การหาค่าที่เหมาะสมของตารางงานก่อสร้างเพื่อควบคุมกิจกรรมที่เป็นต้นกำเนิดฝุ่นจิ๋ว

OPTIMIZING CONSTRUCTION SCHEDULE FOR CONTROLLING ACTIVITIES BASED ON CONCENTRATION OF PM 2.5

พงษ์อำมาตย์ แขนงแก้ว[1,2*], เกรียงไกร อรุโณทยานันท์[2] , พรพจน์ นุเสน[3] และ มานพ แก้วโมราเจริญ[4]
[1] หลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่
[2 3] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่
*Corresponding author address: pongammard1489@gmail.com

บทคัดย่อ

มลพิษทางอากาศเป็นภาวะที่อากาศมีสารปนเปื้อนเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าปกติ โดยมลพิษทางอากาศที่พบมากที่สุดคือ ฝุ่นละอองในอากาศ กิจกรรมการก่อสร้างอาคารถือเป็นส่วนหนึ่งในการให้กำเนิดฝุ่นละอองในบริเวณการก่อสร้างซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนงานในหน่วยงานก่อสร้างรวมถึงบรรยากาศโดยทั่วไปรอบบริเวณการก่อสร้าง งานศึกษานี้จึงได้ดำเนินการศึกษาโดยการนำเสนอแนวทางในการหาค่าที่เหมาะสมของตารางงานก่อสร้าง เพื่อทำการควบคุมกิจกรรมในการก่อสร้างอาคารที่เป็นต้นกำเนิดของฝุ่นละอองในอากาศ ณ บริเวณการก่อสร้างอาคาร โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการวัดและการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้าง จากนั้นทำการศึกษาการวิเคราะห์ตารางงานก่อสร้างให้สมดุลกับการจัดการปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้างโดยทำการวิเคราะห์การวางแผนงานทั้งแบบโครงข่าย และแบบการวางแผนงานแบบระบบตารางเวลา เพื่อใช้ในการจัดการตารางเวลา และทำการศึกษาและวิเคราะห์การปรับแผนงานก่อสร้างเพื่อสมดุลของทรัพยากรในโครงการในการโยกย้ายหรือปรับปรุงกิจกรรมจากแผนงานที่วางไว้ให้ดำเนินไปได้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ผลของการศึกษาสามารถเป็นแนวทางของการวางแผนตารางงานที่จะใช้ในการควบคุมปริมาณฝุ่นละอองที่จะเกิดขึ้นได้อย่างสมดุลที่สุด

คำสำคัญ: *ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน, สมดุลของทรัพยากรในโครงการ, การปรับปรุงแผนงาน*

Abstract

Air pollution is a condition the air is adulterated with contaminants more highly than usual, which dust is the most found air pollution. Building construction is considered a part of dust generation which negatively causes health and sanitation of labors working in the site, including general atmosphere around the site. This research was conducted by presenting the guidelines for finding the appropriate value of the construction schedule in order to control activities concerning the building construction originating the dust in the air at the site. The research was studied regarding measurement and analysis of dust particles being smaller than 2.5 microns (PM2.5) caused by the construction activities, studied regarding analysis of the construction schedule to be balanced with the management of dust problems arising from the construction activities by analyzing both critical path method and bar chart in order for schedule management, and even studied and analyzed regarding the project resource leveling to remove or improve activities from planned activities to be carried out on a regular basis so that the findings were able to be a guideline of planning schedules used for controlling the amount of generated dust most equally.

Keywords: *PM2.5, Project resource leveling, Project improvement*

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการวางแผนงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการจัดการงานก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นในยุคปัจจุบันที่มีการเติบโตและมีการแข่งขันกันสูงขึ้นในธุรกิจการก่อสร้าง เพราะนอกจากจะต้องวางแผนงานเพื่อให้งานแล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนด ต้องใช้ต้นทุนตามงบประมาณตามที่ตั้งไว้ รวมถึงการวางแผนการใช้ทรัพยากร (คนงาน,เครื่องจักร) ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เพียงพอต่อการทำงานในทุกกิจกรรมตลอดระยะเวลาที่ทำการก่อสร้างแล้ว ยังต้องนึกถึงการรักษาสิ่งแวดล้อมโดยรอบพื้นที่ก่อสร้างอีกด้วย

ที่ผ่านมา ประเทศไทยประสบปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับการร้องเรียนจากประชาชนมากที่สุด คือ ปัญหากลิ่นเหม็น ร้อยละ 43, ปัญหาฝุ่นละออง/เขม่าควัน ร้อยละ 30 ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) ซึ่งพบว่ากิจกรรมงานก่อสร้างนั้น จัดเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองโดยรอบพื้นที่งานก่อสร้าง ส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อ

คนงานในหน่วยงานก่อสร้างและประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบพื้นที่งานก่อสร้างรวมถึงสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

ด้วยปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนั้น ทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาและวิเคราะห์แผนงานก่อสร้างด้วยวิธีการปรับสมดุลของทรัพยากรในโครงการ (Project Resource Leveling) เพื่อให้ทราบถึงที่มาของปริมาณค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากงานก่อสร้างขณะทำการก่อสร้าง และสามารถนำแผนงานที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ในอนาคต

2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. การวางแผนงาน

Gupata (2015) กล่าวว่า ปัจจุบันการวางแผนงานมีจุดประสงค์เพื่อมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การจัดตารางเวลา, การจัดการด้านทรัพยากร และการควบคุมต้นทุน เป็นต้น ในปัจจุบัน พบว่าการขาดประสิทธิภาพในการวางแผนและจัดตารางเวลางานก่อสร้าง รวมถึงความไม่สมเหตุสมผลของแผนงาน อาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้งานล่าช้าและขาดประสิทธิภาพ

2.1.1. ระบบในการวางแผนงาน

ระบบในการวางแผนงาน แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

การวางแผนงานแบบระบบตารางเวลา (Bar chart) เป็นการวางแผนงานก่อสร้างแบบแผนภูมิแท่ง เป็นระบบที่แสดงให้เห็นถึงกิจกรรมย่อยที่ประกอบเป็นโครงข่ายการก่อสร้างตลอดจนกำหนดระยะเวลาการทำกิจกรรมย่อยได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ข้อจำกัดของแผนงานนี้คือ ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของกิจกรรมย่อยใดๆ ซึ่งเกิดเป็นอุปสรรคในการทำงานได้

การวางแผนงานแบบโครงข่าย (Critical path method) เป็นการวางแผนขั้นพื้นฐานและกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมย่อยของแผนงานต่างๆ โดยจะแสดงขั้นตอนการทำงานและความสัมพันธ์ของกิจกรรมย่อยได้อย่างชัดเจนและสามารถควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.2. การปรับการวางแผนงานก่อสร้าง

การปรับสมดุลของทรัพยากรในโครงการ (Project Resource Leveling)

คือ การจัด/ปรับระดับทรัพยากรและจัดการโครงการโดยไม่มีข้อจำกัดของปริมาณทรัพยากร เพื่อปรับปรุงหรือโยกย้ายกิจกรรมจากแผนงานที่วางไว้จากการวางแผนที่วางไว้ด้วยวิธีการวางแผนงานให้งานดำเนินไปได้อย่างสม่ำเสมอ

2.2. ฝุ่นละออง

นพภาพร พานิช และคณะ (2547) ให้คำนิยามเกี่ยวกับฝุ่นละอองว่า ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาค ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่และสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมาก จนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความ เดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง มนตรี ชุติชัยศักดา (2557) ได้ให้คำนิยามว่า ฝุ่นละอองขนาดใหญ่สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ 2-3 นาที จะตกลงสู่พื้นด้วยแรงดึงดูดของโลก และแรงลม ฝุ่นละอองที่แขวนลอย อยู่ในอากาศได้นานมักเป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เนื่องจากมีความเร็วในการตกลงสู่พื้นต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกมาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศและกระแสลม เป็นต้น จะทำให้สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น

2.2.1. ประเภทของฝุ่นละออง

U.S. EPA (The United States Environmental Protection Agency) ได้กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็ก จำนวน 2 ประเภท ได้แก่ ฝุ่นหยาบ (PM10) และ ฝุ่นละเอียด (PM 2.5)

ฝุ่นหยาบ (PM10)

เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5-10 ไมครอน เกิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยาง การขนส่งวัสดุ ฝุ่นจากกิจกรรมบดย่อยหิน

ฝุ่นละเอียด (PM 2.5)

เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากควันเสียรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากการหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารประกอบไนโตรเจนออกไซด์ และสาร Volatile Organic Compounds ซึ่งก็คือกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติจะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศ ทำให้เกิดฝุ่นละเอียดได้

2.2.2. แหล่งที่มาของฝุ่นละออง

แหล่งที่มาของฝุ่นละอองทั่วไปในบรรยากาศ จำแนกได้ 2 ประเภท คือ ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง (น้ำมันเตา,ถ่านหิน) กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้างและรื้อถอน เป็นต้น และอีกแหล่งที่มาของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น กระแสลมพัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย เขม่าควันจากไฟป่า เป็นต้น

2.2.3. มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

คู่มือมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป กรมควบคุมมลพิษ (2547) ได้กำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ดังนี้ ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยต้องไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา 1 ปี ต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศ์กเมตร

คู่มือมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป กรมควบคุมมลพิษ (2553) ได้กำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ดังนี้ ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยต้อง ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา 1 ปี จะต้องไม่เกิน 0.025 มิลลิกรัมต่อลูกบาศกเมตร

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นในเรื่องของการศึกษาการปรับแผนงานเพื่อให้สมดุลกับการจัดการเรื่องฝุ่นละอองจากกิจกรรมในงานก่อสร้างอาคาร กรณีศึกษาฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน การศึกษาอยู่ในรูปแบบของการนำร่อง (Pilot Study) งานวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย 1. ศึกษากิจกรรมในงานก่อสร้างอาคารที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในอากาศ 2. วัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการก่อสร้างอาคารด้วยเครื่องมือวัดฝุ่นละออง DUST STATION 3. ศึกษาการปรับแผนงานก่อสร้างด้วยวิธีการใช้เวลาในการก่อสร้างให้สมดุล (Project resource leveling) เพื่อทราบค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นกับปริมาณงานก่อสร้างและความเข้มข้นของ PM 2.5

3.1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในการก่อสร้างและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนแผนงานก่อสร้างและวิเคราะห์ต้นทุนในการเร่งงานก่อสร้าง

3.2. คัดเลือกกิจกรรมในการก่อสร้างอาคารที่ต้องการทำการศึกษาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง

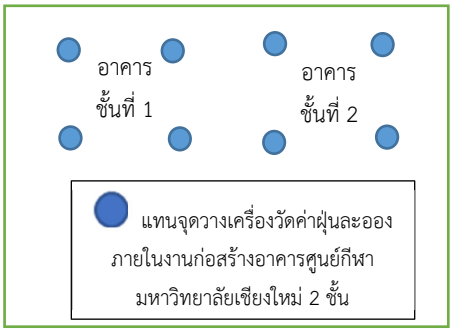
โดยวิเคราะห์จากกิจกรรมก่อสร้างจากแผนงานการก่อสร้างอาคาร ที่มีความสัมพันธ์เหมาะสมกับช่วงเวลาที่ทำการวัดฝุ่นในช่วงเวลาที่ต้องการศึกษาการวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง

3.3. ทำการทดลองวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในหน่วยงานก่อสร้าง

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในหน่วยงานก่อสร้าง ณ อาคารศูนย์กีฬามหาวิทยาลัยเชียงใหม่จำนวน 2 ชั้น พื้นที่โครงการ 3,200 ตารางเมตร จากนั้นทำการติดตั้งเครื่องมือวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง DUST STATION จำนวน 8 จุด และดำเนินการวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจำนวน 2 วัน โดยเก็บข้อมูลวันละ 480 ชุดข้อมูล รูปแบบของการเก็บข้อมูล ทางผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 นาที จำนวน 8 ชั่วโมง (9.00-17.00 น.) รวมจำนวนชุดข้อมูลทั้งหมด 960 ชุดข้อมูล เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง มีรายละเอียด ดังนี้

ภายในอาคารที่มีกิจกรรมก่อสร้างในพื้นที่ก่อสร้างชั้นที่ 1 จำนวน 4 เครื่อง

ภายในอาคารที่มีกิจกรรมก่อสร้างในพื้นที่ก่อสร้างชั้นที่ 2 จำนวน 4 เครื่อง



รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง ณ อาคารศูนย์กีฬามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2 ชั้น

รูปที่ 2 งานก่อสร้างศูนย์กีฬามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2 ชั้น

รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดาน

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล ใช้เครื่องมือวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่พัฒนาโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Dust station ซึ่งมีข้อแตกต่างจากเครื่องวัดปริมาณฝุ่นแบบเดิม คือ เครื่อง Dust station มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและใช้ระบบตรวจจับโดยมีเซ็นเซอร์ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นและแสดงออกค่าที่วัดในรูปแบบดิจิตอลได้ทันที รวมถึงราคาในการผลิตต่อเครื่องไม่สูงมาก โดยมีวิธีทำงานเบื้องต้นของเครื่องมือ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

เริ่มต้นจากการเปิดเครื่องเพื่อเริ่มการทำงาน จากนั้นหน้าจอของเครื่องมือจะแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยปริมาณฝุ่นละอองจำนวน 3 ประเภทได้แก่ PM10, PM2.5 และ PM1 โดยค่าที่วัดได้แสดงในหน่วย ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และตัวเลขข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ในหน่วยขององศาเซลเซียส และความชื้นอากาศในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ เป็นต้น สำหรับการแสดงข้อมูลนั้นสามารถตรวจสอบแบบทันทีหรือย้อนหลังผ่านทางออนไลน์ ในรูปแบบของกราฟเส้น

รูปที่ 4 ลักษณะทั่วไปของเครื่องมือวัดฝุ่น dust station

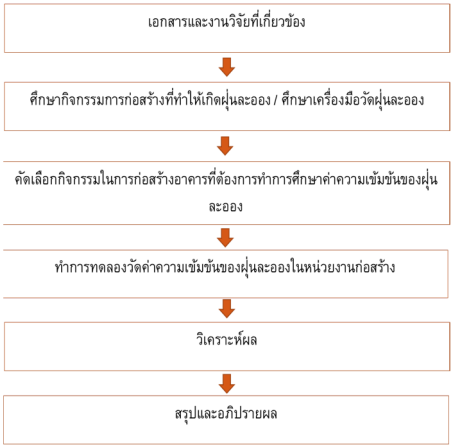
รูปที่ 5 แสดงค่าความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นละอองทางออนไลน์

3.4. วิเคราะห์ผล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ได้จากกิจกรรมการก่อสร้างอาคาร เพื่อให้ทราบสาเหตุของกิจกรรมการก่อสร้างใดเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองมากที่สุดด้วยวิธีการทำให้งานที่เกิดขึ้นมีความสม่ำเสมอมากที่สุด (Project resource leveling)

3.5. สรุปและอภิปรายผล

จัดทำรายงานสรุปผลที่ได้จากการศึกษางานวิจัย และนำเสนองานวิจัย



รูปที่ 6 กรอบการดำเนินงานวิจัย

4. ผลการศึกษา

4.1. ผลค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่น PM 2.5

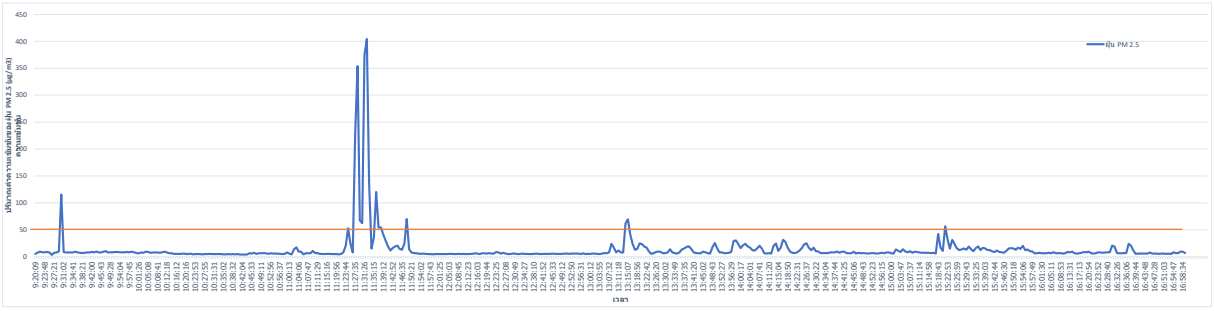
จากการศึกษาสัมภาษณ์วิศวกรควบคุมงานภายในโครงการก่อสร้าง สำหรับพิจารณาและคัดเลือกกิจกรรมในการก่อสร้างที่ก่อให้เกิดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศมากที่สุด ซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่ต้องการศึกษา พบว่ากิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานเป็นกิจกรรมที่มีความเหมาะสมในการศึกษาเก็บข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ดังนั้นจึงเลือกกิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานเป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ จากนั้นทางผู้วิจัย

จึงดำเนินการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นตามตำแหน่งจุดวัดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น

4.1.1 จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในกิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 1 ด้วยเครื่องมือวัดฝุ่น dust statioN จำนวน 490 ชุดข้อมูล โดยตัวอย่างข้อมูลที่วัดได้แสดงดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลจากเครื่องมือวัดฝุ่น dust station ที่ได้จากการเก็บข้อมูลในกิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 1

เวลา	ฝุ่น PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	พื้นที่ทำงาน
9:20:09	5.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)
9:21:07	8	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)
9:22:01	9.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)
9:22:54	8.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)
9:23:48	8.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)



รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 1

จากรูปที่ 7 แสดงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 จากงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 1 พบว่า ช่วงเวลาที่เกิดค่าฝุ่นมากที่สุด 5 อันดับ ได้แก่

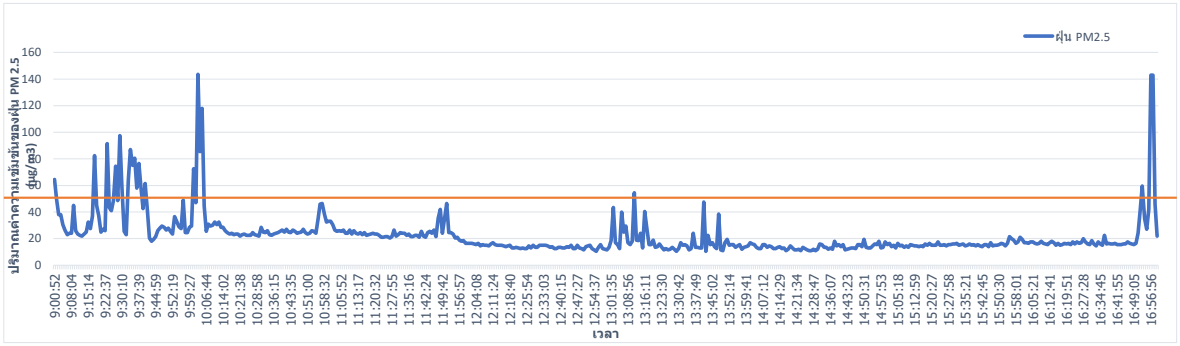
เวลา 11.32 น. มีค่าเท่ากับ 404.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
เวลา 11.31 น. มีค่าเท่ากับ 374.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
เวลา 11.28 น. มีค่าเท่ากับ 354.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
เวลา 11.27 น. มีค่าเท่ากับ 228.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
เวลา 11.33 น. มีค่าเท่ากับ 136.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

โดยค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่เกิดขึ้นนั้น พบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศกำหนดไว้ โดยให้ค่าฝุ่นละออง PM 2.5 ที่วัดได้ต้องไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.2 จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละออง PM 2.5 ในกิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 2 ด้วยเครื่องมือวัดฝุ่น dust statioN จำนวน 490 ชุดข้อมูล โดยตัวอย่างข้อมูลที่วัดได้แสดงดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลจากเครื่องมือวัดฝุ่น dust station ที่ได้จากการเก็บข้อมูลในกิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 2

เวลา	ฝุ่น PM2.5 ($\mu g/m^3$)	พื้นที่ในทำงาน
9:00:52	64.5	ชั้น 1 (พื้นที่ปิดทึบ)
9:01:46	49.5	ชั้น 1 (พื้นที่ปิดทึบ)
9:02:39	38	ชั้น 1 (พื้นที่ปิดทึบ)
9:03:35	38	ชั้น 1 (พื้นที่ปิดทึบ)
9:04:31	30.5	ชั้น 1 (พื้นที่ปิดทึบ)



รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 2

จากรูปที่ 8 แสดงค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 จากงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานวันที่ 2 พบว่า ช่วงเวลาที่เกิดค่าฝุ่นมากที่สุด 5 อันดับ ได้แก่

เวลา 10.02 น. มีค่าเท่ากับ 143.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เวลา 10.04 น. มีค่าเท่ากับ 118.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เวลา 09.29 น. มีค่าเท่ากับ 97.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เวลา 09.23 น. มีค่าเท่ากับ 91.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เวลา 10.03 น. มีค่าเท่ากับ 85.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

โดยค่าความเข้มข้นของฝุ่นที่เกิดขึ้นนั้น พบว่ามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศกำหนดไว้ โดยให้ค่าฝุ่นละออง PM 2.5 ที่วัดได้ต้องไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.1.3 จากการศึกษาการเก็บข้อมูลค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 ในงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดาน พบว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองPM 2.5 ในงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานทั้ง 2 วัน ในช่วงเวลาระหว่างทำกิจกรรมก่อสร้างจะมีค่าฝุ่นที่สูงกว่าช่วงเวลาพักกลางวันซึ่งไม่มีกิจกรรมการก่อสร้างเกิดขึ้นและมีค่าฝุ่นที่เกิดขึ้นแตกต่างกันเนื่องจากพื้นที่ในการทำงานในแต่ละวันแตกต่างกัน ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับสมดุลของทรัพยากรในโครงการ (Project Resource Leveling) ในส่วนของพื้นที่ในการทำงานในแต่ละวันที่เกิดขึ้น เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 และพื้นที่ที่เกิดกิจกรรมก่อสร้างโดยวิธีการหาค่าความสัมพันธ์จากพื้นที่ใต้กราฟ ดังสมการที่ (1)

$$Y = \left[\frac{A+B}{2}\right] \times [T1 \times T2] \quad (1)$$

โดยที่

Y คือ ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ที่เกิดขึ้น (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร /นาที/ตารางเมตร)

A คือ ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ก่อนเกิดกิจกรรม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

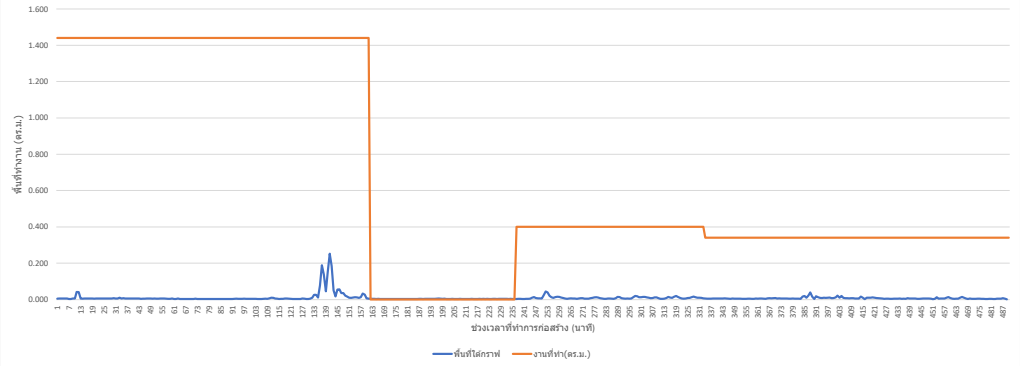
B คือ ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ขณะเกิดกิจกรรม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

T2 คือ เวลาขณะเกิดกิจกรรม (นาที)

T1 คือ เวลาก่อนเกิดกิจกรรม (นาที)

ตารางที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 และพื้นที่ที่เกิดกิจกรรมก่อสร้างโดยวิธีการหาค่าความสัมพันธ์จากพื้นที่ใต้กราฟวันที่ 1

เวลา	ฝุ่น PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	พื้นที่ทำงาน	งานที่ทำ (ตร.ม.)	พื้นที่ใต้กราฟ
9:20:09	5.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)	1.44	0.005
9:21:07	8	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)	1.44	0.005
9:22:01	9.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)	1.44	0.006
9:22:54	8.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)	1.44	0.005
9:23:48	8.5	ชั้น 1 (โถงเปิดโล่ง)	1.44	0.005



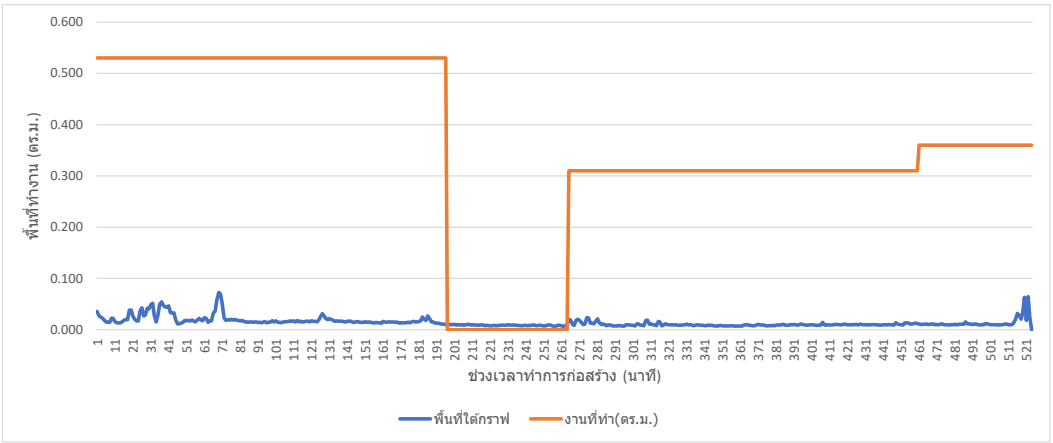
รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟและพื้นที่งานที่ทำวันที่ 1

จากรูปที่ 9 แสดงค่าความค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 และพื้นที่ที่เกิดกิจกรรมก่อสร้างทั้งหมด 324.02 ตร.ม. ด้วยวิธีการหาค่าความสัมพันธ์จากพื้นที่ใต้กราฟด้วยสมการที่ (1) ในวันที่ 1 พบว่าปริมาณงานที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของฝุ่นละออง PM 2.5 ที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้าง

กล่าวคือ หากมีปริมาณงานที่เกิดขึ้นจำนวนมาก ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากเช่นกัน แต่ในกรณีในช่วงเวลาพักเที่ยง ซึ่งเป็นช่วงเวลาในการพักงานค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีค่าปกติ โดยค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกิดขึ้นสูงสุดในเวลา 11.31 น. มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองเท่ากับ 0.252 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร /นาที/ตารางเมตร ในห้องที่เป็นลักษณะโถงเปิดโล่ง

ตารางที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 และพื้นที่ที่เกิดกิจกรรมก่อสร้างโดยวิธีการหาค่าความสัมพันธ์จากพื้นที่ใต้กราฟในวันที่ 2

เวลา	ฝุ่น PM 2.5 ($\mu g/m^3$)	พื้นที่ทำงาน	งานที่ทำ (ตร.ม.)	พื้นที่ใต้กราฟ
9:00:52	64.5	ชั้น 1 (ก่อผนังทึบ)	0.53	0.036
9:01:46	49.5	ชั้น 1 (ก่อผนังทึบ)	0.53	0.027
9:02:39	38	ชั้น 1 (ก่อผนังทึบ)	0.53	0.025
9:03:35	38	ชั้น 1 (ก่อผนังทึบ)	0.53	0.022
9:04:31	30.5	ชั้น 1 (ก่อผนังทึบ)	0.53	0.018



รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้กราฟและพื้นที่งานที่ทำวันที่ 2

จากรูปที่ 10 แสดงค่าความค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM 2.5 และพื้นที่ที่เกิดกิจกรรมก่อสร้างทั้งหมด 187.32 ตร.ม. ด้วยวิธีการหาค่าความสัมพันธ์จากพื้นที่ใต้กราฟด้วยสมการที่ (1) ในวันที่ 2 พบว่าปริมาณงานที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของฝุ่นละออง PM 2.5 ที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้าง กล่าวคือ หากมีปริมาณงานที่เกิดขึ้นจำนวนมาก

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากเช่นกัน แต่ในกรณีในช่วงเวลาพักเที่ยง ซึ่งเป็นช่วงเวลาในการพักงานค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีค่าปกติ โดยค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกิดขึ้นสูงสุดในเวลา 11.31 น. มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองเท่ากับ 0.073 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร /นาที/ตารางเมตร ในบริเวณห้องที่มีการก่อผนังทึบ

5. สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางในการหาค่าที่เหมาะสมของตารางงานก่อสร้าง เพื่อทำการควบคุมกิจกรรมในการก่อสร้างอาคารที่เป็นต้นกำเนิดของฝุ่นละอองในอากาศ ณ บริเวณการก่อสร้างอาคาร โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับการวัดและการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ที่เกิดจากกิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดาน

จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมงานขัดท้องพื้นฝ้าเพดานใน 2 วัน มีค่าความเข้มข้นที่สูงกว่าค่ามาตรฐานกำหนด และเมื่อทำการศึกษาการวิเคราะห์ตารางงานก่อสร้างให้สมดุลกับการจัดการปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้าง ด้วยวิธีการหาค่าความสัมพันธ์จากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างขนาดพื้นที่ทำงานและช่วงเวลาดำเนินการก่อสร้าง พบว่าค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในวันที่ 2 มีค่าสูงกว่าวันที่ 1 เนื่องจากลักษณะพื้นที่ในการทำงานที่แตกต่างกัน กล่าวคือ พื้นที่ในการทำงานในวันที่ 2 มีลักษณะเป็นพื้นที่ปิดทึบ อากาศถ่ายเทไม่สะดวก แต่พื้นที่ในวันที่ 1 นั้น มีลักษณะเป็นพื้นที่โล่ง อากาศถ่ายเทได้สะดวก ส่งผลทำให้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้พบว่าปริมาณงานที่ดำเนินการมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น กล่าวคือ หากปริมาณงานที่ทำมีปริมาณมาก ค่าความเข้มข้นที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากเช่นกัน และจากการปรับแผนงานก่อสร้างเพื่อสมดุลของทรัพยากรในโครงการ ด้วยการโยกย้ายหรือปรับปรุงกิจกรรมจากแผนงานที่วางไว้ พบว่า สามารถใช้วิธีการปรับแผนงานก่อสร้างข้างต้นนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการวางแผนตารางงานในโครงการก่อสร้าง เพื่อเป็นแนวทางในการให้ดำเนินการป้องกันการเกิดฝุ่นละอองจากกิจกรรมในตารางงานได้อย่างสมดุลที่สุด ทั้งนี้ทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า ควรต้องศึกษาหาแนวทางในการลดและป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง PM 2.5 เช่น การฉีดพ่นน้ำบริเวณโดยรอบพื้นที่ทำงาน การกั้นบริเวณพื้นที่ทำงานด้วยแผงกั้นฝุ่นละอองรวมถึงการปรับแก้ไขตารางงานก่อสร้างให้มีความรวดเร็วขึ้นจากเดิม เพื่อลดปริมาณของวันที่จะเกิดขึ้นละอองจากการก่อสร้างลง เป็นต้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ได้ให้ความรู้ และความช่วยเหลือแก่ผู้เขียนตลอดจนการแนะนำต่างๆ

7. การอ้างอิง

[1] ยรรยง อาภาอนันต์. (2553). *การวัดและแนวทางการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองที่ส่งผลกระทบต่อคนงานในหน่วยก่อสร้าง*.(วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

[2] นพดล จอกแก้ว,ยรรยง อาภาอนันต์. (2553). การวัดและแนวทางการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองที่ส่งผลกระทบต่อคนงานในหน่วยก่อสร้าง.วารสารวิศวกรรมศาสตร์,21-32. DOI: http://dx.doi.org/10.4186%2Fej.v2i1.75

[3] สมจินตนา แขนงแก้ว. (2557). การวัดและการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมในโครงการก่อสร้างถนน กรณีศึกษาการก่อสร้างถนนในเขตจังหวัดลำปาง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

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

[5] อังก์ศิริ ทิพยารมณ์. (2559). การสอบเทียบผลการตรวจวัด PM 2.5 จากเครื่องมือการตรวจวัดแบบเรียลไทม์และวิธีวิเคราะห์เชิงน้ำหนัก. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม.

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

[7] 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

[8] 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, 124-134