

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

ความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนจากการใช้ห้องเรียนในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในกรุงเทพมหานคร

Thermal discomfort in classrooms at different times of the day in a university in Bangkok

ฉาน ปัทมะ พलयง วท.ม.

(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

Chan Pattama Polyong, M.Sc.

(Occupational health and safety)

ทอฝัน หินกาล วท.บ.

(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

Thonfun Hinkarn, B.Sc.

(Occupational health and safety)

จุฑามาศ แสนปี้ วท.บ.

(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

Juthanmat Saenbie, B.Sc.

(Occupational health and safety)

กิตติพิชญ์ เล้งขาว วท.บ.

(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

Kittipit Sangkhaw, B.Sc.

(Occupational health and safety)

พสธร พรหมพินิจ วท.บ.

(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

Possathorn Promphinit, B.Sc.

(Occupational health and safety)

กิจจา จิตรภิรมย์ วท.ด.

(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

Kitja Chitpirom, Ph.D.

(Environment science)

เชิดศิริ นิลผาย วศ.ม.

(วิศวกรรมความปลอดภัย)

Chirdsiri Ninpai, M.Eng.

(Safety engineering)

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

กรุงเทพมหานคร

Occupational Health and Safety

Bansomdejchaopraya, Rajabhat University

Bangkok

DOI: 10.14456/dcj.2020.28

Received: November 12, 2019 | Revised: January 05, 2020 | Accepted: February 24, 2020

บทคัดย่อ

ปัญหาคุณภาพอากาศภายในห้อง (Indoor Air Quality; IAQ) เป็นสิ่งคุกคามที่น่าห่วงกังวล ทั้งนี้อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมในห้องเรียนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของมลพิษส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ การศึกษาแบบภาคตัดขวางครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนจากการใช้ห้องเรียนในช่วงเวลาที่แตกต่างกันของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในกรุงเทพมหานคร ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 237 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบ Simple random sampling ในนักศึกษาที่ใช้ห้องเรียนระยะเวลาแตกต่างกัน (เวลา 10.00 น. , 12.00 น. และ 14.00 น.) เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชนิด Multi-parameter ventilation meters และแบบสอบถามที่ผ่านการประเมินมาตรฐาน การทดสอบใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ Chi-square, One-way ANOVA, Independent t-test และ Multiple linear regression ด้วยวิธี Enter method ผลการศึกษา

พบว่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ทั้ง 3 ช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน ช่วงเที่ยงในห้องเรียนมีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 27.86 องศาเซลเซียส สำหรับช่วงบ่ายในห้องเรียนมีความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมมากที่สุดเท่ากับ 60.04 และ 0.19 ตามลำดับ ทั้งนี้ขณะนั่งเรียนในห้องนักศึกษามีความรู้สึกว่าอากาศไม่ร้อน ผิวแห้ง และอึดอัดตามลำดับ มีเพียงประมาณ 1 ใน 4 ที่มีความรู้สึกสบายตัวในขณะที่นั่งเรียน ความรู้สึกของนักศึกษาทั้ง 3 ช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาปัจจัยทำนาย พบว่า เพศและโรคประจำตัวสามารถทำนายความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนได้ สรุปได้ว่า อุณหภูมิในห้องเรียนสูงกว่าเกณฑ์กรมอนามัยกำหนด แต่นักศึกษารู้สึกว่าอากาศไม่ร้อนซึ่งเกิดจากความเคยชินตามอุณหภูมิภายนอก ข้อเสนอแนะควรปรับอุณหภูมิภายในห้องเรียนให้เหมาะสมกับความรู้สึกผู้เรียน ควรทำความสะอาดและซ่อมบำรุงพัดลมระบายอากาศอยู่เสมอ เพื่อเพิ่มการไหลเวียนของอากาศซึ่งจะทำให้ผู้ที่มิโรคประจำตัวเกิดความรู้สึกสบายขึ้น

Abstract

Indoor Air Quality (IAQ) has become one of the alarming threats that greatly concerns a society. Temperature, relative humidity, and air velocity in classroom are important factors associated with the increasing pollution which affects health. This was a descriptive cross-sectional study aimed to investigate the relationship between improved IAQ and thermal discomfort among university students. The objective of this study was to study the thermal discomfort in classroom at different times of the day in a university in Bangkok. A total of 237 respondents were selected using a cluster random sampling technique. Using structured questionnaires, data were collected from students who used classroom at three different sessions (at 10.00 AM, 12.00 PM, and 02.00 PM) and multi-parameter ventilation meters were used to measure air quality. Inferential statistics, which include Chi-square, one-way ANOVA, independent t-test, and multiple linear regression, were used by entering method. The results revealed that temperature, relative humidity, and air velocity obtained in the classroom from three different sessions were very similar. At 12.00 PM, the temperature in the classroom was 27.86 degree Celsius, which was the highest temperature in classroom, and higher than the standard set by the Department of Health. For afternoon sessions, the highest rates of relative humidity and air velocity were 60.04 and 0.19, respectively, which were within the standard range. The students did not feel the room was hot, felt they were having dry skin, and felt uncomfortable while studying in the classroom. There was only a quarter of students who felt comfortable while they were attending class. All students from three different sessions felt the same level of the thermal discomfort. Based on the results from this study with respect to the predictive factors, it was found that genders and underlying health conditions may be used for predicting the frequency of the thermal discomfort. In conclusion, even though the temperature in classroom was higher than the standard criteria set by the Department of Health, the students did not feel the room was hot because of their being accustomed to the outdoor temperature. It is recommended that classroom temperature should adjusted to suit the students feeling. In addition, ventilation fans should be regularly cleaned and maintained to improve air circulation, which will make students with underlying health conditions feel more comfortable.

คำสำคัญ

ความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน, ห้องเรียน,
มหาวิทยาลัย

Keywords

thermal discomfort, classrooms,
a university

บทนำ

ปัจจุบันมีผู้ใช้ชีวิตอยู่ในอาคารจำนวนมากขึ้น และบุคคลเหล่านั้นกำลังเผชิญกับมลพิษที่เกิดขึ้นในอาคาร⁽¹⁾ หนึ่งในนั้นคือ กลุ่มวัยเรียน⁽²⁾ ที่ใช้เวลาประมาณ 1 ใน 3 ของเวลาทั้งหมดในหนึ่งวันอาศัยอยู่ในห้องเรียนในสถานศึกษา ทั้งนี้ในห้องเรียนมีแหล่งของการเกิดมลพิษที่สำคัญหลายปัจจัย ทั้งวัสดุในห้อง จำนวนผู้ใช้ห้อง และการระบายอากาศ สำหรับวัสดุอุปกรณ์ในห้องเรียน เช่น สีทาผนังห้อง โตะ เก้าอี้ และผ้าม่าน เป็นต้น⁽³⁾ นอกจากนี้จำนวนผู้ใช้ห้องเรียนมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽⁴⁾ โดยเฉพาะวันสุดท้ายของสัปดาห์ที่มีการเรียนการสอนเป็นวันที่มีคุณภาพอากาศลดลง⁽⁵⁾ รวมถึงการระบายอากาศภายในห้องเรียน เช่น พัดลมระบายอากาศและเครื่องปรับอากาศ ซึ่งห้องเรียนร้อยละ 64.0 มีระบบระบายอากาศยังไม่ดีพอ⁽⁶⁾ อนึ่งมีข้อมูลรายงานว่า นักเรียนในประเทศอเมริกามากกว่า 25 ล้านคนหรือประมาณร้อยละ 50 อยู่ในห้องเรียนที่ไม่มีการจัดการด้านการระบายอากาศ⁽⁷⁾ ทั้งนี้ Dorizas, et al⁽⁸⁾ พบว่าการระบายอากาศในห้องสัมพันธ์กับอุณหภูมิภายในห้อง ดังนั้นเมื่อผู้เรียนรับสัมผัสปัจจัยเสี่ยงในห้องเรียนนั้นแล้ว ในระยะเริ่มแรกจะรับรู้ถึงความรู้สึกอาการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับสุขภาพได้

ความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน (Thermal discomfort) เป็นสภาพทางจิตใจที่แสดงออกในความไม่พึงพอใจต่อสภาพแวดล้อม หากผู้เรียนถูกรบกวนจากอุณหภูมิที่ผิวกายต่ำหรือสูงเกินไปจะเกิดผลกระทบต่อความรู้สึกเชิงลบและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ที่อยู่ในห้องเรียนด้วย และสภาพอุณหภูมิ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม⁽⁹⁻¹⁰⁾ มีผลให้เกิดความรู้สึกทางสุขภาพ เช่น อึดอัด ปวดศีรษะ⁽¹¹⁾ ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ⁽¹²⁾ และผิวหนังแห้ง⁽⁵⁾ เป็นต้น โดยมีการศึกษาความรู้สึก

ไม่สบายเชิงความร้อนในห้องเรียนในประเทศมาเลเซียพบว่า ผู้เรียนมีอาการ 3 อันดับแรก ได้แก่ ผิวแห้ง น้ำมูกไหล และตาแห้ง ร้อยละ 40.8 30.0 และ 29.5 ตามลำดับ⁽¹³⁾ นอกจากนี้คุณภาพอากาศที่ไม่ดีในห้องเรียนยังส่งผลต่อประสิทธิภาพทางปัญญาของผู้เรียนลดลงกว่าร้อยละ 30⁽¹⁴⁾ ไม่มีสมาธิ ลำ หงุดหงิด⁽⁷⁾ อีกทั้งมีผลต่อการอ่านและการทำความเข้าใจในห้องเรียน⁽⁶⁾

การศึกษาที่ผ่านมามุ่งเน้นประเด็นผลกระทบด้านสุขภาพในห้องเรียนในกลุ่มนักเรียนประถมศึกษา⁽¹¹⁾ และมัธยมศึกษา⁽¹⁵⁾ สำหรับระดับอุดมศึกษามีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ⁽¹³⁾ แต่ในห้องบรรยายรวมยังพบได้น้อย⁽⁴⁾ อย่างไรก็ตามในประเทศไทยมีการศึกษาตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนของมหาวิทยาลัยขอนแก่น⁽³⁾ ซึ่งยังขาดการศึกษาในประเด็นทางสุขภาพ และ Sudprasert S. (2016)⁽¹⁶⁾ ได้ศึกษาสภาวะความไม่สบายเชิงความร้อนในห้องเรียนไม่ปรับอากาศ อย่างไรก็ตามห้องเรียนในมหาวิทยาลัยส่วนมากได้ใช้ระบบปรับอากาศและบริบทด้านสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นเป็นปัจจัยเอื้อที่สำคัญที่เสี่ยงต่อการเพิ่มการปนเปื้อนมลพิษทางอากาศในห้องได้มากกว่าต่างประเทศ ในการศึกษาครั้งนี้จึงสนใจศึกษาความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนจากการใช้ห้องเรียนในช่วงเวลาต่างกันของนักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง ในกรุงเทพมหานคร เป็นการสำรวจเพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงหรือจัดระบบระบายอากาศภายในห้องเรียน อันจะนำไปสู่การลดผลกระทบความรู้สึกด้านสุขภาพและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ต่อไป

วัสดุและวิธีการศึกษา**รูปแบบการศึกษา**

การศึกษครั้งนี้ใช้รูปแบบเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างคำนวณด้วยสูตรการประมาณค่าสัดส่วนแบบทราบประชากร ซึ่งค่าสัดส่วนได้จากการทบทวนวรรณกรรมของ Sudprasert S.⁽¹⁶⁾ พบนักศึกษา มีภาวะความไม่สบาย ร้อยละ 81 ($P=0.81$) กำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($Z=1.96$) และค่าความคาดเคลื่อน ($e=0.05$) เมื่อแทนค่าในสูตรแล้ว ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 234 คน โดยได้กำหนดเกณฑ์ของห้องเรียนเป็นห้องเรียนรวม ทำการเรียนการสอนตลอดทั้งวันในช่วง 08.00–16.00 น. และช่วงระยะเวลาที่ใช้ห้องแตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ เวลา 10.00 น. , 12.00 น. และ 14.00 น. จากนั้นได้กำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Simple random sampling สุ่มแบบจับสลากเลขที่ห้องและเก็บข้อมูลกับนักศึกษาที่สมัครใจในห้องจนครบตามจำนวนที่คำนวณได้ **เครื่องมือในการศึกษา**

เครื่องมือวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือตรวจวัดทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ใช้เครื่อง Multi-parameter ventilation meters ผ่านการสอบเทียบประจำปีจากบริษัทผู้จำหน่าย และก่อนการนำมาตรวจวัดได้สอบเทียบภาคสนามโดยทดสอบให้อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) อยู่ในกล่อง ค่าที่วัดต้องเป็นศูนย์ จึงจะสามารถนำไปเก็บจริงได้ ผู้ตรวจวัดเป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยด้านวิศวกรรมความปลอดภัย ตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยทีมผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมพารามิเตอร์ดังกล่าว ณ จุดกึ่งกลางของห้องขณะที่มีการเรียนการสอนปกติในวันศุกร์ เครื่องสามารถอ่านผลได้โดยตรง หลังจากนั้นผู้วิจัยบันทึกค่าที่ได้ 2) แบบสอบถาม จำนวน 15 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยลักษณะส่วนบุคคลและความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน ซึ่งประยุกต์มาจากวิจัย Saraiva, et al⁽¹⁴⁾ และคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดสอบความตรง (Validity) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ในทุกข้อ และนำไปทดสอบค่าความเที่ยง (Reliability) ได้เท่ากับ 0.781 การให้คะแนนความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน ได้แก่ เกิดอาการนั้นให้ 1 คะแนน ไม่เกิดอาการนั้นให้ 0 คะแนน สำหรับค่าคะแนน

อาการรวมโดยการนำอาการของนักศึกษาที่เกิดมาทั้งหมดรวมกันมีจำนวน 7 ข้อ คะแนนที่ได้มีโอกาสอยู่ระหว่าง 0–7 คะแนน การรวบรวมข้อมูลโดยรวบรวมแบบสอบถามหลังจากสิ้นสุดชั่วโมงการเรียนการสอนในวันศุกร์ สอดคล้องกับการตรวจวัดทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม รวบรวมข้อมูลในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562

จริยธรรมวิจัยในมนุษย์

โครงการวิจัยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เลขที่ 028/62E24 เมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2562

สถิติที่ใช้ในการศึกษา

การวิเคราะห์ทดสอบสถิติ 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) สถิติพรรณนา คำนวณจำนวนและร้อยละ ในตัวแปรเพศ โรคประจำตัว และความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน สำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในตัวแปรอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนโดยรวมทุกอาการ และ 2) สถิติอนุมานได้เปรียบเทียบข้อมูลทั่วไป ความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนกับช่วงระยะเวลาที่ต่างกันใช้สถิติ Chi-square และ One-way ANOVA เปรียบเทียบการมีโรคประจำตัวกับความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน โดยรวมใช้สถิติ Independent t-test และทดสอบปัจจัยทำนายด้วยสถิติ Multiple linear regression

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในห้องเรียน เปรียบเทียบข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาในช่วงเวลาที่ต่างกัน เปรียบเทียบความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนในช่วงเวลาที่ต่างกัน เปรียบเทียบระหว่างคะแนนความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนกับการมีโรคประจำตัว และปัจจัยทำนายความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนของนักศึกษา ดังนี้

คุณภาพอากาศภายในห้องเรียน

สภาพทั่วไปของห้องที่นักศึกษาใช้เรียนรวมแต่ละห้องมีขนาด 252 ลูกบาศก์เมตร มีประตูเข้า-ออก 3 จุด หน้าต่างกระจกจำนวน 9 บาน เครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 BTU จำนวน 3 เครื่อง พัฒลระบายอากาศจำนวน 3 จุด และช่องลมจำนวน 4 ช่องลม จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศในช่วงระยะเวลาแตกต่างกัน ช่วงเช้า เทียง และบ่าย พบว่ามีอุณหภูมิเท่ากับ 26.04, 27.86 และ 26.22 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 59.54 54.56 และ 60.04 %RH ตามลำดับ และความเร็วลมเท่ากับ 0.16, 0.13 และ 0.19 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

เปรียบเทียบข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาในช่วงเวลาที่ต่างกัน

จากการสำรวจข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาจำนวน 247 คน พบว่า การใช้ห้องเรียนของนักศึกษาเข้า เทียง และบ่ายมีอัตราส่วนใกล้เคียงกัน จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบในข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย และการมีโรคประจำตัวพบว่า ช่วงเวลาเรียนทั้ง 3 ช่วง นักศึกษามีข้อมูลทั่วไปไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ ส่วนมากเป็นเพศหญิง อายุอยู่ในช่วงประมาณ 18-20 ปี รูปร่างสมส่วน และนักศึกษาประมาณ 1 ใน 3 ให้ประวัติว่ามีโรคประจำตัว (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อมูลทั่วไปของนักศึกษาในช่วงเวลาที่ต่างกัน

ข้อมูลทั่วไป	เช้า (n=84)	เที่ยง (n=79)	บ่าย (n=84)	p-value
เพศ¹				
- ชาย	31 (32.0)	39 (40.2)	27 (27.8)	0.068
- หญิง	53 (35.3)	40 (26.7)	57 (38.0)	
อายุ²	18.73 [0.79]	18.84 [1.28]	19.14 [1.16]	0.059
น้ำหนัก²	57.81 [11.41]	62.78 [19.16]	59.79 [15.41]	0.125
ส่วนสูง²	163.52 [7.99]	166.20 [9.87]	164.46 [8.55]	0.130
ดัชนีมวลกาย²	21.54 [3.55]	22.51 [5.60]	21.97 [4.85]	0.424
โรคประจำตัว¹				
- มีโรคประจำตัว	17 (31.5)	20 (37.0)	17 (31.5)	0.667
- ไม่มีโรคประจำตัว	67 (34.7)	59 (30.6)	67 (34.7)	

¹ทดสอบด้วยสถิติ Chi-square ²สถิติ One-way ANOVA : จำนวน (ร้อยละ), ค่าเฉลี่ย [ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน]

เปรียบเทียบความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนของนักศึกษาในช่วงเวลาที่ต่างกัน

จากการสอบถามความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนจำนวน 7 อาการ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีอาการมากกว่า 3 อาการขึ้นไป อย่างไรก็ตามทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาที่ต่างกันความรู้สึกโดยรวมของนักศึกษา

ไม่แตกต่างกัน เมื่อจำแนกเป็นรายความรู้สึกพบว่า นักศึกษามีความรู้สึกว่าขณะนั่งเรียนอากาศในห้องเรียนไม่ร้อน รองลงมาคือ รู้สึกผิวแห้ง และอึดอัด ตามลำดับ ทั้งนี้ความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนของนักศึกษาทั้ง 3 ช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนของนักศึกษาในช่วงเวลาที่ต่างกัน

ความรู้สึกไม่สบาย เชิงความร้อน	ช่วงเวลาที่ต่างกัน						p-value
	เช้า		เที่ยง		บ่าย		
	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	
จำแนกตามความรู้สึก							
รู้สึกอากาศไม่ร้อน	72 (85.7)	12 (14.3)	69 (87.3)	10 (12.7)	79 (94.0)	5 (6.0)	0.187
รู้สึกผิวหนังแห้ง	59 (70.2)	25 (29.8)	53 (67.1)	26 (32.9)	69 (82.1)	15 (17.9)	0.070
รู้สึกอึดอัด	54 (64.3)	30 (35.7)	49 (62.0)	30 (38.0)	49 (58.3)	35 (41.7)	0.726
รู้สึกตัวร้อน	50 (59.5)	34 (40.5)	53 (67.1)	26 (32.9)	51 (60.7)	33 (39.3)	0.566
รู้สึกหายใจลำบาก	42 (50.0)	42 (50.0)	38 (48.1)	41 (51.9)	38 (45.2)	46 (54.8)	0.824
รู้สึกเหนอะหนะตัว	41 (48.8)	43 (51.2)	49 (62.0)	30 (38.8)	46 (54.8)	38 (45.2)	0.237
รู้สึกสบายตัว	21 (25.0)	63 (75.0)	20 (25.3)	59 (74.7)	23 (27.4)	61 (72.6)	0.930

ความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนในช่วงเวลาที่ต่างกัน

ความถี่ความรู้สึกโดยรวม	เช้า	เที่ยง	บ่าย	p-value
- เกิด ≤ 3 อาการ	24 (28.6)	20 (25.3)	19 (22.6)	0.675
- เกิด > 3 อาการขึ้นไป	60 (71.4)	59 (74.7)	65 (77.4)	
ความถี่ความรู้สึกเฉลี่ย	4.70 [1.85]	4.83 [1.88]	4.90 [1.48]	

ทดสอบด้วยสถิติ Chi-square : จำนวน (ร้อยละ), ค่าเฉลี่ย [ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน]

เปรียบเทียบระหว่างคะแนนความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนกับการมีโรคประจำตัว

จากการเปรียบเทียบระหว่างการมีโรคประจำตัวกับคะแนนความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนโดยรวม จำแนกตามช่วงเวลาเรียนที่แตกต่างกันพบว่า ผู้ที่มี

โรคประจำตัวมีคะแนนของการเกิดความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนมากกว่าผู้ที่ไม่มีโรคประจำตัว โดยเฉพาะช่วงเวลาเช้าและเที่ยงพบคะแนนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบระหว่างคะแนนความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนกับการมีโรคประจำตัว

ช่วงเวลาที่ต่างกัน	คะแนนความถี่ความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนโดยรวม		t	p-value
	มีโรคประจำตัว	ไม่มีโรคประจำตัว		
- เช้า	5.41 [1.41]	4.52 [1.91]	-2.138	0.040*
- เที่ยง	5.45 [1.46]	4.62 [1.97]	-1.974	0.050*
- บ่าย	5.11 [1.36]	4.85 [1.52]	-0.704	0.488

ทดสอบด้วยสถิติ Independent t-test : ค่าเฉลี่ย [ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน] : * มีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

ปัจจัยทำนายความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนของนักศึกษา

จากการศึกษาปัจจัยทำนายความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน สำหรับตัวแปรต้นทั้งหมด ที่นำเข้าสู่สมการ 5 ตัวแปร พบว่า ตัวแปรที่สามารถ

ทำนายความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนมี 2 ตัวแปร ได้แก่ เพศและมีโรคประจำตัว ซึ่งสามารถทำนายการผันแปรของตัวแปรตามได้ร้อยละ 22.4 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปัจจัยทำนายความถี่ของความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน

ตัวแปร	B	Std. Error	Beta	t	p-value	95% CI
Constant	2.168	3.134		0.692	0.490	-4.007 ถึง 8.343
เพศ (หญิง)	0.805	0.327	0.165	2.160	0.015*	0.160 ถึง 1.450
อายุ	0.198	0.144	0.091	1.382	0.168	-0.084 ถึง 0.481
ดัชนีมวลกาย	-0.014	0.033	-0.028	-0.426	0.670	-0.078 ถึง 0.050
โรคประจำตัว (มี)	0.833	0.365	0.144	2.280	0.024*	0.113 ถึง 1.552
ช่วงเวลาเก็บข้อมูล (เที่ยง)	0.136	0.379	0.026	0.358	0.720	-0.610 ถึง 0.881
ช่วงเวลาเก็บข้อมูล (บ่าย)	-0.090	0.371	-0.018	-0.242	0.809	-0.820 ถึง 0.641

ทดสอบด้วยสถิติ Multiple linear regression วิธี Enter method, F-test = 2.107, R square = 0.224

วิจารณ์

จากการศึกษาอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้อยู่ในช่วง 26.04–27.86 องศาเซลเซียส ใกล้เคียงกับการศึกษาในมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีอุณหภูมิ 26.4–31.7⁽³⁾ แต่ไม่สอดคล้องกับประเทศที่อยู่ในเขตกึ่งร้อน เช่น ประเทศญี่ปุ่นและอเมริกาพบค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในห้องเท่ากับ 25.2⁽¹⁷⁾ และ 23.2⁽²⁾ องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้กับเกณฑ์ต่างๆ พบว่ามีค่าเกินกว่ามาตรฐานของหลายๆ หน่วยงานที่ได้กำหนดอุณหภูมิที่ทำให้เกิดความสบาย เช่น กรมอนามัย⁽¹⁸⁾ ที่กำหนดอยู่ระหว่าง 20–26 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับประเทศอเมริกา โดยหน่วยงาน American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE 55)⁽¹⁹⁾ ได้กำหนดอุณหภูมิสบายของกิจกรรมเบา (นั่งเรียน) ไว้ที่ 20–26 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามในการพิจารณาตั้งค่าอุณหภูมิความสบายของบุคคลในประเทศนั้นๆ อาจขึ้นกับความเคยชินของคนและสิ่งแวดล้อมตามภูมิศาสตร์ของแต่ละประเทศด้วย โดย Dear and Brager⁽²⁰⁾ กล่าวว่า อุณหภูมิอากาศภายนอกมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับอุณหภูมิภายในห้องที่ทำให้เกิดความรู้สึกสบาย

ความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดได้ทั้ง 3 ห้อง มีค่าอยู่ระหว่าง 54.56–60.04 %RH ซึ่งผลการตรวจวัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัย⁽¹⁸⁾ และ ASHRAE⁽¹⁹⁾ ที่กำหนดไว้อยู่ในช่วง 50–65 และ 30–60 %RH ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้พบค่าความชื้นสัมพัทธ์

น้อยกว่าการศึกษาในมหาวิทยาลัยขอนแก่นที่พบความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 57.1–80.7 %RH⁽³⁾ นอกจากนี้มีคำแนะนำของ Yamtraipat, et al⁽²¹⁾ ว่าปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในห้องในประเทศไทยควรอยู่ระหว่าง 50–60%RH หากความชื้นสัมพัทธ์สูงมากกว่า 70 %RH จะมีความสัมพันธ์กับการเติบโตของมลพิษที่มีชีวิตในห้อง แต่หากน้อยกว่า 20 %RH จะทำให้อากาศร้อนและแห้งได้⁽²²⁾ อนึ่งพารามิเตอร์ความชื้นสัมพัทธ์นี้ควรอยู่ในค่ามาตรฐานเพราะเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก โดยมีผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิมีผลต่อการเกิดโรคหรืออาการเจ็บป่วยในอาคารมากที่สุด ทำให้อาการของผู้ป่วยด้วยระบบทางเดินหายใจแย่ลง ยิ่งไปกว่านั้นความชื้นสัมพัทธ์มีศักยภาพทำให้ความเข้มข้นทางเคมีในอากาศเปลี่ยนแปลงเกิดการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับสารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้⁽²³⁾

จากการตรวจวัดความเร็วลมอยู่ระหว่าง 0.13–0.19 เมตรต่อวินาที สอดคล้องกับเกณฑ์กรมอนามัย⁽¹⁸⁾ ที่กำหนดค่าอยู่ระหว่าง 0.1–0.3 เมตรต่อวินาที และ ASHRAE⁽¹⁹⁾ ได้รายงานไว้สำหรับผู้ที่มีกิจกรรมนั่งเรียน (60 W/m²) สวมใส่ชุดเนื้อผ้าธรรมดา (0.6 Clo) ความเร็วอากาศภายในห้องควรอยู่ประมาณ 0.1 เมตรต่อวินาที นอกจากนี้มีการศึกษาของ Zaki, et al⁽¹⁷⁾ ได้ตรวจวัดความเร็วลมในห้องเรียนของ 2 มหาวิทยาลัยพบว่า มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ระหว่าง 0.13–0.28 เมตรต่อวินาที เห็นได้ว่าระบบการทำงานโดยใช้เครื่องปรับอากาศ

ร่วมกับมีพัดลมระบายอากาศในทุกห้อง ช่วยควบคุมคุณภาพอากาศให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ถึงแม้ว่าทั้ง 3 ห้อง จะผ่านการใช้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน แต่เครื่องปรับอากาศยังสามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมให้มีคุณภาพอากาศที่ใกล้เคียงกันได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Katsfygiotou and Serghides⁽²⁴⁾ ได้ศึกษาในประเทศไซปรัส พบพารามิเตอร์ทั้ง 3 ชนิด ในห้องเรียนในแต่ละฤดูไม่แตกต่างกัน

จากการสอบถามนักศึกษาที่มีข้อมูลทางลักษณะประชากรคล้ายกัน ถึงความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อน ในการใช้ห้องเรียนช่วงเช้า เทียง และบ่าย พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุอยู่ในช่วงประมาณ 18-20 ปี รูปร่างสมส่วน และนักศึกษาประมาณ 1 ใน 3 ให้ประวัติว่ามีโรคประจำตัว โรคที่เป็นมาก ได้แก่ หอบหืด ภูมิแพ้ โดยนักศึกษาทั้งหมดสวมใส่เสื้อตามระเบียบของมหาวิทยาลัย คือ ผ้าสีขาวเนื้อผ้าปกติ และนักศึกษา มากกว่าร้อยละ 70.0 ให้ข้อมูลว่าเกิดความถี่ของความ รู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนมากกว่า 3 อาการขึ้นไป ซึ่งพบ มากกว่าการศึกษาของ Ali, et al⁽²⁵⁾ ที่ศึกษาคุณภาพอากาศในห้องเรียนในสถานศึกษาทุกภูมิภาคของประเทศ จอร์แดนกับอาการที่เกิดขึ้น พบว่า ผู้ที่อยู่ในห้องเรียน มีความชุกของอาการไม่พึงประสงค์ที่มากกว่า 3 อาการ เพียงร้อยละ 24.0 ซึ่งแตกต่างกับครั้งนี้มากกว่าถึง 3 เท่า ทั้งนี้อาจมาจากวัฒนธรรมการแต่งกายด้วย ในการศึกษา พบนักศึกษาสวมใส่ผ้าแบบปกติ และมากกว่าร้อยละ 80 ให้ข้อมูลว่ารู้สึกไม่ร้อน จึงอาจเป็นสาเหตุว่าอากาศภายใน ห้องสัมผัสผิวกายได้มากกว่า แต่การแต่งกายของนักเรียน ในประเทศจอร์แดนที่อยู่ในห้องปรับอากาศเช่นกัน จะสวมใส่เสื้อผ้ามิดชิด ในผู้หญิงมีผ้าคลุมศีรษะร่วมด้วย อนึ่งทั้ง 3 ช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน นักศึกษาเกิดความรู้สึกโดยรวมคล้ายกัน

เมื่อจำแนกเป็นรายความรู้สึกพบว่า นักศึกษามีความรู้สึกว่าขณะนั่งเรียนอากาศไม่ร้อน รองลงมาคือ รู้สึกผิวแห้ง และอึดอัด ตามลำดับ มีเพียงนักศึกษา ประมาณ 1 ใน 4 ที่มีความรู้สึกสบายตัวในขณะที่นั่งเรียน ทั้งนี้ นักศึกษาทั้งสามห้องเรียนเกิดความรู้สึกไม่แตกต่างกัน

เห็นได้ว่า นักศึกษารู้สึกว่าห้องเรียนมีอากาศไม่ร้อน แต่ไม่สอดคล้องกับอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ ซึ่งมีอุณหภูมิ สูงเกินกว่าความรู้สึกสบายเชิงความร้อน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการประเมินได้สอบถามจากความรู้สึก และความเคยชิน สำหรับคนไทยจะเคยชินกับอากาศร้อน หากอยู่ในที่ที่มีการเคลื่อนที่ของอากาศจึงทำให้เกิดความรู้สึกไม่ร้อนได้ โดยไม่จำเป็นต้องให้อากาศมีอุณหภูมิ ต่ำกว่า 26 องศาเซลเซียสตามที่กำหนด ในแง่ของอุณหภูมิ ที่สบายของต่างประเทศ โดย ASHRAE⁽¹⁹⁾ ได้กำหนด อุณหภูมิสบายในห้องในฤดูหนาวและฤดูร้อนไว้ที่ 20-23.5 และ 22.5-26.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เคยชินของประเทศแถบหนาว ดังนั้น ความรู้สึกสบายของคนไทยที่อยู่ในเขตร้อนชื้นกับ ประเทศเขตร้อนจึงมีความแตกต่างกัน ซึ่งคนไทย เคยชินกับความร้อน อุณหภูมิสบายจึงควรสูงกว่า หน่วยงาน ASHRAE กำหนด⁽²⁶⁾

การอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันอาจเกิด ผลกระทบความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนแตกต่างกันได้⁽²⁷⁾ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาในสภาวะแวดล้อม ของห้องเรียนที่ใกล้เคียงกัน พบว่า มีปัจจัยส่วนบุคคลที่สามารถทำนายความถี่ของความ รู้สึกสบายเชิงความร้อนได้ คือ เพศและการมีโรคประจำตัว อธิบาย ได้ว่า เพศหญิงมีความถี่ความรู้สึกได้มากกว่าเพศชาย และผู้ที่มีโรคประจำตัวโดยเฉพาะนักศึกษาที่ให้ประวัติ เป็นโรคระบบทางเดินหายใจมีความถี่ของความ รู้สึกมากกว่าคนที่ไม่มีโรคประจำตัว สำหรับประเด็นเพศ สอดคล้องกับ Rupp, et al⁽²⁸⁾ รายงานว่า กลุ่มเพศหญิง มีความไวกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมมากกว่า เพศชาย อาจเกิดจากการตอบสนองของจิตวิทยา สรีรวิทยา เช่น กระบวนการเผาผลาญที่ก่อให้เกิด ความร้อนในร่างกาย การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนเพศ ไม่คงที่ หรือหลอดเลือดขนาดเล็กหดตัว (Peripheral vasoconstriction) และความแตกต่างของการสวมใส่ เสื้อผ้าระหว่าง 2 เพศ คือ นักศึกษาชายทั้งหมดสวมใส่ กางเกงขายาว ส่วนนักศึกษาหญิงส่วนใหญ่สวมใส่ กระโปรงถึงระดับเข่าอาจทำให้เพิ่มพื้นที่สัมผัสความเย็น

และความเร็วลมกับร่างกายได้⁽²⁹⁾ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาในรูปแบบการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ⁽³⁰⁾ พบว่า ปัจจัยด้านเพศกับการรับรู้อุณหภูมิมีความแตกต่างของงานวิจัยแต่ละฉบับ ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด โดยประมาณครึ่งหนึ่งของงานวิจัยที่ทบทวนพบว่า เพศชายและเพศหญิงพบความแตกต่างกันเล็กน้อย อีก 1 ใน 5 ฉบับ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีจำนวนหนึ่งที่ไม่พบความแตกต่างกัน

ในการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างโรคประจำตัวกับความรู้สึกล้มสลายเชิงความร้อน โดยนักศึกษาส่วนใหญ่เป็นโรคทางระบบทางเดินหายใจ สอดคล้องกับ Osman, et al⁽³¹⁾ พบว่า ผู้ที่มีภาวะปอดอุดกั้นเรื้อรัง (พบได้ในผู้ที่เป็โรคหอบหืด) ภาวะสุขภาพจะแย่ลงหากได้รับสัมผัสอุณหภูมิในห้องที่ไม่เหมาะสม และ McGeehin and Mirabelli⁽³²⁾ กล่าวว่า ผู้ที่มีโรคประจำตัวด้วยระบบทางเดินหายใจเรื้อรังจะมีความไวต่อความร้อนได้ ซึ่งพยาธิสภาพของโรคทำให้หลอดลมและเนื้อปอดถูกทำลายร่วมกับมีการซ่อมแซมเกิดเป็นวงจรต่อเนื่อง หากมีปัจจัยเสริมเป็นลักรกระตุ้น เช่น อุณหภูมิ ความชื้น จะส่งผลให้เกิดอาการหายใจลำบาก อึดอัด และไม่สบายตัว เป็นต้น⁽³³⁾ จึงเป็นสาเหตุให้นักศึกษาที่มีโรคประจำตัวเกิดความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนได้มากกว่าผู้ที่ไม่มีโรคประจำตัว นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนระหว่างผู้ที่มีและไม่มีโรคประจำตัวจำแนกตามช่วงเวลาเช้า เย็น และบ่าย พบว่านักศึกษาที่มีโรคประจำตัวมีคะแนนความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนมากกว่านักศึกษาที่ไม่มีโรคประจำตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะในช่วงเวลาเช้าและเย็น สำหรับช่วงเวลาบ่ายไม่พบความแตกต่างกัน อภิปรายได้ว่า ส่วนหนึ่งความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนมีสาเหตุมาจากปัจจัยด้านโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจที่นักศึกษาเป็นอยู่ และอีกส่วนหากพิจารณาร่วมกับการตรวจวัดคุณภาพอากาศพบว่า ในช่วงบ่ายมีความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมมากกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ

จึงทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศภายในห้องได้มากนักศึกษาที่มีโรคประจำตัวจึงเกิดความรู้สึกที่ดีขึ้นได้

ข้อจำกัดของการศึกษา การศึกษาคั้งนี้ได้ตรวจวัดคุณภาพอากาศที่เป็นตัวแทนของห้องเรียนซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมกับสภาพความเป็นจริงที่สุด ซึ่งนักศึกษานั่งเรียนในตำแหน่งต่างกัน การรับสัมผัสคุณภาพอากาศจึงอาจมีความแตกต่างกัน เช่น ความเร็วลมจากเครื่องปรับอากาศที่สัมผัสผิวหนัง ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรพิจารณาการตรวจวัดตามตำแหน่งของผู้เรียนจะเกิดผลที่แม่นยำมากกว่าครั้งนี้ สำหรับข้อดีของการศึกษา คือ การพิจารณาเลือกห้องเรียนในการสุ่มเป็นห้องเรียนรวมที่มีลักษณะกายภาพและจำนวนผู้เรียนที่ใกล้เคียงกัน อนึ่งเป็นการกำจัดตัวแปรกวนแหล่งกำเนิดที่อาจจะส่งผลต่อคุณภาพอากาศได้

สรุป

จากการศึกษาพบความชื้นและความเร็วลมมีค่าอยู่ในมาตรฐาน แต่อุณหภูมิภายในห้องเรียนมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของกรมอนามัยเล็กน้อย แต่เมื่อสอบถามถึงความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่รู้สึกถึงอากาศไม่ร้อน ซึ่งอาจเกิดจากความเคยชินกับอุณหภูมิแบบร้อนชื้น ข้อเสนอแนะควรปรับเพิ่มอุณหภูมิให้เหมาะสมกับความรู้สึกของผู้ใช้ห้อง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาเกณฑ์ที่เหมาะสมกับคนไทยให้สอดคล้องกับอากาศภายนอกห้อง นอกจากนี้การใช้พัดลมระบายอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุมความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมในห้องให้อยู่ในเกณฑ์ได้ทั้ง 3 ช่วงเวลา ซึ่งการระบายอากาศที่ดีส่งผลให้มีการเคลื่อนไหวของอากาศมากจึงทำให้นักศึกษาที่มีโรคประจำตัวลดอาการความรู้สึกไม่สบายเชิงความร้อนได้ และผู้รับผิดชอบดูแลห้องเรียนจึงควรมีการทำความสะอาดและซ่อมบำรุงพัดลมระบายอากาศให้สามารถทำงานได้ดีอยู่เสมอ

เอกสารอ้างอิง

- World Health Organization (WHO). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants [Internet]. [cited 2019 Apr 17]. Available from: <http://www.euro.who.int/pubrequest>
- Shaughnessy UH, Shaughnessy RJ, Cole EC, Toyinbo O, Moschandreas DJ. An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance [Internet]. [cited 2019 May 5]. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.006>
- Narinya N, Kunmeuang K, Sakunkoo P. Evaluation of fungal contaminations in the air inside classrooms and laboratories at faculty of Public health, Khon Kaen University. *KKU Journal for Public Health Research* 2017;10:11–8. (in Thai)
- Argunhan Z, Avci AS. Statistical evaluation of indoor air quality parameters in classrooms of a University. [Internet]. [cited 2019 May 3]. Available from: <https://doi.org/10.1155/2018/4391579>
- Jafari MJ, Khajevandi AA, Najarkola SAM, Yekaninejad MS, Pourhoseingholi MA, Omidi L, et al. Association of sick building syndrome with indoor air parameters. *Tanaffos* 2015;14:55–62.
- Lee MC, Mui KW, Wong LT, Chan WY, Lee EWM, Cheung CT. Student learning performance and indoor environmental quality (IEQ) in air-conditioned university teaching rooms. *Building and Environment* 2012;49:238–44.
- World Green Building Council. Indoor air quality in school. [Internet]. [cited 2019 May 6]. Available from: <https://www.worldgbc.org/sites/default/files/Better%20Places%20for%20People%20-%20Schools%20Briefing%20Notes%20-IAQ.pdf>
- Dorizas PV, Assimakopoulos MN, Santamouris M. A holistic approach for the assessment of the indoor environmental quality student productivity and energy consumption in primary school. *Environ Monit Assess* 2015;187:1–18.
- Environmental Protection Agency (EPA). Why indoor air quality is important to school [Internet]. [Cited 2019 May 2]. Available from: <https://www.epa.gov/iaq-schools/why-indoor-air-quality-important-schools>
- Kamaruzzaman SN, Ashiqin N, Ahmad ZEM, Riley M. Critical aspects of the inclusive environmental for the well-being of building occupant–A review [Internet]. [cited 2019 May 20]. Available from: <https://doi.org/10.1051/mateconf/20166600114>
- Ferreira AMC, Cardoso M. Indoor air quality and health in school. *J Bras Pneumol* 2014;40:259–68.
- Lu CY, Tsai MC, Muo CH, Kuo YH, Sung FC, Wu CC. Personal, Psychosocial and environmental factors related to sick building syndrome in official employees of Taiwan. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15:1–19.
- Amin NDM, Akasah ZA, Razzaly W. Architectural evaluation of thermal comfort: sick building syndrome symptoms in engineering education laboratories. *Social and Behavior Sciences* 2015;204:19–28.
- Saraiva TS, Almeida M, Braganca L, Barbosa MT. (2018). Environmental comfort indicators for school buildings in sustainability assessment tools [Internet]. [cited 2019 May 7]. Available from: <https://doi.org/10.3390/su10061849>

15. Takaoka M, Suzuki K, Norback D. Sick building syndrome among junior high school students in Japan in relation to the home and school environment. *Global Journal of Health Science* [Internet]. [cited 2019 Apr 18]. Available from: <https://doi:10.5539/gjhs.v8n2p165>
16. Sudprasert S. Field study of thermal comfort of University students in non-air conditioned room. *Academic Journal: Faculty of Architecture, Khon Kaen University* 2016;15:147-160. (in Thai)
17. Zaki SA, Damiati SA, Rijal HB, Hagishima A, Razak AA. Adaptive thermal comfort in University classrooms in Malaysia and Japan [Internet]. [cited 2019 May 2]. Available from: <https://doi:10.1016/j.buildenv.2017.06.016>
18. Department of health. Manual for indoor air quality assessment for staff. Nonthaburi: Department of health; 2016. (in Thai)
19. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. ASHRAE Standard 55 - 1992: Thermal Environmental Condition for Human Occupancy. Atlanta: 1992.
20. Dear RJ, Brager GS. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE standard 55. *Energy and Buildings* 2002;34:549-61.
21. Yamtraipat N, Khedari J, Hirunlabh J. Thermal Comfort Standards for Air Conditioned Buildings in Hot and Humid Thailand Considering Additional Factors of Acclimatization and Education Level. *Solar Energy* 2005;78:504-17.
22. Bureau of Occupational and Environment Disease. Manual for indoor air quality measurement for international channels. Nonthaburi: Bureau of Occupational and Environment Disease; 2018. (in Thai)
23. Sookchaiya T, Monyakul V, Thepa S. Assessment of the thermal environment effects on human comfort and health for the development of novel air conditioning system in tropical regions. *Energy and Buildings* 2010;42:1692-702.
24. Kafatygiotou MC, Serghides D. Thermal comfort of a typical secondary school building in Cyprus. *Sustainable Cities and Society* 2014;13:303-12.
25. Ali H, Almomani HM, Hindiye MY. Evaluating indoor environmental quality of public school buildings in Jordan. *Indoor Built Environ* 2009;18:66-76.
26. Atthajariyakul S. Thermal comfort for air-conditioning in Thailand. *KKU Engineering Journal* 2007;34:141-50. (in Thai)
27. Nakano J, Tanabe SI, Kimura KI. Differences in perception of indoor environment between Japanese and non-Japanese workers, *Energy Build* 2002;34:615-21.
28. Rupp RF, Vutsquez NG, Lamberts R. A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy Build* 2015;105:178-205.
29. Djongyang N, Tchinda R, Njomo D. Thermal comfort: A Review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2010;14:2626-40.

30. Wang Z, Dear R, Luo M, Lin B, He Y, Ghahra-
mani A, et al. Individual difference in thermal
comfort: A literature review. *Building and
Environment* 2018;138:181-93.
31. Osman LM, Ayres JG, Garden C, Reglitz K,
Lyon J, Douglas JG. Home warmth and health
status of COPD patients. *European Journal of
Public Health* 2008;18:399-405.
32. McGeehin MA, Mirabelli M. The potential
impacts of climate variability and change on
temperature-related morbidity and mortality in
the United States. *Environmental Health Perspectives*
2001;109:185-9.
33. Boonpimon P, Duangpaeng S, Kunsongkeit W.
Predictors of acute exacerbation among chronic
obstructive pulmonary disease patients. *The
Journal of Faculty of Nursing Burapha University*
2015;23:26-39. (in Thai)