

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในการศึกษาแนวทางการออกแบบเพื่อลดการสะสมก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์บริเวณใต้ทางยกระดับมีระเบียบวิธีการวิจัยซึ่งสามารถแยกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. แบบแผนการวิจัย
2. กลุ่มประชากรที่ศึกษา
3. รูปแบบการทดลอง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
5. วิธีการเก็บข้อมูล
6. วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลอง (simulation research) มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. สำรวจและสรุปหาจุดร่วมของกรณีศึกษา
2. ทดลองและเก็บข้อมูลผลการทดลองการระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยใช้โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล
3. วิเคราะห์ผลการทดลอง
4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

3.2 กลุ่มประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ทำการศึกษา คือ บริเวณเส้นทางจราจรที่มีถนนยกระดับคลุมอยู่ด้านบน เพื่อศึกษาสาเหตุสภาพการณ์จริงในปัจจุบันที่ก่อให้เกิดปัญหา และนำมาสร้างแนวทางการแก้ไขต่อไป การสำรวจพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครสามารถจำแนกสภาพตามความเป็นจริงได้ (ดังตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1
ลักษณะทางกายภาพริมเส้นทางจราจรที่มีทางยกระดับ

พื้นที่ศึกษา	ถนน กว้าง (เลน)	สะพาน อาคาร (ม.)	อาคาร ล้อม (ด้าน)	ความสูง อาคาร (ชั้น)	ความ กว้าง สะพาน (เลน)	ความสูง สะพาน (ม.)	ความ หนาแน่น
เอกมัย	6	1-1	2	4-4	6	5	มาก
สะพานควาย	6	1-1	2	4-4	6	5	มาก
อารีย์	6	4-4	2	4-4	6	5	มาก
รามคำแหง	6	7-7	2	4-4	4	10	มาก
พหลโยธิน	6	7-7	2	5-5	4	10	มาก
พร้อมพงษ์	6	3-3	2	5-10	6	5	น้อย
พญาไท	6	4-4	2	5-10	6	5	น้อย
สีลม(ศาลาแดง)	6	3-3	2	10-15	6	5	มาก
พระราม1(สยาม)	6	3-3	2	10-15	6	5	มาก
เพลินจิต	6	5-0	1	5	6	5	น้อย
อ่อนนุช	6	5-0	1	5	6	5	น้อย
อโศก	8	4.5-4.5	2	4-4	6	10	มาก
จตุพงษ์	8	8.5-8.5	2	5-5	6	10	น้อย
ราชเทวี	8	6.5-6.5	2	10-15	6	5	น้อย
พระราม4	8	6.5-6.5	2	10-15	6	5	น้อย
พระราม6(รามา)	8	13.5-6.5	2	5-10	6	10	น้อย
ราชดำริ	8	11.5-0	1	15	6	5	น้อย
วิภาวดี(ตึกฐาน)	12	15-15	2	8-10	6	5-15	น้อย

หมายเหตุ: การสำรวจโดยผู้วิจัย เมื่อเดือนสิงหาคม 2548.

จากข้อมูลของประชากรทั้งหมด จะทำการสรุปและสร้างแบบจำลองการศึกษาของกรณีต่าง ๆ ให้ครอบคลุมกับสภาพจริงในทุกพื้นที่ เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการทดลองให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่จะเกิดขึ้นให้มากที่สุด และใช้ในการคำนวณของโปรแกรมต่อไป

3.3 รูปแบบการทดลอง

การศึกษานาแนวทางการออกแบบเพื่อลดการสะสมของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ สามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาการระบายอากาศบริเวณใต้ทางยกระดับ โดยใช้เกณฑ์แบ่งกลุ่มอาคารออกเป็น 3 กลุ่มตามความสูง ได้แก่ ตึกแถวความสูง 16 เมตร อาคารสูง 40 เมตร และ 60 เมตร ซึ่งในขั้นแรกนี้จะทดลองโดยสร้างแบบจำลองที่จะทดสอบตัวแปรต้นทุกตัว คือ ความสูงของทางยกระดับ ความสูงของอาคารรอบข้าง ความหนาแน่นของอาคารรอบข้าง และระยะร่นของอาคาร ยกเว้นตัวแปรต้นด้านรูปทรงของอาคาร ซึ่งรูปทรงอาคารจะเป็นตัวแปรควบคุม โดยให้กลุ่มอาคารสูงมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลุ่ม B (ในกลุ่มอาคารสูงที่สูง 40 เมตร) และกลุ่ม 1 (ในกลุ่มอาคารที่สูง 60 เมตร) เพื่อให้มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตึกแถว เมื่อทำการคำนวณด้วยโปรแกรมแล้ว การทดลอง ของกลุ่มอาคารตึกแถวจะถือว่าสิ้นสุด เนื่องจากตึกแถวั้นไม่มีความหลากหลายของรูปทรงอาคาร แต่อาคารสูงปานกลาง และอาคารสูงจะต้องทำการทดลองต่อ โดยคัดเลือกกรณีที่มีสภาพการณ์ที่แย่ที่สุด เพื่อไปทำการทดลองที่ 2 ต่อไป

2. ศึกษารูปแบบอาคารที่มีผลต่อการระบายอากาศ เมื่อได้อาคารกลุ่มตึกสูงกรณีที่มีสภาพการณ์ที่แย่ที่สุดแล้ว จะทำการทดลองต่อเพื่อหาแนวทางการออกแบบอาคาร เพื่อแก้ปัญหาการสะสมก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยการเปลี่ยนรูปทรงอาคารเป็นรูปทรงต่าง ๆ ตามที่ได้ทำการศึกษาไว้ในบทที่ 2 เพื่อหาว่าอาคารรูปแบบใดที่จะสามารถทำให้การระบายก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากบริเวณใต้ทางยกระดับเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และเป็นแนวทางการออกแบบทรงอาคารต่อไป

3.3.1 การทดลองขั้นที่ 1: ศึกษาการระบายอากาศบริเวณใต้ทางยกระดับ

เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องจะต้องจำลองสภาพแวดล้อมให้เหมือนสภาพการณ์จริงในปัจจุบันให้มากที่สุด จากการศึกษาของผู้วิจัยได้มีการสำรวจริมเส้นทางจราจรบริเวณใต้ทางยกระดับหลายบริเวณ แล้วได้ทำการคัดเลือกจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศริมเส้นทางจราจร ที่สถานีกรมการขนส่งทางบก ถนนพหลโยธิน เพื่อทำการนับรถ และนำไปประกอบการคำนวณหาปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เนื่องจากบริเวณนี้มีข้อมูลการตรวจวัดและบันทึกก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของกรมควบคุมมลพิษที่จะสามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลจากการคำนวณ ได้ผลการสำรวจดังนี้

1. ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จะต้องมีการแปลงหน่วยปริมาณก๊าซให้อยู่ในรูปที่สามารถใส่ในโปรแกรมได้ โดยแปลงหน่วยของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ จากกรัมต่อกิโลเมตรต่อคัน (g/km.car) ให้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (m^3/s)

ขั้นที่ 1 แปลงหน่วยจาก g/km.car ให้เป็น g/hr.car โดยเอาความเร็วที่รถวิ่งมาคูณกับ อัตราการปล่อยคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถที่วิ่งในความเร็วนั้น รถเบนซินวิ่งเร็ว 25 km/hr ปล่อย CO เท่ากับ 30.10 g/km.car (จากผลงานวิจัยและวรรณกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง)

$$(25 \text{ km/hr}) \times (30.10 \text{ g/km.car}) = 752.5 \text{ g/hr.car}$$

ขั้นที่ 2 ใช้สมการหาค่าคงที่ของก๊าซ (R) ได้จากสมการ $R = R_u/M$

เมื่อ M = Molecular weight of CO....28.011 kg/Kmol

$$R_u = 8.314 \text{ kPa.m}^3/\text{K.Kmol}$$

$$R = \text{gas constant of CO} \dots\dots\dots 0.2968 \text{ kPa.m}^3/\text{K.kg}$$

แทนค่าได้ดังนี้

$$R = (8.314 \text{ kPa.m}^3/\text{K.Kmol}) / (28.011 \text{ kg/Kmol})$$

$$R = 0.2968 \text{ kPa.m}^3/\text{K.kg}$$

ขั้นที่ 3 หาค่าปริมาตร (V) ของก๊าซจากสมการของสถานะ $PV = nRT$

เมื่อ P = ความดัน 1 บรรยากาศเท่ากับ 101.3 kPa

$$n = 752.5 \text{ g/hr.car}$$

$$T = \text{อุณหภูมิหน่วยเป็นเคลวิน}$$

แทนค่าได้ดังนี้

$$V = nRT/P$$

$$V = [(752.5 \times 10^{-3} \text{ kg/hr.car})(0.2968 \text{ kPa.m}^3/\text{K.kg})(273+28\text{K})] / 101.3 \text{ kPa}$$

$$V = 663.63 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{hr.car}$$

ขั้นที่ 4 แปลงหน่วย $\text{m}^3 / \text{hr.car}$ เป็น $\text{m}^3 / \text{sec.car}$

$$\text{เวลา 3,600 วินาที รถปล่อย CO} = 663.63 \times 10^{-3}$$

$$\text{ถ้า 1 วินาที จะปล่อย CO} = (663.63 \times 10^{-3}) / 3600$$

ปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ถูกปล่อยจากรถ 1 คัน เท่ากับ $0.1843 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{sec.car}$

ในพื้นที่ศึกษาบนถนนพหลโยธินฝั่งขาออก รถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 24.95 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (อนุโลมใช้ค่าของ 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้า รถวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 5.12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จากวิธีดังกล่าวสามารถหาอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของรถ 1 คัน ดังนี้

ตารางที่ 3.2
การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 1

ชนิดของรถ	ความเร็ว 25 km/hr	ความเร็ว 5 km/hr
รถเบนซิน	$0.18430 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	$0.1340 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
รถดีเซล	$0.00973 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	$0.0047 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
รถจักรยานยนต์	$0.12500 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	$0.1250 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

2. สัดส่วนของรถที่ผ่านพื้นที่ศึกษา ถนนพหลโยธินบริเวณที่ทำการศึกษา เป็นพื้นที่ยาวทั้งหมด 200 เมตร กว้าง 10.5 เมตร เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา จึงได้แบ่งความยาวของถนนออกเป็นช่วง ๆ (สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 2534) แต่ละช่วงมีขนาด 10.5 x 5 เมตร ได้ทั้งหมด 40 ช่วง จากการสำรวจถนนพหลโยธินฝั่งขาออก พบว่า ใน 1 ช่วง จะมีรถเครื่องยนต์เบนซิน 0.4 คัน รถเครื่องยนต์ดีเซล 0.366 คัน และรถจักรยานยนต์ 0.35 คัน วิ่งผ่านในเวลา 1 วินาที ดังนั้น ใน 1 ช่วงถนนจะมีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เท่ากับ 0.124×10^{-3} และที่ถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้า พบว่า ใน 1 ช่วงจะมีรถเครื่องยนต์เบนซิน 2 คัน เครื่องยนต์ดีเซล 2 คัน และรถจักรยานยนต์ 2 คัน วิ่งผ่านในเวลา 1 วินาที ดังนั้น ใน 1 ช่วงถนนจะมีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ เท่ากับ 0.5274×10^{-3}

ตารางที่ 3.3
การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ 2

ชนิดของรถ	ฝั่งขาออก	ฝั่งขาเข้า
รถเบนซิน	$0.07600 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	$0.2680 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
รถดีเซล	$0.00356 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	$0.0094 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
รถจักรยานยนต์	$0.04380 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	$0.2500 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
1 ช่วงถนน ปล่อย CO	$0.12400 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$	$0.5274 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

จากการคำนวณทั้งหมด สามารถสรุปอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ได้ ดังนี้

แหล่งที่ 1 ถนนพหลโยธินฝั่งขาออกทั้ง 40 ช่องจะมีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เท่ากับ $40 \times 0.124 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 4.96 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

แหล่งที่ 2 ถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้าทั้ง 40 ช่องจะมีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เท่ากับ $40 \times 0.5274 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 21.096 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

3. อัตราก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่มีอยู่ในอากาศ (background) จากดัชนีคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณทั่วไป ที่อยู่ใกล้กรมการขนส่งทางบกมากที่สุดได้แก่ สถานีกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์เท่ากับ 0.7 ppm (ดังภาคผนวก ข) จึงนำค่านี้มาใช้ในการจำลองโมเดล

4. ทิศทางลมจะเข้าสู่พื้นที่ที่ทำการศึกษา เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาการสะสมมลพิษบริเวณใต้ทางยกระดับที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้น จึงได้กำหนดให้ทิศทางลมให้พัดมาจากด้านหลังของอาคารให้เกิดเป็นสภาพการณ์ที่แย่ที่สุด อีกสาเหตุหนึ่งคือ ข้อมูลทิศทางของลมปี ค.ศ. 2001 – 2003 ที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรมอุตุนิยมวิทยา (ดังตารางที่ 3.4) พบว่า ส่วนใหญ่ลมจะพัดมาจากทิศใต้ (S) มากที่สุด ดังนั้น ถนนที่มีทางยกระดับ และวางตัวตามแนวตะวันออก – ตะวันตก เช่น ถนนพระราม 9 ถนนเพลินจิต ถนนสุขุมวิท ถนนพระราม 1 ถนนเพชรบุรี ถนนสาทร เป็นต้น เกิดปัญหาตามที่ พรชัย วรรณธรรม (2543) ได้กล่าวไว้ว่าถนนที่มีทิศตั้งฉากกับทิศทางลมจะทำให้เกิดการสะสมของมลพิษอยู่ในระหว่างชोकติ๊ก และการระบายอากาศเป็นไปได้ยากขึ้น

5. ความเร็วลม เมื่ออาคารมีความสูงมากขึ้นก็จะถูกกระทำจากความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามสมการ Power Law และสามารถคำนวณความเร็วลมที่ระดับความสูงต่าง ๆ กันได้ โดยอาศัยความเร็วลมเริ่มต้นที่ได้มีการบันทึกไว้โดยกรมอุตุนิยมวิทยาที่ระดับความสูง 33.1 เมตร (ดังภาคผนวก ค) พบว่า ลมจากทิศใต้ที่มีความเร็วลมต่ำสุดในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า (07:00 – 09:00 น.) คือ 2.0 เมตรต่อวินาที และนำมาแทนค่าในสมการ Power Law (ดังตารางที่ 3.5) เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 3.4

ข้อมูลทิศทางลมของปี ค.ศ. 2001-2003

เวลา	เดือน											
	Jan	Feb.	Mar.	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct	Nov	Dec
1:00	S	S	S	S	SW	SW	SW	W	W	E,SE	NE	NE
2:00	S	S	S	S	SW	SW	S	W	SW,W	E	NE	NE
3:00	S	S	S	SE	SW	W	SW	W	W	E	NE	W
4:00	S	S	S	S	W	SW,W	SW	W	W	E	NE,E	E
5:00	S	S	S	S	S	W	S	W	E	S	N	NW,N
6:00	E	S	S	S	205SW	SW	SW	W	W	NW	NE	E
7:00	E,NE	S,SW	S	S	SW,W	SW	SW	W	W	NW	NE	E
8:00	E	E,SE	S	S	SW	SW	SW	W	W	NW	NE	E
9:00	SE	S	S	S	S	SW	SW	SW,W	W	W	NE	E
10:00	NE	S	S	S	SW	SW	SW	W	W	W	NE	E
11:00	NE	S	S	S	W	SW	SW	SW	W	SE	E	E
12:00	E	S	SW	S	S	SW	SW	SW	W	E	NE	E
13:00	NE	S	S	S	S	SW	SW	W	W	E	N	N
14:00	NE	S	S	S	S	S	SW	W	W	SW	NE	NE
15:00	S	S	S	S	S	S	SW	W	S	S,SW,W	NE	NE
16:00	S	S	S	S	S	S	S	SW	S	S	NW	E
17:00	S	S	S	S	S	S	S	SW	S	W	NW	NW
18:00	S	S	S	S	S	S	S	W	S,SW	SE,S	NW	NW
19:00	S	S	S	S	S	S	S	SW	S	S	NE,N,NW	NW,SE
20:00	S	S	S	S	S	S	S	SW	S	SE	NW	NW
21:00	S	S	S	S	S	S	SW	SW	SW	SE	NE	NW
22:00	S	S	S	S	S	SW	SW	SW	SW	S	NE	E
23:00	S	S	S	S,SE	S	SW	SW	SW	W	S	NW	E
24:00	S	S	S	S	SW	W	SW,W	W	W	S,E	N	NE

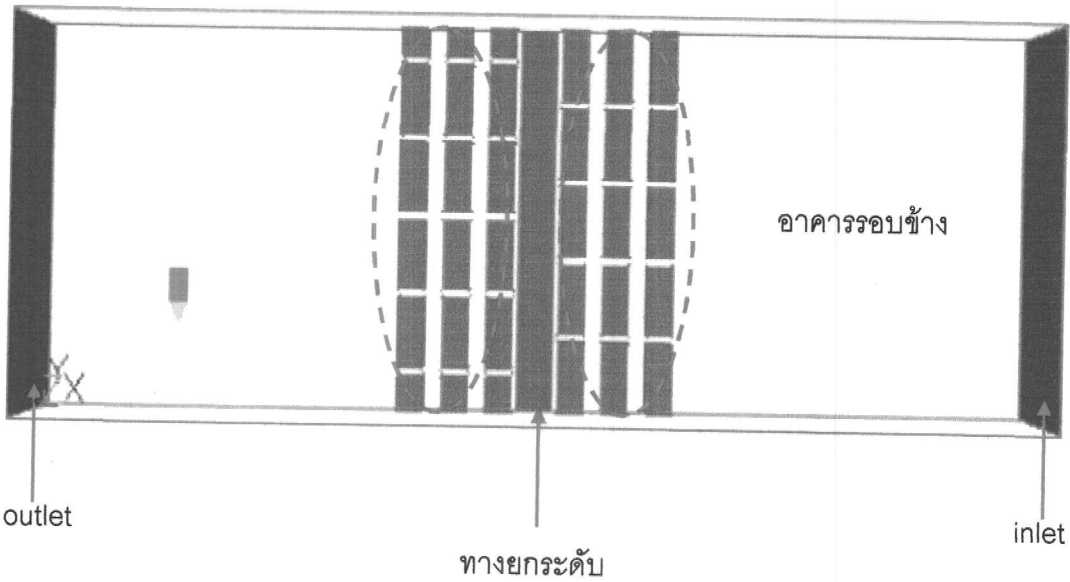
ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546.

ตารางที่ 3.5
ความเร็วลมตามระดับความสูง (เมตรต่อวินาที)

ระดับความสูง	ความเร็วลมที่วัดได้(เมตร/วินาที)
200	4.31
140	3.74
90	3.13
50	2.48
20	1.72
10	1.30
5	0.99
1	0.52
ความเร็วลมเริ่มต้น	2.00

6. การกำหนดลักษณะแบบจำลอง การศึกษาครั้งนี้แบบจำลองโดยรวม (ดังภาพที่ 3.1)

ภาพที่ 3.1
แบบจำลองการศึกษา



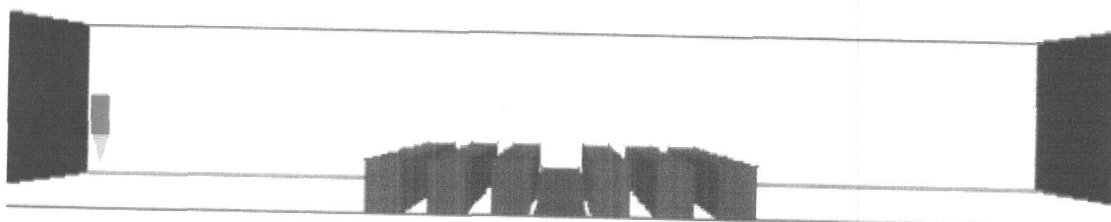
ตัวแปรต้น แบบจำลองมีหลายลักษณะตามกลุ่มตัวแปรต้น ดังนี้

1. ความสูงของอาคาร จากผลงานวิจัยและงานเขียนอื่นที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า ความสูงของอาคารมีทั้งหมด 3 ระดับ มีลักษณะของแบบจำลองแต่ละแบบ ดังนี้

1) อาคารมีความสูง 16 เมตร ขอบเขตของแบบจำลอง (domain) มีความกว้างแกน Y เท่ากับ 240 เมตร และความสูงแกน Z เท่ากับ 64 เมตร มีความสูงตามสมการ Power Law 5 ระดับ (ดังภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2

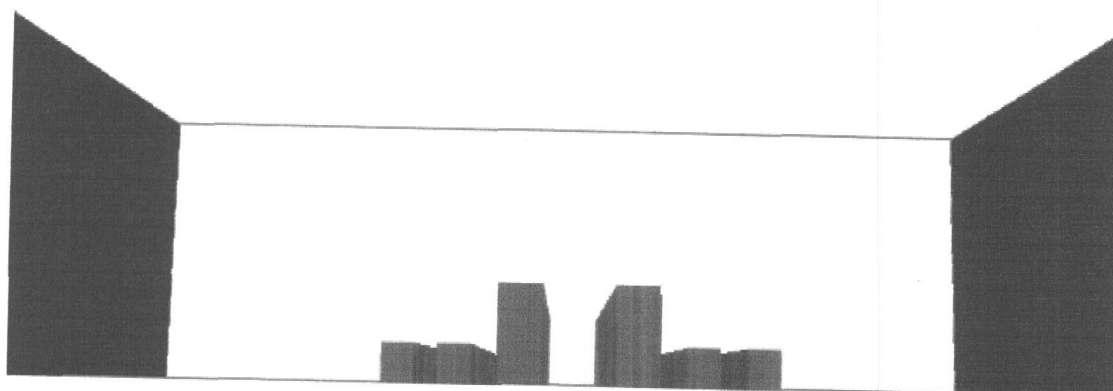
แบบจำลองของกลุ่มอาคารตึกแถว



2) อาคารมีความสูง 40 เมตร มีขอบเขตของแบบจำลอง มีความกว้างในแกน Y เท่ากับ 300 เมตร และความสูง (แกน Z) เท่ากับ 160 เมตร มีความสูงตามสมการ Power Law 7 ระดับ (ดังภาพที่ 3.3)

ภาพที่ 3.3

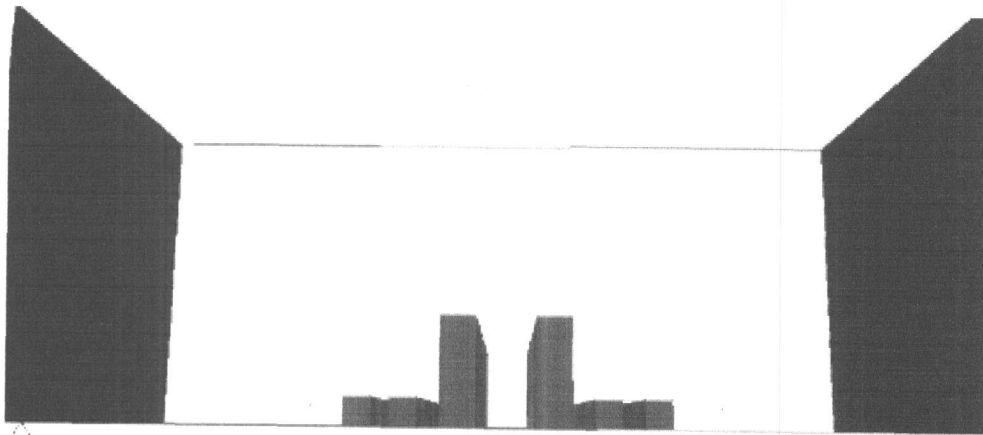
แบบจำลองของกลุ่มอาคารสูง 40 เมตร



3) อาคารมีความสูง 60 เมตร ขอบเขตของแบบจำลอง ความกว้าง (แกน Y) เท่ากับ 300 เมตร และความสูง เท่ากับ 240 เมตร มีความสูงตามสมการ Power Law 8 ระดับ (ดังภาพที่ 3.4)

ภาพที่ 3.4

แบบจำลองของกลุ่มอาคารสูง 60 เมตร



2. ระยะร่นของอาคาร

1) ระยะร่นของตึกแถว จะทำการศึกษาระยะร่น 2 3 4 5 6 7 8 9 10 และ 11 เมตร (ดังภาพที่ 3.5)

ภาพที่ 3.5

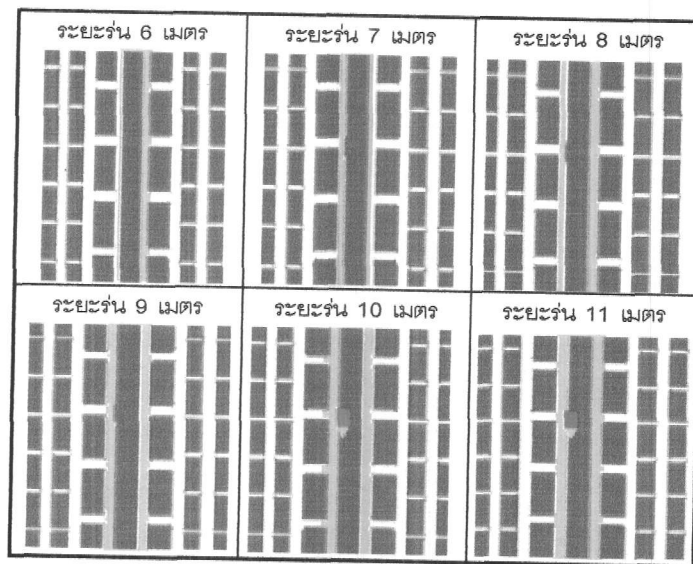
ระยะร่นที่จะทำการศึกษาอาคารกลุ่มตึกแถว

ระยะร่น 2 เมตร	ระยะร่น 3 เมตร	ระยะร่น 4 เมตร	ระยะร่น 5 เมตร	ระยะร่น 6 เมตร
ระยะร่น 7 เมตร	ระยะร่น 8 เมตร	ระยะร่น 9 เมตร	ระยะร่น 10 เมตร	ระยะร่น 11 เมตร

2) ระยะรันของตึกสูงทั้ง 40 เมตร และ 60 เมตร จะทำการศึกษาที่ระยะรัน 6 7 8 9 10 และ 11 เมตร (ดังภาพที่ 3.6)

ภาพที่ 3.6

ระยะรันที่จะทำการศึกษาของอาคารสูง

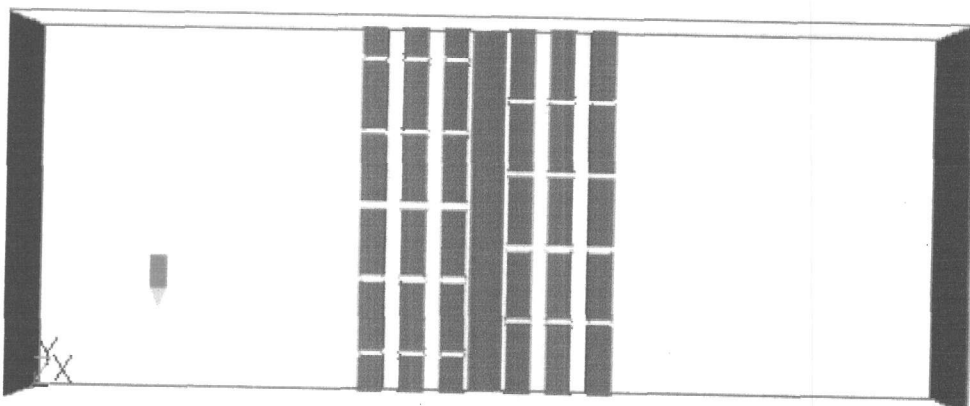


3. ความหนาแน่นของกลุ่มอาคารรอบพื้นที่ศึกษา แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มอาคารหนาแน่นมาก คือ การกำหนดให้อาคารแต่ละอาคารในแบบจำลอง มีระยะห่างระหว่างอาคารน้อยที่สุดเท่าที่กฎหมายอาคารกำหนด

ภาพที่ 3.7

แบบจำลองอาคารหนาแน่นมากกลุ่มตึกแถว

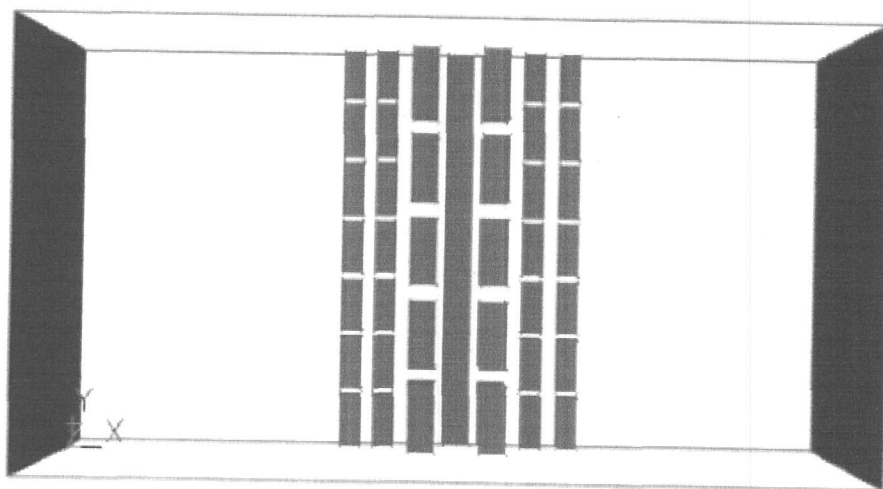


เนื่องจากการสำรวจพื้นที่จริง พบว่า อาคารตึกแถวทั้งสองฝั่งมีช่องว่างระหว่างอาคาร และตัวตึกแถวไม่ตรงกัน ในแบบจำลองจึงวางตึกแถวทั้งสองฝั่งเหลื่อมกัน (staggered) เพื่อให้ใกล้เคียงกับสภาพการณ์จริงที่เป็นอยู่ (ดังภาพที่ 3.7)

จากภาพที่ 3.8 แสดงให้เห็นว่า อาคารในแบบจำลองกลุ่มอาคารสูง มีขนาดอาคารไม่เท่ากัน เนื่องจากสภาพจริงริมเส้นทางจราจรบริเวณย่านธุรกิจ พบว่ามีอาคารสูงตั้งอยู่บริเวณริมถนนที่มีทางยกระดับเพื่อการพาณิชย์ และมีอาคารตึกแถวเพื่ออยู่อาศัยอยู่ทางด้านหลังอาคารสูง และในการทดลองกลุ่มอาคารสูง ได้มีการกำหนดแบบจำลองให้มีการวางกลุ่มอาคารให้สมมาตรกัน เพื่อให้เกิดความถูกต้อง ในการทดสอบรูปแบบอาคารที่เหมาะสมในการระบายอากาศ ในการทดลองขั้นที่ 2 ต่อไป เพราะการวางอาคารแบบสมมาตรนี้ จะช่วยป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดจากลมที่เปลี่ยนทิศเมื่อผ่านช่องว่างระหว่างอาคารฝั่งตรงข้ามที่ไม่ตรงกัน

ภาพที่ 3.8

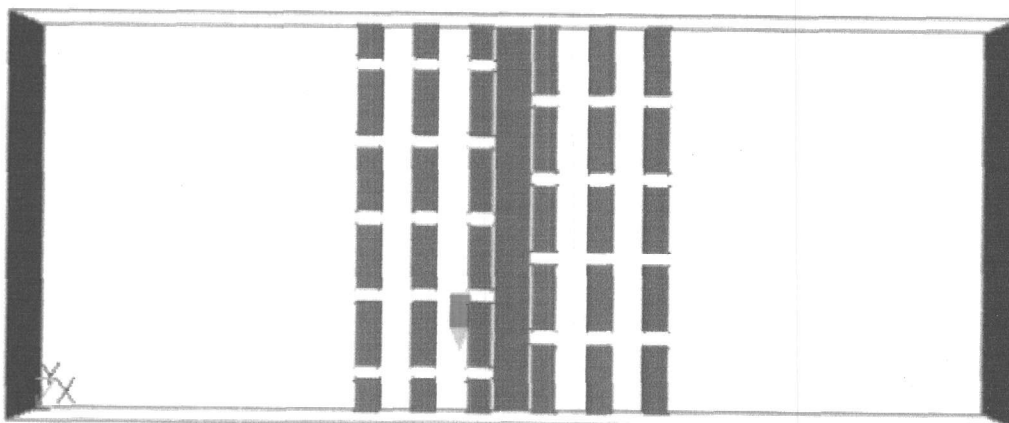
แบบจำลองอาคารหนาแน่นมากกลุ่มตึกสูง



2) กลุ่มอาคารหนาแน่นน้อย คือ การกำหนดให้อาคารแต่ละอาคาร ในแบบจำลองมีระยะห่างระหว่างอาคาร เป็นสองเท่าของระยะน้อยที่สุดที่กฎหมายกำหนดไว้ (ดังภาพที่ 3.9 และ 3.10)

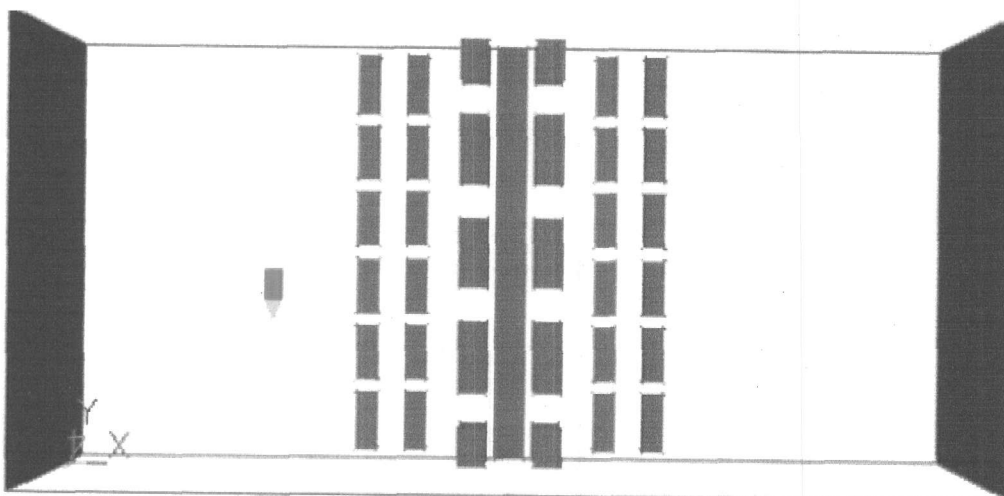
ภาพที่ 3.9

แบบจำลองอาคารหนาแน่นน้อยกลุ่มตึกแถว



ภาพที่ 3.10

แบบจำลองอาคารหนาแน่นน้อยกลุ่มตึกสูง

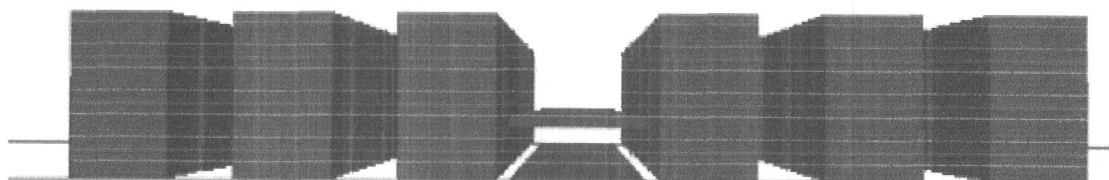


4. ความสูงของทางยกระดับ จากการสำรวจพื้นที่จริงในกรุงเทพมหานคร ทางยกระดับมีความสูงที่พบได้มากมีดังนี้

- 1) ทางยกระดับสูง 5 เมตร (ดังภาพที่ 3.11)

ภาพที่ 3.11

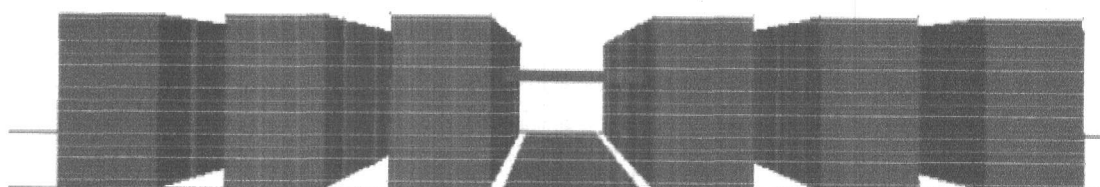
แบบจำลองของทางยกระดับสูง 5 เมตร



2) ทางยกระดับสูง 10 เมตร (ดังภาพที่ 3.12)

ภาพที่ 3.12

แบบจำลองของทางยกระดับสูง 10 เมตร



ตัวแปรควบคุมในการทดลองขั้นที่ 1 ได้แก่

1. ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากแหล่งกำเนิด
2. ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในบรรยากาศ
3. ทิศทางลม
4. ความเร็วลม
5. รูปทรงของอาคาร

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่สะสมอยู่ บริเวณใต้ทางยกระดับ

3.3.2 การทดลองขั้นที่ 2: ศึกษารูปแบบอาคารที่มีผลต่อการระบายอากาศ

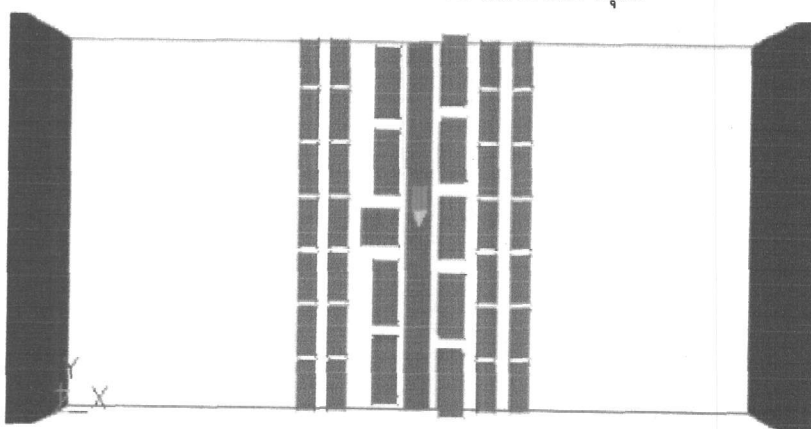
ตัวแปรต้นของการทดลองขั้นที่ 2 ได้แก่ รูปทรงอาคาร ลักษณะของแบบจำลองที่ทำการศึกษาทั้งอาคารสูง 40 เมตร และ 60 เมตร ดังนี้

1. อาคารสูง 40 เมตร มีอาคารทั้งหมด 5 รูปทรง ดังนี้

1) รูปแบบอาคาร A ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ดังภาพที่ 3.13)

ภาพที่ 3.13

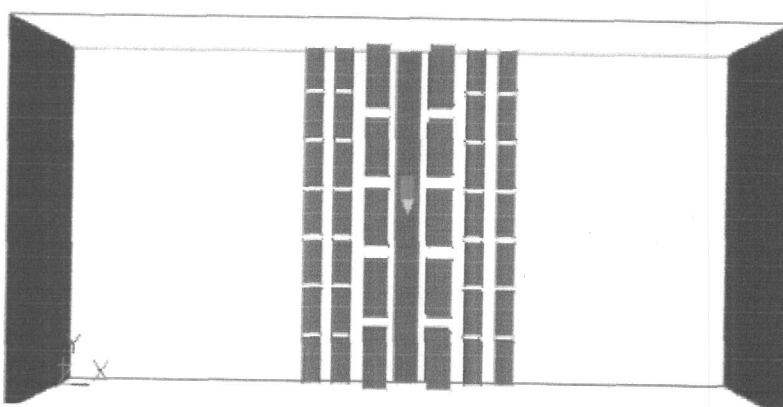
แบบจำลองอาคาร A ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส



2) รูปแบบอาคาร B ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า อาคารทรงนี้เป็นอาคารรูปทรงพื้นฐานที่ได้ทำการทดลองในขั้นที่ 1 แล้ว เนื่องจาก อาคารมีรูปทรงพื้นฐานที่ง่ายต่อการศึกษา และมีลักษณะใกล้เคียง กับตึกแถวมากที่สุด (ดังภาพที่ 3.14)

ภาพที่ 3.14

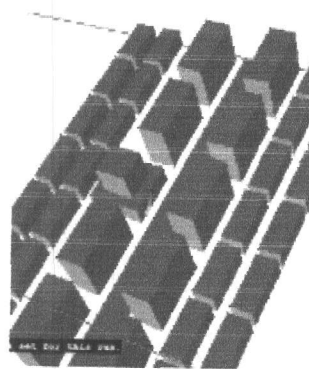
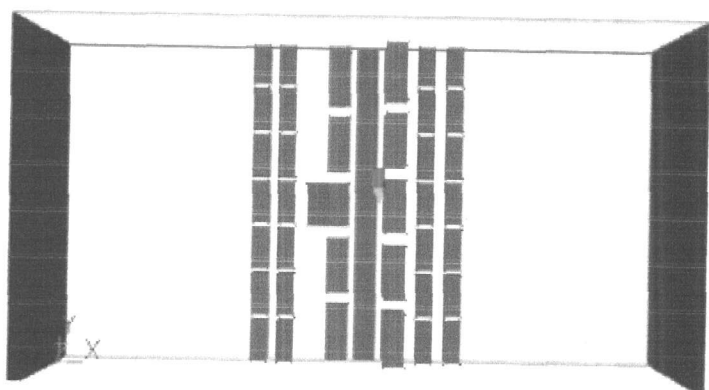
แบบจำลองอาคาร B ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า



3) รูปแบบอาคาร C ทรงสี่เหลี่ยมที่มีขนาดไม่เท่ากัน (ดังภาพที่ 3.15)

ภาพที่ 3.15

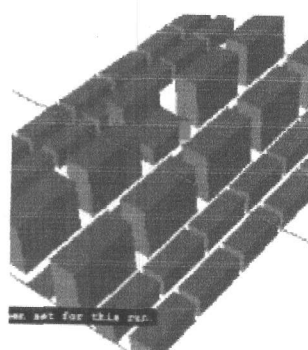
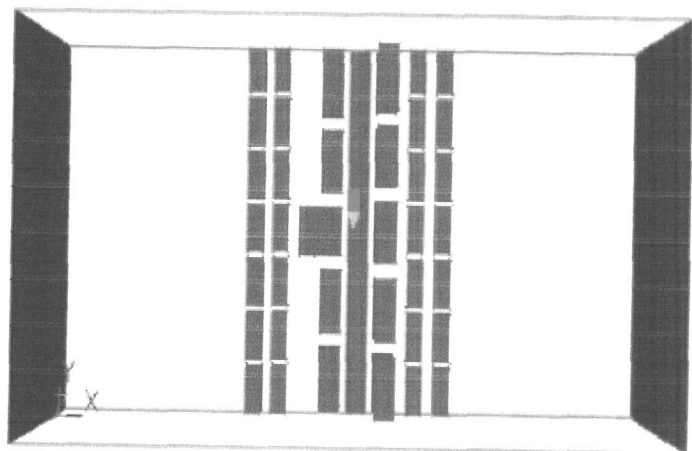
แบบจำลองอาคาร C ทรงสี่เหลี่ยมไม่เท่ากัน



4) รูปแบบอาคาร D ทรง Tower and Podium (ดังภาพที่ 3.16)

ภาพที่ 3.16

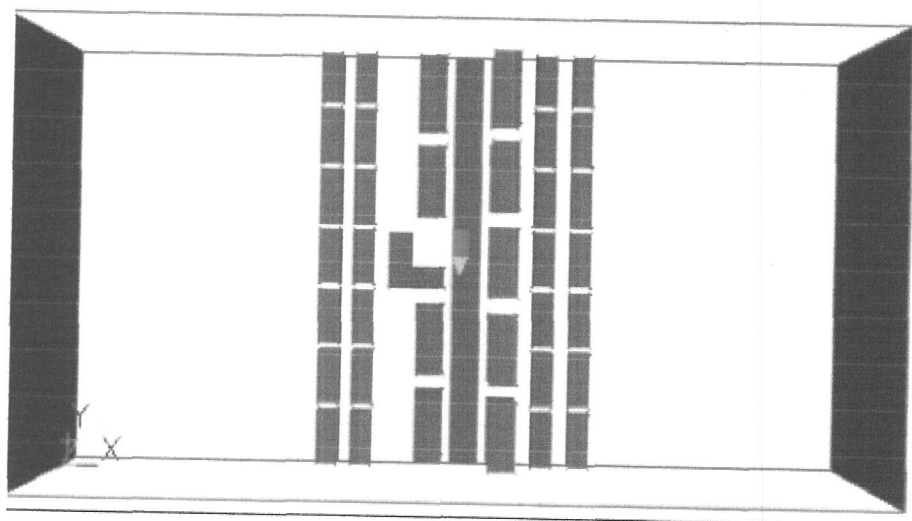
แบบจำลองอาคาร D ทรง Tower and Podium



5) รูปแบบอาคาร E ทรง L - shape (ดังภาพที่ 3.17)

ภาพที่ 3.17

แบบจำลองอาคาร E ทรง L-shape

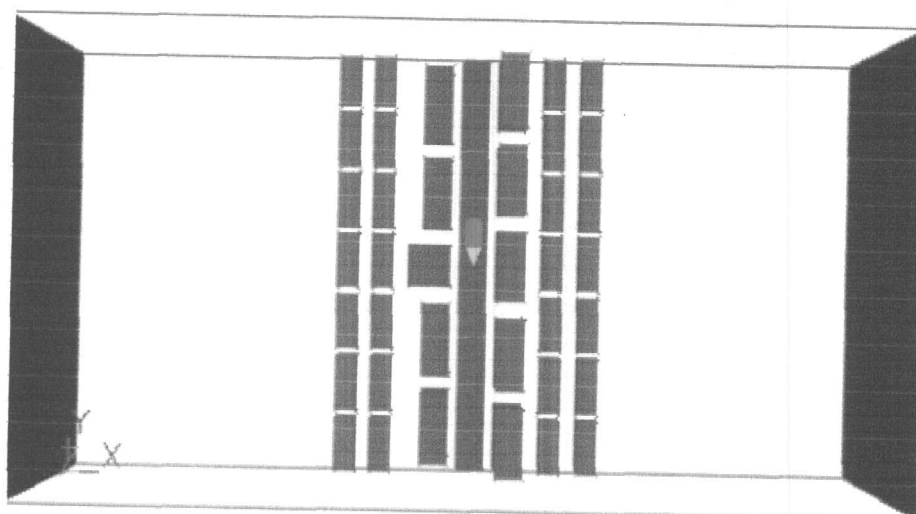


2. อาคารสูง 60 เมตร มีอาคารทั้งหมด 3 รูปทรง ดังนี้

1) รูปแบบอาคาร 1 ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ดังภาพที่ 3.18)

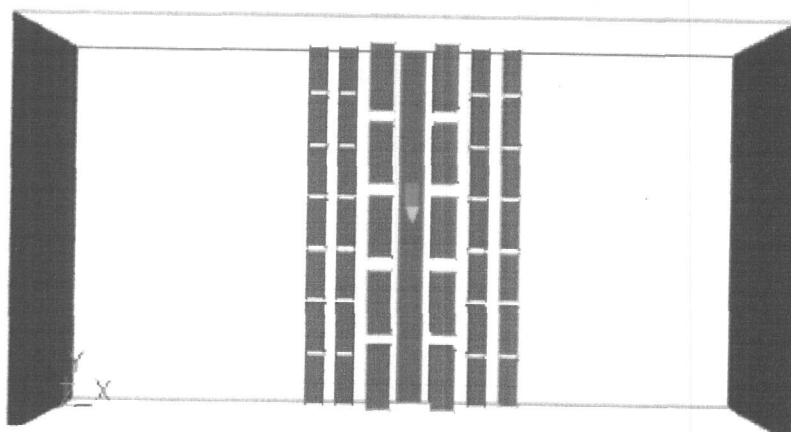
ภาพที่ 3.18

แบบจำลองอาคาร 1 ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส



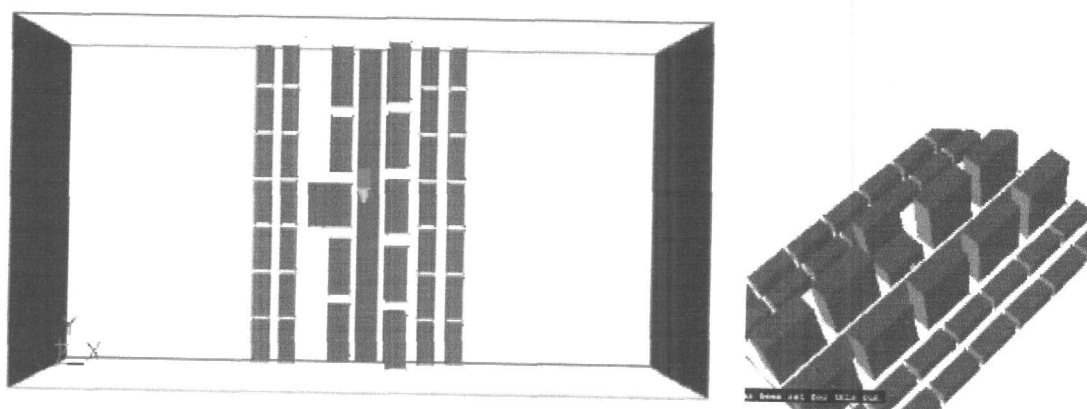
2) รูปแบบอาคาร 2 ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ดังภาพที่ 3.19)

ภาพที่ 3.19
แบบจำลองอาคาร 2 ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า



3) รูปแบบอาคาร 3 ทรง Tower and Podium (ดังภาพที่ 3.15)

ภาพที่ 3.20
แบบจำลองอาคาร 3 ทรง Tower and Podium



ตัวแปรควบคุมในการทดลองขั้นที่ 2 ได้แก่

1. ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์จากแหล่งกำเนิด
2. ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในบรรยากาศ
3. ทิศทางลม
4. ความเร็วลม
5. ระยะวัน
6. ความสูงของทางยกระดับ
7. ความหนาแน่นของอาคาร

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ที่สะสมอยู่บริเวณใต้ทางยกระดับ

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือในการศึกษามี 2 ชนิด ได้แก่

1. โปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล ได้แก่ PHOENICS Version 3.5 โปรแกรมนี้สามารถทำนายการเคลื่อนที่ของของไหล จึงสามารถช่วยเหลือในการศึกษา เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ได้
2. โปรแกรมในการวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ SPSS สามารถใช้วิเคราะห์และเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้

3.4.1 ความน่าเชื่อถือของผลการทดลองจากโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล

ความน่าเชื่อถือของผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล ควรพิจารณาจากแผนภูมิและการคำนวณประกอบกัน ดังนี้

1. จากการคำนวณ โดยพิจารณาจากการคำนวณของโปรแกรม (result output file) สำหรับความเข้มข้นของมลพิษ คำนวณความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้จาก Concentration Residual ของ CO หารด้วยผลรวม Source ของ CO ผลที่ได้จะต้องมีค่าน้อยกว่า 0.01 (Chen, Q. and Srebric, J. 2001)

$$| \text{Residual sum CO} | \text{ หาร } | \text{ ผลรวม Net source CO}_{\text{inlet and source}} | < 0.01$$

2. พิจารณาจากแผนภูมิ ความน่าเชื่อถือของผลการคำนวณ (ดังภาพที่ 3.21)

ความหมายของตัวแปรที่สำคัญสำหรับใช้ในการพิจารณา ได้แก่

P1 หมายถึง ความดันอากาศ

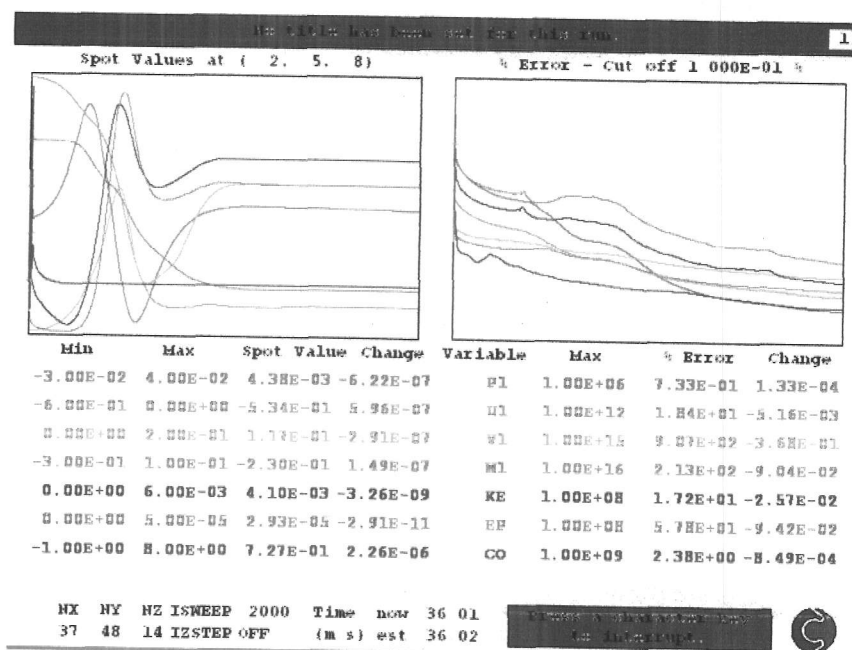
U1 V1 และ W1 หมายถึง ความเร็วลมในแกน X Y และ Z ตามลำดับ

CO หมายถึง ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

จากภาพที่ 3.21 แผนภูมิทางด้านซ้ายมือแสดงตำแหน่งในการคำนวณ (spot values) ควรจะมีแนวโน้มคงที่โดยมีลักษณะกราฟเป็นเส้นตรง ส่วนแผนภูมิทางด้านขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาด (%error) ในรอบของการคำนวณควรมีแนวโน้มเข้าใกล้ศูนย์ โดยเส้นกราฟจะมีแนวโน้มลดลง (ทรัพย์สินถาวร ชัยแสนสุข, 2548)

ภาพที่ 3.21

การคำนวณของโปรแกรม PHOENICS



3.4.2 การแสดงผล

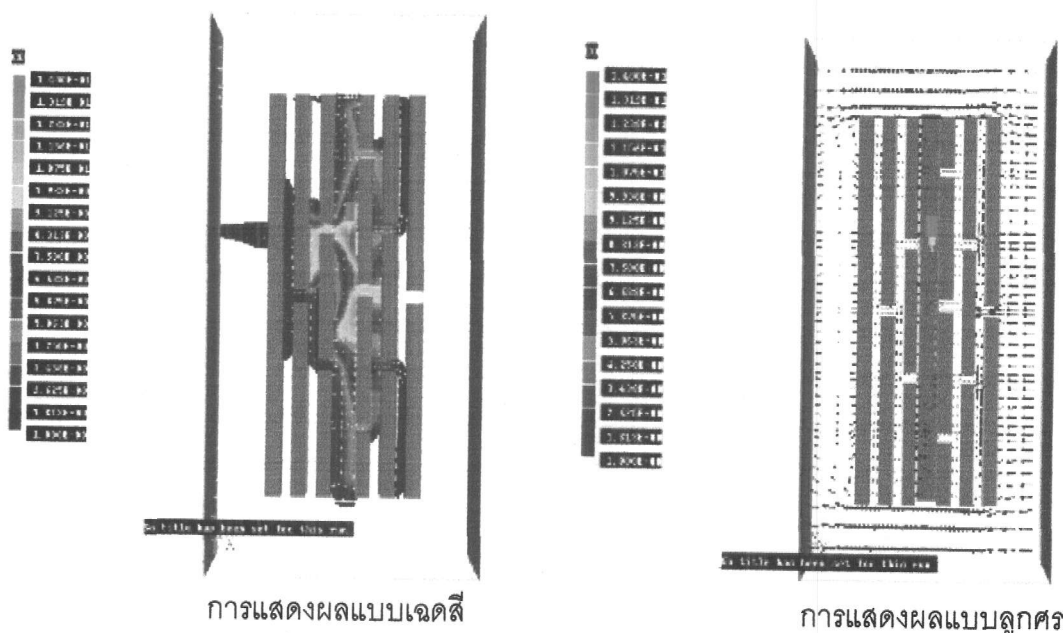
จากภาพที่ 3.22 แสดงตัวอย่างในการแสดงผลของโปรแกรม โดยแบ่งเป็น

1. เติลลแสดงระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ โดยระดับสีทอนเย็นแสดงระดับค่าน้อย สีทอนร้อนแสดงระดับค่ามาก ซึ่งค่าน้อยที่สุดและมากที่สุดจะสามารถกำหนดได้หากค่าที่ได้มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้จะไม่ปรากฏสีออกมา

2. ลูกศร แสดงแนวการไหลของอากาศ โดยขนาดของลูกศรจะแสดงค่ามาก-น้อยของความเร็วลม ลูกศรยาวมีความเร็วลมมาก และลูกศรสั้นมีความเร็วลมน้อย

ภาพที่ 3.22

รูปแบบการแสดงผลของโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล



การแสดงผลแบบเฉดสี

การแสดงผลแบบลูกศร

3.5 วิธีการเก็บข้อมูล

3.5.1 การเก็บข้อมูลของตัวแปรต้น

ข้อมูลของตัวแปรต้นได้จากการสำรวจพื้นที่จริงประกอบกับผลงานวิจัย และงานเขียนอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.5.2 การเก็บข้อมูลตัวแปรควบคุม

1. ข้อมูลการนำรถที่ผ่านพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมาใช้ประกอบการคำนวณหาปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ได้จากข้อมูลที่ทำการบินที่ก โดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย
2. ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากการบันทึกของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งวัดเป็นรายชั่วโมงโดยสถานีตรวจวัดอากาศศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์
3. ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในบรรยากาศ ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปฐภูมิของสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ

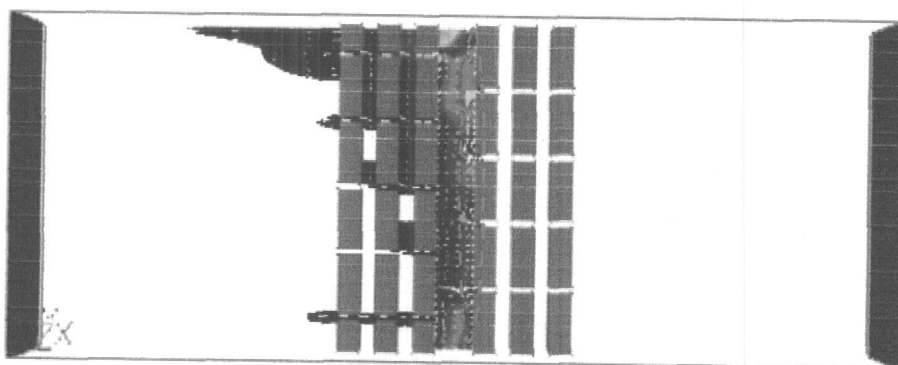
4. ข้อมูลความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จากการจราจร ได้จากการคำนวณของผู้วิจัย โดยอาศัยข้อมูลปฐมภูมิการจราจรของผู้วิจัย

3.5.3 การเก็บข้อมูลตัวแปรตาม

1. กลุ่มตึกแถว จะทำการกำหนดจุดวัด (probe position) เพื่อเก็บข้อมูลความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม ในแนวตั้ง (แกน Z) ที่ความสูงจากพื้น 1.5 เมตร เนื่องจากเป็นระดับความสูงเฉลี่ยที่คนจะได้รับมลพิษมากที่สุด ส่วนแนวราบทางด้านยาว (แกน X) วัดจากระยะห่างจากด้านหน้าอาคารมาเป็นระยะ 2 เมตร เพราะระยะดังกล่าวเปรียบเสมือนทางเท้าในสภาพการณ์จริง และแนวราบทางด้านกว้าง (แกน Y) จะวัดความเข้มข้นทุกระยะ 20 เมตร แล้วนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (ดังภาพที่ 3.23)

ภาพที่ 3.23

จุดวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ของตึกแถว

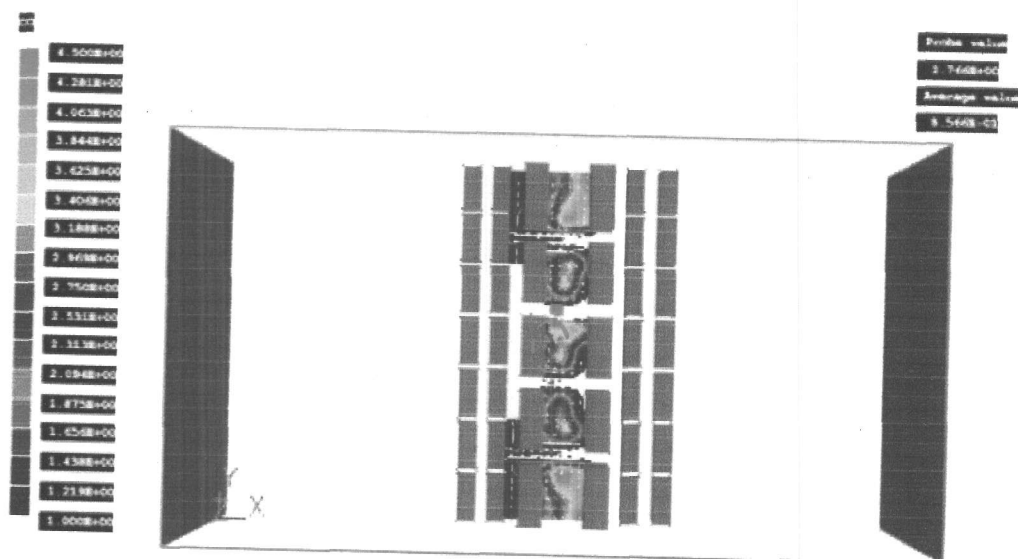


2. กลุ่มอาคารสูง กำหนดจุดวัดดังนี้ ในแนวตั้ง (แกน Z) ที่ความสูงจากพื้น 1.5 เมตร แนวราบทางด้านยาว (แกน X) วัดจากระยะห่างจากด้านหน้าอาคารมาเป็นระยะ 2 เมตร แนวราบทางด้านกว้าง (แกน Y) วัดที่ระยะกึ่งกลางของแบบจำลองพอดี (ดังภาพที่ 3.24)

เนื่องจาก ในตำแหน่งดังกล่าวจะเป็นจุดสมมาตรที่ทำการเปลี่ยนรูปทรงอาคาร เพื่อทดสอบรูปแบบอาคารที่เหมาะสมที่สุดในการระบายอากาศ

ภาพที่ 3.24

จุดวัดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ของตึกสูง



3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาการระบายอากาศบริเวณใต้ทางยกระดับ ด้วยการคำนวณของโปรแกรม พลศาสตร์ของไหล สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์โดยโปรแกรมทางสถิติ SPSS ดังนี้

1. นำผลจากการทดลองที่ 1 นำมาทำการวิเคราะห์การถดถอย (multiple regression analysis) ด้วยวิธี Stepwise เนื่องจากวิธีนี้สามารถป้องกันการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อตัวแปรต้นมีความสัมพันธ์กันเองได้ การวิเคราะห์นี้เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของตัวแปรต้นแต่ละตัว ได้แก่ ระยะรันของอาคาร ความสูงของอาคาร ความสูงของทางยกระดับ และความหนาแน่นของอาคารที่มีผลต่อตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

2. ผลจากการทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบรูปแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพการระบายมลพิษ โดยตัวชี้วัดประสิทธิภาพ คือ ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์บริเวณจุดตรวจวัด