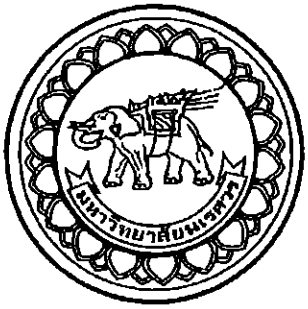
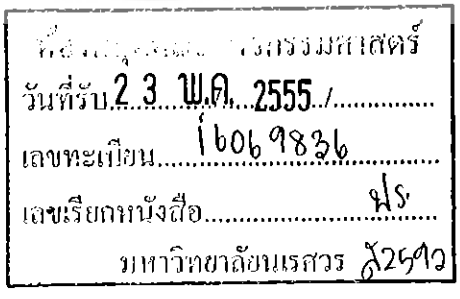


วาสนาอธิษฐานดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน

CORNSTALK PLANT ABSORB CARBON DIOXIDE IN THE OFFICES

นายสมประสงค์ ทองรอด รหัส 51362800

นางสาวสุรีย์รัตน์ เทศพรม รหัส 51362817



2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	วาสนาอธิษฐานดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสมประสงค์ ทองรอด	รหัส 51362800
	นางสาวสุรีย์รัตน์ เทศพรม	รหัส 51362817
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2554	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

.....กรรมการ
(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ
(ดร.จิรภัทร์ อนันต์ภัทรชัย)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	วาสนาอธิษฐานดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสมประสงค์ ทองรอด	รหัส 51362800
	นางสาวสุรีย์รัตน์ เทศพรม	รหัส 51362817
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2554	

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานภายในสำนักงานคือ ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) มีปริมาตร 360 m^3 ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) มีปริมาตร 192 m^3 และห้องควบคุมมีปริมาตร 304 m^3 อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และทำการวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องทั้ง 3 ห้อง เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงตั้งแต่ 8.30-16.30 น. และทำการวิเคราะห์หาจำนวนวาสนาอธิษฐานต่อปริมาตรห้องต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามบทวิจัยของคุณพนธวรรธน์ แล้วเพิ่มวาสนาอธิษฐานครั้งละ 1 ต้น ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ห้องห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) ขนาด 360 m^3 มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน 4 คน เหมาะที่จะใช้วาสนาอธิษฐาน 2-3 ต้น ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ขนาด 192 m^3 มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน 2 คน เหมาะที่จะใช้วาสนาอธิษฐาน 3-4 ต้น และห้องควบคุม เมื่อใช้วาสนาอธิษฐาน 4 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้วาสนาอธิษฐาน 3 ต้น 2 ต้น และ 1 ต้น ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.7, 41.1, 32.3 และ 23.4 % ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำวาสนาอธิษฐานไปใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสำนักงานและบ้านพักอาศัย

Project title	CORNSTALK PLANT ABSORB CARBON DIOXIDE IN THE OFFICES	
Name	Mr. Somprasong Thongrod	ID. 51362800
	Miss. Sureerat Tesprom	ID. 51362817
Project advisor	Asst. Prof. Dr. Pajaree Thongsanit	
Major	Environmental Engineering	
Department	Civil Engineering	
Academic year	2011	

.....

Abstract

This project was the studies of Cornstalk Plant absorb carbon dioxide in the offices. This studied measured the concentration of carbon dioxide in works time (8.00 am-4.30 pm) at three rooms. The first room was Engineering Student Affairs room number 108 with volume of 360 m^3. The second room was Civil Engineering Department room number 425 with volume of 192 m^3. The third room was control room with the volume of 304 m^3. All of them were set in the building of civil engineering department, faculty of Engineering, Naresuan University. The data of analytical number of plant in the room was calculated using Phonthawat's research. The numbers of the plant added up in 2, 3, 4 of cornstalk plant. The result found that the 2 or 3 of cornstalk plant were the most suitable for the room 360 m^3 and the 3 or 4 of cornstalk plant using for the room 192 m^3. The absorption of carbon dioxide in control room using 4, 3, 2, 1 of cornstalk plant were 43.7, 41.1, 32.3 and 23.4 % respectively. The future project applied to the other offices and houses.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้ดำเนินงานต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานตลอดจนติดตามประเมินผลการทำโครงงานมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และดร.จิรภัทร์ อนันต์ภัทรชัย ซึ่งเป็นกรรมการ ที่กรุณาชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติงานให้เป็นไปอย่างถูกต้อง

ขอขอบพระคุณฐปนรรฆ์ สิริโชคก ที่กรุณาให้คำปรึกษา และมีส่วนช่วยในการปฏิบัติงานมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ในการปฏิบัติงานภายในอาคารวิศวกรรมโยธา

ขอขอบพระคุณ ทุก ๆ ท่าน ที่ได้มีส่วนร่วมช่วยให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายสมประสงค์ ทองรอด
นางสาวสุรีย์รัตน์ เทศพรม

มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 แผนการดำเนินงาน.....2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....3
2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality).....3
2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide).....5
2.3 ไม้ประดับภายในอาคาร (Plant indoor).....9
2.4 เอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง.....15

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....18
3.1 พื้นที่ศึกษา.....18
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....21
3.3 วิธีดำเนินงาน.....23
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....24
3.5 การจัดวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....26

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....29
4.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน.....29
4.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังวางวาสนาอธิษฐาน.....30
4.3 การลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน.....34
4.4 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน.....36

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....38
5.1 บทสรุป.....38
5.2 ข้อเสนอแนะ.....39
เอกสารอ้างอิง.....40

ภาคผนวก ก ตารางข้อมูล.....42
ภาคผนวก ข แบบแปลนอาคารวิศวกรรมโยธา.....46

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินโครงงาน....2

2.1 มลพิษทางอากาศภายในอาคาร....3

2.2 องค์ประกอบมาตรฐานของอากาศแห้ง....6

2.3 คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์....6

2.4 ความเข้มข้นสูงสุด สำหรับการปนเปื้อนในอาคาร....9

2.5 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษต่าง ๆ....12

4.1 ข้อมูลทั่วไป....29

4.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน....29

4.3 การลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์....34

4.4 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน....37

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 วัฏจักรคาร์บอน..... 8

2.2 ไม้ประดับภายในอาคาร.....10

2.3 วาสนาอธิษฐาน.....14

3.1 ห้องควบคุม (ห้องปฏิบัติการสำหรับเครื่องมือพิเศษ) 18

3.2 ผังห้องควบคุม (ห้องปฏิบัติการสำหรับเครื่องมือพิเศษ).....19

3.3 ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108).....19

3.4 ผังห้องงานกิจการนิสิต (CE 108).....20

3.5 ห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425)..... 20

3.6 ผังห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425)..... 21

3.7 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 21

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์.....22

3.9 สารเคมี.....22

3.10 วาสนาอธิษฐาน.....23

3.11 ระบบการวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.....24

3.12 ตำแหน่งวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ห้องควบคุม) 27

3.13 ตำแหน่งวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CE 108) 27

3.14 ตำแหน่งวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CE 425) 28

4.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม.....31

4.2 อัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm/m3/s) 32

4.3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องงานกิจการนิสิต (CE108) จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน.....32

4.4 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน.....33

4.5 ความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน.....35

4.6 การลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิฐานในห้องควบคุม.....36

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

CO_2	=	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ppm	=	ส่วนในล้านส่วน
M	=	โมล
ml	=	มิลลิลิตร
m	=	เมตร
g	=	กรัม
kg	=	กิโลกรัม
m^2	=	ตารางเมตร
m^3	=	ลูกบาศก์เมตร
$ppm/m^3/s$	=	ส่วนในล้านส่วนต่อลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
L/min	=	ลิตรต่อนาที
NaOH	=	โซเดียมไฮดรอกไซด์
°C	=	องศาเซลเซียส

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

อาชีพของประชาชนส่วนใหญ่ในปัจจุบันมักจะอยู่ภายในสำนักงานมากขึ้น แต่ละวันจะต้องใช้ระยะเวลาอยู่ภายในไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นคุณภาพอากาศภายในมีผลต่อสุขภาพของผู้ที่ทำงานเป็นอย่างมาก ปัจจุบันนอกจากจะพบว่าสารพิษภายในสำนักงานจะมาจากสารฟอร์มัลดีไฮด์แล้วก็ยังมีก๊าซพิษอีกชนิดหนึ่งที่เป็นปัญหาสำคัญนั่นคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หากภายในสำนักงานปนเปื้อนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่ได้รับและทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง การแก้ไขปัญหาโดยการนำไม้ประดับเข้ามาดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสำนักงานจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยให้คุณภาพอากาศภายในสำนักงานดีขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติของไม้ประดับนั้นสามารถทนกับสภาวะความแห้งของสภาพอากาศภายในห้องปรับอากาศได้เป็นอย่างดี อีกทั้งไม้ประดับยังไม่ต้องการน้ำและแสงมากรวมถึงขั้นตอนการดูแลรักษาสามารถทำได้ง่ายไม่ยุ่งยาก

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ประดับพบว่างานวิจัยของคุณเพนธวรรธน์ ในปี พ.ศ. 2552 ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของไม้ประดับดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ วาสนาอธิษฐาน วาสนา ประกายเงินและลิ้นมังกร พบว่า ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเท่ากับ 1.50, 1.47, 1.31 และ 0.49 ppm/ลบ.ม/วินาที ตามลำดับ ทั้งหมดเป็นการศึกษาเพียงในหน่วยทดลองระบบปิด ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญของคุณภาพอากาศภายในห้องสำนักงานสนองตอบต่อนโยบายของมหาวิทยาลัยที่ต้องการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวเพื่อต้องการให้คุณภาพชีวิตดีขึ้นส่งเสริมการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ภายในอย่างมีประสิทธิภาพอย่างเต็มศักยภาพ ดังนั้นจึงสนใจนำวาสนาอธิษฐานมาศึกษาในหัวข้อ วาสนาอธิษฐานดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงานโดยศึกษาความเหมาะสมของจำนวนวาสนาอธิษฐานต่อพื้นที่ห้อง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องสำนักงานในช่วงเวลาทำงาน

1.2.2 ศึกษาปริมาณความเหมาะสมของวาสนาอธิษฐานที่ใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ภายในสำนักงาน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน

1.3.2 ทราบถึงปริมาณความเหมาะสมของวาสนาอธิษฐานที่ใช้ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในสำนักงาน

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 วัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.4.2 ใช้วาสนาอธิษฐานเป็นไม้ประดับดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.4.3 เก็บตัวอย่างเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2554 ถึง เดือนมกราคม 2555

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54	ม.ค. 55	ก.พ. 55
เก็บข้อมูลเบื้องต้น	———					
วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น	———	———				
ศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องสำนักงาน			———	———	———	
วิเคราะห์ข้อมูล				———	———	
สรุปผลและจัดทำรายงาน					———	———

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality)

อากาศในบริเวณหนึ่งภายในอาคารหรือที่พักอาศัยโดยที่สภาพอากาศภายในต้องมีความสมดุลของคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) อุณหภูมิ ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหายใจเข้า-ออกของคน ความเข้มข้นของสารระเหย อนุภาคสิ่งสกปรกและปริมาณจุลชีพที่ไม่ก่อให้เกิดผลร้ายต่อสุขภาพและร่างกายของคนที่อาศัยอยู่ภายในอาคาร

2.1.1 ภาวะมลพิษทางอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Pollutant) หมายถึง สภาวะการที่อากาศภายในอาคารมีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณและระยะเวลาที่นานพอที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้น ๆ ซึ่งแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในสำนักงานและบ้านเรือนมีตัวอย่างดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มลพิษทางอากาศภายในอาคาร

สำนักงาน	ที่อยู่อาศัย
วัสดุในการตกแต่ง	แหล่งมลพิษเหมือนสำนักงาน
พรม,ม่าน	สัตว์เลี้ยง
เครื่องถ่ายเอกสาร	ความชื้นจากห้องน้ำเกิดเชื้อรา
คน(กลิ่น)	Miter
น้ำยาทำความสะอาด	เตาผิง (fire place)
บุหรี่	Household Cleaner
ยาฆ่าแมลง	Radon
อาหาร	-
ฝุ่นละออง	-

ที่มา: มาริยา (2542)

2.1.2 อาการแพ้จากอาคาร (Sick Building Syndrome) หมายถึง อาการที่เกิดจากภาวะต่าง ๆ ในตึก อาคารสำนักงาน ร้านสรรพสินค้า ฯลฯ ที่เกิดขึ้นพร้อมกันหลาย ๆ คนและมีอาการคล้าย ๆ กัน เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันมักเกิดในสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศอากาศถ่ายเทน้อยไม่มีอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าไปปรับเปลี่ยน มักจะมีอาการระคายเคืองตา จมูก จาม น้ำมูกไหล คันตามผิวหนัง สำหรับคนที่แพ้ง่ายคนที่เป็นโรคภูมิแพ้อยู่แล้ว อาการแพ้จะกำเริบมากขึ้นที่พบบ่อยคือ แพ้ไรฝุ่น เชื้อรา เชื้อจากแมลงสาป ทำให้มีอาการไอ จามหรือรุนแรงขึ้นจนถึงขั้นหอบ อาการที่ไม่รุนแรงจะมีหดหู่ อ่อนเพลีย ง่วงนอนขาดความกระตือรือร้นในการทำงานซึ่งสาเหตุการเกิดอาการแพ้อาคารมีดังต่อไปนี้

2.1.2.1 การระบายอากาศไม่เพียงพอ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการนำอากาศภายนอกเข้าไปในอาคารไม่เพียงพอการกระจายและการผสมผสานอากาศภายในอาคารไม่พอเพียงอุณหภูมิและความชื้นสูงหรือไม่คงที่ระบบการกรองอากาศทำงานไม่มีประสิทธิภาพ

2.1.2.2 สารเคมีภายในอาคาร มีสาเหตุมาจากแหล่งมลพิษภายในอาคาร เช่น จากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์เลเซอร์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอินทรีย์ไอระเหย (VOC: Volatile Organic Compounds) อื่นๆที่อาจมาจากกาวและสารเคมีที่ใช้ในสำนักงานตลอดจนการสูบบุหรี่ในอาคารและการใช้ก๊าซหุงต้มอาหารและฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

2.1.2.3 สารเคมีจากภายนอกอาคาร มีสาเหตุจากมลพิษอากาศภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคารทั้งจากทางประตู หน้าต่าง ช่องระบายอากาศหรือแทรกซึมตรงบริเวณที่ปิดไม่สนิท เช่น อากาศเสียที่ระบายออกจากอาคารใกล้เคียงควันไฟหรือกลิ่นจากครัวปรุงอาหารและควันจากท่อไอเสียรถยนต์ในโรงจอดรถ เป็นต้น

2.1.2.4 ปัจจัยทางฟิสิกส์ เช่น อุณหภูมิ และความชื้นตลอดจนเสียงและแสงการป้องกันและแก้ไขแบ่งเป็น 2 กรณีคือ การป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาและการแก้ไขปรับปรุงอาคารที่มีปัญหากลุ่มอาการอาคารป่วย

2.1.3 แหล่งกำเนิดโรคแพ้อาคารในสำนักงาน สามารถแบ่งประเภทของสารปนเปื้อนได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

2.1.3.1 Aerosal and Tobacco Smoke อากาศมีอนุภาคแขวนลอยอยู่เป็นจำนวนมากและมีหลากหลายชนิดได้แก่ ควันบุหรี่ ฝุ่น ละอองเกสรดอกไม้ เส้นใยแร่ใยหิน อนุภาคแขวนลอยดังกล่าวมีขนาดเล็กมากที่สามารถเข้าไปยังถุงลมในปอดได้ ผลกระทบต่อสุขภาพทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนและมะเร็งในปอด

2.1.3.2 สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่แขวนลอยในอากาศ ได้แก่ เชื้อไวรัส เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ริกเกตเซีย โปรโตซัว ไรฝุ่น มักพบอยู่ในพื้นผิววัสดุที่มีความชื้นสูงหรือบริเวณที่มีแหล่งน้ำขังเชื้อจุล

ชีวะเหล่านี้ทำให้เกิดการติดเชื้อ การติดเชื้อภายในอาคารเกิดจากการแพร่เชื้อจากคนสู่คนภายในอาคารมีการระบายอากาศไม่เพียงพอหรือมีคนอยู่หนาแน่นเกินไป ปัจจัยดังกล่าวยิ่งส่งเสริมให้เกิดการติดเชื้อได้ง่ายขึ้น ผลกระทบต่อสุขภาพเมื่อคนหายใจเอาเชื้อเข้าไปในร่างกายหรือสัมผัสกับเชื้อทำให้เกิดอาการแพ้คันตามร่างกาย คัดจมูก ไอและมีอาการเจ็บป่วย นอกจากนี้ก๊าซพิษของเชื้อโรคที่ปล่อยออกมายังทำลายระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาทส่วนกลางและระบบภูมิคุ้มกัน

2.1.3.3 เรดอน (Radon) เรดอนเป็นก๊าซที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่นเกิดจากการสลายตัวจากธาตุเรเดียมซึ่งมีอยู่ในดินและหินสามารถเข้ามาในอาคารได้โดยการซึมผ่านตามรอยต่อและรอยรั่วต่าง ๆ ของอาคาร ผลกระทบต่อสุขภาพการได้รับเรดอนเข้าไปในร่างกายในระยะยาวทำให้เกิดมะเร็งในปอด

2.1.3.4 สารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds,VOC) สารระเหยอินทรีย์ หรือ VOC ส่วนใหญ่พบในวัสดุก่อสร้างหรือวัสดุตกแต่งภายในอาคาร เช่น ไม้อัด พรม เฟอร์นิเจอร์ สี สารเคลือบเงาไม้ น้ำยาทำความสะอาดพื้น กาวที่ใช้ในการยึดกระเบื้องและสารระเหยจากย่าฆ่าแมลง ซึ่งสารเหล่านี้จะพบมากในเฟอร์นิเจอร์ใหม่ส่งผลให้ปัญหาการเจ็บป่วยจากสารประกอบประเภทนี้มักพบในอาคารที่เพิ่งเปิดใช้งานหรือทำการปรับปรุงภายในใหม่

2.1.3.5 ก๊าซอนินทรีย์ (Inorganic Gaseous) ก๊าซโอโซนที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องทำความสะอาดอากาศที่ใช้หลักการไฟฟ้าสถิต ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้กับสารเคมีอื่น ๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_x) เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกิดจากการหายใจของคน

2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)

2.2.1 ข้อมูลทั่วไป

2.2.1.1 ปริมาณก๊าซในบรรยากาศ บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกส่วนใหญ่ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน 78% ก๊าซออกซิเจน 21% ก๊าซอาร์กอน 0.9% ที่เหลือเป็น ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่น ๆ จำนวนเล็กน้อย ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบมาตรฐานของอากาศแห้ง

Gas	% by Volume	% by Weight	Part per Million (by Volume)	Chemical Symbol	Molecular Weight
Nitrogen	78.08	75.47	780805	N_2	28.01
Oxygen	20.95	23.20	209450	O_2	32.00
Argon	0.93	1.28	9340	Ar	39.95
Carbon Dioxide	0.039	0.0606	390	CO_2	44.01
Neon	0.0018	0.0012	18.21	Ne	20.18
Helium	0.0005	0.00007	5.24	He	4.00
Krypton	0.0001	0.0003	1.14	Kr	83.80
Hydrogen	0.00005	Negligible	0.50	H_2	2.02
Xenon	8.7×10^{-6}	0.00004	0.087	Xe	131.30

ที่มา : Universal Industrial Gases, Inc. (2011)

2.2.1.2 คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังแสดงในตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทั่วไปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

Metric Unit			Boiling Point @ 101.325 kPa		Gas Phase Properties @ 0 °C & @ 101.325 kPa			Liquids Phase Properties @ B.P., & @ 101.325 kPa	
			Temp.	Latent Heat of Vaporization	Specific Gravity	Specific Heat (Cp)	Density	Specific Gravity	Specific Heat (Cp)
Substance	Chemical Symbol	Mol. Weight	°C	kJ/kg	Air = 1	kJ/kg °C	kg/m³	Water = 1	kJ/kg °C
Carbon Dioxide	CO_2	44.00	-78.5	571.3	1.539	0.85	1.9769	1.18[c]	-

ที่มา : Universal Industrial Gases, Inc. (2011)

2.2.2 วัฏจักรคาร์บอน (Carbon Cycle) เป็นวัฏจักรชีวธรณีเคมีซึ่งคาร์บอนถูกแลกเปลี่ยนระหว่างสิ่งมีชีวิต พื้นดิน น้ำและบรรยากาศของโลก คาร์บอนเป็นธาตุสำคัญธาตุหนึ่งของสิ่งมีชีวิต เป็นองค์ประกอบประมาณ 50% ของเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศแบ่งได้เป็น 2 แบบ ตามระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนเวียนให้ครบรอบคือ ระยะสั้นและระยะยาว (Mackenzie, 1995)

2.2.2.1 การหมุนเวียนระยะสั้น เป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจ เริ่มจากพืชตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาสังเคราะห์เป็นสารอินทรีย์ คาร์บอนจากบรรยากาศจึงเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืชเกิดขึ้นได้ทั้งบนบกและในน้ำ ดังสมการ

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

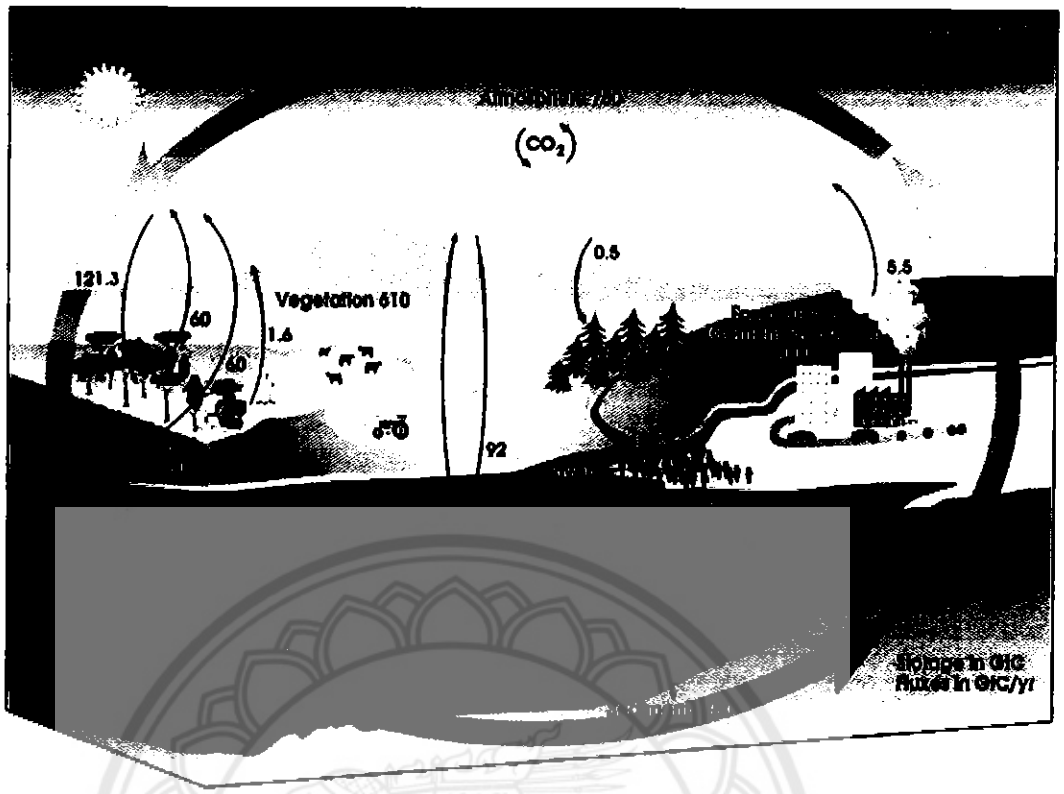
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานเคมี บางส่วนถูกใช้ไป บางส่วนถูกเก็บสะสมในรูปคาร์โบไฮเดรตซึ่งจะถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร คาร์บอนเหล่านี้จะกลับสู่บรรยากาศโดยการหายใจและการย่อยสลายหลังจากสิ่งมีชีวิตตายลงไป การย่อยสลายนี้อาจจะได้คาร์บอนในรูปคาร์บอนไดออกไซด์หรือก๊าซมีเทนกลับคืนสู่บรรยากาศ (Mackenzie, 1995)

2.2.2.2 การหมุนเวียนระยะยาว เป็นการหมุนเวียนของคาร์บอนผ่านระบบโครงสร้างของโลกทั้งในแผ่นดิน มหาสมุทรและหินปูน องค์ประกอบสำคัญของหินปูนคือแคลเซียมคาร์บอเนต หินปูนเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญของพื้นโลก การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศและการกัดเซาะจะชะแคลเซียม ซิลิกา และคาร์บอนออกจากหินปูน ดังสมการ

$$CaCO_3 + CO_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

$$CaSiO_3 + 2CO_2 + H_2O \longrightarrow 2HCO_3^- + SiO_2$$

สิ่งที่ได้จากการกัดเซาะจะลงสู่แม่น้ำและไปยังมหาสมุทร Ca^{2+}และHCO_3^- บางส่วนจะถูกไปใช้ในการสร้างโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ เช่นเปลือกหอย บางส่วนกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กลับสู่บรรยากาศ เมื่อสิ่งมีชีวิตตายจะถูกย่อยสลายได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลึกซึ่งจะกลับสู่บรรยากาศเมื่อน้ำในบริเวณนั้นม้วนตัวขึ้นมา (Mackenzie, 1995)



รูปที่ 2.1 วัฏจักรคาร์บอน

ที่มา: Mackenzie, 1995

กระบวนการเผาไหม้และกระบวนการเผาผลาญอาหารในร่างกายเพื่อสร้างพลังงานทั้งในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยปกติก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขับออกมาจากการหายใจออก ซึ่งในลักษณะงานในสำนักงานที่ถูกขับออกมาในแต่ละคนมีปริมาณ 200 มิลลิลิตร/นาที ระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความสำคัญต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารเนื่องจากสามารถใช้ข้อบอกถึงสภาพอากาศภายในอาคารได้ว่ามีการระบายอากาศที่เพียงพอหรือไม่หากความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าปกติแสดงว่าการระบายอากาศภายในอาคารออกสู่ภายนอกอาคารนั้นไม่เพียงพอ ซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพของผู้ที่ทำงานภายในสำนักงานเนื่องจากมีผลต่อระดับความเข้มข้นของสารปนเปื้อนอื่น ๆด้วยซึ่งหน่วยงาน National Institute For Occupational Safety and Health (NIOSH) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการศึกษาและทำการรวบรวมข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับของ CO_2 ในอาคารกับอาการต่าง ๆที่เกิดขึ้นกับคนที่อยู่ในอาคาร ดังนี้

2.2.3.1 ระดับ CO_2 600 ppm เริ่มมีผู้เรียกร้องเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศในอาคาร

2.2.3.2 ระดับ CO_2 600-1,000 ppm มีผู้ร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารแต่มักไม่สามารถหาสาเหตุได้

2.2.3.3 ระดับ CO_2 มากกว่า 1000 ppm บ่งชี้ถึงการระบายอากาศไม่เพียงพอและมีการร้องเรียนว่าผู้ที่อาศัยภายในอาคารมีอาการปวดศีรษะ เหนื่อยล้าและมีปัญหาทางระบบทางเดินหายใจ

2.2.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการหายใจภายในห้องสำนักงาน ในการหายใจปกติซึ่งความลึกและความถี่ของการหายใจจะขึ้นอยู่กับระบบประสาทเพื่อต้องการรักษาระดับออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อของร่างกายพอดี ลักษณะของกลไกนี้เกิดจากการวัดระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในกระแสเลือดโดยปกติระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงจะบอกถึงระดับออกซิเจนที่ต่ำเพราะมนุษย์หายใจเอาออกซิเจนเข้าและหายใจออกเพื่อคายคาร์บอนไดออกไซด์ในเวลาเดียวกันและร่างกายใช้ออกซิเจนเพื่อการเผาผลาญโมเลกุล เกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลพลอยได้ออกมาถ้าคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเข้มข้นมากระดับออกซิเจนในร่างกายต่ำและส่งผลให้หลอดเลือดในสมองขยายตัวเพื่อให้เลือดและออกซิเจนถูกลำเลียงมาเลี้ยงสมองอย่างเพียงพอหลอดเลือดในสมองจะหดตัวเพื่อลดระดับการขนส่งโลหิตและออกซิเจนเข้าสู่สมองจึงให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะและหน้ามืด (Kenneth and Alistair, 2006)

ตารางที่ 2.4 ความเข้มข้นสูงสุด สำหรับการปนเปื้อนในอาคาร

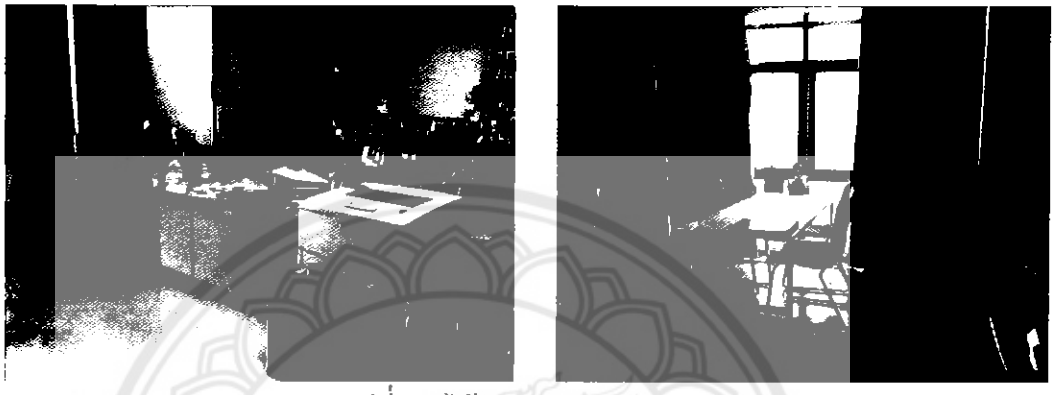
สิ่งปนเปื้อน	เวลาเฉลี่ย	ค่าที่ยอมรับได้สำหรับคุณภาพอากาศในอาคาร	หน่วย
คาร์บอนไดออกไซด์	8 ชั่วโมง	1000	ppm
คาร์บอนมอนออกไซด์	8 ชั่วโมง	9	ppm
ฟอร์มาดีไฮด์	8 ชั่วโมง	0.1	ppm
โอโซน	8 ชั่วโมง	0.05	ppm

ที่มา : ณัฐพงศ์ แหละหมัน (2548)

2.3 ไม้ประดับภายในอาคาร (Plant Indoor)

ไม้ประดับภายในอาคารเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมขึ้น ซึ่งไม้ประดับมีอยู่หลายชนิดที่สามารถเจริญงอกงามอยู่ในอาคารได้เป็นอย่างดีเนื่องจากไม้ประดับบางชนิดสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของแต่ละสถานที่ได้ เช่น กระบองเพชร เป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่บริเวณพื้นที่แห้งแล้งในเขตทะเลทรายแต่ก็สามารถนำมาปลูกไว้ในพื้นที่ชุ่มฝนได้เช่นกันหรือแม้แต่ห้องต่าง ๆภายในอาคารที่มีแสงสว่างเพียงเล็กน้อยมีเพียงแสงจากหลอดไฟฟ้าไม้ประดับก็สามารถ

เจริญเติบโตและปรับตัวได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้จำเป็นที่จะต้องพิจารณาไม้ประดับให้ถูกต้องและเหมาะสมด้วยว่ามีไม้ประดับชนิดไหนบ้างที่สามารถนำมาประดับภายในอาคารได้และเมื่อได้นำเข้ามาไว้ภายในอาคารแล้วจะต้องรู้วิธีการบำรุงดูแลรักษาไม้ประดับให้เจริญงอกงาม ทั้งนี้ควรที่จะต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยอื่น ๆ เช่น น้ำ ปุ๋ย แสงแดด เพื่อให้สมบูรณ์แข็งแรงมีทรงต้นที่สวยงาม เพื่อชดเชยจากสภาพแวดล้อมที่มีอยู่อย่างจำกัด (เศรษฐมันตร์, 2552)



รูปที่ 2.2 ไม้ประดับภายในอาคาร

2.3.1 คุณลักษณะของพันธุ์ไม้ทั่วไปของไม้ประดับไม้ประดับที่สามารถนำมาตกแต่งภายในบ้าน สำนักงาน หรือห้องต่าง ๆ ควรเป็นไม้ใบมากกว่าไม้ดอกเนื่องจากไม้ประดับประเภทนี้มีความทนทานสูงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็วอีกทั้งยังมีใบที่สวยงามให้ชมตลอด เมื่อพิจารณาไม้ประดับดูดสารพิษภายในอาคารส่วนใหญ่จะเป็นไม้ใบซึ่งจะมีความสวยงามมากหรือน้อยจำเป็นที่ต้องพิจารณาจากคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (เศรษฐมันตร์, 2552)

2.3.1.1 ลักษณะรูปร่างของใบ ใบไม้ตามธรรมชาติมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นรูปร่างแบน บาง กว้างใหญ่ เช่น ใบบอน เป็นต้น ใบไม้อีกประเภทหนึ่งคือ มีลักษณะเป็นใบเดี่ยว บางชนิดมีลักษณะเป็นใบรวมคือ มีใบเล็ก รวมกันเป็นใบใหญ่ใบหนึ่ง บางชนิดติดใบแฝดเป็นคู่ บางชนิดมีปลายแหลม บางชนิดมีลักษณะเป็นใบตัด บางชนิดมีลักษณะเป็นใบมน บางชนิดมีลักษณะแปลก ๆ อาทิเช่น ใบโกสน ใบบอนสีหรือไม้ประดับบางชนิดไม่สามารถแยกออกระหว่างใบและดอก เป็นต้น ไม้ประดับบางชนิดมีลักษณะเป็นหนาม เช่น พญาไร้ใบ กระบองเพชร เป็นต้น (เศรษฐมันตร์, 2552)

2.3.1.2 ลักษณะลวดลายและสีสันของใบ ลวดลายและสีสันของใบเป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งที่สามารถเพิ่มความงดงามแก่ไม้ประดับมากขึ้นเป็นสิ่งที่ธรรมชาติออกแบบมาเพื่อความสวยงาม ซึ่งโดยทั่วไปจะพบว่าใบของพรรณไม้ต่าง ๆ จะเป็นสีเขียวเนื่องจากว่าสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์นั้นเป็นสาระสำคัญของกระบวนการปรุงอาหารเพื่อความเจริญเติบโต สำหรับไม้ประดับที่มีใบสีสันสวยงามที่มักจะนำมาปลูกนั้นมีอยู่หลายประเภทด้วยกัน เช่น โกสน บอนสี ฤาษี

ผสม หมากผู้หมากเมีย สัปปะรดสี พลูด่าง เป็นต้น (เศรษฐมันตร์, 2552)

2.3.1.3 การจัดระเบียบ การจัดรูปเรียงตัวของใบมีความเหมือนหรือแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ประดับ ซึ่งบางชนิดการจัดเรียงของใบไม่ให้ปิดกั้นกัน บางชนิดเรียงติดกันไปมาเป็นลูกเล่นของธรรมชาติบางชนิดเรียงติดกันเป็นแถว ๆสองข้าง ข้างละเท่า ๆกัน แต่บางชนิดก็เรียงเป็นแถวเวียนสองข้างข้างละเท่า ๆ กันและบางชนิดก็เรียงเป็นแถวเวียนกันจากล่างไปสู่ยอด การจัดระเบียบใบบนไม้ประดับไม่คำนึงถึงความสวยงามเป็นสำคัญแต่จะคำนึงถึงจำนวนใบที่ได้รับแสงอย่างเพียงพอรวมถึงการคายน้ำมากหรือน้อย อย่างไรก็ตามการเรียงใบของไม้ประดับสามารถทำให้เกิดความสวยงามอย่างหนึ่งแก่ใบได้ (เศรษฐมันตร์, 2552)

2.3.1.4 เนื้อของใบ ความสวยงามของใบขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของเนื้อใบด้วยไม้ใบหลายชนิดมีเนื้อใบที่บางหรือหนาไม่เหมือนกัน เช่น เนื้อใบเรียบขรุขระ เป็นขนหยาบ และละเอียดเป็นกำมะหยี่ เป็นต้น บางชนิดใบเรียบจนเป็นมันสวยงาม เช่น ใบยางอินเดีย เป็นต้น อย่างไรก็ตามเนื้อของใบไม้มีส่วนก่อให้เกิดความรู้สึกต่าง ๆ ทั้งด้านบวกและลบ เช่น ใบบางชนิดที่มีขนอ่อนอาจจะก่อให้เกิดความรู้สึกคันผื่นขึ้นได้แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถสร้างความเพลินเพลินในขณะมองเป็นต้น (เศรษฐมันตร์, 2552)

2.3.2 ไม้ประดับดูดสารพิษ ไม้ประดับดูดสารพิษนั้นมีความสามารถที่ช่วยควบคุมและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศได้ด้วยกระบวนการ 3 กระบวนการดังนี้

2.3.2.1 การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) กระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่งที่พืชใช้ในการเจริญเติบโตโดยการดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์จากนั้นพืชจะสร้างอาหารประเภทแป้งและน้ำตาลของพืชโดยจะดูดเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศผ่านเข้าไปทางปากใบและดูดเอาจากดินผ่านทางบนราก ถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจากระดับปกติที่มีในอากาศ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย (เศรษฐมันตร์, 2552)

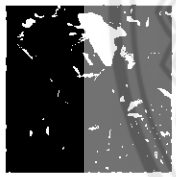
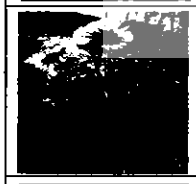
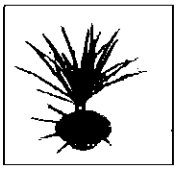
2.3.2.2 การหายใจของพืช (Respiration) กระบวนการย่อยอาหารที่พืชสร้างจากการสังเคราะห์แสงซึ่งจะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมา พืชจะนำพลังงานเหล่านี้ไปใช้ในการสังเคราะห์สารอาหารต่าง ๆ ดูดซึมและแร่ธาตุอาหารเพื่อเจริญเติบโตเมื่อพืชโตขึ้นก็ต้องการพลังงานมากขึ้นการสังเคราะห์แสงก็ต้องมากขึ้นจึงมีผลต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น (เศรษฐมันตร์, 2552)

2.3.2.3 การคายน้ำของพืช การสูญเสียน้ำของพืชในรูปแบบของไอน้ำ โดยจะระเหยออกทางปากใบซึ่งถ้าปากใบเปิดกว้างน้ำก็จะระเหยออกไปมาก ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ถ้าพืชได้รับน้ำไม่เพียงพอ ปากใบจะปิดเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ เป็นต้น ดังนั้นจึงควรรดน้ำอย่างสม่ำเสมอให้กับพืชและจัดให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อที่จะได้คายน้ำออกมาได้มากขึ้น

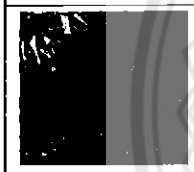
ซึ่งถ้าการคายน้ำสูงก็จะช่วยเคลื่อนตัวของอากาศที่ปนเปื้อนสารพิษลงสู่รากจากนั้นจุลินทรีย์ในดินก็จะย่อยสลายก๊าซพิษนั้นไปเป็นอาหารและพลังงานต่อไป (เศรษฐมันตร์, 2552)

2.3.3 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษ ต่าง ๆ ไม้ประดับดูดสารพิษที่มีศักยภาพในการดูดซับสารเคมีและก๊าซพิษต่าง ๆภายในอาคารที่รู้จักดีมีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษต่าง ๆ

ภาพ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อภาษาไทย	มลพิษที่ดูดซับ
	Dracaena fragrans massangeana.	Cornstalk Plant	วาสนา อธิษฐาน	ฟอร์มัลดีไฮด์ CO_2
	Dracaena deremensis "Warneckei.	Dracaena Werneckii	ประกายเงิน	เบนซีน CO_2
	*Dracaena fragrans (L.) Ker Gawl*	Complant	วาสนา	ฟอร์มัลดีไฮด์ CO_2
	Sancivieria.	Snake plant	ลิ้นมังกร	เบนซิน
	*Homalomena rubescens Kunth.*	Homalomena rubescens Kunth.	เสน่ห์จันทร์แดง	แอมโมเนีย
	*Dracaena marginata*	Dragon tree	เข็มริมแดง	ไซรีน ไตรคลอโรเอทิลีน
	Rhapis humilis Blume.	Lady Palm	จั๋ง	ฟอร์มัลดีไฮด์

ตารางที่ 2.5 ชนิดของไม้ประดับที่สามารถดูดซับสารพิษต่าง ๆ (ต่อ)

ภาพ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อภาษาไทย	มลพิษที่ดูดซับ
	Scindapsus aureus.	Golden Pothos	พลูด่าง	ฟอร์มัลดีไฮด์ CO เบนซิน ไตรคลอโรเอทิลีน
	Hedera helix.	English Ivy	ไอวี่	ฟอร์มัลดีไฮด์ เบนซิน
	Aloe indica.	Aloe Vera	ว่านหางจระเข้	ฟอร์มัลดีไฮด์
	*Aruacria Heterphylla*	Norfolk Island Pine	สนฉัตร	ฟอร์มัลดีไฮด์
	Musa caven dishii	Dwarf Banana	กล้วยแคระ	อัตราการคาย ความชื้นสูง
	Chamae dorea seifrizii	Bamboo Palm	ปาล์มไผ่	เบนซิน เอททาริน ฟอร์มัลดีไฮด์
	Dendrobium 'sonia'	Dendrobium orchids	กล้วยไม้หวาย	อาซีโตน คลอโรฟอร์ม ฟอร์มัลดิไฮด์
	Ophiopogon jaburan (Kunth) Lodd.	Lily Turf	ซุ้มกระต่าย	แอมโมเนีย

ที่มา: B.C. Wolverton (1998)

2.3.4 วาสนาอธิษฐาน (Cornstalk Plant)

วาสนาอธิษฐานมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Dracaena fragrans massangeana ชื่อทางสามัญ Cornstalk Plant ชื่อวงศ์ Agavaceae จัดเป็นไม้ประดับขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ลำต้นมีความสูงได้ถึงประมาณ 4-10 เมตร ลำต้นกลม สูงตรงไม่มีกิ่งก้านลักษณะของลำต้นเป็นข้อผิวเปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลใบเดี่ยวแตกออกจากลำต้นใบส่วนยอดเรียงซ้อนกันเวียนรอบลำต้นเป็นรูปวงกลม ลักษณะใบเรียวยาว ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ตัวใบโค้งงอ ขนาดใบกว้างประมาณ 3 เซนติเมตรถึง 6 เซนติเมตร ยาวประมาณ 20 เซนติเมตรถึง 40 เซนติเมตร ออกดอกเป็นช่อบริเวณส่วนยอดของลำต้น พื้นใบมีสีเขียวมีลายเส้นสีขาวหรือเหลืองพาดตามยาวของใบชอบแสงแดดจัดแต่สามารถดงทนอยู่ได้แม้ในที่ที่มีแสงแดดรำไรเจริญเติบโตได้ดีในดินทุกชนิด การดูแลรักษาไม่ยุ่งยาก จึงเป็นที่นิยมนำมาปลูกในกระถางเพื่อเป็นไม้ประดับภายในอาคาร อาจปลูกเป็นต้นเดี่ยวขนาดเล็กและสั้น ในกระถางขนาดเล็ก เพื่อใช้ตั้งประดับในกระถางบนโต๊ะทำงาน บนตู้และชั้นวางของต่าง ๆ หรือปลูกเป็นกลุ่มรวมในกระถางเดียวกันโดยให้มีความสูงต่ำต่างระดับกันเพื่อความสวยงามใช้ประดับตามมุมห้อง ข้างโต๊ะ ตู้ ตามระเบียงหรือตั้งรวมกลุ่มกับไม้ประดับอื่น ๆ หรือปลูกเป็นตอขนาดใหญ่ต้นเดี่ยว ตัดแต่งรูปทรงให้สวยงามมีความสูงเด่นเฉพาะตัว การขยายพันธุ์โดยทั่วไปจะใช้วิธีการปักชำยอดหรือลำต้นหรือตัดลำต้นเป็นท่อน ๆ ยาวตั้งแต่ 6 นิ้ว จนถึง 8 นิ้ว ตั้งใส่ถาดตื้น ๆ หล่อน้ำไว้จนแตกหน่อแตกใบแล้วจึงนำไปปลูกในดิน (วุฒิชัย เสียมไธสง, 2554)

รูปที่ 2.3 วาสนาอธิษฐาน

2.4 เอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง

พนธวรรธน์ (2552) ศึกษาแนวทางการหาสมรรถนะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชดูดสารพิษ โดยการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ใบ 1 ตร.ม. ในหนึ่งวินาที จากการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหนึ่งลูกบาศก์เมตรและการวัดพื้นที่ใบของพืช 4 ชนิด ได้แก่ วาสนา วาสนาอธิษฐาน ลิ้นมังกร และประกายเงิน การวิจัยเริ่มจากการศึกษากระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การหายใจของพืช การวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผลการวิจัยนำมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ดำเนินการวิจัยโดยการสร้างหน่วยทดลองระบบปิดและทำการทดลองในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมและใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการบันทึกข้อมูลผลการวิจัยเบื้องต้นได้ค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ทุก ๆ นาทีในหนึ่งปริมาตรที่เท่ากันตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืนของพืชดูดสารพิษที่นำมาทดสอบ นำพืชที่ทดสอบมาหาพื้นที่ใบเฉลี่ย นำผลการทดสอบทั้งหมดไปใช้เปรียบเทียบเพื่อหาค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหนึ่งต้นในหนึ่งวินาทีของพืชดูดสารพิษแต่ละชนิดซึ่งในผลการวิจัยขั้นสุดท้ายนั้นได้อัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหนึ่งต้นในหนึ่งวินาที (หน่วย ppm./ลบ.ม./วินาที) ซึ่งจะเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการระบุจำนวนพืชที่ใช้การลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชเพื่อใช้ประเมินความสามารถในการใช้ประโยชน์เพื่อคุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคาร

พาสินี (2552) ศึกษาการปรับปรุงสมรรถนะของแผงกันแดดไม้เลื้อย โดยเพิ่มการระบายอากาศ ตามสมมติฐานว่าแผงกันแดดไม้เลื้อยแนวตั้งเป็นอุปสรรคต่อการระบายอากาศ และจากผลการทดลองในช่วงแรกซึ่งได้ปิดช่องต่างๆรอบแผงไม้เลื้อยทั้งหมดพบว่าอุณหภูมิในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยบางครั้งสูงกว่าห้องธรรมดาซึ่งระบายอากาศได้ดีกว่า จึงได้ทำการปรับปรุงห้องทดลองทั้ง 2 ห้องซึ่งมีหน้าต่างด้านเดียว เป็น 4 กรณีคือ 1. ปิดประตูด้านหลัง 2. เปิดประตูด้านหลัง 3. เปิดพัดลมระบายอากาศ 1 ตัว 4. เปิดพัดลมระบายอากาศ 2 ตัว ทำการวัดและติดตามผลกรณีละ 3 วันเพื่อไม่ให้ใบปกคลุมเปลี่ยนแปลงมากนักในช่วงการวัดข้อมูล ผลการทดลองพบว่า การระบายอากาศในกรณีที่ 2, 3 และ 4 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิให้กับห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อย โดยทำให้เกิดความแตกต่างอุณหภูมิสูงสุด 4-7 องศาเซลเซียสในช่วงกลางวันเมื่อเทียบกับห้องธรรมดาส่วนในช่วงกลางคืนอุณหภูมิในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยสูงกว่าห้องธรรมดาเล็กน้อย 1-1.5 องศาเซลเซียสในกรณีที่ 1,2 และ 3 ยกเว้นในกรณีที่ 4 ซึ่งมีอุณหภูมิลดลงมาใกล้เคียงกับห้องธรรมดาและคายความร้อนช้ากว่าเล็กน้อย มีข้อสังเกตว่าเมื่อกระแสลมในห้องธรรมดาวัดได้มากกว่า 0.05 เมตรต่อวินาที ในกรณีที่ 2 และ 4 ใบไม้ไม่เป็นอุปสรรคต่อการระบายอากาศ แต่กลับทำให้กระแสลมแรงขึ้นในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยและแรงที่สุดในกรณีที่ 4 ซึ่งได้ทำการทดลองซ้ำสองครั้งพบว่าผลไปในทางเดียวกัน แต่เมื่อกระแสลมในห้องธรรมดาลดลงมาต่ำกว่า 0.05 เมตรต่อวินาทีในกรณีที่ 1 และ 3

ความเร็วลมในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยจะต่ำมาก ในช่วงกลางวันพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ใช้แผงไม้เลื้อยลดลงมาใกล้เคียงกับห้องธรรมดาในกรณีที่ 2 และ 3 ซึ่งมีการระบายอากาศ ส่วนในตอนกลางคืน กรณีที่ 1, 2 และ 3 ห้องแผงไม้เลื้อยมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าห้องธรรมดาแต่ในกรณีที่ 4 ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นมาใกล้เคียงกับห้องธรรมดาเนื่องจากกระแสลมที่แรงกว่ากรณีอื่นอาจนำความชื้นจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในห้อง

พาสินีและชนิกานต์ (2552) สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้ต้นไม้ประกอบอาคาร โดยมุ่งเน้นที่ไม้เลื้อย เพื่อใช้เป็นแผงกันแดดให้แก่อาคารสำนักงานหรืออาคารพักอาศัยความสูงปานกลางที่ใช้การระบายอากาศธรรมชาติ โดยทำการทดสอบคุณสมบัติในการลดการถ่ายเทความร้อน ผลการทดลองพบว่า การลดการถ่ายเทความร้อนมีประสิทธิภาพสูงในช่วงกลางวันโดยเฉพาะช่วงแรกของการทดลองที่มีใบปกคลุมมาก จากความแตกต่างของอุณหภูมิมากที่สุด 11 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียส แต่การที่มีใบปกคลุมยังเป็นอุปสรรคต่อการคายความร้อนในช่วงกลางคืนเล็กน้อย ทำให้อุณหภูมิต่ำสุดในบางช่วงสูงกว่าห้องธรรมดา อย่างไรก็ดีช่องว่างที่กันสาดช่วยให้คายความร้อนได้เร็วขึ้น ในช่วงหลังของการทดลองแผงไม้เลื้อยมีใบปกคลุมน้อยลง ความแตกต่างของอุณหภูมิห้องที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยห้องธรรมดาและอากาศภายนอกลดลงเป็น 6 และ 3 องศาเซลเซียสตามลำดับ

พาสินี (2552) การศึกษาความสามารถในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของผนังไม้เลื้อยทำการออกแบบวิธีการปลูกต้นไม้ประกอบอาคารในแนวตั้งในลักษณะไม้เลื้อยบนระแนงโดยคัดเลือกพันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่เหมาะสมกับภูมิอากาศของประเทศไทย ดูแลรักษาง่าย มีใบปกคลุมดีและเติบโตเร็ว ทำการทดสอบคุณสมบัติในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้ง ในครั้งแรกเป็นการทดสอบหาค่าการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์จากอัตราการสังเคราะห์แสงของใบ 1 ใบเปรียบเทียบกันจากพืช 3 ชนิดที่คัดเลือกไว้ในขั้นที่สองทำการทดสอบจากผนังไม้เลื้อยจริงขนาด 1 ม.×1 ม. เพื่อหาปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ดูดซับจริงจากบรรยากาศ ผลลัพธ์ที่ได้พบว่าไม้เลื้อยทั้ง 3 ชนิดมีอัตราการลดคาร์บอนไดออกไซด์ต่างกันทั้งในระดับใบและระดับต้น โดยพบว่าสร้อยอินทนิลเป็นต้นไม้ที่ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุดเป็นอันดับแรก พวงชมพูเป็นอันดับที่ 2 และตำลึงเป็นอันดับสุดท้าย ในการทดลองทั้งสองครั้งและสามารถบอกปริมาณการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตรได้

พาสินีและคณะ (2552) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศึกษาใช้ไม้เลื้อยเป็นแผงกันแดดในแนวตั้งให้กับอาคารซึ่งตั้งอยู่ภายนอกอาคาร เรียกว่า ผนังสีเขียว งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้ไม้เลื้อยเป็นแผงกันแดดในแนวตั้งให้กับอาคารที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติในประเทศไทย เพื่อระบุคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์อันทำให้อุณหภูมิภายใน

อาคารลดลงและคุณสมบัติในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์อันทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้น ในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบอาคารที่ใช้แผงกันแดดไม้เลื้อยกับอาคารที่ไม่ใช้โดยการติดตั้งเข้ากับอาคารจริงและทดลองในกล่องทดลอง ผลของการทดลองสามารถระบุคุณสมบัติเชิงปริมาณซึ่งพิสูจน์ว่า ผนังสีเขียวได้สร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้แก่การอยู่อาศัยของมนุษย์ช่วยให้ประหยัดพลังงาน และลดคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศอันนำไปสู่การช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนอันเป็นวิกฤตของโลกร้อนในยุคปัจจุบัน ทดลองปลูกต้นไม้ 3 ชนิดโดยเลือกใช้ไม้ท้องถิ่นที่เหมาะสมกับภูมิอากาศในประเทศไทย ดูแลรักษาง่าย มีใบปกคลุมและเติบโตเร็วพบว่า สร้อยอินทนิลเป็นต้นไม้ที่ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีที่สุดเป็นอันดับแรก พวงชมพูเป็นอันดับสองและตำลึงเป็นอันดับสุดท้าย

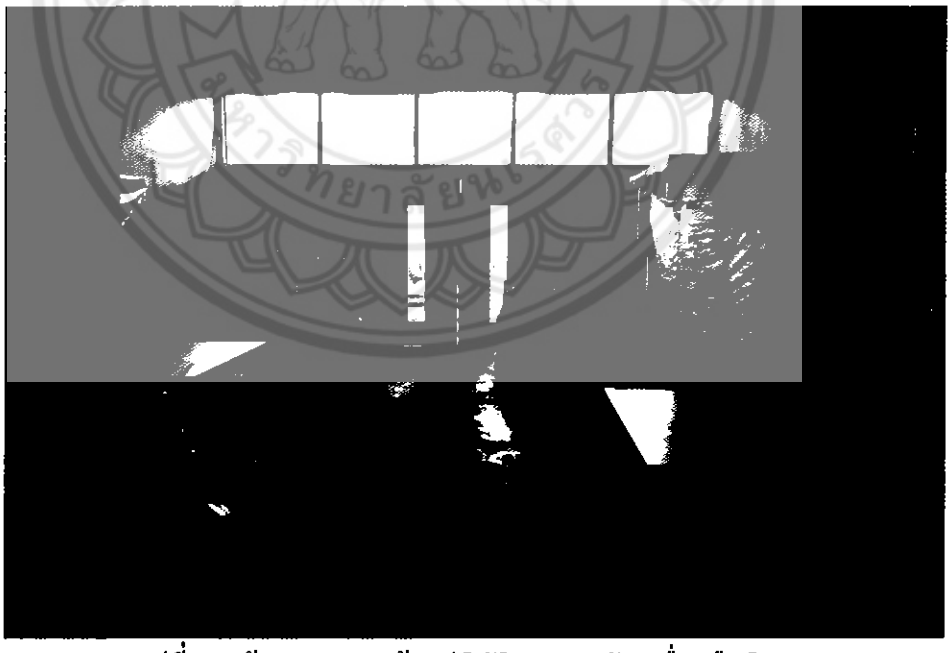
บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 พื้นที่ศึกษา

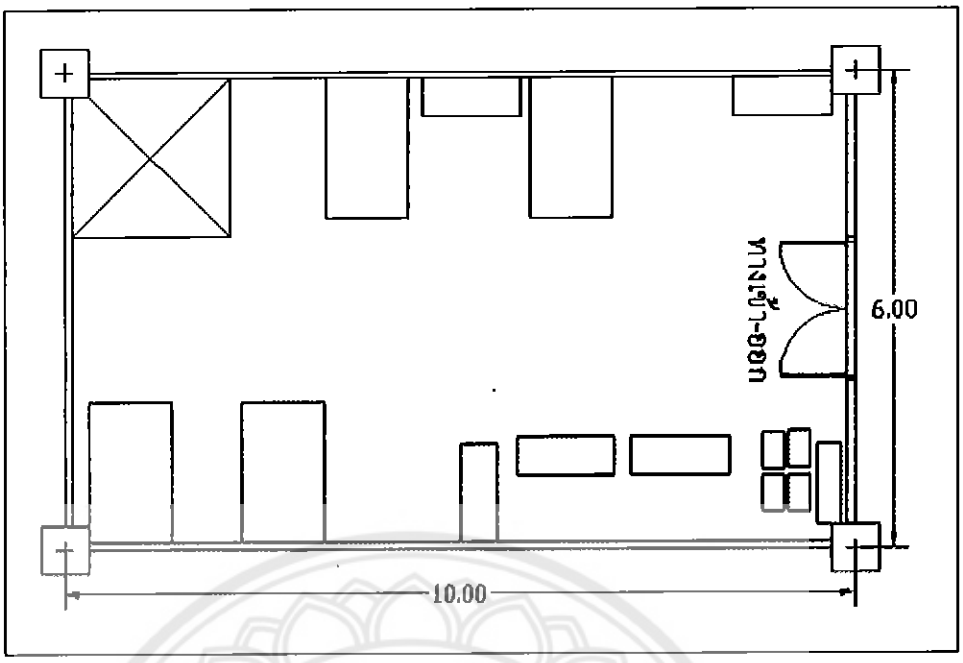
การศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องสำนักงานนั้นได้ศึกษาห้องสำนักงานขนาด 360 m^3 จำนวน 1 ห้อง ห้องสำนักงานขนาด 192 m^3 จำนวน 1 ห้อง เป็นห้องสำนักงานของภาควิชาโยธา อาคารภาควิศวกรรมโยธา และห้องควบคุมคือ ห้องปฏิบัติการเครื่องมือพิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีรายละเอียดข้อมูลดังนี้

3.1.1 ห้องควบคุม

ห้องปฏิบัติการสำหรับเครื่องมือพิเศษ ตั้งอยู่บริเวณชั้น 1 ของอาคารปฏิบัติการภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องมีขนาด 10x6x 4 m ปริมาตร 304 m^3 (หักปริมาตรห้องเล็กขนาด 16 m^3) ไม่มีพนักงานทำงานอยู่ภายใน



รูปที่ 3.1 ห้องควบคุม (ห้องปฏิบัติการสำหรับเครื่องมือพิเศษ)

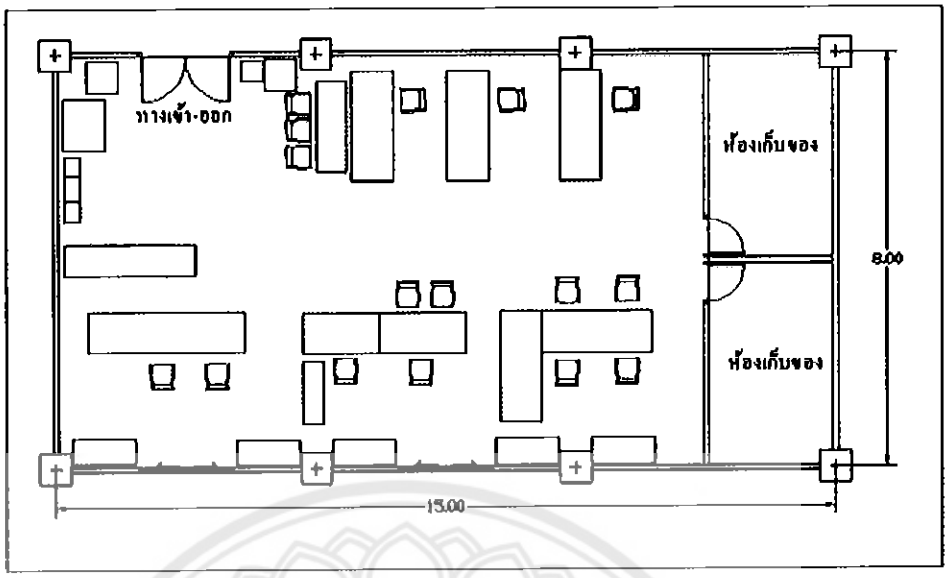


รูปที่ 3.2 ผังห้องควบคุม (ห้องปฏิบัติการสำหรับเครื่องมือพิเศษ)

3.1.2 ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108)

ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) ตั้งอยู่บริเวณชั้น 1 ของอาคารภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องมีขนาด 15x8x3 m ปริมาตร 360 m^3 มีพนักงานทำงานอยู่ภายในจำนวน 4 คน มีผู้เข้ามาติดต่องานคือ นิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ประมาณ 30 – 50 คนต่อวัน ช่วงเวลาทำงานคือ 8.30 - 16.30 น. วันจันทร์ – ศุกร์

รูปที่ 3.3 ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108)

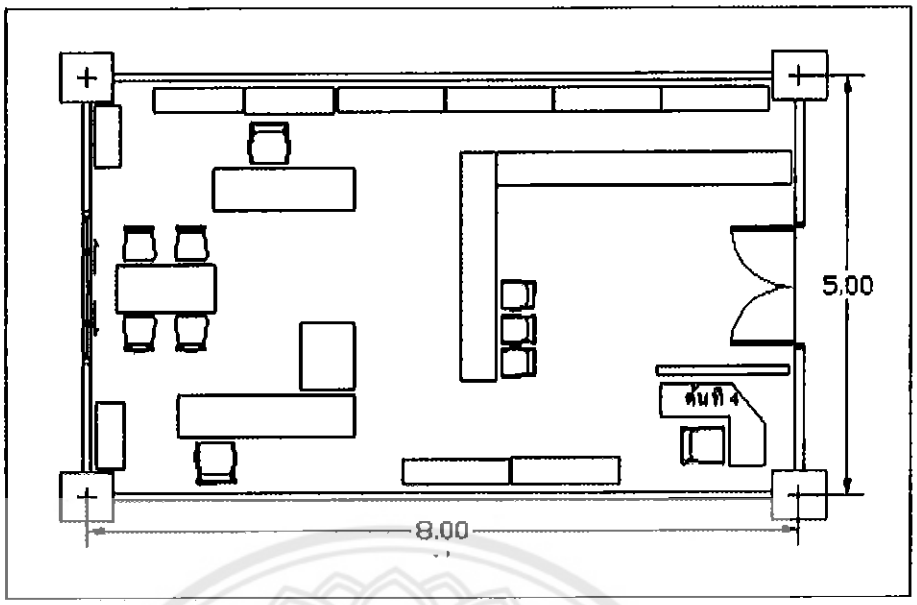


รูปที่ 3.4 ผังห้องงานกิจการนิสิต (CE 108)

3.1.3 ห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425)

ห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425) ตั้งอยู่บริเวณชั้น 4 ของอาคารภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องมีขนาด 8x8x3 m ปริมาตร 192 m^3 มีพนักงานทำงานอยู่ภายในจำนวน 2 คน มีผู้เข้ามาติดต่องานคือ นิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ประมาณ 25 – 35 คนต่อวัน ช่วงเวลาทำงานคือ 8.30 - 16.30 น. วันจันทร์ – ศุกร์

รูปที่ 3.5 ห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425)



รูปที่ 3.6 ผังห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศ

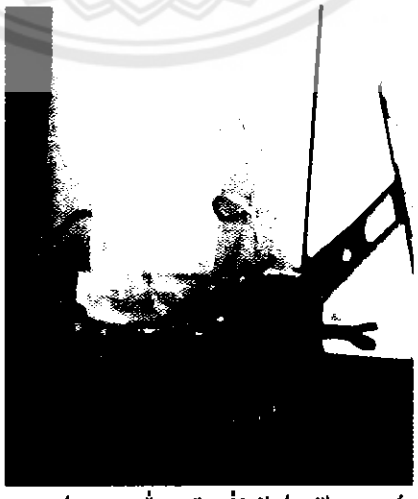
3.2.1.1 ปั๊มพ่นอากาศ อัตราไหล

เครื่องที่ 1 เท่ากับ 3.125 L/min

เครื่องที่ 2 เท่ากับ 3.488 L/min

3.2.1.2 สายยางพร้อมหัวทราย

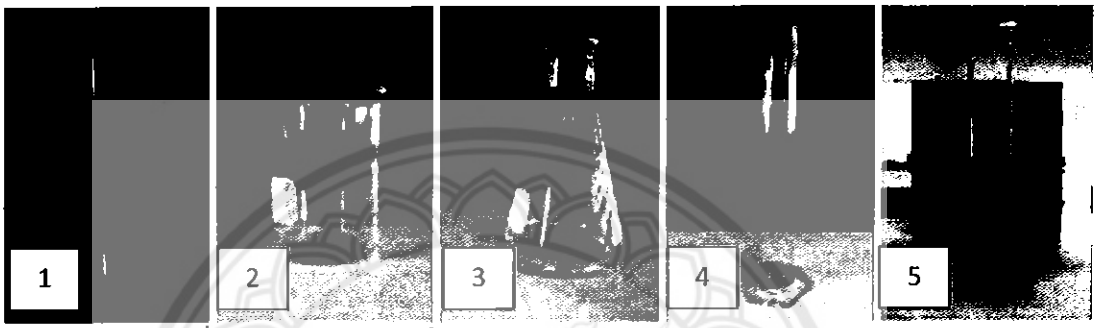
3.2.1.3 โหลใส่สารขนาด 1500 ml



รูปที่ 3.7 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์

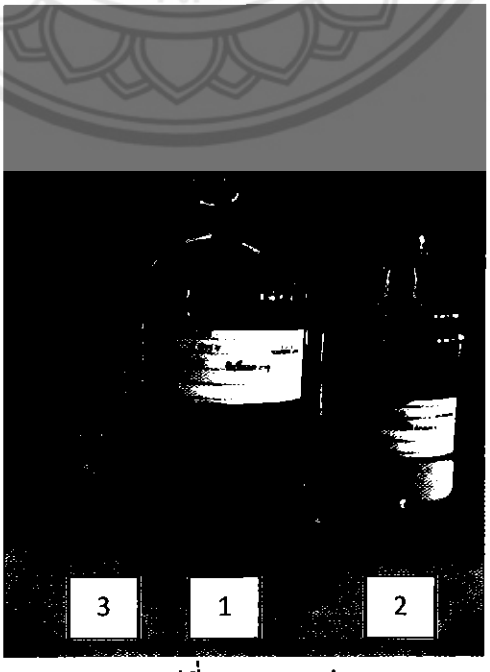
1. ปิเปตพร้อมไซริ่งบอล	ขนาด	20	ml	1 อัน
2. บิกเกอร์	ขนาด	250	ml	2 ใบ
3. ขวดรูปชมพู่	ขนาด	250	ml	4 ใบ
4. กระบอกตวง	ขนาด	500	ml	1 อัน
5. บิวเรตพร้อมขาตั้ง				1 ชุด



รูปที่ 3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการตรวจวัดคาร์บอนไดออกไซด์

3.2.3 สารเคมี

1. สารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) เข้มข้น 0.1 M
2. สารละลาย Hydrochoric Acid (HCl) เข้มข้น 0.1 M
3. Phenolphtalein



รูปที่ 3.9 สารเคมี

3.3 วิธีการดำเนินงาน

3.3.1 ไม้ประดับ การเลือกขนาดไม้ประดับของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดให้มีอายุของต้นไม้ที่ใกล้เคียงกัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 50 cm มีส่วนสูงของทรงพุ่ม 60 cm ความสูงของพืชไม่เกิน 80 cm กำหนดให้ปลูกในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 cm จากการสอบถามทางร้านขอบวาสนาอธิษฐานได้ใช้ดินน้ำหนัก 2 kg ประกอบด้วยดินร่วน 30% ขุยมะพร้าว 20% ใบก้ามปูเปื่อยแล้ว 10% มูลสัตว์ 10% แกลบดำ 10%

รูปที่ 3.10 วาสนาอธิษฐาน

3.3.2 คาร์บอนไดออกไซด์

3.3.2.1 การดำเนินการ

ก. วัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 1 จุดในห้องสำนักงานที่ไม่มีวาสนาอธิษฐานในวันทำการจันทร์-ศุกร์ เป็นเวลา 5 วัน ในช่วงเวลาทำงานคือ 8.30 - 16.30 น.

ข. คำนวณจำนวนวาสนาอธิษฐานต่อขนาดพื้นที่ห้องและความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้หลักการบทวิจัยของคุณพนธวรรธน์ ศึกษาแนวทางการหาสมรรถนะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชดูดสารพิษคือ ห้องควบคุม, ห้อง CE 108 และห้อง CE 425 ต้องใช้วาสนาห้องละ 1 ต้น

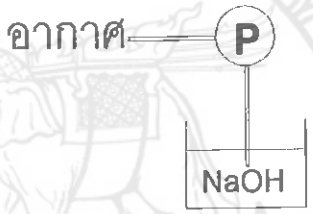
ค. นำวาสนาอธิษฐานวางในห้องสำนักงาน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในวันทำการจันทร์-ศุกร์ โดยสัปดาห์แรกตั้งไว้เพียงปรับสภาพต้นไม้ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในห้อง แล้ววัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ง. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เพิ่มจำนวนวาสนาอธิษฐานทุกห้องจาก 1 ต้น เป็น 2 ต้น 3 ต้น และ 4 ต้น ตามลำดับ

จ. เปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนวางวาสนาอธิษฐานและหลังวางวาสนาอธิษฐานในแต่ละครั้ง แล้วพิจารณาจำนวนวาสนาอธิษฐานที่เหมาะสมกับขนาดห้อง

3.3.2.2 การวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

ก. ใช้ปั๊มดูดอากาศ ในห้องสำนักงานลงไปในสารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) เข้มข้น 0.2 M ปริมาตร 350 ml เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยใช้ระบบดังรูป



รูปที่ 3.11 ระบบการวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ข. นำสารละลาย Sodium Hydroxide (NaOH) ที่ได้ไปหาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสารละลาย ดังนี้

ข.1 ไตเตรตสารสารละลาย NaOH กับสารละลาย HCl โดยใช้ Phenolphtalein เป็น Indicator บันทึกปริมาณสารละลาย HCl ที่ใช้เมื่อสารละลายเปลี่ยนสีของ Phenolphtalein จากสีชมพูเป็นไม่มีสี

ข.2 ทำการคำนวณหาความเข้มข้นของ NaOH ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 คาร์บอนไดออกไซด์

ปฏิกิริยาในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

$$2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

จากสมการแสดงให้เห็นว่าจะต้องใช้ NaOH 2 M ต่อ CO_2 1 M

ดังนั้น เมื่อทำการคำนวณปริมาณที่เหลืออยู่ของสารละลาย NaOH ได้แล้วจะทำให้สามารถทราบปริมาณ NaOH ที่ถูกใช้ไปในการทำปฏิกิริยา และนำไปคำนวณเทียบหาปริมาณ CO_2 ที่ใช้ไป

ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ห้องกิจการนิสิต (CE 108) ห้องกิจการนิสิต (CE 108) จากการไตเตรตพบว่า มีการใช้ NaOH ในการทำปฏิกิริยาไป 0.056 M ในห้องขนาด 360 m^3 มีการดูดอากาศ 1.5 m^3 ผ่านสารละลาย NaOH ความหนาแน่นของ CO_2 1.79976 kg/ m^3 (ที่ 25 ^oC และ ความดัน 1 atm)

จากการไตเตรตพบว่าใช้ NaOH ไป 0.056 M แสดงว่าใช้ CO_2 0.028 M ในการทำปฏิกิริยา

จาก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 M มีมวล = 44 g

จะได้ว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.00315 M มีมวล = 44 X 0.028 g

= 1.221 g

ห้องนี้มีปริมาตรอากาศ 360 m^3 ดังนั้น จึงมี CO_2 = (1.221 x 360)/1.500

= 293.040 g

ดังนั้น ในห้องนี้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ = (293.040/1000)/1.79976

= 0.163 m^3

หรือ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปริมาตรห้อง = 0.0452 % โดยปริมาตร หรือ 452 ppm

3.4.2 จำนวนไม้ประดับต่อขนาดพื้นที่ห้อง ในการคำนวณอัตราการใช้ไม้ประดับต่อขนาดพื้นที่ห้องนั้น ใช้หลักการบทวิจัยของคุณพนธวรรธน์ วงษ์รักษ์, 2552 ศึกษาแนวทางการหาสมรรถนะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชดูดสารพิษ ซึ่งมีหลักการในการคำนวณดังนี้

3.4.2.1 ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) มีความกว้าง 8 m ยาว 15 m สูง 3 m มีปริมาณก๊าซ CO_2 ภายในห้อง 452 ppm ในสภาพการใช้งานเวลากลางวันจะต้องปลูกวาสนาอธิษฐานกี่ต้นที่ใช้ลดก๊าซ CO_2 ให้ได้ทั้งหมด ใน 1 วินาที เพื่อสร้างคุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคาร

ปริมาตรของห้องที่นำมาคิด $8\times15\times3 = 360\ m^3$.....(1)

ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ต้องการลด 438 ppm .....(2)

สามารถนำค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซ CO_2 ($ppm/m^3/s$) มาคำนวณหาจำนวนปริมาณพืชแต่ละชนิดที่ใช้ลดก๊าซ CO_2 ในหนึ่งวินาที ได้ดังนี้

ในเวลากลางวันมีอัตราการเปลี่ยนแปลงก๊าซ CO_2 1.50 $ppm/m^3/s$

ต้องปลูกต้นวาสนาอธิษฐานอย่างน้อย $= \frac{438}{1.50\times360}$

~ 1 ต้น

3.4.2.2 ห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425) มีความกว้าง 8 m ยาว 8 m สูง 3 m มีปริมาณก๊าซ CO_2 ภายในห้อง 384 ppm ในสภาพการใช้งานเวลากลางวันจะต้องปลูกวาสนาอธิษฐานกี่ต้นที่ใช้ลดก๊าซ CO_2 ให้ได้ทั้งหมด ใน 1 วินาทีเพื่อสร้างคุณภาพอากาศที่ดีภายในอาคาร

ปริมาตรของห้องที่นำมาคิด $8\times8\times3 = 192\ m^3$.....(1)

ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่ต้องการลด 384 ppm .....(2)

สามารถนำค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซ CO_2 ($ppm/m^3/s$) มาคำนวณหาจำนวนปริมาณพืชแต่ละชนิดที่ใช้ลดก๊าซ CO_2 ในหนึ่งวินาที ได้ดังนี้

ในเวลากลางวันมีอัตราการเปลี่ยนแปลงก๊าซ CO_2 1.50 $ppm/m^3/s$

ต้องปลูกต้นวาสนาอธิษฐานอย่างน้อย $= \frac{384}{1.50\times192}$

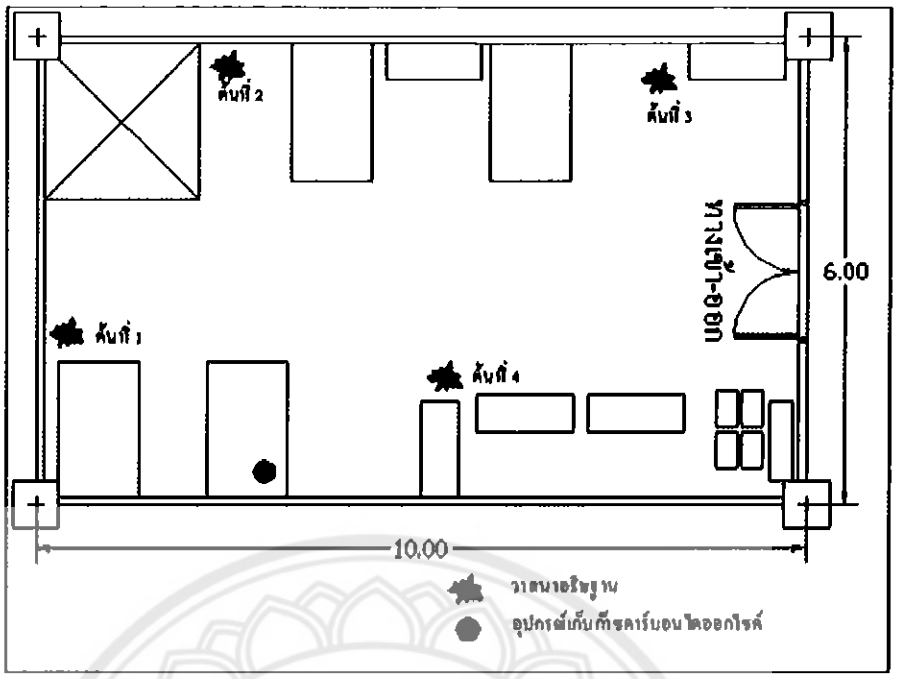
$\sim$ 1 ต้น

หมายเหตุ: 1.50 $ppm/m^3/s$ คือ ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานจากการทดลองของคุณพนธวรรธน์ วงษ์รักษ์, 2552

3.5 การจัดวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.5.1 ห้องควบคุม (ห้องปฏิบัติการสำหรับเครื่องมือพิเศษ)

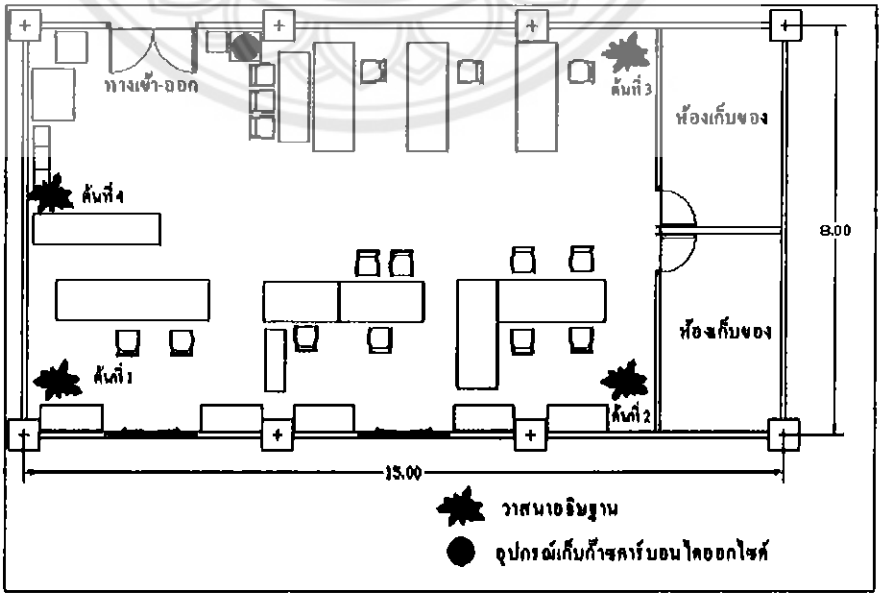
การจัดวางวาสนาอธิษฐานในห้องห้องควบคุม จัดวางบริเวณมุมห้องทั้ง 4 มุม โดยเริ่มวางต้นที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.12 จุดวางต้นที่ 4 นั้นเนื่องจากมีอุปกรณ์ในห้องวางอยู่จึงได้ขยับวาสนาอธิษฐานเข้ามาด้านใน และจัดวางอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 1 จุด บนโต๊ะ



รูปที่ 3.12 ตำแหน่งวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ห้องควบคุม)

3.5.2 ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108)

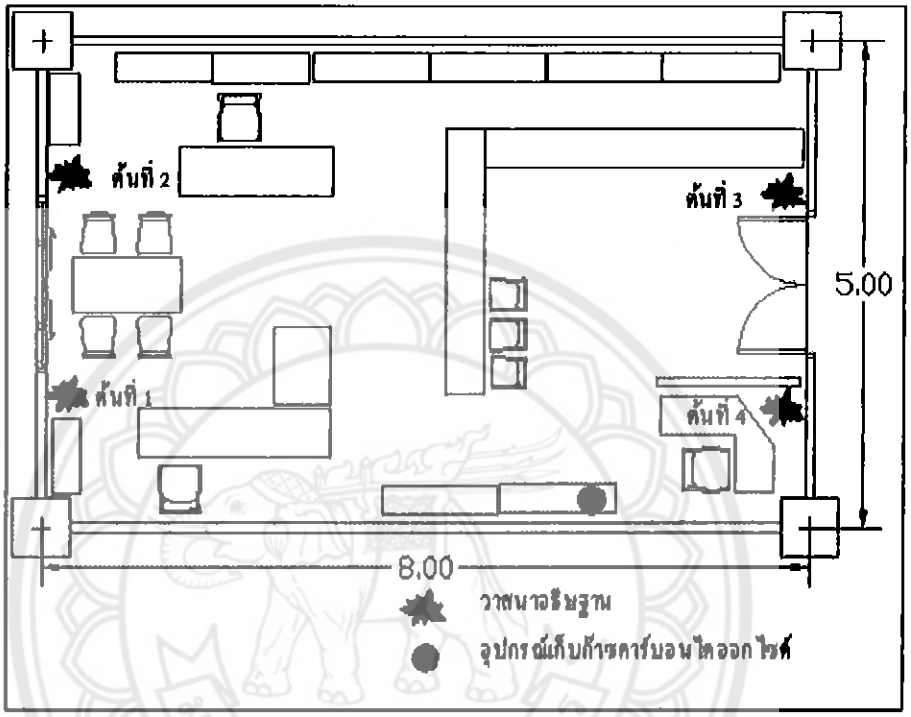
การจัดวางวาสนาอธิษฐานในห้องกิจการนิสิต (CE 108) จัดวางบริเวณมุมห้องทั้ง 4 มุม โดยเริ่มวางต้นที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.13 จุดวางต้นที่ 4 นั้นเนื่องจากมีอุปกรณ์ในห้องวางอยู่จึงได้ขยับวาสนาอธิษฐานเข้ามาด้านใน และจัดวางอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 1 จุด บนตู้เอกสารบริเวณทางเข้าห้องสำนักงาน



รูปที่ 3.13 ตำแหน่งวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CE 108)

3.5.3 ห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425)

การจัดวางวาสนาอธิษฐานในห้องสำนักงานภาควิศวกรรมโยธา (CE 425) จัดวางบริเวณมุมห้องทั้ง 4 มุม โดยเริ่มวางต้นที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.14 และจัดวางอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวน 1 จุด บนตู้เอกสารบริเวณทางเข้าห้องสำนักงาน



รูปที่ 3.14 ตำแหน่งวางต้นไม้และอุปกรณ์เก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CE 425)

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

ผลการศึกษาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในช่วงเวลาทำงานของห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อศึกษาปริมาณความเหมาะสมของการใช้วาสนาอธิษฐานในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน เป็นดังนี้

4.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน

จากการศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม (ห้องปฏิบัติการสำหรับเครื่องมือพิเศษ) ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ในช่วงเวลาทำงาน คือ เวลา 08.30 – 16.30 น. ของวันจันทร์ – ศุกร์ ก่อนนำวาสนาอธิษฐานไปวางในห้องเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ผลการศึกษาเป็นดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไป

ห้องสำนักงาน	พื้นที่ห้อง (m^2)	ปริมาตรห้อง (m^3)	เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน (คน)	ผู้มาติดต่องาน (คน)
ห้องควบคุม	56	304	-	-
CE 108	120	360	4	25-35
CE 425	84	252	2	30-50

หมายเหตุ: จำนวนผู้มาติดต่องานเป็นค่าที่ได้มาจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ในห้องสำนักงาน

ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงาน

ห้องสำนักงาน	ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)					
	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เฉลี่ย
ห้องควบคุม	319	315	323	311	313	316
CE 108	452	422	411	492	413	438
CE 425	391	394	388	402	346	384

จากตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 พบว่า ห้องควบคุม ปริมาตร 304 m^3 ไม่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 311 - 323 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 316 ppm ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) ปริมาตร 360 m^3 มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานประจำ 4 คน มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 411 - 492 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 438 ppm และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ปริมาตร 192 m^3 มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานประจำ 2 คน มีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 346 – 402 ppm มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 384 ppm

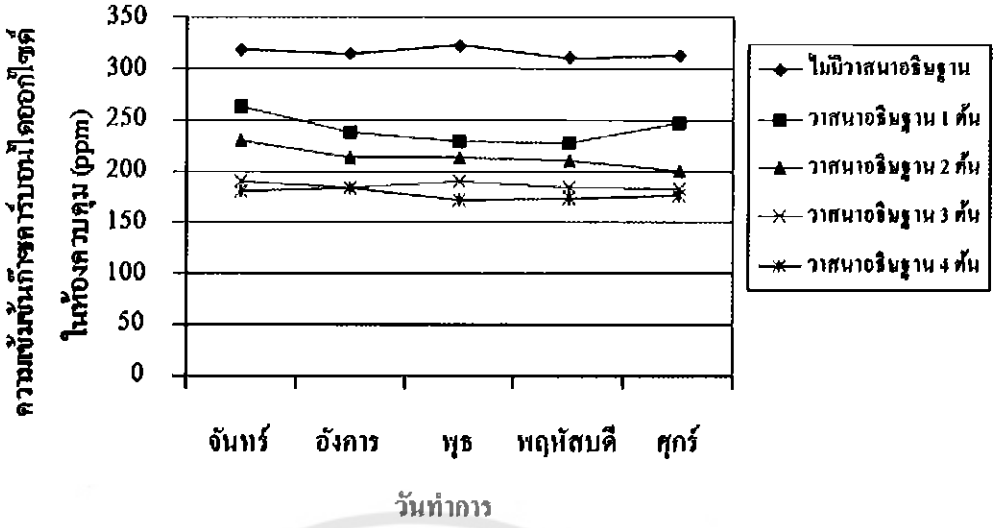
จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่า ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด รองลงมาคือ ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) และห้องควบคุม ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากจำนวนผู้ที่เข้ามาติดต่องานภายในห้อง ซึ่งห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) มีผู้เข้ามาติดต่องานมากที่สุด ประมาณ 30 - 50 คน โดยเป็นอาจารย์ นิสิต และเจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) มีผู้เข้ามาติดต่องานประมาณ 25 – 35 คน โดยส่วนใหญ่เป็นอาจารย์ นิสิต และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และห้องควบคุม ไม่มีผู้ใช้งาน มีลักษณะคล้ายห้องปิด จึงมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อย แต่ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของทั้ง 3 ห้อง ต่ำกว่าค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารที่ยอมรับได้คือ ไม่เกิน 1,000 ppm ในเวลาเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (ณัฐพงศ์ แหละหมัน, 2548)

4.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังวางวาสนาอธิษฐาน

จากการศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุม ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2554 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ผลการศึกษาเป็นดังนี้

4.2.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน

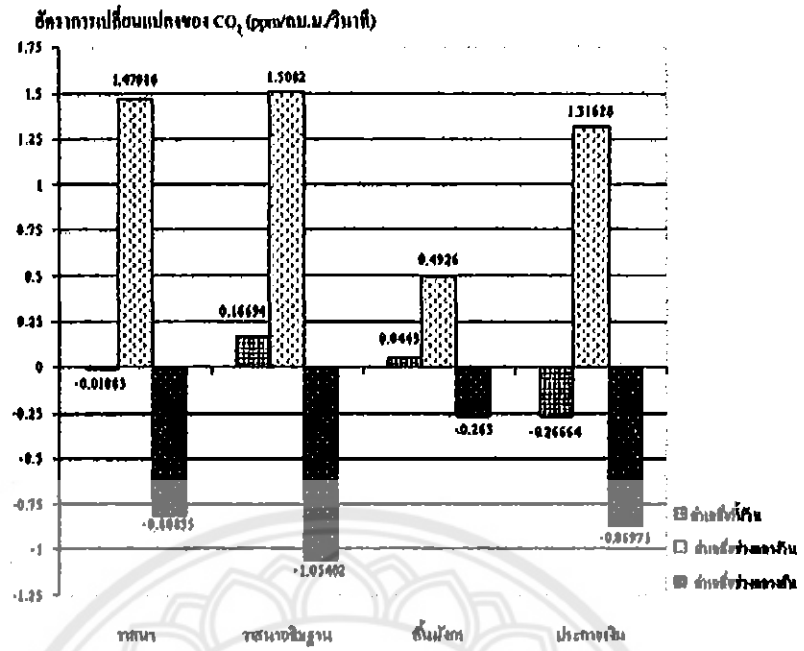
จากการศึกษาการใช้วาสนาอธิฐาน ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม ผลการศึกษาเป็นดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน

จากรูปที่ 4.1 พบว่าเมื่อใช้วาสนาอธิษฐานในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุมที่ไม่มีผู้เข้ามาใช้งาน ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มลดลงเป็นลำดับ โดยสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 311- 323 ppm ลงเหลือ 229 - 264, 201 - 231, 183 - 190 และ 173 - 184 ppm เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ต้น ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่า ห้องควบคุมมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละวันคงที่ เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 4 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหลือน้อยที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 3 ต้น 2 ต้น และ 1 ต้น ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าวาสนาอธิษฐานสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้แม้ว่าจะมีกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยปกติจะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คายก๊าซออกซิเจนในเวลากลางวัน และคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดูดก๊าซออกซิเจนในเวลากลางคืน โดยพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งวัน จะสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 0.16694 ppm/m^3/s ดังรูปที่ 4.2 (พนธวรรธน์ วงษ์รักษ์, 2552)

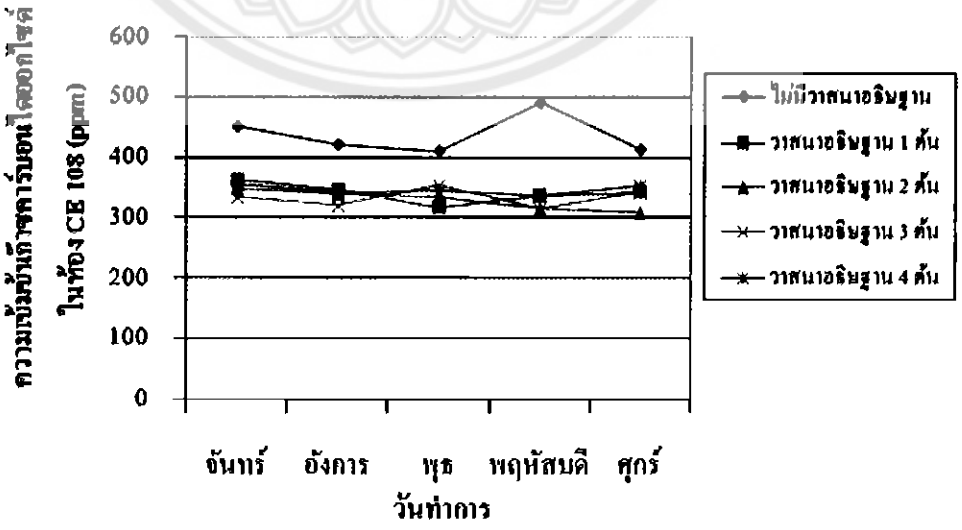


รูปที่ 4.2 อัตราการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm/m^3/s)

ที่มา: พนธวรรธน์ วงษ์รักษ์ (2552)

4.2.2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน

จากการศึกษาการใช้วาสนาอธิฐาน ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องงานกิจการนิสิต (CE108) ผลการศึกษาเป็นดังรูปที่ 4.3

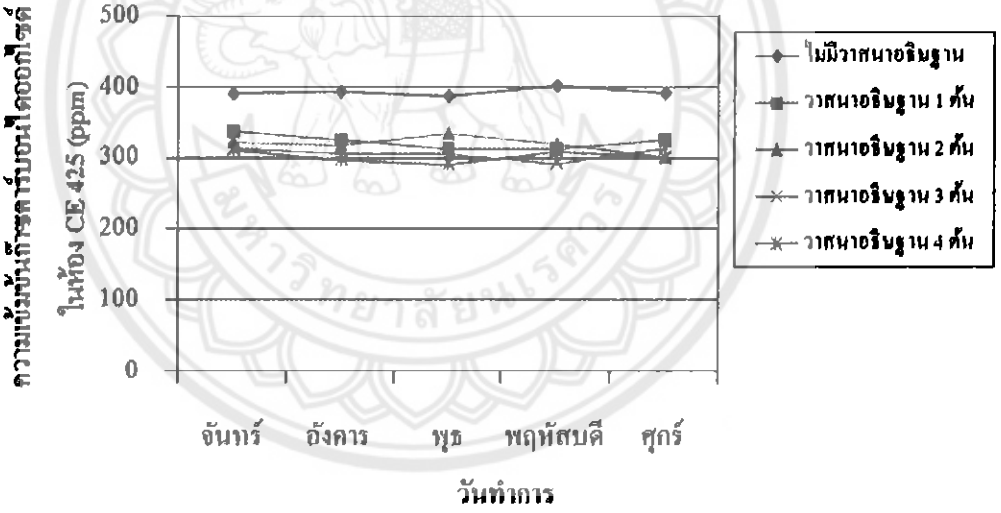


รูปที่ 4.3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องงานกิจการนิสิต (CE108) จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน

จากรูปที่ 4.3 พบว่าเมื่อใช้วาสนาอธิษฐาน ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มลดลง โดยสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 411 - 492 ppm ลงเหลือใกล้เคียงกันคือ 319 - 365, 309 - 349, 315 - 355 และ 337 - 358 ppm เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ต้น ตามลำดับ สรุปได้ว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองวางวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น 2 ต้น 3 ต้น และ 4 ต้น ลดลงใกล้เคียงกัน

4.2.3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน

จากการศึกษาการใช้วาสนาอธิฐาน ในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ผลการศึกษาเป็นดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน

จากรูปที่ 4.4 พบว่าเมื่อใช้วาสนาอธิษฐานในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มลดลง โดยสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 388 – 402 ppm ลงเหลือใกล้เคียงกันคือ 314 - 339, 301 - 335, 292 - 314 และ 292 - 312 ppm เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน

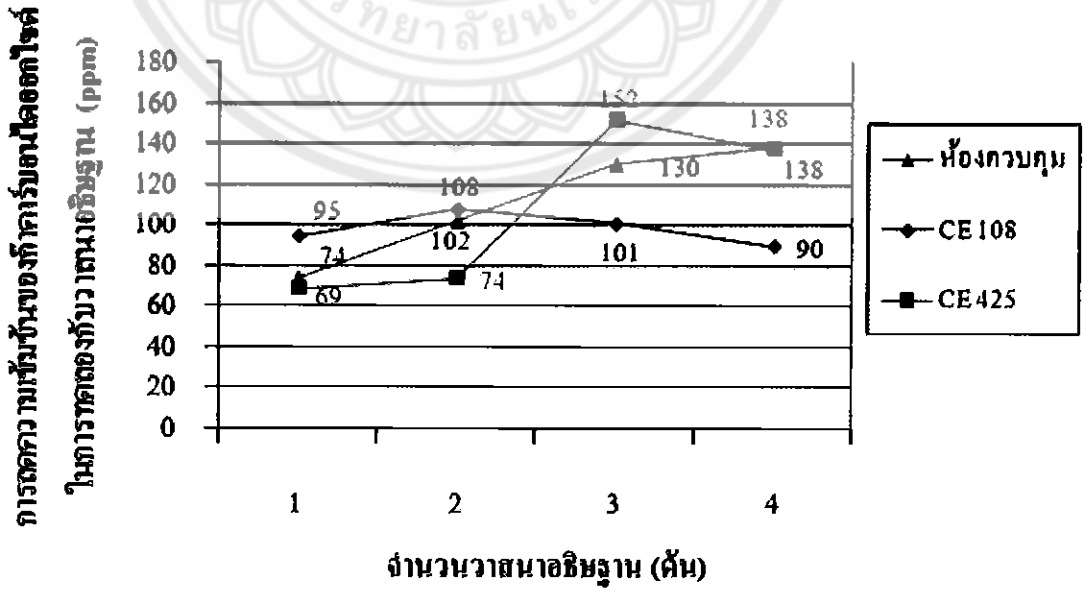
1, 2, 3 และ 4 ต้น ตามลำดับ สรุปได้ว่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองวางวาสนาอธิษฐาน 1 ต้น 2 ต้น 3 ต้น และ 4 ต้น ลดลงใกล้เคียงกัน

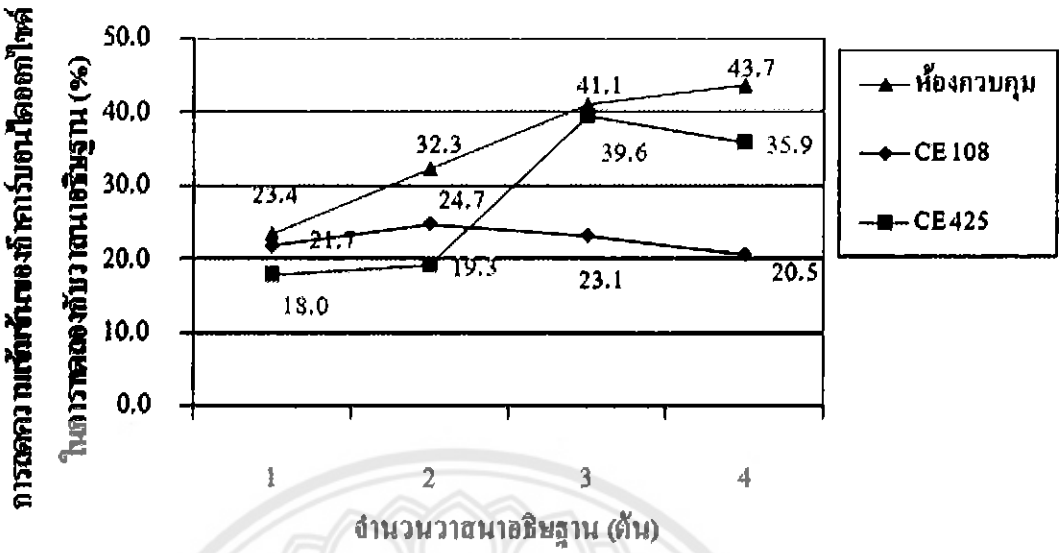
4.3 การลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน

จากการศึกษาการใช้วาสนาอธิฐานในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องสำนักงาน เป็นดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 การลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการทดลองกับวาสนาอธิษฐาน

จำนวนต้นไม้ (ต้น)	การลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)			การลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%)		
	CE 108	CE 425	ห้องควบคุม	CE 108	CE 425	ห้องควบคุม
1	95	69	74	21.7	18.0	23.4
2	108	74	102	24.7	19.3	32.3
3	101	152	130	23.1	39.6	41.1
4	90	138	138	20.5	35.9	43.7





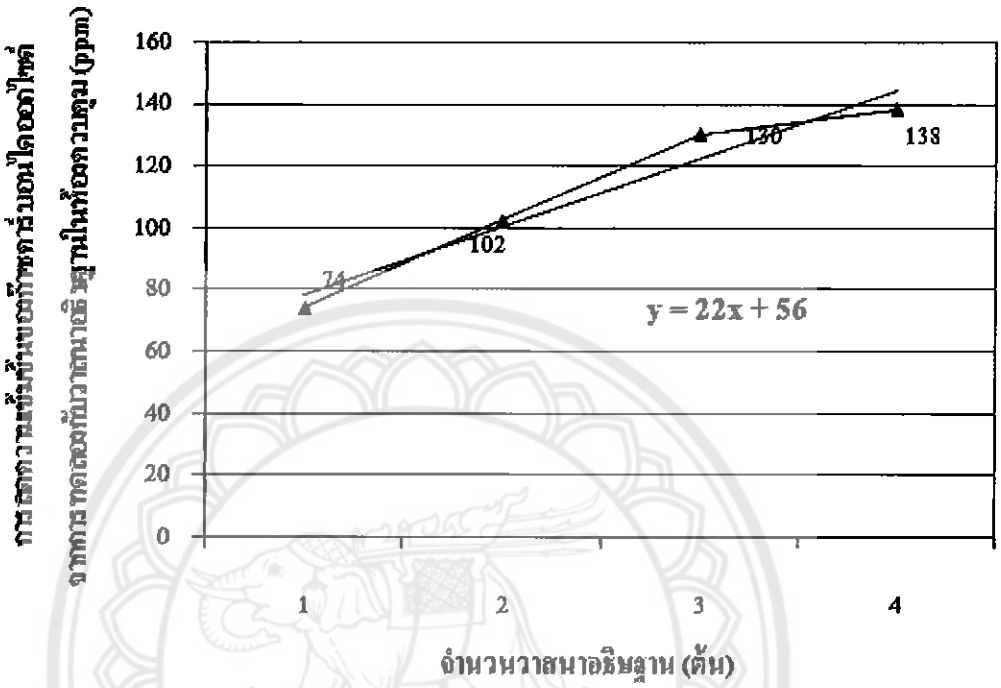
รูปที่ 4.5 การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน

จากตารางที่ 4.3 และ รูปที่ 4.5 พบว่าความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74, 102, 130 และ 138 ppm ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95, 108, 101 และ 90 ppm และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69, 74, 152 และ 138 ppm เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 1, 2, 3 และ 4 ต้น ตามลำดับ

เมื่อนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุม วาสนาอธิษฐานสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 23.4, 32.3, 41.1 และ43.7 % ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) วาสนาอธิษฐานสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 21.7, 24.7, 23.1 และ 20.5 % และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) วาสนาอธิษฐานสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 18.0, 19.3, 39.6 และ 35.9 %เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ต้น ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองสรุปได้ว่า ปริมาณความเหมาะสมของวาสนาอธิษฐานในห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) คือ 2-3 ต้น และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) คือ 3-4 ต้น โดยพิจารณาจากความสามารถในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด

การลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิฐานในห้องควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ ดังสมการเส้นตรง คือ 22X + 56 ดังรูปที่ 4.6 อันเนื่องมาจากห้องควบคุมนั้นเป็นมีลักษณะคล้ายห้องปิด ไม่มีผู้เข้าไปใช้ จึงไม่มีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง



รูปที่ 4.6 การลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิฐานในห้องควบคุม

4.4 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน

จากการศึกษาการใช้วาสนาอธิฐานในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องควบคุม ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องสำนักงาน เป็นดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐาน

จำนวนต้นไม้ (ต้น)	ประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุม ($ppm/m^3/s$)	
	ต่อจำนวนต้นไม้	ต่อต้นไม้ 1 ต้น
1	8.5×10^{-6}	8.5×10^{-6}
2	1.17×10^{-5}	5.8×10^{-6}
3	1.48×10^{-5}	4.9×10^{-6}
4	1.58×10^{-5}	3.9×10^{-6}

จากตารางที่ 4.4 ประสิทธิภาพการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานในห้องควบคุมโดยเฉลี่ยต่อ 1 วินาที มีประสิทธิภาพในการดูดซับต่อต้นเท่ากับ 8.5×10^{-6}, 5.8×10^{-6}, 4.9×10^{-6} และ 3.9×10^{-6} $ppm/m^3/s$ เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ต้น ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของคุณพนธวรรธน์ วงษ์รักษ์ ที่ได้ค่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานเท่ากับ 1.50 $ppm/m^3/s$ พบว่าผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของคุณพนธวรรธน์ วงษ์รักษ์ มีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิษฐานน้อยมาก และเมื่อเพิ่มจำนวนวาสนาอธิษฐานประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อต้นมีค่าลดลง อาจมีปัจจัยอันเนื่องมาจากการศึกษาในครั้งนี้ใช้ห้องควบคุมที่ไม่ปิดสนิท และมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อย แต่งานวิจัยของคุณพนธวรรธน์ จะดำเนินการวิจัยโดยสร้างหน่วยทดลองระบบปิดและทำการทดลองในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมและใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการบันทึกข้อมูล ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ทุก ๆ วินาที

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในช่วงเวลาทำงานของห้องควบคุม ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่า ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด รองลงมาคือ ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) และห้องควบคุม ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 438, 384 และ 316 ppm ตามลำดับ

ห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 2 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 3 ต้น 1 ต้น และ 4 ต้น ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.7, 23.1, 21.7 และ 20.5 % ตามลำดับ ห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 3 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 4 ต้น 2 ต้น และ 1 ต้น ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.6, 35.9, 19.3 และ 18.0 % ตามลำดับ ห้องควบคุม เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 4 ต้น สามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด รองลงมาคือ เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 3 ต้น 2 ต้น และ 1 ต้น ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.7, 41.1, 32.3 และ 23.4 % ตามลำดับ

จากผลการศึกษาดังกล่าว เมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของการนำวาสนาอธิษฐานมาใช้เป็นไม้ประดับภายในห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) ปริมาตร 360 m^3 ควรใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 2-3 ต้น และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) ปริมาตร 192 m^3 ควรใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน 3-4 ต้น โดยพิจารณาจากความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด ทั้งนี้ภายใต้เงื่อนไขที่ได้ศึกษาไว้ในปริญญานิพนธ์นี้

การลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของวาสนาอธิฐานในห้องควบคุมเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ ดังสมการเส้นตรง คือ $22X + 56$ โดยสามารถประยุกต์ใช้สมการนี้ในการคำนวณค่าการลดลงของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อใช้วาสนาอธิษฐานจำนวน X ต้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลการศึกษาความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในช่วงเวลาทำงานของห้องงานกิจการนิสิต (CE 108) และห้องสำนักงานภาควิชาวิศวกรรมโยธา (CE 425) อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรนั้น สามารถใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาเพื่อเลือกใช้ไม้ประดับภายในอาคาร เพื่อช่วยในการลดมลพิษต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ทั้งยังเป็นการปรับปรุงทัศนียภาพและช่วยให้สภาพแวดล้อมในการทำงานภายในอาคารดีขึ้น

การศึกษาการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องสำนักงานโดยใช้วาสนาอธิษฐานยังมีปัจจัยอีกหลายประการที่อยู่นอกเหนือไปจากการควบคุม เช่น จำนวนของผู้มาติดต่อราชการในแต่ละห้องสำนักงาน ลักษณะกิจกรรมที่ดำเนินในแต่ละวัน การระบายอากาศของห้องสำนักงาน เป็นต้น ซึ่งสมควรที่จะได้ศึกษาต่อไปในภายหน้าเพื่อความสมบูรณ์ของการศึกษา

ควรมีการศึกษาต่อในห้องที่มีขนาดใหญ่ และมีผู้ใช้งานจำนวนมาก และอาจคิดปริมาณต้นไม้ที่เหมาะสมกับขนาดห้องและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากจำนวนผู้ใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพงศ์ แหละหมัน. (2548). **อัตราชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานภายในอาคารของโรงพยาบาลที่มีการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ.** วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พนธวรรธน์ วงษ์รักษ์. (2552). **ศึกษาแนวทางการหาสมรรถนะในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชดูดสารพิษ.** วิทยานิพนธ์ (สถ.ม. (นวัตกรรมอาคาร)) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2553.

วุฒิชัย เสียมไธสง. (2554). วาสนาอธิษฐาน. **ไม้ประดับ.คอม.** สืบค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2554, จากhttp://www.maipradabonline.com/maipradabin/wasanaathithan.htm

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. (2552) **ร้อยพรรณพฤกษา พรรณไม้ลดสารพิษ.** กรุงเทพมหานคร:ส.พิจิตร การพิมพ์ จำกัด.

พาสินี สุนากร. (2552). **การปรับปรุงสมรรถนะของแผงกันแดดไม้เลื้อยโดยการเพิ่มการระบายอากาศคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2554,จาก http://biofacade.com/Abstract07_THA.html

พาสินี สุนากร.(2552). **สมรรถนะการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของผนังไม้เลื้อย.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2554, จากhttp://biofacade.com/Abstract08_THA.html

พาสินี สุนากร และคณะ.(2552) ผนังสีเขียว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2554, จาก http://biofacade.com/Abstract01.html

พาสินี สุนากร และชนิกานต์ ยิ้มประยูร.(2552). **สมรรถนะการป้องกันความร้อนของแผงกันแดดไม้เลื้อยในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น.** คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2554, จาก http://biofacade.com/Tha003_Research.htlm.

มาริยา เพ็ตสุต ภู่พิญโญกุล.(2542).**กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ.**สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2554, http://web.kkb.ac.th/~ph/san/story3.html

B.C. Wolverton (1998). **Eco-Friendly House Plants London.** George Weiderfeld & Nicolson Ltd. Retrieved October 12, 2011, from http://www.panmai.com./Pollution/Pollution.shtml

Mackenzie, 1995.**Biogeochemistry *In*Encyclopedia of Environmental Biology**. W.A. Nierenberg, editor. San diago: Academic Pres, Inc. pp 261-267, 270

Kenneth Baillie and Alistair Simpson. **Hyperventilation calculator**. Apex (Altitude Physiology EXpeditions). Retrieved October 10, 2011, from http://www.altitude.org/calculators/oxygencalculator/oxygencalculator.htm

Universal Industrial Gases, Inc.(2011). **Air: Composition and Properties.** Retrieved October 12, 2011, from http://www.uigi.com/air.html

ภาคผนวก ก

ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก.1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ตารางที่ ก1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

วัน	ว/ด/ป	ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกกไซด์ (ppm)			หมายเหตุ
		CE108	CE425	ควบคุม	
จันทร์	31/10/11	452	391	319	ไม่มีวาสนาอธิษฐาน
อังคาร	1/11/11	422	394	315	
พุธ	2/11/11	411	388	323	
พฤหัสบดี	3/11/11	492	402	311	
ศุกร์	4/11/11	413	392	313	
เฉลี่ย		438	393	316	
จันทร์	7/11/11	403	353	307	วาสนาอธิษฐานจำนวน1 ต้น
อังคาร	8/11/11	360	313	257	
พุธ	9/11/11	345	345	251	
พฤหัสบดี	10/11/11	332	299	244	
ศุกร์	11/11/11	330	290	250	
จันทร์	14/11/11	365	339	264	
อังคาร	15/11/11	349	326	239	
พุธ	16/11/11	319	314	230	
พฤหัสบดี	17/11/11	339	315	229	
ศุกร์	18/11/11	344	326	248	
เฉลี่ย		343	324	242	

ตารางที่ ก1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ต่อ)

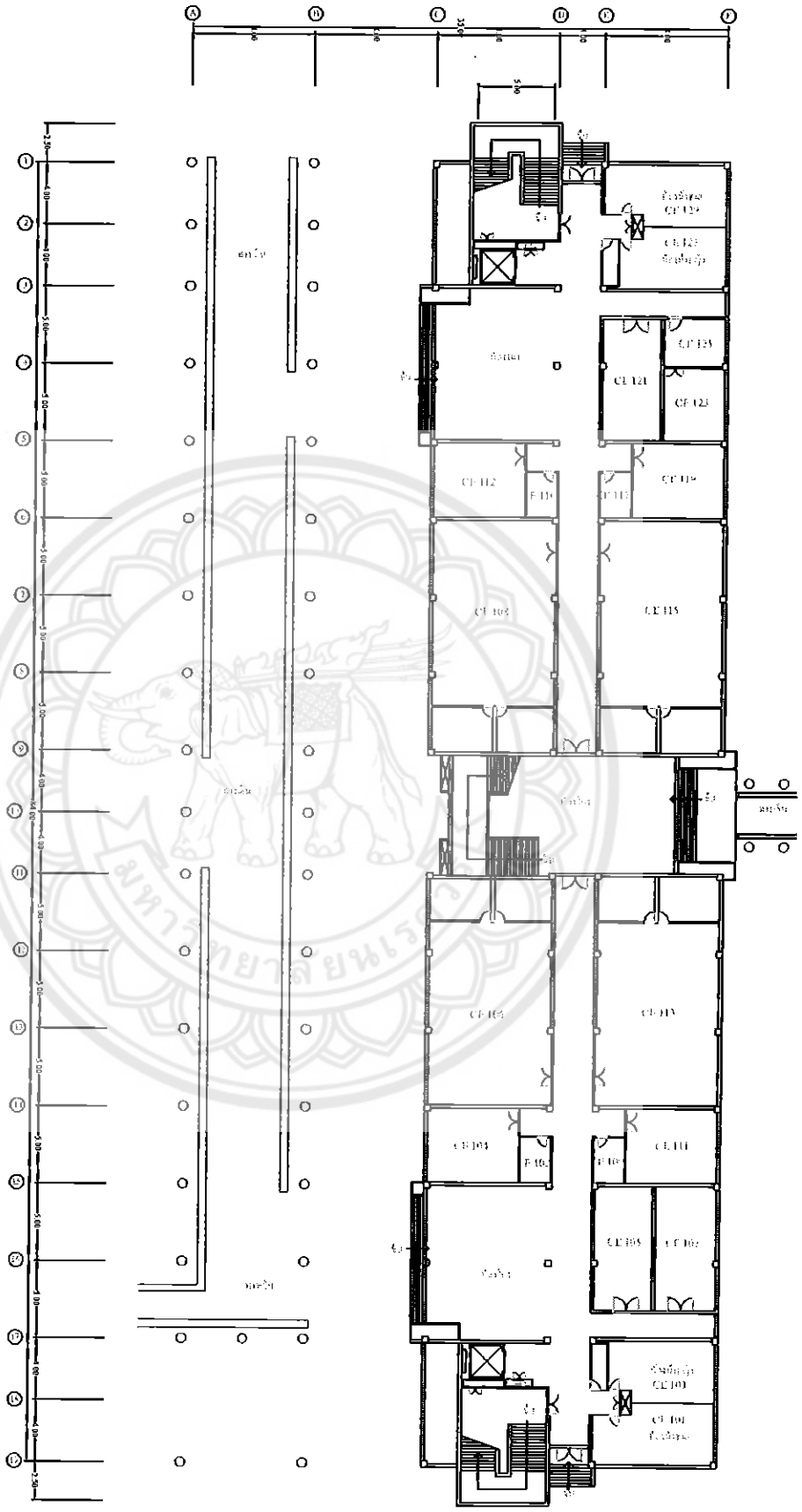
วัน	ว/ด/ป	ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกกไซด์ (ppm)			หมายเหตุ
		CE108	CE425	ควบคุม	
จันทร์	21/11/11	349	313	232	วาสนาอธิษฐานจำนวน 2 ต้น
อังคาร	22/11/11	341	388	202	
พุธ	23/11/11	312	291	195	
พฤหัสบดี	24/11/11	325	281	211	
ศุกร์	25/11/11	344	349	206	
จันทร์	28/11/11	349	323	231	
อังคาร	29/11/11	340	317	214	
พุธ	30/11/11	334	335	214	
พฤหัสบดี	1/12/11	316	320	211	
ศุกร์	2/12/11	309	301	201	
เฉลี่ย		330	319	214	
จันทร์	5/12/11	-	-	-	วาสนาอธิษฐานจำนวน 3 ต้น
อังคาร	6/12/11	309	319	195	
พุธ	7/12/11	317	302	185	
พฤหัสบดี	8/12/11	319	281	185	
ศุกร์	9/12/11	314	303	176	
จันทร์	12/12/11	334	314	190	
อังคาร	13/12/11	320	304	185	
พุธ	14/12/11	355	305	190	
พฤหัสบดี	15/12/11	315	292	185	
ศุกร์	16/12/11	344	314	183	
เฉลี่ย		334	306	187	

ตารางที่ ก1 ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ต่อ)

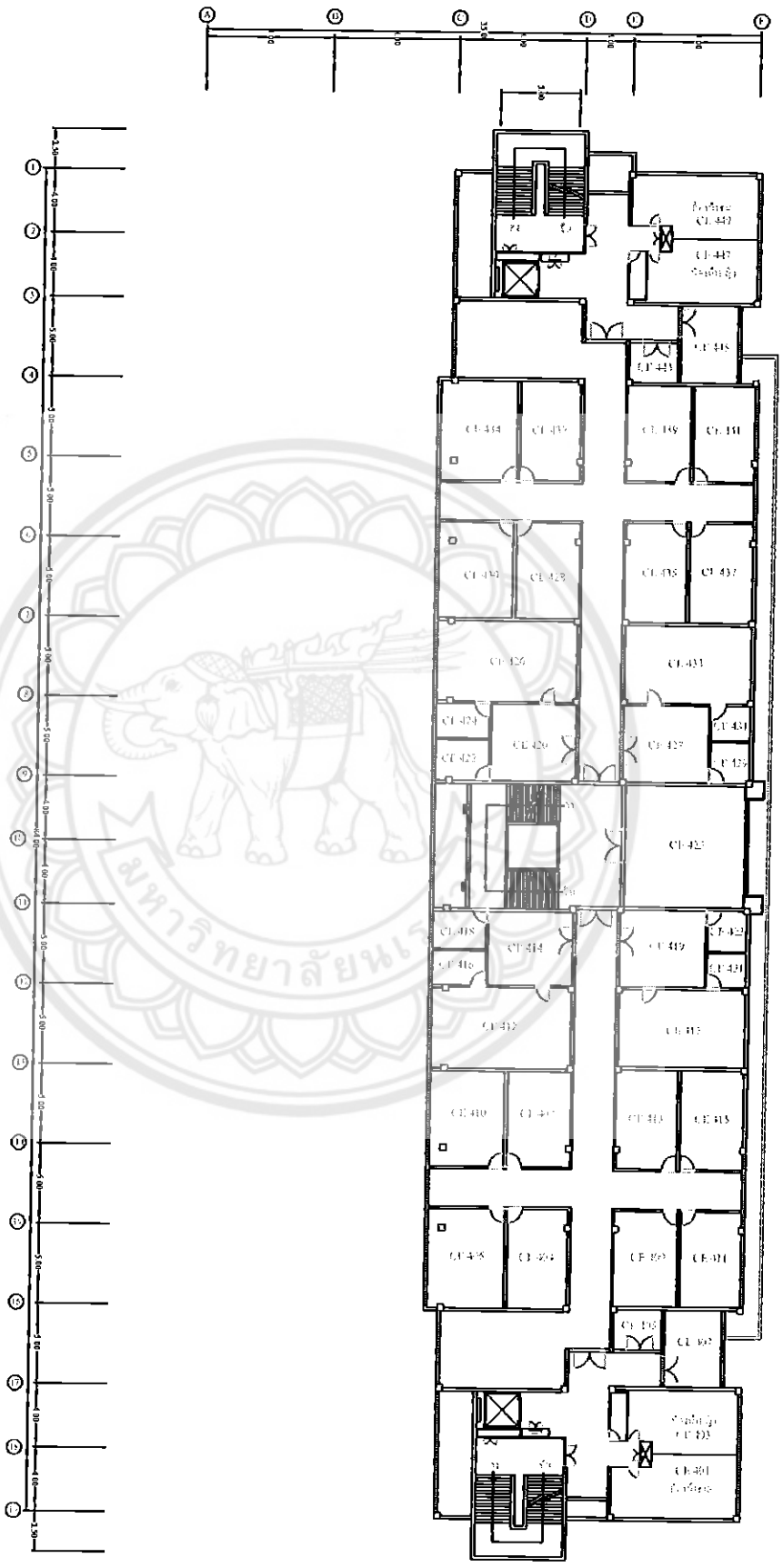
วัน	ว/ด/ป	ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกกไซด์ (ppm)			หมายเหตุ
		CE108	CE425	ควบคุม	
จันทร์	9/1/12	335	320	185	วาสนาอธิษฐานจำนวน 4 ต้น
อังคาร	10/1/12	320	327	183	
พุธ	11/1/12	375	349	180	
พฤหัสบดี	12/1/12	371	311	183	
ศุกร์	13/1/12	330	303	176	
จันทร์	16/1/12	358	312	181	
อังคาร	17/1/12	344	298	184	
พุธ	18/1/12	346	292	173	
พฤหัสบดี	19/1/12	337	310	175	
ศุกร์	20/1/12	354	302	177	
เฉลี่ย		348	312	179	

ภาคผนวก ข

แบบแปลนอาคารวิศวกรรมโยธา



แปลนพื้นชั้นที่ 1 (อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น)



แปลนพื้นชั้นที่ 4 (อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น)

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายสมประสงค์ ทองรอด

ภูมิลำเนา 18 หมู่ 11 ต.ลานกระบือ อ.ลานกระบือ
จ.กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนลานกระบือวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: thongrods6692@hotmail.com

ชื่อ นางสาวสุรีย์รัตน์ เทศพรม

ภูมิลำเนา 30/1 หมู่ 7 ต. บ้านโตก อ. เมือง
จ. เพชรบูรณ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวิทยานุกูลนารี
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: alp_13_st@hotmail.com