การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิภาดา ซุ้มสิริเพชร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

กันยายน 2555

การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ปริญญานิพนธ์

ของ

วิภาดา ซุ้มสิริเพชร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

กันยายน 2555

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

บทคัดย่อ

ของ

วิภาดา ชุ้มสิริเพชร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

กันยายน 2555

วิภาดา ชุ้มสิริเพชร. (2555). *การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, รองศาสตราจารย์ ธนรัตน์ แต้วัฒนา.

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ประเมินประสิทธิภาพและประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้น ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ (1) ประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทำการประเมินโดยเจ้าหน้าที่จากกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 คน (2) ความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t-test)

ผลการวิจัย พบว่า

1. การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพ ประกอบด้วยสแตนเลส กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 0.8 มิลลิเมตร โครงสร้างภายในเตาเผาศพแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างฐานและตัวเตา ประกอบด้วย (1) เหล็กแผ่น กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร (2) เหล็กแผ่น กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 4.5 มิลลิเมตร (3) เหล็กราง กว้าง 10.16 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร หนา 3 มิลลิเมตร และส่วนห้องเผาหลักและห้องเผารอง ประกอบด้วยวัสดุทนไฟ ได้แก่ อิฐทนไฟ

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้น พบว่า มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 3.77 ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติเตาเผาศพปลอดมลพิษของกรุงเทพมหานคร

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา มีความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน คือ

3.1 ด้านวิศวกรรม พบว่า มีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.65, t-test = 0.379

3.2 ด้านการใช้งาน พบว่า มีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.65, t-test = 0.269

3.3 ด้านความปลอดภัย พบว่า มีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226

3.4 ด้านการบำรุงรักษา พบว่า มีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226

เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในภาพรวม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.26 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 และค่าที 0.379 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัย

THE DEVELOPMENT OF TWO CHAMBERS CREMATORY

AN ABSTRACT

BY

VIPADA SUMSIRIPHET

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Education degree in Industrial Education

at Srinakharinwirot University

September 2012

Vipada Sumsiriphet. (2012). *The Development of Two Chambers Crematory*. Master thesis, M.Ed. (Industrial Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Pairust Vongyuttakrai, Assoc. Prof. Thanarat Taiwetanar.

The objectives of this research were to development a two-chamber crematory and evaluate the Efficiency and suitability of the two-chamber crematory. The operations of the two-chamber crematory as developed were studied within the range of two variables. These are: (1) the Efficiency of operations of the two-chamber crematory evaluated by 2 officials of the Sanitation Division, Environmental Health Bureau, Bangkok. (2) the suitability of the two-chamber crematory conducted by 10 specialists. The statistical tools used for analyze data were mean ($\overline{X}$), standard deviation (S.D.) and t-test.

The findings of the study are:

1. The development of the two-chamber crematory. The exterior structure of the crematory is comprised of stainless steel; width, 1200 millimeters; length, 2400 millimeters; and thickness, 0.8 millimeters. The interior structure of the crematory is divided into two parts, namely the base structure and the cremation chamber proper. These are comprised of (1) steel plate: width, 1200 millimeters; length, 2400 millimeters; thickness, 3.2 millimeters. (2) steel plate: width, 1,200 millimeters; length, 2,400 millimeters; thickness, 4.5 millimeters. (3) steel plate: width, 10.16 centimeters; width, 6 meters; thickness, 3 millimeters. As for the primary and secondary cremation chambers, these are constructed of fire-resistant material, namely, fireguard brick.

2. The results of the evaluation of the operational quality of the two-chamber crematory as developed found the average value of opacity to be 3.77 percent.

3. The results of the evaluation of the suitability of the two-chamber crematory found there is suitability in 4 areas. These are:

3.1 Engineering found average values of $\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.65, t-test = 0.379

3.2 Operations found average values of $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.65, t-test = 0.269

3.3 Safety found average values of $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226

3.4 Maintanence found average values of $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226

Overall, considerations of suitability found that suitability specifications met the criteria with a mean of 0.65, standard devation of 4.26, and t-test of 0.379 which are consistent with the hypothesis.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ของ

วิภาดา ชุ้มสิริเพชร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่..... เดือน กันยายน พ.ศ. 2555

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ธนรัตน์ แต้วัฒนา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ธนรัตน์ แต้วัฒนา)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ ดร.ไพรัช วงศ์ยุทธไกร ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ธนรัตน์ แต้วัฒนา กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าและให้แนวคิดอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนช่วยปรับแก้รูปเล่มของปริญญานิพนธ์จนแล้วเสร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์, อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล คณะกรรมการสอบปากเปล่าที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.จันทนา กุญชรรัตน์, อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน, อาจารย์ประพันธ์ จันทร์เสมา, คุณพันชารี หล่อศิริ, คุณกีรติ มีประเสริฐ, คุณปิยะพันธ์ วงศ์ยะรา, คุณเปี่ยมศักดิ์ พ้องพงษ์ศรี, คุณจตุพร ฝาระมี, คุณบุญช่วย บุญหนุน และคุณสมศักดิ์ ดัชฤยาวัตร ที่ได้ให้คำแนะนำในการจัดเตรียมการทดลอง อีกทั้งยังกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาอีกด้วย

ขอกราบขอบพระคุณพระราชปริยัติสุนทร (เจ้าอาวาส) และบุคลากร วัดเทพลีลา พระอารามหลวง และบริษัทธนกรเมตัลเวอร์คโปรดิวเซอร์ จำกัด ที่กรุณาให้คำแนะนำและความร่วมมือในการออกแบบและพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ท้ายสุดนี้เหนือสิ่งอื่นใดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่กรุณาให้การสนับสนุนทางด้านการเงินมาโดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย อีกทั้งครอบครัว พี่ๆ เพื่อนๆ และคนใกล้ชิดทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนด้วยดีตลอดระยะเวลาในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

วิภาดา ซุ้มสิริเพชร

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
	ความสำคัญของการวิจัย	3
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ตัวแปรที่ศึกษา	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
	สมมติฐานในการวิจัย	7
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	8
	เตาเผาศพ	8
	การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	22
	มลพิษของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	32
	ความเหมาะสมของเตาเผาชนิดสองห้องเผา	34
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
	งานวิจัยในประเทศ	37
	งานวิจัยในต่างประเทศ	38
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	40
	การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	40
	การสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน และแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	43
	การทดลองการทำงาน ประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน และประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	45
	การวิเคราะห์ข้อมูล	46

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
ผลการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	49
ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	51
ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	52
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	59
สรุปผลการวิจัย	59
อภิปรายผลการวิจัย	61
ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก	71
ภาคผนวก ข	75
ภาคผนวก ค	89
ภาคผนวก ง	91
ภาคผนวก จ	96
ภาคผนวก ฉ	103
ภาคผนวก ช	106
ภาคผนวก ซ	111
ภาคผนวก ฌ	118
ภาคผนวก ญ	122
ภาคผนวก ฎ	125
ภาคผนวก ฏ	132
ประวัติย่อผู้วิจัย	135

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากตัวอย่างการเผาศพ 1 ครั้ง 15
2 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุโลหะและอโลหะ 24
3 ข้อมูลทางเทคนิคของอิฐทนไฟ 29
4 ขนาดมาตรฐานของอิฐทนไฟ 30
5 ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา 52
6 ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม 53
7 ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย 54
8 ความเหมาะสมด้านการใช้งาน 55
9 ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา 56
10 ความคิดเห็นอิสระของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของเตาเผาศพ
ชนิดสองห้องเผา 58
11 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านวิศวกรรม 92
12 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านความปลอดภัย 93
13 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านการใช้งาน 94
14 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา 95
15 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านวิศวกรรม 99
16 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านความปลอดภัย 100
17 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านการใช้งาน 101
18 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านการบำรุงรักษา 102
19 รายการวัสดุและอุปกรณ์ 133
20 รายการเครื่องมือ 134

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 6
2 โครงสร้างของเตาเผาศพแบบ 1 ห้องเผา ชนิดใช้ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง 10
3 โครงสร้างและองค์ประกอบของเตาเผาศพแบบ 2 ห้องเผา 11
4 ลักษณะและหน่วยวัดของแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ 33
5 ขั้นตอนการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา 41
6 เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนา 50
7 ส่วนประกอบของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา 115
8 พระเมรุวัดเทพลีลา 119
9 ประตูหน้าเตาเผาศพ 119
10 ประตูหลังเตาเผาศพ 120
11 ชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำมัน 120
12 มอเตอร์ชุดเกียร์สำหรับเปิด-ปิดประตู 121
13 การประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา 121
14 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านวิศวกรรม 123
15 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านความปลอดภัย 123
16 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน 124
17 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา 124

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

อากาศบริสุทธิ์เป็นสิ่งสำคัญต่อการมีชีวิตรอดของมนุษย์ สัตว์ พืช และรวมถึงสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อีกมากมาย จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทยเมื่อปีพุทธศักราช 2550 ทั้งในกรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และพื้นที่ต่างจังหวัด พบว่า คุณภาพอากาศของประเทศไทยปี พ.ศ. 2550 ยังคงมีปัญหามลพิษทางอากาศอย่างต่อเนื่อง ปัญหามลพิษหลักยังคงเป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน หรือฝุ่นขนาดเล็ก พื้นที่ที่มีปัญหานั้นมีหลายจังหวัด ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสระบุรี (หน้าพระลาน) จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดนครราชสีมา และจังหวัดลำปาง ปัญหารองลงมา คือ ก๊าซโอโซน (O_3) ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานในหลายจังหวัด เช่น กรุงเทพมหานคร จังหวัดสระบุรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดระยอง เป็นต้น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และฝุ่นรวม (TSP) เกินมาตรฐานเล็กน้อยเป็นครั้งคราวส่วนสารมลพิษอื่นๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และสารตะกั่ว (Pb) เป็นต้น ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (กรมควบคุมมลพิษ. 2554ค: ออนไลน์) มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) จะเกิดจากภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ และพืชต่างๆ สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญ คือ ฝุ่นละออง (SPM) ตะกั่ว (Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) และก๊าซโอโซน (O_3) ซึ่งระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air pollution System) มีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptor) (กรมควบคุมมลพิษ. 2554ก: ออนไลน์)

เตาเผาศพเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เพราะต้องใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ เช่น ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ใช้ยางรถยนต์เป็นเชื้อเพลิง หรือใช้เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เช่น ไม้ฝืน เป็นต้น ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยนับถือศาสนาพุทธ มักจะเลือกวิธีการจัดการศพของผู้เสียชีวิตด้วยการเผา ซึ่งเป็นธรรมเนียมประเพณีที่ยึดถือปฏิบัติกันมาช้านาน จะพบการเผาศพได้ในทุกภาคของประเทศ ขณะเดียวกันก็จะพบปัญหาเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับเขม่าควันและกลิ่น

จากการเผาศพอยู่เป็นระยะโดยเฉพาะในเขตชุมชน เช่น ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงและมีเตาเผาศพตั้งอยู่ตามวัดต่างๆ เป็นจำนวนมาก การเผาศพ จึงเป็นปัญหาที่ส่งผลก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ แต่เตาเผาศพส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่เป็นเตาเผาศพที่มีประสิทธิภาพเชิงความร้อนต่ำ จึงก่อให้เกิดมลภาวะต่างๆ มากมาย (คณะอนุกรรมาธิการพิจารณาปัญหามลพิษทางอากาศจากเตาเผาศพในคณะกรรมาธิการการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2545: ไม่ปรากฏเลขหน้า) เนื่องจากสารมลพิษที่เกิดจากการเผาศพที่สำคัญคือมีสารไฮโดรเจนซัลไฟด์และสารไดออกซิน/ฟิวแรนส์ ซึ่งเป็นผลิตผลทางเคมีที่เกิดขึ้นมาโดยมิได้ตั้งใจแต่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์แล้วปลดปล่อยสู่บรรยากาศจากการที่สารนี้เป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงและเป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีกฎหมายบัญญัติบังคับไว้โดยตรง คงมีเพียงอนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutions : Pops) ที่มีจุดมุ่งหมายของอนุญาฯ คือเพื่อคุ้มครองสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมจากสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน ซึ่งสารเคมี POPs มี 12 ชนิด โดยมีสารไดออกซินและฟิวแรนส์ รวมอยู่ในกลุ่มสารเคมีตามอนุสัญญาฯ ดังกล่าวด้วยและพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และแบบ สำหรับเจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษในการเก็บสถิติและข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของระบบบำบัดอากาศเสีย และรายงานต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่น

จากข้อมูลของกรมการปกครอง สถิติสุสานและฌาปนสถานที่ได้รับใบอนุญาตประจำปีพุทธศักราช 2543 มีจำนวนทั้งสิ้น 1,584 แห่ง และจากการสำรวจเตาเผาศพเพื่อแก้ไขปัญหามลภาวะของวัดในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า วัดที่มีเตาเผาศพ จำนวน 308 แห่ง เป็นเตาเผาศพที่ควรมีการปรับปรุงเพื่อลดปัญหามลพิษทางอากาศจำนวน 194 แห่ง โดยขณะนี้ได้ทำกาปรับปรุงไปแล้ว 79 แห่ง ยังเหลือวัดที่ควรต้องปรับปรุงเตาเผาศพอีก 115 แห่ง สำหรับสถิติการเผาศพในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ในปีพุทธศักราช 2543 มีการเผาศพเฉลี่ย 3,169 ศพต่อเดือน วัดที่มีการเผาศพเฉลี่ยเดือนละมากกว่า 10 ศพขึ้นไป มี 118 วัด สำหรับวัดที่มีสถิติการเผาศพมากที่สุด คือ วัดลาดปลาเค้า เฉลี่ย 80 ศพต่อเดือน เตาเผาศพจึงต้องได้รับการออกแบบและสร้างอย่างถูกต้อง และในห้องเผาไหม้ต้องมีอุณหภูมิที่สูงพอ มีปริมาณการป้อนอากาศสำหรับการเผาไหม้ไม่น้อยหรือไม่มากจนเกินไป ซึ่งเตาเผาศพจะต้องมีห้องเผาไหม้หลักอยู่ 2 ห้อง คือ ห้องสำหรับเผาศพ และห้องสำหรับเผาควัน จึงจะทำให้

ควันที่ปล่อยออกทางปล่องควันเตาเผาศพปราศจากกลิ่นและมลภาวะทางอากาศเพื่อรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ได้มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงได้มีมติครั้งที่ 2/2545 กำหนดค่ามาตรฐานความทึบแสง (Opacity) ของเขม่าควันจากเตาเผาศพไม่เกินร้อยละ 10 พร้อมกับให้กรมควบคุมมลพิษจัดทำหลักเกณฑ์ทางวิชาการและแนวทางปฏิบัติสำหรับหน่วยงานที่จะนำมาตรฐานความทึบแสงไปใช้ในการควบคุมปัญหาเขม่าควันจากเตาเผาศพ (ณิชมน จันทรัตน์. 2552: 22)

ดังนั้น เพื่อช่วยลดปัญหามลภาวะทางอากาศที่เพิ่มขึ้นจากการเผาศพจากการใช้เตาเผาที่ไม่ได้มาตรฐาน ผู้วิจัยในฐานะประธานบริษัทธนกรเมตัลเวอร์คโปรดิวเซอร์ จำกัด และมีความเชี่ยวชาญด้านการผลิตเตาเผาศพจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาและคาดว่าจะสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบสำหรับการปรับปรุงเตาเผาศพที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันตามวัดต่างๆ ให้มีการเผาไหม้ที่ดีขึ้นและช่วยลดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ ตลอดจนสามารถนำเตาเผาศพไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมทางกายภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้น
3. เพื่อประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้น

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลจากการวิจัยเรื่องการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาได้ตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

2. ช่วยลดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาศพ และสามารถนำเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาแล้วไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. พัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาให้เป็นไปตามคุณสมบัติเตาเผาศพปลอดมลพิษของกรุงเทพมหานคร โดยมีตามหนังสือสำนักอนามัยที่ กท 2003/303 ลงวันที่ 8 มีนาคม 2544

ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ไว้ดังนี้

1. โครงสร้างของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพ ประกอบด้วย สแตนเลส (Stainless Steel) ขนาด กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 0.8 มิลลิเมตร นำมาหุ้มเตาเพื่อรูปลักษณ์ที่ดี และความสวยงาม

1.2 โครงสร้างภายในเตาเผาศพ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.2.1 โครงสร้างฐานและตัวเตา ประกอบด้วย เหล็กแผ่น ขนาด กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร และเหล็กแผ่น ขนาด กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 4.5 มิลลิเมตร และเหล็กราง ขนาด กว้าง 10.16 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร หนา 3 มิลลิเมตร

1.2.2 ห้องเผาหลัก (Primary Chamber) และห้องเผารอง (Secondary Chamber) ประกอบด้วยวัสดุทนไฟ ได้แก่ อิฐทนไฟ อิฐมวลเบา คอนกรีตทนไฟ ปูนทนไฟ

2. ชุดกำลังของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ประกอบด้วย มอเตอร์ขนาดต่างๆ ตามหน้าที่การใช้งานที่แตกต่างกัน 3 ชุด คือ

2.1 ชุดมอเตอร์ กำลังขนาด 3 HP, 2,800 RPM, 220 V จำนวน 1 ชุด ส่งอากาศเข้าภายในเตาเพื่อช่วยในการเผาไหม้

2.2 ชุดมอเตอร์ กำลังขนาด 0.5 HP, 900 RPM, 220 V พร้อมเกียร์ กำลังขนาด 1:60 เพื่อทำหน้าที่ยกบานประตูหลังขึ้น-ลง

2.3 ชุดมอเตอร์ กำลังขนาด 1 HP, 900 RPM, 220 V พร้อมเกียร์ กำลังขนาด 1:100 เพื่อทำหน้าที่ยกประตูหน้าขึ้น-ลง

3. ชุดหัวพ่นไฟ (หัวเผา) จำนวน 2 ชุด มีขนาด 9.0-29.5 kg/h (107-350 kw) มอเตอร์ 220/50/25 V/Hz/W

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ได้แก่ ค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติเตาเผาศพปลอดมลพิษของกรุงเทพมหานคร โดยมีตามหนังสือสำนักอนามัยที่ กท 2003/303 ลงวันที่ 8 มีนาคม 2544

2. ความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

2.1 ด้านวิศวกรรม

2.2 ด้านการใช้งาน

2.3 ด้านความปลอดภัย

2.4 ด้านการบำรุงรักษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **เตาเผาศพ** หมายถึง สถานที่ที่จัดไว้สำหรับการเผาร่างกายของผู้ที่เสียชีวิต

2. **การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา** หมายถึง การกำหนดคุณลักษณะรูปแบบของเตาที่มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างและการเลือกใช้วัสดุทนไฟที่เหมาะสม มีความสอดคล้องกับการใช้งาน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน

3. **ประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา** หมายถึง เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยมีค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติเตาเผาศพปลอดมลพิษของกรุงเทพมหานคร โดยมีตามหนังสือสำนักอนามัยที่ กท 2003/303 ลงวันที่ 8 มีนาคม 2544

4. **ความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา** หมายถึง เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

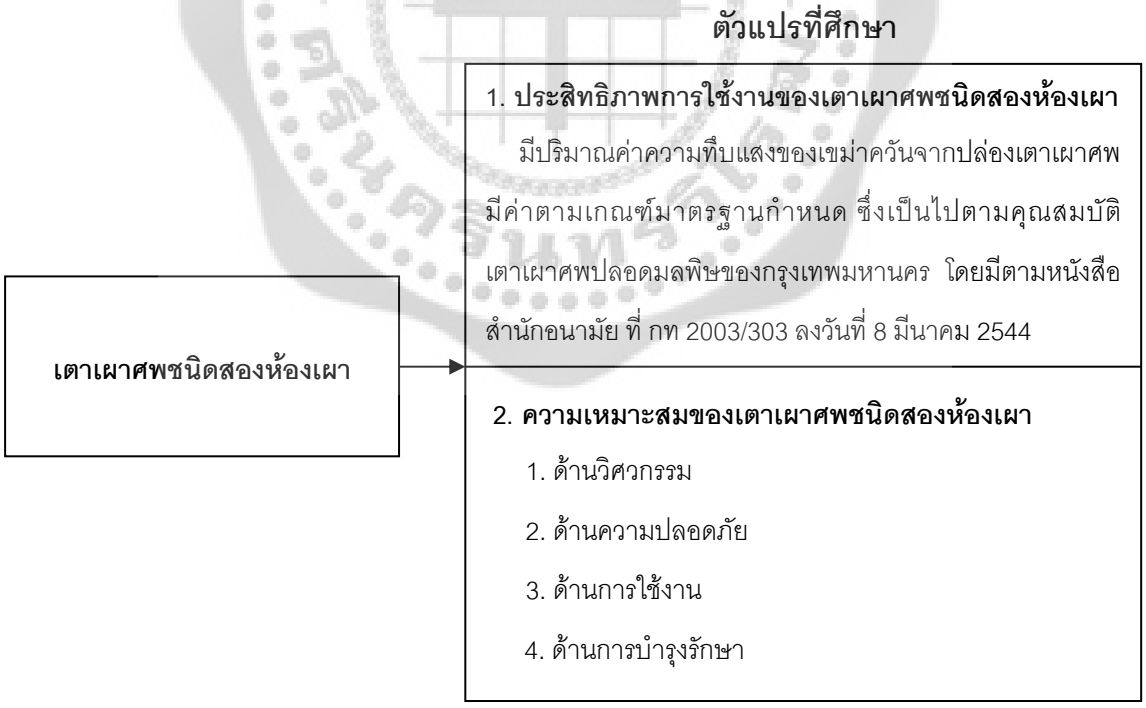
4.1 **ด้านวิศวกรรม** หมายถึง โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพมีความแข็งแรง โครงสร้างภายในเตาเผาศพมีความแข็งแรง คุณภาพของเหล็ก คุณภาพของอิฐทนไฟ และการบุด้วยแผ่นยิปซัม

4.2 **ด้านความปลอดภัย** หมายถึง ระบบหัวพ่นไฟจะทำงานเมื่อประตูหน้าปิดสนิทระบบหัวพ่นไฟจะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดประตูหน้าขณะทำการเผาศพ ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานเป็นส่วนประกอบของเตา ใช้ระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน และใช้ประตูด้านหลังปฏิบัติงานแทนการใช้ประตูด้านหน้าเพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง

4.3 **ด้านการใช้งาน** หมายถึง แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาศพ แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาควัน ใช้ประตูด้านหลังเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน ระบบกล้องวงจรปิดเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน และระบบสัญญาณเสียงจะดังขึ้นเมื่อหัวเผาหยุดทำงาน

4.4 **ด้านการบำรุงรักษา** หมายถึง ระบบกรองน้ำมันดีเซลถอดล้างทำความสะอาดได้ อะไหล่สามารถหาซื้อได้ง่าย โครงสร้างภายในของเตาเผาศพทำความสะอาดได้ง่าย อะไหล่สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย และหัวฉีดน้ำมันถอดทำความสะอาดได้ง่าย

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยมีค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานเตาเผาศพปลอดมลพิษตามที่กรุงเทพมหานครกำหนด

2. เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในด้านวิศวกรรม ด้านความปลอดภัย ด้านการใช้งาน ด้านการบำรุงรักษา และมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดี

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เตาเผาศพ
   1.1 ลักษณะเฉพาะของเตาเผาศพ
   1.2 ประเภทของเตาเผาศพ
   1.3 หลักการเผาไหม้ของเตาเผาศพ
   1.4 มลพิษจากการเผาไหม้ของเตาเผาศพ
   1.5 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง
2. การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
3. มลพิษของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
4. ความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เตาเผาศพ

เตาเผาศพ (Crematorium) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการเผาศพ เตาเผาศพมีหน้าที่โดยตรงในการสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อการเผาไหม้ ด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ เชื้อเพลิง อากาศ อุณหภูมิ และสิ่งที่ต้องการเผา ได้แก่ โลงศพ ศพ และดอกไม้จันทน์ (จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย. 2544: 4)

เตาเผาศพปลอดมลพิษ หมายถึง เตาเผาศพที่มีความสามารถในการทำงานโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง ค่ามลพิษที่ปล่อยในรูปของความทึบแสงของเขม่าควันจะต้องมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานความทึบแสงจากปล่องเตาเผาศพ (จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย. 2544: 4)

1.1 ลักษณะเฉพาะของเตาเผาศพ

ควรมีลักษณะเฉพาะอย่างน้อย ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ. 2554ข: ออนไลน์)

1.1.1 มีห้องเผาอย่างน้อย 2 ห้องเผา โดยห้องแรกเป็นห้องเผาศพ และห้องที่สองหรือห้องสุดท้ายเป็นห้องเผากลิ่นก๊าซและควัน

1.1.2 ระยะเวลาในการเผาไหม้ (Residence time) ของห้องเผาที่สองหรือห้องสุดท้ายไม่น้อยกว่า 1 วินาที

1.1.3 อุณหภูมิ (Temperature) ในห้องเผาที่สองหรือห้องสุดท้ายไม่ต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส

1.1.4 เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้เป็นน้ำมันดีเซลหรือก๊าซ

1.1.5 มีระบบตรวจวัดอุณหภูมิในห้องเผาศพและห้องเผากลิ่นก๊าซและควัน

1.1.6 มีระบบควบคุมมลพิษทางอากาศอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อควบคุมการระบายมลพิษทางอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

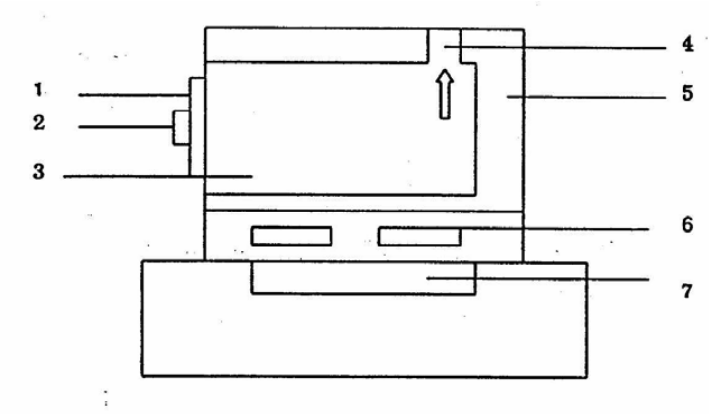
1.2 ประเภทของเตาเผาศพ

เตาเผาศพในประเทศไทย สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบ่งตามลักษณะของเตาเผา และแบ่งตามเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ ดังนี้

1.2.1 แบ่งตามลักษณะของเตาเผา ได้ 3 แบบ คือ เตาเผาแบบโบราณ เตาเผาแบบ 1 ห้องเผา และเตาเผาแบบ 2 ห้องเผา

1.2.1.1 เตาเผาแบบโบราณ มักจะใช้เตาเผาที่มีลักษณะเป็นแบบเปิดด้านบน สร้างจากอิฐก่อปูน ขนาดของเตาเผาจะมีขนาดใกล้เคียงกับโลงศพ และมีความสูงตามความสะดวกในการปฏิบัติงานพิธีการเผาศพ จะวางโลงศพไว้ด้านบน และใส่ฟืนเป็นเชื้อเพลิงทางด้านล่างของเตา นอกจากนี้แล้วยังมีการเผาแบบเปิดโดยไม่มีเตาใดๆ ทั้งสิ้น โดยจะกองไม้ไว้บนพื้นดิน และวางดินและวางศพไว้ด้านบนของกองไม้ ซึ่งจะทำการเผาประมาณ 3 – 5 ชั่วโมง ปริมาณการใช้ไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงประมาณ 2 – 6 ลูกบาศก์เมตรต่อการเผาศพ 1 ครั้ง เตาเผาศพแบบนี้ไม่สามารถกำจัดเชื้อโรค เชื้อรา ก๊าซพิษ กลิ่นเหม็น และฝุ่นละอองได้ ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง ดังนั้นลักษณะการเผาศพแบบนี้มักจะตั้งอยู่ในชนบทที่โล่งห่างจากแหล่งที่พักอาศัย เนื่องจากต้องการให้ลมสามารถพัดพาควันเถ้าและกลิ่นต่างๆ กระจายไปได้ไกล เพื่อไม่ให้เป็นที่รบกวนต่อผู้คน

1.2.1.2 เตาเผาแบบ 1 ห้องเผา มีลักษณะของเตาเผาเป็นรูปกล่อง หลังคาโค้งสร้างจากอิฐก่อปูน อาจมีประตูปิดทำจากแผ่นเหล็ก หรือแผ่นเหล็กบุอิฐ หรือฉนวน หรือไม่มีประตูเลยก็ได้ โดยทั่วไปขนาดด้านในของเตาเผาจะมีขนาดประมาณ 1.0 X 1.5 X 3.5 เมตร เตาเผาศพแบบนี้จะมีปล่องระบายอากาศเพื่อช่วยระบายควันและขี้เถ้าที่เกิดขึ้นให้กระจาย และถูกพัดพาไปโดยลมได้ดีขึ้น จึงรบกวนผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงน้อยลงกว่าเตาเผาแบบโบราณ แต่ก็ยังเป็นปัญหากับผู้ที่อาศัยอยู่ไกลออกไป วิธีการในการดำเนินการเผาศพก็คล้ายกับการเผาศพโดยใช้เตาเผาแบบโบราณ ระยะเวลาในการเผาศพโดยเฉลี่ยประมาณ 2 – 4 ชั่วโมง ปริมาณการใช้ไม้ฟืน 2 – 4 ลูกบาศก์เมตร หรือใช้ไม้ถ่าน 100 – 150 กิโลกรัมต่อการเผาศพ 1 ครั้ง ดังภาพประกอบ 2

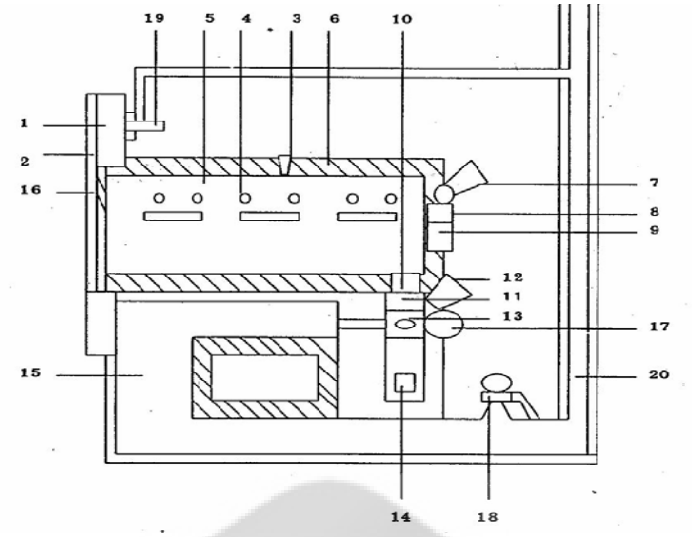


1. บานประตูบรรจุโลงศพ
2. บานประตูสำหรับสังเกตการเผาไหม้
3. ห้องสำหรับเผาศพ (Combustion Chamber)
4. ปล่องระบายก๊าซร้อน
5. ผนังห้องเผาไหม้ทนความร้อน
6. ช่องระบายลมเข้าออก
7. ตะแกรงรองรับเถ้าหลังการเผา

ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของเตาเผาศพแบบ 1 ห้องเผา ชนิดใช้ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง

ที่มา: เมตตา ตรีศิริเนตร. (2538). *การศึกษาวิเคราะห์ไฮโดรเจนซัลไฟด์จากเตาเผาศพชนิดที่ใช้น้ำมันและฟืนเป็นเชื้อเพลิง.*

1.2.1.3 เตาเผาแบบ 2 ห้องเผา มีลักษณะเป็นเตาเผาที่ทันสมัย โดยแบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่ร่างผู้เสียชีวิตโดยตรง ในห้องเผาไหม้แรกนี้จะเกิดควันและกลิ่นขึ้นจากการเผาศพ ดังนั้นจึงมีห้องเผาไหม้ที่สองเกิดขึ้น เพื่อทำการกำจัดกลิ่นและควันที่เกิดขึ้น เตาเผาแบบนี้จะทำให้เกิดมลพิษน้อยกว่าเตาเผา 2 แบบแรกข้างต้น โดยทั่วไปเตาเผาแบบนี้จะสร้างจากอิฐทนไฟบุอยู่ในผนังเหล็กกล้า และมักจะใช้น้ำมันดีเซลหรือก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง เตาเผาแบบ 2 ห้องเผานี้ จะใช้หัวเผา (Burner) 2 หัวขึ้นไปในการให้ความร้อน ระยะเวลาในการเผาไหม้ประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง และใช้น้ำมันประมาณ 60 – 70 ลิตรต่อการเผาศพ 1 ครั้ง ดังภาพประกอบ 3



1. ช่องสำหรับประตูเลื่อน
2. บานประตูบรรจุโลงศพ
3. เครื่องวัดอุณหภูมิ
4. ช่องอัดอากาศเข้าเตาเผา
5. ห้องเผาใหญ่ (Combustion Chamber)
6. วัสดุทนไฟและเก็บความร้อน
7. หัวเผาใหญ่ (Main Burner)
8. บานประตูสำหรับสังเกตการเผาไหม้
9. บานประตูสำหรับควบคุมการทำงานของเตา
10. ลิ้นเปิดปิดระหว่างห้องเผาใหญ่กับห้องเผาเล็ก
11. ห้องเผาเล็ก (Recombustion Chamber)
12. หัวเผาเล็ก (Secondary Burner)
13. ตะแกรงแยกเถ้ากระดูกออก
14. บานประตูสำหรับถ่ายเถ้าออก
15. ห้องรวมก๊าซร้อนก่อนปล่อยสู่ปล่องควัน
16. บานประตูสำหรับใส่ดอกไม้จันทน์
17. บานประตูเก็บกระดูก
18. พัดลมดูดก๊าซร้อนออกสู่ปล่องควัน
19. พัดลมระบายความร้อนหน้าเตา
20. ปล่องควันระบายก๊าซร้อนจากห้องเผาที่สอง

ภาพประกอบ 3 โครงสร้างและองค์ประกอบของเตาเผาศพแบบ 2 ห้องเผา

ที่มา: กิจจา วิศวกรนันท์. (2539). *เตาเผาศพ*. (แผ่นพับ).

1.2.2 แบ่งตามเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ ในปัจจุบันเตาเผาศพมีการใช้เชื้อเพลิงที่หลากหลายประเภท สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ ใช้ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิง และใช้ไฟฟ้า

1.2.2.1 เตาเผาศพที่ใช้ฟืนหรือถ่าน (Wood Firing kiln) ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาศพมาแต่ดั้งเดิม ฟืนไม้จะมีองค์ประกอบของคาร์บอน 50 - 55% ไฮโดรเจน 6 - 7% และออกซิเจน 40 - 45% โดยธาตุที่ทำให้เกิดความร้อนในเนื้อไม้ คือ คาร์บอนและไฮโดรเจน ส่วนถ่านจะประกอบด้วยคาร์บอน 80 - 90% ดังนั้น ถ่านไม้จะให้ค่าพลังงานความร้อนได้มากกว่าฟืน จึงทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ดีกว่า นอกจากนี้ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ค่าความร้อนของไม้ลดลง คือ ปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ โดยปริมาณความชื้นยิ่งสูงจะยิ่งทำให้ค่าพลังงานความร้อนลดลง

1.2.2.2 เตาเผาศพที่ใช้น้ำมัน (Oil Firing kiln) จะใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากน้ำมันดีเซลเป็นน้ำมันประเภทระเหยได้ช้า มีจุดเดือดอยู่ระหว่าง 150 – 385 องศาเซลเซียส มีกลิ่นเหม็นของน้ำมัน รวมทั้งคราบเขม่าจากการเผาไหม้

1.2.2.3 เตาเผาศพที่ใช้ก๊าซ (Gas Firing kiln) จะใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากก๊าซ LPG เป็นผลิตภัณฑ์ที่แยกออกจากก๊าซธรรมชาติ และให้ความร้อนสูงกว่าการใช้ฟืนหรือถ่านมาเป็นเชื้อเพลิง และการใช้น้ำมัน ซึ่งทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สะอาดกว่าและไม่มีกลิ่นเหม็น โดยปกติก๊าซ LPG จะไม่มีสีและไม่มีกลิ่น แต่ผู้ผลิตจะใส่กลิ่นเข้าไปเพื่อให้ทราบได้หากก๊าซเกิดการรั่วไหล

1.2.2.4 เตาเผาศพที่ใช้ไฟฟ้า (Electric Firing kiln) ใช้ไฟฟ้าในการให้ความร้อน 450 – 550 Unit ต่อการเผา 1 ศพ (โดยประมาณ) ใช้ขดลวดความร้อน (Heater) แบบให้ค่าความร้อนสูงและทนทาน สามารถเร่งความร้อนได้ตามต้องการ แต่ต้องไม่เกินความต้านทานที่ขดลวดจะรับไหว แต่การใช้ขดลวดไฟฟ้าในการเผาจะสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าสูง (ณิชมน จันทรัตน์. 2552: 10)

1.3 หลักการเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผาศพ

โดยปกติกระบวนการเผาไหม้เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาระหว่างสารไฮโดรคาร์บอนกับก๊าซออกซิเจน เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ ในกรณีที่เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ดังนั้น จึงทำให้เกิดพลังงานในรูปของความร้อนออกมาด้วย และในกรณีที่การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ซึ่งอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น ปริมาณออกซิเจนหรืออุณหภูมิสูงไม่เพียงพอ เป็นต้น จะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ออกมาด้วย นอกจากนี้ หากสารไฮโดรคาร์บอนมีสารประกอบอื่นเจือปน เช่น พวกคลอไรด์ โลหะหนัก กำมะถัน ก็จะทำให้เกิดก๊าซพิษอื่นๆ ตามมาสูตรการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ มีดังนี้

$$C_nH_m + (n + m/4)\,O_2 \longrightarrow nCO_2 + m/2\,H_2O + \text{Heat}$$

สารไฮโดรคาร์บอน ออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ พลังงานความร้อน

การเผาศพก็เช่นเดียวกับการเผาไหม้เชื้อเพลิง นั่นคือต้องพยายามทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ให้มากที่สุดเพื่อลดปัญหามลพิษทางอากาศที่จะเกิดขึ้นตามมา สำหรับการเผาศพนั้น สารไฮโดรคาร์บอนได้มาจาก 2 แหล่ง คือ จากเชื้อเพลิงภายนอก และจากตัวศพและโลงศพ โดยจะใช้เชื้อเพลิงภายนอกในการอุ่นเตาและการเผาศพในช่วงแรก เพื่อให้ศพและโลงศพถึงจุดติดไฟ และจะยังคงใช้สำหรับเผาศพต่อไปเมื่อเชื้อเพลิงจากศพหมดไป

นอกจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ตามทฤษฎีแล้วยังมีปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบเตาเผาศพที่ช่วยให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในทางปฏิบัติ ได้แก่ เวลา อุณหภูมิ และความอลวนของก๊าซ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) เวลา (Time) หมายถึง ระยะเวลาซึ่งนานพอที่จะทำให้ก๊าซซึ่งเกิดขึ้นจากการเผาไหม้ยังไหล และเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์อยู่ในห้องเผา ระยะเวลานี้สามารถกำหนดได้โดยการออกแบบขนาดห้องเผาและอัตราการไหลของอากาศในเตาเผา โดยหากออกแบบห้องเผาให้มีขนาดใหญ่จะทำให้มีระยะเวลานานในการเผาไหม้ แต่หากมีขนาดใหญ่มากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน (เชื้อเพลิงที่ใช้) ในการทำให้เกิดความร้อนจนได้อุณหภูมิที่เหมาะสม

2) อุณหภูมิ (Temperature) หมายถึง อุณหภูมิที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ และสามารถทำลายสารมลพิษส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นได้ เนื่องจากสารมลพิษแต่ละชนิดถูกทำลายได้ในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

3) ความอลวนของก๊าซ (Turbulence) หมายถึง เชื้อเพลิง (หรือก๊าซ) กับออกซิเจนต้องมีการผสมกันเป็นอย่างดีเพื่อให้การเผาไหม้เกิดขึ้นอย่างทั่วถึง การทำให้เกิดการอลวนของก๊าซในห้องเผาทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างแผ่นกั้นขวางทางการไหลของควันให้มีลักษณะขึ้นๆ ลงๆ ซึ่งยังเป็นการช่วยเพิ่มระยะเวลาให้ควันไหลอยู่ในห้องเผาได้นานขึ้น นอกจากนี้ยังอาจใช้การอัดอากาศเข้าในห้องเผาในตำแหน่งที่ช่วยให้เกิดการหมุนวนของควันได้อีกด้วย (ณิชมน จันทรัตน์. 2552: 14)

1.4 มลพิษจากการเผาไหม้ของเตาเผาศพ

มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นมักเกิดขึ้นเนื่องจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์หรืออุณหภูมิไม่สูงพอทำให้เกิดมลพิษ เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รวมทั้งเขม่าและขี้เถ้าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกลิ่นจากการสลายตัวของสารอินทรีย์จากศพ ซึ่งก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ และมีผลกระทบต่อสุขภาพจิตของประชาชนด้วย (กรมควบคุมมลพิษ. 2554ข: ออนไลน์)

1.4.1 การเกิดมลพิษทางอากาศจากเตาเผาศพมีสาเหตุหลัก (กรมควบคุมมลพิษ. 2554ข: ออนไลน์) ดังนี้

1.4.1.1 เชื้อเพลิงที่ใช้ โดยพบว่าหากเป็นเตาเผาที่ใช้ไม้ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิงมักจะเกิดปัญหามลพิษมากกว่าการใช้น้ำมันหรือก๊าซ เนื่องจากจะควบคุมปริมาณเชื้อเพลิง อากาศและอุณหภูมิในการเผาไหม้ให้เหมาะสมได้ค่อนข้างยาก ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และเกิดปัญหามลพิษทางอากาศได้

1.4.1.2 การออกแบบการเผาไหม้ของเตาเผา ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเลือกใช้เตาเผา เพื่อลดปัญหามลพิษที่อาจจะเกิดขึ้น คือ อุณหภูมิในการเผาไหม้ ระยะเวลาในการเผาไหม้ รวมทั้งลักษณะการผสมผสานของอากาศในเตาเผา ซึ่งในการออกแบบเตาเผาจะต้องคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวให้เหมาะสมพยายามให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ทั่วทั้งเตา และให้มีความสามารถเพียงพอในการทำให้มลพิษหรือกลิ่นที่เกิดขึ้นสลายตัว นอกจากนี้ระบบเตาเผาแบบ 2 ห้องเผา ก็สามารถช่วยในกำจัดมลพิษ เช่น เขม่าควันและกลิ่นที่เกิดขึ้นจากการเผาศพในห้องเผาแรกก่อนที่จะระบายอากาศเสียออกสู่บรรยากาศภายนอกช่วยให้ลดปัญหามลพิษที่เกิดขึ้นได้

1.4.1.3 ขั้นตอนการเดินระบบเผาไหม้ของเตาเผา แม้ว่าจะใช้เตาที่มีระบบการเผาไหม้ดี หรือใช้เชื้อเพลิงที่มีคุณภาพดี แต่หากไม่บำรุงรักษาเตาให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอหรือผู้ควบคุมการเดินระบบเตาเผาไม่เดินระบบการเผาไหม้ตามเกณฑ์ที่เหมาะสมก็จะเกิดปัญหาเขม่าควันและกลิ่นรบกวนได้เช่นเดียวกัน

นอกจากปัจจัยที่กล่าวข้างต้นแล้วยังมีปัจจัยเสริมอื่นที่ทำให้มีโอกาสเกิดมลพิษทางอากาศจากการเผาศพมากขึ้น คือ วัสดุและสิ่งของที่ใส่รวมลงไปในการเผาศพ เช่น การใส่วัสดุประเภทพลาสติก ใยสังเคราะห์ หรืออื่นๆ ลงไปมากก็จะเกิดมลพิษทางอากาศชนิดอื่นๆ ที่จะต้องคำนึงถึงด้วยในการกำจัดมลพิษทางอากาศประเภทนี้ ต้องใช้อุณหภูมิการเผาไหม้ที่สูงมากพอสมควรหรืออาจต้องใช้ระบบบำบัดมลพิษเพิ่มเติมเป็นพิเศษด้วย

ตาราง 1 ปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากตัวอย่างการเผาศพ 1 ครั้ง

เตาเผาศพ	**ฝุ่นละออง (มก./ลบ.ม.)**	SO_2 **(มก./ลบ.ม.)**	NO_X as NO_2 **(มก./ลบ.ม.)**	CO **(มก./ลบ.ม.)**
แบบ 2 ห้องเผา (ใช้น้ำมันดีเซล)	30.59	< 3.40	26.55	205.49
แบบ 2 ห้องเผา (ใช้ก๊าซ LPG)	13.39	< 3.40	178.47	1.6
มาตรฐานของเขตกรุงเทพมหานคร*	**100**	**200**	**500**	**100**

หมายเหตุ: *คำนวณผลที่ 25 องศาเซลเซียส 1 บรรยากาศ ที่สภาวะแห้ง และ ที่ 11% O_2

ที่มา: สาทิส ถาวรนันท์. (2541). *โครงการสาธิตเตาเผาศพแบบประหยัดพลังงานและลดมลภาวะ. รายงานความคืบหน้าครั้งที่ 1.*

องค์ประกอบของกลิ่นจากการเผาศพนั้นจะประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิด เช่น แอมโมเนีย (NH_3) ไฮโดเจนซัลไฟด์ (H_2S) เมทิลเมอร์แคปแทน (CH_3SH) เมทิลซัลไฟด์ ($(CH_3)2S$) และไตรเมทิลแอมไมน์ ($(CH_3)3N$) เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้จะมีจุดวาบไฟที่อุณหภูมิต่ำกว่า 651 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสามารถถูกกำจัดได้โดยง่ายในห้องเผาที่ 2 จึงไม่เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนบริเวณใกล้เคียงซึ่งต่างจากเตาเผาศพแบบดั้งเดิม หากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ อาจเกิดมลสารประเภทอื่นออกมาด้วย เช่น มลสารที่ก่อให้เกิดกลิ่น โดยเฉพาะกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์จากการเผาศพ เพราะตัวศพเองนั้นมีสารประกอบเป็นประเภทโปรตีนอย่างหนึ่ง สามารถเกิดไฮโดเจนซัลไฟด์ได้ ซึ่งกลิ่นนี้เองเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดความรำคาญและความเดือดร้อนต่อการดำรงชีวิตประจำวันของประชาชนที่อาศัยบริเวณใกล้เคียง (สาทิส ถาวรนันท์. 2541: 12)

1.5 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

หน่วยงานรับผิดชอบที่เกี่ยวข้องในการกำกับดูแลการดำเนินงานของวัดและการเผาศพ ได้แก่ กรมการศาสนา กระทรวงมหาดไทย (กรมการปกครอง และกรมโยธาธิการ) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด) และหน่วยงานท้องถิ่น (เช่น กรุงเทพมหานคร และเทศบาลต่างๆ) เป็นต้น โดยมี ข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.5.1 พระราชบัญญัติสุสานและฌาปนสถาน พ.ศ. 2528 เป็นกฎหมายที่ระบุรายละเอียดการดำเนินการทั้งหมดของสุสานและฌาปนสถาน โดยกำกับดูแลในเรื่องการอนุญาตเก็บ ฝัง หรือเผาศพและการจัดตั้งและดำเนินการสุสานและฌาปนสถาน เช่น

1.5.1.1 สุสานและฌาปนสถานสาธารณะ หรือสุสานและฌาปนสถานเอกชนต้องได้รับอนุญาตจัดตั้งจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นให้เป็นสุสานฯ (มาตรา 6) และผู้ที่จะดำเนินการ สุสานฯ ก็จะต้องได้รับอนุญาตเช่นกัน (มาตรา 7) ใบอนุญาตจัดตั้งและใบอนุญาตเป็นผู้ดำเนินการสุสานฯ ให้ใช้ได้จนถึงวันที่ 31 ธันวาคมของปีที่ 3 นับแต่ปีที่ออกใบอนุญาต (มาตรา 12) ใบอนุญาตดังกล่าวมีค่าธรรมเนียมฉบับละ 1,000 บาท และ 500 บาท ตามลำดับ

1.5.1.2 ผู้มีอำนาจอนุญาต ได้แก่ ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร นายกเทศมนตรี ปลัดเมืองพัทยา และผู้ว่าราชการจังหวัด เป็นเจ้าพนักงานท้องถิ่นในพื้นที่ของหน่วยบริหารราชการส่วนท้องถิ่นนั้นๆ แต่สำหรับผู้ว่าราชการจังหวัดจะเป็นเจ้าพนักงานท้องถิ่นเฉพาะในพื้นที่นอกเขตเทศบาลและเมืองพัทยา ซึ่งหมายรวมถึงพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลด้วย (มาตรา 4)

1.5.1.3 ในการขออนุญาตจัดตั้งและดำเนินการสุสานฯ รวมถึงการขอต่ออายุใบอนุญาต หากเจ้าพนักงานท้องถิ่นไม่ออกใบอนุญาต หรือไม่ต่ออายุใบอนุญาต ผู้ขอใบอนุญาตหรือผู้ขอต่ออายุใบอนุญาตก็มีสิทธิ์อุทธรณ์ต่อรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย ซึ่งคำวินิจฉัยของรัฐมนตรีให้เป็นที่สุด (มาตรา 13)

1.5.2 พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 เป็นพระราชบัญญัติที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นใช้ดำเนินงานในด้านที่เกี่ยวข้องกับเหตุที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง หรือผู้ที่ต้องประสบเหตุนั้น ซึ่งกรณีการเผาศพก็จะเกี่ยวข้องกับพระราชบัญญัติดังกล่าวด้วย เช่น

1.5.2.1 การกระทำใดๆ อันเป็นเหตุให้เกิดกลิ่น แสง รังสี เสียง ความร้อน สิ่งมีพิษ ความสั่นสะเทือน ฝุ่นละออง หรือกรณีอื่นใดจนเป็นเหตุให้เสื่อมหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ให้ถือว่าเป็นเหตุรำคาญ (มาตรา 25)

1.5.2.2 ในกรณีที่มีเหตุรำคาญเกิดขึ้นให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจออกคำสั่งให้บุคคลซึ่งเป็นต้นเหตุหรือเกี่ยวข้องหรือเจ้าของหรือผู้ครอบครองสถานที่ระงับเหตุรำคาญภายในเวลาอันสมควร ถ้าไม่มีการปฏิบัติตามคำสั่ง มีอำนาจระงับเหตุรำคาญนั้น และอาจจัดการตามความจำเป็นเพื่อมิให้มีเหตุรำคาญเกิดขึ้นอีก โดยบุคคลซึ่งเป็นต้นเหตุหรือเกี่ยวข้องกับการก่อเหตุรำคาญต้องเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดการนั้น (มาตรา 27 และ 28)

1.5.2.3 กรณีไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามมาตรา 28 หรือ 28 โดยไม่มีเหตุหรือข้อแก้ตัวอันสมควร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 1 เดือน หรือปรับไม่เกิน 2,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับ (มาตรา74)

1.5.2.4 เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจสั่งให้ผู้ดำเนินกิจการแก้ไขหรือปรับปรุงให้ถูกต้องได้ และถ้าไม่แก้ไขหรือถ้าดำเนินกิจการนั้นจะก่อให้เกิดหรือมีเหตุอันควรสงสัยว่าจะเกิดอันตรายอย่างร้ายแรงต่อสุขภาพของประชาชน เจ้าพนักงานท้องถิ่นจะสั่งให้ผู้นั้นหยุดดำเนินกิจการนั้นไว้ทันทีเป็นการชั่วคราว จนกว่าจะเป็นที่พอใจแก่เจ้าพนักงานท้องถิ่นว่าปราศจากอันตรายแล้วก็ได้ (มาตรา 45)

1.5.2.5 กรณีไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของเจ้าพนักงานท้องถิ่นตามมาตรา 45 โดยไม่มีเหตุหรือข้อแก้ตัวอันสมควร ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 6 เดือน หรือปรับไม่เกิน 10,000 บาท หรือทั้งจำทั้งปรับและปรับ อีกไม่เกินวันละ 5,000 บาท ตลอดเวลาที่ยังไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง (มาตรา 80)

1.5.3 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 ตามที่คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีมติครั้งที่ 2/2542 กำหนดค่ามาตรฐานความทึบแสง (Opacity) ของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพไม่เกินร้อยละ 10 พร้อมวิธีการตรวจวัดความทึบแสงแบบริงเกิลมานน์ (Ringelmann's Method) ตามมาตรา 55 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 โดยให้กรมควบคุมมลพิษจัดทำหลักเกณฑ์ทางวิชาการ และแนวทางปฏิบัติสำหรับหน่วยงานที่จะนำมาตรฐานความทึบแสงไปใช้ในการควบคุมปัญหาเขม่าควันจากเตาเผาศพ (กรมควบคุมมลพิษ. 2552: ออนไลน์)

1.5.4 ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.5.4.1 เรื่องกำหนดค่ามาตรฐานควบคุมความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ตามมาตรา 55 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 มาตรา 50 และมาตรา 51 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติจึงออกประกาศไว้ ณ วันที่ 16 ตุลาคม 2546 ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ค่าความทึบแสง หมายความว่า จำนวนร้อยละของแสงที่ไม่สามารถส่องผ่านเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ

ข้อ 2 เขม่าควันที่ปล่องทิ้งจากปล่องเตาเผาศพต้องมีค่าความทึบแสงไม่เกิน ร้อยละ 10 เมื่อตรวจวัดด้วยแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์

ข้อ 3 วิธีการตรวจวัด คำนวณ เปรียบเทียบ และสรุปผลการตรวจวัดค่าความ ทึบแสงให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ข้อ 4 แบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าความทึบแสง และแบบสรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงจากปล่องเตาเผาศพ รวมทั้งลักษณะและหน่วยวัดค่าความทึบแสงของแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์ให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา

1.5.4.2 เรื่องกำหนดให้เตาเผาศพเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม ตามมาตรา 68 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 มาตรา 50 และมาตรา 51 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ จึงออกประกาศไว้ ณ วันที่ 16 ตุลาคม 2546 ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้เตาเผาศพที่สร้างขึ้นในเขตกรุงเทพมหานคร เขตเมืองพัทยา เขตเทศบาลนคร และเขตเทศบาลเมือง เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม

ข้อ 2 ห้ามมิให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองเตาเผาศพปล่องทิ้งอากาศเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมารฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตเผาศพ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง

ข้อ 3 ให้เตาเผาศพที่มีอยู่ในพื้นที่ตามข้อ 1 ในวันที่ประกาศนี้ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ดำเนินการให้เป็นไปตามที่ประกาศนี้ภายในสองปีนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

1.5.4.3 เจ้าพนักงานควบคุมมลพิษมีอำนาจเข้าไปในอาคาร สถานที่ และเขตที่ตั้งของแหล่งกำเนิดมลพิษ เพื่อตรวจสภาพการทำงานของระบบบำบัดอากาศเสีย หรืออุปกรณ์ หรือเครื่องมือต่างๆ เพื่อควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสีย ออกคำสั่งให้เจ้าของ หรือผู้ครอบครองมลพิษจัดการแก้ไข ปรับปรุง หรือซ่อมแซมระบบบำบัดอากาศเสีย หรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสีย (มาตรา 82) นอกจากนี้กรณีที่เห็นสมควร เจ้าพนักงานควบคุมมลพิษยังสามารถเสนอแนะต่อเจ้าพนักงานผู้มีอำนาจควบคุมดูแลแหล่งกำเนิดมลพิษตามกฎหมายในการสั่งปิด หรือ พักใช้ หรือเพิกถอนใบอนุญาต หรือสั่งให้หยุดใช้แหล่งกำเนิดมลพิษที่จงใจไม่ทำการบำบัดอากาศเสีย (มาตรา 83)

1.5.5 ข้อบัญญัติท้องถิ่น เช่น ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร กฎหมายท้องถิ่นออกตามความในพระราชบัญญัติสุสานและฌาปนสถาน พ.ศ. 2528 ระบุเกี่ยวกับขั้นตอนในการขออนุญาตจัดตั้งและดำเนินการสุสานและฌาปนสถานรวมทั้งการดำเนินการ ภายหลังการได้รับอนุญาตแล้ว ซึ่งใช้ได้เพียงเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับพระราชบัญญัติสุสานและฌาปนสถาน พ.ศ. 2528 สำหรับกรุงเทพมหานคร มีการดำเนินงาน ดังนี้

1.5.5.1 ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องสุสานและฌาปนสถาน พ.ศ. 2546 กำหนดให้เตาเผาศพที่สร้างใหม่ต้องมีสมบัติกำจัดกลิ่น ควัน และสิ่งปฏิกูลจากการเผาศพ ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานครกำหนด มีที่ว่างโดยรอบเตาเผาศพไม่น้อยกว่า 20 เมตร และอยู่ห่างจากถนนสำหรับประชาชนใช้ในการจราจรสาธารณะไม่น้อยกว่า 50 เมตร รวมทั้งได้กำหนดแนวทางการใช้เตาเผาศพ เพื่อแก้ไขและลดปัญหาเหตุรำคาญ เพื่อแจ้งให้วัดและผู้เกี่ยวข้องทราบและถือปฏิบัติ

1.5.5.2 ให้วัดที่ใช้เตาเผาศพที่ก่อให้เกิดปัญหาแก้ไขเตาเผาศพของตนเองให้ดี โดยขณะนี้เหลือวัดที่ต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขอีกจำนวนประมาณ 56 แห่ง

1.5.5.3 กรุงเทพมหานคร มีนโยบายในการจัดตั้งศูนย์ฌาปนกิจกรุงเทพมหานคร เพื่อรองรับวัดที่ไม่มีเมรุเตาเผาศพและแก้ปัญหามลภาวะจากการเผาศพ โดยที่ศูนย์ฯ จะนำเตาเผาศพปลอดมลพิษมาใช้งาน ขณะนี้อยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งศูนย์ฌาปนกิจกรุงเทพมหานคร เตาเผาศพปลอดมลพิษของกรุงเทพมหานคร มีสมบัติดังนี้

1) เป็นเตาเผาศพที่ใช้หลักการของเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple Chamber) อย่างน้อยประกอบด้วย

1.1) ห้องเผาแรก ทำหน้าที่ เผาศพและวัสดุอื่นๆ เช่น ดอกไม้จัน เป็นต้น

1.2) ห้องเผาสุดท้าย ทำหน้าที่ เผาก๊าซที่เกิดจากห้องเผาแรกอีกครั้ง เพื่อกำจัดกลิ่น ควัน และก๊าซ โดยใช้น้ำมันดีเซล หรือก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง

2) โครงสร้างภายนอกทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง พื้นและผนังด้านในทำด้วยวัสดุทนไฟ ซึ่งสามารถทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 1,400 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาใช้งานเตาเผาศพ

3) ระบบเปิด – ปิด ประตูเตาเผาศพต้องเป็นระบบหรือมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากความร้อนและเปลวไฟในระหว่างเปิดประตู และในระหว่างที่หัวเผาในห้องเผาแรกทำงานต้องไม่สามารถเปิดประตูได้ หรือมีการเปิดประตูในระหว่างการใช้งานเตาเผาศพ หัวเผาในห้องเผาแรกต้องดับลงทันที และติดขึ้นเองโดยอัตโนมัติเมื่อประตูปิดลงและต้องมีช่องมองเพื่อสังเกตการณ์เผาไหม้ในห้องเผาแรก

4) หัวเผาที่ใช้ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ยุโรป หรือได้รับการรับรองมาตรฐานจากประเทศผู้ผลิตหัวเผา

5) ต้องมีระบบควบคุมให้หัวเผาในห้องเผาแรกทำงานได้ ต่อเมื่ออุณหภูมิในห้องเผาสุดท้ายถึงระดับ 850 องศาเซลเซียส

6) หัวเผาในห้องเผาสุดท้าย ต้องเป็นหัวเผาแบบ Modulating Burner ซึ่งสามารถปรับเปลวไฟให้มีความสั้น – ยาวของเปลวไฟได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับขึ้นไป และมีระบบหรืออุปกรณ์ใดๆ ที่สามารถควบคุมให้อุณหภูมิการทำงานในห้องเผาสุดท้าย อยู่ในระดับคงที่สม่ำเสมอ

7) อุณหภูมิในห้องเผาสุดท้าย ต้องไม่น้อยกว่า 850 องศาเซลเซียส ตลอดเวลาของการเผาไหม้ในห้องเผาแรก

8) ต้องมีระยะเวลาการเผาไหม้ กลิ่น ควัน และก๊าซที่เกิดจากห้องเผาแรกในห้องเผาสุดท้าย (Retention Time) เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 วินาที และต้องแนบรายการคำนวณระยะเวลาสำหรับการเผาในห้องเผาสุดท้าย

9) ต้องมีการควบคุมการเผาไหม้ให้สัมพันธ์กับอุณหภูมิในห้องเผา และสามารถเลือกระบบการทำงานในการเผาให้เป็นระบบอัตโนมัติได้ โดยมีตัววัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ในทุกห้องเผา และต้องแสดงตัวเลขค่าอุณหภูมิในห้องเผาทั้งสองให้เห็นชัดเจน

10) ต้องมีปล่องระบายอากาศเสีย ซึ่งทำด้วยเหล็กสแตนเลส และภายในบุด้วยวัสดุทนไฟ โดยมีช่องเปิดสำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศตามวิธีการและข้อกำหนดการตรวจสอบมลพิษที่ปล่อยจากปล่อง โดยตัวปล่องต้องสูงไม่น้อยกว่า 1 เมตรจากหลังคาอาคารฌาปนสถาน

11) มีช่องสำหรับกวาดเก็บเถ้าและกระดูกแยกต่างหาก

12) ถังหรือที่เก็บเชื้อเพลิงสำหรับการเผาต้องถูกจัดเก็บไว้อย่างปลอดภัยเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการบรรจุก๊าซปิโตรเลียมเหลว หรือการเก็บรักษาน้ำมันเชื้อเพลิง จะต้องได้รับการตรวจสอบและได้รับใบอนุญาต หรือหนังสือรับรองในเรื่องของระบบเชื้อเพลิง สถานที่ตั้งเชื้อเพลิง และสถานที่สะสมเชื้อเพลิงจากกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย ในกรณีที่ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงต้องมีระบบการหยุดจ่ายแก๊สแบบอัตโนมัติ ทันทีที่เกิดเหตุฉุกเฉินโดยติดตั้งที่ท่อจ่ายแก๊สหลัก

13) อุปกรณ์สำหรับการกวาดเก็บกระดูก จำนวน 1 ชุด

14) อุปกรณ์สำหรับการทำความสะอาดเตาเผาศพ จำนวน 1 ชุด

15) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ได้รับมาตรฐาน จำนวน 2 ชุด อย่างน้อยโดยแต่ละชุดต้องประกอบด้วย ถุงมือกันความร้อน รองเท้ากันความร้อน ชุดกันความร้อน หน้ากากกันความร้อน หน้ากากป้องกันมลพิษ แว่นตากันแสงจ้า

16) ผู้จำหน่าย ต้องเป็นผู้ผลิตเตาเผาศพ หรือมีหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากผู้ผลิตแต่เพียงผู้เดียวในประเทศไทย

17) เมื่อทำการติดตั้งเตาเผาศพเรียบร้อยแล้ว ผู้จำหน่ายจะต้องปฏิบัติดังนี้

17.1) ทำการทดสอบคุณภาพเตาเผาศพ โดยการเผาศพจริง

17.2) ทำการตรวจวัดมลพิษทางอากาศจากปล่องเตาเผาศพ ด้วยวิธีการมาตรฐานหน่วยงาน U.S. EPA (เฉพาะในข้อ 17.3.1 ถึง 17.3.4) คำนวณผลที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาวะแห้งที่ปริมาตรออกซิเจนส่วนในการเผาไหม้ ร้อยละ 11

17.3) ต้องดำเนินการในข้อ 17.2 ด้วยบริษัทหรือหน่วยงานที่ให้บริการโดยเฉพาะ และได้รับการขึ้นทะเบียนจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งการเก็บตัวอย่างอากาศ ในข้อ 17.3.1 ถึง 17.3.4 ต้องเริ่มทำการทันทีที่ทำการเผาศพ ให้มีค่ามลพิษที่ปล่อยออกมาจากปล่องเตาเผาศพเป็นไปตามกำหนด ดังนี้

17.3.1) ต้องมีค่าปริมาณของฝุ่นละออง (Total Particulate) ไม่เกิน 100 mg/Nm^3

17.3.2) ต้องมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไม่เกิน 100 mg/Nm^3

17.3.3) ต้องมีค่าก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ไม่เกิน 500 mg/Nm^3

17.3.4) ต้องมีค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไม่เกิน 200 mg/Nm^3

17.3.5) ต้องมีค่าความทึบแสงของเขม่าควันที่ปล่อยออกมาจากปล่องไม่เกินร้อยละ 10 ด้วยวิธี Ringelman's Method และ/หรือวิธีอื่นใดในการตรวจวัดควันที่ปล่อยออกมาจากปล่องเตาเผาศพ ตามที่ระบุไว้ในข้อบัญญัติกรุงเทพมหานครว่าด้วยเรื่องสุสานและฌาปนสถาน (ณิชมน จันทรัตน์. 2552: 24-36)

สรุป

เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาแล้วจะมีประสิทธิภาพที่ดีในการควบคุมค่ามลพิษไม่ให้เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดตามบทบัญญัติไว้ หรือกฎหมายต่างๆ ที่ได้ประกาศไว้ แต่ทั้งนี้ การเผาศพจะมีองค์ประกอบหลายประการในช่วงเวลาเดียวกันขณะที่ทำการเผา เช่น การสร้างห้องเผาให้มีขนาดใหญ่พอที่จะทำให้การเดินทางของก๊าซพิษ มีเวลาในการถูกกำจัด หรือการปรับอากาศให้คงที่พอเหมาะกับอุณหภูมิความร้อนที่เผา รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการอุ่นห้องเผารอง เพื่อให้มีค่าความร้อนพอที่จะกำจัดมลพิษได้

2. การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

2.1 การพัฒนา

การพัฒนา หมายถึง การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้น สามารถมองเห็น รับรู้ หรือสัมผัสได้ และมีความเข้าใจในผลงานร่วมกัน ความสำคัญของการออกแบบพัฒนามีอยู่หลายอย่าง ดังนี้

2.2.1 การวางแผนการการทำงาน งานออกแบบจะช่วยให้การทำงานเป็นไปตามขั้นตอนอย่างเหมาะสม และประหยัดเวลา

2.2.2 การนำเสนอผลงาน ผลงานพัฒนาจะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องมีความเข้าใจตรงกัน

2.2.3 การพัฒนาจะช่วยอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับงาน เพราะงานบางประเภทอาจมีรายละเอียดมากมาย ซับซ้อน งานออกแบบจะช่วยให้ผู้เกี่ยวข้อง และผู้พบเห็นมีความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น

2.2 วัสดุศาสตร์และวัสดุวิศวกรรม

2.2.1 **วัสดุศาสตร์** (Material Science) เป็นการศึกษาเพื่อวัตถุประสงค์ที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างวัสดุ (Structure) ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญทำให้วัสดุมีคุณสมบัติทางกลแตกต่างกัน

2) สามารถแบ่งวัสดุออกเป็นชนิด ประเภท ตามลักษณะการเกิด คุณสมบัติ และกรรมวิธีในการผลิต

3) สามารถมีข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุ ให้มีความเหมาะสมกับลักษะของงาน โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านความสะดวก ปลอดภัย ประหยัด และมีความคงทนเป็นสำคัญ

4) สามารถวินิจฉัยหรือพิสูจน์ทราบได้ว่า ชิ้นงานนั้นๆ ทำมาจากวัสดุอะไร เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง หรือพัฒนาต่อไป

2.2.2 **วัสดุวิศวกรรม** (Engineering Material) เป็นศึกษาเรื่องของวัสดุในลักษณะการสำรวจ การวิจัย การปรับปรุง พัฒนา เพื่อให้ได้วัสดุที่มีคุณสมบัติดียิ่งขึ้น และเป็นการแก้ไขข้อด้อยของวัสดุชนิดต่างๆ คำถามในเชิงวัสดุวิศวกรรม เช่น ทำอย่างไรชิ้นงานจึงจะมีน้ำหนักน้อยลง ทำอย่างไรวัสดุที่ใช้จึงจะทนต่อการเสียดสี ทนความร้อนได้ดีกว่า ทำอย่างไรวัสดุจึงจะคงทนใช้งานได้ระยะยาวนาน ทำอย่างไรวัสดุที่ใช้จึงจะมีคุณสมบัติเป็นตัวนำ หรือต้านทานไฟฟ้า หรือความร้อนได้ดี ทำอย่างไรจึงจะง่ายต่อกระบวนการผลิต และการนำไปใช้งาน ทำอย่างไรจะได้วัสดุที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลภาวะ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม หรือทำอย่างไรจะมีวัสดุคุณภาพดี ราคาถูก และปลอดภัยในการผลิต การสร้างงาน และการบริโภค เป็นต้น (ไพฑูรย์ ประสมศรี. 2545: 2)

2.2.3 ประเภทของวัสดุ

2.2.3.1 แบ่งตามคุณสมบัติโดยทั่วๆ ไป สามารถจัดแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

1) วัสดุกลุ่มโลหะ (Metallic Materials) เป็นวัสดุที่ได้มาจากสินแร่ตามธรรมชาติโดยตรง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของผสมกับวัสดุชนิดอื่นๆ อยู่ในรูปของสารประกอบ ต้องนำมาผ่านกระบวนการถลุง หรือสกัดเพื่อให้ได้แร่หรือโลหะที่บริสุทธิ์ เมื่อนำแร่บริสุทธิ์นี้ไปผ่านกระบวนการแปรรูปโลหะจะได้วัสดุโลหะเพื่อการใช้งาน โลหะสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1.1) โลหะเหล็ก (Ferrous Metal) สามารถตอบสนองคุณสมบัติด้านแม่เหล็ก (Magnetic) คือ เป็นโละที่แม่เหล็กดูด มีหลายชนิด เช่น เหล็กหล่อ เหล็กเหนียว เหล็กกล้า เหล็กไร้สนิม เหล็กกล้าผสม เป็นต้น

1.2) โลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrous Metal) ไม่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็กธาตุ โลหะในกลุ่มนี้มีเป็นจำนวนมาก เช่น ทอง เงิน ทองแดง อะลูมิเนียม สังกะสี ทังสเตน แมกนีเซียม ตะกั่ว ปรอท โบลิดินั่ม ฯลฯ รวมถึงโลหะผสม เช่น บรอนซ์ และทองเหลือง เป็นต้น

2) วัสดุกลุ่มอโลหะ (Non Metallic Materials) วัสดุในกลุ่มนี้แยกย่อยได้ดังนี้

2.1) วัสดุอินทรีย์สาร (Organic) เป็นวัสดุที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิต เช่น ไม้ เส้นใยธรรมชาติ หนังสัตว์ น้ำมันจากพืช ยางพารา ขนสัตว์ เปลือกหอย หวาย เป็นต้น

2.2) วัสดุอนินทรีย์สาร (Inorganic) เป็นวัสดุที่ได้มาจากธรรมชาติจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต เป็นพวกแร่ธาตุต่างๆ เช่น หิน ดินเหนียว กรวด ทราย ศิลาแลง หินอ่อน ยิบซั่ม และอัญมณีต่างๆ เป็นต้น

2.3) วัสดุสังเคราะห์ (Synthetic Materials) เป็นวัสดุที่ต้องผ่านกระบวนการทางด้านอุตสาหกรรมและเคมี เกิดจากการผสมตัวของวัสดุ ธาตุ และมีเคมีภัณฑ์อื่นๆ แบ่งย่อยได้ 2 ชนิด คือ

2.3.1) วัสดุอินทรีย์สารสังเคราะห์ เช่น กระดาษ เส้นใยสังเคราะห์ ฟองน้ำ หนังเทียม พลาสติก ยางเทียม เป็นต้น

2.3.2) วัสดุอนินทรีย์สารสังเคราะห์ เช่น ปูนซีเมนต์ คอนกรีต เซรามิกส์ สีทาอาคาร แก้ว อิฐ เป็นต้น

ตาราง 2 แสดงเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุโลหะและอโลหะ

วัสดุโลหะ	วัสดุอโลหะ
1. นำความร้อน ไฟฟ้าได้	1. เป็นตัวนำไฟฟ้า ความร้อนที่เลว
2. เคาะมีเสียงกังวาน	2. เสียงเคาะไม่กังวาน
3. เนื้อเป็นมันวาว	3. เนื้อหยาบไม่เป็นมัน
4. มีจุดหลอมเหลวสูง	4. แข็งแต่เปราะ
5. จุดหลอมเหลวและจุดแข็งตัวแน่นอน	5. เสื่อมสภาพ ยุบสลายง่าย
6. มีความหนาแน่นสูง	6. ความหนาแน่นต่ำ
7. ที่อุณหภูมิและความดันปกติจะเป็นของแข็ง และทึบแสง	7. รวมตัวกับวัสดุอื่นได้ยาก 8. ติดลุกเป็นไฟได้ง่าย
8. ตีเป็นแผ่นหรือยืดเป็นเส้นได้ง่าย	
9. มีความเหนียวและแข็งแรง	
10. คงทน ผุสลายยาก	
11. รังสีเอกซเรย์ผ่านได้ยาก	
12. ขึ้นรูปงานโดยการหล่อได้ง่าย	

ที่มา: ไพฑูรย์ ประสมศรี. (2545). *วัสดุศาสตร์ MATERIALS SCIENCE: พื้นฐานการศึกษาและการปฏิบัติงาน.* พิมพ์ครั้งที่ 3.

2.2.3.2 แบ่งตามกลุ่มวัสดุศาสตร์ วัสดุในความหมายขิงวัสดุศาสตร์ สามารถแบ่งประเภทวัสดุตามลักษณะของโครงสร้าง รูปลักษณะ คุณสมบัติและการใช้งานได้ดังนี้ คือ วัสดุโลหะ วัสดุโพลิเมอร์ วัสดุเซรามิกส์ วัสดุผสม วัสดุสิ่งทอ และวัสดุอุตสาหกรรม

2.2.3.3 แบ่งตามคุณสมบัติในการตอบสนองการใช้งาน สามารถแบ่งได้ 6 กลุ่ม คือ

1) กลุ่ม Mechanical เป็นวัสดุสารที่มีคุณสมบัติตอบสนองต่อแรงทางกลได้ เช่น การทนต่อแรงกด แรงอัด ทนต่อความล้า ความยืดหยุ่น เช่น วัสดุโลหะ พลาสติก เป็นต้น

2) กลุ่ม Electrical เป็นวัสดุสารที่มีคุณสมบัติด้านการกำเนิดพลังงานไฟฟ้า ความเป็นสื่อ เป็นตัวนำ หรือวงจรไฟฟ้า เช่น คอนเดนเซอร์ ทรานซิสเตอร์ ไอซี เป็นต้น

3) กลุ่ม Thermal เป็นวัสดุสารที่ให้การตอบสนองด้านความร้อน เช่น ขดลวด เทอร์โมสตัท สารกึ่งตัวนำ เป็นต้น

4) กลุ่ม Magnetic เป็นกลุ่มวัสดุสารที่มีคุณสมบัติด้านกำเนิดแหล่งแม่เหล็ก หรือมีพลังดึงดูดทางแม่เหล็ก เช่น แม่เหล็กถาวร แม่เหล็กชั่วคราว เป็นต้น

5) กลุ่ม Optical เป็นวัสดุกลุ่มที่มีลักษณะการตอบสนองทางด้านการกำเนิดแสง การหักเห หรือการสะท้อนแสง เช่น วัสดุกระจก เลนส์เว้า เลนส์นูน เป็นต้น

6) กลุ่ม Deteriorative เป็นกลุ่มวัสดุสารที่มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถตอบสนองทางเคมีของสารหรือวัตถุต่างๆ เช่น เมื่อหยดสารเคมีลงไปแล้ว จะเกิดความเป็นกรด หรือด่าง หรือมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้น เช่น อะเซทิลีน ปูนซีเมนต์ เป็นต้น

2.2.3.4 แบ่งตามคุณสมบัติพื้นฐานทางฟิสิกส์ ไฟฟ้า และเคมี เพื่อความสะดวกต่อการอธิบายความ วัสดุวิศวกรรม แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ โดยพิจารณาจากพื้นฐานที่แตกต่างกันทางด้านกายภาพ คุณสมบัติทางกล ไฟฟ้า และเคมี กล่าวคือ วัสดุโลหะ วัสดุโพลิเมอร์ (พลาสติก) และวัสดุเซรามิกส์ ซึ่งถ้านำวัสดุทั้ง 3 กลุ่มนี้มารวมกันหรือผสมผสานการใช้ จะทำให้ได้วัสดุเพิ่มขึ้นอีก 2 กลุ่ม คือ วัสดุผสมและวัสดุกึ่งตัวนำ วัสดุทั้ง 5 กลุ่มนี้นับว่ามีความสำคัญเป็นวัสดุช่าง และวัสดุวิศวกรรมที่สำคัญ

1) วัสดุโลหะ (Metallic Materials) เป็นวัสดุประเภทอนินทรีย์สาร ประกอบด้วย ธาตุโลหะเพียง 1 อย่าง หรือมากกว่าก็ได้ และหรืออาจมีธาตุอโลหะผสมอยู่ด้วย ตัวอย่างของธาตุโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง อะลูมิเนียม ทังสเตน นิเกิล สังกะสี และไตตาเนียม เป็นต้น ส่วนธาตุอโลหะที่ผสมอยู่ เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน และออกซิเจน วัสดุโลหะจะมีโครงสร้างเป็นผลึกอะตอมจะถูกจัดให้เรียงอยู่ในลักษณะเดียวกัน วัสดุโลหะโดยทั่วไปจะมีคุณสมบัตินำไฟฟ้า และนำความร้อนได้ดี โลหะส่วนใหญ่จะมีสภาพใช้งานเป็นสถานะแข็ง มีความแข็งแรง เหนียวที่อุณหภูมิห้อง และจะยังรักษาสภาพและความแข็งแรงได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น วัสดุโลหะสามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่ม คือ โลหะกลุ่มเหล็ก (Ferrous) โลหะนอกกลุ่มเหล็ก (Non-Ferrous) และโลหะเจือหรือโลหะผสม (Alloy) โลหะกลุ่มเหล็ก เช่น เหล็กหล่อ เหล็กเหนียว เป็นต้น ตัวอย่างโลหะนอกกลุ่มเหล็ก เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม สังกะสี เงิน ทอง เป็นต้น ส่วนโลหะเจือหรือโลหะผสม ตัวอย่างวัสดุ เช่น ทองเหลือง บรอนซ์ ดีบุก อะลูมิเนียม โลหะแบริ่ง หรือโลหะซินเตอร์ เป็นต้น

2) วัสดุโพลิเมอร์หรือพลาสติก (Polymeric Materials or Plastic) วัสดุโพลิเมอร์ ได้แก่ จำพวกพลาสติกและยาง จะมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารไฮโดรคาร์บอน มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่ มีลักษณะเป็นตาข่าย เป็นแขนง หรือเป็นเส้นยาว มีความหนาแน่นต่ำ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้โพลิเมอร์มีความอ่อนตัว ยืดหยุ่น สามารถรับแรงได้มาก โครงสร้างส่วนใหญ่จะไม่เป็นผลึก แต่มีบางชนิดที่มีโครงสร้างเป็นแบบผลึกและไม่เป็นผลึกผสมกัน โพลิเมอร์จะเป็นตัวนำไฟฟ้าและความร้อนที่เลว จึงนิยมใช้ทำฉนวนไฟฟ้าและใช้ประโยชน์ทางการปิดการรั่วของไฟฟ้า ตัวอย่างวัสดุโพลิเมอร์ เช่น พลาสติก ยาง ฟองน้ำ โฟม อิพอกซี ท่อ PVC เป็นต้น

3) วัสดุเซรามิกส์ (Ceramic Materials) วัสดุเซรามิกส์จัดเป็นพวกวัสดุสังเคราะห์เกิดจากการรวมตัวของวัตถุดิบทั้งประเภทโลหะและอโลหะ องค์ประกอบส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของออกไซด์ ไนเตรท และคาร์ไบด์ วัสดุในกลุ่มเซรามิกส์ เช่น ซีเมนต์ แก้ว กระจก ข้อดีของวัสดุเซรามิกส์ คือ มีน้ำหนักไม่มากนัก มีความแข็ง ทนทาน ทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ด้วยคุณสมบัติเด่นด้านการทนความร้อนสูง ทนต่อการกัดกร่อน ยากต่อการสึกหรอ และเป็นฉนวนที่ดี เซรามิกส์จึงถูกนำไปใช้ทำผนังเตาหลอมโลหะที่ต้องการอุณหภูมิสูงๆ เช่น เตาหลอมเหล็กกล้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังถูกนำไปใช้งานในยานอวกาศ โดยใช้ทำเปลือกนอกของตัวยานอวกาศ เพราะสามารถทนต่อความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีของบรรยากาศขณะเคลื่อนที่ได้ ส่วนวัสดุในตัวยานอวกาศจะทำด้วยวัสดุเบาพวกอะลูมิเนียมหรือดลหะผสมอื่นๆ ที่อุณหภูมิสูง วัสดุเซรามิกส์จะมีความคงทนมากกว่าวัสดุโลหะและโพลิเมอร์ วัสดุเซรามิกส์มีความแข็งมากแต่เปราะและแตกหักได้ง่าย

4) วัสดุผสม (Composite Materials) เป็นลักษณะของวัสดุที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวกันของวัตถุธาตุ อย่างน้อย 2 อย่าง โดยสภาพจะสามารถมองเห็นความแตกต่างกันของวัตถุธาตุดังกล่าวได้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น ไฟเบอร์กลาส ฟอร์เมก้า วัสดุทำหัวไม้กอล์ฟ คีรีบอร์ด เป็นต้น โดยเป็นการเลือกใช้ลักษณะเด่นของวัสดุแต่ละประเภท หรือเป็นวัสดุกลุ่มเดียวกันแต่มีเฟสต่างกันมาประกอบเป็นวัสดุเดียวกัน

5) วัสดุสารกึ่งตัวนำ (Semiconductors) เซมิคอนดัคเตอร์ หรือวัสดุสารกึ่งตัวนำบางครั้งเพื่อเป็นการง่ายต่อความเข้าใจอาจเรียกว่าวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งโดยปกติจะไม่จัดเป็นวัสดุหลักในงานอุตสาหกรรม แต่จะเป็นวัสดุที่สำคัญอย่างมากในงานวิศวกรรมชั้นสูง ในงานไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ การสื่อสาร ดาวเทียม คอมพิวเตอร์ เครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ หรือนาฬิกาแบบดิจิตอล และหุ่นยนต์ในงานอุตสาหกรรมยานยนต์ ตัวอย่างวัสดุสารกึ่งตัวนำและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Silicon, Gallium Arsenide, Diode, Triac, Bibolar Junction, Transistor และ Integrate Circuits เป็นต้น (ไพฑูรย์ ประสมศรี. 2545: 3-9)

2.3 วิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า (Value Engineering and Value Analysis, VE/VA) (วันชัย ริจิรวนิช. 2543: 201-202)

2.3.1 วิศวกรรมคุณค่า (VE) คือ การพัฒนาเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ โดยมีจุดเน้นในด้านการใช้งานให้ง่ายขึ้นและต้นทุนการผลิตลดลง

2.3.2 การวิเคราะห์คุณค่า (VA) คือ การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เพื่อการปรับเปลี่ยนการออกแบบของผลิตภัณฑ์หรือบริการ โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนการผลิตหรือการให้บริการ ทั้งวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่าต่างก็มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบ คุณค่าด้านหน้าที่การใช้งานของส่วนต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ จึงเป็นการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งไม่ทำให้คุณภาพ ความเชื่อมั่นและหน้าที่ความสามารถในการใช้งานของผลิตภัณฑ์เสีย ในขณะเดียวกันสามารถลดต้นทุนด้านวัตถุดิบและต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

ในการวิเคราะห์คุณค่า วิศวกรออกแบบต้องทำงานร่วมกับฝ่ายจัดซื้อ เพื่อสามารถเลือกใช้วัตถุดิบที่เหมาะสมและราคาต่ำมาทกแทนวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต แต่ในงานของวิศวกรรมคุณค่า บทบาทของการออกแบบจะสำคัญมาก กลยุทธ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงทั้งด้านการใช้งานและอื่นๆ วัสดุที่ใช้ราคาถูกและเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เวลาที่ใช้ในการผลิตต้องต่ำ โดยขจัดส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ไม่จำเป็นสำหรับหน้าที่การใช้งานของผลิตภัณฑ์ออกไป และเป็นการลดเวลาผลิตในส่วนของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าหลักการใหญ่ๆ ของวิศวกรรมคุณค่าและการวิเคราะห์คุณค่า คือ

1) การขจัดส่วนที่ไม่จำเป็นของผลิตภัณฑ์

2) การทดแทนวัสดุด้วยวัสดุที่เหมาะสมกว่า

ดังนั้น กิจกรรมการวิเคราะห์คุณค่าและวิศวกรรมคุณค่า จึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้สามารถลดเวลาในการผลิตและต้นทุนวัสดุที่ไม่จำเป็น เป็นการเพิ่มผลผลิตโดยตรง

2.4 หลักการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

หลักการพัฒนาและสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา อิงตามมาตรฐานตามข้อกำหนดคุณสมบัติเตาเผาศพปลอดมลพิษของกรุงเทพมหานคร เพื่อนำไปใช้ประกอบพิธีฌาปนกิจ สำหรับผู้ที่เสียชีวิตล่วงลับไปแล้ว และเป็นการช่วยลดมลภาวะทางอากาศที่เกิดจากการเผา เตาเผาศพชนิดสองห้องเผามีส่วนประกอบสำคัญต่างๆ ดังนี้

2.4.1 ห้องสันดาปหรือห้องเผา (Combustion Chamber) เตาเผาศพใช้หลักการของเตาเผาแบบหลายห้องเผา (Multiple Chamber) ประกอบด้วย 2 ห้องเผา คือ

2.4.1.1 ห้องเผาแรก หรือห้องเผาหลัก (Primary Chamber) ทำหน้าที่เผาศพและวัสดุอื่นๆ เช่น ดอกไม้จัน เป็นต้น

2.4.1.2 ห้องเผาควัน หรือห้องเผารอง (Secondary Chamber) ทำหน้าที่เผาก๊าซที่เกิดจากห้องเผาแรกอีกครั้ง เพื่อกำจัดกลิ่น ควัน ในห้องเผาสุดท้าย (Retention Time) เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 วินาที

2.4.2 ชุดกำลังของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ประกอบด้วย มอเตอร์ขนาดต่างๆ ตามหน้าที่การใช้งาน

2.4.2.1 มอเตอร์ประตูหน้า ใช้มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า 50 Hz, 220/380 V

2.4.2.2 มอเตอร์ประตูหลัง ใช้มอเตอร์ ขนาด 1.5 แรงม้า 50 Hz, 220/380 V

2.4.2.3 พัดลมเติมอากาศ (Air Bower) ประกอบด้วย มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า 50 Hz, 220/380 V จำนวน 1 ชุด

2.4.3 ชุดหัวพ่นไฟสำเร็จรูป (หัวเผา) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเทียบเท่าตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ยุโรป หรือได้รับการรับรองมาตรฐานจากประเทศผู้ผลิตหัวเผา มีอยู่ 2 ชนิด คือ

2.4.3.1 หัวเผาหลัก (เผาศพ) มีขนาดไม่น้อยกว่า 1,350,000 บีทียู/ชั่วโมง

2.4.3.2 หัวเผารอง (เผาควัน) มีขนาดไม่น้อยกว่า 1,350,000 บีทียู/ชั่วโมง

2.4.4 ระบบประตูเตาเผาศพด้านหน้า เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาออกแบบโดยใช้ระบบมอเตอร์เกียร์เป็นตัวส่งกำลังในการยกประตูเตา ซึ่งมอเตอร์เกียร์จะทำการหมุนเพลาเพื่อส่งกำลังหมุนลวดสลิง ขนาด 4 มิลลิเมตร ให้ยกประตูขึ้นและลงได้

2.4.5 ประตูเตาเผาศพด้านหน้า – หลัง แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

2.4.5.1 บานประตู ทำด้วยคอนกรีตทนไฟ เทขึ้นรูปตามแบบ วงกบบานประตูทำด้วยเหล็กหล่อ เพื่อป้องกันการบิดตัวเมื่อได้รับความร้อน

2.4.5.2 ประตูหน้า มีระบบตรวจสอบการเปิดประตูในระหว่างการเผาไหม้ ซึ่งหัวเผาหลักสามารถดับเองทันทีเมื่อเปิดประตูขณะทำการเผา และจะติดเองอีกครั้งเมื่อประตูปิดลง

2.4.6 วัสดุทนไฟ คือ วัสดุพวกอโลหะซึ่งสามารถนำมาใช้ก่อสร้างโครงสร้าง หรือเตาต่างๆ ที่ใช้งานอุณหภูมิสูงได้โดยไม่เกิดการหลอมเหลวเสียรูปร่างไปขณะใช้งาน สมบัติประการแรกของวัสดุทนไฟ คือ ความทนไฟ นอกจากนี้แล้วในลักษณะการใช้งานต่างๆ สมบัติที่สำคัญอื่นๆ ของวัสดุทนไฟมีดังนี้ (ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทย เอส เอส อิฐทนไฟ. 2554: ออนไลน์)

2.4.6.1 รับน้ำหนักขณะใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้เพียงพอโดยไม่เกิดการยุบตัว

2.4.6.2 ทนการขัดสีจากลม ฝุ่น หรือวัสดุต่างๆ ได้ดีที่อุณหภูมิสูง

2.4.6.3 ทนการกัดกร่อนจากสารเคมี หรือสารประกอบหลอมเหลวต่างๆ ได้เมื่อใช้งาน

2.4.7 ประเภทของวัสดุทนไฟแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ดังนี้

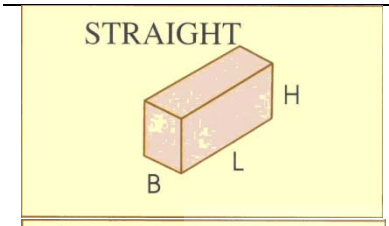
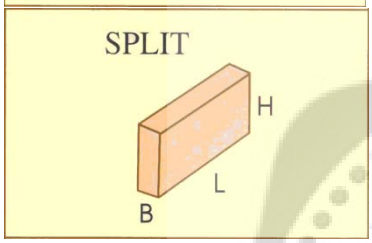
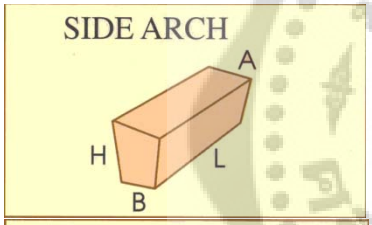
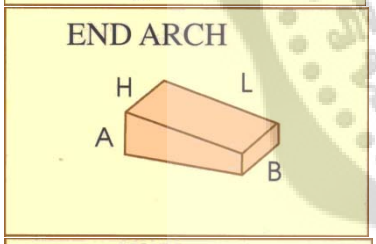
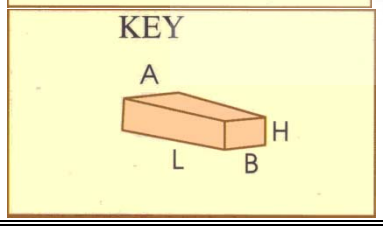
2.4.7.1 อิฐทนไฟ (Refractory Brick) มีลักษณะเป็นก้อน การใช้งานส่วนมากนำไปใช้ในงานก่อ เช่น ในการสร้างเตาเผา อิฐทนไฟเป็นวัสดุทนไฟประเภทที่สามารถรักษาขนาดสัณฐานเดิมเมื่อผ่านการใช้งาน และมีสมบัติดีกว่าวัสดุทนไฟประเภทอื่นๆ รูปร่างของอิฐทนไฟจะมีอิฐตรง (Straight: ST) อิฐสี่เหลี่ยมบาง (Split: SP) อิฐกลีบส้ม (Side Arch: SA) อิฐหัวขวาน (End Arch: EA) และอิฐหน้าวัว (Key: Ke) การใช้งานส่วนมากจะนำไปใช้ในงานก่อ เช่น ในการสร้างเตาเผา เป็นต้น (บริษัทเซรามิคส์ อาร์ อัส. 2554: ออนไลน์)

ตาราง 3 ข้อมูลทางเทคนิคของอิฐทนไฟ

คุณสมบัติ	เกรด				
	SK30	SK34	SK36	SK38	SK43
1. วัสดุทนความร้อน, SK (Seger Cone)	30	34	36	37-38	34
2. ความหนาแน่น, g/cc	1.96-2.03	2.19-2.16	2.33-2.40	2.52-2.60	2.21-2.28
3. ความพรุน, %	21-25	18-22	19-22	22-25	15-19
4. ค่าแรงกด, kg/cm^2	200-350	300-450	350-600	400-700	300-450
5. ค่าความแค้น, kg/cm^2	40-75	70-105	75-110	80-115	80-140
6. การหดตัวหลังจากการเผา, %	-0.2 to -0.6	0.0 to -0.3	+0.5 to +1.0	+0.5 to +1.0	-0.2 to -0.7
7. อุณหภูมิสูงสุด, °c	1,300	1,400	1,600	1,800	1,400
8. ส่วนผสมทางเคมี, % โดยประมาณ	-	-	-	-	-
Silica (SiO_2)	62.2	50.7	34.8	14.8	50.3
Alumina (Al_2O_3)	30.0	43.0	59.3	79.2	43.7
Iron Oxide (Fe_2O_3)	2.3	1.9	1.8	1.5	1.6
Lime (CaO)	-	-	-	-	-
9. ขนาด (กว้างxยาว), mm.	230x115	230x115	230x115	230x115	230x115
ความหนา, mm.	76, 50, 25	76, 50, 25	76, 50, 25	76, 50, 25	76, 50, 25

ที่มา: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทยเฟอร์เนส เอ็นจิเนียริ่ง. (2554). *อิฐทนไฟ (Refractoy Brick).*

ตาราง 4 ขนาดมาตรฐานของอิฐทนไฟ

มาตรฐานอิฐทนไฟ					
คำอธิบายรูป	**หมายเลขอิฐ**	**ขนาด (มิลลิเมตร)**			
		A	B	H	L
	ST-76		76	115	230
	ST-64		64	115	230
	SP-50		50	115	230
	SP-38		38	115	230
	SP-32		32	115	230
	SP-25		25	115	230
	SA-70	76	70	115	230
	SA-64	76	64	115	230
	SA-50	76	50	115	230
	EA-70	76	70	115	230
	EA-64	76	64	115	230
	EA-50	76	50	115	230
	KE-102	115	102	76	230
	KE-89	115	86	76	230
	KE-76	115	76	76	230

ที่มา: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทยเฟอร์เนส เอ็นจิเนียริ่ง. (2554). *อิฐทนไฟ (Refractoy Brick).*

2.4.7.2 อิฐฉนวนกันความร้อน (Insulation Brick) เป็นอิฐที่ใช้สำหรับป้องกันการสูญเสียความร้อนออกไปภายนอกสามารถใช้ได้กับงานก่อทั่วไป ซึ่งมีหลายคุณภาพให้เลือกใช้ตามแต่อุณหภูมิที่ใช้งาน

2.4.7.3 ปูนทนไฟ (Mortar) เป็นวัสดุทนไฟชนิดพิเศษ เนื้อละเอียด ใช้ในการก่อ อิฐทนไฟทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างอิฐและป้องกันการแทรกซึมของก๊าซ หรือของเหลวซึมออกจากรอยต่อระหว่างอิฐ โดยจะใช้ก่อหนาเพียง 1 – 2 มิลลิเมตร เท่านั้น ปูนทนไฟโดยทั่วไปแบ่งตามลักษณะผลิตภัณฑ์เป็น 2 ประเภท คือ

1) ปูนทนไฟที่ต้องให้ความร้อนจึงจะแข็งตัว (โดยปกติประมาณ 1,000°C ขึ้นไป) เรียกว่า Heat Setting Mortar (HM)

2) ปูนทนไฟที่เมื่อทิ้งไว้จะแข็งตัวเองที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า Air SettingMortar (AM)

2.4.7.4 คอนกรีตทนไฟ (Castable) เป็นส่วนผสมของเม็ดวัสดุทนไฟชนิดต่างๆ กับซีเมนต์ทนไฟ ซึ่งมีอลูมิน่าสูงเมื่อผสมกับน้ำในปริมาณที่พอเหมาะแล้วจะสามารถเทลงเป็นแบบรูปร่างต่างๆ ได้คล้ายกับคอนกรีตปกติ ช่วยลดปัญหาในบริเวณที่ก่ออิฐได้ยากและลดความยุ่งยากในการตัดอิฐ สำหรับการก่อสร้างและซ่อมแซมเตา มีหลักการคำนวณ ดังนี้

1) พื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้อิฐทนไฟขนาดมาตรฐาน ST – 76 (230 x 115 x 76 มม.) ก่อโชว์แนวด้าน 230 x 76 มม. จะใช้อิฐจำนวน 58 ก้อน

2) การก่ออิฐทนไฟทั่วไปจะใช้ปูนทนไฟประมาณ 6% ของน้ำหนักอิฐที่ใช้

3) อิฐฉนวนกันความร้อนจะใช้ปูนทนไฟประมาณ 8% ของน้ำหนักอิฐที่ใช้

หมายเหตุ: หลักการคำนวณในข้อ (2, 3) เป็นเพียงการประมาณการใช้ปูนทนไฟในเบื้องต้น

2.4.8 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ (Thermocouple) ใช้สำหรับตรวจวัดค่าความร้อนภายในห้องเผาหลักและห้องเผารอง ห้องละ 1 ชุด ใช้ประเภท Type K สามารถตรวจจับความร้อนได้ที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส

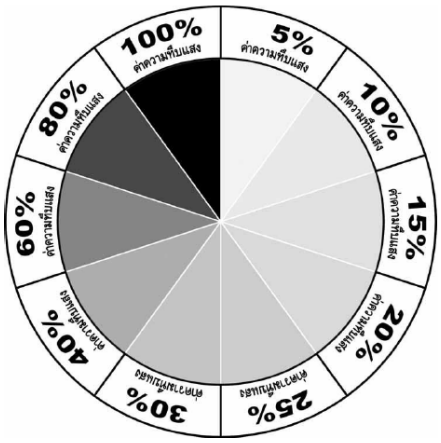
สรุป

การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผานั้น จะต้องคำนึงถึงหลักทฤษฎีในการรับน้ำหนักของรากฐานของตัวเตา เพื่อให้รับน้ำหนักของวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เลือกนำมาใช้ (รับน้ำหนักตัวเตาทั้งหมด) รวมถึงวัสดุทนไฟประเภทต่างๆ ที่ต้องรับความร้อนจากการเผา เช่น อิฐทนไฟ ปูนทนไฟ และคอนกรีตทนไฟ จะต้องเลือกใช้วัสดุให้สอดคล้องกับค่าความร้อนในห้องเผา เพราะไม่เช่นนั้นแล้ววัสดุทนไฟที่เลือกใช้อาจจะเกิดความเสียหายได้

3. มลพิษของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

การตรวจวัดมลพิษของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้นหาได้จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของเตาเผาศพขณะทำการเผา ซึ่งกำหนดโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกัน มี 2 วิธี ดังนี้

3.1 การตรวจวัดความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพด้วยวิธีริงเกิลมานน์ การตรวจวัดด้วยวิธีนี้เป็นการตรวจวัดที่ถูกกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ในฐานะหน่วยงานที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จึงได้จัดทำหลักเกณฑ์ทางวิชาการและแนวทางปฏิบัติสำหรับเตาเผาศพ ซึ่งเป็นวิธีการตรวจวัดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการและสามารถดำเนินการได้ในทางปฏิบัติ พบว่า การตรวจวัดความทึบแสงของเขม่าควันด้วยวิธีริงเกิลมานน์ (Ringelmann) มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้โดยใช้หลักการสังเกตความทึบแสงของเขม่าควัน ที่ระบายออกจากปล่องด้วยสายตาแล้วเปรียบเทียบค่ากับแผนภูมิริงเกิลมานน์ (Ringelmann) การกำหนดค่ามาตรฐานความทึบแสง (Opacity) ของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพไม่เกินร้อยละ 10 พร้อมวิธีการตรวจวัดความทึบแสงแบบริงเกิลมานน์ (Ringelmann's Method) ตามมาตรา 55 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กรมควบคุมมลพิษจัดทำหลักเกณฑ์ทางวิชาการและแนวทางปฏิบัติสำหรับหน่วยงานที่จะนำมาตรฐานความทึบแสงไปใช้ในการควบคุมปัญหาเขม่าควันจากเตาเผาศพ ประกอบด้วย แผ่นแสดงค่าความทึบแสง ตั้งแต่ร้อยละ 0 – 100% และแผนภูมิเขม่าควันแบบวงกลมมีลักษณะเป็นรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 112มิลลิเมตร บนกระดาษสีขาว ผิวเรียบขนาดกว้าง 154.5 มิลลิเมตร และยาว 224.5 มิลลิเมตร ที่มีค่าการสะท้อนแสงเทียบเท่า (Reflectance Equivalency) กับผงแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) หรือผงแบเรียมซัลเฟต (BaSO) ชนิดเกรดสารเคมี (Reagent Grade) เจาะช่องเป็นรูปวงกลมตรงจุดศูนย์กลางของแผนภูมิขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร และให้แบ่งรูปวงกลมของแผนภูมิออกเป็น 10 ช่องเท่าๆ กัน และพิมพ์สีด้วยผงถ่านสีดำ (Black Carbon) ที่ใช้ในการพิมพ์จนเต็มช่องโดยแต่ละช่องต้องมีระดับค่าความทึบแสงที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ค่าความทึบแสงเท่ากับร้อยละ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 60, 80 และ 100 ดังภาพประกอบ 4 (กรมควบคุมมลพิษ. 2554ก: ออนไลน์)



ภาพประกอบ 4 ลักษณะและหน่วยวัดของแผนภูมิเขม่าควันของริงเกิลมานน์

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ. (2554ก). *มาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียง: มาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ*.

3.2 การตรวจวัดความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพด้วยวิธีตามมาตรฐานหน่วยงาน U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency) ได้กำหนดไว้ ดังนี้

3.2.1 การตรวจวัดด้วยวิธีนี้เป็นการตรวจวัดที่จะต้องดำเนินการด้วยบริษัทหรือหน่วยงานที่ให้บริการโดยเฉพาะ และได้รับการขึ้นทะเบียนจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม วิธีการคือ การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างอากาศจากปล่องเตาเผาศพโดยวิธี Determination of Particulate Emission from Stationary Sources ของ U.S. EPA ประเทศสหรัฐอเมริกา วิธีการกำหนดจุดระยะที่ 8 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางปล่องของท่อทางปลายทิศทางการไหลจากตัวรบกวนการไหล หรือจุดที่เหมาะสมตามเกณฑ์อนุโลมของ U.S. EPA STADARD

3.2.2 การตรวจวัดต้องเริ่มดำเนินการทันทีที่ทำการเผาศพ ให้มีค่ามลพิษที่ปล่อยออกมาจากปล่องเผาศพเป็นไปตามที่กำหนด ซึ่งคำนวณผลที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาวะแห้งที่ปริมาตรออกซิเจนส่วนเกินในการเผาไหม้ร้อยละ 11 ดังนี้

3.2.2.1 ต้องมีค่าปริมาณฝุ่นละออง (Total Particulate) ไม่เกิน 100 mg/Nm^3

3.2.2.2 ต้องมีค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไม่เกิน 100 mg/Nm^3

3.2.2.3 ต้องมีค่าก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ไม่เกิน 500 mg/Nm^3

3.2.2.4 ต้องมีค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไม่เกิน 200 mg/Nm^3

แต่ทั้ง 4 วิธีนี้ พบว่า ไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากเจ้าหน้าที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างจะต้องปีนขึ้นไปบนหลังคาเมรุขณะที่มีพิธีการเผาศพซึ่งขัดต่อความเชื่อของประชาชนที่เห็นว่าเป็นการไม่ให้ความเคารพต่อผู้ตาย นอกจากนี้ปล่องเมรุเผาศพบางแห่งยังมีลักษณะเป็นอิฐก่อปูน ซึ่งไม่สามารถเจาะรูที่ปล่องเพื่อทำการเก็บตัวอย่างได้โดยสะดวกและเสียค่าใช้จ่ายสูงอีกด้วย (กรมควบคุมมลพิษ. 2552: ออนไลน์)

4. ความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

การประเมินความเหมาะสม (นวลน้อย บุญวงษ์. 2539: 187-192) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อการประเมิน คือ หลักเกณฑ์การประเมินผลงานศิลปะและการออกแบบเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้สึกนึกคิดในการสร้างสรรค์ การที่จะทำให้การประเมินผลมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้จึงจำเป็นต้องมีหลักเกณฑ์ซึ่งกำหนดไว้อย่างชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหาต้องการพิจารณาตัดสินหลักเกณฑ์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากมีผู้ประเมินเรียบร้อยแล้ว โดยผู้ประเมินจะทำหน้าที่กลั่นกรองเงื่อนไขต่างๆ และว่างเป็นเกณฑ์สำหรับใช้เป็นแนวทางการเปรียบเทียบความยากง่ายของหลักเกณฑ์มักจะขึ้นกับระดับความสมบูรณ์ หรือความสัมฤทธิ์ผลงานของ ถ้ายิ่งต้องการให้ได้ผลคุณภาพดีมากผู้ประเมินย่อมมองหาวิธีการวางหลักเกณฑ์ที่รัดกุม และครอบคลุมปัจจัยต่างๆ อย่างครบถ้วย อีกอย่างทั้งยังต้องทำการพิจารณาตามหลักเกณฑ์อย่างเคร่งครัด การสร้างหลักเกณฑ์การประเมินผลเป็นงานที่มีความละเอียดและประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของงานออกแบบ เมื่อรวบรวมผลงานการออกแบบที่ต้องการจะกำหนดเป็นหัวข้อหลักเกณฑ์นั้น ผู้ประเมินต้องทำการศึกษาให้เกิดความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบหลักของงานนั้นๆ จึงจะสามารถวางหลักเกณฑ์ได้อย่างถูกต้อง ประเด็นสำคัญที่ควรศึกษา 3 ด้าน ได้แก่ การศึกษาลักษณะเฉพาะของงานออกแบบ เนื่องจากงานออกแบบแต่ละประเภทจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้นคุณค่าของงานจึงอยู่ในเรื่องราวหรือตำแหน่งที่ต่างกันไปด้วย ดังตัวอย่างของงานออกแบบเครื่องประดับซึ่งมีลักษณะตามธรรมชาติเป็นของใช้เพื่อตกแต่ง มีการเน้นรูปทรงสันและรายละเอียดที่แสดงออกถึงความงามและความมีค่าสูง ในขณะที่งานออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือเป็นงานที่เกี่ยวของกับการใช้งานตามหน้าที่เฉพาะซึ่งมุ่งเน้นประสิทธิภาพ ความสะดวกสบาย ความเข็มแข็ง และความทนทานเป็นสำคัญ จากธรรมชาติเฉพาะที่แตกต่างกันเป็นการเน้นให้เกิดการพิจารณาสร้างหลักเกณฑ์ การประเมินผลที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างการศึกษาจุดมุ่งหมายของออกแบบ นอกเหนือจากลักษณะเฉพาะตามประเภทของการออกแบบ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วในการำงานออกแบบแต่ละโครงการจะมีการกำหนดมุ่งหมายตามความต้องการของฝ่ายต่างๆ ดังนั้นผู้ประเมินจำเป็นต้องมีความเข้าใจโจทย์เข้าใจความมุ่งหมายที่ต้องการให้บรรลุเพื่อนำมาใช้กำหนดระดับความสำเร็จของงานออกแบบศึกษาข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องเนื่องจากในปัจจุบันมีหน่วยงานของรัฐ

และเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบได้ออกกฎข้อบังคับ ตลอดจนเงื่อนไขกำหนดลักษณะทางด้านการผลิต และความปลอดภัยในการใช้งานไว้อย่างชัดเจน ผู้ประเมินจำเป็นต้องศึกษาและพิจารณาตีความเกี่ยวกับผลกระทบที่มีต่องานออกแบบ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม และมาใช้เป็นข้อกำหนดในการวางกฎเกณฑ์เพื่อให้ผลงานที่ผ่านการประเมินแล้วมีคุณสมบัติครบถ้วนสมบูรณ์พอสำหรับการนำไปดำเนินการผลิตและจำหน่ายได้จริง

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดหัวข้อลักษณะภายหลังการศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของผลงานออกแบบแล้วจึงถึงขั้นตอนการกำหนดหัวข้อหลักเกณฑ์ โดยทั่วไปในงานออกแบบประกอบขึ้นจากปัจจัยภายใน ได้แก่ รูปทรง ประโยชน์ใช้สอย และวัสดุ-กรรมวิธีการผลิต และจากปัจจัยภายนอกซึ่งประกอบด้วยเงื่อนไขต่างๆ แต่โดยรวมแล้วที่มีผลกระทบโดยตรงมักมาจากลักษณะความต้องการของตลาด ดังนั้นในการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลจึงมักมาจากหัวข้อหลักๆ ดังกล่าวโดยมีรายละเอียดประกอบที่เน้นความสำคัญแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของงานออกแบบแต่ละประเภท ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางการพิจารณาสร้างหลักเกณฑ์การประเมินผลสำหรับงานออกแบบในที่นี้จึงได้รวบรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้ทั่วไปซึ่งประกอบด้วยหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. หลักเกณฑ์ทางด้านออกแบบ
    1.1 ประโยชน์ใช้สอยทางกายภาพ
        1.1.1 ความสะดวกง่ายดายในการใช้งาน
        1.1.2 ความเหมะสมถูกต้องตามเสรีระของผู้ใช้
        1.1.3 ความปลอดภัย
        1.1.4 การบำรุงรักษา
        1.1.5 ความแข็งแรงทนทาน
    1.2 ความงาม
        1.2.1 ความงามจากการจัดองค์ประกอบ
        1.2.2 ความงามอย่างเหมาะสมกับประเภทของงานออกแบบ
        1.2.3 ความมีคุณค่า มีราคา
        1.2.4 ความมีเอกลักษณ์ที่น่าสนใจ

2. หลักเกณฑ์ทางด้านการผลิต

วัสดุ

1. การเลือกใช้วัสดุที่มีราคาเหมาะสม
2. การเลือกใช้วัสดุที่มีในท้องตลาด
3. การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งาน
4. กรรมวิธีการผลิต
5. จำนวนขั้นตอนและความซับซ้อนทางการผลิต
6. ระดับของเทคโนโลยีทางการผลิต
7. ชนิดของอุปกรณ์ เครื่องจักรพิเศษเพื่อการผลิต

3. หลักเกณฑ์ทางด้านการตลาดความต้องการตลาด

3.1 ราคาและลักษณะตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

3.2 การแสดงภาพพจน์และความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต

3.3 การคำนึงถึงปัญหาต่อภาพแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 3 การจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์เนื่องจากหลักเกณฑ์การประเมินที่กำหนดขึ้นนั้นมีความสำคัญหรือผลกระทบกับงานออกแบบไม่เท่าเทียมกัน บางหัวข้อเป็นหัวใจสำหรับงานมากกว่าหัวข้ออื่น ดังนั้นเพื่อให้สามารถประเมินผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จึงจำเป็นต้องมีการจัดลำดับความสำคัญโดยการแบ่งน้ำหนักของเกณฑ์แต่ละหัวข้อ ตามปกติจะเทียบเป็นร้อยละคือกำหนดให้เกณฑ์ทั้งหมดมีน้ำหนักเท่าเทียมกับเท่ากับ 10% และแบ่งกระจายออกเป็นหัวข้อต่างๆ เหมาะสมสอดคล้องกับความสำคัญ เช่น หลักเกณฑ์ทางด้านการออกแบบ 50% หลักเกณฑ์ทางด้านการผลิต 30% และหลักเกณฑ์ทางด้านการตลาด 20% เป็นต้น น้ำหนักที่กำหนดขึ้นนี้จะใช้เป็นตัวคุณภาพเพื่อหาค่ารวมของผลการประเมินหรืออาจจะใช้การแบ่งระดับความแตกต่างที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบ มีวิธีแบ่งคุณภาพความเหมาะสมของงานอย่างละเอียดและอย่างหยาบ ได้หลายลักษณะดังตัวอย่างต่อไปนี้ (ปัตพงษ์ เกตุสมบูรณ์. 2545:12)

วิธีที่ 1 แบ่งคุณภาพความเหมาะสมของงานอย่างละเอียด ออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

1.1 มีความเหมาะสมน้อยที่สุด เทียบเป็นคะแนน = 1

1.2 มีความเหมาะสมน้อย เทียบเป็นคะแนน = 2

1.3 มีความเหมาะสมปานกลาง เทียบเป็นคะแนน = 3

1.4 มีความเหมาะสมมาก เทียบเป็นคะแนน = 4

1.5 มีความเหมาะสมมากที่สุด เทียบเป็นคะแนน = 5

วิธีที่ 2 แบ่งคุณภาพความเหมาะสมของงานอย่างหยาบ ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

2.1 ยังไม่เหมาะสม เทียบเป็นคะแนน = 1

2.2 มีความเหมาะสม เทียบเป็นคะแนน = 2

2.3 มีความเหมาะสมมาก เทียบเป็นคะแนน = 3

2.4 มีความเหมาะสมมากที่สุด เทียบเป็นคะแนน = 4

สรุป

เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับได้นั้นจะต้องผ่านการตรวจวัดค่ามลพิษตามที่ราชการได้กำหนดไว้จากผู้เชี่ยวชาญหรือเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานราชการเพื่อให้เป็นที่ยอมรับและเพื่อเพิ่มความมั่นใจในประสิทธิภาพการใช้งาน เพื่อเพิ่มความเหมาะสมในการเผาไหม้และการอลวนของก๊าซให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและในการพัฒนาเตาเผาศพในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้อิฐชนิด SK30 เนื่องจากมีความสามารถทนความร้อนสูงสุดที่ 1,300 องศา เตาเผาศพชนิดสองห้องเผามีอุณหภูมิสูงสุดโดยประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส ผู้วิจัยจึงเลือกใช้อิฐชนิดนี้ในการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

51 งานวิจัยในประเทศ

กฤษณะ เจริญพานิช (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง การยอมรับนวัตกรรมเตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ของพนักงานฌาปนกิจประจำสุสาน ในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ ในการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับนวัตกรรมเตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ของพนักงานฌาปนกิจประจำสุสาน ในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ โดยศึกษาจากประชากร จำนวน 15 คน ซึ่งประกอบไปด้วยพนักงานฌาปนกิจประจำสุสานช้างเผือก สุสานช้างคลาน สุสานป่าตัน สุสานบ้านท่อ สุสานสันกู่เหล็ก สุสานบ้านเด่น สุสานหนองประทีป สุสานเสาหิน สุสานหายยา และสุสานบ้านแม่หยวก ผลการศึกษาพบว่า พนักงานฌาปนกิจประจำสุสาน ในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่มีการยอมรับนวัตกรรมเตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ในระดับสูง

จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงสภาพการทำงานของเตาเผาศพ พบว่า เตาเผาศพแบบดั้งเดิมในเขตเทศบาลขอนแก่นมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดมลภาวะได้สูง เนื่องจากการใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงและมีห้องเผาไหม้เดียวซึ่งให้ค่าความร้อนที่ต่ำและไม่คงที่อยู่ในช่วง 60 – 671 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผาศพปลอดมลพิษซึ่งมี 2 ห้องเผาสามารถให้ค่าความร้อนได้สูงและคงที่

ธวัช สีเหลือง (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าแบบอิสระเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้เตาเผาศพไร้มลพิษของวัดในอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ในการค้นคว้าแบบอิสระนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้เตาเผาศพไร้มลพิษของวัดในอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี โดยใช้แบบสอบถามรวบรวมข้อมูลจากเจ้าอาวาสหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย จำนวน 96 วัด โดยศึกษาจากประชากรทั้งหมด ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญต่อปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อขององค์กรอยู่ในระดับปานกลางทุกปัจจัย เรียงลำดับได้ ดังนี้ ปัจจัยส่วนบุคคล รองลงมาคือ ปัจจัยด้านองค์กร ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมและปัจจัยด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

ปริญญ์ เสรีพงศ์ (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การยอมรับการใช้เตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ของเจ้าอาวาสวัดในกรุงเทพมหานคร โดยได้ศึกษาระดับของการยอมรับปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้เตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ของเจ้าอาวาสวัดในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยสรุปได้ว่า เจ้าอาวาสวัดในกรุงเทพมหานครยอมรับการใช้เตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ในระดับปานกลางและมีความรู้เรื่องระบบกำจัดมลพิษของเตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่สูง การรับรู้ข่าวสารมาก มีการยอมรับการใช้เตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่มากกว่ากลุ่มอื่น

5.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เบเธียร์, โรเบิร์ตเอ็ม (Bethea, Robert M. 1978: 397) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบมลพิษที่เกิดจากการใช้โลงบรรจุศพที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ โลงศพที่ทำด้วยไฟเบอร์บอร์ดและโลงศพสำเร็จรูปที่ทำด้วยไม้เนื้อแข็ง ผลการวิจัยพบว่า โลงศพที่ทำด้วยไม้เนื้อแข็งใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจนคลอไรด์ มากกว่าไฟเบอร์บอร์ด แต่พบว่าการใช้โลงศพที่ทำด้วยไฟเบอร์บอร์ดปล่อยซัลเฟอร์ออกไซด์มากกว่าโลงศพที่ทำด้วยไม้เนื้อแข็ง ค่าที่ตรวจสอบทั้งหมดของโลงศพทั้งสองชนิดต่ำกว่าค่ามาตรฐานรวมทั้งอนุภาคของแข็งซึ่งพบว่า โลงศพที่ทำด้วยไฟเบอร์บอร์ดมีค่าสูงกว่าโลงศพที่ทำด้วยไม้เนื้อแข็งเพียงเล็กน้อย

เมริ, โมนท์ซี และโดมินโก, โจส์แอล (Mari, Montse; & Domingo, Jose L. 2010: 131) ได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารโพลีคลอริเนเตท ไดเบนโซ-พี-ไดออกซินและไดเบนโซฟูเรนส์ (PCDD/F) และสารปรอท ระหว่างเตาเผาศพกับเตาเผาในลักษณะอื่นๆ ซึ่งสารดังกล่าวเมื่อถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ เป็นสารที่จะไปกระตุ้นให้เกิดมะเร็ง มีผลต่อการเจริญพันธุ์และระบบภูมิคุ้มกันร่างกายมนุษย์ จากผลการศึกษาพบว่า เตาเผาศพมีการปล่อยสาร PCDD/F ในปริมาณที่มากกว่าเตาเผาในลักษณะอื่นๆ ส่วนสารปรอทมีปริมาณที่เท่ากัน

หวัง, ลินชิ และคนอื่นๆ (Wang, Linchi; et al. 2003: 62) ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของการปล่อยสารโพลีคลอริเนเตท ไดเบนโซ-พี-ไดออกซินและไดเบนโซฟูเรนส์ (PCDD/F) จากเตาเผาศพและการประเมินผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบ โดยทดลองกับเตาเผาศพ จำนวน 2 เตา เตาที่ 1 ไม่มีการติดตั้งตัวกรองอากาศ และเตาที่ 2 มีการติดตั้งตัวกรองอากาศ ผลการทดลองพบว่าสาร PCDD/F ที่ถูกปล่อยออกมาจากเตาที่ 1 และเตาที่ 2 มีค่า 2.36 และ 0.322 ng I-TEQ Nm^{-3} ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการกำจัดของตัวกรองสาร PCDD/F คือ 55.1% นอกจากนี้เมื่อเก็บตัวอย่างอากาศเหนือผิวดินบริเวณเตาเผาที่ 1 พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นของสาร PCDD/F สูงกว่าอากาศเหนือผิวดินบริเวณพื้นที่การเกษตรที่อยู่อาศัยเขตเมืองและเขตอุตสาหกรรม แสดงให้เห็นว่า สาร PCDD/F จากเตาเผาศพมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบ

สรุป

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย พบว่า มีโครงการจัดสร้างเตาเผาศพแบบประหยัดพลังงานและมลภาวะเพื่อเป็นการลดมลภาวะทางอากาศ จากการศึกษาของผู้วิจัยในโครงการนั้น พบว่า ยังมีปัญหาบางประการที่ต้องทำการปรับปรุงและแก้ไข ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยการออกแบบทางเดินของควันที่เกิดจากการเผาภายในห้องห้องเผาหลักไปสู่ห้องเผารองใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้และการอลวนของก๊าซให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

2. การสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน และแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

3. การทดลองการทำงาน ประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน และประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

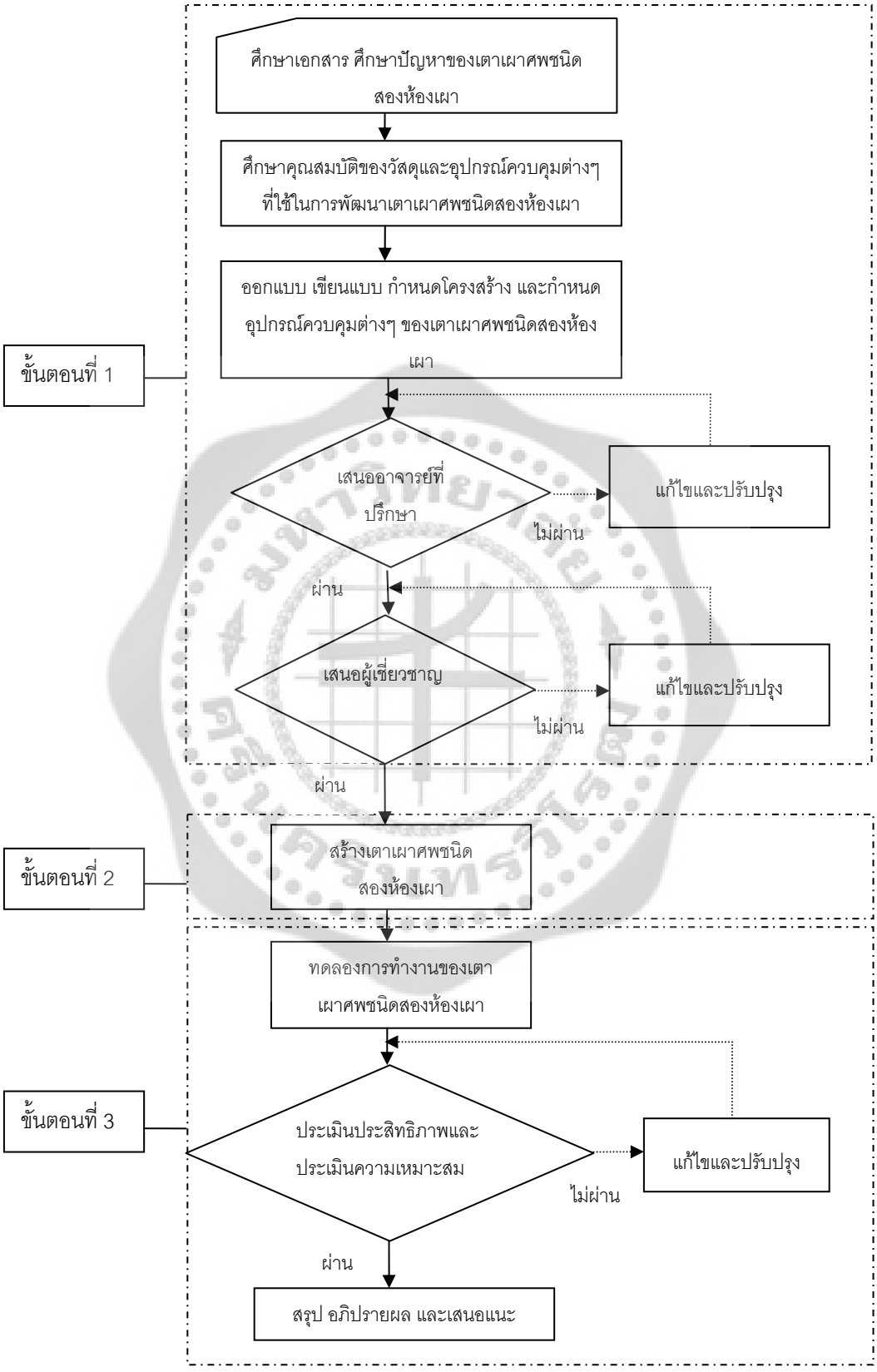
ในการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา รายละเอียด และการพัฒนาส่วนต่างๆ ของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองการทำงาน ประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน โดยเจ้าหน้าที่จากกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร และประเมินความ เหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

สรุปขั้นตอนการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหา รายละเอียด และการพัฒนาส่วนต่างๆ ของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1.1 ศึกษาปัญหา ค้นคว้าจากเอกสาร และวารสาร ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1.2 ศึกษาคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1.3 ศึกษาวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1.4 ศึกษาระบบการควบคุมการทำงาน และระบบไฟฟ้าของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1.5 ทำการออกแบบ เขียนแบบ และกำหนดโครงสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา (ดังภาคผนวก ช)

1.6 ทำการกำหนดวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้สร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา (ดังภาคผนวก ฎ)

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

2.1 ขั้นตอนขึ้นโครงสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

2.1.1 ขึ้นโครงสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้วยเหล็กราง ขนาด กว้าง 10.16 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร หนา 3 มิลลิเมตร นำมาเชื่อมต่อกันเป็นฐานเตาเผาศพ

2.1.2 ขึ้นรูปเหล็กแผ่น ขนาด กว้าง 1.20 เมตร ยาว 2.40 เมตร หนา 4.5 มิลลิเมตร นำมาปูเป็นพื้นห้องเตาเผาศพ และเหล็กแผ่น ขนาด กว้าง 1.20 เมตร ยาว 2.40 เมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร นำมาขึ้นรูปด้านข้างเพื่อเป็นโครงสร้างผนังห้องเผาของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

2.2 ขั้นตอนก่ออิฐทนไฟห้องเผาหลัก – ห้องเผารอง

2.2.1 ห้องเผาหลักชั้นที่ 1 ก่ออิฐมวลเบา (อิฐฉนวนทนไฟ) ขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร ด้านข้างติดผนังติดกับโครงเหล็กเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนระบายออกนอกห้องเผา

2.2.2 ห้องเผาหลักชั้นที่ 2 และ 3 ก่ออิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ขนาด กว้าง 7.6 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 11.5 เซนติเมตร ด้านข้างผนังติดกับอิฐมวลเบา

2.2.3 เพดานห้องเผาหลักก่ออิฐทนไฟ (กลีบส้ม) SA - 64 ขนาด กว้าง 64 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 11.5 เซนติเมตร ส่วนหลังคาเป็นลักษณะโค้งเพื่อเป็นเพดานห้องเผาหลัก

2.2.4 ห้องเผารองชั้นที่ 1 และ 2 ก่ออิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ขนาด กว้าง 7.6 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 11.5 เซนติเมตร ด้านข้างผนังติดกับโครงเหล็ก

2.2.5 เพดานห้องเผารองก่ออิฐทนไฟ (กลีบส้ม) SA - 64 ขนาด กว้าง 64 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 11.5 เซนติเมตร ส่วนหลังคาเป็นลักษณะโค้งเพื่อเป็นเพดานห้องเผารอง

2.3 ขั้นตอนติดตั้งหัวเผา (Burner)

2.3.1 ติดตั้งหัวเผาหลักด้านหลังเตาในห้องเผาหลัก ใช้หัวเผาแบบ Hi – Low สามารถปรับระดับเปลวไฟได้ 2 ระดับ (Modulating) (เปลวไฟสั้น - ยาว)

2.3.2 ติดตั้งหัวเผารองด้านหลังเตาในห้องเผารอง สามารถปรับระดับเปลวไฟได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ (Modulating) (เปลวไฟ - สั้นยาวต่อเนื่องได้)

2.4 จัดทำคู่มือการใช้งาน

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองการทำงาน ประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน โดยเจ้าหน้าที่จากกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร และประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยผู้เชี่ยวชาญ

3.1 ทดลองการทำงานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ณ วัดเทพลีลา พระอารามหลวง เลขที่ 48 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร

3.2 เจ้าหน้าที่จากกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 คน ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยใช้แบบประเมินค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เพื่อตรวจวัดปริมาณค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ

3.3 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน (ดังภาคผนวก ก) ทำการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านวิศวกรรม ด้านความปลอดภัย ด้านการใช้งาน และด้านการบำรุงรักษา

3.4 สรุปผล อภิปรายผล และเสนอแนะ

2. การสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

2.1 การสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ผู้วิจัยใช้แบบการตรวจวัด ลักษณะและหน่วยวัด การคำนวณ เปรียบเทียบ แบบบันทึก และการรายงานผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนพิเศษ 61ง วันที่ 5 สิงหาคม พ.ศ. 2548 (ดังภาคผนวก ฉ)

2.2 การสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา (ดังภาคผนวก จ) มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน

2. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้งานของเตาเผาศพสองห้องเผา โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านวิศวกรรม จำนวน 5 ข้อ
2. ด้านความปลอดภัย จำนวน 5 ข้อ
3. ด้านการใช้งาน จำนวน 5 ข้อ
4. ด้านการบำรุงรักษา จำนวน 5 ข้อ

โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) กำหนด 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 107)

คะแนนระดับ 5 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก
คะแนนระดับ 4 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี
คะแนนระดับ 3 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้
คะแนนระดับ 2 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง
คะแนนระดับ 1 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ใช้ไม่ได้

3. นำแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องก่อนส่งถึงผู้เชี่ยวชาญ

4. ขอหนังสือรับรองเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยเพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้เชี่ยวชาญ (ดังภาคผนวก ข)

5. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา (ดังภาคผนวก ง)

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

มีขั้นตอนการเก็บรวมรวบข้อมูล ดังนี้

1. แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยขอหนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้เชี่ยวชาญ

2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตอบแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา และคู่มือการใช้งานถึงผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะทำการประเมิน

3. ขอหนังสือเชิญเจ้าหน้าที่กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมมาตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา จากวัดเทพลีลา พระอารามหลวง เลขที่ 48 ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ถึงกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม (ดังภาคผนวก ค)

4. ผู้วิจัยนำหนังสือขอเชิญเจ้าหน้าที่กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมมาตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ส่งถึงกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

5. เจ้าหน้าที่จากกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 คน ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยตรวจวัดปริมาณค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

6. ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน ทดลองการทำงานและประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

7. ผู้วิจัยรับผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาจากเจ้าหน้าที่กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร (ดังภาคผนวก ฎ)

8. ผู้วิจัยรับผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาจากผู้เชี่ยวชาญมาตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนนำผลการประเมินไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล (ดังภาคผนวก ญ)

3. การทดลองการทำงาน ประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน และประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

3.1 ดำเนินการทดลองการทำงาน

ศึกษาวิธีการควบคุมการทำงานเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาอย่างละเอียดเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในระหว่างการทดลอง และเริ่มทดลองการทำงาน ดังนี้

3.1.1 ทดลองการเปิด-ปิดประตูหน้าของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

3.1.2 ทดลองการทำงานของระบบหัวพ่นไฟจะทำงานเมื่อประตูหน้าปิดสนิท และระบบหัวพ่นไฟจะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดประตูหน้าขณะทำการเผาศพ

3.1.3 ทดลองการทำงานของระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน

3.1.4 ทดลองการทำงานของระบบสัญญาณเสียงซึ่งจะดังขึ้นเมื่อหัวเผาหยุดทำงาน

3.1.5 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบเพื่อให้เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาสามารถทำงานได้ตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดและเกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

3.1.6 จัดทำคู่มือการใช้งาน ประกอบด้วย ส่วนประกอบของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา วิธีการใช้งาน เทคนิคการเผา ข้อควรระวัง และการบำรุงรักษา (ดังภาคผนวก ซ)

3.2 ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

โดยเจ้าหน้าที่จากกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 คน ทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยใช้แบบประเมินค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เพื่อตรวจวัดปริมาณค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

3.3 ประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน ทำการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน คือ

1. ด้านวิศวกรรม จำนวน 5 ข้อ
2. ด้านความปลอดภัย จำนวน 5 ข้อ
3. ด้านการใช้งาน จำนวน 5 ข้อ
4. ด้านการบำรุงรักษา จำนวน 5 ข้อ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที (t-test Statistic)

4.1.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 105)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดที่ตอบแบบสอบถาม

2. หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 106)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ

SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3. หาค่าสถิติทดสอบที (อังคณา สายยศ. 2540: 240)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ

t คือ ค่าสถิติทดสอบที, df = n-1

$\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

μ คือ ค่าเฉลี่ยของเกณฑ์มาตรฐาน (เหมาะสม)

S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N คือ จำนวนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

4.1.2 กำหนดเกณฑ์ในการแปลความระดับคะแนนความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

คะแนน	**แปลความ**	**เกณฑ์**
5	ดีมาก	เหมาะสมมาก
4	ดี	เหมาะสม
3	พอใช้	พอใช้
2	ต้องปรับปรุง	ต้องปรับปรุง
1	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้

4.1.3 กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากคะแนนความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาเป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	**แปลความ**
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	พอใช้
1.50 – 2.49	ต้องปรับปรุง
1.00 – 1.49	ใช้ไม่ได้

4.2 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล จัดกระทำ 2 แบบ ดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน โดยจัดทำเป็นตารางแปลความหมายเกี่ยวกับคำถามแต่ละข้อที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยบรรยายค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

4.2.3 นำข้อมูลความคิดเห็นอิสระของผู้เชี่ยวชาญจากแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผามารวบรวมและเรียงลำดับเสนอเป็นข้อๆ จากข้อที่มีความถี่ของผู้เชี่ยวชาญตอบมากที่สุดไปจนถึงข้อที่มีความถี่ของผู้เชี่ยวชาญตอบน้อยที่สุดตามลำดับ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหารายละเอียด และการพัฒนาส่วนต่างๆ ของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ขั้นตอนที่ 2 การสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา และขั้นตอนที่ 3 ทดลองการทำงาน ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานและประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผานำเสนอตามลำดับดังนี้

1. ผลการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
3. ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1. ผลการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ในการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ผู้วิจัยได้พัฒนาในส่วนต่างๆ ซึ่งมีส่วนประกอบดังภาพประกอบ 6 และภาคผนวก ฌ

1.1 โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพ ประกอบด้วย สแตนเลส กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 0.8 มิลลิเมตร

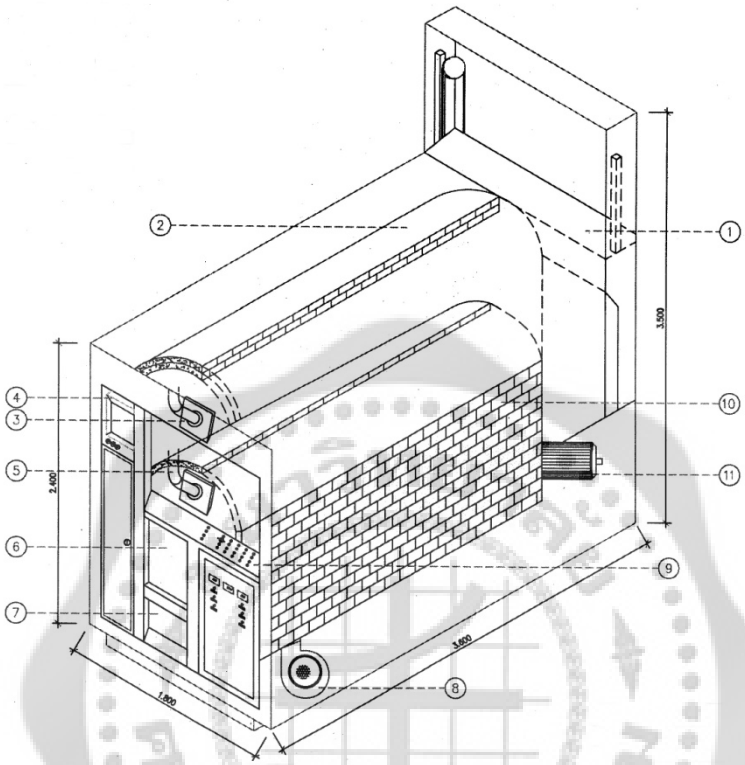
1.2 โครงสร้างภายในเตาเผาศพ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างฐานและตัวเตา ประกอบด้วย (1) เหล็กแผ่น กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร (2) เหล็กแผ่น กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 4.5 มิลลิเมตร (3) เหล็กราง กว้าง 10.16 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร หนา 3 มิลลิเมตร และส่วนห้องเผาหลักและห้องเผารอง ประกอบด้วยวัสดุทนไฟ ได้แก่ อิฐทนไฟ

1.3 การใช้อิฐทนไฟในห้องเผาหลัก – ห้องเผารอง

1.3.1 ห้องเผาหลัก ชั้นที่ 1 ก่อด้วยอิฐมวลเบา (อิฐฉนวนทนไฟ) ด้านข้างติดผนังติดกับโครงเหล็กเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนระบายออกนอกห้องเผา ห้องเผาหลักชั้นที่ 2 และ 3 ก่ออิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ด้านข้างผนังติดกับอิฐมวลเบา เพดานห้องเผาหลักก่ออิฐทนไฟ (กลีบส้ม) SA - 64 ส่วนหลังคาเป็นลักษณะโค้งเพื่อเป็นเพดานห้องเผาหลัก

1.3.2 ห้องเผารอง ชั้นที่ 1 และ 2 ก่อด้วยอิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ด้านข้างผนังติดกับโครงเหล็กและใช้น้ำมันดีเซล (โซล่า) เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ โดยมีระบบไฟฟ้าควบคุมเตาเผาศพ

1.3.3 หัวเผา (Burner) ใช้หัวเผาแบบ Hi – Low โดยติดตั้งหัวเผาหลักด้านหลังเตาในห้องเผาหลัก สามารถปรับระดับเปลวไฟได้ 2 ระดับ คือ เปลวไฟสั้นและเปลวไฟยาว และติดตั้งหัวเผารองด้านหลังเตาในห้องเผารอง สามารถปรับระดับเปลวไฟได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ



1. ประตูหน้า
2. เพดานโค้ง
3. หัวเผาควัน
4. วงจรปิด
5. หัวเผาศพ
6. ประตูหลัง
7. ช่องใส่ขี้เถ้า
8. มอเตอร์ (เติมอากาศ)
9. แผงควบคุม
10. ห้องเผาหลัก
11. มอเตอร์และชุดเกียร์ (เปิดประตูหน้าขึ้น-ลง)

ภาพประกอบ 6 เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนา

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยเจ้าหน้าที่จากกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ได้ทำการตรวจสอบมลพิษอากาศจากการเผาศพ ณ วัดเทพลีลา พระอารามหลวง เมื่อวันที่ 11 เมษายน 2555 เวลา 17.20-17.50 น. ตามวิธีการในประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง วิธีการตรวจวัด ลักษณะและหน่วยวัด การคำนวณ เปรียบเทียบ แบบบันทึก และการรายงานผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ลงวันที่ 24 มิถุนายน 2548 โดยการสังเกตค่าความทึบแสงของเขม่าควันด้วยสายตาของผู้สังเกต จำนวน 2 คน และเทียบค่าความทึบแสงของเขม่าควันกับค่าแผนภูมิริงเกิลมานท์ และบันทึกค่าความทึบแสง เป็นร้อยละทุกๆ 15 วินาที เป็นเวลา 30 นาที นับตั้งแต่เริ่มเผาศพ ผลการตรวจวัดปรากฏว่าเขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพ มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 3.77 ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ พ.ศ. 2546 ลงวันที่ 16 ตุลาคม 2546 ซึ่งกำหนดให้เขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพต้องมีค่าความทึบแสง ไม่เกินร้อยละ 10 เมื่อตรวจวัดด้วยแผนภูมิริงเกิลมานท์

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

การประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ มีผลการประเมินดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา (จำนวน 4 ด้าน)	$\bar{X}$	S.D.	t-test	แปลความหมาย
1. ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม	4.26	0.65	0.379	ดี
2. ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย	4.40	0.65	0.269	ดี
3. ความเหมาะสมด้านการใช้งาน	4.40	0.61	0.226	ดี
4. ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา	4.40	0.61	0.226	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.26**	**0.65**	**0.379**	**ดี**

n = 10, ρ = 0.05

จากตาราง 5 สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาอยู่ในเกณฑ์ดีทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านวิศวกรรม ด้านการใช้งาน ด้านความปลอดภัย และด้านการบำรุงรักษา โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.26, S.D. = 0.65, t-test = 0.379 เมื่อทดสอบกับเกณฑ์คะแนน 4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีความแตกต่างจากเกณฑ์คะแนน 4 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่า ซึ่งสรุปได้ว่ามีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 5 พบว่า ด้านที่มีคะแนนสูงสุด มี 3 ด้าน คือ 1) ด้านความปลอดภัย ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.65, t-test = 0.2692) ด้านการใช้งาน ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226 และ 3) ด้านการบำรุงรักษา ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226 และด้านที่มีคะแนนต่ำสุด 1 ด้าน คือ ด้านวิศวกรรม ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.26, S.D. = 0.65, t-test = 0.379

ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านวิศวกรรม ด้านการใช้งาน ด้านความปลอดภัย และด้านการบำรุงรักษา โดยผู้เชี่ยวชาญ มีผลการประเมินสรุปได้ดังนี้

1. **ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม** มีผลการประเมินความเหมาะสมด้านวิศวกรรม ดังตาราง 6

ตาราง 6 ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม

ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม	$\overline{X}$	S.D.	t-test	**แปลความหมาย**
1. โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพมีความแข็งแรง	4.40	0.52	0.500	ดี
2. โครงสร้างภายในเตาเผาศพมีความแข็งแรง	4.40	0.52	0.500	ดี
3. คุณภาพของเหล็กแผ่นที่ใช้สร้างเตาเผาศพ	4.00	0.79	0.172	ดี
4. คุณภาพของอิฐทนไฟที่ใช้สร้างเตาเผาศพ	4.10	0.57	0.217	ดี
5. การบุด้วยแผ่นยิปซัมเป็นฉนวนกันความร้อนจากภายในเตาเผา	4.40	0.84	0.500	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.26**	**0.65**	**0.379**	**ดี**

n = 10, ρ = 0.05

จากตาราง 6 สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะด้านวิศวกรรมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.65, t-test = 0.379

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 6 ความเหมาะด้านวิศวกรรม พบว่า ข้อที่มีคะแนนสูงสุดมี 3 ข้อ คือ 1) โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพมีความแข็งแรง 2) โครงสร้างภายในเตาเผาศพมีความแข็งแรง ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.52, t-test = 0.500 และ 3) การบุด้วยแผ่นยิปซัมเป็นฉนวนกันความร้อนจากภายในเตาเผา ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.84, t-test = 0.500 และข้อที่มีคะแนนน้อยสุด คือ คุณภาพของเหล็กแผ่นที่ใช้สร้างเตาเผาศพ ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.00, S.D. = 0.79, t-test = 0.172

2. **ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย** มีผลการประเมินความเหมาะสมด้านความปลอดภัย ดังตาราง 7

ตาราง 7 ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย

ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย	$\bar{X}$	S.D.	t-test	แปลความหมาย
1. ระบบหัวพ่นไฟจะทำงานเมื่อประตูหน้าปิดสนิท	4.50	0.53	0.300	ดีมาก
2. ระบบหัวพ่นไฟจะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดประตูหน้าขณะทำการเผาศพ	4.60	0.52	0.111	ดีมาก
3. ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานเป็นส่วนประกอบของเตา	4.10	0.82	0.379	ดี
4. ใช้ระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน	4.20	0.58	0.218	ดี
5. ใช้ประตูด้านหลังปฏิบัติงานแทนการใช้ประตูด้านหน้าเพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง	4.60	0.84	0.339	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.40**	**0.65**	**0.269**	**ดี**

n = 10, ρ = 0.05

จากตาราง 7 สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะด้านความปลอดภัยอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.65, t-test = 0.269

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 7 ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย พบว่า ข้อที่มีคะแนนสูงสุด มี 2 ข้อ คือ 1) ระบบหัวพ่นไฟจะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดประตูหน้าขณะทำการเผาศพ ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.52, t-test = 0.111 และ 2) ใช้ประตูด้านหลังปฏิบัติงานแทนการใช้ประตูด้านหน้าเพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.84, t-test = 0.339 และข้อที่มีคะแนนน้อยสุด คือ ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานเป็นส่วนประกอบของเตา ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.10, S.D. = 0.82, t-test = 0.379

3. **ความเหมาะสมด้านการใช้งาน** มีผลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน ดังตาราง 8

ตาราง 8 ความเหมาะสมด้านการใช้งาน

ความเหมาะสมด้านการใช้งาน	$\overline{X}$	S.D.	t-test	แปลความหมาย
1. แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาศพ	4.50	0.53	0.296	ดีมาก
2. แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาควัน	4.60	0.52	0.048	ดีมาก
3. ใช้ประตูด้านหลังเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน	4.10	0.88	0.379	ดี
4. ระบบกล้องวงจรปิดเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน	4.20	0.42	0.111	ดี
5. ระบบสัญญาณเสียงจะดังขึ้นเมื่อหัวเผาหยุดทำงาน	4.60	0.70	0.296	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.40**	**0.61**	**0.226**	**ดี**

n = 10, ρ = 0.05

จากตาราง 8 สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะด้านการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 8 ความเหมาะสมด้านการใช้งาน พบว่า ข้อที่มีคะแนนสูงสุด มี 2 ข้อ คือ 1) แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาควัน ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.52, t-test = 0.048 และ 2) ระบบสัญญาณเสียงจะดังขึ้นเมื่อหัวเผาหยุดทำงาน ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.70, t-test = 0.296 และข้อที่มีคะแนนน้อยสุด คือ ใช้ประตูด้านหลังเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.10, S.D. = 0.88, t-test = 0.379

4. ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา มีผลการประเมินความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา ดังตาราง 9

ตาราง 9 ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา

ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา	$\bar{X}$	S.D.	t-test	แปลความหมาย
1. ระบบกรองน้ำมันดีเซลถอดล้างทำความสะอาดได้	4.30	0.43	0.172	ดี
2. อะไหล่สามารถหาซื้อได้ง่าย	4.40	0.52	0.002	ดี
3. โครงสร้างภายในของเตาเผาศพทำความสะอาดได้ง่าย	4.10	0.70	0.041	ดี
4. อะไหล่สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย	4.20	0.42	0.310	ดี
5. หัวฉีดน้ำมันถอดทำความสะอาดได้ง่าย	4.60	0.84	0.339	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.40**	**0.61**	**0.226**	**ดี**

n = 10, ρ = 0.05

จากตาราง 9 สรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะด้านการบำรุงรักษาอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตาราง 9 ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา พบว่า ข้อที่มีคะแนนสูงสุด คือ หัวฉีดน้ำมันถอดทำความสะอาดได้ง่าย ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.60, S.D. = 0.84, t-test = 0.339 และข้อที่มีคะแนนน้อยสุด คือ โครงสร้างภายในของเตาเผาศพทำความสะอาดได้ง่าย ผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.10, S.D. = 0.70, t-test = 0.041

5. **ความคิดเห็นอิสระของผู้เชี่ยวชาญจากแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา**

ความคิดเห็นอิสระของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น (ดังตาราง 10) แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ

1) ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม

2) ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย

3) ความเหมาะสมด้านการใช้งาน

4) ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา

ตาราง 10 ความคิดเห็นอิสระของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ความคิดเห็นอิสระของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อ ความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็น
1. **ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม**	
- การบุด้วยแผ่นยิปซัมกับแผ่นสแตนเลสจะทำให้การซ่อมบำรุงรักษาทำได้ยาก	1
2. **ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย**	
- ระบบ Emergency Switch เลือกใช้หัวกดเป็นแบบ Push button นั้นยังไม่เหมาะสม ควรเปลี่ยนเป็นแบบ Mushroom push button และมีค่า IP กันน้ำ กันฝุ่น ที่ IP45 ขึ้นไป ซึ่งจะตรงตามหลักความปลอดภัยกว่า	1
3. **ความเหมาะสมด้านการใช้งาน**	
- การทำความสะอาดกล้องวงจรปิดทำได้ค่อนข้างยาก และระบบการเดินสายไฟในตู้ควบคุมมีความเสี่ยงเรื่องการเกิดประกายไฟ	1
4. **ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา**	
- ควรติดตั้งคู่มือการใช้งานหรือขั้นตอนการใช้งานและการบำรุงรักษาติดถาวรอยู่กับเตาเผาศพ	1

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง สามารถสรุปผล อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ โดยมีรายละเอียดของการวิจัยดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยทำการพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา และประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา สามารถสรุปผลโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1.1 โครงสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพ ประกอบด้วย สแตนเลส กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 0.8 มิลลิเมตร และโครงสร้างภายในเตาเผาศพ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโครงสร้างฐานและตัวเตา ประกอบด้วย (1) เหล็กแผ่น กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 3.2 มิลลิเมตร (2) เหล็กแผ่น กว้าง 1,200 มิลลิเมตร ยาว 2,400 มิลลิเมตร หนา 4.5 มิลลิเมตร (3) เหล็กราง กว้าง 10.16 เซนติเมตร ยาว 6 เมตร หนา 3 มิลลิเมตร และส่วนห้องเผาหลักและห้องเผารอง ประกอบด้วยวัสดุทนไฟ ได้แก่ อิฐทนไฟ

1.2 การใช้อิฐทนไฟในห้องเผาหลัก – ห้องเผารอง ห้องเผาหลัก ชั้นที่ 1 ก่อด้วยอิฐมวลเบา (อิฐฉนวนทนไฟ) ด้านข้างติดผนังติดกับโครงเหล็กเพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนระบายออกนอกห้องเผา ห้องเผาหลักชั้นที่ 2 และ 3 ก่ออิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ด้านข้างผนังติดกับอิฐมวลเบา เพดานห้องเผาหลักก่ออิฐทนไฟ (กลีบส้ม) SA - 64 ส่วนหลังคาเป็นลักษณะโค้งเพื่อเป็นเพดานห้องเผาหลัก ส่วนห้องเผารอง ชั้นที่ 1 และ 2 ก่อด้วยอิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ด้านข้างผนังติดกับโครงเหล็กและใช้น้ำมันดีเซล (โซล่า) เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ โดยมีระบบไฟฟ้าควบคุมเตาเผาศพ

1.3 หัวเผา ใช้หัวเผาแบบ Hi – Low โดยติดตั้งหัวเผาหลักด้านหลังเตาในห้องเผาหลัก สามารถปรับระดับเปลวไฟได้ 2 ระดับ คือ เปลวไฟสั้นและเปลวไฟยาว และติดตั้งหัวเผารองด้านหลังเตาในห้องเผารอง สามารถปรับระดับเปลวไฟได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ

2. การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ปรากฏว่า จากการทดลองเผาศพ และทำการวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ณ วัดเทพลีลา วันที่ 11 เมษายน 2555 เวลา 15.00 น. สภาพอากาศค่อนข้างแจ่มใส โดยใช้วิธีการตรวจวัดตามวิธีการในประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง วิธีการตรวจวัด ลักษณะและหน่วยวัด การคำนวณ เปรียบเทียบแบบบันทึก และการรายงานผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ลงวันที่ 24 มิถุนายน 2548 โดยการสังเกตค่าความทึบแสงของเขม่าควันด้วยสายตาของผู้สังเกต จำนวน 2 คน และเทียบค่าความทึบแสงของเขม่าควันกับค่าแผนภูมิริงเกิลมานท์ พบว่า เขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพ มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 3.77 ซึ่งไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ พ.ศ. 2546 ลงวันที่ 16 ตุลาคม 2546 ซึ่งกำหนดให้เขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพต้องมีค่าความทึบแสง ไม่เกินร้อยละ 10 เมื่อตรวจวัดด้วยแผนภูมิริงเกิลมานท์

3. การประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน สรุปได้ว่า ผลค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา มีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.65, t-test = 0.379 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ออกเป็น 4 ด้าน ดังต่อไปนี้

3.1 ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม พบว่า ผลค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมด้านวิศวกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.65, t-test = 0.379 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3.2 ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย พบว่า ผลค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมด้านความปลอดภัยมีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.65, t-test = 0.269 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3.3 ความเหมาะสมด้านการใช้งาน พบว่า ผลค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมด้านการใช้งานมีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3.4 ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา พบว่า ผลค่าเฉลี่ยรวมความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษามีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.61, t-test = 0.226 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ผู้วิจัยตั้งความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ คือ 1) เพื่อพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาเพื่อลดมลพิษ 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้น และ 3) เพื่อประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่พัฒนาขึ้น จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา พบว่า เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีมาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ พ.ศ. 2546 ลงวันที่ 16 ตุลาคม 2546 ซึ่งกำหนดให้เขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพต้องมีค่าความทึบแสง ไม่เกินร้อยละ 10 เมื่อตรวจวัดด้วยแผนภูมิริงเกิลมานท์ และผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา พบว่า เตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านวิศวกรรม ด้านการใช้งาน ด้านความปลอดภัย และด้านการบำรุงรักษา ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัย สามารถอภิปรายผลโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. **การออกแบบและพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา** ดังนี้

1.1 **โครงสร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา** ผู้วิจัยได้พัฒนาออกแบบทางเดินของควันที่เกิดจากการเผาภายในห้องเผาหลักไปสู่ห้องเผารองใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ โดยขึ้นรูปเหล็กแผ่นนำมาปูพื้นห้องเตาเผาศพและด้านข้างเตาเผาศพ เพื่อเป็นโครงสร้างผนังห้องเผาของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ช่วยให้การอลวนของก๊าซให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับกิจจา วิศวกรนันท์ (2539: 1-6) ได้สร้างเตาเผาศพ อธิบายไว้ว่า เตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่เป็นเตาเผาศพรุ่นใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้นมาจากเตาเผาศพประเภทห้องเผาไหม้เดียว โดยเพิ่มห้องเผาไหม้ขึ้นมาอีก 1 ห้อง เป็นห้อง

เผาไหม้ที่สอง (Recombustion Chamber) เพื่อใช้เผาก๊าซร้อนและฝุ่นควันที่เกิดจากห้องเผาศพ (Combustion Chamber) ดังนั้น การเผาศพด้วยเตาเผาศพแบบนี้จะมีการเผาไหม้แบบ 2 ครั้ง ซึ่งมีผลให้มลภาวะที่เกิดขึ้น คือ ฝุ่นควัน และกลิ่นเหม็นลดน้อยลงได้ และสอดคล้องกับกรมควบคุมมลพิษ (2554ข: ออนไลน์) อธิบายไว้ว่า เตาเผาศพต้องมีห้องเผาอย่างน้อย 2 ห้องเผา โดยห้องแรกเป็นห้องเผาศพ และห้องที่สองหรือห้องสุดท้ายเป็นห้องเผากลิ่นก๊าซและควัน และสอดคล้องกับจินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงสภาพการทำงานของเตาเผาศพ พบว่า เตาเผาศพแบบดั้งเดิมมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดมลภาวะได้สูง เนื่องจากการใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิง และมีห้องเผาไหม้เดียวซึ่งให้ค่าความร้อนที่ต่ำและไม่คงที่อยู่ในช่วง 60 – 671 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับเตาเผาศพปลอดมลพิษซึ่งมี 2 ห้องเผา สามารถให้ค่าความร้อนได้สูงและคงที่

1.2 **การใช้อิฐทนไฟในห้องเผาหลัก-ห้องเผารอง** ห้องเผาหลัก ชั้นที่ 1 ก่อด้วยอิฐมวลเบา (อิฐฉนวนทนไฟ) ห้องเผาหลักชั้นที่ 2 และ 3 ก่ออิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ด้านข้างผนังติดกับอิฐมวลเบา เพดานห้องเผาหลักก่ออิฐทนไฟ (กลีบส้ม) SA - 64 ส่วนหลังคาเป็นลักษณะโค้งเพื่อเป็นเพดานห้องเผาหลัก ส่วนห้องเผารอง ชั้นที่ 1 และ 2 ก่อด้วยอิฐทนไฟ (สี่เหลี่ยม) ST - 76 ด้านข้างผนังติดกับโครงเหล็ก ซึ่งสอดคล้องกับบริษัทเซรามิคส์ อาร์ อัส (2554: ออนไลน์) ได้อธิบายไว้ว่า การใช้งานอิฐทนไฟส่วนมากนำไปใช้ในงานก่อ เช่น การสร้างเตาเผา เนื่องจากอิฐทนไฟเป็นวัสดุทนไฟประเภทที่สามารถรักษาขนาดสัณฐานเดิมเมื่อผ่านการใช้งาน และมีสมบัติดีกว่าวัสดุทนไฟประเภทอื่นๆ รูปร่างของอิฐทนไฟจะมีอิฐตรง (Straight: ST) อิฐสี่เหลี่ยมบาง (Split: SP) อิฐกลีบส้ม (Side Arch: SA) อิฐหัวขวาน (End Arch: EA) และอิฐหน้าวัว (Key: Ke)

1.3 **หัวเผา** ใช้หัวเผาแบบ Hi - Low โดยติดตั้งหัวเผาหลักด้านหลังเตาในห้องเผาหลัก และติดตั้งหัวเผารองด้านหลังเตาในห้องเผารอง ซึ่งสอดคล้องกับกิจจา วิศวกรนันท์ (2539: ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ออกแบบและสร้างเตาเผาศพ อธิบายไว้ว่า เตาเผาแบบ 2 ห้องเผา แบ่งการเผาไหม้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่ร่างผู้เสียชีวิตโดยตรง ในห้องเผาไหม้แรกนี้จะเกิดควันและกลิ่นขึ้นจากการเผาศพ ดังนั้นจึงมีห้องเผาไหม้ที่สองเกิดขึ้น เพื่อทำการกำจัดกลิ่นและควันที่เกิดขึ้น โดยทั่วจะใช้น้ำมันดีเซล หรือก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิง เตาเผาศพแบบ 2 ห้องเผานี้ จะใช้หัวเผา 2 หัวขึ้นไปในการให้ความร้อน ระยะเวลาในการเผาไหม้ประมาณ 1-2 ชั่วโมง และใช้น้ำมันประมาณ 60-70 ลิตรต่อการเผาศพ 1 ครั้ง

2. การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ได้ตรวจสอบมลพิษอากาศจากการเผาศพตามวิธีการในประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง วิธีการตรวจวัด ลักษณะและหน่วยวัด การคำนวณเปรียบเทียบ แบบบันทึก และการรายงานผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ โดยการสังเกตค่าความทึบแสงของเขม่าควันด้วยสายตาของผู้สังเกต จำนวน 2 คน และเทียบค่าความทึบแสงของเขม่าควันกับค่าแผนภูมิริงเกิลมานท์ และบันทึกค่าความทึบแสงเป็นร้อยละทุกๆ 15 วินาที เป็นเวลา 30 นาที นับตั้งแต่เริ่มเผาศพ พบว่า ผลการตรวจวัดเขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพ มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 3.77 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติในคราวประชุมครั้งที่ 2/2542 มีมติเห็นชอบกำหนดค่ามาตรฐานความทึบแสง (Opacity) ของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพไม่เกินร้อยละ 10 และสอดคล้องกับจินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย (2544: 4) ได้วิจัยเรื่อง ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงสภาพการทำงานของเตาเผาศพในฌาปนสถานเขตเทศบาลนครขอนแก่น อธิบายไว้ว่า เตาเผาศพที่มีความสามารถในการทำงานโดยไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง ค่ามลพิษที่ปล่อยในรูปของความทึบแสงของเขม่าควันจะต้องมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานความทึบแสงจากปล่องเตาเผาศพ

3. การประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จากการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ทั้ง 4 ด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ด้านวิศวกรรม มีความเหมาะสม คือ โครงสร้างภายนอกและภายในเตาเผาศพมีความแข็งแรง เหล็กแผ่นและอิฐทนไฟที่ใช้สร้างมีคุณภาพ และมีการบุด้วยแผ่นยิปซัมเป็นฉนวนกันความร้อนจากภายในเตาเผา ซึ่งสอดคล้องกับนิพนธ์ ราชวุฒิ (2555: 113) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ พบว่า การใช้เหล็กแผ่นมาตรฐานมาจัดทำโครงสร้างเครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ทำให้โครงสร้างมีความมั่นคงและแข็งแรง และสอดคล้องกับสกล นันทศรีวิวัฒน์ (2543: 73) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องหยอดขนมทองหยอด พบว่า การออกแบบสร้างเครื่องด้วยเหล็กจะทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรง และ

สอดคล้องกับบริษัทเซรามิคส์ อาร์ อัส (2554: ออนไลน์) ได้อธิบายไว้ว่า การใช้งานอิฐทนไฟส่วนมากนำไปใช้ในงานก่อ เช่น ในการสร้างเตาเผา เนื่องจากอิฐทนไฟเป็นวัสดุทนไฟประเภทที่สามารถรักษาขนาดสัณฐานเดิมเมื่อผ่านการใช้งาน และมีสมบัติดีกว่าวัสดุทนไฟประเภทอื่นๆ

3.2 ด้านความปลอดภัย มีความเหมาะสม คือ ระบบหัวพ่นไฟจะทำงานเมื่อประตูหน้าปิดสนิทและจะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดประตูหน้าขณะทำการเผาศพ ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานเป็นส่วนประกอบของเตา ใช้ระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน และใช้ประตูด้านหลังปฏิบัติงานแทนการใช้ประตูด้านหน้าเพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับนิพนธ์ ราชวุฒิ (2555: 114) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ พบว่า เครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์จะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดฝาเครื่อง มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากเครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ได้ทำการติดตั้ง Limit Switch จำนวน 1 ตัว ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้ในขณะใช้งาน

3.3ด้านการใช้งาน มีความเหมาะสม คือ มีการแสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาศพและแสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาควัน มีการใช้ประตูด้านหลังเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน มีระบบกล้องวงจรปิดเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน และระบบสัญญาณเสียงจะดังขึ้นเมื่อหัวเผาหยุดทำงานซึ่งสอดคล้องกับนิพนธ์ ราชวุฒิ (2555: 104-106) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ได้สรุปข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไว้ว่าควรมีสัญญาณเสียงเตือนในขณะที่เครื่องหยุดทำงาน หรือหลังจากเครื่องทำงานเสร็จแล้ว และควรมีการติดตั้ง Digital Display เพื่อแสดงอุณหภูมิของน้ำร้อนในพื้นที่เก็บน้ำด้วย

3.4 ด้านการบำรุงรักษา มีความเหมาะสม คือ ระบบกรองน้ำมันดีเซลสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ อะไหล่สามารถหาซื้อได้ง่าย โครงสร้างภายในของเตาเผาศพทำความสะอาดได้ง่าย อะไหล่สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย และหัวฉีดน้ำมันถอดทำความสะอาดได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับนิพนธ์ ราชวุฒิ (2555: 1) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ได้อธิบายไว้ว่า การตรวจสอบและการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดออกไปจะทำให้เครื่องยนต์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และสอดคล้องกับบริษัทพีซีเทคนิคอล คอนโทรล จำกัด (2555: ออนไลน์) ได้อธิบายไว้ว่า

วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา คือ สามารถที่จะรักษาสมรรถนะความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรรักษาประสิทธิผลของเครื่องจักรเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามแผนที่วางไว้ มีค่าใช้จ่ายต่ำสุด รวมถึงการบำรุงรักษาเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องจักร และสอดคล้องกับตุลเดช วรวิกรม (2546: 69) ได้วิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้ พบว่า วัสดุส่วนที่ใช้ในการสร้างสามารถหาซื้อได้ง่าย มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากออกแบบให้ใช้วัสดุที่มีภายในประเทศ และสอดคล้องกับบัญชา ธนบุญสมบัติ (2543: 6) ได้อธิบายไว้ว่า การออกแบบทางวิศวกรรมจะต้องพิจารณาตัดสินใจเลือกวัสดุที่สามารถหาได้ง่าย และสอดคล้องกับพีรเชษฐ์ ศรีชัย (2546: 4) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาเครื่องตรวจความสั่นสะเทือนของเครื่องจักร ได้อธิบายไว้ว่า วัสดุและอุปกรณ์ที่เกิดการชำรุดเสียหายต้องสามารถเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้ง่าย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. วัดควรกำหนดมาตรการหรือมีข้อจำกัดแก่ญาติผู้ของผู้เสียชีวิตที่จะนำวัสดุหรือสิ่งของที่ไม่จำเป็นใส่รวมลงไปกับศพที่จะทำการเผา เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและเป็นการเพิ่มมลภาวะทางอากาศ

2. ควรมีการติดตั้งเครื่องพ่นอากาศซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระหว่างที่เกิดการเผาไหม้ สำหรับเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

3. ควรมีการอบรมให้กับพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่เผาศพ ให้มีความรู้เรื่องการดำเนินงานที่สามารถช่วยประหยัดเชื้อเพลิงและไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อชุมชน เช่น หลักการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ วิธีการอุ่นเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาที่ถูกต้อง หลักการปฏิบัติงานเผาศพอย่างปลอดภัย เช่น การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะปฏิบัติงาน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาถึงผลกระทบที่มีต่อสุขภาพของพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่เผาศพ และผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมที่อยู่บริเวณใกล้เคียงการใช้งานเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

2. ศึกษาและคำนวณจุดคุ้มทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ต่อการใช้งานเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2552). *หลักเกณฑ์ทางวิชาการและแนวทางปฏิบัติสำหรับเตาเผาศพ.* สืบค้นเมื่อ 13 กันยายน 2552, จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/air_crematory.html

----------. (2554ก). *มาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียง: มาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ.* สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2554, จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd03.html#s11

----------. (2554ข). *หลักเกณฑ์ทางวิชาการและแนวทางปฏิบัติสำหรับเตาเผาศพ.* สืบค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2554, จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/air_crematory.html

----------. (2554ค). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2550.* สืบค้นเมื่อ 9 พฤศจิกายน 2554, จาก http://infofile.pcd.go.th/mgt/Report50.pdf?CFID=6726440&CFTOKEN=18225381

กฤษณะ เจริญพานิช. (2544). *การยอมรับนวัตกรรมเตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ของพนักงานฌาปนกิจประจำสุสาน ในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่.* วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว). เชียงใหม่: บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

กิจจา วิศวกรนันท์. (2539). *เตาเผาศพ.* (แผ่นพับ). กรุงเทพฯ: กิจจาคอนซัลติ้งเอนจิเนียร์.

คณะอนุกรรมาธิการพิจารณาปัญหามลพิษทางอากาศจากเตาเผาศพในคณะกรรมาธิการการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2545). *การศึกษาปัญหามลพิษทางอากาศจากเตาเผาศพและการแก้ไข.* กรุงเทพฯ: คณะฯ.

จินดาวัลย์ วิบูลอุทัยกุล. (2544). *การศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงสภาพการทำงานของเตาเผาศพในฌานสถานเขตเทศบาลนครขอนแก่น.* วิทยานิพนธ์ ส.ม. (สาธารณสุขศาสตร์). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

ณิชมน จันทรัตน์. (2552). *มาตรการทางกฎหมายในการควบคุมมลพิษทางอากาศอันเกิดจากเตาเผาศพ.* วิทยานิพนธ์ น.ม. (กฎหมายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ตุลเดช วรวิกรม. (2546). *การออกแบบและสร้างที่ฝึกซ้อมการพัตต์กอล์ฟระยะใกล้แบบปรับระดับได้.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธวัช สีเหลือง. (2552). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้เตาเผาศพไร้มลพิษของวัดในอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี*. การค้นคว้าแบบอิสระ บธ.ม. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

นิพนธ์ ราชวุฒิ. (2555). *การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดคราบน้ำมันของชิ้นส่วนเครื่องยนต์*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นวลน้อย บุญวงษ์. (2539). *หลักการออกแบบ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริษัทเซรามิคส์ อาร์ อัส. (2554). *อิฐทนไฟ*. สืบค้นเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2554, จาก http://www.ceramicsrus.co.th/ourProductCategory.php?hId=16

บริษัทพีซีเทคนิคอล คอนโทรล จำกัด. (2555). *การบำรุงรักษาเครื่องจักร*. สืบค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2555, จาก http://www.pc-cncmachine.com

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บัญชา ธนบุญสมบัติ. (2543). *การออกแบบทางวิศวกรรม: การเลือกใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิต*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ปริญญ์ เสรีพงศ์. (2541). *การยอมรับการใช้เตาเผาศพแบบห้องเผาไหม้คู่ของเจ้าอาวาสวัดในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ สค.ม. (สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

ปัตพงษ์ เกตุสมบูรณ์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนวิชาเวชศาสตร์ชุมชน : การจัดลำดับความสำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุข*. ขอนแก่น: ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พีรเชษฐ์ ศรีชัย. (2546). *การพัฒนาเครื่องตรวจความสั่นสะเทือนของเครื่องจักร*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ไพฑูรย์ ประสมศรี. (2545). *วัสดุศาสตร์ MATERIAL SCIENCE: พื้นฐานการศึกษาและการปฏิบัติงาน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: นานาสิ่งพิมพ์.

เมตตา ตรีศิริเนตร. (2538). *การศึกษาวิเคราะห์ไฮโดรเจนซัลไฟด์จากเตาเผาศพชนิดที่ใช้น้ำมันและฟืนเป็นเชื้อเพลิง*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

วันชัย รีจิรวนิช. (2543). *การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม: เทคนิคและกรณีศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สกล นันทศรีวิวัฒน์. (2543). *การพัฒนาเครื่องหยอดขนมทองหยอด.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สาทิส ถาวรนันท์. (2541). *โครงการสาธิตเตาเผาศพแบบประหยัดพลังงานและลดมลภาวะ. รายงานความคืบหน้าครั้งที่ 1.* เชียงใหม่: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทยเฟอร์เนส เอ็นจิเนียริ่ง. (2554). *อิฐทนไฟ (Refractoy Brick).* สืบค้นเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2554, จาก http://www.thaifurnaces.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=580715&Ntype=777

ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทย เอส เอส อิฐทนไฟ. (2554). *ความรู้เกี่ยวกับวัสดุทนไฟ.* สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2554, จาก http://www.tssrefractory.com/ug_product_th.htm

อังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

Bethea, Robert M. (1978). *Air Pollution Control Technology an Engineering Analysis Point of View.* n.p.: Van nostrand reinhold.

Mari, Montse; & Domingo, Jose L. (2010, January). Toxic Emission from Crematories: A review. *Environment International.* 36(1): 131-137. Retrieved November 24, 2011, from http://www.scopus.com

Wang, Linchi; et al. (2003, January). Characterizing the Emissions of Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from Crematories and their Impacts to the Surrounding Environment. *Environmental Science and Technology.* 37(1): 62-67. Retrieved November 24, 2001, from http://www.scopus.com

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญประเมินหาค่าความสอดคล้องของประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

อาจารย์ ดร.จันทนา กุญชรรัตน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีพลังงาน ตำแหน่ง อาจารย์ สถานที่ทำงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนสิ่งแวดล้อม ตำแหน่ง อาจารย์ สถานที่ทำงาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา คือ

อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีพลังงาน ตำแหน่ง อาจารย์ สถานที่ทำงาน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ
อาจารย์ประพันธ์ จันทร์เสมา	ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการอุตสาหกรรม ตำแหน่ง อาจารย์ สถานที่ทำงาน ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสยาม
นายพันชารี หล่อศิริ	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการบริษัท สถานที่ทำงาน บริษัทอิตาเลี่ยน-ไทย เซรามิค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
นายกีรติ มีประเสริฐ	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล ตำแหน่ง วิศวกร สถานที่ทำงาน บริษัทอิตาเลี่ยน-ไทย เซรามิค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
นายปิยะพันธ์ วงศ์ยะรา	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล ตำแหน่ง วิศวกร สถานที่ทำงาน วิศวกรอิสระ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

นายเปี่ยมศักดิ์ พ้องพงษ์ศรี	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมเครื่องกล ตำแหน่ง วิศวกร สถานที่ทำงาน วิศวกรอิสระ
นายจตุพร ฝาระมี	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา ตำแหน่ง วิศวกร สถานที่ทำงาน วิศวกรอิสระ
นายบุญช่วย บุญหนุน	ผู้เชี่ยวชาญด้านการเผาศพ ตำแหน่ง สัปเหร่อ สถานที่ทำงาน วัดบ้านไร่เจริญผล
นายสมศักดิ์ ดัชถุยาวัตร	ผู้เชี่ยวชาญด้านการเผาศพ ตำแหน่ง สัปเหร่อ สถานที่ทำงาน วัดบางไผ่เตี้ย

ภาคผนวก ข
หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญและกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ ศธ 0519.12/ใ๖๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

3 เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์จันทนา กุญชรรัตน์

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพฑัย วงศ์ยุทธโกวิท และ รองศาสตราจารย์ ดร.อนวัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมิน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สะอาด สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5664

ที่ ศธ 0519.12/ ๑๕๓ **วันที่** ๓ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์สนอง ทองปาน

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมิน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5664

ที่ ศธ 0519.12/ว๑๑๐ **วันที่** 3 เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์โอภาส สุขหวาน

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมิน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5664

ที่ ศธ 0519.12/2102 **วันที่** 18 เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ ดร.อัมพร กุญชรรัตน์

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/2//๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

/๙ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อาจารย์ประพันธ์ จันทร์เสมา

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ซุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ซุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/๓๑๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๘ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายพันชารี หล่อศิริ

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/๐๑๕

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๘ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายกีรติ มีประเสริฐ

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/2103

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

18 เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายปิยะพันธ์ วงศ์ยะรา

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพขนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพขนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/๒๑๔๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๘ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายเปี่ยมศักดิ์ พ้องพงษ์ศรี

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/๒๑๐๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๘ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายจตุพร ฝาระมี

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/๑๑๐๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๘ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายบุญช่วย บุญหนุน

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/๑๑๔๗

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๘ เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน นายสมศักดิ์ ดัชฤยาวัตร

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" โดยมี อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร และ รองศาสตราจารย์ ดร.ธนรัตน์ แต้วัฒนา เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินลักษณะทางกายภาพของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 081-315-1559

ที่ ศธ 0519.12/2274

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

27 เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล

เนื่องด้วย นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา" ได้รับอนุมัติให้สอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ในวันที่ 4 พฤษภาคม 2555 เวลา 14.00 น. ณ ห้อง 12-901 ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยพิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านมาเป็นกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ของนิสิตผู้นี้ ตามวัน เวลา และสถานที่ดังกล่าว

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในครั้งนี้ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลยา ธเนศพงศ์ธรรม)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัยฝ่ายวิชาการ
รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0-2649-5064
โทรสาร. 0-2260-0132

ภาคผนวก ค
หนังสือเชิญเจ้าหน้าที่กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมมาตรวจสอบ

เลขที่...../๒๕๕๕ เมษายน ๒๕๕๕

เรื่อง ขอเชิญเจ้าหน้าที่มาตรวจสอบ

เจริญพร ผู้อำนวยการกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักงานเขตอนามัย

ตามที่วัดเทพลีลา พระอารามหลวงได้มีการปรับปรุงเตาเผาศพที่มีอยู่ ให้เป็นเตาเผาศพปลอดมลพิษตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งทางวัดฯ ได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น

ขณะนี้ทางวัดเทพลีลา พระอารามหลวงมีความประสงค์ให้ท่านจัดส่งเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องมาทำการตรวจสอบหาค่ามลพิษทางอากาศ จากเตาเผาศพที่ทางวัดเทพลีลา พระอารามหลวงใช้อยู่ว่ามีค่ามลพิษเกินกว่ามาตรฐานที่ทางกฎหมายได้กำหนดไว้หรือไม่ ในวันพุธที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๕๕ เวลา ๑๖.๓๐ น.

จึงขอแจ้งมายังท่าน โปรดส่งเจ้าหน้าที่มาตรวจสอบเพื่อดำเนินการให้แล้วเสร็จต่อไป

เจริญพร

(พระราชปริยัติสุนทร)

เจ้าอาวาสวัดเทพลีลา พระอารามหลวง

ภาคผนวก ง
แบบประเมินหาค่าความสอดคล้อง
ของแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

แบบประเมินหาค่าความสอดคล้อง
ของแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
ด้านวิศวกรรม

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

ตาราง 11 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านวิศวกรรม

ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม	**ความคิดเห็น**			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1. โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพมีความแข็งแรง				
2. โครงสร้างภายในเตาเผาศพมีความแข็งแรง				
3. คุณภาพของเหล็กแผ่นที่ใช้สร้างเตาเผาศพ				
4. คุณภาพของอิฐทนไฟที่ใช้สร้างเตาเผาศพ				
5. การบุด้วยแผ่นยิปซัมเป็นฉนวนกันความร้อนจากภายในเตาเผา				

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินหาค่าความสอดคล้อง
ของแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
ด้านความปลอดภัย

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

ตาราง 12 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านความปลอดภัย

ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย	**ความคิดเห็น**			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1. ระบบหัวพ่นไฟจะทำงานเมื่อประตูหน้าปิดสนิท				
2. ระบบหัวพ่นไฟจะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดประตูหน้าขณะทำการเผาศพ				
3. ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานเป็นส่วนประกอบของเตา				
4. ใช้ระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน				
5. ใช้ประตูด้านหลังปฏิบัติงานแทนประตูด้านหน้าเพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง				

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินหาค่าความสอดคล้อง
ของแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
ด้านการใช้งาน

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

ตาราง 13 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านการใช้งาน

ความเหมาะสมด้านการใช้งาน	**ความคิดเห็น**			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1. แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาศพ				
2. แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาควัน				
3. ใช้ประตูด้านหลังเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน				
4. ระบบกล้องวงจรปิดเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน				
5. ระบบสัญญาณเสียงจะดังขึ้นเมื่อหัวเผาหยุดทำงาน				

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินหาค่าความสอดคล้อง
ของแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา
ด้านการบำรุงรักษา

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแบบประเมินความเหมาะสมเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่าน

ตาราง 14 แบบประเมินหาค่าความสอดคล้องความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา

ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา	**ความคิดเห็น**			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1. ระบบกรองน้ำมันดีเซลสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้				
2. อะไหล่สามารถหาซื้อได้ง่าย				
3. โครงสร้างภายในของเตาเผาศพทำความสะอาดได้ง่าย				
4. อะไหล่สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย				
5. หัวฉีดน้ำมันถอดทำความสะอาดได้ง่าย				

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

คำชี้แจง แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านวิศวกรรม จำนวน 5 ข้อ
2. ด้านความปลอดภัย จำนวน 5 ข้อ
3. ด้านการใช้งาน จำนวน 5 ข้อ
4. ด้านการบำรุงรักษา จำนวน 5 ข้อ

วัตถุประสงค์ของแบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

แบบประเมินชุดนี้สร้างขึ้นสำหรับใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง และ/หรือเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ..... ปี
3. ระดับการศึกษา
   - ☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี
   - ☐ ปริญญาตรี
   - ☐ ปริญญาโท
   - ☐ ปริญญาเอก
4. ประสบการณ์การทำงาน/ด้านงานออกแบบ..... ปี
5. ตำแหน่งและหน้าที่ในหน่วยงาน.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1. กรุณาทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องมาตราส่วนประเมินค่า ตามความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา โดยกำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

คะแนนระดับ 5 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนระดับ 4 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ดี

คะแนนระดับ 3 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ พอใช้

คะแนนระดับ 2 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

คะแนนระดับ 1 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ใช้ไม่ได้

2. โปรดแสดงข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ในแต่ละด้านตามความคิดเห็นของท่าน

แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ด้านวิศวกรรม

ตาราง 15 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านวิศวกรรม

ข้อ	ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1.	โครงสร้างภายนอกเตาเผาศพมีความแข็งแรง					
2.	โครงสร้างภายในเตาเผาศพมีความแข็งแรง					
3.	คุณภาพของเหล็กแผ่นที่ใช้สร้างเตาเผาศพ					
4.	คุณภาพของอิฐทนไฟที่ใช้สร้างเตาเผาศพ					
5.	บุด้วยแผ่นยิปซัมเป็นฉนวนกันความร้อนจากภายในเตาเผาและภายนอกเตาเผา					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ด้านความปลอดภัย

ตาราง 16 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านความปลอดภัย

ข้อ	ความเหมาะสมด้านความปลอดภัย	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1.	ระบบหัวพ่นไฟจะทำงานเมื่อประตูหน้าปิดสนิท					
2.	ระบบหัวพ่นไฟจะหยุดทำงานทันทีเมื่อเปิดประตูหน้าขณะทำการเผาศพ					
3.	ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานเป็นส่วนประกอบของเตา					
4.	ใช้ระบบหยุดการทำงานฉุกเฉิน					
5.	ใช้ประตูด้านหลังปฏิบัติงานแทนการใช้ประตูด้านหน้าเพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง					

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ด้านการใช้งาน

ตาราง 17 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านการใช้งาน

ข้อ	ความเหมาะสมด้านการใช้งาน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1.	แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาศพ					
2.	แสดงอุณหภูมิความร้อนในห้องเผาควัน					
3.	ใช้ประตูด้านหลังเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน					
4.	ระบบกล้องวงจรปิดเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน					
5.	ระบบสัญญาณเสียงจะดังขึ้นเมื่อหัวเผาหยุดทำงาน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา ด้านการบำรุงรักษา

ตาราง 18 แบบประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาด้านการบำรุงรักษา

ข้อ	ความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1.	ระบบกรองน้ำมันดีเซลสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้					
2.	อะไหล่สามารถหาซื้อได้ง่าย					
3.	โครงสร้างภายในของเตาเผาศพทำความสะอาดได้ง่าย					
4.	อะไหล่สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย					
5.	หัวฉีดน้ำมันถอดทำความสะอาดได้ง่าย					

ข้อเสนอแนะ

……

……

……

……

ผู้เชี่ยวชาญ .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

ประเมินเมื่อวันที่..... เดือน ..... พ.ศ.....

ภาคผนวก ฉ
แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

แบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานเตาเผาชนิดสองห้องเผา

ชื่อ (วัด/ฌาปนสถาน)

ชื่อผู้ได้รับใบอนุญาตจัดตั้งหรือดำเนินการฌาปนสถาน

เลขที่ทะเบียนใบอนุญาต

สถานที่ตั้ง

โทรศัพท์ **โทรสาร**

ประเภทเตาเผาศพ

1 ห้องเผา 2 ห้องเผา อื่นๆ ระบุ.....

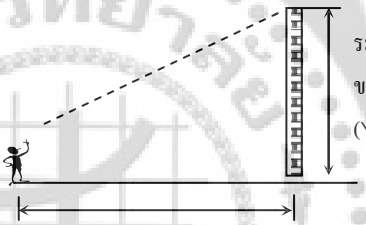
ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ใช้ถ่านหรือไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ใช้ไฟฟ้า อื่นๆ ระบุ.....

ไม่มีระบบควบคุมเขม่าควัน มีระบบควบคุมเขม่าควัน (ระบุ) .....

ข้อมูลผลการตรวจวัด

ตรวจวัดเมื่อวันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... ตั้งแต่เวลา ..... น. ถึงเวลา ..... น.

วินาที / **นาที**	15	30	45	60
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
ผลรวมค่าความทึบแสงที่อ่านได้				
จำนวนครั้งที่จดบันทึกข้อมูล				



ระยะความสูงจากระดับตำแหน่งของผู้ตรวจวัดจนถึงปากปล่องเผาศพ (Y) = ... เมตร

ระยะห่างระหว่างปล่องและผู้ตรวจวัด (X) = ... เมตร (ไม่เกิน 400 เมตร)

$\frac{X}{Y}$ = ... (ไม่น้อยกว่า 3)

แสงพื้นฐาน (Background Lighting)

(สภาพของท้องฟ้า และฉากด้านหลังของปล่องที่ทำการตรวจวัด)

ท้องฟ้าโปร่ง ท้องฟ้าครึ้ม มีเมฆดำ .....

ค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ (ร้อยละ)

$= \frac{\text{ผลรวมค่าความทึบแสงที่อ่านได้}}{\text{จำนวนครั้งที่จดบันทึกข้อมูล}}$

= .....

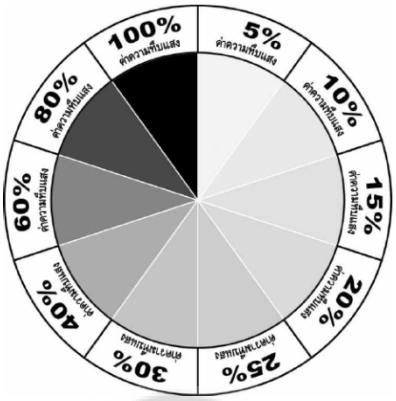
ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจวัด

(.....)

ตำแหน่ง .....

สังกัด .....

แผนภูมิวัดเขม่าควันริงเกิลมานน์



แบบสรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

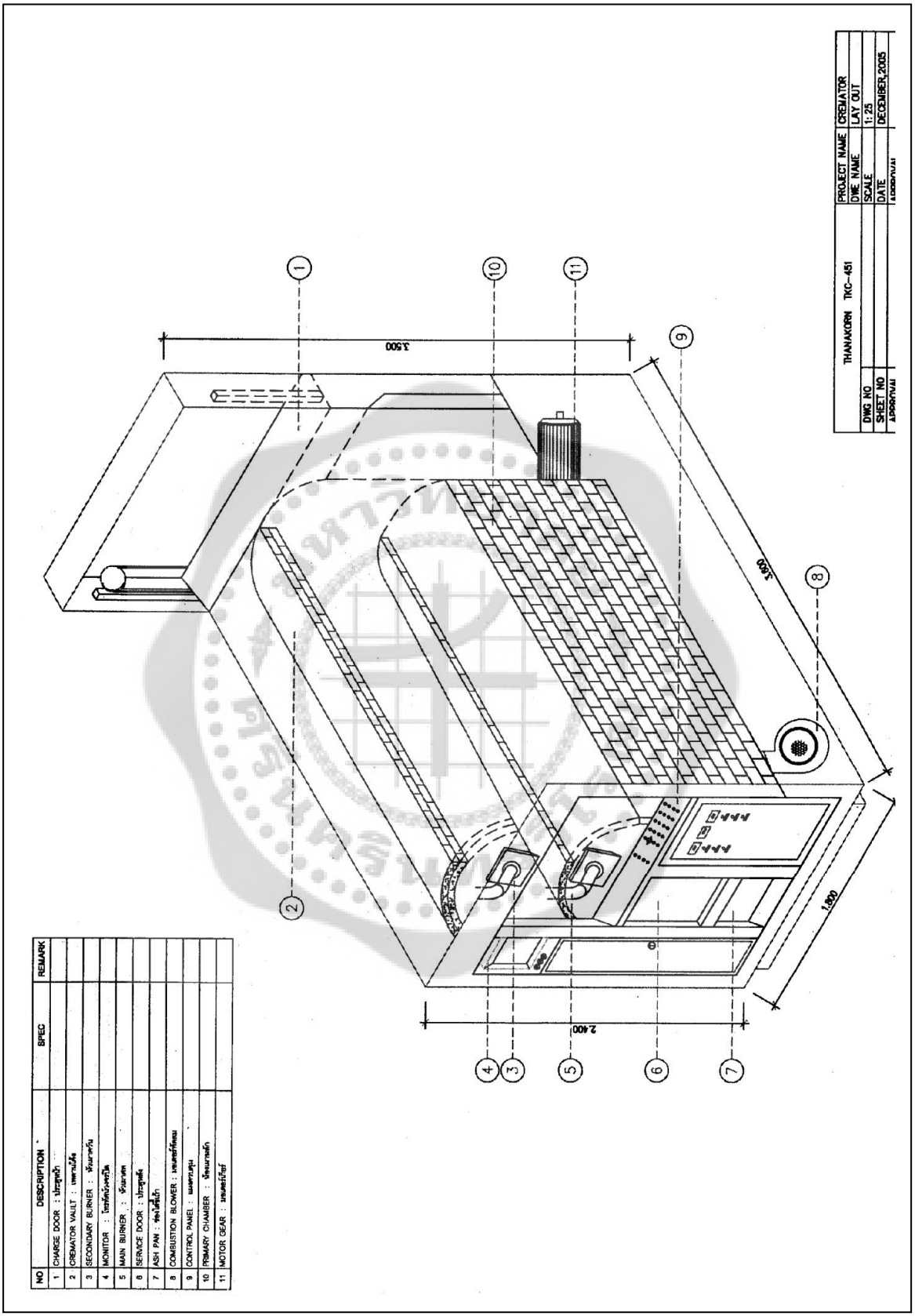
ชื่อ (วัด/ฌาปนสถาน)	
การตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 1 ชื่อ .....นามสกุล..... ตำแหน่ง..... สังกัด ..... ค่าความทึบแสงที่ตรวจวัดได้ ร้อยละ	**การตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 2** ชื่อ.....นามสกุล..... ตำแหน่ง ..... สังกัด ..... ค่าความทึบแสงที่ตรวจวัดได้ ร้อยละ .....
ค่าความแตกต่างของผลการตรวจวัดระหว่างผู้ตรวจวัดแต่ละคน = | ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 1 – ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 2 | = ... เกินกว่า 3 ผลการตรวจวัดใช้เทียบกับมาตรฐานไม่ได้ **ต้องตรวจวัดใหม่** ไม่เกิน 3 ผลการตรวจวัดใช้เทียบกับมาตรฐานได้	
สรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากเตาเผาศพ	
ค่าความทึบแสงของเขม่าควัน = ผลการตรวจวัดของผู้ตรวจวัดคนที่ 1 + ผลการตรวจวัดของผู้ตรวจวัดคนที่ 2 / 2 = ... เกินมาตรฐานค่าความทึบแสงร้อยละ..... ไม่เกินมาตรฐานค่าความทึบแสงร้อยละ.....	
ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจวัดคนที่ 1 (.....) วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ.	ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจวัดคนที่ 2 (.....) วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ต้นฉบับ สำหรับเจ้าของหรือผู้ครอบครองเตาเผาศพ ผู้ได้รับใบอนุญาตจัดตั้งหรือได้รับใบอนุญาตดำเนินการฌาปนสถานหรือผู้รับมอบอำนาจจากบุคคลดังกล่าว แล้วแต่กรณี

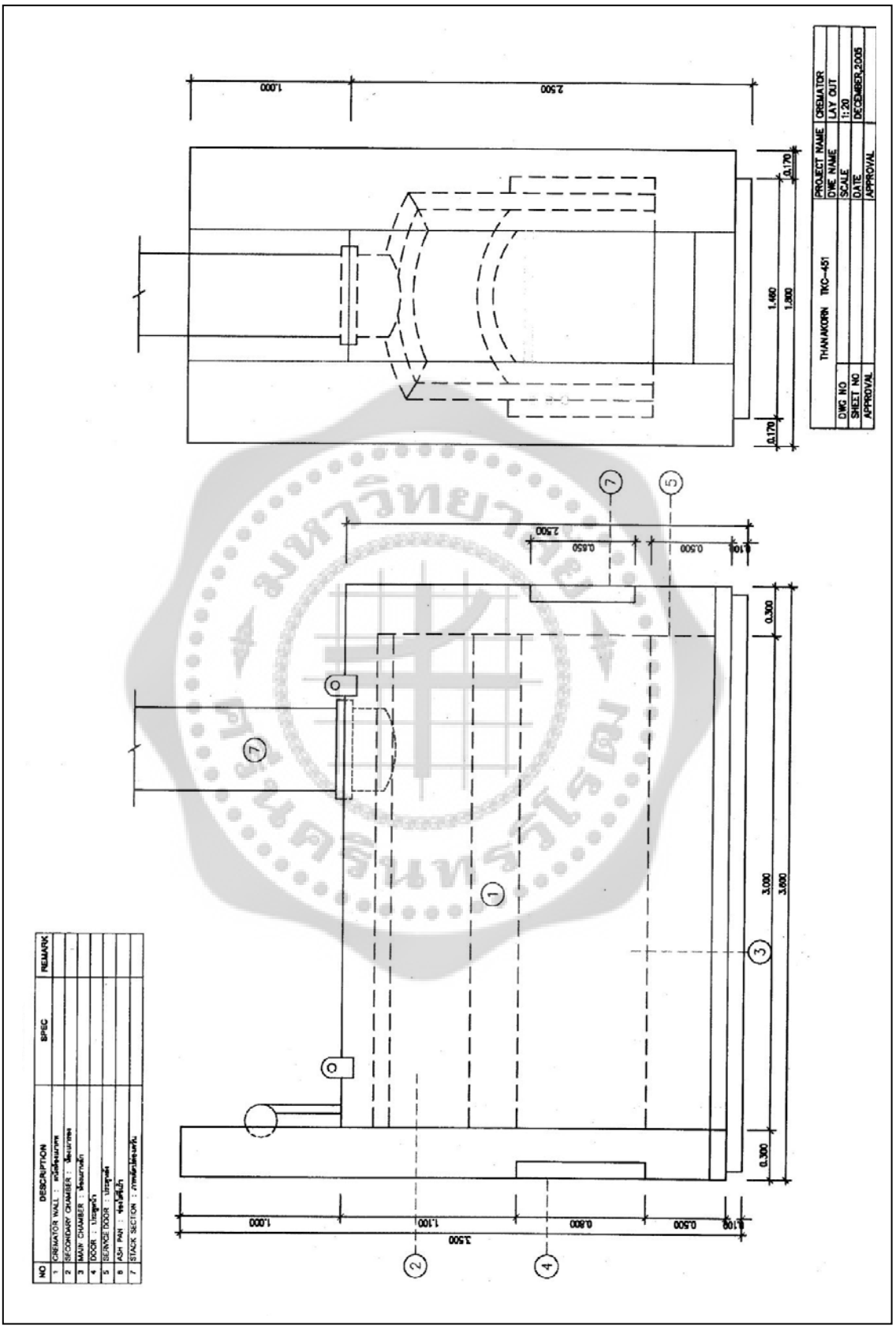
สำเนา สำหรับผู้ตรวจวัด

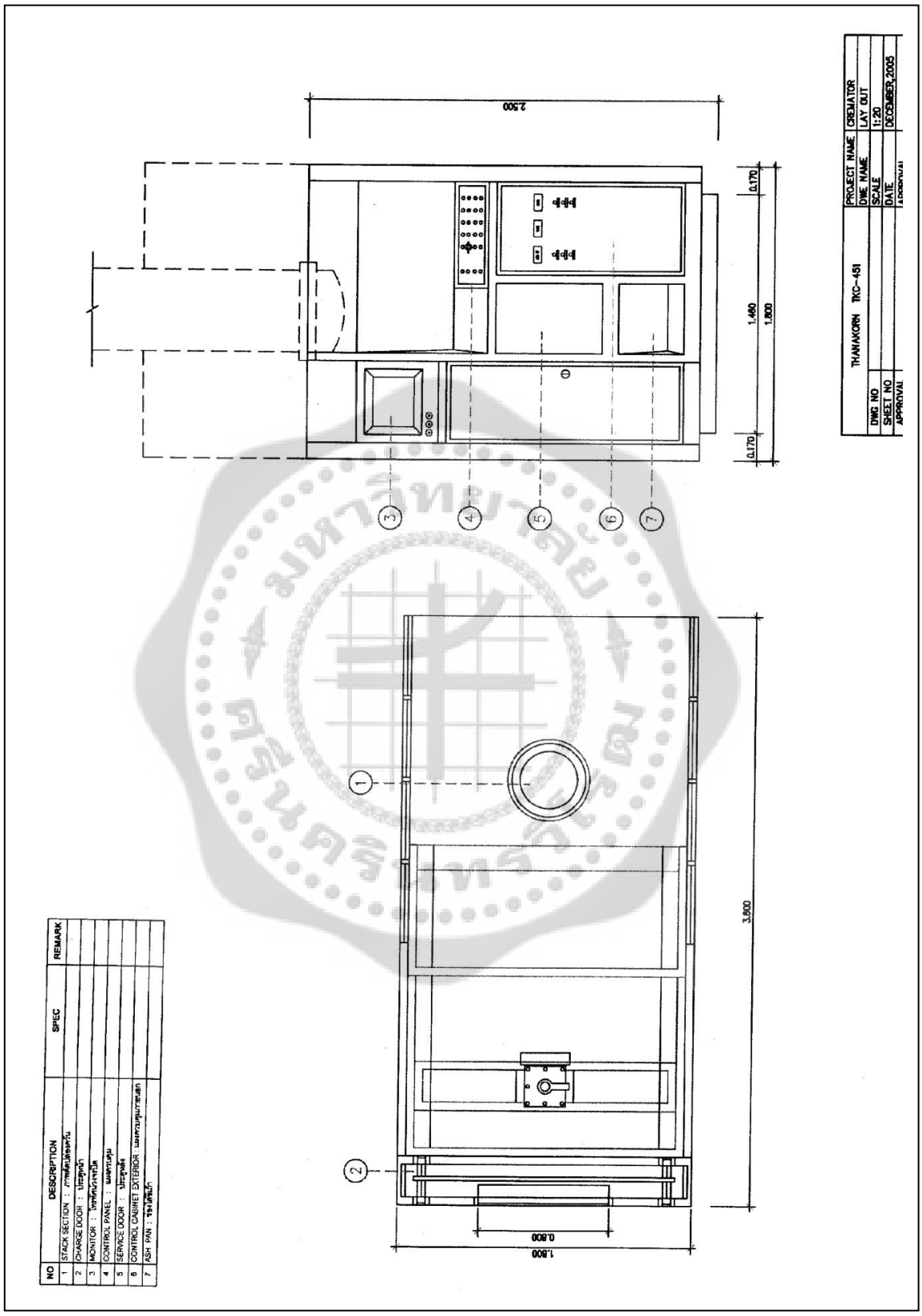
ภาคผนวก ซ

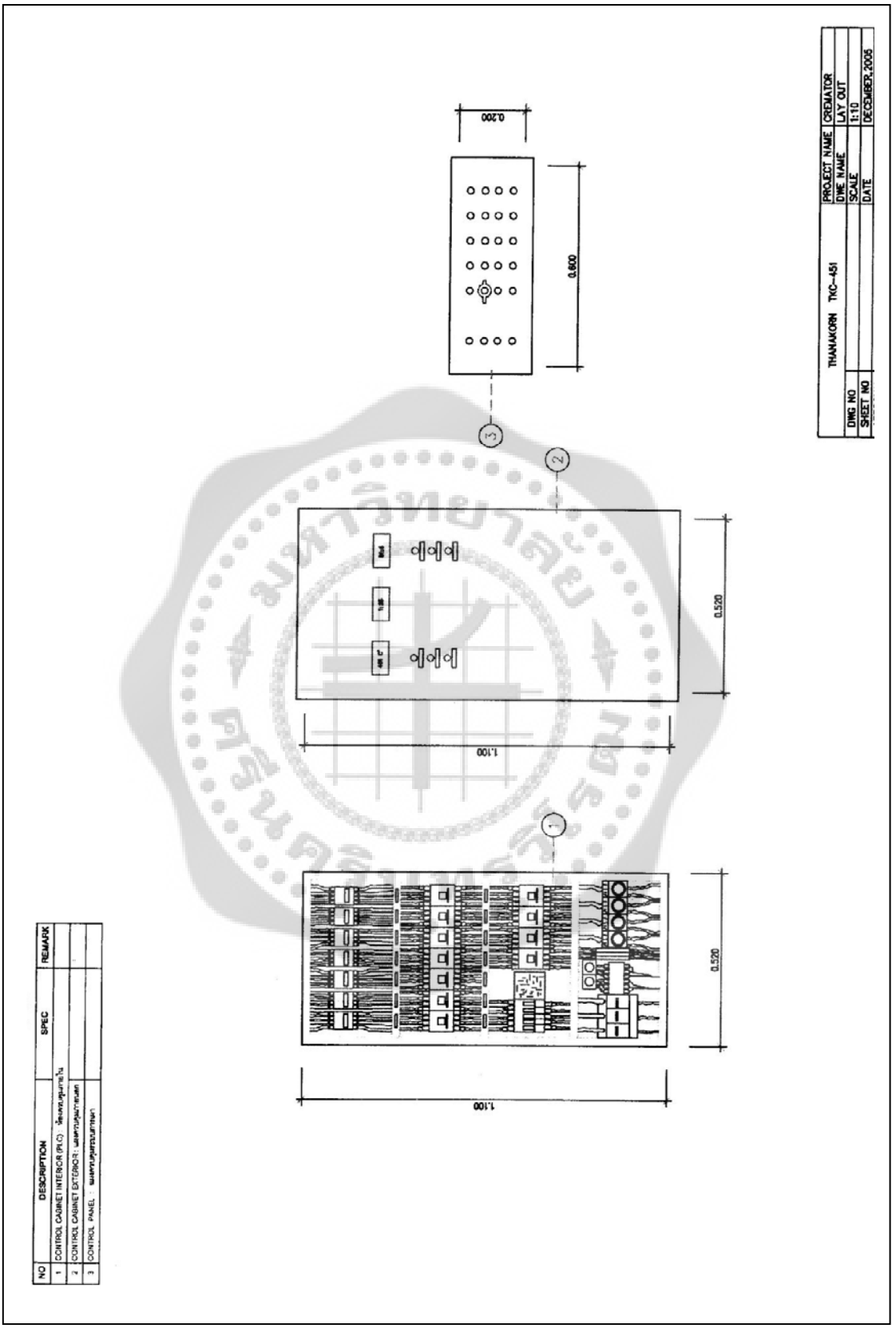
ภาพเขียนแบบของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา



NO	DESCRIPTION	SPEC	REMARK
1	CHARGE DOOR : ประตูเข้า		
2	CREMATOR VAULT : เตาเผาศพ		
3	SECONDARY BURNER : หัวเผาควัน		
4	MONITOR : ไฟส่องช่องดู		
5	MAIN BURNER : หัวเผาหลัก		
6	SERVICE DOOR : ประตูเล็ก		
7	ASH PAN : ถาดใส่เถ้า		
8	COMBUSTION BLOWER : เครื่องเป่าลม		
9	CONTROL PANEL : แผงควบคุม		
10	PRIMARY CHAMBER : ห้องเผาหลัก		
11	MOTOR GEAR : เครื่องเกียร์		


THANAKORN TKC-451
PROJECT NAME CREMATOR
DWG NAME LAY OUT
SCALE 1:20
DATE DECEMBER,2005
APPROVAL
DWG NO
SHEET NO
APPROVAL
NO DESCRIPTION SPEC REMARK
1 CREMATOR WALL
2 SECONDARY CHAMBER
3 MAIN CHAMBER
4 DOOR
5 SERVICE DOOR
6 ASH PAN
7 STACK SECTION
1,000
2,500
0.170
1,460
1,800
0.170
2,500
0.650
0.500
0.100
0.300
3,000
3,600
0.300
1,000
1,100
0.800
0.500
0.100
3,500


THANAKORN TKC-451
PROJECT NAME CREMATOR
DWG NAME LAY OUT
SCALE 1:20
DATE DECEMBER-2005
DWG NO
SHEET NO
APPROVAL
2,500
170
1,460
1,800
170
3,800
1,800
0,800
NO DESCRIPTION SPEC REMARK
1 STACK SECTION
2 CHARGE DOOR
3 MONITOR
4 CONTROL PANEL
5 SERVICE DOOR
6 CONTROL CABINET EXTERIOR
7 ASH PAN



NO	DESCRIPTION	SPEC	REMARK
1	CONTROL CABINET INTERIOR (PLC) :		
2	CONTROL CABINET EXTERIOR :		
3	CONTROL PANEL :		

ภาคผนวก ซ

คู่มือการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

คู่มือการใช้งาน
เตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

จัดทำโดย

นางสาววิภาดา ซุ้มสิริเพชร

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คำนำ

คู่มือการใช้งานเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ใช้งานได้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำแนะนำเบื้องต้นก่อนการใช้งาน ส่วนประกอบของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา วิธีการใช้งาน เทคนิคการเผา ข้อควรระวังในการใช้งาน และการบำรุงรักษา เพื่อให้การใช้งานเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาเป็นไปอย่างถูกต้อง มีความปลอดภัย และเต็มประสิทธิภาพ

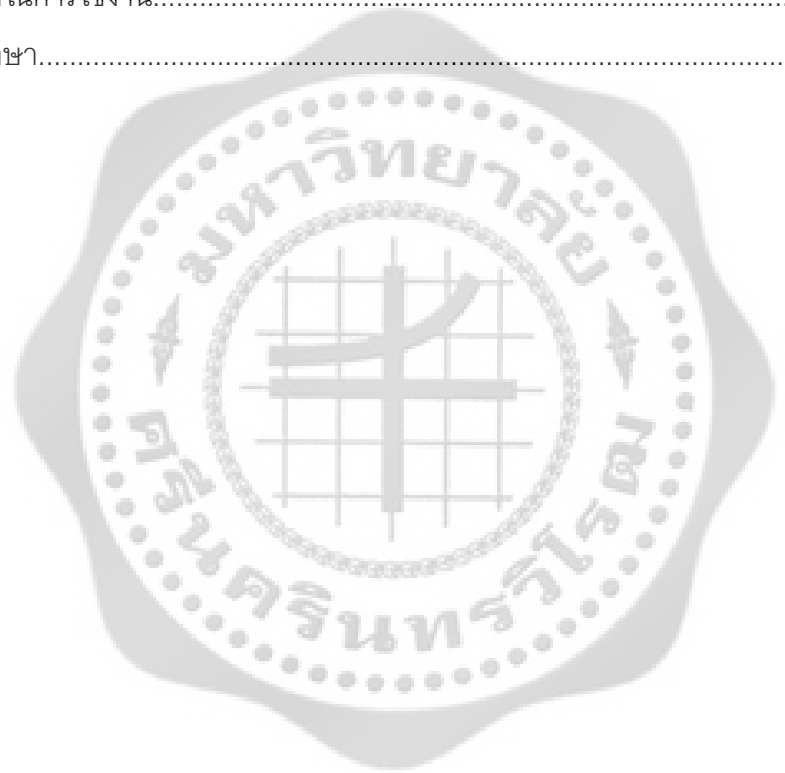
ผู้วิจัยหวังว่าคู่มือการใช้งานฉบับนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานเตาเผาศพชนิดสองห้องเผาได้อย่างถูกต้อง มีความปลอดภัย เต็มประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ

วิภาดา ซุ้มสิริเพชร

สารบัญ

หน้า

1. คำแนะนำเบื้องต้นก่อนการใช้งาน..... 115
2. ส่วนประกอบของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา..... 115
3. วิธีการใช้งาน..... 116
4. เทคนิคการเผา..... 116
5. ข้อควรระวังในการใช้งาน..... 117
6. การบำรุงรักษา..... 117



1. คำแนะนำเบื้องต้นก่อนการใช้งาน

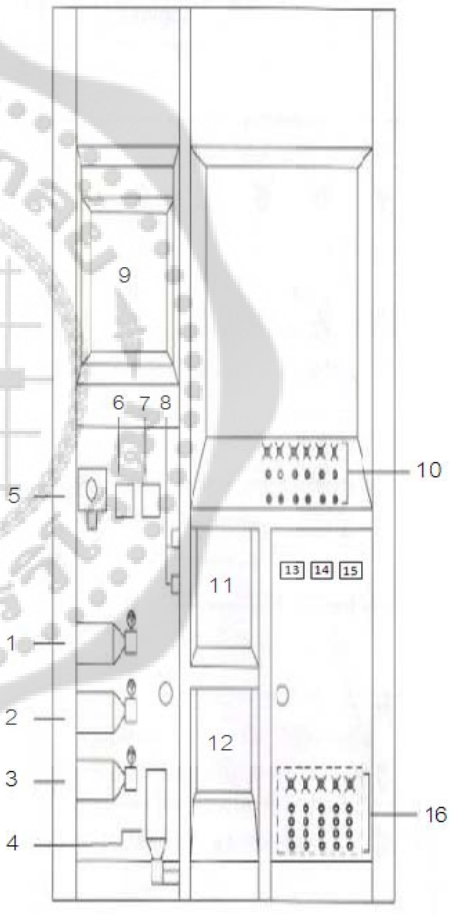
เตาเผาศพชนิดสองห้องเผา แบ่งห้องเผาไหม้ออกเป็น 2 ห้อง คือ

1. ห้องเผาไหม้แรก ทำหน้าที่เผาร่างผู้เสียชีวิตและสิ่งของเครื่องใช้โดยตรง โดยในห้องเผาไหม้แรกนี้จะเกิดควันและกลิ่น

2. ห้องเผาไหม้ที่สอง ทำหน้าที่เผาควันที่เกิดขึ้นจากห้องไหม้แรก ทำให้กลิ่นและควันที่เกิดขึ้นลดน้อยลง

2. ส่วนประกอบของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

1. มอเตอร์ปั๊มน้ำมันหัว 2
2. มอเตอร์ปั๊มน้ำมันหัว 1
3. มอเตอร์ปั๊มเผาควัน
4. มอเตอร์ประตูหลัง
5. วาล์วลม
6. สปาร์คเผาควัน
7. สปาร์คหัว
8. ลิมิตประตูหลัง
9. โทรทัศน์
10. แผงควบคุมการทำงาน
11. ประตูหลัง
12. ช่องใส่ถึงเถ้ากระดูก
13. อุณหภูมิห้องเผาควัน
14. นาฬิกา
15. อุณหภูมิห้องเผาศพ
16. แผงควบคุมการทำงานและแก้ไขเหตุขัดข้องเบื้องต้น



ภาพประกอบ 7 ส่วนประกอบของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

3. วิธีการใช้งาน

3.1 เปิดเครื่องโดยบิดกุญแจพร้อมหมุนสวิทซ์ดอกเห็ดขึ้น (สวิทซ์ฉุกเฉิน)

3.2 เปิดสวิทซ์พัดลม

3.3 เปิดสวิทซ์หัวเผาควันไว้ประมาณ 15-20 นาที หรืออุณหภูมิห้องเผาควันประมาณ 400-800 องศาเซลเซียส ก่อนเผาศพ

3.4 เมื่ออุณหภูมิห้องเผาควันถึง 400 องศาเซลเซียส จึงเปิดสวิทซ์หัวเผาศพที่ 1

3.5 เมื่อเปิดสวิทซ์หัวเผา 1 (ไฟสั้น) แล้วคอยสังเกตว่าไฟลุกไหม้ติดโลง (ประมาณ 10นาที) แล้วปิดสวิทซ์หัวเผา 1 (ไฟสั้น) และสังเกตอีกครั้งว่าศพตรงกับตำแหน่งที่ไฟลงหรือไม่หากไม่ตรงให้ดึงศพให้ตรงกับตำแหน่งที่ไฟลงเพื่อทำการเผาต่อ

3.6 ในกรณีที่โลงไหม้ใกล้หมดหรือหมดแล้วให้ปิดสวิทซ์หัวเผาควัน และดูว่ามีควันขึ้นทางปล้องหรือไม่ ถ้ามีควันขึ้นให้เปิดสวิทซ์หัวเผาควันอีกครั้ง

3.7 เปิดสวิทซ์หัวเผา 2 (ไฟยาว) เพื่อเร่งการเผาต่อจนเสร็จ

หมายเหตุ: สวิทซ์ดอกเห็ด (สวิทซ์ฉุกเฉิน) ไว้ใช้ในกรณีฉุกเฉินเมื่อเครื่องขัดข้องเท่านั้น

4. เทคนิคการเผา

4.1 เมื่อนำศพเข้าเผาแล้วจึงเปิดสวิทซ์ช่องเผาควัน

4.2 เมื่ออุณหภูมิมีขึ้นถึง 400 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 นาที จึงเปิดสวิทซ์หัวเผา 1

4.3 หลังเปิดหัวเผา 1 ได้ 10 นาที หรือไฟลุกไหม้ติดโลงแล้วให้ปิดสวิทซ์หัวเผา 1 เพื่อเป็นการประหยัดน้ำมันสังเกตดูว่าอุณหภูมิของห้องเผาศพขึ้นต่อเนื่องหรือคงที่

4.4 เปิดสวิทซ์เร่งลมช่วยเผาไหม้ความร้อนจะขึ้นต่อเนื่องจนกว่าจะหยุดหรือลดลงปิดสวิทซ์เร่งลมแล้วเปิดสวิทซ์หัวเผา 1

4.5 กรณีที่ศพไม่ตรงกับตำแหน่งที่ไฟลงดึงศพให้ตรงกับตำแหน่งไฟโดยไม่ต้องพลิกศพ

4.6 เมื่อเผาได้ประมาณ 45 นาที ให้ปิดเผาควันเพื่อช่วยในการประหยัดน้ำมัน (เมื่อปิดหัวเผาควันแล้วจะมีเสียงออดดังให้ปิดสวิทซ์ “ปิดเสียงออด” ด้วย) และดูว่ามีควันขึ้นปล้องหรือไม่ ถ้ามีถ้ามีให้ปิดสวิทซ์เผาควันต่อ

4.7 เมื่อศพเหลือน้อยลงให้เปิดสวิทซ์หัวเผา 2 เพื่อเร่งการเผาต่อจนเสร็จ

หมายเหตุ: เมื่อทำการเผาแล้วเสร็จให้ปิดวาล์วน้ำมันและเปิดประตูหลังเพื่อระบายความร้อน

5. ข้อควรระวังในการใช้งาน

5.1 การใช้เชื้อเพลิง ควรใช้เชื้อเพลิงที่สะอาดเพื่อป้องกันการอุดตันของหัวฉีด

5.2 การใช้งาน จะต้องระมัดระวังสวิทซ์และอุปกรณ์ต่างๆ อย่าให้โดนน้ำในขณะใช้งาน

6. การบำรุงรักษา

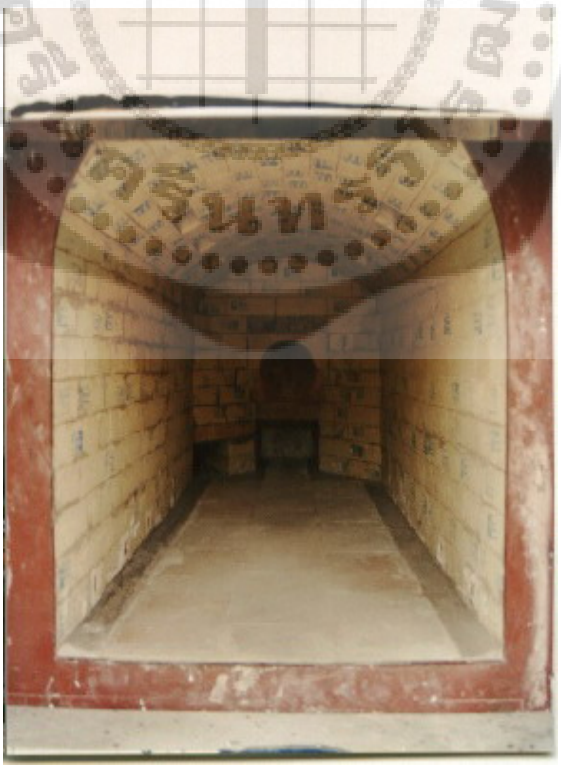
การทำความสะอาด ไม่ควรใช้ผ้าเนื้อหยาบหรือผ้าที่สกปรกเช็ดส่วนที่เป็นสแตนเลส ควรใช้ผ้านุ่มๆ เช็ด เพื่อป้องกันไม่ให้เนื้อสแตนเลสเป็นรอย

ภาคผนวก ฌ

การติดตั้งและการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

การติดตั้งและการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ภาพประกอบ 8 พระเมรุวัดเทพลีลา

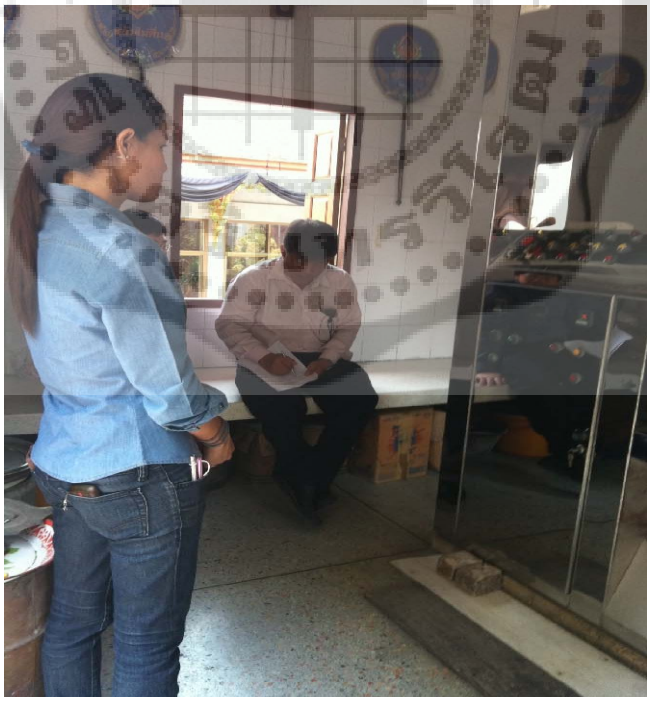


ภาพประกอบ 9 ประตูหน้าเตาเผาศพ

ภาพประกอบ 10 ประตูหลังเตาเผาศพ

ภาพประกอบ 11 ชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำมัน

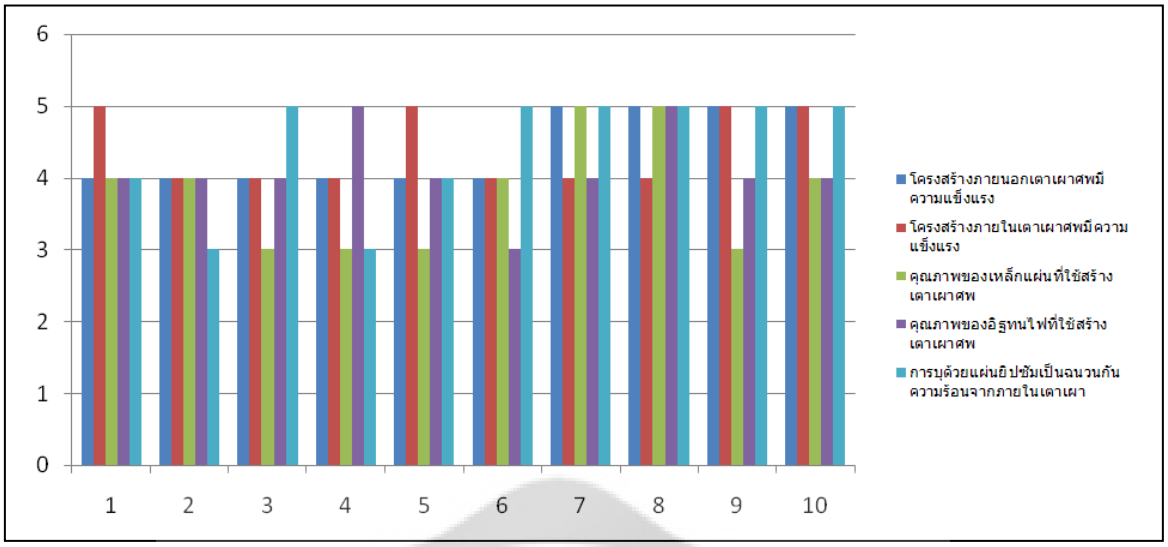
ภาพประกอบ 12 มอเตอร์ชุดเกียร์สำหรับเปิด-ปิดประตู



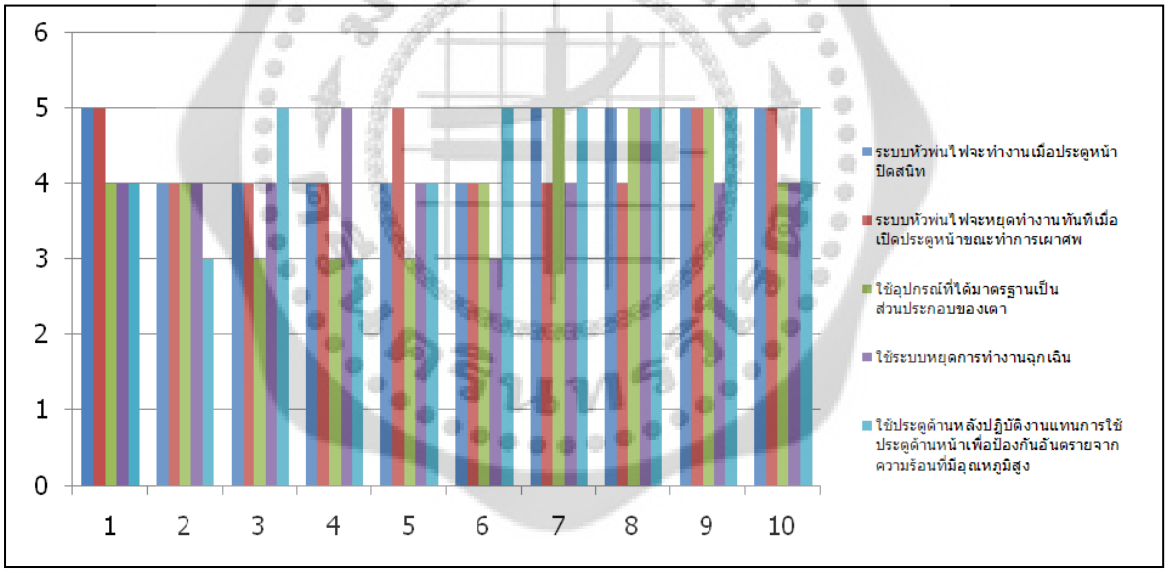
ภาพประกอบ 13 การประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ภาคผนวก ญ

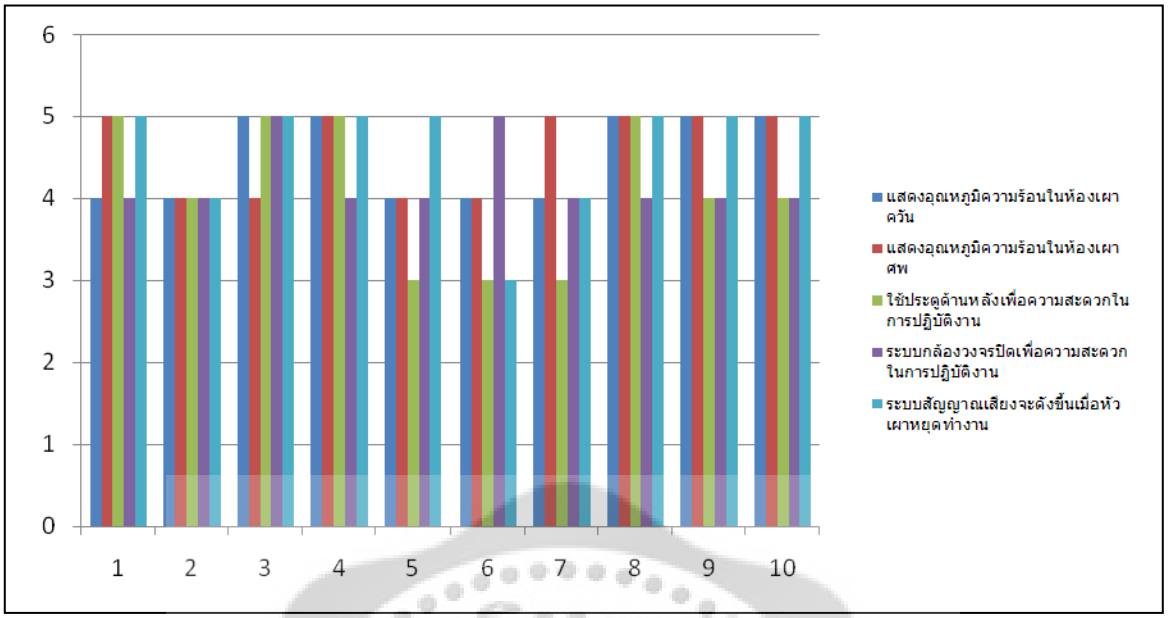
กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา



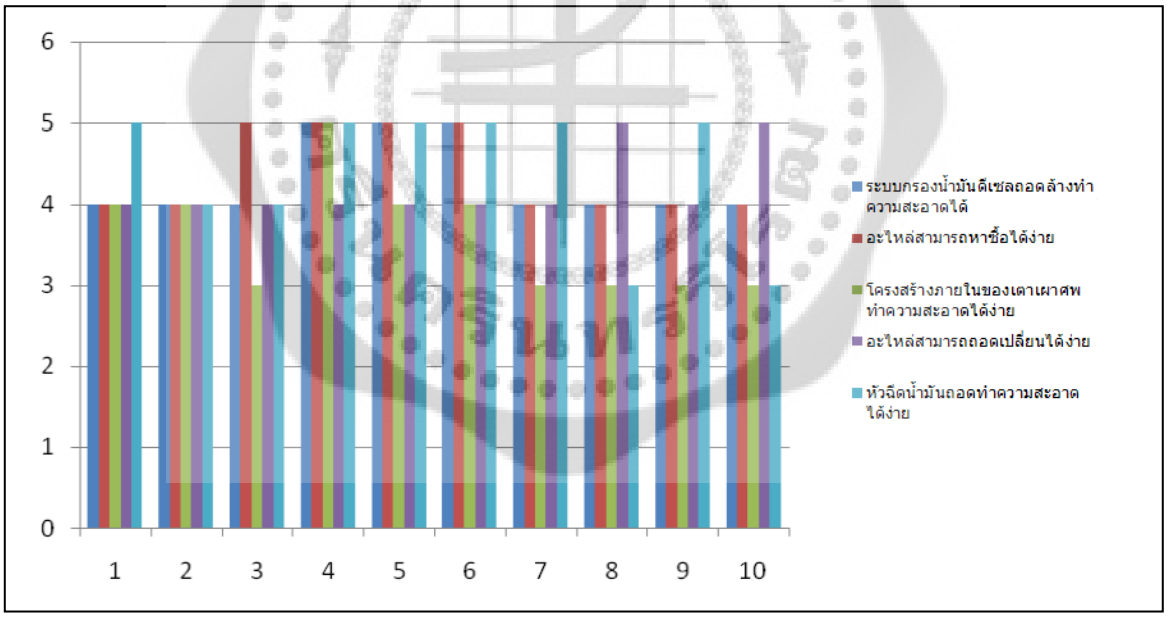
ภาพประกอบ 14 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านวิศวกรรม



ภาพประกอบ 15 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านความปลอดภัย



ภาพประกอบ 16 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านการใช้งาน



ภาพประกอบ 17 กราฟแสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านการบำรุงรักษา

ภาคผนวก ฎ

หนังสือแจ้งผลการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ที่ กท ๐๗๐๔/ ๒๐๔๗

สำนักอนามัย
๑๑๑ ถนนมิตรไมตรี เขตดินแดง กทม. ๑๐๔๐๐

๓๐ เมษายน ๒๕๕๕

เรื่อง การตรวจวัดมลพิษอากาศจากเตาเผาศพของวัดเทพลีลา พระอารามหลวง

นมัสการ เจ้าอาวาสวัดเทพลีลา พระอารามหลวง

อ้างถึง หนังสือวัดเทพลีลา พระอารามหลวง ที่พิเศษ ๑/๒๕๕๕ ลงวันที่ ๑๐ เมษายน ๒๕๕๕

สิ่งที่ส่งมาด้วย เกณฑ์และวิธีการตรวจวัดมลพิษอากาศจากเตาเผาศพ

ตามหนังสือที่อ้างถึง วัดเทพลีลา พระอารามหลวง แจ้งว่าได้ดำเนินการปรับปรุงเตาเผาศพเป็นเตาเผาศพปลอดมลพิษเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงประสงค์ขอให้กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย จัดส่งเจ้าหน้าที่มาตรวจสอบมลพิษอากาศของเตาเผาศพ ในวันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๕๕ เวลา ๑๖.๓๐ น. นั้น

กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย ได้ตรวจวัดมลพิษอากาศจากการเผาศพของวัดเทพลีลา พระอารามหลวง (เตาที่ ๒) เมื่อวันที่ ๑๑ เมษายน ๒๕๕๔ ตั้งแต่เวลา ๑๗.๒๐ – ๑๗.๕๐ น. ตามวิธีการในประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง วิธีการตรวจวัดลักษณะและหน่วยวัด การคำนวณ เปรียบเทียบ แบบบันทึก และการรายงานผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ลงวันที่ ๒๔ มิถุนายน ๒๕๔๘ โดยการสังเกตค่าความทึบแสงของเขม่าควันด้วยสายตาของผู้สังเกต จำนวน ๒ คน และเทียบค่าความทึบแสงของเขม่าควันกับค่าแผนภูมิริงเกิลมานท์ และบันทึกค่าความทึบแสง เป็นร้อยละทุก ๆ ๑๕ วินาที เป็นเวลา ๓๐ นาที นับตั้งแต่เริ่มเผาศพ ผลการตรวจวัดปรากฏว่าเขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพดังกล่าว มีค่าความทึบแสงเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ ๓.๗๗ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ พ.ศ.๒๕๔๖ ลงวันที่ ๑๖ ตุลาคม ๒๕๔๖ ซึ่งกำหนดให้เขม่าควันที่ปล่อยทิ้งจากปล่องเตาเผาศพต้องมีค่าความทึบแสง ไม่เกินร้อยละ ๑๐ เมื่อตรวจวัดด้วยแผนภูมิริงเกิลมานน์ แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการตรวจวัดพบว่า ในนาทีที่ ๘ – ๑๓ เขม่าควันมีค่าความทึบแสงอยู่ระหว่างร้อยละ ๕ – ๓๐ ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เปลวไฟได้ลุกไหม้ถึงภายในหีบศพ และเกิดการลุกไหม้ขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่อุณหภูมิห้องเผาควันมีอุณหภูมิทำงานไม่เพียงพอต่อการกำจัดเขม่าควันที่เกิดขึ้น ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดมลพิษอากาศของเตาเผาศพและป้องกันมิให้เกิดเขม่าควันไปรบกวนประชาชน เห็นควรให้วัดเทพลีลา พระอารามหลวง มีมาตรการที่เหมาะสม เช่น ให้เจ้าหน้าที่เผาศพปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานเตาเผาศพของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะขั้นตอนการอุ่นห้องเผาควัน และหลีกเลี่ยงการใส่วัสดุและ

สำเนาถูกต้อง

/- ๒ -

(นางสาวอุไรวรรณ ลีลาภูธีกิจ)
นักวิชาการสุขาภิบาลปฏิบัติการ
กลุ่มงานสุขาภิบาลฯ
กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย

สิ่งของที่ไม่จำเป็นลงไปในหีบศพเป็นจำนวนมาก เป็นต้น นอกจากนี้เพื่อเป็นการทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดมลพิษอากาศของเตาเผาศพให้ครอบคลุม เห็นควรให้มีการตรวจวัดมลพิษอากาศตามเกณฑ์และวิธีการตรวจวัดที่กรุงเทพมหานครเสนอแนะด้วย ตามสิ่งที่ส่งมาด้วยนี้

จึงนมัสการมาเพื่อโปรดทราบ

ขอนมัสการมาด้วยความเคารพ

(นางวันทนีย์ วัฒนะ)
รองผู้อำนวยการสำนักอนามัย
ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักอนามัย

สำเนาถูกต้อง

(นางสาวจุไรรัตน์ สัจจเมธีกิจ)
นักวิชาการสุขศึกษาปฏิบัติการ
กลุ่มงานสุขศึกษาทั่วไป
กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย

กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม
โทรศัพท์ ๐ ๒๓๕๔ ๔๒๒๗-๓๐
โทรสาร ๐ ๒๖๔๐ ๙๙๘๐

23 ก.ย. 2555

ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัด คนที่ 1

แบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ

ชื่อ (วัด/ฌาปนสถาน)
วัดเทพลีลา

ชื่อผู้ได้รับใบอนุญาตจัดตั้งหรือดำเนินการฌาปนสถาน

เลขที่ทะเบียนใบอนุญาต

สถานที่ตั้ง
๑๕ ซอยรามคำแหง 39 แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กทม. 10240

โทรศัพท์ 0 2319 1725 , 0 2318 0639 โทรสาร

ประเภทเตาเผาศพ

☐ ๑ ห้องเผา ☑ ๒ ห้องเผา ☐ อื่นๆ ระบุ.....

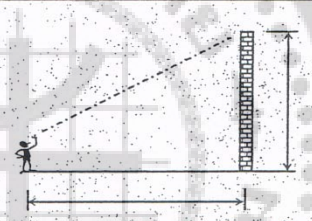
☑ ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ☐ ใช้ถ่านหรือไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ☐ ใช้ไฟฟ้า ☐.....

☐ ไม่มีระบบควบคุมเขม่าควัน ☑ มีระบบควบคุมเขม่าควัน (ระบุ).....

ข้อมูลผลการตรวจวัด

ตรวจวัดเมื่อวันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 2555 ตั้งแต่เวลา 17.50 น. ถึงเวลา 18.20 น.

วินาที / นาที	๑๕	๓๐	๔๕	๖๐
๐	5	5	5	0
๑	0	0	0	0
๒	0	0	0	0
๓	0	0	0	10
๔	10	10	5	5
๕	5	10	15	10
๖	5	5	5	0
๗	0	0	0	0
๘	0	20	20	10
๙	20	20	10	20
๑๐	30	10	10	10
๑๑	30	20	10	10
๑๒	10	10	5	5
๑๓	5	10	10	5
๑๔	5	0	0	0
๑๕	0	0	0	0
๑๖	0	0	0	0
๑๗	0	0	0	0
๑๘	0	0	0	0
๑๙	0	0	0	0
๒๐	0	0	0	0
๒๑	0	0	0	0
๒๒	0	0	0	0
๒๓	0	0	0	0
๒๔	0	0	0	0
๒๕	0	0	0	0
๒๖	0	0	0	0
๒๗	0	0	0	0
๒๘	0	0	0	0
๒๙	0	0	0	0
ผลรวมค่าความทึบแสงที่อ่านได้				425
จำนวนครั้งที่จดบันทึกข้อมูล				120



ระยะห่างระหว่างปล่องและผู้ตรวจวัด (X) = 57.5 เมตร
(ไม่เกิน ๔๐๐ เมตร)

X / Y = 3.5 (ไม่น้อยกว่า ๓)

แสงพื้นฐาน (Background Lighting)
(สภาพของท้องฟ้า และฉากด้านหลังของปล่องที่ทำการตรวจวัด)

☑ ท้องฟ้าโปร่ง ☐ ท้องฟ้าครึ้ม มีเมฆดำ ☐ อื่นๆ.....

ค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ (ร้อยละ)

= ผลรวมค่าความทึบแสงที่อ่านได้ / จำนวนครั้งที่จดบันทึกข้อมูล

= 3.54

ลงชื่อ .....
(นางสาวสุไรรวรรณ ภัทรเมธีกิจ) ผู้ตรวจวัด

ตำแหน่ง นักวิชาการสุขาภิบาลปฏิบัติการ

สังกัด กลุ่มงานสุขาภิบาลทั่วไป
กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย

แบบสรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงจากปล่องเตาเผาศพ

1. ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคน

1.1 การตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 1

ชื่อ น.ส. อุไรวรรณ นามสกุล ภักรไม้ยักษ์
(นางสาวอุไรวรรณ ภักรไม้ยักษ์)

ตำแหน่ง นักวิชาการสุขาภิบาลปฏิบัติการ

สังกัด กลุ่มงานอนุรักษ์ภิบาลทั่วไป
กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย

ค่าความทึบแสง ร้อยละ 3.54

1.2 การตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 2

ชื่อ น.ส. อารีย์ภรณ์ นามสกุล พลาศรรค์

ตำแหน่ง พนักงานช่วยงานด้านวิศวกรรม

สังกัด กอ สก.

ค่าความทึบแสง ร้อยละ 4

2. ค่าความแตกต่างของผลการตรวจวัดระหว่างผู้ตรวจวัดแต่ละคน

ค่าความแตกต่าง = ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 1 – ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 2

= 0.46

☐ เกินกว่า 3 ผลการตรวจวัดใช้เทียบกับมาตรฐานไม่ได้ ต้องตรวจวัดใหม่

☑ ไม่เกิน 3 ผลการตรวจวัดใช้เทียบกับมาตรฐานได้ (ให้ทำข้อ 3.ต่อ)

3. สรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ร้อยละ 10

ค่าความทึบแสงของเขม่าควัน = $\frac{\text{ผลการตรวจวัดของผู้ตรวจวัดคนที่ 1 + ผลการตรวจวัดของผู้ตรวจวัดคนที่ 2}}{2}$

= 3.77

☐ เกินมาตราฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ร้อยละ 10

☑ ไม่เกินมาตราฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ร้อยละ 10

ลงชื่อ อุไรวรรณ ผู้ตรวจวัดคนที่ 1 ลงชื่อ อารีย์ภรณ์ ผู้ตรวจวัดคนที่ 2
(นางสาว อุไรวรรณ ภักรไม้ยักษ์) (นางสาว อารีย์ภรณ์ พลาศรรค์)

วันที่ 11 เดือน เม.ย. พ.ศ. 55 วันที่ 11 เดือน เม.ย. พ.ศ. 55

ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัด คนที่ 2

แบบบันทึกผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ

ชื่อ (วัด/ฌาปนสถาน)
วัดเทพลีลา

ชื่อผู้ได้รับใบอนุญาตจัดตั้งหรือดำเนินการฌาปนสถาน

เลขที่ทะเบียนใบอนุญาต

สถานที่ตั้ง
วัดเทพลีลา พระอารามหลวง เลขที่ 48 ซอย รามคำแหง 39 แขวง พลับพลา เขต วังทองหลาง กทม. 10310

โทรศัพท์ 02-319 1725, 02-318 0639 โทรสาร

ประเภทเตาเผาศพ

☐ ๑ ห้องเผา ☑ ๒ ห้องเผา ☐ อื่นๆ ระบุ.....

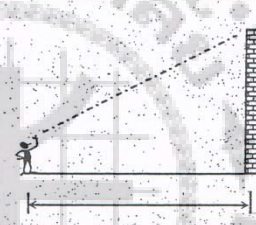
☑ ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง ☐ ใช้ถ่านหรือไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ☐ ใช้ไฟฟ้า ☐.....

☐ ไม่มีระบบควบคุมเขม่าควัน ☑ มีระบบควบคุมเขม่าควัน (ระบุ).....

ข้อมูลผลการตรวจวัด

ตรวจวัดเมื่อวันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 2555 ตั้งแต่เวลา 14.50 น. ถึงเวลา 15.20 น.

วินาที / นาที	๑๕	๓๐	๔๕	๖๐
๐	5	10	0	0
๑	0	0	0	0
๒	0	0	0	0
๓	0	0	0	0
๔	10	10	10	10
๕	5	5	10	10
๖	5	5	0	0
๗	0	0	0	10
๘	15	20	15	15
๙	20	10	15	20
๑๐	25	20	10	10
๑๑	40	20	15	15
๑๒	20	15	10	10
๑๓	10	5	10	5
๑๔	0	0	0	0
๑๕	0	0	0	0
๑๖	0	0	0	0
๑๗	0	0	0	0
๑๘	0	0	0	0
๑๙	0	0	0	0
๒๐	0	0	0	0
๒๑	0	0	0	0
๒๒	0	0	0	0
๒๓	0	0	0	0
๒๔	0	0	0	0
๒๕	0	0	0	0
๒๖	0	0	0	0
๒๗	0	0	0	0
๒๘	0	0	0	0
๒๙	0	0	0	0
ผลรวมค่าความทึบแสงที่อ่านได้				480
จำนวนครั้งที่จดบันทึกข้อมูล				120



ระยะห่างระหว่างปล่องและผู้ตรวจวัด (X) = 52.5 เมตร
(ไม่เกิน ๔๐๐ เมตร)

X / Y = 3.5 (ไม่น้อยกว่า ๓)

แสงพื้นฐาน (Background Lighting)
(สภาพของท้องฟ้า และฉากด้านหลังของปล่องที่ทำการตรวจวัด)

☑ ท้องฟ้าโปร่ง ☐ ท้องฟ้าครึ้ม มีเมฆดำ ☐ อื่นๆ.....

ค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ (ร้อยละ)
= ผลรวมค่าความทึบแสงที่อ่านได้ / จำนวนครั้งที่จดบันทึกข้อมูล
= 4.

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจวัด
(นางสาว ศรีรัตน์ นาคสวาสดิ์)
ตำแหน่ง พนักงานช่วยเหลือ สังกัด

แบบสรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงจากปล่องเตาเผาศพ

1. ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดแต่ละคน

1.1 การตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 1

ชื่อ น.ส. อโรรรณ นามสกุล ภัทรเมธีกิจ

ตำแหน่ง (นางสาวอุไรวรรณ ภัทรเมธีกิจ) นักวิชาการสุขาภิบาลปฏิบัติการ

สังกัด กลุ่มงานสุขาภิบาลทั่วไป กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย

ค่าความทึบแสง ร้อยละ 5

1.2 การตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 2

ชื่อ น.ส.อรชิตา นามสกุล พางสุวรรณ

ตำแหน่ง พนักงานช่วยงานสาธารณสุข

สังกัด กลุ่มงานสุขาภิบาลทั่วไป กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม

ค่าความทึบแสง ร้อยละ 4

2. ค่าความแตกต่างของผลการตรวจวัดระหว่างผู้ตรวจวัดแต่ละคน

ค่าความแตกต่าง = ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 1 – ผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของผู้ตรวจวัดคนที่ 2

= 0.46

☐ เกินกว่า 3 ผลการตรวจวัดใช้เทียบกับมาตรฐานไม่ได้ ต้องตรวจวัดใหม่

☑ ไม่เกิน 3 ผลการตรวจวัดใช้เทียบกับมาตรฐานได้ (ให้ทำข้อ 3.ต่อ)

3. สรุปผลการตรวจวัดค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ร้อยละ 10

ค่าความทึบแสงของเขม่าควัน = $\frac{\text{ผลการตรวจวัดของผู้ตรวจวัดคนที่ 1 + ผลการตรวจวัดของผู้ตรวจวัดคนที่ 2}}{2}$

= 3.77

☐ เกินมาตราฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ร้อยละ 10

☑ ไม่เกินมาตราฐานค่าความทึบแสงของเขม่าควันจากปล่องเตาเผาศพ ร้อยละ 10

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจวัดคนที่ 1 ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจวัดคนที่ 2

(นางสาว ภัทรเมธีกิจ) (นางสาวอรชิตา พางสุวรรณ์)

วันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 55 วันที่ 11 เดือน เมษายน พ.ศ. 2555

ภาคผนวก ฏ
วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้สร้างเตาเผาศพชนิดสองห้องเผา

ตาราง 19 รายการวัสดุและอุปกรณ์

ลำดับที่	รายการวัสดุและอุปกรณ์	
1	มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า พร้อมเกียร์ทดรอบ (ประตูหน้า)	จำนวน 1 ชุด
2	มอเตอร์ ขนาด 1/2 แรงม้าพร้อมเกียร์ทดรอบ (ประตูหลัง)	จำนวน 1 ชุด
3	มอเตอร์ ขนาด 3 แรงม้า พร้อมชุดใบพัด และโบร์เวอร์อัดอากาศ	จำนวน 1 ชุด
4	ชุดหัวพ่นไฟ	จำนวน 2 ชุด
5	ชุดกล้องวงจรปิด พร้อมปลั๊กไฟ	จำนวน 2 ชุด
6	โทรทัศน์	จำนวน 1 เครื่อง
7	สายวัดอุณหภูมิ ยาว 3.50 เมตร	จำนวน 2 เส้น
8	แท่งวัดอุณหภูมิ (THERMOCOUPLE)	จำนวน 2 ชุด
9	ตัวแสดงอุณหภูมิ (DISPLAY)	จำนวน 2 ชุด
10	หม้อกรองน้ำมันดีเซล	จำนวน 1 ชุด
11	เพลาม้วนสลิงและสลิงประตูหน้า – ประตูหลังเตาเผาศพ	จำนวน 2 ชุด
12	น๊อต	จำนวน 1 กล่อง
13	เกลียวปล่อย	จำนวน 1 กล่อง
14	ลูกปืนตุ๊กตา	จำนวน 4 ตัว
15	ชอล์กหิน	จำนวน 1 แท่ง
16	แผ่นแสตนเลส	จำนวน 15 แผ่น
17	เหล็กแผ่น	จำนวน 6 แผ่น
18	ท่อดำ ขนาด 3 นิ้ว	จำนวน 1 เส้น
19	ท่อดำ ขนาด 6 นิ้ว	จำนวน 1 เส้น
20	เหล็กรางน้ำ ขนาด 4 นิ้ว	จำนวน 15 เส้น
21	เหล็กกล่อง ขนาด 2x2 นิ้ว	จำนวน 18 เส้น
22	บานพับ ขนาด 4 นิ้ว	จำนวน 4 อัน
23	อิฐทนไฟ หมายเลข ST-76	จำนวน 1400 ก้อน
24	อิฐทนไฟ หมายเลข SA-64	จำนวน 600 ก้อน
25	อิฐมวลเบา	จำนวน 150 ก้อน
26	คอนกรีตทนไฟ	จำนวน 15 ถุง
27	ปูนทนไฟ	จำนวน 8 ถุง

ตาราง 20 รายการเครื่องมือ

ลำดับที่	รายการเครื่องมือ
1	เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
2	เครื่องเจียร
3	เครื่องตัดโลหะ
4	เครื่องพับโลหะ
5	เครื่องกลึง
6	สว่านไฟฟ้า
7	เหล็กฉากวัดมุม
8	คีมล๊อค
9	ตลับเมตร
10	ไขควงปากแบน
11	ไขควงปากสี่แฉก
12	คีมตัดสายไฟ
13	คีมย้ำสายไฟฟ้า
14	ประแจเลื่อน
15	ชุดประแจปากตาย
16	หัวแร้งไฟฟ้าและตะกั่วบัดกรี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววิภาดา ชุ้มสิริเพชร
วันเดือนปีเกิด	27 กุมภาพันธ์ 2521
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	28/43 หมู่บ้านชิชา ถนนพระราม 2 แขวงบางมด เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้จัดการ บริษัทธนกรเมตัลเวอร์คโปรดิวเซอร์ จำกัด
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ธนกรเมตัลเวอร์คโปรดิวเซอร์ จำกัด เลขที่ 116/1 หมู่ที่ 5 ถนนพระราม 2 ตำบลพันท้ายนรสิงห์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 จากโรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์
พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จากโรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์
พ.ศ. 2543	ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาไทย จากมหาวิทยาลัยกรุงเทพ
พ.ศ. 2555	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ