

การพัฒนาระบบวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง Classroom Monitoring Systems Via the Internet of Things

นัฐพันธุ์ นาคพงษ์¹ นิติการ นาคเจือทอง^{2*} และ อนิราช มิ่งขวัญ³

Nuttapun Nakpong¹, Nitigan Nakjuatong^{2*} and Anirach Mingkhwan³

คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี^{1, 2, 3}

Faculty of Industrial Technology and Management, King Mongkut's University of Technology

North Bangkok Prachinburi Campus^{1, 2, 3}

e-mail: nuttapun.n@itm.kmutnb.ac.th¹, nitigan.n@itm.kmutnb.ac.th², anirach.m@itm.kmutnb.ac.th³

Received: March 14, 2024 Revised: May 20, 2024 Accepted: October 8, 2024

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการใช้งานห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ได้สร้างกล่องสำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนจำนวน 10 ชุด เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของอาคารคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี จำนวน 10 ห้อง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม 2566 โดยบันทึกค่าปัจจัยสภาพแวดล้อมช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเรียน คือ อุณหภูมิและความชื้นอากาศ ค่าปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เพื่อตรวจสอบว่า ห้องเรียนมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนหรือไม่ โดยระบบสามารถแสดงระดับคุณภาพอากาศเป็น 3 ระดับ โดยพิจารณาจากค่าปริมาณ PM2.5 ได้ดังนี้ ระดับที่ 1 Fresh Air คือ คุณภาพอากาศดีมาก ที่ PM2.5 ไม่เกิน 15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ระดับที่ 2 Moderate Air คือ คุณภาพอากาศปานกลาง ที่ PM2.5 อยู่ระหว่าง 15.0–25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ระดับที่ 3 Unhealthy คือ คุณภาพอากาศไม่ดี ที่ค่า PM2.5 มากกว่า 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ย PM2.5 ที่อยู่ในระดับที่ 1 คือ คุณภาพอากาศดีมาก จำนวน 8 ห้อง และค่าเฉลี่ย PM2.5 ที่อยู่ในระดับที่ 2 คือ คุณภาพอากาศปานกลาง จำนวน 2 ห้อง โดยทุกห้องเป็นห้องที่ติดเครื่องปรับอากาศ ทำให้ค่าอุณหภูมิและความชื้นเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศอยู่ในระดับที่เหมาะสม และค่าแสงสว่างภายในห้องเรียนทั้ง 10 ห้องอยู่ในระดับเหมาะสม งานวิจัยครั้งนี้ได้สร้างหน้าจอบอร์ดเพื่อแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อมผ่านเว็บไซต์และบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมบนฐานข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมและเวลาการใช้งานห้องเรียนในภายหลังได้

คำสำคัญ: ห้องเรียน อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การตรวจติดตาม ฝุ่นละออง PM2.5

Abstract

The research presented in this study focuses on the development of an environmental monitoring system and classroom usage through the Internet of Things (IoT). A total of 10 monitoring units were created to assess the classroom environments within the Faculty of Technology and Management at King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi Campus, covering 10 classrooms during the first semester of the academic year 2023, from July to October 2023. The system recorded environmental factors during classroom usage, including temperature, humidity, and PM2.5 particulate matter levels, to determine whether the classrooms provided a suitable learning environment. The system categorises air

quality into three levels based on PM2.5 concentrations: Level 1 (Fresh Air) indicates excellent air quality with PM2.5 not exceeding 15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Level 2 (Moderate Air) reflects moderate air quality with PM2.5 between 15.0–25.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; and Level 3 (Unhealthy) denotes poor air quality with PM2.5 exceeding 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The findings revealed that eight classrooms maintained an average PM2.5 level classified as Level 1 (excellent air quality), while two classrooms were rated as Level 2 (moderate air quality). All monitored classrooms were equipped with air conditioning, ensuring that temperature and humidity levels remained within appropriate ranges, and lighting conditions were also deemed suitable across all ten classrooms. Additionally, a dashboard interface was developed to display environmental data via a website and to log this information in a database for future analysis regarding classroom suitability and usage timings.

Keywords: Classroom, Internet of Things, Monitoring, PM2.5 Particulates

บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในเขตเมืองใหญ่ทั่วโลก ซึ่งมีสาเหตุมาจากสารเคมีที่มีอยู่ในอากาศเกินระดับปกติ เป็นระยะเวลานานพอที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ สัตว์ พืช และทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นจากธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์ ปัญหาในปัจจุบันส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มุ่งพัฒนาเศรษฐกิจที่นำประเทศไปสู่สถานะอุตสาหกรรม นำไปสู่การขยายตัวของเขตเมืองที่ให้ที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงการสร้างถนนเพื่อการคมนาคม มลพิษทางอากาศมักเกิดมากที่บริเวณแหล่งอุตสาหกรรมและบริเวณที่มีการจราจรแออัด ผลกระทบของมลพิษนี้ทำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพ เช่น การหายใจขัดข้อง อักเสบ ไอ ปวดหน้าอก และมีผลกระทบต่อระบบหัวใจและปอด รวมทั้งมีผลกระทบทางกลิ่นและความรำคาญ นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อพืชและสัตว์ รวมถึงสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งจากปัญหาสภาพแวดล้อมและปัญหามลพิษที่เพิ่มขึ้นได้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการใช้ชีวิตของประชาชนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางอากาศที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี (มินตรา ฝาระสิทธิ์ และธัญญรัตน์ ไชยคราม, 2563) จากงานวิจัยที่มุ่งเสนอการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารและผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรภายในอาคาร เนื่องจากมีการใช้เวลาในการอยู่ในอาคารมากถึง 90% ของเวลาทั้งหมด การตรวจสอบปัจจัยทางกายภาพและเคมีที่มีผลต่อคุณภาพอากาศในห้องเรียนของภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เป็นวิทยาศาสตร์การควบคุมปัจจัยที่ประกอบด้วยอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แสงสว่าง และจำนวนคน รวมถึงปัจจัยทางเคมีที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปัจจัยทางชีวภาพที่มีแบคทีเรียและเชื้อรา โดยใช้เครื่องดูดอากาศ MAS100 NT® (MERCK) เพื่อเก็บข้อมูลในช่วงเดือนตุลาคมและพฤศจิกายน แบ่งเป็นสองช่วงเวลา คือ ช่วงเช้า 09:00 น. และช่วงบ่าย 14:00 น. ตัวอย่างถูกเก็บรวมสองวันต่อสัปดาห์ ในวันจันทร์และพุธ เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพอากาศในห้องเรียนมีปัจจัยหลายตัวที่เกินค่ามาตรฐานในบางช่วงเวลา ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณแบคทีเรีย แต่ปริมาณความสว่างของห้องเรียนทั้ง 2 ห้อง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และคุณภาพอากาศที่มีความสัมพันธ์กัน ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และจำนวนคน ดังนั้น ควรพิจารณาวิธีในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร เช่น การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ การล้างเครื่องปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ และตรวจสอบคุณภาพอากาศอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่ที่มีการใช้งานอย่างหนาแน่นต่อเนื่อง (ปมณต์ ภูมาศ, 2564) จากปัญหาดังกล่าวได้มีการศึกษาเพื่อประเมินระดับฝุ่นละอองขนาด

PM2.5 ภายในและนอกอาคารที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี (ศูนย์การศึกษาสามพร้าว) โดยดำเนินการวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 ร่วมกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในพื้นที่ศึกษาและพิจารณาอัตราส่วนระหว่างระดับฝุ่น PM2.5 ภายในและนอกอาคาร (วินัย มีแสง และคณะ, 2565)

โดยค่า AQI หรือค่าดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยที่ได้กำหนดใหม่ โดยเริ่มกำหนดให้ใช้ในเดือนมิถุนายน 2566 แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2566)

ระดับ 1. AQI 0-25 สีฟ้า (คุณภาพอากาศดีมาก) PM 2.5 มีค่า 0-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (เดิม 0-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ระดับ 2. AQI 26-50 สีเขียว (คุณภาพอากาศดี) PM 2.5 มีค่า 15-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (เดิม 25-37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ระดับ 3. AQI 51-100 สีเหลือง (คุณภาพอากาศปานกลาง) PM 2.5 มีค่า 25.1-37.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (เดิม 38-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ระดับ 4. AQI 101-200 สีส้ม (คุณภาพอากาศเริ่มมีผลต่อสุขภาพ) PM 2.5 มีค่า 37.6-75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (เดิม 51-90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ระดับ 5. AQI 201 ขึ้นไป สีแดง (คุณภาพอากาศมีผลต่อสุขภาพ) PM 2.5 มีค่า 75.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ขึ้นไป (เดิม 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ขึ้นไป)

จากปัญหาสภาพแวดล้อมที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในปัจจุบันมีมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นอย่างมากมายอาทิเช่น ฝุ่น PM 2.5 ดังนั้น ถ้าในสภาพแวดล้อมที่มีการใช้ในการเรียนการสอน เช่น โรงเรียนหรือมหาวิทยาลัยมีคุณภาพอากาศหรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอน อาจส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ และเมื่อต้องการตรวจสอบการใช้งานของห้องเรียน หากไม่มีระบบช่วยในการตรวจสอบแบบอัตโนมัติ จะต้องใช้บุคลากร เพื่อเดินไปตรวจสอบหรือสำรวจการใช้งานของห้องเรียน หากพบว่า ห้องเรียนนั้นไม่มีการใช้งาน แต่มีการเปิดไฟแสงสว่างอยู่ ก็จะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบที่สามารถตรวจสอบว่า ห้องเรียนมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมหรือไม่ รวมทั้งใช้การนำอุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ เข้ามาใช้งานเพื่อตรวจสอบว่าปัจจุบันในช่วงเวลานั้น ๆ มีการใช้งานห้องเรียนหรือการเปิด-ปิดไฟแสงสว่างภายในห้องเรียนด้วยหรือไม่ โดยสามารถตรวจสอบข้อมูลสภาพแวดล้อมผ่านทางหน้าเว็บไซต์ได้

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Internet of Things เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (อิริฟิรุห์ ทองคำวิฑูรย์, 2559) หรือ IoT (Internet of Things) โดยความหมายสามารถตีความได้ว่า เป็นการเชื่อมต่อสำหรับทุกสิ่งจากทุกที่ตลอดเวลา โดยเป็นการทำงานระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้สามารถรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ (Collect and Exchange Data) ผ่านการใช้งาน Internet of Things (IoT) ทำให้เกิดการเชื่อมต่อและสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้โปรโตคอล MQTT (Message Queue Telemetry Transport) และโปรโตคอล CoAP (Constrained Application Protocols) สำหรับการสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่ติดตั้งเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์ Mobile Device เช่น Smart Phone หรือ Tablet ทำให้สามารถติดตามข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา และมีการแสดงผลข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันทำให้สามารถดูข้อมูลได้อย่างสะดวกสบาย ระบบ IoT ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายด้านของชีวิตประจำวัน เช่น การติดตามข้อมูลสุขภาพ, การควบคุมการขนส่ง, และการเฝ้าระวังสภาพแวดล้อม เพื่อให้ชีวิตมีความสะดวกสบายมากขึ้น โดยในทางเทคโนโลยี IoT ได้เชื่อมโยงอุปกรณ์ตรวจวัดและติดตามข้อมูลที่สนใจ รวมทั้งสร้างระบบสำหรับการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อกำหนดและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพที่ช่วยในการพัฒนาระบบอัจฉริยะต่าง ๆ โดยสถาปัตยกรรมของ IoT ที่สามารถเชื่อมต่อกับโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และออกแบบให้อุปกรณ์สามารถสื่อสารกันได้ โดยการวัดและส่งข้อมูลเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูล ปัจจุบันมีจำนวนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตประมาณ 20,000 ล้านเครื่องทั่วโลก (Calderoni et al., 2019) การใช้ Cloud Computing ในการประมวลผลข้อมูลทำให้

สามารถสร้างเครือข่ายเซนเซอร์ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถควบคุมหรือแสดงผลข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์กับระบบเมืองอัจฉริยะ หรือระบบฟาร์มเกษตรอัจฉริยะ เป็นต้น

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบวัดสภาพแวดล้อมและการใช้งานห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งนั้น มีข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังนี้

วิทยา แหลมทอง (2563) ได้ศึกษาถึงความเหมาะสมของแสงสว่างภายในห้องเรียนคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยมีเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างสำหรับห้องเรียน อยู่ที่ 300 lux ซึ่งกำหนดโดยเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างของสมาคมแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) แต่จากผลการศึกษาพบว่า การออกแบบของแสงสว่างภายในห้องเรียนยังไม่สอดคล้องกับการใช้งาน จึงควรที่จะคำนึงถึงการวางผังดวงโคม และการออกแบบการเปิด-ปิดโคมไฟ เช่น การเปิด-ปิดระบบไฟหน้าห้องควรมีการแยกออกมาโดยเฉพาะ เพื่อให้สะดวกต่อการควบคุมปริมาณแสงสว่างภายในห้องเรียน และเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

สุคนธ์ ขาวกริบ และคณะ (2563) ได้ทำการวิเคราะห์ระดับฝุ่น PM2.5 ภายในอาคารหอจดหมายเหตุ โดยใช้กรณีศึกษาอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี ผู้วิจัยสุ่มเก็บตัวอย่างจากห้องศูนย์เอกสาร ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสารประเภทฟิล์ม และห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง รวมทั้งจุดอ้างอิงภายนอกอาคาร โดยใช้เครื่อง DUSTTRAK DRX Aerosol Monitor Model 8533 สรุปผลการวิเคราะห์พบว่า ฝุ่น PM2.5 ในห้องศูนย์เอกสารมีระดับเกินเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย ANOVA และ Scheffe Post Hoc Test พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P\text{-value} < .05$) ระหว่างห้องต่าง ๆ ภายในอาคาร และเทียบกับพื้นที่ภายนอกอาคาร การตรวจสอบพบว่า ห้องศูนย์เอกสาร, ห้องปฏิบัติงานตรวจสอบและประเมินคุณค่าเอกสาร และห้องคลังเอกสาร/เอกสารอ้างอิง มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงระบบการจัดการภายในห้อง เช่น ติดตั้งระบบดูดอากาศเฉพาะที่ สวมใส่เสื้อผ้าที่ปกปิด สวมถุงมือ และใช้หน้ากากที่สามารถกรองฝุ่น PM2.5 เพื่อลดความเสี่ยงทางสุขภาพกับผู้ใช้ปฏิบัติงานและผู้ใช้บริการในห้องต่าง ๆ ของอาคารนี้

ปัทมพร กิตติก้อง และคณะ (2560) ได้ศึกษาระดับความเข้มแสงสว่างในห้องเรียน และลักษณะทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อความรู้สึกเมื่อยล้าทางสายตาของนักเรียน เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อความรู้สึกเมื่อยล้าทางสายตาของนักเรียน และเพื่อศึกษาความเมื่อยล้าทางสายตาของนักเรียน ทำให้ทราบว่า ความเข้มแสงสว่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทำให้นักเรียนมีความรู้สึกเมื่อยล้าทางสายตาสูงกว่าห้องเรียนที่มีแสงสว่างที่เหมาะสม โดยควรมีการเพิ่มจำนวนของหลอดไฟภายในห้องเรียน รวมถึงปรับเปลี่ยนตำแหน่งของหลอดไฟ ปรับตำแหน่งโต๊ะเรียนให้ตรงกับหลอดไฟ เปิดม่านหรือมู่ลี่หน้าต่างให้มีแสงจากธรรมชาติส่องผ่าน ซึ่งจะช่วยให้มีแสงสว่างเหมาะสมต่อการเรียนการสอนมากขึ้น

น้ำผึ้ง สายหงส์ และอวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ (2550) ได้ศึกษาแนวทางการออกแบบแสงสว่างภายในห้องเรียนสื่อผสม โดยการจำลองสภาพแสงในห้องเรียนโดยใช้โปรแกรม DIALux ผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงแผงกันแดดและหิ้งสะท้อนแสงให้สอดคล้องกับทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์สามารถช่วยให้แสงธรรมชาติสามารถส่องเข้ามาในอาคารได้มากขึ้นและมีความสม่ำเสมอของแสงมากขึ้น การวางผังและควบคุมการเปิด-ปิดแสงไฟที่เหมาะสม ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานได้สูงสุดและช่วยลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้าได้

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีภายในอาคารคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรมได้

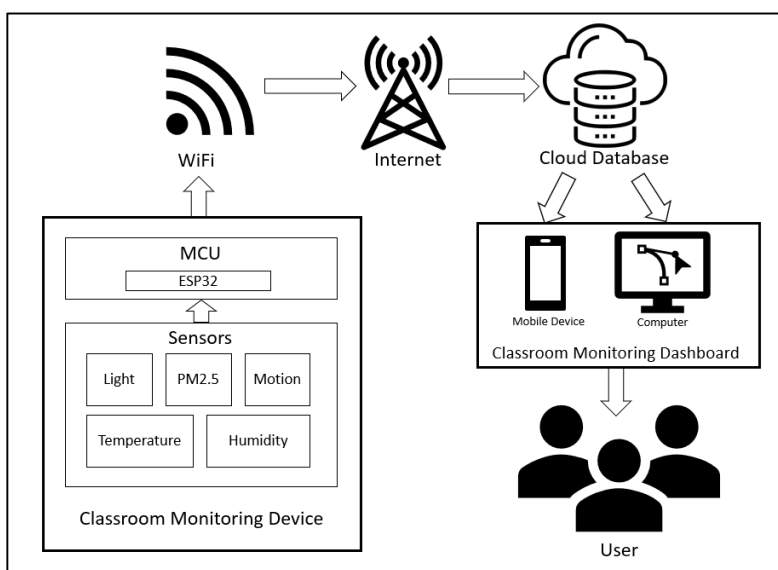
ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่เป็นห้องที่มีเครื่องปรับอากาศภายในอาคารคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม โดยกำหนดให้ใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ห้อง และห้องเรียนปกติ จำนวน 4 ห้อง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 คือ ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม 2566

2. พัฒนาอุปกรณ์สำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน จำนวน 10 ชุด โดยใช้เซนเซอร์วัดสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ เซนเซอร์วัดฝุ่นละออง PM2.5 เซนเซอร์วัดแสงสว่าง และเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว โดยบันทึกค่าลงในฐานข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดการวิจัย

แนวคิดการออกแบบเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนโดยใช้เซนเซอร์ตรวจวัดปัจจัยอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 และความสว่างของแสงในห้องเรียน เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ห้องเรียน ทั้งอาจารย์และนักศึกษา เพื่อให้สามารถปรับค่าที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนได้ รวมทั้งติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวสำหรับตรวจสอบว่า มีใครอยู่ในห้องเรียนหรือไม่ และสามารถตรวจสอบได้ว่า มีการใช้งานห้องเรียนอยู่ในช่วงเวลาที่ไม่มีการเรียนการสอนหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนในการทำวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของการใช้งานระบบ

การวิเคราะห์ความต้องการของระบบถูกออกแบบเพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และสุขภาพของผู้ใช้ห้องเรียนทั้งอาจารย์และนักศึกษา รวมถึงพารามิเตอร์ที่ต้องการวัด

สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเคลื่อนไหว แสงสว่าง PM2.5 และคุณภาพอากาศ เป็นปัจจัยที่สามารถนำมาใช้สำหรับการปรับปรุงสถานที่ที่ใช้ในการเรียนรู้และสุขภาพของนักเรียน การวัดค่าสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนใช้เซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น DHT22 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศ เซ็นเซอร์ Sensirion SPS30 สำหรับวัดปริมาณฝุ่น PM2.5 และ เซ็นเซอร์ GY-49 สำหรับวัดแสงสว่าง ซึ่งช่วยในการประเมินว่า สภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนมีความเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้หรือไม่ และมีการตรวจจับการใช้งานของห้องเรียน ใช้ PIR Motion Sensor เพื่อตรวจสอบว่า มีการใช้งานห้องเรียนหรือไม่ หากมีการตรวจจับความเคลื่อนไหวภายในห้องเรียน จะสามารถระบุได้ว่า มีผู้ใช้ห้องเรียนจริง

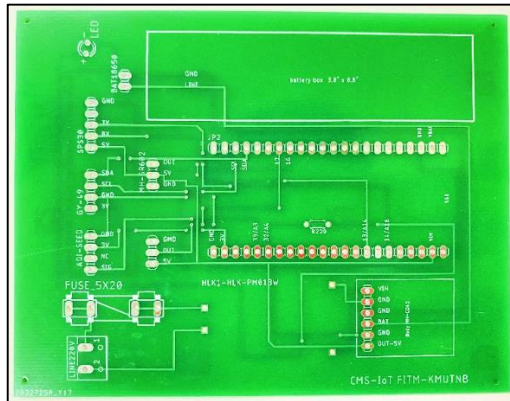
ส่วนของการแสดงผลข้อมูล โดยสร้างหน้าจอแดชบอร์ดเพื่อแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อมผ่านเว็บไซต์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลได้ในเวลาจริง โดยทำการบันทึกข้อมูล โดยใช้ระบบฐานข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมที่ได้รับจากระบบตลอดเวลา เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงสภาพแวดล้อมในภายหลัง และมีการแจ้งเตือนข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) สามารถกำหนดระบบแจ้งเตือนเมื่อพบสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงเกินไป หรือมีปริมาณฝุ่น PM2.5 เกินค่ามาตรฐาน

ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อม เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับจากระบบไปวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในภายหลัง โดยให้ความสำคัญกับความเหมาะสมและประสิทธิภาพในการใช้งานห้องเรียน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาแบบวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในครั้งนี้จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการจัดการห้องเรียนให้เหมาะสม สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ และวางแผนการใช้งานห้องเรียนได้อย่างเหมาะสมจากจำนวนการใช้งานและพฤติกรรมของผู้ใช้งานห้องเรียนได้

2. ศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมจากเทคโนโลยี IoT ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อจำลองเป็นต้นแบบภาพสามมิติ ก่อนนำไปสร้างกล่องอุปกรณ์จริง โดยใช้กล่องสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบกันน้ำ และนำมาเจาะช่องสำหรับใส่เซ็นเซอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น แผงวงจร PCB และแบตเตอรี่สำรองไฟ และวงจรแปลงกระแสไฟฟ้า 220 V เพื่อให้สามารถสำรองไฟฟ้าไว้ที่แบตเตอรี่ได้ และจ่ายกระแสไฟฟ้า 5 V ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2



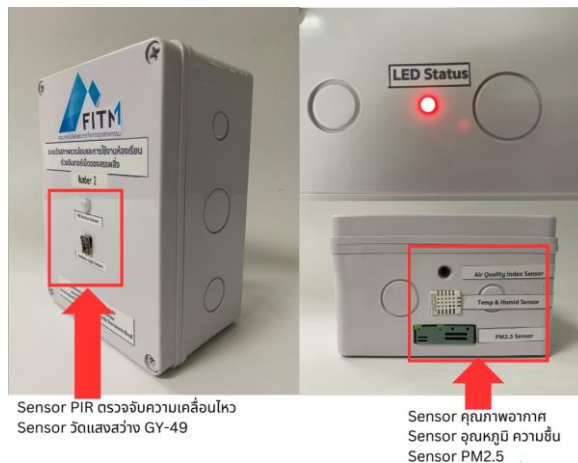
ภาพที่ 2 ออกแบบกล่องวัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน



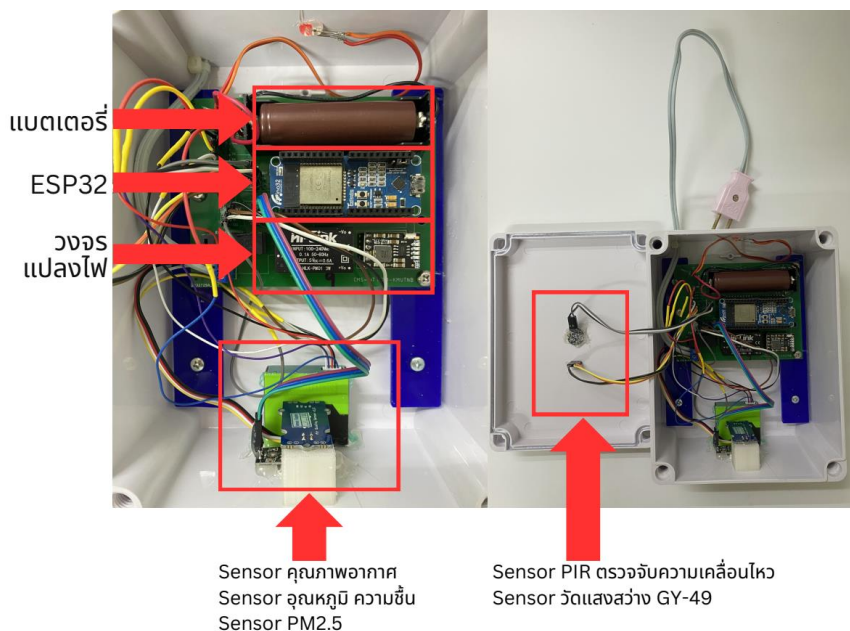
ภาพที่ 3 แผ่นวงจร PCB กล้องวัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน

แผ่นวงจร PCB (Printed Circuit Board) เป็นส่วนสำคัญในการติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์วัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนในระบบ IoT (Internet of Things) นี้ ซึ่งมีหน้าที่ในการเชื่อมต่อและจัดการสัญญาณระหว่างเซนเซอร์และหน่วยประมวลผลข้อมูลที่ติดตั้งในกล่องตรวจวัดสภาพแวดล้อมฯ แผ่นวงจร PCB ถูกออกแบบให้มีการจัดวางส่วนประกอบทั้งหมด อาทิเช่น ตัวต้านทานกระแส หลอดไฟ LED แสดงสถานะ วงจรแปลงกระแสไฟฟ้า แบตเตอรี่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และเซนเซอร์ทั้งหมด 4 ชนิด คือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ DHT22 เซนเซอร์วัดฝุ่นละออง PM2.5 Sensirion SPS30 เซนเซอร์วัดแสงสว่าง GY-49 และเซนเซอร์ PIR Motion ตรวจจับความเคลื่อนไหวในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและง่ายต่อการซ่อมบำรุง ดังแสดงในภาพที่ 3

3. ประกอบกล่องอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดสภาพแวดล้อมตามแบบที่ได้กำหนดไว้



ภาพที่ 4 กล่องวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนที่ประกอบเสร็จแล้ว



ภาพที่ 5 แสดงอุปกรณ์เซนเซอร์ภายในกล่องวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

ภาพที่ 4 และภาพที่ 5 แสดงกล่องวัดสภาพแวดล้อมและการใช้งานในห้องเรียนได้ติดตั้งเซนเซอร์สำหรับตรวจจับความเคลื่อนไหว คือ PIR Motion Sensor และเซนเซอร์วัดแสงสว่าง Ambient Light Sensor ที่ด้านหน้าของกล่อง เพื่อตรวจสอบกรณีมีการใช้งานห้องเรียน โดยหากมีนักศึกษาเดินผ่านหน้ากล่องวัดสภาพแวดล้อม ก็สามารถตรวจสอบได้ว่า มีการใช้งานห้องเรียนนั้นอยู่ และสามารถตรวจสอบได้ในกรณีที่ห้องเรียนได้เปิดไฟแสงสว่างในห้องเรียนขณะที่มีการเรียนการสอนอยู่ หรือลืมนิปิดไฟแสงสว่างในเวลากลางคืน ด้านล่างของกล่องวัดสภาพแวดล้อมและการใช้งานในห้องเรียนได้ติดตั้งเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ คือ Temperature & Humidity Sensor (DHT22) และเซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ คือ PM2.5 Sensor (Sesirion SPS30) ที่ด้านล่างของกล่องอุปกรณ์ฯ เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศว่า มีความเหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนหรือไม่ และตรวจสอบค่าปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ภายในห้องเรียนว่า อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนหรือไม่

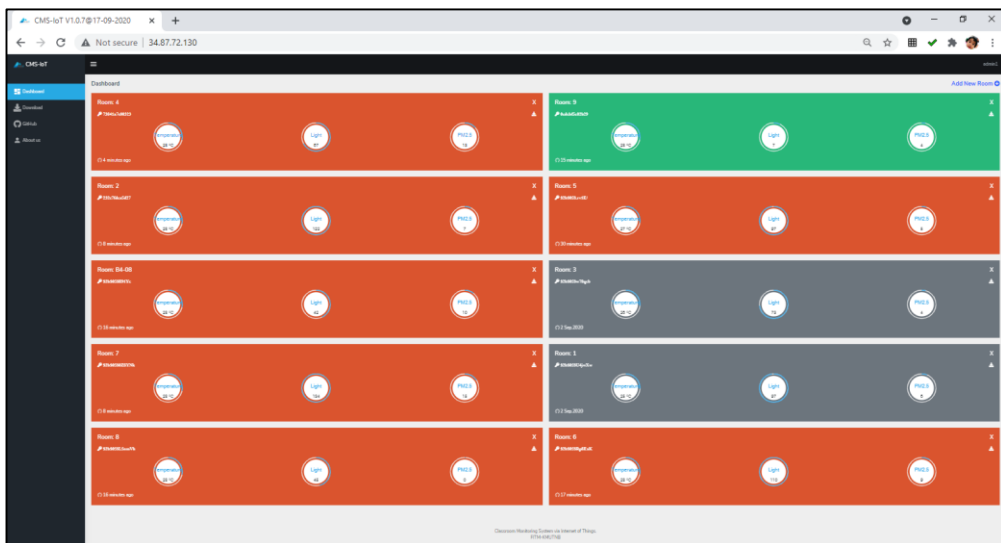
4. ทดสอบการใช้งานอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อมฯ จำนวน 10 ชุด โดยได้นำไปติดตั้งที่ห้องเรียนภายในอาคารคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม โดยติดตั้งที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ห้อง และห้องเรียนปกติ จำนวน 4 ห้อง ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การติดตั้งและใช้งานกล่องวัดสภาพแวดล้อมฯ ที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และห้องเรียนปกติ

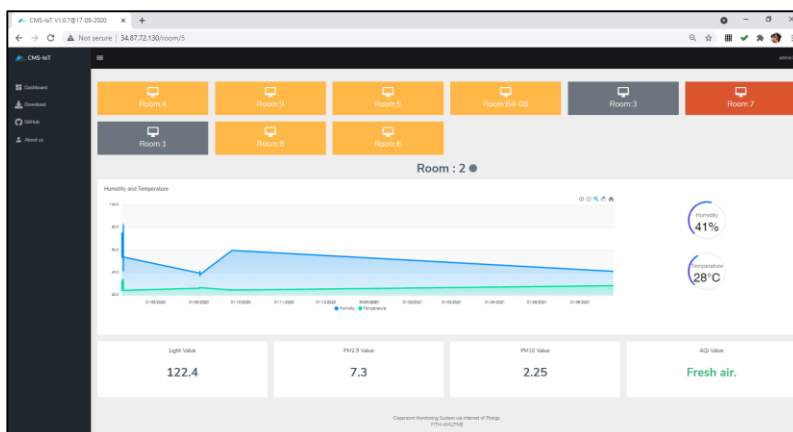
5. สร้างระบบแสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อมของห้องเรียนผ่านเว็บไซต์



ภาพที่ 7 หน้าเว็บไซต์สำหรับแสดงผลสถานะการใช้งานห้องเรียนในปัจจุบัน

จากภาพที่ 7 ใช้การแสดงผลสถานะการใช้งานห้องเรียน โดยกำหนดสีสำหรับแต่ละสถานะดังนี้
 สีเขียว แสดงสถานะมีการใช้งานห้องเรียนปกติ
 สีส้ม แสดงสถานะมีการใช้งานห้องเรียนและมีการเคลื่อนไหว
 สีเทา แสดงสถานะที่ไม่มีการใช้งานห้องเรียน

นอกจากการแสดงผลการใช้งานบนเว็บไซต์โดยแสดงผลสถานะของการใช้ห้องเรียน ดังภาพที่ 7 แล้วนั้น ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อม คือ อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ได้ โดยสร้างเป็นหน้าแดชบอร์ดเพื่อแสดงผลข้อมูลรวมทั้งหมดของห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 10 ห้อง และแสดงรายละเอียดข้อมูลสภาพแวดล้อมของแต่ละห้องได้ ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 Dashboard ระบบแสดงผลสภาพแวดล้อมห้องที่ 2

จากภาพที่ 8 แสดงผลข้อมูลสภาพแวดล้อมของแต่ละห้องเรียนดังนี้ เมนูด้านข้างที่ใช้เลือกการแสดงผลข้อมูล โดยหน้าหลักมีการแสดงผลกราฟข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ โดยใช้การแสดงผลข้อมูลแบบเกจ แสดงตัวเลข ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ และเมนูด้านบนสามารถใช้เลือกห้องเรียนที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลของแต่ละห้องได้ และแสดงระดับคุณภาพอากาศเป็น 3 ระดับ โดยพิจารณาจากค่าปริมาณ PM2.5 ได้ดังนี้ ระดับที่ 1 Fresh Air คือ คุณภาพอากาศดีมาก ที่ PM2.5 ไม่เกิน $15.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ระดับที่ 2 Moderate Air คือ คุณภาพอากาศปานกลาง ที่ PM2.5 อยู่ระหว่าง $15.0\text{--}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ระดับที่ 3 Unhealthy คือ คุณภาพอากาศไม่ดี ที่ค่า PM2.5 มากกว่า $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ขึ้นไป เพื่อให้ทราบว่า ขณะนี้ห้องเรียนมีคุณภาพอากาศที่เหมาะสมกับการเรียนหรือไม่ ซึ่งหากตรวจพบว่า สภาพแวดล้อมในห้องเรียนขณะนั้นไม่เหมาะสมต่อการใช้ห้องเรียนเนื่องจากค่า PM2.5 อยู่ในระดับคุณภาพอากาศไม่ดี ก็ควรจะเปลี่ยนห้องเรียนหรือดำเนินการเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ในห้องเรียนก่อนการใช้งานห้องเรียนนั้น ๆ

ผลการวิจัย

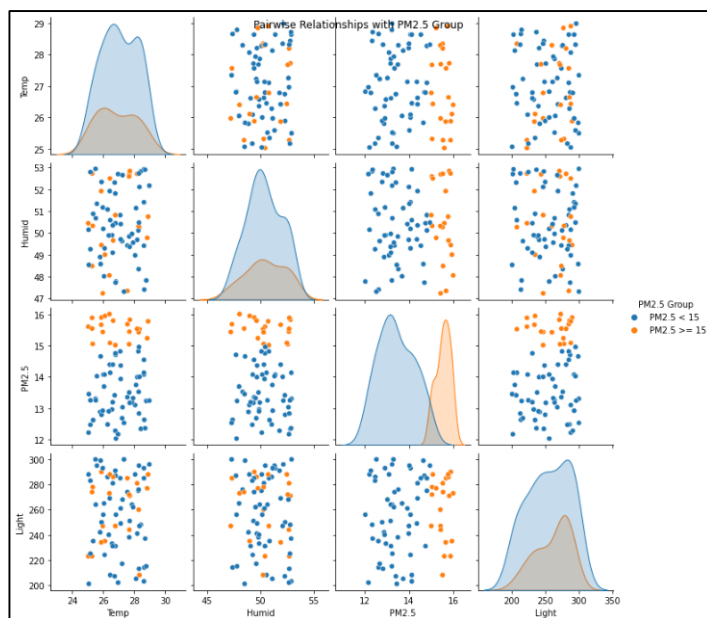
การใช้งานระบบวัดสภาพแวดล้อมและการใช้งานห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในงานวิจัยครั้งนี้สร้างกล่องอุปกรณ์ จำนวน 10 ชุด เพื่อให้สามารถทดสอบการใช้งานกับห้องเรียนภายในอาคาร คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม ดังนี้ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 6 ห้อง ได้แก่ ห้องที่สามารถรองรับนักศึกษา 40 คน คือ ห้องที่ 1 (B4-08) ห้องที่ 2 (B4-09) ห้องที่ 3 (B4-13) ห้องที่ 4 (B4-13) ห้องที่ 5 (B4-15) ห้องที่ 6 (B4-16) และห้องเรียนปกติ จำนวน 4 ห้อง ได้แก่ ห้องที่ 7 (B2-02) ห้องที่ 8 (B4-03) รองรับนักศึกษาได้ 60 คน ห้องที่ 9 (B4-20) และห้องที่ 10 (B4-21) รองรับนักศึกษาได้ 80 คน โดยเก็บข้อมูลตลอดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม 2566 ซึ่งนำข้อมูลที่วัดได้ในขณะใช้ห้องเรียน โดยตรวจวัดในช่วงเวลาคาบเรียนตอนเช้า คือ 9.00–12.00 น. และคาบเรียนตอนบ่าย คือ 13.00–16.00 น. โดยบันทึกข้อมูลทุก ๆ 1 ชั่วโมง และนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมขณะมีการใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์และห้องเรียนทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

แสดงค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพแวดล้อมขณะมีการใช้งานห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ห้องเรียน	ค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพแวดล้อมในห้องเรียนขณะมีการใช้งานห้องเรียน					
	อุณหภูมิห้อง (c°)	ความชื้นอากาศ (%)	ฝุ่น PM2.5 (µg/m³)	ค่าแสงสว่าง (lux)	คุณภาพอากาศ	สถานะการใช้งาน
ห้องที่ 1 (ห้อง B4-08)	25.59 c°	51.05 %	10.90 µg/m³	247.73 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 2 (ห้อง B4-09)	25.37 c°	50.29 %	10.46 µg/m³	246.61 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 3 (ห้อง B4-11)	25.56 c°	49.08 %	11.34 µg/m³	249.21 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 4 (ห้อง B4-13)	25.48 c°	50.58 %	11.06 µg/m³	253.46 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 5 (ห้อง B4-15)	25.59 c°	49.73 %	9.93 µg/m³	252.10 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 6 (ห้อง B4-16)	25.77 c°	49.41 %	9.75 µg/m³	251.36 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 7 (ห้อง B2-02)	28.93 c°	56.24 %	15.39 µg/m³	249.30 lux	Moderate Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 8 (ห้อง B2-03)	27.68 c°	54.06 %	15.50 µg/m³	257.89 lux	Moderate Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 9 (ห้อง B4-20)	27.71 c°	55.30 %	13.56 µg/m³	247.56 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน
ห้องที่ 10 (ห้อง B4-21)	28.21 c°	54.38 %	13.70 µg/m³	246.65 lux	Fresh Air	ห้องเรียนมีการใช้งาน

จากตารางที่ 1 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพแวดล้อมในห้องเรียนขณะทำการเรียนการสอนนั้นพบว่า แสงสว่างภายในห้องเรียนทั้ง 10 ห้องอยู่ในระดับเหมาะสม และค่าเฉลี่ย PM2.5 อยู่ในระดับที่ 1 และ 2 ดังนั้นระดับที่ 1 ค่าฝุ่นไม่เกิน 15.0 µg/m³ คือ คุณภาพอากาศดีมาก จำนวน 8 ห้อง และค่าเฉลี่ย PM2.5 ระดับที่ 2 ค่าฝุ่นระหว่าง 15.0-40.0 µg/m³ คือ คุณภาพอากาศปานกลาง จำนวน 2 ห้อง และสร้างกราฟแสดงความถี่ของค่าฝุ่น PM2.5 ที่ปริมาณของฝุ่น PM2.5 ทั้งสองระดับ ดังแสดงในภาพที่ 9 ซึ่งจากที่ทุกห้องเรียนมีเครื่องปรับอากาศทำให้ค่าอุณหภูมิและความชื้นเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศถูกควบคุมอยู่ในระดับที่เหมาะสม



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบความสัมพันธ์ปัจจัยสภาพแวดล้อมตามกลุ่มของ PM2.5

สรุปผลการวิจัย

การใช้งานระบบวัดสภาพแวดล้อมและการใช้งานห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ได้สร้างกล่องเพื่อใช้วัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนฯ จำนวน 10 กล่อง และนำไปติดตั้งในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ณ อาคารคณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ซึ่งกล่องประกอบด้วยอุปกรณ์เซ็นเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิความชื้นในอากาศ เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เซ็นเซอร์วัดแสงสว่าง เซ็นเซอร์วัดปริมาณฝุ่น PM 2.5 และอุปกรณ์อื่น ๆ ดังนี้ แบตเตอรี่สำหรับสำรองไฟฟ้า วงจรแปลงกระแสไฟฟ้า ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 โดยห้องที่ 1 ถึงห้องที่ 6 ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์มีค่าอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 เฉลี่ยตลอดภาคการศึกษาต่ำกว่าห้องที่ 7 ถึงห้องที่ 10 ที่เป็นห้องเรียนปกติ เนื่องจากห้องที่ 7 ถึงห้องที่ 10 เป็นห้องเรียนขนาดใหญ่และรองรับจำนวนนักศึกษาได้มากกว่าห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จึงมีผลทำให้อุณหภูมิและความชื้นสูงกว่าห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และห้องที่ 7 และห้องที่ 8 เป็นห้องเรียนที่อยู่ชั้นสองของอาคารคณะฯ เป็นห้องที่ระดับคุณภาพอากาศอยู่ระดับปานกลาง ที่มีค่าฝุ่นละออง PM2.5 เฉลี่ยสูงกว่าห้องอื่น ๆ ที่อยู่ชั้นสี่ของอาคารเล็กน้อย โดยสามารถแสดงผลข้อมูลของระบบวัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนฯ ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ และเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ ค่าแสงสว่าง ปริมาณฝุ่น PM2.5 บันทึกในฐานข้อมูล Firebase โดยการแสดงผลข้อมูลของระบบสภาพแวดล้อมที่อ่านค่าได้จากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ สามารถแสดงผลด้วยหน้าจอแดชบอร์ด แสดงข้อมูลสภาพแวดล้อมปัจจุบันของการใช้งานห้องเรียน และทำให้ทราบว่า มีห้องเรียนได้ถูกใช้งานอยู่ในขณะนั้น

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่ได้จากการพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการใช้งานห้องเรียนด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ได้บรรลุวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดสภาพแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ และนำมาใช้ในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ผลการตรวจวัดพบว่า สภาพแวดล้อมในห้องเรียนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอน โดยเฉพาะค่าฝุ่นละออง PM2.5 ซึ่ง 8 ห้อง อยู่ในระดับคุณภาพอากาศดีมาก และอีก 2 ห้อง อยู่ในระดับคุณภาพอากาศปานกลาง โดยห้องเรียนทั้งหมดที่ตรวจวัดเป็นห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ส่งผลให้ค่าความชื้นและอุณหภูมิในห้องอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ นอกจากนี้ ค่าความเข้มของแสงสว่างในทุกห้องยังอยู่ในระดับที่เพียงพอสำหรับการใช้งาน ซึ่งส่งผลดีต่อสมาธิและความสะดวกสบายของผู้ใช้งานห้องเรียน ซึ่งการแสดงผลข้อมูลผ่านแดชบอร์ดออนไลน์ช่วยให้สามารถตรวจสอบข้อมูลสภาพแวดล้อมได้แบบเรียลไทม์ และนำมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในระยะยาว โดยเฉพาะในกรณีที่มีค่าฝุ่นละอองหรืออุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ระบบยังสามารถแจ้งเตือนได้ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการห้องเรียน

ในภาพรวม การวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จในการสร้างระบบตรวจวัดและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในห้องเรียนด้วยเทคโนโลยี IoT ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการในด้านการส่งเสริมคุณภาพการเรียนการสอนและสุขภาพของผู้ใช้งานห้องเรียน

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยในครั้งนี้สามารถพัฒนาต่อยอดเพิ่มได้อีกตามความต้องการหรือความเหมาะสมในแต่ละสถานที่ โดยสามารถเพิ่มส่วนของอุปกรณ์ สามารถออกแบบให้ติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อการใช้งานอื่น ๆ ได้ เช่น นำไปติดตั้งในส่วนอาคารสำหรับการฝึกปฏิบัติที่เป็นส่วนอาคารแบบเปิด โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับค่าแก๊สต่าง ๆ เช่น แอลพีจี มีเทน หรือ

ตรวจจับควัน เพื่อให้ตรงกับความต้องการใช้งานในสถานที่ต่าง ๆ ได้ แต่ต้องเป็นบริเวณที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายได้ เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลสภาพแวดล้อมที่วัดได้จากเซนเซอร์เพื่อบันทึกกับฐานข้อมูล Firebase แบบออนไลน์ได้ทันที และสามารถต่อยอดให้สั่งงานเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศหรือพัดลมระบายอากาศภายในห้องเรียนได้อีกด้วย นอกจากนี้ ระบบยังสามารถใช้เซนเซอร์เพื่อวัดระดับความดังของเสียงรบกวนหรือเสียงภายในห้องเรียนให้มีระดับที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์ของการเรียนในแต่ละครั้งได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2566, 5 กรกฎาคม). ประกาศดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย พ.ศ. 2566. https://www.pcd.go.th/pcd_news/30028
- ธิรพิรุฬห์ ทองคำวิฑูรย์. (2559). เทคโนโลยี Internet of things และข้อเสนอแนะในการบริหารคลื่นความถี่ในประเทศไทย. *วารสารกิจการสื่อสารดิจิทัล*, 1(1), 167-194. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/NBTC_Journal/article/view/118710
- น้ำผึ้ง สายหงส์ และอริรุทธ์ ศรีสุธาพรหม. (2550). แนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสื่อผสม. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*, 5(1), 67-81. <https://doi.org/10.56261/jars.v5i1.169218>
- ปณณท์ ภูมาศ. (2564). การตรวจสอบคุณภาพอากาศในห้องเรียนบางห้องของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 29(1), 91-100. <https://doi.org/10.14456/tstj.2021.8>
- ปัทมพร กิตติก่อ, พรพรรณ สุกฤต, กิตติราวุฒิ ขวัญขารี และกันณพงศ์ อัครไชยพงศ์. (2560). การศึกษาระดับความเข้มแสงสว่างในห้องเรียนและลักษณะทางกายภาพของห้องที่มีผลต่อความรู้สึกเมื่อยล้าทางสายตาของนักเรียน กรณีศึกษา: โรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่ง จังหวัดขอนแก่น. *วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น*, 24(3), 10-18. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jdpc7kk/article/view/162443>
- มินตรา ฆาระสิทธิ์ และธัญรัตน์ ไชยคราม. (2563). การประยุกต์ภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินคุณภาพอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(5), 743-758. <https://doi.org/10.14456/tstj.2020.61>
- วิทยา แผลมทอง. (2563). แสงสว่างสำหรับห้องเรียนในคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. *Mahidol R2R e-Journal*, 7(1), 149-158. <https://doi.org/10.14456/jmu.2020.13>
- วินัย มีแสง, เอรวัฒน์ เบ้าทอง, ปิยวดี ยาบุษดี, วิภาพร กิตติศรีวรพันธุ์, ศิวพร ภูทอง, ภูษณพาส สมนิล และสืบชาติ อันทะไชย. (2565). การติดตามและประเมินปริมาณฝุ่นละอองที่น้อยกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ในพื้นที่ภายในและภายนอกอาคาร: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี (ศูนย์การศึกษาสามพร้าว). *วารสารวิชาการปทุมวัน*, 12(35), 50-69. <https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/pitjournal/article/view/982>

- สุคนธ์ ขาวกริบ, สายพิน ไชยนันท์, สิทธิพันธุ์ ไชยนันท์, สรินทร พัฒอำพันธ์ และศิริประภา สมวงศ์. (2563). ความเข้มข้นของฝุ่น PM2.5 ในอาคารหอจดหมายเหตุ กรณีศึกษาอาคารหอจดหมายเหตุแห่งชาติ จันทบุรี. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์*, 5(1), 35-45. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/journalindus/article/view/240882>
- Calderoni, L., Magnani, A., & Maio, D. (2019). IoT manager: An open-source IoT framework for smart cities. *Journal of Systems Architecture*, 98, 413-423. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2019.04.003>