

แนวทางการเพิ่มคุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์การค้า
ด้วยการควบคุมปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร

นางสาวศุภมาส ไชยวรรกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

IMPROVING INDOOR AIR QUALITY IN SHOPPING MALLS
USING DEMAND CONTROL VENTILATION.

Miss Supamard Chaiworakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

5473564425 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : VENTILATION / INDOOR AIR QUALITY / SHOPPING COMPLEX

SUPAMARD CHAIWORAKUL : IMPROVING INDOOR AIR QUALITY IN SHOPPING MALLS
USING DEMAND CONTROL VENTILATION.) ADVISOR : ASST.PROF. ATCH
SRESHTHAPUTRA, Ph.D., pp.

The purpose of this research is to study the impact of increasing fresh air in shopping malls by using the "Demand Control Ventilation" system. The project focuses on the concentration of Carbon Dioxide (CO₂) in shopping mall buildings in compliance with the Building Control Act of 1992 and the ASHRAE Standard 62.1 of 2010.

A shopping mall in the central business district of Bangkok was selected as a case study. The building has 7 floors. The number of visitors in all areas was counted in order to compare it with the concentration of CO₂. The measurement took place for 2 months during Oct 30 – Dec 30, 2012. The result showed that the average concentration of CO₂ outside of the building was 450 ppm and the average concentration of CO₂ inside the building on weekends is higher than weekdays at around 45-330 ppm. In addition, the average concentration of CO₂ on the 1st – 4th floors was in the range of 1,043.28 – 1,590.21 ppm which exceeds the standard value of 1,150 ppm. (ASHRAE 62-1999 recommends that the indoor CO₂ levels not exceed 700 ppm above the outdoor ambient levels). The amount of CO₂ in excess was used to calculate the amount of additional fresh air needed to supply the spaces in order to reduce the intensity of CO₂ down to the specified value. The energy simulation using the Visual DOE 4.0 program were performed to analyse the energy use due to the supplying additional fresh air to meet the standard set forth in the Building Control Act of 1992, the ASHRAE Standard 62.1 of 2010, the energy use for DCV system, and the economic values.

The result of the study shows that DCV is the most efficient system in terms of controlling the quantity of the fresh air to reduce the excess concentration of CO₂ in the controlled area. DCV can be used to control the concentration of CO₂ to the range of the specified value with the least energy consumption. Therefore, DCV is the most reliable solution for shopping malls to control the concentration of CO₂ on the 1st – 4th floors.

Department : Architecture Student's Signature.....

Field of Study : Architect Advisor's Signature.....

Academic Year : ... 2012

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เป็นผลมาจากผู้เกี่ยวข้องที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระขอบคุณ ผศ. ดร. อรรถจัน เศรษฐฐุบุตร ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่ดีโดยตลอดตั้งแต่เข้าศึกษาในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนจันฐิติ ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ. ดร.วรภัทร์ อิงคโวจันฤทธิ, รศ. พรรณชลัท สุริโยธิน ในฐานะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ให้คำแนะนำและความรู้ รวมทั้ง ดร. ณรงค์วิทย์ อาริมิตร กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัยที่สละเวลาในการให้คำแนะนำและร่วมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ทุกท่านรวมทั้งเพื่อนๆ รุ่น iDea 4 ในการให้คำแนะนำการติดต่อประสานงาน สำหรับการศึกษาระดับมหาบัณฑิต

ขอขอบคุณคุณศิริลักษณ์ กำศิริ คุณสมพร มีหิรัญที่ให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูลและติดต่อประสานงาน รวมถึงเจ้าหน้าที่ผู้ที่เกี่ยวข้องด้านอาคารสถานที่ที่คอยให้คำปรึกษาในการตรวจวัดคุณภาพอากาศในงานวิจัยนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัว ผู้สนับสนุนการเรียนและผู้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดเรื่อยมาจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญภาพ	ญ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฎ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์การค้า	7
2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษภายในอาคารศูนย์การค้า	7
2.3 ประเภทของมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นภายในอาคาร	8
2.4 ปัญหาคุณภาพอากาศในอาคาร.....	10
2.5 ผลกระทบต่อผู้ใช้อาคาร	11
2.6 การคำนวณหาระดับความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคาร.....	12
2.7 การคำนวณอัตราการระบายอากาศ	15
2.8 ประเภทของระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ	16
2.9 การนำความเย็นของอากาศที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ใหม่	21
2.10 แผนภาพไซโครเมตริก (Psychometric Chart)	22
2.11 ระบบ DCV (Demand Control Ventilation)	24
2.12 โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์การจำลองสภาพอากาศ.....	26
บทที่ 3	28
วิธีการดำเนินงานวิจัย	28
3.1 แนวทางการวิจัย	28
3.2 การตรวจวัดตัวอย่างอากาศและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	30

3.3	วิธีดำเนินการศึกษา.....	30
3.4	ตัวแปรที่ทำการจำลอง.....	33
3.5	การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	36
บทที่ 4		37
ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล		37
4.1	การวิเคราะห์จำนวนผู้เข้ามาใช้บริการศูนย์การค้า	37
4.2	การวิเคราะห์ปริมาณ CO ₂ ในอาคารศูนย์การค้า	43
4.3	การวิเคราะห์ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ในอาคารศูนย์การค้า.....	50
4.4	การวิเคราะห์การใช้พลังงานในการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร	51
4.5	แนวทางในการติดตั้งระบบการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร.....	54
บทที่ 5		65
อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ		65
5.1	การนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้	65
5.2	แนวทางการออกแบบ การจัดการอาคารเพื่อป้องกันปัญหา CO ₂ สูงภายในอาคาร.....	66
5.3	ข้อจำกัดในการวิจัย	67
5.4	ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป	67
รายการอ้างอิง		68
ภาคผนวก.....		71
ภาคผนวก ก		72
ภาคผนวก ข.....		74
ภาคผนวก ค		79
ภาคผนวก ง.....		86
ภาคผนวก จ		89
ภาคผนวก ฉ		91
ภาคผนวก ช		95
ภาคผนวก ซ		100
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์		137

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ วิธีการศึกษาและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
ตารางที่ 2.1 แสดงระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO ₂ ที่ส่งผลกระทบต่อคน	9
ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของศูนย์การค้าที่ทำการศึกษา	29
ตารางที่ 3.2 จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้าใช้บริการในแต่ละช่วงเวลาของวันธรรมดา	32
ตารางที่ 3.3 ขนาดพื้นที่และความสูงของอาคารจำลองในโปรแกรมชั้นที่ 1 – 7	33
ตารางที่ 3.4 ลักษณะทางกายภาพของอาคารจำลองในโปรแกรม	33
ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบการคำนวณอัตราการระบายอากาศแต่ละระบบ	34
ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์จำนวนผู้ให้บริการอยู่ในศูนย์การค้าเป็นเวลา 3 ชั่วโมงของวันธรรมดา	40
ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์จำนวนผู้ให้บริการอยู่ในศูนย์การค้าเป็นเวลา 3 ชั่วโมงของวันหยุด	41
ตารางที่ 4.3 จำนวนเฉลี่ยของผู้ใช้บริการในแต่ละชั้น	42
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาภายในอาคารสำหรับแต่ละมาตรฐาน	63

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์อัตราการใช้ออกซิเจนและการผลิตแก๊ส CO ₂ ของมนุษย์ในระดับกิจกรรม ต่างๆ	12
ภาพที่ 2.2 แสดงอัตราการบริโภคที่ควรใช้ควบคุมปริมาณความเข้มข้น ของแก๊ส CO ₂ ที่เกิดจากมนุษย์ในระดับกิจกรรมต่างๆ	13
ภาพที่ 2.3 แสดงรูปจำลองของห้องที่มีอากาศไหลจากหลายแหล่งมาผสมกัน	14
ภาพที่ 2.4 วัฏจักรการทำความเย็น	16
ภาพที่ 2.5 Heat recovery wheel	21
ภาพที่ 2.6 แผนภาพไซโครเมตริก	22
ภาพที่ 2.7 ลักษณะการทำงานของระบบ DCV	26
ภาพที่ 2.8 โปรแกรม VisualDOE 4.0	27
ภาพที่ 3.1 เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศยี่ห้อ Fluke รุ่น 975	30
ภาพที่ 3.2 โซนตรวจวัดคุณภาพอากาศ A, B, C และ D แบ่งตามระบบระบายอากาศ	31
ภาพที่ 3.3 แผนผังจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศของอาคารศูนย์การค้า	31
ภาพที่ 3.4 เครื่องตรวจวัดปริมาณคน (Walk trough)	32
ภาพที่ 4.1 แสดงการต่อเติมท่อ Fresh air และ Exhaust air	56
ภาพที่ 4.2 แสดงการต่อเติมน้ำและ Fresh air และ Exhaust air จากชั้นดาดฟ้าของอาคาร	57
ภาพที่ 4.3 แสดงการต่อท่อเติม Fresh air และ Exhaust air ลงมา Open well ชั้นที่ 6 ของอาคาร	58
ภาพที่ 4.4 แสดงท่อการเติม Fresh air และ Exhaust air ในบริเวณชั้น 1 ถึงชั้น 4	59

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 3.1 การจำลองในโปรแกรม VisualDOE 4.0	35
แผนภูมิที่ 4.1 เปรียบเทียบจำนวนคนในแต่ละเดือนของอาคารศูนย์การค้าในปี พ.ศ. 2555.....	37
แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการอาคารศูนย์การค้าเฉลี่ย ในแต่ละวันของปี พ.ศ. 2555.....	38
แผนภูมิที่ 4.3 เปรียบเทียบจำนวนผู้ใช้บริการในอาคารศูนย์การค้าเฉลี่ยแต่ละช่วงเวลา	39
แผนภูมิที่ 4.4 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO ₂ ในอาคารศูนย์การค้าชั้น 2,4 และ ชั้น 6 ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของวันธรรมดา.....	43
แผนภูมิที่ 4.5 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ CO ₂ ในอาคารศูนย์การค้าชั้น 2,4 และ ชั้น 6 ในช่วง เวลา 24 ชั่วโมงของวันหยุด	44
แผนภูมิที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO ₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าของวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์ และ อาทิตย์แต่ละชั้น เดือนพฤศจิกายน ช่วงเวลา 15.00 -18.00 น.....	45
แผนภูมิที่ 4.7 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO ₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าของวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์และอาทิตย์ ของเดือนธันวาคม ช่วงเวลา 15.00 -18.00 น.....	46
แผนภูมิที่ 4.8 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO ₂ ในอาคารศูนย์การค้าวันธรรมดาและวันหยุด แต่ละชั้น ช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น.	47
แผนภูมิที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO ₂ ในแต่ละพื้นที่ของวันธรรมดา ช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น.....	48
แผนภูมิที่ 4.10 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO ₂ ในแต่ละพื้นที่ของวันหยุด ช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น.....	49
แผนภูมิที่ 4.11 เปรียบเทียบปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคาร Basecase กับมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV	50
แผนภูมิที่ 4.12 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของพัดลมของอาคาร Basecase กับมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV	52
แผนภูมิที่ 4.13 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของอาคาร Basecase กับมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV.....	53
แผนภูมิที่ 4.14 ปริมาณ Exhaust air ที่นำสู่ออกอาคารในแต่ละชั้น	60
แผนภูมิที่ 4.15 ปริมาณ Fresh Air ที่ปล่อยเข้าสู่อาคารในแต่ละชั้น	61
แผนภูมิที่ 4.16 ส่วนขยายของปริมาณ Fresh air ในแต่ละชั้น	62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันธุรกิจศูนย์การค้ามีการเติบโตเพื่อรองรับและอำนวยความสะดวกสบายให้กับประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงก่อให้เกิดการแข่งขันทางธุรกิจของศูนย์การค้า ซึ่งในปัจจุบันมีผู้ใช้บริการจำนวนมาก ทำให้ผู้ประกอบการหากกลยุทธ์เพื่อลดต้นทุนด้วยการประหยัดพลังงานในระบบต่างๆ ของอาคาร เช่น ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล ระบบไฟฟ้าสื่อสาร เป็นต้น โดยเฉพาะระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่ใช้พลังงาน ร้อยละ 50 ของปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคาร (พินิจ ศิริพฤกษ์พงษ์, 2536) การออกแบบอาคารจึงมีการออกแบบให้โครงสร้างมิดชิดเพื่อลดการรั่วซึมของอากาศ และจำกัดปริมาณอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารให้น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อมีผู้เข้าอาคารเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดปัญหาการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ ส่งผลให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศ เนื่องจากปริมาณคนในอาคารมีจำนวนมาก อาจส่งผลให้ผู้ใช้อาคารเกิดโรคที่เกี่ยวข้องเนื่องจากอาคารหรือ Sick Building Syndrome (SBS) (WHO, 1995) โดยอาการของโรคคือ ระบายเคืองตา จมูก ผิวน้ำตาล ทางเดินหายใจ ปวดศีรษะ เป็นต้น ทั้งนี้โรค SBS นั้นมักเกิดในอาคารปิดที่ใช้ระบบปรับอากาศที่มีอากาศถ่ายเทน้อย ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในระยะยาว ซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มที่มากขึ้น (วันทนีย์และวิทยา, 2544)

การรณรงค์เรื่องการประหยัดพลังงานในอาคารในประเทศไทยในปัจจุบัน ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นในการประหยัดพลังงานที่ดี อาคารที่สร้างใหม่ได้รับการออกแบบให้มีการประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แนวทางหนึ่งในการประหยัดพลังงานการทำความเย็นในอาคาร คือการลดอัตราการระบายอากาศ ซึ่งส่งผลให้คุณภาพอากาศภายในอาคารมีประสิทธิภาพต่ำลง โดยระดับความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เกิดจากการสันทาปในร่างกายของมนุษย์เป็นตัวบ่งชี้ว่าอัตราการระบายอากาศในอาคารเพียงพอหรือไม่เมื่อเทียบกับความหนาแน่นและกิจกรรมของคนในพื้นที่ ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ในบรรยากาศปกติทั่วไปจะมีความเข้มข้นประมาณ 300-500 ppm (part per million) หากความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ มีค่าสูงกว่า 1,000 ppm ขึ้นไป จะเป็นตัวบ่งบอกว่าอัตราการระบายอากาศภายในอาคารไม่เพียงพอ เป็นสาเหตุให้มีการสะสมของแก๊ส CO₂ และ สารมลพิษอื่นๆ เพิ่มมากกว่าปกติ อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดปัญหาความเสี่ยงด้านสุขภาพของผู้ใช้อาคาร (ศศิธร ณรงค์ศักดิ์, 2536) และทำให้ขาด

ประสิทธิภาพในการทำงาน (Wargocki และคณะ, 2002) มาตรฐานของ ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ในอาคารให้ไม่เกิน 1,000 ppm. (ASHRAE, 1989) และไม่ควรสูงกว่าภายนอกอาคารเกิน 700 ppm. (ASHRAE, 1999) ในขณะที่ NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) กำหนดไว้ไม่เกิน 5000 ppm. (NIOSH, 1976) .สำหรับพื้นที่ทำงานในระยะเวลา 8 ชั่วโมง

โดยทั่วไปการระบายอากาศเพื่อลดความเข้มข้นของสารพิษภายในอาคารส่วนใหญ่เป็นการนำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้าสู่อาคารในปริมาณที่คงที่ (House และคณะ, 1995) ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเป็นอย่างมาก ถึงแม้จะมีจำนวนผู้ที่อยู่ในอาคารน้อยก็ตาม การออกแบบระบบระบายอากาศไว้ให้มีอัตราการระบายอากาศคงที่ตั้งแต่เริ่มต้นนั้นไม่ได้คำนึงถึงคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เปลี่ยนไปแม้ว่าจะมีความเข้มข้นของสารพิษเพิ่มขึ้น ทั้งนี้หากมีผู้เข้ามาใช้บริการจำนวนมากจะส่งผลให้มีอัตราการระบายอากาศไม่เพียงพอ ทำให้ภายในอาคารมีการสะสมของแก๊ส CO₂ และสารพิษซึ่งส่งผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารโดยตรง

การตรวจวัดคุณภาพอากาศของอาคารศูนย์การค้าในประเทศไทย กงอนามัย สิ่งแวดล้อม สำนักกอนามัย กรุงเทพมหานคร ได้มีการดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในบริเวณศูนย์อาหารของศูนย์การค้า ในปี พ.ศ.2542 พบว่าบริเวณศูนย์อาหารของศูนย์การค้า 3 แห่งจาก 9 แห่ง มีปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ เกินค่ามาตรฐานที่ ASHRAE กำหนดไว้ 1,000 ppm มีค่าอยู่ระหว่าง 1,170-1,302 ppm สำหรับมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารในประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานใดกำหนดค่ามาตรฐานไว้ แต่มีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ออกตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ในหมวด 2 เรื่องระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้า และระบบป้องกันเพลิงไหม้ใหม่ ได้กำหนดอัตราการระบายอากาศในอาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษไว้ ในข้อ 10 ระบุว่าอาคารศูนย์การค้าต้องมีการนำอากาศภายนอกเข้ามาหมุนเวียนอากาศภายในอาคารโดยมีอัตราการระบายอากาศเท่ากับ 2 ACH (Air changes per hour) (กระทรวงมหาดไทย, 2535) ซึ่งการแลกเปลี่ยนอากาศบริสุทธิ์พิจารณาจากพื้นที่อาคารเป็นหลักและไม่ได้คำนึงถึงปริมาณจำนวนคนใช้อาคาร สำหรับมาตรฐานต่างประเทศ ASHRAE 62.1-2010 ได้กำหนดให้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์สำหรับอาคารศูนย์การค้าเท่ากับ 4.6 L/s-person (ASHRAE, 2010) โดยปริมาณอากาศบริสุทธิ์ในระบบระบายอากาศพิจารณาถึงจำนวนผู้ใช้อาคาร ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ในการควบคุมระบบระบายอากาศตามจำนวนผู้ใช้อาคารในพื้นที่จริงได้

การเพิ่มอัตราการระบายอากาศนั้นสามารถลดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามการเพิ่มอัตราการระบายอากาศเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น จากกระบวนการลดความชื้น การกรองอากาศ และการทำความเย็นให้อากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามา ระบบควบคุมการระบายอากาศจึงได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ เพื่อลดการใช้พลังงานโดยการควบคุมปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามปริมาณคนในพื้นที่จริง หรือ Demand Control Ventilation (DCV) (Kusuda, 1976) ซึ่งระบบ DCV สามารถคำนวณปริมาณอากาศบริสุทธิ์จากปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ที่เกิดจากการหายใจและกิจกรรมของมนุษย์ ที่มีผลต่อคุณภาพอากาศในอาคารเป็นตัวควบคุมการระบายอากาศ ซึ่งระบบ DCV เหมาะสำหรับอาคารที่มีคนใช้อาคารจำนวนไม่คงที่ปรับเปลี่ยนแปรผันอยู่ตลอดเวลา สำหรับการควบคุมระบบระบายอากาศนั้นยังขึ้นอยู่กับอีกหลายปัจจัย เช่น ลักษณะอาคาร ส่วนประกอบของระบบปรับอากาศ อัตราการระบายอากาศของอาคาร ปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ อุณหภูมิและความชื้นจากภายนอก เป็นต้น

ระบบ DCV จึงได้ถูกศึกษาอย่างกว้างขวาง และมีการศึกษาโดยใช้โปรแกรมจำลองในการควบคุมการระบายอากาศอย่างแพร่หลาย ซึ่งหนึ่งในโปรแกรมที่ถูกใช้ในการศึกษาคือโปรแกรม VisualDOE 4.0 สำหรับศึกษาการใช้พลังงานของการควบคุมการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร (Mossolly และคณะ, 2009) โดยสามารถปรับเปลี่ยนปริมาณอากาศให้เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่ สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะน่าสบายและควบคุมคุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จากปัญหาคุณภาพอากาศและมาตรการการประหยัดพลังงานในอาคารดังกล่าว จึงทำให้เกิดแนวคิดในการทำวิจัยเรื่องการควบคุมปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารศูนย์การค้าที่มีปริมาณผู้เข้าใช้บริการเป็นจำนวนมากโดยศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ที่มีผลต่อคุณภาพอากาศในอาคารและการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามความต้องการจริงเพื่อลดการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่ต้องทำงานหรือผู้ที่เข้ามาใช้บริการในอาคารและลดการใช้พลังงานในระบบระบายอากาศโดยเน้นความสำคัญในเรื่องของประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ทำให้เกิดสภาวะน่าสบายและคุณภาพอากาศที่ดีในอาคารศูนย์การค้า

ดังนั้นจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มคุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์การค้าที่เกี่ยวข้องกับแก๊ส CO₂ และอัตราการระบายอากาศที่เหมาะสม โดยการนำอากาศเข้ามาหมุนเวียนเพื่อลดความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารสำหรับศูนย์การค้า ตลอดจนพิจารณาแนวทางการติดตั้ง อุปกรณ์เครื่องปรับอากาศ การลดอุณหภูมิและความชื้นอากาศจากภายนอกที่นำมาจ่ายอากาศบริสุทธิ์เข้าอาคาร รวมทั้งพิจารณางบประมาณการลงทุน

และผลกระทบที่เกิดขึ้น ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จะช่วยผลักดันให้ประชาชนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพอากาศในอาคารที่มีการปรับอากาศแบบรวมศูนย์และนำไปสู่การควบคุม ป้องกัน และบริหารจัดการอาคารให้เหมาะสมกับสุขภาพอนามัยของผู้ที่ต้องทำงานหรือใช้บริการในอาคารเหล่านั้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารและลักษณะทางกายภาพของอาคารศูนย์การค้า

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพอากาศด้วยวิธีการควบคุมอากาศบริสุทธิ์เข้ามา ในอาคาร (Demand Control Ventilation, DCV)

1.2.3 เพื่อศึกษาค่าประหยัดพลังงานและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของแต่ละระบบ ได้แก่ กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 กลุ่มตัวอย่างและสถานที่ ทำการศึกษากรณีศึกษาอาคารศูนย์การค้าขนาดใหญ่ในกรุงเทพมหานครที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ โดยเลือกตัวอย่างอาคารที่มีพื้นที่ปรับอากาศในแต่ละชั้นมากกว่า 10,000 ตร.ม. และในปัจจุบันมีผู้มาใช้บริการเฉลี่ยวันละ 100,000 คนต่อวัน มีระยะเวลาให้บริการต่อวันไม่ต่ำกว่า 12 ชั่วโมง

1.3.2 ศึกษาปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาในอาคารและความเข้มข้นของ CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้ากรณีศึกษา

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.4.1.1 ศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อความเข้มข้นของแก๊ส CO₂

1.4.1.2 ศึกษามาตรฐานคุณภาพอากาศ กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010

1.4.1.3 ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการออกแบบด้วยการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารด้วยหลักการ DCV

1.4.2 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของศูนย์การค้า

1.4.2.1 ศึกษากิจกรรมภายในศูนย์การค้า

1.4.2.2 ศึกษาปริมาณคนที่เข้ามาใช้บริการในอาคารศูนย์การค้า

1.4.3 ทำการตรวจวัด

1.4.3.1 ทำการตรวจวัดระดับแก๊ส CO₂ ทั้งภายในและภายนอกอาคารด้วยเครื่องมือวัดอากาศ Fluke รุ่น 975 โดยทำการตรวจวัดทั้งภายในและภายนอกอาคาร จำนวน 9 ชั้น ทำการตรวจปรับเครื่องมือทุกครั้งก่อนทำการตรวจวัดตามคู่มือการใช้เครื่อง

วิเคราะห์ผลจากข้อมูล

- ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในแต่ละชั้น
- ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในต่อภายนอกอาคารศูนย์การค้า

1.4.3.2 ทำการวัดอัตราการระบายอากาศ (ACH) เพื่อคำนวณหาปริมาณอากาศที่เข้าสู่ตัวอาคารศูนย์การค้า

1.4.4 ทำการทดลองการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารด้วยโปรแกรม VisualDOE-

4.0 เพื่อหาแนวทางและเทคโนโลยีเพื่อการออกแบบที่เหมาะสม

1.4.5 วิเคราะห์และประเมินผลจากแบบจำลอง

1.4.6 สรุปผลและเสนอแนวทางในการควบคุมการจ่ายอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคารศูนย์การค้าที่เหมาะสมต่อการใช้พลังงานและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบข้อมูลความเข้มข้นและตำแหน่งที่มีการสะสมของแก๊ส CO₂ ในอาคารศูนย์การค้าจากการวัดจริง

1.5.2 ทราบวิธีการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์การค้าด้วยหลักการ DCV

1.5.3 ทราบแนวทางการออกแบบการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารศูนย์การค้าหรืออาคารที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานรวมถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 1.1 แสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ วิธีการศึกษาและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	ประโยชน์
1	เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO ₂ ทั้งภายในอาคารและลักษณะทางกายภาพของอาคารศูนย์การค้า	ทำการสำรวจภาคสนามและทำการวัดพารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ความเข้มข้นของแก๊ส CO ₂ ด้วยเครื่องวัดคุณภาพอากาศ	ทราบข้อมูลความเข้มข้นและตำแหน่งที่มีการสะสมของแก๊ส CO ₂ ในอาคารศูนย์การค้า
2	เพื่อศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพอากาศด้วยวิธีการควบคุมอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร (Demand Control Ventilation, DCV)	ทำการทดลองการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารด้วยโปรแกรม VisualDOE4.0	ทราบวิธีการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์การค้าด้วยหลักการ DCV
3	เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบ ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์การค้าที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานรวมทั้งพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	วิเคราะห์คำนวณหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการใช้หลักการ DCV ควบคุมการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร	ทราบแนวทางการออกแบบการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารศูนย์การค้าหรืออาคารที่ลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกัน ที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน รวมถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์การค้า

รูปแบบการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารต่างๆ เช่น อาคารสำนักงาน อาคารศูนย์การค้าในปัจจุบันได้ถูกออกแบบให้มีการประหยัดพลังงาน โดยการใช้พลังงานประเภทต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งพบว่าบางกรณีมีการปรับลดคุณภาพของสิ่งแวดล้อมภายในอาคารลงเพื่อให้ประหยัดพลังงาน โดยสภาพแวดล้อมภายในอาคารจะอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ใช้อาคารสามารถยอมรับต่อสิ่งแวดล้อมได้เท่านั้น ซึ่งเห็นได้ว่ารูปแบบอาคารในปัจจุบันได้ถูกออกแบบให้มีระบบเปลือกอาคารที่สามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารและป้องกันความเย็นออกจากตัวอาคารได้ การใช้เทคโนโลยีควบคุมระบบจ่ายอากาศภายในอาคารพบว่ามี การนำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคารสำหรับการระบายอากาศในปริมาณที่น้อยเนื่องจากมาตรการประหยัดพลังงานในอาคาร ส่งผลให้อัตรการระบายอากาศไม่เพียงพอต่อผู้ใช้อาคารและการจำกัดมลพิษต่างๆ ส่งผลให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร จากงานวิจัยในสหรัฐอเมริกาพบว่ากลุ่มคนเมืองส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่ภายในตัวอาคารร้อยละ 87 อยู่ภายในยานพาหนะร้อยละ 7 และอยู่ภายนอกอาคารเพียงร้อยละ 6 เท่านั้น (Jenkins และคณะ, 1992) ดังนั้นจะเห็นว่าการได้รับสารมลพิษส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากภายในอาคาร จากการหายใจเข้าสู่ร่างกายมากกว่าวิธีอื่น นอกจากนี้ยังมีความเข้าใจว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารนั้นดีกว่าภายนอกอาคาร จากงานวิจัยพบว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารมีการสะสมของสารมลพิษ 2-5 เท่า หรืออาจมากถึง 40 เท่า (รัฐเขต มูลรินตี๊ะ, 2552) ศูนย์การค้าก็เป็นสถานที่หนึ่งซึ่งมีกิจกรรมหลากหลายประเภทภายในอาคารเดียวกัน ถือเป็นแหล่งที่มีการสะสมของมลพิษได้อย่างมากซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อผู้ใช้บริการทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.2 แหล่งกำเนิดมลพิษภายในอาคารศูนย์การค้า

แหล่งกำเนิดมลพิษภายในศูนย์การค้าแบ่งได้จากแหล่งที่มา 2 แหล่ง ดังนี้

2.2.1 แหล่งกำเนิดภายในอาคาร

แหล่งกำเนิดมลพิษภายในอาคาร เกิดจาก 2 สาเหตุหลักๆ ได้แก่ 1). ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ 2). กิจกรรมที่เกิดขึ้นจากผู้ใช้อาคาร (สมชัย และคณะ, 2543)

1. ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ได้แก่ อุปกรณ์และเครื่องมือในระบบระบายอากาศมีการสะสมของฝุ่นภายในห้องอากาศ จุลินทรีย์จากระบบปรับอากาศ เป็นต้น

2. กิจกรรมที่เกิดจากผู้ใช้อาคาร ได้แก่ การปรุงอาหาร การสูบบุหรี่ กิจกรรมจากการเผาผลาญของมนุษย์ การตกแต่งอาคาร หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานต่างๆ เช่น สารอินทรีย์ระเหยจากการใช้เครื่องพิมพ์เอกสารและถ่ายเอกสาร เป็นต้น การทำความสะอาดหรือการซ่อมบำรุงต่างๆ ส่งผลให้เกิดมลพิษภายในอาคารด้วยเช่นกัน

2.2.2 แหล่งกำเนิดภายนอกอาคาร

แหล่งกำเนิดมลพิษภายนอกอาคาร เกิดจาก 2 แหล่งใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ 1). แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ 2). แหล่งกำเนิดจากมนุษย์

1. แหล่งกำเนิดธรรมชาติ เกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ได้แก่ ละอองเกสรดอกไม้ แก๊สเรดอนในดิน ไฟไหม้ป่า ภูเขาไฟระเบิด การเน่าเปื่อยของซากพืชซากสัตว์โดยแบคทีเรีย เป็นต้น

2. แหล่งกำเนิดที่เกิดจากมนุษย์ ได้แก่ การก่อสร้างอาคาร การใช้ยานพาหนะที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง การเผาขยะ มลพิษที่เกิดจากระบบทำความเย็นของอาคารและห้องเย็นน้ำ ระบบบำบัดของเสียต่างๆ เช่น ระบบกำจัดขยะ ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น มลพิษที่เกิดขึ้นต่างๆ ได้แก่ ฝุ่นละออง สปอร์เชื้อรา จุลินทรีย์แบคทีเรีย แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น (วงศ์พันธ์ และคณะ, 2538)

มลพิษภายในเมืองหลวงส่วนใหญ่จะเกิดจากการกระทำของมนุษย์เป็นหลัก ซึ่งมลพิษเหล่านี้จะไหลเข้าสู่อาคารได้โดยการเปิด-ปิดประตู หน้าต่าง หรือเข้าสู่อาคารทางช่องนำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ภายในอาคารของระบบระบายอากาศ รวมไปถึงมลพิษที่ติดตามตัวผู้ใช้บริการเข้าไปในอาคาร ส่งผลให้ระดับมลพิษภายในอาคารเพิ่มสูงขึ้น

สาเหตุของการเกิดมลพิษภายในอาคารเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การที่มีแหล่งกำเนิดของสารมลพิษภายในอาคาร อัตราการระบายอากาศที่ต่ำเกินไป รวมไปถึงมลพิษที่ซึมเข้ามาจากภายนอกอาคาร ซึ่งประเภทของสารมลพิษภายในอาคารสามารถแบ่งตามแหล่งกำเนิดจากภายนอกและภายในอาคาร

2.3 ประเภทของมลพิษอากาศที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

สารมลพิษที่เกิดขึ้นภายในอาคารมีหลายชนิด สารมลพิษที่ตรวจพบได้บ่อย ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละอองในอากาศ ไนโตรเจนไดออกไซด์ สารอินทรีย์ระเหยง่าย เป็นต้น

2.3.1 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide, CO₂)

แก๊ส CO₂ เป็นแก๊สที่พบในบรรยากาศทั่วไปมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 330-450 ppm ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารจะมีระดับความเข้มข้นสูงกว่าภายนอกอาคาร 3 – 5 เท่า เนื่องจากแก๊ส CO₂ ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาผลาญและการหายใจของมนุษย์ที่อยู่ในอาคาร จึงส่งผลให้ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารอยู่ในระดับสูง โดยปกติคนเราจะหายใจและปล่อยแก๊ส CO₂ ออกจากร่างกายประมาณ 200 ml./นาที/คน (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) ผลกระทบของแก๊ส CO₂ ส่งผลให้รู้สึกไม่สบายในการทำกิจกรรม ซึ่งระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารจะเป็นตัวชี้วัดถึงอัตราการระบายอากาศ โดยคุณภาพอากาศภายในอาคารควรมีระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ไม่เกิน 1000 ppm (ASHRAE,1989) หรือไม่ควรสูงกว่าภายนอกอาคารเกิน 700 ppm. (ASHRAE, 1999)

สถาบันความปลอดภัยในการทำงานและอาชีวอนามัยแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Institute of Occupational Safety and Health,NIOSH) ได้ทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ กับอาการของผู้คนภายในอาคารที่ได้รับแก๊ส CO₂ ซึ่งค่ามาตรฐานที่ได้ทำการกำหนดระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ และความสัมพันธ์ของระบบระบายอากาศที่กำหนดโดย ASHRAE 62-1989 ได้กำหนดค่าไว้ดังตาราง 2.1 (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ที่ส่งผลกระทบต่อคน

ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO ₂	อาการ
600 ppm	มีผู้ร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศในอาคาร
600 ถึง 1,000 ppm	มีผู้ร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารแต่ไม่สามารถหาสาเหตุได้
มากกว่า 1,000 ppm	อัตราการระบายอากาศไม่เพียงพอ มีการร้องเรียนอาการปวดศีรษะเหนื่อยล้าและปัญหาทางเดินหายใจส่วนบน

มาตรฐานการระบายอากาศของ ASHRAE ได้กำหนด อัตราการระบายอากาศกำหนดไว้ที่ 15 cfm/คน เพื่อควบคุมปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ไม่เกิน 1,000 ppm (ASHRAE, 1989) ในกรณีที่เกิดจากการทำงานหรือเกี่ยวเนื่องจากการทำงาน NIOSH ได้กำหนดค่า TLV (Threshold Limit Values) ของแก๊ส CO₂ ตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชม. ไม่เกิน 5,000 ppm. (NIOSH, 1976) แหล่งกำเนิดอื่นที่ส่งผลให้เกิดแก๊ส CO₂ ได้แก่ การปรุงอาหาร วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ตกแต่งภายในอาคาร คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากยานพาหนะ คาร์บอนหรือ เป็นต้น

2.3.2. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide, CO)

แก๊ส CO เป็นแก๊สที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่สามารถมองเห็นได้ แก๊ส CO เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ของเชื้อเพลิง เช่น แก๊สโซลีน มีเทน หรือโพรเพน ซึ่งพบได้ทั้งภายนอกและภายในของอาคาร อาคารที่ตั้งอยู่ท่ามกลางจราจรที่แออัดหรือมีอาคารจอดรถติดกับตัวอาคารอาจมีการรั่วไหลของแก๊ส CO เข้าไปในอาคารได้ แหล่งกำเนิดอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดแก๊ส CO ได้แก่ การหุงต้ม การประกอบอาหาร การสูบบุหรี่ เครื่องมือที่ใช้พลังงานแก๊ส เป็นต้น (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) ผลกระทบของแก๊ส CO ในระดับต่างๆ อาจส่งผลไม่รุนแรง เช่น ปวดศีรษะ รู้สึกมึนงง จนถึงระดับอาการที่รุนแรงได้แก่ หมดสติ และเสียชีวิตได้ มาตรฐาน ASHRAE ได้กำหนดค่าปริมาณความเข้มข้นของ CO ในเวลา 8 ชั่วโมงต้องไม่เกิน 9 ppm (ASHRAE, 1989)

2.4 ปัญหาคุณภาพอากาศในอาคาร

ปัญหาคุณภาพในอาคารนั้นประกอบด้วยหลายสาเหตุด้วยกัน สามารถสรุปได้ดังนี้

2.4.1. อาคารที่สร้างเสร็จหรือมีการตกแต่งภายในอาคารใหม่ ได้แก่ การทาสีผนัง เฟอร์นิเจอร์ กระเบื้องปูพื้น พรม ฝ้าเพดาน ตลอดจนอุปกรณ์สำนักงานต่าง ๆ เป็นแหล่งที่ปล่อยสารมลพิษชนิดต่างๆ ออกมา เช่น สารอินทรีย์ระเหย ฟอรัลดีไฮด์ เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ส่งผลกระทบให้เกิดมะเร็ง และอาการระคายเคืองต่อสุขภาพของคนทำงานได้ (กุลภรณ์ นกจันทร์, 2543)

2.4.2. ระบบปรับอากาศภายในอาคารติดตั้งและทำงานไม่เหมาะสมกับพื้นที่ในอาคาร

2.4.2.1 อาคารปัจจุบันมีลักษณะปิดทึบ การทำงานของระบบปรับอากาศภายในอาคารจะใช้พลังงานเพื่อหมุนเวียนอากาศภายในอาคารและปรับภาวะอากาศเท่านั้น

2.4.2.2 การออกแบบและติดตั้งช่องลมไม่เหมาะสม เช่น การติดตั้งช่องนำอากาศเข้าสู่ตัวอาคารอยู่ในทิศที่มีการจราจรหนาแน่น ส่งผลให้อากาศที่เข้ามาสู่ระบบการ

ปนเปื้อนสิ่งสกปรก เมื่อจ่ายเข้าสู่ระบบอากาศเดิมทำให้มีการสะสมของสารมลพิษภายในอาคารเพิ่มขึ้น

2.4.2.3 ประสิทธิภาพของการจ่ายลมไม่เพียงพอต่อพื้นที่ใช้สอย เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางลมที่ปล่อยออกจากช่องกระจายลม ทำให้ลมเปลี่ยนทิศทาง ส่งผลให้การกระจายลมและการไหลเวียนของอากาศภายในอาคารมีประสิทธิภาพต่ำ ส่งผลให้อัตราการระบายภายในพื้นที่ต่ำไปด้วย

2.4.2.4 ระบบระบายอากาศของอาคารที่ถูกออกแบบวงจรการไหลของอากาศไม่ให้มีการหมุนเวียนกระแสอากาศที่ครบวงจร ขาดความต่อเนื่อง ไม่สามารถทำงานได้ครอบคลุมทั่วบริเวณอาคารที่ต้องการได้ ส่งผลให้อากาศไม่เพียงพอต่อผู้คนที่ใช้พื้นที่ทำงานและส่งผลให้ประสิทธิภาพอัตราการระบายอากาศต่ำ

2.4.2.5 การซ่อมบำรุงดูแลระบบปรับอากาศและระบายอากาศไม่เพียงพอ เช่น การไม่ทำการบำรุงรักษาตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น ปล่อยให้ฝุ่นหนาเกินไปบนแผ่นกรอง แผ่นกรองเสื่อมสภาพแล้วยังไม่เปลี่ยน การไม่ทำความสะอาดท่อลมและหัวจ่ายลม เป็นต้น (สุจิตกานต์ วงษ์เสถียร, 2548)

2.5 ผลกระทบต่อผู้ใช้อาคาร

ปัญหาคุณภาพอากาศ ส่งผลกระทบต่อผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารทั้งทางตรงและทางอ้อม ส่งผลต่อสุขภาพและทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารสามารถแบ่งระดับความรุนแรงได้ 2 ประเภท ดังนี้

2.5.1. ผลกระทบต่อสภาวะสบาย (Comfort problem)

ส่งผลให้ผู้ใช้อาคารเกิดความไม่สบายตัว เช่น อุณหภูมิของอากาศสูงหรือต่ำเกินไป มีกลิ่นอับหรือกลิ่นน้ำยาปรับอากาศในปริมาณที่เข้มข้นมากเกินไป ปัญหาส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกได้ทันที เช่น รู้สึกหายใจติดขัด แขนงหน้าอก มีอาการ ไอ จาม คัดจมูก เกิดการระคายเคืองผิวหนังและดวงตา เช่น ผื่นหนังแห้ง ตาแดง ระคายเคืองตา ตาแห้ง น้ำตาไหล เป็นต้น หรือมีอาการปวดศีรษะ ครั่นเนื้อครั่นตัวส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง อาคารเหล่านี้ได้จัดเป็นอาการของโรคที่เรียกว่า อาการป่วยโดยมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมในอาคาร หรือ Sick Building Syndrome (SBS) คือ อาการเจ็บป่วยที่เกิดกับผู้ใช้อาคารที่มีอัตราการระบายอากาศต่ำกว่าร้อยละ 20 ผลกระทบที่เกิดขึ้นระยะสั้นอาจใช้เวลาแค่ 2-3 ชั่วโมง และอาจหายไปเมื่อเลิกทำงานหรืออาจทำให้เจ็บป่วยนานกว่า 2 สัปดาห์

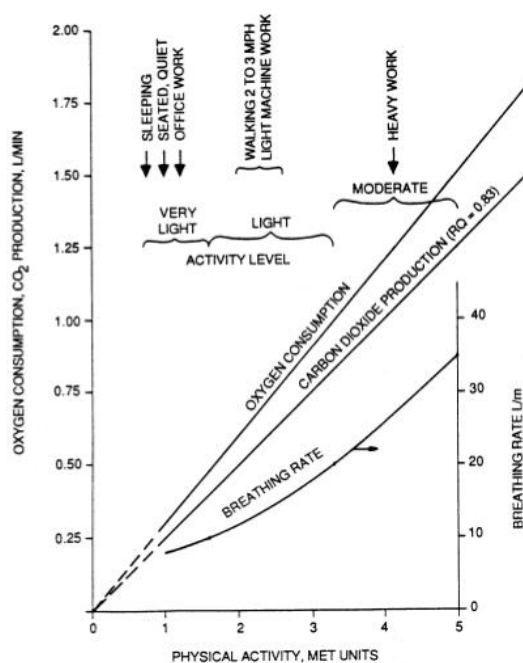
2.5.2. ผลกระทบต่อสุขภาพ

2.5.2.1. ผลกระทบแบบเฉียบพลัน (Acute Effect) เป็นอาการที่ส่งผลกระทบต่อผู้ที่สูดดมมลพิษระดับความเข้มข้นที่สูงในปริมาณที่มากพอในการรับสารมลพิษนั้นๆ เข้าสู่ร่างกาย อาการที่เกิดขึ้นทันที ได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ หน้ามืด หมดสติ เป็นต้น

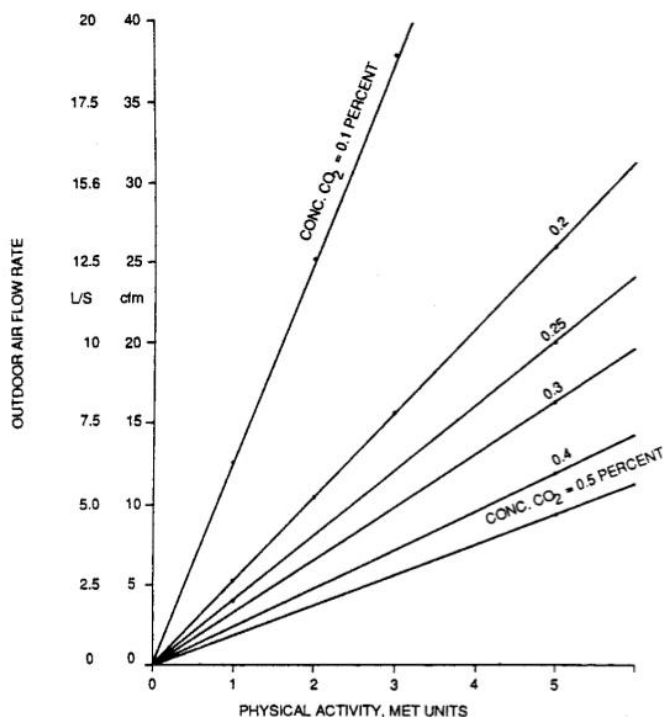
2.5.2.2. ผลกระทบแบบเรื้อรัง (Chronic Effect) อาการจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อได้รับสารมลพิษสะสมเป็นระยะเวลานานๆ จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของอวัยวะ มีลักษณะอาการใกล้เคียงกับการได้รับสารพิษแบบเฉียบพลัน และจะเกิดผลกระทบชัดเจนเมื่อมีการสะสมสารมลพิษในระดับที่ร่างกายไม่สามารถทนได้

2.6. การคำนวณหาระดับความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคาร

กระบวนการหายใจและการเผาผลาญในร่างกายในการทำกิจกรรมของมนุษย์ ต้องใช้แก๊สออกซิเจนในการเผาผลาญและร่างกายจะปล่อยแก๊ส CO_2 ออกมาสำหรับการทำกิจกรรมต่างๆ โดยอัตราส่วนการใช้แก๊สออกซิเจนและผลิตแก๊ส CO_2 ขึ้นอยู่กับกิจกรรมของมนุษย์ซึ่งมีความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 2.1 และอัตราการระบายอากาศในอาคารที่ต้องใช้ควบคุมปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์มีความสัมพันธ์ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์อัตราการใช้ออกซิเจนและการผลิตแก๊ส CO_2 ของมนุษย์ในระดับกิจกรรมต่างๆ



ภาพที่ 2.2 แสดงอัตราการอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องใช้ควบคุมปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ที่เกิดจากมนุษย์ในระดับกิจกรรมต่างๆ

การคำนวณหาระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ที่เวลาต่างๆ ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ในห้องที่พิจารณา สามารถคำนวณจากแก๊ส CO_2 ที่เกิดขึ้นภายในห้อง จากภายนอกห้อง และอากาศที่ออกจากห้อง ในกรณีนี้จะถือว่าการดูดกลืนแก๊ส CO_2 ภายในห้องเป็นศูนย์ ดังสมการ 2.1

$$C(t) = C_v + (C_o - C_v) \cdot e^{-\frac{Q_v}{V}t} + \frac{G \cdot 10^6}{Q_v} \cdot \left(1 - e^{-\frac{Q_v}{V}t}\right) \quad \text{สมการ 2.1}$$

โดยที่

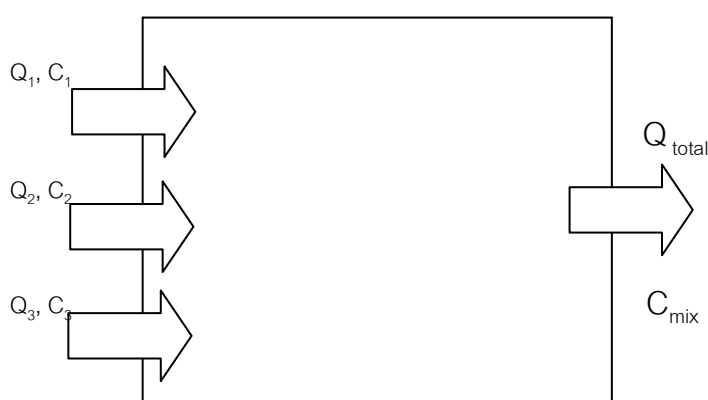
- $C(t)$ = ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ที่เวลาใดๆ, ppm
- C_v = ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ภายนอก, ppm
- C_o = ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 เริ่มต้น, ppm
- Q_v = อัตราการไหลของอากาศเข้าห้อง, l/min. หรือ ft^3/m .

V = ปริมาตรรวมของห้อง, l หรือ ft^3 .

G = ปริมาณของแก๊ส CO_2 ที่ผลิตขึ้น, l/min. หรือ ft^3/m .

t = เวลา, min.

สำหรับการหาระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดหลายแหล่งที่มีระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 จากหลายแหล่งมาผสมรวมกัน สามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 2.3 (ไพโรจน์ รัตนางกูร, 2540)



ภาพที่ 2.3 แสดงรูปจำลองของห้องที่มีอากาศไหลจากหลายแหล่งมาผสมกัน

ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ที่ผสมกันภายในห้องจากหลายแหล่งมาผสมกัน สามารถหาได้จากสมการ 2.3

$$Q_1 \cdot C_1 + Q_2 \cdot C_2 + \dots + Q_n \cdot C_n = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \cdot C_{\text{mix}} \quad \text{สมการ 2.2}$$

หรือ

$$C_{\text{mix}} = (Q_1 \cdot C_1 + Q_2 \cdot C_2 + \dots + Q_n \cdot C_n) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \quad \text{สมการ 2.3}$$

โดยที่

C_1 = ความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ของแหล่งที่ 1

C_2 = ความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ของแหล่งที่ 2

C_n = ความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ของแหล่งที่ n

C_{mix} = ความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ของแหล่งที่ 1,2,..n ที่ผสมกัน

Q_1 = อัตราการไหลของอากาศจากแหล่งที่ 1

Q_2 = อัตราการไหลของอากาศจากแหล่งที่ 2

Q_n = อัตราการไหลของอากาศจากแหล่งที่ n

2.7 การคำนวณอัตราการระบายอากาศ

อัตราการระบายอากาศตามกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 กำหนดให้มีอากาศหมุนเวียนภายในอาคารเท่ากับ 2 ACH

อัตราการระบายอากาศตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 คำนวณจาก สมการ 2.4

$$V_{bz} = R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z \quad \text{สมการ 2.4}$$

โดย

A_z คือ พื้นที่อาคารที่มีการระบายอากาศ

P_z คือ จำนวนคนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศ

R_p คือ อัตราของอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องนำเข้ามาในอาคารต่อคน

R_a คือ อัตราของอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องนำเข้ามาในอาคารต่อพื้นที่

สำหรับอัตราการระบายอากาศในศูนย์การค้าตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 คือ

$$3.8\text{L/s per person} + 0.3\text{ L/s per m}^3 \quad \text{สมการ 2.5}$$

อัตราการระบายอากาศคำนวณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องใช้จากกิจกรรมของคนในอาคารเพื่อควบคุมปริมาณแก๊ส CO_2 คำนวณจากสมการ 2.6

$$V_0 = N/(C_s - C_0) \quad \text{สมการ 2.6}$$

โดย

V_0 คือ ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ต่อคน

N คือ อัตราการผลิตแก๊ส CO_2 ต่อคน

C_s คือ ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ภายในอาคาร

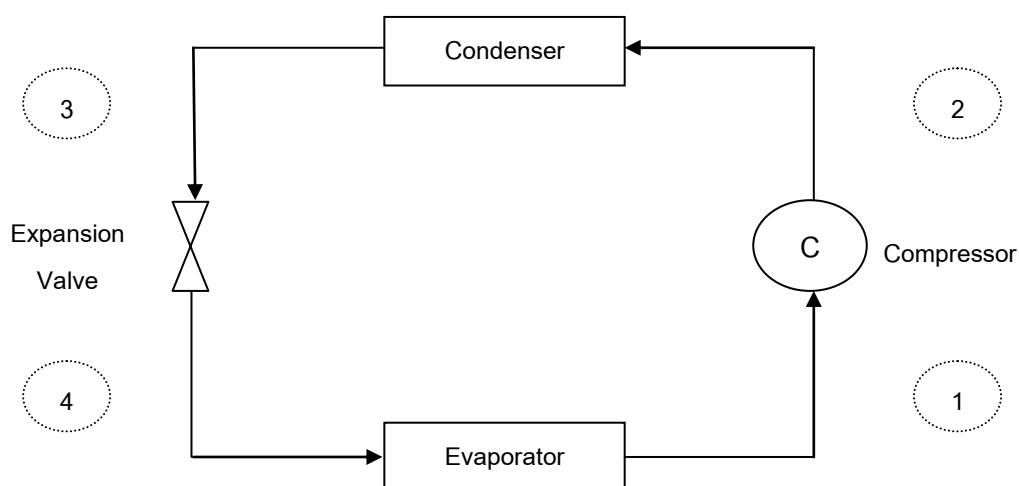
C_0 คือ ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 ภายนอกอาคาร
 สำหรับอัตราการผลิตแก๊ส CO_2 ของคนที่อยู่ในอาคารศูนย์การค้า (N) คือ 0.375 L/min
 ต่อคน

2.8 ประเภทของระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ

2.8.1 ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning)

สภาพทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเขตร้อนและชื้น การปรับอากาศเพื่อลดความชื้นและลดอุณหภูมิจึงมีความจำเป็นสำหรับอาคารและที่พักอาศัยเพื่อสภาวะน่าสบายสำหรับผู้ใช้อาคาร การทำความเย็นของปรับอากาศ ทำงานโดยนำความร้อนจากสสารหรือบริเวณนั้นออกไปทำให้อุณหภูมิลดลง

การทำงานของระบบปรับอากาศแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับการออกแบบและการใช้งาน ซึ่งหลักการของระบบปรับอากาศนั้นจะมีหลักการทำงานอย่างเดียวกันเป็นวัฏจักรการทำความเย็นแบบวงจรอัดไอ โดยมีสารทำความเย็นทำหน้าที่ดูดและคายความร้อนจากอากาศหรือนำให้ได้ อุณหภูมิที่ต้องการ วัฏจักรการทำความเย็นมีกระบวนการดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 วัฏจักรการทำความเย็น

ระบบการทำความเย็นประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ และมีวัฏจักรการทำความเย็นดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) [1-2] ทำหน้าที่อัดไอของสารทำความเย็นจากอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) ในสถานะแก๊สความดันต่ำ ให้เป็นแก๊สมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อส่งไปยังคอนเดนเซอร์ (Condenser)
2. คอนเดนเซอร์ (Condenser) [2-3] ทำหน้าที่ระบายความร้อนทิ้ง โดยสารทำความเย็นที่มีสถานะแก๊สจะควบแน่นเป็นของเหลว และเข้าไปยังอุปกรณ์ลดความดัน
3. อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve) [3-4] ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นที่ออกมาจาก Condenser ในสถานะที่เป็นของเหลว เปลี่ยนสถานะจากความดันสูงไปเป็นความดันต่ำ สารทำความเย็นจะถูกฉีดเข้า Evaporator ขณะเดียวกันอุณหภูมิจะลดลงและเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของเหลวผสมแก๊ส
4. อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) [4-1] ทำหน้าที่ดูดความร้อนในห้องที่ต้องการทำความเย็น โดยสารทำความเย็นที่เข้ามาใน Evaporator เมื่อดูดความร้อนจะระเหยกลายเป็นแก๊ส และจะถูกดูดโดย Compressor อีก

2.8.2 ประเภทของระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่มีการใช้งานในกลุ่มของอาคารธุรกิจมีดังนี้

2.8.2.1. ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) เป็นระบบปรับอากาศขนาดเล็ก เป็นเครื่องปรับอากาศที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ใช้ตามบ้าน ที่พักอาศัย ห้องสำนักงานขนาดเล็ก เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะมีทั้งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ เครื่องปรับอากาศ 1 ชุด จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องเป่าลมเย็น (Fan Coil Unit) และเครื่องระบายความร้อน (Condensing unit)

- คอยล์เย็น (Fan coil unit) เป็นส่วนที่ติดตั้งภายในพื้นที่ปรับอากาศ ทำหน้าที่ให้ลมเย็น ตัวเครื่องประกอบด้วยคอยล์เย็น แผงกรองอากาศ พัดลม มอเตอร์ขับพัดลม สำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก 1 ตัน ถึง 5 ตัน มอเตอร์พัดลมจะขับให้พัดลมหมุนโดยตรงโดยมีแกนมอเตอร์และแกนพัดลมอยู่ในแนวเดียวกัน ส่วนเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ 5 ตันขึ้นไป จะถูกขับโดยสายพาน ซึ่งสามารถปรับรอบการหมุนของพัดลมได้

- เครื่องระบายความร้อน (Condensing unit) จะอยู่ภายนอกตัวอาคารทำหน้าที่ระบายความร้อนจากภายในอาคารสู่อากาศภายนอกอาคาร มีทั้งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ดังนี้

- แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ จะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร การติดตั้งเครื่องต้องสามารถทิ้งลมร้อนสู่อากาศได้สะดวกเพื่อประสิทธิภาพในการทำความเย็น เครื่องประกอบด้วย Compressor, Condenser, พัดลมระบายความร้อน, ระบบควบคุมการทำงานเครื่อง นิยมติดตั้งเครื่องห่างจากห้องปรับอากาศเนื่องจากการระบายความร้อนมีเสียงดัง
- แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ นิยมใช้กับร้านค้าขนาดใหญ่ หรืออาคารสำนักงาน โดยเครื่องจะทำงานนอกเวลาทำการของระบบปรับอากาศหลักที่มี Cooling tower อยู่แล้ว โดยจะอาศัยน้ำจาก Cooling tower มาระบายความร้อนของเครื่อง

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้มีขนาดตั้งแต่ 1 ตันถึง 50 ตัน เครื่องขนาด 1 ถึง 3 ตัน มักจะใช้กับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (Fan Coil Unit: FCU) ส่วนเครื่องขนาดใหญ่ (Air Handling Unit: AHU) มักจะใช้เดินท่อลมในการส่งจ่ายลมเย็น จ่ายลมเย็นไปยังจุดต่างๆ ซึ่งจะช่วยในการกระจายความเย็น เป็นไปได้อย่างทั่วถึง

2.8.2.2. ระบบปรับอากาศแบบชุด (Package) เป็นระบบปรับอากาศที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งในธุรกิจขนาดเล็ก เครื่องปรับอากาศแบบชุดสามารถแบ่งตามลักษณะการระบายความร้อนได้ 2 ประเภท ดังนี้

- แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยทั่วไปขนาดของระบบทำความเย็นมีขนาดทำความเย็น ตั้งแต่ 7.5 ตันความเย็นขึ้นไปเหมาะสำหรับติดตั้งในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดของส่วนปรับอากาศและระบบน้ำสำหรับระบายความร้อน
- แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ เหมาะสำหรับระบบปรับอากาศที่ต้องการขนาดทำความเย็นมากกว่าปกติ เครื่องชนิดนี้สามารถนำมาใช้กับรูปแบบของอาคารสูงในปัจจุบัน เครื่องปรับอากาศแบบนี้ต้องมีระบบน้ำสำหรับระบายความร้อนจากเครื่อง โดยมีอุปกรณ์หลัก คือ Cooling Tower, เครื่องสูบน้ำ, ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ และติดตั้งระบบท่อน้ำหล่อเย็น เครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำดีกว่าระบายความร้อนด้วยอากาศ

2.8.2.3. ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) หรือระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เป็นระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ มีประสิทธิภาพสูง จึงเป็นที่นิยมใช้ในอาคารขนาดใหญ่ เช่น ศูนย์การค้า, โรงแรม, โรงพยาบาล หรือสำนักงาน อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศนี้จะต้องจัดให้มีระบบน้ำเย็น, ระบบน้ำหล่อเย็น โดยมีอุปกรณ์หลักคือ เครื่องสูบน้ำ, Cooling Tower, ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ จึงต้องลงทุนสูงกว่าและต้องมีช่างประจำอาคารเพื่อควบคุมและดูแลระบบอยู่ตลอดเวลา ระบบปรับอากาศชนิดนี้ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการทำความเย็น โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นเป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่งภายในเครื่องจะประกอบไปด้วย วงจรการทำน้ำเย็นทั้งหมด แต่

ความเย็นจากส่วน Evaporator ในเครื่องทำน้ำเย็นนี้ไม่ได้ใช้ทำความเย็นให้กับพื้นที่ปรับอากาศโดยตรงแต่จะทำให้ น้ำซึ่งเป็นตัวกลางเย็นลง โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นส่วน Evaporator กับน้ำ น้ำเย็นที่ผลิตได้จะถูกส่งไปยังเครื่องเป่าลม (Chilled water AHU, FCU) ซึ่งติดตั้งตามพื้นที่ต่างๆ โดยใช้เครื่องสูบน้ำเย็นเป็นอุปกรณ์ในการหมุนเวียนน้ำ เครื่องทำน้ำเย็นนั้นมีอยู่หลายประเภท โดยอาจแบ่งได้ดังนี้

- แบ่งตามลักษณะของ Condenser
 - ระบายความร้อนด้วยอากาศ เหมาะสำหรับติดตั้งในพื้นที่ปรับอากาศหรือระบบน้ำในการระบายความร้อนที่มีพื้นที่จำกัด มีขนาดทำความเย็นไม่เกิน 500 ตัน
 - ระบายความร้อนด้วยน้ำ เหมาะสำหรับติดตั้งในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ต้องการทำความเย็นมาก ในระบบระบายความร้อนด้วยน้ำประกอบด้วย Cooling Tower เครื่องสูบน้ำระบายความร้อน และระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำ ในระบบระบายความร้อนนี้จะต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งระบบค่อนข้างมากและใช้งบประมาณค่อนข้างสูง ประสิทธิภาพของระบบระบายความร้อนด้วยน้ำจะดีกว่าระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ
- แบ่งตามลักษณะของ Compressor
 - Reciprocating compressor เป็นเครื่องทำความเย็นที่ใช้ compressor แบบลูกสูบ สามารถใช้ได้กับทั้งสารทำความเย็นประเภทแรงดันต่ำและประเภทแรงดันสูง ขนาดของเครื่องมีขนาดตั้งแต่ 1 - 250 ตันทำความเย็น
 - Centrifugal compressor เป็นเครื่องทำความเย็นที่ใช้ compressor แบบหยอโข่งในการอัดสารทำความเย็น เป็นที่นิยมใช้งานมาก สารทำความเย็น สามารถใช้กับสารทำความเย็นประเภทแรงดันต่ำ (CFC-11, CFC-12, HCFC-123) และแรงดันสูง (HCFC-22& HFC-134a) สามารถทำงานได้ที่โหลดต่ำ การทำงาน Full load performance ค่อนข้างดี แต่ Part load performance จะค่อนข้างต่ำ ขนาดของเครื่องมีตั้งแต่ขนาด 200-1,500 ตันทำความเย็น
 - Screw compressor เป็นเครื่องทำความเย็นที่ใช้ compressor แบบสกรูใช้กับสารทำความเย็นประเภทแรงดันสูง (HCFC-22, HFC-134a) สามารถทำงานได้ดีที่โหลดต่ำ มี Part load performance ค่อนข้างดี ขนาดของเครื่องมีตั้งแต่ 20-400 ตันทำความเย็น

ในระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น จะต้องติดตั้งระบบท่อน้ำเย็น กรณีที่ใช้ Water cooled chiller ก็จำเป็นต้องเพิ่มส่วนระบบท่อน้ำหล่อเย็น ซึ่งจะอาศัย Cooling tower เป็นอุปกรณ์ในการระบายความร้อน

อุปกรณ์พื้นฐานของระบบเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำมีดังนี้

1. เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)
2. หอระบายความร้อน (Cooling Tower)
3. ปั๊มน้ำระบายความร้อนและปั๊มน้ำเย็น (Condenser water pump and Chilled water pump)
4. เครื่องส่งลมเย็น (AHU&FCU)
5. ท่อส่งน้ำเย็น และน้ำระบายความร้อน (Chilled and condenser water piping)
6. ปั๊มน้ำเติมน้ำระบายความร้อน (Make up Water Pump)
7. ถังน้ำขยายตัวของระบบน้ำเย็น (Expansion Tank)
8. ระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำเติม (Water Softener)
9. ระบบควบคุมคุณภาพน้ำระบายความร้อน (Conductivity controller / Automatic Bleed off)

2.8.2 ภาระในระบบปรับอากาศ

ภาระของความร้อนที่เกิดในอาคารหรือพื้นที่ปรับอากาศนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ความร้อนจากภายนอกอาคารและความร้อนจากภายในอาคาร ดังนี้

2.8.2.1 ความร้อนจากภายนอกอาคาร

- การนำความร้อนผ่านจากผนัง หลังคา และกระจก ด้านนอก
- การนำความร้อนผ่าน ผนังเบา เพดาน และพื้น ด้านใน
- การแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านกระจก

2.8.2.2 ความร้อนจากภายในอาคาร

- ความร้อนจากหลอดไฟฟ้า แสงสว่าง
- ความร้อนจากคน และสัตว์
- ความร้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น
- การรั่วซึมของอากาศเข้ามาจากภายนอกอาคาร

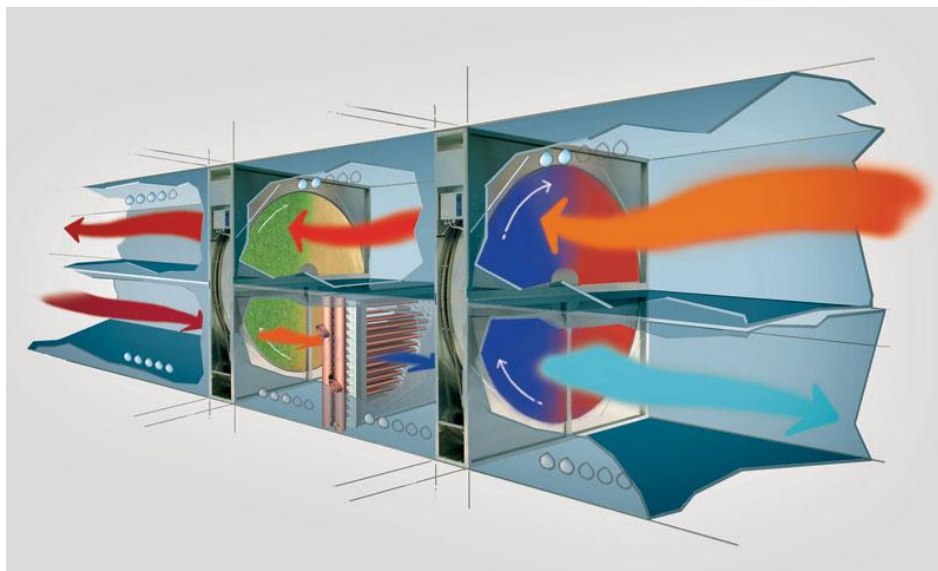
ในการออกแบบระบบปรับอากาศนั้น จะทำการออกแบบโดยคำนึงถึงผู้ใช้อาคารเป็นหลักจะต้องออกแบบให้ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกสบายไม่ร้อนหรือหนาวจนเกินไป โดยต้องคำนึงปัจจัยต่างๆ ในการออกแบบ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม คุณภาพของอากาศ ปริมาณการหมุนเวียนของอากาศ และการควบคุมเสียง เป็นต้น

2.9 การนำความเย็นของอากาศที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ใหม่

การระบายอากาศของอาคาร โดยนำอากาศที่มีการปนเปื้อน เช่น อากาศจากห้องน้ำ ห้องครัวและในส่วนที่ถูกระบายออกไปซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและปริมาณความเย็นสะสมอยู่ หากนำอากาศเหล่านั้นปล่อยทิ้งเป็นการทิ้งพลังงานไปโดยเปล่าประโยชน์ การนำอากาศที่ระบายทิ้งผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนหรือความเย็นให้กับอากาศบริสุทธิ์ที่จะนำเข้ามาจากภายนอกอาคารซึ่งมีอุณหภูมิสูงให้มีอุณหภูมิลดลงก่อนถูกส่งไปยังเครื่องส่งลมเย็น สามารถประหยัดพลังงานและลดภาระของระบบปรับอากาศลง

2.9.1 ระบบ Air to air heat exchangers (Heat recovery wheel)

ระบบ Air to air heat recovery wheel อาศัยหลักการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากอากาศเสีย โดยการหมุนของวงล้อของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน Heat recovery wheel ซึ่งทำงานร่วมกับระบบควบคุมและส่งลมเย็น เพื่อถ่ายเทความร้อนของอากาศจากด้านหนึ่งไปสู่อากาศอีกด้านหนึ่ง อากาศเย็นภายในอาคารที่ถูกทิ้งออกไปจะแลกเปลี่ยนพลังงานกับอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิสูงเข้ามา การนำความเย็นของอากาศที่ปล่อยทิ้งกลับมาใช้ใหม่สามารถลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศลง ลักษณะของ Heat recovery wheel แสดงในภาพที่ 2.5



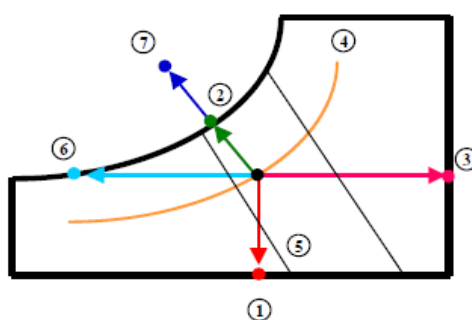
ภาพที่ 2.5 Heat recovery wheel

ที่มา <http://www.aeconline.ae/enventus-double-wheel-concept-improving-energy-recovery-in-ahu-download-seminar-21888/news.html>

2.10 แผนภาพไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)

2.10.1 คุณสมบัติของแผนภาพไซโครเมตริก

แผนภาพไซโครเมตริกเป็นแผนภูมิแสดงรายละเอียดของอากาศที่สภาวะต่างๆ เนื่องจากอากาศในบรรยากาศมีไอน้ำปนอยู่ การหาปริมาณไอน้ำหรือปริมาณความร้อนที่อยู่ในอากาศชั้นสามารถหาจากแผนภาพไซโครเมตริก ดังภาพ 2.6 โดยแผนภาพไซโครเมตริกจะแสดงคุณสมบัติ ดังนี้



ภาพที่ 2.6 แผนภาพไซโครเมตริก

1. อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry bulb temperature) คืออุณหภูมิที่อ่านค่าจากเทอร์มิสเตอร์ที่กระเปาะแห้ง
2. อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet bulb temperature) คืออุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์มิสเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยผ้าสำลีที่ขึ้น
3. ปริมาณความชื้นในอากาศ (Humidity ratio) คืออัตราส่วนระหว่างมวลไอน้ำในอากาศกับมวลของอากาศแห้งที่ปริมาตรอากาศที่พิจารณา
4. ความชื้นในอากาศ (Relative humidity) คือความสัมพันธ์ระหว่างมวลของไอน้ำในอากาศต่อจำนวนมวลของไอน้ำอิ่มตัวในสภาวะที่พิจารณา
5. ปริมาตรจำเพาะของอากาศ (Specific volume) คืออัตราส่วนระหว่างปริมาตรต่อมวลของอากาศ
6. อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew point temperature) คืออุณหภูมิที่ความชื้นในอากาศเริ่มกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเมื่ออากาศถูกลดอุณหภูมิที่ความดันคงที่
7. ความร้อนจำเพาะของอากาศ (Specific enthalpy) คือปริมาณพลังงานความร้อนในระบบ

2.10.2 การคำนวณการทำความเย็นสุทธิของอากาศ

การคำนวณความสามารถการทำความเย็นสุทธิของอากาศ (Q_C) มีหน่วยเป็น บีทียูต่อ ชั่วโมงหาได้จาก

$$Q_C = Q_S + Q_L$$

โดย

Q_S คือ ความสามารถทั้งหมดของเครื่องที่จะระบายความร้อนสัมผัส มีหน่วยเป็น บีทียูต่อ ชั่วโมง

Q_L คือ ความสามารถทั้งหมดของเครื่องที่จะระบายความร้อนแฝง มีหน่วยเป็น บีทียูต่อ ชั่วโมง

ซึ่งสามารถหา Q_S และ Q_L จากสมการ

$$Q_S = 1.08 \text{ CFM } (T_o - T_i) \quad \text{สมการ 2.9}$$

โดยที่

CFM คือ อัตราการส่งลมเย็นของชุด Fan Coil มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

T_o คือ อุณหภูมิภายนอกอาคาร ($^{\circ}\text{F}$)

T_i คือ อุณหภูมิภายในอาคาร ($^{\circ}\text{F}$)

$$Q_L = 4840 \times \text{CFM } (W_o - W_i) \quad \text{สมการ 2.10}$$

W_o คือ ความชื้นของอากาศภายนอกอาคาร (lb/lb-dry air)

W_i คือ ความชื้นของอากาศภายในอาคาร (lb/lb-dry air)

2.11. ระบบ DCV (Demand Control Ventilation)

ระบบ DCV ประกอบด้วย CO₂ sensors ตรวจวัดระดับ CO₂ ภายในอาคาร โดยระบบระบายอากาศจะใช้ข้อมูลจากตัวรับสัญญาณ เพื่อคำนวณปริมาณอากาศสำหรับอัตราการระบายอากาศ ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของ CO₂ ภายในและนอกอาคารจะเป็นตัวชี้ถึงจำนวนผู้ใช้อาคารและกิจกรรมภายในพื้นที่ และความต้องการการระบายอากาศ CO₂ sensors จะส่งค่า CO₂ ที่วัดได้ส่งไปยังตัวควบคุมการระบายอากาศซึ่งจะทำหน้าที่เพิ่มการระบายอากาศอัตโนมัติเมื่อระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ในพื้นที่สูงเกินระดับที่ตั้งไว้ ปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ในบรรยากาศทั่วไปมีความเข้มข้นประมาณ 400-450 ppm การวัดแก๊ส CO₂ ภายในอาคารสามารถวัดและควบคุมปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าภายในอาคารเข้ามาเพื่อลดปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ที่ผลิตจากผู้ใช้อาคาร ทำให้สามารถคำนวณและควบคุมอัตราการระบาย (cfm/คน) สำหรับคนที่อยู่ในพื้นที่อาคารจริง ซึ่งแตกต่างจากวิธีการระบายอากาศแบบเดิมที่กำหนดอัตราการระบายอากาศคงที่และไม่คำนึงถึงจำนวนผู้ใช้อาคาร มาตรฐานต่างๆ ในปัจจุบันจึงมีการประยุกต์นำปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารต่ำสุดเพื่อให้เพียงพอและเหมาะสมกับคุณภาพอากาศภายในอาคารแทนระบบระบายอากาศแบบคงที่ซึ่งออกแบบไว้เพื่อรองรับจำนวนผู้ใช้อาคารที่มากที่สุด ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคารจึงมากกว่าความจำเป็น ซึ่งอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาในอาคารนั้นทำให้ระบบปรับอากาศต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นและส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานมากกว่าการที่มีการระบายอากาศที่เหมาะสม

การระบายอากาศที่มากเกินไปส่งผลให้มีการใช้พลังงานที่สูงเกินความจำเป็นและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ขณะที่เพิ่มปัญหาคุณภาพอากาศให้กับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ซึ่งในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามามากเกินไป ความชื้นจากอากาศจะทำให้เกิดความไม่สบายตัวและยังทำให้ราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วส่งผลให้คุณภาพอากาศในอาคารแย่กว่าเดิม ส่วนการระบายอากาศที่น้อยเกินไปหรือมีอากาศบริสุทธิ์ไม่เพียงพอ ทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารไม่ดี (วรกมล บุญยโยธิน, 2548) ส่งผลให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบายและมีปัญหาสุขภาพ มีอาการเวียนศีรษะและรู้สึกไม่สบาย ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่มากหรือน้อยเกินไปเป็นปัญหาได้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามามากเกินไปการระบายอากาศระบบปรับอากาศและระบายอากาศสามารถใช้ระบบ DCV เพื่อควบคุมอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในระดับจำนวนของผู้ใช้อาคาร โดยระบบ DCV ประกอบด้วยตัวตรวจจับแก๊ส CO₂ เป็นเทคโนโลยีซึ่งตรวจวัดปริมาณแก๊ส CO₂ จากคนและควบคุมอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร ทำให้สามารถ

ประหยัดพลังงานจากการควบคุมการระบายอากาศซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้อาคารแม้ว่าจะมีการออกแบบแต่เริ่มแรกแล้วก็ตาม

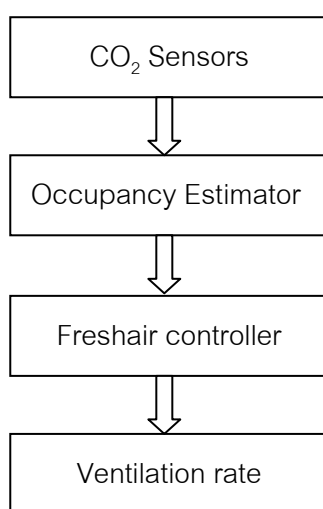
ในการจัดการคุณภาพอากาศให้มีคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดีนั้น มีหลายหน่วยงานที่ได้กำหนดค่ามาตรฐานอัตราการระบายอากาศขึ้นมา ได้แก่ ASHRAE ได้แนะนำค่าสำหรับอัตราการระบายอากาศให้มีค่า 15-20 cfm/คน (ASHRAE 62,1999) ซึ่งในการออกแบบระบบระบายอากาศนั้นจะออกแบบจากจำนวนผู้ใช้อาคารสูงสุดให้มีระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ อยู่ที่ 1,100 ppm. ในการจัดการกับคุณภาพอากาศที่มีระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ สูงเกินมาตรฐานทำการแก้ปัญหาโดยการนำอากาศจากภายนอกอาคารเข้าสู่ตัวอาคาร ปัญหาที่ตามมาคือการใช้พลังงานในการนำอากาศเข้าสู่ตัวอาคารทำให้มีการบริโภคพลังงานที่สูง เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว จึงมีการติดตั้งระบบ DCV เพื่อควบคุมปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามจำนวนผู้ใช้อาคาร โดยมีอุปกรณ์ตรวจจับระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ เพื่อประมวลผลให้มีการนำอากาศเข้าสู่ตัวอาคารให้พอดี

ระบบ DCV เหมาะสำหรับ

- อาคารที่มีผู้ใช้อาคารไม่คงที่ในระยะเวลา 24 ชม. ซึ่งไม่สามารถคาดเดาปริมาณคนได้ และมีช่วงเวลาที่มีคนอยู่ในอาคารจำนวนมาก
- อาคารที่ระบบทำความเย็นหรือความร้อนตลอดทั้งปี
- อาคารที่อยู่ในพื้นที่ที่มีอัตราค่าไฟฟ้า สาธารณูปโภคสูง
- อาคารที่อยู่ในพื้นที่ที่มีความต้องการการใช้พลังงานสูงและมีอัตราค่าไฟฟ้าสูง
- อาคารที่มีจำนวนคนเฉลี่ยน้อยเมื่อเทียบกับตอนออกแบบอาคารไว้สำหรับผู้ใช้อาคารจำนวนมาก
- เหมาะสำหรับอาคารสำนักงาน อาคารศูนย์การค้า โรงเรียน ห้องประชุม
- อาคารที่อยู่ในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น
- อาคารที่ต้องใช้พลังงานในการทำความร้อน ทำความเย็น ลดความชื้น สำหรับการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารเป็นจำนวนมาก
- อาคารที่สามารถปรับเปลี่ยนอากาศบริสุทธิ์เข้ามาอัตโนมัติ
- อาคารที่ระบบ Hvac มีระบบ electronic หรือ digital control
- พื้นที่ ที่มีปริมาณแก๊ส CO₂ มาจากคนส่วนใหญ่
- พื้นที่ ที่ไม่มีมลพิษอื่น ที่มาจากคนเป็นส่วนใหญ่

- พื้นที่ที่มีคุณภาพอากาศแย่เนื่องมาจากการระบายอากาศไม่เพียงพอ หรือมีอากาศที่มีความชื้นมากเนื่องจากการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามามากเกินไป

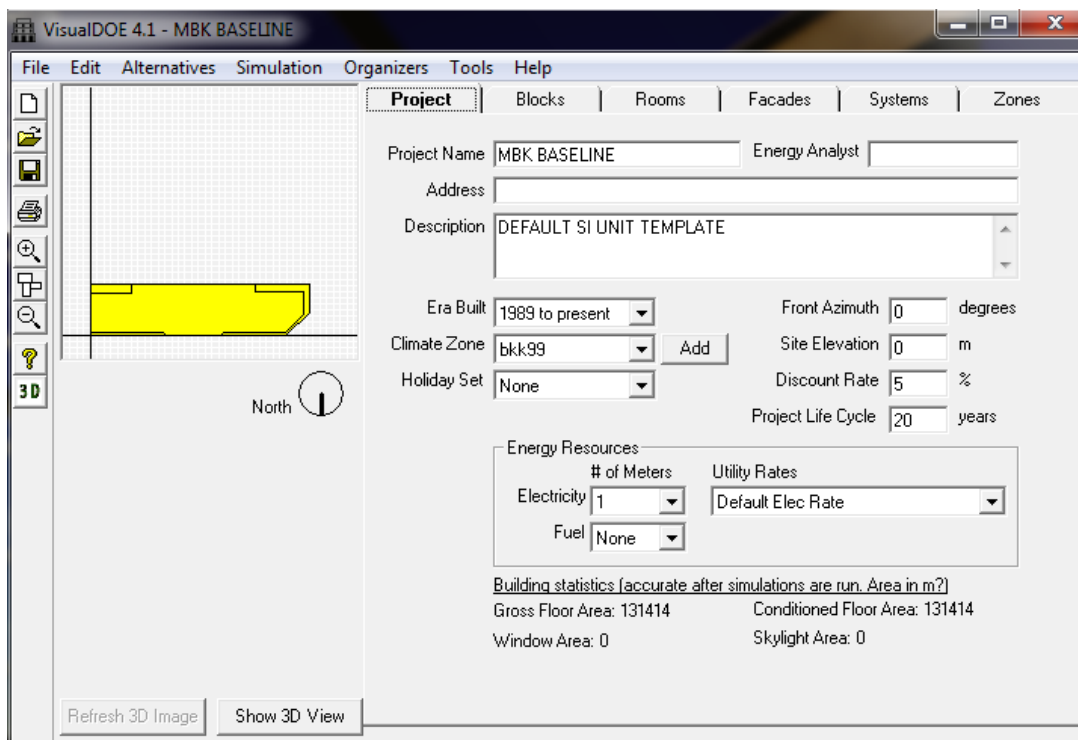
หลักการทำงานของระบบ DCV คืออุปกรณ์ CO₂ sensors จะตรวจวัดระดับแก๊ส CO₂ ภายในอาคารและจะประมาณจำนวนคนที่อยู่ในอาคาร จากนั้น CO₂ Sensors จะส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุมการระบายอากาศเพื่อคำนวณอัตราการระบายอากาศที่ต้องใช้เพื่อลดความเข้มข้นของปริมาณแก๊ส CO₂ และนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอัตราที่เหมาะสมอัตโนมัติ ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ลักษณะการทำงานของระบบ DCV

2.12 โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์การจำลองสภาพอากาศ

โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทำการเลือกใช้โปรแกรม VisualDOE 4.0 ดังภาพที่ 2.8 ซึ่งมีคุณสมบัติในการออกแบบและจำลองลักษณะอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบทำความเย็น ระบายอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ที่ต้องการให้เกิดขึ้นภายในอาคารได้หลายรูปแบบก่อนที่จะทำการติดตั้งจริง นอกจากนี้แล้วยังสามารถแบ่งการออกแบบในแต่ละพื้นที่ แต่ละชั้นภายในอาคาร เวลาเดียวกันได้ ในการวิเคราะห์ผลจะทำการวิเคราะห์จากพลังงานที่ใช้ในแต่ละโซน หรือทั้งหมดในอาคาร ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาสู่ตัวอาคารว่ามีลักษณะคงที่หรือ DCV ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถทำการจำลองให้เห็นผลการใช้พลังงานในระยะเวลาไม่กี่ชั่วโมงหรือตลอดทั้งปี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการและดูแลระบบต่างๆ ของอาคาร



ภาพที่ 2.8 โปรแกรม VisualDOE 4.0

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 แนวทางการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการวิจัยจากอาคารศูนย์การค้ากรณีศึกษา โดยทำการสำรวจลักษณะทางกายภาพของอาคารศูนย์การค้า ทำการเก็บข้อมูลความเข้มข้นของปริมาณ CO₂ ภายในศูนย์การค้า จากนั้นใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองการใช้พลังงานของอาคาร และเปรียบเทียบหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV

3.1 พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา

ทำการศึกษาอาคารศูนย์การค้ากรณีศึกษาที่มีพื้นที่ศูนย์การค้าทั้งหมด 7 ชั้น ซึ่งตั้งอยู่ใจกลางเมืองกรุงเทพมหานคร บริเวณรอบอาคารมีการจราจรหนาแน่นในช่วงเวลา 11.30-13.00 น. และ 16.30- 19.00 น. ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบบระบายอากาศและมีการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร แต่ละชั้นมีพื้นที่ปรับอากาศในแต่ละชั้นมากกว่า 10,000 m². ในปัจจุบันมีผู้มาใช้บริการเฉลี่ยวันละ 100,000 คนต่อวัน และมีระยะเวลาให้บริการต่อวัน 12 ชั่วโมง

3.1.1. ลักษณะทางกายภาพของอาคารศูนย์การค้ากรณีศึกษา

ลักษณะของอาคารศูนย์การค้าที่ทำการตรวจวัด มีพื้นที่ภายในอาคาร 131,414 m². มีพื้นที่ให้บริการจำนวน 7 ชั้น ลักษณะทางกายภาพภายในแต่ละชั้นประกอบด้วยร้านค้าต่างๆ ดังตารางที่ 3.1

3.1.2 ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ

ระบบปรับอากาศภายในอาคารศูนย์การค้าประกอบด้วย

3.1.2.1 เครื่องทำความเย็น (Chiller) ประกอบด้วย เครื่องทำความเย็นขนาด 1,100 ตัน จำนวน 8 เครื่อง

ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของศูนย์การค้าที่ทำการศึกษา

ชั้น	ผู้ใช้บริการ	ประเภทของร้านค้า
1	18.5%	ร้านค้าประเภท เสื้อผ้า/แฟชั่น, ร้านอาหาร, ร้านเครื่องประดับ, ซูเปอร์มาร์เก็ต, สถาบันการเงิน เป็นต้น
2	18.6%	ร้านค้าประเภท เสื้อผ้า/แฟชั่น, ร้านอาหาร, ร้านเครื่องประดับ, สุขภาพและความงาม, สื่อสารและเทคโนโลยี เป็นต้น
3	15.6%	ร้านค้าประเภท เสื้อผ้า/แฟชั่น, ร้านอาหาร, ร้านเครื่องประดับ, สุขภาพและความงาม, ศิลปะ/หัตถกรรม เป็นต้น
4	16.6%	ประเภท สื่อสารและเทคโนโลยี, ร้านอาหาร, สถาบันการเงิน เป็นต้น
5	9.4%	ร้านค้าประเภท สื่อสารและเทคโนโลยี, ศูนย์รวมกล้องถ่ายภาพ, ศูนย์อาหารนานาชาติ, ศูนย์รวมเฟอร์นิเจอร์, สถาบันการเงิน, ร้านหนังสือ เป็นต้น
6	11.6%	ร้านอาหาร, ร้านสินค้าหัตถกรรม, ของฝากและสินค้าที่ระลึก เป็นต้น
7	9.7%	โรงภาพยนตร์, คาราโอเกะ, ร้านอาหาร, สินค้าไอที เป็นต้น

3.1.2.2 หอผึ่งเย็น (Cooling Tower) ประกอบด้วย

หอผึ่งเย็น ขนาด 1,500 TON จำนวน 8 เครื่อง

3.1.2.3 เครื่อง Air to air Recovery wheel จำนวน 2 เครื่อง ทำหน้าที่ระบายอากาศและเติมอากาศโดยอาศัยหลักการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากอากาศเสีย อากาศดีที่เติมเข้ามาภายในศูนย์การค้าจะถูกระบายความร้อน โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศเสียที่ดูดภายในห้องน้ำทั้งด้านเหนือและด้านใต้ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เพื่อใช้ในการเติมอากาศที่เครื่องส่งลมเย็นบริเวณทางเดิน

3.2 การตรวจวัดตัวอย่างอากาศและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

ทำการตรวจวัดตัวอย่างอากาศด้วยเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศ ยี่ห้อ Fluke รุ่น 975 (ดังภาพที่ 3.1) พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO และแก๊ส CO₂ เครื่องมือแสดงผลการตรวจวัดเป็นแบบดิจิทัล สามารถอ่านค่าระดับความเข้มข้นของแก๊สที่ต้องการตรวจวัดได้ทันที



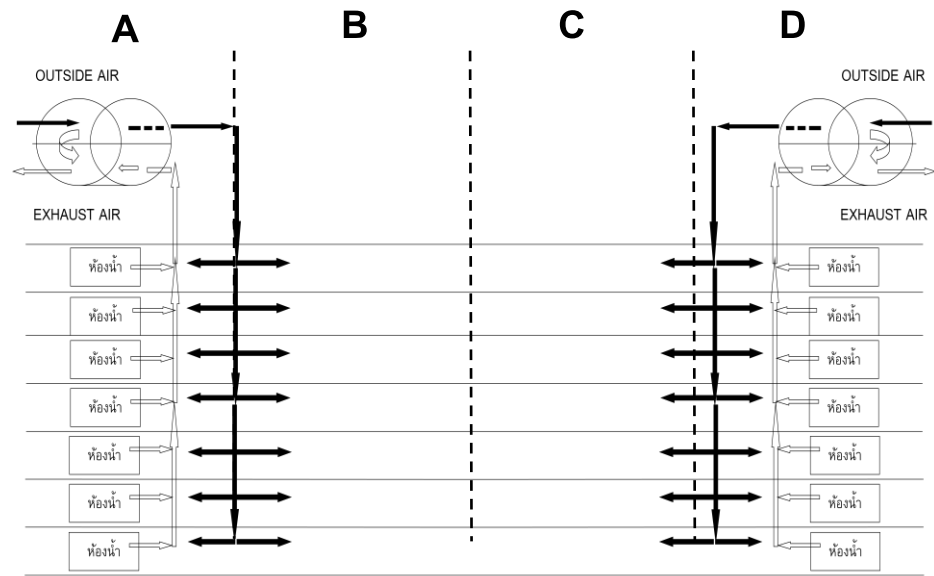
ภาพที่ 3.1 เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศยี่ห้อ Fluke รุ่น 975

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา

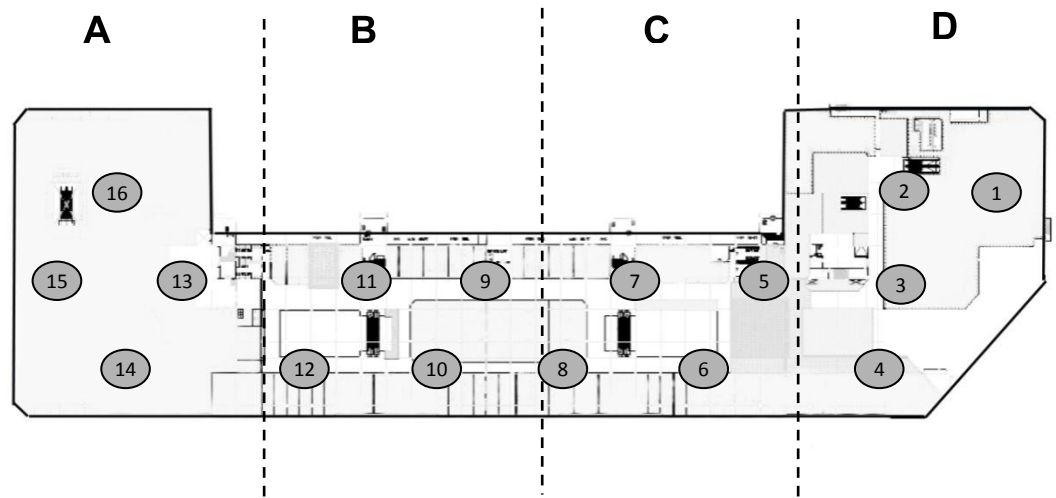
3.3.1. จุดตรวจวัดตัวอย่างอากาศ

ทำการตรวจวัดพารามิเตอร์ที่ต้องการศึกษา ด้วยเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศ ยี่ห้อ Fluke รุ่น 975 ตามจุดที่กำหนดไว้ภายในแต่ละชั้น โดยในแต่ละชั้นแบ่งพื้นที่เป็น 4 โซน (โซน A, B, C และ D) ภายในแต่ละโซนทำการตรวจวัดโซนละ 4 จุด ทำการตรวจวัดทั้งหมด 7 ชั้น ดังภาพที่ 3.2 และ 3.3

ทำการตรวจวัดตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ในวันธรรมดาและวันหยุด โดยในวันธรรมดาคะทำการตรวจวัดวันอังคารและพฤหัสบดี ส่วนวันหยุดทำการตรวจวัดในวันเสาร์และวันอาทิตย์ ทำการวัดในช่วง 15.00-18.00 ซึ่งครอบคลุมช่วงที่มีคนเข้ามาใช้บริการมากที่สุด



ภาพที่ 3.2 โซนตรวจวัดคุณภาพอากาศ A, B, C และ D แบ่งตามระบบกระจายอากาศ



ภาพที่ 3.3 แผนผังจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศของอาคารศูนย์การค้า

ในการตรวจวัดจะทำการตรวจปรับเครื่องมือทุกครั้งก่อนทำการตรวจวัดตามคู่มือการใช้เครื่อง ทำการวัดค่า 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมา ภายใน 1 โชนะทำการตรวจวัด 4 จุดเพื่อหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่บริเวณนั้น

3.3.2 ปริมาณคนที่เข้ามาใช้บริการ

การนับปริมาณคนที่เข้ามาใช้บริการในอาคารศูนย์การค้าด้วยเครื่องนับจำนวนคน (walk trough) ดังภาพที่ 3.4 ทำการตรวจวัดปริมาณคนที่เดินผ่านเครื่องในช่วงเวลา 10.00 - 22.00 น. ทุกประตูที่มีผู้เข้ามาใช้บริการ ปริมาณคนที่เข้ามาใช้บริการในวันธรรมดาคิดเฉลี่ยอยู่ที่ 83,648 คน ต่อวัน และวันหยุดมีผู้ใช้บริการเฉลี่ย 95,437 คน แสดงดังตารางที่ 3.2



ภาพที่ 3.4 เครื่องตรวจวัดปริมาณคน (Walk trough)

ตารางที่ 3.2 จำนวนเฉลี่ยของผู้เข้าใช้บริการในแต่ละช่วงเวลาของวันธรรมดา

ช่วงเวลา	วันธรรมดา		วันหยุด	
	% ผู้เข้าใช้บริการ	จำนวนคน	% ผู้เข้าใช้บริการ	จำนวนคน
10.00 - 11.00	8.76	7,330	8.54	8,150
11.01 - 12.00	8.30	6,943	8.12	7,747
12.01 - 13.00	10.14	8,480	9.92	9,465
13.01 - 14.00	9.23	7,721	10.39	9,914
14.01 - 15.00	8.91	7,449	10.66	10,172
15.01 - 16.00	9.23	7,719	10.70	10,214
16.01 - 17.00	9.97	8,342	10.87	10,375
17.01 - 18.00	10.47	8,760	9.96	9,508
18.01 - 19.00	10.56	8,831	8.95	8,544
19.01 - 20.00	8.21	6,869	6.65	6,344
20.01 - 21.00	4.56	3,814	3.70	3,533
21.01 - 22.00	1.66	1,389	1.54	1,473
รวม		83,648		95,437

3.4 ตัวแปรที่ทำการจำลอง

ทำการกำหนดตัวแปรต่างๆ สำหรับแทนค่าในโปรแกรม Visual DOE 4.0 ภายในระยะเวลา 1 ปีโดยทำการจำลองค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่

3.4.1 ลักษณะทางกายภาพของอาคาร ทำการจำลองอาคารด้วยค่าต่างๆ ดังตารางที่ 3.3 และ 3.4

ตารางที่ 3.3 ขนาดพื้นที่และความสูงของอาคารจำลองในโปรแกรมชั้นที่ 1 – 7

ชั้น	พื้นที่ (m ² .)	ความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน (m.)	ความสูงจากพื้นถึงพื้น (m.)
1	20,981	4	5.6
2	14,731	2.6	4
3	19,158	2.6	4
4	19,159	2.6	4
5	19,158	2.6	4
6	15,736	2.6	4
7	22,493	2.9	4

ตารางที่ 3.4 ลักษณะทางกายภาพของอาคารจำลองในโปรแกรม

Roof	Conc , 4in.
Ceiling	Gyp bd. Ceiling.
Floor	Simulated slab
LPD	50 w/m ²
Occupancy	Retail

3.4.2 ปริมาณคนที่เข้ามาใช้บริการ

ศึกษาปริมาณคนที่เข้ามาใช้บริการศูนย์การค้าในแต่ละชั้นเพื่อทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ที่เกิดขึ้นจากคนในแต่ละช่วงเวลาต่างๆ เพื่อนำไปแทนค่าในโปรแกรม โดยแบ่งกลุ่มคนที่เข้ามาใช้บริการเป็นวันธรรมดาและวันหยุดในแต่ละชั้น

3.4.3 คำนวณปริมาณลมที่ต้องใช้ในการจำลอง

ทำการคำนวณและกำหนดปริมาณลมที่เข้าสู่ตัวอาคาร จากอัตราการระบายอากาศที่กำหนดไว้ของกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV เพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาเพื่อเพิ่มคุณภาพอากาศภายในอาคารและหาอัตราการใช้พลังงานเพื่อนำไปศึกษาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในแต่ละวิธี ดังตาราง 3.4

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบการคำนวณอัตราการระบายอากาศแต่ละระบบ

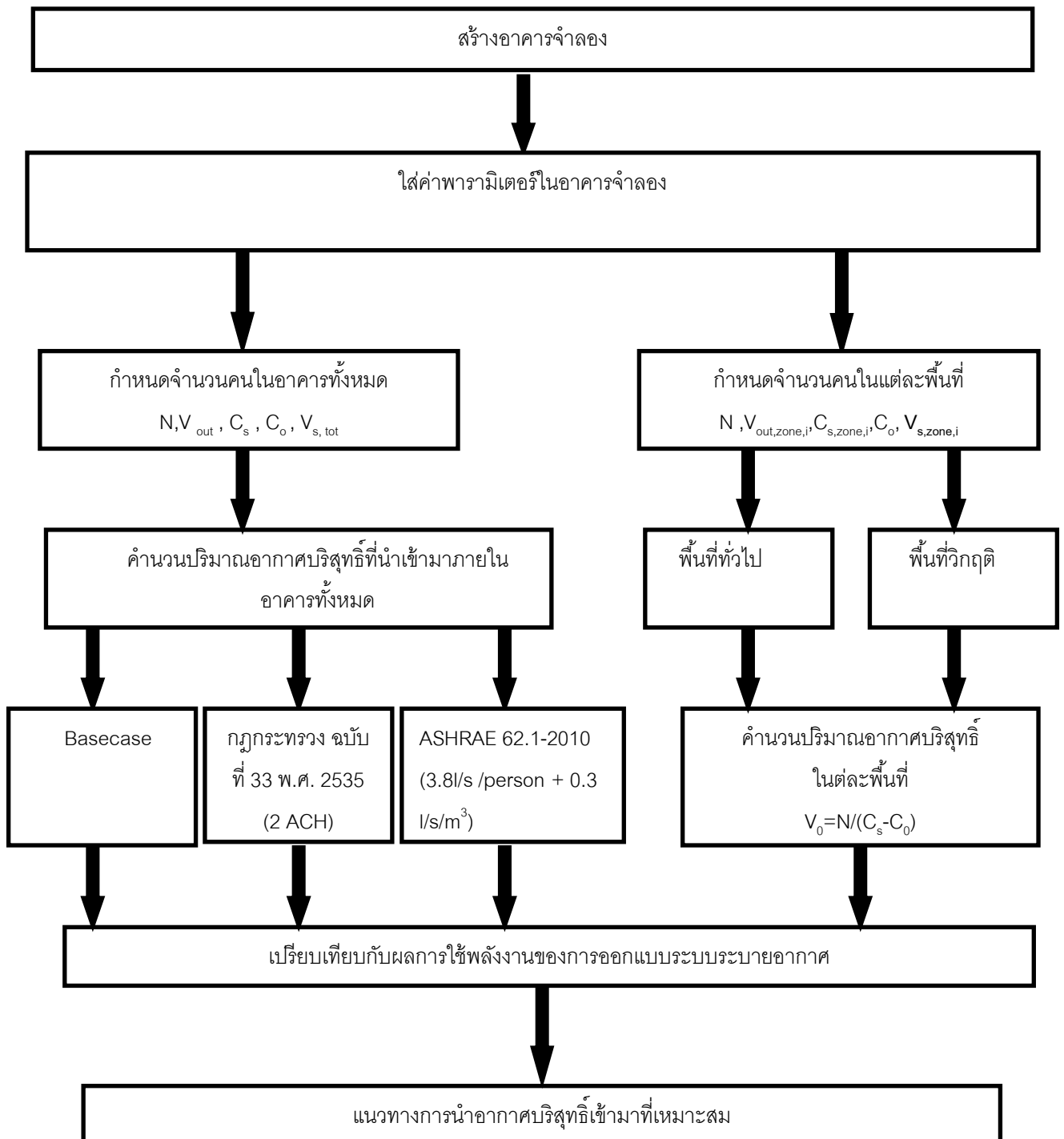
กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535	ASHRAE 62.1-2010	Demand Control Ventilation
2 Air changes per hour.	3.8L/s per person + 0.3 L/s per m ³	$V_0 = N / (C_s - C_0)$

3.4.4 วิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ข้อมูลจากการนำอากาศอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาภายในอาคารตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV ประเมินประสิทธิภาพระบบควบคุมคุณภาพอากาศการใช้พลังงานและอภิปรายผล

3.4.5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการจำลองทั้งหมดและเสนอแนวทางในการนำอากาศเข้ามาสู่ตัวอาคารที่มีผลการใช้พลังงานภายในอาคาร และจัดหารูปแบบการวางท่อการกระจายลม ท่อนำอากาศกลับให้มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานมากที่สุด ดังแผนภูมิที่ 3.1



แผนภูมิที่ 3.1 การจำลองในโปรแกรม VisualDOE 4.0

3.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

พิจารณาจากผลตอบแทนการลงทุนและระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนการลงทุน

3.5.1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของรายรับกับค่าใช้จ่ายตลอดอายุโครงการ คำนวณได้จากการนำค่ากระแสเงินสดสุทธิของแต่ละปีตลอดอายุโครงการมาปรับให้เป็นมูลค่าปัจจุบัน กำหนดค่าอัตราผลตอบแทนต่ำที่สุดเท่าที่ยอมรับได้เป็นอัตราส่วนลดหรืออัตราดอกเบี้ยในการรับมูลค่าเงิน เพื่อวิเคราะห์ว่าโครงการให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าหรือไม่ ถ้าค่า NPV อยู่ในระดับบวกถือเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า แต่ถ้าค่า NPV ติดลบแสดงว่าโครงการไม่น่าลงทุน

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) คือ ส่วนเกินของมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) ในกระแสเงินสดสุทธิกับเงินลงทุนเริ่มแรก ดังนั้นถ้ากำหนดให้

3.5.2. Present Worth (PW) มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน

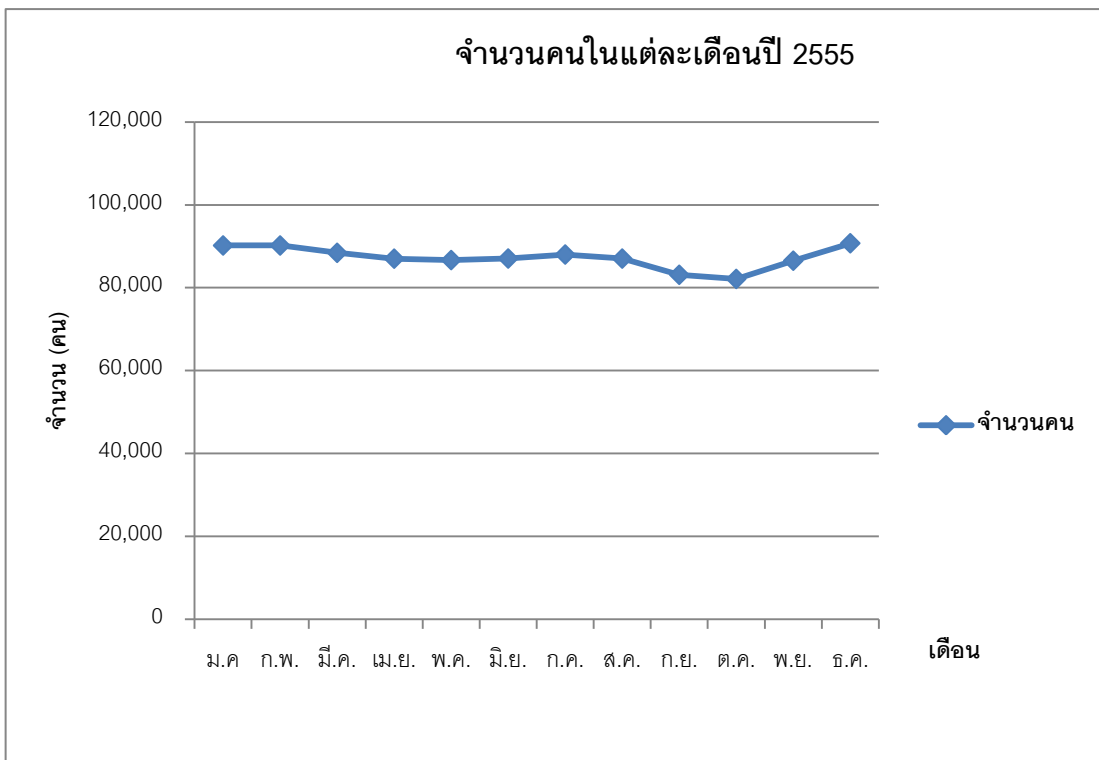
นำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงการต่างๆ โดยการแปลงค่าของเงินที่ช่วงเวลาต่างๆ มาที่ปีปัจจุบันแล้วทำการเปรียบเทียบกันว่าโครงการใดใช้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด หรือได้กำไรสูงสุดจึงเลือกโครงการนั้น

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

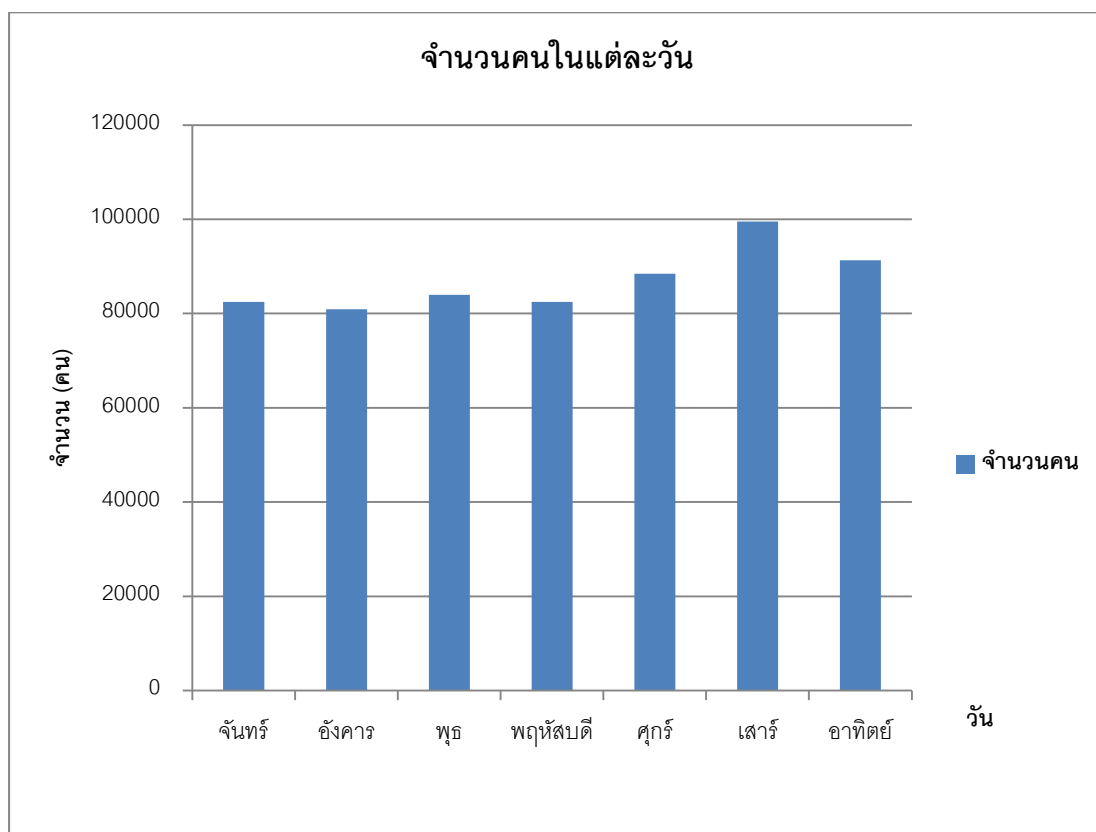
ทำการวิเคราะห์จำนวนคนที่เข้ามาใช้บริการภายในอาคารศูนย์การค้า ปริมาณ CO₂ ที่ทำการตรวจวัด วิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานในการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0 ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV และวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

4.1 การวิเคราะห์จำนวนผู้ที่เข้ามาใช้บริการศูนย์การค้า



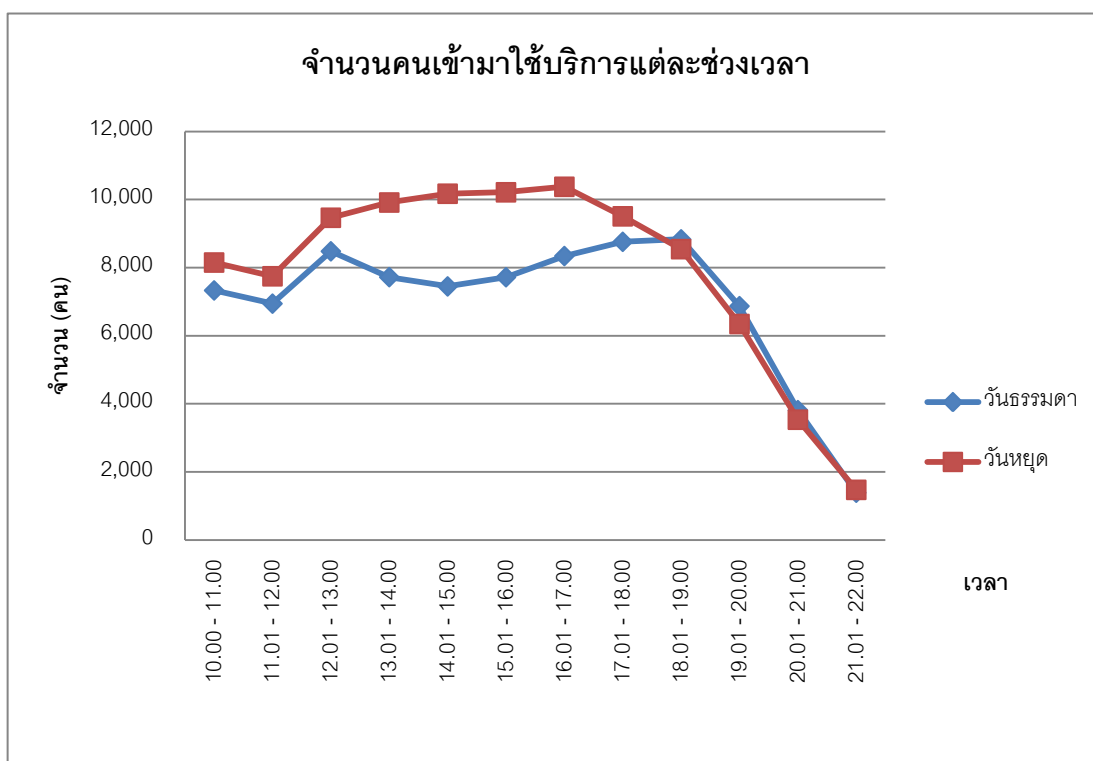
แผนภูมิที่ 4.1 เปรียบเทียบจำนวนคนในแต่ละเดือนของอาคารศูนย์การค้าในปี พ.ศ. 2555

จากแผนภูมิที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนคนในแต่ละเดือนของอาคารศูนย์การค้า ในปี พ.ศ. 2555 พบว่ามีจำนวนผู้เข้าใช้บริการศูนย์การค้าเฉลี่ยทั้งปี 87,257 คนต่อวัน โดยในเดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีผู้เข้าใช้บริการมากที่สุด โดยมีจำนวนเฉลี่ย 90,728 คนต่อวัน และพบว่าในเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีผู้เข้าใช้บริการน้อยที่สุด มีจำนวนเฉลี่ย คือ 82,119 คนต่อวัน



แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการอาคารศูนย์การค้าเฉลี่ย
ในแต่ละวันของปี พ.ศ. 2555

จากแผนภูมิที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการอาคารศูนย์การค้าเฉลี่ยในแต่ละวันของปี พ.ศ. 2555 พบว่าจำนวนผู้เข้าใช้บริการในช่วงวันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ มีจำนวนอยู่ระหว่าง 80,894 – 99,534 คนต่อวัน โดยวันเสาร์ และ วันอาทิตย์ ซึ่งเป็นวันหยุดราชการมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการศูนย์การค้ามากที่สุด คือมีจำนวนเฉลี่ย 99,534 และ 91,340 คนต่อวันตามลำดับ และพบว่า วันที่มีผู้เข้าใช้บริการศูนย์การค้าน้อยที่สุด คือ วันอังคาร มีจำนวนเฉลี่ย 80,894 คนต่อวัน



แผนภูมิที่ 4.3 เปรียบเทียบจำนวนผู้ใช้บริการในอาคารศูนย์การค้าเจเลียแต่ละช่วงเวลา
ในวันธรรมดาและวันหยุดปี พ.ศ. 2555

จากแผนภูมิที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนผู้ใช้บริการในอาคารศูนย์การค้าเจเลียแต่ละช่วงเวลาในวันธรรมดาและวันหยุดปี พ.ศ. 2555 พบว่าในวันหยุดมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการศูนย์การค้ามากกว่าในวันธรรมดา โดยมีจำนวนผู้เข้าใช้บริการเฉลี่ย 8,150 คนต่อวัน และในวันธรรมดา 7,330 คนต่อวัน โดยช่วงเวลา 16.01-17.00 น. ในวันหยุด เป็นช่วงเวลาที่มียุ้เข้าใช้บริการมากที่สุดคือมีจำนวนผู้เข้าบริการเฉลี่ย 10,375 คนต่อวัน และในวันธรรมดาช่วงเวลา 18.01-19.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มียุ้เข้าใช้บริการมากที่สุด มีจำนวนเฉลี่ย 8,831 คนต่อวัน และปริมาณผู้เข้าใช้บริการศูนย์การค้าช่วงเวลา 10:00 – 22:00 น. วันหยุดมีปริมาณผู้ให้บริการมากกว่าวันธรรมดา โดยเฉพาะช่วงเวลา 10.00 – 18.00 น.

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้บริการอยู่ในศูนย์การค้าเป็นเวลา 3 ชั่วโมงของวันธรรมดา

ช่วงเวลา	ช่วงเวลาอยู่ในศูนย์การค้า 3 ชั่วโมง											จำนวนคน/ ชั่วโมง	
10.00 - 11.00	7,330												7,330
11.01 - 12.00	7,330	6,943											14,274
12.01 - 13.00	7,330	6,943	8,480										22,754
13.01 - 14.00		6,943	8,480	7,721									23,144
14.01 - 15.00			8,480	7,721	7,449								23,651
15.01 - 16.00				7,721	7,449	7,719							22,889
16.01 - 17.00					7,449	7,719	8,342						23,509
17.01 - 18.00						7,719	8,342	8,760					24,820
18.01 - 19.00							8,342	8,760	8,831				25,932
19.01 - 20.00								8,760	8,831	6,869			24,460
20.01 - 21.00									8,831	6,869	3,814		19,515
21.01 - 22.00										6,869	3,814	1,389	12,072
											3,814	1,389	5,203

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้บริการอยู่ในศูนย์การค้าเป็นเวลา 3 ชั่วโมงของวันหยุด

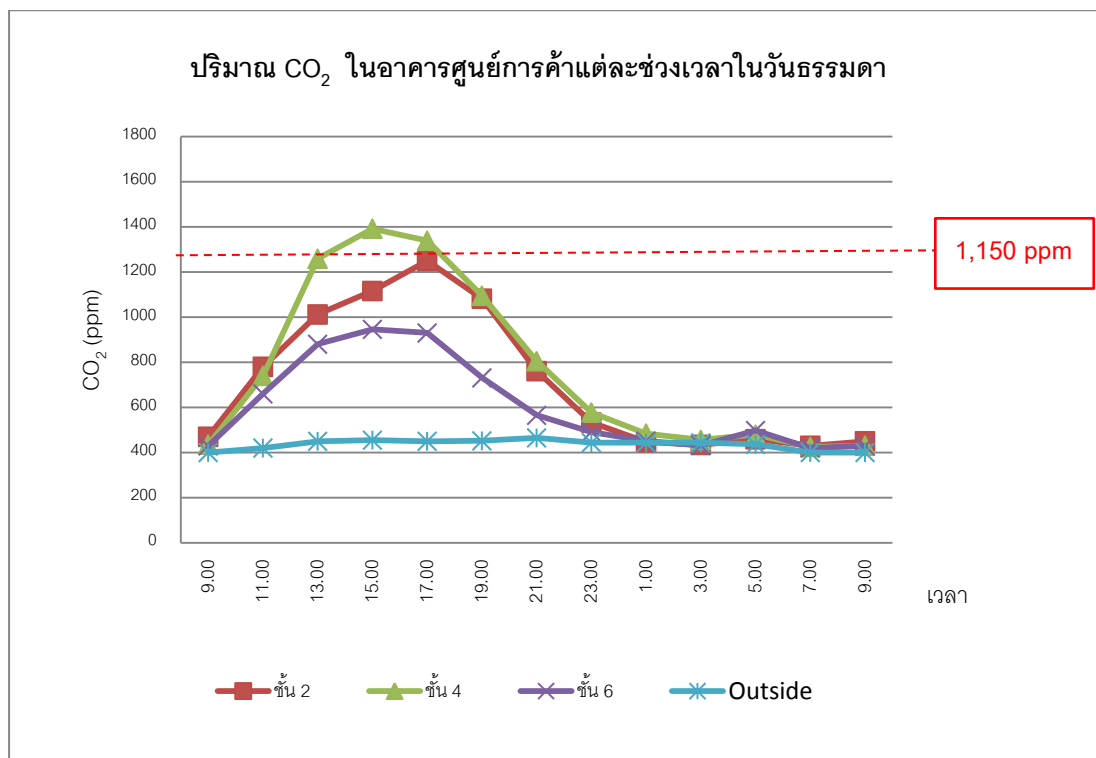
ช่วงเวลา	ช่วงเวลาอยู่ในศูนย์การค้า 3 ชั่วโมง												จำนวนคน/ ชั่วโมง
10.00 - 11.00	8,150												8,150
11.01 - 12.00	8,150	7,747											15,897
12.01 - 13.00	8,150	7,747	9,465										25,362
13.01 - 14.00		7,747	9,465	9,914									27,126
14.01 - 15.00			9,465	9,914	10,172								29,551
15.01 - 16.00				9,914	10,172	10,214							30,299
16.01 - 17.00					10,172	10,214	10,375						30,761
17.01 - 18.00						10,214	10,375	9,508					30,097
18.01 - 19.00							10,375	9,508	8,544				28,427
19.01 - 20.00								9,508	8,544	6,344			24,395
20.01 - 21.00									8,544	6,344	3,533		18,421
21.01 - 22.00										6,344	3,533	1,473	11,349
											3,533	1,473	5,006

ตารางที่ 4.3 จำนวนเฉลี่ยของผู้ใช้บริการในแต่ละชั้น

ชั้น	วันธรรมดา		วันหยุด	
	%	จำนวนคน	%	จำนวนคน
1	18.5	4797	18.5	5691
2	18.6	4823	18.6	5722
3	15.6	4045	15.6	4799
4	16.6	4305	16.6	5106
5	9.4	2438	9.4	2892
6	11.6	3008	11.6	3568
7	9.7	2515	9.7	2984

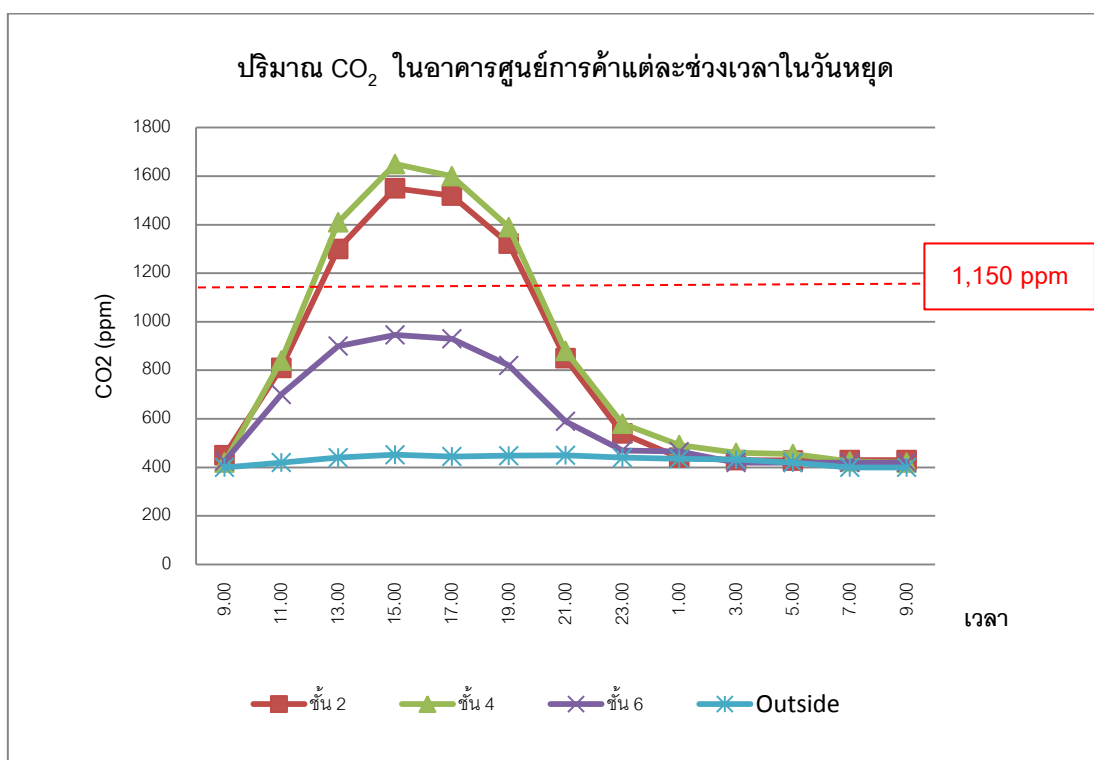
จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 นำข้อมูลผู้ให้บริการที่เข้ามาในศูนย์การค้าแต่ละช่วงเวลามาหาจำนวนผู้ให้บริการอยู่ในศูนย์การค้ามากที่สุด โดยคิดจำนวนเวลาผู้ให้บริการอยู่ในศูนย์การค้าเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากตารางพบว่าจำนวนผู้ให้บริการมากที่สุดในช่วง 14.00 – 19.00 น. โดยวันธรรมดาและวันหยุดมีจำนวนผู้ให้บริการมากที่สุด 25,932 คน และ 30,761 คน ตามลำดับ จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 สามารถนำข้อมูลมาคำนวณหาปริมาณคนที่มากที่สุดในแต่ละชั้นดังตารางที่ 4.3

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณ CO₂ ในอาคารศูนย์การค้า



แผนภูมิที่ 4.4 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในอาคารศูนย์การค้าชั้น 2, 4 และ ชั้น 6 ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของวันธรรมดา

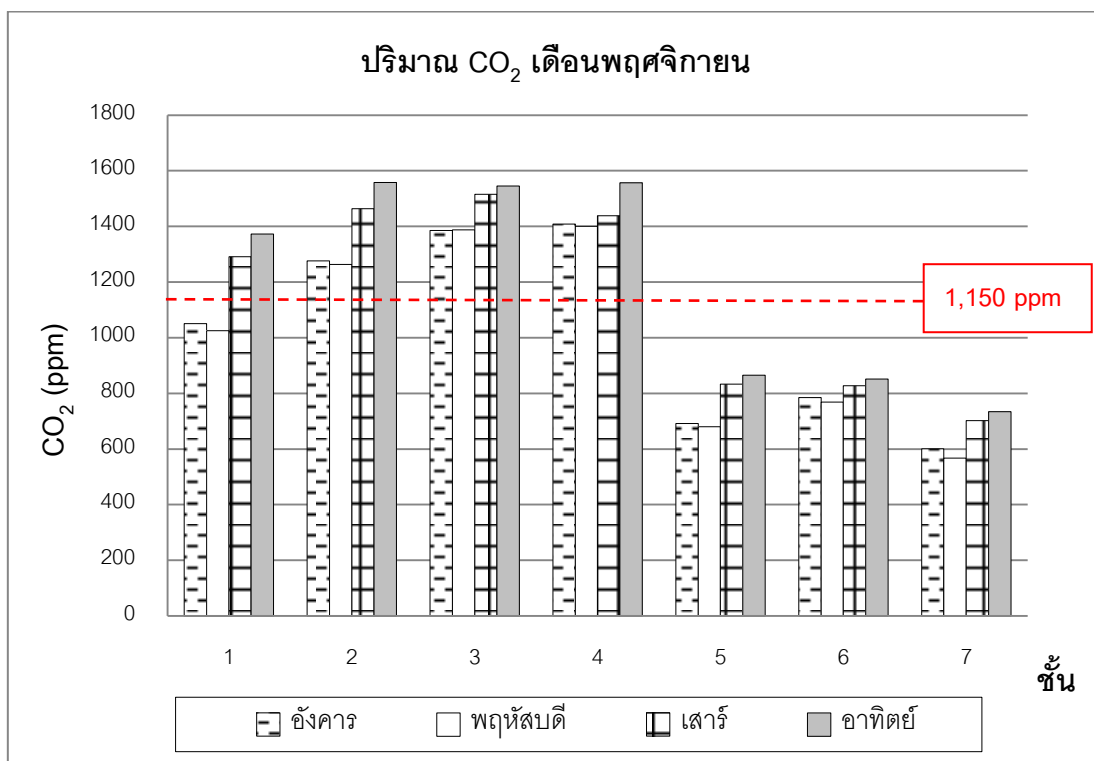
จากแผนภูมิที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าชั้น 2, 4 และชั้น 6 ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของวันธรรมดา พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ มีค่าเพิ่มขึ้นและสูงกว่าภายนอกในช่วงเวลา 9.00-23.00 น. โดยมีระดับความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 430 – 1,392 ppm ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในชั้นที่ 2 ตั้งแต่ช่วงเวลา 15.00 – 19.00 น. และชั้น 4 ตั้งแต่ช่วงเวลา 12.00 – 19.30 น. มีความเข้มข้นในระดับสูงเกินมาตรฐาน 1,150 ppm โดยชั้นที่ 4 มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ สูงที่สุดมีค่า 1,392 ppm รองลงมาคือชั้นที่ 2 มีค่า 1,250 ppm และชั้นที่ 6 มีค่า 930 ppm การวิเคราะห์พบว่าภายในชั้น 4 ประกอบด้วยธุรกิจร้านอาหาร ธนาคาร ร้านขายและซ่อมอุปกรณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีปริมาณคนใช้บริการจำนวนมากส่งผลให้เกิดแก๊ส CO₂ ในปริมาณที่สูง



แผนภูมิที่ 4.5 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ CO₂ ในอาคารศูนย์การค้าชั้น 2,4 และชั้น 6 ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของวันหยุด

จากแผนภูมิที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าชั้น 2, 4 และชั้น 6 ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงของวันหยุด พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ชั้นที่ 2 ช่วงเวลา 13.00 – 19.00 น. และชั้นที่ 4 ช่วงเวลา 12.00 – 21.00 น. มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ สูงกว่าวันธรรมดาประมาณ 100 ถึง 200 ppm โดยระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารจะเพิ่มขึ้นและมีความเข้มข้นสูงกว่าภายนอกในช่วงเวลา 9.00-23.00 น. มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ที่ 430 – 1,650 ppm ในชั้นที่ 2 และชั้น 4 ช่วงเวลา 12.00 – 20.00 น. มีความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ เฉลี่ยในระดับสูงเกินมาตรฐาน 1,150 ppm โดยชั้นที่ 2 และชั้นที่ 4 ในช่วงเวลา 15.00 น. มีความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ สูงที่สุดมีค่า 1,550 ppm และ 1,650 ppm ตามลำดับ

จากแผนภูมิที่ 4.4 และ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในต่อภายนอกอาคาร พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในอาคาร มีระดับความเข้มข้นสูงกว่าภายนอกอาคาร 3 -4 เท่า และเกินมาตรฐานที่ ASHRAE ได้กำหนดไว้ความเข้มข้นในอาคารไม่ควรเกินนอกอาคาร 700 ppm ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพผู้ที่เข้ามาใช้บริการและพนักงานภายในอาคารทั้งทางตรงและทางอ้อม

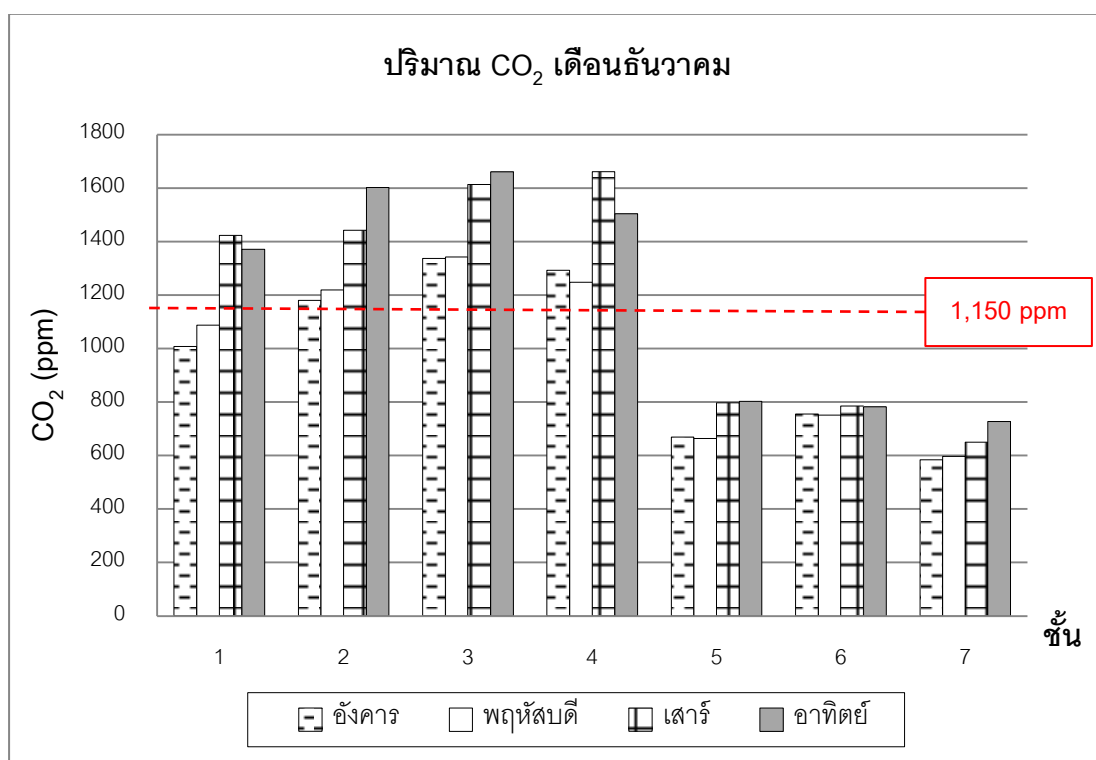


แผนภูมิที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าของวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์ และ อาทิตย์แต่ละชั้น เดือนพฤศจิกายน ช่วงเวลา 15.00 -18.00 น.

จากแผนภูมิที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าของวันอังคาร พฤหัสบดี เสาร์ และ อาทิตย์แต่ละชั้น เดือนพฤศจิกายน ช่วงเวลา 15.00 -18.00 น. พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในวันหยุดจะมีค่าสูงกว่าวันธรรมดา โดยในวันอาทิตย์มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ สูงกว่าวันอื่นๆ โดยในชั้นที่ 2, 3 และชั้นที่ 4 ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ มีค่าใกล้เคียงกัน และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในชั้นที่ 2 คือ 1,558 ppm วันที่พบปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ รองลงมาคือวันเสาร์ซึ่งปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ สูงสุดในชั้นที่ 3 มีค่า 1,515 ppm

จากการนำแผนภูมิมาทำการวิเคราะห์พบว่า ชั้นที่ 1-4 มีระดับความเข้มข้นสูงกว่าชั้น 5-7 อย่างชัดเจน โดยชั้นที่ 1-4 มีค่าความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยวันธรรมดาและวันหยุดในช่วง 1,050 - 1,558 ppm และชั้น 5-7 มีค่าความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยในช่วง 567 - 865 ppm เนื่องจากชั้น 1-4 มีปริมาณคนใช้บริการ 16.6 - 18.6 % ซึ่งมากกว่าชั้นที่ 5-7 ที่มีผู้ใช้บริการ 9.4 - 11.6% ทำให้ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่า

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ชั้นที่ 1 ในวันหยุดและในชั้น 2, 3, 4 ทั้งวันธรรมดาและวันหยุดมีค่าเกินค่ามาตรฐาน 1,150 ppm และจากการวิเคราะห์พบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ บริเวณชั้น 6 ในวันหยุดและวันธรรมดามีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 768 - 851 ppm



แผนภูมิที่ 4.7 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าของวันอังกฤษ พุธสัปดาห์ เสาร์และอาทิตย์ ของเดือนธันวาคม ช่วงเวลา 15.00 -18.00 น.

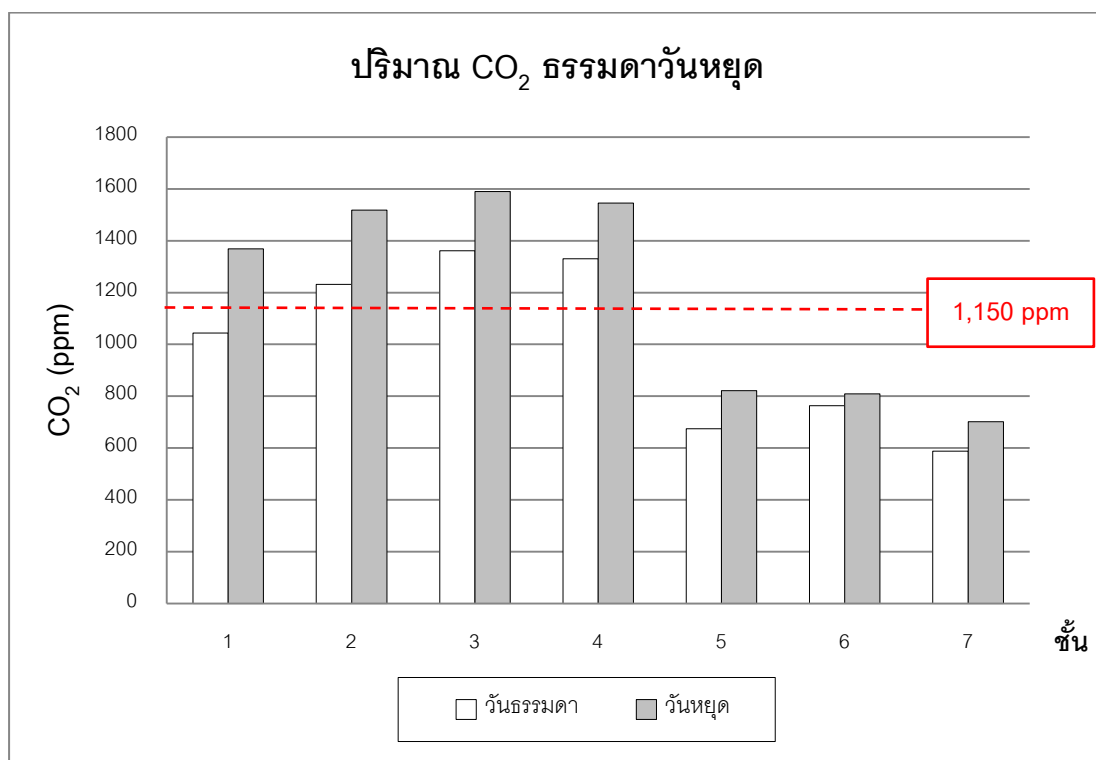
จากแผนภูมิที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้าของวันอังกฤษ พุธสัปดาห์ เสาร์ และ อาทิตย์แต่ละชั้น เดือนพฤศจิกายน ช่วงเวลา 15.00 -18.00 น. พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในวันหยุดของเดือนธันวาคมมีค่าสูงกว่าวันธรรมดา โดยพบว่า ชั้นที่ 1-7 ในวันธรรมดามีระดับความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยอยู่ในช่วง 584 – 1,342 ppm และในวันหยุดมีค่าอยู่ในช่วง 649 – 1,662 ppm

จากการนำแผนภูมิมาทำการวิเคราะห์พบว่า ชั้นที่ 1-4 มีระดับความเข้มข้นสูงกว่าชั้น 5-7 อย่างชัดเจน โดยชั้นที่ 1-4 มีค่าความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยในวันธรรมดาและวันหยุดในช่วง 1,007 – 1,662 ppm และชั้นที่ 5-7 มีค่าความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยในช่วง 585 – 802 ppm เนื่องจากชั้น 1-4 มีปริมาณคนใช้บริการมากกว่าชั้นที่ 5-7 และในชั้นที่ 1-4 มีความแตกต่างของ

ปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยในวันหยุดและวันธรรมดาอย่างชัดเจน โดยระดับปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ เฉลี่ย ภายในชั้น 1-4 มีความแตกต่างระหว่างวันธรรมดาและวันหยุด อยู่ในช่วง 200 - 400 ppm ส่วนระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ บริเวณ 5-7 มีปริมาณใกล้เคียงกัน และปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยชั้นที่ 6 ในวันหยุดและวันธรรมดามีค่าใกล้เคียงกันโดย มีค่าอยู่ในช่วง 751 - 784 ppm

จากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ พบว่าในชั้นที่ 1 ของวันหยุด และในชั้นที่ 2, 3 และชั้นที่ 4 ทั้งวันธรรมดาและวันหยุดมีค่าเกินค่ามาตรฐาน 1,150 ppm โดยค่าความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ชั้น 3 ในวันอาทิตย์และชั้น 4 ของวันเสาร์ซึ่งมีค่า 1,662 และ 1,661 ppm ตามลำดับ

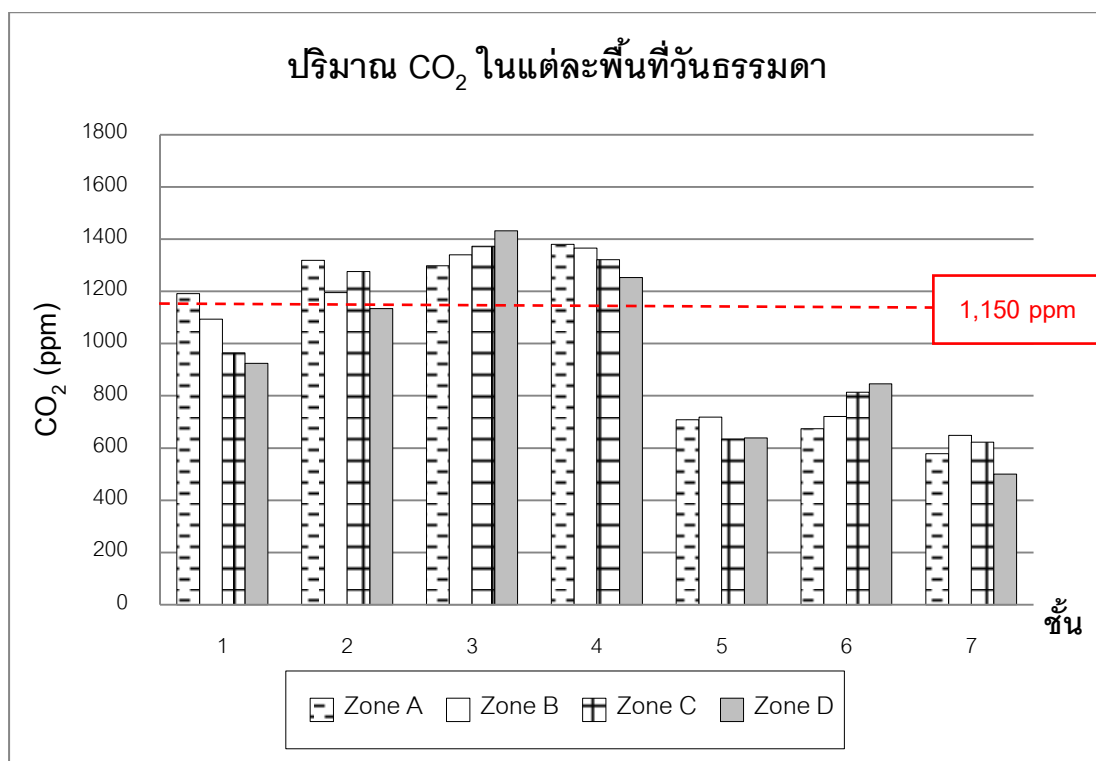
จากการนำแผนภูมิที่ 4.6 และ 4.7 มาทำการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ทำให้สรุปได้ว่าปริมาณแก๊ส CO₂ ที่เกิดขึ้นภายในศูนย์การค้าส่วนใหญ่เกิดจากจำนวนผู้ที่เข้ามาใช้บริการ โดยพิจารณาจากปริมาณผู้เข้ามาใช้บริการในชั้น 1-4 มีปริมาณที่สูงกว่าชั้นที่ 5-7 ทำให้ระดับความเข้มข้นแก๊ส CO₂ ในชั้นที่ 1-4 มีปริมาณที่สูงกว่าชั้นที่ 5-7 อย่างชัดเจน



แผนภูมิที่ 4.8 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในอาคารศูนย์การค้าวันธรรมดาและวันหยุดแต่ละชั้น ช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น.

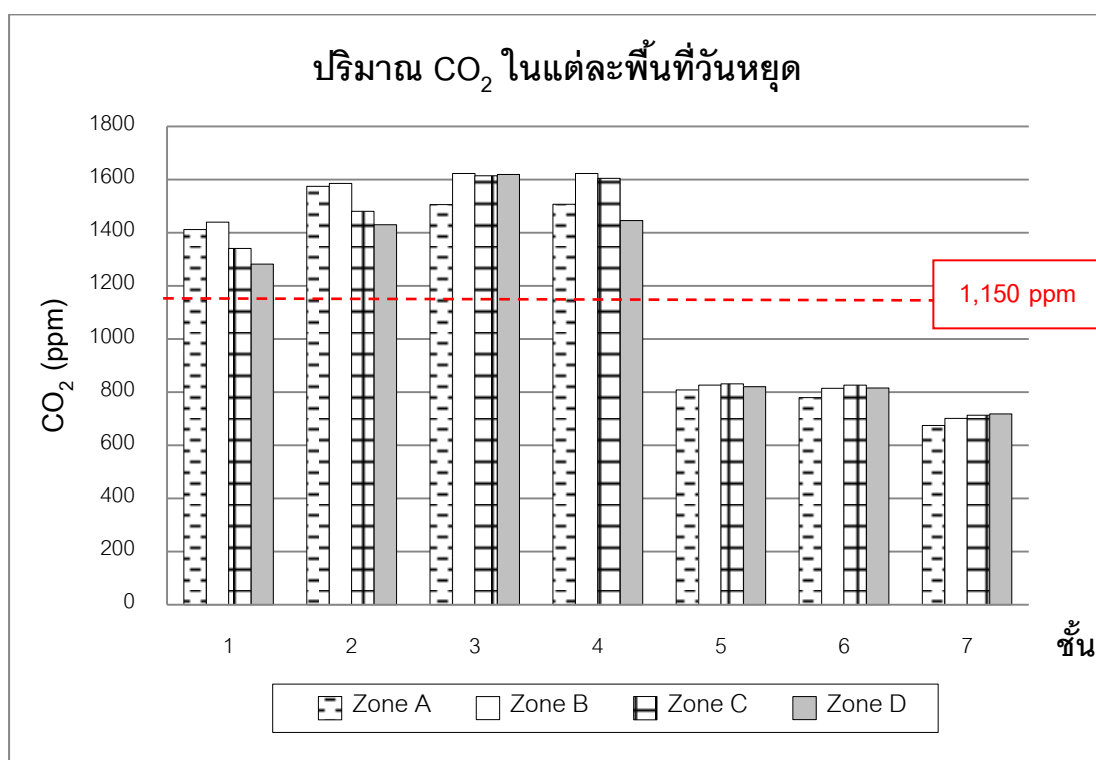
จากแผนภูมิที่ 4.8 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในอาคาร ศูนย์การค้าวันธรรมดาและวันหยุดแต่ละชั้น ช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น. พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในศูนย์การค้าวันธรรมดามีค่าสูงกว่าวันธรรมดา เนื่องจากวันหยุดมีจำนวนผู้ที่เข้ามาใช้บริการในศูนย์การค้ามากกว่าวันธรรมดา และในชั้นที่ 1-4 ทั้งวันธรรมดาและวันหยุดมีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ อยู่ในช่วง 1,043 - 1,590 ppm ซึ่งชั้นที่ 1 ในวันหยุดและชั้นที่ 2,3 และชั้นที่ 4 มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ เฉลี่ยเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ไว้ที่ 1,150 ppm.

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ เฉลี่ยมีค่าสูงสุดอยู่ชั้นที่ 3 มีค่า 1,590 ppm ในวันหยุด รองลงมาคือชั้นที่ 4 ในวันหยุดมีค่า 1,544 ppm สำหรับชั้นที่ตรวจพบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ น้อยสุดคือชั้นที่ 7 โดยมีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ วันธรรมดาและวันหยุดเท่ากับ 587 ppm และ 701 ppm ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ชั้น 7 เป็นชั้นที่ประกอบด้วยโรงภาพยนตร์ ร้านอาหารและเครื่องดื่ม และร้านหนังสือ เป็นต้น อีกทั้งพื้นที่ชั้น 7 จำนวนผู้เข้าใช้บริการจะเป็นกลุ่มเฉพาะ ได้แก่ กลุ่มผู้เข้ามาชมภาพยนตร์ รวมทั้งกลุ่มผู้เข้ามารับประทานอาหารโดยเฉพาะ จึงมีความหนาแน่นของจำนวนผู้เข้าใช้บริการน้อยกว่าชั้นอื่น



แผนภูมิที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในแต่ละพื้นที่ของวันธรรมดา ช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น.

จากแผนภูมิที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในแต่ละพื้นที่ของวันธรรมดาช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น. พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ เฉลี่ยวันธรรมดา Zone A ของชั้นที่ 2, 3 และ 4 ทุกพื้นที่มีค่าเกินมาตรฐาน 1,150 ppm โดยพื้นที่ที่มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในชั้นที่ 3 Zone B ซึ่งมีค่าสูงที่สุด 1,431 ppm และปริมาณระดับความเข้มข้นแก๊ส CO₂ ในชั้นที่ 1-4 มีค่าสูงกว่า ชั้น 5-7 อย่างชัดเจน

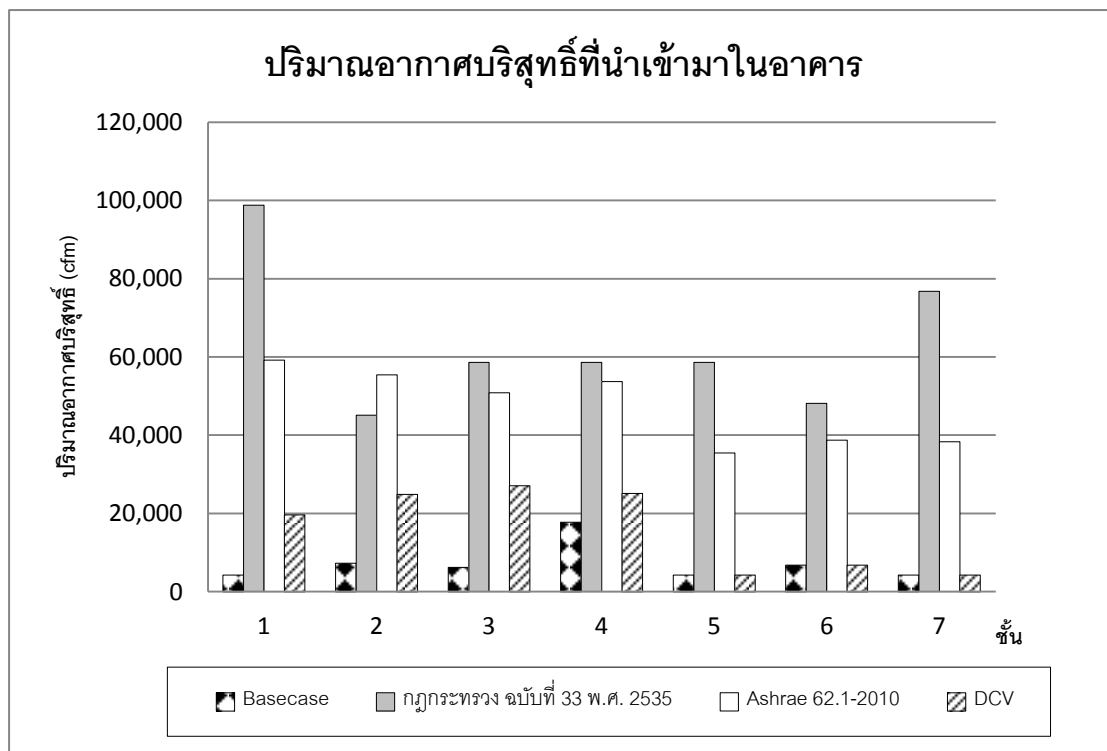


แผนภูมิที่ 4.10 เปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในแต่ละพื้นที่ของวันหยุด ช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น.

จากแผนภูมิที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในแต่ละพื้นที่ของวันหยุดช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น. พบว่าปริมาณระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ในทุกพื้นที่ของชั้นที่ 1-4 มีค่าระดับความเข้มข้นแก๊ส CO₂ สูงกว่ามาตรฐาน 1,150 ppm และชั้นที่ 1-4 มีปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยสูงกว่าชั้น 5-7 อย่างชัดเจน และปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO₂ เฉลี่ยในชั้นที่ 5-7 ทุกพื้นที่มีค่าใกล้เคียงกัน

4.3 การวิเคราะห์ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ในอาคารศูนย์การค้า

จากมาตรฐานการระบายอากาศตาม กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV สามารถคำนวณปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องใช้เพื่อควบคุมปริมาณแก๊ส CO₂ ดังแผนภูมิที่ 4.11



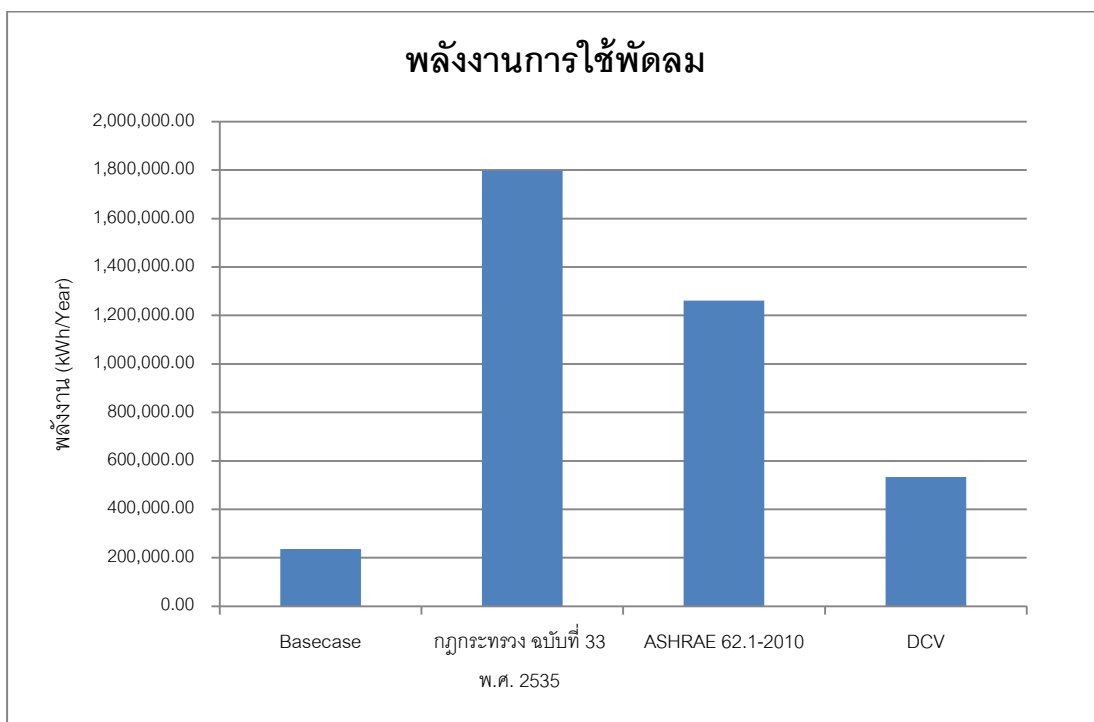
แผนภูมิที่ 4.11 เปรียบเทียบปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคาร Basecase กับมาตรฐาน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV

จากแผนภูมิที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคาร ศูนย์การค้า Basecase กับมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV พบว่าการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ต้องใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารมากที่สุดเป็นจำนวน 444,749.57 cfm รองลงมาคือ ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 ต้องใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์จำนวน 331,658.96 cfm และการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามหลัก DCV ต้องใช้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารเป็น จำนวน 117,593.25 cfm ตามลำดับ

จากวิเคราะห์การนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารพบว่าการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์มากที่สุดเนื่องจาก กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 กำหนดให้มีปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาหมุนเวียนในอาคารตามพื้นที่ (2 ACH) ซึ่งไม่ได้คำนึงถึงจำนวนผู้ใช้อาคาร สำหรับมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 ใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์รองลงมา เนื่องจากคำนวณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องใช้จากจำนวนผู้ใช้อาคารและพื้นที่ของอาคาร ส่วนการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามหลัก DCV ใช้ปริมาณอากาศน้อยที่สุด เนื่องจากคำนวณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องนำเข้ามาในอาคารจากปริมาณแก๊ส CO₂ ภายในอาคาร ในจำนวนที่ควบคุมปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ให้อยู่ในมาตรฐานคือ 1,150 ppm ซึ่งการออกแบบตามมาตรฐาน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010 ออกแบบการนำบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารแบบคงที่เพื่อรองรับผู้ใช้อาคารเมื่อมีจำนวนผู้ใช้บริการมากที่สุด จึงใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาเป็นจำนวนมาก สำหรับการออกแบบตาม DCV เป็นการออกแบบการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามปริมาณผู้ใช้อาคารจริงโดยตรวจวัดจากปริมาณความเข้มข้นแก๊ส CO₂ จะเห็นได้ว่าใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์น้อยกว่า กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010 ประมาณ 50 - 60 %

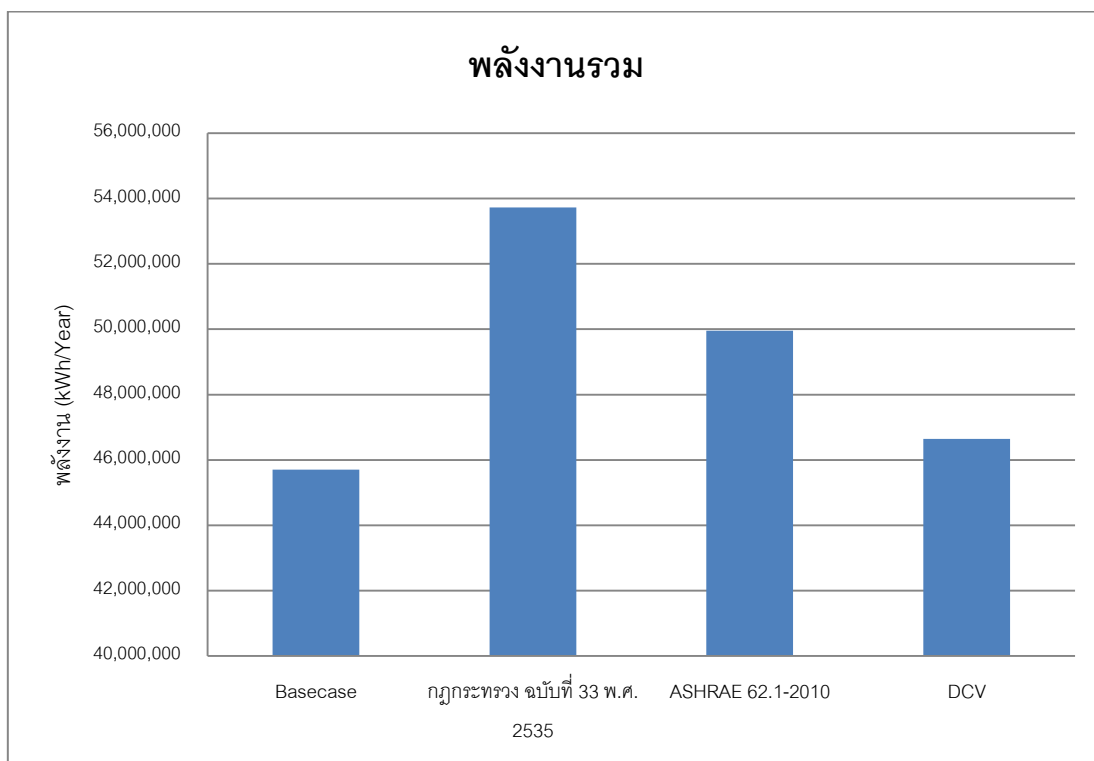
4.4 การวิเคราะห์การใช้พลังงานในการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร

ทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานของอาคารจำลองและอาคารจริง พบว่าการใช้ไฟฟ้าต่อพื้นที่ของอาคารจริง คิดเป็น 29.54 kWh/m² สำหรับการนำพลังงานในอาคารจำลอง 28.98 kWh/m² ค่าการใช้พลังงาน kWh/m² มีความแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณผู้ใช้บริการในอาคาร ศูนย์การค้าในแต่ละเดือนผู้ใช้งานไม่เท่ากัน ร้านค้าที่ให้บริการในศูนย์การค้ามีความหลากหลายมีการใช้พลังงานของอุปกรณ์แตกต่างกัน จึงมีความคลาดเคลื่อนค่าการใช้พลังงานอาคารจริงกับอาคารจำลองในโปรแกรมแตกต่างกันคิดเป็น 1.89%



แผนภูมิที่ 4.12 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของพัดลมของอาคาร Basecase กับมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV

จากแผนภูมิที่ 4.12 เปรียบเทียบการวิเคราะห์การใช้พลังงานของพัดลมในการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารของ ตามอาคาร Basecase, กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV พบว่า การนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามมาตรฐาน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 มีปริมาณการใช้พลังงานของพัดลมสูงสุดถึง 1,798,073 kWh ต่อปี รองลงมาคือ ASHRAE 62.1-2010 มีค่า 1,260,645 kWh ต่อปี และ DCV มีค่า 533,239 kWh ต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ อาคาร Basecase ใช้พลังงานพัดลมเพียง 236,522 kWh ต่อปี



แผนภูมิที่ 4.13 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของอาคาร Basecase กับมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV

จากแผนภูมิที่ 4.13 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของอาคารเมื่อนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามอาคาร Basecase, กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV พบว่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารตามมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 มีค่าสูงที่สุดตามจำนวนอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคารคือ 51,869,667 kWh ต่อปี รองลงมาคือ ASHRAE 62.1-2010 48,114,004 kWh ต่อปี และ DCV มีค่า 44,818,140 kWh ต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่ อาคาร Basecase ใช้พลังงานเพียง 44,265,731 kWh ต่อปี

จากแผนภูมิที่ 4.12 และ 4.13 พบว่าระบบ DCV มีการใช้พลังงานในการนำปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารน้อยที่สุด ทั้งพลังงานของพัดลมระบายอากาศและพลังงานรวม ซึ่งการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามจำนวนที่ กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 หรือ ASHRAE 62.1-2010 กำหนดต้องใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารเป็นจำนวนมากถึง 444,749.57 cfm และ 331,658.96 cfm ตามลำดับ ซึ่งต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมากในการเพิ่มอุณหภูมิและลดความชื้นของอากาศ โดยทำให้มีการใช้พลังงานระบบต่างๆ รวมต่อปี 51,869,667 kWh และ 48,114,004 kWh ตามลำดับ ดังนั้นระบบ DCV จึงดีที่สุดในการใช้พลังงาน จึงพิจารณาทางเลือก DCV ในการปรับปรุงระบบระบายอากาศของอาคารกรณีศึกษา เมื่อพิจารณาความ

เข้มข้นปริมาณ CO₂ หากนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารจำนวน 117,593.25 cfm ก็สามารถควบคุมความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ให้อยู่ในมาตรฐาน 1,150 ppm จึงเสนอแนวทางการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามระบบ DCV สำหรับการปรับปรุงระบบระบายอากาศของอาคารศูนย์การค้า

4.5 แนวทางในการติดตั้งระบบการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร

จากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ภายในศูนย์การค้าพบว่าชั้น 1-4 ในช่วงเวลา 12.00-20.00 น. มีค่าเกินมาตรฐาน 1,150 ppm เพื่อให้ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ในศูนย์การค้าบริเวณชั้น 1-4 ลดลง จึงต้องใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาเพื่อลดความเข้มข้นของปริมาณแก๊ส CO₂ ให้อยู่ในมาตรฐานจำนวน 117,593.25 cfm โดยนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกซึ่งมีความเข้มข้นเฉลี่ยประมาณ 400-450 ppm เข้ามาภายในศูนย์การค้าบริเวณชั้นที่ 1-4 ซึ่งมีค่าความเข้มข้นเกินมาตรฐาน รวมถึงทำการติดตั้งแก๊ส CO₂ Sensors เพื่อตรวจวัดระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ บริเวณชั้น 1-4 โดยทำการติดตั้งระบบระบายอากาศดังนี้

1. ติดตั้งเครื่อง Air to air heat exchanger

ทำการติดตั้งเครื่อง Air to air ขนาดเครื่อง 15,000 cfm บริเวณดาดฟ้าทิศเหนือ 4 เครื่อง และทิศใต้ 4 เครื่อง รวม 120,000 cfm เพื่อลดความชื้นและอุณหภูมิอากาศจากภายนอก

2. ติดตั้งท่อน้ำ

การติดตั้งท่อน้ำเพื่อใช้สำหรับการทำความเย็นให้เครื่อง Air to air ขนาดเครื่อง 15,000 cfm จำนวน 8 เครื่อง ในการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารจำนวนทั้งหมด 120,000 cfm ซึ่งต้องปริมาณการทำความเย็นทั้งหมด 667.12 Ton เพราะฉะนั้นเครื่อง Air to air ขนาด 15,000 cfm 1 เครื่อง จะใช้ปริมาณการทำความเย็นเครื่องละ 83.39 Ton

ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ จะใช้ตันละ 1.7 gpm (Gallon per minute) เพื่อรักษาความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำที่จ่ายจากเครื่องทำน้ำเย็นและน้ำที่กลับสู่เครื่องทำน้ำเย็นในระบบปรับอากาศที่ 14 °C เพราะฉะนั้นปริมาณความเย็น 83.39 Ton จะใช้น้ำปริมาณ 141.76 gpm จากตารางหาขนาดท่อ Friction loss for closed piping system

รายละเอียดการติดตั้งท่อน้ำทั้งหมด

ติดตั้งท่อน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 in. ความยาว 228 m.

ติดตั้งท่อน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 in. ความยาว 56 m.

ติดตั้งท่อน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 in. ความยาว 96 m.

3. ติดตั้งท่อลม

3.1 ติดตั้งท่อ Exhaust air

ภายนอกอาคาร

ท่อขนาด 80 x 64 in. รองรับปริมาณอากาศเสียในอาคารศูนย์การค้า 60,000 cfm

ท่อขนาด 60 x 60 in. รองรับปริมาณอากาศเสียในอาคารศูนย์การค้า 30,000 cfm

ท่อขนาด 40 x 40 in. รองรับปริมาณอากาศเสียในอาคารศูนย์การค้า 15,000 cfm

ภายในอาคาร

ท่อขนาด 60 x 60 in. รองรับปริมาณอากาศเสียในอาคารศูนย์การค้า 30,000 cfm

ท่อขนาด 28 x 28 in. รองรับปริมาณอากาศเสียในอาคารศูนย์การค้า 7,500 cfm

ท่อขนาด 20 x 20 in. รองรับปริมาณอากาศเสียในอาคารศูนย์การค้า 3,750 cfm

3.2 ท่อ Fresh air

ภายนอกอาคาร

ท่อขนาด 80 x 64 in. เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จำนวน 60,000 cfm เข้าสู่อาคารศูนย์การค้า

ท่อขนาด 60 x 60 in. เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จำนวน 30,000 cfm เข้าสู่อาคารศูนย์การค้า

ท่อขนาด 40 x 40 in. เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จำนวน 15,000 cfm เข้าสู่อาคารศูนย์การค้า

ภายในอาคาร

ท่อขนาด 60 x 60 in. เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จำนวน 30,000 cfm เข้าสู่อาคารศูนย์การค้า
ปล่อยบริเวณ Open well ลงมาปล่อยอากาศบริสุทธิ์ชั้นที่ 1-4 ดังภาพที่ 4.3

ท่อขนาด 40 x 40 in. เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จำนวน 15,000 cfm เข้าสู่อาคารศูนย์การค้า
นำมาปล่อยชั้นที่ 1-4 ดังภาพที่ 4.4

ท่อขนาด 20 x 20 in. เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จำนวน 3,750 cfm เข้าสู่อาคารศูนย์การค้า
ปล่อยที่ชั้น 1-4 ดังภาพที่ 4.4

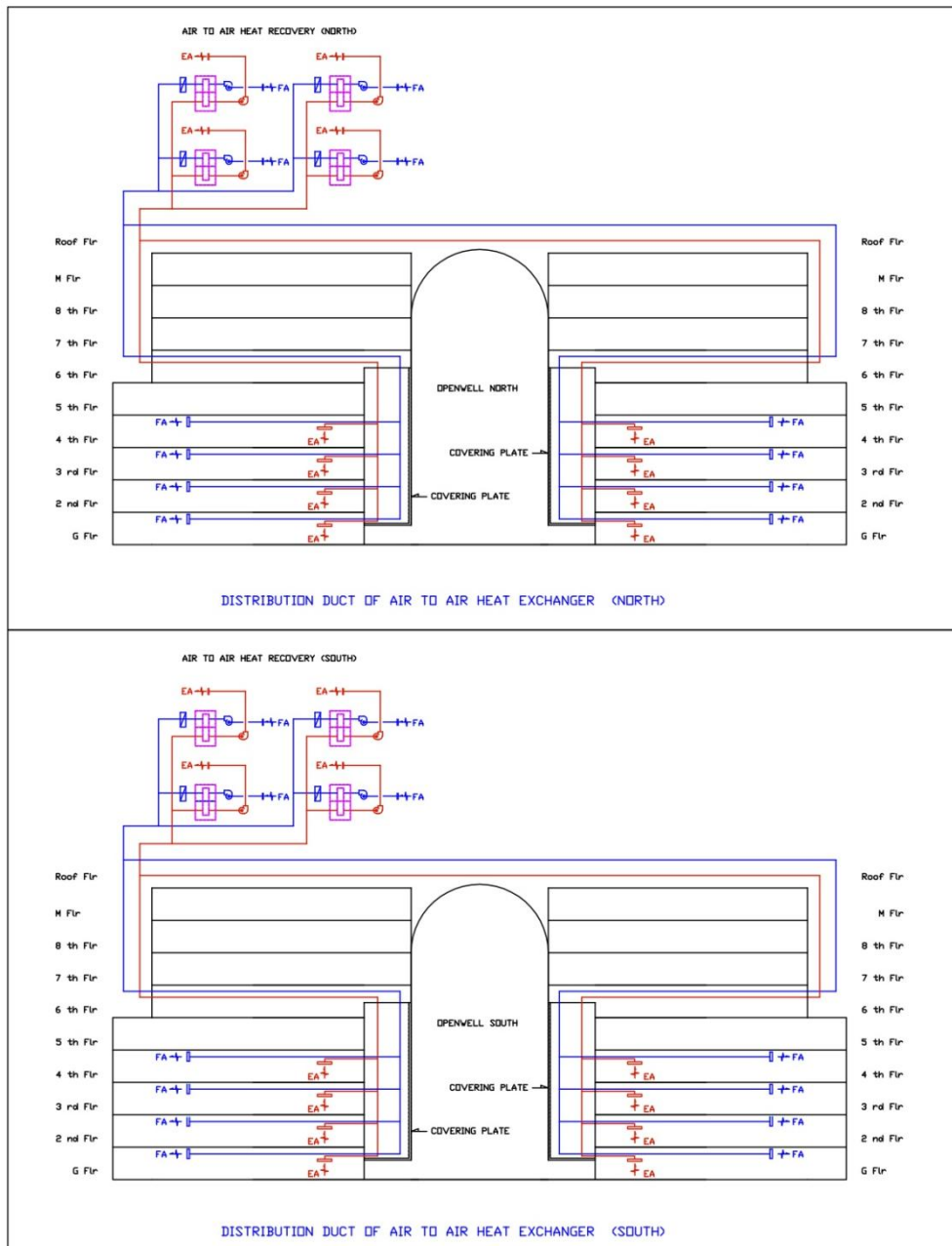
ท่อขนาด 14 x 14 in. เพื่อนำอากาศบริสุทธิ์จำนวน 1,875 cfm เข้าสู่อาคารศูนย์การค้า
ปล่อยทั่วบริเวณชั้น 1-4 ดังภาพที่ 4.5

4. ติดตั้ง CO₂ sensors พร้อมชุดควบคุม

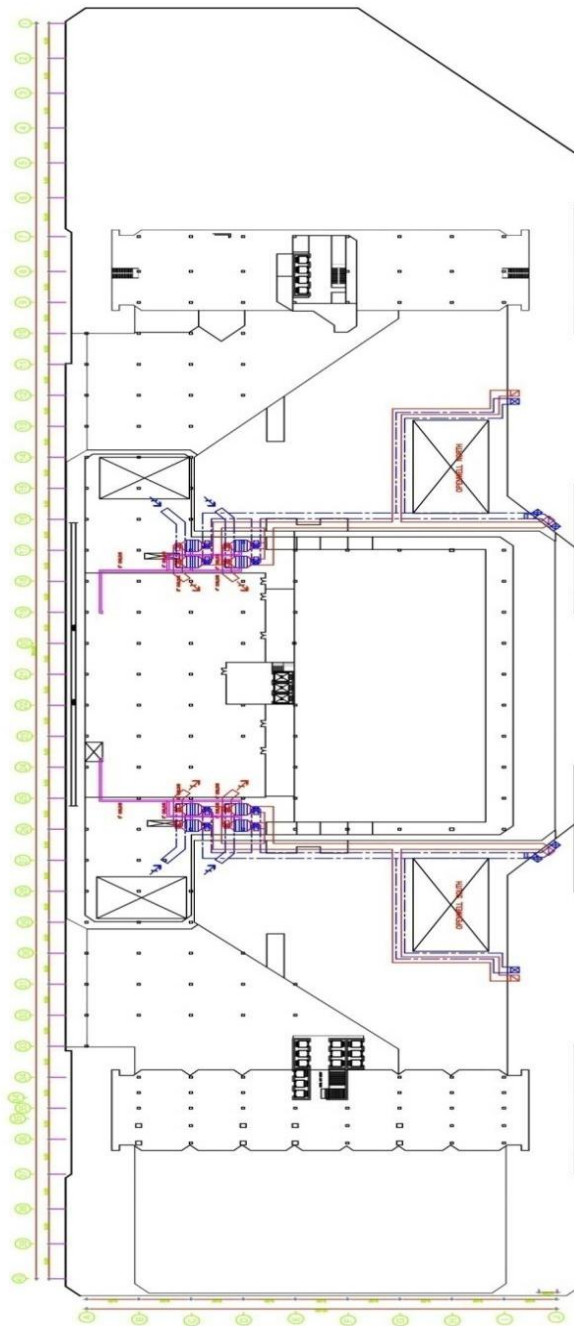
ติดตั้งชุด CO₂ sensors เพื่อตรวจวัดและควบคุมปริมาณ CO₂ ภายนอกเพื่อตรวจวัด

ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ก่อนนำเข้ามาในอาคาร 2 ชุด ติดตั้งชุด CO₂ sensors

บริเวณชั้น 1-4 ชั้นละ 16 ชุด รวม 66 ชุด



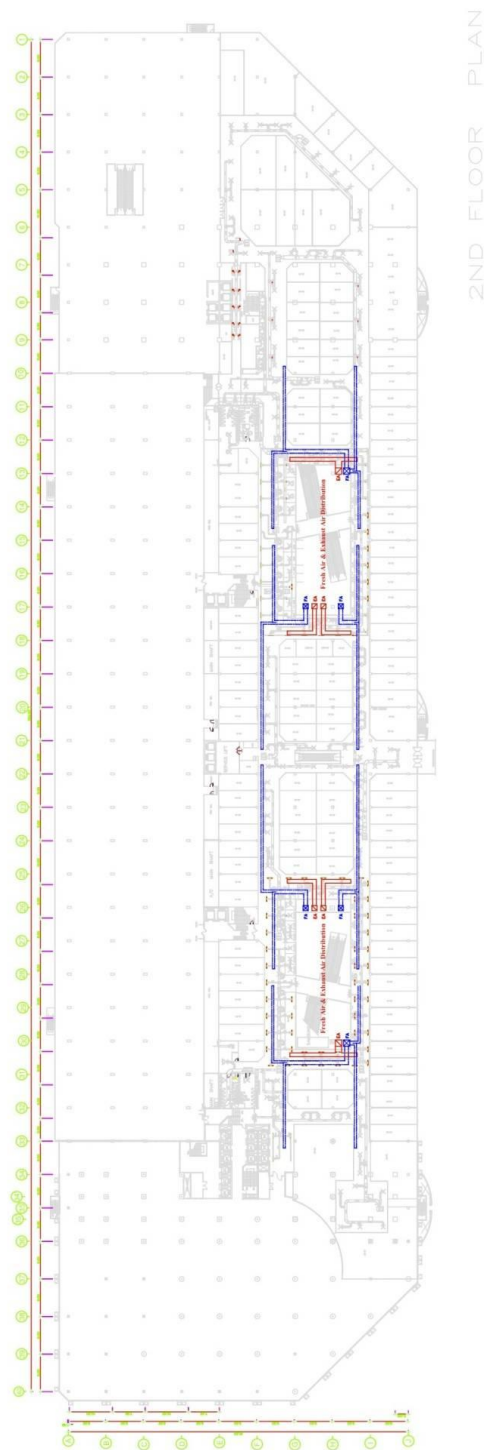
ภาพที่ 4.1 แสดงการต่อเติมท่อ Fresh air และ Exhaust air



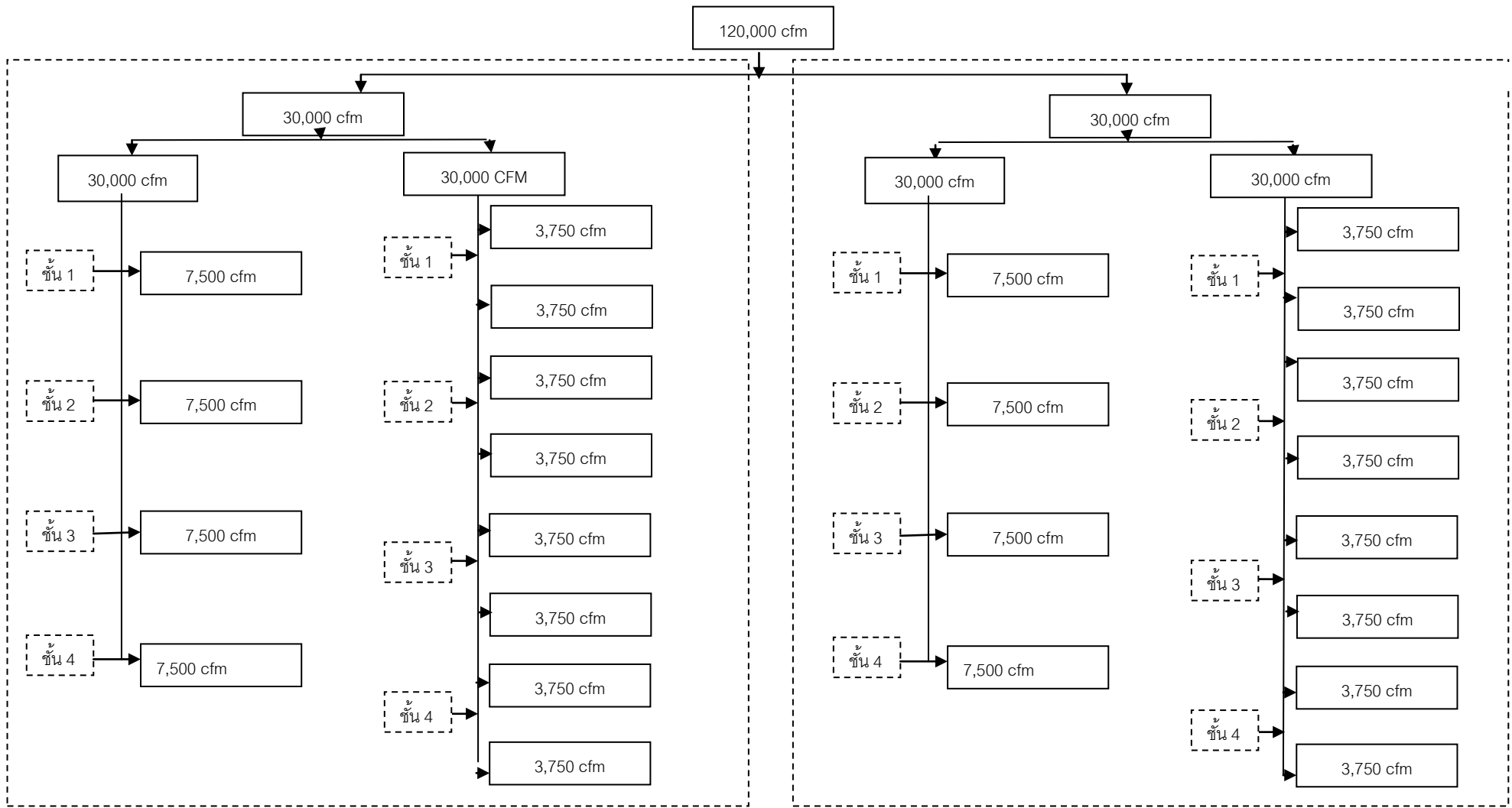
ภาพที่ 4.2 แสดงการต่อเติมท่อน้ำและ Fresh air และ Exhaust air จากชั้นดาดฟ้าของอาคาร



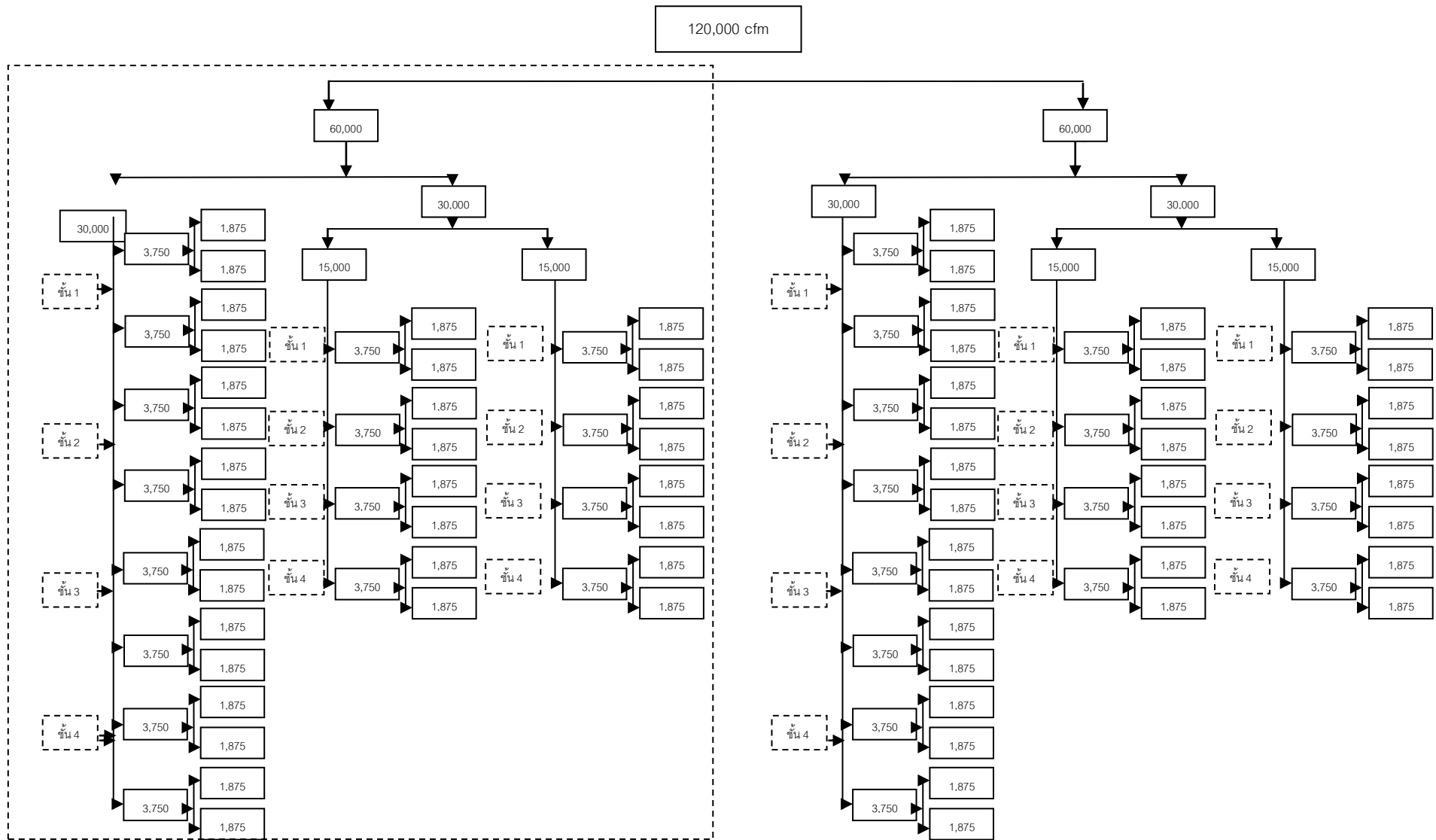
ภาพที่ 4.3 แสดงการต่อท่อเติม Fresh air และ Exhaust air ลงมา Open well
ชั้นที่ 6 ของอาคาร



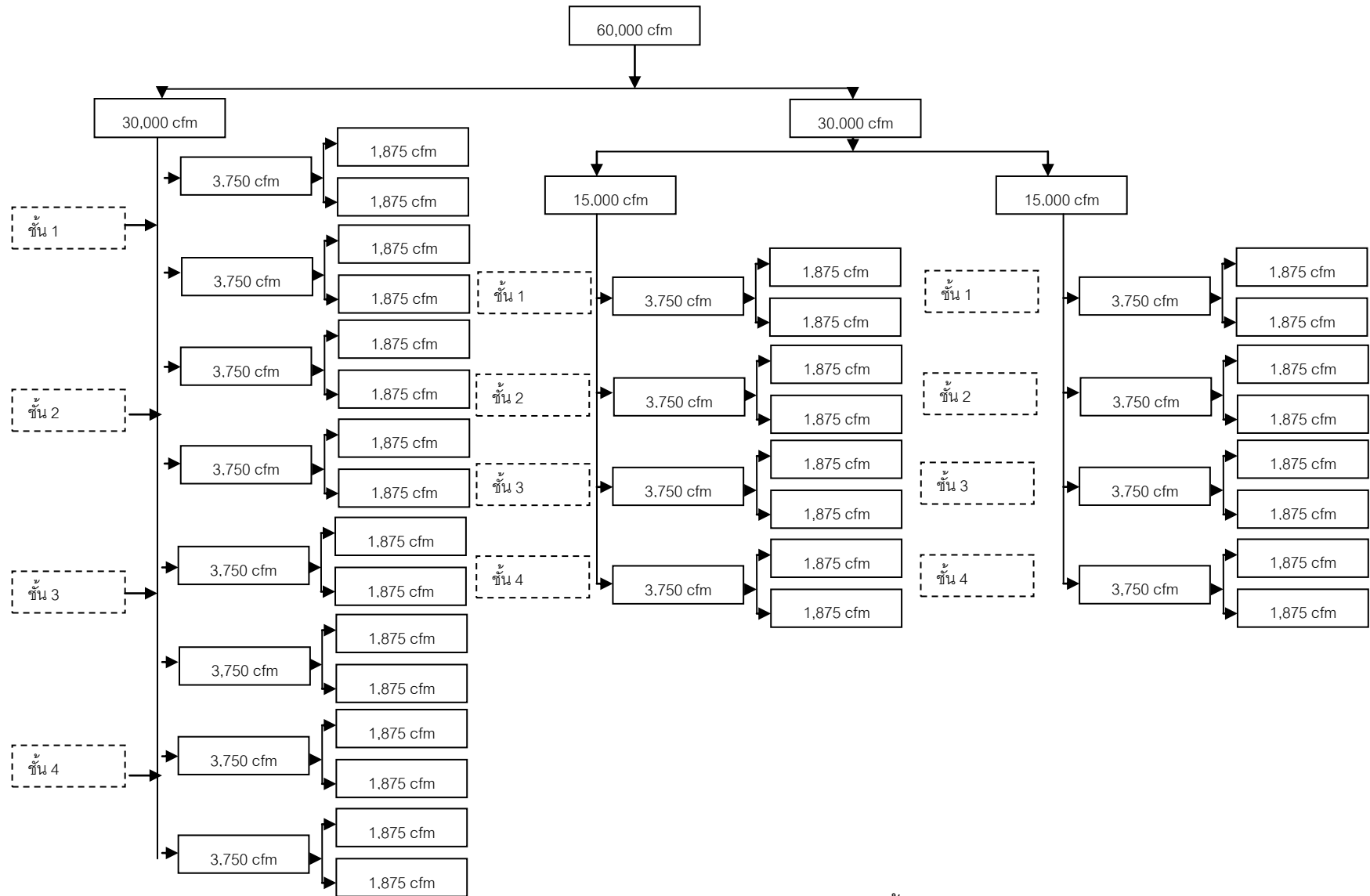
ภาพที่ 4.4 แสดงที่อากาศเติม Fresh air และ Exhaust air ในบริเวณชั้น 1 ถึงชั้น 4



แผนภูมิที่ 4.14 ปริมาณ Exhaust air ที่นำสู่ภายนอกอาคารในแต่ละชั้น



แผนภูมิที่ 4.15 ปริมาณ Fresh Air ที่ปล่อยเข้าสู่อาคารในแต่ละชั้น



แผนภูมิที่ 4.16 ส่วนขยายของปริมาณ Fresh air ในแต่ละชั้น

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาภายในอาคารสำหรับแต่ละมาตรฐาน

	Basecase	พรบ. 2533	Ashrae 62.1	DCV
ค่าติดตั้ง				
ค่าติดตั้งระบบระบายอากาศ	-	179,097,637.51	126,031,670.84	53,065,966.67
CO2 Sensors	-	-	-	4,620,000.00
รวม	-	179,097,637.51	126,031,670.84	57,685,966.67
ค่าใช้จ่ายในการทำงาน				
ค่าผลิตน้ำเย็น	3,039,720.00	39,980,844.11	28,497,707.44	11,940,116.96
ค่าไฟฟ้าพัดลมระบายอากาศ	745,044.00	5,663,929.95	3,971,031.75	1,679,202.85
ค่าไฟฟ้าในการทำความเย็น	62,745,155.58	83,100,959.55	72,903,669.30	64,784,676.60
ค่าไฟฟ้าชุด CO ₂ Sensors	-	-	-	7,920.00
รวม	66,529,919.88	128,745,733.61	105,372,408.49	78,403,996.41
ค่าบำรุงรักษา				
ค่าบำรุงรักษาพัดลมต่อปี	40,000.00	54,000.00	38,000.00	16,000.00
ค่าบำรุงรักษาชุดเซนเซอร์ต่อปี	-	-	-	33,000.00
รวม	40,000.00	54,000.00	38,000.00	49,000.00

การนำปริมาณอากาศบริสุทธิ์จำนวน 120,000 cfm มีค่าใช้จ่ายการติดตั้งระบบระบายอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารใช้เงินการลงทุนติดตั้งไม่รวมชุดควบคุมระบบ CO₂ Sensors รวมเป็นเงิน 54,328,917.67 บาท คิดเป็น 442.22 บาทต่อ 1 cfm สำหรับระบบที่มีการติดตั้งระบบ

CO₂ Sensors รวมค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเป็นเงิน 57,685,966.67 บาท คิดเป็น 480.72 บาทต่อ 1 cfm ดังนั้นการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตาม กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ซึ่งต้องใช้ ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ 393,750 cfm ใช้เครื่อง Air to air 15,000 cfm จำนวน 27 เครื่องรวม 405,000 cfm คิดเป็นเงินค่าติดตั้ง 179,097,637.51บาท การนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 จำนวน 280,659 cfm ต้องใช้เครื่อง Air to air 15,000 cfm จำนวน 19 เครื่องรวม 285,000 cfm คิดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งทั้งหมดเป็นเงิน 126,031,670.84 บาท

สำหรับอาคารศูนย์การค้ากรณีศึกษาหากนำปริมาณอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามจำนวนที่ กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และระบบ DCV กำหนดจะใช้ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเพิ่มขึ้นคิดเป็น 93.5% , 58.37% และ 17% ตามลำดับ มีค่าบำรุงรักษา อุปกรณ์ระบบระบายอากาศเพิ่มขึ้นสำหรับการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามจำนวน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และระบบ DCV คิดเป็น 35% และ 22.5% ตามลำดับ มีค่าบำรุงรักษาลดลง 5% สำหรับการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010

เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานระบบ DCV กับมาตรฐานกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010 พบว่าระบบ DCV มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการนำอากาศ บริสุทธิ์เข้ามาตามจำนวนที่กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010 กำหนด คิดเป็น 39.10 % และ 25.59% ตามลำดับ สำหรับค่าบำรุงรักษา ระบบ DCV มีค่าบำรุงรักษา ลดลงจากการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามจำนวนที่กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 คิดเป็น 9.26% แต่มีค่าบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นจากมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010 คิดเป็น 28.94%

เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าเทียบเท่า ณ ปัจจุบัน ของการลงทุนแต่ละแบบสำหรับอายุ โครงการโครงการ 20 ปี อัตราดอกเบี้ย 7.5% พบว่าการลงทุนแบบ DCV เสียค่าใช้จ่ายในการ ลงทุนต่ำสุดคิดเป็นเงิน 2,061,223,209.00 บาท เมื่อเทียบกับการลงทุน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010 ซึ่งมีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันเป็นเงิน 4,661,474,379.65 บาทและ 3,503,964,061.94 บาทตามลำดับ

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยที่ทำการศึกษพบว่าระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ที่ทำการตรวจวัดภายในอาคารศูนย์การค้าพบว่าชั้นที่ 1-4 มีค่าความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ 1,043.28 – 1,590.21 ppm ซึ่งเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ 1,150 ppm แสดงให้เห็นว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานส่งผลให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพผู้ที่อยู่ในอาคาร

ทางผู้วิจัยจึงได้ตระหนักถึงคุณภาพอากาศในอาคารที่ส่งผลกระทบต่อผู้มาใช้บริการ จึงได้ศึกษาการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาเพื่อทำการเจือจางให้คุณภาพอากาศในอาคารได้มาตรฐาน โดยทำการจำลองการใช้พลังงานของอาคารในการนำปริมาณอากาศบริสุทธิ์มาในอาคาร ด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0 ทำการพิจารณาการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535, ASHRAE 62.1-2010 และ DCV เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารแต่ละแบบพบว่าการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารตามระบบ DCV ใช้พลังงานน้อยที่สุด โดยใช้พลังงานที่ลดลงจากการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามมาตรฐาน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010 คิดเป็น 70.34 % และ 57.70% และการใช้พลังงานรวมของอาคารมีค่าลดลงจากมาตรฐาน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010 คิดเป็น 13.18 % และ 6.12 % ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานพบว่าระบบ DCV มีค่าใช้จ่ายน้อยกว่า กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 และ ASHRAE 62.1-2010

5.1 การนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

สำหรับอาคารเก่าที่ได้ออกแบบสร้างอาคารไว้ก่อนมาตรฐาน กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ประกาศใช้ ซึ่งโดยทั่วไปการออกแบบอาคารจะออกแบบเพื่อรองรับผู้ใช้อาคารจำกัดจำนวนหนึ่ง แต่เมื่อมีผู้เข้าใช้อาคารจำนวนเพิ่มมากขึ้นเกินกว่าที่ออกแบบไว้ ระบบระบายอากาศที่ออกแบบไว้แต่เริ่มต้นไม่สามารถระบายแก๊ส CO₂ ที่เกิดจากกระบวนการหายใจและเผาผลาญร่างกายของผู้ใช้อาคารมีจำนวนมากขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่สามารถนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในจำนวนที่เพียงพอต่อผู้ใช้อาคาร ทำให้เกิดการสะสมของแก๊ส CO₂ ซึ่งนำไปสู่ปัญหาคุณภาพอากาศในอาคารที่ส่งผลให้ผู้ใช้อาคารเกิดอาการอ่อนเพลีย เวียนศีรษะขึ้นได้ การนำระบบ DCV มาช่วยควบคุมการระบายสำหรับอาคารที่สร้างก่อนกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535

ประกาศใช้ โดยการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามความต้องการของผู้ใช้อาคารจริง และลดปริมาณการเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกให้น้อยที่สุดที่เหมาะสมกับผู้ใช้อาคาร สามารถช่วยประหยัดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ และยังสามารถควบคุมปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ให้อยู่ในระดับมาตรฐานสากลได้

สำหรับอาคารใหม่หรืออาคารที่ออกแบบไว้ตาม กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 หรือ ASHRAE 62.1-2010 หากใช้ระบบ DCV มาช่วยควบคุมปริมาณ CO₂ ที่ 1,150 ppm หรือมาตรฐานสากล จะช่วยประหยัดพลังงานลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศลง หากนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาตามที่อาคารออกแบบไว้ตาม กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 หรือ ASHRAE 62.1-2010 ในจำนวนคงที่ตลอดเวลาจะทำให้สิ้นเปลืองการใช้พลังงานอย่างมาก ซึ่งระบบ DCV นี้ จะกำหนดปริมาณอัตราการระบายอากาศ cfm/คน เพื่อให้อากาศเข้ามาในอาคารอย่างเหมาะสมตลอดเวลาและอยู่ในมาตรฐาน โดยการระบายอากาศควบคุมเป็นพื้นที่และจำนวนคนใช้อาคารจริง สามารถประยุกต์และปรับปรุงเมื่ออาคารปรับเปลี่ยนการใช้งานในอนาคตได้ เป็นประโยชน์ต่อวิศวกรและสถาปนิกในการออกแบบระบบระบายอากาศให้มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน

5.2 แนวทางการออกแบบ การจัดการอาคารเพื่อป้องกันปัญหาปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ สูงภายในอาคาร

1. การออกแบบก่อสร้างเริ่มแรกควรมีช่องที่อดมเพื่อรองรับปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่เพียงพอ
2. การออกแบบผังภายในควรกำหนดพื้นที่บริการหรือการขายสินค้าไว้อย่างชัดเจน เช่น โซนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โซนธนาคาร โซนขายเสื้อผ้า เป็นต้น เนื่องจากแต่ละกิจกรรมมีความแตกต่างกัน ซึ่งต้องการการออกแบบการระบายอากาศที่แตกต่างกัน เพื่อการประหยัดพลังงาน
3. มีการควบคุมกิจกรรมของผู้เช่า ถ้ามีแหล่งกำเนิดสารมลพิษในอาคารควรมีการดูจากแหล่งไปทิ้ง เช่น พื้นที่ทำอาหาร เป็นต้น
4. ควรมีการตรวจสอบ ซ่อมบำรุงอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ อาจมีสิ่งสกปรก เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย หรือมีสารทำความเย็นรั่วไหล เป็นต้น ซึ่งเป็นแหล่งของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร และทำให้การทำงานของระบบปรับอากาศและระบายอากาศไม่มีประสิทธิภาพ
5. ภาครัฐควรให้ความสำคัญคุณภาพอากาศในอาคาร ควรมีการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคาร อย่างจริงจังเพื่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารและสภาพแวดล้อมที่ดี

5.3 ข้อจำกัดในการวิจัย

ข้อจำกัดเรื่องเครื่องมือวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร เนื่องจากเครื่องมือมีจำนวนจำกัด จึงไม่สามารถทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารแต่ละจุดที่ทำการวัดค่าได้ในเวลาเดียวกัน

5.4 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษารั่วรั่วซึมอากาศของอาคารและการสูญเสียความร้อนของอาคารเพิ่มเติม เพื่อดูผลกระทบต่อปริมาณอัตราการระบายอากาศที่ต้องนำเข้ามาในอาคาร
2. ควรทำการวัดปริมาณตัวชี้วัดคุณภาพอากาศอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ปริมาณฝุ่น สารอินทรีย์ระเหยง่าย ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร
3. ควรทำการสอบถามผู้ใช้อาคารถึงผลกระทบต่อคุณภาพในอาคาร
4. ประเภทของอาคารที่ทำการศึกษาคืออาคารศูนย์การค้า ควรทำการศึกษาในอาคารประเภทอื่นเพิ่มเติม เช่น โรงภาพยนตร์ อาคารสำนักงาน เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กฤตภรณ์ นกจันทร์. 2543. แนวโน้มอาการอาครป่วยของบุคลากรในอาคารสำนักงานที่มีการ
อนุรักษ์พลังงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหาร
สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พินิจ ศิริพฤกษ์พงษ์. 2536. การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร. ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์.
1 (มีนาคม 2536): 25-26.
- ไพโรจน์ รัตนางกูร. 2540. การศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ตัวตรวจวัด
คาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมปริมาณการระบายอากาศตามความต้องการเพื่อการ
ประหยัดพลังงานสำหรับอาคารสำนักงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชา
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มหาดไทย, กระทรวง. 2535. กฎกระทรวง (ฉบับที่ 33) พ.ศ. 2535.
กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย.
- รัฐเขต มูลรินดี๊ะ. 2552. แหล่งกำเนิดและความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายในอาคาร
สำนักงานในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรม
สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรกมล บุญยโยธิน. 2548. อัตราการไหลของอากาศจากภายนอกที่เหมาะสมสำหรับโรงแรมใน
ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ภาควิชาอาชีวอนามัยและความ
ปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล และธีระ เกรอด. 2538. มลภาวะอากาศ.
พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ และวิทยา อยู่สุข. 2544. คุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานใน
กรุงเทพมหานคร. วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม 11: 50 -56.
- วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ และวิทยา อยู่สุข. 2548. กลุ่มอาการที่เกิดจากการทำงานในอาคารปิด
วารสารการส่งเสริมสุขภาพและสิ่งแวดล้อม 28: 26-34.
- สมชัย บวรกิตติ และปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ. 2543. ภาวะมลพิษทางอากาศในอาคารสาธารณะ
ในประเทศไทย. วารสารวิชาการสาธารณสุข. 9: 26-35.
- สร้อยสุดา เกสรทอง. 2549. SBS โรคจากการทำงานในตึก. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์ไกล่หมอ.

- สุธิกานต์ วงษ์เสถียร. 2548. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศสำหรับที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน อาคารทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 1. ปทุมธานี: พี เอ็น เค สกายพริ้นติ้ง.
- ศศิธร ณรงค์ศักดิ์. 2536. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศภายในกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยที่เกิดจากการทำงานภายในอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาษาอังกฤษ

- .American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Inc,1989. ASHRAE Standard 62-1989: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality . Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Inc, 1999. ASHRAE Standard 62-1999: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality . Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2010. ASHRAE Standard 62-2010: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers.
- Emmerich , S.J., Persily , A.K. 2001. State-of-the-art review of CO2 demand-controlled ventilation Technology and Application. NISTIR 6729, National Institute of Standards and Technology.
- Fisk , W.J., De Almeida, A.T. 2008. Sensor-based demand-controlled ventilation: a review. Energy and Buildings 29:35–45.
- Helmis, C.G., Tzoutzas, J., Flocas, H.A., Halios, C.H., Stathopoulou, O.I., Assimakopoulos, V.D., Panis, V., Apostolatou, M., Sgouros, G., and Adam, E. 2007. Indoor air quality in a dentistry clinic. Science of the Total Environment. 377:349-365
- House, JM., Smith, T.. 1995. A system approach to optimal control for HVAC and building systems. ASHRAE Transactions. 101(2):647–60.

- Kusuda, T. 1976. Control of ventilation to conserve energy while maintaining acceptable indoor air quality, ASHRAE Transactions. 82 : 1169–1181.
- Mossolly, M., Ghali, K., Ghaddar, N. 2009. Optimal control strategy for a multi-zone air conditioning system using a genetic algorithm. Energy 34 : 58–66
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 1976. Criteria for a Recommended Standard, Occupational Exposure to Carbon Dioxide.
- World Health Organization (WHO). 1995. Sick Building Syndrome. WHO Regional office for Europe Publications.
- Wargocki, P., Lagercrantz, L., Witterseh, T., Sundell, J., Wyon, DP., Fanger, PO.. 2002. Subjective perceptions, symptom intensity and performance: a comparison of two independent studies, both changing similarly the pollution load in an office. Indoor Air. 12:74-80.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางปริมาณคนเข้าใช้บริการศูนย์การค้า

ตารางที่ ก- 1 เปรียบเทียบผู้ใช้บริการแต่ละช่วงเวลาในวันธรรมดาและวันหยุด

เวลา	วันหยุด	คิดเป็น %	วันธรรมดา	คิดเป็น %
10.00 - 11.00	8,150	26.49	7,330	23.83
11.01 - 12.00	15,897	51.68	14,274	46.40
12.01 - 13.00	24,804	80.63	22,754	73.97
13.01 - 14.00	27,126	88.18	23,144	75.24
14.01 - 15.00	29,551	96.06	23,651	76.88
15.01 - 16.00	30,299	98.50	22,889	74.41
16.01 - 17.00	30,761	100.00	23,509	76.43
17.01 - 18.00	30,097	97.84	24,820	80.69
18.01 - 19.00	28,427	92.41	25,932	84.30
19.01 - 20.00	24,395	79.31	24,460	79.52
20.01 - 21.00	18,421	59.88	19,515	63.44
21.01 - 22.00	11,349	36.90	12,072	39.25

ภาคผนวก ข
ตารางการตรวจวันปริมาณ CO₂ ในอาคารศูนย์การค้า

ตารางที่ ข- 1 ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ (ppm) ที่ตรวจวัดได้ภายในชั้น 2, 4 และ 6 ของวันธรรมดา

เวลา	ชั้น 2	ชั้น 4	ชั้น 6	ภายนอกอาคาร
9.00	470.00	435.00	430.00	400.00
11.00	780.00	740.00	660.00	420.00
13.00	1,012.00	1,259.00	880.00	450.00
15.00	1,116.00	1,392.00	946.00	455.00
17.00	1,250.00	1,339.00	930.00	450.00
19.00	1,082.00	1,095.00	731.00	452.00
21.00	761.00	805.00	565.00	465.00
23.00	533.00	577.00	491.00	444.00
1.00	446.00	484.00	451.00	443.00
3.00	434.00	456.00	431.00	443.00
5.00	459.00	479.00	498.00	436.00
7.00	430.00	425.00	420.00	400.00
9.00	450.00	430.00	430.00	400.00

ตารางที่ ข- 2 ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ (ppm) ที่ตรวจวัดได้ภายในชั้น 2, 4 และ 6 ของวันหยุด

เวลา	ชั้น 2	ชั้น 4	ชั้น 6	ภายนอกอาคาร
9.00	450.00	420.00	425.00	400.00
11.00	810.00	840.00	700.00	420.00
13.00	1,200.00	1,410.00	900.00	440.00
15.00	1,550.00	1,650.00	946.00	452.00
17.00	1,520.00	1,600.00	930.00	445.00
19.00	1,322.00	1,390.00	820.00	448.00
21.00	850.00	880.00	590.00	450.00
23.00	540.00	580.00	470.00	440.00
1.00	440.00	492.00	465.00	435.00
3.00	430.00	460.00	420.00	432.00
5.00	428.00	455.00	420.00	420.00
7.00	430.00	425.00	420.00	400.00
9.00	430.00	420.00	420.00	400.00

ตารางที่ ข- 3 ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ (ppm) ที่ตรวจวัดในวันอังคารและพฤหัสบดี เดือนพฤศจิกายน

ชั้น	วันอังคาร			วันพฤหัสบดี		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
1	1,428.00	778.00	1,050.33	1,403.00	774.00	1,025.03
2	1,666.00	936.00	1,276.23	1,592.00	926.00	1,263.39
3	1,594.00	1,181.00	1,384.95	1,642.00	1,013.00	1,388.14
4	1,870.00	961.00	1,408.69	1,841.00	674.00	1,400.41
5	1,217.00	478.00	691.91	1,264.00	500.00	680.19
6	1,068.00	525.00	785.14	1,058.00	528.00	768.11
7	1,053.00	384.00	600.17	767.00	389.00	567.31

ตารางที่ ข- 4 ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ (ppm) ที่ตรวจวัดในวันเสาร์และอาทิตย์ เดือนพฤศจิกายน

ชั้น	วันเสาร์			วันอาทิตย์		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
1	1,964.00	876.00	1,291.03	1,950.00	958.00	1,373.08
2	2,075.00	1,027.00	1,463.25	2,170.00	1,102.00	1,558.41
3	1,995.00	1,168.00	1,515.81	2,108.00	1,026.00	1,545.50
4	2,133.00	680.00	1,438.20	2,110.00	1,012.00	1,556.19
5	1,008.00	701.00	833.19	1,012.00	710.00	865.30
6	973.00	622.00	827.70	1,013.00	633.00	851.78
7	1,342.00	482.00	702.30	933.00	510.00	734.33

ตารางที่ ข- 5 ค่าความเข้มข้นของ CO₂ (ppm) ที่ตรวจวัดในวันอังคารและพฤหัสบดี เดือนธันวาคม

ชั้น	วันอังคาร			วันพฤหัสบดี		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
1	1,497.00	761.00	1,007.43	1,568.00	813.00	1,088.09
2	1,613.00	792.00	1,180.75	1,728.00	695.00	1,219.53
3	1,619.00	1,097.00	1,337.30	1,633.00	927.00	1,342.91
4	1,900.00	711.00	1,292.36	1,783.00	711.00	1,247.99
5	1,072.00	512.00	668.76	963.00	485.00	663.94
6	992.00	557.00	754.59	1,047.00	559.00	751.64
7	1,014.00	405.00	584.14	800.00	382.00	597.41

ตารางที่ ข- 6 ค่าความเข้มข้นของ CO₂ (ppm) ที่ตรวจวัดในวันเสาร์และอาทิตย์ เดือนธันวาคม

ชั้น	วันเสาร์			วันอาทิตย์		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
1	1,962.00	918.00	1,422.86	1,740.00	960.00	1,372.31
2	2,077.00	949.00	1,443.04	1,890.00	1,269.00	1,602.71
3	2,338.00	808.00	1,613.61	2,150.00	1,035.00	1,662.10
4	2,338.00	808.00	1,661.88	2,310.00	819.00	1,504.24
5	1,096.00	524.00	796.50	1,190.00	629.00	802.64
6	1,101.00	462.00	784.50	968.00	588.00	782.79
7	1,005.00	396.00	649.25	928.00	511.00	727.60

ตารางที่ ข- 7 ระดับความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ (ppm) วันธรรมดาและวันหยุด

ชั้น	วันธรรมดา	วันหยุด
1	1,043.28	1,368.46
2	1,231.10	1,517.52
3	1,360.75	1,590.21
4	1,329.90	1,544.90
5	675.10	821.65
6	763.56	808.58
7	587.65	701.71

ตารางที่ ข- 8 ระดับความเข้มข้นของปริมาณแก๊ส CO₂ (ppm) แบ่งตามพื้นที่ในแต่ละชั้น วันธรรมดา

ชั้น	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
1	1,191.58	1,142.94	964.72	923.86
2	1,319.00	1,195.06	1,275.96	1,134.40
3	1,298.22	1,339.81	1,373.21	1,431.75
4	1,380.13	1,365.61	1,321.35	1,252.50
5	708.47	718.69	634.72	638.53
6	673.85	720.74	814.33	845.33
7	578.92	648.57	622.61	500.50

ตารางที่ ข- 9 ระดับความเข้มข้นของปริมาณแก๊ส CO₂ (ppm) แบ่งตามพื้นที่ในแต่ละชั้นวันหยุด

ชั้น	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D
1	1,412.28	1,439.92	1,340.32	1,281.33
2	1,574.06	1,585.00	1,480.99	1,430.04
3	1,505.58	1,622.35	1,613.76	1,619.15
4	1,506.78	1,622.76	1,604.22	1,445.82
5	807.71	826.42	831.56	820.90
6	778.92	814.10	826.33	814.96
7	674.57	701.21	713.71	717.35

ภาคผนวก ค

ตารางข้อมูลปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคาร

ตารางที่ ค- 1 ข้อมูลพื้นที่และปริมาณอากาศบริสุทธิ์ตามกฎหมายกระทรวงฉบับที่ 33 พศ.2535

ชั้น	พื้นที่ (m ²)	ความสูง (m)	ปริมาตร (Cu.m.)	2 ACH (Cu.m./Hr./m ²) (Cu.m/Hr)	ปริมาณอากาศ บริสุทธิ์ที่ต้องใช้ (cfm)
1	20,981	4.00	83,924	167,848	98,795.33
2	14,731	2.60	38,301	76,601	45,087.47
3	19,158	2.60	49,811	99,622	58,637.27
4	19,159	2.60	49,813	99,627	58,640.33
5	19,158	2.60	49,811	99,622	58,637.27
6	15,736	2.60	40,914	81,827	48,163.49
7	22,493	2.90	65,230	130,459	76,788.40
				รวม	444,749.57

ตารางที่ ค- 2 ข้อมูลพื้นที่และปริมาณ Fresh air ตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1-2010

ชั้น	พื้นที่ (m ²)	จำนวน คน	ASHRAE 62.1-2010			
			3.8 l/s x Person	0.30 l/s x Area	ปริมาณอากาศ บริสุทธิ์ที่ต้องใช้ (l/s)	ปริมาณอากาศ บริสุทธิ์ที่ต้องใช้ (cfm)
1	20,981	5,691	21,625.80	6,294.30	27,920.10	59,159.34
2	14,731	5,722	21,743.60	4,419.30	26,162.90	55,436.05
3	19,158	4,799	18,236.20	5,747.40	23,983.60	50,818.37
4	19,159	5,160	19,608.00	5,747.70	25,355.70	53,725.69
5	19,158	2,892	10,989.60	5,747.40	16,737.00	35,463.69
6	15,736	3,568	13,558.40	4,720.80	18,279.20	38,731.43
7	22,493	2,984	11,339.20	6,747.90	18,087.10	38,324.39
				รวม	156,525.60	331,658.96

การคำนวณหาค่าปริมาณอากาศที่คนหายใจโดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของ CO₂ ที่วัดได้ในพื้นที่อาคารและนอกอาคารโดยใช้ สมการจาก RATIONAL FOR MINIMUM PHYSIOLOGICAL REQUIREMENTS FOR RESPIRATION AIR BASED ON CO₂ CONCENTRATION

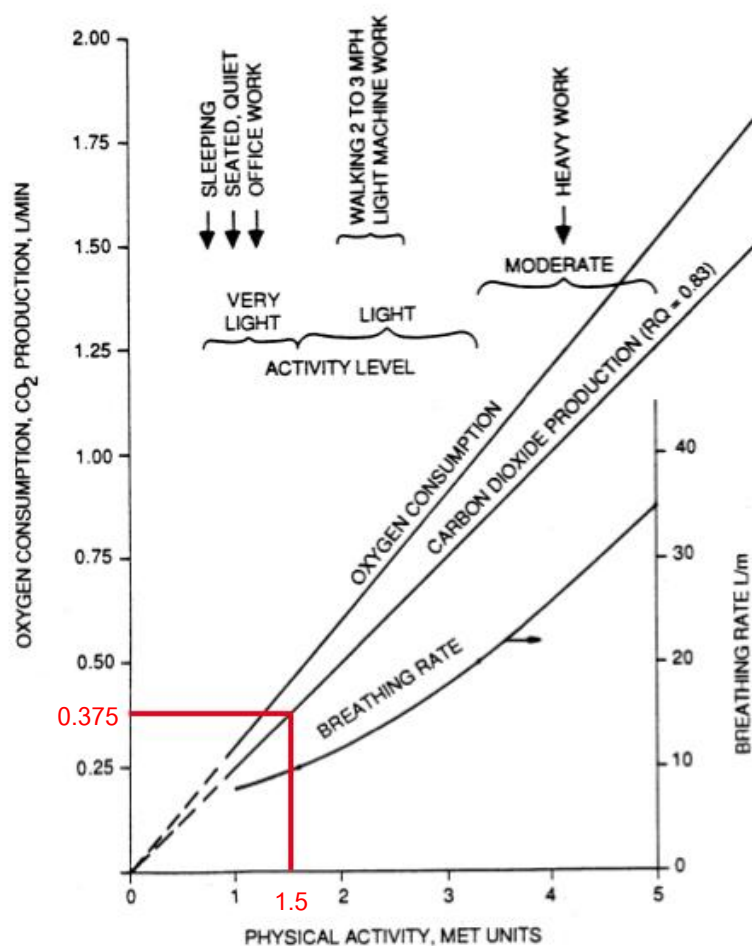
$$V_0 = N / (C_s - C_0)$$

V_0 = outdoor air flow rate per person

N = CO₂ generation rate per person

C_s = CO₂ concentration in the space

C_0 = CO₂ concentration in outdoor air



ภาพที่ ค- 1 แสดงความสัมพันธ์อัตราการใช้ออกซิเจนและการผลิตแก๊ส CO₂ ของมนุษย์ในระดับกิจกรรมต่างๆ

ในกรณีศูนย์การค้าค่า Activity Level จะเป็นระดับ 1.5 MET Units มีอัตราการผลิต CO₂(N) มีค่าเท่ากับ 0.375 l/min

ตัวอย่างการคำนวณ

จากการตรวจวัดค่าความเข้มข้น CO₂ นอกศูนย์มีค่าประมาณ 450 ppm (0.000450 ลิตรของปริมาณ CO₂ ต่อปริมาณลิตรของอากาศ)

ค่าความเข้มข้น CO₂ ภายในอาคารศูนย์การค้า มีค่าระดับ 1700 ppm (0.001700 ลิตรของปริมาณ CO₂ ต่อปริมาณลิตรของอากาศ)

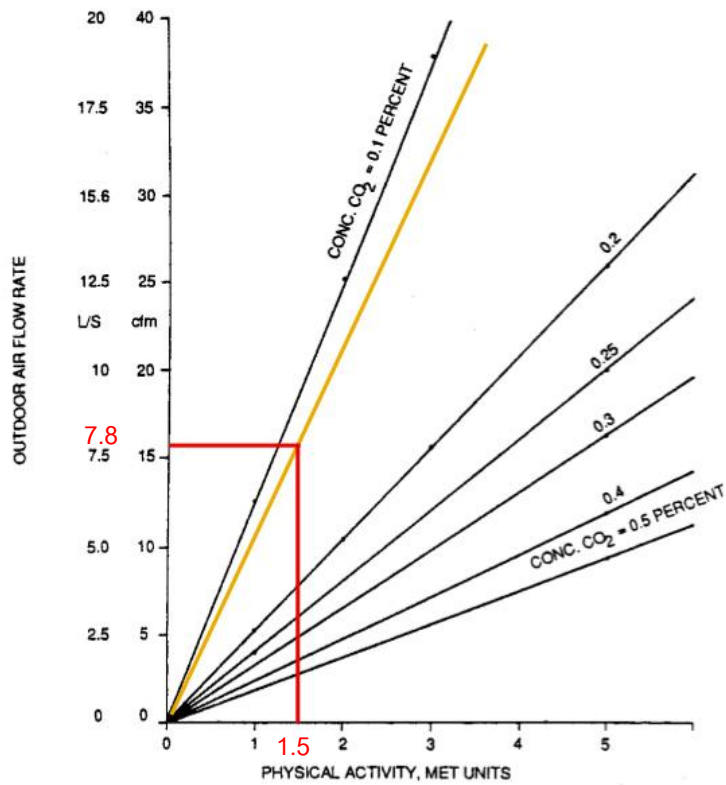
จากสมการสามารถหาค่า Vo (outdoor air flow rate per person)

$$Vo = (0.375) / (0.001700 - 0.00045)$$

$$= 300 \text{ l/min}$$

$$= 5 \text{ l/s/คน}$$

เพื่อที่จะควบคุมค่าความเข้มข้นของ CO₂ ให้อยู่ในระดับ 1,150 ppm (0.15%) ปริมาณลมอากาศบริสุทธิ์ที่ใช้สำหรับ Activity Level 1.5 METS มีค่าเท่ากับ 7.8 l/s ตาม Ventilation Requirements Chart



ภาพที่ ค- 2 แสดงอัตราอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องใช้ควบคุมปริมาณความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ ที่เกิดจากมนุษย์ในระดับกิจกรรมต่างๆ

ดังนั้นในช่วง CO₂ มีค่า 1700 จะต้องเติมอากาศบริสุทธิ์เข้ามาเพิ่มเท่ากับ $7.8 - 5 = 2.8$ l/s /Person = $15.2 \times 1,092$ คน = 3,057.35 l/s

ตารางที่ ค- 3 ข้อมูลปริมาณ Fresh air จากการคำนวณหาค่าปริมาณอากาศที่คนหายใจโดยใช้ความเข้มข้นของแก๊ส CO₂

ชั้น	Zone	จำนวนคน	$V_0 = N/(C_s - C_0)$		
			CO ₂ (*)	CO ₂ +10% (**)	ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องเพิ่ม (cfm)
1	A	1,599	1,412.28	1,553.51	7,179.13
	B	2,122	1,439.92	1,583.91	10,208.61
	C	1,970	1,340.32	1,474.35	6,985.43
	D		1,281.33	1,409.47	
2	A	2,289	1,574.06	1,731.46	14,158.78
	B	1,693	1,585.00	1,743.50	10,607.22
	C	1,739	1,480.99	1,629.09	8,721.81
	D		1,430.04	1,573.05	
3	A	1,476	1,505.58	1,656.14	8,246.69
	B	1,092	1,622.35	1,784.58	7,177.78
	C	819	1,613.76	1,775.14	5,384.57
	D	1,412	1,619.15	1,781.07	9,278.92
4	A	1,783	1,506.78	1,657.46	9,960.23
	B	978	1,622.76	1,785.04	6,504.73
	C	881	1,604.22	1,764.64	5,722.85
	D	1,518	1,445.82	1,590.40	7,456.49
				รวม	117,593.25

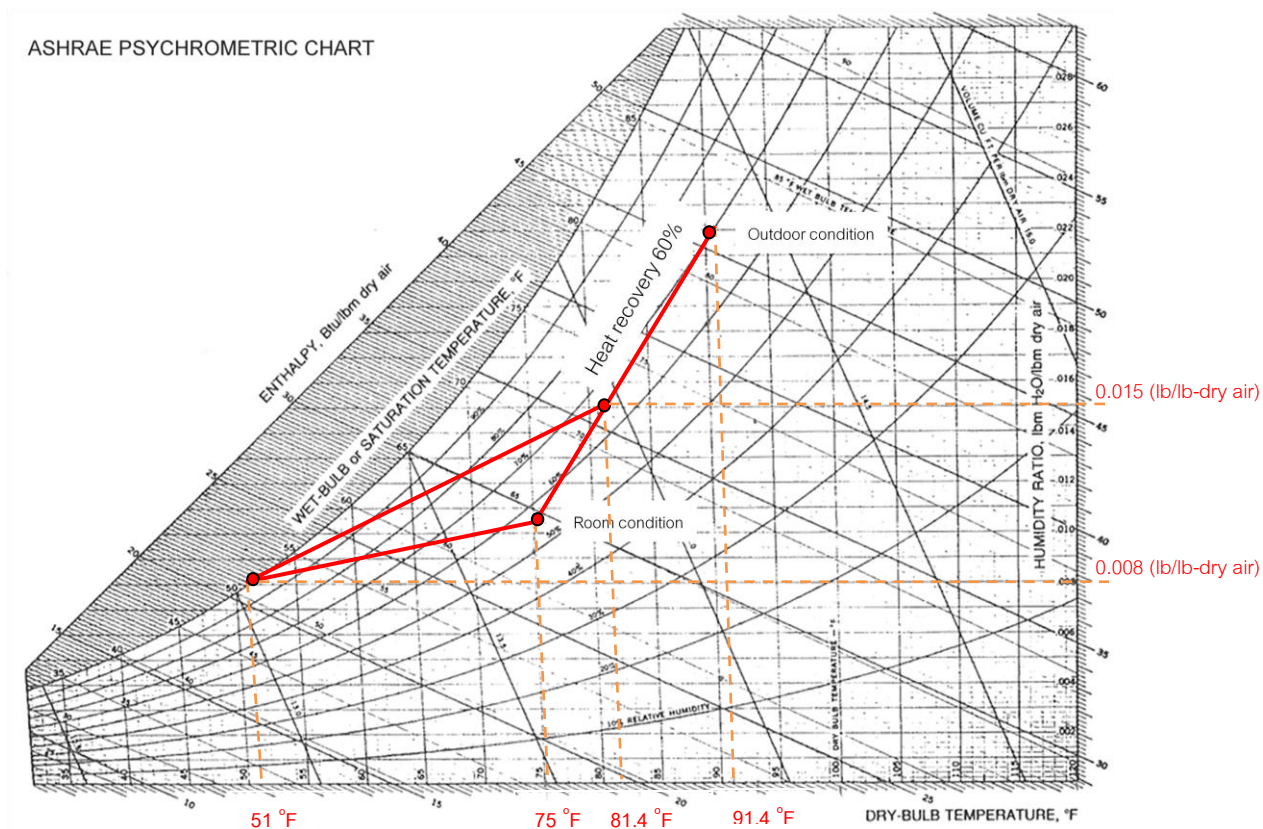
หมายเหตุ: * ใช้ค่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแก๊ส CO₂ ที่ตรวจวัดได้ในวันหยุดในการคำนวณหาปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องใช้เพื่อออกแบบระบบระบายอากาศในการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร

** ค่า accuracy ในการตรวจวัดของเครื่องมือ

ตารางที่ ค- 4 เปรียบเทียบมาตรฐานกฎกระทรวงฉบับที่ 33 พศ.2535, Ashrae 62.1-2010 และจากการคำนวณ

ชั้น	Basecase	กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พศ. 2535		ASHRAE 62.1-2010		$V_0=N/(C_s-C_0)$	
	ปริมาณ อากาศ ปริสุทธิที่มี (cfm)	ปริมาณ อากาศ ปริสุทธิที่ ต้องใช้ (cfm)	ต้องเพิ่ม ปริมาณ อากาศ ปริสุทธิ (cfm)	ปริมาณ อากาศ ปริสุทธิที่ ต้องใช้ (cfm)	ต้องเพิ่ม ปริมาณ อากาศ ปริสุทธิ (cfm)	ปริมาณ อากาศ ปริสุทธิที่ ต้องใช้ (cfm)	ต้องเพิ่ม ปริมาณ อากาศ ปริสุทธิ (cfm)
1	4,286.00	98,795.33	94,509.33	59,159.34	54,873.34	28,659.17	24,373.17
2	7,286.00	45,087.47	37,801.47	55,436.05	48,150.05	40,773.81	33,487.81
3	6,286.00	58,637.27	52,351.27	50,818.37	44,532.37	36,373.96	30,087.96
4	17,786.00	58,640.33	40,854.33	53,725.69	35,939.69	47,430.30	29,644.30
5	4,286.00	58,637.27	54,351.27	35,463.69	31,177.69	4,286.00	-
6	6,786.00	48,163.49	41,377.49	38,731.43	31,945.43	6,786.00	-
7	4,286.00	76,788.40	72,502.40	38,324.39	34,038.39	4,286.00	-
รวม	51,000.00	444,749.57	393,749.57	331,658.96	280,658.96	168,593.25	117,593.25

ภาคผนวก ง
การคำนวณปริมาณการทำความเย็น



ภาพที่ ง- 1 Psychrometric chart

การคำนวณปริมาณการทำความเย็น คำนวณจากอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยสูงสุดของภาคกลางของประเทศไทยโดยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 91.4 °F เมื่ออากาศบริสุทธิ์ที่มีอุณหภูมิ 91.4 °F ถูกนำเข้าสู่เครื่อง Air to air heat recovery wheel ซึ่งมีประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ 60% จะสามารถลดอุณหภูมิลงได้ 9.84 °F หรือประมาณ 10 °F (สามารถลดอุณหภูมิจาก 91.4 °F เหลือ 81.4 °F) ก่อนเข้าสู่กระบวนการทำความเย็นให้อากาศบริสุทธิ์ โดยมี Cooling coil ทำหน้าที่ในการลดอุณหภูมิ เมื่ออากาศบริสุทธิ์ถูกลดอุณหภูมิจนมีอุณหภูมิลดลงเหลือ 51 °F (Apparatus dewpoint) อากาศบริสุทธิ์ที่ผ่าน Cooling coil จะถูกส่งไปยังท่อลมและจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิห้องที่ 75 °F จากนั้นทำการปล่อยอากาศบริสุทธิ์ในพื้นที่บริเวณชั้นที่ 1-4

สูตรในการคำนวณปริมาณการทำความเย็น

$$Q_{total} = Q_s + Q_l$$

$$\text{Sensible heat } Q_s = 1.08 \text{ CFM } (T_{in} - T_{out})$$

$$\text{Latent heat } Q_l = 4,840 \text{ CFM } (W_{in} - W_{out})$$

1. กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พศ. 2535 ใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ 393,749.57 cfm

$$\text{Sensible heat } Q_s = 1.08 \times 393,749.57 (81.4 - 51) = 12,927,585.88 \text{ Btuh} = 1,077.30 \text{ Ton}$$

$$\text{Latent heat } Q_l = 4,840 \times 393,749.57 (0.015 - 0.008) = 13,340,235.43 \text{ Btuh} = 1,111.68 \text{ Ton}$$

$$Q_{total} = Q_s + Q_l = 1,077.30 + 1,111.68 = 2,188.98 \text{ Ton}$$

2. ASHRAE 62.1-2010 ใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ 280,658.96 cfm

$$\text{Sensible heat } Q_s = 1.08 \times 280,658.96 (81.4 - 51) = 9,214,594.97 \text{ Btuh} = 767.88 \text{ Ton}$$

$$\text{Latent heat } Q_l = 4,840 \times 280,658.96 (0.015 - 0.008) = 9,508,725.56 \text{ Btuh} = 792.39 \text{ Ton}$$

$$Q_{total} = Q_s + Q_l = 767.88 + 792.39 = 1,560.27 \text{ Ton}$$

3. DCV ใช้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ 117,593.25 cfm

$$\text{Sensible heat } Q_s = 1.08 \times 117,593.25 (81.4 - 51) = 3,860,821.58 \text{ Btuh} = 321.73 \text{ Ton}$$

$$\text{Latent heat } Q_l = 4,840 \times 117,593.25 (0.015 - 0.008) = 3,984,059.31 \text{ Btuh} = 332.00 \text{ Ton}$$

$$Q_{total} = Q_s + Q_l = 321.73 + 332.00 = 653.73 \text{ Ton}$$

คำนวณปริมาณการทำความเย็นสำหรับการออกแบบการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารแบบ DCV ปริมาณ 120,000 cfm ดังนี้

$$\text{Sensible heat } Q_s = 1.08 \times 120,000 (81.4 - 51) = 3,939,840.00 \text{ Btuh} = 328.32 \text{ Ton}$$

$$\text{Latent heat } Q_l = 4,840 \times 120,000 (0.015 - 0.008) = 4,065,600.00 \text{ Btuh} = 338.80 \text{ Ton}$$

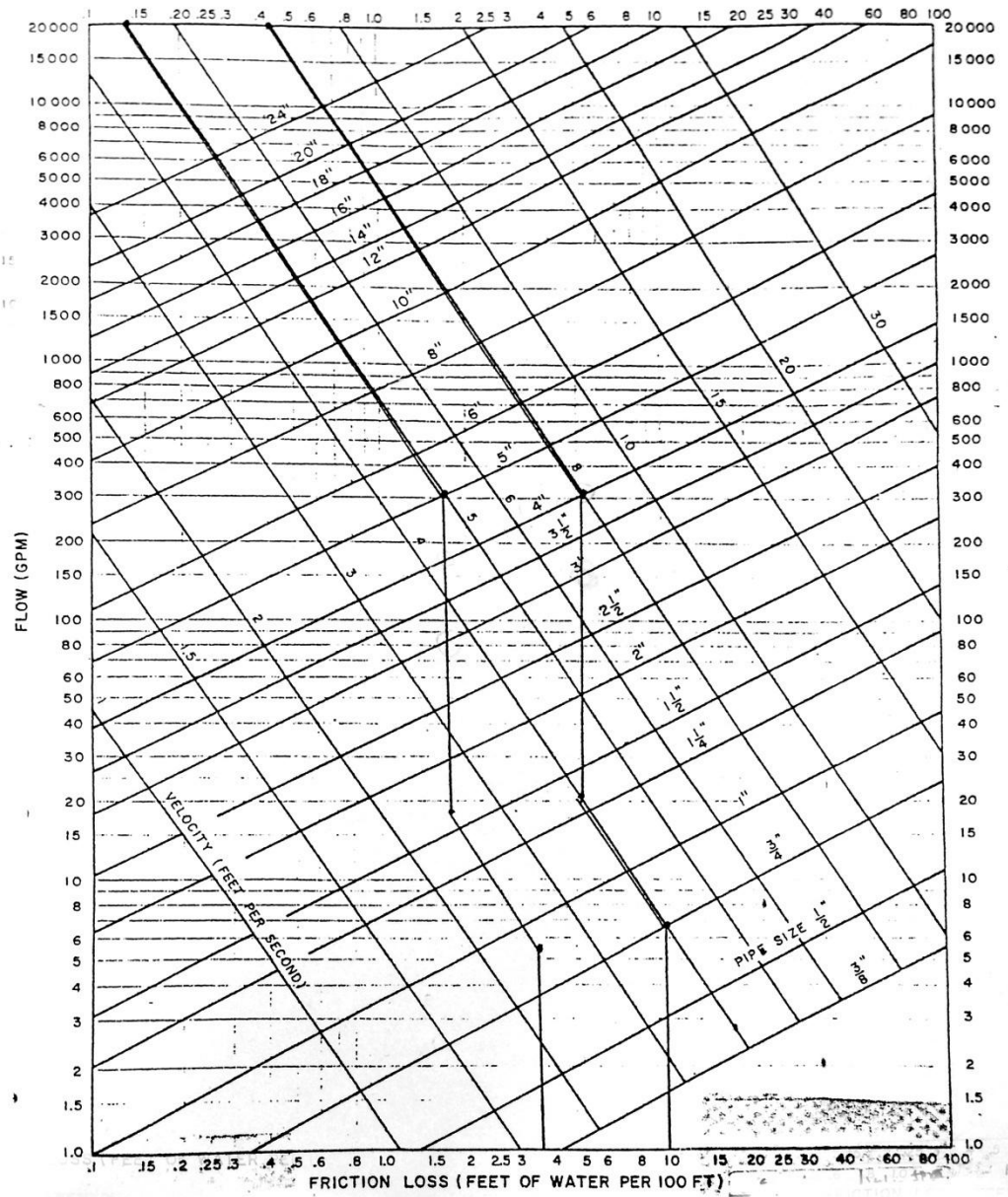
$$Q_{total} = Q_s + Q_l = 328.32 + 338.80 = 667.12 \text{ Ton}$$

ภาคผนวก จ

ตารางคำนวณขนาดท่อน้ำที่ใช้ในการติดตั้ง

CHART 3—FRICTION LOSS FOR CLOSED PIPING SYSTEMS

Schedule 40 Pipe



ภาพที่ ๑- 1 ตารางคำนวณขนาดท่อน้ำที่ใช้ในการติดตั้ง

ภาคผนวก จ

ตารางแสดงชนิดและขนาดท่อลมที่ใช้ในการติดตั้ง

DIMENSION OF LONGEST SIDE OF DUCT	STEEL METAL GAUGES FOR STATIC PRESSURE		AT JOINTS						REINFORCING ANGLE SIZE AND MAXIMUM LONGITUDINAL SPACING BETWEEN TRANSVERSE JOINTS AND/OR INTERMEDIATE REINFORCING
			PLAIN'S* SLIP(B)	HEMMED'S* SLIP(C)					
			AIR FLOW	AIR FLOW					
mm.(IN)	0"-2" WG.	2"-4" WG.	DRIVE SLIP (A)	STANDING SEAM(1)	REINFORCED BAR SLIP(G)	ALTERNATED BAR SLIP(F)	ANGLE REINFORCED STANDING SEAM(J)	mm.(IN)	
UP TO 300 (12")	(26GA)	(24GA)	A-B K	-	-	-	-		
325-450 (13"-18")	(24GA)	(22GA)	A-B K	-	-	-	-		
475-750 (19"-30")	(24GA)	(22GA)	K	C-E	-	-	-	25x25x3 (1x1x1/8") Ø1.20m. (4') CC.	
775-1050 (31"-42")	(22GA)	(20GA)	K	E,G,K	-	-	-	25x25x3 (1x1x1/8") Ø1.20m. (4') CC.	
1075-1350 (43"-54")	(22GA)	(20GA)	K	E	G	-	-	40x40x3 (11/2"x11/2"x1/8") Ø1.20m. (4') CC.	
1375-1500 (55"-60")	(20GA)	(18GA)	K	E	G	-	-	40x40x3 (11/2"x11/2"x1/8") Ø1.20m. (4') CC.	
1525-2100 (61"-84")	(20GA)	(18GA)	-	-	G	H F L	J	40x40x3 (11/2"x11/2"x1/8") Ø0.60m. (2') CC.	
2125-2400 (85"-96")	(18GA)	(16GA)	-	-	-	H L	M J	40x40x5 (11/2"x11/2"x3/16") Ø0.60m. (2') CC.	
OVER 2400 (96")	(18GA)	(16GA)	-	-	-	H L	M J	50x50x6 (2"x2"x1/4") Ø0.60m. (2') CC.	

H (HEIGHT DIMENSION) UP TO 1050 (42") = 23 (1")
H (HEIGHT DIMENSION) 1075 TO 2400 (43"-96") = 40 (11/2")
H (HEIGHT DIMENSION) OVER 2400 (96") = 50 (2")

ภาพที่ ๑-1 ตารางแสดงชนิดและขนาดของท่อลมที่ใช้ในการติดตั้ง

ตารางที่ ๑- 1 ขนาดและความยาวท่อลมระบายอากาศเสีย (Exhaust air)

	ปริมาณ ลม (cfm)	in.	in.	ความยาว (m.)	พื้นที่ (m ² .)	+ 25%	หมายเหตุ
1	60,000	80	64	54	388	486	ภายนอกอาคาร
2	30,000	60	60	342	2,052	2,565	ภายนอกอาคาร
3	30,000	60	60	60	360	450	ภายในอาคาร
4	15,000	40	40	120	480	600	ภายนอกอาคาร
5	7,500	28	28	24	67.2	84	ภายในอาคาร
6	3,750	20	20	400	800	1,000	ภายในอาคาร

ตารางที่ ๑- 2 ชนิดและพื้นที่ของท่อ Exhaust air ที่ทำการติดตั้ง

Exhaust	ขนาดท่อ (in.)	ชนิด	m ² .
1	13-30	24 GA	1,084
2	31-54	22 GA	600
3	55-84	20 GA	3,015
4	85-96	18 GA	486

ตารางที่ ๓- 3 ขนาดและความยาวของท่ออากาศดี (Fresh air) ที่นำเข้าสู่อาคาร

	ปริมาณ ลม (cfm)	in.	in.	ความยาว (m.)	พื้นที่ (m ² .)	+ 25%	หมายเหตุ
1	60,000	80	64	54	388.8	486	ภายนอกอาคาร
2	30,000	60	60	302	1,812	2,265	ภายนอกอาคาร
3	30,000	60	60	60	360	450	ภายในอาคาร
4	15,000	40	40	180	720	900	ภายในอาคาร
5	15,000	40	40	120	480	600	ภายนอกอาคาร
6	3,750	20	20	312	624	780	ภายในอาคาร
7	1,875	14	14	1,280	1,792	2,240	ภายในอาคาร

ตารางที่ ๓- 4 ชนิดและพื้นที่ของท่อ Fresh air ที่ทำการติดตั้ง

Freshair	ขนาดท่อ (in.)	ชนิด	m ² .
1	13-30	24 GA	3,020
2	31-54	22 GA	1,500
3	55-84	20 GA	2,715
4	85-96	18 GA	486

ภาคผนวก ช

แสดงการคำนวณหาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบเพื่อนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารแบบ DCV

ตารางที่ ข- 1 ค่าใช้จ่ายในการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคารแบบ DCV

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวม
				ราคาต่อหน่วย	รวมค่าวัสดุ	ราคาต่อหน่วย	รวมค่าแรง	
1	งานติดตั้งเครื่อง Air to Air 15,000 CFM พร้อม Coil น้ำเย็น พัดลม EXHAUST และ FRESH AIR รวมอุปกรณ์ไฟฟ้า ควบคุม	8	เครื่อง	2,000,000.00	16,000,000.00	300,000.00	2,400,000.00	18,400,000.00
2	งานติดตั้งเครื่อง Chiller 700 ตัน	1	เครื่อง	5,000,000	5,000,000	500,000	500,000	5,500,000
3	งานติดตั้ง เมทวาล์ว เมนท่อน้ำ ฉนวน ระบบปรับอากาศ							
	BLACK STEEL PIPE SCH 40 ขนาด DIA 6"	228	m.	1,395.17	318,098.00	400.00	91,200.00	409,298.00
	BLACK STEEL PIPE SCH 40 ขนาด DIA 4"	56	m.	803.00	44,968.00	200.00	11,200.00	56,168.00
	BLACK STEEL PIPE SCH 40 ขนาด DIA 3"	96	m.	557.33	53,504.00	180.00	17,280.00	70,784.00
	FITTING	1	ชุด	124,971.00	124,971.00	35904	35,904.00	160,875.00
	SUPPORT HANGER	1	ชุด	62,485.50	62,485.50	17952	17,952.00	80,437.50
	PIPING INSULATION AEROFLEX 2" THICK DIA 6"	228	m.	1,069.51	243,847.87	200.00	45,600.00	289,447.87
	PIPING INSULATION AEROFLEX 2" THICK DIA 4"	56	m.	817.05	45,754.75	200.00	11,200.00	56,954.75
	PIPING INSULATION AEROFLEX 1 1/2" THICK DIA 3"	96	m.	527.87	50,675.41	150.00	14,400.00	65,075.41
	PVC PIPE FOR DRAIN DIA 2"	60	m.	80.00	4,800.00	80.00	4,800.00	9,600.00
	PIPING INSULATION FOR DRAIN PIPE AEROFLEX 3/4"THICK DIA 2"	60	m.	174.43	10,465.57	80.00	4,800.00	15,265.57
	BUTTERFLY VALVE 6"	4	ตัว	8,900.00	35,600.00	1,800.00	7,200.00	42,800.00
	BALANCING VALVE 6"	2	ตัว	30,400.00	60,800.00	1,800.00	3,600.00	64,400.00
	GATE VALVE 4"	16	ตัว	13,200.00	211,200.00	1,200.00	19,200.00	230,400.00
	GATE VALVE DRAIN 1/2"	16	ตัว	300.00	4,800.00	150.00	2,400.00	7,200.00
	BALANCING VALVE 4"	8	ตัว	14,560.00	116,480.00	1,200.00	9,600.00	126,080.00
	2-WAY VALVE 4"	8	ตัว	61,920.00	495,360.00	1,200.00	9,600.00	504,960.00
	STRAINER 4"	8	ตัว	11,000.00	88,000.00	1,200.00	9,600.00	97,600.00
	ACCESSORIES	1	ชุด	98,590.51	98,590.51	15,776.80	15,776.80	114,367.31

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

1. ค่าไฟฟ้าของพัดลม

ตารางที่ ซ-2 เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของพัดลม

	ปริมาณอากาศ บริสุทธิ์ที่ใช้ (cfm)	พลังงานพัดลมที่ใช้ (kWh)	รวมเป็นเงิน
Basecase	51,000.00	236,522	745,044.30
กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พศ. 2535	393,750.00	1,798,073	5,663,929.95
ASHRAE 62.1-2010	280,659.00	1,260,645	3,971,031.75
DCV	117,746.6	533,239	1,679,202.85

หมายเหตุ: คิดค่าไฟฟ้าในอัตรา 3.15 บาทต่อ kWh

2. ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำเย็น

ตารางที่ ซ-3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำเย็น

	ปริมาณการ ทำความเย็น (Ton)	ผลิตน้ำเย็น 4.17 บาท/Ton/ชม	ชม.	วัน	รวมเป็นเงิน
Basecase	166.6667	694.00	12	365	3,039,720.00
กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พศ. 2535	2,188.98	9,126.07	12	365	39,980,844.11
ASHRAE 62.1-2010	1,560.27	6,504.92	12	365	28,497,707.44
DCV	653.73	2,729.05	12	365	11,940,116.96

หมายเหตุ: คิดค่าไฟฟ้าในอัตรา 3.15 บาทต่อ kWh

3. ค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงาน CO2 Sensors

CO2 Sensors ตัวละ 9 วัตต์ ใช้พลังงาน

$$= 9 \text{ วัตต์} \times 365 \text{ วัน} \times 12 \text{ ชม} \times 64 = 2,522,880 \text{ วัตต์ ชั่วโมง/ปี}$$

$$= 2,522.8 \text{ กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี} = 7,947 \text{ บาท/ปี}$$

ค่าบำรุงรักษา

1. ค่าบำรุงรักษาพัดลม เครื่องละ 2,000 บาท

ตารางที่ ซ-4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำเย็น

	จำนวนพัดลม	ค่าบำรุงรักษาทั้งหมด (บาท)
Basecase	2	40,000
กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พศ. 2535	27	54,000
ASHRAE 62.1-2010	19	38,000
DCV	8	16,000

2. ค่าบำรุงรักษาชุดเซนเซอร์

ค่าบำรุงรักษาชุด CO₂ Sensors ชุดละ 500 บาท 66 เครื่อง รวม 33,000 บาท

การคำนวณ Present Worth (PW) มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน

ตารางที่ ซ-5 อัตราค่าที่ใช้ในการคำนวณมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน

Escalation rate (e)	4.56%
Discount rate (i)	7.50%
N (year)	20

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$PW = N \times [(1+e)/(1+i)]$$

ตารางที่ ซ-6 มูลค่า ณ ปัจจุบันสำหรับพิจารณาการลงทุน

	Present Worth (บาท)
Basecae	1,007,848,734.96
กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พศ. 2535	4,661,474,379.65
ASHRAE 62.1-2010	3,503,964,061.94
DCV	2,061,223,209.00

ภาคผนวก ซ

ความเข้มข้นของแก๊ส CO₂ เดือน พฤศจิกายน – ธันวาคม 2555

ตารางที่ ซี- 1 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 1 วันอังคารที่ 30 ตุลาคม 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.50	24.40	23.20	23.60	23.30	23.70	23.80	24.20	24.00	24.10	23.80	23.20	24.00	23.70	22.10	22.90	24.50	22.10	23.66
	ความชื้น (%RH)	58.70	60.00	61.50	59.60	63.20	61.10	58.40	58.00	60.90	58.60	61.40	61.70	58.80	60.60	60.40	63.00	63.20	58.00	60.37
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,199.00	1,051.00	1,390.00	1,074.00	1,428.00	997.00	926.00	1,323.00	888.00	1,055.00	964.00	1,072.00	1,007.00	922.00	984.00	966.00	1,428.00	888.00	1,077.88
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.60	21.90	23.60	22.40	23.30	24.70	23.60	22.60	23.10	22.90	22.80	23.20	23.70	23.50	22.70	23.70	24.70	21.90	23.14
	ความชื้น (%RH)	56.40	57.80	56.80	55.90	54.90	58.70	56.90	59.20	56.90	57.70	57.10	58.00	59.90	60.40	58.90	59.40	60.40	54.90	57.81
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	2.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,604.00	1,565.00	1,378.00	1,496.00	1,042.00	974.00	1,430.00	1,352.00	1,557.00	1,357.00	1,651.00	1,294.00	1,371.00	1,201.00	1,228.00	1,223.00	1,651.00	974.00	1,357.69
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.00	24.30	23.10	24.30	23.00	23.30	23.20	23.80	23.30	24.30	22.80	23.80	22.60	23.50	23.00	24.30	22.60	23.43
	ความชื้น (%RH)	54.20	60.60	57.30	56.90	58.80	60.70	59.20	59.80	58.80	59.70	55.70	59.00	54.40	57.20	54.60	55.00	60.70	54.20	57.62
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,402.00	1,364.00	1,421.00	1,362.00	1,447.00	1,455.00	1,269.00	1,369.00	1,324.00	1,514.00	1,315.00	1,441.00	1,181.00	1,403.00	1,489.00	1,492.00	1,514.00	1,181.00	1,390.50
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.30	24.90	23.90	25.10	24.70	25.30	24.00	24.10	23.80	24.00	24.10	24.70	22.20	22.50	22.30	22.60	25.30	22.20	23.84
	ความชื้น (%RH)	58.90	54.80	63.60	57.00	57.30	58.90	57.60	56.90	59.60	56.40	60.10	55.90	61.40	59.80	64.90	58.70	64.90	54.80	58.86
	ค่า CO (ppm)	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	961.00	1,061.00	1,499.00	1,331.00	1,778.00	1,448.00	1,484.00	1,493.00	1,318.00	1,406.00	1,442.00	1,452.00	1,265.00	1,445.00	1,265.00	1,385.00	1,778.00	961.00	1,377.06
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	22.00	24.20	24.00	23.80	22.80	23.90	23.20	22.30	23.70	22.30	23.40	23.30	22.70	22.80	22.70	23.20	24.20	22.00	23.14
	ความชื้น (%RH)	66.40	59.60	63.70	63.70	62.00	60.80	60.70	66.70	57.80	67.40	62.90	62.70	63.60	64.70	64.60	63.60	67.40	57.80	63.18
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	651.00	646.00	690.00	596.00	807.00	642.00	862.00	584.00	715.00	621.00	662.00	598.00	688.00	595.00	621.00	599.00	862.00	584.00	661.06
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.80	23.80	24.60	23.00	22.70	24.00	22.30	23.40	24.50	22.70	23.40	22.00	22.30	23.10	22.80	23.20	24.80	22.00	23.29
	ความชื้น (%RH)	63.10	54.90	56.90	59.50	58.60	60.70	61.90	68.30	56.80	60.00	60.80	59.60	60.80	58.90	62.50	64.00	68.30	54.90	60.46
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	729.00	675.00	719.00	698.00	640.00	709.00	597.00	880.00	906.00	593.00	969.00	778.00	981.00	849.00	846.00	788.00	981.00	593.00	772.31
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.20	22.00	23.30	23.20	23.80	25.00	23.60	23.50	23.40	24.40	23.30	23.90	23.00	24.00	23.80	24.10	25.00	22.00	23.53
	ความชื้น (%RH)	63.40	62.10	63.30	59.70	63.50	62.70	61.00	60.40	59.90	58.70	66.30	59.70	67.70	58.30	58.40	61.70	67.70	58.30	61.68
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	1.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	601.00	558.00	579.00	633.00	671.00	637.00	670.00	552.00	594.00	622.00	705.00	728.00	509.00	714.00	548.00	486.00	728.00	486.00	612.94

ตารางที่ ข- 2 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 2 วันพฤหัสบดี ที่ 1 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	22.90	24.90	22.90	24.30	24.00	23.60	23.20	24.10	23.80	23.40	24.00	23.80	24.00	24.00	22.00	23.70	24.90	22.00	23.66
	ความชื้น (%RH)	61.60	58.30	65.70	59.00	58.10	58.10	58.50	58.10	59.20	59.40	59.50	60.00	57.00	58.70	60.40	59.00	65.70	57.00	59.41
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,319.00	1,168.00	1,261.00	1,042.00	1,247.00	1,030.00	894.00	1,025.00	840.00	1,000.00	885.00	1,011.00	885.00	922.00	902.00	880.00	1,319.00	840.00	1,019.44
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.20	21.80	23.80	21.90	23.10	24.70	22.80	22.40	23.50	22.50	22.70	23.30	22.90	23.10	23.00	23.70	24.70	21.80	23.03
	ความชื้น (%RH)	55.30	60.50	56.30	59.20	55.40	57.90	56.80	57.30	56.40	57.70	57.90	57.50	59.10	58.30	56.50	58.20	60.50	55.30	57.52
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,377.00	1,322.00	1,365.00	1,175.00	1,022.00	938.00	1,126.00	1,412.00	1,339.00	1,331.00	1,453.00	1,094.00	1,394.00	1,116.00	1,112.00	1,163.00	1,453.00	938.00	1,233.69
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.20	23.20	23.50	22.60	24.00	22.60	23.00	22.90	23.10	23.10	23.60	23.30	24.10	23.70	23.80	23.50	24.10	22.60	23.33
	ความชื้น (%RH)	61.90	55.40	55.40	57.70	56.40	60.30	56.70	56.90	58.70	59.70	58.10	56.50	55.40	53.30	52.70	53.90	61.90	52.70	56.81
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,146.00	1,108.00	1,312.00	1,397.00	1,335.00	1,279.00	1,479.00	1,297.00	1,463.00	1,432.00	1,409.00	1,307.00	1,515.00	1,398.00	1,385.00	1,565.00	1,565.00	1,108.00	1,364.19
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.50	23.20	23.40	23.40	24.00	24.70	23.40	24.50	24.00	23.30	24.20	22.70	24.00	21.60	23.70	22.50	24.70	21.60	23.57
	ความชื้น (%RH)	59.50	65.30	54.50	57.20	55.60	54.10	57.40	57.50	58.40	59.60	58.40	59.10	56.60	60.40	59.10	59.00	65.30	54.10	58.23
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,453.00	843.00	1,655.00	674.00	1,659.00	970.00	1,536.00	1,362.00	1,555.00	1,368.00	1,481.00	1,346.00	1,298.00	1,338.00	1,376.00	1,221.00	1,659.00	674.00	1,320.94
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.70	24.10	22.70	23.20	23.20	22.50	23.10	23.40	22.40	23.30	22.30	23.50	22.20	22.70	22.70	21.70	24.10	21.70	22.92
	ความชื้น (%RH)	63.50	62.80	61.80	62.30	56.90	62.60	62.00	59.90	63.30	66.60	62.20	67.00	62.20	63.80	61.80	64.80	67.00	56.90	62.72
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	3.00	1.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	566.00	674.00	802.00	588.00	1,024.00	568.00	715.00	590.00	630.00	637.00	699.00	551.00	670.00	500.00	576.00	522.00	1,024.00	500.00	644.50
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	22.80	24.20	22.40	24.00	22.00	22.60	22.30	23.30	22.90	22.60	23.60	22.50	23.70	22.80	23.70	23.40	24.20	22.00	23.05
	ความชื้น (%RH)	56.20	59.10	60.40	61.50	61.90	58.60	59.40	61.10	56.60	58.00	55.40	61.60	59.50	58.50	58.60	55.70	61.90	55.40	58.88
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	668.00	649.00	571.00	674.00	536.00	674.00	704.00	796.00	853.00	757.00	899.00	735.00	947.00	964.00	678.00	828.00	964.00	536.00	745.81
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.20	21.50	23.20	22.50	23.50	24.20	23.10	23.30	23.10	23.60	23.70	23.10	23.00	23.00	23.10	22.60	24.20	21.20	22.98
	ความชื้น (%RH)	63.30	60.90	63.20	57.80	61.30	62.10	60.30	61.40	61.70	59.30	59.10	60.50	63.60	61.40	62.80	67.00	67.00	57.80	61.61
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	496.00	475.00	512.00	614.00	674.00	593.00	597.00	527.00	559.00	657.00	691.00	577.00	634.00	389.00	394.00	449.00	691.00	389.00	552.38

ตารางที่ ซี- 3 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 3 วันเสาร์ที่ 3 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.30	24.30	24.60	25.50	24.90	25.40	24.40	24.50	24.30	24.20	24.40	24.10	23.90	22.60	21.80	22.00	25.50	21.80	24.08
	ความชื้น (%RH)	62.60	60.30	59.40	57.40	57.50	64.80	56.20	58.00	60.20	58.80	55.90	55.40	60.60	58.40	61.40	60.20	64.80	55.40	59.19
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,585.00	1,614.00	1,593.00	1,460.00	1,389.00	1,488.00	1,405.00	1,390.00	1,430.00	1,320.00	1,331.00	1,263.00	1,262.00	1,171.00	1,192.00	1,155.00	1,614.00	1,155.00	1,378.00
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.20	24.00	24.00	23.90	24.40	23.80	23.90	24.20	23.70	23.90	23.40	24.50	24.40	23.90	24.30	24.50	23.20	23.94
	ความชื้น (%RH)	57.40	57.40	59.10	57.40	57.50	57.40	58.00	57.60	56.20	60.30	61.90	59.40	57.40	57.70	56.60	58.00	61.90	56.20	58.08
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,728.00	1,563.00	1,650.00	1,450.00	1,512.00	1,638.00	1,410.00	1,350.00	1,317.00	1,326.00	1,318.00	1,360.00	1,320.00	1,183.00	1,180.00	1,129.00	1,728.00	1,129.00	1,402.13
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.40	24.40	24.70	24.30	24.80	24.20	24.50	24.10	23.60	23.80	24.80	24.20	24.50	24.40	24.30	24.20	24.80	23.60	24.33
	ความชื้น (%RH)	57.20	56.30	55.40	56.50	59.50	57.70	58.40	58.60	60.40	58.50	56.60	55.80	56.60	53.60	54.40	53.30	60.40	53.30	56.80
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,790.00	1,773.00	1,800.00	1,660.00	1,670.00	1,511.00	1,557.00	1,706.00	1,566.00	1,609.00	1,460.00	1,546.00	1,610.00	1,708.00	1,550.00	1,562.00	1,800.00	1,460.00	1,629.88
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	22.70	25.00	24.80	25.50	24.20	24.80	24.30	24.30	24.60	24.80	24.70	24.80	24.10	23.00	23.30	23.40	25.50	22.70	24.27
	ความชื้น (%RH)	63.00	53.30	57.70	58.50	59.20	57.40	60.90	59.40	61.40	61.40	60.00	58.80	62.20	58.20	58.90	63.40	63.40	53.30	59.61
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,735.00	1,780.00	1,730.00	1,920.00	1,523.00	1,610.00	1,409.00	1,402.00	1,312.00	1,270.00	1,189.00	1,086.00	946.00	908.00	790.00	784.00	1,920.00	784.00	1,337.13
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.40	24.60	23.50	22.80	23.80	24.20	24.40	23.70	23.50	23.60	23.40	22.80	23.10	22.30	22.60	22.80	24.60	22.30	23.41
	ความชื้น (%RH)	62.00	63.10	58.80	61.10	61.20	60.00	63.80	66.30	62.20	63.10	63.00	60.60	63.00	62.50	63.70	61.60	66.30	58.80	62.25
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	872.00	836.00	899.00	877.00	851.00	869.00	910.00	762.00	740.00	742.00	740.00	818.00	810.00	838.00	807.00	838.00	910.00	740.00	825.56
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.50	24.20	23.10	23.00	23.50	24.20	23.80	23.90	24.10	23.90	24.20	24.40	23.90	23.90	23.20	23.40	24.40	23.00	23.76
	ความชื้น (%RH)	56.80	61.60	55.90	56.40	56.80	61.60	55.80	59.30	58.80	55.90	61.90	60.80	64.00	62.20	60.80	61.20	64.00	55.80	59.36
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	889.00	889.00	750.00	850.00	877.00	888.00	763.00	864.00	844.00	920.00	709.00	718.00	780.00	654.00	660.00	668.00	920.00	654.00	795.19
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.30	22.10	22.20	24.40	24.60	25.10	23.80	24.50	23.90	24.40	24.50	23.70	24.00	24.80	23.80	23.60	25.10	22.10	23.86
	ความชื้น (%RH)	60.80	61.60	61.40	61.40	60.70	64.70	61.80	58.60	60.10	61.20	62.00	68.60	67.00	70.70	69.80	68.20	70.70	58.60	63.66
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	548.00	511.00	508.00	532.00	517.00	482.00	526.00	586.00	626.00	586.00	586.00	660.00	614.00	595.00	608.00	587.00	660.00	482.00	567.00

ตารางที่ ข- 4 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 4 วันอาทิตย์ที่ 4 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.40	24.10	24.80	25.00	24.80	25.40	24.60	24.70	24.20	24.60	23.90	23.90	23.00	23.50	23.80	22.50	25.40	22.50	24.20
	ความชื้น (%RH)	62.40	60.20	58.80	58.40	57.80	62.40	58.80	57.60	56.60	60.40	59.40	62.00	60.30	58.60	61.80	60.60	62.40	56.60	59.76
	ค่า CO (ppm)	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	2.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,460.00	1,444.00	1,380.00	1,380.00	1,410.00	1,378.00	1,510.00	1,380.00	1,370.00	1,368.00	1,280.00	1,324.00	1,282.00	1,320.00	1,308.00	1,370.00	1,510.00	1,280.00	1,372.75
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.90	24.00	24.30	24.40	24.80	24.40	24.30	23.20	23.90	23.50	24.20	24.10	23.80	23.40	24.10	23.90	24.80	23.20	24.01
	ความชื้น (%RH)	60.20	58.60	55.50	56.60	58.50	58.80	60.20	58.80	58.10	59.60	61.00	59.40	59.60	57.30	57.70	59.40	61.00	55.50	58.71
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	3.00	3.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,780.00	1,760.00	1,768.00	1,770.00	1,690.00	1,712.00	1,700.00	1,721.00	1,780.00	1,581.00	1,530.00	1,530.00	1,586.00	1,310.00	1,454.00	1,312.00	1,780.00	1,310.00	1,624.00
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.60	24.30	24.30	24.70	24.90	24.60	24.40	24.10	24.20	23.80	25.00	24.20	25.00	24.80	24.40	24.50	25.00	23.80	24.49
	ความชื้น (%RH)	55.40	57.70	56.70	56.40	58.20	58.60	57.40	59.00	57.90	59.20	58.40	56.60	53.80	54.60	53.20	53.80	59.20	53.20	56.68
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,750.00	1,647.00	1,635.00	1,660.00	1,822.00	1,780.00	1,738.00	1,628.00	1,625.00	1,612.00	1,570.00	1,510.00	1,756.00	1,610.00	1,650.00	1,490.00	1,822.00	1,490.00	1,655.19
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.00	26.00	25.60	25.70	24.50	25.50	24.50	25.50	25.30	25.00	25.00	25.50	24.00	25.00	24.40	23.90	26.00	23.90	24.96
	ความชื้น (%RH)	57.60	53.60	55.60	60.00	57.50	58.70	56.50	58.80	58.60	58.00	56.30	58.80	57.80	58.40	58.40	58.80	60.00	53.60	57.71
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,450.00	1,788.00	1,876.00	1,910.00	1,348.00	1,800.00	1,151.00	1,910.00	1,990.00	1,861.00	1,980.00	1,887.00	1,890.00	1,740.00	1,996.00	1,960.00	1,996.00	1,151.00	1,783.56
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.40	23.50	22.70	22.80	23.40	23.50	23.40	22.80	24.20	23.60	23.10	22.80	23.20	23.00	22.80	22.70	24.20	22.70	23.18
	ความชื้น (%RH)	67.80	60.60	61.20	60.60	61.80	62.00	64.00	61.80	58.80	62.00	62.60	62.60	60.80	62.50	64.00	61.20	67.80	58.80	62.14
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	780.00	988.00	910.00	890.00	980.00	980.00	962.00	961.00	980.00	1,010.00	1,012.00	1,008.00	1,008.00	970.00	870.00	860.00	1,012.00	780.00	948.06
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.60	24.00	23.00	24.20	23.40	24.00	23.50	23.60	24.60	24.40	24.30	24.20	23.80	24.40	23.60	23.80	24.60	23.00	23.90
	ความชื้น (%RH)	59.90	58.80	60.30	60.80	63.40	60.00	57.00	56.60	56.80	57.60	60.80	60.20	62.40	60.80	58.80	60.80	63.40	56.60	59.69
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	828.00	830.00	910.00	928.00	940.00	788.00	766.00	780.00	794.00	788.00	780.00	791.00	810.00	760.00	758.00	780.00	940.00	758.00	814.44
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.40	22.30	22.40	23.80	24.60	24.80	23.80	24.40	24.20	24.40	23.20	23.60	24.20	24.00	23.90	23.60	24.80	22.30	23.73
	ความชื้น (%RH)	60.80	67.80	62.40	62.80	61.80	64.00	62.40	62.40	59.90	60.20	62.00	64.80	66.00	67.40	66.00	69.40	69.40	59.90	63.76
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	762.00	758.00	752.00	730.00	740.00	780.00	788.00	740.00	721.00	741.00	738.00	773.00	760.00	650.00	610.00	550.00	788.00	550.00	724.56

ตารางที่ ๕- 5 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 5 วันอังคารที่ 6 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	25.00	23.90	23.40	23.60	23.30	23.50	24.00	24.30	23.90	24.10	23.60	23.20	24.10	24.00	23.10	22.20	25.00	22.20	23.70
	ความชื้น (%RH)	59.90	61.70	62.50	59.80	64.50	59.70	58.90	59.00	59.80	59.10	59.60	61.60	61.00	58.00	58.40	62.60	64.50	58.00	60.38
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,024.00	1,055.00	1,150.00	1,048.00	1,280.00	886.00	882.00	1,220.00	910.00	1,013.00	939.00	1,027.00	1,003.00	896.00	943.00	924.00	1,280.00	882.00	1,012.50
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	24.00	22.30	24.00	22.30	24.20	24.50	23.40	22.50	23.20	22.40	22.60	22.80	23.20	23.20	22.70	23.60	24.50	22.30	23.18
	ความชื้น (%RH)	56.70	60.00	61.60	59.30	58.80	61.80	59.60	63.30	55.10	58.40	57.40	59.50	60.10	59.40	57.90	59.00	63.30	55.10	59.24
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,276.00	1,325.00	1,091.00	1,386.00	936.00	941.00	1,301.00	1,296.00	1,332.00	1,235.00	1,639.00	1,021.00	1,268.00	1,087.00	1,090.00	979.00	1,639.00	936.00	1,200.19
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.60	24.20	23.20	24.80	23.00	23.00	23.80	24.00	23.10	24.60	23.20	24.50	23.60	24.30	23.70	24.80	23.00	23.76
	ความชื้น (%RH)	57.20	58.40	58.90	59.00	58.70	59.80	57.10	57.20	57.30	55.60	56.40	58.70	53.50	52.90	53.10	54.40	59.80	52.90	56.76
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,265.00	1,419.00	1,251.00	1,386.00	1,276.00	1,322.00	1,390.00	1,348.00	1,375.00	1,443.00	1,345.00	1,314.00	1,335.00	1,377.00	1,376.00	1,493.00	1,493.00	1,251.00	1,357.19
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.70	23.50	23.90	23.90	24.20	24.60	23.30	24.80	23.30	23.40	24.10	22.50	24.00	21.50	23.90	22.80	24.80	21.50	23.65
	ความชื้น (%RH)	58.90	60.50	54.70	56.70	57.00	56.50	60.30	54.70	59.90	59.10	58.40	57.20	57.30	64.00	61.00	59.70	64.00	54.70	58.49
	ค่า CO (ppm)	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,810.00	1,466.00	1,658.00	1,459.00	1,570.00	1,630.00	1,572.00	1,502.00	1,448.00	1,503.00	1,338.00	1,582.00	1,239.00	1,349.00	1,203.00	998.00	1,810.00	998.00	1,457.94
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.90	24.70	23.50	22.60	23.80	23.30	22.40	23.50	22.80	23.50	22.50	23.00	21.70	22.20	22.30	22.50	24.90	21.70	23.08
	ความชื้น (%RH)	60.50	63.50	60.40	62.90	58.90	61.20	63.10	62.70	63.40	62.70	61.20	59.10	65.20	61.60	63.10	60.60	65.20	58.90	61.88
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	682.00	833.00	983.00	756.00	1,217.00	750.00	659.00	758.00	642.00	712.00	568.00	614.00	594.00	676.00	701.00	667.00	1,217.00	568.00	738.25
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.50	22.60	23.70	22.40	22.70	23.50	23.70	23.50	23.20	24.60	23.30	23.30	22.60	23.20	23.60	24.60	22.40	23.39
	ความชื้น (%RH)	55.60	56.50	59.20	64.50	60.00	59.30	60.90	59.30	58.00	58.60	59.50	60.90	63.40	58.20	63.70	57.00	64.50	55.60	59.66
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	647.00	674.00	662.00	648.00	621.00	796.00	703.00	869.00	835.00	782.00	825.00	807.00	937.00	873.00	732.00	719.00	937.00	621.00	758.13
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.80	22.70	24.00	23.40	23.40	24.60	23.60	23.00	23.40	23.10	23.20	23.20	22.80	23.30	22.40	23.40	24.60	21.80	23.21
	ความชื้น (%RH)	64.10	63.10	64.10	59.40	66.40	63.80	61.20	63.50	59.40	62.30	66.80	60.90	68.10	60.10	59.80	61.70	68.10	59.40	62.79
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	539.00	509.00	624.00	628.00	742.00	629.00	650.00	551.00	547.00	645.00	562.00	605.00	426.00	599.00	498.00	441.00	742.00	426.00	574.69

ตารางที่ ๕- 6 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 6 วันพฤหัสบดีที่ 8 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.30	25.00	22.60	23.90	24.00	23.90	23.90	24.30	24.00	23.40	24.30	24.30	24.40	23.80	22.10	23.90	25.00	22.10	23.82
	ความชื้น (%RH)	62.00	58.50	67.10	60.30	60.80	60.70	61.20	60.70	60.80	61.90	61.60	62.40	59.20	58.70	62.20	59.60	67.10	58.50	61.11
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,109.00	1,049.00	1,109.00	963.00	1,207.00	960.00	831.00	1,225.00	977.00	1,204.00	950.00	1,144.00	1,105.00	1,063.00	1,041.00	1,014.00	1,225.00	831.00	1,059.44
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.60	22.40	23.20	23.00	24.00	24.70	23.50	22.20	23.10	22.70	22.90	23.00	23.60	23.40	23.40	24.10	24.70	22.20	23.24
	ความชื้น (%RH)	63.40	58.70	55.70	58.30	59.20	58.10	56.50	59.00	58.00	57.70	58.90	59.40	60.00	61.20	57.20	59.80	63.40	55.70	58.82
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,353.00	1,263.00	1,520.00	1,409.00	1,265.00	1,041.00	1,429.00	1,461.00	1,592.00	1,439.00	1,476.00	1,284.00	1,288.00	1,218.00	1,156.00	1,100.00	1,592.00	1,041.00	1,330.88
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.40	23.70	23.70	22.80	24.50	22.70	23.00	23.40	23.10	23.10	24.10	23.50	24.30	23.40	23.70	23.00	24.50	22.70	23.46
	ความชื้น (%RH)	64.40	56.10	57.40	59.30	58.10	60.80	58.10	59.40	58.50	59.30	58.80	57.40	54.90	54.00	54.50	54.70	64.40	54.00	57.86
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,069.00	1,013.00	1,356.00	1,407.00	1,416.00	1,385.00	1,544.00	1,445.00	1,541.00	1,520.00	1,577.00	1,408.00	1,473.00	1,514.00	1,341.00	1,431.00	1,577.00	1,013.00	1,402.50
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.70	24.00	23.50	23.80	24.20	23.60	23.90	24.20	23.50	24.30	22.60	23.70	21.80	22.80	21.50	24.70	21.50	23.52
	ความชื้น (%RH)	56.00	63.10	54.60	57.00	59.50	55.40	59.20	56.60	59.00	62.30	57.80	58.60	60.50	59.50	58.80	59.90	63.10	54.60	58.61
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,743.00	1,447.00	1,784.00	815.00	1,841.00	1,168.00	1,622.00	1,440.00	1,408.00	1,425.00	1,299.00	1,517.00	1,281.00	1,470.00	1,197.00	1,408.00	1,841.00	815.00	1,429.06
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.40	24.70	23.60	23.60	24.60	22.90	22.90	23.70	22.80	23.00	22.30	23.50	21.30	23.00	22.30	22.20	24.70	21.30	23.18
	ความชื้น (%RH)	66.60	65.90	61.60	66.00	56.70	62.70	64.30	61.60	64.50	66.80	62.80	67.50	64.10	64.40	62.90	64.90	67.50	56.70	63.96
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	653.00	846.00	966.00	616.00	1,264.00	632.00	708.00	602.00	672.00	703.00	660.00	567.00	677.00	555.00	634.00	566.00	1,264.00	555.00	707.56
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.00	23.00	22.30	23.60	23.50	25.10	23.00	23.30	23.90	23.40	24.00	23.30	24.60	23.40	23.30	22.50	25.10	22.30	23.58
	ความชื้น (%RH)	60.00	59.80	62.00	57.90	61.20	63.40	58.40	60.40	61.30	63.90	58.70	65.40	59.70	62.90	58.70	60.20	65.40	57.90	60.87
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	691.00	562.00	528.00	676.00	555.00	678.00	741.00	748.00	921.00	851.00	950.00	805.00	935.00	1,018.00	865.00	1,058.00	1,058.00	528.00	786.38
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.80	22.90	24.00	22.80	24.50	24.50	23.90	23.60	24.30	22.70	22.80	24.10	23.00	23.80	23.00	23.10	24.50	21.80	23.43
	ความชื้น (%RH)	65.30	64.20	63.80	60.60	68.10	62.10	61.80	64.00	60.50	65.50	70.70	63.80	68.20	62.30	62.40	65.00	70.70	60.50	64.27
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	4.00	1.00	2.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	549.00	489.00	686.00	667.00	628.00	523.00	627.00	537.00	641.00	673.00	485.00	587.00	465.00	620.00	529.00	473.00	686.00	465.00	573.69

ตารางที่ ๗- 7 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 7 วันเสาร์ที่ 10 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.30	24.30	24.60	23.50	23.40	23.20	23.10	24.00	23.20	23.10	23.20	24.20	24.30	23.20	22.10	24.20	24.60	22.10	23.62
	ความชื้น (%RH)	61.70	59.80	59.70	60.20	61.20	60.20	59.60	59.80		60.10	61.50	59.20	59.80	61.20	61.20	59.70	61.70	59.20	60.33
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	924.00	886.00	1,027.00	910.00	876.00	1,101.00	928.00	1,240.00	987.00	956.00	883.00	882.00	954.00	1,140.00	1,118.00	1,014.00	1,240.00	876.00	989.13
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	24.10	24.10	23.20	24.20	23.20	23.00	23.20	22.40	22.30	23.20	24.20	24.20	23.10	23.20	23.20	23.50	24.20	22.30	23.39
	ความชื้น (%RH)	63.30	61.20	62.40	60.20	59.80	58.30	58.20	60.10	60.20	59.30	59.40	54.20	54.30	60.50	61.20	61.10	63.30	54.20	59.61
	ค่า CO (ppm)	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,268.00	1,240.00	1,158.00	1,152.00	1,123.00	1,264.00	1,262.00	1,423.00	1,268.00	1,268.00	1,027.00	1,120.00	1,150.00	1,243.00	1,342.00	1,184.00	1,423.00	1,027.00	1,218.25
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.00	23.20	23.60	23.60	23.80	23.10	24.00	22.80	23.20	23.40	23.60	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30	22.80	23.73
	ความชื้น (%RH)	57.80	58.20	62.30	60.10	58.60	57.40	58.60	57.30	58.20	60.10	58.30	59.40	57.60	57.20	58.30	60.10	62.30	57.20	58.72
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,253.00	1,246.00	1,224.00	1,243.00	1,246.00	1,253.00	1,320.00	1,337.00	1,337.00	1,251.00	1,347.00	1,333.00	1,254.00	1,342.00	1,345.00	1,172.00	1,347.00	1,172.00	1,281.44
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.30	23.40	24.10	23.20	23.30	23.20	24.10	24.20	24.10	23.80	23.40	23.20	23.40	23.20	23.20	24.10	24.20	23.20	23.58
	ความชื้น (%RH)	58.40	58.60	60.10	57.20	61.20	57.30	57.30	61.20	61.20	58.60	59.20	58.30	58.70	57.60	60.20	60.10	61.20	57.20	59.08
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,448.00	1,356.00	1,252.00	1,354.00	1,353.00	1,342.00	1,243.00	1,343.00	1,442.00	1,570.00	1,542.00	1,420.00	1,332.00	1,442.00	988.00	979.00	1,570.00	979.00	1,337.88
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.80	23.40	23.60	23.60	23.60	23.20	23.40	23.40	23.60	23.80	23.40	23.50	23.20	23.40	23.60	23.80	23.80	23.20	23.52
	ความชื้น (%RH)	60.10	60.50	61.20	61.20	60.80	58.70	57.60	58.70	61.20	61.10	60.20	58.40	59.60	58.20	60.20	61.20	61.20	57.60	59.93
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	789.00	768.00	748.00	864.00	842.00	892.00	763.00	763.00	872.00	922.00	763.00	923.00	923.00	763.00	872.00	864.00	923.00	748.00	833.19
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.50	24.30	24.30	25.20	23.20	23.40	24.20	23.40	23.40	23.20	24.20	24.20	24.20	23.20	23.40	23.20	25.20	23.20	23.84
	ความชื้น (%RH)	60.20	60.30	58.70	58.60	61.20	59.50	60.90	63.40	62.20	62.40	58.90	59.80	62.40	63.20	58.20	57.20	63.40	57.20	60.44
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	873.00	937.00	872.00	883.00	942.00	952.00	952.00	883.00	973.00	964.00	943.00	956.00	942.00	958.00	889.00	838.00	973.00	838.00	922.31
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.80	22.60	22.80	23.20	23.50	23.50	23.30	24.20	24.30	23.40	23.60	23.40	23.60	23.60	23.40	23.60	24.30	22.60	23.43
	ความชื้น (%RH)	63.60	63.20	63.80	61.20	61.80	62.60	61.20	60.90	62.40	63.50	63.80	59.60	61.70	63.40	61.70	64.20	64.20	59.60	62.41
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	629.00	742.00	642.00	776.00	742.00	742.00	764.00	788.00	629.00	682.00	624.00	746.00	756.00	776.00	682.00	883.00	883.00	624.00	725.19

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 8 วันอาทิตย์ที่ 11 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.00	22.30	24.00	23.30	23.60	23.30	22.40	22.50	22.40	23.20	23.40	23.40	23.20	23.20	23.20	23.20	24.00	22.30	23.16
	ความชื้น (%RH)	59.70	60.10	58.60	59.20	57.20	59.30	60.20	61.20	59.80	59.60	60.10	60.80	58.60	59.20	59.20	61.10	61.20	57.20	59.62
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,268.00	1,152.00	1,214.00	1,087.00	1,102.00	989.00	986.00	1,102.00	1,432.00	1,320.00	1,273.00	1,152.00	1,152.00	1,320.00	958.00	965.00	1,432.00	958.00	1,154.50
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	24.10	24.20	23.20	23.20	24.20	23.20	23.20	24.20	24.20	24.20	23.20	22.60	22.40	22.40	23.40	22.60	24.20	22.40	23.41
	ความชื้น (%RH)	62.40	63.30	63.20	61.20	61.30	59.30	60.20	61.20	62.60	63.20	63.20	60.20	59.40	59.20	60.10	63.20	63.30	59.20	61.45
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,184.00	1,102.00	1,283.00	1,286.00	1,103.00	1,126.00	1,184.00	1,150.00	1,263.00	1,524.00	1,430.00	1,431.00	1,213.00	1,213.00	1,103.00	1,120.00	1,524.00	1,102.00	1,232.19
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.20	24.30	24.30	23.20	23.50	23.60	23.70	23.80	23.60	23.40	23.60	23.20	23.20	24.00	24.20	24.30	23.20	23.75
	ความชื้น (%RH)	58.60	61.20	60.20	57.60	58.30	58.30	57.60	56.30	60.10	61.20	59.60	57.30	57.30	57.40	60.20	59.60	61.20	56.30	58.80
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,172.00	1,347.00	1,103.00	1,265.00	1,342.00	1,420.00	1,326.00	1,773.00	1,026.00	1,242.00	1,120.00	1,633.00	1,452.00	1,562.00	1,320.00	1,104.00	1,773.00	1,026.00	1,325.44
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.40	23.40	23.60	23.20	24.60	24.20	23.30	24.20	24.10	23.20	23.20	23.60	23.60	24.00	24.20	24.20	24.60	23.20	23.75
	ความชื้น (%RH)	58.60	58.60	58.60	57.90	60.20	60.20	60.80	58.20	58.60	57.60	58.20	57.90	60.10	58.30	60.20	62.40	62.40	57.60	59.15
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	1.00	2.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,442.00	1,342.00	1,352.00	1,326.00	1,432.00	1,233.00	1,426.00	1,324.00	1,293.00	1,396.00	1,103.00	1,242.00	1,320.00	1,356.00	1,242.00	1,246.00	1,442.00	1,103.00	1,317.19
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.40	23.40	22.80	22.80	23.60	23.60	23.40	24.30	24.20	24.30	24.20	23.20	23.80	23.80	23.20	24.30	22.80	23.60
	ความชื้น (%RH)	60.10	62.40	62.30	60.80	60.70	62.30	62.40	61.20	60.30	68.20	66.20	59.60	59.80	58.70	61.20	60.20	68.20	58.70	61.65
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	889.00	893.00	834.00	792.00	746.00	763.00	753.00	840.00	886.00	842.00	842.00	793.00	793.00	842.00	868.00	854.00	893.00	746.00	826.88
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.50	24.40	24.30	24.20	24.30	24.30	23.60	23.30	23.60	23.20	22.60	22.30	23.30	23.20	23.40	23.30	24.50	22.30	23.61
	ความชื้น (%RH)	57.20	58.30	58.60	57.60	60.20	59.30	60.10	58.30	58.60	58.90	62.40	63.20	63.40	62.30	61.00	61.30	63.40	57.20	60.04
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	956.00	942.00	993.00	1,010.00	1,013.00	956.00	989.00	883.00	886.00	886.00	999.00	942.00	1,011.00	1,013.00	1,012.00	989.00	1,013.00	883.00	967.50
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.10	22.80	22.80	23.20	23.40	23.20	23.60	23.50	23.20	23.80	23.40	23.00	23.00	23.20	23.10	23.20	23.80	22.80	23.22
	ความชื้น (%RH)	61.20	63.60	63.20	60.10	60.20	58.30	58.70	58.90	60.10	62.30	63.20	58.30	56.30	63.20	62.10	60.30	63.60	56.30	60.63
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	742.00	883.00	742.00	742.00	889.00	842.00	787.00	910.00	933.00	798.00	886.00	843.00	876.00	742.00	756.00	776.00	933.00	742.00	821.69

ตารางที่ ๙- 9 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 9 วันอังคาร ที่ 13 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.30	22.70	24.20	23.80	24.30	24.90	24.20	23.40	23.20	24.30	23.30	24.20	23.20	22.30	22.90	23.10	24.90	22.30	23.58
	ความชื้น (%RH)	64.80	65.20	58.50	60.80	58.90	57.80	58.80	62.30	60.00	60.50	59.70	58.30	59.00	61.50	59.30	60.30	65.20	57.80	60.36
	ค่า CO (ppm)	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,394.00	1,328.00	1,268.00	1,245.00	1,034.00	995.00	964.00	963.00	843.00	885.00	826.00	781.00	837.00	827.00	778.00	791.00	1,394.00	778.00	984.94
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.30	22.50	23.30	23.10	24.30	24.70	22.80	22.20	22.60	22.40	23.80	22.60	23.70	22.80	23.60	23.00	24.70	22.20	23.11
	ความชื้น (%RH)	63.40	61.30	55.30	57.10	55.80	56.40	57.30	58.40	57.00	57.60	59.50	57.10	59.50	58.90	61.10	59.90	63.40	55.30	58.48
	ค่า CO (ppm)	5.00	4.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	4.00	5.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,413.00	971.00	1,434.00	1,072.00	1,172.00	986.00	1,270.00	1,241.00	1,356.00	1,226.00	1,121.00	1,218.00	995.00	1,106.00	1,038.00	1,089.00	1,434.00	971.00	1,169.25
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.50	24.00	23.80	23.30	24.60	23.20	23.10	23.80	23.40	23.30	24.10	23.50	24.10	23.40	23.60	23.40	24.60	23.10	23.63
	ความชื้น (%RH)	56.00	56.10	56.60	57.60	58.60	61.10	57.10	58.80	58.10	58.90	58.00	60.00	53.60	57.00	53.90	53.50	61.10	53.50	57.18
	ค่า CO (ppm)	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,303.00	1,296.00	1,263.00	1,305.00	1,285.00	1,298.00	1,366.00	1,268.00	1,308.00	1,355.00	1,270.00	1,291.00	1,366.00	1,297.00	1,368.00	1,408.00	1,408.00	1,263.00	1,315.44
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.60	24.00	23.70	24.60	23.90	24.40	24.20	23.10	23.80	23.00	22.90	23.60	22.10	21.30	22.50	21.30	24.60	21.30	23.31
	ความชื้น (%RH)	54.90	52.80	58.10	60.00	56.70	64.70	59.40	56.60	58.50	59.50	58.90	57.50	62.00	59.90	59.80	60.40	64.70	52.80	58.73
	ค่า CO (ppm)	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,559.00	1,809.00	1,441.00	1,706.00	1,358.00	1,153.00	1,180.00	1,150.00	1,279.00	1,103.00	1,099.00	1,282.00	1,232.00	1,186.00	1,348.00	1,338.00	1,809.00	1,099.00	1,326.44
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.80	24.60	23.20	23.00	23.30	22.60	22.70	23.60	22.40	22.90	22.20	23.30	21.60	22.90	22.50	21.70	24.80	21.60	22.96
	ความชื้น (%RH)	60.10	64.10	62.70	67.40	58.40	65.90	63.40	61.00	65.10	66.60	62.60	66.40	63.70	65.20	62.90	65.90	67.40	58.40	63.84
	ค่า CO (ppm)	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	607.00	638.00	731.00	584.00	981.00	478.00	630.00	500.00	618.00	553.00	602.00	511.00	527.00	519.00	484.00	510.00	981.00	478.00	592.06
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.90	23.90	22.80	24.40	22.90	23.40	23.30	23.60	23.60	23.40	23.80	23.20	24.10	22.80	24.10	23.00	24.90	22.80	23.58
	ความชื้น (%RH)	60.00	58.90	59.30	55.10	60.60	58.80	59.30	58.20	59.20	58.40	56.60	63.30	62.60	63.40	58.70	58.10	63.40	55.10	59.41
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	662.00	591.00	572.00	619.00	525.00	665.00	765.00	771.00	833.00	726.00	758.00	746.00	903.00	965.00	769.00	929.00	965.00	525.00	737.44
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.90	21.70	23.50	23.40	24.00	25.10	23.70	23.70	23.30	23.70	21.90	23.00	22.90	22.80	22.90	22.90	25.10	21.70	23.15
	ความชื้น (%RH)	63.40	64.20	62.30	61.70	61.60	67.20	61.10	62.40	65.30	60.20	66.80	62.50	71.10	62.00	63.10	66.60	71.10	60.20	63.84
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	555.00	399.00	384.00	616.00	577.00	623.00	694.00	539.00	530.00	520.00	514.00	562.00	445.00	499.00	428.00	410.00	694.00	384.00	518.44

ตารางที่ ๑๐ แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 10 วันพฤหัสบดีที่ 15 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	22.80	24.50	22.40	23.70	23.90	23.70	23.80	24.10	24.00	23.30	24.20	23.90	24.20	24.00	22.40	23.90	24.50	22.40	23.68
	ความชื้น (%RH)	63.30	59.00	65.30	60.00	59.30	58.80	59.80	59.40	60.60	60.70	60.60	61.00	58.40	58.20	61.70	59.00	65.30	58.20	60.32
	ค่า CO (ppm)	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,235.00	1,158.00	1,284.00	1,110.00	1,258.00	1,071.00	974.00	1,031.00	920.00	991.00	920.00	994.00	916.00	916.00	910.00	930.00	1,284.00	910.00	1,038.63
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.30	22.20	24.30	22.50	24.20	24.80	23.50	22.30	23.40	22.80	22.90	23.40	23.20	22.90	23.70	23.90	24.80	22.20	23.33
	ความชื้น (%RH)	56.40	58.90	57.00	57.40	56.40	59.90	59.20	58.90	56.00	57.90	57.10	60.30	60.80	59.30	58.10	58.70	60.80	56.00	58.27
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,388.00	1,388.00	1,245.00	1,585.00	1,079.00	1,017.00	1,507.00	1,303.00	1,343.00	1,187.00	1,553.00	1,051.00	1,427.00	1,082.00	1,000.00	1,033.00	1,585.00	1,000.00	1,261.75
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.40	23.40	23.70	22.80	23.80	23.00	23.10	23.00	23.60	22.60	24.10	23.80	24.20	23.60	24.30	23.30	24.30	22.60	23.48
	ความชื้น (%RH)	58.60	56.50	55.30	59.10	57.60	61.90	57.00	57.80	59.20	59.10	57.90	59.80	54.90	53.60	53.10	53.60	61.90	53.10	57.19
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,367.00	1,365.00	1,300.00	1,346.00	1,245.00	1,345.00	1,523.00	1,467.00	1,490.00	1,532.00	1,567.00	1,387.00	1,586.00	1,396.00	1,642.00	1,628.00	1,642.00	1,245.00	1,449.13
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.40	23.50	23.10	23.30	23.50	24.30	23.50	23.50	23.90	23.60	24.10	22.60	24.10	21.80	22.90	22.40	24.40	21.80	23.41
	ความชื้น (%RH)	59.00	63.30	54.80	54.80	58.80	57.80	62.10	56.80	57.60	57.20	60.10	56.40	58.80	58.30	59.50	57.80	63.30	54.80	58.32
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,832.00	1,275.00	1,813.00	1,115.00	1,581.00	1,367.00	1,524.00	1,514.00	1,507.00	1,475.00	1,334.00	1,582.00	1,453.00	1,573.00	1,231.00	1,272.00	1,832.00	1,115.00	1,465.50
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.70	24.20	23.30	22.20	22.60	22.50	22.90	23.60	22.70	23.10	22.60	23.00	21.90	22.80	22.60	22.20	24.70	21.90	22.93
	ความชื้น (%RH)	58.10	62.30	63.20	64.70	59.90	63.50	61.90	60.10	63.60	65.20	63.60	66.20	68.10	62.00	62.60	63.60	68.10	58.10	63.04
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	4.00	2.00	3.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	688.00	736.00	874.00	712.00	891.00	607.00	720.00	643.00	675.00	649.00	630.00	547.00	658.00	613.00	689.00	669.00	891.00	547.00	687.56
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.50	24.60	23.20	24.90	22.50	23.10	22.20	23.20	22.30	22.70	23.40	23.10	24.10	22.80	23.90	23.10	24.90	22.20	23.35
	ความชื้น (%RH)	57.90	56.60	57.30	57.50	60.20	58.20	61.10	59.10	60.90	58.90	55.80	62.30	61.40	61.50	58.30	58.80	62.30	55.80	59.11
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	752.00	665.00	590.00	690.00	625.00	746.00	831.00	898.00	851.00	761.00	874.00	785.00	849.00	862.00	813.00	893.00	898.00	590.00	780.31
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.50	21.80	23.80	23.00	23.80	25.10	23.50	23.80	24.10	23.70	22.00	23.60	23.20	23.30	23.30	23.30	25.10	21.50	23.30
	ความชื้น (%RH)	63.90	61.80	63.00	59.10	62.10	64.20	60.70	62.50	60.40	60.00	67.20	62.50	70.80	61.40	64.00	66.80	70.80	59.10	63.15
	ค่า CO (ppm)	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	2.00	4.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	559.00	530.00	542.00	644.00	728.00	631.00	670.00	593.00	657.00	687.00	628.00	658.00	490.00	583.00	484.00	442.00	728.00	442.00	595.38

ตารางที่ ๗- 11 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 11 วันเสาร์ที่ 17 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.60	24.10	24.70	24.10	25.50	24.80	25.30	25.30	24.50	24.10	24.90	24.50	24.60	24.40	23.80	23.70	25.50	23.60	24.49
	ความชื้น (%RH)	67.60	66.10	68.30	73.70	64.50	58.40	59.20	57.90	60.90	60.90	60.10	60.40	60.70	60.80	61.20	62.30	73.70	57.90	62.69
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	4.00	2.00	2.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,584.00	1,603.00	1,493.00	1,524.00	1,601.00	1,964.00	1,919.00	1,929.00	1,246.00	1,674.00	1,441.00	1,332.00	1,335.00	1,346.00	1,369.00	1,364.00	1,964.00	1,246.00	1,545.25
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.80	23.40	23.40	23.50	24.20	24.10	24.10	24.10	24.30	24.90	24.80	24.30	24.10	23.80	24.10	24.40	24.90	23.40	24.08
	ความชื้น (%RH)	65.70	59.20	62.50	56.20	58.50	58.70	57.50	60.50	56.30	58.60	59.30	58.30	58.60	60.90	61.60	60.20	65.70	56.20	59.54
	ค่า CO (ppm)	2.00	4.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,626.00	2,046.00	1,446.00	2,075.00	1,923.00	1,983.00	1,949.00	1,838.00	1,440.00	1,720.00	1,710.00	1,754.00	1,762.00	1,788.00	1,797.00	1,798.00	2,075.00	1,440.00	1,790.94
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.30	24.70	24.30	24.20	24.10	24.10	24.70	23.50	23.40	22.70	24.10	24.10	24.60	24.10	25.10	25.10	25.10	22.70	24.19
	ความชื้น (%RH)	62.10	58.20	57.30	57.20	58.20	59.10	60.60	61.20	60.90	58.80	60.70	58.80	59.60	53.70	52.90	53.90	62.10	52.90	58.33
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,168.00	1,210.00	1,467.00	1,406.00	1,410.00	1,757.00	1,893.00	1,995.00	1,972.00	1,986.00	1,886.00	1,896.00	1,800.00	1,991.00	1,592.00	1,871.00	1,995.00	1,168.00	1,706.25
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.80	25.10	24.70	25.60	25.60	25.80	24.10	24.40	24.40	24.60	25.30	24.10	24.10	23.50	23.30	23.90	25.80	23.30	24.58
	ความชื้น (%RH)	63.90	57.50	55.80	57.10	57.60	62.70	61.20	60.30	58.20	59.60	60.20	61.10	62.10	58.80	61.50	60.70	63.90	55.80	59.89
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	991.00	1,744.00	1,876.00	2,011.00	1,835.00	2,133.00	1,914.00	1,728.00	1,765.00	1,754.00	1,599.00	1,639.00	1,693.00	1,416.00	986.00	1,020.00	2,133.00	986.00	1,631.50
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	25.10	24.60	24.30	23.20	23.70	23.90	23.70	23.80	23.70	23.20	23.40	23.50	23.40	23.50	23.40	23.70	25.10	23.20	23.76
	ความชื้น (%RH)	64.70	66.10	61.30	69.40	59.70	62.50	62.90	62.70	63.50	67.70	64.90	68.30	62.10	63.70	62.10	64.40	69.40	59.70	64.13
	ค่า CO (ppm)	4.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	735.00	718.00	723.00	702.00	730.00	805.00	790.00	828.00	823.00	828.00	746.00	701.00	795.00	808.00	845.00	815.00	845.00	701.00	774.50
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.80	23.60	23.40	25.10	23.60	24.50	23.90	24.50	24.70	25.50	24.90	24.20	24.80	23.90	23.70	23.80	25.80	23.40	24.37
	ความชื้น (%RH)	63.40	64.10	60.50	59.10	61.50	62.70	58.90	58.80	55.10	56.70	62.60	60.10	64.10	60.10	59.40	58.80	64.10	55.10	60.37
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	8.00	3.00	3.00	3.00	8.00	2.00	3.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	622.00	657.00	660.00	702.00	742.00	839.00	769.00	786.00	735.00	837.00	812.00	916.00	801.00	871.00	851.00	836.00	916.00	622.00	777.25
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.90	23.20	22.50	24.30	24.70	25.10	24.70	23.90	24.80	24.90	23.50	23.80	23.70	23.80	23.80	23.70	25.10	22.50	24.02
	ความชื้น (%RH)	59.80	62.50	65.10	60.30	63.30	62.30	65.50	63.90	61.10	60.30	66.70	64.10	68.10	68.80	69.90	70.60	70.60	59.80	64.52
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	601.00	577.00	596.00	641.00	707.00	614.00	546.00	543.00	722.00	726.00	679.00	733.00	694.00	692.00	682.00	677.00	733.00	543.00	651.88

ตารางที่ ๗- 12 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 12 วัน อาทิตย์ ที่ 18 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.60	24.60	24.50	24.80	24.10	24.80	25.10	24.10	24.20	24.80	24.10	24.20	24.10	23.80	23.70	25.10	23.70	24.33
	ความชื้น (%RH)	68.20	67.20	68.20	70.70	64.60	55.80	58.10	56.20	68.90	62.90	61.80	66.20	61.20	62.80	62.60	61.20	70.70	55.80	63.54
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,535.00	1,613.00	1,510.00	1,531.00	1,630.00	1,850.00	1,950.00	1,930.00	1,346.00	1,660.00	1,505.00	1,340.00	1,335.00	1,340.00	1,339.00	1,365.00	1,950.00	1,335.00	1,548.69
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.60	23.80	23.80	24.30	24.30	24.10	24.20	24.30	24.80	24.60	24.10	24.60	24.10	24.50	24.50	24.80	23.60	24.20
	ความชื้น (%RH)	66.20	58.60	60.10	58.10	59.10	58.70	57.80	60.80	58.10	60.20	58.10	59.10	60.20	59.10	66.20	61.50	66.20	57.80	60.12
	ค่า CO (ppm)	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,636.00	2,110.00	1,450.00	2,170.00	2,010.00	2,018.00	1,973.00	1,783.00	1,550.00	1,820.00	1,750.00	1,760.00	1,770.00	1,760.00	1,771.00	1,780.00	2,170.00	1,450.00	1,819.44
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.10	24.10	24.50	24.60	24.10	24.50	23.80	23.80	23.60	24.60	24.20	24.80	24.50	25.20	25.20	25.20	23.60	24.36
	ความชื้น (%RH)	63.20	55.10	56.20	56.20	55.40	58.10	62.50	59.80	61.80	60.10	65.70	62.30	65.10	55.10	53.60	54.80	65.70	53.60	59.06
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,210.00	1,310.00	1,455.00	1,450.00	1,390.00	1,691.00	1,793.00	2,108.00	1,890.00	1,810.00	1,780.00	1,890.00	1,710.00	1,810.00	1,610.00	1,950.00	2,108.00	1,210.00	1,678.56
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.90	25.60	24.80	25.70	25.10	25.20	24.60	24.80	24.60	24.90	25.10	24.20	24.50	24.10	23.90	24.10	25.70	23.90	24.76
	ความชื้น (%RH)	64.50	58.20	58.50	58.20	57.60	63.80	65.10	67.10	58.10	61.20	62.30	62.30	66.20	59.20	62.10	62.10	67.10	57.60	61.66
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,091.00	1,810.00	1,991.00	2,110.00	1,983.00	2,019.00	1,812.00	1,818.00	1,850.00	1,610.00	1,550.00	1,656.00	1,715.00	1,516.00	1,083.00	1,120.00	2,110.00	1,083.00	1,670.88
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.80	24.10	24.50	23.40	23.80	24.10	24.10	24.10	24.10	23.60	23.50	23.10	23.80	23.70	23.10	23.10	24.80	23.10	23.81
	ความชื้น (%RH)	65.20	62.10	63.30	66.40	62.30	62.80	65.50	60.10	66.50	68.10	63.90	69.00	65.10	66.20	65.20	60.10	69.00	60.10	64.49
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	873.00	710.00	730.00	757.00	760.00	908.00	780.00	910.00	850.00	810.00	780.00	810.00	799.00	885.00	910.00	820.00	910.00	710.00	818.25
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.10	23.80	23.60	25.20	23.80	24.80	24.10	24.10	24.80	24.80	24.30	23.90	24.10	24.10	23.80	24.10	25.20	23.60	24.28
	ความชื้น (%RH)	60.20	64.80	60.80	58.90	62.10	63.50	60.20	65.10	58.50	55.10	65.80	62.10	63.10	65.80	60.20	63.80	65.80	55.10	61.88
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	8.00	4.00	3.00	3.00	8.00	2.00	3.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	633.00	660.00	668.00	710.00	752.00	850.00	750.00	710.00	762.00	890.00	833.00	1,010.00	790.00	810.00	890.00	840.00	1,010.00	633.00	784.88
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.40	22.20	24.80	24.10	24.90	24.10	24.10	24.10	24.60	24.10	24.20	23.90	24.10	24.10	23.80	24.90	22.20	24.01
	ความชื้น (%RH)	57.30	65.50	64.20	61.10	62.10	63.10	68.10	62.10	65.10	63.10	63.20	68.10	62.30	65.50	68.50	71.10	71.10	57.30	64.40
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	598.00	510.00	581.00	651.00	670.00	650.00	554.00	610.00	750.00	790.00	710.00	750.00	720.00	700.00	755.00	765.00	790.00	510.00	672.75

ตารางที่ ๗- 13 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 13 วันอังคารที่ 20 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.40	25.20	23.20	24.10	24.10	23.70	23.20	23.90	23.90	23.50	23.70	24.20	24.00	23.30	21.20	23.00	25.20	21.20	23.60
	ความชื้น (%RH)	63.50	60.30	65.90	63.50	59.60	60.90	60.80	60.70	61.70	62.50	62.70	62.80	60.60	58.60	62.50	66.50	66.50	58.60	62.07
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	4.00	2.00	3.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,307.00	1,078.00	1,405.00	994.00	1,410.00	1,125.00	1,035.00	1,196.00	1,032.00	1,146.00	1,058.00	1,119.00	1,055.00	1,054.00	1,016.00	986.00	1,410.00	986.00	1,126.00
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	21.80	22.00	23.30	23.20	24.20	23.60	23.50	22.70	23.00	22.80	23.00	23.00	23.40	23.80	22.90	23.30	24.20	21.80	23.09
	ความชื้น (%RH)	62.20	58.50	57.30	58.70	66.20	57.00	56.80	66.00	58.50	66.70	58.10	60.20	61.20	65.40	60.90	61.20	66.70	56.80	60.93
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,365.00	1,460.00	1,379.00	1,471.00	1,276.00	1,129.00	1,393.00	1,417.00	1,646.00	1,412.00	1,666.00	1,280.00	1,403.00	1,282.00	1,268.00	1,198.00	1,666.00	1,129.00	1,377.81
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.00	23.60	23.40	22.90	23.90	22.90	23.00	23.70	23.00	23.20	24.10	23.90	24.30	23.80	24.30	23.30	24.30	22.90	23.52
	ความชื้น (%RH)	59.50	57.30	56.40	59.20	61.00	61.00	59.10	58.10	60.30	56.80	62.20	60.40	55.70	54.60	54.30	55.40	62.20	54.30	58.21
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,298.00	1,594.00	1,330.00	1,520.00	1,375.00	1,484.00	1,457.00	1,556.00	1,461.00	1,559.00	1,527.00	1,492.00	1,400.00	1,504.00	1,496.00	1,574.00	1,594.00	1,298.00	1,476.69
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.50	23.60	23.70	23.50	23.90	24.50	23.50	24.40	24.00	24.90	24.40	23.40	23.40	22.90	22.70	22.20	24.90	22.20	23.72
	ความชื้น (%RH)	59.80	66.20	54.40	57.40	60.90	56.80	60.00	58.20	59.60	57.00	59.20	61.70	63.10	58.00	59.80	63.60	66.20	54.40	59.73
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	3.00	5.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	2.00	2.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,870.00	1,487.00	1,769.00	1,045.00	1,666.00	1,302.00	1,558.00	1,471.00	1,398.00	1,490.00	1,296.00	1,556.00	1,404.00	1,599.00	1,180.00	1,482.00	1,870.00	1,045.00	1,473.31
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	22.00	24.10	23.20	23.00	24.10	23.70	22.80	23.10	23.10	23.10	22.30	23.40	21.60	21.70	22.20	22.50	24.10	21.60	22.87
	ความชื้น (%RH)	68.00	60.40	66.70	63.70	66.40	62.70	65.20	67.90	64.30	70.50	62.20	64.30	65.30	65.00	64.20	64.30	70.50	60.40	65.07
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	828.00	795.00	836.00	727.00	1,052.00	868.00	784.00	838.00	744.00	659.00	742.00	637.00	738.00	703.00	734.00	735.00	1,052.00	637.00	776.25
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.50	23.50	22.60	24.70	22.60	23.30	23.20	23.60	23.30	23.30	23.50	22.60	24.20	23.30	23.60	23.10	24.70	22.60	23.43
	ความชื้น (%RH)	60.50	59.60	59.60	58.30	63.00	59.80	72.10	59.30	65.80	64.40	60.60	66.60	63.40	64.80	60.20	59.00	72.10	58.30	62.31
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	780.00	679.00	615.00	843.00	678.00	936.00	905.00	972.00	980.00	864.00	968.00	865.00	955.00	1,068.00	872.00	983.00	1,068.00	615.00	872.69
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.30	21.40	22.60	23.70	24.30	23.40	23.60	23.70	23.00	23.80	23.00	23.20	23.80	22.70	23.50	22.90	24.30	21.40	23.18
	ความชื้น (%RH)	60.90	65.10	65.70	62.90	64.40	69.00	64.90	64.60	65.00	61.70	63.60	63.70	67.50	61.80	63.30	72.20	72.20	60.90	64.77
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	700.00	529.00	485.00	776.00	807.00	1,053.00	952.00	796.00	683.00	698.00	797.00	671.00	633.00	526.00	493.00	515.00	1,053.00	485.00	694.63

ตารางที่ ๗-14 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 14 วันพฤหัสบดีที่ 22 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.10	24.00	24.20	25.30	24.10	23.80	23.70	24.10	24.30	23.50	24.10	24.50	24.10	23.70	22.10	24.00	25.30	22.10	23.91
	ความชื้น (%RH)	65.40	61.10	59.60	56.80	59.80	60.50	60.20	59.60	60.90	63.60	61.30	60.90	60.30	59.50	62.70	61.00	65.40	56.80	60.83
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,402.00	1,248.00	1,403.00	1,050.00	1,106.00	988.00	912.00	957.00	820.00	926.00	849.00	830.00	774.00	815.00	831.00	811.00	1,403.00	774.00	982.63
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.10	22.20	23.00	23.30	23.70	23.60	23.20	22.60	23.00	22.80	23.30	23.00	24.00	23.90	23.20	23.40	24.00	22.10	23.14
	ความชื้น (%RH)	60.90	58.30	57.30	59.00	57.70	55.20	57.40	60.40	58.90	58.50	60.20	60.80	60.00	60.90	60.30	60.10	60.90	55.20	59.12
	ค่า CO (ppm)	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,315.00	1,496.00	1,343.00	1,430.00	1,310.00	993.00	1,420.00	1,332.00	1,559.00	1,280.00	1,277.00	993.00	930.00	926.00	1,057.00	975.00	1,559.00	926.00	1,227.25
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.20	23.70	23.80	23.20	24.20	23.20	23.50	23.60	24.40	23.50	24.40	23.80	24.70	23.50	23.70	24.20	24.70	23.20	23.79
	ความชื้น (%RH)	57.90	57.20	57.30	58.90	58.70	60.40	58.60	58.00	59.00	58.20	54.70	62.20	54.10	57.50	54.10	53.70	62.20	53.70	57.53
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,269.00	1,287.00	1,220.00	1,319.00	1,253.00	1,235.00	1,445.00	1,304.00	1,532.00	1,427.00	1,403.00	1,316.00	1,427.00	1,210.00	1,478.00	1,263.00	1,532.00	1,210.00	1,336.75
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.40	23.40	23.20	23.50	23.20	23.90	24.00	24.20	24.00	23.50	23.80	23.10	22.40	22.80	22.50	24.40	22.40	23.48
	ความชื้น (%RH)	53.90	59.40	59.90	64.00	59.30	57.20	59.40	56.60	59.40	55.60	60.40	55.80	60.80	58.20	63.40	59.80	64.00	53.90	58.94
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,685.00	1,557.00	1,588.00	1,253.00	1,532.00	1,076.00	1,368.00	1,375.00	1,310.00	1,414.00	1,287.00	1,473.00	1,128.00	1,524.00	1,196.00	1,412.00	1,685.00	1,076.00	1,386.13
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.80	23.20	22.10	23.70	22.40	22.70	23.60	22.70	23.00	21.80	23.00	22.80	22.40	22.70	21.70	23.80	21.70	22.83
	ความชื้น (%RH)	64.20	64.40	61.60	64.20	60.30	65.30	62.60	60.80	61.80	67.90	65.60	68.40	63.50	63.10	64.10	64.30	68.40	60.30	63.88
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	640.00	741.00	823.00	661.00	978.00	643.00	638.00	606.00	610.00	725.00	619.00	626.00	696.00	555.00	680.00	657.00	978.00	555.00	681.13
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.30	24.60	22.90	24.70	22.50	23.10	22.10	23.40	22.90	23.10	23.80	22.70	23.80	22.90	23.80	23.30	24.70	22.10	23.31
	ความชื้น (%RH)	55.80	55.50	56.30	65.60	58.10	58.60	61.90	61.40	59.70	58.90	55.80	59.00	60.20	60.80	59.40	59.30	65.60	55.50	59.14
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	705.00	697.00	689.00	720.00	632.00	859.00	736.00	815.00	821.00	658.00	807.00	747.00	825.00	814.00	782.00	852.00	859.00	632.00	759.94
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.70	21.70	22.80	23.20	23.80	24.50	23.70	24.90	23.50	23.80	22.80	23.30	22.70	23.50	24.00	23.80	24.90	21.70	23.36
	ความชื้น (%RH)	63.20	63.50	64.10	59.60	62.30	67.00	59.60	59.80	63.60	61.00	65.10	63.30	66.60	61.30	64.40	67.60	67.60	59.60	63.25
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	519.00	528.00	570.00	587.00	694.00	767.00	595.00	597.00	550.00	534.00	557.00	468.00	506.00	430.00	428.00	435.00	767.00	428.00	547.81

ตารางที่ ๗- 15 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 15 วันเสาร์ที่ 24 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.10	24.40	24.90	25.00	25.20	25.20	24.50	23.60	24.30	24.20	24.00	24.40	24.10	24.00	23.30	25.20	23.30	24.34	
	ความชื้น (%RH)	63.30	64.80	65.00	65.20	60.20	64.00	59.50	58.00	63.30	64.00	61.20	60.00	61.50	60.80	62.80	63.40	65.20	58.00	62.31	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,230.00	1,198.00	1,170.00	1,144.00	1,229.00	1,410.00	1,310.00	1,380.00	1,373.00	1,280.00	1,258.00	1,210.00	1,220.00	1,208.00	1,228.00	1,180.00	1,410.00	1,144.00	1,251.75	
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.40	23.30	23.40	23.90	24.00	24.50	23.90	23.80	23.60	23.60	24.50	24.20	24.00	23.70	23.90	23.90	24.50	23.30	23.85	
	ความชื้น (%RH)	57.60	58.60	57.60	56.90	57.80	58.10	60.90	61.00	66.10	64.60	61.60	58.80	59.70	58.10	59.70	59.60	66.10	56.90	59.79	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,360.00	1,361.00	1,340.00	1,480.00	1,510.00	1,480.00	1,340.00	1,330.00	1,364.00	1,412.00	1,480.00	1,480.00	1,530.00	1,480.00	1,520.00	1,600.00	1,600.00	1,330.00	1,441.69	
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.00	23.80	24.00	23.60	23.80	24.20	24.60	23.90	24.20	23.40	23.10	24.50	23.80	24.00	24.10	24.00	24.60	23.10	23.94	
	ความชื้น (%RH)	59.90	58.80	57.20	60.00	60.90	61.00	59.30	60.30	60.00	60.10	60.40	58.20	55.90	55.30	57.00	56.00	61.00	55.30	58.77	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,410.00	1,310.00	1,243.00	1,520.00	1,401.00	1,450.00	1,460.00	1,510.00	1,400.00	1,410.00	1,455.00	1,432.00	1,574.00	1,506.00	1,510.00	1,540.00	1,574.00	1,243.00	1,445.69	
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.70	24.20	24.00	24.80	25.10	25.30	24.70	24.40	24.20	24.50	24.80	24.90	24.80	24.10	23.00	23.80	25.30	23.00	24.39	
	ความชื้น (%RH)	68.40	58.80	57.60	59.80	58.30	59.80	58.60	59.40	62.20	61.20	58.30	56.80	57.50	59.70	60.00	58.80	68.40	56.80	59.70	
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.31	
	ค่า CO ₂ (ppm)	680.00	880.00	1,510.00	1,740.00	1,790.00	1,810.00	1,560.00	1,463.00	1,520.00	1,480.00	1,630.00	1,534.00	1,540.00	1,530.00	1,230.00	1,244.00	1,810.00	680.00	1,446.31	
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.80	23.40	23.40	23.20	24.30	24.00	24.60	23.80	23.30	23.00	22.80	23.40	23.80	23.70	23.80	23.40	24.60	22.80	23.61	
	ความชื้น (%RH)	64.40	66.90	66.00	64.40	56.70	56.00	59.80	61.50	64.00	64.30	64.40	60.80	59.90	58.80	58.70	59.90	66.90	56.00	61.66	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
	ค่า CO ₂ (ppm)	877.00	927.00	940.00	900.00	1,008.00	870.00	947.00	870.00	990.00	920.00	866.00	880.00	927.00	810.00	820.00	840.00	1,008.00	810.00	899.50	
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.70	23.30	23.10	24.20	23.80	23.70	23.70	23.80	23.40	23.80	24.20	24.20	23.80	24.10	24.20	24.10	24.20	23.10	23.82	
	ความชื้น (%RH)	59.20	59.60	60.00	61.60	60.00	60.30	58.60	58.50	58.40	58.20	59.90	63.30	62.50	62.80	61.20	61.20	63.30	58.20	60.33	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.38	
	ค่า CO ₂ (ppm)	673.00	660.00	684.00	700.00	816.00	899.00	890.00	930.00	836.00	840.00	841.00	803.00	888.00	860.00	877.00	860.00	930.00	660.00	816.06	
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.50	22.70	22.80	24.40	24.20	24.10	24.30	23.60	24.00	24.20	23.80	24.10	24.30	24.00	24.20	24.00	24.40	22.50	23.83	
	ความชื้น (%RH)	61.10	60.00	60.80	62.40	62.80	62.20	63.20	64.70	59.40	60.00	61.80	62.10	68.20	64.40	70.60	67.00	70.60	59.40	63.17	
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.88	
	ค่า CO ₂ (ppm)	640.00	660.00	670.00	710.00	740.00	781.00	660.00	640.00	830.00	840.00	788.00	782.00	1,206.00	1,320.00	1,342.00	1,233.00	1,342.00	640.00	865.13	

ตารางที่ ๗- 16 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 16 วันเสาร์ที่ 25 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.70	24.20	24.30	25.00	24.50	25.00	24.80	24.20	24.20	24.40	24.30	24.30	23.80	22.70	23.00	22.70	25.00	22.70	24.07
	ความชื้น (%RH)	67.00	64.10	67.00	66.00	58.60	62.00	60.00	60.80	61.70	63.10	64.00	61.00	63.60	64.00	61.00	61.40	67.00	58.60	62.83
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,352.00	1,302.00	1,486.00	1,580.00	1,612.00	1,670.00	1,680.00	1,560.00	1,270.00	1,406.00	1,208.00	1,360.00	1,180.00	1,240.00	1,420.00	1,336.00	1,680.00	1,180.00	1,416.38
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.20	24.20	24.60	24.30	23.80	24.40	23.80	24.40	23.80	23.80	23.50	24.00	24.50	24.20	24.10	24.00	24.60	23.20	24.04
	ความชื้น (%RH)	60.90	55.80	57.80	58.80	57.50	59.80	58.40	58.80	56.70	58.00	62.00	61.20	60.00	59.00	60.00	59.70	62.00	55.80	59.03
	ค่า CO (ppm)	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,525.00	1,827.00	1,851.00	1,720.00	1,618.00	1,724.00	1,604.00	1,580.00	1,410.00	1,488.00	1,406.00	1,380.00	1,467.00	1,440.00	1,438.00	1,450.00	1,851.00	1,380.00	1,558.00
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.00	24.10	24.00	24.30	24.70	24.90	24.40	23.80	23.60	23.50	24.10	24.00	24.60	24.80	25.00	24.80	25.00	23.50	24.29
	ความชื้น (%RH)	64.60	63.00	60.70	59.30	59.90	58.90	56.20	58.70	59.80	58.80	60.90	57.30	55.60	56.60	57.00	57.80	64.60	55.60	59.07
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,265.00	1,300.00	1,285.00	1,326.00	1,482.00	1,450.00	1,780.00	1,680.00	1,616.00	1,580.00	1,531.00	1,480.00	1,760.00	1,680.00	1,580.00	1,570.00	1,780.00	1,265.00	1,522.81
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.00	24.50	25.00	24.60	25.20	24.20	24.80	24.40	24.50	24.60	24.20	23.80	23.50	23.30	24.00	25.20	23.30	24.28
	ความชื้น (%RH)	67.00	58.00	55.60	57.00	59.90	61.00	60.40	60.90	59.20	60.80	60.30	60.00	61.60	61.70	59.60	59.90	67.00	55.60	60.18
	ค่า CO (ppm)	1.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,040.00	1,710.00	1,920.00	1,890.00	1,781.00	1,880.00	1,570.00	1,440.00	1,590.00	1,532.00	1,282.00	1,270.00	1,258.00	1,041.00	1,034.00	1,012.00	1,920.00	1,012.00	1,453.13
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.00	23.40	23.30	23.70	24.00	24.00	24.10	23.20	23.30	23.40	22.80	22.90	23.60	23.50	23.60	24.10	22.80	23.54
	ความชื้น (%RH)	64.00	65.40	64.60	63.00	60.70	61.00	60.60	61.30	63.00	60.20	62.80	61.00	62.30	63.00	62.00	62.80	65.40	60.20	62.36
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	810.00	868.00	840.00	810.00	830.00	844.00	858.00	862.00	919.00	890.00	880.00	870.00	898.00	890.00	919.00	900.00	919.00	810.00	868.00
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.80	23.80	23.20	24.40	23.90	23.90	23.60	23.40	23.90	24.00	24.10	24.10	23.80	24.30	23.80	23.90	24.40	23.20	23.87
	ความชื้น (%RH)	63.00	62.80	62.00	65.40	60.70	63.40	62.00	60.60	59.10	58.80	57.80	62.00	62.00	60.00	61.80	62.00	65.40	57.80	61.46
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	910.00	909.00	910.00	894.00	800.00	921.00	890.00	974.00	752.00	760.00	790.00	788.00	790.00	799.00	780.00	778.00	974.00	752.00	840.31
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.50	22.70	22.80	24.20	24.40	25.00	24.20	24.30	24.40	23.30	23.20	24.20	23.70	24.20	23.70	23.40	25.00	22.50	23.76
	ความชื้น (%RH)	60.80	62.00	61.00	62.80	63.80	64.00	65.50	66.40	63.40	64.00	67.70	67.70	70.00	74.00	73.50	71.70	74.00	60.80	66.14
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	658.00	659.00	680.00	788.00	778.00	750.00	760.00	767.00	747.00	769.00	760.00	721.00	622.00	700.00	650.00	684.00	788.00	622.00	718.31

ตารางที่ ซี- 17 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 17 วันอังคารที่ 27 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.40	25.20	23.20	24.10	23.90	24.00	24.40	24.20	24.20	24.40	24.00	23.60	24.40	24.10	24.00	22.50	25.20	22.50	24.04
	ความชื้น (%RH)	59.70	58.30	63.30	60.40	61.20	62.00	61.60	60.40	62.50	61.20	62.00	62.50	63.10	60.60	60.00	61.90	63.30	58.30	61.29
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,149.00	1,064.00	1,320.00	963.00	1,339.00	898.00	831.00	1,087.00	803.00	934.00	832.00	893.00	835.00	761.00	800.00	829.00	1,339.00	761.00	958.63
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.60	21.80	23.80	22.60	23.20	24.70	23.60	22.80	23.50	23.10	23.10	23.10	23.40	23.20	22.80	23.60	24.70	21.80	23.18
	ความชื้น (%RH)	56.60	59.20	56.10	58.40	57.10	60.40	60.60	59.50	58.20	59.40	60.10	61.10	63.30	63.30	59.50	62.50	63.30	56.10	59.71
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,393.00	1,362.00	1,364.00	1,217.00	1,069.00	899.00	1,171.00	1,187.00	1,223.00	1,099.00	1,278.00	881.00	1,045.00	958.00	919.00	792.00	1,393.00	792.00	1,116.06
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.90	23.30	23.10	23.20	23.50	23.00	23.00	23.60	23.00	23.10	23.90	23.20	24.30	23.30	24.70	24.00	24.70	23.00	23.51
	ความชื้น (%RH)	55.70	58.30	59.30	60.10	55.10	61.00	59.80	59.10	58.40	61.90	56.90	59.10	54.10	55.40	55.00	56.10	61.90	54.10	57.83
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,333.00	1,311.00	1,214.00	1,156.00	1,188.00	1,198.00	1,210.00	1,291.00	1,282.00	1,212.00	1,397.00	1,097.00	1,331.00	1,278.00	1,348.00	1,511.00	1,511.00	1,097.00	1,272.31
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.40	24.40	24.30	23.30	23.50	24.30	23.40	24.30	24.30	24.80	24.00	23.30	23.20	22.70	22.60	22.10	24.80	22.10	23.62
	ความชื้น (%RH)	55.50	59.70	56.90	61.30	58.80	57.60	58.00	56.70	61.90	57.20	59.10	61.20	61.10	60.60	58.70	61.80	61.90	55.50	59.13
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,789.00	1,640.00	1,603.00	1,168.00	1,544.00	1,085.00	1,444.00	1,257.00	1,213.00	1,282.00	1,237.00	1,277.00	1,301.00	1,197.00	1,096.00	1,111.00	1,789.00	1,085.00	1,327.75
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	22.00	23.30	22.70	22.70	23.30	23.40	23.00	23.00	23.30	23.00	22.70	23.20	22.40	22.10	22.70	23.30	23.40	22.00	22.88
	ความชื้น (%RH)	68.00	62.70	64.30	64.30	63.10	61.50	64.50	68.40	63.00	68.80	63.30	64.60	65.00	66.70	63.80	63.60	68.80	61.50	64.73
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	0.00	1.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	676.00	691.00	704.00	588.00	807.00	597.00	723.00	625.00	669.00	518.00	649.00	512.00	687.00	557.00	558.00	560.00	807.00	512.00	632.56
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.30	21.70	21.90	23.30	22.70	23.40	22.30	22.40	22.40	23.30	22.70	23.50	22.70	23.80	22.70	23.60	23.80	21.70	22.86
	ความชื้น (%RH)	57.50	60.40	63.10	58.50	62.20	55.70	63.40	60.80	60.60	62.50	62.50	57.30	59.30	56.00	60.80	60.60	63.40	55.70	60.08
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	643.00	600.00	608.00	676.00	570.00	639.00	774.00	645.00	692.00	828.00	765.00	866.00	795.00	833.00	879.00	881.00	881.00	570.00	730.88
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.30	22.50	23.80	21.70	24.00	24.50	23.50	23.60	23.70	23.00	22.50	23.20	23.00	23.00	23.00	23.10	24.50	21.30	23.09
	ความชื้น (%RH)	64.00	66.00	64.00	63.20	68.70	63.10	59.80	57.50	63.90	63.60	70.80	63.50	71.50	65.70	62.90	64.80	71.50	57.50	64.56
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	527.00	543.00	571.00	566.00	644.00	560.00	611.00	545.00	585.00	575.00	518.00	555.00	436.00	521.00	429.00	411.00	644.00	411.00	537.31

ตารางที่ ๗- 18 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 18 วันพฤหัสบดีที่ 29 พฤศจิกายน 2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.90	24.70	23.60	23.70	23.20	23.30	24.10	24.10	23.80	24.00	23.60	23.90	23.40	23.80	23.50	22.10	24.90	22.10	23.73
	ความชื้น (%RH)	59.90	60.40	62.40	60.40	65.50	61.20	61.60	59.50	62.00	60.60	62.90	60.50	62.90	63.00	59.70	64.20	65.50	59.50	61.67
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,166.00	1,115.00	1,345.00	1,060.00	1,473.00	926.00	843.00	1,364.00	859.00	1,119.00	844.00	1,048.00	982.00	912.00	853.00	854.00	1,473.00	843.00	1,047.69
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.30	22.20	23.70	22.70	22.60	24.00	23.70	22.90	23.60	22.80	23.50	23.30	22.90	22.60	23.40	23.20	24.00	22.20	23.09
	ความชื้น (%RH)	56.60	61.40	56.10	61.30	58.90	58.80	60.30	58.70	59.60	60.40	60.20	62.20	61.00	60.90	60.80	63.20	63.20	56.10	60.03
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,484.00	1,405.00	1,350.00	1,158.00	1,160.00	897.00	1,178.00	1,305.00	1,222.00	1,142.00	1,153.00	1,045.00	1,179.00	1,076.00	948.00	1,009.00	1,484.00	897.00	1,169.44
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.90	23.10	23.10	23.20	23.10	23.40	22.80	23.20	22.50	23.10	22.90	23.40	24.00	23.70	24.20	23.30	24.20	22.50	23.31
	ความชื้น (%RH)	55.40	58.20	61.50	61.60	57.20	59.10	58.00	57.70	58.80	61.60	59.40	56.60	55.40	55.00	53.00	54.90	61.60	53.00	57.71
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,325.00	1,378.00	1,279.00	1,245.00	1,272.00	1,310.00	1,399.00	1,320.00	1,274.00	1,168.00	1,339.00	1,129.00	1,264.00	1,373.00	1,271.00	1,421.00	1,421.00	1,129.00	1,297.94
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.80	23.70	23.30	24.50	23.50	23.60	24.40	24.00	24.00	24.10	23.40	24.40	22.30	23.00	21.50	22.10	24.50	21.50	23.48
	ความชื้น (%RH)	58.90	54.90	58.80	58.90	57.70	65.50	61.10	58.20	60.10	57.60	61.60	58.20	59.60	63.80	62.50	62.20	65.50	54.90	59.98
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,743.00	1,783.00	1,711.00	1,748.00	1,462.00	1,211.00	1,187.00	1,412.00	1,138.00	1,309.00	1,142.00	1,325.00	990.00	1,177.00	1,003.00	1,054.00	1,783.00	990.00	1,337.19
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	22.80	22.50	23.10	22.00	23.00	23.20	22.70	23.50	21.70	22.80	21.50	22.60	22.20	22.90	22.60	21.90	23.50	21.50	22.56
	ความชื้น (%RH)	63.70	64.20	65.70	68.90	60.40	64.60	65.50	62.40	63.90	70.10	65.30	71.50	65.60	68.60	66.70	66.70	71.50	60.40	65.86
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	2.00	0.00	1.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	699.00	788.00	810.00	641.00	930.00	543.00	583.00	643.00	578.00	678.00	566.00	539.00	504.00	516.00	485.00	510.00	930.00	485.00	625.81
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.40	21.80	21.80	22.60	22.60	22.90	22.30	22.40	23.40	22.30	23.10	22.70	23.20	23.10	23.50	22.70	23.50	21.80	22.74
	ความชื้น (%RH)	61.80	61.60	63.90	58.40	62.80	63.70	60.70	61.70	62.80	67.30	61.50	67.40	58.90	61.80	59.90	60.40	67.40	58.40	62.16
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	0.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	0.00	1.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	670.00	631.00	584.00	677.00	559.00	665.00	690.00	776.00	830.00	790.00	837.00	714.00	835.00	898.00	777.00	924.00	924.00	559.00	741.06
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.10	22.20	20.80	23.10	21.50	22.80	23.10	24.40	23.20	23.90	23.40	23.00	23.50	22.90	22.60	23.30	24.40	20.80	22.93
	ความชื้น (%RH)	64.50	62.20	67.30	62.30	66.70	65.70	62.70	64.40	64.90	66.80	67.80	69.10	62.80	75.10	73.70	66.40	75.10	62.20	66.40
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	0.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	621.00	606.00	510.00	627.00	534.00	589.00	619.00	651.00	781.00	718.00	562.00	482.00	567.00	486.00	557.00	668.00	781.00	482.00	598.63

ตารางที่ ข- 19 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 19 วันเสาร์ที่ 1 ธันวาคม พศ.255

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	25.40	24.90	24.80	24.40	24.70	24.00	24.40	24.50	24.40	23.90	24.40	24.40	23.90	23.50	24.10	24.30	25.40	23.50	24.38
	ความชื้น (%RH)	58.30	60.00	59.00	65.70	59.20	65.20	62.50	55.20	61.10	59.70	62.90	61.00	60.50	63.50	63.80	64.10	65.70	55.20	61.36
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,905.00	1,962.00	1,866.00	1,794.00	1,741.00	1,785.00	1,889.00	1,573.00	1,454.00	1,567.00	1,407.00	1,633.00	1,611.00	1,631.00	1,566.00	1,485.00	1,962.00	1,407.00	1,679.31
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.70	23.90	23.70	23.40	24.00	24.20	23.40	23.60	23.20	24.60	23.80	24.20	23.50	23.10	23.30	23.50	24.60	23.10	23.69
	ความชื้น (%RH)	60.30	60.10	59.90	60.70	61.50	64.70	61.00	58.10	62.30	61.20	64.00	58.10	57.40	58.20	59.10	57.90	64.70	57.40	60.28
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,357.00	1,431.00	1,239.00	1,362.00	1,246.00	1,204.00	1,327.00	1,893.00	1,264.00	1,986.00	1,249.00	1,854.00	1,228.00	1,662.00	1,528.00	1,331.00	1,986.00	1,204.00	1,447.56
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.90	24.50	24.40	24.40	23.60	25.00	24.20	24.80	24.40	23.90	23.40	23.90	22.90	23.50	23.30	25.00	22.90	24.06
	ความชื้น (%RH)	64.50	57.90	58.10	57.80	60.60	59.90	54.30	60.30	55.10	57.70	53.70	59.60	53.90	57.40	57.90	58.20	64.50	53.70	57.93
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	2.00	4.00	2.00	4.00	2.00	4.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,760.00	1,818.00	1,900.00	1,906.00	1,953.00	1,852.00	1,534.00	1,799.00	1,842.00	1,833.00	1,777.00	1,983.00	1,769.00	1,954.00	1,806.00	1,807.00	1,983.00	1,534.00	1,830.81
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.70	25.60	23.30	26.50	23.30	25.30	24.50	25.40	24.00	25.40	25.10	26.40	26.30	26.00	26.10	25.80	26.50	23.30	25.17
	ความชื้น (%RH)	62.80	59.70	67.50	54.10	66.50	55.90	58.50	58.00	58.00	58.80	57.00	58.10	59.70	59.20	59.90	60.30	67.50	54.10	59.63
	ค่า CO (ppm)	6.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	6.00	4.00	4.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,248.00	1,484.00	1,229.00	1,857.00	1,238.00	1,957.00	2,124.00	1,961.00	2,173.00	1,900.00	2,180.00	2,004.00	2,049.00	1,976.00	1,939.00	1,844.00	2,180.00	1,229.00	1,822.69
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.60	24.00	23.70	24.00	23.10	24.00	23.30	22.90	23.40	22.50	23.40	22.60	22.10	22.30	22.70	22.60	24.00	22.10	23.14
	ความชื้น (%RH)	65.30	63.80	64.70	64.80	71.80	63.60	73.60	62.30	69.00	63.60	67.10	63.70	68.80	64.70	64.00	63.90	73.60	62.30	65.92
	ค่า CO (ppm)	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.00	3.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	769.00	756.00	710.00	783.00	721.00	863.00	768.00	822.00	748.00	781.00	770.00	775.00	740.00	756.00	864.00	768.00	864.00	710.00	774.63
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.20	23.70	23.70	24.70	22.90	24.80	22.40	23.10	22.90	23.70	22.40	23.80	22.30	23.30	23.60	22.90	24.80	22.30	23.40
	ความชื้น (%RH)	61.50	61.20	59.80	61.90	63.40	62.90	63.70	65.40	63.30	62.00	64.60	66.80	63.80	60.20	67.10	70.20	70.20	59.80	63.61
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	957.00	1,013.00	1,011.00	877.00	1,008.00	815.00	993.00	880.00	1,068.00	1,054.00	1,064.00	1,053.00	1,035.00	941.00	939.00	923.00	1,068.00	815.00	976.94
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.00	22.50	21.50	23.60	21.60	23.40	24.80	23.80	24.20	24.30	24.20	23.30	24.30	23.20	23.90	24.20	24.80	21.50	23.49
	ความชื้น (%RH)	63.00	66.70	69.50	61.20	68.10	68.90	63.50	66.80	69.60	67.80	67.30	72.00	64.80	70.80	68.60	63.40	72.00	61.20	67.00
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	2.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	701.00	612.00	586.00	878.00	499.00	583.00	1,002.00	706.00	697.00	632.00	637.00	604.00	735.00	659.00	719.00	723.00	1,002.00	499.00	685.81

ตารางที่ ๒-20 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 20 วันอาทิตย์ที่ 2 ธันวาคม พ.ศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.00	23.80	24.20	25.70	25.80	24.90	25.20	24.80	24.70	24.50	24.80	24.40	23.90	23.30	23.40	23.40	25.80	23.30	24.43
	ความชื้น (%RH)	64.00	63.30	60.60	59.80	57.30	55.50	56.60	57.40	58.40	58.40	59.10	60.00	57.10	59.70	59.80	59.30	64.00	55.50	59.14
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,680.00	1,632.00	1,680.00	1,700.00	1,740.00	1,582.00	1,442.00	1,436.00	1,480.00	1,478.00	1,480.00	1,254.00	1,261.00	1,250.00	1,271.00	1,279.00	1,740.00	1,250.00	1,477.81
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	24.00	23.50	23.60	24.40	24.70	24.40	24.70	23.80	23.90	24.30	24.40	24.30	24.00	23.30	23.60	23.20	24.70	23.20	24.01
	ความชื้น (%RH)	58.10	57.30	58.60	56.20	56.60	59.00	58.30	58.40	58.00	59.90	60.20	58.00	60.90	58.00	57.50	58.40	60.90	56.20	58.34
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,688.00	1,653.00	1,661.00	1,598.00	1,584.00	1,508.00	1,460.00	1,528.00	1,280.00	1,269.00	1,270.00	1,480.00	1,472.00	1,440.00	1,514.00	1,590.00	1,688.00	1,269.00	1,499.69
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.30	24.20	24.00	24.10	24.20	24.80	24.40	23.90	23.60	23.80	23.90	24.00	24.50	24.60	24.80	24.90	24.90	23.60	24.25
	ความชื้น (%RH)	58.10	58.30	57.00	58.40	61.30	59.00	55.60	58.80	59.20	60.00	57.60	56.70	56.80	58.00	55.40	60.00	61.30	55.40	58.14
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,580.00	1,640.00	1,588.00	1,788.00	1,754.00	1,800.00	1,780.00	1,791.00	1,700.00	1,690.00	1,700.00	1,708.00	1,680.00	1,590.00	1,688.00	1,670.00	1,800.00	1,580.00	1,696.69
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.50	24.90	24.90	25.30	25.40	25.20	25.00	25.00	24.40	24.20	23.80	23.30	23.10	23.00	22.30	23.00	25.40	22.30	24.14
	ความชื้น (%RH)	62.50	57.10	61.00	55.20	60.00	61.00	60.80	59.30	58.50	58.00	59.40	61.00	60.80	61.00	62.00	61.20	62.50	55.20	59.93
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,520.00	1,771.00	1,680.00	1,690.00	1,557.00	1,520.00	1,510.00	1,442.00	1,318.00	1,180.00	1,213.00	1,098.00	1,068.00	890.00	971.00	846.00	1,771.00	846.00	1,329.63
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.40	23.80	23.20	23.80	23.70	23.80	23.90	22.90	23.00	22.60	22.80	23.10	24.00	23.80	24.20	24.40	22.60	23.55
	ความชื้น (%RH)	61.00	64.80	58.00	60.00	59.90	57.00	61.00	63.90	59.00	61.00	63.30	61.00	63.20	62.00	60.00	58.00	64.80	57.00	60.82
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	910.00	1,036.00	980.00	880.00	1,010.00	980.00	1,008.00	1,190.00	1,089.00	1,050.00	1,032.00	1,008.00	844.00	830.00	849.00	870.00	1,190.00	830.00	972.88
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.30	23.60	23.70	24.80	24.30	24.00	24.20	24.50	24.60	23.70	23.60	24.10	23.20	23.60	24.00	23.30	24.80	23.20	23.97
	ความชื้น (%RH)	61.00	57.70	60.80	62.80	61.00	62.00	58.80	58.90	57.60	56.80	62.80	61.00	58.60	57.60	56.00	57.40	62.80	56.00	59.43
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	660.00	638.00	676.00	648.00	706.00	740.00	820.00	766.00	812.00	866.00	870.00	844.00	870.00	872.00	806.00	812.00	872.00	638.00	775.38
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.90	23.00	22.60	24.60	23.80	25.00	24.40	24.70	24.90	24.80	24.40	24.00	23.00	24.60	24.00	24.40	25.00	22.60	24.07
	ความชื้น (%RH)	62.30	63.20	63.40	62.00	61.00	64.40	65.60	63.30	59.10	59.40	64.00	60.00	71.00	71.40	68.80	70.00	71.40	59.10	64.31
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	776.00	727.00	733.00	716.00	643.00	650.00	860.00	602.00	840.00	836.00	880.00	816.00	680.00	511.00	565.00	610.00	880.00	511.00	715.31

ตารางที่ ช- 21 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 21 วันอังคารที่ 4 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	25.30	24.20	24.10	24.20	23.00	23.80	24.40	24.00	24.10	24.10	22.30	24.30	23.50	24.30	24.30	23.90	25.30	22.30	23.99	
	ความชื้น (%RH)	56.10	61.10	59.90	60.50	64.60	60.50	57.50	60.40	61.10	59.20	61.70	60.80	62.70	61.50	60.50	59.30	64.60	56.10	60.46	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,097.00	997.00	1,192.00	994.00	1,276.00	962.00	937.00	1,349.00	902.00	1,108.00	892.00	927.00	981.00	926.00	860.00	903.00	1,349.00	860.00	1,018.94	
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.30	22.50	23.60	22.30	23.30	24.90	23.10	22.80	23.30	23.20	23.10	23.50	22.70	23.10	23.30	23.20	24.90	22.30	23.20	
	ความชื้น (%RH)	56.00	61.10	56.50	58.20	55.70	59.00	59.80	58.90	57.80	58.90	58.70	61.50	56.90	60.60	62.10	61.70	62.10	55.70	58.96	
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.13	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,445.00	1,359.00	1,291.00	1,404.00	1,035.00	925.00	1,301.00	1,388.00	1,290.00	1,214.00	1,434.00	1,006.00	1,382.00	1,067.00	1,044.00	1,174.00	1,445.00	925.00	1,234.94	
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.50	24.00	24.00	23.20	24.50	23.60	23.50	23.40	23.90	23.50	23.70	22.70	24.40	23.50	24.30	23.20	24.50	22.70	23.68	
	ความชื้น (%RH)	58.60	55.80	55.30	59.00	57.40	60.10	58.70	58.20	58.10	54.90	58.20	59.30	55.10	55.80	54.40	55.40	60.10	54.40	57.14	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.75	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,311.00	1,339.00	1,298.00	1,421.00	1,237.00	1,231.00	1,246.00	1,316.00	1,324.00	1,447.00	1,429.00	1,332.00	1,359.00	1,489.00	1,380.00	1,588.00	1,588.00	1,231.00	1,359.19	
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.70	24.70	23.80	23.50	23.70	24.20	23.70	24.20	22.70	25.00	22.70	24.10	23.00	24.20	23.70	24.70	25.00	22.70	23.91	
	ความชื้น (%RH)	57.40	60.60	54.20	59.50	60.20	55.90	61.10	59.40	59.10	59.90	59.20	56.60	59.60	57.10	63.70	57.50	63.70	54.20	58.81	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	1.81	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,805.00	1,549.00	1,626.00	1,105.00	1,522.00	1,027.00	1,291.00	1,234.00	1,132.00	1,366.00	1,253.00	1,471.00	1,298.00	1,379.00	1,269.00	1,295.00	1,805.00	1,027.00	1,351.38	
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.40	24.10	22.60	23.30	22.80	22.70	24.10	23.30	23.00	22.80	23.10	22.30	22.70	23.10	22.20	22.90	24.10	22.20	23.03	
	ความชื้น (%RH)	64.10	64.00	61.30	60.30	60.50	66.00	59.50	66.30	65.90	64.60	65.50	66.70	62.00	65.60	66.00	63.60	66.70	59.50	63.87	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.50	
	ค่า CO ₂ (ppm)	620.00	608.00	724.00	611.00	755.00	567.00	640.00	580.00	654.00	637.00	616.00	612.00	609.00	598.00	609.00	556.00	755.00	556.00	624.75	
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.10	23.60	24.60	23.30	22.40	24.40	22.30	24.60	23.50	22.70	22.70	22.40	23.40	23.30	22.10	22.50	25.10	22.10	23.31	
	ความชื้น (%RH)	63.30	58.00	57.90	60.50	60.20	62.80	62.40	60.60	62.80	60.00	61.10	61.40	60.00	62.60	59.80	63.20	63.30	57.90	61.04	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75	
	ค่า CO ₂ (ppm)	644.00	704.00	677.00	641.00	632.00	626.00	575.00	924.00	975.00	566.00	982.00	646.00	842.00	718.00	689.00	697.00	982.00	566.00	721.13	
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.60	22.50	23.80	22.50	23.80	25.20	24.20	24.80	24.30	24.50	23.90	24.00	23.80	23.30	24.00	24.20	25.20	21.60	23.78	
	ความชื้น (%RH)	65.40	62.40	62.40	61.20	68.70	62.40	62.50	62.70	64.50	60.60	65.90	64.40	70.20	61.70	66.20	69.30	70.20	60.60	64.41	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.50	
	ค่า CO ₂ (ppm)	529.00	492.00	544.00	630.00	632.00	576.00	711.00	550.00	586.00	639.00	649.00	577.00	504.00	464.00	425.00	443.00	711.00	425.00	559.44	

ตารางที่ ข- 22 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 22 วันพฤหัสบดีที่ 6 ธันวาคม พ.ศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.30	24.60	23.00	23.60	23.90	23.90	24.00	24.00	23.80	24.10	23.60	23.80	24.20	24.00	22.30	21.00	24.60	21.00	23.63
	ความชื้น (%RH)	60.60	59.00	64.80	59.90	60.10	60.50	59.10	58.40	61.30	58.90	60.50	61.00	59.90	58.50	58.80	62.00	64.80	58.40	60.21
	ค่า CO (ppm)	4.00	3.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,438.00	1,235.00	1,474.00	1,213.00	1,568.00	1,056.00	841.00	1,393.00	1,047.00	1,233.00	1,038.00	1,155.00	1,092.00	1,065.00	1,088.00	1,039.00	1,568.00	841.00	1,185.94
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.80	22.20	23.70	22.50	22.90	24.70	23.60	22.50	23.40	22.70	22.80	22.60	23.20	23.50	22.90	23.30	24.70	22.20	23.08
	ความชื้น (%RH)	56.50	58.90	57.50	58.40	58.80	58.50	58.60	60.60	56.10	58.50	60.40	59.30	59.60	61.70	58.20	60.20	61.70	56.10	58.86
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,571.00	1,469.00	1,497.00	1,560.00	1,341.00	1,170.00	1,539.00	1,560.00	1,592.00	1,448.00	1,728.00	1,152.00	1,400.00	1,183.00	1,264.00	1,163.00	1,728.00	1,152.00	1,414.81
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	22.70	24.20	23.80	23.20	24.30	23.30	23.30	23.00	23.30	22.40	23.30	22.60	24.10	22.80	24.50	23.60	24.50	22.40	23.40
	ความชื้น (%RH)	57.50	56.20	56.70	59.40	58.30	58.80	57.60	57.40	59.10	57.20	60.10	56.40	54.70	55.00	54.40	56.80	60.10	54.40	57.23
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,392.00	1,478.00	1,503.00	1,550.00	1,453.00	1,355.00	1,350.00	1,457.00	1,270.00	1,444.00	1,538.00	1,422.00	1,458.00	1,633.00	1,414.00	1,620.00	1,633.00	1,270.00	1,458.56
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	22.70	24.20	23.80	23.20	24.30	23.30	23.30	23.00	23.30	22.40	23.30	22.60	24.10	22.80	24.50	23.60	24.50	22.40	23.40
	ความชื้น (%RH)	57.50	56.20	56.70	59.40	58.30	58.80	57.60	57.40	59.10	57.20	60.10	56.40	54.70	55.00	54.40	56.80	60.10	54.40	57.23
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,392.00	1,478.00	1,503.00	1,550.00	1,453.00	1,355.00	1,350.00	1,457.00	1,270.00	1,444.00	1,538.00	1,422.00	1,458.00	1,633.00	1,414.00	1,620.00	1,633.00	1,270.00	1,458.56
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.20	23.20	23.40	22.00	23.30	22.80	23.40	23.20	24.00	22.90	22.90	22.60	22.90	22.90	22.70	21.70	24.20	21.70	23.01
	ความชื้น (%RH)	58.50	63.50	62.70	65.20	60.10	63.10	58.40	64.80	60.70	60.50	64.70	64.30	65.00	62.20	61.70	64.60	65.20	58.40	62.50
	ค่า CO (ppm)	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	691.00	757.00	797.00	707.00	963.00	671.00	860.00	699.00	737.00	739.00	738.00	722.00	684.00	700.00	665.00	700.00	963.00	665.00	739.38
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.50	23.30	24.10	23.10	22.30	24.00	22.10	24.70	23.50	22.70	23.00	22.30	23.60	22.50	21.90	22.50	24.70	21.90	23.07
	ความชื้น (%RH)	62.00	54.70	57.10	59.70	58.30	61.90	61.80	58.20	62.80	59.00	60.20	61.30	60.40	63.90	59.30	63.20	63.90	54.70	60.24
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	756.00	761.00	749.00	785.00	669.00	806.00	649.00	915.00	906.00	615.00	902.00	697.00	841.00	790.00	778.00	831.00	915.00	615.00	778.13
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.60	23.20	24.00	22.20	24.30	24.40	23.90	23.90	24.20	23.70	23.70	24.10	23.90	24.10	22.90	23.90	24.40	21.60	23.63
	ความชื้น (%RH)	64.30	64.50	62.90	62.10	67.90	62.10	62.50	63.90	59.30	64.50	70.20	60.70	69.20	63.90	60.70	64.10	70.20	59.30	63.93
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	546.00	531.00	676.00	626.00	712.00	535.00	645.00	583.00	664.00	711.00	525.00	637.00	440.00	611.00	447.00	442.00	712.00	440.00	583.19

ตารางที่ ข- 23 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 23 วันเสาร์ที่ 8 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	25.60	24.60	24.60	24.50	24.80	24.40	24.70	24.20	24.50	24.20	24.40	24.40	24.10	24.60	24.60	24.60	25.60	24.10	24.55	
	ความชื้น (%RH)	58.70	61.20	60.20	62.30	65.30	63.50	58.20	62.30	63.30	63.60	62.60	63.60	62.60	63.80	63.10	64.10	65.30	58.20	62.40	
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,890.00	1,860.00	1,887.00	1,674.00	1,767.00	1,886.00	1,758.00	1,760.00	1,780.00	1,810.00	1,780.00	1,770.00	1,710.00	1,763.00	1,712.00	1,810.00	1,890.00	1,674.00	1,788.56	
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.80	22.70	23.90	22.90	23.90	24.40	23.70	23.60	24.10	23.90	23.60	24.10	23.60	23.50	23.50	23.60	24.40	22.70	23.61	
	ความชื้น (%RH)	59.90	58.20	55.90	59.80	58.50	53.40	57.10	58.30	56.60	60.20	58.10	59.90	59.70	62.00	58.90	60.40	62.00	53.40	58.56	
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.69	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,758.00	1,696.00	1,893.00	1,840.00	1,781.00	1,658.00	1,850.00	1,402.00	1,779.00	1,147.00	2,077.00	1,121.00	1,443.00	1,271.00	1,267.00	1,098.00	2,077.00	1,098.00	1,567.56	
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.90	24.50	24.20	23.70	24.30	23.90	24.40	24.20	24.30	23.30	24.50	22.80	24.70	23.10	24.10	23.50	24.70	22.80	23.96	
	ความชื้น (%RH)	59.90	56.30	57.10	57.70	57.80	58.40	55.00	58.90	54.90	59.30	53.10	58.80	54.70	57.80	55.50	54.90	59.90	53.10	56.88	
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.19	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,467.00	1,438.00	1,813.00	1,788.00	2,008.00	1,785.00	1,711.00	1,691.00	1,770.00	1,834.00	1,683.00	1,743.00	1,650.00	1,656.00	1,779.00	1,788.00	2,008.00	1,438.00	1,725.25	
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	22.90	23.40	24.20	23.00	24.70	22.60	25.10	23.80	25.60	24.80	24.60	25.00	24.80	25.00	24.60	24.90	25.60	22.60	24.31	
	ความชื้น (%RH)	60.10	59.30	56.80	62.40	58.70	59.20	60.20	61.90	58.30	59.60	55.70	60.60	54.10	59.40	59.60	58.40	62.40	54.10	59.02	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	2.50	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,463.00	1,541.00	1,556.00	1,572.00	1,573.00	1,372.00	1,820.00	1,600.00	2,163.00	1,600.00	2,188.00	1,560.00	2,171.00	1,691.00	2,009.00	1,842.00	2,188.00	1,372.00	1,732.56	
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.30	23.80	24.00	23.80	23.30	23.20	22.70	23.10	23.20	24.70	23.10	24.30	22.80	23.60	23.80	23.20	24.70	22.70	23.49	
	ความชื้น (%RH)	61.60	60.10	58.90	62.00	65.80	62.70	66.20	63.90	65.40	65.20	69.50	68.50	66.70	64.90	62.10	63.60	69.50	58.90	64.19	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.00	
	ค่า CO ₂ (ppm)	802.00	736.00	650.00	772.00	616.00	778.00	595.00	882.00	555.00	697.00	669.00	697.00	894.00	590.00	651.00	550.00	894.00	550.00	695.88	
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.20	25.40	24.50	25.10	22.90	23.60	22.40	23.40	22.60	23.00	23.30	22.10	23.70	23.50	22.70	22.80	25.40	22.10	23.45	
	ความชื้น (%RH)	59.70	58.10	57.90	60.70	60.00	60.00	62.60	64.40	60.00	59.00	57.30	61.60	58.30	64.30	59.50	64.30	64.40	57.30	60.48	
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	4.00	2.00	2.69	
	ค่า CO ₂ (ppm)	792.00	804.00	667.00	770.00	625.00	766.00	635.00	982.00	965.00	679.00	1,025.00	819.00	935.00	884.00	896.00	918.00	1,025.00	625.00	822.63	
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	24.20	23.80	23.70	25.30	24.00	23.70	24.90	24.80	23.50	24.60	24.50	22.60	24.50	22.50	24.30	24.30	25.30	22.50	24.08	
	ความชื้น (%RH)	65.30	66.80	67.50	60.10	67.70	69.10	60.40	71.00	62.20	63.30	62.60	66.20	62.80	66.40	62.20	62.10	71.00	60.10	64.73	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.94	
	ค่า CO ₂ (ppm)	745.00	602.00	543.00	791.00	533.00	517.00	694.00	476.00	513.00	723.00	754.00	495.00	661.00	590.00	712.00	664.00	791.00	476.00	625.81	

ตารางที่ ๒- 24 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 24 วันอาทิตย์ที่ 9 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	25.60	24.60	24.60	24.50	24.80	24.40	24.70	24.20	24.50	24.20	24.40	24.40	24.10	24.60	24.60	24.60	25.60	24.10	24.55	
	ความชื้น (%RH)	58.70	61.20	60.20	62.30	65.30	63.50	58.20	62.30	63.30	63.60	62.60	63.60	62.60	63.80	63.10	64.10	65.30	58.20	62.40	
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,180.00	1,240.00	1,314.00	1,340.00	1,352.00	1,370.00	1,481.00	1,471.00	1,521.00	1,530.00	1,550.00	1,570.00	1,555.00	1,370.00	1,310.00	1,288.00	1,570.00	1,180.00	1,402.63	
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.50	24.50	24.50	24.50	24.50	24.70	24.20	24.60	24.10	24.60	24.60	24.80	24.60	24.10	24.50	24.70	24.80	23.50	24.44	
	ความชื้น (%RH)	61.20	60.20	61.20	61.80	61.60	60.10	65.50	66.50	65.20	66.80	64.20	67.50	67.80	62.30	66.20	68.20	68.20	60.10	64.14	
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.06	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,810.00	1,850.00	1,780.00	1,820.00	1,781.00	1,771.00	1,850.00	1,890.00	1,855.00	1,871.00	1,760.00	1,820.00	1,720.00	1,771.00	1,820.00	1,660.00	1,890.00	1,660.00	1,801.81	
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.10	24.20	24.50	24.20	24.80	25.10	24.70	24.80	24.60	24.40	24.10	25.10	24.80	24.80	24.20	23.90	25.10	23.90	24.52	
	ความชื้น (%RH)	62.50	61.10	62.34	60.20	68.20	66.30	67.20	66.80	60.20	61.80	65.20	68.80	68.90	66.80	69.80	68.80	69.80	60.20	65.31	
	ค่า CO (ppm)	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.38	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,690.00	1,700.00	1,720.00	1,745.00	1,750.00	1,810.00	1,820.00	1,811.00	1,820.00	1,790.00	1,780.00	1,850.00	1,910.00	1,920.00	2,110.00	2,150.00	2,150.00	1,690.00	1,836.00	
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.50	24.30	25.20	25.80	25.70	24.80	24.70	24.50	24.10	25.10	24.80	25.10	24.80	23.80	23.40	23.80	25.80	23.40	24.65	
	ความชื้น (%RH)	62.80	66.20	68.50	67.90	68.60	69.20	68.20	70.20	72.20	79.20	70.20	72.80	72.80	70.10	72.10	73.80	79.20	62.80	70.30	
	ค่า CO (ppm)	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	7.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	7.00	3.00	4.25	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,750.00	1,810.00	1,910.00	2,100.00	2,210.00	2,230.00	1,910.00	2,120.00	2,220.00	2,310.00	2,230.00	2,190.00	1,920.00	1,811.00	1,811.00	1,820.00	2,310.00	1,750.00	2,022.00	
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.10	23.90	24.20	23.80	24.60	24.50	24.10	23.90	24.10	24.10	24.20	24.10	24.10	24.60	24.30	24.20	24.60	23.80	24.18	
	ความชื้น (%RH)	66.20	65.20	66.60	67.20	68.20	69.20	68.20	70.20	72.70	73.10	74.20	73.20	72.80	73.20	72.80	75.20	75.20	65.20	70.51	
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	1.00	3.13	
	ค่า CO ₂ (ppm)	737.00	790.00	710.00	720.00	750.00	720.00	810.00	852.00	890.00	810.00	830.00	820.00	830.00	850.00	866.00	877.00	890.00	710.00	803.88	
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.20	25.60	23.10	25.30	24.80	24.70	24.20	24.50	24.20	24.20	24.50	23.90	23.50	23.80	23.70	23.40	25.60	23.10	24.29	
	ความชื้น (%RH)	70.20	78.20	70.20	75.20	71.00	73.10	75.20	77.10	71.20	69.20	66.50	68.20	66.20	67.20	66.80	67.20	78.20	66.20	70.79	
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.88	
	ค่า CO ₂ (ppm)	796.00	755.00	870.00	822.00	823.00	819.00	810.00	800.00	780.00	718.00	682.00	687.00	593.00	611.00	710.00	670.00	870.00	593.00	746.63	
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.20	22.90	22.80	24.10	24.70	24.50	24.80	24.30	24.20	24.30	24.30	24.60	24.20	24.20	23.90	23.70	24.80	22.80	24.04	
	ความชื้น (%RH)	62.10	66.70	68.10	61.20	68.20	69.50	62.80	61.20	65.20	66.80	67.80	68.20	63.80	66.80	62.80	63.60	69.50	61.20	65.30	
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.25	
	ค่า CO ₂ (ppm)	690.00	710.00	660.00	677.00	778.00	780.00	788.00	810.00	879.00	780.00	818.00	798.00	758.00	744.00	750.00	765.00	879.00	660.00	761.56	

ตารางที่ ๒-25 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 25 วันอังคารที่ 11 ธันวาคม พ.ศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	22.80	23.70	24.20	25.00	24.40	23.90	23.60	24.10	24.00	23.70	24.10	24.40	24.30	22.40	21.60	23.60	25.00	21.60	23.74
	ความชื้น (%RH)	65.30	61.10	59.30	58.50	58.70	60.40	60.00	59.00	60.90	62.50	62.80	61.00	59.70	60.30	62.70	60.60	65.30	58.50	60.80
	ค่า CO (ppm)	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	2.00	2.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,403.00	1,331.00	1,497.00	1,261.00	1,272.00	1,119.00	1,016.00	1,094.00	910.00	1,055.00	946.00	988.00	980.00	975.00	961.00	963.00	1,497.00	910.00	1,110.69
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.00	21.90	23.30	22.60	23.60	25.10	23.30	22.60	23.30	23.00	23.80	23.50	23.30	23.20	23.50	23.40	25.10	21.90	23.28
	ความชื้น (%RH)	57.00	60.50	57.80	57.90	54.90	58.00	58.00	58.40	58.10	59.20	58.60	59.30	57.90	60.50	58.30	60.50	60.50	54.90	58.43
	ค่า CO (ppm)	4.00	5.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,519.00	1,462.00	1,440.00	1,506.00	1,075.00	1,018.00	1,521.00	1,377.00	1,613.00	1,323.00	1,601.00	1,158.00	1,343.00	1,199.00	1,158.00	1,261.00	1,613.00	1,018.00	1,348.38
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.50	23.70	23.30	23.70	23.60	23.30	23.40	23.70	23.50	22.70	24.00	22.50	24.20	23.30	23.90	23.30	24.20	22.50	23.48
	ความชื้น (%RH)	61.00	57.10	56.40	59.80	58.10	60.10	57.30	59.00	59.40	56.30	60.10	56.60	57.30	54.70	54.10	55.10	61.00	54.10	57.65
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,377.00	1,497.00	1,437.00	1,523.00	1,429.00	1,331.00	1,281.00	1,413.00	1,196.00	1,401.00	1,314.00	1,374.00	1,362.00	1,394.00	1,415.00	1,426.00	1,523.00	1,196.00	1,385.63
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.70	23.70	24.30	24.40	23.60	24.30	23.80	25.00	23.30	24.60	22.80	24.10	22.60	24.70	22.70	23.60	25.00	22.60	23.83
	ความชื้น (%RH)	63.70	60.50	59.10	55.60	54.60	57.10	59.70	58.80	61.90	58.90	58.90	57.40	57.80	57.20	58.40	60.40	63.70	54.60	58.75
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,469.00	915.00	1,900.00	1,102.00	1,716.00	1,330.00	1,322.00	1,430.00	1,246.00	1,460.00	1,194.00	1,436.00	1,287.00	1,339.00	1,277.00	1,310.00	1,900.00	915.00	1,358.31
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.70	23.40	23.00	24.50	24.20	24.10	24.20	23.20	23.40	23.10	22.60	23.20	23.50	22.40	22.90	23.00	24.70	22.40	23.46
	ความชื้น (%RH)	64.40	63.20	61.80	64.90	56.60	60.10	61.20	67.70	63.00	67.00	64.80	66.20	62.70	67.30	64.30	64.70	67.70	56.60	63.74
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	749.00	815.00	857.00	673.00	755.00	681.00	683.00	1,072.00	649.00	579.00	616.00	593.00	656.00	593.00	626.00	577.00	1,072.00	577.00	698.38
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.00	24.10	22.50	24.60	22.20	23.50	22.70	23.60	24.50	22.30	23.30	22.30	22.80	23.50	22.90	22.70	24.60	22.20	23.22
	ความชื้น (%RH)	59.30	58.30	60.50	55.90	62.50	59.50	58.00	56.60	61.90	61.20	65.00	60.40	59.10	58.50	65.80	65.80	65.80	55.90	60.52
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	1.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	751.00	682.00	634.00	734.00	650.00	660.00	592.00	868.00	933.00	675.00	992.00	802.00	949.00	831.00	851.00	796.00	992.00	592.00	775.00
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.20	23.10	23.70	21.50	24.30	25.10	22.30	24.20	24.00	24.30	23.90	23.30	23.70	24.30	24.30	24.10	25.10	21.50	23.64
	ความชื้น (%RH)	61.60	61.80	65.40	64.70	61.30	68.20	61.80	63.10	66.80	61.10	64.10	61.80	68.30	63.00	69.10	69.40	69.40	61.10	64.47
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	472.00	586.00	618.00	494.00	654.00	646.00	610.00	530.00	565.00	600.00	642.00	502.00	586.00	426.00	414.00	454.00	654.00	414.00	549.94

ตารางที่ ๒- 26 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 26 วันพฤหัสบดีที่ 13 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.50	24.80	23.60	24.10	24.10	24.00	23.80	24.20	24.00	24.50	24.20	23.60	24.10	24.20	24.20	22.80	24.80	22.80	23.98
	ความชื้น (%RH)	63.30	58.90	66.80	59.00	64.10	58.20	58.00	57.40	58.10	56.80	57.60	59.10	58.10	56.10	56.10	58.50	66.80	56.10	59.13
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,140.00	1,150.00	1,095.00	1,040.00	886.00	963.00	976.00	922.00	813.00	965.00	834.00	960.00	871.00	820.00	829.00	825.00	1,150.00	813.00	943.06
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.60	21.80	22.50	22.20	23.40	24.90	22.50	22.40	23.10	23.10	23.50	23.70	23.10	23.30	23.90	23.30	24.90	21.80	23.08
	ความชื้น (%RH)	56.80	63.70	58.80	61.10	53.80	55.30	58.00	59.70	57.90	57.80	58.00	58.40	58.00	57.20	57.50	57.40	63.70	53.80	58.09
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,166.00	1,003.00	1,191.00	707.00	1,078.00	993.00	695.00	1,308.00	865.00	1,103.00	1,022.00	992.00	1,082.00	964.00	1,036.00	1,171.00	1,308.00	695.00	1,023.50
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.50	23.50	23.10	23.20	23.00	23.30	22.90	23.00	23.00	22.10	23.90	22.60	24.40	23.20	24.30	24.00	24.50	22.10	23.38
	ความชื้น (%RH)	56.00	55.50	57.30	57.80	56.90	58.60	56.90	57.50	58.30	58.40	57.80	56.00	54.10	53.40	53.90	53.60	58.60	53.40	56.38
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	927.00	1,083.00	1,233.00	1,307.00	1,338.00	1,277.00	1,377.00	1,303.00	1,206.00	1,337.00	1,397.00	1,396.00	1,514.00	1,523.00	1,369.00	1,476.00	1,523.00	927.00	1,316.44
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.20	22.90	23.50	23.30	24.00	24.20	23.30	24.50	22.60	25.10	22.20	24.00	22.60	23.70	23.00	24.20	25.10	22.20	23.58
	ความชื้น (%RH)	60.00	63.80	54.30	57.80	55.40	55.40	58.50	58.10	57.70	57.80	58.00	57.10	58.00	54.70	57.80	54.70	63.80	54.30	57.44
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	2.00	0.00	1.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,430.00	938.00	1,589.00	711.00	1,585.00	1,029.00	1,121.00	1,198.00	1,125.00	1,298.00	1,249.00	1,381.00	1,168.00	1,249.00	1,177.00	1,219.00	1,589.00	711.00	1,216.69
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.30	22.80	24.00	23.10	23.30	23.50	23.50	23.00	23.80	22.20	22.90	22.50	23.00	22.40	22.20	21.60	24.30	21.60	23.01
	ความชื้น (%RH)	56.90	58.70	56.80	61.30	58.20	58.90	55.40	61.70	57.00	62.30	62.80	61.80	61.90	59.30	61.70	60.50	62.80	55.40	59.70
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.00	0.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	607.00	629.00	728.00	600.00	836.00	526.00	749.00	607.00	609.00	548.00	620.00	518.00	649.00	544.00	624.00	606.00	836.00	518.00	625.00
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.20	24.40	22.60	23.70	22.30	23.00	22.70	23.30	24.50	22.60	23.30	22.10	22.90	23.60	23.10	23.70	24.50	22.10	23.19
	ความชื้น (%RH)	53.80	56.20	56.90	57.10	58.20	57.00	56.10	55.00	56.50	56.30	60.10	57.50	55.80	55.30	58.70	56.90	60.10	53.80	56.71
	ค่า CO (ppm)	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	0.00	1.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	674.00	652.00	611.00	635.00	588.00	658.00	566.00	854.00	982.00	691.00	1,047.00	822.00	997.00	806.00	787.00	691.00	1,047.00	566.00	753.81
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.50	22.50	23.90	21.00	23.40	24.70	21.70	23.80	24.00	23.20	22.90	24.00	23.80	23.80	23.00	23.50	24.70	21.00	23.17
	ความชื้น (%RH)	59.10	59.00	57.00	61.80	61.90	58.30	58.40	63.60	57.50	58.40	61.90	60.00	59.40	60.10	56.70	57.40	63.60	56.70	59.41
	ค่า CO (ppm)	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	0.00	1.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	516.00	518.00	583.00	421.00	703.00	563.00	623.00	574.00	647.00	639.00	560.00	659.00	464.00	606.00	514.00	452.00	703.00	421.00	565.13

ตารางที่ ๒๗- 27 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 27 วัน เสาร์ที่ 15 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.10	23.20	24.40	24.70	24.40	24.70	24.40	24.40	24.60	24.30	24.00	24.20	24.40	25.10	25.20	23.50	25.20	23.10	24.29
	ความชื้น (%RH)	61.60	58.90	59.90	58.50	59.90	58.70	60.70	59.40	63.40	58.70	67.00	58.00	58.60	58.10	59.70	62.70	67.00	58.00	60.24
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	974.00	982.00	947.00	996.00	943.00	1,015.00	1,160.00	949.00	1,396.00	1,115.00	1,404.00	1,279.00	1,334.00	1,368.00	1,467.00	1,489.00	1,489.00	943.00	1,176.13
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.50	22.70	23.30	22.70	23.60	23.90	23.70	23.00	23.40	23.10	23.50	24.30	24.20	24.10	23.60	24.20	24.30	22.50	23.49
	ความชื้น (%RH)	60.00	60.80	55.40	59.50	57.90	55.10	57.90	58.80	58.20	59.10	59.00	59.40	60.30	61.70	58.10	59.20	61.70	55.10	58.78
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,509.00	1,087.00	1,621.00	949.00	1,548.00	1,572.00	1,186.00	1,677.00	1,333.00	1,446.00	1,373.00	1,028.00	1,322.00	1,093.00	1,080.00	1,026.00	1,677.00	949.00	1,303.13
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.40	25.10	23.80	23.50	23.40	23.80	22.70	24.20	23.40	24.30	23.80	24.00	23.70	24.90	24.80	25.10	22.70	23.90
	ความชื้น (%RH)	55.70	59.10	54.80	59.10	60.50	55.20	57.50	59.70	59.60	56.20	55.10	53.50	54.00	53.50	51.50	52.10	60.50	51.50	56.07
	ค่า CO (ppm)	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.00	1.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,569.00	1,542.00	1,204.00	1,450.00	1,588.00	1,628.00	1,364.00	1,542.00	1,560.00	1,494.00	1,686.00	1,589.00	1,519.00	1,732.00	1,373.00	1,576.00	1,732.00	1,204.00	1,526.00
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	25.50	24.00	24.80	23.10	24.50	22.90	24.10	22.80	24.80	23.40	24.20	23.90	24.50	24.40	24.20	24.00	25.50	22.80	24.07
	ความชื้น (%RH)	59.60	60.00	57.10	61.00	56.20	57.30	63.50	58.20	60.00	61.00	54.10	60.90	58.40	60.90	58.40	58.70	63.50	54.10	59.08
	ค่า CO (ppm)	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	0.00	0.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,401.00	1,331.00	1,397.00	1,318.00	1,412.00	1,489.00	1,203.00	1,359.00	1,862.00	1,414.00	1,985.00	1,352.00	2,171.00	1,424.00	1,960.00	1,710.00	2,171.00	1,203.00	1,549.25
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.50	24.20	24.80	24.00	24.10	24.40	24.50	23.90	24.80	23.40	25.50	22.80	24.00	22.90	23.10	25.50	22.80	24.07
	ความชื้น (%RH)	54.10	58.40	58.40	60.00	58.70	63.50	60.90	56.20	60.90	57.10	61.00	59.60	58.20	60.00	57.30	61.00	63.50	54.10	59.08
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	2.00	0.00	0.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	900.00	890.00	887.00	910.00	920.00	921.00	980.00	910.00	901.00	913.00	924.00	880.00	884.00	869.00	780.00	788.00	980.00	780.00	891.06
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	23.90	23.70	23.40	23.30	23.30	24.70	22.40	22.90	22.90	22.40	22.90	23.20	22.90	23.40	23.60	22.70	24.70	22.40	23.23
	ความชื้น (%RH)	67.00	63.60	67.70	61.90	65.50	57.60	66.70	63.80	63.90	66.40	64.00	63.20	64.00	60.80	59.00	61.60	67.70	57.60	63.54
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	0.00	0.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	608.00	462.00	745.00	689.00	547.00	987.00	513.00	677.00	673.00	534.00	672.00	544.00	669.00	736.00	743.00	710.00	987.00	462.00	656.81
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.70	21.90	22.30	23.10	23.10	23.80	24.10	23.90	24.60	24.00	22.90	24.40	21.70	23.80	22.30	21.40	24.60	21.40	23.06
	ความชื้น (%RH)	70.70	70.70	72.10	68.20	64.40	62.00	61.70	62.80	61.50	60.00	58.70	57.50	64.10	60.10	62.80	65.90	72.10	57.50	63.95
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	2.00	1.00	2.00	0.00	1.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	461.00	406.00	396.00	658.00	396.00	537.00	762.00	699.00	672.00	560.00	607.00	634.00	531.00	615.00	503.00	475.00	762.00	396.00	557.00

ตารางที่ ๒- 28 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 28 วันอาทิตย์ที่ 16 ธันวาคม พ.ศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.40	24.20	24.80	25.00	25.00	25.20	24.80	24.20	24.70	24.80	24.90	24.30	24.40	24.50	23.40	24.00	25.20	23.40	24.54
	ความชื้น (%RH)	61.70	60.80	61.20	62.40	61.70	62.80	60.20	59.00	58.80	59.70	60.00	60.20	60.40	59.40	61.20	59.40	62.80	58.80	60.56
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,428.00	1,318.00	1,444.00	1,418.00	1,480.00	1,520.00	1,410.00	1,340.00	1,320.00	1,347.00	1,350.00	1,362.00	1,363.00	1,290.00	1,310.00	1,286.00	1,520.00	1,286.00	1,374.13
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.90	23.60	23.30	24.10	23.80	24.60	24.40	23.40	23.70	23.80	24.30	24.60	24.20	23.90	24.00	23.80	24.60	23.30	23.96
	ความชื้น (%RH)	56.60	60.00	56.20	58.10	56.60	58.80	55.00	58.00	58.60	58.60	61.00	59.60	57.60	58.60	58.20	58.40	61.00	55.00	58.12
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,490.00	1,680.00	1,610.00	1,670.00	1,686.00	1,662.00	1,720.00	1,760.00	1,830.00	1,750.00	1,640.00	1,440.00	1,380.00	1,500.00	1,490.00	1,480.00	1,830.00	1,380.00	1,611.75
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.00	23.90	23.60	24.60	25.00	24.10	23.90	24.60	24.20	24.40	23.80	24.50	24.80	24.00	25.00	25.00	23.60	24.26
	ความชื้น (%RH)	62.00	60.00	57.00	57.60	58.80	60.00	56.60	57.80	60.60	61.00	57.50	58.00	54.30	52.40	54.50	50.70	62.00	50.70	57.43
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,580.00	1,640.00	1,631.00	1,630.00	1,674.00	1,600.00	1,640.00	1,477.00	1,424.00	1,420.00	1,640.00	1,580.00	1,510.00	1,580.00	1,510.00	1,590.00	1,674.00	1,420.00	1,570.38
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.40	25.20	24.80	25.30	26.00	25.10	25.00	24.90	24.80	24.90	24.80	25.00	24.00	24.10	23.80	26.00	23.80	24.74
	ความชื้น (%RH)	60.00	56.00	60.00	54.40	56.60	60.00	60.50	58.80	60.60	59.90	60.00	59.80	59.60	58.00	57.70	58.80	60.60	54.40	58.79
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,010.00	1,080.00	1,236.00	1,340.00	1,577.00	1,610.00	1,775.00	1,711.00	1,556.00	1,576.00	1,480.00	1,470.00	1,609.00	1,510.00	1,480.00	1,370.00	1,775.00	1,010.00	1,461.88
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.00	23.00	23.80	24.00	24.30	24.30	24.40	23.20	23.40	22.80	22.70	22.80	23.20	23.60	23.80	24.40	22.70	23.57
	ความชื้น (%RH)	58.80	64.60	59.00	59.80	58.00	61.00	60.20	61.00	62.60	63.00	65.50	64.80	59.90	58.80	57.80	58.60	65.50	57.80	60.84
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	788.00	716.00	778.00	780.00	791.00	680.00	702.00	710.00	676.00	670.00	717.00	710.00	634.00	640.00	680.00	690.00	791.00	634.00	710.13
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.20	23.80	23.70	24.40	24.20	24.50	23.90	23.80	24.10	24.20	25.30	25.00	25.10	24.90	24.00	24.20	25.30	23.70	24.33
	ความชื้น (%RH)	60.00	58.40	57.80	61.00	63.00	62.80	56.60	56.00	56.80	57.00	59.20	59.00	60.80	62.90	67.00	68.80	68.80	56.00	60.44
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	670.00	660.00	670.00	636.00	702.00	708.00	704.00	710.00	761.00	780.00	804.00	820.00	812.00	840.00	880.00	898.00	898.00	636.00	753.44
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.30	23.30	23.20	24.60	25.20	25.20	24.70	24.80	25.00	24.00	23.70	24.00	23.50	24.00	23.90	23.50	25.20	23.20	24.12
	ความชื้น (%RH)	58.90	59.00	60.00	60.80	63.40	64.00	61.10	63.80	64.40	67.00	64.40	62.00	66.00	67.00	66.80	66.20	67.00	58.90	63.43
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	601.00	620.00	630.00	663.00	636.00	640.00	622.00	688.00	650.00	750.00	768.00	768.00	777.00	780.00	790.00	758.00	790.00	601.00	696.31

ตารางที่ ซี- 29 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 29 วัน อังคาร ที่ 18 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO , CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.00	24.70	23.10	24.30	23.80	23.80	23.90	24.40	24.20	24.70	24.20	23.90	24.40	24.40	24.00	22.60	24.70	22.60	24.03
	ความชื้น (%RH)	60.70	56.80	65.40	57.20	63.40	58.40	57.40	56.90	59.20	56.80	58.60	59.70	58.70	57.20	57.20	60.00	65.40	56.80	58.98
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,306.00	1,090.00	1,378.00	982.00	1,350.00	953.00	897.00	1,230.00	775.00	1,021.00	802.00	997.00	934.00	812.00	822.00	802.00	1,378.00	775.00	1,009.44
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.60	22.70	23.60	22.50	23.50	25.00	23.10	22.80	23.40	23.20	22.70	23.70	22.90	23.20	22.90	23.60	25.00	22.50	23.21
	ความชื้น (%RH)	56.20	60.10	55.40	60.20	56.00	54.80	57.90	57.10	56.20	57.80	57.80	57.10	56.40	58.50	56.70	57.70	60.20	54.80	57.24
	ค่า CO (ppm)	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,427.00	1,191.00	1,410.00	998.00	1,052.00	922.00	1,027.00	1,329.00	1,240.00	1,081.00	1,468.00	963.00	1,384.00	905.00	919.00	1,062.00	1,468.00	905.00	1,148.63
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.50	23.60	23.50	23.20	23.10	23.20	23.10	23.40	23.70	22.50	23.70	23.40	24.30	23.60	24.30	24.40	24.50	22.50	23.59
	ความชื้น (%RH)	53.40	55.60	59.10	58.10	57.40	57.60	57.30	55.30	57.00	58.30	56.30	55.30	53.70	53.30	53.00	53.50	59.10	53.00	55.89
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,230.00	1,276.00	1,352.00	1,198.00	1,325.00	1,167.00	1,265.00	1,334.00	1,202.00	1,326.00	1,393.00	1,356.00	1,601.00	1,545.00	1,507.00	1,619.00	1,619.00	1,167.00	1,356.00
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.10	23.80	24.20	24.00	25.20	24.10	23.80	23.40	24.10	23.20	24.50	22.90	23.50	22.50	22.30	25.20	22.30	23.71
	ความชื้น (%RH)	59.10	54.40	61.00	57.80	56.80	57.00	59.30	56.00	58.80	54.70	59.70	55.60	55.60	56.60	57.10	57.80	61.00	54.40	57.33
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	711.00	846.00	1,089.00	1,126.00	1,419.00	1,109.00	1,142.00	1,267.00	1,204.00	1,235.00	1,250.00	1,254.00	1,178.00	1,203.00	1,108.00	1,104.00	1,419.00	711.00	1,140.31
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.30	24.10	23.20	24.10	23.30	22.20	24.90	23.60	23.70	23.00	22.90	22.00	22.90	23.20	23.60	23.30	24.90	22.00	23.33
	ความชื้น (%RH)	58.90	58.80	57.50	56.40	57.10	63.20	55.70	59.60	60.20	61.20	61.20	63.30	59.50	59.70	58.10	57.80	63.30	55.70	59.26
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	631.00	593.00	686.00	600.00	714.00	535.00	613.00	533.00	603.00	557.00	642.00	598.00	726.00	606.00	795.00	710.00	795.00	533.00	633.88
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.30	23.40	23.10	23.80	22.30	24.40	23.50	24.10	24.90	22.60	23.70	23.30	22.90	24.00	23.60	24.50	25.30	22.30	23.71
	ความชื้น (%RH)	55.70	56.50	56.50	54.50	58.60	57.80	56.00	54.60	56.10	56.20	60.20	56.30	56.50	55.60	57.20	56.40	60.20	54.50	56.54
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	639.00	557.00	575.00	646.00	617.00	590.00	619.00	883.00	872.00	672.00	924.00	744.00	933.00	852.00	805.00	748.00	933.00	557.00	729.75
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	21.90	23.30	23.80	22.50	25.10	24.50	23.80	24.00	24.60	23.30	22.40	23.90	21.30	23.70	22.90	22.30	25.10	21.30	23.33
	ความชื้น (%RH)	60.40	58.90	56.90	57.80	59.80	57.90	57.90	60.80	56.90	58.40	63.80	59.50	67.40	61.70	59.00	64.00	67.40	56.90	60.07
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	583.00	596.00	645.00	643.00	577.00	487.00	626.00	543.00	581.00	631.00	561.00	608.00	416.00	600.00	447.00	405.00	645.00	405.00	559.31

ตารางที่ ซ- 30 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 30 วันพฤหัสบดีที่ 20 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.10	24.30	23.20	24.60	24.30	24.50	24.00	24.60	24.20	24.50	24.20	23.70	24.50	24.30	23.80	22.70	24.60	22.70	24.03
	ความชื้น (%RH)	62.70	59.20	65.00	57.60	57.70	56.50	57.80	56.70	58.10	56.70	58.10	59.20	58.10	57.00	56.70	59.80	65.00	56.50	58.56
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.56
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,193.00	1,095.00	1,156.00	1,018.00	1,112.00	1,008.00	930.00	1,021.00	861.00	935.00	881.00	949.00	886.00	845.00	833.00	876.00	1,193.00	833.00	974.94
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.70	23.00	22.20	23.60	23.10	22.50	24.00	22.80	23.30	22.70	23.10	23.30	24.00	23.60	23.00	24.00	24.00	22.20	23.18
	ความชื้น (%RH)	59.10	58.10	56.70	57.70	57.00	57.50	56.60	58.10	58.30	57.20	57.40	57.70	59.30	57.50	57.80	58.30	59.30	56.60	57.77
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	0.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,178.00	953.00	1,376.00	1,035.00	1,317.00	1,176.00	1,150.00	1,371.00	1,199.00	1,345.00	1,148.00	1,284.00	1,115.00	1,136.00	990.00	950.00	1,376.00	950.00	1,170.19
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.00	24.80	23.30	23.50	23.10	23.40	22.70	23.70	22.90	23.60	23.80	24.70	23.90	24.70	25.20	25.20	22.70	23.84
	ความชื้น (%RH)	55.40	57.80	54.50	57.80	58.10	56.50	56.10	56.20	56.90	56.00	56.60	53.10	53.60	52.90	51.70	52.10	58.10	51.70	55.33
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	0.00	1.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,459.00	1,272.00	1,380.00	1,108.00	1,432.00	1,236.00	1,476.00	1,249.00	1,280.00	1,381.00	1,361.00	1,495.00	1,344.00	1,619.00	1,259.00	1,388.00	1,619.00	1,108.00	1,358.69
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.80	23.70	23.90	24.00	23.90	24.50	23.70	24.70	22.70	25.20	22.40	24.10	22.30	23.90	22.80	24.40	25.20	22.30	23.81
	ความชื้น (%RH)	57.10	63.40	54.70	56.10	57.70	54.50	58.50	56.40	58.30	56.30	57.20	55.40	59.90	54.50	58.60	54.50	63.40	54.50	57.07
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	1.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,564.00	1,033.00	1,672.00	749.00	1,495.00	828.00	1,178.00	997.00	1,043.00	1,105.00	992.00	1,224.00	1,027.00	1,208.00	1,040.00	1,138.00	1,672.00	749.00	1,143.31
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.50	24.70	23.60	23.30	23.40	23.20	24.20	23.40	23.80	22.80	22.70	22.50	22.60	22.90	22.90	21.80	24.70	21.80	23.27
	ความชื้น (%RH)	58.70	59.00	58.40	58.80	56.40	59.50	53.20	61.50	59.20	62.10	60.40	63.20	62.70	60.00	58.60	61.20	63.20	53.20	59.56
	ค่า CO (ppm)	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	2.00	0.00	2.00	1.00	0.00	1.00	3.00	0.00	1.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	639.00	680.00	781.00	632.00	738.00	508.00	585.00	551.00	586.00	571.00	616.00	535.00	543.00	556.00	603.00	607.00	781.00	508.00	608.19
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.50	23.30	23.10	24.00	22.70	24.70	23.90	24.60	24.70	23.10	24.00	23.80	22.70	23.40	23.60	24.80	25.50	22.70	23.87
	ความชื้น (%RH)	55.10	56.30	58.20	54.30	58.10	56.20	56.30	58.30	23.30	56.80	58.10	54.60	58.30	55.60	58.60	54.40	58.60	23.30	54.53
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	646.00	600.00	586.00	644.00	575.00	635.00	565.00	816.00	833.00	623.00	853.00	722.00	926.00	917.00	778.00	717.00	926.00	565.00	714.75
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.10	23.60	24.10	22.10	25.40	24.90	23.60	24.10	24.40	24.30	24.00	23.80	22.50	23.10	22.60	21.60	25.40	21.60	23.51
	ความชื้น (%RH)	59.40	58.10	57.20	61.10	59.50	57.30	55.80	62.10	58.10	58.10	58.10	60.80	64.30	58.10	62.20	67.50	67.50	55.80	59.86
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	2.00	0.00	1.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	423.00	455.00	618.00	542.00	639.00	508.00	671.00	571.00	621.00	617.00	631.00	549.00	502.00	436.00	382.00	419.00	671.00	382.00	536.50

ตารางที่ ๓- 31 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 31 วันเสาร์ที่ 22 ธันวาคม พ.ศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	26.50	25.90	26.70	24.80	25.80	24.50	24.60	25.40	24.50	25.10	23.70	24.30	24.40	24.70	24.80	24.00	26.70	23.70	24.98
	ความชื้น (%RH)	60.50	58.00	61.20	57.10	63.10	58.90	59.30	57.60	59.00	58.00	60.10	59.20	59.60	58.30	58.30	57.50	63.10	57.10	59.11
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,449.00	1,344.00	1,544.00	1,189.00	1,678.00	1,052.00	938.00	1,376.00	938.00	1,409.00	965.00	1,319.00	1,145.00	1,042.00	1,017.00	1,012.00	1,678.00	938.00	1,213.56
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.50	22.80	23.30	23.00	23.60	25.30	24.10	23.00	24.10	23.60	24.10	24.10	23.80	23.70	24.30	23.60	25.30	22.50	23.68
	ความชื้น (%RH)	59.90	59.80	57.60	59.60	56.60	55.30	56.80	58.30	60.20	57.40	58.50	59.70	59.40	57.80	59.00	58.60	60.20	55.30	58.41
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,487.00	1,174.00	1,551.00	972.00	1,675.00	1,687.00	1,207.00	1,453.00	1,278.00	1,545.00	1,271.00	1,229.00	1,182.00	1,119.00	1,134.00	1,268.00	1,687.00	972.00	1,327.00
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	22.50	22.80	23.30	23.00	23.60	23.00	25.30	24.10	23.60	24.10	24.10	23.80	24.10	23.60	23.70	24.30	25.30	22.50	23.68
	ความชื้น (%RH)	59.90	59.80	57.60	58.30	56.60	59.60	55.30	56.80	57.40	60.20	58.50	59.40	59.70	58.60	57.80	59.00	60.20	55.30	58.41
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	3.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,487.00	1,174.00	1,551.00	1,453.00	1,675.00	972.00	1,687.00	1,207.00	1,545.00	1,278.00	1,271.00	1,182.00	1,229.00	1,268.00	1,119.00	1,134.00	1,687.00	972.00	1,327.00
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.30	24.00	25.20	23.90	25.00	25.00	24.80	25.30	24.10	24.50	23.60	25.10	24.00	24.50	24.60	24.70	25.30	23.60	24.54
	ความชื้น (%RH)	58.10	58.60	54.70	57.50	51.10	55.90	52.90	56.60	52.70	55.40	56.20	59.30	55.40	55.10	57.60	56.00	59.30	51.10	55.82
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	0.00	2.00	0.00	1.44
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,494.00	1,363.00	1,473.00	1,410.00	1,350.00	1,427.00	1,681.00	1,539.00	1,688.00	1,827.00	1,561.00	1,297.00	1,513.00	1,575.00	1,548.00	1,391.00	1,827.00	1,297.00	1,508.56
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	24.50	24.30	24.70	22.60	23.80	22.80	24.60	23.10	22.90	24.50	23.30	23.40	23.30	24.10	24.50	23.60	24.70	22.60	23.75
	ความชื้น (%RH)	54.00	60.10	53.40	58.40	56.60	57.70	55.30	60.00	59.10	56.60	56.70	56.10	56.20	57.90	55.70	60.70	60.70	53.40	57.16
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	0.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	734.00	809.00	726.00	655.00	692.00	572.00	684.00	545.00	982.00	543.00	992.00	803.00	1,005.00	949.00	776.00	819.00	1,005.00	543.00	767.88
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.00	25.00	23.70	24.10	24.00	25.10	24.50	23.00	22.40	24.00	21.90	24.10	24.00	23.50	23.30	22.80	25.10	21.90	23.71
	ความชื้น (%RH)	58.00	59.10	58.80	58.50	61.40	56.10	57.70	63.90	62.80	62.40	62.50	61.60	60.70	60.50	64.60	64.40	64.60	56.10	60.81
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	0.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	0.00	1.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	784.00	740.00	571.00	1,063.00	480.00	1,023.00	724.00	627.00	704.00	787.00	737.00	601.00	691.00	604.00	534.00	541.00	1,063.00	480.00	700.69
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.60	24.50	23.30	24.10	24.50	24.90	23.40	24.50	23.10	24.60	23.80	22.80	24.70	22.60	24.50	24.30	24.90	22.60	23.95
	ความชื้น (%RH)	60.70	55.70	56.20	57.90	56.70	58.60	56.10	56.60	60.00	55.30	56.60	57.70	53.40	58.40	54.00	60.10	60.70	53.40	57.13
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	0.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	3.00	3.00	0.00	1.69
	ค่า CO ₂ (ppm)	819.00	776.00	1,005.00	949.00	992.00	951.00	803.00	543.00	545.00	684.00	692.00	572.00	726.00	655.00	734.00	809.00	1,005.00	543.00	765.94

ตารางที่ ๓- 32 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 32 วันอาทิตย์ ที่ 23 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	22.70	23.30	23.60	24.00	25.00	24.40	23.80	23.90	24.00	23.80	24.10	23.80	23.70	23.90	23.90	23.80	25.00	22.70	23.86
	ความชื้น (%RH)	65.00	61.40	61.30	60.60	56.10	58.80	61.00	62.00	59.90	61.10	61.60	59.30	61.80	61.80	62.10	62.00	65.00	56.10	60.99
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,350.00	1,338.00	1,208.00	1,140.00	1,384.00	1,310.00	1,311.00	1,296.00	1,177.00	1,215.00	1,168.00	1,028.00	1,017.00	980.00	962.00	960.00	1,384.00	960.00	1,177.75
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.70	23.90	23.60	24.10	23.60	23.90	23.50	23.60	23.60	23.80	23.70	24.40	23.90	23.30	24.00	23.60	24.40	23.30	23.76
	ความชื้น (%RH)	57.30	57.20	58.10	55.80	58.60	57.80	58.00	57.80	59.90	58.30	58.80	59.60	61.30	62.00	58.50	60.70	62.00	55.80	58.73
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,451.00	1,527.00	1,410.00	1,394.00	1,383.00	1,310.00	1,377.00	1,386.00	1,294.00	1,314.00	1,290.00	1,382.00	1,380.00	1,380.00	1,394.00	1,440.00	1,527.00	1,290.00	1,382.00
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.40	23.50	23.60	23.70	24.10	24.50	24.00	23.80	23.60	24.80	24.00	23.70	23.80	24.80	24.00	24.20	24.80	23.40	23.97
	ความชื้น (%RH)	65.40	58.80	58.70	62.10	61.00	57.20	59.00	58.70	59.00	55.90	56.20	56.70	53.80	55.00	55.60	54.80	65.40	53.80	57.99
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,080.00	1,035.00	1,287.00	1,308.00	1,356.00	1,660.00	1,630.00	1,520.00	1,540.00	1,603.00	1,598.00	1,580.00	1,611.00	1,700.00	1,560.00	1,630.00	1,700.00	1,035.00	1,481.13
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.60	23.90	24.30	24.20	25.20	25.20	25.40	24.30	24.40	23.90	24.40	23.00	22.90	22.70	22.00	22.60	25.40	22.00	23.88
	ความชื้น (%RH)	67.80	62.80	59.60	55.40	54.90	57.50	56.50	59.20	60.60	60.80	56.60	64.00	63.20	63.70	62.50	60.80	67.80	54.90	60.37
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.94
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,226.00	1,180.00	1,606.00	1,600.00	1,590.00	1,668.00	1,658.00	1,488.00	1,557.00	1,159.00	1,187.00	1,310.00	1,222.00	1,167.00	1,058.00	980.00	1,668.00	980.00	1,353.50
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.80	22.50	22.80	23.80	23.50	24.00	23.40	23.50	23.60	23.50	22.50	22.80	23.40	23.50	23.70	23.80	24.00	22.50	23.38
	ความชื้น (%RH)	66.50	67.60	65.00	63.40	60.10	61.60	62.00	61.00	62.30	65.40	68.10	66.80	65.40	66.00	64.00	63.30	68.10	60.10	64.28
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	750.00	755.00	726.00	629.00	651.00	680.00	640.00	811.00	814.00	826.00	840.00	842.00	868.00	890.00	840.00	834.00	890.00	629.00	774.75
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.60	23.30	23.60	24.40	23.70	24.40	24.40	24.40	24.00	23.80	23.50	24.00	24.20	23.90	23.20	24.60	23.20	23.98
	ความชื้น (%RH)	64.80	65.60	64.70	62.60	59.60	61.40	60.30	58.80	58.20	60.10	64.60	66.90	63.60	63.30	59.60	62.20	66.90	58.20	62.27
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.19
	ค่า CO ₂ (ppm)	724.00	820.00	786.00	794.00	898.00	945.00	960.00	928.00	954.00	968.00	962.00	588.00	648.00	840.00	748.00	648.00	968.00	588.00	825.69
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.00	22.10	23.00	24.30	24.20	23.60	24.20	24.20	23.90	24.40	23.00	23.70	21.50	21.50	23.30	22.30	24.40	21.50	23.20
	ความชื้น (%RH)	64.40	63.80	64.50	63.80	63.70	60.20	62.00	67.00	61.40	59.70	60.00	62.20	69.10	68.70	64.80	70.70	70.70	59.70	64.13
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	739.00	688.00	638.00	636.00	665.00	811.00	634.00	791.00	646.00	660.00	656.00	646.00	618.00	627.00	654.00	647.00	811.00	618.00	672.25

ตารางที่ ๓- 33 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 33 วันอังคารที่ 25 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	23.10	23.80	23.90	25.10	24.20	24.00	23.50	24.70	23.90	23.60	23.80	23.80	24.10	24.20	22.80	24.00	25.10	22.80	23.91
	ความชื้น (%RH)	61.60	56.60	60.70	55.80	54.70	54.00	54.70	54.50	55.00	55.70	55.20	54.90	53.80	54.30	56.00	54.70	61.60	53.80	55.76
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,148.00	1,172.00	1,013.00	1,145.00	1,016.00	1,041.00	809.00	934.00	836.00	878.00	838.00	861.00	801.00	840.00	838.00	861.00	1,172.00	801.00	939.44
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	22.40	22.60	23.00	22.90	22.50	24.50	23.00	22.50	23.40	22.60	23.40	22.70	23.30	22.80	23.50	22.90	24.50	22.40	23.00
	ความชื้น (%RH)	56.80	56.70	55.00	56.70	56.40	55.40	55.30	56.50	57.60	55.70	54.00	56.00	56.50	56.10	55.80	55.80	57.60	54.00	56.02
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,186.00	996.00	1,189.00	796.00	1,155.00	997.00	921.00	1,212.00	946.00	1,221.00	888.00	1,214.00	904.00	1,204.00	1,039.00	1,024.00	1,221.00	796.00	1,055.75
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.00	23.90	23.00	23.70	24.20	23.20	23.10	23.70	23.60	23.60	23.70	22.40	24.10	23.20	24.50	23.30	24.50	22.40	23.51
	ความชื้น (%RH)	53.80	54.10	54.60	52.90	56.10	55.30	55.70	55.00	55.60	54.40	53.50	56.30	50.90	52.50	50.10	51.00	56.30	50.10	53.86
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,368.00	1,152.00	1,337.00	1,270.00	1,233.00	1,419.00	1,294.00	1,368.00	1,216.00	1,341.00	1,415.00	1,265.00	1,495.00	1,365.00	1,142.00	1,334.00	1,495.00	1,142.00	1,313.38
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.00	23.60	24.70	24.00	24.00	24.90	24.00	24.40	23.40	24.10	22.50	24.20	22.50	25.10	22.30	23.50	25.10	22.30	23.76
	ความชื้น (%RH)	60.50	54.00	56.00	52.60	53.70	55.60	56.20	53.40	55.50	53.60	56.10	52.00	54.20	52.90	55.60	55.40	60.50	52.00	54.83
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.50
	ค่า CO ₂ (ppm)	750.00	728.00	1,557.00	1,182.00	1,741.00	1,305.00	1,276.00	1,431.00	1,374.00	1,347.00	1,370.00	1,315.00	1,292.00	1,330.00	1,280.00	1,267.00	1,741.00	728.00	1,284.06
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.90	23.30	22.90	22.40	23.30	23.00	24.50	23.40	24.00	23.10	23.00	21.70	22.80	22.60	23.30	22.60	24.50	21.70	23.11
	ความชื้น (%RH)	54.50	57.40	55.80	58.20	54.30	56.20	51.50	56.30	55.70	57.20	57.40	60.00	56.90	56.30	54.20	54.50	60.00	51.50	56.03
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	656.00	709.00	813.00	642.00	802.00	553.00	728.00	770.00	759.00	676.00	835.00	699.00	905.00	703.00	1,015.00	803.00	1,015.00	553.00	754.25
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	22.50	23.30	21.50	22.80	21.30	22.70	22.50	23.60	23.90	22.70	23.20	22.60	22.40	23.70	22.20	22.90	23.90	21.30	22.74
	ความชื้น (%RH)	52.90	54.60	56.20	55.30	58.30	54.20	53.30	52.50	54.30	53.10	54.30	53.40	55.20	51.80	57.60	55.80	58.30	51.80	54.55
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.81
	ค่า CO ₂ (ppm)	739.00	670.00	661.00	789.00	642.00	852.00	625.00	985.00	883.00	738.00	957.00	886.00	963.00	877.00	967.00	825.00	985.00	625.00	816.19
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	20.80	21.10	24.00	23.20	24.00	23.60	23.50	23.30	23.60	22.70	21.50	23.30	20.30	23.30	21.90	21.60	24.00	20.30	22.61
	ความชื้น (%RH)	59.30	58.50	54.70	53.80	53.30	57.10	57.30	59.40	56.10	57.70	63.10	56.80	67.10	57.80	57.20	61.90	67.10	53.30	58.19
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	643.00	642.00	691.00	721.00	1,009.00	1,014.00	824.00	677.00	865.00	786.00	584.00	892.00	448.00	659.00	521.00	459.00	1,014.00	448.00	714.69

ตารางที่ ๓- 34 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 34 วันพฤหัสบดี ที่ 27 ธันวาคม พ.ศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO, CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.20	23.60	24.40	25.00	25.00	24.80	24.90	24.50	23.80	24.20	24.00	24.80	23.50	23.40	23.40	22.60	25.00	22.60	24.13
	ความชื้น (%RH)	62.80	61.00	62.60	56.60	54.60	54.40	54.00	56.30	57.00	56.30	56.10	54.50	58.30	56.00	55.80	55.40	62.80	54.00	56.98
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,358.00	1,324.00	1,367.00	1,390.00	1,383.00	1,390.00	1,430.00	1,417.00	1,380.00	1,308.00	1,074.00	1,140.00	1,120.00	1,164.00	1,206.00	1,170.00	1,430.00	1,074.00	1,288.81
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.40	22.90	23.20	23.60	23.10	23.60	23.30	23.20	24.00	24.10	24.50	23.60	24.50	23.40	24.00	24.10	24.50	22.90	23.66
	ความชื้น (%RH)	54.50	57.00	57.40	56.00	56.30	57.00	56.30	57.00	56.30	58.00	56.30	57.40	56.30	55.20	56.20	56.60	58.00	54.50	56.49
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.63
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,340.00	1,320.00	1,240.00	1,350.00	1,334.00	1,382.00	1,358.00	1,340.00	1,232.00	1,236.00	1,238.00	1,320.00	1,420.00	1,360.00	1,325.00	1,320.00	1,420.00	1,232.00	1,319.69
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	23.20	23.70	23.60	23.40	24.10	24.10	24.20	24.10	23.80	23.30	23.20	23.70	23.40	24.50	24.80	24.90	24.90	23.20	23.88
	ความชื้น (%RH)	57.40	55.60	56.00	57.00	57.10	58.80	54.00	56.00	54.00	56.00	57.60	58.00	56.80	55.40	54.00	55.50	58.80	54.00	56.20
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	955.00	998.00	1,010.00	1,130.00	1,230.00	1,244.00	1,370.00	1,280.00	1,410.00	1,370.00	1,340.00	1,350.00	1,490.00	1,400.00	1,480.00	1,470.00	1,490.00	955.00	1,282.94
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	22.80	24.00	24.00	25.10	24.80	25.30	24.00	24.10	24.40	24.30	24.00	25.00	23.50	23.50	23.40	23.30	25.30	22.80	24.09
	ความชื้น (%RH)	63.00	56.10	61.00	51.80	52.00	53.40	58.20	55.30	58.40	54.20	58.10	56.60	58.00	58.60	56.40	56.80	63.00	51.80	56.74
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	946.00	1,256.00	1,180.00	1,270.00	1,210.00	1,280.00	1,188.00	1,186.00	1,208.00	1,320.00	1,055.00	860.00	818.00	833.00	860.00	877.00	1,320.00	818.00	1,084.19
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.40	23.80	23.70	23.60	23.70	23.70	23.20	23.20	23.00	23.30	23.60	23.20	23.10	23.40	22.80	23.60	23.80	22.80	23.39
	ความชื้น (%RH)	58.80	57.00	59.30	58.00	58.20	57.50	60.00	63.40	60.00	59.10	58.00	62.00	58.00	62.00	59.30	60.80	63.40	57.00	59.46
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.13
	ค่า CO ₂ (ppm)	780.00	760.00	750.00	719.00	750.00	675.00	680.00	677.00	660.00	695.00	664.00	710.00	714.00	740.00	780.00	787.00	787.00	660.00	721.31
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.00	22.60	22.40	23.20	23.10	24.00	22.60	23.40	23.50	23.60	23.90	23.40	23.90	23.20	23.80	23.90	24.00	22.40	23.41
	ความชื้น (%RH)	57.20	58.80	57.60	58.00	56.10	60.00	56.20	58.00	58.80	55.00	56.00	56.00	55.20	60.00	56.00	57.00	60.00	55.00	57.24
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	877.00	806.00	803.00	760.00	830.00	870.00	833.00	800.00	880.00	770.00	660.00	750.00	662.00	680.00	668.00	678.00	880.00	660.00	770.44
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	22.40	22.30	22.40	24.30	23.90	25.00	23.80	24.20	24.60	24.20	24.60	22.60	22.80	22.30	22.20	22.40	25.00	22.20	23.38
	ความชื้น (%RH)	60.00	58.10	58.00	57.20	57.20	59.40	60.80	58.70	58.00	58.40	58.70	60.00	62.80	63.00	63.60	64.40	64.40	57.20	59.89
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	750.00	745.00	750.00	800.00	736.00	690.00	712.00	689.00	680.00	680.00	692.00	680.00	678.00	680.00	666.00	630.00	800.00	630.00	703.63

ตารางที่ ข- 35 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 35 วันเสาร์ ที่ 29 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO , CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.90	24.60	25.70	24.70	24.40	24.10	24.30	24.70	24.40	24.00	23.70	24.10	24.60	22.80	24.40	23.60	25.70	22.80	24.31	
	ความชื้น (%RH)	56.00	53.90	57.70	55.40	59.30	56.70	56.60	56.60	57.00	57.40	59.50	58.10	56.00	58.50	56.50	56.60	59.50	53.90	56.99	
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,638.00	1,516.00	1,589.00	1,241.00	1,840.00	1,130.00	918.00	1,549.00	982.00	1,397.00	1,027.00	1,160.00	1,020.00	1,034.00	1,023.00	1,044.00	1,840.00	918.00	1,256.75	
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.60	22.30	23.60	22.90	23.50	25.00	23.20	23.50	23.80	24.20	24.30	23.30	23.60	24.20	23.50	23.50	25.00	22.30	23.63	
	ความชื้น (%RH)	53.70	57.70	55.50	58.00	54.50	53.30	56.10	56.00	55.40	56.40	57.30	56.60	56.00	56.80	57.60	57.50	58.00	53.30	56.15	
	ค่า CO (ppm)	3.00	4.00	4.00	2.00	3.00	2.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.50	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,976.00	1,891.00	1,865.00	1,488.00	1,913.00	1,910.00	1,446.00	1,496.00	1,622.00	1,089.00	1,209.00	1,151.00	1,832.00	1,077.00	1,310.00	1,844.00	1,976.00	1,077.00	1,569.94	
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.10	23.70	25.10	23.30	24.80	23.90	25.30	24.60	25.40	24.50	25.30	24.70	23.40	24.60	25.00	24.90	25.40	23.30	24.54	
	ความชื้น (%RH)	58.10	57.30	54.70	56.60	54.00	58.30	55.30	58.80	54.80	56.30	55.20	58.50	61.10	52.40	58.60	53.60	61.10	52.40	56.48	
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.69	
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,641.00	1,575.00	1,644.00	1,640.00	1,562.00	1,744.00	1,292.00	1,605.00	1,600.00	2,122.00	1,137.00	2,338.00	808.00	2,244.00	1,484.00	2,108.00	2,338.00	808.00	1,659.00	
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	24.90	25.00	24.60	23.40	24.70	25.30	24.70	25.90	24.50	24.80	24.60	25.10	23.90	24.10	23.00	23.30	25.90	23.00	24.49	
	ความชื้น (%RH)	53.60	58.60	52.40	61.10	58.50	55.20	58.50	57.70	56.30	54.00	58.80	54.70	58.30	58.10	57.30	56.60	61.10	52.40	56.86	
	ค่า CO (ppm)	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.75	
	ค่า CO ₂ (ppm)	2,108.00	1,484.00	2,244.00	808.00	2,338.00	1,137.00	2,338.00	1,151.00	2,122.00	1,562.00	1,605.00	1,644.00	1,744.00	1,641.00	1,575.00	1,640.00	2,338.00	808.00	1,696.31	
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	22.60	22.90	23.20	23.30	23.90	22.90	23.10	24.90	23.50	24.00	23.60	23.70	23.60	24.90	24.40	24.90	24.90	22.60	23.71	
	ความชื้น (%RH)	60.80	59.80	59.70	58.10	59.30	58.20	62.20	55.90	57.00	54.50	58.00	56.70	60.40	58.10	60.00	61.00	62.20	54.50	58.73	
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.63	
	ค่า CO ₂ (ppm)	801.00	805.00	846.00	896.00	955.00	984.00	1,013.00	1,096.00	658.00	1,096.00	524.00	1,034.00	636.00	893.00	754.00	658.00	1,096.00	524.00	853.06	
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	25.00	24.40	25.50	23.70	23.20	24.30	22.60	22.80	23.80	22.30	23.40	23.00	24.50	23.10	23.00	23.50	25.50	22.30	23.63	
	ความชื้น (%RH)	57.40	55.30	53.90	55.80	55.90	55.30	57.10	56.60	53.20	56.90	57.20	55.80	54.10	55.70	55.10	54.00	57.40	53.20	55.58	
	ค่า CO (ppm)	4.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	3.00	1.00	2.00	3.00	2.00	3.00	4.00	1.00	2.06	
	ค่า CO ₂ (ppm)	676.00	777.00	778.00	655.00	704.00	623.00	573.00	1,090.00	1,101.00	580.00	780.00	545.00	892.00	910.00	683.00	880.00	1,101.00	545.00	765.44	
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	24.20	23.40	21.50	24.80	24.00	24.70	23.90	24.00	22.90	25.20	25.10	23.10	23.70	21.30	21.30	22.90	25.20	21.30	23.50	
	ความชื้น (%RH)	58.90	55.00	59.80	58.80	59.20	57.60	61.20	59.50	59.60	56.30	55.50	66.10	60.80	65.50	68.10	64.10	68.10	55.00	60.38	
	ค่า CO (ppm)	3.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	2.06	
	ค่า CO ₂ (ppm)	655.00	751.00	578.00	518.00	632.00	794.00	725.00	633.00	498.00	663.00	719.00	482.00	698.00	454.00	440.00	547.00	794.00	440.00	611.69	

ตารางที่ ซ- 33 แสดงข้อมูลตรวจวัดคุณภาพอากาศ ชั้น 1-7 ครั้งที่ 36 วันอาทิตย์ ที่ 30 ธันวาคม พศ.2555

ตารางบันทึกอุณหภูมิ, ความชื้น, CO , CO ₂		Zone A				Zone B				Zone C				Zone D				ค่า MAX	ค่า MIN	ค่า AVG.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
ชั้น 1	อุณหภูมิ (°C)	24.40	23.80	24.80	25.20	25.00	24.10	24.40	24.90	24.50	24.40	24.50	23.60	24.50	23.60	23.60	23.70	25.20	23.60	24.31
	ความชื้น (%RH)	61.20	58.80	60.20	60.80	61.20	62.20	61.20	60.00	59.80	58.80	59.80	58.00	59.10	58.20	59.50	58.40	62.20	58.00	59.83
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.88
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,410.00	1,370.00	1,480.00	1,528.00	1,510.00	1,480.00	1,410.00	1,344.00	1,360.00	1,381.00	1,388.00	1,472.00	1,467.00	1,420.00	1,410.00	1,438.00	1,528.00	1,344.00	1,429.25
ชั้น 2	อุณหภูมิ (°C)	23.60	24.00	23.70	23.80	23.70	24.30	24.50	23.40	24.00	24.00	24.40	24.70	24.40	23.80	23.90	24.00	24.70	23.40	24.01
	ความชื้น (%RH)	55.10	60.00	56.40	56.60	55.40	58.60	55.60	57.70	59.10	59.60	58.90	57.30	57.40	56.60	58.80	59.80	60.00	55.10	57.68
	ค่า CO (ppm)	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.25
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,610.00	1,780.00	1,779.00	1,760.00	1,874.00	1,786.00	1,800.00	1,842.00	1,841.00	1,830.00	1,797.00	1,570.00	1,588.00	1,460.00	1,596.00	1,580.00	1,874.00	1,460.00	1,718.31
ชั้น 3	อุณหภูมิ (°C)	24.20	24.40	24.10	23.70	24.90	24.40	25.00	24.00	24.40	23.70	24.00	24.00	24.80	24.90	24.80	25.00	25.00	23.70	24.39
	ความชื้น (%RH)	58.00	56.00	55.40	55.80	57.30	57.60	58.80	59.00	58.80	55.20	56.60	54.20	53.70	52.10	53.80	53.30	59.00	52.10	55.98
	ค่า CO (ppm)	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.75
	ค่า CO ₂ (ppm)	1,677.00	1,780.00	1,820.00	1,760.00	1,780.00	1,760.00	1,768.00	1,750.00	1,720.00	1,720.00	1,670.00	1,590.00	1,690.00	1,730.00	1,670.00	1,736.00	1,820.00	1,590.00	1,726.31
ชั้น 4	อุณหภูมิ (°C)	23.80	24.50	24.30	25.20	25.10	26.00	25.00	24.80	24.90	24.60	24.80	24.70	24.70	24.00	24.10	23.90	26.00	23.80	24.65
	ความชื้น (%RH)	62.20	61.90	53.80	58.80	57.20	58.80	57.10	56.30	56.40	58.90	59.10	57.30	57.60	56.60	57.30	55.60	62.20	53.80	57.81
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.06
	ค่า CO ₂ (ppm)	819.00	1,020.00	1,024.00	1,280.00	1,302.00	1,510.00	1,460.00	1,537.00	1,580.00	1,410.00	1,526.00	1,403.00	1,428.00	1,410.00	1,448.00	1,510.00	1,580.00	819.00	1,354.19
ชั้น 5	อุณหภูมิ (°C)	23.70	24.20	23.60	24.00	24.10	24.20	24.60	23.30	22.80	23.00	22.80	23.90	23.20	23.30	23.20	23.40	24.60	22.80	23.58
	ความชื้น (%RH)	58.70	61.70	57.70	57.30	56.00	57.00	57.60	61.00	62.00	60.70	61.80	66.70	59.00	58.80	60.00	61.00	66.70	56.00	59.81
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.31
	ค่า CO ₂ (ppm)	780.00	774.00	758.00	772.00	770.00	786.00	727.00	680.00	668.00	716.00	726.00	740.00	770.00	780.00	788.00	790.00	790.00	668.00	751.56
ชั้น 6	อุณหภูมิ (°C)	24.60	24.00	23.70	24.00	23.40	24.30	24.40	24.40	24.50	24.40	25.00	24.00	23.90	24.40	24.20	23.70	25.00	23.40	24.18
	ความชื้น (%RH)	57.00	54.00	55.40	58.80	58.00	59.80	55.00	56.00	54.90	58.70	56.00	56.60	56.70	56.80	55.80	56.80	59.80	54.00	56.64
	ค่า CO (ppm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	ค่า CO ₂ (ppm)	768.00	750.00	728.00	780.00	716.00	718.00	756.00	760.00	810.00	920.00	908.00	879.00	897.00	880.00	845.00	890.00	920.00	716.00	812.81
ชั้น 7	อุณหภูมิ (°C)	23.50	23.40	23.00	25.00	25.00	26.00	24.80	24.30	24.80	24.00	22.70	23.80	23.20	24.20	22.60	22.80	26.00	22.60	23.94
	ความชื้น (%RH)	57.20	57.60	57.70	57.00	57.00	59.80	62.20	60.00	61.00	62.20	65.90	60.20	65.80	66.00	67.60	67.90	67.90	57.00	61.57
	ค่า CO (ppm)	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.38
	ค่า CO ₂ (ppm)	725.00	730.00	745.00	816.00	785.00	838.00	810.00	786.00	778.00	768.00	818.00	780.00	738.00	760.00	876.00	928.00	928.00	725.00	792.56

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุภมาส ไชยวรกุล เกิดวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2527 จ.เชียงใหม่
สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2549 และเข้าต่อศึกษาใน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.
2554