

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ผลการศึกษาการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณใต้ทางยกระดับ โดยการคำนวณจากโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล สามารถเสนอผลการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลได้ตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. การทดลองที่ 1 ศึกษาการระบายอากาศจากกรณีศึกษา แบ่งได้ตามกลุ่มตัวแปรต้นที่มีผลต่อการสะสมก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ดังนี้

- 1) ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบความสูงของอาคารริมเส้นทางจราจร
 - 2) ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบระยะรันของอาคาร
 - 3) ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบความหนาแน่นของอาคารรอบข้าง
 - 4) ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบความสูงของทางยกระดับ
2. การเปรียบเทียบระดับความสำคัญของการระบายอากาศปัจจัยต่าง ๆ
3. การทดลองที่ 2 ศึกษาการระบายอากาศจากการเปลี่ยนรูปแบบของอาคาร
- 1) อาคารสูง 40 เมตร
 - 2) อาคารสูง 60 เมตร

4.1 การทดลองที่ 1: ศึกษาการระบายอากาศแบบจำลองของกรณีศึกษา

4.1.1 ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เมื่อความสูงของอาคารรอบข้างไม่เท่ากัน

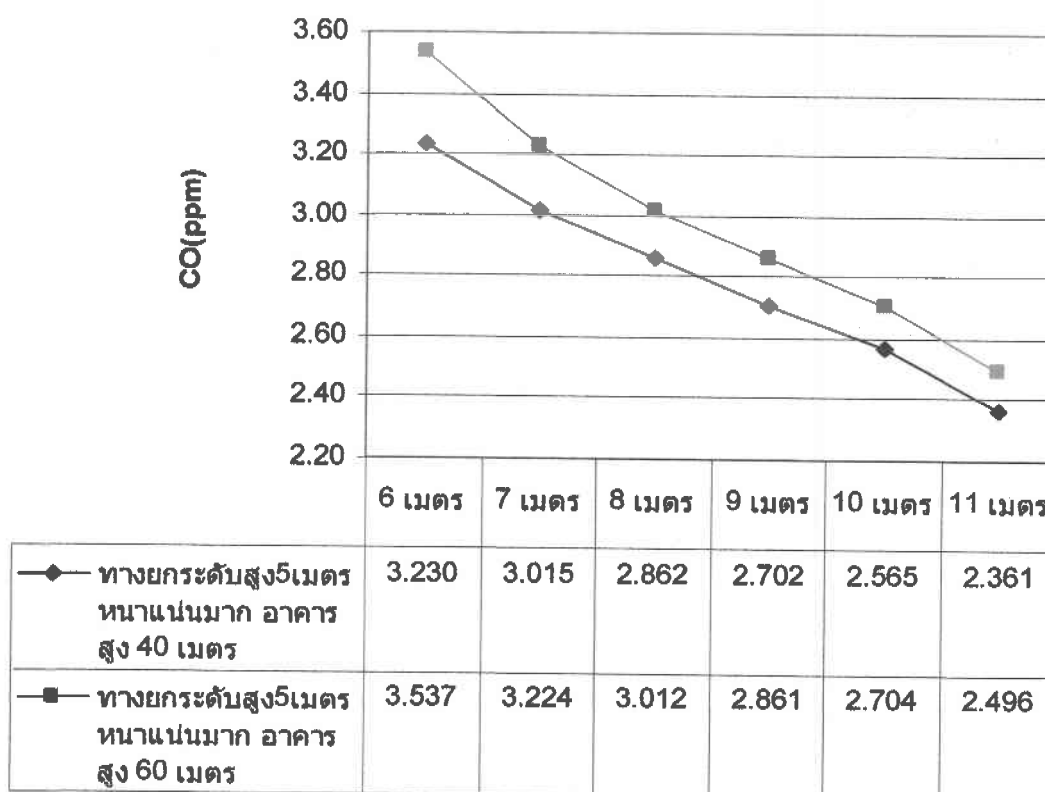
1. ผลการทดลอง

การทดลองในหัวข้อนี้จะทำการเปรียบเทียบอาคารสูง 40 เมตร และอาคารสูง 60 เมตร เท่านั้น เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพของแบบจำลองใกล้เคียงกัน อาคารกลุ่มตึกแถวจะมีลักษณะการวางผังอาคารที่แตกต่างออกไปจึงจะไม่นำมาเปรียบเทียบ ในการทดลองนี้มีกรณีศึกษาที่จะนำมาเปรียบเทียบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ดังนี้

1) กลุ่มที่ 1 เปรียบเทียบความสูงของอาคาร 40 เมตร และ 60 เมตร เมื่อทางยกระดับสูง 5 เมตร อาคารรอบข้างหนาแน่นมาก (ดังภาพที่ 4.1 และ 4.2)

ภาพที่ 4.1

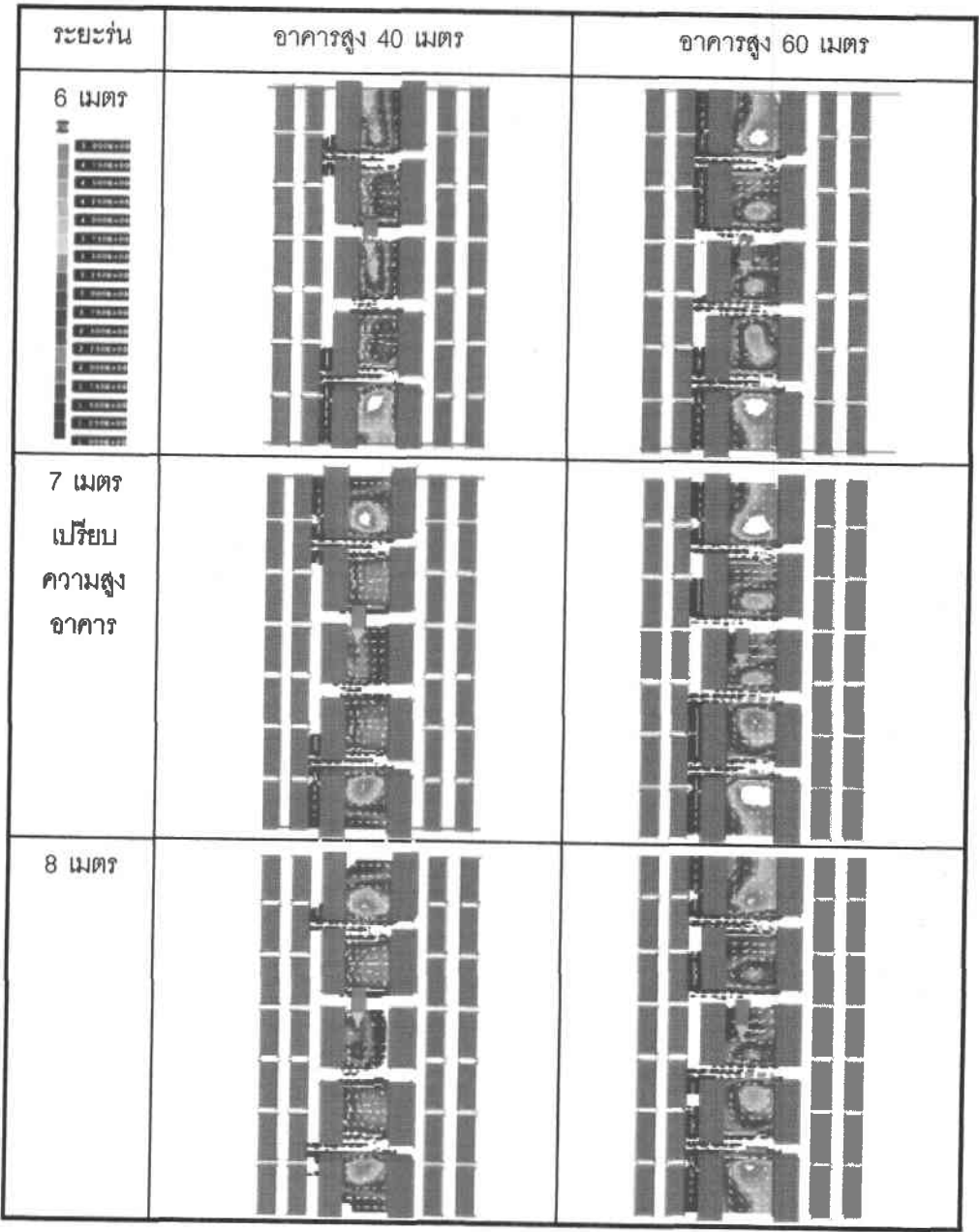
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ความสูงของอาคารต่างกัน กลุ่มที่ 1



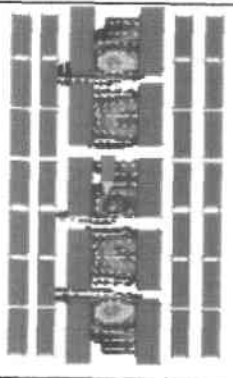
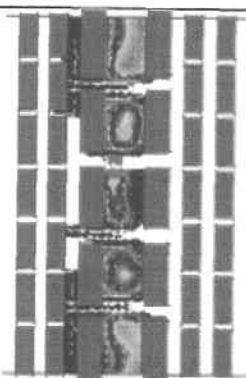
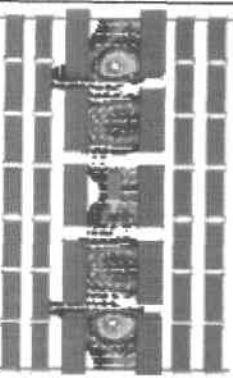
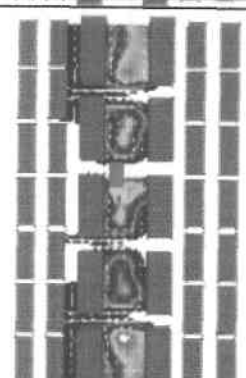
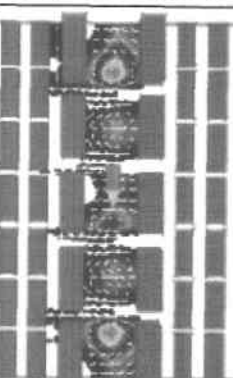
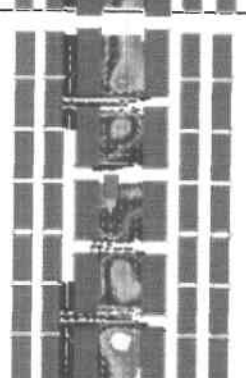
จากภาพที่ 4.1 พบว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 40 เมตร อยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 60 เมตร ไม่ว่าในจุดที่มีระยะห่างเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความสูงน้อยจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยด้วย

ภาพที่ 4.2

ตัวอย่างการแสดงผลก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ความสูงอาคารแตกต่างกันของ
อาคารกลุ่มหนาแน่นมาก ความสูงของทางยกระดับ 5 เมตร



ภาพที่ 4.2 (ต่อ)

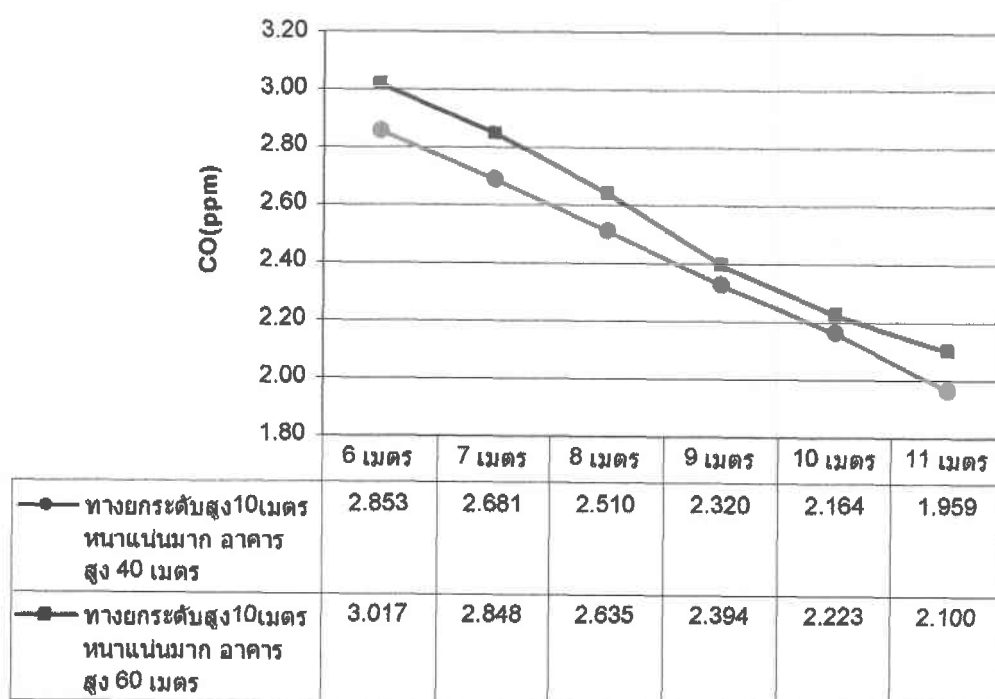
ระยะรัน	อาคารสูง 40 เมตร	อาคารสูง 60 เมตร
9 เมตร		
10 เมตร เปรียบเทียบ ความสูง อาคาร		
11 เมตร		

จากภาพที่ 4.2 แสดงถึงลมเคลื่อนตัวมาจากด้านหลังของอาคาร เมื่อปะทะอาคารแล้วลมจะมีทิศทางและความเร็วเปลี่ยนไป ในกรณีที่มีที่ว่างระหว่างอาคารเท่ากัน (ในกรณีนี้ คือ ระยะรันของอาคาร 6 เมตรเท่ากัน) อาคารที่มีความสูงมากกว่า จะทำให้ลมพัดเลยออกไป โดยไม่วนลงมาระบายอากาศที่ขอกตึก และทำให้เกิดการสะสมของมลพิษ ในขณะที่อาคารเตี้ยกว่าจะมีการระบายอากาศที่ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของสมสิทธิ์ นิตยะ (2543) ที่ว่า การระบายอากาศจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนความสูงของอาคารกับระยะห่างระหว่างอาคาร

2) กลุ่มที่ 2 เปรียบเทียบความสูงของอาคาร 40 เมตร และ 60 เมตร เมื่อทางยกระดับสูง 10 เมตรอาคารรอบข้างหนาแน่นมาก (ดังแผนภูมิที่ 4.3)

ภาพที่ 4.3

ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ความสูงของอาคารต่างกัน กลุ่มที่ 2

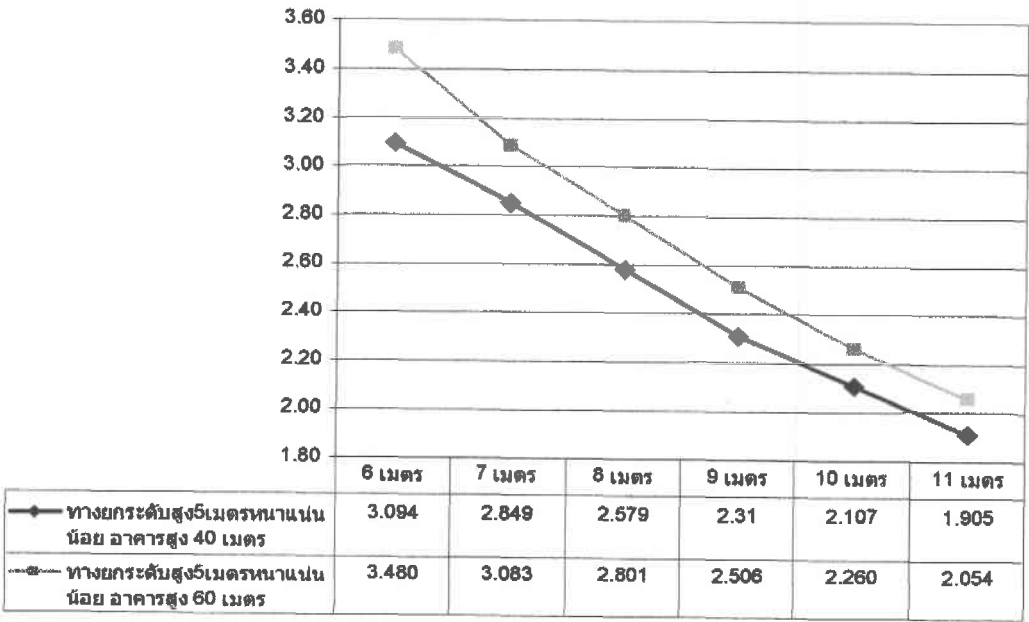


จากภาพที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 40 เมตร จะอยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 60 เมตร ไม่ว่าในจุดที่มีระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความสูงน้อยจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยด้วย

3) กลุ่มที่ 3 เปรียบเทียบความสูงของอาคาร 40 เมตร และ 60 เมตร เมื่อทางยกระดับสูง 5 เมตร อาคารรอบข้างหนาแน่นน้อย

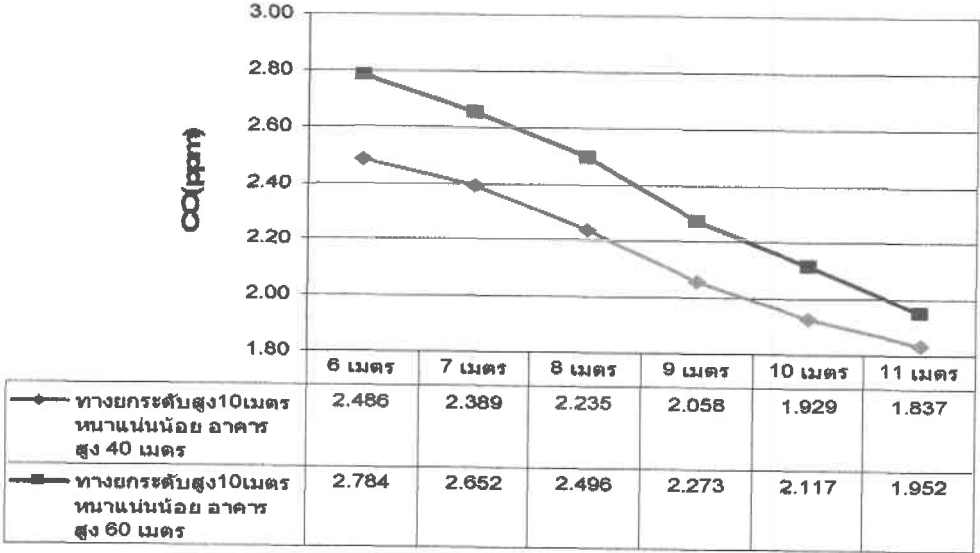
จากภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 40 เมตร จะอยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 60 เมตร ไม่ว่าในจุดที่มีระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความสูงน้อยจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยด้วย

ภาพที่ 4.4
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ความสูงของอาคารต่างกัน กลุ่มที่ 3



4) กลุ่มที่ 4 เปรียบเทียบความสูงของอาคาร 40 เมตร และ 60 เมตร เมื่อทางยกระดับสูง 10 เมตรอาคารรอบข้างหนาแน่นน้อย

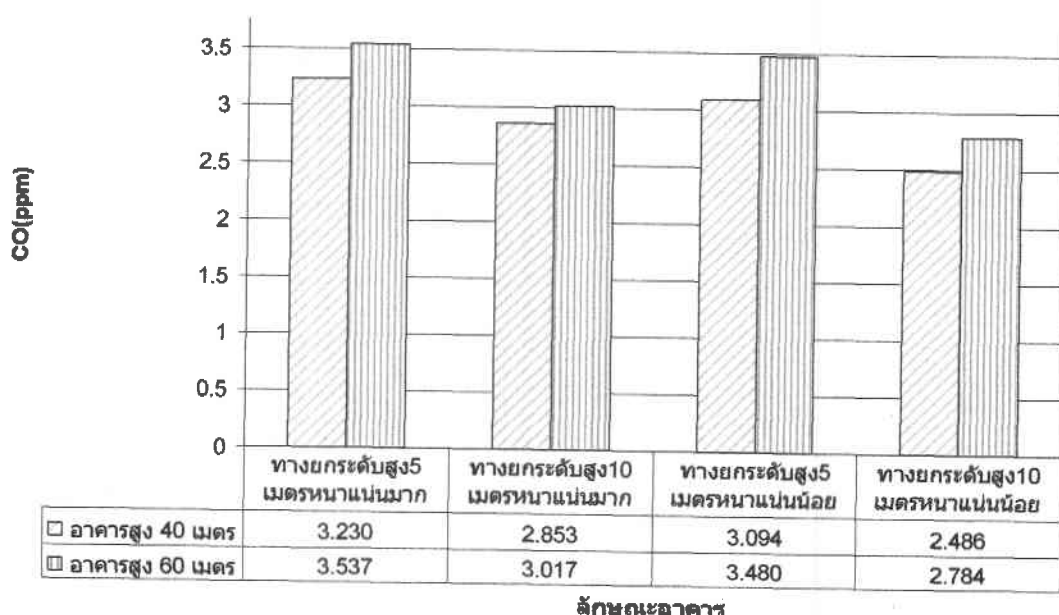
ภาพที่ 4.5
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ความสูงของอาคารต่างกัน กลุ่มที่ 4



จากภาพที่ 4.5 จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 40 เมตร จะอยู่ต่ำกว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารสูง 60 เมตร ไม่ว่าในจุดที่มีระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความสูงน้อยจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยกว่า

ภาพที่ 4.6

ผลทดลองการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์
ที่ความสูงอาคารต่างกันที่ระยะรัน 6 เมตร



2. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเปลี่ยนแปลงความสูงของอาคารทั้ง 4 กลุ่ม (ดังภาพที่ 4.6) โดยแสดงปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ระยะรัน 6 เมตร (เนื่องจากมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มากที่สุด) ที่สภาพแวดล้อมของอาคารแตกต่างกันทั้ง 4 กลุ่ม จะเห็นได้ว่า ไม่ว่าสภาพแวดล้อมของบริเวณทางยกระดับจะเปลี่ยนไปเป็นเช่นใด เช่น ความหนาแน่นของอาคาร ความสูงของทางยกระดับ เป็นต้น แต่ที่เหมือนกัน คือ อาคารที่มีความสูง 40 เมตร (แสดงด้วยแท่งกราฟลายแยง) มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยกว่าอาคารที่มีความสูง 60 เมตร (แสดงด้วยแท่งกราฟลายตั้ง) เสมอ เพราะอาคารที่สูงมากจะทำให้ลมพัดเลยอาคารออกไป และความสูงของอาคารสัมพันธ์กับระยะในแนวราบที่จะทำให้กระแสลมกลับมาพัดในแนวเดิมได้อีกครั้ง

จากภาพที่ 4.6 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แปรตามความสูงของอาคาร ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ เมื่ออาคารรอบข้างมีความสูงมากขึ้น จะมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากขึ้นด้วย

4.1.2 ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เมื่อระยะรั่นของอาคารรอบข้างไม่เท่ากัน

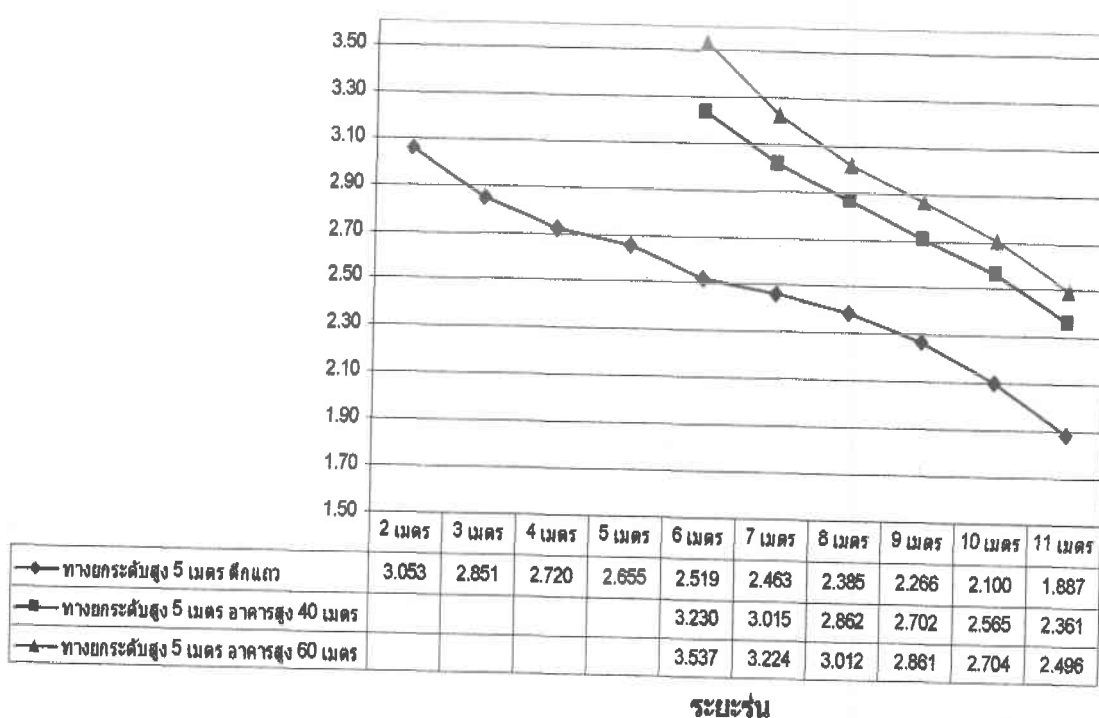
1. ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ มีกรณีศึกษาที่สามารถเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้หลายกลุ่ม จึงเลือกจะทำการแสดงผลในกลุ่มอาคารที่มีความหนาแน่นมากเท่านั้น กรณีศึกษาที่จะนำมาเปรียบเทียบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีดังนี้

- 1) กลุ่มที่ 1 เมื่อกลุ่มอาคารหนาแน่นมาก ความสูงของทางยกระดับเท่ากับ 5 เมตร (ดังภาพที่ 4.7)

ภาพที่ 4.7

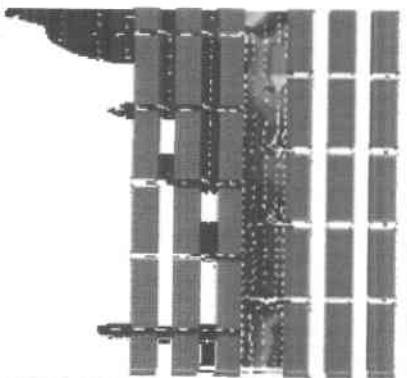
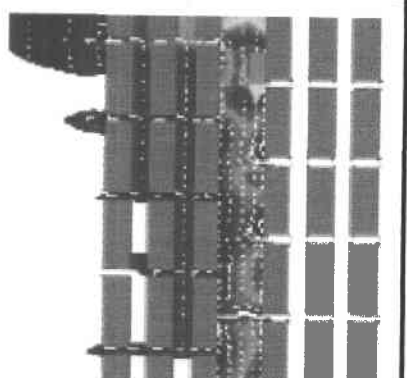
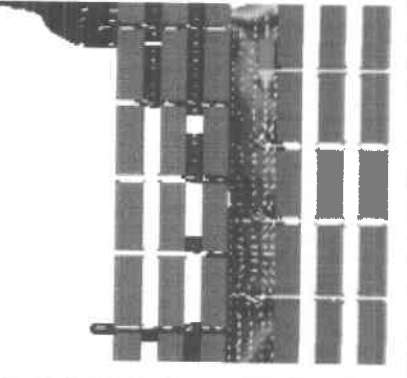
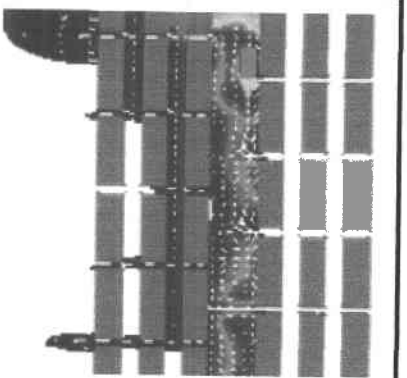
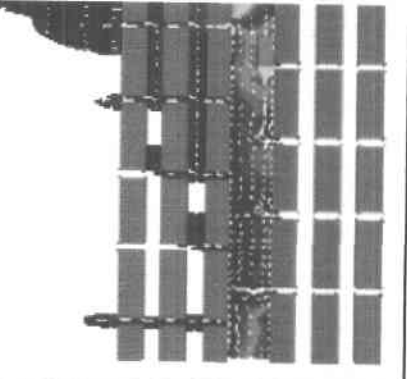
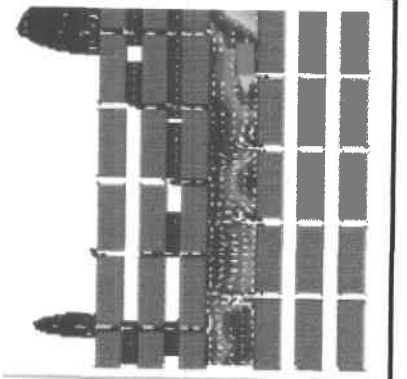
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ระยะรั่นอาคารแตกต่างกัน กลุ่มที่ 1



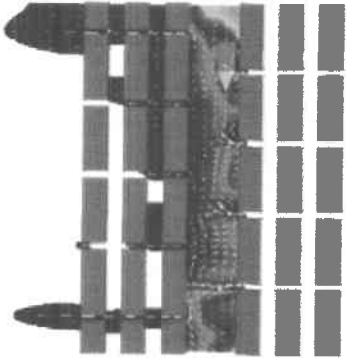
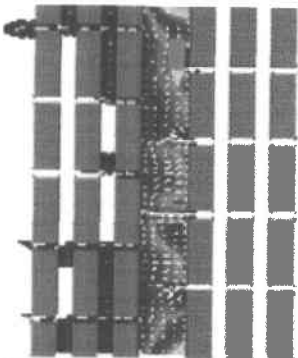
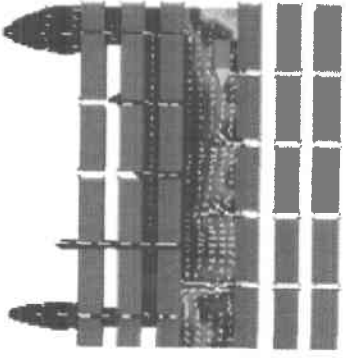
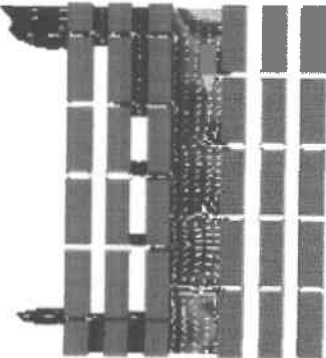
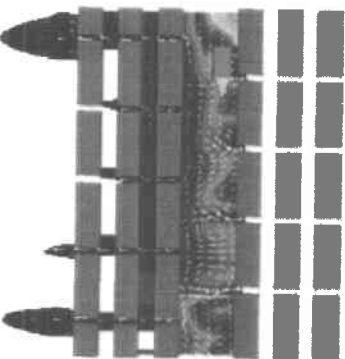
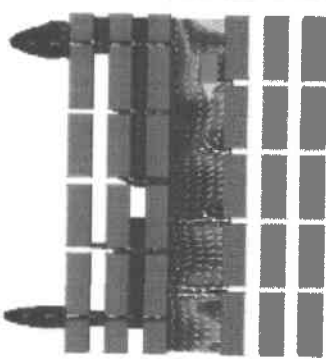
จากภาพที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟเดียวกันจุดที่ระยะร่นน้อยกว่า เช่น ระยะร่น 2 เมตร (จุดซ้ายสุดของเส้นกราฟ) มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่าจุดที่มีระยะร่นมากขึ้น เช่น ระยะร่น 11 เมตร (จุดขวาสุดของเส้นกราฟ) เส้นกราฟทั้ง 3 เส้น ที่แสดงถึงความสูงของอาคาร ทั้ง 3 ระดับ ความสูงแสดงผลเช่นเดียวกัน

ภาพที่ 4.8

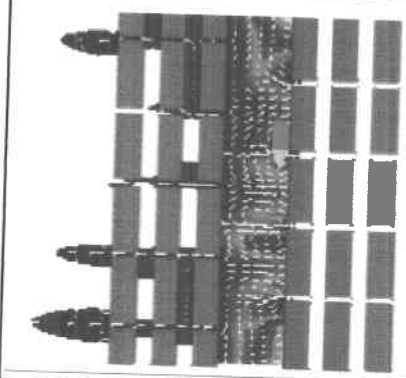
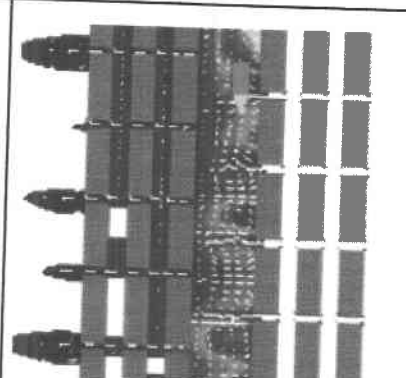
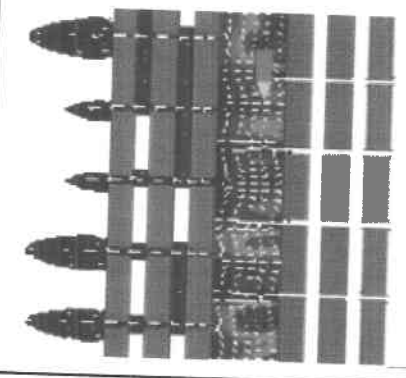
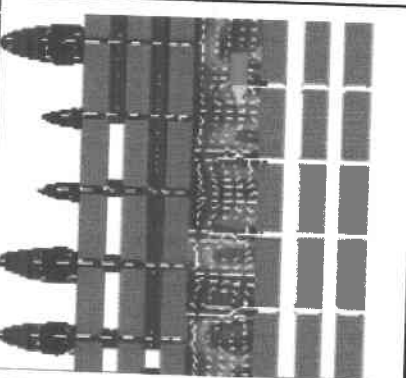
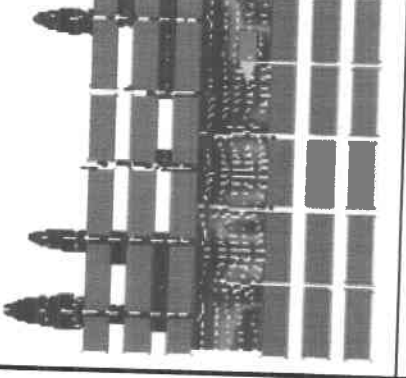
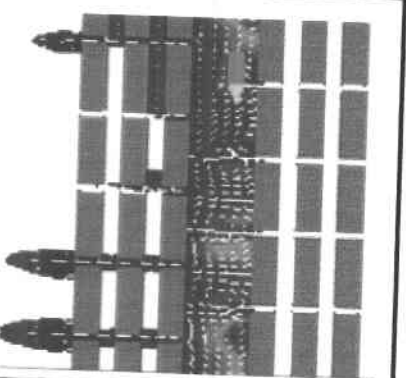
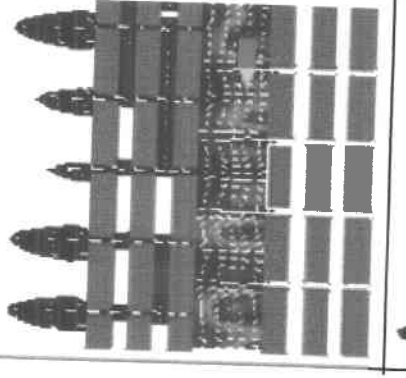
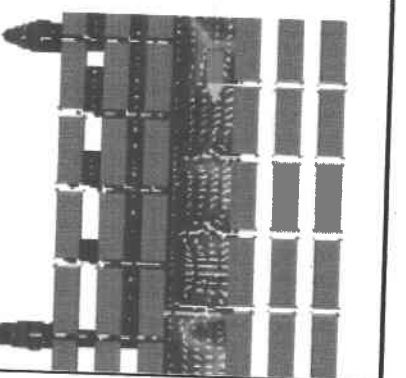
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ระยะร่นอาคารแตกต่างกันของตึกแถว

ระยะร่น	ทางยกระดับสูง 5 เมตร	ทางยกระดับสูง 10 เมตร
2 เมตร		
3 เมตร เปรียบระยะ ร่น ตึกแถว		
4 เมตร		

ภาพที่ 4.8 (ต่อ)

ระยะรัน	ทางยกระดับสูง 5 เมตร	ทางยกระดับสูง 10 เมตร
5 เมตร		
6 เมตร เปรียบเทียบ รัน ตึกแถว		
7 เมตร		

ภาพที่ 4.8 (ต่อ)

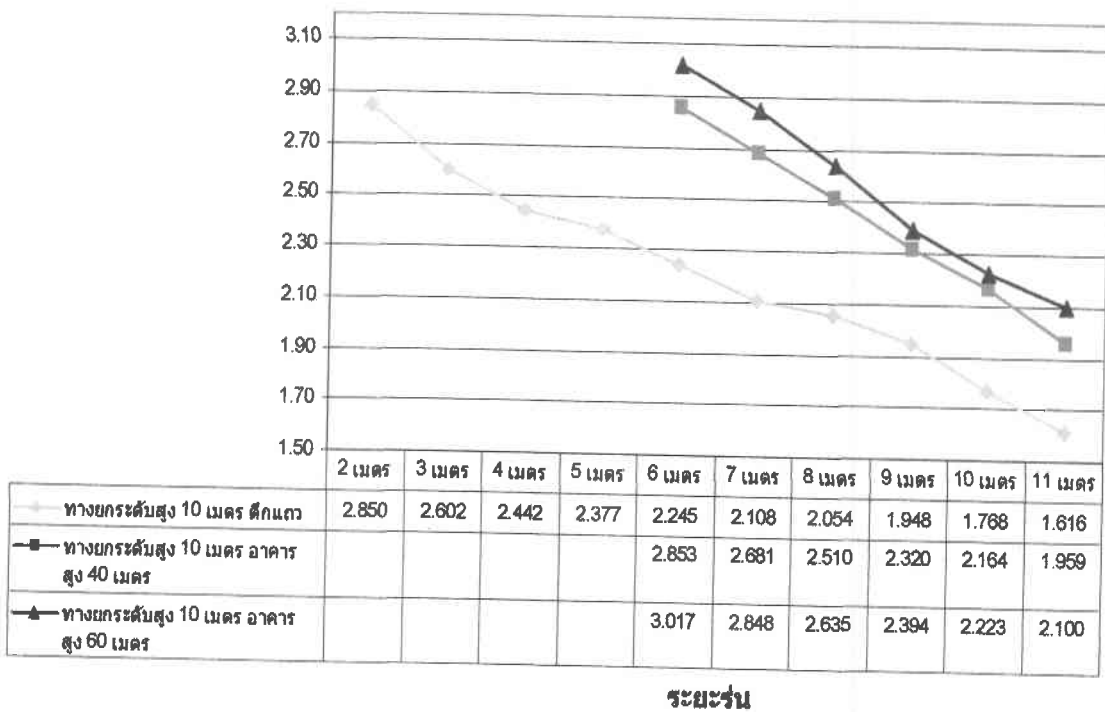
ระยะรัน	ทางยกระดับสูง 5 เมตร	ทางยกระดับสูง 10 เมตร
8 เมตร		
9 เมตร เปรียบเทียบ รัน ดีกแถว		
10 เมตร		
11 เมตร		

จากภาพที่ 4.8 พบว่า ลมที่เข้ามาจากด้านหลังอาคารจะลอดผ่านช่องว่างระหว่างอาคาร แล้วจากนั้นจะเคลื่อนที่ไปปะทะกับอาคารด้านหน้าที่ตั้งขวางอยู่ ทำให้ความเร็วและทิศทางลมเปลี่ยนไป มลพิษที่มากับลมจึงเกิดการตกค้างอยู่บริเวณด้านหลังอาคาร ด้านที่ลมผ่านเข้ามาหรือบริเวณที่เป็นทางเท้าในสภาพการณ์จริง

2) กลุ่มที่ 2 เมื่ออาคารมีความหนาแน่นมาก ความสูงของทางยกระดับเป็น 10 เมตร (ดังภาพที่ 4.9)

ภาพที่ 4.9

การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ระยะรันแตกต่างกัน ของกลุ่มที่ 2



ระยะรัน

จากภาพที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า ที่เส้นกราฟเดียวกันจุดที่ระยะร่นน้อยกว่า เช่น ระยะร่น 2 เมตร (จุดซ้ายสุดของเส้นกราฟ) จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากกว่าจุดที่มีระยะร่นมาก เช่น ระยะร่น 11 เมตร (จุดขวาสุดของเส้นกราฟ) เส้นกราฟทั้ง 3 เส้น แสดงถึงความสูงของอาคารทั้ง 3 ระดับ ก็แสดงผลเช่นเดียวกัน

2. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.7 พบว่า อาคารทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ ตึกแถว อาคารสูง 40 เมตร และ 60 เมตร จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ลดลงเมื่อมีระยะรันเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น เมื่อทดลองเปลี่ยนความสูงของทางยกระดับก็ยังคงได้ผลการทดลองเช่นเดิมดังภาพที่ 4.9 สาเหตุคือ ระยะระหว่างอาคารมีผลต่อกระแสลมที่จะเข้าถึงแต่ละอาคาร ระยะรัน 2 เมตร จะทำให้เกิดกระแสลมวนแบบ Skimming Flow โดยลมจะพัดมลพิษให้เกิดการฟุ้งกระจายแต่ไม่สามารถระบายออกไปได้ เนื่องจากพื้นที่แคบทำให้ลมปะทะกับอาคารรอบข้าง แต่ที่ระยะรัน 11 เมตร ทำให้เกิดกระแสลมวนขึ้น และกระแสลมวนลง (wake interference flow) ทำให้มีแรงลม 2 แรงช่วยกันพัดพาเป็นการระบายมลพิษ ยิ่งอาคารอยู่ห่างกัน ยิ่งทำให้กระแสลมเข้าได้ทั่วถึงยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ มาลินี ศรีสุวรรณ (2543)

จากภาพที่ 4.9 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นไปในทิศทางตรงข้าม คือปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แปรผกผันกับระยะรันของอาคาร เป็นไปตามสมมติฐานที่ว่าระยะรันมากขึ้น จะมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยลง

4.1.3 ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เมื่อความหนาแน่นของอาคารรอบข้างแตกต่างกัน

1. ผลการทดลอง

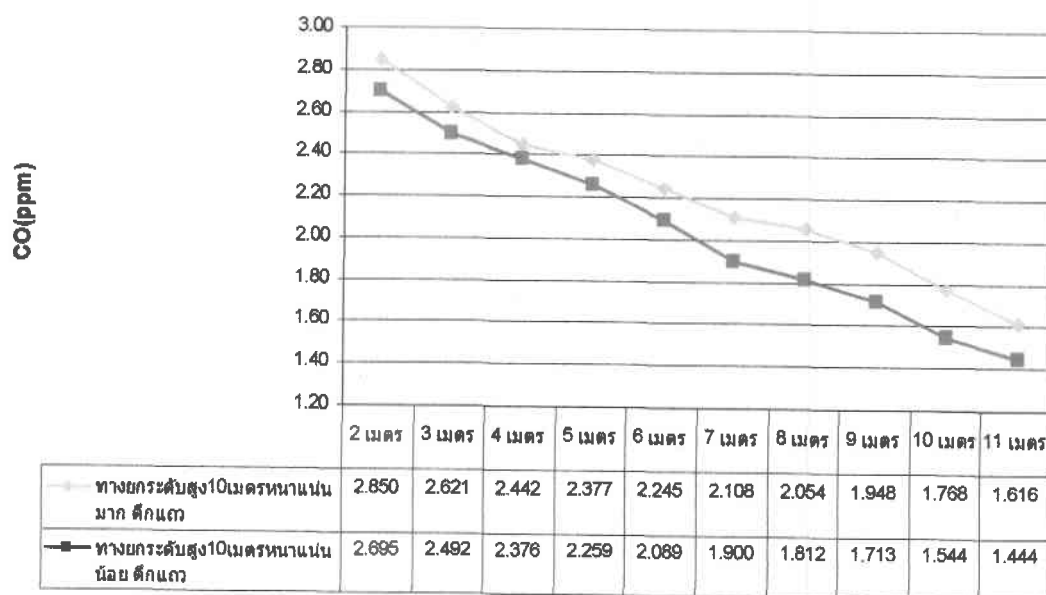
ในการทดลองนี้ มีกรณีศึกษาที่นำมาเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้หลายกลุ่ม จึงเลือกจะทำการแสดงผลในกลุ่มทางยกระดับสูง 10 เมตร เท่านั้น และกรณีศึกษาที่จะนำมาเปรียบเทียบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีดังนี้

- 1) กลุ่มที่ 1 ตึกแถว เมื่อความสูงของทางยกระดับเท่ากับ 10 เมตร (ดังภาพที่ 4.10)

จากภาพที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบความหนาแน่นของอาคารตึกแถว จะเห็นว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารที่มีความหนาแน่นน้อย จะอยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารที่มีความหนาแน่นมาก ไม่ว่าจะในจุดที่ระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยด้วย

ภาพที่ 4.10

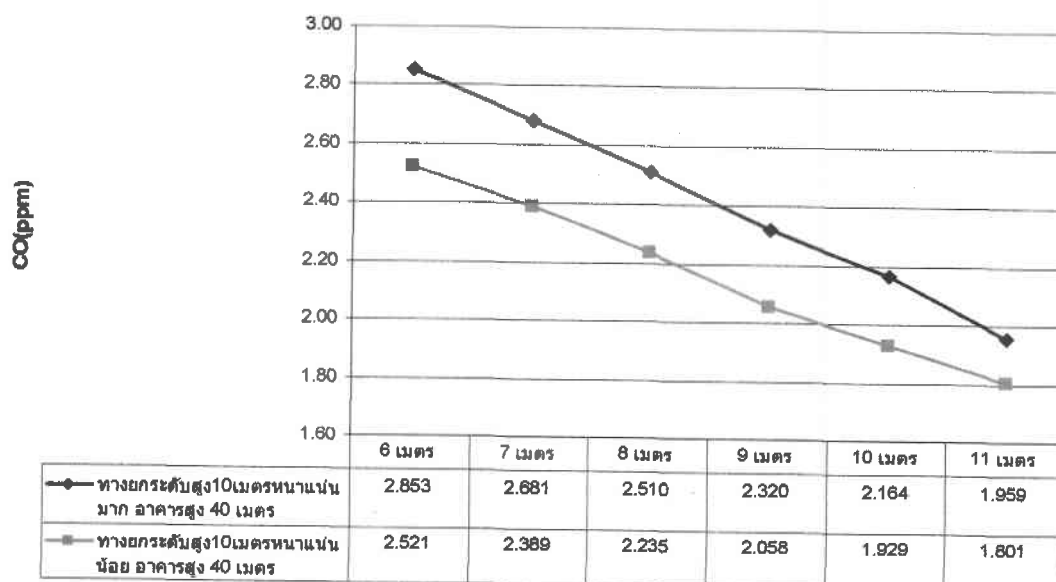
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เมื่อความหนาแน่นของอาคารแตกต่างกัน กลุ่มที่ 1



2) กลุ่มที่ 2 อาคารสูง 40 เมตร เมื่อความสูงของทางยกระดับเท่ากับ 10 เมตร (ดังภาพที่ 4.11)

ภาพที่ 4.11

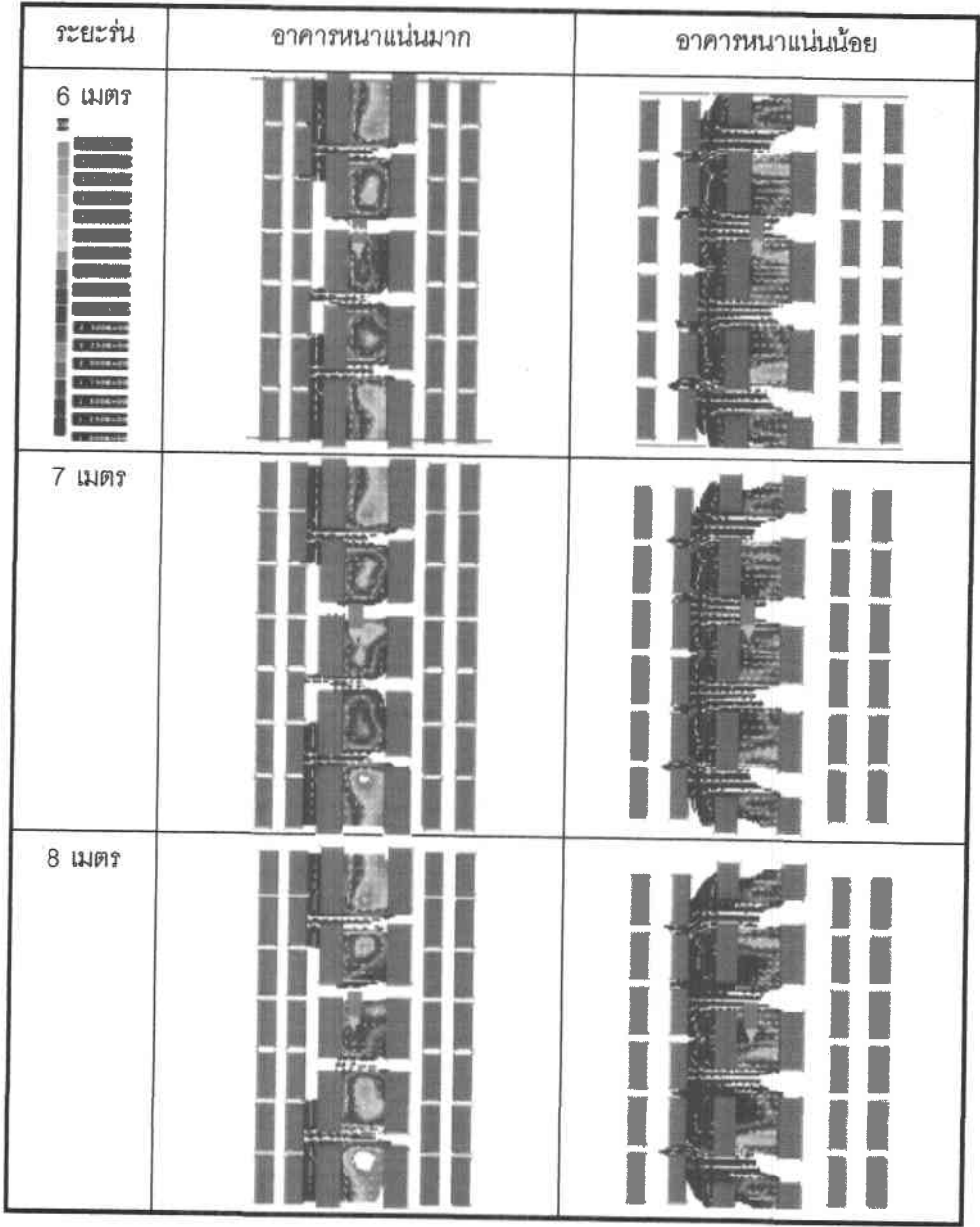
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เมื่อความหนาแน่นของอาคารแตกต่างกัน กลุ่มที่ 2



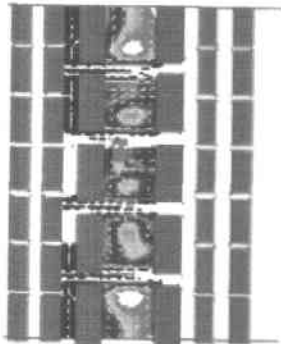
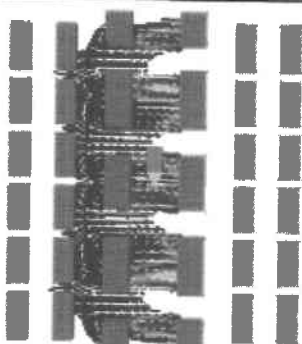
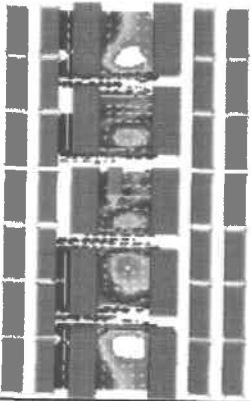
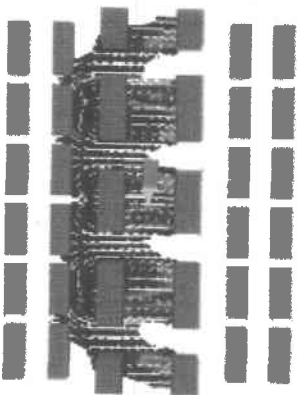
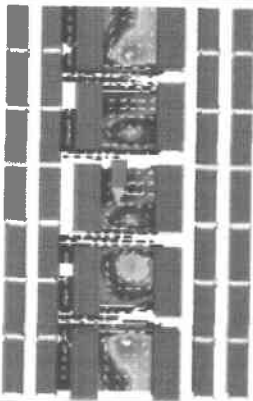
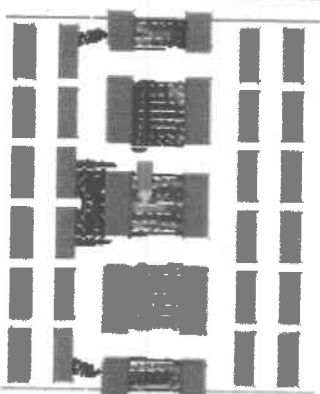
จากภาพที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบความหนาแน่นของอาคารสูง 40 เมตร พบว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารที่มีความหนาแน่นน้อย จะอยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารที่มีความหนาแน่นมากไม่ว่าจะในจุดที่ระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยด้วย

ภาพที่ 4.12

ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ความหนาแน่นของกลุ่มอาคารแตกต่างกัน
ของอาคารกลุ่มตึกสูง ความสูงทางยกระดับ 10 เมตร



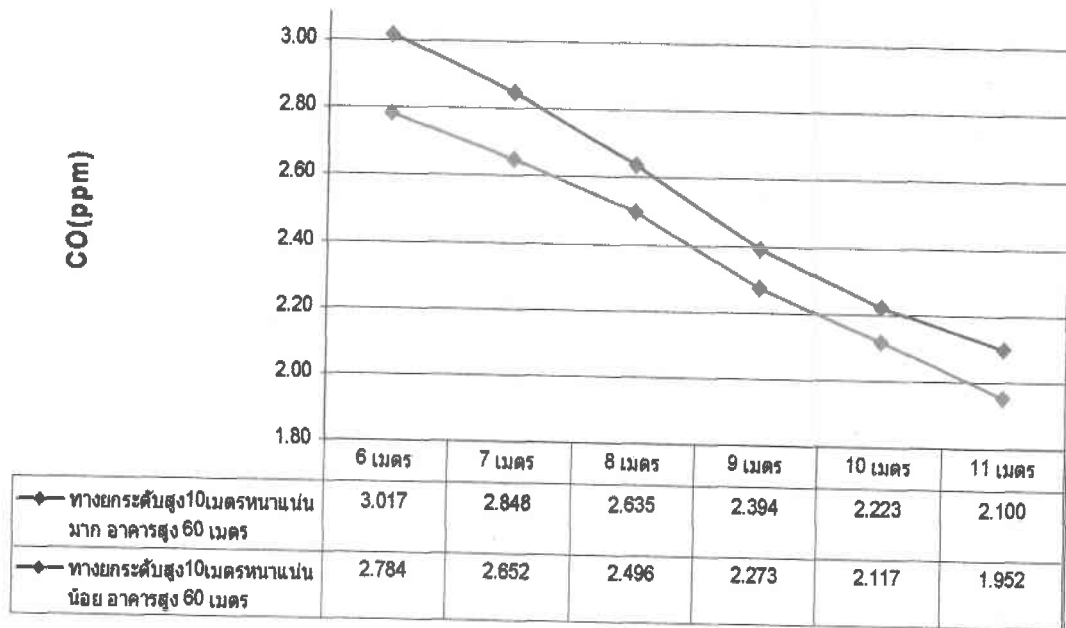
ภาพที่ 4.12 (ต่อ)

ระยะรัน	อาคารหนาแน่นมาก	อาคารหนาแน่นน้อย
9 เมตร		
10 เมตร		
11 เมตร		

3) กลุ่มที่ 3 อาคารสูง 60 เมตร เมื่อความสูงของทางยกระดับเท่ากับ 10 เมตร จากภาพที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบความหนาแน่นของอาคารสูง 60 เมตร จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารที่มีความหนาแน่นน้อยจะอยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนอาคารที่หนาแน่นมากไม่ว่าจะในจุดที่ระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยด้วย

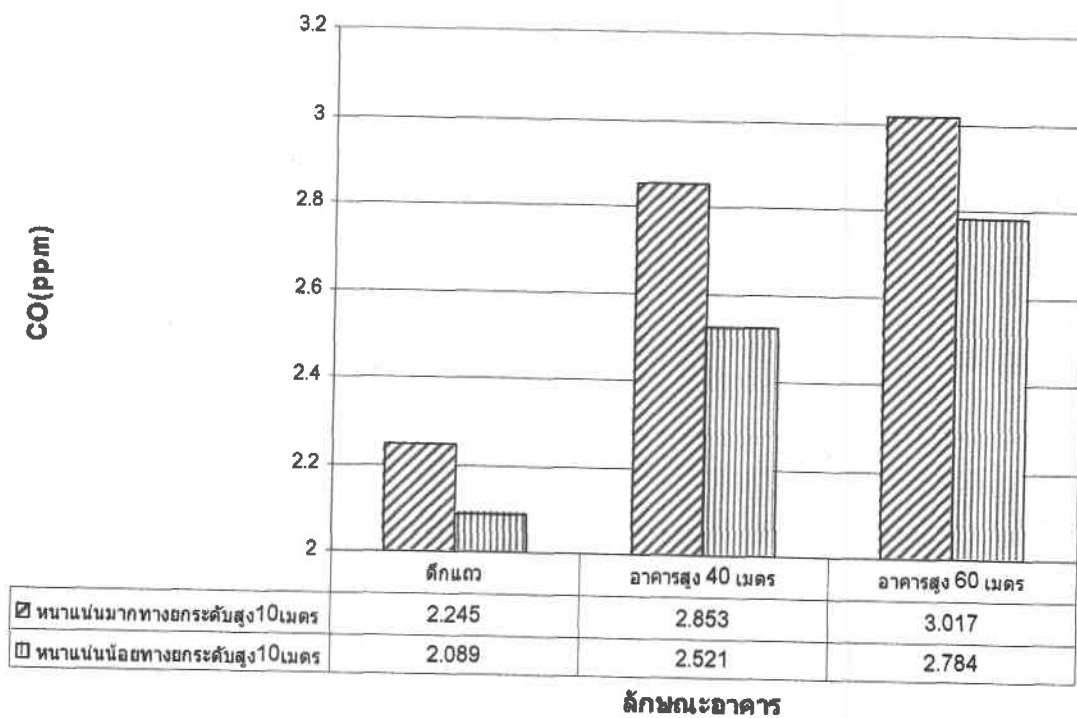
ตารางที่ 4.13

ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ เมื่อความหนาแน่นของอาคารแตกต่างกันกลุ่มที่ 3



ภาพที่ 4.14

เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ความหนาแน่นอาคารต่างกัน ระยะรั้ว 6 เมตร



2. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.10 พบว่า พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารน้อย จะมีอัตราการระบายอากาศดีกว่าพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของอาคารมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบอาคารอีก 2 กลุ่ม (ดังภาพที่ 4.11 และ 4.13) จะได้ผลเช่นเดียวกัน เมื่อนำมาสรุปผลการทดลองเปรียบเทียบกรณีศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม ที่ระยะรัน 6 เมตรและทางยกระดับสูง 10 เมตร (ดังภาพที่ 4.14) พบว่า ไม่ว่าอาคารจะมีความสูงเปลี่ยนไปเท่าใดก็ตาม กลุ่มอาคารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า (แสดงด้วยกราฟแท่งลายขวาง) จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่ากลุ่มที่มีความหนาแน่นมาก (แสดงด้วยกราฟแท่งลายทแยง) เพราะระยะห่างระหว่างอาคาร จะมีผลกับทิศทางกระแสลมที่เข้าสู่อาคาร ยิ่งอาคารอยู่ห่างกันกระแสลมก็จะสามารถเข้าถึงทุก ๆ อาคาร และระบายออกไปได้โดยง่าย เพราะไม่มีแรงดันที่เกิดจากการที่แรงลมปะทะอาคารมาด้านทิศทางลมไว้สอดคล้องกับ มาลินี ศรีสุวรรณ (2543) และ ทฤษฎีของ Moore, Fuller (1993) ที่สรุปไว้ว่า ความหนาแน่นของอาคารยิ่งมาก ยิ่งทำให้มีประสิทธิภาพในการระบายอากาศลดลง

จากภาพที่ 4.13 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์แปรตามกับความหนาแน่นอาคาร เป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า ความหนาแน่นของอาคารรอบข้างมากขึ้น จะมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากขึ้น

4.1.4 ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เมื่อความสูงของทางยกระดับแตกต่างกัน

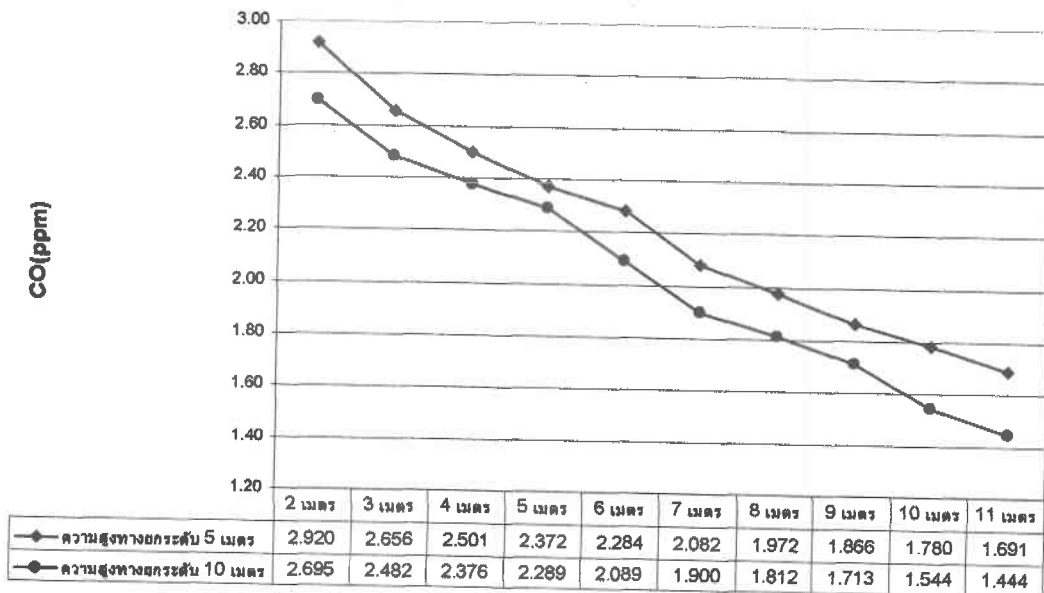
1. ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ มีกรณีศึกษาที่นำมาเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้หลายกลุ่ม จึงเลือกทำการแสดงผลในกลุ่มอาคารหนาแน่นน้อยเท่านั้น ซึ่งกรณีศึกษาที่สามารถนำมาเปรียบเทียบความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีดังนี้

1) กลุ่มที่ 1 ตึกแถว เมื่ออาคารมีความหนาแน่นน้อย (ดังภาพที่ 4.15) พบว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ กรณีที่ทางยกระดับสูง 10 เมตร อยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนกรณีที่สูง 5 เมตร ไม่ว่าจะในจุดที่ระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า พื้นที่ใต้ทางยกระดับที่สูงมากกว่าจะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากด้วย

ภาพที่ 4.15

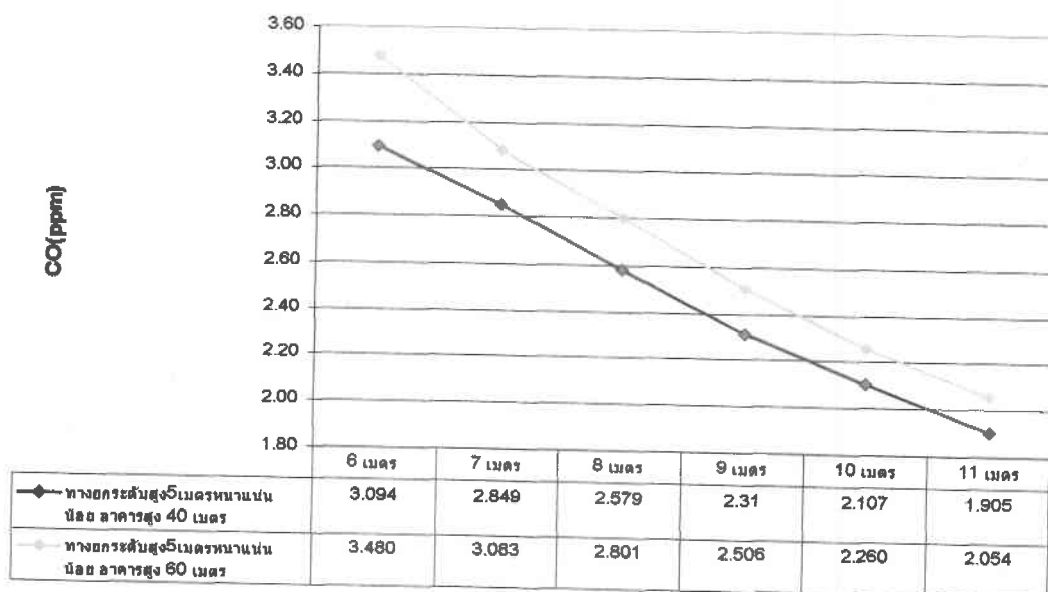
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความสูงของทางยกระดับแตกต่างกัน กลุ่มที่ 1



2) กลุ่มที่ 2 อาคารสูง 40 เมตร เมื่ออาคารมีความหนาแน่นน้อย (ดังภาพที่ 4.16)

ภาพที่ 4.16

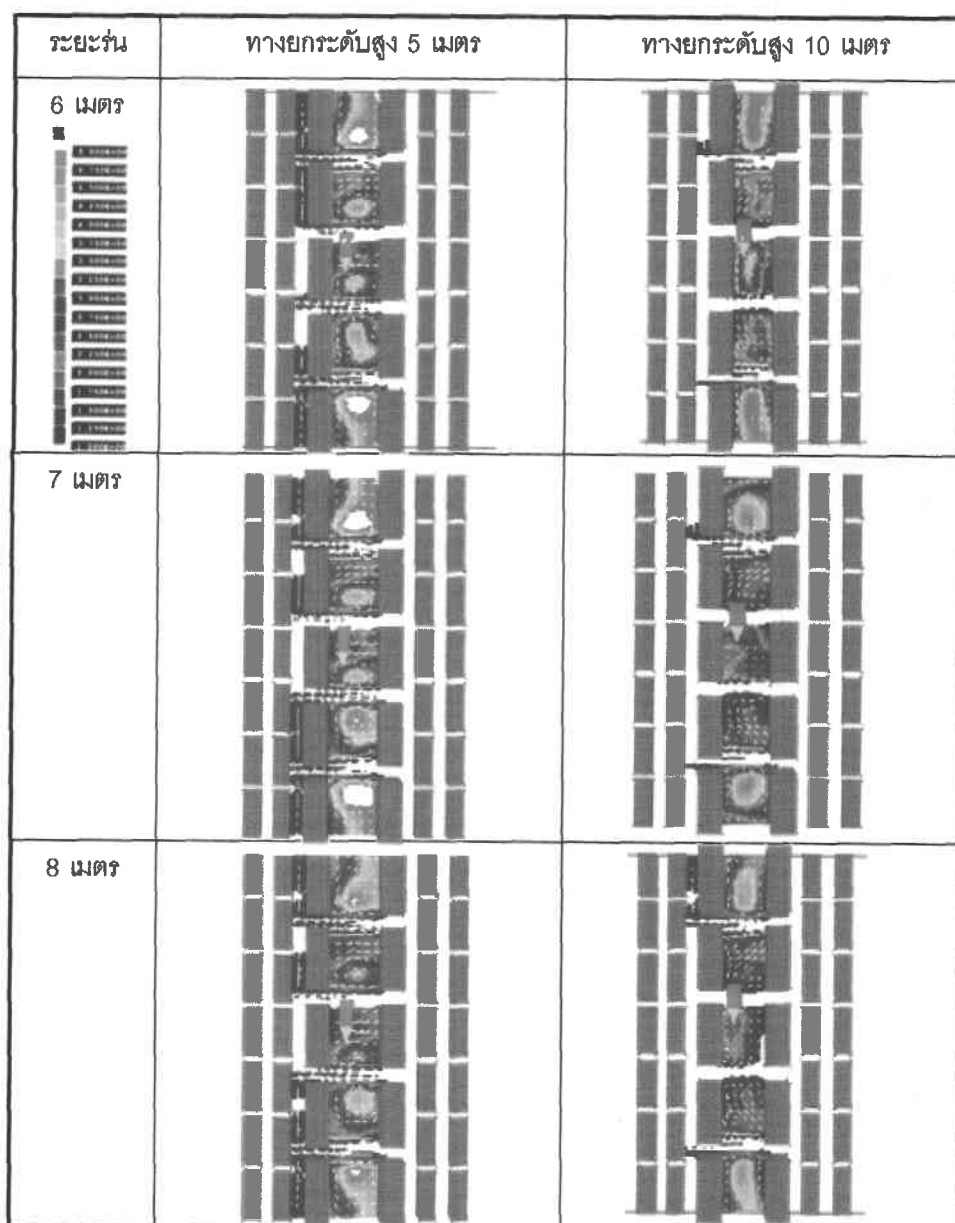
ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความสูงของทางยกระดับแตกต่างกัน กลุ่มที่ 2



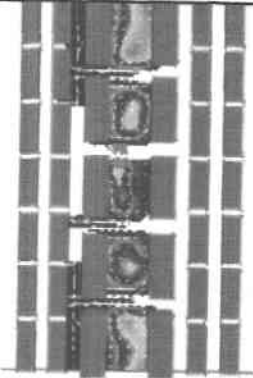
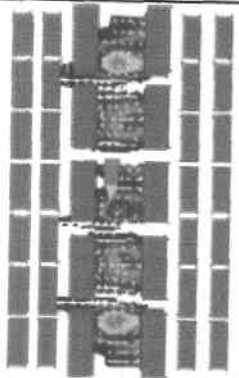
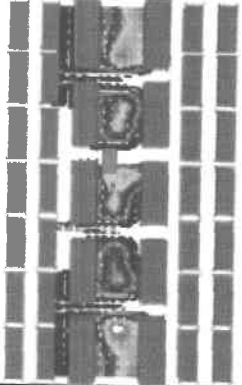
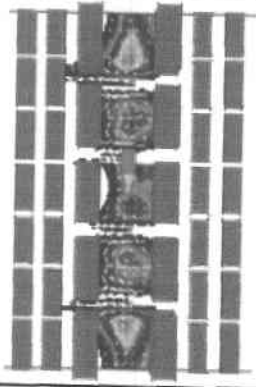
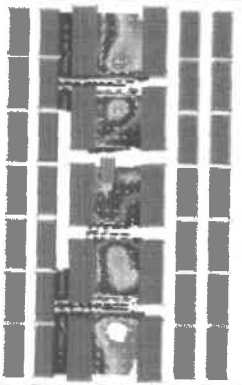
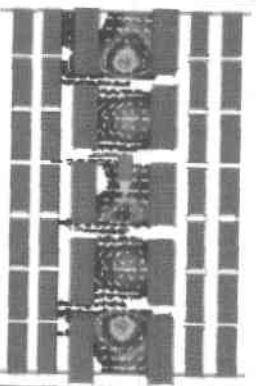
จากภาพที่ 4.16 จะพบว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
กรณีที่สูงระดับสูง 10 เมตร จะอยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนกรณีที่สูงระดับสูง 5 เมตร
ไม่ว่าจะในจุดที่ระยะรันเท่าใด แสดงว่าพื้นที่ใต้ทางยกระดับที่สูงมากกว่าจะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
มากด้วย

ภาพที่ 4.17

เปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ความสูงของทางยกระดับแตกต่างกัน
ของอาคารสูง 40 เมตร ความหนาแน่นน้อย



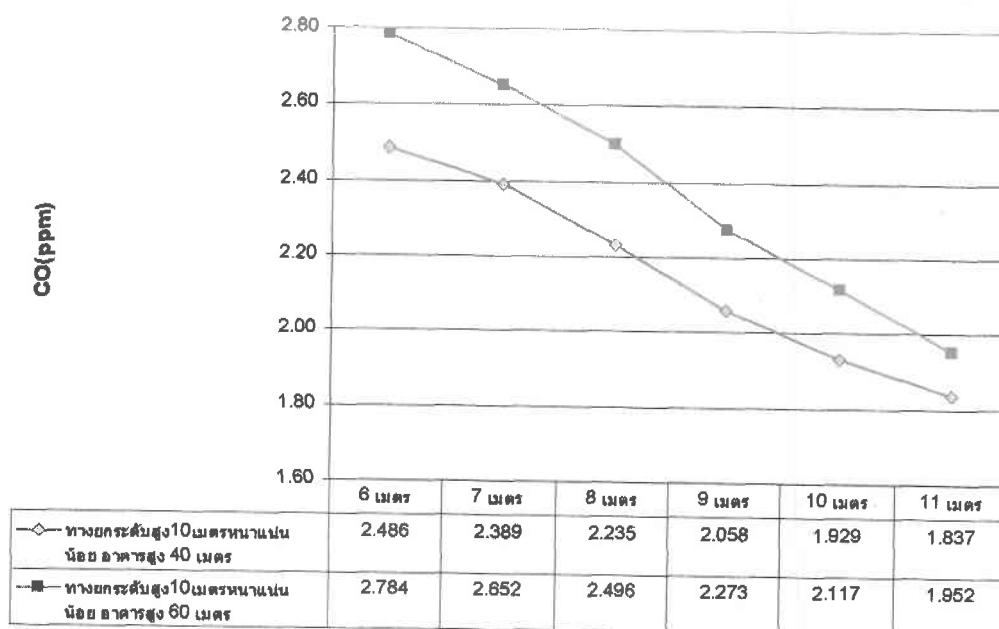
ภาพที่ 4.17 (ต่อ)

ระยะรัน	ทางยกระดับสูง 5 เมตร	ทางยกระดับสูง 10 เมตร
9 เมตร		
10 เมตร		
11 เมตร		

3) กลุ่มที่ 3 อาคารสูง 60 เมตร เมื่ออาคารมีความหนาแน่นน้อย จะได้ผลทดลอง (ดังภาพที่ 4.18) จะเห็นได้ว่า เส้นกราฟที่เป็นตัวแทนปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ทางยกระดับสูง 10 เมตร อยู่ต่ำกว่าเส้นกราฟที่เป็นตัวแทนทางยกระดับสูง 5 เมตร ไม่ว่าจะในจุดที่ระยะรันเป็นเท่าใด แสดงว่า อาคารที่มีความสูงของทางยกระดับมากจะมีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มากด้วย

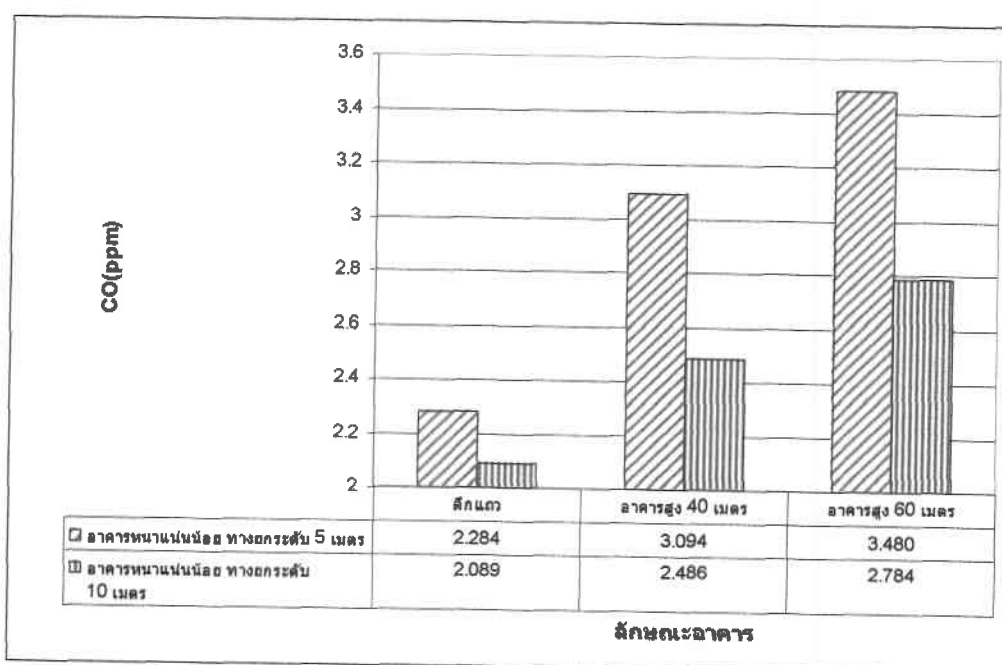
ภาพที่ 4.18

ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่ความสูงของทางยกระดับแตกต่างกันกลุ่มที่ 3



ภาพที่ 4.19

การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เมื่อความสูงของทางยกระดับต่างกัน ที่ระยะวัน 6 เมตร



2. วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.15 4.16 และ 4.18 พบว่า อาคารทั้ง 3 กลุ่ม บริเวณที่มีทางยกระดับสูง 10 เมตร จะมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่าบริเวณที่มีทางยกระดับสูง 5 เมตร เมื่อนำมาสรุปผลการทดลอง เปรียบเทียบกรณีศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม ที่ความหนาแน่นน้อย และระยะรัน 6 เมตร (ดังภาพที่ 4.19) คือ ไม่ว่าความสูงของอาคารจะเป็นเท่าใด กลุ่มบริเวณที่มีทางยกระดับสูงกว่า (แสดงด้วยกราฟแท่งลายตั้ง) จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยกว่ากลุ่มที่ทางยกระดับต่ำกว่า (แสดงด้วยกราฟแท่งลายทแยง) เนื่องมาจากการถ่ายเทของอากาศเกิดจากความดันที่ต่างกัน (ตริงใจ บุรณสมภพ, 2542) โดยอากาศจะไหลจากที่ที่มีความดันอากาศสูงไปยังที่ที่มีความดันอากาศต่ำกว่าเสมอ แต่จากภาพที่ 4.17 พบว่า พื้นที่ด้านหลังอาคารบริเวณที่มีทางยกระดับอยู่ จะมีความดันของอากาศมากเนื่องจากอากาศไหลเวียนไม่สะดวก ได้ทางยกระดับที่สูง 5 เมตร จะมีความดันอากาศสูงกว่าที่บริเวณได้ทางยกระดับสูง 10 เมตร ทำให้การสะสมของมลพิษมากกว่าด้วยเหตุผลนี้

จากภาพที่ 4.18 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ แปรผกผันกับความสูงของทางยกระดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า ทางยกระดับมีความสูงมากขึ้น จะมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์น้อยลง

4.2 การทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการระบายอากาศ

4.2.1 ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง ที่ได้จากการศึกษาการระบายอากาศ ทำให้สามารถบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยในการระบายอากาศกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ดังนี้

1. ตัวแปรความสูงของอาคารแปรผันตรงกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
2. ตัวแปรระยะรันของอาคารแปรผกผันกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
3. ตัวแปรความหนาแน่นของอาคารแปรผันตรงกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
4. ตัวแปรความสูงของทางยกระดับแปรผกผันกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

4.2.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการระบายอากาศ ทำได้โดยการวิเคราะห์การถดถอย (multiple regression analysis) ด้วยวิธี stepwise เพราะวิธีนี้เป็นการป้องกันไม่ให้ทำการศึกษาคตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์กันเอง การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นทั้ง 4 กับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (beta) ของปัจจัยที่มีผลต่อการลดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

ตัวแปรต้น	สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (beta)	t	Sig
ความสูงของอาคาร	0.687	20.909	0.000
ระยะรัน	-0.816	-24.841	0.000
ความหนาแน่นของอาคารรอบข้าง	0.269	8.797	0.000
ความสูงทางยกระดับ	-0.343	-11.212	0.000
ค่าคงที่		52.893	0.000

การวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปัจจัยในการระบายอากาศทั้ง 4 มีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยค่า Sig ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งหมายความว่าตัวแปรต้นทุกตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม และมีสัดส่วนการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (R^2) สูงถึง 92 เปอร์เซ็นต์

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (beta) ของตัวแปรต้น เป็นค่าที่จะใช้เปรียบเทียบว่า ตัวแปรต้นตัวใดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากที่สุด ซึ่งวิธีการอ่านค่าระดับความสัมพันธ์ คือ ถ้ามีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานมาก แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันมาก ส่วนเครื่องหมายด้านหน้าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน คือ รูปแบบความสัมพันธ์ ถ้ามีค่าเป็นบวกจะหมายความว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่ถ้ามีค่าเป็นลบจะหมายความว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นจากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

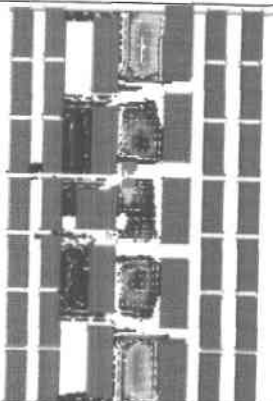
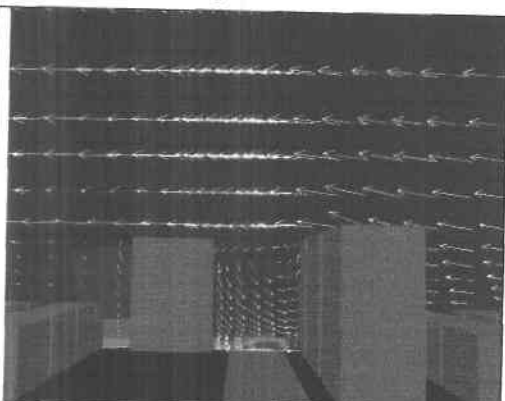
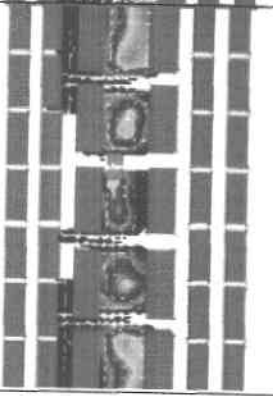
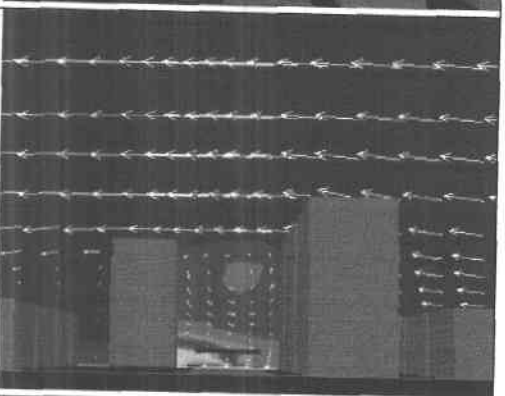
1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์มากที่สุด คือ ระยะร่นอาคาร
2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์น้อยที่สุด คือ ความหนาแน่นของอาคารรอบข้าง
3. ปัจจัยความสูงของอาคาร และ ความหนาแน่นของอาคาร แปรผันตรงกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์
4. ปัจจัยระยะร่นของอาคารและความสูงของทางยกระดับ แปรผกผันกับปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

4.3 การทดลองที่ 2: ศึกษาการระบายอากาศจากการเปลี่ยนรูปแบบของอาคารกรณีศึกษา

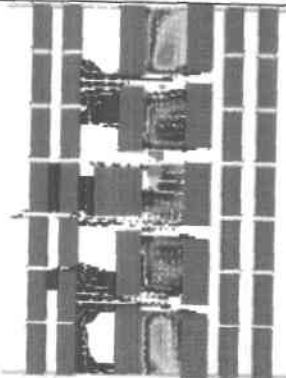
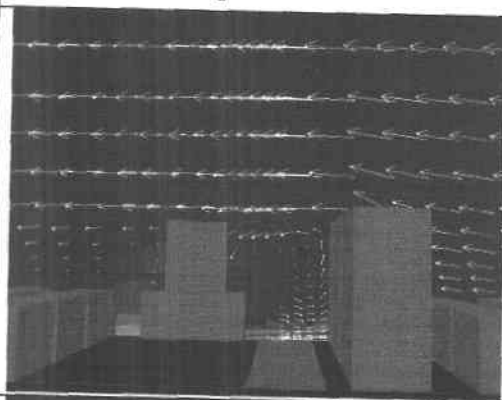
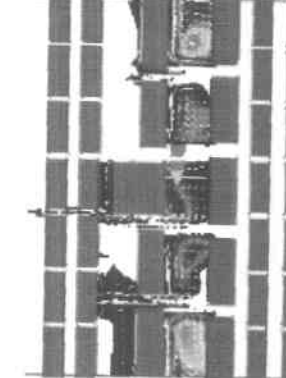
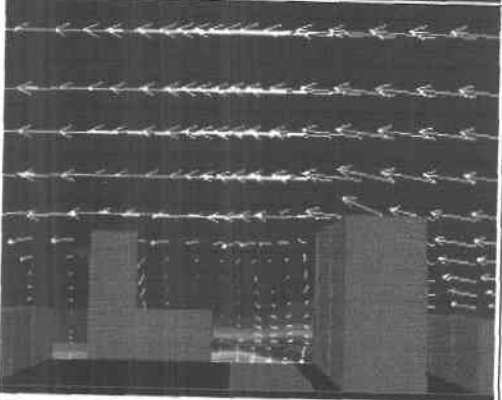
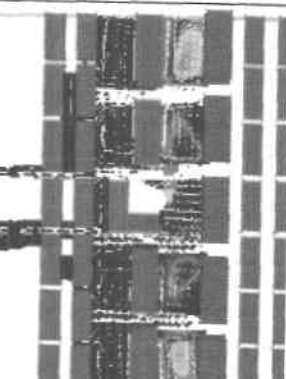
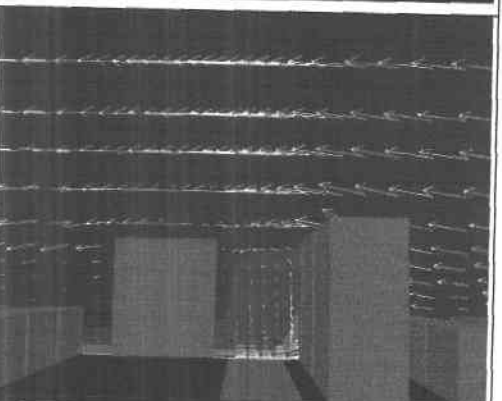
4.3.1 ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนรูปแบบอาคาร กลุ่มอาคารสูง 40 เมตร

ภาพที่ 4.20

ผลการทดลองการเปลี่ยนรูปแบบอาคารสูง 40 เมตร

รูปทรงอาคาร	แปลน	รูปด้าน
อาคารกลุ่ม A สี่เหลี่ยมจัตุรัส CO = 1.278 ppm		
อาคารกลุ่ม B สี่เหลี่ยมผืนผ้า CO = 3.130 ppm		

ภาพที่ 4.20 (ต่อ)

รูปทรงอาคาร	แปลน	รูปด้าน
อาคารกลุ่ม C สี่เหลี่ยมไม่เท่ากันมี ที่ว่างล้อมรอบ CO = 1.341 ppm		
อาคารกลุ่ม D Tower and Podium CO = 2.577 ppm		
อาคารกลุ่ม E L - Shape CO = 0.854 ppm		

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.5 พบว่า รูปทรงอาคารที่ดีที่สุดในการระบายมลพิษ คือ อาคารรูปตัว L เนื่องจากผังอาคารมีลักษณะเปิด ทำให้มลพิษไหลผ่านออกไปตามแนวอาคารได้สะดวก ในขณะที่ อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีการสะสมมลพิษมากที่สุด คือ 3.130 ppm เนื่องจากอาคารมีความยาวมากที่สุด และวางขวางตั้งฉากกับทิศทางลม ทำให้พื้นที่ด้านหลังอาคารเกิดพื้นที่อับลมมากกว่า

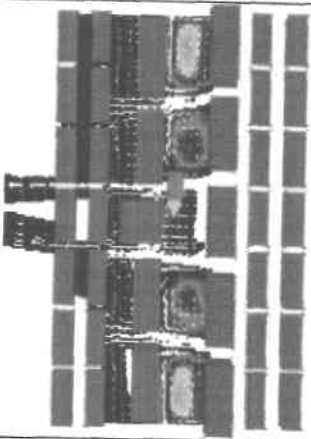
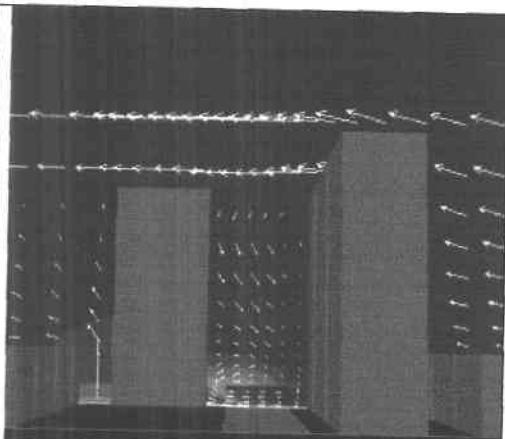
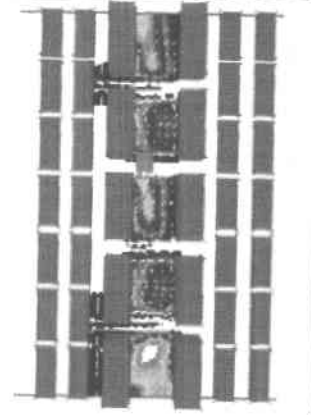
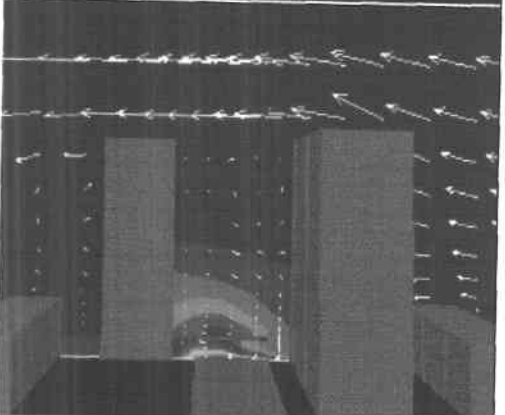
รูปทรงอื่น สอดคล้องกับ Evan (อ้างอิงถึงใน Brown, G.Z. and Dekay, Mark 2001) กล่าวไว้ว่า วัตถุที่หันด้านยาวตั้งฉากกับทิศทางลมจะเกิดพื้นที่อับลมด้านหลังวัตถุมากที่สุด และ Olgyay Victor (1969) ได้วิเคราะห์สัดส่วนของรูปทรงอาคารเปรียบเทียบระหว่างด้านสกัดกับด้านยาวได้ว่า รูปทรงอาคารในเขตร้อนนั้นควรมีสัดส่วนของอาคารเป็น 1: 3 เพื่อรับกระแสลมได้ดีที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือ ขวางกันทิศทางลมได้ดีที่สุดนั่นเอง

จะเห็นได้ว่า รูปแบบอาคารที่เหมาะสมกับการรับกระแสลมไม่จำเป็นจะต้องเหมาะสมกับการระบายอากาศและมลพิษ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้อาคารว่าต้องการให้ความสำคัญกับวัตถุประสงค์ใดมากกว่ากัน เพื่อที่จะได้ทำการออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

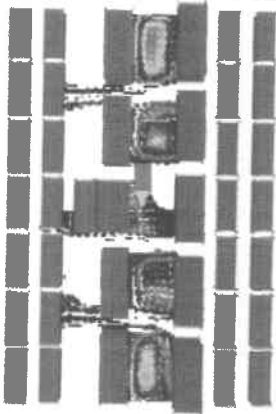
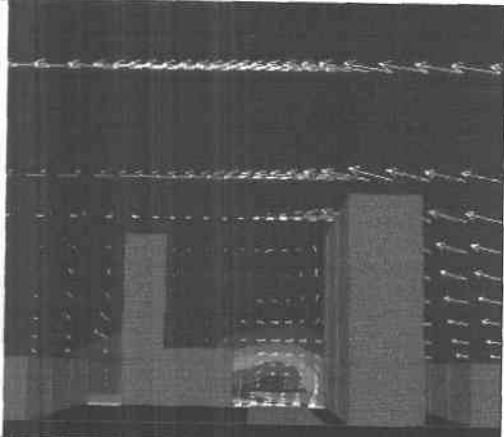
4.3.2 ผลการทดลองและวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนรูปแบบอาคาร กลุ่มอาคารสูง 60 เมตร

ภาพที่ 4.21

ผลการทดลองการเปลี่ยนรูปแบบอาคารสูง 60 เมตร

รูปทรงอาคาร	แปลน	รูปด้าน
อาคารกลุ่ม 1 สี่เหลี่ยมจัตุรัส CO = 1.466 ppm		
อาคารกลุ่ม 2 สี่เหลี่ยมผืนผ้า CO = 3.537 ppm		

ภาพที่ 4.21 (ต่อ)

รูปทรงอาคาร	แปลน	รูปด้าน
อาคารกลุ่ม 3 Tower and Podium $CO = 1.766 \text{ ppm}$		

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.5 พบว่า รูปทรงอาคารที่ทำให้เกิดการสะสมมลพิษมากที่สุด เป็นอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าเช่นเดิม คือ 3.537 ppm รูปทรงอาคารที่มีการระบายมลพิษที่ดีที่สุด คือ อาคารทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ 1.466 ppm ที่เป็นเช่นนั้นสาเหตุหนึ่ง เนื่องมาจากอาคารทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดของอาคารเล็กกว่าอาคารทรง Tower and Podium ทำให้มีการขวางกั้นทิศทางลมน้อยกว่า และอีกสาเหตุหนึ่ง คือ ในอาคารทรง Tower and Podium มีระยะระหว่างอาคารกับอาคารฝั่งตรงข้ามมากกว่า เนื่องจากรูปทรงของอาคารเอง เมื่อมีระยะมากขึ้น กระแสลมสามารถลงมาปะทะกับตัวอาคาร และไหลลงไปตามซอกอาคาร จนทำให้เกิดการสะสมของมลพิษอยู่ตรงซอกระหว่างอาคารได้ ในขณะที่อาคารทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสไม่มีซอกมุมทำให้เกิดการปะทะของลมจนเกิดการสะสมของมลพิษบริเวณซอกอาคาร