



กองวิศวกรรมการแพทย์
Medical Engineering Division



จัดทำโดย

กลุ่มส่งเสริมมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

คำนำ

จากปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งทางตรง และทางอ้อม การแพร่กระจายเชื้อโรคในผู้ป่วยโรคติดต่อทางเดินหายใจที่วิกฤติมารับบริการห้องฉุกเฉิน (Emergency room) ของสถานพยาบาลไม่สามารถคัดกรองผู้ป่วย เกิดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อโรคที่ติดต่อได้จากการหายใจและการสัมผัส ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพบุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาล

เพื่อส่งเสริมการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล (Prevention of infection) ให้อยู่ในวงจำกัด ป้องกันมิให้เชื้อจากผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อหรือผู้ที่มีเชื้ออยู่แต่ไม่ปรากฏอาการ (Carrier หรือ colonized) แพร่เชื้อไปสู่ผู้อื่น จึงได้จัดทำต้นแบบตู้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา (Respiratory Disease Control) โดยใช้หลักการในการระบายอากาศผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) ของชุดพัดลมกรองอากาศ (Fan filter unit) เพื่อกรองอนุภาคในอากาศ และทำลายเชื้อด้วยแสง “UVGI” (Ultraviolet Germicidal Irradiation) เพื่อฆ่าและทำลายเชื้อโรค ป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อในการบริการผู้ป่วยของสถานพยาบาลที่เน้นความปลอดภัย และลดความเสี่ยงการติดเชื้อจากผู้ป่วย

การจัดทำต้นแบบตู้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา ที่จัดทำขึ้นนี้ งานวิศวกรรมระบบ กลุ่มมาตรฐานด้านวิศวกรรมการแพทย์และสาธารณสุข ๔ ซึ่งมีหน้าที่ให้การส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพการให้บริการของสถานพยาบาลให้มีความปลอดภัยในการบริการ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าต้นแบบตู้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา ที่จัดทำขึ้นนี้จะประโยชน์ให้สถานพยาบาลนำไปใช้ควบคุมป้องกันลดความเสี่ยงการติดเชื้อทางอากาศได้อย่างเหมาะสม

คณะทำงานโครงการจัดทำต้นแบบตู้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา ขอขอบคุณผู้บริหารกองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ สถานพยาบาลที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบประเมินตลอดจนคณะทำงาน และผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินงานจนแล้วเสร็จ ไว้ ณ โอกาสนี้

มนัส รัตนสุวรรณ

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
บทที่ ๑ บทนำ	
หลักการและเหตุผล	๑
วัตถุประสงค์	๑
ขอบเขตของโครงการ	๒
ประโยชน์ที่จะได้รับ	๒
บทที่ ๒ ทฤษฎี	
การป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อในโรงพยาบาล	๓
หลักวิชาการออกแบบ	๕
การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ	๕
แผงกรองอากาศ	๖
การใช้หลอดอัลตราไวโอเล็ต UV (Ultraviolet)	๗
บทที่ ๓ วิธีดำเนินการ	
๓.๑ ขั้นตอนดำเนินงาน	๑๓
๓.๒ จัดทำโครงการและแผนการดำเนินงาน	๑๓
๓.๓ แต่งตั้งคณะทำงาน	๑๓
๓.๔ แนวทางออกแบบ/จัดหาวัสดุอุปกรณ์	๑๔
๓.๕ วิธีการตรวจวัดอัตราการระบายอากาศ	๑๕
๓.๖ โครงสร้างส่วนประกอบ	๑๘
๓.๗ หลักเกณฑ์สำคัญระบบระบายอากาศ	๒๓
๓.๘ ระบบไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์	๒๓
บทที่ ๔ การทดสอบประสิทธิภาพ	
๔.๑ การทดสอบประสิทธิภาพการกรองอากาศและระบายอากาศ	๒๔
๔.๒ การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน	๒๕
บทที่ ๕ สรุปผล	
สรุปผลการดำเนินงาน	๓๐
การบำรุงรักษา	๓๑
มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง	๓๒
ภาคผนวก	๓๓
คณะผู้ดำเนินโครงการ	๓๓

บทที่ ๑

บทนำ

ต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ (Respiratory Disease Control)

มนัส รัตนสุวรรณ

งานวิศวกรรมระบบ กลุ่มมาตรฐานด้านวิศวกรรมการแพทย์๔

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

หลักการและเหตุผล

ปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีอาการหอบร่วมด้วย จำเป็นต้องรักษาด้วยการพ่นยาทางฝอยละออง เกิดความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อโรคที่ติดต่อกับจากการหายใจและการสัมผัส ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพบุคลากรที่ปฏิบัติงานในสถานพยาบาล ดังนั้นการรักษาโดยพ่นยาอย่างถูกต้องจะช่วยให้การดูแลผู้ป่วยมีประสิทธิภาพ และการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ (Prevention of infection) เพื่อป้องกันมิให้เชื้อจากผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อหรือผู้ที่มีเชื้ออยู่แต่ไม่ปรากฏอาการแพร่เชื้อไปสู่ผู้อื่น

จากปัญหาดังกล่าว การควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล งานวิศวกรรมระบบ กลุ่มมาตรฐานด้านวิศวกรรมการแพทย์และสาธารณสุข๔ ได้มองเห็นปัญหาการคัดกรองผู้ป่วย จึงได้จัดทำต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ (Respiratory Disease Control) เพื่อส่งเสริมการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล โดยใช้หลักการระบายอากาศผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) และทำลายเชื้อด้วยแสง “UVGI” (Ultraviolet Germicidal Irradiation) หรือ ระบบการใช้แสงยูวีที่มีความเข้มข้นสูงพิเศษ (Germicidal Range) เพื่อฆ่าและทำลายเชื้อโรค ภายในตัวควบคุมจะมีความดันอากาศต่ำกว่าภายนอก (Negative pressure) เพื่อควบคุมการไหลของอากาศ ป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อในการบริการผู้ป่วย ที่เน้นความปลอดภัยและลดความเสี่ยงการติดเชื้อ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

๑. จัดทำต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ
๒. ส่งเสริมการควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล
๓. สร้างเสริมความเชื่อมั่นในมาตรการ การควบคุมและป้องกันโรคในสถานพยาบาล
๔. เพื่อพัฒนาชุดควบคุมการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศให้ได้มาตรฐาน และใช้งานได้อย่างปลอดภัย
๕. เพื่อให้สถานพยาบาลสามารถนำต้นแบบฯ ไปประยุกต์ใช้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ

ขอบเขตของโครงการ/พื้นที่เป้าหมาย/กลุ่มเป้าหมาย

นำต้นแบบผู้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ 1 ชุด สู่การทดลองใช้กับสถานพยาบาลภาครัฐ
จำนวน 5 แห่ง ทั่วประเทศ

ผลผลิต/ผลลัพธ์ของโครงการ

ผลงานนวัตกรรมทางการแพทย์ที่ได้รับการพิจารณา ถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง

ตัวชี้วัดความสำเร็จของโครงการ/เป้าหมาย

จำนวนนวัตกรรมต้นแบบ 1 เรื่อง

ประโยชน์ที่จะได้รับ

๑. ป้องกันการติดเชื้อขณะปฏิบัติงาน
๒. ลดความเสี่ยงจากการแพร่กระจายเชื้อของผู้ป่วย ในสถานพยาบาล
๓. สามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ
๔. สร้างเสริมความเชื่อมั่นในมาตรการการควบคุมและป้องกันโรค
๕. พัฒนาระบบการคัดกรองโรคติดต่อทางเดินหายใจ ในสถานพยาบาล
๖. ได้ต้นแบบฯ ไปประยุกต์ใช้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ

บทที่ ๒

ทฤษฎี

การป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อในโรงพยาบาล(Isolation precautions)

การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ (Isolation precautions) หมายถึงการปฏิบัติเพื่อป้องกันมิให้เชื้อจุลชีพจากผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อหรือผู้ที่มีเชื้ออยู่แต่ไม่ปรากฏอาการ (Carrier หรือ colonized) แพร่ไปสู่ผู้ป่วยอื่น สัตว์ บุคลากร หรือญาติผู้ป่วย การป้องกันการแพร่กระจายเชื้ออาจทำได้หลายวิธี ได้แก่ การแยกผู้ป่วย การทำความสะอาดมือ การทำลายเชื้อบนวัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์ ด้วยวิธีการที่เหมาะสม เป็นต้น ในกรณีที่ผู้ป่วยสามารถแพร่กระจายเชื้อสู่ผู้อื่น สัตว์ บุคลากรและญาติ มีความจำเป็นต้องแยกผู้ป่วยอย่างเหมาะสม เนื่องจากการแยกผู้ป่วยอาจทำให้เกิดความไม่สะดวกในการให้การพยาบาล ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ในบางกรณีอาจก่อให้เกิดปัญหาทางด้านจิตใจแก่ผู้ป่วยโดยเฉพาะผู้ป่วยเด็ก การเลือกวิธีแยกที่เหมาะสมจะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และสามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการแพร่กระจายเชื้อ มี ๓ วิธี

๑. การแพร่กระจายเชื้อโดยการสัมผัส (Contact transmission) แบ่งออกเป็นสองวิธีคือ
 - การสัมผัสทางตรง (Direct contact transmission)
 - การสัมผัสทางอ้อม (Indirect contact transmission)
๒. การแพร่กระจายเชื้อโดยละอองฝอยน้ำมูกน้ำลาย (Droplet transmission)
๓. การแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (Airborne transmission)

➤ Contact precautions

เป็นวิธีการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคที่ติดต่อได้โดยการสัมผัสทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ Infectious diarrhea, Infectious wound, Abscess, Viral hemorrhagic infections, Lice, Scabies รวมทั้งเชื้อที่ต้องมีทั้ง Airborne และ Contract precautions เช่น โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (SARS) โรคไข้หวัดนก (Avian Influenza) และโรคสุกใส ไข้หวัดใหญ่รวมทั้งผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อหรือ Colonization ของเชื้อที่ดื้อยา เช่น Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) และเชื้อ Multidrug-resistant gram negative bacilli (MDR-GNB) เป็นต้น

➤ Droplet precautions

เป็นวิธีการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคจากละอองฝอย เสมหะ ที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน นอกจากนี้ยังติดต่อจากการสัมผัส เยื่อบุตา เยื่อบุปากและจมูก ได้แก่ หัดเยอรมัน (Rubella) คางทูม (Mumps) ไอกรน (Pertussis) ไข้หวัดใหญ่ (Influenza) ไข้กาฬหลังแอ่น (Meningococcal infection) เป็นต้น

➤ Airborne precautions

เป็นวิธีการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคที่แพร่ทางอากาศที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน ได้แก่ วัณโรค (TB) หัด (Measles) สุกใส (Chickenpox) งูสวัดและเริมแบบแพร่กระจาย (Disseminated herpes zoster and Disseminated herpes simplex ในกลุ่มผู้ป่วยภูมิคุ้มกันบกพร่อง) โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (Severe Acute Respiratory Syndrome ; SARS) และ โรคไข้หวัดนก (Avian Influenza) ซึ่งโรค 2 ชนิดหลังนี้ต้องมีการปฏิบัติตามหลัก Contact precautions ร่วมด้วย

การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาล

หลักการสำคัญในการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรคในสถานพยาบาลซึ่งโดยทั่วไปใช้หลักการเดียวกับการควบคุมวัณโรคในสถานพยาบาล ซึ่งมี 3 ประการ ดังนี้

๑. การบริหารจัดการภายในสถานพยาบาล (Administrative Controls)
๒. การควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environmental Controls)
๓. การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Respiratory - Protection Controls)

การควบคุมคุณภาพอากาศ (Air Quality Control)

การควบคุมคุณภาพอากาศเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางอากาศภายในสถานพยาบาลมีแนวทางการคำนวณออกแบบและข้อกำหนดต่างๆ หลายประการขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ต้องการควบคุม แต่สามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทางหลักได้ดังนี้

๑. ป้องกันการติดเชื้อทางอากาศสู่ผู้ป่วย
๒. ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากผู้ป่วย

ทั้งนี้ในรายละเอียดต่างๆ ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเน้นไปยังการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากผู้ป่วย โดยมีแนวทางหลักวิชาการออกแบบ เบื้องต้นดังต่อไปนี้

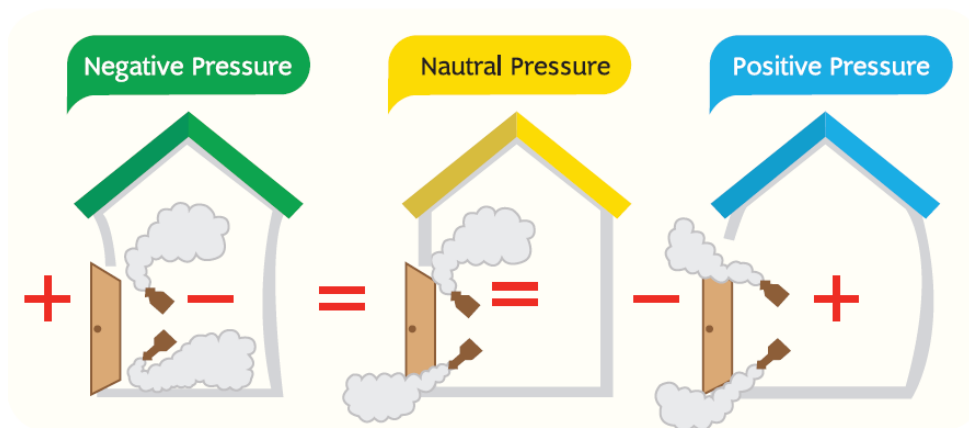
หลักวิชาการออกแบบ

๑. การเติมอากาศจากภายนอก

การเติมอากาศด้วยอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก จะช่วยลดความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนในอากาศภายในห้อง ทั้งนี้ ตำแหน่งรับอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกต้องกำหนดในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย เพื่อให้มั่นใจว่าอากาศจากภายนอกที่จะเติมเข้าสู่ภายในห้องปราศจากสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ

๒. การควบคุมแรงดันระหว่างพื้นที่

ทิศทางการไหลของอากาศจะแปรผันตามแรงดันของอากาศภายในพื้นที่แต่ละแห่ง การกำหนดความแตกต่างของแรงดันอากาศของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการควบคุมคุณภาพอากาศให้เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ



๓. การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ

ในกรณีที่ผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ ต้องกำหนดตำแหน่งจ่ายอากาศจากพื้นที่โดยรอบห้อง เพื่อให้อากาศไหลผ่านบุคลากรทางการแพทย์ก่อนระบายอากาศออกจากห้องที่ผนังด้านหัวเตียงผู้ป่วย จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อทางอากาศได้เป็นอย่างดี หากภายในพื้นที่ควบคุมมีผู้ป่วยหลายเตียง ต้องคำนึงถึงตำแหน่งและพื้นที่ที่ต้องใช้ในการให้บริการทางการแพทย์ให้เหมาะสมด้วย



๔. แผงกรองอากาศ

แผงกรองอากาศในปัจจุบันที่มีให้เลือกใช้งานมีหลากหลายวัสดุอุปกรณ์ซึ่งแต่ละชนิดของวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นแผงกรองอากาศนั้น จะมีความสามารถในการกรองอนุภาคในอากาศไม่เท่ากัน มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน และมีความเหมาะสมต่อการใช้งานไม่เหมือนกันปัจจุบันมาตรฐานและแนวทางจากหลายหน่วยงานแนะนำให้ใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High - Efficiency Particulate Air Filter; HEPA Filter) หรือแผงกรองอากาศแบบ Ultralow – Penetration Air Filter (ULPA) เพื่อกรองสิ่งปนเปื้อนและเชื้อโรคในอากาศ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศได้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในปัจจุบัน



แผงกรองอากาศประเภทต่าง ๆ ที่เลือกใช้งานในระบบปรับอากาศนั้น จะมีได้มีกำหนดหมดอายุหรือสิ้นสภาพใช้งานที่ชัดเจน แผงกรองอากาศต่าง ๆ จะใช้งานได้นานแค่ไหน ขึ้นอยู่ปริมาณฝุ่นละอองหรืออนุภาคในอากาศที่นำแผงกรองอากาศไปใช้งาน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแผงกรองอากาศที่เลือกใช้ และอัตราการไหลของอากาศผ่านแผงกรองอากาศ โดยปกติการใช้งานแผงกรองอากาศจะต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงดันตกคร่อมแผงกรองอากาศเพื่อคอยตรวจสอบสภาพใช้งานของแผงกรองอากาศ เรียกว่า Differential Pressure Transmitter



ทั้งนี้แผงกรองอากาศแต่ละประเภท แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีค่าแรงดันตกคร่อมแผงกรองอากาศที่แสดงว่าแผงกรองอากาศเสื่อมสภาพใช้งานไม่เท่ากัน ผู้ใช้งานควรตรวจสอบแผงกรองอากาศแต่ละประเภทที่นำมาใช้งานให้ครบถ้วนเพื่อคงประสิทธิภาพในการกรองสิ่งปนเปื้อนในอากาศของระบบปรับอากาศให้สมบูรณ์ มิเช่นนั้นอาจเป็นผลทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อทางอากาศสูงขึ้น

ตารางอัตราการนำเข้าอากาศภายนอก อัตราการหมุนเวียนอากาศภายใน และความดันสัมพัทธ์

ที่	สถานที่	Intake Air Outdoor Air (ACH)	Exhaust Air	Pressure
1.	ห้องผ่าตัด	5	25	P+
2.	ห้องคลอด	5	25	P+
3.	ห้องNursery	5	12	P+
4.	ห้องICU	2	6	P+
5.	ห้องตรวจ	2	6	P+
6.	ห้องER	5	12	P+
7.	บริเวณรอตรวจ OPD	2	12	P-
8.	ห้องพักผู้ป่วย	2	6	P+
9.	ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อ	2	12	P-
10.	ห้องแยกผู้ป่วยปลอดภัย	2	12	P+
11.	ห้องLab	2	6	P-
12.	ห้องชันสูตร	2	12	P-

Intake Air (ACH) อัตราการนำเข้าอากาศภายนอกไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

Exhaust Air อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

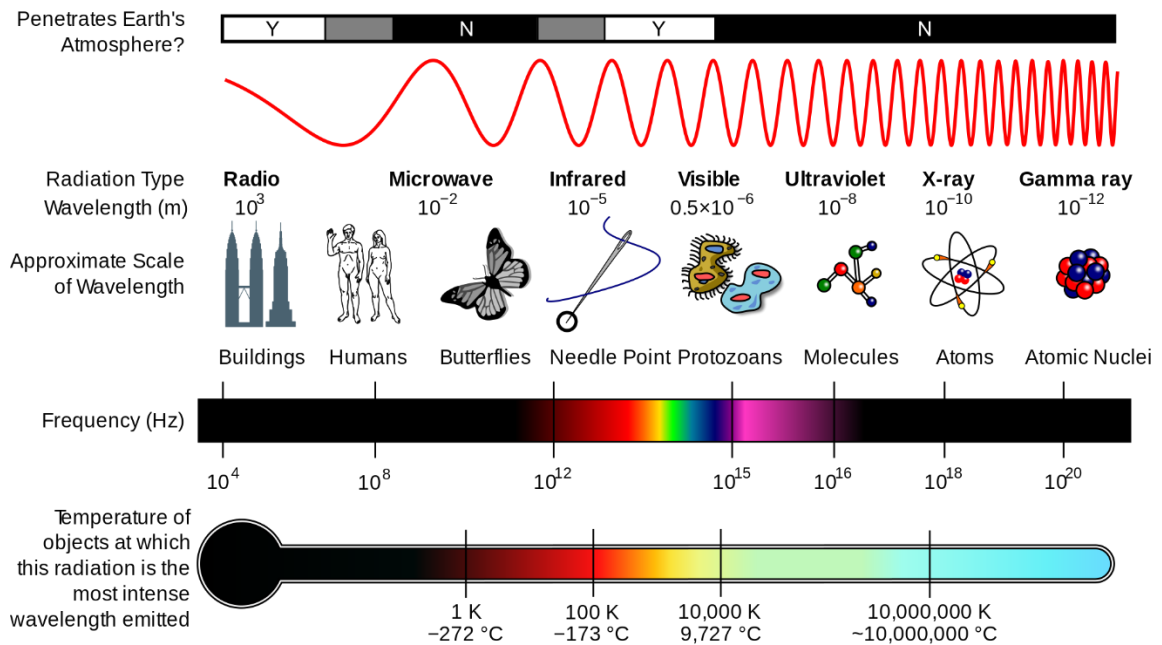
Pressure ความดันสัมพัทธ์กับพื้นที่ข้างเคียง

P+ ความดันสัมพัทธ์สูงกว่าความดันพื้นที่ข้างเคียง

P- ความดันสัมพัทธ์ต่ำกว่าความดันพื้นที่ข้างเคียง

๕. การใช้หลอดอัลตราไวโอเลต UV (Ultraviolet)

มาทำความรู้จักกับ UV (Ultraviolet) แสงยูวี หรือที่เรารู้จัก แสง UV นั้นมาจากแสงของดวงอาทิตย์ เป็นช่วงแสงที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่จุดเด่นคือ มีคุณสมบัติพิเศษ ที่มีความยาวคลื่นยาวกว่ารังสี X-Rays ทำให้มีพลังงานสูง สามารถส่องทะลุผ่านผิวหนังได้ง่ายกว่าแสงที่เราเห็นทั่วๆ ไป



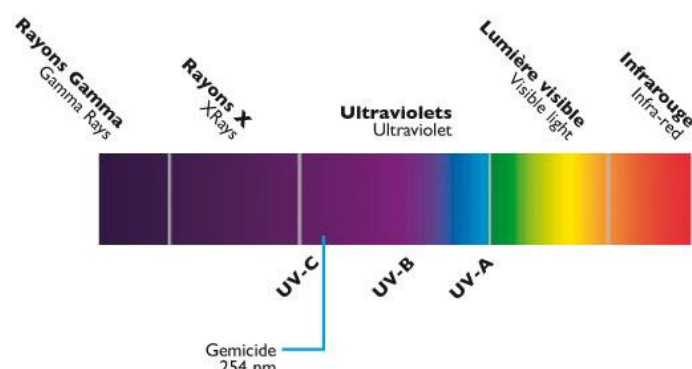
แสงยูวี สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ UVA ,UVB และ UVC

แสงยูวีประเภท UVA : มีความยาวคลื่นมาก (320-400 nm) จะรู้จักกันในนาม “Black Light” ถูกใช้ในการทำ Skin Tanning และการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับผิวหนัง

แสงยูวีประเภท UVB : มีความยาวคลื่นระดับกลาง (280-320 nm) สามารถส่งผลกระทบต่อผิวหนังและตาได้ โดยมากจะดูดซับไว้โดยชั้นโอโซนของโลก แต่ก็ยังมีเล็ดลอดส่องมาถึงเราบ้างจึงมีการผลิตครีมกันแดดที่สามารถกันรังสี UVA และ UVB ได้

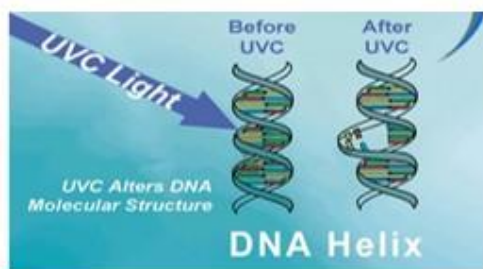
แสง ยูวีประเภท UVC : มีความยาวคลื่นสั้นที่สุด (200-280 nm) แต่มีพลังงานสูงสุด มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากที่สุด รังสี UVC ถูกนำไปใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการฆ่าเชื้อโรคในอากาศ พื้นผิวและน้ำ แต่แสงยูวีประเภทนี้มีอันตรายต่อผิวหนังและตามากที่สุดจึงไม่ควรได้รับแสงโดยตรง

โดยมากจะมีเพียงแสงยูวีประเภท UVA เท่านั้นที่สามารถส่องผ่านมาถึงผิวโลกได้ ส่วน UVB และ UVC จะถูกโอโซนในชั้นบรรยากาศดูดซับปริมาณส่วนมากไว้ก่อนแล้ว



แล้วนำแสง UV มาใช้ฆ่าเชื้อโรคได้อย่างไร?

UV แสงยูวีที่นำมาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคนั้น เกิดมาจากการสังเคราะห์ UVC ขึ้นเอง นั่นก็คือระบบ “UVGI” (Ultraviolet Germicidal Irradiation) หรือ ระบบการใช้แสงยูวีที่มีความเข้มข้นสูงพิเศษ (Germicidal Range) เพื่อฆ่าและทำลายเชื้อโรค ไม่ว่าจะเป็น Virus Bacteria Fungi และ Yeast & Mold ที่อยู่บนพื้นผิวและในอากาศ หากเชื้อโรค ได้รับปริมาณแสง UVC ในระยะเวลาที่เพียงพอ แสงยูวีจะทะลุเข้าไปใน DNA ของเชื้อโรค ทำให้ DNA เปลี่ยนไปจากปกติ เชื้อโรคไม่สามารถสืบพันธุ์ต่อได้ ก็จะตายในที่สุด ซึ่งวิธีนี้จะเป็นวิธีการทำลายเชื้อโรคชนิด รุนแรง



โดยระบบ UVGI ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้มากกว่า 100 ปีแล้ว และนิยมมากในประเทศแถบยุโรป เริ่มจากใช้ฆ่าเชื้อโรคในโรงพยาบาลทุกแห่งก่อน และในปัจจุบันมีการนำมาใช้แพร่หลายมากขึ้น นอกจากโรงพยาบาล คลินิก โรงงานต่างๆ ยังนำมาประยุกต์ใช้ในบ้านเรือน หรือแม้แต่พกพาไปในที่ต่างๆ เพื่อฆ่าเชื้อโรคในที่สาธารณะ ได้เลยทันที

การฆ่าเชื้อด้วยระบบ UVGI แบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน

- การฆ่าเชื้อโรคในอากาศ (Air Disinfection) : คือ การฆ่าเชื้อที่ลอยอยู่ในอากาศ ในสถานที่ที่มีคนอยู่เป็นจำนวนมากหรืออยู่เป็นเวลานาน เช่น โรงพยาบาล โรงภาพยนตร์ หอประชุม สำนักงาน ห้องฟิตเนต ห้องเรียน เป็นต้น
- ฆ่าเชื้อโรคในของเหลว (Liquid Disinfection) : คือ การฆ่าเชื้อโรคในของเหลว เช่น น้ำดื่มฆ่าด้วยด้วยแสงอัลตราไวโอเลต หรือในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำเสียฆ่าเชื้อโรคในน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น
- ฆ่าเชื้อโรคที่พื้นผิวของวัตถุ (Surface Disinfection) : คือ การฆ่าเชื้อโรคแบบเฉพาะเจาะจง ใช้ฆ่าเชื้อบนพื้นผิวโดยใช้แสง UVC บริเวณที่โดนแสงเชื้อโรคก็จะโดนทำลาย ซึ่งปริมาณความเข้มของแสง ระยะห่าง และระยะเวลา ต้องสัมพันธ์กัน เพื่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อสูงสุด เช่น ฆ่าเชือบนราวจับรถเข็น ฆ่าเชื้อภาชนะ อุปกรณ์ในห้องครัว ฆ่าเชื้อในห้องนอน ฆ่าเชือบนพื้นขณะดูดฝุ่น ฆ่าเชื้อแปรงสีฟัน ฆ่าเชือบนสุขภัณฑ์ ฆ่าเชื้อของใช้ และของเล่นเด็กต่างๆ เป็นต้น และการฆ่าเชื้อโรคประเภทนี้เอง ที่ตัวอบ UV นำมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อความสะดวกของ ของใช้ในครอบครัว



โดยในปัจจุบัน หน่วยงานต่างๆ ได้รับรองในประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อโรคด้วยระบบ UVGI นี้ อาทิเช่น CDC (Centers for Disease Control and Prevention) ที่แนะนำให้ใช้ในโรงพยาบาล ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) เองก็แนะนำให้ใช้ในระบบปรับอากาศ ในอาคาร รวมทั้ง WHO (World Health Organization) ที่แนะนำให้ใช้ระบบ UVGI เพื่อควบคุมการแพร่กระจายเชื้อของวัณโรค (Tuberculosis)



นอกจากฆ่าเชื้อโรคแล้ว UV ยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกไหม

จุดหลักๆของการนำ UV มาใช้งานนั้นก็คือประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค แบคทีเรีย ไวรัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนสิ่งที่เราจะได้ตามมานั้นก็คือการกำจัดกลิ่นอับต่างๆ ที่เกิดจากการสะสมของแบคทีเรีย ซึ่งแสง UV สามารถกำจัด และลดต้นเหตุของปัญหาได้

ทำไมถึงต้องเลือกใช้ UV ในการฆ่าเชื้อโรคเมื่อมีวิธีอื่นๆ

๑. ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค ทั้งแบคทีเรียและไวรัส ที่กำจัดได้ถึงชั้น DNA ถือว่าเป็นวิธีการกำจัดชนิด รุนแรงที่สุด
๒. ได้รับการรับรอง และถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย ทั้งใน โรงพยาบาล คลินิก อุตสาหกรรมการผลิตน้ำดื่ม การปรับอากาศในสถานที่สำคัญๆ และใช้ยับยั้งการแพร่กระจายของเชื้อโรค ซึ่งทั้งหมดนี้ให้ความเชื่อมั่นในการใช้แสง UV ในการฆ่าเชื้อโรคว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด

๓. สามารถใช้ฆ่าเชื้อโรคได้มากกว่าขวดนม เพราะแสง UV ไม่มีความร้อน จึงสามารถใช้ได้กับวัสดุที่ทำมาจาก พลาสติก แก้ว ไม้ อลูมิเนียม ซิลิโคน หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เรียกได้ว่า ทั้งขวดนม จุกยาง ภาชนะใส่อาหาร ของเล่น รวมไปถึงของใช้ของคุณพ่อคุณแม่สามารถใช้งานกับแสง UV ได้หมด มีความคุ้มค่าสูง



เพราะความอันตรายของเชื้อโรคนั้นร้ายแรงกว่าที่คิด ในแต่ละวันมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อโรคตลอดเวลา ทั้งจากการสัมผัส จากการไอ-จาม ทางอากาศ โดยที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้เลย ถ้าสิ่งของต่างๆ ไม่ได้ได้รับการฆ่าเชื้อโรคที่ดีพอ ก็อาจจะต้องเจอกับเชื้อไวรัส และแบคทีเรียจนทำให้เกิดอาการอาเจียน ท้องร่วง อาหารเป็นพิษ หรือการติดเชื้อไวรัสต่างๆ อาการเหล่านี้เป็นอันตรายอย่างมาก เมื่อคุณรู้ถึงวิธีการกำจัดเชื้อโรคด้วยรังสี UV ได้อย่างถูกวิธี ก็จะช่วยคุณทำลายเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด สะอาด ปลอดภัย เพื่อสุขภาพที่ดีของทุกคนในครอบครัว

มาตรฐานและแนวทางแนะนำว่าสามารถติดตั้งหลอดอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมจากการใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้ทดแทนการใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง เนื่องจากการใช้หลอดอัลตราไวโอเลตมีข้อจำกัดหลายประการที่ต้องระวังในการเลือกใช้



➤ การจำแนกระดับชั้นความสะอาดตาม ISO 14644-1:1999

เนื่องจากมาตรฐานของห้องสะอาดมีหลายมาตรฐานซึ่งกำหนดโดยแต่ละประเทศ ใน ค.ศ. 1999 องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (The International Organization for Standardization; ISO) จึงได้ออกมาตรฐาน ISO 14644 -1: 1999 สำหรับใช้เป็นมาตรฐานสากลในการจำแนกระดับชั้นของห้องสะอาดทั่วโลก เพื่อขจัดปัญหาความแตกต่างของมาตรฐานห้องสะอาดของแต่ละประเทศโดยระดับชั้นความสะอาดของห้อง (cleanliness class) ตามมาตรฐานนี้แบ่งเป็น 9 ระดับ ดังตารางที่ 2.3

ตารางการจำแนกระดับชั้นความสะอาดของห้องสะอาดตาม ISO 14644-1: 1999

Class	maximum particles/m ³						FED STD 209E equivalent
	≥0.1 μm	≥0.2 μm	≥0.3 μm	≥0.5 μm	≥1 μm	≥5 μm	
ISO 1	10	2					
ISO 2	100	24	10	4			
ISO 3	1,000	237	102	35	8		Class 1
ISO 4	10,000	2,370	1,020	352	83		Class 10
ISO 5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29	Class 100
ISO 6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293	Class 1000
ISO 7				352,000	83,200	2,930	Class 10,000
ISO 8				3,520,000	832,000	29,300	Class 100,000
ISO 9				35,200,000	8,320,000	293,000	room air

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการ

๓.๑ ขั้นตอนดำเนินงาน

๑. จัดทำโครงการและแผนการดำเนินงาน
๒. แต่งตั้งคณะทำงาน/ประชุม
๓. ออกแบบ/จัดหาวัสดุอุปกรณ์
๔. ประกอบต้นแบบชุดควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ
๕. ทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบชุดควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ
๖. สรุปการดำเนินงาน

๓.๒ จัดทำโครงการและแผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินงาน ๒๕-๑๐-๒๕๖๑ ถึง ๓๐-๐๙-๒๕๖๒

ค่าน้ำหนักร้อยละความสำเร็จ ร้อยละ ๑๐๐

ขั้นตอนการดำเนินงาน ร้อยละ ๑๐๐

แผนการดำเนินงาน ต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ

ลำดับ	กิจกรรม/ขั้นตอน	ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ค่าน้ำหนัก
๑	จัดทำโครงการและวางแผน	●	●											๒๐
๒	แต่งตั้งคณะทำงาน/ประชุม		●	●										๑๐
๓	ออกแบบ/จัดหาวัสดุอุปกรณ์			●	●	●	●	●						๒๐
๔	ดำเนินการ					●	●	●						๒๐
๕	ทดสอบการทำงานชุดควบคุมฯ								●	●	●			๒๐
๖	สรุปการดำเนินงาน										●	●		๑๐

๓.๓ แต่งตั้งคณะทำงาน

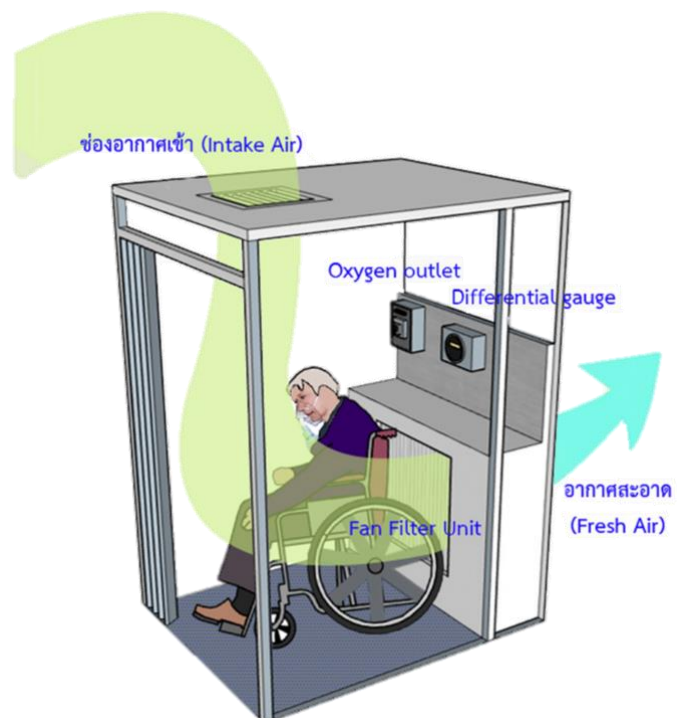
แต่งตั้งคณะทำงานเพื่อประชุมวางแผนการดำเนินงานส่งเสริมสร้างผลงานนวัตกรรม ด้านวิศวกรรม การแพทย์จากผู้เชี่ยวชาญและผู้ชำนาญการด้านต่างๆ ตามสาขาวิชาชีพ เพื่อให้การปฏิบัติงานของคณะทำงาน ส่งเสริมผลงานนวัตกรรมด้านวิศวกรรมการแพทย์สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ ตามแผนการปฏิบัติราชการ โดยคณะทำงานชุดนี้มีหน้าที่

๑. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการไหลเวียนของอากาศ เพื่อพัฒนาชุดควบคุมป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองยา ณ จุดพ่นยา ให้ได้มาตรฐาน และใช้งานได้อย่างปลอดภัย
๒. พิจารณาความเหมาะสม ประโยชน์การนำไปใช้ควบคุมป้องกันโรค
๓. ปรับปรุงพัฒนานวัตกรรมต้นแบบ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
๔. นำผลงานนวัตกรรมต้นแบบเผยแพร่ ให้กับหน่วยงานสถานพยาบาลต่างๆ ที่มีความสนใจ ได้นำไปใช้ในการพัฒนาควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล

๓.๔ แนวทางออกแบบ/จัดหาวัสดุอุปกรณ์

แนวคิดการออกแบบ จัดสร้างต้นแบบชุดควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา โครงสร้างทั้งหมดขึ้นรูปแบบด้วยอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 40x40 มม. แบบผนังโครงสร้างทำด้วยแผ่นพลาสติก (Plas Wood) และห้องพ่นยาประกอบด้วยแผ่นอะคริลิก (Acrylic) ใสขนาด 5 มม. ประตูปิด-เปิด เป็นแบบบานเลื่อน PVC อุปกรณ์โครงสร้างในการออกแบบสามารถใช้แอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาดได้

การออกแบบ ระบายอากาศต้นแบบชุดควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา ตามหลักการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ บริเวณที่นั่งของผู้ป่วยภายในห้องพ่นยาทางฝอยละออง อากาศมีการปนเปื้อนจากการพ่นยาทางฝอยละอองเป็นบริเวณที่มีอากาศสะอาดน้อย และต้องควบคุมอากาศไม่ให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อ โดยใช้หลักการระบายอากาศผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) เพื่อดักจับฝุ่นละอองหรืออนุภาคในอากาศ และทำลายเชื้อด้วยแสง “UVGI” (Ultraviolet Germicidal Irradiation) ที่ติดตั้งหน้าแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงเพื่อฆ่าและทำลายเชื้อโรคที่เกาะติดแผงกรองอากาศฯ ซึ่งเรียกชุดนี้ว่า Fan Filter Unit (FFU) มีอัตราการระบายอากาศเริ่มต้น 0.25 - 0.45 m/s Pressure Drop 7.5 mm.Aq ภายในห้องพ่นยาทางฝอยละออง มีความดันต่ำกว่าอากาศภายนอกตู้ (P - ความดันสัมพัทธ์ต่ำกว่าความดันพื้นที่ข้างเคียง)



๓.๕ วิธีการตรวจวัดอัตราการระบายอากาศ

๓.๕.๑ การวัดอัตราการระบายอากาศที่ช่องระบายอากาศ มีขั้นตอนดังตัวอย่างต่อไปนี้

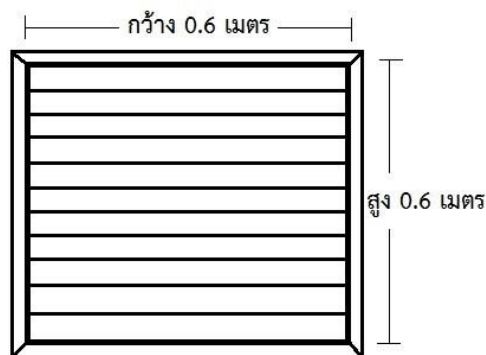
$$\text{สูตร } Q = AV_a$$

Q = อัตราระบายอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, m^3/hr)

A = พื้นที่หน้าตัดช่องระบายอากาศ (ตารางเมตร, m^2)

V_a = ความเร็วลมเฉลี่ย (เมตรต่อวินาที, m/s)

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาค่าพื้นที่หน้าตัดของช่องระบายอากาศ (A , ตารางเมตร)

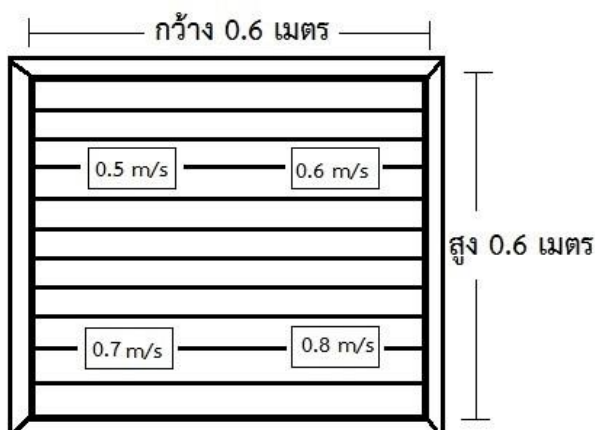


ภาพตัวอย่างขนาดช่องระบายอากาศ

$$\text{สูตร } A = \text{กว้าง(เมตร)} \times \text{สูง(เมตร)}$$

$$\text{แทนค่า } A = 0.6 \text{ (เมตร)} \times 0.6 \text{ (เมตร)} = 0.36 \text{ (ตารางเมตร)}$$

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าความเร็วลมเฉลี่ย V_a ที่ช่องระบายอากาศ (เมตรต่อวินาที)



ภาพตัวอย่างการวัดความเร็วลมที่ช่องระบายอากาศ

จากสูตร $V_a = (\text{ความเร็วลมจุดที่ 1} + \text{ความเร็วลมจุดที่ 2} + \text{ความเร็วลมจุดที่ 3} + \text{ความเร็วลมจุดที่ 4})/4$

$$\text{แทนค่า } V_a = (0.5 + 0.6 + 0.7 + 0.8)/4 = 0.65 \text{ (เมตร/วินาที)}$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าอัตราการระบายอากาศที่ช่องระบายอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, m^3/h)

$$\text{จากสูตร } Q = AV_a$$

$$\text{แทนค่า } Q = 0.36 \text{ (ตารางเมตร)} \times 0.65 \text{ (เมตร/วินาที)}$$

$$= 0.234 \text{ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)}$$

$$\text{ทำให้เป็นต่อชั่วโมง} \times 3600 = 0.234 \text{ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)} \times 3600 \text{ (วินาทีต่อชั่วโมง)}$$

$$= 842.4 \text{ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)}$$

หมายเหตุ : 1 ชั่วโมงเท่ากับ 3,600 วินาที

ดังนั้น วัตอัตราการระบายอากาศที่ช่องระบายอากาศได้เท่ากับ 842.4 (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, m^3/hr)

๓.๕.๒ การคำนวณค่าปริมาตรห้อง

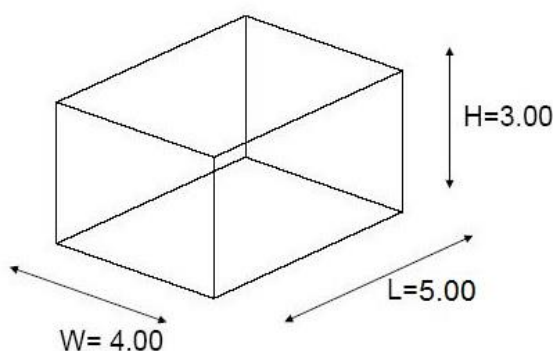
$$\text{จากสูตร } V_r = L \times W \times H$$

$$V_r = \text{ปริมาตรห้อง (ลูกบาศก์เมตร, } m^3)$$

$$L = \text{ความยาว (เมตร, m)}$$

$$W = \text{ความกว้าง (เมตร, m)}$$

$$H = \text{ความสูง (เมตร, m)}$$



ภาพตัวอย่างขนาดห้อง

$$\text{แทนค่า ปริมาตรห้อง} = 5 \text{ (เมตร)} \times 4 \text{ (เมตร)} \times 3 \text{ (เมตร)}$$

$$= 60 \text{ (ลูกบาศก์เมตร)}$$

๓.๕.๓ การคำนวณค่าอัตราการระบายอากาศ หรือ ACH=Air Change per Hour คือ จำนวนเท่าที่อัตราการระบายอากาศของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

$$\text{จากสูตร } ACH = Q / V_r$$

ACH = ค่าอัตราการระบายอากาศ (ACH)

Q = อัตราระบายอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง, m³/hr)

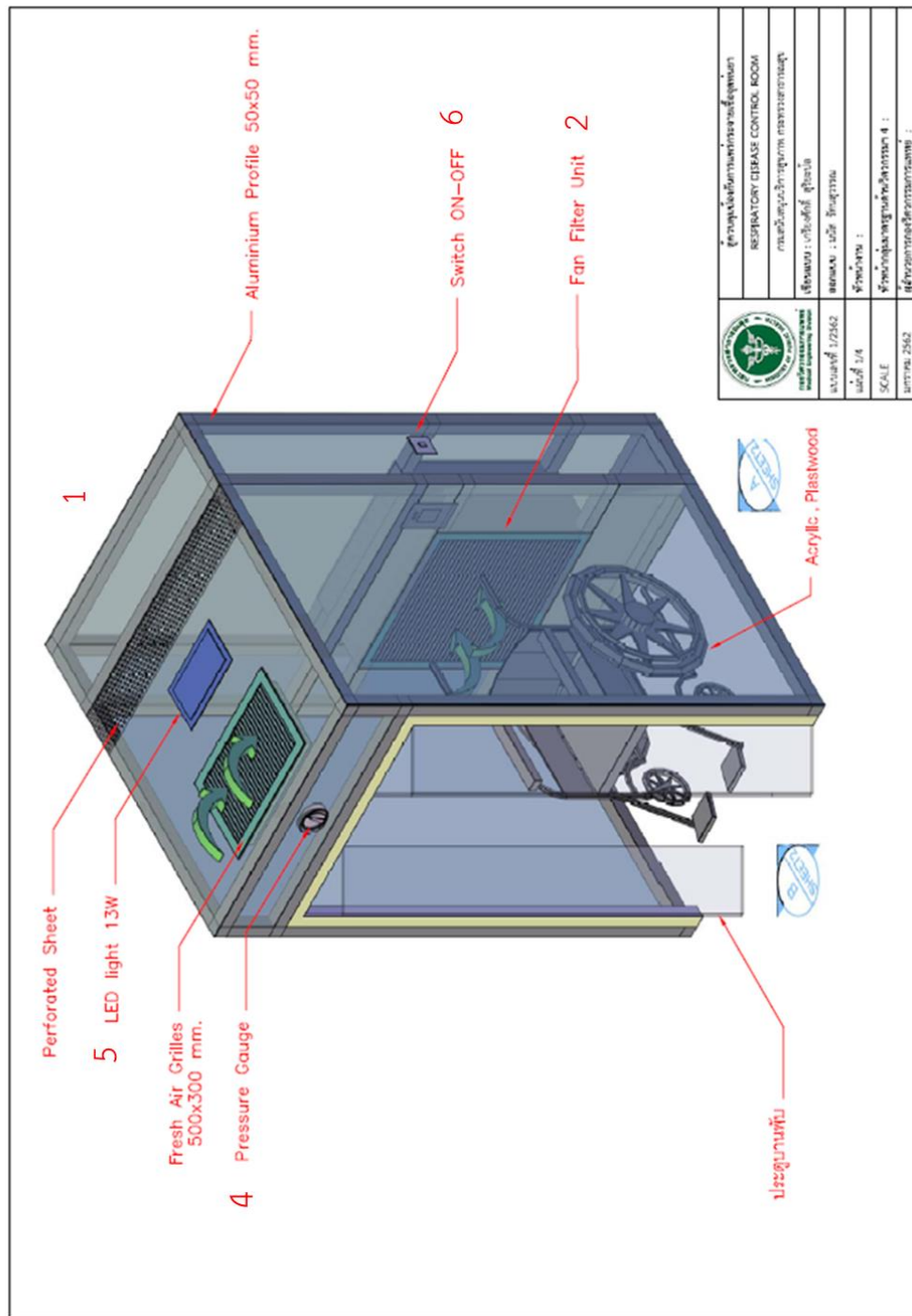
V_r = ปริมาตรห้อง (ลูกบาศก์เมตร, m³)

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า ACH} &= 842.4 \text{ (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)} / 60 \text{ (ลูกบาศก์เมตร)} \\ &= 14.04 \text{ (ACH)} \end{aligned}$$

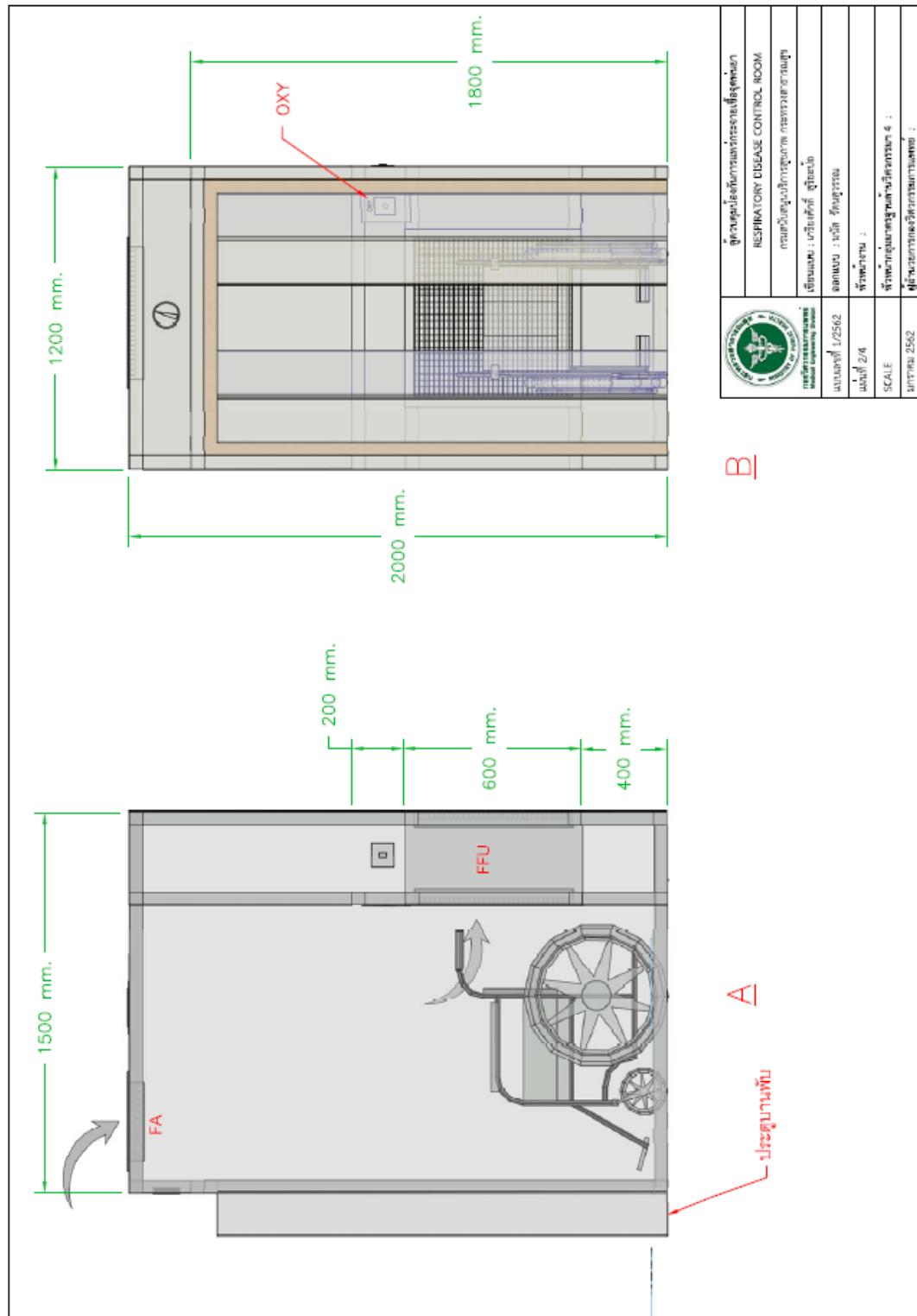
ดังนั้น สามารถวัดอัตราการระบายอากาศได้เท่ากับ 14 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

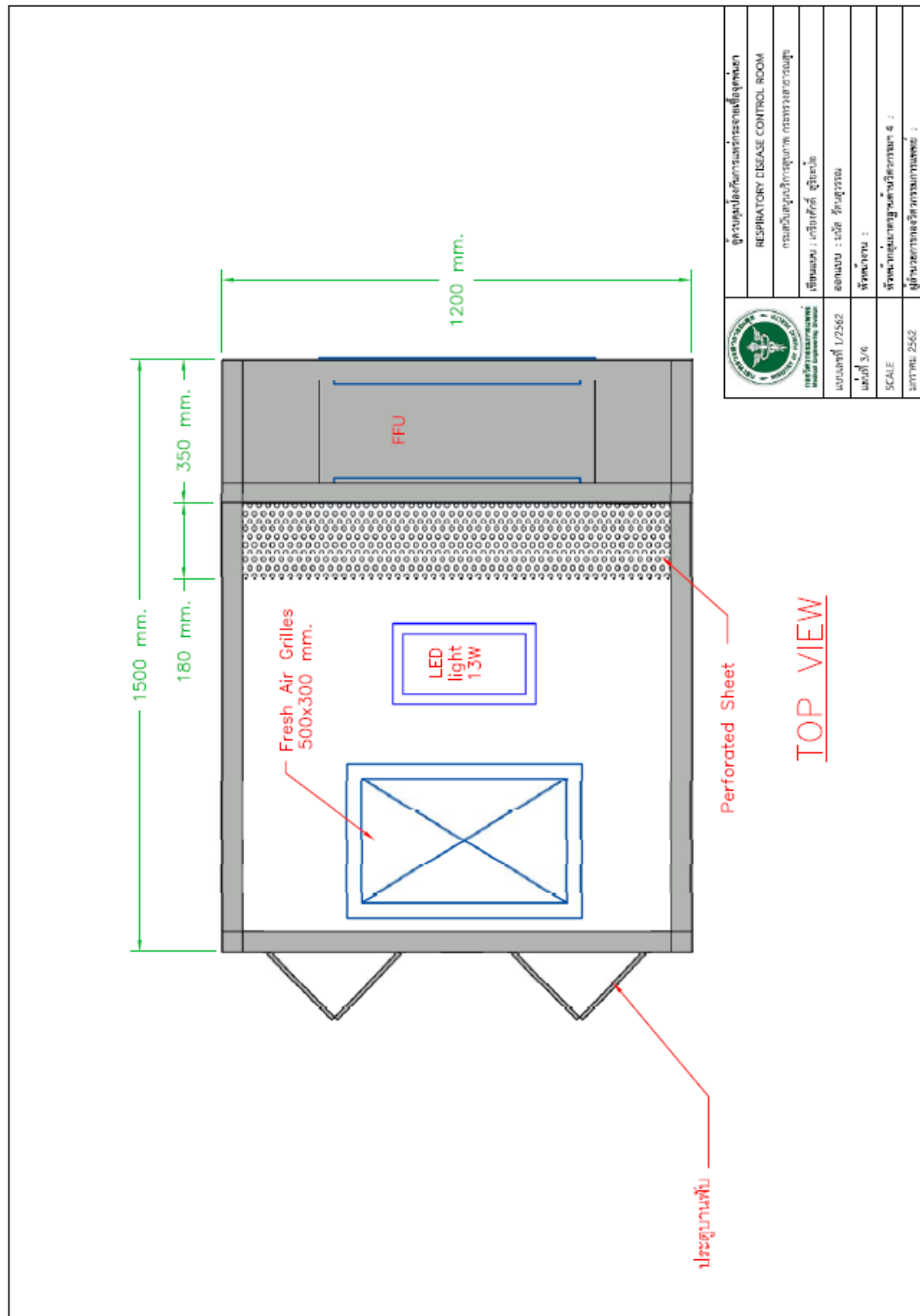
๓.๖ โครงสร้างส่วนประกอบต้นแบบชุดควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลพิษ

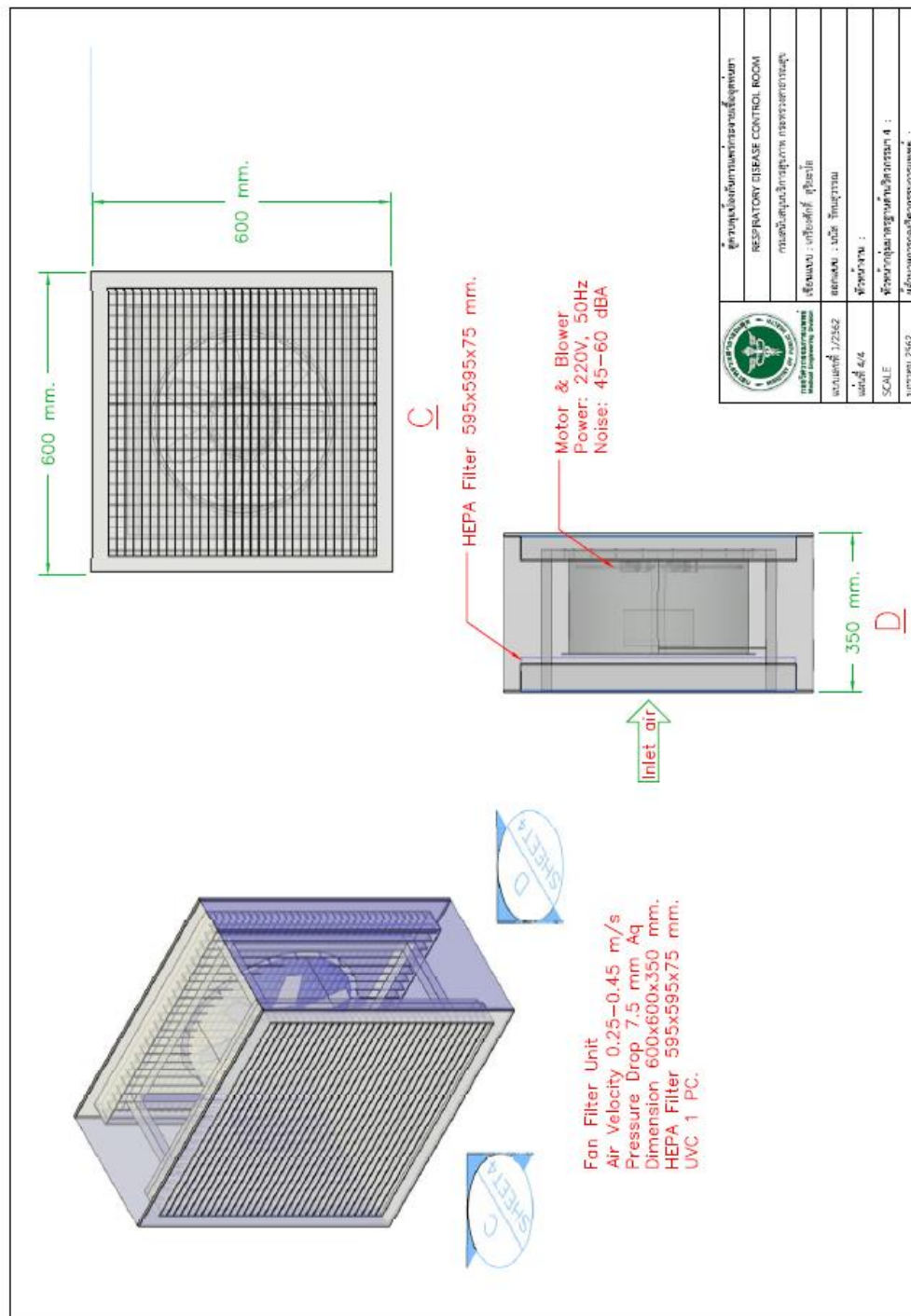




๑. ต้นแบบชุดควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา
๒. พัฒนารองอากาศประสิทธิภาพสูง (Fan filter unit)
๓. ชุดจ่ายก๊าซออกซิเจน (Oxygen Outlet)
๔. Differential Pressure Gauge
๕. LED light 13 W
๖. Switch ON - OFF







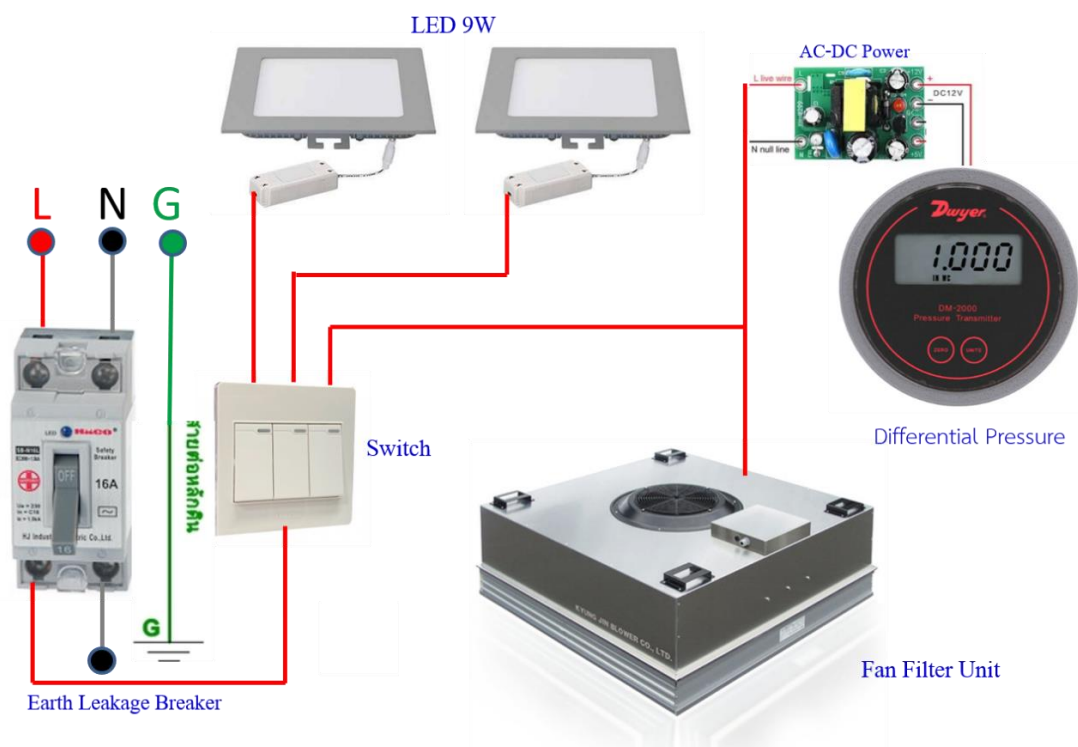
ขนาดมิติตู้ในการออกแบบจะคำนึงถึงการใช้งานที่ต้องถอดประกอบเคลื่อนย้ายไปทดสอบตามสถานที่ต่างๆ ได้ตามต้องการ ตู้ต้นแบบควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อฯ มีส่วนสูง 2.0 ม. กว้าง 1.2 ม. ยาว 1.5 ม. Fan Filter Unit ขนาด 60x60 ซม.วางสูงจากพื้น 40 ซม. ขนาดมิติตู้ในการออกแบบนี้สามารถปรับขนาดตู้ให้มีมิติภายในเพิ่มขึ้นได้อีกตามต้องการตามทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น

๓.๗ หลักเกณฑ์สำคัญระบบระบายอากาศ

๑. การควบคุมอัตราการระบายอากาศ การกรองอากาศ เพื่อเจือจางสิ่งปนเปื้อนที่เป็นมลพิษที่ลอยอยู่ในอากาศทั้งจุลชีพได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส สารเคมี ความอับชื้น ฝุ่นละออง รวมทั้งกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์
๒. การควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ โดยกำหนดให้อากาศที่ดีกว่าไหลจากบริเวณที่สะอาดมาก ผ่านไปยังที่มีอากาศสะอาดน้อย เพื่อให้อากาศที่ปนเปื้อนมลพิษไม่วนเวียนอยู่ในห้อง หรือภายในอาคาร โดยป้องกันเจ้าหน้าที่และผู้รับบริการสัมผัสอากาศที่ปนเปื้อนมลพิษน้อยที่สุด
๓. การควบคุมความดันอากาศ ในพื้นที่ที่ต้องการความสะอาด และอากาศมีการปนเปื้อนน้อยที่สุด เช่น ห้องผ่าตัด ห้องคลอด ห้องฉุกเฉิน ห้องคนไข้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ การจัดระบบระบายอากาศที่มีความดันเป็นบวก จะป้องกันการไหลเวียนของอากาศภายนอกที่ไม่สะอาดไม่ให้เข้ามาปนเปื้อนในห้องได้
๔. การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น นอกจากจะทำให้รู้สึกสบายแล้วในบางพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นพิเศษ และต้องควบคุมให้ได้ตามเกณฑ์ตลอดเวลา เพราะมีส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของเชื้อโรค เชื้อแบคทีเรีย และไวรัส

๓.๘ ระบบไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์

ส่วนประกอบวงจรไฟฟ้า ๒๒๐ Volt ๕๐ Hz ของต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพที่สำคัญอีกส่วนหนึ่ง มีสวิตช์ปิด-เปิด เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในตู้ทั้งหมด



บทที่ ๔

การทดสอบประสิทธิภาพ

๔.๑ การทดสอบประสิทธิภาพการกรองอากาศและระบายอากาศ

การทดสอบประสิทธิภาพและสมรรถนะการใช้งานของต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ กับโรงพยาบาลทั่วไป และโรงพยาบาลชุมชน เพื่อรับคำปรึกษาพิจารณาหาข้อบกพร่อง และปัญหาจากการใช้งาน พร้อมตรวจวัดประสิทธิภาพการกรองอนุภาคในอากาศ ด้วยเครื่องวัดอนุภาคเพื่อเปรียบเทียบการกรองอนุภาคในอากาศ หน้า และหลังแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA) ค่าที่ได้จากการใช้เครื่องมือตรวจวัดทดสอบ ประสิทธิภาพการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน (μm) 0.5 ไมครอน (μm) และ 5.0 ไมครอน (μm)

ตารางการทดสอบประสิทธิภาพการกรองอนุภาคในอากาศแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง HEPA Filter

ขนาดอนุภาค (μm)	หน้าแผงกรอง HEPA (PT/ft ³)	หลังแผงกรอง HEPA (PT/ft ³)	% การกรองอนุภาค
0.3	139850	106	99.92 %
0.5	19071	1	99.99 %
5.0	721	0	100 %

ตารางทดสอบอัตราการระบายอากาศต้นแบบควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์

ความเร็วรอบ rpm.	ความเร็วลม m/s	ลบ.ม/ชม. m ³ /h	ACH
600	0.10	124	39
700	0.14	180	56
800	0.27	349	109
900	0.33	424	133
1000	0.41	526	164

ตารางทดสอบคุณภาพอากาศ ก่อน - หลัง พ่นยา (ไม่มีระบบการกรองอากาศ)

ขนาดอนุภาค(μm)	ก่อนพ่นยา (PT/ft ³)	หลังพ่นยา (PT/ft ³)	ผลต่าง (PT/ft ³)	คิดเป็น %
0.3	62,146	571,950	509,804	820 %
0.5	7,173	60,410	53,237	742 %
5.0	70	235	165	236 %

ตารางทดสอบคุณภาพอากาศขณะพ่นยา ก่อน - หลัง (เปิดระบบการกรองอากาศ)

ขนาดอนุภาค(μm)	ก่อนเปิดระบบ (PT/ft³)	หลังเปิดระบบ (PT/ft³)	ผลต่าง (PT/ft³)	คิดเป็น %
0.3	571,950	48,771	523,179	91 %
0.5	60,410	4,560	55,850	92 %
5.0	235	35	200	85 %

จากตารางทดสอบคุณภาพอากาศ ก่อน - หลัง พ่นยา ขณะไม่มีระบบการกรองอากาศ และเปิดระบบการกรองอากาศ เพื่อตรวจวัดความแตกต่างของอนุภาคในอากาศภายในตู้พ่นยา หน้าแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงขนาด 0.3, 0.5 และ 5.0 ไมครอน หลังพ่นละอองยา Flow 4 L/min เป็นเวลา 3 นาที โดยไม่มีการเปิดระบบกรองอากาศ พบว่ามีอนุภาคเพิ่มขึ้น 820 % 742 % และ 236 % ตามลำดับ และเมื่อเปิดระบบกรองอากาศ พบว่าสามารถลดอนุภาคหลังพ่นยาได้สูงถึง 91% 92% และ 85% ตามลำดับ ภายใน 1 นาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าการระบบการกรองอากาศที่ติดตั้งในตัวต้นแบบฯ สามารถลดอนุภาคและควบคุมทิศทางการไหลของอากาศได้เป็นอย่างดี จากการที่อนุภาคในอากาศลดลง หลังเปิดระบบการกรองอากาศ

๔.๒ การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งาน

นำนวัตกรรมต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา ไปดำเนินการทดสอบใช้งานจริง เพื่อหาข้อบกพร่องจากการใช้งาน และขอคำแนะนำทางวิชาการในการควบคุมการติดเชื้อเพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่การปรับปรุงพัฒนาด้านแบบในสถานพยาบาลต่างๆ เพื่อให้มีความปลอดภัยและเกิดประโยชน์ต่อบุคลากรทางการแพทย์ในการป้องกันการติดเชื้อทางอากาศ



ภาพทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา ใน OPD



คณะผู้บริหารโรงพยาบาลทองผาภูมิ และโรงพยาบาลห้วยกระเจา จังหวัดกาญจนบุรีให้ความสนใจนวัตกรรมฯ



คณะผู้บริหารโรงพยาบาลหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภูให้ความสนใจนวัตกรรมต้นแบบฯ



ภาพทดสอบประสิทธิภาพต้นแบบตัวควบคุมฯ ในห้อง ER โรงพยาบาลเลย



รองอธิบดีกรมสบส.นำคณะผอ.เขตฯ เยี่ยมชมนวัตกรรมฯ



นพ.ธเรศ กรัษนัยรวิวงศ์ เลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) เยี่ยมชมนวัตกรรมฯ



อธิบดีกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ นายแพทย์ณัฐวุฒิ ประเสริฐสิริพงศ์
ให้คำแนะนำชมนวัตกรรมฯ



ปลัดกระทรวงสาธารณสุข นพ.สุชุม กาญจนพิมาย เยี่ยมชมนวัตกรรมฯ



คณะกรรมการประชุมวิชาการกระทรวงสาธารณสุข ประจำปี ๒๕๖๒ มอบเกียรติบัตรกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ในการดำเนินการเข้าร่วมจัดนิทรรศการแสดงผลงานนวัตกรรมต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ สู่เวทีสาธารณะ ระหว่างวันที่ ๙ - ๑๑ กันยายน ๒๕๖๒ ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ซีดี จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี

บทที่ ๕

สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลการดำเนินงาน

จากการนำต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา ไปทดสอบการใช้งานกับโรงพยาบาลทั่วไป และโรงพยาบาลชุมชน จำนวน ๕ แห่ง โรงพยาบาลโพธาราม จังหวัดราชบุรี โรงพยาบาลทองผาภูมิ โรงพยาบาลห้วยกระเจาเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษา จังหวัดกาญจนบุรี โรงพยาบาลหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู และโรงพยาบาลเลย จังหวัดเลย จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการไหลเวียนของอากาศ ต้นแบบตัวควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุดพ่นยา มีการกรองอนุภาคในอากาศ และการระบายอากาศได้เป็นอย่างดี มีความเหมาะสมในการใช้งานกับสถานพยาบาลที่มีข้อจำกัดทางด้านกายภาพของอาคาร และสามารถนำต้นแบบไปประยุกต์ใช้ควบคุมป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ ของผู้มารับบริการในสถานพยาบาล ให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานต่อไป





การบำรุงรักษา

- อายุการใช้งานของฟิลเตอร์กรองอากาศ ในการเลือกฟิลเตอร์กรองอากาศต้องคำนึงถึงอายุการใช้งานของแผ่นกรองว่ามีอายุการใช้งานได้นานแค่ไหน โดยทั่วไปแล้ว ผู้ผลิตจะมีการกำหนดอายุการใช้งานตามประสิทธิภาพของฟิลเตอร์
- แผ่นกรองขั้นต้น (Pre filter) ที่มีประสิทธิภาพ 25-30% มีอายุการใช้งาน 3-6 เดือน ล้างทำความสะอาด
- แผ่นกรองขั้นสุดท้าย (HEPA filter) ที่มีประสิทธิภาพมากกว่า 99.97% มีอายุการใช้งาน 6-12 เดือน เปลี่ยนใหม่
- อย่างไรก็ตามอายุการใช้งานของฟิลเตอร์ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ปริมาณฝุ่นและการบำรุงรักษา หากมีการเปลี่ยนฟิลเตอร์ขั้นต้น และชั้นกลางจะช่วยยืดระยะเวลาการใช้งานของฟิลเตอร์กรองละเอียดได้นานขึ้นมากกว่า 1 ปี
- ความเร็วลมที่ไหลผ่านฟิลเตอร์กรองอากาศ (Air Velocity: m/s) ความเร็วลมจะมีผลต่อประสิทธิภาพการกรองฝุ่นของเครื่องกรองจากหลักการกรองอากาศ
- หลอด UV ควรเปลี่ยนหลอดเมื่ออายุการใช้งานครบ 5000 ชั่วโมง การเปลี่ยนหลอดยูวีมีความจำเป็นเพื่อช่วยให้มั่นใจว่าความเข้มข้นของแสง UV อยู่ในระดับสูงสุด สามารถจัดเชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่กับอนุภาคในอากาศ ได้อากาศที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค

ข้อเสนอแนะ

การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคตามมาตรฐานที่กำหนด (Standard Precaution) โดยให้คำนึงว่าผู้ป่วยทุกรายอาจจะมีเชื้อโรคที่สามารถติดต่อได้ ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัส (Contact Transmission) การแพร่กระจายเชื้อโดยละอองฝอย น้ำมูก น้ำลาย (Droplet Transmission) และการกระจายเชื้อทางอากาศ (Airborne Transmission) “คู่มือป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพ” จึงเป็นนวัตกรรมหนึ่งที่ทำขึ้นเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ ทั้งที่เป็น Droplet และ Airborne ซึ่งสถานพยาบาลทุกแห่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ และปรับสถานที่ติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมกับบริบทของสถานพยาบาล เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับเจ้าหน้าที่ และประชาชนผู้มารับบริการ

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิง

- การป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อในโรงพยาบาล (Isolation precautions)

โดยคณะกรรมการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล โรงพยาบาลสิรินธร จ.ขอนแก่น

- คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในสถานพยาบาล

สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

พญ. จริญญา แสงสัจจา นายภัทร วัฒนธรรม วราภรณ์ เทียนทอง

- บทความ UV กับการนำมาใช้ฆ่าเชื้อโรค June ๑๑, ๒๐๑๘

www.princeandprincessbaby.com > uv

ภาคผนวก

ที่ปรึกษา:

๑.นายปริญญา	คัมตระกูล	ผู้อำนวยการกองวิศวกรรมการแพทย์
๒.นายอดุลย์	ขมิ้นเขียว	วิศวกรไฟฟ้าชำนาญการพิเศษ

คณะทำงาน

๓.นายอนุภาพ	ละออ	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการพิเศษ	ประธานคณะทำงาน
๔.นายมนัส	รัตนสุวรรณ์	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	หัวหน้าโครงการ
๕.นายเกรียงศักดิ์	สุริยะป้อ	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการ	คณะทำงาน
๖.นายเอกนรินทร์	สายทอง	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	คณะทำงาน
๗.นายวรพจน์	ราชสีห์วรรณ	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	คณะทำงาน
๘.นายสุทัศน์	ฝากฝน	นายช่างเทคนิคชำนาญการ	คณะทำงาน
๙.นายอาคม	สวนด้วง	นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน	คณะทำงาน
๑๐.นายวิศ	เตชะวิภาค	นักประชาสัมพันธ์	คณะทำงาน
๑๑.นายชาติชาย	แจ่มถาวร	ช่างไฟฟ้าระดับ ช.๔	คณะทำงาน

กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข
 เลขที่ ๘๘/๓๓ ถ.สาธารณสุข ๘ ต.ตลาดขวัญ อ.เมือง จ.นนทบุรี ๑๑๐๐๐
 โทรศัพท์ ๐๒-๑๔๙-๕๖๘๐ โทรสาร ๐๒-๑๔๙-๕๖๕๗
 ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ medical_eng@hss.mail.go.th