

นัทธมน แสนพันธุ์ : การศึกษาคุณภาพอากาศในพื้นที่ให้บริการทางเทคนิคการแพทย์
ของโรงพยาบาลขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง (INDOOR AIR QUALITY IN MEDICAL SERVICE AREAS OF
A TERTIARY HOSPITAL)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์สิทธิ์ บุญรักษา, 123 หน้า

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศในอาคาร/พื้นที่เทคนิคการแพทย์/การจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

โรงพยาบาลเป็นสถานบริการทางการแพทย์ที่มีหลายกิจกรรมส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร รวมถึงการให้บริการทางเทคนิคการแพทย์ ที่มีการเจาะเลือด เก็บสิ่งส่งตรวจ และสารคัดหลั่งจากผู้ป่วยเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมี กิจกรรมดังกล่าวอาจทำให้มีโอกาสรับสัมผัสมลพิษทางอากาศเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของบุคลากรและผู้รับบริการ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่ ภาวะสบายเชิงความร้อน (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศ) และสารปนเปื้อนในอากาศ ($PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, CO_2 , HCHO, TVOCs แบคทีเรีย และเชื้อรา) ในบริเวณพื้นที่ทางเทคนิคการแพทย์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์อาคาร A (ห้องเก็บสิ่งส่งตรวจและห้องปฏิบัติการอยู่บริเวณเดียวกัน) และอาคาร B (ห้องเก็บสิ่งส่งตรวจและห้องปฏิบัติการแยกพื้นที่กัน) ศึกษาปัจจัยที่ความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศในอาคาร และเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยใช้แบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

ผลการศึกษาพบว่า ภาวะสบายเชิงความร้อนภายในพื้นที่ให้บริการทางเทคนิคการแพทย์อยู่ในเกณฑ์แนะนำของกรมอนามัย ยกเว้น ห้องเก็บสิ่งส่งตรวจอาคาร B ที่มีอุณหภูมิเย็นกว่าคำแนะนำ พื้นที่เทคนิคการแพทย์ทั้งสองอาคารมีค่าเฉลี่ยของอนุภาค $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีค่าเกินเกณฑ์แนะนำ ($PM_{2.5} < 25 \mu g/m^3$ และ $PM_{10} < 50 \mu g/m^3$) ขณะที่ CO, CO_2 และ HCHO อยู่ในเกณฑ์แนะนำทุกพื้นที่ แต่ TVOCs มีค่าเกินเกณฑ์แนะนำ ($< 1,000$ ppb) ทุกพื้นที่ สำหรับจุลชีพในอากาศพบว่ามีปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์แนะนำ (< 500 CFU/ m^3) พบความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพอากาศในอาคารอยู่ในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ $PM_{2.5}$ กับ PM_{10} ($r_s > 0.99$) และ CO_2 กับ HCHO ($r_s > 0.72$) และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศในอาคาร ได้แก่ ระบบระบายอากาศ ลักษณะการให้บริการ การจัดพื้นที่การให้บริการทางเทคนิคการแพทย์ โดยภาวะสบายเชิงความร้อนและสารปนเปื้อนในอากาศในห้องที่มีระบบระบายอากาศแบบ HVAC จะมีค่าน้อยกว่าห้องที่ใช้ระบบระบายอากาศแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ปริมาณ CO_2 และ HCHO มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนผู้รับบริการ ผลการจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณแสดงให้เห็นว่าภายในพื้นที่ให้บริการทางเทคนิคการแพทย์ในอาคาร A มีการไหลของอากาศจากห้องเก็บสิ่งส่งตรวจผ่านช่องเปิดต่าง ๆ เช่น ช่องยื่นสิ่งส่งตรวจ และประตูที่

เปิดค้างไว้ ไปยังห้องปฏิบัติการได้ การกระจายตัวของอากาศเป็นแบบไม่เป็นระเบียบและอัตราการเปลี่ยนอากาศของห้องเก็บสิ่งส่งตรวจ (0.02 Ac/hr) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์แนะนำของ ASHRAE

ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพอากาศในพื้นที่ให้บริการทางเทคนิคการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในห้องเก็บสิ่งส่งตรวจอาคาร A โดยอาศัยหลักการแบ่งแยกระหว่างพื้นที่สะอาด กับพื้นที่สกปรก การเพิ่มอัตราการระบายอากาศที่อัตราการไหล 1.2 m³/s เพื่อให้ได้ค่าอัตราการเปลี่ยนอากาศที่ 6 Ac/hr และเพิ่มจำนวนและจัดตำแหน่งของช่องอากาศเข้าและช่องอากาศออกให้เหมาะสมเพื่อให้มีการกระจายตัวของอากาศภายในห้องอย่างมีระเบียบ โดยใช้การสร้างแบบจำลอง พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ส่วนในส่วนอาคาร B ควรตรวจสอบแผ่นกรองของระบบ HVAC และ ตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ รวมทั้งควรติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะเพิ่มเติมบริเวณจุดย้อมสีสไลด์ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของ TVOCs นอกจากนี้การทำความสะอาดภายในอาคาร A และ B ควรใช้การดูดฝุ่นแทนการกวาด เพื่อลดการฟุ้งกระจายของอนุภาคในอากาศระหว่างการทำความสะอาด

สาขาวิชาอาชีวอนามัย ความปลอดภัย

และสิ่งแวดล้อม

ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

NATTAMON SANPUNTREE: INDOOR AIR QUALITY IN MEDICAL SERVICE AREAS OF A
TERTIARY HOSPITAL

THESIS ADVISOR: ASST. PROF. PONGSIT BOONRUKSA, Sc.D., 123 PP.

Keywords: Indoor Air Quality / Medical Technical Area / Computational Fluid
Dynamics Simulation

Hospitals are medical facilities with many activities that affect indoor air quality, including technical medical services. The service involves drawing blood, collecting specimens and secretions from patients for laboratory analysis with various chemicals. The activities may expose patients and medical staff to air contaminants through the respiratory system; it could affect their health.

This study aimed to investigate indoor air quality, including thermal comfort (temperature, relative humidity, and air movement) and airborne contaminants ($PM_{2.5}$, PM_{10} , CO, CO_2 , HCHO, TVOCs, bacteria, and fungi) in two medical technology areas: Building A (specimen storage and laboratories in the same area) and Building B (specimen storage and laboratories in separate areas). Factors correlated with indoor air quality were also examined. Recommendations for indoor air quality improvement were proposed using computational fluid dynamics (CFD) modeling.

The study revealed that the thermal comfort within all medical technology service areas met the recommendation of the Department of Health, except for the specimen submission room in Building B, which was cooler than the recommended value. Both medical technology buildings had average $PM_{2.5}$ and PM_{10} higher than the recommendation ($PM_{2.5} < 25 \mu g/m^3$ and $PM_{10} < 50 \mu g/m^3$). The average levels of CO, CO_2 , and HCHO met the recommendation in all areas, but TVOCs exceeded the recommended value ($< 1,000$ ppb) in all areas. For bioaerosols, average concentration of bacteria and fungi met recommendations (< 500 CFU/ m^3). Statistically significant strong correlations were found between $PM_{2.5}$ and PM_{10} ($r_s > 0.99$) and CO_2 and HCHO ($r_s > 0.72$). Factors related to indoor air quality were ventilation system, service type and area arrangement of the medical technical services. Thermal comfort and airborne contaminants in rooms with HVAC systems were significantly lower than in rooms with general ventilation systems. The concentration of CO_2 and HCHO tended to increase with the number of patients. CFD simulations showed turbulent airflow in Building A.

The airflow from the specimen collection room traversed multiple apertures, including specimen submission slots and open doorways to the laboratories. Air exchange rate in the specimen collection room (0.02 Ac/hr) was also below the ASHRAE recommended limit.

Therefore, indoor air quality in medical technical service areas, particularly in the specimen storage room of Building A, should be improved. Based on the principle of separation between clean and dirty areas, air change rate, and laminar airflow, mechanical ventilation should be implemented with a flow rate of 1.2 m³/s to attain an air exchange rate of 6 Ac/hr. The number and positioning of air inlets and outlets should be optimized to ensure orderly air distribution throughout the room. This recommendation was executed using CFD simulations. In Building B, the HVAC system filters should be inspected, and the efficiency of the local exhaust ventilation system should be assessed. In the area where slides are stained, a source of TVOCs, it is necessary to implement additional localized ventilation. Furthermore, vacuuming should be used instead of sweeping during the cleaning of Buildings A and B to reduce airborne particle dispersion.

School of Occupational Health, Safety
and Environment

Academic Year 2025

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....