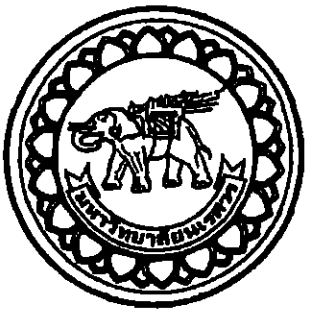


ฝุ่น PM10 ภายในอาคารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

PARTICULATE MATTER SMALLER THAN 10 MICRON (PM10) IN ENGINEERING BUILDINGS, NARESUAN UNIVERSITY

นางสาวพัทธนันท์ โตพ่วง รหัส 50381444
นางสาวกนกพร สายวงศ์ รหัส 50381734

15507339
W.
W543 ฝ
2553

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 20 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 15507339
เลขเรียกหนังสือ W.
มหาวิทยาลัยนเรศวร W543 ฝ 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ฝุ่น PM10 ภายในอาคารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวพัทธนันท์ โตพ่วง รหัส 50381444
	นางสาวกนกพร สายวงศ์ รหัส 50381734
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

.....กรรมการ

(ดร.ธนพล เพ็ญรัตน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ฝุ่น PM10 ภายในอาคารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวพัทธนันท์ โตพ่วง รหัส 50381444
	นางสาวกนกพร สายวงศ์ รหัส 50381734
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2553

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ศึกษา ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 จุดเก็บ ได้แก่ ห้องพักอาจารย์ CE 216 และ CE 217 ห้องวิชาการ ห้องเลขานุการภาควิชาโยธา ห้องเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ห้องสมุด ห้องเรียน EN 311 ห้องน้ำหญิง และห้องน้ำชาย พบว่า ปริมาณฝุ่น PM 10 ที่เวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่ามากที่สุดสามอันดับคือ ห้องน้ำหญิง มีค่าเท่ากับ 133.22 $\mu g/m^3$ ห้องน้ำชายมีค่าเท่ากับ 103.54 $\mu g/m^3$ และห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 64.63 $\mu g/m^3$ ซึ่งปริมาณฝุ่น PM10 ที่ตรวจพบนั้นมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารกำหนด ที่เวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไว้ที่ 150 $\mu g/m^3$ ซึ่งระบบหมุนเวียนอากาศภายในอาคารเป็นสาเหตุของการสะสมฝุ่น PM10 โดยมีนิสิตและบุคลากรพาอนุภาคของฝุ่นจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร

Project title	Particulate matter smaller than 10 micron (PM10) in engineering buildings, Naresuan University
Name	Miss. Phutthanan Topuang ID. 50381444
	Miss. Kanokporn Saiwong ID. 50381734
Project advisor	Asst. Prof. Dr. Pajaree Thongsanit
Major	Environmental Engineering
Department	Civil Engineering
Academic year	2010

.....

Abstract

This project was study on air quality in offices and classrooms at Naresuan University. The determination of PM10 was in the offices and classroom at faculty of engineering, Naresuan University. The ten samples were collected at the secretary of civil engineering lecturer's offices, classroom, laboratory of environmental engineering, library, male restroom, female restroom. The results found that the top three maximum of PM10 concentration at 24 hours were 133.22 $\mu g/m^3$, 103.54 $\mu g/m^3$ and 64.63 $\mu g/m^3$ respectively, at male restroom, female restroom and library. Those levels were not exceeding the indoor air quality standard at 150 $\mu g/m^3$ in 24 hours. Circulation indoor air is the cause of the accumulated dust PM10, with the students and staffs carried particles of dust from outside to inside the room.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางผู้ดำเนินต้องขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนวทางในการปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงาน ตลอดจนติดตามประเมินผลการทำโครงการมาโดยตลอด และทางผู้จัดทำใครขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณวิชญา อิ่มกระจ่าง และคุณยุพา เอี่ยมบัวหลวง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำในการปฏิบัติการและการใช้ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบพระคุณขวัญฤทัย ทองบุญฤทธิ์ และคุณจักรกฤษณ์ สิริโชคก ที่ช่วยให้คำแนะนำและให้ข้อมูลสำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการติดตั้งเครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาดำเนินโครงงาน

ขอขอบพระคุณทุกๆท่าน ที่ได้มีส่วนช่วยให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวพัทธนันท์ โตพ่วง
นาวสาวกนกพร สายวงศ์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ค

กิตติกรรมประกาศ..... ง

สารบัญ..... จ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูป..... ซ

บทที่ 1 บทนำ.....

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน..... 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน..... 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....

2.1 อากาศ..... 3

2.2 ภาวะมลพิษทางอากาศ..... 4

2.3 อนุภาคมลสาร..... 10

2.4 ฝุ่นละออง..... 11

2.5 คุณภาพอากาศภายในอาคาร..... 13

2.6 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์..... 16

2.7 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝุ่นภายในอาคาร..... 21

2.8 มาตรฐานอนุภาคของฝุ่นละออง..... 22

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....

3.1 การเก็บตัวอย่าง PM 10..... 27

3.1.1 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่น PM 10..... 27

3.1.2 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง..... 33

3.1.3 ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM 10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์..... 33

3.1.4 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์..... 39

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....

4.1 ศึกษาปริมาณฝุ่น PM 10 ภายในอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

นเรศวร..... 51

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....

5.1 บทสรุป..... 56

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 57

เอกสารอ้างอิง..... 58

ภาคผนวก ก ข้อมูลการเก็บตัวอย่างของปริมาณฝุ่นPM10 ภายในอาคารวิศวกรรมศาสตร์ 61

มหาวิทยาลัยนเรศวร.....

ภาคผนวก ข วิเคราะห์ปริมาณฝุ่น PM 10ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ 63

มหาวิทยาลัยนเรศวร.....

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน..... 66

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงขนาดอนุภาคของฝุ่นและระยะเวลาที่ใช้ในการตกตัว.....	9
2.2 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ.....	11
2.3 มลพิษทางอากาศภายในอาคาร.....	16
2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร.....	22
3.1 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง.....	33
4.1 ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.....	51

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของอากาศ	3
2.2 ระบบกาวะมลพิษอากาศ (Air Poluution System)	5
2.3 ลักษณะของห้องทำงานเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์	6
2.4 ก๊าซพิษในห้องทำงานพัสดุและการเงินคณะวิศวกรรมศาสตร์	7
2.5 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในห้อง	7
2.6 เชื้อที่ออกมากับการจาม	8
2.7 สภาพของห้องทำงาน	10
2.8 ภูเขาไฟระเบิดและควันจากโรงงานอุตสาหกรรม	13
2.9 กลุ่มของผู้ที่มีโอกาสเสี่ยงต่อโรค Sick Building Syndrome	17
2.10อาการที่เกิดจากโรค Sick Building Syndrome	18
3.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	27
3.2 ห้องพัก CE 216	28
3.3 ห้องพักCE 217	28
3.4 ห้องน้ำชาย	29
3.5 ห้องน้ำหญิง	29
3.6 ห้องวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์	30
3.7 ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา	30
3.8 ห้องเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์	31
3.9 ห้องห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม	31
3.10 ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์	32
3.11 ห้องเรียน EN 311	32
3.12 เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal Air Sampler)	34
3.11 ห้องเรียน EN 311	32
3.12 เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal Air Sampler)	34
3.14 เครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง	35
3.15 ซิลิกาเจล	35
3.16 กระดาษกรอง	36
3.17 หัวแยกเก็บตัวอย่างฝุ่น	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.18 คีมคีบตัวอย่าง(Forceps)	37
3.19 คีมคีบตัวอย่าง(Forceps)	38
3.20 ถุงมือชนิดไวนิล ไม่มีแป้ง	38
3.21 ถุงพลาสติกซิป สำหรับบรรจุกระดาษกรอง	39
3.22 ห้องพักอาจารย์ CE 216	41
3.23 ห้องพักอาจารย์ CE 217	42
3.24 ห้องน้ำชาย	43
3.25 ห้องน้ำหญิง	44
3.26 ห้องวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์	45
3.27 ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา	46
3.28 ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา	47
3.29 ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม	48
3.30 ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม	49
3.31 ห้องเรียน EN 311	50

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัญหาด้านมลพิษอากาศเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น อาทิเช่น ปัญหาภาวะโรคร้อน ปัญหาด้านฝุ่นละอองในบรรยากาศ ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทั้งนี้อาจมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์อีกด้วย กล่าวคือ เมื่อมนุษย์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงาน หรือสภาวะอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงานแล้ว การทำงานก็ไม่สัมฤทธิ์ผลดีเท่าที่ควร ดังนั้นการทำงานให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีนั้น ควรต้องอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดี เช่น การทำงานภายในหรือภายนอกอาคารสำนักงานต้องไม่พบปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เกินมาตรฐาน คุณภาพอากาศภายในห้องสำนักงานควรมีบรรยากาศที่ดีปราศจากฝุ่นละอองเหมาะแก่การทำงาน ปัจจุบันเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากเกินไปจะส่งผลต่อสุขภาพได้และอาจก่อให้เกิดโรคได้ เช่น โรคมะเร็ง โรคแพ้ฝุ่น โรคแพ้จากอากาศ ดังนั้นภายในห้องเรียน อาคารสำนักงาน จึงจำเป็นต้องมีคุณภาพอากาศที่ดีปราศจากฝุ่นละออง และมีคุณภาพอากาศอากาศทางจุลินทรีย์ที่ดี(Microbial Air Quality)ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ทั้งภายในอาคารสำนักงานและห้องเรียนหรือภายนอกอาคาร

กลุ่มอาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นเมื่ออาศัยอยู่ในตึก ในชีวิตประจำวันของคนมาจากภาษาอังกฤษ คือ Sick Building Syndrome ซึ่งอาจมีอาการได้หลากหลาย เช่น มีผื่นคันตามผิวหนัง ระคายเคืองตา จมูก คอ และระบบทางเดินหายใจ หายใจติดขัด ปวดศีรษะบริเวณหน้าผากเหนือกระบอกตาทั้งสองข้างและต้นคอ รู้สึกเหนื่อยล้าไม่มีแรง ง่วงซึม อาจเรื้อรังถึงขั้นหอบหืด โดยอาการเหล่านี้เกิดเมื่ออาศัยอยู่ภายในอาคารมาระยะเวลาหนึ่ง และทุเลาหรือหายไปก็ต่อเมื่อออกจากที่อาคาร และสาเหตุหลักของโรคนี้ก็เกิดจากที่ห้องนั้นไม่มีระบบหมุนเวียนอากาศที่ดีพอ (วิโรจน์,2550) มีเฟอร์นิเจอร์หรือวัสดุอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานที่เป็นแหล่งผลิตหรือสะสมของสารพิษ ได้แก่ ฝ้าเพดานสำเร็จรูป จอคอมพิวเตอร์เครื่องพิมพ์ พรมปูพื้น น้ำยาลบคำผิด สีทาอาคาร เฟอร์นิเจอร์ไม้อัด พาร์ทิเคิลบิร์ด น้ำยาเคลือบเงาไม้ วอลเปเปอร์ การวิทยาศาสตร์ และเครื่องถ่ายเอกสาร ยังมีสารพิษอื่นๆ ทั้งสารฟอร์มาดีไฮด์ ไซลีน โทลูอีน แอมโมเนีย แอลกอฮอล์ (www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html,2009) การแก้ไขโรคภัยจากอาคารจำเป็นต้องใช้วิธีร่วมกัน ได้แก่

การกำจัดแหล่งที่มาของสารพิษให้มีประสิทธิภาพ เช่น การจัดการระบบบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศและระบบระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ การทำความสะอาดไส้กรองอากาศเป็นประจำ การทำความสะอาดพรมและฝ้าเพดาน ห้ามการสูบบุหรี่ในอาคาร การเก็บสารระเหยอย่างมิดชิด (วิโรจน์,2550) แนวทางการแก้ไข คือ การจัดการระบายอากาศที่ดี ควบคุมความชื้น ออกแบบภายในอาคารให้ทำความสะอาดได้ง่าย การออกแบบแสง ควรใช้หลอดไฟที่ให้แสงเป็นธรรมชาติมากที่สุด

ปัญหาดังกล่าวนี้สอดคล้องกับนโยบายของมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่จะให้สภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย เป็นมหาวิทยาลัยสะอาดร่มรื่น(Green and Clean University) สิ่งแวดล้อมที่ดีสนับสนุนการเรียนรู้ที่ดี ด้วยมาหาวิทยาลัยได้มีนโยบายส่งเสริมสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่ดีเพื่อเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้และเกิดการพัฒนาด้านคุณภาพชีวิตที่ดีของนิสิต อาจารย์และบุคลากร มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงควรมีการศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานและห้องเรียนในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ศึกษาความเข้มข้นของฝุ่น PM10 ภายในสำนักงานและห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในสำนักงานและห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

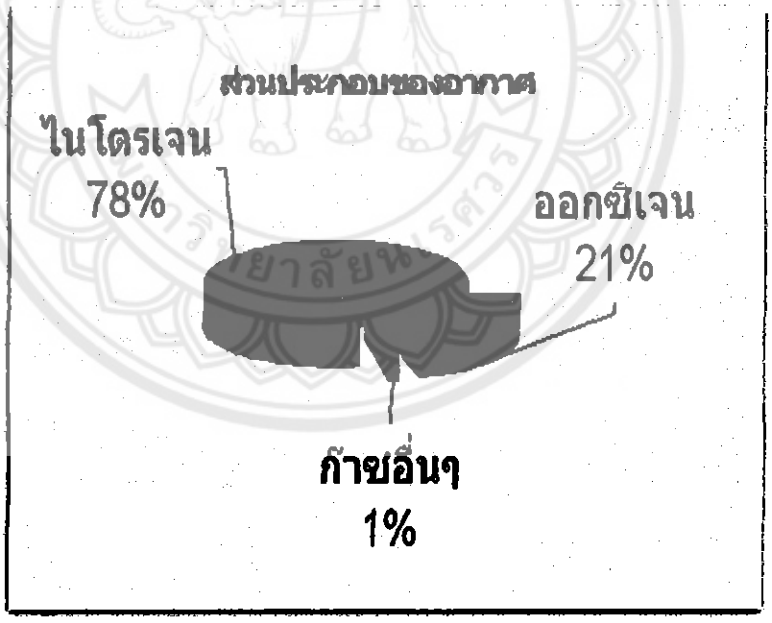
เก็บตัวอย่างฝุ่น PM10 ภายในสำนักงานและห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 อากาศ

อากาศ (Air) คือ ของผสมที่เกิดจากก๊าซหลายชนิด อากาศบริสุทธิ์จะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส ส่วนผสมสำคัญโดยปริมาตร ได้แก่ ไนโตรเจน ร้อยละ 78.09 ออกซิเจน ร้อยละ 20.94 ก๊าซเฉื่อย ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ก๊าซอาร์กอน ร้อยละ 0.93 คาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 0.03 และส่วนผสมของก๊าซฮีเลียม ไฮโดรเจน นีออน คริปตอน ซีนอน โอโซน มีเทน ไอน้ำและสิ่งอื่นรวมกัน ร้อยละ 0.01 อากาศใกล้ผิวโลกจะมีอยู่อย่างหนาแน่นมากที่สุด เพราะแรงดึงดูดของโลกปริมาณและการปรากฏของก๊าซจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและสถานที่ ก๊าซออกซิเจนที่พอเหมาะแก่การดำรงชีวิตจะอยู่สูงจากพื้นโลก 5 - 6 กิโลเมตร ตามธรรมชาติแล้วอากาศที่บริสุทธิ์จะหาได้ยากมาก และการที่อากาศลอยปนอยู่กับ ลักษณะทางกายภาพจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงได้



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของอากาศ

2.1.1 ความสำคัญของอากาศ

อากาศมีความสำคัญ ดังนี้

2.1.1.1 มีก๊าซที่จำเป็นต่อการมีชีวิตของมนุษย์ สัตว์และพืช

2.1.1.2 การมีอิทธิพลต่อการเกิดปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรอื่น เช่น ป่าไม้และแร่ธาตุ

2.1.1.3 ช่วยปรับอุณหภูมิของโลก โดยเฉพาะไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะช่วยป้องกันการสูนย์เสียความร้อนจากพื้นดิน ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันกับกลางคืนและฤดูร้อนกับฤดูหนาวไม่แตกต่างกันมาก และทำให้บริเวณผิวโลกมีความอบอุ่นขึ้น

2.1.1.4 ทำให้เกิดลมและฝน

2.1.1.5 มีผลต่อการดำรงชีวิต สภาพจิตใจ และร่างกายมนุษย์ถ้าสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น แห้งแล้ง หรือหนาวเย็นเกินไป คนจะอยู่ด้วยความยากลำบาก

2.1.1.6 ช่วยป้องกันรังสีจากดวงอาทิตย์ โดยก๊าซโอโซนในบรรยากาศจะกรองหรือดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งทำให้ผิวไหม้เกรียม เป็นโรคมะเร็งผิวหนังและโรคต้อกระจก

2.1.1.7 ช่วยเผาไหม้วัตถุที่ตกลงมาจากฟ้าหรืออุกาบาตให้กลายเป็นอนุภาคเล็กๆ จนไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และทรัพย์สิน

2.2 ภาวะมลพิษทางอากาศ

โลกของเรามีชั้นของบรรยากาศห่อหุ้มอยู่โดยรอบหนาประมาณ 15 กิโลเมตร ซึ่งประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน ออกซิเจน ฝุ่นละอองไอน้ำ และเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ แต่ชั้นบรรยากาศที่มีก๊าซเหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตมีเพียง 5 - 6 กิโลเมตร จากพื้นดินเท่านั้น โดยปกติส่วนประกอบของอากาศ จะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่ถ้าส่วนประกอบของอากาศเปลี่ยนแปลงไปมากกว่าปกติ จนก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ก็จะถือว่าเป็น "มลพิษทางอากาศ" ไม่ว่าจะเป็นปริมาณฝุ่นละอองที่เพิ่มขึ้น, ก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น, กลิ่น ,หมอก, ควันต่างๆ, ไอสารเคมี, ไอน้ำ, เขม่าหรือแม้กระทั่งสารกัมมันตภาพรังสีอยู่ในบรรยากาศ เป็นต้น

มลพิษอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศ ที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ แล้เป็นระยะเวลาที่นานพอ ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษ

หลักที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง(SPM) ตะกั่ว(Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน(NO_x) และก๊าซโอโซน(O_3)

ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System) มีส่วนประกอบ 3 ส่วน ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ (Emission Sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลกระทบ (Receptors) แสดงเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Poluution System)

ที่มา : ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ กรมโรงงานอุตสาหกรรม

2.2.2 ประเภทของสารปนเปื้อนภายในอาคารสามารถจำแนกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

2.2.1.1 อนุภาคแขวนลอยในอากาศ (Aerosal and Tobacco smoke) อากาศมีอนุภาคแขวนลอยอยู่เป็นจำนวนมาก และมีหลากหลายชนิด ได้แก่ ควันบุหรี่ ฝุ่น ละอองเกสรดอกไม้ เส้นใยแร่ใยหิน อนุภาคแขวนลอยดังกล่าวมีขนาดเล็กมากที่สามารถเข้าไปยังถุงลมในปอดได้ ผลกระทบต่อสุขภาพ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน และมะเร็งในปอด

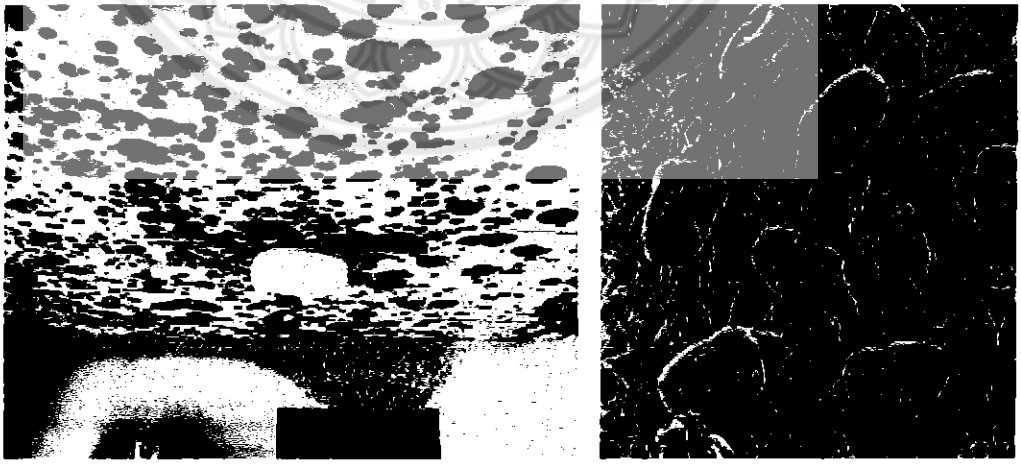
2.2.1.2 สารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds,VOC) สารระเหยอินทรีย์ หรือ VOC ส่วนใหญ่พบในวัสดุก่อสร้าง หรือวัสดุตกแต่งภายในอาคาร เช่น ไม้อัด พรมเฟอร์นิเจอร์ สี สารเคลือบเงาไม้ น้ำยาทำความสะอาดพื้น กาวที่ใช้ในการยึดกระเบื้อง และสารระเหยจากยาฆ่าแมลง ซึ่งสารเหล่านี้จะพบมากในเฟอร์นิเจอร์ใหม่ ส่งผลให้ปัญหาการเจ็บป่วยจากสารประกอบประเภทนี้มักพบในอาคารที่เพิ่งเปิดใช้งานหรือทำการปรับปรุงภายในใหม่

รูปที่ 2.3 ลักษณะของห้องทำงานเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์

2.2.1.3 ก๊าซอนินทรีย์ (Inorganic Gaseous) ก๊าซนี้เกิดขึ้นจากการเผาไหม้กับสารเคมีอื่น ๆ ก๊าซเหล่านี้ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NOx) เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดจากการหายใจของคน และก๊าซโอโซน ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องทำความสะอาดอากาศที่ใช้หลักการไฟฟ้าสถิต

รูปที่ 2.4 ก๊าซพิษในห้องทำงานพัสดุและการเงินคณะวิศวกรรมศาสตร์

ผลกระทบต่อสุขภาพ การได้รับก๊าซเหล่านี้ในปริมาณมากมักก่อให้เกิดอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะ และทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจได้ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ(Bioaerosal)



รูปที่ 2.5 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในห้อง

ที่มา: www.shawpat.or.t h/safetyweek23_document/Summary/sum3.16.pdf

สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ ได้แก่ เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ริกเกตเซีย โปรโตซัว ไรฝุ่น มักพบอยู่ในพื้นผิววัสดุที่มีความชื้นสูง หรือบริเวณที่มีแหล่งน้ำขัง เชื้อจุลชีเหล่านี้ทำให้เกิดการติดเชื้อ การติดเชื้อภายในอาคารเกิดจากการแพร่เชื้อจากคนสู่คน ภายในอาคารมีการระบายอากาศไม่เพียงพอหรือมีคนอยู่หนาแน่นเกินไป ปัจจัยดังกล่าวยิ่งส่งเสริมให้เกิดการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น

รูปที่ 2.6 เชื้อที่ออกมากับการจาม

ที่มา: www.shawpat.or.th/safetyweek23_document/Summary/sum3.16.pdf

ผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อคนหายใจเอาเชื้อเข้าไปในร่างกาย หรือสัมผัสกับเชื้อทำให้เกิดอาการแพ้ คันตามร่างกาย คัดจมูก ไอ และมีอาการเจ็บป่วย นอกจากนี้ก๊าซพิษของเชื้อโรคที่ปล่อยออกมายังทำลายระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาทส่วนกลาง และระบบภูมิคุ้มกัน

2.2.1.4 เรดอน (Radon) เรดอนเป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเกิดจากการสลายตัวจากธาตุเรเดียมซึ่งมีอยู่ในดินและหินสามารถเข้ามาในอาคารได้โดยการซึมผ่านตามรอยต่อและรอยรั่วต่างๆ ของอาคาร ผลกระทบต่อสุขภาพ การได้รับเรดอนเข้าไปในร่างกายในระยะยาวทำให้เกิดมะเร็งในปอด

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดอนุภาคของฝุ่นและระยะเวลาที่ใช้ในการตกตัว

Diameter in μm	Time required for deposition from a height of 3 meters
100 μm	10 sec.
40 μm	1 min.
20 μm	4 min.
10 μm	17 min.
6 to 10 μm	A few hours
0.06 to 6 μm	Several hours

ที่มา : www.airbornefilter.com

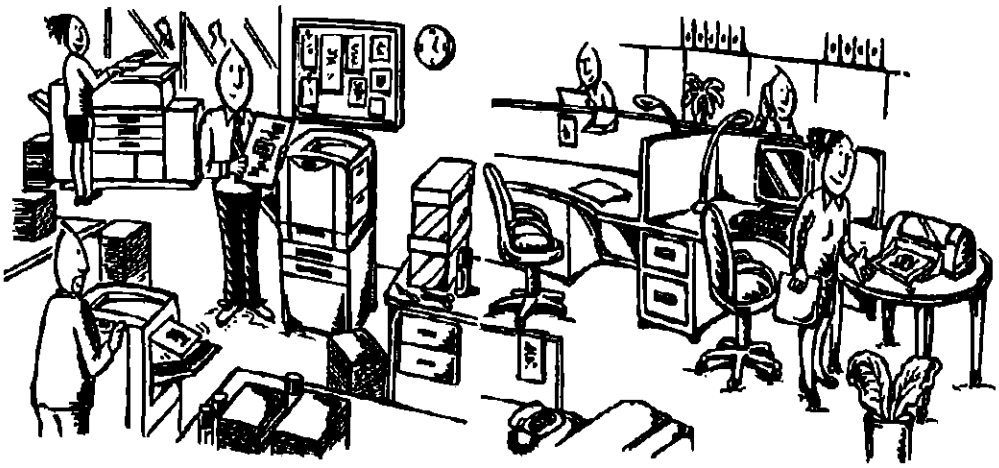
2.2.2 ที่มาของมลพิษทางอากาศภายในอาคาร

2.2.2.1 การปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร สารปนเปื้อนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร เช่น ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ ฝุ่นจากการจราจร ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ สารปนเปื้อนดังกล่าวสามารถเข้ามาสะสมภายในอาคารและทำให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ ดังนี้

- การแลกเปลี่ยนอากาศโดยการเปิดประตูหน้าต่างที่อยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดมลพิษต่าง ๆ เช่น เชื้อโรค จากถังขยะและครัว ก๊าซพิษจากรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม

- คน มลพิษภายนอกอาคารอาจติดมากับเสื้อผ้าที่ผู้ใช้อาคารสวมใส่ นอกจากนี้คนเป็นพาหะที่แพร่กระจายเชื้อโรคทำให้เกิดโรคติดต่อภายในอาคาร โดยการพูดคุย ไอ หรือการจาม

2.2.2.2 สภาพแวดล้อมภายในอาคาร สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งสภาพแวดล้อมภายในอาคารในที่นี้หมายถึงการออกแบบและจัดการอาคาร การเลือกใช้วัสดุเครื่องใช้ต่าง ๆ รวมถึงปัจจัยทางสภาพอากาศ โดยเฉพาะความชื้นภายในอาคาร ความชื้นภายในอาคารเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการระเหยของสารเคมีของวัสดุ ความชื้นภายในห้องมากอัตราการระเหยของ Valatie organic carbon (VOC) มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย



รูปที่ 2.7 สภาพของห้องทำงาน

ที่มา: www.shawpat.or.th/safetyweek23_document/Summary/sum3.16.pdf

ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ก่อให้เกิดการสะสมของสารปนเปื้อนภายในอาคาร และส่งผลต่อปัญหาการเจ็บป่วยที่ เรียกว่า Sick Building Syndrome (SBS) ในปัจจุบันการเจ็บป่วยที่เกิดจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารมีมากขึ้นทุกวัน เนื่องจากผู้ใช้อาคารขาดความใส่ใจหรือไม่มีความรู้ทางด้านคุณภาพอากาศภายใน เพื่อจัดการกับปัญหาดังกล่าว

2.3 อนุภาคมลสาร

อนุภาคมลสาร คือ มลสารใดๆที่อยู่ในบรรยากาศหรือไอเสีย ซึ่งอยู่ในสภาพของแข็งหรือของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ โดยอุณหภูมิและความดันปกติ ยกเว้นไอน้ำ อนุภาคมลสารมีขนาดตั้งแต่ 0.1- 200 ไมโครเมตร ได้แก่ ฝุ่น, ผง, ละออง, ขี้เถ้า, หมอก, ควันและสเปรย์ เป็นต้น ซึ่งขนาดอนุภาคมลสารจะแบ่งตามแหล่งกำเนิด โดยส่วนใหญ่มาจากขบวนการเผาไหม้เป็นหลัก และส่วนที่เหลือมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

2.3.1 อนุภาคมลสารที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10)

PM10 ตามคำจำกัดความของ US.EPA หมายถึง ฝุ่นหยาบ(Course Particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 – 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดมาจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยาง จากการขนส่งวัสดุ รวมทั้งฝุ่นจากกิจกรรมบด ย่อยหิน

อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน(PM10) วัดโดยพฤติกรรมเชิงแอโรไดนามิกส์ เป็นอนุภาคที่ถูกปลดปล่อยในรูปของการควบแน่น หรือการทำให้เป็นผงละออง ขนาดเล็ก(Atomization) ซึ่งมีสภาพเป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลวในอากาศ ซึ่งได้มาจากการ

กระทำของกระแสลมและการสั่นสะเทือน และสามารถแขวนลอยในอากาศได้นาน เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำ เพราะขนาดอนุภาคซึ่งมีขนาดเล็ก และสามารถถูกพัดพาเข้าสู่ในอาคารได้ ซึ่งมีส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ

ส่วนประกอบ	แหล่งที่มา
1. สารประกอบคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้
2. สารประกอบอินทรีย์ เช่น ไดออกซิน โพลีไซคริก อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์
3. เกลือแอมโมเนีย	การทำให้เป็นกลางของกรดในอากาศ
4. เกลือโซเดียมและแมกนีเซียมคลอไรด์	ทะเล
5. แคลเซียมซัลเฟต	วัสดุก่อสร้าง เช่น ดินและทราย
6. ซัลเฟต	การเติมออกซิเจนของไนโตรเจนไดออกไซด์
7. ตะกั่ว	น้ำมันที่มีสารตะกั่ว
8. ดิน	แร่ธาตุต่างๆ

ที่มา : มาริษา,2542

2.4 ฝุ่นละออง (Particulate Matter)

ฝุ่นละออง หมายรวมถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายอยู่ในอากาศ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือนร้อนรำคาญต่อประชาชนบดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง นานาประเทศจึงได้กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศขึ้น สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา US.EPA (United State Environmental Protection Agency) ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) และฝุ่น PM10 แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพบว่า ฝุ่นขนาดเล็กจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไประบบทางเดินหายใจส่วนในและมีผลต่อ

สุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม ดังนั้น US.EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวม และกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ PM10 คือ PM2.5

ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เมื่อหายใจเข้าไปในปอดจะเข้าไปอยู่ในระบบทางเดินหายใจส่วนกลาง ในสหรัฐอเมริกาพบว่า ผู้ที่ได้รับฝุ่น PM10ในระดับหนึ่งจะทำให้เกิดโรคหืด (Asthma) และฝุ่น PM2.5 ในบรรยากาศจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจและโรคปอดที่เข้ามารักษาตัวในห้องฉุกเฉิน เพิ่มอาการของโรคทางเดินหายใจ ลดประสิทธิภาพการทำงานของปอด และเกี่ยวโยงกับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุ ผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหืดหอบ และเด็กจะมีอันตรายสูงกว่าคนปกติด้วย แหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.4.1 แหล่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหลายอย่างที่เกิดขึ้นมีส่วนทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ได้แก่

2.4.1.1 ภูเขาไฟระเบิด เมื่อเกิดการระเบิดของภูเขาไฟ จะมีเถ้าถ่านและควันถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศเป็นจำนวนมาก ซึ่งอนุภาคสารเหล่านี้อาจล่องลอยขึ้นไปได้สูงมากเป็นหมื่นฟุต และคงอยู่ในอากาศได้นานนับปีกว่าที่จะตกกลับคืนลงสู่พื้นโลก

2.4.1.2 ไฟป่า ควันที่เกิดจากไฟป่า เป็นตัวการที่เพิ่มปริมาณมลพิษให้กับอากาศได้มากอย่างหนึ่ง แต่ก็จำกัดขอบเขตอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ที่เกิดไฟไหม้ป่าเท่านั้น ดังนั้น ควันจากไฟไหม้ป่า จึงได้รับการพิจารณาว่าไม่ใช่แหล่งกำเนิดที่สำคัญของมลพิษทางอากาศ แต่อย่างไรก็ตาม ควันจากไฟไหม้ป่าอาจทำให้ทัศนะวิสัยการมองเห็นเลวลง อันเป็นสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์หรือเครื่องบินได้

2.4.1.3 อนุภาคมลสารต่าง ๆ จากดิน ลมและพายุ สามารถพัดพาเอาอนุภาคมลสารจากผิวดินให้ขึ้นไปแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผิวดินมีลักษณะที่ไม่จับกันแน่น เช่น ดินที่เพิ่งผ่านการคราดไถ ดินที่ปราศจากต้นไม้ใบหญ้าปกคลุม หรือดินที่ถูกกระบวนการอื่น ๆรบกวน เช่น มีรถวิ่งไปมา อนุภาคต่างๆจากดินจะถูกลมพัดพาเข้าสู่บรรยากาศได้ง่าย

2.4.1.4 ละอองเกสรจากพืช เกิดจากวัชพืช หญ้า และต้นไม้ มีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็ก และมีน้ำหนักเบา สามารถลอยในบรรยากาศได้ ละอองเกสรเหล่านี้อาจทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ได้

2.4.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

2.4.2.1 การคมนาคมขนส่ง รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่นหรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่

มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนน เมื่อรถแล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรก

2.4.2.2 การก่อสร้าง การก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค การก่อสร้างอาคารสูงทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคาร การรื้อถอน ทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

2.4.2.3 การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในการผลิต กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียรโลหะ การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

ก. ควันจากภูเขาไฟระเบิด ข.ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม

รูปที่ 2.8 ภูเขาไฟระเบิดและควันจากโรงงานอุตสาหกรรม

ที่มา: http://sirikarn1.files.wordpress.com/2009/12/0281.jpg

2.5 คุณภาพอากาศภายในอาคาร

คุณภาพอากาศ หมายถึง สิ่งแวดล้อมในอาคารที่มันเกิดจากสภาพอากาศ ระบบต่างๆ ในอาคารโดยเฉพาะระบบอากาศ จะเห็นว่าสิ่งปนเปื้อนที่มีในอาคาร อย่างอาคารที่มีสิ่งปนเปื้อนในอาคาร อย่างในห้างสรรพสินค้า จะเสี่ยงต่อสิ่งปนเปื้อนแล้ว จะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างสูง หรือแม้แต่สนามบินหรือการท่าเอง เป็นแหล่งที่มีคาร์บอนไดออกไซน์สูง แต่จะมีโอกาสที่จะติดได้ง่าย แต่ถ้าเป็นอาคารที่มีสถานที่เยอะ กองเอกสารเยอะ โดยเฉพาะตามหน่วยงานราชการที่เอกสารต้องเก็บอย่างน้อย 10 ปี แล้วก็กองกันเอาไว้เยอะๆ อากาศตรงนั้นจะเป็นฝุ่นมาก

หรือบางอาคารก็เป็นอาคารพวกทำงานศิลป์ ที่ต้องใช้พวกวัสดุ สารเคมี ก็จะเกิดมลพิษอีกประเภทขึ้นอยู่ว่าอาคารนั้นประกอบกิจกรรมอะไร ก่อให้เกิดมลพิษประเภทใด

แม้ปริมาณฝุ่นละอองในอาคารจะมีผลต่อสุขภาพ แต่จะไม่เหมือนกับโรคติดเชื้อ โรคระบาดอื่นๆ แต่มันก็ทำให้มีผลต่อผลผลิตของงาน ความสุขสบายกาย ความเป็นอยู่ เพราะว่าคนส่วนใหญ่แล้วร้อยละ 90 ของเวลาทั้งหมดนั้น จะใช้เวลาอยู่ภายในอาคาร เพราะต้องใช่เวลาจากการทำงานภายในอาคารถึง 8 ชั่วโมงต่อวัน และรวมระยะเวลาที่อยู่ในบ้านด้วย ในวันหนึ่ง ชีวิตคนก็จะอยู่ในอาคารเยอะๆ แล้วคุณภาพอากาศก็สำคัญ เพราะเราต้องหายใจตลอดเวลา คุณภาพอากาศที่ดีนั้น คือ ระบบความหมุนเวียนของอากาศต้องมีความเหมาะสม หรือต้องมีอากาศจากภายนอกที่เรา เรียกว่า เฟรชแอร์ การเปิดอากาศบริสุทธิ์ เข้าสู่อาคารอย่างเพียงพอ และสามารถกระจายตัวสู่ในอาคารได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังต้องมีการควบคุมสารปนเปื้อนในอากาศ ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และต้องรักษาระดับอุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสม

คุณภาพอากาศที่ดีจะทำให้ผู้ที่อยู่ในอาคารไม่เกิดโรคหรือผลกระทบต่อสุขภาพ เพิ่มความสะดวกสบายกายแก่ผู้ที่อยู่ในอาคาร เพิ่มผลผลิตหรือประสิทธิภาพในการทำงาน สาเหตุการปนเปื้อนของอากาศภายในอาคาร นั้นมีปัจจัย คือ ปริมาณจำนวนคนที่อาศัยอยู่ภายในอาคาร เพราะในหนึ่งวันคนจะเข้าออกตัวอาคาร โดยอาจจะไปได้รับสารพิษจากนอกอาคาร หรือเกิดจากมลพิษภายนอกที่เข้าสู่อาคารได้ กิจกรรมที่เกิดขึ้นในอาคารก็จะมีผลเยอะ บางอาคารก็ทำกิจกรรมที่แตกต่างกัน ปริมาณคนปริมาณการผลิต สิ่งปนเปื้อนก็ต่างกัน นอกจากนี้ยังรวมถึงวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตกแต่งหรือการก่อสร้างที่มีส่วนผสมของสารเคมี ส่วนสาเหตุอื่น เช่น อุบัติเหตุ เหตุการณ์ที่ไม่คิดว่าจะเกิดขึ้น หรือ การจัดให้มีพื้นที่สูบบุหรี่ และการมีหลายกิจกรรมในพื้นที่เดียวกัน เป็นต้น (สร้อยสุดา, 2553)

ระบบในอาคารที่สำคัญก็คือ ระบบปรับอากาศ เพราะระบบปรับอากาศถือว่าเป็นสิ่งอันตรายมาก แต่ในขณะเดียวกันระบบปรับอากาศก็ช่วยในการจัดการปัญหา เพราะเมื่อมีการจัดการระบบ มันก็จะสามารถแก้ไขปัญหาระบบปรับอากาศได้เช่นกัน กิจกรรมต่างๆ ที่อยู่ภายในอาคาร ว่าในอาคารนั้นๆ ได้ดำเนินกิจกรรมอะไรที่จะก่อให้เกิดมลพิษได้ กระบวนการทำความสะอาดของอาคาร การบำรุงรักษาอย่างไร และจะต้องคำนึงถึงวัสดุที่ใช้ เช่น พื้นที่จะก่อให้เกิดการสะสมฝุ่น หรือพื้นที่ใช้อาจจะมีการระเหยของสารเคมีจากวัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ เฟอร์นิเจอร์ต่างๆ สิ่งเหล่านี้จะก่อให้เกิดสภาวะสุขวิทยาที่ไม่เหมาะสมด้วย รวมทั้งภายในอาคารมีสาร

ปนเปื้อนหลายชนิด เช่น สิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ แบคทีเรีย รา ก๊าซคาร์บอนออกไซน์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ควันบุหรี่ ฟอร์มาดีไฮด์ และสารระเหยอินทรีย์ เป็นต้น

สิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ มีสาเหตุที่สำคัญ คือ การระบายอากาศในอาคารไม่เพียงพอ และมีความชื้นที่เกิดจากการรั่วของน้ำจากเพดาน พรมที่เปียกหรือน้ำขังในห้องน้ำ โดยจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ คือ เกิดโรคทั้งที่ติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ ที่ทำให้เกิดอาการจาม ภูมิแพ้ ไอ มึน งง เฉื่อยชา หายในไม่สะดวก น้ำตาไหล เป็นผื่นแดงที่ผิวหนัง

การสัมผัสสารปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย สามารถผ่านทางการหายใจที่เป็นหลัก ทางการรับสัมผัสหรือผิวหนังจะเกิดขึ้นกับคนที่ทำงานอยู่ในโรงงานที่ทำสารเคมี และทางการรับประทานอาหาร เช่น มือไปได้รับสารเคมี แล้วก็ไปหยิบจับอาหาร โดยที่เราไม่ล้างมือก่อน หรือผลกระทบจากสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกายนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับประเภทของสารเคมี เพราะแต่ละตัวมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน เช่น ฝุ่น ซึ่งถือว่าเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งแล้วเข้าสู่ปอด หากเป็นฝุ่นขนาดเล็กมันก็เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกมา เช่น การไอ หรือ จาม เมื่อมีความเข้มข้นของสารเคมีในปริมาณที่มากก็จะมีผลกระทบต่อร่างกาย รวมไปถึงเส้นทางการรับสารปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกาย และระยะเวลาที่ได้รับการสัมผัสสารเคมี คนที่รับสัมผัสนาน ก็จะมีผลกระทบที่ร้ายแรงได้ ซึ่งสารเคมีบางตัวไม่ได้ออกปฏิกิริยาทันทีแต่อาจจะใช้เวลาถึง 10 ปีจึงจะออกฤทธิ์ จะเห็นได้ว่าคนไทยเป็นมะเร็งสูงมาก และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เหล่านี้เป็นสิ่งที่เราสามารถป้องกันได้

มนุษย์เราต้องหายใจไปเข้าทุกวัน ดังนั้น การจัดการคุณภาพอากาศจึงเป็นสิ่งที่ความสำคัญ หากเรารู้ว่ามีสารเคมีปนเปื้อน แล้วเราไม่รีบจัดการกับสารเหล่านั้น เราก็จะต้องรับมันเข้าไปทุกวัน ทำให้เกิดการสะสมมากขึ้นทุกวัน ส่วนเรื่องของปัจจัยส่วนบุคคล ก็จะมีผลต่อการเกิดผลกระทบเช่นกัน ฉะนั้น สิ่งที่ควบคู่ไปกับการป้องกันคือ การควบคุมในเรื่องของสารเคมี ปัจจัยเสี่ยงต่างๆ และจะต้องทำควบคู่กับการป้องกันตนเองให้แข็งแรง ออกกำลังกาย รับประทานอาหารที่ดีมีประโยชน์ ซึ่งปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อการรับสัมผัส คือ ในเรื่องของการสูบบุหรี่ โอกาสที่จะเกิดผลกระทบได้สูง เพราะว่าคนสูบบุหรี่ปอดก็จะไม่แข็งแรงเท่ากับคนปกติอยู่แล้ว เพราะฉะนั้นเมื่อเกิดการรับสารเคมีอยู่แล้ว มันจะทำให้เกิดความรุนแรงขึ้น หรือ แอลกอฮอล์ก็เช่นการเป็นสารเคมีชนิดหนึ่ง เป็นผลกระทบที่เกิดกับตับ ก็จะทำให้การทำงานของตับเสื่อมไปได้ สุขวิทยาส่วนบุคคลที่ดี มีผลทำให้โอกาสการรับสัมผัสลดลง เช่น โรคไข้หวัดใหญ่ บางคนไม่ชอบล้างมือทำให้มีโอกาสการติดเชื้อสูง

ภาวะมลพิษทางอากาศภายในอาคาร(Indoor Air Pollutant) หมายถึง สภาวะการที่อากาศในอาคาร มีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณและระยะเวลาที่นานพอ ที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นๆ มลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในสำนักงานและบ้านเรือนมีตัวอย่างดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 มลพิษทางอากาศภายในอาคาร

สำนักงาน	ที่อยู่อาศัย
1. วัสดุในการตกแต่ง	แหล่งมลพิษเหมือนสำนักงาน
2. พรม,ม่าน	สัตว์เลี้ยง
3. เครื่องถ่ายเอกสาร	ความชื้นจากห้องน้ำเกิดเชื้อรา
4. คน(กลิ่น)	Miter
5. ต้นไม้ประดับ	เตาผิง(fire place)
6. น้ำยาทำความสะอาด	Household Cleaner
7. บุหรี่	Radon
8. ยาฆ่าแมลง	-
9. อาหาร	-
10. ฝุ่นละออง	-

ที่มา : มาริษา, 2542

2.6 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

นอกจากฝุ่นละอองจะทำให้เกิดอาการคายเคืองตาแล้ว ยังทำอันตรายต่อระบบหายใจ เมื่อเราสูดเอาอากาศที่มีฝุ่นละอองเข้าไป โดยอาการระคายเคืองนั้นจะเกิดขึ้นตามส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง โดยฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ร่างกายจะดักไว้ได้ที่ขนจมูก ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กนั้นสามารถเล็ดลอดเข้าไปในระบบหายใจ ทำให้ระคายเคือง แสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะ หรือมีการสะสมของฝุ่นในถุงลมปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง

2.6.1 โรคแพ้จากอาคาร (Sick Building Syndrome)

โรคแพ้จากอาคาร หรือโรคแพ้ตึก มาจากภาษาอังกฤษว่า Sick Building Syndrome หมายถึง โรคที่เกิดจากภาวะต่างๆ ในตึก อาคารสำนักงาน ร้านสรรพสินค้า ฯลฯ ที่เกิดขึ้นพร้อมกันหลายๆคน และมีอาการคล้ายๆกันเกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกัน มักเกิดในสำนักงานที่ใช้

เครื่องปรับอากาศ อากาศถ่ายเทน้อยไม่มีอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาปรับเปลี่ยน คนในอาคารแออัด ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 กลุ่มของผู้ที่มีโอกาสเสี่ยงต่อโรค Sick Building Syndrome

ที่มา : https://www.myfirstbrain.com/main_view.aspx?ID=63466

2.6.1.1 สาเหตุ จากมลพิษภายในตึก อากาศถ่ายเทไม่ดี คนในอาคารแออัดมากเกินไป มีการเผาไหม้ เกิดแก๊สในตึก เช่น มีการสูบบุหรี่ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นผง ฯลฯ การปรุงอาหารในตึก การมีคนแออัด ไอ จาม ไว้ ทำให้เชื้อโรคกระจายวนเวียนในตึก เชื้อราจากฝาผนังตึก ผนังห้อง เชื้อโรคจากมด ปลวก แมลงสาบ ไรฝุ่น ที่อยู่ตามพรม หรือเครื่องเขียน มลพิษจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น จากเครื่องถ่ายสำเนา รังสีจากเครื่องไฟฟ้า เช่น เตาไมโครเวฟ ฯลฯ

- **การระบายอากาศไม่เพียงพอ** ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการนำอากาศจากภายนอก เข้าไปในอาคารไม่เพียงพอ การกระจายและการผสมผสานอากาศภายในอาคารไม่เพียงพอ และความชื้นสูงหรือไม่คงที่ ระบบการกรองอากาศทำงานไม่มีประสิทธิภาพ

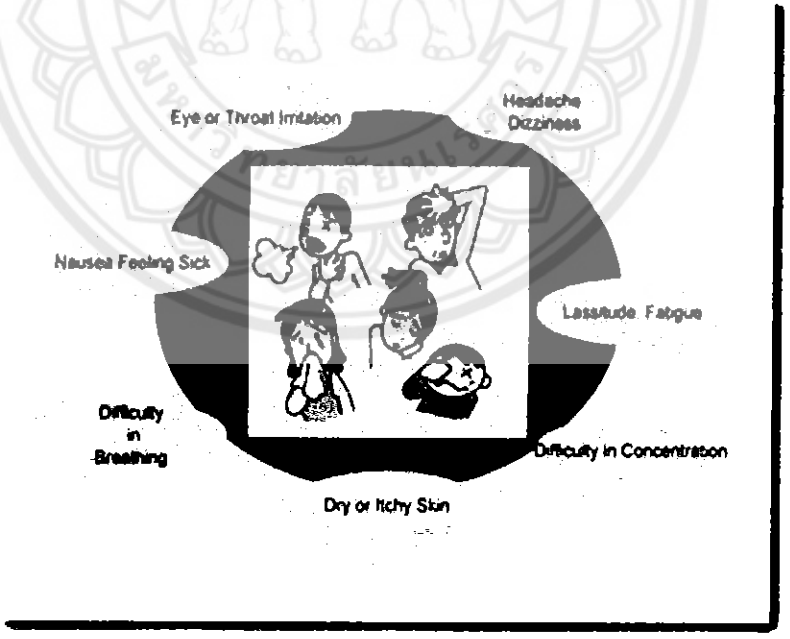
- **สารเคมีภายในอาคาร** มีสาเหตุมาจากมลพิษภายในอาคาร เช่น จากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย (VOC : Volatile

Organic Compounds) อื่นๆ ที่อาจมาจากกาวและสารเคมีที่ใช้ในสำนักงาน ตลอดจนการสูบบุหรี่ในอาคารและการใช้แก๊สหุงต้มอาหารและฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

- **สารเคมีจากภายนอกอาคาร** มีสาเหตุจากมลพิษอากาศภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคาร ทั้งจากทางประตู หน้าต่าง ช่องระบายอากาศ หรือแทรกซึมตรงบริเวณที่ปิดไม่สนิท เช่น อากาศเสียที่ระบายออกจากอาคารใกล้เคียง ควันไฟหรือกลิ่นจากครัวปรุงอาหาร และควันจากท่อไอเสียรถยนต์ในโรงจอดรถ เป็นต้น

- **ปัจจัยทางฟิสิกส์** เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ตลอดจนเสียงและแสง การป้องกันและแก้ไขแบ่งเป็น 2 กรณี คือ การป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา และการแก้ไขปรับปรุงอาคารที่มีปัญหากลุ่มอาการอาคารป่วย

2.6.1.2 **อาการ** ระคายเคือง ตา จมูก จาม น้ำมูกไหล คันตามผิวหนังสำหรับคนที่แพ้ง่าย คนที่เป็นโรคภูมิแพ้อยู่แล้ว อาการแพ้จะกำเริบมากขึ้น ที่พบบ่อย คือ แพ้ไรฝุ่น เชื้อรา เชื้อจากแมลงสาบ ทำให้มีการไอ จาม หรือรุนแรงถึงขั้นหอบ อาการที่ไม่รุนแรง จะหดหู่ อ่อนเพลีย ง่วงนอน และขาดความกระตือรือร้นในการทำงานดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 อาการที่เกิดจากโรค Sick Building Syndrome

ที่มา : http://www.siamsafety.com

2.6.1.3 การป้องกัน

- ควบคุมสิ่งแวดล้อมในตึก ให้มีการถ่ายเทอากาศจากภายในสู่ภายนอกอาคาร ควรมีเครื่องฟอกอากาศ เครื่องกำจัดกลิ่น และควรให้แสงแดดส่องเข้าถึงภายในห้อง

- ห้ามสูบบุหรี่ และไม่ควรปรุงอาหารในตึก ถ้าปรุงอาหารต้องมีเครื่องดูดควันออกไป

- ทำความสะอาดอาคาร เครื่องเรือน ดูดฝุ่นตามพรม หรือซักผ้าม่าน ไม่ให้มีฝุ่นเกาะสะสม

- อาคารที่มีเครื่องไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร เตาไมโครเวฟ ควรให้มีอากาศถ่ายเทในบริเวณที่ตั้งอุปกรณ์เหล่านั้น

- เครื่องปรับอากาศ ไม่ควรมีน้ำรั่ว เพราะจะเกิดเชื้อราตามพื้น ฝาผนัง ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อเช็ดถูตามพื้น อาคารและเครื่องเรือนใช้น้ำยาพ่น กำจัดเชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรียหลังเวลาใช้งาน

- หลีกเลี่ยงการตากผ้าเปียกในตึก

- ไม่ควรทิ้งขยะค้างคืนไว้ในสำนักงาน เพราะจะเป็นอาหารของแมลงสาบในเวลาค่ำคืน

2.6.2 แหล่งกำเนิดโรคอาการป่วยในห้องทำงาน

กระบวนการเผาไหม้ภายในบ้าน ไม่ว่าจะเป็นเตาแก๊ส เตาถ่าน ล้วนเป็นแหล่งหนึ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษในบ้านได้ โดยมลพิษที่เกิดขึ้นมีทั้ง ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และเขม่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก การสะสมของมลพิษดังกล่าว สามารถทำให้เกิดผลเสียได้ทั้ง การปวดหัว ขาดออกซิเจน หมดสติ ระคายเคืองต่อเยื่อบุต่างๆ การอักเสบของทางเดินหายใจ และผลเสียต่อปอด ควรมีการตรวจสอบเตาแก๊สให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ และห้องที่มีเตาแก๊สหรือเตาถ่าน ควรมีการระบายอากาศที่ดี

ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ภายในอาคารก็เป็นส่วนหนึ่งของมลพิษภายในอาคาร ไม่ว่าจะเป็น สีน้ำยาเคลือบเงา น้ำยาทำความสะอาด ยาฆ่าเชื้อ เครื่องสำอาง ล้วนมีส่วนประกอบของสารเคมีอินทรีย์ ซึ่งก่อให้เกิดการระคายเคือง ปวดหัว หรือแม้กระทั่งมีโอกาสก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ วิธีการป้องกันควรมีการปฏิบัติตามข้อแนะนำการใช้งานของผลิตภัณฑ์ กำจัดผลิตภัณฑ์ที่เหลือใช้ จัดเก็บผลิตภัณฑ์ให้มิดชิด และมีการระบายอากาศที่ดีในขณะใช้งาน

ในวัสดุก่อสร้างหลายๆประเภท และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ภายในบ้าน ไม้อัด กาว แผ่นไม้ประกอบเฟอร์นิเจอร์ ฉนวนกันความร้อนบางประเภท ล้วนมีส่วนประกอบของฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งเป็นก๊าซที่ไม่มีสี แต่มีกลิ่น ซึ่งก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตา ระบบทางเดินหายใจ และถึงขั้นอาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ ดังนั้น จึงควรสอบถามถึงปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะจำพวกไม้อัด และเฟอร์นิเจอร์ที่ทำจากไม้เป็นส่วนประกอบ การใช้งานผลิตภัณฑ์

ดังกล่าวควรมีการควบคุมอุณหภูมิ และลดความชื้น ซึ่งสามารถลดการแพร่ออกของฟอร์มาลดีไฮด์ นอกจากนี้การระบายอากาศที่ดียังเป็นสิ่งจำเป็นอีกประการหนึ่ง

แอสเบสตอส มีลักษณะเป็นเส้นใยที่มักพบในฉนวนกันความร้อน และฉนวนกันไฟต่างๆ ซึ่งปัจจุบันมีการลดหรือห้ามการใช้ เนื่องจากมีการรายงานว่าเป็นสารก่อมะเร็งในระบบทางเดินหายใจ ดังนั้น มักพบแอสเบสตอสในอาคารที่มีอายุมาก ซึ่งหากไม่มีความเสียหายต่อวัสดุนั้นๆ สารแอสเบสตอสจะไม่ออกมาสู่สภาวะแวดล้อม แต่หากอาจมีความเสียหายเกิดขึ้นกับวัสดุ เช่น การซ่อมแซม หรือรื้อทำลายอาคารดังกล่าว ต้องกระทำโดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

ในอาคารที่มีการปูพรมใหม่ ต้องตระหนักถึงสารเคมีที่ระเหยออกมาจากพรม หลังการติดตั้งแล้วเสร็จใหม่ๆ ควรให้อากาศมีการถ่ายเทได้สะดวก อาจมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพิ่มเติมในช่วง 2 ถึง 3 วันแรกหลังการติดตั้ง นอกจากนี้อุปกรณ์สำนักงานต่างๆ เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีคลื่นแม่เหล็ก ยังเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดโรคอาคารป่วยได้อีกด้วย

2.6.3 แนวทางการป้องกันไม่ให้เกิดโรคแพ้จากอาคาร

2.6.3.1 การระบายอากาศทั่วไป ปัจจุบันมักมีการนำเอาอากาศภายในอาคาร หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่เพื่อประหยัดพลังงานในการปรับอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งถ้าไม่มีระบบกรองอากาศที่ดี จะทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพ นอกจากนี้การไม่นำอากาศในอาคารกลับมาใช้จะลดโอกาสแพร่กระจายเชื้อโรคจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง

2.6.3.2 การระบายอากาศเฉพาะสำหรับพื้นที่ที่มีมลพิษสูง ห้องครัว และห้องน้ำ ซึ่งต้องการการระบายอากาศสูง เพื่อป้องกันกลิ่นและการเจริญเติบโตของเชื้อรา

2.6.3.3 ควรมีระบบระบายอากาศแยกส่วนเฉพาะโดยไม่นำอากาศนี้กลับมาใช้ใหม่ หรือปล่อยไม่ให้ปนเปื้อนอากาศที่ใช้ในส่วนอื่นของอาคาร

2.6.3.4 ฉนวนกั้นอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมภายนอก พื้นและผนังอาคารควรออกแบบให้สามารถป้องกันความร้อน แสง และเสียงรวมทั้งก๊าซเรดอนจากภายนอกได้

2.6.3.5 การควบคุมความชื้น จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และไรฝุ่น ห้องน้ำหรือบริเวณเปียกชื้นมักเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่ดีสำหรับเชื้อรา จึงควรมีรางระบายน้ำที่ดีและเมื่อพบจุดที่เปียกชื้นต้องรีบแก้ไขโดยเร็ว

2.6.3.6 ควรออกแบบภายในอาคารทำความสะอาดได้ง่าย

2.6.3.7 การออกแบบแสง ควรใช้หลอดไฟที่ให้แสงเป็นธรรมชาติมากที่สุด

2.6.3.8 วัสดุก่อสร้าง โดยวัสดุที่ใช้ก่อสร้างอาคารทุกชนิดควรปลอดภัยต่อสุขภาพ วัสดุหลายชนิดเป็นแหล่งของสารเคมีและอันตราย

2.6.4 แนวทางการแก้ไขปรับปรุงอาคาร

2.6.4.1 การปรับปรุงแก้ไขที่แหล่งเกิด วิธีนี้ใช้ได้ในกรณีที่รู้แหล่งที่มาและแหล่งนั้นสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการที่ไม่ยุ่งยากนัก เช่น การบำรุงรักษาระบบ

2.6.4.2 การเพิ่มอัตราการระบายอากาศ การปรับปรุงการไหลเวียนและการระบายอากาศจะช่วยลดมลพิษภายในอาคารได้ดี

2.6.4.3 การฟอกอากาศ ระบบฟอกอากาศอาจนำมาใช้ควบคุมระบบระบายอากาศ แผ่นกรองอากาศมีประสิทธิภาพและราคาต่างกัน โดยทั่วไปไม่สามารถกรองก๊าซได้ ดังนั้น การเลือกระบบกรองจึงต้องรู้สภาพปัญหา และวัตถุประสงค์ของการใช้เป็นอย่างดี

2.6.4.4 การให้สุขศึกษาประชาสัมพันธ์ จะช่วยให้เกิดความตระหนัก และเกิดความร่วมมือในการป้องกันและแก้ไขปัญหา

2.7 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณฝุ่นภายในอาคาร

สิ่งที่มีผลกระทบต่อปริมาณฝุ่นภายในอาคาร มีดังนี้

2.7.1 ลักษณะของการใช้งานของอาคารแต่ละประเภท

2.7.1.1 ลักษณะของอาคารแบบเปิดโล่ง เช่น สถานีรถไฟ โรงเรียน โรงพยาบาลบางแห่ง บ้านพักอาศัย อาคารในลักษณะนี้มีปริมาณฝุ่นที่มากอย่างแน่นอน เพราะฝุ่นถูกนำพาเข้ามาในตัวอาคารได้ง่าย

2.7.1.2 ลักษณะของอาคารแบบปิด เช่น ตัวอาคารสำนักงาน โรงพยาบาลในเขตตัวเมือง บ้านพักอาศัย ห้างสรรพสินค้า ลักษณะอาคารแบบนี้จะมีลักษณะปิด ดังนั้นการมาของฝุ่นจะถูกปิดกันจากผนัง บานหน้าต่าง บานประตู ซึ่งมิได้เปิดอยู่ตลอดเวลา อาคารประเภทนี้มีปริมาณฝุ่นน้อยกว่าอาคารแบบเปิดโล่ง หากว่าใช้อาคารไปในลักษณะที่ปิดจริง ๆ โดยมากอาคารประเภทนี้จะมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศและเครื่องระบายอากาศ

2.7.2 สภาพแวดล้อมภายนอกรอบ ๆ ตัวอาคาร

ตัวอาคารที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยให้เกิดฝุ่น เช่น อาคารที่ตั้งอยู่ริมถนน อาคารที่ตั้งอยู่บริเวณที่มีการก่อสร้าง รื้อถอน ซ่อมแซม ปรับปรุงสิ่งก่อสร้าง อาคารที่ไม่มีแนวกันชนในการกรองฝุ่น แนวกันชนที่กล่าวถึง ได้แก่ การปลูกต้นไม้รอบบ้าน หรือโดยรอบตัวบ้านมีอาคารที่เท่ากันหรือสูงกว่ากัน ระหว่างตัวบ้านกับถนน แนวกันชนเหล่านี้มีประโยชน์ในการช่วยกรองฝุ่นที่ลอยมากับลม โดยฝุ่นจะเข้ามาประทะกับใบไม้ของต้นไม้ก่อนถึงตัวบ้าน สภาพพื้นผิวจราจรที่ผ่านตัวอาคาร มีสภาพที่เสียหาย พื้นผิวผุพังถูกยานพาหนะเหยียบไปมาจนเกิดฝุ่น และบริเวณรอบอาคารที่เป็นพื้นดิน ไม่มีการปลูกพืชคลุมดิน เช่น การปลูกหญ้าคลุมดิน

2.8 มาตรฐานอนุภาคของฝุ่นละออง

ส่วนมาตรฐานฝุ่นภายในอาคารในประเทศไทยปัจจุบัน ยังไม่มีการกำหนดเป็นค่ามาตรฐานใช้ควบคุม แต่สำหรับมาตรฐานของฝุ่นละอองในบรรยากาศ และภายในอาคารของแต่ละประเทศได้มีการเสนอแนะ กำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศและภายในอาคาร ซึ่งมีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านขนาดและชนิดของฝุ่นละออง ปริมาณความเข้มข้น ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างตลอดทั้งวิธีการเก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะปริมาณฝุ่นละอองในอาคารซึ่งขึ้นอยู่กับบริเวณที่เก็บตัวอย่างภายในอาคาร แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor air quality standard and guidelines)

Parameter	Limit/Range	Reference	TSI Instrument
Temperature	Summer 73 to 79 ^{O}F	ASHRAE Standard 55	Q-Trak, IAQ-CALC, THCALC
Relative humidity	30% to 65%	ASHRAE Standard 55	Q-Trak, IAQ-CALC, THCALC
Air Movement	0.8 ft/s or 0.25 m/s	ASHRAE Standard 62	Q-Trak, IAQ-CALC
Ventilation (air changes)	15 to 60 cfm/person minimum depending on typev of space	ASHRAE Standard 62	Q-Trak, IAQ-CALC

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร(Indoor air quality standard and guidelines)(ต่อ)

Ventilatoin(CO_2)	<100 ppm	ASHRAE Standard 62	Q-Trak, IAQ-CALC Inspacet air
Filtration	25% to 35% dust spot efficiency, minimum	ASHRAE Standard 52.2	P-Trak, Dast Trak
Parameter	**Limit/Range**	**Reference**	**TSI Instrument**
Inhalable particles	150ug/m^3 over 24 hr 50ug/m^3annual arithmetic mean	ASHRAE Standard 62 EPA-National ambient air quality standard	D-Trak, Dast Trak Respicon
Particulate in cleaned HVAC System	1.0 ug/100m^3	NADCA 1992-01	P-Trak, Dast Trak Sidepak
Carbon monoxide	9 ppm over 8 hr. or 35 ppm in one hr. per year, maximum	EPA-Ntional ambient air quality Standard	Q-Trak, IAQ-Calc Combucheck, CA-CALC
Ultrafine particulate	n.a.	n.a.	P-trak

ที่มา : TSI Incorporatated, 1992.

ในขณะที่การศึกษาของCalifornia environment protaction agency air resources board(ARB) ศึกษาถึงการแพร่กระจายของอนุภาคฝุ่นภายในอาคาร ที่พักอาศัย ในห้องครัว ในบริเวณอื่นในบ้านพักอาศัย ที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งการวิจัยทดสอบโดยวัดปริมาณของอนุภาคฝุ่นละอองและสารพิษอื่น โดยวัดในช่วงระหว่างเวลาการทำอาหาร โดยการทดสอบในบ้านทางเหนือมลรัฐแคลิฟอร์เนีย พบว่าอนุภาคฝุ่นละอองจากการทำกิจกรรมในการทำอาหารผลิตอนุภาคฝุ่นละอองในปริมาณสูงและได้เสนอแนะมาตรฐานฝุ่นละอองขนาด PM 10 ในส่วนอื่นๆ ของบ้านไว้คือ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใน 24 ชั่วโมง ส่วนค่าระดับปริมาณ PM 10 ในห้องครัวมีค่าอยู่ระหว่าง 60 ถึง 1,400 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิโรจน์,(2550) การป่วยของโรคจากการอยู่ในอาคาร(Sick Building Syndrome) คือ เป็นภาวะที่ผู้อยู่อาศัยในอาคาร เกิดความไม่สบายอย่างเฉียบพลัน มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่อยู่อาศัย ไม่พบสาเหตุที่ชัดเจน แต่สัมพันธ์กับคุณภาพอากาศภายในอาคาร สาเหตุเกิดจากการถ่ายเทอากาศที่ไม่เพียงพอ โดยเฉพาะจากระบบระบายอากาศและเครื่องปรับอากาศ สารเคมีฟุ้งกระจายภายในอาคาร เช่น เฟอร์นิเจอร์ไม้ น้ำยาทำความสะอาด ควันบุหรี่ เตาอบใช้ก๊าซ เครื่องถ่ายเอกสาร เป็นต้น สารเคมีภายนอกอาคาร คือ ควันจากรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ ควันจากการปรุงอาหาร แนวทางการแก้ไขภัยจากการอยู่ในอาคาร คือ กำจัดแหล่งสารปนเปื้อน คือ การทำความสะอาด พื้น พรม ฝ้า เพดาน รวมถึงการเพิ่มระบบการถ่ายเทอากาศ เช่น ในห้องน้ำ ในห้องเครื่องถ่ายเอกสาร หรือห้องที่มีเครื่องพิมพ์

ไชยรัตน์,(2548) ศึกษาความเข้มข้นการกระจายของอนุภาคตามน้ำหนักในบรรยากาศและโอกาสการสะสมของอนุภาค PM10 ในระบบทางเดินหายใจ เก็บอนุภาคในบรรยากาศในเขตเทศบาลนครขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sampler) และเครื่องแอนเดอร์เซนอิมแพคเตอร์ (Andersen Impactor) เพื่อวัดการกระจายของอนุภาคตามน้ำหนัก เก็บตัวอย่างควบคู่กันจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุด พบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ PM10 ไม่เกินมาตรฐาน 24 ชม. ของกรมควบคุมมลพิษ 120 ug/m^3 โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 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 % โดยมูลนิธิฯ พบความเข้มข้นมากที่สุด รองลงมาคือวิทยาลัยเทคนิคฯ วัดธาตุ และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามลำดับ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

S.C.Lee and M.Chang,(2000) ศึกษาคุณภาพอากาศภายในและนอกห้องเรียนในฮ่องกง จำนวน 5 ห้อง ห้องเรียนระบายอากาศโดยพัดลมเพดาน ทำการศึกษาคุณภาพอากาศทั้งภายในห้องและภายนอกห้องเรียน โดยตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนตริกออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก ฟอร์มาลดีไฮด์ และปริมาณแบคทีเรียทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 มีค่าความเข้มข้นสูงกว่าค่าที่สามารถรับได้ในฮ่องกง พบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ภายในห้องสูงสุด 1,000 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่า 1,000 ไมโครลิตรต่อลิตร ในห้องเครื่องใช้เครื่องปรับอากาศและห้องที่ใช้พัดลมทั่วไป และพบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดภายใน 5,900 ไมโครลิตรต่อลิตร ภายในห้องเรียน ปัญหาคุณภาพอากาศที่สำคัญที่เป็นปัญหาในฮ่องกงคือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1550739
ส/ร.
W543ส
2553

Martin et. al, (2005) ศึกษาความเข้มข้นของ PM 10, PM 2.5, PM 1 ภายในและภายนอกห้องเรียนที่มีผลต่อการทำงานเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างเวลา 8.00-20.00 น. ในช่วงเวลาเรียน เก็บตัวอย่าง PM10 PM2.5 และ PM10 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 และ15.6 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 พบว่าจำนวนนักเรียนมีผลสอดคล้องไปในทางเดียวกันกับปริมาณฝุ่นภายในห้องเรียนในเวลากลางวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.68$, $P < 0.0009$) และอัตราส่วนภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียนมีค่า $r = 0.93$ จากผลการแสดงให้เห็นว่าภายในห้องเรียนมีแหล่งกำเนิดฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10)

U. Heudorf et al, (2007) ศึกษาฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเรียนจากการทำความสะอาดและการระบายอากาศ โดยวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 โดยวิธีการตกโดยแรงโน้มถ่วงของโลก (via gravimetric method) และวิเคราะห์หา

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการใช้รังสีอินฟาเรด (infrared sensor) ทำการเก็บตัวอย่าง 3 สัปดาห์ สัปดาห์แรกทำความสะอาดและการระบายอากาศ (2 ครั้งต่อสัปดาห์) สัปดาห์ที่ 2 ทำความสะอาดเพื่อมมากขึ้น (5ครั้งต่อสัปดาห์) และสัปดาห์ที่ 3 ทำความสะอาดและระบายอากาศเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 ในห้องเรียนทั้ง 3 สัปดาห์ มีค่า 69 ± 19 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และหลังจากทำความสะอาดเพิ่มมากขึ้นปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก PM 10 มีค่าลดลง 79 ± 22 ถึง 64 ± 15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ผลจากการระบายอากาศพบว่าค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 10 มีค่าแตกต่างกันกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในโรงเรียนในปริมาณที่สูง (1,459 – 1,052 ppm) ดังนั้นสรุปได้ว่า การตรวจสอบฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 จำเป็นที่ต้องศึกษาอย่างต่อเนื่องในอนาคต และโรงเรียนควรมีการปรับปรุงในเรื่องการทำความสะอาดและการระบายอากาศภายในโรงเรียนด้วย

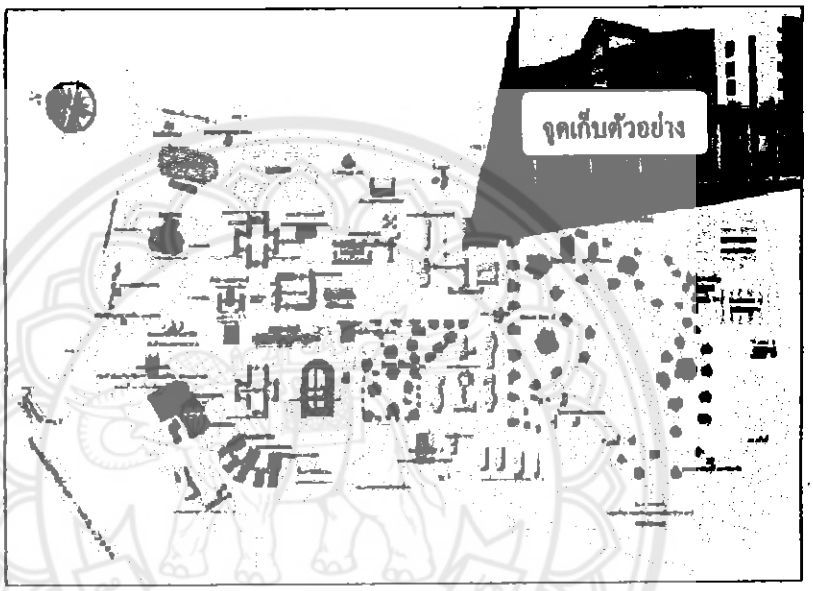
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 การเก็บตัวอย่าง PM10

3.1.1 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่น PM10

ลักษณะที่ตั้งของบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

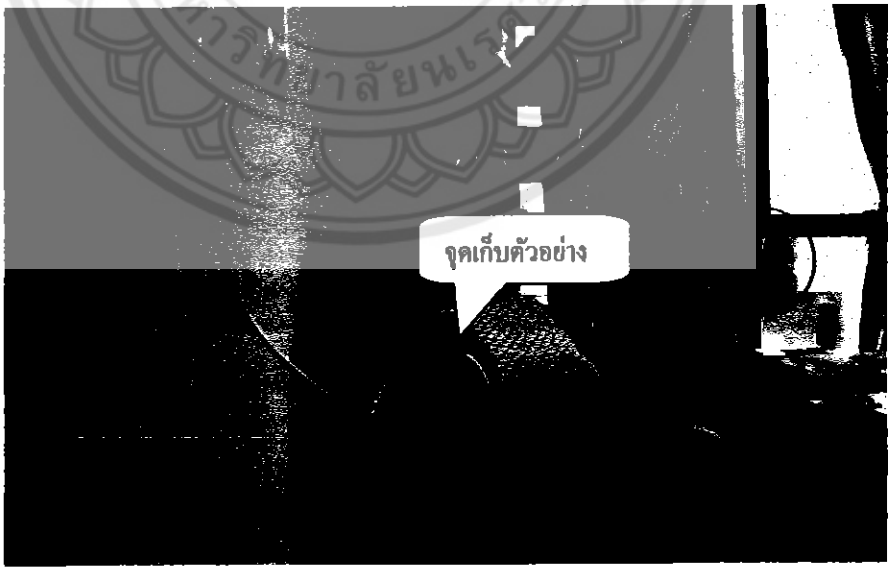


รูปที่ 3.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1. ห้องพักอาจารย์ (CE216) ลักษณะเป็นห้องปรับอากาศ ขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 7.5 เมตร สูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.2 ห้องพักผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท

2. ห้องพักอาจารย์ (CE 217) ลักษณะเป็นห้องปรับอากาศ ขนาดกว้าง 5 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 3.5 เมตร



รูปที่ 3.3 ห้องพักอาจารย์ (CE 217)

3. ห้องน้ำชาย (CE 201) ลักษณะเป็นห้องไม่ปรับอากาศ มีขนาด กว้าง 8 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.4 ห้องน้ำชาย (CE 201)

4. ห้องน้ำหญิง (CE 203) ลักษณะเป็นห้องไม่ปรับอากาศ มีขนาด กว้าง 8 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.5 ห้องน้ำหญิง

5. ห้องวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ (CE 201) ลักษณะเป็นห้องปรับอากาศ ขนาดกว้าง 15 เมตร ยาว 8 เมตร สูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.6 ห้องวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์

6. ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ลักษณะเป็นห้องปรับอากาศ ขนาดกว้าง 15 เมตร ยาว 8 เมตร สูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.7 ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา(CE 425)

7. ห้องเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์ (CE 106) ลักษณะเป็นห้องปรับอากาศ ขนาดกว้าง 15 เมตร ยาว 8 เมตร สูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.8 ห้องเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์ (CE 106)

8. ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ลักษณะเป็นห้องไม่ปรับอากาศ ขนาดกว้าง 16 เมตร ยาว16 เมตร สูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.9 ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

9. ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ลักษณะเป็นห้องปรับอากาศ ขนาดกว้าง 30 เมตร ยาว 16 เมตร สูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.10 ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

10. ห้องเรียน EN 311 ลักษณะเป็นห้องปรับอากาศ ขนาดกว้าง 15 เมตร ยาว 8 เมตร สูง 3.5 เมตร

รูปที่ 3.11 ห้องเรียน EN 311

3.1.2 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างช่วงเปิดภาคเรียน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ซึ่งมีระยะเวลาในการเก็บเฉลี่ย 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 3.1 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

วัน	ชั่วโมง/วัน	ระยะเวลาเฉลี่ยทั้งหมด/ตัวอย่าง
วันจันทร์	24	ในการเก็บฝุ่น PM 10 ที่ 1 ตัวอย่างนั้น (24+24+24)/3
วันพุธ	24	
วันศุกร์	24	

3.1.3 ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM 10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเครื่อง ดูดฝุ่นส่วนบุคคล(Personal Air Sampler) เป็นวิธีที่ใช้หาความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ เครื่องดูดอากาศมีอัตราความเร็วของอากาศคงที่ประมาณ 1.17 ลิตร/นาที ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง อากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง (Glass Micro Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่นต่อครั้ง ติดตั้งในตลับใส่กระดาษกรอง 3 ชั้น ต่อเข้ากับหัวแยกเก็บฝุ่นละอองแบบไซโคลน เก็บฝุ่นละอองแบบ PM10 จะถูกกรองติดที่กระดาษกรอง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ มีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร หาได้จากน้ำหนักฝุ่นในอากาศหารด้วยปริมาตรของอากาศที่ถูกดูด

เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler)
- ตู้ดูดความชื้น (Desictor)
- เครื่องชั่ง (Balance) ที่มีความละเอียด 0.01 มิลลิกรัม
- สารดูดความชื้น ซิลิกาเจล (Silica gel)
- กระดาษกรอง ทำด้วยใยแก้ว (Glass Micro Fiber Filter) ขนาด 37 มิลลิเมตร
- หัวแยกเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาด PM 10 แบบ ไซโคลน
- ตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น (Filter cassette)
- คีมคีบตัวอย่าง (Forceps)
- ถุงมือชนิดไวนิลไม่มีแป้ง (vinly non powered gloves) สำหรับหยิบจับระดาษกรอง
- ถุงพลาสติกซิป สำหรับบรรจุกระดาษกรอง

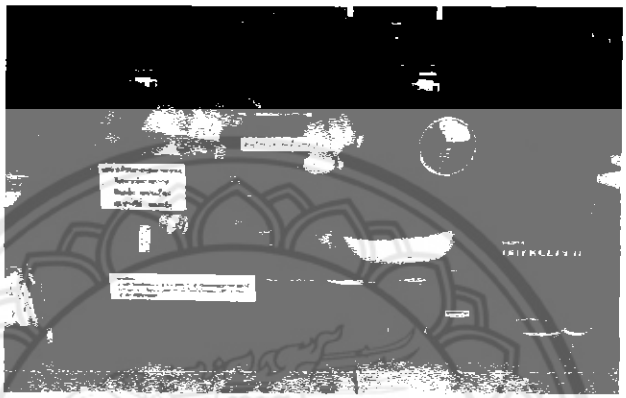
1. เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล(Personal air sampler)

ใช้หลักการดูดสารพิษผ่านมีเดีย(กระดาษกรอง filter, สารละลาย absorbing solution, หลอดบรรจุของแข็งดูดซับ solid sorbant tube)โดยวัดปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านและตรวจสอบอัตราการไหลของอากาศจากนั้นนำมีเดียตามชนิดที่ใช้เก็บไปวิเคราะห์ และแปรผล โดยนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณกับปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเก็บ หน่วยที่ได้เป็น มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 3.12 เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal Air Sampler)

2. ตู้ดูดความชื้น (Desictor)

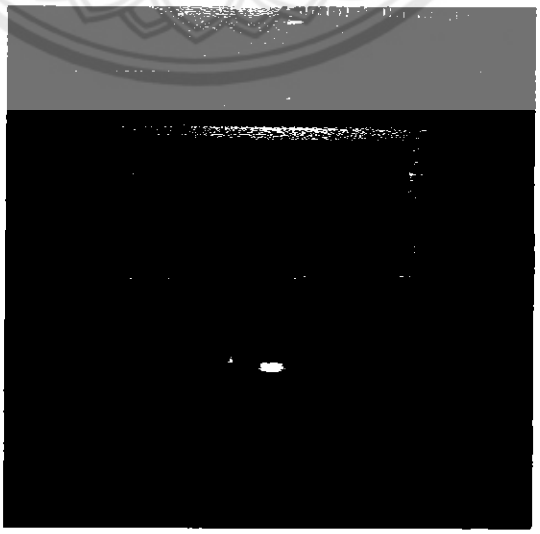
ใช้สำหรับดูดความชื้นของกระดาษกรอง ทั้งก่อนและหลังการเก็บ ตัวอย่าง มีอุปกรณ์ดูดความชื้น (Hygrometer) โดยปกติค่าความสัมพันธ์ไม่มากกว่า 50 % RH ภายในตู้ใช้ ซิลิกา เจล (Silica Gel) เป็นสารดูดความชื้น (ซิลิกา เจล เมื่อดูดความชื้นจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู ให้นำซิลิกา เจล ไปอบที่ 150°-170° C สีจะเป็นสีน้ำเงิน สามารถนำมาใช้ใหม่ได้)



รูปที่ 3.13 ตู้ดูดความชื้น (Decicator)

3. เครื่องชั่ง

เป็นเครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง เครื่องชั่งตัวอย่างกระดาษกรองขนาด 8 X 10 นิ้ว เครื่องชั่ง มีค่าความละเอียด 0.01 มิลลิกรัม

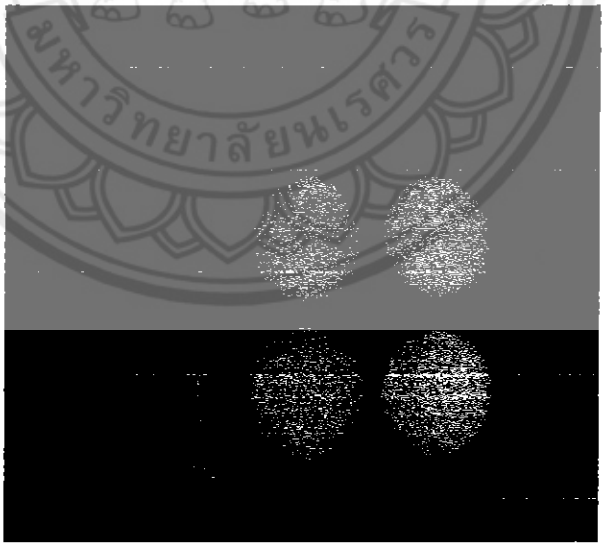


รูปที่ 3.14 เครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง

4. สารดูดความชื้น ซิลิกาเจล (Silica gel)

รูปที่ 3.15 ซิลิกาเจล

5. กระดาษกรอง ทำด้วยใยแก้ว (Glass Micro Fiber Filter) ขนาด 37 มิลลิเมตร

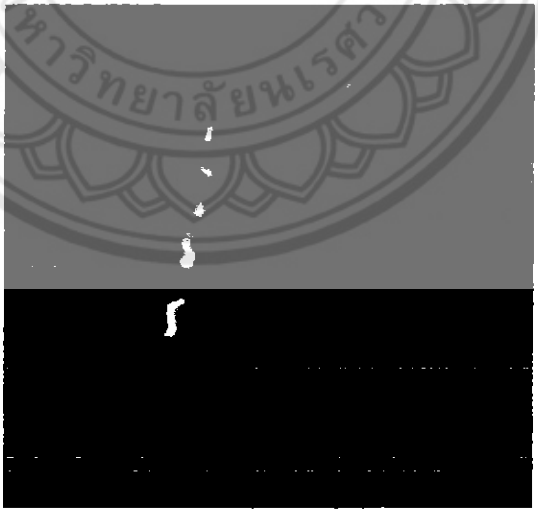


รูปที่ 3.16 กระดาษกรอง

6. หัวแยกเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาด PM 10 แบบ ไซโคลน

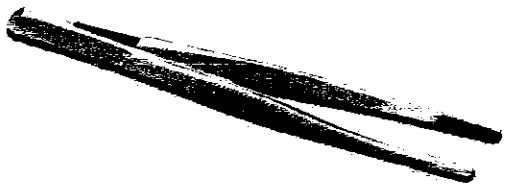
รูปที่ 3.17 หัวแยกเก็บตัวอย่างฝุ่น

7. ตลับกระดาษกรอง 3 ชั้น (Filter cassette)



รูปที่ 3.18 คีมคีบตัวอย่าง (Forceps)

8. คีมคีบตัวอย่าง(Forceps)



รูปที่ 3.19 คีมคีบตัวอย่าง (Forceps)

9. ถุงมือชนิดไวนิล ไม่มีแป้ง (vinly non powered gloves) สำหรับหยิบจับระดาษกรอง

รูปที่ 3.20 ถุงมือชนิดไวนิล ไม่มีแป้ง

10. ถุงพลาสติกซิป สำหรับบรรจุกระดาษกรอง

รูปที่ 3.21 ถุงพลาสติกซิป สำหรับบรรจุกระดาษกรอง

3.1.4 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์

3.1.4.1 การเตรียมกระดาษกรอง

- ใช้กระดาษกรองใยแก้ว (Glass Micro Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร

- ตรวจดูความไม่สมบูรณ์ของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษกรองที่เปลี่ยนไป และกระดาษกรองที่ไม่เรียบเสมอกัน เป็นต้น หากพบว่ากระดาษกรองมีเหตุบกพร่องดังกล่าวจะไม่นำมาใช้ในการเก็บตัวอย่าง

- การกำหนดรหัสหมายเลขของกระดาษกรอง ควรกำหนดรหัสเป็นตัวเลขที่แสดงรายละเอียดถึงการใช้กระดาษกรอง เช่น วันที่ใช้กระดาษกรองในการเก็บตัวอย่าง และจุดที่เก็บตัวอย่าง เป็นต้น

- ประทับรหัสหมายเลขกระดาษกรองลงบนถุงซิปของกระดาษกรองที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

- นำกระดาษกรองใส่ในถุงซิปแต่ละถุง และใส่ในตู้ดูดความชื้น โดยเปิดถุงซิปไว้

3.1.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น PM10 ดังนี้

1. วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method)
2. คำนวณหาปริมาณอนุภาคฝุ่นละออง PM10 ในอากาศ โดยใช้สูตร

$$\text{SP } (\mu g/m^3) = \frac{W_{2(g)} - W_{1(g)}}{V_s} \times 10^6$$

เมื่อ SP = ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

W_1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

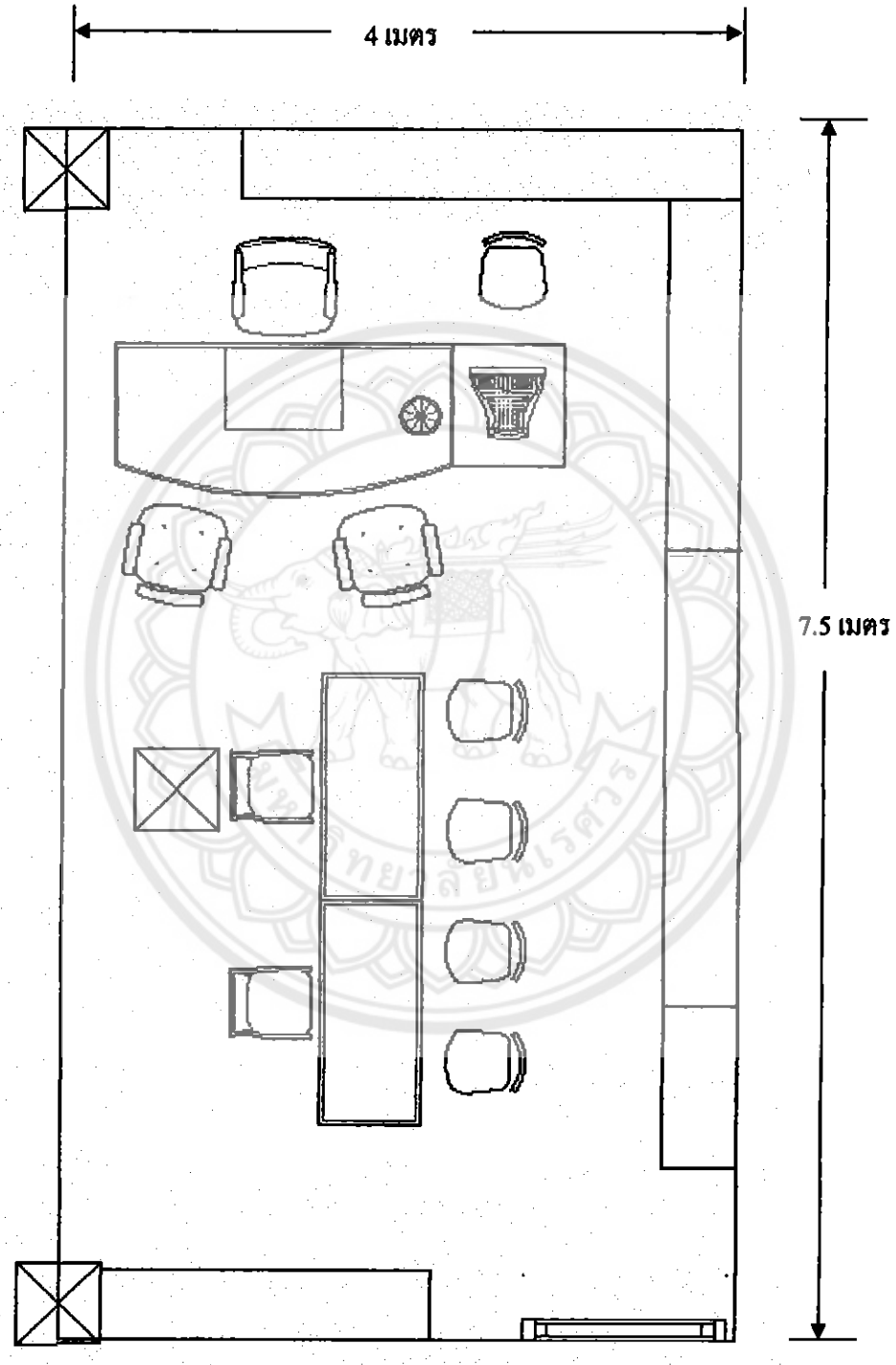
V_S = ปริมาตรของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (หน่วยลูกบาศก์เมตร)

ณ อุณหภูมิ 298 ^{0}K ความดัน 1013.25 mmbar

10^6 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น ไมโครกรัม

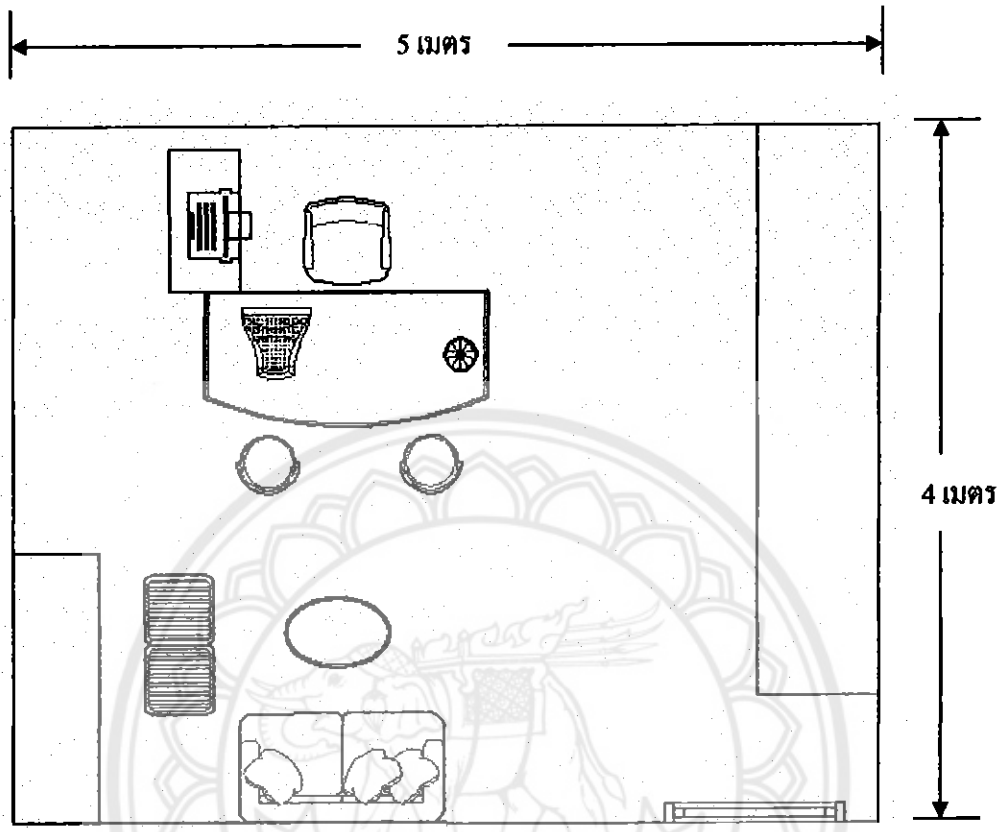
แบบแปลนห้องที่ทำการเก็บตัวอย่าง

1. ห้องพักอาจารย์ CE 216



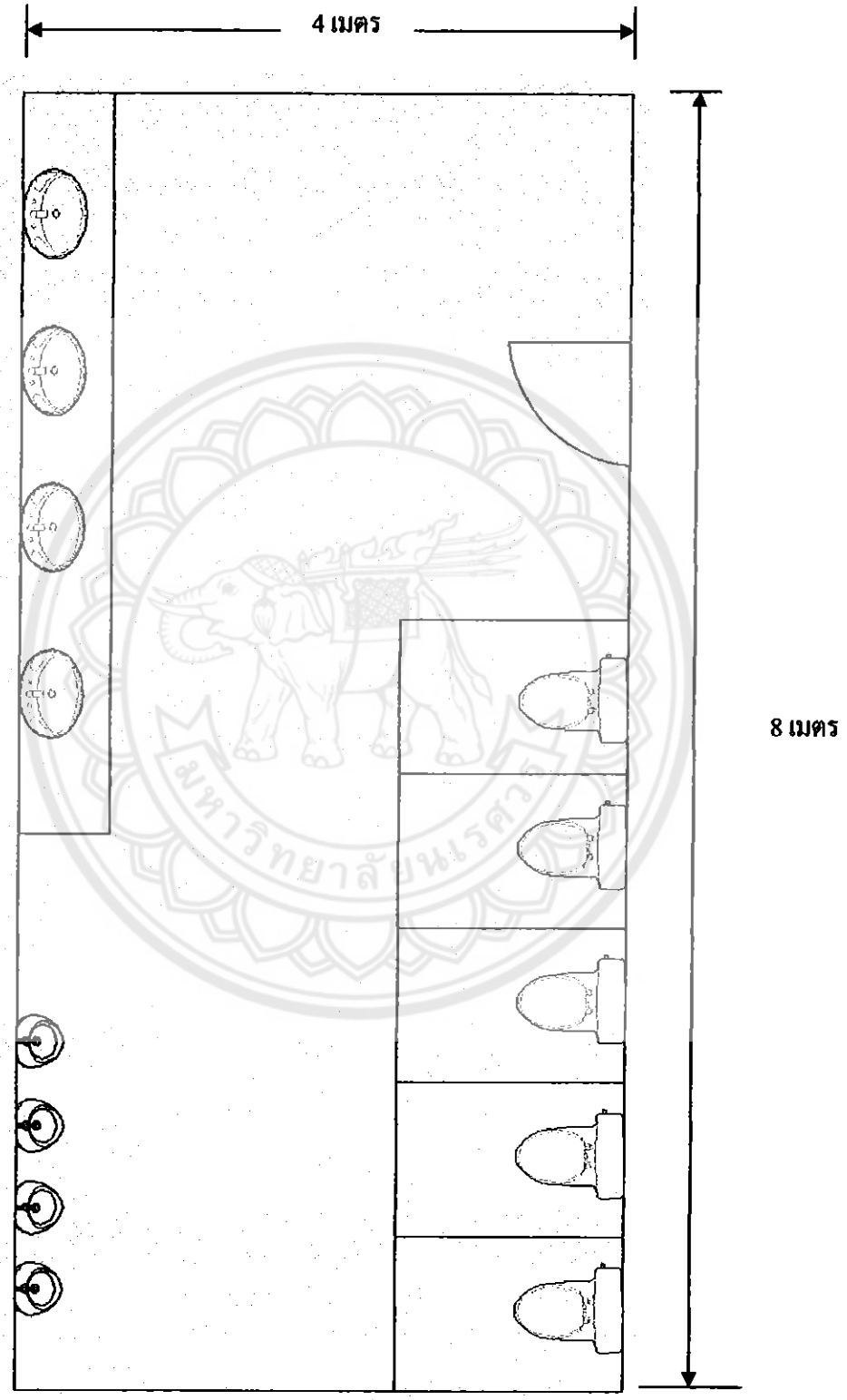
รูปที่ 3.22 ห้องพักอาจารย์ CE 216

2. ห้องพักอาจารย์ CE 217



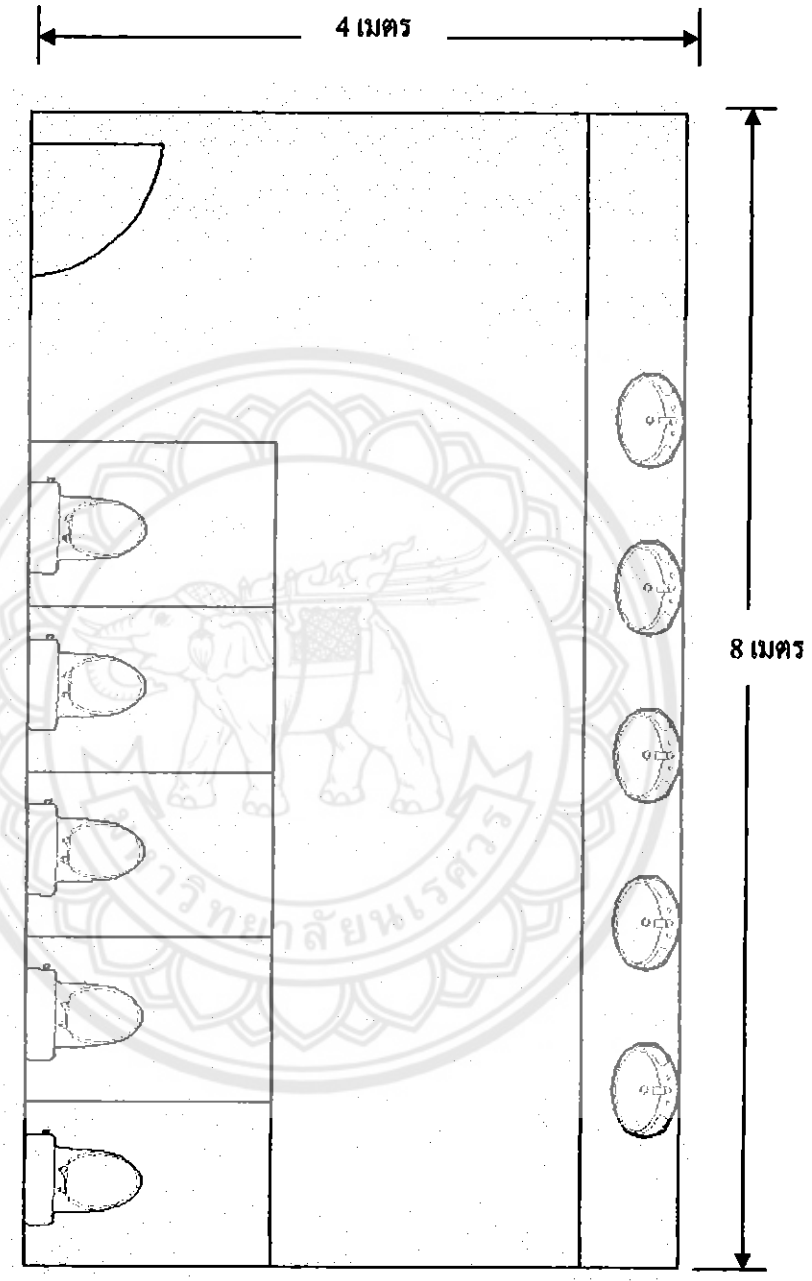
รูปที่ 3.23 ห้องพักอาจารย์ CE 217

3. ห้องน้ำชาย



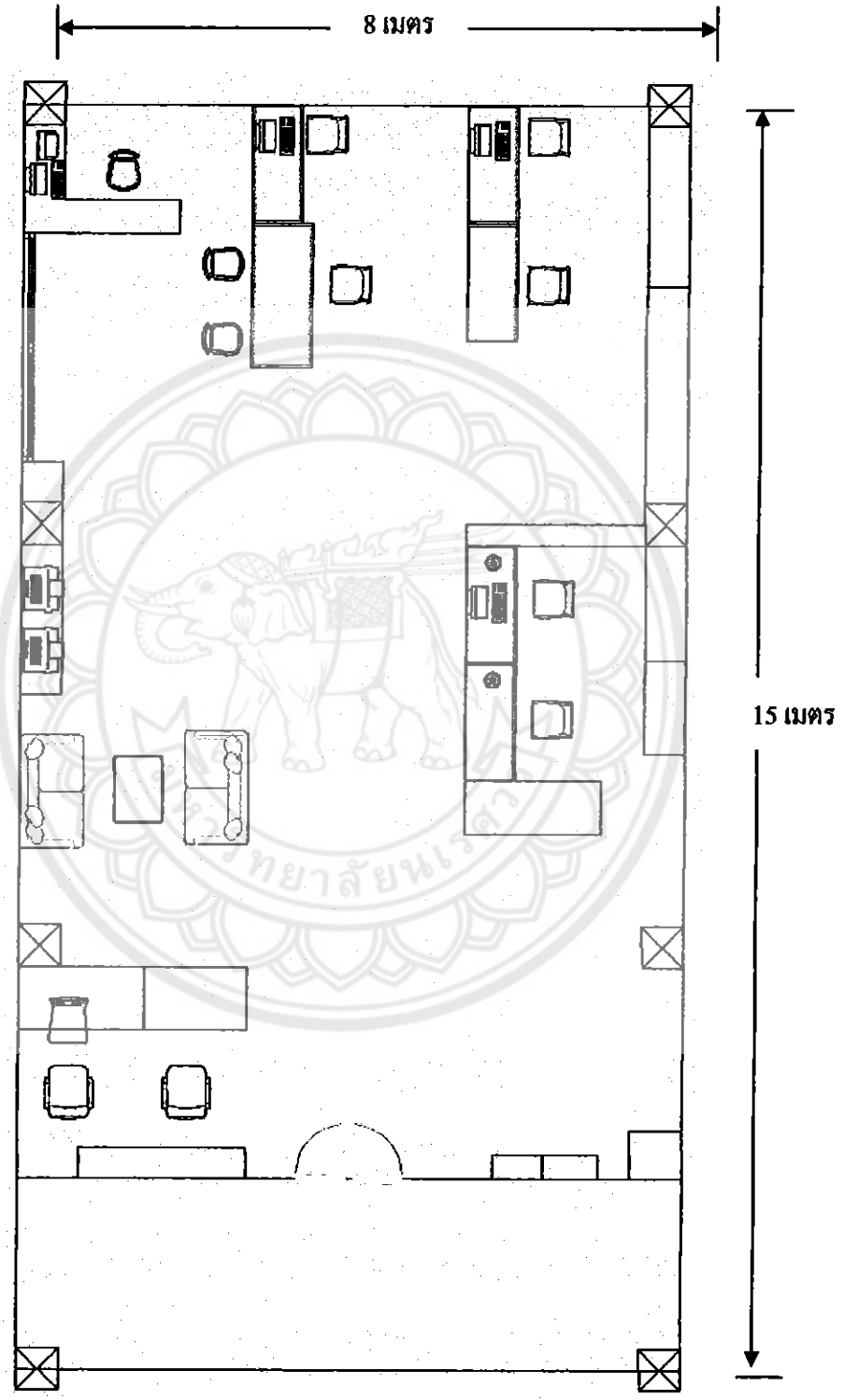
รูปที่ 3.24 ห้องน้ำชาย

4. ห้องน้ำหญิง



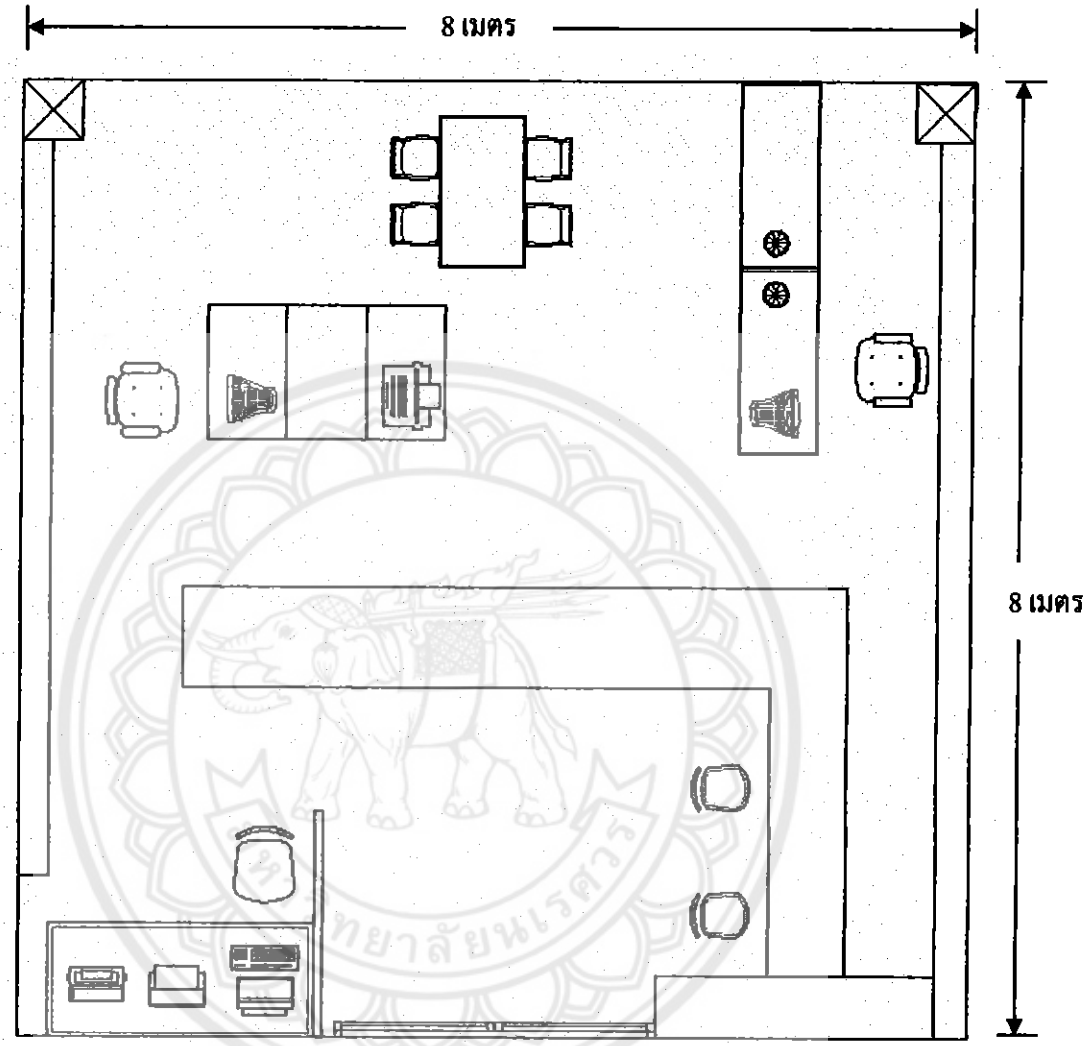
รูปที่ 3.25 ห้องน้ำหญิง

5. ห้องวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์



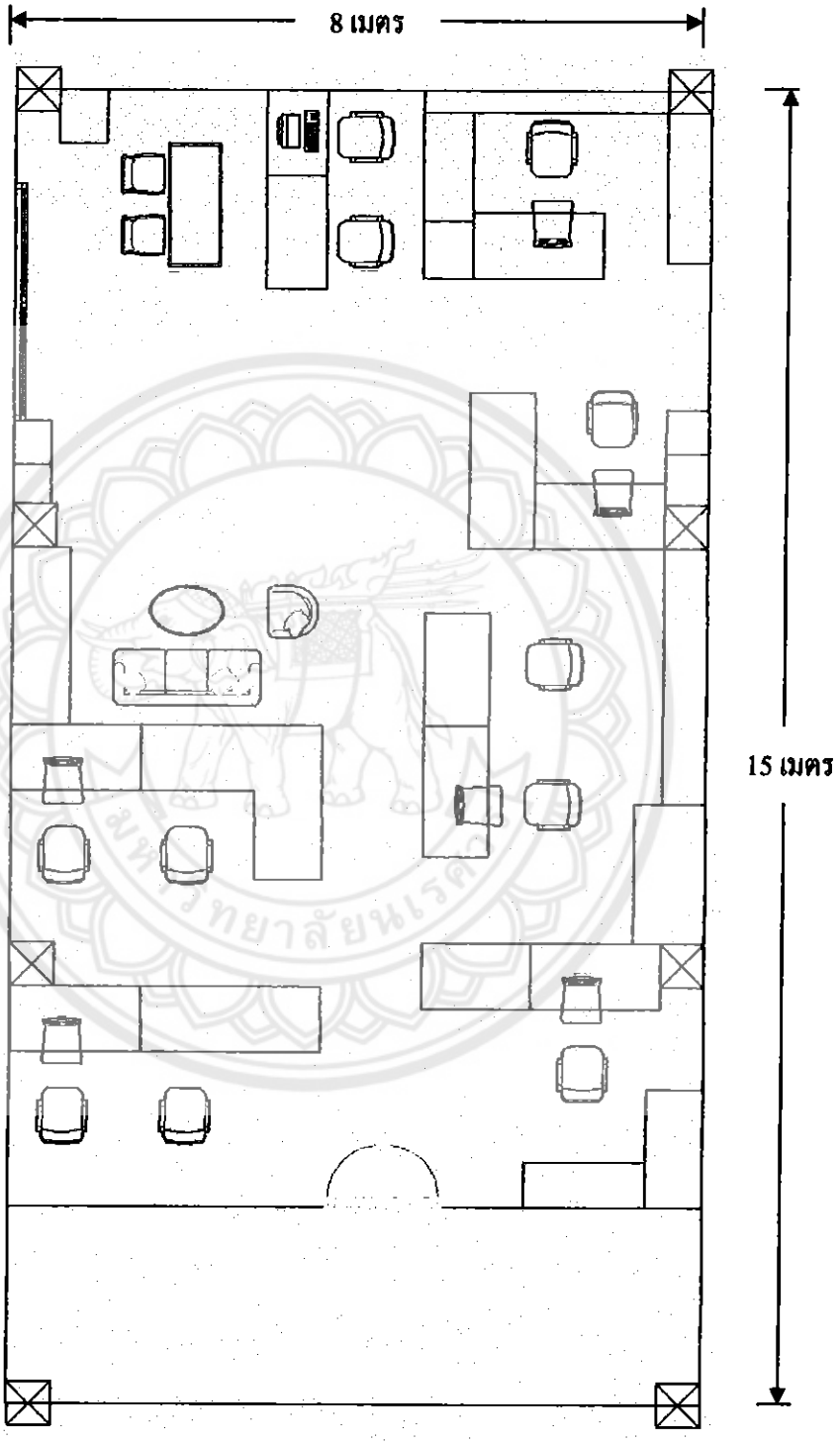
รูปที่ 3.26 ห้องวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์

6. ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา



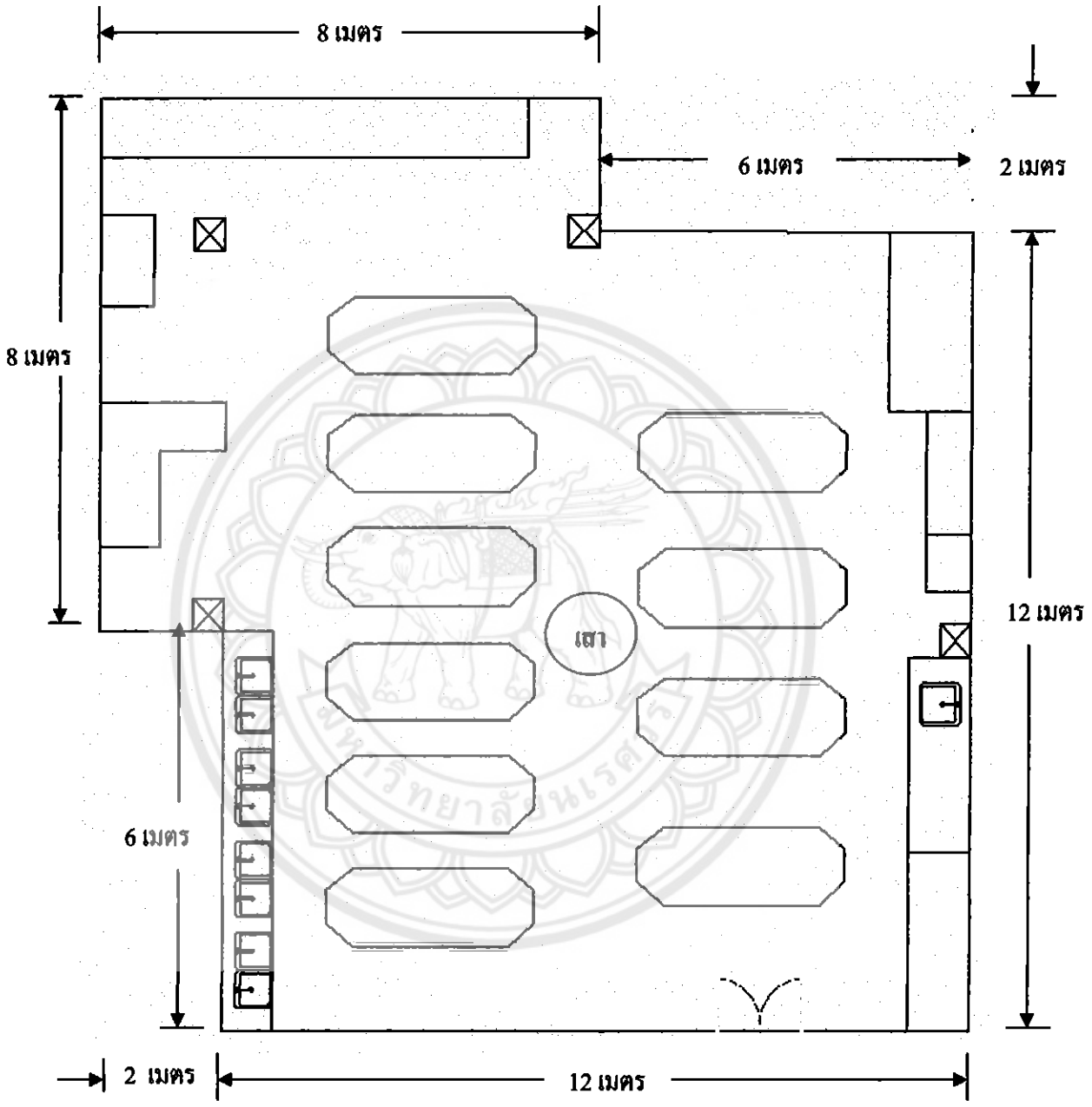
รูปที่ 3.27 ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา

7. ห้องเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์



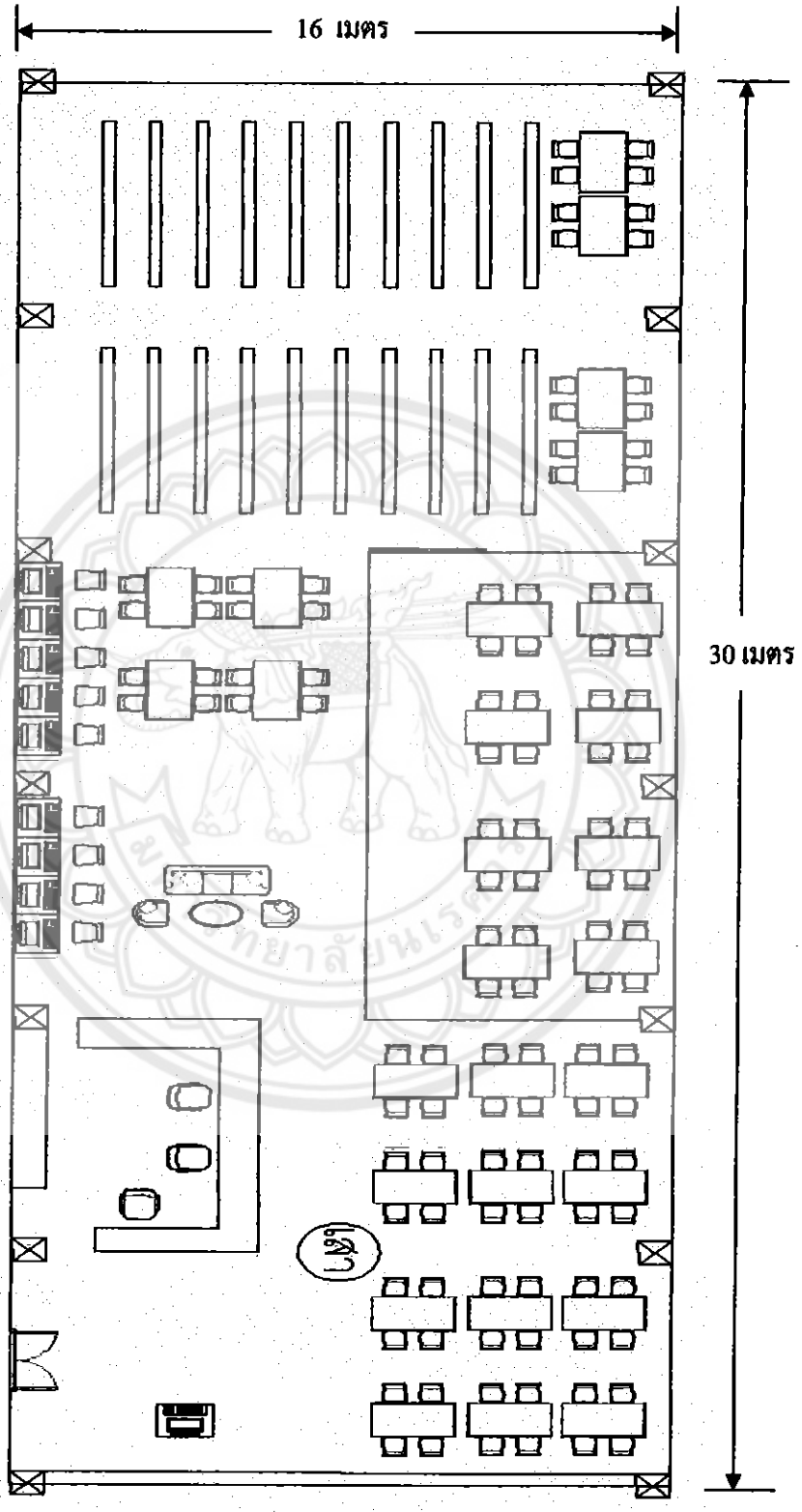
รูปที่ 3.28 ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา

8. ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม



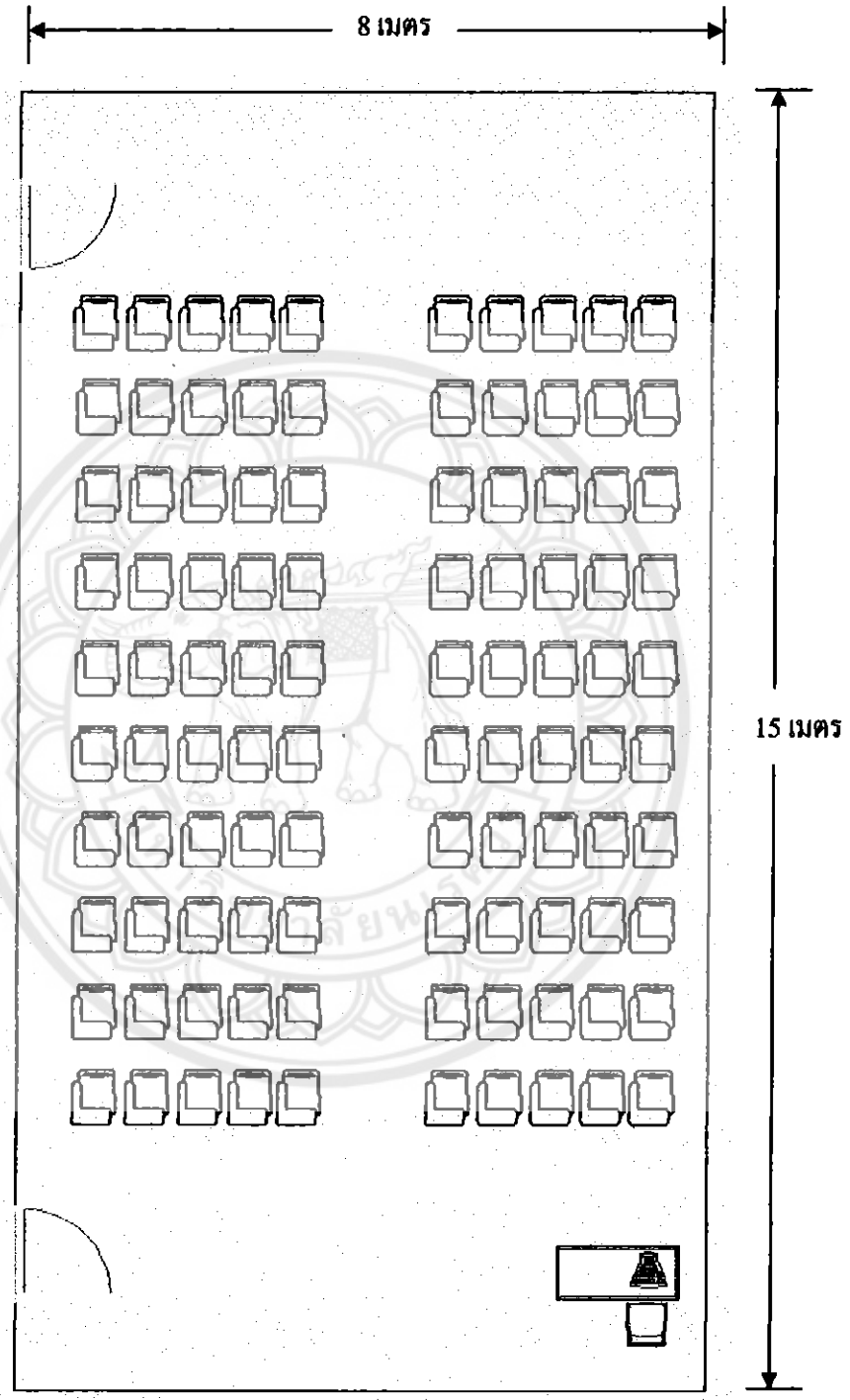
รูปที่ 3.29 ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

9. ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์



รูปที่ 3.30 ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

10. ห้องเรียน EN 311



รูปที่ 3.31 ห้องเรียน EN 311

บทที่ 4

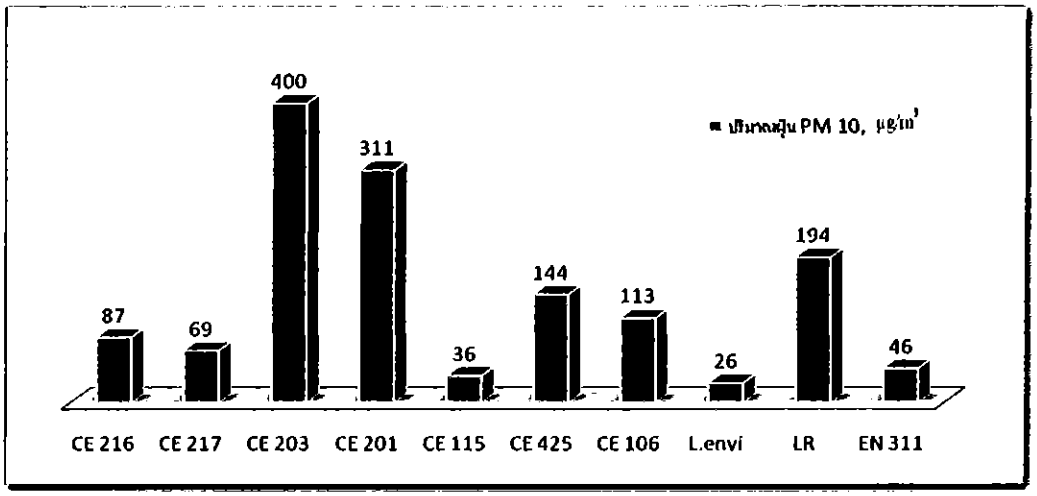
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

โครงการนี้เป็นการศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เก็บตัวอย่างทั้งหมด 10 จุดเก็บ ได้แก่ ห้องพักอาจารย์ CE 216 และ CE 217 ห้องวิชาการ ห้องเลขานุการภาควิชาโยธา ห้องเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ห้องสมุด ห้องเรียน EN 311 ห้องน้ำหญิง และห้องน้ำชาย โดยใช้เครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler) ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM10 ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2553 ถึง เดือน มกราคม 2554 ในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง รวม 3 วัน เป็น 72 ชั่วโมงต่อหนึ่งตัวอย่าง

4.1 ศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ 4.1 ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุดเก็บตัวอย่าง	ชื่อห้อง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ระยะเวลารวม (ชั่วโมง)	ปริมาณฝุ่น (72 ชม.) ($\mu g/m^3$)	ปริมาณฝุ่น (24 ชม.) ($\mu g/m^3$)
ห้องพักอาจารย์	CE 216	22,24,26 ธ.ค.2553	72	87.05	29.01
ห้องพักอาจารย์	CE 217	22,24,26 ธ.ค. 2553	72	69.25	23.08
ห้องน้ำหญิง	CE 203	29 ธ.ค. 25531, 3 ม.ค. 2554	72	399.65	133.22
ห้องน้ำชาย	CE 201	29 ธ.ค.25531, 3 ม.ค. 2554	72	310.62	103.54
ห้องวิชาการ	CE 115	6,8,10 ม.ค. 2554	72	35.62	11.87
ห้องเลขาภาควิชาโยธา	CE 425	6,8,10 ม.ค. 2554	72	144.43	48.143
ห้องเลขาคณะวิศวฯ	CE 106	13,15,17 ม.ค. 2554	72	112.77	37.59
ห้องปฏิบัติการ	L.envi	13,15,17 ม.ค. 2554	72	25.72	8.57
ห้องสมุด	LR	20,22,24 ม.ค. 2554	72	193.89	64.63
ห้องเรียน	EN 311	20,22,24 ธ.ค. 2554	72	45.51	15.17



รูปที่ 4.1 ปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลาเก็บตัวอย่าง 3 วัน เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ภายในสำนักงานและห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์

1. ห้องพักอาจารย์ (CE 216) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 87.05 $\mu g/m^3$ มีนิสิตปริญญาโทประจำอยู่ที่ห้อง 2-3 คน และจะมีนิสิตเข้ามาติดต่อเรื่องงานวิจัยโดยเฉลี่ยวันละ 5 คน ในส่วนของวัสดุ อุปกรณ์ และ เฟอร์นิเจอร์ภายในห้อง ที่เอื้อต่อการกำเนิดของฝุ่น PM10 ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปริ้น ชั้นวางหนังสือ เอกสารต่างๆภายในห้อง สิ่งดังกล่าวข้างต้นนี้เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดฝุ่น PM10

2. ห้องพักอาจารย์ (CE 217) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 69.25 $\mu g/m^3$ ลักษณะการใช้ห้องเป็นแบบห้องทำงานและกึ่งห้องเรียน มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในห้องจะมีวัสดุ อุปกรณ์ และเฟอร์นิเจอร์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปริ้น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องเล่นซีดี และตู้เก็บเอกสาร เป็นต้น แต่ห้องพักอาจารย์มีการติดตั้งเครื่องกรองฝุ่น ที่ช่วยแลกเปลี่ยนประจุอิออนให้ฝุ่นที่แขวนลอยอยู่ในอากาศให้ตกลงมาสู่พื้น แต่ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อปริมาณฝุ่น PM10 นิสิตประจำโครงงานที่เข้ามาปรึกษางาน โดยเฉลี่ยประมาณ 20 คนต่อวัน จึงเป็นการนำพาฝุ่นบางส่วนจากภายนอกเข้ามาสะสมภายในห้องด้วย

3. ห้องน้ำหญิง (CE 203) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 399.65 $\mu g/m^3$ มีปริมาณของผู้ใช้ห้องน้ำเฉลี่ย 40 ครั้งต่อวัน ในช่วงทำการเก็บตัวอย่างได้มีการทำความสะอาดขี้นกพิราบที่ระเบียงของชั้น 6 และหลังคา จากการสังเกตคนงานจะกวาดขี้นกลงมาโดยตรงจาก

ด้านบนลงมาทำให้ฝุ่นละอองพัดเข้ามาในตัวอาคาร ซึ่งห้องน้ำเป็นห้องที่ไม่ปรับอากาศ ดังนั้น อากาศที่เข้ามาจากการใช้ห้องน้ำ ขณะที่เปิดประตูเข้าออกจึงเกิดการสะสมของฝุ่นในห้อง

4. ห้องน้ำชาย (CE 201) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลาเฉลี่ย 72 ชั่วโมง เท่ากับ 310.62 $\mu g/m^3$ มีปริมาณของผู้ใช้ห้องน้ำเฉลี่ย 40 ครั้งต่อวัน แต่ในช่วงทำการเก็บตัวอย่างได้มีการทำความสะอาดขึ้นกพิราบที่ ระเบียงของชั้น 6 และหลังคา เช่นเดียวกับห้องน้ำหญิง

5. ห้องวิชาการ (CE 115) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลาเฉลี่ย 72 ชั่วโมง เท่ากับ 35.62 $\mu g/m^3$ มีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ 5 คน มีลักษณะการใช้ห้องเป็นแบบการติดต่อประสานงาน ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณฝุ่น PM10 คือ วัสดุ อุปกรณ์สำนักงาน เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปริ้น ตู้ใส่เอกสาร ฝุ่นที่เข้ามาจากภายนอก ได้แก่บุคคลที่เข้ามาติดต่อประสานงาน ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วมีผู้ใช้ห้องประมาณ 20 คนต่อวัน

6. ห้องเลขานุการภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 144.43 $\mu g/m^3$ มีเจ้าหน้าที่ประจำห้องอยู่ 2 คน มีวัสดุอุปกรณ์ เฟอร์นิเจอร์ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องปริ้น เครื่องถ่ายเอกสาร อุปกรณ์ที่เป็นสารอินทรีย์ระเหยง่าย เช่น เทปกาว เอกสารต่างๆ เป็นต้น ที่เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็กภายในห้อง ส่วนฝุ่นที่ถูกนำพามาจากภายนอกก็ได้แก่ อาจารย์และนิสิตที่เข้ามาติดต่องานต่างๆ โดยเฉลี่ยประมาณ 50 คนต่อวัน และในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างมีการทำความสะอาดที่ระเบียงและหลังคาที่ชั้น 6 ของอาคารวิศวกรรมโยธา ซึ่งฝุ่นจะฟุ้งกระจายทั่วทั้งอาคาร โดยมีช่องทางเดินบันไดเป็นบริเวณที่เอื้อต่อการกระจายของฝุ่นละออง เนื่องจากห้องเลขาฯตั้งอยู่ตรงบริเวณหน้าบันได จึงทำให้ฝุ่นละอองเข้ามาได้ง่าย

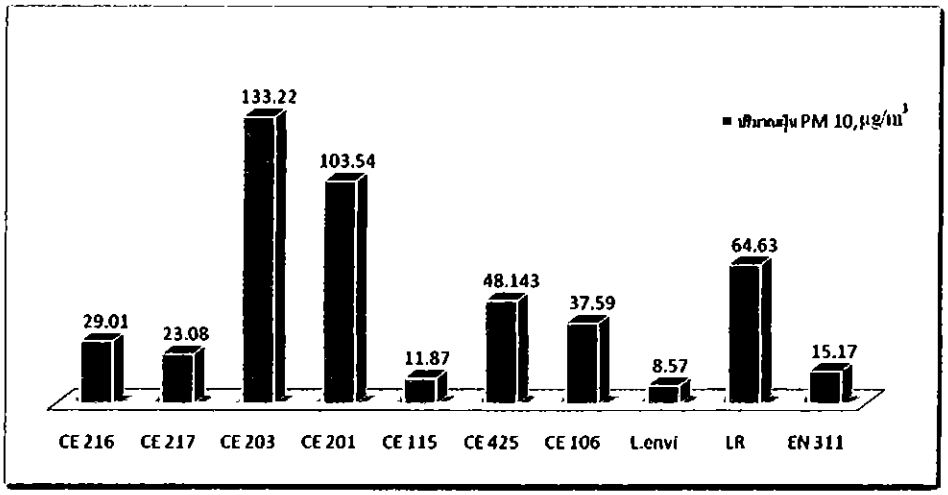
7. ห้องเลขาคณะวิศวกรรมศาสตร์ (CE 106) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 112.77 $\mu g/m^3$ ภายในห้องมีเจ้าหน้าที่ประจำห้องอยู่ 6 คน ลักษณะการใช้ห้องเพื่อติดต่องาน และเจ้าหน้าที่เข้ามาเซ็นชื่อก่อนเข้ามาทำงาน และมาส่งแฟกซ์ โดยเฉลี่ยจะมีคนเข้ามาใช้ห้อง 50 คนต่อวัน ซึ่งวัสดุ อุปกรณ์และเฟอร์นิเจอร์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปริ้น เครื่องส่งแฟกซ์ ตู้เก็บของ และชั้นวางหนังสือต่างๆ ภายในห้อง สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดฝุ่น PM10 ภายในอาคาร

8. ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 25.72 $\mu g/m^3$ ลักษณะของห้องเป็นแบบไม่ปรับอากาศ จึงมีอากาศแลกเปลี่ยนกันระหว่างอากาศภายนอกและอากาศภายในห้อง ลักษณะการใช้งานเป็นแบบทำการทดลอง วัสดุ อุปกรณ์ และเฟอร์นิเจอร์

ได้แก่ สารเคมี เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่น PM10 รวมถึงนิสิตที่เข้ามาใช้ห้องปฏิบัติการ โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 30 คนต่อวัน

9. ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 193.89 $\mu g/m^3$ ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ตั้งอยู่ที่ตึกอาคารเรียนรวม ซึ่งเป็นอาคารเรียนที่มีนิสิตชั้นปีที่ 1 ถึง ปีที่ 4 นิสิตปริญญาโทและบุคลากรเข้ามาใช้บริการตลอดทั้งวัน ภายในห้องสมุดมีวัสดุอุปกรณ์และเฟอร์นิเจอร์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปริ้น ฝ้าเพดาน ที่เอื้อต่อการกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็ก รวมทั้งหนังสือและเอกสารสิ่งพิมพ์ต่างๆ และผู้ใช้บริการห้องสมุด ที่เป็นสื่อนำพาฝุ่นจากภายนอกเข้ามาภายในห้องสมุด การเก็บตัวอย่างในห้องสมุดทำการเก็บตัวอย่างในช่วงสอบกลางภาค คือ วันที่ 20 ธันวาคม ถึง วันที่ 25 ธันวาคม 2553 ดังนั้นนิสิตที่เข้ามาใช้บริการจึงมากกว่าปกติ เพราะอาคารเรียนรวมเป็นสถานที่สอบเพียงที่เดียวของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่น PM10

10. ห้องเรียนอาคารเรียนรวม (EN 311) มีปริมาณฝุ่น PM10 ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 45.51 $\mu g/m^3$ ลักษณะการใช้งาน คือใช้ในการเรียนการสอนอย่างเดียว มีวัสดุ อุปกรณ์ และเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่น PM10 ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ ฝ้าม่านและเครื่องปรับอากาศ ส่วนระบบปรับอากาศไม่ค่อยได้มีการทำความสะอาดจึงมีกลิ่นเล็กน้อย เมื่อเข้าไปใช้ห้อง กลิ่นที่ออกมานี้แสดงให้เห็นถึงภายในห้องไม่เหมาะต่อการอยู่อาศัย หากอยู่นานเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อสภาพจิตใจของผู้ที่เข้ามาใช้ห้อง ฝุ่นที่เข้ามาในห้องจากบุคคลภายนอกก็เป็นส่วนหนึ่งของปริมาณฝุ่น PM10 เพราะช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่าง คือวันที่ วันที่ 20 ธันวาคม ถึง วันที่ 25 ธันวาคม 2553 เป็นสัปดาห์ที่ทำการสอบกลางภาค โดยเฉลี่ยแล้วผู้ที่ใช้ห้องนี้จึงมีประมาณ 60 คนต่อวัน ซึ่งจะมากกว่าปกติ



รูปที่ 4.2 ปริมาณฝุ่น PM10 ที่ 24 ชั่วโมง ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

เมื่อนำปริมาณฝุ่นมาหาค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงแล้วนั้นเริ่มจากห้องที่มีระบบปรับอากาศเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ห้องสมุด (LR) สำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) สำนักงานเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์ (CE 106) ห้องพักอาจารย์ (CE 216) ห้องพักอาจารย์ (CE 217) ห้องเรียนอาคารเรียนรวม (EN 311) และสำนักงานวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ (CE 115) ได้ค่าดังต่อไปนี้ 64.63, 48.143, 37.59, 29.01, 23.08, 15.17 และ 11.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ห้องที่ไม่มีระบบปรับอากาศเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ห้องน้ำหญิง(CE 203) ห้องน้ำชาย (CE 201) และห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (LE) ได้ค่าดังต่อไปนี้ 133.22,103.54,8.57 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM10 ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดแต่อย่างใด (http://www.erc.nu.ac.th/Project-6.asp)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 ปริมาณฝุ่น PM10 ภายในสำนักงาน และห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการศึกษาปริมาณฝุ่น PM10 ภายในสำนักงานและห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรนั้นปัจจัยอันดับหนึ่งที่ก่อให้เกิดฝุ่นเพิ่มสูงขึ้น คือ จำนวนนิสิต สังเกตจากเมื่อจำนวนนิสิตเข้าออกมากขึ้นหรือมีกิจกรรมร่วมกันภายในห้องนั้นมากน้อยเพียงไหน ปริมาฯฝุ่นละอองที่ติดตามตัวก็สามารถเล็ดลอดเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพิ่มขึ้นเท่านั้น เนื่องจากว่า ตัวมนุษย์เองเป็นสื่อกลางนำพาฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าสู่ภายใน ดังนั้นห้องที่ไม่มีระบบปรับอากาศมีปริมาณฝุ่น PM10 สูงกว่า ห้องที่มีระบบปรับอากาศ ทั้งนี้การถ่ายเทอากาศที่ดีมีส่วนสำคัญในการกักเก็บฝุ่นละออง ปัจจัยอันดับสอง คือ สภาพแวดล้อมภายในห้อง ความเป็นระเบียบเรียบร้อยภายในห้องนั้นเป็นสำคัญอีกประการหนึ่งที่เป็นแหล่งสะสมของปริมาณฝุ่นละออง หากขาดการดูแลเอาใจใส่ของผู้ที่อยู่ภายในแล้ว ฝุ่นก็จะสะสมอยู่ตามเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ซึ่งส่วนมากมักจะเกิดขึ้นกับห้องสำนักงานและห้องพักอาจารย์ ปัจจัยสุดท้ายที่มีผลต่อการสะสมของฝุ่นละอองนั่นคือ การถ่ายเทอากาศระหว่างภายในกับภายนอก ปัจจัยนี้จะเห็นได้ชัดจากส่วนของห้องน้ำหญิงและห้องน้ำชาย

ดังนั้นจึงขอสรุปได้ว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคาร กิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในของนิสิต และบุคลากร ความเป็นระเบียบเรียบร้อยตลอดจนความเอาใจใส่ดูแลถึงความสะอาดภายในห้อง และประสิทธิภาพในการหมุนเวียนอากาศที่ดีภายในห้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการเก็บข้อมูลและการทดลอง มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เนื่องจากผู้วิจัยพบปัญหาในการเก็บตัวอย่าง คือ น้ำหนักของกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่างมีค่ามากกว่าน้ำหนักของกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง จึงแนะนำให้ผู้ศึกษาเพิ่มระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอีก

2. ข้อเสนอแนะและแนวทางในการลดปริมาณฝุ่น PM 10 ภายในอาคาร

   - ทำความสะอาดภายในห้องอยู่เป็นประจำ
   - ปลูกต้นไม้ที่เพื่อดูดก๊าซพิษ เช่น พลูด่าง เฟิร์นบอสตัน ต้นสาวน้อยประแป้ง เป็นต้น

มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

จิโรจน์ สูรพันธุ์. (2550) **โรคภัยจากการอยู่ในอาคาร,** จุลสารวิทยาลัยแพทย์สร้างเสริมสุขภาพ. ปีที่ 1 ฉบับที่ 5 พฤษภาคม – มิถุนายน 2550

สร้อยสุดา เกสรทอง. (2549) SBS **โรคจากการทำงานในตึก.** สำนักพิมพ์ไกล้หมอ. พิมพ์ครั้งที่ มีนาคม 2549

วิกรม เสงคิสิริ, สสิธร เทพตระการพร.(2548), **กลุ่มอาคารที่เกิดจากการทำงานในอาคารปิด,** บทความทั่วไป. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, มกราคม-มีนาคม 2548

ภิชาน ทวีเวชพฤติ. **ภัยร้ายใกล้ตัวจากสภาวะอากาศในอาคาร.** ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2553,จาก www.meweb.eng.chula.ac.th/doc/article-08-09-05_ACAT2008.pdf

ไชยรัตน์ อิ่มแอมกมลและเลิศชัย(2550) **ความเข้มข้นการกระจายของขนาดอนุภาคตามน้ำหนักในบรรยากาศและโอกาสในการสะสมของอนุภาค PM 10 ในระบบทางเดินภายใจ.** ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณะสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. **การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร.** ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณะสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2553, จาก www.shawpat.or.th/safetyweek23_document/Summary/sum3.16.pdf

สวัสดิ์ โนนสูง (2543). **ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม.** คณะวิชาพืชศาสตร์, วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีตาก

นายพงศ์วุฒิ จงเจริญศรีศิริ (2553). **อันตรายต่อมนุษย์จากสภาวะมลพิษทางอากาศของโรงงานอุตสาหกรรม,** สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, โรงงานกรมโรงงานอุตสาหกรรม. สืบค้นเมื่อวันที่ 31 กันยายน 2553, จาก. http://www2.diw.go.th

Brian Flanigan (1997) Air sampling for fugi in indoor environments. Department of Biologocal Sciences} Heriot-Watt University, Edinburgh EH14 4AS, UK

S.C.Lee and M.Chang. (2002) Indoor and outdoor air quality investigation at schools in Hong Kong. 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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการเก็บตัวอย่างของปริมาณฝุ่นPM 10 ภายในอาคารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ ก-1 ปริมาณฝุ่น PM 10 ภายในอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุดเก็บตัวอย่าง	ชื่อห้อง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ระยะเวลารวม (ชั่วโมง)	น้ำหนักก่อน (กรัม)	น้ำหนักหลัง (กรัม)	ปริมาณฝุ่น (72 ชม.) ($\mu g/m^3$)	ปริมาณฝุ่น (24 ชม.) ($\mu g/m^3$)
ห้องพักอาจารย์	CE 216	22,24,26 ธ.ค.2553	72	0.05960	0.05966	87.05	29.01
ห้องพักอาจารย์	CE 217	22,24,26 ธ.ค. 2553	72	0.05780	0.05815	69.25	23.08
ห้องน้ำหญิง	CE 203	29 ธ.ค. 25531, 3 ม.ค. 2554	72	0.05941	0.06098	399.65	133.22
ห้องน้ำชาย	CE 201	29 ธ.ค.25531, 3 ม.ค. 2554	72	0.05684	0.05886	310.62	103.54
ห้องวิชาการ	CE 115	6,8,10 ม.ค. 2554	72	0.05833	0.05851	35.62	11.87
ห้องเลขาภาควิชาไฮซา	CE 425	6,8,10 ม.ค. 2554	72	0.05772	0.05845	144.43	48.143
ห้องเลขาคณะวิศวฯ	CE 106	13,15,17 ม.ค. 2554	72	0.05893	0.05950	112.77	37.59
ห้องปฏิบัติการ	L.envi	13,15,17 ม.ค. 2554	72	0.05952	0.05965	35.61	11.87
ห้องสมุด	LR	20,22,24 ม.ค. 2554	72	0.05819	0.05917	193.89	64.63
ห้องเรียน	EN 311	20,22,24 ธ.ค. 2554	72	0.05789	0.05812	45.51	15.17

ภาคผนวก ข

วิเคราะห์ปริมาณฝุ่น PM 10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1. ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM 10 ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเครื่อง Personal Air Sampler เป็นวิธีที่ใช้หาความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ เครื่องดูดอากาศมีอัตราความเร็วของอากาศคงที่ประมาณ 1.17 ลิตร/นาที ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง อากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง (Glass Micro Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร จำนวน 1 แผ่นต่อครั้ง ติดตั้งในตลับใส่กระดาษกรอง 3 ชั้น ต่อเข้ากับหัวแยกเก็บฝุ่นละอองแบบไซโคลน เก็บฝุ่นละอองแบบ PM 10 จะถูกกรองติดที่กระดาษกรอง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ มีหน่วยเป็น ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร หาได้จากน้ำหนักฝุ่นในอากาศหารด้วยปริมาตรของอากาศที่ถูกดูด

1.1 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์

การเตรียมกระดาษกรอง

- ใช้กระดาษกรองใยแก้ว (Glass Micro Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร

- ตรวจดูความไม่สมบูรณ์ของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษกรองที่เปลี่ยนไป และกระดาษกรองที่ไม่เรียบเสมอกัน เป็นต้น หากพบว่ากระดาษกรองมีเหตุบกพร่องดังกล่าวจะไม่นำมาใช้ในการเก็บตัวอย่าง

- การกำหนดรหัสหมายเลขของกระดาษกรอง ควรกำหนดรหัสเป็นตัวเลขที่แสดงรายละเอียดถึงการใช้กระดาษกรอง เช่น วันที่ใช้กระดาษกรองในการเก็บตัวอย่าง และจุดที่เก็บตัวอย่าง เป็นต้น

- ประทับรหัสหมายเลขกระดาษกรองลงบนถุงซิปของกระดาษกรองที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

- นำกระดาษกรองใส่ในถุงซิปแต่ละถุง และใส่ในตู้ดูดความชื้น โดยเปิดถุงซิปไว้

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น PM10 ดังนี้

- วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method)

- คำนวณหาปริมาณอนุภาคฝุ่นละออง PM 10 ในอากาศ โดยใช้สูตร

$$SP\ (\mu g/m^3) = \frac{W_{2(g)} - W_{1(g)}}{V_s} \times 10^6$$

เมื่อ SP = ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

W_1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

V_S = ปริมาตรของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (หน่วยลูกบาศก์เมตร)

ณ อุณหภูมิ 298 ^{0}K ความดัน 1013.25 mmbar

10^6 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น ไมโครกรัม

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

ในการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อหาปริมาณฝุ่น PM 10 โดยใช้อัตราการไหลผ่านอากาศเป็น 1.17 ลิตร/นาที ที่ระยะเวลา 3 วัน รวมเป็น 72 ชั่วโมง เมื่อนำกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างแล้วมาชั่งน้ำหนัก จะได้

$$SP = \frac{0.05886 - 0.05684 \times 10^6}{1.17 \times 10^{-3} \times 1440 \times 3}$$

$$= 400 \text{ ไมโครกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร}$$

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นางสาวพัทธนันท์ โตพ่วง
ภูมิลำเนา 155/2 หมู่ 10 ต. วังน้ำขาว อ. บ้านด่านลานหอย
จ. สุโขทัย 64140

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบ้านด่านลานหอย วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: phutthanan_yui@hotmail.com

ชื่อ นางสาวกนกพร สายวงศ์
ภูมิลำเนา 40 หมู่ 5 ต.แม่ปะ อ.เถิน จ.ลำปาง 52160

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเถินวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: kanok_envi_nu@hotmail.com