

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การวิจัยนี้แบ่งผลเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา และการตรวจวัดปริมาณสารมลพิษทางอากาศจากปล่องเตาเผา ซึ่งในการเก็บตัวอย่างได้ทั้งการทดสอบประสิทธิภาพควบคู่ไปกับการตรวจวัดสารมลพิษทางอากาศ เนื่องจากจะต้องมีการจัดเตรียมมูลฝอยติดเชื้อให้มีปริมาณมากพอสำหรับการเก็บตัวอย่าง โดยปกติสถานพยาบาลจะไม่ให้เก็บมูลฝอยติดเชื้อไว้เป็นเวลานานๆ เพราะอาจเกิดการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมและจะเกิดกลิ่นเหม็น ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างบางสถานพยาบาลจึงมีมูลฝอยติดเชื้อไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะมีมูลฝอยติดเชื้อให้เก็บตัวอย่างประมาณ 2 เท่าของปริมาณที่กำหนด จากที่กำหนดไว้ที่ 3 เท่าของแบบเตาเผา

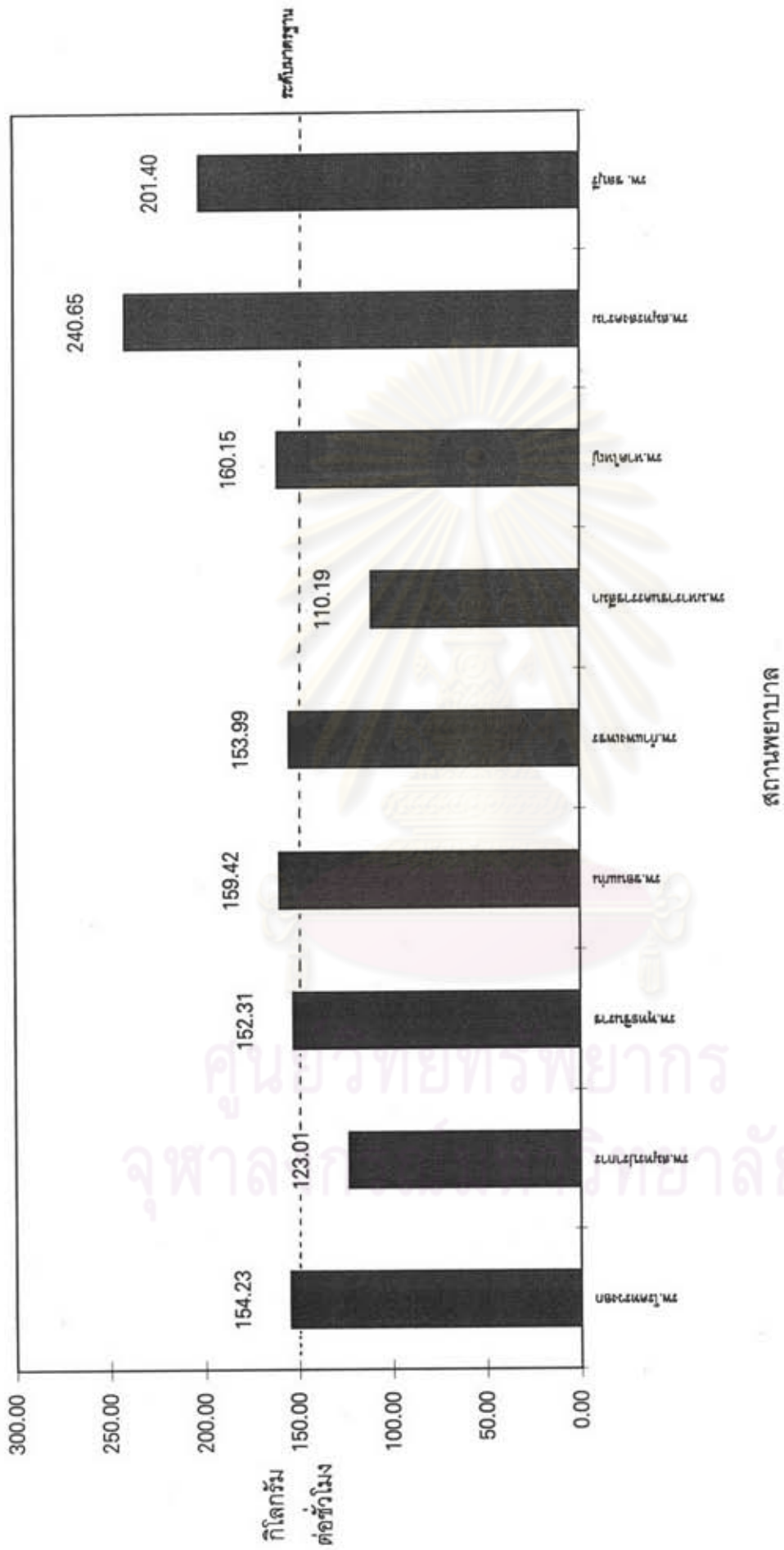
สถานพยาบาลทุกแห่งใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงในการเผามูลฝอยติดเชื้อ โดยมีแท่งค้ำสำหรับเก็บน้ำมันอยู่บริเวณข้าง อาคารเตาเผา

#### 4.1 โรงพยาบาลโรคทรวงอก จังหวัดนนทบุรี

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลโรคทรวงอกมีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จัดจำหน่ายโดยบริษัทกิจจาคอนซัลติง เอ็นยีเนียร์ เริ่มใช้งานเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ.2537 จากการสำรวจสภาพทั่วไปของเตาเผามูลฝอยติดเชื้อพบว่า เตาเผาอยู่ในสภาพใช้งานได้ รวมทั้งถังเก็บน้ำมันซึ่งอยู่ด้านข้างของอาคาร ผู้ควบคุมการทำงานของห้องเผายังคงอยู่ในสภาพดี มีส่วนของเครื่องวัดอุณหภูมิ ห้องเผาทั้งสองใช้งานไม่ปกติ ในส่วนการตัดการทำงานของหัวเผา ภายในอาคารยังได้ใช้เป็นที่เก็บอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเผามูลฝอยติดเชื้อ เช่น ถุงมือ คราด ไม้กวาด เป็นต้น

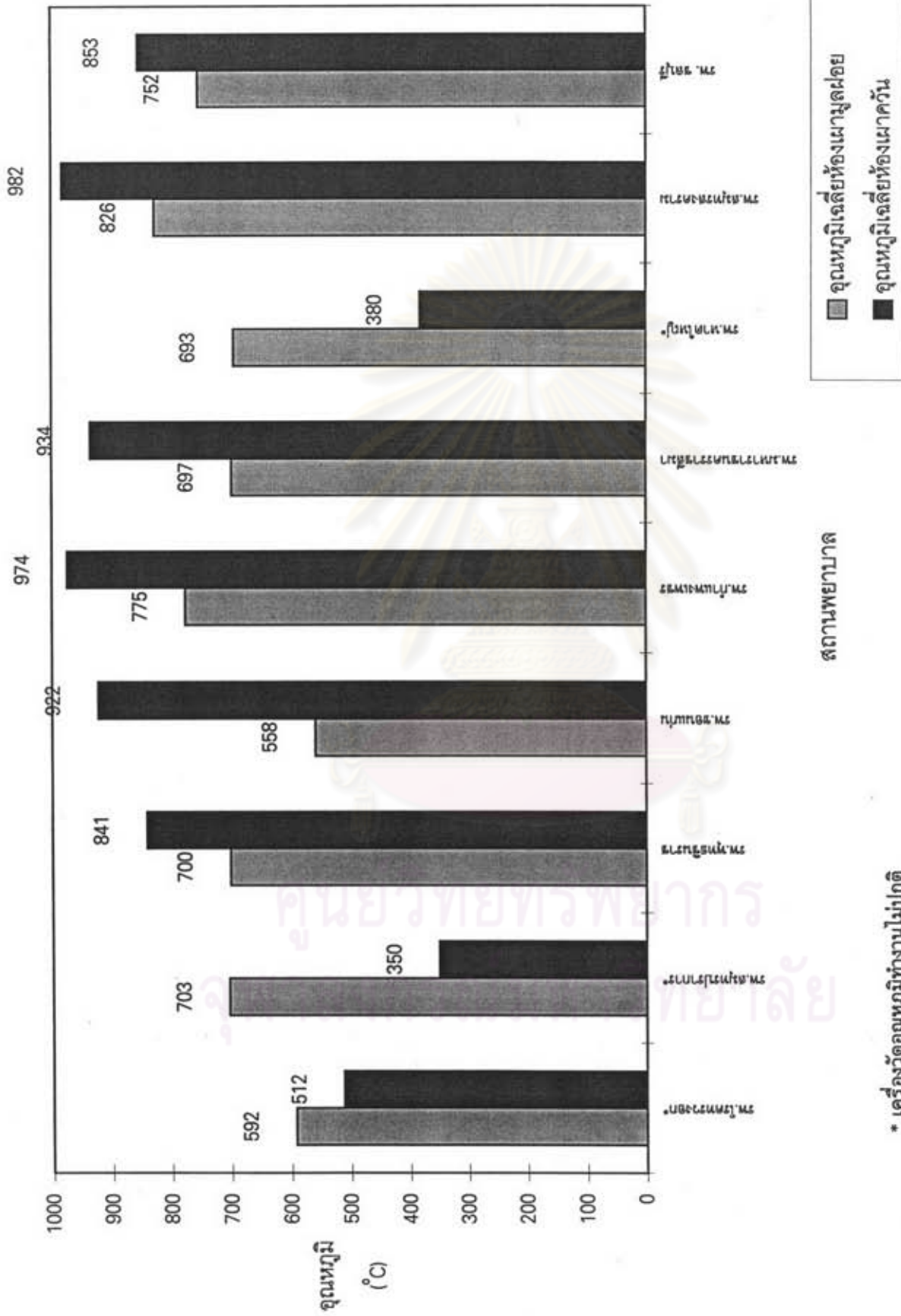
##### 4.1.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

วิธีการป้อนมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลโรคทรวงอก จะป้อนมูลฝอยติดเชื้อเข้าเตาเผาจนเต็ม แล้วปล่อยให้มูลฝอยถูกเผาไหม้ประมาณ 30 นาที จึงป้อนมูลฝอยเข้าไปเพิ่ม ช่วงเวลานั้น จะมีการเชื่อมูลฝอยในเตาเผาให้เผาไหม้ได้ทั่วถึง ซึ่งจะเกิดควันดำเป็นระยะๆ ระดับอุณหภูมิของห้องเผามูลฝอยและห้องเผาควันควันที่ตั้งไว้เท่ากับ 700 และ 900 °C ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของห้องเผามูลฝอยและห้องเผาควันมีค่าเฉลี่ยที่ 592 และ 512 °C ตามลำดับ ซึ่งเป็น



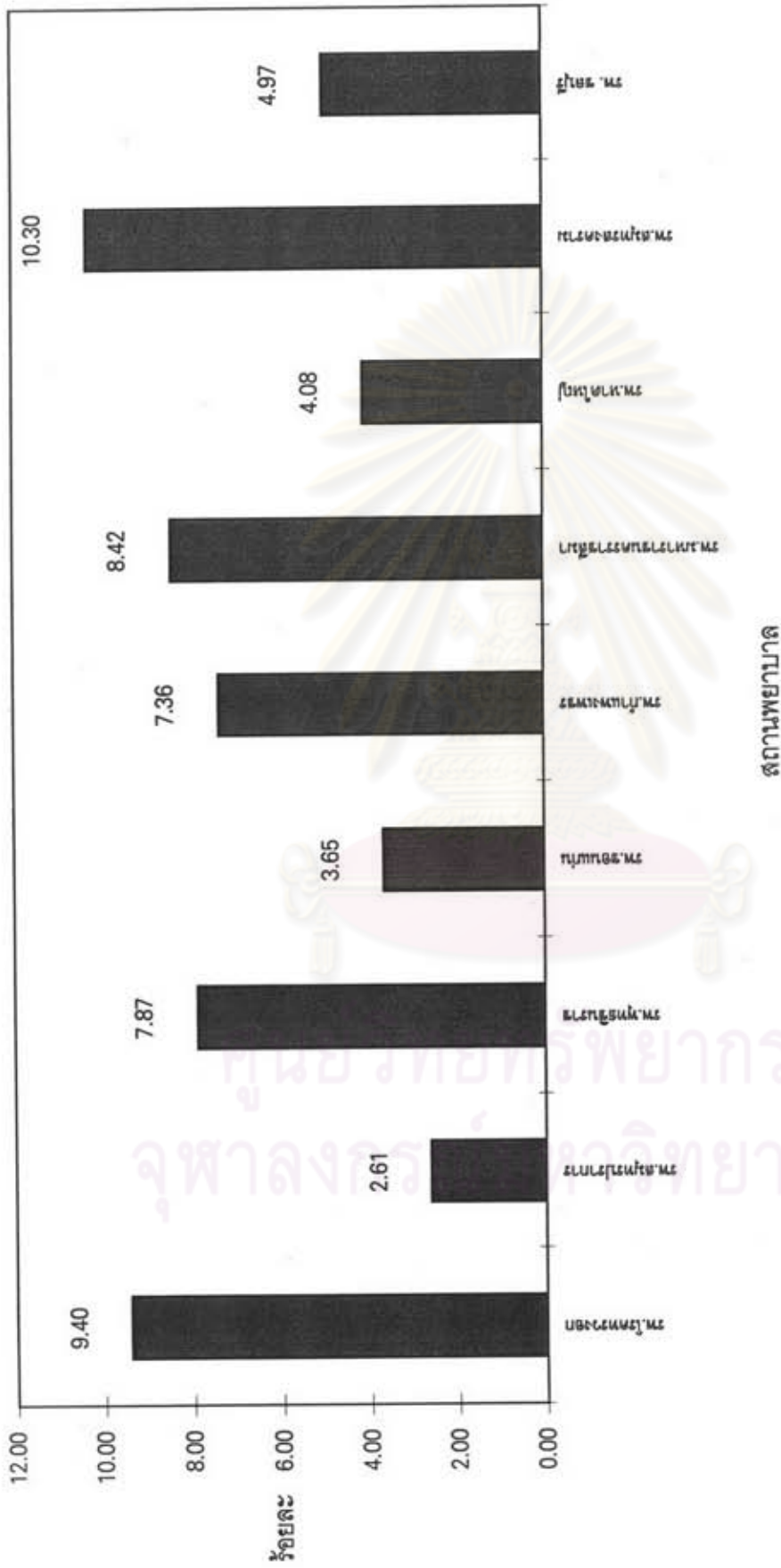
ภาพที่ 4-1 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพของเตาเผาผลผลิตเชื้อของสถานพยาบาลที่ศึกษา

ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



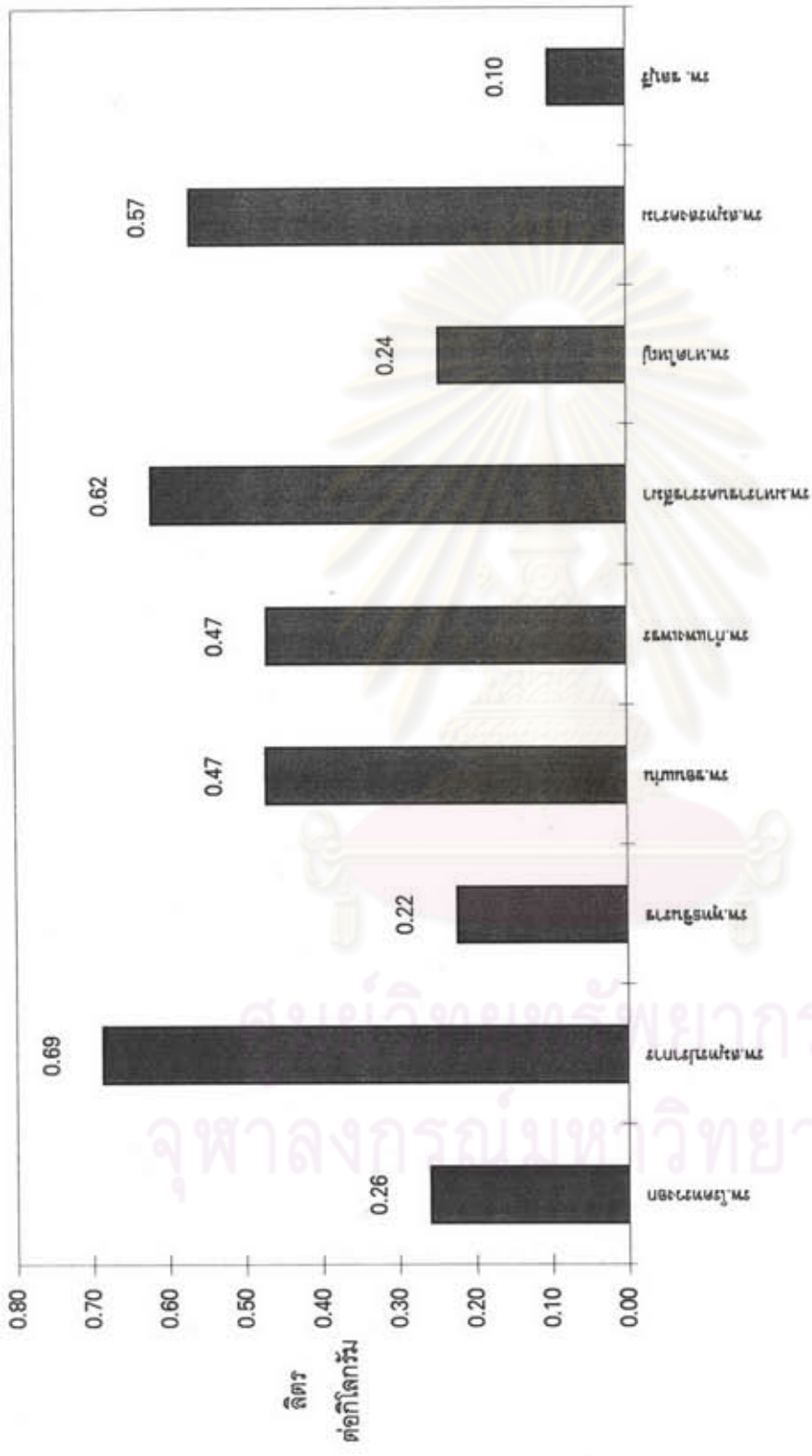
\* เครื่องวัดอุณหภูมิทำงานไม่ปกติ

ภาพที่ 4-2 แผนภูมิแสดงจุดรวมญาติของห้องผ่าตัดและห้องผ่าตัด



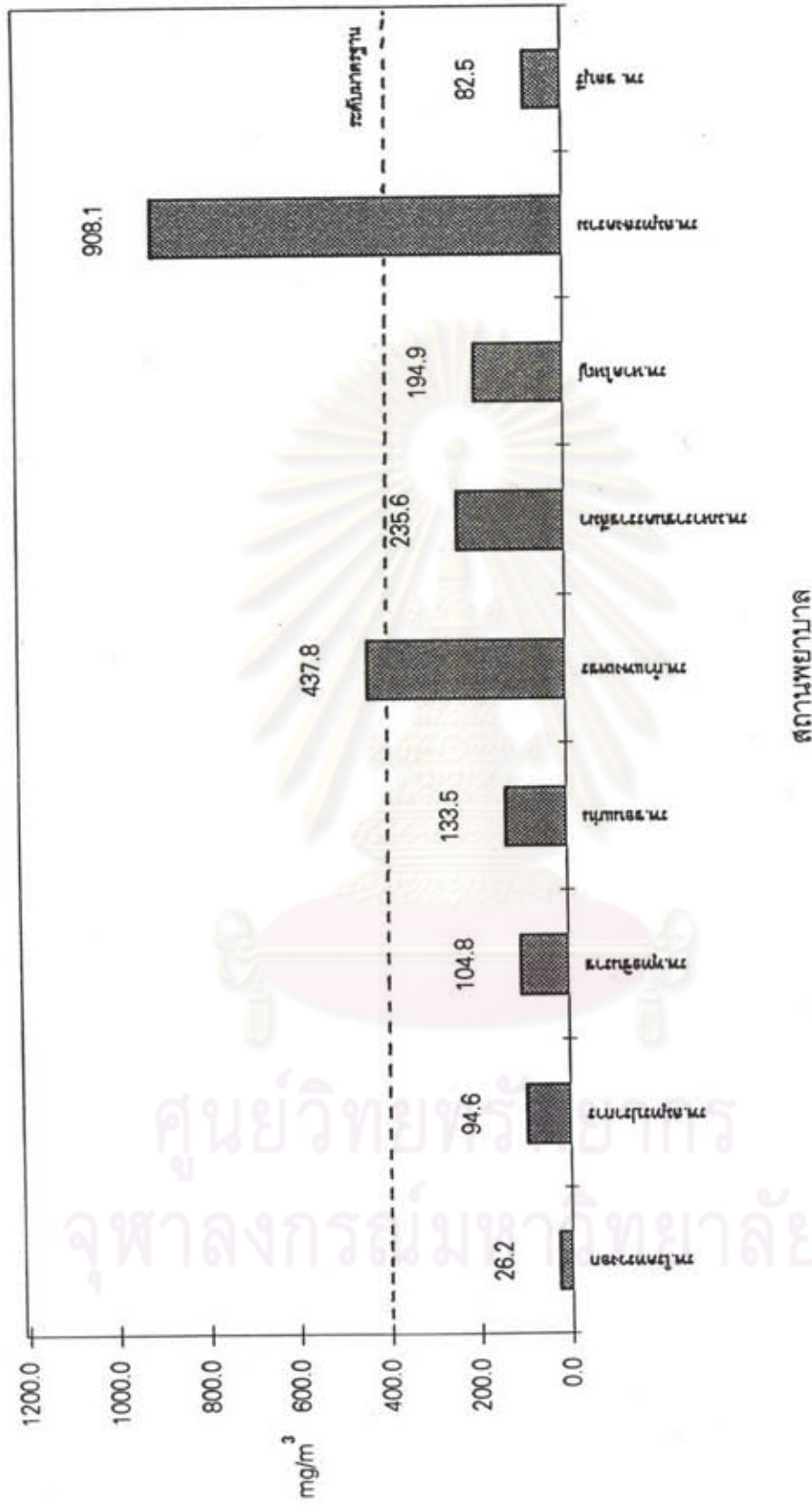
ภาพที่ 4-3 แผนภูมิแสดงร้อยละของนักเรียนที่肄รอกจากการสอบเตาเผาผลผลิตยติติเรื่อ

จุฬาลงกรรค์กรรคจวิทยาัย



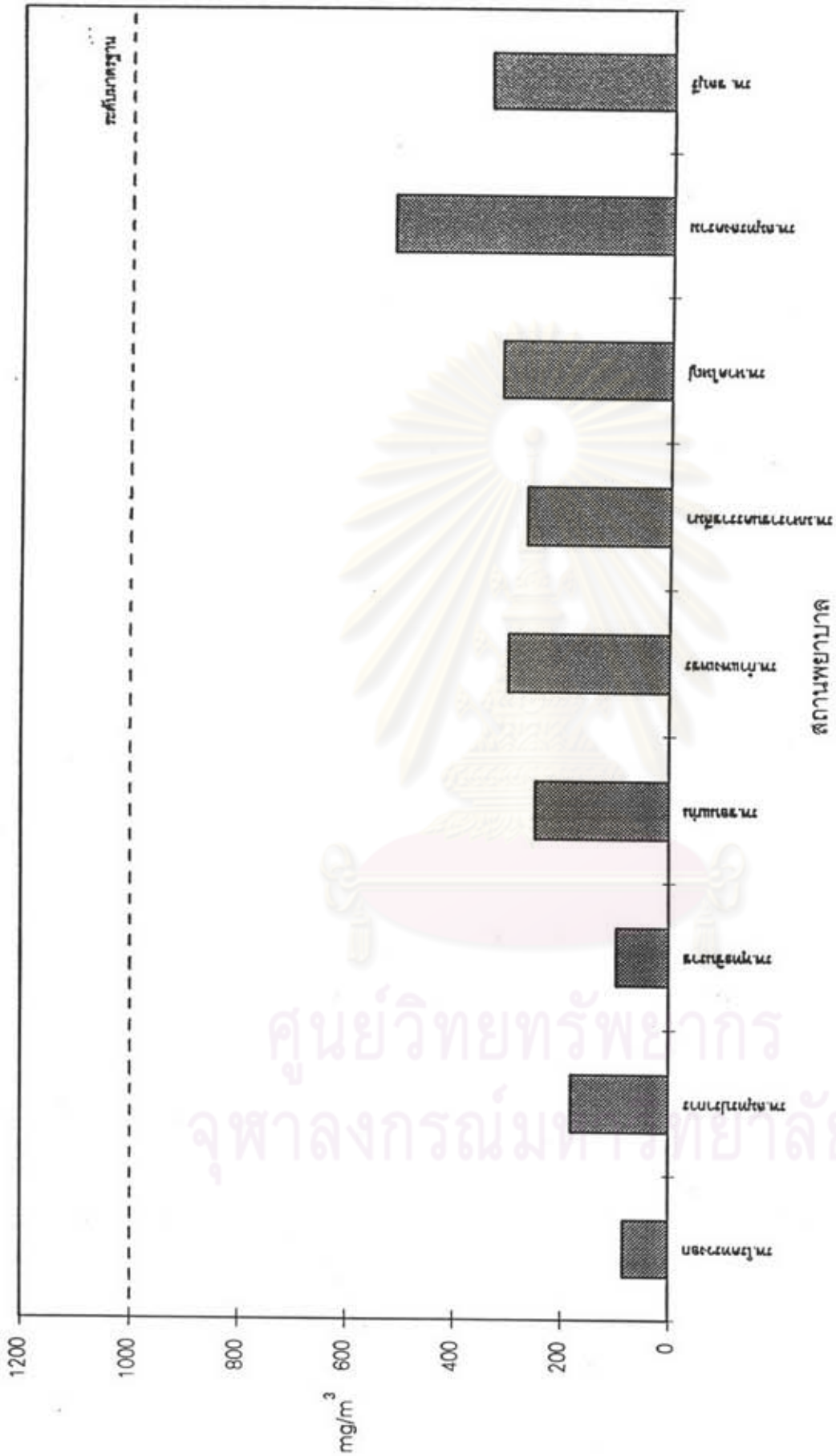
ภาพที่ 4-4 แผนภูมิแสดงการใช้เชื้อเพลิงต่อน้ำหนักมูลฝอยที่เผา

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



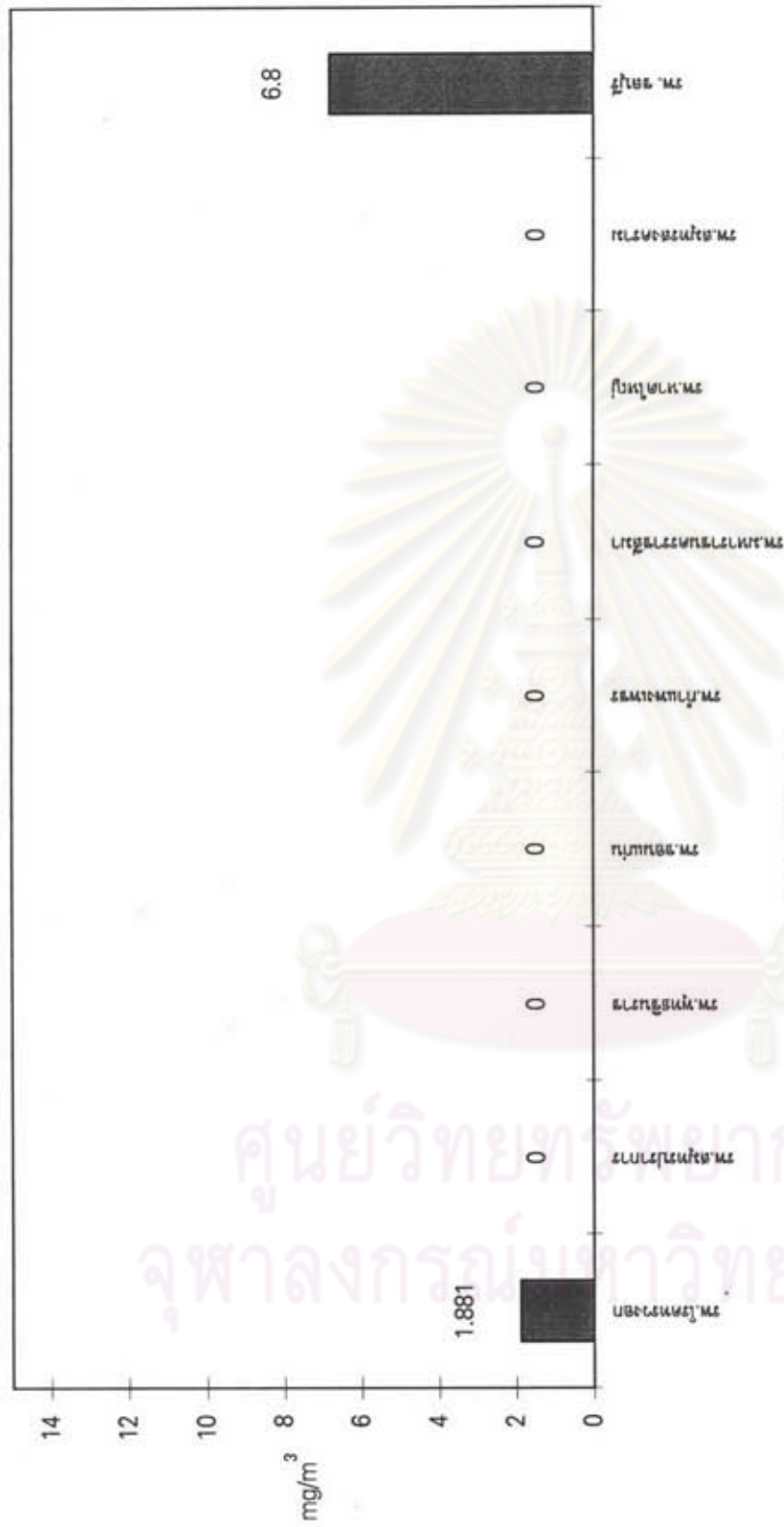
ภาพที่ 4-5 แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

ศูนย์วิทยพักรุณาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-6 แผนภูมิแสดงปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์จากเตาเผาผลผลิตดีเซลเชื้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



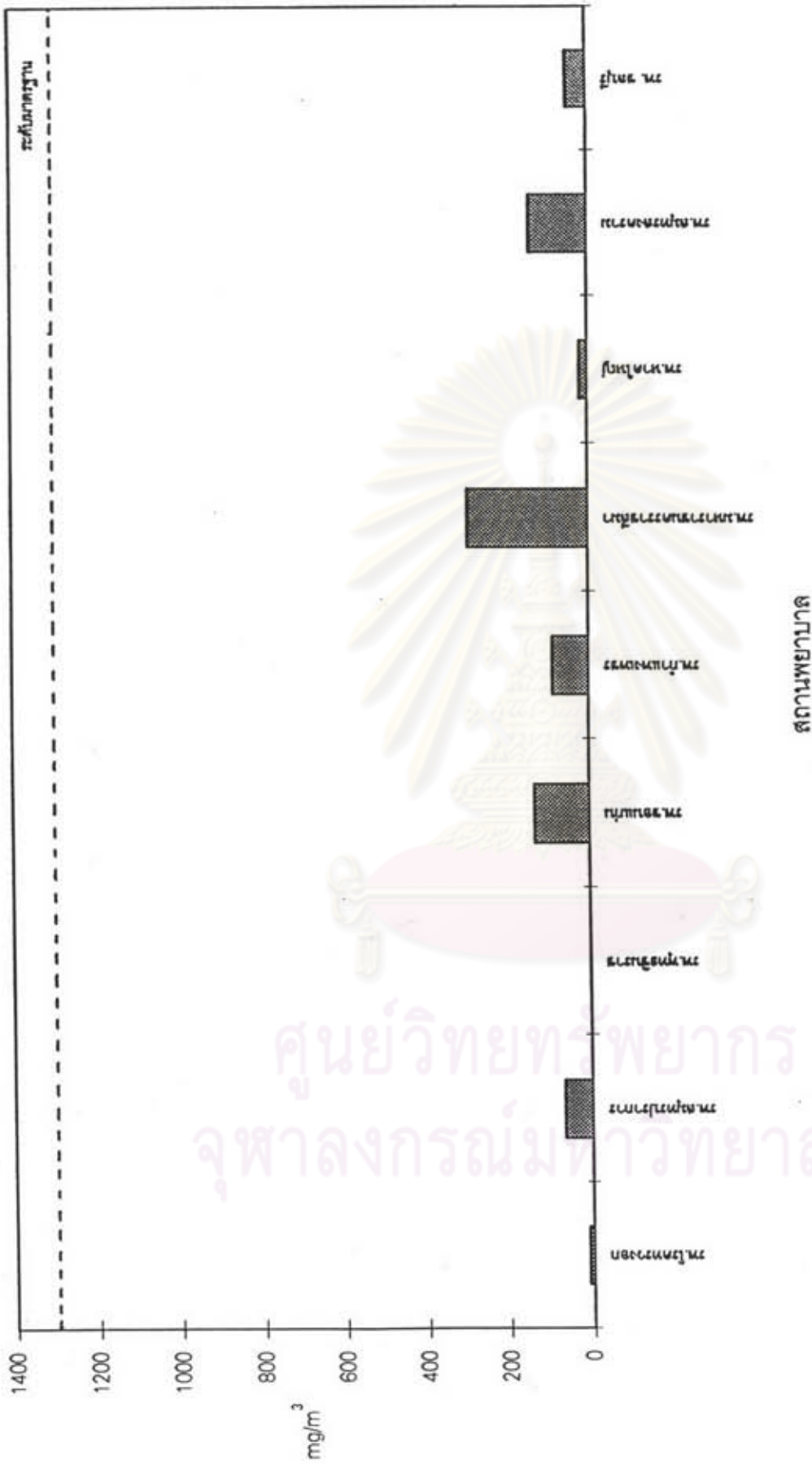
หมายเหตุ มาตรฐานไม่มากกว่า 870 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สถานพยาบาล

ภาพที่ 4-7 แผนภูมิแสดงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

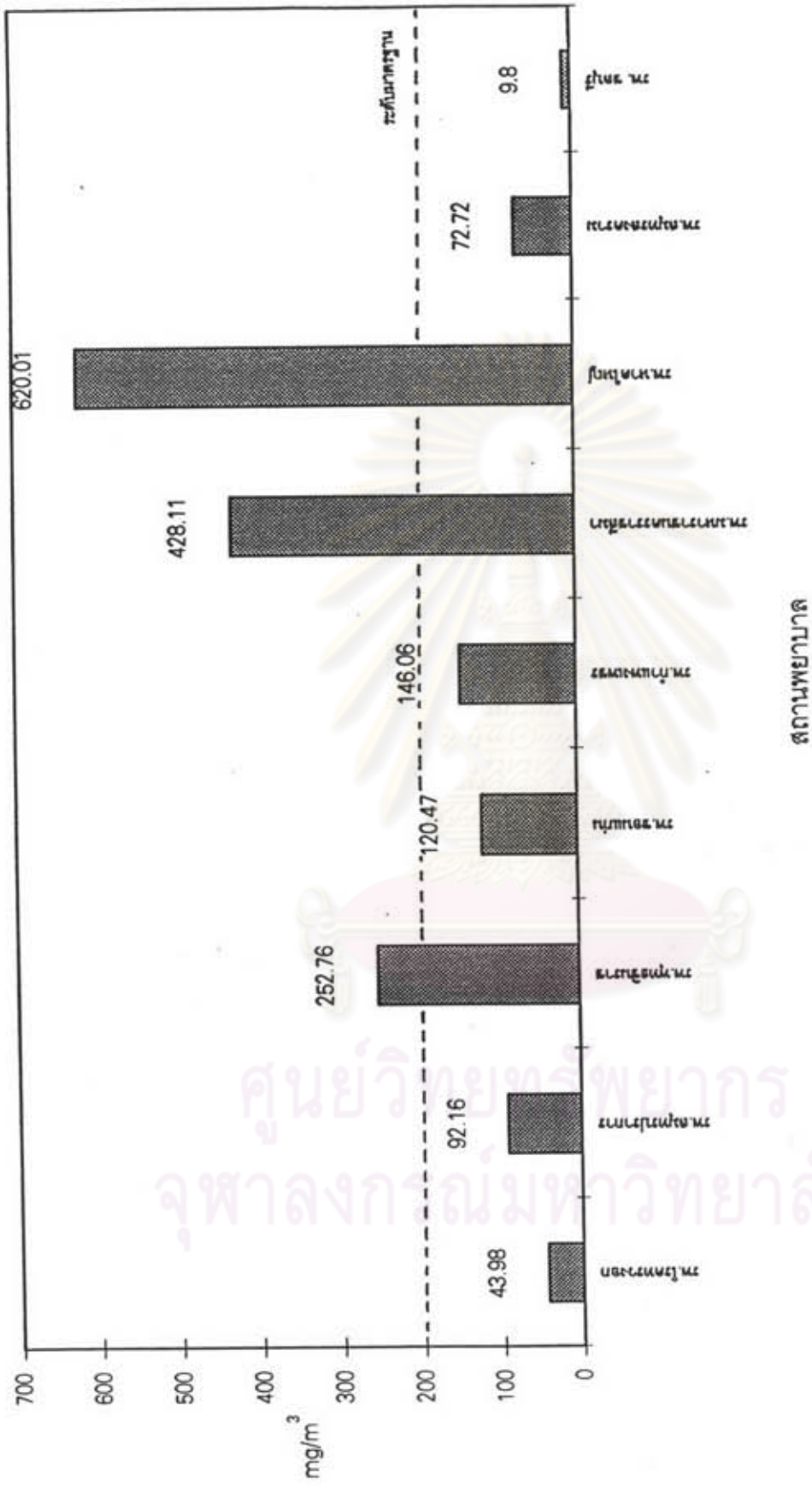
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





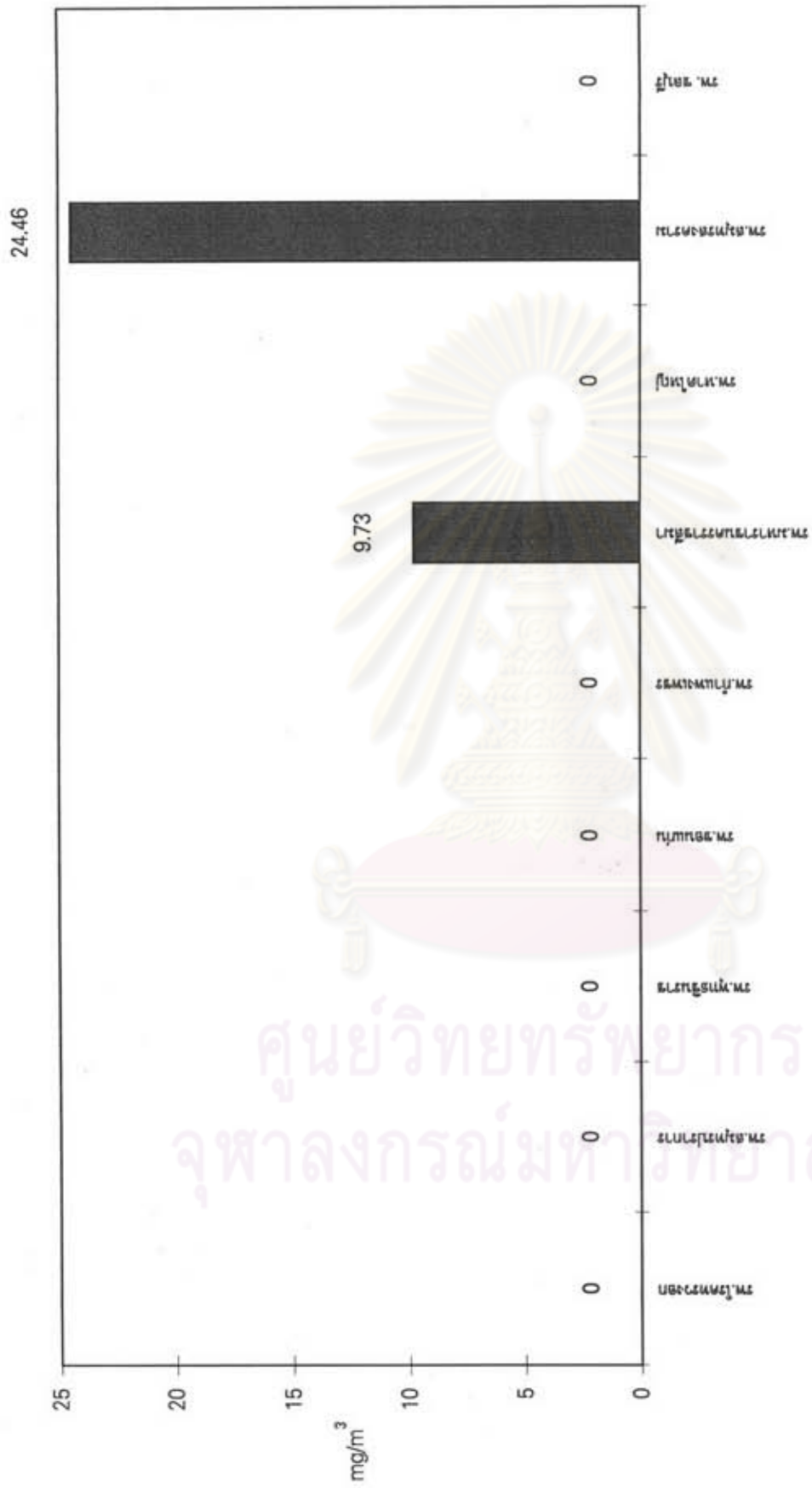
ภาพที่ 4-8 แผนภูมิแสดงปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากเตาเผาอุตสาหกรรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-9 แผนภูมิแสดงปริมาณไฮโดรเจนคลอไรด์จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

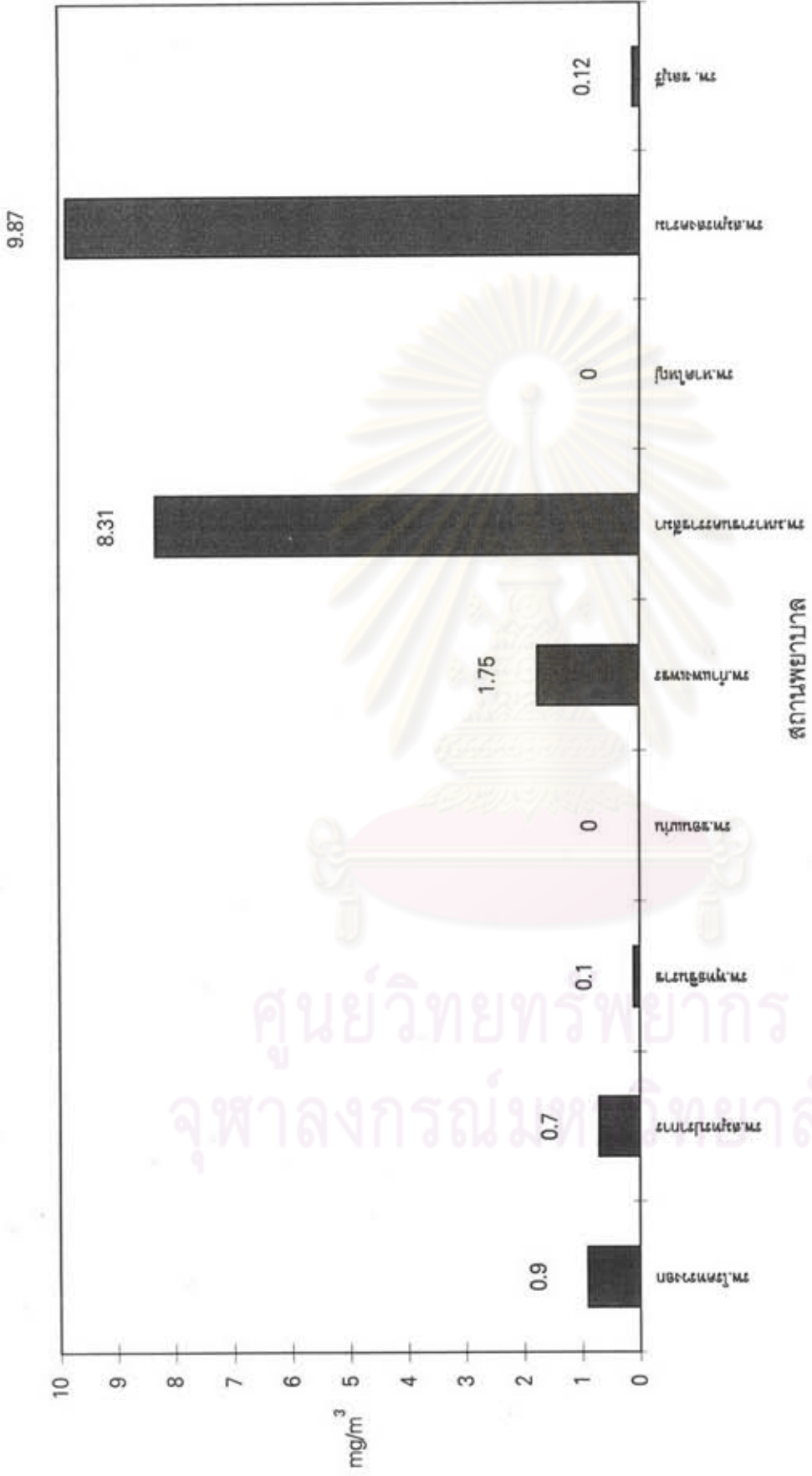
ศูนย์วิจัยทางการแพทย์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สถานพยาบาล

ภาพที่ 4-10 แผนภูมิแสดงปริมาณไฮโดรเจนฟลูออไรด์จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-11 แผนภูมิแสดงปริมาณไวรัลคลอโรโตโมโนเมอร์จากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความผิดปกติของเครื่องอ่านอุณหภูมิของห้องเผาควัน จะเห็นว่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับการป้อนมูลฝอย สังเกตจากการ เพิ่ม-ลด ของอุณหภูมิ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของห้องเผามูลฝอยและห้องเผาควัน มีการเปลี่ยนแปลงไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากมูลฝอยของโรงพยาบาลนี้บรรจุในถุงแดงที่ค่อนข้างหนาแน่น ทำให้การเผาไหม้มูลฝอยเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ สำหรับเต้าจะทิ้งบริเวณที่ว่างข้างอาคารนั่นเอง

จากภาพที่ 4-1 ประสิทธิภาพที่วัดได้เท่ากับ 154.23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เกิดเต้า 49 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 9.40 (ตารางที่ 4-3) ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ (ไม่ควรเกิน ร้อยละ 10) การบริโภคเชื้อเพลิงในการเผามูลฝอยครั้งนี้ใช้น้ำมัน 135 ลิตร ในระยะเวลาดำเนินการทั้งหมด 7 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับปริมาณมูลฝอยแล้วจะพบว่าจะต้องใช้น้ำมัน 0.23 ลิตรต่อมูลฝอย 1 กิโลกรัม (ภาพที่ 4-4)

#### 4.1.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายควัน

เมื่อพิจารณาผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากภาพที่ 4-5 ถึง 4-11 จะพบว่า สารมลสารทุกตัวอยู่ในค่ามาตรฐาน ปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่พบเท่ากับ 1.88 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรนั้น แสดงว่าเวลาที่เก็บตัวอย่างเกิดสภาวะที่ทำให้เกิดกาซชนิดนี้ขึ้น แก๊สอุณหภูมิในห้องเผาควันค่อนข้างสูงและมีออกซิเจนมากเกินไป ส่วนคาร์บอนมอนอกไซด์ที่พบมีปริมาณ 83.95 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของกองมูลฝอยในห้องเผา ซึ่งจะเป็นบริเวณที่มีออกซิเจนเข้าทำปฏิกิริยาไม่เพียงพอ อยู่ด้านที่ไม่ถูกเปลวไฟเผา ส่วนไฮโดรเจนคลอไรด์ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ และไนโตรเจนไดออกไซด์โมโนเมอร์ จะเกิดจากองค์ประกอบของมูลฝอยที่ป้อนเข้าเตาเผาซึ่งจะประกอบด้วยมูลฝอยจำพวกพลาสติกพีวีซี กระจกมือยาง และน้ำยาฆ่าเชื้อซึ่งมีส่วนประกอบของคลอรีนอยู่ในปริมาณมาก ส่วนฝุ่นที่พบนั้นมีเพียง 26.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรแสดงว่าการ เผามูลฝอยแบบนี้มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้มูลฝอยดีจึงทำให้เกิดฝุ่นน้อยเช่นนี้

#### 4.2. โรงพยาบาลสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลสมุทรปราการมีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จำหน่ายโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทยเอ็นไวรอนเมนท์ ซีเอสเอ็มเอส เริ่มดำเนินการเมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ.2536 สภาพโดยทั่วไปของเตาเผาในส่วนของอาคารนั้นจะตั้งอยู่บริเวณด้านหลังของโรงพยาบาลใกล้กับหอพักแพทย์และพยาบาลและบ่อบำบัดน้ำเสียรวม ด้านนอกโรงพยาบาลเป็นที่ว่างรกร้าง สภาพอาคารอยู่ในสภาพดี สะอาด เป็นระเบียบ รวมทั้งถังเก็บน้ำมันซึ่งตั้งอยู่ด้านหน้าเยื้องทางด้านขวาของอาคาร ส่วนตัวเตาภายนอกอยู่ในสภาพดี แต่ภายในเตามีการชำรุดของอิฐทนไฟ ซึ่งมีรอยแตกร้าวเห็นได้ชัด นอกจากนี้เครื่องวัด

อุณหภูมิของห้องเผาวันยังไม่ได้มาตรฐานคือ มีขนาดสั้นกว่าของเดิมที่ชำรุด ทำให้ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ จึงต่ำกว่าปกติ

#### 4.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

ในการเผามูลฝอยจะพบว่า ช่วงแรกจะป้อนมูลฝอยประมาณ 25 กิโลกรัมต่อครั้ง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจึงป้อนในอัตราประมาณ 50 กิโลกรัมต่อเวลาประมาณ 30 นาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มูลฝอยถูกเผาไหม้จนลดปริมาณลงไปส่วนหนึ่ง อุณหภูมิเฉลี่ยของห้องเผามูลฝอยเท่ากับ  $703^{\circ}\text{C}$  มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก บางช่วงอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากมีการป้อนมูลฝอยจำพวกพลาสติก และยาง ได้แก่ ดุมมียาง กระบอกลัดและเข็ม เป็นต้น อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องเผาวันเท่ากับ  $350^{\circ}\text{C}$  เนื่องจากเครื่องวัดอุณหภูมิของห้องควันทำงานไม่ปกติ ทำให้ค่าที่อ่านได้ต่ำกว่าความเป็นจริงประมาณ  $500^{\circ}\text{C}$  (เจ้าหน้าที่ดูแลเตาเผา)

ประสิทธิภาพเตาเผาเท่ากับ 123.01 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ภาพที่ 4-1) ซึ่งต่ำกว่าค่าที่กำหนดให้ ทั้งนี้เนื่องจากมูลฝอยติดเชื้อจากโรงพยาบาลมักจะมีกลิ่นสูง และมีชิ้นส่วนเนื้อเยื่อ และมูลฝอยติดเชื้อจากห้องผ่าตัดค่อนข้างมาก ทำให้ต้องเผาไหม้เป็นเวลานาน อีกทั้งปัญหาของเครื่องวัดอุณหภูมิห้องเผาวัน จึงสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงค่อนข้างมาก อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยเท่ากับ 0.69 ลิตรต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4-4)มากที่สุดในการทดสอบทั้งหมด แต่ก็ทำให้มีเถ้าเกิดขึ้นน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 2.61(ภาพที่ 4-3) เช่นกัน

#### 4.2.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายควัน

ไม่พบว่าสารมลสารใดที่มีค่าเกินกว่ามาตรฐาน (ภาพที่ 4-5 ถึง 4-18) ในส่วนของคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซึ่งพบว่ามี 181.7 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงว่าการเผาไหม้นั้นเกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นส่วนที่เผาไหม้โดยขาดออกซิเจนคือ อยู่ใต้กองหรือด้านข้างที่ไม่ถูกเปลวไฟ และไม่พบไนโตรเจนไดออกไซด์นั้น แสดงว่าอุณหภูมิที่ห้องเผาวันคงไม่สูงจนทำให้เกิดขึ้น ส่วนไฮโดรเจนคลอไรด์ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ และไวเนลคลอไรด์โมโนเมอร์นั้น จะพบว่า ไฮโดรเจนคลอไรด์ มีปริมาณใกล้เคียงกับมาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการมีมูลฝอยที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบอยู่มากซึ่งอาจหมายถึงพวกพลาสติก ดุมมียาง และน้ำยาต่างๆ เป็นต้น

### 4.3 โรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลพุทธชินราชมีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จำหน่ายโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทยเอ็นไวรอนเมนท์ ซีเอสเอ็มเอส เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ.2536 ตั้งอยู่

บริเวณด้านหลังของโรงพยาบาลติดกับบ่อน้ำ และระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล สภาพอาคารอยู่ในสภาพดี ตู้ควบคุมการเผาอยู่ในสภาพที่ดี สะอาด สภาพของเตาเผาอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ทั้งภายนอกและภายใน

#### 4.3.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

มูลฝอยติดเชื้อจะถูกป้อนเข้าสู่เตาเผาครั้งละประมาณ 30-35 กิโลกรัม ในช่วงเวลาประมาณ 5-15 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยของห้องเตาเผามูลฝอยและห้องเผาควันเท่ากับ  $700^{\circ}$  และ  $841^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ (ภาพที่ 4-12) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะพบว่า อุณหภูมิในห้องเผามูลฝอยจะเปลี่ยนแปลงตามการป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผา ส่วนอุณหภูมิห้องเผาควัน ณ ช่วงเวลาที่ 11 มีการป้อนมูลฝอยพวกเข็มและถุงมือยาง ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีควันดำเกิดขึ้นด้วย

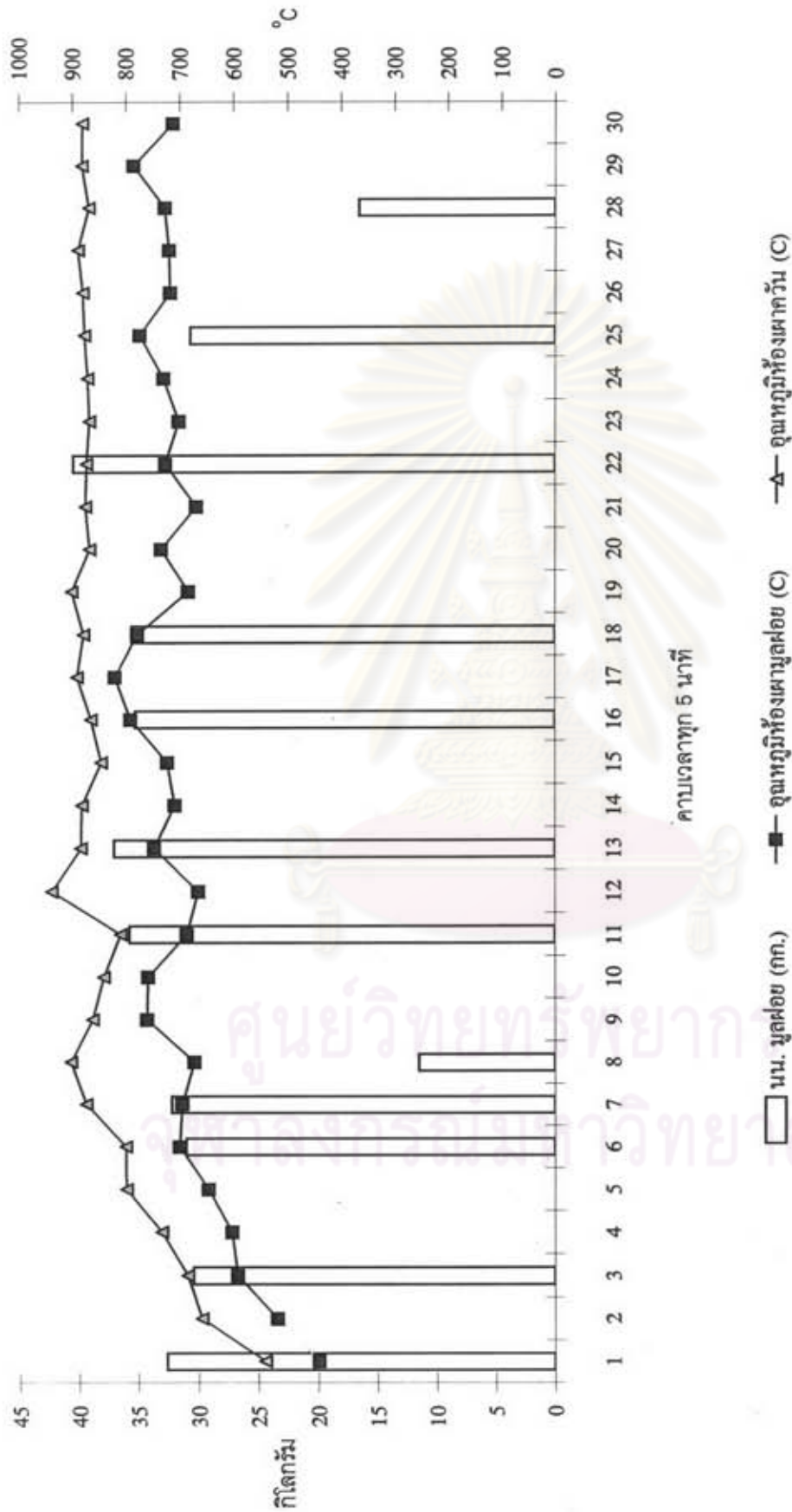
ประสิทธิภาพเตาเผาเท่ากับ 152.31 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ภาพที่ 4-1) เกิดเถ้า 29 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 7.87 (ภาพที่ 4-3) เป็นอันดับที่ 3 ของเตาเผาที่เกิดเถ้ามากที่สุด (องค์ประกอบเถ้าจากการสังเกตพบว่ามีสารที่ไม่เผาไหม้อยู่พอสมควร) อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยเท่ากับ 0.22 ลิตรต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4-4) เป็นอัตราที่ดีที่สุดเป็นอันดับ 2 รองจากเตาเผามูลฝอยโรงพยาบาลชลบุรี

#### 4.3.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายควัน

ผลการตรวจวัดในตารางที่ 4-9 จะเห็นว่า มีปริมาณไฮโดรเจนคลอไรด์อยู่สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดนั้น น่าจะมีสาเหตุมาจากการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ ซึ่งจะมีส่วนผสมของคลอรีนเป็นองค์ประกอบอยู่ รวมทั้งอาจเกิดจากพลาสติกต่างๆ ด้วย ปริมาตรของคาร์บอนมอนนอกไซด์มีค่าเท่ากับ 90.6 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-6) แสดงให้เห็นถึงการเกิดเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ในเตาเผาบางส่วน ซึ่งน่าจะเป็นส่วนของมูลฝอยที่ไม่ได้รับความร้อนอย่างเต็มที่นั่นเอง ส่วนสารมลสารอื่นๆ นั้นมีค่าน้อย และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

#### 4.4 โรงพยาบาลขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

เตาเผามูลฝอยของโรงพยาบาลขอนแก่น มีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จำหน่ายโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด เทคนิคก่อสร้าง ดำเนินงานตั้งแต่พ.ศ.2536 ตั้งอยู่ด้านหลังของโรงพยาบาลติดกับศูนย์ส่งเสริมสุขภาพเขต 6 จ.ขอนแก่น อาคารภายนอกอยู่ในสภาพดี รวมทั้งถังเก็บน้ำมันซึ่งอยู่ด้านข้างของอาคารภายในอาคารจะมีเขม่าสีดำจับอยู่ที่ผนังและใต้หลังคาเป็นจำนวนมาก ตัวเตาเผาค่อนข้างทรุดโทรม มีการเปลี่ยนแปลงที่ติดกับเตาเผาซึ่งชำรุด ทำให้แผ่นเหล็กด้านบนของเตาปิดไม่สนิท จะมีควันออกมาเมื่อ



ภาพที่ 4-12 กราฟแสดงอุณหภูมิห้องแอมบิลยอยและห้องแพทวันกับการป้อนมูลฝอย รพ.พุทธชินราช



เผา ทำให้มีเขม่ามาก นอกจากนี้รูปบริเวณประตูเตาจะมีการสึกกร่อนอยู่ด้วย ที่ผู้ควบคุมการเผามีสภาพใช้งานได้

#### 4.4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

การป้อนมูลฝอยจะเริ่มป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผาทันทีโดยไม่ได้รอให้อุณหภูมิถึงระดับที่เหมาะสม (ประมาณ  $400^{\circ}\text{C}$ ) การวัดประสิทธิภาพเตาเผาจะใช้เวลาที่อุณหภูมิใกล้  $400^{\circ}\text{C}$  โดยจะป้อนมูลฝอยครั้งละประมาณ 30-40 กิโลกรัม เว้นช่วงละ 10-15 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยห้องเผามูลฝอยเท่ากับ  $558^{\circ}\text{C}$  (ภาพที่ 4-13) โดยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากเริ่มเผามูลฝอยจนอยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ  $600^{\circ}\text{C}$  ส่วนอุณหภูมิเฉลี่ยของห้องเผาควันเท่ากับ  $922^{\circ}\text{C}$  มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับการป้อนมูลฝอย

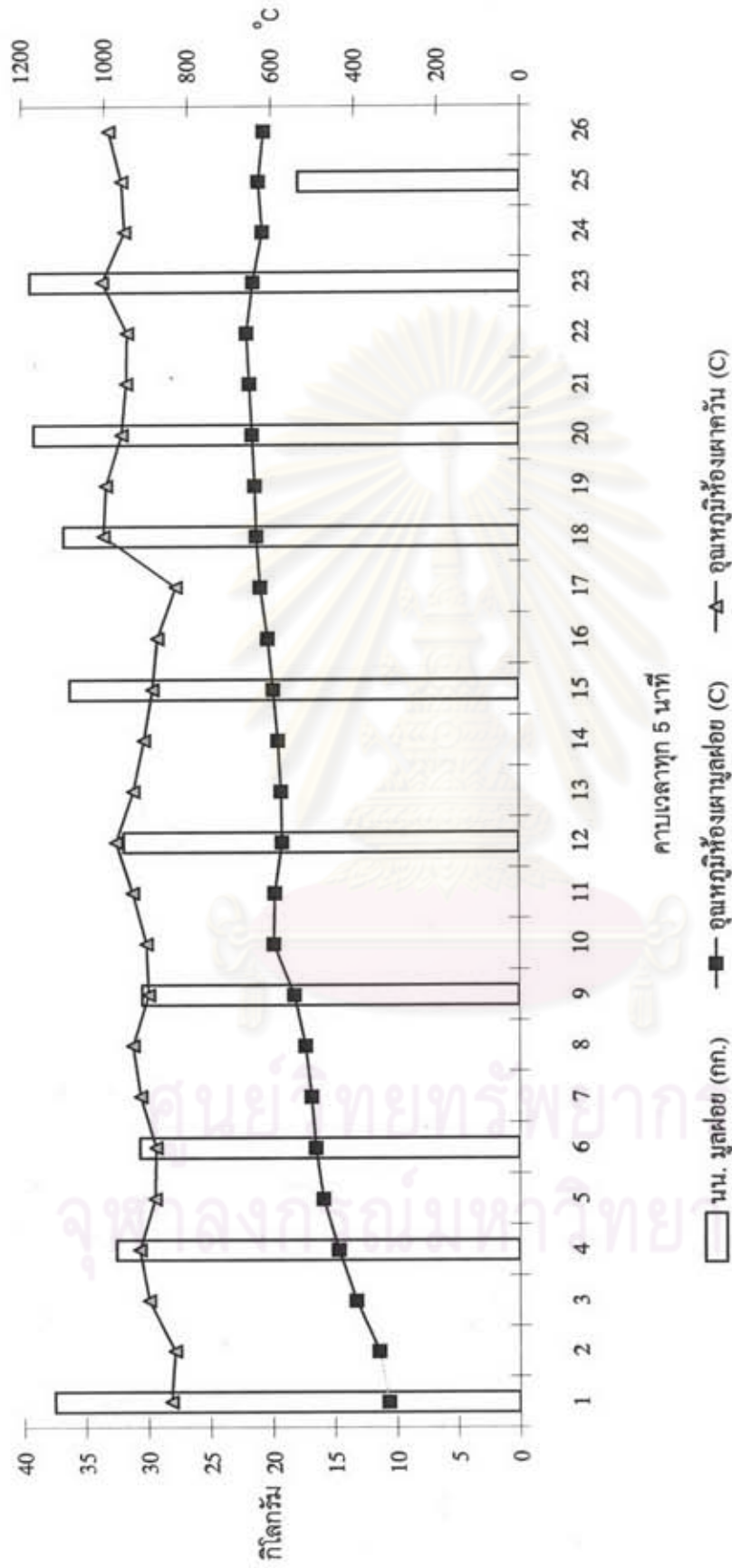
ประสิทธิภาพเตาเผาเท่ากับ 161.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ภาพที่ 4-1) ซึ่งเป็นอัตราที่ดีกว่ากำหนด มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยที่ 0.47 ลิตรต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4-4) อัตราการใช้เชื้อเพลิงอยู่ที่ 56.27 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการเผามูลฝอยสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่ามูลฝอยมีความชื้นสูง มักเป็นมูลฝอยพวกเศษผ้าซับเลือด ของเหลว น้ำยาต่างๆ และยังมี การปะปนของมูลฝอยทั่วไป เช่น เปลือกผลไม้ และยังมีเศษเปลือกผลไม้ปะปนอยู่ค่อนข้างมาก ถ้าที่ เกิดขึ้นเท่ากับร้อยละ 3.65 (ภาพที่ 4-5) แสดงว่า เตาเผาสามารถเผามูลฝอยได้เต็มที่ ส่วนที่เหลือจึงเป็น ส่วนที่ไม่สามารถเผาได้จริงๆ เท่านั้น ขึ้นอยู่กับการหมั่นเช็ยมูลฝอยอย่างสม่ำเสมอด้วย

#### 4.4.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ

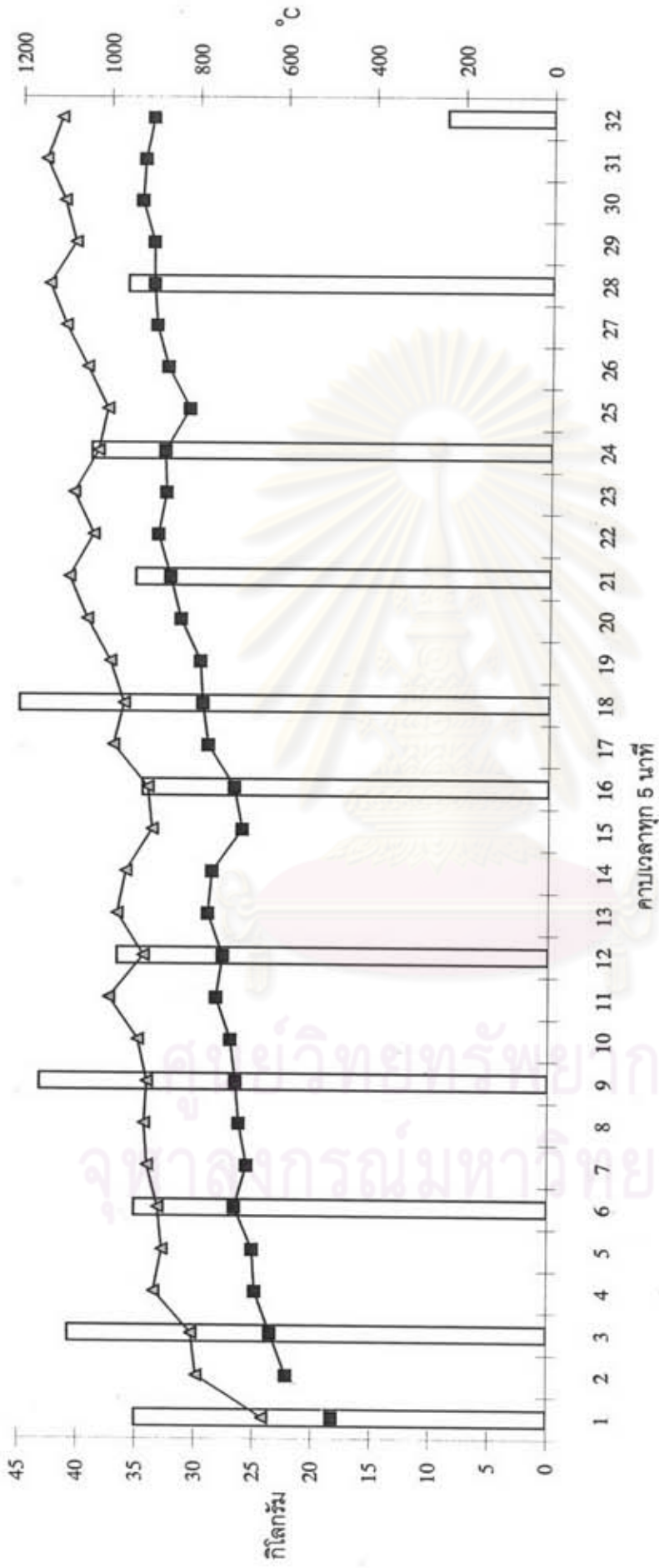
จากภาพที่ 4-6 พบว่า มีค่าของคาร์บอนมอนนอกไซด์ เท่ากับ 240.94 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร น่าจะเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของมูลฝอยในห้องเผาซึ่งเป็นช่วงที่ป้อนมูลฝอยเข้าไปใหม่ ส่วนมลสารอื่นๆ มีค่าอยู่ในมาตรฐานทั้งหมด

### 4.5 โรงพยาบาลกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร

เตาเผามูลฝอยของโรงพยาบาลกำแพงเพชรมีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จำหน่ายโดย บริษัท เครื่องฟั่นไฟบิลเทอร์ เริ่มดำเนินงานเมื่อปีพ.ศ.2536 ตั้งอยู่บริเวณด้านหลังของโรงพยาบาล ซึ่งติดกับถนน เลียบแม่น้ำปิง สภาพอาคารไม่มีรอยชำรุด รวมทั้งถังเก็บน้ำมันเช่นกัน ภายในอาคารเป็นที่เก็บเครื่องมือ ที่ให้เผามูลฝอย ส่วนเตาเผามูลฝอยอยู่ในสภาพดีทั้งภายนอกและภายในเตา ผู้ควบคุมอุณหภูมิ สมบูรณ์ทุกอย่าง



ภาพที่ 4-13 กราฟแสดงอุณหภูมิห้องผสมยอและห้องเสกวันกับการป้อนมูลฝอย รพ.ขอนแก่น



□ นน. บูลฝอย (กก.)    ■— อุณหภูมิห้องผสมฝอย (C)    ▲— อุณหภูมิห้องเผาวัน (C)

ภาพที่ 4-14 กราฟแสดงอุณหภูมิห้องผสมฝอยและห้องเผาวันกับการบดอนุฝอย รพ. กำแพงเพชร

#### 4.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

ลักษณะการป้อนมูลฝอยจะป้อนมูลฝอยครั้งละประมาณ 30-40 กิโลกรัม เว้นช่วงละ 10-20 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยในห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควันเท่ากับ  $775^{\circ}\text{C}$  และ  $974^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ (ภาพที่ 4-14) ความแตกต่างของอุณหภูมิของห้องเผาทั้งสองค่อนข้างสม่ำเสมอ และสัมพันธ์กับอัตราป้อนมูลฝอย แสดงให้เห็นว่ามูลฝอยที่ป้อนเข้าเตาเผาแต่ละช่วงเวลา มีองค์ประกอบที่คล้ายกัน อย่างไรก็ตามขณะที่อุณหภูมิของเตาอยู่ในช่วงที่กำหนดแต่ยังมีควันดำเกิดขึ้นทุกครั้งที่ป้อนมูลฝอย โดยเฉพาะถ้ามีมูลฝอยประเภทถุงมือยาง พลาสติก ทำให้อุณหภูมิของห้องเผาควันขึ้นสูงสุดถึง  $1148^{\circ}\text{C}$

ประสิทธิภาพเตาเผาเท่ากับ 153.99 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ภาพที่ 4-1) เท่ากับอัตราที่กำหนด มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยที่ 2.47 ลิตรต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4-4) เนื่องจากได้ตั้งค่าอุณหภูมิห้องเผาควันสูงถึง  $1050^{\circ}\text{C}$  สูงเป็นลำดับ 4 เท่ากับโรงพยาบาลขอนแก่น เกิดได้ 29.1 คิดเป็นร้อยละ 7.36 (ภาพที่ 4-3) สูงเป็นอันดับ 5 ของเตาเผาทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับโรงพยาบาลขอนแก่นที่มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงเท่ากัน แต่เกิดได้น้อยกว่านั้นแสดงว่ามีความแตกต่างด้านองค์ประกอบของมูลฝอยติดเชื้อ โรงพยาบาลกำแพงเพชรนั้นจะเผามูลฝอยติดเชื้อที่เป็นแก้วด้วยจึงทำให้เกิดได้มากกว่า ในขณะที่ประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

#### 4.5.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่อง

พบว่าไฮโดรเจนคลอไรด์มีค่าใกล้เคียงมาตรฐาน คือ เท่ากับ 146.06 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-9) ซึ่งมีสาเหตุมาจากพลาสติก และน้ำยาต่างๆ ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 86.46 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฝุ่นมีค่า 437.8 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สูงเกินมาตรฐานเล็กน้อย (ไม่เกิน 400 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลจากการเกิดควันดำหลังการป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผา ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์เท่ากับ 1.75 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-11) แสดงว่าสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compounds) บางส่วนถูกเผาไหม้ไม่หมดในห้องเผาควัน มลสารชนิดอื่นๆ (ไนโตรเจนออกไซด์ และไฮโดรเจนฟลูออไรด์) ตรวจไม่พบ (ภาพที่ 4-7 และ 4-10)

#### 4.6 โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

เตาเผาของโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา มีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จำหน่ายโดยบริษัท ไททัม ดำเนินงานเมื่อปีพ.ศ.2536 ตั้งอยู่บริเวณด้านในสุดของโรงพยาบาล ก่อนถึงระบบบำบัดน้ำเสีย ด้านหลังอาคารเป็นลำน้ำ ถังน้ำมันอยู่ด้านขวาของอาคารมีสภาพดี ภายนอกและภายในของอาคารมี

สภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยชำรุดแตกร้าว สภาพเตาภายนอกดี ไม่มีสนิม ภายในเตามีเขม่าสีดำจับอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ยังมีการเก็บแก๊สลอนสารเคมีไว้ภายในอาคารด้วยจำนวนหนึ่ง

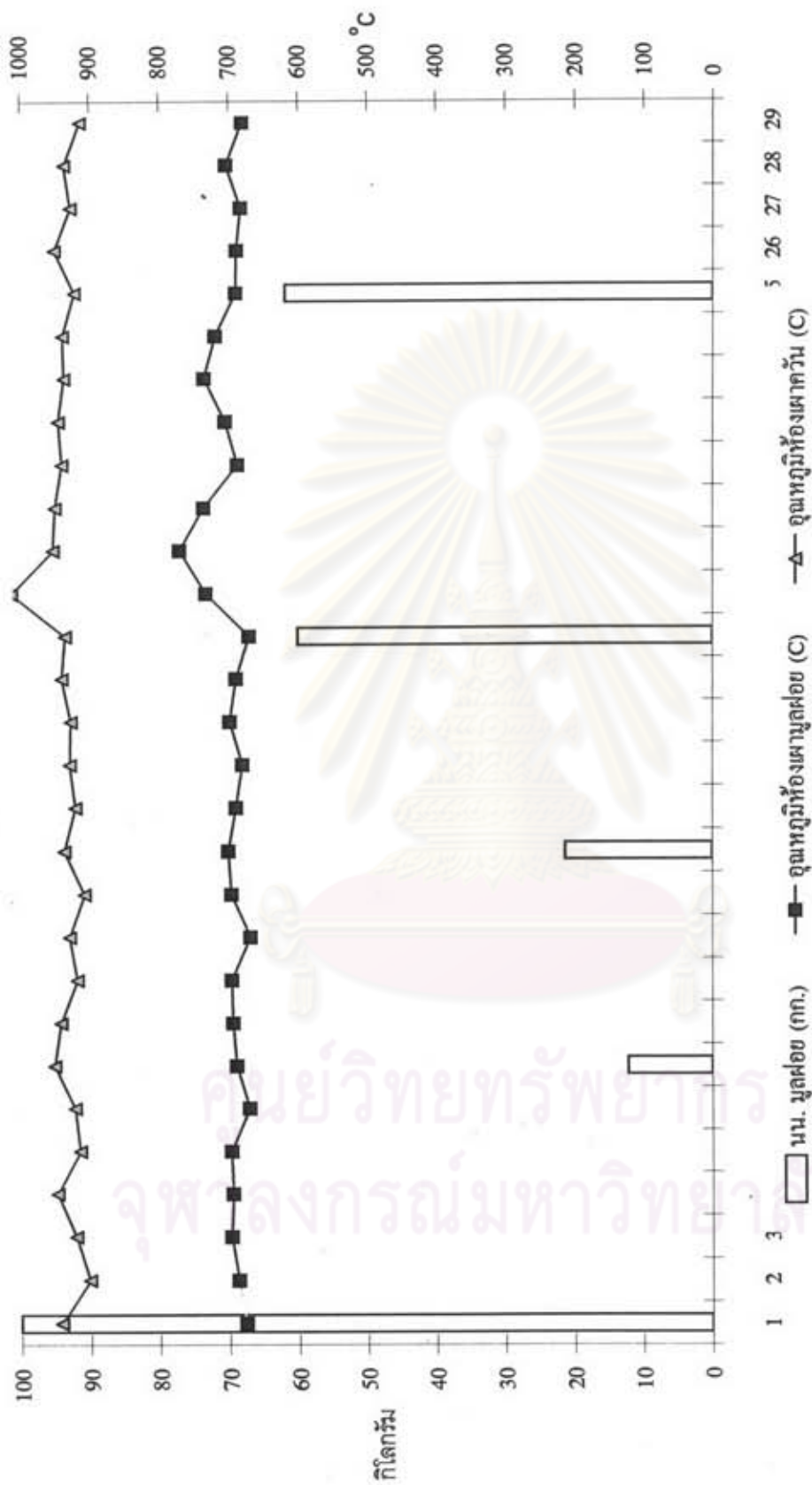
#### 4.6.1 ผลการทดสอบเตาเผา

ลักษณะการเผาจะป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผาจนเต็มประมาณ 100 กิโลกรัม ทำการเผามูลฝอย หลังจากนั้นจึงป้อนมูลฝอยเว้นช่วงประมาณ 30 นาที หรือจนมูลฝอยถูกเผาไหม้จนยุบกองลง อุณหภูมิเฉลี่ยห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควันเท่ากับ  $697^{\circ}\text{C}$  และ  $934^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ จากภาพที่ 4-15 จะพบว่า อุณหภูมิของห้องเผามูลฝอยทั้งสองเปลี่ยนแปลงไม่มาก จากที่ตั้งค่าไว้ตู้ควบคุมแสดงให้เห็นถึงการเผาไหม้มูลฝอยเกิดขึ้นอย่างช้าๆสม่ำเสมอ ช่วงเวลา 17 เมื่อป้อนมูลฝอยเข้าไปอุณหภูมิเตาเผาค่อยๆสูงขึ้น เนื่องจากมีถุงมือและเข็มอยู่จำนวนหนึ่ง ทำให้การเผาไหม้เกิดขึ้นรวดเร็ว เกิดควันดำขึ้นระยะหนึ่ง

ประสิทธิภาพเตาเผาเท่ากับ 110.19 กิโลกรัมต่อชั่วโมง(ภาพที่ 4-1) ซึ่งต่ำกว่าอัตราที่กำหนด เนื่องจากมูลฝอยที่ใช้ทดสอบมีปริมาณน้อย อุณหภูมิเฉลี่ยของห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควันเท่ากับ  $697^{\circ}\text{C}$  และ  $934^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ(ภาพที่ 4-2) มีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 39.50 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยเท่ากับ 0.62 ลิตรต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4-4) มากเป็นอันดับ 2 รองจากโรงพยาบาลสมุทรปราการ มีค่าเกิด 21.50 กิโลกรัมคิดเป็นร้อยละ 8.42 ( ภาพที่ 4-3) มากเป็นอันดับ 3 ของเตาเผาที่ทดสอบทั้งหมด เนื่องจากมีส่วนที่เผาไหม้ไม่หมดเช่นพวก แก้วและโลหะอยู่มากโดยจะนำไปทิ้งที่ด้านหลังของอาคาร

#### 4.6.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายควัน

จากภาพที่ 4-11 พบว่า ไฮโดรเจนคลอไรด์มีค่าสูงกว่ามาตรฐานมากคือ เท่ากับ 428.11 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-9) แสดงว่ามีมูลฝอยประเภท พลาสติก ถุงมือยาง และน้ำยาฆ่าเชื้อจำนวนมาก การเผาไหม้มูลฝอยประเภทนี้หากมีออกซิเจนไม่มากพอ จะทำให้สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Organic Compounds) เช่น ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์จากภาพที่ 4-11 พบว่ามีค่าเท่ากับ 8.31 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อาจมาจากหลายสาเหตุ เช่น อุณหภูมิในห้องเผา เป็นต้น ในส่วนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่ามีค่าสูงคือ เท่ากับ 290.94 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-8) คาดว่า จะเกิดจากชิ้นส่วนเนื้อเยื่อที่มีเป็นจำนวนมาก รวมทั้งจากน้ำมันดีเซลด้วย แต่ก็ยังคงอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด ส่วนไฮโดรเจนฟลูออไรด์พบ 9.73 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-10) นอกจากนั้นมลสารอื่นๆ ยังคงอยู่ในมาตรฐานทั้งหมด



ภาพที่ 4-15 กราฟแสดงอุณหภูมิห้องเผาผลาญและห้องเผาวันกับการบ้อนมูลฝอย รพ.มหาวิทยาลัยศรีมา

#### 4.7 โรงพยาบาลหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

เตาเผาของโรงพยาบาลหาดใหญ่มีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จำหน่ายโดย บริษัท พีเอสยู เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ดำเนินงานเมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ.2535 อาคารตั้งอยู่บริเวณมุมด้านท้ายของพื้นที่โรงพยาบาล ภายนอกเป็นโรงพยาบาลเป็นสี่แยกในตัวเมืองหาดใหญ่ ปล่องระบายควันได้มีการต่อเติมให้มีความสูงขึ้นเป็นประมาณ 20 เมตรจากพื้น สภาพอาคารอยู่ในสภาพที่ดี ถังเก็บน้ำมันอยู่ด้านซ้ายของอาคารมีสภาพดี ผู้ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งมีการแสดงอุณหภูมิแบบเข็มมีสภาพใช้งานได้ ส่วนหัวเผามูลฝอยมีรอยชำรุดเล็กน้อยบริเวณปลอกเหล็กปลายหัวเผา เครื่องวัดอุณหภูมิของห้องเผาควันวัดอุณหภูมิได้ไม่ตรงความเป็นจริง

##### 4.7.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

ลักษณะการป้อนมูลฝอย จะป้อนครั้งละ 40 กิโลกรัม เว้นระยะประมาณ 15 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควันเท่ากับ  $639^{\circ}\text{C}$  และ  $380^{\circ}\text{C}$  ในส่วนของอุณหภูมิของห้องเผาควันนั้น มีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากเครื่องวัดอุณหภูมิไม่สมบูรณ์ จากการสอบถามพบว่า เดิมเป็นของห้องเผามูลฝอยแต่สลับกันเพื่อให้สามารถใช้งานต่อไปได้ ช่วงแรกอุณหภูมิของเตาเผามีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก เนื่องจากป้อนมูลฝอยพวกพลาสติก ถุงมือเข้าเตาเผา ช่วงหลังอุณหภูมิทั้งสองห้องเผามีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยห้องเผามูลฝอยมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเครื่องวัดอุณหภูมิขัดข้อง

ประสิทธิภาพเตาเผามูลฝอยเท่ากับ 160.15 กิโลกรัมต่อชั่วโมง(ภาพที่4-1) ซึ่งดีกว่าอัตราที่กำหนดเล็กน้อย การใช้เชื้อเพลิงเทียบกับมูลฝอยเท่ากับ 0.24 ลิตรต่อกิโลกรัม(ภาพที่ 4-4) จัดอยู่อันดับ 3 ของเตาเผาเชื้อเพลิงที่ใช้เชื้อเพลิงน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากมูลฝอยติดเชื้อที่นำมาเผาทำลายมีความชื้นน้อยกว่ามูลฝอยติดเชื้อทั่วไปที่พบในสถานพยาบาลอื่นๆ ทำให้เผาได้รวดเร็ว และมีเถ้าเกิดขึ้น 14.7 กิโลกรัมคิดเป็น ร้อยละ 4.08 (ภาพที่ 4-3) แสดงว่ามีมูลฝอยที่ไม่เผาไหม้อยู่ไม่มาก

##### 4.7.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่อง

จากภาพที่ 4-9 พบว่ามีปริมาณของไฮโดรเจนคลอไรด์สูงกว่ามาตรฐานถึง 3 เท่า คือเท่ากับ 620.01 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ภาพที่ 4-9) ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะองค์ประกอบของมูลฝอยมีส่วนของคลอรีนเป็นองค์ประกอบอยู่จำนวนมาก ได้แก่ ถุงมือยาง ร่วมกับความชื้นที่มีอยู่ในมูลฝอยและสภาพอุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนสภาพเป็นไฮโดรเจนคลอไรด์ จึงไม่พบไวนิลคลอไรด์จากปล่องเตาเผา (ภาพที่ 4-11) พบไฮโดรเจนฟลูออไรด์ 9.73 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-10) พบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 18.02 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ภาพที่ 4-8) พบคาร์บอนมอน-

นอกไซด์ 312.8 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(ภาพที่ 4-6) ซึ่งจะเกิดขึ้นในห้องเผามูลฝอยช่วงที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ และไม่พบไนโตรเจนไดออกไซด์ (ภาพที่ 4-7) อาจเป็นเพราะอุณหภูมิในห้องเผาควันไม่สูงถึงระดับที่จะเกิด นอกจากไฮโดรเจนคลอไรด์ มลสารที่พบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด

#### 4.8 โรงพยาบาลสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม

เตาเผามูลฝอยของโรงพยาบาลสมุทรสงคราม มีขนาด 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จำหน่ายโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด ไททัม เริ่มดำเนินงานเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2536 ตั้งอยู่บริเวณด้านหลังของโรงพยาบาล ใกล้กับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล เตาเผาอยู่ในสภาพดี ไม่พบความเสียหาย รวมทั้งถังเก็บน้ำมันเช่นกัน ภายในอาคารมีตู้เก็บเอกสารและซีเมนต์บรรจุถุงจำนวนหนึ่งวางอยู่ อุปกรณ์ที่ใช้ฝังกลบมูลฝอยเป็นแบบสร้างขึ้นเอง โดยการเชื่อมเหล็กเป็นคราด สภาพของเตาเผาภายนอกค่อนข้างสะอาด ภายในเริ่มมีการรั่วของปูนที่ฉาบบริเวณบันไดหักมูลฝอย ส่วนตู้ควบคุมเตาเผายังใช้งานได้ปกติทุกระบบ

##### 4.8.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

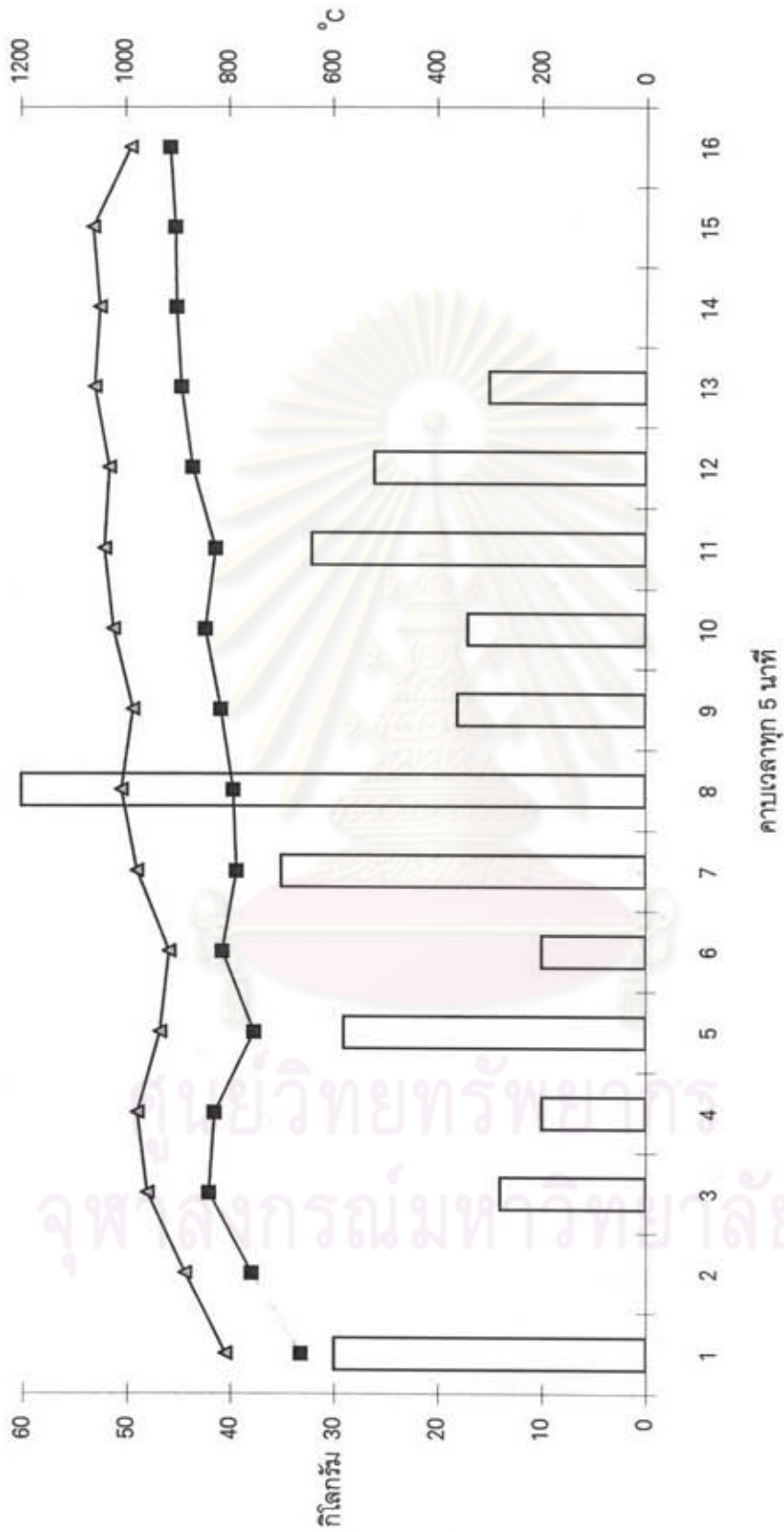
ลักษณะการป้อนมูลฝอยจะป้อนครั้งละ 10-30 กิโลกรัม อุณหภูมิเฉลี่ยของห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควันเท่ากับ  $826^{\circ}\text{C}$  และ  $982^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ(ภาพที่ 4-16) มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ 2 ห้องเผาไม่มากนัก ถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่ห้องเผาควันจะสูงถึง  $1000^{\circ}\text{C}$  ยังเกิดควันดำเมื่อมีการป้อนมูลฝอยประเภท ทุงมี้อยาง เข็ม ซึ่งมักจะแยกประเภทไว้ต่างหาก ลักษณะของการป้อนจะเป็นไปในอัตราที่สูงมาก ทำให้ในช่วงท้ายของการป้อนมูลฝอยไม่สามารถที่จะพลิกกลับมูลฝอยให้เผาไหม้ได้ทั่วถึง เพราะมีมูลฝอยอยู่ในเตาเผาเป็นจำนวนมาก

ประสิทธิภาพเตาเผาเท่ากับ 240.65 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ภาพที่ 4-1)เป็นค่าสูงที่สุดจากการทดสอบเตาเผาทั้งหมด อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยเท่ากับ 0.57 ลิตรต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4-4) เกิดเถ้า 30.50 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 10.30 (ภาพที่ 4-3) มากที่สุด ในการทดสอบเตาเผา ส่วนหนึ่งมาจากกระป๋องโลหะและเศษแก้ว

##### 4.8.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่อง

ปริมาณฝุ่นที่พบมีค่าสูงกว่ามาตรฐานถึง 2 เท่า คือ 908.01 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-5) และ ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์พบว่ามีค่า 9.87 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-11) เนื่องจากมีมูลฝอยอยู่ในห้องเผาจำนวนมาก ปริมาตรของห้องเผาจึงลดลง ทำให้เวลาในการเผาไหม้ของฝุ่นควัน และก๊าซต่างๆในห้องเผามูลฝอยน้อยลง ภาระการเผาไหม้จึงไปสู่ห้องเผาควัน ทำให้การเผาไหม้





ภาพที่ 4-16 กราฟแสดงอุณหภูมิห้องแมงมุมและห้องแมงมุมกับการป้อนมูลฝอย รพ.สมุทรสงคราม

ควัน ผุ่น และกาซเหล่านี้ไม่ทัน พบไฮโดรเจนคลอไรด์ 72.72 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-9) ส่วนไฮโดรเจนฟลูออไรด์พบว่ามีค่า 24.46 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-10)

#### 4.9 โรงพยาบาลชลบุรี จังหวัดชลบุรี

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ โรงพยาบาลชลบุรี จำหน่ายโดย หจก.ไททิม เริ่มดำเนินงานเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2536 ตั้งอยู่หลังโรงพยาบาลบริเวณบ้านพักบุคลากร อาคารเตาเผาอยู่ในสภาพดี เตาเผา มูลฝอยอยู่ในสภาพดี เคยซ่อมแซมผนังเตาเผาเมื่อเดือน กันยายน พ.ศ. 2537 ผู้ควบคุมอยู่ในสภาพ สมบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีมาตรวัดไฟฟ้าและเชื้อเพลิงอีกด้วย

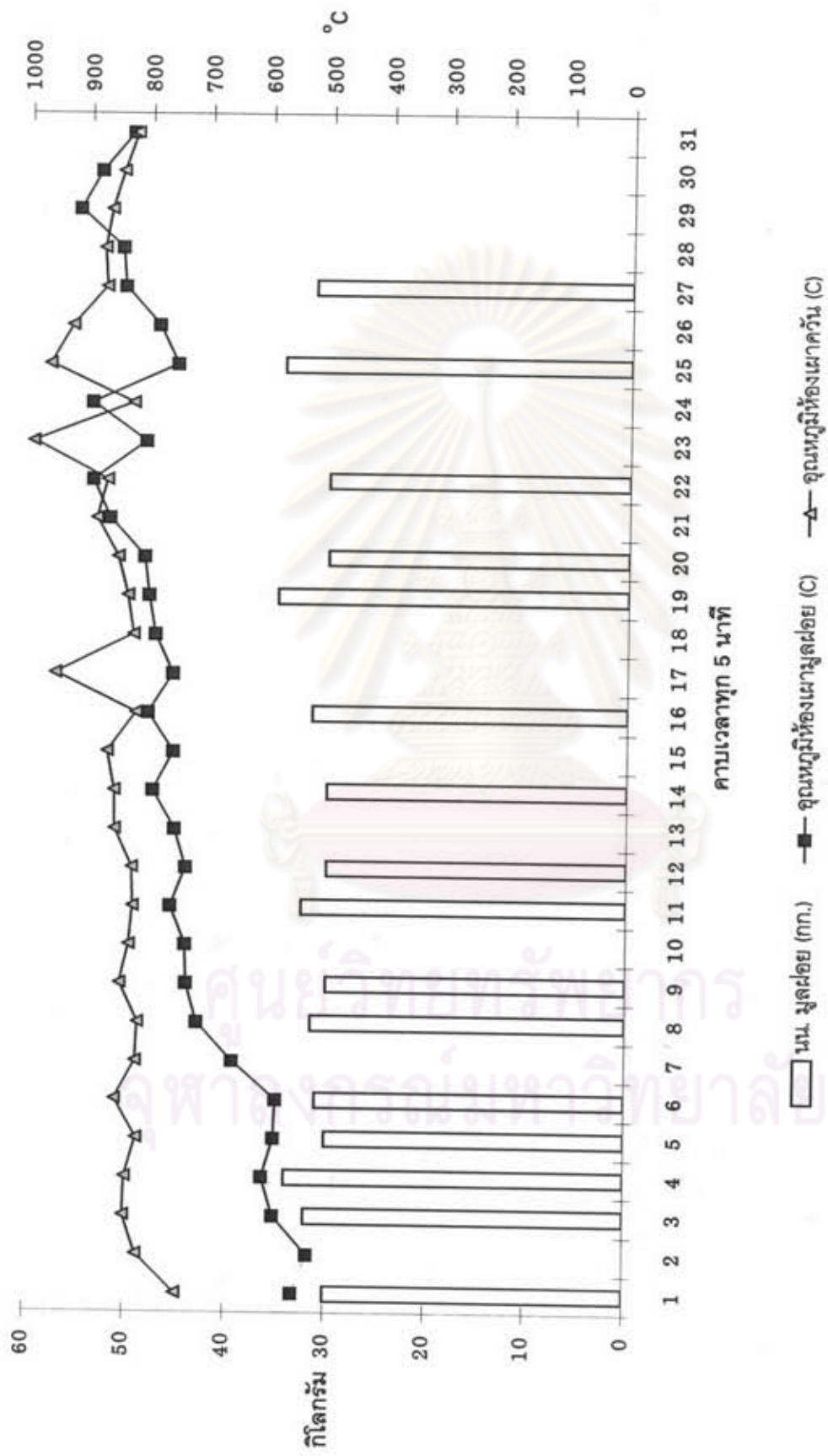
##### 4.9.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผา

การเผามูลฝอยจะป้อนเข้าเตาเผาครั้งละประมาณ 30 กิโลกรัม เว้นช่วงละประมาณ 5-30 นาที อุณหภูมิเฉลี่ยห้องเผามูลฝอย และห้องเผาควันเท่ากับ  $752^{\circ}\text{C}$  และ  $803^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ (ภาพที่ 4-17) ช่วงเวลาที่ 17,23 และ 25 ห้องเผาควันมีอุณหภูมิสูงขึ้นรวดเร็วเนื่องจาก มีมูลฝอยพวกถุงมือยาง เข็ม ป้อนเข้าไปด้วย จึงทำให้เกิดควันดำขึ้นระยะหนึ่ง (1-3) นาที มีบางช่วงที่อุณหภูมิของห้องเผามูลฝอยสูงกว่าห้องเผาควัน เนื่องจากการสังเกตมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลนี้พบว่า มีของเหลว ความชื้นน้อยทำให้สามารถเผาไหม้มูลฝอยจนลุกไหม้อย่างต่อเนื่อง ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจนหัวเผาไม่ต้องทำงาน

ประสิทธิภาพเตาเผามูลฝอยเท่ากับ 201.40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง (ภาพที่ 4-1) ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราที่กำหนด อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยเท่ากับ 0.1 ลิตรต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 4-4) เป็นค่าที่ดีที่สุดเท่าที่ทดสอบเตาเผาทั้งหมด เพราะหัวเผามูลฝอยไม่ต้องทำงานมากนัก ควันที่เกิดขึ้นเท่ากับ 25.0 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 4.97 (ภาพที่ 4-3) จากการสังเกตจะพบมูลฝอยที่เป็น ประเภทไม่เผาไหม้ (ขวด แก้ว โลหะ) อยู่น้อย

##### 4.9.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่อง

พบ คาร์บอนมอนนอกไซด์ 336.04 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-6) เกิดจากห้องเผามูลฝอยในช่วงที่มีการลุกไหม้ของ ถุงมือยาง หรือเข็มฉีดยา ที่บรรจุในกระป๋อง ปริมาณผุ่นเท่ากับ 86.84 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-5) ไฮโดรเจนคลอไรด์เท่ากับ 9.8 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม่พบไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (ภาพที่ 4-10) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เท่ากับ 48.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนไนโตรเจนไดออกไซด์โมโนเมอร์เท่ากับ 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-11) พบไนโตรเจนไดออกไซด์ 6.8 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-7) สารมลพิษที่ตรวจวัดไม่มีสารใดเกินมาตรฐาน



ภาพที่ 4-17 กราฟแสดงอุณหภูมิห้องเผาผลาญและห้องเผาตัวกับการปรับอากาศร้อนผุดผอย รพ.ชลบุรี

#### 4.10 วิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ 9 แห่ง นำมารวมกับข้อมูลการศึกษาสารมลพิษทางอากาศจากปล่องเตาเผาของโรงพยาบาลอ่างทอง เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ.2535 และข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพเตาเผาของโรงพยาบาลสมุทรปราการ วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ.2538 พบว่า การดำเนินการเผามูลฝอยติดเชื่อนั้นมีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อการเกิดสารมลพิษทางอากาศ และประสิทธิภาพเตาเผาที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ได้แก่

4.10.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ( $\text{SO}_2$ ) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ น้ำหนักมูลฝอยทั้งหมด ( $r = -0.7703$ ) จะเห็นได้ว่าการวิจัยไม่สามารถควบคุมองค์ประกอบของมูลฝอยติดเชื้อที่ป้อนเข้าเตาเผา ความสัมพันธ์ข้างต้นจึงเป็นความบังเอิญทางสถิติที่ไม่สามารถอธิบายได้

4.10.2 คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) พบว่า มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับ อุณหภูมิห้องเผามูลฝอย ( $r = 0.7685$ ) , ประสิทธิภาพเตา ( $r = 0.7336$ ) และสัมพันธ์แบบผกผันกับเวลาที่ใช้ทั้งหมด ( $r = -0.7381$ ) เวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอย ( $r = -0.9510$ ) และน้ำหนักมูลฝอยที่ป้อนต่อครั้ง ( $r = -0.7776$ ) จะเห็นว่าคาร์บอนมอนอกไซด์จะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากการเผามูลฝอยโดยใช้เวลาป้อนมูลฝอยน้อย น้ำหนักที่ป้อนมูลฝอยต่อครั้งและใช้เวลาทั้งหมดในการเผาน้อย แสดงว่ามีการป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผาถี่มากเพื่อทำให้ประสิทธิภาพเตาเพิ่มสูงขึ้น การเผาไหม้มูลฝอยเกิดขึ้นได้รวดเร็วเพราะมูลฝอยจำนวนน้อยที่ป้อนเข้าเตาเผาสามารถเผาไหม้ได้ทั่วถึง ทำให้อุณหภูมิห้องเผามูลฝอยสูงขึ้น การเข้าทำปฏิกิริยาของออกซิเจนกับมูลฝอยเกิดขึ้นรวดเร็วจนไม่สามารถเกิดการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ได้

4.10.3 ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) จากตัวแปรทั้งหมดที่ทำการเก็บข้อมูล ไม่พบความสัมพันธ์กับตัวแปรใด อาจเป็นเพราะไฮโดรเจนคลอไรด์ เกิดจากองค์ประกอบมูลฝอยที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยนี้

4.10.4 ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้น ( $r = 0.9717$ ) และสัมพันธ์แบบผกผันกับสัดส่วนเวลาป้อนมูลฝอยต่อเวลาทั้งหมด ( $r = -0.9809$ ) ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อปริมาณมูลฝอยคงที่ แต่ใช้เวลาป้อนมูลฝอยน้อยลง ปริมาณมูลฝอยที่เข้าเตาเผาต่อเวลาย่อมสูงขึ้นทำให้เกิดการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดฝุ่น เพิ่มขึ้นซึ่งจะสัมพันธ์กับไฮโดรเจนฟลูออไรด์ที่เพิ่มขึ้น

4.10.5 ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (VCM) พบว่ามีความสัมพันธ์แบบแปรผันตาม คือ ปริมาณฝุ่น ( $r = 0.7632$ ) และสัมพันธ์แบบผกผันกับ น้ำหนักมูลฝอย ( $r = -0.7898$ ) จะเห็นว่าเมื่อพบฝุ่น แสดงว่าเกิดการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ขึ้น มูลฝอยที่มีสารประกอบของคลอรีน ( ถุงมือ พลาสติก เข็ม )

เมื่อการเผาไหม้เกิดไม่สมบูรณ์ สารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ จึงเกิดขึ้น รวมทั้งไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ด้วย ส่วนความสัมพันธ์ของน้ำหนักมูลฝอยนั้นไม่สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์

4.10.6 ฝุ่น (PM) พบว่ามีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตาม คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ( $r = 0.7860$ ) ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ ( $r = 0.9717$ ) ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ ( $r = 0.7632$ ) อุณหภูมิห้องเผาควัน ( $r = 0.8000$ ) มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผัน เวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอย ( $r = -0.8141$ ) จากตัวแปรต่าง ๆ ข้างต้นจะเห็นว่า ฝุ่นที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดควบคู่กับสารมลพิษชนิดอื่นด้วย ในขณะที่ใช้เวลาในการป้อนมูลฝอยน้อย หมายความว่าอัตราในการป้อนมูลฝอยสูง ( ประสิทธิภาพเตาสูง ) ซึ่งส่งผลให้การเผาไหม้เกิดขึ้นแบบไม่สมบูรณ์มากขึ้นจากการป้อนมูลฝอยหลาย ๆ ครั้งในเวลาทำให้เกิดฝุ่นเพิ่มขึ้นน่าจะมาจากการลุกไหม้ของมูลฝอยประเภทถุงมือยาง และพลาสติกต่าง ๆ ทำให้เกิดเขม่าควันดำขึ้น

อย่างไรก็ตามในการตรวจวัดฝุ่น มีปัญหาในการควบคุมระดับ Isokinetics ของเครื่องมือ เนื่องจากมิได้ใช้ เครื่องวัดปริมาตรอากาศแห้ง (Dry Gas Meter) จากการคำนวณคาดว่า % Isokinetics จะสูงกว่า 110 % ซึ่งเป็นมาตรฐานของ U.S.EPA ดังนั้นปริมาณฝุ่นที่วัดได้จะมีค่าน้อยกว่าความเป็นจริงโดยเฉพาะฝุ่นขนาดใหญ่จะไม่เข้ามาในระบบการเก็บตัวอย่างมั่งหมัด

4.10.7 ประสิทธิภาพเตาเผา พบว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรแบบแปรผันตาม คือ คาร์บอนมอนอกไซด์ ( $r = 0.7336$ ) ฝุ่น ( $r = 0.6285$ ) และสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับ เวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอย ( $r = -0.6596$ ) จะเห็นว่า หากมีมูลฝอยปริมาณเท่ากัน การใช้เวลาป้อนมูลฝอยน้อยลง จะทำให้ประสิทธิภาพเตาเผาเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการลดน้ำหนักมูลฝอยที่ป้อนต่อครั้งลง ทำให้ต้องป้อนมูลฝอยเข้าเตาดีขึ้น ปริมาณอากาศที่เข้าทำปฏิกิริยา ก็มีไม่เพียงพอ เป็นเหตุให้ เกิดการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ขึ้น จึงเกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ และฝุ่นเกิดขึ้นตามประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 95 % นำไปหาสมการถดถอยจากพหุคูณเชิงเส้นด้วยวิธี Stepwise regression เพื่อหาสมการที่จะประมาณค่าตัวแปรที่พิจารณา หรือศึกษาถึงระดับอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ต่อตัวแปรที่พิจารณา ภายใต้เงื่อนไข คือ ในการประมาณค่าจากสมการ ควรจะใช้ค่าตัวแปรต่างๆในช่วงเวลาที่ป้อนมูลฝอย ได้แก่

## 1) สมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้นของสารมลพิษทางอากาศ

1.1) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) จาก 5 ตัวแปรที่นำมาทดสอบความเหมาะสมในสมการถดถอยได้แก่ อุณหภูมิห้องเผาผลาญ ประสิทธิภาพเตาเผา เวลาที่ใช้ทั้งหมด เวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอย และน้ำหนักมูลฝอยที่ป้อนต่อครั้ง พบว่ามีตัวแปรที่เหมาะสมในสมการถดถอยคือ

$$\text{CO (mg/m}^3\text{)} = 1.662852\text{Var14} - 876.70165$$

$$\text{adj R}^2 = 0.8569 \quad \text{sig F} = 0.049$$

$$\text{Var14} = \text{อุณหภูมิของห้องเผาผลาญ (}^\circ\text{C)}$$

จากสมการจะเห็นว่า มีช่วงอุณหภูมิช่วงหนึ่งเท่านั้นที่จะสามารถแปรผลของคาร์บอนมอนนอกไซด์ได้ตามความเป็นจริง อิทธิพลของอุณหภูมิเฉลี่ยของห้องเผาผลาญ ที่มีต่อการเกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์นั้น จะเกิดขึ้นจากการเผาผลาญประเภท ยาง พลาสติก ซึ่งจะทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วจนออกซิเจนไม่สามารถทำปฏิกิริยาเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ได้จึงเกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์ขึ้น

1.2) ฝุ่น (PM) จากตัวแปร 5 ตัวแปร นำมาทดสอบความเหมาะสมในสมการถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ได้แก่ เกิดคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ ไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ เวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอย และ อุณหภูมิเฉลี่ยห้องเผาควัน พบว่ามี 1 ตัวแปรที่เหมาะสมในสมการถดถอย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$\text{PM (mg/m}^3\text{)} = 1694.0449 - 636.9496\text{Var12}$$

$$\text{adj R}^2 = 0.9979 \quad \text{sig F} = 0.0236$$

$$\text{Var12} = \text{เวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอย (ชั่วโมง)}$$

จากสมการจะเห็นว่าเวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอยมีอิทธิพลต่อการเกิดฝุ่นจากการเผาผลาญ ข้อมูลที่พบจากการเก็บตัวอย่างจะอยู่ในช่วง 1.23-3.38 ชั่วโมง หากปริมาณมูลฝอยคงที่ การลดเวลาในการป้อนมูลฝอยจะทำให้มีฝุ่นเพิ่มขึ้น แต่สมการนี้ จะแทนค่าเวลาได้ไม่เกิน 2.66 ชั่วโมง สมการนี้จึงไม่เหมาะสมในการใช้ประมาณปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้น

## 2) สมการเชิงเส้นของตัวแปรประสิทธิภาพเตาเผา

2.1) ประสิทธิภาพเตาเผา จาก 3 ตัวแปร ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ เวลาที่ใช้เผามูลฝอย และน้ำหนักมูลฝอยที่ป้อนต่อครั้ง พบว่ามี 1 ตัวแปรที่เหมาะสมในสมการถดถอย คือ

$$\text{Eff (กก./ชม.)} = 317.9249 - 4.0737 \text{ Var21}$$

$$\text{adj } R^2 = 0.7391 \quad \text{sig } F = 0.0038$$

$$\text{Var21} = \text{นน.มูลฝอยที่ป้อนต่อครั้ง (กิโลกรัม)}$$

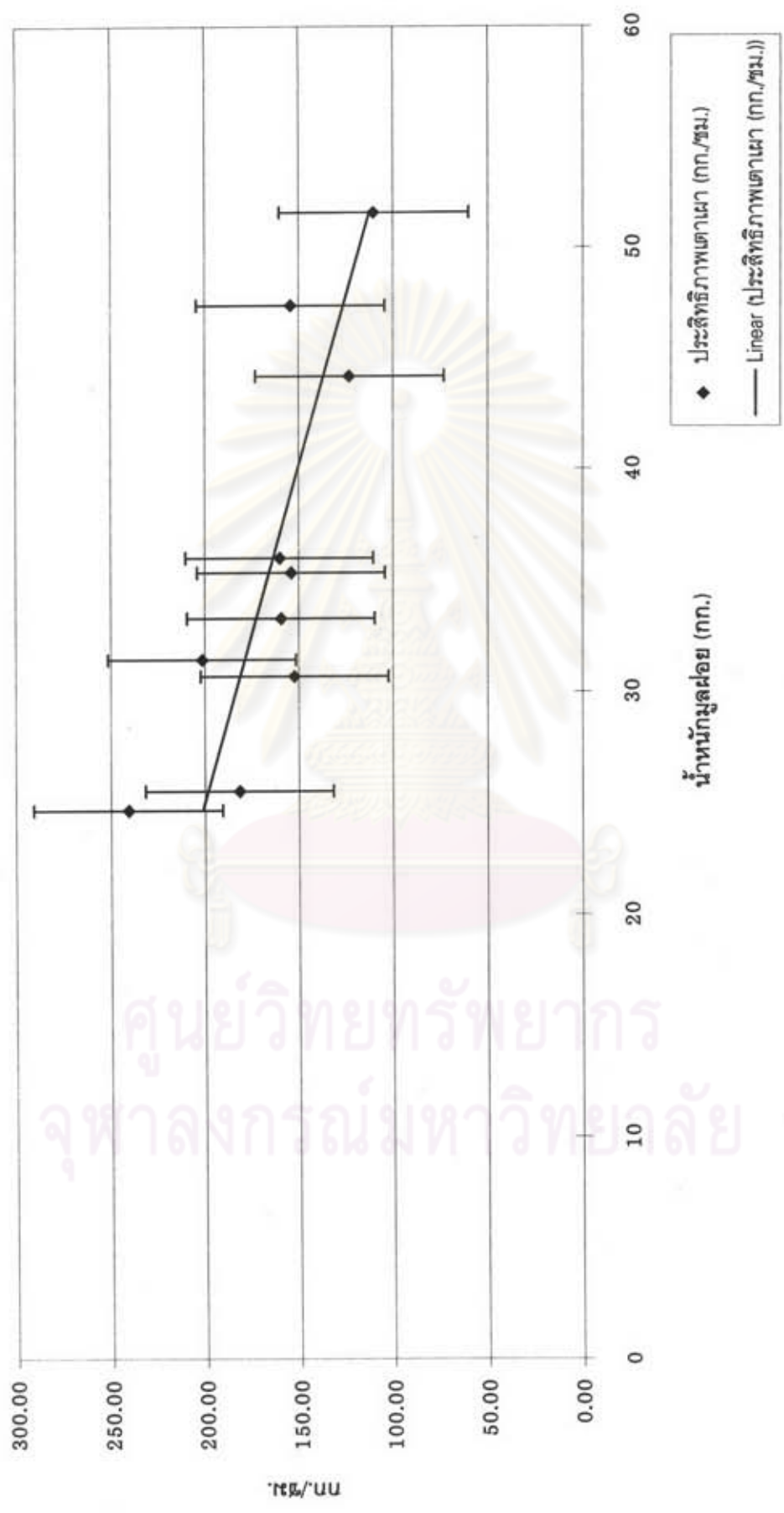
จากสมการพบว่า การประมาณประสิทธิภาพเตาเผา มูลฝอยโดยอิทธิพลของน้ำหนักมูลฝอยที่ป้อนต่อครั้ง หากเพิ่มน้ำหนักการป้อนมูลฝอยอีก 1 กิโลกรัมต่อครั้ง จะทำให้ลดประสิทธิภาพเตาเผา ลงประมาณ 4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หากจะทำการประเมินประสิทธิภาพเตาเผา มูลฝอยติดเชื้อ เพื่อให้สามารถทำอัตราการป้อนมูลฝอยต่อชั่วโมงตามที่กำหนด ( 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) จากภาพที่ 4-18 จะเห็นว่าน้ำหนักมูลฝอยโดยเฉลี่ยที่ป้อนเข้าเตาเผาต่อครั้ง ไม่ควรเกิน 40 กิโลกรัม (  $r = -0.8036$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงสารมลพิษทางอากาศ ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เช่น คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไวนิลคลอไรด์ โมนโอไซด์ เป็นต้น

จากข้อมูลการบันทึกผล สามารถจำแนกลักษณะการเผามูลฝอยของแต่ละสถานพยาบาลได้ดังนี้

1) ลักษณะการป้อนมูลฝอย จากภาพที่ 4-12 ถึง 4-17 และ ภาพที่ 4-18 ที่พบจากการวิจัยมี 2 แบบ คือ

- ป้อนมูลฝอยมากกว่า 40 กิโลกรัมต่อครั้ง เว้นช่วงนานประมาณ 30 นาทีต่อครั้งขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยที่ 47.73 กิโลกรัมต่อครั้ง ช่วงตั้งแต่ 44.2-51.6 กิโลกรัมต่อครั้ง ได้แก่ โรงพยาบาลโรคทรวงอก โรงพยาบาลสมุทรปราการ และโรงพยาบาลมหาราชคราชสีมา มีเพียงโรงพยาบาลโรคทรวงอกที่เผามูลฝอยได้ตามอัตราที่กำหนด

- ป้อนมูลฝอยน้อยกว่า 30 กิโลกรัมต่อครั้ง เว้นช่วงนานประมาณ 10-20 นาทีต่อครั้ง สถานพยาบาลที่ใช้วิธีนี้ มีค่าเฉลี่ยที่ 31.39 กิโลกรัมต่อครั้ง ช่วงตั้งแต่ 24.67-36.05 กิโลกรัมต่อครั้ง ได้แก่ โรงพยาบาลพุทธชินราช โรงพยาบาลขอนแก่น โรงพยาบาลกำแพงเพชร โรงพยาบาล



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4-18 กราฟแสดงประสิทธิภาพเตาเผาเกี่ยวกับน้ำหมักมูลฝอยที่ป้อนต่อครั้ง(กก.)



หาดใหญ่ โรงพยาบาลสมุทรสงคราม และ โรงพยาบาลชลบุรี ทั้งหมดนี้สามารถเผามูลฝอยได้ตามอัตราที่กำหนด

2) อัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอย (ภาพที่ 4.4) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

- เตาเผาที่มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยน้อยกว่า 0.30 ลิตรต่อชั่วโมง ได้แก่ โรงพยาบาลโรคทรวงอก โรงพยาบาลพุทธชินราช โรงพยาบาลหาดใหญ่ และ โรงพยาบาลชลบุรี ทั้งหมดนี้สามารถเผามูลฝอยได้ตามอัตราที่กำหนด

- เตาเผา ที่มีอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อมูลฝอยมากกว่า 0.30 ลิตรต่อชั่วโมง ได้แก่ โรงพยาบาลสมุทรปราการ โรงพยาบาลขอนแก่น โรงพยาบาลกำแพงเพชร โรงพยาบาลมหาสารคาม นครราชสีมา และโรงพยาบาลสมุทรสงคราม

3) ร้อยละของเถ้าที่เกิดขึ้น (ภาพที่ 4-3) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่

- เตาเผาที่เกิดเฝ้าน้อยกว่า ร้อยละ 5 ได้แก่ โรงพยาบาลสมุทรปราการ โรงพยาบาลขอนแก่น โรงพยาบาลหาดใหญ่ และ โรงพยาบาลชลบุรี

- เตาเผาที่เกิดเฝ้ามากกว่า ร้อยละ 5 ได้แก่ โรงพยาบาลโรคทรวงอก โรงพยาบาลพุทธชินราช โรงพยาบาลกำแพงเพชร โรงพยาบาลสมุทรปราการ และโรงพยาบาลสมุทรสงคราม

4) สัดส่วนเวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอยกับเวลาที่ใช้เผามูลฝอยทั้งหมด (ภาพที่ 4-21) พบว่า สถานพยาบาลแต่ละแห่งใช้เวลาในการป้อนมูลฝอยตั้งแต่ร้อยละ 33.33 ถึง 78.90 ของเวลาที่ใช้เผา มูลฝอยทั้งหมด โดยมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 51.82 หมายถึง เวลาที่ใช้ป้อนมูลฝอยจนหมดใช้เวลาพอๆกับการเผามูลฝอยต่อจนเป็นเถ้า

ปัจจัยดังกล่าวจะพบว่า สถานพยาบาลที่เผามูลฝอยครั้งละมากๆ (40-100 กิโลกรัมต่อครั้ง) จะส่งผลให้มีการใช้เชื้อเพลิงมาก ได้แก่ โรงพยาบาลสมุทรปราการ โรงพยาบาลมหาสารคาม นครราชสีมา และ สถานพยาบาลที่เผามูลฝอยโดยป้อนมูลฝอยครั้งละ 20-40 กิโลกรัมต่อครั้ง นอกจากจะสามารถเผา มูลฝอยได้ตามที่กำหนดแล้ว ยังส่งผลต่อการใช้เชื้อเพลิงเพื่อเผามูลฝอย กล่าวคือจะลดค่าใช้จ่ายในการจัดการ มูลฝอยติดเชื้อลง โดยยังกำจัดมูลฝอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั้นแสดงว่าปริมาณฝุ่นที่ตรวจพบว่า เกินมาตรฐานนั้นมีสาเหตุจาก การเร่งป้อนมูลฝอยจำนวนมากในเวลาอันสั้นนั่นเอง

เมื่อนำค่าตัวแปรที่เกี่ยวของมาคำนวณหาค่าเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ (detention time) จากสมการในบทที่ 2 ผลดังตารางที่ 4-1 (บางสถานพยาบาลจะไม่แสดงผลเนื่องจากข้อมูลด้านอุณหภูมิห้องเผาไม่ถูกต้อง เนื่องจากเครื่องวัดอุณหภูมิทำงานไม่ปกติ)

ตารางที่ 4-1 เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ (detention time) ของห้องเผามูลฝอยและห้องเผาควันจากการคำนวณ

สถานพยาบาล	เวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ (detention time) : วินาที	
รพ.พุทธชินราช	0.70	0.40
รพ.ขอนแก่น	0.69	0.31
รพ.กำแพงเพชร	0.58	0.35
รพ.มหาสารคาม	0.65	0.35
รพ.สมุทรสงคราม	0.57	0.34
รพ.ชลบุรี	0.68	0.34
ค่าเฉลี่ย	0.65	0.35
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.05	0.03

จากตารางข้างต้นห้องเผาควันมีค่าเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ที่คำนวณได้ น้อยกว่าแบบที่กำหนดคือ ประมาณ 0.5 - 1.0 วินาที นั้นอาจแสดงถึงสาเหตุของการเกิดสารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ ฝุ่น คาร์บอนมอนนอกไซด์ และไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ สารมลพิษทางอากาศเหล่านี้จะต้องใช้เวลา และอุณหภูมิในห้องเผาที่เหมาะสมจึงจะทำการเผาไหม้สารเหล่านี้ให้สลายตัวหมดลงได้ ค่าเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ของห้องเผาควันของเตาเผาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 วินาที นั้นไม่เพียงพอที่จะสลายสารมลพิษดังกล่าวได้ทัน ข้อมูลนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจาก ค่าอุณหภูมิจากการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิใกล้ผนังเตาและมีเพียงจุดเดียวในแต่ละห้องเผา อาจไม่เป็นค่าที่แท้จริง รวมทั้งปริมาตรห้องเผาไม่ได้เป็นรูปทรงเรขาคณิต การหาค่าปริมาตรและพื้นที่หน้าตัดเพื่อใช้ในการคำนวณจึงเป็นค่าโดยประมาณ

หากต้องการเพิ่มค่าเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาเผาไหม้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเตาเผาควรลดอัตราการป้อนอากาศจากหัวเผาทั้งสอง เพื่อลดอัตราการไหลของก๊าซในห้องเผา และควบคุมอุณหภูมิของห้องเผาควันให้เหมาะสม รวมทั้งคำนึงถึงปริมาณออกซิเจนที่มากเกินไป (excess air) ซึ่งมีความสำคัญในการทำปฏิกิริยาเผาไหม้เช่นกัน