

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247955

ความแปรปรวนของความเข้มข้นฝุ่นและปริมาณแบคทีเรียในอากาศกับการระบอบอากาศ  
และกิจกรรมภายในห้องของโรงพยาบาลกลาง

นายธีรพงศ์ มีชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานศึกษาความหลังสูตรปฏิญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2553  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

600252703

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



247955

ความแปรปรวนของความเข้มข้นฝุ่นและปริมาณแบคทีเรียในอากาศกับการระบายอากาศ  
และกิจกรรมภายในห้องของโรงพยาบาลกลาง



นายธีรพงศ์ มีชิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2553  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 1 7 0 3 3 8 1 2 1

VARIABILITY OF PARTICULATE MATTER AND AIRBORNE BACTERIA WITH  
VENTILATION AND ROOM ACTIVITIES IN KLANG HOSPITAL

Mr. Teerawong Meechuen

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Environmental Engineering

Department of Environmental Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ความแปรปรวนของความเข้มข้นฝุ่นและปริมาณแบคทีเรีย  
ในอากาศกับการระบายอากาศและกิจกรรมภายในห้องของ  
โรงพยาบาลกลาง

โดย

นายธีรพงศ์ มีชีน

สาขาวิชา

วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์

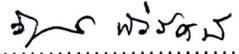
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทฉบับนี้

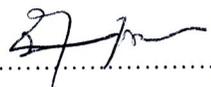
  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุธา ขาวเชียร)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์ลักษณะ ฟังรัมย์)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิสุทธิ เพ็ชรมนกุล)

  
..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. การดี ช่วยบำรุง)

ธีรวงศ์ มีชีน : ความแปรปรวนของความเข้มข้นฝุ่นและปริมาณแบคทีเรียในอากาศกับการระบายอากาศและกิจกรรมภายในห้องของโรงพยาบาลกลาง (VARIABILITY OF PARTICULATE MATTER AND AIRBORNE BACTERIA WITH VENTILATION AND ROOM ACTIVITIES IN KLANG HOSPITAL) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร. วิบูลย์ลักษณะ พิ้งรัมย์, 141 หน้า.

247955

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลกลาง ใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงฤดูฝน กันยายน 2552 และช่วงฤดูแล้ง กุมภาพันธ์ 2553 โดยได้จัดแบ่งห้องตามลักษณะกิจกรรมและระบบปรับอากาศ โดยการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน พร้อมกับเก็บตัวอย่างแบคทีเรียด้วยวิธี Impactor method บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Tryptic Soy Agar (TSA) สำหรับเชื้อแบคทีเรียทั่วไป และ Blood Agar (BA) สำหรับเชื้อแบคทีเรียชนิดย่อยสลายเม็ดเลือดแดง ตามวิธี NIOSH Method # 0801 วัดอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศด้วยวิธี Tracer technique (CO<sub>2</sub>) และทำการสำรวจปัจจัยต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ และความหนาแน่นของคนพบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน ภายในห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติสูงกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p=0.010$  และ  $p=0.030$ ) เนื่องจากเป็นห้องที่มีลักษณะเปิดทำให้ฝุ่นละอองจากภายนอกพัดพาเข้ามาภายในอาคาร และปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมากกว่าห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติและห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p=0.001$ )

เมื่อพิจารณาตามลักษณะกิจกรรมพบว่า ห้องพับผ้าซึ่งเป็นห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน สูงสุด  $48.5 \pm 37.5$  และ  $18.6 \pm 6.4$  มก./ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วนแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าเฉลี่ยแบคทีเรียรวมในอากาศและแบคทีเรียย่อยสลายเม็ดเลือดแดง ในกลุ่ม  $\beta$ -hemolysis และกลุ่ม  $\alpha$ -hemolysis สูงสุด  $1,337 \pm 880$ ,  $33 \pm 18$  และ  $16 \pm 14$  โคโลนี/ลบ.ม. ตามลำดับ ส่วน  $\gamma$ -hemolysis พบมากที่สุดที่กิจกรรมสาธารณสุขปโภค โดยที่บริเวณโรงครัวจะมี  $\gamma$ -hemolysis gram+ve cocci มากที่สุดมีค่า 121 โคโลนี/ลบ.ม. การศึกษานี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกับปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและแบคทีเรียย่อยสลายเม็ดเลือดแดงภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก

ภาควิชา..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.....

สาขาวิชา..... วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม.....

ปีการศึกษา..... 2553.....

ลายมือชื่อนิสิต..... ธีรวงศ์ มีชีน.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... Au Auu.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม..... ธีรวงศ์ มีชีน.....

# # 5170338121 : MAJOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING

KEYWORDS : INDOOR AIR QUALITY / PARTICULATE MATTER /AIRBORNE BACTERIA / VENTILATION / KLANG HOSPITAL

TEERAWONG MEECHUEN : VARIABILITY OF PARTICULATE MATTER AND AIRBORNE BACTERIA WITH VENTILATION AND ROOM ACTIVITIES IN KLANG HOSPITAL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. WONGPUN LIMPASENI, THESIS CO-ADVISOR : ASST.PROF. WIBOONLUK PUNGRASMI, Ph.D., 141 pp.

247955

The objective of this research was to study indoor air quality of Klang Hospital during rainy season (August, 2009) and dry season (February, 2010). The rooms were classified by activities and ventilation systems. PM10 and PM2.5 were measured and bacteria were also investigated using impactor method contained with Tryptic Soy Agar (TSA) and Blood Agar (BA) for identifying total bacteria and hemolytic bacteria, respectively, in accordance with NIOSH Method #0801. Air exchange rate was measured by Tracer technique (CO<sub>2</sub>) and indoor air quality; temperature, humidity, wind velocity and population density were also measured. The results revealed that the PM10 and PM2.5 concentrations in naturally ventilated-rooms were significantly higher than air conditioning rooms at 95% confidence limit (p= 0.010 and p=0.030) because the naturally ventilated-rooms were affected by outside air. and also found that total bacteria in split type air conditioning room were significantly higher than in the naturally ventilated- room and central air conditioning room significantly at 95% confidence limit (p=0.001)

When considering activities, highest PM10 and PM2.5 concentrations were found in laundry room with the average value of 48.5±37.5 and 18.6±6.4 µg/m<sup>3</sup> respectively. Total bacteria, β-hemolysis and α-hemolysis bacteria were found in the Out-Patient Department with the average value of 1,337±880, 33±18 and 16±14 CFU/m<sup>3</sup>. On the other hand, the highest γ-hemolysis was found in utilities department (kitchen) with value of 121 CFU/m<sup>3</sup>. In addition, there was a correlation between PM10 concentration, total bacteria and hemolysis bacteria in split-type air conditioning room.

Department: ..... Environmental Engineering ..... Student's Signature ..... *Teerawong Meechuen* .....  
 Field of Study : ..... Environmental Engineering ..... Advisor's Signature ..... *Wongpun Limpaseni* .....  
 Academic Year : 2010 ..... Co-Advisor's Signature ..... *Wiboonluk P.* .....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ ข้อแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน ตลอดจนให้กำลังใจและสนับสนุนทุนในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ตลอดมา และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์ลักษณะ พิ้งรัมย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษาและคำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุธา ขาวเขียว ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภารดี ช่วยบำรุง และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิสุทธิ เพ็ชรมนกุล ที่กรุณาใช้เวลาในการสอบวิทยานิพนธ์นี้และให้คำแนะนำอันเป็นแนวทางที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรของโรงพยาบาลกลางที่ช่วยแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างจนกระทั่งสำเร็จมาด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ และกรมอุตุนิยมวิทยาสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย รวมทั้งการให้ความรู้และการแนะนำในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นพี่ รุ่นน้องที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ แนะนำและให้ความรู้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ช่วยส่งเสริมสนับสนุนในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจ จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฌ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร.....	5
2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษในอากาศ.....	5
2.3 ผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อาศัยในอาคาร.....	7
2.4 การแก้ปัญหามลพิษในอาคาร.....	8
2.5 ฝุ่นละอองในอากาศ.....	14
2.6 แบคทีเรีย.....	16
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	34
3.1 สถานที่สำหรับการเก็บตัวอย่างและจุดเก็บตัวอย่าง.....	35
3.2 ลักษณะกลุ่มงานแต่ละกิจกรรมในโรงพยาบาลกลาง.....	42
3.3 จุดเก็บตัวอย่างในห้อง.....	50
3.4 ระยะเวลาที่ทำการศึกษา.....	50
3.5 อุปกรณ์ในงานวิจัย.....	50
3.6 อาหารเลี้ยงเชื้อ.....	51
3.7 สารเคมี.....	51

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดและแหล่งกำเนิดของมลพิษอากาศภายในอาคาร.....	6
2.2 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร.....	10
2.3 อัตราการไหลของอากาศเข้าสู่อาคารในห้องลักษณะต่างๆ ในโรงพยาบาลตาม มาตรฐาน ASHRAE Standard 62-1989.....	11
2.4 อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องสำหรับห้องต่างๆ ในโรงพยาบาล.....	12
2.5 โรคติดเชื้อจากจุลินทรีย์ในอากาศที่สำคัญต่อมนุษย์.....	23
2.6 เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในการศึกษากับเกณฑ์แนะนำของ WHO.....	29
2.7 ปริมาณแบคทีเรียในสถานที่ต่างๆ.....	31
2.8 มาตรฐานความปลอดภัยของแบคทีเรียในอากาศในประเทศโซเวียตเซีย.....	31
2.9 มาตรฐานความปลอดภัยของแบคทีเรียในอากาศในประเทศญี่ปุ่น.....	32
3.1 รายชื่อจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร โรงพยาบาลกลาง.....	35
3.2 ตัวแปรในงานวิจัย.....	60
4.1 รายงานสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาบริเวณศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร.....	61
4.2 ปัจจัยทางกายภาพจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายใน โรงพยาบาล.....	63
4.3 อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจำแนกตามลักษณะระบบระบายอากาศภายใน โรงพยาบาล.....	65
4.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการระบายอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรม ภายในโรงพยาบาล.....	66
4.5 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน (PM 10 และ PM 2.5) บริเวณภายในและภายนอกอาคารของโรงพยาบาล.....	67
4.6 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จำแนกตามฤดูกาล บริเวณริมถนน สถานีตรวจวัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	67
4.7 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน (PM 10 และ PM 2.5) จำแนกตามระบบปรับอากาศ.....	69
4.8 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน (PM 10 และ PM 2.5) จำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายในโรงพยาบาล.....	70

ตารางที่	หน้า
4.9 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศ.....	71
4.10 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรม ภายในโรงพยาบาล.....	73
4.11 ชนิดเชื้อแบคทีเรียจำแนกตามลักษณะระบบปรับอากาศ.....	75
4.12 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายใน โรงพยาบาล.....	76
4.13 สรุปรามิเตอร์ด้านคุณภาพอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศ.....	83
4.14 สรุปรามิเตอร์ด้านคุณภาพอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะ กิจกรรม.....	84
4.15 สรุปลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียภายในห้องที่ใช้ระบบ ปรับอากาศแบบแยก.....	86
ก.1 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (บริหารงานทั่วไป).....	96
ก.2 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (แผนกผู้ป่วยนอก).....	100
ก.3 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (แผนกผู้ป่วยใน).....	104
ก.4 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (ฝ่ายบริการทางการแพทย์).....	108
ก.5 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (ห้องพักรักษา).....	112
ก.6 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (ห้องพักรักษา).....	114
ก.7 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (ฝ่ายสาธารณสุขโรค).....	117
ข.1 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณริม ถนนสถานีตรวจวัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	119
ค.1 รายงานสภาพอากาศบริเวณศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร เดือนกันยายน 2552.....	121
ค.2 รายงานสภาพอากาศบริเวณศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร เดือนกุมภาพันธ์ 2553.....	123
ง.3 ผลการแยกชนิดเชื้อแบคทีเรีย.....	126

บทที่	หน้า
3.8 วิธีการทดลอง.....	52
3.9 การวิเคราะห์ผลการศึกษา.....	58
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	61
4.1 ผลการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพภายในโรงพยาบาล.....	61
4.2 ผลการตรวจวัดอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในโรงพยาบาล.....	64
4.3 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในโรงพยาบาล.....	66
4.4 ผลการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศภายในโรงพยาบาล.....	71
4.5 ผลการศึกษาชนิดเชื้อแบคทีเรียในโรงพยาบาล.....	73
4.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นฝุ่นละออง.....	78
4.7 ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ.....	80
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	86
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	86
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	88
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับโรงพยาบาล.....	88
รายการอ้างอิง.....	89
ภาคผนวก.....	94
ภาคผนวก ก. ข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาล.....	95
ภาคผนวก ข. ข้อมูลคุณภาพฝุ่นละออง.....	118
ภาคผนวก ค. ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย.....	120
ภาคผนวก ง. ข้อมูลชนิดเชื้อแบคทีเรีย.....	125
ภาคผนวก จ. กราฟปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองและปริมาณแบคทีเรีย	129
ภาคผนวก ฉ. อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้และการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	138
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	141

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า	
3.1	แผนภูมิการดำเนินงานวิจัย.....	34
3.2	บริหารงานทั่วไป.....	42
3.3	แผนกผู้ป่วยนอก.....	43
3.4	แผนกผู้ป่วยใน.....	44
3.5	ฝ่ายบริการทางการแพทย์.....	45
3.6	ห้องพักแพทย์.....	46
3.7	ห้องพักพยาบาล.....	47
3.8	สาธารณูปโภค.....	48
3.9	ภายนอกอาคาร.....	49
3.10	ตัวอย่างห้อง (ตึกอนุสรณ์ 100 ปี ชั้นที่ 19 ฝ่ายสำนักงานบริหารกลาง ห้องโถงหน้า ห้อง ผอ.).....	50
3.11	เครื่องวัดความเข้มข้นฝุ่นแบบ Real time: Portable Dust Monitoring.....	52
3.12	เครื่องเก็บตัวอย่างแบบที่เรียกชนิดแบบขั้นเดียว (Single stage impactor).....	53
3.13	เครื่องวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Q <sup>TM</sup> -Trak Model 7565).....	56
3.14	ตัวอย่างความผันแปรของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับเวลา.....	57
3.15	เครื่องวัดความเร็วลม ชนิด hot-wire anemometer (TSI, Inc., model 9555).....	58
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและแบคทีเรียย่อยสลายเม็ด เลือดแดงกับความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก.....	80
จ.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองและความหนาแน่นของคนภายในห้อง ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก.....	130
จ.2	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองและความหนาแน่นของคนภายในห้อง ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวม.....	130
จ.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองและความหนาแน่นของคนภายในห้อง ที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ.....	130
จ.4	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองและความเร็วลมภายในห้องที่ใช้ระบบ ปรับอากาศแบบแยก.....	131



รูปที่		หน้า
จ.20	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวม.....	136
จ.21	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ.....	136
จ.22	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก.....	137
จ.23	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวม.....	137
จ.24	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ.....	137