การศึกษาศักยภาพการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกในประเทศไทย

นางสาวธัญญ์พิชชา เอกบุศย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

A STUDY OF FUEL PRODUCTION POTENTIAL FROM PLASTIC WASTE IN THAILAND

MISS TANPITCHA EKABUT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Energy Technology and Management

(Interdisciplinary Program)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาศักยภาพการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกในประเทศไทย
โดย	นางสาวธัญญ์พิชชา เอกบุศย์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อมร เพชรสม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนาธิป สามารถ)

ธัญญ์พิชชา เอกบุศย์ : การศึกษาศักยภาพการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกในประเทศไทย.(A STUDY OF FUEL PRODUCTION POTENTIAL FROM PLASTIC WASTE IN THAILAND) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ, 190 หน้า

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทยโดยกระบวนการไพโรไลซิสจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน พบว่าขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 0.8 – 16 ตันต่อวัน ได้ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 – 10,400 ลิตรต่อวัน จะมีขนาดกำลังผลิต 0.8 ตันต่อวัน ราคา 650,000 บาท ของโรงแรมคำแสดริเวอร์แคว รีสอร์ทแอนด์สปา รองลงขนาดกำลังผลิต 5 – 6 ตันต่อวัน ราคา 3 ล้านบาทของ บจก. ซีแซดพัฒนา ราคาส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 45 – 65 ล้านบาท และขนาดกำลังผลิต 10 -16 ตันต่อวันของบจก. เมืองสะอาด ราคา 96 ล้านบาท อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์เฉลี่ยของทุกเทคโนโลยีอยู่ในช่วง 300 – 500 องศาเซลเซียส การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง มี 2 แบบ คือ แบบครั้ง และแบบต่อเนื่อง การทำความสะอาดเครื่องทุกบริษัททำทุกครั้ง ผลิตภัณฑ์น้ำมันจากพลาสติก 1 ตันเฉลี่ยทุกแห่งได้น้ำมัน 600 ลิตร ชนิดของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์คือพลาสติกชนิด PP และ PE ค่าความชื้นร้อยละ 5 - 40 ค่าความปนเปื้อนร้อยละ 5 - 40 ศักยภาพของเทศบาลที่สามารถแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดขึ้นภายใน 1 ปี ร้อยละ 20 สามารถผลิตน้ำมันได้ 32,083,500 ลิตรต่อปี ร้อยละ 50 สามารถผลิตน้ำมันได้ 80,190,500 ลิตรต่อปี ร้อยละ 100 สามารถผลิตน้ำมันได้ 160,454,000 ลิตรต่อปีและมีน้ำมันเชื้อเพลิงสำรองจากหลุมฝังกลบเก่า 2,540,338.91 ลิตร ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าผลตอบแทนจะสูงสุดเมื่อวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปคือขยะจากหลุม เมื่อเปรียบเทียบขนาดกำลังผลิตของเครื่องปฏิกรณ์พบว่า มูลค่าปัจจุบันและอัตราผลตอบแทนการลงทุนเหมาะสมที่จะลงทุน ส่วนระยะเวลาคืนทุนส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 2 – 6 ปี และในส่วนของราคาขายของน้ำมันที่ได้จากการแปรรูป พบว่าขายน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร และขายน้ำมันเตาเกรดเอราคา 23 บาทต่อลิตร โดยทั้งนี้การขายน้ำมันทั้ง 2 กรณีถือว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5387501120 : MAJOR TECHNOLOGY ENERGY AND MANAGEMENT

KEYWORDS: PYROLYSIS/PLASTIC WASTE FUEL

TANPITCHA EKABUT : A STUDY OF FUEL PRODUCTION POTENTIAL FROM PLASTIC WASTE IN THAILAND. ADVISOR: ASST. PROF. PRASERT REUBROYCHAROEN. 190 pp.

The objective of this thesis was to study the potential of fuel production from the plastic waste in Thailand. The production of 0.8 – 15 tons per day can be produced to fuel 200 – 10,400 liters per day. The price of the machine from Kamsad Riverkhaw Hotel which has a size of 0.8 tons production is 650,000 baht. The price of the machine from Seasad Pattana which has a size of 5 – 6 tons of production is 3,000,000 baht. The market price of the machine is between 45,000,000 – 65,000,000 baht which has the production size between 10 – 16 tons per day. The average temperature of the machine of each technology is between 300 – 500 Degree Celsius. Materials feed is divided into 2 types which are batch and continuous. The average of fuel production from the plastic waste which is 600 liters. The plastic waste that feed to the machine has 2 type which are PP and PE contain the moisture 5 – 40 percentage and contamination is 5 – 40 percentage. The potential of the fuel from the plastic waste which are 32,083,500 liters per year for 20 percentage, 80,190,500 liters per years for 50 percentage and 160,454,000 liters per year for 100 percentage. The reserved of the waste in the landfill is 2,540,338.91 liters. From the economic study, the soonest payback period (2 – 6 years) of the production of fuel from plastic waste is the production from the reserved landfill.

Field of Study: Energy Technology and Management Student's Signature.....

Academic Year: 2012 Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เรียบร้อยเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ท่านกรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในเรื่องต่างๆ เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถทำการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณวลัยรัตน์ อุตมปรากรม ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือตลอดงานวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ รองศาสตราจารย์ คุณวุทธิชัย ดร. ดาวัลย์ วิวรรธนะเดช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนาธิป สามารถ ที่ช่วยแนะนำติชมให้วิทยานิพนธ์ออกมาได้อย่างสมบูรณ์และเรียบร้อย ขอขอบคุณคุณวุทธิชัย แก้วกระจ่าง สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล กรมควบคุมมลพิษ คุณอิธิพล กองช่างสุขาภิบาลเทศบาลหัวหิน โรงแรมคำแสดริเวอร์แคว รีสอร์ทแอนด์สปา บริษัท ซีแซดพัฒนา จำกัด บริษัท พร้อมมาก จำกัด บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน) บริษัทเทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด บริษัท ศรีเบญจลักษ์ จำกัด บริษัท เมืองสะอาด จำกัด และบริษัท ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์ จำกัดที่ให้ข้อมูลต่างๆ ในงานวิจัย

ขอขอบคุณญาติสนิท และมิตรสหายทุกท่าน ที่คอยสนับสนุน ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจเป็นอย่างดีมาตลอด

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัยที่ให้ความช่วยเหลือในทุกด้านและเป็นกำลังใจที่สำคัญแก่ผู้วิจัย คุณความดีอังพึงมีจากงานการทำวิจัยนี้ ขอมอบให้แก่บิดา มารดา ผู้ให้การสนับสนุนการศึกษามาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอยและการจัดการขยะ 4

2.2 ข้อมูลขยะทั่วประเทศไทยและองค์ประกอบ 8

2.3 เทคโนโลยีผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง 14

2.4 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน 72

2.5 การใช้พลังงานของประเทศไทย 76

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 82

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 86

3.1 การรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษาวิจัย 86

3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย 87

หน้า

บทที่ 4 ผลและการวิจารณ์ผลการวิจัย 88
4.1 เทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง 88
4.2 ศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสโดยมาตรฐานของน้ำมันดีเซล 96
4.3 ข้อมูลขยะทั่วประเทศไทยและองค์ประกอบ 103
4.4 ศึกษาวิเคราะห์หาความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับการแปรรูป
ขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง 119
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 130
รายการอ้างอิง 133
ภาคผนวก 135
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 190

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบเฉลี่ยของตัวอย่างขยะรวมในเทศบาลของแต่ละภาค 11

2.2 คุณสมบัติเฉลี่ยของขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ 11

2.3 ประเภทพลาสติกและความเหมาะสมในกระบวนการผลิตน้ำมันไพโรไลซิส 15

2.4 การเปรียบเทียบเครื่องปฏิกรณ์ประเภทต่างๆ 19

2.5 การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้าย ในปี 2549 – 2553 77

4.1 เปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง 90

4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันที่ได้จากระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน 97

4.3 คุณลักษณะของน้ำมันที่ได้จากระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมันเปรียบเทียบ
กับมาตรฐานน้ำมันดีเซล 98

4.4 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 50 ตันต่อวัน 104

4.5 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 30 - 49 ตันต่อวัน 106

4.6 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 9 - 29 ตันต่อวัน 108

4.7 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะในหลุมฝังกลบมากกว่า 50,000 ตัน 114

4.8 ตารางเปรียบเทียบกำลังการผลิตต่อเทศบาลที่มีศักยภาพที่สามารถทำการ
ผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก 118

4.9 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 1
ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม 121

4.10 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 2
ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก 122

4.11 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 3
ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม 123

4.12 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 4
ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก 124

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.13 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 5
ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม 125

4.14 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 6
ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก 126

4.15 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 7
ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม 127

4.16 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 8
ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก 128

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ปริมาณการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยชุมชน ปี 2546 – 2554 9

2.2 แนวโน้มปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย 12

2.3 กระบวนการไพโรไลซิส 17

2.4 แผนผังการจัดเตรียมวัตถุดิบเพื่อแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมัน 23

2.5 แผนผังการกระบวนการเผาไหม้เพื่อผลิตน้ำมัน 24

2.6 แผนผังการทำงานของชุดอุปกรณ์ของเทคโนโลยีเทอร์โมฟูเอล 27

2.7 ขั้นตอนการดำเนินงานของกระบวนการ Envo Fuel 29

2.8 แผนภาพแสดงกระบวนการ Royco Technology 30

2.9 เครื่องปฏิกรณ์ โรงแรมคำแสด 31

2.10 ระบบผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากไพโรไลซิสขยะพลาสติก (3D) 32

2.11 ระบบหอกลั่นลำดับส่วน (3D) 32

2.12 องค์ประกอบขยะขนาดใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร ครบ 9 เดือนหลังการบำบัดโดยวิธีเชิงกลชีวภาพ 33

2.13 ขยะขนาดใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร หลังการบำบัดโดยวิธีเชิงกล-ชีวภาพครบ 9 เดือน 34

2.14 ระบบการแปรรูปขยะพลาสติกความหนาแน่นต่ำเป็นขยะพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง 35

2.15 ระบบการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน 35

2.16 แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์ระบบผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะพลาสติก 36

2.17แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์ระบบหอกลั่นลำดับส่วน 36

2.18 ระบบแยกแก๊สและน้ำมัน 37

2.19 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ซีแซดพัฒนา 39

2.20 เครื่องควบแน่น บจก. ซีแซดพัฒนา 39

2.21 ถังพักน้ำมัน บจก. ซีแซดพัฒนา 40

2.22 เครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ บจก. พร้อมมาก 42

2.23 สายพานลำเลียง บจก. พร้อมมาก 43

รูปที่ หน้า

2.24 เครื่องล้างและร่อนขยะ บจก. พร้อมมาก 43
2.25 ขยะพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์ บจก. พร้อมมาก 44
2.26 แผงวงจรควบคุม บจก. พร้อมมาก 44
2.27 เครื่องไพโรไลซีส ขนาด 5 ตันต่อวัน บจก. พร้อมมาก 45
2.28 เครื่องป้อนขยะ บจก. ทีพีไอโพลีน 47
2.29 ถังปฏิกรณ์ บจก. ทีพีไอโพลีน 48
2.30 เครื่องควบแน่น บจก. ทีพีไอโพลีน 48
2.31 เครื่องย่อยขยะพลาสติก บจก.เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง 51
2.32 เครื่องอบแห้ง บจก. เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง 51
2.33 เครื่องควบแน่น บจก. เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง 53
2.34 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง 54
2.35 ระบบย่อยและอบแห้งความชื้น บจก. ศรีเบญจลักษ์ 56
2.36 ระบบสายพานลำเลียงป้อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่องศรีเบญจลักษ์ 57
2.37 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ศรีเบญจลักษ์ 57
2.38 เครื่องจักรคัดแยกและสายพานลำเลียงขยะ บจก. เมืองสะอาด 60
2.39 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. เมืองสะอาด 61
2.40 ระบบหล่อเย็นแลกเปลี่ยนความร้อนของอุปกรณ์ควบแน่นไอน้ำมัน บจก. เมืองสะอาด 62
2.41 เครื่องอบแห้ง บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ 64
2.42 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ 65
2.43 การป้อนขยะเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ 65
2.44 เครื่องควบแน่น บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ 66
2.45 แผงควบคุมระบบไพโรไลซิส บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ 67
2.46 ถังเก็บน้ำมัน บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ 67
2.47 ภาพแสดงจุดคุ้มทุน 76
2.48 การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้น ปี 2554 78
2.49 มูลค่าการนำเข้าพลังงาน ปี 2554 79

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกประสบปัญหาวิกฤตการณ์ขาดแคลนพลังงานและราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถสร้างขึ้นทดแทนได้ เนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการท่องเที่ยวและการบริการ ซึ่งส่งผลต่อการบริโภคที่มีเพิ่มมากขึ้น ทั้งยังก่อให้เกิดสิ่งปฏิกูลเพิ่มจำนวนมากตามมา ซึ่งประเทศไทยเป็นอีกหนึ่งประเทศที่มีปัญหาทั้งการนำเข้าน้ำมันและประสบปัญหาขยะล้นเมือง โดยในปี 2554 มีปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศประมาณ 16 ล้านตัน หรือวันละ 43,800 ตัน เพิ่มขึ้น 0.84 ล้านตัน หรือร้อยละ 5.5 โดยกรุงเทพมหานคร มีขยะมูลฝอยประมาณวันละ 9,500 ตัน คิดเป็นร้อยละ 22 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เขตเทศบาลและเมืองพัทยามีขยะมูลฝอยประมาณวันละ 17,488 ตัน คิดเป็นร้อยละ 40 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นแต่ละวัน ขณะที่เขตองค์การบริหารส่วนตำบลมีขยะมูลฝอยประมาณวันละ 16,792 ตัน คิดเป็นร้อยละ 38 ของปริมาณมูลฝอยทั่วประเทศ การใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยในปี 2554 มีการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ประมาณ 4.10 ล้านตันหรือร้อยละ 26 ของปริมาณมูลฝอยทั่วประเทศ 16 ล้านตัน โดยเป็นการคัดแยกและนำกลับมารีไซเคิลประมาณ 3.39 ล้านตัน ส่วนที่เหลือนำขยะมูลฝอยอินทรีย์มาหมักทำปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยชีวภาพ และหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 0.59 ล้านตัน และเป็นการนำขยะมูลฝอยผลิตพลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงทดแทนประมาณ 119,000 ตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

จากความเจริญทำให้ความต้องการใช้พลังงานมีอัตราสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก เกิดเป็นวิกฤตการณ์พลังงานโลกที่มีความรุนแรงมากซึ่งส่งผลให้สถานการณ์ราคาน้ำมันดิบแพง จากน้ำมันบาร์เรลละประมาณ 40 เหรียญสหรัฐเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 139 เหรียญสหรัฐ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สำหรับสถานการณ์ของประเทศไทย ราคาน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 35.6 จากปี 2553 หรือเพิ่มขึ้น 30.62 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล จากราคาเฉลี่ยน้ำมันดิบนำเข้า 79.48 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรลในปี 2553 มาอยู่ที่ระดับ 110.10 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรลในปี 2554 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2554)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปีที่ 11 โดยเพิ่มขึ้นจากปี 2551 ร้อยละ 1.2 ซึ่งการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วยน้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และไฟฟ้า เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.1 และ

การใช้พลังงานหมุนเวียน ประกอบด้วย ฟืน ถ่าน แกลบ และกากอ้อย เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.7 ทั้งนี้มีการผลิตพลังงานจากแหล่งภายในประเทศรวมทั้งสิ้น 64,890 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และมีการนำเข้าพลังงานรวมทั้งสิ้น 62,006 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นมูลค่านำเข้ารวมทั้งสิ้น 793,765 ล้านบาท (กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2553) และด้วยเหตุนี้กระทรวงพลังงานจึงเห็นความจำเป็นในการจัดทำหาแหล่งพลังงานที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานหมุนเวียนในประเทศ จึงมีนโยบายจะพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นแหล่งพลังงานหลักของประเทศ ด้วยการจัดทำแผนพลังงานพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551 – 2565) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ประเทศไทยใช้พลังงานทดแทนเป็นพลังงานหลักของประเทศแทนการนำเข้าน้ำมันซึ่งนับวันจะมีปริมาณลดน้อยลงและราคาสูงขึ้น ดังนั้นขยะชุมชนจึงเป็นชีวมวลชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตเป็นพลังงานเพื่อเพิ่มความมั่นคงในการจัดหาพลังงานให้ประเทศ

เทคโนโลยีการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก จึงเป็นการจัดการที่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการจัดการขยะที่นับวันมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และขณะที่ปัญหาความต้องการพลังงานก็ทวีความรุนแรงขึ้น การแปรรูปขยะพลาสติกเป็นพลังงานโดยกระบวนการไพโรไลซิสได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

จากข้างต้นแสดงถึงปัญหาของประเทศไทยเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ และช่วยลดปัญหาขยะที่มีปริมาณมากในประเทศ จากที่กล่าวมาจึงทำให้นำมาสู่การศึกษาศักยภาพการนำขยะพลาสติกมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศ ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง พร้อมทั้งศึกษาความเหมาะสมในเชิงเศษฐศาสตร์ในการนำขยะพลาสติกมาผลิตเป็นน้ำมัน ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำมา ใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนนโยบายจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่สนใจพั ฒนาการจัดการขยะเพื่อนำมาสู่การผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาศักยภาพการนำขยะพลาสติกมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย
3. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ในการนำขยะมาผลิตเป็นน้ำมัน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาปริมาณขยะจากกรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมและบริษัทเอกชนบางแห่ง เทคโนโลยีและการลงทุนการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง โดยรวบรวมข้อมูลจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันของเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก เทศบาลเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น เทศบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์และเทศบาลเมืองระยอง จังหวัดระยอง ในประเทศด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 800 – 16,000 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 – 10,400 ลิตร โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกแปรรูปเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีการใช้งานในประเทศไทย (Secondary Data)
2. ศึกษารวบรวมปริมาณขยะทั่วประเทศไทย (Secondary Data)
3. ศึกษาคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก (Secondary Data)
4. ศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์การเงิน ประกอบด้วย (Financial Perspective) การศึกษารายได้ต้นทุน และกำไรของการลงทุนในโครงการ, การวิเคราะห์งบการเงินของโครงการ ได้แก่ งบกำไรขาดทุน งบดุล งบกระแสเงินสด และการประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ โดยอาศัยเครื่องมือทางการเงิน ดังนี้

    4.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

    4.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

    4.3 อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงเทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย
2. ทราบถึงศักยภาพการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกในประเทศไทย
3. ทราบถึงความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ ในการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกในเชิงพาณิชย์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับขยะมูลฝอยและการจัดการขยะ

2.1.1 ความหมายของขยะหรือมูลฝอย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553)

ขยะชุมชน หรือขยะตามบ้านเรือน มีคำนิยมที่ใช้เรียกแตกต่างกันออกไป เช่น ขยะมูลฝอย มูลฝอยเทศบาล มูลฝอยบ้านเรือน และขยะมูลฝอยชุมชน เป็นต้น ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า Solid Waste, Municipal Waste, Household Waste หรือ Municipal Solid Waste ซึ่งคนทั่วโดยไปมักจะเรียก “ขยะ” ซึ่งหน่วยงานและตัวบทกฎหมายต่างๆ ได้ให้คำนิยามของขยะไว้แตกต่างกันไป ดังนี้

ความหมายตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ได้จำแนกว่ามูลฝอยเป็นของเสียประเภทหนึ่ง โดยให้ความหมายดังนี้ “ของเสีย หมายถึง ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านี้อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ”

ความหมายตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้กำหนดไว้ว่า “มูลฝอย หมายความถึง เศษผ้า เศษกระดาษ เศษสินค้าถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์หรือซากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น”

เทศบาลต่างๆ ในประเทศไทยได้ให้ความหมายของขยะว่า “มูลฝอย หมายถึง วัตถุใดๆ ที่ไม่มีผู้ใดต้องการแล้ว อาจเป็นขยะตามพระราชบัญญัติสาธารณสุขก็ได้ และเป็นหน้าที่ของเทศบาลจะต้องรับภาระในการกำจัด”

สำหรับความหมายของขยะชุมชนตามที่กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ให้ความหมายไว้มีว่า ขยะชุมชน หมายถึง ขยะมูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน เช่น ตลาดสด บ้านพักอาศัย ธุรกิจร้านค้า สถานประกอบการ สถานบริการ สถาบันต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุก่อสร้าง ทั้งนี้ไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ

2.1.2 แหล่งกำเนิดของขยะชุมชน

ขยะชุมชนเป็นเศษสิ่งของเหลือใช้อันเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ อาจมีแหล่งที่มาแตกต่างกันออกไป ซึ่งจะสามารถแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยได้ดังต่อไปนี้

1. ขยะจากแหล่งที่อยู่อาศัย

แหล่งที่อยู่อาศัย ได้แก่ บ้านพักอาศัย อาคารชุด หรืออพาร์ทเมนท์ ฯลฯ เป็นขยะมูลฝอยที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีวิตของคนที่อาศัยอยู่ ได้แก่ เศษอาหารจากการเตรียมอาหาร หรือจากการเหลือใช้ เช่น เศษกระดาษ เศษพืชผัก ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก ใบไม้ใบหญ้า ภาชนะหรืออุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมคุณภาพ เฟอร์นิเจอร์เก่าที่ชำรุด เศษแก้ว ฯลฯ

2. ขยะจากธุรกิจการค้า

สถานประกอบธุรกิจการค้า ได้แก่ อาคารสำนักงาน ตลาด ร้านขายอาหาร ร้านขายของชำ ร้านขายผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โรงแรม โรงมหรสพ หรือโกดังเก็บสินค้า เป็นต้น ขยะมูลฝอยที่มาจากสถานที่ที่มีการประกอบกิจการจะมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะเป็นกิจการประเภทใด ส่วนใหญ่สถานประกอบการมักจะมีภาชนะเก็บขยะมูลฝอยเป็นของตนเอง ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นอาจมีเศษอาหาร เศษแก้ว เศษพลาสติก เศษวัสดุก่อสร้างต่างๆ รวมทั้งอาจมีขยะอันตรายด้วย

3. ขยะจากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ

ขยะที่เกิดจากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจหรือสถานที่ท่องเที่ยว ได้แก่ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ชายหาด ทะเลสาบ สระว่ายน้ำ หรืออาจเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นแหล่งศิลปกรรม ได้แก่ โบราณสถานต่างๆ วัดวาอาราม ซึ่งกิจกรรมในการพักผ่อนมักต้องมีการรับประทานอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ ทำให้เกิดขยะมูลฝอย

2.1.3 ประเภทของขยะชุมชน

2.1.3.1 จำแนกตามพิษภัยที่เกิดขึ้นกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มี 2 ประเภท คือ

1. ขยะทั่วไป (General waste) หมายถึง ขยะมูลฝอยที่มีอันตรายน้อย ได้แก่ พวกเศษอาหาร เศษกระดาษ เศษผ้า พลาสติก เศษหญ้า และใบไม้ ฯลฯ

2. ขยะอันตราย (Hazardous waste) เป็นขยะที่มีภัยจ่อคนและสิ่งแวดล้อม อาจมีสารพิษ ติดไฟหรือระเบิดง่าย ปนเปื้อนเชื้อโรค เช่น ไฟแช็กแก๊ส กระป๋องสเปรย์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ หรืออาจเป็นพวกสำลีและผ้าพันแผลจากสถานพยาบาลที่มีเชื้อโรค

2.1.3.2 จำแนกตามลักษณะของขยะ มี 2 ประเภท คือ

1. ขยะเปียกหรือขยะสด (Garbage) มีความชื้นปนอยู่มากกว่าร้อยละ 50 จึงติดไฟได้ยากส่วนใหญ่ ได้แก่ เศษอาหาร เศษเนื้อ เศษผัก และผักผลไม้จากบ้านเรือน ร้านจำหน่ายอาหารและตลาดสด รวมทั้งซากพืชและสัตว์ที่ยังไม่เน่าเปื่อย ขยะประเภทนี้จะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น เนื่องจากแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สาร นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคโดยติดไปกับแมลง หนู และสัตว์อื่นที่มาตอมหรือกินเป็นอาหาร

2. ขยะแห้ง (Rubbish) คือสิ่งเหลือใช้ที่มีความชื้นอยู่น้อยจึงไม่ก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น จำแนกได้ 2 ชนิด คือ

- ขยะที่เป็นเชื้อเพลิง เป็นพวกติดไฟได้ เช่น เศษผ้า เศษกระดาษ หญ้า ใบไม้ กิ่งไม้แห้ง
- ขยะที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ เศษโลหะ เศษแก้ว และเศษก้อนอิฐ

2.1.4 ปริมาณขยะชุมชน

ปริมาณขยะในชุมชนนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง และสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอ องค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขยะมูลฝอยมีดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของชุมชน ถ้าเป็นชุมชนที่ประกอบการค้า เช่น ตลาด ศูนย์การค้า ก็จะมีปริมาณขยะมูลฝอยมากกว่าชุมชนที่อยู่อาศัย และถ้าเป็นด้านเกษตรกรรม เช่น ทำสวน ปริมาณขยะมูลฝอยก็จะน้อยลงกว่าบริเวณอื่นๆ

2. ความหนาแน่นของชุมชนบริเวณที่มีผู้คนอาศัยอยู่หนาแน่น ปริมาณขยะมูลฝอยก็จะมากกว่าบริเวณที่มีผู้คนอาศัยอยู่น้อย ซึ่งในปัจจุบันนิยมสร้าง แฟลต ทาวเฮาส์ คอนโดมิเนียม บริเวณนี้จะมีผู้คนอาศัยอยู่หลายครอบครัว ปริมาณขยะมูลฝอยก็จะมีมากตามไปด้วย

3. ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณขยะมูลฝอยเป็นอย่างมาก เช่น ฤดูที่มีผลไม้ปริมาณขยะมูลฝอยจำพวกเปลือกผลไม้จะมาก เพราะเหลือจากการบริโภคของประชาชน และยิ่งราคาของผลไม้ออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ยิ่งทำให้เศษเปลือกผลไม้ยิ่งมากในปีนั้น

4. สภาวะทางเศรษฐกิจ ชุมชนที่มีสถานะทางเศรษฐกิจดีย่อมมีกำลังซื้อสินค้าสูงกว่าชุมชนที่มีสถานะทางเศรษฐกิจต่ำ จึงทำให้มีขยะมูลฝอยมากขึ้นตามลำดับ

5. อุปนิสัยของประชาชนในชุมชน โดยชุมชนที่มีอุปนิสัยรักความสะอาดเป็นระเบียบเรียบร้อยจะมีขยะมูลฝอยในการเก็บขนมากกว่าชุมชนที่ไม่รักความเป็นระเบียบ ซึ่งจะทิ้งขยะกระจัดกระจาย ไม่รวบรวมเป็นที่เป็นทาง ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเก็บขนจึงน้อยลง แต่จะไปมากอยู่บริเวณในลำคลอง ถนน ที่สาธารณะต่างๆ เป็นต้น

6. การจัดบริการเก็บขนขยะมูลฝอย เป็นองค์ประกอบที่มีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมารขยะมูลฝอย เพราะถ้ามีการเก็บขนขยะมูลฝอยดีประชาชนก็จะนำขยะมูลฝอยออกมาสะดวกย่อมเพิ่มปริมาณขยะมูลฝอยให้สูงขึ้น แต่ถ้าบริการเก็บขยะมูลฝอยไม่สม่ำเสมอประชาชนก็ไม่กล้านำขยะมูลฝอยออกมาทิ้ง เพราะจะทำให้ไม่สะอาดตาแก่ที่พักอาศัย ปริมาณขยะมูลฝอยก็จะน้อยลง

7. ความสะดวกสบายในการเก็บขนขยะมูลฝอย ถ้าสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นไม่สะดวกที่จะให้บริการในการเก็บขนได้อย่างทั่วถึง เป็นต้นว่า รถขนขยะไม่สามารถเข้าไปในชุมชนได้ เนื่องจากตรอกหรือซอยแคบมาก ต้องใช้ภาชนะขนถ่ายอีกทอดหนึ่งจะทำให้ปริมารขยะมูลฝอยน้อยลง ซึ่งถ้าจะเก็บขนหมดตามสภาพที่แท้จริงแล้วจะต้องใช้เวลามาก ถ้าเป็นตรอกแคบลึกด้วยแล้ว อุปสรรคในการเก็บขนก็ยิ่งหมดมากขึ้นตามไปด้วย

2.1.5 กรรมวิธีการกำจัดขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะมูลฝอยโดยทั่วไปจะใช้เทคโนโลยีเหล่านี้เป็นเทคโนโลยีหลักที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยในประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ได้แก่

1. การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

เป็นวิธีการกำจัดขยะอย่างถูกสุขลักษณะ โดยการทำลายขยะมูลฝอยในหลุมหรือพื้นที่ที่เตรียมไว้โดยการบดอัดขยะมูลฝอยด้วยเครื่องจักรกล เพื่อให้ขยะมูลฝอยยุบตัวและมีความหนาแน่นมากขึ้น แล้วทำการปิดทับด้วยวัสดุถมกลบ เช่น ดิน หรือมีการใช้พลาสติกปิดคลุมมีระบบกันซึมที่ก้นหลุมเพื่อป้องกันน้ำชะขยะมูลฝอยไหลออกไปสู่น้ำใต้ดิน มีระบบรวบรวมน้ำชะขยะมูลฝอยไปบำบัด มีระบบระบายก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ มีการตรวจสอบการรั่วซึมของหลุมฝังกลบ และมีระบบการติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2. การเผาในเตาเผา (Incineration) การหมักทำปุ๋ย (Composting)

การเผาเป็นการใช้หลักการการเผาไหม้(Combustion) เพื่อทำลายหรือเปลี่ยนสภาพขยะมูลฝอยที่อยู่ในรูปของแข็งให้กลายเป็นก๊าซ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไอน้ำ (H_2O) และของแข็ง เช่น เถ้าหนัก เถ้าลอย เป็นต้น พร้อมการควบคุมมลพิษทางอากาศและสามารถนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำร้อน ไอน้ำ และกระแสไฟฟ้า

3. การหมักทำปุ๋ย (Composting)

การหมักทำปุ๋ยเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ ด้วยกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพแบบใช้ออกซิเจน สามารถเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นปุ๋ยที่ไม่ย่อยสลายต่อไปอีกจนกระทั่งมีสีดำ

หรือสีน้ำตาล จากปฏิกิริยามีน้ำ (H_2O) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รวมทั้งพลังงานความร้อนส่วนองค์ประกอบขยะมูลฝอยอื่นๆ ที่ไม่สามารถนำไปทำเป็นปุ๋ยได้เช่น เศษกระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ ต้องนำไปฝังกลบหรือคัดแยกเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

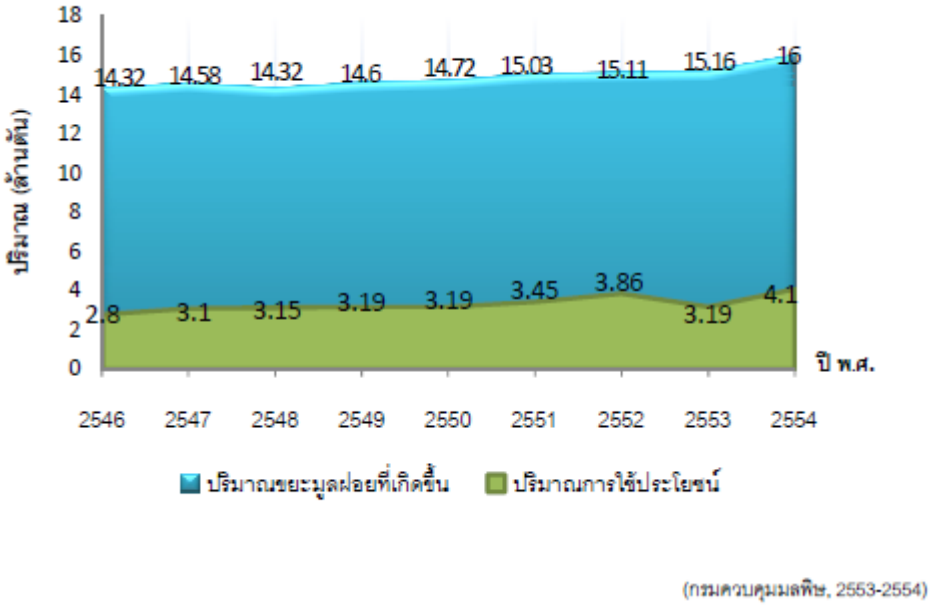
วิธีการกำจัดที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยที่ใช้กันมากที่สุดในประเทศไทย คือ การกำจัดขยะมูลฝอยโดยการฝังกลบกรมควบคุมมลพิษได้จำแนกวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยแบบการฝังกลบเป็น 4 แบบ คือ

- การเทกอง (Uncontrolled or Open Dump)
- การเทกองที่มีการควบคุม (Controlled Dump)
- การฝังกลบขยะมูลฝอยตามหลักทางวิศวกรรม (Engineered Landfill)
- การฝังกลบขยะมูลฝอยตามหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

การฝังกลบขยะเป็นวิธีที่ต้องใช้พื้นที่ในการฝังกลบซึ่งขยะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆดังนั้น การกำจัดขยะโดยวิธีฝังกลบจึงจำเป็นต้องใช้พื้นที่มากในการฝังกลบมากขึ้นตามไปด้วยนอกจากการใช้พื้นที่ในการฝังกลบมากขึ้นแล้ว ถ้าหากมีการฝังกลบอย่างไม่ถูกวิธีก่อจะก่อให้เกิดผลกระทบโดยเฉพาะปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม ตามมาด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวประกอบกับปัจจุบันทั่วโลกได้ประสบกับวิกฤตการณ์ด้านพลังงานจึงทำให้ภาครัฐตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว โดยจะเห็นได้จากนโยบายด้านการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงาน

2.2 ข้อมูลขยะทั่วประเทศไทยและองค์ประกอบ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีขยะเพิ่มขึ้นสูงกว่า 40,000 ตันต่อวัน โดยในปี 2554 มีปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศประมาณ 16 ล้านตัน หรือ 43,800 ตันต่อวัน เพิ่มขึ้น 0.84 ล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 5.5 โดยกรุงเทพมหานคร มีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณวันละ 9,500 ตัน คิดเป็นร้อยละ 22 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เขตเทศบาลและเมืองพัทยามีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณวันละ 17,488 ตัน คิดเป็นร้อยละ 40 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้นแต่ละวัน เขตองค์การบริหารส่วนตำบลมีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณวันละ 16,792 ตัน คิดเป็นร้อยละ 38 ของปริมาณมูลฝอยทั่วประเทศ ซึ่งการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยในปี 2554 มีการนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ประมาณ 4.10 ล้านตันหรือร้อยละ 26 ของปริมาณมูลฝอยทั่วประเทศ 16 ล้านตัน โดยเป็นการคัดแยกและนำกลับมารีไซเคิลประมาณ 3.39 ล้านตัน ส่วนที่เหลือนำขยะมูลฝอยอินทรีย์หมักทำปุ๋ยอินทรีย์ปุ๋ยชีวภาพ และหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 0.59 ล้านตัน และเป็นการนำขยะมูลฝอยผลิตพลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงทดแทนประมาณ 119,000 ตัน ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ส่วนที่เหลือจะถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีโดยส่วนใหญ่ใช้วิธีการฝังกลบอย่างไม่ถูกวิธี หรือการเผาทิ้งกลางแจ้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)



(กรมควบคุมมลพิษ, 2553-2554)

รูปที่ 2.1 ปริมาณการใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยชุมชน ปี 2546 – 2554

2.2.1 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชน

องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศจะเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล และพฤติกรรมทางเศรษฐกิจสังคม วิถีชีวิตตลอดจนอุปนิสัยและแผนในการบริโภคของแต่ละชุมชน/เมือง โดยทั่วไปมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป จากผลการคัดแยกองค์ประกอบตัวอย่างของแต่ละภาค (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, 2554) ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบขยะในแต่ละภาคแสดงในตารางที่ 2.1

ขยะมูลฝอยชุมชน สามารถแยกองค์ประกอบออกมาได้หลายประเภท ได้แก่ เศษอาหาร หรืออินทรีย์สาร พลาสติก กระดาษ แก้ว ผ้า โลหะ ไม้ ยางและหนัง และอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 พบว่าองค์ประกอบขยะประเภทพลาสติกมีปริมาณมากเป็นอันดับสอง รองจากเศษอาหารอินทรีย์สารที่สามารถย่อยสลายได้ ซึ่งพลาสติกเป็นขยะที่ย่อยสลายยากใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายเป็นเวลานานทำให้มีขยะประเภทพลาสติกหลงเหลืออยู่เป็นจำนวนมาก

สำหรับขยะที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการเปลี่ยนเป็นพลังงานได้นั้นโดยทั่วไปต้องเป็นขยะที่มีคาร์บอน และ/หรือ ไฮโดรเจน เป็นองค์ประกอบ เช่น ขยะชีวมวล ขยะพลาสติก หรือขยะที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีจากบ้านเรือน เมื่อจะเปลี่ยนขยะเหล่านี้เป็นพลังงาน ต้องคำนึงถึงชนิดของขยะเพื่อที่จะได้เลือกกระบวนการหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเปลี่ยนขยะเหล่านี้ให้เป็นพลังงานหรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมได้ (ศิริรัตน์ จิตการค้า, 2554)

2.2.2 คุณสมบัติของขยะมูลฝอย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, 2554)

คุณสมบัติของขยะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำมันที่ผลิตจากขยะพลาสติก นอกจากจะขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีแล้ว ดังนั้นจำเป็นต้องวิเคราะห์คุณสมบัติของขยะที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบเฉลี่ยของตัวอย่างขยะรวมในเทศบาลของแต่ละภาค

พื้นที่ (ค่าเฉลี่ยของภาค)	องค์ประกอบ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)								
	เศษอาหาร	พลาสติก	กระดาษ	ยาง/หนัง	เศษผ้า	ใบ/กิ่งไม้	แก้ว/หิน	โลหะ	อื่นๆ
ภาคเหนือตอนล่าง/บน	55.88	13.20	7.78	1.49/2.57	3.43	5.46	2.2/2.05	4.07	2.00
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	52.96	11.09	10.37	1.98	2.81	1.62	7.35	2.51	8.82
ภาคกลาง และภาคตะวันออก	50.06	15.46	4.06	2.26/2.47	3.32	8.86	2.00/1.88	4.09	2.55
ภาคใต้	48.78	14.62	11.99	1.67/1.36	1.73	6.56	5.67/1.33	3.42	2.94

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, 2554

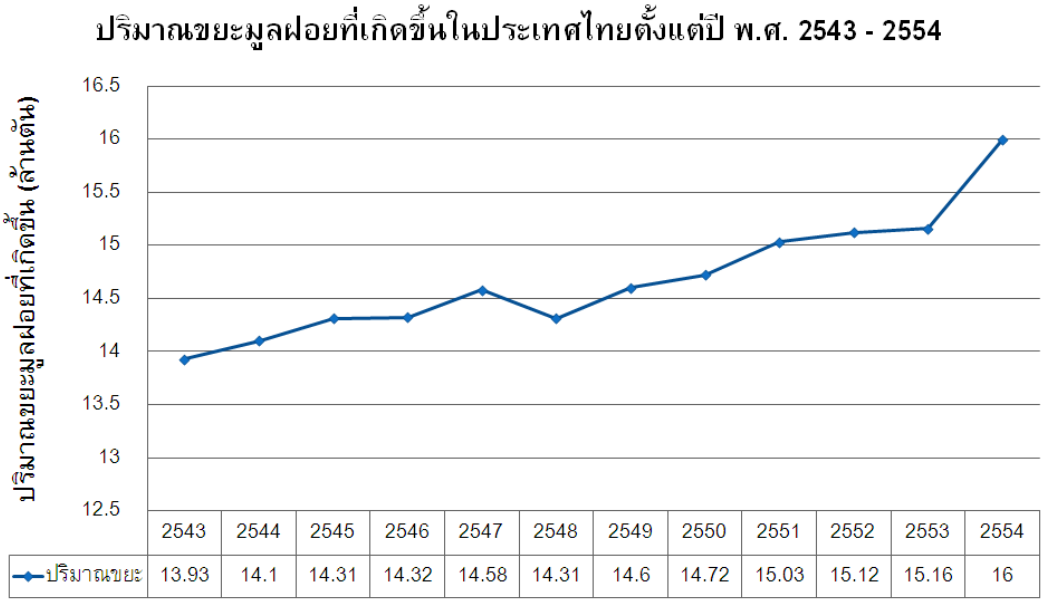
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติเฉลี่ยของขยะมูลฝอยที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนทั่วประเทศ

คุณสมบัติ / พื้นที่ (ค่าเฉลี่ย)	ความหนาแน่น (kg/m3)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความร้อนของขยะแห้ง HHV (kJ/kg)	ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)	ปริมาณสารที่เผาไหม้ได้ (ร้อยละ)
ภาคเหนือตอนล่าง/บน	256.25	58.5	18,774.34	27.97	89.79
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	191.7-204.2	50.5	16,104.55	-	80.83
ภาคกลาง และภาคตะวันออก	260.25	57.83	17,003.19	26.775	89.49
ภาคใต้	214.5	53.25	16,895.137	21.61	86.6925

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, 2554

2.2.3 สถิติและแนวโน้มขยะในประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ พบว่าปริมาณขยะในประเทศซึ่งแบ่งเป็นในเขตเทศบาล นอกเทศบาลและกรุงเทพมหานคร มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น จากรูปที่ 2.2



ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

รูปที่ 2.2 แนวโน้มปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย

2.2.4 ประเภทของพลาสติก

พลาสติก เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น โดยใช้แทนวัสดุธรรมชาติ โดยพลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เทอร์โมพลาสติก และ เทอร์โมเซตติงพลาสติก (พรรัตน์ เพชรภักดี และกฤษฎา จันทรเสนา, 2551)

1. เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) หรือเรซิน มีสมบัติพิเศษคือ เมื่อหลอมแล้วสามารถนำมาขึ้นรูปกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นพลาสติกที่ใช้กันแพร่หลายที่สุด มีหลายประเภท ได้แก่

• โพลิเอทิลีน (Polyethylene: PE) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย มีลักษณะขุ่นและทนความร้อนได้ปานกลาง เป็นพลาสติกที่นำมาใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรม เช่น ท่อน้ำ ถุง ขวด ถัง แท่นรองรับสินค้า

• โพลิโพรพิลีน (Polypropylene: PP) เป็นพลาสติกที่ไอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อยแข็งกว่าโพลิเอทิลีนทนต่อความร้อนสูงและสารไขมันใช้ทำแผ่นพลาสติ ถุงพลาสติกบรรจุอาหารที่ทนร้อน หลอดดูดพลาสติก เป็นต้น

• โพลิสไตรีน (Polystyrene: PS) มีลักษณะเปราะ โปร่งใส ทนต่อกรดและด่าง ไอน้ำและอากาศซึมผ่านได้ปานกลาง ใช้ทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องใช้สำนักงาน เป็นต้น

• SAN (styrene-acrylonitrile) เป็นพลาสติกโปร่งใส ใช้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น

• ABS (acrylonitrile-butadiene-styrene) สมบัติคล้ายโพลีสไตรีน แต่มีความเหนียวและทนสารเคมีดีกว่า โปร่งแสง ใช้ผลิตถ้วย ถาด เป็นต้น

• โพลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride: PVC) ป้องกันไขมันได้ดีมีลักษณะใส ไอน้ำและอากาศซึมผ่านได้พอควร ใช้ทำขวดบรรจุน้ำมันและไขมันปรุงอาหาร ขวดบรรจุเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์ ใช้ทำแผ่นพลาสติก ห่อเนยแข็ง ทำแผ่นแลมิเนตชั้นในของถุงพลาสติก

• ไนลอน (Nylon) เป็นพลาสติกที่มีความเหนียวมาก คงทนต่อการเพิ่มอุณหภูมิทำแผ่นแลมิเนตสำหรับทำถุงพลาสติกบรรจุอาหารแบบสูญญากาศ

• โพลิเอทิลีน เทอร์ฟะธาเลต (Terylene: polyethylene terephthalate) มีความเหนียวมากและโปร่งใส แต่ราคาแพง ใช้ทำแผ่นฟิล์มบาง ๆ บรรจุอาหาร

• โพลิคาร์บอเนต (Polycarbonate: PC) มีลักษณะแข็ง โปร่งใส ทนแรงยืดและแรงกระแทกได้ดี ทนความร้อนสูง ทนกรด แต่ไม่ทนด่าง เป็นรอยหรือคราบอาหารจับได้ยากใช้ทำถ้วย ชาม จาน ขวดนมเด็ก และขวดบรรจุอาหารเด็ก

2. เทอร์โมเซตติงพลาสติก (Thermosetting plastic) เป็นพลาสติกที่มีสมบัติพิเศษทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดรอยเปื้อนและคราบได้ยาก เมื่อหลอมตัวเป็นรูปแบบใด จะเป็นรูปแบบนั้นอย่างถาวรคือ จะเอามาหลอมใช้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ไม่ได้ หลังจากพลาสติกเย็นจนแข็งตัวแล้ว จะไม่สามารถทำให้อ่อนได้อีกโดยใช้ความร้อน จะสลายตัวทันทีที่อุณหภูมิสูงถึงระดับ การทำพลาสติกชนิดนี้ให้เป็นรูปลักษณะต่าง ๆ ต้องใช้ความร้อนสูง และโดยมากต้องการแรงอัดด้วย เทอร์โมเซตติงพลาสติก ได้แก่

• เมลามีน ฟอร์มาลดีไฮด์ (melamine formaldehyde) มีสมบัติทางเคมีทนความร้อนได้ถึง 140 องศาเซลเซียส ทนแรงดันได้ 7,000 - 135,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนแรงอัดได้ 25,000 - 50,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทนแรงกระแทกได้ 0.25-0.35 และทนปฏิกิริยาเคมีได้ดี เกิดคราบและรอยเปื้อนยาก เมลามีนใช้ทำภาชนะบรรจุอาหาร

• ฟีนอลฟอร์มาดีไฮด์ (phenol-formaldehyde) มีความต้านทานต่อตัวทำละลายสารละลายเกลือและน้ำมัน แต่พลาสติกอาจพองบวมได้เนื่องจากน้ำหรือแอลกอฮอล์ พลาสติกชนิดนี้ใช้ทำฝาจุกขวดและหม้อ

• อีพ็อกซี (epoxy) ใช้เคลือบผิวของอุปกรณ์ภายในบ้านเรือน และท่อเก็บก๊าซ ใช้เชื่อมส่วนประกอบโลหะ เซรามิก และแก้ว ใช้หล่ออุปกรณ์ที่ทำจากโลหะและเคลือบผิว เส้นใยของท่อ และท่อความดัน ใช้เคลือบผิวของผนังและพื้น ใช้เป็นวัสดุของแผ่นกำบังนิวตรอน ซีเมนต์ และปูนขาว ใช้เคลือบผิวถนน เพื่อกันลื่น ใช้ทำโฟมแข็ง ใช้เป็นสารในการทำสีของแก้ว

• โพลิเอสเตอร์ (polyester) เป็นโพลิเมอร์ที่นำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น ใช้ทำพลาสติกสำหรับเคลือบผิว ขวดน้ำ เส้นใย ฟิล์มและยาง เป็นต้น ตัวอย่างโพลิเมอร์ในกลุ่มนี้ เช่น โพลิเอทิลีนเทเรฟทาเลตโพลิบิวทิลีนเทเรฟทาเลต และโพลิเมอร์ผลึกเหลวบางชนิด

• โพลิยูรีเทน (polyurethane) โพลิเมอร์ประกอบด้วยหมู่ยูรีเทน (–NH•CO•O-) เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างไดไอโซยาเนต (di-isocyanates) กับ ไดออล (diols) หรือไทรออล (triols) ที่เหมาะสม มักใช้เป็นกาว และน้ำมันชักเงา พลาสติกและยาง ชื่อย่อคือ PU

2.3 เทคโนโลยีผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

การประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นทั่วประเทศในปัจจุบันและในอนาคตข้างหน้าตามแผนการจัดการขยะแห่งชาติ โดยพิจารณาการใช้เทคโนโลยีแต่ละประเภทที่เหมาะสมในการกำจัดขยะมูลฝอย โดยเทคโนโลยีในการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงานนั้นมี 5 วิธี (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ได้แก่

1. การเผาในเตาเผา (Incineration) เป็นการใช้หลักการการเผาไหม้ (Combustion) ในการทำลายหรือเปลี่ยนสภาพขยะมูลฝอยที่อยู่ในรูปของแข็งให้กลายเป็นก๊าซ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไอน้ำ (H_2O) และของแข็ง เช่น เถ้าหนัก (Bottom ash) เถ้าลอย (Fly ash) และพลังความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะมูลฝอย การเผาในเตาเผาสามารถนำพลังงานความร้อนกลับไปใช้ประโยชน์ เช่น การผลิตน้ำร้อน ไอน้ำ หรือแม้แต่พลังงานไฟฟ้า

2. แท่งเชื้อเพลิงขยะ (Refuse Derived Fuel, RDF) เป็นเชื้อเพลิงในรูปของแข็งที่ผลิตจากขยะมูลฝอยชุมชน โดยมีการคัดแยกขยะมูลฝอยที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ออกก่อน จากนั้นนำขยะมูลฝอยไปบดหรือหั่นและผสมด้วยตัวผสานแล้วทำให้แห้งและอัดเป็นก้อนหรือแท่ง วัสดุที่เหมาะสมนำมาใช้ทำเป็นแท่งเชื้อเพลิง ได้แก่ กระดาษ พลาสติก ไม้และผ้า เป็นต้น

3. การผลิตก๊าซชีวภาพโดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Biogas Production by Anaerobic Digestion) การผลิตแก๊สชีวภาพเป็นกระบวนการหมักขยะมูลฝอยประเภทสารอินทรีย์ ใน

สภาวะที่ไร้ออกซิเจนเพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นก๊าซชีวภาพ ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือความร้อน

4. การแปรรูปขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกเป็นน้ำมัน ขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเหมือนกับน้ำมัน แต่น้ำมันมีจำนวนคาร์บอนน้อยกว่าพลาสติก เช่น ดีเซลจะมีคาร์บอน 12 – 20 ตัว เบนซิน 6 - 12 ตัว ส่วนพลาสติกเป็นโซ่ยาวมาก มีคาร์บอนเป็นจำนวนมาก โดยการที่จะเปลี่ยนให้เป็นน้ำมันนั้นต้องตัดโซ่ให้สั้นลง พลาสติกทั่วไปมีหลายประเภทที่สามารถนำมาผลิตน้ำมันได้ แต่อาจให้ผลผลิตและปริมาณที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ประเภทพลาสติกและความเหมาะสมในกระบวนการผลิตน้ำมันไพโรดลซิส

ประเภท	สัญลักษณ์	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ผลิตน้ำมัน
เพท (PETE)	1	ขวดน้ำดื่ม ขวดน้ำปลา และขวดน้ำมันพืช	ไม่เหมาะสม
เอชดีพีอี (HDPE)	2	ขวดแชมพู ถุงร้อนชนิดขุ่น และขวดนม	ดี
พีวีซี (PVC)	3	ท่อพีวีซี สายยาง	ไม่เหมาะสม
เอลดีพีอี (LDPE)	4	แผ่นฟิล์ม ห่ออาหาร ถุงก๊อบแก๊บ และห่อของ	ดีมาก
พีพี (PP)	5	ถุงร้อนชนิดใส จาน ชาม อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิด	ดีมาก
พีเอส (PS)	6	กล่องไอศรีม และกล่อมโฟม	ดีมาก
อื่นๆ (Others)	7	PC, PMMA, PUR, และ ABS	พอใช้

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.)

5. เทคโนโลยีพลาสมาอาร์ค (Plasma Arc) เป็นเทคโนโลยีด้านพลังงานขั้นสูงที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยได้หลายลักษณะ หลักการคือการป้อนขยะมูลฝอยเข้าไปใน plasma arc field อุณหภูมิประมาณ 5,000 - 15,000 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่สูงระดับนี้จะสามารถแยกอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะมูลฝอยออกได้ ทำให้ขยะมูลฝอยถูกความร้อนเผาทำลายหมด ความร้อนที่ได้สามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้เป็นเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำและนำไอน้ำมาผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้าต่อไป

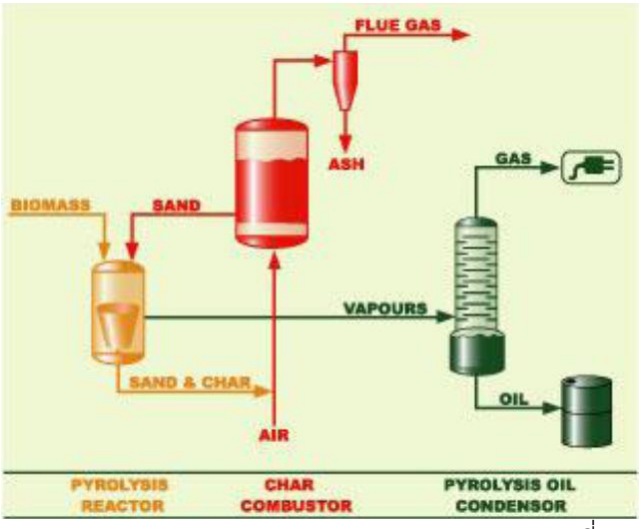
สำหรับเทคโนโลยีในการแปรรูปขยะมูลฝอยให้เป็นพลังงานนั้นจะเห็นได้ว่ามีหลากหลายวิธีดังที่ได้กล่าวมา สำหรับในงานวิจัยนี้จะมุ่งเฉพาะรูปแบบหรือเทคโนโลยีแปรรูปขยะมูลฝอยประเภท

พลาสติกเป็นน้ำมัน ปัจจุบันเทคโนโลยีการเปลี่ยนขยะมูลฝอยพลาสติกจะใช้กระบวนการทางความร้อนเปลี่ยนให้เป็นพลังงาน กระบวนการเปลี่ยนพลาสติกให้เป็นน้ำมันโดยทั่วไปจะใช้กระบวนการไพโรไลซีสเพื่อสลายตัววัตถุดิบให้ได้ผลิตภัณฑ์หลักคือน้ำมันออกมา เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับพลังงานทดแทน

2.3.1 กระบวนการไพโรไลซิสและเครื่องปฏิกรณ์

กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) คือ กระบวนการแตกตัว หรือสลายตัวของสารประกอบหรือวัสดุต่างๆ ด้วยความร้อนขนาดปานกลางที่อุณหภูมิประมาณ 400 - 800°C ในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนในปริมาณน้อยมาก โดยทั่วไปผลผลิตที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซีสสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามสภาวะคือผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ของเหลว (ซึ่งโดยทั่วไปมีคุณลักษณะคล้ายน้ำมัน) และของแข็ง แต่โดยตัวกระบวนการไพโรไลซีสเองแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการมากที่สุดคือ ของเหลวหรือน้ำมัน (ศิริรัตน์ จิตการค้า, 2551)

การแปรรูปขยะเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นจะผ่านกระบวนการไพโรไลซีสเป็นการเปลี่ยนของเสียประเภทพลาสติกให้เป็นน้ำมันโดยวิธีการเผาในเตาเผาแบบไพโรไลซิส ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ด้วยการควบคุมอุณหภูมิและความดัน และใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม ทำให้เกิดการสลายตัวของโครงสร้างของพลาสติก (Depolymerization) และจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นเชื้อเพลิงเหลว ที่สามารถนำไปผ่านกระบวนการกลั่นเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวในเชิงพาณิชย์ได้ กระบวนการไพโรไลซิสจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใดออกมานั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ทั้งอัตราการให้ความร้อน (Heating Rate) อุณหภูมิที่ทำปฏิกิริยา (Temperature) และเวลาที่ทำปฏิกิริยา (Residence Time) โดยหากต้องการผลิตภัณฑ์หลัก คือ ของเหลว ซึ่งอยู่ในรูปของน้ำมัน จะต้องทำปฏิกิริยาไพโรไลซิสแบบเร็ว (Fast Pyrolysis) ซึ่งอัตราการให้ความร้อนสูงมากกว่า 1,000 °C ต่อวินาที ทั้งมีอุณหภูมิปานกลางและระยะเวลาที่ทำปฏิกิริยา โดยเฉพาะของสารไอระเหยจะต้องสั้นมาก แต่หากต้องการผลิตภัณฑ์หลักคือถ่านชาร์ จะต้องใช้อัตราการให้ความร้อนต่ำ อุณหภูมิปานกลางและระยะเวลาที่ทำปฏิกิยานานหรือที่เรียกว่า ปฏิกิริยาไพโรไลซิสแบบช้า (Slow Pyrolysis) (เชาวน์ นกอยู่, 2551)



ที่มา : เชาว์ นกอยู่, 2554

<u>รูปที่ 2.3</u> กระบวนการไพโรไลซิส

กระบวนการไพโรไลซิสของพลาสติก มีขบวนการหลักๆ ดังนี้

1. Thermal cracking เป็นกระบวนการไพโรไลซิสอย่างง่ายไม่ซับซ้อน โดยใช้ความร้อนในการย่อยสลายพลาสติกเพื่อได้เป็นพลังงาน รวมถึงพันธะไฮโดรคาร์บอนที่มีช่วงจุดเดือดกว้าง นอกจากนี้ปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้ยังต่ำ (ส่วนใหญ่เป็นแก๊สโซลีน และน้ำมันดีเซล) โดยน้ำมันแก๊สโซลีนประกอบด้วย olefins แต่มีค่า RON ต่ำ ส่วนผลิตภัณฑ์ดีเซลจะมีจุดเยือกแข็งสูง แต่มีค่า cetane ต่ำผลิตภัณฑ์โดยส่วนใหญ่ของ PE โดยกระบวนการไพโรไลซิสคือ อนุพันธ์ alkanes และ α - alkenes

2. Catalytic cracking ในขบวนการดังกล่าวจะมีปฏิกิริยาเฉพาะอย่างเช่น chain scission, hydrogen transfer และกระบวนการ condensation โดยจะเกิดภายใต้อุณหภูมิและความดันที่แน่นอนจะขึ้นอยู่กับตัวเร่งปฏิกิริยาที่นำมาใช้ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะมีน้ำหนักโมเลกุลและโครงสร้างที่แน่นอน ตัวเร่งที่มีการใช้งานเป็นส่วนใหญ่ คือ silica - alumina โดยจะมีพื้นผิวเป็นกรดและสามารถให้ไฮโดรเจนได้ ตัวเร่งปฏิกิริยาส่วนใหญ่จะเป็นตัวเพิ่มพันธะ isomerization และ isomeric hydrocarbon ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ถ่านโค้กเป็นจำนวนมากที่เกิดขึ้นจะสะสมบนพื้นผิวของตัวเร่งปฏิกิริยาและทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยาสูญเสียการทำงานในที่สุด การนำตัวเร่งปฏิกิริยากลับมาใช้ใหม่จึงกระทำได้ยาก

กระบวนการ Thermal Cracking และ Catalytic Cracking จะเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ซึ่งขบวนการดังกล่าวจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาสูง จำนวน isomers และ aromatics จึงสามารถเกิดเป็นจำนวนมากในระยะเวลาสั้นๆ โดยปกติตัวเร่งปฏิกิริยาจะผสมรวมเข้ากับพลาสติก เกิดเป็นถ่านโค้ก ใน

ขั้นตอนนี้เม็ดทรายที่อยู่ในพลาสติกจะรวมกับตัวเร่งปฏิกิริยาด้วย ทำให้การนำตัวเร่งปฏิกิริยากลับมาใช้ใหม่เป็นไปได้ยาก จึงได้มีการแก้ปัญหาและพัฒนากระบวนการต่างๆ เช่น ขั้นตอนการทำความสะอาดพลาสติก และการหลอมละลายพลาสติกก่อนเข้ารวมกับตัวเร่งปฏิกิริยา

3. Cracking - Catalytic Reforming หรือเรียกว่าขบวนการ two - step ขั้นตอนแรก พลาสติกจะถูกย่อยสลายภายใต้อุณหภูมิสูง ผ่านตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อช่วยในการเปลี่ยนรูป ผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จึงค่อนข้างมีคุณภาพสูง โดยในผลิตภัณฑ์จะประกอบด้วยพันธะไฮโดรคาร์บอนที่มีช่วงจุดเดือดหลายจุดในขณะที่สัดส่วนของน้ำมันเบา เช่น แก๊สโซลีน และ ดีเซล จะเกิดน้อยและมีคุณภาพต่ำจะต้องปรับปรุงในส่วนของค่า RONจำนวนของ isomers, cycloparaffins และจำนวน aromatics ทั้งหมดที่กล่าวมาสามารถทำได้โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยในการเปลี่ยนรูป นอกจากนี้ในขั้นตอน Thermal Cracking อาจมีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาไปด้วย เชื้อเพลิงเหลวที่ได้จึงมีคุณภาพสูง ในขบวนการดังกล่าวยังสามารถCracking - Catalytic Reforming ยังสามารถนำมาใช้จัดการกับขยะพลาสติก นอกจากนี้ตัวเร่งปฏิกิริยายังสามารถนำมารีไซเคิล ใช้ได้อีกครั้ง เทคโนโลยีดังกล่าวได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง

2.3.2 ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ในกระบวนการไพโรไลซิส

เทคโนโลยีไพโรไลซิสเป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้มากที่สุด ในการกำจัดขยะพลาสติกที่มีสภาพเป็นของแข็ง และใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงด้วยนั้น ทั้งนี้เนื่องเพราะเป็นเทคโนโลยีที่ใช้อุณหภูมิไม่สูงมากนัก นอกจากนี้ขยะปิโตรเคมีเป็นขยะที่ย่อยสลายยาก ใช้เวลานานในการย่อยสลาย จึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานมากำจัดเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด สำหรับขยะชีวมวลส่วนมากจะมีความชื้นและปริมาณออกซิเจนสูง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของน้ำมัน ดังนั้นขยะชีวมวลจึงไม่เหมาะกับเทคโนโลยีไพโรไลซิส แต่จะเหมาะกับเทคโนโลยีแก๊สซิฟิเคชั่นมากกว่า

เครื่องปฏิกรณ์มีความแตกต่างกันออกไปตามชนิดและองค์ประกอบของขยะตั้งต้น ซึ่งขยะปิโตรเคมีที่ได้จากบ้านเรือน จากการค้า และจากอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่จะพบพลาสติกและยางปะปนอยู่ปริมาณสูงเทคโนโลยีไพโรไลซิสจึงสามารถแบ่งเป็น 5 ชนิดใหญ่ ตามลักษณะองค์ประกอบและการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ดังในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบเครื่องปฏิกรณ์ประเภทต่างๆ (Arena and Mastellone, 2006 : ศิริรัตน์ จิตการค้า, 2551)

หัวข้อการเปรียบเทียบ	แบบเบดคงที่	ฟลูอิไดซ์แบบฟองก๊าซ	ฟลูอิไดซ์แบบไหลเวียน	แบบเตาหมุน	แบบเตาหลอม	แบบ Extruders
การกระจายตัวของอุณหภูมิในปฏิกรณ์	การกระจายตัวแบบไม่สม่ำเสมอ อาจเกิดจุดใดจุดหนึ่งที่ร้อนมากกว่าจุดอื่นในปฏิกรณ์	การกระจายตัวตามแนวแกนค่อนข้างคงที่ ส่วนการกระจายตัวตามรัศมีค่อนข้างไม่คงที่	การกระจายตัวตามการไหลของวัตถุดิบค่อนข้างจะขึ้นอยู่กับความเร็วของการไหลของวัตถุดิบ	การกระจายตัวตามแนวแกนและเชิงมุมของการหมุนอาจจะไม่ค่อยดีเกิดจุดอับที่ทำให้เกิดความร้อนสะสมยากต่อการควบคุม	การกระจายตัวไม่ดีอย่างมาก ยากต่อการควบคุม	เพื่อความเหมาะสมควรมีการตั้งอุณหภูมิเป็น 2 ช่วง คือ คือช่วงแรกที่< 150°C เพื่อกำจัดสารระเหยง่ายออกไปก่อน และอีกช่วงที่ >250°C เพื่อกำจัดก๊าซของกรดเกลือ
ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	400 - 800°C	500 - 850°C	700 - 850°C	450 - 800°C	300 - 480°C	200 - 520°C
การถ่ายเทความร้อน	การถ่ายเทความร้อนไม่ดีต้องการพื้นที่มากในการถ่ายเทความร้อน	การถ่ายเทความร้อนดีมากเนื่องจากมีการไหลเวียนของวัตถุดิบที่กระจายความร้อนไปด้วยขณะเคลื่อนไหว	การถ่ายเทความร้อนดีมาก โดยเฉพาะตามแนวแกนปฏิกรณ์	การถ่ายเทความร้อนไม่ดีอาจจะต้องใช้ท่อที่ยาวเป็นพิเศษ	การถ่ายเทความร้อนไม่ดี	การสลายตัวขอวัตถุดิบเนื่องจากแรงเฉือนของสกรูและความร้อนอาจเกิดขึ้นได้

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบเครื่องปฏิกรณ์ประเภทต่างๆ (ต่อ)

หัวข้อการเปรียบเทียบ	แบบเบดคงที่	ฟลูอิไดซ์แบบฟองก๊าซ	ฟลูอิไดซ์แบบไหลเวียน	แบบเตาหมุน	แบบเตาหลอม	แบบ Extruders
ขนาดวัตถุดิบที่ต้องการ	โดยทั่วไปค่อนข้างใหญ่	ช่วงขนาดของวัตถุดิบที่ใช้ค่อนข้างกว้างโดยเฉลี่ยประมาณ 0.08 - 3 มม. การเคลื่อนตัวของวัตถุดิบอาจก่อให้เกิดการขัดสีกันจนแตกเป็นผงอาจอุดตันปฏิกรณ์ได้	วัตถุดิบมีลักษณะเป็นผงขนาดค่อนข้างเล็กโดยเฉลี่ยประมาณ 0.05 - 0.5 มม. ถ้าเป็นชยะพลาสติกขนาดไม่เกิน10 ซม.	ขนาดใดก็ได้	ขนาดของวัตถุดิบควรจะไม่เกิน 1 ลบ.ซม. และความหนาแน่นของวัตถุดิบในปฏิกรณ์ควรจะ >300 กก./ม^3	ควรจะมีขนาดเหมาะสมกับสกรู
เวลาในปฏิกรณ์		เวลาของวัตถุดิบประมาณหลายนาทีถึงหลายชั่วโมงแต่เวลาของก๊าซที่ใช้ประมาณไม่สูงกว่า 2 เมตร/วินาที	เวลาของวัตถุดิบใน 1 รอบของการไหลวนประมาณ 2 - 3 วินาที แต่เวลาของก๊าซที่ใช้ประมาณไม่สูงกว่า 3 - 15 เมตร/วินาที	ยาวนานมาก 1 - 2 ชั่วโมงโดยประมาณ	ประมาณ 20 นาที	
การแตกตัวของวัตถุดิบ	มีการแตกตัวอย่างมากโดยเฉพาะเวลาที่มีการไหลของก๊าซผ่านปฏิกรณ์	การแตกตัวขึ้นกับการผสมกันของวัตถุดิบและก๊าซที่ใช้ ซึ่งโดยทั่วไปจะไม่ดีปฏิกรณ์อื่นๆ	มีความเป็นไปได้ที่จะแตกตัวได้ดี	มีความเป็นไปได้ที่จะแตกตัวได้ดี	มีการแตกตัวได้มากกว่า 90%	โดยทั่วไปใช้ในการเตรียมวัตถุดิบเท่านั้น จะมีการแตกตัวของวัตถุดิบไม่ค่อยดี

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบเครื่องปฏิกรณ์ประเภทต่างๆ (ต่อ)

หัวข้อการเปรียบเทียบ	แบบเบดคงที่	ฟลูอิไดซ์แบบฟองก๊าซ	ฟลูอิไดซ์แบบไหลเวียน	แบบเตาหมุน	แบบเตาหลอม	แบบ Extruders
ความยืดหยุ่นของกระบวนการ	ค่อนข้างจำกัด การเปลี่ยนแปลงสภาวะของกระบวนการอาจทำให้ต้องออกแบบปฏิกรณ์ใหม่	ดีมาก ใช้ได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยาหรือไม่ก็ได้ และใช้ได้กับขยะหลายประเภท	ดีมาก สามารถใช้ได้กับลักษณะการไหลขึ้นเรื่อยๆ ตามปฏิกรณ์หรือแบบรวดเร็ว ขึ้นอยู่กับความเร็วของก๊าซที่ใช้และความเร็วของการไหลเวียนของวัตถุดิบ	ค่อนข้างจำกัดสภาวะที่ใช้ในกระบวนการ สามารถเป็นช่วงแคบๆ โดยทั่วไปในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงสำหรับกระบวนการ	จำกัด	ช่วยให้วัตถุดิบที่มีความหลากหลายนั้นกลายเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น หรืออาจใช้ในการฆ่าเชื้อในวัตถุดิบให้มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานในปฏิกรณ์อื่นๆและการขนส่ง
การไพโรไลซิสแบบไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา	ไม่เหมาะสมกับกระบวนการแบบต่อเนื่อง	เหมาะกับกระบวนการแบบต่อเนื่องทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอ	เหมาะกับกระบวนการแบบต่อเนื่อง	ใช้กันทั่วไป เหมาะกับวัตถุดิบที่สามารถหลอมและรวมตัวกันได้	เหมาะกับวัตถุดิบที่สามารถหลอมและรวมตัวกันได้	ไม่ใช้ในกรณีนี้
การไพโรไลซิสร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยา	ใช้ได้เฉพาะกับตัวเร่งที่เสื่อมสภาพได้ยาก	ใช้ได้ดีมาก สามารถใช้ได้กับกระบวนการขนาดใหญ่ได้	การขัดสีของเม็ดตัวเร่งค่อนข้างสูงเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่าย	ไม่ใช้ในกรณีนี้	ไม่ใช้ในกรณีนี้	การแตกตัวของวัตถุดิบขึ้นอยู่กับผลของตัวเร่งหรือสารที่มีคุณสมบัติคล้ายตัวเร่งที่มีอยู่ในวัตถุดิบอยู่แล้ว

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบเครื่องปฏิกรณ์ประเภทต่างๆ (ต่อ)

หัวข้อการเปรียบเทียบ	แบบเบดคงที่	ฟลูอิไดซ์แบบฟองก๊าซ	ฟลูอิไดซ์แบบไหลเวียน	แบบเตาหมุน	แบบเตาหลอม	แบบ Extruders
คุณค่าของผลิตภัณฑ์	คุณภาพน้ำมันก๊าดและดีเซลใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซิน	คุณค่าสูง โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตมอนอเมอร์และกระบวนการไพโรไลซิสด้วยอุณหภูมิสูง	มีคุณค่าสูง เมื่อพิจารณาความยืดหยุ่นที่ค่อนข้างสูง	ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการกระจายตัวของอุณหภูมิในปฏิกรณ์ไม่ทั่วถึง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความหลากหลายและไม่คงที่	ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ อุณหภูมิและเวลาในปฏิกรณ์อย่างมาก ซึ่งต้องมีการทำให้บริสุทธิ์ก่อน คุณภาพค่อนข้างจะด้อยกว่าที่ได้จากปฏิกรณ์ชนาด ฟลูอิไดซ์	ช่วยให้วัตถุดิบที่มีความหลากหลายนั้นกลายเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้น
ปัญหาในการขยายขนาดการผลิต	ปัญหาของการกระจายตัวของอุณหภูมิที่ไม่ดี ทำให้จำกัดการขยายขนาดการผลิต	การขยายขนาดควรจะต้องผ่านการขยายในระดับต้นแบบเสียก่อนเพื่อประเมินปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น	การขยายขนาดควรจะต้องผ่านการขยายในระดับต้นแบบเสียก่อนเพื่อประเมินปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น	ข้อมูลเกี่ยวกับการขยายขนาดไม่ชัดเจน	ไม่มีข้อมูล	มีการทดลองการขยายขนาดของสกรูแต่ถ้าใหญ่มากยังไม่มีข้อมูล
ราคาของเทคโนโลยี	ราคาสูงและมีความเสียงต่อการเสื่อมของตัวเร่งปฏิกิริยาที่สูง	ปานกลาง ความเป็นไปได้ของการผลิตในโรงงานผลิตขนาดเล็กได้ ทำให้เทคโนโลยค่อนข้างถูกและใช้อย่ากว้างขวาง และค่าซ่อมบำรุงต่ำ	Capital Cost ค่อนข้างสูงกว่าแบบฟองก๊าซ แต่มีความสะดวกในการขยายขนาดการผลิตมากกว่า	มูลค่าการลงทุนอยู่ในระดับปานกลาง แต่ค่าซ่อมบำรุงสูงซึ่งเกิดจากอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้ในระบบรวมถึงการสึกหรอของผนังด้านใน	การขยายขนาดแบบเต็มรูปแบบจะต้องไม่ต่ำกว่า 300,000 ตัน/ปี ค่าCapital Costs อยู่ในระดับต่ำแต่มูลค่าการผลิตค่อนข้างสูงกว่ามูลค่าของน้ำมันที่ได้	ค่า Capital Cost และค่าการผลิตขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของสกรู

2.3.3 ขั้นตอนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน

1. กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

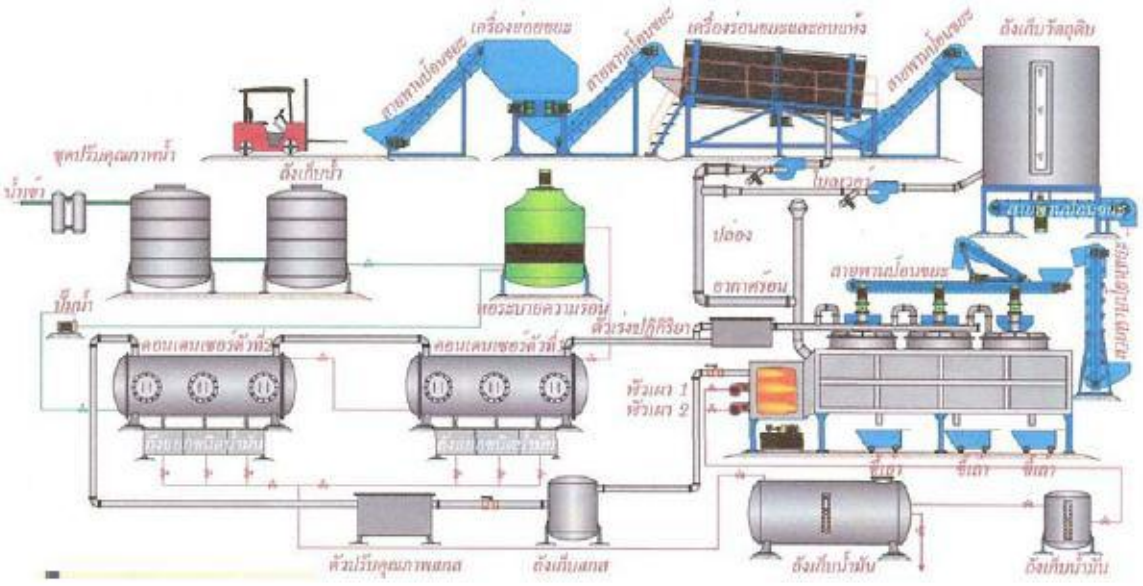
กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกให้เป็นน้ำมัน โดยทำการขุดและตักขยะจากบ่อฝังกลบขึ้นมา เพื่อทำการคัดแยกองค์ประกอบของขยะมูลฝอย จากนั้นตักขยะมูลฝอยจากบ่อเข้าเครื่องคัดแยกองค์ประกอบเฉพาะส่วนที่เป็นพลาสติก ทำความสะอาดเพื่อชะล้างสิ่งสกปรกและผึ่งให้แห้งรอเข้ากระบวนการในขั้นต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.4

ที่มา : พรรรัตน์ เพชรภักดีและกฤษฎา จันทรเสน, 2551

รูปที่ 2.4 แผนผังการจัดเตรียมวัตถุดิบเพื่อแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมัน

2. กระบวนการเผาไหม้เพื่อผลิตน้ำมัน

กระบวนการเผาไหม้เป็นการเผาเพื่อให้ได้น้ำมัน โดยป้อนพลาสติกเพื่อเข้าสู่เตาเผาที่อุณหภูมิความร้อนเฉลี่ยประมาณ 420 องศาเลเซียส ลักษณะการเผาเป็นการเผาที่อุณหภูมิสูงพลาสติกจากการเผาจะถูกหลอมละลายเป็นของเหลวและเปลี่ยนสภาพไปเป็นก๊าซ เมื่อก๊าซถูกทำให้เย็นลงจะมีแว็กเกิดขึ้นจึงต้องมีการดักแว็ก พร้อมปรับสภาพของก๊าซและส่งไปควบแน่นด้วยระบบหล่อเย็นจนเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนก๊าซที่ไม่กลั่นตัวจะถูกนำไปให้ความร้อนแก่หัวเผาก๊าซเพื่อให้ความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 2.5



ที่มา : พรรรัตน์ เพชรภักดีและกฤษฎา จันทรเสน, 2551

<u>รูปที่ 2.5</u> แผนผังการกระบวนการเผาไหม้เพื่อผลิตน้ำมัน

2.3.4 เทคโนโลยีที่ใช้พลาสติกเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในต่างประเทศ (สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554)

VEBA PROCESS กระบวนการเริ่มต้นโดยการปอนขยะของแข็งเขาไปในปฏิกรณ์เตาหมุน ตัวปฏิกรณ์ถูกให้ความรอนโดยใช้หัวเผาก๊าซที่มีความดัน 10 มิลลิบาร์ อุณหภูมิในการทำไพโรไลซิส คือ 650°C ในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจน ส่วนเวลาที่ใช้ในการไพโรไลซิสนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วในการหมุนและการเอียงตัวของปฏิกรณ์ผลผลิตที่ได้คือ ไอของก๊าซ น้ำมัน และถ่านโค้ก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ส่วนไอของ ก๊าซและน้ำมันนั้นจะถูกส่งไปควบแนนที่ระบบควบแน่น 2 ขั้นตอน เพื่อควบแน่นเอาน้ำมันออกจากก๊าซที่หน่วยควบแน่น

ขั้นตอนที่ 1 นั้น มีการใช้น้ำมันที่ได้จากกระบวนการก่อนหน้านี้เป็นตัวกลางในการควบแน่นเพื่อลดอุณหภูมิให้ไอก๊าซและน้ำมันมีอุณหภูมิ 300°C ที่อุณหภูมินี้น้ำมันหนักจะกลั่นตัวลงมาที่หน่วยควบแน่น

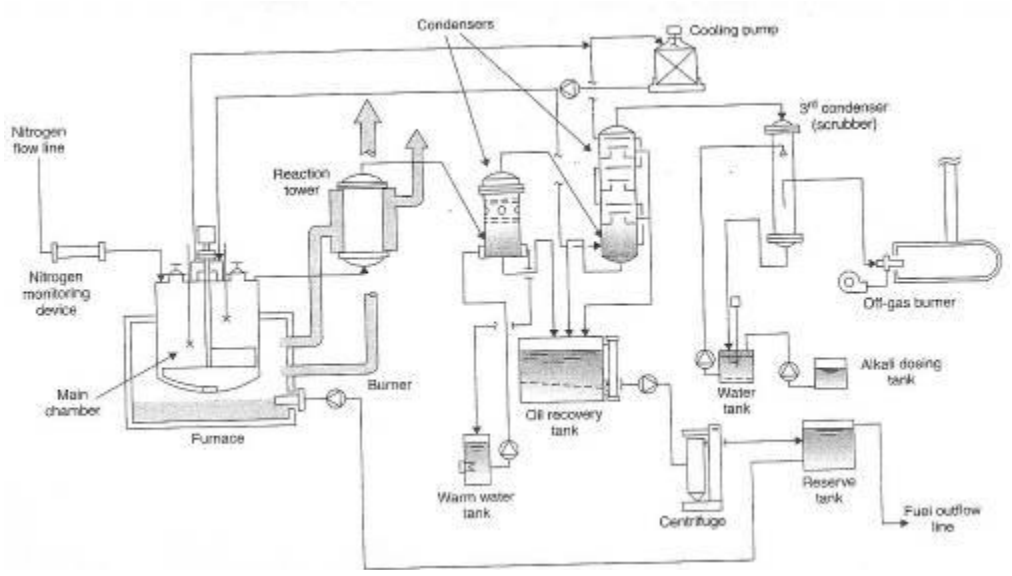
ขั้นตอนที่ 2 มีการควบแนนเพื่อลดอุณหภูมิของไอลงมาเป็น 35°C ที่อุณหภูมินี้น้ำมันเบาจะกลั่นตัวลงมา ทำให้สามารถแยกเอาน้ำมันเบาออกจากก๊าซ ได้ก๊าซที่ได้จะถูกนำมาใช้ในกระบวนการ

นอกจากนี้กระบวนการวีบา - ออย ยังทดลองใช้วัตถุดิบอื่นๆ อีก เช่น พลาสติกผสม ได้แก่ Polyethylene 60%, Polypropylene 5%, PVC 10%, Polystyrene 15%, Polyamide 5%, Polyethylene Terepthalate 5% เป็นวัตถุดิบด้วยกำลังการผลิต 12.5 ตันต่อชั่วโมง แตเนื่องจากวัตถุดิบมีพีวีซีผสมอยู่บริษัทจึงได้ทำการออกแบบระบบเตรียมวัตถุดิบให้ปราศจากคลอรีน โดยการหลอมวัตถุดิบในเครื่องฉีดที่อุณหภูมิ 350°C ที่อุณหภูมินี้คลอรีนในพลาสติกจะกลายเป็นกรดเกลือ ซึ่งมีสถานะเปนก๊าซเกิดขึ้นที่อุณหภูมิดังกล่าว ก๊าซของกรดเกลือจะระเหยออกไปจากวัตถุดิบ ทำให้วัตถุดิบปราศจากคลอรีน จากนั้นจึงป้อนวัตถุดิบที่ปราศจากคลอรีนเข้าสูปฏิกรณ์เตาหมุนเพื่อทำการผลิตต่อไป ตัวอย่าง เช่น เทคโนโลยีของบริษัทคอนราด ปฏิกรณ์เป็นแบบเตาหมุนชนิดหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนพลาสติกที่สามารถเปลี่ยนพลาสติกหรือยางรถยนต์ในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนที่อุณหภูมิสูง ให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว ก๊าซ และผลิตภัณฑ์ของแข็ง ปัจจุบันทางบริษัทมีโรงงานกำลังการผลิต 2,000 ปอนด์ต่อชั่วโมง ตั้งอยู่ที่สถาบันวิจัยซีฮาลิส

BP CHEMICALS PROCESS กระบวนการเริ่มต้นจากการเตรียมวัตถุดิบให้มีสิ่งปนเปื้อน (ที่ไม่ใช่สารพอลิเมอร์) ไม่เกิน 5% จากนั้นก็ป้อนวัตถุดิบที่ปราศจากออกซิเจนเข้าสู่ปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์ชนิดฟองก๊าซ ปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์ใช้ไนโตรเจนเป็นก๊าซตัวพา และมีทรายเป็นอนุภาคของแข็ง เมื่อถูกป้อนเข้าไปในปฏิกรณ์ด้วยความเร็วในระดับที่เหมาะสมฟองก๊าซที่เกิดขึ้นจะทำให้ทรายกลายเป็นเสมือนของไหลภายในปฏิกรณ์ และถ่ายเทความร้อนให้กับวัตถุดิบ ขณะที่พาเอาวัตถุดิบเคลื่อนที่แบบปั่นป่วนไปด้วย ปฏิกรณ์ถูกให้ความร้อนที่ 500°C โดยใช้หัวเผาพลาสติกจะถูกหลอมอย่างรวดเร็ว แล้วเคลือบติดอยู่กับเม็ดทรายเป็นชั้นบางๆ จากนั้นก็จะถูกแตกตัวกลายเป็นผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์จะออกจากปฏิกรณ์โดยก๊าซตัวพาเข้าสู่เครื่องปั่นแยกเอาส่วนที่เป็นของแข็ง เช่น ทราย ถ่านโค้ก และกากของแข็งอื่นๆออก จากนั้นสิ่งที่เหลือเข้าสู่หน่วยกำจัดคลอรีนที่ได้จากการแตกตัวของพลาสติกชนิดพีวีซีออกไปโดยการดูดซับด้วยแคลเซียมออกไซด์ หลังจากนั้นตัวดูดซับที่เสื่อมสภาพจะถูกนำไปฝังกลบ หลังจากการดูดซับแล้วผลิตภัณฑ์ที่ได้จะถูกส่งไปปั่นแยกเอาอนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่อาจติดมาจากหน่วยดูดซับออกการปั่นแยกเอาอนุภาคของแข็งออกจะต้องทำเป็นระยะเพื่อป้องกันการอุดตันในอุปกรณ์ต่างๆ จากนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกส่งไปเข้าระบบแยกองค์ประกอบแบบ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเอาไขออกจากผลิตภัณฑ์โดยใช้ระบบที่เรียกว่าระบบเวนทูรี่ ไขที่ได้นี้นำไปผสมกับแนฟทาด้วยอัตราส่วนไม่เกิน 20% เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของหน่วยแตกตัวด้วยไอน้ำเพื่อผลิตสารปิโตรเคมีอื่นๆ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เหลือหลังจากการแยกไขออกแล้วจะนำไปควบแน่นให้เกิดเป็นก๊าซและน้ำมัน ก๊าซที่ได้จะถูกอัดที่ความดัน 4 เท่าของความดันบรรากาศ ให้ความร้อน และส่งกลับไปใช้เป็นก๊าซตัวพา อีกส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการให้ความร้อนทั้งหมดในกระบวนการ

THERMOFUEL PROCESS ในขั้นตอนแรกพลาสติกจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปหลอมเหลว ก่อนที่จะถูกส่งไปเครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซิสหลักที่ทำ ด้วยเหล็กไร้สนิม ซึ่งพลาสติกจะแตกตัวที่อุณหภูมิในช่วง 350 - 425°C ซึ่นช่วงที่แคบ ภายใต้บรรยากาศเฉื่อย เช่น บรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน แต่การไพโรไลซิสก็ถูกควบคุมให้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วถึงแม้ว่าจะไม่มีออกซิเจนช่วยในปฏิกรณ์ก็ตาม ด้วยเทคโนโลยีนี้จะมีการควบคุมให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในปฏิกรณ์ค่อนข้างน้อย รวมถึงยังมีระบบที่ควบคุมความเป็นเนื้อเดียวกันของวัตถุดิบในปฏิกรณ์ เพื่อป้องกันการเกิดจุดร้อนในปฏิกรณ์ด้วย ส่วนปฏิกิริยาต่อไปจะเกิดขึ้นภายในห้องตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นหัวใจของเทคโนโลยีนี้ ซึ่งประกอบไปด้วยชุดแผ่นตัวเร่งปฏิกิริยาที่ทำมาจากโลหะผสม ชุดแผ่นตัวเร่งนี้ถูกเรียงในรูปแบบที่ก่อให้เกิดการไหลแบบซับซ้อน ภายในปฏิกรณ์ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับตัวเร่งและเพิ่มเวลาในการทำปฏิกิริยา ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำงานที่อุณหภูมิ 220°C โดยได้ความร้อนมาจากก๊าซร้อนที่ได้จากปฏิกรณ์ไพโรไลซิส ตัวเร่งจะช่วยตัดโมเลกุลสายโซ่ตรงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบมากกว่า 25 ตัว ให้มีขนาดเล็กลง และเปลี่ยนรูปร่างของโมเลกุลสายโซ่ตรงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบน้อยกว่า 6 ตัวให้เป็นโมเลกุลที่มีกิ่งก้านมากขึ้น ตัวเร่งจะช่วยเปลี่ยนโมเลกุลที่มีพันธะคู่ที่ตำแหน่งที่หนึ่ง ให้เป็นโมเลกุลที่อิ่มตัวมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อทำให้ไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในช่วง C8 - C25 โดยที่มีค่าสูงสุดอยู่ที่ C16 (Cetane) ซึ่งช่วงดังกล่าวนั้นเป็นช่วงของเบนซิน น้ำมันก๊าด และดีเซล แก๊สร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปเครื่องควบแน่น 2 ตัว เพื่อควบแน่นเอาผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวออกจากก๊าซ นอกจากนี้ยังมีการป้อนกลับของผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้ขนาดโมเลกุลที่ต้องการ หรือยังไม่ได้คุณภาพที่ต้องการ ไปที่เครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซิสและหอปฏิกรณ์ตัวเร่งตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการนั้นหมายถึง น้ำมันดีเซล ซึ่งประกอบไปด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดพันธะเดี่ยวเส้นตรง พันธะเดี่ยวแบบวงและชนิดอโรมาติกส์ เป็นต้น

โรงงานผลิตด้วยเทคโนโลยีเทอร์โมฟูเอล ของบริษัท โตตาอิ ที่เมืองยามานาชิ ประเทศญี่ปุ่น เปิดดำเนินการตั้งแต่ปี 2545 โรงงานผลิตเป็นแบบไพโรไลซิสแบบคู่ ใช้พลาสติกผสม ถูกควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติทั้งหมด โรงงานผลิตด้วยเทคโนโลยีเทอร์โมฟูเอล บนเกาะโอ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เปิดดำเนินการตั้งแต่ปี 2546 เป็นโรงงานผลิตเป็นแบบไพโรไลซิสแบบคู่ ใช้ฟิล์มพลาสติกจากการเกษตร



<u>รูปที่ 2.6</u> แผนผังการทำงานของชุดอุปกรณ์ของเทคโนโลยีเทอร์โมฟูเอล

SMUDA PROCESS กระบวนการนี้จะเติมตัวเร่งปฏิกิริยา Non - Zeolite metal silicate 10% ลงไปในถังปฏิกิริยาร่วมกับวัตถุดิบโดยตรง เพื่อช่วยในการแตกตัวของวัตถุดิบ ลดระดับพลังงานในการตัดพันธะคาร์บอนของพลาสติก และเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไฮโดรคาร์บอน ตัวเร่งที่แนะนำคือ นิกเกิลซิลิเกตและเฟอรัสซิลิเกต ซึ่งมีโครงสร้างเป็นแบบชั้นดิน ซิลิเกตที่แทรกด้วยสรประกอบของนิกเกิลหรือเฟอรัสที่มีโครงสร้างเป็นระเบียบอยู่ภายใน ตัวเร่งชนิดนี้มีความเป็นกรดชนิดลูอิส จึงมีข้อดี คือ ผลิตก๊าซที่ก๊าซที่ไม่ควบแน่นและกากของแข็งน้อย อายุการใช้งานของตัวเร่งอยู่ที่ประมาณ 1 เดือน ตัวเร่งปฏิกิริยาตัวใหม่ที่ใช้กันอยู่ในกระบวนการสมุดา คือ ตัวเร่งตระกูลโคบอลเรสสิเนตผสมกับกรดเรซิน เช่น โคบอลอบิอีเตท และโคบอลไลโนลิเอท เป็นต้น โดยทั่วไปอุณหภูมิที่ใช้ในการไพโรไลซิสปฏิกรณ์หลักก็คือ 350°C ความดัน 4 - 5 บาร์ ใบกวนในปฏิกรณ์หลักหมุนด้วยความเร็ว 30 รอบ/นาที เพื่อปั่นกวนตัวเร่งให้เข้ากับวัตถุดิบหลอมเหลว มีการตรวจวัดแรงบิดของใบกวนตลอดเวลา เพื่อตรวจดูว่ามีการสะสมกากของแข็งและสิ่งที่ข้นเหนียวที่ไม่ต้องการเกิดขึ้นหรือไม่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกรณ์หลักจะถูกส่งไปที่หอกลั่นที่อุณหภูมิต้นหอ 140°C กลางหอมีอุณหภูมิ 322°C ก้นหอมีอุณหภูมิ 331°C เพื่อกลั่นเอาก๊าซและน้ำมันแต่ละชนิดออกจากกัน กากของแข็งที่เหลือจากการแตกตัวถูกแยกออกจากปฏิกรณ์โดยการปั๊มออกด้านล่าง น้ำมันหนักจะถูกป้อนกลับมาทำให้แตกตัวใหม่ที่ปฏิกรณ์หลัก ธรรมชาติของตัวเร่งปฏิกิริยาใน SMUDA PROCESS จะทนต่อสารละลายด่างได้ต่ำ ดังจะเห็นได้จากพวก Nylons และ ABS ไม่เหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาใช้ เนื่องจากของเสียที่เกิดขึ้นจะเป็นด่าง ต่างจาก PVC โดยของเสียที่เกิดขึ้นจะเป็นกรดซึ่งไม่มีผลต่อการทำงานของตัวเร่งปฏิกิริยา ปี พ.ศ. 2540

โรงงานผลิตพลังงานจากขยะพลาสติกที่ใหญ่ที่สุดได้เปิดดำเนินการโดยบริษัท Agrob EKO ในเมือง Zabrze ประเทศโปแลนด์ ประกอบด้วยปฏิกรณ์ไพโรไลซิสขนาด20 ลบ.ม. จำนวน 6 ตัว ที่ทำงานร่วมกับเครื่องกวนและเครื่องถ่ายเทความร้อน ภายในตัวปฏิกรณ์ทำงานในแบบกึ่งต่อเนื่อง กล่าวคือ หลังจากที่ปฏิกรณ์ได้ทำหน้าที่ไพโรไลซิสครบ 60 ตันแล้วผู้ผลิตก็จะหยุดการงานของเครื่องปฏิกรณ์เพื่อทำความสะอาดก่อนที่จะทำการผลิตในรอบต่อไป

ENVOFUEL PROCESS เป็นเทคโนโลยีที่มีการดำเนินการในประเทศเนเธอร์แลนด์ กระบวนการดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนเศษพลาสติกเหลือใช้ให้เป็นเชื้อเพลิงในรูปของน้ำมันดีเซลได้อย่างมีประสิทธิภาพ พลาสติกที่ใช้ป้อนเข้าในกระบวนการไม่จำเป็นต้องล้างทำความสะอาด หรือ ทำการแยกประเภทแต่อย่างใด กระบวนการ Envofuel นี้ สามารถผลิตน้ำมันดีเซลคุณภาพสูงจากเศษพลาสติกเหลือใช้ได้ถึง 9,300 ลิตร โดยใช้พลาสติก 10 (คิดเป็น 76% Conversion) ระบบนี้สามารถผลิตได้ในช่วง 10-20 ตันของพลาสติกต่อวัน

ลักษณะกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันด้วยกระบวนการ Envofuel มีดังนี้

1) พลาสติกจะถูกป้อนเข้าสู่กระบวนการด้วยวิธีหลอมด้วยความร้อน (Hot melt infeed System) และป้อนเข้าโดยตรงสู่ถังปฏิกรณ์ไพโรไลซิส

2) จากนั้นทำการเพิ่มอุณหภูมิพร้อมกับการเปิดใบกวนเพื่อให้การถ่ายเทความร้อน ดีขึ้นเป็นการให้พลาสติกหลอมเหลวเป็นเนื้อเดียวกันได้อย่างสมบูรณ์ วัสดุที่ไม่ใช่พลาสติกหรือวัสดุที่ไม่เกิดการหลอมเหลวจะถูกกำจัดออกทาง ด้านล่างของถังปฏิกรณ์

3) พลาสติกเกิดการแตกสลายเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลงก็จะกลายเป็นไอระเหยของน้ำมัน

4) ไอระเหยของน้ำมันจะไหลผ่านปฏิกรณ์บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาที่ปฏิกรณ์นี้เองที่ไอ ระเหยน้ำมันจะถูกเปลี่ยนไปเป็นน้ำมันดีเซลคุณภาพสูง จากนั้นน้ำมันส่วนนี้จะถูกปั๊มนำไปเก็บไว้ในถังพักหลังจากที่ถูกควบแน่นด้วยเครื่องควบแน่น

5) จากนั้นน้ำมันในส่วนนี้จะถูกนำไปผ่านเครื่องเยกด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพื่อทำการแยกสารปนเปื้อน เช่นน้ำและผงคาร์บอน น้ำมันที่สะอาดจะถูกนำไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำมัน

รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการดำเนินงานของกระบวนการ Envo Fuel

6. ROYCO PROCESS กระบวนการดังกล่าวต่างจาก Envofuel Process คือ นอกจากจะผลิตเชื้อเพลิงในรูปของน้ำมันจากขยะพลาสติก ด้วยการแตกตัวที่อุณหภูมิต่ำ น้ำมันที่ได้ถูกนำ ไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยกระบวนการนี้จะมุ่งเน้นในการกำจัดของเสียชุมชนซึ่งมีสัดส่วนของเศษพลาสติกเป็นองค์ประกอบหลักลักษณะกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันด้วยเทคโนโลยีแบบ ROYCO มี
กระบวนการดังต่อไปนี้

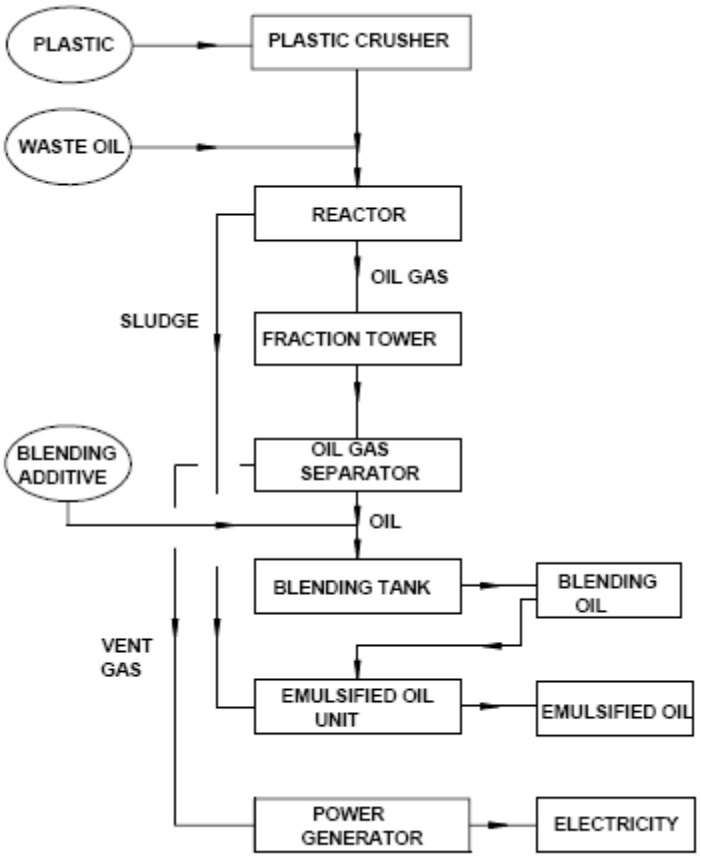
1) พลาสติกจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องตัด เพื่อให้พลาสติกมีขนาดประมาณ 20 mm x 20 mm จากนั้นจะถูกลำเลียงไปยังเครื่องป้อนสกรู และถูกผลักเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ไพโรไลซิส

2) พลาสติกถูกเปลี่ยนให้เป็นของเหลวในถังปฏิกรณ์ด้วยอิทธิพลของความร้อนสำหรับส่วนที่เป็นของแข็งปนเปื้อน เช่น ดิน ทราย จะถูกกำจัดออกทางด้านล่างของถังปฏิกรณ์

3) พลาสติกเหลวจะถูกป้อนเข้าสู่ปฏิกรณ์ที่ไม่บรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อให้พลาสติกเหลวนี้แตกตัวกลายเป็นไอระเหยน้ำมัน

4) ส่วนที่เป็นแก๊สซึ่งจะไหลออกทางด้านบนของปฏิกรณ์ไปยังเครื่องควบแน่น ถูกอัดให้เป็นของเหลว หรือ LPG และ Dry Gas สำหรับถ่านชาร์จะถูกลำเลียงออกทางด้านล่างของปฏิกรณ์เช่นเดียวกับของแข็งปนเปื้อน

5) น้ำมันที่ได้จะทำการสกัดแยกและกลั่นลำดับส่วนเพื่อให้ได้ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงคุณภาพ สูง น้ำมันจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกและส่วนที่สองจะทำการเติมสารเติมแต่งเพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำมันผสมสองส่วนที่แยกเป็นน้ำมันเบากับน้ำมันหนัก ส่วนที่สามจะใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 แผนภาพแสดงกระบวนการ Royco Technology

2.3.5 กรณีศึกษาการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันในประเทศไทย

จากศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทยโดยกระบวนการไพโรไลซิสจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 800 – 16,000 กิโลกรัมต่อวัน ได้ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 – 10,400 ลิตรต่อวัน มีดังนี้

1. โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนด์สปา จังหวัดกาญจนบุรี ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน

ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวัน

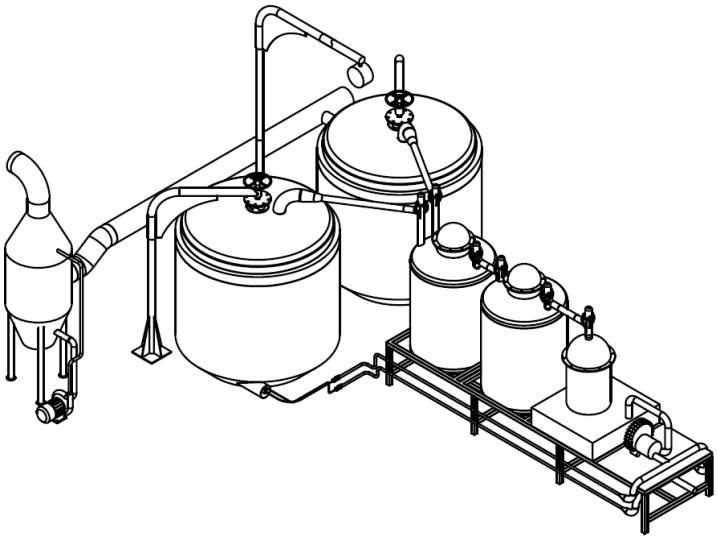
ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบครั้ง

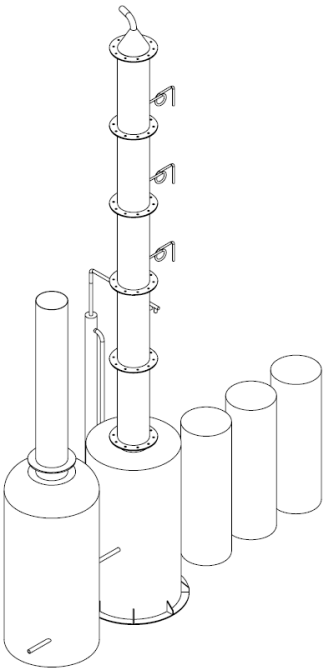
กำลังการผลิตของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก สามารถผลิตน้ำมันได้ประมาณวันละ 200 ลิตรต่อวัน หรือผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 25 โดยน้ำหนักของขยะพลาสติก ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของขยะ และเมื่อกลั่นจะได้น้ำมันดีเซล

รูปที่ 2.9 เครื่องปฏิกรณ์ โรงแรมคำแสด

จากแนวคิดต่างๆ และประสบการณ์การดำเนินงานของโรงแรมคำแสดฯ ที่ผ่านมา สถาบันวิจัยพลังงานได้นำมาประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนา ปรับปรุง เพื่อจัดสร้างระบบผลิตน้ำมันจากขยะด้วยเทคโนโลยีไพโรไลซิสที่มีขนาดเหมาะสมกับชุมชนและสถานประกอบการ โดยกำหนดกำลังการผลิตที่ไม่เกิน 1 ตันขยะต่อวัน ลักษณะระบบผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากไพโรไลซิสขยะพลาสติกเป็นรูปแบบ 3D ดังนี้



รูปที่ 2.10 ระบบผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากไพโรไลซิสขยะพลาสติก (3D)



รูปที่ 2.11 ระบบหอกลั่นลำดับส่วน (3D)

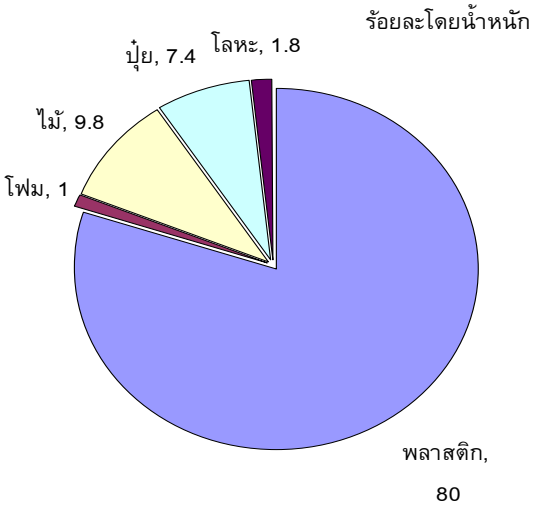
โดยภายใต้โครงการ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะจัดทำต้นแบบระบบผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากไพโรไลซิสขยะพลาสติก และนำมาติดตั้งและทดสอบ ณ โรงแรมคำแสดริเวอร์แคว รีสอร์ทแอนด์สปา ซึ่งจะรับขยะพลาสติกจากกิจกรรมต่างๆ ภายในโรงแรมรวมถึงขยะพลาสติกจากชุมชนรอบข้าง เช่น เทศบาลลาดหญ้า เทศบาลเมืองกาญจนบุรี

โดยสถาบันวิจัยพลังงานเห็นว่า ต้นแบบดังกล่าวยังควรมีการพัฒนาปรับปรุงอีกหลายประเด็น เพื่อให้การใช้งานเตาระบบผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากไพโรไลซิสขยะพลาสติก มีความสะดวกในการใช้งาน และสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ดังนี้

- มีชุดควบคุมอุณหภูมิ กระบวนการ pyrolysis และกระบวนการกลั่น
- มีการประยุกต์ใช้ Catalyst ที่เหมาะสมทั้งด้านต้นทุน และคุณสมบัติ เพื่อให้ได้คุณภาพน้ำมันสังเคราะห์เหมาะสมกับการใช้ผลิตไฟฟ้าและใช้เชิงความร้อน
- ติดตั้งระบบเก็บข้อมูล บันทึกผลการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ (Data logger and Computer) และเครื่องมือวัดอัตราการไหล
- ติดตั้งระบบ Plastic Shredder and Plastic Storage
- มีระบบ Gas (Synthesis Gases) Storage
- มีระบบระบบบำบัดและจัดการน้ำทิ้ง (ระบบลานตากและตกตะกอน)

1.1. ลักษณะ/ชนิดของขยะพลาสติกที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่นำมาใช้เป็นขยะที่ผ่านการบำบัดโดยวิธีเชิงกล-ชีวภาพที่มีขนาดใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร และมีพลาสติกเป็นองค์ประกอบหลักถึงร้อยละ 80 โดยน้ำหนักดังแสดงในรูปที่ 4.3 และขยะพลาสติกดังกล่าวมีลักษณะคล้ายถุงพลาสติกที่มีสีดำเข้มซึ่งเกิดจากสีของเศษวัสดุอื่นๆ ที่ปะปนอยู่ร้อยละ 20 ดังแสดงในรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าขยะพลาสติกเหล่านี้มีความเหมาะสมในการนำมาแปรรูปเป็นน้ำมันได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการคัดแยกและทำความสะอาดจึงช่วยลดต้นทุนในการผลิต



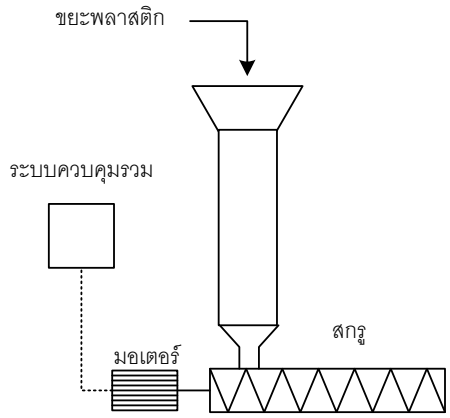
รูปที่ 2.12 องค์ประกอบขยะขนาดใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร ครบ 9 เดือนหลังการบำบัดโดยวิธีเชิงกล – ชีวภาพ

รูปที่ 2.13 ขยะขนาดใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร หลังการบำบัดโดยวิธีเชิงกล-ชีวภาพครบ 9 เดือน

กระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกความหนาแน่นต่ำให้เป็นขยะพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง อาศัยการขึ้นรูปโดยใช้การอัดด้วยสกรูควบคู่กับการให้ความร้อน ซึ่งจะช่วยอัดและหลอมละลายพลาสติกทำให้มีความหนาแน่นสูง (มากกว่า 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และทำให้กระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

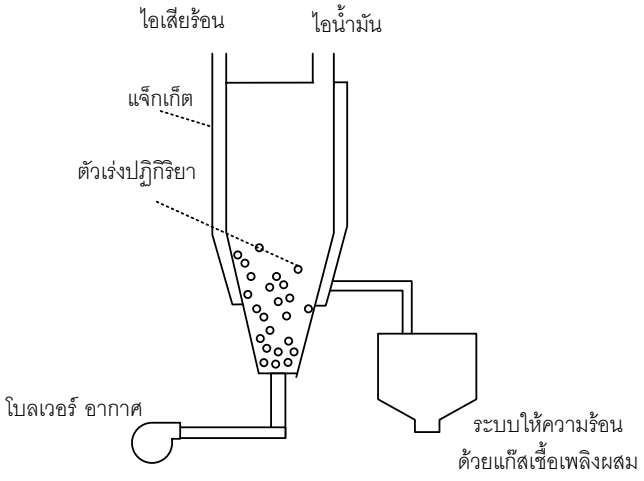
จากการวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อนพบว่า ค่าพลังงานความร้อนของขยะที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีเชิงกล - ชีวภาพ มีค่าสูงประมาณ 38.23 เมกกะจูล/กก. และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ พบว่า ค่าพลังงานความร้อนของขยะที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีเชิงกล - ชีวภาพมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล

ระบบเตรียมพลาสติก เป็นระบบการแปรรูปขยะพลาสติกความหนาแน่นต่ำที่ยากต่อการป้อนเข้าระบบการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันมาเป็นขยะพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง โดยอาศัยการขึ้นรูปโดยการอัดด้วยสกรูควบคู่กับการให้ความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ซึ่งจะช่วยอัดและหลอมละลายพลาสติก ทำให้มีความหนาแน่นสูง (มากกว่า 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และทำให้กระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันทำได้ง่าย รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น



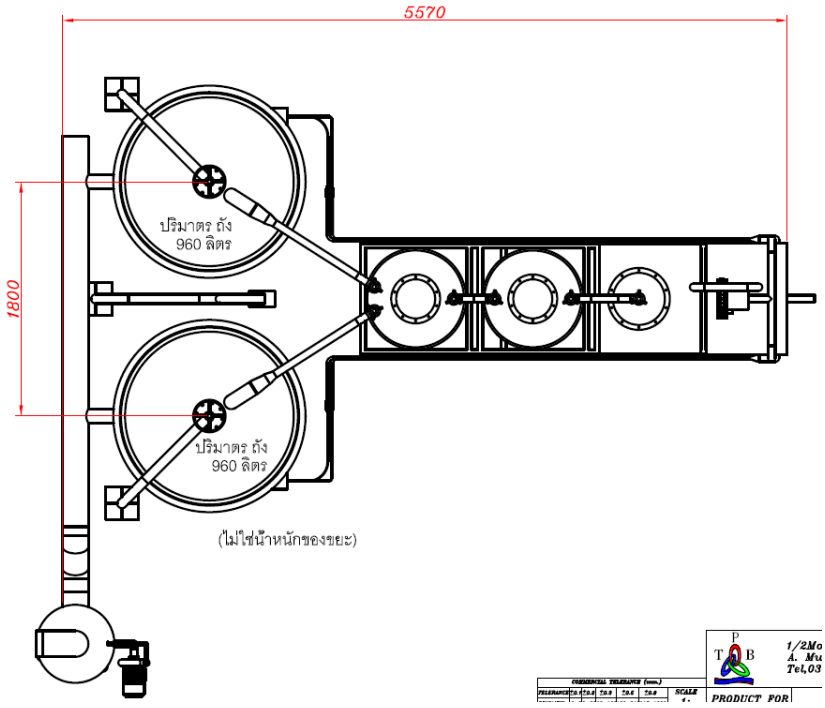
รูปที่ 2.14 ระบบการแปรรูปขยะพลาสติกความหนาแน่นต่ำเป็นขยะพลาสติกที่มีความหนาแน่นสูง

ระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน ระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน จะเป็นเครื่องปฏิกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายกรวย ที่สามารถทำงานได้ทั้งแบบเบดนิ่ง และแบบฟลูอิไดซ์เบด โดยมีการบรรจุตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น ออกไซด์ของเหล็ก ออกไซด์ของโมลิบดินัม เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน โดยอาจมีการใช้แก๊สไนโตรเจน หรืออากาศในขณะแปรรูปไปพร้อมกันด้วย และอุณหภูมิที่ใช้ในการแปรรูปอยู่ในช่วง 400 – 500 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน อุณหภูมิของระบบถูกควบคุมด้วยความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้แก๊สเชื้อเพลิงดังแสดงในรูปที่ 2.15

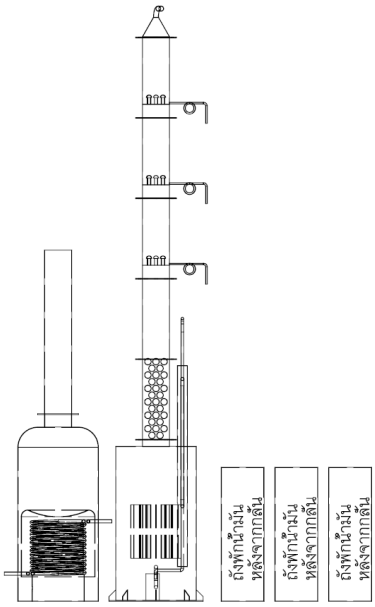


รูปที่ 2.15 ระบบการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน

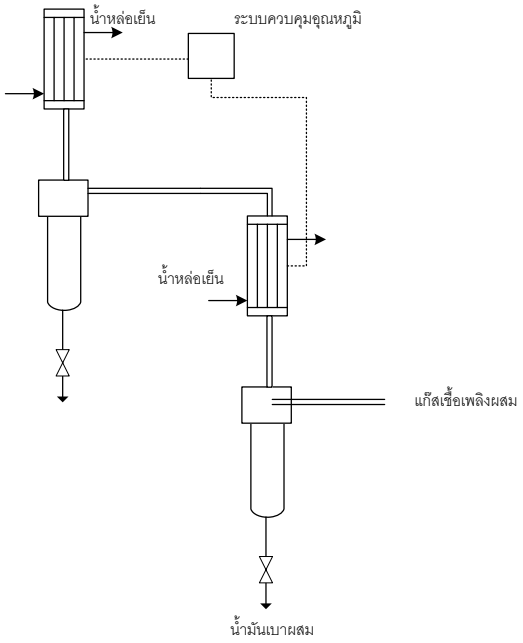
ระบบแยกแก๊สและน้ำมัน ระบบแยกแก๊สและน้ำมันอาศัยความแตกต่างของจุดเดือดของน้ำมัน โดยการลดอุณหภูมิด้วยลม หรือน้ำ ทำให้สามารถแยกผลิตภัณฑ์ได้ตามความต้องการ เช่น น้ำมันหนักผสม น้ำมันดีเซลผสม น้ำมันแนฟทาผสม เป็นต้น



รูปที่ 2.16 แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์ระบบผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากขยะพลาสติก



รูปที่ 2.17 แผนภาพการจัดวางอุปกรณ์ระบบหอกลั่นลำดับส่วน



รูปที่ 2.18 ระบบแยกแก๊สและน้ำมัน

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของโรงแรมคำแสดฯ จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่) 0.8 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์ 650,000 บาท
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง แบบครั้ง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน) 1 ตัน : 250 ลิตร
- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วได้ น้ำมันดีเซล
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์ 400 - 500°C
- เดินเครื่องครั้งละ 5 ชั่วโมง (ใส่ขยะ 0.4 ตันต่อครั้ง)
- กำลังไฟฟ้าทั้งระบบ 16.6 KwH
- ใช้แก๊ส LPG ใช่ 5 กิโลกรัมต่อครั้ง
- ใส่ catalyst ใช่ 1 กิโลกรัมต่อครั้ง
- ทำความสะอาดเครื่อง ทุกครั้ง

2. ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์

- พลาสติกประเภท PP PE โฟม ยาง
- ค่าความชื้น 13% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน 60% โดยมวล

3. เครื่องย่อยพลาสติก ไม่ใช่

4. ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 2 คน

2. บริษัท ซีแซดพัฒนา จำกัด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน

ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 2,500 ลิตรต่อวัน

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบครั้ง

ส่วนขยะพลาสติกที่จะนำมาป้อนเข้าเครื่องกลั่นน้ำมันไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการย่อย การอบแห้งไล่ความชื้น แต่ต้องมีการร่อนแยกฝุ่นผงออกจากขยะก่อน หลังจากนั้นจะใช้คนขนถ่ายพลาสติกนำไปจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติกเพื่อป้อนให้กับถังปฏิกรณ์ และเมื่อถังปฏิกรณ์ได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนจะทำให้เกิดการหลอมละลายของขยะพลาสติกแบบไร้ออกซิเจน จะทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อนไหลเข้าไปยังเครื่องควบแน่นที่มีอุณหภูมิภายในที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นน้ำมัน และแก๊สที่ไม่กลั่นตัวจะถูกเข้าไปในแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์ต่อไป

กำลังการผลิตของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก สามารถผลิตน้ำมันได้ประมาณวันละ 5,000 ลิตรต่อวัน หรือผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 50 โดยน้ำหนักของขยะพลาสติก ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของขยะ และเมื่อกลั่นจะได้น้ำมันดีเซล

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในกระบวนการ

1. ถังปฏิกรณ์

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากเครื่องป้อนขยะ และรับความร้อนจากเครื่องกำเนิดความร้อนทำให้พลาสติกที่อยู่ในถังปฏิกรณ์ละลายเป็นของเหลว เป็นกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจน เพื่อทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อน และนำไปเข้าเครื่องควบแน่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันในลำดับต่อไป

รูปที่ 2.19 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ซีแซดพัฒนา

2. เครื่องควบแน่น

ทำหน้าที่รับไอระเหยของแก๊สร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายของพลาสติก โดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจนมาทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ ในอุณหภูมิของการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในเครื่องควบแน่นที่เหมาะสม จะทำให้มีการกลั่นตัวของแก๊สกลายเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพ

รูปที่ 2.20 เครื่องควบแน่น บจก. ซีแซดพัฒนา

3. ถังพักน้ำมัน

เป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวของแก๊สจากเครื่องควบแน่น โดยน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวที่ไหลลงมาสู่ถังน้ำมัน จะมีแก๊สที่ไม่กลั่นตัวและน้ำมันผสมกันมา ถังพักน้ำมันก็จะเป็นตัวแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกัน โดยที่แก๊สจะถูกแยกอยู่ด้านบนของถังพักและไหลเข้าสู่ชุดปรับคุณภาพแก๊สและส่งจ่ายต่อไปยังเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

รูปที่ 2.21 ถังพักน้ำมัน บจก. ซีแซดพัฒนา

4. เครื่องกำเนิดความร้อน

เป็นตัวสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์เพื่อให้เกิดการหลอมละลายแบบไร้ออกซิเจน โดยแหล่งความร้อนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจากเศษไม้ น้ำมันจากพลาสติก และแก๊สที่เหลือจากการกลั่นตัว หรือแม้กระทั่งขี้เถ้าที่เหลือภายในถังปฏิกรณ์ ก็สามารถนำมาเป็นแหล่งความร้อนได้ เครื่องกำเนิดความร้อนนี้สามารถสร้างอุณหภูมิได้ 300 – 500°C

5. ถังเก็บน้ำมัน

จะเป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากถังพักน้ำมัน ซึ่งผ่านกระบวนการแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกันแล้ว โดยใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำมันดูดน้ำมันมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำมัน เพื่อเตรียมจำหน่าย และนำกลับไปใช้กับเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของบริษัท ซีแซดพัฒนา จำกัด จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่)	5 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์	3 ล้านบาท
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง	แบบครั้ง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน)	1 ตัน : 500 ลิตร
- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วดังนี้	น้ำมันดีเซล
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์	300 - 500 °C
- เดินเครื่องครั้งละ	10 ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้าทั้งระบบ	13.43 KwH
- ใช้แก๊ส LPG	ไม่ใช่ (ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง)

- ใส่ catalyst ไม่ใช่
- ทำความสะอาดเครื่อง ทุกครั้ง

2. ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์

- พลาสติกประเภท PP PE
- ค่าความชื้น 5% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน 60% โดยมวล

3. เครื่องย่อยพลาสติก ไม่ใช่
4. ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 6 คน
3. บริษัท พร้อมมาก จำกัด ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 3,000 ลิตรต่อวัน

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบต่อเนื่อง โดยไม่มีการรั่วซึมของแก๊สภายในถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอก ซึ่งการป้อนขยะพลาสติกแบบต่อเนื่องจะมีผลดีคือทำให้มีกำลังการผลิตน้ำมันได้แบบต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดการทำงาน และประหยัดเชื้อเพลิงในการสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในกระบวนการ

1. เครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ

เครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ เป็นเครื่องจักรกลสำหรับใช้ร่อนเศษพลาสติกจากบ่อฝังกลบเพื่อให้เศษดินและอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อยแล้วหลุดร่อนออกจากเนื้อพลาสติก และสามารแยกเศษโลหะเหล็กออกได้ เครื่องคัดประเภทที่ใช้สำหรับกระบวนการแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง มีกำลังอัตราการป้อนขยะจากบ่อฝังกลบไม่น้อยกว่า 100 ตันต่อวัน ตัวตระแกรงร่อนมีลักษณะเป็นทรงกระบอกวางซ้อนกัน 2 ชั้น ปรับขนาดของรูตะแกรงด้วยการปรับมุมให้ตระแกรงร่อนเหลื่อมซ้อนกัน สายพานลำเลียงติดตั้งไว้ที่ด้านข้างของเครื่องจักร สามารถพับเก็บได้ สำหรับลำเลียงเศษดินและอินทรีย์สาร และขยะพลาสติกออกจากตัวเครื่องจักร

รูปที่ 2.22 เครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ บจก. พร้อมมาก

ลักษณะทั่วไป

• กำลังอัตราการป้อนขยะจากบ่อฝังกลบไม่น้อยกว่า 100 ตันต่อวัน

• ข้อเกี่ยวสำหรับลากจูงสามารถเคลื่อนย้ายได้ และล้อยาง 4 ล้อ

• ขาค้ำยันสามารถปรับความสูงได้ เพื่อค้ำยันตัวเครื่องจักรขยะใช้งาน

2. สายพานลำเลียงเพื่อการคัดแยก

ขยะจากบ่อฝังกลบที่ถูกร่อนด้วยเครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ จะถูกขนส่งมายังช่องพักขยะที่ต่ออยู่กับสายพานลำเลียง ซึ่งจะลำเลียงขยะขึ้นไปสู่หน่วยคัดแยกด้วยคน โดยจะผ่านเครื่องสั่นเพื่อกระจายให้ขยะเกิดการกระจายตัวตามแนวกว้างของสายพานลำเลียง จากนั้นขยะก็จะถูกคัดแยกด้วยคน ซึ่งจะคัดเอาขยะประเภท inert waste และพลาสติกหรือขยะบางชนิดที่ไม่เหมาะสมสำหรับกระบวนการไพโรไลซีส

ลักษณะโดยทั่วไป

• เป็นสายพานแบบยางเลียบ

• ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า สามารถปรับความเร็วของสายพานได้

• มีระบบหยุดการทำงานอัตโนมัติเมื่อการลำเลียงขัดข้อง

• สามารถลำเลียงขยะได้ไม่น้อยกว่า 10 ตันต่อวัน

• ใช้คนในการเลือกชิ้นขยะไม่น้อยกว่า 6 คน

• สายพานลำเลียงทำหน้าที่คัดแยกเอาขยะส่วนที่เป็น inert waste และพลาสติกที่ไม่เหมาะกับกระบวนการไพโรไลซีส

รูปที่ 2.23 สายพานลำเลียง บจก. พร้อมมาก

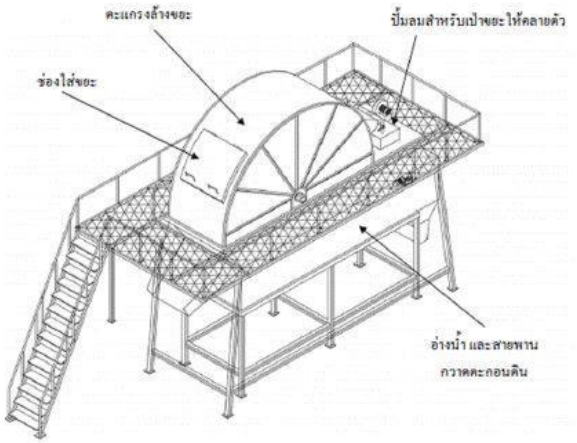
3. ระบบการล้างและอบแห้ง

• เป็นเครื่องล้างขยะพลาสติกโดยใช้น้ำและตะแกรงทรงกระบอกหมุนรอบตัวเอง

• ใช้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า และปั้มลมเพื่อช่วยให้ขยะคลายตัว

• มีระบบสายพานที่ติดครีบสำหรับกวาดตะกอนดินและสิ่งโสโครกจากบ่อล้าง

• ระบบยกตะแกรงเพื่อยกตะแกรงขึ้นสำหรับสลัดน้ำจากพลาสติก



รูปที่ 2.24 เครื่องล้างและร่อนขยะ บจก. พร้อมมาก

4. เครื่องผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากพลาสติก

เครื่องผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากพลาสติกโดยใช้เทคโนโลยีการให้ความร้อนในสภาพที่ปราศจากออกซิเจน ความร้อนให้แก่เครื่องจะทำให้โครงสร้างของพลาสติกซึ่งเป็นสายโซ่แตกตัวออกจากกัน กลายเป็นโครงสร้างที่มีสายโซ่สั้นลงอยู่ในช่วงของกลุ่มน้ำมัน เมื่อไอระเหยของการสายโซ่เหล่านี้ถูกควบแน่นในหน่วยควบแน่น ก็จะกลายเป็นของเหลว

ลักษณะทั่วไป

• กำลังการป้อนพลาสติก 5 ตันต่อวัน หรือไม่น้อยกว่า 175 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

• ใช้ระบบไพโรไลซีส

• สามารถผลิตน้ำมันได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 หรือ 540 ลิตรต่อตันขยะพลาสติก

5. เครื่องควบคุมการทำงาน

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก ปุ่มควบคุมการทำงานเป็นแบบสัมผัส

รูปที่ 2.25 ขยะพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์ บจก. พร้อมมาก

รูปที่ 2.26 แผงวงจรควบคุม บจก. พร้อมมาก

รูปที่ 2.27 เครื่องไพโรไลซีส ขนาด 5 ตันต่อวัน บจก. พร้อมมาก

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของบริษัท พร้อมมาก จำกัด จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่)	5 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์	30 ล้านบาท
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง	แบบต่อเนื่อง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน)	1 ตัน : 540 ลิตร
- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วได้	น้ำมันดีเซล
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์	300 - 500 ^{o}C
- เดินเครื่องครั้งละ	24 ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้าทั้งระบบ	-
- ใช้แก๊ส LPG	ไม่ใช่
- ใส่ catalyst	ไม่ใช่
- ทำความสะอาดเครื่อง	ทุก 10 ครั้ง

2. ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์

- พลาสติกประเภท	PP PE
- ค่าความชื้น	20% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน	5% โดยมวล

3. เครื่องย่อยพลาสติก ใช่

4. ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 6 คน

4. บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน) อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ขนาดกำลังการผลิต 15 ตันต่อ

วัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 9,000 ลิตรต่อวัน

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบต่อเนื่อง โดยไม่มีการรั่วซึมของแก๊สภายในถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอก ซึ่งการป้อนขยะพลาสติกแบบต่อเนื่องจะมีผลดีคือทำให้มีกำลังการผลิตน้ำมันได้แบบต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดการทำงาน และประหยัดเชื้อเพลิงในการสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์

ส่วนขยะพลาสติกที่จะนำมาป้อนเข้าเครื่องกลั่นน้ำมันต้องผ่านกระบวนการย่อย การอบแห้งไล่ความชื้น และร่อนแยกฝุ่นผลออกจากขยะก่อน หลังจากนั้นจะลำเลียงด้วยสายพานขนถ่าย นำไปจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติกเพื่อป้อนให้กับถังปฏิกรณ์แต่ละถัง แบบต่อเนื่องและเมื่อถังปฏิกรณ์ได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนจะทำให้เกิดการหลอมละลายของขยะพลาสติกแบบไร้ออกซิเจน จะทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อนไหลเข้าไปยังเครื่องควบแน่นที่มีอุณหภูมิภายในที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นน้ำมัน และแก๊สที่ไม่กลั่นตัวจะถูกส่งไปยังชุดปรับคุณภาพแก๊สเพื่อทำการปรับคุณภาพก่อนหลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าไปในแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์ต่อไป

กำลังการผลิตของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก สามารถผลิตน้ำมันได้วันละ 9,000 ลิตรต่อวัน หรือผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 60 โดยน้ำหนักของขยะพลาสติก ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของขยะ

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในกระบวนการ

1. เครื่องย่อยขยะพลาสติก

ทำหน้าที่ในการย่อยขยะพลาสติกให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้ง่ายต่อการอบแห้งไล่ความชื้นและการขนถ่ายป้อนเข้าไปในถังปฏิกรณ์

2. เครื่องอบแห้ง

ทำหน้าที่ในการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นออกจากขยะพลาสติกที่ผ่านการย่อยมาแล้ว อีกทั้งยังทำหน้าที่ร่อนแยกฝุ่นละอองจากขยะพลาสติกอีก

3. กระพ้อขนถ่าย

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากถังเก็บพลาสติกแล้วลำเลียงขึ้นไปในแนวตั้งส่งจ่ายให้กับชุดสายพานขนถ่ายเพื่อป้องกันเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ กระพ้อขนถ่ายออกแบบมาให้สามารถปรับความเร็วรอบได้ เพื่อให้สามารถปรับความเร็วรอบให้เหมาะกับกำลังการผลิตในแต่ละวัน

4. สายพานขนถ่าย

เป็นตัวรับขยะพลาสติกจากกระพ้อขนถ่าย และส่งจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติก เพื่อป้อนเข้าไปในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง โดยที่ชุดหัวจ่ายของสายพานขนถ่ายจะเลื่อนไปจ่ายขยะพลาสติกให้กับเครื่องป้อนขยะของถังปฏิกรณ์ทีละชุด ชุดหัวจ่ายของสายพานจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

5. เครื่องป้อนขยะพลาสติก

เป็นตัวรับขยะพลาสติกจากหัวจ่ายของสายพานขนถ่าย และป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์แต่ละถังแบบต่อเนื่อง ด้วยระบบไฮดรอลิกอัด ขยะพลาสติกจะถูกดันป้อนผ่านทางท่อป้อนขยะเข้าไปในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง ส่วนขยะพลาสติกที่อยู่ในท่อป้อนขยะก็จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของแก๊สจากถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอกโดยอัตโนมัติ

รูปที่ 2.28 เครื่องป้อนขยะ บจก. ทีพีไอโพลีน

6. ถังปฏิกรณ์

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากเครื่องป้อนขยะ และรับความร้อนจากเครื่องกำเนิดความร้อนทำให้พลาสติกที่อยู่ในถังปฏิกรณ์ละลายเป็นของเหลว เป็นกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจน เพื่อทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อน และนำไปเข้าเครื่องควบแน่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันในลำดับต่อไป

รูปที่ 2.29 ถังปฏิกรณ์ บจก. ทีพีไอโพลีน

7. เครื่องควบแน่น

ทำหน้าที่รับไอระเหยของแก๊สร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายของพลาสติก โดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจนมาทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ ในอุณหภูมิของการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในเครื่องควบแน่นที่เหมาะสม จะทำให้มีการกลั่นตัวของแก๊สกลายเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพ

รูปที่ 2.30 เครื่องควบแน่น บจก. ทีพีไอโพลีน

8. ถังพักน้ำมัน

เป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวของแก๊สจากเครื่องควบแน่น โดยน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวที่ไหลลงมาสู่ถังน้ำมัน จะมีแก๊สที่ไม่กลั่นตัวและน้ำมันผสมกันมา ถังพักน้ำมันก็จะเป็นตัวแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกัน โดยที่แก๊สจะถูกแยกอยู่ด้านบนของถังพักและไหลเข้าสู่ชุดปรับคุณภาพแก๊สและส่งจ่ายต่อไปยังเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

9. เครื่องกำเนิดความร้อน

เป็นตัวสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์เพื่อให้เกิดการหลอมละลายแบบไร้ออกซิเจน โดยแหล่งความร้อนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะได้จากเศษไม้ น้ำมันจากพลาสติก และแก๊สที่เหลือจากการกลั่นตัว หรือแม้กระทั่งขี้เถ้าที่เหลือภายในถังปฏิกรณ์ ก็สามารถนำมาเป็นแหล่งความร้อนได้

10. แผงควบคุม

เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด จะเป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ แผงควบคุมยังเป็นส่วนแสดงสถานะของการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว อีกทั้งยังเป็นส่วนแสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดและแต่ละช่วงของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมการทำงานของระบบ

11. ถังเก็บน้ำมัน

จะเป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากถังพักน้ำมัน ซึ่งผ่านกระบวนการแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกันแล้ว โดยใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำมันดูดน้ำมันมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำมัน เพื่อเตรียมจำหน่าย และนำกลับไปใช้กับเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของบริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1.ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่) 15 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์ -
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง แบบต่อเนื่อง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน) 1 ตัน : 600 ลิตร
- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วดังนี้ ดีเซล 60% เบนซิน 40%
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์ 300 - 450 ^{o}C
- เดินเครื่องครั้งละ 24 ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้าทั้งระบบ -
- ใช้แก๊ส LPG ไม่ใช่
- ใส่ catalyst ใช่
- ทำความสะอาดเครื่อง ทุกครั้ง

2.ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์

- พลาสติกประเภท PP PE โฟม
- ค่าความชื้น 5% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน 5% โดยมวล

3.เครื่องย่อยพลาสติก มี

ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 14 คน (วันละ 2 กะ)

5. บริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ขนาดกำลังการผลิต 5 - 10 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 4,600 – 9,200 ลิตรต่อวัน

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบต่อเนื่อง โดยไม่มีการรั่วซึมของแก๊สภายในถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอก ซึ่งการป้อนขยะพลาสติกแบบต่อเนื่องจะมีผลดีคือทำให้มีกำลังการผลิตน้ำมันได้แบบต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดการทำงาน และประหยัดเชื้อเพลิงในการสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์

ส่วนขยะพลาสติกที่จะนำมาป้อนเข้าเครื่องกลั่นน้ำมันต้องผ่านกระบวนการย่อย การอบแห้งไล่ความชื้น และร่อนแยกฝุ่นผลออกจากขยะก่อน หลังจากนั้นจะลำเลียงด้วยสายพานขนถ่าย นำไปจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติกเพื่อป้อนให้กับถังปฏิกรณ์แต่ละถัง แบบต่อเนื่องและเมื่อถังปฏิกรณ์ได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนจะทำให้เกิดการหลอมละลายของขยะพลาสติกแบบไร้ออกซิเจน จะทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อนไหลเข้าไปยังเครื่องควบแน่นที่มีอุณหภูมิภายในที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นน้ำมัน และแก๊สที่ไม่กลั่นตัวจะถูกส่งไปยังชุดปรับคุณภาพแก๊สเพื่อทำการปรับคุณภาพก่อนหลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าไปในแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์ต่อไป

กำลังการผลิตของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก สามารถผลิตน้ำมันได้วันละ 6,000 – 8,000 ลิตรต่อวัน หรือผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 70 โดยน้ำหนักของขยะพลาสติก ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของขยะ และเมื่อกลั่นจะได้น้ำมันดีเซลได้ร้อยละ 60 น้ำมันเบนซินร้อยละ 40 ของน้ำมันที่ได้

การควบคุมการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันจะเป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติโดยควบคุมการทำงานด้วย PLC ผ่านจอ Touch Screen อีกทั้งยังมีกล้องวงจรปิดติดตั้งภายในระบบ 8 จุด เพื่อดูกระบวนการทำงานในแต่ละจุด และทำให้การควบคุมการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำมันทำได้สะดวกและง่ายต่อการควบคุม

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในกระบวนการ

1. เครื่องย่อยขยะพลาสติก

ทำหน้าที่ในการย่อยขยะพลาสติกให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้ง่ายต่อการอบแห้งไล่ความชื้นและการขนถ่ายป้อนเข้าไปในถังปฏิกรณ์ เครื่องย่อยขยะพลาสติกจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นชุดต้นกำลังโดยใช้

ขนาดของกำลังไฟฟ้า 20 แรงม้า ใบมีดของเครื่องย่อยพลาสติกทำด้วยเหล็กทำใบมีดซึ่งมีความแข็งแรงและความทนทานต่อการสึกหรอ สามารถย่อยขยะพลาสติกได้ไม่น้อยกว่า 6 ตันต่อวัน

รูปที่ 2.31 เครื่องย่อยขยะพลาสติก บจก.เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง

2. เครื่องอบแห้ง

ทำหน้าที่ในการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นออกจากขยะพลาสติกที่ผ่านการย่อยมาแล้ว อีกทั้งยังทำหน้าที่ร่อนแยกฝุ่นละอองจากขยะพลาสติกอีกด้วย การอบแห้งไล่ความชื้นจะใช้โบลเวอร์ดูดอากาศร้อนจากปล่องเตามาผสมกับอากาศเย็นจากภายนอก เพื่อให้อุณหภูมิประมาณ 70°C แล้วนำมาอบขยะพลาสติกที่กำลังถูกหมุนด้วยเครื่องอบแห้ง ถังหมุนของเครื่องอบแห้งมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกตามแนวนอนมุมเอียงของถัง สามารถปรับได้ ตัวถังหมุนจะมีรูรอบๆ เพื่อรับความร้อนเข้ามาอบขยะพลาสติกและแยกฝุ่นละอองออกจากขยะพลาสติกอีกด้วย

รูปที่ 2.32 เครื่องอบแห้ง บจก. เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง

3. ถังเก็บพลาสติก

ทำหน้าที่รองรับขยะพลาสติกที่ผ่านการย่อยและอบแห้งมาแล้ว เพื่อที่จะลำเลียงไปทางสายพานขนถ่ายเพื่อป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ อีกทั้งยังสามารถอบแห้งไล่ความชื้นออกให้มากขึ้น ถังเก็บพลาสติกจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกวางตามแนวตั้ง โดยที่ด้านล่างของถังจะมีใบกวาดขยะพลาสติก โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนในการกวาดขยะพลาสติกออกมาจากถังเก็บลงไปในสายพานลำเลียงเพื่อส่งจ่ายให้กับชุดกระพ้อขนถ่ายในลำดับต่อไป

4. กระพ้อขนถ่าย

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากถังเก็บพลาสติกแล้วลำเลียงขึ้นไปในแนวตั้งส่งจ่ายให้กับชุดสายพานขนถ่ายเพื่อป้องกันเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ กระพ้อขนถ่ายออกแบบมาให้สามารถปรับความเร็วรอบได้ เพื่อให้สามารถปรับความเร็วรอบให้เหมาะกับกำลังการผลิตในแต่ละวัน

5. สายพานขนถ่าย

เป็นตัวรับขยะพลาสติกจากกระพ้อขนถ่าย และส่งจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติก เพื่อป้อนเข้าไปในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง โดยที่ชุดหัวจ่ายของสายพานขนถ่ายจะเลื่อนไปจ่ายขยะพลาสติกให้กับเครื่องป้อนขยะของถังปฏิกรณ์ทีละชุด ชุดหัวจ่ายของสายพานจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถเลื่อนไปกลับได้ ทำให้การจ่ายขยะพลาสติกเข้าสู่ถังปฏิกรณ์สามารถทำได้สะดวกและรวดเร็วและง่ายต่อการควบคุม

6. เครื่องป้อนขยะพลาสติก

เป็นตัวรับขยะพลาสติกจากหัวจ่ายของสายพานขนถ่าย และป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์แต่ละถังแบบต่อเนื่อง ด้วยระบบไฮดรอลิกอัด ขยะพลาสติกจะถูกดันป้อนผ่านทางท่อป้อนขยะเข้าไปในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง ส่วนขยะพลาสติกที่อยู่ในท่อป้อนขยะก็จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของแก๊สจากถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอกโดยอัตโนมัติ

7. ถังปฏิกรณ์

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากเครื่องป้อนขยะ และรับความร้อนจากเครื่องกำเนิดความร้อนทำให้พลาสติกที่อยู่ในถังปฏิกรณ์ละลายเป็นของเหลว เป็นกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจน เพื่อทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อน และนำไปเข้าเครื่องควบแน่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันในลำดับต่อไป

8. เครื่องควบแน่น

ทำหน้าที่รับไอระเหยของแก๊สร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายของพลาสติก โดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจนมาทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ ในอุณหภูมิของการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในเครื่องควบแน่นที่เหมาะสม จะทำให้มีการกลั่นตัวของแก๊สกลายเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพ

รูปที่ 2.33 เครื่องควบแน่น บจก. เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง

9. ถังพักน้ำมัน

เป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวของแก๊สจากเครื่องควบแน่น โดยน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวที่ไหลลงมาสู่ถังน้ำมัน จะมีแก๊สที่ไม่กลั่นตัวและน้ำมันผสมกันมา ถังพักน้ำมันก็จะเป็นตัวแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกัน โดยที่แก๊สจะถูกแยกอยู่ด้านบนของถังพักและไหลเข้าสู่ชุดปรับคุณภาพแก๊สและส่งจ่ายต่อไปยังเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

10. เครื่องกำเนิดความร้อน

เป็นตัวสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์เพื่อให้เกิดการหลอมละลายแบบไร้ออกซิเจน โดยแหล่งความร้อนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะได้จากเศษไม้ น้ำมันจากพลาสติก และแก๊สที่เหลือจากการกลั่นตัว หรือแม้กระทั่งขี้เถ้าที่เหลือภายในถังปฏิกรณ์ ก็สามารถนำมาเป็นแหล่งความร้อนได้ เครื่องกำเนิดความร้อนนี้สามารถสร้างอุณหภูมิได้ 1,000 – 1,200°C

รูปที่ 2.34 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง

11. แผงควบคุม

เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด จะเป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ แผงควบคุมยังเป็นส่วนแสดงสถานะของการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว อีกทั้งยังเป็นส่วนแสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดและแต่ละช่วงของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมการทำงานของระบบ พร้อมทั้งยังมีกล้องวงจรปิดเพื่อดูสภาพการทำงานและบันทึกภาพ จำนวน 8 ตัว

12. ถังเก็บน้ำมัน

จะเป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากถังพักน้ำมัน ซึ่งผ่านกระบวนการแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกันแล้ว โดยใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำมันดูดน้ำมันมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำมัน เพื่อเตรียมจำหน่าย และนำกลับไปใช้กับเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป ถังเก็บน้ำมันจะบรรจุน้ำมันได้ 10,000 ลิตร ต่อ 1 ถัง

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของบริษัท เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง จำกัด จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่) 5 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์ 45 ล้านบาท
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง แบบต่อเนื่อง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน) 1 ตัน : 700 ลิตร
- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วดังนี้ ดีเซล 60% เบนซิน 40%
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์ 300 - 900 $^{\circ}$C
- เดินเครื่องครั้งละ 24 ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้าทั้งระบบ 60.8 KwH
- ใช้แก๊ส LPG ไม่ใช่
- ใส่ catalyst ไม่ใช่
- ทำความสะอาดเครื่อง ทุกครั้ง

2. ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์

- พลาสติกประเภท PP PE
- ค่าความชื้น 5% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน 5% โดยมวล

3. เครื่องย่อยพลาสติก มี

4. ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 6 คน

6. บริษัท ศรีเบญจลักษ์ จำกัด โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ขนาดกำลังผลิต 6 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมัน 4,500 ลิตรต่อวัน

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบต่อเนื่อง โดยไม่มีการรั่วซึมของแก๊สภายในถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอก ซึ่งการป้อนขยะพลาสติกแบบต่อเนื่องจะมีผลดีคือทำให้มีกำลังการผลิตน้ำมันได้แบบต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดการทำงาน และประหยัดเชื้อเพลิงในการสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์

ส่วนขยะพลาสติกที่จะนำมาป้อนเข้าเครื่องกลั่นน้ำมันต้องผ่านกระบวนการย่อย การอบแห้งไล่ความชื้น และร่อนแยกฝุ่นผลออกจากขยะก่อน หลังจากนั้นจะลำเลียงด้วยสายพานขนถ่าย นำไปจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติกเพื่อป้อนให้กับถังปฏิกรณ์แต่ละถัง แบบต่อเนื่องและเมื่อถังปฏิกรณ์ได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนจะทำให้เกิดการหลอมละลายของขยะพลาสติกแบบไร้ออกซิเจน จะทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อนไหลเข้าไปยังเครื่องควบแน่นที่มีอุณหภูมิภายในที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นน้ำมัน และแก๊สที่ไม่กลั่นตัวจะถูกส่งไปยังชุดปรับคุณภาพแก๊สเพื่อทำการปรับคุณภาพก่อนหลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าไปในแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์ต่อไป

กำลังการผลิตของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก สามารถผลิตน้ำมันได้วันละ 4,500 ลิตรต่อวัน หรือผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 70 โดยน้ำหนักของขยะพลาสติก ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของขยะ และเมื่อกลั่นจะได้น้ำมันดีเซลได้ร้อยละ 60 น้ำมันเบนซินร้อยละ 40 ของน้ำมันที่ได้

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในกระบวนการ

1. เครื่องย่อยขยะพลาสติก

ทำหน้าที่ในการย่อยขยะพลาสติกให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้ง่ายต่อการอบแห้งไล่ความชื้นและการขนถ่ายป้อนเข้าไปในถังปฏิกรณ์

2. เครื่องอบแห้ง

ทำหน้าที่ในการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้นออกจากขยะพลาสติกที่ผ่านการย่อยมาแล้ว อีกทั้งยังทำหน้าที่ร่อนแยกฝุ่นละอองจากขยะพลาสติกอีก

รูปที่ 2.35 ระบบย่อยและอบแห้งความชื้น บจก. ศรีเบญจลักษ์

3. สายพานขนถ่าย

เป็นตัวรับขยะพลาสติก และส่งจ่ายป้อนเข้าไปในถังปฏิกรณ์ โดยสายพานขนถ่ายจะเลื่อนไปจ่ายขยะพลาสติกให้กับถังปฏิกรณ์ สายพานจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

รูปที่ 2.36 ระบบสายพานลำเลียงป้อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่องศรีเบญจลักษ์

6. ถังปฏิกรณ์

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากเครื่องป้อนขยะ และรับความร้อนจากเครื่องกำเนิดความร้อนทำให้พลาสติกที่อยู่ในถังปฏิกรณ์ละลายเป็นของเหลว เป็นกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจน เพื่อทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อน และนำไปเข้าเครื่องควบแน่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันในลำดับต่อไป

รูปที่ 2.37 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ศรีเบญจลักษ์

7. เครื่องควบแน่น

ทำหน้าที่รับไอระเหยของแก๊สร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายของพลาสติก โดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจนมาทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ ในอุณหภูมิของการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในเครื่องควบแน่นที่เหมาะสม จะทำให้มีการกลั่นตัวของแก๊สกลายเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพ

8. ถังพักน้ำมัน

เป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวของแก๊สจากเครื่องควบแน่น โดยน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวที่ไหลลงมาสู่ถังน้ำมัน จะมีแก๊สที่ไม่กลั่นตัวและน้ำมันผสมกันมา ถังพักน้ำมันก็จะเป็นตัวแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกัน โดยที่แก๊สจะถูกแยกอยู่ด้านบนของถังพักและไหลเข้าสู่ชุดปรับคุณภาพแก๊สและส่งจ่ายต่อไปยังเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

9. เครื่องกำเนิดความร้อน

เป็นตัวสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์เพื่อให้เกิดการหลอมละลายแบบไร้ออกซิเจน โดยแหล่งความร้อนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะได้แก๊สแอลพีจี น้ำมันจากพลาสติก และแก๊สที่เหลือจากการกลั่นตัว หรือแม้กระทั่งขี้เถ้าที่เหลือภายในถังปฏิกรณ์ ก็สามารถนำมาเป็นแหล่งความร้อนได้ เครื่องกำเนิดความร้อนนี้สามารถสร้างอุณหภูมิได้ 1,000 – 1,200^{o}C

10. แผงควบคุม

เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด จะเป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ แผงควบคุมยังเป็นส่วนแสดงสถานะของการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว อีกทั้งยังเป็นส่วนแสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดและแต่ละช่วงของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมการทำงานของระบบ

11. ถังเก็บน้ำมัน

จะเป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากถังพักน้ำมัน ซึ่งผ่านกระบวนการแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกันแล้ว โดยใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำมันดูดน้ำมันมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำมัน เพื่อเตรียมจำหน่าย และนำกลับไปใช้กับเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของบริษัท ศรีเบญจลักษ์ จำกัด จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1.ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่) 5 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์ 60 ล้านบาท
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง แบบต่อเนื่อง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน) 1 ตัน : 750 ลิตร

- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วดังนี้ ดีเซล 60% เบนซิน 40%
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์ 300 - 400 °C
- เดินเครื่องครั้งละ 15 ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้า 5.5 KwH
- ใช้แก๊ส LPG ใช่ (120 กิโลกรัมต่อครั้ง)
- ใส่ catalyst ใช่ China Clay
- ทำความสะอาดเครื่อง ทุกครั้ง

2.ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์

- พลาสติกประเภท PP PE
- ค่าความชื้น 20% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน 5% โดยมวล

3.เครื่องย่อยพลาสติก มี

4.ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 5 คน

7. บริษัท เมืองสะอาด จำกัด โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ขนาดกำลังผลิต 10 ตันต่อวัน 6,000 ผลผลิตน้ำมัน และโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ขนาดกำลังผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมัน 10,400 ลิตรต่อวัน

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบต่อเนื่อง โดยไม่มีการรั่วซึมของแก๊สภายในถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอก ซึ่งการป้อนขยะพลาสติกแบบต่อเนื่องจะมีผลดีคือทำให้มีกำลังการผลิตน้ำมันได้แบบต่อเนื่องโดยไม่ต้องหยุดการทำงาน และประหยัดเชื้อเพลิงในการสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์

ส่วนขยะพลาสติกที่จะนำมาป้อนเข้าเครื่องกลั่นน้ำมันต้องผ่านกระบวนการย่อย การอบแห้งไล่ความชื้น และร่อนแยกฝุ่นผลออกจากขยะก่อน หลังจากนั้นจะลำเลียงด้วยสายพานขนถ่าย นำไปจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติกเพื่อป้อนให้กับถังปฏิกรณ์แต่ละถัง แบบต่อเนื่องและเมื่อถังปฏิกรณ์ได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนจะทำให้เกิดการหลอมละลายของขยะพลาสติกแบบไร้ออกซิเจน จะทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อนไหลเข้าไปยังเครื่องควบแน่นที่มีอุณหภูมิภายในที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นน้ำมัน และแก๊สที่ไม่กลั่นตัวจะถูกส่งไปยังชุดปรับคุณภาพแก๊สเพื่อทำการ

ปรับคุณภาพก่อนหลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าไปในแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์ต่อไป

กำลังการผลิตของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก ขนาดกำลังการผลิต 6 ตันต่อวัน ผลผลผลิตน้ำมันแปรรูปประมาณ 4,500 ลิตรต่อวัน และขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลผลิตน้ำมันแปรรูปประมาณ 10,400 ลิตรต่อวัน หรือผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 70 โดยน้ำหนักของขยะพลาสติก ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของขยะ และเมื่อกลั่นจะได้น้ำมันดีเซลได้ร้อยละ 60 น้ำมันเบนซินร้อยละ 40 ของน้ำมันที่ได้

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในกระบวนการ

1. เครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ

เครื่องคัดประเภทและขนาดวัสดุ เป็นเครื่องจักรกลสำหรับใช้ร่อนเศษพลาสติกจากบ่อฝังกลบ เพื่อให้เศษดินและอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อยแล้วหลุดร่อนออกจากเนื้อพลาสติก และสามารแยกเศษโลหะเหล็กออกได้ เครื่องคัดประเภทที่ใช้สำหรับกระบวนการแปรรูปพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง มีกำลังอัตราการป้อนขยะจากบ่อฝังกลบไม่น้อยกว่า 100 ตันต่อวัน ตัวตระแกรงร่อนมีลักษณะเป็นทรงกระบอกวางซ้อนกัน 2 ชั้น ปรับขนาดของรูตะแกรงด้วยการปรับมุมให้ตระแกรงร่อนเหลื่อมซ้อนกัน สายพานลำเลียงติดตั้งไว้ที่ด้านข้างของเครื่องจักร สามารถพับเก็บได้ สำหรับลำเลียงเศษดินและอินทรีย์สาร และขยะพลาสติกออกจากตัวเครื่องจักร

รูปที่ 2.38 เครื่องจักรคัดแยกและสายพานลำเลียงขยะ บจก. เมืองสะอาด

2. กระพ้อขนถ่าย

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากถังเก็บพลาสติกแล้วลำเลียงขึ้นไปในแนวตั้งส่งจ่ายให้กับชุดสายพานขนถ่ายเพื่อป้องกันเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ กระพ้อขนถ่ายออกแบบมาให้สามารถปรับความเร็วรอบได้ เพื่อให้สามารถปรับความเร็วรอบให้เหมาะกับกำลังการผลิตในแต่ละวัน

4. สายพานขนถ่าย

เป็นตัวรับขยะพลาสติกจากกระพ้อขนถ่าย และส่งจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติก เพื่อป้อนเข้าไปในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง โดยที่ชุดหัวจ่ายของสายพานขนถ่ายจะเลื่อนไปจ่ายขยะพลาสติกให้กับเครื่องป้อนขยะของถังปฏิกรณ์ทีละชุด ชุดหัวจ่ายของสายพานจะถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

3. เครื่องป้อนขยะพลาสติก

เป็นตัวรับขยะพลาสติกจากหัวจ่ายของสายพานขนถ่าย และป้อนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์แต่ละถังแบบต่อเนื่อง ด้วยระบบไฮดรอลิกอัด ขยะพลาสติกจะถูกดันป้อนผ่านทางท่อป้อนขยะเข้าไปในถังปฏิกรณ์แต่ละถัง ส่วนขยะพลาสติกที่อยู่ในท่อป้อนขยะก็จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของแก๊สจากถังปฏิกรณ์ออกมาสู่ภายนอกโดยอัตโนมัติ

4. ถังปฏิกรณ์

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากเครื่องป้อนขยะ และรับความร้อนจากเครื่องกำเนิดความร้อนทำให้พลาสติกที่อยู่ในถังปฏิกรณ์ละลายเป็นของเหลว เป็นกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจน เพื่อทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อน และนำไปเข้าเครื่องควบแน่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันในลำดับต่อไป

รูปที่ 2.39 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. เมืองสะอาด

5. เครื่องควบแน่น

ทำหน้าที่รับไอระเหยของแก๊สร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายของพลาสติก โดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจนมาทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ ในอุณหภูมิของการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในเครื่องควบแน่นที่เหมาะสม จะทำให้มีการกลั่นตัวของแก๊สกลายเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพ

รูปที่ 2.40 ระบบหล่อเย็นแลกเปลี่ยนความร้อนของอุปกรณ์ควบแน่นไอน้ำมัน บจก. เมืองสะอาด

6. ถังพักน้ำมัน

เป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวของแก๊สจากเครื่องควบแน่น โดยน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวที่ไหลลงมาสู่ถังน้ำมัน จะมีแก๊สที่ไม่กลั่นตัวและน้ำมันผสมกันมา ถังพักน้ำมันก็จะเป็นตัวแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกัน โดยที่แก๊สจะถูกแยกอยู่ด้านบนของถังพักและไหลเข้าสู่ชุดปรับคุณภาพแก๊สและส่งจ่ายต่อไปยังเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

7. เครื่องกำเนิดความร้อน

เป็นตัวสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์เพื่อให้เกิดการหลอมละลายแบบไร้ออกซิเจน โดยแหล่งความร้อนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะได้จากเศษไม้ น้ำมันจากพลาสติก และแก๊สที่เหลือจากการกลั่นตัว หรือแม้กระทั่งขี้เถ้าที่เหลือภายในถังปฏิกรณ์ ก็สามารถนำมาเป็นแหล่งความร้อนได้

8. แผงควบคุม

เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด จะเป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ แผงควบคุมยังเป็นส่วนแสดงสถานะของการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว อีกทั้งยังเป็นส่วนแสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดและแต่ละช่วงของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมการทำงานของระบบ

9. ถังเก็บน้ำมัน

จะเป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากถังพักน้ำมัน ซึ่งผ่านกระบวนการแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกันแล้ว โดยใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำมันดูดน้ำมันมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำมัน เพื่อเตรียมจำหน่าย และนำกลับไปใช้กับเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของบริษัท เมืองสะอาด จำกัด จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1.ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่) 10 ตันต่อวัน 16 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์ 64 ล้านบาท
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง แบบต่อเนื่อง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน) 1 ตัน : 650 ลิตร
- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วดังนี้ ดีเซล 100%
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์ 360 - 450 ^{o}C
- เดินเครื่องครั้งละ 24 ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้าทั้งระบบ 5.95 KwH
- ใช้แก๊ส LPG ไม่ใช่
- ใส่ catalyst ใช่ $CaCO_3$ 1%โดยมวล, Al_2O_3 0.9%โดยมวล, China Clay 2.1% โดยมวล
- ทำความสะอาดเครื่อง ทุกครั้ง

2.ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์

- พลาสติกประเภท PP PE โฟม
- ค่าความชื้น 40% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน 40% โดยมวล

3.เครื่องย่อยพลาสติก ไม่มี

4.ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 14 คน (วันละ 2 กะ)

8. บริษัท ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์ จำกัด โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลเมืองระยอง จังหวัดระยอง และเทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ขนาดกำลังผลิต 6 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมัน 4,500 ลิตรต่อวัน

ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องกลั่นน้ำมันจากพลาสติก โดยการใช้ความร้อนในการหลอมละลายขยะพลาสติกในถังปฏิกรณ์แบบไร้ออกซิเจน และสามารถป้อนขยะพลาสติกเข้าไปในถังปฏิกรณ์ได้แบบครั้ง

ส่วนขยะพลาสติกที่จะนำมาป้อนเข้าเครื่องกลั่นน้ำมันต้องผ่าน การอบแห้งไล่ความชื้น และร่อนแยกฝุ่นผงออกจากขยะก่อน หลังจากนั้นจะลำเลียงด้วยสายพานขนถ่าย นำไปจ่ายให้กับเครื่องป้อนขยะพลาสติกเพื่อป้อนให้กับถังปฏิกรณ์แต่ละถัง และเมื่อถังปฏิกรณ์ได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนจะทำให้เกิดการหลอมละลายของขยะพลาสติกแบบไร้ออกซิเจน จะทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อนไหลเข้าไปยังเครื่องควบแน่นที่มีอุณหภูมิภายในที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นน้ำมัน และแก๊สที่ไม่กลั่นตัวจะถูกส่งไปยังชุดปรับคุณภาพแก๊สเพื่อทำการปรับคุณภาพก่อนหลังจากนั้นจะถูกส่งเข้าไปในแหล่งกำเนิดความร้อนเพื่อสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์ต่อไป

กำลังการผลิตของเครื่องกลั่นน้ำมันจากขยะพลาสติก สามารถผลิตน้ำมันได้วันละ 4,500 ลิตรต่อวัน หรือผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 70 โดยน้ำหนักของขยะพลาสติก ขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของขยะ และเมื่อกลั่นจะได้น้ำมันดีเซลได้ร้อยละ 50 น้ำมันเบนซินร้อยละ 20 เตาร้อยละ 30 ของน้ำมันที่ได้

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในกระบวนการ

1. เครื่องร่อนและไล่ความชื้น

ทำหน้าที่ในการร่อนเศษฝุ่นละอองและไล่ความชื้นออกจากขยะพลาสติกที่ผ่านการล้างทำความสะอาดมาแล้ว อีกทั้งยังทำหน้าที่ร่อนแยกฝุ่นละอองจากขยะพลาสติกอีก

รูปที่ 2.41 เครื่องอบแห้ง บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ

2. ถังปฏิกรณ์

ทำหน้าที่รับขยะพลาสติกจากเครื่องป้อนขยะ และรับความร้อนจากเครื่องกำเนิดความร้อนทำให้พลาสติกที่อยู่ในถังปฏิกรณ์ละลายเป็นของเหลว เป็นกระบวนการย่อยสลายโดยใช้ความร้อนแบบไร้

ออกซิเจน เพื่อทำให้เกิดไอระเหยของแก๊สร้อน และนำไปเข้าเครื่องควบแน่นเพื่อกลั่นเป็นน้ำมันในลำดับต่อไป

รูปที่ 2.42 เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ

รูปที่ 2.43 การป้อนขยะเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ

3. เครื่องควบแน่น

ทำหน้าที่รับไอระเหยของแก๊สร้อนที่เกิดจากการย่อยสลายของพลาสติก โดยใช้ความร้อนแบบไร้ออกซิเจนมาทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำ ในอุณหภูมิของการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในเครื่องควบแน่นที่เหมาะสม จะทำให้มีการกลั่นตัวของแก๊สกลายเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพ

รูปที่ 2.44 เครื่องควบแน่น บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ

4. ถังพักน้ำมัน

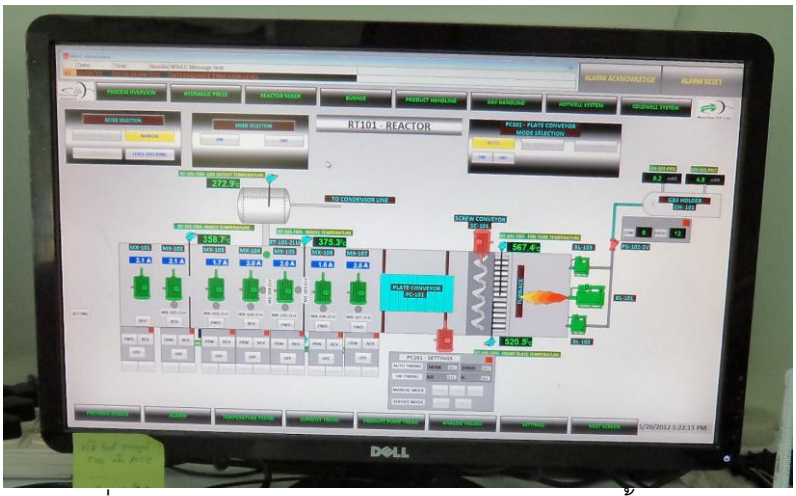
เป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวของแก๊สจากเครื่องควบแน่น โดยน้ำมันที่ได้จากการกลั่นตัวที่ไหลลงมาสู่ถังน้ำมัน จะมีแก๊สที่ไม่กลั่นตัวและน้ำมันผสมกันมา ถังพักน้ำมันก็จะเป็นตัวแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกัน โดยที่แก๊สจะส่งจ่ายต่อไปยังเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

5. เครื่องกำเนิดความร้อน

เป็นตัวสร้างความร้อนให้กับถังปฏิกรณ์เพื่อให้เกิดการหลอมละลายแบบไร้ออกซิเจน โดยแหล่งความร้อนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงจะได้จากแก๊สแอลพีจี น้ำมันจากพลาสติก และแก๊สที่เหลือจากการกลั่นตัว หรือแม้กระทั่งขี้เถ้าที่เหลือภายในถังปฏิกรณ์ ก็สามารถนำมาเป็นแหล่งความร้อนได้

6. แผงควบคุม

เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด จะเป็นการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ แผงควบคุมยังเป็นส่วนแสดงสถานะของการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัว อีกทั้งยังเป็นส่วนแสดงค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดและแต่ละช่วงของกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมการทำงานของระบบ



รูปที่ 2.45 แผงควบคุมระบบไพโรไลซิส บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ

7. ถังเก็บน้ำมัน

จะเป็นถังเก็บน้ำมันที่ได้จากถังพักน้ำมัน ซึ่งผ่านกระบวนการแยกแก๊สและน้ำมันออกจากกันแล้ว โดยใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำมันดูดน้ำมันมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำมัน เพื่อเตรียมจำหน่าย และนำกลับไปใช้กับเครื่องกำเนิดความร้อนในลำดับต่อไป

รูปที่ 2.46 ถังเก็บน้ำมัน บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์ฯ

จากการสอบถามและรวบรวมข้อมูลเทคโนโลยีของบริษัท ซิงเกิ้ลพอย จำกัด จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ลักษณะเครื่องปฏิกรณ์

- ขนาดกำลังผลิต (ปริมาณขยะพลาสติกที่ใส่) 6 ตันต่อวัน
- ราคาเครื่องปฏิกรณ์ 65 ล้านบาท
- การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง แบบครั้ง
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (พลาสติก : น้ำมัน) 1 ตัน : 750 ลิตร

- โดยได้สัดส่วนน้ำมันแต่ละชนิดเมื่อกลั่นแล้วได้ น้ำมันดีเซล 50% เบนซิน 20% เตา 30%
- อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์ 300 - 500°C
- เดินเครื่องครั้งละ 24ชั่วโมง
- กำลังไฟฟ้าทั้งระบบ 98 KwH
- ใช้แก๊ส LPG ใช่ 480 กิโลกรัมต่อ 24 ชั่วโมง
- ใส่ catalyst ใช่ซีโอไลต์ธรรมชาติ 0.1%โดยมวล
- ทำความสะอาดเครื่อง ทุกครั้ง

2. ลักษณะของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์
- พลาสติกประเภท PP PE
- ค่าความชื้น 10% โดยมวล
- ค่าความปนเปื้อน 20% โดยมวล

3. เครื่องย่อยพลาสติก ไม่ใช่
4. ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ 12 คน

2.3.6 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมันคือ เมื่อขยะพลาสติกผ่านกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันแล้วจะให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นแก๊สหรือไอของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนออกมาที่อุณหภูมิ 350 – 500 องศาเซลเซียส โดยแก๊สนี้จะถูกส่งจากส่วนบนของเตาไปสู่หน่วยให้ความเย็น เพื่อทำหน้าที่ควบแน่นไอของแก๊สไฮโดรคาร์บอนให้เป็นน้ำมันเหลวที่มีขนาดโมเลกุลไฮโดรคาร์บอน C5 – C28 ออกมา โดยมีปริมาณน้ำมันเหลวที่ผลิตได้ประมาณร้อยละ 60 ของน้ำหนักขยะ ซึ่งน้ำมันเหลวนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบของโมเลกุลไฮโดรคาร์บอนขนาดตั้งแต่ C5 – C28 (สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาฯ, 2554)

โดยทั่วไป ส่วนประกอบของน้ำมันที่ได้จากกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน มีดังนี้คือ ดีเซล 50% น้ำมันเตา 30% เบนซิน 20% จากการแยกองค์ประกอบของน้ำมันออกมาแล้วนั้นจะเห็นได้ว่ามีปริมาณของดีเซลมากกว่าองค์ประกอบอื่นๆ ถึง 50% ดังนั้นการนำน้ำมันจากขยะพลาสติกมาใช้ประโยชน์ควรนำน้ำมันในรูปของดีเซลมาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด คุณภาพน้ำมันที่ได้จากระบบการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันนั้นส่วนใหญ่ มีลักษณะของเทคโนโลยีและวิธีการใกล้เคียงกัน ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการและควบคุมสภาวะต่างๆ ในเครื่องปฏิกรณ์ไพโรไลซีส คุณภาพ

น้ำมันเหลวประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีหลายจุดเดือดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามคุณภาพของน้ำมันจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเพื่อใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2.3.7 คุณลักษณะของน้ำมันที่ได้

น้ำมันที่ได้จากกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันนั้นโดยทั่วไปมีองค์ประกอบคล้ายน้ำมันดิบจากธรรมชาติ คือ มีน้ำมันในช่วงของน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด และอื่นๆ ปนรวมกัน แต่โดยทั่วไปถ้าควบคุมกระบวนการอย่างดีแล้ว น้ำมันที่ได้จะไม่ค่อยมีส่วนหนัก เช่น ยางมะตอยผสมอยู่เหมือนน้ำมันดิบ

- องค์ประกอบของน้ำมันดิบที่ได้จะมีจำนวนคาร์บอนที่คล้ายกับน้ำมันดีเซล โดยอยู่ในช่วง C12 – C18 และมีปริมาณในช่วงดีเซลมากกว่าคีโรซินและเบนซิน

- องค์ประกอบหลักที่เป็นน้ำมันเบนซินมีจำนวนคาร์บอนอยู่ในช่วง C6 – C12

- องค์ประกอบน้ำมันที่มาจากพลาสติก PE ส่วนใหญ่จะมีองค์ประกอบเป็นพวก normal alkenes

- องค์ประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนชนิดอิ่มตัวมีลักษณะทั้งแบบห่วงโซ่เส้นตรงและแบบวงแหวนหรือแบบปิด ส่วนห่วงโซ่สารไฮโดรคาร์บอนแบบเส้นตรงทั้งแบบ normal paraffin or n – paraffin และแบบโซ่กิ่ง (ISO - paraffins) (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

2.3.8 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำมัน

ปริมาณสัดส่วนของน้ำมันสำเร็จรูปและคุณภาพของน้ำมันที่ได้จากกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันนั้น จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- ภาวะที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็วในการให้ความร้อน อุณหภูมิสุดท้าย เวลาที่ใช้ในการเผา บรรยากาศในเตาปฏิกรณ์ และระบบการป้อนวัตถุดิบ เป็นต้น

- ชนิดของปฏิกรณ์ ส่งผลต่ออัตราเร็วในการให้ความร้อนและเวลาที่ใช้ในกระบวนการ

- วัตถุดิบที่ป้อนเข้า เช่น ขนาด ชนิด และส่วนผสมของพลาสติก เป็นต้น พลาสติกที่เหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบผลิตน้ำมัน คือ โพลิเอทธิลีน โพลิโพรพิลีน โพลิสไตรีน หรือพลาสติกจำพวกถุงหิ้ว เนื่องจากมีองค์ประกอบหลักคือ สารประกอบคาร์บอน ไฮโดรเจน โดยไม่มีคลอรีนและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสารก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมหลังจากการเผาไหม้ น้ำมันที่ได้จากการไพโรไลซีสโพลิโพรพิลีน เป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดีกว่าน้ำมันจากการไพโรไลซีส โพลิสไตรีน และโพลิเอทธิลีน ตามลำดับ ซึ่งในกระบวนการไพโรไลซีสจำเป็นต้องมีตัวเร่งปฏิกิริยา เพื่อให้กระบวนการสามารถเกิดขึ้นได้ในเวลา

อันรวดเร็ว และช่วยลดอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาในกระบวนการด้วย (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2551)

2.3.9 ข้อดีของน้ำมันที่มาจากขยะพลาสติก (พรรรัตน์ เพชรภักดี และ กฤษฎา จันทรเสนา, 2551)

- สามารถทำการปรับแต่งเครื่องจักรให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการของตลาดได้
- เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับการลดปัญหาการขาดแคลนน้ำมันในภาวะราคาที่สูงขึ้น
- เป็นการลดปัญหาปริมาณขยะพลาสติก และปัญหาการขาดแคลนพื้นที่การฝังกลบขยะ

2.3.10 ข้อกำหนดและการทดสอบน้ำมัน

การกำหนดคุณภาพของน้ำมันโดยทั่วไปนั้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกเป็นการทดสอบคุณลักษณะเชิงเคมีและเชิงกายภาพของน้ำมัน เช่น การทดสอบหาปริมาณกำมะถัน การทดสอบหาจุดวาบไฟ เป็นต้น ส่วนประเภทที่สองคือ การทดสอบคุณลักษณะในการทำงานของน้ำมัน เช่น การทดสอบค่าออกเทนในน้ำมันเบนซิน หรือค่าซีเทนในน้ำมันดีเซล การทเสอบหาความทนทานของน้ำมันเครื่องในการใช้งานเป็นต้น คุณลักษณะของน้ำมันที่สามารถทดสอบได้โดยเครื่องมือที่อาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์นั้นมีอยู่ไม่กี่ชนิด เช่น ค่าปริมาณกำมะถัน ค่าความหนืด สามารถวัดได้โดยตรงจากเครื่องมือ นอกเหนือจากนั้นแล้ว ส่วนใหญ่จะเป็นค่าที่ถูกวัดขึ้นมาโดยใช้การทดสอบที่ใช้มาตรฐานเป็นตัวกำหนด เช่นการใช้มาตรฐานของ ASTM (American Society for Testing and Materials) เป็นต้น

คุณลักษณะทั่วไปของน้ำมัน

ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) และค่าความถ่วงจำเพาะเอพีไอ (API Gravity) เป็นค่าที่มีความสำคัญในการซื้อขายน้ำมัน เนื่องจากว่าการซื้อขายน้ำมันนั้นซื้อขายในหน่วยปริมาตรที่อุณหภูมิมาตรฐาน ค่าความถ่วงจำเพาะจึงถูกนำมาใช้ในการเปลี่ยนขนาดปริมาตรของอุณหภูมิที่วัดได้มาเป็นปริมาตรที่อุณหภูมิมาตรฐาน เมื่อพิจารณาในเชิงคุณภาพของน้ำมัน ค่าความถ่วงจำเพาะนี้เมื่อใช้ร่วมกับคุณลักษณะอื่น ๆ ก็สามารถทำให้บอกองค์ประกอบของน้ำมันและความเหมาะสมในการใช้งานของน้ำมันนั้นได้ (ศิริรัตน์ จิตการค้า, 2551)

ความหนาแน่น (Density) เป็นตัวที่บ่งบอกถึงปริมาณของพลังงานเชื้อเพลิง เมื่อค่าความหนาแน่นมีค่ามากจะให้พลังงานความร้อนมาก นอกจากนี้ค่าความหนาแน่นเป็นตัวแปรสำคัญในการออกแบบระบบหัวฉีดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล

ความหนืด (Kinematic viscosity) ใช้วิธีการวัดเวลาการไหลของน้ำมัน เป็นตัวบ่งบอกความสามารถในการต้านทานต่อการไหลตัวของน้ำมัน การฉีดเป็นฝอยของหัวฉีดในห้องเผาไหม้ การฉีดเป็นฝอยขนาดเล็กจำทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ และบอกความสามารถในการหล่อลื่นผิวของน้ำมัน

จุดวาบไฟ (Flash Point) คือ ค่าอุณหภูมิต่ำสุดเมื่อเปลวไฟผ่านเหนือไอของน้ำมัน แล้วทำให้น้ำมันติดไฟ จุดวาบไฟมีผลต่อการขนส่ง เคลื่อนย้ายและการจัดเก็บ (พิศมัยและลลิตา, 2549)

จุดไหลเทและจุดน้ำมันเป็นฝ้า จุดไหลเท (Pour Point) คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังเป็นของเหลวพอที่จะไหลได้ จุดไหลเทเป็นจุดที่บอกว่า การนำเอาน้ำมันไปใช้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดไหลเทนั้นไม่สามารถทำได้ เนื่องจากไขในน้ำมันจะแยกตัวออกมาอุดทางเดินและหม้อกรอง ส่วนจุดน้ำมันเป็นฝ้า (Cloud Point) หรือจุดหมอก คือ อุณหภูมิที่ไขนั้นเริ่มตกผลึกลงมาให้เห็นเป็นฝ้า จุดน้ำมันเป็นฝ้านั้นมักจะมีค่าสูงกว่าจุดไหลเทเล็กน้อย หรืออาจเท่ากันได้ แต่การวัดจุดน้ำมันเป็นฝ้ามักใช้กับน้ำมันที่ใสกว่าน้ำมันเตา การที่ไขเริ่มตกผลึกนั้น อาจทำให้น้ำมันตกผลึกลงมาอย่างรวดเร็ว น้ำมันไม่สามารถสูบฉีดได้ แม้ว่าตัวมันเองจะยังไหลได้ดีก็ตาม

กำมะถัน (Sulphur) องค์ประกอบกำมะถันในน้ำมันเมื่อถูกเผาไหม้จะเปลี่ยนเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งถูกปล่อยออกมาพร้อมไอเสียพร้อมไอเสียจากเครื่องยนต์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จำนวนซีเทน (Cetane Number) ค่าซีเทน เป็นการวัดความสามารถในการจุดติดของเครื่องยนต์ มีผลต่อความเร็วในการจุดระเบิดได้เอง เป็นตัวที่บ่งบอกความเร็วในการจุดระเบิด ค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาตรฐานสูบเดียวของ CFR ที่สามารถปรับอัตราส่วนการอัดตัวได้ตามวิธี ASTM D-613 ซึ่งการหาค่าซีเทนโดยวิธีเดินเครื่องยนต์มาตรฐานนี้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก จึงได้มีการพัฒนาวิธีที่ง่ายกว่าและได้ผลดีมาใช้ คือ วิธีการหาค่าดัชนีซีเทน (Calculated Cetane Index) ตามมาตรฐาน ASTM D-976 (ศิริรัตน์ จิตการค้า, 2551)

เถ้าซัลเฟต (Sulphated Ash) เป็นดัชนีในการบอกถึงปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำมันไบโอดีเซล ซึ่งได้มาจากสารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นด่าง ปริมาณเถ้าซัลเฟตมีผลต่อการอุดตันของเครื่องยนต์

น้ำและตะกอน (Water and Sediment) แสดงถึงปริมาณน้ำในน้ำมัน ถ้ามีน้ำในปริมาณสูงเกินไปจะทำให้เครื่องยนต์ไม่ทำงาน เพราะน้ำทำให้การเผาไหม้ไม่ดี ส่วนตะกอนทำให้กรองเชื้อเพลิงอุดตันได้ ส่งผลถึงหัวฉีดเชื้อเพลิงและส่วนอื่นๆ ในเครื่องยนต์ให้เสียหายได้

การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion) เป็นการทดสอบการกัดกร่อนอุปกรณ์ที่ผลิตมาจากทองแดง แสดงการกัดกร่อนของน้ำมันต่อโลหะที่ใช้เป็นชิ้นส่วนในเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งค่าการกัดกร่อนนี้มีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์

ค่าความเป็นกรด (Acid Number) มีผลต่อการกัดกร่อนในเครื่องยนต์ ทำให้อายุการใช้งานของปั๊มและไส้กรองน้ำมันลดลง และแสดงถึงการเสื่อมสภาพของน้ำมันเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลติกจากปริมาณน้ำที่ปนอยู่ในน้ำมันและผลของสภาวะในการจัดเก็บ (พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล และ ลลิตา อัตนโถ, 2549)

สี (Colour) เป็นสิ่งที่เติมลงไปเพื่อให้เกิดสีสารเติมแต่ง (Additive)(ถ้ามี) เป็นสารที่เติมไปเพื่อปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งปริมาณในการการเติมต้องถูกควบคุม

2.4 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

การศึกษาถึงต้นทุนที่เกิดขึ้น รายรับที่จะได้มา ความคุ้มค่าในการลงทุนจากการก่อตั้งโรงงานนี้ โดยการศึกษาด้านนี้ต้องอาศัยข้อมูลและผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการตลาดและเทคนิคและวิศวกรรมประกอบกัน เพื่อให้ทราบถึง จำนวนเงินทั้งสินในการดำเนินการตามโครงการ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนแต่ละด้าน เช่นค่าก่อสร้าง ค่าเครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิต เป็นต้น และระยะเวลาคืนทุนเมื่อตั้งโรงงานไปแล้ว ผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี และผลตอบแทนจากการลงทุนตลอดอายุของโครงการ (อภินันท์ จันตะนี และคณะ, 2543) การวิเคราะห์ด้านการเงินประกอบด้วย

2.4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและรายรับ

ต้นทุนในการผลิตหรือค่าใช้จ่ายในการลงทุน ได้แก่ ต้นทุนในการก่อสร้างและต้นทุนในการดำเนินงาน

รายรับ คือ ผลตอบแทนที่ผู้ลงทุนได้รับจากการลงทุนหรือมูลค่ายอดขายจากการผลิต นับได้ว่าเป็นประโยชน์ทางตรงของโครงการ (Direct Benefit) ไม่ยากที่จะนับหรือวัด เนื่องจากผลประโยชน์ทางตรงของโครงการก็คือ อะไรที่โครงการตั้งใจที่จะทำให้บรรลุผลการคำนวณสามารถหาได้จาก ผลคูณของยอดขายผลผลิตกับราคาขาย ซึ่งรายได้นี้จะเกิดขึ้นตลอดอายุของโครงการ

เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการจุดประสงค์ของการวิเคราะห์ด้านการเงินเพื่อทราบว่าโครงการที่จะลงทุนมีความคุ้มค่าและเป็นไปได้ทางการเงินหรือไม่ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ตัดสินใจแบบปรับค่าของเวลา ดังต่อไปนี้

2.4.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิบ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการซึ่งอาจมีค่าเป็นลบ เป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวม หักออกด้วยมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมของโครงการนั้น หลักการตัดสินใจที่ว่าโครงการมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจและการเงินหรือไม่นั้นให้ดูที่ NPV เมื่อ NPV มากกว่า 0 หรือค่าเป็นบวกแสดงว่าโครงการนั้นมีความเหมาะสมในการลงทุน โดย NPV สามารถแสดงดังสมการที่ 2.1

$$NPV = \sum_{i=1}^{n}(NCF_i \times a_i)$$

โดยที่ *NCF* = กระแสเงินสดรับสุทธิในปี *i*

i = ปีการดำเนินงาน

n = จำนวนปีที่ผลตอบแทนเงินสดสุทธิ

a_i = อัตราดอกเบี้ย

เกณฑ์ตัดสินใจในโครงการลงทุน

ถ้า	NPV	>	0	คุ้มค่าแก่การลงทุน
	NPV	<	0	ไม่สมควรลงทุน
	NPV	=	0	ค่าเท่ากันต้องดูปัจจัยอื่นประกอบ

2.4.3 อัตราผลตอบแทนของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนของโครงการคืออัตราคิดลดที่จะทำให้ผลตอบแทน และค่าใช้จ่าย ที่คิดลดเป็นค่าปัจจุบันแล้วเท่ากัน ซึ่งอัตราความสามารถของเงินลงทุนที่จะก่อให้เกิดรายได้คุ้มกับการลงทุนเพื่อการนั้นพอดี

$$IRR = i_1 + \frac{\mathrm{PV}(i_2 - i_1)}{\mathrm{PV} + \mathrm{NV}})$$

โดยกำหนดให้ i = อัตราดอกเบี้ย

PV = NPV (มีค่า +) ที่อัตราส่วนลดค่าต่ำกว่า (i_1)

NV = NPV (มีค่า -) ที่อัตราส่วนลดค่าสูงกว่า (i_2)

การพิจารณาตัดสินใจลงทุนกระทำโดยนำค่า IRR ไปเปรียบเทียบกับอัตราค่าเสียโอกาสของเงินทุนซึ่งอาจเป็นอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ของสถาบันการเงิน อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ธุรกิจยอมรับได้ หรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในระยะเวลาตามที่กฎหมายกำหนด อาทิอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล

หลักเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนมีดังนี้

IRR	>	i	คุ้มค่าแก่การลงทุนและยอมรับข้อเสนอโครงการ

IRR < i ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนและไม่ยอมรับข้อเสนอโครงการ

IRR = i ค่าเท่ากันต้องดูปัจจัยอื่นประกอบ

การคำนวณหา IRR ให้ใช้การลองผิดลองถูก (Trial and Error) ควบคู่กับการเข้าสูตรบัญญัติไตรยางศ์ประมาณค่าในช่วง (Interpolation) โดยต้องดู NPV เป็นหลัก

อนึ่ง ในกรณีเป็นการวิเคราะห์โครงการของรัฐบาลจะใช้ค่า EIRR (Economic Internal Rate of Return) แทนค่า IRR โดยรายการต้นทุนและผลประโยชน์นำมาคำนวณหาค่า EIRR นั้นต้องเป็นรายการทางเศรษฐกิจ ไม่ใช่รายการทางการเงิน

2.4.4 ระยะคืนทุน (Payback Period: PB)

ระยะเวลาคืนทุนเป็นเกณฑ์ที่คำนึงระยะเวลาที่ผลประโยชน์สุทธิจากการดำเนินงาน (ผลกำไรที่แต่ละปีเท่ากัน โดยเป็นกำไรสุทธิหลังหักภาษี ดอกเบี้ย และค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์) เท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนครั้งแรกของโครงการ นั่นคือการพิจารณาจำนวนปีที่ได้รับประโยชน์กับค่าใช้จ่ายในการลงทุน ดังนั้นหากลงทุนแล้วผลประโยชน์คุ้มกับจำนวนเงินที่ลงทุนได้เร็วยิ่งดี เกณฑ์การตัดสินใจแบบระยะเวลาคืนทุนนิยมใช้ในวงการธุรกิจที่มีความเสี่ยงสูง กรณีที่ผู้ประกอบการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยยังไม่ขอลิขสิทธิ์ และนำสินค้าเข้าตลาดอาจถูกลอกเลียนแบบได้ หรือธุรกิจที่มีเทคโนโลยีเกิดขึ้นใหม่รวดเร็ว ดังนั้นนักลงทุนต้องเลือกโครงการที่มีผลประโยชน์คืนเร็วในระยะเวลาอันสั้นซึ่งสามารถหาค่าได้ดังสมการที่ 2.3

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก}}{\text{ผลตอบแทนเฉลี่ยสุทธิต่อปี}}$$

เกณฑ์การพิจารณา คือ ระยะเวลาคืนทุนยิ่งสั้นยิ่งเป็นผลดีต่อโครงการ

ข้อบกพร่องของเกณฑ์ระยะเวลาคืนทุน คือ เกณฑ์นี้ไม่ได้พิจารณาผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นหลังระยะเวลาคืนทุน ไม่สามารถวัดความสามารถการทำกำไรของโครงการแต่ชี้ให้เห็นถึงสภาพคล่องเท่านั้น เกณฑ์นี้ไม่ให้ความสำคัญกับมูลค่าของเงินทั้งด้านค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นต่างเวลากัน

วิเคราะห์ความไวของโครงการ (Sensitivity Analysis) (ประสิทธิ์ ตงยิ่งศิริ 2545) เป็นการวิเคราะห์ดูว่าปัจจัยใดมีผลกระทบต่อโครงการ ถ้าปัจจัยนั้นๆมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เช่น ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือยอดขายลดลงกว่าที่คาดคะเนไว้ ผลการวิเคราะห์จะแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความทนทานต่อความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด

2.4.4 อัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน (Benefit – Cost Ratio: B/C)

เป็นอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนกับมูลค่าในปัจจุบันของผลประโยชน์กับผลรวมของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ โดยใช้สูตร คือ

$$B/C = \frac{\sum_{t=n}^{n} B_t /(1-r)^t}{\sum_{t=n}^{n} C_t /(1-r)^t}$$

โดยกำหนดให้ B_t = ผลตอบแทนในงวดที่ t

C_t = ค่าใช้จ่ายในงวดที่ t

r = อัตราคิดลด

t = รอบระยะเวลาของโครงการคืองวดที่ 1, 2, ….., n

n = อายุทางเศรษฐกิจของโครงการ

หลักเกณฑ์มีดังนี้

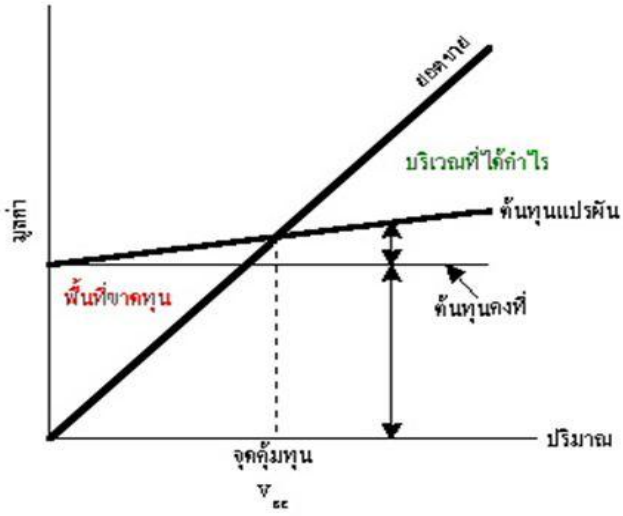
B/C > 1 แสดงว่าการลงทุนของโครงการมีความเหมาะสมและคุ้มค่าต่อการลงทุน

B/C < 1 แสดงว่าการลงทุนของโครงการพอมีความเป็นไปได้

B/C = 1 แสดงว่าผลประโยชน์ของโครงการที่ได้ไม่คุ้มทุน

2.4.5 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (Break Even Point Analysis: BEP)

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (พรพิมล, 2545) เป็นวิธีการรูปแบบหนึ่งที่ใช้แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจ เป็นการใช้กราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรบนแกน X และแกน Y หรืออาจจะแสดงสมการทางพีชคณิต (สมการด้านซ้ายต้องเท่ากับสมการด้านขวาเสมอ) เช่น แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ ปริมาณการขาย ค่าใช้จ่ายซึ่งอยู่ในรูปของต้นทุน ดำเนินการ ยอดขาย จำนวนหน่วยขาย เป็นต้น ในด้านต้นทุนที่จะนำมาใช้ในการพิจารณาจุดคุ้มทุน แบ่งออกเป็น ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost)



รูปที่ 2.47 ภาพแสดงจุดคุ้มทุน

2.5 การใช้พลังงานของประเทศไทย

2.5.1 สถานการณ์การใช้พลังงานในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง ภาคการท่องเที่ยวและการบริการ เพื่อรองรับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมีปัจจัยสนับสนุนทั้งทางเศรษฐกิจโลกที่ฟื้นตัว และอุปสงค์ภายในประเทศ ซึ่งส่งผลต่อสถานการณ์การใช้พลังงานภายในประเทศแทบทั้งสิ้น

สำหรับภาคเศรษฐกิจที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดคือ ภาคอุตสาหกรรม ร้อยละ 37 รองลงมาคือภาคขนส่ง ร้อยละ 35 ภาคธุรกิจและครัวเรือน ร้อยละ 23 และภาคการเกษตร ร้อยละ 5 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2010) รูป สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายจำแนกตามภาคเศรษฐกิจ ปี 2010

การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้าย หมายถึง พลังงานขั้นสุดท้ายที่ผู้บริโภคใช้โดยไม่รวมถึงเชื้อเพลิงที่นำไปใช้ในการผลิตพลังงานขั้นทุติยภูมิ เช่น พลังงานไฟฟ้าผลิตจากก๊าซธรรมชาติ จะคิดเฉพาะปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

สำหรับประเทศไทยมีแนวโน้มการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยมีการพึ่งพาน้ำมันสำเร็จรูปมากที่สุด เนื่องจากเศรษฐกิจไทยมีการขยายตัวตามเศรษฐกิจของโลกจึงส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมปรับตัวดีขึ้น รองลงมาคือ ไฟฟ้า ซึ่งใช้มากในภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจและครัวเรือน ตามด้วยถ่านหินนำเข้า ก๊าซธรรมชาติ ลิกไนต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 2.9 และคาดว่าใน

อนาคต การใช้พลังงานที่กล่าวมาจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจในประเทศไทย (กระทรวงพลังงาน, 2553)

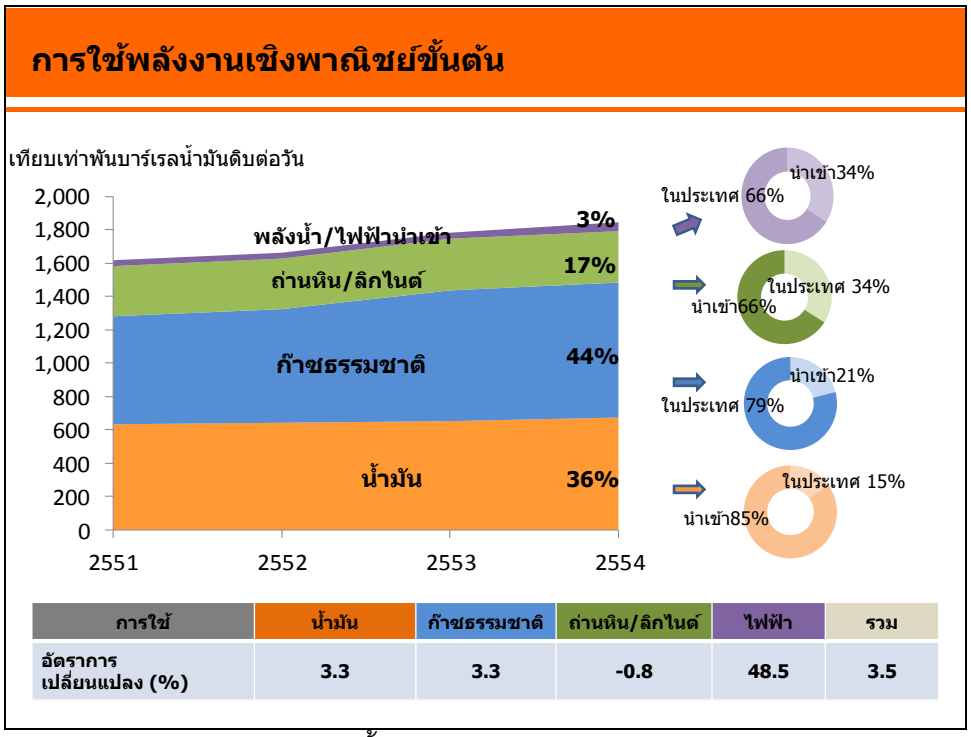
ตารางที่ 2.5 การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้าย ในปี 2549 – 2553

ชนิดพลังงาน	ปริมาณใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้าย (เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน)[a]				
	2549	2550	2551	2552	2553
น้ำมันสำเร็จรูป	638	652	629	640	650
ก๊าซธรรมชาติ	59	74	87	106	123
ถ่านหินนำเข้า	91	108	125	133	138
ลิกไนต์	29	21	20	20	19
ไฟฟ้า	223	233	236	237	262
รวม	1040	1088	1097	1136	1192

หมายเหตุ: [a]หน่วย “เทียบเท่าบาร์เรลน้ำมันดิบ” หรือ BOE (Barrel of oil equivalent) หมายถึงการปรับเทียบพลังงานชนิดต่างๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ให้เทียบเท่าน้ำมันดิบ ตัวอย่างเช่น ก๊าซธรรมชาติ 1 ล้านลูกบาศก์ฟุต เทียบเท่าน้ำมันดิบ 174.4 บาร์เรล

ที่มา : กระทรวงพลังงาน, 2553

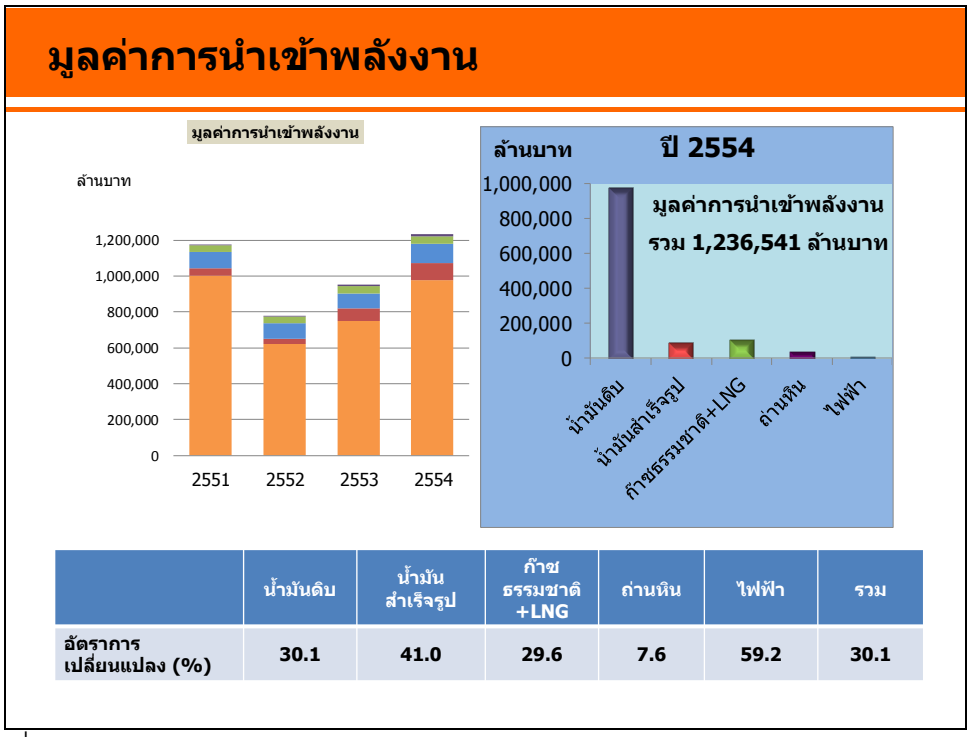
สำหรับปี 2554 ประเทศมีการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้นทั้งหมด 1,856 เทียบเท่าพันบาร์เรลน้ำมันดิบต่อวัน ซึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.1 เมื่อเทียบเท่ากับปี 2553



รูปที่ 2.48 การใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นต้น ปี 2554 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2554)

โดยก๊าซธรรมชาติมีสัดส่วนการใช้มากที่สุดถึงร้อยละ 44 รองลงมาเป็นน้ำมันร้อยละ 36 ตามด้วยถ่านหิน/ลิกไนต์ และพลังน้ำ/ไฟฟ้านำเข้าร้อยละ 17 และ 3 ตามลำดับ สำหรับพลังงานน้ำ/ไฟฟ้านำเข้าที่มีการใช้สูงขึ้นจากปี 2553 ถึงร้อยละ 48.2 เนื่องจากมีการผลิตไฟฟ้าจากโรงงานพลังงานน้ำและรับซื้อไฟฟ้าจากประเทศลาวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะเพื่อชดเชยก๊าซธรรมชาติที่ลดลงจากเหตุการณ์ท่อส่งก๊าซธรรมชาติรั่วในอ่าวไทยประกอบกับปริมาณแหล่งก๊าซธรรมชาติที่ลดลงภายในประเทศ

สำหรับมูลค่าการนำเข้าพลังงานในปี 2554 มีมูลค่ารวม 1,247,217 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2553 อยู่ 295,225 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.0 (รูปที่ 2.3) โดยเป็นมูลค่าการนำเข้าน้ำมันดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 31.0 เนื่องจากราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกที่สูงขึ้น เพราะปัญหาความไม่สงบภายในประเทศผู้ผลิตน้ำมันหลายประเทศ มูลค่าการนำเข้าไฟฟ้าโดยคิดเป็นมูลค่าการนำเข้าไฟฟ้ามากที่สุดถึงร้อยละ 56.4 เนื่องจากมีการนำเข้าไฟฟ้าจากเขื่อนน้ำงึมประเทศลาวตั้งแต่เดือนมีนาคม 2554 และมีมูลค่าการนำเข้าก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นเนื่องจากเริ่มมีการนำก๊าซธรรมชาติเหลว (LNG) เป็นครั้งแรกตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2554 เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าและ NGV



	น้ำมันดิบ	น้ำมันสำเร็จรูป	ก๊าซธรรมชาติ +LNG	ถ่านหิน	ไฟฟ้า	รวม
อัตราการเปลี่ยนแปลง (%)	30.1	41.0	29.6	7.6	59.2	30.1

รูปที่ 2.49 มูลค่าการนำเข้าพลังงาน ปี 2554 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2554)

2.5.2 ภาพรวมของพลังงานแต่ละชนิดในปัจจุบัน

1. น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป

น้ำมันดิบ ปี 2554 มีปริมาณนำเข้าอยู่ที่ระดับ 791 พันบาร์เรลต่อวัน ลดลงร้อยละ 3.1 โดยที่น้ำมันสำเร็จรูปกลับมีการนำเข้าเพิ่มขึ้นจากปี 2553 ร้อยละ 3.2 โดยการใช้น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน และ LPG (ไม่รวมการใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี) ในขณะที่การใช้น้ำมันเตาและน้ำมันเบนซินลดลง อาจเป็นเพราะปัจจุบันผู้ใช้รถบางส่วนหันมาใช้ NGV แทนน้ำมันเบนซิน

2. ก๊าซธรรมชาติ

ในปัจจุบันก๊าซธรรมชาติที่สามารถจัดหาได้ภายในประเทศคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 80 ของปริมาณการจัดหาทั้งหมด ที่เหลือร้อยละ 20 เป็นการนำเข้าจากพม่าแทบทั้งสิ้น ในปี 2554 ปริมาณการใช้อยู่ที่ระดับ 4,158 ล้านลูกบาศก์ฟุต เพิ่มขึ้นจากปี 2553 ร้อยละ 2.9 โดยเป็นการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าร้อยละ 60 ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและอื่นๆ ร้อยละ 21 ใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมและรถยนต์ (NGV) ร้อยละ 14 และ 6 ตามลำดับ

3. ถ่านหิน

ในปี 2554 การผลิตลิกไนต์ปริมาณ 36 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปี 2553 ร้อยละ 2.0 โดยร้อยละ 80 ของการผลิตลิกไนต์ในประเทศผลิตจากเหมืองแม่เมาะของ กฟผ. ซึ่งจะนำไปใช้ใน

การผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะทั้งหมด ส่วนที่เหลือร้อยละ 20 เป็นการจากเหมืองเอกชน นอกจากจะใช้ลิกไนต์ถ่านหินในการผลิตไฟฟ้าแล้ว ที่เหลือจะถูกนำไปใช้ภาคอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การผลิตปูนซีเมนต์ กระดาษ อุตสาหกรรมอาหาร และอื่นๆ เป็นต้น

4. ไฟฟ้า

กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าในปี 2554 อยู่ที่ 31,447 เมกะวัตต์ เพิ่มขึ้นจากปี 2553 ซึ่งอยู่ที่ 30,920 เมกะวัตต์หรือเพิ่มขึ้น 527 เมกะวัตต์ โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีกำลังการผลิตติดตั้งสูงสุดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 48 รองลงมาคือผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (IPP) ร้อยละ 38 ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP) ร้อยละ 7 และซื้อไฟจากต่างประเทศร้อยละ 7

5. พลังงานทดแทน

จากการที่ประเทศไทยมีการใช้พลังงานมากขึ้นตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ แต่ในขณะเดียวกันแหล่งพลังงานเชื้อเพลิง ไม่ว่าจะเป็นน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติเริ่มร่อยหรอลงทุกวัน การหันมาใช้พลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานจากชีวมวล จึงเป็นอีกหนทางหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาการขาดแคลนพลังงาน และช่วยลดปัญหาด้านมลพิษที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในปัจจุบันได้อีกด้วย ในปัจจุบันใช้พลังงานทดแทนเป็นอีกหนึ่งนโยบายที่รัฐบาลให้การส่งเสริมเป็นอย่างมาก ซึ่งพลังงานทดแทนที่ใช้ในปี 2554 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 จากปี 2553

2.5.3 แหล่งสำรองพลังงานในประเทศไทย

แหล่งสำรองพลังงานที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีการสำรวจและพิสูจน์แล้ว มีปริมาณสำรองไม่มากนักเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ของประเทศ จึงต้องอาศัยการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศในสัดส่วนร้อยละ 60 ของปริมาณความต้องการร่วม โดย ณ สิ้นปี 2540 ประเทศมีแหล่งสำรองพลังงานที่พิสูจน์แล้วคงเหลือ (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2542)

1. น้ำมันดิบ มีปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้ว 17 พันล้านลิตร ซึ่งปริมาณสำรองที่มีอยู่ไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการใช้ในแต่ละปี

แหล่งน้ำมันมีปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วตามแหล่งต่างๆ ณ สิ้นปี 2540 ดังนี้

อ่าวไทย	7.6	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ภาคกลาง	9.1	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ภาคเหนือ	0.3	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
รวม	17.0	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ

2. ก๊าซธรรมชาติ มีปริมาณสำรองพิสูจน์แล้ว 356 พันล้านลิตร ซึ่งหากปริมาณการใช้ไม่เปลี่ยนแปลงและไม่มีการค้นพบเพิ่มเติมแล้ว คาดว่าจะใช้ไปได้อีกประมาณ 22 ปี

แหล่งก๊าซธรรมชาติมีปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วตามแหล่งต่างๆ ณ สิ้นปี 2540 ดังนี้

อ่าวไทย	222.8	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
โคราช	17.2	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ภาคกลาง	5.8	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
พื้นที่พัฒนาร่วมไทย – มาเลเซีย	110.8	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
รวม	356.6	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ

3. ถ่านหิน (ลิกไนต์) ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ประโยชน์แล้วมีปริมาณสำรองที่ประเมินแล้วคงเหลือ 1,676

พันล้านลิตร แบ่งเป็นเหมืองของ กฟผ. 1,495 พันล้านลิตร และเหมืองเอกชน 181 พันล้านลิตร ซึ่งปริมาณการใช้ไม่เปลี่ยนแปลงและไม่มีการค้นพบเพิ่มเติมแล้ว คาดว่าจะใช้ไปได้อีกประมาณ 62 ปี

แหล่งถ่านหิน (ลิกไนต์) ที่พัฒนาขึ้นมาใช้แล้ว มีปริมาณสำรองที่คงเหลือตามแหล่งต่างๆ ณ สิ้นปี 2540 ดังนี้

ภาคเหนือ	1,544.9	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ภาคกลาง	1.0	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
ภาคใต้	130.3	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ
รวม	1,676.2	พันล้านลิตรเทียบเท่าน้ำมันดิบ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤตภาศ มงคลธำรงกุล (2552) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบโครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้าจากเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล และโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจากเทคโนโลยีไพโรไลซิส ผลการวิเคราะห์ทางด้านการเงินพบว่า โครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้า ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ส่วนผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์นั้นสามารถลงทุนได้ แต่ก็ให้ผลตอบแทนที่น้อยกว่าอัตราส่วนลดที่กำหนด สำหรับโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันมีผลการวิเคราะห์ที่ดีคุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งทางด้านการเงินและเศรษฐศาสตร์ สำหรับข้อด้อยของการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้า คือ ไม่สามารถใช้ศักยภาพได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากการเก็บขนขยะยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ส่วนการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันคือเรื่องประสิทธิภาพและการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตน้ำมัน อุปสรรคของการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้า คือ เงินลงทุน และการสูญเสียพลังงานจากการผลิต ระบบส่ง และระบบจำหน่าย อุปสรรคของการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันคือ คุณภาพของน้ำมันที่ผลิตได้

กัมปนาท ปราศราคี (2549) ทำการศึกษาเรื่อง เชื้อเพลิงสะอาดจากยางรถยนต์ใช้แล้วโดยวิธีดำเนินการสองขั้น : ไฮโดรดีซัลเฟอรไรเซชันและไพโรไลซิสทำการทดลองโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.4 เซนติเมตร ยาว 81 เซนติเมตร การทดลองเบื้องต้นโดยการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^4 เป็นการศึกษาผลของตัวแปรต่อไพโรไลซีสของยางรถยนต์ได้แก่ เวลา 10 – 30 นาที อุณหภูมิ 400 - 500 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของแก๊ส 1 - 2 ลิตรต่อนาที และชนิดแก๊ส (แก๊สไนโตรเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์) มีเพียงอุณหภูมิเท่านั้นที่มีผลต่อร้อยละผลได้ของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นส่งผลให้ร้อยละผลได้ของเหลวลดลง และการเพิ่มอุณหภูมิมีผลทำให้ร้อยละผลได้ของแนฟทาและเคโรซีนเพิ่มขึ้น และร้อยละผลได้ของกากน้ำมันหนักลดลง ผลิตภัณฑ์น้ำมันเบามีการแจกแจงจุดเดือดอยู่ระหว่าง น้ำมันแก๊สโซลีน และน้ำมันดีเซล โดยผลการทดลองมีร้อยละผลได้ของแข็ง 30.1 – 33.3 ร้อยละผลได้ของเหลว 43.9 - 65.0 ร้อยละผลได้แก๊ส 1.3 – 25.0 ภาวะที่เหมาะสมคือ ร้อยละผลได้ของเหลว 65 มีปริมาณแนฟทา ร้อยละ 27.8 เคโรซีน ร้อยละ 6.2 แก๊สออยล์เบาร้อยละ 26.0 แก๊สออยล์ร้อยละ 4.5 และกากน้ำมันร้อยละ 35.6 องค์ประกอบหลักของผลิตภัณฑ์แก๊สได้แก่ แก๊สไฮโดรคาร์บอน C_1 – C_5 กระบวนการดำเนินการแบบสองขั้นเป็นวิธีปรับปรุงคุรภาพของผลิตภัณฑ์เหลว(น้ำมัน) โดยเป็นไฮโดรดีซัลเฟอไรเซชัน จากนั้นต่อเนื่องด้วยไพโรไลซีสภายใต้บรรยากาศของแก๊สผสมระหว่างไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สไฮโดรเจน โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา 3 ชนิด คือ ไอร์ออน (III) ซัลไฟด์ นิกเกิลโมลิบดินัมและโดโลไมต์ บนถ่านกัมมันต์ การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้องค์ประกอบส่วนที่เบา ได้แก่ แนฟทา และเคโรซีนเพิ่มขึ้นและกากน้ำมันลดลง ตัวเร่งปฏิกิริยานิกเกิลโมลิบดินัมสำหรับไฮโดรไพโรไลซิสและไฮโดรดีซัลเฟอไรเซชัน สามารถลดปริมาณกำมะถันในน้ำมันเบาได้

จำนงค์ ธำรงมาศ และมนัส แซ่ด่าน (2550) ทำการศึกษาเรื่อง การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก ได้ทำการทดลองเผาพลาสติกเมื่อใช้อุณหภูมิประมาณ 300 – 400 °C ทำการทดลองเงื่อนไขความดันในท่อเตาเผาตั้งแต่ 3 atm ถึง 5 atm และความดันในแผงควบแน่นตั้งแต่ 0 - 2.5 atm พบว่าปริมาณน้ำมันสังเคราะห์ที่ได้อยู่ในอัตราน้ำมันโดยประมาณ 1 ลิตรต่อพลาสติก 1 กิโลกรัม หรือประมาณ 84 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก น้ำมันสังเคราะห์นี้จัดได้เป็นสองส่วนคือ

1. ส่วนที่เป็นน้ำมันเบนซินมีปริมาณอยู่ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันสังเคราะห์ทั้งหมดและมี Hexane เป็นส่วนประกอบหลัก ไม่พบสารประกอบอะโรแมติก Benzene
2. ส่วนที่เป็นน้ำมันดีเซลมีมาตรฐานเดียวกับน้ำมันดีเซลทั่วไปในท้องตลาด มีความถ่วงจำเพาะความหนืด จุดวาบไฟต่ำกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป สอดคล้องกับการวิเคราะห์เชิงเคมี น้ำมันสังเคราะห์นี้มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไปส่วนค่าจำนวนซีเทนของน้ำมันดีเซลสังเคราะห์สูงกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป น้ำมันดีเซลสังเคราะห์นี้จะมีสมบัติในการติดไฟดีกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป

น้ำมันสังเคราะห์ในส่วนที่เป็นดีเซลมีคุณภาพดีกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไปในท้องตลาดเพราะไม่มีส่วนประกอบของกำมะถันและเบนซิน และน้ำมันสังเคราะห์ในส่วนที่เป็นเบนซินมีความสามารถในการติดไฟลุกไหม้ได้ดีกว่าน้ำมันเบนซินในท้องตลาด กระบวนการเผาพลาสติกให้เป็นเชื้อเพลิงแบบ Pyrolysis นี้มีความคุ้มค่าในแง่เชิงเศรษฐกิจ เนื่องจากมีค่าอัตราตอบแทนภายในสูงถึง 48.2% มีช่วงเวลาคืนทุน 1.8 ปีและยิ่งคุ้มค่ามากขึ้นเมื่อนำระบบนี้มาใช้เพื่อกำจัดขยะพลาสติก

จำนงค์ ธำรงค์มาศ (2552) ทำการทดลองเผาเม็ดพลาสติก PP และ PE ทำการทดลองหาข้อมูลตัวแปรสำคัญคือ อุณหภูมิและความดันที่สามารถเผาได้อย่างต่อเนื่องในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยเปลี่ยนอุณหภูมิของตัวเตาเผาและของหอกลั่นอยู่ในช่วงประมาณ 300-600 องศาเซลเซียส เปลี่ยนความดันในตัวเตาเผากับหอกลั่นตั้งแต่ 3 atm ถึง 5 atm และความดันในระบบควบแน่นตั้งแต่ 0 - 3 atm พบเงื่อนไขที่ดีที่สุดคือ อุณหภูมิที่หัวฉีดเฉลี่ย 200 องศาเซลเซียส ที่ตัวเตาเผาเฉลี่ย 550 องศาเซลเซียสและที่หอกลั่นเฉลี่ย 550 องศาเซลเซียส ความดันในหอกลั่นและในระบบควบแน่นเป็น 5 atm และ 3 atm ตามลำดับ ได้ผลผลิตคือ ก๊าซเชื้อเพลิง เฉลี่ยประมาณ 0.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ด้วยการเผาพลาสติก 10 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อนำไปทดลองเผาให้ลุกไหม้พบว่าจุดติดไฟได้ดีและให้ความร้อนสูงกว่าก๊าซหุงต้มที่มีในท้องตลาด น้ำมันสังเคราะห์ ที่ได้เป็นน้ำมันเบนซินต่อดีเซลในอัตราส่วนเฉลี่ย 3/24 โดยน้ำหนัก หรือเป็นดีเซลประมาณ 8.89 กิโลกรัมต่อชั่วโมงและเป็นเบนซินประมาณ 1.11 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีค่าความร้อนเท่ากับ 10,260 กิโลแคลอรี และ 10,520 กิโลแคลอรี ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล สำหรับน้ำมันดีเซลมีความถ่วงจำเพาะและจุดวาบไฟต่ำ

กว่ามาตรฐาน แสดงว่ามีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่าน้ำมันดีเซลในท้องตลาด ส่วนค่าซีเทนของน้ำมันดีเซลสังเคราะห์สูงกว่าน้ำมันดีเซลในท้องตลาด แสดงว่าลุกไหม้ติดไฟได้ดีกว่าน้ำมันดีเซลในท้องตลาด

น้ำมันสังเคราะห์มีคุณภาพดีกว่าน้ำมันดีเซลทั่วไป เพราะไม่มีส่วนประกอบของกำมะถันและน้ำมันเบนซิน และน้ำมันสังเคราะห์ที่เป็นเบนซินมีความสามารถในการติดไฟลุกไหม้ได้ดีกว่าน้ำมันเบนซินทั่วไปกระบวนการเผาพลาสติกให้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงแบบไพโรไลซีส มีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจ เนื่องจากมีค่าอัตราผลตอบแทนภายในสูงถึง 36.64% มีช่วงเวลาคืนทุน 2.2 ปี แต่ยิ่งคุ้มค่ามากขึ้นเมื่อนำระบบนี้มาใช้เพื่อกำจัดขยะพลาสติก

Mani, M., Subash, C., and Nagarajan, G. (2009) ได้ทำการศึกษาลักษณะการทำงานการปล่อยมลพิษและการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลโดยใช้น้ำมันจากขยะพลาสติก โดยคุณสมบัติของน้ำมันที่ได้จากขยะพลาสติกถูกวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม พบว่า มีคุณสมบัติคล้ายน้ำมันดีเซลที่ใช้ในปัจจุบัน น้ำมันจากขยะพลาสติกถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซลโดยไม่มีการดัดแปลงใด ๆ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะการทำงาน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลักษณะการเผาไหม้ การทำงานของกระบอกสูบ 4 จังหวะ การทำงานของเครื่องทำความเย็น โดยให้เครื่องยนต์ดีเซลวิ่งด้วยน้ำมันจากขยะพลาสติก จากการทดสอบพบว่ามีเสถียรภาพในการทำงานที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนเบรคคล้ายกับดีเซล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสารไฮโดรคาร์บอนเผาไหม้ได้เล็กน้อยสูงกว่ามาตรฐานเครื่องยนต์ดีเซล การปลดปล่อยก๊าซพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ของน้ำมันจากขยะพลาสติกสูงกว่าน้ำมันดีเซล ควันลดลงประมาณ 40% ถึง 50% ในน้ำมันจากขยะพลาสติกที่โหลดทั้งหมด

Miskolczi, N. et al., (2009) ได้ทำการศึกษาเรื่อง เชื้อเพลิงโดยกระบวนการ ไพโรไลซิสจากขยะพลาสติกจากภาคเกษตรและการบรรจุภัณฑ์ โดยขยะพลาสติกถูกย่อยสลายในเครื่องปฏิกรณ์ที่อุณหภูมิ 520 องศาเซลเซียส ใช้อัตราการป้อนขยะ 9.0 กิโลกรัมต่อชั่วโมง วัตถุดิบที่ใช้ถูกเก็บรวบรวมโดยการคัดเลือกของเสียจากการเกษตรและอุตสาหกรรมการบรรจุภัณฑ์ ใช้ ZSM-5 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ด้วยความเข้มข้น 5.0% ผลิตภัณฑ์ที่ถูกแยกออกจะอยู่ในรูปของ ก๊าซ เบนซิน น้ำมันเบาและน้ำมันหนัก โดยการกลั่นขยะพลาสติก ที่อาจจะแปลงเป็นน้ำมันเบนซินและ light oil อยู่ที่ 20 - 48% ถึง 17% - 36% ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ที่ใช้ ผลิตภัณฑ์และของเหลวมีส่วนสำคัญของไฮโดรคาร์บอนไม่อิ่มตัว โอเลฟินเป็นหลัก สำหรับการทดลองนี้มี ZSM-5 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงออกมาในเศษส่วนที่มีน้ำหนักเบา (โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันเบนซิน) อาจจะเพิ่มขึ้นอย่างมากและจะมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยแต่ละส่วนลดลง น้ำมันเบนซินมีไฮโดรคาร์บอน C5 - C15 ในขยะที่ light oil มี C12 - C28 ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้ส่งผลให้เกิดการก่อตัวของ i - butane ในก๊าซและ

ได้รับผลการเกิดเป็นสารประกอบของเบนซิน และ light oil คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์มีข้อได้เปรียบสำหรับการใช้งานเหมือนเชื้อเพลิงและสามารถเพิ่มผลผลิตสู่โรงกลั่น ในขณะที่ก็มีความเป็นไปได้สำหรับการใช้ประโยชน์ต่อไปของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการไพโรไลซิส ได้รับผลกระทบจากแหล่งและคุณสมบัติของวัตถุดิบของเสียโพลีเอทเทอร์ลีนจากการเกษตรประกอบด้วยองค์ประกอบบางอย่างจากปุ๋ย (N, S, P และ Ca) ซึ่งอาจจะไม่สามารถเอาออกจากผิวของวัตถุดิบโดยการทำความสะอาดก่อน (การล้าง) ในกรณีที่มีความเข้มข้นของ N, S, P และ Ca สามารถตรวจวัดได้ในผลิตภัณฑ์ทั้งหมด แต่ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้มีการลดความเข้มข้นของสิ่งสกปรก เบนซิน light oil และน้ำมันหนัก มีค่าไนโตรเจนอิสระและกำมะถันต่ำกว่า 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสของโพลีโพรพิลีนของเสียจากบรรจุภัณฑ์

Zhang, G. et al., (2007) ทำการศึกษาโอกาสและสถานะปัจจุบันของขยะรีไซเคิลพลาสติกและเทคโนโลยีสำหรับการแปรรูปเป็นน้ำมันในประเทศจีน โดยนำเสนอสถานการณ์ปัจจุบันของการรีไซเคิลขยะพลาสติกและเทคโนโลยีของการแปลงขยะพลาสติกเป็นน้ำมันในประเทศจีน กระบวนการไพโรไลซิสและการเร่งปฏิกิริยาไพโรไลซิสเป็นวิธีที่ถูกประเมินค่าในด้านของเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ เงื่อนไขของโรงงานที่ถูกสร้างสำหรับการเปลี่ยนขยะพลาสติกเป็นน้ำมันได้แก่ ระบบการขนขยะ ระยะทางการขนส่งของขยะพลาสติก วิธีการจำแนกและการควบคุมมลพิษ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินทางเทคโนโลยีและเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสมของการนำขยะพลาสติกมาผลิตเป็นน้ำมัน มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการของเทคโนโลยีการผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกของสถานที่แต่ละแห่งที่ได้ดำเนินการแล้ว ประเมินถึงศักยภาพการนำขยะเทศบาลและขยะจากหลุมฝังกลบเอกชนบางแห่งเพื่อนำไปสู่การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง และประเมินทางเศรษฐศาสตร์ที่เหมาะสมของการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์จากผู้ประกอบการและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1 การรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการศึกษาวิจัย

1. เทคโนโลยีแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย (Secondary Data)

ได้ศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทยโดยกระบวนการไพโรไลซิสจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันของเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี เทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก เทศบาลเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น เทศบาลหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์และเทศบาลเมืองระยอง จังหวัดระยอง ในประเทศ ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 800 – 16,000 กิโลกรัมต่อวัน ผล ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 – 10,400 ลิตรต่อวัน

2. ข้อมูลขยะทั่วประเทศไทยและองค์ประกอบ (Secondary Data)

ศึกษาและรวบรวมข้อมูลแหล่งขยะที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 9 ตันต่อวัน หรือมีขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามากกว่า 50,000 ตัน โดยศึกษาข้อมูลปริมาณขยะสดและขยะจากหลุมฝังกลบเก่า จากกองขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และบริษัทเอกชนบางแห่ง

3. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (Secondary Data)
    - ศึกษาและรวบรวมข้อมูลราคาเครื่องจักรในการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงของผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน

- ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการนำขยะเก่าจากหลุมฝังกลบและค่าใช้จ่ายเพื่อประเมินต้นทุนของขยะพลาสติกวัตถุดิบ

3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.2.1 เทคโนโลยีผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก

1. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงของผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 800 – 16,000 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 – 10,400 ลิตรต่อวัน

2. ศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส โดยคุณสมบัติมาตรฐานของน้ำมันดีเซล

3.2.2 ขยะพลาสติก

1. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณและองค์ประกอบขยะพลาสติกจากแหล่งขยะที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 9 ตันต่อวัน หรือมีขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามากกว่า 50,000 ตัน โดยศึกษาข้อมูลปริมาณขยะสดและขยะจากหลุมฝังกลบเก่า จากกองขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และบริษัทเอกชนบางแห่ง

2. ประเมินศักยภาพการนำขยะเทศบาลและขยะจากหลุมฝังกลบเอกชนบางแห่งเพื่อนำไปสู่การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง

3.2.3 เศรษฐศาสตร์

ศึกษาวิเคราะห์หาความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

3) อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR)

บทที่ 4

ผลและการวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 เทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

จากศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทย โดยกระบวนการไพโรไลซิสจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 800 – 16,000 กิโลกรัมต่อวัน ได้ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 – 10,400 ลิตรต่อวัน มีดังนี้

1. โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนด์สปา จังหวัดกาญจนบุรี ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวัน
2. บริษัท ซีแซดพัฒนา จำกัด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 2,500 ลิตรต่อวัน
3. บริษัท พร้อมมาก จำกัด ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 3,000 ลิตรต่อวัน
4. บริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน) อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ขนาดกำลังการผลิต 15 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 9,000 ลิตรต่อวัน
5. บริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 4,600 ลิตรต่อวัน
6. บริษัท ศรีเบญจลักษ์ จำกัด โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ขนาดกำลังผลิต 6 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมัน 4,500 ลิตรต่อวัน
7. บริษัท เมืองสะอาด จำกัด โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลเมืองวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี ขนาดกำลังผลิต 10 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมัน 6,000 ลิตรต่อวันและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ขนาดกำลังผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมัน 10,400 ลิตรต่อวัน
8. บริษัท ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์ จำกัด โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเทศบาลเมืองระยอง จังหวัดระยอง และเทศบาลเมืองหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ขนาดกำลังผลิต 6 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมัน 4,500 ลิตรต่อวัน

จากข้อมูลการศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทยโดยกระบวนการไพโรไลซิสจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ด้วยกระบวนการไพโรไลซิสได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 แล้วจึงสามารถสรุปเป็นตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

ข้อกำหนด	โรงแรมคำแสดริเวอร์แคว[1/]	บ. ซีแซดพัฒนา[2/]	บ. พร้อมมาก[3/]	บ. ทีพีไอโพลีน[4/]	บ. เทอร์มเอ็นจิเนียริ่ง[5/]	บ. ศรีเบญจลักษณ์[6/]	บ. เมืองสะอาด[7/]	บ. ชิงเกิ้ลพอยท์[8/]
1. กำลังการผลิต (ตัน)	0.8	5	5	15	5	6	10, 16	6
2. ราคาเครื่องปฏิกรณ์ (ล้านบาท)	0.65	3	30	-	45	66.1	64, 96	65
3. อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์	400 - 500°C	300 - 500°C	300 - 500°C	300 - 450°C	300 - 900°C	300 - 400°C	350 - 450°C	300 - 500°C
4. การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง	Batch	Batch	CSTR	CSTR	CSTR	CSTR	CSTR	Batch
5. ตัวเร่งปฏิกิริยา	ใช้	-	-	ใช้	-	ใช้	ใช้	ใช้
6. ระยะเวลาเดินเครื่องต่อครั้ง (ชั่วโมง)	5	10	24	24	24	15	24	24
7. กำลังไฟฟ้า (KwH)	16.6	13.43	-	-	60.8	5.5	5.95	98
8. ใช้แก๊ส LPG (กิโลกรัมต่อครั้ง)	10	-	-	-	-	120	-	480
9. การทำความสะอาดเครื่อง(หลังเดินเครื่องชั่วโมง)	5	10	72	72	72	15	72	72
10. ผลิตภัณฑ์ (ลิตรต่อตันพลาสติก)	200	2500	3000	9000	4600	4500	6000, 10400	4500
น้ำมันดีเซล (Diesel)	100%	100%	100%	60%	60%	60%	100%	50%
น้ำมันเบนซิน (Gasoline)	-	-	-	40%	40%	40%	-	20%
น้ำมันเตา	-	-	-	-	-	-	-	30%

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง (ต่อ)

ข้อกำหนด	โรงแรมคำแสดริเวอร์แคว[1/]	บ. ซีแซดพัฒนา[2/]	บ. พร้อมมาก[3/]	บ. ทีพีไอโพลีน[4/]	บ. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง[5/]	บ. ศรีเบญจลักษณ์[6/]	บ. เมืองสะอาด[7/]	บ. ซิงเกิ้ลพอยท์[8/]
11. ชนิดของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์								
PP, PE	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้	ได้
โฟม	ได้	-	-	ได้	-	-	ได้	-
12. ค่าความชื้น (ร้อยละโดยมวล)	5%	5%	20%	5%	5%	20%	40%	10%
13. ค่าความปนเปื้อน (ร้อยละโดยมวล)	40%	40%	5%	5%	5%	5%	40%	20%
14. เครื่องย่อยพลาสติก	-	-	มี	มี	มี	มี	-	-
15. ใช้จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ (คน)	2	6	12*	14*	12*	5	14*	12*

หมายเหตุ 1/ ที่มาจาก เอกสารเผยแพร่ของโรงแรมคำแสดริเวอร์แควแอนสปา

2/ ที่มาจากเอกสารบริษัท ซีแซดพัฒนา จำกัด

3/ ที่มาจากเอกสารบริษัท พร้อมมาก จำกัด

4/ ที่มาจากเอกสารบริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน)

5/ ที่มาจากเอกสารบริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

6/ ที่มาจากเอกสารเทศบาลนครขอนแก่น

7/ ที่มาจากเอกสารเทศบาลนครพิษณุโลกและเทศบาลวารินชำราบ

8/ ที่มาจากเอกสารเทศบาลหัวหินและเทศบาลระยอง

*เข้างาน 2 กะ

จากตารางที่ 4.1 จึงได้เปรียบเทียบเทคโนโลยีไพโรไลซิสของทั้ง 8 แห่งได้ดังนี้
กำลังการผลิตสามารถแบ่งได้ 4 ขนาดกำลังการผลิตดังนี้

1) ขนาดกำลังการผลิต 0.8 ตันต่อวัน ของโรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปามี

2) ขนาดกำลังการผลิต 5 – 6 ตันต่อวัน มี บจก. ซีแซดพัฒนา บจก. พร้อมมาก, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง, บจก. ศรีเบญจลักษ์ และบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์,

3) ขนาดกำลังผลิต 10 ตันต่อวัน ของ บจก. เมืองสะอาด

4) ขนาดกำลังการผลิต 15 - 16 ตันต่อวัน มี บจก. ทีพีไอโพลีน และบจก. เมืองสะอาด

ราคาเครื่องปฏิกรณ์

1) ขนาดกำลังการผลิต 0.8 ตันต่อวัน คือโรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปาราคา 650,000 บาท
2) ขนาดกำลังการผลิต 5 – 6 ตันต่อวัน คือ บจก. ซีแซดพัฒนา ราคา 3 ล้านบาท, บจก. พร้อมมาก ราคา 30 ล้านบาท, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง ราคา 45 ล้านบาท, บจก. ศรีเบญจลักษ์ ราคา 61.1 ล้านบาทและบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์ ราคา 65 ล้านบาท
3) ขนาดกำลังผลิต 10 ตันต่อวัน คือ บจก. เมืองสะอาด ราคา 64 ล้านบาท
4) ขนาดกำลังการผลิต 15 - 16 ตันต่อวันคือ บจก. เมืองสะอาด 96 ล้านบาท และบจก. ทีพีไอโพลีน ไม่ทราบราคา

อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์เฉลี่ยของทุกเทคโนโลยีอยู่ในช่วง 300 – 500 องศาเซลเซียส
การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่อง มี 2 แบบ ดังนี้

1) แบบครั้ง (Batch) มี 3 แห่งคือ โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา, บจก. ซีแซดพัฒนา และ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์
2) แบบต่อเนื่อง (CSTR) มี 5 แห่ง คือ บจก. พร้อมมาก, บจก. ทีพีไอโพลีน, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง, บจก. ศรีเบญจลักษ์ และบจก. เมืองสะอาด
   ตัวเร่งปฏิกิริยามี 5 แห่ง คือ โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา, บจก. ทีพีไอโพลีน, บจก. ศรีเบญจลักษ์, บจก. เมืองสะอาด และบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์

ระยะเวลาเดินแบ่งเป็น 2 แบบดังนี้

1) แบบต่อครั้ง ได้แก่ โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา 5 ชั่วโมงต่อครั้ง, บจก. ซีแซดพัฒนา 10 ชั่วโมงต่อครั้ง, บจก. ศรีเบญจลักษ์ 15 ชั่วโมงต่อครั้ง
2) แบบต่อเนื่อง ได้แก่ บจก. ทีพีไอโพลีน, บจก. พร้อมมาก, บจก. เมืองสะอาด, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง และบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์

กำลังไฟฟ้า

โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปาใช้ 16.6 KwH, บจก. ซีแซดพัฒนาใช้ 13.4 KwH, บจก. ศรีเบญจลักษ์ และบจก. เมืองสะอาดใช้ 5 – 6 KwH, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่งใช้ 60.8 KwH และบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์ใช้ 98 KwH

ใช้แก๊ส LPG มี 3 แห่ง ดังนี้

โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา, บจก. ศรีเบญจลักษ์ และบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์

การทำความสะอาดเครื่องทุกบริษัททำทุกครั้ง

ผลิตภัณฑ์น้ำมันจากพลาสติก 1 ตันเฉลี่ยทุกแห่งได้น้ำมัน 600 ลิตร

ชนิดของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์คือพลาสติกชนิด PP และ PE

ค่าความชื้น แบ่งได้ 4 ร้อยละ ดังนี้

1) ร้อยละ 5 โดยมวลมี 4 แห่ง คือ โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา, บจก. ซีแซดพัฒนา, บจก. ทีพีไอโพลีน และบจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง
2) ร้อยละ 10 โดยมวลคือ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์
3) ร้อยละ 20 โดยมวลมี 2 แห่งคือ บจก. พร้อมมาก และบจก. ศรีเบญจลักษ์
4) ร้อยละ 40 คือ บจก. เมืองสะอาด

ค่าความปนเปื้อน แบ่งได้ 3 ร้อยละ ดังนี้

1) ร้อยละ 5 โดยมวลมี 4 แห่งคือ บจก. พร้อมมาก, บจก. ทีพีไอโพลีน, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง และ บจก. ศรีเบญจลักษ์
2) ร้อยละ 20 โดยมวลคือ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์
3) ร้อยละ 40 โดยมวลมี 3 แห่งคือ โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา, บจก. ซีแซดพัฒนา และ บจก. เมืองสะอาด

เครื่องย่อยพลาสติกมี 4 แห่งคือ บจก. พร้อมมาก, บจก. ทีพีไอโพลีน, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง และ บจก. ศรีเบญจลักษ์

จำนวนคนดำเนินงานทั้งระบบ แบ่งได้ 5 แบบ ดังนี้

1) 2 คน คือ โรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา
2) 5 คน คือ บจก. ศรีเบญจลักษ์
3) 6 คน คือ บจก. ซีแซดพัฒนา
4) 12 คนโดยทำงาน 2 กะ (กะละ 6 คน) มี 3 แห่ง คือ บจก. พร้อม, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง และ บจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์
   14 คนโดยทำงาน 2 กะ (กะละ 7 คน) มี 2 แห่งที่ คือ บจก. ทีพีไอโพลีน และบจก. เมืองสะอาด

4.1.1 การเลือกเทคโนโลยีการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกที่เหมาะสม

1. หลักเกณฑ์เบื้องต้นที่ควรพิจารณาเทคโนโลยีในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก

1.1 ปริมาณของขยะสดต่อวัน เพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีที่ขนาดกำลังผลิตที่เหมาะสม

1) ขนาดกำลังการผลิต 0.8 ตันต่อวัน ของโรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา

2) ขนาดกำลังการผลิต 5 – 6 ตันต่อวัน มี บจก. ซีแซดพัฒนา, บจก. พร้อมมาก, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง, บจก. ศรีเบญจลักษ์ และบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์

3) ขนาดกำลังผลิต 10 ตันต่อวัน ของบจก. เมืองสะอาด

4) ขนาดกำลังการผลิต 15 - 16 ตันต่อวัน มี บจก. ทีพีไอโพลีน และบจก. เมืองสะอาด

1.2 ราคาค่าเครื่องไพโรไลซิส

1.3 คุณค่าของผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้

น้ำมันดีเซล 100% มีโรงแรมคำแสดริเวอร์แควรีสอร์ทแอนสปา, บจก. ซีแซดพัฒนา, บจก. พร้อมมาก และบจก. เมืองสะอาด

1.4 ขนาดของวัตถุดิบพลาสติกในการเข้าเครื่องปฏิกรณ์

ขนาดของพลาสติกขนาดใหญ่กว่า 40 มิลลิเมตร เครื่องไพโรไลซิสที่สามารถรองรับได้มี โรงแรมคำแสดริเวอร์แคว์รีสอร์ทแอนสปา, บจก. ซีแซดพัฒนา, บจก. เมืองสะอาด และบจก. ซิงเกิ้ลพอยท์เอ็นเนอร์ยี่แอนด์เอ็นไวรอนเมนท์ ซึ่งไม่ต้องทำความสะอาดล้างน้ำ ใช้การสลัดเอาดินออกอย่างเดียว

ขนาดของพลาสติกขนาดเล็กกว่า 40 มิลลิเมตร จำเป็นต้องมีเครื่องย่อยพลาสติกให้มีขนาดเล็กลง และก่อนย่อยต้องมีการทำความสะอาดให้มีความปนเปื้อนไม่เกินร้อยละ 5 มี บจก. พร้อมมาก, บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง, บจก. ศรีเบญจลักษ์ และบจก. ทีพีไอโพลีน

จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

1) กำลังการผลิตไม่เกิน 1 ตันต่อวัน ราคาต้นทุนน้อยกว่า 50 ล้านบาท เลือกใช้เครื่องไพโรไลซิสของโรงแรมคำแสดริเวอร์แคว์รีสอร์ทแอนสปา ราคา 650,000 บาท ได้น้ำดีเซล 200 ลิตรต่อวัน
2) กำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน

   2.1) ราคาต้นทุนน้อยกว่า 50 ล้านบาท เลือกใช้เครื่องไพโรไลซิสของ บจก. พร้อมมาก ราคา 30 ล้านบาท ได้น้ำมันดีเซล 3,000 ลิตรต่อวัน

   2.2) ราคาต้นทุนมากกว่า 50 ล้านบาท เลือกใช้เครื่องไพโรไลซิสของ บจก. ศรีเบญจลักษ์ ราคา 61.1 ล้านบาท ได้น้ำมันแปรรูป 4,500 ลิตรต่อวัน
3) กำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน

   3.1) ราคาต้นทุนน้อยกว่า 50 ล้านบาท เลือกใช้เครื่องไพโรไลซิสของ บจก. ซีแซดพัฒนา 2 เครื่อง 2 เครื่อง ราคา 6 ล้านบาท ได้น้ำมันดีเซล 5,000 ลิตรต่อวัน

   3.2) ราคาต้นทุนมากกว่า 50 ล้านบาท เลือกใช้เครื่องไพโรไลซิสของบจก. พร้อมมาก 2 เครื่อง ราคา 60 ล้านบาท ได้น้ำมันดีเซล 6,000 ลิตรต่อวัน หรือ บจก. เมืองสะอาด 1 เครื่อง ราคา 64 ล้านบาท ได้น้ำมันดีเซล 6,000 ลิตรต่อวัน
4) กำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน

   4.1) ราคาต้นทุนน้อยกว่า 50 ล้านบาท เลือกใช้เครื่องไพโรไลซิสของ บจก. ซีแซดพัฒนา 3 เครื่อง ราคา 9 ล้านบาท ได้น้ำมันดีเซล 7,500 ลิตรต่อวัน

   4.2) ราคาต้นทุนมากกว่า 50 ล้านบาท เลือกใช้เครื่องไพโรไลซิสของ บจก. เมืองสะอาด ราคา 96 ล้านบาท ได้น้ำมันดีเซล 10,400 ลิตรต่อวัน

4.2 ศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสโดยมาตรฐานของน้ำมันดีเซล

เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันที่ได้จากกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกนั้นจะมีองค์ประกอบของน้ำมันดีเซลถึงร้อยละ 50 ดังนั้นเมื่อนำผลทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันดิบจากการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 4.2 - 4.3 พบว่าคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันจากขยะพลาสติกมีค่าบางค่าผ่านเกณฑ์น้ำมันดีเซล แต่มีค่าต่างๆ ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ และยังมีค่าอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ตรวจวิเคราะห์เพิ่มเติมอีกหลายค่าโดยเฉพาะถ้าเทียบกับมาตรฐานดีเซล

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันที่ได้จากระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน

รายการทดสอบ	น้ำมันดิบดูไบ[1/]	น้ำมันดิบเบร้นท์[1/]	น้ำมันบ.เทอร์ม[2/]	น้ำมันเทศบาลหัวหิน[3/]	น้ำมันเทศบาลขอนแก่น[4/]
ค่าความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 องศาเซลเซียส (Specific Gravity at 15.6/15.6 ºC)	0.8348	0.867	0.7975	0.8475	0.7559
ความหนาแน่น ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสกรัมต่อมิลลิลิตร (Density at 15 ºC, g/ml)	0.8345	0.869	–	0.8469	–
ค่าความถ่วงเอพีไอ ณ อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮท์ (API Gravity @ 60 ºF)	38	31.25	45.97	35.5	55.68
กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulphur, %wt)	0.44	2.07	–	0.0102	0.0362
จุดไหลเท องศาเซลเซียส (Pour Point, ºC)	3	-30 ºC	–	30	–
ความหนืด เซนติสโตกส์ (Viscosity, cSt) **ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส** (at 40 ºC) **ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส** (at 50 ºC)	3.54	5.1	1.821	2.231	0.633
น้ำและตะกอน ร้อยละโดยปริมาตร (Water and Sediment, %wt)	0.05	<0.05	<0.005	<0.005	<0.05
ความเป็นกรด มิลลิกรัมโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม (Acid Number, mgKOH/g)	0.05	0.01	–	2.92	–
จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส (Flash Point, ºC)	–	–	<20.6	<20	<25
ปริมาณเถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก (Carbon Residue, %wt)	–	–	0.00864	0.006	0.002
ค่าความร้อน (Gross Heat of Combustion, Calculated,Btu/lb)	–	–	20168	–	20167

หมายเหตุ :

1/ ที่มาจาก เอกสารเผยแพร่ของบริษัทชิงเกิล พ้อยท์ เอ็นเนอยี่และเอ็นไวโรนเมนทอล จำกัด อ้างถึงใน (ศิริรัตน์ จิตการค้า, 2551)

2/ ที่มาจากเอกสารบริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

3/ ที่มาจากเอกสารเทศบาลหัวหิน

4/ ที่มาจากเอกสารเทศบาลนครขอนแก่น

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของน้ำมันที่ได้จากระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมันเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูง/ต่ำ	น้ำมันดีเซล		น้ำมันบริษัทเทอร์ม	น้ำมันเทศบาลหัวหิน	น้ำมันเทศบาลขอนแก่น
			หมุนเร็ว	หมุนช้า			
1	ความถ่วงจำเพาะ ณ อุณหภูมิ 15.6/15.6 องศาเซลเซียส (Specific Gravity at 15.6/15.6 °C)	ไม่ต่ำกว่า	0.81	-	0.7975	0.8475	0.7559
		และไม่สูงกว่า	0.87	0.92			
2	จำนวนซีเทน (Cetane Number)				-	-	-
	ก่อนวันที่ 1 ม.ค. 55	ไม่ต่ำกว่า	47	45			
	ตั้งแต่วันที่ 1 ม.ค. 55 เป็นต้นไป	ไม่ต่ำกว่า	50	45			
3	ความหนืด เซนติสโตกส์ (Viscosity, cSt)				1.821		
	3.1 ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (at 40 °C)	ไม่ต่ำกว่า	1.8	8			
		และไม่สูงกว่า	4.1				
	3.2 ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (at 50 °C)	ไม่สูงกว่า	-	6			
4	จุดไหลเท องศาเซลเซียส (Pour Point, °C)	ไม่สูงกว่า	10	16	-	30	-

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของน้ำมันที่ได้จากระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมันเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล (ต่อ)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูง	น้ำมันดีเซล		น้ำมัน	น้ำมัน	น้ำมัน
		ต่ำ	หมุนเร็ว	หมุนช้า	บริษัท เทอร์ม	เทศบาล หัวหิน	เทศบาล ขอนแก่น
5	กำมะถัน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Sulphur, %wt)				-	0.0102	0.0362
	ก่อน 1 ม.ค. 55	ไม่สูงกว่า	0.035	1.5			
	ตั้งแต่1 ม.ค. 55 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	0.005	1.5			
6	การกัดกร่อนแผ่นทองแดง (Copper Strip Corrosion)	ไม่สูงกว่า	หมายเลข 1	-	-	-	-
7	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน กรัม/ลูกบาศก์เมตร (Oxidatiom Stability, g/m3)	ไม่สูงกว่า	25	-	-	-	-
8	กากถ่าน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Carbon Residue, %wt)	ไม่สูงกว่า	0.05	-	-	-	-
9	น้ำและตะกอน ร้อยละโดยปริมาตร (Water and Sediment, %wt)	ไม่สูงกว่า	0.05	0.3	<0.005	<0.005	<0.05
10	เถ้า ร้อยละโดยน้ำหนัก (Ash, %wt)	ไม่สูงกว่า	0.01	0.02	0.00864	0.006	0.002

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของน้ำมันที่ได้จากระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมันเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล (ต่อ)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูง ต่ำ	น้ำมันดีเซล หมุนเร็ว	น้ำมันดีเซล หมุนช้า	น้ำมัน บริษัท เทอร์ม	น้ำมัน เทศบาล หัวหิน	น้ำมัน เทศบาล ขอนแก่น
11	จุดวาบไฟ องศาเซลเซียส (Flash Point, ºC)	ไม่สูงกว่า	52	52	<20.6	<20	<25
12	การกลั่น องศาเซลเซียส (Distillation, ºC) อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตราร้อยละ เก้าสิบ(90% recovered)	ไม่สูงกว่า	357	-	-	-	-
13	โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ร้อยละโดยน้ำหนัก (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, %wt)						
	ก่อน 1 ม.ค. 2555	-	-	-	-	-	-
	ตั้งแต่ 1 ม.ค. 2555 เป็นต้นไป	ไม่สูงกว่า	11	-	-	-	-
14	สี (Colour)						
	14.1 ชนิดของสี (Hue)	ไม่ต่ำ	เหลือง	น้ำตาล 4.5	น้ำตาลดำ	น้ำตาลดำ	น้ำตาลดำ
	14.2 ความเข้มของสี (Intensity)	ไม่สูงกว่า	4	7.5			

ตารางที่ 4.3 คุณลักษณะของน้ำมันที่ได้จากระบบแปรรูปขยะเป็นน้ำมันเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล (ต่อ)

รายการ	ข้อกำหนด	อัตราสูง	น้ำมันดีเซล		น้ำมัน	น้ำมัน	น้ำมัน
		ต่ำ	หมุนเร็ว	หมุนช้า	บริษัท เทอร์ม	เทศบาล หัวหิน	เทศบาล ขอนแก่น
15	ไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน ร้อยละโดยปริมาตร (Methyl Ester of fatty Acid,%wt)	ไม่ต่ำกว่า และ	3	-	-	-	-
		ไม่สูงกว่า	5	-	-	-	-
16	คุณสมบัติการหล่อลื่น รอยขีดข่วนไมโครเมตร (Lubricity, Wear Scar, µm)	ไม่สูงกว่า	460	-	-	-	-
17	สารเติมแต่ง (ถ้ามี) (Additive)	ให้เป็นไปตามที่ได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน		-	-	-	-

จากตารางที่ 4.3 จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

ค่าความถ่วงจำเพาะ จากค่ามาตรฐานของดีเซลกำหนดว่า น้ำมันดีเซลหมุนเร็วต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะไม่ต่ำกว่า 0.81 และไม่สูงกว่า 0.87 ส่วนน้ำมันดีเซลหมุนช้าต้องมีค่าไม่สูงกว่า 0.92 จากผลการทดสอบน้ำมันจากขยะพลาสติก พบว่าน้ำมันจากเทศบาลหัวหินมีค่าเท่ากับ 0.8475 ซึ่งผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดทั้งดีเซลหมุนเร็วและหมุนช้า

ความหนืด จากมาตรฐานของดีเซลกำหนดว่า น้ำมันดีเซลหมุนเร็วต้องมีค่าความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ไม่ต่ำกว่า 1.8 และไม่สูงกว่า 4.1 เซลติสโตกส์ ส่วนน้ำมันดีเซลหมุนเร็วต้องมีค่าความ

หนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ไม่ต่ำกว่า 8 เซลติสโตกส์ แล้วต้องมีค่าความหนืด ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ไม่สูงกว่า 6 เซลติสโตกส์ โดยจากการทดสอบน้ำมันจากขยะพลาสติกพบว่าค่าความหนืด ณ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส น้ำมันจากบริษัทเทอร์ม เอ็นจิเนียริ่งเท่ากับ 1.821 เซลติสโตกส์ ซึ่งผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดทั้งน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและหมุนช้า แต่ถ้าเปรียบเทียบกับดีเซลหมุนช้า ต้องทำการทดสอบค่าความหนืด ณ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเพิ่มเติม

จุดไหลเท จากมาตรฐานของน้ำมันดีเซลกำหนดว่าน้ำมันดีเซลหมุนเร็วต้องมีค่าจุดไหลเท ไม่สูงกว่า 10 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำมันดีเซลหมุนช้าต้องมีค่าไม่สูงกว่า 16 องศาเซลเซียส ซึ่งหากเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซลต้องทำการทดสอบน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกในส่วนของค่าจุดไหลเท เพิ่มเติม ซึ่ง จุดไหลเท คือ อุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังมีสถานะเป็นของเหลวไหลได้ โดยจุดไหลเท บ่งบอกถึงการที่จะนำน้ำมันไปใช้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดไหลเทไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากน้ำมันจะเป็นไข และไขในน้ำมันจะอุดตันทางเดินและหม้อกรองได้

กำมะถัน จากมาตรฐานของน้ำมันดีเซลกำหนดว่าน้ำมันดีเซลหมุนเร็วต้องมีปริมาณกำมะถันไม่สูงกว่า ร้อยละ 0.005 โดยน้ำหนัก และน้ำมันดีเซลหมุนช้าต้องมีค่าไม่สูงกว่า ร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนัก ซึ่งจากผลการทดสอบน้ำมันจากขยะพลาสติก พบว่าน้ำมันจากเทศบาลหัวหินมีปริมาณกำมะถัน ร้อยละ 0.0102 โดยน้ำหนัก และน้ำมันจากเทศบาลขอนแก่นมีปริมาณกำมะถัน ร้อยละ 0.0362 โดยน้ำหนัก เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว พบว่าค่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงต้องทำการปรับปรุงต่อไป แต่ถ้าเปรียบเทียบกับน้ำมันดีเซลหมุนช้า พบว่าปริมาณกำมะถันผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยมีค่าปริมาณกำมะถันน้อยกว่าน้ำมันดีเซลหมุนช้า

น้ำและตะกอน จากมาตรฐานของน้ำมันดีเซลกำหนดว่าน้ำมันดีเซลหมุนเร็วค่าต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 0.05 โดยปริมาตร ส่วนน้ำมันดีเซลหมุนช้าค่าต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 0.3 โดยปริมาตร ซึ่งผลการทดสอบน้ำและตะกอนของน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก พบว่าน้ำมันจากบริษัทเทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง, น้ำมันจากเทศบาลหัวหิน และน้ำมันจากเทศบาลขอนแก่นมีปริมาณน้ำและตะกอนน้อยกว่าร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก ซึ่งผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของน้ำมันดีเซลทั้งหมุนเร็วและหมุนช้า

เถ้า จากมาตรฐานของน้ำมันดีเซลกำหนดว่าน้ำมันดีเซลหมุนเร็วค่าต้องไม่สูงกว่า ร้อยละ 0.01 โดยน้ำมหนัก ส่วนน้ำมันดีเซลหมุนช้าค่าต้องไม่สูงกว่าร้อยละ 0.02 โดยน้ำหนัก พบว่าน้ำมันจากบริษัทเทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง, น้ำมันจากเทศบาลหัวหิน และน้ำมันจากเทศบาลขอนแก่นมีปริมาณเถ้าน้อยกว่าร้อยละ 0.01 โดยน้ำหนัก ซึ่งผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของน้ำมันดีเซลทั้งหมุนเร็วและหมุนช้า

จุดวาบไฟ จากมาตรฐานของน้ำมันดีเซลทั้งน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและหมุนช้ากำหนดว่าค่าต้องไม่สูงกว่า 52 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดสอบจุดวาบไฟของน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติก พบว่าน้ำมันจากบริษัทเทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง, น้ำมันจากเทศบาลหัวหิน และน้ำมันจากเทศบาลขอนแก่นมีค่าจุดวาบไฟไม่สูงกว่า 52 องศาเซลเซียส ซึ่งผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดของน้ำมันดีเซลทั้งหมุนเร็วและหมุนช้า

สี จากมาตรฐานของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วกำหนดว่าค่าความเข้มของสีต้องไม่สูงกว่า 4 และสำหรับน้ำมันดีเซลหมุนช้าต้องไม่สูงกว่า 7.5 ซึ่งถ้าต้องการเปรียบเทียบโดยใช้มาตรฐานดีเซลหมุนเร็วเป็นเกณฑ์ต้องทำการทดสอบค่าดังกล่าว กับน้ำมันดีเซลจากขยะพลาสติกเพิ่มเติม

4.3 ข้อมูลขยะทั่วประเทศไทยและองค์ประกอบ

4.3.1 องค์ประกอบและคุณสมบัติของขยะมูลฝอยชุมชน

องค์ประกอบขยะคุณสมบัติมูลฝอยชุมชนในประเทศจะเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล และพฤติกรรมทางเศรษฐกิจสังคม วิถีชีวิตตลอดจนอุปนิสัยและแผนในการบริโภคของแต่ละชุมชน/เมือง โดยทั่วไปมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ซึ่งมีองค์ประกอบของพลาสติกของขยะสดที่มีปริมาณมากกว่า 10 ตันต่อวันคิดเป็นร้อยละ 11.9 ของปริมาณขยะทั้งหมด และปริมาณพลาสติกของขยะในหลุมฝังกลบร้อยละ 31.18 ของปริมาณขยะทั้งหมด ทำให้สามารถคำนวรปริมาณพลาสติกของขยะสดและขยะในหลุมฝังกลบ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) โดยวิธีการหาสัดส่วนองค์ประกอบ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) จากสูตร

$$C_i = \frac{W_i x 100}{W}$$

(4.1)

เมื่อ C_i = ร้อยละขององค์ประกอบขยะมูลฝอยแต่ละชนิด

W_i = น้ำหนักมูลฝอยแต่ละชนิด หรือแต่ละองค์ประกอบ

W = น้ำหนักตัวอย่างมูลฝอยทั้งหมด

I = 1, 2, 3, …., n หมายถึง องค์ประกอบแต่ละประเภท

ตารางที่ 4.4 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 50 ตันต่อวัน

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
1		กรุงเทพมหานคร	280	33.32
2	นครเชียงใหม่	เชียงใหม่	265	31.54
3	นครนนทบุรี	นนทบุรี	260	30.94
4	นครหาดใหญ่	สงขลา	240.69	28.64
5	ศาลาว่าการเมืองพัทยา	ชลบุรี	210.26	25.02
6	นครนครปฐม	นครปฐม	196.46	23.38
7	นครปากเกร็ด	นนทบุรี	179.38	21.35
8	นครนครราชสีมา	นครราชสีมา	176	20.94
9	เมืองสุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	168.12	20.01
10	นครอุดรธานี	อุดรธานี	145.88	17.36
11	เมืองภูเก็ต	ภูเก็ต	144.4	17.18
12	นครขอนแก่น	ขอนแก่น	141.26	16.81
13	เมืองอ้อมน้อย	สมุทรสาคร	132.87	15.81
14	เมืองลัดหลวง	สมุทรปราการ	131	15.59
15	ตำบลสำโรงใต้	สมุทรปราการ	122.43	14.57
16	ตำบลประชาธิปัตย์	ปทุมธานี	119.79	14.26
17	นครนครศรีธรรมราช	นครศรีธรรมราช	113.72	13.53
18	เมืองสระบุรี	สระบุรี	112.37	13.37
19	ตำบลเจเพระยาสุรศักดิ์	ชลบุรี	110.97	13.21
20	ตำบลแหลมฉบัง	ชลบุรี	106.63	12.69
21	นครลำปาง	ลำปาง	105	12.50
22	เมืองมาบตาพุด	ระยอง	100.89	12.01
23	นครสงขลา	สงขลา	98.59	11.73
24	นครสมุทรสาคร	สมุทรสาคร	96.86	11.53
25	นครสมุทรปราการ	สมุทรปราการ	85.38	10.16

ตารางที่ 4.4 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 50 ตันต่อวัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
26	นครพิษณุโลก	พิษณุโลก	84.06	10.00
27	นครนครสวรรค์	นครสวรรค์	81.95	9.75
28	นครอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	80.77	9.61
29	นครยะลา	ยะลา	80	9.52
30	เมืองเชียงราย	เชียงราย	78.52	9.34
31	นครระยอง	ระยอง	78.44	9.33
32	ตำบลด่านสำโรง	สมุทรปราการ	75.55	8.99
33	เมืองท่าโขลง	ปทุมธานี	73.02	8.69
34	ตำบลสุไหงโกลก	นราธิวาส	68.86	8.19
35	ตำบลบางปู	สมุทรปราการ	64.44	7.67
36	เมืองชลบุรี	ชลบุรี	64.08	7.63
37	เมืองคูคต	ปทุมธานี	62.76	7.47
38	เมืองแม่สอด	ตาก	61	7.26
39	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	59.84	7.12
40	เมืองป่าตอง	ภูเก็ต	57.54	6.85
41	เมืองกาญจนบุรี	กาญจนบุรี	55	6.55
42	นครนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	54.77	6.52
43	ตำบลบางเมือง	สมุทรปราการ	54.31	6.46
44	เมืองลพบุรี	ลพบุรี	53.77	6.40
45	เมืองฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	53.37	6.35
46	ตำบลชะอำ	เพชรบุรี	50.61	6.02
47	นครตรัง	ตรัง	50.53	6.01
48	เมืองบางกรวย	นนทบุรี	50.15	5.97
49	ตำบลบ้านสวน	ชลบุรี	50.07	5.96

ตารางที่ 4.5 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 30 - 49 ตันต่อวัน

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
1	ตำบลคลองหลวง	ปทุมธานี	49.08	5.84
2	เมืองบางบัวทอง	นนทบุรี	48.9	5.82
3	ตำบลเกาะสมุย	สุราษฎร์ธานี	47.98	5.71
4	ตำบลหัวหิน	ประจวบคีรีขันธ์	47.2	5.62
5	เมืองเพชรบุรี	เพชรบุรี	45.38	5.40
6	เมืองแสนสุข	ชลบุรี	44.84	5.34
7	เมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	44.82	5.33
8	เมืองพระประแดง	สมุทรปราการ	44.5	5.30
9	ตำบลเมืองแกลง	ระยอง	43.33	5.16
10	เมืองสิงห์บุรี	สิงห์บุรี	42.68	5.08
11	เมืองเพชรบุรี	เพชรบูรณ์	42.59	5.07
12	ตำบลชมพู	ลำปาง	41.78	4.97
13	เมืองจันทบุรี	จันทบุรี	40.22	4.79
14	เมืองหนองคาย	หนองคาย	40.04	4.76
15	เมืองร้อยเอ็ด	ร้อยเอ็ด	39.69	4.72
16	เมืองมหาสารคาม	มหาสารคาม	39.6	4.71
17	เมืองสุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี	39.26	4.67
18	เมืองชัยภูมิ	ชัยภูมิ	38.26	4.55
19	ตำบลสำโรงเหนือ	สมุทรปราการ	37.52	4.46
20	เมืองมุกดาหาร	มุกดาหาร	37.5	4.46
21	เมืองปัตตานี	ปัตตานี	36.65	4.36
22	เมืองนราธิวาส	นราธิวาส	36.54	4.35
23	เมืองบ้านโป่ง	ราชบุรี	36	4.28
24	ตำบลอ่างศิลา	ชลบุรี	35.08	4.17
25	เมืองสุรินทร์	สุรินทร์	34.81	4.14

ตารางที่ 4.5 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 30 - 49 ตันต่อวัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
26	เมืองปทุมธานี	ปทุมธานี	34.05	4.05
27	เมืองบุรีรัมย์	บุรีรัมย์	33.14	3.94
28	เมืองกระบี่	กระบี่	33.05	3.93
29	เมืองกาฬสินธุ์	กาฬสินธุ์	32.94	3.92
30	เมืองแพร่	แพร่	32.67	3.89
31	เมืองสุโขทัยธานี	สุโขทัย	32.05	3.81
32	ตำบลปากแพรก	นครศรีธรรมราช	32.05	3.81
33	เมืองตราด	ตราด	31.2	3.71
34	ตำบลบ้านไผ่	ขอนแก่น	31.03	3.69
35	เมืองอุตรดิตถ์	อุตรดิตถ์	30.3	3.61
36	ตำบลสัตหีบ	ชลบุรี	30.11	3.58
37	ตำบลโนนสูงเปลือย	หนองบัวลำภู	30.04	3.57
38	ตำบลปลายบาง	นนทบุรี	30	3.57
39	ตำบลเบตง	ยะลา	30	3.57

ตารางที่ 4.6 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 9 - 29 ตันต่อวัน

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
1	ตำบลเวียงเชียงของ	เชียงราย	11.99	1.43
2	ตำบลจันจว้า	เชียงราย	10.36	1.23
3	ตำบลแม่ขะจาน	เชียงราย	11.47	1.36
4	ตำบลเมืองแกนพัฒนา	เชียงใหม่	19.52	2.32
5	ตำบลไชยปราการ	เชียงใหม่	14.71	1.75
6	ตำบลเวียงฝาง	เชียงใหม่	9.99	1.19
7	ตำบลยางเนิ้ง	เชียงใหม่	9.97	1.19
8	ตำบลช้างเผือก	เชียงใหม่	13.53	1.61
9	เมืองแม่ฮ่องสอน	แม่ฮ่องสอน	15.41	1.83
10	เมืองลำพูน	ลำพูน	17.79	2.12
11	เมืองพะเยา	พะเยา	19.36	2.30
12	ตำบลดงเจน	พะเยา	12	1.43
13	ตำบลสอง	แพร่	9.97	1.19
14	ตำบลพิชิต	ลำปาง	11.74	1.40
15	ตำบลล้อมแรด	ลำปาง	10.88	1.29
16	ตำบลเสริมงาม	ลำปาง	9.98	1.19
17	เมืองสวรรคโลก	สุโขทัย	11.18	1.33
18	เมืองน่าน	น่าน	23.23	2.76
19	ตำบลสบกอน	น่าน	10.25	1.22
20	เมืองพิจิตร	พิจิตร	27.15	3.23
21	เมืองตะพานหิน	พิจิตร	20.2	2.40
22	ตำบลท่ามะเขือ	กำแพงเพชร	15.01	1.79
23	เมืองกำแพงเพชร	กำแพงเพชร	19.8	2.36
24	เมืองตาก	ตาก	27.95	3.33
25	เมืองชุมแสง	นครสวรรค์	16.49	1.96

ตารางที่ 4.6 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 9 - 29 ตันต่อวัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
26	เมืองอุทัยธานี	อุทัยธานี	15.32	1.82
27	เมืองกระทุ่มแบน	สมุทรสาคร	21.09	2.51
28	ตำบลหลักห้า	สมุทรสาคร	15.08	1.79
29	เมืองชัยนาท	ชัยนาท	17.72	2.11
30	ตำบลอู่ทอง	สุพรรณบุรี	12	1.43
31	ตำบลอ้อมใหญ่	นครปฐม	18.93	2.25
32	ตำบลสามพราน	นครปฐม	15.65	1.86
33	ตำบลธัญบุรี	ปทุมธานี	25.9	3.08
34	ตำบลสนั่นรักษ์	ปทุมธานี	9.77	1.16
35	ตำบลอโยธยา	พระนครศรีอยุธยา	15.94	1.90
36	ตำบลบางปะหัน	พระนครศรีอยุธยา	19.98	2.38
37	ตำบลบางซ้าย	พระนครศรีอยุธยา	9.75	1.16
38	ตำบลสิงห์	สิงห์บุรี	10.74	1.28
39	เมืองนครนายก	นครนายก	5.46	0.65
40	เมืองปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี	22.82	2.72
41	เมืองหล่มสัก	เพชรบูรณ์	22.4	2.67
42	ตำบลหนองไผ่	เพชรบูรณ์	14.99	1.78
43	ตำบลวิเชียรบุรี	เพชรบูรณ์	17.8	2.12
44	ตำบลโคกสำโรง	ลพบุรี	9.55	1.14
45	ตำบลโคกตูม	ลพบุรี	20	2.38
46	ตำบลลำนารายณ์	ลพบุรี	14.64	1.74
47	ตำบลทับกวาง	สระบุรี	10.6	1.26
48	ตำบลหินกอง	สระบุรี	12.84	1.53
49	ตำบลแก่งคอย	สระบุรี	10.09	1.20
50	ตำบลพระพุทธบาท	สระบุรี	25.26	3.01

ตารางที่ 4.6 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 9 - 29 ตันต่อวัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
76	ตำบลวาริชภูมิ	สกลนคร	10.00	1.19
77	ตำบลศรีเชียงใหม่	หนองคาย	18.79	2.24
78	ตำบลกุมภวาปี	อุดรธานี	9.69	1.15
79	ตำบลห้วยเกิ้ง	อุดรธานี	12.50	1.49
80	ตำบลหนองบัว	อุดรธานี	15.28	1.82
81	ตำบลศรีธาตุ	อุดรธานี	11.67	1.39
82	ตำบลสมเด็จ	กาฬสินธุ์	11.96	1.42
83	ตำบลห้วยเม็ก	กาฬสินธุ์	10.00	1.19
84	เมืองเมืองพล	ขอนแก่น	13.97	1.66
85	ตำบลหนองโก	ขอนแก่น	11.95	1.42
86	ตำบลซุมแพ	ขอนแก่น	17.03	2.03
87	ตำบลบ้านแฮด	ขอนแก่น	10.02	1.19
88	ตำบลบ้านเป้า	ชัยภูมิ	10.02	1.19
89	ตำบลโคกพระ	มหาสารคาม	10.00	1.19
90	เมืองหนองบัวลำภู	หนองบัวลำภู	19.95	2.37
91	ตำบลนากลาง	หนองบัวลำภู	15.19	1.81
92	ตำบลสีคิ้ว	นครราชสีมา	24.02	2.86
93	ตำบลเมืองคง	นครราชสีมา	10.01	1.19
94	ตำบลจักราช	นครราชสีมา	9.50	1.13
95	ตำบลด่านเกวียน	นครราชสีมา	17.92	2.13
96	ตำบลปากช่อง	นครราชสีมา	10.05	1.20
97	ตำบลบัวใหญ่	นครราชสีมา	13.48	1.60
98	ตำบลโนนสูง	นครราชสีมา	9.68	1.15
99	ตำบลพิมาย	นครราชสีมา	16.07	1.91
100	ตำบลจอหอ	นครราชสีมา	12.04	1.43

ตารางที่ 4.6 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 9 - 29 ตันต่อวัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
101	ตำบลขามสะแกแสง	นครราชสีมา	10.01	1.19
102	ตำบลประโคนชัย	บุรีรัมย์	15.04	1.79
103	ตำบลหนองกี่	บุรีรัมย์	23.99	2.85
104	ตำบลนางรอง	บุรีรัมย์	16.48	1.96
105	ตำบลกันทรลักษ์	ศรีสะเกษ	14.79	1.76
106	เมืองยโสธร	ยโสธร	20.37	2.42
107	ตำบลเชียงใหม่	ร้อยเอ็ด	9.77	1.16
108	ตำบลธงธานี	ร้อยเอ็ด	9.98	1.19
109	ตำบลเกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด	17.15	2.04
110	เมืองอำนาจเจริญ	อำนาจเจริญ	21.63	2.57
111	เมืองวารินชำราบ	อุบลราชธานี	27.75	3.30
112	ตำบลนาเยีย	อุบลราชธานี	9.76	1.16
113	ตำบลบัวงาม	อุบลราชธานี	13.93	1.66
114	ตำบลตระการพืชผล	อุบลราชธานี	29.59	3.52
115	ตำบลเมืองเดช	อุบลราชธานี	25.00	2.98
116	เมืองขลุง	จันทบุรี	10.79	1.28
117	ตำบลจันทนิมิต	จันทบุรี	19.98	2.38
118	ตำบลท่าใหม่	จันทบุรี	12.97	1.54
119	ตำบลพลับพลานารายณ์	จันทบุรี	12.04	1.43
120	ตำบลพนมสารคาม	ฉะเชิงเทรา	12.88	1.53
121	ตำบลท่าข้าม	ฉะเชิงเทรา	10.52	1.25
122	ตำบลบางคล้า	ฉะเชิงเทรา	11.26	1.34
123	เมืองศรีราชา	ชลบุรี	28.99	3.45
124	เมืองพนัสนิคม	ชลบุรี	24.95	2.97
125	เมืองบ้านบึง	ชลบุรี	23.64	2.81

ตารางที่ 4.6 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 9 - 29 ตันต่อวัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
126	ตำบลบางทราย	ชลบุรี	11.04	1.31
127	ตำบลบางละมุง	ชลบุรี	14.03	1.67
128	ตำบลห้วยใหญ่	ชลบุรี	15.03	1.79
129	ตำบลหนองใหญ่	ชลบุรี	9.99	1.19
130	ตำบลบางพระ	ชลบุรี	10.03	1.19
131	ตำบลบ้านฉาง	ระยอง	20.05	2.39
132	เมืองสระแก้ว	สระแก้ว	18.00	2.14
133	ตำบลอรัญญประเทศ	สระแก้ว	25.68	3.06
134	ตำบลวังน้ำเย็น	สระแก้ว	14.97	1.78
135	ตำบลหลังสวน	ชุมพร	14.95	1.78
136	เมืองชุมพร	ชุมพร	20.98	2.50
137	เมืองปากพนัง	นครศรีธรรมราช	22.14	2.64
138	เมืองท่าข้าม	สุราษฎร์ธานี	15.64	1.86
139	ตำบลกาญจนดิษฐ์	สุราษฎร์ธานี	15.65	1.86
140	ตำบลดอนสัก	สุราษฎร์ธานี	10.01	1.19
141	ตำบลเวียงสระ	สุราษฎร์ธานี	15.07	1.79
142	ตำบลนาสาร	สุราษฎร์ธานี	12.09	1.44
143	เมืองกันตัง	ตรัง	12.09	1.44
144	เมืองสตูล	สตูล	29.06	3.46
145	ตำบลกะทู้	ภูเก็ต	14.94	1.78
146	เมืองพัทลุง	พัทลุง	25.75	3.06
147	ตำบลท่ามะเดื่อ	พัทลุง	11.00	1.31
148	ตำบลสทิงพระ	สงขลา	11.00	1.31
149	ตำบลสะเดา	สงขลา	12.00	1.43
150	ตำบลปาดังเบซาร์	สงขลา	17.43	2.07

ตารางที่ 4.6 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะสดตั้งแต่ 9 - 29 ตันต่อวัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)	พลาสติกที่เกิดขึ้น (ตัน/วัน)
151	ตำบลปริก	สงขลา	14.73	1.75
152	เมืองบ้านพรุ	สงขลา	16.50	1.96
153	ตำบลพะตง	สงขลา	15.00	1.79

ตารางที่ 4.7 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะในหลุมฝังกลบมากกว่า 50,000 ตัน

เทศบาล		จังหวัด	ขยะในหลุมฝังกลบ (ตัน)	พลาสติกในหลุม (ตัน)
1	อบจ. นนทบุรี	นนทบุรี	1,613,320	503,033.18
2	เมืองหาดใหญ่	สงขลา	972,487	303,221.45
3	นครสุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	882,222	275,076.82
4	นครขอนแก่น	ขอนแก่น	815,411	254,245.15
5	เมืองปทุมธานี	ปทุมธานี	802,635	250,261.59
6	นครภูเก็ต	ภูเก็ต	598,043	186,469.81
7	เมืองพะเยา	พะเยา	431,329	134,488.38
8	เมืองชัยนาท	ชัยนาท	413,133	128,814.87
9	เมืองแสนสุข	ชลบุรี	405,094	126,308.31
10	เมืองจันทบุรี	จันทบุรี	362,314	112,969.51
11	นครแหลมฉบัง	ชลบุรี	341,442	106,461.62
12	เมืองสุโขทัยธานี	สุโขทัยธานี	307,904	96,004.47
13	นครพระนครศรีอยุธยา	พระนครศรีอยุธยา	291,579	90,914.33
14	เมืองพัทยา	ชลบุรี	273,066	85,141.98
15	ตำบลสีชล	ชลบุรี	268,115	83,598.26
16	เมืองวารินชำราบ	อุบลราชธานี	221,643	69,108.29
17	เมืองปากช่อง	นครราชศรีมา	212,665	66,308.95
18	เมืองสกลนคร	สกลนคร	183,154	57,107.42
19	เมืองเพชรบูรณ์	เพชรบูรณ์	182,590	56,931.56
20	เมืองหัวหิน	ประจวบคีรีขันธ์	170,852	53,271.65
21	นครแม่สอด	ตาก	170,472	53,153.17
22	เมืองมาบตาพุด	ระยอง	163,926	51,112.13
23	เมืองมหาสารคาม	มหาสารคาม	152,057	47,411.37
24	นครอุดรธานี	อุดรธานี	138,969	43,330.53
25	ตำบลดอนสัก	สุราษฎร์ธานี	130,080	40,558.94

ตารางที่ 4.7 รายชื่อเทศบาลที่มีปริมาณขยะในหลุมฝังกลบมากกว่า 50,000 ตัน (ต่อ)

เทศบาล		จังหวัด	ขยะในหลุมฝังกลบ (ตัน)	พลาสติกในหลุม (ตัน)
26	อบจ. ชลบุรี	ชลบุรี	110,706	34,518.13
27	เมืองบุรีรัมย์	บุรีรัมย์	110,587	34,481.03
28	เมืองสะเดา	สงขลา	106,123	33,089.15
29	เมืองชุมพร	ชุมพร	105,148	32,785.15
30	เมืองบ้านไผ่	ขอนแก่น	102,172	31,857.23
31	เมืองชัยภูมิ	ชัยภูมิ	94,372	29,425.19
32	ตำบลศรีประจันต์	สุพรรณบุรี	91,941	28,667.20
33	นครเชียงราย	เชียงราย	91,029	28,382.84
34	ตำบลเวียงฝาง	เชียงใหม่	89,709	27,971.27
35	เมืองเลย	เลย	89,709	27,971.27
36	ตำบลหันคา	ชัยนาท	88,147	27,484.23
37	เมืองปัตตานี	ปัตตานี	85,443	26,641.13
38	นครระยอง	ระยอง	83,821	26,135.39
39	นครอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	82,516	25,728.49
40	ตำบลหนองแค	สระบุรี	75,726	23,611.37
41	เมืองพนัสนิคม	ชลบุรี	74,079	23,097.83
42	เมืองนครนายก	นครนายก	67,576	21,070.20
43	เมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	63,538	19,811.15
44	เมืองทุ่งสง	นครศรีธรรมราช	59,994	18,706.13
45	เมืองปากพนัง	นครศรีธรรมราช	54,037	16,848.74
46	เมืองอุทัยธานี	อุทัยธานี	52,461	16,357.34
47	เมืองปราจีนบุรี	ปราจีนบุรี	51,491	16,054.89
48	อ่อนนุช	กรุงเทพ	75,511.53	23,544.50
49	หนองแขม	กรุงเทพ	56,649.30	17,663.25
50	บจก. ปลวกแดงฯ	ระยอง	67,373	21,006.90

จากศึกษาและรวบรวมข้อมูลแหล่งขยะที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 9 ตันต่อวัน และขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามากกว่า 50,000 ตัน โดยศึกษาข้อมูลปริมาณขยะสดและขยะจากหลุมฝังกลบเก่า จากกองขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากตารางที่ 4.4 - 4.7 จึงสามารถสรุปได้ดังนี้

เทศบาลที่มีแหล่งขยะมีปริมาณขยะสดมากกว่า 50 ตันต่อวันมี 49 เทศบาล เทศบาลที่มีแหล่งขยะมีปริมาณขยะสด 30 - 49 ตันต่อวันมี 39 เทศบาล เทศบาลที่มีแหล่งขยะมีปริมาณขยะสด 9 - 29 ตันต่อวันมี 153 เทศบาล และเทศบาลที่มีขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามากกว่า 50,000 ตันมี 47 เทศบาล รวมบริษัทปลวกแดง เวสต์ แอนด์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด หลุมฝังกลบประจำปี 2554 - 2555 มีปริมาณ 67,373 ตัน เมื่อหาสัดส่วนองค์ประกอบพลาสติกได้ 21,006.9 ตัน และข้อมูลในการบริการขนถ่ายสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต 50 เขตประจำปีงบประมาณ 2555 (ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 - กันยายน 2555) ของกรุงเทพมหานครฯ (สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานครฯ, 2555) แบ่งเป็น 2 โรง คือ โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุชมีปริมาณรวม 75,511.53 ตัน เมื่อหาสัดส่วนองค์ประกอบพลาสติกได้ 23,544.5 ตัน และโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม 56,649.3 ตัน เมื่อหาสัดส่วนองค์ประกอบพลาสติกได้ 17,663.25 ตัน

จากข้อมูลแหล่งขยะที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 9 ตันต่อวัน จึงสามารถจำแนกกำลังการผลิตโดยที่จะแบ่งเป็น 4 กำลังการผลิต ดังนี้

1) ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวัน เทศบาลที่มีศักยภาพในการทำมี 181 เทศบาล

2) ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 4,500 ลิตรต่อวัน เทศบาลที่มีศักยภาพในการทำมี 34 เทศบาล

3) ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 6,000 ลิตรต่อวัน เทศบาลที่มีศักยภาพในการทำมี 14 เทศบาล

4) ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 10,4000 ลิตรต่อวัน เทศบาลที่มีศักยภาพในการทำมี 12 เทศบาล

จากข้อมูลเบื้องต้นของการจำแนกกำลังการผลิตและเทศบาลที่มีศักยภาพในการทำได้ งานวิจัยนี้จึงกำหนดศักยภาพของเทศบาลที่สามารถทำการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก ดังนี้

การจัดตั้งการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวันให้เกิดขึ้นดังนี้ ร้อยละ 20 ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ของเทศบาลที่มีศักยภาพ ดังนี้

1) การจัดตั้งการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวัน ในปีที่ 1

กรณีร้อยละ 20 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 36 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 7,200 ลิตร และคิดเป็นปีละ 2,628,000 ลิตร

กรณีร้อยละ 50 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 90 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 18,000 ลิตร และคิดเป็นปีละ 6,570,000 ลิตร

กรณีร้อยละ 100 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 181 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 36,200 ลิตร และคิดเป็นปีละ 13,213,000 ลิตร

2) การจัดตั้งการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 4,500 ในปีที่ 1

กรณีร้อยละ 20 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 7 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 31,500 ลิตร และคิดเป็นปีละ 11,497,500 ลิตร

กรณีร้อยละ 50 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 17 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 76,500 ลิตร และคิดเป็นปีละ 27,922,500 ลิตร

กรณีร้อยละ 100 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 34 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 153,000 ลิตร และคิดเป็นปีละ 55,845,000 ลิตร

3) การจัดตั้งการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 6,000 ลิตรต่อวัน ในปีที่ 1

กรณีร้อยละ 20 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 3 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 18,000 ลิตร และคิดเป็นปีละ 6,570,000 ลิตร

กรณีร้อยละ 50 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 7 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 42,000 ลิตร และคิดเป็นปีละ 15,330,000 ลิตร

กรณีร้อยละ 100 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 14 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 84,000 ลิตร และคิดเป็นปีละ 30,660,000 ลิตร

4) การจัดตั้งการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 10,400 ในปีที่ 1

กรณีร้อยละ 20 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 3 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 31,200 ลิตร และคิดเป็นปีละ 11,388,000 ลิตร

กรณีร้อยละ 50 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 8 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 83,200 ลิตร และคิดเป็นปีละ 30,368,000 ลิตร

กรณีร้อยละ 100 เทศบาลที่สามารถทำได้มี 16 เทศบาล จะทำให้มีกำลังการผลิตต่อวันเป็น 166,400 ลิตร และคิดเป็นปีละ 60,736,000 ลิตร ดังในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบกำลังการผลิตต่อเทศบาลที่มีศักยภาพที่สามารถทำการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก

กำลังการผลิต	จำนวนเทศบาล	ร้อยละ 20 (ลิตร/ปี)	จำนวนเทศบาล	ร้อยละ 50 (ลิตร/ปี)	จำนวนเทศบาล	ร้อยละ 100 (ลิตร/ปี)
200 ลิตร/วัน	36	2,628,000	90	6,570,000	181	13,213,000
4,500 ลิตร/วัน	7	11,497,500	17	27,922,500	34	55,845,000
6,000 ลิตร/วัน	20	6,570,000	50	15,330,000	100	30,660,000
10,400 ลิตร/วัน	3	11,388,000	8	30,368,000	16	60,736,000

ในงานวิจัยนี้จึงสามารถสรุปศักยภาพเทศบาลที่สามารถแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดขึ้นได้ดังนี้

กรณีที่ 1 ร้อยละ 20 ภายในปีที่ 1 สามารถผลิตน้ำมันได้ 32,083,500 ลิตรต่อปี หรือวันละ 87,900 ลิตร

กรณีที่ 2 ร้อยละ 50 ภายในปีที่ 1 สามารถผลิตน้ำมันได้ 80,190,500 ลิตรต่อปี หรือวันละ 219,700 ลิตร

กรณีที่ 3 ร้อยละ 100 ภายในปีที่ 1 สามารถผลิตน้ำมันได้ 160,454,000 ลิตรต่อปี หรือวันละ 439,600 ลิตร และมีน้ำมันเชื้อเพลิงสำรองจากหลุมฝังกลบเก่าคิดเป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงได้ โดยมีขยะพลาสติกอยู่ที่ 3,908,213.71 ตัน คิดเป็นปริมาณน้ำมันสำรอง 2,540,338.91 ลิตร

4.4 ศึกษาวิเคราะห์หาความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์สำหรับการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์จะใช้หลักเกณฑ์การตัดสินใจดังนี้

1) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

3) อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR)

ขยะที่สนใจศึกษาในครั้งนี้ คือ พลาสติก โดยนำมาพัฒนาเป็นกรณี 2 ศึกษาดังนี้

กรณีที่ 1 เป็นกรณีที่ใช้ขยะจากหลุม คือขยะเก่าจากพื้นที่ฝังกลบเทศบาลที่ไม่มีมูลค่า นอกจากค่าแรงงานและค่าเครื่องจักรเพื่อขุดขยะเก่าจากบ่อฝังกลบเก่าขึ้นมาคัดแยก ซึ่งต้องมีการนำมาล้างและทำให้แห้ง เพื่อเตรียมแปรรูป ดังนั้นกรณีนี้จึงต้องรวมค่าใช้จ่ายในการขุดขยะเก่าจากบ่อฝังกลบขึ้นมา คัดแยก นำมาล้างให้สะอาดและทำให้แห้ง รวมทั้งค่าแรงงานในส่วนนี้ด้วย

กรณีที่ 2 เป็นกรณีที่ต้องจัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก คือ ขยะพลาสติกที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด และทำให้แห้งเรียบร้อยแล้ว ซื้อมาในราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม โดยราคาจำหน่ายรวมค่าขนส่งแล้ว

โดยที่กรณีทั้ง 2 กรณีจะต้องใช้ขยะพลาสติกต่างกันตามกำลังการผลิตโดยที่จะแบ่งเป็น 4 กำลังการผลิต ดังนี้

1) ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวัน โดยมีพนักงานฝ่ายผลิต 1 คนและพนักงานแยกขยะ 1 คน
2) ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 4,500 ลิตรต่อวัน โดยมีวิศวกร 2 คน พนักงานฝ่ายผลิต 2 คนและพนักงานแยกขยะ 2 คน
3) ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 6,000 ลิตรต่อวัน โดยมีวิศวกร 2 คน พนักงานฝ่ายผลิต 2 คนและพนักงานแยกขยะ 3 คน
4) ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 10,4000 ลิตรต่อวัน โดยมีวิศวกร 2 คนพนักงานฝ่ายผลิต 2 คนและพนักงานแยกขยะ 3 คน

<u>ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ</u>

- อายุโครงการของโรงงานแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ศึกษา กำหนดมีอายุโครงการ 15 ปี โดยวัดจากอายุของเครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในการผลิตน้ำมัน

- วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง คือ ขยะพลาสติก ที่กำลังการผลิต ค่าเครื่องจักรและค่าก่อสร้างของแต่ละ 5 ภาพเหตุการณ์ โดยทั้งนี้แต่ละภาพเหตุการณ์จะมีอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคาร : เงินทุนตัวเอง เป็น 1 : 1 อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MLR ของลูกค้าชั้นดี โดยกำหนดให้เท่ากันตลอดโครงการคือ 7.375% (ทหารไทย. 2555) คืนเงินภายใน 7 งวด รายได้เพิ่มขึ้นในอัตรา 3% ทุกปี ต้นทุนการผลิตและบริหารเพิ่มขึ้นในอัตรา 3% ทุกปี ค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตรา 5% ทุกปี คิดผลตอบแทนผู้ถือหุ้น 15% ภาษีเงินได้นิติบุคคล 30% ค่าเสื่อมราคา คิดเฉพาะค่าเครื่องจักรโดยนำมาหารด้วยจำนวนปีโครงการ และไม่คิดค่าที่ได้จากการขายซาก คิดค่าเครื่องจักร โดยนำมาหารด้วยจำนวนปีโครงการ คิดค่าที่ได้จากการขายซากและเครื่องทำงาน 350 วันต่อปี

1) เงินลงทุน คือ ค่าเครื่องจักรและค่าก่อสร้าง

- เงินลงทุน คือ ค่าเครื่องจักรและค่าก่อสร้าง

- ส่วนของทุน คือ อัตราส่วนระหว่างหนี้สินหารด้วยเงินลงทุน

2) ต้นทุนการผลิต คือค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการผลิต ข้อมูลต้นทุนการผลิตที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน

2.1 ค่าวัตถุดิบ ราคาพลาสติกเก่าที่ทำความสะอาดแล้ว 5 บาทต่อกิโลกรัม

2.2 ค่าบำรุงรักษา กำหนดเป็น 0.8% ของเงินลงทุน

2.3 ค่าสาธารณูปโภค ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท และค่าน้ำ 60,000 บาทต่อปี

2.5 ค่าพนักงานฝ่ายผลิต คนละ 7,500 บาทต่อเดือน (บริษัทอเด็คโก้ประเทศไทย, 2555)

2.6 ค่าพนักงานแยกขยะ คนละ 7,500 บาทต่อเดือน (บริษัทอเด็คโก้ประเทศไทย, 2555)

2.7 ค่าขุด – ล้างขยะจากบ่อฝังกลบ กำหนดที่ 150 บาทต่อตัน

3) ต้นทุนการบริหาร คำนวณเฉพาะเงินเดือนของวิศวกร โดยเงินเดือนวิศวกรคนละ 25,000 บาทต่อเดือน (บริษัทอเด็คโก้ประเทศไทย, 2555)

4) รายได้ คือ ผลประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

การขายน้ำมัน ราคาขายของน้ำมันแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ขาย 18 บาทต่อลิตร (เทศบาลเมืองระยองและ บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง) และกรณีที่ขายน้ำมันเตาเกรดเอราคา 23 บาทต่อลิตร

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงิน

ภาพเหตุการณ์ที่ 1 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วัน ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 1 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	200	200
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	0.65	0.65
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	0	0
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	1	1
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	1	1
ราคาขุดหลุม (บาท / ตัน)	150	150
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	3	5
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	62.29	86.61
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	3.96	2.49

จากตารางที่ 4.9 จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อขายน้ำมันลิตรละ 18 บาท และการขายน้ำมันลิตรละ 23 บาท โดยค่าลงทุนเครื่องปฏิกรณ์ 650,000 บาท จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบัน 3 ล้านบาทและ 5 ล้านบาทตามลำดับ อัตราผลตอบทนการลงทุนร้อยละ 62.29 และร้อยละ 86.61 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาคืนทุน 3.96 ปีและ 2.49 ปีตามลำดับ

ภาพเหตุการณที่ 2 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 ลิตรต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วัน ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 2 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	200	200
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	0.65	0.65
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	0	0
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	1	1
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	1	1
ราคาพลาสติก (บาท / ตัน)	5000	5000
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	-	-
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	-	-
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	-	-

จากตารางที่ 4.10 พบว่าไม่เหมาะสมกับการลงทุน

ภาพเหตุการณที่ 3 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 4,500 ลิตรต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วัน ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 3 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	4,500	4,500
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	45	45
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
ราคาขุดหลุม (บาท / ตัน)	150	150
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	102	145
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	39.01	48.70
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	3.21	3.72

จากตารางที่ 4.11 จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อขายน้ำมันลิตรละ 18 บาท และการขายน้ำมันลิตรละ 23 บาท โดยค่าลงทุนเครื่องปฏิกรณ์ 45 ล้านบาท จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบัน 102 ล้านบาทและ 145 ล้านบาทตามลำดับ อัตราผลตอบทนการลงทุนร้อยละ 39.01 และร้อยละ 48.70 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาคืนทุน 3.21 ปีและ 3.72 ปีตามลำดับ

ภาพเหตุการณที่ 4 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 4,500 ลิตรต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วัน ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 4 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	4,500	4,500
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	45	45
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
ราคาพลาสติก (บาท / ตัน)	5000	5000
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	57	99
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	27.65	38.23
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	4.21	3.16

จากตารางที่ 4.12 จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อขายน้ำมันลิตรละ 18 บาท และการขายน้ำมันลิตรละ 23 บาท โดยค่าลงทุนเครื่องปฏิกรณ์ 45 ล้านบาท จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบัน 57 ล้านบาทและ 99 ล้านบาทตามลำดับ อัตราผลตอบทนการลงทุนร้อยละ 27.65 และร้อยละ 38.23 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาคืนทุน 4.21 ปีและ 3.16 ปีตามลำดับ

ภาพเหตุการณที่ 5 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 6,000 ลิตรต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วัน ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 5 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	6,000	6,000
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	64	64
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
ราคาขุดหลุม (บาท / ตัน)	150	150
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	143	200
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	38.72	47.85
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	3.20	3.68

จากตารางที่ 4.13 จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อขายน้ำมันลิตรละ 18 บาท และการขายน้ำมันลิตรละ 23 บาท โดยค่าลงทุนเครื่องปฏิกรณ์ 64 ล้านบาท จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบัน 143 ล้านบาทและ 200 ล้านบาทตามลำดับ อัตราผลตอบทนการลงทุนร้อยละ 38.72 และร้อยละ 47.85 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาคืนทุน 3.20 ปีและ 3.68 ปีตามลำดับ

ภาพเหตุการณที่ 6 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 6,000 ลิตรต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วัน ในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 6 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	6,000	6,000
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	64	64
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
ราคาพลาสติก (บาท / ตัน)	5000	5000
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	52	108
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	22.12	32.73
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	5.42	4.74

จากตารางที่ 4.14 จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อขายน้ำมันลิตรละ 18 บาท และการขายน้ำมันลิตรละ 23 บาท โดยค่าลงทุนเครื่องปฏิกรณ์ 64 ล้านบาท จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบัน 52 ล้านบาทและ 108 ล้านบาทตามลำดับ อัตราผลตอบทนการลงทุนร้อยละ 22.12 และร้อยละ 32.73 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาคืนทุน 5.42 ปีและ 4.74 ปีตามลำดับ

ภาพเหตุการณที่ 7 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป10,400 ลิตรต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วัน ในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 7 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	10,400	10,400
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	96	96
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	3	3
ราคาขุดหลุม (บาท / ตัน)	150	150
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	265	363
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	44.24	54.43
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	3.52	3.93

จากตารางที่ 4.15 จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อขายน้ำมันลิตรละ 18 บาท และการขายน้ำมันลิตรละ 23 บาท โดยค่าลงทุนเครื่องปฏิกรณ์ 96 ล้านบาท จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบัน 265 ล้านบาทและ 363 ล้านบาทตามลำดับ อัตราผลตอบทนการลงทุนร้อยละ 44.24 และร้อยละ 54.43 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาคืนทุน 3.52 ปีและ 3.93 ปีตามลำดับ

ภาพเหตุการณที่ 8 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ผลผลิตน้ำมันแปรรูป10,400 ลิตรต่อวันในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในที่นี้ให้โรงงานเดินเครื่อง 350 วันในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 8 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก

สมมติฐาน	**ค่าที่ประเมิน**	
ราคาขายน้ำมัน (บาท)	**18**	**23**
กำลังการผลิตน้ำมัน (ลิตรต่อวัน)	10,400	10,400
อายุโครงการ (ปี)	15	15
ดอกเบี้ยของเงินลงทุน (%)	7.375	7.375
ค่าการลงทุนโรงงาน (ล้านบาท)	96	96
วิศวกร (25,000 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานฝ่ายผลิต (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	2	2
พนักงานแยกขยะ (7,500 บาทต่อคนต่อเดือน)	3	3
ราคาพลาสติก (บาท / ตัน)	5000	5000
มูลค่าโครงการปัจจุบัน (Net Present Value; ล้านบาท)	117	215
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR; %)	27.16	38.66
ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period; ปี)	4.15	3.19

จากตารางที่ 4.16 จะมีความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อขายน้ำมันลิตรละ 18 บาท และการขายน้ำมันลิตรละ 23 บาท โดยค่าลงทุนเครื่องปฏิกรณ์ 96 ล้านบาท จะให้ค่ามูลค่าปัจจุบัน 117 ล้านบาทและ 215 ล้านบาทตามลำดับ อัตราผลตอบทนการลงทุนร้อยละ 27.16 และร้อยละ 38.66 ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาคืนทุน 4.15 ปีและ 3.19 ปีตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์สามารถอธิบายได้ดังนี้

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จากราคาวันถุดิบพลาสติก

กรณีที่ 1 เป็นกรณีที่ใช้ขยะจากหลุม คือขยะเก่าจากพื้นที่ฝังกลบเทศบาลที่ไม่มีมูลค่า นอกจากค่าแรงงานและค่าเครื่องจักรเพื่อขุดขยะเก่าจากบ่อฝังกลบเก่าขึ้นมาคัดแยก ซึ่งต้องมีการนำมาล้างและทำให้แห้ง เพื่อเตรียมแปรรูป ดังนั้นกรณีนี้จึงต้องรวมค่าใช้จ่ายในการขุดขยะเก่าจากบ่อฝังกลบขึ้นมา คัดแยก นำมาล้างให้สะอาดและทำให้แห้ง รวมทั้งค่าแรงงานในส่วนนี้ด้วย

กรณีที่ 2 เป็นกรณีที่ต้องจัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก คือ ขยะพลาสติกที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด และทำให้แห้งเรียบร้อยแล้ว ซื้อมาในราคา 5 บาทต่อ โดยราคาจำหน่ายรวมค่าขนส่งแล้ว

พบว่าผลตอบแทนจะสูงสุดเมื่อวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปคือ ขยะจากหลุม หรือขยะเก่าจากพื้นที่ฝังกลบเทศบาลที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียเงิน และผลตอบแทนรองลงมาคือ วัตถุดิบที่ต้องจัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก หรือขยะพลาสติกที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด และทำให้แห้งเรียบร้อยแล้ว ซื้อมาในราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นเมื่อคำนวณรายได้และรายจ่ายที่เพิ่มเข้ามา ทำให้ผลตอบแทนน้อยกว่ากรณีของขยะจากหลุม

ดังนั้นหากผู้ประกอบการต้องการลดต้นทุนการผลิต ควรมุ่งเน้นประเด็นไปที่ค่าวัตถุดิบพลาสติก และควรหารายได้จากผลพลอยได้ของธุรกิจการแปรรูปขยะน้ำมัน เช่น การขายเศษขยะที่มีค่า การขายก๊าซ เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการส่งเสริมให้ประชาชนเห็นความสำคัญของการคัดแยกขยะ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตของการจ้างแรงงานคัดแยกขยะและขั้นตอนการทำความสะอาดขยะ

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จากกำลังการผลิตของเครื่องปฏิกรณ์

เมื่อเปรียบเทียบพิจารณาขนาดกำลังผลิตของเครื่องปฏิกรณ์พบว่า มูลค่าปัจจุบันและอัตราผลตอบแทนการลงทุนทุกภาพเหตุการณ์มีความเหมาะสมที่จะลงทุน ยกเว้นภาพเหตุณ์การณ์ที่ 2 ไม่เหมาะที่จะลงทุน ส่วนระยะเวลาคืนทุนส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 2 – 6 ปี

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จากราคาขายน้ำมันที่ได้จากการแปรรูปขยะพลาสติก

ในส่วนของราคาขายของน้ำมันที่ได้จากการแปรรูปขยะพลาสติก จากงานวิจัยนี้ ขายน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร (เทศบาลเมืองระยองและ บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง) และกรณีที่ขายน้ำมันเตาเกรดเอราคา 23 บาทต่อลิตร โดยทั้งนี้การขายน้ำมันทั้ง 2 กรณีถือว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาศักยภาพโดยรวมของเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทยโดยกระบวนการไพโรไลซิสจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน ด้วยกระบวนการไพโรไลซิส ขนาดกำลังการผลิตตั้งแต่ 800 – 16,000 กิโลกรัมต่อวัน ได้ผลผลิตน้ำมันแปรรูป 200 – 10,400 ลิตรต่อวัน พบว่าการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทยโดยกระบวนการไพโรไลซิสจะมี 8 เทคโนโลยี ซึ่งขนาดกำลังผลิตแบ่งเป็น 4 ขนาดโดยขนาดกำลังผลิตเล็กสุดคือ 0.8 ตันต่อวัน ราคา 650,000 บาท ของโรงแรมคำแสดริเวอร์แคว รีสอร์ทแอนด์สปา รองลงขนาดกำลังผลิต 5 – 6 ตันต่อวัน ราคาส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 45 – 65 ล้านบาท และขนาดกำลังผลิต 10 -16 ตันต่อวันของบริษัท เมืองสะอาด จำกัด และบริษัท ทีพีไอโพลีน จำกัด (มหาชน) ราคา 96 ล้านบาท อุณหภูมิเครื่องปฏิกรณ์เฉลี่ยของทุกเทคโนโลยีอยู่ในช่วง 300 – 500 องศาเซลเซียส การป้อนพลาสติกเข้าสู่เครื่องมี 2 แบบ คือ แบบครั้ง (Batch) และแบบต่อเนื่อง (CSTR) ผลิตภัณฑ์น้ำมันจากพลาสติก 1 ตันเฉลี่ยทุกแห่งได้น้ำมัน 600 ลิตร ชนิดของพลาสติกที่เข้าเครื่องปฏิกรณ์คือพลาสติกชนิด PP และ PE ค่าความชื้นต่ำสุดคือร้อยละ 5 และสูงสุดคือร้อละ 40 ของบจก. เมืองสะอาด ค่าความปนเปื้อนต่ำสุดคือ ร้อยละ 5 และสูงสุดคือร้อยละ 40

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสโดยมาตรฐานของน้ำมันดีเซล เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของน้ำมันที่ได้จากกระบวนการแปรรูปขยะพลาสติกนั้นจะมีองค์ประกอบของน้ำมันดีเซลถึงร้อยละ 50 ดังนั้นเมื่อนำผลทดสอบคุณลักษณะของน้ำมันดิบจากการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล ตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน พบว่าคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันจากขยะพลาสติกมีค่าบางค่าผ่านเกณฑ์น้ำมันดีเซล แต่มีค่าต่างๆ ที่ยังไม่

ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ และยังมีค่าอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ตรวจวิเคราะห์เพิ่มเติมอีกหลายค่าโดยเฉพาะถ้าเทียบกับมาตรฐานน้ำมันดีเซล

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลแหล่งขยะที่มีปริมาณขยะสดมากกว่า 9 ตันต่อวัน และขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามากกว่า 50,000 ตัน โดยศึกษาข้อมูลปริมาณขยะสดและขยะจากหลุมฝังกลบเก่า พบว่า เทศบาลที่มีแหล่งขยะมีปริมาณขยะสดมากกว่า 50 ตันต่อวันมี 49 เทศบาล เทศบาลที่มีแหล่งขยะมีปริมาณขยะสด 30 - 49 ตันต่อวันมี 39 เทศบาล เทศบาลที่มีแหล่งขยะมีปริมาณขยะสด 9 - 29 ตันต่อวันมี 153 เทศบาล เทศบาลที่มีขยะจากหลุมฝังกลบเก่ามากกว่า 50,000 ตันมี 47 เทศบาล รวมบริษัท ปลวกแดง เวสต์ แอนด์ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด หลุมฝังกลบประจำปี 2554 - 2555 มีปริมาณ 67,373 ตัน และข้อมูลในการบริการขนถ่ายสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต 50 เขตประจำปีงบประมาณ 2555 ของกรุงเทพมหานครฯ (สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานครฯ, 2555) แบ่งเป็น 2 โรง คือ โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุชมีปริมาณรวม 75,511.53 ตัน และโรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม 56,649.3 ตัน ในงานวิจัยนี้จึงสามารถสรุปศักยภาพเทศบาลที่สามารถแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดขึ้นได้ดังนี้

กรณีที่ 1 ร้อยละ 20 ภายในปีที่ 1 สามารถผลิตน้ำมันได้ 32,083,500 ลิตรต่อปี หรือวันละ 87,900 ลิตร

กรณีที่ 2 ร้อยละ 50 ภายในปีที่ 1 สามารถผลิตน้ำมันได้ 80,190,500 ลิตรต่อปี หรือวันละ 219,700 ลิตร

กรณีที่ 3 ร้อยละ 100 ภายในปีที่ 1 สามารถผลิตน้ำมันได้ 160,454,000 ลิตรต่อปี หรือวันละ 439,600 ลิตร

และมีน้ำมันเชื้อเพลิงสำรองจากหลุมฝังกลบเก่าคิดเป็นปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงได้ โดยมีขยะพลาสติกอยู่ที่ 3,908,213.71 ตัน คิดเป็นปริมาณน้ำมันสำรอง 2,540,338.91 ลิตร

จากการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จากราคาวันถุดิบพลาสติก พบว่าผลตอบแทนจะสูงสุดเมื่อวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปคือ ขยะจากหลุม หรือขยะเก่าจากพื้นที่ฝั่งกลบเทศบาลที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียเงิน และผลตอบแทนรองลงมาคือ วัตถุดิบที่ต้องจัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก หรือขยะพลาสติกที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาด และทำให้แห้งเรียบร้อยแล้ว ซื้อมาในราคา 5 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นเมื่อคำนวณรายได้และรายจ่ายที่เพิ่มเข้ามา ทำให้ผลตอบแทนน้อยกว่ากรณีของขยะจากหลุม การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จากกำลังการผลิตของเครื่องปฏิกรณ์ เมื่อพิจารณาขนาดกำลังผลิตของเครื่องปฏิกรณ์ พบว่า มูลค่าปัจจุบันและอัตราผลตอบแทนการลงทุนทุกภาพเหตุการณ์มีความเหมาะสมที่จะลงทุน ยกเว้นภาพเหตุณ์การณ์ที่ 2 ไม่เหมาะที่จะลงทุน ส่วนระยะเวลาคืนทุนส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 2 – 6 ปี และการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์จากราคาขายน้ำมันที่ได้จากการแปรรูปขยะพลาสติกในส่วนของราคาขายของน้ำมันที่ได้จากการแปรรูปขยะพลาสติก จากงานวิจัยนี้ ขายน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร (เทศบาลเมือง

ระยองและ บจก. เทอร์ม เอ็นจิเนียริ่ง) และกรณีที่ขายน้ำมันเตาเกรดเอราคา 23 บาทต่อลิตร โดยทั้งนี้การขายน้ำมันทั้ง 2 กรณีถือว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุน

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพียงเบื้องต้นทางด้านการศึกษาศักยภาพโดยรวมของเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้ติดตั้งแล้วในประเทศไทยโดยกระบวนการไพโรไลซิสจากผู้ประกอบการเอกชนและโครงการส่งเสริมการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน การศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปน้ำมันจากขยะพลาสติกในประเทศไทย ประเมินศักยภาพการนำขยะเทศบาลและขยะจากหลุมฝังกลบเอกชนบางแห่งเพื่อนำไปสู่การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง และประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนกับเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง พร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาทางด้านการส่งเสริมเทคโนโลยีการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในเบื้องต้น

5.2 **ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

จากการศึกษาและวิจัยครั้งนี้ เป็นเรื่องศักยภาพการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติกในประเทศไทย ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาเรื่องการคิดนโยบายเพื่อรองรับการจัดซื้อน้ำมันที่ได้จากการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง

ควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของสมรรถนะของเครื่องยนต์และมลพิษที่เกิดขึ้น เมื่อนำน้ำมันดีเซลจากการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมันที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วไปใช้

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณภาพและวิธีการปรับปรุงคุณภาพให้เทียบเคียงกับน้ำมันดีเซลหรือน้ำมันชนิดอื่นที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤตภาศ มงคลธำรงกุล. เปรียบเทียบโครงการแปรรูปขยะเป็นไฟฟ้าจากเทคโนโลยีฝังกลบแบบถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล และโครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันจากเทคโนโลยีไพโรไลซีส.

กัมปนาท ปราศราคี. เชื้อเพลิงสะอาดจากยางรถยนต์ใช้แล้วโดยวิธีดำเนินการสองขั้น : ไฮโดรดีซัลเฟอร์ไรเซชันและไพโรไลซีส, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ข้อเสนอโครงการเพื่อขอรับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานแผนพลังงานทดแทน งานศึกษาวิจัย และพัฒนาด้านเทคนิคโครงการสนับสนุนการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน ปีงบประมาณ 2554. โครงการการศึกษาแนวทางการพัฒนาและการกำหนดมาตรฐานน้ำมันจากขยะพลาสติกเพื่อส่งเสริมการใช้ในเชิงพาณิชย์. สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤษภาคม 2554.

ข้อเสนอโครงการเพื่อสมัครรับทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการสนับสนุนการศึกษา วิจัย พัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปีงบประมาณ 2554. โครงการพัฒนาต้นแบบระบบจัดการขยะพลาสติกด้วยเทคโนโลยีไพโรไลซิสขนาดเล็กเพื่อผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงสังเคราะห์สำหรับผลิตไฟฟ้าและพลังงานทดแทนในชุมชน. สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤษภาคม 2554.

จำนงค์ ธำรงมาศ. การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก, ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2552.

จำนงค์ ธำรงมาศ และ มนัส แซ่ด่าน. การผลิตน้ำมันสังเคราะห์และก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะพลาสติก, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

เชาวน์ นกอยู่. พลังงานจากขยะ. [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/count/mgtdl.cfm?File Name=Date4_9พลังงานจากขยะ. [2554, 24 กรกฎาคม].

นโยบายและแผนพลังงาน. สำนักงาน. 2554. สถานการณ์พลังงานปี 2554 และแนวโน้มปี 2555. กระทรวงพลังงาน.

นโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สำนักงาน. เอกสารวิชาการด้านเทคโนโลยีการจัดการขยะมูลฝอย. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, 2553, หน้า 104.

นโยบายและแผนผังพลังงาน. สำนัก. แปลงขยะพลาสติกไร้ค่าเป็นน้ำมันทางออกวิกฤตพลังงาน. วารสารนโยบาย. ฉบับที่ 80 (เมษายน – มิถุนายน 2551): 12.

พรพิมล สันติมณีรัตน์. การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545.

พรรัตน์ และ กฤษฎา. พลังงานทางเลือกการรีไซเคิลขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน. [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: http://ftiweb.off.fti.or.th/iei/file/information/65/ [5 มกราคม 2555]

พลังงานขยะ. [ออนไลน์]. 2551แหล่งที่มา: http://www.oknation.net/blog/print.php?id =334491 [2554, 24 ตุลาคม].

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. กรม. โครงการศึกษาศักยภาพขยะจากหลุมฝังกลบเก่าและแนวทางการใช้ประโยชน์พลังงานขยะ. กระทรวงพลังงาน, กรกฎาคม 2554.

ศิริรัตน์ จิตการค้า. จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงานทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่1. ฉบับที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

อภินันท์ จันตะนี และคณะ. เศรษฐศาสตร์ทั่วไป การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงิน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2543.

ภาษาอังกฤษ

M. Mani, G. Nagarajan, S. Sampath, Characterisation and effect of using waste plastic oil and diesel fuel blends in compression ignition engine, Resources, Energy Volume 36, Issue 1 (2011) 212 – 219.

Miskolczi, N., Angyal, A., Bartha, L. and Valkai, I. Fuels by pyrolysis of waste plastics from agricultural and Packagine sectors in a pilot scale reactor. Elsevier Fuel Processing Technology 90(2009) 1032-1040.

Zhang, G., Zhu, J., and Okuwaki, A. Prospect and current status of recycling waste plastics and technology for Converting them into in China, Resources, Conservation and Recycling 50 (2007): 231 - 239.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
เชียงราย	ทม.เชียงราย	45.00	10.00	12.00	10.00	5.00	2.00	2.00	10.00	-	4.00	20,946	68,875	78.52	1.14
	ทต.เวียงเชียงของ	10.18	42.25	23.42	14.25	8.55	0.85	0.23	0.15	0.12	0.00	1,929	4,684	11.99	2.56
	ทต.จันจว้า	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,594	16,976	10.36	0.61
	ทต.แม่ขะจาน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,527	7,054	9.03	1.28
	ทต.แม่จัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,887	4,110	11.47	2.79
เชียงใหม่	ทน.เชียงใหม่	54.00	11.00	15.10	9.60	2.10	0.90	2.60	1.20	2.10	1.40	67,010	174,235	265.00	1.52
	ทต.ไชยปราการ	20.00	8.00	7.00	3.00	7.00	7.00	5.00	30.00	3.00	10.00	5,350	15,871	19.52	1.23
	ทต.เมืองแกนพัฒนา	34.00	3.00	5.00	5.00	3.00	5.00	3.00	12.00	15.00	15.00	4,974	11,768	14.71	1.25
	ทต.เวียงฝาง	33.00	17.75	13.82	7.02	2.45	1.58	3.12	11.90	3.09	6.28	2,030	9,888	9.99	1.01
	ทต.ยางเนิ้ง	50.00	6.00	20.00	2.00	1.00	1.00	5.00	10.00	5.00	-	3,194	8,903	9.97	1.12
เชียงใหม่	ทต.ช้างเผือก	10.00	3.00	40.00	20.00	1.00	2.00	1.00	15.00	4.00	4.00	5,656	8,958	13.53	1.51
แม่ฮ่องสอน	ทม.แม่ฮ่องสอน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,264	7,005	15.41	2.20
ลำพูน	ทม.ลำพูน	61.00	18.36	3.60	11.16	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	5,103	14,827	17.79	1.20

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
พะเยา	ทม.พะเยา	66.16	14.75	12.86	0.70	2.91	0.00	1.31	1.31	-	-	7,843	20,150	19.36	0.96
	ทต.ดงเจน	50.00	5.00	13.00	5.00	5.00	2.00	2.00	5.00	5.00	8.00	3,146	9,305	12.00	1.29
	ทต.ดอกคำใต้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	15,596	9.36	0.60
แพร่	ทม.แพร่	22.00	28.40	15.45	0.84	3.77	1.69	4.02	22.21	1.38	0.28	7,210	25,324	32.67	1.29
	ทต.สอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,669	8,311	9.97	1.20
ลำปาง	ทน.ลำปาง	50.40	10.00	15.20	2.80	3.50	1.60	4.10	6.20	-	6.20	24,195	69,334	105.00	1.51
	ทต.พิชัย	15.00	15.00	25.00	5.00	15.00	5.00	5.00	10.00	5.00	-	4,140	11,740	11.74	1.00
	ทต.ล้อมแรด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	18,128	10.88	0.60
	ทต.ชมพู	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,636	60,557	41.78	0.69
	ทต.เสริมงาม	50.00	10.00	10.00	5.00	5.00	-	-	10.00	-	10.00	2,604	9,249	9.98	1.08
สุโขทัย	ทม.สวรรคโลก	40.00	15.10	13.90	4.30	2.10	0.60	2.00	20.20	0.60	1.20	5,394	19,970	11.18	0.56
	ทม.สุโขทัยธานี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,905	18,421	32.05	1.74

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
น่าน	ทม.น่าน	43.67	12.77	26.59	8.28	2.00	0.66	2.92	0.27	-	2.84	7,168	22,157	23.26	1.05
	ทต.สบกอน	46.61	13.99	18.50	14.93	2.34	-	3.39	-	-	0.24	3,213	10,459	10.25	0.98
พิจิตร	ทม.พิจิตร	39.00	13.85	17.79	2.83	1.87	3.24	5.48	4.47	1.47	10.00	8,299	26,108	27.15	1.04
	ทม.ตะพานหิน	36.10	2.93	29.27	0.97	1.95	2.44	1.95	22.44	-	1.95	4,364	20,399	20.20	0.99
พิษณุโลก	ทน.พิษณุโลก	68.59	2.53	20.59	1.61	1.45	0.29	1.51	0.89	-	2.54	27,014	90,386	84.06	0.93
อุตรดิตถ์	ทม.อุตรดิตถ์	67.33	6.20	21.79	1.99	0.50	0.15	0.55	-	-	1.49	11,164	43,286	30.30	0.70

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 4

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
กำแพงเพชร	ทต.สลกบาตร	52.00	19.06	16.91	0.45	7.50	0.30	0.33	1.30	1.10	1.05	2,962	9,170	7.06	0.77
	ทต.ท่ามะเขือ	20.00	5.00	10.00	5.00	5.00	2.00	2.00	10.00	3.00	38.00	1,328	4,314	15.01	3.48
	ทม.กำแพงเพชร	76.08	6.10	14.52	0.95	0.56	0.30	0.08	1.02	-	0.39	9,822	23,020	19.80	0.86
ตาก	ทม.แม่สอด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	27,728	61.00	2.20
	ทม.ตาก	76.77	5.32	8.88	2.64	0.78	0.33	1.24	2.57	-	1.47	5,012	21,336	27.95	1.31
นครสวรรค์	ทน.นครสวรรค์	79.76	4.07	13.17	0.81	0.36	0.28	0.41	0.30	-	0.84	16,790	65,043	81.95	1.26
	ทม.ชุมแสง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	11,293	16.49	1.46
	ทต.ตาคลี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	35,926	34.13	0.95
อุทัยธานี	ทม.อุทัยธานี	70.77	3.37	16.62	1.12	0.68	2.81	0.51	0.60	-	3.52	6,965	19,156	15.32	0.80

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
ชัยนาท	ทม.ชัยนาท	55.66	10.58	23.06	2.29	1.37	0.96	0.87	2.15	-	3.06	5,205	16,104	17.72	1.10
สุพรรณบุรี	ทม.สุพรรณบุรี	45.32	22.88	17.05	1.82	1.47	1.08	5.75	0.13	-	4.50	-	27,847	39.26	1.41
	ทต.อู่ทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,424	9,230	12.00	1.30
นครปฐม	ทน.นครปฐม	76.90	4.64	13.65	0.46	0.97	-	0.91	1.82	-	0.65	28,279	93,554	196.46	2.10
	ทต.อ้อมใหญ่	68.00	7.70	10.40	0.50	8.75	0.90	1.35	-	0.45	1.95	13,610	16,320	18.93	1.16
	ทต.สามพราน	50.00	10.00	10.00	10.00	8.00	5.00	2.00	2.00	3.00	-	2,527	15,650	15.65	1.00
สมุทรสาคร	ทน.สมุทรสาคร	67.45	14.47	0.67	0.67	1.10	0.43	6.25	4.30	-	4.66	16,336	62,491	96.86	1.55
	ทม.กระทุ่มแบน	56.00	12.87	13.33	6.00	4.67	1.33	2.80	1.50	1.50	-	2,744	15,624	21.09	1.35
	ทม.อ้อมน้อย	33.00	5.00	25.00	10.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.00	9,095	39,079	132.87	3.40
	ทต.หลักห้า	20.00	20.00	32.00	10.00	5.00	5.00	2.00	5.00	1.00	-	7,583	38,655	15.08	0.39

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
ปทุมธานี	ทม.คูคต	37.79	37.83	16.54	0.68	0.21	2.52	-	3.34	0.39	0.70	17,526	34,869	62.76	1.80
	ทม.ปทุมธานี	69.00	6.46	13.95	5.53	0.71	0.36	2.72	-	-	1.27	5,324	18,916	34.05	1.80
	ทม.ท่าโขลง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	27,556	73.02	2.65
	ทต.ธัญบุรี	71.20	6.40	13.20	1.40	2.10	3.60	2.10	-	-	-	19,127	43,170	25.90	0.60
	ทต.คลองหลวง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,796	43,434	49.08	1.13
	ทต.สนั่นรักษ์	37.00	20.50	19.54	6.73	3.71	0.10	0.80	10.15	-	1.47	*	16,552	9.77	0.59
	ทต.ประชาธิปัตย์	60.00	8.70	17.70	6.90	3.20	0.50	2.10	-	0.90	-	29,893	60,198	119.79	1.99
พระนครศรีอยุธยา	ทน.นครศรีอยุธยา	73.65	6.24	10.17	6.89	0.80	0.26	0.62	0.73	0.64	-	16,512	60,853	54.77	0.90
	ทต.อโยธยา	40.00	15.00	10.00	10.00	5.00	3.00	2.00	5.00	5.00	5.00	5,120	18,531	15.94	0.86
	ทต.บางปะหัน	50.00	8.00	25.00	3.00	2.50	1.00	1.00	5.00	1.00	3.50	1,474	4,420	19.89	4.50
	ทต.บางซ้าย	45.00	10.00	15.00	5.00	2.00	2.00	5.00	10.00	1.00	5.00	1,385	5,527	9.75	1.76
	ทต.ลำตาเสา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	16,700	9.02	0.54

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
สิงห์บุรี	ทม.สิงห์บุรี	77.52	2.75	13.54	0.57	0.37	0.11	0.18	1.36	-	3.60	7,072	21,233	42.68	2.01
	ทต.สิงห์	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,795	16,526	10.74	0.65
อ่างทอง	ทม.อ่างทอง	79.09	2.35	11.51	1.35	1.19	0.17	0.36	0.71	-	3.27	4,534	13,113	20.06	1.53
นนทบุรี	ทน.นนทบุรี	63.55	4.86	14.92	10.21	1.12	0.32	2.07	0.84	-	2.11	95,179	270,077	260.00	0.96
	ทน.ปากเกร็ด	68.24	3.19	14.31	4.19	0.58	0.70	0.57	-	-	8.22	29,297	149,483	179.38	1.20
	ทม.บางบัวทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,421	37,089	48.90	1.32
	ทม.บางกรวย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,207	42,501	50.15	1.18
	ทต.ปลายบาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,399	18,808	30.00	1.60
	ทต.บางศรีเมือง	15.00	5.00	10.00	10.00	5.00	3.00	8.00	20.00	10.00	14.00	9,500	26,900	20.18	0.75

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
สมุทรปราการ	ทน. สมุทรปราการ	74.43	3.07	13.75	4.35	0.16	0.04	1.67	0.45	-	2.08	9,070	71,744	85.38	1.19
	ทม.ลัดหลวง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,283	74,960	131.00	1.75
	ทม.พระประแดง	47.00	25.86	10.32	1.23	1.75	0.33	0.74	6.95	3.32	2.50	2,233	10,324	44.50	4.31
	ทต.แพรกษา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,805	9,530	15.25	1.60
	ทต.บางบ่อ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	943	9,790	9.30	0.95
	ทต.ด่านสำโรง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,731	53,962	75.55	1.40
	ทต.บางปู	25.00	15.92	25.11	1.98	1.06	9.84	12.83	2.88	2.95	2.43	39,619	107,400	64.44	0.60
	ทต.บางเมือง	35.00	20.00	25.00	0.50	5.00	0.50	2.00	2.00	3.00	7.00	34,666	92,043	54.31	0.59
	ทต.สำโรงใต้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,800	80,544	122.43	1.52
	ทต.สำโรงเหนือ	23.00	19.00	13.00	6.00	7.00	8.00	10.00	8.00	5.00	1.00	14,000	37,520	37.52	1.00

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 7

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
นครนายก	ทม.นครนายก	65.09	7.18	22.69	0.72	1.12	0.36	0.53	-	-	2.31	6,062	17,564	15.46	0.88
ปราจีนบุรี	ทม.ปราจีนบุรี	72.19	4.36	16.39	0.47	0.52	1.05	2.38	0.44	-	2.20	6,212	21,125	22.82	1.08
เพชรบูรณ์	ทม.เพชรบูรณ์	53.46	10.54	25.74	0.46	0.53	0.67	0.79	0.27	-	7.54	7,829	45,310	42.59	0.94
	ทม.หล่มสัก	64.00	6.79	15.16	2.70	3.05	2.64	2.45	2.08	0.99	0.14	7,840	23,580	22.40	0.95
	ทต.หนองไผ่	49.00	14.45	7.36	2.46	4.00	0.46	1.66	12.31	3.73	4.57	2,552	17,637	14.99	0.85
	ทต.วิเชียรบุรี	48.00	15.26	14.26	0.57	1.10	1.30	1.06	9.32	3.50	5.63	5,513	26,182	17.80	0.68
ลพบุรี	ทม.บ้านหมี่	50.00	15.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	5.00	5.00	934	4,468	5.99	1.34
	ทม.ลพบุรี	72.49	6.79	16.80	0.04	-	-	0.88	0.88	-	2.12	8,696	30,724	53.77	1.75
	ทต.โคกสำโรง	32.00	3.88	10.59	14.71	17.06	5.88	2.94	12.94	-	0.00	2,033	8,191	9.50	1.16
	ทต.โคกตูม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	26,317	20.00	0.76
	ทต.ลำนารายณ์	72.29	6.27	13.96	1.30	0.68	0.23	1.08	0.95	-	3.24	6,812	24,008	14.64	0.61

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 7 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
สระบุรี	ทม.สระบุรี	68.80	5.43	19.82	0.55	0.72	0.49	1.15	0.27	-	2.77	20,182	66,492	112.37	1.69
	ทต.ทับกวาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,485	13,254	10.60	0.80
	ทต.หินกอง	61.38	6.36	11.84	5.91	5.14	-	-	-	-	9.37	*	20,711	12.84	0.62
	ทต.แก่งคอย	42.00	14.78	23.84	5.62	5.98	0.12	1.71	3.05	0.90	2.00	3,260	13,821	10.09	0.73
	ทต.พระพุทธบาท	37.00	12.40	28.30	1.80	0.80	5.30	3.50	3.50	6.60	0.80	5,386	49,520	25.26	0.51
	ทต.หนองแค	59.00	7.40	17.65	4.10	1.70	0.75	3.30	2.75	1.80	1.55	2,261	13,274	13.54	1.02

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
กาญจนบุรี	ทม.กาญจนบุรี	55.22	8.04	18.90	5.50	2.13	0.65	3.31	0.24	-	6.01	*	41,988	55.00	1.31
	ทต.ท่าเรือพระแท่น	34.00	19.32	21.17	3.30	5.48	4.06	1.55	9.67	1.23	0.22	*	13,311	19.83	1.49
	ทต.ท่าม่วง	54.99	11.57	22.63	1.09	2.35	0.66	0.04	5.83	-	0.84	3,873	11,436	12.01	1.05
	ทต.ท่ามะกา	55.00	14.00	17.00	5.80	0.70	0.50	2.00	3.50	0.50	1.00	*	13,150	9.21	0.70
กาญจนบุรี	ทต.สำรอง	36.00	9.50	14.50	0.50	6.50	1.50	4.50	13.00	13.00	1.00	286	2,018	2.00	0.99
ประจวบคีรีขันธ์	ทม.ประจวบคีรีขันธ์	83.44	3.43	6.26	1.14	0.74	-	0.57	1.14	-	3.28	6,627	18,235	12.76	0.70
	ทต.ปราณบุรี	50.00	5.00	5.00	4.00	5.00	3.00	3.00	5.00	15.00	5.00	4,727	15,954	25.05	1.57
	ทต.กำเนิดนพคุณ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	2,840	17.01	5.99
	ทต.หัวหิน	70.72	6.34	14.58	1.82	0.88	0.75	-	1.42	-	3.49	*	41,249	46.20	1.12

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
เพชรบุรี	ทม.เพชรบุรี	59.60	5.35	9.60	0.89	0.98	0.83	2.02	17.37	-	3.36	*	33,122	45.38	1.37
	ทต.เขาย้อย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,510	15,620	9.84	0.63
	ทต.ท่ายาง	10.00	35.00	20.00	20.00	5.00	2.00	1.00	6.00	1.00	-	8,587	33,565	22.15	0.66
	ทต.บ้านแหลม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	15,280	9.17	0.60
	ทต.นายาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	17,632	10.58	0.60
	ทต.ชะอำ	63.80	5.62	8.36	1.56	1.41	0.22	2.12	12.81	-	4.10	18,036	28,756	50.61	1.76
ราชบุรี	ทม.ราชบุรี	70.47	7.57	12.01	3.86	1.02	0.10	0.53	4.20	-	0.24	12,929	44,659	59.84	1.34
	ทม.บ้านโป่ง	52.00	5.04	19.01	-	2.23	8.73	5.63	-	6.98	0.38	5,442	22,221	36.00	1.62
	ทม.โพธาราม	64.00	16.78	13.63	-	1.84	-	1.68	-	-	2.07	*	12,495	15.49	1.24
	ทต.บางแพ	30.00	30.00	20.00	5.00	3.00	2.00	3.00	4.00	2.00	1.00	4,214	17,181	9.96	0.58
	ทต.ศรีดอนไผ่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,403	11,479	12.05	1.05
	ทต.หลักเมือง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	19,752	11.85	0.60
	ทต.ท่าผา	10.00	25.00	25.00	20.00	5.00	5.00	5.00	5.00	-	-	4,059	19,533	11.92	0.61

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 8 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
สมุทรสงคราม	ทม. สมุทรสงคราม	57.40	8.92	11.29	2.03	1.61	0.77	3.39	11.42	-	3.17	8,676	35,672	26.75	0.75
	ทต.อัมพวา	54.00	10.25	14.97	7.09	0.98	6.30	0.00	6.30	0.11	-	1,274	6,353	12.01	1.89

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
นครพนม	ทม.นครพนม	70.38	6.07	11.41	6.72	0.67	1.43	1.25	1.35	-	0.72	11,918	31,336	24.13	0.77
	ทต.ธาตุพนม	40.50	5.80	14.20	16.80	2.60	1.20	7.40	2.60	1.90	7.00	2,963	12,139	12.14	1.00
	ทต.นาหว้า	35.00	7.50	10.00	15.00	5.00	10.00	5.00	7.50	5.00	0.00	2,242	11,990	9.95	0.83
เลย	ทม.เลย	71.02	9.35	13.44	2.97	1.72	0.19	0.07	-	-	1.24	5,285	23,367	18.69	0.80
	ทต.เชียงคาน	5.00	20.00	35.00	10.00	10.00	10.00	5.00	3.00	2.00	0.00	2,180	6,596	10.03	1.52
สกลนคร	ทม.สกลนคร	70.79	7.66	13.96	4.83	0.46	-	0.36	1.28	-	0.66	13,660	51,152	26.09	0.51
	ทต.อากาศอำนวย	30.00	16.00	20.00	10.00	6.00	0.80	0.60	4.00	12.00	0.60	1,976	9,384	11.64	1.24
	ทต.ท่าแร่	5.00	20.00	50.00	2.00	1.00	1.00	1.00	17.00	2.00	1.00	1,931	7,910	10.99	1.39
	ทต.คำตากล้า	38.00	3.00	3.00	2.00	4.00	0.50	10.00	35.00	1.00	3.50	1,407	6,427	10.03	1.56
	ทต.วาริชภูมิ	40.00	2.00	50.00	2.00	2.00	2.00	1.00	0.50	0.50	0.00	566	2,325	10.00	4.30

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
หนองคาย	ทม.หนองคาย	77.10	4.14	9.08	5.29	0.26	-	0.12	2.67	-	1.34	8,542	54,854	40.04	0.73
	ทต.ท่าบ่อ	41.11	6.67	13.33	1.33	0.44	1.11	1.56	34.44	0.00	0.01	5,604	20,869	9.18	0.44
	ทต.ศรีเชียงใหม่	25.00	20.00	5.00	15.00	5.00	5.00	5.00	10.00	5.00	5.00	1,935	13,616	18.79	1.38
อุดรธานี	ทน.อุดรธานี	58.40	5.87	14.75	7.48	1.69	0.71	0.11	8.99	0.58	1.42	47,248	155,191	145.88	0.94
	ทต.กุมภวาปี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,267	10,098	9.69	0.96
	ทต.ห้วยเกิ้ง	30.00	30.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	2.00	2.00	13.00	1,273	5,732	12.50	2.18
	ทต.หนองบัว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,543	25,459	15.28	0.60
	ทต.สร้างก่อ	10.00	10.00	15.00	5.00	3.00	2.00	3.00	50.00	-	2.00	842	3,578	9.98	2.79
	ทต.ศรีธาตุ	20.00	15.00	20.00	5.00	5.00	5.00	5.00	10.00	5.00	10.00	1,307	5,834	11.67	2.00

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
กาฬสินธุ์	ทม.กาฬสินธุ์	69.68	5.47	18.53	1.82	0.70	0.17	1.27	1.45	-	0.91	12,168	49,916	32.94	0.66
	ทต.สมเด็จ	50.00	15.00	10.00	5.00	5.00	3.00	2.00	5.00	3.00	2.00	2,424	8,367	11.96	1.43
	ทต.ห้วยเม็ก	25.00	5.00	5.00	25.00	10.00	5.00	5.00	10.00	10.00	0.00	1,376	6,327	10.00	1.58
ขอนแก่น	ทน.ขอนแก่น	73.66	7.17	14.29	2.05	0.62	0.34	0.71	0.30	-	0.86	*	141,258	141.26	1.00
	ทม.เมืองพล	39.00	13.05	19.23	12.39	7.07	1.78	4.20	2.50	0.00	0.78	1,830	14,402	13.97	0.97
	ทต.ซำสูง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,119	4,877	9.02	1.85
	ทต.หนองโก											2,542	12,582	11.95	0.95
	ทต.บ้านไผ่	43.00	14.96	21.85	10.25	4.58	1.94	1.09	1.20	0.92	0.21	4,901	40,303	31.03	0.77
	ทต.ชุมแพ	77.85	4.09	12.15	1.06	0.18	1.12	-	-	-	3.55	*	34,065	17.03	0.50
	ทต.บ้านแฮด	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,850	7,589	10.02	1.32
ชัยภูมิ	ทม.ชัยภูมิ	72.00	1.50	16.01	0.25	1.05	1.11	0.63	0.96	-	6.49	10,561	42,984	38.26	0.89
	ทต.บ้านเป้า	35.00	12.00	15.00	7.00	3.00	3.00	5.00	14.00	2.00	4.00	1,657	9,364	10.02	1.07

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 10 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
มหาสารคาม	ทต.โคกพระ	33.00	10.00	20.00	10.00	5.00	5.00	5.00	10.00	2.00	0.00	1,048	3,746	10.00	2.67
	ทม. มหาสารคาม	75.85	7.00	14.20	0.86	0.70	0.25	0.31	-	-	0.83	8,366	48,294	39.60	0.82
หนองบัวลำภู	ทม. หนองบัวลำภู	73.29	5.51	15.31	0.71	0.32	0.16	0.78	0.34	-	3.58	4,730	21,976	19.95	0.91
	ทต.นากลาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	25,311	15.19	0.60
	ทต.โนนสูงเปลือย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,816	7,255	30.04	4.14

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
นครราชสีมา	ทน.นครราชสีมา	68.87	7.49	19.16	1.87	0.85	-	-	-	-	1.76	31,569	174,057	176.00	1.01
	ทต.สีคิ้ว	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,890	19,372	24.02	1.24
	ทต.เมืองคง	40.00	10.00	25.00	1.00	1.00	1.00	1.00	18.00	2.00	1.00	810	9,104	10.01	1.10
	ทต.จักราช	60.00	20.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1,087	5,000	9.50	1.90
	ทต.ด่านเกวียน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,857	8,962	17.92	2.00
	ทต.ปากช่อง	69.35	5.13	22.30	0.37	0.45	0.45	0.26	0.09	-	1.60	12,389	40,216	10.05	0.25
	ทต.บัวใหญ่	64.10	10.95	12.93	1.92	1.34	0.82	1.36	0.79	0.00	5.79	4,515	16,434	13.48	0.82
	ทต.โนนสูง	42.00	26.00	16.10	3.53	3.10	1.31	1.37	3.38	1.82	1.39	2,126	14,455	9.68	0.67
	ทต.พิมาย	30.00	20.00	20.00	3.00	3.00	1.00	2.00	15.00	2.00	4.00	1,986	17,856	16.07	0.90
	ทต.จอหอ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,726	12,282	12.04	0.98
	ทต.ขามสะแกแสง	30.00	10.00	4.00	10.00	0.00	3.00	1.00	30.00	5.00	7.00	1,367	5,886	10.01	1.70

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
บุรีรัมย์	ทม.บุรีรัมย์	60.78	5.29	28.60	1.06	1.16	0.84	0.42	-	-	1.85	11,024	43,609	33.14	0.76
	ทต.ประโคนชัย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,605	14,326	15.04	1.05
	ทต.หนองกี่	3.00	15.00	17.00	8.00	5.00	4.00	7.00	25.00	5.00	11.00	2,117	12,760	23.99	1.88
	ทต.นางรอง	30.00	25.91	20.49	1.95	2.37	3.37	6.50	4.29	2.81	2.31	4,681	20,351	16.48	0.81
ศรีสะเกษ	ทม.ศรีสะเกษ	69.44	6.57	16.98	1.84	0.63	1.08	0.66	0.15	-	2.65	13,871	41,503	44.82	1.08
	ทต.กันทรลักษ์	59.42	12.55	14.85	8.13	0.63	0.53	0.59	0.75	-	2.55	4,630	37,923	14.79	0.39
สุรินทร์	ทม.สุรินทร์	60.00	15.00	12.00	6.00	0.20	1.00	1.00	1.00	0.80	3.00	14,248	41,938	34.81	0.83

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
มุกดาหาร	ทม.มุกดาหาร	73.50	6.45	13.96	1.76	0.50	-	0.17	2.02	-	1.64	8,187	37,501	37.50	1.00
ยโสธร	ทม.ยโสธร	72.37	6.36	16.28	2.04	0.73	0.18	0.97	0.09	-	0.98	6,029	22,635	20.37	0.90
ร้อยเอ็ด	ทม.ร้อยเอ็ด	74.97	9.31	10.30	0.73	1.32	0.55	1.12	0.13	-	1.57	10,103	37,092	39.69	1.07
	ทต.กลาง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	16,640	9.98	0.60
	ทต.เชียงใหม่	20.00	20.00	5.00	3.00	3.00	1.00	4.00	22.00	5.00	17.00	1,652	7,515	9.77	1.30
	ทต.ธงธานี	50.00	10.00	15.00	5.00	2.00	1.00	1.00	4.00	2.00	10.00	1,483	6,608	9.98	1.51
	ทต.เกษตรวิสัย	78.77	3.60	13.49	0.83	0.16	0.08	0.04	0.68	-	2.35	3,446	12,248	17.15	1.40
อำนาจเจริญ	ทม.อำนาจเจริญ	75.09	7.00	14.01	0.71	0.28	-	0.12	0.24	-	2.55	*	31,350	21.63	0.69

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
อุบลราชธานี	ทน.อุบลราชธานี	75.18	10.26	10.64	0.94	0.46	-	1.39	-	-	1.13	17,756	104,894	80.77	0.77
	ทม.วารินชำราบ	72.28	4.51	18.56	1.61	0.57	0.04	1.12	0.12	-	1.19	8,715	34,683	27.75	0.80
	ทต.นาเยีย	9.50	5.25	6.50	4.25	0.20	8.50	7.50	45.00	1.30	12.00	1,436	6,970	9.76	1.40
	ทต.บัวงาม	8.00	25.00	15.00	5.00	10.00	2.00	2.00	30.00	1.00	2.00	1,452	6,967	13.93	2.00
	ทต.ตระการพืชผล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,492	19,726	29.59	1.50
	ทต.เมืองเดช	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,984	15,182	25.00	1.65

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
จันทบุรี	ทม.จันทบุรี	62.66	3.62	16.64	1.56	1.06	0.52	2.60	-	-	11.34	11,029	44,694	40.22	0.90
	ทม.ขลุง	44.00	17.11	11.05	3.99	3.28	0.14	1.03	13.90	3.49	2.01	3,284	11,989	10.79	0.90
	ทต.จันทนิมิต	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,947	13,782	19.98	1.45
	ทต.ท่าใหม่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,354	10,215	12.97	1.27
	ทต.พลับพลานารายณ์	60.00	4.00	11.00	1.00	5.00	5.00	1.00	3.00	10.00	-	3,140	8,600	12.04	1.40
ฉะเชิงเทรา	ทม.ฉะเชิงเทรา	46.41	8.30	15.59	3.07	3.25	0.13	5.77	4.56	-	12.92	8,923	44,473	53.37	1.20
	ทต.พนมสารคาม	40.00	24.49	16.73	1.09	3.44	0.36	2.04	8.22	1.53	2.10	3,056	7,361	12.88	1.75
	ทต.ท่าข้าม	45.00	10.00	15.00	5.00	5.00	2.00	2.00	10.00	5.00	1.00	4,473	8,221	10.52	1.28
	ทต.บางคล้า	38.00	20.84	23.20	4.05	8.30	-	0.48	4.97	-	0.16	*	9,010	11.26	1.25

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
ชลบุรี	ทม.ศรีราชา	48.00	11.68	15.91	7.75	1.35	-	5.54	7.54	-	2.23	5,825	25,654	28.99	1.13
	ทม.พนัสนิคม	50.00	13.79	14.07	6.89	3.47	-	4.78	2.59	-	4.41	2,904	12,601	24.95	1.98
	ทม.ชลบุรี	43.00	25.74	9.26	4.28	6.71	3.07	3.34	2.81	-	1.79	7,388	41,345	64.08	1.55
	ทม.แสนสุข	60.85	9.47	19.50	0.00	0.56	-	7.11	2.51	-	-	6,938	39,337	44.84	1.14
	ทม.บ้านบึง	44.00	19.28	17.62	6.18	3.86	0.20	2.67	2.01	1.46	2.72	2,472	19,063	23.64	1.24
	ทต.บางทราย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,193	11,874	11.04	0.93
	ทต.บางละมุง	33.00	17.35	13.97	3.83	9.80	0.25	2.49	10.65	3.65	5.01	3,446	11,504	14.03	1.22
	ทต.ห้วยใหญ่	53.00	10.00	10.00	5.00	5.00	5.00	2.00	2.00	5.00	3.00	5,102	18,787	15.03	0.80
	ทต.หนองใหญ่	31.00	7.84	19.61	19.61	5.88	7.84	1.96	3.92	1.96	0.38	1,650	8,189	9.99	1.22
	ทต.บ้านสวน	38.00	15.06	18.85	3.67	2.08	9.97	3.64	6.15	2.41	0.17	26,215	65,880	50.07	0.76
	ทต.ท่าบุญมี	59.00	9.68	14.81	1.92	5.37	0.35	0.61	4.29	3.35	0.62	2,048	5,972	9.02	1.51

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
ชลบุรี	ทต.บางเสร่	30.00	10.00	25.00	5.00	0.00	5.00	0.00	10.00	10.00	5.00	2,683	7,770	9.48	1.22
	ทต.อ่างศิลา	35.00	12.00	10.00	25.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	6.00	5,001	18,174	35.08	1.93
	ทต.แหลมฉบัง	39.00	19.33	14.66	1.94	2.43	1.63	13.84	3.43	1.84	1.90	27,475	38,217	106.63	2.79
	ทต.สัตหีบ	52.00	6.34	15.63	1.51	4.70	3.10	4.96	6.03	3.62	2.11	9,655	25,955	30.11	1.16
	ทต.เกาะสีชัง	40.00	30.00	5.00	2.00	1.00	1.00	1.00	10.00	2.00	8.00	1,404	4,661	9.00	1.93
	ทต.เจ้าพระยาสุรศักดิ์	31.00	18.00	14.00	2.00	7.00	13.00	5.00	4.00	6.00	0.00	32,195	74,978	110.97	1.48
	ทต.บางพระ	70.00	5.00	10.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3,011	14,126	10.03	0.71
	ศาลาว่าการเมืองพัทยา	41.00	25.02	17.59	4.53	1.28	0.00	2.60	5.96	0.00	2.02	14,192	82,133	210.26	2.56
ตราด	ทม.ตราด	54.33	4.77	32.32	1.90	-	0.95	-	-	-	5.73	4,335	15,757	31.20	1.98

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
ระยอง	ทน.ระยอง	48.73	18.03	17.27	10.51	0.88	0.10	0.41	0.10	-	3.97	21,657	55,240	78.44	1.42
	ทม.มาบตาพุด	44.00	17.45	15.61	7.81	1.41	0.60	4.65	4.10	1.47	2.90	21,103	31,626	100.89	3.19
	ทต.เมืองแกลง	20.00	10.00	25.00	20.00	5.00	2.00	3.00	5.00	5.00	5.00	4,301	19,004	43.33	2.28
	ทต.บ้านฉาง	46.00	15.05	21.94	0.00	5.57	0.00	4.55	5.32	0.00	1.57	5,198	15,192	20.05	1.32
สระแก้ว	ทม.สระแก้ว	74.21	4.80	17.21	0.53	0.57	0.04	0.36	0.41	-	1.87	*	16,366	18.00	1.10
	ทต.อรัญญประเทศ	70.90	8.48	17.31	0.05	0.29	0.09	0.60	0.30	-	1.98	5,935	16,150	25.68	1.59
	ทต.วังน้ำเย็น	45.00	30.00	10.00	5.00	0.00	1.00	1.00	3.00	-	5.00	2,810	11,256	14.97	1.33

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
ชุมพร	ทต.หลังสวน	64.38	10.67	19.75	0.35	0.87	0.50	1.54	-	-	1.94	2,408	9,969	14.95	1.50
	ทม.ชุมพร	5.00	10.00	20.00	2.00	5.00	1.00	2.00	1.00	1.00	53.00	13,673	35,411	20.98	0.59
นครศรีธรรมราช	ทน. นครศรีธรรมราช	62.63	11.64	14.61	4.77	1.61	1.28	0.15	2.72	-	0.59	*	107,285	113.72	1.06
	ทม.ปากพนัง	35.00	15.00	11.00	11.00	6.50	8.30	4.40	4.30	4.50	-	5,514	24,604	22.14	0.90
	ทต.ปากแพรก	55.00	14.48	15.32	8.73	3.54	0.00	0.00	1.78	-	1.15	5,059	27,165	32.05	1.18
ระนอง	ทม.ระนอง	60.74	7.52	22.43	2.29	1.09	1.62	0.86	0.40	-	3.05	3,938	15,606	22.16	1.42
สุราษฎร์ธานี	ทม.สุราษฎร์ธานี	50.17	16.75	26.16	1.86	1.46	0.16	1.75	1.08	-	0.61	*	112,831	168.12	1.49
	ทม.ท่าข้าม	45.00	12.64	18.09	12.21	2.44	0.00	1.58	1.01	0.57	6.46	6,858	22,344	15.64	0.70
	ทต.กาญจนดิษฐ์	32.00	18.80	12.40	18.50	1.30	4.20	4.20	0.70	0.40	7.50	1,047	10,870	15.65	1.44
	ทต.ดอนสัก	38.00	24.00	20.00	12.00	2.00	0.80	0.70	2.00	0.50	-	3,518	10,218	10.01	0.98
	ทต.เกาะสมุย	58.83	8.07	13.61	10.04	1.93	-	2.29	0.76	-	4.47	15,476	38,380	47.98	1.25
	ทต.เวียงสระ	54.00	20.00	15.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1,868	15,375	15.07	0.98
	ทต.นาสาร	16.00	43.19	14.38	5.00	5.19	0.20	1.92	13.27	0.43	0.42	5,271	19,503	12.09	0.62

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 15

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
กระบี่	ทม.กระบี่	56.41	5.11	18.95	9.12	0.59	0.97	4.60	3.39	-	0.86	5,516	23,946	33.05	1.38
ตรัง	ทน.ตรัง	58.25	8.85	22.75	2.64	1.04	0.35	1.25	-	-	4.87	14,233	62,163	50.35	0.81
	ทม.กันตัง	53.00	11.60	10.30	7.00	1.20	-	4.80	0.30	1.30	10.50	3,238	13,739	12.09	0.88
พังงา	ทม.พังงา	69.50	3.26	19.55	3.80	0.44	0.32	1.48	0.09	-	1.56	3,880	9,287	9.47	1.02
	ทม.ตะกั่วป่า	31.77	24.08	19.14	7.20	1.80	0.56	0.45	15.00	0.00	0.00	1,442	7,977	9.41	1.18
สตูล	ทม.สตูล	55.33	10.96	19.49	6.71	0.59	1.06	0.74	-	-	5.12	6,247	23,061	29.06	1.26
ภูเก็ต	ทม.ภูเก็ต	65.64	6.56	19.28	4.09	0.35	0.03	0.64	-	-	3.41	*	67,164	144.40	2.15
	ทม.ป่าตอง	30.00	21.55	22.17	13.47	2.07	0.15	2.90	6.20	0.00	1.49	*	11,416	57.54	5.04
	ทต.กะทู้	30.00	15.00	10.00	15.00	10.00	10.00	3.00	5.00	2.00	-	5,986	13,223	14.94	1.13

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
นราธิวาส	ทม.นราธิวาส	59.80	11.44	21.12	0.60	0.71	0.31	1.64	-	-	4.38	12,229	42,992	36.54	0.85
	ทต.สุไหงโก-ลก	50.12	18.13	21.93	1.49	0.15	2.94	1.73	-	-	3.51	11,897	41,236	68.86	1.67
ปัตตานี	ทม.ปัตตานี	51.10	13.04	21.08	2.56	1.98	0.27	2.36	0.94	-	6.67	12,551	46,990	36.65	0.78
พัทลุง	ทม.พัทลุง	72.43	3.84	13.78	4.56	0.44	0.62	0.06	0.90	-	3.37	11,690	41,536	25.75	0.62
	ทต.ท่ามะเดื่อ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,299	4,225	11.00	2.60
ยะลา	ทน.ยะลา	53.18	8.60	25.00	5.18	0.55	1.62	1.62	0.25	-	4.00	20,214	75,420	80.00	1.06
	ทต.เบตง	38.97	16.49	11.00	12.74	4.60	1.50	2.47	7.72	2.41	2.10	7,817	25,588	30.00	1.17

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

องค์ประกอบและปริมาณขยะมูลฝอยพื้นที่สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อเทศบาล	องค์ประกอบของขยะมูลฝอย(ร้อยละโดยน้ำหนัก)										จำนวนครัวเรือน (ครอบครัว)	ประชากร (คน)	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน/วัน)
		เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	แก้ว	โลหะ	ยาง/หนัง	ผ้า	ไม้/ใบไม้	หิน/กระเบื้อง	อื่นๆ				
สงขลา	ทน.สงขลา	55.10	8.32	23.79	4.84	0.67	1.45	1.95	0.53	-	3.35	23,306	82,156	98.59	1.20
	ทต.สทิงพระ	35.00	8.00	5.00	10.00	8.00	5.00	2.00	10.00	15.00	2.00	987	2,910	11.00	3.78
	ทต.สะเดา	70.07	3.85	15.20	7.07	1.00	1.35	0.40	-	-	1.06	5,042	17,843	12.00	0.67
	ทต.ปาดังเบซาร์	30.00	15.00	15.00	5.00	3.00	4.00	7.00	10.00	3.00	8.00	2,658	11,317	17.43	1.54
	ทต.จะนะ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,006	7,265	9.30	1.28
	ทต.ควนเนียง	25.00	13.00	10.00	25.00	5.00	3.00	0.50	4.00	2.00	12.50	1,400	3,620	9.41	2.60
	ทต.ปริก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,164	5,799	14.73	2.54
	ทน.หาดใหญ่	60.99	5.14	23.46	5.20	0.46	0.35	0.89	0.30	-	3.21	46,798	157,316	240.69	1.53
	ทม.บ้านพรุ	24.00	15.87	10.63	13.83	6.50	8.30	3.80	8.57	-	8.50	4,854	17,492	16.50	0.94
	ทต.พะตง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,373	7,178	15.00	2.09

หมายเหตุ: ทน. หมายถึงเทศบาลนคร ทม. หมายถึงเทศบาลเมือง ทต. หมายถึง เทศบาลตำบล

- หมายถึง ไม่ได้ทำการคัดแยกองค์ประกอบ หรือ ไม่มีองค์ประกอบประเภทนั้น * หมายถึง ไม่แจ้งข้อมูล

ข้อมูลในการบริการขนถ่ายสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต 50 เขต
ประจำปีงบประมาณ 2555 (ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 - กันยายน 2555)

บริการรถสูบสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต	จำนวนรับแจ้ง (ราย)	ปริมาตรสิ่งปฏิกูล		สถานที่กำจัด	
		จำนวน (ราย)	ปริมาตรรวม (ลบ.ม.)	โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุช (ลบ.ม.)	โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม (ลบ.ม.)
คลองเตย	2,271.00	2,244.00	2,656.00	2,656.00	-
บางคอแหลม	1,411.00	1,336.00	2,127.10	-	2,127.10
บางนา	1,440.00	1,402.00	2,202.50	2,202.50	-
พระโขนง	1,812.00	1,722.00	2,120.00	2,120.00	-
ยานนาวา	1,367.00	1,363.00	2,257.00	2,257.00	-
บางกอกน้อย	1,721.00	1,620.00	1,797.00	-	1,797.00
บางพลัด	2,309.00	2,191.00	3,223.50	-	3,223.50
บางกอกใหญ่	2,257.00	2,249.00	2,591.40	-	2,591.40
คลองสาน	1,829.00	1,780.00	2,839.20	-	2,839.20
ธนบุรี	1,631.00	1,427.00	2,243.00	-	2,243.00
ภาษีเจริญ	1,353.00	1,353.00	2,295.00	-	2,295.00
จอมทอง	2,408.00	2,184.00	2,617.20	-	2,617.20
ราษฎร์บูรณะ	1,238.00	1,215.00	1,721.00	-	1,721.00
บางเขน	2,148.00	2,108.00	5,131.20	-	5,131.20
หลักสี่	1,500.00	1,403.00	2,044.00	-	2,044.00
ดอนเมือง	1,506.00	1,433.00	1,958.50	1,958.50	-
สายไหม	1,909.00	1,757.00	3,087.50	3,087.50	-
ลาดพร้าว	2,761.00	2,452.00	3,087.50	3,087.50	-
ดุสิต	1,321.00	1,262.00	2,407.00	-	2,407.00
พระนคร	1,620.00	1,556.00	2,334.50	-	2,334.50
สัมพันธวงศ์	609.00	600.00	710.00	710.00	-
ป้อมปราบฯ	1,408.00	1,394.00	2,123.50	2,123.50	-
ปทุมวัน	918.00	837.00	1,964.00	1,964.00	-

ข้อมูลในการบริการขนถ่ายสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต 50 เขต
ประจำปีงบประมาณ 2555 (ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 - กันยายน 2555) (ต่อ)

บริการรถสูบสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต	จำนวนรับแจ้ง (ราย)	ปริมาตรสิ่งปฏิกูล		สถานที่กำจัด	
		จำนวน (ราย)	ปริมาตรรวม (ลบ.ม.)	โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุช (ลบ.ม.)	โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม (ลบ.ม.)
สาทร	1,779.00	1,779.00	3,179.50	3,179.50	-
บางรัก	1,556.00	1,471.00	3,058.50	3,058.50	-
วัฒนา	1,899.00	1,796.00	3,160.00	3,160.00	-
จตุจักร	2,409.00	2,143.00	4,742.00	4,742.00	-
บางซื่อ	2,562.00	2,442.00	4,654.20	-	4,654.20
พญาไท	1,709.00	1,755.00	3,237.00	3,237.00	-
ดินแดง	2,239.00	2,160.00	2,438.60	2,438.60	-
ห้วยขวาง	953.00	907.00	1,209.50	1,209.50	-
ราชเทวี	1,178.00	1,120.00	2,151.60	2,151.60	-
บางกะปิ	3,274.00	3,254.00	4,121.00	4,121.00	-
คันนายาว	1,049.00	1,049.00	2,236.00	2,236.00	-
วังทองหลาง	2,155.00	2,190.00	2,877.00	2,877.00	-
บึงกุ่ม	2,049.00	1,955.00	2,516.00	2,516.00	-
สะพานสูง	1,048.00	1,002.00	1,560.10	1,560.10	-
สวนหลวง	1,609.00	1,468.00	1,940.43	1,940.43	-
คลองสามวา	1,989.00	1,904.00	3,428.00	3,428.00	-
หนองจอก	1,769.00	1,609.00	3,111.00	3,111.00	-
ลาดกระบัง	1,712.00	1,619.00	2,382.00	2,382.00	-
ประเวศ	2,226.00	2,200.00	2,911.00	2,911.00	-
มีนบุรี	2,262.00	2,157.00	3,085.80	3,085.80	-
ทวีวัฒนา	1,134.00	1,052.00	1,865.00	-	1,865.00
ตลิ่งชัน	1,076.00	1,039.00	2,221.00	-	2,221.00

ข้อมูลในการบริการขนถ่ายสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต 50 เขต
ประจำปีงบประมาณ 2555 (ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 - กันยายน 2555) (ต่อ)

บริการรถสูบสิ่งปฏิกูลของสำนักงานเขต	จำนวนรับแจ้ง (ราย)	ปริมาตรสิ่งปฏิกูล		สถานที่กำจัด	
		จำนวน (ราย)	ปริมาตรรวม (ลบ.ม.)	โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลอ่อนนุช (ลบ.ม.)	โรงงานกำจัดสิ่งปฏิกูลหนองแขม (ลบ.ม.)
บางแค	2,501.00	2,364.00	3,596.50	-	3,596.50
หนองแขม	1,276.00	1,294.00	2,166.00	-	2,166.00
บางขุนเทียน	2,128.00	2,013.00	3,038.50	-	3,038.50
บางบอน	1,778.00	1,646.00	3,121.40	-	3,121.40
ทุ่งครุ	1,283.00	1,243.00	2,615.60	-	2,615.60
รวม	87,349.00	83,519.00	132,160.83	75,511.53	56,649.30

ภาคผนวก ข

ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน
เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล
(ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๕๔

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขปรับปรุงข้อกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลให้เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล และเป็นไปตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน ๑๕ ปี อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๕ วรรคหนึ่ง แห่งพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. ๒๕๔๓ อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ประกาศนี้เรียกว่า “ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๕๔”

ข้อ ๒ ประกาศนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันที่๑ พฤษภาคม ๒๕๕๔ เป็นต้นไป

ข้อ ๓ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๓

(๒) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๓) พ.ศ. ๒๕๕๔

(๓) ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซล (ฉบับที่ ๔) พ.ศ. ๒๕๕๔

ข้อ ๔ ประกาศนี้มิให้ใช้บังคับกับน้ำมันดีเซลที่จำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายไปนอกราชอาณาจักรโดยการขนส่งทางทะเล

ข้อ ๕ ให้กำหนดน้ำมันดีเซล เป็น ๒ ประเภท คือ

(๑) น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว

(๒) น้ำมันดีเซลหมุนช้า

ข้อ ๖ ภายใต้บังคับของข้อ ๗ ลักษณะและคุณภาพของน้ำ มันดีเซลให้เป็นไปตามรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้การเติมสารเติมแต่งในน้ำมันดีเซล ให้ผู้ค้าน้ำมันแจ้งขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน จึงจะดำเนินการได้

ข้อ ๗ ลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ผู้ค้าน้ำมันจำหน่ายหรือมีไว้เพื่อจำหน่ายดังต่อไปนี้จะไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายประกาศนี้ก็ได้ แต่ผู้ค้าน้ำมันต้องแจ้งลักษณะและ

คุณภาพของน้ำมันดังกล่าวเฉพาะส่วนที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดในรายละเอียดแนบท้ายเพื่อขอความเห็นชอบและต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมธุรกิจพลังงานก่อน

(๑) น้ำมันดีเซลสำหรับการส่งออกไปนอกราชอาณาจักร นอกจากการขนส่งทางทะเลทั้งนี้ ให้รวมถึงน้ำมัน

ดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๒) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้กับยานพาหนะที่ส่งออกไปนอกราชอาณาจักร

(๓) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้ในการอื่นนอกเหนือจากการใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทั้งนี้ให้รวมถึงน้ำมัน

ดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๔) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้กับเรือเดินทะเล ทั้งนี้ ให้รวมถึงน้ำมันดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักร

เพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๕) น้ำมันดีเซลสำหรับการนำไปใช้ตามโครงการหรือนโยบายของรัฐบาล หรืองานวิจัยทั้งนี้ ให้รวมถึงน้ำมันดีเซลที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรเพื่อวัตถุประสงค์นี้ด้วยน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามโครงการจำหน่ายน้ำมันดีเซลสำหรับชาวประมงในเขตต่อเนื่องของราชอาณาจักร และโครงการช่วยเหลือน้ำมันให้ชาวประมง จะมีลักษณะและคุณภาพไม่เป็นไปตามรายละเอียดแนบท้ายเฉพาะข้อกำหนดดังต่อไปนี้ ข้อหนึ่งข้อใด หรือหลายข้อก็ได้

(ก) ปริมาณไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมัน

(ข) ปริมาณกำมะถัน แต่ทั้งนี้ต้องไม่สูงกว่าร้อยละ ๐.๗ โดยน้ำหนัก

(ค) อุณหภูมิของส่วนที่กลั่นได้โดยปริมาตรในอัตราร้อยละเก้าสิบ แต่ทั้งนี้ต้องไม่สูงกว่า ๓๗๐ องศาเซลเซียส

(ง) สี

น้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามโครงการจำหน่ายน้ำมันดีเซลสำหรับชาวประมงในเขตต่อเนื่องของราชอาณาจักร ต้องเป็นสีเขียวที่มีความเข้มเทียบเท่าสีมาตรฐานที่เตรียมได้จากการใช้น้ำมันดีเซลที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTM D ๑๕๐๐ เท่ากับ ๐.๕ ผสมกับสีที่เป็นสารประกอบจำพวก ๑,๔ – dialkylamino anthraquinone และ ๑,๓ benzenediol ๒,๔ – bis [(alkylphenyl) azo-]ในอัตราส่วน ๙ ต่อ ๑ โดยน้ำหนัก ปริมาณเนื้อสีที่ใช้ ๑๒ มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในการย้อมสี น้ำมันจะใช้ปริมาณเนื้อสี

แตกต่างจากที่กำหนดก็ได้ แต่ความเข้มของสีต้องเทียบเท่าสีเขียวมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้นน้ำมันดีเซลหมุนเร็วตามโครงการช่วยเหลือน้ำมันให้ชาวประมง ต้องเป็นสีม่วงที่มีความเข้มเทียบเท่าสีมาตรฐานที่เตรียมได้จากการใช้น้ำมันดีเซลที่มีความเข้มของสีตามมาตรฐาน ASTMD ๑๕๐๐เท่ากับ ๐.๕ ผสมกับสีที่เป็นสารประกอบจำพวก ๑,๔ - dialkylamino anthraquinone และ ๒ -naphthalenol [(phenylazo) phenyl] azo alkyl derivatives ในอัตราส่วน ๑ ต่อ ๑โดยน้ำหนัก ปริมาณเนื้อสีที่ใช้ ๒๐ มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในการย้อมสีน้ำมันจะใช้ปริมาณเนื้อสีแตกต่างจากที่กำหนดก็ได้ แต่ความเข้มของสีต้องเทียบเท่าสีม่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้ข้างต้น(๖) น้ำมันดีเซลหมุนเร็วสำหรับเตรียมไว้เพื่อจำหน่ายเฉพาะในข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ ดังนี้

คุณสมบัติการหล่อลื่น และปริมาณไบโอดีเซลประเภทเมทิลเอสเตอร์ของกรดไขมันหรือเพื่อจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ ตามวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๗) น้ำมันดีเซลที่ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ นำเข้ามาในราชอาณาจักร สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง หรือเพื่อจำหน่ายให้กับผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ ตามวัตถุประสงค์นี้ด้วย

(๘) น้ำมันดีเซลสำหรับการจำหน่ายให้ผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา ๗ เพื่อนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง

(๙) น้ำมันดีเซลสำหรับการจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมันตาม (๑) (๒) (๓) (๔) และ (๕)

ข้อ ๘ การขอและการให้ความเห็นชอบตามข้อ ๖ วรรคสอง และข้อ ๗ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกรมธุรกิจพลังงานกำหนด

ข้อ ๙ ประกาศนี้ไม่กระทบกระเทือนการให้ความเห็นชอบการเติมสารเติมแต่งในน้ำมันดีเซลหรือการให้ความเห็นชอบลักษณะและคุณภาพของน้ำมันดีเซลที่ได้ให้ความเห็นชอบไปแล้วก่อนวันที่ประกาศนี้มีผลใช้บังคับ และให้คงใช้ได้ต่อไปเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๔

วีระพล จิรประดิษฐกุล

อธิบดีกรมธุรกิจพลังงาน

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 1 ตารางแสดงสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ

ข้อกำหนด			สมมติฐาน/เงื่อนไข
			โรงงานแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน
1.	กำลังการผลิต (ลิตร/วัน)		0
2.	เงินลงทุน		0
		เครื่องจักร (บาท)	0
3.	อายุโครงการ (ปี)		15
4.	รายได้การขายน้ำมันไพโรไลซิส (บาท/ลิตร)		18, 23
5.	ราคาพลาสติก (บาท/ตัน)		0, 5000
6	ต้นทุนการผลิต		
		พลาสติกต่อผลผลิต 1 ลิตร (กก.)	0
		ค่าบำรุงรักษา (ร้อยละ)	10.00%
		ค่าไฟฟ้า (KwH/วัน)	0
		ค่าน้ำ (บาท/เดือน)	5000
		ค่าขุดขยะ (บาท/ตัน)	0, 150
6.	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (บาท/ปี)		7%
		เงินคืนระหว่างงวด (ปี)	7
		สัดส่วนเงินกู้	50%
		สัดส่วนเงินทุน	50%
7.	ภาษีเงินได้นิติบุคคล		30%
8.	ผลตอบแทนผู้ถือหุ้น		15%
9.	มูลค่าซาก ณ ปีที่		15
		เครื่องจักร(ร้อยละของมูลค่าเริ่มต้น)	3
		ระบบคัดแยก (ร้อยละของมูลค่าเริ่มต้น)	3
		ต้นทุนพนักงาน (ร้อยละของมูลค่าเริ่มต้น)	3
ค่าไฟฟ้า	3%		
เงินเฟ้อ	3%		
จำนวนวันทำงาน	350		

ตารางที่ 2 ตารางแสดงสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ (ต่อ)

ต้นทุนแรงงาน	จำนวน (คน)	เงินเดือน (บาท)
วิศวกร	0	25,000.00
พนักงานฝ่ายผลิต	0	7,500.00
พนักงานแยกขยะ	0	7,500.00

*หมายเหตุ ช่องแทบสีคือ ตัวเลขที่ต้องเปลี่ยนแต่ละภาพเหตุการณ์ และกรณี

ผลการศึกษาโรงงานแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 1 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขาย ราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						0.63	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.80	1.85	1.91
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		0.63	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.80	1.85	1.91
ต้นทุน						-0.46	-0.71	-1.13	-1.15	-1.17	-1.19	-1.21	-1.24	-1.26	-1.29	-1.31	-1.34	-1.37	-1.39	-1.42
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-0.24	-0.48	-0.50	-0.51	-0.53	-0.54	-0.56	-0.58	-0.59	-0.61	-0.63	-0.65	-0.67	-0.69	-0.71
	ต้นทุนแรงงาน					-0.18	-0.19	-0.19	-0.20	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.23	-0.23	-0.24	-0.25	-0.26	-0.26	-0.27
	ค่าเสื่อม					0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
กำไรขั้นต้น						0.17	0.59	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.36	0.38	0.41	0.43	0.46	0.48
ดอกเบี้ยจ่าย					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				0.325	0.35	0.31	0.27	0.22	0.17	0.12	0.06								
	ดอกเบี้ย				0.023969	0.02573645	0.022796	0.01964	0.01625	0.01261	0.008702	0.004506								
	จ่ายคืน					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1								
		ดอกเบี้ย				0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00								
		เงินต้น				0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้คงเหลือ				0	0	0	0	0	0	0	0								
ภาษี					0.00	-0.04	-0.17	-0.06	-0.06	-0.07	-0.08	-0.09	-0.09	-0.10	-0.11	-0.11	-0.12	-0.13	-0.14	-0.15
กำไรสุทธิ					-	0.10	0.40	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.22	0.23	0.25	0.27	0.28	0.30	0.32	0.34
กระแสเงินสดสุทธิ					- 0.65	0.17	0.46	0.59	0.60	0.62	0.63	0.64	0.66	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.76	0.78
	IRR		62.29%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 0.65	- 0.48	- 0.02	0.57	1.17	1.79	2.42	3.06	3.72	4.39	5.08	5.79	6.51	7.25	8.01	8.79
	Payback Period							0.96	1.94	2.90	3.84	4.76	5.66	6.52						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					0.45	0.70	0.79	0.76	0.72	0.68	0.64	0.66	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.76	0.78	0.00
NPV			3																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 1 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						0.81	1.66	1.71	1.76	1.81	1.87	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	2.23	2.30	2.36	2.44
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		0.81	1.66	1.71	1.76	1.81	1.87	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	2.23	2.30	2.36	2.44
ต้นทุน						-0.46	-0.71	-1.13	-1.15	-1.17	-1.19	-1.21	-1.24	-1.26	-1.29	-1.31	-1.34	-1.37	-1.39	-1.42
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-0.24	-0.48	-0.50	-0.51	-0.53	-0.54	-0.56	-0.58	-0.59	-0.61	-0.63	-0.65	-0.67	-0.69	-0.71
	ต้นทุนแรงงาน					-0.18	-0.19	-0.19	-0.20	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.23	-0.23	-0.24	-0.25	-0.26	-0.26	-0.27
	ค่าเสื่อม					0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
กำไรขั้นต้น						0.35	0.95	0.58	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74	0.78	0.81	0.85	0.89	0.93	0.97	1.01
ดอกเบี้ยจ่าย					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				0.325	0.35	0.31	0.27	0.22	0.17	0.12	0.06								
	ดอกเบี้ย				0.023969	0.02573645	0.022796	0.01964	0.01625	0.01261	0.008702	0.004506								
	จ่ายคืน					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1								
		ดอกเบี้ย				0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00								
		เงินต้น				0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้คงเหลือ				0	0	0	0	0	0	0	0								
ภาษี					0.00	-0.10	-0.28	-0.17	-0.18	-0.19	-0.20	-0.21	-0.22	-0.23	-0.24	-0.26	-0.27	-0.28	-0.29	-0.30
กำไรสุทธิ					-	0.23	0.65	0.39	0.42	0.44	0.47	0.49	0.52	0.54	0.57	0.60	0.62	0.65	0.68	0.71
กระแสเงินสดสุทธิ					- 0.65	0.29	0.71	0.85	0.87	0.89	0.91	0.94	0.96	0.98	1.01	1.04	1.06	1.09	1.12	1.15
	IRR		86.61%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 0.65	- 0.36	0.35	1.20	2.07	2.97	3.88	4.81	5.77	6.76	7.77	8.80	9.86	10.95	12.07	13.22
	Payback Period						0.49	1.41	2.38	3.32	4.25	5.15	6.02	6.87						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					0.57	0.95	1.05	1.03	1.00	0.97	0.93	0.96	0.98	1.01	1.04	1.06	1.09	1.12	1.15	0.00
NPV			5																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 2 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						0.63	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.80	1.85	1.91
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		0.63	1.30	1.34	1.38	1.42	1.46	1.50	1.55	1.60	1.64	1.69	1.74	1.80	1.85	1.91
	เงินสนับสนุนจากรัฐบาล			ล้านบาท/ปี																
ต้นทุน						-1.14	-2.11	-2.57	-2.63	-2.70	-2.77	-2.84	-2.91	-2.98	-3.06	-3.14	-3.22	-3.30	-3.39	-3.48
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-0.92	-1.88	-1.94	-2.00	-2.06	-2.12	-2.18	-2.25	-2.32	-2.38	-2.46	-2.53	-2.61	-2.68	-2.76
	ต้นทุนแรงงาน					-0.18	-0.19	-0.19	-0.20	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.23	-0.23	-0.24	-0.25	-0.26	-0.26	-0.27
	ค่าเสื่อม					0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
กำไรขั้นต้น						-0.51	-0.81	-1.23	-1.26	-1.28	-1.31	-1.33	-1.36	-1.39	-1.41	-1.44	-1.47	-1.51	-1.54	-1.57
ดอกเบี้ยจ่าย					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				0.325	0.35	0.31	0.27	0.22	0.17	0.12	0.06								
	ดอกเบี้ย				0.023969	0.02573645	0.022796	0.01964	0.01625	0.01261	0.008702	0.004506								
	จ่ายคืน					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1								
		ดอกเบี้ย				0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00								
		เงินต้น				0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้คงเหลือ				0	0	0	0	0	0	0	0								
ภาษี					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กำไรสุทธิ					-	- 0.53	- 0.83	- 1.25	- 1.27	- 1.29	- 1.31	- 1.34	- 1.36	- 1.39	- 1.41	- 1.44	- 1.47	- 1.51	- 1.54	- 1.57
กระแสเงินสดสุทธิ					- 0.65	- 0.47	- 0.77	- 0.79	- 0.82	- 0.84	- 0.87	- 0.89	- 0.92	- 0.95	- 0.98	- 1.00	- 1.03	- 1.07	- 1.10	- 1.13
	IRR		#DIV/0!																	
กระแสเงินสดสะสม					- 0.65	- 1.12	- 1.89	- 2.68	- 3.50	- 4.34	- 5.21	- 6.10	- 7.02	- 7.96	- 8.94	- 9.94	- 10.98	- 12.05	- 13.14	- 14.27
	Payback Period																			
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					- 0.18	- 0.53	- 0.59	- 0.66	- 0.74	- 0.81	- 0.90	- 0.92	- 0.95	- 0.98	- 1.00	- 1.03	- 1.07	- 1.10	- 1.13	0.00
NPV			- 6																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 2 ขนาดกำลังการผลิต 800 กิโลกรัมต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						0.81	1.66	1.71	1.76	1.81	1.87	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	2.23	2.30	2.36	2.44
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		0.81	1.66	1.71	1.76	1.81	1.87	1.92	1.98	2.04	2.10	2.16	2.23	2.30	2.36	2.44
ต้นทุน						-1.14	-2.11	-2.57	-2.63	-2.70	-2.77	-2.84	-2.91	-2.98	-3.06	-3.14	-3.22	-3.30	-3.39	-3.48
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-0.92	-1.88	-1.94	-2.00	-2.06	-2.12	-2.18	-2.25	-2.32	-2.38	-2.46	-2.53	-2.61	-2.68	-2.76
	ต้นทุนแรงงาน					-0.18	-0.19	-0.19	-0.20	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.23	-0.23	-0.24	-0.25	-0.26	-0.26	-0.27
	ค่าเสื่อม					0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
กำไรขั้นต้น						-0.33	-0.45	-0.86	-0.87	-0.89	-0.90	-0.91	-0.93	-0.94	-0.96	-0.97	-0.99	-1.01	-1.02	-1.04
ดอกเบี้ยจ่าย					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-0.325	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				0.325	0.35	0.31	0.27	0.22	0.17	0.12	0.06								
	ดอกเบี้ย				0.023969	0.02573645	0.022796	0.01964	0.01625	0.01261	0.008702	0.004506								
	จ่ายคืน					0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1								
		ดอกเบี้ย				0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00								
		เงินต้น				0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้คงเหลือ				0	0	0	0	0	0	0	0								
ภาษี					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
กำไรสุทธิ					-	- 0.36	- 0.47	- 0.88	- 0.89	- 0.90	- 0.91	- 0.92	- 0.93	- 0.94	- 0.96	- 0.97	- 0.99	- 1.01	- 1.02	- 1.04
กระแสเงินสดสุทธิ					- 0.65	- 0.29	- 0.41	- 0.42	- 0.43	- 0.45	- 0.46	- 0.47	- 0.49	- 0.50	- 0.52	- 0.53	- 0.55	- 0.57	- 0.58	- 0.60
	IRR		#DIV/0!																	
กระแสเงินสดสะสม					- 0.65	- 0.94	- 1.35	- 1.77	- 2.21	- 2.66	- 3.12	- 3.59	- 4.08	- 4.58	- 5.10	- 5.64	- 6.19	- 6.75	- 7.34	- 7.94
	Payback Period																			
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					- 0.01	- 0.17	- 0.22	- 0.28	- 0.34	- 0.41	- 0.48	- 0.49	- 0.50	- 0.52	- 0.53	- 0.55	- 0.57	- 0.58	- 0.60	0.00
NPV			- 4																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 3 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขายราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						14.18	29.20	30.08	30.98	31.91	32.87	33.85	34.87	35.91	36.99	38.10	39.24	40.42	41.63	42.88
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		14.18	29.20	30.08	30.98	31.91	32.87	33.85	34.87	35.91	36.99	38.10	39.24	40.42	41.63	42.88
ต้นทุน						-4.92	-5.91	-6.41	-6.51	-6.61	-6.71	-6.82	-6.93	-7.05	-7.17	-7.29	-7.41	-7.54	-7.68	-7.81
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-1.26	-2.22	-2.29	-2.36	-2.43	-2.50	-2.58	-2.65	-2.73	-2.81	-2.90	-2.99	-3.08	-3.17	-3.26
	ต้นทุนแรงงาน					-0.96	-0.99	-1.02	-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45
	ค่าเสื่อม					-2.7	-2.7	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1
กำไรขั้นต้น						9.26	23.29	23.67	24.47	25.30	26.15	27.03	27.93	28.86	29.82	30.81	31.83	32.88	33.96	35.07
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				22.5	24.16	21.40	18.44	15.25	11.84	8.17	4.23								
	ดอกเบี้ย				1.659375	1.78175391	1.578213	1.359661	1.124991	0.873014	0.602454	0.31194								
	จ่ายคืน					4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5								
		ดอกเบี้ย				1.78	1.58	1.36	1.12	0.87	0.60	0.31								
		เงินต้น				3	3	3	3	4	4	4								
	หนี้คงเหลือ				24	21	18	15	12	8	4	0								
ภาษี					0.00	-2.24	-6.51	-6.69	-7.00	-7.33	-7.66	-8.02	-8.38	-8.66	-8.95	-9.24	-9.55	-9.86	-10.19	-10.52
กำไรสุทธิ					-	5.23	15.20	15.62	16.34	17.10	17.88	18.70	19.55	20.21	20.88	21.57	22.28	23.01	23.77	24.55
กระแสเงินสดสุทธิ					- 45.00	9.71	19.48	20.08	20.57	21.07	21.59	22.11	22.65	23.31	23.98	24.67	25.38	26.11	26.87	27.65
	IRR		39.01%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 45.00	- 35.29	- 15.81	4.27	24.84	45.91	67.50	89.61	112.26	135.57	159.55	184.21	209.59	235.71	262.58	290.22
	Payback Period						-	0.81	0.21	1.21	2.18	3.13	4.05	4.96	5.82					
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					29.33	36.33	33.97	31.28	28.37	25.21	21.80	22.65	23.31	23.98	24.67	25.38	26.11	26.87	27.65	0.00
NPV			102																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 3 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						18.11	37.31	38.43	39.58	40.77	41.99	43.25	44.55	45.89	47.27	48.68	50.14	51.65	53.20	54.79
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		18.11	37.31	38.43	39.58	40.77	41.99	43.25	44.55	45.89	47.27	48.68	50.14	51.65	53.20	54.79
ต้นทุน						-4.92	-5.91	-6.41	-6.51	-6.61	-6.71	-6.82	-6.93	-7.05	-7.17	-7.29	-7.41	-7.54	-7.68	-7.81
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-1.26	-2.22	-2.29	-2.36	-2.43	-2.50	-2.58	-2.65	-2.73	-2.81	-2.90	-2.99	-3.08	-3.17	-3.26
	ต้นทุนแรงงาน					-0.96	-0.99	-1.02	-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45
	ค่าเสื่อม					-2.7	-2.7	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1
กำไรขั้นต้น						13.19	31.40	32.02	33.08	34.16	35.28	36.43	37.62	38.84	40.10	41.39	42.73	44.10	45.52	46.98
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				22.5	24.16	21.40	18.44	15.25	11.84	8.17	4.23								
	ดอกเบี้ย				1.659375	1.78175391	1.578213	1.359661	1.124991	0.873014	0.602454	0.31194								
	จ่ายคืน					4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5								
		ดอกเบี้ย				1.78	1.58	1.36	1.12	0.87	0.60	0.31								
		เงินต้น				3	3	3	3	4	4	4								
	หนี้คงเหลือ				24	21	18	15	12	8	4	0								
ภาษี					0.00	-3.42	-8.95	-9.20	-9.59	-9.99	-10.40	-10.84	-11.29	-11.65	-12.03	-12.42	-12.82	-13.23	-13.66	-14.09
กำไรสุทธิ					-	7.99	20.88	21.47	22.37	23.30	24.28	25.28	26.33	27.19	28.07	28.98	29.91	30.87	31.86	32.89
กระแสเงินสดสุทธิ					- 45.00	12.47	25.15	25.93	26.59	27.28	27.98	28.70	29.43	30.29	31.17	32.08	33.01	33.97	34.96	35.99
	IRR			48.70%																
กระแสเงินสดสะสม					- 45.00	- 32.53	- 7.38	18.55	45.14	72.42	100.40	129.09	158.53	188.81	219.98	252.06	285.07	319.04	354.01	389.99
	Payback Period							0.72	1.70	2.65	3.59	4.50	5.39	6.23						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					32.09	42.01	39.82	37.30	34.57	31.61	28.38	29.43	30.29	31.17	32.08	33.01	33.97	34.96	35.99	0.00
NPV			145																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 4 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						14.18	29.20	30.08	30.98	31.91	32.87	33.85	34.87	35.91	36.99	38.10	39.24	40.42	41.63	42.88
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		14.18	29.20	30.08	30.98	31.91	32.87	33.85	34.87	35.91	36.99	38.10	39.24	40.42	41.63	42.88
ต้นทุน						-9.16	-14.64	-15.40	-15.77	-16.15	-16.54	-16.95	-17.36	-17.79	-18.23	-18.68	-19.15	-19.63	-20.13	-20.64
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-5.50	-10.95	-11.28	-11.62	-11.97	-12.33	-12.70	-13.08	-13.47	-13.88	-14.29	-14.72	-15.16	-15.62	-16.09
	ต้นทุนแรงงาน					-0.96	-0.99	-1.02	-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45
	ค่าเสื่อม					-2.7	-2.7	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1
กำไรขั้นต้น						5.02	14.56	14.67	15.21	15.76	16.32	16.91	17.51	18.12	18.76	19.42	20.09	20.79	21.50	22.24
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				22.5	24.16	21.40	18.44	15.25	11.84	8.17	4.23								
	ดอกเบี้ย				1.659375	1.78175391	1.578213	1.359661	1.124991	0.873014	0.602454	0.31194								
	จ่ายคืน					4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5								
		ดอกเบี้ย				1.78	1.58	1.36	1.12	0.87	0.60	0.31								
		เงินต้น				3	3	3	3	4	4	4								
	หนี้คงเหลือ				24	21	18	15	12	8	4	0								
ภาษี					0.00	-0.97	-3.89	-3.99	-4.22	-4.47	-4.72	-4.98	-5.25	-5.44	-5.63	-5.82	-6.03	-6.24	-6.45	-6.67
กำไรสุทธิ					-	2.26	9.09	9.32	9.86	10.42	11.00	11.62	12.25	12.69	13.13	13.59	14.06	14.55	15.05	15.57
กระแสเงินสดสุทธิ					- 45.00	6.75	13.36	13.78	14.08	14.39	14.71	15.03	15.35	15.79	16.23	16.69	17.16	17.65	18.15	18.67
	IRR		27.65%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 45.00	- 38.25	- 24.89	- 11.11	2.97	17.36	32.07	47.10	62.45	78.24	94.47	111.16	128.33	145.98	164.13	182.80
	Payback Period								0.21	1.21	2.18	3.13	4.07	4.96						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					26.36	30.22	27.67	24.80	21.69	18.33	14.72	15.35	15.79	16.23	16.69	17.16	17.65	18.15	18.67	0.00
NPV			57																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณที่ 4 ขนาดกำลังการผลิต 5 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						18.11	37.31	38.43	39.58	40.77	41.99	43.25	44.55	45.89	47.27	48.68	50.14	51.65	53.20	54.79
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		18.11	37.31	38.43	39.58	40.77	41.99	43.25	44.55	45.89	47.27	48.68	50.14	51.65	53.20	54.79
ต้นทุน						-9.16	-14.64	-15.40	-15.77	-16.15	-16.54	-16.95	-17.36	-17.79	-18.23	-18.68	-19.15	-19.63	-20.13	-20.64
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-5.50	-10.95	-11.28	-11.62	-11.97	-12.33	-12.70	-13.08	-13.47	-13.88	-14.29	-14.72	-15.16	-15.62	-16.09
	ต้นทุนแรงงาน					-0.96	-0.99	-1.02	-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45
	ค่าเสื่อม					-2.7	-2.7	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1	-3.1
กำไรขั้นต้น						8.95	22.67	23.03	23.81	24.62	25.45	26.31	27.19	28.10	29.04	30.00	30.99	32.02	33.07	34.15
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-22.5	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				22.5	24.16	21.40	18.44	15.25	11.84	8.17	4.23								
	ดอกเบี้ย				1.659375	1.78175391	1.578213	1.359661	1.124991	0.873014	0.602454	0.31194								
	จ่ายคืน					4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5								
		ดอกเบี้ย				1.78	1.58	1.36	1.12	0.87	0.60	0.31								
		เงินต้น				3	3	3	3	4	4	4								
	หนี้คงเหลือ				24	21	18	15	12	8	4	0								
ภาษี					0.00	-2.15	-6.33	-6.50	-6.81	-7.12	-7.45	-7.80	-8.16	-8.43	-8.71	-9.00	-9.30	-9.60	-9.92	-10.25
กำไรสุทธิ					-	5.02	14.76	15.17	15.88	16.62	17.39	18.20	19.03	19.67	20.32	21.00	21.69	22.41	23.15	23.91
กระแสเงินสดสุทธิ					- 45.00	9.50	19.04	19.63	20.11	20.60	21.10	21.61	22.13	22.77	23.42	24.10	24.79	25.51	26.25	27.01
	IRR		38.23%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 45.00	- 35.50	- 16.46	3.17	23.28	43.87	64.97	86.58	108.72	131.48	154.91	179.01	203.80	229.31	255.56	282.57
	Payback Period							0.16	1.16	2.13	3.08	4.01	4.91	5.77						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					29.12	35.90	33.52	30.82	27.89	24.72	21.30	22.13	22.77	23.42	24.10	24.79	25.51	26.25	27.01	0.00
NPV			99																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 5 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขายราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						18.90	38.93	40.10	41.31	42.54	43.82	45.14	46.49	47.88	49.32	50.80	52.32	53.89	55.51	57.18
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		18.90	38.93	40.10	41.31	42.54	43.82	45.14	46.49	47.88	49.32	50.80	52.32	53.89	55.51	57.18
ต้นทุน						-5.74	-6.15	-6.62	-6.69	-6.76	-6.84	-6.92	-7.00	-7.08	-7.16	-7.25	-7.34	-7.43	-7.53	-7.63
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-0.85	-1.23	-1.26	-1.30	-1.34	-1.38	-1.42	-1.46	-1.51	-1.55	-1.60	-1.65	-1.70	-1.75	-1.80
	ต้นทุนแรงงาน					-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45	-1.50	-1.54	-1.59
	ค่าเสื่อม					-3.8	-3.8	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
กำไรขั้นต้น						13.16	32.79	33.49	34.62	35.78	36.98	38.22	39.49	40.81	42.16	43.55	44.98	46.46	47.98	49.55
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				32	34.36	30.43	26.22	21.69	16.84	11.62	6.02								
	ดอกเบี้ย				2.36	2.53405	2.24457	1.93374	1.599987	1.24162	0.856823	0.443647								
	จ่ายคืน					6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5								
		ดอกเบี้ย				2.53	2.24	1.93	1.60	1.24	0.86	0.44								
		เงินต้น				4	4	5	5	5	6	6								
	หนี้คงเหลือ				34	30	26	22	17	12	6	0								
ภาษี					0.00	-3.19	-9.16	-9.47	-9.91	-10.36	-10.84	-11.33	-11.85	-12.24	-12.65	-13.06	-13.49	-13.94	-14.39	-14.86
กำไรสุทธิ					-	7.44	21.38	22.09	23.11	24.18	25.29	26.44	27.65	28.56	29.51	30.48	31.49	32.52	33.59	34.68
กระแสเงินสดสุทธิ					- 64.00	13.81	27.46	28.26	28.95	29.66	30.39	31.13	31.89	32.80	33.75	34.72	35.73	36.76	37.83	38.92
	IRR		38.72%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 64.00	- 50.19	- 22.72	5.53	34.49	64.15	94.53	125.66	157.55	190.35	224.10	258.82	294.55	331.31	369.14	408.06
	Payback Period							0.20	1.19	2.16	3.11	4.04	4.94	5.80						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					41.71	51.44	48.02	44.19	40.04	35.54	30.68	31.89	32.80	33.75	34.72	35.73	36.76	37.83	38.92	0.00
NPV			143																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 5 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						24.15	49.75	51.24	52.78	54.36	55.99	57.67	59.40	61.18	63.02	64.91	66.86	68.86	70.93	73.06
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		24.15	49.75	51.24	52.78	54.36	55.99	57.67	59.40	61.18	63.02	64.91	66.86	68.86	70.93	73.06
ต้นทุน						-5.74	-6.15	-6.62	-6.69	-6.76	-6.84	-6.92	-7.00	-7.08	-7.16	-7.25	-7.34	-7.43	-7.53	-7.63
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-0.85	-1.23	-1.26	-1.30	-1.34	-1.38	-1.42	-1.46	-1.51	-1.55	-1.60	-1.65	-1.70	-1.75	-1.80
	ต้นทุนแรงงาน					-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45	-1.50	-1.54	-1.59
	ค่าเสื่อม					-3.8	-3.8	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
กำไรขั้นต้น						18.41	43.60	44.62	46.09	47.60	49.16	50.76	52.41	54.11	55.86	57.66	59.52	61.43	63.40	65.43
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				32	34.36	30.43	26.22	21.69	16.84	11.62	6.02								
	ดอกเบี้ย				2.36	2.53405	2.24457	1.93374	1.599987	1.24162	0.856823	0.443647								
	จ่ายคืน					6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5								
		ดอกเบี้ย				2.53	2.24	1.93	1.60	1.24	0.86	0.44								
		เงินต้น				4	4	5	5	5	6	6								
	หนี้คงเหลือ				34	30	26	22	17	12	6	0								
ภาษี					0.00	-4.76	-12.41	-12.81	-13.35	-13.91	-14.49	-15.09	-15.72	-16.23	-16.76	-17.30	-17.86	-18.43	-19.02	-19.63
กำไรสุทธิ					-	11.11	28.95	29.88	31.14	32.45	33.81	35.22	36.69	37.87	39.10	40.36	41.66	43.00	44.38	45.80
กระแสเงินสดสุทธิ					- 64.00	17.49	35.03	36.06	36.98	37.93	38.91	39.90	40.93	42.11	43.34	44.60	45.90	47.24	48.62	50.04
	IRR		47.85%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 64.00	- 46.51	- 11.48	24.58	61.56	99.49	138.40	178.30	219.23	261.34	304.68	349.29	395.19	442.43	491.05	541.09
	Payback Period							0.68	1.66	2.62	3.56	4.47	5.36	6.21						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					45.39	59.01	55.82	52.22	48.31	44.06	39.46	40.93	42.11	43.34	44.60	45.90	47.24	48.62	50.04	0.00
NPV			200																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 6 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						18.90	38.93	40.10	41.31	42.54	43.82	45.14	46.49	47.88	49.32	50.80	52.32	53.89	55.51	57.18
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		18.90	38.93	40.10	41.31	42.54	43.82	45.14	46.49	47.88	49.32	50.80	52.32	53.89	55.51	57.18
ต้นทุน						-14.25	-23.67	-24.66	-25.27	-25.91	-26.56	-27.22	-27.91	-28.62	-29.36	-30.11	-30.89	-31.68	-32.51	-33.36
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-9.36	-18.75	-19.31	-19.89	-20.48	-21.10	-21.73	-22.38	-23.05	-23.75	-24.46	-25.19	-25.95	-26.73	-27.53
	ต้นทุนแรงงาน					-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45	-1.50	-1.54	-1.59
	ค่าเสื่อม					-3.8	-3.8	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
กำไรขั้นต้น						4.65	15.27	15.44	16.03	16.64	17.27	17.91	18.57	19.26	19.96	20.69	21.44	22.21	23.00	23.82
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				32	34.36	30.43	26.22	21.69	16.84	11.62	6.02								
	ดอกเบี้ย				2.36	2.53405	2.24457	1.93374	1.599987	1.24162	0.856823	0.443647								
	จ่ายคืน					6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5								
		ดอกเบี้ย				2.53	2.24	1.93	1.60	1.24	0.86	0.44								
		เงินต้น				4	4	5	5	5	6	6								
	หนี้คงเหลือ				34	30	26	22	17	12	6	0								
ภาษี					0.00	-0.64	-3.91	-4.05	-4.33	-4.62	-4.92	-5.24	-5.57	-5.78	-5.99	-6.21	-6.43	-6.66	-6.90	-7.15
กำไรสุทธิ					-	1.48	9.12	9.45	10.10	10.78	11.49	12.23	13.00	13.48	13.98	14.48	15.01	15.55	16.10	16.67
กระแสเงินสดสุทธิ					-64.00	7.86	15.20	15.63	15.94	16.26	16.58	16.91	17.24	17.72	18.22	18.72	19.25	19.79	20.34	20.91
	IRR		22.12%																	
กระแสเงินสดสะสม					-64.00	-56.14	-40.94	-25.31	-9.37	6.89	23.47	40.38	57.62	75.35	93.56	112.28	131.53	151.32	171.66	192.57
	Payback Period									0.42	1.42	2.39	3.34	4.25						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					35.76	39.18	35.39	31.18	26.64	21.74	16.47	17.24	17.72	18.22	18.72	19.25	19.79	20.34	20.91	0.00
NPV			52																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 6 ขนาดกำลังการผลิต 10 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						24.15	49.75	51.24	52.78	54.36	55.99	57.67	59.40	61.18	63.02	64.91	66.86	68.86	70.93	73.06
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		24.15	49.75	51.24	52.78	54.36	55.99	57.67	59.40	61.18	63.02	64.91	66.86	68.86	70.93	73.06
ต้นทุน						-14.25	-23.67	-24.66	-25.27	-25.91	-26.56	-27.22	-27.91	-28.62	-29.36	-30.11	-30.89	-31.68	-32.51	-33.36
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-9.36	-18.75	-19.31	-19.89	-20.48	-21.10	-21.73	-22.38	-23.05	-23.75	-24.46	-25.19	-25.95	-26.73	-27.53
	ต้นทุนแรงงาน					-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45	-1.50	-1.54	-1.59
	ค่าเสื่อม					-3.8	-3.8	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2
กำไรขั้นต้น						9.90	26.08	26.58	27.50	28.46	29.44	30.45	31.49	32.56	33.66	34.80	35.97	37.18	38.42	39.70
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-32	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				32	34.36	30.43	26.22	21.69	16.84	11.62	6.02								
	ดอกเบี้ย				2.36	2.53405	2.24457	1.93374	1.599987	1.24162	0.856823	0.443647								
	จ่ายคืน					6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5								
		ดอกเบี้ย				2.53	2.24	1.93	1.60	1.24	0.86	0.44								
		เงินต้น				4	4	5	5	5	6	6								
	หนี้คงเหลือ				34	30	26	22	17	12	6	0								
ภาษี					0.00	-2.21	-7.15	-7.39	-7.77	-8.16	-8.57	-9.00	-9.45	-9.77	-10.10	-10.44	-10.79	-11.15	-11.53	-11.91
กำไรสุทธิ					-	5.16	16.69	17.25	18.13	19.05	20.01	21.00	22.04	22.79	23.57	24.36	25.18	26.03	26.90	27.79
กระแสเงินสดสุทธิ					- 64.00	11.53	22.77	23.43	23.97	24.53	25.10	25.69	26.28	27.03	27.81	28.60	29.42	30.27	31.14	32.03
	IRR			32.73%																
กระแสเงินสดสะสม					- 64.00	- 52.47	- 29.70	- 6.27	17.70	42.24	67.34	93.03	119.31	146.34	174.15	202.75	232.17	262.43	293.57	325.60
	Payback Period								0.74	1.72	2.68	3.62	4.54	5.41						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					39.43	46.75	43.19	39.21	34.91	30.26	25.24	26.28	27.03	27.81	28.60	29.42	30.27	31.14	32.03	0.00
NPV			108																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 7 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขายราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						32.76	67.49	69.51	71.60	73.74	75.96	78.23	80.58	83.00	85.49	88.05	90.70	93.42	96.22	99.10
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		32.76	67.49	69.51	71.60	73.74	75.96	78.23	80.58	83.00	85.49	88.05	90.70	93.42	96.22	99.10
ต้นทุน						-8.07	-8.66	-9.14	-9.23	-9.32	-9.42	-9.52	-9.62	-9.72	-9.83	-9.94	-10.05	-10.17	-10.29	-10.41
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-1.26	-1.81	-1.87	-1.92	-1.98	-2.04	-2.10	-2.17	-2.23	-2.30	-2.37	-2.44	-2.51	-2.59	-2.66
	ต้นทุนแรงงาน					-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45	-1.50	-1.54	-1.59
	ค่าเสื่อม					-5.8	-5.8	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2
กำไรขั้นต้น						24.69	58.83	60.37	62.36	64.42	66.54	68.72	70.96	73.28	75.66	78.12	80.64	83.25	85.93	88.69
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				48	51.54	45.65	39.33	32.54	25.25	17.43	9.02								
	ดอกเบี้ย				3.54	3.801075	3.366855	2.900611	2.399981	1.86243	1.285235	0.665471								
	จ่ายคืน					9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7								
		ดอกเบี้ย				3.80	3.37	2.90	2.40	1.86	1.29	0.67								
		เงินต้น				6	6	7	7	8	8	9								
	หนี้คงเหลือ				52	46	39	33	25	17	9	0								
ภาษี					0.00	-6.27	-16.64	-17.24	-17.99	-18.77	-19.58	-20.42	-21.29	-21.98	-22.70	-23.43	-24.19	-24.97	-25.78	-26.61
กำไรสุทธิ					-	14.62	38.82	40.23	41.97	43.79	45.68	47.64	49.67	51.29	52.96	54.68	56.45	58.27	60.15	62.08
กระแสเงินสดสุทธิ					- 96.00	24.18	47.95	49.29	50.53	51.81	53.12	54.46	55.83	57.45	59.12	60.84	62.61	64.43	66.31	68.24
	IRR		44.24%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 96.00	- 71.82	- 23.87	25.42	75.95	127.77	180.89	235.35	291.18	348.64	407.76	468.60	531.21	595.65	661.96	730.20
	Payback Period							0.52	1.50	2.47	3.41	4.32	5.22	6.07						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					66.03	83.91	78.93	73.39	67.38	60.86	53.80	55.83	57.45	59.12	60.84	62.61	64.43	66.31	68.24	0.00
NPV			265																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 7 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 1 ขยะจากหลุม ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						41.86	86.23	88.82	91.48	94.23	97.05	99.97	102.97	106.05	109.24	112.51	115.89	119.36	122.95	126.63
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		41.86	86.23	88.82	91.48	94.23	97.05	99.97	102.97	106.05	109.24	112.51	115.89	119.36	122.95	126.63
ต้นทุน						-8.07	-8.66	-9.14	-9.23	-9.32	-9.42	-9.52	-9.62	-9.72	-9.83	-9.94	-10.05	-10.17	-10.29	-10.41
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-1.26	-1.81	-1.87	-1.92	-1.98	-2.04	-2.10	-2.17	-2.23	-2.30	-2.37	-2.44	-2.51	-2.59	-2.66
	ต้นทุนแรงงาน					-1.05	-1.08	-1.11	-1.15	-1.18	-1.22	-1.25	-1.29	-1.33	-1.37	-1.41	-1.45	-1.50	-1.54	-1.59
	ค่าเสื่อม					-5.8	-5.8	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2
กำไรขั้นต้น						33.79	77.58	79.68	82.25	84.90	87.64	90.45	93.35	96.33	99.41	102.57	105.84	109.20	112.66	116.22
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				48	51.54	45.65	39.33	32.54	25.25	17.43	9.02								
	ดอกเบี้ย				3.54	3.801075	3.366855	2.900611	2.399981	1.86243	1.285235	0.665471								
	จ่ายคืน					9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7								
		ดอกเบี้ย				3.80	3.37	2.90	2.40	1.86	1.29	0.67								
		เงินต้น				6	6	7	7	8	8	9								
	หนี้คงเหลือ				52	46	39	33	25	17	9	0								
ภาษี					0.00	-9.00	-22.26	-23.03	-23.96	-24.91	-25.91	-26.94	-28.00	-28.90	-29.82	-30.77	-31.75	-32.76	-33.80	-34.87
กำไรสุทธิ					-	20.99	51.95	53.74	55.90	58.13	60.45	62.85	65.34	67.43	69.59	71.80	74.09	76.44	78.86	81.36
กระแสเงินสดสุทธิ					- 96.00	30.55	61.07	62.80	64.46	66.15	67.89	69.67	71.50	73.59	75.75	77.96	80.25	82.60	85.02	87.52
	IRR		54.43%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 96.00	- 65.45	- 4.38	58.43	122.88	189.03	256.92	326.60	398.10	471.70	547.44	625.40	705.65	788.25	873.27	960.78
	Payback Period							0.93	1.91	2.86	3.78	4.69	5.57	6.41						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					72.40	97.04	92.45	87.31	81.72	75.63	69.01	71.50	73.59	75.75	77.96	80.25	82.60	85.02	87.52	0.00
NPV			363																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 8 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 18 บาทต่อลิตร

รายได้						32.76	67.49	69.51	71.60	73.74	75.96	78.23	80.58	83.00	85.49	88.05	90.70	93.42	96.22	99.10
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		32.76	67.49	69.51	71.60	73.74	75.96	78.23	80.58	83.00	85.49	88.05	90.70	93.42	96.22	99.10
ต้นทุน						-22.12	-37.12	-38.46	-39.43	-40.43	-41.46	-42.52	-43.61	-44.73	-45.89	-47.08	-48.31	-49.57	-50.87	-52.22
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-14.86	-29.82	-30.71	-31.63	-32.58	-33.56	-34.57	-35.60	-36.67	-37.77	-38.90	-40.07	-41.27	-42.51	-43.79
	ต้นทุนแรงงาน					-1.50	-1.55	-1.59	-1.64	-1.69	-1.74	-1.79	-1.84	-1.90	-1.96	-2.02	-2.08	-2.14	-2.20	-2.27
	ค่าเสื่อม					-5.8	-5.8	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2
กำไรขั้นต้น						10.64	30.36	31.05	32.16	33.31	34.50	35.72	36.97	38.27	39.60	40.97	42.39	43.84	45.34	46.89
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				48	51.54	45.65	39.33	32.54	25.25	17.43	9.02								
	ดอกเบี้ย				3.54	3.801075	3.366855	2.900611	2.399981	1.86243	1.285235	0.665471								
	จ่ายคืน					9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7								
		ดอกเบี้ย				3.80	3.37	2.90	2.40	1.86	1.29	0.67								
		เงินต้น				6	6	7	7	8	8	9								
	หนี้คงเหลือ				52	46	39	33	25	17	9	0								
ภาษี					0.00	-2.05	-8.10	-8.44	-8.93	-9.44	-9.96	-10.52	-11.09	-11.48	-11.88	-12.29	-12.72	-13.15	-13.60	-14.07
กำไรสุทธิ					-	4.79	18.90	19.70	20.83	22.02	23.25	24.54	25.88	26.79	27.72	28.68	29.67	30.69	31.74	32.82
กระแสเงินสดสุทธิ					- 96.00	14.35	28.02	28.76	29.39	30.04	30.69	31.36	32.04	32.95	33.88	34.84	35.83	36.85	37.90	38.98
	IRR			27.16%																
กระแสเงินสดสะสม					- 96.00	- 81.65	- 53.63	- 24.86	4.53	34.57	65.26	96.63	128.67	161.62	195.50	230.34	266.17	303.02	340.92	379.90
	Payback Period								0.15	1.15	2.13	3.08	4.02	4.91						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					56.20	63.99	58.40	52.25	45.60	38.43	30.70	32.04	32.95	33.88	34.84	35.83	36.85	37.90	38.98	0.00
NPV			117																	
	WACC		10%																	

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์การลงทุน (Investment Analysis) ภาพเหตุการณ์ที่ 8 ขนาดกำลังการผลิต 16 ตันต่อวัน ในกรณีที่ 2 จัดซื้อพลาสติกจากแหล่งภายนอก ขายราคาน้ำมัน 23 บาทต่อลิตร

รายได้						41.86	86.23	88.82	91.48	94.23	97.05	99.97	102.97	106.05	109.24	112.51	115.89	119.36	122.95	126.63
	ขายน้ำมัน			ล้านบาท/ปี		41.86	86.23	88.82	91.48	94.23	97.05	99.97	102.97	106.05	109.24	112.51	115.89	119.36	122.95	126.63
ต้นทุน						-22.12	-37.12	-38.46	-39.43	-40.43	-41.46	-42.52	-43.61	-44.73	-45.89	-47.08	-48.31	-49.57	-50.87	-52.22
	ต้นทุนวัตถุดิบ					-14.86	-29.82	-30.71	-31.63	-32.58	-33.56	-34.57	-35.60	-36.67	-37.77	-38.90	-40.07	-41.27	-42.51	-43.79
	ต้นทุนแรงงาน					-1.50	-1.55	-1.59	-1.64	-1.69	-1.74	-1.79	-1.84	-1.90	-1.96	-2.02	-2.08	-2.14	-2.20	-2.27
	ค่าเสื่อม					-5.8	-5.8	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2	-6.2
กำไรขั้นต้น						19.74	49.11	50.36	52.05	53.80	55.60	57.45	59.36	61.32	63.35	65.43	67.58	69.79	72.07	74.42
ดอกเบี้ยจ่าย					0	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
	เงินกู้				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	เงินทุน				-48	0	0	0	0	0	0	0								
	หนี้สิน				48	51.54	45.65	39.33	32.54	25.25	17.43	9.02								
	ดอกเบี้ย				3.54	3.801075	3.366855	2.900611	2.399981	1.86243	1.285235	0.665471								
	จ่ายคืน					9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7								
		ดอกเบี้ย				3.80	3.37	2.90	2.40	1.86	1.29	0.67								
		เงินต้น				6	6	7	7	8	8	9								
	หนี้คงเหลือ				52	46	39	33	25	17	9	0								
ภาษี					0.00	-4.78	-13.72	-14.24	-14.90	-15.58	-16.29	-17.04	-17.81	-18.40	-19.00	-19.63	-20.27	-20.94	-21.62	-22.33
กำไรสุทธิ					-	11.16	32.02	33.22	34.76	36.35	38.02	39.75	41.55	42.93	44.34	45.80	47.31	48.85	50.45	52.09
กระแสเงินสดสุทธิ					- 96.00	20.72	41.15	42.28	43.32	44.38	45.46	46.57	47.71	49.09	50.50	51.96	53.47	55.01	56.61	58.25
	IRR		38.66%																	
กระแสเงินสดสะสม					- 96.00	- 75.28	- 34.13	8.15	51.46	95.84	141.30	187.88	235.59	284.67	335.18	387.14	440.60	495.62	552.23	610.48
	Payback Period							0.19	1.19	2.16	3.11	4.03	4.94	5.80						
กระแสเงินสดสู่ผู้ถือหุ้น					62.57	77.11	71.92	66.17	59.94	53.20	45.91	47.71	49.09	50.50	51.96	53.47	55.01	56.61	58.25	0.00
NPV			215																	
	WACC		10%																	

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวธัญญ์พิชชา เอกบุศย์ เกิดเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2529 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ในปี พ.ศ. 2548 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2552

ในปีการศึกษา 2553 ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน คณะบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย