

การพัฒนารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศ ภายในอาคารสาธารณะของประเทศไทย



ประชุมคณะกรรมการพัฒนาและขับเคลื่อนวิชาการกรมอนามัย (กพว.)

วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2566

ณ ห้องประชุมกำธร สุวรรณกิจ

โดย นางสาวปริญญ์ ใหม่เจริญศรี สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม

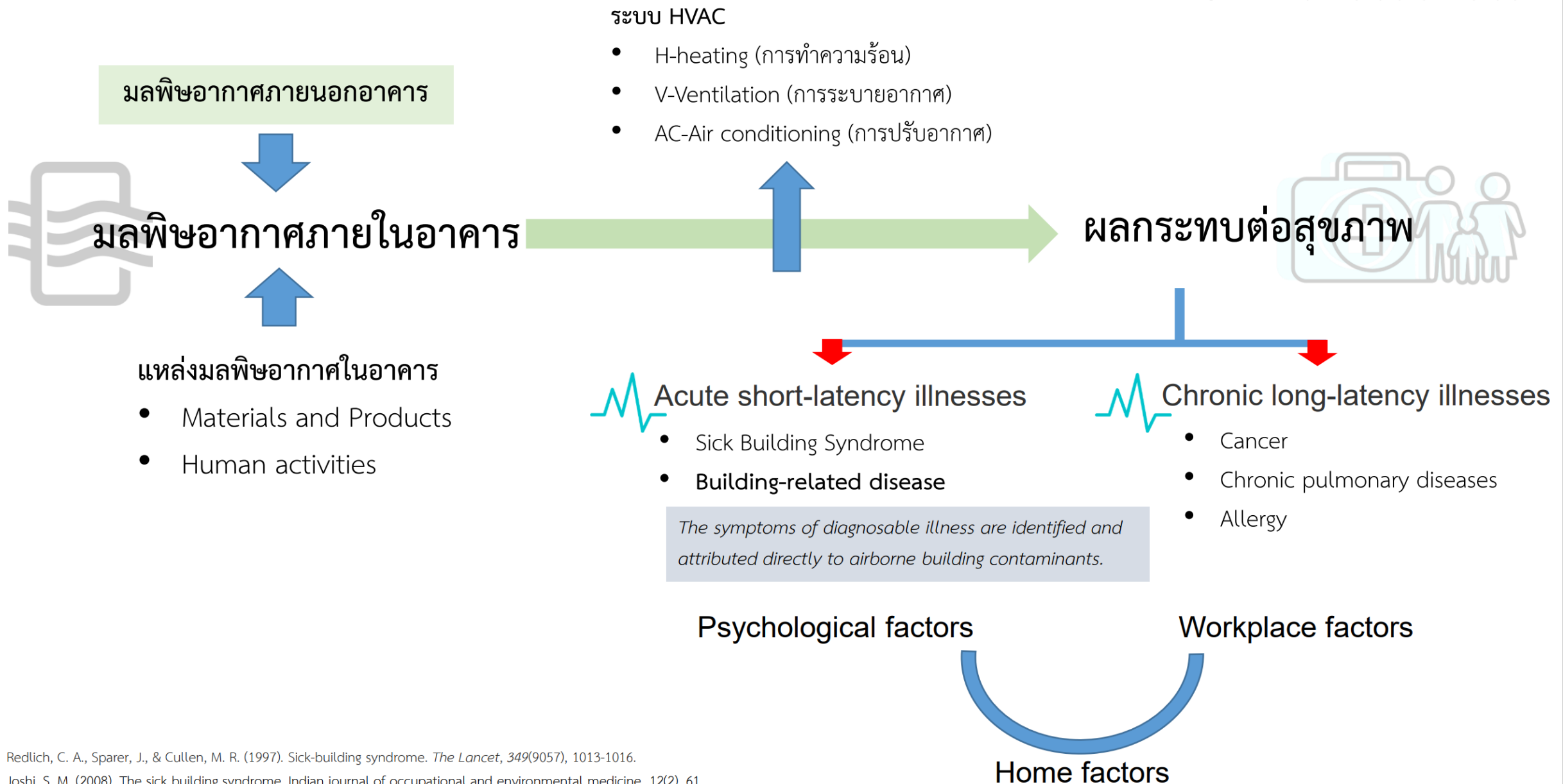
หัวข้อนำเสนอ



- ☐ ที่มาและความสำคัญ และวัตถุประสงค์การศึกษา
- ☐ กรอบแนวคิดและวิธีการศึกษา
- ☐ ผลการศึกษา
- ☐ ข้อเสนอจากการศึกษา
- ☐ การนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- WHO (2015) เปิดเผยว่า ร้อยละ 30 ของอาคารทั่วโลกอาจมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศ และอาจมีปริมาณสารมลพิษทางอากาศสูงกว่าภายนอกอาคารถึง 100 เท่า

ทบทวนวรรณกรรม

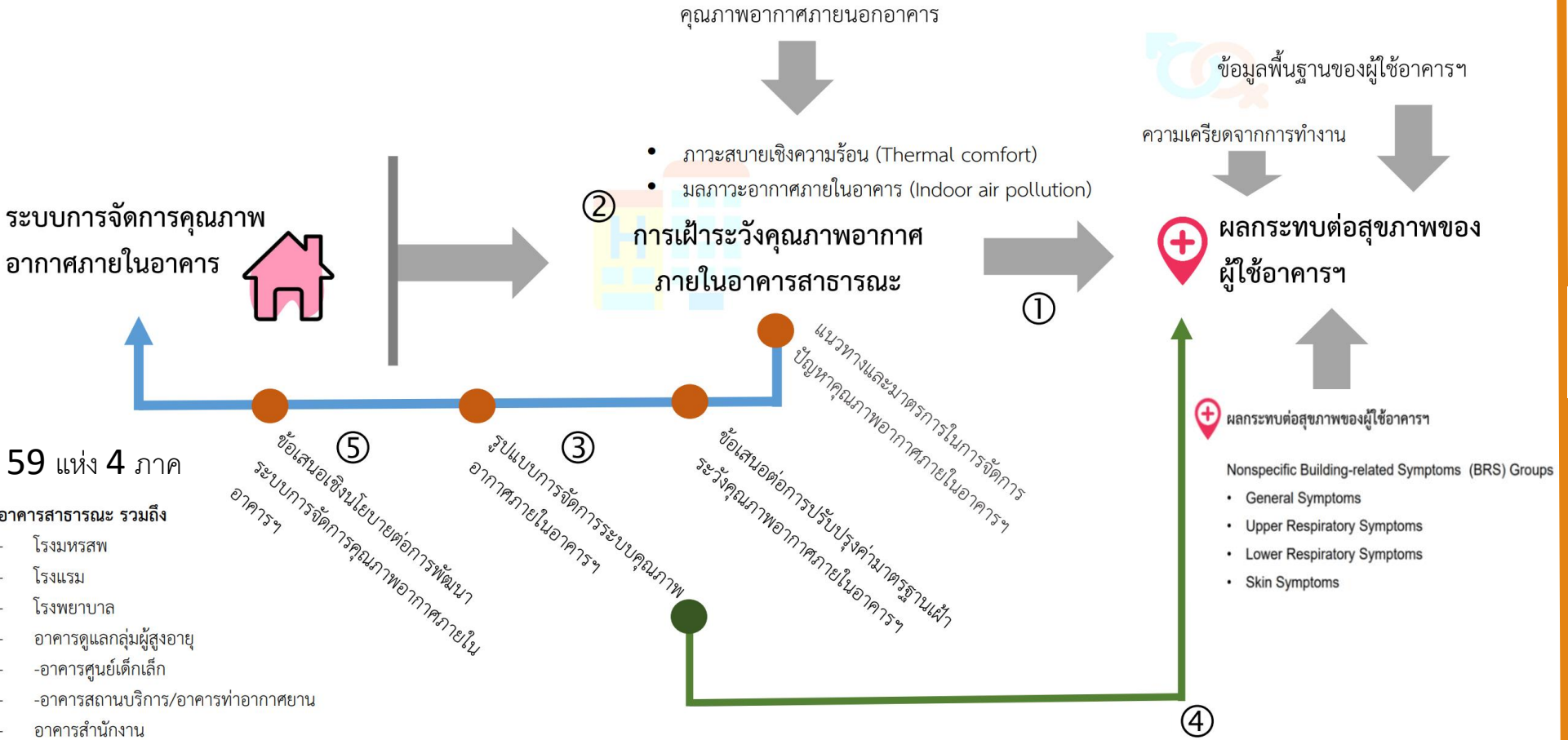


วัตถุประสงค์



- 1) เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ และผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร
- 2) เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารสาธารณะที่เหมาะสมสำหรับอาคารสาธารณะ ของประเทศไทย
- 3) เพื่อจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบายต่อการพัฒนาระบบกลไกการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะของประเทศไทย

กรอบแนวคิดการวิจัย



พารามิเตอร์และเครื่องมือในการตรวจวัด

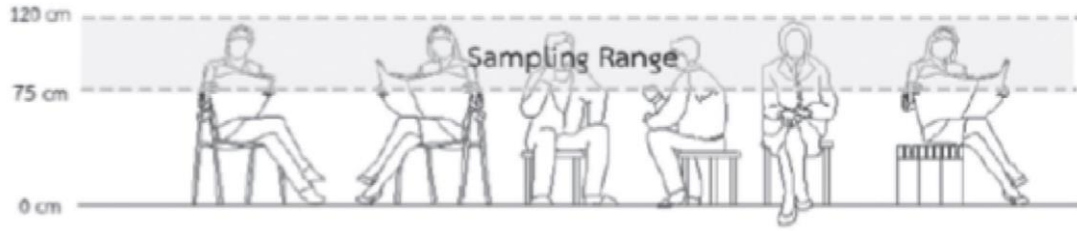
- ภาวะสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort) ได้แก่
 - อุณหภูมิ (Temperature)
 - ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)
 - การเคลื่อนที่ของอากาศ (Air movement)



- มลภาวะอากาศภายในอาคาร (Indoor air pollution) ได้แก่
 - อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน
 - อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน



- มลภาวะอากาศภายในอาคาร (Indoor air pollution) ได้แก่
 - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide, CO₂)
 - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide, CO)
 - ก๊าซโอโซน (Ozone, O₃)



- มลภาวะอากาศภายในอาคาร (Indoor air pollution) ได้แก่
 - เชื้อแบคทีเรียรวม (Total Bacteria Count)
 - เชื้อรารวม (Total Fungal Count)



- มลภาวะอากาศภายในอาคาร (Indoor air pollution) ได้แก่
 - ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde, HCHO) : HPLC (CPHS)
 - สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด (Total Volatile Organic Compounds, TVOC) : GC-MS (CPHS)
 - ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง : 8 hr



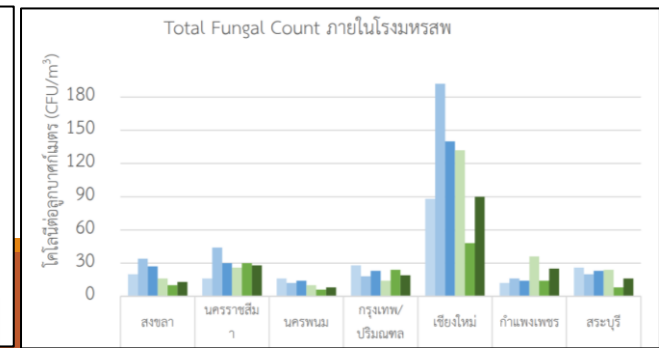
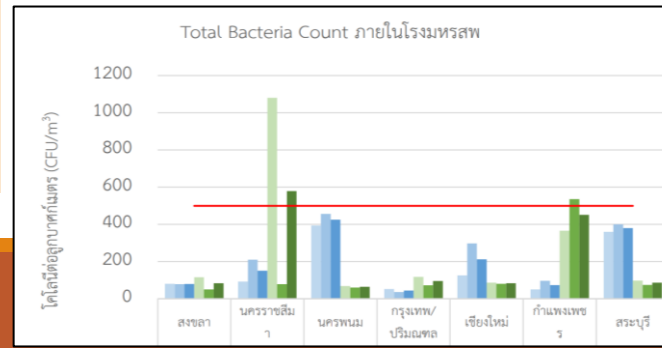
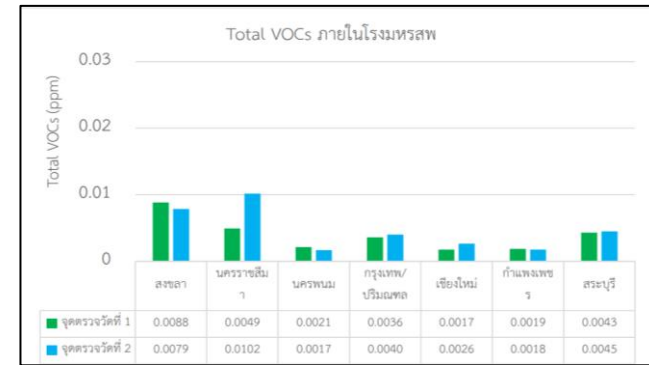
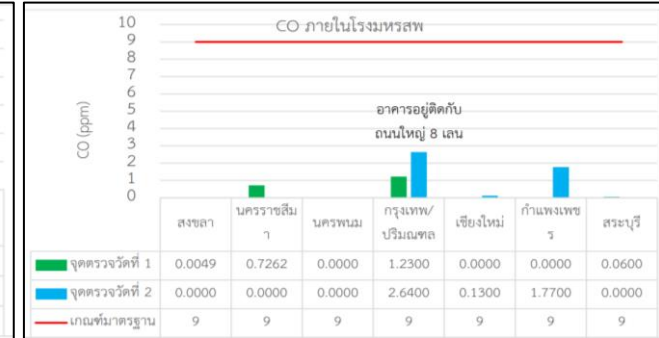
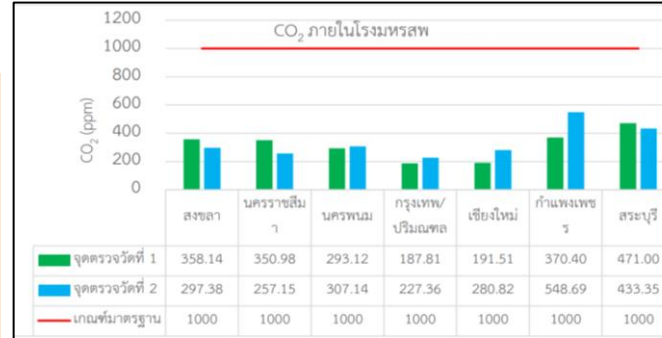
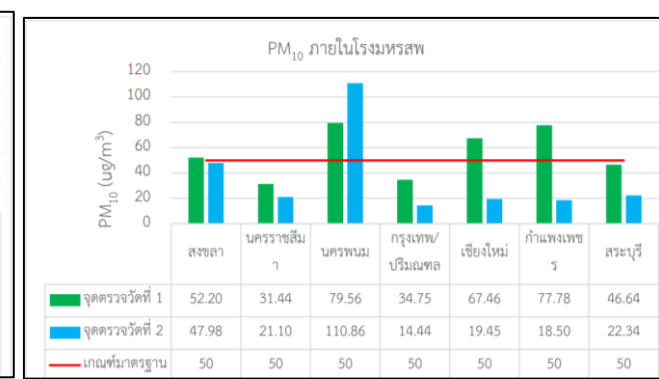
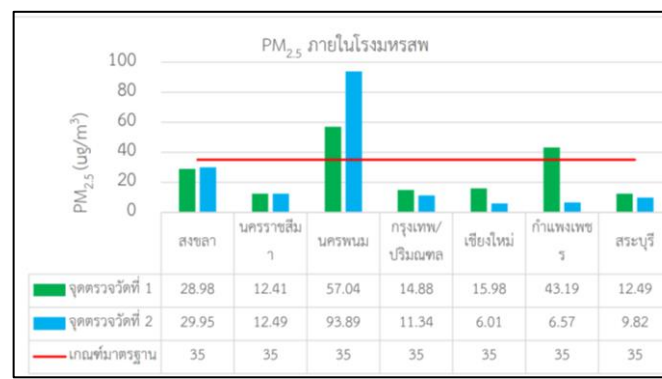
ผลการศึกษา

1

การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารและการพัฒนารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคาร

โรงพยาบาล

- Temp เฉลี่ย 24.73 ± 2.43 °C Rh เฉลี่ย 59.73 ± 5.42
- PM_{2.5} เฉลี่ย 25.36 ± 24.67 ug/m³ (ค่าเฝ้าระวัง ไม่เกิน 35 ug/m³)
- PM₁₀ เฉลี่ย 46.03 ± 28.85 ug/m³ (ค่าเฝ้าระวัง ไม่เกิน 50 ug/m³)
- เชื้อแบคทีเรียรวม เฉลี่ย 200.36 ± 179.15 โคโลนีต่อลูกบาศก์ (ค่าเฝ้าระวัง ≤ 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์)
- แนวโน้มของปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิมากที่สุด (70.59%) รองลงมาคือ ปัญหาฝุ่นละออง PM₁₀ (41.18%) PM_{2.5} (23.53%) ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม (7.14%) ที่มีค่าเกินกว่าค่าเฝ้าระวัง
- จากการศึกษาไม่พบแนวโน้มปัญหาในส่วนของ CO₂ CO O₃ HCHO TVOCs และ ปริมาณเชื้อรารวม



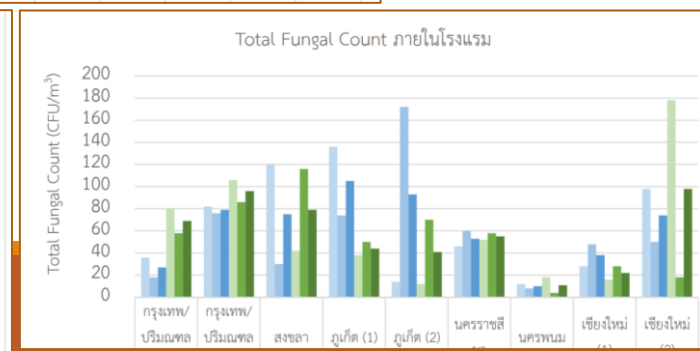
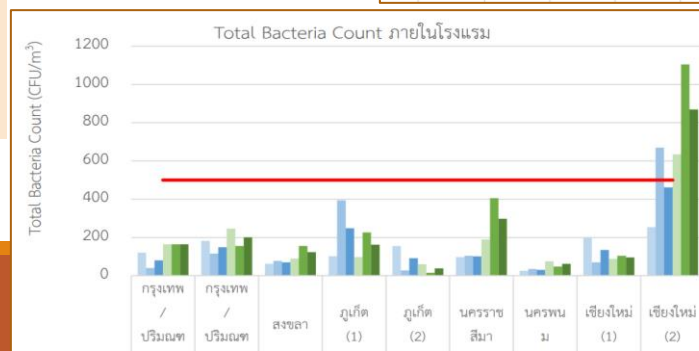
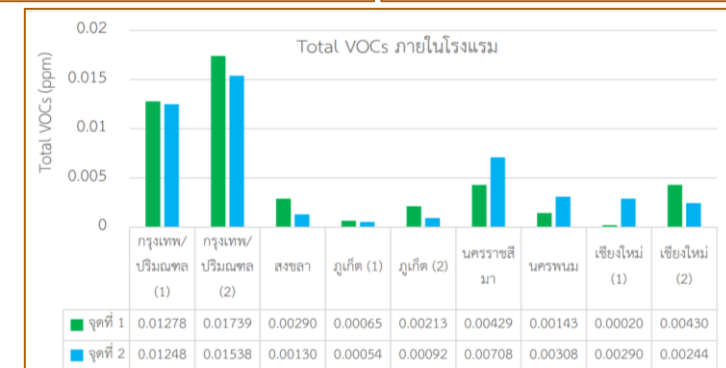
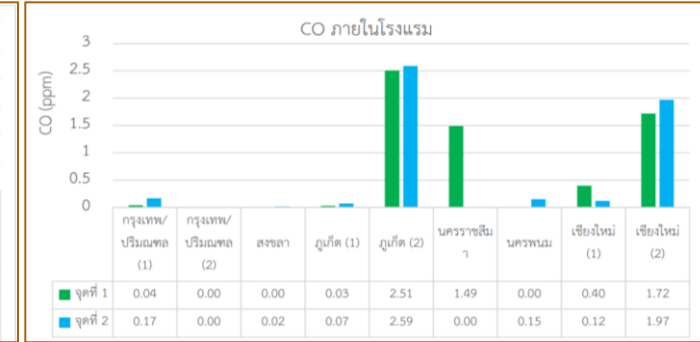
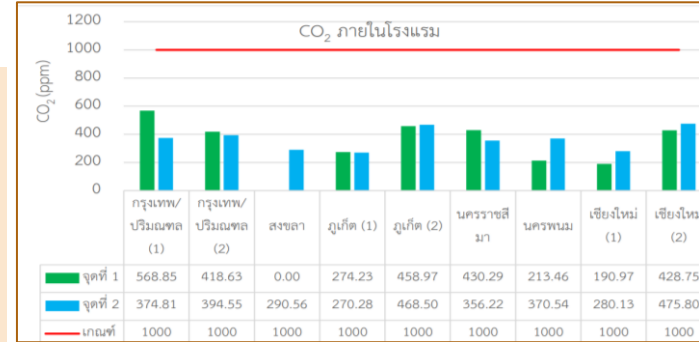
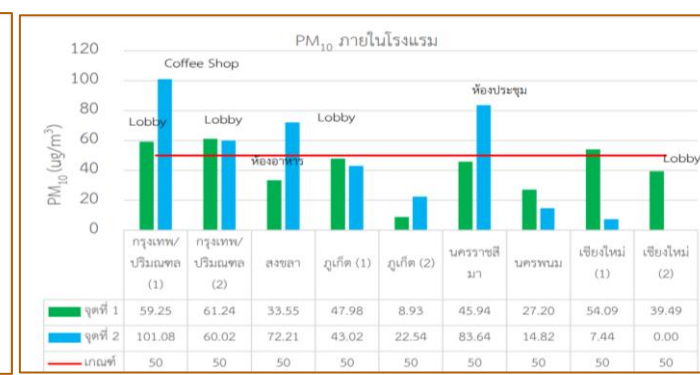
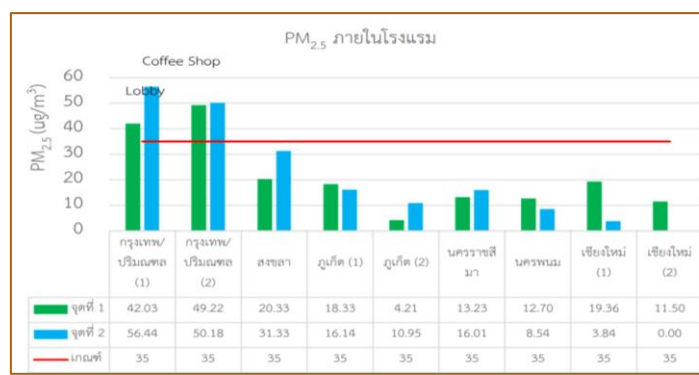
ผลการศึกษา

1

การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารและการ
พัฒนารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคาร

โรงแรม

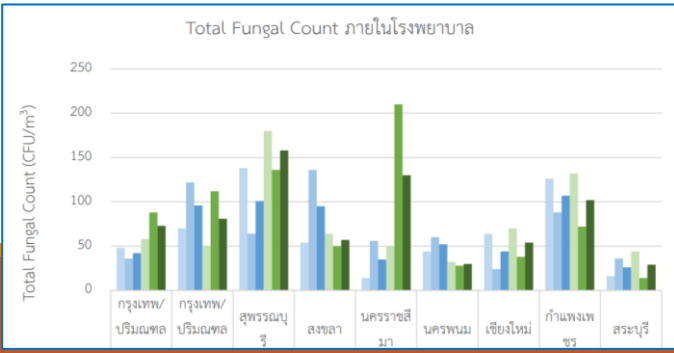
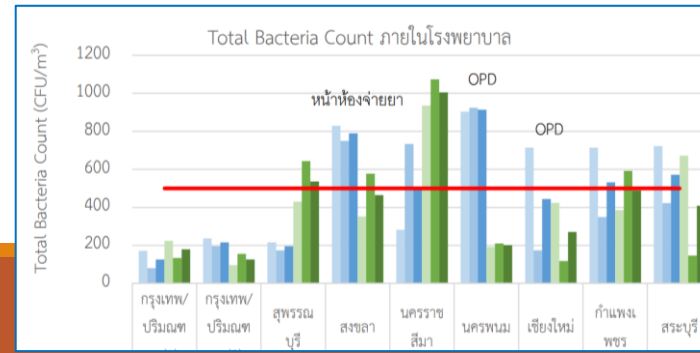
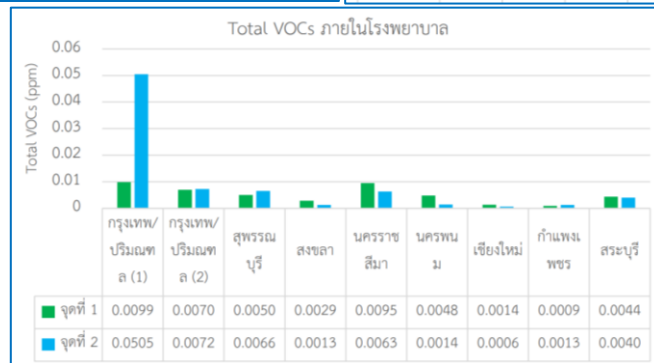
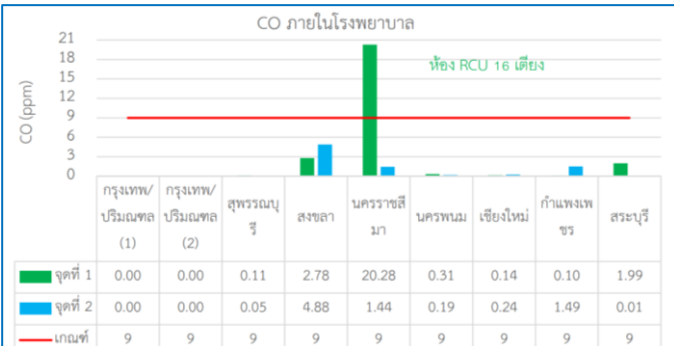
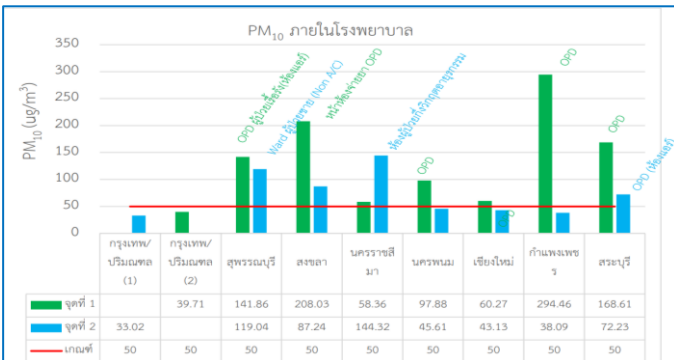
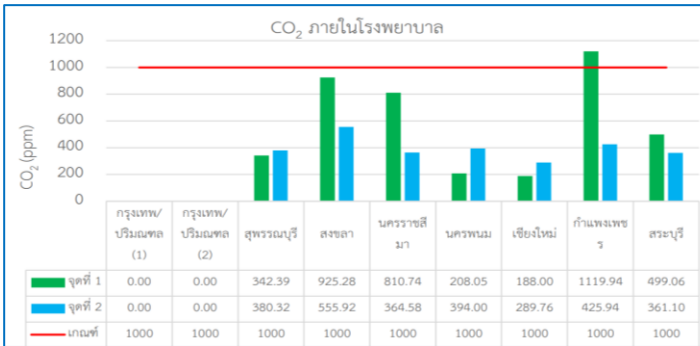
- Temp เฉลี่ย 24.77 ± 3.23 °C Rh เฉลี่ย 58.42 ± 5.96
- PM_{2.5} เฉลี่ย 22.61 ± 16.81 ug/m³
- PM₁₀ เฉลี่ย 46.03 ± 25.93 ug/m³
- เชื้อแบคทีเรียรวมเฉลี่ย 187.83 ± 199.76 โคโลนีต่อลูกบาศก์
- แนวโน้มของปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิมากที่สุด (71.43%)
รองลงมาคือ ปัญหาฝุ่นละออง PM₁₀ (35.71%) PM_{2.5} (21.43%) ความชื้นสัมพัทธ์ (17.65%) และปริมาณเชื้อ
แบคทีเรียรวม (5.56%) เกินกว่าค่าเฝ้าระวัง
- จากการศึกษานี้ไม่พบแนวโน้มปัญหาในส่วนของ CO₂ CO O₃
HCHO TVOCs และ ปริมาณเชื้อรารวม



1

โรงพยาบาล

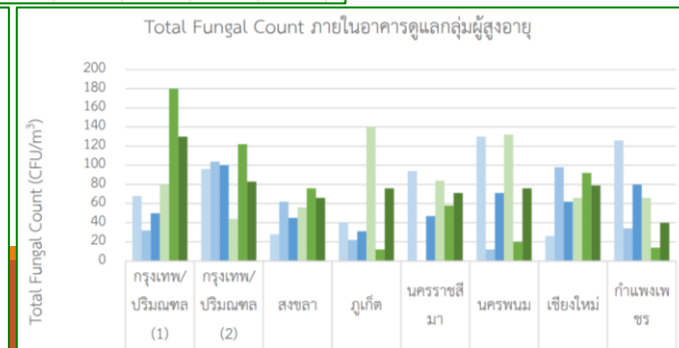
-
- PM_{2.5} ภายในโรงพยาบาล
- OPD ห้องผู้ป่วยรอรับ (ห้องแออัด) Ward ห้องผู้ป่วย (Non A/C)
หน้าห้องจ่ายยา OPD
ห้องผู้ป่วยกึ่งวิกฤตอายุกรรม
- | จุดที่ | จุดที่ 1 | จุดที่ 2 | เกณฑ์ |
|--------|----------|----------|-------|
| 1 | 11.71 | 35 | 35 |
| 2 | 14.95 | 35 | 35 |
| 3 | 48.91 | 48.91 | 35 |
| 4 | 38.746 | 36.00 | 35 |
| 5 | 7.13 | 13.88 | 35 |
| 6 | 16.03 | 14.56 | 35 |
| 7 | 6.55 | 5.81 | 35 |
| 8 | 17.48 | 18.54 | 35 |
| 9 | 10.69 | 8.28 | 35 |



1

อาคารดูแลกลุ่มผู้สูงอายุ

- Temp เฉลี่ย $28.61 \pm 4.37^{\circ}\text{C}$ Rh เฉลี่ย 56.54 ± 11.03
- $\text{PM}_{2.5}$ เฉลี่ย $18.29 \pm 21.92 \text{ ug/m}^3$
- PM_{10} เฉลี่ย $48.99 \pm 43.05 \text{ ug/m}^3$
- เชื้อแบคทีเรียรวมเฉลี่ย 300.56 ± 257.71 โคโลนีต่อลูกบาศก์
- แนวโน้มของปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิมากที่สุด (100%) รองลงมาคือ ปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ (58.33%) PM_{10} (35.71%) ปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม (12.50%) และ $\text{PM}_{2.5}$ (7.14 %) ที่มีค่าเกินค่าเฝ้าระวัง
- จากการศึกษานี้ไม่พบแนวโน้มปัญหาในส่วนของ CO_2 CO O_3 HCHO TVOCs และ ปริมาณเชื้อรารวม



การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารและการ
พัฒนารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคาร

ศูนย์เด็กเล็ก

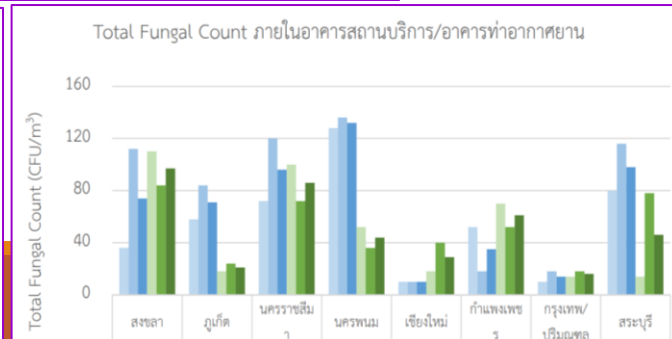
- Temp เฉลี่ย 28.19 ± 2.08 °C Rh เฉลี่ย 55.89 ± 9.05
- PM_{2.5} เฉลี่ย 20.85 ± 14.50 ug/m³
- PM₁₀ เฉลี่ย 138.33 ± 71.54 ug/m³
- CO₂ เฉลี่ย $741.58 + 392.42$ ppm
- เชื้อแบคทีเรียรวมเฉลี่ย 730.00 ± 583.37 โคโลนีต่อลูกบาศก์
- แนวโน้มของปัญหามากที่สุด คือ PM₁₀ (92.31%) รองลงมาคือ การควบคุมอุณหภูมิ (90.09%) ปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม (66.67 %) ปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ (45.45%) CO₂ (36.36%) และ PM_{2.5} (30.77 %) มีค่าเกินค่าเฝ้าระวัง
- จากการศึกษานี้ไม่พบแนวโน้มปัญหาในส่วนของ CO O₃ HCHO TVOCs และ ปริมาณเชื้อรารวม



1

การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารและการ
พัฒนารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคาร

- Temp เฉลี่ย 28.36 ± 4.09 °C Rh เฉลี่ย 56.91 ± 6.65
- PM_{2.5} เฉลี่ย 17.64 ± 6.79 ug/m³
- PM₁₀ เฉลี่ย 59.35 ± 22.67 ug/m³
- CO₂ เฉลี่ย $428.25 + 262.83$ ppm
- เชื้อแบคทีเรียรวมเฉลี่ย 317 ± 205.54 โคโลนีต่อลูกบาศก์
- แนวโน้มของปัญหามากที่สุด คือ การควบคุมอุณหภูมิ (87.5%) รองลงมาคือ ปัญหาฝุ่นละอองPM₁₀ (62.50%) ปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ (32.25%) ปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม (18.75 %) และ CO₂ (6.25%) มีค่าเกินค่าเฝ้าระวัง
- จากการศึกษาไม่พบแนวโน้มปัญหาในส่วนของ PM_{2.5} CO O₃ HCHO TVOCs และ ปริมาณเชื้อรารวม

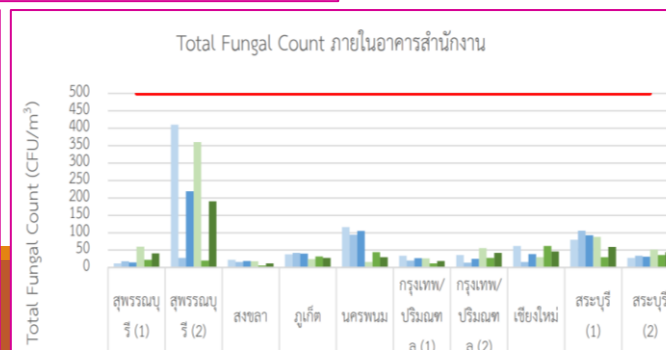
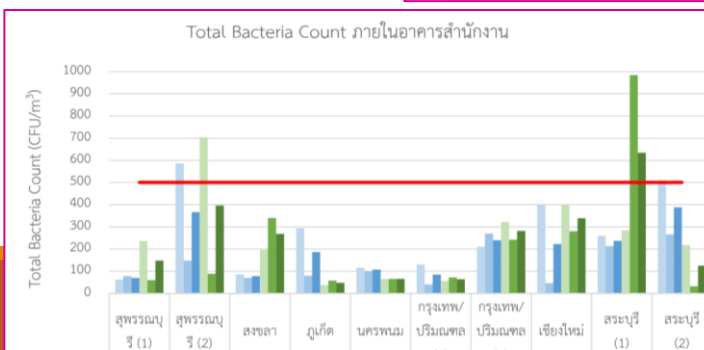
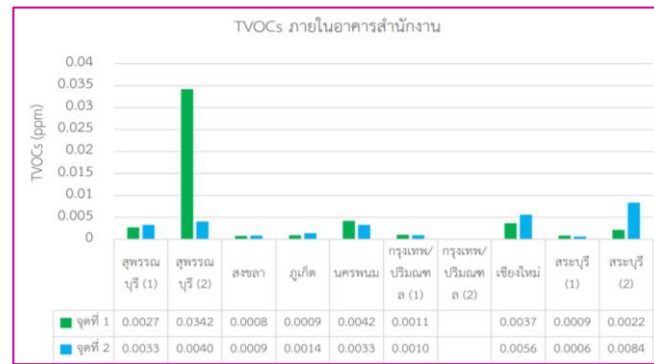
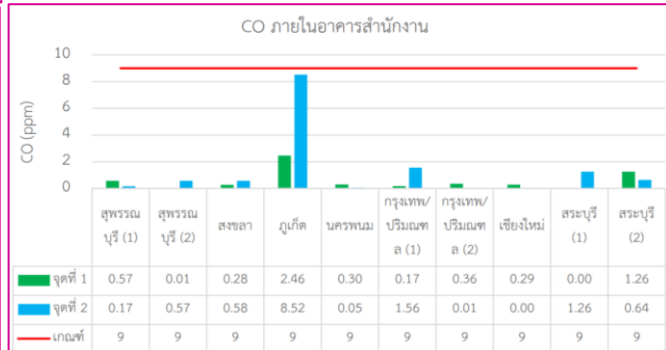
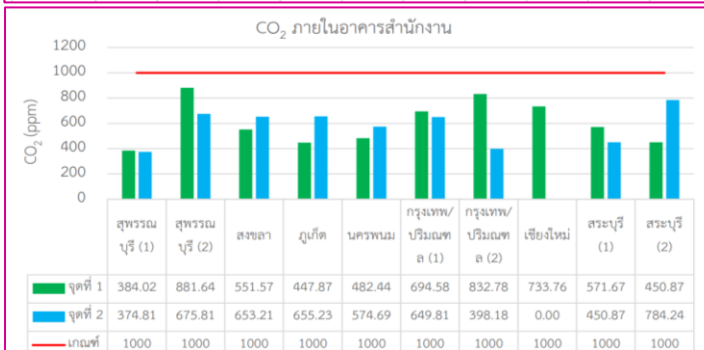
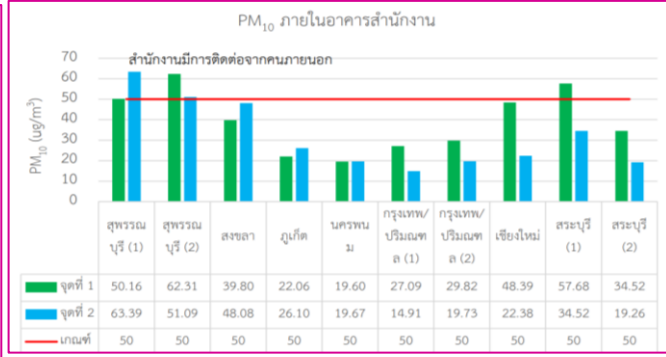
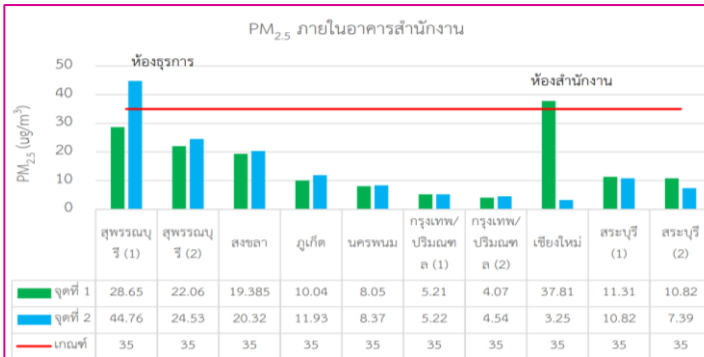


ผลการศึกษา

การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารและการ
พัฒนารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคาร

สำนักงาน

- Temp เฉลี่ย 24.10 ± 1.12 °C Rh เฉลี่ย 93.65 ± 6.65
- PM_{2.5} เฉลี่ย 15.36 ± 12.22 ug/m³
- PM₁₀ เฉลี่ย 34.35 ± 15.83 ug/m³
- เชื้อแบคทีเรียรวมเฉลี่ย 221.59 ± 145.37 โคโลนีต่อลูกบาศก์
- แนวโน้มของปัญหามากที่สุด คือ การควบคุมอุณหภูมิ (36.84%) รองลงมาคือ ปัญหาฝุ่นละออง PM₁₀ (25%) ปัญหาความชื้นสัมพัทธ์ (11.11%) PM_{2.5} (10%) และ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม (5 %) มีค่าเกินค่าเฝ้าระวัง
- จากการศึกษานี้ไม่พบแนวโน้มปัญหาในส่วนของ CO₂ CO O₃ HCHO TVOCs และ ปริมาณเชื้อรารวม



ผลการศึกษา

2

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศภายในอาคารและระดับกลุ่มอาการทางสุขภาพ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศในอาคารและระดับกลุ่มอาการทางสุขภาพ ในการศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติ 2 รูปแบบ คือ

แบบที่ 1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r)

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

ตาราง 4.22 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศภายในอาคารและระดับกลุ่มอาการทั่วไป

	อาการทั่วไป	PM _{2.5}	PM ₁₀	O ₃	CO ₂	CO
อาการทั่วไป	1					
PM _{2.5}	0.1021*	1				
PM ₁₀	0.0757	0.2588*	1			
O ₃	-0.0827	-0.0384	-0.071	1		
CO ₂	0.1007*	-0.0642	0.4489*	-0.0501	1	
CO	-0.0239	-0.0361	0.1736*	-0.0413	0.3204*	1

*p-value < 0.05

ตาราง 4.23 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศภายในอาคารและระดับกลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจส่วนบน

	ระบบทางเดินหายใจส่วนบน	PM _{2.5}	PM ₁₀	O ₃	CO ₂	CO
ระบบทางเดินหายใจส่วนบน	1					
PM _{2.5}	0.0987*	1				
PM ₁₀	0.0077	0.2588*	1			
O ₃	0.0585	0.0384	0.071	1		
CO ₂	0.0436	0.0642	0.4489*	0.0501	1	
CO	0.0793*	0.0361	0.1736*	0.0413	0.3204*	1

*p-value < 0.05

ตาราง 4.25 แสดงสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศภายในอาคารและระดับกลุ่มอาการทางผิวหนัง

	อาการทางผิวหนัง	PM _{2.5}	PM ₁₀	O ₃	CO ₂	CO
อาการทางผิวหนัง	1					
PM _{2.5}	0.1025*	1				
PM ₁₀	0.0323	0.2588*	1			
O ₃	-0.0556	-0.0384	-0.071	1		
CO ₂	0.0376	-0.0642	0.4489*	-0.0501	1	
CO	-0.0594	-0.0361	0.1736*	-0.0413	0.3204*	1

*p-value < 0.05

ผลการศึกษา

แบบที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศในอาคารและผลกระทบต่อสุขภาพ โดยใช้โมเดลสมการถดถอยเชิงเส้นตรง (Liner regression model)

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษอากาศภายในอาคารและระดับกลุ่มอาการต่างๆ หลังจากควบคุมตัวแปรความเครียดของแต่ละบุคคลในทุกกลุ่มอาคารสาธารณะ พบว่าความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้น 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของกลุ่มอาการทั่วไป 0.023 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta = 0.023$; p-value = 0.025) และความเข้มข้นของ CO_2 เพิ่มขึ้น 1 ppm มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของกลุ่มอาการทั่วไป 0.001 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\beta = 0.001$; p-value = 0.033)

กล่าวโดยสรุป จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า $PM_{2.5}$ มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของกลุ่มอาการทั่วไป กลุ่มอาการระบบทางเดินหายใจส่วนบน และ อาการทางผิวหนัง ในขณะที่อยู่อาศัยในอาคารของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งในการวิเคราะห์แบบ correlation analysis และ regression analysis นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของ CO_2 มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของกลุ่มอาการทั่วไป ทั้งในการวิเคราะห์แบบ correlation analysis และ regression analysis เช่นเดียวกัน

ผลการศึกษา

3 การพัฒนารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารสาธารณะ

แนวทางการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล



ฝุ่นละออง

- ทำความสะอาดพรมทางเท้าในโรงพยาบาลทุกวันหลังการใช้งานโดยใช้เครื่องดูดฝุ่น
 - ซักพรม 3 เดือน ต่อ 1 ครั้ง (ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน)
- ทำความสะอาดเก้าอี้ในโรงพยาบาลอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์โดยใช้เครื่องดูดฝุ่น
 - ซักเก้าอี้ 3 เดือน ต่อ 1 ครั้ง (ดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน)
- ควรติดตั้งระบบฟอกอากาศเพิ่มเติมนอกเหนือจากระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศที่ติดตั้งอยู่ เพื่อลดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากอากาศภายนอกอาคาร (ช่วงที่มีฝุ่นละอองภายนอกอาคารสูง)
- การทำความสะอาดระบบระบายอากาศ และระบบฟอกอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อนและหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)



ฝุ่นละออง (เก้าอี้ในโรงภาพยนตร์ และพรม)



เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา



สารอินทรีย์ระเหยง่าย



เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

- การตรวจเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน
- การตรวจสอบร่องรอยความชื้นบริเวณฝ้า หรือกำแพงของโรงพยาบาล อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
- ลดความชื้นของอากาศโดยใช้เครื่อง dehumidifier ร่วมกับระบบระบายอากาศ



สารอินทรีย์ระเหยง่าย

- เลือกน้ำยาทำความสะอาดที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายเจือปนน้อย (แนวทางการเลือกน้ำยาทำความสะอาด)
- ควรฉีดน้ำยาระงับกลิ่นและน้ำหอมในขณะที่ไม่มีพนักงาน หรือคนใช้บริการ
- การเลือกผนังและสีทาโรงภาพยนตร์ที่ปลอดสาร VOCs

แนวทางการเลือกผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

ตัวอย่างของสารอินทรีย์ระเหยง่ายในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

- Glycol ethers (2-butoxyethanol)
- Hydrocarbons (Benzene, Toluene)
- Chlorinated (Carbon Tetrachloride, Tetrachloroethylene)
- Terpenes (Limonene)
- Phthalates (Butylbenzyl Phthalate, Dibutyl Phthalate)
- Isothiazolinones (Methylisothiazolinone (MI), Methylchlorisothiazolinone (MCI), and Benzisothiazolinone (BIT))
- Formaldehyde
- 1,4-dioxane

แนวทางปฏิบัติหลังการทำความสะอาดโดยใช้น้ำยาทำความสะอาด

- เปิดหน้าต่างหรือประตูเพื่อระบายอากาศ
- ควรมีการใช้ตามที่ฉลากกำหนด
- ไม่ควรผสม ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด หลายชนิดเข้าด้วยกัน
- เลือกผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มาจากรธรรมชาติ หรือมีความเป็นพิษน้อยแทน

แนวทางการเลือกสีทาอาคารที่ปลอดสาร VOCs

“Low-VOC” ถูกกำหนดในหลากหลายรูปแบบเนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีฉลากที่กำหนดเรื่อง VOCs อย่างแน่ชัด

เช่น ในสหรัฐจะมีฉลากที่แสดงถึงความปลอดภัยจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายของสีทาบ้าน

Green Seal Standard for VOCs in Paints

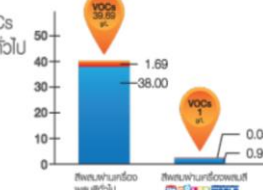


Product	VOC Limit (g/L)
Flat Paint	50
Non-Flat Paint	100
Non-Flat, High Gloss Paint	150

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สีที่มีสาร VOCs น้อยในท้องตลาด (ไทย)

กราฟแสดงค่า VOCs เปรียบเทียบสีผสมกับสีผสม TOA

■ สีผสม
■ สีผสม



แต่อย่างไรก็ตามสารอินทรีย์ระเหยง่ายเหล่านี้จะไม่ถูกปรากฏบนฉลากของผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ไม่สามารถรู้ได้ว่าผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดประกอบด้วยสารใดบ้าง

ผลการศึกษา

แนวทางการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารโรงแรม



ฝุ่นละออง (Coffee Shop/ Lobby / ห้องจัดประชุม)

- ทำความสะอาดโดยเน้นการใช้เครื่องดูดฝุ่น หรือมีอบตันฝุ่น
- ทำความสะอาดเฟอร์นิเจอร์โดยใช้ผ้าชุบน้ำ และใช้เครื่องดูดฝุ่น
- ควรติดตั้งระบบฟอกอากาศ เพื่อลดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากภายนอกอาคาร โดยเฉพาะบริเวณ Lobby และ coffee shop)
- ลดการสูบบุหรี่ภายในอาคารหรือบริเวณใกล้เคียง หรือรณรงค์ให้เกิด Smoke free hotel
- ลดการใช้พรมในโรงแรม



สารอินทรีย์ระเหยง่าย

- เลือกน้ำยาทำความสะอาดที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายเจือปนน้อย (แนวทางการเลือกน้ำยาทำความสะอาด)
- ควรฉีดน้ำยาจะงับกลิ่นและน้ำหอมในขณะที่ไม่มีพนักงาน หรือคนใช้บริการ
- การเลือกสีที่ปลอดสาร VOCs
- ควรเลือกเฟอร์นิเจอร์ที่มีสาร VOCs ต่ำ



ความชื้น



ฝุ่นละออง



สารอินทรีย์ระเหยง่าย



เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

- การทำความสะอาดระบบระบายอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีมลพิษอากาศภายนอกอาคารสูง)
- การตรวจสอบระบบฟอกอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)
- การตรวจฝ้าระวังคุณภาพอากาศอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน
- การปลูกต้นไม้ที่สามารถลดฝุ่นละอองภายในอาคารได้ (ควรปลูกในบริเวณที่มีการระบายอากาศที่ดี เพื่อลดความชื้น)
-  ความชื้น  เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา
- การตรวจสอบร่องรอยความชื้นบริเวณฝ้า อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
- ในกรณีที่ห้องพักเป็นระบบปรับอากาศแบบ Split type ควรมีการดูแลเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

แนวทางการเลือกเฟอร์นิเจอร์ที่มีสาร VOCs ต่ำ

ส่วนประกอบหลักของ VOCs ในเฟอร์นิเจอร์คือ กาวที่ใช้ในการประกอบเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ และ สารเคลือบเฟอร์นิเจอร์

เฟอร์นิเจอร์ที่ทำจาก ไม้ปาติเกิล (Particle Board) ไม้ MDF (Medium-Density Fiberboard) และไม้อัด (Plywood) มีโอกาสพบมากกว่าไม้จริง

ผลิตภัณฑ์ Free formaldehyde คือ มีค่าความเข้มข้นต่ำกว่า 16 ppm

ผลิตภัณฑ์ประเภทไม้อัดที่ใช้กาวในการผลิต ควรเลือกตามชนิดของกาว (European formaldehyde emission standards)

E0 ไม่มีการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์ไม่เกิน 0.07 ppm

E1 มีการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์ไม่เกิน 0.1 ppm

E2 มีการปลดปล่อยสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

ผลการศึกษา

แนวทางการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารดูแลผู้สูงอายุ



ฝุ่นละออง

- ทำความสะอาดทุกวันโดยใช้เครื่องดูดฝุ่น และถูด้วยผ้าเปียก
- ควรติดตั้งระบบฟอกอากาศ เพื่อลดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากอากาศภายนอกอาคาร
- การทำความสะอาดระบบระบายอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง หรือมากกว่า (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)
- การตรวจสอบระบบฟอกอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)
- ควรปรับเปลี่ยนห้องพักผู้สูงอายุที่มีเครื่องปรับอากาศเป็นแบบ positive pressure ที่มีการเครื่องฟอกอากาศภายในห้อง
- ควรเปิดระบายอากาศในช่วงเวลาที่ไม่มียมลพิษอากาศภายนอก



สารอินทรีย์ระเหยง่าย



เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

- เลือกน้ำยาทำความสะอาดที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายเจือปนน้อย
- การตรวจเฝ้าระวังคุณภาพอากาศอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน
- ควรระวังการใช้แอลกอฮอล์ หรือน้ำยาฆ่าเชื้อ
- การตรวจสอบร่องรอยความชื้นบริเวณฝ้าอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง
- ระบบฟอกอากาศ ควรใช้แผ่นกรองแบบ HEPA filter เป็นอย่างน้อยเพื่อช่วยลดเชื้อราและแบคทีเรียในอากาศ
- การดูแลห้องน้ำที่อยู่ในอาคารผู้สูงอายุให้สะอาด โดยให้มีการทำความสะอาดทุกวัน และให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสม
- การดูแลสุขอนามัยของผู้สูงอายุ เช่น ผ้าปูที่นอน

แนวทางการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารสถานบริการ



ฝุ่นละออง

- ทำความสะอาดอย่างน้อยวันละ 2 ครั้งบริเวณพื้นที่ชานชาลา
- จัดเตรียมห้องพักระบบปิดให้กับผู้โดยสาร ในกรณีที่ชานชาลาแบบเปิด โดยต้องมีระบบปรับอากาศและระบบฟอกอากาศที่เหมาะสม
- ทำความสะอาดเก้าอี้ที่นั่งรอพักอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์
- ควรติดตั้งระบบฟอกอากาศ เพื่อลดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากอากาศภายนอกอาคาร
- ในห้องจำหน่ายตั๋วที่มีเครื่องปรับอากาศ ควรมีการปรับเปลี่ยนเป็น Positive pressure เพื่อลดการปนเปื้อนของมลพิษอากาศจากภายนอก
- ปรับเปลี่ยนให้ห้องจำหน่ายตั๋ว หรือห้องรอผู้โดยสารเป็นแบบ Double door



ฝุ่นละออง



สารอินทรีย์ระเหยง่าย



สารอินทรีย์ระเหยง่าย

- การทำความสะอาดระบบระบายอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)
- การตรวจสอบระบบฟอกอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)
- การตรวจเฝ้าระวังคุณภาพอากาศอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน
- ควรแยกทำเทียบรถออกจากพื้นที่ชานชาลา เพื่อเป็นการลดการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหยง่าย
- คำนึงถึงทิศทางลมในการจัดการทำเทียบจอดรถ เพื่อลดการสะสมของมลพิษอากาศในพื้นที่อาคาร

ผลการศึกษา

แนวทางการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารสำนักงาน



ฝุ่นละออง



สารอินทรีย์ระเหยง่าย



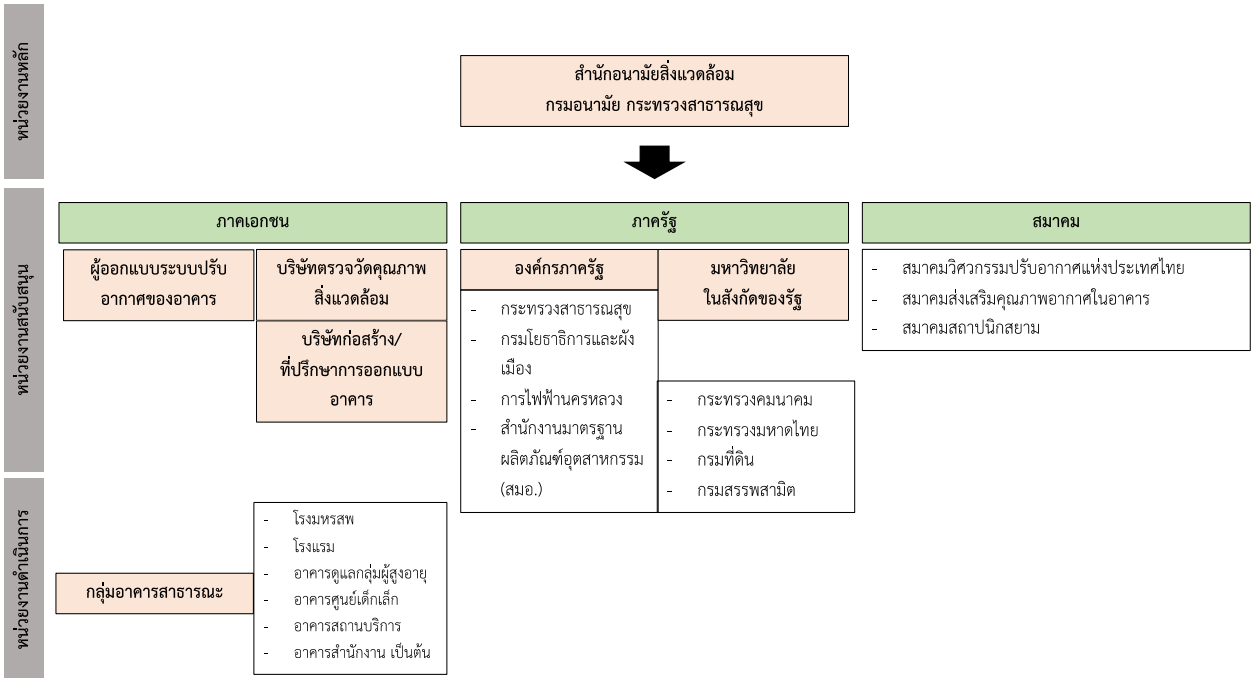
คาร์บอนมอนอกไซด์

- ทำความสะอาดทุกวันหลังการใช้งานโดยใช้เครื่องดูดฝุ่น
- เลือกน้ำยาทำความสะอาดที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายเจือปนน้อย
- ควรติดตั้งระบบฟอกอากาศ เพื่อลดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากอากาศภายนอกอาคาร
- เลือกตั้งเครื่องพิมพ์ หรือเครื่องถ่ายเอกสารให้ห่างจากตัวอย่างน้อย 1 เมตร หรือนำไปรวมในบริเวณนอกห้อง
- เลือกการปลูกต้นไม้ภายในอาคารเพื่อลดปริมาณฝุ่น เช่น ต้นพลูด่าง ต้นเศรษฐีเรือนใน ต้นเขียวหมื่นปี
- ในกรณีอยู่ใกล้ถนนใหญ่ อาจมีการเลือกการปลูกต้นไม้ใหญ่ภายนอกอาคารเป็นแนวรั้ว
- รณรงค์ Smoke free
- การทำความสะอาดระบบระบายอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)
- การตรวจสอบระบบฟอกอากาศเป็นประจำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง (เน้นก่อน และหลังช่วงระยะเวลาที่มีคุณภาพอากาศภายนอกอาคารสูง)
- การตรวจเฝ้าระวังคุณภาพอากาศอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน
- ในกรณีที่มีพื้นที่จอดรถอยู่บริเวณใกล้เคียง ควรตรวจสอบปริมาณ CO ในพื้นที่สำนักงาน หากมีค่าสูงควรเลือกเปิดประตู หน้าต่าง เพื่อระบายอากาศในช่วงเวลาที่เหมาะสม
- จัดสัดส่วนของการประกอบอาหารในอาคารสำนักงาน เพื่อลดการปนเปื้อนของมลพิษอากาศที่มาจากการหุงต้ม

ข้อเสนอเชิงนโยบายต่อการพัฒนาระบบกลไกการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะในประเทศไทย

1. กลไกการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ

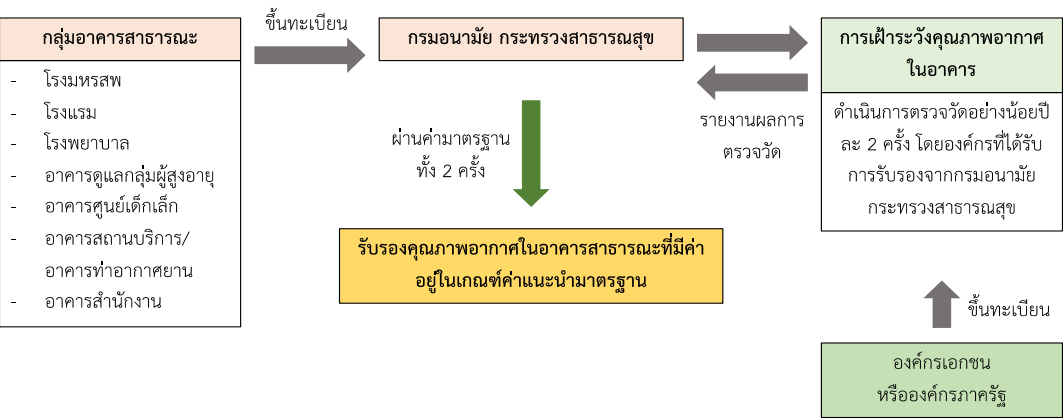
การพัฒนาระบบกลไกการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะของประเทศไทยที่เหมาะสม



2. การพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ

2.1 ข้อเสนอเชิงนโยบายระยะสั้น (ภายใน 5 ปี)

การรับรองคุณภาพอากาศในอาคารสาธารณะที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์คำแนะนำมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข



2.2 ข้อเสนอเชิงนโยบายระยะสั้น (ภายใน 10 ปี) มุ่งเน้นการป้องกันหรือจัดการคุณภาพ

อากาศในอาคารผ่านระบบโครงสร้างของอาคาร โดยพัฒนาอาคารสาธารณะสู่อาคารสีเขียว ดังนี้

- 1) สนับสนุนการสร้างอาคารสาธารณะที่สามารถจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ด้วยตัวอาคารเอง โดยเน้นถึง Well-being ของคนใช้อาคาร และการแพร่กระจายของ airborne disease
- 2) การลดภาระภาษีของอาคารสาธารณะสีเขียวตามความเหมาะสม โดยให้มีการคำนวณค่าใช้จ่ายที่สามารถลดได้จากการมีสุขภาพดีของผู้ใช้อาคาร และอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร
- 3) สนับสนุนการสร้างใช้เทคโนโลยี เช่น Smart Building เพื่อสนับสนุน Well-being ของคนใช้อาคาร นอกเหนือจากการสนับสนุนสุขภาพดีของคนในอาคาร

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์



- ❑ จัดทำชุดความรู้/ คำแนะนำ / แนวทางการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารและการป้องกันมลภาวะอากาศภายในอาคารสาธารณะ เพื่อคุ้มครองสุขภาพของประชาชน
- ❑ นำข้อมูลผลการเฝ้าระวังมลพิษอากาศภายในอาคารสาธารณะ ผลกระทบต่อสุขภาพต่อผู้ใช้อาคาร เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดค่าเฝ้าระวังหรือมาตรฐาน สำหรับคุณภาพอากาศในอาคาร ของประเทศไทย
- ❑ นำองค์ความรู้ด้านการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารบูรณาการสู่งานการขับเคลื่อนเพื่อยกระดับการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมในอาคารสาธารณะ เช่น ศูนย์เด็กเล็ก โรงแรม สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น
- ❑ กรมอนามัยนำข้อเสนอต่อกลไกและการพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร สู่การดำเนินการที่มีประสิทธิภาพ