โครงการพัฒนาเตาเผาขยะสำหรับองค์การบริหารส่วนตำบล

คณะผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.จงจินต์ ผลบ่ระเสริฐ	หัวหน้าโครงการ
2. นายอัศวิน สืบนุการณ์	ผู้ช่วยวิจัย
3. นายเลอศักดิ์ โคสูงเนิน	ผู้ช่วยวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สนับสนุนโดย เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการพัฒนาเตาเผาขยะสำหรับองค์การบริหารส่วนตำบล

คณะผู้วิจัย

1. พันเอกโกวิทย์ นงค์ชะนา	ที่ปรึกษาโครงการ
2. อ.บุญชัย วิจิตรเสถียร	ที่ปรึกษาโครงการ
3. ผศ. ดร. จงจินต์ ผลประเสริฐ	หัวหน้าโครงการ
4. นายอัศวิน สืบนุการณ์	ผู้ช่วยวิจัย
5. นายเลอศักดิ์ โคสูงเนิน	ผู้ช่วยวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สนับสนุนโดย เทคโนธานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

ได้ทำการพัฒนาเตาเผาขนาดเล็กสำหรับใช้กำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในองค์การบริหารส่วนตำบล เตาเผามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร สูง 2.6 เมตร และมีท่อระบายไอเสียเชื่อมกับหอพ่นน้ำ (Spray Tower) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร สูง 3.2 เมตร ซึ่งใช้สำหรับบำบัดมลสาร ก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ หลังทำการจำแนกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยแล้ว ได้เติม"ขยะแห้ง" และ "ขยะเปียก" เข้าสู่เตาเผาด้วยอัตราส่วน 1:0, 1:1, 2:1, 3:1, และ 4:1 เพื่อประเมินหาอัตราการเผาไหม้ที่เหมาะสมสำหรับคงที่ไว้ซึ่งความสามารถในการเผาไหม้ด้วยตัวเอง (Self-Burning Capacity) พบว่าอุณหภูมิห้องเผาไหม้มีค่าต่ำสุด และสูงสุดอยู่ที่ 150 และ 1,100°C ตามลำดับ จากการติดตั้งเหล็กก้างปลา (Bar Rake) ในห้องเผาไหม้เพื่อช่วยเพิ่มความพรุนในกองขยะที่เข้าเผา อัตราการเผาสามารถเพิ่มสูงขึ้นที่ค่าเฉลี่ย 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ 2.4 ตันต่อวัน ปริมาณของ CO เท่ากับ 1018-3359 พีพีเอ็ม ปริมาณของ NO_x เท่ากับ 19-33 พีพีเอ็ม น้ำเสียที่ออกมาจากหอพ่นน้ำมีสภาพเป็นกรดที่ค่า pH เท่ากับ 4.23 ความเข้มข้นแอซิดิตี้ 188 mg/L as $CaCO_3$ และความขุ่นประมาณ 48 NTU ในการทดลองจาร์เทสต์เพื่อบำบัดน้ำเสียดังกล่าวพบว่า ค่าเหมาะสมของ pH อยู่ที่ 7.7 และความเข้มข้นของสารส้มที่ต้องการเท่ากับ 110 mg/L อย่างไรก็ตามเนื่องจากความไม่แน่นอนขององค์ประกอบของขยะมูลฝอยชุมชน จึงแนะนำให้ทำการแยกขยะก่อนนำมาเผา ทั้งนี้เพื่อลดมลสารทางอากาศที่ระบายออกมา อันเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

ในขณะที่ทำงานวิจัยนี้ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จงจินต์ ผลประเสริฐ เป็นหัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม นายอัศวิน สืบนุการณ์ และนายเลอศักดิ์ โคสูงเนินเป็นนักศึกษาบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขอขอบคุณกรรมาธิการสภาผู้แทนราษฎร ปีงบประมาณ 2543 ที่สนับสนุนงบประมาณโครงการวิจัยนี้ โดยมีหน่วยงานเทคโนธานี มหาวิทยาเทคโนโลยีสุรนารี เป็นผู้ประสานงาน พันเอกโกวิทย์ นงค์ชะนา ที่ปรึกษาโครงการ รวมถึงเจ้าหน้าที่ส่วนอาคารสถานที่ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้อำนวยความสะดวกด้านอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้เพราะความกรุณาของทุกท่านดังได้กล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
รายการตาราง	ฉ
รายการรูป	ช
สัญลักษณ์และอักษรย่อ	ซ
บทที่ 1 บทนำ (Introduction)	
1.1 ความสำคัญและปัญหาเกี่ยวกับขยะมูลฝอย	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	2
บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง(Literature Review)	
2.1 ประเภทของขยะมูลฝอย	3
2.2 ลักษณะของขยะมูลฝอย	4
2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ	4
2.2.2 ลักษณะทางเคมีของขยะมูลฝอย	6
2.3 ปริมาณของขยะมูลฝอย	9
2.3.1 Load-Count Analysis	10
2.3.2 Mass-Volume Analysis	11
2.4 กรรมวิธีการกำจัดขยะโดยการเผา	11
2.4.1 เตาเผาขยะแบบห้องเดี่ยว	12
2.4.2 เตาเผาขยะแบบห้องเผาไหม้หลายห้อง	13
2.4.3 ระบบโรงเผาขยะแบบรวมศูนย์	15
2.4.4 เตาเผาขยะแบบ Pyrolysis	17
2.4.5 เตาเผาขยะระบบ Control Air	18
2.4.6 เตาเผาขยะแบบหมุน	19
2.5 การควบคุมมลพิษทางอากาศ	20

เรื่อง หน้า

2.5.1 การควบคุมมลพิษที่แหล่งกำเนิด 20
2.5.2 การควบคุมมลพิษโดยการเจือจางในบรรยากาศ 21
2.6 ผลกระทบของการเกิดมลพิษทางอากาศ 22
2.6.1 ผลกระทบทางตรง 22
2.6.2 ผลกระทบทางอ้อม 25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
3.1 การดำเนินการสร้างเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก 28
3.2 โครงสร้าง 29
3.2.1 ประตูเตาเผา 29
3.2.2 กลีบมะเฟือง 29
3.2.3 ท่อไอเสีย 29
3.2.4 ตะแกรงเหล็กหล่อ 30
3.2.5 ถาดรองขี้เถ้าสแตนเลส 30
3.2.6 ห้องเผาไหม้ 30
3.2.7 ห้องบำบัดควันหรือหอพ่นน้ำ 30
3.2.8 บ่อตกตะกอน 30
3.3 การทดลอง 30
3.3.1 การจำแนกประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอย 31
3.3.2 จำแนกขยะออกเป็นขยะเปียกและขยะแห้ง 31
3.3.3 การผสมขยะ 32
3.3.4 การเผาขยะ 32
3.4 วิธีการวัดค่าต่างๆ จะมีวิธีการดังนี้ 32
3.4.1 วิธีการวัดค่าของความร้อน 32
3.4.2 การวัดค่าแก๊สไอเสีย 33
3.4.3 การศึกษามลสารทางน้ำ 33
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล
4.1 อัตราการเผาขยะ 34
4.2 อุณหภูมิ 35

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3 อัตราการป้อนขยะ	35
4.4 ปริมาณขี้เถ้า	36
4.5 ผลของอากาศเสีย	36
4.6 ผลของน้ำเสีย	37
สรุปผลการทดลอง	38
ปัญหาและข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	41
ภาคผนวก ข. ตารางผลการวัดค่าอุณหภูมิในการเผาแต่ละอัตราส่วน	43
ภาคผนวก ค. รูปภาพโดยทั่วไปของเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก	59

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากเมืองต่างๆ 5

ตารางที่ 2-2. ค่าน้ำหนักจำเพาะและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลฝอยประเภทต่างๆ 7

ตารางที่ 2-3. องค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานของมูลฝอยชุมชน 10

ตารางที่ 2-4. ปริมาณมูลฝอยบางจังหวัดในประเทศไทย 11

ตารางที่ 2-5. ข้อดี-ข้อเสียของการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผา 12

ตารางที่ 2-6. ประสิทธิภาพและน้ำที่ต้องการของเครื่องสัมผัสแบบเปียก 21

ตาราง 2-7. ระดับและอิทธิพลของไนโตรเจนไดออกไซด์ 25

ตารางที่ 4-1. อัตราการเผาที่อัตราส่วนขยะต่างๆ 34

ตารางที่ 4-2. ผลของอุณหภูมิต่อเวลาที่อัตราส่วนขยะต่างๆ 35

ตารางที่ 4-3. น้ำหนักของขี้เถ้าที่อัตราส่วนขยะต่างๆ 36

ตารางที่ 4-4. ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่ออกจากหอพ่นน้ำ 37

ตารางที่ ก-1 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหาความหนาแน่นขยะ 42

ตารางที่ ก-2 ตารางแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความชื้น 42

ตารางที่ ก-3 รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเผาขยะ 43

ตารางที่ ข-1. องค์ประกอบของขยะแยกตามประเภทที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 44

ตารางที่ ข-2. ความหนาแน่นของขยะ 45

ตารางที่ ข-3. ผลการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 1:0, 1:1, 2:1, 3:1, และ 4:1 น้ำหนักขยะ 200Kg ทำการเผา 3 ครั้ง 46

ตารางที่ ข-4. ผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 1:0 49

ตารางที่ ข-5. ผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 1:1 51

ตารางที่ ข-6. ผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 2:1 53

ตารางที่ ข-7. ผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 3:1 55

ตารางที่ ข-8. ผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 4:1 57

เรื่อง	หน้า
4.3 อัตราการป่อนขยะ	35
4.4 ปริมาณขี้เถ้า	36
4.5 ผลของอากาศเสีย	36
4.6 ผลของน้ำเสีย	37
สรุปผลการทดลอง	38
ปัญหาและข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	41
ภาคผนวก ข. ตารางผลการวัดค่าอุณหภูมิในการเผาแต่ละอัตราส่วน	43
ภาคผนวก ค. รูปภาพโดยทั่วไปของเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก	59

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2-1. เตาเผาขยะแบบห้องเผาไหม้เดี่ยว 13

รูปที่ 2-2. เตาเผาขยะแบบ Retort 14

รูปที่ 2-3. เตาเผาขยะแบบ In-Line 14

รูปที่ 2-4. เตาเผาขยะแบบ Reciprocating Grate 15

รูปที่ 2-5. ระบบเตาเผาขยะแบบ Reverse Reciprocating Grate 16

รูปที่ 2-6. ระบบเตาเผาขยะแบบ Roller Grate 16

รูปที่ 2-7. ระบบเตาเผาขยะแบบ Traveling Grate System 17

รูปที่ 2-8. เตาเผาขยะระบบ Pyrolysis 18

รูปที่ 2-9. เตาเผาขยะระบบ Controlled Air 19

รูปที่ 2-10. เตาเผาขยะแบบหมุน 19

รูปที่ 2-11. โครงสร้างของระบบหายใจ และความสัมพันธ์กับโรคระบบหายใจ 23

รูปที่ 2-12. ผลของมลสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อสุขภาพ 24

รูปที่ 3-1. ส่วนประกอบของเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก 28

รูปที่ 3-2. ขั้นตอนการทดลองเผาขยะ 31

รูปที่ 4-1. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับเวลาที่อัตราส่วนขยะ 1:0 35

รูปที่ 4-2. ความสัมพันธ์ของแก๊ส CO และ NO_x กับเวลา ที่อัตราส่วนขยะ 1:1 37

รูปที่ ค-1. ลานคัดแยกขยะ 59

รูปที่ ค-2. การคลุกเคล้าขยะในอัตราส่วนต่างๆ 60

รูปที่ ค-3. การบรรจุขยะที่คลุกเคล้าแล้วใส่ถุงให้แต่ละถุงมีน้ำหนักเท่าๆกัน 61

รูปที่ ค-4. การเริ่มจุดเตาเผา 62

รูปที่ ค-5. การลุกไหม้ของขยะ 63

รูปที่ ค-6. การป้อนขยะ 64

รูปที่ ค-7. ลักษณะบ่อตกตะกอนและปั๊มน้ำ 65

รูปที่ ค-8. ลักษณะของหัวพ่นน้ำ (Nozzle รหัส SS00 3/8 HHSJ 60 °-3) 66

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สัญลักษณ์และอักษรย่อ

สัญลักษณ์และอักษรย่อ	ชื่อเต็ม
kg	Kilogram
m^3	Cubicmeter
h	Hour
min	Minute
CO	Carbon monoxide (dilute oxygen)
ppm	part per million
C	Carbon
H	Hydrogen
O	Oxygen
S	Sulfur
N	Nitrogen
H_2O	Water
CO_2	Carbon dioxide
Kg/cap-day	Kilogram per capital day
NO	Nitrogen oxide
NO_2	Nitrogen dioxide
NO_X	Oxide of nitrogen
SO_X	Oxide of sulfur

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัญหาขยะล้นเมืองไม่ใช่เรื่องใหม่ที่เพิ่งเกิดขึ้น เพียงแต่ผลกระทบของมันต่อสภาพแวดล้อมได้ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้กระแสของนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้กลายมาเป็นแรงผลักดันให้สังคมต้องเอาใจใส่ และจริงจังกับปัญหาขยะมากขึ้น แต่เดิมนั้นในประเทศไทยได้มองปัญหาขยะเป็นปัญหารอง ส่วนปัญหาหลักที่มีผลกระทบต่อประชาชนคือปัญหาความยากจน แต่ในยุคโลกาภิวัฒน์ปัจจุบันนี้ ความเจริญเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัญหาขยะล้นเมืองได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสภาพแวดล้อม และได้ถูกหยิบยกขึ้นมาเป็นอำนาจต่อลองทางการเมืองหลายครั้ง ดังตัวอย่างที่เห็นได้จากปัญหาขยะการเมืองที่จังหวัดเชียงใหม่

กรรมวิธีการกำจัดขยะเมืองในปัจจุบัน ใช้กรรมวิธีกำจัดแบบผสมระหว่างการฝังกลบสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) และการทำปุ๋ยหมัก (Composting) ส่วนขยะที่เกินความสามารถในการกำจัดนั้นจะถูกเทกองไว้กลางแจ้งนอกโรงกำจัดขยะ ซึ่งจะถูกทับถมวันต่อวันกลายเป็นภูเขาขยะ ซึ่งนอกจะก่อให้เกิดการทำลายสภาวะแวดล้อมในเรื่องของทัศนียภาพและกลิ่นแล้ว น้ำชะขยะที่มีความสกปรกสูงและมีสารพิษเจือปนยังสามารถไหลลงสู่แหล่งน้ำหรือซึมลงใต้ดิน หากซึมลงไปสู่ชั้นน้ำใต้ดินจะส่งผลต่อผู้ใช้น้ำใต้ดินได้

ในส่วนของขยะติดเชื้อจากโรงงพยาบาล อันได้แก่ขยะจากห้องศัลยกรรมผ่าตัดเป็นส่วนใหญ่ ถ้านำไปทิ้งจะทำให้เกิดการแพร่ของเชื้อโรค เป็นอันตรายต่อชุมชนใกล้เคียง

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานของเตาเผา
2. เพื่อควบคุมมลภาวะทางอากาศและน้ำที่ออกจากกระบวนการบำบัดอากาศ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ออกแบบและสร้างเตาเผาขยะชุมชน สำหรับเผาขยะชุมชนโดยมีขนานห้องเผาไหม้ 0.945 ลูกบาศก์เมตร
2. หาอัตราการเผาไหม้ขยะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาขยะ โดยการผสมขยะเพื่อทำการเผาระหว่างขยะแห้งและขยะเปียกในอัตราส่วน 1:0, 1:1 1:2, 1:3, และ1:4 ทำการเผา 3 ครั้ง ในแต่ละอัตราส่วนโดยใช้ขยะในการเผาครั้งละ 200 กิโลกรัม
4. ศึกษาระยะเวลาที่ป้อนขยะเข้าสู่เตาที่มีผลต่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับขยะมูลฝอย

ขยะ หมายถึงเศษสิ่งของทั้งหลายที่เราไม่ต้องการทั้งหลาย ซึ่งมีทั้งขยะเปียกและขยะแห้ง ได้แก่ เศษกระดาษ เศษผ้า ใบไม้ กิ่งไม้ ฝุ่น มูลสัตว์เศษโลหะ รวมถึงเศษวัสดุสิ่งของที่เราไม่ต้องการแล้ว

2.1 ประเภทของขยะมูลฝอย

โดยทั่วไปขยะมูลฝอยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 ขยะจากชุมชน (Municipal Wastes)

ประเภทที่ 2 ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastes)

ประเภทที่ 3 ขยะที่มีอันตรายสูง (Hazardous Wastes)

ซึ่งขยะมูลฝอยทั้งสามประเภทยังสามารถแบ่งแยกออกได้เป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1. ขยะเปียกสด (Garbage) เป็นขยะมูลฝอยที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ต่างๆ ที่สามารถเน่าเปื่อยผุพัง หรือเกิดการย่อยสลายโดยจุลชีพได้ โดยปกติขยะชนิดนี้จะมีความชื้นสูง เมื่อปล่อยทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งจะเกิดดารเน่าเปื่อยทิ้งให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเชื้อโรค มีแมลงวันตอม เป็นแหล่งอาหารของพวกหนู ขยะมูลฝอยชนิดนี้ได้แก่ เศษอาหาร เศษผักผลไม้เป็นต้น

2. ขยะแห้ง (Rubbish) เป็นขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายด้วยจุรินทรีย์ได้ยาก เช่น เศษไม้ เศษกระดาษ เศษแก้ว เศษโลหะ กระป๋อง พลาสติก เป็นต้น

3. ขี้เถ้า (Ashes) เป็นกากขยะที่ได้ผ่านการเผาไหม้แล้ว เช่นขี้เถ้าถ่าน ขี้เถ้าฟืนเป็นต้น

4. เศษสิ่งก่อสร้าง (Construction Wastes) ได้แก่เศษคอนกรีตที่แตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย เศษอิฐ เศษไม้ เศษตะปู เศษหิน ปูน ทราย เป็นต้น

5. ซากสัตว์ (Dead Animals) เป็นซากสัตว์ที่ตายแล้วได้แก่ ซากสุนัข ซากหนู ซากแมว มักทิ้งไว้ข้างถนน หรือบนถนน ถ้าปล่อยทิ้งไว้จะมีกลิ่นเหม็นมาก เป็นที่น่ารังเกียจแก่ผู้ผ่านไปมา

6. ขยะจากถนน (Street Refuse) เป็นเศษขยะที่อยู่ตามริมถนน หรือบนถนนได้แก่ เศษพลาสติก เศษใบไม้ ทราย เศษไม้ เป็นต้น ทำให้ไม่ปลอดภัยในการขับรถบนถนน และดูไม่เรียบร้อย

7. ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastes) เป็นเศษขยะทุกประเภทที่มาจากโรงงานต่างๆ ดังนั้นขยะประเภทนี้จะมีความแตกต่างกัน แล้วแต่ว่าขยะมูลฝอยมาจากโรงานประเภทไหน เช่นเศษอาหารกระป๋อง เศษผัก เศษพลาสติก เศษยาง เศษไม้ เศษกระดาษ เป็นต้น

8.ขยะมูลฝอยจากการกสิกรรม (Agricultural Wastes) เป็นเศษขยะทุกประเภทที่มาจากพื้นที่กสิกรรม เช่นเศษฟาง เศษมูลสัตว์ เศษผัก เศษหญ้าเป็นต้น

9. ขยะพิเศษ (Special Wastes) เป็นขยะที่จัดอยู่ในประเภทที่มีอันตรายสูง เช่นขยะจากโรงพยาบาลทั่วไป จากโรงพยาบาลที่รักษาคนไข้เกี่ยวกับโรคติดต่อ ขยะที่มีกัมมันตภาพรังสี ขยะที่มีสารเคมีอันตราย เป็นต้น

2.2 ลักษณะของขยะมูลฝอย

ลักษณะของขยะมูลฝอยจะมีความสำคัญมากต่อการจัดการขยะมูลฝอย ดังนั้นในการศึกษาขยะมูลฝอยของชุมชนใดๆ จะต้องทำการวิเคราะห์หาลักษณะของขยะมูลฝอยให้ได้ทราบอย่างชัดเจน ซึ่งจะได้นำข้อมูลเหล่านี้มาพิจารณาในการเลือกวิธีการจัดการขยะมูลฝอยเช่น ถ้าขยะมูลฝอยจากย่านธุรกิจแห่งหนึ่งจะมีกระดาษเป็นขยะมูลฝอยโดยส่วนใหญ่ ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการขยะมูลฝอยจากหล่งนี้ อาจมีเพียงเครื่องตัดและเครื่องอัดก็เพียงพอ นอกจากนี้หากเมืองนี้มีโรงงานรับซื้อกระดาษเก่าเพื่อนำมาผ่านกระบวนการผลิตใหม่ การพิจารณาแยกเก็บขยะมูลฝอยจากย่านธุรกิจนี้อาจให้ผลคุ้มค่ามาก ในหัวข้อนี้จะได้อธิบายลักษณะของขยะมูลฝอยที่ประกอบด้วย 3 ลักษณะคือ

- ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)
- ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)
- ลักษณะทางชีวภาพ (Biological Characteristics)

2.2.1 ลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics)

ลักษณะทางกายภาพของขยะมูลฝอยประกอบด้วย

1. องค์ประกอบต่างๆ
2. ขนาดของแต่ละส่วน
3. ค่าความชื้น
4. ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย

2.2.1.1 องค์ประกอบของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยจะมีองค์ประกอบต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 ซึ่งจะเป็นข้อมูลของเมืองต่างๆ ข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆเหล่านี้จะสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาลักษณะของขยะมูลฝอยได้เป็นอย่างดี เช่นสามารถบอกอย่างประมาณได้ว่าขยะมูลฝอยจะสามารถไหม้ไฟได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มากน้อยเพียงใด ขยะมูลฝอยจะเกิดกลิ่นเหม็น หรือไม่ถ้านำไปทิ้งที่พื้นที่ใดๆ เป็นต้น ทำให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการวางระบบได้อย่างมาก แทนที่จะนำตัวอย่างขยะมูลฝอยมาทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจจะไม่คุ้มค่าใช้จ่ายและเวลาที่สูญเสียไป

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากเมืองต่างๆ

องค์ประกอบ	ปริมาณโดยน้ำหนัก (%)						
	ช่วงค่าทั่วไป	กทม.	จันทบุรี	ฮ่องกง	จาการ์ตา	เซอูล	ไต้หวัน
เศษอาหาร	20-60	22.0	52.7	15.0	60.0	-	24.
กระดาษ	2-45	5.6	13.2	32.5	3.0	4.0	7.5
พลาสติก	2-15	8.2	14.3	6.0	5.0	2.0	2.5
ยาง	0-2	1.4	0.2	0.5	1.0	0.5	0.5
เศษผ้า	0-10	3.7	2.0	9.6	1.0	0.6	3.7
หนัง	0-2	-	0.2	-	-	-	-
ใบไม้กิ่งไม้	0-15	10.8	0.5	-	1.0	-	0.5
ไม้	0-15	11.5	3.1	-	-	0.6	-
แก้ว	0-15	3.2	2.5	9.7	2.0	0.2	2.8
กระป๋อง	0-10	-	-	-	-	-	-
โลหะเหล็ก	0-4	2.9	3.39	2.2	2.0	0.4	1.1
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	0-1	-	-	-	-	-	-
ฝุ่นขี้เถ้าเหล็กและอื่นๆ	5-60	30.7	7.91	24.5	25.0	91.7	56.8
รวม	-	100	100	100	100	100	100

2.2.1.2 ขนาดของแต่ละส่วน

ข้อมูลขนาดของขยะมูลฝอยจะเป็นข้อมูลที่มีส่วนสำคัญมากในการนำขยะมูลฝอยกลับมาผลิตใช้ใหม่ที่ต้องใช้กระบวนการแยกขนาดของมูลฝอยด้วยตะแกรง และเครื่องแยกโลหะเหล็ก โดยทั่งไปจะใช้ขนาดของขยะมูลฝอยในลักษณะความยาวที่สามารถผ่านตะแกรงร่อนได้หรือไม่ โดยแสดงข้อมูลเป็นค่าร้อยละของมวลรวมของขยะมูลฝอยกับขนาดของขยะมูลฝอยที่ผ่านตะแกรงร่อนได้

2.2.1.3 น้ำหนักจำเพาะ (Specific Weight)

น้ำหนักจำเพาะของมูลฝอย หมายถึง น้ำหนักของวัสดุต่อหน่วยของปริมาตรเช่น lb/ft^3 หรือ kg/m^3 หรือแทนด้วยความหนาแน่นของมูลฝอยนั้น เนื่องจากน้ำหนักจำเพาะของมูลฝอย

ขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ของสถานที่นั้น ฤดูกาล ช่วงเวลาที่มูลฝอยนั้นถูกเก็บกักไว้ มูลฝอยชุมชนที่ถูกเก็บโดยรถเก็บมูลฝอยแบบอัดพบว่ามีค่าน้ำหนักจำเพาะอยู่ประมาณ 180 kg/m^3 57' 415 kg/m^3 หรือประมาณ 296 kg/m^3 จากตารางที่ 2-2. แสดงให้เห็นค่าน้ำหนักจำเพาะของมูลฝอยประเภทต่าง ๆ

2.2.1.4 ปริมาณความชื้นในมูลฝอย

ปริมาณความชื้นในมูลฝอย โดยทั่วไปแล้วจะระบุค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของความชื้นในปริมาณโดยน้ำหนักของขยะมูลฝอยเปียกหรือแห้ง แล้วแต่กรณี ค่าประมาณความชื้นของส่วนประกอบต่างๆในขยะมูลฝอยแสดงไว้ในตาราง 2-2 สำหรับขยะมูลฝอยรวบรวมจากชุมชน มักมีค่าความชื้นประมาณ 15-40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของขยะมูลฝอยนั้นๆ ฤดูกาล และสภาพอากาศโดยเฉพาะในช่วงที่มีฝนตก ซึ่งค่าความชื้นของมูลฝอยจะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของมูลฝอยนั้น ฤดูกาลของปี ความชื้นในอากาศ และการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฝนซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ปริมาณค่าความชื้นในมูลฝอยมีค่าสูงขึ้น จากรายงานการศึกษา Country Status Report Solid Waste Management in Thailand พบว่าค่าความชื้นของมูลฝอยของกรุงเทพมหานครมีค่าประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์

2.2.2 ลักษณะทางเคมีของขยะมูลฝอย (Chemical characteristics)

คุณสมบัติทางเคมีขององค์ประกอบของมูลฝอยชุมชนมีความสำคัญ ในการประเมินทางเลือกในกระบวนการกำจัดมูลฝอย เช่น การใช้มูลฝอยเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ จำเป็นต้องทราบองค์ประกอบของมูลฝอยก่อน เนื่องในมูลฝอยจะมีสารที่เผาไหม้ได้และสารที่เผาไหม้ไม่ได้ รวมทั้งค่าความชื้นในมูลฝอย ข้อมูลของคุณสมบัติทางเคมีสำคัญมาก ในการประเมินความเป็นไปได้ของการแปลงรูปหรือการคืนรูปของขยะมูลฝอย เช่นการพิจารณาใช้วิธีการเผาเป็นวิธีการกำจัดมูลฝอยนั้นๆ โดยหวังจะได้พลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และขี้เถ้า ดังตารางที่ 2-3. แสดงค่าเฉลี่ยทั่วไปของส่วนประกอบทางเคมีของขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ สำหรับค่าพลังงานความร้อนนอกจากวัดค่าได้โดยตรงจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องพลังงานจุดระเบิดแล้ว อาจหาได้จากการคำนวณจากส่วนประกอบทางเคมี

ตารางที่ 2-2. แสดงค่าน้ำหนักจำเพาะและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของมูลฝอยประเภทต่างๆ

ประเภทของมูลฝอย	น้ำหนักจำเพาะ (kg/m^3)		ค่าความชื้น(%โดยน้ำหนัก)	
	ช่วง	ค่าที่ใช้	ช่วง	ค่าที่ใช้
มูลฝอยจากที่พักอาศัย(มูลฝอยไม่ถูกอัด)				
เศษอาหาร	131-481	291	50-80	7
กระดาษ	42-131	89	4-10	6
กระดาษแข็ง	42-80	50	4-8	5
พลาสติก	45-131	65	1-4	2
เศษผ้า	42-101	65	6-15	10
ยาง	101-202	131	1-4	2
หนัง	101-261	160	8-12	10
มูลฝอยจากสนามหญ้า	59-225	101	30-80	60
เศษไม้	131-320	237	15-40	20
แก้ว	160-481	196	1-4	2
กระป๋องดีบุก	50-160	89	2-4	3
อะลูมิเนียม	65-240	160	2-4	2
โลหะอื่น ๆ	131-1,151	320	2-4	3
ฝุ่น,เถ้าและอื่น ๆ	320-1,000	481	6-12	8
เถ้า	650-831	745	6-12	6
ของเสีย(Rubbish)	89-181	131	3-20	15
มูลฝอยจากสนามหญ้าของที่พักอาศัย				
เศษกิ่งไม้แห้ง	30-148	59	20-40	30
ใบไม้สด	208-297	237	40-80	60
ใบไม้สดที่เปียก	593-831	593	50-90	80
เศษใบไม้กิ่งไม้ที่ย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้ว	267-356	297	20-70	50
เศษใบไม้กิ่งไม้ที่ย่อยสลาย	267-386	326	40-60	50

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2-2. (ต่อ)

ประเภทของมูลฝอย	น้ำหนักจำเพาะ (kg/m^3)		ค่าความชื้น(% โดยน้ำหนัก)	
	ช่วง	ค่าที่ใช้	ช่วง	ค่าที่ใช้
มูลฝอยจากสถานที่สาธารณะ	178-451	297	15-40	20
มูลฝอยในรถบรรทุกมูลฝอย				
มูลฝอยในสถานที่กลบฝัง	362-498	451	15-40	25
มูลฝอยที่ถูกกลบฝังแบบธรรมดา	590-742	599	15-40	25
มูลฝอยที่ถูกกลบฝังอย่างดี				
มูลฝอยจากย่านพาณิชยกรรม				
เศษอาหาร(เปียก)	475-949	540	50-80	70
เครื่องมือเครื่องใช้	148-202	181	0-2	1
เศษไม้ลง	110-160	110	10-30	20
เศษกิ่งไม้ใบไม้	101-181	148	20-80	5
ของเสียที่เผาไหม้ได้(Combustible Rubbish)	50-181	119	10-30	15
ของเสียที่เผาไหม้ไม่ได้(noncombustible Rubbish)	181-362	300	5-15	10
ของเสียที่ผสม(mixed Rubbish)	139-181	160	10-25	15
มูลฝอยจากสถานที่ก่อสร้างและการรื้อถอน				
มูลฝอยผสมจากการรื้อถอนที่เผาไหม้ไม่ได้	1,000-1,599	1,421	2-10	4
มูลฝอยผสมจากการรื้อถอนที่เผาไหม้ได้	300-400	359	4-15	8
มูลฝอยผสมจากการก่อสร้างที่เผาไหม้ได้	181-359	261	4-15	8
เศษคอนกรีต	1,198-1,801	1,540	0-5	-
มูลฝอยจากโรงงาน				
สลัดจ์เปียกของสารเคมี	801-1,101	1,000	75-99	80
เศษหนัง	101-249	160	6-15	10
เศษโลหะ(หนัก)	1,501-1,999	1,780	0-5	-
เศษโลหะ(เบา)	498-899	739	0-5	-
เศษโลหะ(ผสม)	700-1,501	899	0-5	-
น้ำมัน,ทาร์,แอสฟัลส์	801-1,000	949	0-5	2

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2-2. (ต่อ)

ประเภทของมูลฝอย	น้ำหนักจำเพาะ (kg/m^3)		ค่าความชื้น(% โดยน้ำหนัก)	
	ช่วง	ค่าที่ใช้	ช่วง	ค่าที่ใช้
เศษผ้า	101-220	181	6-15	10
เศษไม้(ผสม)	400-676	498	30-60	25
มูลฝอยจากการเกษตรกรรม				
มูลฝอยผสม	400-751	561	40-80	50
ซากสัตว์	202-498	359		-
เศษผลไม้(ผสม)	249-751	359	60-90	75
ปุ๋ย(เปียก)	899-1,050	1,000	75-96	94
เศษผัก(ผสม)	200-700	359	60-90	75

ที่มา: Tchobanoglous et al. (1993)

2.3 ปริมาณของขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยมีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีแหล่งเกิดขยะมูลฝอยที่แตกต่างกันไป ขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากแต่ละชุมชนก็จะมีมากน้อยแตกต่างกันไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดขยะมูลฝอยมีดังนี้

- สภาพทางภูมิประเทศ
- ฤดูกาล
- การจัดการขยะมูลฝอยชุมชน
- อุปนิสัยการทิ้งขยะของประชาชนในชุมชน
- การประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการนำของใช้แล้วกลับมาใช้อีก
- สภาวะทางเศรษฐกิจของชุมชน
- ความหนาแน่นของประชากร
- กฎหมายการห้ามทิ้งขยะมูลฝอยในที่สาธารณะ

พบว่าในเขตกรุงเทพมหานครจะมีปริมาณขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.5 ลิตร/(คน.วัน)ซึ่งในเขตที่มีประชากรหนาแน่น เช่น บริเวณถนนสีลม จะมีปริมาณขยะมูลฝอยประมาณ 3.6ลิตร/(คน.วัน) ละในเขตที่มีประชากรไม่หนาแน่น จะมีประมาณ 1.5 ลิตร/(คน.วัน)จากการสำรวจของหน่วยงานราชการพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยของประชาชนในชุมชนต่างๆ มีค่าเท่ากับ 0.66 กก./(คน.วัน) แต่อัตราการเกิดขยะมูลฝอยจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของชุมชนจำนวนประชา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กรและสภาพทางเศรษฐกิจของชุมชนดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ยกตัวอย่างเช่น อัตราการเกิดขยะในชุมชนระดับสุขาภิบาลจะมีค่าประมาณ 0.40-0.56 กก./(คน.วัน) และสำหรับเทศบาลจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.66-0.84 กก./(คน.วัน) โดยกรุงเทพมหานครจะมีอัตราเท่ากับ 0.85 กก./(คน.วัน) ตารางที่ 2-4. ได้แสดงค่าอัตราการเกิดขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ย ปริมาณมูลฝอยที่เก็บขนได้ พร้อมค่าใช้จ่ายในการเก็บขน ของบางจังหวัดในประเทศไทย

ตารางที่ 2-3. แสดงองค์ประกอบทางเคมีและค่าพลังงานของมูลฝอยชุมชน

ส่วนประกอบของมูลฝอย	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Dry basis)						ค่าพลังงาน btu/lb
	Carbon	Hydrogen	Oxygen	Nitrogen	Sulfur	Ash	
สารอินทรีย์							
เศษอาหาร	48.0	6.4	37.6	2.6	0.4	5.0	2,000
กระดาษ	43.5	6.0	44.0	0.3	0.2	6.0	7,200
กระดาษแข็ง	44.0	5.9	44.6	0.3	0.2	5.0	7,000
พลาสติก	60.0	7.2	22.8	-	-	10.0	14,000
เศษผ้า	55.0	6.6	31.2	4.6	0.15	2.5	7,500
ยาง	78.0	10.0	-	2.0	-	10.0	10,000
หนัง	60.0	8.0	11.6	10.0	0.4	10.0	7,500
มูลฝอยจากสนามหญ้า	47.8	6.0	38.0	3.4	0.3	4.5	2,800
เศษไม้	49.5	6.0	42.7	0.2	0.1	1.5	8,000
สารอนินทรีย์							
แก้ว	0.5	0.1	0.4	<0.1	-	98.9	60
โลหะ	4.5	0.6	4.3	<0.1	-	90.5	-
ฝุ่น,เถ้า,อื่น ๆ	26.3	3.0	2.0	0.5	0.2	68.0	3,000

ที่มา: Tchobanoglous et al. (1993)

การหาปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นของชุมชนใดๆ เป็นสิ่งที่ยากจะวัดหาปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกต้อง โดยมีวิธีการประมาณหาปริมาณขยะมูลฝอยอยู่ 2 วิธีที่แนะนำให้ใช้คือ

2.3.1 load-Count Analysis คือการหาปริมาณขยะมูลฝอยด้วยวิธีประมาณหาปริมาตรของขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้ในแต่ละคัน แล้วนำค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของขยะมูลฝอยรวมมาคำนวณหาน้ำหนักของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น และต้องพิจารณาถึงการไม่สามารถเก็บขนด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.3.2 Mass-Volume Analysis คือการหาปริมาณขยะมูลฝอยด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักของรถเก็บขนขยะแต่ละคันที่ได้เก็บขนขยะมูลฝอยจนจบแต่ละเที่ยว แล้วนำค่าความหนาแน่นโดยเฉลี่ยของขยะมูลฝอยรวมมาคำนวณหาปริมาตรของขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น และต้องพิจารณาถึงการไม่สามารถเก็บขนด้วย

ตารางที่ 2-4. ปริมาณมูลฝอยบางจังหวัดในประเทศไทย

จังหวัด	ประชากร ×1000 คน.วัน	อัตราการเกิดขยะ (กก./คน-วัน	ปริมาณขยะที่เก็บขนได้ ตัน/วัน	ปริมาณขยะที่ไม่ได้เก็บ %	ค่าใช้จ่าย	
					บาท/ตัน	บาท/คน-ปี
กทม.	5,300	0.85	3,600	5	450	112
เชียงใหม่	150	0.92	96.7	15	367	86
นครราชสีมา	90	0.64	53.5	5	504	109
ขอนแก่น	115	0.56	36.4	20	409	47
หาดใหญ่	113	0.66	67.7	10	349	76
ชลบุรี	48	0.80	37.5	5	332	95
พัทยา	43	1.27	51.2	15	316	137
ระยอง	39	0.85	30	20	194	54

2.4 กรรมวิธีกำจัดขยะโดยการเผา

กรรมวิธีในการกำจัดขยะแต่ละวิธี ต่างมีจุดแข็งละจุดอ่อนต่างๆ กันไป การเผาในที่ควบคุมหรือในเตาเผาขยะ มีข้อดีอยู่ที่สามารถลดปริมาตรของขยะก่อนที่จะนำไปฝังกลบลงได้ถึงเกือบ 90% และความร้อนที่ได้จากการเผาขยะยังสามารถนำไปใช้ในการให้กำเนิดไอน้ำ ทำน้ำร้อน หรือผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก อย่างไรก็ตาม แก๊สที่มาจากการเผาไหม้อาจก่อให้เกิดมลพิษขึ้นกับชั้นบรรยากาศได้ เทคโนโลยีของเตาเผาขยะมีอยู่มากมายหลายชนิดที่พบได้ในปัจจุบันนี้ อาจเป็นเตาเผาขยะที่สามารถเผาขยะจากบ้าน คอนโดมิเนียม หมู่บ้านจัดสรร หรือเป็นเตาเผาขยะที่ใช้กับงานเฉพาะเช่น โรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม หรือแม้กระทั่งเตาเผาที่ใช้กำจัดสารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Waste) ในที่นี้จะนำเสนอเตาเผาขยะที่ใช้กันอยู่ทั่วไป และสามารถนำมาใช้กำจัดขยะเมืองที่มีปริมาณมากมายมหาศาลและยังไม่มีวิธีกำจัดที่แน่นอนเช่นในประเทศไทย

ตารางที่ 2-5. ข้อดี-ข้อเสียของการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผา

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นวิธีที่ลดปริมาณขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้เกือบทั้งหมด จึงลดความต้องการที่ดินได้มากในระยะยาว ดังนั้นจึงมีปัญหาเรื่องการหาที่ดินน้อยกว่าการฝังกลบ 2. ทำให้เกิดการคัดเลือกวัสดุกลับมาใช้ใหม่ทำได้อย่างเป็นระบบ 3. ที่ตั้งเตาเผาและระบบฝังกลบขยะมูลฝอยไม่จำเป็นต้องอยู่ห่างจากตัวเมืองมากนัก ทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลง 4. ถ้าหากสามารถควบคุมมลภาวะทางอากาศได้ก็จะลดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลงได้มาก 5. ถ้าขยะมูลฝอยมีปริมาณมากเพียงพอ ก็สามารถใช้เป็นโรงผลิตพลังงาน เช่น โรงทำน้ำร้อน หรือโรงผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กได้	1. ค่าดำเนินการและค่าลงทุนสูงกว่าระบบอื่นมาก (ถ้าไม่คิดค่าที่ดิน) 2. การควบคุมต้องทำโดยผู้ที่มีความชำนาญ 3. ต้องควบคุมมลภาวะทางอากาศทำให้ค่าดำเนินการสูงขึ้น 4. อาจไม่เหมาะสมกับขยะเปียก หรือขยะมูลฝอยที่มีความชื้นสูงอย่างขยะในบ้านเรา 5. ขยะมูลฝอยส่วนหนึ่งที่เผาไหม้ไม่ได้กับกากขยะมูลฝอยหลังการเผาแล้วต้องนำไปกับจัดด้วยขั้นตอยสุดท้ายคือการฝังกลบ ดังนั้นจึงต้องการที่ดินสำหรับวิธีนี้ด้วย

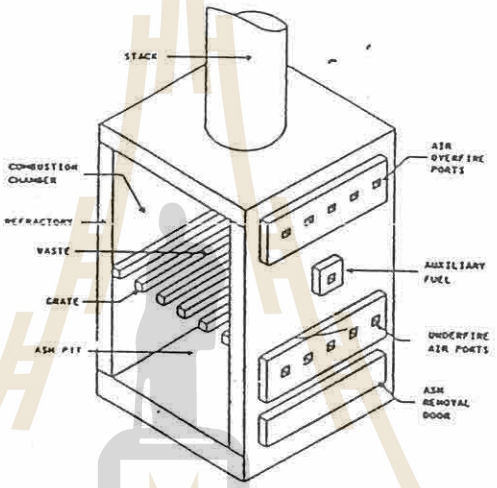
กรรมวิธีกำจัดขยะแข็งโดยการเผา

กรรมวิธีกำจัดขยะแข็งโดยการเผา มีแบบต่างๆดังต่อไปนี้

2.4.1 เตาเผาขยะแบบห้องเดียว (Single Chamber Incinerators)

เตาเผาแบบห้องเดียวดังแสดงในรูปที่ 2-1. นี้จะใช้ในการกำจัดขยะแข็ง โดยจะถูกป้อนไปบนตะกรับ (Grate) ซึ่งอาจจะเป็นการป้อนด้วยมือหรือด้วยเครื่องป้อน หลังจากนั้นจึงจุดขยะด้วยไม้ขีดไฟ แก๊สจากการเผาไหม้จะลอยขึ้นทางปล่องควันและออกสู่บรรยากาศ อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะเข้าไปสู่ห้องเผาไหม้ทางช่อง Underfire และช่อง Overfire ดังแสดงในรูปอากาศที่ผ่านช่อง Underfire จะเป็นแหล่งกำเนิดออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้ ในขณะอากาศที่เข้าไปในช่อง Overfire ซึ่งอยู่ทางส่วนบนของห้องเผาไหม้ จะเป็นตัวป้อนอากาศเสริมให้กับแก๊สจากการเผาไหม้ ซึ่ง ณ จุดนี้ยังเต็มไปด้วยคาร์บอนที่ยังไม่เผาไหม้ (แต่ลอยตัวขึ้นมาจากขยะที่อยู่บนตะกรับ) สาร

ไฮโดรคาร์บอนและอนุภาคต่างๆ ขี้เถ้าซึ่งเหลือจากการเผาไหม้จะร่วงจากตะกรับลงสู่พื้นด้านล่าง และสามารถตักออกไปได้เมื่อการเผาไหม้สิ้นสุดแล้ว นอกจากนี้ เตาเผาขยะแบบนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆที่ช่วยในการเผาไหม้สมบูรณ์ขึ้น เช่นอาจจะมีหัวเผาซึ่งจะช่วยเผาขยะที่มีความร้อนต่ำ ในเตาเผาบางแบบจะมีห้องเผาไหม้หลังหรือ Post-Combustion Chamber ติดอยู่ทางด้านที่ต่อออกมาจากห้องเผาไหม้แรก ห้องเผาไหม้หลังนี้ทำหน้าที่ทำลายแก๊สจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และอนุภาค (เขม่า) จากห้องเผาไหม้แรก และช่วยทำให้แก๊สจากการเผาไหม้สะอาดขึ้นก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ

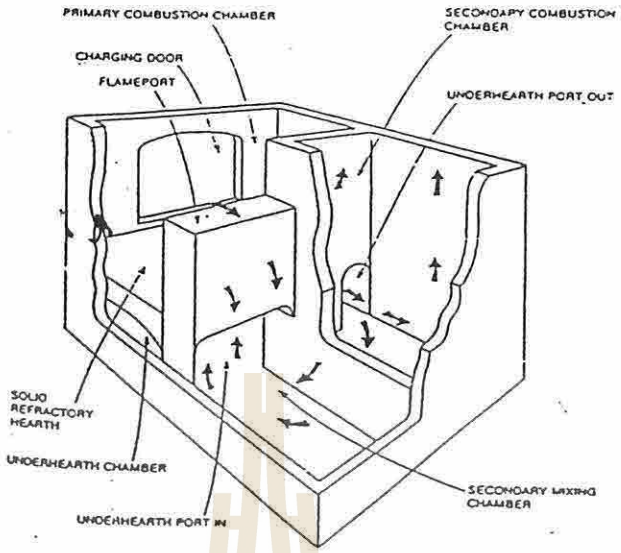


รูปที่ 2-1. เตาเผาขยะแบบห้องเผาไหม้เดี่ยว

2.4.2 เตาเผาขยะแบบห้องเผาไหม้หลายห้อง (Multiple Chamber Incinerators)

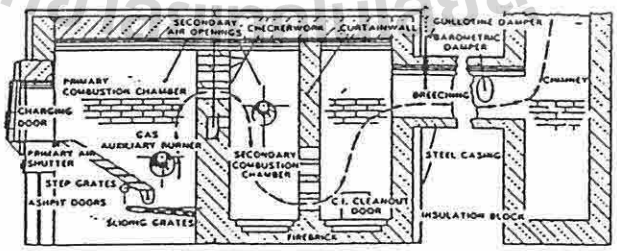
เตาเผาแบบนี้มีวัตถุประสงค์ ที่จะช่วยให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ขึ้น โดยออกแบบให้มีห้องเผาไหม้หลายห้อง ห้องเผาไหม้แรกทำหน้าที่เผาไหม้ขยะแข็ง ในขณะที่ห้องเผาไหม้ที่สองจะถูกออกแบบให้มีเวลาที่ต้องใช้เพื่อการเผาไหม้นานขึ้นและอาจจะมีหัวเผาเพิ่มขึ้นด้วยเพื่อช่วยในการเผาไหม้แก๊สและอนุภาคต่างๆ ซึ่งจะถูกขับออกจากห้องเผาไหม้แรก เตาเผาขยะแบบนี้สามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ แบบ Retort และแบบ In-line

เตาเผาแบบ Retort เตาเผาแบบนี้จะเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมซึ่งภายในมีช่องแบ่งหลายๆช่อง ช่องแบ่งทำหน้าที่บังคับการไหลของแก๊สจากการเผาไหม้หักมุม 90° ทั้งในแนวราบและในแนวดิ่งทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนทิศทางไหลของแก๊ส เขม่าและอนุภาคต่างๆที่มากับแก๊สร้อน จะร่วงตกลงมาจากแก๊ส รูปภาพตัดของเตาเผาแบบนี้แสดงในรูป 2-2.



รูปที่ 2-2. เตาเผาขยะแบบ Retort

เตาเผาแบบ Inline เตาเผาขยะแบบนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าเตาเผาขยะแบบ Retort การไหลของแก๊สจากการเผาไหม้จะเป็นเส้นตรงในแนวแกนตลอดทั้งเตา โดยจะมีช่องแบ่งเพื่อให้แก๊สเกิดการหักเหทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 2-3. ขยะจะถูกวางลงไปบนตะกรับ ซึ่งอาจจะเป็นแบบอยู่กับที่หรือแบบเคลื่อนที่ก็ได้ การเคลื่อนที่ของแก๊สร้อนเมื่อผ่านช่องแบ่งภายในเตาก็จะเป็นเช่นเดียวกับเตาเผาแบบ Retort คือจะมีอนุภาคต่างๆ ตกลงมา และยังช่วยให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulence Flow) ซึ่งช่วยให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ดีขึ้น ในห้องเผาไหม้แรกจะมีหัวเผาติดอยู่ซึ่งทำหน้าที่ในการจุดขยะให้ติดไฟ ในขณะที่หัวเผาในห้องเผาไหม้ที่สองทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ให้มีค่าคงที่ เพื่อใช้ในการเผาไหม้แก๊สร้อนและอนุภาคต่างๆ ที่ยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์



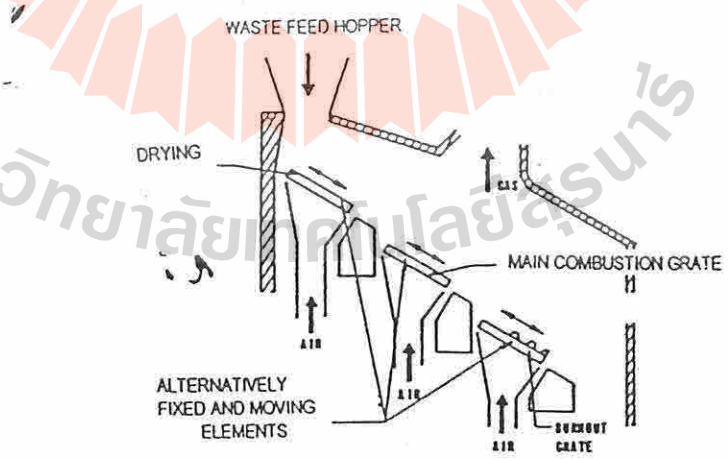
รูปที่ 2-3. เตาเผาขยะแบบ In-Line

2.4.3 ระบบโรงเผาขยะแบบรวมศูนย์ (Central Disposal Incineration Systems)

ระบบนี้หมายถึงการกำจัดขยะซึ่งที่มาจากหลายแหล่ง หลายชุมชน ณ โรงเผาขยะศูนย์กลางซึ่งโดยปกติจะใช้กับการกำจัดขยะเมืองของแต่ละเมือง หรือใช้ในการกำจัดขยะอุตสาหกรรมสำหรับแหล่งที่มีโรงงานที่มีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่รวมกัน (นิคมอุตสาหกรรมเป็นต้น) ในยุโรปจะมีโรงเผาขยะแบบรวมศูนย์นี้มากกว่าในสหรัฐอเมริกา โดยในปัจจุบันมีระบบเตาเผาขยะของยุโรปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกา สามระบบซึ่งแตกต่างกันไปตามการออกแบบตะกรับ อย่างไรก็ตาม มีเตาเผาระบบอเมริกันอยู่บ้างเหมือนกันที่พัฒนาระบบมาจากเตาเผาที่ใช้ในการเผาถ่านหิน

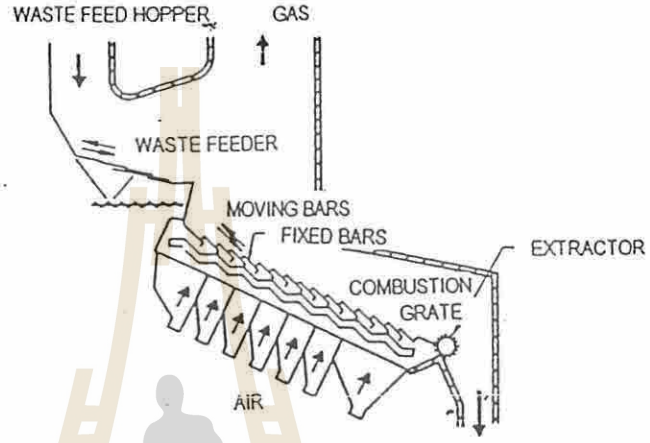
ระบบยุโรป เตาเผาขยะระบบยุโรปที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 ระบบคือ ระบบ Reciprocating Grate, ระบบ Roller Grate และระบบ Reverse Reciprocating Grate

1. ระบบเตาเผาขยะแบบ Reciprocating Grate ปัจจุบันได้แสดงไว้ในรูปที่ 2-4. ในระบบนี้ตะกรับจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนขยะที่ต้องการเผาจะถูกทิ้งลงมาจากบนตะกรับส่วนแรกซึ่งทำหน้าที่ให้ขยะแห้ง(เป็นผลมาจากการถ่ายเทความร้อน โดยการถ่ายเทความร้อนจากขยะที่กำลังถูกเผาไหม้) ตะกรับส่วนกลางจะเป็นบริเวณที่เกิดการเผาไหม้ขึ้น ในขณะที่ขยะที่ถูกเผาไหม้เรียบร้อยแล้วจะถูกดันไปสู่ตะกรับส่วนปลายเพื่อลำเลียงเป็นขี้เถ้าออกจากโรงเผา การเคลื่อนตัวของขยะเกิดมาจากน้ำหนักตัวของขยะเองและตะกรับซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่อยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนไหว การควบคุมเวลาที่ใช้ในการเผาไหม้ขยะ (Residence Time Combustion) สามารถควบคุมได้จากความเร็วของตะกรับในส่วนที่เคลื่อนไหวนี้ อากาศซึ่งใช้ในการเผาไหม้ถูกส่งผ่านตะกรับขึ้นมาทางด้านล่าง



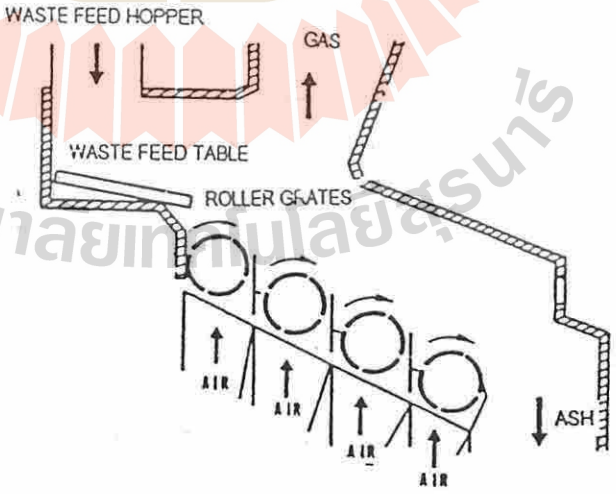
รูปที่ 2-4. แสดงเตาเผาขยะแบบ Reciprocating Grate

2. ระบบเตาเผาขยะแบบ Reverse Reciprocating Grate ดังรูปที่ 2-5. ตะกรับส่วนที่เคลื่อนไหวจะดันขยะลงสู่เบื้องลางและพลิกกลับขยะในขณะที่เคลื่อนที่กลับซึ่งจะเป็นการช่วยให้พื้นที่ถ่ายเทความร้อนของขยะมากขึ้น ที่ส่วนปลายของตะกรับจะมี Extractor ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับความสูงของชั้นขยะในตะกรับและทำหน้าที่ควบคุมเวลาที่ขยะใช้ในการเผาไหม้



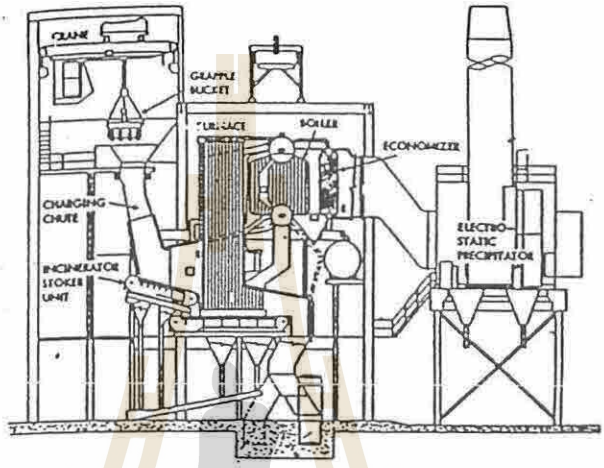
รูปที่ 2-5. ระบบเตาเผาขยะแบบ Reverse Reciprocating Grate

3. ระบบเตาเผาขยะแบบ Roller Grate ตัวลูกกลิ้งจะทำหน้าที่ในการพลิกกลับขยะในขณะที่ตัวมันหมุนด้วยความเร็วช้าๆ ดังรูปที่ 2-6. อากาศถูกเป่าทางด้านล่างทำหน้าที่ช่วยในการเผาไหม้และระบายความร้อนของตะกรับ แก๊สร้อนจากการเผาไหม้จะถูกระบายออกไปยังหม้อไอน้ำเพื่อแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนกับน้ำสำหรับใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าหรือใช้ในกระบวนการอื่นๆต่อไป



รูปที่ 2-6. ระบบเตาเผาขยะแบบ Roller Grate

ระบบอเมริกัน ระบบเตาเผาอีกแบบหนึ่งที่นิยมใช้ในสหรัฐอเมริกาคือ Traveling Grate System ดังรูปที่ 2-7. ตะกรับที่ใช้ในระบบนี้จะมีลักษณะคล้ายสายพานที่ทำจากเหล็กหล่อหลักการทำงานจะคล้ายกับเตาเผาแบบยุโรปคือตะกรับจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่ทำให้ขยะแห้งอยู่บริเวณส่วนต้นถัดมาคือส่วนที่ทำหน้าที่ในการเผาไหม้ และส่วนสุดท้ายคือขยะที่เผาไหม้เสร็จเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2-7. ระบบเตาเผาขยะแบบ Traveling Grate System

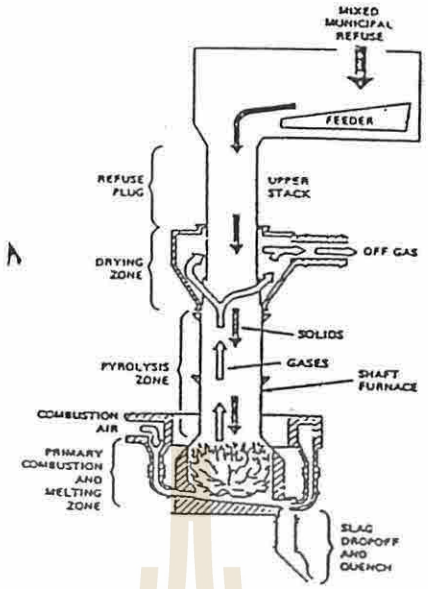
2.4.4 เตาเผาขยะแบบ Pyrolysis

Pyrolysis คือกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่ใช้ออกซิเจนช่วยในการเผาไหม้ กระบวนการนี้จำเป็นต้นให้ความร้อนเพื่อก่อให้เกิดปฏิกิริยา (Endothermic Reaction) ไม่เหมือนกับเตาเผาซึ่งใช้อากาศในการเผาไหม้และเป็นกระบวนการที่ให้ความร้อนออกมา (Exothermic Reaction) พิจารณากระบวนการ Pyrolysis ของเซลลูโลส (องค์ประกอบหลักของกระดาษ) ดังต่อไปนี้

$$C_6H_{10}O_5 \longrightarrow CH_4 + 2CO + H_2O + 3C \text{ (Endothermic Reaction)}$$

แก๊สซึ่งได้จากกระบวนการนี้คือมีเทน (CH_4) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไอน้ำ ซึ่งแก๊สที่ได้เป็นซึ่งสามารถนำมาใช่เป็นเชื้อเพลิงได้ ส่วนเถ้าคาร์บอนที่เหลืออยู่ (3C) ภายในเตาจะประกอบไปด้วยโลหะ ออกไซด์ของโลหะ และอื่นๆ (องค์ประกอบเหล่านี้มาจากขยะที่ใช้ในกระบวนการ)

ระบบเตาเผาขยะแบบ Pyrolysis ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2-8. ในทางปฏิบัติจะเห็นได้ว่ามีอากาศถูกเติมเข้าไปในห้องเผาไหม้ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เกิดความร้อนกับกระบวนการ อากาศส่วนนี้จะมีปริมาณน้อยกว่าอากาศที่ต้องการตามทฤษฎีมากระบบเตาเผาขยะแบบนี้ใช้ได้ดีเช่นกันกับขยะประเภทกึ่งของเหลวหรือขยะของเสีย (Sludge Waste)

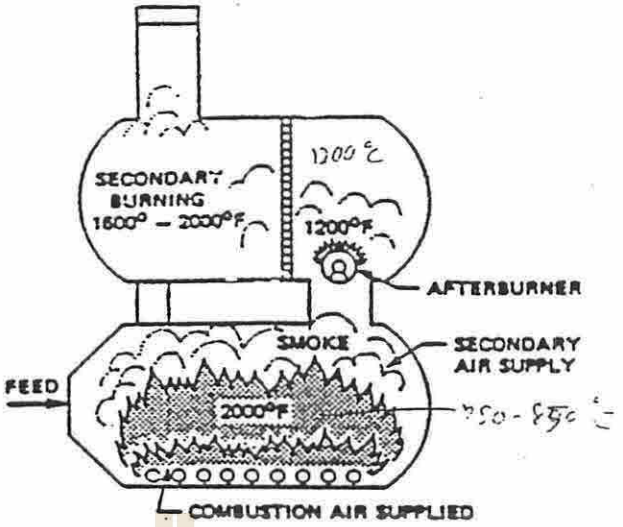


รูปที่ 2-8. เตาเผาขยะระบบ Pyrolysis

2.4.5 เตาเผาขยะระบบ Control Air

เตาเผาขยะระบบนี้ได้ถูกปรับปรุงขึ้นมาจากเตาเผาขยะระบบ Pyrolysis ดังรูปที่ 2-9. แสดงรายละเอียดของเตาเผาระบบนี้ซึ่งจะเห็นได้ว่าห้องเผาไหม้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ห้องขยะจะถูกส่งเข้ามายังห้องเผาไหม้แรกและอากาศซึ่งมีปริมาณต่ำหว่าอากาศที่ต้องการทาทฤษฎีมาก ถูกเป่าเข้ามาทางด้านล่างของขยะ อากาศส่วนนี้ทำหน้าที่ให้ความร้อนเพียงพอที่จะทำให้ขยะติดไฟเท่านั้น อุณหภูมิในห้องเผาไหม้นี้จะอยู่ในช่วง 750-850 °C ในห้องเผาไหม้ที่สองซึ่งอยู่ด้านบน อากาศอีกส่วนหนึ่งจะถูกป้อนเข้าไปเพื่อทำให้เกิดการเผาไหม้กับสารระเหิดและสารแขวนลอยที่มาจากขยะในห้องเผาไหม้แรก อุณหภูมิของห้องเผาไหม้นี้จะอยู่ในช่วง 1200 °C และเนื่องจากห้องเผาไหม้นี้ปริมาตรใหญ่จึงทำให้เวลาที่แก๊สร้อนอยู่ในห้องเผาไหม้ (Residence Time of Gas) เพียงพอที่จะทำให้ปฏิกิริยาการเผาไหม้ทำให้แก๊สที่ออกมาจากห้องเผาไหม้เป็นแก๊สซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

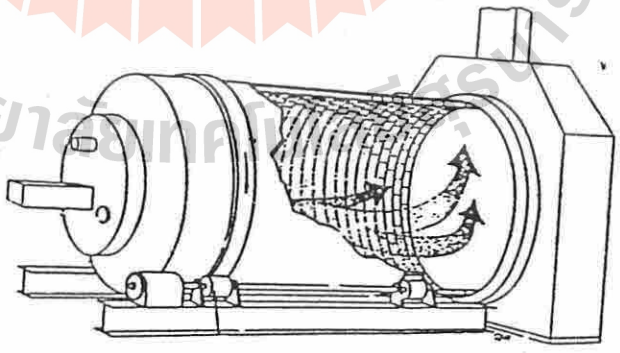
ข้อได้เปรียบของเตาเผาระบบนี้อยู่ที่อากาศปริมาณน้อยที่ป้อนเข้าห้องเผาไหม้แรก ทำให้เกิดการปั่นป่วนในห้องเผาไหม้น้อย และเกิดการระเหิดกับสารแขวนลอยจากขยะน้อยตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผาซึ่งทำงานด้วยอากาศส่วนเกินมาก (Rich Excess Air) นอกจากนั้นการที่อากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ถูกควบคุมได้ จึงทำให้เตาเผาระบบนี้ง่ายในการควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาเผาไหม้ทั้งของแก๊สและขยะในห้องเผาไหม้



รูปที่ 2-9. เตาเผาขยะระบบ Controlled Air

2.4.6 เตาเผาขยะแบบหมุน (Rotary Kiln)

เตาเผาขยะแบบนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นระบบเตาเผาที่มีความยืดหยุ่นและความสะดวกในการใช้งานมากระบบหนึ่งเนื่องจากการที่มันสามารถทำงานได้กับขยะเกือยทุกประเภทและทุกสถานะ (แก๊ส ของเหลว และของแข็ง) ปกติจะใช้เตาเผาขยะแบบนี้ในการกำจัดขยะอุตสาหกรรม และในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาเตาเผาขยะแบบนี้มาใช้กับขยะเมืองและขยะของเสียแล้ว เตาเผาขยะแบบหมุนได้แสดงดังรูปที่ 2-10. ประกอบด้วยห้องเผาไหม้แรกรูปทรงกระบอกวางทำมุมกับแนวราบเล็กน้อยและหมุนได้รอบแกนโดยชุดหมุนซึ่งอาจเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าปรับความเร็วรอบได้ ขยะจะถูกป้อนเข้าไปในเตาเผาและถูกทำให้เคลื่อนที่ไปยังอีกด้านหนึ่งของเตาเนื่องจากการหมุน เตาจะถูกออกแบบและทำงานโดยขยะที่เคลื่อนตัวไปถึงด้านท้ายเตาจะเป็นขยะที่เผาไหม้สมบูรณ์แล้วโดยการปรับมุมเอียงและความเร็วรอบของเตา (ปกติอยู่ในช่วง 0.25 ถึง 2.5 รอบต่อนาที) อัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของเตาที่ใช้ในอุตสาหกรรมอยู่ในช่วง 2:1 ถึง 10:1



รูปที่ 2-10. เตาเผาขยะแบบหมุน

กระบวนการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้แรกนี้จะเหมือนกับที่เกิดขึ้นในระบบControlled air ห้องเผาไหมี่ 2 (Post Combustion) หรือ (After Burner) ทำห้นาที่เผาไหม้แก๊สร้อนจากห้องเผาไหม้แรกก่อนจะส่งไปยังหม้อไอน้ำหรือระบบบำบัดแก๊สต่อไป

2.5 การควบคุมมลพิษทางอากาศ

การควบคุมมลพิษที่ดีที่สุดก็คือการป้องกันไม่ให้มีมลพิษเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อมีมลพิษเกิดขึ้นมาแล้วก็ต้องหาวิธีกำจัดให้มีปริมาณน้อยลง จนไม่เป็นอันตรายหรือเกิดความเสียหายขึ้น การควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิดอาจทำได้ 2 วิธี คือ

- การควบคุมมลพิษที่แหล่งกำเนิด
- การควบคุมมลพิษโดยการเจือจางในบรรยากาศ

2.5.1 การควบคุมมลพิษที่แหล่งกำเนิด

วิธีควบคุมมลพิษที่แหล่งกำเนิดอาจทำได้ 3 วิธี

- การพัฒนาเตาเผาให้กระบวนการสันดาปเกิดได้สมบูรณ์ที่สุด
- แยกประเภทของขยะที่จะนำมาเผาเพื่อให้การสันดาปเกิดได้สมบูรณ์
- ทำความสะอาดแก๊สไอเสียก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ

การเลือกวิธีควบคุมที่เหมาะสมของแต่ละปัญหาขึ้นอยู่กับ มลพิษที่เกิดขึ้น กระบวนการที่ทำให้เกิดมลพิษ และระดับการควบคุมที่ต้องการ มลสารที่เกิดขึ้นในกระบวนการสันดาปแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ

- มลสารที่เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ เช่น ไฮโดรคาร์บอน (HC) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และอนุภาคที่ยังเผาไหม้ได้อีก
- มลสารที่ติดมากับแหล่งเชื้อเพลิง เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) จากเชื้อเพลิงที่มี S , N
- ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่เกิดจากการใช้อากาศในปฏิกิริยาที่มีความร้อนสูง

เครื่องสัมผัสแบบเปียก (Wet Scrubber) เป็นการควบคุมมลพิษโดยวิธีดูดซับด้วยของเหลว (ปกติจะใช้น้ำ) เป็นการกำจัดอนุภาคหรือฝุ่นและเพิ่มขนาดของแอโรซอล (Aerosols) ออกจากแก๊สไอเสียโดยอาศัยหยดของเหลวหรือฟิล์มของเหลวหรือน้ำ โดยจะถูกฉีดให้เป็นละอองเพื่อช่วยให้การสัมผัสระหว่างอนุภาคกับของเหลว หรือจับอนุภาคเอาไว้เพราะเมื่ออนุภาคสัมผัสกับของเหลวจะทำให้อนุภาคมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจะเกิดความหนืดไม่ไหลออกไปกับไอเสีย ของเหลวที่จะใช้ดูดซับ

อาจเป็นน้ำหรือสารเคมีอื่นๆ สำหรับอนุภาคขนาดใหญ่ๆจะมีการแยกที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนอนุภาคเล็กๆก็จะมีการแยกเนื่องจากแรงที่เกิดจากไฟฟ้าสถิตย์หรือแรงที่เกิดจากความร้อนด้วย

โดยมีกลไกในการทำงานเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการจับติดอนุภาค ดูดซับแก๊ส และแอโรซอล ด้วยของเหลวที่นำมาใช้เพื่อจับ ขั้นที่สองเป็นการแยกเอาของเหลวที่นำมาใช้จับอนุภาค แก๊ส และแอโรซอล ดังกล่าวแล้วในขั้นแรกออกจากกระแสแก๊สออก เครื่องสัมผัสแบบเปียกนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีขนาดระหว่าง 0.1-20 ไมครอน ได้ดีและมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบแห้ง เครื่องสัมผัสมีหลายแบบ แต่ที่ใช้กันทั่วไปมี 4 แบบ คือ หอพ่นน้ำ (Spray tower), เครื่องเก็บฝุ่นแบบแรงหนีศูนย์กลาง(Cyclone Spray Tower), เครื่องดูดซับอิมพิงเมนต์ (Impingement Scrubber), เครื่องดูดซับเวนทูรี่ (Venturi Scrubber) ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาเฉพาะหอพ่นน้ำ

ประสิทธิภาพของเครื่องสัมผัสแบบเปียกเกี่ยวเนื่องกับพลังงานที่หายไปทั้งหมดของเครื่องมือ ซึ่งอาจวัดได้จากความดันลดของแก๊สที่ผ่านเครื่องมือ ประสิทธิภาพและปริมาณน้ำที่ต้องการของเครื่องเก็บสัมผัสเปียบแบบต่างๆแสดงไว้ในตารางที่ 2-6.

ตารางที่ 2-6. ประสิทธิภาพและน้ำที่ต้องการของเครื่องสัมผัสแบบเปียก

แบบ	อนุภาคขนาดต่ำสุด (μm)	ปริมาณน้ำที่ต้องการ (L/100 m^3 gas)	ความดันลด (in. ของน้ำ)	ความดันลด (kPa)
Spray Tower	10	20-75	0.5-1.5	0.12-0.38
Cyclone Spray Tower	2-10	20	2-10	0.5-2.5
Impingement Scrubber	1-5	10-20	2-50	0.5-12
Venturi Scrubber	0.8	20	5-100	1.2-25

ที่มา : Fayed and Oten (1983)

2.5.2 การควบคุมมลพิษโดยการเจือจางในบรรยากาศ

วิธีลดความเข้มข้นของมลสารโดยการเจือจางที่ทำกันอยู่ก็คือการใช้ปล่องควัน มลสารที่ออกจากปล่องควันจะถูกความปั่นป่วนของบรรยากาศทำให้เกิดการกระจายออกและเจือจางลงจนความเข้มข้นเหลือน้อยกว่าขีดที่เป็นอันตรายก่อนถึงระดับพื้นดินตามที่กำหนดไว้ วิธีการนี้ใช้ได้กับมลสารปริมาณหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับมลสาร (Assimilative Capacity) ของบรรยากาศที่สถานที่และเวลานั้น

ความสูงประสิทธิ์ของปล่องควันจะต้องไม่น้อยกว่าประมาณ 2.5 ของความสูงของอาคารสูงสุดที่อยู่ใกล้ ความสูงระดับนี้ จะทำให้การกระจายของ Plum ทางด้านตามลมประมาณ 5-10 เท่าของความสูงของอาคารนั้น ความสูงประสิทธิ์นี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆของลม การเจือจาง การฟุ้ง และอุณหภูมิของบรรยากาศ

การใช้ปล่องควันไม่ใช่วิธีที่มีประสิทธิภาพมากนักในการลดมลภาวะทางอากาศ เว้นแต่ว่าจะใช้ร่วมกับการควบคุมมลสารที่แหล่งกำเนิดวิธีใดวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีพร้อมกัน การวางแผนซึ่งเกี่ยวกับชุมชนควรที่จะต้องคำนึงถึงการแบ่งเขตอากาศ (Air Zoning) ด้วย เพื่อป้องกันความเข้มข้นของมลสารถึงขีดที่เป็นอันตรายมิให้เกิดขึ้นในพื้นที่นั้นในระดับพื้นดิน แผนผังนั้นควรมีจุดที่ตั้งของโรงงานที่ปล่องควันสามารถกระจายมลสารได้อย่างมีประสิทธิภาพและมลสารที่เกิดขึ้นนั้นจะกระทบคนจำนวนน้อย การแบ่งเขตอากาศนี้จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ชุมชนนั้น ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำวันสามารถเตือนให้ทราบถึงสภาวะอากาศที่กำลังจะเลวร้ายเพื่อให้สามารถแก้ไขได้ทัน เช่น การปล่อยมลสารออกจากปล่องควัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลเสียหายหนักที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากมลภาวะทางอากาศนั้น

2.6 ผลกระทบของการเกิดมลพิษทางอากาศ

การเกิดมลพิษทางอากาศทำให้เกิดผลเสียหลายประการทั้งโดยทางตรงอันได้แก่ ผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และโดยทางอ้อมอันได้แก่ การทำให้เกิดการบดบังแสงสว่างของดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังผิวโลก หรือการทำลายพืช หรือการทำลายทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

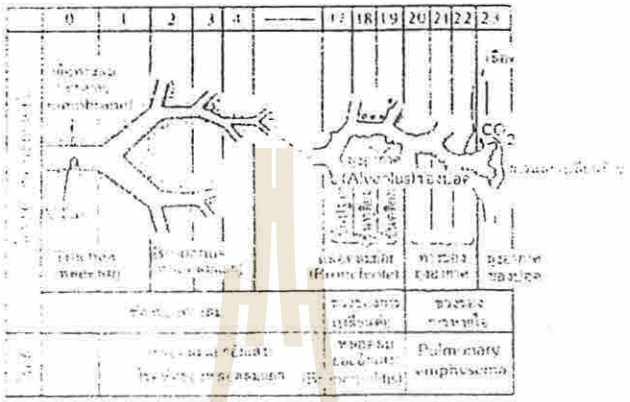
2.6.1 ผลกระทบทางตรง

อิทธิพลต่อร่างกายมนุษย์

สารมลพิษที่มักก่ออันตรายให้แก่สุขภาพและร่างกายมีหลายชนิด ทั้งแสดงอาการเรื้อรังและฉับพลันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารพิษที่ร่างกายได้รับรวมถึงระยะเวลาที่ร่างกายได้สัมผัสหรือได้รับสารมลพิษเข้าสู่ร่างกาย ผลเสียของสารมลพิษต่อสุขภาพอนามัยนี้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจและผิวหนังโดยเฉพาะเยื่อบุต่างๆ เช่น เยื่อบุตา เยื่อบุจมูก ฯลฯ มลสารในอากาศรอบๆสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้หลายทาง และมีผลกระทบเป็นพิเศษต่อระบบหายใจ ผลที่เป็นเช่นนี้เพราะคนเราหายใจเอาอากาศเข้าและออกจากปอด วันละหลายๆครั้ง หรือคิดเป็นปริมาณอากาศวันละ 10 ลูกบาศก์เมตร

เมื่อเลือดไหลวนในเส้นเลือดฝอยของถุงอากาศของปอด คาร์บอนไดออกไซด์จะออกจากเลือดเข้าไปในถุงอากาศ ในขณะเดียวกันออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศจะละลายเข้าไปในเลือด เลือดที่

ได้ออกซิเจนนี้จะไหลไปที่หัวใจ และหัวใจจะสูบเลือดนี้ผ่านเส้นเลือดแดงใหญ่ไปหล่อเลี้ยงอวัยวะต่างๆทั่วร่างกาย ด้วยเหตุนี้ถ้าอากาศมีมลสารอยู่ สารเหล่านี้จะมีผลต่อหลอดลมและถุงอากาศซึ่งจะนำไปสู่โรคหลอดลมแยกอักเสบหรือ Pulmonary Emphysema ดังรูปที่ 2-11.



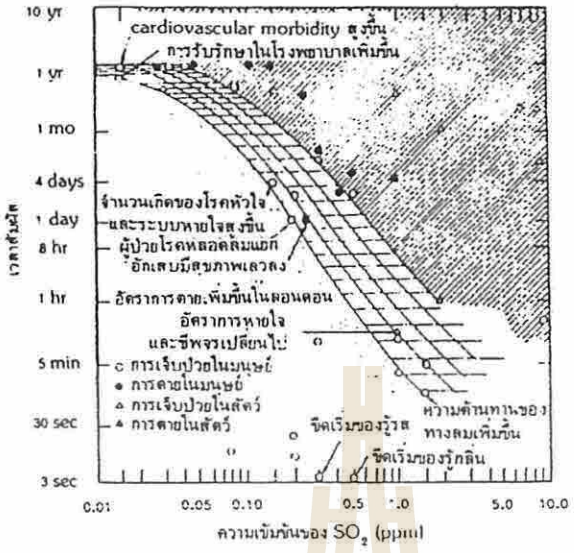
รูปที่ 2-11. โครงสร้างของระบบหายใจ และความสัมพันธ์กับโรคระบบหายใจ
ที่มา : ชิคาโอะ คานาโอกะ และ วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล (2527)

ผลของมลสารชนิดต่างๆ

ในมลสารที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ตัวที่สำคัญมากได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ โอโซน คาร์บอนมอนนอกไซด์ และอนุภาคแขวนลอย เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในทางหายใจจะสูงเกือบ 100% SO_2 และ H_2SO_4 สามารถละลายน้ำได้ สารเหล่านี้จะซึมผ่านผนังส่วนบนของทางหายใจนั้นคือโพรงจมูก คอ และลิ้นไก่ ผลก็คือ สารเหล่านี้จะมีผลร้ายแรงต่อส่วนบนของทางหายใจ ดังรูปที่ 2-12.

ไฮโดรคาร์บอนจะทำปฏิกิริยาโฟโตเคมิคัลกลายเป็นหมอกผสมควันซึ่งประกอบด้วยโอโซนและออกซิแดนท์ต่างๆ ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตาหรือเมื่อสัมผัสกับสารอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอนจะเกิดการระคายเคืองตาและระบบทางเดินหายใจส่วนบน

- คาร์บอนมอนนอกไซด์มีความเป็นพิษต่อคนและสัตว์ซึ่งมีผลต่อสุขภาพโดยตรงทำให้มีอาการตั้งแต่เล็กน้อยจนเสียชีวิต ปริมาณที่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ ประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (0.01 เปอร์เซ็นต์)



รูปที่ 2-12. ผลของมลสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อสุขภาพ
(ย่านแลเงาแสดงความเข้มข้น และเวลาสัมผัสที่มีรายงานการตายมากกว่าที่คาดการไว้ปกติ ย่านตะแกรงแสดงความเข้มข้นและ เวลาสัมผัสที่มีรายงานของผลกระทบที่สำคัญต่อสุขภาพ อ่านจุดแสดงช่วงสำคัญของความเข้มข้น และเวลาสัมผัสที่สงสัยว่าจะมีผลต่อสุขภาพ)

ที่มา : ชิดาโอะ ดานาโอกะ และ วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล (2527)

- ออกไซด์ของไนโตรเจนมีความเป็นพิษต่อมนุษย์โดยเฉพาะไนโตรเจนมอนนอกไซด์และไนโตรเจนไดออกไซด์ได้รับปริมาณประมาณ 10 พีพีเอ็ม ระยะเวลาสัมผัสประมาณ 8 ชั่วโมง จะทำลายปอดทำให้เกิดปอดบวม และขนาด 20-30 พีพีเอ็ม อาจทำให้ถึงตายได้
- ออกไซด์ของซัลเฟอร์เมื่อหายใจเข้าไปจะฟุ้งกระจายเข้าสู่กระแสเลือดได้ทันทีและเมื่อได้รับซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ขนาดประมาณ 5-10 พีพีเอ็ม จะเป็นพิษทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและระบบหายใจ ยิ่งถ้าเกิดการรวมตัวกับแอโรซอลหรือเขม่าจะยิ่งทำให้เกิดพิษรุนแรงมากขึ้น ส่วนซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำให้เกิดโรคหลอดลมอักเสบในสัตว์ทดลอง

2.6.2 ผลกระทบทางอ้อม

การบดบังแสงสว่าง

การเกิดมลพิษทางอากาศอันเนื่องมาจากสารมลพิษหรือสารปนเปื้อนซึ่งเป็นพวกแอโรซอลในรูปของ หมอก ควัน หมอกผสมควันหรือไอควัน หรือฝุ่น นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากการก่อสารมลพิษ

ตาราง 2-7. ระดับและอิทธิพลของไนโตรเจนไดออกไซด์

ระดับ NO_2 (ppm)	อิทธิพล
0.11	ระดับต่ำสุดที่ดมกลิ่นออก
0.5	การลดขนาดของ mitochondriaใน alveocells และการเปลี่ยนแปลงใน mastocells ของหนูที่สัมผัสกับมลสารเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เกิด pulmonary emphysema ในหนูที่สัมผัสกับมลสารเป็นเวลา 3-4 เดือน หนูที่สัมผัสกับมลสารเป็นเวลา 12 เดือน ติดเชื้อโรคได้ง่าย และมีความสามารถน้อยลงในการกำจัดแบคทีเรียที่สูดหายใจเข้า
0.8	เกิด epitherial hypertrophy ของหลอดลมย่อยในหนูที่สัมผัสกับมลสาร 3 เดือน
1.0	ชักนำให้เกิด lipid peroxide ในปอดของหนูที่สัมผัสกับมลสารนาน 4 ชั่วโมง
1.6-2.0	ความต้านทานต่อการไหลผ่านของอากาศเพิ่มขึ้นในคนไข้หลอดลมแยกอักเสบเรื้อรัง ที่สัมผัสกับมลสารนาน 15 นาที
5.0	ความต้านทานต่อการไหลผ่านทางลมเพิ่มขึ้น และความดันย่อยของออกซิเจนในเลือดแดงลดลงในคนสุขภาพแข็งแรงที่ถูกสัมผัสกับมลสารนาน 2 ชั่วโมง โดยมีการเคลื่อนไหวเป็นครั้งคราว
13	เกิดการกระตุ้นของตาและจมูก และมีความรู้สึกว่าไม่สบายในหน้าอก
25-75	เกิดโรคหลอดลมแยกอักเสบ และโรคปอดบวมในตัวทดลองที่สัมผัสกับมลภาวะน้อยกว่า 1 ชั่วโมง
80	เกิดความรู้สึกหายใจไม่ออกในหน้าอกของตัวทดลองที่สัมผัสกับมลสารนาน 3-5 นาที
300-500	เกิดโรคหลอดลมแยกอักเสบ หรือ pulmonary oedema ในตัวทดลองที่สัมผัสกับมลสารเป็นเวลาหลายนาทีและนำไปถึงความตายของตัวทดลอง

ที่มา : ชิคาโอะ คานาโอกะ และ วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล (2527)

ทุติยภูมิอันเนื่องมาจากแก๊สพิษต่างๆ ตัวอย่างเช่น แก๊สไฮโดรคาร์บอนและไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดหมอกผสมควัน (Smog) ในปฏิกิริยาโฟโตเคมิคัล และไนโตรเจนไดออกไซด์ก็บดบังแสงได้เนื่องจากมีสี และยังมี คุณสมบัติในการดูดซับแสงได้ หรือแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถ้าในบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ในความเข้มข้นประมาณ 285 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ จะทำให้เกิดกรดซัลฟิวริกหรือซัลเฟตอื่นๆ สามารถลดการมองเห็นได้ในระยะไกลเกินกว่า 8 กิโลเมตร ทำให้เกิดปัญหาต่างๆได้แก่ การคมนาคมขนส่ง ทัศนียภาพไม่สวยงาม

การทำลายวัสดุสิ่งของ

สารมลพิษอาจทำให้เกิดการทำลายวัสดุสิ่งของหรือสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้แก่

1. ทำลายหรือทำความเสียหายแก่โลหะ เช่น ไนโตรเจนไดออกไซด์ทำให้สปริงเสียรูปทรง ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ถ้าในบรรยากาศมีความชื้นมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์มักกัดกร่อนวัสดุที่ทำด้วยเหล็ก สังกะสี ทองแดง
2. ทำลายสีทาพื้นผิวต่างๆด้วยการทำให้สีที่ทาไว้เกิดการหลุดลอกออก สารมลพิษที่สำคัญคือพวกซัลไฟด์ โอโซน หรือไนโตรเจนไดออกไซด์
3. ทำลายวัสดุสิ่งก่อสร้าง เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำให้พวกคาร์บอเนตละลายหรือกัดกร่อน ส่วนพวกแอโรซอลอาจทำให้เกิดสีดำของเขม่าหรือควัน
4. ทำลายระบบนิเวศน์อันเนื่องมาจากการแทรกซึมสารมลพิษเข้าทางใบทำลายเซลล์พืชและอุดตันทางผ่านของแสงแดดไม่ให้ผ่านต้นไม้ และยังเป็นการเพิ่มสารเคมีใหม่ให้แก่ต้นไม้หรือดิน เป็นการทำลายผู้ผลิตที่สำคัญที่สุดของระบบนิเวศน์ แต่การดูดสารมลพิษของต้นไม้ก็เป็นการช่วยลดมลพิษทางอากาศได้

การทำลายพืช

สารมลพิษบางชนิดอาจทำลายส่วนต่างๆของพืช ได้แก่ ใบ ลำต้นหรือดอก

1. ไฮโดรคาร์บอน เช่น อีไทลีน จะทำให้เกิดพิษที่ใบ ตาและดอกของพืช ที่ความเข้มข้นประมาณ 1.15-575 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (0.001-0.5 พีพีเอ็ม)ในระยะเวลาสัมผัสนาน 8-24 ชั่วโมง ซึ่งผลเสียทำให้เกิดความไม่สมดุลของอาหารภายในลำต้นของพืช
2. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้เกิดพิษเรื้อรังต่อพืช ด้วยการเปลี่ยนสีใบของพืชจนค่อยๆเป็นสีเหลืองหรือเกิดคลอโรซิสเป็นการสูญเสียคลอโรฟิลล์หรือหยุดสร้างคลอโรฟิลล์ ทำให้ต้นไม้ไม่มีการเจริญเติบโต หรือถ้าต้นไม้ได้รับสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณมากอาจทำให้เกิดพิษเฉียบพลันคือทำให้เนื้อเยื่อต้นไม้แห้งเป็นสีเทาหรือสีน้ำตาล ซึ่งปริมาณของสารมลพิษดังกล่าวสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ต้นไม้สัมผัสกับสารนั้น

   ขนาดประมาณ 1.25 พีพีเอ็ม ระยะเวลาสัมผัสนานกว่า 1 ชั่วโมง

   ขนาดประมาณ 0.5 พีพีเอ็ม ระยะเวลาสัมผัสนานกว่า 7 ชั่วโมง
3. ไนโตรเจนไดออกไซด์ทำให้เกิดแผลที่ใบของพืชที่มีขนาดมากกว่า 4.7 ไมโครกรัมต่อปริมาตรหนึ่งลูกบาศก์เมตรอากาศ และทำให้เกิดพิษเฉียบพลันเมื่อได้รับไนโตรเจนไดออกไซด์

   ขนาดประมาณ 18.8-28.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (10-15 พีพีเอ็ม) ระยะเวลาสัมผัสนาน 1 ชั่วโมง

   ขนาดประมาณ 4.3-6.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (2.3-3.5 พีพีเอ็ม) ระยะเวลาสัมผัสนาน 8-12 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ขนาดประมาณ 1.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (1 พีพีเอ็ม) ระยะเวลาสัมผัสนาน 48 ชั่วโมง

4. ออกซิแดนท์ มักทำลายใบของพืชให้เหี่ยวเฉาเซลล์ใบยุบตัว ขนาดสัมผัสกับออกซิแดนท์ประมาณ 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (0.05 พีพีเอ็ม)

ผลกระทบต่อสุขภาพและจิตใจ

สารปนเปื้อนหรือสารมลพิษนอกจากจะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพทางร่างกายของมนุษย์แล้วยังก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพและจิตใจด้วย สารปนเปื้อนที่มักก่อปัญหาด้านจิตใจคือพวกที่มีสี มีกลิ่น และมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าเพราะการปรากฏทางด้านกายภาพย่อมมีผลกระทบต่อความรู้สึกของคนที่จะต้องสัมผัสกับสารดังกล่าว สารปนเปื้อนที่มีสี ได้แก่ ไนโตรเจนออกไซด์ สารปนเปื้อนที่มีกลิ่นได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมอแคปแทน ซัลไฟด์อื่นๆ และสารที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ได้แก่ พวกแอโรซอลต่างๆ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

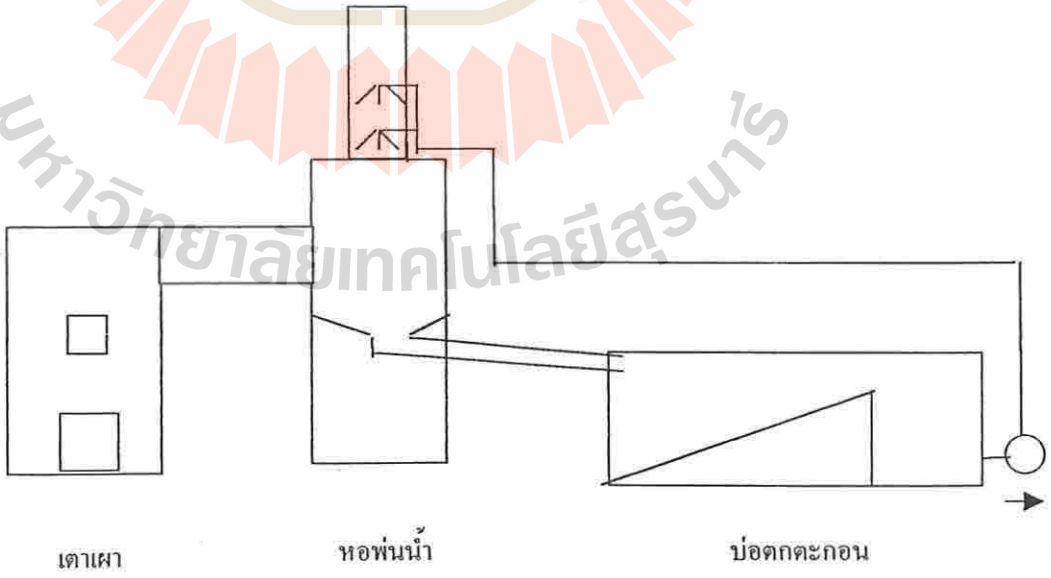
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานและการทดลอง

ได้ดำเนินการสร้างเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็กขึ้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งการดำเนินการได้สร้างเตาเผาขึ้นมาเพื่อเผาขยะภายในมหาวิทยาลัย โดยการนำข้อบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้นมาปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเผา เพื่อใช้กับชุมชนขนาดเล็ก ตำบลหรือหมู่บ้าน ซึ่งจุดมุ่งหมายในการดำเนินการสร้างครั้งนี้เพื่อใช้กับองค์การบริหารส่วนตำบลซึ่งจะรองรับขยะจากชุมชนนั้นๆ

ในการทดลองเผาขยะนั้นทางคณะทำงานได้ใช้ขยะภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพราะองค์ประกอบของขยะเหมือนกับขยะชุมชนทั่วไป

3.1 การดำเนินการสร้างเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก

การดำเนินการสร้างเตาเผามีข้อจำกัดของการออกแบบคือ งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินการในส่วนของคณะผู้ดำเนินงานได้ตั้งเป้าหมายให้เตาเผามีประสิทธิภาพสูงพอที่จะใช้ในหน่วยงานขององค์การบริหารส่วนตำบล ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงให้เกิดอัตราการเผาไหม้ให้ได้อย่างเพียงพอต่อชุมชนนั้นๆ การออกแบบได้เน้นถึงความแข็งแรง และได้เลือกวัสดุมาใช้งานให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม เพื่อที่เตาเผาจะได้มีระยะเวลาในการใช้งานอย่างยาวนาน ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของเตาเผาขยะจะมีรายละเอียดดังรูปที่ 3-1.



รูปที่ 3-1. ส่วนประกอบของเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 โครงสร้าง

โครงสร้างของเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก จะใช้อิฐทนไฟก่อขึ้นในลักษณะทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 260 เซนติเมตร ชนิดของอิฐทนไฟที่ใช้คือ SA-64 และ SA-50 ซึ่งมีรูปทรงคล้ายลิ่ม ขนาดของลิ่มไม่เท่ากัน เพื่อใช้ก่อในลักษณะทรงกระบอกได้ อิฐทนไฟชนิดนี้สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 1200 องศาเซลเซียส และสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงสุดในการเผาไหม้ขยะได้ซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากับ 1000 องศาเซลเซียส และเพื่อให้เตาเผาสามารถทนอุณหภูมิสูงๆ ได้นั้นในการก่อสร้างต้องใช้ปูนซิเมนต์ทนไฟเพื่อประสานอิฐทนไฟให้ติดกันเป็นรูปทรงของเตา

3.2.1 ประตูเตาเผา

ประตูเตาเผาเป็นวัสดุที่สำคัญมาก เพราะเป็นที่เติมขยะเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทนอุณหภูมิได้สูงๆและทนการกัดกร่อนจากสนิม จึงได้เลือกใช้วัสดุเป็นเหล็กสแตนเลส 2 ชั้น หนา 3 มิลลิเมตร ขนาดของประตูพร้อมบานพับสแตนเลสเท่ากับ 55 x 80 เซนติเมตร

3.2.2 กลีบมะเฟือง

กลีบมะเฟืองหรือที่รองรับขยะในห้องเผาไหม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ขี้เถ้าได้ไหลจากห้องเผาไหม้มาสู่ถาดรองขี้เถ้า เพื่อให้อากาศไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้ได้ ถ้าอากาศไหลเข้าได้สะดวกจะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ มลภาวะที่ออกมาจากการเผาไหม้จะออกมาได้น้อย วัสดุที่ใช้ทำกลีบมะเฟืองเป็นเหล็กหล่อขึ้นรูป เพราะเหล็กหล่อสามารถทนอุณหภูมิสูงได้ถึง 1200 องศาเซลเซียส และทนต่อการกัดกร่อนได้ ขนาดของกลีบมะเฟืองจะมีความเอียงทำมุม 55 องศา เพื่อการไหลของขี้เถ้า และการไหลของอากาศ กลีบมะเฟือมีความสูงเท่ากับ 23 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางวัดจากด้านบนเท่ากับ 80 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางวัดจากด้านล่างเท่ากับ 30 เซนติเมตร

3.2.3 ท่อไอเสีย

ท่อไอเสียเป็นท่อที่เชื่อมต่อระหว่างห้องเผาไหม้และหอพ่นน้ำ ซึ่งมีอุณหภูมิภายในท่ออยู่ระหว่าง 400-800 องศาเซลเซียส วัสดุที่ใช้เป็นเหล็กสแตนเลสหนา 3 มิลลิเมตร ม้วนเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร และยาว 120 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.4 ตะแกรงเหล็กหล่อ

ตะแกรงเหล็กหล่อเป็นตะแกรงคล้ายเหล็กปิ้งปลา มีหน้าที่รองรับขยะจากห้องเผาไหม้เพื่อจะทำให้ขยะที่เผาไหม้แล้วกลายเป็นเถ้าตกลงสู่ถาดรองขี้เถ้า มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 43 x 20 x 20 เซนติเมตร

3.2.5 ถาดรองขี้เถ้าสแตนเลส

ถาดรองขี้เถ้าสแตนเลสมีหน้าที่รองรับขี้เถ้าที่เกิดจากการลุกไหม้ของขยะภายในเตาเผาเพื่อความสะดวกในการนำขี้เถ้าไปทิ้ง หรือรองรับขยะที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์เพื่อนำกลับไปเผาไหม้ในห้องเผาไหม้อีกครั้งหนึ่ง

3.2.6 ห้องเผาไหม้

ลักษณะของห้องเผาไหม้ของเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็กจะมีขนาดดังนี้ เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 80 เซนติเมตร ความสูง 190 เซนติเมตร มีปริมาตรห้องเผาไหม้ทั้งหมดเท่ากับ 0.955 ลูกบาศก์เมตร

3.2.7 ห้องบำบัดควันหรือหอพ่นน้ำ

ห้องบำบัดควันหรือหอพ่นน้ำมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร สูง 320 เซนติเมตร มีหน้าที่บำบัดควันโดยใช้น้ำพ่นจากหัวพ่นน้ำโดยใช้ปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้าควบคุมแรงดันน้ำ

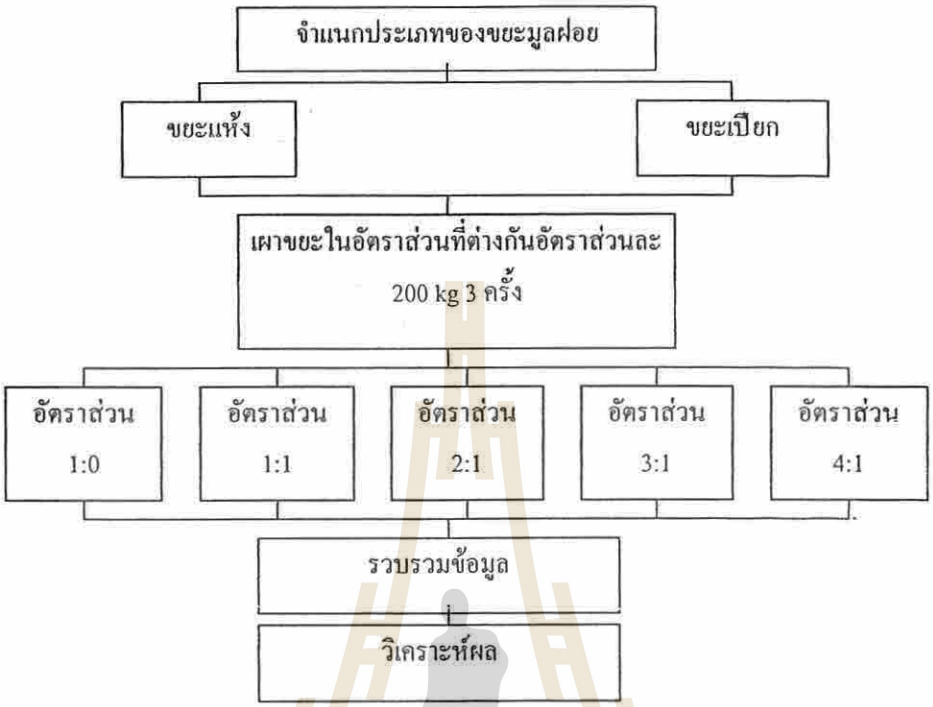
3.2.8 บ่อตกตะกอน

น้ำจากห้องบำบัดควันจะไหลลงผ่านบ่อตกตะกอน เพื่อที่จะให้น้ำเกิดการตกตะกอนและนำน้ำกลับมาใช้ใหม่โดยมีปั๊มน้ำเป็นตัวสูบ

3.3 การทดลอง

ได้ดำเนินการสร้างเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็กพร้อมทั้งระบบบำบัดมลภาวะทางอากาศและบ่อตกตะกอน และทำการทดลองเผาขยะชุมชนซึ่งเป็นขยะจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3-2.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3-2. ขั้นตอนการทดลองเผาขยะ

3.3.1 การจำแนกประเภทและปริมาณของขยะมูลฝอย

การจำแนกประเภทของขยะมูลฝอยดังรูปที่ 3-2. มีขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมขยะมูลฝอยจากทุกแหล่งกำเนิดในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน นำมาเทกองที่ลานคัดแยกขยะซึ่งมีลานปูนซิเมนต์เอาไว้รองรับขยะและมีโรงเรือนเอาไว้เก็บขยะที่คัดแยกแล้วเพื่อป้องกันขยะเปียกน้ำในฤดูฝน

2. ทำการคัดแยกเอาขยะที่เผาไหม้ไม่ได้ออกซึ่งได้แก่ เศษเหล็ก ถ่านไฟฉาย หลอดไฟ ขวดแก้ว กระป๋อง กระเบื้อง หิน ฯลฯ

3.3.2 จำแนกขยะออกเป็นขยะเปียกและขยะแห้ง

ขยะเปียกหมายถึง ขยะที่มีความชื้นสูงกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ และขยะแห้งหมายถึง ขยะที่มีความชื้นต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการคัดแยกขยะแล้วชั่งใส่ถุงพลาสติกให้มีน้ำหนักเท่าๆกัน เพื่อหาน้ำหนักขยะทั้งหมด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3.3 การผสมขยะ

การผสมขยะโดยนำเอาขยะเปียกและขยะแห้งมาผสมกันตามอัตราส่วนการเผา โดยมีอัตราส่วนดังนี้

1. เผาขยะในอัตราส่วน 1:0 คือขยะแห้ง 200 kg ต่อขยะเปียก 0kg ทำการเผา 3 ครั้ง
2. เผาขยะในอัตราส่วน 1:1 คือขยะแห้ง 100 kg ต่อขยะเปียก 100 kg ทำการเผา 3 ครั้ง
3. เผาขยะในอัตราส่วน 2:1 คือขยะแห้ง 133.3 kg ต่อขยะเปียก 66.7 kg ทำการเผา 3ครั้ง
4. เผาขยะในอัตราส่วน 3:1 คือขยะแห้ง 150 kg ต่อขยะเปียก 50 kg ทำการเผา 3 ครั้ง
5. เผาขยะในอัตราส่วน 4:1 คือขยะแห้ง 160 kg ต่อขยะเปียก 40 kg ทำการเผา 3ครั้ง

โดยการผสมขยะเปียกและขยะแห้งให้คลุกเคล้าเข้ากันอย่างดี เพื่อที่จะหาอัตราการเผาว่าอัตราการเผาใดจะดีที่สุด

3.3.4 การเผาขยะ

การเผาจะเผาตามอัตราส่วนต่างๆ โดยจะเผาในแต่ละอัตราส่วนๆละ 3 ครั้ง โดยมีวิธีเผาดังนี้

1. การจุดเตาเผา ใส่ขยะลงในห้องเผาไหม้ครั้งละ 3 ถุงหรือประมาณ 15 กิโลกรัมแล้วทำการจุดขยะเพื่อให้เกิดการลุกไหม้
2. ปริมาณการเติมขยะ การเติมขยะช่วงแรกๆจะเติมครั้งละ 3 ถุง (15 กก.) เมื่ออุณหภูมิสูงแล้วจะเติมขยะครั้งละ 4 ถุง (20 กก.) การเติมขยะแต่ละครั้งจะควบคุมจากอุณหภูมิของการเผาไหม้ คือการเติมขยะแต่ละครั้งแล้วเกิดการลุกไหม้จนอุณหภูมิของการเผาไหม้ขึ้นสูงสุดแล้วเริ่มตกลง เมื่ออุณหภูมิเริ่มตกลงเป็นช่วงที่เราจะเติมขยะเข้าเตาเผาทันทีเพื่อให้การเผาไหม้เกิดได้อย่างต่อเนื่อง

ในการเผาขยะในช่วงที่เตายังลุกไหม้ไม่ดีหรือช่วงแรกที่อุณหภูมิยังไม่ค่อยสูงจะยังไม่เปิดปั๊มน้ำของระบบบำบัดควัน เพราะจะทำให้การลุกไหม้เกิดได้ช้าเนื่องจากอากาศที่ต้องใช้ในการเผาไหม้ไหลได้ไม่สะดวก การลุกไหม้จึงเกิดได้ช้า เมื่ออุณหภูมิการเผาไหม้ขึ้นสูงประมาณ 400 °C จึงจะเปิดปั๊มน้ำสำหรับระบบบำบัดควัน

3.4 วิธีการวัดค่าต่างๆ จะมีวิธีการดังนี้

3.4.1 วิธีการวัดค่าของความร้อน

การวัดค่าความร้อนใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ที่ทนความร้อนได้สูงถึง 1600°C เครื่องวัดอุณหภูมิมีความสำคัญมากในการเผาขยะคือ ทำให้เรารู้ว่าขยะถูกเผาไหม้หมดเมื่อใด เช่นเมื่อเกิดการเผาไหม้หมดอุณหภูมิจะลดต่ำลง การทดลองจะทำการจดบันทึกค่าอุณหภูมิทุก 2 นาที

3.4.2 การวัดค่าแก๊สไอเสีย

การวัดค่าแก๊สไอเสียได้แก่ การวัดค่า CO, NO, NO_x และ SO_x ในการวัดแก๊สไอเสียจะทำการวัดที่บริเวณปากปล่องควันหลังจากการพ่นน้ำในการดูดซึมแก๊สไอเสีย โดยใช้เครื่องมือวัดแก๊ส (Gas Analyzer) ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถใช้วัดปริมาณแก๊ส CO, NO, NO_xและ SO_x ได้ ซึ่งจะทำการบันทึกค่าทุก 2 นาที

3.4.3 การศึกษามลสารทางน้ำ

การศึกษามลสารทางน้ำได้ทำการทดลองตามวิธีของ "Standard Method" (1992) โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำในระหว่างการเผาขยะทุก 30 นาที ในการทดลองจะทำการเปลี่ยนน้ำที่ใช้ฉีดพ่นในการดูดซึมแก๊สไอเสียเป็นน้ำใหม่ทุกครั้งที่เริ่มเผาขยะในอัตราส่วนใหม่ เพื่อประสิทธิภาพการดักจับมลพิษทางอากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการทดลอง

ขยะที่นำมาศึกษามีความชื้นอยู่ในช่วง 35-68 เปอร์เซ็นต์ ขยะแห้งมีความชื้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 34.70 เปอร์เซ็นต์ และขยะเปียกมีความชื้นโดยเฉลี่ยเท่ากับ 68.20 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักจำเพาะเท่ากับ 153.15 kg/m^3 องค์ประกอบของขยะเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักคือ เศษอาหารขยะเปียก 57.17 กระดาษ 15.58 พลาสติก 17.94 โฟม 2.40 ใบไม้และเศษไม้ 0.19 เศษผ้า 0.49 กระป๋อง/โลหะ 2.41 แก้ว 2.49 และอื่นๆ 1.35 ผลการทดลองจะมีผลของอุณหภูมิต่อเวลาการเผาไหม้ในแต่ละอัตราส่วนของการเผา อัตราการป้อนขยะ ปริมาณขี้เถ้า ผลของอากาศเสียและน้ำเสียที่เกิดจากเตาเผาขยะจะมีผลดังนี้

4.1 อัตราการเผาขยะ

อัตราการเผาขยะเท่ากับ 109.2, 72.9, 105.0, 100.4, และ112.3 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ (ของอัตราส่วนผสมของขยะ 1:0,1:1,2:1,3:1 และ4:1) โดยแสดงดังตารางที่ 4-1. อัตราการเผามีค่าเฉลี่ย 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือ 2.4 ตันต่อวัน ความเร็วในการเผาขึ้นอยู่กับชนิดของขยะมูลฝอย ถึงแม้ว่าเราจะแยกขยะมูลฝอยออกเป็น 2 ชนิด คือ ขยะแห้ง (ขยะที่มีความชื้นต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์) และขยะเปียก (ขยะที่มีความชื้นมากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์) ก็ตาม ในอัตราส่วนที่เหมือนกันผลการทดลองมีความต่างกันเนื่องมาจากขยะมูลฝอยชุมชนจะมีความแตกต่างกันในแต่ละชุดที่เก็บได้ โดยแสดงดังรูปที่ 4-1.

ตารางที่ 4-1. อัตราการเผาที่อัตราส่วนขยะต่างๆ

อัตราส่วนขยะ	อัตราการเผาครั้งที่ 1 (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	อัตราการเผาครั้งที่ 2 (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	อัตราการเผาครั้งที่ 3 (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	อัตราเฉลี่ย (กก./ชม.)
1:0	127.7	100.0	100.0	109.2
1:1	96.8	76.9	45.1	72.9
2:1	112.2	109.1	93.8	105.0
3:1	81.1	109.1	111.1	100.4
4:1	105.3	109.1	122.4	112.3

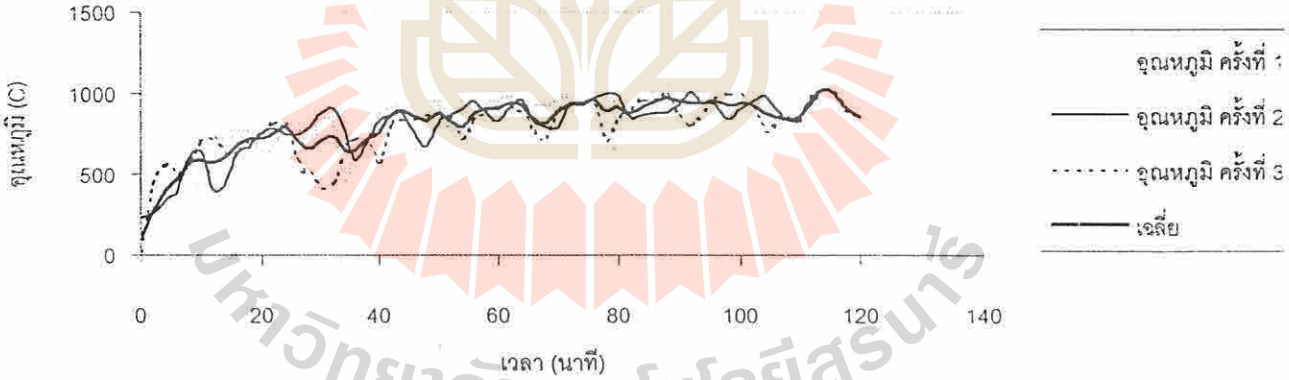
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของการเผาขยะเท่ากับ 793.4, 479.2, 557.8, 527.5, และ 736.6 °C ตามลำดับ (ของอัตราส่วนผสมของขยะ 1:0,1:1,2:1,3:1 และ4:1) โดยแสดงดังตารางที่ 4-2. อุณหภูมิห้องเผาไหม้มีค่าต่ำสุด และสูงสุดอยู่ที่ 150 และ 1,100°C ถึงแม้ว่าเราได้ทดลองเผาขยะทีมีอัตราส่วนเหมือนกัน แต่ความแตกต่างของขยะชุมชนทำให้ผลของอุณหภูมิในการทดลองเผาขยะในอัตราส่วนเดียวกันมีผลออกมาแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงทำให้เรารู้ว่าอุณหภูมิของการเผาขยะขึ้นอยู่กับชนิดของขยะมูลฝอย

ตารางที่ 4-2. ผลของอุณหภูมิต่อเวลาที่อัตราส่วนขยะต่างๆ

อัตราส่วนขยะ	อุณหภูมิการเผาครั้งที่ 1 (เซลเซียส)	อุณหภูมิการเผาครั้งที่ 2 (เซลเซียส)	อุณหภูมิการเผาครั้งที่ 3 (เซลเซียส)	อุณหภูมิเฉลี่ย
1:0	795.6	801.7	782.8	793.4
1:1	785.1	345.0	307.6	479.2
2:1	482.5	763.7	427.2	557.8
3:1	397.0	498.2	687.3	527.5
4:1	387.3	879.6	942.9	736.6



รูปที่ 4-1. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับเวลาที่อัตราส่วนขยะ 1:0

4.3 อัตราการป้อนขยะ

น้ำหนักขยะที่เหมาะสมที่สุดในการป้อนคือ 15-20 กิโลกรัม/ครั้ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุดของเตาเผาขยะนี้ ในการทดลองอัตราการป้อนขยะเราจะดูจาก ผลของอุณหภูมิ และอัตราการเผา ถ้าเราป้อนขยะจำนวนน้อยเกินไปอุณหภูมิของเตาเผาจะน้อย ถ้าป้อนขยะในจำนวนมากเกิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ไปจะทำให้อัตราการเผาช้าลง ในการทดลองช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการป้อนขยะเข้าเตาเผา คือ ช่วงที่อุณหภูมิของเตาเผาขึ้นสูงสุดแล้วกำลังตกลงเราจะทำการป้อนขยะ

4.4 ปริมาณขี้เถ้า

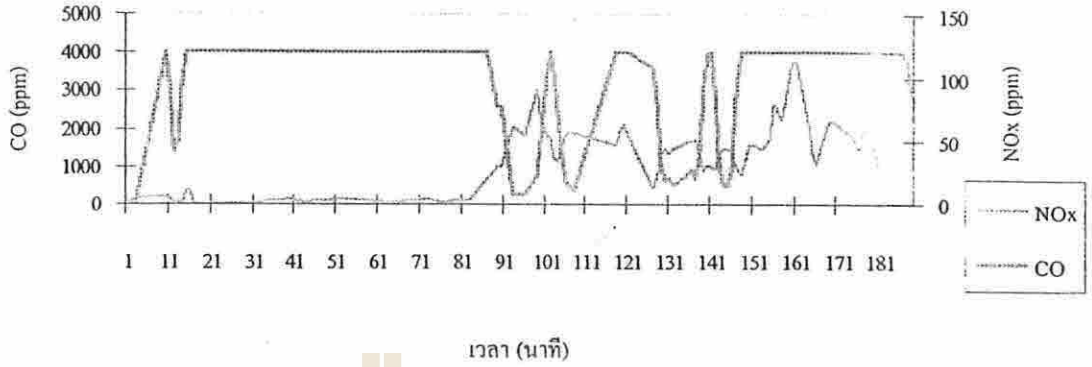
น้ำหนักขี้เถ้าเท่ากับ 12.7, 18.5, 15.0, 11.7, และ11.0 กิโลกรัม ตามลำดับ(ของอัตราส่วนผสมของขยะ 1:0,1:1,2:1,3:1 และ4:1) โดยแสดงดังตารางที่ 4-3. น้ำหนักโดยเฉลี่ยของขี้เถ้าที่เหลือ 13.8 กิโลกรัมซึ่งจากทฤษฎีปริมาณขี้เถ้าจะเหลืออยู่ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขยะทั้งหมด จากผลการทดลองน้ำหนักของขี้เถ้าที่ได้มีค่าใกล้เคียงทฤษฎี ในการทดลองจะมีขยะส่วนหนึ่งที่เผาไหม้ไม่หมด เวลาทำการเผาเสร็จสิ้นจะทำการตักขี้เถ้าส่วนที่เผาไหม้ไม่หมดเผาซ้ำอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4-3. น้ำหนักของขี้เถ้าที่อัตราส่วนขยะต่างๆ

อัตราส่วนขยะ	ขี้เถ้าของการเผาครั้งที่ 1 (กิโลกรัม)	ขี้เถ้าของการเผาครั้งที่ 2 (กิโลกรัม)	ขี้เถ้าของการเผาครั้งที่ 3 (กิโลกรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)
1:0	13.0	13.0	12.0	12.7
1:1	12.0	15.5	28.0	18.5
2:1	15.0	15.0	15.0	15.0
3:1	10.0	12.0	13.0	11.7
4:1	12.0	11.0	10.0	11.0

4.5 ผลของอากาศเสีย

ปริมาณของแก๊ส CO มีค่าเท่ากับ 3359, 1018, 1393, และ 2544 พีพีเอ็ม และ NO_x เท่ากับ 33, 19, 23, 25, 21 พีพีเอ็ม ตามลำดับ(ของอัตราส่วนผสมของขยะ 1:0,1:1,2:1,3:1 และ4:1) โดยแสดงดังรูปที่ 4-2. ส่วนแก๊ส SO_x ไม่พบในการทดลองเผาขยะครั้งนี้ จากผลการทดลองจะพบว่า ค่าของแก๊ส CO และ NO_x จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของขยะแห้ง เนื่องจากองค์ประกอบของขยะแห้งที่ทำการทดลองประกอบด้วยขยะพลาสติกเป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 4-2. ความสัมพันธ์ของแก๊ส CO และ NO_x ที่อัตราส่วนขยะ 1:1

4.6 ผลของน้ำเสีย

ผลของน้ำเสีย pH ของน้ำที่ออกจากระบบหอพ่นน้ำเท่ากับ 2.54, 6.62, 5.73, 3.22, และ3.05 ตามลำดับ(ของอัตราส่วนผสมของขยะ 1:0,1:1,2:1,3:1 และ4:1) ความเข้มข้นแอซิดิตี้ 188 mg/L as $CaCO_3$ และความขุ่นประมาณ 48 NTU ในการทดลองจาร์เทสต์เพื่อบำบัดน้ำเสียดังกล่าวพบว่า ค่าเหมาะสมของ pH อยู่ที่ 7.7 และความเข้มข้นของสารส้มที่ต้องการเท่ากับ 110 mg/L โดยแสดงดังตารางที่ 4-4.

ตารางที่ 4-4. ผลการวิเคราะห์น้ำเสียที่ออกจากหอพ่นน้ำ

รายการ	อัตราส่วนขยะ 1:0	อัตราส่วนขยะ 1:1	อัตราส่วนขยะ 2:1	อัตราส่วนขยะ 3:1	อัตราส่วนขยะ 4:1	เฉลี่ย
1) pH เริ่มต้น	2.54	6.62	5.73	3.22	3.05	4.23
2) ความขุ่นเริ่มต้น (NTU)	56.9	24.6	56.5	20.8	81.4	48.0
3) แอซิดิตี้ (mg/L as $CaCO_3$)	200	112	200	204	224	188
4) ปริมาณสารส้ม (mg/L)	40	150	110	150	100	110
5) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (mg/L)	2.9	1.3	1.5	1.7	1.9	1.8
6) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (mg/L)	0.7	0.1	0.1	0.3	0.4	0.3

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบเตาเผาขยะชุมชนขนาดห้องเผาไหม้ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เมตร ความสูง 1.88 เมตร มีปริมาตรห้องเผาไหม้ 945 ลิตร ประกอบด้วยห้องเผาไหม้ 1 ห้อง และห้องลดมลพิษ 1ห้อง สามารถเผาขยะได้ในอัตราการเผาไหม้ 100 kg/hr หรือ 2.4 ton/day ซึ่งตัวต้นแบบมีอัตราการเผาไหม้ 64 kg/hr (บุญชัยและคณะ,2542) คณะทำงานสามารถพัฒนาประสิทธิภาพของการเผาไหม้ขึ้นอีกหนึ่งเท่าตัวจากตัวต้นแบบ และได้ออกแบบเหล็กก้างปลาขึ้นมาช่วยในการเผาไหม้ในห้องเผาไหม้จะทำให้ขยะมีความพรุนไม่อัดตัว สามารถให้อากาศเข้าไปได้มากยิ่งขึ้นทำให้การเผาไหม้ขยะสามารถเผาไหม้ได้มากยิ่งขึ้น และสามารถเผาขยะที่มีความชื้นได้ เตาเผาขยะนี้สามารถรองรับอุณหภูมิสูงได้ถึง 1,200 องศาเซลเซียส เนื่องจากวัสดุที่ใช้สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ อาทิเช่น อิฐทนไฟ กลีบมะเฟืองซึ่งเป็นเหล็กหล่อ ประตูเป็นเหล็กสแตนเลส และท่อไอเสียเป็นเหล็กสแตนเลส ซึ่งในการทดลองมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 1,100 องศาเซลเซียสและวัสดุ

อุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้ ในแต่ละอัตราส่วนของการเผาขยะมีความแตกต่างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการป้อนขยะ และขยะในแต่ละวันซึ่งจะมีความชื้นไม่เหมือนกัน และการทดลองได้ทำในช่วงหน้าฝน ซึ่งปริมาณฝนในจังหวัดนครราชสีมา ในช่วงนี้มีปริมาณฝนมาก ความชื้นของขยะจึงสูงมาก และอุณหภูมิที่ปากปล่องไอเสีย มีค่าอยู่ในช่วง 200-350 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำอยู่ประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายใน เตาเผา องค์ประกอบของขยะ ความชื้นของขยะ รวมถึงสภาพภูมิอากาศด้วย

จากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางปรับปรุงเตาเผาขยะให้มีความเหมาะสมที่ใช้ในการกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชนได้ จะทำให้ชุมชนสามารถกำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในชุมชนได้เอง

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการแยกขยะมูลฝอยจากแหล่งกำเนิด แล้วจึงเข้าสู่เตาเผาในส่วนขยะเปียก สามารถนำไปทำปุ๋ยหมัก หรือฝังกลบ
2. มีปัญหาเนื่องจากควันดำ ในช่วงที่เตาเผามีอุณหภูมิที่ประมาณ 900-1000 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจจะเกิดจากการเผาพลาสติก ซึ่งทำให้อากาศเข้าไปได้ ไม่เพียงพอต่อการลุกไหม้ คณะวิจัยได้ทดลองเปิดประตูเตาเผาในการเผาช่วงนี้ควันดำจะลดลงบางส่วน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. ต้องปรับ pH น้ำเสียในบ่อตกตะกอนก่อนเพื่อให้ประสิทธิภาพในการดูดซึมแก๊สไอเสียมีมากขึ้น มีปัญหารอยร้าวจากอิฐทนไฟและหอพ่นน้ำ จะต้องก่ออิฐฉนวน และฉาบปูนทนไฟทับเพื่อความแข็งแรง
4. ในส่วนของเหล็กก้างปลา ใช้เหล็กเพลาซึ่งทนอุณหภูมิได้ไม่เกิน 800 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการบิดงอ จะต้องเลือกวัสดุที่ทนอุณหภูมิได้ 1,200 องศาเซลเซียส ถึงจะเหมาะสม ในการเลือกใช้ เพราะในส่วนของเหล็กก้างปลามีความจำเป็นมากในเตาเผาที่เผาด้วยตัวเอง (ใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิง) ดังกล่าวมาในข้างต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

บุญชัย วิจิตรเสถียร และคณะ. (2542). "รายงานโครงการสร้างเตาเผาขยะชุมชนพร้อมระบบกำจัดอนุภาค(เตาเผาขยะอัตตาหิฯ)มูลฝอย". สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ชิคาโอะ คานาโอกะ และ วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล. (2527). "มลภาวะอากาศ". ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. คณะวิศวกรรมศาสตร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พัชรี หอวิจิตร. (2536). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับขยะ 2 กรรมวิธีกำจัดขยะโดยการเผา ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สมรัฐเกิดสุวรรณ. (2538). วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 เดือนมีนาคม 2538. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

APHA, AWWA and WEF (1992). "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 18th ed. EPS Group. U.S.A.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S.A. (1993). "Integrated Solid-Waste Management" New York: McGraw-Hill.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก.
รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

ตารางที่ ก-1 แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองหาความหนาแน่นขยะ

ลำดับ	รายการ
1.	เครื่องชั่งอย่างหยาบ
2.	ถุงมือยาง
3.	ถุงพลาสติก
4.	ที่คีบขยะ
5.	ปีบทราบปริมาตร
6.	แผ่นพลาสติกรองขยะ
7.	พลั่ง
8.	คราด

ตารางที่ ก-2 ตารางแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าความชื้น

ลำดับ	รายการ
1.	เตาอบอุณหภูมิ 103-105°C
2.	ถ้วยอลูมิเนียม
3.	หม้อดูดความชื้น (desiccator)
4.	ครีมคีบ
5.	เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำการทดลองเผาขยะ

ตารางที่ ก-3 แสดงรายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเผาขยะ

ลำดับ	รายการ
1.	ถุงพลาสติก
2.	เครื่องวัดความร้อน (Thermocouple)
3.	เครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Gas analyzer)
4.	มิเตอร์น้ำ
5.	หัวพ่นน้ำ (nozzle)
6.	ปั๊มน้ำ
7.	มิเตอร์วัดแรงดันน้ำ
8.	ไม้ขีดไฟและไฟแช็ค
9.	เครื่องชั่งอย่างหยาบ
10.	พลั่ว
11.	เหล็กดันขยะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข.

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ ข-1. แสดงองค์ประกอบของขยะแยกตามประเภทที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ครั้งที่	เศษอาหาร	กระดาษ	พลาสติก	โฟม	ใบไม้/เศษไม้	เศษผ้า	กระป๋องโลหะ	เศษแก้ว	อื่นๆ	รวม
1	3.9	1.0	1.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	1.8	**8.1**
2	8.9	1.4	2.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	**13.6**
3	8.3	1.5	2.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.3	**13.2**
4	12.4	1.2	2.6	0.4	0.0	0.3	0.2	1.0	0.2	**18.3**
5	9.5	1.0	2.4	0.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	**13.8**
6	8.0	1.2	3.0	0.4	0.0	0.3	0.3	0.3	0.1	**13.6**
7	12.3	1.0	2.0	0.3	0.0	0.0	0.4	0.2	0.2	**16.4**
8	10.6	1.4	2.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.3	0.2	**14.9**
9	7.6	1.7	2.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.5	0.6	**13.3**
10	10.6	1.5	2.0	0.3	0.0	0.5	0.1	0.4	1.5	**16.9**
sum	**92.1**	**12.9**	**21.6**	**3.1**	**0.0**	**1.3**	**2.0**	**3.7**	**5.4**	**142.1**
percent	**64.81**	**9.08**	**15.20**	**2.18**	**0.00**	**0.91**	**1.41**	**2.60**	**3.80**	**100.00**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-2. แสดงความหนาแน่นของขยะ

ครั้งที่	ความหนาแน่น (kg / ปีบ)			sum	avg.
	1	2	3		
1	1.7	3.8	2.6	8.1	2.7
2	4.6	4.4	4.6	13.6	4.5
3	6.0	3.6	3.6	13.2	4.4
4	7.0	5.2	6.1	18.3	6.1
5	3.8	4.8	5.2	13.8	4.6
6	5.6	4.0	4.0	13.6	4.5
7	5.8	6.6	4.0	16.4	5.5
8	4.5	5.6	4.8	14.9	5.0
9	6.0	4.7	2.6	13.3	4.4
10	8.0	5.5	3.4	16.9	5.6
				sum	**47.4**
				avg.	**4.7**
			ความหนาแน่น (kg/m^3)		**214.9**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-3. ผลการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 1:0, 1:1, 2:1, 3:1, และ 4:1 น้ำหนักขยะ 200Kg ทำการเผา 3 ครั้ง (อุณหภูมิการเผามีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส)

เวลา	อัตราส่วน 1:0			อัตราส่วน 1:1			อัตราส่วน 2:1			อัตราส่วน 3:1			อัตราส่วน 4:1		
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
0	30	227	28	28	30	32	28	318	52	32	30	225	30	660	573
2	84	256	450	315	148	273	122	423	143	70	315	325	84	598	798
4	316	343	560	527	227	339	184	692	172	103	398	500	100	810	864
6	512	408	500	680	340	310	296	716	116	193	349	578	147	825	950
8	524	609	591	834	392	300	362	503	98	232	415	646	184	798	963
10	398	634	710	843	264	310	447	705	65	301	452	548	162	807	795
12	608	398	725	738	380	315	336	765	113	310	410	416	203	835	871
14	747	453	620	782	598	378	300	721	175	330	380	456	230	847	955
16	773	638	649	711	518	350	374	462	266	250	418	590	150	627	980
18	753	676	715	698	495	314	437	401	410	197	475	666	115	880	1000
20	635	755	752	548	434	270	320	636	446	174	618	700	162	846	1039
22	664	781	817	566	424	167	405	795	324	140	620	776	317	760	962
24	820	750	806	663	428	151	402	797	267	131	700	448	390	853	946
26	798	738	568	734	426	160	378	774	486	148	802	400	373	876	934
28	672	794	497	689	412	150	370	456	598	177	817	353	280	821	930
30	842	874	409	698	385	181	478	469	493	197	844	400	225	857	928
32	821	904	456	661	362	160	365	764	387	275	523	560	502	903	950
34	465	774	686	660	342	140	455	819	494	340	448	675	550	836	965
36	646	580	717	538	290	130	565	788	589	430	367	776	620	880	962
38	746	693	714	686	232	126	595	776	619	513	354	865	562	893	960
40	862	824	577	795	200	120	557	596	570	550	390	890	350	869	962
42	908	865	816	804	192	125	549	451	568	609	574	920	303	635	948
44	973	876	839	775	183	130	378	568	394	616	693	794	380	791	987
46	965	760	845	757	180	136	306	780	708	350	790	809	373	875	993
48	963	665	868	696	170	191	646	803	778	285	850	810	373	907	967
50	937	815	878	670	166	165	678	846	746	216	555	820	356	969	953
52	773	870	849	577	198	150	621	875	705	205	391	808	231	985	962
54	774	900	718	617	262	139	605	901	498	235	392	715	250	1001	1010
56	840	957	836	822	314	132	555	908	380	241	373	785	279	984	992
58	943	873	885	895	378	131	414	842	387	518	477	815	387	850	984
60	967	827	923	892	355	143	426	790	563	610	456	871	392	919	830
62	972	918	910	806	358	150	578	832	574	542	310	909	546	976	887
64	918	963	891	775	298	162	541	854	628	370	300	882	607	967	955
66	942	826	753	804	302	154	426	792	639	276	306	812	629	840	1006

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

เวลา	อัตราส่วน 1:0			อัตราส่วน 1:1			อัตราส่วน 2:1			อัตราส่วน 3:1			อัตราส่วน 4:1		
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
68	925	788	730	846	328	142	360	819	694	278	387	824	460	885	1047
70	965	795	899	890	308	132	446	834	678	256	433	794	332	911	1056
72	970	923	930	917	350	115	586	850	463	495	575	491	482	944	1022
74	956	929	946	862	300	102	581	846	394	504	573	440	556	978	962
76	989	980	914	785	277	125	562	867	266	409	550	458	589	1010	845
78	976	998	706	802	230	135	545	907	244	480	515	613	548	964	850
80	914	989	850	841	280	142	525	928	223	509	450	731	542	813	940
82	896	852	901	833	308	155	561	926	210	542	300	788	466	845	1016
84	917	865	963	859	320	172	632	898	201	591	261	761	610	899	1000
86	1018	873	957	833	342	252	620	806	195	600	300	650	449	924	886
88	1046	879	984	898	559	340	649	856	187	467	351	789	530	961	789
90	1062	926	850	920	594	350	701	897	182	595	468	799	659	1110	932
92	989	1012	806	885	550	225	634	934	185	365	504	816	710	976	1008
94	973	934	892	875	531	159	466	924	184	474	702	756	395	861	1026
96		931	981	865	450	209	543	892	183	758	668	611	437	941	1061
98		840	1004	906	424	215	618	886	190	750	600	848	653	952	
100		902	982	941	436	212	691	710	279	364	705	894	357	988	
102		952	901	959	398	222	695	747	656	316	761	745	300	991	
104		991	766	997	356	234	744	820	774	285	725	798	208	837	
106		914	800	1000	366	233	803	906	691	258	650	863	192	886	
108		841	853	967	411	221	374	935	448	256	525	787	213	950	
110		856	825	897	390	151		962	335	253	302		464	850	
112		926	970	764	357	191			387	262			753		
114		1022	1035	901	307	284			574	595			716		
116		1006	995	948	309	376			666	663					
118		908	900	984	300	495			828	722					
120		850	850	1002	310	385			862	800					
122				1019	250	389			578	833					
124				981	237	442			650	446					
126					250	417			500	417					
128					307	245			410	362					
130					331	256				310					
132					348	265				277					
134					300	290				256					
136					320	340				245					

สถาบันวิทยบริการ เทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

เวลา	อัตราส่วน 1:0			อัตราส่วน 1:1			อัตราส่วน 2:1			อัตราส่วน 3:1			อัตราส่วน 4:1		
(นาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
138					372	353				227					
140					300	373				393					
142					261	412				594					
144					255	409				743					
146					380	296				831					
148					565	338				829					
150					614	578									
152					551	622									
154					500	585									
156					338	419									
เฉลี่ย	795.6	801.7	782.8	785.1	345.0	307.6	482.5	763.7	427.2	397.0	498.2	687.3	387.3	879.6	942.9

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-4. แสดงผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 1:0 น้ำหนักขยะ 200Kg ทำการเผา 3 ครั้ง (เวลามีหน่วยเป็น นาที, และค่าของแก๊ส CO, NO_x มีหน่วยเป็น ppm)

ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3		
เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x
0	503	0	0			0	2109	0
23	737	19	22	4000	30	2	4000	0
34	1527	22	23	1373	48	3	4000	0
35	2841	26	24	760	52	5	4000	0
36	4000	45	25	644	31	7	4000	0
37	4000	43	27	3087	44	8	4000	0
39	4000	59	28	4000	32	12	4000	0
40	4000	53	29	4000	15	15	4000	0
41	4000	50	44	2203	0	19	4000	0
55	4000	38	47	648	13	21	4000	0
58	4000	34	48	2015	0	37	4000	85
59	4000	28	49	4000	0	39	4000	64
60	3666	21	50	4000	0	56	4000	88
61	4000	44	51	4000	0	58	4000	76
64	4000	55	54	4000	0	62	3479	75
66	4000	28	55	4000	0	64	4000	138
67	4000	76	56	4000	0	66	4000	134
75	4000	171	57	4000	0	74	4000	128
77	4000	127	58	4000	0	79	4000	154
80	4000	80	61	328	2	82	4000	116
94	4000	18	64	520	0	88	3103	45
			66	4000	0	91	3165	41
			67	4000	0	97	1839	0
			71	4000	0	99	2456	0
			72	4000	0	101	2376	0
			73	4000	0	104	2222	0
			74	4000	0	106	2127	0
			75	1330	0	113	4000	37
			76	956	0	116	4000	12
			78	552	0	119	3700	0
			79	1599	0	120	2583	0
			80	4000	0			
			82	4000	0			
			83	4000	0			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

			84	4000	0			
			86	4000	0			
			100	1194	0			
			120	1027	0			
เฉลี่ย	3639	52		2871	7		3568	40
							3359	33

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-5. แสดงผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 1:1 น้ำหนักขยะ 200Kg ทำการเผา 3 ครั้ง (เวลามีหน่วยเป็น นาที, และค่าของแก๊ส CO, NO_x มีหน่วยเป็น ppm)

ครั้งที่1			ครั้งที่2			ครั้งที่3		
เวลา	CO	NOx	เวลา	CO	NOx	เวลา	CO	NOx
13	607	3	0	4000	7	48	150	1
14	528	2	1	2000	2	86	51	3
15	507	2	2	860	2	88	104	2
16	676	1	3	2500	0	90	115	3
17	508	2	5	4000	0	92	121	4
20	572	2	6	4000	22	94	41	2
21	482	2	7	4000	0	96	21	5
26	153	14	8	4000	0	98	15	5
28	767	3	10	4000	0	100	14	5
29	612	3	11	4000	0	102	12	5
31	366	3	98	247	61	104	12	4
32	280	3	99	240	59	109	11	6
34	230	3	100	237	55	115	9	9
80	25	14	104	713	91	118	10	7
82	23	16	105	2749	43	120	9	8
83	22	16	106	4000	66	122	9	9
87	15	16	107	4000	41	125	9	8
88	15	9	108	2715	30	127	9	4
90	22	15	109	1737	40	129	9	4
91	20	16	110	603	54	164	12	13
95	17	7	111	542	57	166	20	15
120	11	23	112	380	57	168	24	24
123	15	27	123	4000	47	170	26	27
125	15	23	124	4000	70	172	18	33
127	13	19	125	4000	55	174	16	38
129	14	14	132	3600	12	176	32	16
137	12	5	134	1560	35	184	17	13
			135	433	47	200	7	23
			136	836	39	202	7	21
			137	536	43	204	8	23
			140	710	48			
			141	1035	53			
			142	305	49			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

			143	2189	31			
			144	3958	22			
			145	4000	42			
			146	4000	18			
			147	1470	37			
			148	537	45			
			149	551	43			
			150	338	44			
			152	1476	40			
			153	4000	24			
			155	4000	47			
			157	4000	45			
			158	4000	42			
			159	4000	52			
			161	4000	80			
			162	4000	67			
			165	4000	112			
			169	4000	64			
			170	4000	17			
			171	4000	46			
			174	4000	66			
			179	4000	54			
			180	4000	42			
			182	4000	58			
			185	4000	38			
			186	4000	6			
			187	4000	0			
			188	4000	0			
			189	4000	0			
			191	3870	0			
			192	3745	0			
			193	2106	2			
เฉลี่ย	242	10		2781	36		31	11
							1018	19

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-6. แสดงผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 2:1 น้ำหนักขยะ 200Kg ทำการเผา 3 ครั้ง (เวลามีหน่วยเป็น นาที, และค่าของแก๊ส CO, NO_x มีหน่วยเป็น ppm)

ครั้งที่1			ครั้งที่2			ครั้งที่3		
เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x
0	2118	60	0	93	1	17	219	56
2	3445	16	3	225	12	19	211	69
3	1670	20	19	1926	127	21	3000	69
4	1131	23	20	3000	111	23	1553	40
5	397	2	25	2600	44	26	1431	29
6	1583	0	26	1000	172	27	1317	4
8	243	1	28	1490	78	29	1182	7
10	681	2	31	242	77	31	1548	20
11	373	3	33	3900	81	33	1147	15
14	549	2	53	3609	87	36	702	2
16	116	5	55	1600	71	38	592	2
18	495	4	57	1122	80	40	452	0
21	960	1	58	700	91	41	524	0
23	843	2	59	380	86	43	2720	3
25	531	2	60	271	90	45	3991	1
27	80	5	63	278	78	47	3526	2
34	657	3	85	3800	0	49	3534	2
35	282	6	86	1535	5	52	420	2
36	463	5	87	419	7	54	2269	2
37	635	2	89	330	7	56	2057	2
39	596	3	91	386	6	58	2119	1
48	240	6	94	730	7	60	3000	1
50	78	8	97	920	6	62	2606	2
51	1273	2	99	327	6	64	869	2
53	2146	0	111	310	6	66	492	2
55	294	7	113	470	6	69	1915	2
57	274	12	115	1117	7	87	2500	3
59	678	10				89	3200	5
61	1300	6				91	1810	5
63	2054	4				93	1377	3
65	3344	2				94	1540	3
67	3102	4				95	1524	6
68	2253	7				96	1774	6
69	1631	9				98	3424	6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

71	1086	11				100	3833	5
73	509	13				103	1553	6
97	3213	12				104	3111	8
98	3465	6				112	1646	4
99	2153	13				113	925	4
100	1265	19				114	652	6
101	265	26						
102	146	31						
เฉลี่ย	1158	9		1214	50		1807	10
							1393	23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-7. แสดงผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 3:1 น้ำหนักขยะ 200Kg ทำการเผา 3 ครั้ง (เวลามีหน่วยเป็น นาที, และค่าของแก๊ส CO, NO_x มีหน่วยเป็น ppm)

ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3		
เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x
1	391	17	0	958	14	0	279	0
7	288	4	2	819	3	14	588	5
9	154	2	5	101	3	15	537	6
13	104	10	21	38	2	16	576	10
15	257	2	25	178	2	18	895	12
17	150	2	31	52	3	21	993	3
19	285	2	34	1097	69	23	888	1
21	394	1	35	757	69	31	2704	4
26	679	16	36	440	70	32	2324	9
28	957	9	54	25	5	34	1551	18
30	1130	19	58	1625	0	36	1640	28
32	1823	5	60	272	3	38	1979	6
34	1051	14	62	116	4	40	2845	0
36	926	30	63	73	5	42	4000	0
38	1658	12	64	55	6	44	3165	24
40	3387	6	66	45	5	46	4000	50
42	552	26	68	39	5	51	4000	85
44	695	10	69	575	96	60	4000	79
46	660	11	70	868	92	64	1774	55
48	188	20	71	2981	3	65	4000	75
50	394	1	72	1401	7	75	4000	56
54	679	16	73	1312	3	80	4000	87
57	957	9	74	470	5	104	4000	90
62	1130	19	75	400	4	105	4000	107
65	1823	5	81	350	4			
68	1051	14	88	278	10			
71	926	30	89	389	129			
73	1658	12	90	1841	93			
75	3387	6	98	103	12			
82	3552	9	101	1217	75			
86	679	16	103	2800	75			
88	957	9	104	2537	75			
90	1130	19	106	1904	92			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

92	1823	5	108	2052	27			
94	1051	14	109	1070	28			
96	926	30	110	1543	7			
98	552	26	111	4000	16			
100	695	10	113	2761	0			
102	660	11	115	1384	0			
			116	1070	0			
เฉลี่ย	1019	12.3		1000	28		2447	34
							1489	25

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-8. แสดงผลของอากาศในการเผาขยะอัตราส่วนผสมขยะแห้งต่อขยะเปียก 4:1 น้ำหนักขยะ 200Kg ทำการเผา 3 ครั้ง (เวลามีหน่วยเป็น นาที, และค่าของแก๊ส CO, NO_X มีหน่วยเป็น ppm)

ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3		
เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x	เวลา	CO	NO_x
2	268	2	0	25	3	0	4000	30
3	861		28	261	14	1	1373	48
4	4000	32	30	556	22	2	760	52
5	4000	56	31	238	22	3	644	31
6	4000	65	33	4000	20	5	3087	44
7	4000	42	35	1659	26	6	4000	32
8	2260	38	37	263	39	7	4000	15
12	4000	48	39	1667	21	22	2203	0
13	4000	61	41	707	3	25	648	13
19	830	48	43	160	4	26	2015	0
21	4000	57	45	355	3	27	4000	0
23	4000	34	47	465	3	28	4000	0
32	4000	33	49	417	3	29	4000	0
37	1131	33	51	285	4	32	4000	0
39	549	34	52	229	4	33	4000	0
41	4000	8	54	108	4	34	4000	0
43	4000	17	57	904	7	55	4000	0
45	4000	23	59	3727	11	56	4000	0
47	3181	11	61	2571	25	59	328	2
49	2084	18	62	2578	25	62	520	0
51	919	27	63	1336	36	64	4000	0
53	626	26	65	1664	46	65	4000	0
57	3450	26	67	4000	61	69	4000	0
60	4000	21	69	4000	66	70	4000	0
61	4000	36	71	4000	56	71	4000	0
65	2456	20	73	4000	44	72	4000	0
67	1906	21	75	754	7	73	1330	0
68	1892	21	77	645	13	74	956	0
69	4000	32	79	2669	3	76	552	0
80	1721	25	81	2264	11	77	1599	0
82	1849	31	83	4000	22	78	4000	0
83	877	34	85	1441	35	80	4000	0
85	4000	31	87	1778	75	81	4000	0
87	4000	58	89	4000	17	82	4000	0

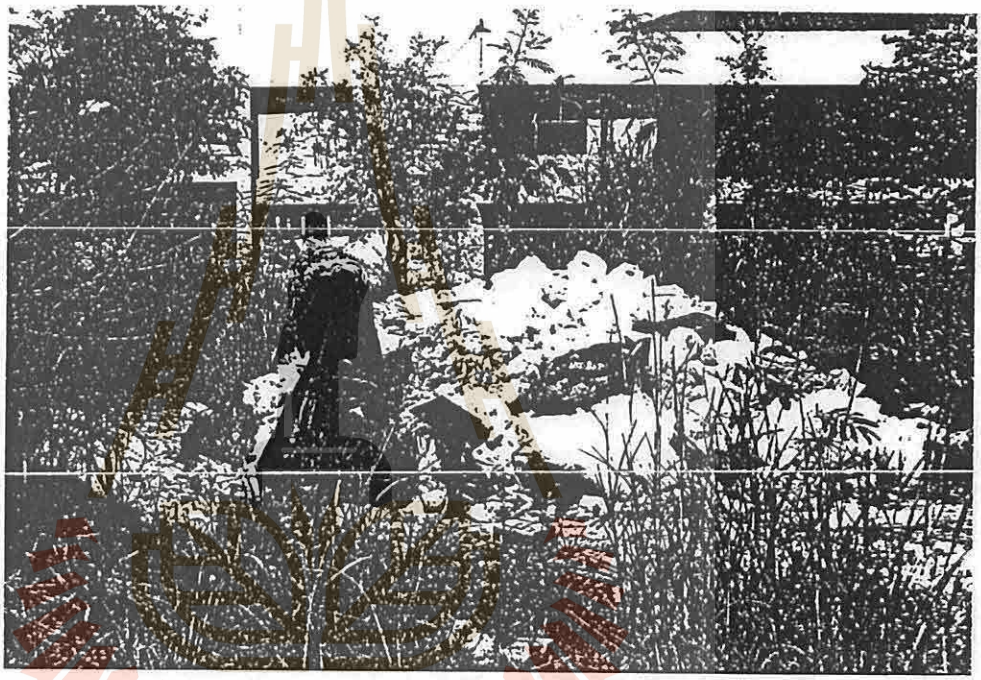
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

89	4000	68	91	4000	19	84	4000	0
90	700	34	93	4000	24	100	1194	0
	2766	33.5	95	4000	25	105	1027	0
			97	4000	14		2871	7
			99	2353	6			
			101	3700	2			
เฉลี่ย				1994	21			
							2544	21

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค.
รูปภาพแสดงลักษณะทั่วไปของเตาเผาขยะชุมชน



รูปที่ ค-1. แสดงลานคัดแยกขยะ

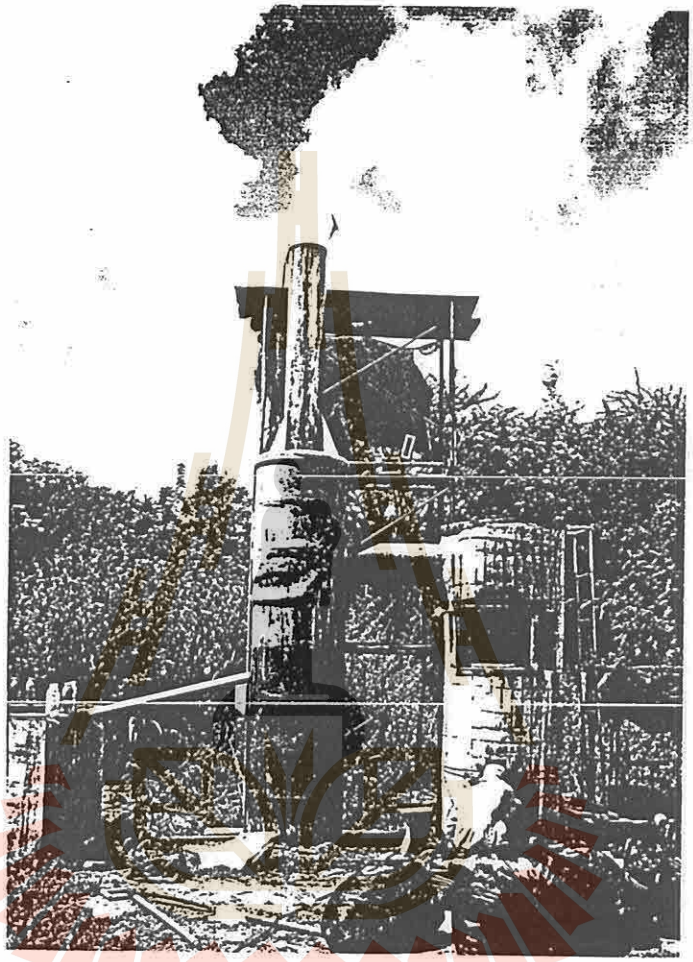
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ค-2. แสดงการคลุกเคล้าขยะในอัตราส่วนต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ค-3. แสดงการบรรจุขยะที่คลุกเคล้าแล้วใส่ถุงให้แต่ละถุงมีน้ำหนักเท่าๆกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ ค-4. แสดงการเริ่มจุดเตาเผา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ค-5. แสดงการลุกไหม้ของขยะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ค-6. แสดงการป้อนขยะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ค-7. แสดงลักษณะบ่อตกตะกอนและปั๊มน้ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ค-8. แสดงลักษณะของหัวพ่นน้ำ (Nozzle รหัส SS00 3/8 HHSJ 60 °-3)