

การออกแบบติดตั้งระบบเติมอากาศในห้องปฏิบัติการงานทันตกรรม
กรณีศึกษา : ห้องปฏิบัติงานทันตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต
Design and Installing Fresh air supply systems in Dental Lab
Case Study : Dental Laboratory of Thammasat University Rangsit Center

พรเทพ คงธนสมุทร¹, สถาวร สุเจริญ¹, ชลธิศ พิภเล็ก¹, ขานนท์ มุลวรรณ², ธนิต แก้วสุวรรณ³

¹ นักศึกษาด้านวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต , ie.engineer@kbu.ac.th

³ อาจารย์พิเศษสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบติดตั้งระบบเติมอากาศในห้องปฏิบัติการงานทันตกรรม เนื่องจากปริมาณอากาศขาดหายไปภายในห้องจำนวน 3,328 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ซึ่งเกิดจากการติดตั้งระบบดูดฝุ่นผงจากการขัดตกแต่งฟันปลอมของนักศึกษา ภายในห้องปฏิบัติการงานทันตกรรมประกอบด้วย 8 โต๊ะปฏิบัติงาน ระบบเติมอากาศออกแบบโดยใช้ชุดโบลเวอร์ชนิดขับด้วยสายพาน ขนาดมอเตอร์ 2 แรงม้า 380 โวลต์ จำนวน 4 ชุด ส่งอากาศผ่านหน้ากากส่งลมขนาด 2.5 นิ้ว ชนิดปรับปริมาณอากาศได้ จำนวน 80 ชุด หลังจากทำการติดตั้งระบบเติมอากาศโดยเฉลี่ยอัตราการไหลของอากาศ จำนวน 10 วัน พบว่ามีอัตราการไหลของอากาศเฉลี่ย 4,229.60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที เป็นไปตามที่มาตรฐาน ASHRAE Standard 62.1-2010 กำหนด และสอดคล้องกับมาตรฐาน วสท. 03010-60

คำสำคัญ : ระบบเติมอากาศ; การดูดฝุ่น; ห้องปฏิบัติการทันตกรรม

Abstract

The objective this research is to design and install fresh air supply system in dental laboratory to compensate for amount of air missing in the room 3,228 cubic feet per minute caused by vacuuming caused by polishing dentures. In dental laboratory there are 8 operating tables. Fresh air supply system designed using 4 belt driven blowers, 380 Volt motor, 2 HP send air out through the wind mask 2.5 inches, adjust the wind level, 80 sets. After installing aeration system 10 days average air flow rate. It was found that average air flow rate was 4,229.60 cubic feet per minute according comply with ASHRAE Standard 62.1 -2010 defines and complies with VST 03010-60

Keywords : aeration system; dust remove; dental laboratory

1. บทนำ (Introduction)

การระบายอากาศที่ดีและเหมาะสมจะช่วยให้เรามีออกซิเจนที่เพียงพอ โดยเฉพาะอาคารที่มีจำนวนคนใช้งานมาก การระบายอากาศยิ่งมีความสำคัญมากเพราะถ้าอัตราการระบายอากาศไม่ดีจะส่งผลให้เกิดอันตรายหรืออาจจะเพิ่มความเสี่ยงโรคติดต่อทางอากาศของผู้อยู่อาศัยได้ ทางวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมวิศวกรการทำความร้อน ความเย็น และการปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) จึงได้มีมาตรฐานแนะนำไว้ให้อัตราการระบายอากาศมีค่าที่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่การใช้งานต่างๆ[1]

ห้องปฏิบัติการทันตกรรม (Casting Lab) เป็นห้องที่อยู่ภายในอาคารราชสุดา ชั้น 9 มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการและห้องบรรยายการปฏิบัติงานมีการผสมสารเคมี อันตรายและการสร้างวัสดุที่ใช้ทำเหงือกและที่ใส่ฟัน[2] ซึ่งในกระบวนการทำงานภายในห้องจะต้องมีการผสมโมเนออร์เมอร์เป็นสารเคมีที่ทำให้เกิดกลิ่น รวมถึงการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานที่ทำให้เกิด ฝุ่น กลิ่น ซึ่งมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานองค์กรอนามัยโลก[3] และเกินมาตรฐาน ISO 14001:2015[4] กำหนด โดยต่อมาภายหลังได้มีการปรับปรุง ติดตั้งชุดดูดฝุ่นและดูดกลิ่นเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานและคุณภาพที่กฎหมายกำหนด

ห้องปฏิบัติการทันตกรรมมีลักษณะเป็นห้องปิด โดยอากาศที่หมุนเวียนภายในห้องมาจากเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากการติดตั้งชุดอุปกรณ์ดูดฝุ่นเพิ่มเติมเข้าไป ฝุ่นที่ถูกดูดจะออกไปพร้อมกับอากาศจำนวน $16,128 \text{ ft}^3 / \text{min}$ โดยอากาศที่หมุนเวียนภายในห้องหลังถูกดูดออกไปแล้ว มีอัตราการระบายอากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ASHRAE Standard 62.1-2010[5] และมาตรฐาน วสท. 03010-60[6] กำหนด ซึ่งส่งผลให้เกิดอันตรายและประสิทธิภาพการทำงานของนักศึกษา และ ขัดต่อมาตรฐาน มอก.18001-2542[7] รวมถึงขัดต่อข้อกำหนดกฎหมาย กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พศ.2535[8] อีกด้วย

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพของห้องทันตกรรมเพิ่มเติมจากเดิม โดยติดตั้งระบบเติมอากาศบริสุทธิ์ (FRESHAIR) เพื่อเติมอากาศภายนอกที่สะอาดเข้าไปชดเชยปริมาณอากาศที่ถูกดูดออกจากในห้องปฏิบัติการให้มี

ค่าที่สมดุล กับปริมาณอากาศที่เครื่องดูดฝุ่นถูกดูดออกไป เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ASHRAE Standard 62.1-2010 และมาตรฐาน วสท. 03010-60 รวมถึงไม่ขัดต่อข้อกำหนดกฎหมาย กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พศ.2535 ที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องเติมอากาศและเพิ่มความปลอดภัยให้เจ้าหน้าที่ขณะปฏิบัติงาน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Theories and related research)

2.1 ระบบระบายอากาศ Ventilation system[9]

การระบายอากาศ หมายถึง การทำให้อากาศเกิดการไหลเวียนและถ่ายเทภายในอาคารโดยการการออกแบบตัวอาคารให้มีช่องระบายอากาศเข้า-ออก หรือการเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าไปภายในอาคารโดยตรง โดยผ่านระบบทอลมหรือการเติมโดยพัดลมดูดผนัง และขณะเดียวกันจะต้องระบายอากาศออกยังภายนอกจากวิธีธรรมชาติหรือวิธีทางกล การเติมและการระบายอากาศ จะต้องมีความเหมาะสมสามารถระบายและถ่ายเทอากาศได้อย่างเพียงพอสาเหตุว่าทำไมต้องมีการระบายอากาศในพื้นที่ มีดังนี้คือ

2.1.1. เพื่อควบคุมระดับของสิ่งปนเปื้อนในอากาศ เช่น เชื้อโรค ฝุ่นละออง ไอสารเคมี ก๊าซ คิวบิก ฯลฯ ในพื้นที่การปฏิบัติงาน อาคาร โรงงาน ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ซึ่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้หากได้รับเข้าสู่ร่างกาย จะเกิดการสะสมในอวัยวะต่าง ๆ และจะนำมาซึ่งความเจ็บป่วยของบุคลากร

2.1.2 เพื่อควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้อยู่ในระดับที่รู้สึกสบายได้ เพราะความร้อนและความชื้น ถ้าไม่เหมาะสมในกรณีของบุคลากร จะทำให้เกิดการเจ็บป่วย หงุดหงิด อึดอัด ไม่สามารถทำงานได้

2.2 ทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์

ในปี ค.ศ.1999 Thompson Approach ได้นำเสนอกลยุทธ์การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจที่มีกระบวนการอยู่ภายใต้หลักเกณฑ์ของการวัดผลตอบแทนของกลยุทธ์การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ ตั้งแต่กระบวนการจัดการวัสดุไปจนถึงอรรถประโยชน์ด้านพลังงาน โดยได้สรุปแนวทางกลยุทธ์เฉพาะทางไว้ดังรายละเอียดการพิจารณาในหัวข้อการพิจารณากลยุทธ์ทั่วไปและกลยุทธ์เฉพาะของวิธีการ Thompson's Approach [10]

2.3 มาตรฐานการระบายอากาศ ASHRAE 62.1-2010

ปริมาณอากาศสะอาดที่เติมให้พื้นที่	ลูกบาศก์ฟุตต่อ คน
(clean outdoor air)	(cfm/person)
หอประชุมใหญ่/โรงภาพยนตร์ (Auditoriums/theaters)	10
ห้องทำงานคอมพิวเตอร์ (Computer lab)	10
ห้องประชุม (Conference rooms)	5
ห้องพิจารณาคดี (Courtrooms)	5
โรงอาหาร (Dining areas)	7.5
ห้องพักโรงแรม (Hotel rooms)	5
ห้องบรรยายรวม (Lecture hall)	7.5
ห้องสมุด (libraries)	5
โถงทางเข้ารับรอง (Main entry lobbies)	5
พิพิธภัณฑ์ (Musems)	7.5
พื้นที่ทำงาน (Office space)	5
พื้นที่อยู่อาศัย (Residential living area)	5
ร้านขายปลีก (Retail stores)	7.5
ห้องเรียนเด็ก (School classroom)	10
ห้องแล็บโรงเรียน (school laboratories)	10

ตารางที่ 1 ค่าการระบายอากาศมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010

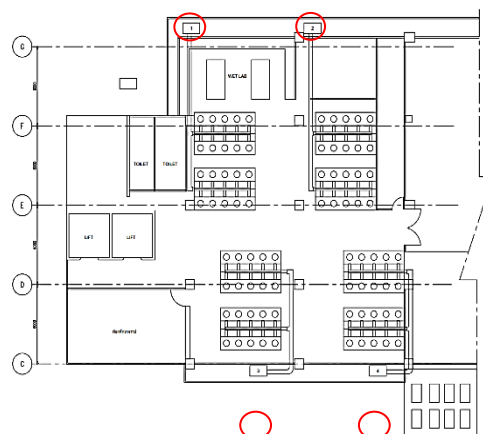
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาธิต นฤภัย (2562) [14] ได้ออกแบบระบบสร้างความดันบวกดันต่ำ เพื่อลดการติดเชื้อในห้องผ่าตัดขนาดเล็กที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ได้มีการนำค่า Air Change Rate อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ไปเปรียบเทียบกับค่าของมาตรฐาน และเมื่อนำค่าอัตราการระบายอากาศ การนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ห้อง หลังจากการติดตั้งทั้งหมดไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานแล้ว มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและสอดคล้องกับมาตรฐาน และเมื่อนำค่าของระบบเติมอากาศไปเทียบกับมาตรฐานแล้ว มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สอดคล้องกับแนวทาง และมาตรฐานดังกล่าวเช่นกัน

3. วิธีการวิจัย (Methodology)

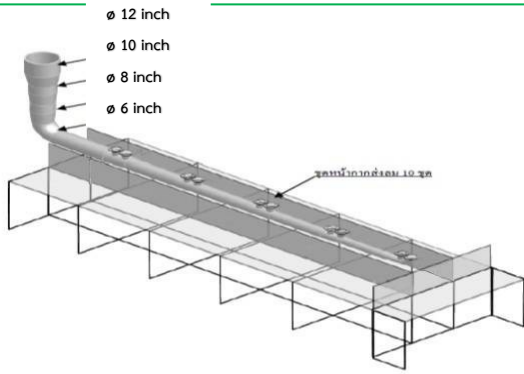
3.1 การออกแบบระบบเติมอากาศ

การออกแบบระบบเติมอากาศในห้องปฏิบัติการงานทันตกรรม ให้ได้เป็นไปตามมาตรฐาน วสท.031010-60 และมาตรฐาน ASHRAE. Standard 62.1-2010 กำหนด โดยใช้หลักการในการนำหลักการระบายอากาศ[9] และหลักการในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกลยุทธ์วิธีการของThompson's Approach[10] ที่เป็นการพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่สามารถใช้งานได้ยาวนาน ไม่เป็นวัสดุที่หายาก ลดการสูญเสียของพลังงานสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ รวมถึงง่ายต่อการจัดหาวัสดุ ง่ายต่อการดูแลบำรุงรักษา และเลือกวัสดุที่สอดคล้องตามมาตรฐานของ ASHRAE. Standard 62.1-2010 โดยนำหลักการหนังสือระบบระบายอากาศและกำจัดฝุ่น [11] มาคำนวณหาปริมาณอากาศ อัตราการไหล การสูญเสียแรงดันในระบบ โดยมีรายละเอียดการออกแบบติดตั้งดังนี้

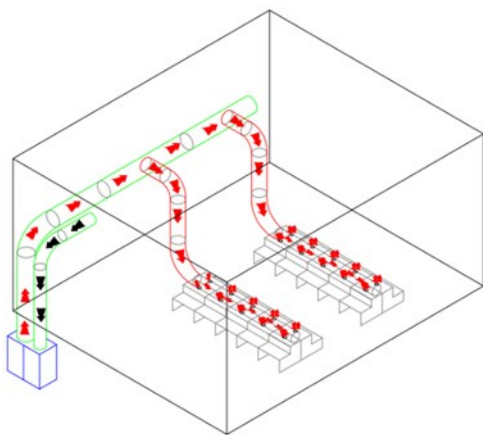


ภาพที่ 1 แบบแปลนการเดินท่อของระบบเติมอากาศ

การออกแบบระบบเติมอากาศ ติดตั้งทั้งหมด 4 จุดตามภาพโดย 1 เครื่องส่งอากาศให้กลับโต๊ะปฏิบัติงานจำนวน 2 โต๊ะ รวมทั้งหมด 4 เครื่องจำนวน 8 โต๊ะ 1 โต๊ะจำประกอบไปด้วยหัวส่งลมขนาด 2.5 ๘ จำนวน 10 หัว



ภาพที่ 2 แบบจำลองจุดเติมอากาศภายในโถงปฏิบัติงาน ในการติดตั้งระบบเติมอากาศประกอบด้วยท่อ Spiral Duct แบบกลม วัสดุ STAINLESS STEEL 304 มีขนาด $\phi 12$ นิ้ว ความยาว 12 เมตรจำนวน 4 เส้นทั้งหมดจำนวน 4 ชุด และขนาด $\phi 10$ ความยาว 3 เมตร $\phi 8$ นิ้ว ความยาว 6.5 เมตร ทั้งหมดจำนวน 8 ชุด โดยอากาศที่จ่ายภายใน ห้องปฏิบัติการ ทันตกรรม จ่ายผ่านหน้าากาส่งลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ชนิดปรับปริมาณลมได้ ทำจากวัสดุ PVC จำนวน 80 ชุด ติดตั้งอยู่ที่บริเวณโถงของผู้ปฏิบัติงาน.



ภาพที่ 3 แบบจำลองการไหลของอากาศ

ส่วนที่ 1 (ลูกศรสีแดง) บ่งบอกทิศทางการไหลของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ห้องปฏิบัติงานทันตกรรม ผ่านตู้เติมอากาศที่ติดตั้งอยู่นอก โดยภายในตู้ประกอบด้วย Backward Curve Blower :Belt Drive ขับด้วยมอเตอร์ ขนาด 2HP 2,500 RPM จำนวน 1 เครื่อง และ เลือกใช้กรองอากาศชนิด HEPA FILTER H12 มาติดตั้งก่อนเข้าในระบบ [12]

ส่วนที่ 2 (ลูกศรสีดำ) บ่งบอกทิศทางการไหลของอากาศจากภายในห้องไหลกลับเข้าสู่ตู้เติมอากาศเพื่อนำอากาศเย็นภายในห้องมาลดอุณหภูมิอากาศภายในตู้เติมก่อนส่งอากาศเข้าสู่ภายในห้อง

3.2 การติดตั้งระบบเติมอากาศ

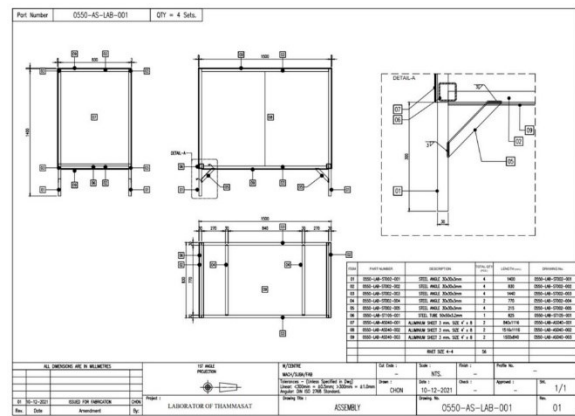
3.2.1 ทำการติดตั้งตู้ ชุดพัดลมเติมอากาศ ขนาด $841 \times 1516 \times 1400$ มิลลิเมตร ตามตำแหน่งทั้ง 4 จุด ทำการเชื่อมแผ่นเพจรับน้ำหนักและกันสั่นขณะ ชุดพัดลมเติมอากาศทำงาน ที่ขาตู้ทั้ง 4ขา ทำการซีลรอยต่อตามจุดต่างๆ ของตู้ด้วยซิลิโคน

3.2.2 ติดตั้งดักทึสป้ร้อนจากชุดโบวเวอร์ผลิตอากาศ ขนาด $\phi 12$ นิ้ว ทำการช้อนบนผ้าและยึดเข้ากับเพดานโดยใช้อุปกรณ์ แขนงท่อแบบไฟท์แองเกอร์ขนาด $\phi 12$ นิ้ว ความยาว 12m โดยมีระยะยึดแขนงต้องไม่มากกว่า 4 เมตร

3.2.3 ลดขนาด ท่อ $\phi 12$ นิ้ว เป็นท่อขนาด $\phi 10$ นิ้ว และ ความยาว 3 m ลดขนาด ท่อ $\phi 10$ นิ้ว เป็นท่อขนาด $\phi 8$ นิ้วและทำการต่อท่อโค้ง 90 องศา

3.2.4 เดินท่อเข้าโถงปฏิบัติงาน และทำการติดตั้งหน้าากาส่งลม ขนาด 2.5" ไปยังโถงปฏิบัติงาน จำนวน 10 ชุด / 1โถง

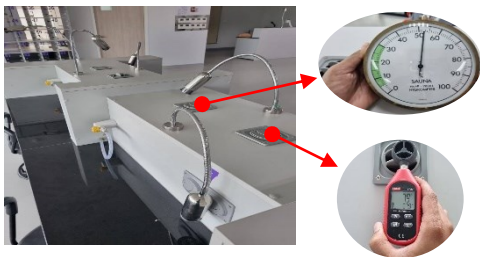
3.2.5 ติดตั้งท่อแฟล็กซ์ ขนาด $\phi 8$ นิ้ว ติดตั้งเพื่อนำอากาศภายในห้อง มาผสมกับอากาศภายนอกเป็นการลดอุณหภูมิ ก่อนส่งเข้าห้องปฏิบัติงาน



ภาพที่ 4 แสดงการออกแบบตู้เติมอากาศ

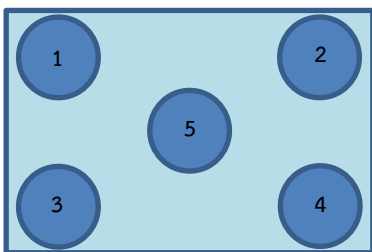
4. ผลการวิจัย (Results)

การทดสอบระบบการเติมอากาศภายในห้องปฏิบัติการทางพันธุกรรม หลังจากติดตั้งระบบเสร็จสิ้น ทดสอบจำนวนระบบ 10 วัน โดยการตรวจวัดหาความเร็วลม หาอัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิ ด้วยเครื่องวัดความเร็วลมชนิดใบพัด (Anemometer) ยี่ห้อ UNI-T รุ่น UT363 และตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ ด้วยอุปกรณ์ Analogue sauna hygrometer ที่หน้ากากส่งลม \varnothing 2.5 นิ้ว บริเวณโต๊ะนั่งปฏิบัติงานของนักศึกษา ทั้งหมด 80 จุด



ภาพที่ 5 การตรวจวัดบริเวณโต๊ะปฏิบัติงาน

พบว่า มีค่าความเร็วลมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 7.9 เมตร / วินาที อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 27.6°C และความชื้นสัมพัทธ์ 53.7 % รวมถึงตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศโดยรวมภายในห้อง โดยปรับตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศให้ทำงานที่ 24°C แล้วตรวจวัดตามจุดกึ่งกลางห้องและมุมห้อง



ภาพที่ 6 การตรวจวัดบริเวณมุมต่างๆของห้อง ปฏิบัติงานพบว่า มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยหลังจากมีการเติมอากาศเข้ามาอยู่ที่ 24.2°C และความชื้นสัมพัทธ์ 54.4 %

4.1 ผลการออกแบบระบบเติมอากาศ

การออกแบบโดยพิจารณาจากกลยุทธ์เฉพาะของวิธีการ Thompson's Approach เลือกวัสดุที่สามารถใช้งานได้นานง่ายต่อการจัดหาวัสดุ ง่ายต่อการดูแลบำรุงรักษา และพิจารณาจาก มาตรฐานของ ASHRAE 62.1(2010)ที่ทนต่อการกัดกร่อนและทนต่อการเกิดเชื้อราโดย

4.1.1 วัสดุของท่อที่เลือก ใช้เป็นวัสดุสแตนเลส 304 (STAINLESS STEEL 304)

ขนาดท่อ \varnothing 12 นิ้ว จำนวน 12 เมตร \times 4 ชุด

\varnothing 10 นิ้ว จำนวน 3 เมตร \times 8 ชุด

\varnothing 8 นิ้ว จำนวน 6.5 เมตร \times 8 ชุด

4.1.2 วัสดุของหน้ากากส่งลมที่เลือกใช้ เป็นวัสดุ PVC \varnothing 2.5 นิ้ว จำนวน 80 ชุด

4.1.3 เลือกวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยเลือกแผ่นกรองอากาศชนิด HEPA FILTER H12 (ระดับการกรอง 99.5%)

4.1.4 ปริมาณอากาศและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ให้เหมาะสมตามหนังสือการออกแบบระบบระบายอากาศและระบบกำจัดฝุ่นปริมาณอากาศที่ต้องเติมมาทั้งหมด ปริมาณ 4868.6 ft³/ min

4.1.5 ปริมาณอากาศที่เติม/มอเตอร์ 1 ตัว ปริมาณ 1,217 ft³/ min / 1 โตะปฏิบัติงาน

4.1.6 โบลเวอร์ขนาด DIAMETER 16 inch ชนิดขับเคลื่อนด้วยสายพาน ขนาดมอเตอร์ 3HP 3,080 RPM 380V 50Hz . แรงดันสถิต 90 mm.Wg จำนวน 4 เครื่องปริมาณอากาศ ที่หน้ากากส่งลมขนาด \varnothing 2.5 นิ้ว ค่าความเร็วลมสูงสุด = 7.9 m/s

สูตรการคำนวณค่าปริมาณอากาศ

$$\text{สูตร } Q = A \times V$$

$$V = 7.9 \text{ m/s} = 1,555.11 \text{ fpm}$$

$$A = \pi r^2 = 3.1416 \times 1.25^2$$

$$A = 4.9 \text{ inch}^2 = 0.034 \text{ ft}^2$$

$$Q = 0.034 \times 1,555.11$$

$$\therefore Q = 52.87 \text{ ft}^3 / \text{min}$$

ปริมาณอากาศ / 1 โตะปฏิบัติงาน โดย 1 โตะปฏิบัติงาน ติดตั้งหน้ากากส่งลมจำนวน 10 ชุด

$$Q = 52.87 \times 10$$

$$= 528.7 \text{ ft}^3 / \text{min}$$

ปริมาณอากาศที่เติมเข้ามาในห้องทันตกรรมทั้งหมด โดยภายในห้อง มีโต๊ะปฏิบัติงาน จำนวน 8 โต๊ะ และติดตั้ง หน้ากากส่งลม จำนวน โต๊ะละ 10 ชุด

$$Q = 52.87 \times 80$$

$$= 4,229.6 \text{ ft}^3/\text{min}$$

ปริมาณอากาศโดยรวมทั้งหมดภายในห้องทันตกรรม หลังจากเติมอากาศเข้ามาเพิ่ม โดยภายในห้องมีอากาศที่ส่งมาจากเครื่องปรับอากาศ 8 เครื่อง จำนวน 12,800 ft³/min

$$Q = 12,800 + 4,229.6$$

$$= 17,029.6 \text{ ft}^3/\text{min}$$

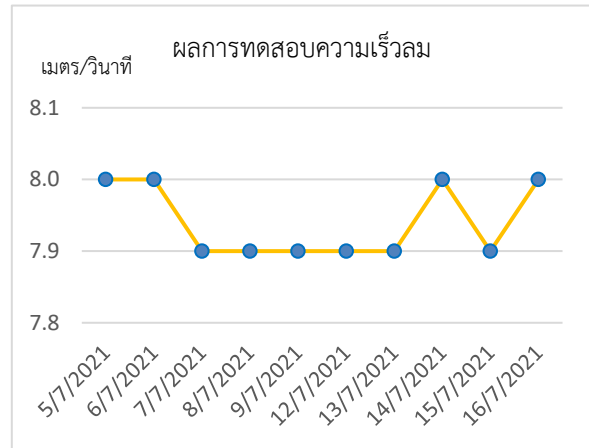
ปริมาณอากาศที่คงเหลือในห้องทันตกรรมหลังจากชุดเขยอากาศที่ถูกดูดออก โดยภายในห้องมีอากาศที่ถูกดูดออก 80 จุด จำนวน 16,128 ft³/min

$$Q = 17,029.6 - 16,128$$

$$= 901.6 \text{ ft}^3/\text{min}$$

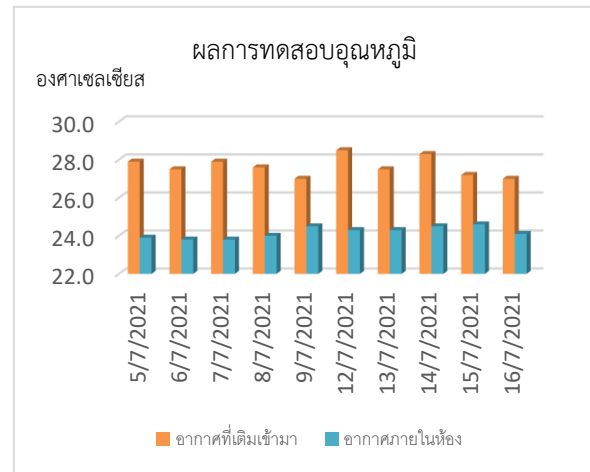
5. การอภิปราย (Discussion)

ผลการออกแบบโดยพิจารณาตามกลยุทธ์วิธีการของ Thompson's Approach และมาตรฐาน ASHRAE Standard 62.1-2010 โดยเลือกใช้วัสดุ STAINLESS STEEL 304 มาเป็นวัสดุของท่อในระบบทั้งหมด เพราะมีคุณสมบัติเป็นวัสดุที่ทนต่อการสนิม การกัดกร่อนและทนต่อการเกิดเชื้อรา[13] ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1(2010) และยังเป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้กับงานท่อส่งอากาศติดตั้งทั้งหมดจำนวน 4 ตู้ โดย 1 ตู้จ่ายลมให้กับโต๊ะปฏิบัติงาน 2 โต๊ะ ผลการทดสอบปริมาณอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ที่ได้จากหัวส่งลมหลังจากติดตั้งดังนี้ผลการทดสอบปริมาณอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ที่ได้จากหัวส่งลมหลังจากติดตั้งดังนี้



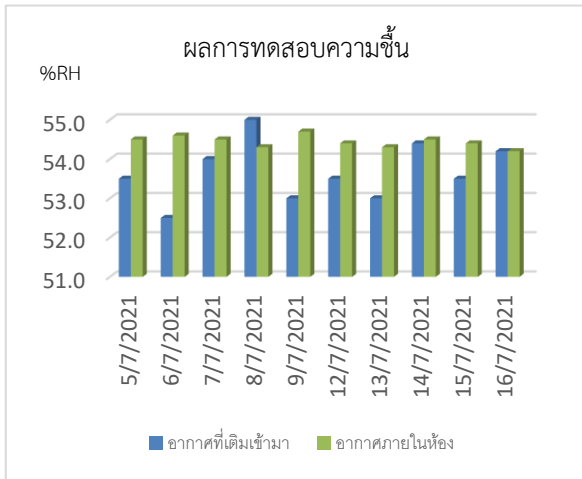
ภาพที่ 7 ผลทดสอบความเร็วลม

ทดสอบโดยการตรวจวัดบริเวณโต๊ะปฏิบัติงาน หาความเร็วลมเฉลี่ยหลังติดตั้งระบบเติมอากาศ เมื่อวัดค่าจากจุดส่งลม ทั้งหมด 10 ช่อง ของแต่ละโต๊ะจำนวน 8 โต๊ะมาเปรียบเทียบกัน พบว่า มีความเร็วลมเฉลี่ย 7.9 เมตร / วินาที หรือ มีปริมาณลมโดยเฉลี่ยจุดละ 52.87 ลูกบาศก์ฟุต/นาที



ภาพที่ 8 ผลทดสอบอุณหภูมิทดสอบโดยการ

ตรวจวัดบริเวณโต๊ะปฏิบัติงาน หาอุณหภูมิของอากาศที่เติมเข้ามาโดยเฉลี่ยหลังติดตั้งระบบเติมอากาศ เมื่อวัดค่าจากจุดส่งลมทั้งหมด 10 ช่อง ของแต่ละโต๊ะจำนวน 8 โต๊ะมาเปรียบเทียบกัน พบว่า มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 27.6°Cและตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณมุมต่างๆของห้องปฏิบัติงานพบว่า มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยหลังจากมีการติดตั้งระบบเติมอากาศและเปิดใช้งาน อยู่ที่ 24.2°



ภาพที่ 9 ผลทดสอบความชื้นสัมพัทธ์

ทดสอบโดยการตรวจวัดบริเวณโต๊ะปฏิบัติงาน หาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เติมเข้ามาโดยเฉลี่ยหลังติดตั้งระบบเติมอากาศ เมื่อวัดค่าจากจุดส่งลมทั้งหมด 10 ช่องของแต่ละโต๊ะจำนวน 8 โต๊ะมาเปรียบเทียบกัน พบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ย 53.7 % และตรวจวัดอุณหภูมิบริเวณมุมต่างๆของห้องปฏิบัติงานพบว่า มีความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยหลังจากมีการติดตั้งระบบเติมอากาศและเปิดใช้งานอยู่ที่ 54.4 %

รายการ	ค่ามาตรฐาน	หลังการติดตั้ง	ผลที่ได้
ปริมาณอากาศตามมาตรฐาน วสท.	2 ACH	4.72 ACH	สูงกว่ามาตรฐาน
อุณหภูมิตามมาตรฐาน วสท.	24-26°C	24.2°C	ตามมาตรฐาน
ความชื้นสัมพัทธ์ตามมาตรฐาน วสท.	54-56%	54.40%	ตามมาตรฐาน
ปริมาณอากาศตามมาตรฐาน ASHRAE	850 CFM	901.6 CFM	สูงกว่ามาตรฐาน
ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษตามมาตรฐาน ASHRAE	ไม่น้อยกว่า 10 m.	10 m	ตามมาตรฐาน
คุณภาพของวัสดุตามมาตรฐาน ASHRAE	ทนต่อการกัดกร่อน และเกิดเชื้อรา	STAINLESS STEEL เกรด 304	ตามมาตรฐาน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่ากับมาตรฐานหลังจากการติดตั้ง

6. สรุปผล (Conclusion)

อากาศที่ได้จากเครื่องปรับอากาศชนิด FCU มีจำนวน 12,800 ft³/min ถูกดูดออกจากห้องปฏิบัติงานด้วยเครื่องดูดฝุ่นจำนวน 16,128 ft³/min ทำการติดตั้งระบบและเครื่องเติมอากาศจำนวนทั้งหมด 4,229.6 เพื่อเข้ามาช่วยในการระบายอากาศและทดแทนอากาศที่ถูกดูดออกจำนวน 3,328 ft³/min คงเหลือภายในห้องจำนวน 901.6 ft³/min โดยค่าเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

7. กิติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

งานวิจัยฉบับนี้ออกแบบนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผศ.ชานนท์ มุลวรรณอาจารย์ที่ปรึกษา และอาจารย์ณิต แก้วสุวรรณ ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำแนะนำ ควบคุมและตรวจสอบการติดตั้ง ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอตลอดมา ทำให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้ถูกต้องเสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี รวมถึงขอคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ และรวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ชานนท์ มุลวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ คณะกรรมการรวมถึงคณะอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้มาตลอดหลักสูตรการศึกษาขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ในการให้ใช้สถานที่ศึกษาค้นคว้าและให้ข้อมูลในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและร่วมเป็นกำลังใจในการให้ความช่วยเหลือจนกระทั่งการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จลงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ทางผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อทางมหาวิทยาลัยและผู้ที่เกี่ยวข้องหรือกำลังศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนี้มีความบกพร่องประการใด ผู้ศึกษาขอน้อมรับความผิดพลาดไว้ ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] ทวี เวชพฤติ (2551) , บทความวิชาการชุดที่ 13 เรื่องภัยร้ายใกล้ตัวจากสภาวะอากาศภายในอาคาร ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [2] คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต แหล่งที่มา <https://dentistry.tu.ac.th/aboutus> (วันที่สืบค้นข้อมูล 15 มีนาคม 2564)
- [3] WHO Air Quality Guideline มลพิษทางอากาศ แหล่งที่มา <https://www.who.int> (วันที่สืบค้นข้อมูล 20 เมษายน 2564)
- [4] มาตรฐาน ISO 14001 แหล่งที่มา <https://www.chi.co.th./54> (วันที่สืบค้นข้อมูล 21 เมษายน 2564)

- [5] ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2010, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
- [6] มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ วสท. 03010-60
- [7] มาตรฐานระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย : มอก.18001-2542 (2542)
แหล่งที่มา <https://www.siamhrm.com> (วันที่สืบค้นข้อมูล 31 ตุลาคม 2564)
- [8] กระทรวงมหาดไทย ,กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พศ.2522
- [9] การระบายอากาศพื้นฐาน แหล่งที่มา <https://www.ktykaoklaiengineering.com/17374486/> ติดตั้งระบบระบายอากาศ(วันที่สืบค้นข้อมูล 15 ธันวาคม 2564)
- [10] กลยุทธ์การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจตามแนวทาง Thompson’s Approach (1999)
- [11] ฉัตรชัย นิยมมล (2550) , ระบบกำจัดฝุ่นและระบายอากาศ พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี : (ญี่ปุ่น-ไทย)
- [12] มาริสา คุณธนวงศ์ , ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ แหล่งที่มา <https://www.mtec.or.th/post-knowledges/2784/> (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 กุมภาพันธ์ 2655)
- [13] สานิต นฤภัย (2562) วารสารวิชาการ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ ปี ที่ 15 ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน 2562 หน้า 30-36