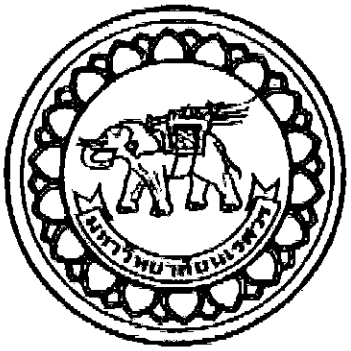


มลพิษทางอากาศจากการเผาขยะชุมชนในที่โล่ง

Air pollution of municipal solid waste open burning

นายอุกฤษ รำไพยะกุล

นาย ณัฐภัทร ทิมจันทร์

งานสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน 05200056
เลขเรียกหนังสือ.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร

I5094677
วร
0777ม
2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

หัวข้อโครงงาน	**: มลพิษทางอากาศจากการเผาขยะชุมชนในที่โล่ง**
ผู้ดำเนินงาน	: นายณัฐภัทร ทิมจันทร์ รหัสนิสิต 48365439
	นายอุกฤษ รำไพยะกุล รหัสนิสิต 48365699
ที่ปรึกษาโครงงาน	: ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท
สาขาวิชา	: วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	: วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	: 2552

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

..... ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

..... กรรมการ
(อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง)

..... หัวหน้าภาควิชา
(ดร.กำพล ทรัพย์สมบูรณ์)

หัวข้อโครงงาน : มลพิษทางอากาศจากการเผาขยะชุมชนในที่โล่ง

ผู้ดำเนินงาน : นายณัฐภัทร ทิมจันทร์ รหัสนิสิต 48365439

: นายอุกฤษ รำไพยะกุล รหัสนิสิต 48365699

ที่ปรึกษาโครงงาน : ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท

สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ภาควิชา : วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา : 2552

บทคัดย่อ

การศึกษามลพิษอากาศจากการเผาขยะชุมชนในที่โล่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามลพิษอากาศในรูปของก๊าซและฝุ่นละอองจากการเผาขยะ ในที่โล่ง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจน- ไดออกไซด์ (NO_2) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า10 ไมครอน (PM10) ทำการ เก็บตัวอย่างขยะชุมชนถังขยะของหมู่บ้าน บริเวณหมู่6 และหมู่8 ตำบลท่าทอง อ.เมือง จังหวัดพิษณุโลก เก็บขยะวันละ100 กิโลกรัมและแยกขยะ คือ ขยะที่เผาไหม้ไม่ได้คือ เศษอาหาร โลหะ อลูมิเนียม และแก้ว ขยะที่เผาไหม้ได้ ได้แก่ โฟม พลาสติก ผ้า กระดาษ เศษยาง หญ้าสด หญ้าแห้ง ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย ฟาง กิ่งไม้ นำขยะรวมมาศึกษาหาองค์ประกอบของขยะ ความหนาแน่นของขยะ ความชื้น นำขยะรวมไปเผาในที่โล่ง และเผาขยะที่แยกออกมาแต่ละประเภท ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 โดยใช้เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal Air Sampler) และวัดก๊าซโดยเครื่องวัดก๊าซ ทำการตรวจวัดทุก20 วินาทีตลอดการเผา 10 นาที พบว่าการเผาฟางเปียกมีปริมาณก๊าซ CO เฉลี่ยสูงสุด190 ppm. การเผากิ่งไม้มีปริมาณก๊าซ NO_2 เฉลี่ยสูงสุด1.4 ppm. การเผาเศษยาง มีฝุ่น PM10 เฉลี่ย สูงสุด110.8 ppm. รองลงมาคือหญ้าสด และโฟม ตามลำดับ การศึกษาองค์ประกอบของขยะพบว่า ขยะมีปริมาณเศษอาหารมากที่สุด รองมาคือ กระดาษ พลาสติก กิ่งไม้ ใบไม้ เศษผ้า ตามลำดับ

Project Title : Air pollution of municipal solid waste open burning.

Name : Mr. Nattarphat Timjan Code 48365439

: Mr. Ukrit Rampaiyakul Code 48365699

Project Advisor : Assistant Professor Dr. Pajaree Thongsanit

Major : Environmental Engineering.

Department : Civil Engineering

Academic Year : 2009

Abstract

This project studied air pollution from open burning of municipal solid waste. The purpose was studied on air pollution in gas and particle levels from open burning of municipal solid waste. The emissions were Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Dioxide (NO_2) and Particulate Matter less than 10 micron (PM10). The municipal solid waste samples were sampling from community buckets at Moo 6 and Moo 8 areas in Tha Thong sub district, Muang District, Phitsanulok Province. We took 100 kilogram of solid waste per day and sort out of them. The noncombustible solid wastes were food waste, metal, aluminum and glass. The combustible solid wastes were foam, plastic, cloth, paper, rubber, fresh grass, dry grass, dry leaf, saw dust, straw, and branch. We studied composition, density, and moisture of solid waste. PM10 samples were collected by using personal air sampler. Gas measured by using gas detector on every 20 second and cover time 10 minute. The results showed the average of Carbon Monoxide (CO) level of straw burning was the maximum at 190 ppm. The average of Nitrogen Dioxide (NO_2) of branch burning was the maximum at 1.4 ppm. The Mean of PM10 concentration of rubber burning was the maximum at 110.8 ppm. The PM10 concentration of grass and foam burning were less than those of rubber burning. The compositions of municipal solid waste showed that food waste was the maximum volume, the lower volume were paper, plastic, branch, leaf and cloth, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้ดำเนินงาน ต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงานตลอดจนติดตามประเมินผลการทำโครงงานมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณวิชญา อิ่มกระจ่าง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือในการปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตลอดระยะเวลาดำเนินโครงงาน

ขอขอบพระคุณฝ่ายการเงินของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกจ่าย ในการดำเนินโครงการ

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านในมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่คณะผู้ดำเนินงาน

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู และสั่งสอนจนเติบโตมาถึงปัจจุบัน ตลอดจนช่วยอุปการะทางการเงิน และคอยให้กำลังใจจนกระทั่งโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณทุกๆท่านที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่มีส่วนร่วมช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ คณะผู้ดำเนินงานขอขอบคุณงามความดีที่เกิดจากโครงงานนี้ แด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากโครงงานนี้ คณะผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

นายอุกฤษ รำไพยะกุล

นายณัฐภัทร ทิมจันทร์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ (ไทย)	ก
บทคัดย่อ (อังกฤษ)	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินการ	3
1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 มลภาวะอากาศ และแหล่งกำเนิด	4
2.2 การเผาในที่โล่ง	9
2.3 ขยะชุมชน	20
2.4 ขยะมูลฝอย	22
2.5 ความหนาแน่น (Density)	31
2.6 ความชื้น (Moisture Content)	33
2.7 ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)	35
2.8 สาระสำคัญที่เกี่ยวข้อง	37

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง	
3.1 การเก็บตัวอย่างขยะชุมชน	39
3.2 จุดเก็บตัวอย่างขยะชุมชน	39
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	40
3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง	47
3.5 การดำเนินการทดลอง	48
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 ปริมาณขององค์ประกอบขยะ ความหนาแน่น และความชื้นของขยะแต่ละประเภท	56
4.2 ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ได้จากการเผาขยะแต่ละประเภท	67
4.3 ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ การเผาขยะแต่ละประเภท	69
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	94
5.2 ข้อเสนอแนะในการใช้มาตรฐานการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล	95
5.3 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา	96
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก	97
ภาคผนวก ข	103
ภาคผนวก ค	116
ประวัติผู้แต่ง	120

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	มาตรฐานของสารมลพิษประเภทต่างๆ	16
2.2	ความหนาแน่นเฉลี่ยทั่วไปของส่วนประกอบของขยะซึ่งไม่ถูกอัดมาก่อน	32
2.3	ปริมาณความชื้นของส่วนประกอบของขยะจากชุมชน	33
2.4	ค่าเฉลี่ยทั่วไปของพลังงานความร้อนที่หลงเหลืออยู่หลังการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์	35
4.1	ปริมาณความชื้นของขยะชุมชนตำบลท่าทอง เทียบกับปริมาณความชื้นมาตรฐาน	66
ตารางภาคผนวกที่		
ก.1	แสดงผลปริมาณองค์ประกอบของขยะจากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชนบริเวณ หมู่ 6 และ 8 ตำบลท่าทอง จ.พิษณุโลก น้ำหนัก 100 กิโลกรัมต่อวัน	98
ก.2	แสดงปริมาณความหนาแน่นของขยะจากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชนบริเวณ หมู่ 6 และ 8 ตำบลท่าทอง จ.พิษณุโลก กิโลกรัมต่อ20กิโลกรัม	99
ก.3	แสดงปริมาณความชื้นของส่วนประกอบของขยะ แต่ละประเภท	100
ก.4	แสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)	102
ข.1	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผากระดาษ	104
ข.2	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง	105
ข.3	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาพลาสติก	106
ข.4	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาโฟม	107
ข.5	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาขี้เลื่อย	108
ข.6	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาผ้า	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ข.7	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาขยะรวม	110
ข.8	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาฟางข้าวเปียก	111
ข.9	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผากิ่งไม้	112
ข.10	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผายาง	113
ข.11	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาใบไม้	114
ข.12	แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาฟางข้าวแห้ง	115
ค.1	แสดงปริมาณก๊าซ NO_2 จากการเผาขยะแต่ละชนิดในเวลา 10 นาที	121
ค.2	แสดงปริมาณก๊าซ CO จากการเผาขยะแต่ละชนิดในเวลา 10 นาที	122

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ขนาดของฝุ่น	7
2.2	การสะท้อนแสงและการถ่ายเทความร้อน ในชั้นบรรยากาศของโลก	12
2.3	สภาวะเรือนกระจก ที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ	13
2.4	ปริมาณพลังงานความร้อนสะสมอันเป็นผลมาจากก๊าซเรือนกระจก	17
3.1	พื้นที่ในการเก็บขยะบริเวณ หมู่ 6 และหมู่ 8 ตำบลท่าทอง จังหวัดพิษณุโลก	39
3.2	ลักษณะพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างขยะ	40
3.3	ตู้ดูดความชื้น (Dedicator) ที่มีอุปกรณ์ วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hygrometer)	41
3.4	เครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง (Balance)	41
3.5	ตลับใส่กระดาษกรอง	42
3.6	ตู้อบความชื้น	42
3.7	เครื่องดูดอากาศ ส่วนบุคคล (Personal air sampler)	43
3.8	ถังเปล่าปริมาตร 20 ลิตร	44
3.9	เครื่องชั่งน้ำหนัก 15 กิโลกรัม	44
3.10	เครื่องตรวจวัดก๊าซ(Gas Alert Micro5)	45
3.11	การนำกระดาษกรองมาชั่งน้ำหนัก ก่อนนำไปเก็บตัวอย่าง	46
3.12	กองขยะที่ได้จากการเก็บปริมาณ100 กิโลกรัม	47
3.13	นำขยะที่ได้ผ่านการแยกเอามาใส่ในถัง	49
3.14	ทำการกระแทกถัง โดยทิ้งจากความสูงประมาณ 4 ฟุต จำนวน 5 ครั้ง	50
3.15	การนำขยะที่ได้จากการกระแทกแล้ว มาชั่งน้ำหนัก และจดบันทึก	50
3.16	การนำตัวอย่างขยะที่ได้ มาเข้าตู้อบ เพื่อหาปริมาณความชื้น	51
3.17	การจัดเตรียมขยะที่ต้องการเผาครั้งละประมาณ 10 กิโลกรัม	53
3.18	การตรวจสอบเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานทุกครั้ง	53
3.19	การนำกระดาษกรองที่ได้จากการอบมาใส่ในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น	54
3.20	การตั้งเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคลจากจุดเผาตัวอย่าง 2 เมตร	54
3.21	ถือเครื่องตรวจวัดก๊าซจากจุดเผาตัวอย่าง 2 เมตร	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.1	แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 23 มีนาคม 2552	57
4.2	แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 27 มีนาคม 2552	58
4.3	แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 29 มีนาคม 2552	59
4.4	แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 30 มีนาคม 2552	60
4.5	แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 1 เม.ย. 2552	61
4.6	แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 4 เม.ย. 2552	62
4.7	แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 4 เม.ย. 2552	63
4.8	แผนภูมิวงกลมสรุปองค์ประกอบขยะทั้ง 7 วัน	64
4.9	แผนภูมิแสดงค่าความหนาแน่นขยะชุมชน จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน บริเวณหมู่ 6 และ 8 ตำบลท่าทอง จ.พิษณุโลก	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.10	แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการเผาขยะตามลักษณะแต่ละประเภท	68
4.11	ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผากระดาษ	69
4.12	ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาพลาสติก	70
4.13	ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาโฟม	71
4.14	ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาขยะรวม	72
4.15	ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผายาง	73
4.16	ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาผ้า	74
4.17	ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผากิ่งไม้	75
4.18	ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาขี้เลื่อย	76
4.19	ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง	77
4.20	ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง	78
4.21	ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาฟางแห้ง	79
4.22	ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ได้จากการเผาใบไม้	80
4.23	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผา กระดาษ	82
4.24	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผา พลาสติก	83
4.25	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผา โฟม	84
4.26	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผา ขยะรวม	85
4.27	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผา ยาง	86
4.28	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผา ผ้า	87
4.29	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผากิ่งไม้	88
4.30	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง	89
4.31	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาหญ้า	90
4.32	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาฟางเปียก	91
4.33	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาฟางแห้ง	92
4.34	ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาใบไม้	93

คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

Primary Pollutants = มลสารปฐมภูมิที่เกิดจากแหล่งกำเนิด

Secondary Pollutants = มลสารทุติยภูมิที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างมลสาร Primary ในอากาศ

Open burning = การเผาในที่โล่ง

Greenhouse Effect = ปรากฏการณ์เรือนกระจก

Climate Change = การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Municipal solid waste = ขยะชุมชน

Method of Refuse Disposal = วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย

Heating value = ค่าความร้อน

Dedicator = ตู้ดูดความชื้น

Personal air sampler = เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นละอองแบบเฉพาะส่วนบุคคล

PM10 = อนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันมีปัญหาเรื่องภาวะโลกร้อนซึ่งเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก การเผาในที่โล่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่ก่อให้เกิดสารมลพิษต่างๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และฝุ่นละออง ควัน เขม่า ซึ่งเกิดผลกระทบต่อร่างกายของมนุษย์

ในประเทศไทยการเผาในที่โล่งเกิดจาก 3 กิจกรรมหลัก คือ การเผาเศษพืชเศษวัสดุจากการเกษตร โดยเฉพาะเพื่อจัดเตรียมพื้นที่เพื่อการเพาะปลูกรอบต่อไป การเผาขยะมูลฝอยจากชุมชนเพื่อกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ได้รับการจัดการหรือจัดเก็บ และไฟป่า ซึ่งสามสาเหตุหลักนี้เกิดเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เพื่อหาของป่า หรือล่าสัตว์ เป็นต้น

ปัญหาที่พบในประเทศไทยเรื่องการเผาในที่โล่งนั้น ปัจจุบันได้มีกฎหมายในการบังคับ แต่ในทางปฏิบัติยังมีการเผาอยู่ สาเหตุหลักเกิดจากความไม่เข้าใจมลพิษที่เกิดขึ้นว่าการเผาในที่โล่งนี้มีสารก่อมะเร็งมีผลต่อสุขภาพ และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อภาวะโลกร้อน งานวิจัยนี้จึงสนใจในการศึกษาปริมาณมลพิษในอากาศในรูปก๊าซ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ และ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษามลพิษอากาศในรูปของก๊าซและฝุ่นละอองในขณะเผาขยะในที่โล่ง

1.3 ขอบเขตการศึกษา

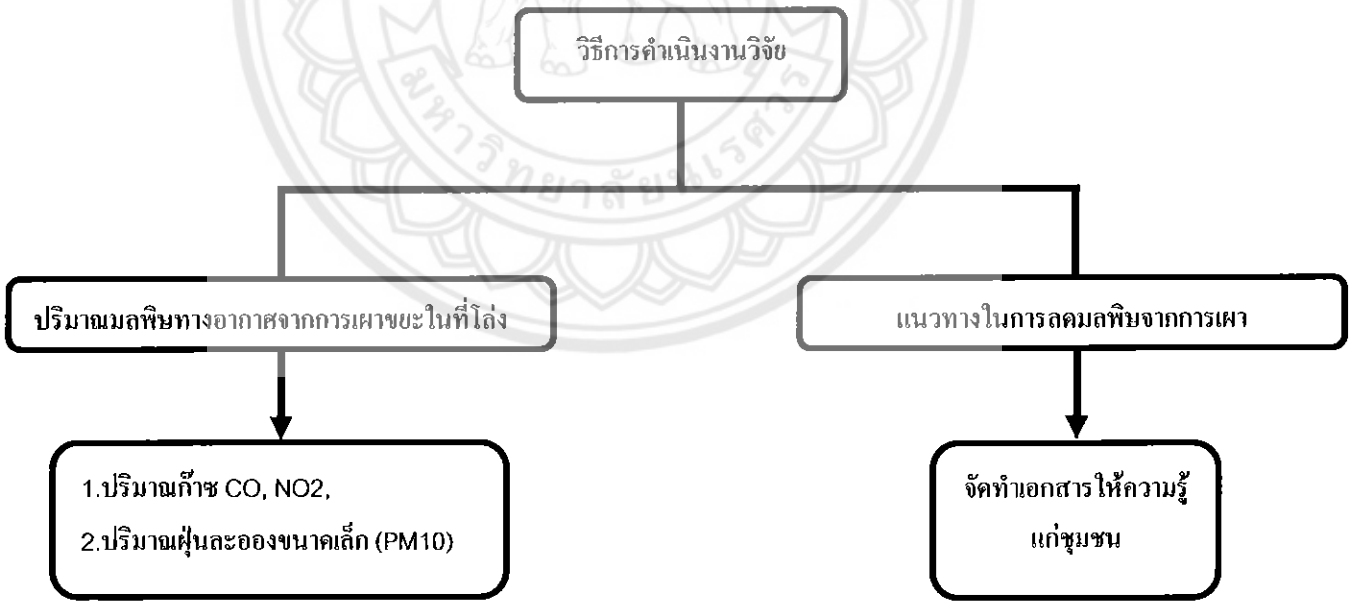
1.3.1 ศึกษามลพิษทางอากาศจากการเผาขยะชุมชนในที่โล่ง ดังนี้

- ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)
- ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)
- ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

1.3.2 เพื่อศึกษาความแตกต่างของมลพิษที่เกิดจากการเผาทั้งสองแบบ คือ

- การเผาขยะรวม
- การเผาขยะแบบแยก
- วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

กรอบแนวคิดของโครงงานวิจัย



1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบปริมาณมลพิษของ ก๊าซไนโตรไดเจนออกไซด์ (NO_2) และ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) จากการเผาขยะรวม และขยะแต่ละประเภท

1.4.2 ทราบองค์ประกอบขยะ และความหนาแน่นของขยะชุมชน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินการ

1.5.1 สำรวจเอกสารรวบรวมข้อมูล

1.5.2 การเขียนโครงร่างโครงการ

1.5.3 การปฏิบัติการเผาขยะชุมชนในที่โล่ง

1.5.4 รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูล

1.5.5 สรุปโครงการ และจัดทำรูปเล่ม

1.6.6 การเสนอโครงการ

1.6 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ลำดับ	รายละเอียด	ธ.ค. 2551	ม.ค. 2552	ก.พ. 2552	มี.ค. 2552	เม.ย. 2552	พ.ค. 2552	ก.ค. 2552	ส.ค. 2552
1	สำรวจเอกสารรวบรวมข้อมูล	←→							
2	การเขียนโครร่างโครงการ		←→	←→					
3	ดำเนินการทดลอง				←→	←→	←→		
4	รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูล					←→	←→	←→	
5	สรุปโครงการ และจัดทำรูปเล่ม							←→	←→
6	การเสนอโครงการ								←→

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 มลภาวะอากาศ และแหล่งกำเนิด

มลพิษ หมายความว่า ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่น ๆ รวมทั้งกากตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่ถูกปล่อยจากแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนได้ และให้หมายความรวมถึง รังสี ความร้อน แสง เสียง ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่นๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย (พรบ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535)

ภาวะมลพิษ หมายความว่า สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษ ซึ่งทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษในดิน (พรบ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535)

มลภาวะอากาศ (Air Pollution) หมายความว่า ก๊าซผสมสภาวะการบรรยากาศกลางแจ้ง มีสิ่งเจือปน เช่น ฝุ่นผง ไอควัน ก๊าซต่าง ๆ ละอองไอ กลิ่น ฯลฯ อยู่ในลักษณะปริมาณ และระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้ เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือสัตว์ หรือทำลายทรัพย์สินของมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญคือฝุ่นละออง (SPM) ตะกั่ว (Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) และก๊าซโอโซน (O_3) แต่ในที่นี้เราจะกล่าวถึงแต่เนื้อหาที่เกี่ยวกับฝุ่นละอองเท่านั้น

มลภาวะอากาศเป็นปัญหาอนามัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญมีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เกี่ยวกับอนุภาคในอากาศ ซึ่งวัดในรูปของ อนุภาคแขวนลอยทั้งหมด (TSP), อนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) และ อนุภาคขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ก๊าซ เช่น ซัลเฟอร์ออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ เป็นต้น

2.1.1 **แหล่งของมลภาวะอากาศ**

- Primary Pollutants มลสารปฐมภูมิที่เกิดจากแหล่งกำเนิด

- Secondary Pollutants มลสารทุติยภูมิที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างมลสาร Primary ในอากาศ

-มลสาร มีอยู่ในอากาศ ได้สองรูปแบบ คือ ก๊าซ และแอโรโซล

2.1.2 ประเภทของสารมลพิษอากาศ(Types of Air Pollutants)

สารมลพิษอากาศแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิด คือ

1. สารมลพิษอากาศปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants) เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ขี้เถ้า และเขม่าควันดำที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ในยานพาหนะ และ เตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2. สารมลพิษอากาศทุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants) เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยา เคมี Photochemical Oxidation ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศโดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นต้น

2.1.3 ประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ (Sources of Air Pollutants)

แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

1.แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ(Natural Sources) เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทร ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของละอองเกลือ

2.แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์(Man-Made Source) เป็นแหล่งกำเนิดซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้มีการระบายสารมลพิษอากาศแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้(Mobile Sources) ได้แก่ รถยนต์ เรือยนต์ เครื่องบิน เป็นต้น

(2) แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่(Stationary Sources) หมายถึง แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสารมลพิษอากาศเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงและเกิดจากกระบวนการผลิตต่างๆ

2.1.4 มลสาร และแหล่งกำเนิด

1. ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x เช่น NO_2, NO_3, N_2O_3, N_2O_4, N_2O_5, NO และ N_2O)

เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านหินและน้ำมัน เป็นทั้งสารมลพิษปฐมภูมิและทุติยภูมิ เมื่อเครื่องยนต์ของยานพาหนะนั้นปล่อยทั้ง NO และ NO_2 ในบรรยากาศนั้น NO จะถูกออกซิไดส์เป็นไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจนที่เจือปนอยู่ในอากาศได้แก่ ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไนตริกออกไซด์ (NO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ไนโตรเจนไตรออกไซด์ (NO_3) ไนโตรเจนเซสควิออกไซด์ (N_2O_3) ไนโตรเจนเททรอกไซด์ (NO_3) และไนโตรเจนเพนทรอกไซด์ (N_2O_5) ออกไซด์ของไนโตรเจนที่พบมากที่สุดคือ NO และ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

2. คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ผลผลิตของการเผาไหม้เชื้อเพลิงอย่างไม่สมบูรณ์ของคาร์บอน และ สารประกอบคาร์บอนในอากาศ เกิดขึ้นมากในขณะที่รถยนต์เดินเครื่องอยู่กับที่ เนื่องจากการจราจรติดขัด เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อร่างกายได้รับก๊าซชนิดนี้มาก ๆ จะทำให้ร่างกายเกิดอาการขาดออกซิเจน ซึ่งจะทำให้ร่างกายอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ ง่วงนอนและหมดสติ ชัก เนื่องจากสมองขาดออกซิเจนและถึงตายได้

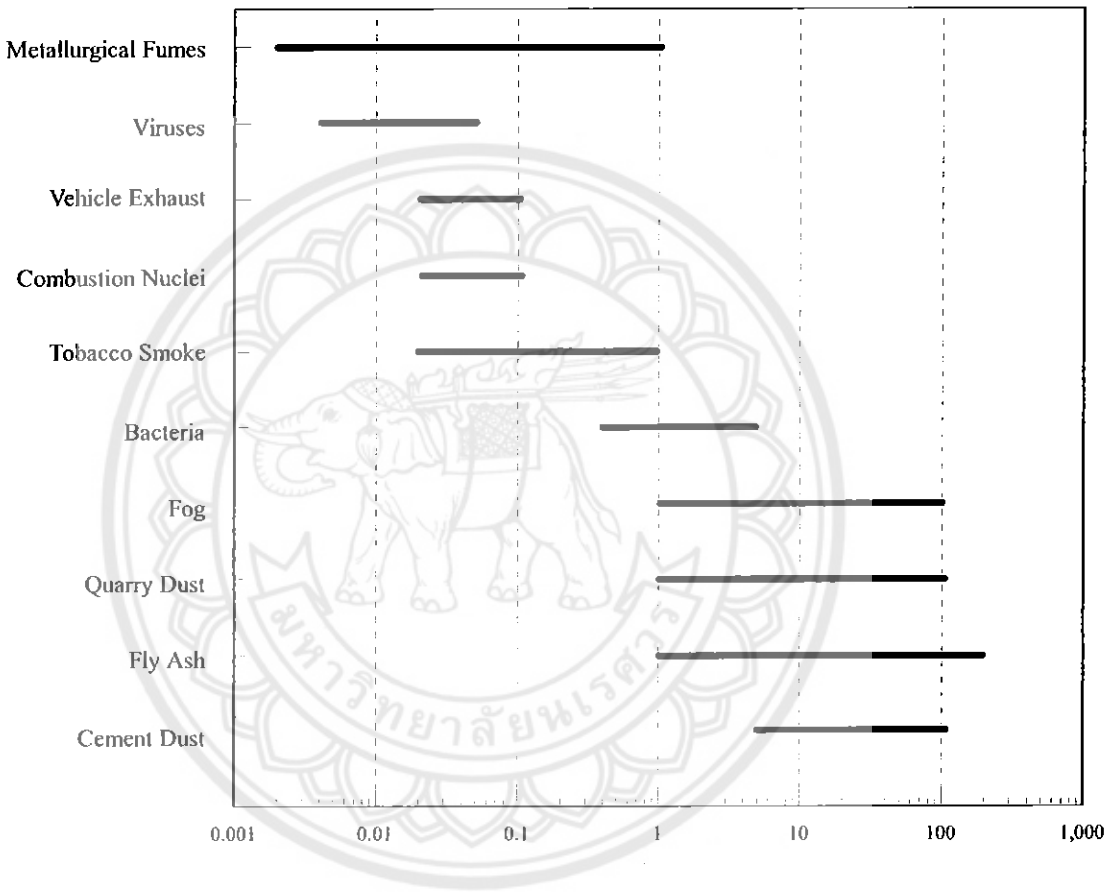
3. สารอนุภาค (Particulate Matter)

มลสารในรูปอนุภาค รวมทั้ง Fume, Mist และ Smoke ที่เกิดจากกระบวนการผลิต การขนส่งจราจร และเกิดจากแหล่งธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้นมีผลกระทบต่อปริมาณฝุ่นมากที่สุด ได้แก่ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่ง และการจราจร ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนน การก่อสร้างอาคาร หรือการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภค ฝุ่นจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การผลิตซีเมนต์ การประกอบการเกี่ยวกับ หิน กรวด ทราย หรือดิน รวมทั้งการบดหรือย่อยหินเป็นต้น

ฝุ่นละอองมีผลต่อทัศนวิสัยในการมองและทำให้วัตถุหรือสิ่งก่อสร้างถูกทำลายสึกกร่อนสกปรกแล้วยังมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจก่อให้เกิดการระคายเคือง และทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะต่าง ๆ เช่นเนื้อเยื่อปอด ทำให้เกิดแผลขึ้นได้ ทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด และถุงลมโป่งพอง เป็นต้น

ฝุ่นมีขนาดตั้งแต่ 1 นาโนเมตร ถึง 100 ไมโครเมตร และฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 100 ไมโครเมตร ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 20 ไมโครเมตรเป็น Suspended Particulate ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 15 ไมโครเมตร สามารถผ่านเข้าระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

สามารถผ่านเข้าหลอดลมได้และขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร สามารถผ่านเข้าไปถึงถุงลมที่อยู่ในปอด ซึ่งฝุ่นสามารถจับกับสารอย่างอื่นและสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจจึงทำให้การเกิดพิษได้มากขึ้น



ภาพที่ 2.1 แสดงขนาดของฝุ่น (EPA, 1991)

2.1.5 การแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ

1) ทิศทางและความเร็วลม

สารพิษทางอากาศเมื่อระบายจากแหล่งกำเนิดแล้วจะถูกลมพัดพาไป แต่ลมมักไม่ได้พัดในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา เพราะในประเทศไทยนั้น ความแน่นอนทางทิศทางลมมีน้อยมาก แม้แต่ในชั่วโมงหนึ่ง ๆ ลมก็อาจพัดไปได้หลายทิศทาง ทั้งนี้เพราะประเทศไทยเป็นเมืองร้อน มีแสงอาทิตย์ส่องมาก ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นดิน น้ำกับอากาศมีได้สูง (เพราะพื้นดินจะดูดซับความร้อนได้มากกว่าอากาศหรือน้ำ) ดังนั้น ลมจะเกิดขึ้นจากการยกตัวของอากาศที่อยู่ใกล้พื้นดิน และการพัดเข้าไปแทนที่ของอากาศที่เย็นกว่าที่เข้าไปแทนตัวอย่างระดับท้องที่ ได้แก่ ลมทะเล และตัวอย่างระดับภูมิภาค ได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ส่วนในเวลากลางคืน หรือฤดูหนาว พื้นดินจะเย็นลงเร็วกว่าอากาศหรือน้ำ ทำให้ทิศทางลมกลับกัน

ความเร็วลมก็เช่นเดียวกับทิศทางลม คือ มีความไม่คงที่ตลอดช่วงเวลา แต่ก็ยังมีผลกระทบต่อความถูกต้องของการประเมินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์น้อยกว่า ทั้งนี้เพราะความเร็วลมเป็นตัวแปรที่มีผลผูกพันกับความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศ ซึ่งจะเห็นได้จากสูตรของแบบจำลองที่จะกล่าวต่อไป ดังนั้นถึงความเร็วลมจะไม่คงที่ แต่หากได้ค่าเฉลี่ยที่ถูกต้องในช่วงเวลาที่ศึกษาผลที่ได้ก็ยังมีความถูกต้องพอสมควร ส่วนทิศทางลมนั้นหากแปรปรวนมาก ๆ

2) การแพร่กระจาย

การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศนั้นเป็นกระบวนการเจือจางโดยการแลกเปลี่ยนสถานที่ ระหว่างมลพิษกับอากาศ เช่น มวลอากาศปกติมีการเคลื่อนที่ไปมา หากมีมลพิษทางอากาศอยู่ในมวลอากาศนั้นก็จะถูกพาไปด้วย ในขณะที่มวลอากาศที่ปราศจากมลพิษจะเข้ามาแทนที่ ส่วนการแพร่กระจายในระดับโมเลกุลนั้นมีผลน้อยกว่าประมาณ 1,000 เท่าขึ้นไป กระบวนการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ ซึ่งทำหน้าที่เจือจางมลพิษทางอากาศนั้นไม่ใช่กระบวนการแพร่กระจายแบบทฤษฎี แต่เป็นการแพร่กระจายที่เกิดจากความปั่นป่วนของอากาศ และทิศทางลมที่ผันแปรไปก็มีผลต่อการแพร่กระจายด้วยการแพร่กระจายมีปรากฏอยู่ในสูตรคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในรูปของสัมประสิทธิ์การแพร่กระจาย หรือDispersion Coefficient ซึ่งมีทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง แต่ก็เป็นค่าที่ได้จากการทดลองในต่างประเทศ มิใช่แบบของ Pastquill โดยใช้เวลาในการทดสอบหลายปี และนิยมใช้ทั่วโลก โดยไม่มีการปรับแต่งอีก

3) การเปลี่ยนแปลงของมลพิษทางอากาศ

การเปลี่ยนแปลง เช่น ฝุ่นอาจตกลงสู่พื้นดิน หรือก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อาจเปลี่ยนเป็นซัลเฟตหรือไนตริกออกไซด์จะถูกออกซิไดส์เป็นไนโตรเจนไดออกไซด์นั้น ถึงแม้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะมีวิธีการที่จะรวมการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเข้ามา แต่ก็มักจะเป็นในรูปที่ง่าย ๆ เช่น กำหนดอัตราที่คงที่ต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็ไม่เป็นความจริงเสมอไปเพราะปรากฏการณ์ เช่น ฝนตกลงมาชะล้างมลพิษทางอากาศนั้นไม่มีใครทราบแน่นอนว่ามีผลอย่างไร

2.2 การเผาในที่โล่ง

"การเผาในที่โล่ง" หมายถึง การเผาวัสดุต่างๆในสถานที่ที่ควันและมลพิษถูกปล่อยสู่อากาศโดยตรงไม่ผ่านปล่องหรือกระบวนการใดที่จะกรองหรือบำบัดและกำจัดมลพิษที่ออกมา การเผาในที่โล่ง (Open burning) จึงเป็นกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศในโลกในปริมาณมากอีกแหล่งหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นทั้งจากธรรมชาติ และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย รวมทั้งส่งผลกระทบทั้งในระดับท้องถิ่นและต่อบรรยากาศโลก

การเผาในที่โล่งเกิดขึ้นได้ทั้งในเขตชุมชนและในชนบท ในเขตชุมชนนั้นส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและมักเกิดเหตุรำคาญแต่ถ้าเป็นการเผาไหม้วัสดุที่มีสารเคมีก็จะเป็นอันตรายแก่ผู้อาศัยข้างเคียง ส่วนการเผาในที่โล่งในชนบทหรือในพื้นที่การเกษตรและไฟป่านั้นจะก่อให้เกิดผลกระทบได้กว้างขวางมากกว่าทั้งในด้านความปลอดภัยต่อชีวิตและผลกระทบที่มีต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

เนื่องจากการเผาไหม้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่เสมอ เช่น ไฟป่า และการเผาในพื้นที่นาข้าวเมื่อเริ่มฤดูเพาะปลูก จึงเกิดกลุ่มควันฝุ่นละอองและสารมลพิษต่าง ๆ ในปริมาณมากซึ่งถูกลมพัดพาไปได้ไกลและมักเกิดผลกระทบต่อชุมชนเมืองและบดบังทัศนวิสัยในการขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนนที่ผ่านไปมา ขอบเขตการติดไฟในพื้นที่โล่งนั้น หลายครั้งได้ลุกลามจนยากที่จะควบคุมได้ การเผาในที่โล่งยังเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกมีภาระในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่จะระบายออกสู่บรรยากาศตามพันธกรณีของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nation Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) ในหลักการให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกต้องร่วมกันลดก๊าซเรือนกระจก อันเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน หรือปรากฏการณ์เรือนกระจกที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยได้มีการเปิดให้ประเทศต่างๆ ลงนามในระหว่างการประชุมสุดยอดด้าน

สิ่งแวดล้อม เมื่อ ปีพ.ศ. 2535 (1992 World Summite) ซึ่งประเทศไทยได้มีการลงนามในอนุสัญญานี้ด้วย

การเผาในที่โล่งนอกจากจะมีควัน เถ้าเขม่า และฝุ่นละอองต่างๆ ออกมาแล้ว ยังมีสารมลพิษอื่นๆ ด้วย เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และสารอินทรีย์ระเหย ซึ่งสร้างความรำคาญและเป็นพิษต่อสุขภาพอนามัยได้โดยตรง โดยเฉพาะต่อระบบหายใจและเกิดโรคภูมิแพ้ทางอากาศที่มีจำนวนผู้ป่วยมากขึ้นทุกปี การเผาในที่โล่งในประเทศไทยเกิดจาก 3 กิจกรรมหลัก ดังนี้

1) การเผาเศษพืชในการเกษตร

จากผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของ กรมควบคุมมลพิษตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 เป็นต้นมา พบว่า มีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศในปริมาณสูงในช่วงฤดูแล้ง ในพื้นที่จังหวัดที่มีการทำการเกษตรมาก เช่น ปทุมธานี อยุธยา อ่างทอง ราชบุรี สระบุรี กาญจนบุรี นครสวรรค์ เชียงใหม่ และขอนแก่น สาเหตุเกิดเป็นช่วงเวลาที่เกษตรกรจะทำการเผาเศษพืช เพื่อเตรียมดินสำหรับการเพาะปลูกในฤดูที่กำลังจะมาถึง ประกอบกับอากาศในช่วงฤดูแล้งมักมีสภาพที่แห้งและนิ่ง ฝุ่นละอองสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานไม่ตกสู่พื้นดิน จึงทำให้มีปริมาณฝุ่นในบรรยากาศสูง การเผาเศษวัสดุในพื้นที่การเกษตรทั่วประเทศจึงก่อให้เกิดสารมลพิษเป็นจำนวนมากรวมทั้งก๊าซเรือนกระจกด้วย

2) การเผาขยะในชุมชน

ประเทศไทยมีปริมาณขยะรวมทั้งประเทศประมาณ 14 – 15 ล้านตันต่อปี และมีอัตราเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1.8 ต่อปี การกำจัดขยะที่ถูกหลักสุขาภิบาลยังไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่ยังเป็นการกองและเผาทิ้งในที่โล่ง จึงเป็นแหล่งกำเนิดของควันฝุ่นและสารมลพิษต่างๆ นอกจากนี้ ยังมีการเผาขยะในครัวเรือน และในสถานประกอบการบางแห่งแหล่งกำเนิดฝุ่นจึงกระจายอยู่ทั่วไป กรมควบคุมมลพิษรายงานว่า ปริมาณขยะที่ไม่ได้รับการกำจัดอย่างถูกวิธี และถูกเผาเป็นครั้งคราวมีประมาณ 10 ล้านตันต่อปี และพบว่า การเผาขยะ 1 กิโลกรัมจะทำให้เกิดฝุ่นขนาดเล็ก (ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ 19 กรัม หรือแต่ละครัวเรือนจะผลิตฝุ่นจากการเผาขยะประมาณ 45.7 กรัมต่อวัน ถ้าขยะมีพลาสติกปนอยู่ด้วย การเผาในที่โลงจะก่อให้เกิดสารอินทรีย์ระเหยประมาณ 14 กรัมต่อขยะ 1 กิโลกรัม โดยมลพิษที่สำคัญได้แก่ เบนซิน (Benzene) และไดออกซิน(Dioxin) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง

3) ไฟป่า

ไฟป่าในประเทศไทยส่วนใหญ่มีสาเหตุจากคนซึ่งเป็นผู้จุดไฟด้วย วัตถุประสงค์บางประการ เช่น บุกรุกเผาป่าเพื่อเตรียมดินสำหรับเพาะปลูก เผาเพื่อหาของป่า ล่าสัตว์ และเลี้ยงสัตว์ หรือการจุดไฟในโอกาสต่างๆ ด้วยความประมาทเป็นต้น ประเทศไทยมีไฟป่าเกิดขึ้นจำนวนไม่น้อย สถิติการเกิดไฟป่า พื้นที่ป่าที่เสียหายยังไม่สามารถประเมินภาวะมลพิษจากควันไฟที่เกิดจากไฟป่าได้ว่า เกิดสารมลพิษประเภทใดบ้างและมากน้อยเท่าใด อย่างไรก็ตามแต่ละครั้งที่เกิดไฟป่าจะสังเกตเห็นได้ว่า มักเกิดหมอกควันรุนแรงเสมอโดยเฉพาะไฟป่าในระดับภูมิภาค ที่ยังคงเป็นความเสี่ยงของประเทศอาเซียน ดังเช่น ปีพ.ศ. 2550 ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ หมอกควันจากไฟป่าที่เกิดในประเทศอินโดนีเซีย และประเทศพม่าในช่วงฤดูแล้งของประเทศไทย พื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทยได้รับผลกระทบจากหมอกควันของไฟป่าที่เกิดในประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งมีตำแหน่งไฟไหม้ประมาณ 970 จุด และพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ก็ได้รับผลกระทบจากหมอกควันของไฟป่าที่เกิดในประเทศพม่าซึ่งมีตำแหน่งไฟไหม้ประมาณ 1082 จุด และเมื่อลมเปลี่ยนทิศพัดเข้าสู่ประเทศไทยทั้งตอนบน และตอนล่างของประเทศ จึงส่งผลให้ท้องฟ้ามีดครึ้มมีทัศนวิสัยต่ำกว่า 1 กิโลเมตร และปริมาณฝุ่นขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อปอดชั้นใน มีอยู่ในบรรยากาศเกิดค่ามาตรฐานเป็นเวลานานเป็นเดือน

2.2.1 การตรวจวัดและเก็บตัวอย่างมลสารในอากาศ

ขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนในการวิเคราะห์หาปริมาณของมลสารในบรรยากาศ คือ

ก. การเก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีและเครื่องมือที่เหมาะสมกับมลสารที่สนใจ

ข. การจัดการหรือกลั่นกรองพิเศษสำหรับตัวอย่างที่เก็บ

ค. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ง. การประเมินหาปริมาณของมลสารในตัวอย่างที่เก็บ

2.2.2 **ปริมาณของตัวอย่าง**

ตัวอย่างที่เก็บต้องมีปริมาณมากพอสำหรับวิธีการวิเคราะห์ที่จะใช้ เก็บตัวอย่างที่มีปริมาณต่าง ๆ

2.2.3 อัตราการเก็บตัวอย่าง

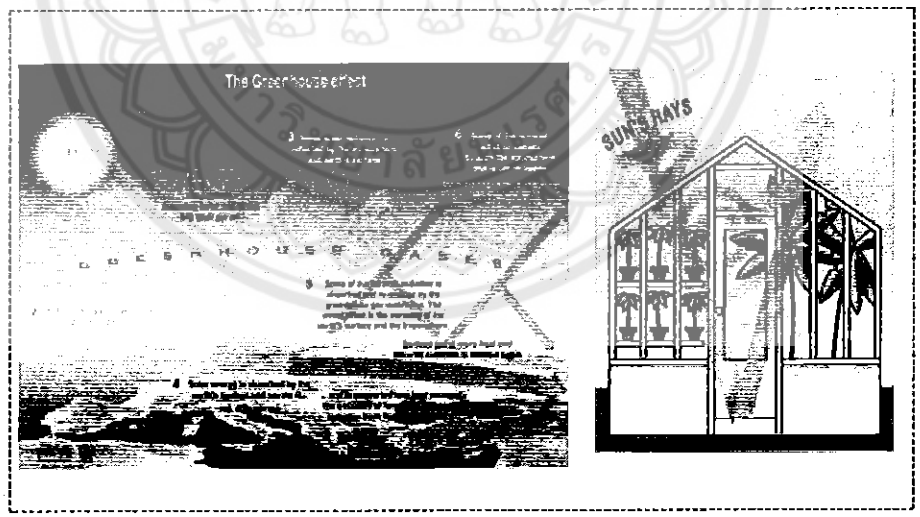
อัตราการเก็บตัวอย่างจะถูกกำหนดโดยอุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่าง การเลือกเครื่องมือและอัตราการเก็บตัวอย่างต้องกระทำให้ตรงกับจุดมุ่งหมายของโปรแกรมที่ต้องการดำเนินการ เกณฑ์สุดท้ายในการเลือกอัตราการเก็บตัวอย่าง

2.2.4 ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง

ช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างจะกำหนดค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นในช่วงเวลานั้น ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างที่สั้นที่สุด โดยทั่วไปจะให้ข้อมูลที่มีคุณค่าสูงสุด ช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างไม่ใช่สิ่งที่กำหนดขึ้นตามอำเภอใจอย่างเดียว ปัจจัยที่ร่วมกำหนดช่วงเวลาเก็บตัวอย่างที่สั้นที่สุด

2.2.5 ผลกระทบที่เกิดจากการเผาในที่โล่ง

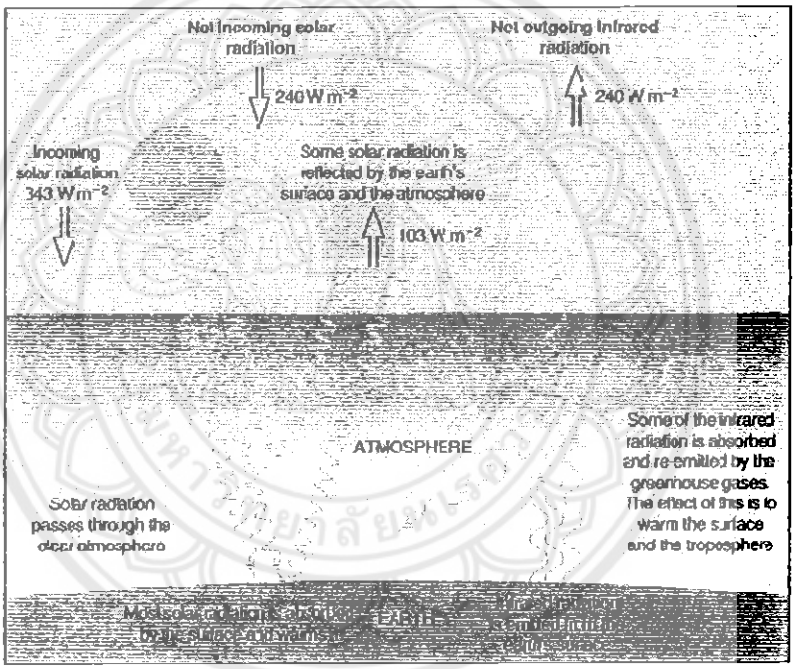
2.2.5.1 ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) อันมีสาเหตุจากปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นตัวการสำคัญ ก็กำลังได้รับความสนใจยิ่ง



ภาพที่ 2.2 แสดงการสะท้อนแสงและการถ่ายเทความร้อน ในชั้นบรรยากาศของโลก

2.2.5.2 ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect)

ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse effect) คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นผ่านลงมายังผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อน ให้กระจายอยู่ภายในชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก จึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิ และเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก



ภาพที่ 2.3 แสดงสภาวะเรือนกระจก ที่เกิดขึ้นในชั้นบรรยากาศ

ก๊าซเรือนกระจกจะประกอบไปด้วยก๊าซ ดังต่อไปนี้

1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) เป็นก๊าซในบรรยากาศ ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และ ออกซิเจน 2 อะตอม ต่อหนึ่งโมเลกุล. คาร์บอนไดออกไซด์เป็นหนึ่งในสารประกอบเคมีที่เป็นที่รู้จักมากที่สุด และมักเรียกด้วยสูตรเคมี CO_2 เมื่ออยู่ในสถานะของแข็งมักจะเรียกว่า น้ำแข็งแห้ง (dry ice) เป็นก๊าซที่มีปริมาณมากเป็นอันดับ 4 ในอากาศ รองจากไนโตรเจน ออกซิเจนและอาร์กอน

คาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การหายใจของสิ่งมีชีวิต หรือการเผาไหม้ของสารประกอบอินทรีย์ ก๊าซนี้เป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อใช้คาร์บอนและออกซิเจนในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ พืชจะปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ ทำให้สัตว์ได้ใช้ออกซิเจนนี้ในการหายใจ การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ของพืชนี้เป็นการลดก๊าซเรือนกระจกลงได้ เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซหนึ่งที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นตัวการสำคัญกักเก็บความร้อนจากแสงอาทิตย์ไว้ไม่ให้คายออกไปสู่บรรยากาศ การเผาผลาญเชื้อเพลงฟอสซิลต่างๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิง และการตัดไม้ทำลายป่าเหล่านี้ส่งผลให้ปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล อันส่งผลกระทบต่างๆมากมายไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ภัยธรรมชาติต่างๆเกิดบ่อยขึ้น

2. ก๊าซมีเทน

ก๊าซมีเทน เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของซากสิ่งมีชีวิต แม้ว่ามีก๊าซมีเทนอยู่ในอากาศเพียง 1.7 ppm แต่ก๊าซมีเทนมีคุณสมบัติของก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กล่าวคือด้วยปริมาตรที่เท่ากัน ก๊าซมีเทนสามารถดูดกลืนรังสีอินฟราเรดได้ดีกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทนมีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากการทำนาข้าว ปศุสัตว์ และการเผาไหม้มวลชีวภาพ การเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ

การเพิ่มขึ้นของก๊าซมีเทนส่งผลกระทบโดยตรงต่อภาวะเรือนกระจกมากเป็นอันดับ 2 รองจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พลังงานรวมที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ย 0.47 วัตต์/ตารางเมตร

3. ก๊าซไนตรัสออกไซด์

ปกติก๊าซชนิดนี้ในธรรมชาติเกิดจากการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตโดยแบคทีเรีย แต่ที่มีเพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน เนื่องมาจากอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมีและพลาสติกบางชนิด เป็นต้น

ก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเพิ่มพลังงานความร้อนสะสมบนพื้นผิวโลกประมาณ 0.14 วัตต์/ตารางเมตร นอกจากนั้นเมื่อก๊าซไนตรัสออกไซด์ลอยขึ้นสู่บรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ มันจะทำปฏิกิริยากับก๊าซโอโซน ทำให้เกราะป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ตของโลกลดน้อยลง

4. ก๊าซที่มีสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs)

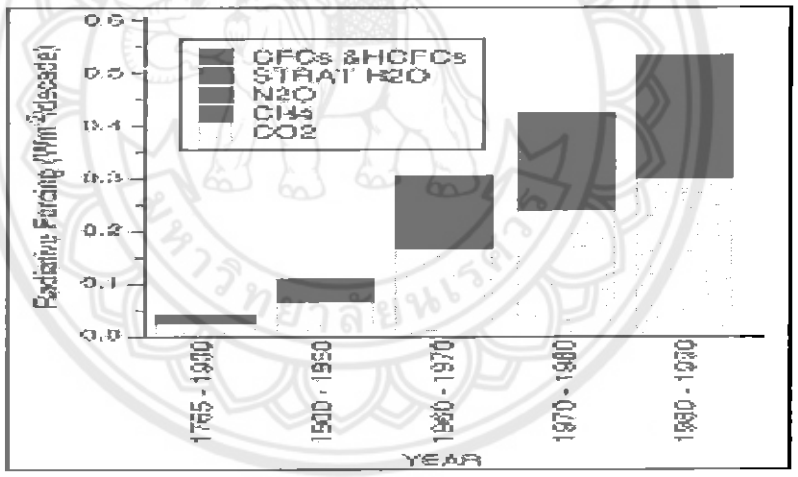
CFCs มีผลต่อชั้นโอโซน ซึ่งความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น 1 - 2 ppb จะมีผลทำให้ความเข้มข้นของโอโซนลดลง ร้อยละ 10 หรือมากกว่านั้น (Bolle และคณะ, 1989)ถึงแม้ว่ามาตรการแก้ไขปัญหาจากสาร CFCs จะนำมาใช้ แต่ปัญหาที่เกิดจาก CFCs ในอดีตก็ยังคงมีผลต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่งเนื่องจากสารประเภทนี้คงตัวอยู่ในบรรยากาศได้นาน

ตารางที่ 2.1 แสดงมาตรฐานของสารมลพิษประเภทต่างๆ ดังนี้

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม)
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
3. ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มคก./ลบ.ม)
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.

2.2.6 ผลกระทบโดยตรงของก๊าซเรือนกระจกต่ออุณหภูมิของผิวโลก

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่าก๊าซเรือนกระจกสามารถส่งผลกระทบโดยตรง คือทำให้โลกมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่บนผิวโลกและชั้นบรรยากาศมากขึ้น อันเป็นต้นเหตุให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ผลที่ตามมาก็คือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม การผันแปรของสภาพภูมิอากาศของโลกและท้องถิ่น จากรายงานของ IPCC ระบุว่าพลังงานความร้อนสะสมรวมเฉลี่ยอันเกิดจากผลกระทบโดยตรงของก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่เริ่มมีอุตสาหกรรมเกิดขึ้นบนโลกมีค่าประมาณ 2.45 วัตต์ต่อตารางกิโลเมตรในขณะที่ผลกระทบทางอ้อมที่มีต่อโอโซนมีค่าประมาณ 0.5 วัตต์ต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรง และทางอ้อมนี้มีมากกว่าผลกระทบจากตัวการอื่น ๆ



ภาพที่ 2.4 ปริมาณพลังงานความร้อนสะสมอันเป็นผลมาจากก๊าซเรือนกระจก โดย (a) แสดงปริมาณพลังงานความร้อนสะสมอันเกิดจากก๊าซเรือนกระจก และตัวการอื่นๆ

2.2.7 แนวทางในการแก้ไขปัญหาการเผาในที่โล่ง

ผลจากเหตุการณ์หมอกควันจากประเทศอินโดนีเซียในปี พ.ศ. 2540 ที่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษทางอากาศคลอบคลุมหลายประเทศ ทำให้ประเทศอาเซียนต้องประชุมเจ้าหน้าที่อาวุโสเฉพาะกิจด้านหมอกควันหลายครั้ง เพื่อหาแนวทางให้แต่ละประเทศควบคุมกิจกรรมที่อาจก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันข้ามแดน มิให้เกิดเหตุการณ์นั้นอีก ซึ่งในที่สุดที่ประชุมรัฐมนตรีอาเซียนด้านหมอกควันได้มีมติเมื่อวันที่ 16 เมษายน 2542 เห็นชอบตามข้อเสนอของที่ประชุมเจ้าหน้าที่อาวุโสให้ทุกประเทศในภูมิภาคอาเซียนมีการบังคับใช้นโยบายการห้ามเผา (Zero Burning Policy)

ต่อมาคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้มีมติเรื่องข้อตกลงอาเซียนเรื่องมลพิษจากหมอกควันข้ามแดน เมื่อวันที่ 6 ธันวาคม 2544 เห็นชอบให้มีการควบคุมการเผาในที่โล่ง โดยระยะแรกให้เป็นการพัฒนาทางเลือกแก่เกษตรกร ด้วยการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้เกษตรกรนำเศษวัสดุทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์แทนการเผา และเมื่อมีเกษตรกรยอมรับมากขึ้น จึงค่อยออกกฎหมายควบคุมต่อไป และเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2545 คณะรัฐมนตรีได้มีมติให้กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ลงนามในข้อตกลงอาเซียนฯ ดังกล่าว โดยให้ประเทศไทยเป็นภาคีสมาชิกโดยสมบูรณ์ แต่จะดำเนินการเมื่อมีความพร้อมในทางปฏิบัติ และเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2546 คณะรัฐมนตรีได้มีมติเห็นชอบตามคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติดำเนินการดังนี้

1) ให้ประเทศไทยร่วมให้สัตยาบันต่อข้อตกลงอาเซียน เรื่องมลพิษจากหมอกควันข้ามแดนโดยให้กระทรวงการต่างประเทศเป็นผู้ให้สัตยาบัน

2) เห็นชอบ (ร่าง) แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการควบคุมการเผาในที่โล่ง และให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับไปจัดทำแผนปฏิบัติการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

สำหรับแผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการควบคุมการเผาในที่โล่งของประเทศไทยนั้น มีเป้าหมายหลักดังนี้

2.1) ลดพื้นที่ไฟป่าให้เหลือไม่เกินปีละ 300,000 ไร่

2.2) จัดการเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรทดแทนการเผาในพื้นที่อย่างน้อย 600,000 ไร่ ในปี พ.ศ. 2550

2.3) นำเศษวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรมาใช้เป็นพลังงานชีวมวลทดแทนการใช้พลังงานในเชิงพาณิชย์ คิดเป็นร้อยละ 21 และ 25 ของความต้องการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2549 และปี พ.ศ. 25554 ตามลำดับ

2.4) ลดการเผาของขยะในที่โล่ง โดยจัดให้มีการกำจัดขยะอย่างถูกหลักวิธีและปลอดภัยไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจังหวัดทั้งหมด และมีการใช้ประโยชน์จากขยะไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2549

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จัดทำแผนบูรณาการการดำเนินงานการควบคุมการเผาในพื้นที่การเกษตรเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ จากฟางข้าว และซังข้าวโพด เพื่อลดการเผาในพื้นที่เกษตรตามข้อสั่งการของ ฯพณฯท่าน นายกรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 16 ธันวาคม 2547 โดยกรมควบคุมมลพิษร่วมกับ กรมพัฒนาที่ดิน กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร ได้ปรับปรุงแนวทางการดำเนินโครงสร้างเครือข่ายเกษตรกรปลอดการเผา โดยเพิ่มบทบาทภาคเอกชน ประชาชน และเกษตรกร ให้มีส่วนร่วมในการสร้างเครือข่ายเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยีปลอดการเผา ซึ่งได้มีการอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้อุปกรณ์เครื่องมือแทนการเผา และได้มีการทบทวนความเหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์บริการเครื่องจักรกลการเกษตรปลอดการเผา โดยให้ภาครัฐเป็นผู้ริเริ่มรวมทั้งสนับสนุนการจัดตั้งศูนย์บริการฯ พร้อมกับทำการฝึกอบรมและสาธิตให้เกษตรกร

นอกจากนี้ ยังได้มีการดำเนินการในภาคปฏิบัติในการสาธิตการไถกลบตอซัง และใบอ้อยด้วยเครื่องจักรในพื้นที่เพาะปลูกกว่า 1,140 ไร่ ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ชัยนาท อยุธยา และสุพรรณบุรี ทำการสำรวจข้อมูล สภาพปัญหาการเผาในพื้นที่การเกษตรเพื่อให้ทราบถึงทัศนคติและวิธีปฏิบัติของเกษตรกรและทำการประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ แก่เกษตรกรเกี่ยวกับผลกระทบของการเผาในที่โล่ง และทางเลือกในการเตรียมดินแทนการเผา

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร

2.3 ขยะชุมชน

ขยะชุมชน (Municipal solid waste) หมายถึง ขยะที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน เช่น ตลาดสด บ้านพักอาศัย ธุรกิจร้านค้า สถานประกอบการ สถานบริการ สถาบันต่างๆ รวมทั้งเศษวัสดุ ก่อสร้าง ทั้งนี้ไม่รวมของเสียอันตรายและมูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งประเภทของขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนสามารถจำแนกได้หลายรูปแบบ ดังนี้

2.3.1 จำแนกตามคุณสมบัติ

1. ขยะที่ย่อยสลายได้ง่าย ได้แก่ เศษอาหาร ผัก ผลไม้ กระดาษและไม้
2. ขยะที่ย่อยสลายยากหรือไม่ได้เลย ได้แก่ พลาสติก แก้ว โลหะ ผ้า หนัง โฟม และอื่นๆ
3. ขยะอันตรายหรือสารเคมี ซึ่งมาจากแหล่งกำเนิด 4 ประเภท คือ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม บ้านพักอาศัย และสถานพยาบาล

สำหรับขยะชุมชน (ยกเว้นขยะอันตราย) ประกอบด้วย สารอินทรีย์ (ย่อยสลายง่าย) และสารอนินทรีย์ (ย่อยสลายยาก) โดยสารอินทรีย์ ประกอบด้วย เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เส้นใยสังเคราะห์ ยาง หนัง และ ไม้ ส่วนสารอนินทรีย์ ประกอบด้วย แก้ว กระป๋องดีบุก อลูมิเนียม โลหะ และอุปกรณ์เครื่องครัว สำหรับประเทศที่มีการพัฒนาด้านการจัดการขยะค่อนข้างดีขยะชุมชนจะถูกแยกโดยการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งสารอนินทรีย์ส่วนมากจะถูกนำกลับไปใช้ใหม่ ในขณะที่สารอินทรีย์จะถูกส่งไปกำจัด (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

2.3.2 แหล่งกำเนิดของขยะ

แหล่งชุมชนมีกิจกรรมทั้งจากการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งจัดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของขยะที่สำคัญ ประกอบกับมีความก้าวหน้าทางวิทยาการและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ยิ่งมีส่วนสำคัญในการเพิ่มปริมาณขยะ ซึ่งขยะเหล่านี้มีทั้งขยะทั่วไป ขยะอันตราย ขยะอิเลคทรอนิคส์ต่างๆ ซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน แหล่งกำเนิดของขยะสามารถแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของแต่ละพื้นที่(http://health.hcu.ac.th/EH4052/) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งลักษณะตามเขตการปกครอง ได้แก่ มูลฝอยในเขตเทศบาล และมูลฝอยนอกเขตเทศบาล (องค์การบริหารส่วนตำบล)

2. การแบ่งตามการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ได้แก่ ขยะชุมชน (Municipal Wastes) ขยะจากการเกษตร (Agricultural Wastes) ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial Wastes) และขยะจากสถานพยาบาล (Hospital Wastes) รายละเอียดดังนี้

ขยะชุมชน (Municipal Wastes) แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ขยะจากบ้านพักอาศัย (Residential Waste) ขยะที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีพของคนที่อยู่อาศัยอยู่ในบ้านพักอาศัยหรือ อาคารชุดหรือ อพาร์ทเมนต์ ได้แก่ เศษอาหารจากการเตรียมอาหารหรือจากการเหลือใช้ เศษกระดาษ เศษพืชผัก ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก ใบไม้ ภาชนะหรือ อุปกรณ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมสภาพ เศษแก้ว เป็นต้น

2) ขยะจากธุรกิจการค้า (Commercial Waste) หมายถึง ขยะที่เกิดจากสถานที่ที่มีการประกอบกิจการค้าขาย ขนส่ง หรือบริการทางการค้าซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเป็นสินค้าประเภทใด ได้แก่ อาคารสำนักงาน ตลาด ร้านอาหาร ร้านของชำ โรงแรม ซึ่งมักจะมีภาชนะเก็บขยะเป็นของตนเอง ขยะที่เกิดอาจมีเศษอาหาร เศษแก้ว พลาสติก เศษวัสดุก่อสร้างหรืออาจมีของเสียอันตรายปนอยู่ด้วย

3) ขยะจากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ (Recreational Waste) หมายถึง ขยะเกิดจากสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ สถานที่ท่องเที่ยว ได้แก่ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ชายหาด ทะเลสาบ สระว่ายน้ำ หรืออาจเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นแหล่งศิลปกรรม ได้แก่ โบราณสถานต่างๆ วัดวาอาราม กิจกรรมในการพักผ่อนมักต้องมีการรับประทานอาหาร เครื่องดื่มต่างๆ ทำให้เกิดขยะ ในอเมริกา พบว่าขยะที่เกิดจากการตั้งแคมป์จะเกิดประมาณ 1 ปอนด์ต่อคนต่อวัน และชนิดของขยะนั้นจะขึ้นอยู่กับผู้ที่พักผ่อนหย่อนใจ ส่วนใหญ่ขยะที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้จะเป็นเศษอาหาร เศษวัสดุบรรจุภัณฑ์ทั้งหลาย

2.4 ขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอย หมายถึง บรรดาสิ่งของที่ไม่ต้องการใช้แล้ว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง จะเน่าเปื่อยหรือไม่ก็ตาม รวมตลอดถึง เถ้า ซากสัตว์ มูลสัตว์ ฝุ่นละออง และเศษวัตถุที่ทิ้งแล้วจากบ้านเรือน ที่พักอาศัย สถานที่ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่สาธารณะ ตลาดและโรงงานอุตสาหกรรม ยกเว้น อุจจาระ และปัสสาวะของมนุษย์ ซึ่งเป็นสิ่งปฏิกูล วิธีจัดเก็บและกำจัดแตกต่างไปจากวิธีการจัดขยะมูลฝอย

2.4.1 ประเภทของขยะมูลฝอย จำแนกประเภทได้ดังนี้

1. ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ เช่น เศษไม้, ใบหญ้า, พลาสติก, กระดาษ, ผ้า, สิ่งทอ, ยาง ฯลฯ

2. ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ไม่ได้ ได้แก่ เศษโลหะ เหล็ก แก้ว กระเบื้อง เปลือกหอย หิน ฯลฯ

3. ขยะมูลฝอยที่ไม่เป็นพิษหรือขยะมูลฝอยทั่วไป ได้แก่ ขยะมูลฝอยที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านค้า เช่น พวกเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก เปลือกและใบไม้ เป็นต้น

4. ขยะมูลฝอยที่เป็นพิษ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตมนุษย์ตลอดจนสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้แก่ ของเสียที่มีส่วนประกอบของสารอันตรายหรือของเสียที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือติดไฟง่าย หรือมีเชื้อโรค ติดต่อปะปนอยู่ เช่น ซากถ่านไฟฉาย ซากแบตเตอรี่ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ กากสารเคมี สำลี และ ผ้าพันแผลจากโรงพยาบาล

2.4.2 การแบ่งประเภทขยะตามลักษณะของส่วนประกอบของขยะมูลฝอย

มีประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. กระดาษ ถุงกระดาษ กล่อง ลัง เศษกระดาษจากสำนักงาน

2. พลาสติก มีความทนทานต่อการทำลายได้สูง วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติก เช่น ถุงภาชนะ ของเด็กเล่น ของใช้

3. แก้ว วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้ว เช่น ขวด หลอดไฟ เศษกระจก ฯลฯ

4. เศษอาหาร ผัก ผลไม้ ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ ย่อยสลายได้ง่าย เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้ขยะเกิดกลิ่นเหม็น ส่งกลิ่นรบกวนหากไม่มีการเก็บขนออกจากแหล่งทิ้งทุกวัน

5. ผ้าสิ่งทอต่าง ๆ ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติ และใยสังเคราะห์ เช่น ผ้าไนล่อน ขนสัตว์ ลินิน ฝ้าย

6. ยางและหนัง เช่น รองเท้า กระเป๋า บอลล์

7. ไม้ เศษเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ เก้าอี้ ฯลฯ

8. หิน กระเบื้อง กระดูก และเปลือกหอย พวกนี้ไม่เน่าเปื่อย พบมากในแหล่งก่อสร้างตึกที่ทุบทิ้ง

9. โลหะต่าง ๆ เช่น กระป๋อง ลวด สายไฟ ตาปู

10. อื่น ๆ ที่ไม่อาจจัดกลุ่มได้

2.4.3 การแบ่งประเภทขยะตามแหล่งที่มา

1. ขยะมูลฝอยจากถนน (Street Refuse) ได้แก่ เศษสิ่งของต่าง ๆ ที่ปรากฏและกวาดจากถนน ตรอก ซอย เช่น เศษกระดาษ ผง ฝุ่น ใบไม้ พลาสติก อิฐ หิน ทราย กรวด

2. ขยะมูลฝอยที่เกิดจากสิ่งที่เหลือจากการเผาไหม้ที่เรียกว่า ขี้เถ้า (Ashes) เช่น เถ้าที่เกิดจาก เตาไฟ, การเผาถ่าน ฯลฯ

3. ขยะมูลฝอยจากการก่อสร้าง (Construction Refuse) ได้แก่ เศษวัสดุก่อสร้าง เช่น เศษไม้ เศษกระเบื้อง เศษปูน อิฐหัก ฯลฯ

4. ขยะมูลฝอยจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (Demolition Refuse) ได้แก่ เศษสิ่งที่ไม่ต้องการที่เกิด

2.4.4 แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย

แหล่งชุมชน กิจกรรมอุตสาหกรรม และกิจกรรมเกษตร จัดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของขยะมูลฝอยที่สำคัญ เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นขยะมูลฝอยก็จะเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ประกอบกับมีการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ก็ยิ่งทำให้มีขยะมูลฝอยใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมาย ขยะมูลฝอยเหล่านี้มีทั้งขยะมูลฝอยทั่วไปและของเสียอันตราย แต่ละประเภทมีลักษณะแตกต่างกัน

2.4.5 ปริมาณและลักษณะของขยะมูลฝอยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. ลักษณะชุมชนหรือที่ตั้งของท้องถิ่น ชุมชนการค้า (ตลาด ศูนย์การค้า) จะมีปริมาณขยะมูลฝอยมากกว่าชุมชนที่อยู่อาศัย ส่วนบริเวณเกษตรกรรม จะมีปริมาณขยะมูลฝอยอีกรูปแบบหนึ่ง

2. ความหนาแน่นของประชากรในชุมชน

บริเวณที่อยู่อาศัยหนาแน่นปริมาณขยะเก็บมากกว่าบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่น้อย เช่น บริเวณ แฟลต คอนโดมิเนียม ทาวน์เฮาส์ ซึ่งมีผู้อยู่อาศัยหลาย ครอบครัว ปริมาณขยะมีมาก

3. ฤดูกาล

มีผลต่อการเปลี่ยนปลงของปริมาณขยะเป็นอย่างมาก เช่น ฤดูที่ผลไม้มาก ปริมาณขยะมูลฝอยจำพวกเปลือก เม็ดของผลไม้จะมีมาก เพราะเหลือจากการบริโภคของประชาชน ถ้าผลไม้ยิ่งออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ยิ่งทำให้มีเปลือกและเศษผลไม้ทิ้งมากในปีนั้น

4. สภาวะเศรษฐกิจ

ชุมชนที่มีฐานะดี ย่อมมีกำลังซื้อสินค้าสูงกว่าชุมชนที่มีฐานะเศรษฐกิจต่ำ จึงมีขยะมูลฝอยมากตามไปด้วย ชุมชนที่มีฐานะเศรษฐกิจดี จะมีขยะมูลฝอยจากบรรจุภัณฑ์ เช่น กล่อง กระป๋อง โฟม ถุงพลาสติก ส่วนพวกฐานะที่ไม่ดีมักเป็นเศษอาหาร เศษผัก

5. อุปนิสัยของประชาชนในชุมชน

ประชาชนที่มีอุปนิสัยรักษาความสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อยจะมีปริมาณขยะมูลฝอยในการเก็บขนมากกว่าประชาชนที่มีอุปนิสัยมักง่ายและไม่เป็นระเบียบ ซึ่งจะทิ้งขยะมูลฝอยกระจัดกระจาย ไม่รวบรวมเป็นที่เป็นทาง ปริมาณขยะมูลฝอยที่จะเก็บขนจึงน้อยลง แต่ไปมากอยู่ตามลำคลอง ถนนสาธารณะ ถนน ที่สาธารณะ เป็นต้นตัวแปรอีกตัวหนึ่งคือ พฤติกรรมการบริโภคและค่านิยมของคนแต่ละกลุ่ม มีผลต่อลักษณะของขยะมูลฝอย เช่น กลุ่มวัยรุ่นนิยมอาหารกระป๋อง น้ำขวด อาหารใส่โฟม พลาสติก กล่องกระดาษ

6. การจัดการบริการเก็บขยะมูลฝอย

องค์ประกอบนี้ก็เป็นผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณขยะมูลฝอย ถ้าบริการเก็บขยะมูลฝอยไม่สม่ำเสมอประชาชนก็ไม่กล้านำขยะมูลฝอยออกมา ความไม่สะดวกในการจัดเก็บขยะมูลฝอย เพราะรถขนขยะมูลฝอยไม่สามารถเข้าชุมชนได้ เนื่องจากถนนหรือตรอก ซอยแคบมาก ต้องใช้ภาชนะขนถ่ายอีกทอดหนึ่ง ก็ทำให้ปริมาณขยะมูลฝอยเหลือจากการเก็บอีกมาก

7. ความเจริญของอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

เนื่องจากคนบริโภคอาหารสำเร็จรูปกันมากขึ้น ทั้งภาชนะฟุ่มเฟือย ขวด กระป๋อง กล่องถุงพลาสติก ฯลฯ กันมาก

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
05200090 ฐ6074677 ปก. 25
ฉ777ม
ส572

2.4.6 ปริมาณมูลฝอยในประเทศไทย

ขยะมูลฝอย ที่เกิดขึ้นทั่วประเทศไทยปริมาณวันละกว่าหมื่นตัน ซึ่งเป็นขยะมูลฝอยจากกรุงเทพมหานครถึง 7 พันตัน / วัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณขยะที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ พบว่าปีหนึ่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.7 โดยในเขตกรุงเทพมหานคร เพิ่มขึ้นร้อยละ 17.5 ในเขตเทศบาล เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.6 นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.7 ร้อยละ 23 ของขยะที่เกิดขึ้นทั่วประเทศเป็นขยะที่เกิดในกรุงเทพมหานคร

จากสภาพดังกล่าวจะต้องเร่งแก้ไขอย่างด่วน โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครซึ่งคาดว่าในปี พ.ศ. 2546 กรุงเทพมหานครจะมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นถึง 10,000 ตัน / วัน และใน พ.ศ. 2547 จะเพิ่มเป็น 40,000 ตัน / วัน

2.4.7 ผลกระทบจากขยะมูลฝอยต่อสิ่งแวดล้อม

ขยะ เศษวัสดุ ของเสีย มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกขณะ เนื่องจากการขยายตัวของเมือง การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกสบาย การอยู่อาศัยอย่างหนาแน่น หากใช้วิธีกำจัดที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ย่อมก่อให้เกิดปัญหาตามมา

2.4.8 ปัญหาจากสภาพสิ่งแวดล้อมขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอย เป็นตัวการสำคัญประการหนึ่ง ที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม เมื่อมีขยะมูลฝอยจำนวนมาก แต่ชุมชนไม่สามารถเก็บขนและกำจัดขยะมูลฝอยได้อย่างหมดจดหรือจัดการขยะมูลฝอยอย่างไม่ถูกสุขลักษณะ ดังนั้นขยะมูลฝอยจึงเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังนี้ คือ

1. อากาศเสีย เกิดจากการเผาขยะมูลฝอยกลางแจ้ง ก่อให้เกิดควันและสารพิษทางอากาศทำให้ คุณภาพอากาศเสื่อมโทรม

2. น้ำเสีย เกิดจากกองขยะมูลฝอยบนพื้น เมื่อฝนตกลงมาบนกองขยะมูลฝอยจะเกิดน้ำเสียมีความสกปรกมาก ซึ่งจะไหลลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดภาวะมลพิษของแหล่งน้ำ

3. แหล่งพาหะนำโรค เกิดจากการกองขยะมูลฝอยบนพื้นเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของหนูและแมลงวัน เป็นต้น ซึ่งเป็นพาหะนำโรคติดต่อทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

4. เหตุรำคาญและความไม่น่าดู

เกิดจากการเก็บขนขยะมูลฝอยไม่หมด รวมทั้งการกองขยะมูลฝอยบนพื้น ซึ่งจะส่งกลิ่นเหม็นรบกวนประชาชนและเกิดภาพไม่สวยงาม ไม่เป็นสุนทรียภาพ

2.4.9 การกำจัดขยะมูลฝอย

วิธีการกำจัดขยะมูลฝอย (Method of Refuse Disposal) มีหลายวิธีด้วยกัน เป็นวิธีที่ดี ถูกสุขลักษณะบ้างไม่ถูกสุขลักษณะบ้าง เช่น นำไปกองไว้บนพื้นดิน, นำไปทิ้งทะเล, นำไปฝังกลบ, ใช้ปรับปรุงพื้นที่, เผา, หมักทำปุ๋ย, ใช้เลี้ยงสัตว์ ฯลฯ การจัดการและการกำจัดขยะ แต่ละวิธีต่างมีข้อดีข้อเสียต่างกัน การพิจารณาว่าจะเลือกใช้วิธีใดต้องอาศัยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ ปริมาณของขยะที่เกิดขึ้น รูปแบบการบริหารของท้องถิ่น, งบประมาณ, ชนิด – ลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย, ขนาด สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ที่จะใช้กำจัดขยะมูลฝอย, เครื่องมือเครื่องใช้, อาคารสถานที่, ความร่วมมือของประชาชน, ประโยชน์ที่ควรจะได้รับ, คุณสมบัติของขยะ เช่น ปริมาณของอินทรีย์ อนินทรีย์สาร การปนเปื้อนของสารเคมีที่มีพิษและเชื้อโรค ปริมาณของของแข็งชนิดต่าง ๆ ความหนาแน่น ความชื้น ขยะที่เกิดขึ้นในชุมชนเมืองมีแหล่งที่มาจากอาคาร บ้านเรือน บริษัท ห้างร้าน โรงงาน อุตสาหกรรม โรงพยาบาล ตลาด และสถานที่ราชการ ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันจะประกอบด้วยเศษอาหาร กระดาษ เศษแก้ว เศษไม้ พลาสติก เศษดิน เศษหิน ขี้เถ้า เศษผ้า และใบไม้ กิ่งไม้ โดยมีปริมาณของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

2.4.10 การจัดการและกำจัดขยะมูลฝอย ที่ใช้กันอยู่ มีวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. การนำขยะไปหมักทำปุ๋ย (Composting method)

โดยแยกขยะอันตราย ขยะติดเชื้อออกไปกำจัดเป็นพิเศษเสียก่อน ส่วนขยะพวกสารอินทรีย์ย่อยสลายได้ง่าย พวกผักผลไม้ไม่ต้องการ เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะเกิดการเน่าเปื่อย สามารถนำขยะที่ผ่านการย่อยสลายนั้นมาใส่ปรับปรุงคุณภาพดินได้ นำขยะไปทำเป็นปุ๋ยสำหรับใช้บำรุงดิน เพื่อการเกษตรการย่อยสลายตามกระบวนการธรรมชาติ (Composting) เป็นการนำขยะประเภทอินทรีย์วัตถุไปรวมกันไว้ แล้วปล่อยให้ขยะถูกย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติหรือโดยวิธีช่วยกระตุ้นให้ขยะถูกย่อยสลายเร็วขึ้น การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ใช้กันทั่วไปในยุโรปและเอเชีย ในประเทศไทยเองโดยเฉพาะกรุงเทพมหานครก็ใช้วิธีนี้คือการนำขยะไปรวมกันไว้ในแหล่งรวมขยะ

การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ จะมีปัญหาอยู่ที่การแยกขยะประเภทอินทรีย์วัตถุออกมาจากขยะประเภทอื่น ๆ บริเวณที่รวมขยะอาจไม่อยู่ห่างไกลจากชุมชนและขยะที่นำมากองรวมไว้ในปริมาณมากจะส่งกลิ่นเหม็น ทำให้แหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียงเน่าเสีย เกิดทัศนียภาพที่ไม่น่าดู และจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะเป็นบริเวณกว้าง ขยะประเภทอินทรีย์สารที่สามารถย่อยสลายได้ที่นำไปรวมกันไว้ จะอาศัยกระบวนการทางชีวเคมีของจุลินทรีย์ให้กลายเป็นแร่ธาตุที่ค่อนข้างคงรูป ที่

เรียกว่า " ปุ๋ย " มีสีเทา หรือน้ำตาลเข้มเกือบดำ ไม่มีกลิ่น กากที่เหลือจากการย่อยสลายจะมีลักษณะคล้ายดินร่วม มีความร่วนซุยสูง มีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำได้ดี ดูดซึมน้ำได้ดีแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ากับผิวดินได้ดีเท่ากับดินเหนียว จึงเหมาะที่จะนำปุ๋ยนี้ไปใช้ในการปรับสภาพดิน แม้ดินทรายเมื่อนำปุ๋ยนี้ไปใส่ จะทำให้อุ้มน้ำได้ดีขึ้น หรือใช้กับดินเหนียวจะทำให้ดินร่วนซุยขึ้น และยังสามารถนำไปเป็นอาหารของพืชเพื่อบำรุงต้นไม้ได้ดี มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ไม่ทำให้ดินเป็นกรดหรือด่าง ขยะที่เก็บมากองรวมกันไว้นั้น มักจะมีอินทรีย์วัตถุปนอยู่ไม่น้อย ซึ่งขยะประเภทนี้เป็นอาหารของ จุลินทรีย์ในธรรมชาติ จะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์สารด้วยจุลินทรีย์ ซึ่งมีอยู่ 2 กลุ่มใหญ่ คือ Aerobic organisms ซึ่งมีความร้อนเกิดจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ อันเป็นความร้อนเกิดจากการสลายตัวของขยะ สูงถึง 65 องศาเซลเซียส เมื่อทำการหมักในเวลานาน ก็จะทำให้เชื้อโรคและพยาธิถูกทำลายไปได้ กับอีกกลุ่มคือ Anaerobic organisms ก็มีความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยา แม้จะไม่สูงมากนัก แต่เชื้อจุลินทรีย์และพยาธิต่าง ๆ ก็จะตายได้เหมือนกัน ความร้อนนำไปใช้เป็นพลังงานได้ การหมักด้วย Aerobic process จะต้องปรับปรุงสภาวะของขยะให้เหมาะสมก่อนหมัก เช่น ขนาดของขยะไม่ควรโตกว่า 5 ซม. ความชื้น 40 – 65 % ต้องพยายามคัดแยกวัตถุพวกที่ไม่ย่อยสลายออกให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ถังหมักจะต้องมีช่องให้อากาศผ่านได้ โดยอาจจะต้องใช้เครื่องเป่าอากาศช่วย พร้อมทั้งจะต้องมีการกลับขยะให้สัมผัสอากาศอยู่เสมอ จึงจะย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว ระยะเวลาที่ใช้หมักประมาณ 5 – 20 วัน แต่การหมักด้วย Anaerobic Process ไม่ต้องใช้อากาศช่วย จึงหมักได้ในถังปิดหรือในหลุมดิน ความชื้นควรสูงเกินกว่า 70 องศาเซลเซียสขึ้นไป ถ้าใช้ถังปิดจะต้องมีท่อระบายก๊าซออก ขยะจากกสิกรรมและพวกมูลสัตว์ จะได้พวกก๊าซชีวภาพ (Bio – gas) ซึ่งมีปริมาณมีเทน (CH_4) ปะปนอยู่ 40 – 70 % โดยปริมาตรทำให้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม แสงสว่าง ตู้เย็น เครื่องยนต์

เกิดปฏิกิริยาเคมีดังนี้ $CH_4 + 2O_2 + 2H_2O + CO_2 + Heat$

<u>ข้อดี</u> ของการกำจัดขยะมูลฝอยแบบหมักทำปุ๋ย

- ได้ปุ๋ย ไปใช้
- ตั้งโรงงานกำจัดในเขตชุมชนได้ ถ้าหากมีมาตรการป้องกันความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม และเหตุรำคาญ ประหยัดค่าขนส่ง
- การแยกขยะมูลฝอย ก่อนหมักทำปุ๋ย จะได้เศษโลหะแก้ว กลับไปทำประโยชน์ได้อีก

ข้อเสีย

- ถ้าดำเนินการไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการจะเกิดปัญหากลิ่นเหม็น เนื่องจากการย่อยสลายไม่สมบูรณ์

- สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการแยกขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายไม่ได้ เพื่อนำไปกำจัดโดยวิธีอื่น

2. การนำขยะไปเทกองกลางแจ้ง หรือการนำขยะไปทิ้งไว้ตามธรรมชาติ (Open Dump)

เทศบาล สุขาภิบาล ในประเทศไทย มีให้เห็นกันอยู่ทั่วไป เนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการฝังกลบ ปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติเป็นการกำจัดขยะที่ง่ายและลงทุนน้อย แต่ในปัจจุบันที่ดินแพงมาก ที่สาธารณะ หรือที่รกร้างว่างเปล่าก็เกือบไม่หลงเหลืออยู่เลย วิธีนี้ต้องใช้พื้นที่มากด้วยและชุมชนเมืองยิ่งขยายตัว

3. การเผาด้วยความร้อนสูง หรือการกำจัดโดยใช้เตาเผา (Incineration)

ข้อดี คือใช้พื้นที่น้อย และสามารถนำความร้อนที่เกิดจากการเผาขยะไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก เช่น ผลิตไฟฟ้า แต่มีข้อเสียจำกัดที่ราคาในการก่อสร้างและดำเนินการเผาสูง และยังอาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ การสร้างโรงงานเผาขยะ (Incineration) เป็นการเก็บขยะไปเผาในเตาเผาในโรงงานที่จัดสร้างขึ้นโดยใช้ความร้อนสูงประมาณ 1,700 – 1,800 องศาฟาเรนไฮต์ (หรือ 676 – 1,100 องศาเซลเซียส) ซึ่งจะทำให้ขยะมูลฝอยที่เผาไหม้ได้ถูกเผาอย่างสมบูรณ์กลายเป็นขี้เถ้า ทำให้ขยะลดปริมาณลงได้ดีถึงร้อยละ 75 – 95 การกำจัดขยะโดยวิธีนี้ช่วยให้ลดปริมาณขยะลงได้มาก โดยเพียงแต่นำขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไปทิ้งในบริเวณที่จัดไว้ต่อไป

ข้อเสีย ของการกำจัดขยะโดยวิธีนี้คือ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงงาน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การดูแลรักษาค่อนข้างสูง ต้องแยกขยะที่เผาไหม้ได้และที่เผาไหม้ไม่ได้ออกจากกัน และการเผาขยะเองก็ย่อมให้เกิดอากาศเสียขึ้น อย่างไรก็ตาม การกำจัดขยะโดยการเผาในโรงงานนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะเป็นวิธีการกำจัดขยะที่ดีที่สุดเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน

การเผา (Incineration) หมายถึงการกำจัดขยะโดยการเผาด้วยเตาเผาขยะ (Incinerator) ไม่รวมถึงการกองแล้วเผากลางแจ้ง ทั้งนี้เพราะการเผากลางแจ้งจะอยู่ในอุณหภูมิไม่พอที่จะทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ได้ จึงมักจะเกิดปัญหาภาวะมลพิษในอากาศ (air pollution) และก่อให้เกิดความรำคาญเนื่องจากกลิ่นควัน และละอองเขม่า การเผาด้วยเตาเผาขยะควรมีความร้อนระหว่าง 676 – 1,100 องศาเซลเซียส ความร้อนตั้งแต่ 676 องศาเซลเซียสขึ้นไปจะช่วยทำให้ก๊าซเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ ถ้าความร้อนเกินกว่า 760 องศาเซลเซียส จะช่วยทำให้ไม่มีกลิ่นรบกวนการเผาไหม้จะสมบูรณ์มากที่สุดเมื่อมีอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ดังนั้น ถ้า

มีขยะสดหรือขยะเปียกปนอยู่มาก ขยะมีความชื้นสูงก็อาจจะต้องใช้เชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของขยะกับปริมาณของขยะแห้งที่เผาไหม้ได้ปะปนอยู่ด้วยมากน้อยเพียงใด โดยปกติแล้วเตาเผาขยะที่ดีจะไม่ก่อให้เกิดสภาวะมลพิษในอากาศ

การเผาขยะด้วยเตาเผาขยะเหมาะสมมากที่จะใช้ในการกำจัดขยะพิเศษบางชนิด เช่น ขยะที่มีการ ปนเปื้อนของเชื้อโรค และขยะที่มีส่วนที่เผาไหม้ได้ปนอยู่ด้วยมาก ข้อดีของการเผาขยะในเตาเผา คือ ใช้พื้นที่น้อย สามารถสร้างเตาเผาไว้ในชุมชนซึ่งจะช่วยลดค่าขนส่งขยะ อีกทั้งกากที่เหลือจากการเผาไหม้จะปราศจากอินทรีย์สารที่ย่อยสลายได้อีกต่อไป อนึ่ง เตาเผาขยะสามารถใช้เผาขยะได้แทบทุกชนิด แม้บางชนิดไม่ไหม้ไฟก็อาจยุบตัวลง และสภาพของดินฟ้าอากาศไม่เป็นปัญหาในการกำจัด สามารถปรับระยะเวลาในการทำงานได้ ข้อเสียของการใช้เตาเผาขยะ คือ เตาเผาขยะมีราคาแพง หาทำเลที่ตั้งเตาเผาลำบาก เพราะราษฎรรังเกียจว่าอาจจะก่อให้เกิดความรำคาญมลพิษในอากาศได้ และภาวะ

วิธีการเผา ขยะที่นำมาเผาต้องผ่านการคัดเลือก คือ ของที่ไหม้ไฟได้ ซึ่งเศษวัสดุบางอย่างเมื่อถูก ความร้อนก็ยังปล่อยก๊าซที่เป็นพิษออกมาเช่น พวกโฟม พลาสติกบางประเภท พวกนี้ต้องแยกออกต่างหาก ในเมืองใหญ่ถ้าเทศบาลต้องแยกเองก็ต้องเพิ่มต้นทุนลงไปในขบวนการสูงมาก นอกจากนี้ขยะในเมืองไทยนั้นค่อนข้างแฉะ การระบายขยะประเภทนี้อาจต้องใช้พลังงานช่วย ซึ่งก็ยิ่งสิ้นเปลืองขึ้นไปใหญ่ แต่เมืองใหญ่ของกรุงเทพฯ นั้นดูเหมือนไม่มีทางเลือก เพราะใช้วิธีอื่นไม่ได้ผล เหตุนี้รัฐบาลจึงมีความคิดในเรื่องการตั้งโรงงานเผาขยะขนาดใหญ่ ๆ กันขึ้น ซึ่งมีราคาแพงมาก

4. การฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยหรือถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill)

นิยมใช้วิธีนี้กันมาก เพราะค่าใช้จ่ายต่ำ บริเวณที่มีการฝังกลบอย่างถูกสุขอนามัยจะมีการปูพลาสติกพิเศษเพื่อป้องกันน้ำชะจากกองขยะ เมื่อเทกองขยะแล้วก็จะกลบเสร็จในแต่ละวัน วิธีนี้จะสามารถลดกลิ่น รบกวน ลดการแพร่กระจายจากสัตว์น้ำ โรคต่าง ๆ ตลอดจนสามารถควบคุมน้ำชะจากกองขยะได้ การปรับปรุงพื้นที่ด้วยขยะ (Sanitary Landfill) เป็นวิธีกำจัดขยะที่นิยมแพร่หลายโดยเฉพาะในยุโรปและสหรัฐอเมริกา เนื่องจากสามารถกำจัดขยะ mixed refuse ได้โดยไม่ต้องคัดแยกขยะ และสามารถปรับปรุงพื้นที่ ให้เป็นพื้นที่ที่ดีมีประโยชน์ได้

5. การนำขยะไปทิ้งทะเล (Dumping at sea)

ตามปกติ ผิวดินของพื้นน้ำแหล่งต่าง ๆ โดยเฉพาะทะเล มหาสมุทร เป็นที่ทับถมสิ่งปฏิกูลตาม ธรรมชาติได้อย่างกว้างขวางอยู่แล้ว แต่เมื่อในปัจจุบัน พื้นผิวโลกที่เป็นพื้นดินนับวันจะมีน้อยลงและมีค่า มากขึ้น การนำขยะไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร จึงนิยมทำกันในประเทศที่พัฒนา

แล้ว เช่น ในสหรัฐอเมริกา ขณะที่นิยมนำไปทิ้งในทะเล มหาสมุทร ได้แก่ สิ่งปฏิกูลจากโรงงานอุตสาหกรรม สารพิษต่าง ๆ กากสารกัมมันตรังสี และ วัสดุแข็งอื่น ๆ

6. การนำขยะกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ (Re-cycle and Re-use)

ขยะบางประเภทสามารถนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ใหม่ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะต่าง ๆ วิธีนี้ช่วยลดขยะและลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การนำกลับไปใช้ใหม่ (Re-cycle and Re-use) ขยะที่ทิ้งในแต่ละวันจากอาคารสถานที่ต่าง ๆ มากมายนั้น ยังนับว่ามีสิ่งของบางอย่างที่แม้ไม่มีประโยชน์สำหรับสถานที่หนึ่ง แต่อาจเป็นความต้องการของผู้อื่นได้ เช่น กระดาษทุกชนิด สามารถนำกลับไปทำเป็นกระดาษกลับมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตกระดาษลงได้ส่วนหนึ่งและเป็นการสงวนทรัพยากรธรรมชาติได้ด้วย หรือแม้แต่กล่องกระดาษที่ทิ้งตามบริษัท ห้างร้าน ก็อาจนำไปใช้บรรจุสินค้าต่าง ๆ ตามท้องตลาดได้ เป็นต้น

การนำวัสดุที่ทิ้งเป็นขยะกลับไปใช้นับว่าเป็นผลดีทั้งในแง่เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม แต่วิธีการคัดเลือกสิ่งของที่จะนำกลับไปใช้ได้ใหม่ ได้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการขนถ่ายขยะ เกิดความสกปรกในบริเวณที่มีการคัดเลือกสิ่งของจากขยะ และผู้คัดเลือกขยะก็มักได้รับเชื้อโรคจากกองขยะ

7. การนำขยะไปเป็นอาหารสัตว์ (Hog Feeding)

ขยะจำพวกเศษอาหาร ผัก ผลไม้ จากอาคารบ้านเรือน ร้านอาหาร ภัตตาคาร ตลาดสด นำไปเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู วัว เป็ด ไก่ แพะ แกะ ปลา จะเป็นการลดปริมาณขยะลงได้จำนวนหนึ่ง เพราะในแต่ละวันเศษอาหารจะมีปริมาณนับร้อยตันทีเดียว การแยกขยะประเภทเศษอาหารเพื่อนำไปเลี้ยงสัตว์จึงนับเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัดได้มากที่สุด แต่ข้อเสียในการนำขยะพวกเศษอาหารไปเลี้ยงสัตว์นี้ อาจทำให้เกิดอันตรายแก่สัตว์เลี้ยงและผู้ที่บริโภคสัตว์เลี้ยงขึ้นได้ ถ้าในเศษอาหารมีพวกเชื้อโรคปะปนอยู่ และถ้าจะนำเศษอาหารที่ได้ไปให้ความร้อนก่อนก็จะทำให้เกิดความปลอดภัยยิ่งขึ้น

2.4.11 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. เร่งรัด ให้ท้องถิ่น เทศบาล สุขาภิบาล ทุกแห่ง ทำแผนการจัดการขยะมูลฝอย ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในการดำเนินการจัดการขยะมูลฝอยตั้งแต่การเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัด และการกำจัดขั้นสุดท้าย ตลอดจนการเร่งจัดหาที่ดินสำหรับใช้กำจัดขยะมูลฝอยได้อย่างเพียงพอในระยะยาว และดำเนินการให้มีการกำจัดอย่างถูกสุขลักษณะ

2. เร่งรัด ให้มีการก่อสร้างโรงงานกำจัดขยะมูลฝอยให้ได้มาตรฐานและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เมืองศูนย์กลางความเจริญในภูมิภาค และเมืองท่องเที่ยวที่สำคัญ

3. ควรมีนโยบายและมาตรการ ตลอดจนแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลของประเทศเพื่อเป็นกรอบให้ท้องถิ่นนำไปดำเนินการ

4. ส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการลดปริมาณขยะมูลฝอย ที่ต้องเป็นภาระในการกำจัด

- การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานนาน (Increased product lifetime) เป็นการพยายามเลือกใช้สินค้าที่มีความคงทนถาวร มีอายุการใช้งานนาน หากชำรุดแล้วควรมีการซ่อมแซมให้ใช้งานได้นานที่สุดก่อนที่จะทิ้งไป

- ลดการบริโภค (Decreased consumption) วัสดุที่กำจัดยาก หรือมีปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

2.5 ความหนาแน่น (Density)

ความหนาแน่นของขยะมูลฝอย ความหนาแน่น (Density) ของขยะมูลฝอยมี ประโยชน์ในการช่วยคำนวณหาค่าน้ำหนักและปริมาตรของขยะมูลฝอยที่ต้องการจะกำจัด โดยข้อมูลความหนาแน่นของขยะมูลฝอยจะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพภูมิ ประเทศ ฤดูกาล และระยะเวลาที่ถูกทิ้งไว้ในถังขยะ และต้องพิจารณาหาค่าความหนาแน่นแบบไม่ได้บดอัดและแบบบดอัดด้วย พบว่าขยะมูลฝอยจากชุมชนที่ถ่ายจากรถบดอัดขยะมักมีค่าความหนาแน่นประมาณ 180-420 กก./ลบ.ม.

ความหนาแน่นขยะ = (น้ำหนักขยะ / ปริมาตรขยะในโมล(หลังบดอัด)

ค่ามวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของขยะแบ่งได้เป็นความหนาแน่นปกติ (Bulk Density) คือ ความหนาแน่นปกติโดยไม่มีการบดอัด และความหนาแน่นขณะขนส่ง (Transported Density) คือ ความหนาแน่นในรถยนต์เก็บขนขณะขนส่ง ซึ่งปกติจะทำให้หนาแน่นขึ้น เนื่องจากการสั่นสะเทือน (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545)

ตารางที่ 2.2 ความหนาแน่นเฉลี่ยทั่วไปของส่วนประกอบของขยะซึ่งไม่ถูกอัดมาก่อน

ส่วนประกอบ	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม)	
	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ยทั่วไป
เศษอาหาร	128-480	288
กระดาษ	32-128	82
กระดาษแข็ง	32-80	50
พลาสติก	32-128	64
ยาง	96-192	128
เศษผ้า	32-96	64
หนัง	96-256	160
กิ่งไม้ใบหญ้า	64-224	104
ไม้	128-320	240
แก้ว	160-480	194
กระป๋องอาหาร	48-160	88
โลหะเหล็ก	128-1,120	320
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	64-240	160
ฝุ่น ขี้เถ้า อิฐและอื่นๆ	320-960	480

ที่มา : พัชรี หอวิจิตร (2543)

2.6 ความชื้น (Moisture Content)

หมายถึง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะโดยทั่วไปปริมาณน้ำที่มีอยู่ในขยะมีทั้งน้ำที่มีอยู่ในตัวขยะเอง เช่นน้ำที่มีอยู่ในพืชผัก เศษอาหาร ซึ่งมีปริมาณ ½ ถึง 1/3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด และที่มีในภายนอก เช่น น้ำฝน (อดิศักดิ์ ทองไข่มุกต์, 2545) ต่อไปเป็นตารางที่ 3 แสดงความชื้น

ตารางที่ 2.3 ปริมาณความชื้นของส่วนประกอบของขยะจากชุมชน

ส่วนประกอบ	ความชื้น (กก./ลบ.ม)	
	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ยทั่วไป
เศษอาหาร	50-80	70
กระดาษ	4-10	6
กระดาษแข็ง	4-8	5
พลาสติก	1-4	2
ยาง	1-4	2
เศษผ้า	6-15	10
หนัง	8-12	10
กิ่งไม้ใบหญ้า	30-80	60
ไม้	15-40	20
แก้ว	1-4	2
กระป๋องอาหาร	2-4	3
โลหะเหล็ก	2-6	3
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	2-4	2
ฝุ่น ขี้เถ้า อิฐและอื่นๆ	6-12	8
ขยะมูลฝอยจากชุมชน	15-40	20

ที่มา : พัชรี หอวิจิตร (2543)

2.6.1 **ค่าความชื้น (Moisture Content) ของขยะมูลฝอย**

โดยทั่วไปแสดงในรูปของปริมาณความชื้นในขยะมูลฝอยต่อมวลขยะมูลฝอยเปียกหรือแห้งขยะมูลฝอยที่ มาจากชุมชนโดยปกติจะมีค่าความชื้นประมาณ 15-40% ทั้งนี้ ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล

$$\text{ค่าความชื้น (\%)} = \frac{(W_{ป} - W_{ห})}{W_{ป}} \times 100$$

เมื่อ

$W_{ป}$ คือ น้ำหนักของตัวอย่างขยะมูลฝอยที่วัดได้ในพื้นที่กองขยะ (กิโลกรัม)

$W_{ห}$ คือ น้ำหนักของตัวอย่างขยะมูลฝอยเดิมที่ได้ผ่านการอบแห้งใน เตาอบ ณ อุณหภูมิ77C° อยู่อย่างน้อย 24 ชม. (กิโลกรัม)

2.7 ลักษณะทางเคมี (Chemical Characteristics)

ค่าความร้อน (Heating value)

หมายถึง ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะในพื้นที่จำกัดและให้สันดาปกับออกซิเจนบริสุทธิ์ ค่าความร้อนของขยะยังใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบเตาเผาและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

ตารางที่ 2.4 ค่าเฉลี่ยทั่วไปของพลังงานความร้อนที่หลงเหลืออยู่หลังการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์

ส่วนประกอบ	ค่าความร้อน (กก./ลบ.ม)	
	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ยทั่วไป
เศษอาหาร	3,500-7,000	4,700
กระดาษ	11,600-18,600	16,800
กระดาษแข็ง	14,000-17,500	16,300
พลาสติก	27,900-37,200	32,600
ยาง	20,900-27,900	23,300
เศษผ้า	15,100-18,600	17,500
หนัง	15,101-19,800	17,500
กิ่งไม้ใบหญ้า	2,300-18,600	6,500
ไม้	17,000-19,800	18,600
แก้ว	120-1,200	140
กระป๋องอาหาร	230-1,200	700
โลหะเหล็ก	230-1,200	700
โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	-	-
ฝุ่น ขี้เถ้า อิฐและอื่นๆ	2,300-11,600	7,000
ขยะมูลฝอยจากชุมชน	9,300-12,800	10,500

ที่มา : พัชรี หอวิจิตร (2543)

2.8 สาระสำคัญที่เกี่ยวข้อง

Butchaiah Gadhe และคณะ (2551) ทำการศึกษามลพิษทางอากาศจากการเผาฟางข้าวในประเทศอินเดีย, ไทย และฟิลิปปินส์ ฟางข้าวที่ได้จะเกิดขึ้นหลังจากการเก็บเกี่ยว ซึ่งการเผาฟางข้าวจะไม่สามารถควบคุมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอไซด์ และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งผลที่ได้ของก๊าซแต่ละชนิดคือ SO_2 = 0.37 Tg, NO_X = 2.8 Tg, CO_2 = 1,100 Tg, CO=3.1 Tg และ CH_4 = 0.68 Tg ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบ คือ ทำให้พื้นที่เพาะปลูกเสื่อมโทรมเผาผลาญอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดิน ทำลายโครงสร้างดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชลงอย่างต่อเนื่องทุกปี ก่อให้เกิดเขม่าควัน เถ้า ฝุ่นละออง ก๊าซพิษ ส่งผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเกิดการเสียสมดุลธรรมชาติ อากาศร้อนขึ้น สามารถใช้เป็นข้อบังคับในการกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศได้ จากการศึกษานี้ควรให้ความรู้และความเข้าใจแก่ผู้ทำการเผาฟางข้าวในที่โล่ง ซึ่งฟางข้าวสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิง ทั้งนี้พบว่าการไถกลบอย่างสมบูรณ์ในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวทำให้เกิดการฟื้นฟูสภาพดินให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยจะเพิ่มทั้งอินทรีวัตถุ และโครงสร้างดินที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ประทีป เห็นประเสริฐ และคณะ (2549) ทำศึกษาและพัฒนาเตาเผาขยะลดมลพิษ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบที่ทำให้เกิดสมรรถนะของเครื่องในด้านประสิทธิภาพและความปลอดในการทำงาน โดยมีขั้นตอนในการออกแบบ 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกศึกษาเกี่ยวกับชนิดของเตาเผาขยะตลอดจนการออกแบบเตาเผาขยะ ขั้นตอนที่สองพัฒนาเครื่องต้นแบบ และทดสอบสมรรถนะและขั้นตอนที่สามประเมินข้อมูลและเขียนรายงานผลที่ได้จากโครงการวิจัยในครั้งนี้คือ ได้เครื่องเตาเผาขยะลดมลพิษ โดยมีปั๊มเป็นตัวส่งแรงดันน้ำพ่นเป็นฝอยละอองเพื่อดักจับควันที่เกิดจากการเผาไหม้ ปรากฏว่าค่า CD เมื่อเปิดน้ำลดลง 10% ภายในเตาเผาขยะและใช้ชั้นกรองบำบัดน้ำที่ได้จากการดักควัน น้ำที่ได้จากการบำบัดสามารถนำไปรดน้ำต้นไม้ ขี้เถ้าที่ได้จากการเผานำไปใส่โคนต้นไม้ โครงสร้างของเตาเผาขยะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านผนังก่อด้วยอิฐทนความร้อน เทพื้นด้วยปูนทนความร้อน โดยคณะผู้จัดทำการวิจัยคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นแนวทางในการศึกษาเครื่องเตาเผาลดมลพิษ เพื่อเป็นหลักในการนำไปพัฒนาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

กรรณิการ์ มิ่งเมือง และคณะ (2542) ศึกษาและการออกแบบเตาเผาขยะมูลฝอยสำหรับหมู่บ้านจำนวนประชากรไม่เกิน 120 คน (A study and construction of Incinerator for a village size of 120 persons)โดยมีส่วนประกอบได้แก่ เตาเผาขยะที่ออกแบบให้มีประสิทธิภาพที่

เหมาะสม และสามารถมีค่าปริมาณก๊าซไอเสียที่น้อยและปลอดภัย โดยใช้หลักการของระบบเตาเผาห้องเผาไหม้สองห้อง ที่ห้องเผาแรกจะทำการเผามูลฝอยโดยตรง โดยก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้จะผ่านห้องผสมควันทำหน้าที่บังคับฝุ่นและควันในก๊าซไอเสียให้อนุภาคหนักตกสู่พื้นเตา จากนั้นจะเข้าสู่ห้องเผาที่สองซึ่งจะทำการเผาไหม้ก๊าซไอเสียเพื่อลดปริมาณก๊าซไอเสียก่อนเข้าสู่ปล่องไอเสียและปล่อยสู่บรรยากาศภายนอก โดยการทดลองนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่ อัตราส่วนโดยน้ำหนักกระดาษแห้ง ต่อ ใบไม้แห้ง ต่อ ผัก ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักเป็น 1:1:1 , 1:1:2 , 1:2:1 , 2:1:1 และขยะมูลฝอยจริง เพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผาและความเหมาะสมในการนำไปใช้งานเพื่อให้มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูง และเกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อมต่ำสุด โดยทำการเปรียบเทียบกับการเผาขยะมูลฝอยที่อัตราส่วนต่างๆ และยังนำมาเปรียบเทียบกับขยะมูลฝอยจริงที่ได้นำมาทดลองเพื่อหาความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน เตาเผาขยะมูลฝอยมีอัตราการป้อนขยะมูลฝอยคือ 20 Kg / hr และมีขนาดของเตาเผาขยะโดยรวมกว้าง 0.6 เมตร ยาว 1.3 เมตร และสูง 1 เมตร ขนาดของปล่องไอเสียมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.2 เมตร มีความยาว 2.5 เมตร โดยใช้น้ำมันก๊าดช่วยในการเผาไหม้

ซึ่งทำการเผาไหม้โดยจุดไฟเผาตรง ในการทดลองในส่วนของการหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาเผาขยะมูลฝอยที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักกระดาษแห้ง ต่อ ใบไม้แห้ง ต่อ ผัก ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักเป็น 1:1:1 , 1:1:2 , 1:2:1 , 2:1:1 และขยะมูลฝอยจริง ได้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนเฉลี่ย ดังนี้ 59% , 55% , 60% , 61% และ 58% ตามลำดับ และปริมาณก๊าซไอเสียที่ทำการวัดได้ คาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ที่อัตราส่วนต่างๆ ซึ่งปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่อัตราส่วนต่างๆ มีค่าดังนี้ 2,540 ppm , 3,039 ppm , 3,101 ppm , 3,836 ppm และ 2,813 ppm ตามลำดับ และปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ดังนี้ 22ppm , 20 ppm , 35 ppm , 40 ppm และ 22 ppm ตามลำดับ ซึ่งการนำไปใช้งานจริงขึ้นอยู่กับความจำเป็น โดยหากต้องการประสิทธิภาพเชิงความร้อนที่สูง จำเป็นที่ต้องเผาขยะที่อัตราส่วนขยะแห้งมากกว่าขยะเปียก แต่หากไม่ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพเชิงความร้อน แต่มุงหมายที่จะต้องการจำกัดปริมาณก๊าซไอเสียให้มีปริมาณน้อยต้องเผามูลฝอยที่อัตราส่วนของขยะเปียกมากกว่าขยะแห้งเพียงเล็กน้อย

อัศวิน สืบนุการณ์ และคณะ (2544) ศึกษาการพัฒนาเตาเผาขยะชุมชนขนาดเล็ก (UPGRADING THE CAPACITY OF A SMALL-SCALE SOLID WASTE INCINERATOR) ได้ทำการพัฒนาเตาเผาขนาดเล็กสำหรับใช้กำจัดขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในองค์การบริหารส่วนตำบล เตาเผามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 m สูง 2.6 m และมีท่อระบายไอเสียเชื่อมกับหอพ่นน้ำ (Spray Tower) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 m สูง 6.4 m ซึ่งใช้สำ หรับบำบัดมลสารก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ หลังทำ การจำ แนกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยแล้ว ได้เติม "ขยะแห้ง" และ "ขยะเปียก" ซึ่งขยะแห้งจะมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 40 และขยะเปียกมีความชื้นสูงกว่าร้อยละ 40 ได้ทำการผสมกันก่อนเข้าสู่เตาเผาด้วยอัตราส่วน 1:0, 4:1, 3:1, 2:1 และ 1:1 เพื่อประเมินหาอัตราการเผาไหม้ที่เหมาะสมสำ หรับคงไว้ซึ่งความสามารถในการเผาไหม้ด้วยตัวเอง (Self-Burning Capacity) พบว่าอุณหภูมิห้องเผาไหมมีค่าต่ำสุด และสูงสุดอยู่ที่ 150 และ 1,100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และพบว่าในการเผาโดยไม่ใช้เหล็กก้างปลาในห้องเผาไหม้อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 450 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 80 องศาเซลเซียส อัตราการเผาลดลงมาที่ 40.5 kg/h จากการติดตั้งเหล็กก้างปลา (Bar Rake) ในห้องเผาไหม้เพื่อช่วยเพิ่มความพรุนในกองขยะที่เข้าเผา อัตราการเผาสามารถเพิ่มสูงขึ้นที่ค่าเฉลี่ย 114 kg/h หรือ 2.74 ton/d

กิตติ สถาพรประสาธน์ (2544) ศึกษาการอบแห้งกากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบกระแสชน (Drying of agricultural residue using an impinging stream dryer)ผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิดรวมทั้งวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมักจำเป็นที่จะต้องทำให้แห้งก่อนนำไปแปรรูปหรือเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่วัสดุมีความชื้นบริเวณผิวสูง การอบแห้งหรือการลดความชื้นของวัสดุอย่างรวดเร็วนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เครื่องอบแห้งแบบกระแสชนนับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับกรณีการอบแห้งที่ต้องการดึงน้ำจำนวนมากออกจากบริเวณผิวของวัสดุ โดยอาศัยหลักการชนกันของกระแสของไหลและวัสดุภายในห้องอบแห้ง อย่างไรก็ตามการศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่างๆที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบกระแสชนมีอยู่จำกัด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงเพื่อศึกษาผลกระทบของตัวแปรต่างๆ เช่น อุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้า ความเร็วอากาศร้อนขาเข้า อัตราการป้อนวัสดุ และระยะห่างระหว่างท่อนำวัสดุเข้าทั้งสอง ที่มีต่อสมรรถนะของเครื่องอบแห้งแบบกระแสชน ในรูปของอัตราการระเหยน้ำเชิงปริมาตรและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตร สำหรับการศึกษาครั้งนี้ใช้วัสดุทดสอบคือเรซิ่น ซึ่งเกิดการอบแห้งเฉพาะในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่

จากผลการทดลองพบว่า โดยทั่วไปแล้วอัตราการระเหยน้ำจะมีค่ามากขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศขาเข้า ในขณะที่ผลของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศขาเข้าต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรจะเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม อัตราการระเหยน้ำและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเร็วอากาศขาเข้า และอัตราการป้อนวัสดุ ส่วนผลของระยะห่างในการชนที่มีต่อค่าอัตราการระเหยน้ำและสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรนั้น จะขึ้นอยู่กับค่าความเร็วอากาศขาเข้าและอัตราการป้อนวัสดุ

จากการออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบกระแสชนต้นแบบโดยใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้งนั้น สามารถนำเครื่องต้นแบบดังกล่าวไปใช้ในการอบแห้งวัสดุที่มีลักษณะการไหลอย่างอิสระได้ดี ส่วนค่าอัตราการระเหยน้ำเชิงปริมาตรสูงสุดเท่ากับ 110 kg_{water}/m^3h ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเชิงปริมาตรสูงสุดเท่ากับ 880 W/m^3K นอกจากนั้นแล้วยังเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีพื้นฐานของการทำสมดุลมวลและพลังงาน ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณสมรรถนะของระบบอบแห้งแบบกระแสชน จากผลการเปรียบเทียบค่าความชื้นสุดท้ายของวัสดุที่ทางออกของห้องอบแห้งที่ได้จากการคำนวณและผลที่ได้จากการทดลองพบว่า มีความแตกต่างกันสูงสุดประมาณ 5%

วิศิษฐ์ ลีลาผาติกุล (2545) ได้ทำการศึกษาขั้นวอร์เทคของเตาเผาแกลบ ที่มีอิทธิพลต่อการเผาไหม้ภายในเตา ซึ่งเตาเผาไหม้มีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับ 300 มิลลิเมตร (D) โดยมีแกนกลางภายในเป็นท่อทิ้งไอเสีย และมีการติดตั้งตำแหน่งท่อฉีดอากาศไว้ในแนวสัมผัสรอบๆ ผนังเตาเผาไหม้เพื่อทำให้เกิดการไหลหมุนวนของอากาศภายใน ขนาดของเตาเผาไหม้ส่วนบนและส่วนล่าง ถูกออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดจาก 1.0D เป็น 0.75D และ 0.5D ตามที่ได้ออกแบบไว้ การเปลี่ยนขนาดเตาเผาส่วนบนและส่วนล่างนี้ก่อให้เกิดการหมุนวนหลายขั้นภายในเตา เผาไหม้ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ของการกระจายอุณหภูมิสูงสุดภายในเตา เมื่อทำการปรับค่า อัตราส่วนสมมูล (Φ) เท่ากับ 0.8, 1.0 และ 1.2 โดยแต่ละการทดลองจะกำหนดอัตราส่วนของอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศทุติยภูมิต่ออัตราการไหลของอากาศทั้งหมด (λ) เท่ากับ 0.0, 0.15 และ 0.25 ที่อัตราการไหลของเชื้อเพลิงแกลบคงที่เท่ากับ 0.3 kg/min จากการทดลอง เตาเผาส่วนบนและส่วนล่างที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.5D และ 1.0D ตามลำดับ ที่ค่า Φ เท่ากับ 0.8 และที่ค่า λ เท่ากับ 0.0 พบว่าอุณหภูมิสูงสุดภายในเตาเผาเท่ากับ 1,192.9 องศาเซลเซียส ที่บริเวณวงแหวนของห้อง

เผาไหม้โดยที่ควันที่เกิดจากการเผาไหม้มีปริมาณน้อย และจากการวิเคราะห์ก๊าซไอเสียของเตาเผาวอร์เทค พบว่าประกอบด้วย ก๊าซออกซิเจน เท่ากับ 1.5 % ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 18.3 % และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เท่ากับ 205 ppm

บทที่ 3

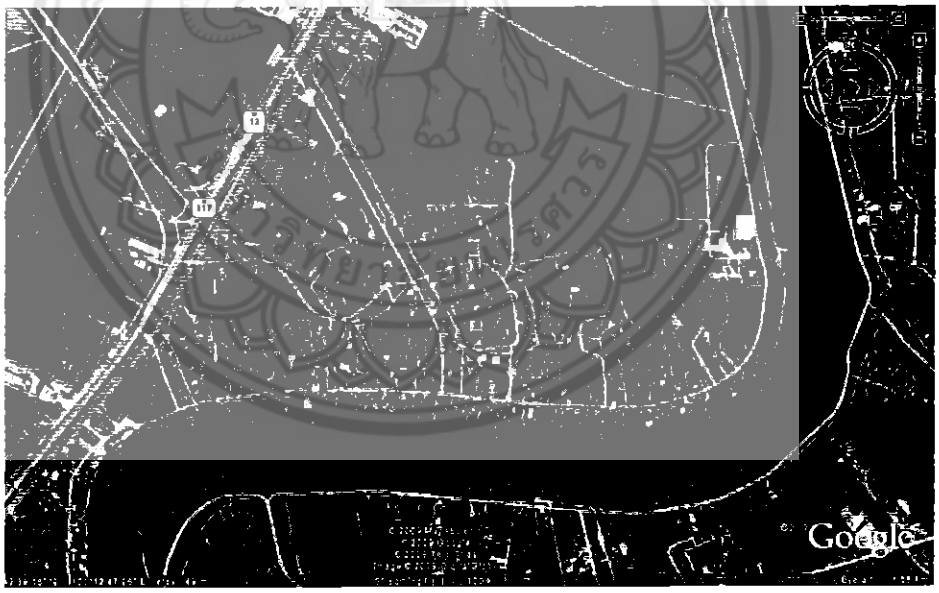
วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 การเก็บตัวอย่างขยะชุมชน

ทำการเก็บขยะชุมชน วันละ 100 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 7 วัน เพื่อหาองค์ประกอบของขยะ ความหนาแน่นของขยะ และความชื้น ก่อนจะนำขยะไปเผาในที่โล่งเพื่อหาปริมาณก๊าซ NO_2 CO และปริมาณฝุ่น PM 10 จากการเผาขยะรวม และขยะแต่ละประเภท

3.2 จุดเก็บตัวอย่างขยะชุมชน

ทำการเก็บขยะชุมชน ทั่วบริเวณ หมู่ 6 และหมู่ 8 ตำบลท่าทอง จังหวัดพิษณุโลก



ภาพที่ 3.1 พื้นที่ในการเก็บขยะบริเวณ หมู่ 6 และหมู่ 8 ตำบลท่าทอง จังหวัดพิษณุโลก

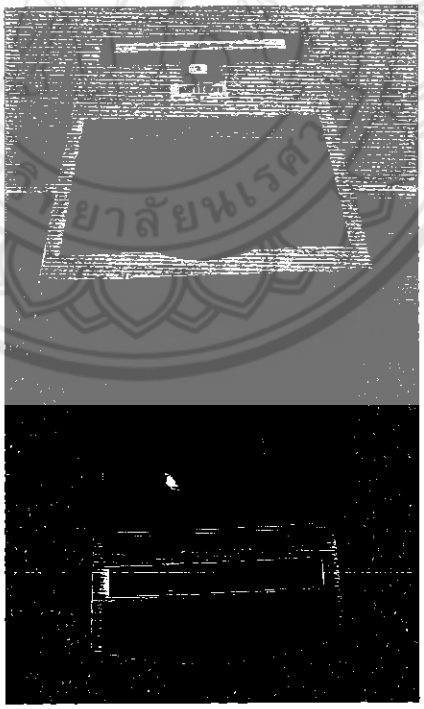
ภาพที่ 3.2 ลักษณะพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างขยะ เพื่อนำไปศึกษาหาองค์ประกอบขยะ

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์

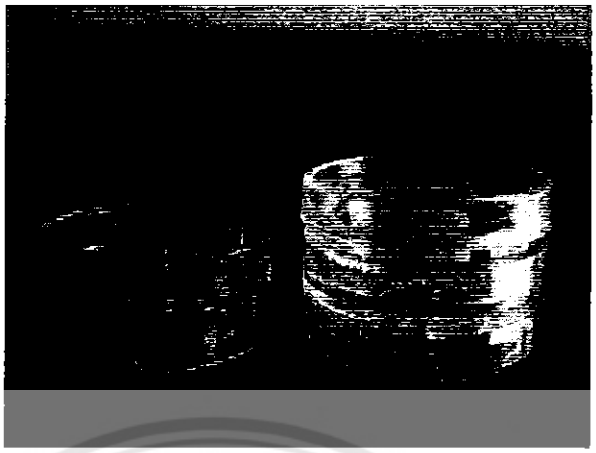
3.3.1 เครื่องและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- ตู้ดูดความชื้น (Desiccators) ที่มีอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hygrometer)
- เครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง (Balance)
- กระดาษกรอง (Filters) ชนิด Glass fiber filter ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร
- ตลับใส่กระดาษกรอง
- ตู้อบความชื้น

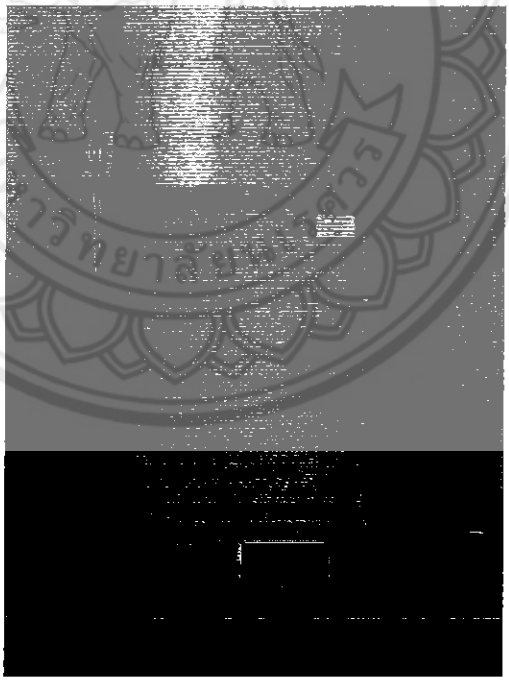
ภาพที่ 3.3 ตู้ดูดความชื้น (Desicator) ที่มีอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hygrometer)



ภาพที่ 3.4 เครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง (Balance)



ภาพที่ 3.5 ตลับใส่กระดาษกรอง

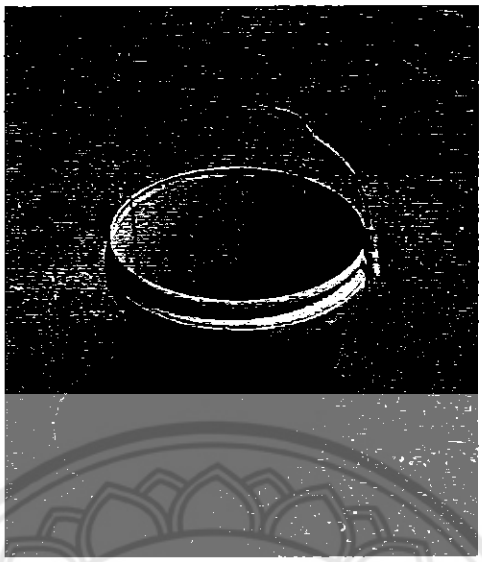


ภาพที่ 3.6 ตู้อบความชื้น

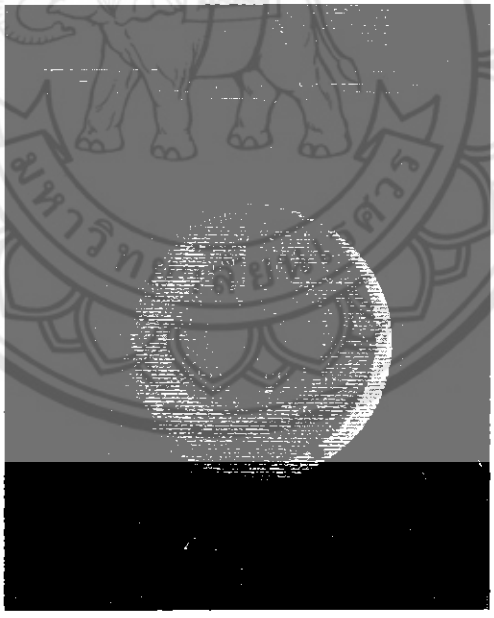
3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องดูดอากาศ ส่วนบุคคล (Personal air sampler)
- เครื่องตรวจวัดก๊าซ (Gas Alert Micro5)
- เครื่องชั่งน้ำหนัก 15 กิโลกรัม
- ถังเปล่าปริมาตร 20 ลิตร

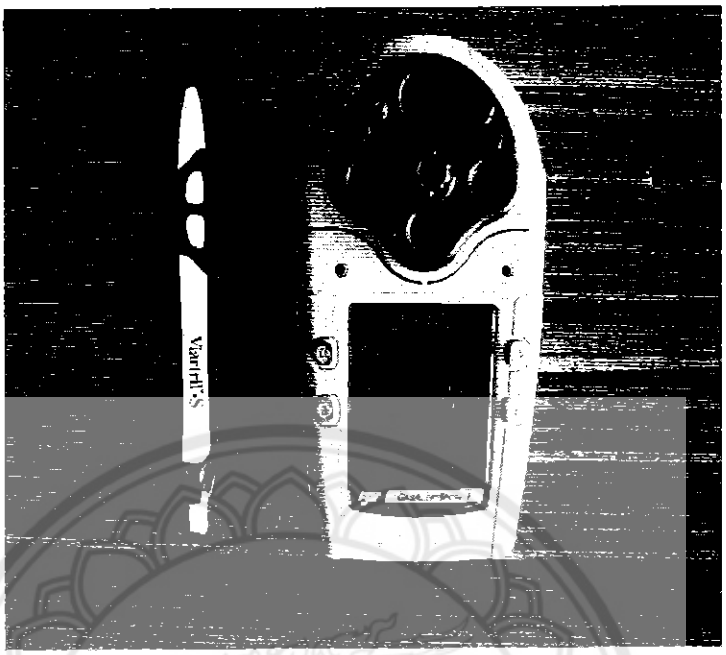
ภาพที่ 3.7 เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler)



ภาพที่ 3.8 ถังเปล่าปริมาตร 20 ลิตร



ภาพที่ 3.9 เครื่องชั่งน้ำหนัก 15 กิโลกรัม



ภาพที่ 3.10 เครื่องตรวจวัดก๊าซ(Gas Alert Micro5)

3.3.3 การเตรียมกระดาษกรอง

1.ตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาษ และขนาดที่ใช้ของกระดาษกรอง

2.ตรวจดูความสมบูรณ์ของกระดาษ เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษ

การอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

1. สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง ต้องมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50%โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน 5% อุณภูมิห้องไม่เกิน 15-30 องศาเซลเซียส ควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน 3 องศาเซลเซียส

2. ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ทุกครั้ง

3. นำซิลิกา เจล ใส่ในตู้ดูดความชื้น

4. วางกระดาษกรองลงในภาชนะ ไว้บนชั้นของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น

5. อบกระดาษอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วนำกระดาษมาชั่งน้ำหนักเสร็จนำใส่ ลงในถุงซิบ ที่เตรียมไว้ แล้วนำใส่เข้าไปในตู้อบอีก 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้มีการดูดความชื้นในถุงอีกครั้ง

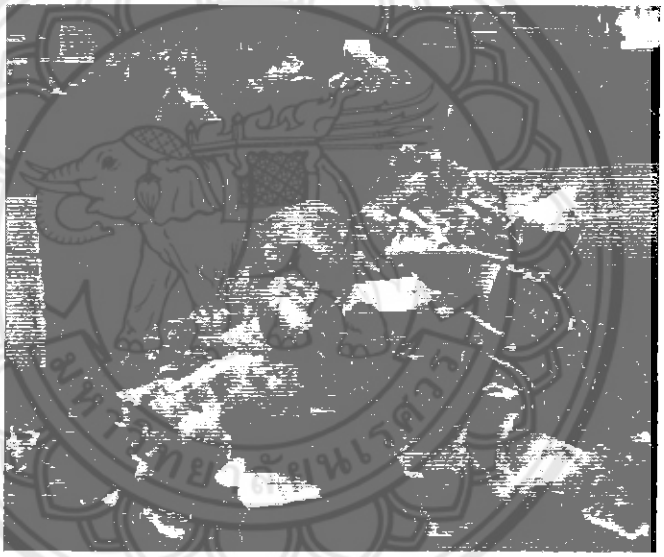
ภาพที่ 3.11 การนำกระดาษกรองมาชั่งน้ำหนัก ก่อนนำไปเก็บตัวอย่าง

3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างขยะชุมชน แต่ละประเภท ได้ดังนี้

1. การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บขยะชุมชน วันละ 100 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 7 วัน เพื่อหาองค์ประกอบของขยะ ความหนาแน่นของขยะ และความชื้น ก่อนจะนำขยะไปเผาในที่โล่งเพื่อหาปริมาณก๊าซ NO_2 CO และปริมาณฝุ่น PM10 จากการเผาขยะรวม และขยะแต่ละประเภท



ภาพที่ 3.12 กองขยะที่ได้จากการเก็บปริมาณ100 กิโลกรัม

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

- วิเคราะห์หาองค์ประกอบขยะชุมชน
- วิเคราะห์เพื่อหาความหนาแน่น ขยะแต่ละประเภท
- วิเคราะห์หาความชื้นที่ได้ของขยะแต่ละประเภท
- วิเคราะห์มลพิษทางอากาศ ที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะในที่โล่ง
- นำขยะที่ได้จากการทดลอง มาเป็นข้อมูล แสดงผลที่ได้รับจากการเผา

3.5 การดำเนินการทดลอง

การทดลองที่ 1

ทำการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน วันละ 100 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 7 วัน ตามลักษณะองค์ประกอบขยะ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 14 ตัวอย่าง ได้แก่

1.ขยะรวม
2.เศษอาหาร
3.กระดาษ
4.พลาสติก
5.กิ่งไม้,ใบไม้
6.เศษผ้า
7.แก้ว
8.ไม้แปรรูป
9.โฟม
10.กระป๋องอาหาร
11.โลหะเหล็ก
12.ยาง
13.หนัง
14.ฝุ่นผง,ขี้เถ้า,อื่นๆ

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. เตรียมภาชนะเพื่อใช้สำหรับการเก็บขยะ เช่น กระสอบ ถุงพลาสติกขนาดใหญ่
2. ทำการเก็บขยะ ตามพื้นที่รอบๆ เพื่อให้ได้ขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน
3. คัดแยกขยะแต่ละประเภทเพื่อนำมาชั่งน้ำหนัก

<u>การทดลองที่ 2</u>

การหาความหนาแน่นของขยะแต่ละประเภท สามารถแบ่งได้เป็น ขยะรวม และขยะแยกออกเป็นประเภท

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. นำขยะที่ได้ผ่านการแยก จากการทดลองที่ 1 นำมาใส่ในถัง ครั้งแรกให้ใส่ ร้อยละ 50 ของถัง ทำการกระแทกโดยทิ้งจากความสูงประมาณ 4 ฟุต ประมาณ 5 ครั้ง
2. ครั้งที่สอง ใส่ขยะลงไปอีกจนเต็ม แล้วทำการกระแทกถังเพื่อหาความหนาแน่น ตามข้อ 1
3. เมื่อขยะลดลงไปให้เติมให้เต็ม พอดีของปริมาตรถัง
4. นำมาชั่งน้ำหนัก และจดบันทึก
5. ทำจนครบทุกองค์ประกอบ

ภาพที่ 3.13 นำขยะที่ได้ผ่านการแยกเอามาใส่ในถัง

ภาพที่ 3.14 ทำการกระแทกถัง โดยทิ้งจากความสูงประมาณ 4 ฟุต **จำนวน 5 ครั้ง**

ภาพที่ 3.15 การนำขยะที่ได้จากการกระแทกแล้ว มาชั่งน้ำหนัก และจดบันทึก

<u>การทดลองที่ 3</u>

การหาความชื้นของขยะแต่ละประเภท มีวิธีการทดลองดังนี้

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. นำยขยะแต่ละประเภท นำมาชั่งน้ำหนักอย่างละ 1 กิโลกรัม ใส่ในถาดอะลูมิเนียม
2. นำขยะมาใส่ในเครื่อง อบความชื้น
3. ตั้งอุณหภูมิ ที่100 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 8 ชั่วโมงเป็นอย่างต่ำ จนขยะตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก
4. โดยในการชั่งน้ำหนัก เมื่อได้น้ำหนักคงที่ แล้วให้คำนวณตามสูตรนี้

ค่าเปอเซนต์ความชื้นขยะแต่ละประเภท = (น้ำหนักก่อนอบ-น้ำหนักหลังอบ)*100

ภาพที่ 3.16 การนำตัวอย่างขยะที่ได้ มาเข้าตู้อบ เพื่อหาปริมาณความชื้น

การทดลองที่ 4

การเผาขยะชุมชนและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร สามารถแบ่งได้ดังนี้

ขยะชุมชนที่เผาไหม้ได้

1.1 ขยะรวม

1.2 กระดาษ

1.3 พลาสติก

1.4 ยาง

1.5 โฟม

1.6 เศษผ้า

วัสดุจากการเกษตร

1.1 ขี้เลื่อย

1.2 ฟางแห้ง

1.3 หญ้าที่ตัดมาใหม่

1.4 หญ้าแห้ง

1.5 กิ่งไม้แห้ง

1.6 ใบไม้

วิธีดำเนินการทดลอง

1.จัดเตรียมขยะที่ต้องการเผาครั้งละประมาณ 10 กิโลกรัม

2.ตรวจสอบเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานทุกครั้ง เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการบันทึก ข้อมูล

3.นำกระดาษกรองที่ได้จากการอบมาใส่ในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น เพื่อจะนำไปติดกับเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler) ที่อัตราการไหลของอากาศ 1.3 ลิตร/นาที โดยทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที

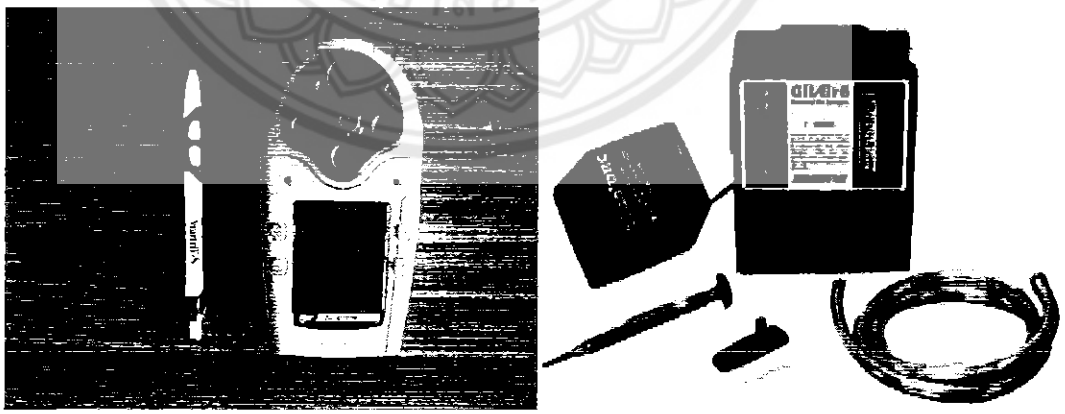
4.ติดตั้งเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler) ห่างจากจุดที่เผาตัวอย่างขยะ 1-2 เมตรทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับทิศทางลม แล้วทำการเปิดเครื่อง

5.เปิดเครื่องตรวจวัดก๊าซ โดยผู้ทำการทดลองถือเครื่องตรวจวัดก๊าซห่างจากจุดเผาตัวอย่างขยะเป็นระยะ 2-3 เมตร

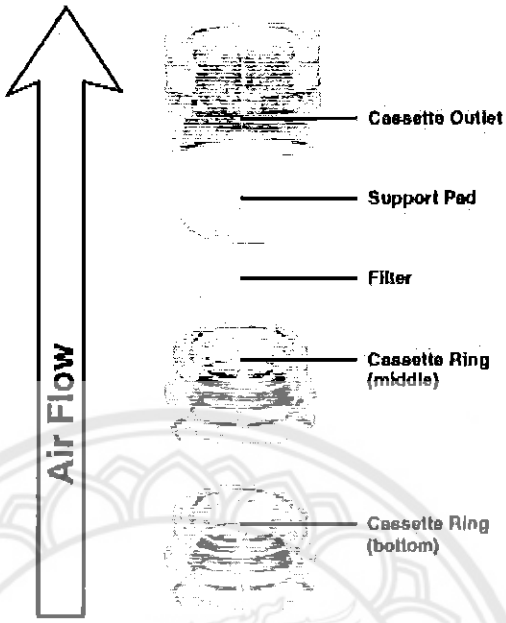
6.จุดไฟเผาตัวอย่างขยะ แล้วจดบันทึกค่าก๊าซจากเครื่องตรวจวัดก๊าซทุก ๆ 20 วินาที จนครบ 10 นาที

7.เมื่อครบ 10 นาที ให้ปิดเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล จากนั้นนำกระดาษกรองที่ได้จากการตรวจวัดเก็บไว้ในถุงพลาสติกแบบซิปล็อค เพื่อนำไปเก็บไว้ในตู้อบความชื้น

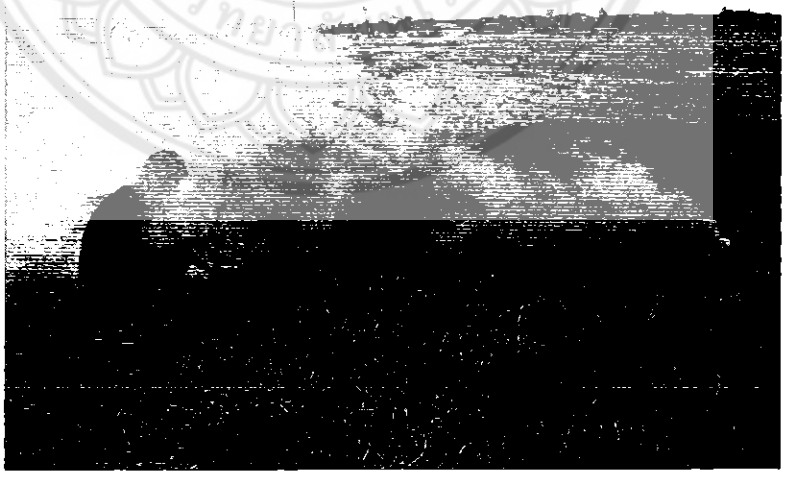
ภาพที่ 3.17 การจัดเตรียมขยะที่ต้องการเผาครั้งละประมาณ 10 กิโลกรัม



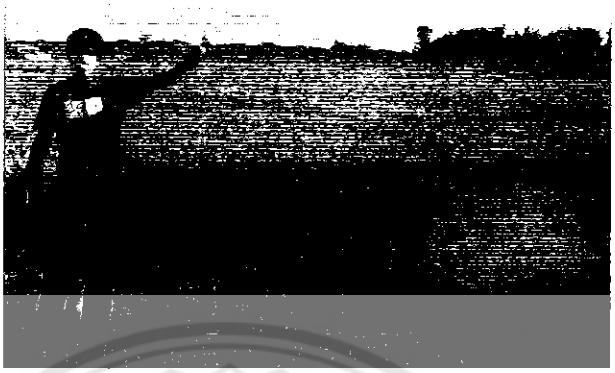
ภาพที่ 3.18 การตรวจสอบเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานทุกครั้ง



ภาพที่ 3.19 การนำกระดาษกรองที่ได้จากการอบมาใส่ในตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น เพื่อจะนำไปติดกับเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler)



ภาพที่ 3.20 ตั้งเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler) จากจุดเผาตัวอย่าง 2 เมตร



ภาพที่ 3.21 ถือเครื่องตรวจวัดก๊าซจากจุดเผาตัวอย่าง 2 เมตร

การทดลองที่ 5

การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่ได้จากการเก็บฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการเผาขยะชุมชนในที่โล่ง

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. หลังจากทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ก็ทำการนำกระดาษกรองบรรจุไว้ในถุงซิปล็อค เพื่อป้องกันความชื้นหรือสิ่งแปลกปลอมมาเจือปน
2. นำกระดาษกรองบรรจุไว้ในถุงซิปล็อค เก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น เป็นระยะเวลา24ชั่วโมง
3. ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง แล้วบันทึกข้อมูล
4. นำกระดาษกรองที่ได้จากการชั่งน้ำหนัก ใส่ไว้ในถุงซิปล็อค แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งต่อไป

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

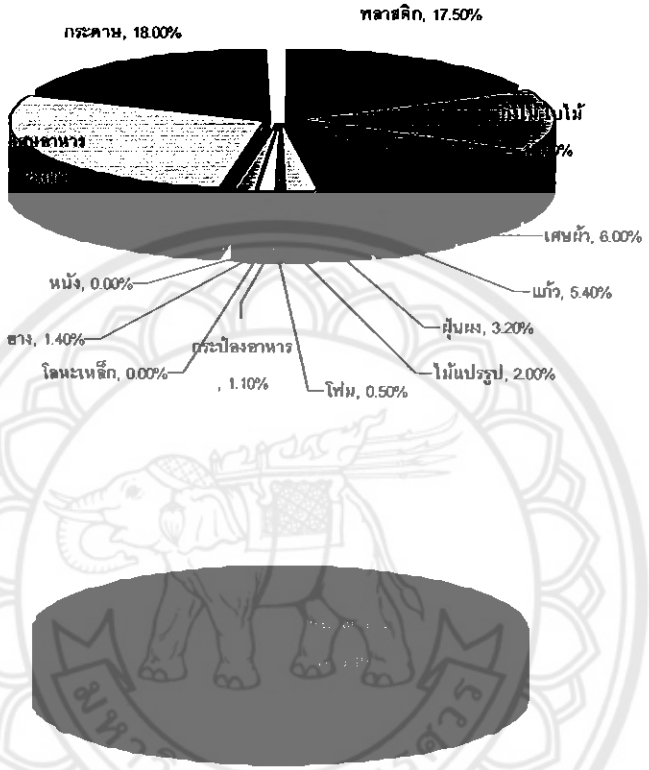
4.1 ปริมาณขององค์ประกอบขยะ ความหนาแน่น และความชื้น ของขยะแต่ละประเภท

4.4.1 ปริมาณองค์ประกอบขยะ

องค์ประกอบของขยะจากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน บริเวณหมู่ 6 และ 8 ตำบลท่าทอง โดยการสุ่มเก็บตัวอย่าง จากวันที่ 23มี.ค.52 ถึง 23มี.ค.52 โดยสุ่มเก็บ 7 ครั้ง ๆ ละ 100 kg แล้วนำมาแยกองค์ประกอบของขยะได้รูปของแต่ละวันดังนี้

วันที่ 23 มี.ค. 2552

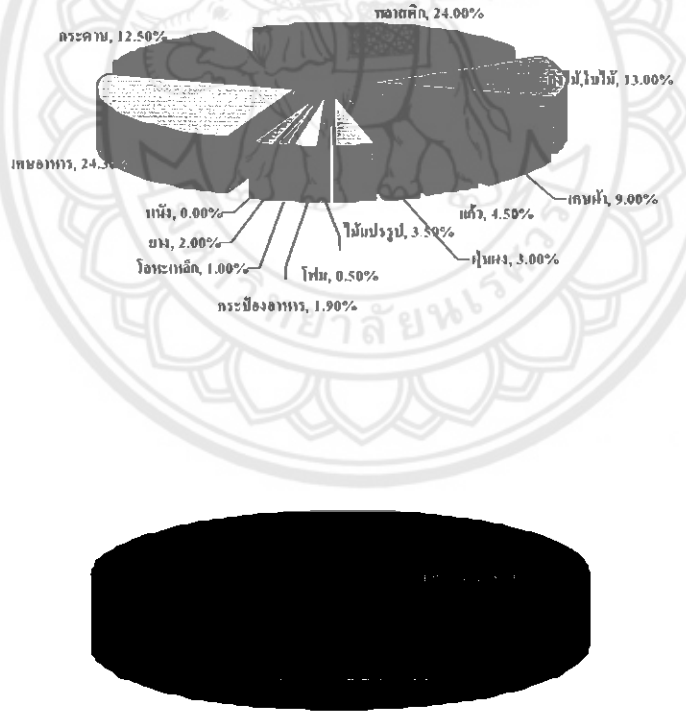
จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะที่เผาได้ 60.4 กิโลกรัม สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ กระดาษ18 กิโลกรัม พลาสติก 17.5 กิโลกรัม กิ่งไม้/ใบไม้15 กิโลกรัม เศษผ้า 6 กิโลกรัม ไม้แปรรูป 2 กิโลกรัม โฟม 0.5 กิโลกรัม ยาง 1.4 กิโลกรัม หนัง 0 กิโลกรัม และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่เผาไม่ได้ 57.7 กิโลกรัมสามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ เศษอาหาร 28 กิโลกรัม แก้ว 5.4 กิโลกรัม กระป๋อง1.1 กิโลกรัม โลหะเหล็ก 0 กิโลกรัม และฝุ่น,ผง 3.2 กิโลกรัม พบว่า วันที่ 23 มี.ค. 2552 มีปริมาณของเศษอาหารมากที่สุดคือ 18 กิโลกรัม เนื่องจากมีจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ใกล้ ร้านก๋วยเตี๋ยวทำให้มีเศษอาหารมาก และปริมาณที่น้อยที่สุดคือโลหะเหล็กมีปริมาณเท่ากับ 0 กิโลกรัม เพราะว่าโลหะสามารถนำไปขายกับรถรับซื้อของเก่าได้จึงไม่นิยมทิ้ง



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 23 มีนาคม 2552

วันที่ 27 มี.ค. 2552

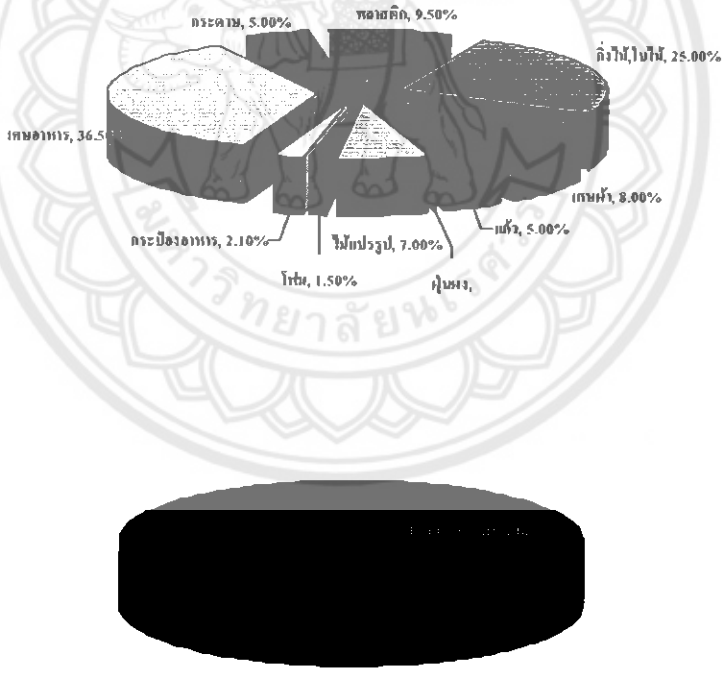
จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะที่เผาได้ 64.5 กิโลกรัม สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ กระดาษ12.5 กิโลกรัม พลาสติก 24 กิโลกรัม กิ่งไม้/ใบไม้13 กิโลกรัม เศษผ้า 9 กิโลกรัม ไม้แปรรูป 3.5 กิโลกรัม โฟม 0.5 กิโลกรัม ยาง 2 กิโลกรัม หนัง 0 กิโลกรัม และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่เผาไม่ได้ 34.7 กิโลกรัม สามารแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ เศษอาหาร 24.3 กิโลกรัม แก้ว 4.5 กิโลกรัม กระป๋อง1.9 กิโลกรัม โลหะเหล็ก 1 กิโลกรัม และฝุ่น,ผง 0 กิโลกรัม พบว่า วันที่ 27 มี.ค. 2552 มีปริมาณของเศษอาหารมากที่สุดคือ 24.3 กิโลกรัม เนื่องจากมีจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ใกล้ ร้านก๋วยเตี๋ยวทำให้มีเศษอาหารมากประกอบกับมีฝนตกก่อนเก็บตัวอย่างทำให้มีความชื้น และปริมาณที่น้อยที่สุดคือฝุ่น,ผง มีปริมาณเท่ากับ 0 กิโลกรัม เพราะว่าฝนตกก่อนเก็บตัวอย่างทำให้ ฝุ่น,ผง ละลายติดใต้ถังขยะ



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 27 มีนาคม 2552

วันที่ 29 มี.ค. 2552

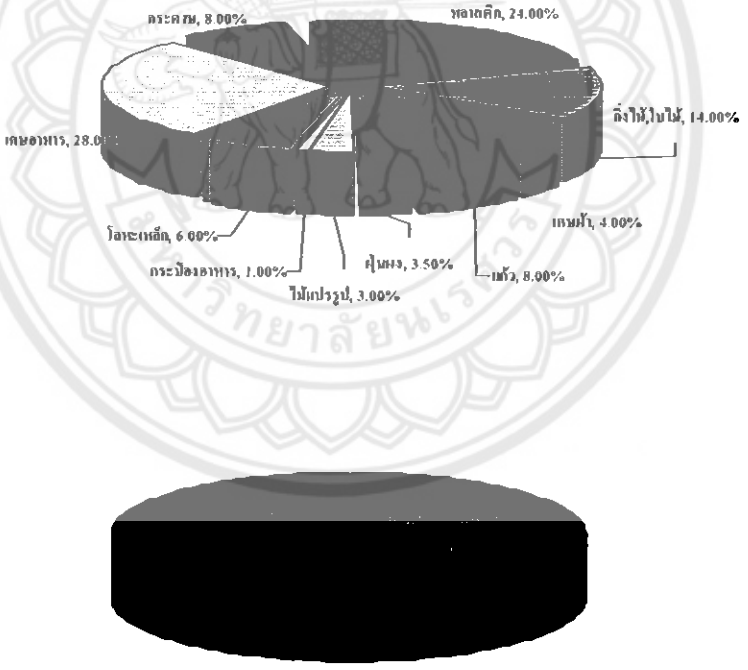
จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะที่เผาได้ 55.5 กิโลกรัม สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ กระดาษ 5 กิโลกรัม พลาสติก 9.5 กิโลกรัม กิ่งไม้/ใบไม้ 25 กิโลกรัม เศษผ้า 8 กิโลกรัม ไม้แปรรูป 7 กิโลกรัม โฟม 1.5 กิโลกรัม ยาง 0กิโลกรัม หนัง 0 กิโลกรัม และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่เผาไม่ได้ 44.5 กิโลกรัม สามารแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ เศษอาหาร 36.5 กิโลกรัม แก้ว 5 กิโลกรัม กระป๋อง 2.1 กิโลกรัม โลหะเหล็ก 0 กิโลกรัม และฝุ่น,ผง 0.4 กิโลกรัม พบว่า วันที่ 29 มี.ค. 2552 มีปริมาณของเศษอาหารมากที่สุดคือ 36.5 กิโลกรัม เนื่องจากมีจุดเก็บตัวอย่าง มีงานบวชทำให้มีเศษอาหารที่เหลือจากงานเลี้ยงอยู่มาก และปริมาณที่น้อยที่สุดคือยาง หนัง และโลหะมีปริมาณเท่ากับ 0 กิโลกรัม เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้ล้วนขายได้ทั้งสิ้น



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 29 มีนาคม 2552

วันที่ 30 **มี.ค.** 2552

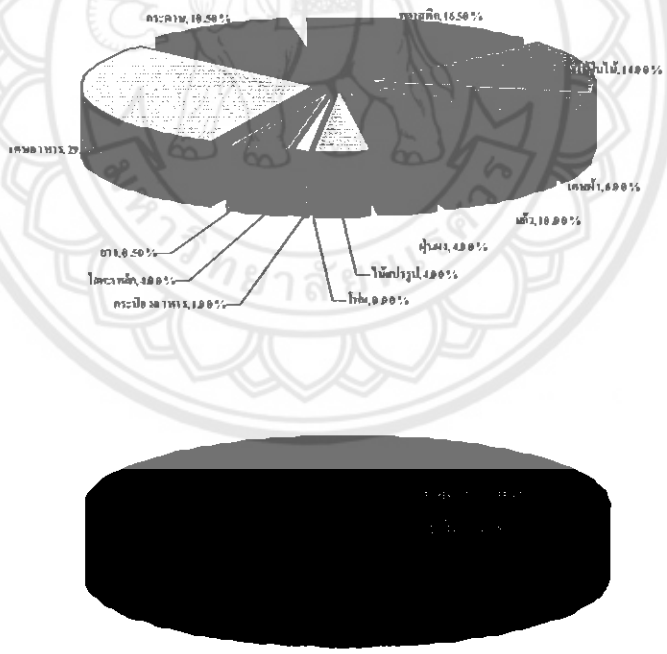
จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะที่เผาได้ 53 กิโลกรัม สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ กระดาษ 8 กิโลกรัม พลาสติก 24 กิโลกรัม กิ่งไม้/ใบไม้ 14 กิโลกรัม เศษผ้า 4 กิโลกรัม ไม้แปรรูป 4 กิโลกรัม โฟม 0 กิโลกรัม ยาง 0กิโลกรัม หนัง 0.3 กิโลกรัม และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่เผาไม่ได้ 47 กิโลกรัม สามารแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ เศษอาหาร 28 กิโลกรัม แก้ว 8 กิโลกรัม กระป๋อง 1 กิโลกรัม โลหะเหล็ก 6 กิโลกรัม และฝุ่น,ผง 3.5 กิโลกรัม พบว่า วันที่ 30 มี.ค. 2552 มีปริมาณของเศษอาหารมากที่สุดคือ 28 กิโลกรัม เนื่องจากพฤติกรรมของประชาชนในชุมชนนิยมทิ้งเศษอาหารพร้อมมัดมากับถุงพลาสติก และปริมาณที่น้อยที่สุดคือยาง และโฟม มีปริมาณเท่ากับ 0 กิโลกรัม เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้ล้วนขายได้ประกอบกับร้านค้าในชุมชนไม่นิยมใช้โฟมมาบรรจุอาหาร



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 30 มีนาคม 2552

วันที่ 1 เม.ย. 2552

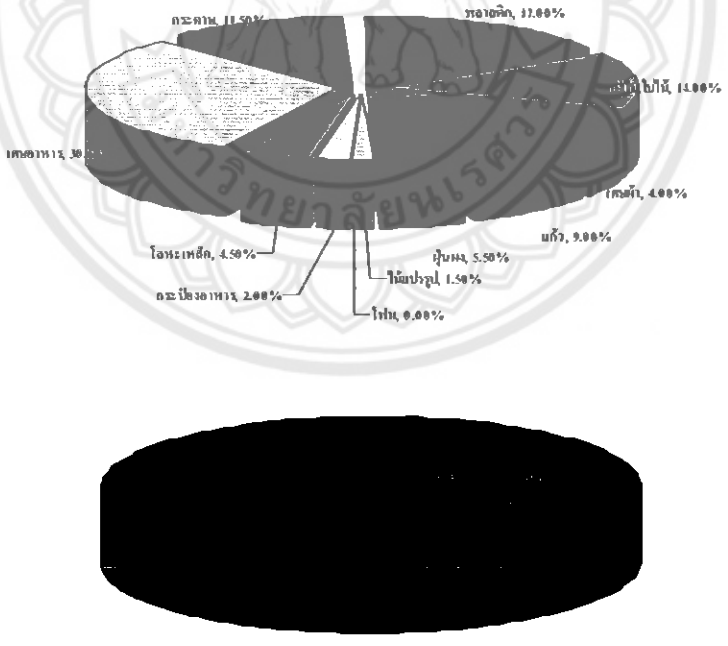
จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะที่เผาได้ 51.5 กิโลกรัม สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ กระดาษ 10.5 กิโลกรัม พลาสติก 16.5 กิโลกรัม กิ่งไม้/ใบไม้ 14 กิโลกรัม เศษผ้า 6 กิโลกรัม ไม้แปรรูป 4 กิโลกรัม โฟม 0 กิโลกรัม ยาง 0.5กิโลกรัม หนัง 0 กิโลกรัม และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่เผาไม่ได้ 48.5 กิโลกรัม สามารแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ เศษอาหาร 29.5 กิโลกรัม แก้ว 10 กิโลกรัม กระป๋อง 1 กิโลกรัม โลหะเหล็ก 4 กิโลกรัม และฝุ่น,ผง 4 กิโลกรัม พบว่า วันที่ 1 เม.ย. 2552 มีปริมาณของเศษอาหารมากที่สุดคือ 29.5 กิโลกรัม เนื่องจากพฤติกรรมของประชาชนในชุมชนนิยมทิ้งเศษอาหารพร้อมมัดมากับถุงพลาสติก และปริมาณที่น้อยที่สุดคือหนัง และโฟม มีปริมาณเท่ากับ 0 กิโลกรัม เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้ล้วนขายได้ ประกอบกับร้านค้าในชุมชนไม่นิยมใช้โฟมมาบรรจุอาหาร



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 1 เม.ย. 2552

วันที่ 4 เม.ย. 2552

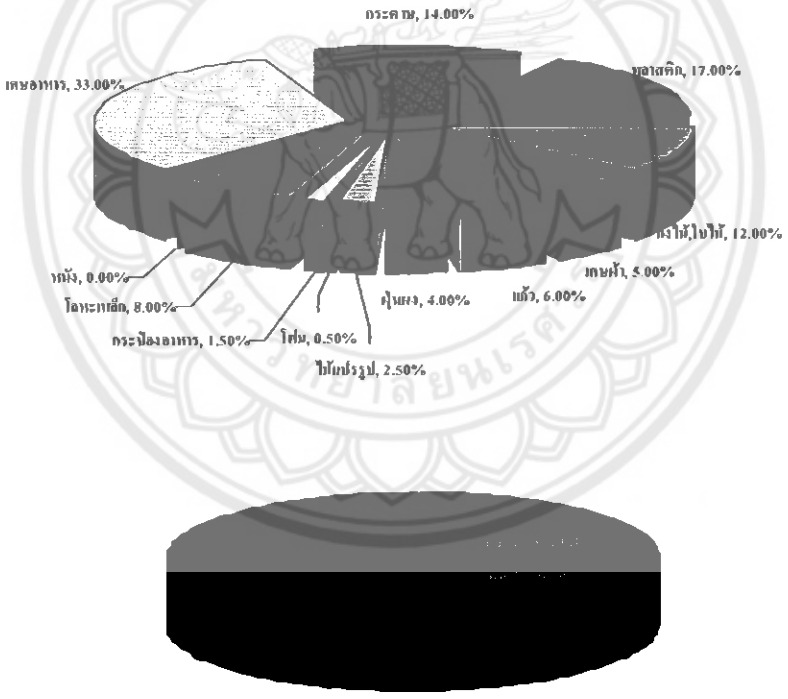
จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะที่เผาได้ 48 กิโลกรัม สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ กระดาษ 11.5 กิโลกรัม พลาสติก 17 กิโลกรัม กิ่งไม้/ใบไม้ 14 กิโลกรัม เศษผ้า 4 กิโลกรัม ไม้แปรรูป 1.5 กิโลกรัม โฟม 0 กิโลกรัม ยาง 0กิโลกรัม หนัง 0 กิโลกรัม และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่เผาไม่ได้ 51.5 กิโลกรัม สามารแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ เศษอาหาร 30.5 กิโลกรัม แก้ว 9 กิโลกรัม กระป๋อง 2 กิโลกรัม โลหะเหล็ก 4.5 กิโลกรัม และฝุ่น,ผง 5.5 กิโลกรัม พบว่า วันที่ 4 เม.ย. 2552 มีปริมาณของเศษอาหารมากที่สุดคือ 30.5 กิโลกรัม เนื่องจากร้านขายผักสดได้ทั้งผักกาดขาวที่เน่าเสียในจุดเก็บตัวอย่างทำให้มีน้ำหนัก และปริมาณที่น้อยที่สุดคือ ยาง หนัง และโฟม มีปริมาณเท่ากับ 0 กิโลกรัม เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้ประชาชนในชุมชนไม่นิยมบริโภค ประกอบกับร้านค้าในชุมชนไม่นิยมใช้โฟมมาบรรจุอาหาร



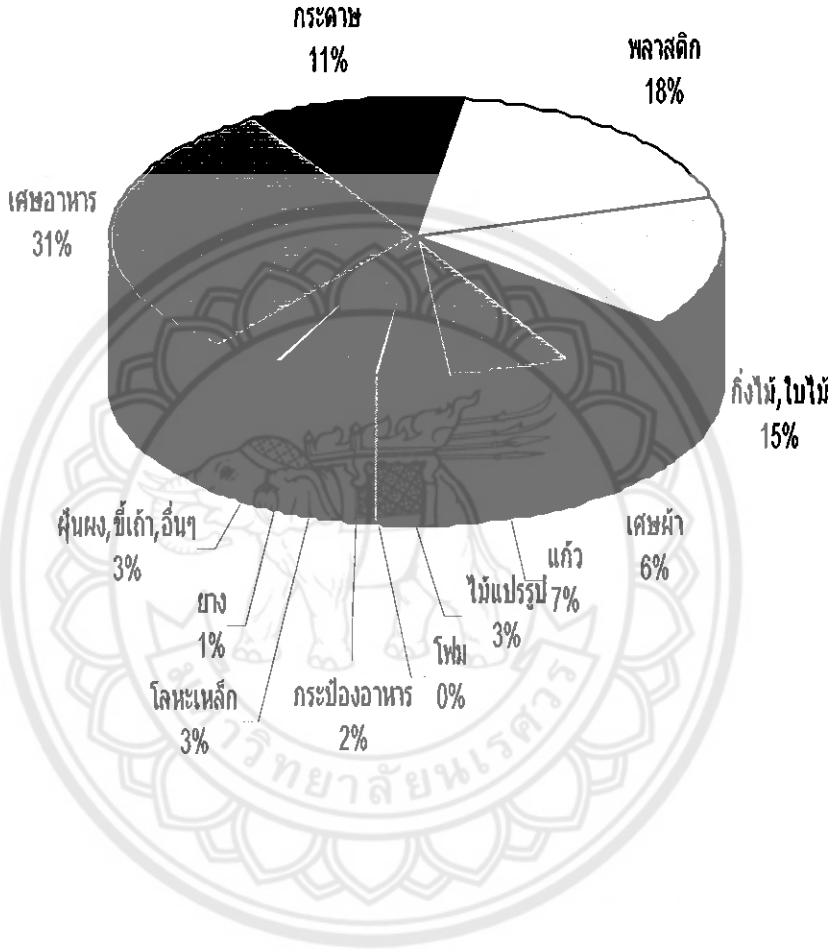
ภาพที่ 4.6 แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 4 เม.ย. 2552

วันที่ 6 เม.ย. 2552

จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะที่เผาได้ 50.5 กิโลกรัม สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ กระดาษ 14 กิโลกรัม พลาสติก 17 กิโลกรัม กิ่งไม้/ใบไม้ 12 กิโลกรัม เศษผ้า 5 กิโลกรัม ไม้แปรรูป 2.5 กิโลกรัม โฟม 0.5 กิโลกรัม ยาง 0กิโลกรัม หนัง 0 กิโลกรัม และยังพบว่ามีปริมาณขยะที่เผาไม่ได้ 53.5 กิโลกรัม สามารแบ่งเป็นองค์ประกอบของขยะได้ดังนี้ เศษอาหาร 33 กิโลกรัม แก้ว 6 กิโลกรัม กระป๋อง 1.2 กิโลกรัม โลหะเหล็ก 8 กิโลกรัม และฝุ่น,ผง 5 กิโลกรัม พบว่า วันที่ 6 เม.ย. 2552 มีปริมาณของเศษอาหารมากที่สุดคือ 33 กิโลกรัม เนื่องจากชุมชนท่าทองนิยมทำอาหารในครัวเรือนและกินข้าวที่บ้าน และปริมาณที่น้อยที่สุดคือ ยาง และหนัง มีปริมาณเท่ากับ 0 กิโลกรัม เนื่องจากองค์ประกอบเหล่านี้ประชาชนในชุมชนไม่นิยมบริโภค



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขององค์ประกอบขยะ 100 กิโลกรัมต่อวัน และแผนภูมิวงกลมแสดงปริมาณขยะที่เผาได้กับขยะที่เผาไม่ได้ ในวันที่ 4 เม.ย. 2552

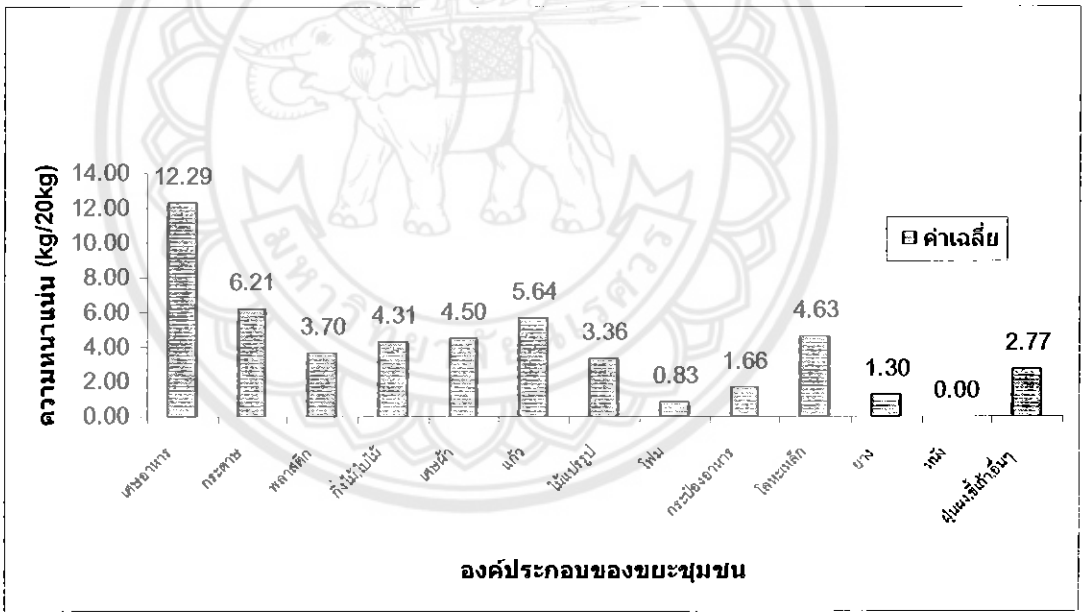


ภาพที่ 4.8 แผนภูมิวงกลมสรุปองค์ประกอบขยะทั้ง 7 วัน

4.1.2 ความหนาแน่นของขยะชุมชน

จากการศึกษาความหนาแน่น สามารถแบ่งประเภทของขยะที่นำมาหาความหนาแน่นเป็น 13 ประเภท คือ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก กิ่งไม้/ใบไม้ เศษผ้า แก้ว ไม้แปรรูป โฟม กระป๋อง ยางหนัง โลหะ เหล็ก และฝุ่น,ผง มีดังนี้

ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยจะมีค่าดังนี้ เศษอาหาร 12.29 kg/20kg กระดาษ 6.21 kg/20kg พลาสติก 3.7 kg/20kg กิ่งไม้,ใบไม้ 4.3 kg/20kg เศษผ้า 4.5 kg/20kg แก้ว 5.64kg/20kg ไม้แปรรูป 3.36 kg/20kg โฟม 0.83kg/20kg กระป๋องอาหาร 1.66 kg/20kg โลหะเหล็ก 4.63 kg/20kg ยาง 1.30 kg/20kg หนัง 0.0 kg/20kg ฝุ่นผง,ขี้เถ้า,อื่นๆ 2.77 kg/20kg พบว่าเศษอาหารมีค่าความหนาแน่นมาที่สุด คือ 12.29 kg/20kg เนื่องจากเศษอาหามีน้ำเป็นส่วนประกอบทำให้อากาศไม่มีที่ในถัง ดังรูป



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแสดงค่าความหนาแน่นขยะชุมชน จากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชน บริเวณหมู่ 6 และ 8 ตำบลท่าทอง จ.พิษณุโลก

4.1.3 ปริมาณความชื้นของขยะชุมชน

จากการศึกษาปริมาณความชื้น สามารถแบ่งประเภทของขยะที่นำมาหาปริมาณความชื้น 13 ประเภท คือ เศษอาหาร กระดาษ พลาสติก กิ่งไม้/ใบไม้ เศษผ้า แก้ว ไม้แปรรูป โฟม กระป๋องยางหนัง โลหะ เหล็ก และฝุ่นผง,ขี้เถ้า,อื่นๆ มีปริมาณความชื้นตามตารางที่ 4.9 ดังนี้

องค์ประกอบขยะ	ค่าความชื้นมาตรฐาน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ค่าความชื้นจากการทดลอง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
เศษอาหาร	50-80	62
กระดาษ	4-10	12
พลาสติก	1-4	8
กิ่งไม้,ใบไม้	30-80	11
เศษผ้า	6-15	14
แก้ว	1-4	1
ไม้แปรรูป	15-40	12
โฟม	1-3	0
กระป๋องอลูมิเนียม	2-4	2
โลหะเหล็ก	2-4	0
ยาง	1-4	2
หนัง	8-12	0
ฝุ่นผง,ขี้เถ้า,อื่นๆ	6-12	14

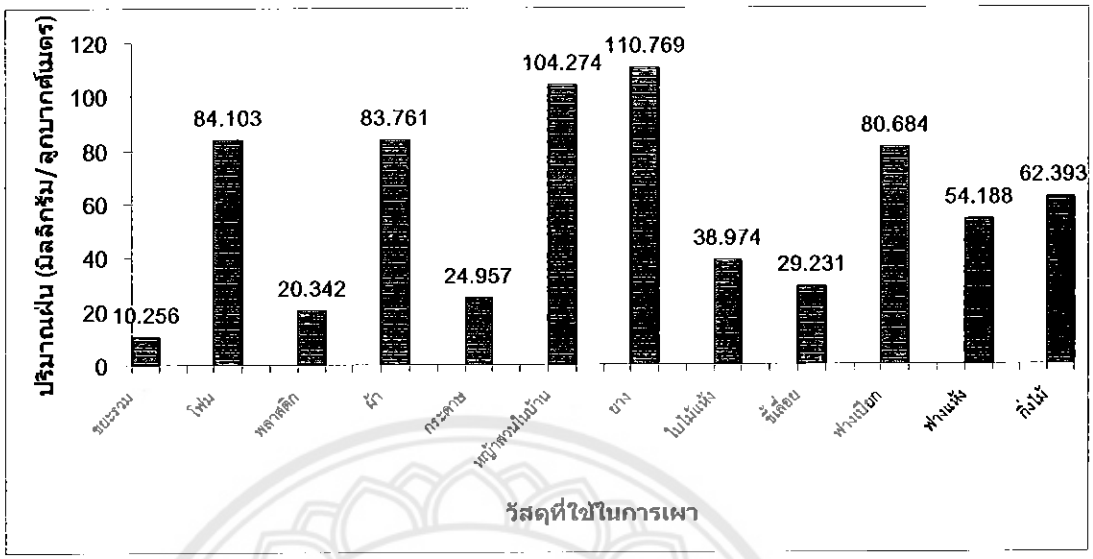
ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณความชื้นของขยะชุมชนตำบลท่าทอง เทียบกับปริมาณความชื้นมาตราฐาน

(หมายเหตุ จาก Integrated Solid Waste Management. (p.70-71)โดย Tchobanoglous,Theisen and Vigil, 1993, Singapore: McGraw-Hill.)

4.2 ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ได้จากการเผาขยะแต่ละประเภท

เก็บตัวอย่างฝุ่น PM 10 จากการเผาในที่โล่ง แบ่งประเภทของขยะที่นำมาเผาเป็น 12 ประเภท คือ ขยะรวม โฟม พลาสติก ผ้า กระดาษ หญ้าในสวน ยาง ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย ฟางเปียก ฟางแห้ง กิ่งไม้ มีดังนี้

ความเข้มเฉลี่ยของฝุ่น PM 10 จากการเผาในที่โล่ง แสดงดังรูปที่ 4.2 การเผาขยะประเภทละ 10 นาที พบว่า ขยะรวม มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 10.256 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โฟม มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 84.103 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พลาสติก มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 20.342 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผ้า มีปริมาณฝุ่น PM10เท่ากับ 83.761 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กระดาษ มีปริมาณฝุ่น PM10เท่ากับ 24.957 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หญ้าในสวน มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 104.274 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรยาง มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 110.769 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใบไม้แห้ง มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 38.974 mg/m ขี้เลื่อย มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 29.231 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฟางเปียก มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 80.684 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฟางแห้ง มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 54.188 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กิ่งไม้ มีปริมาณฝุ่น PM10 เท่ากับ 62.393 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า ยางนั้นมีปริมาณฝุ่น PM 10 มากที่สุด เนื่องมาจาก เมื่อนำยางมาเผา พบว่ามีเขม่าลอยออกมา พร้อมกับควันดำที่มีปริมาณมาก เพราะว่า องค์ประกอบของยางทำมาจาก น้ำมันเป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 4.10 แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จากการเผาขยะตามลักษณะแต่ละประเภท

(หมายเหตุ จาก Integrated Solid Waste Management. (p.70-71)โดย Tchobanoglous,Theisen and Vigil, 1993, Singapore: McGraw-Hill.)

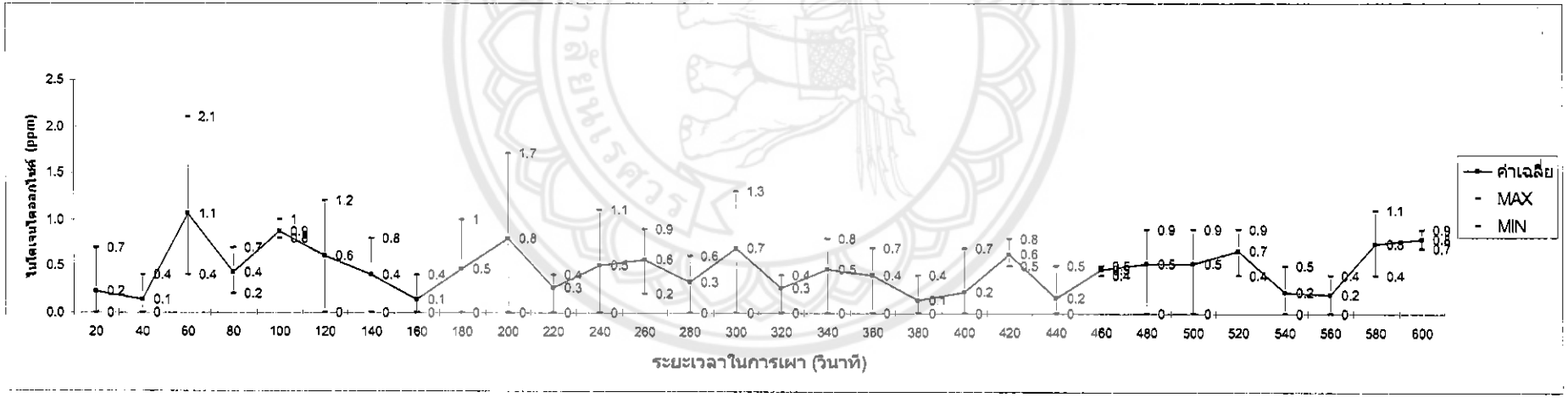
4.3 ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนนอกไซด์ การเผาขยะแต่ละประเภท

4.3.1 ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์

ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากวัสดุที่นำมาเผา แบ่งเป็น ขยะรวม โฟม พลาสติก ผ้า กระดาษ หญ้าในสวน ยาง ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย ฟางเปียก ฟางแห้ง กิ่งไม้ เป็นระยะเวลา 10 นาที มีดังนี้

4.3.1.1 <u>กระดาษ</u>

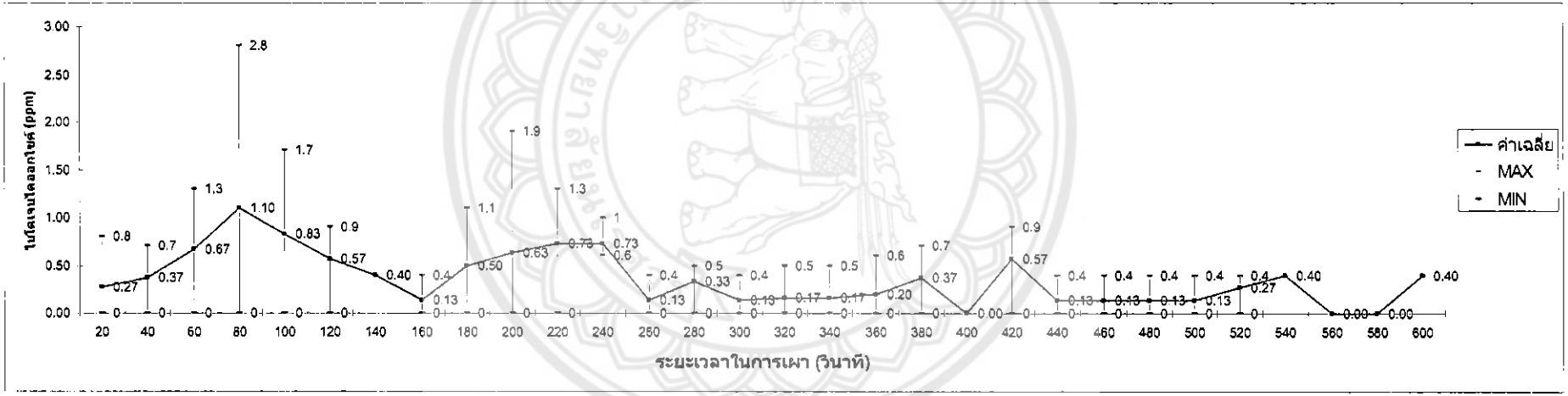
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผากระดาษ พบว่าในวินาทีที่ 60 มีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ มากที่สุดคือ 1.1 ppm เนื่องจาก ในช่วงระยะเวลาแรก พบว่าการเผาไหม้ของกระดาษ มีการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว แต่พอระยะเวลาผ่านไป ค่าความเข้มข้นของ ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ คงที่ และปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ น้อยที่สุด คือ 0.1 ppm



ภาพที่ 4.11 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผากระดาษ

4.3.1.2 พลาสติก

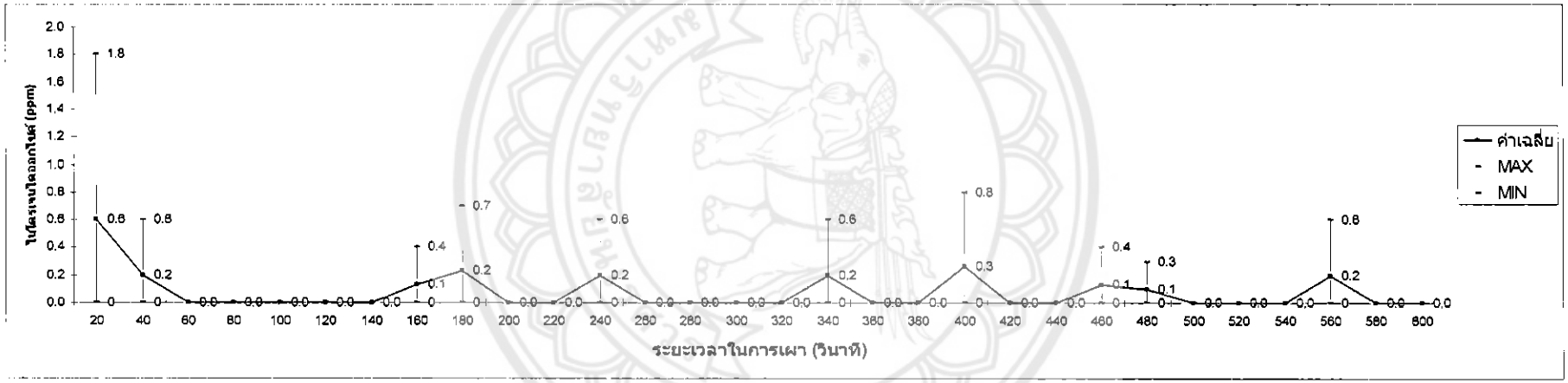
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผาพลาสติกพบว่า ในวินาทีที่ 80 มีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุดคือ 1.1 ppm เนื่องจากพบว่าการเผาไหม้ของพลาสติก ในช่วงแรงมีวัสดุเหลืออยู่มากทำให้การเผาคงที่ ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ 0.13 ppm ส่วนในช่วงเวลาท้าย เมื่อดูจากรูปแล้ว พบว่า ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ มีปริมาณที่ต่ำมาก เนื่องจาก การเผาไหม้ในช่วงท้าย เกิดเปลวไฟในปริมาณที่น้อย เพราะวัสดุส่วนใหญ่ได้ลุกไหม้ไปไหช่วงแรกไปหมด เหลือเพียงพลาสติกที่เผาไหม้ จนหลอมละลายกลายเป็นพลาสติกเหลว ทำให้ค่าความเข้มข้นคงที่ตั้งแต่ นาทีที่ 4 เป็นต้นไปของการเผาพลาสติก



ภาพที่ 4.12 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาพลาสติก

4.3.1.3 <u>โฟม</u>

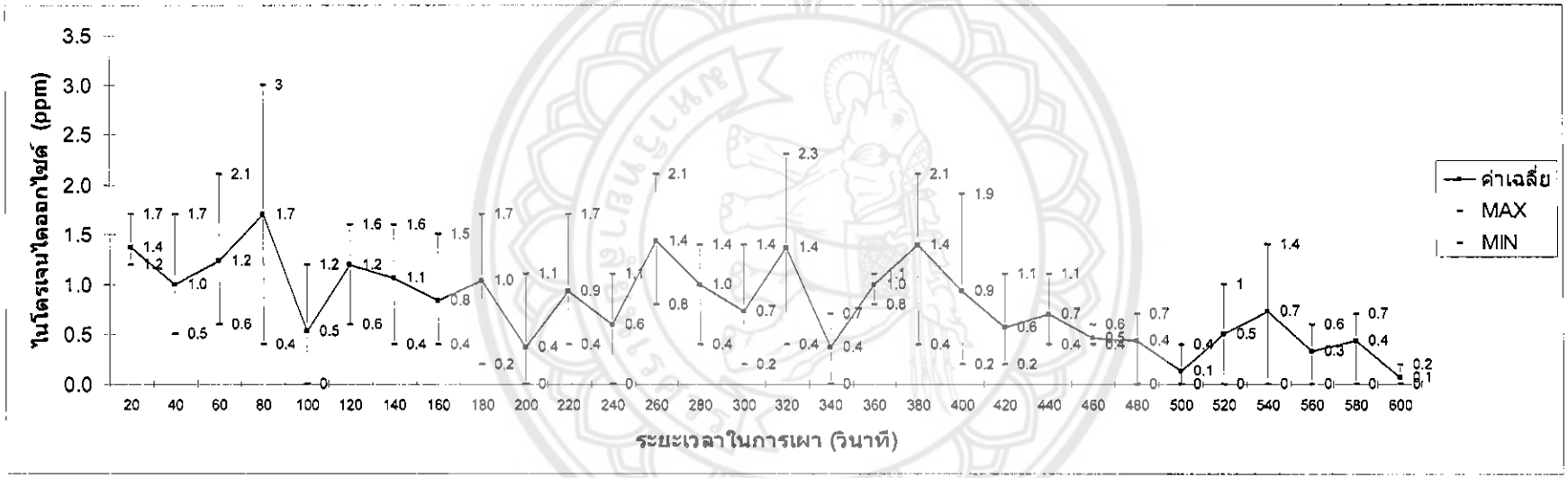
ทำการตรวจวัด ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผาโฟมพบว่า ในวินาทีที่ 20 มีค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ มากที่สุดคือ 0.6 ppm เนื่องจากการเผาไหม้ของโฟม ในช่วง 40 วินาทีแรกยังมีปริมาณของเปลวไฟอยู่มากแต่ต่อจากนั้น เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ทำให้ปริมาณของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ต่ำมากจนถึงไม่เกิด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุด คือ 0 ppm ทั้งนี้เนื่องจากการเผาไหม้โฟมนั้นมีเขม่าควันมาก จึงทำให้เกิดปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยมาก



ภาพที่ 4.13 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาโฟม

4.3.1.4 <u>ขยะรวม</u>

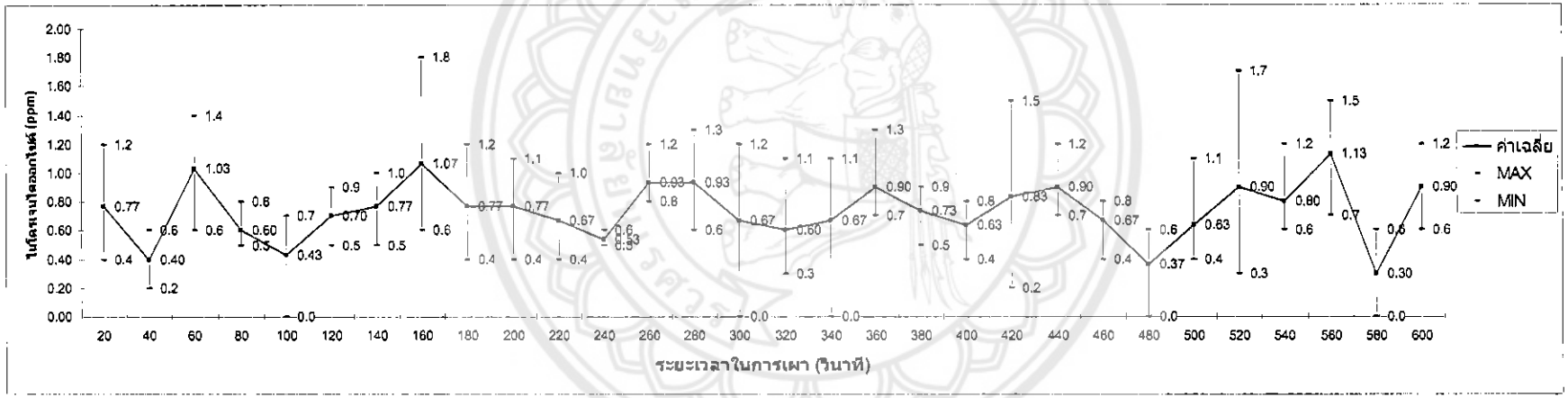
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จากการเผากระดาษพบว่า ในวินาทีที่ 80 มีค่าเฉลี่ยของมีปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ มากที่สุดคือ 1.7 ppm และปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ0.1ppm ที่เวลา500 วินาที(8.3นาที) ค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ที่ช่วง 0.4 -1.4 ppm จากรูปจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ ลดลงเมื่อวัสดุเผาไหม้ใกล้จะหมด



ภาพที่ 4.14 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาขยะรวม

4.3.1.5 <u>ยาง</u>

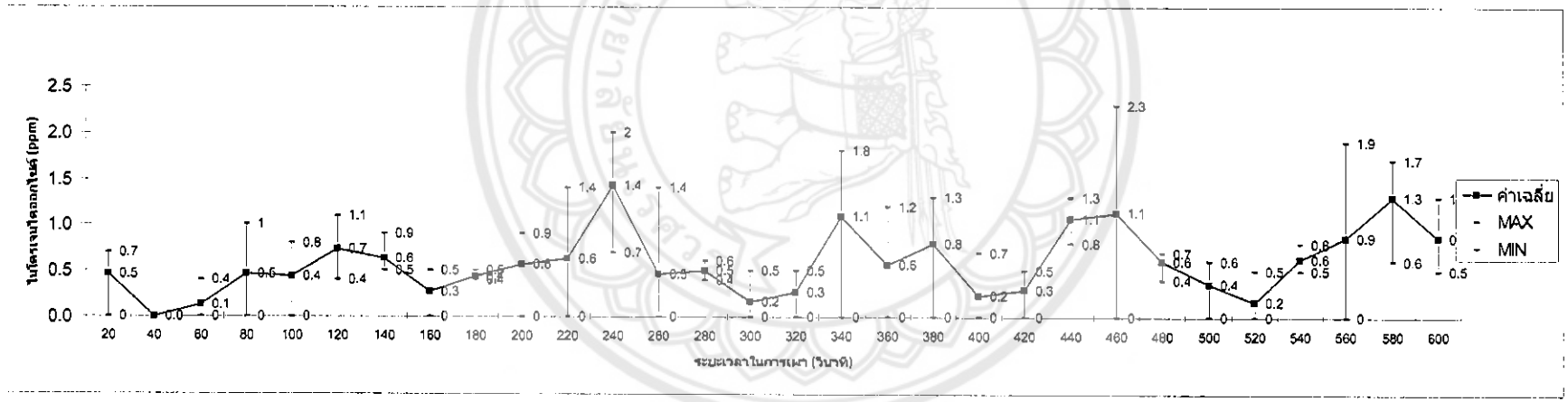
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผายางพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุด คือ 1.07 ppm ที่เวลา 160 วินาที(3.3นาที) และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุด คือ0.30 ppmที่เวลา580วินาที(9.6นาที) ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.4-1.1 ppm และการเผาไหม้ของยาง พบว่าการเผาไหม้ของยาง จะให้ ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ค้อนข้างคงที่ แต่ในช่วงท้ายของการเผา มีกระแสลมที่มีทิศทางไม่คงที่ ทำให้ได้ค่าที่ไม่แน่นอน



ภาพที่ 4.15 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผายาง

4.3.1.6 ผ้า

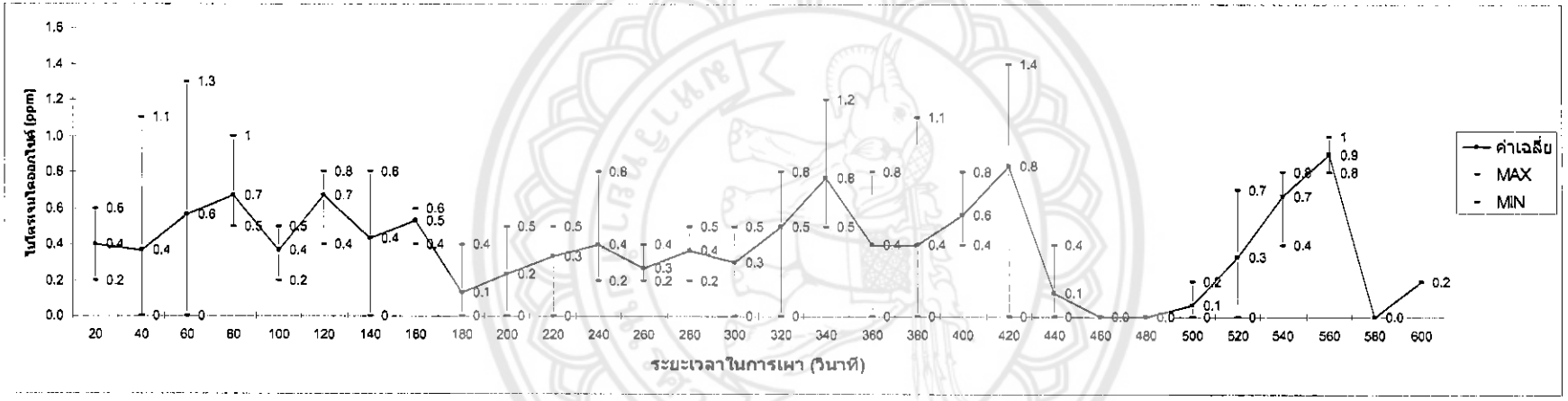
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผาผ้าพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุดคือ1.4 ppmที่เวลา240 วินาที(4นาที) ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ0.1 ppmที่เวลา60วินาที(1นาที) ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.2-1.1 ppm และการเผาไหม้ของผ้า พบว่าการเผาไหม้ของผ้าจะมีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ไม่ค่อยคงที่ เพราะผ้าที่นำมาเผามีหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น ผ้าไนลอน ผ้าฝ้าย ผ้ายีนส์ เป็นต้น รวมไปถึงทิศทางลมที่แปรปรวน ระหว่างการเผา ทำให้ค่าที่ออกมาไม่แน่นอน



ภาพที่ 4.16 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาผ้า

4.3.1.7 <u>กิ่งไม้</u>

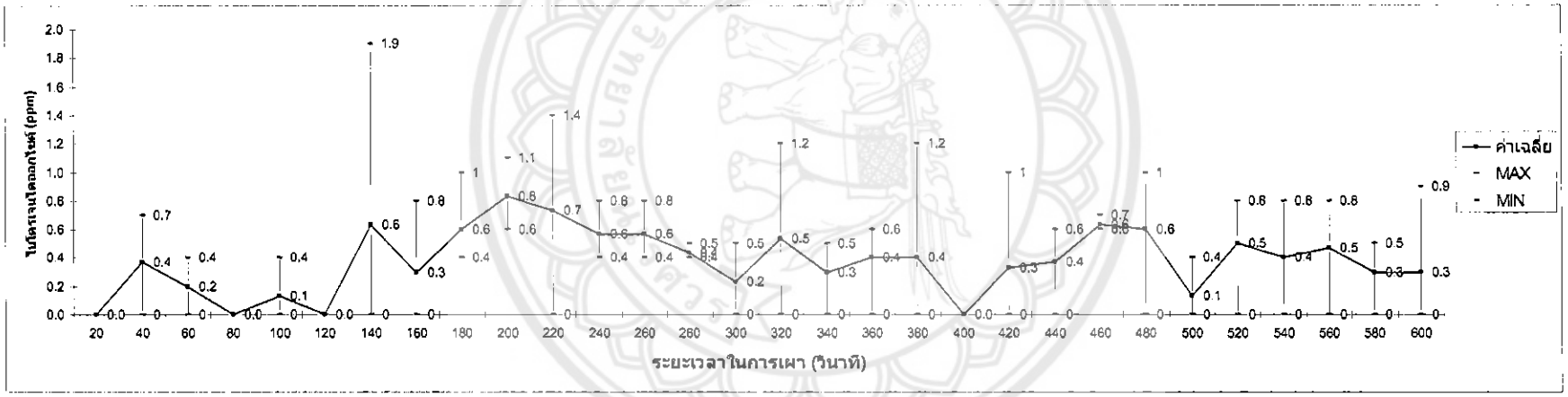
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จากการเผากิ่งไม้พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์มากที่สุดคือ 0.9 ppmที่เวลา 570 วินาที(9.5นาที) และความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ 0 ppmที่เวลา460-480 วินาที(7.5-8นาที)



ภาพที่ 4.17 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผากิ่งไม้

4.3.1.8 ขี้เลื่อย

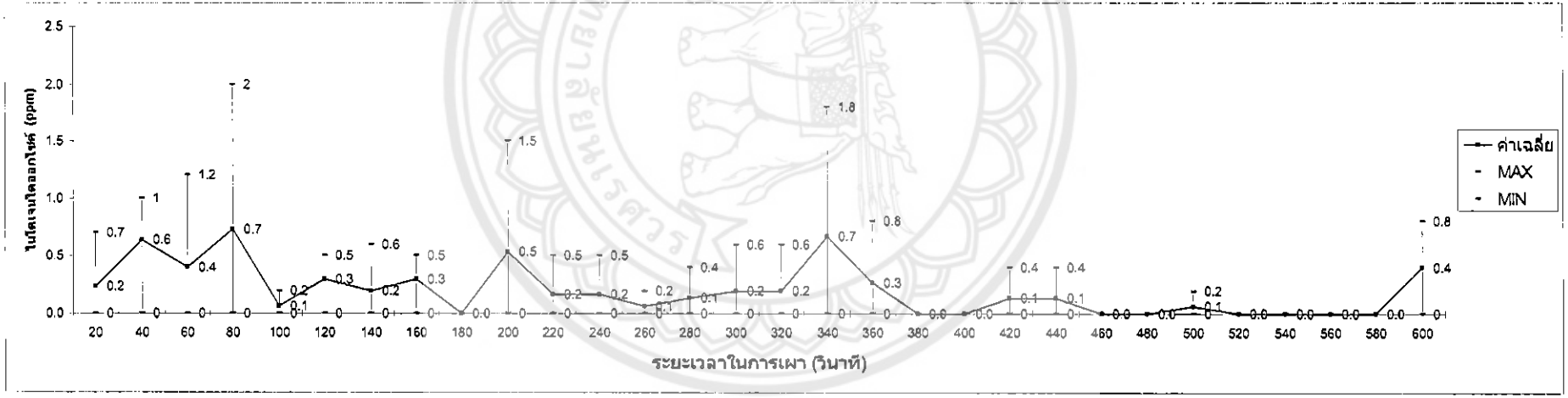
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผาขี้เลื่อยจะพบว่าปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุดคือ0.8ppm ที่เวลา 200 วินาที(3.3นาที) และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ0ppm ที่เวลา400 วินาที(6.6นาที)เนื่องจากในช่วงแรกของการเผามีความเข้มข้นของ ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ต่ำ การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ มีไฟติดอยู่ภายใต้ขี้เลื่อย พอในช่วงเวลาต่อมา มีการเผาไหม่อย่างสม่ำเสมอ เพราะขนาดของขี้เลื่อยมีขนาดที่ค่อนข้างเท่ากัน ทำให้ค่าความเข้นที่ได้มาอยู่ในช่วง 0.4-0.5 ppm



ภาพที่ 4.18 แสดงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาขี้เลื่อย

4.3.1.9 <u>หญ้าแห้ง</u>

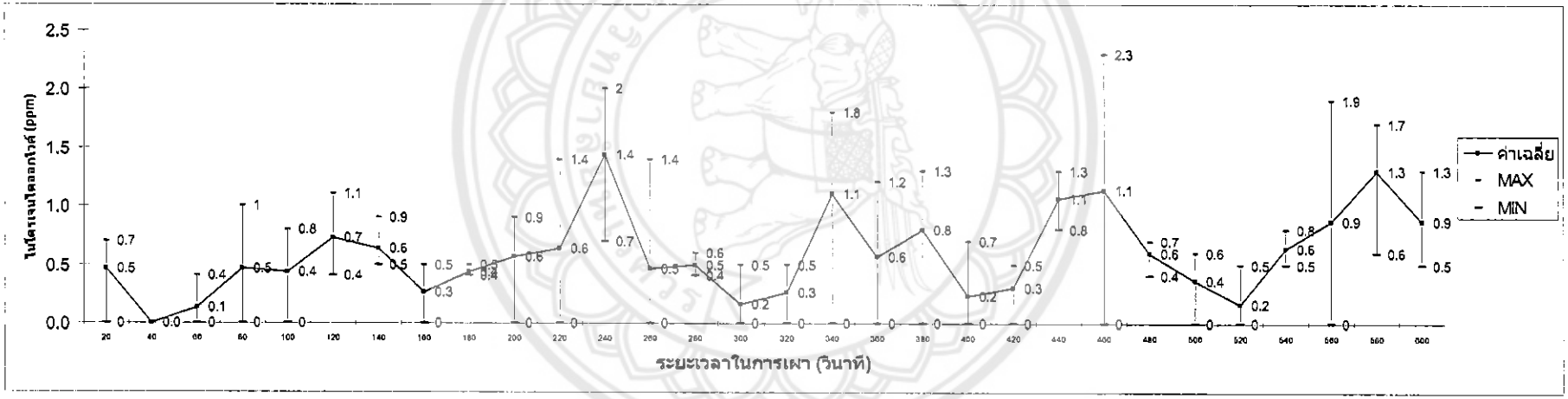
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จากการเผาหญ้าแห้งพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุดคือ0.7ppm ที่เวลา80 วินาที(1.3นาที)กับ340วินาที(5.6นาที) และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ0ppm ที่ช่วงเวลาตั้งแต่460-580 วินาที (7.5-9.8นาที) เนื่องจากพบว่าการเผาไหม้ของหญ้าแห้ง มีการเผาไหม้สัมพันธ์กับเวลา จะเห็นว่าในช่วงแรกมีวัสดุเหลืออยู่มากทำให้การเผาคงที่ ส่วนช่วงเวลาท้าย เมื่อดูจากรูปแล้ว พบว่า ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ มีปริมาณที่ต่ำ เพราะว่า การเผาไหม้ในช่วงท้าย ไม่ค่อยเกิดเปลวไฟ



ภาพที่ 4.19 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง

4.3.1.10 ฟางเปียก

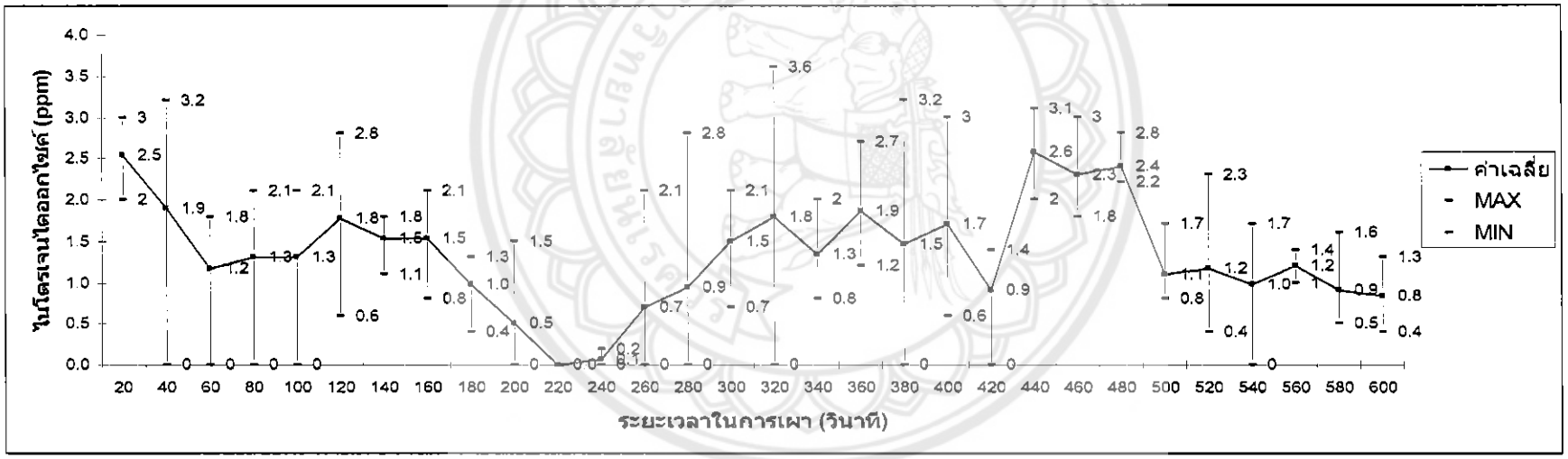
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผาฟางเปียกพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุดคือ1.4ppm ที่เวลา 240 วินาที(4นาที) และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ0ppm ที่เวลา40 วินาที ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ มีค่าเฉลี่ยที่ไม่คงที่ เพราะว่าฟางเปียกเมื่อทำการเผา จะเกิดเปลวไฟไม่คงที่ เมื่อเปลวไปไปเจอส่วนที่ชื้น ก็จะมีความข้มข้นของ ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่ต่ำและในช่วงเวลาที่ทำการเผา มีลมพัดในทิศทางไม่คงที่ทำให้การวัดค่าไม่คงที่



ภาพที่ 4.20 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง

4.3.1.11 ฟางแห้ง

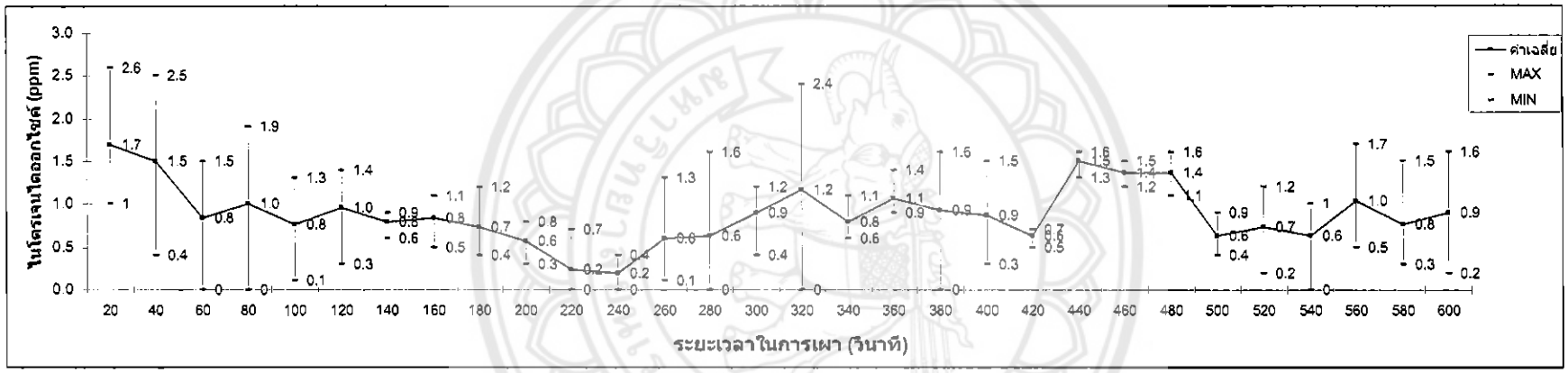
ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผาฟางแห้งพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุดคือ2.6ppm ที่เวลา 440 วินาที(7.3นาที) และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุดคือ0ppm ที่เวลา220 วินาที ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ มีค่ามาก เพราะว่าฟางแห้งเมื่อทำการเผา จะเกิดเปลวไฟที่มาก ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว ก็จะมีความข้มข้นของ ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ที่สูงและในช่วงเวลาที่ทำการเผา



ภาพที่ 4.21 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาฟางแห้ง

4.3.1.12 <u>ใบไม้</u>

ทำการตรวจวัด ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ จากการเผาใบไม้พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์มากที่สุด คือ 1.7 ppm ที่เวลา 20 วินาทีและปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์น้อยที่สุด คือ0.2 ppmที่เวลา220-240วินาที(3.7-6นาที) พบว่าการเผาไหม้ของใบไม้ จะให้ปริมาณความเข้มข้นของ ก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ ค้อนข้างคงที่ แต่ในบางช่วงของการเผา มีกระแสลมที่มีทิศทางไม่คงที่ ทำให้ได้ค่าที่ไม่แน่นอน



ภาพที่ 4.22 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเผาใบไม้

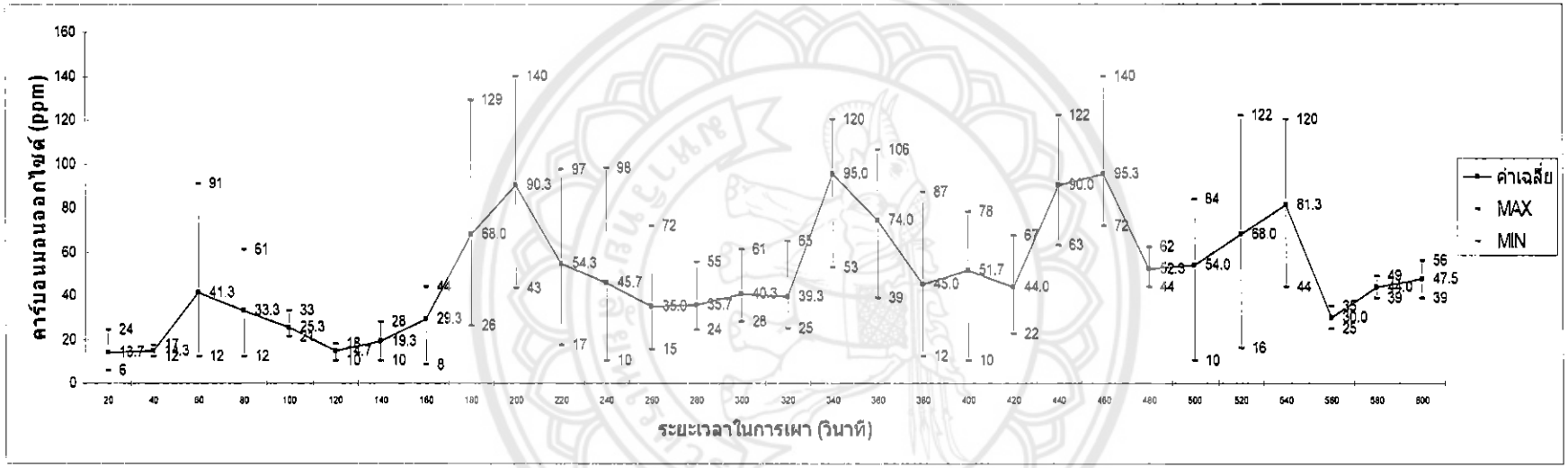
4.3.2 คาร์บอนมอนอกไซด์

ทำการตรวจวัด ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากวัสดุที่นำมาเผา แบ่งเป็น ขยะรวม โฟม พลาสติก ผ้า กระดาษ หญ้าในสวน ยาง ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย ฟางเปียก ฟางแห้ง กิ่งไม้ เป็นระยะเวลา 10 นาที มีดังนี้

4.3.2.1 กระดาษ

ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จากการเผากระดาษพบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่าน้อยมากคือเท่ากับ13.7ppm ในช่วงเวลาที่20วินาทีแรก เนื่องจากมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จึงทำให้ปริมาณเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้มาก แต่ในช่วงเวลาที่ 200กับ400 วินาที เนื่องจากว่ากระดาษที่เผาไหม้นั้น มีควันมาก ประกอบกับปริมาณเปลวไฟน้อยลง และกระดาษที่เผาใกล้มอดดับลงด้วย ซึ่งลักษณะจะแตกต่างจากการวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ คือถ้ามีปริมาณควันที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ก็จะมากขึ้นตามไปด้วยแต่ ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก็จะมากขึ้น จึงทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าน้อยลง

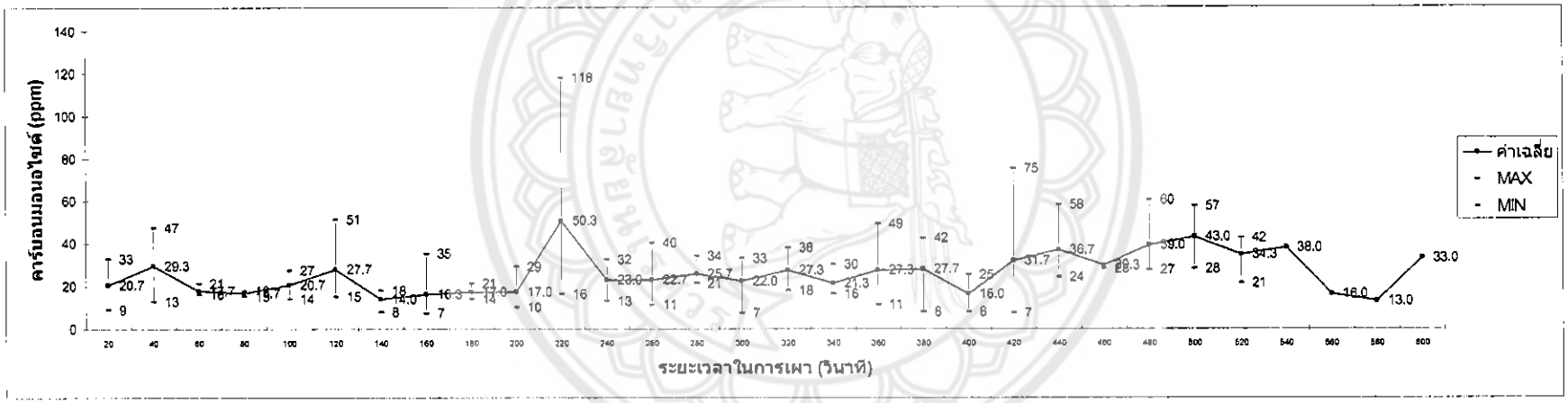
ดังนั้น ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ จะมากขึ้น แต่ถ้ามีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก็จะมากขึ้น เช่นกัน



ภาพที่ 4.23 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผา กระดาษ

4.3.2.2 พลาสติก

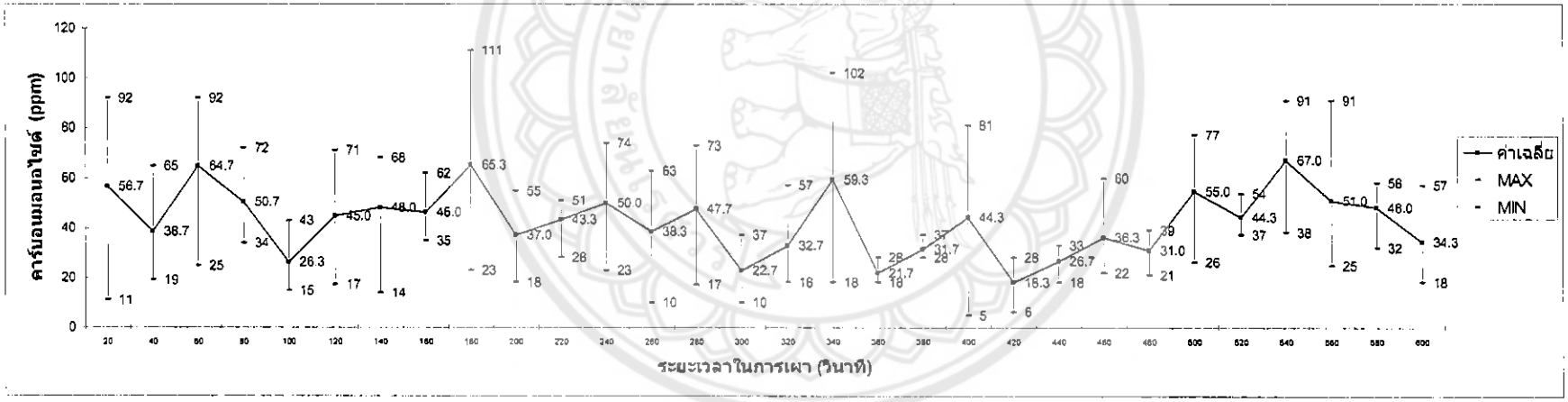
ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผาพลาสติก พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่ามากที่สุดคือ 50.3ppm ที่เวลา220 วินาที(3.8นาที) เนื่องจากว่าพลาสติกกำลังเกิดการลุกไหม้ ทำให้เกิดควันที่มาก และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่าน้อยที่สุดคือ14ppmที่เวลา140 วินาที(2.3นาที) ส่วนปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าคงที่ ในช่วงเวลาที่240-400วินาที เนื่องจากการเผาไหม้และการหลอมละลายของพลาสติกที่คงที่ จึงทำให้ปริมาณเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้มาก แต่มีปริมาณควันน้อยเนื่องจากเป็นช่วงที่เกิดการเผาไหม้ของพลาสติกพอดี



ภาพที่ 4.24 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผา พลาสติก

4.3.2.3 โฟม

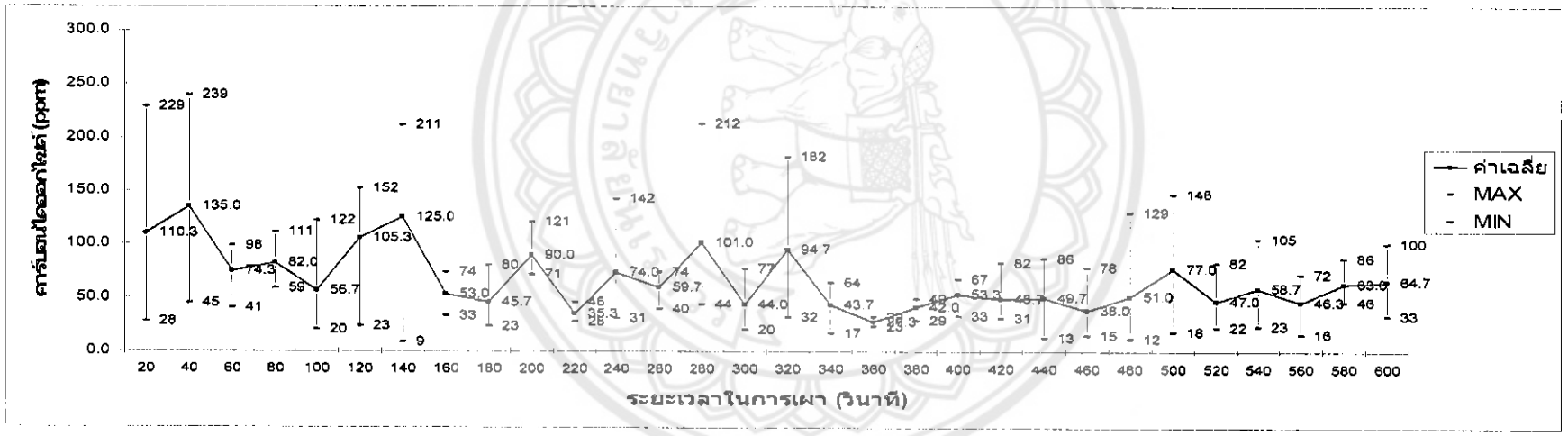
ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จากการเผาโฟม พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่ามากที่สุดคือ65.3ppmที่เวลา180วินาที (3นาที) และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่าน้อยที่สุดคือ18.3ppmที่เวลา420วินาที(7นาที) ทั้งนี้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่าที่แปรปวน เนื่องจากโฟม มีพฤติกรรมการเผาไหม้ที่ไม่แน่นอน คือ จะมีควันดำมากประกอบกับมีเปลวไฟที่ลุกไหม้ สลับกันไปมาอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ข้อมูลที่ได้ขึ้นๆ ลงๆอยู่ตลอดเวลา การเผาโฟมทำให้เกิดควันที่ดำมากปะปนมากับเขม่าควัน ซึ่งลักษณะจะแตกต่างจากการวัดก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คือถ้ามีปริมาณควันที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย แต่ ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ก็จะมากขึ้น จึงทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าน้อยลง



ภาพที่ 4.25 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผา โฟม

4.3.2.4 ขยะรวม

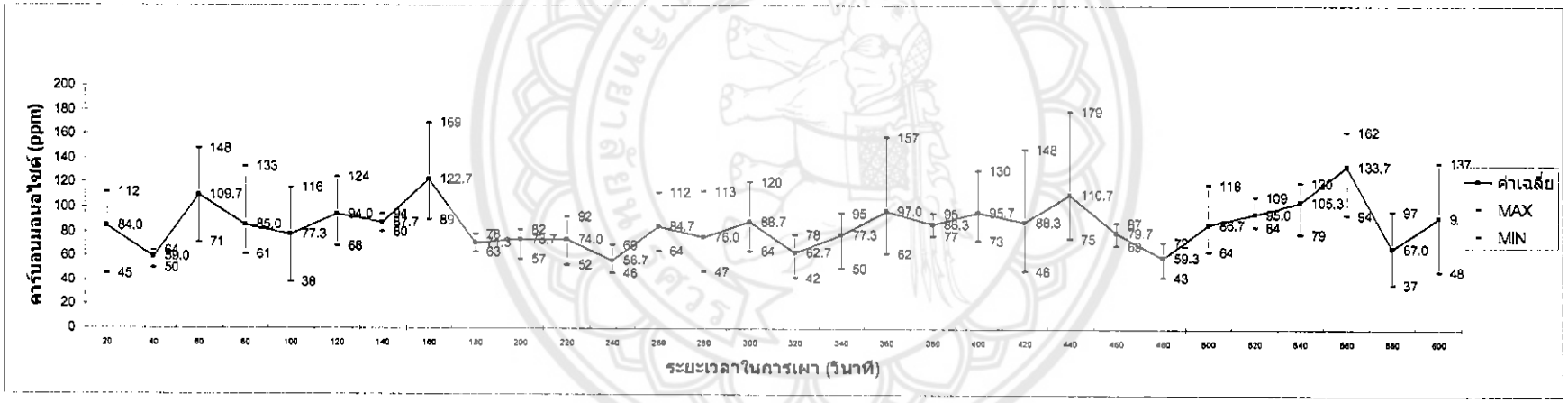
ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผาขยะรวม พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่ามากที่สุดคือ135ppmที่เวลา50วินาที เนื่องจากว่าขยะรวมที่เผาไหม้นั้นกำลังเกิดการเผาไหม้ไฟ จึงทำให้มีควันมาก ประกอบกับปริมาณเปลวไฟที่กำลังเกิดการเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่าน้อยที่สุดคือ27.3ppmที่เวลา360วินาที(6นาที) เนื่องจากมีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จึงทำให้ปริมาณเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้มาก ซึ่งลักษณะจะแตกต่างจากการวัดก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คือถ้ามีปริมาณควันที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย แต่ ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ก็จะมากขึ้น จึงทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าน้อยลง



ภาพที่ 4.26 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผา ขยะรวม

4.3.2.5 ยาง

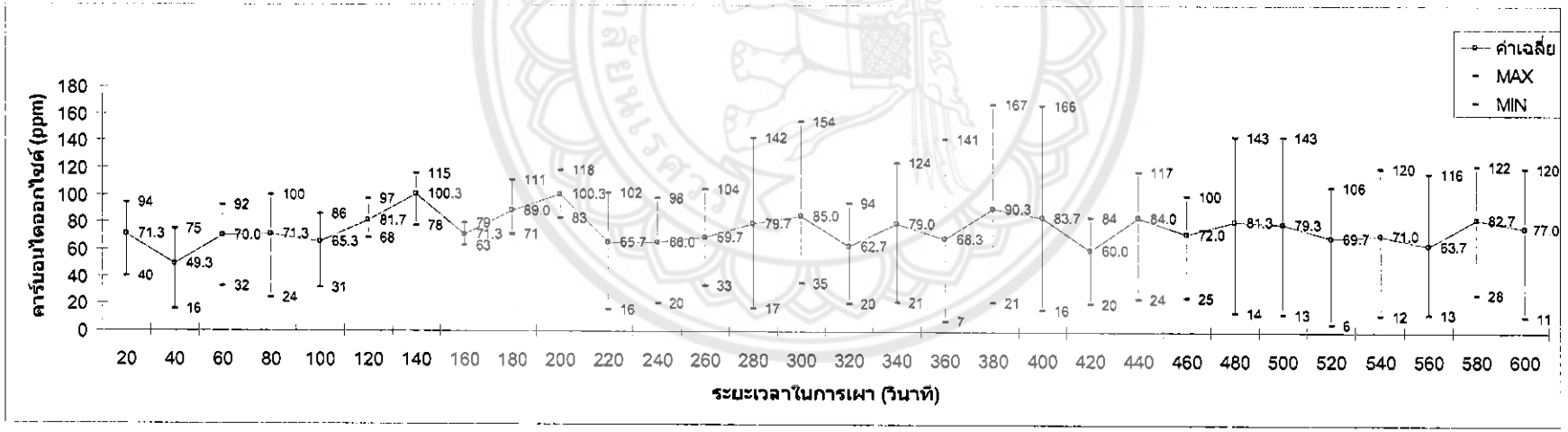
ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผายาง พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่าค่อนข้างมากเนื่องจากยางเป็นวัสดุมีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่ในช่วงที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีมากที่สุด คือ110.7 ppm ที่เวลา 440 วินาที(7.3นาที) และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์น้อยที่สุด คือ 67ppm ที่เวลา580 วินาที ซึ่งลักษณะจะแตกต่างจากการวัดก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คือถ้ามีปริมาณควันที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย แต่ ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ก็จะมากขึ้น จึงทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีค่าน้อยลง



ภาพที่ 4.27 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผา ยาง

4.3.2.6 ผ้า

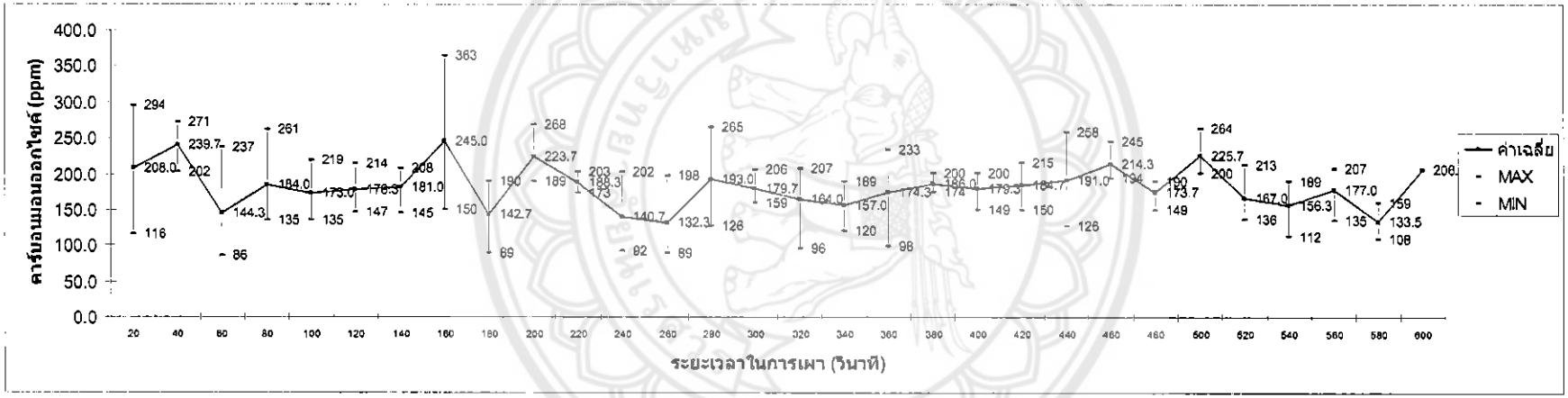
ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผาผ้า พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีช่วงที่ค่ามากที่สุด คือ 90.3 ppm ที่เวลา 390 วินาที (6.5นาที) ซึ่งลักษณะจะแตกต่างจากการวัดก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คือถ้ามีปริมาณควันที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีช่วงที่ค่าน้อยที่สุด คือ 49.3 ppm ที่เวลา 40 วินาที ในส่วนพฤติกรรมการเผาไหม้ของผ้าคือ ในช่วงเวลาที่ 120-200วินาที ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์มีช่วงที่ค่ามากคือ ระหว่าง70-100 ppm ต่อมาในช่วงเวลาที่220-600วินาที ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มีช่วงที่คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ผ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จึงทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์มีช่วงที่ค่า ค่อนข้างน้อย คือมีควัน ประกอบกับปริมาณเปลวไฟ ที่ใกล้เคียงกัน แต่ ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ก็จะมากขึ้น จึงทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าน้อยลง



ภาพที่ 4.28 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผา ผ้า

4.3.2.7 กิ่งไม้

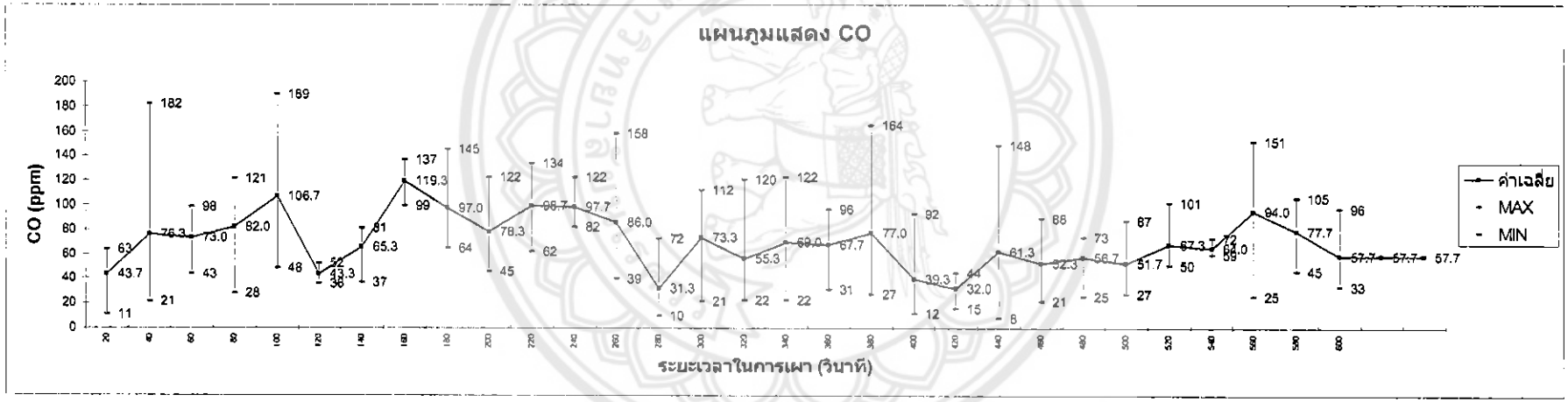
ทำการตรวจวัด ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผากิ่งไม้ พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีช่วงที่ค่ามากที่สุด คือ 245 ppm ที่เวลาที่160 วินาที (2.6นาที) ในช่วงแรกเปลือกไม้มีส่วนทำให้เปลวไฟไม่คงที่ แต่ต่อมาเมื่อกิ่งไม้แป็นถ่าน จะให้ความร้อนและควันที่สม่ำเสมอ ดังรูป และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีช่วงที่ค่าน้อยที่สุด คือ 132 ppm ที่เวลาที่260 วินาที (4.4นาที) ปริมาณความเข้มข้นของ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อยู่ในช่วง 140-225 ppm ดังรูป



ภาพที่ 4.29 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผากิ่งไม้

4.3.2.8 ขี้เลื่อย

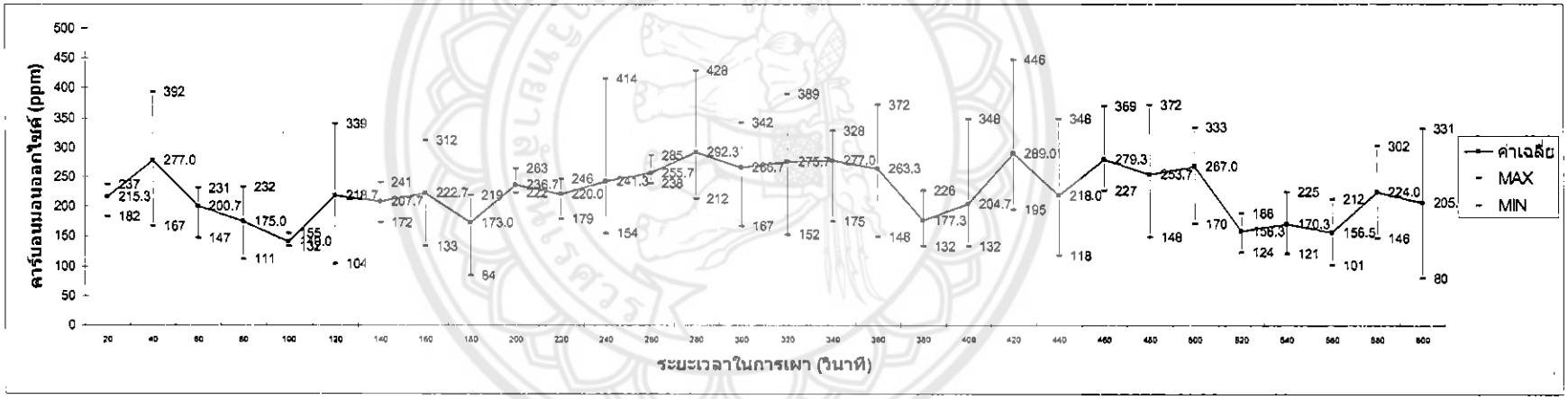
ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จากการเผาหญ้าพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีช่วงที่ค่ามากที่สุด คือ 106.7 ppm ที่เวลาที่ 100 วินาที (1.7นาที)เมื่อเผาแล้วมีควันอย่างต่อเนื่องค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จึงออกมาค้อนข้างสม่ำเสมอ และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีช่วงที่ค่าน้อยที่สุด คือ 32 ppm ที่เวลาที่420 วินาที (7นาที) ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อยู่ในช่วง 158-290 ppm



ภาพที่ 4.30 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง

4.3.2.9 หญ้า

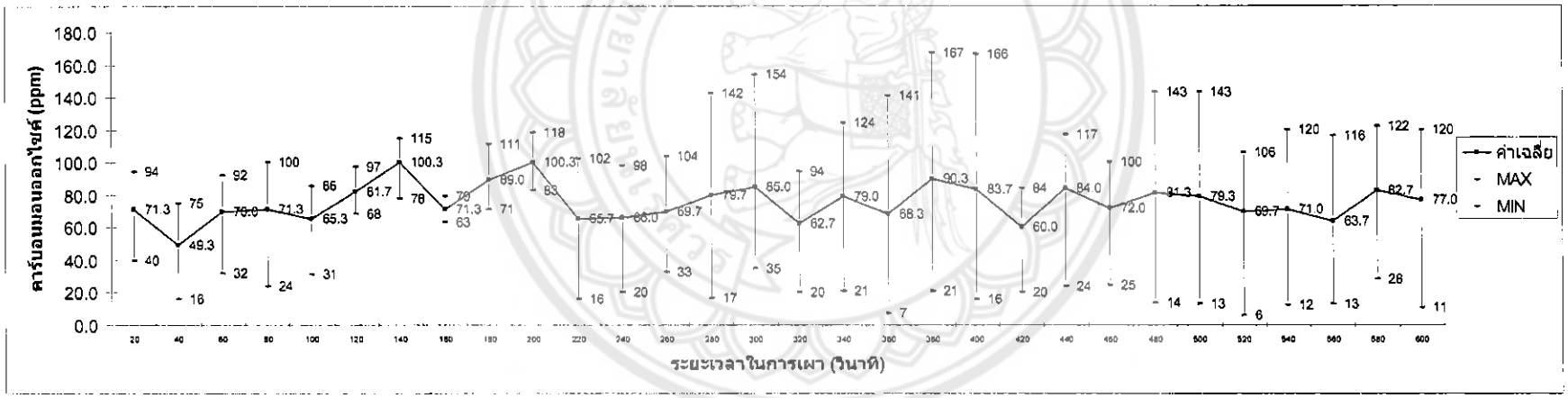
ทำการตรวจวัด ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จากการเผาหญ้าพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีช่วงที่ค่ามากที่สุด คือ 292.3 ppm ที่เวลาที่ 280 วินาที (4.6นาที)และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์มีช่วงที่ค่าน้อยที่สุด คือ 140 ppm ที่เวลาที่ 100 วินาที (1.6นาที) ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 158-290 ppm เมื่อเผาแล้วมีควันอย่างต่อเนื่อง ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ จึงออกมาค่อนข้างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 4.31 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ได้จากการเผาหญ้า

4.3.2.10 ฟางเปียก

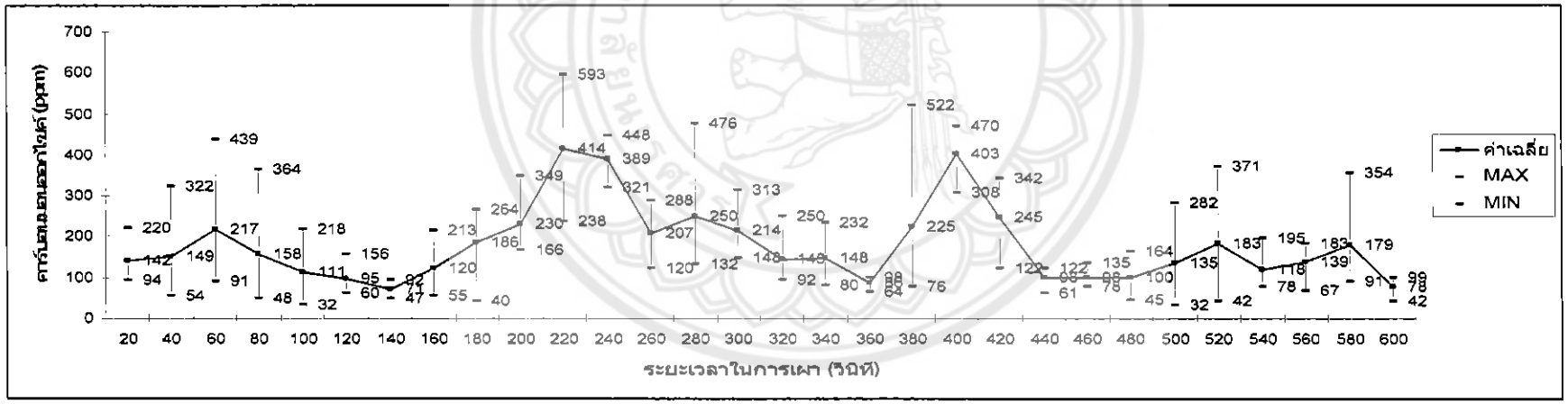
ทำการตรวจวัด ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผาฟางเปียกพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ มีช่วงที่ค่ามากที่สุด คือ 100.3 ppm ที่เวลาที่140 วินาที (2.3นาที)และปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีช่วงที่ค่าน้อยที่สุด คือ 49.3 ppm ที่เวลาที่ 40 วินาที ทั้งนี้ปริมาณความเข้มข้นของ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซค์ และค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ในช่วง 3 นาทีมีค่าแปรผกผันกับควันไฟ เพราะในช่วงนี้ ฟางที่นำมาเผาตัวอย่างไม่ติดไฟประกอบกับเปลวไฟค้อนข้างเบาบาง ทำให้มีควันจากการเผาออกมามากจากนั้นหลังจาก3 นาทีต่อมา เริ่มมีควันอย่างต่อเนื่อง ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จึงออกมาอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 4.32 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาฟางเปียก

4.3.2.11 ฟางแห้ง

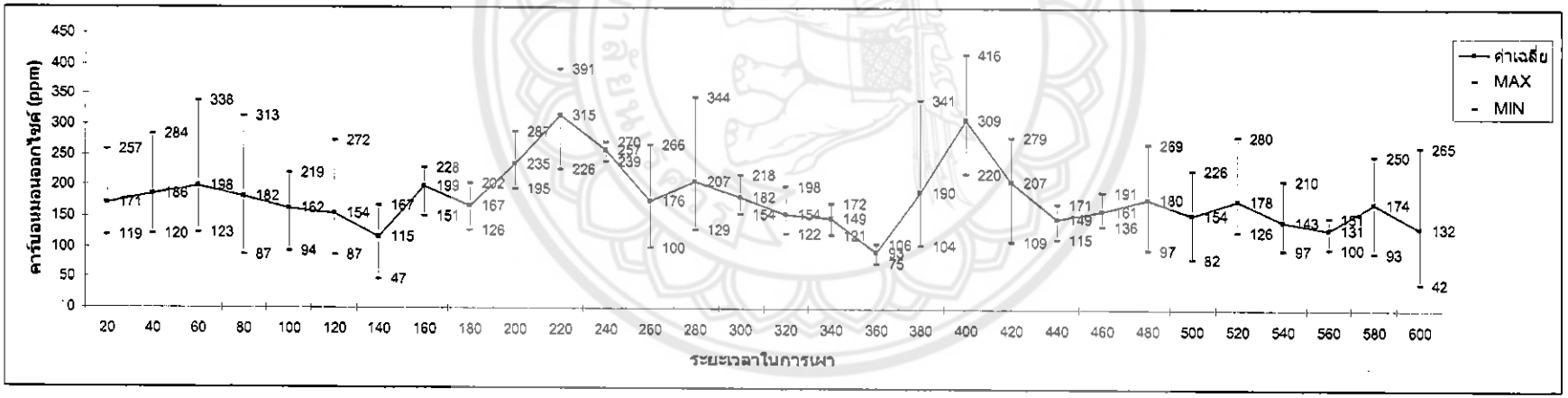
ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผาฟางแห้ง พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีช่วงที่ค่ามากที่สุด คือ 414 ppm ที่เวลาที่ 220 วินาที (3.6นาที) เนื่องจากการเผาไหม้ฟางแห้งมีปริมาณควันที่มากติดต่อกันเป็นระยะเวลาที่นาน ลักษณะสีของควันจะมีสีเหลืองอมขาว ส่วนปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์มีช่วงที่ค่าน้อยที่สุด คือ 71 ppm ที่เวลาที่ 140 วินาที ซึ่งลักษณะจะแตกต่างจากการวัดก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คือถ้ามีปริมาณควันที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก็จะมากขึ้นตามไปด้วยแต่ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ก็จะมากขึ้น จึงทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าน้อยลง ดังนั้น ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ จะมากขึ้น แต่ถ้ามีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก็จะมาก



ภาพที่ 4.33 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาฟางแห้ง

4.3.2.12 ใบไม้

ทำการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากการเผาใบไม้ พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีช่วงที่ค่ามากที่สุด คือ 315 ppm ที่เวลาที่220 วินาที (3.6นาที) เนื่องจากการเผาไหม้ใบไม้ มีปริมาณควันที่มากติดต่อกันเป็นระยะเวลาที่นาน ลักษณะสีของควันจะมีสีขาวอมเหลืองจางๆ ส่วนปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีช่วงที่ค่าน้อยที่สุด คือ 149 ppm ที่เวลาที่ 340 วินาทีและ440วินาที(5.6และ7.3นาที) ซึ่งลักษณะจะแตกต่างจากการวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ คือถ้ามีปริมาณควันที่มาก ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก็จะมากขึ้นตามไปด้วยแต่ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก็จะมากขึ้น จึงทำให้ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์มีค่าน้อยลง ดังนั้น ถ้ามีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปริมาณก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์ จะมากขึ้น แต่ถ้ามีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก็จะมาก



ภาพที่ 4.34 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ได้จากการเผาใบไม้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษามลพิษทางอากาศจากการเผาขยะชุมชนในที่โล่งและวัสดุเหลือใช่จากการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์(NO_2) และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) รวมไปถึงฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) โดยใช้ตัวอย่างในการเผาทั้งหมด 12 ตัวอย่าง คือ ขยะรวม โฟม พลาสติก ผ้า กระดาษ หญ้าในสวน ยาง ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย ฟางเปียก ฟางแห้ง กิ่งไม้ เพื่อทราบถึงปริมาณมลพิษทางอากาศ ที่เกิดจากการเผา

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษามลพิษทางอากาศจากการเผาขยะชุมชนในที่โล่งและวัสดุเหลือใช่จากการเกษตร มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ รวมไปถึงฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) โดยใช้ตัวอย่างในการเผาทั้งหมด 12 ตัวอย่าง คือ ขยะรวม โฟม พลาสติก ผ้า กระดาษ หญ้าในสวน ยาง ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย ฟางเปียก ฟางแห้ง กิ่งไม้ สรุปผลดังนี้

5.1.1.ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ที่ส่งผลต่อบรรยากาศมากที่สุด คือ กิ่งไม้ 1.4 ppm ฟางแห้ง 1.3 ppm ตามลำดับ

5.1.2 ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) ที่ส่งผลต่อบรรยากาศมากที่สุด คือ ฟางเปียก 190.1 ppm กิ่งไม้181.5 ppm และใบไม้ 180 ppm ตามลำดับ

5.1.3 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ที่ฟุ้งกระจายมาจากการการเผามากที่สุดคือ ยาง มีปริมาณเท่ากับ110.769 มิลลิกรัมต่อลูกบากศ์เมตร หญ้าจากการทำสวนมีปริมาณเท่ากับ 104.274 มิลลิกรัมต่อลูกบากศ์เมตร และ โฟมมีปริมาณเท่ากับ 84.103 มิลลิกรัมต่อลูกบากศ์เมตร

5.2 ข้อเสนอแนะในการใช้มาตรฐานการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล

เนื่องจากมาตรฐานการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเปรียบเสมือนเป็นแนวทางและขั้นตอนในการปฏิบัติงาน เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลตามหลักสุขาภิบาล โดยเน้นตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาการเก็บขนรวบรวมและขนส่งขยะมูลฝอยและการกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ตลอดจนการเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของประชาชนในการติดตามตรวจสอบผลกระทบ สิ่งแวดล้อมและการจัดเก็บค่าธรรมเนียม อันจะนำไปสู่การบริหารจัดการขยะมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้มาตรฐานการจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรยึดหลักปฏิบัติ ดังนี้

1. การประยุกต์ความรู้ทางด้านเทคนิค/วิชาการและรูปแบบการบริหารจัดการขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ควรพิจารณาให้สอดคล้องกับศักยภาพขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นๆ เป็นสำคัญเนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแต่ละแห่งมีความพร้อมและขีดความสามารถในการจัดการที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงควรพิจารณาถึงความต้องการของผู้บริหารท้องถิ่น ศักยภาพของบุคลากร ความรุนแรงของปัญหา การให้ความร่วมมือของประชาชน ตลอดจนการจัดหางบประมาณมาลงทุน

2. รายละเอียดที่กำหนดไว้ในมาตรฐานเล่มนี้ มีเนื้อหาสาระบางประเด็นที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดทางด้านเทคนิคเฉพาะด้าน เช่น เทคนิคในการกำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล หรือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย ดังนั้น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งอาจไม่มีบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญพอ สามารถขอรับการสนับสนุนทางวิชาการได้จากหน่วยงานของรัฐหรือสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้คำแนะนำต่อการดำเนินงานได้ เช่น สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด (ทสจ.) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค (สสภ.) หรือกรมควบคุมมลพิษ

5.3 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

5.3.1 ควรมีการส่งเสริมให้ความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะ และวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรในที่โล่ง

5.3.2 ควรใช้ เตาเผาขยะในการเผาขยะแทนการเผาในที่โล่ง เพราะจะทำให้ระบบการเผามีประสิทธิภาพดีที่สุด

5.3.3 เปลี่ยนรูปแบบการเผาขยะในที่โล่งมาเป็นการนำขยะมาทำเป็นปุ๋ยหมักชีวภาพแทน เพื่อลดปริมาณของขยะ และมลพิษต่างๆ ที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

5.3.4 เปลี่ยนรูปแบบการเผาวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรนำมาเป็นพลังงานทดแทน

5.3.5 ควรจัดหาเครื่องมือ ที่มีความแม่นยำและสามารถวัดก๊าซได้หลากหลายมากกว่านี้ เพื่อผลการวิจัยที่สมบูรณ์ และแม่นยำ

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. เกณฑ์ มาตรฐาน และแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์คุรุสภาพลาดพร้าว, 2544

กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการตรวจสอบการปนเปื้อนน้ำใต้ดินจากสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย. กรุงเทพฯ : สร้างสรรวิชาการพิมพ์, 2547

บริษัท โซเชียล แอนด์ เอนไวรอนเมนทอล ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด. รายงานการศึกษาฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบจัดการขยะและสิ่งปฏิกูล เทศบาลเมืองมุกดาหาร : เกษมการพิมพ์, 2541

กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. รายงานสถานการณ์คุณภาพอากาศและเสียง. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2548

นพภาพร พานิช และ แสงสันต์ พานิช. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544

เกื้อเมธา ฤกษ์พรพิพัฒน์ และคณะ. สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2544-2545. กรุงเทพฯ: มูลนิธิโลกสีเขียว, 2546

ณภัทร น้อยคำใส. เอกสารคำสอนรายวิชามลพิษสิ่งแวดล้อม. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2549

www.osho.gov , (24/04/52)

www.pcd.go.th , (24/04/52)

www.ryt9.com , (24/04/52)

www.greenpeace.org , (24/04/52)

www.biomassfuelpower.com , (4/05/52)

www.greentheearth.info , (14/05/52)

www.thaihotzone.com , (14/05/52)

www.eduzones.com , (14/05/52)

www.thaitambon.com , (24/05/52)

www.onep.go.th , (26/05/52)

www.ntksteel.com/aboutus.htm , (26/05/52)

ภาคผนวก ก

ตารางผนวกที่ ก.1 แสดงผลปริมาณองค์ประกอบของขยะจากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชนบริเวณหมู่ 6 และ 8 ตำบลท่าทอง จ.พิษณุโลก น้ำหนัก 100 กิโลกรัมต่อวัน

องค์ประกอบขยะ	23มี.ค.52	27มี.ค.52	29มี.ค.52	30มี.ค.52	1เม.ย.52	4เม.ย.52	6เม.ย.52
เศษอาหาร	28	24.3	36.5	28	29.5	30.5	33
กระดาษ	18	12.5	5	8	10.5	11.5	14
พลาสติก	17.5	24	9	24	16.5	17	17
กิ่งไม้,ใบไม้	15	13	25	14	14	14	12
เศษผ้า	6	9	8	4	6	4	5
แก้ว	5.4	4.5	5	8	10	9	6
ไม้แปรรูป	2	3.5	7	3	4	1.5	2.5
โฟม	0.5	0.5	1.5	0	0	0	0
กระป๋องอาหาร	1.1	1.9	2.1	1	1	2	2.5
โลหะเหล็ก	0	1	0	6	4	4.5	8
ยาง	1.4	2	0	0	0.5	0	0
หนัง	0	0	0	0	0	0	0
ฝุ่นผง,ขี้เถ้า,อื่นๆ	3.2	3	0.4	3.5	4	5.5	4

ตารางผนวกที่ ก.2 แสดงปริมาณความหนาแน่นของขยะจากการเก็บตัวอย่างขยะชุมชนบริเวณหมู่ 6 และ 8 ตำบลท่าทอง จ.พิษณุโลก กิโลกรัมต่อ20กิโลกรัม

องค์ประกอบขยะ	23มี.ค.52	27มี.ค.52	29มี.ค.52	30มี.ค.52	1เม.ย.52	4เม.ย.52	6เม.ย.52
เศษอาหาร	8	10	16.5	13	14	13	11.5
กระดาษ	8	9	5	4.5	6	5	6
พลาสติก	2.5	1.2	3	6.2	4	5.5	3.5
กิ่งไม้,ใบไม้	3.5	5	5	3.5	4	4.7	4.5
เศษผ้า	4	6	5	4	4	3.5	5
แก้ว	5.4	4.5	5	6	8	4.6	6
ไม้แปรรูป	2	3.5	7	3	4	1.5	2.5
โฟม	0.5	0.5	1.5	-	-	-	-
กระป๋องอาหาร	1.1	1.9	2.1	1	1	2	2.5
โลหะเหล็ก	-	-	-	6	4	4.5	4
ยาง	1.4	2	-	-	0.5	-	-
หนัง	-	-	-	-	-	-	-
ฝุ่นผง,ขี้เถ้า,อื่นๆ	1.5	0.5	0.4	3.5	4	5.5	4

ตารางผนวกที่ ก.3 แสดงปริมาณความชื้นของส่วนประกอบของขยะ แต่ละประเภท

องค์ประกอบขยะ	ค่าความชื้น มาตรฐาน (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	ค่าความชื้น จากการทดลอง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)
เศษอาหาร	50-80	62
กระดาษ	4-10	12
พลาสติก	1-4	8
กิ่งไม้,ใบไม้	30-80	11
เศษผ้า	6-15	14
แก้ว	1-4	1
ไม้แปรรูป	15-40	12
โฟม	1-3	0
กระป๋องอลูมิเนียม	2-4	2
โลหะเหล็ก	2-4	0
ยาง	1-4	2
หนัง	8-12	0
ฝุ่นผง,ขี้เถ้า,อื่นๆ	6-12	14

หมายเหตุ จาก Integrated Solid Waste Management. (p.70-71)โดย Tchobanoglous, Theisen and Vigil, 1993, Singapore: McGraw-Hill.

ค่าความชื้น (Moisture Content) **ของขยะมูลฝอย**

โดยทั่วไปแสดงในรูปของปริมาณความชื้นในขยะมูลฝอยต่อมวลขยะมูลฝอยเปียกหรือแห้งขยะมูลฝอยที่ มาจากชุมชนโดยปกติจะมีค่าความชื้นประมาณ 15-40% ทั้งนี้ ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล

$$\text{ค่าความชื้น (\%)} = \frac{(w_{ป} - w_{ห})}{w_{ป}} \times 100$$

เมื่อ

$W_{ป}$ คือ น้ำหนักของตัวอย่างขยะมูลฝอยที่วัดได้ในพื้นที่กองขยะ (กิโลกรัม)

$W_{ห}$ คือ น้ำหนักของตัวอย่างขยะมูลฝอยเดิมที่ได้ผ่านการอบแห้งใน เตาอบ ณ อุณหภูมิ 77C° อยู่อย่างน้อย 24 ชม. (กิโลกรัม)

ตารางผนวกที่ ก.4 แสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

ตัวอย่าง	องค์ประกอบของขยะ และวัสดุเหลือใช้ จากการเกษตร		น้ำหนัก กระดาษก่อน ทดลอง(g)	น้ำหนัก กระดาษหลัง ทดลอง(g)	ผลต่างของ น้ำหนัก กระดาษ(g)	ปริมาณฝุ่นที่ได้จาก การคำนวน (mg/m)
1	ขยะรวม	ครั้งที่ 1	0.06210	0.06239	0.00029	14.87179
		ครั้งที่ 2	0.06130	0.06135	0.00005	2.56410
		ครั้งที่ 3	0.06016	0.06042	0.00026	13.33333
2	โฟม	ครั้งที่ 1	0.06177	0.06203	0.00026	13.33333
		ครั้งที่ 2	0.05834	0.06176	0.00342	175.38462
		ครั้งที่ 3	0.06064	0.06188	0.00124	63.58974
3	พลาสติก	ครั้งที่ 1	0.06200	0.06232	0.00032	16.41026
		ครั้งที่ 2	0.06157	0.06211	0.00054	27.69231
		ครั้งที่ 3	0.06045	0.06078	0.00033	16.92308
4	ผ้า	ครั้งที่ 1	0.05954	0.06137	0.00183	93.84615
		ครั้งที่ 2	0.06075	0.06225	0.00150	76.92308
		ครั้งที่ 3	0.06035	0.06192	0.00157	80.51282
5	กระดาษ	ครั้งที่ 1	0.06088	0.06215	0.00127	65.12821
		ครั้งที่ 2	0.06093	0.06101	0.00008	4.10256
		ครั้งที่ 3	0.06193	0.06204	0.00011	5.64103
6	หญ้าสวนในบ้าน	ครั้งที่ 1	0.05723	0.06220	0.00497	254.87179
		ครั้งที่ 2	0.06021	0.06087	0.00066	33.84615
		ครั้งที่ 3	0.06147	0.06194	0.00047	24.10256
7	ยาง	ครั้งที่ 1	0.05981	0.06205	0.00224	114.87179
		ครั้งที่ 2	0.05880	0.06023	0.00143	73.33333
		ครั้งที่ 3	0.05912	0.06193	0.00281	144.10256
8	ใบไม้แห้ง	ครั้งที่ 1	0.06021	0.06140	0.00119	61.02564
		ครั้งที่ 2	0.06134	0.06201	0.00067	34.35897
		ครั้งที่ 3	0.06138	0.06180	0.00042	21.53846
9	ชี้เลื่อย	ครั้งที่ 1	0.05990	0.06076	0.00086	44.10256
		ครั้งที่ 2	0.06081	0.06157	0.00076	38.97436
		ครั้งที่ 3	0.06178	0.06187	0.00009	4.61538
10	ฟางเปียก	ครั้งที่ 1	0.05993	0.06008	0.00015	7.69231
		ครั้งที่ 2	0.05899	0.05964	0.00065	33.33333
		ครั้งที่ 3	0.05850	0.06242	0.00392	201.02564
11	ฟางแห้ง	ครั้งที่ 1	0.06147	0.06214	0.00067	34.35897
		ครั้งที่ 2	0.06074	0.06225	0.00151	77.43590
		ครั้งที่ 3	0.05942	0.06041	0.00099	50.76923
12	กิ่งไม้	ครั้งที่ 1	0.06078	0.06222	0.00144	73.84615
		ครั้งที่ 2	0.06174	0.06207	0.00033	16.92308
		ครั้งที่ 3	0.06017	0.06205	0.00188	96.41026

ภาคผนวก ข

ตารางผนวกที่ ข.1 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผากระดาษ

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0.7	0.4	0.7	0.2	0.8	1.2	0.4	0	0	0	0.4	0.4	0.2	0.4	0.8	0.4	0.8	0.5	0	0	0.6	0	0.4	0.9	0.9	0.7	0.2			
	CO	11	17	21	27	33	18	28	44	129	140	97	98	18	55	28	28	112	77	12	10	43	122	140	44	68	122	120			
ครั้งที่2	NO_2	0	0	2.1	0.7	0.8	0	0	0.4	0.4	0.7	0	0	0.9	0	0	0.4	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.7	0	0.9	0	0.4	1.1	0.9
	CO	24	14	91	61	21	10	10	36	26	43	49	10	72	24	61	65	120	106	87	78	22	85	72	51	10	66	80	25	49	56
ครั้งที่3	NO_2	0	0	0.4	0.4	1	0.6	0.8	0	1	1.7	0.4	1.1	0.6	0.6	1.3	0	0.6	0.7	0.4	0.7	0.8	0	0.5	0	0.7	0.4	0.5	0	0.4	0.7
	CO	6	12	12	12	22	16	20	8	49	88	17	29	15	28	32	25	53	39	36	67	67	63	74	62	84	16	44	35	39	39
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0.2	0.1	1.1	0.4	0.9	0.6	0.4	0.1	0.5	0.8	0.3	0.5	0.6	0.3	0.7	0.3	0.5	0.4	0.1	0.2	0.6	0.2	0.5	0.5	0.5	0.7	0.2	0.2	0.8	0.8
	CO	13.7	14.3	41.3	33.3	25.3	14.7	19.3	29.3	68	90.3	54.3	45.7	35	35.7	40.3	39.3	95	74	45	51.7	44	90	95.3	52.3	54	68	81.3	30	44	47.5
MAX	NO_2	0.7	0.4	2.1	0.7	1	1.2	0.8	0.4	1	1.7	0.4	1.1	0.9	0.6	1.3	0.4	0.8	0.7	0.4	0.7	0.8	0.5	0.5	0.9	0.9	0.9	0.5	0.4	1.1	0.9
MIN	NO_2	0	0	0.4	0.2	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.4	0	0	0.4	0	0	0.4	0.7
MAX	CO	24	17	91	61	33	18	28	44	129	140	97	98	72	55	61	65	120	106	87	78	67	122	140	62	84	122	120	35	49	56
MIN	CO	6	12	12	12	21	10	10	8	26	43	17	10	15	24	28	25	53	39	12	10	22	63	72	44	10	16	44	25	39	39

ตารางผนวกที่ ข.2 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาหญ้าแห้ง

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0.7	0.9	1.2	2	0.2	0.5	0	0	0	0.1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	CO	227	392	224	182	133	339	210	312	216	263	235	414	285	428	342	389	328	372	174	348	226	188	242	372	298	163	121			
ครั้งที่2	NO_2	0	1	0	0.2	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0
	CO	237	272	231	232	132	213	172	133	219	222	179	154	238	237	291	286	328	270	226	134	446	348	369	241	333	124	165	212	302	331
ครั้งที่3	NO_2	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0.5	0	1.5	0.5	0.5	0	0	0.6	0.6	1.8	0.8	0	0	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.8
	CO	182	167	147	111	155	104	241	223	84	225	246	156	244	212	167	152	175	148	132	132	195	118	227	148	170	188	225	101	146	80
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0.2	0.6	0.4	0.7	0.1	0.3	0.2	0.3	0	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.7	0.3	0	0	0.1	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0	0.4
	CO	215	277	201	175	140	219	208	223	173	237	220	241	256	292	267	276	277	263	177	205	289	218	279	254	267	158	170	157	224	206
MAX	NO_2	0.7	1	1.2	2	0.2	0.5	0.6	0.5	0	1.5	0.5	0.5	0.2	0.4	0.6	0.6	1.8	0.8	0	0	0.4	0.4	0	0	0.2	0	0	0	0	0.8
MIN	NO_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAX	CO	237	392	231	232	155	339	241	312	219	263	246	414	285	428	342	389	328	372	226	348	446	348	369	372	333	188	225	212	302	331
MIN	CO	182	167	147	111	132	104	172	133	84	222	179	154	238	212	167	152	175	148	132	132	195	118	227	148	170	124	121	101	146	80

ตารางผนวกที่ ข.3 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาพลาสติก

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0	0	0	0.5	0	0	0.4	0.4	0	0	0	0.6	0	0.5	0.4	0	0	0	0.7	0	0.9	0	0.4	0	0	0.4				
	CO	9	13	16	17	14	17	16	35	14	10	17	24	17	22	26	26	18	11	8	8	13	24	30	60	57	42				
ครั้งที่2	NO_2	0.8	0.4	0.7	0	0.8	0.8	0.4	0	0.4	0	0.9	0.6	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0.4	0	0	0.4	0.4				
	CO	33	28	16	15	27	51	18	7	16	12	118	32	40	34	33	38	16	22	33	25	7	28	30	30	44	21				
ครั้งที่3	NO_2	0	0.7	1.3	2.8	1.7	0.9	0.4	0	1.1	1.9	1.3	1	0.4	0.5	0	0.5	0.5	0.6	0	0	0.8	0	0	0.4	0	0	0.4	0	0	0.4
	CO	20	47	21	18	21	15	8	7	21	29	16	13	11	21	7	18	30	49	42	15	75	58	28	27	28	40	38	16	13	33
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0.27	0.37	0.67	1.1	0.83	0.57	0.4	0.13	0.5	0.63	0.73	0.73	0.13	0.33	0.13	0.17	0.17	0.2	0.37	0	0.57	0.13	0.13	0.13	0.13	0.27	0.4	0	0	0.4
	CO	20.7	29.3	17.7	16.7	20.7	27.7	14	16.3	17	17	50.3	23	22.7	25.7	22	27.3	21.3	27.3	27.7	16	31.7	36.7	29.3	39	43	34.3	38	16	13	33
MAX	NO_2	0.8	0.7	1.3	2.8	1.7	0.9	0.4	0.4	1.1	1.9	1.3	1	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0	0.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0	0.4
MIN	NO_2	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0.4
MAX	CO	33	47	21	18	27	51	18	35	21	29	118	32	40	34	33	38	30	49	42	25	75	58	30	60	57	42	38	16	13	33
MIN	CO	9	13	16	15	14	15	8	7	14	10	16	13	11	21	7	18	16	11	8	8	7	24	28	27	28	21	38	16	13	33

ตารางผนวกที่ ข.4 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาโฟม

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CO	11	19	25	34	15	17	14	41	23	18	28	23	10	17	10	18	18	19	30	5	6	18	27	33	26	37	38	25	32	18
ครั้งที่2	NO_2	1.8	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CO	92	65	92	72	43	47	68	35	62	55	51	53	63	73	37	57	58	28	28	47	28	29	22	39	62	54	91	37	58	57
ครั้งที่3	NO_2	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.7	0	0	0.6	0	0	0	0	0.6	0	0	0.8	0	0	0.4	0.3	0	0	0	0.6	0	0
	CO	67	32	77	46	21	71	62	62	111	38	51	74	42	53	21	23	102	18	37	81	21	33	60	21	77	42	72	91	54	28
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0.6	0.2	0	0	0	0	0	0.1	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0	0.2	0	0	0.3	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0.2	0	0
	CO	56.7	38.7	64.7	50.7	26.3	45	48	46	65.3	37	43.3	50	38.3	47.7	22.7	32.7	59.3	21.7	31.7	44.3	18.3	26.7	36.3	31	55	44.3	67	51	48	34.3
MAX	NO_2	1.8	0.6	0	0	0	0	0	0.4	0.7	0	0	0.6	0	0	0	0	0.6	0	0	0.8	0	0	0.4	0.3	0	0	0	0.6	0	0
MIN	NO_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAX	CO	92	65	92	72	43	71	68	62	111	55	51	74	63	73	37	57	102	28	37	81	28	33	60	39	77	54	91	91	58	57
MIN	CO	11	19	25	34	15	17	14	35	23	18	28	23	10	17	10	18	18	18	28	5	6	18	22	21	26	37	38	25	32	18

ตารางผนวกที่ ข.5 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาขี้เลื่อย

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0	0.4	0.4	0	0	0	1.9	0.8	0.4	0.8	0.8	0.8	0.4	0.4	0	0	0.4	0.6	0	0	0	0	0.7	0.8	0	0.8	0.4	0.8	0.4	0
	CO	11	26	43	121	189	36	81	99	145	45	100	89	61	72	112	24	122	76	27	14	44	8	48	72	41	101	61	151	105	44
ครั้งที่2	NO_2	0	0.7	0	0	0	0	0	0	1	1.1	1.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.6	1.2	0	1	0.5	0.6	1	0	0.7	0.8	0.6	0.5	0.9
	CO	57	182	98	28	48	42	78	122	64	68	134	122	39	12	21	22	22	31	40	12	15	28	21	25	27	50	72	25	45	96
ครั้งที่3	NO_2	0	0	0.2	0	0.4	0	0	0.1	0.4	0.6	0	0.5	0.8	0.5	0.2	1.2	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0.4	0	0	0	0	0
	CO	63	21	78	97	83	52	37	137	82	122	62	82	158	10	87	120	63	96	164	92	37	148	88	73	87	51	59	106	83	33
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0	0.4	0.2	0	0.1	0	0.6	0.3	0.6	0.8	0.7	0.6	0.6	0.4	0.2	0.5	0.3	0.4	0.4	0	0.3	0.4	0.6	0.6	0.1	0.5	0.4	0.5	0.3	0.3
	CO	43.7	76.3	73	82	107	43.3	65.3	119	97	78.3	98.7	97.7	86	31.3	73.3	55.3	69	67.7	77	39.3	32	61.3	52.3	56.7	51.7	67.3	64	94	77.7	57.7
MAX	NO_2	0	0.7	0.4	0	0.4	0	1.9	0.8	1	1.1	1.4	0.8	0.8	0.5	0.5	1.2	0.5	0.6	1.2	0	1	0.6	0.7	1	0.4	0.8	0.8	0.8	0.5	0.9
MIN	NO_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.6	0	0.4	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0
MAX	CO	63	182	98	121	189	52	81	137	145	122	134	122	158	72	112	120	122	96	164	92	44	148	88	73	87	101	72	151	105	96
MIN	CO	11	21	43	28	48	36	37	99	64	45	62	82	39	10	21	22	22	31	27	12	15	8	21	25	27	50	59	25	45	33

ตารางผนวกที่ ข.6 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาผ้า

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0	0	0	0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.4	0.8	1.4	2	1.4	0.5	0.5	0.3	1.8	0.5	1.1	0.7	0.5	1.3	2.3	0.7	0.6	0	0.5	1.9	1.6	0.8
	CO	40	16	32	24	31	80	115	63	71	83	16	20	33	17	35	20	21	7	21	16	20	24	25	14	13	6	12	13	28	11
ครั้งที่2	NO_2	0.7	0	0.4	1	0.5	1.1	0.9	0.5	0.5	0.9	0.5	0.7	0	0.4	0	0.5	0	0	1.3	0	0	1.1	1.1	0.7	0	0.5	0.8	0.7	0.6	0.5
	CO	80	57	86	90	79	68	78	72	85	100	79	80	72	80	66	74	92	57	83	69	76	111	100	87	82	106	120	116	122	120
ครั้งที่3	NO_2	0.7	0	0	0.4	0	0.4	0.5	0	0.4	0	0	1.6	0	0.6	0	0	1.5	1.2	0	0	0.4	0.8	0	0.4	0.5	0	0.6	0	1.7	1.3
	CO	94	75	92	100	86	97	108	79	111	118	102	98	104	142	154	94	124	141	167	166	84	117	91	143	143	97	81	62	98	100
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0.5	0	0.1	0.5	0.4	0.7	0.6	0.3	0.4	0.6	0.6	1.4	0.5	0.5	0.2	0.3	1.1	0.6	0.8	0.2	0.3	1.1	1.1	0.6	0.4	0.2	0.6	0.9	1.3	0.9
	CO	71.3	49.3	70	71.3	65.3	81.7	100	71.3	89	100	65.7	66	69.7	79.7	85	62.7	79	68.3	90.3	83.7	60	84	72	81.3	79.3	69.7	71	63.7	82.7	77
MAX	NO_2	0.7	0	0.4	1	0.8	1.1	0.9	0.5	0.5	0.9	1.4	2	1.4	0.6	0.5	0.5	1.8	1.2	1.3	0.7	0.5	1.3	2.3	0.7	0.6	0.5	0.8	1.9	1.7	1.3
MIN	NO_2	0	0	0	0	0	0.4	0.5	0	0.4	0	0	0.7	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0.4	0	0	0.5	0	0.6	0.5
MAX	CO	94	75	92	100	86	97	115	79	111	118	102	98	104	142	154	94	124	141	167	166	84	117	100	143	143	106	120	116	122	120
MIN	CO	40	16	32	24	31	68	78	63	71	83	16	20	33	17	35	20	21	7	21	16	20	24	25	14	13	6	12	13	28	11

ตารางผนวกที่ ข.7 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาขยะรวม

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	1.2	1.7	1	1.7	0.4	1.4	1.6	0.4	1.2	1.1	1.7	1.1	2.1	1.4	1.4	2.3	0.4	1.1	0.4	1.9	1.1	0.6	0.4	0.6	0.4	0.5	1.4	0.4	0.6	0.2
	CO	229	239	84	111	28	152	155	52	34	71	32	49	65	44	35	70	17	27	29	60	33	50	15	12	18	22	23	16	57	33
ครั้งที่2	NO_2	1.2	0.5	0.6	3	0	0.6	0.4	1.5	1.7	0	0.4	0.7	1.4	0.4	0.6	0.4	0.7	1.1	1.7	0.2	0.4	0.4	0.6	0.7	0	0	0	0	0	0
	CO	28	45	41	59	20	23	9	33	80	78	46	31	40	47	20	32	50	23	49	33	31	13	21	12	67	37	105	51	46	61
ครั้งที่3	NO_2	1.7	0.8	2.1	0.4	1.2	1.6	1.2	0.6	0.2	0	0.7	0	0.8	1.2	0.2	1.4	0	0.8	2.1	0.7	0.2	1.1	0.4	0	0	1	0.8	0.6	0.7	0
	CO	74	121	98	76	122	141	211	74	23	121	28	142	74	212	77	182	64	32	48	67	82	86	78	129	146	82	48	72	86	100
ค่าเฉลี่ย	NO_2	1.4	1	1.2	1.7	0.5	1.2	1.1	0.8	1	0.4	0.9	0.6	1.4	1	0.7	1.4	0.4	1	1.4	0.9	0.6	0.7	0.5	0.4	0.1	0.5	0.7	0.3	0.4	0.1
	CO	110	135	74.3	82	56.7	105	125	53	45.7	90	35.3	74	59.7	101	44	94.7	43.7	27.3	42	53.3	48.7	49.7	38	51	77	47	58.7	46.3	63	64.7
MAX	NO_2	1.7	1.7	2.1	3	1.2	1.6	1.6	1.5	1.7	1.1	1.7	1.1	2.1	1.4	1.4	2.3	0.7	1.1	2.1	1.9	1.1	1.1	0.6	0.7	0.4	1	1.4	0.6	0.7	0.2
MIN	NO_2	1.2	0.5	0.6	0.4	0	0.6	0.4	0.4	0.2	0	0.4	0	0.8	0.4	0.2	0.4	0	0.8	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0
MAX	CO	229	239	98	111	122	152	211	74	80	121	46	142	74	212	77	182	64	32	49	67	82	86	78	129	146	82	105	72	86	100
MIN	CO	28	45	41	59	20	23	9	33	23	71	28	31	40	44	20	32	17	23	29	33	31	13	15	12	18	22	23	16	46	33

ตารางผนวกที่ ข.8 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาฟางข้าวเปียก

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	2.1	2.6	2.4	0.5	0	2	0	0.9	1.6	2.7	0.4	0	0	0	0	0	0	1.4	2.7	1.4	0.8	0.4	0	0.6	0	0	0.3	0.4	0	0.4
	CO	125	256	154	244	262	388	47	246	211	223	213	125	80	155	123	146	112	52	159	362	95	219	247	446	132	115	163	132	267	437
ครั้งที่2	NO_2	1.9	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0.5	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0.9	0.4	0.6	0.2	0	0		
	CO	175	213	135	312	144	411	37	137	139	283	87	34	552	219	227	128	215	219	482	149	79	90	134	92	132	222	255			
ครั้งที่3	NO_2	0	0.4	2.2	0.6	1.3	0	0	0.6	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	1.7	0	1.2	0	0	0.6	0	2.8	0.6	0.4
	CO	87	125	166	48	103	121	41	570	477	398	176	237	177	118	145	101	141	13	120	58	182	290	257	145	211	264	104	297	270	41
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0	1	2.1	0.4	0.4	0.7	0	0.5	0.5	1	0.7	0.2	0	0	0	0.1	0.1	0.5	0.9	0.5	0.8	0.1	0.7	0.3	0.2	0.3	0.1	1.1	0.3	0.4
	CO	129	198	152	201	170	307	41.7	318	276	301	159	132	270	164	165	125	156	94.7	254	190	119	200	213	228	158	200	174	215	269	239
MAX	NO_2	0	2.6	2.4	0.6	1.3	2	0	0.9	1.6	2.7	1.7	0.5	0	0	0	0.4	0.2	1.4	2.7	1.4	1.7	0.4	1.2	0.6	0.6	0.6	0.3	2.8	0.6	0.4
MIN	NO_2	0	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
MAX	CO	175	256	166	312	262	411	47	570	477	398	213	237	552	219	227	146	215	219	482	362	182	290	257	446	211	264	255	297	270	437
MIN	CO	87	125	135	48	103	121	37	137	139	223	87	34	80	118	123	101	112	13	120	58	79	90	134	92	132	115	104	132	267	41

ตารางผนวกที่ ข.9 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผากิ่งไม้

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0.4	1.1	1.3	1	0.5	0.4	0.8	0.4	0.4	0	0	0.8	0.4	0.2	0	0	0.5	0.8	1.1	0.4	1.1	0.4	0	0	0	0	0.4	0.8	0	
	CO	116	202	110	156	135	174	208	150	190	214	173	128	89	265	174	96	120	192	184	200	150	126	245	149	264	152	189	207	108	
ครั้งที่2	NO_2	0.6	0	0	0.5	0.2	0.8	0.5	0.6	0	0.5	0.5	0.2	0.2	0.5	0.4	0.7	0.6	0	0.1	0.8	0	0	0	0	0	0.7	0.8	0.9		
	CO	294	246	237	261	219	147	190	363	149	268	189	92	110	126	159	189	162	98	174	149	215	258	194	182	213	213	112	135		
ครั้งที่3	NO_2	0.2	0	0.4	0.5	0.4	0.8	0	0.6	0	0.2	0.5	0.2	0.2	0.4	0.5	0.8	1.2	0.4	0	0.5	1.4	0	0	0	0.2	0.3	0.8	1	0	0.2
	CO	214	271	86	135	165	214	145	222	89	189	203	202	198	188	206	207	189	233	200	189	189	189	204	190	200	136	168	189	159	206
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0.4	0.4	0.6	0.7	0.4	0.7	0.4	0.5	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.8	0.4	0.4	0.6	0.8	0.1	0	0	0.1	0.3	0.7	0.9	0	0.2
	CO	208	240	144	184	173	178	181	245	143	224	188	141	132	193	180	164	157	174	186	179	185	191	214	174	226	167	156	177	134	206
MAX	NO_2	0.6	1.1	1.3	1	0.5	0.8	0.8	0.6	0.4	0.5	0.5	0.8	0.4	0.5	0.5	0.8	1.2	0.8	1.1	0.8	1.4	0.4	0	0	0.2	0.7	0.8	1	0	0.2
MIN	NO_2	0.2	0	0	0.5	0.2	0.4	0	0.4	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0	0	0.5	0	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0.4	0.8	0	0.2
MAX	CO	294	271	237	261	219	214	208	363	190	268	203	202	198	265	206	207	189	233	200	200	215	258	245	190	264	213	189	207	159	206
MIN	CO	116	202	86	135	135	147	145	150	89	189	173	92	89	126	159	96	120	98	174	149	150	126	194	149	200	136	112	135	108	206

ตารางผนวกที่ ข.10 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผายาง

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	0.4	0.4	0.6	0.5	0	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4	1	0.5	0.8	0.9	0.8	1.1	1.1	0.7	0.9	0.7	0.8	1.2	0.4	0	1.1	1.7	1.2	1.2	0	0.6
	CO	45	50	71	61	38	68	80	89	78	57	52	55	78	68	64	78	95	62	77	73	48	78	69	43	78	109	79	94	37	48
ครั้งที่2	NO_2	0.7	0.6	1.1	0.5	0.7	0.7	1	1.8	1.2	1.1	0.6	0.5	0.8	1.3	1.2	0.4	0.9	1.3	0.8	0.8	1.5	0.8	0.8	0.6	0.4	0.7	0.6	1.5	0.6	1.2
	CO	95	63	110	61	78	90	89	110	63	82	78	69	64	113	120	42	87	72	95	84	69	75	83	63	64	84	120	145	97	137
ครั้งที่3	NO_2	1.2	0.2	1.4	0.8	0.6	0.9	0.8	0.8	0.4	0.8	0.4	0.6	1.2	0.6	0	0.3	0	0.7	0.5	0.4	0.2	0.7	0.8	0.5	0.4	0.3	0.6	0.7		
	CO	112	64	148	133	116	124	94	169	73	82	92	46	112	47	82	68	50	157	87	130	148	179	87	72	118	92	117	162		
ค่าเฉลี่ย	NO_2	0.77	0.4	1.03	0.6	0.43	0.7	0.77	1.07	0.77	0.77	0.67	0.53	0.93	0.93	0.67	0.6	0.67	0.9	0.73	0.63	0.83	0.9	0.67	0.37	0.63	0.9	0.8	1.13	0.3	0.9
	CO	84	59	110	85	77.3	94	87.7	123	71.3	73.7	74	56.7	84.7	76	88.7	62.7	77.3	97	86.3	95.7	88.3	111	79.7	59.3	86.7	95	105	134	67	92.5
MAX	NO_2	1.2	0.6	1.4	0.8	0.7	0.9	1	1.8	1.2	1.1	1	0.6	1.2	1.3	1.2	1.1	1.1	1.3	0.9	0.8	1.5	1.2	0.8	0.6	1.1	1.7	1.2	1.5	0.6	1.2
MIN	NO_2	0.4	0.2	0.6	0.5	0	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.8	0.6	0	0.3	0	0.7	0.5	0.4	0.2	0.7	0.4	0	0.4	0.3	0.6	0.7	0	0.6
MAX	CO	112	64	148	133	116	124	94	169	78	82	92	69	112	113	120	78	95	157	95	130	148	179	87	72	118	109	120	162	97	137
MIN	CO	45	50	71	61	38	68	80	89	63	57	52	46	64	47	64	42	50	62	77	73	48	75	69	43	64	84	79	94	37	48

ตารางผนวกที่ ข.11 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาใบไม้

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	2.6	2.5	1.5	1.9	0.1	1.2	0.6	1.1	0.6	0.8	0	0	0.1	0	0.4	0	1.1	1.4	0	0.8	0.7	1.6	1.5	1.4	0.9	1.2	0.9	1.7	1.5	1.6
	CO	119	155	123	146	173	272	47	151	126	195	226	262	100	148	218	198	172	75	341	416	109	171	191	269	82	126	121	100	179	265
ครั้งที่2	NO_2	1	0.4	0	0	0.9	0.3	0.9	0.9	1.2	0.6	0.7	0.2	1.3	1.6	1.1	1.1	0.7	0.9	1.2	0.3	0.5	1.3	1.4	1.6	0.4	0.8	1	0.9	0.5	0.9
	CO	257	284	338	313	219	104	132	228	202	222	391	270	162	129	154	142	121	96.5	126	291	279	160	136	173	153	128	97	151	93	42
ครั้งที่3	NO_2	1.5	1.6	1	1.1	1.3	1.4	0.9	0.5	0.4	0.3	0	0.4	0.4	0.3	1.2	2.4	0.6	0.9	1.6	1.5	0.7	1.6	1.2	1.1	0.6	0.2	0	0.5	0.3	0.2
	CO	138	120	134	87	94	87	167	218	174	287	329	239	266	344	175	122	153	106	104	220	234	115	155	97	226	280	210	142	250	90
ค่าเฉลี่ย	NO_2	1.7	1.5	0.8	1	0.8	1	0.8	0.8	0.7	0.6	0.2	0.2	0.6	0.6	0.9	1.2	0.8	1.1	0.9	0.9	0.6	1.5	1.4	1.4	0.6	0.7	0.6	1	0.8	0.9
	CO	171	186	198	182	162	154	115	199	167	235	315	257	176	207	182	154	149	93	190	309	207	149	161	180	154	178	143	131	174	132
MAX	NO_2	2.6	2.5	1.5	1.9	1.3	1.4	0.9	1.1	1.2	0.8	0.7	0.4	1.3	1.6	1.2	2.4	1.1	1.4	1.6	1.5	0.7	1.6	1.5	1.6	0.9	1.2	1	1.7	1.5	1.6
MIN	NO_2	1	0.4	0	0	0.1	0.3	0.6	0.5	0.4	0.3	0	0	0.1	0	0.4	0	0.6	0.9	0	0.3	0.5	1.3	1.2	1.1	0.4	0.2	0	0.5	0.3	0.2
MAX	CO	257	284	338	313	219	272	167	228	202	287	391	270	266	344	218	198	172	106	341	416	279	171	191	269	226	280	210	151	250	265
MIN	CO	119	120	123	87	94	87	47	151	126	195	226	239	100	129	154	122	121	75	104	220	109	115	136	97	82	126	97	100	93	42

ตารางผนวกที่ ข.12 แสดงก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการเผาฟางข้าวแห้ง

	เวลา	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
ครั้งที่1	NO_2	2.6	2.5	1.7	1.8	0	1.9	1.1	2.1	1.2	1.5	0	0	0	0	0.7	0	2	2.7	0	1.5	1.3	3.1	3	2.8	1.7	2.3	1.7	1.4	1.6	1.3
	CO	112	54	91	48	84	156	47	55	40	166	238	398	120	141	313	250	232	98	522	470	122	122	135	92	32	136	78	67	91	92
ครั้งที่2	NO_2	2	0	0	0	1.8	0.6	1.7	1.7	1.3	0	0	0	2.1	2.8	1.7	1.8	0.8	1.2	1.2	0.6	0	2	2.1	2.2	0.8	0.8	1.2	1.2	0.5	0.8
	CO	220	322	439	364	218	60	74	92	254	175	593	448	213	132	148	94	80	95	77	432	342	61	78	164	92	42	82	167	93	42
ครั้งที่3	NO_2	3	3.2	1.8	2.1	2.1	2.8	1.8	0.8	0.4	0	0	0.2	0	0	2.1	3.6	1.2	1.7	3.2	3	1.4	2.6	1.8	2.2	0.8	0.4	0	1	0.6	0.4
	CO	94	72	121	62	32	69	92	213	264	349	412	321	288	476	182	92	131	64	76	308	272	111	82	45	282	371	195	183	354	99
ค่าเฉลี่ย	NO_2	2.5	1.9	1.2	1.3	1.3	1.8	1.5	1.5	1	0.5	0	0.1	0.7	0.9	1.5	1.8	1.3	1.9	1.5	1.7	0.9	2.6	2.3	2.4	1.1	1.2	1	1.2	0.9	0.8
	CO	142	149	217	158	111	95	71	120	186	230	414	389	207	250	214	145	148	86	225	403	245	98	98	100	135	183	118	139	179	78
MAX	NO_2	3	3.2	1.8	2.1	2.1	2.8	1.8	2.1	1.3	1.5	0	0.2	2.1	2.8	2.1	3.6	2	2.7	3.2	3	1.4	3.1	3	2.8	1.7	2.3	1.7	1.4	1.6	1.3
MIN	NO_2	2	0	0	0	0	0.6	1.1	0.8	0.4	0	0	0	0	0	0.7	0	0.8	1.2	0	0.6	0	2	1.8	2.2	0.8	0.4	0	1	0.5	0.4
MAX	CO	220	322	439	364	218	156	92	213	264	349	593	448	288	476	313	250	232	98	522	470	342	122	135	164	282	371	195	183	354	99
MIN	CO	94	54	91	48	32	60	47	55	40	166	238	321	120	132	148	92	80	64	76	308	122	61	78	45	32	42	78	67	91	42

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณ เครื่อง Personal air sampler

ในการเก็บตัวอย่างการเผาขยะ เพื่อหาปริมาณฝุ่น PM10 โดยใช้อัตราการไหลผ่านของอากาศ เป็น 1.30 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ดังนั้น

ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนการทดลอง (W_1) = 0.05946 กรัม

ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังการทดลอง (W_2) = 0.06075 กรัม

หาค่าปริมาณฝุ่นละอองในอากาศโดยใช้สูตร

$$SP(\mu g/m^3) = [(W_2 - W_1) * 10^6] / V_s$$

เมื่อ

SP = ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ($\mu g/m^3$)

W_1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนการทดลอง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังการทดลอง (กรัม)

V_s = ปริมาตรของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (หน่วยลูกบาศ์กเมตร)
ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ
= (1.3 ลิตร/นาที * 60 นาที * จำนวนชั่วโมงที่เก็บตัวอย่าง) / 1000

10^6 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น ไมโครกรัม

ตัวอย่างการคำนวณ

สูตรในการคำนวณ $SP (\mu g/m^3) = [(W_2 - W_1) * 10^6] / V_s$

$SP = [(0.06075 - 0.05946) * 10^6] / 0.013$

$= 99230.77 \ \mu g/m^3$

ดังนั้น ปริมาณฝุ่นละออง PM10 เท่ากับ 99230.77 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตาราง ค.1 แสดงปริมาณก๊าซไนโตเจนไดออกไซด์ (NO_2) จากการเผาขยะแต่ละชนิด

ชนิดขยะ	ค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซ NO_2 (ppm)	ค่าปริมาณก๊าซ NO_2 รวมจากการเผา 10 นาที (ppm)
พลาสติก	0.3	180
โฟม	0.1	60
ขี้เลื่อย	0.4	240
ผ้า	0.6	360
ขยะรวม	0.8	480
ฟางเปียก	0	0
กิ่งไม้	1.4	840
ฟางแห้ง	1.3	780
ใบไม้	0.9	540
ยาง	0.73	438

ตาราง ค.2 แสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ CO จากการเผาขยะแต่ละชนิด

ชนิดขยะ	ค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซ CO (ppm)	ค่าปริมาณก๊าซ CO รวมจากการเผา 10 นาที (ppm)
พลาสติก	25.8	15,480
โฟม	42.7	25,620
ขี้เลื่อย	69.8	41,880
ผ้า	75.4	45,240
ขยะรวม	66.5	39,900
ฟางเปียก	190.1	114,060
กิ่งไม้	181.5	108,900
ฟางแห้ง	178	106,800
ใบไม้	180	108,000
ยาง	86.05	51,630