

อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้น และลดฝุ่น ด้วยตัวถังประจุลบ

Device showing dust, temperature, humidity values and reduce dust with negative ion emitters

เขมิสร่า สะกิจ¹ เบญจวรรณ หลอมทอง²เอกชัย ชูเที่ยง³

Khemisara Sakit¹ Benjawan Lomtong² Ekkachai Chuetiang³

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ มีจุดประสงค์ของงานวิจัยได้แก่ เพื่อสร้างอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ เพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบและเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ โดยใช้ประชากรของงานวิจัยได้แก่ พนักงานของบริษัท อินฟัส เมดิคัล จำกัด โดยมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างได้แก่ พนักงานห้องจ่ายแมท จำนวน 10 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และประสิทธิภาพการทดสอบ สรุปผลวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ สรุปผลได้ดังนี้ 1) สร้างอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ สามารถใช้งานได้ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ พบว่า เมื่อมีเมื่อมีค่าฝุ่นที่เกินค่าที่กำหนดอุปกรณ์สามารถแจ้งเตือนผ่านบัสเซอร์ ได้ และสามารถเก็บข้อมูลผ่าน (Google Sheets) ได้ และการลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบได้ทั้ง 10 ครั้ง คิดเป็น 100% 3) การศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้อุปกรณ์การแสดงค่าฝุ่น อุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ พบว่า ผู้ทดลองใช้ มีความพึงพอใจในด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านความปลอดภัย โดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ ควรสามารถนำไปต่อยอดพัฒนาได้

คำสำคัญ : ยิงประจุลบ,ตรวจสอบ, อุปกรณ์แสดงค่า

^{1 2} หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า สถาบันอาชีวศึกษาภาคเหนือ

^{1 2} Bachelor of Technology Program in Electrical Technology Institute of Vocational Education Northern Region3

Abstract

Research on Device showing dust, temperature, humidity values and reduce dust with negative ion emitters The objectives of the research are: To create a device to display dust, temperature, and humidity values. and reduce dust with negative ion emitters To find out the efficiency of the equipment showing dust, temperature, humidity values. and reduce dust with negative ion emitters To find out the efficiency of the equipment showing dust, temperature, humidity values. and reduce dust with negative ion emitters and to study the satisfaction of the testers using the device showing dust, temperature, and humidity values. and reduce dust with negative ion emitters Using the research population including Employees of Infus Medical Company Limited. The sample group was selected as follows: There are 10 employees in the mat dispensing room, using the tools used to collect data. The statistics used in the research are percentages, averages, and test efficiency. Summary of research results, discussion, and recommendations.

The research results of the device to display dust, temperature, humidity, and reduce dust using a negative charge gun can be summarized as follows: 1) The device to display dust, temperature, humidity, and reduce dust using a negative charge gun can be used. 2) To find the efficiency of the device to display the dust, temperature, humidity and reduce dust with a negative charge gun, it was found that when there is a dust value that exceeds the specified value, the device can notify via a buzzer and can store data via (Google Sheets), and the reduction of dust with a negative charge gun for all 10 times is 100%.3) The study of the satisfaction of the testers using the dust, temperature, humidity and dust reduction device with negative ion gun found that the testers were satisfied with the design, use and safety aspects, and were at a very satisfied level.

Suggestions for the development of devices that display dust, temperature, humidity, and reduce dust with negative ion guns should be able to be further developed.

Keywords : shoot negative flight, cut , device shows value

บทนำ

เครื่องมือแพทย์(บริษัท อินฟัส เมดิคัล (ประเทศไทย) 2567) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวินิจฉัย ป้องกัน ติดตาม บำบัด บรรเทา หรือรักษาการบาดเจ็บหรือโรคของมนุษย์ ซึ่งเครื่องมือแพทย์มีอยู่ มากมายและแตกต่างกัน สิ่งสำคัญของเครื่องมือแพทย์คือต้องมีคุณภาพและความปลอดภัย และเป็น เรื่องที่ไม่สามารถต่อรองกันได้ ดังนั้น อุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการแสดง ถึงกระบวนการบริหารจัดการคุณภาพ เพื่อแสดงถึงความสามารถขององค์กร และสร้างความเชื่อมั่นใน คุณภาพและความปลอดภัยให้กับลูกค้าและผู้ใช้งาน ในการทำให้บรรลุเป้าหมายด้านคุณภาพและความ ปลอดภัยของเครื่องมือแพทย์ องค์กรต้องมีระบบการบริหารจัดการด้านคุณภาพและความปลอดภัยใน ทุกขั้นตอนของกระบวนการที่เกี่ยวข้อง รวมถึงมีการจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของ เครื่องมือแพทย์และการปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนวงจรชีวิตของเครื่องมือแพทย์ ซึ่งเป็น ส่วนสำคัญในการยกระดับการให้บริการของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ให้เป็นที่ยอมรับทั้งใน ระดับประเทศและระดับสากล ตอบโจทย์การส่งเสริมอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ

เนื่องจากโรงงานสถานประกอบการ เป็นโรงงานที่ผลิตเกี่ยวกับเครื่องมือแพทย์ที่ต้องมีความ ปลอดภัยสูงโดยจะเน้นเรื่องฝุ่น อุณหภูมิและความชื้นที่ต้องควบคุมกับการทำงาน เป็นตัวหลักของทุก อย่างในสถานประกอบการถ้าในตัวชิ้นงานมีฝุ่นละอองเช่น เส้นใย เส้นผม อยู่ในตัวชิ้นงานจะเป็นปัญหา ต่อสถานประกอบการไม่สามารถใช้งานชิ้นงานชิ้นนั้นได้ เพราะไม่ปลอดภัยต่อผู้ป่วย โดยลูกค้าจะส่ง สินค้ากลับคืนสถานประกอบการจะเกิดความเสียหายได้ ในห้องทำงานหรือเรียกว่าห้องคอนโทรลต้องมี อุณหภูมิและความชื้นได้ตามมาตรฐานของโรงงานที่ตั้งเอาไว้ โดยที่ความชื้นอยู่ที่ 75% RH อุณหภูมิ 25 องศา หรือน้อยกว่า เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้น ห้องและชิ้นงานถ้าหากอุณหภูมิและความชื้นไม่ได้ ตามมาตรฐานจะทำให้เกิดความชื้นละอองน้ำ ความร้อนเกิดการสะสมของเชื้อโรคหรือแบคทีเรียได้ ต้อง รักษาค่าฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสมหรือคงที่เสมอก่อนการเริ่มงานองค์กรอนามัยโลก (WHO) ตั้ง ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง PM 2.5 ในอากาศ ว่าหากมีเกินกว่า 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถือเป็นอันตราย ต่อสุขภาพ ขณะที่ประเทศไทยกำหนดอันตรายของฝุ่น PM 2.5 อยู่ที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ด้วยขนาดที่เล็กมาก ทำให้ฝุ่นละอองพิษ PM2.5 สามารถถูกสูดเข้าสู่ถึงทางเดินหายใจและปอด บาง อนุภาคยังอาจเข้าสู่กระแสเลือดไหลเวียนไปทั่วร่างกาย ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพมากมาย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดประดิษฐ์ อุปกรณ์วัดค่าฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้นและลดฝุ่นด้วยประจุลบ ผู้วิจัยได้ ดำเนินการศึกษา แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ต่างๆ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการ ดำเนินการ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการดำเนินการดังนี้

2.1 บอร์ด Esp 32

คือ โมดูลขนาดเล็กที่ใช้พลังงานต่ำ ใช้ชิป ESP32 มาพร้อมกับกล้อง OV2640 และมีช่องเสียบ SD Card ในตัว สามารถเชื่อมต่อ WiFi+Bluetooth เพื่อการควบคุมระยะไกลได้ การใช้งาน ESP32-CAM สามารถนำไปใช้ได้ตั้งแต่อุปกรณ์ IoT ธรรมดาไปจนถึงขั้นสูงอื่น ๆ สำหรับการตรวจสอบและจดจำใบหน้าโดยใช้ AI และแม้กระทั่งทำเป็นกล้องวงจรปิดป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว

2.2 sensor PM 2.5

เป็นเซ็นเซอร์ขั้นสูงที่ใช้ในการวัด PM2.5, VOC, อนุภาคและความชื้นในอากาศ มีข้อได้เปรียบด้านความแม่นยำ ความน่าเชื่อถือ ความเร็ว ต้นทุนต่ำ และการใช้พลังงานต่ำ การนำอัลกอริทึมการวัดอัจฉริยะของ LUFTMY มาใช้ ทำให้สามารถวัดปริมาณอนุภาคละเอียด PM2.5 และ VOC ในอากาศได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ยังมีความเสถียรและความน่าเชื่อถือที่ดีและสามารถตรวจสอบและแสดงผลการวัดได้ทันเวลา

2.3 sensor อนุภาคความชื้น

ในบางกระบวนการทางอุตสาหกรรมนั้นไม่สามารถยอมรับต่อการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคแม้เพียงเล็กน้อยได้ เพราะอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อกระบวนการหรือชิ้นงานที่ผลิต จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมอนุภาคทั้งด้านความร้อน (Heat Control) ความเย็น (Cool Control) หรือทั้งสองอย่าง เพื่อรักษาอนุภาคให้อยู่ในสภาวะคงที่ตามค่าที่ตั้งไว้ แม้ว่าอนุภาคมีสภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเซ็นเซอร์วัดหรือตรวจจับระดับอนุภาคในบริเวณที่ต้องการ

2.4 เครื่องผลิตไอออนประจุลบ

คือ อะตอมไฟฟ้า มีทั้งประจุบวกและประจุลบ ลักษณะของอะตอมไฟฟ้า เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่มนุษย์สามารถสัมผัสได้ เช่น หากร่างกายได้รับประจุลบ จะทำให้รู้สึกสดชื่น เป็นต้นโดยโดยจากงานวิจัยพบว่า ประจุลบช่วยสร้างอากาศบริสุทธิ์ปรับสมดุล อ็อกซิเจน รวมถึงช่วยกำจัดฝุ่นขนาดเล็ก เปลี่ยนฝุ่นขนาดเล็กให้จับตัวเป็นฝุ่นขนาดใหญ่ ทำให้ง่ายต่อการทำความสะอาด

2.5 อันตรายจากฝุ่น

คือ อันตรายที่พบได้บ่อย และถือว่าเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยากมาก ๆ ในสถานที่ทำงานทั่วโลก ซึ่งฝุ่นก็สามารถเกิดขึ้นได้จากแหล่งที่มาหลายแห่ง ไม่ว่าจะเป็น กระบวนการผลิต งานก่อสร้าง หรือแม้กระทั่งวัชธุรรมชาติต่าง ๆ โดยฝุ่นเป็นอีกหนึ่งอันตรายที่หลาย ๆ คนมองข้ามเนื่องจากคิดว่าแค่ใส่แมสก็ป้องกันได้แล้ว

2.6 หลักการของอุณหภูมิและความชื้น

ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ มีข้อกำหนดด้านอุณหภูมิและความชื้น และการทดลองส่วนใหญ่จะดำเนินการในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่ชัดเจน สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการส่งผลโดยตรงต่อผลลัพธ์ของการทดลองหรือการทดสอบต่าง ๆ และการทดลองแต่ละครั้งต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบที่แม่นยำและเชื่อถือได้เพื่อให้ข้อมูลที่แม่นยำเกี่ยวกับพารามิเตอร์ด้านสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ อุณหภูมิและความชื้นในห้องปฏิบัติการ และปัจจัยอื่นๆ อาจไม่เพียงแต่ทำให้เกิดความไม่เสถียรในการทำงานของอุปกรณ์เท่านั้น และยังส่งผลโดยตรงต่ออายุการใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์อีกด้วย ดังนั้นอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการจึงเป็นส่วนสำคัญในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการด้วยห้องปฏิบัติการต้องการอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม

2.7 google sheet

เป็นซอฟต์แวร์ด้าน Spreadsheet สร้างตารางคำนวณ ทำงานแบบ Online บน Cloud ใช้งานได้ฟรี ทำหน้าที่คล้าย ๆ กับ Microsoft Excel เป็นตารางเป็นช่อง ๆ ใส่สูตรคำนวณได้ สามารถแชร์ให้กับคนอื่น เข้ามาทำงานร่วมกันได้ พร้อมแจ้งเตือนได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเอกสารทันที

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

^[1]ดร.ดุชนฎี หมั่นห่อ นักวิจัยของ สกสว. ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก (ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และปรอท) ในอากาศ ภายในอาคาร ฝุ่นพื้น ฝุ่นถนน และเส้นผมจากโรงงานแยกชิ้นส่วนขยะอิเล็กทรอนิกส์ และชุมชนใกล้เคียงในประเทศไทยในพื้นที่จังหวัดพัทลุง ซึ่งให้เห็นว่าฝุ่นที่เกิดจากระบบอุตสาหกรรมยังเป็นตัวนำพาโลหะหนักในอุตสาหกรรมนั้นๆ ให้กระจายสู่ชุมชนโดยรอบด้วย เนื่องจากโลหะหนักนั้นมีความสามารถในการปนเปื้อนกับสภาพแวดล้อมทางชีวภาพได้ ไม่ว่าจะเป็น น้ำ อากาศ หรือฝุ่นละออง โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งฝุ่นที่ตกลงสู่พื้น ส่วนปนเปื้อนในอากาศร่วมกับฝุ่นที่เป็นอนุภาคแขวนลอย และจากเส้นผมของกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยพบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักทั้ง 4 พบการปนเปื้อนมากในตัวอย่างที่เก็บจากโรงงาน และมีค่าน้อยลงตามระยะห่างระหว่างโรงงานกับชุมชน ซึ่งแม้ค่าที่คำนวณได้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยสำหรับคนทั่วไป เนื่องจากปัจจัยด้านที่ตั้ง จำนวนโรงงาน และสภาพการถ่ายเทของอากาศ แต่หากเป็นบุคคลที่มีโรคประจำตัว หรือมีภูมิคุ้มกันต่ำ ก็สามารถก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพได้ รวมถึงสารเหล่านี้ยังคงตกค้างในร่างกายนำไปสู่ปัญหาด้านสุขภาพในระยะยาวในขณะที่อุตสาหกรรมในประเทศไทยยังเติบโตไม่หยุด แต่ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองและมลพิษอากาศด้านอื่นๆ โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรมมีมาตรการในการลดฝุ่น PM 2.5

^[2]ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิด และฝุ่นที่เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาต่างๆในบรรยากาศ เช่นการรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางเคมีแสง ฝุ่นละอองที่

เกิดขึ้นเหล่านี้จะมีชื่อเรียกกันไปตามลักษณะการรวมตัวของฝุ่นละออง เช่น ควัน ฟุม หมอก เป็นต้น การที่ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายไปได้ไกลเท่าใด ขึ้นอยู่กับทิศทางและความเร็วของกระแสลม ความชื้นและอุณหภูมิ เช่น ถ้ามีความชื้นน้อย อุณหภูมิสูง ก็จะทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายไปได้ ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม

^[3]จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (การควบคุมมลพิษ 2550) พื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละออง pm10 ในปี 2549-2550 มากที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ สมุทรปราการ สระบุรี เชียงใหม่ ลำปาง และกรุงเทพมหานคร โดยข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรในแต่ละจังหวัดแสดงให้เห็นว่า ในปี 2550 จำนวนวันที่ระดับฝุ่นละอองในแต่ละแห่งเกินค่ามาตรฐาน เท่ากับร้อยละ 20.0, 14.7 8.8, 6.5 และ 4.7 ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงสถานการณ์คุณภาพในพื้นที่ดังกล่าวยังเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขต่อไป

^[4]อังคินันท์ อินทรกำแหง, กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย (2563) ได้ศึกษาการจัดทำสถานการณ์ความรู้รอบด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (pm2.5) ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ในพื้นที่อุตสาหกรรมนิเวศ 15 จังหวัด รวมทั้งสิ้น 15,228 คน ผลการศึกษาพบว่า ระดับความรู้ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมทั้งโดยภาพรวมและรายด้าน 4 ด้านคือ ด้านการเข้าถึงข้อมูลอนามัยสิ่งแวดล้อม การเข้าใจข้อมูลอนามัยสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบข้อมูลอนามัยสิ่งแวดล้อมและด้านการตัดสินใจเพื่อป้องกันสุขภาพ

^[5]เครื่องมือแพทย์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวินิจฉัย ป้องกัน ติดตาม บำบัด บรรเทา หรือรักษาการบาดเจ็บหรือโรคของมนุษย์ ซึ่งเครื่องมือแพทย์มีอยู่มากมายและแตกต่างกัน สิ่งสำคัญของเครื่องมือแพทย์คือต้องมีคุณภาพและความปลอดภัย และเป็นเรื่องที่ไม่สามารถต่อรองกันได้ ดังนั้นอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการแสดงถึงกระบวนการบริหารจัดการคุณภาพเพื่อแสดงถึงความสามารถขององค์กร และสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพและความปลอดภัยให้กับลูกค้าและผู้ใช้งาน ในการทำให้บรรลุเป้าหมายด้านคุณภาพและความปลอดภัยของเครื่องมือแพทย์ องค์กรต้องมีระบบการบริหารจัดการด้านคุณภาพและความปลอดภัยในทุกขั้นตอนของกระบวนการที่เกี่ยวข้อง รวมถึงมีการจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของเครื่องมือแพทย์และการปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนวัฏจักรชีวิตของเครื่องมือแพทย์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการยกระดับการให้บริการของอุตสาหกรรมเครื่องมือแพทย์ให้เป็นที่ยอมรับทั้งในระดับประเทศและระดับสากล ตอบโจทย์การส่งเสริมอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศโรงงานที่ผลิตเกี่ยวกับเครื่องมือแพทย์ที่ต้องมีความปลอดภัยสูงโดยจะเน้นเรื่องฝุ่น อุณหภูมิและความชื้นที่ต้องควบคุมกับการทำงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าวิจัยอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิ ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ประชากรได้แก่ พนักงาน บริษัทอินฟัส เมดิคัลประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่างได้แก่ พนักงาน บริษัทอินฟัส เมดิคัลประเทศไทยแผนกจ่าย mat จำนวน 10 คน

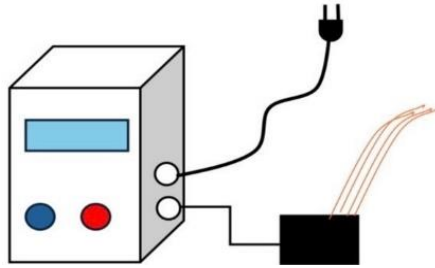
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาปัญหาและแนวคิดการแก้ไขปัญหา

1. 1ศึกษาปัญหาและแนวคิดการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการค่าฝุ่น อุณหภูมิ และความชื้น
เกินมีผลต่อการทำงานและตัวพนักงาน

1.2 ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิ ความชื้น และลด
ปริมาณฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ ให้มีความเข้าใจ

ขั้นตอนที่ 2 วางแผนออกแบบและพัฒนา

2.1 คิดออกแบบและพัฒนาแผนผังโครงสร้างอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิ ความชื้น
และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ



รูปภาพที่1. ออกแบบโครงสร้าง

2.2 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบรายละเอียดในการสร้าง อุปกรณ์
แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิ ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวถังประจุลบ และนำข้อมูลที่ได้รับคำแนะนำมา
แก้ไขข้อบกพร่อง

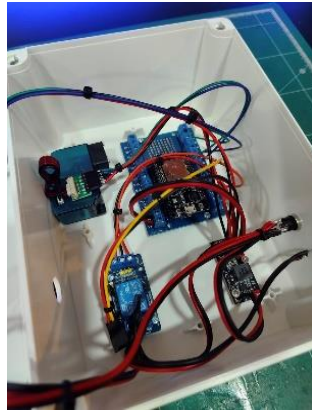
2.3 ดำเนินการสร้างอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอุณหภูมิ ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวถัง
ประจุลบ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว

2.3.1 นำอุปกรณ์บอร์ด Esp 32และ sensor PM 2.5และ sensor อุณหภูมิความชื้น
นำไปติดตั้งในอุปกรณ์จัดเรียงให้เรียบร้อย



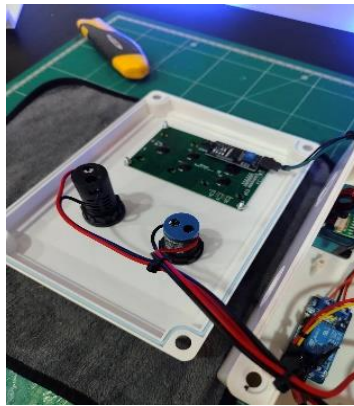
รูปภาพที่2. ติดตั้งอุปกรณ์ภายในกล่องอุปกรณ์

2.3.2 เริ่มต่อแผงบอร์ดบอร์ด Esp 32และ sensor PM 2.5และ sensor อุณหภูมิความชื้น



รูปภาพที่3. เชื่อมต่อสายไฟเข้ากับบอร์ด

2.3.3 ต่อสายไฟเข้ากับจอ LCD 20 * 4และไฟสถานะสีน้ำเงินและ Buzzerตัวการแจ้งเตือนเมื่อมีการเกินค่า



รูปภาพที่4.เชื่อมต่อสายไฟเข้ากับจอสถานะและอุปกรณ์การแจ้งเตือน

2.3.4 ติดตั้งตัวขึงประจุลบเข้ากับอุปกรณ์



รูปภาพที่5. ตัวขึงประจุลบ

2.3.5 อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิว ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ เสร็จสมบูรณ์

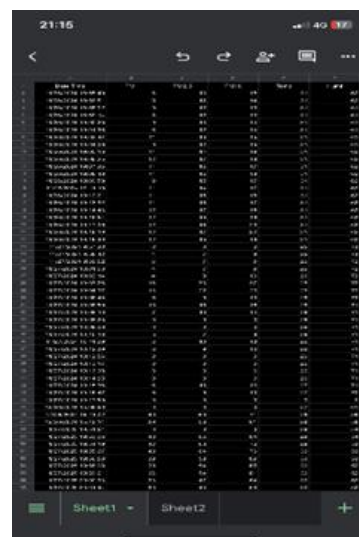


รูปภาพ6. ประกอบอุปกรณ์เสร็จสิ้น สมบูรณ์

ขั้นตอนที่3.แบบบันทึกผลการหาประสิทธิภาพอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิว ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ

3.1 นำอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิว ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ ที่ผ่านการพัฒนาแล้วมาหาประสิทธิภาพการทำงาน

3.2 นำอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิว ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ ไปทดลองหาประสิทธิภาพการทดสอบการวัดค่าฝุ่น อนุภาคนิว ความชื้น ลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ และเก็บข้อมูลผ่าน (Google Sheets)



รูปภาพที่7. ทดลองการเชื่อมต่อข้อมูลวัดค่าฝุ่นอนุภาคนิวความชื้นและเก็บข้อมูลผ่าน google sheet

3.3 บันทึกผลการหาประสิทธิภาพลงในตาราง

ขั้นตอนที่ 4 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดลองการใช้งานอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิวเมอโม ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิวเมอโม ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี เอกสารตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการประเมินความพึงพอใจในการปฏิบัติงานมากำหนดในการสร้างเครื่องมือ

4.2 พัฒนาปรับปรุงเครื่องมือตามแนวคิดและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.3 นำเครื่องมือที่ได้พัฒนาต่อเรียบร้อยแล้วเสนอที่ปรึกษา เพื่อขอความคิดเห็นและตรวจสอบความถูกต้องของแบบคำถาม เนื้อหาความถูกต้องของภาษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.4 นำเครื่องมือที่ผ่านการเห็นชอบจากที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบหาค่า ความตรงเชิงเนื้อหา โดยการกาเครื่องหมายความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย

4.5 นำเครื่องมือไปทดลองใช้กับ พนักงานบริษัท อินฟัส เมดิคัล (ประเทศไทย) จำนวน 10 คน

4.6 นำผลที่ได้มาหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ แอลฟาของครอนบาค (Alpha Coefficient of Cranach) ได้ค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.718

4.7 ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล

4.8 นำแบบสอบถามมาหาค่าเฉลี่ยและแปรผลความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.ทำแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิวเมอโม ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ โครงสร้างด้านการออกแบบ ด้านการใช้งานและด้านความปลอดภัย จำนวน 15 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินผล แล้วนำกลับมาดูความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชายเสนอแนะ

ผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่องอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิวเมอโม ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ แบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แบบบันทึกผลการหาประสิทธิภาพชุดอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิวเมอโม ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบและแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้อุปกรณ์อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุภาคนิวเมอโม ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวอิงประจุลบ ของกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพนำผลการวิจัยด้วยวิธีการทางสถิติโดยมีการ นำเสนอผลการวิจัยต่อไปนี้

1. ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัว
ยั้งประจุลบ

1.1 สามารถออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และลดปริมาณ
ฝุ่นด้วยตัวยั้งประจุลบ และทดลองใช้งานได้

2. ผลการหาประสิทธิภาพ อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยั้ง
ประจุลบ

ตารางที่1 การหาประสิทธิภาพอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยั้งประจุ
ลบ(Google Sheets)

ครั้งที่	การตรวจสอบวัดค่าอนุหภูมิ ความชื้นโดยการแสดงผล และเก็บข้อมูลผ่าน (Google Sheets)	การใช้งาน	
		ได้	ไม่ได้
1	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่1	ได้	
2	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่2	ได้	
3	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่3	ได้	
4	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่4	ได้	
5	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่5	ได้	
6	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่6	ได้	
7	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่7	ได้	
8	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่8	ได้	
9	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่9	ได้	
10	การวัดค่าแสดงผล ฝุ่นอนุหภูมิและความชื้นครั้งที่10	ได้	

จากตารางที่1 การหาประสิทธิภาพอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยั้ง
ประจุลบ(แสดงผลและเก็บข้อมูลผ่าน Google Sheets) ในการกวดจำนวน 10 ครั้ง พบว่า อุปกรณ์แสดง
ค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยั้งประจุลบมีการแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่าน Google Sheets
คิดเป็น 100 %

ตารางที่2 การหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิง
ประจุลบด้านการตรวจสอบการแจ้งเตือนการทำงานของบัสเซอร์เมื่อมีค่าฝุ่นที่เกินค่าที่กำหนด

ครั้งที่	การตรวจสอบการแจ้งเตือนการทำงานของบัสเซอร์เมื่อมีค่าฝุ่นที่เกินค่าที่กำหนด	การใช้งาน	
		ได้	ไม่ได้
1	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 1	ได้	
2	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 2	ได้	
3	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 3	ได้	
4	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 4	ได้	
5	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 5	ได้	
6	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 6	ได้	
7	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 7	ได้	
8	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 8	ได้	
9	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 9	ได้	
10	การแจ้งเตือนของบัสเซอร์ครั้งที่ 10	ได้	

จากตารางที่2 การหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ(การทำงานของบัสเซอร์) ในการทดจำนวน 10 ครั้ง พบว่า อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ มีการแจ้งเตือนของบัสเซอร์ คิดเป็น 100 %

ตารางที่3 การหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบด้านการตรวจสอบการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ

ครั้งที่	การตรวจสอบการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ	การใช้งาน	
		ได้	ไม่ได้
1	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 1	ได้	
2	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 2	ได้	
3	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่3	ได้	
4	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 4	ได้	
5	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 5	ได้	
6	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 6	ได้	
7	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 7	ได้	
8	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่8	ได้	

9	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 9	ได้	
10	การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบครั้งที่ 10	ได้	

จากตารางที่ 3 การหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ (การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ) จำนวน 10 ครั้งพบว่าอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และ การลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบคิดเป็น 100 %

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ

ลำดับ ที่	อุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และ ลดปริมาณฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ	$\bar{X}$	ระดับความพึง พอใจ
1	ด้านการออกแบบอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ	4.64	พึงพอใจมากที่สุด
2	ด้านการใช้งานอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ	4.92	พึงพอใจมากที่สุด
3	ด้านความปลอดภัยอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ	4.84	พึงพอใจมากที่สุด
	รวม	4.80	พึงพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินการศึกษาความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ

ตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทดลองใช้ด้านการออกแบบอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ คิดค่าเฉลี่ย 4.64 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านการใช้งานอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ คิดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด และด้านความปลอดภัยอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิความชื้น และการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ คิดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ต่ออุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบคิดค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.80 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

อภิปรายผลผลการวิจัย

ผลการวิจัย แบบการหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แสดงค่าฝุ่นอนุหภูมิ ความชื้น และการลดฝุ่นด้วยตัวยิงประจุลบ พบว่า จากการทดสอบการจ่ายประจุลบเพื่อดักจับฝุ่นภายในอากาศห้องคอนโทรลทำให้ค่าฝุ่นลดลงและทำให้อากาศภายในห้องคอนโทรลสะอาดขึ้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ ผลการหาประสิทธิภาพอุปกรณ์วัดฝุ่น อนุหภูมิ ความชื้นและลดฝุ่นด้วยประจุลบ การทดสอบจำนวน 10 ครั้ง อุปกรณ์วัดฝุ่น อนุหภูมิ ความชื้นและลดฝุ่นด้วยประจุลบลดปริมาณค่าฝุ่นลงจากการทดสอบจำนวน 10

ครั้ง อุปกรณ์วัดฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้นและลดฝุ่นด้วยประจุลบ ตัวยิงประจุลบสามารถลดค่าฝุ่นเกินจากที่กำหนดไว้ได้อย่างรวดเร็ว จึงได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดร.ดุษฎี หมื่นห่อ นักวิจัยของ สกสว.ซึ่งศึกษาฝุ่นละอองในบรรยากาศงานวิจัยนี้ออกแบบมาใช้งานในห้องห้องคอนโทรลและห้องที่ต้องควบคุมอุณหภูมิต่างๆและเพื่อนำไปศึกษาและพัฒนากระบวนการตรวจอุณหภูมิและความชื้นของระบบเซนเซอร์เพื่อนำมาวัดค่าอุณหภูมิและจุดบันทึกประจำวันเพื่อสรุปผลค่าอุณหภูมิ องค์ประกอบของวิจัยนี้ประกอบด้วย เซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นและหน้าจอที่แสดงค่าผลของอุณหภูมิความชื้นของห้องคอนโทรลจึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคินันท์ อินทรกำแหง, กองประเมินกระทบต่อสุขภาพงานวิจัย ห้องคอนโทรลต้องมีอุณหภูมิและความชื้นได้ตามมาตรฐานของโรงงานที่ตั้งเอาไว้ โดยที่ความชื้นอยู่ที่ 75% RH อุณหภูมิ 25 องศา หรือน้อยกว่า เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้น ห้องและชิ้นงานถ้าหากอุณหภูมิและความชื้นไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำให้เกิดความชื้นละอองน้ำ ความร้อนเกิดการสะสมของเชื้อโรคหรือแบคทีเรียได้ ต้องรักษาค่าฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสม

ผลการวิจัยด้านความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้งานอุปกรณ์วัดฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้นและลดฝุ่นด้วยประจุลบ ผู้ทดลองใช้มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ ความพึงพอใจมาก โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือด้านการออกแบบ ประกอบไปด้วย อุปกรณ์มีน้ำหนักเบา เชื่อมต่อผ่าน Google Sheets ได้ง่าย วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้งานมีความเหมาะสมกับการใช้งาน การจัดเรียงสายไฟอุปกรณ์ภายในเหมาะสมด้านการออกแบบอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านการใช้งานประกอบไปด้วย ตัวยิงประจุลบสามารถลดฝุ่นได้จริง และสามารถแจ้งเตือน เมื่อค่าฝุ่นเกินกำหนด ด้านการใช้งานอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ด้านความปลอดภัยประกอบไปด้วย อุปกรณ์ภายในชิ้นงานติดตั้งแน่นหนา อุปกรณ์ไม่มีความแหลมคมจากการเจาะ ด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก จึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคินันท์ อินทรกำแหง, กองประเมินกระทบต่อสุขภาพงานวิจัย ห้องคอนโทรลต้องมีอุณหภูมิและความชื้นได้ตามมาตรฐานของโรงงานที่ตั้งเอาไว้ โดยที่ความชื้นอยู่ที่ 75% RH อุณหภูมิ 25 องศา หรือน้อยกว่า เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้น ห้องและชิ้นงานถ้าหากอุณหภูมิและความชื้นไม่ได้ตามมาตรฐานจะทำให้เกิดความชื้นละอองน้ำ ความร้อนเกิดการสะสมของเชื้อโรคหรือแบคทีเรียได้ ต้องรักษาค่าฝุ่น อุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การจัดวางอุปกรณ์แผงบอร์ด ควรมีแท่นวางรองแผงวงจรแบบเซรามิก เพื่อป้องกันความร้อนของบอร์ดอาจทำให้แผงวงจรมีอายุการใช้งานน้อยลง
2. อุปกรณ์การใช้งานควรมีการติดตั้งปุ่มรีเซตระบบ และมีชุดระบบชาร์จแบตเตอรี่จอแสดงผลควรติดตั้งแบบกันน้ำได้
3. ควรเพิ่มตัวรับสัญญาณ wifi ในตัวอุปกรณ์เพื่อป้องกันการเชื่อมต่อไม่เสถียรจากสัญญาณภายนอก

เอกสารอ้างอิง

- [1] พญ. ชันัญญา ศรีหะวรรณ (2562) อันตรายจากฝุ่น อายรศาสตร์โรคติดต่อ
ฝ่ายสุขภาพิบาล กองอนามัยสิ่งแวดล้อม ฝุ่นละออง สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร
หนังสือสายไฟฟ้า สายไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสารภี
- [2] Sensirion ผู้ผลิต เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น จากประเทศสวิตเซอร์แลนด์
กองจัดการคุณภาพอากาศ PM2.5 กรมควบคุมมลพิษ. ดัชนีคุณภาพอากาศ
- [3] Espressif ที่เป็นผู้ผลิตชิปไอซี ESP32 ที่มา <https://www.artronshop.co.th/>
- [4] เครื่องผลิตไอออนประจุลบ ที่มา <https://th.made-in-china.com/>
- [5] รูปร่างของหลักการของอุณหภูมิและความชื้น ที่มา <https://www.neonics.co.th/>