

นวัตกรรมท่อกรองฝุ่น PM 2.5 แรงดันบวกเพื่อใช้ในครัวเรือน Innovative Positive Pressure PM 2.5 Filter Pipe for Household

ประเสริฐ สุเมธวานิชย์
Prasert Sumethvanich

คลินิกโรคจากการทำงานและสิ่งแวดล้อม โรงพยาบาลเกาะคา
381 ถนนพหลโยธิน ตำบลศาลา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง 52130
Occupational and Environmental Disease Clinic, Ko Kha Hospital,
381 Phahonyothin Road, Sala, Ko Kha, Lamphang 52130
prasertsumatawanit@hotmail.com

Received: 29/04/2025, Revised: 09/06/2025, Accepted: 14/11/2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างท่อฟอกอากาศแรงดันบวกเพื่อใช้ตามครัวเรือน และหาประสิทธิภาพของท่อฟอกอากาศที่สร้างขึ้นโดยเปรียบเทียบกับเครื่องฟอกอากาศทั่วไป ในเรื่องความสามารถในการกรองฝุ่น PM 2.5, ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O_2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายในห้อง ท่อฟอกอากาศแรงดันบวกที่ออกแบบมีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกทำจากพลาสติก PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร และยาว 1.1 เมตร โดยส่วนหัวต่อกับไส้กรองอากาศ HEPA ที่มีพัดลมขนาด 7.2 วัตต์ ติดตั้งอยู่ที่ฐานรองของไส้กรองใช้พลังงานไฟฟ้าบ้าน 12 โวลต์ ส่วนท้ายต่อเข้าช่องเจาะทางหน้าต่างเพื่อนำอากาศที่กรองเข้าห้อง หลังจากการออกแบบและสร้าง ได้นำท่อฟอกอากาศแรงดันบวกทำการทดลองหาประสิทธิภาพของตัวอุปกรณ์ พบว่าท่อฟอกอากาศแรงดันบวกมีความสามารถในการคงระดับปริมาณ O_2 ในห้องไม่ให้ลดลงและคงระดับปริมาณ CO_2 ไม่ให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแตกต่างจากการใช้เครื่องฟอกอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.001 และ p -value < 0.001 ตามลำดับ) ส่วนเรื่องความสามารถในการกรองฝุ่น PM 2.5 การใช้ท่อฟอกอากาศแรงดันบวกหรือเครื่องฟอกอากาศไม่มีความแตกต่างกัน (p -value 0.572) การทดสอบแสดงให้เห็นว่าท่อฟอกอากาศแรงดันบวกเป็นอุปกรณ์ทำให้อากาศบริสุทธิ์และภายในห้องมีปริมาณ O_2 และ CO_2 ที่ปลอดภัยต่อผู้อยู่อาศัย ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะ Hypoxia และ Hypercapnia ทั้งยังมีประสิทธิภาพการกรองฝุ่นไม่ต่างจากเครื่องฟอกอากาศ

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM 2.5), ท่ออากาศแรงดันบวก, เครื่องฟอกอากาศ

Abstract

The research proposes to design and constructs a positive pressure PM 2.5 filter pipe for household and estimate its efficiency by comparing with general air purifiers in terms of PM 2.5 filtering, quantity of oxygen (O_2) and carbon dioxide (CO_2) inside the room. This designed filter pipe is a PVC plastic cylindrical pipe with a diameter of 20 centimeters and a length of 1.1 meters. The top of the pipe connects to a HEPA air filter with 7.2-watt fan mounted at the base of the filter, powered by 12-volt household power. The end of the pipe is connected to windows hole for bring air into the room. After designing and constructing, the positive pressure filter pipe was tested. It was found that the device can prevent the level of O_2 for decreasing and the level of CO_2 for increasing, which was significantly different compared to an air purifier (p -value < 0.001 and p -value < 0.001 respectively). In terms of PM 2.5 filtration, there was no difference between positive pressure filter pipe and air purifier (p -value 0.572). This study shows that positive pressure filter pipe is a

clean air device that can maintain O₂ and CO₂ within safe level for residents, no risk of hypoxia and hypercapnia. There is no difference from air purifier in term of dust filtering efficiency.

Keywords: Particulate Matter 2.5 (PM 2.5), Positive Pressure Pipe, Air Purifier.

1. บทนำ

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle matter; PM) คือองค์ประกอบของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในชั้นบรรยากาศไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าพบได้ทั่วไปในอากาศซึ่งประกอบด้วย เศษดิน เศษหิน ควัน เกสรดอกไม้ สารประกอบชีวภาพ และโลหะหนัก เป็นต้น ซึ่งสามารถพบปริมาณมากได้ทั้งในเขตเมืองและเขตชนบทเนื่องจากผลการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในยานพาหนะที่เพิ่มขึ้น การก่อสร้างอาคารบ้านเรือน และเผาไหม้พื้นที่การเกษตรโดยปราศจากการควบคุม [1] ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.5 ไมโครเมตร (PM 2.5) สามารถเข้าไปถึงถุงลมปอดชั้นในและสามารถแพร่เข้าสู่กระแสเลือดก่อให้เกิดกระบวนการกระตุ้นการอักเสบนำไปสู่การเกิดโรคและภาวะต่างๆตามมาได้ [2]

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน พื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยโดยเฉพาะจังหวัดลำปางเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่ต้องเผชิญปัญหามลภาวะทางอากาศในช่วงปลายเดือนมกราคมถึงมีนาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งของทุกปี เป็นปัญหาเรื้อรังมานาน มลภาวะทางอากาศที่สำคัญของพื้นที่นี้คือปัญหาปริมาณฝุ่น PM 2.5 ที่มีค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมงเกินมาตรฐาน (มากกว่า 37.5 µg/m³) บางช่วงเวลามีปริมาณมากจนระดับเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (มากกว่า 75 µg/m³) [3] การสัมผัสฝุ่นเป็นระยะเวลานานส่งผลต่อสุขภาพหลายด้าน ซึ่งแนวทางการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่น PM 2.5 ที่ประกาศโดยกองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค ระบุกลุ่มโรคที่ต้องเฝ้าระวังคือ กลุ่มโรคทางเดินหายใจ กลุ่มโรคหัวใจ และหลอดเลือดสมอง กลุ่มโรคตาอักเสบ และกลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ [4]

หนึ่งในแนวทางปฏิบัติตัวเมื่อปริมาณฝุ่นในพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐานคือ ปิดประตูหน้าต่างเพื่อลดปริมาณฝุ่นจากภายนอก หลีกเลี่ยงการทำกิจกรรมนอกบ้าน ดูแลสุขภาพของตนเอง ผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงเช่น เด็ก หญิงตั้งครรภ์ ผู้สูงวัยอายุมากกว่า 60 ปี ควรเฝ้าระวังเป็นพิเศษ อย่างไรก็ตามหลายงานวิจัยพบว่าเมื่อปริมาณฝุ่น PM 2.5 ที่มีปริมาณสูงขึ้นจะทำให้ทั้งภายนอกและภายในอาคารมีปริมาณฝุ่นไม่แตกต่างกันถึงแม้ว่าจะปิดประตูและหน้าต่างแล้วก็ตาม [5, 6] เนื่องจากเป็นไปตามพฤติกรรมเชิงพลวัตของของไหล (Fluid dynamics behavior) [7] ทั้งนี้การอยู่อาศัยในตึกหรืออาคารบ้านเรือนที่ปิดประตูและหน้าต่างเป็นเวลานานจะทำให้อากาศขาดการไหลเวียนผู้ที่อยู่อาศัยเกิดภาวะพร่องออกซิเจน (Hypoxia) และภาวะคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดสูง (Hypercapnia) เนื่องจากปริมาณก๊าซออกซิเจนในห้องที่ลดลงและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ทั้งสองปัจจัยนี้ทำให้เกิดอาการปวดหัว คลื่นไส้อาเจียน ง่วงซึม กล้ามเนื้อหดเกร็ง อัตราการหายใจลดลง ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ [8,9] นอกจากนี้ผู้อยู่อาศัยบางรายจะมีภาวะ Sick building syndrome หรือโรคตึกเป็นพิษ ซึ่งภาวะดังกล่าวสัมพันธ์กับการมีมลภาวะในตัวอาคารหรือการถ่ายเทอากาศที่ไม่ดี [10] โดยมีอาการของโรคคล้ายกับโรคภูมิแพ้ มีอาการเยื่อเยะ หอบเหนื่อย หายใจติดขัด โดยอาการจะดีขึ้นเองเมื่อออกนอกตัวอาคาร [11] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษานวัตกรรมเครื่องฟอกอากาศที่สามารถอัดอากาศเข้ามาในห้อง ทำให้เกิดเป็นห้องแรงดันบวก (Positive pressure room) โดยอากาศภายในห้องมีปริมาณก๊าซออกซิเจนไม่ลดลงและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เพิ่มขึ้น ลดมลภาวะและเพิ่มการไหลเวียนของอากาศภายในตัวอาคารเพื่อความปลอดภัยด้านสุขภาพกับผู้อยู่อาศัยอย่างแท้จริง

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างนวัตกรรมเพื่อห้องปลอดฝุ่นที่ไม่เกิดผลข้างเคียงต่อผู้อยู่อาศัยในช่วงที่เกิดมลพิษทางอากาศ
2. ศึกษาเปรียบเทียบสภาพอากาศภายในห้องระหว่างการใช้ท่อฟอกอากาศแรงดันบวกกับเครื่องฟอกอากาศทั่วไป
3. เพื่อสร้างนวัตกรรมราคาถูกแต่มีประสิทธิภาพ ผู้คนสามารถเข้าถึงได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยการสร้างท่อฟอกอากาศแรงดันบวก มีวิธีการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีและโครงสร้างการทำงานของเครื่องฟอกอากาศในห้องทดลอง เปรียบเทียบกลไก ประสิทธิภาพต่างๆ ศึกษารูปแบบและประเภทของไส้กรองอากาศ และนำผลที่ได้มาใช้ในการ

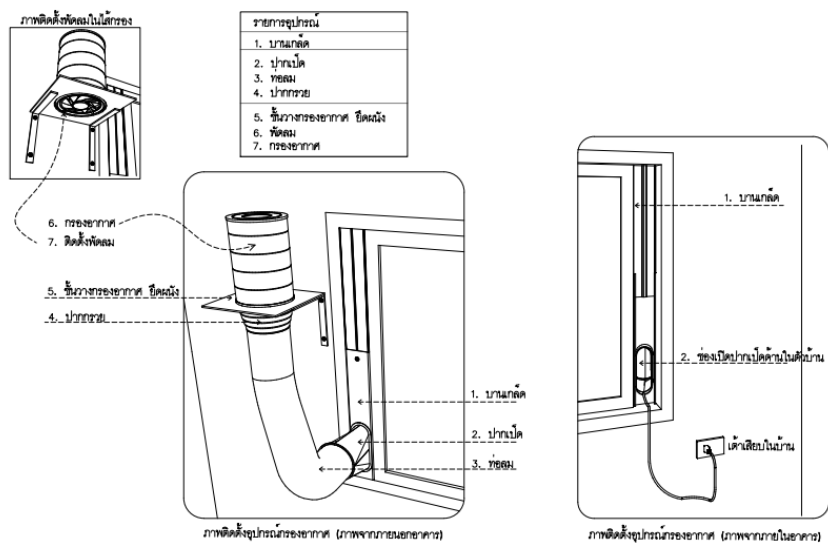
ดำเนินการสร้างท่อพอกอากาศแรงดันบวก ดำเนินการออกแบบเขียนแบบ วางแผนดำเนินการจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ สำนักราคาอุปกรณ์ของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น

ระยะที่ 2 เป็นการดำเนินการสร้างท่อพอกอากาศแรงดันบวกจากภาพร่างที่ได้ออกแบบไว้ (จากระยะที่ 1) โดยลักษณะ โครงสร้างของท่อพอกอากาศแรงดันบวกดังในรูปที่ 1 ประกอบด้วยไส้กรองอากาศทรงกระบอกที่มีเนื้อแผ่นกรองทำมาจากเส้นใยไฟเบอร์คุณภาพประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร มีชั้นรองรับ น้ำหนักของตัวไส้กรองอากาศทำจากไม้พร้อมติดตั้งพัดลมขนาด 7.2 วัตต์ ไว้ที่ฐานเพื่อทำหน้าที่ดูดอากาศผ่านไส้กรองเพื่อ กรองฝุ่นละอองจากภายนอกและส่งอากาศที่ผ่านการกรองเข้าไปยังที่อยู่อาศัยผ่านทางปากกรวย ท่อลม และท่อปากเปิดที่ทำ จากวัสดุพลาสติก PVC ตามลำดับ ทั้งนี้พัดลมที่ติดตั้งบริเวณฐานของไส้กรองใช้พลังงานจากเต้าเสียบไฟภายในอาคารที่อยู่ อาศัยโดยเดินสายไฟผ่านมาทางท่อลม รายละเอียดอุปกรณ์แต่ละชิ้นพร้อมสัดส่วนความกว้าง ความยาว ดังในรูปที่ 2 เมื่อ ประกอบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันจะได้อุปกรณ์ต้นแบบดังรูปที่ 3

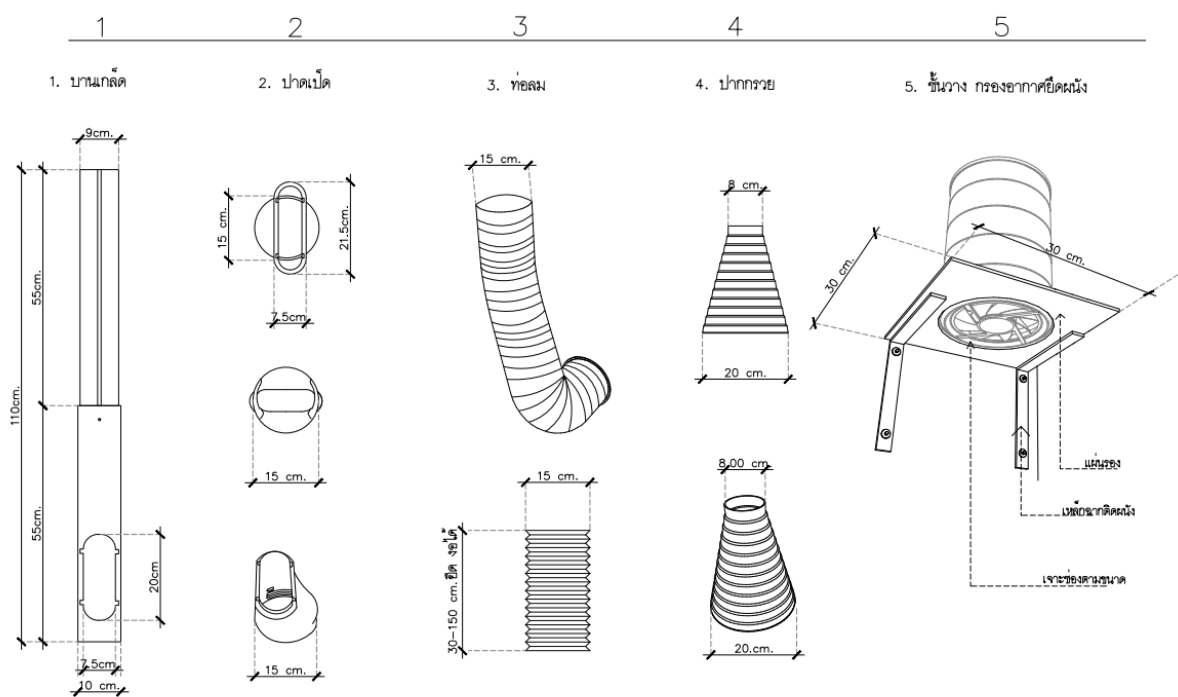
ระยะที่ 3 ทำการทดสอบระบบไหลเวียนอากาศ ระบบพลังงาน การเดินสายไฟฟ้า การปิดและผนึกรูรั่วซึมตามข้อต่อ ต่าง ๆ เพื่อป้องกันการไหลเข้าของอากาศภายนอก ทดสอบอุปกรณ์และประสิทธิภาพเป็นการทดสอบตัวอุปกรณ์ท่อพอกอากาศ แรงดันบวกและหาประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับเครื่องพอกอากาศในท้องตลาด ในงานวิจัยนี้เลือกเครื่องพอกอากาศเป็นยี่ห้อ Xiaomi air purifier 4 pro รุ่น BHR5059TH ในการเปรียบเทียบและใช้เครื่องมือในการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM 2.5 แบบ พกพายี่ห้อ HTI รุ่น HT-9600 ใช้อุปกรณ์วัดระดับออกซิเจนแบบพกพายี่ห้อ Smart sensor รุ่น AS8901 ใช้อุปกรณ์วัดระดับ คาร์บอนไดออกไซด์แบบพกพายี่ห้อ TENMARS รุ่น TM-380 รายละเอียดข้อมูลจำเพาะของเครื่องมือวัดปริมาณฝุ่นและ ปริมาณก๊าซข้างต้นดังแสดงในตารางที่ 1 การทดสอบใช้งานเปรียบเทียบท่อพอกอากาศแรงดันบวกกับเครื่องพอกอากาศใน ห้องทำงานที่มีคนอยู่ 6 คน เป็นผู้ชาย 1 คน และผู้หญิง 5 คน ขนาดห้องกว้าง 5.2 เมตร ยาว 2.8 เมตร สูง 3.0 เมตร รวม ปริมาตรของห้อง 43.7 ลูกบาศก์เมตร ภายในห้องมีเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่องขนาด 9,000 BTU เครื่องคอมพิวเตอร์ 4 เครื่อง ไม่มีต้นไม้หรือไม้ประดับขนาดเล็ก ไม่มีเครื่องถ่ายเอกสาร ไม่มีเครื่องพิมพ์ (Printer) ไม่มีการประกอบอาหารหรือทานอาหาร ภายในห้อง

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

อุปกรณ์	ยี่ห้อ	รุ่น	ข้อมูลจำเพาะ
เครื่องพอกอากาศ	Xiaomi	air purifier 4 pro รหัส BHR5059TH	CADR อยู่ที่ 500 m ² /hr พื้นที่ครอบคลุม 35-60 m ² ประสิทธิภาพการกรองฝุ่นที่ 99.97%
เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM 2.5	HTI	HT-9600	ช่วงการวัดฝุ่น 0-1000 µg/m ³ ความ ละเอียด 1µg มี Flowrate 1L/min
เครื่องตรวจระดับ ออกซิเจน	Smart sensor	AS8901	ช่วงการวัดออกซิเจน 0-30% VOL ความละเอียด 0.1% ความถูกต้องแม่นยำ ±3.0% FS
เครื่องตรวจระดับ คาร์บอนไดออกไซด์	TENMARS	TM-380	ใช้ Sensor Non-Dispersion Infrared (NDIR) ช่วงการวัด 400-9999 ppm ความแม่นยำ ±70ppm ±3% ความละเอียด ±1ppm



รูปที่ 1 โครงสร้างของท่อพอกอากาศแรงดันบวก



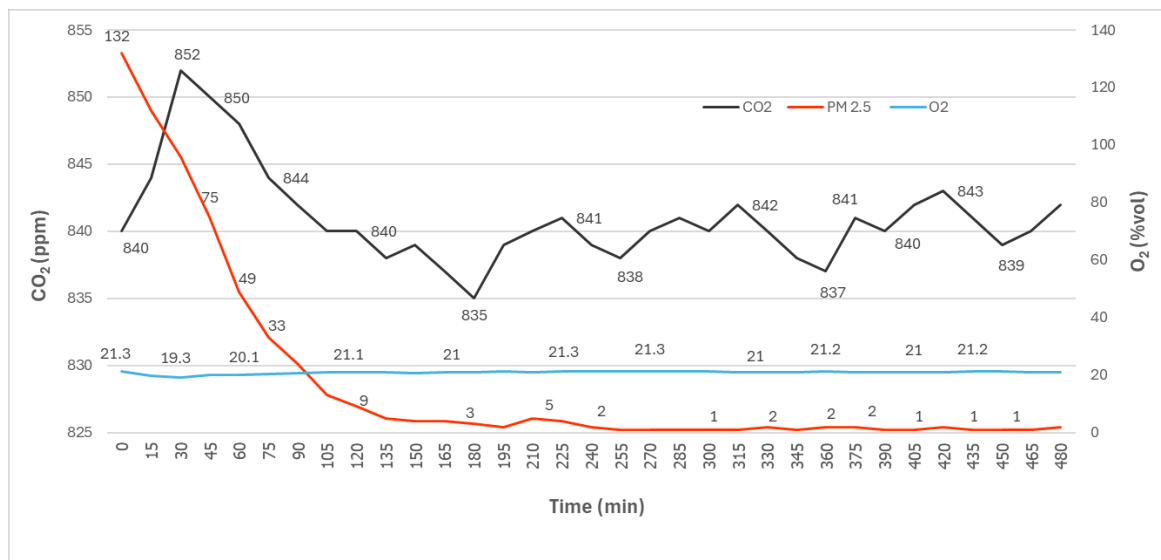
รูปที่ 2 รายละเอียดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของท่อพอกอากาศแรงดันบวก



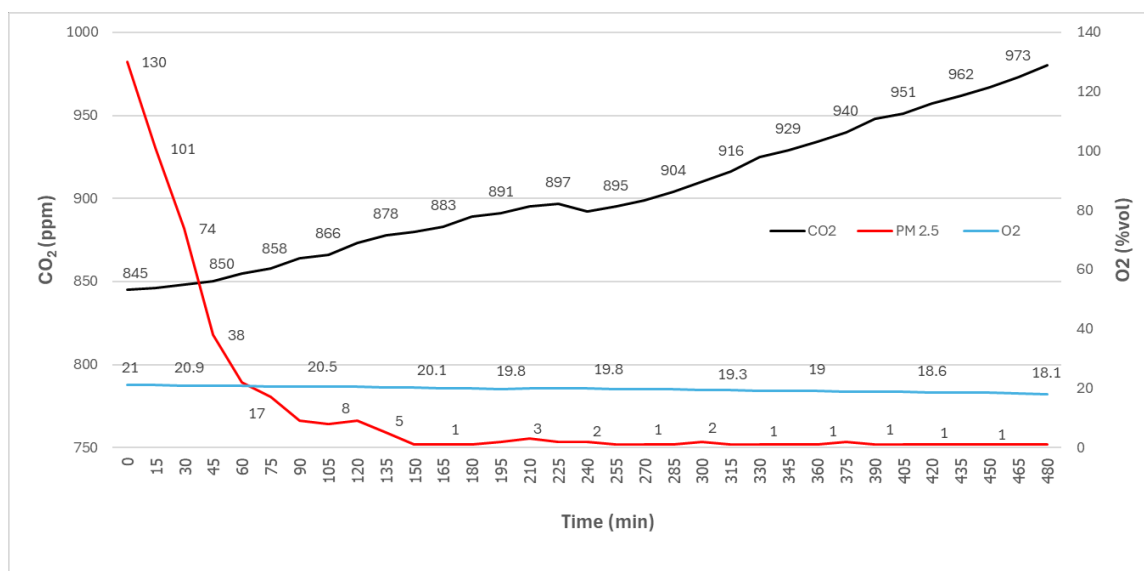
รูปที่ 3 อุปกรณ์ต้นแบบที่ใช้งานจริง

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลทดสอบอุปกรณ์ฟอกอากาศแรงดันบวกกับเครื่องฟอกอากาศที่ติดตั้งในห้องขนาด 43.7 ลูกบาศก์เมตรที่มีคน 6 คนทำงาน โดยในวันแรกเปิดฟอกอากาศแรงดันบวกและในวันที่สองเปิดเครื่องฟอกอากาศเป็นเวลา 8 ชั่วโมงเท่ากัน บันทึกปริมาณฝุ่น PM 2.5, ระดับออกซิเจน, ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ ทุก 15 นาที ในวันแรกปริมาณฝุ่น PM 2.5, ระดับออกซิเจน, ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ ภายนอกห้องวัดได้ $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 21.6 %, 842 ppm ตามลำดับ และภายในห้องก่อนการทดสอบปริมาณฝุ่น PM 2.5, ระดับออกซิเจน, ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ วัดได้ $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 21.3%, 840 ppm ตามลำดับ นำผลการตรวจวัดโดยใช้ฟอกอากาศแรงดันบวกมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิเส้นกราฟ ดังรูปที่ 4 จากแผนภูมิเส้นกราฟพบว่า ปริมาณฝุ่น PM 2.5 ภายในห้องมีระดับลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยใช้เวลาประมาณ 75 นาทีจึงจะอยู่ในระดับที่ปลอดภัย (น้อยกว่า $37.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ส่วนระดับออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องค่อนข้างคงที่ ถึงแม้ว่าระดับคาร์บอนไดออกไซด์จะมีการแกว่งของข้อมูลอยู่บ้างแต่โดยภาพรวมแล้วก็ถือว่าคงที่ วันที่สองของการทดสอบวัดปริมาณฝุ่น PM 2.5, ระดับออกซิเจน, ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ ภายนอกห้องได้ $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 21%, 838 ppm ตามลำดับ และภายในห้องก่อนการทดสอบวัดปริมาณฝุ่น PM 2.5, ระดับออกซิเจน, ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 21%, 845 ppm ตามลำดับ นำผลการตรวจวัดโดยใช้เครื่องฟอกอากาศมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิเส้นกราฟ ดังรูปที่ 5 จากแผนภูมิเส้นกราฟพบว่า ปริมาณฝุ่น PM 2.5 ภายในห้องมีระดับลดลงเมื่อเวลาผ่านไป โดยใช้เวลาประมาณ 50 นาทีจึงจะอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ส่วนระดับออกซิเจนภายในห้องมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ที่เห็นได้ชัดคือระดับคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป



รูปที่ 4 แผนภูมิเส้นแสดงปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในห้องที่ใช้ท่อพอกอากาศแรงดันบวก



รูปที่ 5 แผนภูมิเส้นแสดงปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในห้องที่ใช้เครื่องพอกอากาศ

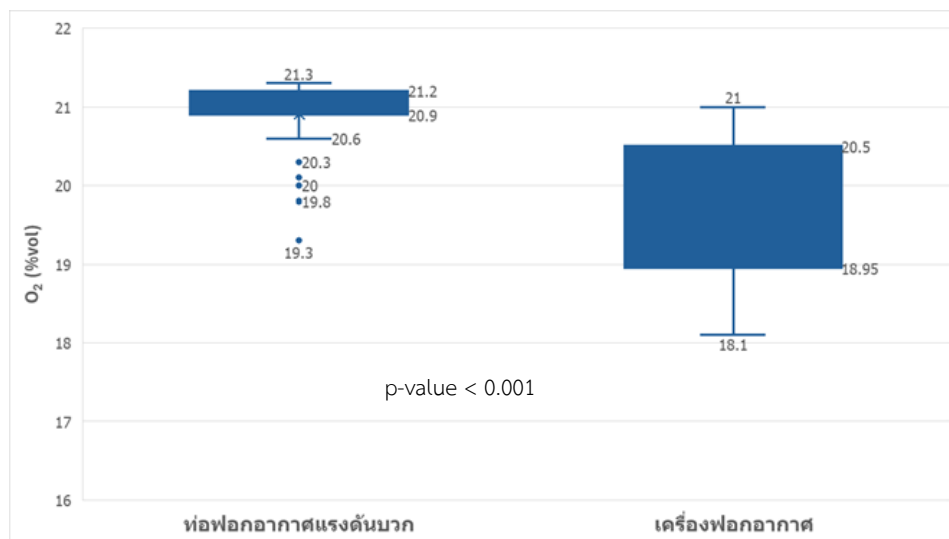
4.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากอุปกรณ์ทั้งสองชนิด

ข้อมูลปริมาณก๊าซและปริมาณฝุ่นที่บันทึกได้จากการใช้อุปกรณ์ทั้งสองแบบจะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณก๊าซและปริมาณฝุ่นของทั้งสองอุปกรณ์ที่เป็นอิสระต่อกันเพื่อพิจารณาว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ Independent t-test ในการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มโดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และค่า p-value น้อยกว่า 0.05 จึงจะถือว่ามีความสำคัญทางสถิติ เมื่อนำค่าปริมาณ O₂ และปริมาณ CO₂ มาวิเคราะห์ พบว่าค่าตลอด 8 ชั่วโมงห้องที่ใช้ท่อพอกอากาศแรงดันบวกมีค่าเฉลี่ยปริมาณ O₂ และปริมาณ CO₂ เท่ากับ 20.91% และ 840.97 ppm ตามลำดับ ส่วนห้องที่ใช้เครื่องพอกอากาศมีค่าเฉลี่ยปริมาณ O₂ และปริมาณ CO₂ เท่ากับ 19.71% และ 903.03 ppm ตามลำดับ โดยปริมาณ O₂ และ CO₂ จากการใช้อุปกรณ์ทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.001 และ p-value < 0.001 ตามลำดับ) จะเห็นว่าห้องที่ใช้ท่อพอกอากาศแรงดันบวกมีค่าเฉลี่ยของปริมาณ O₂ ที่สูงกว่าและมีค่าเฉลี่ยของปริมาณ CO₂ ที่ต่ำกว่า ดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ ผลค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่น PM_{2.5} ภายในห้องที่ใช้เครื่องพอกอากาศกับท่อพอกอากาศแรงดันบวกเท่ากับ 13.42 µg/m³ และ 17.97 µg/m³

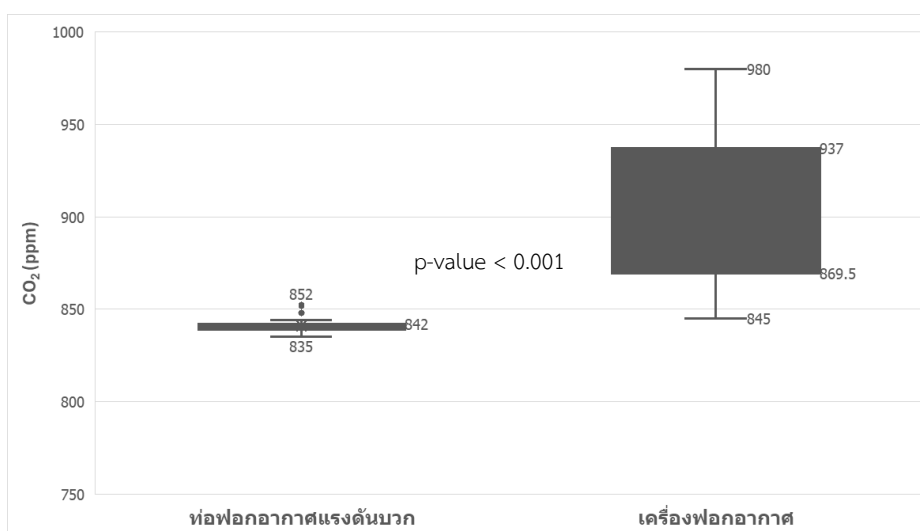
ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณฝุ่นจากการใช้อุปกรณ์ทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกัน (p-value 0.572) ดังรูปที่ 8 รายละเอียดการวิเคราะห์เชิงสถิติของปริมาณฝุ่นและปริมาณก๊าซดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ Independent t-test ของปริมาณฝุ่นและก๊าซภายในห้อง

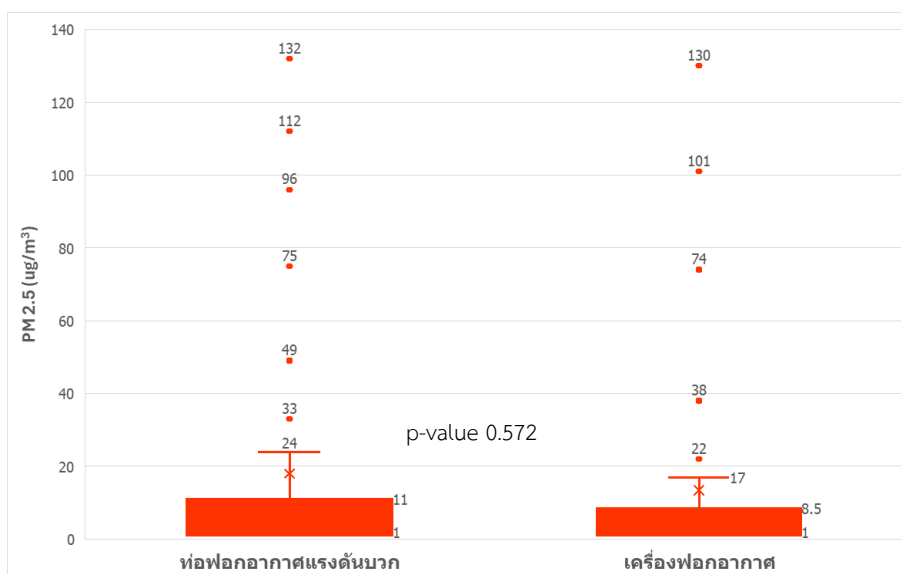
ปริมาณสาร	F-test	Sig	t-test	df	p-value	95% CI	
						Lower	Upper
O ₂	17.132	< 0.001	6.970	49.816	< 0.001	0.8542	1.5458
CO ₂	67.527	< 0.001	-8.800	32.487	< 0.001	-76.417	-47.704
PM 2.5	0.902	0.346	0.567	64	0.572	-11.457	20.548



รูปที่ 6 แสดงปริมาณ O₂ ภายในห้องของทั้งสองอุปกรณ์



รูปที่ 7 แสดงปริมาณ CO₂ ภายในห้องของทั้งสองอุปกรณ์



รูปที่ 8 แสดงปริมาณฝุ่น PM 2.5 ภายในห้องของทั้งสองอุปกรณ์

5. สรุปผลการวิจัย

ลำปางเป็นหนึ่งในจังหวัดที่ประสบกับปัญหาค่าฝุ่นละออง PM 2.5 เกินมาตรฐานในทุกๆปีแต่ที่ผ่านมาการจัดการปัญหาดังกล่าวยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรเพราะยังขาดข้อมูลอ้างอิงเชิงลึกในเรื่องสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและความร่วมมือในการแก้ปัญหา [12] ดังนั้นเมื่อถึงฤดูหมอกควันซึ่งจะเป็นช่วงเวลาตั้งแต่ปลายเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ประชาชนในพื้นที่จะต้องประสบกับปัญหาสุขภาพที่เกิดจากการได้รับฝุ่น PM 2.5 ปริมาณสูง ในหลายๆครัวเรือนอาจเลือกใช้เครื่องฟอกอากาศเพื่อลดปริมาณฝุ่นภายในบ้านแต่ปัญหาที่ตามมาคืออากาศภายในอาคารบ้านเรือนนั้นๆจะไม่ถ่ายเทเกิดปัญหาสุขภาพจากภาวะ Hypoxia และ Hypercapnia อยู่ดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดค้นท่อฟอกอากาศแรงดันบวกซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถลดปริมาณฝุ่น พร้อมทั้งทำให้อากาศภายในที่อยู่อาศัยเกิดการไหลเวียนโดยอัดอากาศเข้ามาในห้องทำให้เกิดเป็นห้องแรงดันบวก ผลการศึกษาทดสอบเปรียบเทียบท่อฟอกอากาศแรงดันบวกกับเครื่องฟอกอากาศ กำหนดสภาพแวดล้อมแบบเดียวกัน ขนาดห้องเดียวกัน มีจำนวนคนอยู่ในห้องเท่ากัน พบว่าเมื่อใช้ท่อฟอกอากาศแรงดันบวกค่าเฉลี่ยระดับปริมาณ O_2 ในห้องมีค่าสูงกว่าการใช้เครื่องฟอกอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (20.91% และ 19.71% ตามลำดับ, p-value < 0.001) ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณ CO_2 เมื่อใช้ท่อฟอกอากาศแรงดันบวกจะมีค่าต่ำกว่าการใช้เครื่องฟอกอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (840.97 ppm และ 903.03 ppm ตามลำดับ, p-value < 0.001) ในเรื่องความสามารถกรองฝุ่น PM 2.5 การใช้ท่อฟอกอากาศแรงดันบวกหรือเครื่องฟอกอากาศไม่พบว่ามีผลแตกต่างกัน (17.97 $\mu g/m^3$ และ 13.42 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ, p-value 0.572) ค่าใช้จ่ายท่อฟอกอากาศแรงดันบวกมีค่าอุปกรณ์รวมทั้งสิ้น 2,500 บาท ส่วนเครื่องฟอกอากาศมีค่าอุปกรณ์ประมาณ 3,500-10,000 บาท แล้วแต่ขนาดและยี่ห้อ เห็นได้จากการทดสอบเปรียบเทียบ ท่อฟอกอากาศแรงดันบวกเป็นอุปกรณ์ฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ลดปริมาณฝุ่น PM 2.5 และเพิ่มการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง ปริมาณ O_2 และ CO_2 จึงไม่ต่างจากภายนอกห้อง ผู้อยู่อาศัยก็ไม่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะ Hypoxia และ Hypercapnia ดังนั้นโดยสรุปแล้วท่อฟอกอากาศแรงดันบวกจึงเป็นอุปกรณ์ทางเลือกที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับประชาชนในพื้นที่ที่ประสบปัญหามลพิษทางอากาศและด้วยราคาที่ไม่แพงทุกคนสามารถเข้าถึงได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Mage, D., Ozolins, G., Peterson, P., Webster, A., Orthofer, R. and Van Der Weerd, V., 1996, Urban Air Pollution in Megacities of the World. Atmos Environ, vol.3, pp. 681-686.

- [2] Valavanidis, A., Fiotakis, K. and Vlachogianni, T., 2008, Airborne Particulate Matter and Human Health: Toxicological Assessment and Importance of Size and Composition of Particles for Oxidative Damage and Carcinogenic Mechanisms. *J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev*, vol. 26, pp. 339-362.
- [3] Pollution Control Department, 2022, Report on the Situation and Management of Air and Noise Pollution in Thailand, Ministry of Natural Resources and Environment, pp. 35-42.
- [4] Division of Epidemiology Department of Disease Control, 2020, Weekly Epidemiological Surveillance Report, Ministry of Public Health, pp. 705-715.
- [5] Nadali, A., Arfaeina, H., Asadgol, Z. and Fahiminia, M., 2020, Indoor and Outdoor Concentration of PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁ in Residential Building and Evaluation of Negative Air Ions (NAIs) in Indoor PM Removal. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, vol. 32(1), pp. 47–55.
- [6] Tofful, L., Perrino, C. and Canepari, S., 2020, Comparison Study Between Indoor and Outdoor Chemical Composition of PM_{2.5} in Two Italian Areas. *Atmosphere*, vol. 11(4), pp. 368-379.
- [7] Kraipichit, M., Kritkarn, W., 2022, Efficiency Test of PM_{2.5} Filtration of an Urban Air Purifier Using the Centrifugal Jet Speed Technique. *Journal of Innovative Technology Research*, vol. 6(2), pp. 56-67.
- [8] Ben, R., Eoin, C., 2025, the Regulation of Cell Metabolism by Hypoxia and Hypercapnia. *Journal of Biological Chemistry*, vol. 301(3), pp. 21-39.
- [9] Pavel, T., Yulia, K., Vladimir, K., Pavel, C., 2024, Relationship between Hypoxia and Hypercapnia Tolerance and Life Expectancy. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 25(12), pp. 275-290.
- [10] Amalina, M., Samsuri, A., 2024, Indoor Air Quality and Sick Building Syndrome Symptoms in Administrative Office at Public University. *Dialogues in Health*, vol. 4, pp.159-168.
- [11] Sumedha, J., 2008, the Sick Building Syndrome. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 12(2), pp. 61-64.
- [12] Environment and Pollution Control Office 2, 2022, Report on Smoke and Forest Fire Situation, Ministry of Natural Resources and Environment, pp. 34-40.