ปัจจัยที่มีผลต่อค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจากกิจกรรมในงานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัย

FACTORS AFFECTING PARTICULATE MATTER SMALLER THAN 2.5 MICRONS FROM RESIDENTIAL BUILDING CONSTRUCTION ACTIVITIES

ศรัณย์ มุ่งสุจริตการ[1*], พรพจน์ นุเสน[2], สุนิตา นุเสน[2], มานพ แก้วโมราเจริญ[1]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่, ประเทศไทย
[2]สาขาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, จังหวัดเชียงใหม่, ประเทศไทย
[*]Corresponding author address: Saruncon@gmail.com

บทคัดย่อ

มลพิษที่เกิดจากการก่อสร้างมาจากทั้งฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (PM 10) และ 2.5 ไมครอน (PM 2.5) ผสมผสานกัน ซึ่งในการศึกษานี้เป็นการศึกษาเหตุปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ในงานก่อสร้างเท่านั้น โดยทำการศึกษาในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ดำเนินในการก่อสร้าง ทำการวัดโดยใช้อุปกรณ์วัดแบบพกพาที่มีต้นทุนไม่สูงและวัดโดยมีปัจจัยด้านระยะห่าง ระยะเวลา อุณหภูมิ และความชื้น ที่แตกต่างกัน จาก 6 กิจกรรมในงานก่อสร้าง ได้แก่ การตัดแผ่นกระเบื้อง การขัดหรือแต่งผิวฝ้ายิปซั่ม การก่ออิฐฉาบปูน การสกัดเจาะคอนกรีต การตกแต่งผิวคอนกรีต และการปัดกวาดฝุ่นภายในอาคาร ซึ่งกิจกรรมที่ก่อให้เกิดค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มากที่สุด ได้แก่ การตัดแผ่นกระเบื้อง และพบว่า ระยะห่างการตั้งเครื่องวัด และระยะเวลาของการดำเนินกิจกรรม แปรผกผันกับความเข้มข้นของค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และพบว่ามีเพียงกิจกรรมการสกัดเจาะคอนกรีตเท่านั้น ที่ก่อให้เกิดความเข้มข้นของค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนมากขึ้น เมื่อระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: *โครงการก่อสร้างอาคารพักอาศัย, กิจกรรมในงานก่อสร้าง, ฝุ่นละอองในไซต์ก่อสร้าง, ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน*

Abstract

The construction pollution is mixing from particles matter in both 10 microns (PM 10) and 2.5 microns (PM 2.5). The research studies factors affecting particle matters from construction focusing only on PM 2.5 from several construction activities. Low-cost PM 2.5 sensors were used measuring at differing distances, time delays, temparature, and humidity from six construction activities. The testing activities were tiles cutting, ceiling finishing, masonry, concrete chiselling, floor finishing, and floor cleaning and dusting. The activity contributed most PM 2.5 were tile cutting. Distances from the construction spots and time delays activities provides inverse relationship to the concentration of the PM 2.5. Only concrete chisel provides concentration of PM 2.5 after the long period of time.

Keywords: *Residential building construction projects, construction activities, construction site dust particles, dust particles smaller than 2.5 microns.*

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมงานก่อสร้างในประเทศไทยได้เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ทำให้เกิดโครงการใหม่ๆ ขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษที่เกิดจากการก่อสร้าง ทั้งฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (PM 10) และ 2.5 ไมครอน (PM 2.5) ผสมผสานกัน และจากปัญหาในภาคเหนือของประเทศไทย มักประสบปัญหาค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) เกินค่ามาตรฐาน เนื่องจากฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กจะตกสะสมได้ช้ากว่าขนาดใหญ่คงอยู่ในอากาศได้นาน และยังเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจถึงชั้นถุงลมปอดได้ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งทางตรง และทางอ้อม สาเหตุหลักมาจากการเผาในที่โล่งและไฟป่า ประกอบกับสภาพอุตุนิยมวิทยาและภูมิประเทศที่เอื้อต่อการสะสมปริมาณ PM2.5 โดยปัญหาฝุ่นละอองจากบริเวณที่มีการก่อสร้าง จัดได้ว่าเป็นอีกสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดฝุ่น

การแก้ไขปัญหาเรื่องฝุ่นละอองจากบริเวณที่มีการก่อสร้างมุ่งเน้นป้องกันไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองออกสู่ภายนอก แต่ไม่ได้พิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรมก่อสร้าง ต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของคนงานที่ทำงานอยู่ภายในบริเวณ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมในงานก่อสร้างที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์แต่ละกิจกรรมและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและสนับสนุนแนวคิด ตลอดจนสมมติฐานในการศึกษางานวิจัยนี้

2.1. คำนิยาม

ฝุ่นละออง คือ อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศอนุภาคที่แขวนลอยในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่และมีสีดำจนมองเห็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมาและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน [1]

ฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ 3 ช่วงขนาด ได้แก่ ฝุ่นรวม(Total Suspended Particulate: TSP) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 100 ไมครอน ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) มีขนาดเล็กกว่าเส้นผม และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) มีขนาดเท่ากับเชื้อโรคจนไปถึงระดับโมเลกุล ซึ่งฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กจะตกสะสมได้ช้ากว่าขนาดใหญ่คงอยู่ในอากาศได้นาน และยังเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจถึงชั้นถุงลมปอดได้

ฝุ่นละอองขนาดใหญ่สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ 2-3 นาที จะตกลงสู่พื้น ด้วยแรงดึงดูดของโลก และแรงลม ฝุ่นละอองที่แขวนลอย อยู่ในอากาศได้นานมักเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) เนื่องจากมีความเร็วในการตกลงสู่พื้นต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอก เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศและกระแสลม เป็นต้น จะทำให้สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น [2]

2.2. แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่กระจายตัวอยู่ในบรรยากาศทั่วไปมีแหล่งกำเนิดแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่าและฝุ่นเกลือจากทะเล 2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle) โดยมีแหล่งจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร การประกอบการอุตสาหกรรม จากการก่อสร้าง การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้ง การประกอบกิจกรรม อื่น ๆ [3]

งานก่อสร้างมีกิจกรรมหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดฝุ่นละอองเริ่มตั้งแต่งานก่อสร้างฐานรากที่ต้องมีการเปิดหน้าดิน รวมทั้งการถมดินกลับ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองจากดินที่ขุดและถมได้ขณะปฏิบัติงาน รวมทั้งงานก่อสร้างที่มีการใช้ปูนซีเมนต์อาจมีฝุ่นที่เกิดจากปูนซีเมนต์ รวมถึงงานสกัดและการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง เป็นสาเหตุให้เกิดฝุ่นละอองทั้งสิ้น ดังนั้นทางกรมควบคุมมลพิษจึงกำหนดให้การก่อสร้างเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

2.3. สถานการณ์คุณภาพอากาศ

จากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในปี พ.ศ.2562 พบว่ามีค่าคุณภาพของอากาศที่เกินค่ามาตรฐานและอยู่ในระดับที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ จากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศใน 34 จังหวัดที่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศอัตโนมัติ มีจำนวนวันในรอบปีที่คุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐานมากกว่าร้อยละ 20 จำนวน 8 จังหวัด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เกิดปัญหาฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) และส่งผลกระทบในหลายพื้นที่

การดำเนินการตรวจสอบคุณภาพอากาศกรมควบคุมมลพิษโดยสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง พบว่า ในปี พ.ศ.2562 มีพื้นที่เมือง 39 เมือง จาก 53 เมืองใน 29 จังหวัดที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) เกินค่ามาตรฐานของประเทศไทยซึ่งกำหนดไว้ที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจำนวนวันที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) เกินมาตรฐานเพิ่มจากปี พ.ศ.2561 จาก 34 วัน เป็น 59 วัน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 73) เมื่อเปรียบเทียบกับข้อแนะนำขององค์กรอนามัยโลกที่ระบุว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ไม่ควรมีค่าเกินมาตรฐานมากกว่า 3 วันในช่วงเวลา 1 ปี จึงกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ วิธีตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ ดังนี้

2.3.1. มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100, 10, 2.5 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง และค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา 1 ปี จะต้องไม่เกินตามค่ามาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย [4]-[6]

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.
ฝุ่นละออง	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม.

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
ฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.

2.3.2. วิธีตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

ตามวิธีมาตรฐานของประเทศไทยกรมควบคุมมลพิษมีความเห็นชอบวิธีตรวจวัดฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศ และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในประเทศไทยใช้วิธีการวัดแบบระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) คือการวัดค่าฝุ่นละอองโดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรอง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมครอนได้ถึงร้อยละ 99 และหาน้ำหนักจากแผ่นกรองนั้น

ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ในประเทศไทยใช้วิธีตรวจวัดมาตรฐาน Federal Reference Method (FRM) ตามที่องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศอเมริกา (US EPA) กำหนดไว้ หรือวิธีที่กรมควบคุมมลพิษประกาศไว้ในราชกิจจานุเบกษา โดยทั่วไปจะตั้งเครื่องวัดฝุ่นให้สูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร และไม่เกิน 6 เมตร แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ [3]–[6]

พารามิเตอร์	ข้อมูลการตรวจวัด	ระบบมาตรฐานอ้างอิง
ฝุ่นละอองรวม	24 ชม.	ระบบกราวิเมตริก (Gravimetric)
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม. 1 ปี	
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม. 1ปี	

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการตรวจวัดฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ภายในอาคาร ใช้เครื่องมือการตรวจวัดแบบเรียลไทม์ โดยการวัดฝุ่นละอองด้วยหลักการกระเจิงแสงจากอนุภาคของฝุ่นละออง (Light Scattering) ที่มุมการตรวจวัดที่ 25 ° เป็นมุมที่ให้ค่าแม่นยำ ลดข้อผิดพลาดในการเก็บข้อมูล และเหมาะสมกับการเก็บข้อมูลแบบต่อเนื่องที่สุด [7]-[9]

2.4. ผลกระทบของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาทางตรงและทางอ้อม ต่อประชาชน โดยปัญหาฝุ่นละอองในการก่อสร้างเป็นปัญหาที่สำคัญที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ โดยที่กลุ่มคนงานในบริเวณที่มีการก่อสร้าง เป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากฝุ่นละอองที่เกิดจากบริเวณก่อสร้าง ถือได้ว่ากลุ่มคนงานนี้มีความเสี่ยงสูงมากที่อาจได้รับอันตรายจากฝุ่นในการก่อสร้าง [10]

ปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยมีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มขึ้นจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ซึ่งพบว่าการเผาป่าในพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง ลำพูน แพร่ น่าน มีผลต่อสุขภาพของคนในพื้นที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ปอด และหัวใจ เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางระบบทางเดินหายใจได้โดยตรง ทำให้เกิดอาการระคายเคืองคอ แน่นหน้าอก หลอดลมอักเสบ และโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจ รวมถึงส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบคือ ลดระยะทางในการมองเห็น จึงต้องหาวิธีป้องกันอย่างจริงจัง [11]

โดยมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีความสำคัญต่อการเกิดผลกระทบของฝุ่นละอองมากขึ้นได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มของแสง และการเคลื่อนตัวของอากาศ

2.5. กิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง

การก่อสร้างแบ่งออกได้ 4 ประเภท คือ ประเภทพักอาศัย ประเภทอาคารสาธารณะ ประเภทงานโยธา ประเภทงานก่อสร้างเพื่ออุตสาหกรรม งานก่อสร้างมีกิจกรรมหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดฝุ่นละออง แบ่งประเภทของกิจกรรมการก่อสร้างที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองและจำเป็นต้องใช้ผ้าใบคลุมไว้ดังต่อไปนี้ [12]

1) การตัด ขัดหรือแต่งผิววัสดุก่อสร้าง เช่น กระเบื้อง หินอ่อน ไม้ และโลหะต่าง ๆ
2) การผสมคอนกรีตโดยใช้เครื่องโม่
3) การเทคอนกรีต
4) การถอดแบบ
5) การก่ออิฐ ฉาบปูน
6) การสกัด เจาะ คอนกรีต
7) การตกแต่งผิวคอนกรีต
8) การปัดกวาดฝุ่นภายในอาคาร
9) การขนส่งวัสดุก่อสร้าง
10) การลำเลียงถุง หีบห่อ และวัสดุบรรจุอื่น ๆ
11) การเทเศษวัสดุก่อสร้างจากชั้นสูงๆของอาคาร
12) การขุดและถมดิน

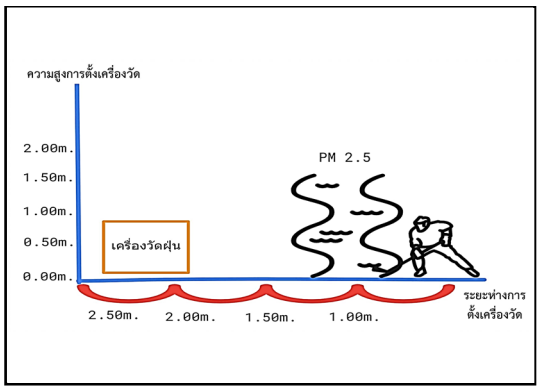
3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1. ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ของกิจกรรมในงานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยต่อมลภาวะฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในพื้นที่ โดยการเลือกเก็บข้อมูลในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกินกว่าค่ามาตรฐานของประเทศ

ไทยซึ่งกำหนดไว้ที่ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร การเก็บข้อมูลกิจกรรมในงานก่อสร้างอาคารเป็นประเภทบ้านพักอาศัย ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ระยะห่างในการวัดค่าฝุ่นต่อกิจกรรมในงานก่อสร้างห่างอย่างน้อย 1.00 เมตร และไม่เกิน 3.00 เมตร ตั้งเครื่องวัดฝุ่นให้สูงจากพื้นดินไม่เกิน 2 เมตร โดยเลือกประเภทของกิจกรรมการก่อสร้างที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง จำนวน 6 กิจกรรม ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 3 ชุด/กิจกรรม เก็บช่วงเวลา 4, 8, 12, 16, 20 นาที ระยะห่างการตั้งเครื่องวัด 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 เมตร ความสูงการตั้งเครื่องวัด 0.00, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 เมตร ตามแสดงในรูปที่ 1 ได้แก่

1) การตัดแผ่นกระเบื้อง
2) การขัดหรือแต่งผิวฝ้ายิปซั่ม
3) การก่ออิฐ ฉาบปูน
4) การสกัด เจาะ คอนกรีต
5) การตกแต่งผิวคอนกรีต
6) การปัดกวาดฝุ่นภายในอาคาร



รูปที่ 1 ภาพแสดงตำแหน่งการเก็บข้อมูล

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนโดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นยี่ห้อ SNDWAY รุ่น SW-825 ใช้หลักการเซนเซอร์เลเซอร์ วัดการกระจายตัวของอนุภาคและถูกรวบรวมหลักการกระเจิงแสงจากอนุภาคของฝุ่นละออง (Light Scattering) ด้วยเลเซอร์ มีการวัดอุณหภูมิ และวัดความชื้นในอากาศ ตรวจสอบคุณภาพอากาศ ตามเวลาจริง สามารถใช้ได้ในสภาพแวดล้อมในร่มและกลางแจ้ง มีการแสดงผลที่ชัดเจนโดยหน้าจอ LED ดังแสดงในตารางที่ 3, รูปที่2

ตารางที่ 3 ตารางแสดงข้อมูลจำเพาะเครื่องวัดคุณภาพอากาศยี่ห้อ SNDWAY รุ่น SW-825

รายการ	ข้อมูล
ยี่ห้อ	SNDWAY
PM2.5 measuring range	0 ~ 500μg / m3
Single Response Time	<1s
Composite response time	≤10s
Resolution Rate	1μg / m3
Particle counter	50% @ 0.3μm 98% @ ≥0.5μm
The total concentration of the skin is frothy.	± 10% @ 100 ~ 500μg / m3; ± 10μg / m3; 0 ~ 100μg
Temperature range	-10.0 ~ 50.0-
Temperature accuracy	± 0.3 ±
Moisture Meter	0% ~ 99% RH
Moisture accuracy	± 3% RH
PM2.5 sensor	About the laser dust sensor
Working Time for Single Charge	> 4.5 / hour
Charging	DC5V 500mA USB connector
battery	Li-ion battery 580mAh
Product size (appr.)	60 x 60 x 26mm / 2.4 x 2.4 x 1.0 in.
Package Weight (appr.)	184g
Appendix	
Air quality grade	Average PM2.5 in 24 hours
Great	0 ~ 35μg / m3
good	35 ~ 75μg / m3
Little pollution	75 ~ 115μg / m3
Moderate pollution	115 ~ 150μg / m3
Serious Pollution	150 ~ 250μg / m3
Severe pollution	> 250μg / m3

ที่มา : บริษัท อีสต์เทิร์น เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด ตัวแทนจำหน่ายและนำเข้า (ออนไลน์).

รูปที่ 2 เครื่องวัดฝุ่นยี่ห้อ SNDWAY รุ่น SW-825

3.3. ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

ทำการเก็บข้อมูลในงานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยภายในไซต์งาน โดยการตั้งเครื่องวัดคุณภาพอากาศ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ใช้หลักการเซนเซอร์เลเซอร์วัดการกระจายตัวของอนุภาคจะถูกรวบรวมหลักการกระเจิงแสงจากอนุภาคของฝุ่นละออง (Light Scattering) ด้วยเลเซอร์ ต่อหนึ่งกิจกรรมงานก่อสร้างตามรูปที่ 3, รูปที่ 4 โดยได้ข้อมูลดังนี้

1) ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน
2) อุณหภูมิ
3) ความชื้นสัมพัทธ์
4) ระยะห่างการตั้งเครื่องวัด 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 เมตร
5) ความสูงการตั้งเครื่องวัด 0.00, 0.50, 1.50, 2.00 เมตร
6) ระยะเวลา เวลา 4, 8, 12, 16, 20 นาที
7) กิจกรรมงานก่อสร้าง

รูปที่ 3 การเก็บข้อมูลในงานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัย

รูปที่ 4 การวัดระยะห่างการตั้งเครื่องวัด

3.4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

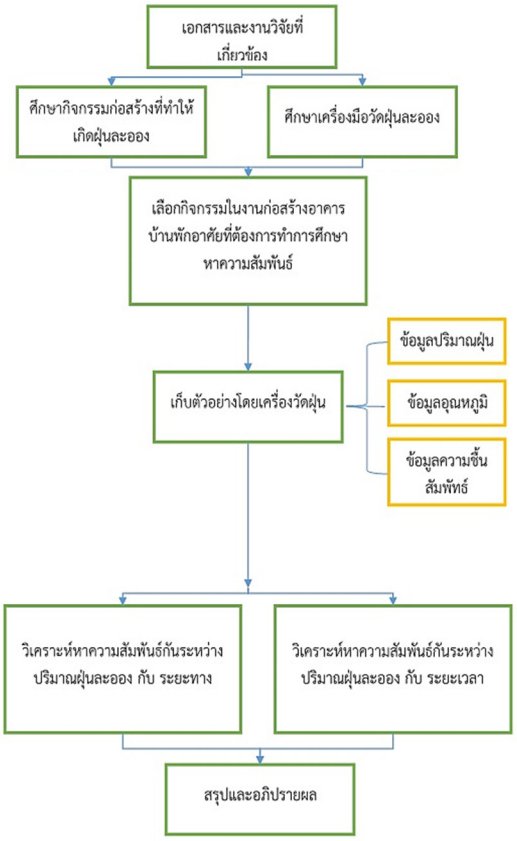
3.4.1. ช่วงเวลาทำการเก็บข้อมูล

การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ความสัมพันธ์ของกิจกรรมในงานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัย โดยข้อมูลที่ใช้ศึกษาเริ่มตั้งแต่ เดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2563 จนถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ.2563 พื้นที่ศึกษาในเขตพื้นที่ภาคเหนือ

3.4.2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยนี้บรรลุเป้าหมายและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเป็น 7 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2) ศึกษากิจกรรมก่อสร้างที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง และศึกษาเครื่องมือวัดฝุ่นละออง
3) เลือกกิจกรรมในงานก่อสร้างอาคารบ้านพักอาศัยที่ต้องการทำการศึกษาหาความสัมพันธ์
4) เก็บตัวอย่างโดยเครื่องวัดฝุ่น
5) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันระหว่างระยะทางและระยะเวลา
6) สรุปและอภิปรายผล



รูปที่ 5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

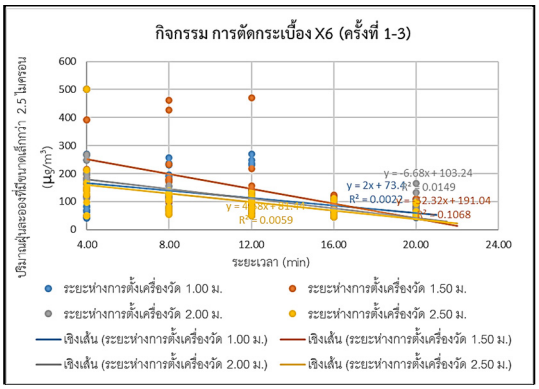
3.4.3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมในงานก่อสร้างต่อฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ทำการศึกษาด้วยวิธีทางสถิติโดยใช้ข้อมูลที่เป็นลักษณะระยะห่างมีหน่วยเป็นเมตร ระยะเวลามีหน่วยเป็นนาที โดยใช้โปรแกรม Microsoft excel ในการวิเคราะห์ โดยใช้ความสัมพันธ์ที่ศึกษา คือ การหาสัมประสิทธิ์เพียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) เป็น การหาความสัมพันธ์และทิศทางของความสัมพันธ์ของตัวแปรที่บอกถึงความสัมพันธ์ของ 2 ตัวแปร ระดับความสัมพันธ์ต่ำโดยจะมีค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ 0 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองนั้นมีน้อย และความสัมพันธ์สูงโดยจะมีค่าสัมประสิทธิ์เข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองนั้นมีความสัมพันธ์ต่อกันมาก โดยหาก r มีค่าเป็นลบ (-) แสดงว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรมีทิศทางผกผันกัน และค่าบวก (+) แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรมีทิศทางแปรผันตาม

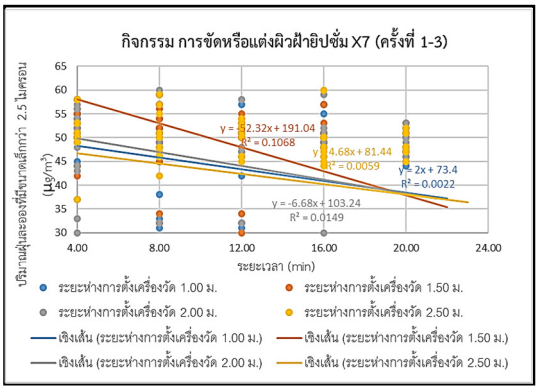
4. ผลการศึกษาและวิเคราะห์

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยระยะห่างการตั้งเครื่องวัด ระยะเวลาของการดำเนินกิจกรรม แปรผกผันต่อปริมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ดังแสดงในรูปที่ 6, 7, 8, 10, 11 และมีเพียงกิจกรรมการสกัด เจาะ คอนกรีต กับระยะเวลาของการดำเนินกิจกรรมเท่านั้น ที่แปรผันตามต่อปริมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ดังแสดงในรูปที่ 9 ในขณะที่อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีผลต่อปริมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ดังแสดงในตารางที่ 4

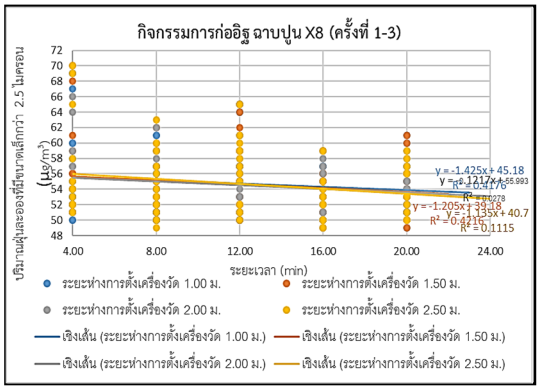
4.1. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์กันระหว่างระยะทาง และระยะเวลา



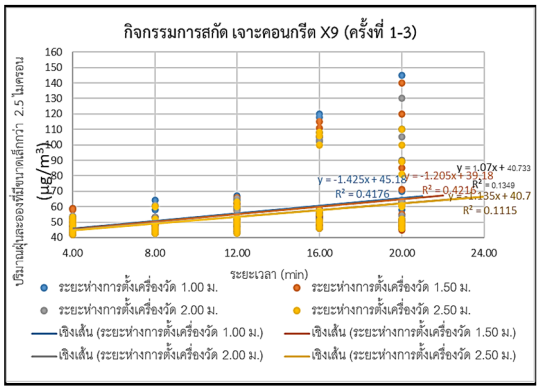
รูปที่6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่น PM2.5 กับระยะเวลา และระยะห่าง ในกิจกรรมการตัดแผ่นกระเบื้อง



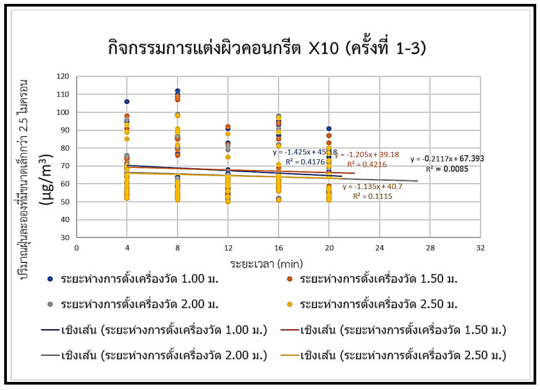
รูปที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่น PM2.5 กับระยะเวลา และระยะห่าง กิจกรรมการขัดหรือแต่งผิวฝ้ายิปซั่ม



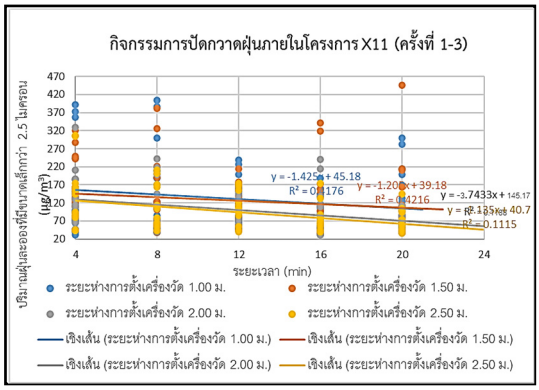
รูปที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่น PM2.5 กับระยะเวลา และระยะห่าง กิจกรรมการก่ออิฐ ฉาบปูน



รูปที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่น PM 2.5 กับระยะเวลา และระยะห่าง กิจกรรมการสกัด เจาะคอนกรีต



รูปที่ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่น PM2.5 กับระยะเวลา และระยะห่าง กิจกรรมการแต่งผิวคอนกรีต



รูปที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณฝุ่น PM2.5 กับระยะเวลา และระยะห่าง กิจกรรมการปัดกวาดฝุ่นภายในโครงการ

ตารางที่ 4 ตารางแสดงข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

กิจกรรม	อุณหภูมิ (C°)				ความชื้นสัมพัทธ์(% RH)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
การตัดแผ่นกระเบื้อง	25.1	28.6	25.8	26.5	81	67	81	76.3
การขัดหรือแต่งผิวฝ้ายิปซั่ม	25.9	28.1	28.8	27.6	54	53	50	52.3
การก่ออิฐ ฉาบปูน	27.7	29	27.7	28.1	56	52	54	54.0
การสกัด เจาะ คอนกรีต	28.1	28.1	29	28.4	50	52	52	51.3
การแต่งผิวคอนกรีต	28.2	28.4	27.4	28.0	73	52	55	60.0
การปัดกวาดฝุ่นภายในโครงการ	29.7	29	29.8	29.5	56	58	65	59.7

4.2. ผลจากกิจกรรมในงานก่อสร้างที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5)

ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมในงานก่อสร้างที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) เกิดค่าฝุ่นขึ้นทั้ง 6 กิจกรรม และมีค่าฝุ่นเกินมาตรฐานในบรรยากาศโดยทั่วไป ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 12

ปริมาณฝุ่น					ผลกระทบต่อสุขภาพ	ระดับสี
ก่อนวัดค่า (µg/m3)			ช่วงค่าฝุ่น (µg/m3)	ค่าฝุ่นมากที่สุด (µg/m3)		
ปริมาณฝุ่นละออง(PM2.5) กับระยะห่างการตั้งเครื่องวัดและระยะเวลา	x6	48	50-200	500	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	
	x7	23	45-58	60	ปานกลาง	
	x8	50	50-60	70	ปานกลาง	
	x9	42	40-70	145	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	
	x10	52	47-95	112	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	
	x11	36	25-220	446	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	
หมายเหตุ						
X6 คือ การตัดแผ่นกระเบื้อง				X9 คือ การสกัด เจาะ คอนกรีต		
X7 คือ การขัดหรือแต่งผิวฝ้ายิปซั่ม				X10 คือ การแต่งผิวคอนกรีต		
X8 คือ การก่ออิฐ ฉาบปูน				X11 คือ การปัดกวาดฝุ่นภายในโครงการ		
0-25 ดีมาก	26-50 ดี	51-100 ปานกลาง	101-200 เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	201 ขึ้นไป มีผลกระทบต่อสุขภาพ		

รูปที่ 12 สรุปกิจกรรมในงานก่อสร้างที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5)

5. อภิปรายและสรุป

ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) คือระยะห่างการตั้งเครื่องวัด และระยะเวลา ของกิจกรรมในงานก่อสร้าง เกิดค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ขึ้นทั้ง 6 กิจกรรม ได้แก่ การตัดแผ่นกระเบื้อง การขัดหรือแต่งผิวฝ้ายิปซั่ม การก่ออิฐฉาบปูน การสกัดเจาะคอนกรีต การตกแต่งผิวคอนกรีต และการปัดกวาดฝุ่นภายในอาคาร ซึ่งกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) มากที่สุด และมีผลกระทบต่อสุขภาพ คือ การตัดแผ่นกระเบื้อง การปัดกวาดฝุ่นภายในอาคาร กิจกรรมที่เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ คือ การสกัดเจาะคอนกรีต การตกแต่งผิวคอนกรีต กิจกรรมที่มีผลกระทบปานกลาง คือ การขัดหรือแต่งผิวฝ้ายิปซั่ม การก่ออิฐฉาบปูน

จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับระยะเวลา มีกิจกรรม 5 ใน 6 กิจกรรม มีค่า r เป็นค่าลบมีทิศทางผกผันกัน แสดงถึงเมื่อระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมมากขึ้นค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) ลดลง และมีกิจกรรม 1 ใน 6 กิจกรรม มีค่า r เป็นค่าบวกมีทิศทางแปรผันตาม แสดงถึงเมื่อระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมมากขึ้น ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากช่วงเวลาเริ่มกิจกรรมการสกัดเจาะคอนกรีต เริ่มแรกคอนกรีตยังเกาะตัวแน่นไม่ทำให้เกิดฝุ่น จากนั้นเมื่อคอนกรีตเริ่มกะเทาะแตกค่าความเข้มข้นฝุ่นจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น สวนทางกับอีก 5 กิจกรรมที่เกิดค่าฝุ่นขึ้นทันทีที่เริ่มดำเนินกิจกรรม จากนั้นค่าความเข้มข้นฝุ่นจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในพื้นที่ก่อสร้างจริง จึงไม่สามารถ กำจัดปัจจัยตัวกวน และควบคุมปัจจัยอุณหภูมิ และความชื้นให้คงที่ได้ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มเติมเครื่องมือวัดค่าฝุ่นเพิ่มขึ้น และควรเพิ่มระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อความแน่ชัดในข้อมูลมากขึ้น จากกรณีศึกษากิจกรรมในงานก่อสร้างส่วนงานสถาปัตยกรรม ทั้งหมด 6 กิจกรรม สามารถนำไปใช้ในการป้องกันฝุ่นตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้ แต่ยังมีกิจกรรมก่อสร้างอื่นอีก ดังนั้นผู้ที่สนใจทำการศึกษางานวิจัยที่คล้ายคลึงกับงานวิจัยนี้สามารถศึกษาแตกต่างออกไปได้

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีต้องขอขอบคุณบุคลากร และคณาจารย์ ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้าน ถ่ายทอดประสบการณ์ความรู้ให้คำแนะนำ ชี้แนวทางให้คำปรึกษาอันมีคุณค่ายิ่ง ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดเวลาที่ทาการศึกษา พร้อมทั้งให้กำลังใจในการค้นคว้าแบบอิสระต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง ทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือด้านเอกสารและประสานงาน

สุดท้ายต้องขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและบุคคลในครอบครัวที่เป็นทุก ๆ สิ่งทุกอย่างของชีวิต สนับสนุนให้ความช่วยเหลือทั้งแรงกายแรงใจ เพื่อให้การศึกษาสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และหากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับข้อควรปรับปรุงไว้ด้วยความขอบคุณยิ่ง

7. การอ้างอิง

[1] นพภาพร พานิช และคณะ. (2547). *ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ*. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กรงเทพฯ

[2] มนตรี ชุติชัยศักดา. (2557). *การหาสัดส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่เกิดจากแหล่งจราจรในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

[3] กรมควบคุมมลพิษ. (2555). *เกร็ดความรู้เรื่องฝุ่นละออง*., Retrieved 3 มกราคม, 2557,from http://www.pcd.go.th/info_serv/air_dust.htm.

[4] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10. (2538). *กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 112 ตอนที่ 42ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538

[5] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24. (2547). *กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 121 ตอนที่ 104ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2547

[6] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36. (2553). *กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 127 ตอนพิเศษ 37ง. วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2553

[7] J.M. Kretzchamae. (1975). *Comparison between Three Different Methods for the systemation of the total Suspended Matter in Urban Air*. Atmospheric Environment Vol.9. pp.931-934.

[8] Zhocheng Wang (2016). *Comparison of real-time instrument and gravimetric method when measuring particulate matter in a residential building*. Journal

of the Air & Waste Management Association, 66:11, 1109-1120

[9] Dong Chen (2018). *Measurements of particulate matter concentration by the light scattering method: Optimization of the detection angle*. Fuel Processing Technology Vol.179, October 2018, Pages 12 4-134

[10] นพดล จอกแก้ว. (2553). *การวัดและแนวทางการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองที่ส่งผลกระทบต่อคนงานในหน่วยก่อสร้าง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ หน้า 21-32.

[11] ธิดารัตน์ ผลพิบูลย์. (2557). *ภัยในหน้าหนาวจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). คณะสาธารณะสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. กรุงเทพฯ

[12] นพภาพร พานิช, สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์ และกัลยา สุนทรวงศ์สกุล. *โครงการจัดทำระเบียบและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างประเภทต่าง ๆ*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540