ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากเตาเผาของเสียติดเชื้อและสารเคมี

Environmental and Health Impacts from Infectious Waste and Chemical Incinerators

วิภาวี ขำวิจิตร* ธนิดา เจริญสุข อรรถโส ขำวิจิตร
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160

Wipawee Khamwichit* Thanida Chareonsuk Attaso Khamwichit
School of Engineering and Resources Management, Walailak University, Thasala, Nakornsrithammarath 80160
Tel : 0-7567-3245 E-mail: kwipawee@ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ จากเตาเผาของเสียติดเชื้อและสารเคมี ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ คุณภาพอากาศ น้ำ และดิน ได้ถูกวิเคราะห์โดยเก็บตัวอย่างที่บริเวณก่อสร้างเตาเผาและบริเวณใกล้เคียงรวมทั้งสิ้นห้าจุดเก็บตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์ถูกนำมาเปรียบเทียบสามช่วงเวลา คือ ก่อนและหลังการก่อสร้าง และเมื่อทำการเผามูลฝอย และเปรียบเทียบผลที่ได้กับค่ามาตรฐาน ปริมาณของเสียสารเคมีที่รวบรวม ตั้งแต่เดือนกันยายน 2551 ถึงเดือนมีนาคม 2553 มีปริมาณเท่ากับ 1,100 ลิตร ปริมาณขยะติดเชื้อโดยรวมเท่ากับ 570 กิโลกรัม ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ อากาศ และดิน พบว่ามีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ผลการเปรียบเทียบจากทั้งสามครั้งของการเก็บข้อมูล พบว่าเมีค่าที่แตกต่างกันเล็กน้อย ค่าความเข้มข้นของมลภาวะต่างๆจากปล่องควันเฉลี่ยจากทั้งเจ็ดครั้งของการเผาไหม้มีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐาน ยกเว้นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 411.65 พีพีเอ็ม (ค่ามาตรฐานเท่ากับ 100 พีพีเอ็ม) ปริมาณฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ภายในอาคารเตาเผา มีค่าเท่ากับ 21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

คำหลัก ของเสียติดเชื้อ ของเสียเคมี เตาเผามูลฝอย ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผลกระทบต่อสุขภาพ

Abstract

The purpose of this research is to study the environmental and health impacts from infectious waste incinerator of Walailak University. Air, water, and soil qualities were analyzed. Samples were collected at the waste incinerator and perimeter areas, total of five collecting sites. The results were compared for before, during, and after the construction of the facility, and compared with the standards. Chemical and infectious waste quantities, collected from August 2007 to March 2010, were 1100 L and 570 kg, respectively. The water, air, and soil qualities didn't exceed their standards. Results of three different periods of time showed slightly differences among them. Air pollutants emitted from stack were monitored for seven times of burning. The average concentrations of all pollutants were lower than standards except for average CO concentration, 411.65 ppm (standard is 100 ppm). The average PM_{10}, measured inside the facilities, was 21 $\mu g/m^3$ (do not exceed standards).

Keywords: Infectious, chemicals, incineration, environmental impacts, **health impacts**

1. บทนำ

ในสถาบันการศึกษาต่างๆ ห้องปฏิบัติการทดลองจัดเป็นแหล่งกำเนิดมลภาวะที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการเกิดขึ้นของของเสียในการทดลองต่างๆ ของเสียเหล่านั้นมีอยู่ทั้ง 3 สถานะ และส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบบำบัดและกำจัดที่เหมาะสม ของเสียอันตรายส่วนหนึ่งจะถูกทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ โดยไม่ได้ผ่านการบำบัดอย่างถูกต้อง ในขณะที่ของเสียอีกส่วนหนึ่งจะถูกเก็บรวบรวมไว้ในภาชนะต่างๆ เพื่อรอนำไปกำจัดอย่างเหมาะสมต่อไป เตาเผามูลฝอยเป็นหนึ่งทางเลือกที่สำคัญที่ใช้ในการกำจัดของเสียดังกล่าว อย่างไรก็ตามมลภาวะและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากเตาเผา เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ [1-3] แต่สามารถจัดการให้เหมาะสมได้ ถึงแม้ว่าการศึกษาเรื่องเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ และมลภาวะที่เกิดขึ้น มีการศึกษากันมามากพอสมควร [4-8] แต่เนื่องจากสภาวะการทำงานที่ต่างกัน ประเภทของเตาเผา และเชื้อเพลิงที่ใช้ต่างกัน ปริมาณและองค์ประกอบมูลฝอยที่ต่างกัน สถานที่ตั้ง และสภาวะอากาศ ก็มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเตาเผาและมลภาวะที่อาจเกิดขึ้นแตกต่างกัน โดยทั่วไปกระบวนการหลัก ในการกำจัดมูลฝอยด้วยการเผาประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) กระบวนการป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผา (2) กระบวนการเผามูลฝอยในเตา (3) กระบวนการบำบัดมลภาวะอากาศจากเตาเผา (4) กระบวนการบำบัดน้ำเสีย และ (5) กระบวนการกำจัดเถ้า

เตาเผาของเสียติดเชื้อและสารเคมี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ได้ถูกสร้างขึ้นโดยมีจุดประสงค์หลักของการใช้งาน เพื่อกำจัดของเสียติดเชื้อและของเสียสารเคมีที่เกิดจากสถานพยาบาลและห้องปฏิบัติการต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย โดยที่ของเสียติดเชื้อ ส่วนใหญ่เป็นขยะปนเปื้อน จำพวกผ้าก๊อซ สำลี ทิชชู่ รวมไปถึงถุงมือยางและพลาสติกต่างๆ เช่น กระบอกฉีดยาพลาสติก ท่อยาง ภาชนะพลาสติกต่างๆ และของมีคม เช่น เข็มฉีดยา ใบมีด หลอดแก้ว หรือแผ่นสไลด์ ซึ่งมีอยู่ในปริมาณไม่มากนัก และของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่เป็นของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์ ของเสียกรด และของเสียโลหะหนัก และมีของเสียสารเคมีอื่นๆ ในปริมาณไม่มากนัก ซึ่งก่อนหน้าที่จะมีการสร้างและใช้งานเตาเผาของเสียติดเชื้อและสารเคมี ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ของเสียเหล่านี้จะถูกเก็บรวบรวมไว้จนมีปริมาณมากๆ จึงจะส่งไปกำจัดสักครั้งหนึ่ง โดยของเสียติดเชื้อจะถูกเก็บรวบรวมและส่งไปกำจัดยังเตาเผาของโรงพยาบาลต่างอำเภอ ประมาณ 1-2 เดือนต่อครั้ง แต่ของเสียสารเคมีจะถูกสะสมรวบรวมไว้ในคลังวัสดุและสารเคมีเป็นหลายปีก่อนจะส่งกำจัดยังบริษัทรับกำจัดสารเคมีสักครั้ง ซึ่งการเก็บรวบรวมของเสียเหล่านี้ไว้นานๆ อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อโรคหรือการรั่วไหลของสารเคมีเข้าสู่สิ่งแวดล้อม หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารเคมีที่ไม่เข้ากัน ถ้าการเก็บแยกสารเคมีกระทำไม่ถูกวิธี โดยที่ไม่อาจเห็นผลกระทบได้ในระยะสั้น แต่จะส่งผลในระยะยาวและอาจมีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องด้วย

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการทำงาน และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ จากการใช้งานเตาเผาของเสียติดเชื้อและสารเคมี ของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เพื่อศึกษาตรวจสอบ และหาแนวทางในการจัดการที่เหมาะสม และป้องกันปัญหามลภาวะที่อาจเกิดขึ้นได้ในระยะยาว

2. ระเบียบวิธี

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็นสามส่วน คือ ส่วนของการติดตามการออกแบบและก่อสร้างอาคารและระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อและสารเคมี ส่วนของการเก็บข้อมูลปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ และปริมาณของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการและสถานพยาบาล ในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และส่วนของการติดตามตรวจสอบผลกระทบที่อาจเกิดต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งทำโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพของดิน น้ำ และอากาศ บริเวณใกล้เคียงตำแหน่งที่ตั้งของเตาเผาตั้งแต่ก่อนการก่อสร้าง จนถึงในขณะที่มีการใช้งานเตาเผาแล้ว รวมทั้งการตรวจวัดปริมาณมลสารที่ถูกปล่อยออกจากปล่องควันเข้าสู่บรรยากาศ และปริมาณฝุ่นละอองภายในอาคารปฏิบัติการเตาเผา

2.1 การออกแบบและก่อสร้างระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อและสารเคมี

อาคารบำบัดของเสียพร้อมระบบเตาเผา มีขนาดประสิทธิภาพในการเผามูลฝอยติดเชื้อและสารเคมีได้ ไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสามารถทำงานได้ต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง เชื้อเพลิงที่เผาเป็นขยะติด

เชื้อและหรือสารเคมี ซึ่งมีอัตราค่าความร้อนประมาณ 3,000 – 3,500 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม มีความชื้นสัมพัทธ์สูงไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 เตาเผาเป็นเตาเผาแบบหมุน ประกอบด้วยห้องเผา 2 ห้อง ห้องแรกสามารถทำงานที่อุณหภูมิ 760 องศาเซลเซียส กระบวนการเผาไหม้เป็นแบบควบคุมอากาศ ผนังด้านในของห้องเผาไหม้ทำจากวัสดุทนไฟ ซึ่งทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 1,500 องศาเซลเซียส ห้องเผาไหม้ที่ 2 เผาก๊าซที่เกิดขึ้นจากห้องเผาไหม้ที่ 1 ทำงานที่อุณหภูมิ 1,000-1,200 องศาเซลเซียส กระบวนการเผาไหม้เป็นแบบอากาศส่วนเกิน ก๊าซที่เกิดขึ้นถูกลดอุณหภูมิในหอลดอุณหภูมิ และส่งต่อไปยังระบบควบคุมมลพิษทางอากาศ ได้แก่ สครับเบอร์แบบเปียก และระบบควบคุมมลพิษอากาศแบบดูดซับ (adsorbtion) ก่อนจะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ

2.2 การเก็บข้อมูลมูลฝอยติดเชื้อและสารเคมี

ข้อมูลปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ ได้ทำการเก็บรวบรวมมาจากห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ ห้องปฏิบัติการพยาบาล และสถานพยาบาล มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2551 จนถึงเดือนมีนาคม 2553 โดยได้ทำการจัดแยกประเภทมูลฝอยติดเชื้อ ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่หนึ่ง ของมีคม หมายถึง เข็ม ใบมีด หลอดแก้ว สไลด์ เครื่องมือที่แหลมคม เศษเครื่องแก้วต่างๆ ประเภทที่สอง ถุงมือยางและพลาสติกต่างๆ เช่น กระบอกฉีดยาพลาสติก ท่อยาง ภาชนะพลาสติกต่างๆ เป็นต้น และประเภทที่สาม ได้แก่ ผ้าก๊อซ สำลี ทิชชู่ และอื่นๆ เช่น ผ้าปิดปากปิดจมูก เสื้อคลุม ของเหลวและสารคัดหลั่ง เป็นต้น ซึ่งเป็นการจัดแยกตามวิธีการของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข [9] แต่เนื่องจากมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้น ภายในมหาวิทยาลัยมีอยู่เพียง 2 ประเภท คือ วัสดุที่ใช้ในการให้บริการทางแพทย์ และของมีคมที่ใช้ในกิจกรรมดังกล่าว ในที่นี้จึงได้แยกวัสดุที่ใช้ในการให้บริการทางแพทย์ ออกเป็นอีก 2 ส่วน คือ มูลฝอยติดเชื้อประเภทที่สองและสามดังกล่าวมาข้างต้น

ข้อมูลปริมาณของเสียสารเคมีจากห้องปฏิบัติการได้รวบรวมจากคลังวัสดุและสารเคมี ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ พนักงานวิทยาศาสตร์ หรือผู้ที่รับผิดชอบ ได้ทำการเก็บรวบรวมสารเคมีที่ใช้แล้วหรือหมดอายุมาจากห้องปฏิบัติการต่างๆ แล้วนำมาจัดเก็บไว้ที่คลังวัสดุและสารเคมี โดยจัดเก็บแบบแยกตามหมวดอักษรตัวแรกของรายชื่อสารเคมี โดยที่ของเสียสารเคมีเหล่านี้มาจากการเก็บรวบรวมสะสม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2550 จนถึง เดือนมีนาคม 2553 ในงานวิจัยนี้ได้จัดแยกประเภทของเสียสารเคมีออกเป็น 14 ประเภท [10]

2.3 การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในบริเวณใกล้เคียงอาคารติดตั้งระบบเตาเผามูลฝอย ได้ถูกศึกษาโดยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดิน และอากาศ ซึ่งได้ระบุตำแหน่งที่ทำการสุ่มเก็บข้อมูลโดยการวัดพิกัด UTM ด้วยเครื่อง GPS ยี่ห้อ GARMIN รุ่น GPS12XL โดยในที่นี้ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสามช่วงเวลาด้วยกัน คือ ก่อนดำเนินการก่อสร้างระบบเตาเผา หลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ และหลังจากการทดลองระบบเตาเผาผ่านไปได้ระยะเวลาหนึ่ง

การสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ ซึ่งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และแหล่งน้ำในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงตำแหน่งก่อสร้างระบบเตาเผา ได้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำมาทั้งสิ้นจำนวน 5 จุด ได้แก่ จุดที่หนึ่ง คือ บริเวณสระน้ำหน้ามหาวิทยาลัย จุดที่สอง คือ บริเวณสระเก็บน้ำ ณ เรือนพักรับรอง ซึ่งเป็นน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัย และจุดที่สามถึงห้า คือ บริเวณคลอง 3 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำภายนอกมหาวิทยาลัย ที่อยู่ใกล้บริเวณก่อสร้างเตาเผามากที่สุด ณ ตำแหน่งที่ต่างๆ กัน 3 จุด แล้วทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าดีโอ (DO) และค่าบีโอดี (BOD) ด้วยอุปกรณ์และวิธีการมาตรฐาน และตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม โครเมียม และตะกั่ว ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) จากนั้นนำผลมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน [11]

ตัวอย่างดินได้ถูกสุ่มเก็บมาทั้งสิ้นจำนวน 5 จุด คือ ในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างระบบเตาเผา และจาก 4 ทิศทาง โดยรอบบริเวณก่อสร้างระบบเตาเผา ได้แก่ ทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ที่ระยะห่างไปประมาณ 100 เมตร โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน คือ เก็บตัวอย่างลึกลงไปในดินประมาณ 15 นิ้ว และในแต่ละพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างจะสุ่มเก็บตัวอย่างดินมา

รูปที่ 1 แผนที่แสดงระบบเตาเผาและจุดเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และอากาศ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

2-3 ตัวอย่าง นำมาผสมคลุกเคล้ากัน ก่อนที่จะนำไปตากให้แห้งเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ และทำการบดตัวอย่างดินให้ละเอียด แล้วนำไปทำการตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง และค่าความนำไฟฟ้า โดยใช้ pH meter และ conductivity meter ปริมาณธาตุไนโตรเจนและคาร์บอน วิเคราะห์โดย CNS Determinator ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท วิเคราะห์โดย ICP-OES นอกจากนั้นได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของเนื้อดิน และเปรียบเทียบผลที่ได้กับค่ามาตรฐานคุณภาพดิน ข้อ (2) [12]

ข้อมูลคุณภาพอากาศ ได้ทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้นจำนวน 5 จุด ซึ่งเป็นจุดเดียวกับที่สุ่มเก็บตัวอย่างดิน โดยได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพอากาศด้วยเครื่องตรวจวัดมลภาวะจากปล่องควัน ยี่ห้อ Testo รุ่น 350XL และนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ [13]

การตรวจสอบคุณภาพของอากาศ ที่ถูกปล่อยออกจากปล่องควันของระบบเตาเผา ได้ทำการตรวจวัดค่าปริมาณมลสารต่างๆ ที่ถูกปลดปล่อยออกมาด้วยเครื่องตรวจวัดมลภาวะจากปล่องควัน ยี่ห้อ Testo รุ่น 350XL โดยได้เริ่มต้นทำการตรวจวัด ตั้งแต่ครั้งแรกที่ทำการทดสอบระบบเตาเผา ซึ่งได้ทดลองเผามูลฝอยติดเชื้อต่อเนื่องกันเป็นเวลา 3 วัน ใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมงต่อวัน ตั้งแต่วันที่ 6 มกราคม 2553 ถึงวันที่ 8 มกราคม 2553 ซึ่งในส่วนของการตรวจสอบคุณภาพอากาศที่ปล่อยจากปล่องควัน ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศขณะกำลังดำเนินการเผาเป็นเวลา 2 ชั่วโมงต่อวัน โดยทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลค่าปริมาณมลสารต่างๆ ที่ถูกปลดปล่อยออกมาทุกๆ 5 นาที แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของทุกๆ 15 นาที บันทึกผล และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ [14]

หลังจากนั้นได้มีการทดสอบระบบเตาเผา โดยการเผามูลฝอยติดเชื้ออีกเป็นครั้งที่ 4 และ 5 ในวันที่ 19 มกราคม 2553 และ 29 มกราคม 2553 ตามลำดับ เพื่อทดสอบระบบเตาเผา กรณีที่ทำการเผาแบบเป็นครั้งคราวและเว้นระยะเวลาในการเผาเป็นเวลานานๆ ซึ่งได้ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศเสีย ที่ปล่อยออกจากปล่องควันด้วยเงื่อนไขเดียวกันดังกล่าวมาข้างต้น

สำหรับการป้อนมูลฝอยติดเชื้อเข้าห้องเผาไหม้ที่ 1 ในการทดลองเผาทั้งห้าครั้งนี้ ได้ทำการป้อนมูลฝอยเข้าไปในครั้งแรกประมาณ 80 กิโลกรัม และทำการป้อนมูลฝอยเพิ่มเข้าไปอย่างต่อเนื่องครั้งละประมาณ 15-20 กิโลกรัม โดยเว้นระยะเวลาประมาณ 15-20 นาทีต่อการป้อนแต่ละครั้ง และใช้อุณหภูมิในการเผาไหม้ในห้องเผาที่ 1 อยู่ในช่วงประมาณ 400 – 700 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ที่ 2 อยู่ในช่วง 800 – 1,200 องศาเซลเซียส

หลังจากนั้น ได้มีการทดสอบการเผามูลฝอยติดเชื้อร่วมกันกับของเสียสารเคมี ในวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2553 และวันที่ 12 มีนาคม 2553 โดยของเสียสารเคมีที่นำมาเผาเป็นสารไวไฟ จำพวกเฮกเซน ซึ่งนำมาบรรจุลงในภาชนะพลาสติกปริมาณ 4 มิลลิลิตร แล้วจึงป้อนเข้าในเตาเผา สำหรับวิธีการป้อนมูลฝอยติดเชื้อและสารเคมีเข้าห้องเผาไหม้ที่ 1 ใช้วิธีการป้อนในปริมาณที่ใกล้เคียงกันทีละน้อยๆ คือ อัตราส่วนโดยประมาณ 1:1 โดยขยะทั้งสองประเภทมีน้ำหนักอยู่ในช่วงประมาณ 5–10 กิโลกรัม อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไหม้ในห้องเผาที่ 1 อยู่ในช่วงประมาณ 250 – 700 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในห้องเผาไหม้ที่ 2 อยู่ในช่วง 850 – 1,150 องศาเซลเซียส และได้ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศเสียที่ปล่อยออกจากปล่องควันด้วยเงื่อนไขดังกล่าวมาข้างต้นเช่นกัน

นอกจากนั้นยังได้ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (PM_{10}) ภายในอาคารปฏิบัติการระบบเตาเผา โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบปริมาตรสูง (high - volume air samplers : volumetric flow controlled) ซึ่งผ่านการปรับเทียบอัตราการไหลแล้ว ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น ด้วยกระดาษกรองที่ผ่านการอบไล่

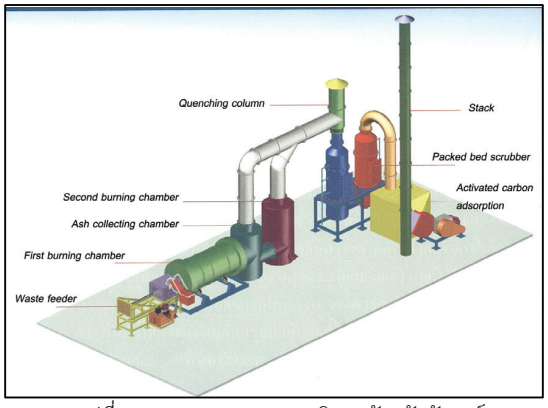
ความชื้นแล้ว ต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในวันที่ทำการเผาวันที่ 12 มีนาคม 2553 โดยตั้งค่าอัตราการไหลของอากาศเริ่มต้นที่ 40 ลบ.ฟุต/นาที เมื่อครบกำหนดเวลาเก็บตัวอย่าง บันทึกอัตราการไหลของอากาศสุดท้าย เก็บตัวอย่างกระดาษกรองออกมา นำไปอบในตู้ดูดความชื้นแล้วทำการชั่งน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น และคำนวณหาค่าปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้

3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจะนำเสนอโดยแบ่งเป็นสามส่วน ดังนี้

3.1 ระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อและสารเคมี

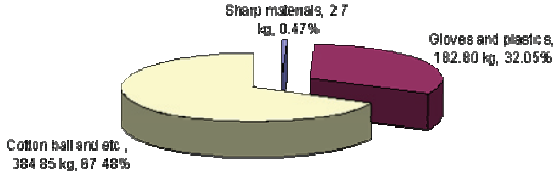
ระบบเตาเผามูลฝอยติดเชื้อและสารเคมีออกแบบโดยอาจารย์และคณะทำงานจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ รูปที่ 2 แสดง plant flow diagram ของระบบเตาเผา ซึ่งได้กล่าวถึงแต่ละหน่วยไปแล้วในบทนำ มูลฝอยจะถูกป้อนอัตโนมัติเข้าสู่ห้องเผาไหม้ที่หนึ่งจากนั้นก๊าซจากห้องเผาที่หนึ่งจะถูกส่งไปเผาต่อยังห้องเผาไหม้ที่สอง ขณะที่เถ้าจะถูกส่งไปที่ห้องถ่ายเถ้าด้านล่างของเตา มลภาวะอากาศที่เกิดขึ้นจะถูกบำบัดโดยผ่านไปยังหอลดอุณหภูมิหอสครับเบอร์แบบเปียก และหอดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์



รูปที่ 2 ระบบเตาเผาของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

3.2 ข้อมูลมูลฝอยติดเชื้อและของเสียสารเคมี

ปริมาณและสัดส่วนมูลฝอยติดเชื้อแต่ละประเภทที่เก็บรวบรวมได้ในระยะเวลา 18 เดือน ที่ทำการสำรวจข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า มูลฝอยติดเชื้อมีปริมาณรวมทั้งหมดเท่ากับ 570 กิโลกรัม โดยมีมูลฝอยประเภทที่สาม ซึ่งได้แก่ สำลี ผ้าก๊อซ ทิชชู่ และอื่นๆ ปริมาณมากที่สุด เท่ากับ 385 กิโลกรัม (ร้อยละ 68) สำหรับปริมาณของเสียสารเคมีที่รวบรวมจากห้องปฏิบัติการ แสดงดังตารางที่ 1 ปริมาณโดยรวมประมาณ 1,100 ลิตร ปริมาณของเสียที่มีมากที่สุดสามอันดับแรกคือ ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์ ของเสียกรด ของเสียโลหะหนัก ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 19.2, 18.7 และ 17.2 ตามลำดับ ส่วนที่เหลือจะเป็นของเสียอื่นๆ



รูปที่ 3 ปริมาณและองค์ประกอบของมูลฝอยติดเชื้อ

ตารางที่ 1 ปริมาณของเสียสารเคมี

ประเภท	จำนวน (ลิตร)	ร้อยละ
2. ของเสียที่มีไซยาไนด์	9.0	0.82
3. ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์	211.7	19.25
4. ของเสียที่มีปรอท	84.1	7.65
6. ของเสียที่มีโลหะหนัก	188.8	17.17
7. ของเสียที่เป็นกรด	205.8	18.69
8. ของเสียอัลคาไลน์	75.4	6.85
9. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม	30.5	2.77
10. สารประกอบออกซิเจนเนต	50.3	4.57
11. สารประกอบ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม	21.0	1.91
12. สารประกอบฮาโลเจน	37.5	3.41
14. ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอื่นๆ	186.2	16.93
รวม	1,100.1	100.00

3.3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำ จากการสุ่มเก็บตัวอย่างและตรวจวิเคราะห์ทั้งสามช่วงเวลา เป็นดังแสดงในตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำก่อนและหลังการก่อสร้างเตาเผา ณ จุดเก็บตัวอย่างน้ำตำแหน่งต่างๆ พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างอย่างชัดเจนคือค่าบีโอดี ซึ่งค่าที่ทำการเก็บครั้งแรกจะมีค่าสูงกว่าครั้งที่สองและสามมาก ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆไม่เห็นความแตกต่างที่ชัดเจน

<u>ผลกระทบต่อดิน</u>

ผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆ เพื่อตรวจสอบคุณภาพดินเป็นดังแสดงในตารางที่ 3 เป็นที่สังเกตว่าลักษณะของดิน

ที่จุดทำการก่อสร้างเตาเผา (center) เป็นดินที่นำมาจากที่อื่นเพื่อถมปรับระดับ ดินที่เก็บตัวอย่างที่ทิศเหนือเป็นลักษณะดินร่วนทราย ในขณะที่ดินที่จุดอื่นเป็นดินลูกรัง ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความเป็นกรดด่าง ที่ตำแหน่งก่อสร้างเตาเผามีความเป็นกรด ขณะที่จุดอื่นๆ มีความเป็นด่าง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณก่อสร้างได้มีการปรับระดับโดยการนำดินจากที่อื่นมาถม ดังนั้นอาจเป็นสาเหตุให้แตกต่างจากตำแหน่งเก็บตัวอย่างจุดอื่นๆ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทั้งสามครั้งที่จุดเก็บตัวอย่างเดียวกัน จะไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน เนื่องจากผลกระทบจากการก่อสร้างและการทำงานของเตาเผาที่มีต่อดิน จะใช้เวลานานกว่าจะเห็นผลที่ชัดเจนได้

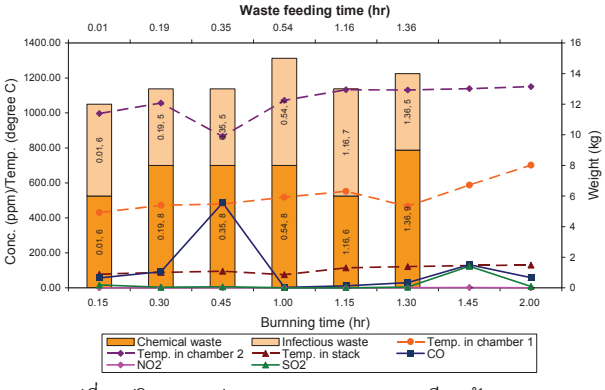
ผลกระทบต่ออากาศ

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศ เป็นดังแสดงในตารางที่ 4 เมื่อนำข้อมูลที่ตรวจวัดได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ [13] พบว่าไม่เกินค่าที่กำหนด ยกเว้นค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ ที่สูงเกินค่ามาตรฐาน ในการตรวจวัดครั้งที่สอง ณ ตำแหน่ง D และการตรวจวัดครั้งที่สาม ณ ตำแหน่ง E ซึ่งทั้งสองตำแหน่งนี้อยู่ติดกับถนน และห่างจากเตาเผาไปประมาณ 100 เมตร ดังนั้นค่าความเข้มข้นของมลภาวะที่ตรวจพบนี้ อาจจะมาจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากเตาเผา และจากยานพาหนะบนถนนซึ่งอยู่ใกล้เคียง

มลภาวะอากาศที่ออกจากปล่อง

มลภาวะอากาศที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ และปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ หลังผ่านกระบวนการบำบัดโดย wet scrubber และ adsorption แล้วแสดงดังตารางที่ 5 โดยค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการเผาไหม้แต่ละครั้งรวมทั้งสิ้นเจ็ดครั้ง และค่าเฉลี่ยจากการเผาไหม้ทั้งเจ็ดครั้ง จากข้อมูลพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของเตาเผาที่หนึ่งและสองมีค่าเท่ากับ 470 และ 1,007 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าออกซิเจนส่วนเกินมีค่าร้อยละ 13 มลภาวะอากาศต่างๆ มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานยกเว้นความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าเฉลี่ย 411 พีพีเอ็ม ซึ่งเกินค่ามาตราฐาน (100 พีพีเอ็ม) อย่างไรก็ตามแม้ว่าค่าเฉลี่ยจากการเผาไหม้ทั้งเจ็ดครั้งจะมีค่าสูง แต่เมื่อพิจารณาผลในแต่ละวัน พบว่าค่าความเข้มข้นมีค่าแปรปรวนมากโดยบางครั้งที่ทำการเผาไหม้มีค่าต่ำแต่บางครั้งมีค่าสูง เช่น การเผาไหม้ครั้งที่หนึ่ง และครั้งที่สี่ ซึ่งสาเหตุเนื่องจะมาจากการระบบการเผาไหม้ และระบบการทำงานในส่วนต่างๆ ของเตาเผาอาจยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์หรือไม่เต็มประสิทธิภาพ หรือเป็นเพราะยังควบคุมเงื่อนไข เช่น อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ได้ไม่ดี อาจใช้อุณหภูมิในการเผาต่ำเกินไป ซึ่งทำให้การเผาไหม้เกิดได้ไม่สมบูรณ์ สำหรับการเผาไหม้ครั้งที่สี่ สาเหตุอาจเนื่องมาจากได้มีการป้อนแกลลอนพลาสติกเข้าไปเผาร่วมกันกับขยะติดเชื้อในบางช่วงเวลาที่เห็นค่าของมลภาวะที่สูงอย่างชัดเจน

เนื่องจากการเผาในวันที่ 12 มีนาคม 2553 เป็นการเผาผสมระหว่างของเสียสารเคมีและมูลฝอยติดเชื้อ ในอัตราส่วนใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกข้อมูลวันดังกล่าวเป็นกรณีศึกษา เพื่อวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมลภาวะที่เกิดขึ้น และปริมาณการป้อนเข้าของมูลฝอย โดยที่ปริมาณมูลฝอยติดเชื้อและสารเคมีที่ป้อนเข้าเตาเผาเทียบกับเวลา และปริมาณความเข้มข้นของมลภาวะต่างๆ ที่ปล่อยออกมาจากปล่องควัน เทียบกับเวลา เป็นดังแสดงในรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลา 30 นาทีหลังจากเริ่มการเผา ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆ และมีค่าสูงที่สุดของการเผาเมื่อเวลาผ่านไป 45 นาที มีค่าเท่ากับ 486 พีพีเอ็ม ซึ่งสูงกว่าค่ากำหนดมาตรฐานมาก แต่จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณการป้อนของเสียเข้าเตาเผา คือ ก่อนหน้านั้นเล็กน้อยหลังจากการเผาประมาณ 19 นาที ได้ทำการป้อนสารเฮกเซน (hexane) ซึ่งจัดเป็นสารเคมีประเภทสารไวไฟ ปริมาณ 8 กิโลกรัม พร้อมกับมูลฝอยติดเชื้อปริมาณ 5 กิโลกรัม เข้าไป และในช่วงเวลาขณะเดียวกันนี้ อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ที่ 1 และ 2 มีค่าลดต่ำลง ซึ่งทำให้ในช่วงเวลาดังกล่าวอาจเกิดการเผาไหม้ได้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นค่าความเข้มข้นของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ถูกปล่อยออกจากปล่องควันจึงมีค่าสูงขึ้นมาก



รูปที่ 4 ปริมาณมูลฝอย และมลภาวะอากาศเทียบกับเวลา

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังสร้างระเตาเผา และหลังการใช้งานของระบบ

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ														
		1. สระน้ำหน้ามหาวิทยาลัย			2. สระน้ำ ณ เรือนพักรับรอง			3. คลองสาม จุดที่ 1			4. คลองสาม จุดที่ 2			5. คลองสาม จุดที่ 3		
		-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53
ค่าความเป็นกรดด่าง	5.0-9.0	8.6	7.0	6.7	7.3	8.1	7.2	7.1	7.8	7.9	6.8	7.0	7.0	7.1	6. 9	6.8
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	< อุณหภูมิธรรมชาติ + 3 องศาเซลเซียส	32.5	29.5	30.5	32.0	30.0	28.5	33.0	31.0	28.0	33.0	30.4	28.0	31.0	30.0	30.2
ดีโอ (มก./ล.)	> 2.0	8.8	6.6	6.8	7.8	8.7	8.3	6.2	7.6	7.8	5.7	7.9	7.7	7.5	7.0	6.5
บีโอดี (มก./ล.)	< 4.0	3.2	0.6	0.7	3.7	0.5	0.5	2.5	0.4	0.5	< 2.0	0.5	0.8	2.2	0.5	0.5
แคดเมียม (มก./ล.)	< 0.005 (สำหรับน้ำที่มีแคลเซียมคาร์บอเนต < 100 มก./ล.)	0.004	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	0.004	<0.005	<0.005	0.004	<0.005	<0.005	0.003	<0.005	<0.005
โครเมียม (มก./ล.)	< 0.05	0.006	<0.005	<0.005	0.006	0.039	<0.005	0.007	<0.005	<0.005	0.007	<0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005
ตะกั่ว (มก./ล.)	< 0.05	0.008	<0.005	<0.005	0.036	<0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005	0.01	<0.005	<0.005	0.008	<0.005	<0.005

หมายเหตุ -1- คือ ก่อนดำเนินการก่อสร้างระบบเตาเผา -2- คือ หลังจากการก่อสร้างระบบเตาเผาแล้วเสร็จ และ -3- คือ หลังจากการทดลองดำเนินระบบเตาเผาผ่านได้ระยะเวลาหนึ่ง

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพดินก่อนและหลังสร้างระบบเตาเผา และหลังการใช้งานของระบบ

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดิน														
		A (จุดศูนย์กลาง)			B (ทิศเหนือ)			C (ทิศใต้)			D (ทิศตะวันออก)			E (ทิศตะวันตก)		
		-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53
ค่าความเป็นกรดด่าง		5.2	5.0	5.4	8.5	9.4	8.2	8.9	8. 9	8.7	8.4	8.6	7.9	7.2	7.7	6.8
ค่าความนำไฟฟ้า (มิลลิ		122.5	238.0	121.6	142.3	151.8	135.6	140.4	171.6	132.9	158.2	135.6	88.7	123.2	260.7	204.8

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพดินก่อนและหลังสร้างระบบเตาเผา และหลังการใช้งานของระบบ (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดิน														
		A (จุดศูนย์กลาง)			B (ทิศเหนือ)			C (ทิศใต้)			D (ทิศตะวันออก)			E (ทิศตะวันตก)		
		-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53
ซีเมนต์/ซม.)																
ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)		0.026	0.086	0.070	0.048	0.074	0.069	0.021	0.038	0.032	0.034	0.109	0.128	0.080	0.060	0.077
ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)		0.009	0.001	0.008	0.026	0.001	0.001	0.009	0.001	0.002	0.019	0.002	0.002	0.027	0.001	0.001
โพแทสเซียม (มก./กก.)		349.2	105.9	457.4	340.8	399.9	372.8	237.3	130.0	1,271.0	318.0	132.3	247.6	246.1	593.9	268.7
โครเมียม (มก./กก.)	< 300	3.8	3.8	25.0	7.8	10.9	34.2	5.9	9.1	29.1	13.2	38.8	16.8	5.4	24.1	26.9
แคดเมียม (มก./กก.)	< 37	0.8	0.1	0.3	1.0	0.1	0.3	0.8	0.1	1.2	1.6	0.1	0.2	0.6	1.1	0.3
ตะกั่ว (มก./กก.)	< 400	14.4	0.9	14.7	9.7	9.2	14.6	59.3	1.1	89.3	28.8	4.3	4.3	6.0	19.4	12.1
ปรอท (มก./กก.)	< 23	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
ลักษณะทางกายภาพ		ดินมีสีน้ำตาลอ่อน เนื้อดินเป็นแป้งละเอียด			ดินมีเทาอ่อนๆ เนื้อดินร่วนมีเม็ดหินเล็กๆ ปะปนเล็กน้อย			ดินมีสีขาวอมเหลือง เนื้อดินร่วนมีทราย ปะปนเล็กน้อย			ดินมีสีน้ำตาลอมแดง เนื้อดินเป็นแป้งละเอียด			ดินมีเทาอ่อนๆ เนื้อดินร่วนมีเม็ดหินเล็กๆ ปะปนเล็กน้อย		

หมายเหตุ -1- คือ ก่อนดำเนินการก่อสร้างระบบเตาเผา -2- คือ หลังจากการก่อสร้างระบบเตาเผาแล้วเสร็จ และ -3- คือ หลังจากการทดลองดำเนินระบบเตาเผาผ่านได้ระยะเวลาหนึ่ง

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอากาศก่อนและหลังสร้างระบบเตาเผา และหลังการใช้งานของระบบ

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ														
		A (จุดศูนย์กลาง)			B (ทิศเหนือ)			C (ทิศใต้)			D (ทิศตะวันออก)			E (ทิศตะวันตก)		
		-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53
ออกซิเจน (เปอร์เซ็นต์)		21.0	21.1	21.1	21.0	21.0	21.1	21.0	21.0	21.1	21.0	20.8	21.2	21.0	21.1	21.1
คาร์บอนมอนอกไซด์ (พีพีเอ็ม)	< 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	1.0	1.0	1.0
คาร์บอนได		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพอากาศก่อนและหลังสร้างระบบเตาเผา และหลังการใช้งานของระบบ (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ตำแหน่งจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ														
		A (จุดศูนย์กลาง)			B (ทิศเหนือ)			C (ทิศใต้)			D (ทิศตะวันออก)			E (ทิศตะวันตก)		
		-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53	-1- 15 ส.ค. 52	-2- 15 ม.ค. 53	-3- 11 มี.ค. 53
ออกไซด์ (พีพีเอ็ม)																
ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (พีพีเอ็ม)		0	0	1.0	0	0	1.0	0	1.0	1.0	0	0	0	0	1.0	0
ไนโตรเจนไดออกไซด์ (พีพีเอ็ม)	< 0.17	0	0	0.20	0	0.20	0.20	0	0.20	0	0	0.40	0.20	0	0	0.40
ไนโตรเจนออกไซด์ (พีพีเอ็ม)		0	0	1.0	0	0	1.0	0	1.0	1.0	0	1.0	0	0	1.0	0
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (พีพีเอ็ม)	< 0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไฮโดรเจน (พีพีเอ็ม)		1.0	2.0	1.0	0	0	1.0	0	1.0	1.0	0	1.0	1.0	0	1.0	1.0
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		31.2	32.6	28.1	31.2	33.3	30.5	31.2	30.6	30.1	32.0	32.5	31.2	30.8	30.6	28.3
ความชื้น (ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์)		63.5	64.9	79.6	62.4	61.7	66.7	51.4	66.4	70.5	65.0	58.3	72.1	65.7	67.3	80.4
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		0.26	1.27	2.09	0.87	1.13	1.12	0.42	0.53	0.23	0.32	0.74	2.50	0.23	1.50	1.01

หมายเหตุ -1- คือ ก่อนดำเนินการก่อสร้างระบบเตาเผา -2- คือ หลังจากการก่อสร้างระบบเตาเผาแล้วเสร็จ และ -3- คือ หลังจากการทดลองดำเนินระบบเตาเผาผ่านได้ระยะเวลาหนึ่ง/ค่ามาตรฐานและค่าตรวจวัดเป็นค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา 1 ชม.

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยมลภาวะอากาศที่ออกจากปล่องควันของระบบเตาเผา

พารามิเตอร์		ค่ามาตรฐาน	การเผาครั้งที่ 1 6 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 2 7 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 3 8 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 4 19 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 5 29 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 6 25 ก.พ. 53	การเผาครั้งที่ 7 12 มี.ค. 53	ค่าเฉลี่ย
อุณหภูมิห้องเผาไหม้ (องศาเซลเซียส)	ห้อง 1		440	492	430	442	486	477	520	469
	ห้อง 2		770	938	872	1,104	1,123	1,168	1,068	1,006
ออกซิเจน (เปอร์เซ็นต์)			16.35	13.84	14.13	13.83	9.48	10.34	13.00	13.00
คาร์บอนมอนอกไซด์ (พีพีเอ็ม)		<100	1,789	84	18	710	101	48	132	412

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยมลภาวะอากาศที่ออกจากปล่องควันของระบบเตาเผา (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	การเผาครั้งที่ 1 6 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 2 7 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 3 8 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 4 19 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 5 29 ม.ค. 53	การเผาครั้งที่ 6 25 ก.พ. 53	การเผาครั้งที่ 7 12 มี.ค. 53	ค่าเฉลี่ย
คาร์บอนไดออกไซด์(เปอร์เซ็นต์)		2.13	4.06	3.89	3.92	6.53	5.40	6.89	4.69
ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (พีพีเอ็ม)		6	37	35	38	34	57	33	34
ไนโตรเจนไดออกไซด์ (พีพีเอ็ม)	<180	8	4	1	0	10	0	0	2
ไนโตรเจนออกไซด์ (พีพีเอ็ม)		14	40	36	38	34	57	32	36
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (พีพีเอ็ม)	<30	34	10	2	10	15	28	25	18
ไฮโดรเจน (พีพีเอ็ม)		90	10	2	60	36	10	28	34
net efficiency (เปอร์เซ็นต์)		66.11	93.49	90.63	76.50	89.37	80.61	67.63	80.62
ความดันในปล่องควัน (ปาสคาล)		14	14	12	9	11	14	15	13
ความเร็วลมในปล่องควัน (เมตร/วินาที)		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
ความชื้นในปล่องควัน (ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์)		74.3	83.0	77.5	65.1	73.3	72.0	79.6	75.0

สำหรับผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน พบว่า มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 21 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่ากำหนดมาตรฐานของปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบรรยากาศ (120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

4. สรุป

ระบบเตาเผามูลฝอยและสารเคมีของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการบำบัดและกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการและสถานพยาบาลเป็นหลัก การก่อสร้างได้แล้วเสร็จตามแบบที่ได้ออกแบบเพื่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของระบบ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาพและคุณสมบัติของน้ำ อากาศ และ ดิน ก่อนและหลังการก่อสร้าง และเมื่อเริ่มการทำงานของระบบเตาเผา ผลการวิเคราะห์พบว่ายังไม่เห็นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ชัดเจนเนื่องจากเพิ่งเริ่มใช้ระบบไม่มากเท่าไหร่ ซึ่งผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะต่อดิน จะต้องใช้เวลาพอประมาณจึงจะเห็นผลที่ชัดเจน นอกจากนั้นยังได้ศึกษาปริมาณมลภาวะที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้และปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศทางปล่องควัน ซึ่งผลที่ได้พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าสูงเกินที่กำหนด อันจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ทำงานและชุมชนใกล้เคียง โดยสาเหตุหลักที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนอกไซด์ที่ปลดปล่อยมีค่าสูงคือ ชนิดของมูลฝอยและภาชนะบรรจุที่ป้อนเข้าสู่เตาเผาในแต่ละครั้งของการเผาและสภาวะการทำงานของเตาเผา ดังนั้นจะต้องมีคัดแยกประเภทของของเสียที่เข้าป้อนและการปรับสภาวะของการทำงานของเตาเผาให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ที่ให้การสนับสนุนและคำปรึกษาในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

[1] Thomas E. Mckone., S. Katharine Hammond. 2000. Environmental Energy Technologies Division University of California Berkeley California.

[2] Mara Regina Mendes., Toshiya Aramaki., Keisuke Hanaki. 2003. Waste Management, 23: 403-409.

[3] C.C. Lee, G.L. Huffman, Y.L. Mao. 2000. Journal of hazardous materials, A76:13-22.

[4] Clean Air Act Reference Guide, Contract No. F49650-91-D0008.

[5] Michelle Allsopp, Pat Costner and Paul Johnston: Incineration and Human Health, Greenpeace Research Laboratories, University of Exeter.

[6] Industrial commercial waste incineration (ICWI). 1989. Regulatory Option.

[7] 40 CFR Part 60: Environmental Protection Agency. 2009. Federal Register Vol. 74, No. 192.

[8] Waste Incineration and Public Health. 2000. Committee on Health Effects of Waste Incineration, Board on Environmental Studies and Toxicology.

[9] ส่วนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย สิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ. 2540.

[10] หน่วยงานพิเศษสำหรับการจัดการของเสียอันตราย, ศูนย์วิจัยแห่งชาติเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2551. ระบบการจัดการของเสียอันตราย Waste Track, ตุลาคม 2551.

[11] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. 2537. เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111, ตอนที่ 16 ง, ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537.

[12] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25. 2547. เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน. ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121, ตอนพิเศษ 119 ง, ลงวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2547.

[13] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 28. 2550. เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป. ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124, ตอนพิเศษ 58 ง, ลงวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2550.

[14] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวด- ล้อม. 2546. เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ. ตี พิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 120, ตอนพิเศษ 147 ง, ลงวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ.2546.