



# การออกแบบระบบสร้างความดันบวกต้นทุนต่ำ เพื่อลดการติดเชื้อในห้อง ผ่าตัดขนาดเล็กที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

## DESIGN A POSITIVE PRESSURE GENERATOR SYSTEM AT LOW COST TO REDUCE INFECTION IN A SMALL OPERATING ROOM WHICH USE A SPLIT MODULAR AIR CONDITIONING SYSTEM

สาธิต นฤภัย

กองวิศวกรรมทางการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ

### บทคัดย่อ

การศึกษาออกแบบระบบสร้างความดันบวกต้นทุนต่ำ เพื่อลดการติดเชื้อในห้องผ่าตัดขนาดเล็กที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action Research) โดยการออกแบบและปรับปรุงห้องผ่าตัดเดิมของโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็กให้มีมาตรฐานเพิ่มขึ้น จากการศึกษาพบว่าสภาพปัญหาของห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก ที่ในปัจจุบันไม่ได้ใช้งาน ส่วนใหญ่มีเหตุผลมาจากการที่ไม่มีแพทย์หรือพยาบาลดมยาสลบ แต่เหตุผลที่ผู้วิจัยได้ศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ห้องผ่าตัดไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ความดันภายในห้องเป็นความดันลบ ฝุ่นละอองและปริมาณอนุภาคสูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน และมีอากาศเสียตกค้างภายในห้องจำนวนมาก

วิธีการศึกษาวิจัย โดยเริ่มจากการสำรวจสภาพปัญหา แล้วนำปัญหาต่างๆมาทำการศึกษาเพื่อการแก้ไข จากนั้นจึงทำการออกแบบระบบต่างๆที่เป็นปัจจัยสำคัญของห้องผ่าตัดเพื่อให้มีความดันภายในห้องเป็นบวก มีอัตราการไหลเวียนอากาศที่เหมาะสม ลดปริมาณฝุ่นและปริมาณอนุภาค เช่น การปรับปรุงโครงสร้างภายในห้องให้เรียบที่สุดไม่ให้มีมุมหรือเหลี่ยมต่างๆ ที่เป็นที่สะสมของฝุ่นละออง ปรับปรุงประตูของห้องผ่าตัดไม่ให้มีรอยรั่ว ปรับปรุงฝ้าเพดานให้เป็นแบบฉาบเรียบ หลอดแสงสว่างต่างให้อยู่ภายในฝ้าเสมอกับฝ้าเพดาน ติดตั้งระบบเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าไปในห้อง โดยให้อากาศป้อนเข้าไปยังคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศโดยตรงเพื่อลดอุณหภูมิและลดความชื้นสัมพัทธ์ เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศให้มีขนาดใหญ่เพื่อเหมาะสมกับระบบเติมอากาศและพัดลมระบายอากาศ

ผลจากการออกแบบและทำการปรับปรุงความดันภายในห้อง (Pa) จากเดิม -4.5 เป็น +5.8 , ค่าอัตราการไหลเวียนของอากาศจากไม่มีเป็น 15 ACH , อุณหภูมิ จากเดิม 27°C-31°C เป็น 23°C-27°C , ความชื้นสัมพัทธ์ จากเดิม 71 %HR ลดลงเป็น 61 %HR, ปริมาณฝุ่นและปริมาณอนุภาคลดลง , CO<sub>2</sub> จาก 1,241 ppm. ลดลงเหลือเพียง 300 ppm. ซึ่งโดยภาพรวมห้องผ่าตัดที่ได้ทำการปรับปรุงมีค่าต่างๆอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ สิ่งที่ต้องปรับปรุงต่อไปคือเรื่องของเสียงที่ดังเพิ่มขึ้น เนื่องจากเสียงของระบบเติมอากาศ และเครื่องปรับอากาศ ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยแนวทางแก้ไขคือย้ายระบบเติมอากาศให้ไกลจากห้องผ่าตัดมากขึ้น เลือกเครื่องปรับอากาศที่มีความดังของเสียงน้อยลง

**คำสำคัญ :** การออกแบบ , ความดันบวก , ต้นทุนต่ำ , การติดเชื้อ , ห้องผ่าตัดขนาดเล็ก , ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน



## Abstract

Study design creates a positive pressure low to reduce the infection in the operating room using a small modular air conditioning system in this. This research is action research by improving the design and operation of the small community hospital to a standard increase. The study found that the problems of the operation of a small community hospital. The most currently inactive have come from the fact that no doctor or nurse anesthesia. The reason, the researchers found that most patients do not adhere to a standard such as air conditioning split. The pressure inside the chamber is a negative pressure and the amount of dust particles exceeded the standard doors. The residual air in the room a lot.

Research Methods had start by exploring the problems. Then came the problems to be resolved. And then design a system that is an important factor of the operating room in order to have a positive pressure inside the chamber. With proper air flow. Reduce the amount of dust and particles, such as improving the interior smooth as possible not to have a corner or edge in the dust. Improving the door of the operating room to have a leak. Improving the ceiling is plastered smooth. Lighting ceiling flush with the inside of the ceiling. Install fresh air into the room with the air entering into the cooling coil of the air conditioner directly to lower temperatures and lower humidity. Air conditioning is a big change for the aeration system and ventilators.

From designing and renovating. The pressure inside the chamber (Pa) from -4.5 to +5.8, The flow of air from the No 15 ACH, Temperatures from 27 °C - 31°C to 23°C - 27°C, The humidity. 71% HR decreased to 61% HR , Dust and the particles decreased, CO<sup>2</sup> from 1,241 ppm. down to 300 ppm. The overall operation has improved the value of the benchmark and possible. The desired objectives to further improve the sound increases. The sound of the aeration system Prang and gotten bigger. The solution is to move the aeration system from the operating room more. Your air conditioner with less noise.

**Keywords :** Design , Positive Pressure , low cost , Infection , A small operating room , A split Modular air conditioning system



## บทนำ

เมื่อก้าวถึงห้องผ่าตัดทุกคนเข้าใจกันที่ว่าจะต้องเป็นห้องที่มีพื้นผิวที่มีความสะอาดมีอากาศที่บริสุทธิ์ปราศจากเชื้อโรคและฝุ่นละอองจากประสบการณ์ที่ได้ทำงานเกี่ยวกับห้องผ่าตัดและจากการลงพื้นที่ตรวจสอบรับรองมาตรฐานของห้องผ่าตัด โดยเฉพาะห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็กจากการลงพื้นที่สำรวจของทีมีวิจัยพบว่าส่วนใหญ่ห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก มีการใช้งานมานานมากกว่า 25 ปี มีโครงสร้างทางกายภาพและลักษณะการของใช้งานที่ไม่ได้มาตรฐาน คือ มีฝุ่นเกินค่ามาตรฐานผนังและพื้นห้องไม่เรียบมีร่องและขอบ ความดันภายในห้องส่วนใหญ่เป็นลบเพราะใช้พัดลมดูดอากาศเพื่อระบายอากาศเสียภายในห้องซึ่งเพียงอย่างเดียวแต่ไม่มีการเติมอากาศเข้ามาทดแทน โดยเฉพาะระบบระบายอากาศที่ไม่สามารถรองรับการแพร่กระจายของเชื้อโรคในอากาศได้ ในปัจจุบันข้อกำหนดและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปทำให้การออกแบบห้องผ่าตัดที่ใหม่กว่ามีระบบปรับและระบายอากาศให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากขึ้นแต่ส่วนใหญ่ก็ยังมีการใช้งานระบบที่ไม่ถูกต้องและไม่ได้รับการดูแลบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีตามช่วงเวลาที่กำหนดหรือตามความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่อื่นทำให้ประสิทธิภาพและความปลอดภัยลดลงดังนั้นการออกแบบ การปรับปรุงและการบำรุงรักษาที่ถูกต้องเป็นเรื่องที่สำคัญการออกแบบการปรับปรุงรวมทั้งการบำรุงรักษาระบบปรับและระบายอากาศของห้องผ่าตัดเป็นโจทย์ที่สามารถดำเนินการให้มีประสิทธิภาพได้โดยไม่ยากนักแต่ปัญหาที่สำคัญคือเรื่องงบประมาณการออกแบบและติดตั้งเฉพาะระบบปรับและระบายอากาศของห้องผ่าตัดใหม่ที่สามารถควบคุมปริมาณการหมุนเวียนอากาศการระบายอากาศอุณหภูมิความชื้นความดันอากาศและการกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพตรงตามข้อกำหนดของ CDC, WHO หรือของ วสท. มีมูลค่าสูงถึง 30,000-40,000 บาท/ตร.ม. และการปรับปรุงระบบเดิมที่มีการใช้งานมานานอาจมีมูลค่าสูงกว่ามากดังนั้นการศึกษาทำความเข้าใจการทำงานของระบบฯให้เป็นไปตามข้อกำหนดของห้องผ่าตัด การค้นคว้าหาเทคโนโลยีใหม่ๆ การศึกษาคุณสมบัติราคาและค่าบำรุงรักษาของอุปกรณ์ของระบบฯ เป็นเรื่อง que ผู้บริหารต้องรู้เพื่อการตัดสินใจงบประมาณจุดคุ้มทุน

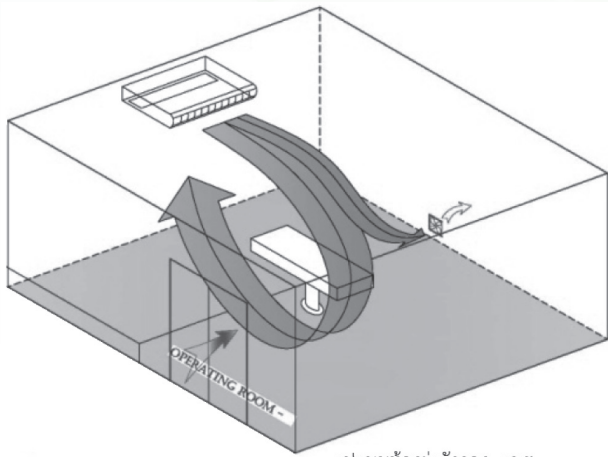
อายุการใช้งานการบำรุงรักษาความปลอดภัยและที่สำคัญต้องเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ตามหลักการควบคุมคุณภาพสภาพแวดล้อมในห้องผ่าตัด เพื่อการแพร่กระจายเชื้อในห้องเป็นส่วนหนึ่งของการมาตรการการป้องกันโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียทั้งตัวผู้ป่วยในสถานบริการ ผู้ให้บริการ ผู้มาเยือน ตลอดจนประชาชนทั่วไปโดยรอบโรงพยาบาล การควบคุมการแพร่กระจายเชื้อจึงเป็นหัวใจของการให้บริการทางการแพทย์ทั้งนี้เพื่อลดและป้องกันการติดเชื้อทางบาดแผลที่เกิดจากการผ่าตัด เจ้าหน้าที่ทุกระดับจะต้องตระหนักอยู่เสมอถึงความสำคัญของเทคนิคที่ถูกต้องที่จะป้องกันมิให้เกิดขึ้น รวมทั้งวิธีการทำให้ปราศจากเชื้อในเครื่องมือ เครื่องใช้เวชภัณฑ์ที่จัดเก็บอยู่ภายในห้องผ่าตัด ตลอดจนการทำความสะอาดอาคาร สถานที่ สิ่งแวดล้อม การจัดการระบบการปฏิบัติเมื่อมีการผ่าตัดติดเชื้อ และยังเป็น การสนับสนุนนโยบายของกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

ในการดำเนินการพัฒนาคุณภาพบริการทุกด้าน ให้ได้คุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานระบบบริการสุขภาพ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ โดยส่งเสริมให้สำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพเขตต่างๆ ทั่วประเทศส่งเสริมให้สถานพยาบาล โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป ดำเนินการพัฒนาการป้องกันและควบคุมโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล มีการดำเนินการป้องกันและควบคุมโรคติดเชื้อในห้องผ่าตัด ทั้งนี้เพื่อมุ่งหวังจะยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน และการพัฒนาคุณภาพบริการสาธารณสุขเป็นการสนองนโยบายทางการสาธารณสุขของประเทศในปัจจุบัน

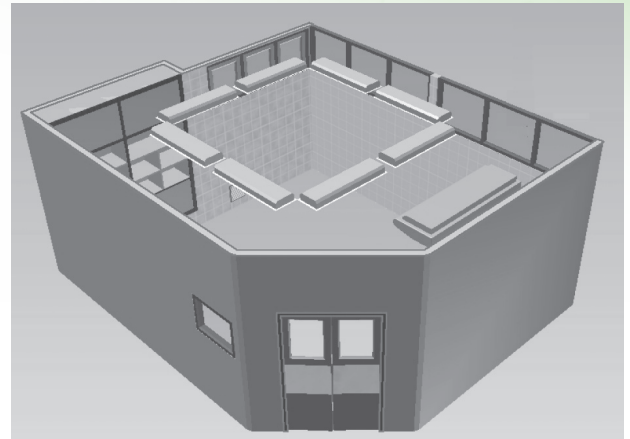
## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพอากาศของห้องผ่าตัดที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
2. เพื่อศึกษาถึงสมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบเดิมอากาศ
3. เพื่อออกแบบระบบเดิมอากาศบริสุทธิ์ เพื่อสร้างความดันบวกให้กับห้องผ่าตัดขนาดเล็กในโรงพยาบาลชุมชน มีความปลอดภัยสูงสุด



รูปแบบห้องผ่าตัดของ รพช.

ภาพที่ 1 สภาพของรูปแบบต่างๆ ไปของระบบปรับและระบายอากาศ สำหรับห้องผ่าตัดขนาดเล็กในโรงพยาบาลชุมชน



ภาพที่ 2 สภาพของห้องผ่าตัดขนาดเล็กของโรงพยาบาลชุมชน

## กรอบแนวคิด

การศึกษาครั้งนี้ ใช้หลักการทางวิชาการที่เกี่ยวกับควบคุมคุณภาพอากาศ ระบบหมุนเวียนอากาศ และโครงสร้างทางกายภาพภายในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก ที่มีขนาดพื้นที่ของห้องไม่เกิน 36 ตารางเมตรและใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนธรรมดาที่ใช้กันทั่วไปในสำนักงานและที่อยู่อาศัย เพื่อประยุกต์หลักวิชาด้านวิศวกรรมมาทำการพัฒนาปรับปรุงและออกแบบ โดยเฉพาะการทำให้ห้องสามารถสร้างความดันบวก มีการหมุนเวียนอากาศตามเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย เพื่อลดการติดเชื้อในห้องผ่าตัดดังกล่าว โดยการคัดเลือกห้องผ่าตัดขนาดเล็กของโรงพยาบาลชุมชนจำนวน 1 แห่งที่ไม่ได้มาตรฐานมีโอกาสการติดเชื้อสูงและเป็นโรงพยาบาลที่มีความพร้อมในการเข้าร่วมการพัฒนาสำหรับการศึกษาออกแบบครั้งนี้

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ห้องผ่าตัดต้นแบบ ที่มีการพัฒนาระบบเติมอากาศบริสุทธิ์ แบบสร้างความดันบวกให้กับห้องผ่าตัดขนาดเล็กในโรงพยาบาลชุมชน มีความปลอดภัยสูงสุด 1 ระบบ
2. ทราบถึงคุณภาพอากาศของห้องผ่าตัดที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

3. ทราบถึงสมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศของห้องขนาดเล็กแบบเก่าที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

## วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้การวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action Research) เป็นการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะหน้าหรือการวิจัยที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในการทำงาน และปรับปรุงงานให้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพขึ้น โดยในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้การศึกษาหลักการทางวิชาการที่เกี่ยวกับคุณภาพอากาศและการหมุนเวียนอากาศของห้องผ่าตัด เพื่อนำมาประยุกต์ เพื่อพัฒนาและออกแบบระบบสร้างความดันบวกต้นแบบต่ำ เพื่อลดการติดเชื้อในห้องผ่าตัดขนาดเล็กที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยการคัดเลือกห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลชุมชน 1 แห่ง ที่มีความพร้อมในการเข้าร่วมการพัฒนาเป็นที่สำหรับการศึกษาออกแบบระบบต้นแบบในครั้งนี้ เพื่อต้องการทราบถึงคุณภาพอากาศสมรรถนะและประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศของห้องผ่าตัดขนาดเล็กที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ยังกันใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ออกแบบระบบเติมอากาศบริสุทธิ์แบบสร้างความดันบวกให้กับห้องผ่าตัดขนาดเล็กในโรงพยาบาลชุมชน ที่มีราคาต่ำแต่ความปลอดภัยสูงสุด 1 ระบบ และเพื่อนำผลงานวิจัยได้รับการเผยแพร่สู่โรงพยาบาล และสถานพยาบาลสาธารณสุขในส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ใน



การพัฒนาและปรับปรุงระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพขั้นตอนการดำเนินงานศึกษาวิจัยประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัญหา จากข้อมูล เอกสารงานวิจัยหรือเอกสาร
2. ขั้นตอนลงพื้นที่สำรวจ และกำหนดห้องผ่าตัดต้นแบบของโรงพยาบาล ที่จะดำเนินการศึกษา และทำการศึกษาวิจัย
3. ขั้นตอนออกแบบตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยตามหลักวิชาที่ศึกษา ให้กับห้องผ่าตัดที่เลือกเป็นเป้าหมาย
4. ขั้นตอนการจัดทำวัสดุอุปกรณ์ ตามที่ได้ออกแบบและที่จำเป็นต้องใช้
5. ขั้นตอนการปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพและติดตั้งอุปกรณ์
6. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของห้องผ่าตัดที่ได้รับการออกแบบและการปรับแก้ไขในส่วนที่มีค่าต่างๆ ที่ไม่ได้มาตรฐานหรือตามที่ได้ออกแบบไว้
7. ขั้นตอนสรุป วิเคราะห์ผล และเผยแพร่

## ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาวิจัยและออกแบบปรับปรุงห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลป่าแดด จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นสถานที่ที่กำหนดเป็นห้องผ่าตัดต้นแบบ ที่ได้ดำเนินการออกแบบ ปรับปรุงจนเสร็จเรียบร้อยตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ และมีผลการวัดค่าคุณภาพอากาศใหม่หลังปรับปรุงเสร็จเป็นไปตามวัตถุประสงค์ตามหลักการที่ได้กำหนดไว้ สรุปสิ่งที่โรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็กต้องดำเนินการ ดังนี้

1. ปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของภายในห้องผ่าตัดไม่ให้มีจุดอับหรือขอบลึก โดยปรับใหม่ให้มีพื้นผิวของผนังห้องเรียบมากที่สุด เช่น ช่องกระจกมอง และช่องกระจกริมขอบเพดานเพื่อลดการสะสมของเชื้อโรค ฝุ่นละออง และสามารถทำความสะอาดครอบคลุม
2. วัสดุเก็บเครื่องมือและวัสดุทางการแพทย์ ที่อยู่ในห้องออก ทำให้เป็นผนังห้องเรียบเพื่อลดการสะสมของฝุ่นละออง และเชื้อโรค
3. ปรับปรุงประตูเข้าออกห้องผ่าตัดให้มีช่องว่างหรือรอยรั่วน้อยที่สุดเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกเข้ามาในห้องขณะปิดห้องไม่เปิดระบบ และเพื่อไม่ให้อากาศ

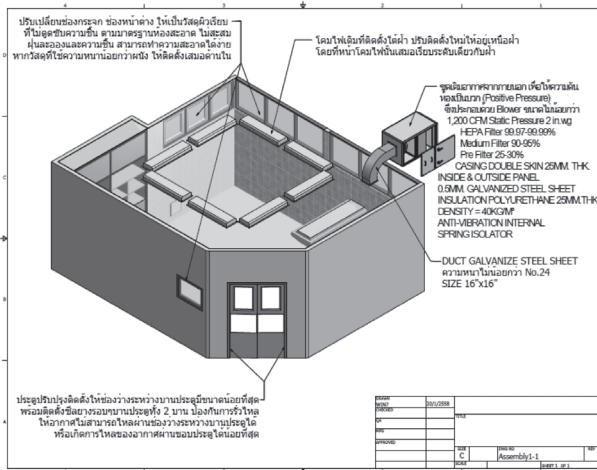
ภายในห้องไหลออกไปข้างนอกขณะทำเปิดระบบเพิ่มความดันบวก

4. ปรับปรุงเพดานของห้องให้เป็นชนิดฉาบเรียบเพื่อลดรอยรั่วของอากาศเข้าออกจากภายในห้องจากฝ้าเพดาน
5. ปรับคอมไฟส่องสว่างภายในห้องที่เป็นแบบนูนลงมาจากผิวฝ้าเพดาน ให้เป็นแบบเรียบกับฝ้าเพดาน
6. ย้ายสิ่งต่างๆ ที่ติดที่ผนังห้องออก เหลือไว้เท่าที่จำเป็น
7. ขนาดของเครื่องปรับอากาศต้องไม่น้อยกว่า 35,000 BTU หากเล็กกว่าให้เปลี่ยนใหม่
8. ติดตั้งชุดเติมอากาศบริสุทธิ์ที่มีระบบกรองแบบ HAPA Filter มีแรงอัดไม่น้อยกว่า 3,000 CMH
9. ปรับปรุงพัดลมระบายอากาศแบบมีฝาปิดได้ขนาดไม่น้อยกว่า 250CFM

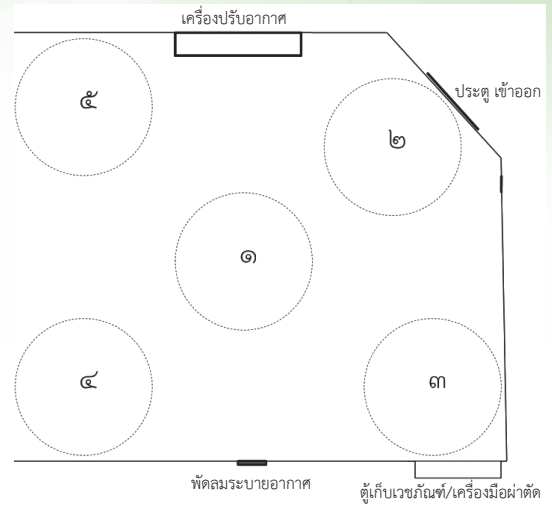
จากผลการทดสอบการใช้งาน ตามระบบที่ออกแบบศึกษาเป็นการเปรียบเทียบ โดยได้ทำการเปรียบเทียบก่อนและหลัง การปรับปรุงมีผลสรุปได้ดังนี้

## อภิปรายผล

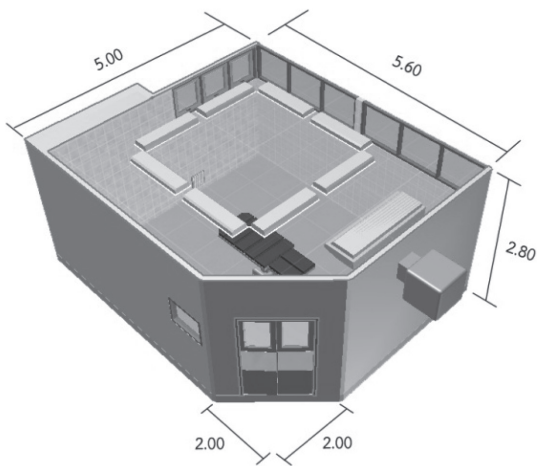
ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เกิดจากการที่ห้องผ่าตัดขนาดเล็กโดยเฉพาะของโรงพยาบาลชุมชน ห้องส่วนใหญ่สร้างมานานมากกว่า 25 ปี หรือมีอายุของห้องเท่ากับอายุของการก่อตั้งโรงพยาบาล ซึ่งสมัยนั้นยังใช้ระบบปรับอากาศเป็นแบบธรรมดา ที่มีการติดตั้งคอยล์เย็นอยู่ภายในห้อง และมีพัดลมดูดอากาศเสียทิ้งที่ติดตั้งอยู่ส่วนด้านล่างของผนังห้อง ดังนั้นการควบคุมคุณภาพอากาศและการหมุนเวียนอากาศ จึงไม่สามารถทำได้และยังทำให้อากาศภายในห้องผ่าตัดไม่มีการหมุนเวียน มีความดันภายในห้องเป็นลบเมื่อเทียบกับอากาศนอกห้อง หากมีการทำห้องใหม่ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานก็ต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนเพราะอย่างไรก็ได้ขนาดห้องเท่าเดิมที่ไม่สามารถขยายได้ ดังนั้นการปรับปรุงส่วนต่างๆ ที่ตกเกณฑ์มาตรฐานเป็นจุดๆ ไปจึงเป็นการแก้ไขปัญหาก็ง่ายและมีค่าใช้จ่ายที่ถูกมากเมื่อเทียบกับการสร้างห้องใหม่ และจากผลการดำเนินการปรับปรุงตามหลักวิชาการ ก็ทำให้ได้ห้องที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของห้องผ่าตัดประเภททั่วไปตามที่ผู้ทำการศึกษาวิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ทุกประการ



ภาพที่ 3 แนวทางการออกแบบของห้อง ที่มีการปรับปรุงโครงสร้างและติดตั้งระบบเติมอากาศ



ภาพที่ 5 ตำแหน่งในการวัดคุณภาพอากาศภายในห้อง 5 จุดทั้งก่อนและหลังปรับปรุง



ภาพที่ 4 หลังการปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพ และการติดตั้งอุปกรณ์ โดยใช้หลักการออกแบบการเติมอากาศสะอาดเข้าไปในห้องเข้าตรงช่องดูดอากาศเข้าชุดคอยล์เย็น เพื่อลดอุณหภูมิและการระบายอากาศให้มีการหมุนเวียน

### สรุปผล

ในการดำเนินการศึกษาวิจัยออกแบบจนได้พัฒนาปรับปรุงต้นแบบห้องผ่าตัดขนาดเล็กที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ของโรงพยาบาลป่าแดด จังหวัดเชียงราย ที่ก่อนดำเนินการเป็นห้องผ่าตัดนี้ตักเกณฑ์มาตรฐานของห้องผ่าตัดเกือบทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของคุณภาพอากาศ การหมุนเวียนอากาศ การเป็นห้องความดันบวก อุ่นหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์แต่หลังจากการศึกษาและออกแบบใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาในแต่ละด้าน เช่น เรื่องของฝุ่นภายในห้อง ให้ปรับโครงสร้างของห้องใหม่ทั้งหมด ให้พื้นที่ผิวของห้องทั้งหมดเป็นผิวเรียบไม่มีมุมหรือเหลี่ยมที่จะเป็นที่สะสมฝุ่นฝุ่น แม้แต่หลอดไฟแสงสว่างก็เปลี่ยนไปใช้แบบฝังเรียบในฝ้าเพดาน เรื่องของคุณภาพอากาศ มีการเพิ่มการเติมอากาศสะอาดเข้ามาภายในห้อง เรื่องการปรับความดันอากาศภายในห้องให้เป็นความดันบวก โดยการปิดรอยรั่วของห้องทุกจุดโดยเฉพาะประตูห้อง และติดตั้งระบบระบายอากาศให้มีความสัมพันธ์กับการเติมอากาศเพื่อรักษาสภาพความเป็นความดันบวกของห้อง เป็นต้น ซึ่งหลักการออกแบบปรับปรุงเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ที่ตักเกณฑ์ ทำให้สิ่งต่างๆ ดีขึ้นจนผ่านเกณฑ์มาตรฐานโดยใช้งบประมาณในการปรับปรุงและซื้ออุปกรณ์ไปทั้งสิ้นประมาณ 100,000 บาทเท่านั้น



## ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าต่างๆ หลังการปรับปรุงภายในห้อง เทียบกับค่ามาตรฐาน

รายการ	ค่ามาตรฐาน	หลังการปรับปรุง	ผลที่ได้
อุณหภูมิสามารถปรับได้ในช่วง (วสท)	17-27 °C	27°C	ตามมาตรฐาน
ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วง (WHO, CDC)	30-60%RH	65 %RH	สูงกว่ามาตรฐาน
ความดันภายในห้อง(WHO,CDC)	ไม่น้อยกว่า 15 ACH	15	ตามมาตรฐาน
ปริมาณฝุ่นละออง ที่ 10 µm	< 0.012 M <sup>3</sup>	0.001 M <sup>3</sup>	ตามมาตรฐาน
ปริมาณอนุภาค ที่ 0.5µ	< 10,000PT/ ft <sup>3</sup>	11,189 PT/ ft <sup>3</sup>	สูงกว่ามาตรฐาน
CO2	<1,000 ppm	700 ppm	ดีกว่า
ความดันห้อง	+2.5	+5	ดีกว่า

### ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบยังพบว่ามี 2 เรื่องที่ยังมีค่าที่ดีขึ้น แต่ยังคงสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ เสียงภายในห้องผ่าตัด ซึ่งมีแนวทางที่สามารถพัฒนาต่อในเรื่องเสียงที่ดัง คือ ให้เลือกเครื่องปรับอากาศที่มีเสียงที่เงียบ และย้ายระบบเติมอากาศที่เป็นต้นเหตุของเสียงให้ห่างจากผนังห้องผ่าตัด ให้ไกลออกไป แต่ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อแรงส่งของอากาศที่ต้องส่งเข้าไปในห้องผ่าตัด

ปริมาณอนุภาคที่เกินค่ามาตรฐาน มีแนวทางแก้ไขคือ ออกแบบชุดเติมอากาศสะอาดได้ดีขึ้นในส่วนของ กรอบยัด HAPA Filter ให้แนบสนิทไม่ให้มีรอยรั่วของอากาศ และติดตั้งส่วนของ HAPA Filter และ Pre Filter ที่ช่องที่ออกแบบไว้ อยู่ส่วนหน้าของตัวพัดลม ทำให้อากาศสะอาดที่ผ่านการกรอง แล้วต้องมาไหลผ่านตัวมอเตอร์ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นของเสียจากการทำงานของมอเตอร์วิ่งเข้าไปในห้อง โดยออกแบบใหม่ให้ HAPA Filter และ Pre Filter อยู่หลังมอเตอร์พัดลมคือ ให้อากาศเป่าอัดผ่านตัวกรองแล้วส่งเข้าไปในห้องผ่าตัด

### เอกสารอ้างอิง

Bamrasnaradura Institute Department of Disaster Prevention and Mitigation Ministry of Public Health. Manual for Prevention and Control Infection in the hospital. Printing Agriculture Cooperatives of Thailand. 2013

Nicholas Piyasutthawong and colleagues. New surgical approach to reduce contamination in surgery to reduce infection rates surgical wound. Department of Nursing Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital. Rama Nurse J. January - April 2010

JariyaSangsajja. Indoor Air Quality Improvement Manual. The National Buddhist Printing Office. September 2007

Faculty of Engineering. Air Conditioning and Ventilation Systems. Engineering Institute of Thailand under the Royal Patronage.

Mr. SupotTeechamunthorn. Resolving fungal problem in air conditioning system. ENGINEERING SPECIALIZE CO., LTD. Article 16 Air Conditioning Engineering Association of Thailand Guidelines for the development of the operating room. Office of the Ministry of Public Health. December 2006

PrapapornThongthong. Infection control in the operating room. KhonKaen Medical Journal. 12th year. No. 4 October - December 1988

CVT Surgery Surgery (2009). Environmental guidelines in operating room 2009. Retrieved on December 29, From <http://perioperativenursecvt.blogspot.com/2009/12/blog-ost.html>

Subcommittee on Air Conditioning and Ventilation Air Conditioning and Ventilation Systems. Engineering Institute of Thailand under the Royal Patronage 2004

Voravich Singh. Adjustment and ventilation for the operating room. Retrieved on December 24, From <http://www.airbornefilter.com/> PrapapornThongthong. Infection control in the operating room. Surgery KhonKaen Hospital Center KhonKaen Medical Journal, Vol. 12 No. 4 October - December 1988.