

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย

DUST REDUCTION IN RESIDENTIAL HOUSING:

CASE STUDY OF LIVING ROOMS IN RESIDENTIAL HOUSING



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2567

KMITL-2025-AR-M-002-002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DUST REDUCTION IN RESIDENTIAL HOUSING:
CASE STUDY OF LIVING ROOMS IN RESIDENTIAL HOUSING



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF ARCHITECTURE, ART, AND DESIGN
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2024

KMITL-2025-AR-M-002-002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2024

SCHOOL OF ARCHITECTURE, ART, AND DESIGN

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY, LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย :
	กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย
นักศึกษา	นางสาวธัญเรศ รพีพันธุ์
รหัสประจำตัว	64602068
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2567
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ศ.สุพัฒน์ บุญยฤทธิกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์(ร่วม)	รศ.รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ

บทคัดย่อ

ปัญหาฝุ่นละอองในอากาศ โดยเฉพาะฝุ่น PM 2.5 ได้กลายเป็นวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในประเทศไทยและทั่วโลกส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะกลุ่มเสี่ยง เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย โดยเลือกห้องนั่งเล่นในบ้านเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการใช้งานบ่อยที่สุด งานวิจัยใช้แนวทางการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย โดยเน้นที่การป้องกันและกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง พร้อมทั้งวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยภายในบ้าน การทดลองดำเนินการในบ้านตัวอย่าง 7 หลังในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยเลือกกรณีศึกษาเป็นห้องนั่งเล่น เนื่องจากเป็นห้องที่มีคนใช้งานมากที่สุด โดยดำเนินการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัยตามหัวข้อในกรอบแนวคิด ผลการวิจัยพบว่า การลดฝุ่นละอองในบ้านพักอาศัย จากกรอบแนวคิดเน้นไปที่การป้องกัน และการกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าบ้านทุกหลังสามารถลดค่าฝุ่น PM 2.5 ได้บ้าง แต่ยังไม่สามารถลดลงถึงระดับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ได้สำเร็จ สาเหตุที่คาดการณ์ที่ทำให้การทดลองนี้ไม่ประสบผลสำเร็จมาจากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งด้านสภาพแวดล้อมภายนอกบ้าน สภาพแวดล้อมภายในบ้าน ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Dust Reduction in Residential Housing: Case Study of Living Rooms in Residential Housing
Student	Miss Thanyares Rapeephan
Student ID	64602068
Degree	Master of Architecture
Program	Tropical Architecture
Year	2024
Thesis Advisor	Prof. Suphat Bunyarittikit
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Rungroj Wongmahasiri

ABSTRACT

Airborne particulate pollution, particularly PM 2.5, has become an environmental and health crisis in Thailand and globally, significantly impacting public health, especially among vulnerable groups such as children, the elderly, and individuals with respiratory conditions. This study explores methods for reducing indoor particulate matter in residential housing, focusing on living rooms as the primary area of investigation due to their frequent usage. The research employs strategies for dust reduction in residential housing, emphasizing both prevention and particle removal, while also analyzing occupants' behavior. The experiment was conducted in seven sample houses located in Bangkok and its metropolitan area, with living rooms selected as case study areas due to their high utilization. The dust reduction measures were implemented according to the conceptual framework outlined in the study. The findings reveal that while the proposed dust reduction measures—focused on prevention and particle removal—helped decrease PM 2.5 levels in all houses, none achieved the standard threshold of $\leq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Several factors were identified as potential contributors to this outcome, including external environmental conditions, internal housing environments, equipment performance, and occupant behavior.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสถาปัตยกรรมเขตร้อน ผู้วิจัยขอขอบคุณความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศ.สุพัฒน์ บุญฤทธิกิจ และรศ.รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ ที่ได้เสียสละเวลาในการถ่ายทอดองค์ความรู้ และประสบการณ์ ไม่ว่าจะเป็นทางทฤษฎี หรือทางปฏิบัติก็ตาม ด้วยความเอาใจใส่ และความช่วยเหลือของอาจารย์มาตลอดการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูล นางสาวอริสรา นางสาวอภิญญา นางสาวปานชนก นายพลพรรณ นงสาวดวงกลม นางสาวปรีดาภรณ์ ที่ให้ความร่วมมือ และความช่วยเหลือตลอดการลงสำรวจพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ แต่เพียงผู้เดียว

ขอขอบคุณบุคคลสำคัญหลายท่านที่มีส่วนช่วยให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ก่อนอื่น ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณป้า และคุณยาย ขอขอบคุณสำหรับความรัก ความเสียสละ และการสนับสนุนในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นกำลังใจที่ให้หนู คำแนะนำ หรือแม้กระทั่งการอยู่เคียงข้างในวันที่ท้อแท้ ขอขอบคุณคุณย่าที่ถึงแม้วันนี้คุณย่าจะไม่ได้อยู่ตรงนี้เพื่อเห็นความสำเร็จของหนู แต่หนูหวังว่าคุณย่าจะรับรู้ถึงความสำเร็จในครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณย่าสำหรับทุกอย่าง ด้วยความรัก และคิดถึง

ขอขอบคุณเพื่อนกลุ่มแหะ ๆ ที่คอยรับฟัง และให้กำลังใจเสมอในวันที่เหนื่อยล้า ขอขอบคุณที่คอยให้กำลังใจ และแรงสนับสนุนในทุกเรื่องเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน ๆ SDLM ที่คอยส่งแรงเชียร์ และแรงผลักดันจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ Park Sungjin Park Jaehyung Kang Younghyun Kim Wonpil และ Yoon Dowoon ที่เป็นที่พักพิงทางใจ ขอขอบคุณที่สร้างบทเพลงที่งดงาม และเต็มไปด้วยความหมาย ขอขอบคุณที่มอบพลัง และปลอบโยนในวันที่ทุกอย่างดูหนักเกินไป ขอขอบคุณคุณ Lee Jen0 สำหรับรอยยิ้มที่งดงาม และใบหน้าอันหล่อเหลาของคุณ Jeong Jaehyun ขอขอบคุณที่เป็นอีกหนึ่งความสุขเล็ก ๆ ในทุก ๆ วันของชีวิต และเป็นที่พักใจเสมอมา ขอขอบคุณนะคะ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนคู่คิด ที่เป็นทั้งที่ปรึกษา และกำลังใจที่ยิ่งใหญ่ที่สุด ขอขอบคุณที่อยู่ข้าง ๆ ในทุกช่วงของการเติบโต ขอขอบคุณที่คอยสนับสนุน และให้กำลังใจเสมอมา เธอคือคนที่เราอยากแบ่งปันทุกความสำเร็จ และทุกช่วงเวลาของชีวิตไปด้วยกัน ขอขอบคุณที่อยู่ข้างกันมาตลอด 10 ปี การมีเธออยู่ด้วยทำให้ทุกเรื่องที่เราเจอมันเบาลง ขอขอบคุณจากใจจริง

ธัญเรศ รพีพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.4 ขอบเขตการศึกษา.....	3
1.5 วิธีการศึกษา.....	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม และกรอบแนวคิด.....	4
2.1 การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย.....	4
2.2 กรอบแนวคิด.....	13
บทที่ 3 วิธีการวิจัย และการสร้างเครื่องมือ.....	14
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย.....	14
3.2 การสร้างเครื่องมือ.....	15
3.3 การทดสอบเครื่องมือ.....	17
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล.....	21
บทที่ 4 ดำเนินการ และผลการวิจัย.....	24
4.1 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 1 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	25
4.2 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 2 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	31
4.3 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 3 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	37
4.4 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 4 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ IV อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 5 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	49
4.6 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 6 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	55
4.7 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 7 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	61
4.8 ผลการวิจัย.....	67
บทที่ 5 สรุปผลวิจัย	68
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	68
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	68



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย กรมอนามัย.....	5
2.2 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย คุณเบญจวรรณ และคณะ	6
2.3 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย ASHRAE	7
2.4 ปริมาณการไหลของอากาศโดยใช้ระบบระบายอากาศอัตโนมัติเฉพาะที่	9
2.5 ปริมาณการไหลของอากาศโดยใช้ระบบระบายอากาศเสียแบบต่อเนื่องเฉพาะที่	9
2.6 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย ASHRAE	10
2.7 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย TGBI	12
2.8 กรอบแนวคิด	13
3.1 การสร้างเครื่องมือ.....	15
3.2 แสดงแบบเก็บข้อมูล พฤติกรรมการทำความสะอาด และพฤติกรรมการสูบบุหรี่.....	17
3.3 ตารางแสดงเครื่องมือในการเก็บข้อมูล.....	22
4.1 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่บ้านหลังที่ 1	25
4.2 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 1	29
4.3 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่บ้านหลังที่ 2	31
4.4 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 2	35
4.5 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่บ้านหลังที่ 3	37
4.6 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 3	41
4.7 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่บ้านหลังที่ 4	43
4.8 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 4	47
4.9 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่บ้านหลังที่ 5	49
4.10 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 5	53
4.11 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่บ้านหลังที่ 6	55
4.12 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 6	59
4.13 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่บ้านหลังที่ 7	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ **VI** อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 7.....	65



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงแผนภาพการดำเนินการวิจัย.....	3
3.1 แสดงขอบเขตพื้นที่ห้องนั่งเล่น.....	18
3.2 แสดงภาพพื้นที่ห้องนั่งเล่น และเครื่องมือตรวจวัดฝุ่น PM 2.5.....	18
3.3 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลม.....	19
3.4 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศ.....	20
3.5 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ เครื่องเติมอากาศ และเครื่องมือตรวจวัดฝุ่น PM 2.5.....	21
4.1 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 1.....	26
4.2 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 1.....	26
4.3 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 1.....	27
4.4 แสดงภาพตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ บ้านหลังที่ 1.....	28
4.5 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 1.....	28
4.6 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 2.....	32
4.7 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 2.....	32
4.8 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 2.....	33
4.9 แสดงภาพตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ บ้านหลังที่ 2.....	34
4.10 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 2.....	34
4.11 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 3.....	38
4.12 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 3.....	38
4.13 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 3.....	39
4.14 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 3.....	40
4.15 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 3.....	40
4.16 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 4.....	44
4.17 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 4.....	44
4.18 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 4.....	45
4.19 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 4.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VIII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เต็มอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 4	46
4.21 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 5.....	50
4.22 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 5	50
4.23 แสดงการติดตั้งเครื่องเต็มอากาศบ้านหลังที่ 5.....	51
4.24 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เต็มอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 5	52
4.25 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เต็มอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 5	52
4.26 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 6.....	56
4.27 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 6	56
4.28 แสดงการติดตั้งเครื่องเต็มอากาศบ้านหลังที่ 6.....	57
4.29 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เต็มอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 6	58
4.30 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เต็มอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 6	58
4.31 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 7.....	62
4.32 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 7	62
4.33 แสดงการติดตั้งเครื่องเต็มอากาศบ้านหลังที่ 7	63
4.34 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เต็มอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 7	64
4.35 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เต็มอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 7	64
4.36 แสดงผลการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย : กรณีศึกษา ห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย.....	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

มลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นปัญหาที่สำคัญของทุกประเทศ องค์การอนามัยโลก (2561) ประเมินการว่ามลพิษทางอากาศเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของประชากรทั่วโลก 7 ล้านคนต่อปี และยังมีส่งผลกระทบต่อสุขภาพด้านอื่น ๆ ของประชาชนเป็นอย่างมาก ซึ่งนอกจากปัญหามลพิษทางอากาศในบรรยากาศแล้ว มลพิษทางอากาศภายในอาคารยังเป็นปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ใหญ่อีกปัญหาหนึ่ง โดยทุกปีจะมีประชากรจำนวน 4.3 ล้านคน เสียชีวิตเนื่องจากการได้รับสัมผัสกับมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงที่ไม่สะอาดในครัวเรือน โดยคิดเป็น 45 เท่าของจำนวนผู้เสียชีวิตประจำปีทั่วโลกจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ จากปัญหาฝุ่นละอองที่กล่าวมาในข้างต้นส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรเป็นอย่างมากโดยเฉพาะคนในกลุ่มเสี่ยง เด็กเล็ก หญิงตั้งครรภ์ผู้สูงอายุและ ผู้ที่มีโรคประจำตัว เนื่องจากมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบมากกว่ากลุ่มทั่วไป มาตรการที่สำคัญ คือ การเฝ้าระวังและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ การดูแลสุขภาพทั้งการเตรียมระบบบริการสุขภาพ การจัดคลินิกมลพิษ ทั้งการสนับสนุนให้มีหรือจัดสถานที่ทั้งบ้านเรือนหรือชุมชนที่ปลอดฝุ่น รวมทั้งการใช้มาตรการทางกฎหมายเพื่อควบคุมแหล่งกำเนิด (เบญจวรรณ ธวัชสุภา, นวกรวิภา ปุณณศิริ, ญัฐกานต์ ฉัตรวิไล, ทิพย์กมล ภูมิพันธ์ และนณธภัทร ชีระ-วรรณะสิริ, 2564)

ในสถานการณ์ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาฝุ่นละอองสูงเกินค่ามาตรฐานในหลายพื้นที่ โดยรัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับการแก้ไขปัญหาแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก และดูแลสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ต่าง ๆ โดยเป้าหมายหลัก คือการลดการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก ซึ่งเป็นแนวทางที่อยู่ในวาระแห่งชาติการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กภายใต้มาตรการ เตรียมความพร้อมของระบบบริการสาธารณสุขและการตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน และจากบทความแนวทางการจัดทำห้องปลอดฝุ่นของกรมอนามัย ห้องปลอดฝุ่น (Clean Air Shelter) เป็นมาตรการหนึ่งด้านสาธารณสุขที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา เพื่อลดโอกาสรับสัมผัสมลพิษทางอากาศภายในภาวะที่เกิดฝุ่นละอองสูงในบรรยากาศ การจัดพื้นที่หรือสถานที่ เช่น บ้านเรือน โรงเรียน หรือในชุมชนต่าง ๆ มีมาตรการลดฝุ่นละอองในสถานที่นั้นให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ เพื่อให้ประชาชนที่มาอาศัยจะช่วยลดความเสี่ยงจากการหายใจเอาฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชากรไทยใช้เวลาเฉลี่ยในการทำงานและการเรียนรู้ 7.70 ชั่วโมง และเวลาที่ใช้ในการดูแลและดำเนินชีวิตส่วนบุคคล 12.57 ชั่วโมง ถ้าอนุมานว่ากิจวัตรทั้งสองสิ่งเกิดขึ้นในอาคาร ดังนั้นประชากรไทยใช้เวลาถึง 20.27 ชั่วโมงในอาคารในแต่ละวัน หรือคิดเป็น 84 เปอร์เซ็นต์ของเวลาทั้งหมดใน 1 วัน (มณีรัตน์ องค์กรบรรณคดี และกมลชัย ยงประพัฒน์.2565) นายประพันธ์ศักดิ์ รักษ์ไชยวรรณ กรรมการผู้จัดการ บริษัท ลุมพินี วิสดอม แอนด์ โซลูชั่น จำกัด บริษัททวิจัยและพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในเครือ บริษัท แอล. พี. เอ็น. ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน) (2566) กล่าวว่า “ปัจจุบันมีผู้ประกอบการได้พัฒนานวัตกรรมเพื่อป้องกันฝุ่น PM 2.5 เพื่อนำมาใช้ในการ แก้ไขปัญหาฝุ่นโดยเฉพาะภายในที่อยู่อาศัย โดยสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงอาคารที่อยู่อาศัยเดิมสำหรับการก่อสร้าง และการพัฒนาที่อยู่อาศัยใหม่” และจากแนวโน้มดังกล่าว ลุมพินี วิสดอมฯ ได้ศึกษา 3 นวัตกรรมเป็นทางเลือกที่ป้องกันฝุ่น PM 2.5 และเพิ่มคุณภาพอากาศที่ดีภายในที่อยู่อาศัยประกอบด้วย

1. สร้างพื้นที่สีเขียวภายในที่อยู่อาศัย
2. นวัตกรรมวัสดุตกแต่ง และระบบฟอกอากาศ
3. นวัตกรรมการฟอกอากาศ และระบบแรงดันบวก

นอกจากนี้ นายประพันธ์ศักดิ์ รักษ์ไชยวรรณ (2564) ยังได้กล่าวว่า “นวัตกรรมเพื่อป้องกันฝุ่น PM 2.5 ภายในอาคาร และที่อยู่อาศัยกลายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาที่อยู่อาศัยในปัจจุบัน ถึงแม้ต้นทุนในการพัฒนาจะสูงขึ้น แต่จากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันและแนวโน้มที่จะรุนแรงขึ้นในอนาคต การพัฒนาที่อยู่อาศัยที่ให้ความสำคัญเรื่องสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะเรื่องของสภาพอากาศที่ปลอดภัยภายในเป็นสิ่งที่มีผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ทุกคนต้องให้ความสำคัญ” (ย่อหน้าที่ 4, 5)

ปัญหามลพิษทางอากาศจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ส่งผลให้ตลาดอสังหาริมทรัพย์เริ่มหันมาให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านสุขภาพ คุณภาพชีวิต และความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อยู่อาศัย ผู้พัฒนาโครงการจึงนำเสนอโครงการที่เน้นการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพเพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภค ในขณะเดียวกัน สถาบันอาคารเขียวไทยได้จัดทำเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารที่มุ่งเน้นสุขภาพของผู้ใช้อาคาร ซึ่งในมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารพักอาศัยได้อ้างอิงเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE 62.2 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ช่วยควบคุมคุณภาพอากาศภายในบ้านพักอาศัย จึงเป็นที่มาของการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย : กรณีศึกษา ห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

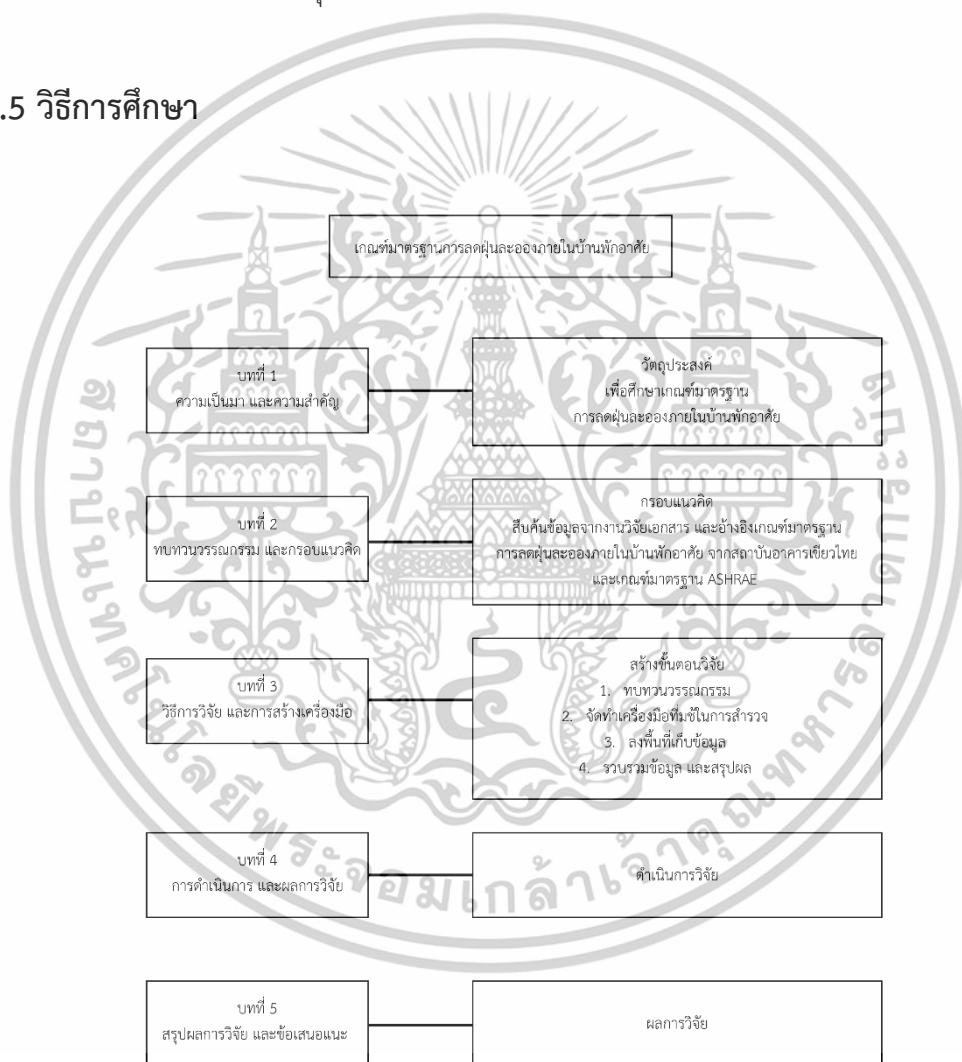
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.1.1 ได้ทราบถึงรูปแบบองค์ความรู้ในเรื่องของการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย
- 1.1.2 ได้รู้ถึงรูปแบบ แนวทาง ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับบ้านในปัจจุบัน และอนาคต

1.4 ขอบเขตการศึกษา

บ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพ และปริมณฑล ที่มีห้องนั่งเล่นภายในบ้านไม่เกิน 70 ตารางเมตร

1.5 วิธีการศึกษา



รูปที่ 1.1 แสดงแผนภาพการดำเนินการวิจัย
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม และกรอบแนวคิด

จากความสนใจในการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย จึงต้องศึกษา และหาทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสารทางวิชาการ หนังสือ บทความ และสื่อสารสนเทศที่เกี่ยวข้องหัวข้อใหญ่ๆ ดังนี้

2.1 การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย

2.2 กรอบแนวคิด

2.1 การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย

แนวทางระบบลดฝุ่น กรมอนามัย พ.ศ 2564 หลักการทำห้องปลอดฝุ่นเพื่อลดการสัมผัสฝุ่นละออง ทั้งฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพสำหรับประชาชนกลุ่มเสี่ยงในพื้นที่เสี่ยง โดยต้องมีค่าฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในบรรยากาศ ไม่เกินมาตรฐาน คือมีปริมาณ PM2.5 ไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร(มคก./ลบ.ม.) หรือปริมาณ PM10 ไม่เกิน 120 มคก./ลบ.ม. โดยหลักการสำคัญที่จะทำให้อาคารปลอดฝุ่นมี 4 หลักการ ดังนี้ (เบญจวรรณ ธวัชสุภา และคณะ, 2564)

1. **ป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าไปภายใน** โดยการปิดช่องว่างหรือรอยรั่วของอาคารต่าง ๆ ที่ฝุ่นละอองสามารถเข้ามาภายในได้ ดูแลบริเวณภายนอกไม่ให้เกิดฝุ่นละออง และปลูกต้นไม้เพื่อตัดฝุ่นบริเวณรอบๆ อาคาร
2. **ป้องกันการก่อให้เกิดฝุ่นละอองภายใน** โดยไม่ทำกิจกรรมใดๆ ที่ให้เกิดฝุ่นละออง เช่น การจุดธูปเทียน สูบบุหรี่ ประกอบอาหาร เผาขยะหรือเศษวัสดุ
3. **ป้องกันการสะสมฝุ่นละออง** โดยการทำความสะอาดตามผนังห้อง วัสดุหรืออุปกรณ์ภายในห้อง และพื้นผิวของวัสดุ
4. **กำจัดอนุภาคของฝุ่นละอองภายใน** โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ที่สามารถลดปริมาณของฝุ่นละออง และทำให้อากาศภายในห้องสะอาดได้ เช่น การใช้เครื่องฟอกอากาศที่สามารถกรองฝุ่นละอองได้โดยการกรอง เช่น แผ่นกรองอากาศชนิด High Efficiency Particulate Air Filter (HEPA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย กรมอนามัย

กรมอนามัย	การป้องกัน			การกำจัดอนุภาค
	ป้องกันฝุ่น ละอองจาก ภายนอก	ป้องกันการก่อ- ให้เกิดฝุ่นละออง ภายในบ้าน	ป้องกันการสะสม ของฝุ่นละอองโดย การทำควาสะอาด	

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

นอกจากนี้คุณเบญจวรรณ ธีวสุภา และคณะ (2564) ยังได้ให้แนวทางในการจัดทำห้องปลอดฝุ่น โดยยึดจากหลักการ การทำห้องปลอดฝุ่นในข้างต้นมาออกแบบ ทำให้ได้แนวทางห้องปลอดฝุ่น 3 รูปแบบ โดยรูปแบบห้องปลอดฝุ่นทั้งสามนั้น มีข้อดีและข้อจำกัดตลอดจนประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละอองที่แตกต่างกันรายละเอียดดังนี้

1. แนวทางการออกแบบการป้องกันฝุ่นจากภายนอก (ปิดประตู - หน้าต่าง) เป็นการประยุกต์ใช้หลักการ**ป้องกันฝุ่นจากภายนอก**เข้าไปภายใน ซึ่งเป็นแนวทางในการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองภายในห้องเบื้องต้น **โดยปิดประตู- หน้าต่างให้สนิท** ทั้งนี้ประสิทธิภาพลดฝุ่นขึ้นอยู่กับความปิดสนิทของห้อง **เพื่อลดการซึมผ่านของอากาศภายนอกที่มีปริมาณฝุ่นละอองสูง**เข้ามายังภายใน
2. แนวทางการออกแบบระบบฟอกอากาศ เป็นการประยุกต์ใช้หลักการ**กำจัดอนุภาคของฝุ่นละอองที่อยู่ภายในห้องด้วยเครื่องฟอกอากาศ** (แบบกรองด้วยวัสดุหรือแบบไฟฟ้าสถิต) ร่วมกับการป้องกันฝุ่นจากภายนอกเข้าไปภายในห้อง โดยประสิทธิภาพการลดฝุ่นละอองภายในห้องขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องฟอกอากาศดังกล่าวดังนั้นเครื่องฟอกอากาศที่ใช้ควรมีขนาดที่เหมาะสมกับห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แนวทางการออกแบบระบบความดันอากาศพร้อมระบบฟอกอากาศ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงเช่นเดียวกับระบบฟอกอากาศในรูปแบบที่ 2 ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้หลักการป้องกันฝุ่นจากภายนอกเข้าไปภายใน และกำจัดอนุภาคที่อยู่ภายในห้อง เช่นเดียวกัน แต่รูปแบบนี้ **พัดลมจะดูดอากาศ จากภายนอก (Intake Fan) ที่ผ่านการลดปริมาณฝุ่นละอองแล้วด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การกรองฝุ่นละอองโดยใช้ฟิลเตอร์ระดับ MERV 11 ขึ้นไป** หรือ จ่ายเข้ามาภายในห้องเพื่อให้ภายในห้องมีแรงดันอากาศสูงกว่าบรรยากาศ ภายนอก (Positive Pressure) อากาศที่จ่ายเข้ามาจะผลักดันฝุ่นละอองออกจากห้องอย่างต่อเนื่องจนภายในห้องมีปริมาณฝุ่นละอองต่ำกว่ามาตรฐาน

ตารางที่ 2.2 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย คุณเบญจวรรณ และคณะ

กรรมนามัย	การป้องกัน			การกำจัดอนุภาค	
	ป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอก	ป้องกันการก่อให้เกิดฝุ่นละอองภายในบ้าน	ป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาด		
เบญจวรรณ และคณะ	ปิดช่องว่าง หรือ รอยรั่ว รอยต่อ ประตู - หน้าต่าง			กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศที่ใช้แผ่นกรองอากาศ	โดยการใช้พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอก ผ่านการกรองฝุ่นละอองโดยใช้ฟิลเตอร์ระดับ MERV 11 ขึ้นไป

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

จากหนังสือ ASHRAE Standard 62.1-2022 ในหัวข้อบทที่ 5 เรื่องของระบบ และอุปกรณ์ ได้กล่าวถึงเรื่อง เปลือกอาคาร และพื้นผิวภายในภายใน ได้กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เปลือกอาคารและพื้นผิวภายในภายใน เปลือกอาคารจะต้องได้รับการออกแบบ รอยต่อภายนอก รอยต่อ หรือช่องเจาะภายในเปลือกอาคาร ที่เป็นทางเดินอากาศรั่ว ต้องอุดรูรั่วหรือปิดผนึกอย่างอื่นจนจำกัดการแทรกซึมผ่านเปลือกอาคารเพื่อลดการเข้ามาของความชื้นและมลพิษในอากาศภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้

จากหนังสือ ASHRAE 90.1 ในหัวข้อบทที่ 5 การรั่วไหลของอากาศ (Air Leakage) ได้กล่าวเพิ่มเติมถึงเรื่องการรั่วไหลของอากาศที่วัดได้ (Measured Air Leakage) อัตราการรั่วไหลของอากาศต้องไม่เกิน 1.7 ลิตร/วินาที/ตร.ม. ที่ความแตกต่างของแรงดัน 75 ปาสกาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การรับอากาศภายนอก ระบบระบายอากาศ ช่องรับอากาศภายนอกต้องได้รับการออกแบบให้ที่ตั้ง ช่องอากาศเข้าภายนอก (รวมถึงช่องเปิดที่จำเป็นเป็นส่วนหนึ่งของระบบการระบายอากาศตามธรรมชาติ) จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ห่างจากแหล่งปนเปื้อนที่อยู่ในพื้นที่ราบอย่างน้อย 3 เมตร
3. การกำจัดฝุ่นละออง ตัวกรองฝุ่นละอองหรือเครื่องฟอกอากาศต้องมีMERV ไม่น้อยกว่า 8 โดยได้รับการจัดอันดับตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย ASHRAE

กรรมนามัย	การป้องกัน			การกำจัดอนุภาค	
	ป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอก	ป้องกันการก่อ-ให้เกิดฝุ่นละอองภายในบ้าน	ป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาด		
เบญจวรรณและคณะ	ปิดช่องว่าง หรือรอยรั่ว รอยต่อ ประตู - หน้าต่าง			กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศที่ใช้แผ่นกรองอากาศ	โดยการใช้พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอก ผ่านการกรองฝุ่นละอองโดยใช้ฟิลเตอร์ระดับMERV 11 ขึ้นไป
ASHRAE	อัตราการรั่วไหลของอากาศต้องไม่เกิน 1.7 ลิตร/วินาที/ตร.ม.			เครื่องฟอกอากาศต้องมี MERV ไม่น้อยกว่า 8	ช่องรับอากาศภายนอกต้องติดตั้งห่างจากแหล่งปนเปื้อนในแนวราบอย่างน้อย 3 เมตร

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

จากหนังสือ ASHRAE Standard 62.2-2022 ได้กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการคิดคำนวณการระบายอากาศเพื่อให้คุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นไปตามข้อกำหนด โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปริมาณการระบายอากาศ (Ventilation Rate) ระบบระบายอากาศเชิงกล (mechanical exhaust system) ระบบจ่ายอากาศ (supply system) หรือทั้งสองระบบร่วมกัน ควรได้รับการติดตั้งในแต่ละหน่วยที่อยู่อาศัย เพื่อให้มีการระบายอากาศทั่วทั้งอาคารอย่างต่อเนื่อง โดยมีอากาศภายนอกอาคารในปริมาณที่ไม่ต่ำกว่าที่ระบุไว้ในสมการดังต่อไปนี้

1.1 ปริมาณการระบายอากาศสุทธิ (Total Ventilation Rate) ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ (Q_{tot}) ควรเป็นไปตามการคำนวณโดยใช้สมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(N_{br} + 1)$$

โดยที่

Q_{tot}	=	ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, L/s (ลิตรต่อวินาที)
A_{floor}	=	พื้นที่พักอาศัยรวม, m ² (ตารางเมตร)
N_{br}	=	จำนวนห้องนอน (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)

ความต่างของความหนาแน่นผู้อยู่อาศัย หากทราบความหนาแน่นของผู้อยู่อาศัย สำหรับปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอควรเพิ่มขึ้น 3.5 L/s สำหรับแต่ละคน

2. ระบบระบายอากาศเชิงกลเฉพาะที่ (Local Mechanical Exhaust) ควรติดตั้งระบบระบายอากาศเชิงกลเฉพาะที่ในห้องครัวและห้องน้ำแต่ละห้อง โดยระบบระบายอากาศเฉพาะที่

แต่ละแห่งควรเป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้ :

- ระบบระบายอากาศเชิงกลอัตโนมัติซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดที่ 2.1 หรือ
- ระบบระบายอากาศเชิงกลแบบต่อเนื่องซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดที่ 2.2

2.1 ระบบระบายอากาศเชิงกลอัตโนมัติ (Demand-Controlled Mechanical Exhaust). ระบบระบายอากาศเชิงกลเฉพาะที่ควรได้รับการออกแบบให้ใช้งานได้ตามที่ผู้อยู่อาศัยต้องการ

2.1.1 การควบคุมและการทำงาน อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ยกตัวอย่างเช่นแต่ไม่จำกัดเพียง ตัวตั้งเวลาปิด เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว พัดลมปรับความเร็วได้ สวิตช์สลับ (combined switching) เซ็นเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร และอื่น ๆ สามารถใช้งานได้โดยมีเงื่อนไขว่า อุปกรณ์อัตโนมัติเหล่านี้จะไม่ขัดขวางผู้อยู่อาศัยในการเปิด-ปิดระบบควบคุมด้วยตนเอง

2.1.2 ปริมาณการระบายอากาศ ปริมาณการไหลของอากาศขั้นต่ำควรมีค่าน้อยตามทีระบุไว้ในตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ปริมาณการไหลของอากาศโดยใช้ระบบระบายอากาศอัตโนมัติเฉพาะที่

สถานที่ใช้งาน	ปริมาณการไหลของอากาศ	หมายเหตุ
ห้องครัว	100 cfm (50 L/s)	จำเป็นต้องมีเครื่องดูดควัน (hood) แบบมีช่องระบายอากาศ (รวมถึงชุดเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมเครื่องดูดควันในตัว) หากอัตราการไหลของอากาศผ่านพัดลมดูดอากาศน้อยกว่าจำนวนรอบการหมุนเวียนอากาศภายในห้องครัว 5 ครั้งต่อชั่วโมง
ห้องน้ำ	50 cfm (25 L/s)	

ที่มา : ASHRAE Standard 62.2-2022

2.2 ระบบระบายอากาศเชิงกลแบบต่อเนื่อง (Continuous Mechanical Exhaust) ควรติดตั้งระบบระบายอากาศเชิงกลที่ทำงานต่อเนื่องโดยไม่ต้องมีผู้อยู่อาศัยเข้ามาแทรกแซง

2.2.1 การควบคุมและการทำงาน. ควรออกแบบระบบให้ทำงานตลอดช่วงเวลาที่ใช้สอยพื้นที่ได้ (occupiable hours) โดยต้องมีตัวแทรกแซงระบบควบคุม (override control) ให้ผู้อยู่อาศัยเข้าถึงได้ง่าย

2.2.2 ปริมาณการระบายอากาศ. ปริมาณการระบายอากาศขั้นต่ำควรมีค่าน้อยตามทีระบุไว้ในตารางที่ 2.5 ในแต่ละชั่วโมงการทำงาน

ตารางที่ 2.5 ปริมาณการไหลของอากาศโดยใช้ระบบระบายอากาศเสียแบบต่อเนื่องเฉพาะที่

สถานที่ใช้งาน	ปริมาณการไหลของอากาศ	หมายเหตุ
ห้องครัว	5 ach (air changes per hour)	ขึ้นอยู่กับปริมาตรครัว
ห้องน้ำ	20 cfm (10 L/s)	

ที่มา : ASHRAE Standard 62.2-2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย ASHRAE

กรรมนามัย	การป้องกัน			การกำจัดอนุภาค	
	ป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอก	ป้องกันการก่อให้เกิดฝุ่นละอองภายในบ้าน	ป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาด		
เบญจวรรณ และคณะ	ปิดช่องว่าง หรือ รอยรั่ว รอยต่อ ประตู - หน้าต่าง			กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศที่ใช้แผ่นกรองอากาศ	โดยการใช้พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอก ผ่านการกรองฝุ่นละอองโดยใช้ฟิลเตอร์ระดับ MERV 11 ขึ้นไป
ASHRAE	อัตราการรั่วไหลของอากาศต้องไม่เกิน 1.7 ลิตร/วินาที/ตร.ม.			เครื่องฟอกอากาศต้องมี MERV ไม่น้อยกว่า 8	ช่องรับอากาศภายนอกต้องติดตั้งห่างจากแหล่งปนเปื้อน ในแนวราบอย่างน้อย 3 เมตร
ไม่นำมาพิจารณา					ปริมาณการระบายอากาศรวมควรเป็นไปตามสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$ และเพิ่มขึ้น 3.5 L/s ตามจำนวนคน
ไม่นำมาพิจารณา					ปริมาณการไหลของอากาศโดยใช้ระบบระบายอากาศอัตโนมัติ ห้องครัว 100 cfm (50 L/s) ห้องน้ำ 50 cfm (25 L/s)
					ปริมาณการไหลของอากาศโดยใช้ระบบระบายอากาศอัตโนมัติ ห้องครัว 100 cfm (50 L/s) ห้องน้ำ 50 cfm (25 L/s)

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเอกสาร TREES-Home ของ TGBI ในหัวข้อที่ 4 สภาพแวดล้อมภายในอาคาร ในเรื่อง ของปริมาณการระบายอากาศระบุว่า อัตราการระบายอากาศในพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ ฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และห้องน้ำ และห้องครัวจะต้องมีระบบระบายอากาศโดยวิธีกลซึ่งใช้กล อุปกรณ์ขับเคลื่อนอากาศ ออกไปนอกอาคารโดยตรง แม้จะมีหน้าต่างอยู่แล้วก็ตาม

1. ในกรณีที่ไม่อาจจัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติได้ ให้จัดให้มีการระบาย อากาศโดยวิธีกลอุปกรณ์นี้ต้องทำงานตลอดเวลาระหว่างที่ใช้สอยพื้นที่นั้น โดยการ ระบายอากาศต้องมีการนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ไม่น้อยกว่าอัตราดังนี้
 - 1.1 ห้องนอน ไม่น้อยกว่า 7 เท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง
 - 1.2 ห้องน้ำ ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง
 - 1.3 ห้องครัว ไม่น้อยกว่า 12 เท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง
2. ในกรณีที่จัดให้มีการระบายอากาศด้วยระบบการปรับภาวะอากาศต้องมีการนำอากาศ ภายนอกเข้ามาในพื้นที่ปรับภาวะอากาศหรือดูดอากาศจากภายในพื้นที่ปรับภาวะอากาศ ออกไปไม่น้อยกว่าอัตราดังนี้
 - 2.1 ห้องนอน 2 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร
 - 2.2 ห้องน้ำ 10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร
 - 2.3 ห้องครัว 30 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร
3. ตำแหน่งของช่องนำอากาศภายนอกเข้าโดยวิธีกล ต้องห่างจากที่เกิดอากาศเสีย และช่อง ระบายอากาศทิ้งไม่น้อยกว่า 5 เมตร และสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

ในหัวข้อที่ 4 สภาพแวดล้อมภายในอาคาร ในเรื่องของการกรองอากาศระบุว่า การกรอง อากาศมีระบบเติมอากาศบริสุทธิ์ให้กับห้องนั่งเล่น โดยระบบเติมอากาศบริสุทธิ์ต้องมีการกรองอากาศ เพื่อป้องกันฝุ่นขนาดใหญ่และเล็ก โดยใช้แผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพในการกรองอากาศ เทียบเท่ากับ MERV 8 กำหนดโดย ASHRAE หรือดีกว่า สำหรับบ้าน และจากเอกสาร SOOK- Standard จาก TGBI ได้มีการระบุว่า การตรวจวัดคุณภาพอากาศเพื่อหาปริมาณสารเจือปนในอากาศ ให้มีค่าไม่เกินมาตรฐาน โดยทำการตรวจวัด PM 2.5 ไม่เกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงเกณฑ์มาตรฐานการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย TGBI

กรมอนามัย	การป้องกัน			การกำจัดอนุภาค		
	ป้องกันฝุ่น ละอองจาก ภายนอก	ป้องกันการ ก่อให้เกิด ฝุ่นละออง ภายในบ้าน	ป้องกันการ สะสมของฝุ่น ละอองโดย การทำความสะอาด สะอาด			
เบญจวรรณ และคณะ	ปิดช่องว่าง หรือ รอยรั่ว รอยต่อ ประตู-หน้าต่าง			กำจัดอนุภาค ของฝุ่นด้วย เครื่องฟอก อากาศที่ใช้ แผ่นกรอง อากาศ	โดยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ จาก ภายนอก ผ่านการกรองฝุ่นละอองโดย ใช้ฟิลเตอร์ระดับ MERV 11 ขึ้นไป	
ASHRAE	อัตราการรั่วไหล ของอากาศต้อง ไม่เกิน 1.7 ลิตร/ วินาที/ตร.ม.			เครื่องฟอก อากาศต้องมี MERVไม่ น้อยกว่า 8	ช่องรับอากาศภายนอกต้องติดตั้งห่าง จากแหล่งปนเปื้อน ในแนวราบอย่างน้อย น้อย 3 เมตร	
					ปริมาณการระบายอากาศรวม ควรเป็นไปตามสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$ และเพิ่มขึ้น 3.5 L/s ตามจำนวนคน	
TGBI					ตำแหน่งของช่องอากาศต้องห่างจาก ที่เกิดอากาศเสีย และช่องระบาย อากาศทั้งไม่น้อยกว่า 5 เมตร และสูง จากพื้นดิน ไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร	ปริมาณ PM 2.5 ในอากาศ ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
					การระบายอากาศที่มี การปรับภาวะอากาศ ห้องนอน : ACH \geq 7 ห้องน้ำ : ACH \geq 2 ห้องครัว : ACH \geq 12	
			ไม่นำมาพิจารณา		การระบายอากาศที่มี การนำอากาศภายนอกเข้ามา ห้องนอน : \geq 2 $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ ห้องน้ำ : \geq 10 $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ ห้องครัว : \geq 30 $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กรอบแนวคิด

จากการทบทวนวรรณกรรมในข้างต้นสรุปออกมาเป็นกรอบแนวคิดการลดฝุ่นละอองในบ้านพักอาศัย ดังที่แสดงในตาราง

ตารางที่ 2.8 กรอบแนวคิด

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย					
การป้องกัน			การกำจัดอนุภาค		
ป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอก โดยปิดช่องว่าง อุดรอยรั่ว รอยต่อประตู – หน้าต่าง อัตราการรั่วไหลของอากาศต้องไม่เกิน 1.7 ลิตร/วินาที/ตร.ม.	ป้องกันการก่อให้เกิดฝุ่นละอองภายในบ้าน	ป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองโดยการทำความสะอาด	กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศที่ใช้แผ่นกรองอากาศ MERV ไม่น้อยกว่า 8	โดยการใช้พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกผ่านการกรองฝุ่นละอองโดยใช้ฟิลเตอร์ระดับ MERV 11 ขึ้นไป ช่องรับอากาศภายนอกต้องติดตั้งห่างจากแหล่งปนเปื้อน ในแนวราบอย่างน้อย 5 เมตร และสูงจากพื้นดิน ไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และปริมาณการระบายอากาศรวม ควรเป็นไปตามสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$ และเพิ่มขึ้น 3.5 L/s ตามจำนวนคน	ปริมาณ PM 2.5 ในอากาศไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการวิจัย และการสร้างเครื่องมือ

3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบศึกษาวิจัยเอกสาร และศึกษาเชิงสำรวจ การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย โดยจะศึกษาวิจัยเอกสารก่อนแล้วจึงนำข้อมูลที่ ได้จากทฤษฎี ไปศึกษาเชิงสำรวจด้วยการเก็บข้อมูล และนำข้อมูลที่ ได้ ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับ การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัยที่ได้ตามกรอบแนวคิด

ตารางที่ 2.8 กรอบแนวคิด

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย					
การป้องกัน			การกำจัดอนุภาค		
ป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอก โดยปิดช่องว่าง อุดรอยรั่ว รอยต่อประตู – หน้าต่าง อัดตราการรั่วไหลของอากาศ ต้องไม่เกิน 1.7 ลิตร/วินาที/ตร.ม.	ป้องกันการก่อให้เกิดฝุ่นละอองภายในบ้าน	ป้องกันการสะสมของฝุ่นละอองโดยการทำควมสะอาด	กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศที่ใช้แผ่นกรองอากาศ MERV ไม่น้อยกว่า 8	โดยการใช้พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกผ่านการกรองฝุ่นละอองโดยใช้ฟิลเตอร์ระดับ MERV 11 ขึ้นไป ช่องรับอากาศภายนอกต้องติดตั้งห่างจากแหล่งปนเปื้อน ในแนวราบอย่างน้อย 5 เมตร และสูงจากพื้นดิน ไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และปริมาณการระบายอากาศรวม ควรเป็นไปตามสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$ และเพิ่มขึ้น 3.5 L/s ตามจำนวนคน	ปริมาณ PM 2.5 ในอากาศไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสร้างเครื่องมือ



เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย โดยวิธีการสร้างเครื่องมือเพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา และสร้างกรอบแนวคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ และจำเป็นในการเก็บข้อมูล และสำรวจ

ตารางที่ 3.1 การสร้างเครื่องมือ

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย	เครื่องมือ	วิธีการเก็บข้อมูล
1. การป้องกัน		
1.1 การป้องกันฝุ่นจากภายนอก		
ปิดช่องว่าง อุดรอยรั่ว รอยต่อประตู – หน้าต่าง อัตรการรั่วไหลของอากาศ ต้องไม่เกิน 1.7 L/s		(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู-หน้าต่าง โดยการปิดประตู-หน้าต่างให้สนิท (1.1.2.) นำโพรบไปจ่อ ณ ตำแหน่งรอยรั่วรอยต่อประตู-หน้าต่าง ถือนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า
1.2 การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน		
EPA : แนะนำให้หลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่ภายในบ้านหากไม่สามารถเลิกได้ควรสูบภายนอกอาคารหรือในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศที่ดี WHO : จำกัดการจุดธูปให้น้อยที่สุด เช่น ไม่เกิน 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ในพื้นที่ ที่มีระบบระบายอากาศที่เหมาะสม	การสัมภาษณ์	(1.2.1.) เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ พฤติกรรมการจุดธูป เทียน หรือการเผาขยะภายในพื้นที่บ้าน (1.2.2) เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ พฤติกรรมการสูบบุหรี่
1.3 การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง		
EPA : ระบุว่าการทำงานสะอาดพื้น และพื้นผิวเป็นประจำช่วยลดการสะสมของฝุ่น	การสัมภาษณ์	(1.3.1.) เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ พฤติกรรมการทำความสะอาดพื้น, ผ้าม่าน, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้าน (1.3.2) เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ พฤติกรรมการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลม
2. การกำจัดอนุภาคฝุ่นละออง		
2.1กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ		
กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ ที่ใช้แผ่นกรองอากาศตัวกรอง MERV ไม่น้อยกว่า 8		(2.1.1.) ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเปิดใช้งานพร้อมกับเครื่องเติมอากาศ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทำการตรวจวัดผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

2.2 การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ		
<p>โดยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ จากภายนอกผ่านการกรองฝุ่นละอองโดยใช้ฟิลเตอร์ระดับMERV 11 ขึ้นไป ตำแหน่งของช่องอากาศต้องห่างจากที่เกิดอากาศเสีย ไม่น้อยกว่า 5 เมตร และสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ</p> $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$ <p>และเพิ่มขึ้น 3.5 L/s ตามจำนวนคน</p>		<p>(2.2.1.) ทำการติดตั้งเครื่องเติมอากาศ และเปิดใช้งานพร้อมกับเครื่องฟอกอากาศ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทำการวัดผล</p>
3. ค่ามาตรฐานฝุ่นละออง		
<p>ปริมาณ PM 2.5 ในอากาศไม่ควรเกิน 25 pg/m</p>		<p>(3.1.1.) ทำการตรวจวัดฝุ่น ก่อน และหลังการทดลอง</p>

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดสอบเครื่องมือ

1. ทำการเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถามที่ได้จากการสร้างเครื่องมือจากกรอบแนวคิดเรื่องของการป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน และการป้องกันการสะสมฝุ่นของละออง แสดงดังภาพ

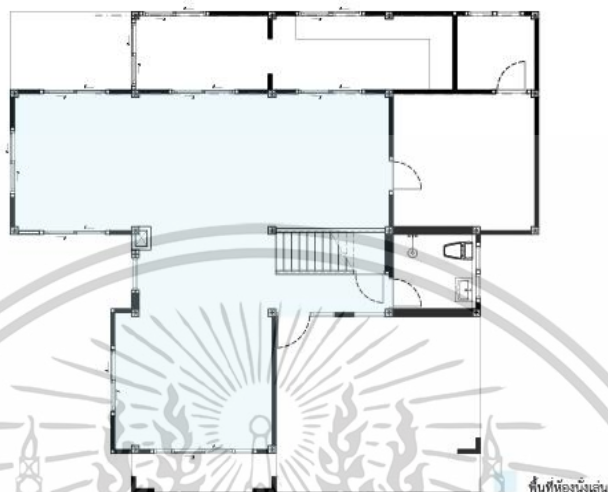
ตารางที่ 3.2 แสดงแบบเก็บข้อมูล พฤติกรรมการทำความสะอาด และพฤติกรรมการสูบบุหรี่

1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจัดรูป เหยียนหรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่ บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/> ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	<input type="checkbox"/> บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	<input type="checkbox"/> บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้าน หรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่ หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input type="checkbox"/> ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	<input type="checkbox"/> บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	<input type="checkbox"/> บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่ บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/> ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	<input type="checkbox"/> บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	<input type="checkbox"/> บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่ บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/> ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	<input type="checkbox"/> บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	<input type="checkbox"/> บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



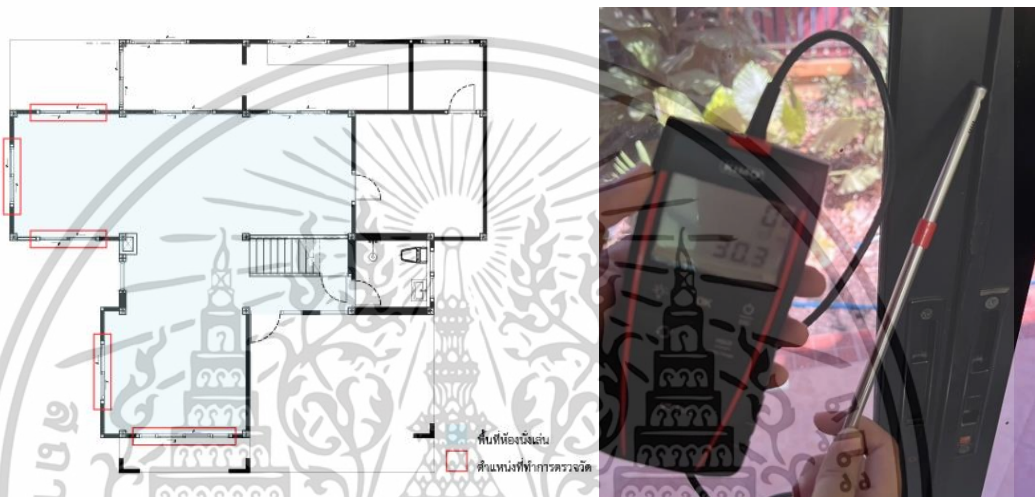
รูปที่ 3.1 แสดงขอบเขตพื้นที่ห้องนั่งเล่น
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 3.2 แสดงภาพพื้นที่ห้องนั่งเล่น และเครื่องมือตรวจวัดฝุ่น PM 2.5
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู – หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือ Anemometer เครื่องวัดปริมาณลม รุ่น VT110 ในการตรวจวัด โดยทำการเปิดและตั้งค่าการวัดปริมาณลมตามหน่วยที่ต้องการหลังจากนั้นนำโพรบไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถอนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล หากพบการรั่วซึมให้ทำการอุดรอยรั่วซึมก่อนทำการทดสอบ



รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาณลม
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)

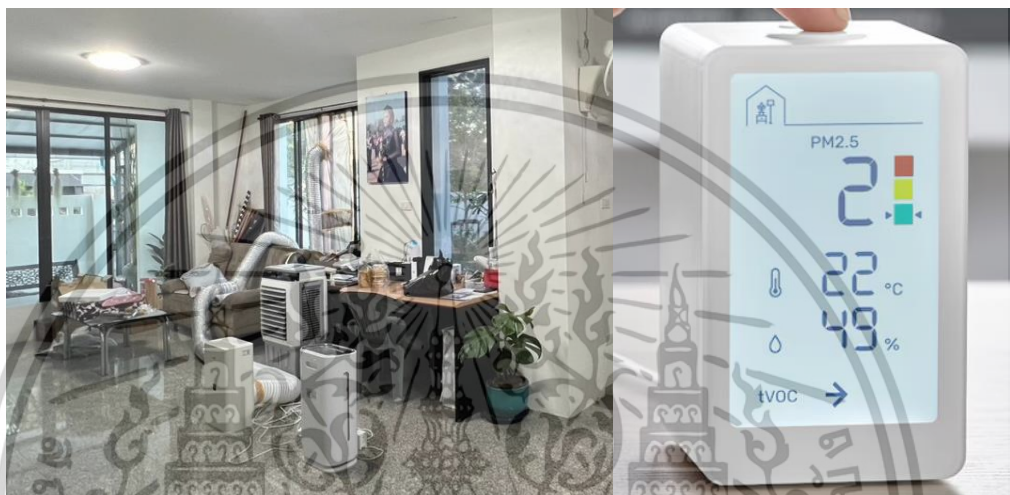


รูปที่ 3.4 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศ

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



รูปที่ 3.5 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ เครื่องเติมอากาศ และเครื่องมือตรวจวัดฝุ่น PM 2.5
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล

นำข้อมูลที่จดบันทึกจากการลงสำรวจ ห้องนั่งเล่นภายในบ้านพักอาศัยมาจัดลำดับแสดงผลการลดฝุ่นภายในห้องนั่งเล่นของบ้านพักอาศัย พร้อมวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ ให้สอดคล้องกับหัวข้อที่ได้จากกรอบแนวคิด จากนั้นจึงสรุปผล โดยเมื่อทำการทดลองตามรูปแบบข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว ค่ามาตรฐานที่ได้ตามที่กำหนดไว้ปริมาณสารเจือปนในอากาศ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการ คำนวณจากสมการ		ปริมาณอากาศ ที่วัดได้	
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการ คำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง		ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การดำเนินการ และผลการวิจัย

การลงสำรวจเก็บข้อมูลมุ่งเน้นศึกษาความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของวิธีการลดฝุ่นภายในบ้าน โดยใช้ห้องนั่งเล่นเป็นพื้นที่กรณีศึกษา เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการใช้งานบ่อยที่สุด การดำเนินการวิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากบ้านตัวอย่างจำนวน 7 หลังในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ลดฝุ่นเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัย การทำความสะอาด และการรั่วไหลของอากาศบริเวณรอยต่อประตู - หน้าต่าง

กระบวนการทดลองประกอบด้วยการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์ลดฝุ่น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละอองภายในพื้นที่ศึกษา โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน PM 2.5 ไม่เกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ เป็นตัวชี้วัดผลลัพธ์ ในส่วนถัดไปจะเป็นการนำเสนอผลการรวบรวมข้อมูลผ่านเครื่องมือที่สร้างมาในบทที่ 3 และผลการทดลอง การวัดค่าฝุ่น PM 2.5 ก่อน และหลังการติดตั้งอุปกรณ์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จหรือข้อจำกัดของการลดฝุ่นในบ้านแต่ละหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 1 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย

ข้อมูลทั่วไป

ประเภทบ้าน : บ้านเดี่ยว ตำแหน่งที่ตั้ง : สมุทรปราการ
 ผู้ให้ข้อมูล : นาง เพ็ญศรี จำนวนผู้อยู่อาศัย : 5 คน

1. ทำการเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถามที่ได้จากการสร้างเครื่องมือจากกรอบแนวคิดเรื่องของการป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน และการป้องกันการสะสมฝุ่นของละอองแสดงตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมกรรมการทำความสะอาด และการสูบบุหรี่ในบ้านหลังที่ 1

1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจัดรูป เทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่ บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้าน หรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อ วัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้าน หรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำ ความสะอาดเครื่องปรับอากาศ หรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อย เพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

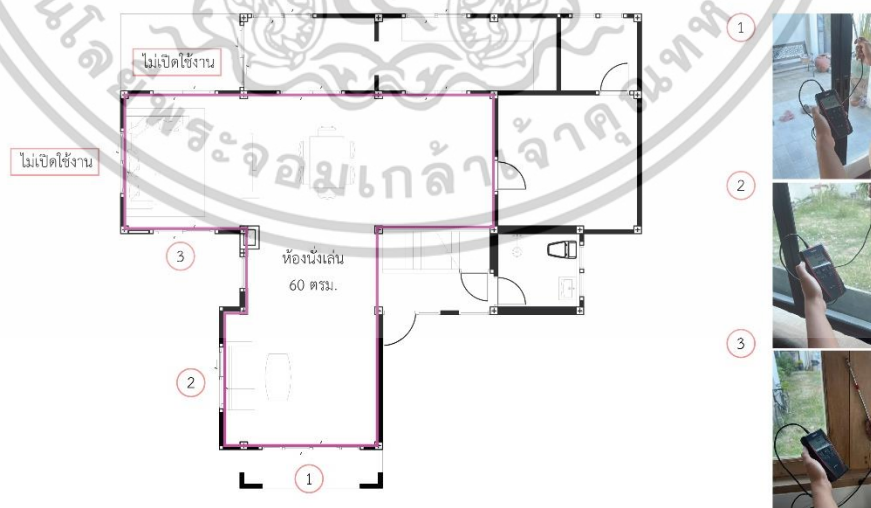
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



รูปที่ 4.1 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 1
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

- การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู - หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู - หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือวัดปริมาตรลม นำโพรมไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถือนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล



รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 1

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

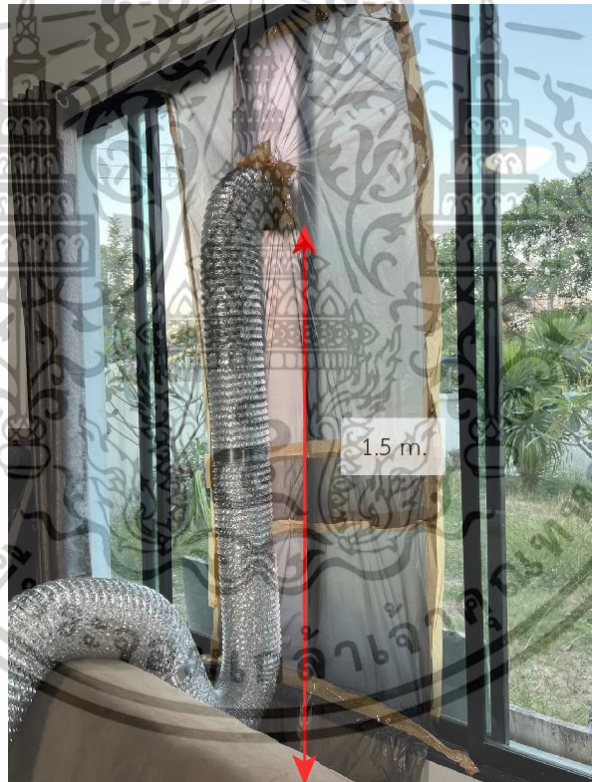
$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

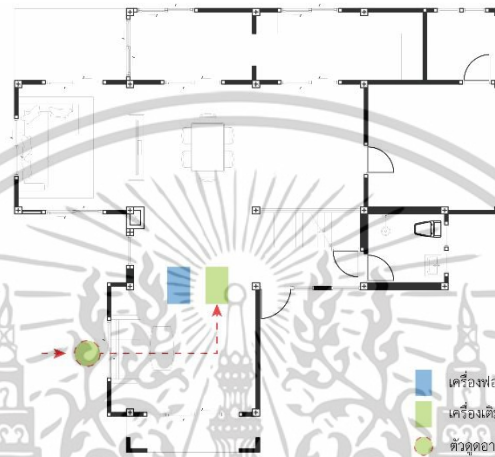
Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)



รูปที่ 4.3 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 1
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจุดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



รูปที่ 4.4 แสดงภาพตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ บ้านหลังที่ 1
 ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 4.5 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 1
 ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

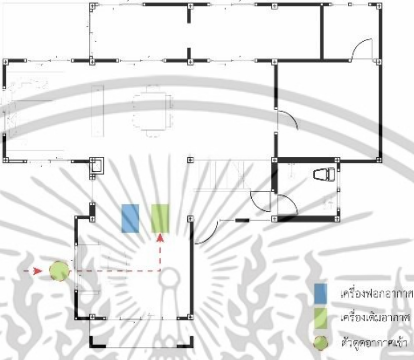

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 1

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
บ้านเดี่ยว	สมุทรปราการ	นาง เพ็ญศรี	5 คน
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

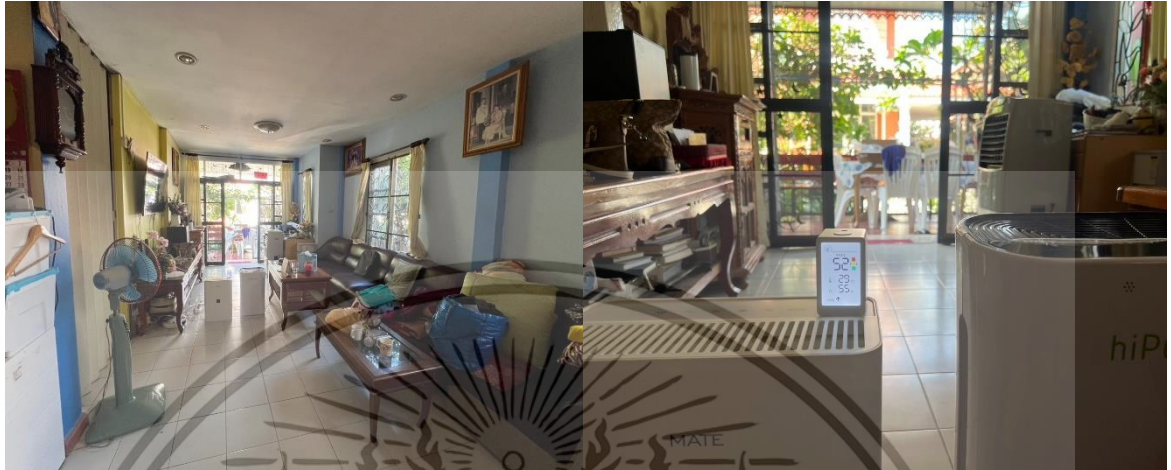
ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการคำนวณจากสมการ	36.75 L/s	ปริมาณอากาศที่วัดได้	30 L/s
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(N_{br} + 1)$	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง	42 pg/m*	ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	27 pg/m*
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 25 pg/m*	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

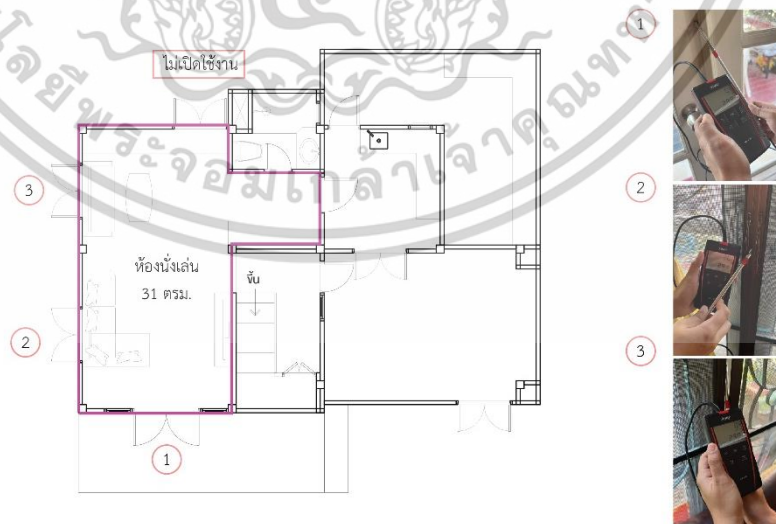
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



รูปที่ 4.6 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 2
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

3. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู - หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู - หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือวัดปริมาณลม นำไปรบบไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถือนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล



รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาณลมบ้านหลังที่ 2

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)

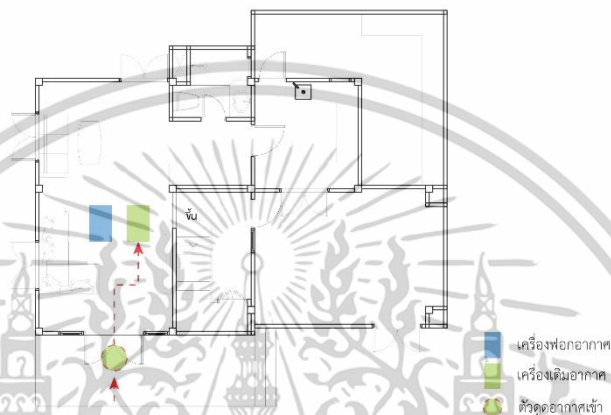


รูปที่ 4.8 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 2

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



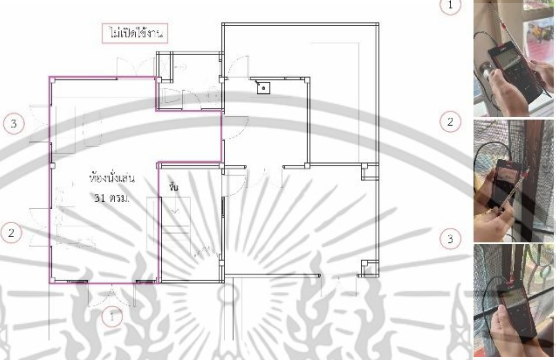
รูปที่ 4.9 แสดงภาพตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ บ้านหลังที่ 2
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 4.10 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 2
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

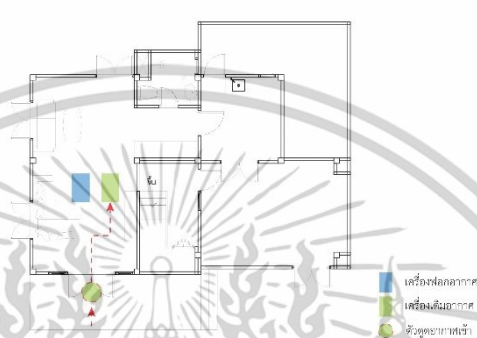
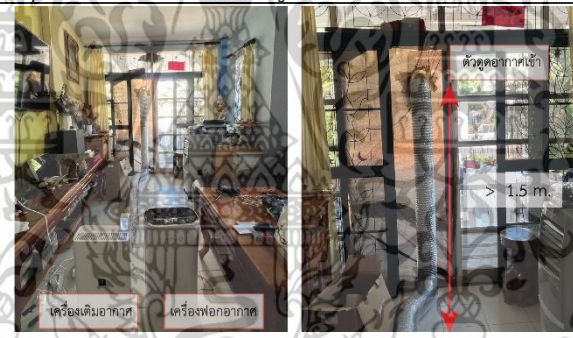
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 2

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
บ้านเดี่ยว	สมุทรปราการ	นางสาว อริสรา	5 คน
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

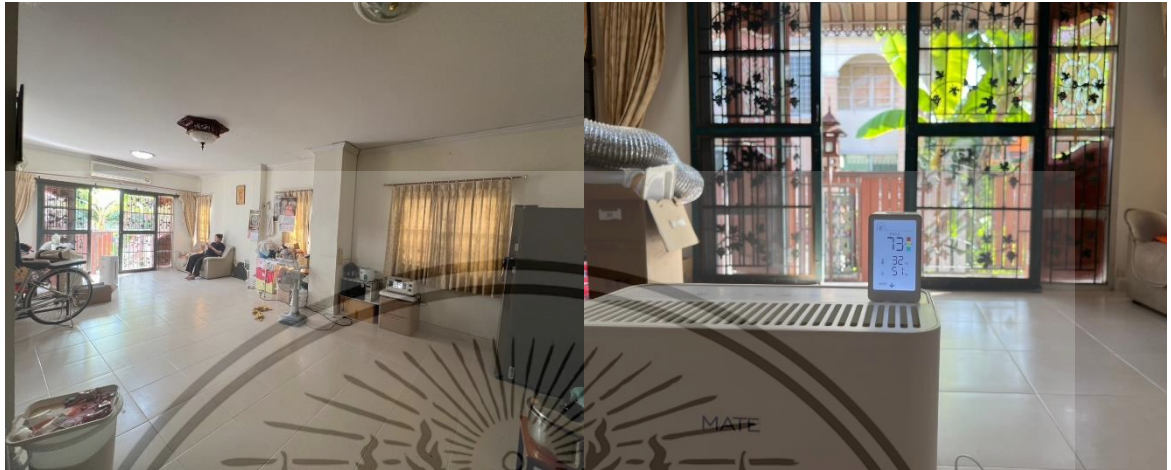
ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการคำนวณจากสมการ	32.65 L/s	ปริมาณอากาศที่วัดได้	30 L/s
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(N_{br} + 1)$	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ใช่	ไม่ใช่	
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง	52 pg/m*	ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	29 pg/m*
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 25 pg/m*	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ใช่	ไม่ใช่	

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

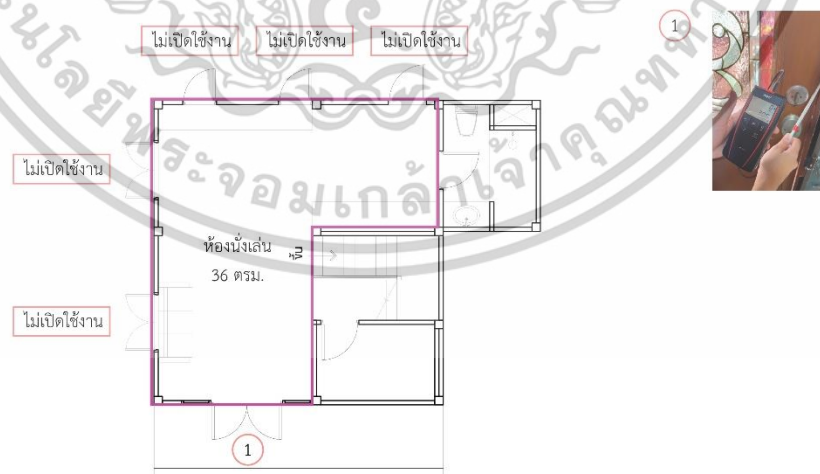
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



รูปที่ 4.11 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 3
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

3. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู - หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู - หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือวัดปริมาตรลม นำโพรบไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถือนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล



รูปที่ 4.12 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 3

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

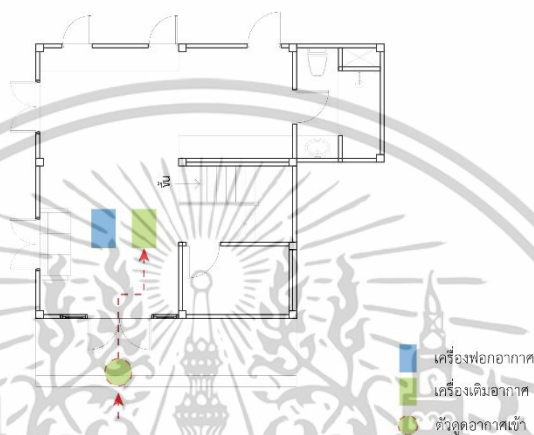
Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)



รูปที่ 4.13 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 3
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



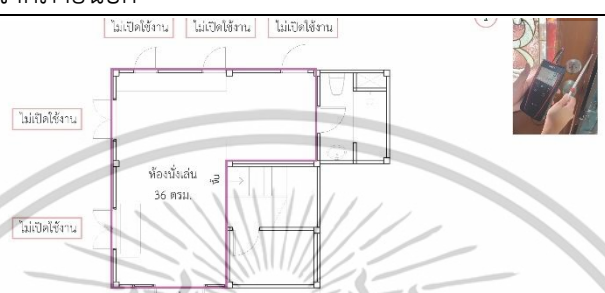
รูปที่ 4.14 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 3
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 4.15 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 3
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 3

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
บ้านเดี่ยว	สมุทรปราการ	นางสาว อภิญญา	3 คน
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการคำนวณจากสมการ	19.4 L/s	ปริมาณอากาศที่วัดได้	30 L/s
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(N_{br} + 1)$	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง	73 pg/m*	ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	30 pg/m*
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 25 pg/m*	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ใช่	ไม่ใช่	

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

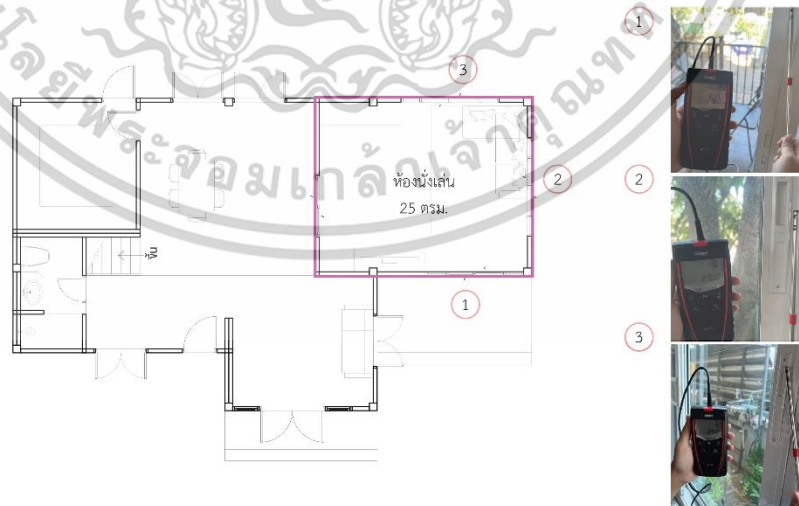
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



รูปที่ 4.16 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 4
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

3. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู - หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู - หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือวัดปริมาตรลม นำโพรบไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถือนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล



รูปที่ 4.17 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 4

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

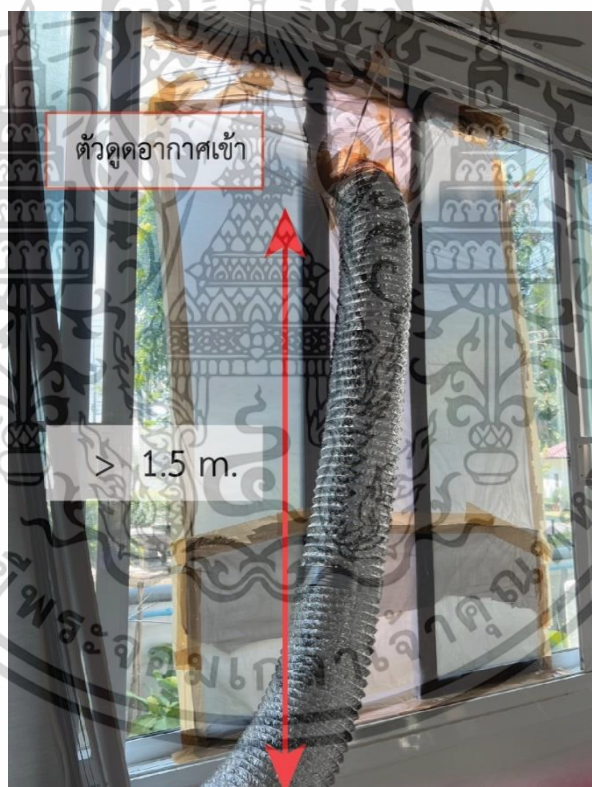
$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)

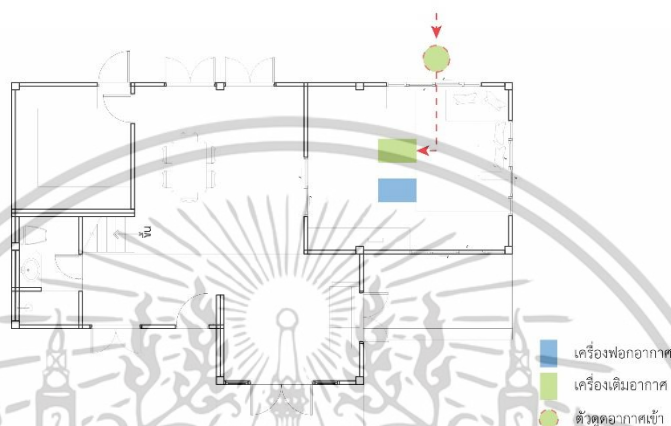


รูปที่ 4.18 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 4

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



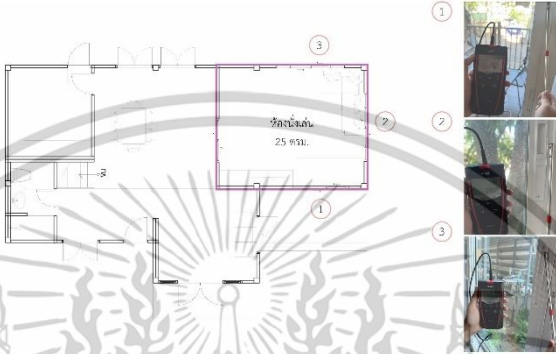
รูปที่ 4.19 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 4
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 4.20 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 4
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

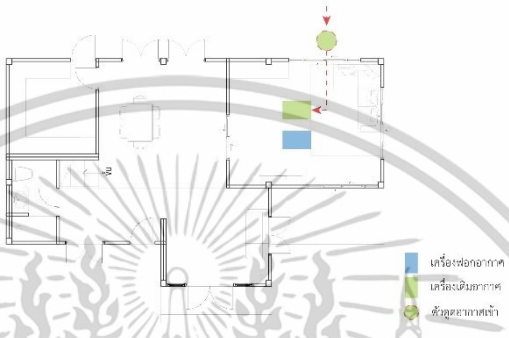

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 4

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
บ้านเดี่ยว	ปทุมธานี	นางสาว ปานชนก	6 คน
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการคำนวณจากสมการ	33.9 L/s	ปริมาณอากาศที่วัดได้	30 L/s
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(N_{br} + 1)$	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ใช่	ไม่ใช่	
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง	90 pg/m*	ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	33 pg/m*
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 25 pg/m*	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	ใช่	ไม่ใช่	

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

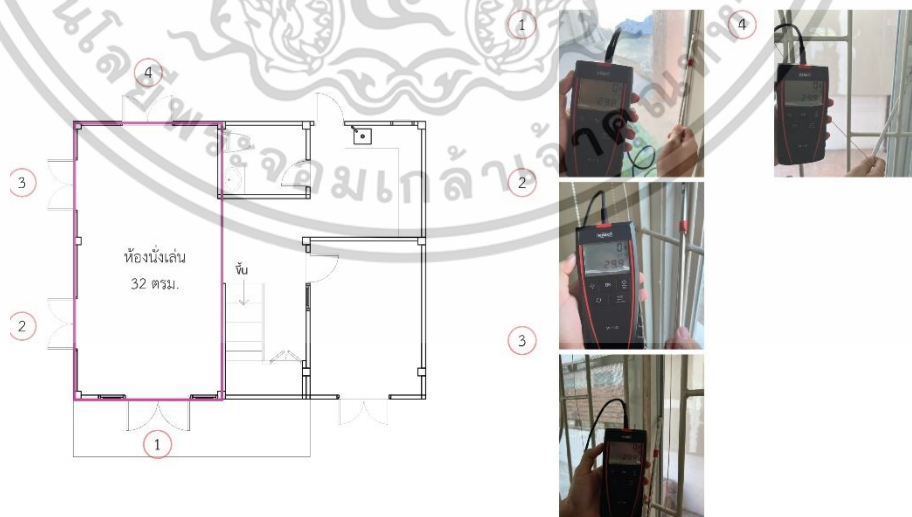
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



รูปที่ 4.21 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 5
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

3. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู - หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู - หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือวัดปริมาตรลม น้าโพรบไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถือนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล



รูปที่ 4.22 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 5

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

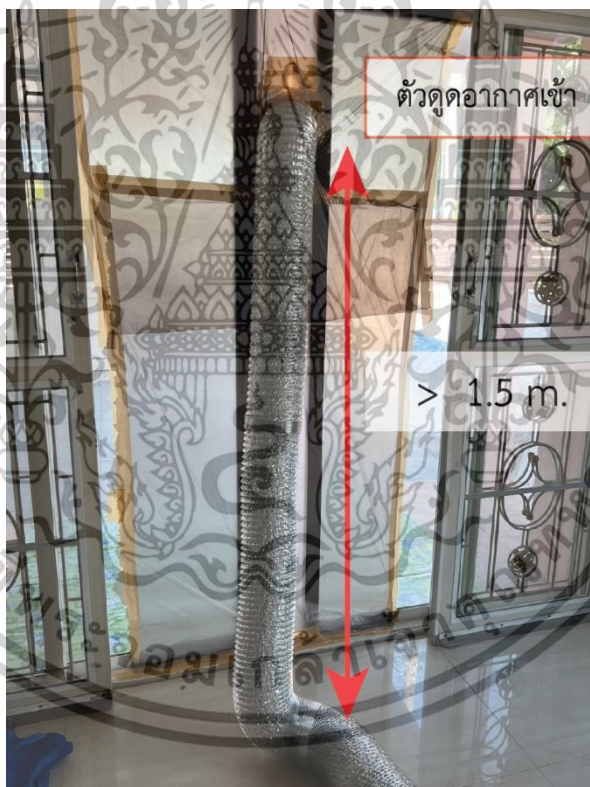
$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)

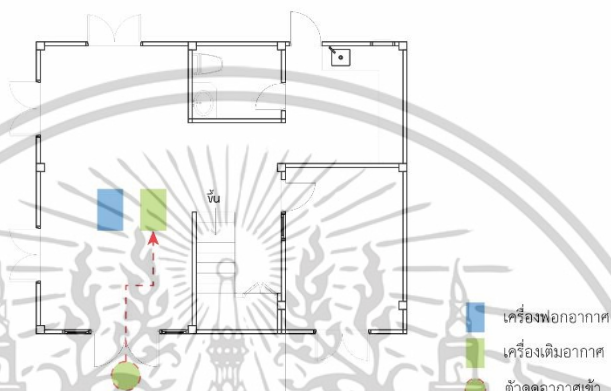


รูปที่ 4.23 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 5

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



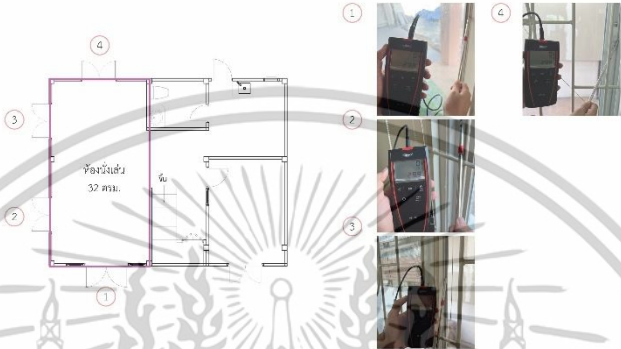
รูปที่ 4.24 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 5
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 4.25 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 5
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 5

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
บ้านเดี่ยว	ปทุมธานี	นาย พลพรรณ	3 คน
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการคำนวณจากสมการ	27 L/s	ปริมาณอากาศที่วัดได้	30 L/s
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(N_{br} + 1)$	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง	92 pg/m*	ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	37 pg/m*
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 25 pg/m*	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การเก็บข้อมูลบ้านหลังที่ 6 : กรณีศึกษาห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย

ข้อมูลทั่วไป

ประเภทบ้าน : บ้านเดี่ยว ตำแหน่งที่ตั้ง : ปทุมธานี
 ผู้ให้ข้อมูล : นางสาว ดวงกมล จำนวนผู้อยู่อาศัย : 6 คน

1. ทำการเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถามที่ได้จากการสร้างเครื่องมือจากกรอบแนวคิดเรื่องของการป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน และการป้องกันการสะสมฝุ่นของละอองแสดงตาราง

ตารางที่ 4.11 แสดงแบบเก็บข้อมูลพฤติกรรมทำความสะอาด และการสูบบุหรี่ที่บ้านหลังที่ 6

1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจัดรูป เทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่ บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้าน หรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อ วัน	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้าน หรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำ ความสะอาดเครื่องปรับอากาศ หรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อย เพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

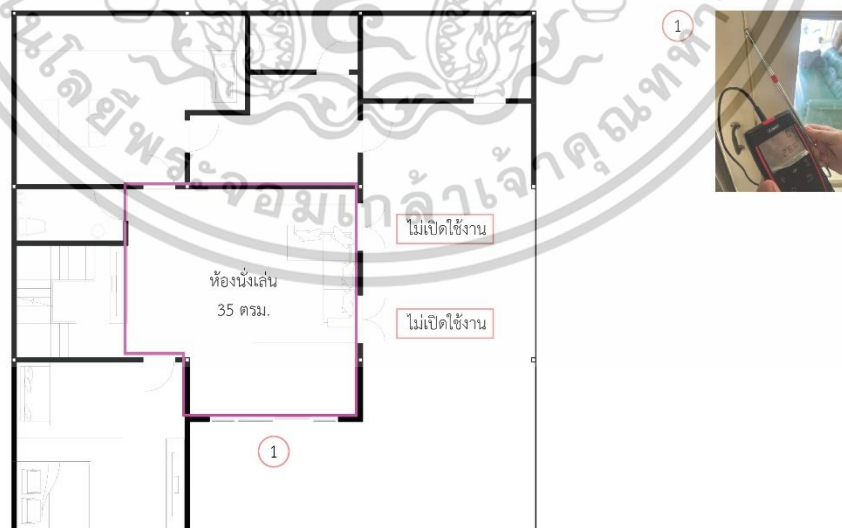
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



รูปที่ 4.26 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 6
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

3. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู - หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู - หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือวัดปริมาตรลม นำโพรบไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถือนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล



รูปที่ 4.27 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 6
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

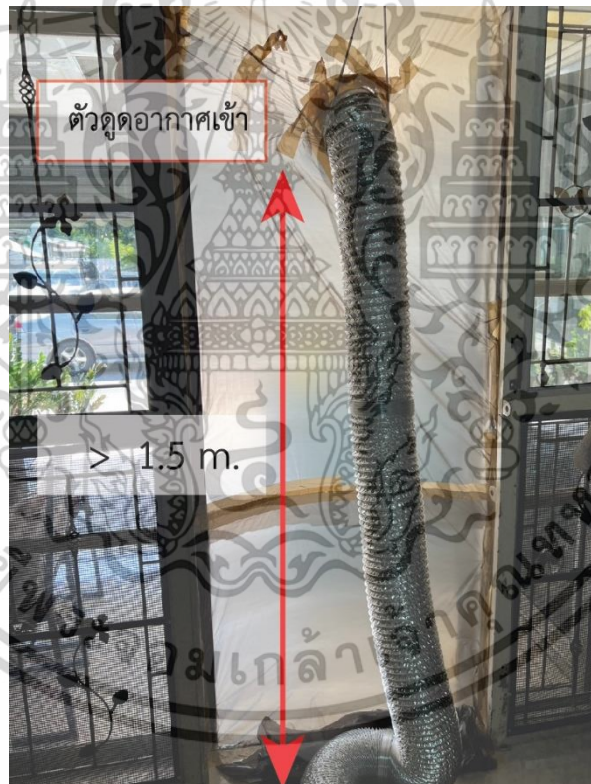
$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)

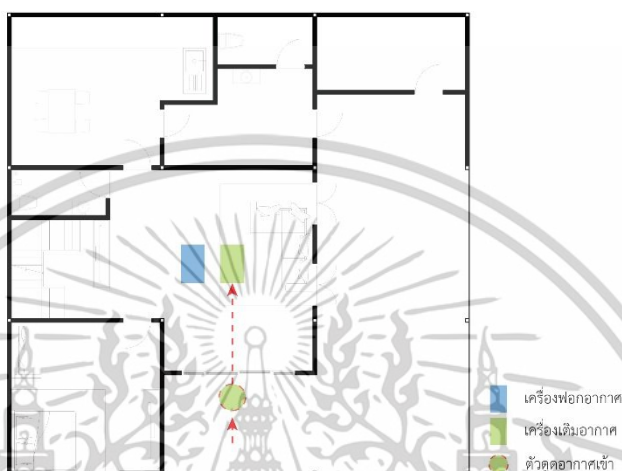


รูปที่ 4.28 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 6

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจุดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



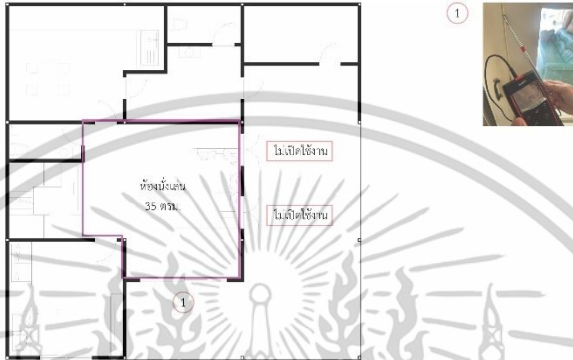
รูปที่ 4.29 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 6
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 4.30 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 6
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

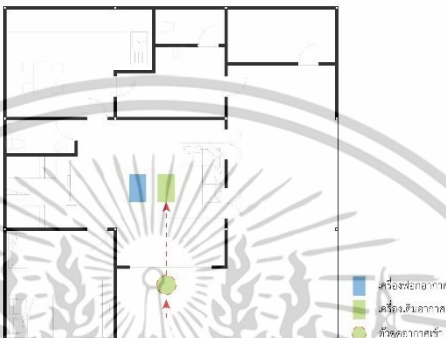
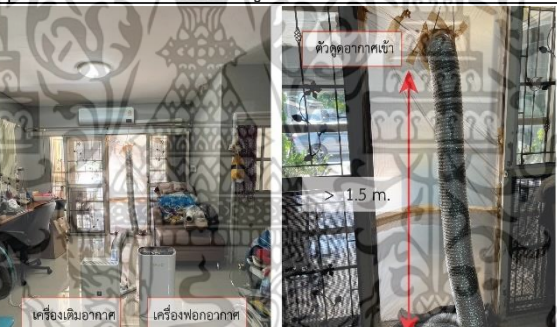
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 6

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
บ้านเดี่ยว	ปทุมธานี	นางสาว ดวงกมล	6 คน
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการคำนวณจากสมการ	39.5 L/s	ปริมาณอากาศที่วัดได้	30 L/s
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(N_{br} + 1)$	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง	95 pg/m*	ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	32 pg/m*
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐานไม่เกิน 25 pg/m*	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

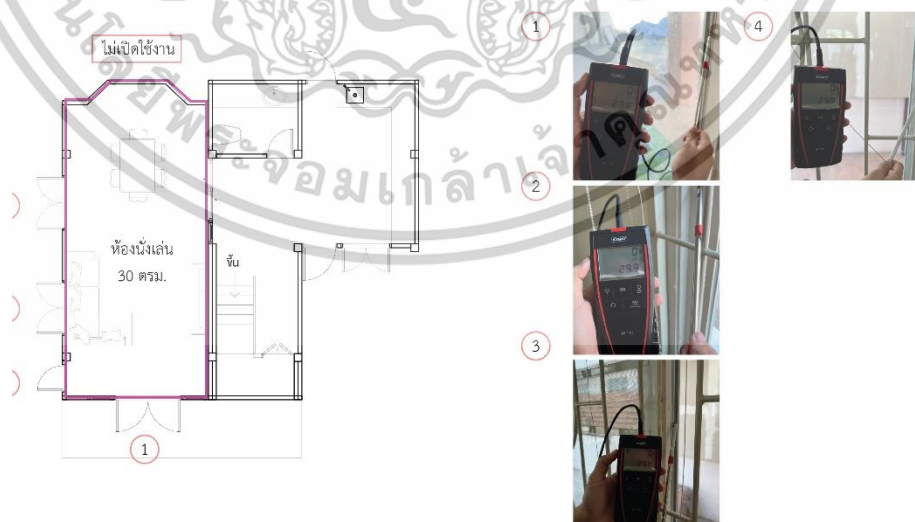
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการเปิด ประตู - หน้าต่าง ของบริเวณโซนห้องนั่งเล่นทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง สำหรับเตรียมทำการทดลอง เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ให้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM 2.5 หลังจากการเปิด ประตู - หน้าต่าง และทำการจดบันทึกผล



รูปที่ 4.31 แสดงพื้นที่ห้องนั่งเล่น และค่า PM2.5 ก่อนการทดลองบ้านหลังที่ 7
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

3. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก ทำการตรวจสอบว่ามีรอยรั่ว รอยต่อประตู - หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้ โดยทำการตรวจเช็คโดยการ ปิดประตู - หน้าต่างให้สนิท และใช้เครื่องมือวัดปริมาตรลม นำโพรบไปจ่อ ณ ตำแหน่งที่ต้องการวัดค่า ถีอนิ่งไว้ 1 นาทีสำหรับตรวจวัดค่า และบันทึกผล



รูปที่ 4.32 แสดงตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด และเครื่องมือตรวจวัดปริมาตรลมบ้านหลังที่ 7

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากทำการตรวจสอบรอยรั่วรอยต่อประตู – หน้าต่าง ที่อากาศสามารถแทรกซึมผ่านได้แล้วทำการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศ สำหรับเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ โดยตำแหน่งของช่องอากาศต้องสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร และช่องรับอากาศต้องไม่มีสิ่งปกคลุม โดยอัตราการเติมอากาศเป็นไปตามสมการ

$$Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$$

โดยที่

Q_{tot} = ปริมาณการระบายอากาศที่เพียงพอสุทธิ, cfm (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

A_{floor} = พื้นที่พักอาศัยรวม (floor area of residence), ft² (ตารางฟุต)

Nbr = จำนวนห้อง (ต้องไม่น้อยกว่า 1 ห้อง)

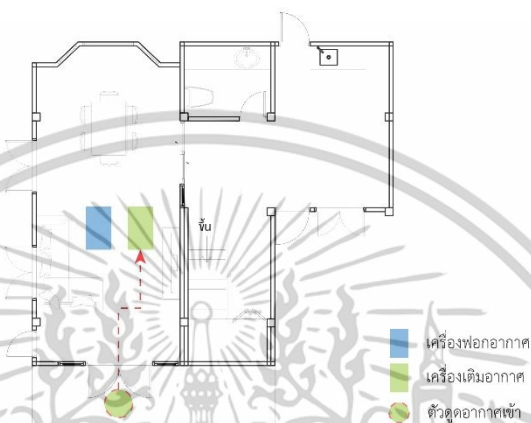


รูปที่ 4.33 แสดงการติดตั้งเครื่องเติมอากาศบ้านหลังที่ 7

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การกำจัดอนุภาค ทำการติดตั้งเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศไว้ที่กลางห้อง จากนั้นทำการเปิดเครื่องใช้งานพร้อมกันสำหรับการกำจัดอนุภาค โดยการตั้งค่าเครื่องเติมอากาศควรเติมให้ได้อัตราอากาศตามที่ต้องการในข้อที่ 3 และทำการเปิดเครื่องฟอกอากาศ และเครื่องเติมอากาศทิ้งไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าฝุ่น PM-2.5 และจดบันทึกผล โดยเกณฑ์มาตรฐานปริมาณ PM 2.5 ไม่ควรเกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



รูปที่ 4.34 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 7
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)



รูปที่ 4.35 แสดงภาพการติดตั้งเครื่องมือฟอก - เติมอากาศ และตรวจวัดฝุ่น PM 2.5 บ้านหลังที่ 7
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

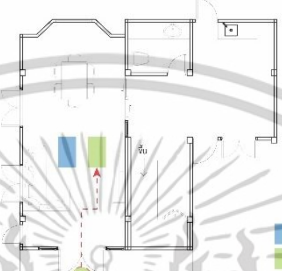

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลบ้านหลังที่ 7

การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย			
ประเภทบ้าน	ตำแหน่งที่ตั้ง	ผู้ให้ข้อมูล	จำนวนผู้อยู่อาศัย
บ้านเดี่ยว	ปทุมธานี	นางสาว ปรีดาภรณ์	6 คน
1. การป้องกัน			
1.1. การป้องกันฝุ่นจากภายนอก			
(1.1.1.) ทำการตรวจช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่าง			
บ้านของคุณมีการรั่วซึมของอากาศผ่านทาง ช่องว่าง หรือรอยรั่วรอยต่อประตู - หน้าต่างหรือไม่?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	จำนวนจุดรั่วไหลที่พบเจอ
	ใช่	ไม่ใช่	
1.2. การป้องกันการก่อฝุ่นภายในบ้าน			
(1.2.1.) บ้านของคุณมีการจุดธูปเทียน หรือการเผาขยะในพื้นที่บ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
(1.2.2.) คุณสูบบุหรี่ภายในบ้านหรือบริเวณใกล้บ้านหรือไม่? หากใช่ กรุณาระบุจำนวนครั้งต่อวัน	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 มวน/วัน)	บางครั้ง (2-5 มวน/วัน)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 5 มวน/วัน)
1.3. การป้องกันการสะสมฝุ่นละออง			
(1.3.1.) คุณทำความสะอาดพื้น, ผนัง, และเฟอร์นิเจอร์ในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

(1.3.2.) บ้านของคุณมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหรือพัดลมในบ้านหรือไม่? บ่อยเพียงใด?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ไม่เคย หรือ แทบไม่เคย (0-1 ครั้ง/เดือน)	บางครั้ง (1-3 ครั้ง/สัปดาห์)	บ่อยครั้ง (มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์)
2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง			
2.1. กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ			
 <p> <input checked="" type="checkbox"/> เครื่องฟอกอากาศ <input checked="" type="checkbox"/> เครื่องลมพัดลม <input checked="" type="checkbox"/> หัวดูดอากาศเข้า </p>			
2.2. การกำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยการใช้พัดลมจะดูดอากาศ			
 <p> เครื่องเติมอากาศ เครื่องฟอกอากาศ หัวดูดอากาศเข้า > 1.5 m. </p>			
ปริมาณอากาศที่ต้องการตามการคำนวณจากสมการ	30.3 L/s	ปริมาณอากาศที่วัดได้	30 L/s
ปริมาณอากาศที่เข้ามาเป็นไปตามการคำนวณ โดยสมการ $Q_{tot} = 0.15 A_{floor} + 3.5(Nbr + 1)$	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่
ปริมาณ PM 2.5 ก่อนการทดลอง	88 pg/m*	ปริมาณ PM 2.5 หลังการทดลอง	32 pg/m*
ปริมาณ PM 2.5 ไม่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกิน 25 pg/m*	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
	ใช่		ไม่ใช่

ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ผลการวิจัย

จากการลงสำรวจพื้นที่ กรณีศึกษาบ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ที่มีห้องนั่งเล่น ภายในบ้านไม่เกิน 70 ตารางเมตร รวบรวมข้อมูลตามหัวข้อที่ต้องการ และนำมาวิเคราะห์ สรุปตามหัวข้อที่ได้จากกรอบแนวคิดโดยมีรายละเอียดดังนี้

หัวข้อ		บ้านหลังที่ 1	บ้านหลังที่ 2	บ้านหลังที่ 3	บ้านหลังที่ 4	บ้านหลังที่ 5	บ้านหลังที่ 6	บ้านหลังที่ 7																								
การป้องกัน	ป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอก	ไม่พบการรั่วไหล	ไม่พบการรั่วไหล	ไม่พบการรั่วไหล	ไม่พบการรั่วไหล	ไม่พบการรั่วไหล	ไม่พบการรั่วไหล	ไม่พบการรั่วไหล																								
	ป้องกันการก่อให้เกิดฝุ่นละอองภายในบ้าน	พบกิจกรรมการจุดธูป เทียน	บางครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย																								
		พบกิจกรรมการสูบบุหรี่	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย																								
	ป้องกันการสะสมของฝุ่นละออง	พบกิจกรรมการทำความสะอาดพื้น ผ้าม่าน เพอร์เนเจอร์	บางครั้ง	บางครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย	ไม่เคย	บ่อยครั้ง	บ่อยครั้ง																							
		พบกิจกรรมการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ และพัดลม	บางครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	บางครั้ง	บางครั้ง																							
	การลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย	กำจัดอนุภาคของฝุ่นด้วยเครื่องฟอกอากาศ	มีการใช้งานเครื่องฟอกอากาศ	มีการใช้งานเครื่องฟอกอากาศ	มีการใช้งานเครื่องฟอกอากาศ	มีการใช้งานเครื่องฟอกอากาศ	มีการใช้งานเครื่องฟอกอากาศ	มีการใช้งานเครื่องฟอกอากาศ	มีการใช้งานเครื่องฟอกอากาศ																							
กำจัดอนุภาคของฝุ่นโดยการให้พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอก		ปริมาณการระบายอากาศที่ต้องการ (L/s)	36.75	32.65	19.4	33.9	27	39.5	30.3																							
		ปริมาณการระบายอากาศที่ติดตั้ง (L/s)	30	30	30	30	30	30	30																							
ปริมาณ PM 2.5 ในอากาศตามเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 25 µg/m ³		ค่าฝุ่น 2.5 ก่อนติดตั้งอุปกรณ์	42	52	73	90	92	95	88																							
		ค่าฝุ่น 2.5 หลังติดตั้งอุปกรณ์	27	29	30	33	37	32	32																							
		<p>ปริมาณ PM2.5 ในอากาศ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>บ้านหลังที่</th> <th>ค่าฝุ่น 2.5 ก่อนติดตั้งอุปกรณ์</th> <th>ค่าฝุ่น 2.5 หลังติดตั้งอุปกรณ์</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>บ้านหลังที่ 1</td> <td>42</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>บ้านหลังที่ 2</td> <td>52</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>บ้านหลังที่ 3</td> <td>73</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>บ้านหลังที่ 4</td> <td>90</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>บ้านหลังที่ 5</td> <td>92</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>บ้านหลังที่ 6</td> <td>95</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>บ้านหลังที่ 7</td> <td>88</td> <td>32</td> </tr> </tbody> </table>								บ้านหลังที่	ค่าฝุ่น 2.5 ก่อนติดตั้งอุปกรณ์	ค่าฝุ่น 2.5 หลังติดตั้งอุปกรณ์	บ้านหลังที่ 1	42	27	บ้านหลังที่ 2	52	29	บ้านหลังที่ 3	73	30	บ้านหลังที่ 4	90	33	บ้านหลังที่ 5	92	37	บ้านหลังที่ 6	95	32	บ้านหลังที่ 7	88
บ้านหลังที่	ค่าฝุ่น 2.5 ก่อนติดตั้งอุปกรณ์	ค่าฝุ่น 2.5 หลังติดตั้งอุปกรณ์																														
บ้านหลังที่ 1	42	27																														
บ้านหลังที่ 2	52	29																														
บ้านหลังที่ 3	73	30																														
บ้านหลังที่ 4	90	33																														
บ้านหลังที่ 5	92	37																														
บ้านหลังที่ 6	95	32																														
บ้านหลังที่ 7	88	32																														

รูปที่ 4.36 แสดงผลการลดฝุ่นละอองภายในบ้านพักอาศัย : กรณีศึกษา ห้องนั่งเล่นในบ้านพักอาศัย
ที่มา : ผู้วิจัย (2567)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการลดฝุ่นละออง PM 2.5 ภายในบ้านพักอาศัย โดยเฉพาะห้องนั่งเล่น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการใช้งานมากที่สุด การทดลองตามกรอบแนวคิดการลดฝุ่นละอองภายในบ้าน โดยเน้นไปที่ การป้องกัน และการกำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าบ้านทุกหลังสามารถ ลดค่าฝุ่น PM 2.5 ได้บ้าง แต่ยังไม่สามารถลดลงถึงระดับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ได้สำเร็จ ค่าฝุ่นละอองหลังการทดลองในทุกบ้านยังคงสูงกว่าเกณฑ์ดังกล่าว แต่ในขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณา ค่าฝุ่นละออง PM 2.5 ที่ลดลงหลักจากการทำตามขั้นตอนการทดลองโดยมุ่งเน้นไปที่ การป้องกัน และการกำจัดอนุภาคจะเห็นว่าค่าฝุ่นละออง PM 2.5 แต่ละบ้านมีค่าฝุ่นละอองก่อนการ ทดลองสูงไม่เท่ากัน แต่เมื่อทำตามขั้นตอนการลดฝุ่นละอองภายในบ้านแล้ว ค่าฝุ่นละออง PM 2.5 มี ค่าฝุ่นละอองที่ลดลงไปจนเกือบจะถึงค่าเกณฑ์มาตรฐานที่ต้องการ จากข้อมูลเมื่อนำมาวิเคราะห์จะ พบว่าพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัยมีผลต่อค่าฝุ่นละอองในบ้านเช่นกัน เรื่องของการทำความสะอาด เช่น พื้นบ้าน ผนัง และเฟอร์นิเจอร์ พบว่าบ้านส่วนใหญ่มีการทำความสะอาดสม่ำเสมอ ยกเว้นบ้านที่ 4 และ 5 ที่มีการทำความสะอาดน้อยกว่า เมื่อทำตามขั้นตอนการทดลองแล้ว โดยทำการป้องกัน และ กำจัดอนุภาคของฝุ่นละออง ค่าฝุ่นที่ลดยังคงมีค่าสูงกว่าบ้านอื่นๆ ที่มีการทำความสะอาดอย่าง สม่าเสมอ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากข้อมูลจะเห็นได้ว่า แม้จะมีการดำเนินการตามกรอบแนวคิด การลดฝุ่นละอองในบ้านพักอาศัย โดยเน้นที่การป้องกัน และการกำจัดอนุภาค แต่ผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ สามารถลดค่าฝุ่นละอองให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ สาเหตุที่ทำให้การทดลองนี้ไม่ประสบผลสำเร็จมา จากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งด้านสภาพแวดล้อมภายนอกบ้าน สภาพแวดล้อมภายในบ้าน ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ และพฤติกรรมของผู้อยู่อาศัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพียงครั้งเดียวสำหรับบ้านแต่ละหลัง ควรเพิ่มระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และความถี่ในการเก็บข้อมูลให้มีความหลากหลายในทุกช่วงสภาพ อากาศ เพื่อให้สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ในสถานการณ์ที่หลากหลาย และลดผลกระทบจากปัจจัย ภายนอกที่อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน นอกจากนี้การติดตั้งอุปกรณ์ในตำแหน่งที่เหมาะสม เป็นสิ่งสำคัญควรเลือกตำแหน่งที่ไม่มีสิ่งกีดขวางการไหลเวียนของอากาศ และติดตั้งอุปกรณ์ในบริเวณ กลางห้องหรือพื้นที่ที่มีการใช้งานบ่อย เพื่อให้การกระจายตัวของอากาศสะอาดเกิดขึ้นอย่างมี ประสิทธิภาพ รวมไปถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ในการกำจัดอนุภาคที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เบญจวรรณ ชวัชสุภา, นวกรวิภา ปุณณศิริ, ณ์ภูฏกานต์ ฉัตรวิไล, ทิพย์กมล ภูมิพันธ์ และณณ ธภัทร อีระวรรณะสิริ.\(2564).\แนวทางในการทำห้องปลอดฝุ่นสำหรับบ้านเรือนและอาคารสาธารณะ.

กรวิภา ปุณณศิริ,เบญจวรรณ ชวัชสุภา, ณ์ภูฏกานต์ ฉัตรวิไล และทิพย์กมล ภูมิพันธ์ ริ.\(2564).\การศึกษาปัจจัยที่ส่งผล กระทบต่อสุขภาพจากคุณภาพอากาศ-ในครัวเรือนในพื้นที่เขต เมืองและเขตชนบทกรณีศึกษา-จังหวัดนครราชสีมา.

มณีรัตน์ องค์กรวัฒนดี และ กมลชัย ยงประพัฒน์.\(2565).\ การจัดการคุณภาพอากาศภายใน อาคาร – รูปแบบการใช้เวลาภายในอาคารของคนไทยในเขตเมือง.\วารสารสิ่งแวดล้อม.

ตุลย มณีวัฒนา.\ การคำนวณปริมาณการระบายอากาศ ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1.

เข้าใจง่ายๆ กับบ้านจัดสรร.\(2561).\ เทคโนโลยีนครเชียงใหม่.\สืบค้นจาก https://www.cmcity.go.th/news_detail.php?nid=35606

ธนาคารอาคารสงเคราะห์.\(18 พฤษภาคม 2566).\แนวโน้มการลงทุนอสังหาริมทรัพย์ในปี 2023 [แนวโน้มประเทศไทย].\สืบค้นจาก <https://blog.ghbank.co.th/real-estate-trends-in-thailand/>

นิเวศวิทย์ เสือเจริญ.\(2559).\ความหมายและลักษณะของอสังหาริมทรัพย์.\วิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาตรี.\สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ศูนย์ข้อมูล อสังหาริมทรัพย์.\(13 มีนาคม 2566).\อสังหาฯ ดันตัวรับมีมลพิษ - PM2.5.\สืบค้นจาก <https://reic.or.th/News/RealEstate/467159>

บริษัท ไลฟ์ โพรเทค จำกัด.\เครื่องฟอกอากาศแบบ Electrostatic (Electronic Collecting Cell).\สืบค้นจาก <https://www.lifeprotect.co.th/>

นางสาวพรวิฐ ฤทธิรินทร์.\(2563).\PM 2.5 กับอุตสาหกรรม.\สืบค้นจาก <https://www.diw.go.th/webdiw/p10/>

บริษัท สกิล ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด.\(3 กุมภาพันธ์ 2563).\Positive Pressure and Negative Pressure Cleanroom.\สืบค้นจาก <https://www.skill1999.com/th/news/detail/positive-and-negative-pressure-cleanroom/>

เกริก บุญโยธิน.\(2562).\PRUKSA Fresh Air.\เข้าถึงได้จาก : <https://propholic.com/prop-now/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

Watcharapong Deemun.\(2563).\Dust-Free House.\สืบค้นจาก
<https://blog.sansiri.com/dust-free-house/>

Property Perfect.\(2563).\บ้านป้องกันฝุ่น.\สืบค้นจาก
<https://www.pf.co.th/blog/home-expert/>

SCG HEIM.\(2563).\Air Factory System.\สืบค้นจาก <https://www.scgheim.com/>

ASHRAE.\(2022).\ASHRAE Standard 62.1-2022.

ASHRAE.\(2019).\ASHRAE Standard 62.2-2019.

ASHRAE.\(2023).\ASHRAE Standard Indoor Air Quality Guide.

สถาบันอาคารเขียวไทย.\(2564).\เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม
ไทยสำหรับอาคารพักอาศัย.

สถาบันอาคารเขียวไทย.\(2565).\มาตรฐานอาคารเป็นสุข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาว ธัญเรศ รพีพันธุ์
 วัน เดือน ปีเกิด 15 ธันวาคม 2541
 ที่อยู่ 9/26 หมู่5 หมู่บ้านลัดลีวัลย์ 1 (ซอย2 รสสุคนธ์) ซ.มังกร-นาาคติ
 ถ.เทพารักษ์ ต.แพรกษา อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10280
 E-mail Thanyares0404@gmail.com
 โทรศัพท์ 085-918-5583

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2563 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สถาปัตยกรรม) สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
 พ.ศ. 2567 สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
 คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้