

โรคระบบทางเดินหายใจ: ความเสี่ยงร้ายแรงจากการออกแบบและจัดการอาคารสำนักงานที่ไม่เหมาะสม

Respiratory Diseases: The Fatal Risk Caused by Inappropriate Design & Operation of Office Buildings

ดาร์ณี จารีมิตร¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถน ศรีษะฐปุต² ชนิกันต์ ยิ้มประยูร³ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจริมวัฒน์ ตันตสวัสต์⁴
Darane Jaremit, Assistant Professor Atch Sreshthaputra, Ph.D., Chanikarn Yimprayoon, and Assistant Professor Chalermwat Tantasavasdi

^{1,4} คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

² คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Faculty of Architecture, Chulalongkorn University

³ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Faculty of Architecture, Kasetsart University

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เสนอการศึกษาภัยของโรคระบบทางเดินหายใจ และแนวทางในการออกแบบและจัดการสภาพแวดล้อมในอาคารสำนักงานเพื่อสร้างความปลอดภัยแก่ผู้ใช้อาคาร การศึกษาประกอบด้วย การศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นของโรคระบบทางเดินหายใจ และการเก็บข้อมูลในพื้นที่โดยการสัมภาษณ์และสำรวจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นภายในอาคาร เนื้อหาที่นำเสนอแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจ โดยศึกษาภัยอันตรายและลักษณะการแพร่กระจายทางอากาศ 2) ปัจจัยที่ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคในอาคารที่เกิดจากแหล่งกำเนิดภายนอกอาคารและปัจจัยต่าง ๆ ภายในอาคาร 3) การสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ใช้อาคารสำนักงานจำนวน 8 หลัง เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของการสะสมของเชื้อโรคในอาคาร ทั้งด้านการออกแบบการจัดสภาพแวดล้อมภายใน และการบริหารอาคารในปัจจุบัน

จากการศึกษาและสำรวจในอาคารสำนักงาน สามารถสรุปปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรภายในอาคารได้ 7 ปัจจัย ได้แก่ 1) วัสดุและเครื่องใช้สำนักงานที่มีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้น 2) สภาพแวดล้อมภายในที่เป็นชอกมูม 3) อากาศที่มีความชื้นสูง 4) การเตรียมพื้นที่ในการทำความสะอาดที่ไม่เพียงพอ 5) ปัญหาจากระบบปรับอากาศ 6) แนวทางการประหยัดพลังงาน และ 7) การทำความสะอาดและการติดตั้งอุปกรณ์ที่ผิดวิธี นอกจากนี้ยังพบว่า พฤติกรรมของผู้ใช้อาคารเป็นสาเหตุสำคัญต่อการสะสมของเชื้อโรภายในอาคารได้อีกด้วย ผลจากการศึกษานำไปสู่การเสนอแนวทางสำหรับนักออกแบบ ผู้บริหาร และผู้ใช้อาคารให้มีการระมัดระวังเบื้องต้น และสร้างความปลอดภัยจากโรคระบบทางเดินหายใจได้

โดยหวังว่าบทความนี้จะสามารถช่วยปรับเปลี่ยนทัศนคติในการออกแบบและการจัดการทางสถาปัตยกรรมให้คำนึงถึงคุณภาพชีวิตมากขึ้น นอกเหนือจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ ทั้งการประหยัดพลังงาน การตอบสนองต่อการใช้งาน และความสบายของผู้อยู่อาศัย

Abstract

This paper presents the study of risk caused by respiratory diseases, and proposes design and operation guidelines for healthy office environments. The study includes respiratory diseases reviews and data collection through observing and surveying of office buildings. The content is divided into three parts: 1) the information of the risk and spreading of respiratory diseases, 2) the outdoor and indoor environmental factors which cause the germ contamination in building, and 3) the observing and surveying of eight office environments to find the problem of design and operation.

It is discovered that contaminated buildings are caused by seven risk factors: 1) building materials and furnishings that absorb moisture well, 2) spaces with small corners, 3) problem of moist indoor air, 4) the lack of space for cleaning and maintenance, 5) problem of air conditioning system, 6) building energy conservation policy, and 7) improper cleaning and maintenance method. This study also finds that another significant factor that causes the germ contamination in buildings is an occupant's behaviour. The results lead to guidelines for designers, building managers, and users to create safe places from respiratory diseases.

It is wished that this article would change the public attitudes in designing and managing architecture. Quality of life should be more concerned aside from energy conservation, functional design, and occupants' comfort.

คำสำคัญ (Keywords)

โรคระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Diseases)

เชื้อโรค (Germ)

แนวทางการออกแบบและจัดการสถาปัตยกรรม (Architectural Design and Operation Guidelines)

การป้องกันและควบคุม (Protection and Control)

คุณภาพอากาศภายใน (Indoor Air Quality)

การเจ็บป่วยจากการใช้อาคาร (Sick Building Syndrome)

1. บทนำ

‘โรคระบบทางเดินหายใจ’ คำ ๆ นี้อาจเป็นที่คุ้นเคยกับคนไทยมากขึ้น จากข่าวการแพร่ระบาดของโรคไข้หวัดนกและไข้หวัดมรณะ (SARS) ตามภูมิภาคต่าง ๆ รวมทั้งการแพร่ระบาดใหม่ของไข้หวัดนกที่ปรากฏตามสื่อต่าง ๆ เมื่อไม่นานมานี้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาวะจิตใจของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยง และเกิดความวิตกกังวลและความกลัวกับการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมที่ตนเองอยู่ การอยู่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัยนี้ทำให้หลายคนมีอาการเจ็บป่วย ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุของการหยุดงาน ส่งผลให้สภาพเศรษฐกิจของประเทศหยุดชะงักลงได้ และประเทศขาดศักยภาพที่จะก่อให้เกิดการลงทุนทางการค้า ไม่เพียงภาครัฐต้องใช้เงินจำนวนมากสำหรับการดูแลรักษาผู้ป่วยและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคติดต่อระบบทางเดินหายใจ ภาครัฐเองยังต้องเสียเงินจำนวนมากศาลในการสร้างความมั่นคงของระบบโครงสร้างเศรษฐกิจเพื่อเรียกความมั่นใจและความไว้วางใจกลับคืนมา ในกรณีดังกล่าวเห็นได้ว่า การกลับมาของโรคร้ายนอกจากจะทำลายคุณภาพชีวิตของประชากรแล้ว ยังสร้างความเสียหายทางทรัพย์สินแก่ประเทศพื้นที่เสี่ยงอย่างมหาศาล จากปัญหาดังกล่าว รัฐบาลหลายประเทศเริ่มตระหนักถึงภัยอันตรายของโรคร้ายที่เกิดขึ้น และออกมาตรการในการควบคุมการแพร่ระบาดของโรคระบบทางเดินหายใจ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับประชาชนให้รู้สึกมีความปลอดภัย ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมพื้นที่เสี่ยงการระบาดของโรค และการให้ความรู้แก่ประชาชนให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจมากขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจในลักษณะพฤติกรรมของเชื้อโรค และรู้จักวิธีป้องกันเบื้องต้น

ในยุคแห่งการแข่งขันทางเศรษฐกิจ อาคารสำนักงานกลายเป็นปัจจัยสำคัญที่เปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีวิตของคนเมือง ในแต่ละวันหลายคนใช้ชีวิตอยู่กับการทำงานในอาคารสำนักงานมากกว่าอาศัยอยู่ที่บ้าน ซึ่งแตกต่างจากเมื่อก่อน ดังนั้น ความเสี่ยงจากการเกิดโรคของคนในอาคารสำนักงานจึงมีความเป็นไปได้สูง หากอาคารขาดการออกแบบการบริหารจัดการและการรักษาสภาพแวดล้อมภายในที่ดีพอ บทความนี้ต้องการศึกษาสภาพปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอาคารสำนักงาน เพื่อเสนอแนวทางการป้องกันและระวัง

ภัยจากโรคร้ายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น การระงับภัยเบื้องต้นนี้จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการป้องกันตนเองให้อยู่ห่างไกลจากโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ ได้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาลักษณะและพฤติกรรมของเชื้อโรค และปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อโรค
2. ศึกษาและสำรวจปัจจัยด้านการออกแบบ การจัดสภาพแวดล้อม และแนวทางในการบริหารการจัดการอาคารสำนักงาน เพื่อวิเคราะห์สภาพปัญหา และปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการสะสมของเชื้อโรคในอาคารสำนักงาน
3. เสนอแนวทางในการระงับภัยเบื้องต้น และการป้องกันการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ สำหรับนักออกแบบ ผู้บริหารอาคาร และผู้ใช้อาคาร

สมมติฐาน

การออกแบบและการบริหารจัดการสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ดีจะช่วยสร้างความปลอดภัยจากโรคระบบทางเดินหายใจแก่ผู้ใช้อาคารได้

ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นทางด้านพฤติกรรมและการเจริญเติบโตของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ
2. สำรวจและเก็บข้อมูลในอาคารสำนักงาน

การเก็บข้อมูล ในงานวิจัยนี้มีการสำรวจพื้นที่และเก็บข้อมูลจากอาคารสำนักงานกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 8 หลัง โดยมี 2 หลัง ที่มีข้อมูลการตรวจวัดปริมาณเชื้อโรคจากสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งได้แบ่งกลุ่มข้อมูลที่ศึกษาออกเป็น 4 หัวข้อดังนี้

- 2.1 ข้อมูลด้านการออกแบบผังและการจัดพื้นที่ภายในสำนักงาน รวมถึงวัสดุที่ใช้ภายในอาคาร
- 2.2 ข้อมูลด้านการซ่อมบำรุงและการทำความสะอาดในพื้นที่ทำงาน และงานระบบปรับอากาศ
- 2.3 ข้อมูลด้านการบริหารจัดการอาคาร
- 2.4 ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้อาคาร

- วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและสัมภาษณ์โดยอ้างอิงจากการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับเชื้อโรคเบื้องต้น เพื่อหาสาเหตุและปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคาร
- เสนอแนวทางการป้องกันและการลดความเสี่ยงจากโรคระบบทางเดินหายใจของผู้ที่อยู่ในอาคารได้

ขอบเขต

งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจที่มีการติดต่อทางอากาศเท่านั้น โดยมีลักษณะการศึกษาในเชิงสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ใช้อาคาร เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคาร โดยประเภทอาคารกลุ่มตัวอย่างที่เลือกศึกษา คือ อาคารสำนักงานขนาดใหญ่

2. ข้อมูลเบื้องต้น

‘เชื้อโรค’ ในที่นี้หมายถึง ไวรัส แบคทีเรีย เชื้อรา และโปรโตซัว (virus, bacteria, fungi, and protozoan) ซึ่งมีขนาดเล็กมากตั้งแต่ 0.02-100 ไมโครเมตร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น เชื้อโรคในอากาศส่วนใหญ่อยู่ในรูปของละอองก๊าซ ฝุ่น บางครั้งปนเปื้อนมากับเสมหะ หรือน้ำมูกที่ปล่อยออกมาจากคน [1] เชื้อโรคมีลักษณะการแพร่กระจายจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งโดยการพัดพาของลม เชื้อโรคที่มีขนาดเล็ก เช่น ไวรัส จะมีระยะทางการแพร่กระจายไกลกว่าเชื้อโรคที่มีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมที่มีความเร็วลมสูง อัตราการแพร่กระจายของเชื้อโรคในอากาศจะมากขึ้นตามไปด้วย [2] โดยปกติแล้วเชื้อโรคสามารถลอยอยู่ในอากาศได้นาน 3-4 วัน หรืออาจอยู่ได้นานเป็นเดือน เมื่อห้องมีสภาพอากาศที่เหมาะสม

อันตรายของโรคระบบทางเดินหายใจที่มีการติดต่อทางอากาศ

การที่คนได้รับละอองเชื้อโรค (aerosol) หรือสารพิษของเชื้อโรค (toxic) เข้าไปในร่างกาย ร่างกายจะสร้างปฏิกิริยาต่อต้านทำให้เกิดอาการเจ็บป่วย บางคนอาจมีอาการเจ็บป่วยในระยะสั้น หรือมีอาการเจ็บป่วยเรื้อรังในระยะยาว และบางรายอาจได้รับอันตรายถึงขั้นเสียชีวิต นอกจากปริมาณและความรุนแรงของเชื้อโรคที่ได้รับเข้าไปแล้ว สภาพภูมิคุ้มกันร่างกายบกพร่องเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งเสริมให้การติดเชื้อเกิดง่ายขึ้น เชื้อโรคแต่ละชนิดก่อให้เกิดโรคที่แตกต่างกัน จากตารางที่ 1 พบว่า สาเหตุของโรคไข้หวัดเกิดจากการติดเชื้อไวรัส ในขณะที่โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา

3. ปัจจัยที่ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคในอาคาร

ปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดสาเหตุของการสะสมของเชื้อโรคในอาคาร (รูปที่ 1) ได้แก่ การรับเชื้อโรคจากภายนอกอาคาร การปนเปื้อนมากับผู้ใช้อาคาร และสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรค

การรับเชื้อโรคจากภายนอกอาคาร

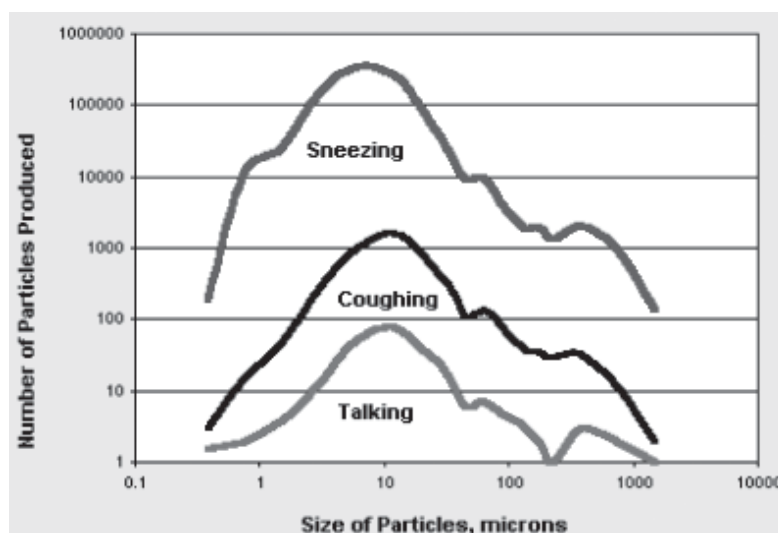
การสะสมของเชื้อโรคภายในอาคาร ส่วนหนึ่งเกิดจากกระบวนการแลกเปลี่ยนอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร อาคารหลายแห่งได้รับการออกแบบและติดตั้งตำแหน่งช่องนำอากาศบริสุทธิ์ (fresh air) ที่จะเข้ามาในอาคารให้อยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดเชื้อโรค เช่น หอผึ่งเย็น (หอระบายความร้อน) หรือบริเวณที่มีการขนถ่ายขยะ เมื่อมีลมพัดผ่านในพื้นที่ดังกล่าว ลมอาจพัดพาเอาละอองของเชื้อโรคเข้าสู่ภายในอาคารได้ ทำให้อากาศที่ได้รับเข้ามานั้นแทนที่จะเป็นอากาศดีกลับกลายเป็นอากาศที่มีการปนเปื้อน

ชนิดของเชื้อโรค	การเกิดโรคในคน
ไวรัส	ไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ ไข้หวัดนก SARS
แบคทีเรีย	เกิดการติดเชื้อที่ปอด ปอดบวม วัณโรค โรคติดเชื้อทางเดินหายใจเฉียบพลัน
เชื้อรา	หลอดลมอักเสบ โรคหืด หอบ โรคติดเชื้อทางเดินหายใจเฉียบพลัน
ไรฝุ่น	โรคภูมิแพ้ (ปอดอักเสบภูมิไวเกิน)

ตารางที่ 1 เชื้อโรคกับการเกิดโรคในคน [3]



รูปที่ 1 สาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรภายในอาคาร



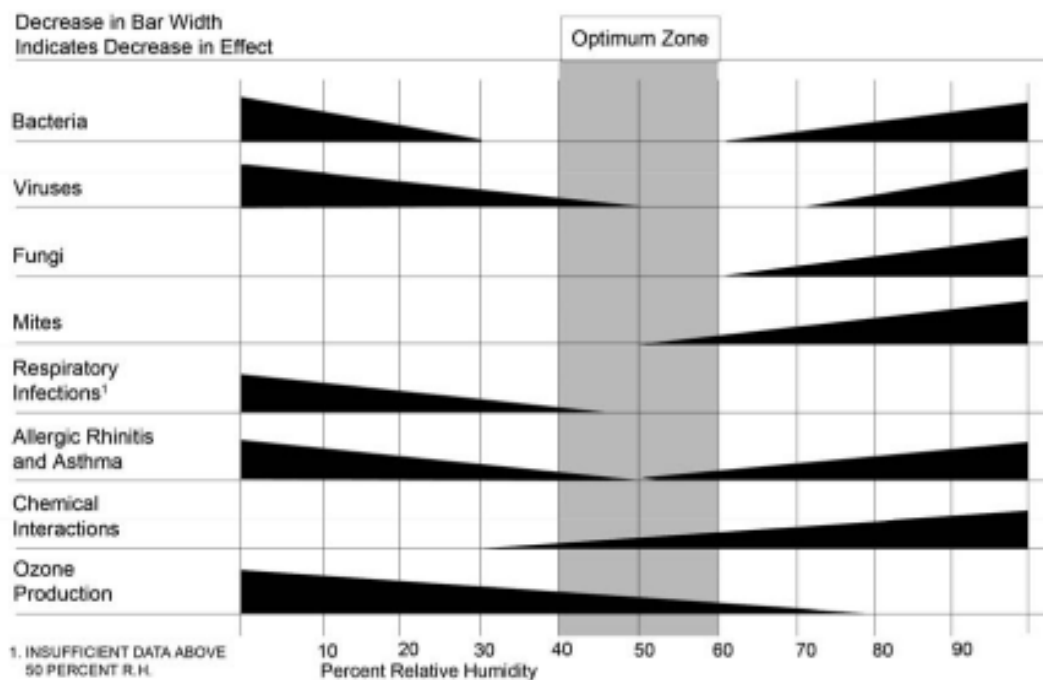
รูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยละอองเชื้อโรคโดยการพูด ไอ และจามของคน

ดังนั้น การพิจารณาดำเนินการของช่องนำอากาศภายนอกเข้ามาภายในอาคารควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของตำแหน่งที่ติดตั้ง ซึ่งควรอยู่ห่างบริเวณที่ปล่อยมลพิษหรือแหล่งสะสมของมลพิษให้มากที่สุด นอกจากนี้ การรับเชื้อโรคเข้ามาในอาคารอาจเกิดจากการเปิดประตู หน้าต่าง หรือเกิดจากการรั่วซึมของอากาศผ่านรอยรั่วของกรอบประตูหน้าต่าง

การปนเปื้อนมากับผู้ใช้อาคาร

สาเหตุของการปนเปื้อนของเชื้อโรภายในอาคารส่วนหนึ่งเกิดจากผู้ใช้อาคารเป็นหลัก เชื้อโรคจากภายนอก

อาคารอาจปนเปื้อนมาในรูปของฝุ่นที่ติดมากับเสื้อผ้า เซลล์ผิวหนัง และรองเท้าของคนในอาคารเอง แจ็ค เคย์ และคณะ [4] กล่าวว่า เซลล์ผิวหนังของมนุษย์จะหลุดร่วงประมาณ 7 ล้านเซลล์ต่อวันที่ ซึ่งมากพอสำหรับการเพิ่มปริมาณการสะสมของเชื้อโรภายในอาคารได้ จากเหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคนที่เข้ามาในอาคารมีโอกาสเป็นพาหะนำโรคได้เช่นกัน นอกจากการปนเปื้อนมาในรูปของฝุ่นแล้ว เชื้อโรคในร่างกายของคนที่เป็นพาหะจะถูกละลายออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกโดยการพูดคุย จาม หรือไอ [5] (รูปที่ 2) คนที่จามจะปล่อยเชื้อโรคขนาด 1-100 ไมครอน ออกสู่อากาศภายนอกได้ถึง



รูปที่ 3 การเจริญเติบโตของเชื้อโรคที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ค่าต่าง ๆ

10,000-150,000 อนุภาค [6] สำหรับการจามที่ปล่อยเชื้อโรคออกมาในรูปของของเหลวจะมีระยะทางไกล 3 ฟุต ซึ่งมีระยะทางการแพร่เชื้อสั้นกว่าเชื้อโรคที่ปนเปื้อนมากับฝุ่นที่ลอยในอากาศ [7]

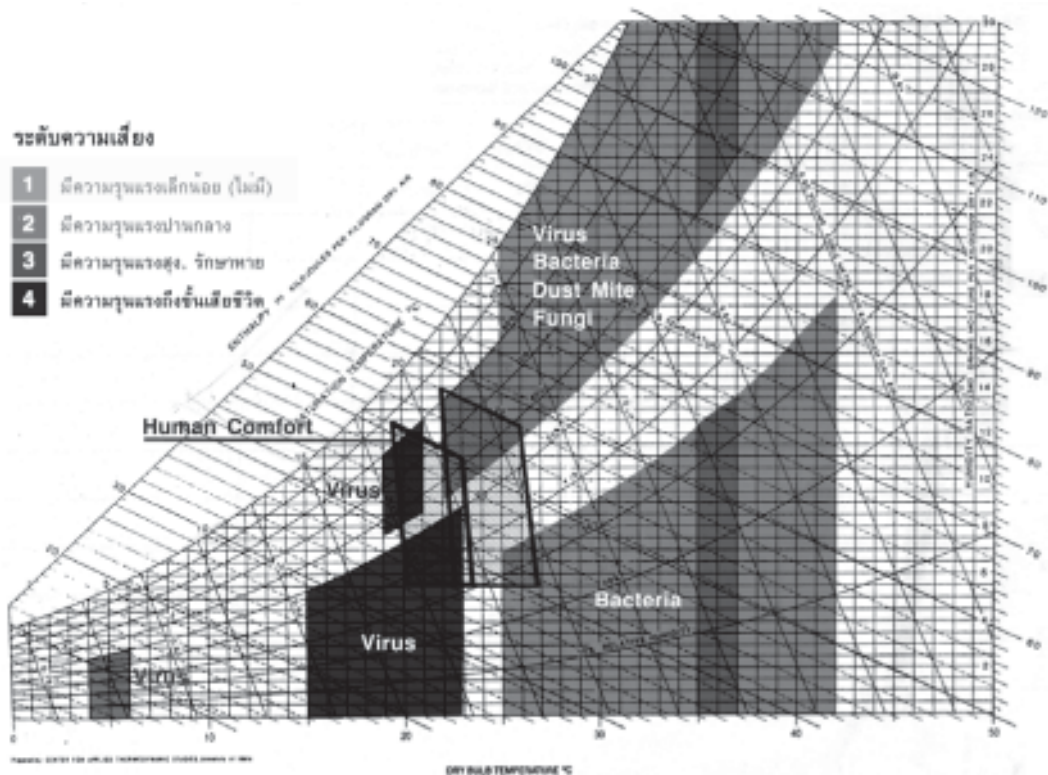
ความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

สมหวัง ด้านชัยวิจิตร [8] ได้แบ่งสาเหตุของการติดเชื้อมากเป็น 3 ปัจจัย ได้แก่ จุลชีพ คน และสิ่งแวดล้อม จากปัจจัยดังกล่าว สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีบทบาทที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนของเชื้อโรคมากที่สุด นอกจากนี้ ไคววาลส์ [9] กล่าวว่า “ถึงแม้ว่าสปอร์ของเราและแบคทีเรียที่อยู่ในอาคารมาจากภายนอกอาคาร แต่เชื้อโรคเหล่านี้จะมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น ถ้าสิ่งแวดล้อมภายในอาคารมีความเหมาะสม” เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ส่งเสริมให้ภายในอาคารมีการสะสมของเชื้อโรคมากกว่าภายนอกอาคาร คือ ปัจจัยเรื่องแสงแดด แสงแดดจากดวงอาทิตย์สามารถทำลายเซลล์ของเชื้อโรคภายในเวลา 0.5-1.0 นาที ดังนั้น คนที่อยู่ภายในอาคารจึงมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคติดเชื้อได้มากกว่าคนที่อยู่ภายนอกอาคาร การที่เชื้อโรคเข้ามาในอาคารและไม่มีการถ่ายเทออกสู่อากาศภายนอกได้ ปริมาณการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคารจึงมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ และสภาพแวดล้อมภายในอาคารนี้เองที่เป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่เอื้อให้เกิดการเพาะพันธุ์และเพิ่ม

จำนวนของเชื้อโรคได้เช่นกัน สภาพแวดล้อมภายในอาคารที่จะกล่าวในที่นี้ครอบคลุมในเรื่องการออกแบบอาคาร การเลือกวัสดุเครื่องใช้ต่าง ๆ รวมถึงปัจจัยทางสภาพอากาศอื่น มอร์ท [10] ได้แบ่งปัจจัยทางสภาพอากาศที่ส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อโรคออกเป็น 4 ตัวแปร ดังนี้

1. ความชื้น

การแลกเปลี่ยนอากาศจากภายนอกเข้ามาในอาคารส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับความชื้นภายในอาคาร [11] ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการเจริญเติบโตของเชื้อโรค จากการศึกษาพบว่า เชื้อโรคแต่ละชนิดเจริญเติบโตที่ระดับความชื้นแตกต่างกัน เชื้อราและแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง ในขณะที่ยีสต์ไวรัสจะเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำ (อากาศแห้ง) ตรงกับข้อมูลของสมาคมวิศวกรการทำความร้อน การทำความเย็น และการปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers: ASHRAE) [12] ที่ทำการรวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ของความชื้นที่ส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนของเชื้อโรคประเภทต่าง ๆ พบว่า เชื้อโรคเกือบทุกประเภทจะมีการเจริญเติบโตต่ำที่สุดอยู่ในช่วงความชื้นร้อยละ 40-60 (รูปที่ 3)



รูปที่ 4 สภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรคแต่ละประเภท รวบรวมจากงานวิจัยต่าง ๆ [13]

หมายเหตุ ข้อมูลในแผนภูมิไซโครเมตริกเป็นการศึกษาสภาพอากาศที่มีความเหมาะสมสำหรับเชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคในคน และเป็นการเกิดโรคที่พบในประเทศแถบเอเชียเท่านั้น

2. อุณหภูมิ

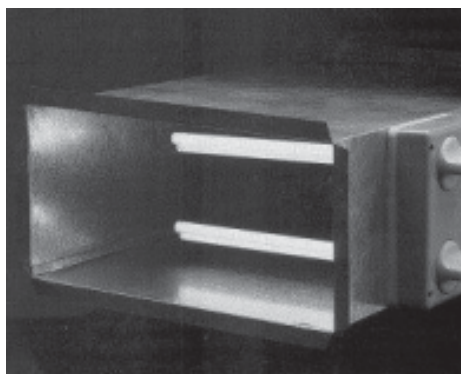
นอกจากความชื้นแล้ว อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถฆ่าเชื้อโรคให้ตายได้ เชื้อโรคที่ก่อโรคในคนส่วนใหญ่จัดอยู่ในประเภทเมโซฟิล (Mesophiles) ซึ่งเจริญเติบโตที่อุณหภูมิระหว่าง 25-40 องศาเซลเซียส และเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส และสามารถตายในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงมาก [14] สำหรับค่าอุณหภูมิอากาศปกตินั้นไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคให้ตายได้ แต่จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคให้ช้าลงเท่านั้น จากการศึกษาข้อมูลสภาพอากาศที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรคประเภทต่าง ๆ จากงานวิจัยหลาย ๆ เรื่องสามารถกำหนดสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรคประเภทต่าง ๆ ในแผนภูมิสถานะสบายเชิงอุณหภูมิของคนที่กำหนดโดยสมาคมวิศวกรการทำความร้อน การทำความเย็น และการปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา พบว่า การออกแบบสภาพอากาศที่เชื้อโรคเจริญเติบโตช้า ควรอยู่ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 23-26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 35-55 และอุณหภูมิตั้งแต่ 20-23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50-55 (รูปที่ 4)

3. การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์

แสงจากดวงอาทิตย์ประกอบไปด้วยคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นช่วงต่าง ๆ มากมาย สำหรับช่วงของคลื่นแสงที่สามารถฆ่าหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคได้นั้น คือช่วงคลื่นแสงยูวี-ซี ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 253.7 นาโนเมตร แสงยูวีนอกจากจะฆ่าเชื้อโรคแล้วยังทำลายเซลล์ผิวหนังของมนุษย์ อีกทั้งยังทำลายสีของเฟอร์นิเจอร์ให้ดูเก่าเร็ว หลอดยูวีที่ใช้ภายในอาคารจึงไม่นิยมติดตั้งไว้ภายในห้องที่มีคนอยู่ แต่นิยมติดตั้งที่ระบบปรับอากาศ (รูปที่ 5) เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่กักเก็บและกรองฝุ่นและเชื้อโรคในอากาศที่หมุนเวียนภายในอาคาร นอกจากนี้ อัตราการตายของเชื้อโรคยังขึ้นอยู่กับความเร็วของเชื้อโรคที่เคลื่อนที่ผ่านรังสียูวี เชื้อโรคที่เคลื่อนที่ผ่านรังสียูวีเร็ว จะมีอัตราการตายที่น้อยกว่าเชื้อโรคที่เคลื่อนที่ช้า ด้วยเหตุผลนี้เอง การใช้รังสียูวีจึงไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคที่ลอยอยู่ในอากาศได้ทั้งหมด

4. ออกซิเจนในอากาศ

ถึงแม้ว่าออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต แต่จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญ



รูปที่ 5 การติดตั้งหลอดยูวีในระบบปรับอากาศ



รูปที่ 6 การเจริญเติบโตของเชื้อโรคมายในอาคาร

เติบโตของเชื้อโรค พบว่า ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่ส่งผลน้อย
มากเมื่อเทียบกับปัจจัยด้านอุณหภูมิและความชื้น เนื่องจาก
เชื้อโรคบางประเภทสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมาก
ขึ้นในสภาพแวดล้อมที่ไม่มียออกซิเจนได้ [15]

เมื่อพิจารณาทางจรรยาบรรณเติบโตของเชื้อโรคภายในอาคาร พบว่า ความชื้นจะจับตัวกับเชื้อโรคที่ลอยอยู่ในอากาศทำให้เชื้อโรคมีน้ำหนักมากขึ้น และเริ่มตกลงบนพื้นผิวเครื่องใช้ต่าง ๆ จากการสำรวจวัสดุที่ใช้ในอาคารโดยทั่วไปแล้ว วัสดุส่วนใหญ่มีสารประกอบประเภทเซลลูโลส และคาร์บอน ซึ่งสารประกอบดังกล่าวเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของเชื้อโรค ถ้าพื้นผิววัสดุนั้นมีความชื้นที่เหมาะสมแล้วปัจจัยทางสภาพแวดล้อมดังกล่าวจะส่งเสริมให้เชื้อโรคมีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้น เมื่อมีลมพัดผ่านในบริเวณนั้น ลมจะพัดพาเอาเชื้อโรคที่สะสมตามพื้นผิววัสดุเครื่องใช้กลับขึ้นมาลอยอยู่ในอากาศอีกครั้ง (รูปที่ 6)

นอกจากเชื้อโรคต้องการสารอาหารในการเจริญเติบโตแล้ว ยังต้องอาศัยสภาพอากาศที่เหมาะสมในการดำรงชีพอีกด้วย ดังนั้น การควบคุมหรือยับยั้งการแพร่ระบาดของเชื้อโรคนายในอาคาร นอกจากการให้แสงแดดส่องเข้ามาในอาคาร การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องยังเป็นอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคนายในอาคารได้ นอกจากนี้ปัจจัยด้านสภาพอากาศในอาคาร การออกแบบและการจัดการอาคารที่ไม่เหมาะสมเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการเกิดแหล่งสะสมของเชื้อโรคได้เช่นกัน

4. การสำรวจสภาพปัญหาอาคารป่วยในปัจจุบัน

อาคารป่วยในที่นี้ หมายถึง อาคารที่ทำให้ผู้ใช้
อาคารนั้นเกิดอาการเจ็บป่วย ไม่สบาย จากข้อมูลการสำรวจ



รูปที่ 7 ลักษณะสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สำนักงาน

คุณภาพอากาศภายในอาคารของสำนักงานสมัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย พบว่า อาคารหลายแห่งมีปัญหาการเจ็บป่วยจากการใช้อาคาร (Sick Building Syndrome: SBS) โดยเฉพาะคนที่อยู่ในอาคารสำนักงานและบ้านพักอาศัย มีความเสี่ยงต่อการป่วยเป็นโรคปอดอักเสบภูมิไวเกิน (Hypersensitivity Pneumonitis) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์ และคนที่อยู่ในพื้นที่ปรับอากาศ จะมีการป่วยเป็นไข้หวัดอยู่บ่อย ๆ [16]

ผลการสำรวจ

จากการสำรวจและการสัมภาษณ์ผู้ใช้อาคารของอาคารทั้ง 8 หลัง สามารถสรุปปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเชื้อโรคภายในอาคารได้ตามหัวข้อ ดังนี้

1. วัสดุและเครื่องใช้สำนักงานที่มีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดี

วัสดุและเครื่องใช้สำนักงานส่วนใหญ่เป็นวัสดุประเภทไม้ กระดาษ ผ้า ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติในการดูดซับและกักเก็บความชื้นได้ดี และเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ซึ่งจากข้อมูลของสำนักงานสมัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงแรมแห่งหนึ่ง พบว่า ห้องพักที่ใช้วัสดุตกแต่งและเฟอร์นิเจอร์ประเภทผ้า กระดาษ พรม ไม่พบปริมาณเชื้อโรคสูงถึง 350 โคโลนี [17]

2. การออกแบบและการจัดสภาพแวดล้อมที่ทำให้เกิดชอกหรือภูมิอากาศ

พื้นที่บริเวณชอกหรือภูมิอากาศเป็นบริเวณที่เกิด

ตรวจสอบปรกภัยและทำความสะอาดยาก (รูปที่ 7) การวางกองเอกสารหรือกล่องลังเกะกะในพื้นที่ทำงาน ทำให้การตรวจสอบสภาพแวดล้อมและการทำความสะอาดของเมืงบ้านประจำอาคารมีความลำบากมากขึ้น การละเลยในการทำความสะอาดในพื้นที่ดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุของการสะสมของฝุ่นและแหล่งกำเนิดของเชื้อโรคประเภทต่าง ๆ ได้เช่นกัน

3. ความชื้นภายในอาคารมีค่าสูงหรือต่ำเกินไป

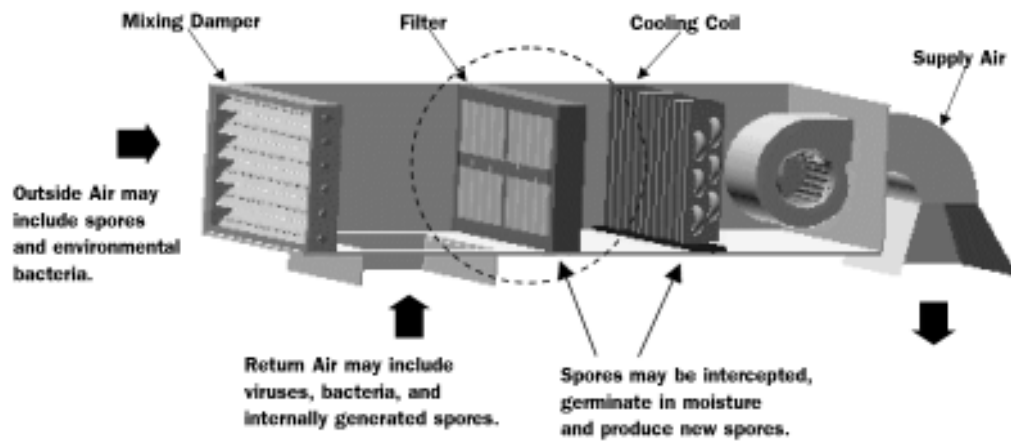
สาเหตุของการสะสมความชื้นภายในอาคารส่วนหนึ่งเกิดจากการจัดให้มีแหล่งกำเนิดความชื้น ได้แก่ ห้องครัวหรือห้องน้ำไว้ในส่วนของพื้นที่สำนักงาน นอกจากนี้ จากการศึกษาสภาพอุณหภูมิ-ความชื้นของอาคารปรับอากาศ พบว่าสภาพอากาศในช่วงเวลากลางคืนที่มีความชื้นค่อนข้างสูง อีกทั้งวัสดุและเฟอร์นิเจอร์ภายในมีคุณสมบัติในการกักเก็บความชื้นได้ดี ปัจจัยนี้เองชี้ให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมในช่วงเวลาดังกล่าวส่งเสริมให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคารได้ง่ายขึ้น (รูปที่ 8)

4. การออกแบบพื้นที่ไม่เพียงพอสำหรับการทำความสะอาดและซ่อมบำรุง

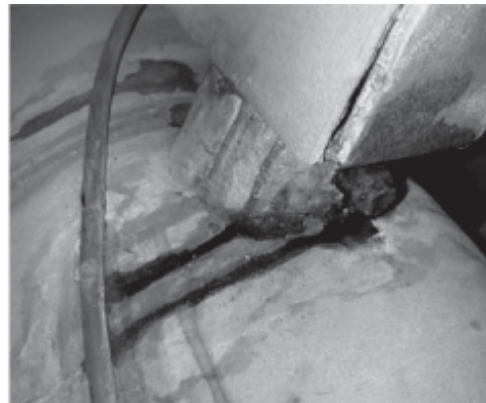
จากการสำรวจพื้นที่ส่วนต่าง ๆ ในอาคารสำนักงานพบว่า ผู้ออกแบบมักให้ความสำคัญกับพื้นที่ขายมากกว่าพื้นที่บริการ เช่น ห้องงานระบบต่าง ๆ จากการสำรวจและสอบถามสภาพปัญหาจากผู้ใช้อาคารหลาย ๆ หลัง ผู้ใช้อาคารหลายคนร้องเรียนว่า ห้องงานระบบปรับอากาศมักจะมีความชื้นสูงพอติดกับขนาดของเครื่องจักรที่นำมาติดตั้ง ทำให้เหลือพื้นที่น้อยเกินไปในการเข้าไปทำความสะอาดและซ่อมบำรุงในส่วนต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ งานระบบที่ต้องใช้น้ำในการ



รูปที่ 8 การเกิดเชื้อราที่ผนังอาคารแห่งหนึ่ง



รูปที่ 9 แหล่งสะสมของเชื้อโรคในทางระบบปรับอากาศ



รูปที่ 10 ความชื้นทำให้เกิดเชื้อราที่พื้นผิวของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

ดูแลและทำความสะอาด เช่น ห้องเครื่องปรับอากาศ (Air Handling Unit: AHU) ผู้ออกแบบควรเตรียมระบบระบายน้ำเพื่อป้องกันการเกิดน้ำขัง และคราบตะไคร่ขึ้น

5. ปัญหาที่เกิดจากความชื้นในงานระบบปรับอากาศ

จากการสัมภาษณ์วิศวกรดูแลอาคารหลายแห่งพบว่า ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่พบการสะสมของเชื้อโรคมากที่สุด โดยเฉพาะในห้องเครื่องปรับอากาศ (รูปที่ 9) พื้นที่เสี่ยงต่อการสะสมของเชื้อโรคในระบบปรับอากาศ ส่วนมากพบในแผงกรองอากาศที่มีตำแหน่งอยู่ใกล้กับแผงคอยล์เย็น ความชื้นและละอองน้ำจากแผงคอยล์เย็นจะทำให้เชื้อโรคที่แผงกรองอากาศสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมากขึ้น พื้นที่ที่พบปัญหารองลงมา คือ ถาดน้ำทิ้งซึ่งมักจะมึ่น้ำขังอยู่เสมอ อีกทั้งปัญหาการเสื่อมสภาพของฉนวนหุ้มท่อต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความชื้น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเชื้อราที่พื้นผิวฉนวนหุ้มท่อ (รูปที่ 10)

6. แนวทางการประหยัดพลังงาน

จากการสอบถามวิศวกรและเจ้าของอาคารพบว่า อาคารเป็นจำนวนมากมีนโยบายในการประหยัดพลังงานที่อาจส่งเสริมให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคาร เช่น การปิดช่องนำอากาศเข้า หรือลดการทำงานของพัดลมดูดอากาศเพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ส่งผลให้อากาศภายในอาคารไม่มีการเจือจางกับอากาศที่สะอาดกว่า เช่นเดียวกับข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของอาคารสำนักงานแห่งหนึ่งของสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม พบว่า พื้นที่ทำงานบริเวณที่มีปริมาณการระบายอากาศ และอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่ำกว่ามาตรฐานจะพบปริมาณเชื้อโรคมักกว่าพื้นที่บริเวณอื่น ๆ [18]

7. การทำความสะอาดหรือติดตั้งวัสดุต่าง ๆ ภายในอาคารที่ผิดวิธี

เป็นสาเหตุของการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคารได้ จากการสอบถามข้อมูลจากเจ้าของอาคารหลาย ๆ แห่งพบว่า อาคารแต่ละแห่งจะมีการกำหนดแผนงานสำหรับทำความสะอาดพื้นที่และซ่อมบำรุงงานระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร แต่จากการสัมภาษณ์ช่างและแม่บ้านประจำอาคารยังมีความเข้าใจผิดในวิธีการซ่อมบำรุงและรักษาความสะอาด

โดยเฉพาะการทำความสะอาดแผงกรองอากาศ ซึ่งหลังจากการล้างและก่อนติดตั้งแผงกรองอากาศ ช่างต้องตรวจสอบดูแผงกรองอากาศให้แห้งก่อนจึงจะทำการติดตั้ง เนื่องจากน้ำในแผงกรองอากาศจะทำให้ระบบปรับอากาศมีความชื้นและเกิดการสะสมของเชื้อราอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของงานระบบได้ หรือการใช้เครื่องดูดฝุ่นทำความสะอาดพรมเพียงอย่างเดียว นั้น ไม่สามารถกำจัดฝุ่นและคราบสิ่งสกปรกต่าง ๆ ออกหมดได้

เมื่อนำผลการสำรวจอาคาร 2 หลังที่มีข้อมูลการตรวจวัดปริมาณเชื้อโรคของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ [19] พบว่า พื้นที่ที่ตรวจพบปริมาณเชื้อโรคเป็นจำนวนมากนั้น ส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานที่ต้องใช้เอกสารในการทำงาน เช่น ฝ่ายการเงิน/บัญชี ฝ่ายประชาสัมพันธ์ ซึ่งพื้นที่ทำงานส่วนใหญ่เต็มไปด้วยกองเอกสารต่าง ๆ และกล่องกระดาษวางซ้อน ๆ กัน ทำให้แม้มันไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง อีกทั้งพื้นที่ดังกล่าวยังถูกล้อมรอบด้วยห้องต่าง ๆ ทำให้ไม่ได้รับแสงแดดภายนอกได้ นอกจากนี้ บางพื้นที่มีการปิดช่องเติมอากาศจากภายนอก โดยติดตั้งเครื่องฟอกอากาศภายในพื้นที่สำนักงานแทน เจ้าหน้าที่อาคารให้เหตุผลว่าจะช่วยให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลง และจะช่วยประหยัดพลังงานให้กับอาคาร นโยบายดังกล่าวกลับทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารแย่ลงและยังพบปริมาณเชื้อโรคมักกว่าพื้นที่บริเวณอื่น ๆ ภายในอาคาร

สาเหตุสำคัญของการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคารที่พบนอกเหนือจากปัญหาที่เกิดจากการออกแบบและบริหารจัดการแล้ว คือ พฤติกรรมของผู้ใช้อาคารที่เกิดขึ้นจากการละเลยในการปฏิบัติหน้าที่และความไม่รู้ของผู้ใช้อาคารเอง จากการสำรวจพบว่า ห้องเครื่องปรับอากาศของอาคารมักกลายเป็นห้องเก็บของหรือห้องพักของแม่บ้านและช่างประจำอาคาร และมักพบสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ เก็บอยู่ภายในห้องนั้น เหตุนี้เองส่งผลให้การบำรุงรักษาค่อนข้างลำบากและทำความสะอาดไม่ทั่วถึง นอกจากนี้ คนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวยังมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคระบบทางเดินหายใจสูง เนื่องจากห้องเครื่องปรับอากาศเป็นแหล่งที่กักเก็บฝุ่นและเชื้อโรคของอาคาร แม้กระทั่งการนำอาหารและเครื่องดื่มเข้ามาในพื้นที่ทำงาน เศษอาหารและน้ำที่เกิดจากการรับประทานอาหารซึ่งเป็นสาเหตุของการสะสมเชื้อโรคภายในอาคารขึ้นได้

นอกจากสภาพปัญหาต่าง ๆ แล้ว จากการสำรวจยังพบว่า ผู้บริหารอาคารสำนักงานบางแห่งเริ่มหันมาใส่ใจคุณภาพชีวิตของพนักงานมากขึ้น และมีนโยบายส่งเสริมสภาพแวดล้อมความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น เช่น การติดตั้งเครื่องฟอกอากาศในพื้นที่ทำงาน การเลือกใช้แผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีคุณสมบัติเทียบเท่ากับแผงกรองอากาศที่ถูกเลือกใช้ในโรงพยาบาลที่มีคุณภาพหลาย ๆ แห่ง หรือการติดตั้งหลอดยูวีเพื่อฆ่าเชื้อโรค จากการสำรวจนโยบายเหล่านี้ส่วนใหญ่จะพบในอาคารที่มีองค์กรขนาดใหญ่เป็นเจ้าของเท่านั้น เนื่องจากองค์กรต้องเสียค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้

5. แนวทางการสร้างความปลอดภัยจากโรคระบบทางเดินหายใจ

การควบคุมการเกิดโรค การป้องกันการแพร่ระบาดของโรคระบบทางเดินหายใจภายในอาคาร ไม่ใช่หน้าที่ความรับผิดชอบของสถาปนิกและวิศวกรเพียงเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับวิสัยทัศน์ของเจ้าของอาคารและการให้ความร่วมมือของผู้ใช้อาคารอีกด้วย ทั้งนี้การบริหารการจัดการอาคารและการกำหนดมาตรการต่าง ๆ จะช่วยสร้างและส่งเสริมให้สภาพแวดล้อมที่ถูกออกแบบไว้มีความปลอดภัยมากขึ้น ดังนั้น การสร้างความปลอดภัยในอาคารจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ทุก ๆ ฝ่ายจะต้องมีหน้าที่ความรับผิดชอบร่วมกัน ดังนี้

การออกแบบสถาปัตยกรรม

1. ออกแบบและหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่เป็นชอกมูม หรือการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ที่ทำให้เกิดชอกมูมเนื่องจากพื้นที่ชอกมูมนั้นเป็นพื้นที่ที่ทำความสะอาดได้ยาก ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคได้ง่าย [20]

2. ออกแบบและพิจารณาตำแหน่งของช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารให้มีตำแหน่งที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดเชื้อโรคและแหล่งมลพิษต่าง ๆ ช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารควรอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษอย่างน้อย 5 เมตร สูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.5 เมตร [21]

3. ออกแบบและจัดวางบริเวณของพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร โดยจัดพื้นที่ที่มีความชื้นสูง เช่น ห้องน้ำ ห้องครัว

แยกออกจากพื้นที่แห้ง การแยกพื้นที่ดังกล่าวอาจทำได้โดยการกันห้อง หรือติดตั้งพัดลมระบายอากาศ วิธีนี้จะช่วยลดความชื้นภายในพื้นที่ต่าง ๆ ของอาคารได้

4. ออกแบบและเลือกใช้วัสดุเครื่องใช้ภายในอาคารที่มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นได้น้อยและเป็นวัสดุที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย เช่น วัสดุผิวมัน วัสดุที่เคลือบผิวด้วยพลาสติก

5. ออกแบบและจัดเตรียมพื้นที่สำหรับทำความสะอาด โดยเฉพาะพื้นที่ที่สกปรกมากและพื้นที่ที่ต้องทำความสะอาดอยู่เสมอ เช่น ห้องเครื่องปรับอากาศ ห้องน้ำ ห้องครัว และห้องงานระบบต่าง ๆ นอกจากนี้ การออกแบบพื้นที่ส่วนนี้ไม่ให้มีชอกมูมมากจะช่วยให้การดูแลรักษาและทำความสะอาดทำได้ง่ายขึ้น

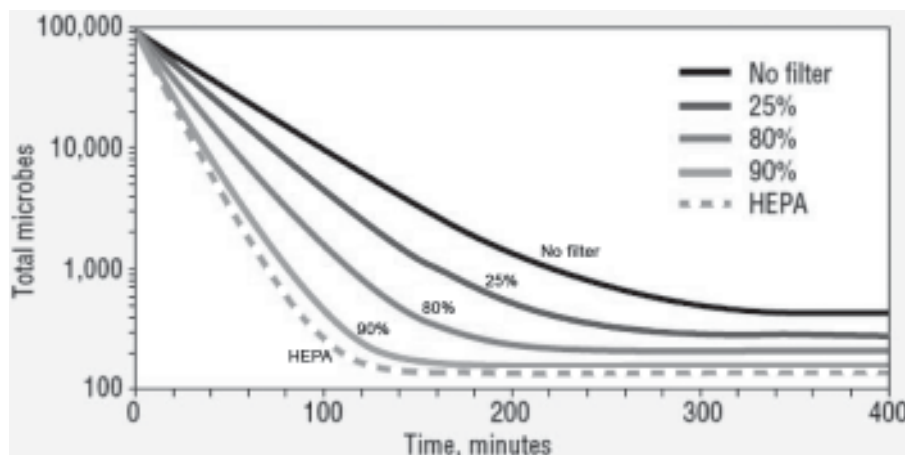
6. ออกแบบตำแหน่งของท่อผึ่งเย็นซึ่งเป็นพื้นที่ที่มักพบเชื้อลีสซีสโอเนลลา (Legionnaire) และควรพิจารณาทิศทางการพัดของกระแสลมด้วย เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในละอองน้ำพัดเข้าสู่ตัวอาคารได้ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมเรื่องประกาศกรมอนามัย เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลีสซีสโอเนลลา ในหอผึ่งเย็นของอาคารในประเทศไทย) [22]

7. ออกแบบและกำหนดอัตราการถ่ายเทอากาศภายในอาคารให้เป็นไปตามกฎหมายที่กำหนดไว้ สำหรับกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการระบายอากาศ อาคารสำนักงานที่มีการปรับอากาศควรมีค่าการระบายอากาศไม่น้อยกว่า 2 ลบ.ม./ชม./ตร.ม. หรือ ไม่น้อยกว่า 12 cfm/ m² [23] สำหรับมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบปรับอากาศภายในอาคาร สมาคมวิศวกรการทำความร้อน การทำความเย็น และการปรับอากาศแห่งสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดอัตราการระบายอากาศในพื้นที่ใช้สอยต่าง ๆ ในอาคารสำนักงานไว้ ดังนี้

7.1 การใช้แผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง จะช่วยทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้น แผงกรองอากาศจะช่วยลดปริมาณฝุ่นและเชื้อโรคที่เข้ามาในอาคาร และควรเลือกแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพในการกรองอากาศตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป (รูปที่ 11) เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกรองอากาศชนิดต่าง ๆ พบว่า อาคารที่ใช้แผงกรองอากาศมีประสิทธิภาพสูง ปริมาณอนุภาคของฝุ่นและเชื้อโรคที่เข้ามาภายในอาคารมีน้อยกว่าการกรองด้วยแผงกรองชนิดอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการกรองต่ำกว่า

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate		Default Values		
					Occupant density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)	
	cfm/person	L/s*person	cfm/ft ²	L/s*m ²	#/1000 ft ² or #/100m ²	cfm/person	L/s*person
Office buildings							
Office space	5	2.5	0.06	0.3	5	17	8.5
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3	30	7	3.5
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3	60	6	3.0
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3	10	11	5.5

ตารางที่ 2 มาตรฐานการระบายอากาศภายในพื้นที่ใช้สอยต่าง ๆ ในอาคารสำนักงาน [24]



รูปที่ 11 ประสิทธิภาพการกรองฝุ่นและเชื้อโรคของแผงกรองอากาศชนิดต่าง ๆ

ปัจจุบันมีการพัฒนาแผงกรองอากาศประสิทธิภาพขั้นสูงสุด (Ultra Particulate Air filter: ULPA filter) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่า โดยมีประสิทธิภาพในการกรองร้อยละ 99.999 สามารถกรองอนุภาคของฝุ่นและเชื้อโรคขนาด 0.1 ไมครอนได้

7.2 ออกแบบและกำหนดให้ค่าความดันอากาศภายในห้องมีค่าเป็นบวก เพื่อป้องกันการรั่วซึมของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารทางรอยต่อต่าง ๆ ของช่องเปิดอาคาร

การบริหารจัดการอาคาร

สำหรับหน้าที่ความรับผิดชอบในการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของผู้บริหาร แบ่งออกเป็น 4 เรื่อง ดังนี้

1. การวางแผนนโยบายและการกำหนดมาตรการต่าง ๆ

1.1 การจัดทำแผนงานเพื่อควบคุมการเกิดโรคของคนในอาคาร โดยทำการตรวจสอบและจัดทำสถิติผู้ป่วยเพื่อประเมินวิเคราะห์สาเหตุการเกิดโรค นำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น

1.2 การอบรมและให้ความรู้แก่ผู้ใช้อาคารโดยคำนึงถึงภัยอันตรายของโรคระบบทางเดินหายใจ

1.3 การอบรมความรู้แก่พนักงานในเรื่องของวิธีการทำความสะอาด และการบำรุงรักษาอาคาร เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้มีความปลอดภัยจากโรคระบบทางเดินหายใจ

2. การตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

2.1 การตรวจสอบสภาพอากาศภายในอาคาร จากการศึกษาในแผนภูมิสถานะนำเสนอเชิงคุณภาพสามารถกำหนดสภาพอากาศที่เชื้อโรคเจริญเติบโตได้ซ้ำมี 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 20-23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50-55 และในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 23-26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 35-55 สำหรับในทางปฏิบัติแล้ว ช่วงอุณหภูมิและความชื้นดังกล่าวอาจทำได้ค่อนข้างยากสำหรับประเทศไทยซึ่งมีสภาพอากาศร้อน-ชื้น ดังนั้น อาจกำหนดให้อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของห้องให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 23-26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50-55 การตรวจสอบอัตราการระบายอากาศภายในอาคารให้มีปริมาณที่เพียงพอตามที่กฎหมายและมาตรฐานการระบายอากาศที่กำหนดไว้

2.2 การตรวจสอบและกำจัดพื้นที่ที่อาจก่อให้เกิดการสะสมของเชื้อโรภายในอาคาร เช่น การจัดการทำลาย หรือเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์เก่าที่ผุพัง กองเอกสารต่าง ๆ ที่ไม่ใช่แล้วออกจากอาคาร และหลีกเลี่ยงการทำการกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นและเชื้อโรภายในอาคาร

3. การตรวจสอบและทำความสะอาด

การทำความสะอาดเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในอาคาร สำหรับพื้นที่ที่แม่บ้านและช่างประจำอาคารจำเป็นต้องดูแลรักษาและทำความสะอาดเป็นพิเศษ มีดังนี้

3.1 ระบบปรับอากาศ ห้องงานระบบปรับอากาศ เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการสะสมของเชื้อโรคมากที่สุด ดังนั้น ในพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องให้ความสำคัญในเรื่องของการดูแลรักษาและการทำความสะอาดเป็นพิเศษ สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ควรหลีกเลี่ยงบริเวณที่เกิดน้ำขัง โดยเฉพาะในถาดน้ำทิ้งและท่อส่งลมเย็น ความชื้นและน้ำที่เกิดขึ้นอาจก่อให้เกิดคราบตะไคร่และเชื้อราที่ผิววัสดุ นอกจากนี้ ผู้ดูแลอาคารควรหมั่นตรวจสอบและทำความสะอาดสภาพของระบบปรับอากาศให้ใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ

3.2 พื้นที่ใช้งาน การทำความสะอาดในพื้นที่ใช้งานควรทำความสะอาดในบริเวณซอกมุมต่าง ๆ ของอาคาร นอกจากการทำความสะอาดแล้ว การเปิดรับแสงแดดให้ส่องเข้ามาในพื้นที่ใช้งานในช่วงวันหยุดเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วย

ลดปริมาณการสะสมของเชื้อโรภายในอาคารได้ นอกจากนี้ การทำความสะอาดพื้นผิววัสดุ พื้น ผนัง และเฟอร์นิเจอร์ โดยใช้น้ำยาทำความสะอาดจะช่วยกำจัดคราบเชื้อโรคที่เกาะอยู่ตามพื้นผิวต่าง ๆ ออกไปได้ จากการศึกษาปริมาณเชื้อโรคในอาคารก่อนและหลังทำความสะอาดอาคารสำนักงาน 10 หลังที่ปูพื้นด้วยพรม โดยใช้น้ำยาทำความสะอาด (3-Trime-thoxysilylpropyl Dimethyloctadecyl Ammonium Chloride) พบว่า ปริมาณเชื้อโรคที่พบในอาคารหลังทำความสะอาดด้วยน้ำยานี้มีค่าน้อยมาก (2-9 cfu/plate) เมื่อเทียบกับปริมาณเชื้อโรคที่พบก่อนทำความสะอาด (14-55 cfu/plate) [25]

3.3 การตรวจสอบบริเวณที่เกิดรอยรั่ว รอยแตก ร้าวบนพื้นผิวส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ซึ่งอาจก่อให้เกิดน้ำขังหรือเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เป็นผลให้มีคราบเชื้อโรคเกิดขึ้นบนพื้นผิววัสดุนั้นได้

นอกจากข้อมูลที่กำลังมาในตอนต้นแล้ว สำนักงานคุ้มครองสภาพแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency) [26] ได้เสนอแนะแนวทางการปฏิบัติและการวางแผนงานที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้บริหารอาคาร เช่น รายละเอียดของการอบรมการปฏิบัติงาน ข้อมูลระยะเวลาในการตรวจสอบและทำความสะอาดอุปกรณ์และวัสดุประกอบอาคาร เพื่อจัดการกับปัญหาคุณภาพอากาศ [27]

4. การจัดหาเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อช่วยในการทำความสะอาด

การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการสร้างสภาพแวดล้อมให้มีความปลอดภัย และแบ่งเบาภาระการทำความสะอาดในอาคาร โดยเฉพาะพื้นที่ที่คนไม่สามารถเข้าไปทำความสะอาดได้ เช่น การใช้เครื่องฟอกอากาศเพื่อช่วยกรองฝุ่นและเชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศ หรือการติดตั้งหลอดยูวีเพื่อฆ่าเชื้อโรคในระบบปรับอากาศ และการทำความสะอาดท่อลมโดยใช้หุ่นยนต์ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูง

ผู้ใช้อาคาร

การป้องกันและระงับภัยเบื้องต้น เป็นการป้องกันที่ดีที่สุดและปฏิบัติได้ง่ายที่สุดสำหรับผู้ใช้อาคาร ซึ่งผู้ใช้

อาคารอาจมีการตรวจร่างกายและรักษาสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง ระวังไม่ให้เกิดการเจ็บป่วย แม้กระทั่งการรักษาสภาพแวดล้อมที่เป็นอยู่ให้มีความปลอดภัย เช่น การช่วยเก็บกักจัดขยะ และหมั่นรักษาความสะอาดในพื้นที่ใช้งานของตนเอง เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่นและเชื้อโรค การจัดเก็บเอกสารไว้ในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ที่ไม่ทำให้เกิดชอกมูมเพื่อช่วยให้แม่บ้านทำความสะอาดง่ายขึ้น

6. บทสรุป

จากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น อาคารสำนักงานเป็นสถานที่หนึ่งที่มีปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคภายในอาคาร ดังนั้น คนที่อยู่ในอาคารสำนักงานจึงมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจได้เช่นกัน จากการสำรวจ พบว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคที่พบในอาคารหลายแห่ง ได้แก่ สภาพแวดล้อมภายในพื้นที่สำนักงานที่มีกองเอกสารจำนวนมาก ทำให้การเข้าไปทำความสะอาดในพื้นที่ต่าง ๆ เป็นไปอย่างยากลำบากและไม่ทั่วถึง อีกทั้งวัสดุภายในสำนักงานเองมีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดี ดังนั้น ในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงจะพบการเติบโตของเชื้อโรคเกิดขึ้นที่วัสดุเหล่านั้น นอกจากนี้ นโยบายและแนวทางในการบริหารจัดการอาคาร และความร่วมมือของผู้ใช้อาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมให้สภาพ

แวดล้อมภายในอาคารไม่มีความปลอดภัยได้เช่นกัน ดังนั้นปัญหาดังกล่าวจึงเป็นเรื่องที่ทุกฝ่ายจะต้องมีหน้าที่ความรับผิดชอบร่วมกันในการแก้ไขและปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เพื่อสร้างความปลอดภัยและส่งเสริมคุณภาพชีวิตของคนในสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น

จากประสบการณ์อันเลวร้าย มหันตภัยที่เกิดจากการแพร่ระบาดของโรคที่มีการติดต่อทางอากาศได้เปลี่ยนแปลงแนวคิดและนโยบายในการบริหารประเทศที่มีความเจริญทางเทคโนโลยีให้หันกลับมาให้ความสำคัญและใส่ใจในชีวิตและสุขภาพของคนมากขึ้น การที่คนเริ่มหันมาใส่ใจและดูแลรักษาสุขภาพย่อมส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกที่อยู่อาศัยที่มีความปลอดภัย กล่าวได้ว่า ภัยของโรคระบบทางเดินหายใจได้เข้ามามีบทบาทและเปลี่ยนแปลงแนวความคิดในการออกแบบและแนวทางการบริหารจัดการสถาปัตยกรรมด้วยเช่นกัน ดังนั้น แนวโน้มการออกแบบและจัดการอาคารในอนาคตข้างหน้า อาคารนอกจากจะต้องมีความสวยงามและตอบสนองต่อการใช้สอยแล้ว ยังต้องเป็นสถานที่ที่ปลอดภัยจากโรคภัยไข้เจ็บและนำความสุขมาสู่ผู้ใช้อาคารอีกด้วย การป้องกันภัยที่เกิดจากโรคที่มีการติดต่อทางอากาศไม่ใช่เรื่องที่ยากปฏิบัติได้ยากสำหรับนักออกแบบ ผู้บริหาร และเจ้าของอาคาร หากมีความเข้าใจถึงสาเหตุปัจจัยของโรคและเตรียมพร้อมในการระงับภัยเบื้องต้น ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการออกแบบ การบริหารจัดการ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้อาคารเอง

รายการอ้างอิง (References)

- [1] Ingraham, J. L., & Catherine, A. (2000). Introduction to microbiology (2nd ed.). USA: Brooks/Cole.
- [2] Maier, R. M. (2000). Environmental microbiology. Canada: Academic Press Publishing.
- [3] สุมลลี ชนะชาญมมงคล และคณะ. (2544). อันตรายทางชีวภาพและโรคติดต่อจากการทำงาน (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บีไลน์ กราฟฟิค.
- [4] Kay, J. G., & others. (1991). Indoor air pollution: Radon, bioaerosols, & VOCs. USA: Lewis Publishers.
- [5] คูอ้างอิง [2].
- [6] Kowalski, W. J. Airborne respiratory diseases and mechanical system for control of microbes. Retrieved from <http://www.medicalairsolutions.com>.
- [7] บัญชา ธนบุญสมบัติ. ต้องอยู่ทางแคไหน จึงจะปลอดภัยจากคนจาม. <http://www.nstda.or.th/scimag>.
- [8] สมหวัง ด่านชัยวิจิตร. (2542). อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อโรคติดต่อ. ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จอห์น พี ลอฟท์ส, 907–923.
- [9] อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมใน
 - (1) Kowalski, W. J., & Bahnfleth, W. P. UVGI Design basics for air and surface disinfection. Retrieved from <http://www.medicalairsolutions.com>.
 - (2) คูอ้างอิง [7].
- [10] Mohr, A. J. (2002). Fate and transport of microorganisms in air. Manual of Environmental Microbiology. Washington, DC: ASM Press American Society for Microbiology.
- [11] Berlin, G. Humidity control, IAQ, and you. Retrieved from <http://www.esmagazine.com>.
- [12] ASHRAE. (2000). 2000 ASHRAE Handbook – HVAC Systems and equipment. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
- [13] อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมใน
 - (1) พิไลพันธ์ พุทธิวัฒนะ และคณะ. (2540). ไวรัสวิทยา (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อักษรสมัย.
 - (2) นริกุล สุรพัฒน์ และคณะ. (2528). จุลชีววิทยาทางการแพทย์ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: กรุงเทพเวชสาร.
 - (3) นิภา จุญเวศม์ และคณะ. (2537). โรคเขตร้อน. โครงการตำราศิริราช. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อักษรสัมพันธ์.
 - (4) พิพัฒน์ ชูวรเวช. (2545). รู้เรื่องโรคภูมิแพ้ ป้องกันได้ รักษาหาย = Know your allergies. นนทบุรี: สนุกอ่าน.
 - (5) Holland, J. Mold prevention and control mold and mildew. Retrieved from <http://www.restcon.com>.
 - (6) Zue, H., & others. (2003). Experimental study of indoor and outdoor airborne bacterial concentrations in Tempe, Arizona, USA. Aerobiologia, 19. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 201–211.
 - (7) Nielsen, K. F. (2002). Mould growth on building materials: Secondary metabolites, mycotoxins and biomarkers. The Mycology Group, Biocentrum – DTU Technical University of Denmark.
 - (8) Sobsey, M. D., & Meschke, J. S. Virus survival in the environment with special attention to survival in sewage droplets and other environmental media of fecal or respiratory origin. Retrieved from <http://www.iapmo.org>.
- [14] Black, J. G. (1999). Microbiology principle and explorations (4th ed.). N. J.: Prentice Hall.
- [15] คูอ้างอิง [13], (8).
- [16] ทวี เวชพฤติ. การออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศกับคุณภาพอากาศในอาคาร. <http://www.thaihvac.com>.
- [17] ประพนธ์ ภูวนัตถ์ชัย และคณะ. สถานการณ์คุณภาพอากาศภายในอาคาร. <http://www.env.anamai.moph.go.th/develop/pdf/iaq.pdf>.
- [18] คูอ้างอิง [17].

- [19] โรคจากการประกอบวิชาชีพ, สำนัก. ข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงาน. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- [20] อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมใน
- (1) United States Environmental Protection Agency. An office building occupant's guide to indoor air quality. Retrieved from <http://www.epa.gov>.
 - (2) United States Environmental Protection Agency. An office manager/tenant can do. Retrieved from <http://www.epa.gov>.
- [21] ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2544.
- [22] อนามัยและสิ่งแวดล้อม, สำนัก. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อสลิโอเนลลาในหอผึ่งเย็นของอาคารในประเทศไทย. <http://www.thaihvac.com>.
- [23] สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2543). มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ. กรุงเทพฯ: ส. เอเชียเพรส (1989).
- [24] ASHRAE. (2004). ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2004. Atlanta: The American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
- [25] ดูอ้างอิง [4].
- [26] ดูอ้างอิง [20].
- [27] United States Environmental Protection Agency. Indoor air quality in large buildings. Retrieved from <http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/index.html>.

ที่มาของรูปภาพประกอบ (Figure Credits)

- รูปที่ 3 ASHRAE. (2000). 2000 ASHRAE Handbook – HVAC Systems and equipment. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
- รูปที่ 5 Kowalski, W. J., & Bahnfleth, W. P. UVGI Design basics for air and surface disinfection. Retrieved from <http://www.medicalairsolutions.com>.
- รูปที่ 9 Kowalski, W. J. Airborne respiratory diseases and mechanical system for control of microbes. Retrieved from <http://www.medicalairsolutions.com>.
- รูปที่ 11 Kowalsk, W. J., & Bahnfleth, W. P. Airborne – microbe filtration in indoor environments. Retrieved from <http://www.hpac.com>.