พื้นผิวภายในอาคาร: เหตุใดจึงสำคัญต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร

มณีรัตน์ องค์วรรณดี[1,*] ทับทิม ชาติสุวรรณ์[2]

[1] วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

* Email: maneerat.ong@nmu.ac.th

ส่งต้นฉบับบทความ : 1 ก.พ. 66 / ส่งบทความฉบับแก้ไข : 2 เม.ย. 66 / ตอบรับให้เผยแพร่ : 27 มิ.ย. 66 / เผยแพร่ : 30 มิ.ย. 66

การอ้างอิง: มณีรัตน์ องค์วรรณดี และ ทับทิม ชาติสุวรรณ์. (2566). พื้นผิวภายในอาคาร: เหตุใดจึงสำคัญต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 27 (ฉบับที่ 1).

https://doi.org/10.35762/EJ.2566002

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของพื้นผิววัสดุภายในอาคารว่าเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัตรของระดับมลพิษอากาศในอาคาร ซึ่งกำหนดปริมาณการได้รับสัมผัสสารมลพิษอากาศเข้าสู่ร่างกายของผู้ใช้สอยอาคาร ด้วยเหตุผลคือ พื้นผิวทำหน้าที่เป็นแหล่งปล่อยมลพิษจากตัววัสดุเองออกสู่อากาศโดยเฉพาะมลพิษประเภทสารอินทรีย์ระเหยง่ายและกึ่งระเหย และในทางกลับกันพื้นผิวยังทำหน้าที่เป็นแหล่งรองรับมลพิษทั้งก๊าซและอนุภาคที่เคลื่อนย้ายออกจากอากาศผ่านกระบวนการดูดซับหรือการตกสู่พื้นผิว กระบวนการนี้ทำให้เกิดการถ่วงหรือยืดเวลาของการปลดปล่อยสารมลพิษกลับคืนสู่อากาศซึ่งทำให้รูปแบบการรับสัมผัสมลพิษอากาศของผู้ใช้อาคารเปลี่ยนไป ตัวอย่างที่เห็นได้อย่างชัดเจนคือปรากฏการณ์ควันบุหรี่มือสาม นอกจากนี้งานวิจัยในปัจจุบันยังมุ่งศึกษาพื้นผิวในสถานะเป็นแหล่งรองรับการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกันของสารมลพิษต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นผิวแล้วก่อให้เกิดสารมลพิษชนิดใหม่ปลดปล่อยออกสู่อากาศในอาคารอีกด้วย

คำสำคัญ : พื้นผิวภายในอาคาร; การรับสัมผัส; พื้นผิววัสดุต่อปริมาตรอากาศ; ควันบุหรี่มือสาม; Indoor surface; Exposure; Surface-to-volume ratio; Third-hand smoke

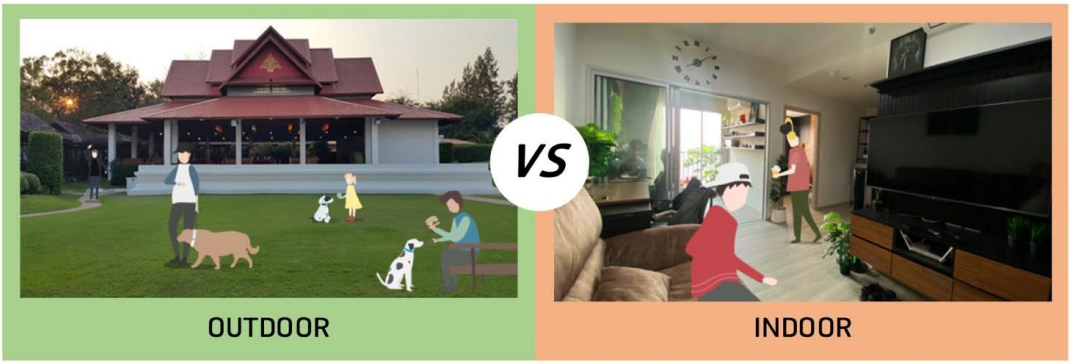
1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าคนเมืองใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ภายในอาคารเกือบทั้งวัน (มณีรัตน์ และ กมลชัย, 2565) ดังนั้น การรับสารมลพิษอากาศผ่านการหายใจและการสัมผัสผิวหนังจึงเกิดขึ้นได้ขณะที่อยู่ภายในอาคาร โดยปริมาณมลพิษอากาศที่เข้าสู่ร่างกายจะมากน้อยเพียงใดขึ้นกับปัจจัยสำคัญคือระยะเวลาที่ได้รับสัมผัส ชนิดและความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศในสถานที่นั้น ในบทความนี้จะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของ

พื้นผิวภายในอาคารที่ทำหน้าที่เป็นทั้งแหล่งปล่อยสารมลพิษออกสู่อากาศในอาคาร (emission source) เช่น เฟอร์นิเจอร์ สีทาและสารเคลือบพื้นผิว เป็นต้น นอกจากนี้วัสดุภายในอาคารเองยังทำหน้าที่เป็นแหล่งรองรับสารมลพิษทั้งก๊าซและอนุภาคที่เคลื่อนที่ให้มาติดหรือตกลงบนพื้นผิว (surface sink) จึงเปรียบเสมือนเป็นถังที่กักเก็บสารมลพิษไว้แล้วค่อยปล่อยคืนออกสู่อากาศภายในอาคารอีกครั้ง ดังนั้น พื้นผิววัสดุจึงสามารถถ่วงหรือยืดเวลาของการปล่อยมลพิษให้ยาวนานขึ้น ตัวอย่างที่ชัดเจนของปรากฏการณ์ในลักษณะนี้คือควันบุหรี่มือสาม (third-hand smoke) ซึ่งมลพิษในควันบุหรี่มือสามประกอบด้วยนิโคติน เบนซีน และอะโครลีน เมื่อผู้สูบได้ปล่อยควันออกมาแล้ว สารพิษในควันบุหรี่เหล่านั้นบางส่วนไม่ได้ถูกการระบายอากาศพาออกจากอาคาร เนื่องจากพวกมันสามารถถูกดูดติดอยู่บนพื้นผิวต่าง ๆ หรือถูกดูดติดที่ฝุ่นละอองภายในอาคาร หลังจากนั้นสามารถคายตัวจากพื้นผิวหรือฝุ่นละอองที่มันดูดติดและเคลื่อนย้ายกลับเข้าสู่อากาศภายในอาคารได้อีกครั้ง (Burton, 2011) จึงทำให้ผู้ที่อยู่ภายในอาคารสูดดมสารมลพิษควันบุหรี่เหล่านั้นเข้าไปในร่างกายถึงแม้จะไม่มีการสูบบุหรี่เลยก็ตาม นอกจากนี้ การถ่วงหรือยืดเวลาการปล่อยมลพิษจากพื้นผิวยังมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการรับสัมผัสมลพิษอากาศของผู้ใช้อาคาร ดังนั้น ชนิดและพื้นที่ผิวของวัสดุจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญในการกำหนดปริมาณการรับสัมผัสมลพิษอากาศของคนที่อยู่ภายในอาคาร

2. พื้นที่ผิววัสดุต่อปริมาตรอากาศ คืออะไร และสำคัญอย่างไร

บางคนอาจตั้งข้อสังเกตว่าทำไมพื้นผิวต่าง ๆ ที่อยู่ภายนอกอาคารจึงไม่ส่งผลกระทบต่อการรับสัมผัสมลพิษอากาศในชั้นบรรยากาศทั่วไปเมื่อเปรียบเทียบกับปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (รูปที่ 1) คำตอบของคำถามนี้อยู่ที่ ‘ขนาด (scale)’ ของตัวแปรที่เรียกว่า ‘พื้นที่ผิววัสดุต่อปริมาตรอากาศ ณ บริเวณนั้น (surface-to-volume ratio, S/V)’ โดยมีหน่วย เช่น ตารางเมตรต่อลูกบาศก์เมตร (ตร.ม. ต่อ ลบ.ม.) จะเห็นได้ว่าเมื่ออยู่ด้านนอกอาคารปริมาตรอากาศที่ครอบคลุมนั้นกว้างใหญ่มากจนทำให้ขนาดของค่าของ S/V น้อยมาก แต่เมื่อเราเข้าสู่ภายในอาคารที่มีห้องที่ล้อมรอบด้วยผนัง เพดาน พื้น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ จะทำให้ขนาดของค่า S/V เพิ่มสูงขึ้น (พื้นผิวในห้องมากต่อปริมาตรอากาศในห้องที่จำกัด) มีการศึกษาเพื่อหาค่า S/V ของห้องน้ำ ห้องนอน ห้องทำงาน และห้องส่วนกลางในที่พักอาศัยจำนวน 9 แห่งในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ค่าตัวเลข S/V อยู่ในช่วง 2.2 - 5.4 ตร.ม. ต่อ ลบ.ม. (Hodgson et al., 2004) แปลความหมายได้ว่า ในห้องที่มีปริมาตรอากาศ 1 ลบ.ม. มีพื้นผิววัสดุอาคารและสิ่งของต่าง ๆ รอบตัวเรามีพื้นที่ผิวรวมกันเท่ากับ 2.2 – 5.4 ตร.ม. ซึ่งถือว่ามากเลยทีเดียว และการศึกษาวิจัยวัดพื้นผิวในห้องนอน ห้องครัว และห้องทำงานที่ตั้งอยู่ในมลรัฐเวอร์จิเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 33 ห้อง ได้ค่าเฉลี่ยของ S/V เท่ากับ 3.2±1.2 ตร.ม. ต่อ ลบ.ม. (Manuja et al., 2019) จากทั้งสองงานวิจัยพบว่าห้องที่มีค่า S/V สูงสุดคือ ห้องน้ำ (ประมาณ 5 ตร.ม. ต่อ ลบ.ม.) และห้องทำงาน (ประมาณ 3.6 ตร.ม. ต่อ ลบ.ม.) โดยประเภทของพื้นผิวในห้องที่มีพื้นที่มากที่สุด ได้แก่ ผนัง เพดาน และพื้น ในขณะที่เฟอร์นิเจอร์และเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่นำเข้ามาติดตั้งในห้องสามารถเพิ่มพื้นที่ผิวทั้งหมดให้สูงขึ้นได้ถึง 50% และทำให้ปริมาตรอากาศในห้องลดลงไปประมาณ 10% เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรอากาศของห้องที่ไม่มีเฟอร์นิเจอร์และเครื่องใช้ต่าง ๆ



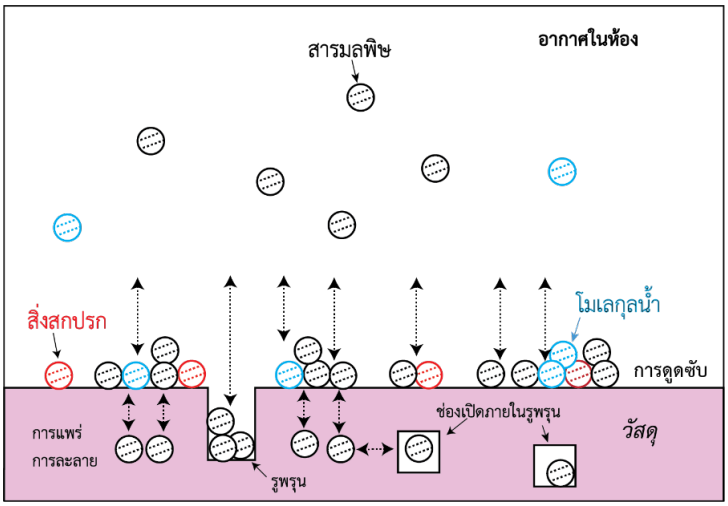
รูปที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างพื้นผิววัสดุต่อปริมาตรอากาศ (surface-to-volume ratio, S/V) ของสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในอาคาร

เมื่อพิจารณารูปทรงของพื้นผิวและชนิดของพื้นผิวในอาคารจะพบว่า รูปทรงแบบพื้นเรียบ (flat) มีพื้นที่รวมมากที่สุด เช่น พื้นห้อง พื้นผนัง เพดาน พื้นผิวตู้ หน้าต่าง ประตู ตามมาด้วยพื้นผิวที่เป็นรูปทรงกล่องสี่เหลี่ยม (rectangular prism) เช่น เตียง ชั้นวาง กล่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัว ส่วนชนิดของพื้นผิวที่ปรากฏมากที่สุด คือ สีทาพื้นผิว (paint) มีค่าถึง 42±14% ของพื้นผิวทั้งหมดในห้องประเภทต่าง ๆ ตามมาด้วยไม้ย้อม (stained wood) คิดเป็น 22±12% ของพื้นผิวทั้งหมด ส่วนพื้นผิวพลาสติกและโลหะพบว่ามีมากในห้องครัวและห้องทำงาน (Manuja et al., 2019) พื้นผิวในห้องสามารถจำแนกตามสมบัติวัสดุของการแทรกซึมผ่านเข้าออกของโมเลกุลของสารมลพิษได้เป็น 2 กลุ่ม คือ วัสดุที่สารมลพิษแทรกซึมผ่านได้ (permeable surface material) เช่น สีทา สีย้อมเคลือบ ไม้ ผ้าเส้นใย กระดาษ และวัสดุที่สารมลพิษแทรกซึมผ่านไม่ได้ (impermeable surface material) เช่น แก้วซิลิกา ท็อปหินควอทซ์เคาน์เตอร์ในห้องครัว และโลหะ (Abbatt et al., 2022) ทั้งนี้ การจำแนกว่าวัสดุมีสมบัติที่ยอมให้สารมลพิษเคลื่อนที่ (แพร่) ในเนื้อวัสดุได้หรือไม่ยังต้องพิจารณาจากระยะเวลาที่ศึกษาด้วยเช่นกัน (relevant timescale) ดังนั้น อาจพบว่า คอนกรีตถูกจำแนกเป็นพื้นผิววัสดุที่แทรกซึมผ่านได้ อีกทั้งคอนกรีตยังมีช่องเปิดขนาดเล็กภายในด้วย

3. พื้นผิววัสดุภายในอาคารมีบทบาทอย่างไรต่อคุณภาพอากาศในอาคาร

บทบาทชัดเจนที่สุดที่มีผลทำให้คุณภาพอากาศในอาคารแย่ลงของพื้นผิววัสดุภายในอาคารคือ วัสดุเป็นแหล่งปล่อยมลพิษออกสู่อากาศในอาคารโดยเฉพาะมลพิษประเภทสารอินทรีย์ทั้งสารอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile organic compounds, VOCs) และสารอินทรีย์กึ่งระเหย (semi volatile organic compounds, SVOCs) มีงานวิจัยโดยการรวบรวมรายงานการตรวจวัดมลพิษอากาศในอาคารสำนักงานทั่วโลกตั้งแต่ปี 2000 จากบทความวิจัยที่เผยแพร่ในฐานข้อมูลวิชาการที่ได้รับความเชื่อถือ พบว่า มีชนิดมลพิษอากาศที่ตรวจพบถึง 342 ชนิด โดยกลุ่มที่มีจำนวนมากที่สุดคือ สารอินทรีย์ระเหยง่ายและอัลดีไฮด์ (aldehydes) ซึ่งมีแหล่งกำเนิดสำคัญมาจากวัสดุเครื่องใช้ในสำนักงาน (Sérafin et al., 2021)

พื้นผิววัสดุภายในอาคารยังมีบทบาทอีกด้านที่สำคัญมากคือการทำหน้าที่เป็นแหล่งรองรับสารมลพิษที่เคลื่อนย้ายจากอากาศมาติดที่ผิวแล้วอาจแทรกซึมเข้าไปในเนื้อวัสดุ (sorption) เรียกว่า ‘surface sink’ หรือ ‘surface reservoir’ โดยงานวิจัยในปัจจุบันนิยมใช้คำว่า ‘partitioning’ แทนคำว่า ‘sorption’ ซึ่งบ่งบอกถึงการแบ่งสัดส่วนของสารมลพิษชนิดหนึ่งที่สนใจศึกษาว่ามีปริมาณเท่าไรอยู่ที่ผิวและที่อยู่ในเนื้อวัสดุเมื่อเทียบกับปริมาณที่มีอยู่ในอากาศ ณ สภาวะสมดุลของระบบ ดังนั้นคำว่า ‘partitioning’ จึงสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของวัสดุอย่างชัดเจนว่าเป็นแหล่งที่อยู่ของสารมลพิษทั้งที่อยู่ที่พื้นผิวส่วนสัมผัสกับอากาศด้านนอกและส่วนที่ยอมให้สารมลพิษแทรกซึมเข้าไปในเนื้อหรือช่องว่างรูพรุนด้านในของวัสดุ ในทางกลับกันสารมลพิษที่อยู่ที่วัสดุยังสามารถเคลื่อนย้ายกลับสู่อากาศได้เช่นกัน ปรากฏการณ์นี้จึงเกิดขึ้นแบบพลวัตร (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ภาพจำลองปรากฏการณ์ระดับโมเลกุลของสารมลพิษบริเวณขอบสัมผัส (interface) ระหว่างผิววัสดุกับอากาศบริเวณนั้น

ตัวอย่างปรากฏการณ์ที่วัสดุภายในอาคารทำหน้าที่รองรับมลพิษและถ่วงเวลาการปล่อยมลพิษกลับคืนสู่อากาศ เช่น นิโคตินในควันบุหรี่ที่ถูกปล่อยออกมาในขณะที่มีผู้สูบในห้องสามารถเคลื่อนที่มาติดที่พื้นผิววัสดุได้ดีโดยเฉพาะวัสดุเส้นใย (Ongwandee et al., 2017) จึงทำให้ระดับนิโคตินในอากาศขณะที่มีการสูบบุหรี่ลดต่ำลงกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีสมมติที่วัสดุในอาคารไม่มีความสามารถดูดติดโมเลกุลของสารอินทรีย์ได้เลย โดยนิโคตินที่ดูดติดบนวัสดุจะถูกคายตัว (desorption) ออกสู่อากาศภายในอาคารอย่างช้า ๆ และเป็นระยะเวลานานเป็นปี ดังนั้น ผู้อาศัยในห้องที่เคยมีการสูบบุหรี่มาก่อน (แม้จะไม่มีการสูบบุหรี่อีกแล้วก็ตาม) จะได้รับนิโคตินอยู่ตลอดเวลาที่อาศัยอยู่ในห้องดังกล่าว โดยการระบายอากาศของอาคารทั่วไปสามารถช่วยกำจัดนิโคตินขณะที่สูบบุหรี่ออกไปได้เพียง 13% เท่านั้น (มณีรัตน์, 2551) อีกหนึ่งตัวอย่างคือ กลิ่นอาหารที่หลงเหลือจากการทำครัวซึ่งมาจากพื้นผิวในครัวจัดเป็นปรากฏการณ์แบบเดียวกัน ดังนั้น รูปแบบการรับสัมผัสมลพิษอากาศของผู้ใช้สอยอาคารถูกทำให้เปลี่ยนแปลงไปได้ตามห้วงเวลาของพลวัตรของสารมลพิษอากาศ

นอกเหนือจากพื้นผิวรองรับมลพิษอากาศจากกระบวนการดูดซับแล้ว พื้นผิวยังรองรับการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารมลพิษต่าง ๆ ภายในอาคารด้วย เช่น ปฏิกิริยาเคมีของก๊าซโอโซนกับสารที่อยู่บนพื้นผิววัสดุสามารถก่อให้เกิดสารมลพิษชนิดใหม่ขึ้นมาได้เรียกว่า สารมลพิษทุติยภูมิ (secondary pollutant) โดยสารมลพิษที่เกิดขึ้นใหม่บนพื้นผิวสามารถเคลื่อนที่เข้าสู่บรรยากาศภายในอาคารได้ ตัวอย่างของสารมลพิษทุติยภูมิจากปฏิกิริยากับโอโซน ได้แก่ สารก่อมะเร็ง (ฟอร์มัลดีไฮด์ อะโครลีน) สารระคายเคือง (คาร์บอนิล กรดคาร์บอกซิลิก) อนุมูลอิสระ (free radical) อนุภาคละอองอินทรีย์ (organic aerosol) เป็นต้น (Morrison, 2008) ซึ่งก๊าซโอโซนในอาคารส่วนใหญ่ถูกพัดพาจากบรรยากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร รวมทั้งมาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภทที่ใช้ในอาคาร ตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีพื้นผิวอื่นเช่น ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่มาจากการใช้เตาแก๊สในการทำครัวทำปฏิกิริยากับพื้นผิวที่มีละอองน้ำทำให้เกิดกรดไนตริกและกรดไนตรัสรวมถึงไนตริกออกไซด์ซึ่งเป็นสารระคายเคืองและสามารถกระตุ้นอาการของโรคหอบหืดได้ (Morrison, 2008)

นอกจากนี้พื้นผิวในบ้านเรือนยังเป็นแหล่งรองรับและสะสมมลพิษอากาศประเภทอนุภาคขนาดเล็ก โดยผลการศึกษาพบว่ากระบวนการเคมีเหล่านี้ถูกขับเคลื่อนด้วยกิจวัตรประจำวันของคนที่อยู่อาศัยและหนึ่งในหัวข้อของการศึกษาคือการตกสะสมของอนุภาคขนาดเล็กระดับนาโนเมตรบนพื้นผิวภายในบ้านโดยพบอนุภาคขนาดเล็กมาก (ultrafine particle) บนบานกระจกในห้องครัวโดยอนุภาคของชั้นฟิล์มมีความหนาเพิ่มขึ้นในขณะที่ทำครัวด้วยการผัดและชั้นฟิล์มเพิ่มความหนาด้วยอัตราเร็วกว่าในช่วงเวลาที่ไม่มีผู้อยู่อาศัยในบ้าน อนุภาคที่ตกบนบานกระจกส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 100 นาโนเมตรและมีองค์ประกอบของกรดไขมันที่มาจากการทำอาหาร ซึ่งโมเลกุลและ/หรืออนุภาคที่อยู่ในอากาศเมื่อเคลื่อนที่มาติดบนพื้นผิวด้วยแรงยึดเหนี่ยวจะสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้นานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโมเลกุลหรืออนุภาคที่อยู่ในอากาศที่พร้อมจะถูกพาออกนอกอาคารได้อย่างรวดเร็วจากการระบายอากาศของอาคาร (Farmer et al., 2019)

4. นิยามขอบเขตของพื้นผิวคือตำแหน่งไหน

ปัจจุบันมีการอภิปรายกันอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับนิยามของพื้นผิวในอาคารที่ควรครอบคลุมพื้นผิวมากกว่าที่ตาสามารถมองเห็นได้ เนื่องจากนักวิจัยให้ความสำคัญกับกระบวนการต่าง ๆ ทางเคมีที่เกิดขึ้นบนพื้นผิว ดังนั้น นิยามพื้นผิวจึงควรเป็นขอบเขตที่แบ่งระหว่างส่วนเชื่อมต่อของผิววัสดุกับอากาศ (interface) ดังรูปที่ 2 ซึ่งต้องรวมถึงรูพรุนของวัสดุ (pore) ช่องเปิด (void) ในเนื้อวัสดุที่ยอมให้สารมลพิษอากาศแทรกซึมผ่านเข้าได้ รวมทั้งชั้นฟิล์มของโมเลกุลของน้ำบนพื้นผิว และสิ่งสกปรกที่ติดบนพื้นผิว เช่น อนุภาคละอองที่ตกบนพื้นผิว สารอินทรีย์ที่ควบแน่นบนพื้นผิว (Abbatt et al., 2022) ชั้นของสิ่งปนเปื้อนที่เคลือบพื้นผิวดั้งเดิมจะทำให้คุณสมบัติทางเคมีของพื้นผิววัสดุต่างไปจากสมบัติเดิมอย่างสิ้นเชิง ยกตัวอย่างเช่น ความสามารถในการดูดซับสารมลพิษอากาศของวัสดุตกแต่งในอาคารที่มีความชื้นในอากาศต่างกันจะมีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากชั้นฟิล์มของน้ำที่คลุมผิววัสดุ (Ongwandee et al., 2017) นอกจากนี้มีการอภิปรายกันเกี่ยวกับผิวหนังของมนุษย์ของผู้ใช้สอยอาคารหรือแม้แต่เสื้อผ้าที่สวมใส่โดยเฉพาะในสถานที่ที่มีคนอยู่กันค่อนข้างแออัดควรได้รับการพิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของพื้นผิวในอาคารด้วยหรือไม่ เนื่องจากผิวหนังของมนุษย์และเสื้อผ้าที่เปื้อนเหงื่อ

สามารถปล่อยสารเคมีหลากหลายชนิด เช่น แอมโมเนีย อะซิโตน กรดอะซิติก และโนนานาล (Nonanal – กลิ่นตัวเฉพาะของคนสูงอายุ) เป็นต้น (Bekö et al., 2020; Sekine, 2020) และผิวหนังยังสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เช่นเดียวกับพื้นผิววัสดุอื่น โดยมีการยืนยันแล้วว่า น้ำมันที่ผิวหนังหรือที่เส้นผม หรือเครื่องประทินผิวสามารถทำปฏิกิริยากับก๊าซโอโซนในอาคารได้ (Morrison, 2008; Wisthaler and Weschler 2010; Nazaroff and Weschler 2022; Morrison et al., 2022)

5. การศึกษาวิจัยของประเทศไทยเป็นอย่างไร

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยที่ศึกษาประเด็นพื้นผิวภายในอาคารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางเคมีในอาคารนั้นมีจำนวนน้อยมาก โดยจากประสบการณ์ผู้เขียนบทความที่ทำวิจัยด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารมานานเกือบสองทศวรรษพบว่า ประเทศไทยยังไม่มีฐานข้อมูลวัสดุที่ใช้ภายในอาคารทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพที่จำแนกไว้เพื่อการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร ยกตัวอย่างเช่น การใช้เพื่อประเมินอัตราการปลดปล่อยมลพิษจากวัสดุอาคาร การใช้อธิบายและการทำนายการเกิดปฏิกิริยาเคมีของมลพิษที่พื้นผิวในอาคาร การใช้เพื่อพัฒนาแบบจำลองคุณภาพอากาศภายในอาคารให้มีความแม่นยำ หรือแม้แต่การใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดนโยบายการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศ ประกอบกับความนิยมที่เปลี่ยนไปของคนรุ่นใหม่ในประเทศที่เลือกพักอาศัยในอาคารชุดคอนโดมิเนียมมากขึ้น ห้องพักที่มีขนาดเล็กลงทำให้พื้นผิววัสดุภายในอาคารมีอิทธิพลมากขึ้นต่อชนิดและปริมาณสารมลพิษในอาคารที่เข้าสู่ร่างกายของผู้พักอาศัย การใช้ฐานข้อมูลวัสดุภายในอาคารของต่างประเทศที่มีการศึกษาไว้แล้วนั้นอาจใช้ประโยชน์ได้ระดับหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากลักษณะการอยู่อาศัยและการใช้สอยอาคาร การก่อสร้าง การตกแต่งภายในอาคาร ราคาและสภาพแวดล้อมที่ตั้งอาคารของแต่ละประเทศมีความแตกต่างกัน ล้วนมีผลต่อวัสดุที่ใช้และสัดส่วนของวัสดุที่ใช้ทั้งสิ้น การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพื้นผิววัสดุจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทย

6. บทสรุป

วัสดุภายในอาคารแทบทั้งหมดสามารถเป็นแหล่งปล่อยมลพิษอากาศภายในอาคารได้ด้วยอัตราการปล่อยมลพิษที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมบัติของวัสดุและสภาพการใช้งานโดยวัสดุภายในอาคารสามารถเป็นแหล่งปล่อยทั้งสารมลพิษปฐมภูมิ (สารที่มีอยู่เดิมในวัสดุนั้น) และสารมลพิษทุติยภูมิ (ผลจากปฏิกิริยาเคมีที่พื้นผิว) ดังนั้น ข้อแนะนำสำหรับผู้ใช้อาคารที่สามารถนำไปปฏิบัติเพื่อการสร้างคุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคารหรือที่พักของตน ได้แก่ การลดและควบคุมแหล่งกำเนิดมลพิษที่อยู่ภายในอาคาร เช่น การเลือกใช้วัสดุภายในอาคาร เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่ง อุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ที่มีการปล่อยมลพิษอากาศสารอินทรีย์ระเหยต่ำ ไม่ปล่อยสารฟอร์มัลดีไฮด์ ไม่ปล่อยก๊าซโอโซน มีการทำความสะอาดสถานที่ใช้สอยเป็นประจำ ไม่สะสมของที่ไม่ใช้ไว้ในบริเวณที่มีกิจกรรมของผู้ใช้อาคารและการปฏิบัติตามมาตรการอื่นร่วมด้วย ได้แก่ หลีกเลี่ยงกิจกรรมการเผาไหม้ภายในอาคาร เช่น การทำครัว สูบบุหรี่ จุดธูปเทียน การจัดให้มีการระบายอากาศของห้อง/อาคาร

ที่เพียงพอและการป้องกันมลพิษอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารในช่วงเวลาที่มลพิษอากาศภายนอกสูงเกินค่ามาตรฐานด้านสุขภาพ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

มณีรัตน์ องค์วรรณดี. (2551). การซับสารมลพิษควันบุหรี่บนวัสดุภายในอาคาร. วารสารสิ่งแวดล้อม, 12(1), 55 – 60.

มณีรัตน์ องค์วรรณดี และ กมลชัย ยงประพัฒน์. (2565). การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร – รูปแบบการใช้เวลาภายในอาคารของคนไทยในเขตเมือง. วารสารสิ่งแวดล้อม, 26(2), 1-8.

Abbatt, J. P. D., Morrison, G. C., Grassian, V. H., Shiraiwa, M., Weschler, C. J., & Ziemann, P. J. (2022). How should we define an indoor surface?. Indoor air, 32(1), e12955. https://doi.org/10.1111/ina.12955

Bekö, G., Wargocki, P., Wang, N., Li, M., Weschler, C. J., Morrison, G., Langer, S., Ernle, L., Licina, D., Yang, S., Zannoni, N., & Williams, J. (2020). The Indoor Chemical Human Emissions and Reactivity (ICHEAR) project: Overview of experimental methodology and preliminary results. Indoor air, 30(6), 1213–1228. https://doi.org/10.1111/ina.12687

Burton A. (2011). Does the smoke ever really clear? Thirdhand smoke exposure raises new concerns. Environmental health perspectives, 119(2), A70–A74. https://doi.org/10.1289/ehp.119-a70

Farmer, D. K., Vance, M. E., Abbatt, J. P. D., Abeleira, A., Alves, M. R., Arata, C., Boedicker, E., Bourne, S., Cardoso-Saldaña, F., Corsi, R., DeCarlo, P. F., Goldstein, A. H., Grassian, V. H., Hildebrandt Ruiz, L., Jimenez, J. L., Kahan, T. F., Katz, E. F., Mattila, J. M., Nazaroff, W. W., . . . Zhou, Y. (2019). Overview of HOMEChem: House Observations of Microbial and Environmental Chemistry [10.1039/C9EM00228F]. Environmental Science: Processes & Impacts, 21(8), 1280-1300. https://doi.org/10.1039/C9EM00228F

Hodgson, A.T. Ming, K.Y. and Singer, B.C. (2004). Quantifying object and material surface areas in residences. Indoor Environment Department Report LBNL-56786, Lawrence Berkeley Laboratory.

Manuja, A., , Ritchie, J., , Buch, K., , Wu, Y., , Eichler, C. M. A., , Little, J. C., , & Marr, L. C., (2019). Total surface area in indoor environments. nvironmental science. Processes & impacts, 21(8), 1384–1392. https://doi.org/10.1039/c9em00157c

Morrison G. (2008). Interfacial chemistry in indoor environments. Environmental science & technology, 42(10), 3494–3499. https://doi.org/10.1021/es087114b

Morrison, G., Eftekhari, A., Fan, A., Majluf, F., & Krechmer, J. E. (2022). The influence of personal care products on ozone-skin surface chemistry. PloS one, 17(9), e0268263. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268263

Nazaroff, W. W., & Weschler, C. J. (2022). Indoor ozone: Concentrations and influencing factors. Indoor air, 32(1), e12942. https://doi.org/10.1111/ina.12942

Ongwandee, M., Chatsuvan, T., Suksawas Na Ayudhya, W., & Morris, J. (2017). Understanding interactions in the adsorption of gaseous organic compounds to indoor materials. Environmental science and

pollution research international, 24(6), 5654–5668. https://doi.org/10.1007/s11356-016-8302-9

Sérafin, G., Blondeau, P., & Mandin, C. (2021). Indoor air pollutant health prioritization in office buildings. Indoor air, 31(3), 646–659. https://doi.org/10.1111/ina.12776

Sekine, Y. (2020, November 1-4). Human Skin Gas and Indoor Environment. In Plenary Session: Indoor Air Pollution. The 16th Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate (Indoor Air 2020), Virtual Conference.

Wisthaler, A., & Weschler, C. J. (2010). Reactions of ozone with human skin lipids: sources of carbonyls, dicarbonyls, and hydroxycarbonyls in indoor air. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 107(15), 6568–6575. https://doi.org/10.1073/pnas.0904498106