

การรับรู้คุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ*

Perception of Interior Air Quality in Public Buildings

ณัฏฐารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุล (Natjareekorn Sawatmongkhonkul)**

ชุมพร มูรพันธุ์ (Chumporn Moorapun)***

บทคัดย่อ

คุณภาพอากาศภายในอาคาร ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้ใช้พื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ ที่ผู้ใช้ไม่สามารถรับรู้ถึงมลพิษของอากาศและยังคงใช้พื้นที่ตามปกติ ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพ การวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารในฐานะตัวชี้วัดแบบกาววิสัย กับการรับรู้ของผู้ใช้ในฐานะตัวชี้วัดแบบอัตวิสัย และนำรูปแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ส่งผลต่อระดับคุณภาพอากาศ มาเป็นปัจจัยหลักในการศึกษา โดยทำการประเมินคุณภาพอากาศด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ พร้อมกันกับการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้พื้นที่ ในสถานที่ที่มีความแตกต่างกัน ทั้งด้านกิจกรรม ปริมาณความหนาแน่นและระดับการเผาผลาญ เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกพื้นที่ เช่น ห้องเรียน ศูนย์อาหารและร้านอาหารปิ้งย่าง รวมทั้งสิ้น 11 แห่ง

จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของปัจจัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ทำให้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ความชื้น และคาร์บอนไดออกไซด์มีความแตกต่างกัน โดยที่ห้องเรียนนั้นมีคุณภาพอากาศที่ต่ำกว่ามาตรฐาน เป็นที่น่าสนใจว่า ผลการเปรียบเทียบกับ การรับรู้ของผู้ใช้กลับไม่สามารถรับรู้ถึงมลพิษทางอากาศ ดังนั้นการเสนอแนะถึงแนวทางการออกแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งที่นักออกแบบควรคำนึงถึง ทั้งนี้เพื่อสร้างสุขภาพที่ดีให้มวลชน

คำสำคัญ : การรับรู้, คุณภาพอากาศ, อาคารสาธารณะ

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการออกแบบภายใน มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

This article is a part of the thesis. Master of Arts, Major Field: Interior Design Management, Bangkok University.

** นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการออกแบบภายใน มหาวิทยาลัยกรุงเทพ เบอร์โทรศัพท์: 081-3905556 e-mail: nalnatjar@gmail.com

Graduate students of Master of Arts, Major Field: Interior Design Management, Bangkok University. Tel: 081-3905556 e-mail: nalnatjar@gmail.com

*** อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุมพร มูรพันธุ์ อาจารย์ประจำ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Thesis Advisor: Assistant Professor Chumphon Moorapun, Ph.D. Faculty of Architecture, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

Indoor air quality has been the important factor affecting health of occupancy particularly the building using air conditioning system. Users cannot perceive and have still utilize functional areas as usual. This research then aims to find on the relationship between indoor air quality as an objective indicator and perception of users as subjective indicator. Physical environmental design affecting air quality level has been consider of a important factor in this study.

Air quality was evaluated through scientific measuring instrument and questionnaire response from occupancies in places of case studies. Criteria for choosing case studies were based on both activities and density of occupancies. Eleven places were selected as case studies which include classrooms, food centers and roasted and grilled restaurants.

The study finds that elements of physical environment factors can cause different average of temperature, humidity and carbon dioxide content. According to the study, classrooms had air quality level below standard. Furthermore, user was not able to perceive air quality and air pollution. Therefore, results of this study can provide suggestion and guidelines for architects and interior designer to concern for interior environment and health of the publics.

Key Words : Perception, Interior Air Quality, Public Buildings

บทนำ

ในปัจจุบันเราใช้เวลาส่วนใหญ่อาศัยอยู่ภายในอาคารที่มีการนำระบบปรับอากาศมาใช้สร้างสภาวะความน่าสบาย เพื่อก่อให้เกิดคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น จากการสรรสร้างสภาวะความน่าสบายทางอุณหภูมิด้วยระบบปรับอากาศสำหรับอาคารที่มีระบบปิดนี้เอง อากาศภายในอาคารจึงถูกหมุนเวียนนำมาใช้อย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการสะสมความชื้นและความร้อนภายในวัสดุตกแต่ง รวมถึงการสะสมฝุ่นละออง เชื้อโรคและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ เป็นอาการป่วยที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมภายในอาคาร (วิกรม เสงคศิริ, 2548)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารสาธารณะที่มีอายุการใช้งานยาวนานและมีผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก มีกิจกรรมที่มีความหลากหลาย หากการบริหารจัดการการออกแบบสภาพแวดล้อมภายใน เช่น กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเผาผลาญ ความหนาแน่นของผู้ใช้พื้นที่และการเลือกใช้วัสดุตกแต่งที่อาจก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อปัญหาข้างต้น ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่า หากมีการจัดการหรือการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในที่เหมาะสม จะสามารถส่งเสริมคุณภาพอากาศภายในอาคารให้ดีขึ้นได้

นอกจากนี้อาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศเป็นตัวสร้างสภาวะความน่าสบายหลายแห่ง มักพบว่าในช่วงเวลาที่ระบบปรับอากาศทำงานจนถึงระดับที่ปริมาณความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ของอาคารมีระดับอุณหภูมิอากาศเป็นไปตามค่าสภาวะแวดล้อมตามที่กำหนดแล้ว ระบบปรับอากาศก็จะลดระดับการจ่ายปริมาณ

ลมเย็นลงเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิภายในอาคารให้คงที่ตามค่าที่กำหนดไว้ จนทำให้ปริมาณการถ่ายเทอากาศและการระบายอากาศที่จะหมุนเวียนภายในอาคารมีปริมาณน้อยลงและไม่เพียงพอแก่ความต้องการ ส่งผลให้ผู้ใช้ภายในอาคารรู้สึกอึดอัด หายใจไม่สะดวกและเกิดการสะสม ของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น เชื้อจุลินทรีย์ สารเคมีและฝุ่นละออง จนเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้งานในอาคาร ซึ่งเรียกว่า Sick Building Syndrome ได้

ฉะนั้นหากสภาวะแวดล้อมของอาคารและระบบปรับอากาศไม่มีความเหมาะสมหรือไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริง ภายในอาคารนั้นก็จะมีคุณภาพอากาศที่ไม่ดี เป็นผลกระทบต่อการใช้งานและสุขภาพของผู้ใช้งานในอาคาร (วรสันต์ บุรณากาญจน์, 2535) แม้ว่าจะมีทฤษฎีการปรับตัวของรอย (Roy's adaptation model 1999) ที่กล่าวถึงระดับการปรับตัวที่อยู่ในภาวะอันตรายไว้ว่าเมื่อสิ่งเร้าที่มากระทบนั้นอยู่ในขอบเขตความสามารถในการปรับตัวของบุคคล บุคคลจะสามารถปรับตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าสิ่งเร้านั้นอยู่นอกเหนือความสามารถของบุคคลจะเกิดการปรับตัวที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งระดับความสามารถในการปรับตัวของแต่ละบุคคลจะมีลักษณะเฉพาะตัวและมีขอบเขตจำกัด

จากที่ผ่านมามีผู้ใช้งานอาคารที่มีอาการเจ็บป่วยรวมถึงการเสียชีวิตที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการใช้งานในอาคาร ทั้งที่ทราบและไม่ทราบถึงสาเหตุการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการใช้งานในอาคารที่มีคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่ดี ทำให้มีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าในประเด็นเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีหลายประเด็นที่น่าสนใจ ยกตัวอย่างเช่น การสะสมของสารที่ก่อให้เกิดอันตราย การนำอากาศเข้าและการกระจายอากาศ โรคระบบทางเดินหายใจความเสียหายร้ายแรง จากการออกแบบและจัดการอาคารสำนักงานที่ไม่เหมาะสม (ดารณี จาริมิตร และคณะ, 2006) เป็นต้น

จากการทบทวนวรรณกรรมเบื้องต้น การวิจัยในอดีตส่วนใหญ่เป็นการประเมินทางวิทยาศาสตร์โดยพิจารณาเฉพาะภววิสัย (Objective) ยกตัวอย่างเช่น การตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคารด้วยเครื่องมือภาคสนามด้านเคมี ชีวภาพและกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณฝุ่นละอองและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ เป็นต้น ซึ่งยังไม่ค่อยมีคนนำการประเมินทางวิทยาศาสตร์มาพิจารณา ร่วมกับการรับรู้ของผู้ใช้งานในอาคาร (Subjective) ซึ่งการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการใช้งานในอาคารที่มีคุณภาพอากาศที่ไม่ดีนั้นจะยังเป็นอันตรายมากขึ้น หากสภาพแวดล้อมก่อให้เกิดคุณภาพอากาศภายในที่เป็นอันตรายแต่ผู้ใช้งานในอาคารนั้นกลับไม่รับรู้ถึงคุณภาพอากาศที่เป็นอันตรายนั้น

ในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นศึกษาสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ระดับของคุณภาพอากาศภายในอาคารใน ฐานะตัวชี้วัดแบบภววิสัยเปรียบเทียบกับ การรับรู้ของผู้ใช้งานในพื้นที่ในฐานะตัวชี้วัดแบบอัตวิสัย โดยการศึกษา สภาพแวดล้อมจะใช้วิธีการในการทดสอบเกี่ยวกับความเข้าใจสภาพการณ์ของผู้ใช้งานในอาคาร กับสภาพการณ์จริงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะประกอบไปด้วย การรับรู้ในด้านความหนาแน่นของผู้ใช้ ชนิดของวัสดุ ความหลากหลายของ กิจกรรมและพฤติกรรมผู้ใช้งาน โดยที่หากพิจารณาจากองค์ประกอบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในสภาพแวดล้อมแล้ว เห็นชัดว่าผลผลิตจากการเผาไหม้ (Combustion Products) เช่น กระบวนการปรุงอาหารนั้นทำให้เกิดการ ระบายเคื่องต่อตา จมูก เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นโรคหัวใจ และ โรคมะเร็งปอด

ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงใช้ระดับการเผาผลาญอาหารในร่างกายด้วยกระบวนการเมแทบอลิซึม และผลผลิตจากการเผาไหม้ข้างต้นเป็นหลักในการแบ่งประเภทของกิจกรรมที่ทำในสภาพแวดล้อม ส่วนข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบ เพื่อก่อให้เกิดคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี และเกิดการตระหนักรับรู้ความสำคัญของการออกแบบที่อยู่อาศัย หรืออาคารสาธารณะที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในอนาคต งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาลักษณะของสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคาร และการรับรู้ของผู้ใช้งานเป็นหลัก ซึ่งนำมาสู่วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัย ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยทางสภาพแวดล้อมทางกายภาพ อุณหภูมิและความชื้น กิจกรรมที่ทำและความหนาแน่นผู้ใช้อาคารที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารในฐานะตัวชี้วัดแบบกาววิสัย (Objective) กับการรับรู้ของผู้ใช้ในฐานะตัวชี้วัดแบบอัตวิสัย (Subjective)

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ลักษณะสภาพแวดล้อมภายในอาคารสาธารณะ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

คุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคาร หมายถึง สภาวะการที่อากาศภายในอาคารอาจมีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณที่ไม่มากพอที่จะทำให้เกิอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ หรือสิ่งแวดล้อมภายในอาคารนั้นๆ (วรวิญญ์ สิงหนาท, 2552)

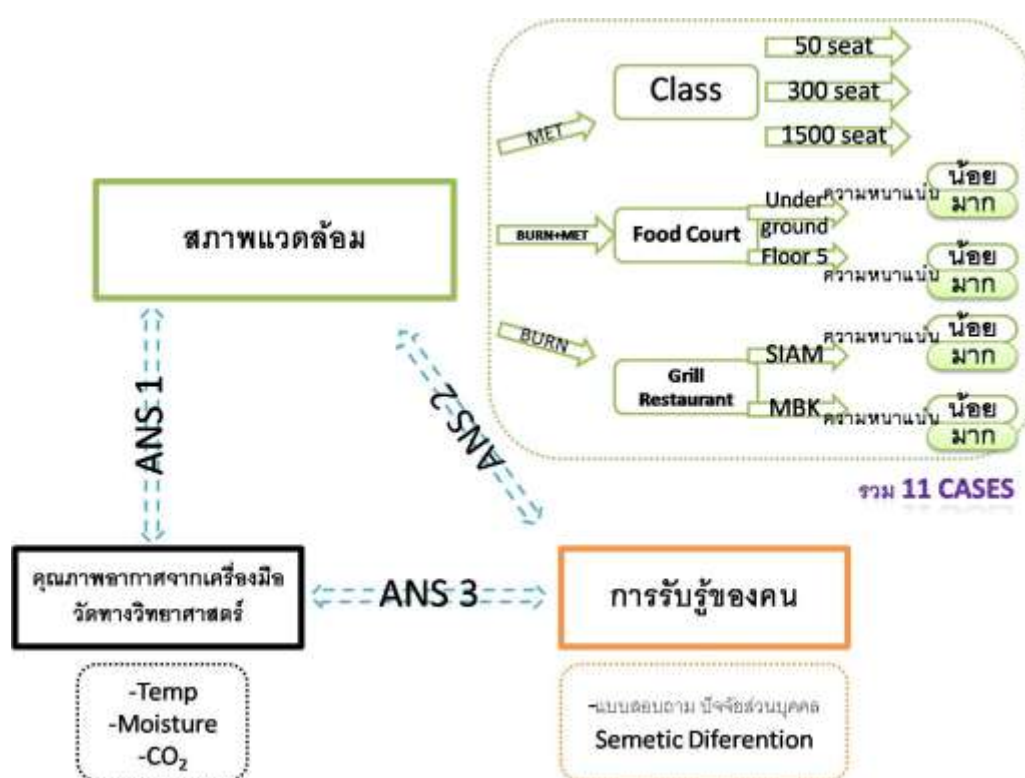
กาววิสัย (Objective) หรือวัตถุวิสัย คือ สิ่งที่ยังดำรงอยู่อย่างเป็นอิสระไม่ขึ้นกับการรับรู้ ไม่ขึ้นกับความรู้สึกทางใจของเรา เป็นสิ่งที่ถูกเห็น ถูกได้ยิน ถูกสัมผัส

อัตวิสัย (Subjective) หรือจิตวิสัย คือ ภาวะที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึก ความนึกคิดของคน อาจเป็นความเห็น ความชอบ ความงาม ซึ่งแต่ละคนอาจรู้สึกคิดเห็นแตกต่างกัน เป็นมุมมองความคิดเห็นส่วนตัวของบุคคล ขึ้นกับความรู้สึกทางใจตามที่รับรู้

กรอบแนวคิดในการวิจัยและวรรณกรรมสนับสนุนกรอบแนวคิด

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษา ใน 2 ประเด็นหลัก คือ ประเด็นสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่ และประเด็นการรับรู้สภาพแวดล้อม โดยในประเด็นสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่นั้นมุ่งศึกษาถึงสภาพแวดล้อมทางกายภาพของอาคารสาธารณะ คือศึกษากลุ่มพื้นที่ ปริมาณความหนาแน่นของผู้ใช้งาน กิจกรรมและพฤติกรรมของผู้ใช้งาน โดยทำการแบ่งกลุ่มกิจกรรมและพฤติกรรมของผู้ใช้งานจากระดับความหนักเบาของกิจกรรมซึ่งได้บอกเป็นค่าระดับพลังงานการเผาผลาญในร่างกาย (MET) กิจกรรมที่นำมาศึกษาทั้งหมดเป็นกิจกรรมระดับเบา ค่าระดับพลังงานการเผาผลาญน้อยกว่า 3 METs อาทิเช่น นั่งเรียนหนังสือ จดบทเรียน เดินห้าง ทำอาหารที่มีการยืนเป็นส่วนมาก ทำอาหารที่มีการเดินร่วมด้วย เป็นต้น ซึ่งสามารถจำแนกย่อยได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ห้องเรียน ศูนย์อาหาร และร้านอาหารปิ้งย่าง เมื่อได้สภาพแวดล้อมดังกล่าวแล้วจึงทำการตรวจวัดระดับคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอ้างอิงทฤษฎีและแนวความคิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ การจัดองค์ประกอบเชิงพื้นที่ หน้าที่และประโยชน์ใช้สอยและแนวความคิดเกี่ยวกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับประเด็นการรับรู้สภาพแวดล้อมของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้วัดระดับการรับรู้ของผู้ใช้งานจากการทำแบบสอบถาม เพื่อทราบถึงความสามารถในการรับรู้ระดับคุณภาพอากาศของบุคคลต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพ โดยอ้างอิงถึงทฤษฎีและแนวความคิดทางด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวกับพฤติกรรมและการรับรู้

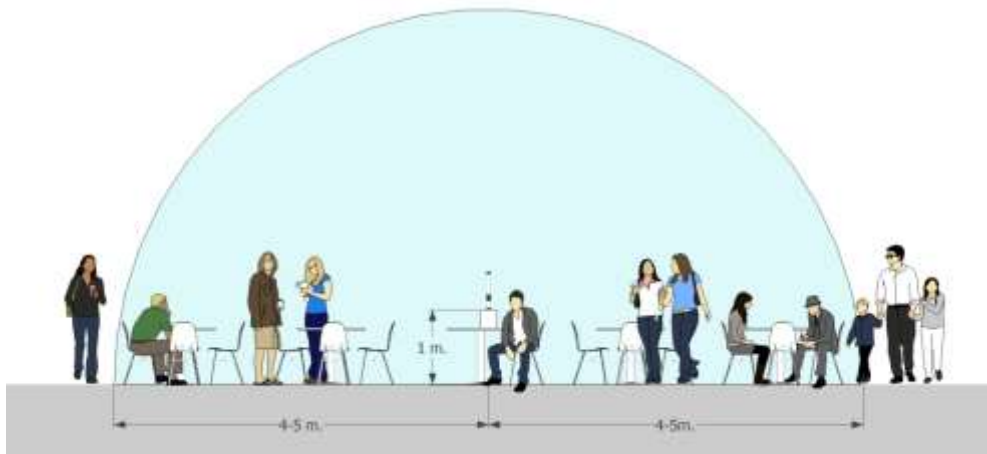


ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดของการวิจัย

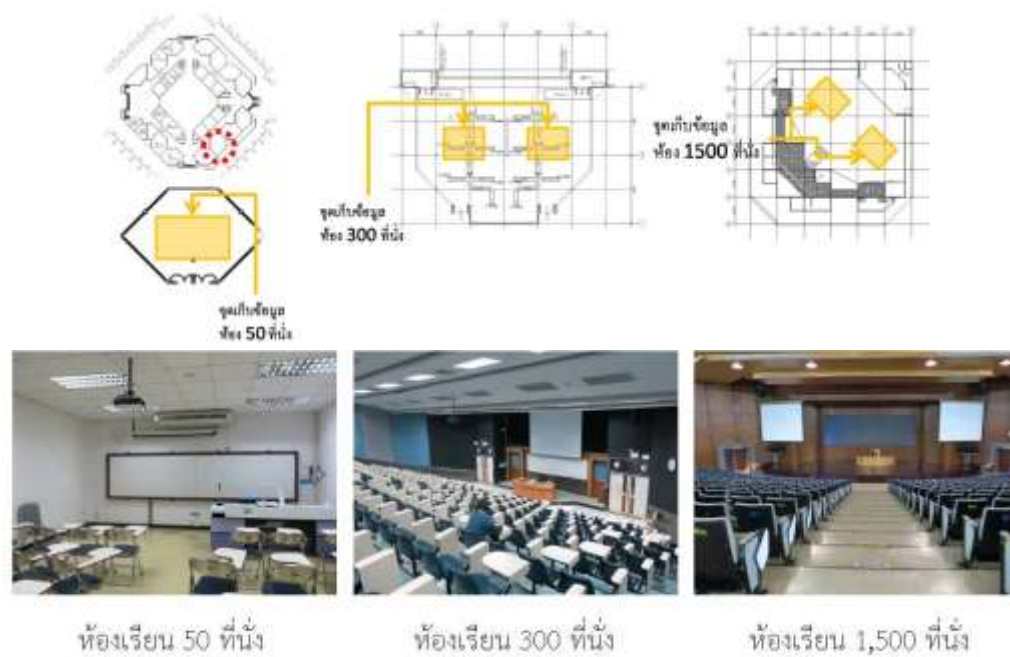
วิธีการวิจัย

จากความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย ทำให้สามารถกำหนดสถานที่โดยการเลือกพื้นที่ภายในอาคารที่มีการแบ่งกิจกรรมและพฤติกรรมผู้ใช้งานตามค่าระดับพลังงานการเผาผลาญภายในร่างกายและการเผาไหม้ ทั้งหมด 3 สถานที่ คือ ห้องเรียน ศูนย์อาหารและร้านอาหารปิ้งย่าง โดยกำหนดช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้งานในพื้นที่ และพิจารณาจากปริมาณความหนาแน่นของผู้ใช้งาน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงเวลาคือช่วงเวลาที่มียุทธยานผู้เข้าใช้งานหนาแน่น และช่วงเวลาที่มียุทธยานผู้เข้าใช้งานเบาบาง โดยจากการสำรวจเบื้องต้นทำให้สามารถกำหนดช่วงเวลาในการตรวจวัดคือ ช่วงเวลาที่มียุทธยานผู้ใช้งานหนาแน่นเป็นช่วงเวลาประมาณ 11.30-13.30 น. และช่วงเวลาที่มียุทธยานผู้ใช้งานเบาบางประมาณ 14.00-17.00 น. ในขณะที่ห้องเรียนมีข้อจำกัดในการเข้าใช้งาน จึงทำให้มีช่วงเวลาที่ได้วัดได้เพียงแค่ช่วงเวลาเดียวคือ ช่วงเวลาประมาณ 13.00-16.00 น. และค่าที่ได้ คือ ค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ คือ

Graywolf soving solution เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด อุณหภูมิ ความชื้นและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) โดยตั้งโปรแกรมให้ทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลทุก 5 นาที และคำนวณค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการตรวจวัด พร้อมกับเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในพื้นที่ ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการตรวจวัดจาก 11 สถานที่ คือ ห้องเรียน (3 แห่ง) ศูนย์อาหาร (4 แห่ง) และร้านอาหารปิ้งย่างภายในอาคารสรรพสินค้า (4 แห่ง) จากนั้น นำค่าที่ได้มาทดสอบทางสถิติแบบง่าย โดยการหาค่าเฉลี่ย เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อม หาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และระดับการรับรู้ของแต่ละสถานที่ พร้อมทั้ง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารกับการรับรู้ของผู้ใช้พื้นที่ พิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างกันของแต่ละสถานที่ โดยใช้การคำนวณทางสถิติ T-test และ Anova



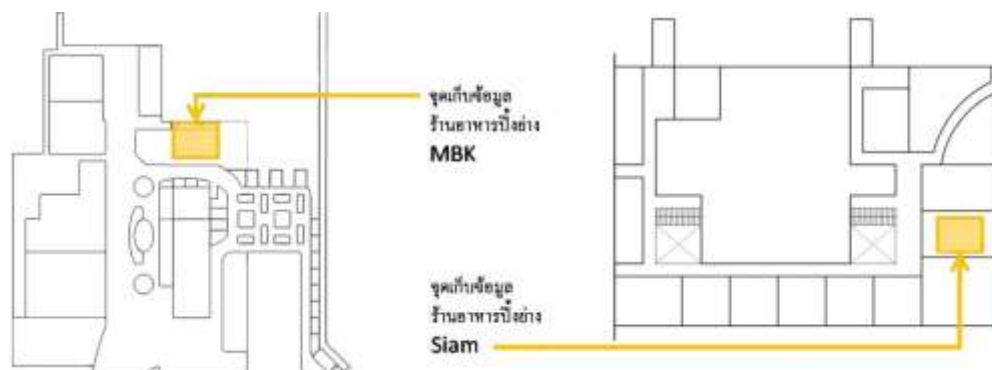
ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการเก็บข้อมูล การวางและขอบเขตของเครื่องวัด



ภาพที่ 3 แสดงจุดเก็บข้อมูลสำหรับห้องเรียน



ภาพที่ 4 แสดงจุดเก็บข้อมูลสำหรับศูนย์อาหาร



ร้านอาหารปิ้งย่าง MBK
ที่มา www.tripadvisor.com



ร้านอาหารปิ้งย่าง Siam
ที่มา www.painaidii.com

ภาพที่ 5 แสดงจุดเก็บข้อมูลสำหรับร้านอาหารปิ้งย่าง

ผลการวิจัย

จากวิธีการดำเนินการวิจัยที่ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจวัด พร้อมกับเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในพื้นที่ทั้งหมด 11 สถานที่ดังที่กล่าวไปแล้วนั้น โดยมีช่วงเวลาที่ปริมาณผู้เข้าใช้งานในพื้นที่เบาบาง และปริมาณผู้เข้าใช้งานในพื้นที่หนาแน่น เมื่อทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ของผู้ใช้งานในด้าน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ ในแบบสอบถามได้แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนการรับรู้ออกเป็น 7 ระดับ กำหนดค่าการรับรู้ในแต่ละระดับ ในด้านอุณหภูมิระดับความรู้สึก 1 คือความรู้สึกหนาวเย็นมากที่สุด เรียงลำดับไปจนถึง 7 คือความรู้สึกร้อนมากที่สุด ดังนั้นความรู้สึกที่เป็นปกติคือช่วง 3.5-4.5 ส่วนการรับรู้ด้านความชื้นและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หากมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 4 ถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ดีและมีอาการผิดปกติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยระดับที่ 1 เป็นระดับที่ผู้ใช้งานรู้สึกไม่ดีมากที่สุด แต่หากมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 4 หมายความว่าผู้ใช้งานรับรู้ถึงคุณภาพอากาศที่ดีและสบายตัว โดยระดับที่ 7 เป็นระดับที่ผู้ใช้งานรับรู้ถึงคุณภาพอากาศที่ดีมากที่สุด โดยช่วงที่มีปริมาณผู้ใช้งานเบาบาง สามารถแสดงผลในตารางที่ 1 และในช่วงที่มีปริมาณผู้ใช้งานหนาแน่น สามารถแสดงผลในตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานระหว่างกิจกรรมกับตัวชี้วัดในช่วงที่มีปริมาณผู้ใช้งานพื้นที่เบาบาง

	Few Density												
	(Measurement)			Perception (Questionnaire)									
	Temp °C	Humidity %	CO ₂ ppm										
	Standard 23-26 °C	Standard 55-65 %	Standard <1000 ppm	พลาสมา	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์
Classroom													
50													
300													
1500													
Food Court													
Floor 5	27.06	56.61	793.88	3.31	5.08	5.02	5.31	5.14	5.25	4.93	5.28	5.00	4.67
Under G	26.43	55.54	784.78	3.22	5.18	4.65	5.21	4.61	4.77	4.37	4.72	4.38	4.41
Grill Restaurant													
Sam	23.13	59.22	634.58	3.08	5.25	4.25	4.50	4.80	4.25	4.50	3.63	3.88	3.50
MBK	27.42	57.66	883.26	4.25	4.25	6.00	4.58	4.42	5.67	4.42	3.83	3.08	4.75

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานระหว่างกิจกรรมกับตัวชี้วัดในช่วงที่มีปริมาณผู้ใช้พื้นที่หนาแน่น

	Many Density												
	(Measurement)			Perception (Questionnaire)									
	Temp °C	Humidity %	CO ₂ ppm										
	Standard 23-26 °C	Standard 55-65 %	Standard <1000 ppm	พลาสมา	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์	อินทรีย์
Classroom													
50	25.69	46.64	2,995.90	3.88	4.13	4.14	4.53	4.54	4.45	4.04	4.50	4.16	4.16
300	26.74	44.88	1,578.32	2.96	5.35	5.32	5.55	5.45	5.41	5.25	5.44	5.40	5.11
1500	25.47	47.32	927.99	4.05	4.39	4.43	5.17	4.83	4.88	4.40	4.86	4.46	4.35
Food Court													
Floor 5	26.26	49.87	795.68	3.14	4.86	4.67	5.09	4.92	5.24	4.38	4.93	4.73	4.61
Under G	26.43	56.37	786.26	3.21	5.27	5.08	5.37	5.14	5.32	4.84	5.22	5.05	4.83
Grill Restaurant													
Sam	23.44	58.18	917.72	3.68	4.89	5.11	5.74	5.30	5.56	5.36	5.43	5.09	4.98
MBK	27.48	53.46	976.32	3.96	5.56	5.09	5.50	4.86	5.38	4.79	5.08	4.89	5.23

โดยการทบทวนวรรณกรรม กิตติพงศ์ เติมยะประดิษฐ์ (2548) กำหนดให้ในสภานำสบาย ค่าเฉลี่ยที่เหมาะสมของอุณหภูมิ เป็นค่าที่อยู่ระหว่าง 23 – 26 องศาเซลเซียส Yamtraipat N., Khedari, J., and Hirunlabh, J., (2005) แนะนำว่า ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สำหรับประเทศไทยควรอยู่ระหว่าง 50%-60% และ International air quality (2012) กำหนดให้ค่ามาตรฐานของระดับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ควรจะน้อยกว่า 1000 ppm. จากตารางจึงมีการกำหนดสัญลักษณ์ลูกศรสีแดง (ชี้ขึ้น) แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่อยู่สูงกว่าระดับค่ามาตรฐาน และลูกศรสีน้ำเงิน (ชี้ลง) แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าระดับค่ามาตรฐาน

โดยจากตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดตัวชี้วัดดังกล่าวในช่วงที่มีปริมาณผู้ใช้งานเบาบาง พบว่า ศูนย์อาหารมีระดับอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่ามาตรฐาน เมื่อพิจารณาจากสภานำสบาย อุณหภูมิควรอยู่ในช่วง 23-26 องศาเซลเซียส (กิตติพงศ์ เติมยะประดิษฐ์, 2548) โดยผลการทดสอบค่าทางสถิติ (T-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่วัดได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบกับแบบสอบถามเกี่ยวกับภาวะอากาศ ผู้ใช้งานกลับรู้สึกว่าการอากาศค่อนข้างหนาวเย็น ในขณะที่ร้านอาหารปิ้งย่างมีอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ผู้ใช้งานรู้สึกถึงอากาศที่หนาวเย็นแต่ก็ยังรู้สึกสบายและพึงพอใจกับภาวะอากาศขณะนั้น

และจากตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดตัวชี้วัดดังกล่าวในช่วงที่มีปริมาณผู้ใช้งานหนาแน่น พบว่า ศูนย์อาหารมีระดับอุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่องตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยผลการทดสอบค่าทาง

สถิติ (T-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่วัดได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ร้านอาหารปิ้งย่างมีอุณหภูมิต่ำกว่าค่ามาตรฐาน แม้ผู้ใช้งานจะรู้สึกถึงอากาศที่หนาวเย็นแต่ก็รู้สึกสบายดีมาก เช่นเดียวกับห้องเรียน แม้ผู้ใช้งานจะรู้สึกสบายแต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้กลับมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานในปริมาณที่มาก โดยห้องเรียน 50 ที่นั่ง มีอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน จึงทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกสบาย ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ในขณะที่ผู้ใช้งานไม่รู้สึกถึงการระคายเคือง เนื่องจากอุณหภูมิยังอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐาน ซึ่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่อาจไม่มีความรู้สึก หรือรับรู้ได้น้อยถึงปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ที่มีอยู่ในอากาศ จึงทำให้ผู้ใช้งานยังรู้สึกสบาย

การอภิปรายผล

สภาพแวดล้อมทางกายภาพมีปัจจัยต่างๆ ที่นำมาศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น รวมถึงลักษณะของกิจกรรมและปริมาณความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร การวิจัยนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คุณภาพอากาศภายในอาคารในฐานะตัวชี้วัดแบบกววิสัย กับ การรับรู้ของผู้ใช้ในฐานะตัวชี้วัดแบบอัตวิสัย โดยประเมินคุณภาพอากาศด้วยเครื่องมือตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์พร้อมกับการตอบแบบสอบถาม ในสถานที่ที่มีความแตกต่างกันในด้านกิจกรรมและปริมาณความหนาแน่น โดยใช้กิจกรรมที่ก่อให้เกิดกระบวนการเผาผลาญและการเผาไหม้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกพื้นที่ต่างๆ เช่น ห้องเรียน ศูนย์อาหารและร้านอาหารปิ้งย่างในอาคารสรรพสินค้า รวมทั้งสิ้น 11 แห่ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความแตกต่างกัน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของผู้ใช้งานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้เห็นได้ว่าผู้ใช้งานไม่สามารถรับรู้ถึงสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยว่า ถ้าคุณภาพอากาศไม่ดี คนไม่รับรู้จะส่งผลต่อปัญหาสุขภาพของผู้ใช้งาน และเมื่อทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศที่เกิดขึ้นจริงกับการรับรู้ พบว่าสถานที่ที่มีการประกอบอาหารร่วมด้วยมีค่าความชื้นและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนมากอยู่ในระดับมาตรฐานหรือต่ำกว่า ซึ่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่ที่ไม่มีความรู้สึกหรือรับรู้ได้น้อยนั้น อาจเนื่องจากการที่ได้เข้าใช้งานเป็นประจำ จึงเกิดความเคยชินกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ หรือมีสิ่งเร้าที่หลากหลายทำให้ไม่สามารถจะเลือกรับรู้ได้อย่างชัดเจนหรือไม่ได้ให้ความสนใจต่อสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่อยู่รอบตัวเรา เป็นภาวะชินชาต่อสิ่งแวดล้อม ตามหลักแนวคิดแนวจิตวิทยาสิ่งแวดล้อมของ Gifford (2007) ดังนั้นผู้ใช้งานจึงยังรู้สึกหายใจเป็นปกติ อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมที่มีปัญหาทั้งระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงและค่าความชื้นต่ำกว่าระดับมาตรฐาน ได้แก่ ห้องเรียน ทั้ง 3 ขนาด ประกอบด้วย ขนาด 50 ที่นั่ง 300 ที่นั่งและ 1,500 ที่นั่ง อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ อาทิเช่น การถ่ายเทอากาศ การดูแลรักษา การตรวจสอบความพร้อมและเตรียมระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ จำนวนการเข้าใช้งานในพื้นที่ ลักษณะพื้นที่ที่เป็นแบบปิดและยังเป็นห้องที่ไม่ได้เปิดใช้งานจนกว่าจะมีการเรียนการสอน และห้องเรียนขนาด 50 ที่นั่งและ 300 ที่นั่ง มีการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้ามาทางประตูได้ง่าย จึงทำให้เกิดค่าอุณหภูมิที่มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานร่วมด้วย ในขณะที่ร้านอาหารปิ้งย่างที่สยาม มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าค่ามาตรฐานอาจเนื่องมาจากมีเครื่องดูดควันช่วยในการกำจัดก๊าซที่เกิดขึ้น เมื่อพิจารณาอุณหภูมิที่วัดได้จริงของร้านอาหารปิ้งย่างพบว่ามีความต่ำกว่าค่ามาตรฐานทั้งในช่วงเวลาที่คนหนาแน่นและไม่หนาแน่น ผู้ใช้งานรู้สึกถึงภาวะอากาศที่ดีอาจเนื่องจากผู้เข้าใช้งานอยู่ใกล้เตาไฟซึ่งให้ความร้อน ทำให้รู้สึกถึงความอบอุ่น จึงต้องตั้งค่าเครื่องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำเพื่อให้ผู้ใช้

งานเกิดความรู้สึกสบาย ในขณะที่ศูนย์อาหารมีอุณหภูมิสูงกว่าค่ามาตรฐานทั้งช่วงเวลาที่คนหนาแน่นและเบาบาง ผู้ใช้งานรู้สึกสบาย สามารถอธิบายได้ว่า ศูนย์อาหารเป็นพื้นที่แบบเปิด มีพื้นที่กว้าง มีความสามารถในการกระจายอุณหภูมิและรักษาระดับอุณหภูมิได้ยาก และเมื่อมีปริมาณผู้เข้าใช้งานหนาแน่น ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความชื้นในอากาศลดลง ส่วนตัวสภาพแวดล้อมที่มีปัญหามากคือ ห้องเรียน 300 ที่นั่ง มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด แต่ผู้ใช้งานรู้สึกสบาย อาจเนื่องจากความหนาแน่นของผู้ใช้ต่อปริมาณพื้นที่สูงที่สุด อีกทั้งมีลักษณะวัสดุที่ใช้ในการตกแต่งร่วมด้วย เมื่อพิจารณาลักษณะของบุคคลทางด้านเพศ พบว่า เพศชายมีความสามารถในการรับรู้ความรู้สึกสภาพแวดล้อมทางกายภาพด้านอากาศได้ดีกว่าเพศหญิงเล็กน้อย และมีการรับรู้ที่ตีความมากที่สุดในด้านที่เกี่ยวข้องกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยพิจารณาจากลักษณะอาการปวดหัว วิงเวียนศีรษะ เป็นต้น และเมื่อพิจารณาลักษณะของบุคคลทางด้านอายุ ช่วงอายุของบุคคลที่น้อยกว่า 20 ปี มีการรับรู้ความรู้สึกด้านอาการเจ็บป่วยเนื่องจากสภาพอากาศได้ดีกว่าช่วงอายุอื่นๆ โดยมีการรับรู้ที่ตีความมากที่สุดในด้านอาการอึดอัดหายใจไม่ออก เนื่องจากความชื้นสูง และพบว่า ยิ่งบุคคลที่มีอายุเพิ่มมากขึ้นจะมีการรับรู้ที่ลดลงด้วยเช่นกัน

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไปนั้น อาจทำการศึกษาในตัวแปรอื่นๆร่วมด้วย เช่น ในด้านของกลิ่น แสงสว่าง ระดับการมองเห็น ด้านสุนทรียภาพที่สื่อถึงบรรยากาศของสภาพแวดล้อม ความสูงของฝ้าที่มีผลต่อการรับรู้ของบุคคล เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อการรับรู้ของบุคคลที่แตกต่างกัน และควรศึกษาจากประเภทอาคารที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ให้ครอบคลุมกับกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ เพื่อหาค่ามาตรฐานที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคาร หากสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในอาคารนั้นมีค่าตัวชี้วัดต่ำกว่าค่ามาตรฐาน อาจมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เน้นเรื่องระบบการระบายอากาศให้มีปริมาณเพียงพอ เพิ่มการระบายอากาศในห้องที่มีคนมากหรือสารมลพิษมาก ควรติดตั้งพัดลมดูดอากาศสำหรับอากาศเสีย และใช้เครื่องดูดควันที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องเรียนขนาดเล็กควรมีการดูแลรักษา และตรวจสอบระบบระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การระบายอากาศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น มีการบำรุงรักษา การทำความสะอาดส่วนต่างๆของระบบระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ พร้อมทั้งควรมีการเผยแพร่ข้อมูลและให้ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศภายในอาคารแก่ผู้ใช้งานในอาคาร และผู้บริหารงานอาคาร ซึ่งอาจมีการจัดทำคู่มือในการใช้งาน การดูแลรักษาอาคาร การประเมินตรวจวัดความผิดปกติจากเหตุร้องเรียนอาคาร จัดให้มีการอบรมให้ความรู้ความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น อาจมีการติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณเตือนเมื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารมีค่าเกินค่ามาตรฐานเพื่อแจ้งให้ผู้ควบคุมดูแลรับทราบและดำเนินการแก้ไข ปรับปรุงในขั้นตอนต่อไปร่วมด้วย พร้อมทั้งมีการบันทึกข้อมูล เพื่อช่วยในการวิเคราะห์และตรวจสอบได้ในอนาคต ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถช่วยให้สถาปนิก นักออกแบบหรือผู้เกี่ยวข้องนำมาตรวจสอบว่าแนวคิดในการออกแบบอาคารนั้นๆ สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้มากน้อยเพียงใด อีกทั้งยังสามารถเสนอแนะเป็นแนวทางในการออกแบบที่ส่งเสริมต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารพร้อมทั้งพัฒนากระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิตติพงศ์ เตมียะประดิษฐ์. (2548). **คุณภาพอากาศภายในอาคาร**. เข้าถึงเมื่อ 17 มกราคม 2551. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaihvac.com>
- ดารณี จาริมิตร และคณะ. (2006). **โรกระบบทางเดินหายใจความเสี่ยงร้ายแรงจากการออกแบบและจัดการอาคารสำนักงานที่ไม่เหมาะสม**. วารสารการวิจัยและการศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ผังเมือง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรวิญญ์ สิงหนาท. (2552). **การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารพักอาศัย**. เข้าถึงเมื่อ 8 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.airbornefilter.com>
- วรสันต์ บุรณากาญจน์. (2554). **การวิจัยแบบบูรณาการต่อยอดองค์ความรู้ประหยัดพลังงานสู่บ้านพอเพียง**. โครงการจัดประชุมวิชาการ ประจำปี 2554 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วิกรม เสงคิสิริ, สติธร เทพตระการพร. (2548). **กลุ่มอาการที่เกิดจากการทำงานในอาคารปิด (Sick Building Syndrome)**. บทวิทยากร วารสารการส่งเสริมสุขภาพ และอนามัยสิ่งแวดล้อม ปีที่ 28 ฉบับที่ 2 (เมษายน – มิถุนายน) 2548.
- วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. (2549). **พฤติกรรมมนุษย์ กับ สภาพแวดล้อม มูลฐานทางพฤติกรรมเพื่อการออกแบบและวางแผน**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์. (2543). **คู่มือปฏิบัติการมลพิษอากาศภายในอาคาร**. กรุงเทพมหานคร : กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย: การศาสนา.

ภาษาต่างประเทศ

- Gifford Robert. (2007). **Environmental psychology: Principles and practice**: Optimal Books.
- International air quality and Air Velocity/Flow Measurement. (2012). Accessed April 19, 2015, Available from <http://www.testo.com.tr>
- Roy, Callista L., and Andrews, A. Heather. (1999). **The Roy adaptation model**. Stamford, Conn: Appleton & Lange.
- Solomon, Robert C. (2005). **Subjectivity**. in Honderich, Ted. Oxford Companion to philosophy, Oxford University Press.
- Yamtraipat N., Khedari, J., and Hirunlabh, J., 2005, **Thermal Comfort Standards for Air Conditioned Buildings in Hot and Humid Thailand Considering Additional Factors of Acclimatization and Education Level**. Solar Energy, Vol 78, No.4, pp. 504-517.