

ผลกระทบฝุ่น PM2.5 ต่อสุขภาพอาคาร กรณีศึกษาหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี

IMPACT OF PM2.5 ON BUILDING HYGIENE, A CASE STUDY OF CHANTHABURI NATIONAL ARCHIVES

สุคนธ์ ขาวกริบ* สายพิน ไซยันทน์ สิริพันธ์ ไซยันทน์ อินจิรา นิยมธู
และ สรินทร พัฒอำพันธ์

คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม กรุงเทพมหานคร 10600

Sukon Khawgrib*, Saipin Chaiyanan, Sitthipan Chaiyanan, Injira Niyomtoon
and Sarintorn Patampan

Faculty of Health Sciences, Siam Technology College, Bangkok, 10600

*E-mail: sukonk@siamtechno.ac.th

Received: 2021-04-09

Revised: 2021-11-11

Accepted: 2021-11-11

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ภายในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ที่เป็นห้องระบบเปิด ระบบปิด และภายนอกอาคาร เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง เลือกตัวอย่างแบบเจาะจง ได้แก่ กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด กลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า กลุ่มละ 3 จุด แต่ละจุดตรวจวัดค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง รวม 72 ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง DUSTTRAK DRX Aerosol Monitor เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เสนอแนะโดยกรมอนามัย สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Avg.) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ใช้ F-test ทดสอบการกระจายของข้อมูล ทดสอบความแตกต่างของฝุ่น PM2.5 ด้วยสถิติ Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U test ผลการวิจัยพบว่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 มีค่าอยู่ในช่วง 28 - 82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28.4 - 73.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ห้องที่มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ (ห้องธุรการ) ห้องศูนย์เอกสาร กลุ่มห้องที่เป็นระบบเปิดมีค่าเฉลี่ยฝุ่นสูงกว่ากลุ่มห้องที่เป็นระบบปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) กลุ่มห้องที่เป็นระบบเปิดมีค่าเฉลี่ยฝุ่นไม่แตกต่างจากกลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคาร ($p > .05$) กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิดมีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ต่ำกว่ากลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p < .05$) ข้อเสนอแนะการปรับปรุงตามหลักการสุขาภิบาลอาคารหรือที่อยู่อาศัยให้ถูกสุขลักษณะ ด้วยวิธีการ ปิดประตู-หน้าต่าง ช่องว่าง หรือรอยรั่วต่าง ๆ ที่สามารถทำได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายน้อย เหมาะกับอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัยและอาคารสาธารณะเพื่อสุขลักษณะที่ดีปลอดภัยต่อผู้อยู่อาศัย

คำสำคัญ: ฝุ่น PM2.5 สุขลักษณะอาคาร อาคารหอจดหมายเหตุ อาคารอยู่อาศัย อาคารสาธารณะ

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the concentration and compare the average of PM2.5 in the open system room, closed system room and outside the building at the National Archives building, Chanthaburi. It is a cross-sectional study research and purposive air sampling, including 3 groups, open air room, closed or air-condition room and outside the building at the entrance. Each group was sampling 3 points, each point measured 1 hour average for a total of 8 hours per point for a total of 72 samples, with the DUSTTRAK DRX Aerosol Monitor. The data were compared with the Indoor Air Quality Standards recommended by the Department of Health. The statistics used for data analysis were mean (Avg.), standard deviation (SD), F-test, Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney U test. The results showed that the concentration of PM2.5 was in the range of 28 - 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and averaged in the range of 28.4 - 73.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The room that PM2.5 was higher than the standard are the Document Valuation and Assessment Room, Film Valuation and Assessment Room, Archives Office Room (Administration Room) and Document Center Room. The average of PM2.5 in open air room group was significantly higher than the closed room group ($p < .05$). The average of PM2.5 in open air room group was not significantly different from those outside the building ($p > .05$). The average of PM2.5 in closed room group was significantly lower than the outside the building ($p < .05$). Suggestions for improvement according to the sanitary principles to be hygienic by closing doors, windows, gaps or leaks. It is a simple and low-cost method of improving building hygiene, suitable for residential and public buildings for good hygiene and safety for residents.

Keywords: PM2.5, building hygiene, archived building, residential building, public building

บทนำ

ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) หรือฝุ่นขนาดเล็ก หรือฝุ่น PM2.5 เป็นปัญหามลพิษทางอากาศสำคัญที่คุกคามสุขภาพของประชากรทั่วโลก รวมถึงการดำรงชีวิตประจำวันของคนในปัจจุบันอย่างมาก เช่น การทำงาน การออกกำลังกาย การใช้ชีวิตภายนอกอาคาร และการใช้ชีวิตในอาคารที่อยู่อาศัยโดยเฉพาะอาคารเปิดที่มีการถ่ายเทอากาศจากภายนอกทำให้ได้รับฝุ่นขนาดเล็กเข้าสู่ระบบในอาคาร เมื่อรับสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายผ่านระบบทางเดินหายใจ ขนาดอนุภาคที่เล็กมากสามารถเข้าถึงระบบทางเดินหายใจส่วนการแลกเปลี่ยนออกซิเจน ส่งผลกระทบต่อกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซของร่างกาย (Gas Exchange Regions) ก่อให้เกิดโรคที่มีสาเหตุสัมพันธ์กับมลพิษทางอากาศ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ โรคระบบทางเดินหายใจ และโรคมะเร็งปอด ที่เป็นสาเหตุหลัก

ของการเสียชีวิตก่อนวัยอันสมควร ในภูมิภาคเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเป็นที่ตั้งของเมืองใหญ่ที่มีประชากรรวมกันมากกว่า 150 ล้านคน การพัฒนาเมืองในภูมิภาคนี้ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศในบรรยากาศทั่วไป เป็นสาเหตุให้มีผู้เสียชีวิตก่อนวัยอันควรเนื่องจากมลพิษทางอากาศ (World Health Organization, 2016)

จากข้อมูลสถานการณ์การเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพ จากมลพิษอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ระหว่างวันที่ 1 มกราคม – 20 พฤศจิกายน 2562 พบจำนวนผู้ป่วยที่รายงานเข้าสู่ระบบเฝ้าระวังในเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม มีแนวโน้มสูงไปในทิศทางเดียวกับสถานการณ์ฝุ่นละอองที่เกินค่ามาตรฐานในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ (Department of Disease Control, 2019) จากฐานข้อมูลเฝ้าระวังโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ (HDC) ของกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ กลุ่มโรคทางเดินหายใจ กลุ่มโรคหัวใจหลอดเลือดและสมองอุดตันขาดเลือด กลุ่มโรคตาอักเสบ กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ กลุ่มโรคอื่น ๆ และ long term effect เช่น โรคมะเร็งปอด มีจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศที่รายงานจากทุกเขตสุขภาพทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2563 รวม 6,883,562 คน และในปี พ.ศ. 2564 ข้อมูล ณ วันที่ 3 เมษายน 2564 มีจำนวนผู้ป่วยแล้ว รวม 1,861,747 คน คิดเป็นร้อยละ 27.05 ของจำนวนผู้ป่วยปี พ.ศ. 2563 ทั้งปี ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ ที่มีการรายงานในปี พ.ศ. 2563 ทั้งปี พบว่ากลุ่มโรคที่มีรายงานผู้ป่วยมากที่สุด ได้แก่ กลุ่มโรคทางเดินหายใจ ร้อยละ 39.85 รองลงมาคือ กลุ่มโรคผิวหนังอักเสบ ร้อยละ 26.49 กลุ่มโรคตาอักเสบ ร้อยละ 18.16 กลุ่มโรคหัวใจหลอดเลือดและสมองอุดตันขาดเลือด ร้อยละ 13.72 กลุ่ม long term effect ร้อยละ 1.77 และกลุ่มโรคอื่น ๆ ร้อยละ 0.004 ตามลำดับ (Ministry of Public Health, 2021) การรับสัมผัสฝุ่นเข้าสู่ร่างกายขณะทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือในอาคารเปิดโล่ง ที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่น PM2.5 การจัดการสุขลักษณะภายในที่พักอาศัยหรืออาคารสำนักงานและอาคารสาธารณะต่าง ๆ เป็นสิ่งจำเป็น โดย สุขลักษณะ หมายถึง ลักษณะที่ถูกต้องตามหลักปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยจากโรคมัยไข้เจ็บ (Office of the Royal Society, 2011)

รายงานสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี จากจุดตรวจวัดค่า PM2.5 ณ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดจันทบุรี อำเภอเมืองจันทบุรี ระหว่างวันที่ 20 ธันวาคม 2563 ถึงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2564 จำนวน 21 ข้อมูล มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 14 – 90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ร้อยละ 52.38 และอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ ร้อยละ 47.62 (Provincial Office of Natural Resources and Environment Chanthaburi, 2021) ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ ในเขตพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ที่มีการรายงานในปี พ.ศ. 2563 ทั้งปี รวม 83,561 คน และในปี พ.ศ. 2564 ข้อมูล ณ วันที่ 24 มิถุนายน 2564 มีจำนวนผู้ป่วยแล้ว รวม 31,450 คน คิดเป็นร้อยละ 37.64 ของจำนวนผู้ป่วยปี พ.ศ. 2563 ทั้งปี (Ministry of Public Health, 2021)

หอจดหมายเหตุแห่งชาติ เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลและให้บริการสารนิเทศประเภทเอกสารจดหมายเหตุ มีที่มาจากหลายแหล่ง จากผลการศึกษาสภาวะแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในสำนักหอจดหมายเหตุแห่งชาติและหอจดหมายเหตุแห่งชาติสาขา-ทัศนคติของนักจดหมายเหตุและนักวิชาการ ผลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างระบุว่ามีความกังวลต่อสุขภาพที่มาจากสารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาเอกสารร้อยละ 26.00 จากเชื้อราในห้องทำงานร้อยละ 44.00 สภาวะแวดล้อมที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน มีสาเหตุมาจาก (1) ระบบเครื่องปรับอากาศที่เป็นระบบปรับอากาศแบบรวม (2) ฝุ่นละออง เชื้อรา ไรฝุ่น และสารเคมีที่อยู่ในเอกสาร (3) อาคารสถานที่ที่มีการปฏิบัติงานและเอกสารอยู่รวมในห้องเดียวกัน ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่าตนเองมีสุขภาพไม่ดีร้อยละ 52.00 และมีโรคประจำตัวร้อยละ 60.00 (Sumontarikan et al., 2018) อาคาร

หอบจตหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี เป็นอาคารเก่ามีห้องปรับอากาศเป็นห้องปิด และห้องเปิดรับอากาศจากภายนอก ตัวอาคารตั้งอยู่ในเขตเมือง และใกล้ถนนเส้นทางหลักของเมือง อาจได้รับผลกระทบเพิ่มขึ้นจากปัญหาฝุ่น PM2.5 จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลกระทบของฝุ่น PM2.5 ต่อสุขภาพของอาคารหอบจตหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี

วิธีการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ภายในอาคารหอบจตหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ที่เป็นห้องระบบเปิด ห้องระบบปิด และค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ภายนอกอาคาร
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ภายในอาคารหอบจตหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ที่เป็นห้องระบบเปิด ห้องระบบปิด และค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ภายนอกอาคาร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยออกแบบการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (cross-sectional study) โดยทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ณ อาคารหอบจตหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ในช่วงที่มีกิจกรรมตามปกติ โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

2. กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ทำการเลือกเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ในอากาศแบบเจาะจง บริเวณอาคารหอบจตหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ออกแบบกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะการเปิดรับอากาศจากภายนอกอาคาร ประกอบด้วย

- 1) ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด และมีการทำงาน 3 ห้อง รวม 3 จุด ได้แก่ ห้องปฏิบัติงาน ตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม และห้องสำนักงานหอบจตหมายเหตุ (ห้องธุรการ)
- 2) ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด และมีการทำงาน 3 ห้อง รวม 3 จุด ได้แก่ ห้องศูนย์เอกสาร คลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง และห้องสำนักงานหอบจตหมายเหตุ (ห้องผู้บริหาร)
- 3) พื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า รวม 3 จุด ได้แก่ ทางเข้าอาคารกลาง ทางเข้าด้านเหนือ และทางเข้าด้านใต้

แต่ละจุดออกแบบการเก็บตัวอย่างโดยตรวจวัดเป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อเนื่อง ต่อจุด รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 72 ตัวอย่าง

กำหนดตำแหน่งการเก็บตัวอย่างที่ความสูงจากพื้นระหว่าง 75 - 120 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1 ติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างในตำแหน่งที่อยู่บริเวณกึ่งกลางของห้อง หรือส่วนที่มีผู้ใช้อาคารหนาแน่น และอยู่ใกล้ระดับหายใจ (breathing zone) ของผู้ใช้อาคารมากที่สุด ไม่รบกวนการทำงาน กิจกรรม หรือทางเดิน และไม่อยู่ในทิศทางที่มีการระบายอากาศ เข้า - ออก (Bureau of Environmental Health, 2016)

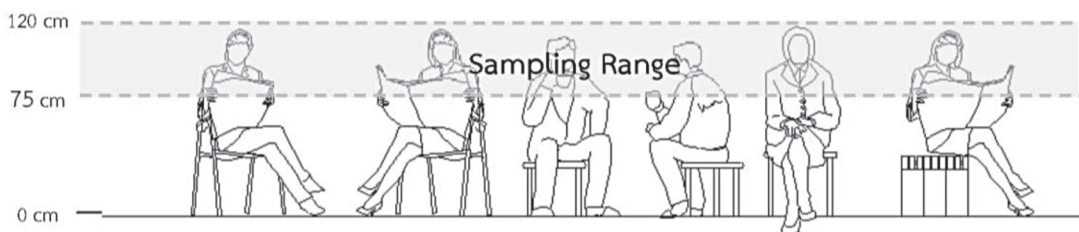
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ทำการตรวจวัดฝุ่น PM2.5 ตามจุดที่เลือกแบบเจาะจง แต่ละจุดตรวจวัดเป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง ด้วยเครื่อง DUSTTRAK DRX Aerosol Monitor ชนิดอ่านค่าโดยตรง (portable direct sampling) แสดงผล

การตรวจวัดพื้นที่ ณ จุดเก็บตัวอย่าง ด้วยหลักการตรวจวัดแบบ laser 90° light scattering (Bureau of Environmental Health, 2016; Royal Thai Government Gazette, 2019)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} วิเคราะห์โดยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Avg.) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วย F-test พบว่ามีการกระจายข้อมูลแบบไม่ปกติ ผู้วิจัยจึงใช้สถิติ Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยฝุ่น PM_{2.5} จากกลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด และกลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า



ภาพที่ 1 ระดับความสูงการสุ่มเก็บตัวอย่าง (Bureau of Environmental Health, 2016)

ผลการทดลอง

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} จากจุดเก็บตัวอย่างภายในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี มีผลดังนี้

1. ค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} ภายในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี และค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} ภายนอกอาคาร แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 อาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี

กลุ่ม	N	ฝุ่น PM2.5 ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง (หน่วย: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		min	max	Avg.	SD
1. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด					
1.1 ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมิน คุณค่าเอกสาร	8	59	82	73.5	9.24
1.2 ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมิน คุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม	8	38	59	44.6	7.01
1.3 ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ (ห้องธุรการ)	8	39	52	44.5	4.17
2. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด					
2.1 ห้องศูนย์เอกสาร	8	36	37	36.5	0.53
2.2 คลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง	8	31	34	32.9	0.99
2.3 ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ (ห้องผู้บริหาร)	8	28	29	28.4	0.52
3. พื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า					
3.1 ทางเข้าอาคารกลาง	8	44	56	49.1	5.00
3.2 ทางเข้าด้านเหนือ	8	44	54	48.6	3.54
3.3 ทางเข้าด้านใต้	8	47	57	50.9	3.98

หมายเหตุ : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ หมายถึง ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 อาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี บริเวณห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด รวม 3 จุด ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด รวม 3 จุด และพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า รวม 3 จุด แต่ละจุดตรวจวัดเป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อเนื่องต่อจุด รวมจำนวน 72 ตัวอย่าง พบว่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 มีค่าอยู่ในช่วง 28 - 82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28.4 - 73.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ รายละเอียดผลการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของฝุ่นแบ่งตามกลุ่มพื้นที่ ดังนี้

1.1 กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด รวม 3 ห้อง ได้แก่ ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารพบว่าฝุ่น PM2.5 มีค่าอยู่ในช่วง 59 - 82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์มพบว่าฝุ่น PM2.5 มีค่าอยู่ในช่วง 38 - 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ (ห้องธุรการ) พบว่าฝุ่น PM2.5 มีค่าอยู่ในช่วง 39 - 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1.2 กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด รวม 3 ห้อง ได้แก่ ห้องศูนย์เอกสาร ฝุ่น PM_{2.5} มีค่าอยู่ในช่วง 36 - 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิงพบว่าฝุ่น PM_{2.5} มีค่าอยู่ในช่วง 31 - 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ (ห้องผู้บริหาร) พบว่าฝุ่น PM_{2.5} มีค่าอยู่ในช่วง 28 - 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1.3 กลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า รวม 3 จุด ได้แก่ ทางเข้าอาคารกลาง ฝุ่น PM_{2.5} มีค่าอยู่ในช่วง 44 - 56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ทางเข้าอาคารด้านเหนือ ฝุ่น PM_{2.5} มีค่าอยู่ในช่วง 44 - 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ทางเข้าอาคารด้านใต้ ฝุ่น PM_{2.5} มีค่าอยู่ในช่วง 47 - 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่น PM_{2.5} ภายในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี และค่าเฉลี่ยฝุ่น PM_{2.5} ภายนอกอาคาร แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่น PM_{2.5} อาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี โดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis test

กลุ่ม	N	Avg.	SD	Mean rank	df	p-value
1. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด	24	54.21	15.51	47.98	2	.000
2. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด	24	32.58	3.46	12.50		
3. พื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า	24	49.54	4.15	49.02		

จากตารางที่ 2 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยฝุ่น PM_{2.5} ระหว่างกลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด และกลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า จากการทดสอบโดย Kruskal-Wallis พบว่า กลุ่มห้องที่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM_{2.5} แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยฝุ่น PM_{2.5} อาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test

กลุ่ม	N	Avg.	SD	Mean rank	df	p-value
1. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด	24	54.21	15.51	36.50	-5.949	.000
2. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด	24	32.58	3.46	12.50		
1. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด	24	54.21	15.51	23.98	-.258	.796
3. พื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า	24	49.54	4.15	25.02		
2. ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด	24	32.58	3.46	12.50	-5.952	.000
3. พื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า	24	49.54	4.15	36.50		

จากตารางที่ 3 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 รายคู่ด้วยวิธี Mann-Whitney U พบว่า กลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด มีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 สูงกว่ากลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และกลุ่มห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิดมีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ต่ำกว่ากลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ในขณะที่กลุ่มห้องระบบเปิดและกลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้ามีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ไม่แตกต่างกัน ($p > .05$)

สรุปและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ภายในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี บริเวณห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด รวม 3 จุด ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด รวม 3 จุด และพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า รวม 3 จุด แต่ละจุดตรวจวัดเป็นค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อเนื่องต่อดูจุด รวมจำนวน 72 ตัวอย่าง พบว่าค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 จากห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม ห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ (ห้องธุรการ) และห้องศูนย์เอกสาร มีค่าเฉลี่ยสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้ไม่เกิน $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่เสนอแนะโดยกรมอนามัย (Bureau of Environmental Health, 2016) สำหรับห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง และห้องสำนักงานหอจดหมายเหตุ (ห้องผู้บริหาร) ที่เป็นห้องระบบปิดมีค่าค่าเฉลี่ยของ PM2.5 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ ผลการตรวจวัดพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้าด้านทิศใต้พบว่าฝุ่น PM2.5 มีค่าเฉลี่ยสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้ และมีค่าสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดให้ไม่เกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Royal Thai Government Gazette, 2010) ห้องที่พบมีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 มากที่สุดคือห้องตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร ลักษณะทางกายภาพของห้องมีการเปิดประตู-หน้าต่าง รับอากาศจากภายนอก ประกอบกับหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ตั้งอยู่ใกล้กับถนนที่เป็นเส้นทางหลักของเมืองจันทบุรี มีการจราจรตลอดวัน ส่งผลให้ฝุ่นละอองขนาดเล็กจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้เช่นกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาค่าความเข้มข้นของอนุภาคและปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคารและภายนอกอาคารของอาคารพิพิธภัณฑ์และหอสมุดในประเศกรีก ที่พบว่าในอาคารเปิดที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติมีอนุภาคที่มาจากฝุ่นละอองในอากาศภายนอกอาคาร และแหล่งกำเนิดของฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากการจราจรและกิจกรรมในชุมชน (Mašková et al., 2015) และสอดคล้องกับผลการศึกษาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง PM2.5 ในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย พบว่าอันดับหนึ่งเกิดจากการเผาในที่โล่ง และรองลงมาเกิดขึ้นจากไอเสียรถโดยเฉพาะดีเซล (Kanidta & Natphasuth, 2020) จากการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) จากการคมนาคมบนท้องถนนที่มีต่อสุขภาพของเด็กนักเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัย อำเภอมือง จังหวัดนครปฐม พบว่าในฤดูหนาวเด็กนักเรียนโรงเรียนพระปฐมวิทยาลัยที่ตั้งอยู่ใกล้ถนนสายหลักมีอาการและอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจแตกต่างจากเด็กนักเรียนโรงเรียนสระกะเทียมวิทยาคมที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากถนนสายหลักอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) โรงเรียนในกลุ่มศึกษาที่ตั้งอยู่ใกล้ถนนสายหลัก มีปริมาณ PM10 มากกว่าโรงเรียนในกลุ่มเปรียบเทียบที่ตั้งอยู่ห่างไกลจากถนนสายหลัก ส่งผลต่อปริมาณการรับสัมผัส PM10 ของนักเรียนในกลุ่มศึกษา มากกว่าโรงเรียนในกลุ่มเปรียบเทียบ (Worawut, 2017)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของฝุ่น PM2.5 ภายในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี กับค่าเฉลี่ยของฝุ่น PM2.5 ภายนอกอาคาร พบว่ากลุ่มห้องที่เป็นระบบเปิดมีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 สูงกว่ากลุ่มห้องที่เป็นระบบปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มห้องที่เป็นระบบปิดมีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ต่ำกว่ากลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่กลุ่มห้องที่เป็นระบบเปิดและกลุ่มพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้ามีค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 ไม่แตกต่างกัน ห้องที่มีการเปิดประตู-หน้าต่าง เปิดรับอากาศจากภายนอกจึงมีค่าเฉลี่ยของฝุ่นหรือมลพิษต่าง ๆ มากกว่าห้องที่ไม่เปิดประตู-หน้าต่าง สอดคล้องกับผลการศึกษากการสำรวจชนิดและปริมาณเชื้อราที่แขวนลอยในอากาศ อาคารวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ผลการศึกษาการเปิดหน้าต่างและประตูมีผลต่อปริมาณเชื้อราแขวนลอยในอากาศ โดยห้องที่มีการเปิดหน้าต่างประตู มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเชื้อรามากกว่าห้องที่ไม่เปิดหน้าต่างประตูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 (Katika et al., 2016)

ผลจากการศึกษา วิเคราะห์ และเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ภายในอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี บริเวณห้องภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด ห้องภายในอาคารที่เป็นระบบปิด และพื้นที่ภายนอกอาคารบริเวณทางเข้า สรุปได้ว่าฝุ่น PM2.5 ในอากาศภายนอกอาคารมีผลกระทบต่อสุขภาพลักษณะของอาคารในห้องที่เป็นระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยที่พบว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กจากภายนอกอาคารส่งผลต่อปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กภายในอาคารที่เป็นห้องเปิดรับอากาศจากภายนอก ดังนั้น การปรับปรุงอาคารสำนักงานหรือบ้านเรือนที่อยู่อาศัยที่ต้องใช้ทำกิจกรรมเป็นเวลานานทุกวันให้ถูกสุขลักษณะ ตามหลักการสุขาภิบาลอาคารหรือที่พักอาศัย โดยเสนอแนะให้ลดการปนเปื้อนของฝุ่นจากภายนอกเข้ามาในห้อง ด้วยวิธีการปิดประตู-หน้าต่าง ช่องว่างหรือรอยรั่วต่าง ๆ ของห้อง และเปิดเพื่อทำการระบายอากาศเป็นบางครั้งในช่วงที่ฝุ่นภายนอกมีค่าต่ำ เป็นวิธีการปรับปรุงที่สามารถทำได้ง่ายและมีค่าใช้จ่ายน้อยเหมาะกับอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัยและอาคารสาธารณะ

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งต่อไป คือควรศึกษาฝุ่น PM2.5 และดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศอื่น ๆ ในอาคารหลากหลายประเภทที่มีการอยู่อาศัยหรืออาคารสาธารณะและอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบด้านคุณภาพอากาศ โดยศึกษาให้ครอบคลุมทุกฤดูกาล รวมถึงศึกษาเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ ในการจัดการที่พักอาศัยให้ถูกสุขลักษณะ และการป้องกันตนเอง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย จากกองทุนวิจัย วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม (เลขที่สัญญา วทส. 608/2560) คณะผู้วิจัยขอขอบคุณหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเข้าเก็บข้อมูล จนทำให้สามารถเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลได้เป็นผลงานวิจัยที่สมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Bureau of Environmental Health. (2016). **Indoor air quality assessment operation manual for staff**. Nonthaburi: Department of Health, Ministry of Public Health.
- Department of Disease Control. (2019). **Guidelines for surveillance of health impacts from particulate matter up to 2.5 microns (PM2.5)**. Retrieved from https://pher.moph.go.th/wordpress/wp-content/uploads/2019/11/วาระที่-2.2_แนวทางและสถานการณ์การเฝ้าระวังผ-1.pdf [2021, 1 Apr.]
- Kanidta, C., & Natphasuth, P. (2020). Emission source impact and problem solving and management on PM 2.5 in the northern part of Thailand. **Journal of the Association of Researchers**, 25(1), 461-474.
- Katika, S., Kannalinya, B., Sirsawarany, S., & Yuparat, K. (2016). **Exploration of airborne fungi in research building, Faculty of Science Ubon Ratchathani University**. Retrieved from <http://repository.rmutr.ac.th/bitstream/handle/123456789/273/50.Blnno2016-1005-86.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [2018, 12 Nov.]
- Mašková, L., Smolík, J., & Vodicka, P. (2015). Characterisation of particulate matter in different types of archives. **Atmospheric Environment**, 107, 217-224.
- Ministry of Public Health. (2021). **Health data center (HDC)**. Retrieved from https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?source=pformatted/format1.php&cat_id=9c647c1f31ac73f4396c2cf987e7448a&id=297c1cb035778f7b49357693e6867e6c [2021, 24 Jun.]
- Office of the Royal Society. (2011). **Dictionary of the Royal Institute of Thailand 2011**. Retrieved from <https://dictionary.orst.go.th> [2021, 1 Apr.]
- Provincial Office of Natural Resources and Environment Chanthaburi. (2021). **PM2.5 & hotspot NEWS**. Retrieved from <http://chanthaburi.mnre.go.th/th/news/more/140/page/1> [2021, 24 Jun.]
- Royal Thai Government Gazette. (2010). **National Environment Board Announcement No. 36 (2010) subject: Standards for particulate matter with a size of not more than 2.5 microns in the ambient air**. Retrieved from <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2553/E/037/61.PDF> [2021, 1 Apr.]
- Royal Thai Government Gazette. (2019). **Notification of the Pollution Control Department subject: Measuring instruments and methods for measuring the average value of gases or particulates in the ambient air, other systems or other methods approved by the Pollution Control Department**. Retrieved from http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2562/E/259/T_0037.PDF [2021, 1 Apr.]
- Sumontarikan, M., Onanong, W., Benjamas, T., Chavinthorn, M., Wirakorn, T., Sitthiphan, C., & Sukon, K. (2018). Occupational health hazards in the national archive and its branches –archivists and scientists’ attitude. **Safety and Environment Review E-Journal**, 1(1), 28-33.

-