การศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองวารินชำราบ

นิติพันธุ์ แสนสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

STUDY OF INFECTIOUS WASTE DISPOSAL USING INCINERATOR: A CASE STUDY OF WARINCHAMRAP MUNICIPALITY

NITIPUN SAENSOOK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING

MAJOR IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

UBONRATCHATHANIUNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF UBONRATCHATHANIUNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง การศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองวารินชำราบ

ผู้วิจัย นายนิติพันธุ์ แสนสุข

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โกวิทย์ สุวรรณหงษ์	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา เดชะปัญญา	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

สมภพ สนองราษฎร์ ..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์)

....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง) (รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์การกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา กรณีศึกษาเทศบาลเมืองวารินชำราบ” ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา เดชะบัญญา กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ตลอดจนการแก้ปัญหาและการนำเสนอผลการศึกษาให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกท่านที่ให้ความรู้ด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือ ให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ด้วย ขอขอบคุณพนักงานโรงกำจัดขยะติดเชื้อและเจ้าหน้าที่ของโครงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเทศบาลเมืองวารินชำราบ ทุกท่าน ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือและสนับสนุนในการให้ข้อมูลต่างๆ จนการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือ จนทำให้สำเร็จการศึกษาไปได้ด้วยดี

นิติพันธุ์ แสนสุข
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา: กรณีศึกษาเทศบาลเมืองวารินชำราบ

ผู้วิจัย : นิติพันธุ์ แสนสุข

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์

คำสำคัญ : ขยะ, ขยะติดเชื้อ, การกำจัดขยะติดเชื้อ, เตาเผาขยะติดเชื้อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ ศึกษาปริมาณและอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษา อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ และเพื่อเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ จากการรายงานข้อมูลและการทดลองการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1-3 ในปี 2555-2559 ผลการศึกษาพบว่า การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3 มีความเหมาะสมกับเทศบาลเมืองวารินชำราบมากที่สุด ทั้งด้านอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ยเท่ากับ 479.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเพียงพอต่อปริมาณขยะติดเชื้อต่อวันที่ให้บริการ อีกทั้งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 บาทต่อกิโลกรัม ตลอดจนมลภาวะอากาศที่ปลดปล่อยมีค่าเฉลี่ยผ่านตามมาตรฐาน อย่างไรก็ตามพบว่าความเข้มข้นของมลภาวะอากาศจะมีค่าสูงในช่วงต้นของการเผาขยะติดเชื้อในแต่ละรอบการป้อน แต่จะมีค่าลดลงและผ่านค่ามาตรฐานเมื่อเวลาในการเผาผ่านไปประมาณ 15 นาที ดังนั้นการลดความถี่ในการป้อน สามารถช่วยลดความเข้มข้นของมลภาวะอากาศที่เกิดขึ้นได้

ABSTRACT

TITLE : STUDY OF INFECTIOUS WASTE DISPOSAL USING INCINERATOR: A CASE STUDY OF WARINCHAMRAP MUNICIPALITY

AUTHOR : NITIPUN SAENSOOK

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. SOMPOP SANONGRAJ, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASST. PROF. ADUN JANYALERTADUN, Ph.D.

KEYWORDS : WASTE, INFECTIOUS WASTE, INFECTIOUS WASTEINCINERATOR

The main objectives of this research were to study the quantity and disposal rate ofinfectious waste,rate of energy consumption and maintenance cost,emission rateof air pollutionfor theinfectious waste incineratorofWarinchamrab municipality. Also, this research yields to an appropriate guideline for the infectious waste management. From the report data and experimentsof infectious waste disposals during Phase I to III (year2012 to 2016), it was found that theinfectious wastedisposalin Phase III is the most appropriate for themunicipality of Warinchamrabdue to the disposal rate of infectious waste and the rate of energy consumption and maintenance cost.The average disposal rate was 479.68 kg. per hour. This rate can cover the amount of infectious wasteeach day ofservice.The average rate of energy consumption and maintenance cost was 0.81 baht per kg.In additions, air pollution emission yielded the average value met the standard. However,it was foundthat a high concentration of air pollution was started at the beginning of infectious waste incineration ineach cycle of the feed. After 15 mins of incineration time, this air pollution concentration went downand met the standard. Therefore, a decreasing of the feed frequency can yield a lower air pollution concentration generated.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายของขยะติดเชื้อ	5
2.2 คุณลักษณะของขยะติดเชื้อ	6
2.3 วิธีการกำจัดขยะติดเชื้อ	7
2.4 การกำจัดขยะติดเชื้อด้วยวิธีการเผาในเตาเผา	10
2.5 องค์ประกอบหลักของเตาเผาขยะติดเชื้อ	12
2.6 ประเภทของเตาเผาขยะติดเชื้อ	13
2.7 มลภาวะอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อ	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณขยะติดเชื้อในพื้นที่บริการ	29
3.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงกำจัดขยะติดเชื้อ เทศบาลเมืองวารินชำราบ	31
3.3 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1	32
3.4 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2	36
3.5 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 วิเคราะห์และวิจารณ์ผล	
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณขยะติดเชื้อในพื้นที่บริการ	48
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1	51
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2	56
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3	60
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์	73
5.2 ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	**75**
ภาคผนวก	
ก ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ	79
ข การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1	87
ค การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2	100
ง การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3	107
ประวัติผู้วิจัย	**116**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างขยะติดเชื้อประเภทต่าง ๆ	7
2.2	ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้	12
2.3	ค่ามาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ	19
3.1	ข้อมูลพื้นที่ให้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อและแหล่งกำเนิด	30
3.2	ข้อมูลหน่วยงานที่ใช้บริการเฉพาะกำจัดขยะติดเชื้อ	31
3.3	คุณสมบัติของเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple Chamber Incinerator/ Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ (Natural Air Control) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง	36
3.4	คุณสมบัติของเตาเผาแบบพื้นเตาอยู่กับที่ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศจำนวน 2 ห้องเผา	39
4.1	จำนวนโรงพยาบาลที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบแยกรายจังหวัด	48
4.2	จำนวนโรงพยาบาลแยกตามประเภทการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ	50
4.3	ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ และอุณหภูมิ ในการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อ ระยะที่ 1	52
4.4	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาด้านเตาเผาในการเดินระบบเตาเผาขยะติดเชื้อระยะที่ 1	54
4.5	ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศ และอัตราปลดปล่อยมลภาวะอากาศ เตาเผาขยะติดเชื้อระยะที่ 1	55
4.6	ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ และ อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ	56
4.7	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการเดินระบบเตาเผาขยะติดเชื้อระยะที่ 2	58
4.8	ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2	59
4.9	ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ และ อัตราการป้อนขยะติดเชื้อการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3	60
4.10	อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการเดินระบบกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3	61
4.11	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.12	ผลการตรวจวัดอนุภาคขนาดเล็ก (Total Suspended Particulate: TSP)	71
5.1	สรุปผลการวิเคราะห์การศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาเทศบาลเมืองวารินชำราบ	73

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เตาเผาแบบ In-line hearth	14
2.2	เตาเผาแบบ Retort hearth	15
2.3	เตาเผาแบบควบคุมอากาศ	16
2.4	เตาเผาแบบหมุน Rotary kiln	17
2.5	แผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์	28
3.1	แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	31
3.2	แผนผังระบบโรงกำจัดขยะติดเชื้อ	32
3.3	เตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ	33
3.4	แผนผังระบบการทำงานของเตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ	34
3.5	การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ	35
3.6	ตำแหน่งการวัดค่าพารามิเตอร์	35
3.7	รูปเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple Chamber Incinerator/Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ (Natural Air Control) มีจำนวนห้องเผา2ห้อง	37
3.8	รูปภายในของเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple Chamber Incinerator/ Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ (Natural Air Control) ห้องเผา 2 ห้อง	37
3.9	รูปเตาเผาขยะแบบ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่	39
3.10	รูปเตาเผาขยะแบบ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่	40
3.11	รูปตู้ควบคุมเตาเผาขยะแบบ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่	40
3.12	เครื่องวัดปริมาณก๊าซแบบพกพายี่ห้อ Wohler รุ่น A550	42
3.13	เครื่องตรวจวัด HCl	42
3.14	เครื่องวัดอุณหภูมิหน้าเตาเผา	43
3.15	เครื่องเก็บอนุภาคขนาดเล็ก ยี่ห้อ SAMPLER	44
3.16	กระดาษกรองเก็บอนุภาคขนาดเล็ก	44
3.17	จุดเก็บตัวอย่างอากาศ	46
4.1	ปริมาณขยะติดเชื้อแยกประเภทตามแหล่งกำเนิด	49
4.2	ปริมาณขยะติดเชื้อแยกประเภทตามการใช้บริการ	51
4.3	อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย ปี 2555-2557	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.4	อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย ในปี 2558	57
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ยกับค่าความทึบแสง	58
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิ	61
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา	64
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา	65
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา	67
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนออกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา	69
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับก๊าซไฮโดรคลอไรด์ (HCl) ที่เปลี่ยนตามเวลา	70

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์และคำย่อ	ความหมาย
กก./ชม.	กิโลกรัมต่อชั่วโมง
มก./ลบ.ม.	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ม.	เมตร
ชม.	ชั่วโมง
รพ.	โรงพยาบาล
m^3	ลูกบาศก์เมตร
kg	กิโลกรัม
cm	เซนติเมตร
mm	มิลลิเมตร
ml	มิลลิลิตร
mg	มิลลิกรัม
mg/l	มิลลิกรัมต่อลิตร
ppm	Part Per Million
m^3/hr	ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
mg/m^3	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
kg/h	กิโลกรัมต่อชั่วโมง
°C	องศาเซลเซียส
%	ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการจัดการขยะมูลฝอยกำลังเป็นปัญหาที่รุนแรงขึ้นเรื่อยๆในทุกท้องที่ โดยเฉพาะชุมชนในเขตเมือง เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นและการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วการบริการเก็บขนขยะมูลฝอยจึงไม่สามารถบริการได้อย่างครอบคลุมและทั่วถึง ทำให้มีปริมาณขยะมูลฝอยตกค้างเพิ่มมากขึ้น ในปี 2559 ประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเกิดขึ้น 27.04 ล้านตัน หรือประมาณ 74,073 ตันต่อวัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2558 ประมาณ 190,000 ตัน โดยถูกกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการ เช่น การฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล การเผาด้วยเตาที่มีประสิทธิภาพสูง เพียง 9.59 ล้านตัน ขณะที่ขยะติดเชื้อเกิดขึ้น 55,750 ตัน แต่ได้รับการการกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการด้วยเตาเผาเพียงร้อยละ 75 (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) อันเป็นเหตุให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์โรคและสัตว์นำโรคต่างๆก่อให้เกิดปัญหาด้านสาธารณสุขซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งทางร่างกายและจิตใจ นอกจากการจัดการมูลฝอยทั่วไปแล้วยังมีปัญหาขยะติดเชื้อที่เกิดขึ้นจากสถานพยาบาล มีการทิ้งปะปนกับมูลฝอยทั่วไป ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนของเชื้อโรคได้ การจัดการขยะติดเชื้อต้องจัดการแตกต่างจากมูลฝอยทั่วไป วิธีที่ได้รับความนิยมคือ การเผาด้วยเตาเผาอุณหภูมิสูง ซึ่งเทศบาลเมืองวารินชำราบ ได้ดำเนินการระบบเก็บขนและก่อสร้างระบบกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา โดยได้ดำเนินการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อจากสถานบริการสาธารณสุข คลินิกเอกชน โรงพยาบาลของรัฐและเอกชนภายในจังหวัดอุบลราชธานีและจังหวัดใกล้เคียงรวม 5 จังหวัดในเขตบริการสุขภาพที่ 10 ศูนย์อนามัยที่ 10 จังหวัดอุบลราชธานี ได้แก่ จังหวัดยโสธร จังหวัดอำนาจเจริญ จังหวัดมุกดาหาร และจังหวัดศรีสะเกษ (เทศบาลเมืองวารินชำราบ, 2559) เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาอันอาจจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของประชาชนท้องถิ่นและการป้องกันการเกิดโรคระบาดต่างๆจากการจัดการขยะติดเชื้อที่ไม่ถูกหลักวิชาการ

การกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบได้ทำการติดตั้งเตาเผาและดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งพบว่าเกิดปัญหาในการเดินระบบหลายอย่าง เช่น การชำรุดของอุปกรณ์และเครื่องจักร ปัญหาการควบคุมมลภาวะอากาศ และการควบคุมค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ ดังนั้นเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลการดำเนินการด้านเทคนิค เช่น อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน มลภาวะอากาศที่ปลดปล่อย ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการ

ดำเนินการ จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการจัดการขยะติดเชื้อด้วยการเผาและการควบคุมมลภาวะทางอากาศที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลปริมาณและอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

1.2.2 เพื่อศึกษาอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผา ในการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

1.2.3 เพื่อศึกษาการอัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ ในการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ข้อมูลปริมาณขยะติดเชื้อที่ศึกษามาจากเขตพื้นที่ให้บริการ 5 จังหวัด ได้แก่ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ ยโสธร มุกดาหาร โดยแบ่งประเภทแหล่งกำเนิด เป็น 3 ประเภท ได้แก่ โรงพยาบาลของรัฐ โรงพยาบาลเอกชน คลินิกและอื่นๆ และแบ่งประเภทการให้บริการ เป็น 2 ประเภท ได้แก่ บริการเก็บขนและกำจัด และส่งกำจัดอย่างเดียว

1.3.2 ข้อมูลการดำเนินการจัดการเผาขยะติดเชื้อที่ศึกษา แบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.2.1 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1 ตั้งแต่ปี พ.ศ.2555-2557

เป็นการศึกษาข้อมูลของการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาแบบหมุน (rotary kiln incinerator) เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ (Blower) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง ประกอบด้วย ห้องเผาที่ 1 (Primary Chamber) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x ความยาว : 1,600 mm. x 5,500 mm. และห้องเผาที่ 2 (Secondary Chamber) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x ความยาว : 2,100 mm. x3,200 mm. เส้นผ่านศูนย์กลางปล่อง 58 cm. อัตราการไหลของอากาศในปล่องเฉลี่ย 5,168 m^3/hr. ให้ความร้อนด้วยระบบหัวเผา (Burner) โดยใช้ Liquid Petroleum Gas (LPG) เป็นเชื้อเพลิงพร้อมระบบบำบัดมลภาวะอากาศ

1) ข้อมูลที่เก็บบันทึกข้อมูลรายวัน ประกอบด้วย ปริมาณการป้อน ความถี่ในการป้อน อุณหภูมิห้องเผาที่ 1 (T1) อุณหภูมิห้องเผาที่ 2 (T2)

2) ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษา ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่า LPG ค่าซ่อมแซมเตาเผา

3) ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ เป็นข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศประจำปีของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

4) การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย อัตราการกำจัด ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดกับอุณหภูมิ อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะ อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ

5) การรวบรวมและสรุปปัญหา อุปสรรคในการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อ

1.3.2.2 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2 ในปี พ.ศ.2558

เป็นการศึกษาข้อมูลของการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple ChamberIncinerator/Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ Natural Air Control มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง ประกอบด้วย ห้องเผาที่ 1 (Primary Chamber) เป็นห้องเผาขยะทรงสี่เหลี่ยม แบบมีตะแกรงรับขยะ ห้องเผามีขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร ห้องเผาที่ 2 (Secondary Chamber) เป็นห้องเผาควันทรงสี่เหลี่ยม ก่ออิฐให้เกิดการหมุนวนของควัน ขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางปล่อง 40 cm อัตราการไหลของอากาศในปล่องเฉลี่ย 1,225 m^3/hr. ไม่มีระบบหัวเผา (Burner) ไม่ใช้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อนภายในเตา ไม่มีระบบบำบัดมลภาวะอากาศ

1) ข้อมูลที่เก็บบันทึกข้อมูลรายวัน ประกอบด้วย ปริมาณการป้อน ความถี่ในการป้อน ค่าความทึบแสง

2) ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาเตาเผา

3) ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ เป็นข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศประจำปีของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

4) การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย อัตราการกำจัด ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดกับค่าความทึบแสง อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะ

5) การรวบรวมและสรุปปัญหา อุปสรรคในการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อ

1.3.2.3 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3 ในปี พ.ศ.2559

เป็นการศึกษาข้อมูลของการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาแบบพื้นเตาอยู่กับที่ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่ เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ (Blower) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง ประกอบด้วย ห้องเผาที่ 1 (Primary Chamber) เป็นห้องเผาขยะทรงกระบอก วางเป็นแนวตั้ง แบบไม่มีตะแกรงรับขยะ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง X ความสูง : 3,000 mm. X 5,000 mm. ห้องเผาที่ 2 (Secondary Chamber) เป็นห้องเผาควันทรงกระบอก วางเป็นแนวนอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x ความยาว : 2,000 mm. x 5,000 mm. เส้นผ่านศูนย์กลางปล่อง 70 cm. อัตราการไหลของอากาศในปล่องเฉลี่ย 2,988 m^3/ hr. ให้ความร้อนด้วยระบบหัวเผา (Burner) เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล ไม่มีระบบบำบัดมลภาวะอากาศ

1) ข้อมูลที่เก็บบันทึกข้อมูลรายวัน ประกอบด้วย ปริมาณการป้อน ความถี่ในการป้อน อุณหภูมิห้องเผาที่ 1 (T1) อุณหภูมิห้องเผาที่ 2 (T2)

2) ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษา ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันดีเซล ค่าซ่อมแซมเตาเผา

3) ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ เป็นข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศประจำปีของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

4) การวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย อัตราการกำจัด ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดกับอุณหภูมิ อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะ อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ

5) การรวบรวมและสรุปปัญหา อุปสรรคในการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อ

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ได้ข้อมูลสภาพการทำงานปัจจุบันของเตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ

1.4.2 ได้แนวทางในการลดปริมาณมลภาวะอากาศที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะติดเชื้อ

1.4.3 ได้แนวทางการปรับปรุงการจัดการมลภาวะอากาศอากาศของเตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเผาขยะในเตาเผาขยะ (Incineration) เป็นกระบวนการที่ทำให้ขยะเกิดการเผาไหม้และก่อให้เกิดก๊าซจากการเผาไหม้ รวมทั้งกากของเสียจากส่วนที่ไม่เกิดการเผาไหม้ ซึ่งได้แก่ขี้เถ้าที่เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้นั้นจะปล่อยออกสู่บรรยากาศหรือปล่อยให้ไหลผ่านอุปกรณ์ควบคุมมลพิษอากาศก่อนที่จะปล่อยออกสู่บรรยากาศ ส่วนขี้เถ้านั้นจะลำเลียงออกจากเตาเผาและนำไปกำจัดอย่างถูกหลักวิชาการ การเผาขยะมีข้อได้เปรียบอย่างสูงที่สามารถลดปริมาณขยะลงได้ทั้งโดยมวลและโดยปริมาตร สำหรับขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาล การเผาขยะติดเชื้อในเตาเผายังมีวัตถุประสงค์เพิ่มขึ้นอีกนั่นคือการทำลายเชื้อโรคต่างๆที่มีอยู่ในขยะติดเชื้อ การทำลายเชื้อโรคเหล่านี้สามารถกระทำได้โดยการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงในเตาเผา ซึ่งการทำลายโดยการเผานี้ยังสามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี และสามารถควบคุมปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกสู่อากาศให้อยู่ในปริมาณที่สามารถยอมรับได้ซึ่งเป็นข้อกำหนดเบื้องต้นของการกำจัดขยะติดเชื้อโดยการเผา (กระทรวงสาธารณสุข, 2545) ดังนั้นในบทนี้ผู้วิจัยจึงได้กล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎี และหลักการต่างๆที่เกี่ยวกับการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

2.1 ความหมายของขยะติดเชื้อ

ตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดขยะติดเชื้อ พ.ศ. 2545 (กระทรวงสาธารณสุข, 2545) ขยะติดเชื้อ หมายความว่า ขยะที่มีเชื้อโรคปะปนอยู่ในปริมาณหรือมีความเข้มข้นซึ่งถ้ามีการสัมผัสหรือใกล้ชิดกับขยะนั้นแล้วสามารถทำให้เกิดโรคได้ ซึ่งหมายรวมถึงขยะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการรักษาพยาบาล เกิดจากกระบวนการตรวจวินิจฉัยโรค การให้ภูมิคุ้มกันโรค และการทดลองเกี่ยวกับโรค การตรวจชันสูตรศพหรือซากสัตว์ รวมทั้งในการศึกษาวิจัยเรื่องดังต่อไปนี้ให้ถือว่าเป็นขยะติดเชื้อด้วย ได้แก่

(1) ซากหรือชิ้นส่วนของมนุษย์หรือสัตว์ที่เป็นผลมาจากการผ่าตัด การตรวจชันสูตรศพ หรือซากสัตว์ และการใช้สัตว์ทดลอง

(2) วัสดุของมีคม เช่น เข็ม ใบมีด กระบอกฉีดยา หลอดแก้ว ภาชนะที่ทำด้วยแก้ว สไลด์ แผ่นกระจกปิดสไลด์

(3) วัสดุที่สัมผัสกับเลือด ส่วนประกอบของเลือด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเลือด เช่นสำลี ผ้ากอซ ผ้าต่าง ๆ และท่อยาง

(4) ขยะติดเชื้อทุกชนิดที่มาจากห้องรักษาผู้ป่วยติดเชื้อร้ายแรง กองวิชาการสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร ให้คำจำกัดความว่า ขยะติดเชื้อ หมายถึง สิ่งของ เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่สัมผัสกับเลือด น้ำเหลือง น้ำหนอง ปัสสาวะ อุจจาระ ของคนไข้ที่เป็นโรคติดเชื้ออันตราย

จารุพงศ์ บุญ-หลง (2537) ให้คำจำกัดความ ขยะติดเชื้อหมายถึง ขยะจากโรงพยาบาล อันประกอบด้วยของเสียที่สัมผัสกับผู้ป่วย ได้แก่ สำลี ผ้ากอซ กระดาษชำระ พลาสเตอร์ เข็มฉีดยา อุปกรณ์ให้สารน้ำเกลือแร่และเลือด ใบมีดสำหนับผ่าตัด เลือด น้ำเหลือง ส่วนประกอบของเลือด สิ่งขับถ่ายหรือของเหลวที่ออกจากร่างกายผู้ป่วย สิ่งที่ส่งมาเพาะเชื้อที่ต้องทิ้งของเสียจากการเพาะเชื้อ แผ่นกระจกครอบกระจกสำหรับตรวจเชื้อโรคด้วยกล้องจุลทรรศน์วัคซีนที่ไม่ใช้แล้ว เศษชิ้นเนื้อของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายเด็กที่คลอดออกมาแล้วเสียชีวิต ของเหลวต่าง ๆ ที่ออกมาจากการผ่าตัดและผ่าศพ รวมถึงซากสัตว์ทดลองและรังนอนหรือกรงที่ขังสัตว์ทดลอง

สมหวัง ด่านชัยวิจิตร (2537) ให้คำจำกัดความ ขยะติดเชื้อ หมายถึง ขยะที่มีเชื้อโรคและเป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อได้

จากคำจำกัดความ “ขยะติดเชื้อ” ที่กำหนดของแต่ละหน่วยงาน ส่วนมากมีความคล้ายคลึงกันในการกำหนดคำจำกัดความ ในส่วนของการจัดการจะไม่เหมือนกันสรุปแล้ว คำจำกัดความ “ขยะติดเชื้อ” หมายถึง ขยะต่าง ๆ ที่สัมผัสกับเชื้อโรคเป็นผลมาจากการให้การรักษาพยาบาลการวินิจฉัย การให้ภูมิคุ้มกันโรค และการศึกษาวิจัยที่ดำเนินการทั้งในมนุษย์และสัตว์ที่สงสัยว่ามีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่

2.2 คุณลักษณะของขยะติดเชื้อ

ขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาลประกอบด้วยขยะที่มาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ หลายแหล่ง เช่น จากขยะทั่วไปจากห้องทดลองยาสารเคมีภาชนะและขยะที่ติดเชื้อต่างๆขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาลมีลักษณะแตกต่างกับขยะทั่วไปที่เกิดตามบ้านเรือนและสถานที่ต่าง ๆ โดยประกอบด้วยผ้าลินิน กระดาษดอกไม้กระป๋องผ้าอ้อมและถ้วยพลาสติกห้องทดลองและสารเคมีที่ใช้ปรุงยารวมทั้งแอลกอฮอล์ยาฆ่าเชื้อและโลหะหนักเช่นปรอทตัวอย่างของขยะที่จัดว่าเป็นขยะติดเชื้อแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของขยะติดเชื้อประเภทต่างๆ

การแบ่งประเภทขยะ	ตัวอย่าง
ขยะที่ต้องแยกออกมาต่างหาก (Isolation waste)	- ขยะจากผู้ป่วยที่เป็นโรคซึ่งสามารถพิจารณาได้ว่าอาจมีการติดต่อและต้องแยกออกมาต่างหาก
เนื้อเยื่อและชิ้นส่วนที่ติดเชื้อ	- ชิ้นเนื้อจากการรักษาพยาบาลและห้องทดลอง - เนื้อเยื่อและชิ้นส่วนที่ติดเชื้อมาจากคลินิกห้องวิจัยห้องทดลองและอุปกรณ์อื่นๆ
เลือดมนุษย์และผลิตภัณฑ์จากเลือด	- เลือดเสียเซรุ่มและผลิตภัณฑ์จากเลือด
ชิ้นเนื้อและชิ้นส่วนอวัยวะ (Pathological waste)	- เนื้อเยื่ออวัยวะชิ้นส่วนของร่างกายเลือด น้ำเหลืองที่เกิดจากการศัลกรรมการชันสูตร
ของมีคมติดเชื้อ	- เข็มติดเชื้อสลิงค์ใบมีดพลาสเตอร์ท่อ
ซากสัตว์	- ซากสัตว์ที่ตายจากการเป็นโรค

ที่มา: สมรัฐ เกิดสุวรรณ (2542)

จากตารางที่ 2.1 ได้แสดงตัวอย่างของขยะติดเชื้อประเภทต่าง ๆ ซึ่งแต่ละประเภทก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันซึ่งคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

2.3 วิธีการกำจัดขยะติดเชื้อ

วิธีการทำลายเชื้อและการกำจัดขยะติดเชื้อ ทางด้านเทคนิค มีหลายวิธี ได้แก่

2.3.1 การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ (Steam Sterilization)

การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ สำหรับขยะติดเชื้อ ใช้ไอน้ำร้อนตัว ภายในถังแรงดัน (มักเรียกว่า Steam Sterilizer หรือ autoclave หรือ retort) ณ อุณหภูมิสูงเพียงพอสำหรับทำลายเชื้อโรคในมูลฝอยได้ ระบบทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ จะได้ผลดีขึ้นอยู่กับระยะเวลาและอุณหภูมิ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่มูลฝอยทุกส่วนจะต้องสัมผัสกับอุณหภูมิที่ต้องการตามระยะเวลาที่กำหนด กระบวนการทำลายเชื้อ เริ่มต้นด้วยการแทรกตัวของไอน้ำเข้าในมูลฝอย ทำให้เกิดการนำความร้อนที่ช่วยให้การถ่ายเทความร้อนดีขึ้น การทำลายเชื้อที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นได้ตามอัตราการแทรกตัวของไอน้ำซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง การทำให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าได้ทั่วถึงทุกส่วนจะต้องไล่อากาศออกจากถังแรงดันให้หมดไม่เช่นนั้นอากาศในถังแรงดันจะทำให้ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อลดลง อุณหภูมิของไอน้ำลดลงแรงดันเปลี่ยนแปลงไปอุณหภูมิแต่ละส่วนของระบบแตกต่างกันทำให้ใช้เวลานานในการเพิ่มอุณหภูมิ ทำให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าในมูลฝอยไม่ทั่วถึง

ปัจจัยที่เป็นเหตุให้ไล่อากาศออกไม่หมดอาจเกิดจาก การใช้ถุงพลาสติกกันความร้อนหรือการใช้ภาชนะมูลฝอยที่ลึกเกินไป หรือการป้อนมูลฝอยที่ไม่เหมาะสม ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ คือ

2.3.1.1 องค์ประกอบของขยะติดเชื้อการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำใช้ได้ผลดีกับขยะติดเชื้อที่มีองค์ประกอบหลักเป็นมูลฝอยที่มีความหนาแน่นต่ำ เช่น พลาสติก แต่ไม่ได้ผลดีนักกับมูลฝอยที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ชิ้นส่วนอวัยวะ ของเหลวจากร่างกาย

2.3.1.2 การบรรจุถุงและภาชนะรองรับมูลฝอย ชนิดและความหนาของถุงพลาสติกที่ใช้เป็นเรื่องสำคัญที่มักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ถุงพลาสติกที่ทนความร้อนได้รับการพิจารณาว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้บรรจุมูลฝอยเข้าทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ เพราะเหตุว่าไอน้ำและความร้อนจะไม่สามารถแทรกตัวเข้าสู่มูลฝอยภายในถุง ถุงพลาสติกที่เหมาะสมควรหลอมเหลวเมื่อได้รับความร้อน เพื่อให้มูลฝอยในถุงได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง แต่การใช้ถุงประเภทนี้ จะต้องมีภาชนะรองรับที่แข็งแรง ทนทานต่อความร้อนได้ดี ซึ่งมีลักษณะที่เอื้ออำนวยให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าในถังได้สะดวก เช่น ด้านบนเปิดกว้าง และไม่ลึกมากเกินไป นอกจากนี้ เพื่อให้ไอน้ำแทรกตัวเข้าได้ทั่วถึงอย่างแท้จริง ถึงและขวดต่าง ๆ ที่จะส่งเข้าทำลายเชื้อ ควรเปิดฝาเสียก่อน

2.3.1.3 ปริมาตรของมูลฝอยเนื่องด้วยการควบคุมอุณหภูมิให้กระจายทั่วถึงในมูลฝอยปริมาณมาก นั้นเป็นไปได้ยาก หากมีมูลฝอยปริมาณมาก ควรแบ่งเข้าเครื่องครั้งละน้อยจะได้ผลดีกว่า มูลฝอยที่เป็นพิษหรือสารเคมีที่อาจแตกตัวรุนแรงเมื่อได้รับความร้อน หรือมูลฝอยอันตรายไม่ควรนำเข้าทำลายเชื้อด้วยวิธีนี้เพราะจะเกิดอันตรายต่อบุคลากรที่ควบคุมเครื่อง บุคลากรเหล่านี้ควรได้รับการฝึกฝนเทคนิคในด้านความปลอดภัยจากสารเคมีหรือมูลฝอยอันตรายที่อาจปะปนมาในขยะติดเชื้อด้วย เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันตัว การป้องกันการหกหล่นของมูลฝอยระหว่างป้อนเข้าเครื่อง การแก้ไขเมื่อเกิดการฟุ้งกระจายของสารเคมีต่าง ๆ เครื่องบันทึกอุณหภูมิ เป็นสิ่งจำเป็นในการควบคุมการทำงานของเครื่องทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่าเครื่องทำงานที่เหมาะสมเป็นระยะเวลาครบถ้วนตามต้องการ ขณะเดียวกันจะเป็นสิ่งเตือนเหตุบกพร่องของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ด้วย หากไม่สามารถควบคุมได้ตามปกติกระบวนการทำงานของเครื่องทำลายเชื้อด้วยไอน้ำจำเป็นต้องมีการตรวจสอบและซ่อมบำรุงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่าการทำลายเชื้อ ดำเนินการไปอย่างได้ผลตลอดเวลา นอกจากนี้ควรมีการประเมินผลทางด้านชีวภาพด้วย โดยใช้ดัชนีที่เหมาะสมกับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ออกแบบไว้ เช่น Bacillus Stearothemophilus

2.3.2 การทำลายเชื้อด้วยก๊าซ (Gas/Vapor Sterilization)

การทำลายเชื้อด้วยก๊าซเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่อาจนำมาใช้ทำลายเชื้อในขยะติดเชื้อเฉพาะอย่าง วิธีนี้ตัวทำลายเชื้อเป็นก๊าซหรือไอสารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้ คือ เอทธีลีนออกไซด์ (ethylene oxide) และฟอมัลดีไฮด์ (formaldehyde) ซึ่งอาจเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ได้ การ

นำมาใช้จึงต้องมีมาตรการความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด ดังนั้นหากจะพิจารณานำวิธีนี้มาใช้จะต้องเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียให้แน่ชัด ในระยะหลังเอทธีลีนออกไซด์ มักได้รับการแนะนำว่าไม่ควรใช้กับขยะติดเชื้อส่วนฟอมัลดีไฮด์ ควรใช้กับบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนในการใช้งานมาเป็นอย่างดี การทำลายเชื้อด้วยก๊าซเหล่านี้ มักจะมีก๊าซส่วนที่เหลือจากกระบวนการทำลายเชื้อสะสมอยู่ในมูลฝอย ซึ่งจะระเหยออกมาในภายหลังได้

2.3.3 **การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี** (Chemical Disinfection)

การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมูลฝอยที่เป็นของเหลวแต่ก็ใช้กับมูลฝอยที่เป็นของแข็งได้ด้วย การทำลายเชื้อด้วยสารเคมีให้ได้ผลดีต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ ชนิดของเชื้อโรค ปริมาณเชื้อที่ปนเปื้อน ปริมาณวัสดุจำพวกโปรตีน ชนิดของสารฆ่าเชื้อโรคความเข้มข้นและปริมาณสารฆ่าเชื้อโรค ระยะเวลาสัมผัส อื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เป็นต้นมูลฝอยที่ทำลายเชื้อด้วยวิธีนี้จะมีสารเคมีเจือปนอยู่ ดังนั้นการนำไปกำจัดต่อไป จะต้องคำนึงถึงกฎหมายของท้องถิ่นด้วย

2.3.4 **การทำลายเชื้อด้วยรังสี** (Sterrilization by Irradiation)

การทำลายเชื้อด้วยรังสีเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในระยะหลังโดยอาศัยประสบการณ์จากการใช้รังสีให้กับเครื่องมือแพทย์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ อาหาร และสินค้า อุปโภคต่าง ๆ จึงมีการพัฒนาระบบนี้มาใช้กับขยะติดเชื้อ ข้อดีของระบบนี้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นที่ใช้ทำลายเชื้อ ได้แก่ ใช้ไฟฟ้าน้อยไม่ต้องใช้ไอน้ำ ไม่มีความร้อนตกค้างในมูลฝอย ประสิทธิภาพดี ส่วนข้อด้อยของระบบนี้ คือค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งระบบ ต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้สูง ต้องใช้พื้นที่มาก มีปัญหาในการกำจัดต้นกำเนิดรังสี

2.3.5 **การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** (Microwave Treatment)

การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เริ่มพัฒนาขึ้นมาใช้กับขยะติดเชื้อ เมื่อไม่นานมานี้ ประกอบด้วยส่วนตัดย่อยมูลฝอย (Shredder) และส่วนทำลายเชื้อ ระบบนี้ใช้ความร้อนเป็นตัวทำลายเชื้อ ความร้อนดังกล่าวนี้เกิดขึ้นโดยการฉีดละอองน้ำให้สัมผัสมูลฝอยอย่างทั่วถึง แล้วใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนแก่ละอองน้ำเหล่านั้นองค์ประกอบสำคัญที่ต้องควบคุมเพื่อให้การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ผลดี ได้แก่ การตัดย่อยมูลฝอย อุณหภูมิ และระยะเวลาในการให้ความร้อน การตัดย่อยมูลฝอยมีส่วนสำคัญมาก ซึ่งต้องตัดมูลฝอยให้ย่อยที่สุด และคลุกเคล้าให้ทั่วถึง เพื่อให้ละอองน้ำสัมผัสมูลฝอยได้ทุกจุดไม่เช่นนั้น จะเกิดจุดบอด ซึ่งมูลฝอยบริเวณที่ไม่มีความชื้น จะไม่ได้รับความร้อนเพียงพอ (Cold Spot) โดยทั่วไประบบนี้ควรควบคุมให้ทำงานที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 20 นาที

2.3.6 ระบบเตาเผา (Incineration)

การทำลายขยะติดเชื้อด้วยเตาเผา ถือว่าเป็นที่นิยม แต่สืบเนื่องจากเตาเผามีข้อเสีย ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง และค่าดำเนินการสูงประกอบกับต้องการบุคลากรที่มีความรู้ และทักษะเฉพาะด้านในการควบคุม ใช้งานและบำรุงรักษาที่ถูกวิธี ทั้งต้องหาพื้นที่สำหรับฝังกลบเถ้าในขั้นตอนสุดท้ายด้วย นอกจากนี้ในกรณีที่การเผาไหม้ในเตาเผาไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดปัญหามลภาวะอากาศรวมถึงก่อความรำคาญต่อประชาชนที่อยู่ใกล้เคียง จึงมีความพยายาม ในการหาเทคโนโลยีอื่นในการกำจัดขยะติดเชื้อเพื่อทดแทนการใช้เตาเผา ซึ่งในปัจจุบัน นอกจากเตาเผาแล้ว มีการกล่าวถึงเทคโนโลยีอื่นที่จะกำจัดขยะติดเชื้อบ้าง เช่น การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ (Autoclave) การทำลายเชื้อด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Micowave) แต่การใช้งานในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายและเป็นไปในทางปฏิบัติ

2.4 การกำจัดขยะติดเชื้อด้วยวิธีการเผาในเตาเผา

การกำจัดขยะติดเชื้อโดยการเผาในเตาเผา กระทรวงสาธารณสุข (2545) ได้กำหนดข้อบังคับ ให้ใช้เตาเผาที่มีห้องเผามูลฝอย ติดเชื้อและห้องเผาควัน การเผาขยะติดเชื้อให้เผาที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 760 องศาเซลเซียส และในการเผาควันให้เผาด้วยอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส และในการเผาต้องมีการควบคุมมาตรฐานอากาศเสียที่ปล่อยออกจากเตาเผาตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด โดยหลักการแล้วการเผาไหม้ขยะติดเชื้อในเตาเผานั้นเป็นกระบวนการทางเคมีที่เกิดขึ้นในลักษณะเดียวกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลที่ใช้ในการผลิตพลังงานซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกซิเดชั่นอย่างรวดเร็วของสารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในขยะและเชื้อเพลิงเสริมปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงนี้จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปความร้อนและแสและเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้กลายเป็นรูปออกซิไดซ์ (Oxidize) ในหัวข้อต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายหลักการพื้นฐานบางประการที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้

2.4.1 ปฏิกิริยาเคมี

ส่วนประกอบหลักๆ ของขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลจะประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H_2) และออกซิเจน (O_2) ธาตุเหล่านี้เป็นตัวทำปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดพลังงานและก๊าซที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ซึ่งปลดปล่อยออกมาในระหว่างการเผาไหม้ธาตุอื่น ๆ ที่พบว่ามีอิทธิพลน้อยกว่าธาตุเหล่านี้ได้แก่โลหะ (Metal) ซัลเฟอร์ (S) ไนโตรเจน (N) และคลอไรด์ (Cl) แม้ว่าธาตุเหล่านี้จะมีความสำคัญน้อยกว่าในแง่ของปฏิกิริยาการเผาไหม้แต่จะมีอิทธิพลต่อการเกิดมลพิษของอากาศ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากในเขตการเผาไหม้ (Combustion Zone) มีความซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับสารอินทรีย์จำนวนมากมายอย่างไรก็ตามสามารถพิจารณาการเผาไหม้อย่างง่าย ๆ ได้โดยพิจารณาให้เป็นปฏิกิริยาอย่างง่ายของการรวมตัวกันระหว่างคาร์บอนกับไฮโดรเจนที่อยู่ในขยะกับออกซิเจนที่อยู่

ในอากาศที่ใช้เผาไหม้ในตัวขยะเองปฏิกิริยาอย่างง่ายนี้สามารถแสดงได้โดยสมการเคมีดังแสดงในสมการที่ 2.1 และ 2.2

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + \text{ความร้อน} \quad (2.1)$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O + \text{ความร้อน} \quad (2.2)$$

หากการเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์คาร์บอนและไฮโดรเจนจะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศที่ใช้เผาไหม้แล้วกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ (H_2O) ตามลำดับในทางตรงกันข้ามหากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ก็จะทำให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ขึ้น (กระทรวงสาธารณสุข, 2550) การเผาไหม้ในเตาเผาขยะติดเชื้อมีหลักการทำงานอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

2.4.1.1 ประเภทการใช้อากาศมากเกินพอ (Excess Air) เป็นการเผาขยะที่ใช้หรือให้อากาศมากเกินพอกว่าปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี (Air Requirement) เหมาะสำหรับขยะที่ติดไฟได้ง่ายและไม่มีการเผาไหม้ที่รุนแรง หรือการเกิดระเบิดอย่างรุนแรง โดยทั่วไปขยะมูลฝอยชุมชนจะนิยมให้เตาเผาประเภทนี้

2.4.1.2 ประเภทการใช้อากาศน้อย (Starved Air) เป็นการเผาขยะที่ใช้หรือให้อากาศมากเกินพอกว่าปริมาณอากาศที่ต้องการตามทฤษฎี (Air Requirement) โดยนิยมเผามูลฝอยที่มีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกันและลุกไหม้ได้ดี เช่นขยะอุตสาหกรรม ขยะติดเชื้อ

2.4.2 อากาศที่ใช้เผาไหม้ในทางทฤษฎี

ปริมาณของออกซิเจนที่ต้องการในทางทฤษฎีเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์เรียกว่าออกซิเจนในทางทฤษฎีหรือ Stoichiometic Oxygen ซึ่งสามารถคำนวณได้จากประเภทและปริมาณของขยะที่ใช้เผาทั้งนี้ออกซิเจนที่ใช้ในการเผาไหม้มาจากอากาศภายนอกสำหรับปริมาณอากาศที่มากกว่าปริมาณอากาศที่ต้องการทางทฤษฎีจะเรียกว่าอากาศส่วนเกิน (Excess air) องค์ประกอบทางเคมีโดยรวมของส่วนผสมระหว่างขยะต่อเชื้อเพลิงสามารถนำมาใช้ในการคำนวณออกซิเจนที่ต้องการในทางทฤษฎีโดยมวลได้โดยอาศัยตัวแปรหากต้องการคำนวณปริมาณออกซิเจนที่ต้องการโดยปริมาตรสามารถคำนวณได้จากสมการ 2.3

$$Q_O = M_O K \quad (2.3)$$

โดย Q_O = อัตราการไหลเชิงปริมาตรของออกซิเจน (m^3/h)

M_O = อัตราการไหลเชิงมวลของออกซิเจน (kg/h)

K = 0.2404 scm O_2/kg O_2 ที่ 20 °C และ 1 atm

ตารางที่ 2.2 ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการเพื่อการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้

ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของขยะ	ประมาณออกซิเจนที่ต้องการทางทฤษฎี	ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้
C	2.67 kg/kg C	3.67 kg CO_2/kg C
H_2	8.0 kg/kg H_2	9.0 kg H_2O/kg H_2
O_2	1.0 kg/kg O_2	-
N_2	-	1.0 kg N_2/kg N_2
H_2O	-	1.0 kg H_2O/kg H_2O
Cl_2	0.23 kg/kg Cl_2	1.03 kg HCl/kg Cl_2 - 0.25 kg H_2O /kg Cl_2
F_2	0.42 kg/kg F_2	1.05 kg HF/kg F_2 - 0.47 kg H_2O/kg F_2
Br_2	-	1.0 kg Br_2/kg Br_2
I_2	-	1.0 kg I_2/kg I_2
S	1.0 kg/kg S	2.0 kg SO_2/kg S
P	1.29 kg/kg P	2.29 kg P_2O/kg P
N_2 จากอากาศ	-	3.31 kg N_2/kg(O_2)ทฤษฎี

หมายเหตุ: ปริมาณอากาศที่ต้องการ = 4.31 x (O_2) ทฤษฎี

2.5 องค์ประกอบหลักของเตาเผาขยะติดเชื้อ

องค์ประกอบหลักของเตาเผาขยะติดเชื้อ สามารถสรุปได้ดังนี้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2550)

2.5.1 จุดป้อนขยะ เป็นจุดที่ขยะติดเชื้อถูกนำเข้าสู่ระบบเตาเผา ซึ่งต้องมีประตูที่สามารถปิดได้มิดชิดและแข็งแรง ป้องกันอันตรายจากความร้อนภายในเตาเผาได้หลังนำขยะติดเชื้อป้อนเข้าเตาเผาแล้ว และต้องสามารถทำงานป้อนขยะเข้าสู่เตาเผาได้อย่างสะดวก

2.5.2 ห้องเผาขยะ เป็นจุดที่มีการเผาไหม้ของขยะติดเชื้อและก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ ซึ่งอาจมีจำนวนห้องเผาหนึ่งห้องเผา หรือมากกว่าหนึ่งห้อง ขึ้นอยู่กับประเภทของระบบเตาเผาที่เลือกใช้

2.5.3 หัวเผา (Burner) เป็นอุปกรณ์เพื่อช่วยในการจุดไฟภายในเตาเผาด้วยเชื้อเพลิงและอากาศ ทำให้สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผาให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

2.5.4 ระบบเติมอากาศภายในเตาเผา ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ และนำกระแสอากาศจากห้องเผาแรกไปสู่ห้องเผาควัน ซึ่งอาจเป็นระบบพัดลมเติมอากาศหรือช่องเปิดดึงอากาศจากภายนอกเข้าสู่เตาเผา เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศ

2.5.5 จุดนำขี้เถ้าที่เกิดจากการเผาไหม้ขยะติดเชื้อออกจากเตาเผา

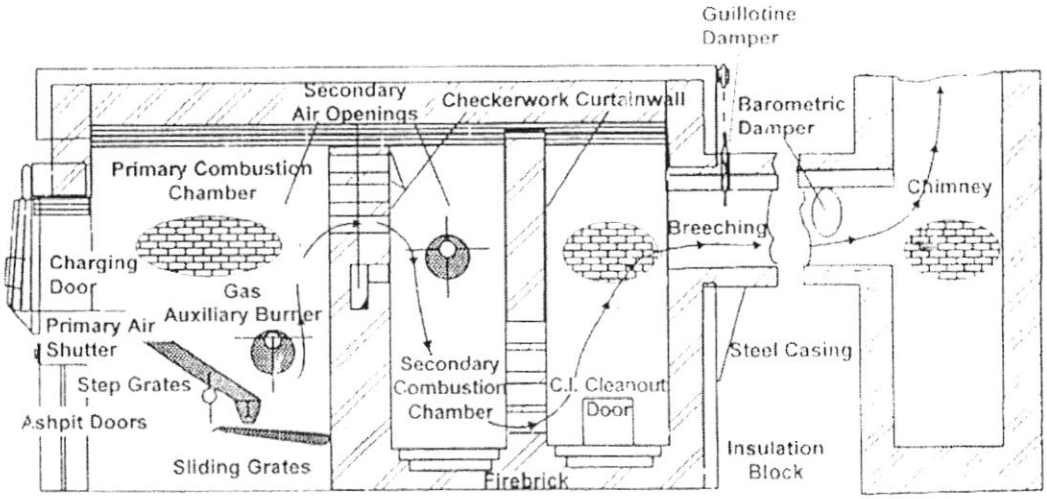
2.5.6 ปล่องระบายอากาศ เป็นจุดที่นำอากาศภายในเตาเผาที่ผ่านการบำบัดมลภาวะแล้วออกสู่บรรยากาศ

2.6 ประเภทของระบบเตาเผามูลฝอย

ระบบเตาเผามูลฝอยสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 3 ประเภทคือ Multiple-Chamber, Controlled-air และ Rotary kiln

2.6.1 เตาเผาแบบหลายห้องเผาไหม้ (Multiple-Chamber)

เตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้ที่ได้ออกแบบและใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันสามารถจัดแบ่งได้เป็นสองประเภทคือแบบ In-line hearth และแบบ Retorthearth เตาเผาแบบ In-line hearth ดังภาพที่ 2.1 จะมีลักษณะเป็นห้องเผาไหม้สองห้องที่ต่อกันเป็นแนวยาวโดยก๊าซเผาไหม้จะไหลในแนวเส้นตรงผ่านเตาเผาและมีการเปลี่ยนทิศเฉพาะในแนวดิ่งเท่านั้นสำหรับเตาเผาแบบ Retort hearth เมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผาแบบแรกแล้วพบว่าการไหลของก๊าซเผาไหม้มีการเปลี่ยนทิศทางในแนวดิ่ง (ทั้งขึ้นและลง) แต่ในขณะเดียวกันก็มีการเปลี่ยนทิศทางออกไปทางด้านข้างด้วยเนื่องจากห้องเผาไหม้ที่สองอยู่ติดกับห้องเผาไหม้แรกและก๊าซไหลเป็นรูปตัว U ดังนั้นรูปทรงของเตาเผาแบบนั้นจึงมีขนาดกะทัดรัดมากกว่าเตาเผาแบบ In-line hearth ซึ่งมีประสิทธิภาพการเผามากกว่าเตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้มีทั้งแบบที่ห้องเผาไหม้แรกไม่มีตะกรับและแบบมีตะกรับหรือทั้งสองแบบในห้องเดียวกัน

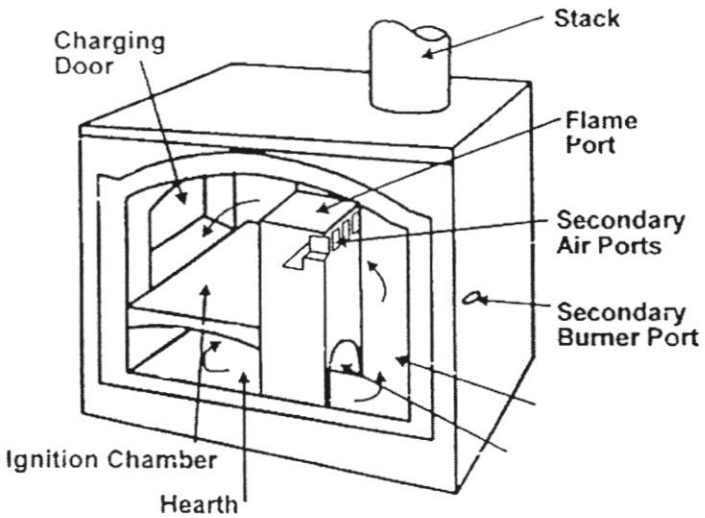


ภาพที่ 2.1 เตาเผาแบบ In-line hearth

ที่มา: Calvin R. Brunner (1996)

หลักการเผาไหม้และการกระจายอากาศการเผาไหม้เตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้สองห้องเผาไหม้ทั้งสองทำงานภายใต้สภาวะ Excess air การเผาไหม้เริ่มต้นด้วยการระเหยความชื้นและสารระเหยในมูลฝอยตามมาด้วยการเผาไหม้ Fixed Carbon เกิดขึ้นภายในห้องเผาไหม้แรกก๊าซเผาไหม้ซึ่งประกอบด้วยสารระเหยออกจากห้องเผาไหม้แรกไหลผ่านช่องไฟ (Flame Port) เข้าไปห้องผสมควัน (Mixing Chamber) ก่อนที่จะไหลเข้าสู่ห้องเผาที่สองอากาศส่วนที่สอง (Secondary air) ถูกเติมเข้าไปทางช่องไฟและผสมกับก๊าซเผาไหม้ในห้องผสมหัวเผาที่สอง (Secondary Burner) ที่ติดตั้งในห้องผสมทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิการเผาไหม้ของก๊าซที่ไหลผ่านเข้าไปสู่งพอเพียงและเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ในห้องเผาไหม้ที่สองเตาเผามูลฝอยแบบนี้ได้รับการออกแบบให้เกิดการเผาไหม้ขึ้นที่บริเวณผิวหน้าของมูลฝอยซึ่งสามารถทำได้โดยจ่ายอากาศเผาไหม้ด้านบนในปริมาณมากและจำกัดปริมาณอากาศเผาไหม้ด้านล่างเตาเผามูลฝอยแบบ Excess air ทำงานโดยมีเปอร์เซ็นต์ของอากาศส่วนเกินโดยรวมอยู่ระหว่าง 300-600 เปอร์เซ็นต์ ในเตาเผาระบบเก่าอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะถูกดูดเข้าเตาเผาด้วยตนเองและปรับปริมาณที่ต้องการด้วยกระบังลม (Damper) ในระบบเตาเผาแบบหลายห้องเผาไหม้รุ่นใหม่ ๆ จะป้องอากาศเข้าเตาโดยใช้พัดลมเป่าอากาศ (Blower) อัดอากาศเข้าไปในเตาเผามูลฝอยแบบหลายห้องเผาไหม้ ดังภาพที่ 2.2 ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะให้ทำงานแบบการป้อนมูลฝอยครั้งเดียวหรือแบบการทำงานกึ่งต่อเนื่องเตาเผาแบบนี้จะไม่มีระบบการถ่ายขี้เถ้าออกมาอย่างต่อเนื่องดังนั้นจึงต้องหยุดทำงานเมื่อถึงช่วงหนึ่งเพื่อถ่ายขี้เถ้าออกและจะเรียกเตาเผาแบบนี้ว่าปฏิบัติงานแบบกึ่งต่อเนื่อง

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



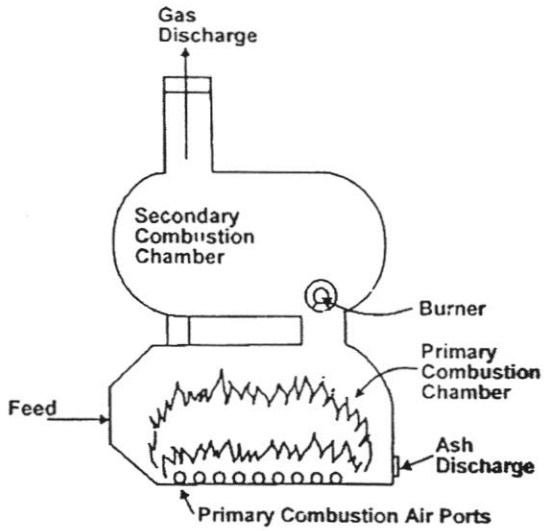
ภาพที่ 2.2 เตาเผาแบบ Retort hearth

ที่มา: Calvin R. Brunner (1996)

2.6.2 เตาเผาแบบควบคุมอากาศ (Controlled-Air)

หลักการทำงานของเตาเผามูลฝอยแบบควบคุมอากาศได้แก่การแบ่งการเผาไหม้ออกเป็นสองส่วนในห้องเผาไหม้สองห้องห้องเผาไหม้แรกเป็นห้องที่รับมูลฝอยที่ป้อนเข้ามาและเริ่มต้นเผาไหม้โดยการควบคุมการเผาไหม้ให้ต่ำกว่าส่วนผสมที่ Stoichiometric ปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าสู่ห้องเผาไหม้ถูกควบคุมอย่างเคร่งครัดโดยการป้อนอากาศเข้าห้องเผาไหม้เป็นการป้อนแบบป้อนด้านใต้ไฟการเผาไหม้แบ่งออกได้สามขั้นขั้นแรกความชื้นที่อยู่ในมูลฝอยจะระเหยออกมาจากนั้นขั้นที่สองสารระเหยที่อยู่ในมูลฝอยจึงระเหยออกมากลายเป็นก๊าซระเหยไหลเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่สองขั้นที่สอง Fixed carbon ที่คงเหลืออยู่ในมูลฝอยจึงเริ่มเผาไหม้ก๊าซเผาไหม้ที่ประกอบด้วยสายระเหยจากห้องเผาไหม้แรกจะไหลโดยตรงเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่สองซึ่งอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ได้รับการปรับเพื่อให้เกิดการเผาไหม้แบบ Excess air และฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้เพื่อให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนช่วยให้เกิดการผสมกันของก๊าซเผาไหม้ภายใต้อุณหภูมิสูงกระบวนการทั้งหมดทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ดังภาพที่ 2.3 การควบคุมการเผาไหม้สำหรับเตาเผาแบบควบคุมอากาศโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับการควบคุมอุณหภูมิในห้องเผาไหม้แรกและห้องเผาไหม้ที่สองอากาศที่ป้อนเข้าห้องเผาไหม้ก็ถูกปรับปริมาณเพื่อให้ได้อุณหภูมิเผาไหม้ตามที่ต้องการระบบเตาเผามูลฝอยแบบนี้ที่มีใช้กันอยู่มีระดับการควบคุมอากาศที่มีใช้ในการเผาไหม้แตกต่างกันส่วนใหญ่อากาศที่เผาไหม้ในห้องแรกและห้องที่สองถูกปรับอย่างอัตโนมัติและต่อเนื่องเพื่อควบคุมให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการแม้ว่ามูลฝอยที่ป้อนเข้ามาจะมีองค์ประกอบและลักษณะสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปก็ตามสำหรับเตาเผาแบบควบคุมอากาศความสามารถของห้องเผาไหม้ที่สองเป็นตัวกำหนดอัตราการเผาไหม้ห้องเผาไหม้ต้องมีปริมาตรที่เพียงพอที่จะรองรับและทำปฏิกิริยา

ออกซิไดส์ที่สมบูรณ์กับก๊าซระเหยที่ออกมาจากห้องเผาไหม้แรกและให้มีปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ที่เพียงพอเพื่อให้ได้ระดับออกซิเจนส่วนเกินตามที่ต้องการ



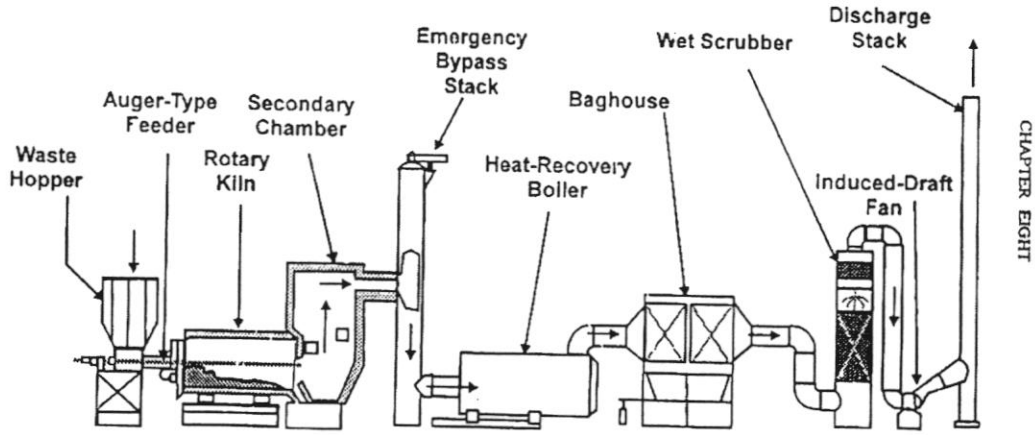
ภาพที่ 2.3 เตาเผาแบบควบคุมอากาศ

ที่มา: Calvin R. Brunner (1996)

2.6.3 เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kilns)

เตาเผาแบบหมุนมีการเผาไหม้ซึ่งแบ่งออกเป็นสองขั้นและมีห้องเผาไหม้จำนวนสองห้อง ห้องเผาไหม้แรกเป็นทรงกระบอกหมุนได้รอบแกนและเอียงทำมุมเล็กน้อยจากแนวระดับในบางครั้งจะเรียกห้องเผาไหม้แรกนี้ว่าเตาหมุนห้องเผาไหม้ที่สองโดยทั่วไปเป็นทรงกระบอกและวางตัวในแนวระดับเช่นเดียวกับห้องเผาที่สองของเตาแบบควบคุมอากาศหรืออาจวางในแนวดิ่งก็ได้ดังภาพที่ 2.4 หลักการทำงานคือห้องเผาไหม้หลักจะเอียงด้วยมุมซึ่งถูกกำหนดมาตั้งแต่การออกแบบระบบมูลฝอยจะป้อนเข้าห้องเผาไหม้แรกที่ปลายด้านที่สูงกว่าโดยให้เครื่องป้อนมูลฝอยโดยปกติอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้จะป้อนเข้าห้องเผาไหม้แรกในลักษณะอากาศส่วนเกินอย่างไรก็ตามผู้ผลิตเตาเผาแบบหมุนในปัจจุบันได้ออกแบบให้เตาเผาทำงานที่สภาวะอากาศน้อยกว่าที่ต้องการทางทฤษฎี (Sub-Stoichiometric) ในห้องเผาไหม้แรกเตาเผาแบบหมุนใช้ระบบกันอากาศรั่วไหลและมีระบบการฉีดอากาศแบบพิเศษการทำงานของเตาเผาแบบนี้ช่วยลดขนาดของเตาเผาและช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเสริมสำหรับห้องเผาไหม้ที่สองภายในห้องเผาไหม้แรกนั้นความชื้นและสารระเหยจะระเหยออกมาจากมูลฝอย จุดนี้มูลฝอยจะติดไฟหัวเผาเสริมในห้องเผาไหม้แรกทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิของห้องเผาไหม้ให้สูงเพียงพอในกรณีที่มูลฝอยมีค่าความร้อนไม่เพียงพอเมื่อเตาเริ่มหมุนมูลฝอยส่วนที่เป็นของแข็งจะหมุนไปกับผนัง

เตาและตกกลับลงมาทำให้เกิดการผสมผสานกันของมูลฝอยช่วยให้มูลฝอยส่วนที่เป็นของแข็งสัมผัสกับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ได้ดีขึ้นขี้เถ้าที่เหลือภายหลังการเผาไหม้จะถูกลำเลียงจากด้านปลายเตาเข้าสู่ระบบลำเลียงขี้เถ้าออกนอกเตาก๊าซระเหยที่ออกมาจากห้องเผาไหม้แรกจะเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่สองเพื่อทำให้ก๊าซเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์หัวเผาสำหรับห้องเผาไหม้ที่สองทำหน้าที่รักษาอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้และอากาศสำหรับการเผาไหม้ของห้องเผาที่สองจะถูกป้อนเข้าห้องเผาเพื่อรักษาระดับการเผาไหม้แบบอากาศส่วนเกินในห้องเผาไหม้นี้



ภาพที่ 2.4 เตาเผาแบบหมุน Rotary kiln

ที่มา: Calvin R. Brunner (1996)

เนื่องจากมูลฝอยส่วนที่เป็นของแข็งจะเคลื่อนตัวภายในห้องเผาไหม้แรกลงสู่ด้านล่างของเตาอย่างต่อเนื่องระบบเตาเผามูลฝอยจึงถูกออกแบบให้ทำงานอย่างต่อเนื่องโดยอาจมีการป้อนมูลฝอยเข้าเตาแบบกึ่งต่อเนื่องหรือแบบต่อเนื่องเมื่อเป็นเช่นนี้ระบบการเผาแบบหมุนโดยทั่วไปจึงมักประกอบด้วยระบบเครื่องป้อนมูลฝอยและระบบนำขี้เถ้าออกจากเตาเผาระบบป้อนมูลฝอยทำหน้าที่ป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผาอย่างต่อเนื่องหรือกึ่งต่อเนื่องผู้ผลิตเตาเผาแบบหมุนบางรายได้ออกแบบระบบเตาเผาแบบหมุนสำหรับใช้กับมูลฝอยจากโรงพยาบาลโดยใช้เครื่องป้อนแบบเกลียว (Auger-feeder) เพื่อป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผาอย่างต่อเนื่องโดยมูลฝอยจะถูกบรรจุลงในห้องป้อนจากนั้นเกลียวขับจะป้อนมูลฝอยที่อยู่ทางส่วนล่างของห้องป้อนเข้าสู่เตาเผาอย่างต่อเนื่องนอกจากระบบป้อนมูลฝอยดังกล่าวแล้วระบบป้อนมูลฝอยแบบที่อธิบายก่อนหน้านี้ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับยกถังมูลฝอยเข้าห้องป้อนและมีตัวดันมูลฝอยเข้าเตาเผาก็มีเช่นเดียวกันสำหรับเตาเผาแบบหมุนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเผามูลฝอยอันตราย (เสกสรร สุทธิสงค์, 2549)

2.7 มลภาวะอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อ

มลภาวะทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีมวลสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลาที่นานพอ ที่จะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารที่กล่าวถึงอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์และอาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคแข็ง มลภาวะอากาศหลักที่สำคัญ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) ได้แก่ ฝุ่นอนุภาค (SPM) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_X) ตะกั่ว (Pb) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และก๊าซโอโซน (O_3)

2.7.1 แหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศ (Sources of Air Pollutants) แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.7.1.1 แหล่งกำเนิดที่เกิดจากธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง เช่น ปรากฏการณ์เกิดฟ้าผ่า ฟ้าร้อง ฟ้าแลบ ภูเขาไฟระเบิด การปลดปล่อยมลสารของชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

2.7.1.2 แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการระทำของมนุษย์ แหล่งกำเนิดแบบนี้เป็นแหล่งกำเนิดสารมลพิษหลักที่เกิดผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยสามารถออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้ (1) แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ ได้แก่โรงงานอุตสาหกรรม การเผามูลฝอย (2) แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ยานพาหนะ และ (3) แหล่งกำเนิดจากเหมืองแร่และแหล่งก่อสร้าง เช่น การระเบิดหิน การโม่หิน การสร้างอาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดฝุ่นละออง ละอองเอสเบสตอส (asbestos) และละอองซิลิก้า เป็นต้น หรือแบ่งตามประเภทของแหล่งกำเนิดมลสาร ที่สำคัญในปัจจุบัน แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้แน่นอน (point source) เช่นปล่องควันโรงงานอุตสาหกรรม (2) แหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (area source) เช่นแหล่งกำเนิดในเมือง การเผามูลฝอย เป็นต้น และ (3) แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้หรือแบบเส้น (line source) เช่น การจราจร เป็นต้น

2.7.2 ประเภทของมลภาวะทางอากาศ (Types of Air Pollution)

มลภาวะทางอากาศสามารถแบ่งแยกตามลักษณะการผลิตได้ 2 ประเภท (นพภาพร พานิช และคณะ, 2547) ดังนี้

2.7.2.1 มลภาวะอากาศประเภทปฐมภูมิ (Primary Air Pollution) เป็นมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ขี้เถ้า และเขม่าควันเชื้อเพลิงในยานพาหนะ และเตาเผาในโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ

2.7.2.2 มลภาวะอากาศประเภททุติยภูมิ (Secondary Air Pollution) เป็นมลภาวะทางอากาศที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีระหว่างมลภาวะอากาศในธรรมชาติ เช่น โอโซน เกิดจาก

ปฏิกิริยาเคมี ระหว่างสารไฮโดรคาร์บอนที่อยู่ในธรรมชาติ กับก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน โดยมีแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

2.7.2.3 ผลกระทบจากมลภาวะอากาศ (Air Pollution Effects) มลภาวะอากาศทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งต่าง ๆ ได้มากมายเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ ทำลายพืช ทำให้วัสดุเสียหาย ทำให้เกิดความเสียหายแก่สภาพภูมิอากาศ เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศวิทยา ลักษณะความรุนแรงของผลเสียที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับประเภทและความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ และระยะเวลาของการสัมผัสสารมลพิษอากาศ นอกจากนี้สารมลพิษอากาศบางชนิดยังอาจมีผลที่เสริมฤทธิ์กัน (Synergism) ทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นทวีความรุนแรงมากขึ้นกว่าความเสียหายที่เกิดจากมลสารชนิดเดียว หรืออาจเกิดผลหักล้างกันและกัน (Antagonism) ทำให้ผลเสียที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงน้อยลง (สุธี กุลวงศ์, 2550)

2.7.3 ข้อมูลพื้นฐานของมลภาวะอากาศที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษามลภาวะอากาศที่เกิดจากเตาเผาขยะติดเชื้อ ตามกฎหมาย ได้มีการกำหนดมาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะติดเชื้อขึ้นเป็นการเฉพาะ โดยรายละเอียดดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่ามาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะติดเชื้อ

ค่ามาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะติดเชื้อ		
ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ	**ค่ามาตรฐาน การระบายสารมลพิษ**	**วิธีการตรวจวัด**
ค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ SO_2 (ppm)	30	USEPA Method 6,8 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
ค่าก๊าซออกไซด์ขอไนโตรเจนในรูปก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (No_xasNO_2) (ppm)	180	USEPA Method 7 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
ค่าก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) (ppm)	25	USEPA Method 26 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
ค่าก๊าซไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) (ppm)	20	USEPA Method 26,26A / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
(PCDD/Fs as International Toxic Equivalent; I-TEQ) (nanogram/m^3)	0.5	USEPA Method 23 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ตารางที่ 2.3 ค่ามาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะติดเชื้อ (ต่อ)

ค่ามาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะติดเชื้อ		
ประเภทของสารมลพิษทางอากาศ	**ค่ามาตรฐาน การระบายสารมลพิษ**	**วิธีการตรวจวัด**
ค่าปริมาณฝุ่นละออง (Total Suspended Particulate) (mg/m^3)	120	USEPA Method 5 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
ค่าความทึบแสง (Opacity) (%)	10	USEPA Method 9 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
ค่าสารปรอท (Hg) (mg/m^3)	0.05	USEPA Method 29 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
ค่าสารแคดเมียม (Cd) (mg/m^3)	0.05	USEPA Method 29 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ
ค่าสารตะกั่ว (Pb) (mg/m^3)	0.5	USEPA Method 29 / วิธีที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

หมายเหตุ: ให้คำนวณความเข้มข้นสารมลพิษทางอากาศเทียบที่สภาวะอ้างอิง (Reference Condition) อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท หรือ ความดัน 1 บรรยากาศ ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) โดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในระยะเผาไหม้ (Excess Air) ร้อยละ 50 หรือที่ปริมาตรออกซิเจนร้อยละ 7

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2546)

2.7.3.1 คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซไม่มีสีไม่มีกลิ่นและรสเกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอนเบากว่าอากาศเพียงเล็กน้อยและละลายน้ำได้บ้างคาร์บอนมอนนอกไซด์เป็นก๊าซเฉื่อยในสภาพอุณหภูมิและความดันปกติแต่ไวต่อปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูงและเป็นตัวลดออกซิเจนได้อย่างดีหากมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นโลหะเช่นพาลาเดียมกับซิลิกาเจลหรือส่วนผสมของแมงกานีสและออกไซด์ของทองแดงจะเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนให้กับก๊าซนี้ให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์โดยเร็วยิ่งขึ้นจุลินทรีย์สามารถใช้ก๊าซนี้และส่วนใหญ่อยู่ในพื้นดินดินที่มีอินทรีย์สารอยู่บนผิวดินมากจะสามารถดึงเอาก๊าซนี้จากอากาศได้มากกว่าดินที่ขาดอินทรีย์สารเช่นดินในทะเลทรายพืชบางชนิดสามารถเปลี่ยนมลพิษนี้ให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือมีเทนได้นอกจากนั้นแหล่งน้ำต่าง ๆ ก็อาจกำจัดก๊าซนี้ได้ด้วยการดำรงชีวิตอยู่ในบ้านทำให้เกิดก๊าซนี้ได้เช่นการประกอบ

อาหารในห้องครัวการใช้เครื่องทำความร้อนในฤดูหนาวการจราจรทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ และในบางกรณีนอกบ้านอาจจะใกล้เคียงกับในบ้านด้วยผู้โดยสารรถยนต์อาจได้รับก๊าซนี้เนื่องจากระบบท่อไอเสียชำรุดและมีการรั่วไหลเข้าสู่บริเวณตัวถังรถจากบริเวณดังกล่าวหรือจากบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นภายนอกระดับความเข้มข้นของก๊าซภายในรถอาจสูงกว่าระดับภายนอกบางครั้งพบว่าในรถยนต์สูงถึงระดับ 42 มก./ลบ.ม. มอนึ่งการสูบบุหรี่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และอาจมีผลต่อผู้ที่อยู่ใกล้เคียงได้ไม่น้อยกว่าผู้ที่สูบเองถ้าอยู่ในสถานที่ซึ่งไม่มีการระบายอากาศที่ดีเพียงพอ ผลของคาร์บอนมอนนอกไซด์ต่อมนุษย์ร่างกายต้องการออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ บางระบบเช่น ระบบสมองส่วนกลางจะไวต่อการขาดออกซิเจนมากเมื่อใดที่อยู่ในภาวะที่ขาดออกซิเจนนานเกินควรก็จะเกิดการเสื่อมสภาพโดยโดยไม่สามารถฟื้นฟูให้มีสภาพดีดังเดิมได้เมื่อคนหายใจเอาอากาศเข้าสู่ปอด ออกซิเจนในอากาศจะจับตัวอย่างหลวมกับฮีโมโกลบินซึ่งเป็นส่วนประกอบของเม็ดโลหิตแดงปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (Oxygenation) ในโลหิตนี้ทำให้เกิดสารประกอบไม่คงตัวคือออกซีฮีโมโกลบินหัวใจจะสูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายและออกซีฮีโมโกลบินจะแตกตัวปล่อยออกซิเจนให้แก่เซลล์ และในขณะเดียวกันก็รับเอาของเสียออกจากเซลล์ด้วยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เข้าสู่ปอดเมื่อหายใจเข้าและฟุ้งผ่านเยื่อปอดด้วยวิธีเดียวกับออกซิเจนถ้าคนอยู่ในบรรยากาศที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซนี้คงที่เป็นเวลานานนับชั่วโมงอัตราที่ร่างกายรับก๊าซนี้จะลดลงอย่างฉับพลันจนกว่าจะถึงระดับสมดุลนั้นคือเมื่อความกดดันของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในโลหิตในเส้นโลหิตฝอยในปอดเท่ากันกับความดันในปอดก๊าซนี้จับตัวกับฮีโมโกลบินแทนที่ออกซิเจนเกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบินซึ่งแตกตัวได้ช้ากว่าออกซิเจนนอกจากนั้นยังเปลี่ยนแปลงการแตกตัวของออกซิเจนจากออกซีฮีโมโกลบินที่หลงเหลืออยู่อีกด้วยกล่าวคือทำให้ออกซิเจนจับตัวกับฮีโมโกลบินแน่นแฟ้นยิ่งขึ้นและแตกตัวออกที่แรงดึงออกซิเจนต่ำลงก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จับตัวกับฮีโมโกลบินได้ช้ากว่าออกซิเจนแต่มีความดึงดูดสัมพันธ์กับฮีโมโกลบินมากกว่าดังนั้นคาร์บอกซีฮีโมโกลบินจึงคงตัวมากกว่าออกซีฮีโมโกลบินถึง 200 เท่า (เสกสรร สุทธิสงค์, 2549)

2.7.3.2 คาร์บอนไดออกไซด์ CO_2

CO_2 ไม่ใช่ก๊าซพิษแต่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับสิ่งที่มีชีวิตบนโลกเนื่องจากพืชใช้ในการสังเคราะห์แสงและสะสมพลังงานเป็นแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิตบนโลกนอกจากนี้เมื่อพืชและสัตว์ตายไปทับถมกันนานหลายร้อยปีก็จะกลายสภาพเป็นเชื้อเพลิงที่เรียกว่า Fossil ซึ่งได้แก่ถ่านหินน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติเมื่อมีการเผาไหม้ก็จะเกิด CO_2 กลับสู่บรรยากาศหมุนเวียนเช่นนี้ไม่สิ้นสุด แต่ CO_2 เป็นก๊าซชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิด Smog และเรือนกระจก (Green House Effect) (เสกสรร สุทธิสงค์, 2549)

2.7.3.3 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ SO_2

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสีแต่มีรสที่ระดับความเข้มข้นมากพอจะมีกลิ่นฉุนระคายจมูกแสงแดดและมลพิษอื่น ๆ เช่นไฮโดรคาร์บอนเป็นต้นทำให้เกิดปฏิกิริยามีผลเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์และกรดกำมะถันในที่สุดนอกจากนั้นหากอยู่ร่วมกับอนุภาคมวลสารซึ่งมีตัวเร่งปฏิกิริยาเช่นมังกานีสเหล็กและวานาเลียมจะเกิดเป็นปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนเกิดเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์และกรดกำมะถันเช่นกันอนุภาคสารคือสารทั้งในสภาพของแข็งและของเหลวซึ่งเกาะรวมตัวกันและมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ประมาณ 0.00002 ไมครอนแต่ไม่เกิน 500 ไมครอน อาจประกอบด้วยสารนานาชนิดเช่นซัลเฟตโลหะต่าง ๆ รวมทั้งละอองที่เกิดจากธรรมชาติขนาดและความหนาแน่นของอนุภาคสารเป็นองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งควบคุมให้อนุภาคมวลสารตกสู่พื้นดินแต่ฝนก็มีส่วนในการชะล้างเช่นกันเชื่อกันว่ามลพิษทั้งสองมีผลส่งเสริมซึ่งกันและกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เกิดผลเฉียบพลันและมีความชื้นเป็นองค์ประกอบเพิ่มเติมนอกจากนั้นยังมีการตรวจสอบระดับในบรรยากาศมากกว่ามลพิษชนิดอื่นๆทั้งสินภูเขาไฟระเบิดทำให้มลพิษทั้งสองชนิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดจากปฏิกิริยาไร้อากาศของจุลินทรีย์ในดินหล่มบึงหรือแม้แต่จากละอองน้ำทะเลเมื่อมีลมหรือพายุพัดผ่านผืนดินแห้งแล้งทำให้มีฝุ่นละอองฟุ้งกระจายละอองพืชย่อมเป็นองค์ประกอบของอนุภาคมวลสารและไฟป่าเป็นแหล่งกำเนิดอนุภาคมวลสารตามธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่งธรรมชาติก่อให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณไล่เลี่ยกับส่วนที่เป็นผลจากฝีมือมนุษย์แต่มนุษย์ทำให้เกิดสภาวะมลพิษเนื่องจากก๊าซนี้ในแถบเมืองมากกว่าธรรมชาติในทางตรงกันข้ามธรรมชาติก่อให้เกิดมวลสารในโลกเป็นปริมาณมากกว่าส่วนที่เกิดจากมนุษย์ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์และอนุภาคมลสารต่อมนุษย์หลอดลมส่วนบนได้แก่จมูกช่องจมูกต่อกับหลอดลมในคอดูดซับก๊าซเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่น้อยกว่า 40 -90% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของมลพิษนี้จากนั้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เข้าสู่โลหิตแล้วแพร่กระจายไปทั่วร่างกายผ่านการเมตาโลไลบ์แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะหากร่างกายรับก๊าซที่ระดับความเข้มข้นสูงมากคาดว่าจะเกินกำลังความสามารถในการดูดซึมของหลอดลมส่วนบนจนอาจถึงแก่ชีวิตหรือเกิดโรคได้ส่วนเส้นทางของอนุภาคสารนั้นขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่างและความหนาแน่นรวมตลอดจนถึงลักษณะของลมหายใจอย่างไรก็ตามอนุภาคสารที่มีขนาดเล็กเท่านั้นจึงจะเข้าสู่ระบบหายใจส่วนลึกได้เมื่ออนุภาคของสารตกอยู่ที่ส่วนใดในระบบหายใจจะถูกขับสู่ช่องว่างหรือระบบทำลายเชื้อโรคระยะเวลาที่มีปริมาณในร่างกายลดลงครึ่งหนึ่งนั้นอาจเป็นวันหรือนานนับปีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางเคมีหากเป็นอนุภาคมลสารที่ละลายน้ำได้ก็อาจปนอยู่กับเสมหะหรือเมือกบุปอดอนุภาคมวลสารในกรณีแรกจะถูกขับออกพร้อมเสมหะและในกรณีหลังอนุภาคมลสารอาจซึมเข้าสู่ระบบทำลายเชื้อโรคหรือเลือดการศึกษาถึงผลจากมลพิษทั้งสองในระยะยาวแสดงอนุภาคมลสารมีผลต่อสุขภาพอนามัยมากกว่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์กล่าวคือร่างกายมีการผลิตเสมหะน้อยลงเมื่ออนุภาคมลสารลดระดับจาก 550 ลงเป็น 230 มก./ลบ.ม. ในขณะระดับของก๊าซคงที่ที่ 250 มก./ลบ.ม. ภายในระยะเวลากว่า 10 ปีนอกจากนั้นอาการอื่น ๆ

ของโรคระบบหายใจอื่นๆได้แสดงความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับอนุภาคมลสารมากกว่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งนี้เป็นผลจากการศึกษา 3 ครั้งทุกระยะ 6 ปีในคนกลุ่มเดิมของเมืองเบอร์ลินสหรัฐอเมริกานอกจากนั้นการรับมลพิษทั้งสองในระยะยาวทำให้เกิดโรคหลอดลมเรื้อรัง (เสกสรร สุทธิสงค์, 2548) การควบคุมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การควบคุมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากแหล่งกำเนิดอาจแบ่งได้เป็น 3 วิธีการคือ

1) การใช้เชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์น้อย เช่นการใช้ก๊าซธรรมชาติแทนถ่านหิน หรือการแยกซัลเฟอร์ออกจากเชื้อเพลิง โดยทั่วไปถ่านหินจะมีซัลเฟอร์ประมาณ 2-7% ซึ่งมักจะอยู่ในรูปของ pyrite (FeS_2) ถ้าถ่านหินที่มีซัลเฟอร์ปริมาณสูง การแยกซัลเฟอร์ออกจากถ่านหินอาจทำได้โดยใช้หลักความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะ ถ่านหินมีความถ่วงจำเพาะ 1.25 ส่วน pyrite มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 5 จึงสามารถใช้วิธีทางกายภาพแยกซัลเฟอร์ออกจากถ่านหินได้โดยนำไปบดเป็นผงก่อน สำหรับน้ำมันโดยทั่วไปน้ำมันจะมีซัลเฟอร์ประมาณ 0.5-5% ถ้าน้ำมันมีซัลเฟอร์น้อยกว่า 1% จัดเป็นประเภทน้ำมันที่มีซัลเฟอร์น้อย การแยกซัลเฟอร์ออกจากน้ำมันทำได้โดยใช้กระบวนการ hydrodesulfuration

2) การแยกก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากอากาศเสียที่ปล่อยออกมาจากปล่องควัน อาจทำได้โดยวิธีการต่อไปนี้ (1) regenerative alkaline ใช้สารละลายด่างดูดซึมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แล้ว regenerate กลับมาใช้ใหม่ เช่น วิธีการ sulfite absorption โซเดียมไบซัลไฟท์จะตกผลึกและถูกแยกออกจากของเหลวและให้ความร้อนเพื่อกลับคืนสภาพเดิมและนำไปใช้ใหม่ โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดจากการ regenerate จะมีความเข้มข้นสูงซึ่งสามารถนำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกรดซัลฟูริคได้ดังสมการที่ 2.4 และ 2.5

$$SO_2 + H_2O + Na_2SO_3 \longrightarrow 2NaHSO_3 \qquad (2.4)$$

$$2NaHSO_3 \xrightarrow{heat} H_2O + Na_2SO_3 + SO_2 \qquad (2.5)$$

nonregenerative alkaline สารที่ใช้ดูดซึมมลสารประเภทนี้จะมีราคาถูกกว่าแบบ regenerative alkalineเมื่อใช้แล้วต้องทิ้งเช่น หินปูน ($CaCO_3$) ซึ่งสามารถใช้ในเตาเผาโดยตรงหรือให้ก๊าซสัมผัสทีหลัง ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ ดังสมการที่ 2.6

$$CaCO_3 \xrightarrow{SO_2 \text{ and } SO_3} CaSO_4 + CO_2 \qquad (2.6)$$

furnace injection ก๊าซที่ต้องการกำจัดมลสารออกจะถูกอัดฉีดเข้าในเตาเผาโดยตรง เช่นสาร dolomite เมื่อเข้าเตาเผาจะเกิดเป็นซัลเฟต ซึ่งแยกออกได้ง่ายโดยให้ก๊าซ

สัมผัสกับน้ำ (4) catalyst ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ แล้วนำกลับมาใช้ในรูปของกรดซัลฟูริค อุณหภูมิที่ต้องใช้สำหรับปฏิกิริยานี้ค่อนข้างสูง (5) regenerative solid adsorption ใช้ถ่าน (charcoal) เป็นตัวดูดซับไว้แล้วนำกรดซัลฟูริคกลับมาใช้ (6) regenerative organic absorption ใช้ตัวกลางที่เป็นสารอินทรีย์ วิธีการนี้ยังไม่มีการใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม

2.6.3.4 ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x)

ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) เน้นเฉพาะ ไนตริกออกไซด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์ เนื่องจากเป็นมลพิษซึ่งมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่าไนโตรเจนออกไซด์อื่น ๆ ไนตริกออกไซด์เป็นก๊าซไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์มีสภาพเป็นก๊าซที่อุณหภูมิปกติ ก๊าซทั้งสองเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟ้าผ่า ฟ้าแลบ ภูเขาไฟระเบิด ปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ในดิน หรืออาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การเผาผลาญเชื้อเพลิง โรงงานอุตสาหกรรม ทำกรดไนตริก ชุบโลหะ ทำกรดกำมะถัน และทำวัตถุระเบิด การเกิดไนตริกออกไซด์มีอุณหภูมิเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด คือเกิดก๊าซไนตริกออกไซด์ เมื่อมีการสันดาปที่ อุณหภูมิสูง ก๊าซไนตริกออกไซด์ทำปฏิกิริยากับโอโซนในบรรยากาศเกิดเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และออกซิเจน ในทางตรงกันข้าม แสงแดดทำให้ไนโตรเจนไดออกไซด์แตกตัวทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ ดังสมการที่ 2.7

$$NO + O_3 \Leftrightarrow NO_2 + O_2 \qquad (2.7)$$

ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์จัดเป็นผลกระทบทางอ้อม กล่าวคือเมื่อ NO_x เมื่อเกิดปฏิกิริยากับ สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC) ภายใต้ความร้อนและแสงอาทิตย์ จะเกิดเป็นโอโซน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อปอด และลดประสิทธิภาพการทำงานของปอด รวมถึงมีผลต่อระบบทางเดินหายใจ พบในเด็ก ผู้ป่วยโรคปอด และผู้ที่ออกกำลังกายกลางแจ้ง นอกจากนั้น NO_x เมื่อทำปฏิกิริยากับ ออกซิเจนและสารเคมีอื่น ๆ ในอากาศ จะเกิดเป็นกรด ซึ่งตกลงสู่โลกในรูปของฝนกรดดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การเพิ่มไนโตรเจนในน้ำเป็นการเร่งให้เกิด Eutrophication ซึ่งจะนำไปสู่การลดออกซิเจน (oxygen depletion) และการลดลงของสัตว์น้ำ ไนตรัสออกไซด์ (หนึ่งในสมาชิกของ NO_x) ซึ่งเป็นก๊าซปรากฏการณ์เรือนกระจก มีผลทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดผลเสียที่ตามมาทั้งต่อสุขภาพมนุษย์ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และผลเสียอื่น ๆ ต่อ พืชและสัตว์วิธีการในการควบคุมก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ทำได้ยากกว่าการควบคุมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ค่อนข้างเฉื่อย ใน การทำปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่จะเปลี่ยนรูปของมันเป็นสารอื่น ซึ่งวิธีการควบคุมอาจแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีคือ

1) การดัดแปลงสภาพการทำงาน ยกตัวอย่างเช่น (1) การสันดาปโดยใช้ปริมาณอากาศใกล้เคียงกับค่าทางปฏิกิริยาเคมี (stoichiometric) หรือเกินเล็กน้อย ปฏิกิริยาในลักษณะนี้เรียกว่า การสันดาปที่มีอากาศส่วนเกินต่ำ (low-excess-air combustion) เพราะถ้าในการสันดาปที่มีอากาศอยู่มากและอุณหภูมิสูงจะก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิ-เดชั่นของก๊าซไนโตรเจนเกิดเป็นก๊าซไนตริกออกไซด์ได้มาก แต่วิธีการนี้อาจจะไปเพิ่มปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และก๊าซไฮโดรคาร์บอนสูง เนื่องจากการสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ (2) การสันดาปสองขั้นตอน (two-stage combustion) โดยขั้นแรกอากาศจะถูกจ่ายให้แก่ระบบในปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณที่คำนวณจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น (stoichiometric) จากนั้นอากาศส่วนที่สองซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจะถูกฉีดเข้าไปเพื่อการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงบางส่วนที่เหลืออยู่ (ก๊าซไฮโดรคาร์บอนและคาร์บอนมอนนอกไซด์) เพื่อลดปฏิกิริยาระห่างก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนลง (3) การหมุนเวียนก๊าซที่ปล่อยออกมากลับเข้าไปในกระบวนการสันดาป (flue-gas recirculation) ซึ่งประมาณ 10-20% ของก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้จะถูกนำกลับเข้าไปในห้องสันดาปอีก เพื่อลดอุณหภูมิของเปลวไฟและลดปริมาณอากาศส่วนเกินหรือก๊าซออกซิเจน อุณหภูมิจะลดลง ก๊าซไนตริกออกไซด์ ที่เกิดขึ้นก็จะมีปริมาณน้อย

2) การแยกก๊าซไนโตรเจนออกไซด์จากก๊าซที่ถูกปล่อยออกมา อาจใช้วิธีการดังต่อไปนี้ (1) Catalytic reaction ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาในการรีดิวส์ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์เป็นก๊าซไนโตรเจน (2) การดับซับโดยของแข็ง เช่น silica gel (3) การดูดซึมโดยของเหลว เช่น สารละลายของด่างหรือกรดซัลฟูริค

2.6.3.5 ไฮโดรคลอไรด์HCl

ในธรรมชาติสามารถพบ hydrochloric acid ได้ในควันจากภูเขาไฟและก๊าซจากใต้ดิน hydrochloric acid เป็นส่วนประกอบของน้ำย่อยในกระเพาะอาหารของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในมนุษย์มีความเข้มข้นประมาณ 0.1 โมลาร์ hydrochloric acidมีประโยชน์อย่างมากในทางอุตสาหกรรมใช้ในการผลิตสารเคมีหลายชนิดเป็นสารเคมีพื้นฐานในห้องปฏิบัติการมีฤทธิ์กัดกร่อนวัสดุเกือบทุกชนิดที่อุณหภูมิห้องระเหยเป็นควัน hydrochloric acid ได้เป็นอย่างดีhydrochloric acid เป็นสารละลายของก๊าซ hydrogen chloride (HCl) ทั้ง hydrochloric acid และ hydrogen chloride มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง hydrochloric acidเมื่อถูกกับอากาศจะกลายเป็นควันของ hydrogen chloride ในทางการค้า hydrochloric acid ชนิด reagent grade ประกอบด้วย HCl ร้อยละ 38 คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของ hydrochloric acidการเข้าสู่สิ่งแวดล้อมของ hydrochloric acid เกิดขึ้นได้จาก

1) การผลิตสารประกอบของ hydrochloric acid รวมทั้งการผสมปรุงแต่งผลิตภัณฑ์และการแบ่งบรรจุโรงงานที่ไม่มีการควบคุมไอก๊าซที่ดีจะทำให้ hydrochloric acid ฟุ้ง

กระจายเข้าสู่บรรยากาศและถ้าโรงงานไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพดีพอจะทำให้ hydrochloric acid ในน้ำทิ้งจากโรงงานปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติได้

2) การเก็บรักษาและการขนส่งซึ่งเกิดจากอุบัติเหตุการหกรดหรือรั่วไหล

3) การใช้ hydrochloric acid ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในทางอุตสาหกรรม และห้องปฏิบัติการซึ่งอาจปนเปื้อนในน้ำเสียถ้าโรงงานและห้องปฏิบัติการนั้นมีระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัด hydrochloric acid จะทำให้ hydrochloric acid ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติและตะกอนดิน

4) การเข้าสู่สิ่งแวดล้อมของ hydrochloric acid ยังเกิดได้โดยธรรมชาติคือการระเบิดของภูเขาไฟ

2.6.3.6 ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate: TSP)

ฝุ่นละอองคือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบ ตี บด กระแทก จนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ และตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แอสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสีฝุ่นแบ่งตามขนาดเป็น 2 ส่วน คือ ฝุ่นขนาดใหญ่ และฝุ่นขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่า PM10 (ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา) สามารถเกิดได้ทั้งภายในและนอกอาคารในลักษณะที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก

1) ผลกระทบต่อสุขภาพ

กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนุภาคมลสารที่ได้รับความสนใจและเริ่มมีการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวางในปัจจุบันคืออนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กมาก (Ultra Fine Particles) ที่เส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 ไมครอน มีสมมุติฐานการศึกษาบ่งชี้ถึงอันตรายของอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กที่สามารถผ่านลมหายใจเข้าถึงถุงลมปอดได้และเป็นสาเหตุของผลกระทบต่อสุขภาพที่แท้จริงแต่ในต่างประเทศ รวมทั้งประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน

2) ส่วนประกอบของฝุ่นละอองรวม (TSP) ฝุ่นละอองเป็นสารประกอบผสมของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศความแตกต่างที่สำคัญของฝุ่นคือแหล่งกำเนิดของฝุ่นฝุ่นที่มาจากการจราจรเนื่องจากกระบวนการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจะมีขนาดเล็กและเข้าสู่ระบบหายใจได้ฝุ่นจากแหล่งนี้มีสภาพความเป็นกรดมากกว่าฝุ่นจากแหล่งอื่นๆระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) คำนวณเป็นมวลต่อปริมาตรแต่เมื่อมีการพิจารณาถึงผลกระทบต่อสุขภาพของฝุ่นขนาดของอนุภาคและส่วนประกอบของฝุ่นละอองนั้นมีส่วนสำคัญมากที่สุด

3) ทางรับสัมผัส (Routes of Exposure) ทางเดินหายใจแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนบนตั้งแต่จมูกคอหอยถึงหลอดลมคอและส่วนล่างได้แก่หลอดลมคอส่วนอกหลอดลมและปอด

ส่วนต่างๆของทางเดินหายใจจะถูกกระทบโดยสารพิษต่างๆที่หายใจได้ทางเดินหายใจส่วนบนมีขนจมูกและความชื้นกรองฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ทางผ่านอากาศส่วนล่างในปอดประกอบด้วยหลอดลมฝอยมากมายซึ่งจะทำให้ความเร็วของการไหลของอากาศในปอดลดลงจึงมีผลต่อการตกค้างของฝุ่นละอองในปอด 1-10 ไมโครเมตร การตกตะกอนคอหอหลอดลมและหลอดลมฝอย 1 ไมโครเมตร และเล็กกว่าการแผ่ซ่านถุงลมและบริเวณถุงลม (กระทรวงสาธารณสุข, 2545)

กลไกการเกิดอันตรายต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ

(1) การอักเสบของถุงลมปอด (Alveolar Inflammation) การคั่งค้างของอนุภาคมลสารขนาดเล็กมากเกิดจากความล้มเหลวของเม็ดเลือดขาวที่จะจับและทำลายอนุภาคมลสารขนาดเล็กหลักฐานในสัตว์ทดลองนำไปสู่สมมุติฐานที่ว่าอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กและไวต่อปฏิกิริยาทางเคมีจะทำให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองอย่างเดียวกันในมนุษย์ทำให้เกิดการอับเสบของถุงลมปอดจากการกระตุ้นของอนุภาคมลสารขนาดเล็กกระบวนการเกิดการอักเสบของปอดพบได้จากการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในพลาสมาที่จะกลายเป็นไฟบรินและมีจำนวนเม็ดเลือดขาวที่เพิ่มขึ้น

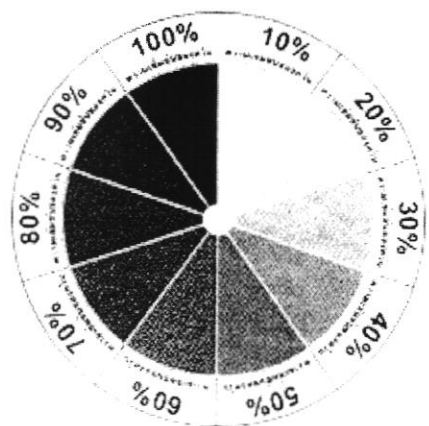
(2) การจับตัวเป็นลิ่มของทางเดินโลหิต (Clotting Pathway) เม็ดเลือดขาวที่ถูกกระตุ้นโดยสิ่งเร้าต่างๆนำไปสู่กระบวนการตกตะกอนของเลือดโดยโปรตีนในพลาสมาจะเปลี่ยนไปเป็นโปรตีน (ไฟบริโนเจน) ที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือดซึ่งหลั่งออกมาจาก pneumatocytes เนื่องจากการอักเสบของเซลล์ถุงลมในปอดมีส่วนส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนของเลือดและเป็นสาเหตุของโรคหัวใจล้มเหลว

(3) ความข้นเหนียวของพลาสมา (Plasma Viscosity) การศึกษาในเยอรมันนีพบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของพลาสมากับการเปลี่ยนแปลงระดับมลพิษทางอากาศในกลุ่มผู้หญิงและกลุ่มผู้ชายที่ไม่สูบบุหรี่การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของโลหิตเนื่องมาจากกระบวนการอักเสบของเซลล์ถุงลมในปอดนำไปสู่ปฏิกิริยาเฉียบพลันทางพยาธิวิทยาที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับฝุ่นละอองในอากาศและอุบัติการณ์การเสียชีวิตผลกระทบทางสุขภาพจากฝุ่นละอองเป็นปัญหาใหญ่ในเขตเมืองในประเทศไทยมีการตรวจวัดระดับปริมาณฝุ่นละอองโดยหน่วยงาน 2 หน่วยงานคือกระทรวงสาธารณสุขและกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมค่ามาตรฐานระดับฝุ่นรวมหรือที่เรียกว่า TSP กำหนดไว้ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม. (ค่าเฉลี่ยระยะสั้น 24 ชั่วโมง) และสำหรับค่ามาตรฐานสำหรับปริมาณอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนหรือที่เรียกว่า PM10 นั้นกำหนดไว้ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม. (ค่าเฉลี่ยระยะสั้น 24 ชั่วโมง) ปริมาณอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนหรือที่เรียกว่า PM10 ซึ่งเป็นฝุ่นที่สามารถหายใจเข้าปอดได้งานวิจัยตั้งแต่ยุคค.ศ. 1980 ได้นำมาใช้เป็นตัวชี้วัดในการประเมินผกระทบทางสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองฝุ่นละอองเหล่านี้ประกอบด้วยอนุภาคมลสารชนิดต่างๆมากมายอย่างไรก็ดีอนุภาคมลสารที่ได้รับความสนใจและเริ่มมีการศึกษาวิจัยในปัจจุบันคืออนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กมาก (Ultra Fine

Particles) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 ไมครอนซึ่งปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานมีรายงานผลการศึกษาบ่งชี้ถึงอันตรายของอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กที่สามารถผ่านลมหายใจเข้าถึงถุงลมปอดได้หรือที่เรียกว่าอนุภาคที่ถูกหายใจได้ฝุ่นละอองส่วนใหญ่นี้มาจากกระบวนการสันดาปเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสียแหล่งกำเนิดสำคัญที่สุดมาจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดดีเซลหรือที่เรียกว่า Diesel Exhaust Particulates อันประกอบด้วยสารโพลีย์ศัยคลิคแอโรแมติคไฮโดรคาร์บอน (PAH) รวมถึงอนุภาคที่เกาะจับกับซัลเฟต (SO_4) และเฟอร์รัสซัลเฟตซึ่งเป็นสารเติมออกซิเจน (Oxidant) งานวิจัยในปัจจุบันบ่งชี้ว่าอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ทำให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพโดยเฉพาะต่อจำนวนผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจและอัตราการตายจากการศึกษาในเมืองต่างๆพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วในวันที่ระดับของ PM10 เพิ่มขึ้น 10 มลก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) (กระทรวงสาธารณสุข, 2545)

2.6.3.7 ค่าความทึบแสง

แผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ การตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องปล่อยทิ้งอากาศเสียของเตาเผาที่เป็นการตรวจโดยใช้แผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ คือ การตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันโดยการใช้สายตาสังเกตกลุ่มของเขม่าควันและเปรียบเทียบกับแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ เพื่อหาค่าที่ใกล้เคียงกบความทึบแสงของเขม่าควัน ในการวัดให้ยืนหันหลังให้กบพระอาทิตย์ โดยห่างจากปล่องไม่เกิน 400 เมตร โดยทำการตรวจวัดไปพร้อม ๆ กัน แล้วนำผลมาเปรียบเทียบและหาค่าเฉลี่ยตามภาพที่ 2.5



แผ่นความทึบแสงมาตราฐาน
RINGELMANN CHART

ภาพที่ 2.5 แผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยนี้ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล ปริมาณขยะติดเชื้อที่ถูกกำจัดโดยเทศบาลเมืองวารินชำราบ ในเขตพื้นที่ให้บริการ แบ่งตามประเภทแหล่งกำเนิด และแบ่งตามประเภทการให้บริการ ซึ่งมีการศึกษาข้อมูลทั่วไปของโรงกำจัดขยะติดเชื้อ รวมถึงข้อมูลการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อตั้งแต่ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้อมูลการเผาขยะติดเชื้อได้แก่ ประเภทของเตาที่ใช้เผา ข้อมูลการเดินระบบ การวิเคราะห์ข้อมูลการเผา การตรวจวัดคุณภาพอากาศด้วยเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพอากาศ และการวิเคราะห์อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศของเตาเผาขยะติดเชื้อ ที่ได้จากตรวจวัด การอธิบายถึงขั้นตอนวิธีการศึกษาซึ่งจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณขยะติดเชื้อในพื้นที่บริการ

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อเป็นรายวัน เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยการกำจัดขยะติดเชื้อรายปี โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานการปฏิบัติงานของพนักงานโรงกำจัดขยะติดเชื้อ ของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ตั้งแต่ปี 2555 – 2559 ซึ่งประกอบด้วย เขตพื้นที่บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบครอบคลุม 5 จังหวัด ได้แก่ อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ยโสธร มุกดาหาร อำนาจเจริญ ซึ่งสามารถแยกประเภทตามแหล่งกำเนิด ได้แก่โรงพยาบาลของรัฐ โรงพยาบาลเอกชน และแยกประเภทของการให้บริการ ได้แก่ ให้บริการเก็บขนและกำจัด และรับกำจัดอย่างเดียว รายละเอียดดังตารางที่ 3.1 ข้อมูลเขตพื้นที่ให้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อ (เทศบาลเมืองวารินชำราบ, 2559)

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเขตพื้นที่ให้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อและแหล่งกำเนิด

แหล่งกำเนิดขยะ	พื้นที่ให้บริการ				
	อุบลราชธานี	ศรีสะเกษ	มุกดาหาร	ยโสธร	อำนาจเจริญ
โรงพยาบาลรัฐ	รพ.สรรพสิทธิฯ รพ.วารินชำราบ รพ.ตระการพืชผล รพ.ตาลสุม รพ.โขงเจียม รพ.นาตาล รพ.พิบูลมังสาหาร รพ.ศรีเมืองใหม่ รพ.เขมราฐ รพ.ม่วงสามสิบ รพ.โพธิ์ไทร รพ.สว่างวีระวงษ์	รพ.ศรีสะเกษ รพ.ราษีไศล รพ.ศรีรัตนะ รพ.น้ำเกลี้ยง รพ.วังหิน รพ.อุทุมพรพิสัย รพ.เมืองจันทร์ รพ.กันทรารมย์ รพ.ขุนหาญ	รพ.คำชะอี รพ.หนองสูง รพ.นิคมคำสร้อย รพ.ดอนตาล รพ.หว้านใหญ่ รพ.มุกดาหาร	รพ.เลิงนกทา รพ.ไทยเจริญ รพ.กุดชุม รพ.ทรายมูล รพ.คำเขื่อนแก้ว รพ.ค้อวัง	รพ.เสนางคนิคม รพ.ลืออำนาจ รพ.พนา รพ.ชานุมาน
โรงพยาบาลเอกชน	อุบลรักษ์ ราชเวช ร่มเกล้า	ประชารักษ์	รพ.มุกดาหารอินเตอร์	รพ.นายแพทย์หาญ รพ.หาญอินเตอร์	
คลินิกและอื่นๆ	อุบลพยาธิ บ้าน ฟ ฟัน พาโธเวิร์ค เซ็นทรัลแลป	ธรรมรักษ์คลินิก สมบุญคลินิก	ไลค์สไมล์คลินิกหมอราชันย์	คลินิกหมอบี คลินิกรักษ์ฟัน	คลินิกส่องแสง คลินิกหมอสุทธา

ที่มา: เทศบาลเมืองวารินชำราบ (2559)

นอกจากเทศบาลเมืองวารินชำราบรับเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อให้กับโรงพยาบาลรัฐ โรงพยาบาลเอกชน คลินิกและอื่น ๆ แล้ว ยังมีการให้บริการรับกำจัดขยะติดเชื้อจากหน่วยงานที่เก็บขนมากำจัดที่เตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ ข้อมูลตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลหน่วยงานที่ใช้บริการเฉพาะกำจัดขยะติดเชื้อ

หน่วยงานที่ใช้บริการเฉพาะกำจัดขยะติดเชื้อ	
1	เทศบาลนครอุบลราชธานี
2	หจก. ก้องฟ้า
3	หจก. เค.วาย คอนสตรัคชั่น

ที่มา: เทศบาลเมืองวารินชำราบ (2559)

จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ตั้งแต่ปี 2555 ถึง 2559 จากรายงานปริมาณขยะประจำวันของเทศบาล ฯ จะนำมาทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการกำจัดขยะติดเชื้อรายปี แยกตามประเภทแหล่งกำเนิดและประเภทของการให้บริการ

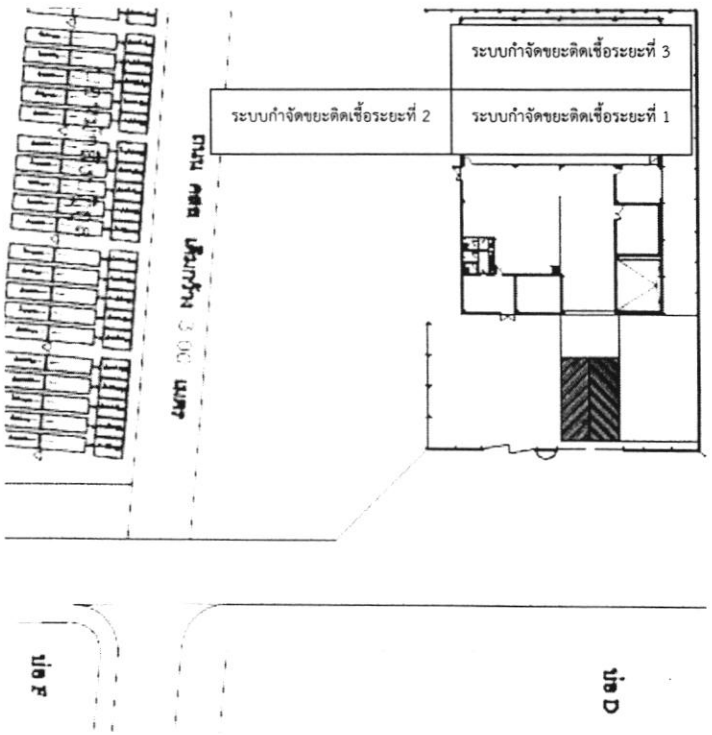
3.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงกำจัดขยะติดเชื้อ เทศบาลเมืองวารินชำราบ

ตำแหน่งที่ตั้งโรงกำจัดขยะติดเชื้อ เทศบาลเมืองวารินชำราบ ตั้งอยู่ในบริเวณสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล (โครงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม) ณ บ้านดอนผอุง ตำบลคูเมือง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานีตั้งอยู่ระหว่างหลักกิโลเมตรที่ 15-16 เส้นทางหลวงหมายเลข 24 อุบล-เดชอุดม และมีทางแยกเข้าโครงการระยะทาง 3.5 กิโลเมตร ดังภาพที่3.1

ภาพที่ 3.1 แผนที่แสดงที่ตั้งโครงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ที่มา: เทศบาลเมืองวารินชำราบ (2559)

โดยระบบโรงกำจัดขยะติดเชื้อ ของเทศบาลเมืองวารินชำราบได้ดำเนินการเดินระบบตั้งแต่ปี 2555 จนถึงปัจจุบัน 2559 โดยมีแผนผังแสดงดังภาพที่ 3.2 ซึ่งการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ตามลักษณะของเตาเผาแต่ละชนิด โดยมีรายละเอียดในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 3.2 แผนผังระบบโรงกำจัดขยะติดเชื้อ

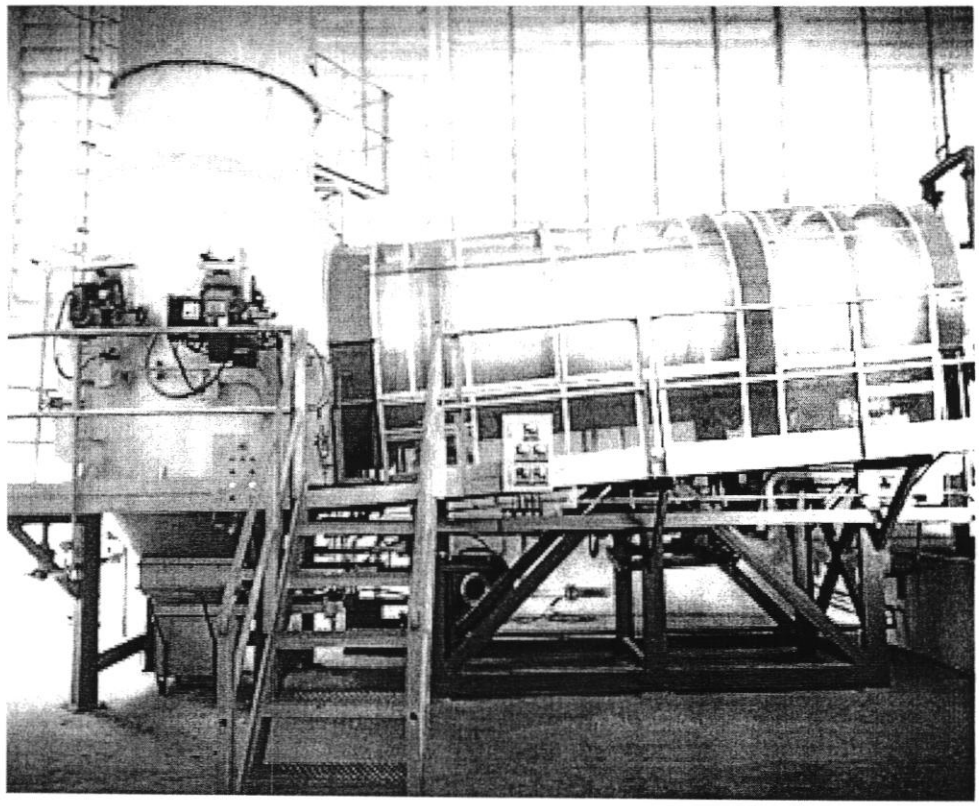
ที่มา: เทศบาลเมืองวารินชำราบ (2559)

3.3 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1

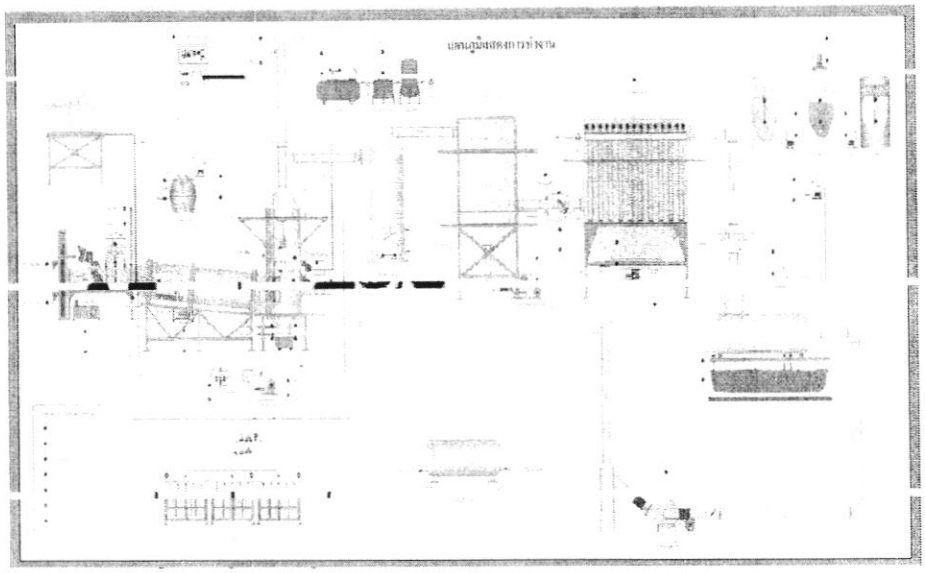
3.3.1 ข้อมูลทั่วไปของการดำเนินการ

ศึกษาข้อมูลของการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาแบบหมุน (rotary kiln incinerator) เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ (Blower) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง ประกอบด้วยห้องเผาที่ 1 (Primary Chamber) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x ความยาว : 1,600 mm. x 5,500 mm. ห้องเผาที่ 2 (Secondary Chamber) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง x ความยาว : 2,100 mm. x 3,200 mm. ให้ความร้อนด้วยระบบหัวเผา (Burner) โดยใช้ Liquefied Petroleum Gas (LPG) เป็นเชื้อเพลิง พร้อมด้วยระบบบำบัดอากาศ รายละเอียดดังภาพที่ 3.3 โดยเป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการทำงานกับคุณสมบัติของเตาเผา

สภาพทั่วไปของการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1 ของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ห้องเผาที่หนึ่งเผาขยะติดเชื้ออุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 760 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนด้วยหัวเผาชนิดใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง สามารถหมุนได้เพื่อช่วยในการพลิกกลับขยะที่อยู่ในห้องเผาและทำให้ขี้เถ้าภายในห้องเผาเคลื่อนตัวมาที่จุดถ่ายขี้เถ้าเพื่อนำไปกำจัดต่อไป ห้องเผาที่สองจะทำหน้าที่เผาควัน อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนด้วยหัวเผาชนิดใช้แก๊ส LPG เป็นเชื้อเพลิง ทำหน้าที่ให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ก่อนที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ ประกอบด้วยไซโคลนดักฝุ่น เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ถุงกรองไดออกซิน และระบบบำบัดอากาศแบบเปียก ตามแผนผังระบบการทำงาน ดังแสดงในภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.3 เตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ



ภาพที่ 3.4 แผนผังระบบการการทำงานของเตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ

3.3.2 ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวัน

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อรายวันจากรายงานการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ โดยเป็นข้อมูลตั้งแต่ปี 2555 – 2557 ประกอบด้วย ปริมาณการป้อน ความถี่ในการป้อน อุณหภูมิห้องเผาที่ 1 (T1) อุณหภูมิห้องเผาที่ 2 (T2) ดูตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลในภาคผนวก ก

3.3.3 ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษา

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่าเชื้อเพลิง LPG ค่าซ่อมแซมเตาเผา โดยการบันทึกข้อมูลรายเดือนดูตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลในภาคผนวก ก

3.3.4 ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

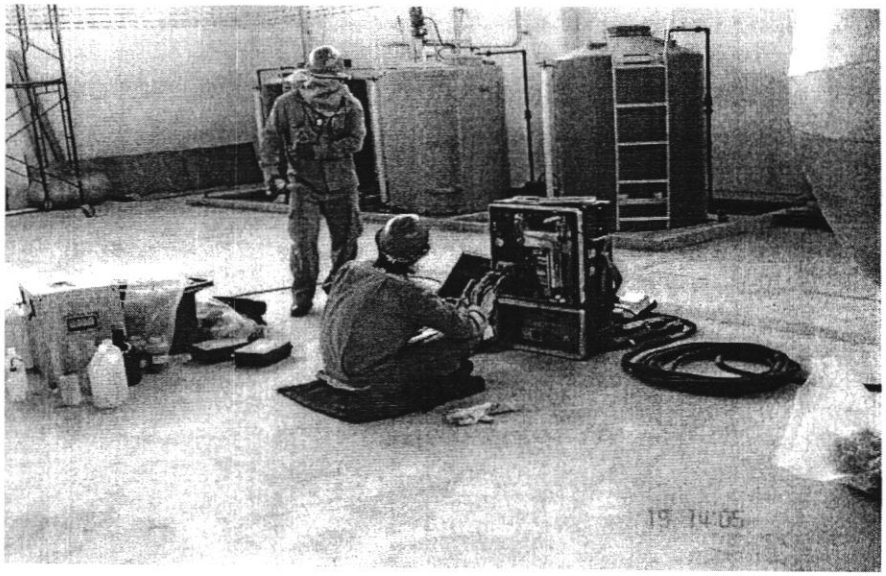
เป็นข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศประจำปีของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ภาพที่ 3.5 โดยมีจุดเก็บตัวอย่างอากาศ ตามภาพที่ 3.6

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

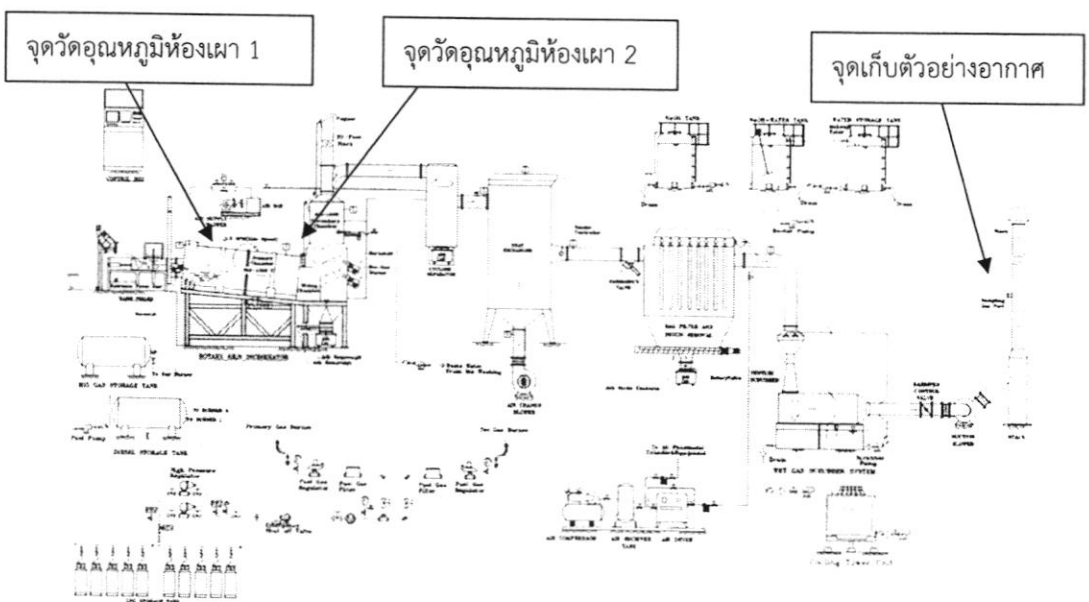
ประกอบด้วย อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิ อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะติดเชื้อและอัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ

3.3.6 การรวบรวมและสรุปปัญหา อุปสรรค

ทำการสรุปปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1 โดยการรวบรวมจะดูจาก รายงานการปฏิบัติงานของพนักงานโรงกำจัดขยะติดเชื้อ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 3.5 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ



ภาพที่ 3.6 ตำแหน่งการวัดค่าพารามิเตอร์

ที่มา: เทศบาลเมืองวารินชำราบ (2559)

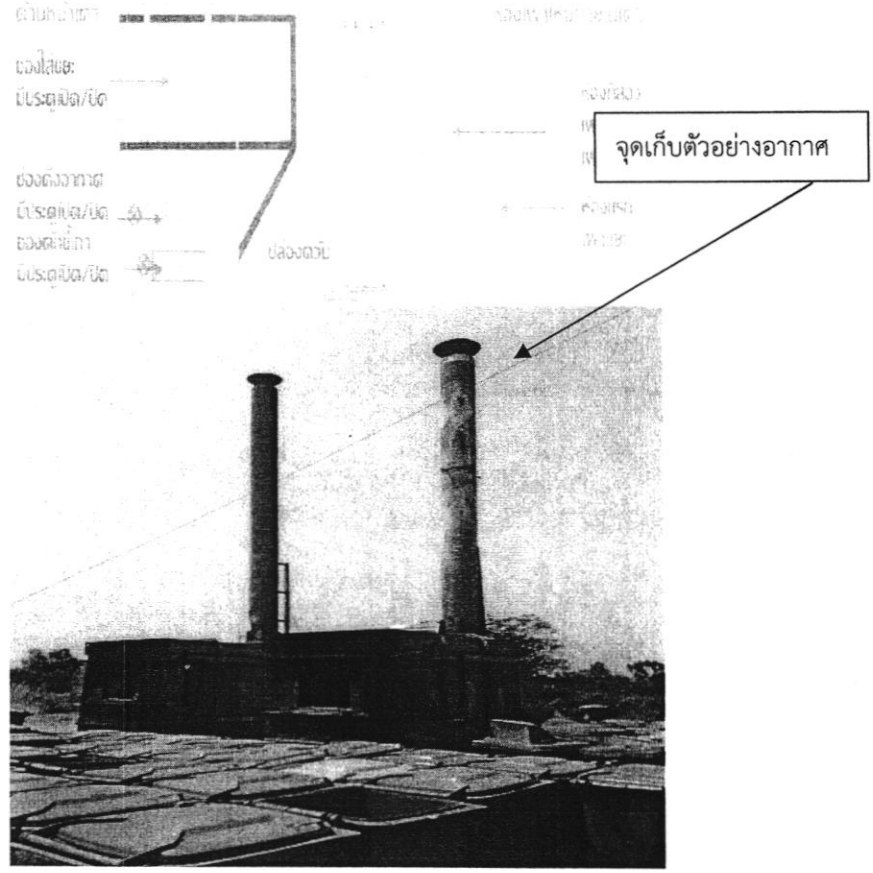
3.4 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2

3.4.1 ข้อมูลทั่วไปของการดำเนินการ

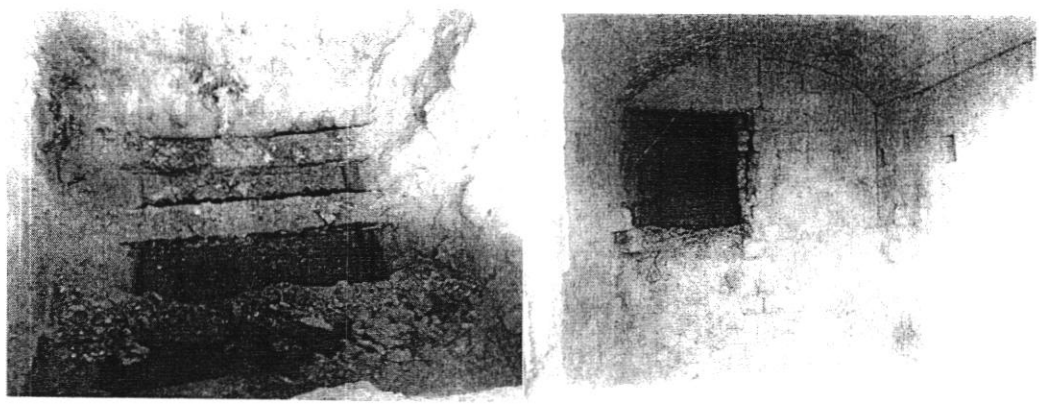
เป็นการศึกษาข้อมูลของการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาแบบหลายห้องเผา (MultipleChamberIncinerator/Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ (Natural Air Control) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง ประกอบด้วย ห้องเผาที่ 1 (Primary Chamber) เป็นห้องเผาขยะทรงสี่เหลี่ยมแบบมีตะแกรงรับขยะ ห้องเผามีขนาด 5 ลูกบาศก์เมตร ห้องเผาที่ 2 (Secondary Chamber) เป็นห้องเผาควันทรงสี่เหลี่ยม ก่ออิฐให้เกิดการหมุนวนของควัน ขนาด 2 ลูกบาศก์เมตร ไม่มีระบบหัวเผา (Burner) ไม่ใช้เชื้อเพลิงในการให้ความร้อนภายในเตา ไม่มีระบบบำบัดอากาศ ตามภาพที่ 3.7 – 3.8 มีคุณสมบัติตามตารางที่ 3.3 ซึ่งจำนวนเตาเผาตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.3 นี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 2 เตาเผาในการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple ChamberIncinerator/Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ (Natural Air Control) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง

ระบบของเตา	Natural Air Control Incinerator
ขนาด (ประมาณ)	W 1400 x L 2560 x H 2000 mm. ปล่อง H 5400 mm.
น้ำหนัก (ประมาณ)	8,000 Kg.
ปริมาณขยะที่เผาได้/ชม.	120 – 150 กก./ชม.
อัตราส่วนของขยะที่เผาได้ (ขยะเปียก : ขยะแห้ง)	25 : 75
ห้องเผาไหม้	สองห้องเผา (Twin Chambers)
อุณหภูมิในขณะเผาไหม้	650~900 องศาเซลเซียส
เชื้อเพลิงในการเผาไหม้	ไม่ใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้
ระบบเติมอากาศ	ไม่มีระบบหรืออุปกรณ์เติมอากาศ



ภาพที่ 3.7 เตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple ChamberIncinerator/Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ (Natural Air Control) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง



ภาพที่ 3.8 ภายในของเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple ChamberIncinerator/Retort type) เติมอากาศด้วยระบบ (Natural Air Control) มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง

3.4.2 ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวัน

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อรายวัน จากรายงานการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ โดยเป็นข้อมูลปี 2558 ประกอบด้วย ปริมาณการป้อน ความถี่ในการป้อน ค่าความทึบแสง ดูตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลในภาคผนวก ก

3.4.3 ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาเตาเผา

เนื่องจากเตาเผาขยะติดเชื้อระยะที่ 2 ไม่ได้ใช้ไฟฟ้าในการเดินระบบและไม่มีระบบการเติมเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะค่าบำรุงรักษาเตาเผา ดูตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลในภาคผนวก ก

3.4.4 ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

เป็นข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากผู้จัดหาเตาเผาเนื่องจากเป็นงานเฉพาะกิจ

3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ประกอบด้วย อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับค่าความทึบแสง อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะติดเชื้อ

3.4.6 การรวบรวมและสรุปปัญหา อุปสรรค

ทำการสรุปปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2 โดยการรวบรวมจะดูจาก รายงานการปฏิบัติงานของพนักงานโรงกำจัดขยะติดเชื้อ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

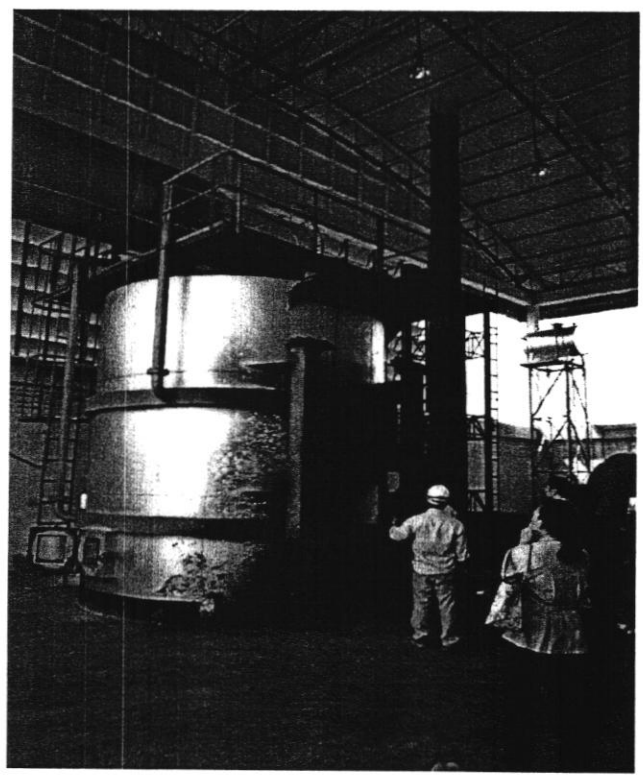
3.5 การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3

3.5.1 ข้อมูลทั่วไปของการดำเนินการ

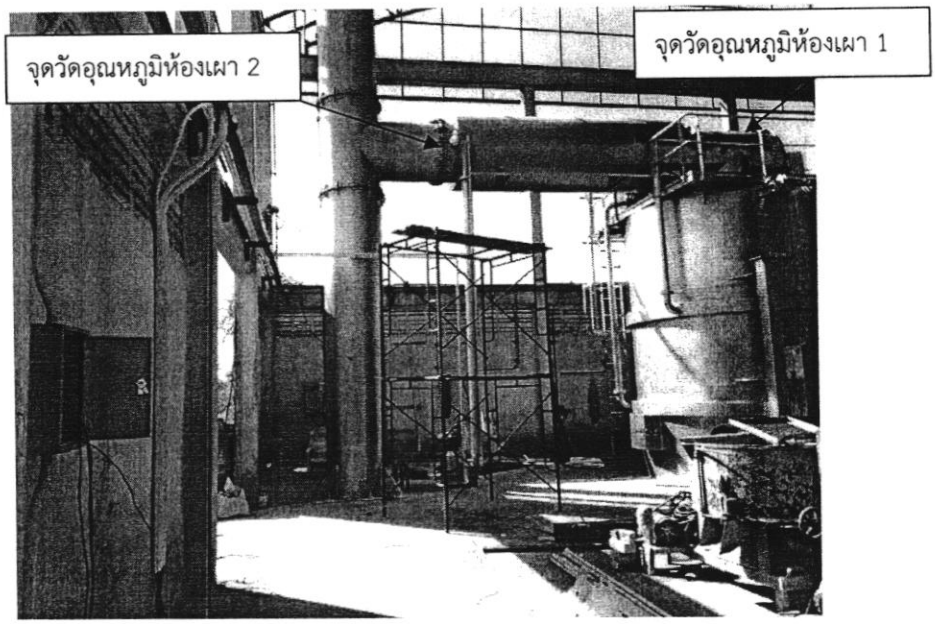
เป็นการศึกษาข้อมูลของการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาแบบพื้นเตาอยู่กับที่ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่ เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ (Blower) สามารถปรับปริมาตรการเติมอากาศได้ด้วยวาล์วเปิดปิด มีระบบบวนอากาศร้อนเข้าสู่เตาเผาเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในเตา มีจำนวนห้องเผา 2 ห้อง แสดงดังภาพที่ 3.9 -3.10 ประกอบด้วย ห้องเผาที่ 1 (Primary Chamber) เป็นห้องเผาขยะติดเชื้อทรงกระบอก วางเป็นแนวตั้ง แบบไม่มีตะแกรงรับขยะ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง X ความสูง : 3,000 mm. X 5,000 mm. มีหัวเผา (Burner) เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล อยู่บริเวณด้านข้างของห้องเผา มีช่องพลิกกลับขยะจำนวน 1 ช่อง ช่องถ่ายขี้เถ้า จำนวน 1 ช่อง และช่องป้อนขยะเข้าสู่เตาเผา จำนวน 1 ช่อง ระบบเปิดประตูเป็นแบบชักรอกดึงประตูเปิดขึ้นด้วยรอกไฟฟ้า ระบบในการป้อนขยะติดเชื้อ ต้องใช้คนในการโยนขยะให้เต็มทั่วห้อง เผาห้องเผาที่ 2 (Secondary Chamber) เป็นห้องเผาควันทรงกระบอก วางเป็นแนวนอน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง X ความยาว : 2,000 mm. X 5,000 mm. ให้ความร้อนด้วยระบบ หัวเผา (Burner) เชื้อเพลิงน้ำมันดีเซล ไม่มีระบบบำบัดอากาศ สั่งการทำงานผ่านตู้ควบคุมระบบ แสดงดังภาพที่ 3.10 รายละเอียดตามตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติของเตาเผาแบบพื้นเตาอยู่กับที่ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่ เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ จำนวน 2 ห้องเผา

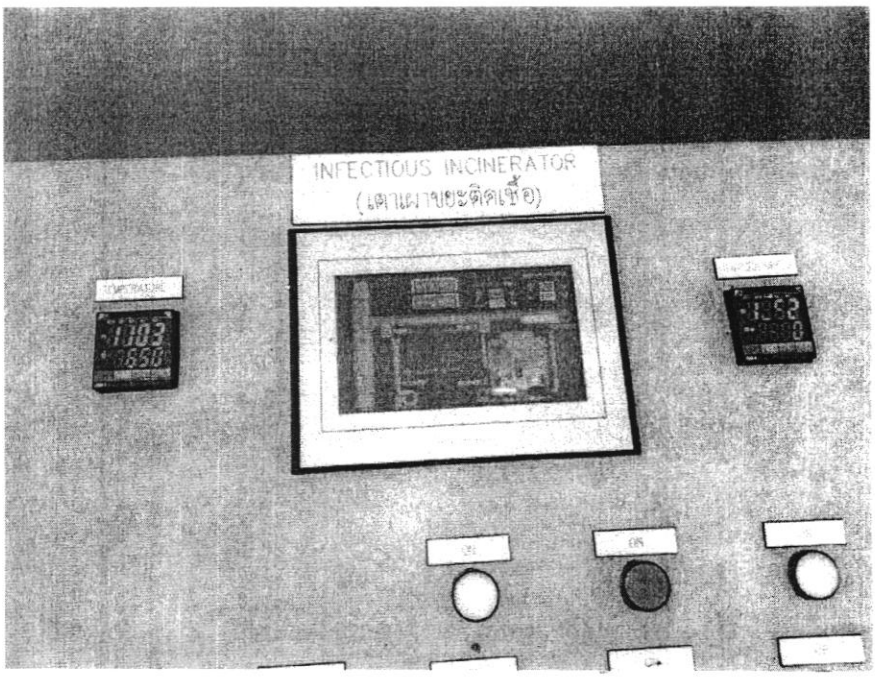
ระบบของเตา	Fixed Grate ขนาดใหญ่
ขนาด (ประมาณ) ทรงกระบอก	เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ม. สูง 4 ม. ปล่อง สูง 21 ม.
น้ำหนัก (ประมาณ)	30,000 Kg.
ปริมาณขยะที่เผาได้/ชม.	300-500 ก.ก./ชม.
หัวเผา	สองหัวเผา : ห้องเผาขยะ,ห้องเผาควัน
ห้องเผาไหม้	สองห้องเผา (Twin Chambers)
อุณหภูมิในขณะเผาไหม้	900-1200 องศาเซลเซียส
เชื้อเพลิงในการเผาไหม้	น้ำมันดีเซล
ระบบเติมอากาศ	พัดลมเติมอากาศ



ภาพที่ 3.9 เตาเผาขยะแบบพื้นเตาอยู่กับที่ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่



ภาพที่ 3.10 เตาเผาขยะแบบพื้นเตาอยู่กับที่ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่



ภาพที่ 3.11 ตู้ควบคุมเตาเผาขยะแบบพื้นเตาอยู่กับที่ (Fixed Grate) ขนาดใหญ่

3.5.2 ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวัน

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อรายวัน จากรายงานการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ในปี 2559 ประกอบด้วย ปริมาณการป้อน ความถี่ในการป้อน อุณหภูมิห้องเผาที่ 1 (T1) อุณหภูมิห้องเผาที่ 2 (T2) ดูตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลในภาคผนวก ก

3.5.3 ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษา

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันดีเซล ค่าบำรุงรักษาเตาเผา โดยการบันทึกข้อมูลรายเดือน ดูตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลในภาคผนวก ก

3.5.4 ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

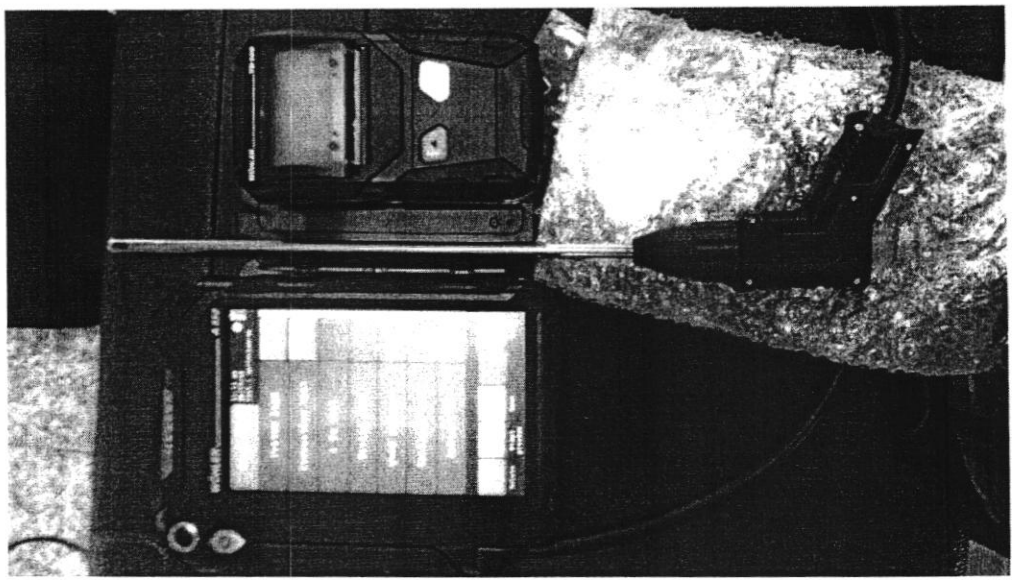
ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากผู้จัดหาเตาเผาและได้ทำการทดลองตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์และวิธีดำเนินการลดลอง ดังนี้

3.5.4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซและเครื่องมือตรวจวัดอนุภาคขนาดเล็ก

1) เครื่องวัดก๊าซแบบพกพา ยี่ห้อ Wohler รุ่น A550 การแสดงผลปริมาณเปอร์เซ็นจากก๊าซไอเสีย หลักการตรวจวัดโดยใช้เซนเซอร์เคมีไฟฟ้า สามารถวัดปริมาณของ Oxygen(O_2) ช่วงการตรวจวัด 0.0 ถึง 21.0 %ปริมาณของ Carbon monoxide (CO) ช่วงการตรวจวัด 0 ถึง 100,000 vol. ppm ปริมาณของ Nitric oxide(NO) ช่วงการตรวจวัด 0 ถึง 3,000 vol. ppm ปริมาณของ Nitric dioxide(NO_2) ช่วงการตรวจวัด 0 ถึง 1,000 vol. ppm ปริมาณของ Sulfur dioxide (SO_2) ช่วงการตรวจวัด 0 ถึง 5,000 vol. ppm ในก๊าซไอเสีย ดังภาพที่ 3.12 การใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณของก๊าซที่ทำการศึกษาการวัดความเข้มข้นของมลภาวะอากาศที่ถูกปล่อยออกเตาเผาขยะติดเชื้อ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ช่วง คือ (1) การเตรียมเครื่องตรวจวัดก๊าซที่จะทำการวัด ให้พร้อม ต้องทำการตั้งค่า ชื่อไฟล์ที่ต้องการเก็บข้อมูล และบันทึกลงในเครื่องตรวจวัดก๊าซ ให้พร้อมที่จะเปิดขึ้นมาใช้งาน (2) เมื่อต้องการตรวจวัดก๊าซต้องต่อชุด Probe กับเครื่องตรวจวัดก๊าซก่อน (3) ทำการเปิดเครื่องตรวจวัดก๊าซ เลือกชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผา และต่อ Probe และสามารถอ่านค่าได้ทันที

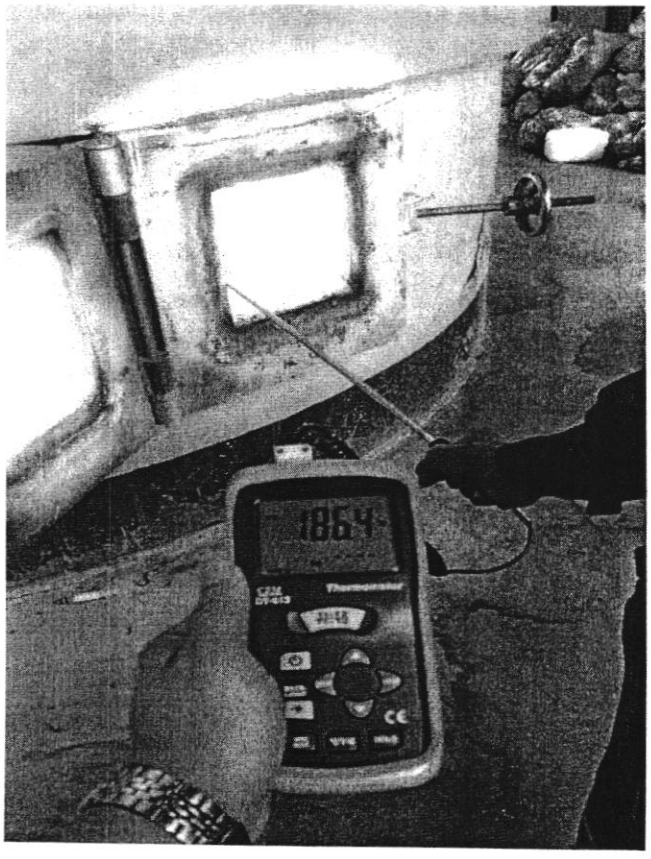
2) เครื่องวัดก๊าซ HCl เป็นเครื่องมือแบบพกพา มีเซนเซอร์ตรวจวัดค่า ก๊าซ HCl โดยเฉพาะ ซึ่งสามารถวัดค่าได้ช่วงการตรวจวัด 0 ถึง 22 ppm โดยใช้เครื่องปั๊มในการดูดอากาศเข้าเครื่องเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซ ดังภาพที่ 3.13 การใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณของก๊าซ HCl สามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วง คือ (1) การเตรียมเครื่องตรวจวัดก๊าซที่จะทำการวัด ให้พร้อม โดยการต่อหัววัดค่า เข้ากับปั๊มดูดอากาศ ให้พร้อมที่จะเปิดขึ้นมาใช้งาน (2) ทำการเปิดเครื่องตรวจวัดก๊าซและเปิดปั๊มดูดอากาศ สามารถอ่านค่าได้ทันที

3) เครื่องวัดอุณหภูมิภายในเตามีจำนวนสองจุดคือ ห้องเผาที่ 1 และห้องเผาที่ 2 สามารถอ่านค่าได้จากตู้ควบคุมการทำงานของเตาเผา ส่วนอุณหภูมิหน้าเตาเผาใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลในการตรวจวัด เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ดังภาพที่ 3.14



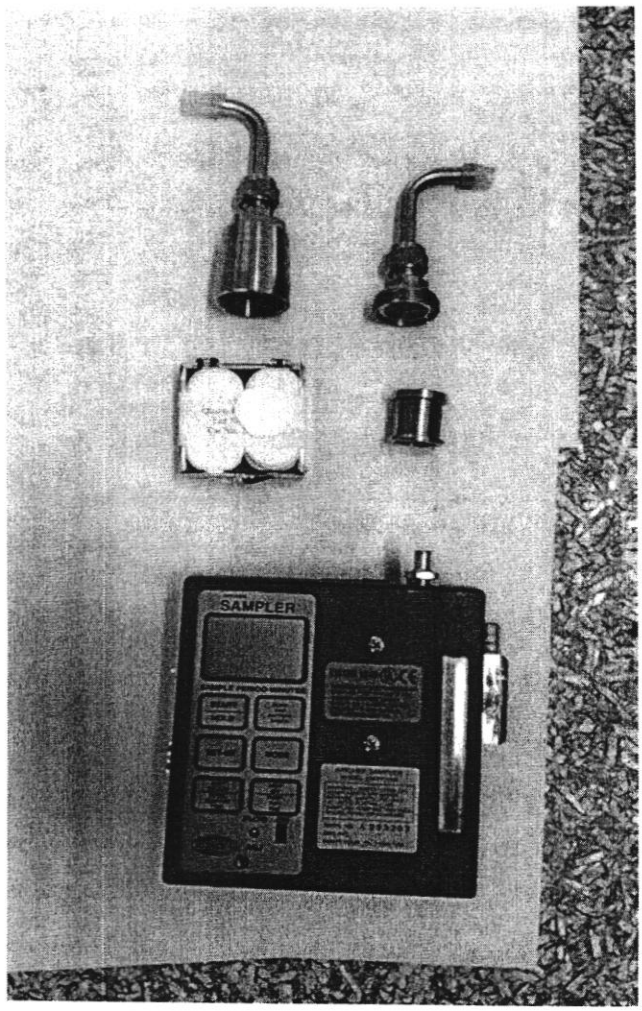
ภาพที่ 3.12 เครื่องวัดปริมาณก๊าซแบบพกพายี่ห้อ Wohler รุ่น A550

ภาพที่ 3.13 เครื่องตรวจวัดก๊าซ HCl

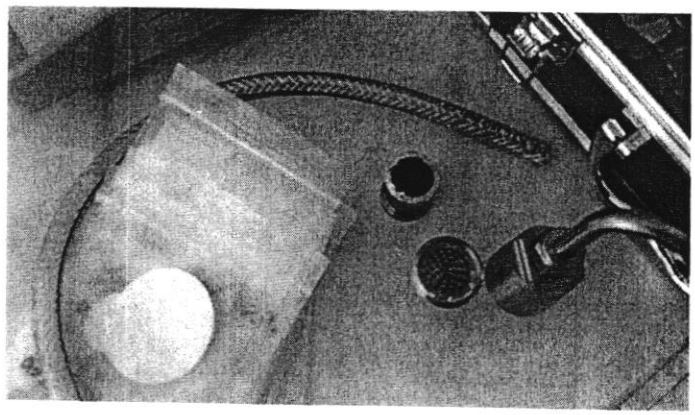


ภาพที่ 3.14 เครื่องวัดอุณหภูมิหน้าเตาเผา

4) เครื่องมือตรวจวัดปริมาณอนุภาคขนาดเล็กยี่ห้อ SAMPLER ประกอบด้วย (1) กระดาษกรองความพรุน 5 μm (2) Sample Pump ดังภาพที่ 3.15 และ 3.16



ภาพที่ 3.15 เครื่องเก็บอนุภาคขนาดเล็กยี่ห้อ SAMPLER



ภาพที่ 3.16 กระดาษกรองเก็บอนุภาคขนาดเล็ก

การใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณของอนุภาคขนาดเล็กตรวจวัดฝุ่นละออง การเก็บตัวอย่างอากาศภายใต้สภาวะไอโซไคเนติก (Isokinetic sampling conditions) โดยควบคุมให้ความเร็วของอากาศเสียที่ออกจากปล่องมีค่าเท่ากับความเร็วของอากาศที่เข้า probe nozzle ซึ่งทำการดูดตัวอย่างมลสารด้วยเครื่องดูดอากาศพร้อมชุดเก็บตัวอย่างและกระดาษกรองและทำการวิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธี Gravimetric Method โดยจับเวลาในการดูดอากาศและบันทึกข้อมูลน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังการวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กเริ่มจากการเตรียมชุดกรองโดยนำกระดาษกรองไปอบในตู้อบ HOTAIR OVEN ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำกระดาษกรองเข้าตู้ดูดความชื้นเพื่อลดอุณหภูมิกระดาษกรองให้เท่ากับอุณหภูมิห้องจากนั้นนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งความละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่งแล้วนำเข้าไปใส่ในชุดเก็บตัวอย่างปิดหัวท้ายเพื่อป้องกันสิ่งปนเปื้อนเมื่อทำการวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กให้นำชุดเก็บตัวอย่างพร้อมกระดาษกรองมาต่อเข้ากับ Sample Pump แล้วนำปลายท่อเก็บตัวอย่างอากาศสอดเข้าไปในช่องวัดของปล่องควันโดยปรับให้ Sample Pump มีอัตราการดูดควันเท่ากับ 5 ลิตร/นาที เปิด Sample Pump ตามเวลาที่กำหนดเมื่อทำการวัดเสร็จแล้วให้ปิด Sample Pump แล้วถอดชุดเก็บตัวอย่างออกจาก Sample Pump ใช้จุกปิดหัวท้ายเพื่อไม่ให้ความชื้นเข้าไปในชุดฟิลเตอร์ในการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กทำได้โดยนำกระดาษกรองออกจากชุดฟิลเตอร์ไปตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นแล้วนำกระดาษกรองมาชั่งน้ำหนักแล้วทำการคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กดังแสดงในสมการที่ 3.1

$$\text{ความเข้มข้นของ TSP (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)} = \frac{(Wf-Wi)*10^3}{Vstd} \qquad (3.1)$$

เมื่อ Wf = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม

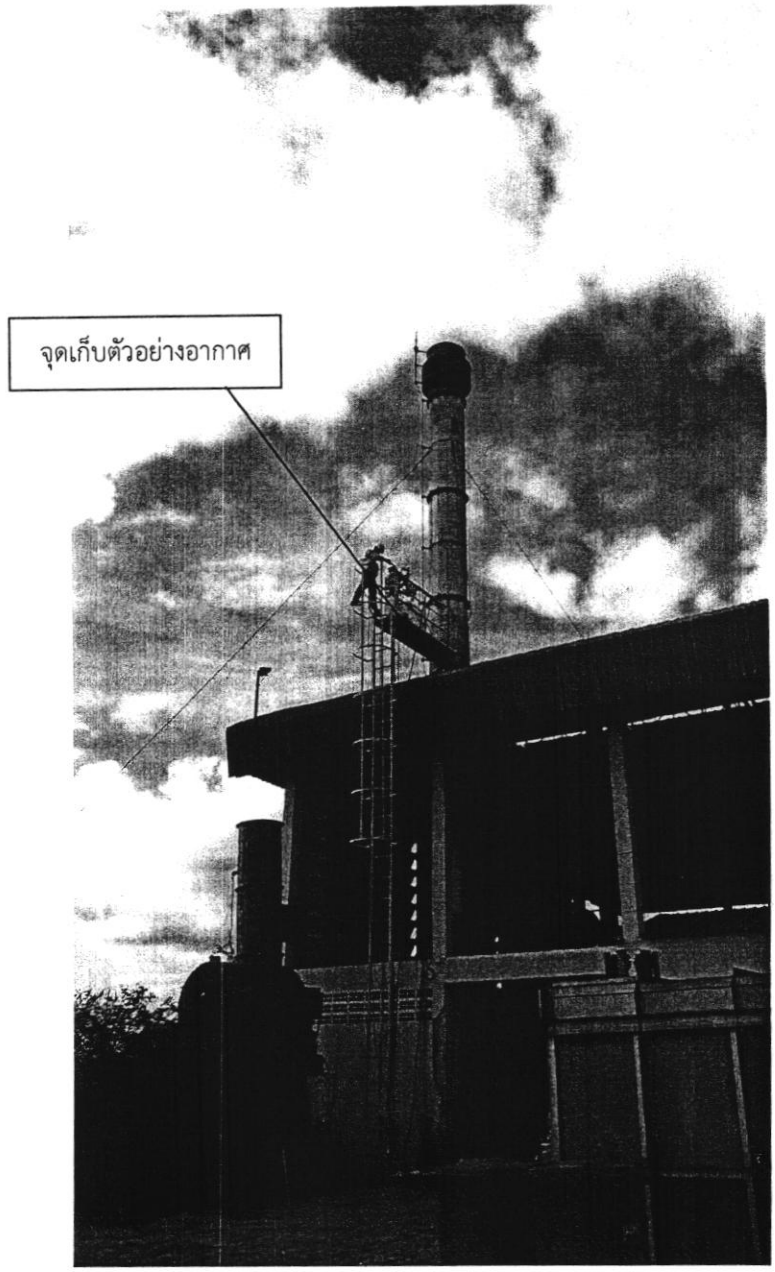
Wi = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม

Vstp = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

10^3 = การแปลงหน่วยจากกรัมเป็นมิลลิกรัม

3.5.4.2 จุดเก็บตัวอย่างอากาศ

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ อยู่บริเวณปล่องควัน แสดงดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17 จุดเก็บตัวอย่างอากาศ

3.5.4.3 วิธีการทดลองการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

โดยการทดลองการตรวจวัดคุณภาพอากาศจะหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการป้อนขยะติดเชื้อกับอัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศโดยแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลอง ซึ่งจะใช้เครื่องมือและตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอากาศตามหัวข้อ ก. และ ข. ที่กล่าวมาแล้วตามลำดับ ในแต่ละการทดลองจะทำการตรวจวัดความเข้มข้นของมลภาวะอากาศแบบต่อเนื่อง โดยทำการบันทึกข้อมูล

ทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ยกเว้นการเก็บค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ทำการเก็บตัวอย่างกระดาษกรองทุก ๆ 1 ชั่วโมง เพื่อนำไปชั่งน้ำหนักที่ห้องปฏิบัติการซึ่งมีรายละเอียดแต่ละชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ทดสอบเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยการแบ่งวิธีการป้อนออกเป็น 2 วิธีคือ

(1) ทำการป้อนขยะติดเชื้อครั้งละ 150 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที

(2) ทำการป้อนขยะติดเชื้อครั้งละ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที

ชุดการทดลองที่ 2 ทดสอบเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยการแบ่งวิธีการป้อนออกเป็น 2 วิธีคือ

(1) ทำการป้อนขยะติดเชื้อครั้งละ 250 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที

(2) ทำการป้อนขยะติดเชื้อครั้งละ 500 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที

ชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยการแบ่งวิธีการป้อนออกเป็น 2 วิธีคือ

(1) ทำการป้อนขยะติดเชื้อครั้งละ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที

(2) ทำการป้อนขยะติดเชื้อครั้งละ 600 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที

3.5.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ประกอบด้วย อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิ อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะติดเชื้อ อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ

3.5.6 การรวบรวมและสรุปปัญหา อุปสรรค

ทำการสรุปปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3 โดยการรวบรวมจะดูจาก รายงานการปฏิบัติงานของพนักงานโรงกำจัดขยะติดเชื้อ ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

บทที่ 4
วิเคราะห์และวิจารณ์ผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณขยะติดเชื้อในพื้นที่บริการ

4.1.1 ปริมาณขยะติดเชื้อแยกประเภทตามแหล่งกำเนิด

จากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ รายงานการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ตั้งแต่ปี 2555-2559 พบว่า จำนวนโรงพยาบาลที่ได้รับการบริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

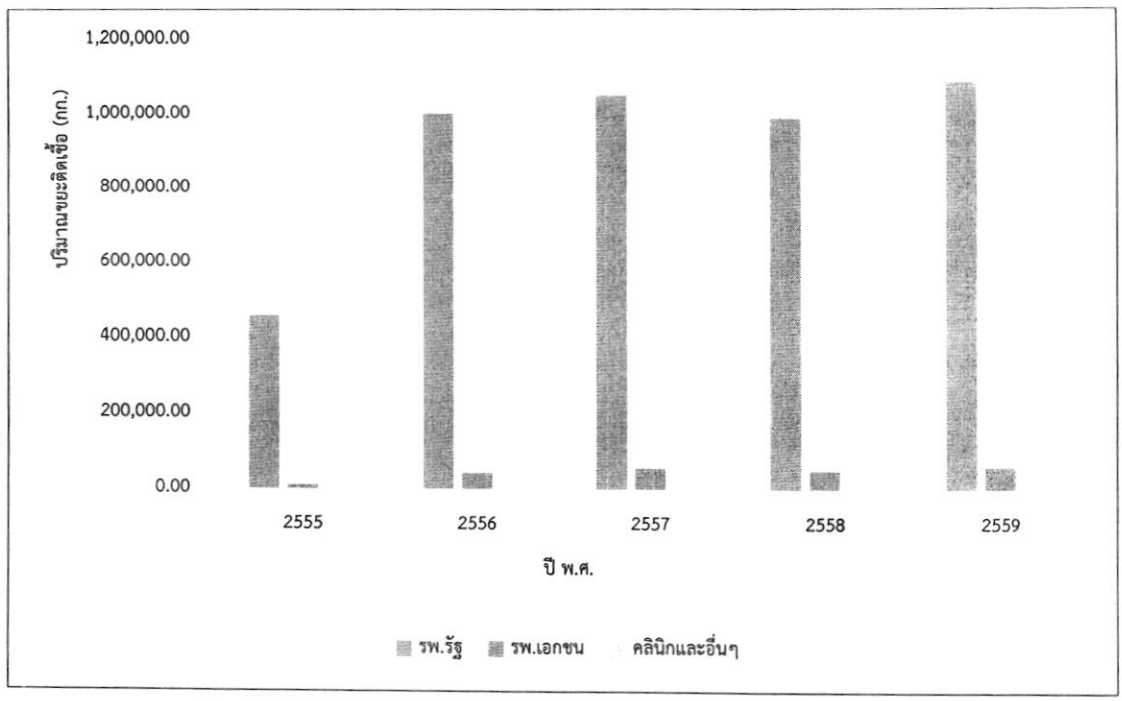
ตารางที่ 4.1 จำนวนโรงพยาบาลที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ แยกรายจังหวัด

จังหวัด	รพ. ของรัฐ (ทั้งหมด)	รพ. เอกชน (ทั้งหมด)	คลินิกและอื่น ๆ (ทั้งหมด)	รพ. ของรัฐ (ใช้บริการ)	รพ. เอกชน (ใช้บริการ)	คลินิกและอื่นๆ (ใช้บริการ)
อุบลราชธานี	29	3	616	20	3	4
ศรีสะเกษ	19	1	370	14	1	2
อำนาจเจริญ	7	0	250	4	0	2
ยโสธร	9	2	275	6	2	2
มุกดาหาร	7	1	234	6	1	2
รวม	71	7	1,745	50 (70.42%)	7 (100%)	12 (0.69%)

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การใช้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ โรงพยาบาลของรัฐใช้บริการ 70.42 % โรงพยาบาลเอกชนใช้บริการ 100 %

คลินิกและอื่น ๆ ใช้บริการ 0.69 % ตามลำดับ ซึ่งโรงพยาบาลที่ยังไม่ได้ใช้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลฯ อาจมีสาเหตุจากบางส่วนยังติดสัญญาการใช้บริการกับบริษัทเอกชนที่ดำเนินการเก็บขนขยะติดเชื้ออยู่แล้ว และบางแห่งมีที่ตั้งอยู่ไกลและไม่อยู่ในเส้นทางหลักในการเก็บขนขยะติดเชื้อของเทศบาล ส่วนคลินิกและอื่น ๆ ซึ่งมีปริมาณน้อยมาก เนื่องจากการให้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบยังไม่สามารถให้บริการได้ครอบคลุมประเภทแหล่งกำเนิดทั้งหมด

จากการให้บริการเก็บขนกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลรัฐ โรงพยาบาลเอกชน คลินิกและอื่น ๆ ตามรายละเอียดในภาพที่ 4.1 พบว่า ปริมาณขยะติดเชื้อที่ให้บริการส่วนใหญ่มาจากโรงพยาบาลรัฐมากที่สุด โดยมีแนวโน้มปริมาณขยะติดเชื้อเพิ่มขึ้นทุกปี ส่วนปริมาณขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลเอกชน และคลินิกและอื่น ๆ มีปริมาณน้อย



ภาพที่ 4.1 ปริมาณขยะติดเชื้อแยกประเภทตามแหล่งกำเนิด

4.1.2 ปริมาณขยะติดเชื้อแยกประเภทตามการใช้บริการ

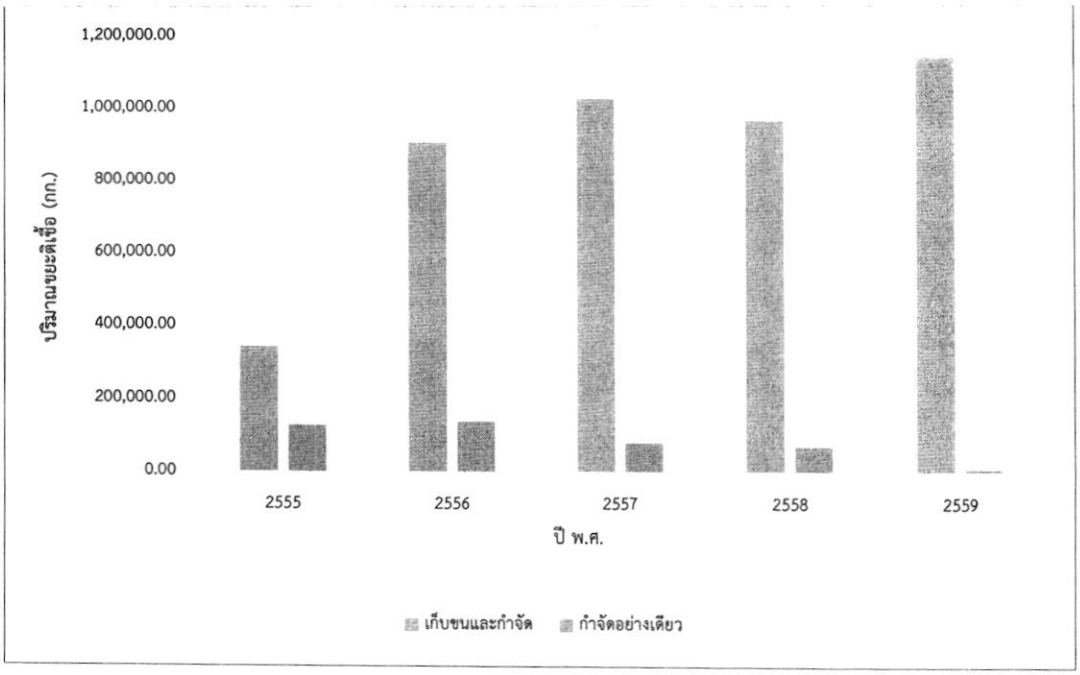
จากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ รายงานการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบตั้งแต่ปี 2555-2559 พบว่า จำนวนโรงพยาบาลแยกตามประเภทการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนโรงพยาบาลแยกตามประเภทการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ

จังหวัด	อุบลราชธานี					ศรีสะเกษ					ยโสธร					อำนาจเจริญ					มุกดาหาร					หมายเหตุ
ปี พ.ศ.	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59	55	56	57	58	59	
เก็บขนและกำจัด (แห่ง)	20	23	25	26	26	15	15	15	16	16	6	6	6	8	9	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	
กำจัดอย่างเดียว (แห่ง)	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

จากตารางที่ 4.2 พบว่า จำนวนโรงพยาบาลแยกตามประเภทการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ส่วนใหญ่เป็นการใช้บริการประเภทเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อ ประเภทการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้ออย่างเดียวมีเพียงในเขตจังหวัดอุบลราชธานีเท่านั้น เนื่องจากการโรงพยาบาลส่วนใหญ่ไม่มีระบบเก็บขนขยะติดเชื้อเพื่อนำไปกำจัดเองได้ ส่วนหน่วยงานที่ใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้ออย่างเดียวคือ บริษัทเอกชนที่รับเก็บขนขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลและหน่วยงานเทศบาลนครอุบลราชธานีเท่านั้น

จากการวิเคราะห์การใช้บริการแยกตามประเภทการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ตามรายละเอียดในภาพที่ 4.2 พบว่า ปริมาณขยะติดเชื้อส่วนใหญ่มากจากการใช้บริการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อ และมีแนวโน้มปริมาณขยะติดเชื้อเพิ่มขึ้นทุกปี ส่วนการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้ออย่างเดียวมีแนวโน้มลดลงทุกปี เนื่องจากเทศบาลเมืองวารินชำราบ ได้เพิ่มจำนวนรถเก็บขนขยะติดเชื้อเพิ่มขึ้นและบริษัทเอกชนยกเลิกการใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อในปี 2558



ภาพที่ 4.2 ปริมาณขยะติดเชื้อแยกประเภทตามการใช้บริการ

4.2 ผลการวิเคราะห์การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1

4.2.1 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ

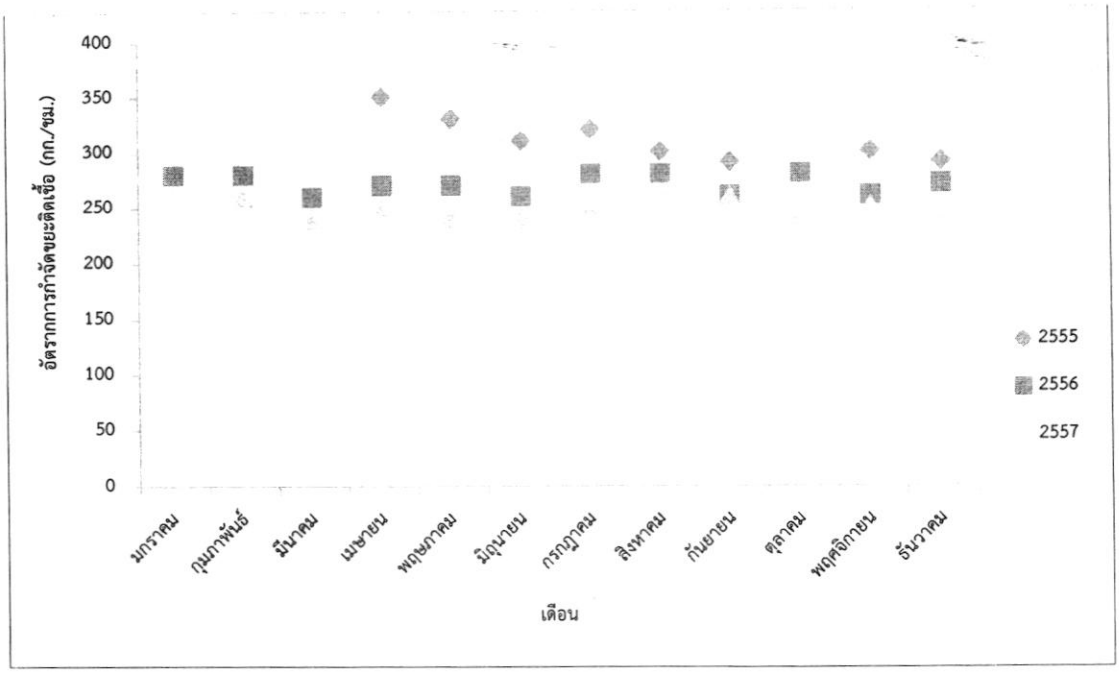
จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.3.2 รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 4.3 โดยดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก 2

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ และอุณหภูมิในการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อ ระยะที่ 1

ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อ	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557	หมายเหตุ
ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ (กก/ปี)	477,473	1,050,492	1,112,459	
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้ออยู่ในช่วง (กก./ชม.)	280 -350	260 -280	240 -260	
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย (กก/ชม.)	307.78	270.83	249.17	
T1 เฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	940.89	952.58	949.41	
T2 เฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	1,082.22	1,094.08	1,085.33	

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี ในปี 2555 มีปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ 477,473 กิโลกรัม ในปี 2556 มีปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ 1,050,492 กิโลกรัม ในปี 2557 มีปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ 1,112,459 กิโลกรัมตามลำดับ เนื่องจากมีจำนวนโรงพยาบาล สถานพยาบาล ขอใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาของเทศบาลเมืองวารินชำราบเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยในปี 2555 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย 307.78 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในปี 2556 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย 270.83 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในปี 2557 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย 249.17 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1 พบว่าอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย ในปี 2555 มีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน คือ 350 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม คือ 280 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการเผาขยะติดเชื้อมีอัตราที่ลดลงทุกปี ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.3 ในปี 2555 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเป็นไปตามคุณสมบัติของเตาเผาที่กำหนดไว้ เนื่องจากเครื่องจักรยังมีสภาพใหม่และยังไม่เกิดการชำรุด เมื่ออายุการใช้งานของเตาเผามากขึ้นทำให้สภาพของเครื่องจักรมีการชำรุดบ่อยครั้ง ส่งผลให้อัตราการเผาขยะติดเชื้อลดลงทุกปี



ภาพที่ 4.3 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย ปี 2555-2557

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.3.2 และจากรายละเอียด ในตารางที่ 4.3 (ดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก ข) ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิ พบว่าอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อที่เปลี่ยนแปลงไปมีผลต่ออุณหภูมิในห้องเผาทั้งสองน้อยมาก เนื่องจากเตาเผามีระบบควบคุมอุณหภูมิโดย T1 จะมีค่าประมาณ 900 องศาเซลเซียส และ T2 มีค่าประมาณ 1000 องศาเซลเซียส

4.2.3 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผาต่อปริมาณขยะติดเชื้อ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.3.3 โดยใช้ข้อมูลจากรายงานการกำจัดขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบรายปี รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 4.4 ดูข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผาได้ที่ภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.4 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผาในการเดินระบบเตาเผาในการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1

ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อ	ปี 2555	ปี 2556	ปี 2557
อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผา (บาท/กก.)	2.64-2.91	2.64-2.99	2.74-2.88

หมายเหตุ: ** อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานคิดจากค่าไฟฟ้าและ ค่าแก๊ส LPG และค่าซ่อมบำรุงเตาเผา

จากตารางที่ 4.4 พบว่า อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานด้านพลังงานและบำรุงรักษาในปี 2555 มีอัตราค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 2.64-2.91 บาทต่อกิโลกรัม อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในปี 2556 มีอัตราค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 2.64-2.99 บาทต่อกิโลกรัม และอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในปี 2557 มีอัตราค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 2.74-2.88 บาทต่อกิโลกรัม

4.2.4 อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ จากข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 - 2557 เทศบาลเมืองวารินชำราบ มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อประจำวัน โดยการสังเกตควันจากปล่องระบายก๊าซ พบว่าในสภาวะการเผาขยะติดเชื้อปกติไม่มีควันเนื่องจากเตาเผาขยะติดเชื้อมีระบบบำบัดอากาศ ระบบบำบัดอากาศของเตาเผาขยะติดเชื้อแบบหมุนชนิดสองห้องเผา ประกอบด้วย ไซโคลนดักฝุ่น ระบบถุงกรอง และระบบบำบัดอากาศแบบเปียก และมีการตรวจวัดคุณภาพอากาศตามมาตรฐานปีละ 1 ครั้ง โดย ใช้บริการการตรวจวัดคุณภาพอากาศจาก บริษัท SGS Thailand และผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของ (ดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก ข) เตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ ดังตารางที่ 4.5 โดยเทียบกับค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 4.5 ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศ และอัตราปลดปล่อยมลภาวะอากาศ เตาเผาขยะติดเชื้อ ระยะที่ 1

พารามิเตอร์	ค่าตรวจวัดคุณภาพอากาศ	อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ	ค่ามาตรฐาน
SO_2	N.D	N.D	ไม่เกิน 30 ppm
NO_xas NO	96.73 ppm	0.36 g/s	ไม่เกิน 180 ppm
HCl	7.44 ppm	0.015 g/s	ไม่เกิน 25 ppm
HF	N.D	N.D	ไม่เกิน 20 ppm
Dioxin , Furan	0.17 ng TEQ/m^3	0.07 ng/s	ไม่เกิน 0.5 ng TEQ/ m^3
TSP	30.91 mg/ m^3	0.044 g/s	120 mg/ m^3
Opacity	0		ไม่เกิน 10 %

ที่มา: เทศบาลเมืองวารินชำราบ (2559)

จากตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดมลภาวะอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ พบว่า แก๊ส SO_2 ตรวจไม่พบ NO_xas NO มีค่า 96.73 ppm HCl มีค่า 7.44 ppm HF ตรวจไม่พบ Dioxin Furan มีค่า 0.17 ng TEQ/m^3 TSP มีค่า 30.91 mg/ m^3 และ Opacity เท่ากับ 0

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศเตาเผาขยะติดเชื้อระยะที่ 1 พบว่า แก๊ส SO_2 ตรวจไม่พบ NO_xas NO มีอัตราการปลดปล่อย 0.36 g/s HCl มีอัตราการปลดปล่อย 0.015 g/s HF ตรวจไม่พบ Dioxin Furan มี อัตราการปลดปล่อย 0.07 ng/s TSP มีอัตราการปลดปล่อย 0.044 g/s และ Opacity เท่ากับ 0

4.2.5 ปัญหาและอุปสรรค

การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1 ในช่วงแรกสามารถเผาขยะติดเชื้อได้ ตามคุณสมบัติของเตาเผา แต่เมื่อเตาเผาผ่านการใช้งานและเกิดความชำรุดกับเตาเผาและระบบบำบัดอากาศ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงระบบนี้สูงมากเกินความสามารถของเทศบาลในการซ่อมบำรุง จึงไม่สามารถใช้งานเตาเผาได้ส่งผลให้เทศบาลประสบกับปัญหาขยะติดเชื้อตกค้าง จึงได้จัดหาเตาเผาใหม่เฉพาะกิจเพื่อแก้ปัญหา โดยเป็นการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อในระยะที่ 2

4.3 ผลการวิเคราะห์การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2

4.3.1 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ

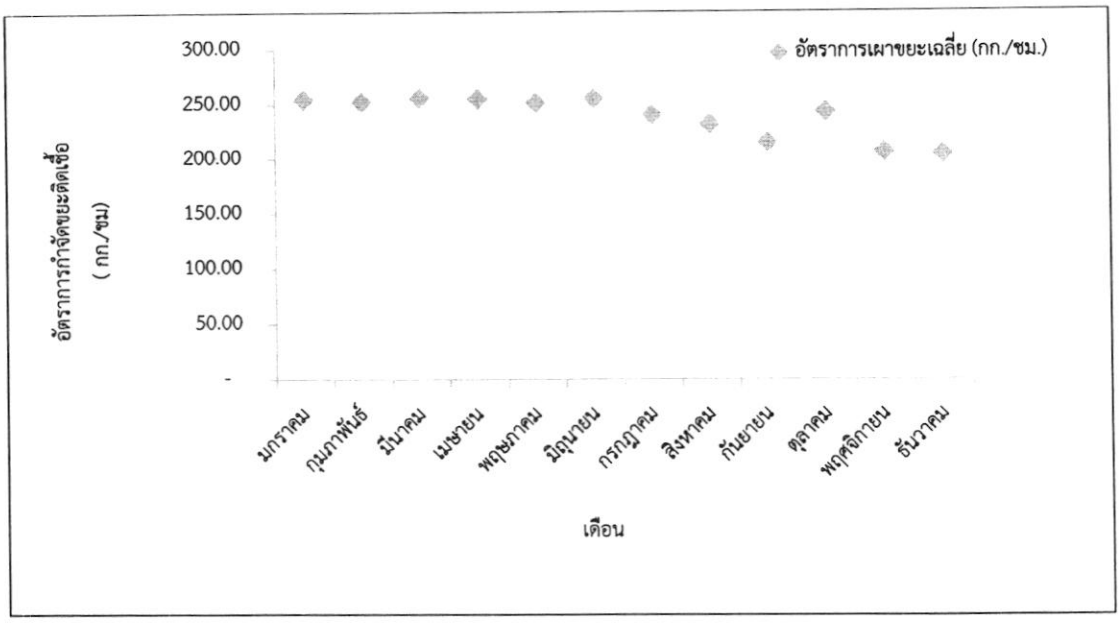
จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.4.2 เก็บข้อมูลด้วยการจดบันทึกรายวันของเทศบาลเมืองวารินชำราบ รายละเอียด แสดงดังตารางที่ 4.6 (ดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ และ อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ

ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อ	ปี 2558
ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ (กก./ปี)	1,043,600
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้ออยู่ในช่วง (กก./ชม.)	203.44-255.88
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย (กก./ชม.)	238.26

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ปริมาณการเผาขยะติดเชื้อ ในปี 2558 มีปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ 1,043,600 กิโลกรัม มีอัตราการเผาขยะติดเชื้ออยู่ในช่วง 203.44-255.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการเผาขยะติดเชื้อเฉลี่ย 238.26 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

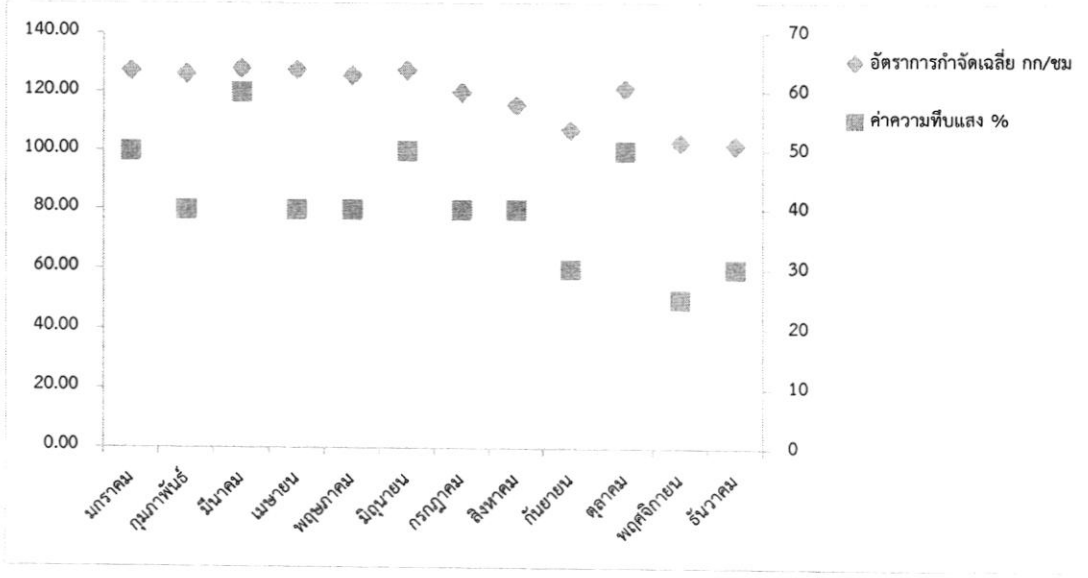
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2 ปี 2558 พบว่าอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย ในปี 2558 มีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน คือ 255.88 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของเตาเผาที่กำหนดไว้ มีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม คือ 203.44 กิโลกรัมต่อชั่วโมง อัตราการเผาขยะติดเชื้อมีอัตราที่ลดลง ในปี 2558 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.4 เนื่องจากเตาเผามีขนาดเล็กและการใช้งานที่หนักทำให้เตาเผาเกิดความชำรุดอย่างรวดเร็วส่งผลให้เผาขยะติดเชื้อได้ลดลง



ภาพที่ 4.4 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย ในปี 2558

4.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับค่าความทึบแสง

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างอัตรากำจัดขยะติดเชื้อกับค่าความทึบแสง พบว่าค่าความทึบแสงสูงสุดในเดือนมีนาคม คือ 60 เปอร์เซ็นต์ ค่าความทึบแสงต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน คือ 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อที่มีค่าสูงมีแนวโน้มจะส่งผลให้ค่าความทึบแสงสูงตามไปด้วย ดังแสดงไว้ในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ยกับค่าความทึบแสง

4.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาระบบ กับปริมาณขยะติดเชื้อ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาระบบ เนื่องด้วยข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษา ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิง คงมีแต่ค่าบำรุงรักษาระบบเตาเผา จดบันทึกอัตราการใช้พลังงานรายวัน รายละเอียดตามตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการเดินระบบเตาเผาขยะติดเชื้อระยะที่ 2

ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อ	ปี 2558
อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาอยู่ในช่วง ** บาท/กก. (ค่าบำรุงรักษาระบบ)	0.44-0.84

หมายเหตุ: ** อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานน้อยมาก

จากตารางที่ 4.7 พบว่า อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผา ในปี 2558 มีค่าสูงสุดอยู่ที่ 0.84 บาทต่อกิโลกรัม และมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0.44 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งผลการศึกษาที่ได้เป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเตาเผาเท่านั้น

4.3.4 อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.4.3 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2 ประจำปี พ.ศ. 2558 เทศบาลเมืองวารินชำราบ มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อประจำปี โดย ใช้บริการการตรวจวัดคุณภาพอากาศจาก บริษัท SGS Thailand ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของ (ดูข้อมูลที่ภาคผนวก ค) เตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ ดังตารางที่ 4.8 โดยเทียบกับค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2

พารามิเตอร์	ผลการตรวจวัด	อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ	ค่ามาตรฐาน
HCl	364 ppm	0.184 g/s	ไม่เกิน 25 ppm
TSP	260 mg/ m^3	0.088 g/s	120 mg/ m^3

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผลตรวจคุณภาพอากาศในส่วนของ HCl และ TSP เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด โดยมีค่า 364 ppm และ 260 mg/ m^3 ตามลำดับ ซึ่งมาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 25 ppm และ 120 mg/ m^3 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ พบว่า HCl อัตราการปลดปล่อย 0.184 g/s อัตราการปลดปล่อย 0.088 g/s ซึ่งผลการตรวจของมลภาวะอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อมีค่าไม่ผ่านมาตรฐาน อาจเป็นผลมาจากสภาพของเผาที่มีความชำรุด และมีขนาดเล็กเกินไปไม่เพียงพอต่อปริมาณขยะที่เข้าสู่ระบบ

4.3.5 ปัญหาและอุปสรรค

จากการแก้ไขปัญหา การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการดำเนินการในระยะสั้น พบว่า ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผามีค่าน้อยมาก แต่คุณภาพอากาศไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สภาพของเตาเผาชำรุดได้ง่าย และอัตรากำจัดขยะติดเชื้อที่น้อย จึงเป็นที่มาของการเปลี่ยนรูปแบบเตาเผาให้มีขนาดใหญ่ขึ้นที่ดีขึ้นและปรับปรุงด้านคุณภาพอากาศให้ดีขึ้นในการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3

4.4 ผลการวิเคราะห์การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3

4.4.1 อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกข้อมูลรายวันจากการบันทึกข้อมูลการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อรายวันของเทศบาลเมืองวารินชำราบ รายละเอียดดังตารางที่ 4.9 ดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก ง

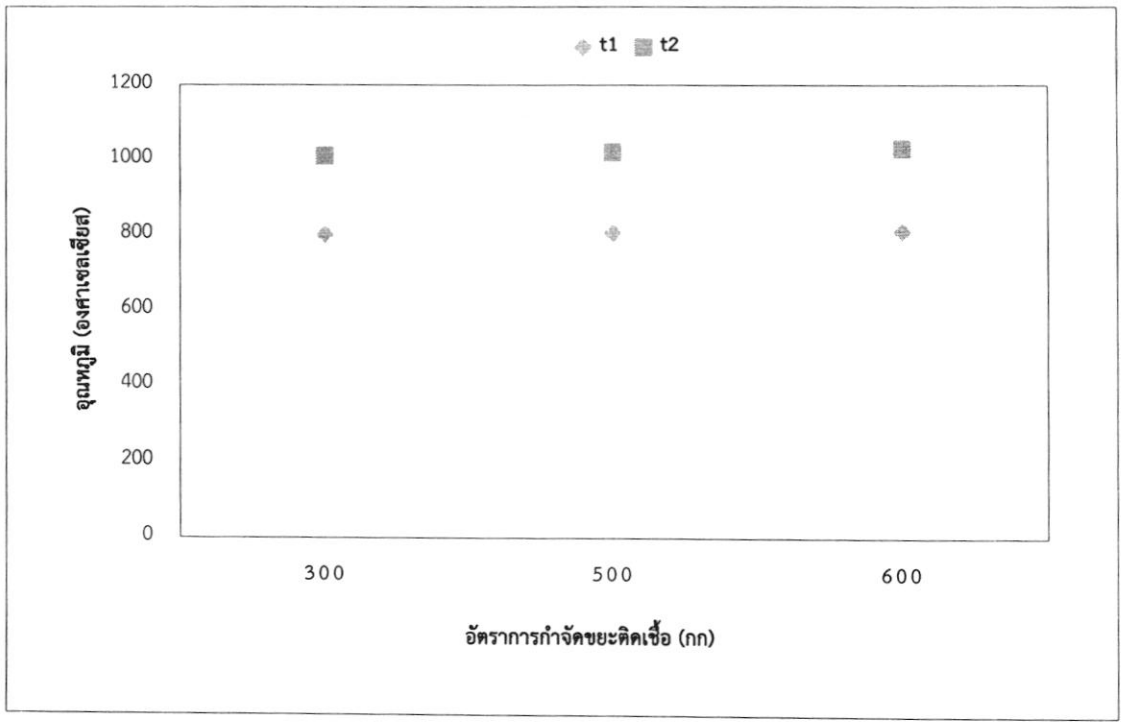
ตารางที่ 4.9 ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ และ อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3

ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อ	ปี 2559
ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ กก./ปี	1,151,241
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้ออยู่ในช่วง กก./ชม.	377.97-665.72
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย กก./ชม.	479.68

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ปริมาณการเผาขยะติดเชื้อ ในปี 2558 มีปริมาณการเผากำจัดขยะติดเชื้อ 1,151,241 กิโลกรัม มีอัตราการเผาขยะติดเชื้ออยู่ในช่วง 377.97-665.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เนื่องจากเตาเผามีขนาดใหญ่ ส่งผลให้สามารถกำจัดขยะติดเชื้อได้ในอัตราที่มาก

4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกข้อมูลรายวันจากการบันทึกข้อมูลการเก็บขนและกำจัดขยะติดเชื้อรายวันของเทศบาลเมืองวารินชำราบ รายละเอียดตามภาพที่ 4.6 ดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก ง พบว่าอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อไม่มีผลต่ออุณหภูมิในห้องเผา เนื่องจากเตาเผามีระบบควบคุมอุณหภูมิให้มีค่าพอเหมาะกับการเผาขยะติดเชื้อโดยที่ T1 จะมีค่าประมาณ 800 องศาเซลเซียส และ T2 จะมีค่าประมาณ 1000 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อกับอุณหภูมิ

4.4.3 อัตราค่าใช้จ่ายกับปริมาณขยะติดเชื้อ

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษา ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันดีเซล และค่าบำรุงรักษาเตาเผา เนื่องด้วยการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3 เติมอากาศด้วยเครื่องเติมอากาศ (Blower) จึงมีการใช้พลังงานไฟฟ้า และใช้เชื้อเพลิงจากน้ำมัน รายละเอียดค่าใช้จ่ายดังตารางที่ 4.12 ดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.10 อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการเดินระบบกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3

ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อ	ปี 2559
อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผาอยู่ในช่วง ** บาท/กก.	0.51-1.43

หมายเหตุ: ** อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานคิดจากค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันดีเซล และค่าไฟฟ้า

4.4.4 อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ

4.4.4.1 ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากผู้จัดหาเตาเผา

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บบันทึกรายวันตามหัวข้อที่ 3.5.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของผู้จัดหาเตาเผา รายละเอียดดังตารางที่ 4.11 ดูข้อมูลดิบที่ภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

พารามิเตอร์	ผลการตรวจวัด	อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ	ค่ามาตรฐาน
SO_2	26.56 ppm	0.0196 g/s	ไม่เกิน 30 ppm
NO_xas NO	1.33 ppm	0.0011 g/s	ไม่เกิน 180 ppm
HCl	23.75 ppm	0.024 g/s	ไม่เกิน 25 ppm
Dioxin , Furan	0.49 ng TEQ/ m^3	0.40 ng/s	ไม่เกิน 0.5 ng TEQ/m^3
TSP	118.249 mg/m3	0.0814 g/s	120 mg/ m^3
Opacity	8.08 %		ไม่เกิน 10 %

จากตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ พบว่า แก๊ส SO_2 มีค่าความเข้มข้น 26.56 ppm อัตราการปลดปล่อย 0.0196 g/s, NO_xas NO มีค่าความเข้มข้น 1.33 ppm อัตราการปลดปล่อย 0.0011 g/s HCl มีค่าความเข้มข้น 23.75 ppm อัตราการปลดปล่อย 0.024 g/s Dioxin Furan มีค่าความเข้นข้น 0.49 ng TEQ/m^3 อัตราการปลดปล่อย 0.40 ng /s TSP มีค่าเฉลี่ย 118.249 mg/m^3 อัตราการปลดปล่อย 0.0814 g/s และ Opacity เท่ากับ 8.08 % ผลการตรวจของมลภาวะอากาศจากเตาเผาขยะติดเชื้อมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดตามกฎหมายรายละเอียด

4.4.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองตรวจวัดค่ามลภาวะอากาศ ด้วยเครื่องมือตรวจวัด

1) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 1 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 150 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ค่าสูงสุดคือ 980 ppm ค่าต่ำสุดคือ 63 ค่าเฉลี่ยคือ 453 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ค่าสูงสุดคือ 980 ppm ค่าต่ำสุดคือ 42 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 379 ppm

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 2 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 250 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ค่าสูงสุดคือ 1,120 ppm ค่าต่ำสุดคือ 180 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 613 ppm

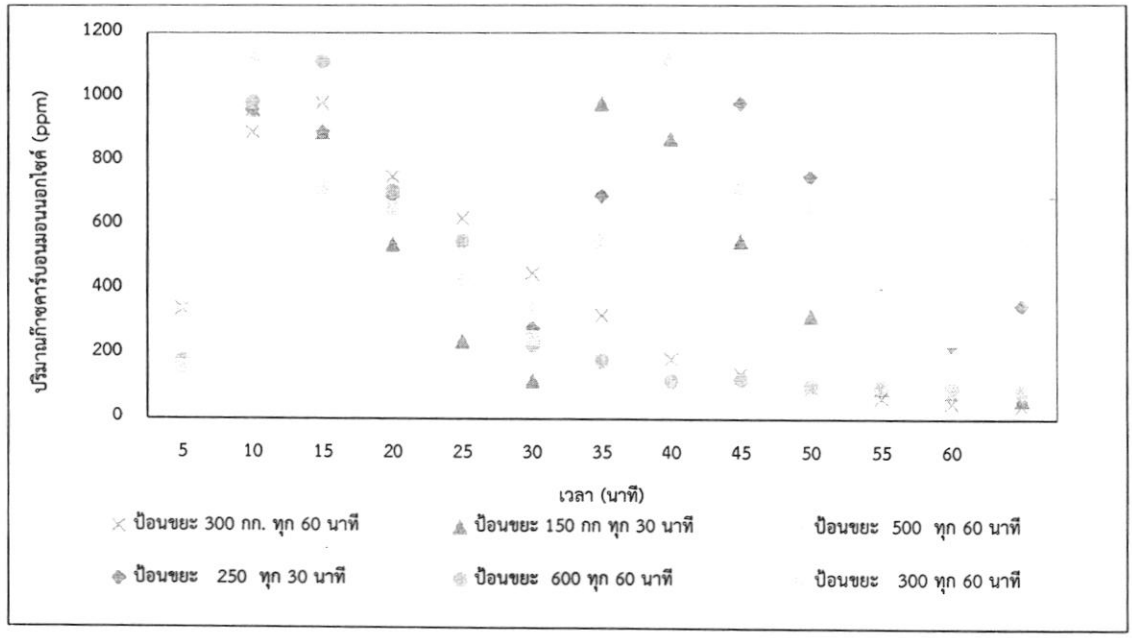
วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 500 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ค่าสูงสุดคือ 990 ppm ค่าต่ำสุดคือ 82 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 357 ppm

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ค่าสูงสุดคือ 1,130 ppm ค่าต่ำสุดคือ 157 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 584.5 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 600 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ค่าสูงสุดคือ 1,110 ppm ค่าต่ำสุดคือ 180 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 351.9 ppm

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากเตาเผาขยะติดเชื้อของเทศบาลเมืองวารินชำราบ ทั้งสามชุดการทดลอง พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ออกจากปล่องควันกับเวลาเมื่อเริ่มต้นเผาขยะปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มสูงขึ้นมากทั้งนี้เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอนหลังจากนั้นปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากอุณหภูมิในเตาเผาขยะเพิ่มขึ้นขยะสัมผัสกับอากาศมากทำให้การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ แสดงดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา

2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 1 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 150 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงสุดคือ 10% ค่าต่ำสุดคือ 5% ค่าเฉลี่ยในการทดลองช่วงนี้เท่ากับ 7.1%

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที พบว่ามีค่าสูงสุดคือ 9.5% ค่าต่ำสุดคือ 3% มีค่าเฉลี่ยในการทดลองช่วงนี้เท่ากับ 6%

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 2 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 250 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงสุดคือ 10% ค่าต่ำสุดคือ 4% ค่าเฉลี่ยในการทดลองช่วงนี้เท่ากับ 7.42%

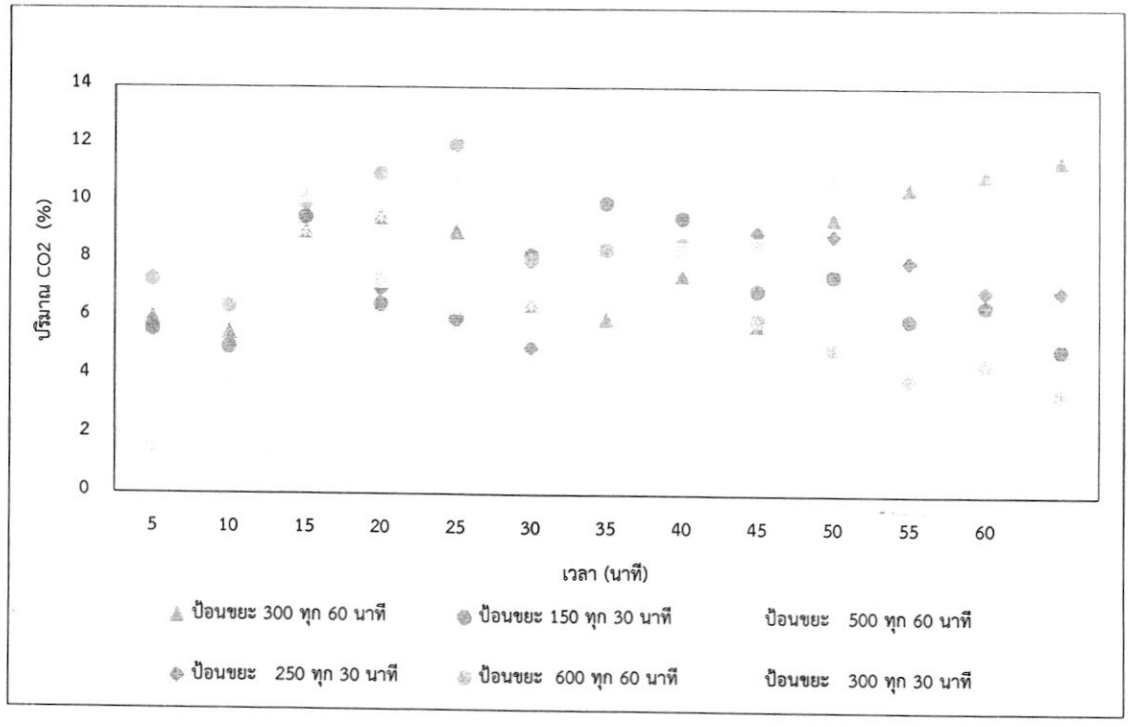
วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 500 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที พบว่ามีค่าสูงสุดคือ 11% ค่าต่ำสุดคือ 3% มีค่าเฉลี่ยในการทดลองช่วงนี้เท่ากับ 6.76 %

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงสุดคือ 10.7% ค่าต่ำสุดคือ 1.6% ค่าเฉลี่ยในการทดลองช่วงนี้เท่ากับ 7.6%

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 600 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที พบว่ามีค่าสูงสุดคือ 12% ค่าต่ำสุดคือ 3.5% มีค่าเฉลี่ยในการทดลองช่วงนี้เท่ากับ 7.2%

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการใช้เตาเผาขยะติดเชื้อเทศบาลเมืองวารินชำราบ จากการทดลอง ภาพที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับเวลา เริ่มต้นเผาขยะติดเชื้อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณน้อยที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าในช่วงเริ่มเผาขยะติดเชื้อการเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์อุณหภูมิในเตาเผาขยะติดเชื้อต่ำทำให้ในช่วงนี้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มากและเมื่อเวลาผ่านไปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เริ่มสูงขึ้นเนื่องจากการเผาไหม้ในเตาเผาเริ่มเข้าสู่สภาวะสมบูรณ์



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา

3) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 1 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 150 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าสูงสุดคือ 950 ppm ค่าต่ำสุดคือ 24 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 379 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าสูงสุดคือ 980 ppm ค่าต่ำสุดคือ 23 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 334 ppm

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 2 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 250 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าสูงสุดคือ 1,200 ppm ค่าต่ำสุดคือ 25 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 376 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 500 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าสูงสุดคือ 1,150 ppm ค่าต่ำสุดคือ 22 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 317 ppm

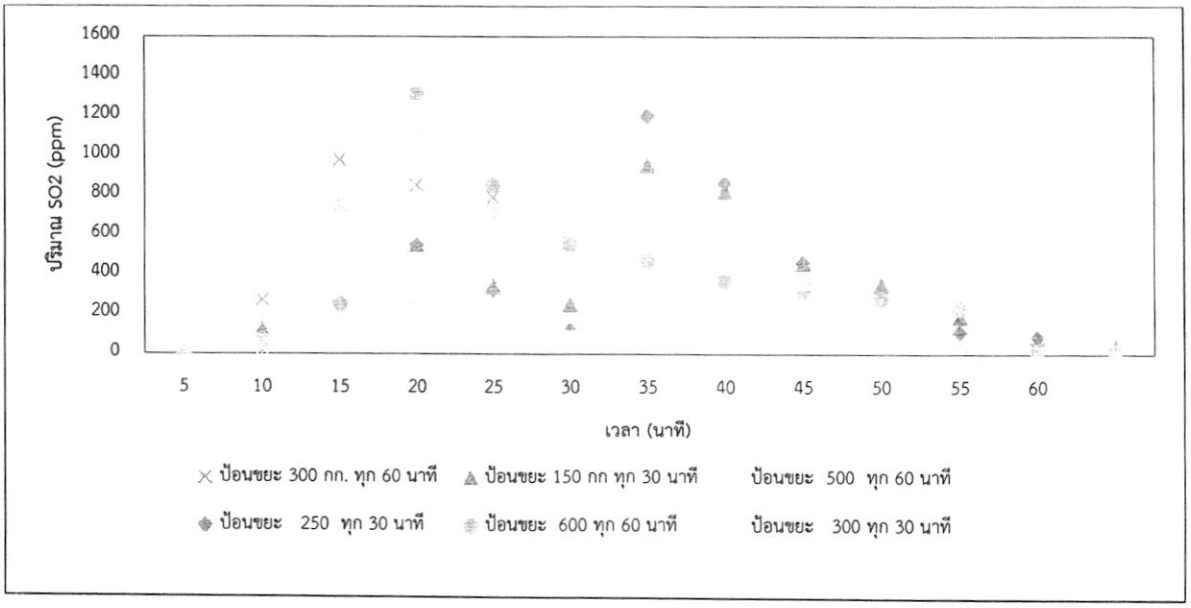
ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าสูงสุดคือ 1,347 ppm ค่าต่ำสุดคือ 25 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 366.84 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 600 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ค่าสูงสุดคือ 1,315 ppm ค่าต่ำสุดคือ 18 ppm ค่าเฉลี่ยคือ 420.15 ppm

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตามภาพที่ 4.9 พบว่าปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าสาเหตุหลักของการเกิด SO2 คือส่วนประกอบของขยะจะมีพวกถุงมือยาง สายน้ำเกลือ ขวดพลาสติกในปริมาณมาก การเผาขยะจำพวกนี้จะทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณมากเพราะขยะจำพวกนี้มีซัลเฟอร์เป็นส่วนประกอบอยู่มาก ในการเผาขยะติดเชื้อของเจ้าหน้าที่ประจำเตาเผาขยะติดเชื้อจะใส่ขยะชนิดดังกล่าวในช่วงแรกมากทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากขึ้นตามไปด้วย และการป้อนขยะติดเชื้อด้วยความถี่ที่มากกว่าจะพบว่าปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีปริมาณมากกว่าการป้อนขยะติดเชื้อแบบความถี่น้อย เนื่องมาจากความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อจะมีผลทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของอนุภาคที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ และทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศได้ดีกว่าทำให้เกิดเป็นก๊าซ

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ดีกว่า ทั้งนี้เมื่อผ่านช่วงต้นในการป้อนขยะติดเชื้อแล้ว พบว่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา

4) ออกไซด์ของไนโตรเจน คำนวณผลในรูปไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x as NO) เนื่องจากการตรวจวัดไม่พบ NO_2จึงพิจารณาค่า NO_xให้เท่ากับค่าของ NO

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 1 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 150 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุดคือ 120 ppm ต่ำสุดคือ 45 ppm และค่าเฉลี่ย 70 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มีค่าสูงที่สุดคือ 98 ppm ต่ำสุดคือ 23 ppm และค่าเฉลี่ย 58 ppm

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 2 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 250 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุดคือ 175 ppm ค่าต่ำสุดคือ 50 ppm และค่าเฉลี่ย 99.3 ppm

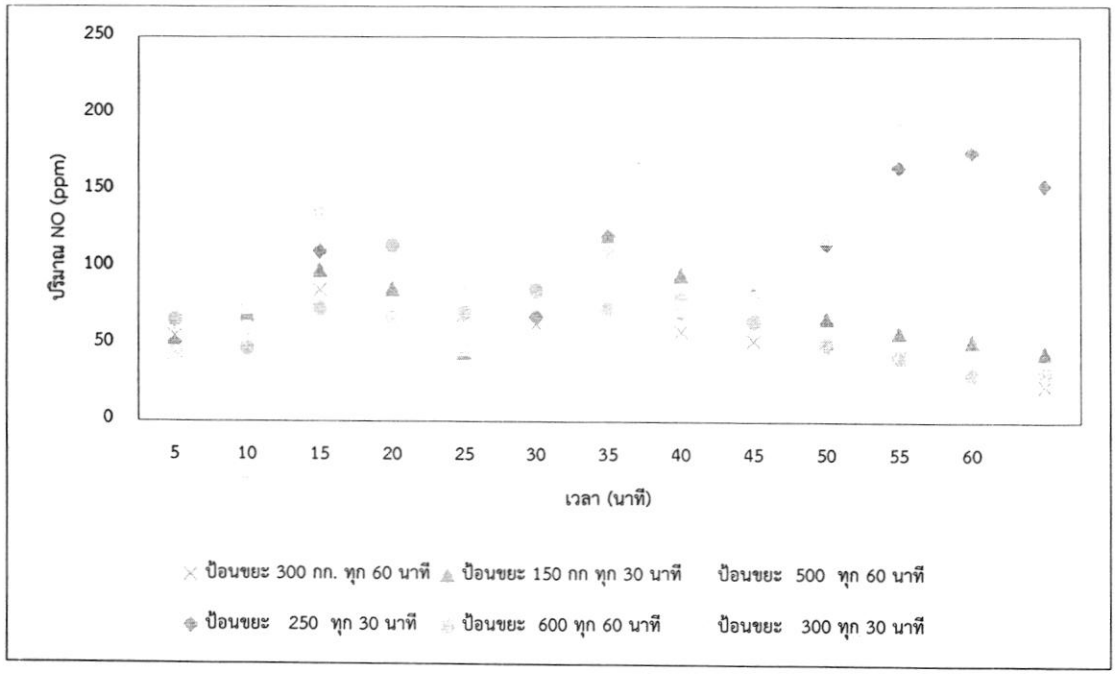
วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 500 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มีค่าสูงที่สุดคือ 98 ppm ต่ำสุดคือ 25 ppm และมีค่าเฉลี่ย 62.3 ppm

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุดคือ 196 ppm ต่ำสุดคือ 44 ppm และค่าเฉลี่ย 104 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 600 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที ผลการเก็บข้อมูลในช่วงนี้พบปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) มีค่าสูงที่สุดคือ 114 ppm ต่ำสุดคือ 32 ppm และค่าเฉลี่ย 63.6 ppm

ตามภาพที่ 4.10 ผลการศึกษา พบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานควบคุมการทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะมูลฝอยติดเชื้อกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีค่าไม่เกิน 180 ppm เนื่องจากอุณหภูมิเตาเผาไม่สูงมากเกินไปทำให้เกิดออกไซด์ของไนโตรเจนในปริมาณน้อยและอยู่ในค่ามาตรฐานที่กำหนด และการป้อนขยะติดเชื้อด้วยความถี่ที่มากกว่าจะพบว่าปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์มีปริมาณมากกว่าการป้อนขยะติดเชื้อแบบความถี่น้อย เนื่องมาจากความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อจะมีผลทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของอนุภาคที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ และทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศได้ดีกว่าทำให้เกิดเป็นก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ได้ดีกว่า



ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจนออกไซด์ที่เปลี่ยนตามเวลา

5) ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 1 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 150 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุดคือ 22.50 ppm ต่ำสุดคือ 4 ppm และค่าเฉลี่ย 12.2 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุดคือ 19.50 ppm ต่ำสุดคือ 2.4 ppm และค่าเฉลี่ย 9.2 ppm

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 2 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 250 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุดคือ 22.5 ppm ต่ำสุดคือ 2.5 ppm และค่าเฉลี่ย 12.13 ppm

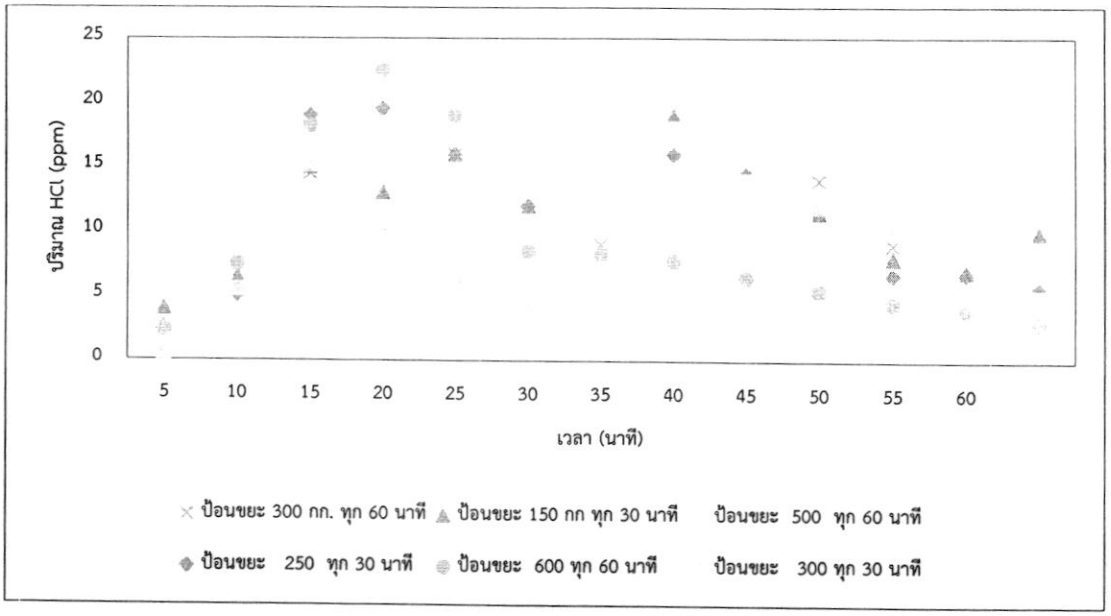
วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 500 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุดคือ 22.5 ppm ต่ำสุดคือ 2.4 ppm และค่าเฉลี่ย 9.44 ppm

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุด คือ 22.5 ppm ต่ำสุดคือ 0.4 ppm และค่าเฉลี่ย 9.85 ppm

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 600 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที พบว่ามีค่าสูงที่สุด คือ 22.5 ppm ต่ำสุดคือ 2.4 ppm และค่าเฉลี่ย 9 ppm

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซไฮโดรคลอไรด์ (HCl) จากการทดลองป้อนขยะ และจากการทดลองป้อนขยะ ภาพที่ 4.11 ปริมาณไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาพบว่าปริมาณก๊าซไฮโดรคลอไรด์ (HCl) มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานควบคุมการทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะมูลฝอยติดเชื้อของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีค่าไม่เกิน 25 ppm



ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการการป้อนและความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อกับก๊าซไฮโดรคลอไรด์ (HCl) ที่เปลี่ยนตามเวลา

6) อนุภาคขนาดเล็ก (Total Suspended Particulate: TSP)

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 1 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 150 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าความเข้มข้น 2,350 mg/m^3

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที พบว่ามีค่าความเข้มข้น 980 mg/m^3

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 2 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 250 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าความเข้มข้น 2,520 mg/m^3

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 500 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที มีค่าความเข้มข้น 1,105 mg/m^3

ผลการทดลองชุดการทดลองที่ 3 ทดสอบการเผาขยะติดเชื้อปริมาณ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

วิธีที่ 1 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัม ทุก ๆ 30 นาที พบว่ามีค่าความเข้มข้น 2,780 mg/m^3

วิธีที่ 2 ทำการป้อนขยะติดเชื้อ 600 กิโลกรัม ทุก ๆ 60 นาที มีค่าความเข้มข้น 1,235 mg/m^3

ผลการทดลองตรวจวัดอนุภาคขนาดเล็ก (Total Suspended Particulate) TSP สรุปได้ตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลการตรวจวัดอนุภาคขนาดเล็ก (Total Suspended Particulate: TSP)

อัตราการป้อนขยะติดเชื้อ (กก.)	ความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อ (นาที)	ผลการตรวจวัดปริมาณอนุภาคขนาดเล็ก (mg/m^3)			หมายเหตุ
		ช่วงป้อนขยะ	ช่วงหลังการป้อนขยะ	รวม	
150	30	2,258	92	2,350	
300	60	904	76	980	
250	30	2,422	98	2,520	
500	60	1,023	82	1,105	
300	30	2,678	102	2,780	
600	60	1,149	86	1,235	

หมายเหตุ: ช่วงป้อนขยะติดเชื้อเข้าเตาเผาจะใช้เวลาประมาณ 5-15 นาที

จากตารางที่ 4.12 พบว่าอนุภาคขนาดเล็ก (Total Suspended Particulate: TSP) ในช่วงของการป้อนขยะติดเชื้อสูงกว่ามาตรฐานควบคุมการทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แต่ผลการตรวจวัดช่วงหลังการป้อนขยะแล้วมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และความถี่ในการป้อนขยะติดเชื้อจะส่งผลต่อปริมาณอนุภาคขนาดเล็ก เนื่องจากในช่วง

ของการป้อนขยะติดเชื้อจะมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำเกิดอนุภาคขนาดเล็กจำนวนมาก ช่วงหลังจากการป้อนขยะติดเชื้อแล้วภายในเตาเผาเกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ทำให้อนุภาคขนาดเล็กมีค่าลดลงจนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

บทที่ 5
สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาเทศบาลเมืองวารินชำราบทั้งสามระยะสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ รายละเอียดตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์การศึกษาการกำจัดขยะติดเชื้อด้วยเตาเผาเทศบาลเมืองวารินชำราบ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1	การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2	การดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3
1. ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ (กก.)	ปี 2555 477,473 ปี 2556 1,050,492 ปี 2557 1,112,459	1,043,600	1,151,241
2. อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ (กก./ชม.)	ปี 2555 307.78 ปี 2556 270.83 ปี 2557 249.17	238.26	479.68
3. อัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาระบบ (บาท/กก.)	ปี 2555 1.01 ปี 2556 2.09 ปี 2557 2.37	0.66	0.81
4. อัตราการปลดปล่อยมลภาวะอากาศ	CO_2 7.18 % NO_xas NO 0.36 g/s SO_2 N.D HCl 0.015 g/s TSP 0.044 g/s	HCl 0.184 g/s TSP 0.088 g/s	CO_2 13.3% NO_xas NO 0.0011g/s SO_2 0.0196 g/s HCl 0.024 g/s TSP 0.0814 g/s

จากตารางที่ 5.1 พบว่าการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3 เหมาะสมกับเทศบาลเมืองวารินชำราบมากที่สุด ทั้งด้านปริมาณและอัตราการกำจัดที่สามารถกำจัดขยะติดเชื้อได้มาก เพียงพอต่อปริมาณขยะติดเชื้อที่ให้บริการ อีกทั้งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาไม่สูงเกินไปอย่างไรก็ตามพบว่า

ความเข้มข้นของมลภาวะอากาศจะมีค่าสูงในช่วงต้นของการเผาขยะติดเชื้อในแต่ละรอบการป้อน แต่จะมีค่าลดลงและผ่านค่ามาตรฐานเมื่อเวลาในการเผาผ่านไปประมาณ 15 นาที ดังนั้นการลดความถี่ในการป้อน สามารถช่วยลดความเข้มข้นของมลภาวะอากาศที่เกิดขึ้นได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการดำเนินการกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3

5.2.1 การจุดเตาเผาครั้งแรกควรป้อนขยะให้ได้จำนวนมากเพื่อลดความถี่ในการป้อนขยะ

5.2.2 ควรมีการเฉลี่ยขยะจำพวกถุงมือยางพลาสติกกระปุกน้ำเกลือให้กระจายตลอดการเผา เพราะถ้าเราเผาพร้อมกันจะทำให้เกิดมลพิษมาก

5.2.3 ในระหว่างการป้อนขยะจะมีการเปิดเตาเผาขยะทำให้ฝุ่นควันฟุ้งกระจายบริเวณรอบ ๆ เตาเผาควรจะมีการติดตั้งเครื่องป้อนขยะอัตโนมัติเพื่อลดปริมาณฝุ่นควันที่เกิดขึ้น

5.2.4 ไม่ควรพลิกขยะบ่อยเกินไปเพราะการพลิกขยะแต่ละครั้งจำเป็นต้องเปิดเตาเผาเพื่อใช้เครื่องมือพลิกขยะทำให้ฝุ่นควันฟุ้งกระจายออกมาภายนอกเตา

5.2.5 ควรมีการศึกษาความเป็นไปได้ในการติดตั้งเครื่องป้อนขยะอัตโนมัติเพื่อใช้ในการป้อนขยะในการทดลองครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ (2546). "ค่ามาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาขยะติดเชื้อ", **กฎหมายและมาตรฐาน**. http://www.pcd.go.th/. 1 ธันวาคม, 2559.

_____. "รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2559", **การบริหารจัดการมลพิษ**. http://www.pcd.go.th/. 1 สิงหาคม, 2559.

กระทรวงสาธารณสุข. **กฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545**. กรุงเทพมหานคร: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2545.

_____. **รายงานผลการศึกษาการบริหารจัดการมูลฝอยติดเชื้อแบบศูนย์รวม**. นนทบุรี: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2550.

กรุงเทพมหานคร. **รายงานเรื่อง มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ประจำปีงบประมาณ 2533**. กรุงเทพมหานคร: กองวิชาการสำนักรักษาความสะอาด กรุงเทพมหานคร, 2533.

จาตุรงค์ บุญสิน. **การจัดการมูลฝอยติดเชื้อของกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2550.

จารุพงศ์ บุญ-หลง. **พิษวิทยาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.

เทศบาลเมืองวารินชำราบ. **รายงานการจัดการขยะมูลฝอยและมูลฝอยติดเชื้อ ประจำปี 2555-2559**. อุบลราชธานี: กองช่างสุขาภิบาล เทศบาลเมืองวารินชำราบ, 2559.

ธเรศ ศรีสถิต. **วิศวกรรมการจัดการมูลฝอยชุมชน**. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

นพภาพร พานิช และคณะ. **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ**. กรุงเทพมหานคร: กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547.

เมธา รุ่งฤทัยวัฒน์. "บทบาทขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ", **สาธารณสุขรวมใจท้องถิ่นต้านภัยมูลฝอยติดเชื้อ**. http://env.anamai.moph.go.th/ewt_news.php?nid=383. 1 เมษายน, 2556.

วิรัตน์ แก้วบุญชู. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของบุคลากรสาธารณสุขในศูนย์สุขภาพจังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2552.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศูนย์อนามัยที่ 7 อุบลราชธานี. **สถานการณ์การจัดการมูลฝอยติดเชื้อเขตเทศบาลนคร/เมืองตาม พรบ.การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ในพื้นที่รับผิดชอบศูนย์อนามัยที่ 7 อุบลราชธานี.** อุบลราชธานี: ศูนย์อนามัยที่ 7 อุบลราชธานี, 2547.

สมรัฐ เกิดสุวรรณ. **รายงานการวิจัยการออกแบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อแบบควบคุมอากาศขนาด 50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

สมหวัง ด่านชัยวิจิตร. **วิธีการป้องกันโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.

สุคนธ์ เจียร์สกุล. **การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ: สถานการณ์และระบบบริหารจัดการที่เหมาะสม สำหรับประเทศไทย**. นนทบุรี: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2545.

สุดาลักษณ์ โมรัษเฐียร. 2550. **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการคัดแยกขยะติดเชื้อของพยาบาลในโรงพยาบาลร้อยเอ็ด**. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2550.

สุธี กุลวงศ์. **การทำนายการแพร่กระจายของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อโรงพยาบาลค่ายสรรพสิทธิประสงค์โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ AERMOD**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2550.

สุรชัย ป่ายปาน. **แนวทางการจัดการมูลฝอยติดเชื้อในโรงพยาบาลชุมชน: กรณีศึกษาโรงพยาบาลโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2544.

เสกสรรค์ สุทธิสงค์. **การประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะติดเชื้อโรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.

Calvin R. Brunner. **Medical Waste Disposal**. Ner York: Incinarator Consultants Incorporrated, 1996.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดยโสธร

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้บริการ
1	โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชเลิงนกทา
2	โรงพยาบาลไทยเจริญ
3	โรงพยาบาลกุดชุม
4	โรงพยาบาลนายแพทย์หาญ
5	บริษัท ยโสธรรวมแพทย์ จำกัด
6	โรงพยาบาลทรายมูล
7	โรงพยาบาลคำเขื่อนแก้ว
8	โรงพยาบาลค้อวัง
9	โรงพยาบาลยโสธร

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดมุกดาหาร

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้บริการ
1	โรงพยาบาลคำชะอี
2	โรงพยาบาลหนองสูง
3	โรงพยาบาลนิคมคำสร้อย
4	โรงพยาบาลดอนตาล
5	โรงพยาบาลหว้านใหญ่
6	โรงพยาบาลมุกดาหาร
7	โรงพยาบาลมุกดาหารอินเตอร์

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดอำนาจเจริญ

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้บริการ
1	โรงพยาบาลเสนางคนิคม
2	โรงพยาบาลลืออำนาจ
3	โรงพยาบาลพนา
4	โรงพยาบาลชานุมาน
5	โรงพยาบาลม่วงสามสิบ
6	โรงพยาบาลปทุมราชวงศ์สา

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดศรีสะเกษ

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้บริการ
1	โรงพยาบาลศรีสะเกษ
2	โรงพยาบาลราษีไศล
3	โรงพยาบาลศรีรัตนะ
4	โรงพยาบาลน้ำเกลี้ยง
5	โรงพยาบาลวังหิน
6	โรงพยาบาลอุทุมพรพิสัย
7	โรงพยาบาลเมืองจันทร์
8	โรงพยาบาลกันทรารมย์
9	โรงพยาบาลขุนหาญ
10	โรงพยาบาลบึงบูรพ์
11	โรงพยาบาลห้วยทับทัน
12	โรงพยาบาลเบญจลักษณ์
13	โรงพยาบาลประชารักษ์ศรีสะเกษ
14	โรงพยาบาลไพรบึง
15	โรงพยาบาลปรางค์กู่
16	โรงพยาบาลพยุห์

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้บริการ
1	โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์
2	โรงพยาบาลวารินชำราบ
3	โรงพยาบาลตระการพืชผล
4	โรงพยาบาลตาลสุม
5	โรงพยาบาลโขงเจียม
6	โรงพยาบาลนาตาล
7	โรงพยาบาลพิบูลมังสาหาร
8	โรงพยาบาลศรีเมืองใหม่
9	โรงพยาบาลเขมราฐ
10	โรงพยาบาลม่วงสามสิบ
11	โรงพยาบาลสำโรง
12	โรงพยาบาลสิรินธร
13	โรงพยาบาลมะเร็ง อุบลราชธานี
14	ศูนย์อนามัยที่ 7 อุบลราชธานี
15	สนง.ป้องกันควบคุมโรคที่ 7 อุบลราชธานี
16	โรงพยาบาลเอกชนร่มเกล้า
17	โรงพยาบาลอุบลรักษ์ธนบุรี
18	โรงพยาบาลราชเวชอุบลราชธานี
19	บริษัท อุบลพยาธิแลบ จำกัด
20	โรงพยาบาลสว่างวีระวงษ์
21	โรงพยาบาลเหล่าเสือโก้ก
22	โรงพยาบาลโพธิ์ไทร
23	โรงพยาบาลพระศรีมหาโพธิ์
24	ศูนย์บริการโลหิต
25	โรงพยาบาลดอนมดแดง
26	โรงพยาบาลกุดข้าวปุ้น

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี (ต่อ)

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้บริการ
27	หจก.พาโธเวิร์ก
28	อุบลเซ็นทรัล แลบ
29	คลินิกทันตกรรมบ้าน ฟ.ฟัน
30	โรงพยาบาลเขื่องใน
31	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์อุบลราชธานี
32	โรงพยาบาล 50 พรรษา มหาวชิราลงกรณ

รายชื่อหน่วยงานที่ใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด

จังหวัด	โรงพยาบาลรัฐ	โรงพยาบาลเอกชน	คลินิก
ยโสธร	โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชเลิงนกทา โรงพยาบาลไทยเจริญ โรงพยาบาลกุดชุม โรงพยาบาลนายแพทย์หาญ บริษัท ยโสธรรวมแพทย์ จำกัด โรงพยาบาลทรายมูล โรงพยาบาลคำเขื่อนแก้ว โรงพยาบาลค้อวัง โรงพยาบาลยโสธร	โรงพยาบาลนายแพทย์หาญ บริษัท ยโสธรรวมแพทย์ จำกัด	
มุกดาหาร	โรงพยาบาลคำชะอี โรงพยาบาลหนองสูง โรงพยาบาลนิคมคำสร้อย โรงพยาบาลดอนตาล โรงพยาบาลหว้านใหญ่ โรงพยาบาลมุกดาหาร	โรงพยาบาลมุกดาหารอินเตอร์	

รายชื่อหน่วยงานที่ใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด (ต่อ)

จังหวัด	โรงพยาบาลรัฐ	โรงพยาบาลเอกชน	คลินิก
อำนาจเจริญ	โรงพยาบาลเสนางคนิคม โรงพยาบาลลืออำนาจ โรงพยาบาลพนา โรงพยาบาลชานุมาน โรงพยาบาลม่วงสามสิบ โรงพยาบาลปทุมราชวงศ์สา		
ศรีสะเกษ	โรงพยาบาลศรีสะเกษ โรงพยาบาลราษีไศล โรงพยาบาลศรีรัตนะ โรงพยาบาลน้ำเกลี้ยง โรงพยาบาลวังหิน โรงพยาบาลอุทุมพรพิสัย โรงพยาบาลเมืองจันทร์ โรงพยาบาลกันทรารมย์ โรงพยาบาลขุนหาญ โรงพยาบาลบึงบูรพ์ โรงพยาบาลห้วยทับทัน โรงพยาบาลเบญจลักษณ์ โรงพยาบาลประชารักษ์ศรีสะเกษ โรงพยาบาลไพรบึง โรงพยาบาลปรางค์กู่ โรงพยาบาลพยุห์	โรงพยาบาลประชารักษ์ศรีสะเกษ	

รายชื่อหน่วยงานที่ใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด (ต่อ)

จังหวัด	โรงพยาบาลรัฐ	โรงพยาบาลเอกชน	คลินิก
อุบลราชธานี	โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์ โรงพยาบาลวารินชำราบ โรงพยาบาลตระการพืชผล โรงพยาบาลตาลสุม โรงพยาบาลโขงเจียม โรงพยาบาลนาตาล โรงพยาบาลพิบูลมังสาหาร โรงพยาบาลศรีเมืองใหม่ โรงพยาบาลเขมราฐ โรงพยาบาลม่วงสามสิบ โรงพยาบาลสำโรง โรงพยาบาลสิรินธร โรงพยาบาลมะเร็ง อุบลราชธานี ศูนย์อนามัยที่ 7 อุบลราชธานี สนง.ป้องกันควบคุมโรคที่ 7 อุบลฯ โรงพยาบาลเอกชนร่มเกล้า โรงพยาบาลอุบลรักษ์ธนบุรี โรงพยาบาลราชเวชอุบลราชธานี บริษัท อุบลพยาธิแลบ จำกัด โรงพยาบาลสว่างวีระวงษ์ โรงพยาบาลเหล่าเสือโก้ก โรงพยาบาลโพธิ์ไทร โรงพยาบาลพระศรีมหาโพธิ์ ศูนย์บริการโลหิต โรงพยาบาลดอนมดแดง โรงพยาบาลกุดข้าวปุ้น	โรงพยาบาลเอกชนร่มเกล้า โรงพยาบาลอุบลรักษ์ธนบุรี โรงพยาบาลราชเวชอุบลฯ	บริษัท อุบลพยาธิแลบ จำกัด หจก.พาโธเวิร์ก อุบลเซ็นทรัล แลบ คลินิกทันตกรรมบ้าน ฟ.ฟัน

รายชื่อหน่วยงานที่ใช้บริการกำจัดขยะติดเชื้อแยกตามประเภทแหล่งกำเนิด (ต่อ)

จังหวัด	โรงพยาบาลรัฐ	โรงพยาบาลเอกชน	คลินิก
อุบลราชธานี	โรงพยาบาลเขื่องใน ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์อุบลราชธานี โรงพยาบาล 50 พรรษา มหาวชิราลงกรณ์		

หน่วยงานที่ใช้บริการกำจัดมูลฝอยติดเชื้ออย่างเดียว

จังหวัด	หน่วยงานที่ร่วมใช้
อุบลราชธานี	เทศบาลนครอุบลราชธานี หจก.ก้องฟ้า หจก.เค.วาย คอนสตรัคชั่น
ศรีสะเกษ	-
ยโสธร	-
อำนาจเจริญ	-
มุกดาหาร	-

ภาคผนวก ข
การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 1

หน่วยงานที่ใช้บริการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่กำจัด (กิโลกรัม)		
		2555	2556	2557
1	เทศบาลนครอุบลราชธานี	9,766.00	13,429.00	16,537.00
2	หจก.ก้องฟ้า	66,889.00	25,460.00	-
3	หจก.เค.วาย คอนสตรัคชั่น	55,638.00	103,900.00	66,146.00
	รวม	**132,293.00**	**142,789.00**	**82,683.00**

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดอำนาจเจริญ

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนและกำจัด (กิโลกรัม)		
		2555	2556	2557
1	โรงพยาบาลเสนางคนิคม	2,035.00	5,255.00	5,652.00
2	โรงพยาบาลลืออำนาจ	1,845.00	3,620.00	3,581.00
3	โรงพยาบาลพนา	1,002.00	4,682.00	4,169.00
4	โรงพยาบาลชานุมาน	0	0	0
	รวม	**4,882.00**	**13,557.00**	**13,402.00**

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดมุกดาหาร

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนและกำจัด (กิโลกรัม)		
		2555	2556	2557
1	โรงพยาบาลคำชะอี	1,451.00	4,399.00	4,778.00
2	โรงพยาบาลหนองสูง	469	3,148.00	2,730.00
3	โรงพยาบาลนิคมคำสร้อย	1,752.00	4,765.00	4,473.00
4	โรงพยาบาลดอนตาล	412	4,718.00	5,457.00
5	โรงพยาบาลหว้านใหญ่	123	2,700.00	2,937.00
6	โรงพยาบาลมุกดาหาร	21,939.00	64,611.00	68,226.00
7	โรงพยาบาลมุกดาหารอินเตอร์	0	6,451.00	9,485.00
	รวม	**26,146.00**	**90,792.00**	**98,086.00**

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดยโสธร

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนและกำจัด (กิโลกรัม)		
		2555	2556	2557
1	โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชเลิงนกทา	5,033.00	16,900.00	17,570.00
2	โรงพยาบาลไทยเจริญ	915	2,784.00	2,694.00
3	โรงพยาบาลกุดชุม	524	7,374.00	7,444.00
4	โรงพยาบาลนายแพทย์หาญ	4,225.00	7,079.00	7,176.00
5	บริษัท ยโสธรรวมแพทย์ จำกัด	851	1,833.00	2,137.00
6	โรงพยาบาลทรายมูล	0	2,652.00	3,625.00
7	โรงพยาบาลคำเขื่อนแก้ว	0	1,281.00	6,410.00
8	โรงพยาบาลค้อวัง	0	0	374
	รวม	**11,548.00**	**39,903.00**	**47,430.00**

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดศรีสะเกษ

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนและกำจัด (กิโลกรัม)		
		2555	2556	2557
1	โรงพยาบาลศรีสะเกษ	0	102,550.00	123,516.00
2	โรงพยาบาลราษีไศล	5,369.00	13,297.00	15,512.00
3	โรงพยาบาลศรีรัตนะ	4,233.00	10,422.00	10,584.00
4	โรงพยาบาลน้ำเกลี้ยง	2,703.00	6,426.00	6,091.00
5	โรงพยาบาลวังหิน	2,481.00	7,894.00	6,699.00
6	โรงพยาบาลอุทุมพรพิสัย	1,331.00	18,008.00	16,132.00
7	โรงพยาบาลเมืองจันทร์	671	4,364.00	3,836.00
8	โรงพยาบาลกันทรารมย์	0	8,191.00	11,702.00
9	โรงพยาบาลขุนหาญ	0	11,916.00	14,169.00
10	โรงพยาบาลบึงบูรพ์	0	2,379.00	3,135.00
11	โรงพยาบาลห้วยทับทัน	0	3,307.00	5,387.00
12	โรงพยาบาลเบญจลักษณ์	0	6,976.00	7,911.00
13	โรงพยาบาลประชารักษ์ศรีสะเกษ	0	1,660.00	4,723.00
14	โรงพยาบาลไพรบึง	0	0	5,688.00
15	โรงพยาบาลปรางค์กู่	0	0	6,482.00
16	โรงพยาบาลพยุห์	0	0	1,375.00
	รวม	16,788.00	197,390.00	242,942.00

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนและกำจัด (กิโลกรัม)		
		2555	2556	2557
1	โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์	182,542.00	326,293.00	351,667.00
2	โรงพยาบาลวารินชำราบ	26,736.00	37,600.00	42,646.00
3	โรงพยาบาลตระการพืชผล	13,070.00	19,542.00	17,935.00
4	โรงพยาบาลตาลสุม	3,052.00	4,004.00	3,508.00
5	โรงพยาบาลโขงเจียม	2,542.00	4,110.00	3,992.00
6	โรงพยาบาลนาตาล	1,863.00	3,235.00	3,707.00
7	โรงพยาบาลพิบูลมังสาหาร	9,664.00	23,174.00	23,616.00
8	โรงพยาบาลศรีเมืองใหม่	4,749.00	8,089.00	7,769.00
9	โรงพยาบาลเขมราฐ	5,321.00	13,237.00	12,921.00
10	โรงพยาบาลม่วงสามสิบ	3,366.00	13,021.00	12,308.00
11	โรงพยาบาลสำโรง	907	6,257.00	6,791.00
12	โรงพยาบาลสิรินธร	347	4,317.00	3,971.00
13	โรงพยาบาลมะเร็ง อุบลราชธานี	5,326.00	33,907.00	32,964.00
14	ศูนย์อนามัยที่ 7 อุบลราชธานี	2,201.00	1,322.00	1,220.00
15	สนง.ป้องกันควบคุมโรคที่ 7 อุบลราชธานี	1,688.00	2,291.00	2,640.00
16	โรงพยาบาลเอกชนร่มเกล้า	1,215.00	2,252.00	1,692.00
17	โรงพยาบาลอุบลรักษ์ธนบุรี	8,468.00	18,701.00	24,554.00
18	โรงพยาบาลราชเวชอุบลราชธานี	1,226.00	4,825.00	8,125.00
19	บริษัท อุบลพยาธิแลบ จำกัด	1,701.00	5,122.00	5,774.00
20	โรงพยาบาลสว่างวีระวงษ์	0	606	3,292.00
21	โรงพยาบาลเหล่าเสือโก้ก	0	444	2,048.00
22	โรงพยาบาลโพธิ์ไทร	0	0	2,447.00
23	โรงพยาบาลพระศรีมหาโพธิ์	0	0	1,765.00
24	ศูนย์บริการโลหิต	0	0	3,382.00

หน่วยงานที่ใช้บริการเก็บขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตจังหวัดอุบลราชธานี (ต่อ)

ลำดับ	หน่วยงานที่ร่วมใช้	ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บขนและกำจัด (กิโลกรัม)		
		2555	2556	2557
25	โรงพยาบาลดอนมดแดง	0	0	2,872.00
26	โรงพยาบาลกุดข้าวปุ้น	0	0	0
27	หจก.พาโธเวิร์ก	724	2,230.00	2,981.00
28	อุบลเซ็นทรัล แลบ	29	446	456
29	คลินิกทันตกรรมบ้าน ฟ.ฟัน	0	182	101
30	โรงพยาบาลเขื่องใน	246	8,247.00	15,845.00
31	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ อุบลราชธานี	0	384	749
32	โรงพยาบาล 50 พรรษา มหา วชิราลงกรณ	8,833.00	22,223.00	24,178.00
	รวม	285,816.00	566,061.00	627,916.00

รวมปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ

ปี	2555	2556	2557
รวมปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ (กก./วัน)	477,473.00	1,050,492.00	1,112,459.00
ค่าเฉลี่ยการกำจัดขยะติดเชื้อ (กก./วัน)	1,308.15	2,878.10	3,047.84

รายงานค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและบำรุงรักษาเตาเผา ปี 2555-2557

รายการ	ปีงบประมาณที่ดำเนินการ		
	2555	2556	2557
ค่าซ่อมเครื่องจักร	140,000.00	1,600,000.00	1,985,581.00
ค่าไฟฟ้า	350,000.00	390,000.00	411,885.00
ค่าเชื้อเพลิงแก๊ซ	42,000.00	210,000.00	243,934.00
รวม	**532,000.00**	**2,200,000.00**	**2,641,400.00**
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และบำรุงรักษาเฉลี่ย	1.11 บาท/กก.	2.09 บาท/กก.	2.37 บาท/กก.

SGS

รายงานเลขที่ : 2010-00730 / 004 (หน้า 5 จาก 5) วันที่รายงานผล : 3 ธันวาคม 2553

ลูกค้า : บริษัท ราชาอีควิปเมนท์ จำกัด
(เตาเผาระยะสิดเรี้ยแบบหมุนพร้อมระบบบำบัดมลภาวะทางอากาศ เทศบาลเมืองวารินชำราบ)

บุคคลติดต่อ : คุณรยพร โมราบุตร

ที่อยู่ : 88 ถนนพิชัย แขวงคุลิต เขตคุลิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ : 02-243-6215-7, 02-669-1192-3, 081-843-7942 โทรสาร : 02-241-1839
อีเมล์ - c_moraboot@hotmail.com

รายงานผลการตรวจวัด

ชนิดตัวอย่าง : สารโลหะกรินและฝุ่นราน วันที่เก็บตัวอย่าง : 19 พฤศจิกายน 2553

สถานที่เก็บตัวอย่าง : เตาเผาระยะสิดเรี้ยแบบหมุน ฯ. เวลาเก็บตัวอย่าง : 14.55-16.55
เทศบาลเมืองวารินชำราบ, จังหวัดอุบลราชธานี

ชื่อสารประกอบ	ปริมาณ (ng/m³)	TEF	ผลการตรวจวัด		มาตรฐาน* (ngTEQ/m³)
			ปริมาณออกซิเจนที่สภาวะปกติ (ngTEQ/m³)	ปริมาณออกซิเจนส่วนเกินร้อยละ 7 (ngTEQ/m³)	
2,3,7,8-TCDF	0.0471	0.1	0.0047	0.0092	-
2,3,7,8-TCDD	0.0029	1	0.0029	0.0056	-
1,2,3,7,8-PeCDF	0.0706	0.05	0.0035	0.0069	-
2,3,4,7,8-PeCDF	0.1000	0.5	0.0500	0.0979	-
1,2,3,7,8-PeCDD	0.0088	0.5	0.0044	0.0086	-
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.0588	0.1	0.0059	0.0115	-
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.0706	0.1	0.0071	0.0136	-
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.0435	0.1	0.0044	0.0085	-
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.0000	0.1	0.0000	0.0000	-
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.0000	0.1	0.0000	0.0000	-
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.0065	0.1	0.0006	0.0013	-
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.0044	0.1	0.0004	0.0009	-
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.1647	0.01	0.0016	0.0032	-
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.0000	0.01	0.0000	0.0000	-
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.0312	0.01	0.0003	0.0006	-
OCDF	0.1059	0.001	0.0001	0.0002	-
OCDD	0.0000	0.001	0.0000	0.0000	-
โดออกรินและฟูราน-TEQ	0.72	-	0.09	0.17	≯0.5

หมายเหตุ :
- ปริมาตรก๊าซที่ปล่อยในอากาศให้คำนวณที่ความดัน 1 บรรยากาศมาตรฐาน ที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง และมีปริมาณออกซิเจนส่วนเกิน (Excess oxygen) ร้อยละ 7
- ตรวจวิเคราะห์โดยบริษัท ซีจีเอส (ประเทศมาเลเซีย) จำกัด
- TEQ (Toxicity Equivalence): ค่าคำนวณผลการตรวจวัดในรูปของหน่วยความเข้มข้นเทียบเคียงความเป็นพิษต่อมนุษย์ โดยการใช้ Toxicity Equivalence Factors (TEF)
- TEF (Toxicity Equivalence Factors): ค่าที่ใช้เทียบเคียงความเป็นพิษ อ้างอิงตาม U.S. EPA Standard

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอย ลงวันที่ 25 กันยายน 2548

(คิริพร อิ่มวิไลวรรณ)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-1793

บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด

(เทพลิน ยมนา)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-333

TY,NI,PT/Yp

E001122

Generated by CamScanner from intsig.com

SGS

รายงานเลขที่ : 2010-00730 / 004 (หน้า 4 จาก 5) วันที่รายงานผล : 3 ธันวาคม 2553

ลูกค้า : บริษัท ราชาซีควิปเมนท์ จำกัด
(เตาเผาขยะติดเชื้อแบบหมุนพร้อมระบบบำบัดมลภาวะทางอากาศ เทศบาลเมืองวารินชำราบ)

บุคคลติดต่อ : คุณชยพร โมราบุตร

ที่อยู่ : 88 ถนนพิรัช แขวงคูคต เขตคูคต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ : 02-243-6215-7, 02-669-1192-3, 081-843-7942 โทรสาร : 02-241-1839
อีเมล์ – c_morabootra@hotmail.com

รายงานผลการตรวจวัด

ชนิดตัวอย่าง : สารไดออกซินและฟูราน วันที่เก็บตัวอย่าง : 19 พฤศจิกายน 2553

สถานที่เก็บตัวอย่าง : เตาเผาขยะติดเชื้อแบบหมุน ฯ, เทศบาลเมืองวารินชำราบ, จังหวัดอุบลราชธานี เวลาเก็บตัวอย่าง : 14.55-16.55

รีดสารประกอบ	ผลการตรวจวัด (ng/m^3)		มาตรฐาน[1]
	ปริมาณออกซิเจนที่สภาวะปกติ	ปริมาณออกซิเจนส่วนเกินร้อยละ 7	
Sum Tetra CDD	0.177	0.346	-
Sum Penta CDD	0.094	0.184	-
Sum Hexa CDD	0.118	0.230	-
Sum Hepta CDD	0.059	0.115	-
Sum Tetra CDF	5.295	10.367	-
Sum Penta CDF	2.118	4.147	-
Sum Hexa CDF	0.824	1.613	-
Sum Hepta CDF	0.288	0.564	-
OCDD	0.000	0.000	-
OCDF	0.106	0.207	-
ไดออกซินและฟูราน (รวม)	9.08	17.77	-

หมายเหตุ : - การวัดค่าสารเจือปนในอากาศให้คำนวณเทียบที่ความดัน 1 บรรยากาศหรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง และปริมาณออกซิเจนส่วนเกิน (Excess oxygen) ร้อยละ 7
- ตรวจวิเคราะห์โดยห้องปฏิบัติการ ณ บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาและมูลฝอยติดเชื้อ ลงวันที่ 25 ธันวาคม 2546

Sirip L.
(ศิริพร ชิมวิไลวรรณ)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-1793

บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด

Thepsan Y
(เทพสัน ยมนา)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-333

TY/NLPT/Yp

E0011121

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at http://www.sgs.com/terms_e-document.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of client's instruction, if any. The Company's sole responsibility is to its client and this document does not exempt parties to any transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced, except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

Environmental Services 100 Nanglinchee Road Chongnonsee Yannawa Bangkok 10120
t +66 (0)2 678 18 13 f +66 (0)2 678 15 45 www.sgs.com

Generated by CamScanner from intsig.com

SGS

รายงานเลขที่ : 2010-00730 / 004 (หน้า 3 จาก 5) วันที่รายงานผล : 3 ธันวาคม 2553

ลูกค้า : บริษัท ราราธิควิโปเมนท์ จำกัด
(เตาเผาขยะติดเชื้อแบบกะบุมพร้อมระบบบำบัดมลภาวะทางอากาศ เทศบาลเมืองวารินชำราบ)

บุคคลติดต่อ : คุณรยทร โมราบุตร
ที่อยู่ : 88 ถนนทีวัย แขวงคลองตัน เขตคลองตัน กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ : 02-243-6215-7, 02-669-1192-3, 081-843-7942 โทรสาร : 02-241-1839
อีเมล์ - c_morabootra@hotmail.com

รายงานผลการตรวจวัด

ชนิดตัวอย่าง : สารไดออกรินและฟูราน วันที่เก็บตัวอย่าง : 19 พฤศจิกายน 2553
สถานที่เก็บตัวอย่าง : เตาเผาขยะติดเชื้อแบบกะบุม ฯ. เวลาเก็บตัวอย่าง : 14.55-16.55
เทศบาลเมืองวารินชำราบ, จังหวัดอุบลราชธานี

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลการตรวจวัด	มาตรฐาน[1]	Analytical Method
ชนิดของเชื้อเพลิง	-	แก๊สแอลพีจี	-	-
ชนิดของขยะ	-	ขยะติดเชื้อ	-	-
อัตราการเผาไหม้	Kg/hr	350	-	-
เส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง	cm	58	-	-
อุณหภูมิของปล่อง	°C	56.0	-	-
อุณหภูมิของมิเตอร์	°C	34.7	-	-
ความเร็วลม	m/s	6.87	-	U.S.EPA Method 2
อัตราการไหลของอากาศในปล่อง	m^3/hr	4,982	-	
ความชื้น	%	15.86	-	U.S.EPA Method 4
ก๊าซออกซิเจน	%	13.8	-	U.S.EPA Method 3
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	%	7.18	-	
ไดออกรินและฟูราน (รวม)	ng/m^3	17.77	-	U.S.EPA Method 23
ไดออกรินและฟูราน (TEQ)	ng-TEQ/m^3	0.17	≥ 0.5	

หมายเหตุ :
- การวิเคราะห์ผลอยู่ในสภาวะที่ความดันเทียบที่ความดัน 1 บรรยากาศหรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง และปริมาณออกซิเจนส่วนเกิน (Excess oxygen) ร้อยละ 7
- TEQ (Toxicity Equivalence) : ค่าความเข้มข้นของสารพิษในรูปของหน่วยความเข้มข้นเทียบเท่าของความเป็นพิษต่อมนุษย์ โดยการใช้ Toxicity Equivalence Factors (TEF)
- ผลวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ ณ บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ฉบับที่ 25 ลงวันที่ 25 ธันวาคม 2546

Siripa I.
(สิริภา อึ่งวิโรจนะ)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-A-1793

บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด

Thepsan M.
(เทพสัน ยมนา)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-A-333

TY/NI P1/Yp

E001120

Generated by CamScanner from intsig.com

SGS

รายงานเลขที่ : 2010-00730 / 004 (หน้า 2 จาก 5) วันที่รายงานผล : 3 ธันวาคม 2553

ลูกค้า : บริษัท ราชาอีควิปเมนท์ จำกัด
(เตาเผาขยะติดเชื้อแบบหมุนพร้อมระบบบำบัดมลภาวะทางอากาศ เทศบาลเมืองวารินชำราบ)

บุคคลติดต่อ : คุณรอพร โมราบุตร

ที่อยู่ : 88 ถนนพิริยะ แขวงคุลิต เขตคุลิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ : 02-243-6215-7, 02-669-1192-3, 081-843-7942 โทรสาร : 02-241-1839
อีเมล์ – p_morabootra@hotmail.com

รายงานผลการตรวจวัด

ชนิดตัวอย่าง : คุณภาพอากาศจากปล่องระบาย (โลหะหนัก) วันที่เก็บตัวอย่าง : 19 พฤศจิกายน 2553
สถานที่เก็บตัวอย่าง : เตาเผาขยะติดเชื้อแบบหมุน ฯ. เวลาเก็บตัวอย่าง : 17.20-19.20 น.
เทศบาลเมืองวารินชำราบ, จังหวัดอุบลราชธานี

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลการตรวจวัด	มาตรฐาน*	Analytical Method
ชนิดของเชื้อเพลิง	-	แก๊สธรรมชาติ	-	-
ชนิดของขยะ	-	ขยะติดเชื้อ	-	-
อัตราการผาไหม้	Kg/hr	350	-	-
เส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง	cm.	58	-	-
อุณหภูมิของปล่อง	^{o}C	53.2	-	-
อุณหภูมิของมิเตอร์	^{o}C	30.7	-	-
ความเร็วลม	m/s	7.23	-	U.S.EPA Method 2
อัตราการไหลของอากาศในปล่อง	m^3/hr	5,325	-	
ความชื้น	%	15.26	-	U.S.EPA Method 4
ก๊าซออกซิเจน	%	13.80	-	U.S.EPA Method 3
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	%	7.18	-	
ปรอท (7 % O_2)	mg/Nm^3	0.03	>0.05	U.S.EPA Method 29
แคดเมียม (7 % O_2)	mg/Nm^3	N.D.	>0.05	
ตะกั่ว (7 % O_2)	mg/Nm^3	N.D.	>0.5	

หมายเหตุ :
- การวัดความเร็วปั่นในอากาศให้คำนวณเทียบที่ความดัน 1 บรรยากาศหรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง
- N (Normal Condition) = สภาวะปกติ
- N.D. = Not Detected (ตรวจไม่พบด้วยวิธีการทางห้องปฏิบัติการ)

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ลงวันที่ 25 กันยายน 2546

Sinpsm L
(ศิริพร ชิ้นวิไลวรรณ)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-1793

บริษัท ไซเทค (ประเทศไทย) จำกัด

Thepsen Y.
(เทพสิน ยมนา)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-333

TY:NIPT/Yp

E001119

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at http://www.sgs.com/terms_e-document.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of client's instruction, if any. The Company's sole responsibility is to its client and this document does not exempt parties to any transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

SGS (Thailand) Limited | Environmental Services 100 Nanglinchee Road Chongnonsee Yannawa Bangkok 10120
t +66 (0)2 679 18 13 f +66 (0)2 678 15 45 www.sgs.com

Generated by CamScanner from intsig.com

SGS

รายงานเลขที่ : 2010-00730 / 004 (หน้า 1 จาก 5) วันที่รายงานผล : 3 ธันวาคม 2553

ลูกค้า : บริษัท ราชาอีควิปเมนท์ จำกัด
(เตาเผาขยะติดเชื้อแบบหมุนพร้อมระบบบำบัดมลภาวะทางอากาศ เทศบาลเมืองวารินชำราบ)

บุคคลติดต่อ : คุณธรพร โมราบุตร

ที่อยู่ : 88 ถนนพิริยะ แขวงคุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
โทรศัพท์ : 02-243-6215-7, 02-669-1192-3, 081-843-7942 โทรสาร : 02-241-1839
อีเมล์ – c_morabootra@hotmail.com

รายงานผลการตรวจวัด

ชนิดตัวอย่าง : คุณภาพอากาศจากปล่องระบาย วันที่เก็บตัวอย่าง : 19 พฤศจิกายน 2553

สถานที่เก็บตัวอย่าง : เตาเผาขยะติดเชื้อแบบหมุน ฯ. เวลาเก็บตัวอย่าง : 11.10-14.15 น.
เทศบาลเมืองวารินชำราบ, จังหวัดอุบลราชธานี

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลการตรวจวัด	มาตรฐาน*	Analytical Method
ชนิดของเชื้อเพลิง	-	แก๊สแอลพีจี	-	-
ชนิดของขยะ	-	ขยะติดเชื้อ	-	-
อัตราการเผาไหม้	Kg/hr	350	-	-
เส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง	cm.	58	-	-
อุณหภูมิของปล่อง	°C	51.8	-	-
อุณหภูมิของมิเตอร์	°C	33.8	-	-
ความเร็วลม	m/s	7.07	-	U.S.EPA Method 2
อัตราการไหลของอากาศในปล่อง	m^3/hr	5,197	-	
ความชื้น	%	15.75	-	U.S.EPA Method 4
ก๊าซออกซิเจน	%	13.60	-	U.S.EPA Method 3
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	%	7.18	-	
ฝุ่นละอองรวม (7 % O_2)	mg/Nm^3	30.91	≯120	U.S.EPA Method 5
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (7 % O_2)	ppm	N.D.	≯30	U.S.EPA Method 6
ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (7 % O_2)	ppm	96.73	≯180	U.S.EPA Method 7
ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (7 % O_2)	ppm	7.44	≯25	U.S.EPA Method 26
ก๊าซไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (7 % O_2)	ppm	N.D.	≯20	
ค่าความทึบแสง	%	0.0	≯10	Ringelmann's Method

หมายเหตุ :
- การวัดค่าสารเจือปนในอากาศให้คำนวณเทียบที่ความดัน 1 บรรยากาศหรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง
- N (Normal Condition) = สภาวะปกติ
- N.D. = Not Detected (ตรวจไม่พบด้วยวิธีการทางห้องปฏิบัติการ)

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ลงวันที่ 25 กันยายน 2548

Siripm I.
(ศิริพร อิ่มวิไลวรรณ)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-1793

Thepsan Y.
(เทพสัน ยมนา)
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-333

บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด

TY/NI/PT/Yp

E0011118

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at ... and, for electronic format documents, subject to Terms and Conditions for Electronic Documents at ... Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exempt parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced, except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

SGS (Thailand) Limited | Environmental Services 100 Nanglinchee Road Chongnonsee Yannawa Bangkok 10120
t +66 (0)2 573 18 13 f +66 (0)2 673 15 45 www.sgs.com

Generated by CamScanner from intsig.com

อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ยรายวัน ปี 2555 - 2557

เดือน / ปี	อัตราการกำจัดเฉลี่ย (กก./ชม.)		
	2555	2556	2557
มกราคม		280	260
กุมภาพันธ์		280	260
มีนาคม		260	240
เมษายน	350	270	250
พฤษภาคม	330	270	240
มิถุนายน	310	260	240
กรกฎาคม	320	280	250
สิงหาคม	300	280	260
กันยายน	290	260	260
ตุลาคม	280	280	240
พฤศจิกายน	300	260	250
ธันวาคม	290	270	240
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้ออยู่ในช่วง*	280-350	260-280	240-260
อัตราการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ย	307.78	270.83	249.17
อัตราการกำจัดเฉลี่ยระยะที่ 1	275.93		

ภาคผนวก ค
การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 2

สรุปปริมาณการกำจัดขยะติดเชื้อ ปี 2558

เดือน	ปริมาณขยะติดเชื้อ	เฉลี่ยต่อวัน
มกราคม	94,672	3,054
กุมภาพันธ์	84,783	3,028
มีนาคม	95,184	3,070
เมษายน	91,779	3,059
พฤษภาคม	93,455	3,015
มิถุนายน	91,700	3,057
กรกฎาคม	89,199	2,877
สิงหาคม	86,005	2,774
กันยายน	77,089	2,570
ตุลาคม	90,118	2,907
พฤศจิกายน	73,940	2,465
ธันวาคม	75,676	2,441
รวม	**1,043,600**	**2,859**

รายงานค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานและการบำรุงรักษาเตาเผา ปี 2558

เดือน/ปี	ซ่อมบำรุง	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท/กก.)
ม.ค.-58	37,310.00	0.39
ก.พ.-58	23,379.93	0.28
มี.ค.-58	23,180.05	0.24
เม.ย.-58	23,180.05	0.25
พ.ค.-58	20,862.05	0.22
มิ.ย.-58	22,750.00	0.25
ก.ค.-58	24,650.00	0.28
ส.ค.-58	25,460.00	0.30
ก.ย.-58	32,050.00	0.42
ต.ค.-58	26,500.00	0.29
พ.ย.-58	22,350.00	0.30
ธ.ค.-58	28,560.00	0.38
รวม	**310,232.08**	0.30

หมายเหตุ: เนื่องจากเตาเผาที่ใช้เป็นแบบไม่ใช้ไฟฟ้าและไม่ใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้จึงนำเฉพาะค่าซ่อมบำรุงเตาเผามาพิจารณา

รายงานเลขที่ : 2015-00355 / 001-2 (หน้า 1 จาก 1) **วันที่รายงานผล** : 17 เมษายน 2558
ลูกค้า : บริษัท เอส อาร์ เทคนิค จำกัด
บุคคลติดต่อ : คุณกนกวรรณ นพรัตน์บวร
ที่อยู่ : 289 หมู่ 6 ตำบลหนองครก อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ 33000
โทรศัพท์ : 081-846-6077, 086-247-1724 โทรสาร : 045-614-172

รายงานผลการวิเคราะห์

ชนิดตัวอย่าง : คุณภาพอากาศจากปล่องระบาย **วันที่เก็บตัวอย่าง** : 27 มีนาคม 2558
สถานที่เก็บตัวอย่าง : เตาเผามูลฝอย (เทศบาลวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี)

พารามิเตอร์	หน่วย	ผลการตรวจวิเคราะห์		มาตรฐาน[1/]	วิธีการตรวจวิเคราะห์
		ปล่อง 1-1	ปล่อง 1-2		
เวลาเก็บตัวอย่าง	hrs	13.55-14.40	16.20-17.20		
เส้นผ่าศูนย์กลางของปล่อง	m	4	4	-	-
อุณหภูมิของปล่อง	°C	491.0	510.7	-	-
อุณหภูมิของมิเตอร์	°C	35.5	34.3	-	-
ความดันสถิตย์สัมบูรณ์ภายในปล่อง	mm.Hg	762.7	762.7	-	-
ความเร็วลม	m/s	7.73	7.78	-	U.S.EPA Method 2
อัตราการไหลของอากาศแห้งที่สภาวะมาตรฐาน	Nm^3/hr	1,247	1,202	-	
ก๊าซออกซิเจน	%	10.11	9.31	-	U.S.EPA Method 3
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	%	9.89	10.69	-	
ความชื้น	%	8.83	10.42	-	U.S.EPA Method 4
ฝุ่นละอองรวม (TSP)	mg/Nm^3	260	-	120	U.S.EPA Method 5
ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)	ppm	364	-	25	U.S.EPA Method 26A
สารปรอท (Hg)	mg/Nm^3	-	N.D.	0.05	U.S.EPA Method 29
สารแคดเมียม (Cd)*	mg/Nm^3	-	0.02	0.05	U.S.EPA Method 29
สารตะกั่ว (Pb)	mg/Nm^3	-	0.18	0.5	U.S.EPA Method 29

หมายเหตุ : - N (Normal Condition) หมายถึง สภาวะปกติ หมายถึง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ หรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis)
- คำนวณเทียบที่ความดัน 1 บรรยากาศหรือที่ 760 มิลลิเมตรปรอท อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้ง (Dry Basis) และปริมาตรออกซิเจนร้อยละ 7
- N.D. (Not Detected) หมายถึง ไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการ และค่า N.D. ของสารปรอท (Hg) คือ น้อยกว่า 0.0011 mg/Nm^3
- * ไม่อยู่ในขอบข่ายที่ขึ้นทะเบียน ตามหนังสืออนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกรน บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด เลขทะเบียน ว-010

ที่มา : [1/] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสีย จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 120 ตอนพิเศษ 147 ง ลงวันที่ 25 ธันวาคม 2546

(**ศิริพร** อิ่มวิไลวรรณ)
ผู้จัดการงานตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-1793

(เทพสัน ยมนา)
ผู้จัดการด้านเทคนิค
ทะเบียนเลขที่ : ว-010-ค-333

บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด

TY/TS/KU/Cj

ข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อเฉลี่ยรายปี ความถี่ในการป้อนขยะ และค่าความทึบแสงปี 2558

เดือน	ปริมาณขยะติดเชื้อ	อัตราการกำจัดเฉลี่ย (กก/ชม.)	ความถี่ในการป้อน	ค่าความทึบแสง %	หมายเหตุ
มกราคม	94,672	127.25	120 นาที	50	
กุมภาพันธ์	84,783	126.17	120 นาที	40	
มีนาคม	95,184	127.94	120 นาที	60	
เมษายน	91,779	127.47	120 นาที	40	
พฤษภาคม	93,455	125.61	120 นาที	40	
มิถุนายน	91,700	127.36	120 นาที	50	
กรกฎาคม	89,199	119.89	120 นาที	40	
สิงหาคม	86,005	115.60	120 นาที	40	
กันยายน	77,089	107.07	120 นาที	30	
ตุลาคม	90,118	121.13	120 นาที	50	
พฤศจิกายน	73,940	102.69	120 นาที	25	
ธันวาคม	75,676	101.72	120 นาที	30	
	รวม	**1429.88**		**495**	
	เฉลี่ย	**119.16**		**41.25**	

สรุปอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ ปี 2558

เดือน	ปริมาณขยะติดเชื้อ	เฉลี่ยต่อวัน	อัตราการเผาขยะเฉลี่ย (กก./ชม.)
มกราคม	94,672	3,054	254.49
กุมภาพันธ์	84,783	3,028	252.33
มีนาคม	95,184	3,070	255.87
เมษายน	91,779	3,059	254.94
พฤษภาคม	93,455	3,015	251.22
มิถุนายน	91,700	3,057	254.72
กรกฎาคม	89,199	2,877	239.78
สิงหาคม	86,005	2,774	231.20
กันยายน	77,089	2,570	214.14
ตุลาคม	90,118	2,907	242.25
พฤศจิกายน	73,940	2,465	205.39
ธันวาคม	75,676	2,441	203.43
รวม	**1,043,600**	**2,859**	**238.26**

อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะ ปี 2558

เดือน	ปริมาณขยะติดเชื้อ (กก.)	ค่าใช้จ่าย (บาท)	อัตราค่าใช้จ่ายต่อปริมาณขยะ
มกราคม	94,672	37,310.00	0.79
กุมภาพันธ์	84,783	23,379.93	0.55
มีนาคม	95,184	23,180.05	0.49
เมษายน	91,779	23,180.05	0.51
พฤษภาคม	93,455	20,862.05	0.45
มิถุนายน	91,700	22,750.00	0.50
กรกฎาคม	89,199	24,650.00	0.55
สิงหาคม	86,005	25,460.00	0.59
กันยายน	77,089	32,050.00	0.83
ตุลาคม	90,118	26,500.00	0.59
พฤศจิกายน	73,940	22,350.00	0.60
ธันวาคม	75,676	28,560.00	0.75
รวม	**1,043,600**	**310,232.08**	

ภาคผนวก ง
การกำจัดขยะติดเชื้อระยะที่ 3

สรุปอัตราการกำจัดขยะติดเชื้อ ปี 2559

เดือน	ปริมาณขยะติดเชื้อ	ปริมาณกำจัดขยะเฉลี่ยต่อวัน (กก.)	อัตราการกำจัดขยะเฉลี่ย (กก./ชม.)
มกราคม	77,144	3,086	385.72
กุมภาพันธ์	78,306	3,132	391.53
มีนาคม	88,941	3,558	444.71
เมษายน	75,593	3,024	377.97
พฤษภาคม	84,879	3,395	424.40
มิถุนายน	85,957	3,438	429.79
กรกฎาคม	81,943	3,278	409.72
สิงหาคม	106,669	4,267	533.35
กันยายน	96,178	3,847	480.89
ตุลาคม	124,001	4,960	620.01
พฤศจิกายน	118,487	4,739	592.44
ธันวาคม	133,143	5,326	665.72
รวม	**1,151,241**	**3,154**	5,756.21

หมายเหตุ: ปริมาณกำจัดขยะเฉลี่ยต่อวัน คิดที่เดือนละ 25 วันเนื่องจากโรงกำจัดขยะหยุดวันอาทิตย์
อัตราการกำจัดขยะเฉลี่ย คำนวณที่วันละ 8 ชั่วโมง เนื่องจากข้อกำหนดของเทศบาลฯ
ไม่ให้ดำเนินการมีการป้อนขยะในช่วงเวลากลางคืน

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิริธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-8 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : บริษัท อีโคเนอยี่ เทค จำกัด
ที่อยู่ : 888/151 อาคารมหาทุนพลาซ่า ชั้น 15 ถนนเพลินจิต แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ปล่องเตาเผาขยะติดเชื้อ (เทศบาลเมืองวารินชำราบ)
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 4 พฤศจิกายน 2559
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 4 พฤศจิกายน 2559 – 10 มกราคม 2560
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : 13.30 – 15.00 น.
เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ : น้ำมันดีเซลและขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาล

รายงานผลทดสอบเลขที่ : RT591201903
หมายเลขปฏิบัติการ : SDA/59-17239
ชนิดตัวอย่าง : อากาศ
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : 4 พฤศจิกายน 2559
วิธีเก็บตัวอย่าง : US.EPA Method 9, 29
ผู้เก็บตัวอย่าง : ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
หน้า 3/3

รายการที่ตรวจวัด	หน่วย	ผลการตรวจวัด	ค่ามาตรฐาน
1. เส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง	m	0.70	-
2. อุณหภูมิภายในปล่อง	°C	918	-
3. อุณหภูมิของ Dry Gas	°C	30	-
4. ความดันสัมบูรณ์ของปล่อง	mm.Hg	744.58	-
5. ความเร็วลม	m/s	7.91	-
6. ปริมาตรอากาศ	m^3/min	44.82	-
7. ปริมาณออกซิเจน (O_2)	%	4.0	-
8. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	%	14.3	-
9. ค่าความทึบแสง (Opacity)	%	8.08	ไม่เกิน 10
10. ค่าสารปรอท (Hg)	mg/m^3	0.0095	ไม่เกิน 0.05
11. ค่าสารแคดเมียม (Cd)	mg/m^3	0.0119	ไม่เกิน 0.05
12. ค่าสารตะกั่ว (Pb)	mg/m^3	0.4852	ไม่เกิน 0.5

หมายเหตุ : 1. ค่ามาตรฐานจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 120 ตอนพิเศษ 147ง วันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2546
2. คำนวณเทียบที่สภาวะความดัน 1 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้งโดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 7

(นางสาวพรรณทิพา กิจภักดีกุล)
หัวหน้าทีมบริหารด้านวิชาการ
(10 มกราคม 2560)

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-8 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : บริษัท อีโคเนอยี่ เทค จำกัด
ที่อยู่ : 888/151 อาคารมหาทุนพลาซ่า ชั้น 15 ถนนเพลินจิต แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ปล่องเตาเผาขยะติดเชื้อ (เทศบาลเมืองวารินชำราบ)
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 4 พฤศจิกายน 2559
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 4 พฤศจิกายน 2559 – 10 มกราคม 2560
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : 13.30 – 15.00 น.
เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ : น้ำมันดีเซลและขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาล

รายงานผลทดสอบเลขที่ : RT591201903
หมายเลขปฏิบัติการ : SDA/59-17239
ชนิดตัวอย่าง : อากาศ
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : 4 พฤศจิกายน 2559
วิธีเก็บตัวอย่าง : US.EPA Method 5-7, 13, 26
ผู้เก็บตัวอย่าง : ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

รายการที่ตรวจวัด	หน่วย	ผลการตรวจวัด	ค่ามาตรฐาน
1. เส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง	m	0.70	-
2. อุณหภูมิภายในปล่อง	°C	918	-
3. อุณหภูมิของ Dry Gas	°C	30	-
4. ความดันสัมบูรณ์ของปล่อง	mm.Hg	744.58	-
5. ความเร็วลม	m/s	7.91	-
6. ปริมาตรอากาศ	m^3/min	44.82	-
7. ปริมาณออกซิเจน (O_2)	%	4.0	-
8. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	%	14.3	-
9. ปริมาณฝุ่นละออง (TSP)	mg/m^3	118.249	ไม่เกิน 120
10. ค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	ppm	26.56	ไม่เกิน 30
11. ค่าก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนในรูปก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (No_x as NO_2)	ppm	1.33	ไม่เกิน 180
12. ค่าก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl)	ppm	23.75	ไม่เกิน 25
13. ค่าก๊าซไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF)	ppm	1.24	ไม่เกิน 20

หมายเหตุ : 1. ค่ามาตรฐานจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 120 ตอนพิเศษ 147ง วันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2546
2. คำนวณเทียบที่สภาวะความดัน 1 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้งโดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 7

(นางสาวพรรณทิพา กิจภักดีกุล)
หัวหน้าทีมบริหารด้านวิชาการ
(10 มกราคม 2560)

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

ห้องปฏิบัติการ ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถนนสิรินธร เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700
โทรศัพท์ : 02-423-9407-8 โทรสาร : 02-423-9409

ใบรายงานผลการทดสอบ

ชื่อลูกค้า : บริษัท ฮิโคเนอยี่ เทค จำกัด
ที่อยู่ : 888/151 อาคารมหาทุนพลาซ่า ชั้น 15 ถนนเพลินจิต แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
สถานที่เก็บตัวอย่าง : ปล่องเตาเผาขยะติดเชื้อ (เทศบาลเมืองวารินชำราบ)
วันเดือนปีที่รับตัวอย่าง : 4 พฤศจิกายน 2559
วันเดือนปีที่ทำการทดสอบ : 4 พฤศจิกายน 2559 – 10 มกราคม 2560
เวลาที่เก็บตัวอย่าง : 17.30 – 21.00 น.

รายงานผลทดสอบเลขที่ : RT591201903
หมายเลขปฏิบัติการ : SDA/59-17239

ชนิดตัวอย่าง : อากาศ
วันเดือนปีที่เก็บตัวอย่าง : 4 พฤศจิกายน 2559
วิธีเก็บตัวอย่าง : US.EPA Method 23 และ DIN EN 1948
ผู้เก็บตัวอย่าง : ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต และ บริษัท ชีวิตและสิ่งแวดล้อม จำกัด

เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ : น้ำมันดีเซลและขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาล หน้า 1/3

รายการที่ตรวจวัด	หน่วย	ผลการตรวจวัด	ค่ามาตรฐาน
1. เส้นผ่านศูนย์กลางของปล่อง	m	0.70	-
2. อุณหภูมิภายในปล่อง	^{o}C	524	-
3. อุณหภูมิของ Dry Gas	^{o}C	28	-
4. ความดันสัมบูรณ์ของปล่อง	mm.Hg	744.58	-
5. ความเร็วลม	m/s	6.47	-
6. ปริมาตรอากาศ	m^3/min	54.79	-
7. ปริมาณออกซิเจน (O_2)	%	6.9	-
8. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	%	13.3	-
9. Total Dioxin (mass)	ng/m^3	24.19	-
10. Dioxins and Furans (TEQ : The value is calculated by using the Toxicity Equivalence Factors (TEF))	ng/m^3	0.49	ไม่เกิน 0.5

หมายเหตุ : 1. ค่ามาตรฐานจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสีย จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 120 ตอนพิเศษ 147ง วันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2546
2. คำนวณเทียบที่สภาวะความดัน 1 บรรยากาศ และอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่สภาวะแห้งโดยมีปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 7

(นางสาวพรรณทิพา กิจภักดีกุล)
หัวหน้าทีมบริหารด้านวิชาการ
(10 มกราคม 2560)

ห้ามคัดถ่ายใบรับรองหรือรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการศูนย์สิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร
รายงานนี้รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบเท่านั้น
ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างอิง

รายงานค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานและการบำรุงรักษาเตาเผา ปี 2559

ด/ป	น้ำมันดีเซล	ไฟฟ้า	ค่าซ่อมบำรุงเตาเผา	รวม	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท/กก.)
ม.ค.-59	5,000.00	20,433.13	20,393.00	45,826.13	0.59
ก.พ.-59	5,000.00	34,121.08	28,071.20	67,192.28	0.86
มี.ค.-59	5,000.00	36,440.96	48,295.00	89,735.96	1.01
เม.ย.-59	5,000.00	30,945.29	11,314.50	47,259.79	0.63
พ.ค.-59	5,000.00	28,680.16	73,538.00	107,218.16	1.26
มิ.ย.-59	5,000.00	28,845.45	69,167.69	103,013.14	1.20
ก.ค.-59	5,000.00	28,591.40	83,695.21	117,286.61	1.43
ส.ค.-59	5,000.00	31,737.90	17,545.16	54,283.06	0.51
ก.ย.-59	5,000.00	28,539.35	16,562.64	50,101.99	0.52
ต.ค.-59	5,000.00	29,910.60	35,659.90	70,570.50	0.57
พ.ย.-59	5,000.00	30,498.28	31,531.00	67,029.28	0.57
ธ.ค.-59	5,000.00	37,838.07	32,911.23	75,749.30	0.57
รวม	**60,000.00**	**366,581.67**	**468,684.53**	895,266.20	9.71

ผลการทดลองกำจัดขยะติดเชื้อ 300 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เวลา (นาที)	CO_2 300 กก/ครั้ง	CO_2 150 กก/ครั้ง	CO 300 กก/ครั้ง	CO 150 กก/ครั้ง	NO 300 กก/ครั้ง	NO 150 กก/ครั้ง	NO_2 300 กก/ครั้ง	NO_2 150 กก/ครั้ง	SO_2 300 กก/ครั้ง	SO_2 150 กก/ครั้ง	HCl 300 กก/ครั้ง	HCl 150 กก/ครั้ง
1	6	5.6	340	180	55	45	0	0	23	24	2.4	4
5	5.5	5	890	960	68	70	0	0	270	120	7.5	6.5
10	9	9.5	980	890	85	98	0	0	980	750	14.5	19
15	9.5	6.5	750	540	98	86	0	0	850	550	19.5	15
20	9	6	620	240	69	45	0	0	790	340	16	16
25	6.5	8.2	450	120	63	55	0	0	560	250	10	12
30	6	10	320	980	71	120	0	0	450	950	9	22.5
35	7.5	9.5	185	870	58	95	0	0	120	820	7.5	16
40	5.8	7	140	550	52	82	0	0	90	460	6.2	14.5
45	9.5	7.5	98	320	45	67	0	0	86	350	14	11.5
50	10.5	6	65	98	42	58	0	0	54	189	9	6.7
55	11	6.5	50	85	32	52	0	0	45	90	5	6.8
60	11.5	5	42	63	23	45	0	0	25	42	5.5	10
รวม	107.3	92.3	4930	5896	761	918	0	0	4343	4935	126.1	160.5
เฉลี่ย	8.253846154	7.1	379.2307692	453.5384615	58.53846154	70.61538462	0	0	334.0769231	379.6153846	9.7	12.34615385

ผลการทดลองกำจัดขยะติดเชื้อ 500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เวลา (นาที)	CO_2 500 กก/ครั้ง	CO_2 250 กก/ครั้ง	CO 500 กก/ครั้ง	CO 250 กก/ครั้ง	NO 500 กก/ครั้ง	NO 250 กก/ครั้ง	NO_2 500 กก/ครั้ง	NO_2 250 กก/ครั้ง	SO_2 500 กก/ครั้ง	SO_2 250 กก/ครั้ง	HCl 500 กก/ครั้ง	HCl 250 กก/ครั้ง
1	6.9	5.6	350	180	60	50	0	0	22	25	2.4	2.5
5	6	4	950	960	55	71	0	0	27	50	7.5	5
10	9	9.5	990	890	75	110	0	0	350	750	22.5	19
15	9.5	7	700	690	98	67	0	0	1150	550	19.5	19.5
20	11	6	520	430	87	45	0	0	920	320	19	16
25	6.5	5	350	280	85	68	0	0	780	120	10	12
30	8	10	180	690	71	120	0	0	450	1200	8.3	22.5
35	8.5	9.5	115	1120	75	70	0	0	120	860	7.5	16
40	6	9	108	980	65	82	0	0	90	460	6.2	14.5
45	6.5	8.9	105	750	45	115	0	0	85	320	4.9	11.5
50	3.5	8	103	420	40	165	0	0	58	112	4.5	6.7
55	3	7	89	230	32	175	0	0	45	89	5	6.8
60	3.5	7	82	350	25	153	0	0	25	32	5.5	5.7
รวม	87.9	96.5	4642	7970	813	1291	0	0	4122	4888	122.8	157.7
เฉลี่ย	6.76153846	7.42307692	357.07692	613.07692	62.538462	99.307692	0	0	317.076923	376	9.44615385	12.1307692

ผลการทดลองกำจัดขยะติดเชื้อ 600 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เวลา (นาที)	CO_2 600 กก/ครั้ง	CO_2 300 กก/ครั้ง	CO 600 กก/ครั้ง	CO 300 กก/ครั้ง	NO 600 กก/ครั้ง	NO 300 กก/ครั้ง	NO_2 600 กก/ครั้ง	NO_2 300 กก/ครั้ง	SO_2 600 กก/ครั้ง	SO_2 300 กก/ครั้ง	HCl 600 กก/ครั้ง	HCl 300 กก/ครั้ง
1	7.3	1.6	180	157	66	44	0	0	24	25	2.4	0.4
5	6.4	4	985	1130	47	74	0	0	72	55	7.5	5.5
10	10	10.2	1110	716	73	136	0	0	250	750	18.2	15.2
15	11	7.3	705	650	114	66	1	0	1315	240	22.5	10
20	12	6.4	550	430	70	47	0	0	850	720	19	6
25	8	4.5	230	250	85	55	0	0	550	85	8.5	4.5
30	8.4	11	180	550	73	111	0	0	470	1347	8.3	22.5
35	8.6	8.4	120	1120	80	73	0	0	370	470	7.8	18
40	6	8.6	125	716	65	80	0	0	320	370	6.5	14
45	5	10.7	105	650	50	120	0	0	280	550	5.5	12
50	4	9.4	102	430	42	196	0	0	230	450	4.5	10
55	4.5	9.2	94	250	30	191	0	0	20	250	4	5
60	3.5	8.4	89	550	32	164	0	0	18	150	3	5
รวม	94.7	99.7	4575	7599	827	1357	1	0	4769	5462	117.7	128.1
เฉลี่ย	7.2846154	7.66923077	351.92308	584.53846	63.615385	104.38462	0.07692308	0	366.846154	420.153846	9.05384615	9.85384615

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายนิติพันธุ์ แสนสุข
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2545 – 2547 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์) พ.ศ. 2551 – 2554 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช นิติศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชานิติศาสตร์)
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2550 – 2552 สำนักงานเขตบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2552 – 2555 สำนักงานเทศบาลเมืองมุกดาหาร อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน สำนักงานเทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี
ตำแหน่ง	นักวิชาการสุขาภิบาลชำนาญการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักงานเทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี