

ชื่อโครงการภาษาไทย : การทดสอบภาคสนามและในห้องปฏิบัติการของการวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำสำหรับเซ็นเซอร์วัดฝุ่นละอองขนาดเล็กแบบกระเจิงแสงด้วยการเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจวัดตามมาตรฐาน US EPA

ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ : Field and Laboratory Experiments of Precision and Accuracy Analysis for PM_{2.5} Light-Scattering Sensor with US EPA Federal Reference and Equivalent Methods

หัวหน้าโครงการ : รองศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล

สังกัด : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Email : sate@eng.cmu.ac.th

ทีมวิจัยและสังกัด : ดร.นฤตม นวลขาว / สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ดร.พัชรพล กอกิตรัตนกุล / สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
ผศ.ดร.อาทิตย์ ยาวุฑฒิ / มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร.รัตชยุดา กองบุญ / มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.ภูชีวันท์ สุริยะวงศ์ / มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ดร.ฮัยศัม สาแม / มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

เครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กระบบเซ็นเซอร์มักพบปัญหาในการให้ค่าตรวจวัดที่ไม่ตรงกับเครื่องตรวจวัดมาตรฐาน ซึ่ง USEPA ได้ให้แนวทางสากลในการเปรียบเทียบเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองทั้งสองประเภทเพื่อให้ค่าฝุ่นที่ตรวจวัดได้มีความน่าเชื่อถือ เครื่องตรวจวัด DustBoy ที่ปัจจุบันมีฐานผู้ใช้งานเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องจึงจำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตรวจวัดและเพิ่มความแม่นยำของค่าฝุ่นที่ต้องเผยแพร่ให้สาธารณชน โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจวัดตามมาตรฐาน USEPA และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของเครื่องก่อนการนำไปใช้งานและมีการทดสอบตามวิธีมาตรฐาน โดยการเทียบวัดกับเครื่องสร้างฝุ่นในห้องปฏิบัติการและเครื่องมาตรฐานที่ใช้วิธีการตรวจวัดแบบ FRM (Federal Reference Method) และ FEM (Federal Equivalent Method) ในภาคสนามตามที่ USEPA กำหนด ซึ่งพบว่าค่าที่วัดได้จากเครื่อง DustBoy จะแตกต่างจากเครื่องมาตรฐานมากขึ้นตามช่วงค่าฝุ่นที่สูงขึ้น แต่ยังคงมีความสอดคล้องกัน โดยในช่วงค่าฝุ่นต่ำกว่า 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ เครื่อง DustBoy วัดค่าฝุ่นได้สูงกว่าค่าฝุ่นมาตรฐานในห้องปฏิบัติการและเครื่อง FRM แต่วัดได้ค่าต่ำกว่าเครื่อง FEM ส่วนในช่วงค่าฝุ่นสูงกว่า 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ถึงแม้ค่าที่ได้จากเซ็นเซอร์จะมีความสอดคล้องกับเครื่องมาตรฐาน แต่ค่าฝุ่นที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่ามาก นอกจากนี้ค่าฝุ่นจากเซ็นเซอร์ยังขึ้นกับอายุการใช้งาน โดยค่าฝุ่นจะสูงขึ้นตามอายุการใช้งานที่มากขึ้น ทำให้แตกต่างจากค่ามาตรฐานมากขึ้น ส่วนโมเดลเครื่องก็ส่งผลต่อการวัดค่าฝุ่น โดยเครื่องขนาดใหญ่กว่าจะให้ค่าฝุ่นที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมากกว่า ซึ่งสมการที่จะนำมาใช้ปรับค่าฝุ่นจะแตกต่างกันตามช่วงค่าฝุ่น อายุการใช้งานของเซ็นเซอร์ และโมเดล โดยหลังจากนำมาใช้ปรับค่าฝุ่นของเครื่อง DustBoy พบว่าทำให้มีค่าใกล้เคียงกับเครื่องมาตรฐาน FEM มากขึ้น ซึ่งจะได้นำสมการที่ได้ไปปรับการแสดงผลค่าฝุ่น เพื่อให้ค่าฝุ่นที่เผยแพร่มีความถูกต้องแม่นยำ รวมถึงจะมีการให้ความรู้ในการติดตั้งและดูแลเครื่องแก่ผู้ดูแลเครื่องประจำจุดติดตั้งเพื่อให้เครื่อง DustBoy ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานเนื่องจากสภาพแวดล้อมของจุดติดตั้ง ระบบติดตามตรวจสอบ การประสานงาน และการบำรุงรักษาเครื่อง มีผลต่อคุณภาพของข้อมูลค่าฝุ่นที่ประชาชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์

คำสำคัญ: เซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำ, ดัชนีบอย, การตรวจวัดฝุ่นละออง, คุณภาพอากาศ, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก

Abstract

Low-cost particulate matter sensors need to improve their performance to deliver more accurate assessment as the standard method. The US-EPA has provided international guidelines for comparing both types of monitors. In order to enhance reliability of DustBoy monitors, which continuously expand their user base, performance test and increase on accuracy of the data have to be done before publishing to the public. The study compared DustBoy devices to the US-EPA standard measurement and investigated the factors affecting its performance. The devices were performed preliminary performance testing and tested in laboratory and field with FRM (Federal Reference Method) and FEM (Federal Equivalent Method) as specified by the US-EPA. It found that DustBoy values increasingly diverge from the standard monitors at the higher PM_{2.5} concentrations levels, but still correlated. For PM_{2.5} concentration below 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, DustBoy overestimated compared to the laboratory standard value and FRM device but underestimated compared to FEM. Above 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, while correlated with the standards, DustBoy significantly overestimated. Sensor readings also increased with age of use, leading to greater differences from the standard values. Larger DustBoy model case provided values closer to the standards. The correction equations for adjust DustBoy readings varied depending on dust level range, sensor age and model. DustBoy value after applying the adjustment became closer to the FEM values. These equations will be implemented to refine DustBoy PM_{2.5} data display to ensure the accuracy and reliability of the public report. Training on DustBoy installation and maintenance will also be provided to local coordinators because the environmental conditions of the stations, monitoring system, coordination and device maintenance affect device performance, device longevity and data quality used by the public and relevant agencies.

Keywords : Low cost PM sensor, DustBoy, PM monitoring, Air quality, Fine particulate matter