การศึกษาปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร : กรณีศึกษาพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ

The Study of Particulate Matter Smaller Than 10 Micron (PM10) in Faculty Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University : A Case Study in the Indoor of Classrooms and Laboratory Rooms

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน.....
เลขทะเบียน..... I 9135340
เลขเรียกหนังสือ.....วิ.....

สุดารัตน์ ปาหลวง

ส736ก
2558

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ธันวาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ เรื่องการศึกษาปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร : กรณีศึกษาพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ของนางสาวสุดารัตน์ ปาหลวง เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชณภาส)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

อนุมัติ

.....

(ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เดือนธันวาคม พ.ศ.2558

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชนภาส ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแบบติดตัวบุคคล (Personal Sampling) ยี่ห้อ : Gilian รุ่น : Giliane รวมทั้งอนุญาตให้ใช้ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ สถานที่ในการเก็บตัวอย่าง รวมไปจนถึงอนุญาตให้ใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ในการติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่น และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง ในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหาฝุ่นขนาด PM10 ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวรในพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการรวมทั้งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษางานด้านการตรวจวัดปริมาณฝุ่นภายในพื้นที่อาคาร ณ สถานที่อื่นๆในอนาคตต่อไป

สุดารัตน์ ปาหลวง

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร : กรณีศึกษาพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ

ผู้วิจัย นางสาวสุดารัตน์ ปาหลวง

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กณิตา ธนเจริญชนภาส

กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศร, 2558

คำสำคัญ ฝุ่นขนาด PM10 ภายในอาคาร ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่าง ณ พื้นที่ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลามาตรฐานสำหรับผู้ปฏิบัติงานรายวัน คือ 8 ชั่วโมง (40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์) ตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2558 ในการศึกษากำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด ในพื้นที่ห้องเรียน (ห้องAG 2109 ห้องAG 2412 ห้องAG 2209) และห้องปฏิบัติการ (AG 2408 และ ห้องAG 2314) รวมทั้งห้องไฟฟ้า (ห้องAG 2106) ผลการศึกษาพบว่าค่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 ที่เวลาเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ณ พื้นที่กลุ่มห้องเรียน มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM10 เท่ากับ 3.19 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 2.21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 1.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ณ ห้อง AG 2209 (ห้องสำหรับนิสิตจำนวน 35 คน) AG 2412 (ห้องสำหรับนิสิตจำนวน 60 คน) และ ห้อง AG 2109 (ห้องสำหรับนิสิตจำนวน 220 คน) ตามลำดับ ผลการศึกษาบ่งชี้ว่ามีความสัมพันธ์เชิงสหสัมพันธ์เส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างจำนวนนิสิตและในห้องเรียนและความเข้มข้นของฝุ่น PM10 ผลการศึกษา ณ ห้องปฏิบัติการพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM10 ณ ห้องAG 2408 (3.41 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) สูงกว่า ความเข้มข้นฝุ่น ณ ห้องAG 2314 (1.23 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เนื่องจากห้องAG 2408 เป็นห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์วัสดุทางธรรมชาติ นอกจากนั้นยังพบผลระดับความเข้มข้นของฝุ่นในระดับสูงสุดเท่ากับ 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ณ ห้องควบคุมไฟฟ้า AG 2106 อย่างไรก็ตามผลการศึกษาบ่งชี้ว่าระดับฝุ่น PM10 ภายในอาคารในระยะเวลา 8 ชั่วโมง ณ จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 พื้นที่ไม่เกินค่า

มาตรฐานฝุ่นระดับ PM 10 ที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่แนะนำสำหรับประเทศฮ่องกง

Title The Study of Particulate Matter Smaller Than 10 Micron (PM10) in Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University
: A Case Study in the Indoor of Classrooms and Laboratory Rooms

Author Sudarat Paluang

Advisor Assistant Professor. Kanita Thanacharoenchanaphas, Ph.D.

Co-advisor Assistant Professor. Pajaree Thongsanit, Ph.D.

Academic Paper thesis Bachelor of Science in Natural Resources and Environment, Naresuan University,2558

Keywords PM10, Indoor, Classrooms, Laboratory, Naresuan University

ABSTRACT

This study focus on the concentration of particulate matter smaller than 10 microns (PM10) in the indoor of faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University. The samples were collected during the standard hours of work for employees, 8-hour work period (40 hours a week) from August to November 2015. A total of 6 sampling points were conducted in the indoor of classrooms (AG2109, AG2109 and AG2412) and laboratory rooms (AG2408 and , AG2314) including the electrical room (AG2106). The results showed that the average PM10 concentrations in 8 hours in classrooms were 3.19 $\mu g/m^3$, 2.21 $\mu g/m^3$ and 1.72 $\mu g/m^3$ in AG2209 (classroom of 35 students), AG2412 (classroom of 60 students) and AG2109 (classroom of 220 students), respectively. These results indicated that there was a significant linear correlation between the number of students in classroom and PM10 concentrations. The results in laboratory rooms revealed that the PM10 concentration in AG2408 (3.41 $\mu g/m^3$) was higher than the PM10 concentration in AG2314 (1.23 $\mu g/m^3$) because the AG2408 is analysis laboratory for the natural materials. Additionally, the highest indoor PM10 levels were observed in the electrical room (AG2106) by 3.92 $\mu g/m^3$ However, the results indicated that the levels of indoor PM10 (8 hr) in total 6

sampling points were not much higher than the guidelines issued by the Indoor air quality standards in Hong Kong (20 $\mu g/m^3$ 8 hour average).

สารบัญ

บทที่		หน้า
	หน้าอนุมัติ	
	กิตติกรรมประกาศ	ก
	บทคัดย่อ	ข
	สารบัญ	ฉ
	สารบัญตาราง	ญ
	สารบัญภาพ	ฎ
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	4
	ขอบเขตของงานวิจัย	4
	ขอบเขตการศึกษา	4
	นิยามศัพท์	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
	ความหมายและประเภทของอนุภาค	6
	ความหมายของอนุภาค	6
	ประเภทของอนุภาค	6
	อนุภาคในรูปต่างๆ	6
	ขนาดของฝุ่นละออง	8
	สาเหตุของการเกิดฝุ่นละออง	8
	แหล่งกำเนิดอนุภาคฝุ่นในอากาศ	9
	ผลกระทบของฝุ่นละออง	10
	แนวทางในการแก้ไขปัญหา	11

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การตรวจวัดปริมาณฝุ่นในพื้นที่อาคาร	11
	หลักการทั่วไปของการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง	12
	ดัชนีคุณภาพอากาศและมาตรฐานคุณภาพอากาศ	13
	ดัชนีคุณภาพอากาศที่ใช้อยู่ในประเทศไทย	13
	มาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทย	14
	มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารในฮ่องกง	16
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
	มลพิษในอากาศกับปัญหาสุขภาพ	19
	มลพิษในอากาศเหล่านี้มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร	19
	มลพิษในอากาศกับโรคภูมิแพ้ของระบบทางเดินหายใจ	20
	การป้องกันและลดผลกระทบของมลพิษในอากาศสู่สิ่งแวดล้อมและมนุษย์	20
	ผลกระทบของฝุ่นละอองในอาคาร	21
	สิ่งคุกคามทางเคมีและชีวภาพ	21
	โรคตึกเป็นพิษหรือSick Building Syndrome (SCB)	23
	ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม	24
3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	25
	พื้นที่ที่ทำการศึกษา	25
	จุดเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นขนาด PM10	25
	เครื่องมือและอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง	38
	เครื่องมือวัดฝุ่น PM10 ชนิดติดตัวบุคคล	38
	หัวคัดเลือกเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 แบบ Cyclones	39
	กระดาษกรองใยแก้ว	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		บทที่		หน้า
	คว		ตู้ดูดความชื้น	41
5	สรุ		เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง	42
	สรุ		ไขควง	43
			คีมคีบปากแบน	44
			ถุงมือยางอนามัย	45
	อภิ		ถุงพลาสติกซิป	46
	ข้อ		กระดาษฟอยล์	47
	บร		วิธีเก็บตัวอย่าง	48
			เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาด 10 ไมครอน	48
	ปร		การเตรียมกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร	48
			การกำหนดวางเครื่องมือวัดฝุ่น PM10 ชนิดติดตัวบุคคล	48
			ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง	48
			วิธีวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นขนาด PM10	48
			การกำหนดเก็บจุดตัวอย่าง	49
			การวิเคราะห์ทางสถิติ	50
		4	**ผลการวิจัย**	51
			ปริมาณฝุ่น PM10 ในระยะเวลาสะสม 1 สัปดาห์ 40 ชั่วโมง	51
			ปริมาณฝุ่น PM10 ใน 40 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องเรียน	51
			ปริมาณฝุ่น PM10 ใน 40 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องปฏิบัติการ	52
			ปริมาณฝุ่น PM10 ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง	55
			ปริมาณฝุ่น PM10 ใน 8 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องเรียน	55
			ปริมาณฝุ่น PM10 ใน 8 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องปฏิบัติการ	55

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

มนุษย์โดยทั่วไปในประเทศกึ่งอุตสาหกรรมใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคารประมาณ 89% ใช้ชีวิตในยานพาหนะประมาณ 6% และใช้ชีวิตอยู่ภายนอกอาคารเพียงประมาณ 5% (Maher Elbayoumi *et al.*, 2014) ทำให้พบว่าประชากรส่วนหนึ่งที่มีอาชีพหรืออาศัยในพื้นที่อาคารในชีวิตประจำวันมีระยะเวลาและโอกาสในการสัมผัสมลสารมากกว่าการสัมผัสจากภายนอกอาคาร ซึ่งปัจจุบันพบว่ามีประชากรที่ป่วยเนื่องจากการสัมผัสเหล่านี้ คือ กลุ่มอาคารอาการป่วย (Sick Building Syndrome (SBS)) เกิดอาการผิดปกติทางสุขภาพที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับช่วงเวลาที่อยู่ในอาคาร ปัญหาอาจเกิดขึ้นเฉพาะส่วนใด ส่วนหนึ่งของอาคารหรือกับทั้งหมดของอาคารก็ได้และมักมีอาการคัดจมูก น้ำมูกไหล เคืองตา ไอ แน่นหน้าอก อ่อนล้า ปวดศีรษะ อาการป่วยดังกล่าวเป็นอาการที่ไม่มีลักษณะเฉพาะโรค และมักจะหายใจไม่สะดวกเมื่อออกจากอาคาร (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) สาเหตุของโรคนี้เกิดจากการระบายอากาศไม่เพียงพอ การนำอากาศภายนอกเข้าไปในอาคารไม่เพียงพอ การกระจายและการผสมผสานอากาศภายในอาคารไม่พอเพียง อุณหภูมิและความชื้นสูงหรือไม่คงที่ ระบบการกรองอากาศทำงานไม่มีประสิทธิภาพ สารเคมีภายในอาคารมีสาเหตุมาจากแหล่งมลพิษภายในอาคาร เช่น จากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย (VOC: Volatile Organic Compounds) อื่นๆ ที่อาจมาจากกาวและสารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน ตลอดจนการสูบบุหรี่ในอาคาร การใช้ก๊าซหุงต้มอาหาร ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ สารเคมีจากภายนอกอาคารมีสาเหตุจากมลพิษอากาศภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคารทั้งจากทางประตู หน้าต่าง ช่องระบายอากาศหรือแทรกซึมตรงบริเวณที่ปิดไม่สนิท เช่น อากาศเสียที่ระบายออกจากอาคารใกล้เคียง ควันไฟหรือกลิ่นจากครัวปรุงอาหาร และควันจากท่อไอเสียรถยนต์ในโรงจอดรถ เป็นต้น (ดร.สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

หนึ่งในมลสารสำคัญที่มนุษย์สัมผัสภายในอาคารคือฝุ่น ซึ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไประบุว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ค่าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง. จะต้องไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยในระยะเวลา 1 ปี ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) ส่วนมาตรฐานเฉลี่ยค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานของฮ่องกงซึ่งแนะนำไว้สำหรับระยะเวลาการปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง ไม่เกินที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีผลการศึกษาพบว่าในหลายพื้นที่ของโลกโดยเฉพาะเมืองใหญ่ซึ่งประชาชนอาศัยอยู่ในอาคารนั้นต้องสัมผัสกับฝุ่นละอองที่มีค่าสูง ในระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Hong Kong Chamber of Commerce (HKGCC), 2015)

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษได้ทำการวัดปริมาณ PM10 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในพื้นที่ภาคเหนือเป็นระยะเวลา 4 เดือน ระยะเวลาระหว่าง เดือนมกราคม–เมษายน 2558 พบว่าในช่วงเดือนมีนาคม 2558 ปริมาณ PM10 มีค่าเกินมาตรฐานมากที่สุดซึ่งเป็นอันตรายต่อประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่เขตอำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลช้างเผือก วัดได้ 124–292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตำบลศรีภูมิ วัดได้ 121–299 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รวมทั้งในพื้นที่จังหวัดลำปางในพื้นที่อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลพระบาท วัดได้ 121–238 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ ได้แก่ ตำบลสบป้าด วัดได้ 124–199 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตำบลบ้านดง วัดได้ 125–243 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตำบลแม่เมาะ วัดได้ 122–260 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดเชียงราย ในพื้นที่อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลเวียง วัดได้ 138–329 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในพื้นที่อำเภอแม่สาย ได้แก่ ตำบลเวียงพางคำ 124–279 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดแม่ฮ่องสอนในพื้นที่อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลจองคำ วัดได้ 160–303 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดน่านในพื้นที่อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลในเวียง วัดได้ 133–197 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดแพร่ในพื้นที่อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลนาจักร วัดได้ 122–180 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดพะเยาในพื้นที่อำเภอเมือง ได้แก่ ตำบลเวียง วัดได้ 124–265 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จังหวัดตากในพื้นที่อำเภอแม่สอด ได้แก่ ตำบลท่าสายลวด วัดได้ 122–158 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

ในจังหวัดพิษณุโลกเป็นเมืองใหญ่ที่มีอุตสาหกรรมในบางพื้นที่เพียงบางส่วนซึ่งการศึกษาพบว่าประชาชนในเขตเมืองลักษณะเช่นนี้ผู้คน 79% จะใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคาร ส่วนคนชนบทจะใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคาร 65% ปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่มักจะดำเนินชีวิตหรือทำกิจกรรมอยู่ในตึก อาคาร สำนักงาน (indoor) มากกว่านอกอาคาร (outdoor) (Mark Z. Jacobson, 2002) ดังนั้นถ้าพื้นที่ภายในอาคารมีปริมาณฝุ่นละอองที่อยู่ในบรรยากาศในอาคารนั้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการดำเนินชีวิตของคนในอาคาร ซึ่งทั้งนี้ฝุ่นละอองอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อการทำงาน ทำให้ขาดประสิทธิภาพในการทำงาน สาเหตุของมลพิษภายในตึกอาจมีผลมาจากอากาศภายในตัวถ่ายเทไม่ดี คนภายในอาคารอยู่รวมกันแออัดมากเกินไปและในปัจจุบันมีกิจกรรมต่างๆ เพิ่มมากขึ้น เช่น การเดินทางมาทำงานด้วยยานพาหนะ การเดินเท้า กิจกรรมเหล่านี้ยังเป็นตัวการที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองฟุ้งกระจายในชั้นบรรยากาศ ดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้มาจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งหมดและฝุ่นละอองนี้ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและถ้าหากได้รับเข้าไปมากๆ อาจทำให้เกิดความรำคาญและ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นการทำงานภายในอาคารจะต้องไม่พบฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ไมครอนหรือ PM10 ที่เกินมาตรฐานตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้

ปัญหาฝุ่นละอองในพื้นที่อาคารในสถานศึกษาซึ่งมีบุคลากรและผู้ใช้สถานที่เป็นนักเรียนหรือนักศึกษาจำนวนมากต่อวัน จัดว่าเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่พบว่ามีปัญหาอย่างมีนัยสำคัญ มีการศึกษาจำนวนมากยืนยันว่าปริมาณ PM10 ในสถาบันการศึกษาเกินค่ามาตรฐานที่แนะนำของ (WHO) (Lee and Chang, 1999; Diapouli *et al.*, 2007; Habil and Taneja, 2011; Chithra and Nagendra, 2012; Massey *et al.*, 2012)และมีการพบข้อมูลที่สอดคล้องกันของปัจจัยการเพิ่มขึ้นของ PM10 ต่ออัตรา

การตาย เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพบในเด็ก การเพิ่มขึ้นของ PM10 ในระดับ 10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นเวลาหลายๆ วันจะส่งผลทำให้เกิดอาการไอเพิ่มขึ้น การหายใจลำบาก มีอัตราการเข้าโรงพยาบาลเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ (WHO, 2000)

คุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารโดยเฉพาะในสถาบันการศึกษามีความสำคัญมากเนื่องจากบุคลากรทั้งคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนิสิต ต้องใช้ชีวิตอยู่ในพื้นที่อาคารเหล่านี้และมีการสัมผัสต่อมลสารรวมทั้งฝุ่นอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นคุณภาพอากาศภายในห้องเรียนเป็นหนึ่งในพื้นที่อาคารของสถาบันศึกษาที่ต้องตระหนักเป็นอันดับแรกเนื่องจากนิสิตและคณาจารย์ต้องใช้เวลาเฉลี่ย 7-8 ชั่วโมงต่อวัน (Pegas *et al.*, 2010; Almeida *et al.*, 2011) นิสิตจะต้องทำกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคารเรียนและพบว่าฝุ่นละอองขนาด PM10 เป็นหนึ่งใน มลสารหลักที่ตกค้างหรือสะสมในอาคารเรียนซึ่ง PM10 เป็นสาเหตุหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพต่อนิสิตโดยตรง

ในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรได้มีการศึกษาในประเด็นนี้เช่นกัน โดยในปี พ.ศ.2553 พัทธนันท์ โตพ่วง ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ภายในสำนักงานและห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผลการศึกษาพบว่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นขนาด PM10 ภายในสำนักงานและห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.14 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 15.17 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานที่ระดับ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเวลา 24 ชั่วโมง ที่กำหนดโดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2547) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าปัจจัยอันดับหนึ่งที่ทำให้เกิดฝุ่นสะสมภายในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวมาจากกิจกรรมของนิสิตที่ดำเนินร่วมกันภายในห้องเรียน และปริมาณฝุ่นยังมีค่าแปรผันตามจำนวนนิสิตที่เข้ามาทำกิจกรรมดังกล่าวด้วย ดังนั้นในการศึกษาดังกล่าวจึงได้มีข้อสังเกตที่สำคัญ คือ ตัวมนุษย์เองเป็นสื่อกลางนำพาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร และถ้าพิจารณาในระยะยาวปริมาณฝุ่นในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานย่อมสามารถที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงในระยะยาวได้อย่างแน่นอนเนื่องจากระยะเวลาในการสัมผัสด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงควรมีการศึกษาปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ในพื้นที่อาคารเรียนของคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยเช่นกันเนื่องจากเป็นคณะที่มีจำนวนนิสิตและบุคลากรใช้พื้นที่ในอาคารจำนวนมากในชั่วโมงการทำงานเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือมากกว่านั้นโดยผู้วิจัยได้เลือกการศึกษาในพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ภายในคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ส่วนหนึ่งของการศึกษานี้เป็นไปตามนโยบายของมหาวิทยาลัยนเรศวร (Green and Clean University) ซึ่งมีเป้าหมายว่าสิ่งแวดล้อมดีส่งผลต่อการสนับสนุนการเรียนรู้ที่ดีเพื่อเอื้ออำนวยให้เกิดการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตที่ดีของนิสิต คณาจารย์ และบุคลากร มหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไป

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ในพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคณะเกษตรศาสตร์

2. เปรียบเทียบข้อมูลปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ระหว่างห้องเรียนและห้องปฏิบัติการที่ทำการศึกษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ได้ข้อมูลเบื้องต้นของปริมาณความเข้มข้นของ PM10 ในพื้นที่ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการเพื่อให้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการปัญหาฝุ่นละอองภายในอาคารเรียนและห้องปฏิบัติการในคณะเกษตรศาสตร์ฯต่อไป

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1. เครื่องมือใช้เก็บตัวอย่างแบบติดตัวบุคคล (Personal Sampling) ยี่ห้อ : Gilian รุ่น : Giliane

2. พื้นที่ศึกษา

2.1 ห้องเรียนขนาดเล็ก เป็นห้องเรียนสำหรับนิสิตจำนวน 35 คน

2.2 ห้องเรียนขนาดกลาง เป็นห้องเรียนสำหรับนิสิตจำนวน 60 คน

2.3 ห้องเรียนขนาดใหญ่ เป็นห้องเรียนสำหรับนิสิตจำนวน 220 คน

2.4 ห้องปฏิบัติการขนาดกลางเป็นห้องที่ใช้ เตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างด้านทรัพยากรธรรมชาติและส่งแวดล้อม ซึ่งมีตัวอย่างงานวิจัย อาทิเช่น ตัวอย่างดิน ตัวอย่างน้ำ ตัวอย่างใบไม้ และตัวอย่างมวลชีวภาพ

2.5 ห้องปฏิบัติการขนาดกลางเป็นห้องที่ใช้วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (วิเคราะห์ตัวอย่างซึ่งเตรียมแล้ว เช่น สารสกัด ตัวอย่างที่ย่อยแล้ว ตัวอย่างที่บดละเอียดแล้ว เป็นต้น)

2.6 ห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้าน (ใช้เป็นพื้นที่เปรียบเทียบ)

3. วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ใช้เครื่องมือใช้เก็บตัวอย่างแบบติดตัวบุคคล (Personal Sampling) ยี่ห้อ: Gilian รุ่น: Giliane และหัวคัดเลือกขนาดของฝุ่นละอองตั้งแต่ 10 ไมครอน โดยจะทำการเก็บตัวอย่างด้วยการสูบเอาอากาศผ่านส่วนหัวคัดเลือกขนาดของฝุ่นละออง จากนั้นตัวอย่างอากาศที่ดึงเข้ามาจะผ่านกระดาษกรองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 37 มิลลิเมตร ด้วยอัตราไหล 1.7 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที นอกจากนี้ความสูงของช่องเก็บตัวอย่างจะต้องสูง 1.0-2.0 เมตรจากพื้น ระยะเวลาเก็บตัวอย่างจะเท่ากับเวลาที่คนงานหรือผู้ปฏิบัติงานทั่วไปใช้เวลาในพื้นที่ทำงานภายในอาคารคือ 8 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองบนกระดาษกรองด้วยวิธี Gravimetric Method

4. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

4.1 เลือกเก็บตัวอย่างเฉพาะวันเวลาที่ทำการคือ วันจันทร์-วันศุกร์

4.2 ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่มีอาจารย์–นิสิต ใช้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในเวลา 08:00-16:00 น.

4.3 ความถี่ในการเก็บตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองขนาด PM10 ในเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน เก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 ซ้ำต่อหนึ่งพื้นที่

4.4 ศึกษาข้อมูลในช่วงเวลาระหว่าง เดือนสิงหาคม–เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2558 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่ารีเกรสชันเส้นตรงแบบง่าย (Simple Linear Regression) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ใช้ห้องเรียนและค่าปริมาณฝุ่นละออง

1.5 นิยามศัพท์

1. ฝุ่น คือ อนุภาคของแข็งหรือของเหลวที่แพร่กระจายอยู่ในอากาศโดยทั่วไปมักมีขนาดแตกต่างกันฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน จนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ฝุ่นละอองเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน มักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน) เนื่องจากมีความเร็วในการตกที่ต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น จะทำให้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี

2. PM10 คือ ฝุ่นขนาดเล็ก (มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน เนื่องจากมีความเร็วในการตกที่ต่ำ โดยทั่วไปมีแหล่งกำเนิดออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ธรรมชาติ เช่น เขม่าควันจากไฟป่า กิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น การคมนาคมขนส่ง อุตสาหกรรม มีผลให้ทัศนวิสัยในการมองเห็น เสื่อมลง ทำลายพื้นผิวของวัสดุและสิ่งก่อสร้าง หากเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์จะก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อบริเวณนั้น และจะสะสมจนประสิทธิภาพในการทำงานน้อยลง

3. หน่วยไมครอน คือ ย่อมาจากไมโครเมตร (micrometer) เป็นหน่วยวัดระยะทาง 1 micron คือ 1 ใน 1 ล้านของเมตร (1/1,000,000 เมตร หรือ 10^{-6} เมตร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและประเภทของอนุภาค

2.1.1 ความหมายของอนุภาค

หมายถึง สารทุกชนิดไม่ว่าจะอยู่ในรูป ของแข็งหรือของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ และอาจจะถูกหายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ อนุภาคต่างๆ จะมีขนาดตั้งแต่ขนาดโมเลกุลเดียวไปจนถึงเส้นขนาดผ่านศูนย์กลาง 100 ไมครอน

2.1.2 ประเภทของอนุภาค

1. การจัดประเภทของอนุภาคตามหลักวิชาทางกายภาพ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 อนุภาคที่เป็นของแข็ง ได้แก่ อนุภาคที่อยู่ในรูปของฝุ่น ฟูม ควัน ขี้เถ้า เส้นใย

1.2 อนุภาคที่เป็นของเหลว ได้แก่ อนุภาคที่อยู่ในรูปของมิสต์ สเปรย์

2. การจัดประเภทของอนุภาคตามหลักวิชาทางกายภาพ

2.1 อนุภาคที่มีขนาดเล็กพอที่จะหายใจเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนปลายได้ (respirable particles)

2.2 อนุภาคที่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถหายใจเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ (inharable particles)

2.1.3 อนุภาคในรูปต่างๆ

เส้นใย (Fibre) หมายถึง อนุภาคของแข็งที่มีรูปร่างยาวและบาง เมื่อกล่าวถึงขนาดเส้นใยมักจะระบุในสองมิติ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางและความยาว ตัวอย่างเช่น ใยหิน ฝุ่นหินแร่

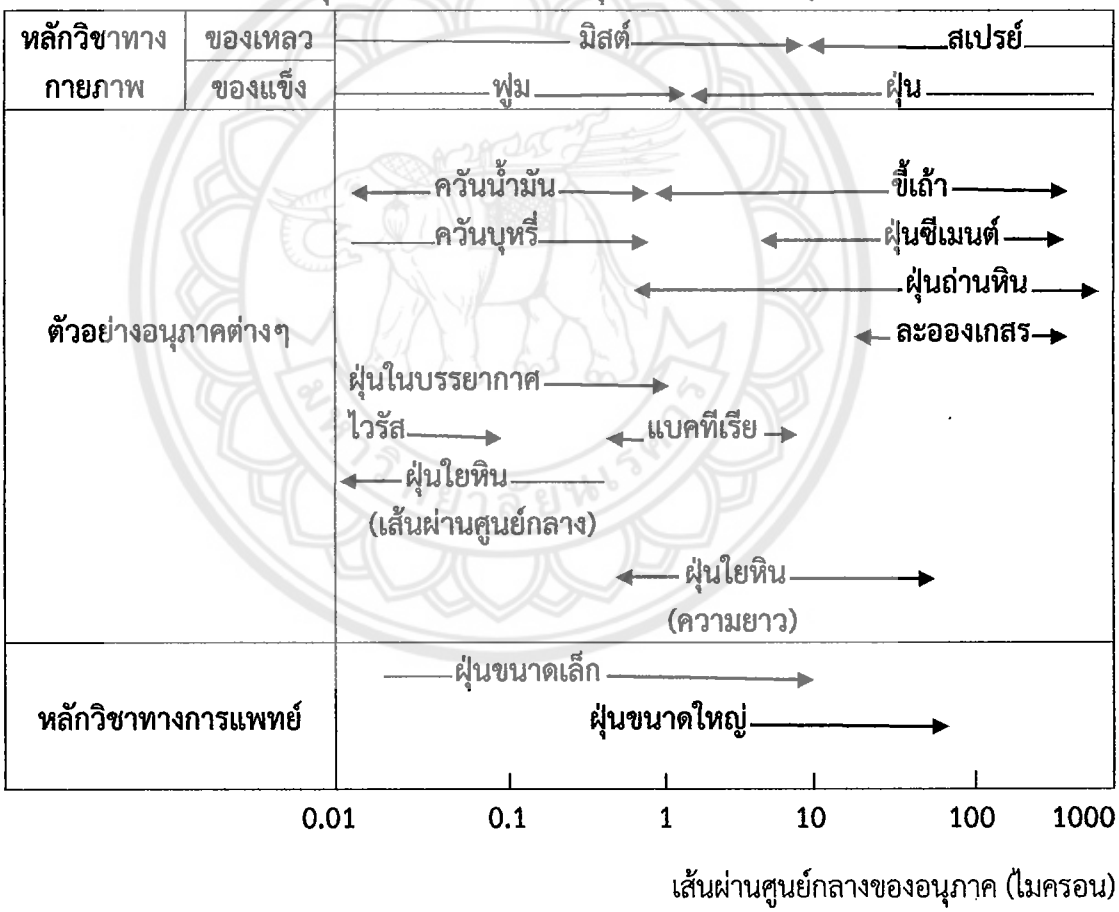
มิสต์ (Mist) เป็นหยดของเหลว (liquid droplets) ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ มิสต์อาจเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้ คือ เกิดขึ้นจากการควบแน่นของสารจากสถานะที่เป็นก๊าซมาเป็นสถานะที่เป็นของเหลว หรือเกิดจากการกระจายของ ของเหลว ตัวอย่างเช่น มิสต์ของน้ำมันที่เกิดขึ้นระหว่างการตัดและการบด มิสต์ของกรดที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า และมิสต์ของสารฆ่าแมลงที่เกิดจากการฉีดพ่นเป็นฝอย (spraying)

ฟูม (Fume) เป็นอนุภาคที่เป็นของแข็งที่เกิดขึ้นจากการควบแน่นของสารที่อยู่ในสถานะที่เป็นก๊าซ โดยทั่วไปแล้วสารจะอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง เมื่อถูกให้ความร้อนก็จะระเหยและจะควบแน่นทันทีกลายเป็นฟูมซึ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นตามระยะเวลาที่ผ่านไป ปกติฟูมที่เกิดขึ้นจะมีขนาดอยู่ในช่วง 0.01 ถึง 5 ไมครอน ตัวอย่างของฟูมที่พบในการทำงาน ได้แก่ ฟูมของตะกั่วออกไซด์ ฟูมของเหล็กออกไซด์ และฟูมของทองแดง

ฝุ่น (Dust) ประกอบด้วย สารที่เป็นของแข็งที่มีสภาพเป็นฝุ่นที่ฟุ้งกระจายในอากาศได้จากการทำงานที่มีการตัด (cutting) การกด (crushing) การบด (grinding) การทำงานใดๆที่ทำให้เกิดการแตกหักหรือการขูดของสารให้เป็นชิ้นเล็กๆ โดยทั่วไปแล้วฝุ่นจะมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน และเนื่องจากมีขนาดที่แตกต่างกันมากจึงแบ่งฝุ่นออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน ชนิดแรก คือ ฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นไป ฝุ่นชนิดนี้จะมีขนาดใหญ่เกินกว่าจะหายใจเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนปลายได้ ส่วนใหญ่จะติดค้างอยู่ที่ทางเดินหายใจส่วนต้น ฝุ่นชนิดที่สอง คือ ฝุ่นขนาดเล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอน ลงไป ซึ่งเป็นฝุ่นที่หายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้ เมื่อรวมฝุ่นทั้งสองชนิดนี้เข้าด้วยกันจะเรียกฝุ่นทั้งหมดว่า (total dust) และขนาดของฝุ่นซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในเรื่องต่อไป

(สราวุธ สุธรรมาสา, 2533)

ตารางที่ 2.1 ประเภทของอนุภาคและตัวอย่างของอนุภาคในขนาดต่างๆ



2.1.4 ขนาดของฝุ่นละออง

ปัจจุบันฝุ่นละอองเป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในชุมชนขนาดใหญ่ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบๆ ตัวเรามีหลายขนาดดังนี้

- ฝุ่นละอองขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุล (มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องใช้จุลทรรศน์แบบอิเลคตรอน)

- ฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป)

- ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอนเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น จะทำให้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น

- ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอนอาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี

ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรงและฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่างๆในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวของฝุ่นละอองด้วยกัน รวมตัวกับก๊าซ รวมตัวกับของเหลว หรือรวมตัวกับของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ ทางเคมี หรือทางเคมีแสง (วนิดา จีนศาสตร์, 2551)

2.1.5 สาเหตุของการเกิดฝุ่นละอองโดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า และฝุ่นเกลือจากทะเล

ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle) ได้แก่ ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายบนถนน ขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนน/อาคาร การปรับปรุงผิวการจราจร การรื้อถอนอาคารและสิ่งก่อสร้างต่างๆ การก่อสร้างเพื่อติดตั้งหรือปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค ฝุ่นจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดิน สำหรับใช้ในการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่ง การโม่บดหรือย่อยหิน การร่อน การคัดกรวด หรือทราย ฝุ่นจากการประกอบกิจกรรมอื่นๆ เช่น การทำความสะอาด การทำอาหาร การทาสี เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

2.1.6 แหล่งกำเนิดอนุภาคฝุ่นในอากาศ

การแบ่งประเภทแหล่งกำเนิดมลพิษสามารถแบ่งได้หลายลักษณะ เช่น กรมควบคุมมลพิษแบ่งแหล่งกำเนิดเป็น 2 ประเภท คือ แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติและแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

ศูนย์สื่อสารสาธารณะหมอกควันและไฟป่า แบ่งแหล่งกำเนิดเป็น 2 ลักษณะ คือ เกิดโดยธรรมชาติกับเกิดจากการกระทำและกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการจำแนกแหล่งกำเนิด จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นผู้ศึกษาจึงแบ่งแหล่งกำเนิดอนุภาคฝุ่นในอากาศเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ แบ่งตามตัวการแหล่งกำเนิด ตามลักษณะการเคลื่อนไหวของแหล่งกำเนิด และแบ่งตามกิจกรรมของชุมชน (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่, 2522)

1. แบ่งตามตัวการแหล่งกำเนิด

1.1 มลพิษอนุภาคฝุ่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า และละอองเกลือจากทะเล

1.2 มลพิษอนุภาคฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ ฝุ่นละอองจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดิน ทรายที่ฟุ้งกระจายขณะรถวิ่ง และเขม่าจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ก่อสร้างอาคาร ถนน และการรื้อถอน รวมถึงฝุ่นจากการเผาในที่โล่งในชุมชน

1.3 ฝุ่นจากอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ การโม่บด หรือย่อยหินและอื่นๆ

2. แบ่งตามลักษณะการเคลื่อนไหวของแหล่งกำเนิด

2.1 แหล่งที่ไม่เคลื่อนที่ (stationary source) ได้แก่ การประกอบกิจกรรมอุตสาหกรรมในโรงงาน การเผาไหม้เชื้อเพลิงในบ้านพักอาศัย ฯลฯ

2.2 แหล่งที่เคลื่อนที่ (mobile source) ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงในรถยนต์ เครื่องบิน

3. แบ่งตามกิจกรรมของชุมชน

3.1 ฝุ่นจากการประกอบอาชีพ

3.1.1 การเพาะปลูก พืชแต่ละชนิดมีรูปแบบการเพาะปลูกแตกต่างกันและขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่เพาะปลูก ความรู้ ความเชื่อของเกษตรกร และค่าใช้จ่าย เช่น ขั้นเตรียมดิน เกษตรกรนิยมเผาเศษฟางข้าวเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำเกษตรในช่วงฤดูฝนจึงทำให้ฤดูแล้งมีปริมาณฝุ่นสูง เนื่องจากสภาวะอากาศที่แห้งแล้งและนิ่งทำให้ฝุ่นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานไม่ตกลงสู่พื้นดิน

3.1.2 โรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงโม่หิน โรงงานเซรามิค

3.1.3 ร้านซ่อมรถ พ่นสีรถ

3.1.4 ร้านอาหารโดยเฉพาะอาหารประเภทปิ้งยาง

3.1.5 โรงสีข้าว

3.2 ฝุ่นจากกิจกรรมวัฒนธรรม ประเพณี และค่านิยม เช่น การเผาป่าเพื่อหาของป่า ล่าสัตว์ การเผากำจัดวัชพืชเพื่อเตรียมพื้นที่เพาะปลูก การเผาศพบางครั้งเกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดสารมลพิษ เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ รวมทั้งเขม่า และขี้เถ้ากระจายตัวในอากาศ ความนิยมประกอบอาหารด้วยการปิ้ง ย่าง ทอด โดยการใช้เชื้อเพลิง ชีวมวล เพราะทำให้รสชาติอาหารดี กลิ่นหอม และประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อแก๊สหุงต้มหรือค่าไฟฟ้า

3.3 อื่นๆ เช่น การเผาขยะมูลฝอยเพราะระบบการจัดการขยะไม่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่ที่ชุมชนเผาขยะมูลฝอย นอกจากนี้การคมนาคมยังเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอนุภาคฝุ่นในอากาศ เช่น รถยนต์จะปล่อยสารมลพิษจาก 2 ระบบ คือ ระบบการระเหย และระบบไอเสีย ซึ่งเป็นส่วนที่ปล่อยสารพิษที่มีอันตรายและมีปริมาณมากที่สุด (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่, 2522)

2.1.7 ผลกระทบของฝุ่นละออง

ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสิ่งแวดล้อมที่นานับประการ ซึ่งข้อมูลของมนัส สุวรรณ, (2539) ได้สรุปผลกระทบใน 3 ประเด็นดังนี้

1. ผลกระทบต่อทัศนวิสัย

ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศทั่วไปมีผลกระทบต่อการลดความสามารถในการมองเห็น เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็ง และของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

2. ผลกระทบที่มีต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถทำอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ ความสกปรก/เลอะเทอะของวัตถุ เป็นต้น

3. ผลกระทบที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานานจะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นพังผืด หรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืดถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

2.1.8 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

- การควบคุมฝุ่นละอองที่แหล่งกำเนิด โดยอาศัยเทคโนโลยีต่างๆ เช่น การควบคุมฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม การปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิงให้ดีขึ้น ซึ่งจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะ และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

- การป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากรถบรรทุกวัสดุก่อสร้าง หิน ดิน ทราย หรือฝุ่นละอองจากกิจกรรมการก่อสร้างอาคารและถนน โดยใช้ผ้าใบหรือวัสดุคลุมรถให้มิดชิดและทำความสะอาดล้อรถบรรทุก จำกัดเขตก่อสร้างให้ชัดเจนพร้อมทั้งมีวัสดุคลุมหรือกั้นบริเวณก่อสร้างให้เรียบร้อย

- การปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ มาตรฐานอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม มาตรฐานอากาศเสียจากยานพาหนะ เป็นต้น

- เข้มงวดกับการใช้กฎหมาย เช่น การกวดขันตรวจจับยานพาหนะที่มีการระบายควันดำเกินมาตรฐาน

- ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนผู้เป็นเจ้าของและขับขี่ยานพาหนะ ให้มีการเอาใจใส่ดูแลรักษาและปรับแต่งเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพดี

2.2 การตรวจวัดปริมาณฝุ่นในพื้นที่อาคาร

โดยปกติการตรวจวัดสารมลพิษอากาศในสถานประกอบการนั้นจะมีวิธีแตกต่างไปจากการการตรวจวัดสารมลพิษอากาศจากปล่อง และวิธีการตรวจวัดในบรรยากาศ โดยการเก็บตัวอย่างอากาศรวมทั้งฝุ่นนั้นจะทำภายในโรงงาน หรือในพื้นที่ปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในอาคาร ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่คนงานทำงานและได้รับสัมผัสกับสารมลพิษอากาศจริงๆ เป็นการเก็บตัวอย่างที่เรียกว่า Personal Sampling ซึ่งตัวอย่างอากาศที่ตรวจวัดนั้นจะเป็นอากาศ ณ บริเวณที่คนงานหายใจเข้าไป โดยจะเป็นอากาศบริเวณระหว่างช่วงอกถึงศีรษะ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างจะเป็นปั๊มเก็บตัวอย่าง ขนาดเล็กที่ไว้ดูดอากาศ โดยผ่านกระดาษกรอง หรือตัวกลางที่ดูดซับมลพิษได้โดยติดตั้งปั๊มไว้ที่ตัวคนงาน ระยะเวลาเก็บตัวอย่างจะเท่ากับเวลาที่คนงานปฏิบัติงาน คือ 8 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำตัวอย่างอากาศไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณสารมลพิษต่อไป โดยวิธีการนี้ใช้อ้างอิงในการเก็บตัวอย่างอากาศและวิธีการวิเคราะห์นั้นอ้างอิงมาจากวิธีการของ NIOSH (The National Institute of Occupational Safety and Health) OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Tasatec Co., Ltd., 2013)

2.2.1 หลักการทั่วไปของการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

การตรวจวัดฝุ่นในสถานประกอบการ มี 2 แบบ คือ Total dust NIOSH 0500 และ Respireble Dust NIOSH 0600 (Tasatec Co., Ltd., 2013)

• ฝุ่นละอองทุกขนาด (Total Dust) เป็นฝุ่นที่สร้างความรำคาญให้กับผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต แต่ถ้ามีปริมาณมากก็จะทำให้เกิดอันตรายได้

• ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respireble Dust) เป็นฝุ่นที่อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนปลาย เนื่องจากมีขนาดเล็กและมองไม่เห็น

• วิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองด้วยวิธี Gravimetric Method โดยการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองฝุ่นละอองทั้งก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง และหาความแตกต่างของน้ำหนักนั้นมาคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง

• การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองด้วยเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศชนิด Sampling Pump อากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง PVC ที่มีรูพรุน 5 ไมครอน ด้วยอัตราระหว่าง 1-2 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ซึ่งอนุภาคฝุ่นละอองทุกขนาดจะติดอยู่บนกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 37 มิลลิเมตร ซึ่งผ่านการชั่งน้ำหนักมาแล้ว จากนั้นนำมาหาปริมาณฝุ่นละอองโดยวิธีการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักกระดาษกรองระหว่างก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง แล้วคำนวณหาค่าความเข้มข้นเป็นหน่วยน้ำหนักต่อปริมาตรอากาศ

• การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศทั่วไปที่มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมา (Suspended Particulate; TSP) หรือขนาดฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 10 ไมครอน ลงมา (PM10) ในช่วงระยะเวลาการตรวจวัด 24 ชั่วโมง โดยรายงานค่าความเข้มข้นเป็นหน่วยน้ำหนักต่อปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน 25 องศาเซลเซียส 760 มิลลิเมตรปรอท

• การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมาโดยใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างชนิด High Volume Air Sampler ตัวอย่างอากาศจะถูกดูดผ่านหัวคัดเลือกขนาดฝุ่น (Size Selective Inlet) แบบ Peak Roof Inlet ด้วยอัตราระหว่าง 40-60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (1,140-1,698 ลิตรต่อนาที) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อย่างต่อเนื่องซึ่งอนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมาจะติดอยู่บนกระดาษกรองชนิด Glass Fiber Filter ที่มีขนาด 20.3 เซนติเมตร 25.4 เซนติเมตร (8 นิ้ว,10 นิ้ว) ซึ่งผ่านการชั่งน้ำหนักมาแล้วจากนั้นนำมาหาปริมาณฝุ่นละอองโดยวิธีการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักกระดาษกรองระหว่างก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง แล้วคำนวณหาค่าความเข้มข้นเป็นหน่วยน้ำหนักต่อปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน 25 องศาเซลเซียส 760 มิลลิเมตรปรอท

• การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอน ลงมา (PM10) โดยใช้ High Volume Air Sampler และหัวคัดเลือกขนาดฝุ่นละอองขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอน ลงมา (Size Selective Inlet) ชักตัวอย่างโดยการสูบอากาศผ่านส่วนหัวคัดเลือกขนาดฝุ่นละอองแล้วผ่านกระดาษกรองด้วยอัตรา 1.132 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที (40 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่ความสูงของช่องชัก

ตัวอย่าง 1.5-6.0 เมตร จากพื้นแล้ววิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองบนกระดาษกรองด้วยวิธี Pre and Post Weight Difference แล้วจึงคำนวณปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ที่สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส 760 มิลลิเมตรปรอท)

• การตรวจวัดหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Total Suspended Particulate ;TSP) ในช่วงระยะเวลาการตรวจวัดปกติ 24 ชั่วโมง (+/-1 ชั่วโมง) ฝุ่นละอองในบรรยากาศ หมายถึง ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมาที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศเลือกจุดตรวจวัดที่เหมาะสมแล้วทำการเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้เครื่องมือชักตัวอย่างชนิด High Volume Air Sampler ตัวอย่างอากาศจะถูกดูดผ่านหัวคัดเลือกขนาดฝุ่น (Size Selective Inlet) แบบ Peak Roof Inlet ด้วยอัตราเร็วในช่วง 39-60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (1.1–1.7 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (+/-1 ชั่วโมง) อย่างต่อเนื่องซึ่งอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศจะติดอยู่บนกระดาษกรองชนิด Glass Fiber Filter ที่มีขนาด 20.3 เซนติเมตร 25.4 เซนติเมตร (8 นิ้ว 10 นิ้ว)

• การเก็บตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด (Total Dust) ภายในสถานประกอบการโดยการใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump หรือ Air Sampler) สูบอากาศด้วยอัตราการไหล 1.0 ถึง 2.0 ลิตรต่อนาที จนได้ปริมาตรตัวอย่างอากาศตั้งแต่ 7 ถึง 133 ลิตร ผ่านกระดาษกรองชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร และมี pore size membrane 2 ถึง 5 ไมโครเมตร ที่ผ่านการปรับความชื้นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง และทราบน้ำหนักแล้วเมื่อเสร็จสิ้นการเก็บตัวอย่างนำกระดาษกรองที่ได้ไปปรับความชื้นอีกครั้งในโถหรือตู้ดูดความชื้นเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง นำไปชั่งจนได้น้ำหนักที่คงที่และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นทั้งหมด (Total Dust) โดยใช้วิธี Gravimetric (Filter Weight) (Tasatec Co., Ltd., 2013)

2.3 ดัชนีคุณภาพอากาศและมาตรฐานคุณภาพอากาศ

เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไปเพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่ ซึ่งดัชนีคุณภาพอากาศเป็นรูปแบบสากลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย สิงคโปร์ มาเลเซีย และประเทศไทย เป็นต้น

2.3.1 ดัชนีคุณภาพอากาศที่ใช้อยู่ในประเทศไทย

คำนวณโดยเทียบจากมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของสารมลพิษทางอากาศ 5 ประเภท ได้แก่ ก๊าซโอโซน (O_3) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เฉลี่ย 1 ชั่วโมง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เฉลี่ย 8 ชั่วโมง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ ดัชนีคุณภาพอากาศที่คำนวณได้ของสารมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าสูงสุด จะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศของวันนั้น ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึงมากกว่า 300 ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญญลักษณ์เปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ตารางที่ 2.2) โดย

ดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้		แนวทางการป้องกันผลกระทบ
0-50	คุณภาพดี	ฟ้า		ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
51-100	คุณภาพปานกลาง	เขียว		ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
101-200	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	เหลือง		ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ไม่ควรทำกิจกรรมภายนอกอาคารเป็นเวลานาน
201-300	มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก	ส้ม		ผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมภายนอกอาคาร บุคคลทั่วไป โดยเฉพาะเด็กและผู้สูงอายุ ควรจำกัดการออกกำลังภายนอกอาคาร
มากกว่า 300	อันตราย	แดง		บุคคลทั่วไป ควรหลีกเลี่ยงการออกกำลังภายนอกอาคาร สำหรับผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ ควรอยู่ภายในอาคาร

ที่มา:กรมควบคุมมลพิษ, 2555

2.3.2 มาตรฐานคุณภาพอากาศในประเทศไทย

สำหรับมาตรฐานคุณภาพอากาศที่ถูกกำหนดขึ้นในประเทศไทย โดยประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2535) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 112 ตอนที่ 52 ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ.2538 ซึ่งในรายละเอียดของมาตรฐานนั้นได้กำหนดไว้ดังตาราง (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป				
สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน		วิธีการตรวจวัด
1. CO	1 ช.ม.	ไม่เกิน 30 ppm	34.2 มก./ลบ.ม.	Non–dispersive infrared detection
	8 ช.ม.	ไม่เกิน 9 ppm	10.26 มก./ลบ.ม.	
2. NO_2	1 ช.ม.	ไม่เกิน 0.17 ppm	0.32 มก./ลบ.ม.	Chemiluminescence
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm	0.057 มก./ลบ.ม.	
3. O_3	1 ช.ม.	ไม่เกิน 0.10 ppm	0.20 มก./ลบ.ม.	Chemiluminescence
	8 ช.ม.	ไม่เกิน 0.07 ppm	0.14 มก./ลบ.ม.	
4. SO_2	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm	0.10 มก./ลบ.ม.	- UV–Fluorescence - Pararosaniline
	24 ช.ม.	ไม่เกิน 0.12 ppm	0.30 มก./ลบ.ม.	
	1 ช.ม.	ไม่เกิน 0.3 ppm	0.78 มก./ลบ.ม.	
5. Pb	1 เดือน	ไม่เกิน 1.15 ไมโครกรัม/ลบ.ม.		Atomic absorption spectrometer
6. $PM_{2.5}$	24 ช.ม.	ไม่เกิน 0.05มก./ลบ.ม.		- Gravimetric (high volume)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025มก./ลบ.ม.		
7. PM_{10}	24 ช.ม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม.		- Beta ray - Dichotomous - Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.		
8. PM_{100}	24 ช.ม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.		Gravimetric (high volume)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.		

ที่มา:กรมควบคุมมลพิษ, 2558

2.3.3 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารในฮ่องกง

เพื่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารและส่งเสริมความตระหนักของประชาชนในฮ่องกงได้มีการดำเนินการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร (ตารางที่ 2.4) เพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพและเพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายและความเป็นอยู่ของทุกคนในอาคาร ระดับคุณภาพอากาศภายในอาคารได้รับการจัดตั้งขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานสำหรับการประเมินผลและการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารในฮ่องกง

Parameter	Unit	Excellent Class[(a)]	Good Class[(a)]
Room Temperature	°C	20 to < 25.5	< 25.5
Relative Humidity	%	40 to < 70	< 70
Air Movement	m/s	< 0.2	< 0.3
Carbon Dioxide (CO_2)	ppmv	< 800	< 1,000
Carbon Monoxide (CO)	ug/m^3	< 2,000	< 10,000
Respirable Suspended Particulates (PM_{10})	ug/m^3	< 20	< 180
Nitrogen Dioxide (NO_2)	ug/m^3	< 40	< 150
Ozone (O_3)	ug/m^3	< 50	< 120
Formaldehyde (HCHO)	ug/m^3	< 30	< 100
Total Volatile Organic Compounds (TVOC)	ug/m^3	< 200	< 600
Radon (Rn)	Bq/m^3	< 150	< 200
Airborne Bacteria	cfu/m3	< 500	< 1,000
Note: (a) 8-hour average			

ที่มา:Hong Kong Chamber of Commerce (HKGCC), 2015

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากประเด็นปัญหาเรื่องฝุ่นละอองและมลสารในพื้นที่ปฏิบัติงานในอาคารซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่ปฏิบัติงาน ดังที่ได้ระบุในเบื้องต้น ทำให้ทราบว่าปัญหานี้ส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนกลุ่มหนึ่งมาเป็นระยะเวลายาวนาน ดังนั้นจึงได้มีนักวิจัยและนักวิชาการจำนวนมากสนใจศึกษาปัญหาระดับปริมาณฝุ่นและมลสารประเภทต่างๆ ภายในอาคารในพื้นที่ปฏิบัติงานหรือพื้นที่ภายในอาคารหลายประเภท อาทิเช่น การศึกษาถึงแหล่งกำเนิดของฝุ่นภายในอาคาร เพื่อทำการค้นหาสาเหตุและนำไปสู่การจัดการแก้ปัญหา เช่น การศึกษาของ (สมศักดิ์ ชัยพิพัฒน์และคณะ, 2551) ได้ทำการศึกษาสถานการณ์คุณภาพอากาศภายในอาคาร จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารด้วยเครื่องมือภาคสนามด้านเคมี ชีวภาพและกายภาพ ได้สรุปปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายใน

(1,459–1,052 ppm) ดังนั้นสรุปได้ว่าการตรวจสอบฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จำเป็นที่ต้องศึกษาอย่างต่อเนื่องในอนาคต และโรงเรียนควรมีการปรับปรุงในเรื่องการทำความสะอาดและการระบายอากาศภายในโรงเรียน

ไชยรัตน์, (2548) ศึกษาความเข้มข้นการกระจายของอนุภาคตามน้ำหนักในบรรยากาศและโอกาสการสะสมของอนุภาค PM10 ในระบบทางเดินหายใจ เก็บอนุภาคในบรรยากาศในเขตเทศบาลนครขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Samler) และเครื่องแอนเดอร์เซนอิมแพคเตอร์ (Andersen Impactor) เพื่อวัดการกระจายของอนุภาคตามน้ำหนัก เก็บตัวอย่างควบคู่กันจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุด พบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ PM10 ไม่เกินมาตรฐาน 24 ชม. ของการควบคุมมลพิษ 120 ug/m^3 โดยค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4817.8 ug/m^3 เรียงตามลำดับจากน้อยไปมากคือ 38.8±10.9 , 50.3±13.3 , 51.3±23.3 และ 58.8±17.3 ug/m^3 จากจุดเก็บตัวอย่างที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น วัดธาตุ วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น และมูลนิธิสามัคคีอุทิศ ตามลำดับ ในส่วนผลกระทบด้านคุณภาพเมื่อแยกขนาดอนุภาคออกเป็น 3 ช่วง เปรียบเทียบตามความสามารถของโอกาสการเข้าสะสมตัวในระบบทางเดินหายใจที่ตำแหน่งต่างๆ กัน พบว่าความเข้มข้นของอนุภาคขนาด < 3 um มีมากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนการมีโอกาสที่จะสะสมตัวในถุงลมปอด 49 % รองลงมาได้แก่ > 7 um คิดเป็นสัดส่วนของโอกาสในการสะสมตัวที่จมูก 32 % และขนาด 3-7 um คิดเป็นสัดส่วนของการสะสมตัวที่ขั้วปอด 19% โดยมูลนิธิฯพบความเข้มข้นมากที่สุดรองลงมา คือ วิทยาลัยเทคนิคฯ วัดธาตุ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามลำดับ

Martin et. al, (2005) ศึกษาความเข้มข้นของ PM10 , PM 2.5 , PM1 ภายในและภายนอกห้องเรียนที่มีผลต่อการทำงานเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างเวลา 8.00-20.00 น. ในช่วงเวลาเรียนเก็บตัวอย่าง PM10 PM2.5 และ PM1 ทั้งหมด 4 ช่วงเวลา วันจันทร์-พฤหัสบดี (เวลากลางวัน) วันจันทร์-พฤหัสบดี (เวลากลางคืน) วันศุกร์-วันอาทิตย์ (เวลากลางวัน) และวันศุกร์-วันอาทิตย์ (เวลากลางคืน) พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นในห้องเรียนในเวลากลางวันมีความเข้มข้น 42.3 , 21.9 และ 13.7 um/m^3 ในเวลากลางคืนมีความเข้มข้น 20.9 , 19.1 และ 15.2 um/m^3 ในเวลากลางวันมีความเข้มข้น 21.9 , 18.1 และ 11.4 um/m^3 และในเวลากลางคืน 24.5 , 21.3 และ 15.6 um/m^3 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยประมาณ PM10 ภายในห้องเรียนเวลากลางวันมีความเข้มข้นที่ 12 ชั่วโมง 42.3 um/m^3 ค่ากลาง 43.0 um/m^3 และค่าสูงสุด 76.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนต่อชั่วโมงและคำนวณหาปริมาณ PM10–2.5 พบว่าจำนวนนักเรียนมีผลสอดคล้องไปในทางเดียวกันกับปริมาณฝุ่นภายในห้องเรียนในเวลากลางวันอย่างมีวินัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.68$, $P < 0.0009$) และอัตราส่วนภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียนมีค่า $r = 0.93$ จากผลการแสดงให้เห็นว่าภายในห้องเรียนมีแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10)

2.5 มลพิษในอากาศกับปัญหาสุขภาพ

มลพิษในอากาศ (air pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารมลพิษเจือปนอยู่ในปริมาณและเป็นระยะเวลาที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สารมลพิษดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษในอากาศที่สำคัญ และมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ได้แก่ ฝุ่นละออง สารตะกั่ว ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ก๊าซโอโซน และสารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น เมื่อไม่นานมานี้เกิดเหตุการณ์ไฟไหม้กองขยะที่สมุทรปราการขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษในอากาศจากการเผาในที่โล่ง (open burning) โดยมีสารมลพิษประเภทต่างๆเกิดขึ้น ได้แก่ ฝุ่นละออง เขม่า ควัน เถ้า ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ตลอดจนก๊าซโอโซน รวมทั้งเป็นแหล่งกำเนิดของสารอินทรีย์ระเหยง่าย นอกจากนี้ การเผาขยะ ยังมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกด้วย (การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้นส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้นผลที่ตามมา คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้โลกร้อนขึ้น) ฝุ่นละออง ควัน เขม่า เถ้า ที่เกิดขึ้นจากการเผาขยะในที่โล่งก่อให้เกิดความเดือดร้อน รำคาญ และส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของสิ่งมีชีวิต ซึ่งครอบคลุมพื้นที่กว้าง หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มลพิษข้ามแดน (transboundary pollution) ซึ่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ไกลออกไป โดยก่อให้เกิดหมอกควันและมลพิษในอากาศหลายชนิด ซึ่งสามารถถูกพัดพาโดยลมไปได้ไกลจากแหล่งกำเนิด นอกจากนี้ควันที่เกิดขึ้นจากการเผาเศษพืชหรือขยะมูลฝอย ถ้าเกิดขึ้นในบริเวณริมเส้นทางจราจรจะไปบดบังทัศนวิสัย และอาจเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุบนท้องถนนทำให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินได้ (รศ.นพ.ปารยะ อาศนะเสน, 2557)

2.5.1 มลพิษในอากาศเหล่านี้มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร

1. ฝุ่นละออง เป็นมลพิษในอากาศที่เป็นปัญหาหลักในกรุงเทพมหานครและชุมชนขนาดใหญ่ จากการวิจัยพบว่าฝุ่นละอองที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยฝุ่นละอองขนาดเล็กนี้ สามารถเข้าไปในระบบทางเดินหายใจผ่านโพรงจมูกเข้าไปถึงถุงลมในปอดทำให้เกิดการอักเสบ การระคายเคืองเรื้อรัง และฝุ่นละอองจะมีพิษมากขึ้น หากฝุ่นละอองนั้นเกิดจากการรวมตัวของก๊าซบางชนิด เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจนเข้าไปในอนุภาคของฝุ่น โดยก่อให้เกิดการแพ้และระคายเคืองผิวหนัง ทางเดินหายใจ และดวงตาได้

2. สารตะกั่ว มีฤทธิ์ทำลายระบบประสาทและมีผลต่อกระบวนการรับรู้และการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์

3. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีความสามารถในการละลายในเลือดได้ดีกว่าออกซิเจนถึง 200-250 เท่า เมื่อหายใจเอาก๊าซชนิดนี้เข้าไปจะไปแย่งจับกับฮีโมโกลบินในเลือด เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบินทำให้ความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ลดลง ทำให้เลือดขาดออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ในร่างกายและหัวใจทำงานหนักขึ้น หากมนุษย์ ได้รับก๊าซนี้ในปริมาณมากจะทำให้ร่างกายเกิดภาวะขาดออกซิเจนและจะเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ผิวหนัง และเยื่อบุตา ทำให้เกิดการแสบจมูก หลอดลม ผิวหนัง และตา เมื่อหายใจเอาก๊าซชนิดนี้เข้าไป จะทำให้ก๊าซละลายในของเหลวในระบบทางเดินหายใจ เกิดเป็นกรดซัลฟิวริกซึ่งจะกัดกร่อนเยื่อบุ และอวัยวะในระบบทางเดินหายใจหากได้รับเป็นเวลานานๆ จะทำให้เป็นโรคจมูก และหลอดลมอักเสบเรื้อรังได้

5. ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน มีผลต่อระบบการมองเห็นและผู้ที่มีอาการหอบหืด หรือโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ เมื่อหายใจเอาก๊าซชนิดนี้เข้าไปจะทำให้มีอาการกำเริบขึ้นได้ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศหากรวมตัวกับไอน้ำจะสามารถเกิดเป็นกรดไนตริก ซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อนวัสดุต่างๆ รวมถึงทางเดินหายใจของมนุษย์

6. ก๊าซโอโซน มีฤทธิ์กัดกร่อนก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและเยื่อบุระบบทางเดินหายใจ เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อจมูกและปอด ทำให้ความสามารถของปอดในการรับก๊าซออกซิเจนลดลง อาจเกิดโรคหืด โดยเฉพาะในเด็กมีอาการเหนื่อยง่ายและเร็ว ในคนชราและคนที่เป็นโรคปอดเรื้อรัง หรือโรคหืด จะมีอาการมากขึ้นกว่าเดิม

7. สารอินทรีย์ระเหยง่าย มีผลโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจ โดยทำให้เกิดการอักเสบและการระคายเคืองเรื้อรัง นอกจากนี้สารบางชนิดเป็นสารก่อให้เกิดการกลายพันธุ์และเสี่ยงต่อการก่อมะเร็ง เช่น polycyclic aromatic hydrocarbons เบนซีนและไดออกซิน (มักเกิดจากการเผาขยะมูลฝอยที่มีพลาสติก) (รศ.นพ.ปารยะ อาศนะเสน, 2557)

2.5.2 มลพิษในอากาศกับโรคภูมิแพ้ของระบบทางเดินหายใจ

โรคภูมิแพ้ เป็นโรคที่พบบ่อยโดยมีอุบัติการณ์ร้อยละ 30-40 ทั่วโลก ซึ่งมีผู้ป่วยถึ 400 ล้านคน ที่เป็นโรคจมูกอักเสบ โรคภูมิแพ้ หรือโรคแพ้อากาศ มีผู้ป่วยถึง 300 ล้านคนที่เป็นโรคหืด อุบัติการณ์ของโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ในประเทศไทยพบว่า มีผู้ป่วยผู้ใหญ่ถึงร้อยละ 20 และมีผู้ป่วยเด็กถึงร้อยละ 40 ขณะที่อุบัติการณ์ของโรคหืดมีประมาณร้อยละ 10 ดังนั้นจะมีผู้ป่วย 10-15 ล้านคนในประเทศไทยที่ป่วยเป็นโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้และจะมีผู้ป่วย 3-5 ล้านคนที่เป็นโรคหืด อุบัติการณ์ของโรคภูมิแพ้ทั้ง 2 ชนิด นี้มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ที่มีมลพิษในอากาศเพิ่มขึ้น เชื่อว่าการที่มีปริมาณของมลพิษและสารระคายเคืองในอากาศมากขึ้นและประชากรสัมผัสกับสารดังกล่าวในอากาศมากขึ้น ทำให้พบผู้ป่วยเพิ่มขึ้น เนื่องจากเยื่อบุจมูกของผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้และเยื่อบุหลอดลมของผู้ป่วยโรคหืด มีความไวต่อการกระตุ้นมากผิดปกติทั้งสารก่อภูมิแพ้และสารที่ไม่ใช่สารก่อภูมิแพ้ มลพิษในอากาศทั้ง 7 ชนิดดังกล่าว จึงสามารถกระตุ้นให้ผู้ป่วยโรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ และโรคหืดมีอาการมากขึ้นได้ (รศ.นพ.ปารยะ อาศนะเสน, 2557)

2.5.3 การป้องกันและลดผลกระทบของมลพิษในอากาศสู่สิ่งแวดล้อมและมนุษย์

1. ป้องกัน ควบคุม และลดมลพิษจากแหล่งกำเนิด เช่น การเลือกใช้เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดมลพิษน้อยที่สุด การติดตั้งเครื่องมือ อุปกรณ์บำบัดมลพิษที่เหมาะสมกับสารมลพิษชนิดนั้นๆ การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศ มาตรฐานการระบายสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด เป็นต้น ซึ่งวิธีการนี้ถือเป็นการป้องกันปัญหาที่ดีที่สุด

2. การป้องกันที่ผู้รับ เช่น การใส่หน้ากากอนามัยป้องกันเขม่าควันและฝุ่นละออง เมื่อเกิดปัญหาหมอกควันจากการเผาขยะมูลฝอย ใส่หน้ากากอนามัยป้องกันมลพิษประเภทก๊าซต่างๆ ซึ่งมักบรรจุผงถ่านคาร์บอนเพื่อดักจับก๊าซไม่ให้เข้าสู่ระบบหายใจและใส่หน้ากากอนามัยสำหรับการป้องกันเชื้อโรคต่างๆ รวมทั้งปลูกต้นไม้เพื่อดูดซับและลดผลกระทบจากมลพิษในอากาศ

3. การเพิ่มระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดมลพิษกับชุมชนและสิ่งแวดล้อม เช่น การกำหนดพื้นที่แนวกันชน (buffer zone) โดยหลักการ คือ การจัดวางผังของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมและพื้นที่แนวกันชนให้มีความสัมพันธ์กับความเป็นไปได้ที่มลพิษที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนน้อยที่สุด

จะเห็นได้ว่าปัญหามลพิษในอากาศส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ดังนั้น เราต้องช่วยกันดูแลรักษาคุณภาพอากาศเพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต โดยหากเป็นผู้ประกอบการหรือมีส่วนในการปล่อยมลพิษ เช่น การขับรถยนต์ควรร่วมมือในการติดตั้งอุปกรณ์ลดและขจัดมลพิษให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ในชีวิตประจำวันเรามีส่วนที่จะทำให้เกิดปัญหามลพิษในอากาศทั้งโดยตรงและโดยอ้อม เราจึงควรช่วยกันคนละไม้คนละมือ ซึ่งการปฏิบัตินั้นไม่ยากเกินความสามารถของเราทุกคนเพื่อให้โลกนี้น่าอยู่สำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดรวมทั้งพวกเราทุกคน (รศ.นพ.ปารยะ อาศนะเสน, 2557)

2.6 ผลกระทบของฝุ่นละอองในอาคาร

2.6.1 สิ่งคุกคามทางเคมีและชีวภาพ จะมีอยู่ 3 ช่องทางหลัก คือ ทางการหายใจ ทางการกิน และทางผิวหนัง

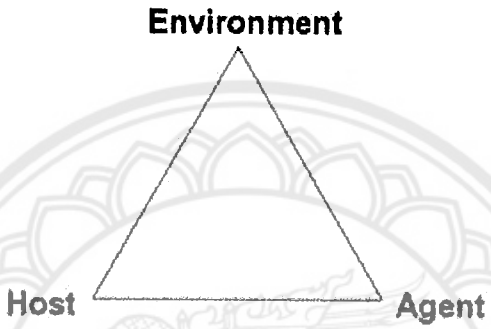
• ทางการหายใจ (inhalation) คือการสูดดมเอาสารเคมีที่อยู่ในรูปแก๊ส ละออง หรือฝุ่นขนาดเล็กเข้าทางจมูกผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจ ผ่านโพรงจมูก กล่องเสียง หลอดลมและปอดไปตามลำดับ ในกรณีของสิ่งคุกคามทางชีวภาพ เชื้อโรคที่เป็นอนุภาคแขวน ลอยอยู่ในอากาศ ก็สามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินหายใจนี้ได้เช่นกัน การสัมผัสทางการหายใจ เป็นช่องทางการสัมผัสสิ่งคุกคามจากการทำงานที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด

• ทางการกิน (ingestion) คือ การกินสารเคมีหรือเชื้อโรคเข้าทางปากไม่ว่าจะโดยตั้งใจหรือบังเอิญก็ตาม ในกรณีของโรคจากการทำงานส่วนใหญ่การสัมผัสทางการกินจะเกิดขึ้นโดยบังเอิญ เช่น สารเคมีเลอะเปรอะเปื้อนมือของคนทำงาน แล้วคนทำงานใช้มือหยิบอาหารเข้าปากโดยไม่ได้ล้างมือหรือใช้มือที่เปื้อนสารเคมีหยิบบุหรี่ขึ้นมาสูบเหล่านี้ เป็นต้น

• ทางผิวหนัง (skin absorption) คือ การที่สารเคมีซึมผ่านหรือเชื้อโรคแทรกผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกาย สารเคมีบางชนิด เช่น ตัวทำละลาย ยาฆ่าแมลงบางอย่าง มีคุณสมบัติซึมผ่านผิวหนังได้ดีทำให้เกิดเป็นพิษขึ้นได้แม้มีการสัมผัสเพียงเล็กน้อย (นพ.วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์, 2554)

หลักการดังกล่าวนี้เป็นหลักการที่สามารถใช้ได้กับการเกิดโรคแทบทุกโรค กล่าวคือการจะเกิดโรคได้จะต้องมีคน (host หรือ man) ที่จะเป็นโรค ต้องมีสิ่งก่อโรคหรือสิ่งคุกคาม (agents หรือ hazards) และมีสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย (environment) ทางระบาดวิทยาเรียกแบบจำลองของ

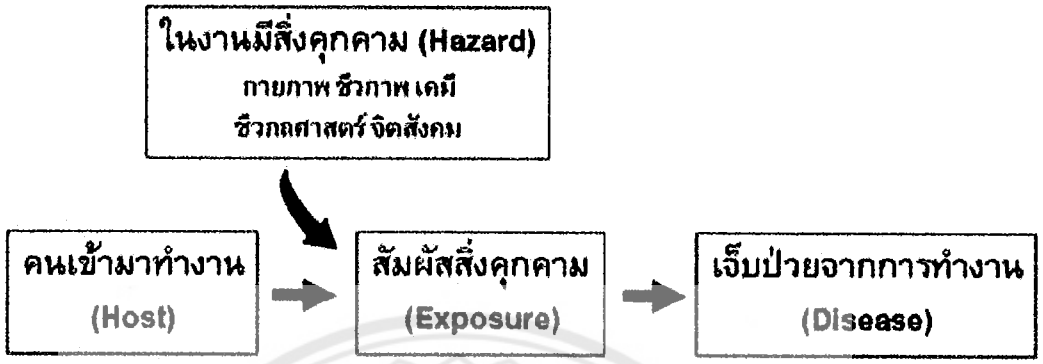
องค์ประกอบทั้ง 3 อย่างที่เป็นพื้นฐานในการเกิดโรคขึ้นนี้ว่าปัจจัยสามทางระบาดวิทยา (epidemiologic triangle) ซึ่งหากมาบรรจบกันอย่างพอเหมาะพอเจาะจะทำให้เกิดโรคขึ้นได้ หลักการนี้สามารถประยุกต์ใช้กับการเกิดโรคภัยไข้เจ็บของมนุษย์ได้ทุกโรค รวมถึงโรคจากการทำงานในวิชาอาชีวเวชศาสตร์และโรคจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในวิชาเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อมด้วย ภาพที่ 2.1 แสดงแบบจำลองปัจจัยสามทางระบาดวิทยา



ภาพ 2.1 ปัจจัยสามทางระบาดวิทยา

กล่าวโดยละเอียดนั้นความสัมพันธ์ของปัจจัยทั้ง 3 อย่างนี้เริ่มจากมีคน (host) และมีสิ่งก่อโรค (agent) หรือสิ่งคุกคาม (hazard) ไม่ว่าจะเป็นสิ่งคุกคามทางกายภาพ (physical) ทางเคมี (chemical) ทางชีวภาพ (biological) ทางชีวกลศาสตร์ (biomechanical) หรือทางจิตสังคม (psychosocial) ก็ตาม สิ่งคุกคามจะออกมาจากแหล่งกำเนิด (source) ผ่านทางตัวกลาง (media) เช่น อากาศ น้ำ ดิน อาหาร พืช สุญญากาศ แล้วมาตามเส้นทาง (path way) เข้ามาสัมผัส (exposure) กับร่างกายของคนซึ่งการสัมผัสนั้นสิ่งคุกคามจะเข้าสู่ร่างกายผ่านช่องทางการสัมผัส (routes of exposure) ที่พบบ่อยมี 3 ทาง คือ การหายใจ (inhalation) การกิน (ingestion) และการซึมผ่านผิวหนัง (skin absorption) เมื่อเข้ามาสู่ร่างกายแล้วสิ่งคุกคามก็ทำให้เกิดโรคหรือความเจ็บป่วยขึ้น (diseases หรือ illness) ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นธรรมชาติของการเกิดโรคทุกโรค ภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของการเกิดโรคจากการทำงาน ซึ่งมีลักษณะการเกิดตามหลักการดังที่กล่าวมานี้ (ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร, 2552)

2.6.2 โรคตึกเป็นพิษหรือSick Building Syndrome (SCB)



ภาพ 2.2 แสดงธรรมชาติการเกิดโรคจากการทำงาน

คืออาการที่เกิดขึ้นจากมลพิษภายในอาคารที่วางระบบหมุนเวียนอากาศไม่ดีจึงทำให้สารระเหยที่ถูกปล่อยออกมาจากเครื่องใช้สำนักงาน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร ปริ้นเตอร์ รวมถึงสารระเหยจากสีทาผนัง ไม้อัด สารเคลือบเงาทั้งหลายหรือแม้กระทั่งไรฝุ่นในพรมวนเวียนอยู่ภายในระบบปรับอากาศของตึก อาการที่ปรากฏ คือ อ่อนล้า ปวดหัว เวียนหัว คลื่นไส้ คัดจมูก ไอ จาม เกิดผื่นผดคันระคายเคืองดวงตาและมีความผิดปกติของประสาทรับกลิ่น เป็นต้น

มีข้อสังเกตให้พิจารณาสองประการ

1. คนที่อยู่ในห้องหรือในตึกเดียวกันมีอาการเหล่านี้เหมือนกันหรือไม่

2. อาการนี้จะเกิดขึ้นเมื่ออยู่ในตึกเท่านั้น เมื่อออกมาภายนอกจะไม่หลงเหลืออาการใช่ไหม

โรคตึกเป็นพิษจะทำให้พนักงานเจ็บป่วยทั้งร่างกายและจิตใจ ซึ่งหากไม่มีการแก้ไขคนทำงานจะมีสภาพไม่พร้อมที่จะทำงาน สุดท้ายอาจแย่ถึงขนาดส่งผลต่อกิจการขององค์กรเลยที่เดียว

การแก้ไข

1. จัดการเรื่องการหมุนเวียนของอากาศให้ดีขึ้น เช่น ติดตั้งพัดลมดูดอากาศหรือเปิดหน้าต่างตอนที่ปิดแอร์เพื่อให้อากาศที่ค้างอยู่ในตึกระบายออกไปบ้าง

2. ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นกำเนิดของไอระเหยที่เป็นพิษให้น้อยที่สุดหรือเลือกวัสดุอื่นทดแทน เช่น ใช้สีทาผนังแบบที่ไม่มีโลหะหนักผสม ใช้เฟอร์นิเจอร์ที่ทำจากไม้จริงหรือใช้เฟอร์นิเจอร์ไม้อัด แบบที่ปล่อยไอระเหยน้อยกว่าปกติ

3. จัดบริเวณที่มีการฟุ้งกระจายของสารระเหยแยกจากห้องทำงานของพนักงาน เช่น ห้องถ่ายเอกสาร ห้องปริ้นต์งาน ห้องเก็บผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด

4. ทำความสะอาดในส่วนต่างๆ ให้บ่อยขึ้นโดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศและพัดลมดูดอากาศ

5. หาต้นไม้ในร่มมาปลูกและตั้งไว้ตามจุดต่างๆ ในห้องเพื่อช่วยฟอกอากาศและลดปริมาณสารพิษ ยิ่งถ้าเป็นไม้ประดับที่ดูดสารพิษได้ก็ยิ่งดี (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

2.7 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม

1. ปัจจัยจากธรรมชาติ

ปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยธรรมชาติ เช่น ไฟไหม้ป่าทำให้เกิดเขม่าควันไฟฟุ้งกระจายในบรรยากาศและเป็นการทำลายสารอาหารแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและพื้นผิวดิน ซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษทางดินได้

2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์

มนุษย์เป็นผู้กระทำให้เกิดปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมขึ้นเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากมนุษย์จำเป็นต้องดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อการยังชีพและเพื่อการอยู่รอดในสังคม ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ที่ทำให้เกิดปัญหามลพิษนั้นมีลักษณะที่สำคัญแบ่งออกได้ 3 ประการ คือ

2.1 การเพิ่มจำนวนประชากรก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ

1. การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น การใช้ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยและทำกิน การทำไร่เลื่อนลอย การบุกรุกทำลายป่า การใช้ทรัพยากรน้ำเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณน้ำลดลงและคุณภาพเสื่อมโทรมลง

2. การอพยพย้ายถิ่น มีการอพยพย้ายถิ่นฐานเข้าสู่เขตเมืองใหญ่เพื่อหางานทำ ทำให้เกิดปัญหาประชากรหนาแน่นในเขตเมืองเกิดปัญหาชุมชนแออัด

3. การขยายตัวของเมือง มีการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว อาคารบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรมมีมากขึ้นทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ จากแหล่งดังกล่าว

2.2 การพัฒนาและการใช้เทคโนโลยี

มนุษย์พยายามค้นคว้าศึกษาวิจัยเพื่อจะนำเทคนิควิชาการใหม่ๆ มาพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าเพื่อการเพิ่มผลผลิตเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น จึงเกิดการทำลายธรรมชาติกลายเป็นปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมได้

2.3 การกระทำของมนุษย์โดยตรง

ปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมยังเกิดจากการกระทำของมนุษย์เองโดยขาดความสำนึกหรือขาดความรับผิดชอบต่อสังคม คือ มนุษย์เราจะทิ้งของเสียไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ลงสู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง เช่น การทิ้งน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน การทิ้งขยะไม่เป็นที่ เป็นต้น (จันทร์รอน ช่างน้อย, 2007)

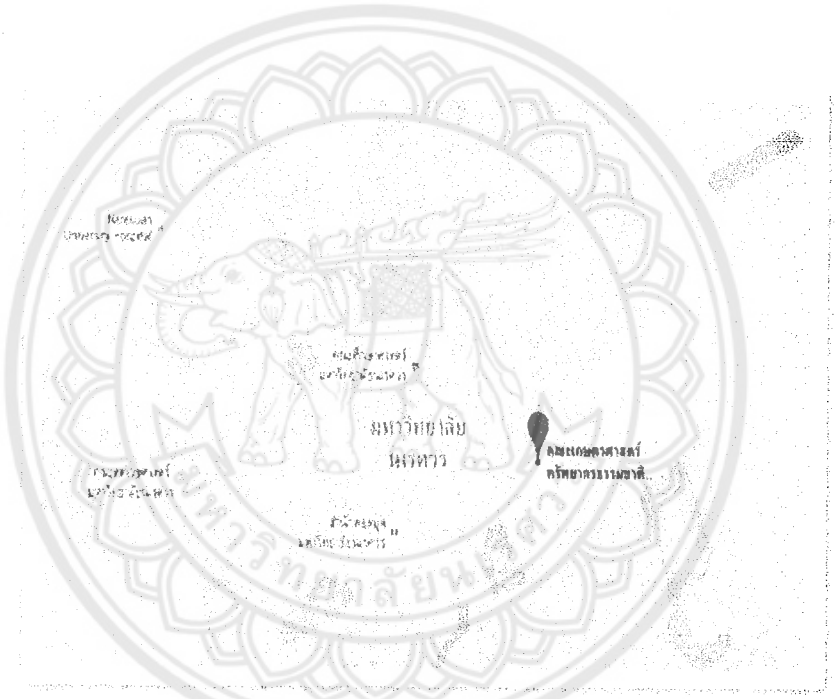
I 9785340

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษา

3.1.1 พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้กำหนดพื้นที่อาคาร ณ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร (ภาพที่ 3.1)



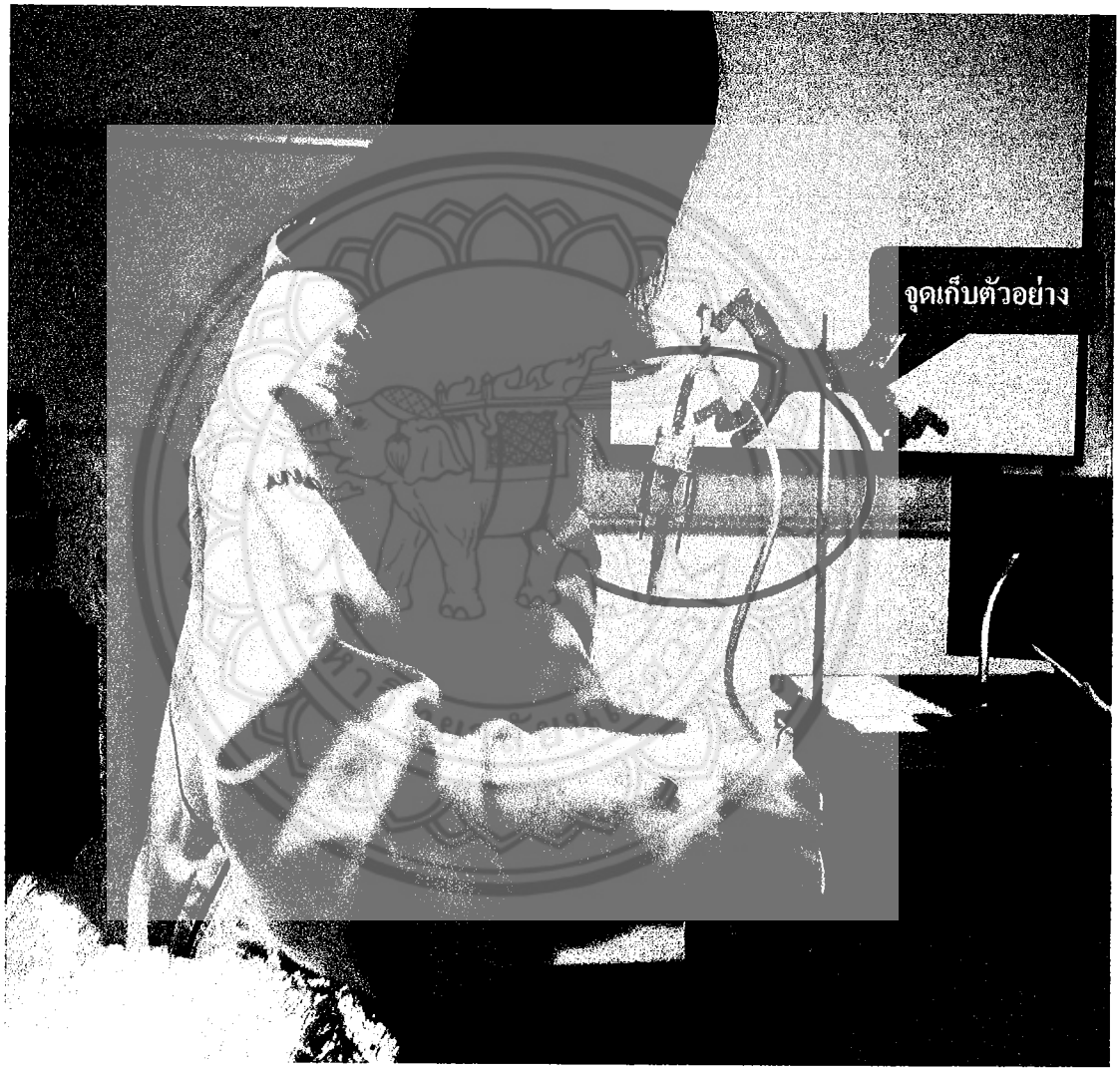
ภาพ 3.1 พื้นที่เก็บตัวอย่าง คณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.1.2 จุดเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นขนาด PM10

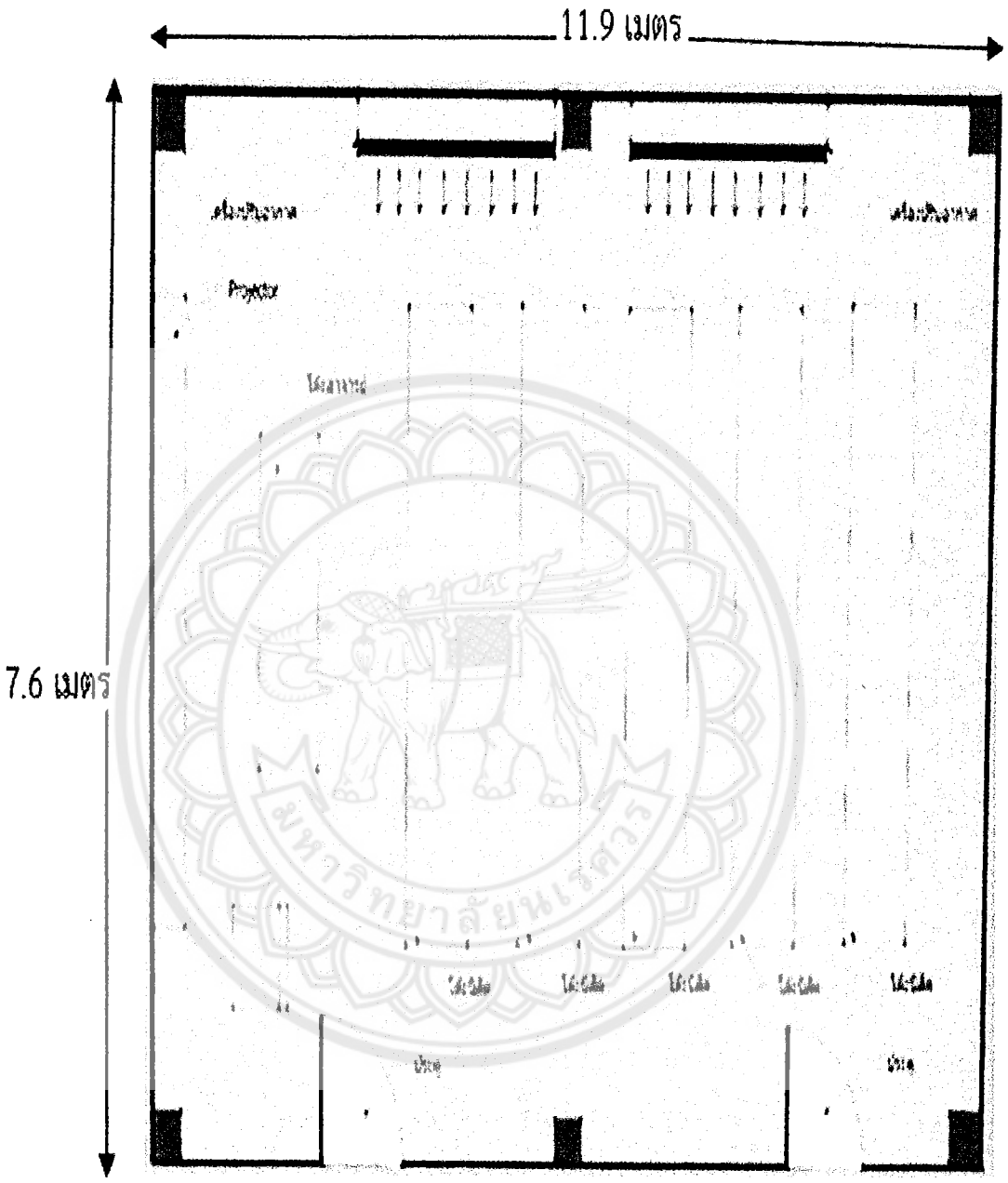
จากการเก็บตัวอย่างภายในอาคารคณะเกษตรฯ 3 ประเภท คือ ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้าน (เป็นพื้นที่เปรียบเทียบ) ซึ่งแต่ละประเภทแบ่งจำนวนห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

3.1.2.1 ห้องเรียน พื้นที่ห้องเรียนแบ่งเป็น 3 พื้นที่ตามลักษณะจำนวนการรองรับจำนวนนิสิตดังนี้

(1.) ห้องเรียนขนาดเล็ก AG 2209 ลักษณะของห้องเป็นห้องปรับอากาศที่มีขนาดของห้องกว้าง 7.6 เมตร ยาว 11.9 เมตร รับจำนวนนิสิตได้ 35 คน ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ที่เก็บตัวอย่างมีนิสิตมาทำกิจกรรมภายในห้องประมาณ 150 คน แม่บ้านจะมาทำความสะอาดห้องในช่วงเช้าเพียง รอบเดียวต่อวัน (ภาพที่ 3.2)



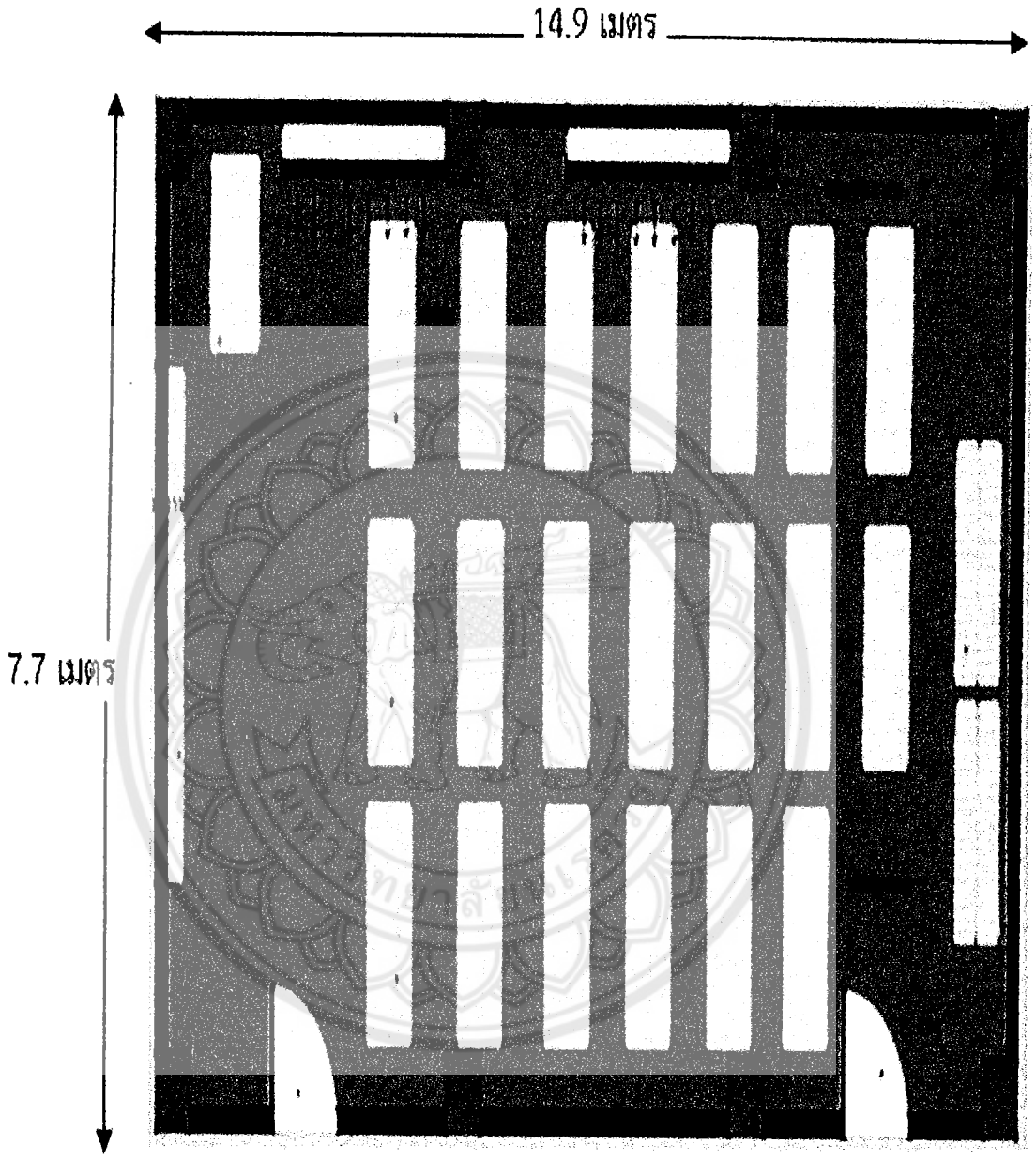
ภาพ 3.2 ห้อง AG 2209 ขนาดของห้องกว้าง 7.2 เมตร ยาว 11.9 เมตร



ภาพ 3.3 แบบแปลนห้องเรียนขนาดเล็ก AG 2209

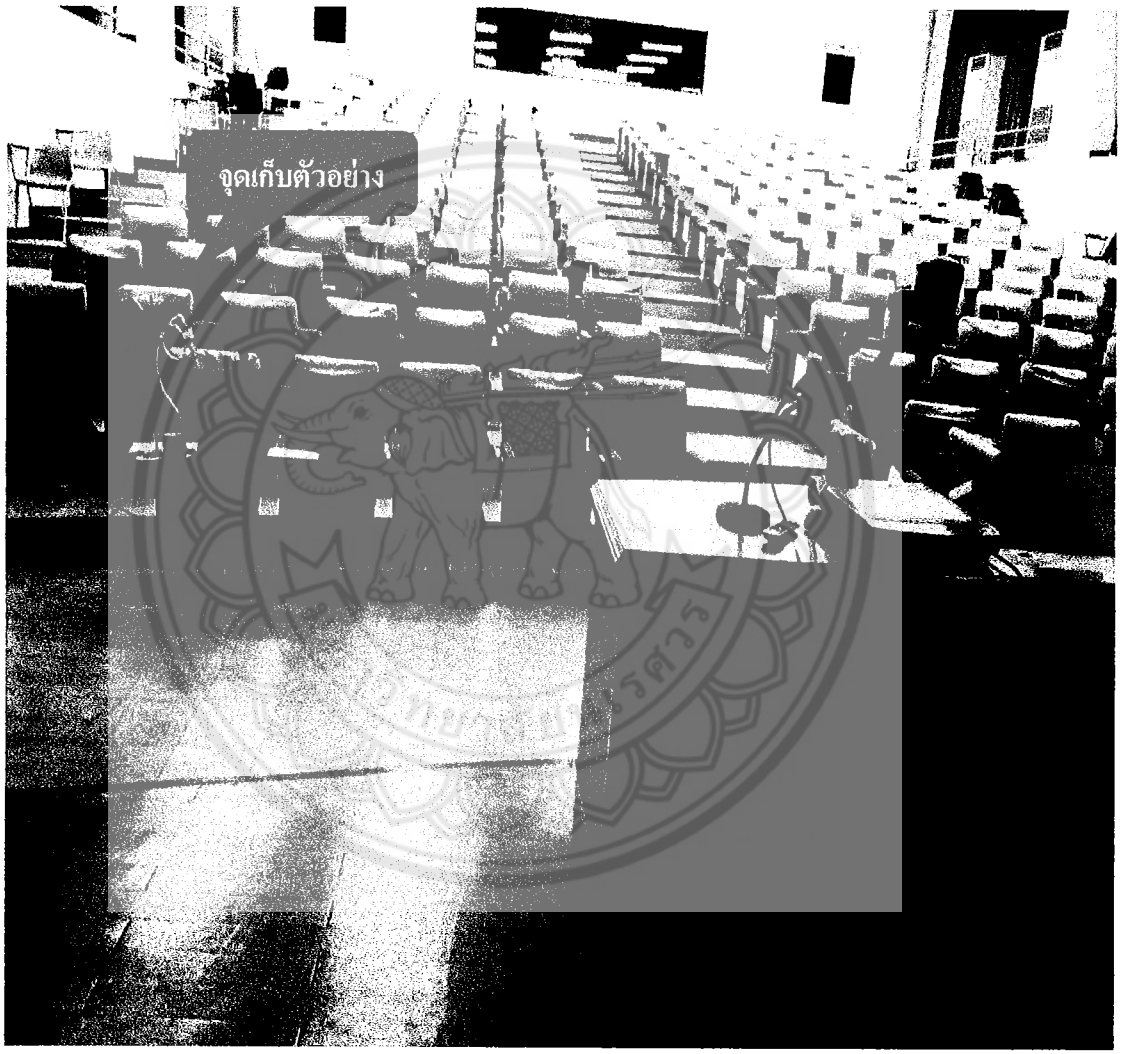
(2.) ห้องเรียนขนาดกลาง AG 2412 ลักษณะของห้องเป็นห้องปรับอากาศที่มีขนาดของห้อง กว้าง 7.7 เมตร ยาว 14.9 เมตร รับจำนวนนิสิตได้ 60 คน ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ที่เก็บตัวอย่างมีนิสิตมาทำกิจกรรมภายในห้องประมาณ 300 คน แม่บ้านจะมาทำความสะอาดห้องในช่วงเช้าเพียงรอบเดียวต่อวัน (ภาพที่ 3.4)

ภาพ 3.4 ห้อง AG 2412 ขนาดของห้องกว้าง 7.7 เมตร ยาว 14.9 เมตร

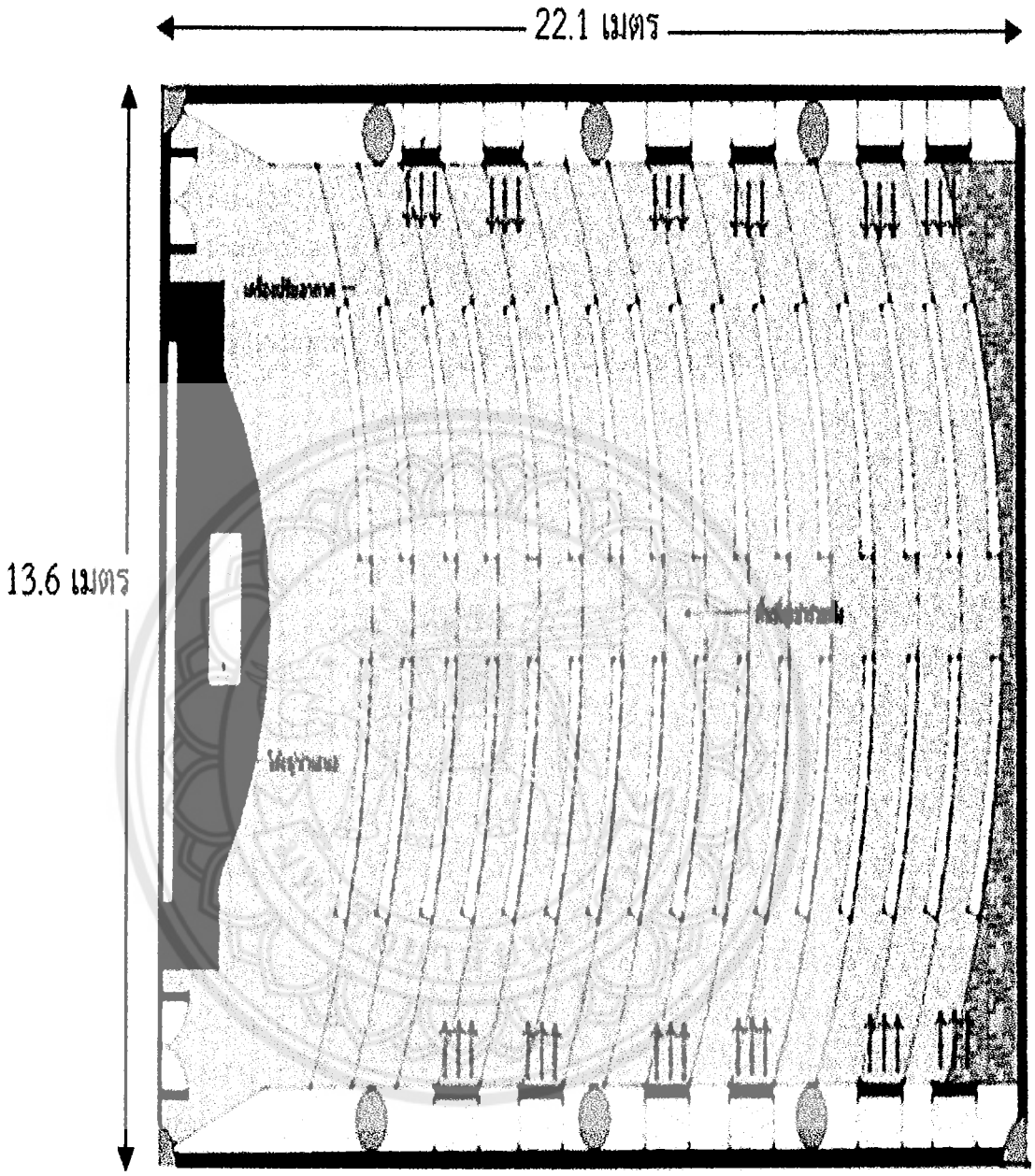


ภาพ 3.5 แบบแปลนห้องเรียนขนาดกลาง AG 2412

(3) ห้องเรียนขนาดใหญ่ AG 2109 ลักษณะของห้องเป็นห้องปรับอากาศที่มีขนาดของห้องกว้าง 13.6 เมตร ยาว 22.1 เมตร รับจำนวนนิสิตได้ 220 คน ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ที่เก็บตัวอย่างมีนิสิตมาทำกิจกรรมภายในห้องประมาณ 500 คน แม่บ้านจะมาทำความสะอาดห้องในช่วงเช้าเพียงรอบเดียวต่อวัน (ภาพที่ 3.6)



ภาพ 3.6 ห้อง AG 2109 ขนาดของห้องกว้าง 13.6 เมตร ยาว 22.1 เมตร

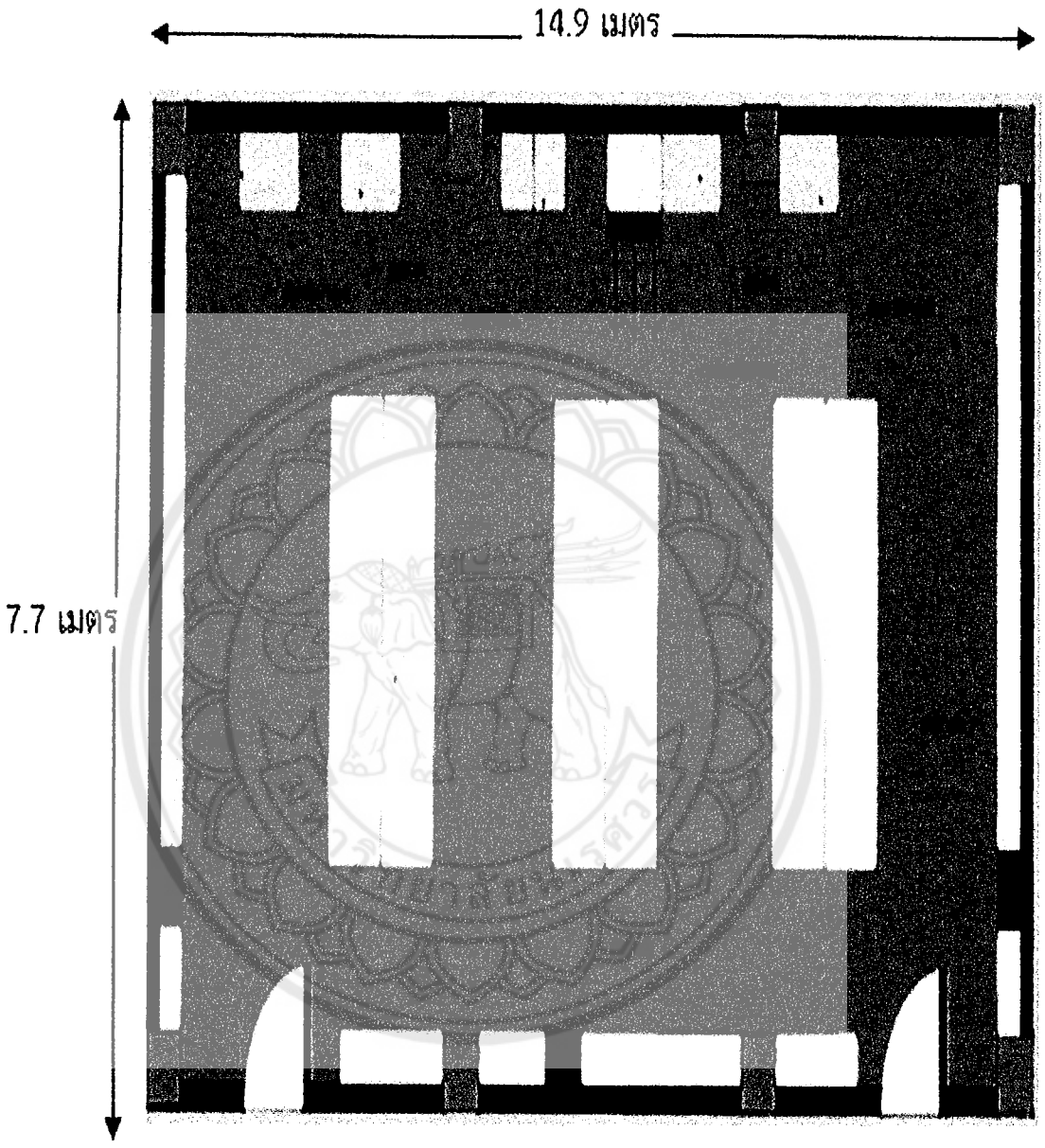


ภาพ 3.7 แบบแปลนห้องเรียนขนาดใหญ่ AG 2109

3.1.2.2 ห้องปฏิบัติการ พื้นที่ศึกษาห้องปฏิบัติการแบ่งตามประเภทของตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ดังนี้

(1) ห้องปฏิบัติการด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม AG 2408 ลักษณะของห้องเป็นห้องปรับอากาศและเป็นห้องปฏิบัติการที่เน้นการเตรียมตัวอย่าง ด้านวัสดุธรรมชาติ ขนาดของห้องกว้าง 7.7 เมตร ยาว 14.9 เมตร ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ที่เก็บตัวอย่างมีนิสิตมาทำกิจกรรมภายในห้องประมาณ 70 คน แม่บ้านจะมาทำความสะอาดห้องในช่วงเช้าเพียงรอบเดียวต่อวัน (ภาพที่ 3.8)

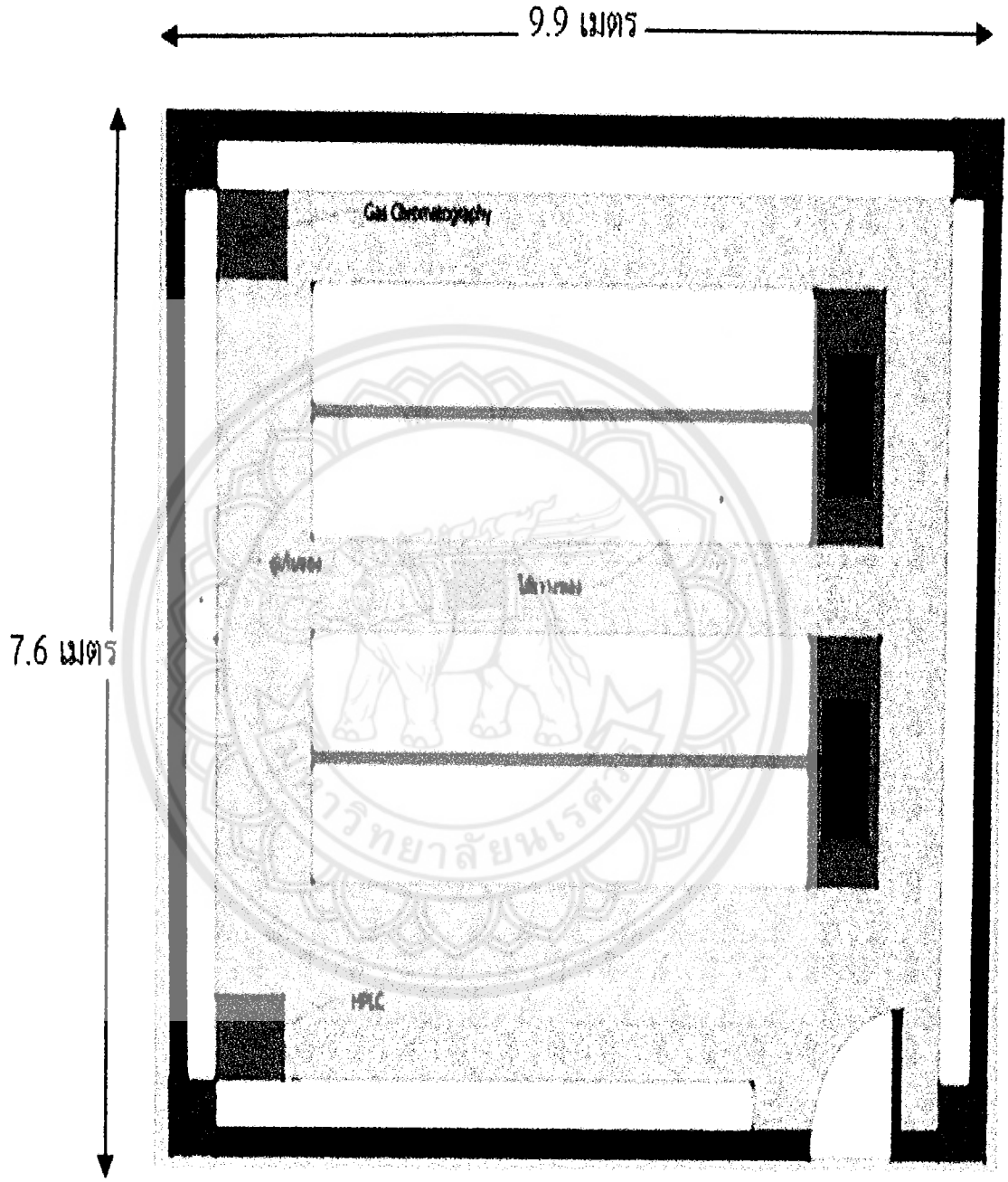
ภาพ 3.8 ห้อง AG 2408 ขนาดของห้องกว้าง 7.7 เมตร ยาว 14.9 เมตร



ภาพ 3.9 แบบแปลนห้องLAB AG 2408

(2) ห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ AG 2314 ลักษณะของห้องเป็นห้องปรับอากาศและเป็นห้องปฏิบัติการที่เน้นการเตรียมตัวอย่างที่ทำการบด ย่อย และสกัดจากสารเคมีแล้ว ขนาดของห้องกว้าง 7.6 เมตร ยาว 9.9 เมตร ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ที่เก็บตัวอย่างมีนิสิตมาทำกิจกรรมภายในห้องประมาณ 50 คน แม่บ้านจะมาทำความสะอาดห้องในช่วงเช้าเพียงรอบเดียวต่อวัน (ภาพที่ 3.10)

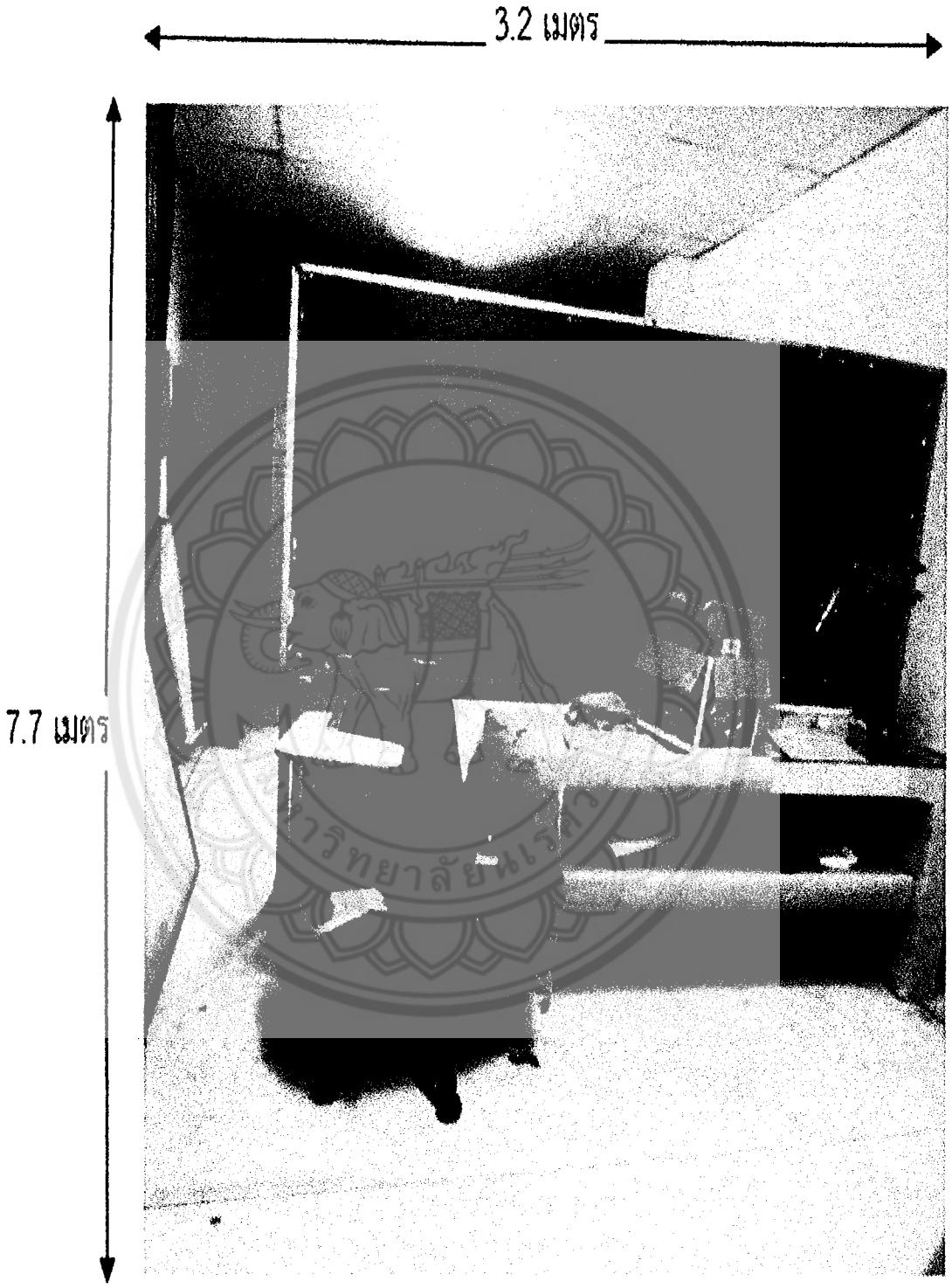
ภาพ 3.10 ห้องAG 2314 ขนาดของห้องกว้าง 7.6 เมตร ยาว 9.9 เมตร



ภาพ 3.11 แบบแปลนห้องLAB AG 2314

3.1.2.3 ห้องพักแม่บ้าน AG 2106 ลักษณะของห้องเป็นห้องเก็บของและควบคุมไฟฟ้า ห้องไม่มีเครื่องปรับอากาศและไม่มีที่ระบายอากาศภายในห้องจึงเหม็นอับ รวมไปถึงมีของเยอะกระจัดกระจาย ขนาดของห้องกว้าง 3.2 เมตร ยาว 7.7 เมตร ภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ที่เก็บตัวอย่างมีบุคลากรมาทำกิจกรรมภายในห้องประมาณ 10 คน แม่บ้านจะมาทำความสะอาดห้องไม่บ่อยนัก (ภาพที่ 3.12)

ภาพ 3.12 ห้อง AG 2314 ขนาดของห้องกว้าง 3.2 เมตร ยาว 7.7 เมตร



ภาพ 3.13 แบบแปลนห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้าน AG 2106

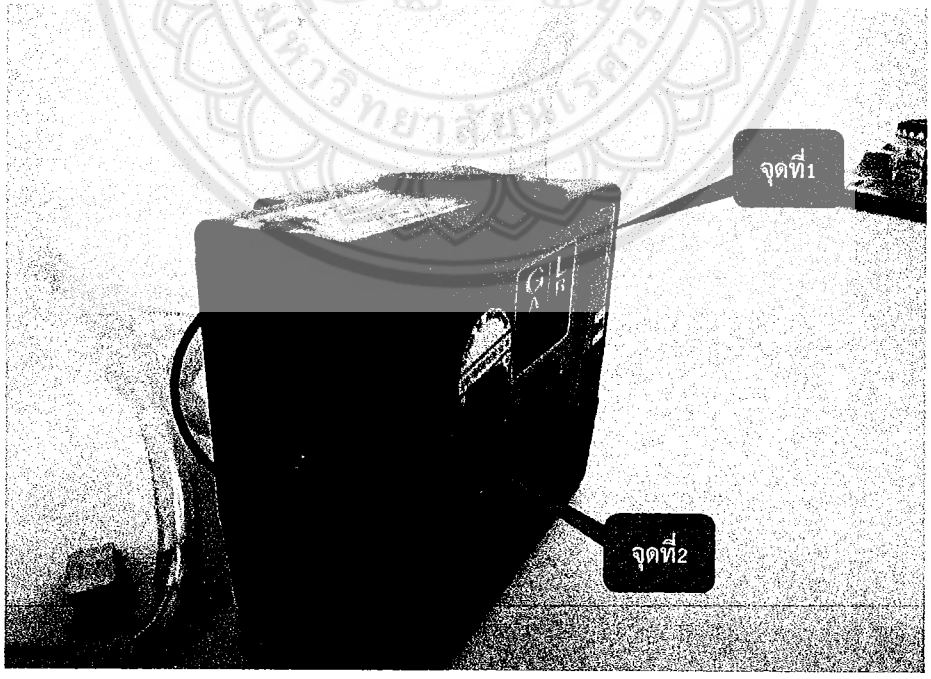
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 เครื่องมือวัดฝุ่น PM10 ชนิดติดตัวบุคคล (Persernal Air Sampler) (ภาพที่ 3.14)

- เครื่องดูดอากาศ เพื่อดูดให้อากาศไหนเข้ามาในระบบโดยทั่วไปจะเป็นการเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดไว้ที่ตัวของผู้ที่ปฏิบัติงาน (personal air sampler) (จุดที่1)

- มิเตอร์อ่านค่าอัตราการไหลของอากาศ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญเพราะทำให้ทราบว่าในขณะเก็บตัวอย่างอัตราการไหลของอากาศเป็นเท่าใด การเก็บตัวอย่างมพิษทางอากาศจะต้องกำหนดอัตราการไหลของอากาศให้เหมาะสมและต้องให้ค่าดังกล่างคงที่ตลอดเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากการคำนวณค่าความเข็มข้นของอนุภาคในอากาศจะต้องนำค่าปริมาณอากาศทั้งหมดที่ดูดเข้ามาในระบบมาคำนวณด้วย ดังนั้น ความถูกต้องแม่นยำของปริมาณอากาศดังกล่าวจึงมีความสำคัญมากต่อการคำนวณ มิเตอร์อ่านค่าอัตราการไหลของอากาศจึงเป็นส่วนที่จะต้องทำการปรับความถูกต้องก่อนนำมาใช้งานและต้องหมั่นตรวจดูอัตราการไหลของอากาศว่ายังอยู่คงที่ตามต้องการในขณะเก็บตัวอย่างถ้าอัตราการไหลเปลี่ยนแปลงไปก็ปรับให้อยู่ในอัตราที่ต้องการ (จุดที่2)

ใช้หลักการดูดซับผ่านกระดาษกรอง filter โดยให้มีอัตราการไหลของอากาศไหล 1.7 ลิตร/นาที จากนั้นนำกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์ผลและแปรผล จากนั้นนำผลที่วิเคราะห์ได้มาคำนวณผล หน่วยที่ได้จะเป็นไมโครกรัมกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



ภาพ 3.14 เครื่องมือวัดฝุ่น PM10 ชนิดติดตัวบุคคล (Persernal Air Sampler)

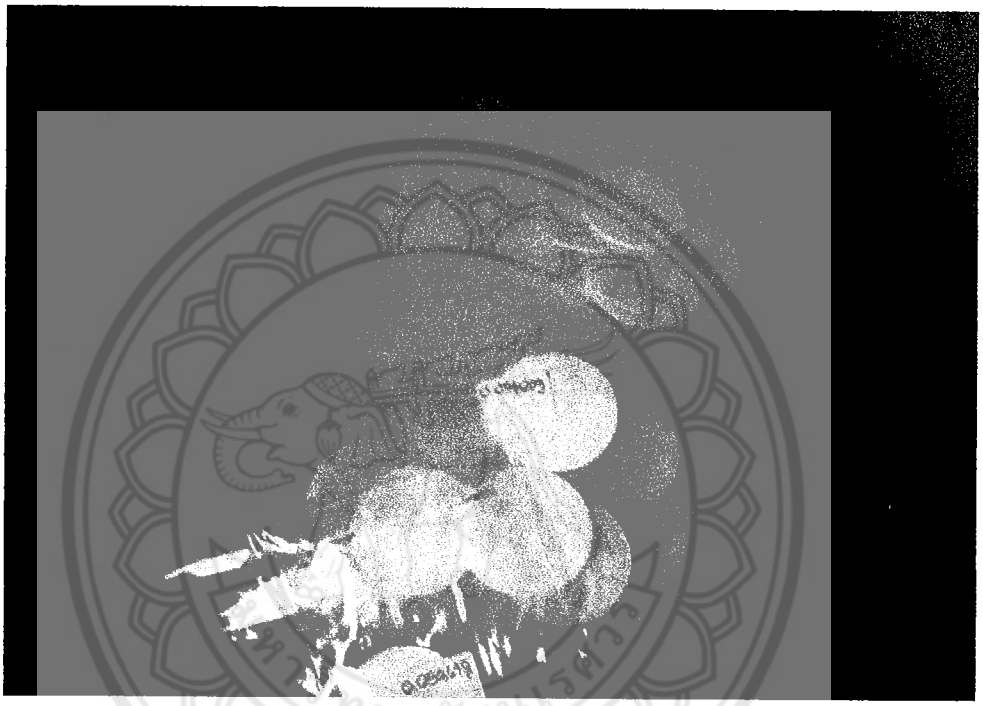
3.2.2 หัวคัดเลือกเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 แบบ Cyclones (ภาพที่ 3.15)

- ส่วนเชื่อมต่อระหว่างส่วนปลายของที่ยึดกระดาษกรองกับเครื่องดูดอากาศ ส่วนเชื่อมต่อนี้เป็นทางเดินของอากาศที่ไหลผ่านกระดาษกรองมาแล้วเพื่ออากาศจะเดินทางไปยังเครื่องดูดอากาศและออกไปสู่บรรยากาศข้างนอกต่อไป (จุดที่1)

- ที่ยึดกระดาษกรอง จะทำหน้าที่รองรับไม่ให้กระดาษกรองร่วงหล่น ฉีกขาด หรือเสียหายขณะใช้งานโดยปกติจะออกแบบให้มีช่องเปิดสำหรับให้อากาศไหลเข้าและไหลผ่านกระดาษกรองด้วยความเร็วสม่ำเสมอ สำหรับการเก็บตัวอย่างที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไป จะมีอุปกรณ์แยกขนาดอยู่ระหว่างท่อนำอากาศเข้ากับกระดาษกรองเพื่อทำการแยกอนุภาค (จุดที่2)

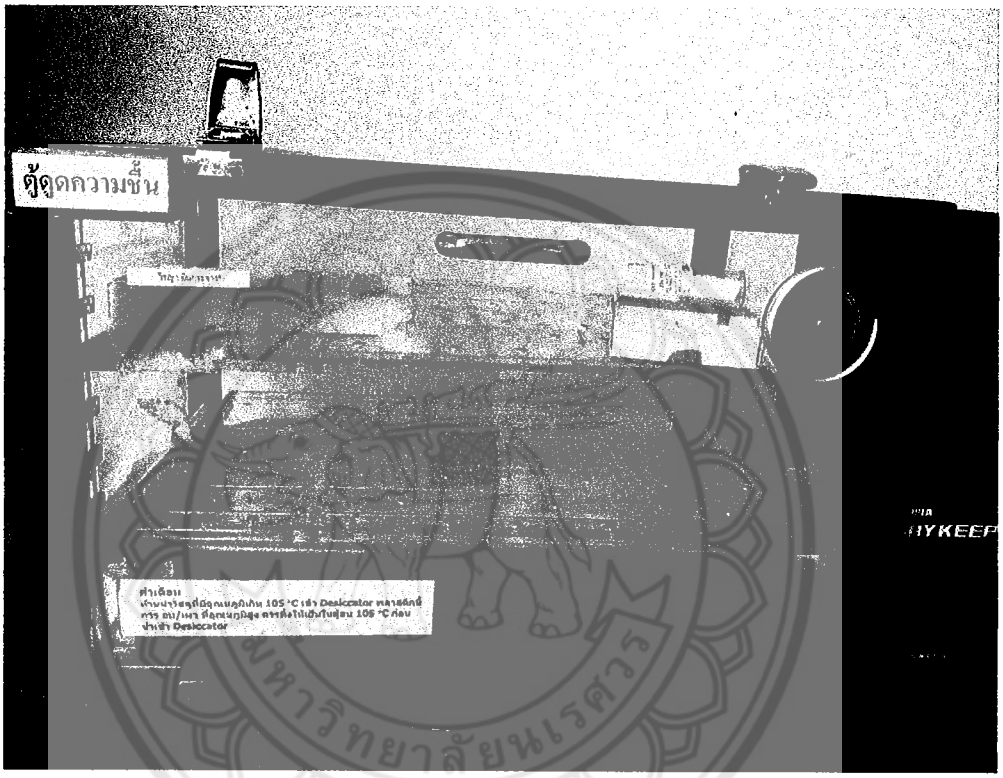
ภาพ 3.15 หัวคัดเลือกเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 แบบ Cyclones

3.2.3 กระดาษกรองใยแก้ว ขนาด 37 มิลลิเมตร มีประสิทธิภาพในการเก็บสะสมอนภาคสูง ทนต่อการใช้งานที่ร้อน มีความต้านทานการไหลผ่านของอากาศต่ำไม่ดูดความชื้นจากอากาศและไม่มีสารที่จะรบกวนต่อวิธีการวิเคราะห์ ทำให้เป็นที่นิยมใช้เก็บสะสมอนุภาคที่จะนำมาวิเคราะห์โดยการชั่ง (ภาพที่ 3.16)



ภาพ 3.16 กระดาษกรองใยแก้ว ขนาด 37 มิลลิเมตร

3.2.4 ตู้ดูดความชื้น ใช้สำหรับดูดความชื้นในกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่างและหลังเก็บตัวอย่าง มีวัตถุดูดความชื้น (Hygrometer) โดยค่าปกติค่าความสัมพันธ์จะไม่มากกว่า 50% ภายในตู้จะใช้ซิลิกาเจล (Silica Gel) เป็นสารที่ช่วยดูดความชื้น (ภาพที่ 3.17)

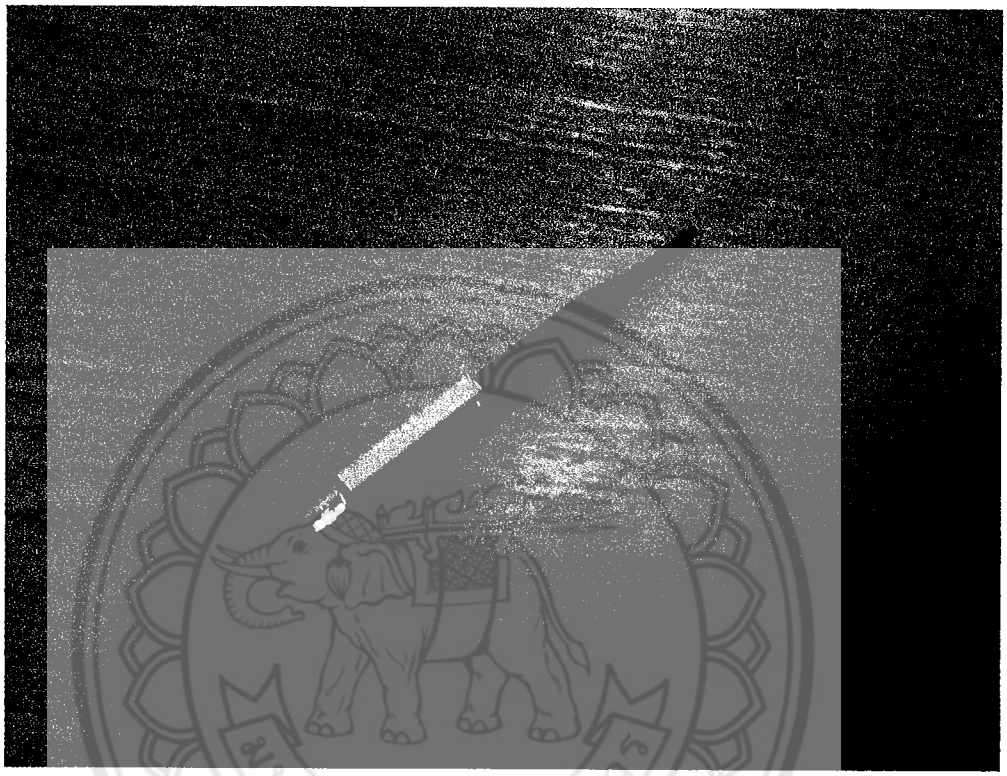


ภาพ 3.17 ตู้ดูดความชื้น

3.2.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง ใช้สำหรับชั่งกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3.18)

ภาพ 3.18 เครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง

3.2.6 ไขควง ใช้สำหรับไขปุ่มปิด-เปิด ของเครื่องมือ (ภาพที่ 3.19)

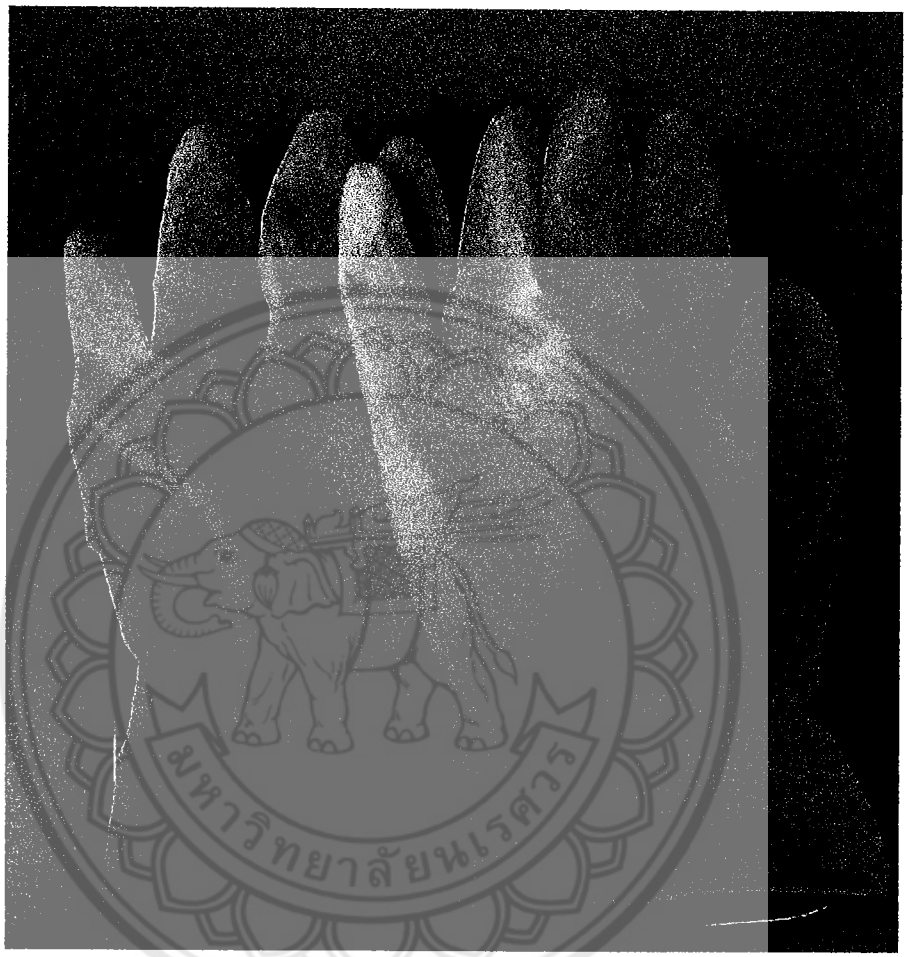


ภาพ 3.19 ไขควง

3.2.7 คีมคีบปากแบน ใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง (ภาพที่ 3.20)

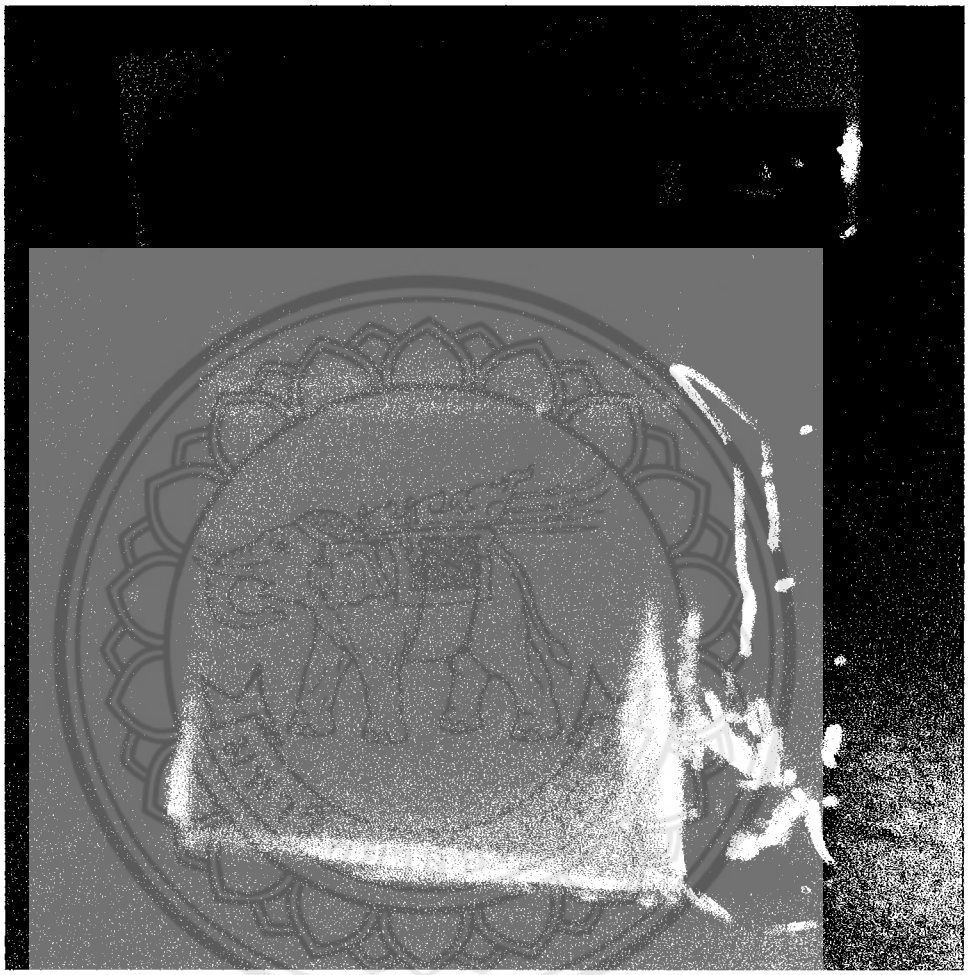
ภาพ 3.20 คีมคีบปากแบน

3.2.8 ถุงมือยางอนามัย (ภาพที่ 3.21)



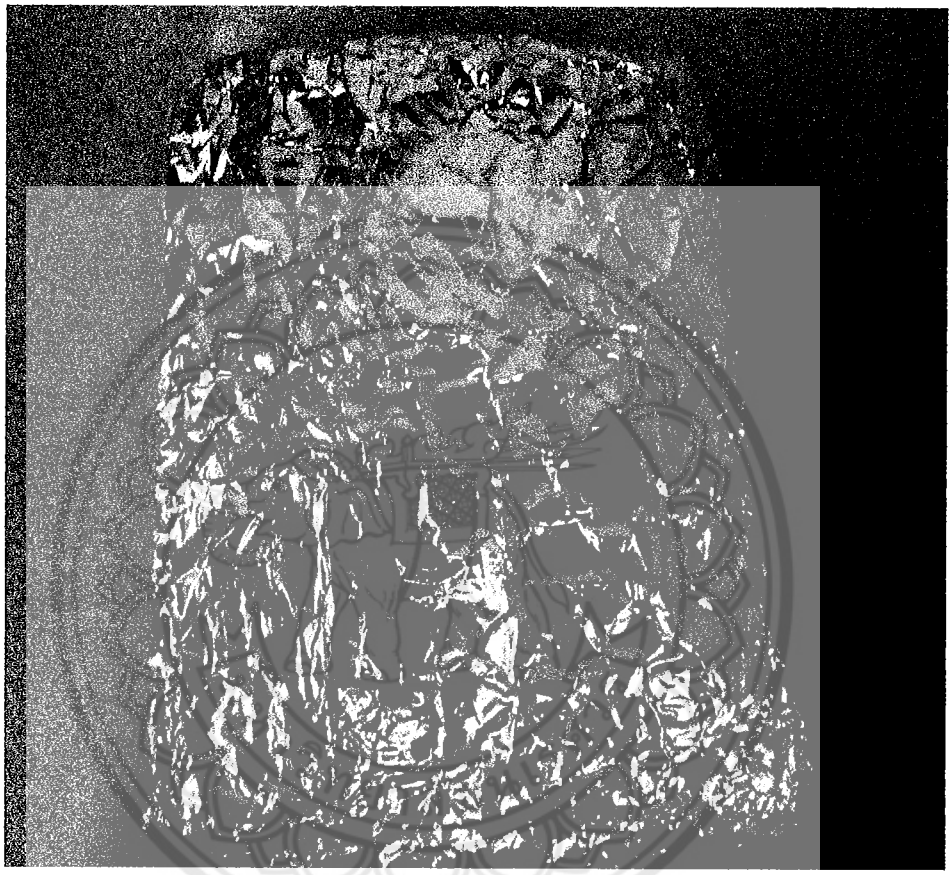
ภาพ 3.21 ถุงมือยางอนามัย

3.2.9 ถุงพลาสติกซิป ใช้สำหรับบรรจุกระดาษกรอง (ภาพที่ 3.22)



ภาพ 3.22 ถุงพลาสติกซิป

3.2.10 กระดาษฟอยล์ ใช้สำหรับห่อกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่างและหลังเก็บตัวอย่าง เพื่อไม่ให้เกิดความชื้นในกระดาษกรอง (ภาพที่ 3.23)



ภาพ 3.23 กระดาษฟอยล์

3.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง

3.3.1 เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาด 10 ไมครอน(PM10)บริเวณพื้นที่ในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ฯ โดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่น PM10 ชนิดติดตัวบุคคล (Persernal Air Pump) ยี่ห้อ Gilian โดยจะทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นวันละ 8 ชั่วโมง ซึ่งเครื่องวัดฝุ่นจะมีอัตราการไหลของอากาศ 1.7 ลิตร/นาที จากนั้นจะทำการบันทึกผลที่ได้ทุกๆ 5 วัน หัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดจะต้องไม่เกิน 10 ไมครอน และจะต้องเปลี่ยนแผ่นกระดาษกรองดักฝุ่นใหม่ทุกครั้งหลังจากบันทึกผลแล้ว และปิดฝาหัวคัดขนาดฝุ่นละอองให้สนิทเพื่อป้องกันการกระจายของฝุ่น

3.3.2 การเตรียมกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ใส่ในตู้ดูดความชื้นประมาณ 24 ชั่วโมง โดยในตู้ดูดความชื้นจะมีซิลิกาเจลเป็นสารดูดความชื้น จากนั้นทำการติดตั้งโดยนำกระดาษกรองติดเข้ากับหัวคัดฝุ่นละอองจำนวน 1 แผ่นต่อ 1 ครั้งที่ทำการวัดหรือพื้นที่การศึกษา หลังจากเก็บตัวอย่างฝุ่นแล้วนำกระดาษกรองมาชั่งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าความละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง กระดาษกรองที่ใช้ทำการเก็บตัวอย่างจะต้องชั่งน้ำหนักก่อนเก็บตัวอย่างและหลังเก็บตัวอย่างทุกครั้งเพื่อจะได้ทราบค่าของน้ำหนักฝุ่นที่แท้จริงจากนั้นบรรจุกระดาษกรองลงในถุงพลาสติกซิป

3.3.4 การกำหนดวางเครื่องมือวัดฝุ่น PM10 ชนิดติดตัวบุคคล (Persernal Air Pump) จะต้องวางเครื่องมือให้ช่องที่รับอากาศ (air inlet) ของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาด PM10 สูงจากระดับพื้นประมาณ 1–1.5 เมตร เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาด PM10 และเพื่อให้เครื่องมืออยู่ที่ระดับมนุษย์หายใจพอดี

3.3.5 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ใช้เวลาเก็บตัวอย่าง 3 เดือน โดยแบ่งพื้นที่การศึกษาเป็น 6 ห้อง เพื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาด PM10 โดยเก็บพื้นที่ละ 5 จุด ต่อ 1 พื้นที่การศึกษา

3.4 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นขนาด PM10

$$\text{SP(ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)} = \frac{W_2 - W_1}{V_S} \times 10^6$$

เมื่อ SP = ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

W_1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (g)

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (g)

V_S = ปริมาตรของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตร) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ

10^6 = เป็นหน่วยกรัมเป็นไมโครกรัม

(สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง,กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

$$Vstd = Qstd \times t$$

เมื่อ Vstd = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

Qstd = อัตราการไหลของอากาศ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที (0.0017 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

t = เวลาในการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็นนาที (8 ชั่วโมง=480 นาที)

3.5 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

ตาราง 3.1 กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่าง

พื้นที่ศึกษา	ขนาดพื้นที่การศึกษา	เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาด PM10	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
AG 2209	ห้องเรียนขนาดเล็ก	24–28 สิงหาคม 2558	14–18 กันยายน 2558
AG 2412	ห้องเรียนขนาดกลาง	12-16 ตุลาคม 2558	19-23 ตุลาคม 2558
AG 2109	ห้องเรียนขนาดใหญ่	31 สิงหาคม–04 กันยายน 2558	21-25 กันยายน 2558
AG 2314	ห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์	05-09 ตุลาคม 2558	26-30 ตุลาคม 2558
AG 2408	ห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติ	07-11 กันยายน 2558	28 กันยายน-02 ตุลาคม 2558
AG 2106	ห้องพักแม่บ้านหรือห้องควบคุมไฟฟ้า	02-06 พฤศจิกายน 2558	16-20 พฤศจิกายน 2558

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

3.6.1 ใช้สถิติเชิงพรรณาในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่ารีเกรสชันเส้นตรงแบบง่าย (Simple Linear Regression) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ใช้ห้องเรียนและค่าปริมาณฝุ่นละออง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เก็บตัวอย่างด้วยเครื่องมือวัดฝุ่น PM10 แบบติดตัวบุคคล (Personal Air Sampling) จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด ได้แก่ ห้องเรียนขนาดเล็กรับนิสิตได้ 35 คน ห้องAG 2209 ห้องเรียนขนาดกลางรับนิสิตได้ 60 คน ห้องAG 2412 ห้องเรียนขนาดใหญ่รับนิสิตได้ 220 คน ห้องAG 2109 ห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติ ห้องAG 2408 ห้องปฏิบัติกรด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ห้องAG 2314 และห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้าน ห้องAG 2106 วันที่ทำการวัดปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2558 โดยจะเก็บตัวอย่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เก็บตัวอย่างวันละ 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่มีผู้ปฏิบัติงาน หนึ่งจุดตัวอย่างจะเก็บ 5 วันต่อ 1 ตัวอย่าง

4.1 ปริมาณฝุ่น PM10 ในระยะเวลาสะสม 1 สัปดาห์ 40 ชั่วโมง

4.1.1 ปริมาณฝุ่น PM10 ใน 40 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องเรียน

4.1.1.1 ห้องเรียนขนาดใหญ่ AG 2109

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 ต่อเนื่อง 5 วัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 40 ชั่วโมง พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 15.94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจากการศึกษาสังเกตพบว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการกำเนิดฝุ่น PM10 ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์ โต๊ะเก้าอี้ จำนวนนิสิตที่เข้ามาใช้ห้อง ในส่วนของระบบปรับอากาศไม่ค่อยมีการทำความสะอาดมีกลิ่นเหม็นอับเล็กน้อย และในส่วนของผู้ที่เข้ามาใช้ห้องก็เป็นส่วนหนึ่งนำพาฝุ่นภายนอกเข้ามาสู่ภายในอาคาร เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านพบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 19.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากการเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจนว่าห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านมีปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าห้องAG 2109 (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1)

4.1.1.2 ห้องเรียนขนาดกลาง AG 2412

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 ต่อเนื่อง 5 วัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 40 ชั่วโมง พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 11.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่เอื้อต่อการกำเนิดฝุ่น PM10 ในพื้นที่ศึกษานี้ ได้แก่ โต๊ะเก้าอี้ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ จำนวนนิสิตที่เข้ามาใช้ห้อง ผ้าม่าน ในส่วนของผ้าม่านไม่ได้มีการทำความสะอาดมีกลิ่นเล็กน้อยเมื่อเข้าไปใช้ห้อง และในส่วนของเครื่องปรับอากาศกับผู้ที่มาใช้ห้องก็เป็นไปตาม 4.1.1.1 ดังที่กล่าวไปข้างต้น

เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านมีปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าห้องAG 2412 เหมือนเช่นกับหัวข้อ 4.1.1.1 (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1)

4.1.1.3 ห้องเรียนขนาดเล็ก AG 2209

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 ต่อเนื่อง 5 วัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 40 ชั่วโมง พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 8.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าปัจจัยที่เอื้อต่อการกำเนิดฝุ่น PM10 ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์ โต๊ะเก้าอี้ จำนวนนิสิตที่เข้ามาให้ห้อง ในส่วนของเครื่องปรับอากาศกับผู้ที่มาใช้ห้องก็เป็นไปตามหัวข้อ 4.1.1.1 และ 4.1.1.2 ดังที่กล่าวข้างต้น เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านมีปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าห้อง AG 2209 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มห้องเรียนด้วยกันพบว่าห้อง AG 2209 มีปริมาณฝุ่นน้อยกว่าห้อง AG 2109 และห้อง AG 2412 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าประเภทของห้องที่มีขนาดใหญ่และนิสิตเข้าไปใช้จำนวนมากมีฝุ่นมากกว่าห้องเรียนที่มีขนาดเล็กกว่า (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1)

4.1.2 ปริมาณฝุ่น PM10 ใน 40 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องปฏิบัติการ

4.1.2.1 ห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติ AG 2408

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 8 ชั่วโมง ต่อเนื่อง 5 วัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 40 ชั่วโมง พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 17.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปัจจุบันที่เอื้อต่อการกำเนิดฝุ่น PM10 ได้แก่ เครื่องแก้ว โต๊ะเก้าอี้ วัสดุธรรมชาติ (เศษใบไม้ เศษดิน) เครื่องปรับอากาศ จำนวนนิสิตที่เข้ามาในห้อง ลักษณะของห้องเป็นแบบมีเครื่องปรับอากาศ เมื่อมีผู้มาใช้ห้องจะเปิดประตูไว้ทุกครั้งเพื่อสะดวกต่อผู้ทำแลป จึงมีอากาศแลกเปลี่ยนกันระหว่างอากาศภายในและอากาศภายนอกห้องเรียน ในส่วนของเครื่องปรับอากาศไม่ค่อยมีการทำความสะอาด ในส่วนของผู้ที่มาใช้ห้องเป็นส่วนหนึ่งนำพาฝุ่นภายนอกเข้ามาสู้ภายในอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านพบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 19.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากการเปรียบเทียบเห็นได้อย่างชัดเจนว่าห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านมีปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าห้อง AG 2408 (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1)

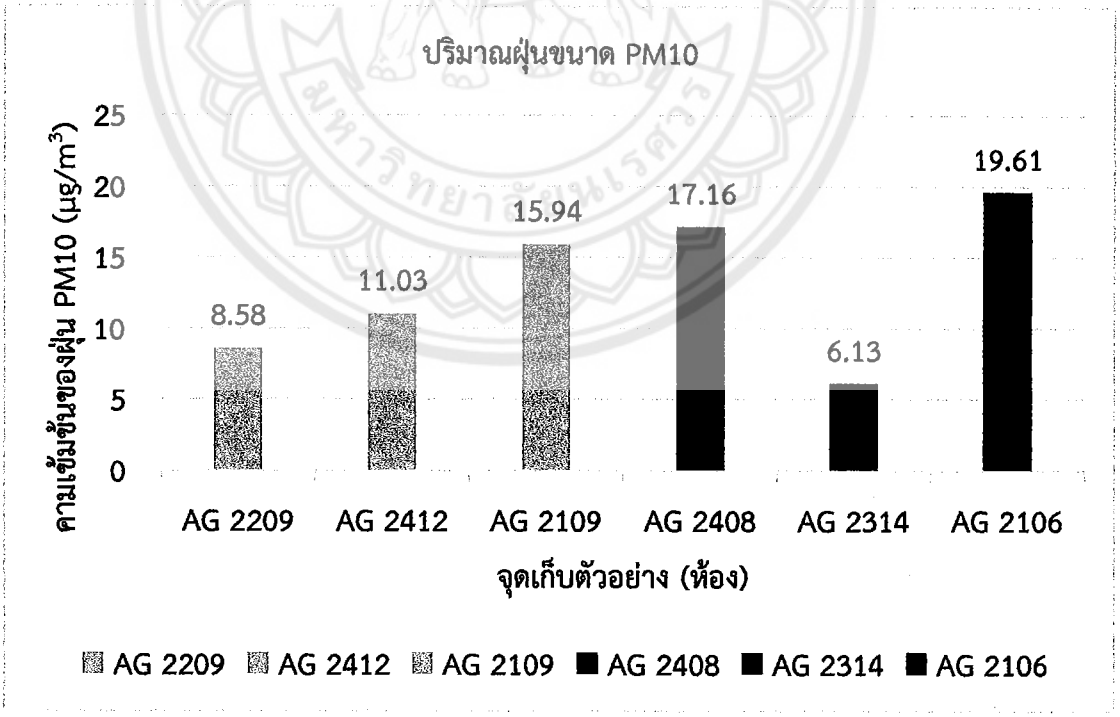
4.1.2.2 ห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์ AG 2314

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 8 ชั่วโมง ต่อเนื่อง 5 วัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 40 ชั่วโมง พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 6.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปัจจุบันที่เอื้อต่อการกำเนิดฝุ่น PM10 ได้แก่ เครื่องแก้ว สารเคมี อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เครื่องปรับอากาศ จำนวนนิสิตที่เข้ามาใช้ห้อง ลักษณะของห้องเป็นแบบมีเครื่องปรับอากาศ ไม่ค่อยระบายเมื่อเข้าไปมีกลิ่นเหม็นอับมาก ในส่วนของเครื่องปรับอากาศไม่ค่อยมีการทำความสะอาด และในส่วนของผู้ที่เข้ามาใช้ห้องก็เป็นส่วนหนึ่งที่นำพาฝุ่นภายนอกเข้ามาสู่ภายในอาคาร เมื่อเปรียบเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านพบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 19.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากการเปรียบเทียบเห็นได้อย่างชัดเจนว่าห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านมีปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าห้อง AG 2408 จากการเปรียบเทียบเห็นได้อย่างชัดเจนว่าห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านมีปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าห้อง AG 2314 และเมื่อเทียบกับห้องปฏิบัติการด้วยกันเองพบว่าห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติมีปริมาณฝุ่น PM10 มากกว่าห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1)

ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบห้องเรียนและห้องปฏิบัติการพบว่าห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติมีปริมาณฝุ่นในลักษณะสะสม 40 ชั่วโมงมากถึง 17.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาเป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ 15.94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ห้องเรียนขนาดกลาง 11.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ห้องเรียนขนาดเล็ก 8.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ 6.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านด้วยพบว่ามีปริมาณฝุ่นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับห้องเรียนและห้องปฏิบัติการถึง 19.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1)

ตาราง 4.1 ปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 5 วัน เป็นเวลา 40 ชั่วโมง ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

พื้นที่ศึกษา	ขนาดพื้นที่ศึกษา	ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง (ชั่วโมง)	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
AG 2209	ห้องเรียนขนาดเล็ก	40	8.58
AG 2412	ห้องเรียนขนาดกลาง	40	11.03
AG 2109	ห้องเรียนขนาดใหญ่	40	15.94
AG 2408	ห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติ	40	17.16
AG 2314	ห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์	40	6.13
AG 2106	ห้องพักแม่บ้านหรือห้องควบคุมไฟฟ้า	40	19.61



ภาพ 4.1 เปรียบเทียบปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 5 วัน เป็นเวลา 40 ชั่วโมง ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

4.2 ปริมาณของฝุ่น PM10 ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง

4.2.1 ปริมาณของฝุ่น PM10 ใน 8 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องเรียน

4.2.1.1 ห้องเรียนขนาดใหญ่ AG 2109

ผลของการศึกษาตรวจวัดปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 3.19 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นต่ำกว่าห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้าน ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้นฝุ่นที่ระดับ 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานซึ่งแนะนำไว้สำหรับระยะเวลาการปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง ที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2) พบว่าผลการศึกษาไม่เกินค่ามาตรฐานดังกล่าว

4.2.1.2 ห้องเรียนขนาดกลาง AG 2412

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 2.21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่นมีความเข้มข้น PM10 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อเทียบกับห้อง AG 2109 พบว่ามีปริมาณของฝุ่นต่ำกว่าทั้ง 2 ห้อง ดังที่กล่าวข้างต้น แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2)

4.2.1.3 ห้องเรียนขนาดใหญ่ AG 2209

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 1.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่นมีความเข้มข้น PM10 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อเทียบกับห้องAG 2109 ห้องAG 2412 พบว่ามีปริมาณของฝุ่นต่ำกว่าทั้ง 3 ห้อง ดังที่กล่าวข้างต้น แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2)

4.2.2 ปริมาณของฝุ่น PM10 ใน 8 ชั่วโมง ของพื้นที่ห้องปฏิบัติการ

4.2.2.1 ห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติ AG 2408

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 3.43 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่นมีความเข้มข้น PM10 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีปริมาณ

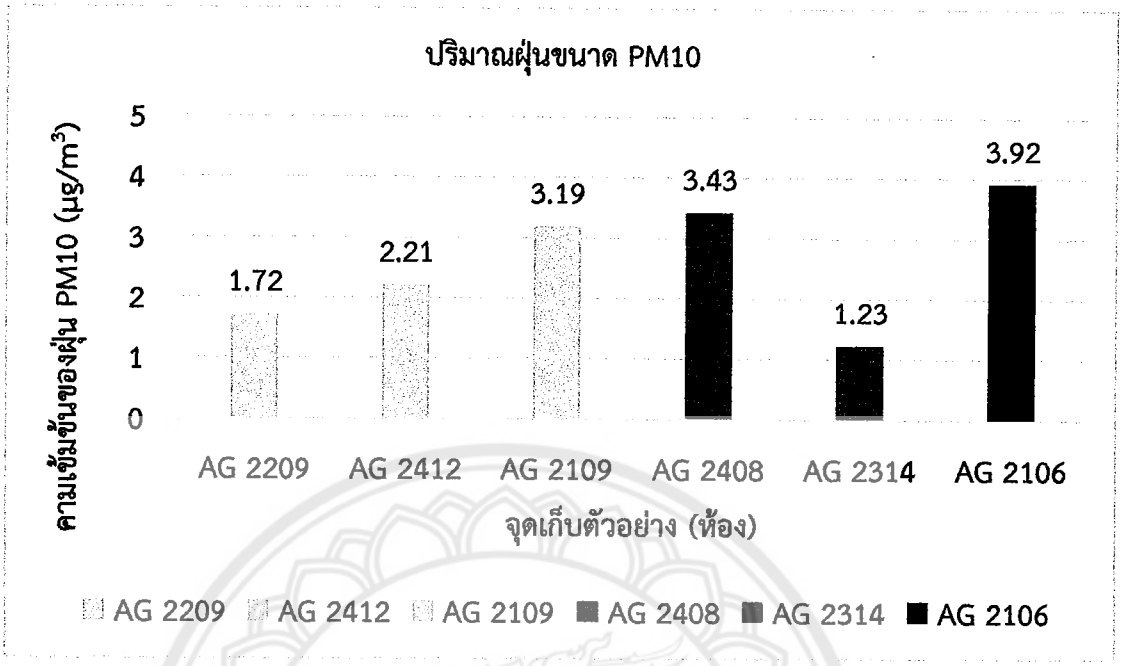
ของฝุ่นต่ำกว่า แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2)

4.2.2.2 ห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ AG 2314

ผลของการศึกษาตรวจวัดฝุ่น PM10 ในช่วงระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง พบว่าปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้น 1.23 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่นมีความเข้มข้น PM10 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีปริมาณของฝุ่นต่ำกว่า และเมื่อเทียบกับห้องAG 2408 พบว่ามีปริมาณของฝุ่นน้อยกว่า แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2)

ตาราง 4.2 ปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 5 วัน เฉลี่ยเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

พื้นที่ศึกษา	ขนาดพื้นที่ศึกษา	ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง (ชั่วโมง)	ปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 5 วัน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
AG 2209	ห้องเรียนขนาดเล็ก	8	1.72
AG 2412	ห้องเรียนขนาดกลาง	8	2.21
AG 2109	ห้องเรียนขนาดใหญ่	8	3.19
AG 2408	ห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติ	8	3.43
AG 2314	ห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์	8	1.23
AG 2106	ห้องพักแม่บ้านหรือห้องควบคุมไฟฟ้า	8	3.92

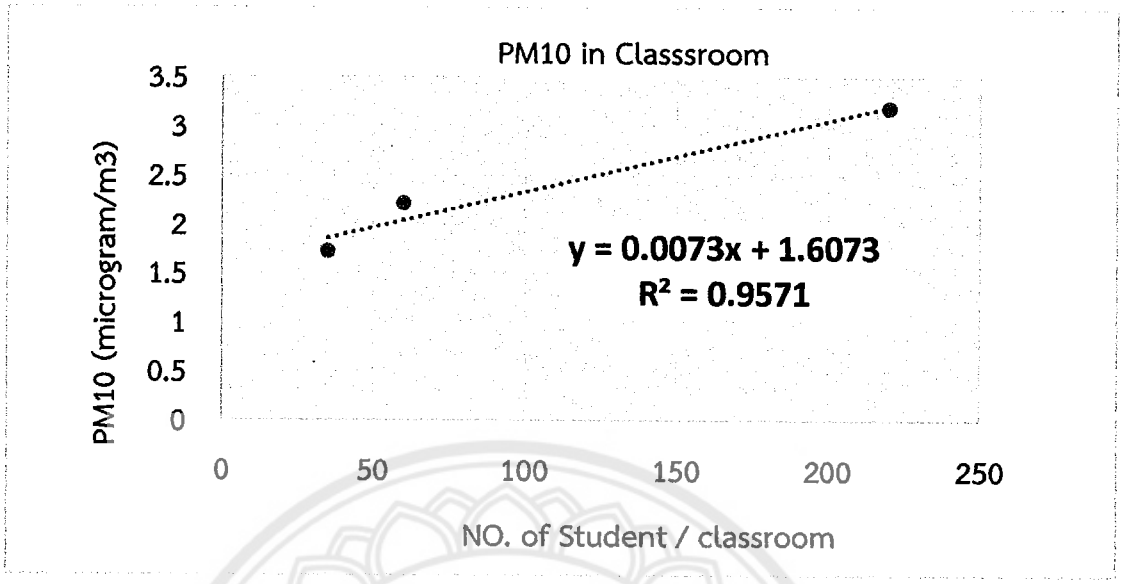


ภาพ 4.2 เปรียเทียบปริมาณฝุ่นขนาด PM10 ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 5 วัน เฉลี่ยเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ภายในอาคารคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

*** หมายเหตุ ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานของฮ่องกงซึ่งแนะนำไว้สำหรับระยะเวลาการปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง ไม่เกินที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจำนวนนิสิตและปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณพื้นที่ห้องเรียน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนิสิตและปริมาณฝุ่น PM10 ณ พื้นที่ห้องเรียนที่ทำการศึกษาโดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น คือ จำนวนนิสิต และตัวแปรตาม คือ ปริมาณฝุ่น โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์เชิงกำหนดในการทดสอบความสัมพันธ์นี้ ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9571 ในลักษณะสหสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างจำนวนปัจจัยจำนวนนิสิตและปริมาณฝุ่น PM10 ซึ่งพบว่าเมื่อจำนวนนิสิตเพิ่มขึ้น ปริมาณฝุ่นก็เพิ่มขึ้นในลักษณะแปรผันตามกัน ดังภาพที่ 4.3



ภาพ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจำนวนนิสิตและปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณ**พื้นที่ห้องเรียน**

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

5.1 สรุป

จากผลการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 ณ พื้นที่ศึกษาบริเวณภายในบริเวณอาคาร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2 พื้นที่ คือ ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษา สรุปดังนี้

5.1.1 สรุปผลการศึกษาในระยะยาว 40 ชั่วโมง

5.1.1.1 กลุ่มห้องเรียน

จากผลการศึกษาพื้นที่ห้องเรียนพบว่าห้อง AG 2109 AG 2412 AG 2209 มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 สูงที่สุดถึงต่ำที่สุดเท่ากับ 15.94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 11.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 8.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้นถึง 19.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีปริมาณของฝุ่นสูงกว่ากลุ่มห้องเรียน

5.1.1.2 กลุ่มห้องปฏิบัติการ

จากผลการศึกษาพื้นที่ห้องปฏิบัติการพบว่าห้อง AG 2408 AG 2314 มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 ภายในห้องสูงที่สุดถึงต่ำที่สุดเท่ากับ 17.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 6.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้นถึง 19.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีปริมาณของฝุ่นสูงกว่ากลุ่มห้องปฏิบัติการ

5.1.2 สรุปผลการศึกษาในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง

5.1.2.1 กลุ่มห้องเรียน

จากผลการศึกษาพื้นที่ห้องเรียนพบว่าห้อง AG 2109 AG 2412 AG 2209 มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 สูงที่สุดถึงต่ำที่สุดเท่ากับ 3.19 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 2.21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 1.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้นถึง 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีปริมาณของฝุ่นสูงกว่ากลุ่มห้องเรียน แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานซึ่งแนะนำไว้สำหรับระยะเวลาการปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง ที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าผลการศึกษาไม่เกินค่ามาตรฐานดังกล่าว

5.1.2.2 กลุ่มห้องปฏิบัติการ

จากผลการศึกษาพื้นที่ห้องเรียนพบว่าห้อง AG 2408 AG 2314 มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นขนาด PM10 มีค่าสูงที่สุดถึงต่ำที่สุดเท่ากับ 3.43 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 1.23 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และเมื่อเทียบกับห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านปริมาณของฝุ่น PM10 มีความเข้มข้นถึง 3.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่ามีปริมาณของฝุ่นสูงกว่ากลุ่มห้องปฏิบัติการ แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในสำนักงานซึ่งแนะนำไว้สำหรับระยะเวลาการปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมง ที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าผลการศึกษาไม่เกินค่ามาตรฐานดังกล่าว

5.1.3 พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนิสิตและปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM 10 ณ พื้นที่ศึกษาห้องเรียน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนิสิตและปริมาณฝุ่น PM10 ณ พื้นที่ห้องเรียนที่พิจารณาโดยความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น คือ จำนวนนิสิต และตัวแปรตาม คือ ปริมาณฝุ่น โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์เชิงกำหนด ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9571 ซึ่งพบว่าเมื่อจำนวนนิสิตเพิ่มขึ้น ปริมาณฝุ่นก็เพิ่มขึ้นในลักษณะแปรฝันตามกัน

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ในห้องเรียนทั้ง 3 ห้อง ในระยะเวลา 8 ชั่วโมง ดังที่ได้สรุปในหัวข้อที่ 5.1 ซึ่งได้ระบุว่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่ระดับ 20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่อย่างไรก็ตามควรพิจารณาว่า ถึงแม้ว่าปริมาณฝุ่น PM10 ไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในสำนักงานก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาพบว่า จำนวนนิสิตมีผลต่อปริมาณฝุ่นที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อทดสอบด้วยสถิติสหสัมพันธ์เชิงกำหนด (หรือ R^2) ดังนั้นผลการศึกษาที่ได้นี้ทำให้ทราบว่าห้องเรียนที่มีจำนวนนิสิตมากมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของทั้งคณาจารย์และนิสิตเองในระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อได้นำผลการศึกษาในระยะเวลาสะสม 40 ชั่วโมง ยิ่งทำให้ต้องมีความตระหนักถึงภัยจากฝุ่น เนื่องจากพบว่าระยะเวลายิ่งยาวนานนั้นส่งผลก่อให้เกิดการสะสมมากขึ้นตามระยะเวลา ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าผู้ที่ใช้พื้นที่ในห้องเรียนเป็นระยะเวลาที่ยาวนานต่อเนื่องหลายปีย่อมมีโอกาสสัมผัสกับฝุ่นในลักษณะการสะสมเรื้อรังอย่างแน่นอนและจะส่งผลต่อการเกิดโรคกลุ่มอาคารอาการป่วย (Sick Building Syndrome (SBS)) ได้ในระยะยาว

เมื่อพิจารณาผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการในเวลา 8 ชั่วโมง พบว่าพื้นที่ห้องปฏิบัติการด้านวัสดุธรรมชาติมีปริมาณฝุ่นมากกว่าห้องปฏิบัติการด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในสำนักงานก็ไม่เกินมาตรฐาน เช่นเดียวกับในพื้นที่อาคารเรียน ถึงแม้ว่าปริมาณความเข้นข้นฝุ่นมีค่าต่ำ แต่โอกาสเสี่ยงเมื่อสัมผัสเป็นระยะเวลานานหลายปีเป็นที่แน่นอนว่าผู้ที่ใช้พื้นที่ห้องปฏิบัติการนี้ย่อมมีโอกาสสัมผัสกับฝุ่นในลักษณะการสะสมเรื้อรังอย่างแน่นอน และจะส่งผลให้เกิดโรคแบบเรื้อรังตามมาด้วย อย่างเช่นที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น และในขณะเดียวกันห้องควบคุม

ไฟฟ้าหรือห้องพักแม่บ้านก็เช่นเดียวกับห้องเรียนและห้องปฏิบัติการผู้ที่ใช้พื้นที่นี้ในระยะเวลายาวนานย่อมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพเช่นกันดังที่ได้กล่าวไปแล้ว

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาปริมาณฝุ่นในอาคารสถานศึกษาในพื้นที่อื่นๆ เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าผลการศึกษามีลักษณะที่สอดคล้องกันประการหนึ่งคือ ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ศึกษาในระยะเวลาสั้นๆไม่เกินค่ามาตรฐานก็จริง แต่เมื่อทำการศึกษาในระยะเวลาสะสมพบว่าปริมาณฝุ่น PM10 มีปริมาณสูงมากขึ้น และพบสิ่งที่คล้ายกันอีกประการหนึ่ง คือ พบว่าการเข้ามาในห้องรียนของนิสิตเป็นสาเหตุหนึ่งของการนำฝุ่นเข้ามาภายในห้องเรียนคณะวิศวกรรมศาสตร์ ดังนั้นจำนวนนิสิตมีผลมีผลต่อฝุ่นเช่นเดียวกับคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้สิ่งที่แตกต่างกันอีกประการหนึ่งคือลักษณะของห้องที่ทำการเก็บตัวอย่างภายในห้องแตกต่างกันเช่น บางห้องมีเครื่องปรับอากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์ กองหนังสือ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดฝุ่นสะสมภายในห้องและยังมีสิ่งของในห้องมากฝุ่นภายในห้องก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาต่อเนื่องในอนาคตควรกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาให้เพิ่มขึ้น เช่น เพิ่มจำนวนห้องเรียน หรือห้องปฏิบัติการแต่ละประเภทให้มากขึ้น เพื่อสร้างความเชื่อมั่นของข้อมูล

2. ควรศึกษาความเสี่ยงในการสัมผัสในระยะยาวหรือโอกาสในการรับผลกระทบจากฝุ่นแบบ Chronic Effects

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2555) **เกล็ดความรู้เรื่องฝุ่นละออง,** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2555) **ดัชนีคุณภาพอากาศ,** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2558) **มาตรฐานคุณภาพอากาศ,** กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2558) **หมอกควันภาคเหนือ,** สำนักการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม.

ความรู้ในการป้องกันโรคจากการประกอบอาชีพ. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี : บริษัท โอ-วิทย์ (ประเทศไทย) จำกัด.

ไชยรัตน์ อิ่มเอมกมล. (2550) **ความเข้มข้นการกระจายของขนาดอนุภาคตามน้ำหนักในบรรยากาศและโอกาสในการสะสมของอนุภาค PM10 ในระบบทางเดินหายใจ,** ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พัทธนันท์ โตพ่วง และกนกพร สายวงศ์. (2553) ฝุ่น PM10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์, ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร. (2552) **สิ่งคุกคามและสัมผัส** ระบาดวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2552.

จันทร์รอน ช่างน้อย. (2550) **ปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม,** สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2558 https://www.l3nr.org/posts/39130

บริษัท Tasatec Co., Ltd., (2013) **การวัดฝุ่นละออง particulate measure (PM).** http://www.tasatec.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539461807&Ntype=17

มนัส สุวรรณ. (2539). **นิเวศวิทยาของมนุษย์,** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

รศ.นพ.ปารยะ อาศนะเสน. (2557) **มลพิษในอากาศกับปัญหาสุขภาพ,** สาขาโรคจมูกและโรคภูมิแพ้ ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา Faculty of Medicine Siriraj Hospital คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. http://www.si.mahidol.ac.th/sidoctor/epl/articledetail.asp?id=1110 สืบค้นเมื่อ 28 กันยายน 2558.

วิโรจน์ สูรพันธ์. (2550) **โรคภัยจากการอยู่ในอาคาร,** จุลสารวิทยาลัยแพทย์สร้างเสริมสุขภาพ. ปีที่ 1 ฉบับที่ 5 พฤษภาคม – มิถุนายน 2550.

วนิดา จีนศาสตร์. (2551) **มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ,** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สราวุธ สุธรรมาสา. (2533) **การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์มลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค,** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พิมพ์ครั้งที่ 1

สร้อยสุดา เกสรทอง. (2549) **SBS โรคจากการทำงานในตึก,** สำนักพิมพ์ใกล้หมอ. พิมพ์ครั้งที่ 1 มีนาคม 2549.

สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่. (2522) **แหล่งกำเนิดอนุภาคฝุ่นในอากาศ**

Mark Z. Jacobson. (2002) **Atomspheric Pollution History, and Regulation,** Stanford University

S.C.Lee. and M.Chang. (2002) **Indoor and outdoor air quality investigation at schools In Hong Environmental engineering Unit,Department of civil and structural engineering,** The Hong Kong Polytecnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong SAR, Chemosphere 41:109-113.

U. Heudorf et al,(2007) **Particulate matter and carbon dioxide in classrooms-The impact of cleaning and ventilation.** International journal of Hygiene and Environmental Health, 212:45-55

Maher Elbayoumi. (2014) **Multivariate methods for indoor PM10 and PM2.5 modelling in naturally ventilated schools buildings, Atomspheric Environment** www.elsevier.com/locate/atosenv.

Hong Kong Chamber of Commerce (HKGCC). (2015) **Understanding Air Pollution and Airquality Standards.**