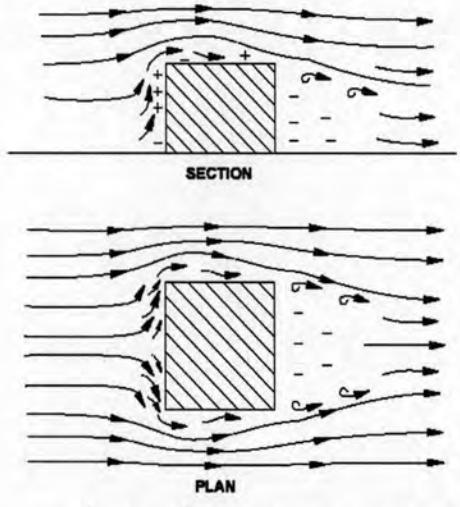
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักพื้นฐานการไหลของกระแสลม (มาลินี , 2543)

ลมสามารถพัดได้ด้วยแรงขับเคลื่อน 2 ประเภท ได้แก่ ความแตกต่างของความกดอากาศ (Pressure Differential) และ ความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature Differential) การเคลื่อนไหวของกระแสลมสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะ ได้แก่

1. Laminar หมายถึง ลมที่พัดอย่างอิสระด้วยความเร็วสม่ำเสมอ และไม่ผ่านสิ่งกีดขวาง
2. Separated หมายถึง ลมที่พัดผ่านพื้นดิน ,ต้นไม้ ,สิ่งก่อสร้างซึ่งทำให้เกิดแรงเสียดทานที่ผิววัตถุ (friction) ซึ่งทำให้ความเร็วของกระแสลมในแต่ละระดับความสูงไม่สม่ำเสมอ
3. Turbulent หมายถึง การพัดของกระแสลมที่มีความแปรปรวน โดยทั่วไปลมที่พัดผ่านวัตถุต่างๆ ในสภาพแวดล้อมหนึ่งๆ มักจะเป็นการพัดแบบ turbulent เป็นส่วนใหญ่
4. Eddy หมายถึง ลมหมุน ที่เกิดจากการพัดแบบ turbulent



รูปที่ 2.1 ลมที่เข้ามาปะทะอาคารทำให้เกิด
Positive pressure (+) และ Negative pressure (-)
(Wind Pressure & Flow Around Buildings, n.d.)

ลมที่พัดเข้าปะทะสิ่งกีดขวาง หรือผนังของอาคารจะถูกกดอัด ทำให้เกิดความกดอากาศ (pressure) ที่มากกว่าปกติ (positive pressure) ในด้านที่ลมปะทะ ในขณะเดียวกันที่ด้านตรงข้ามที่ลมพัดออกจากตัวอาคาร อากาศในบริเวณนั้นจะถูกดูดออก ทำให้ความกดอากาศลดลงเกิดเป็น (negative pressure) ลมที่พัดเข้าปะทะผนังอาคาร และไหลเลื่อนไปตามหลังคาและผนังด้านข้างจะก่อให้เกิด negative pressure ที่ผิวด้านข้างและผิวหลังคา ซึ่งจะทำให้เกิด turbulent

และ eddy ตามมา ซึ่งการเกิด eddy จะมีผลเสียต่อตัวอาคาร คือ การสะสมของฝุ่นละอองที่มากับลม รวมถึงมลพิษทางอากาศอีกด้วย

ค่าความกดอากาศขึ้นอยู่กับความเร็วของลม สามารถคำนวณได้จากสมการ

$Vp = 0.6V^2$ เมื่อ Vp = Velocity pressure in Pascals (Pa)

V = Velocity in m/s

0.6 = ค่าคงที่, จากความหนาแน่นของอากาศ, ที่ 20 °C และ RH เฉลี่ย

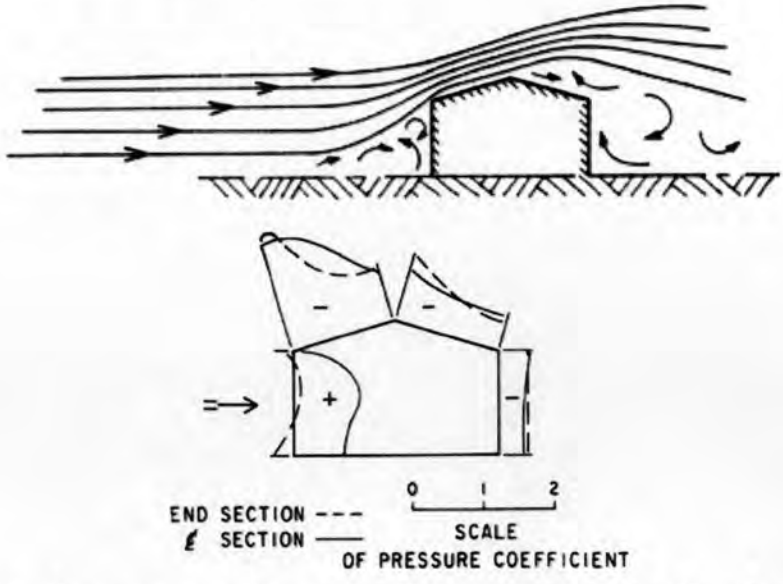
Wind Speed			Description	Beaufort Scale	Velocity Pressure
m/h	km/h	m/s			Pa
1	1.5	0.42	Calm	0	0.10584
6	10	2.8	Light breeze	2	4.704
12	20	5.6	Gentle breeze	3	18.816
24	40	11.1	Fresh breeze	5	73.926
48	80	22.2	Fresh gale	8	295.7

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความกดอากาศ / ค่าความเร็วลม

(Wind Pressure & Flow Around Buildings, n.d.)

Wind Flow Around Buildings

โดยทั่วไปถ้าไม่มีสิ่งกีดขวาง ลมตามธรรมดาจะมีการพัดในรูปแบบ turbulent มากในทิศทางตรง แต่หากมีตัวอาคารเข้ามากีดขวางทิศทางลม รูปแบบการไหลเวียนจะเปลี่ยนไป ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่า ด้านที่ลมปะทะเข้า (windward) จะเกิด Positive Pressure (+) และด้านที่ลมพัดหนีออก (leeward) จะเกิด negative pressture (-)



รูปที่ 2.2 ลมที่เข้ามาปะทะอาคารที่มีหลังคาลาดเอียง ,ความกดอากาศที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวอาคารโดยรอบ

(Handbook of Pressure Coefficients for Wind Loads, 1961)

2.2 การคำนวณหาค่ากำลังลมที่กระทบอาคาร

ค่าความเร็วลมที่ส่งผลกระทบกับอาคารอาจมีค่าต่างกันตามแต่ละสภาพแวดล้อม แบ่งออกเป็น

เมืองใหญ่แทบจะไม่มีลมที่แรงเกิน 110 km/h (Vp=560Pa)(70 mph)
พื้นที่ตามชายฝั่งทะเลส่วนมากสามารถวัดแรงลมได้ 145 km/h (Vp = 970 Pa) (90 mph)
พื้นที่ในสกอตแลนด์บางส่วนสามารถวัดแรงลมได้ 160 km/h (Vp = 1185 Pa) (100 mph)

การพิจารณาค่ากำลังลมสูงสุดที่มีอิทธิพลต่อตัวอาคาร

Example: For a building with 15m (50') wide × 6m (20') high wall exposed to 160km/h gusts in an exposed Scottish coast area.

Wind Force 1185Pa / 9.80665 = 120.8 kg/m²

แรงลมที่กระทำต่ออาคารจะมีแรงกระทำระหว่าง 50% - 80% เป็นอย่างมาก เนื่องจากพื้นผิวอาคารมีความหยาบของวัสดุ สามารถคำนวณได้ดังนี้

Max total force on building = 15 x 6 x 120.8 x 80% / 1000 = 8.7 tonnes (8.2 tons)

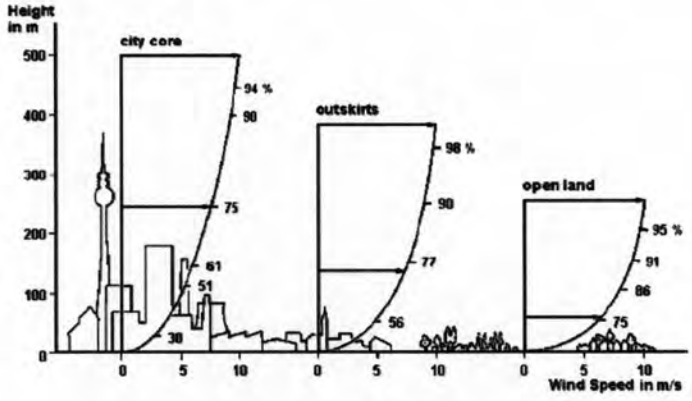
2.3 การไหลเวียนอากาศใกล้พื้นดิน

กระบวนการการไหลเวียนอากาศใกล้พื้นดิน มีความสำคัญต่อสภาพอากาศของบริเวณนั้นๆ ความเร็วลมถูกใช้เป็นตัววัดการไหลเวียนอากาศ ในเวลาเดียวกันมันยังแสดงว่าสภาพแวดล้อมเป็นสิ่งที่ดึงหรือผลักมวลอากาศ ในพื้นที่ที่มีการก่อสร้างซึ่งต่างจากพื้นที่เปิดโล่ง คือ มีการคาดการณ์ว่า ความเร็วลมใกล้พื้นดินจะลดลงโดยเฉลี่ย 20 - 30 % ในทันทีทันใดนั้น พื้นที่โดยรอบของโครงสร้างตึกเดี่ยวๆ และในพื้นที่ถนนอาจมีความเร็วของกระแสลมเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนทิศทางของกระแสลมที่มาปะทะตัวอาคาร ลงสู่บริเวณพื้นที่โดยรอบของอาคารทำให้เกิดลมกรรโชกแรง และลมที่พัดผ่านมาตามแนวถนน เป็นช่องทางการไหลเวียนของลม (wind channel) รวมถึงลมที่พัดผ่านช่องว่างระหว่างอาคารทำให้เกิดปรากฏการณ์ช่องลม (Venturi effect) ส่งผลให้กระแสลมมีความเร็วเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะสัมพันธ์กับผลกระทบในบริเวณนั้น ปัจจุบันได้มีการวัดลมอย่างต่อเนื่องตามข้อตกลงระหว่างประเทศ ซึ่งสถานีที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด คือ 10 เมตร เหนือพื้นดิน

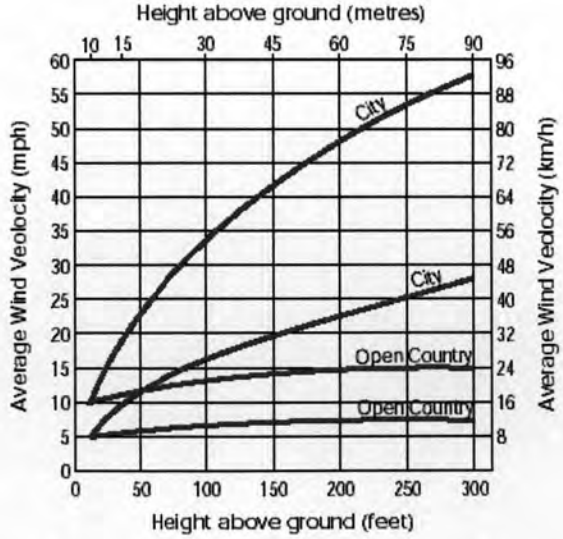
เพื่อความสมจริงของการศึกษา แบบจำลองในโปรแกรม CFD ซึ่งประกอบด้วยอาคารหลายอาคาร นอกจากความฝืดจากพื้นจะทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำของความเร็วลม (velocity gradient) ยังได้กำหนดความเร็วลม 1.7 เมตรต่อวินาทีซึ่งเป็นความเร็วลมเฉลี่ยของกรุงเทพมหานคร (ธนิต , 2543)ให้เป็นความเร็วลมที่วัดจากความสูง 10 เมตร จากพื้นดินเพื่อใช้แทนค่าในสมการเพื่อหาความเร็วลม ณ ความสูงต่างๆ ดังนี้

$$U_H = U_{ref} X (H/H_{ref})^a \quad \text{(Ashrae,1995)}$$

โดยที่ U_H คือความเร็วลมที่ความสูง H จากพื้นดิน U_{ref} คือความเร็วลมอ้างอิง ณ.ความสูง H_{ref} และค่าคงที่ a เท่ากับ 0.22



รูปที่ 2.3 ความเร็วของลมที่ลดลงตามลักษณะของภูมิประเทศ (Baumbach , 1991)



รูปที่ 2.4 ความเร็วของลมเมื่อเทียบกับระดับความสูงและภูมิประเทศที่แตกต่างกัน
(Wind Pressure & Flow Around Buildings, n.d.)

2.4 การประมาณอัตราการไหลเวียนอากาศ

การประมาณอัตราการไหลเวียนอากาศมีความสำคัญอย่างยิ่งในการประยุกต์ใช้การไหลเวียนอากาศธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรม เนื่องจากปริมาณอากาศที่ไหลเวียนเข้าไปภายในห้องส่งผลต่อภาวะน่าสบายในอาคาร โดยการที่มีปริมาณอากาศจากภายนอกถ่ายเทเข้าไปในห้องจะทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในให้มีค่าใกล้เคียงกับภายนอกมากยิ่งขึ้น เช่นการไหลเวียนอากาศธรรมชาติในตอนกลางวันสืบเนื่องจากภายในอาคารมีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอกอาคาร เมื่อมีการใช้การไหลเวียนอากาศก็จะทำให้อุณหภูมิภายในลดลงมาใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก ในทางกลับกันถ้าอุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอกแล้วการเปิดเอาอากาศธรรมชาติเข้ามาก็จะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในมีแนวโน้มสูงขึ้น

วิธีการประมาณปริมาณอากาศมีหลายวิธี ซึ่งจะนำเสนอวิธีที่เหมาะกับการใช้งานและการประมาณการไหลเวียนอากาศที่ไม่ต้องการความแม่นยำนักได้แก่

The British Standard Method (Olgyay, 1998)

การประมาณอัตราการไหลเวียนอากาศทั้งการรั่วไหลของอากาศ (infiltration) การไหลเวียนอากาศด้านเดียว (single-sided) และการไหลเวียนอากาศผ่านตัวอาคาร (cross-ventilation) วิธีการคำนวณจะเน้นที่การไหลของอากาศ เนื่องจากแรงลม ซึ่งไม่รวมถึงอิทธิพลของรูปทรงและลักษณะผนังภายในอาคาร สูตรการคำนวณปรากฏดังนี้

$$Q = KAV$$

เมื่อ Q= อัตราการไหลเวียนอากาศ (cu.ft/h)

K = ค่าคงที่ของอัตราส่วนของช่องลมเข้าออก

A = พื้นที่ช่องลมเข้า (ft^2)

V = ความเร็วลมเฉลี่ยภายนอก (mph)

ค่า K ในสมการเป็นค่าคงที่ที่ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนช่องลมเข้าและออกของอาคาร โดยค่า K จะยิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดของช่องลมยิ่งเพิ่มขึ้น แต่จะลดลงเมื่อขนาดของช่องลมออกยิ่งลดลง ดังตารางที่ 1 ดังนั้นหากต้องการเพิ่มอัตราการไหลเวียนอากาศควรจะเพิ่มขนาดของช่องลมออกของอาคาร

อัตราส่วนระหว่างช่องลมเข้า/ออก	ค่า K
1: 1	3150
2 : 1	4000
3 : 1	4250
4 : 1	4350
5 : 1	4400
3 : 4	2700
1 : 2	2000
1 : 4	1100

ตารางที่ 2.2 ค่าคงที่ K เปลี่ยนตามอัตราส่วนของช่องเปิดที่เปลี่ยนไป

The Aynsley Method (Allard, 1998:66)

The Aynsley Method เป็นวิธีที่เหมาะกับกรณีของการไหลเวียนอากาศผ่านตัวอาคาร (cross ventilation) โดยช่องเปิดมี 2 ช่องอยู่ด้านตรงข้ามกัน แต่ต้องใช้ค่า Cp1และ Cp2 หรือสัมประสิทธิความดันอันเนื่องมาจากการกระทำของแรงลมในแต่ละด้าน โดยเขียนเป็นสมการดังนี้

$$Q = \sqrt{\frac{Cp1-Cp2}{\frac{1}{A^2_1Cd^2_1} + \frac{1}{A^2_1Cd^2_1}}} * V$$

เมื่อ

Q = อัตราการไหลเวียนอากาศ (m^3/s)

Cp1 = ค่าสัมประสิทธิความดันด้านลมเข้า

Cp2 = ค่าสัมประสิทธิความดันด้านลมออก

Cd1 = ค่าสัมประสิทธิช่องลมเข้า (discharge coefficients)

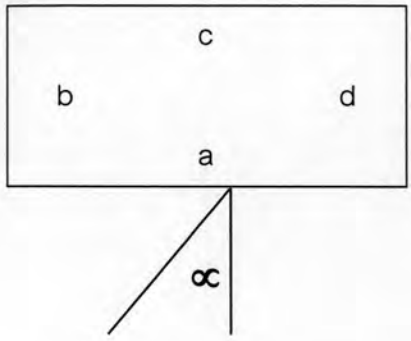
Cd2 = ค่าสัมประสิทธิช่องลมออก (discharge coefficients)

A1 = พื้นที่ช่องลมเข้า (m^2)

A2 = พื้นที่ช่องลมออก (m^2)

V = ความเร็วลมภายนอก (mph)

โดยค่า Cp1 และ Cp2 จะขึ้นอยู่กับความกว้างและความลึกของช่องเปิด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วให้ใช้ค่า 0.6 แทนลงในสมการได้เลย ส่วนค่า Cp1 และ Cp2 สามารถดูได้จากตารางที่ 2



มุม a ที่ลมกระทำ	ค่า Cp ที่ a	ค่า Cp ที่ b	ค่า Cp ที่ c	ค่า Cp ที่ d
0.0	0.40	-0.40	-0.20	-0.40
22.5	0.40	-0.06	-0.40	-0.60
45.0	0.25	0.25	-0.40	-0.45
67.5	0.06	0.30	-0.55	-0.40
90	0.40	0.40	-0.40	-0.25

ตารางที่ 2.3 ค่า Cp สำหรับลมที่กระทำในทิศทางต่างๆ

(Allard, 1998:66)

เมื่ออาคารไม่เป็นไปตามรูปร่างที่กำหนดให้ไว้ ให้ใช้ค่า Cp1 เท่ากับ -0.40 ส่วนค่า Cp2 เท่ากับ -0.25 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดจากอาคารรูปร่างต่างๆ สำหรับช่องลมออกของหลังคาให้ใช้ค่า Cp2 เท่ากับ -0.30

จะเห็นได้ว่าค่า Cp จะขึ้นอยู่กับมุมที่ลมกระทำ รูปร่างอาคาร และ ตำแหน่งของช่องเปิด ดังนั้นวิธีการประมาณอัตราการไหลเวียนอากาศวิธีนี้จะละเอียดอ่อนกว่าวิธีแรก ผลของการคำนวณที่ได้จึงค่อนข้างจะแม่นยำกว่า การใช้งานจะใช้ได้กว้างขวางกว่า แต่การคำนวณจะยุ่งยากกว่าวิธีแรก การใช้งานจึงต้องพิจารณาถึงจุดประสงค์ว่าเป็นการประมาณแบบคร่าวๆที่ไม่ต้องการความแม่นยำแต่ต้องการความรวดเร็ว หรือต้องการความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นแต่ความรวดเร็วลดลง

2.5 สภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort)

คำจำกัดความของคำว่าสภาวะน่าสบาย ASHRAE[1] ได้ให้คำจำกัดความว่า "Thermal Comfort is the condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment ; it requires subjective evaluation. (ASHRAE, 1992) หมายความว่า สภาวะน่าสบายคือ สภาวะทางจิตใจที่แสดงความพอใจในสภาพแวดล้อมที่ร้อนหนาว และการที่จะทราบถึงสภาพดังกล่าวได้ ต้องอาศัยการวิจัยสำรวจประเมินผลความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง ส่วน Baruch Givoni นักวิทยาศาสตร์ชาวอิสราเอล ให้คำจำกัดความว่า "Thermal Comfort is the range of climatic conditions considered comfortable and acceptable to humans. This implies an absence of two basic sensations of discomfort, which are 1. Sensation of heat and 2. sensation of skin wettedness" (Givoni, 1998) หมายความว่า สภาวะน่าสบายคือ ช่วงของสภาพอากาศที่มนุษย์เห็นว่าน่าสบายและยอมรับได้ ซึ่งหมายถึงการปราศจากความรู้สึกร้อน และเปียกชื้นที่ผิวหนัง จะเห็นได้ว่า คำจำกัดความของคำว่าสภาวะน่าสบายจากทั้งสองที่มามีความหมายที่แตกต่างกัน ในขณะที่ ASHRAE กล่าวถึง ความพึงพอใจในสภาพอากาศของแต่ละบุคคล Givoni กลับมองถึง สภาพอากาศภายนอก ที่มีผลต่อความรู้สึกต่อความร้อน และความชื้นของมนุษย์ จากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก (Fanger,1970) สามารถแบ่งปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ออกเป็น 6 ปัจจัยได้แก่ 1.อุณหภูมิอากาศ 2. อุณหภูมิจากรังสีความร้อน 3. ความชื้นสัมพัทธ์ 4. ความเร็วลม 5. กิจกรรมของบุคคล 6. เสื้อผ้ามี่สวมใส่

ความเร็วลมที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย

การระบายลมเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งของสภาวะน่าสบายของมนุษย์ ซึ่งมีเหตุผลอยู่สามประการ

1. อากาศที่เคลื่อนไหวจะพาความร้อนที่อยู่รอบๆตัวไป

2. อากาศที่เคลื่อนไหวจะพัดพาความชื้น และทำให้เกิดภาวะที่เหมาะสมขึ้นสำหรับร่างกายที่จะระบายความร้อนโดยการระเหยของน้ำด้วยตัวของมันเองในรูปเหงื่อ

3. อากาศที่เคลื่อนไหวจะช่วยไม่ให้เกิดการสะสมของมลภาวะ

ความเร็วลม (wind speed) ที่ผ่านผู้อยู่อาศัยมีผลกระทบต่อสภาวะน่าสบาย ลมจะพัดพาความร้อนรอบตัวออกไปทำให้รู้สึกเย็นขึ้นนอกจากนั้นยังพาเอาความชื้นบริเวณผิวร่างกายช่วยให้การระเหยเหงื่อดีขึ้น ความเร็วลมที่ต้องการเพื่อทำให้เกิดสภาวะน่าสบายนั้นอยู่ระหว่าง 1.0 – 2.0 m/s (200 – 400 fpm)[2] ถ้าความเร็วลมต่ำกว่า 0.25 m/s ผู้อยู่อาศัยจะรู้สึกว่าอากาศไม่มีการ

---

[1] The American Society of Heating, Refrigerating, and Air – Conditioning Engineers

[2] Penwarden, A. D., Acceptable Wind Speeds in Towns. Building Science, Vol. 8, 1973, p. 259-267.)

ถ่ายเทถ้าความเร็วลมสูงขึ้นระหว่าง 2.0 – 3.0 m/s (400 – 600 fpm) ยังอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ ถ้ามีลมพัดเป็นช่วงๆ ไม่ต่อเนื่องและอุณหภูมิอากาศสูง ความเร็วลมระหว่าง 3.00 – 4.00 m/s (600 – 800 fpm) จะส่งผลให้เกิดการรบกวนการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ ส่วนความเร็วลมที่สูงเกิน 4 m/s (800 fpm) จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกลมแรง (drafty) ถ้าสามารถรักษาการเคลื่อนไหวของอากาศให้คงอยู่ภายในช่วงที่กำหนด จะทำให้การระบายลมเพียงพอสำหรับระบายความร้อน ไอน้ำ และอากาศเสีย ทั้งนี้ค่าความเร็วลมที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับสถานที่และกิจกรรมที่ต่างกันอีกด้วย

Units: Beaufort Numbers

Activity	Areas applicable	Conditions will be pleasant	unpleasant	annoying	dangerous
		if wind speed exceeds (m/s)			
Walking fast	Sidewalks	4	5	6-7	8
Walking	Entrance areas	3	4	5	8
Strolling, sitting - short exposure	Plaza areas, shopping malls	2	3	4	8
Sitting - long exposure	Outdoor restaurants, bandshells	1-2	2-3	3-4	8
		not more frequently than			
		-	once/week	once/month	once/year

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าความเร็วลมที่ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายในพื้นที่ต่างๆ

(Davenport, A. G., Private Communication)

Beaufort Number	Average Speed mph	Average Speed m/s	Effects
1	1 - 3	0.4 – 1.3	No noticeable wind. Smoke rises nearly vertically.
2	4 - 7	1.7 – 3.1	Wind felt on face, leaves rustle.
3	8 - 12	3.5 - 5.2	Hair is disturbed, clothing flaps.
4	13 - 18	5.7 – 7.9	Dust and loose paper raised, hair disarranged.
5	19 - 24	8.3 – 10.5	Force of wind felt on body.
6	25 - 31	11.0 – 13.6	Some inconvenience in walking.
7	32 - 38	14.0 – 16.7	Difficulty when walking against wind.
8	39 - 46	17.1 – 20.2	Difficulty with balance in walking.
9	47 - 54	20.6 – 23.8	Danger in being blown over.
10	55 - 63	24.2 – 27.7	Trees uprooted, considerable structural damage.

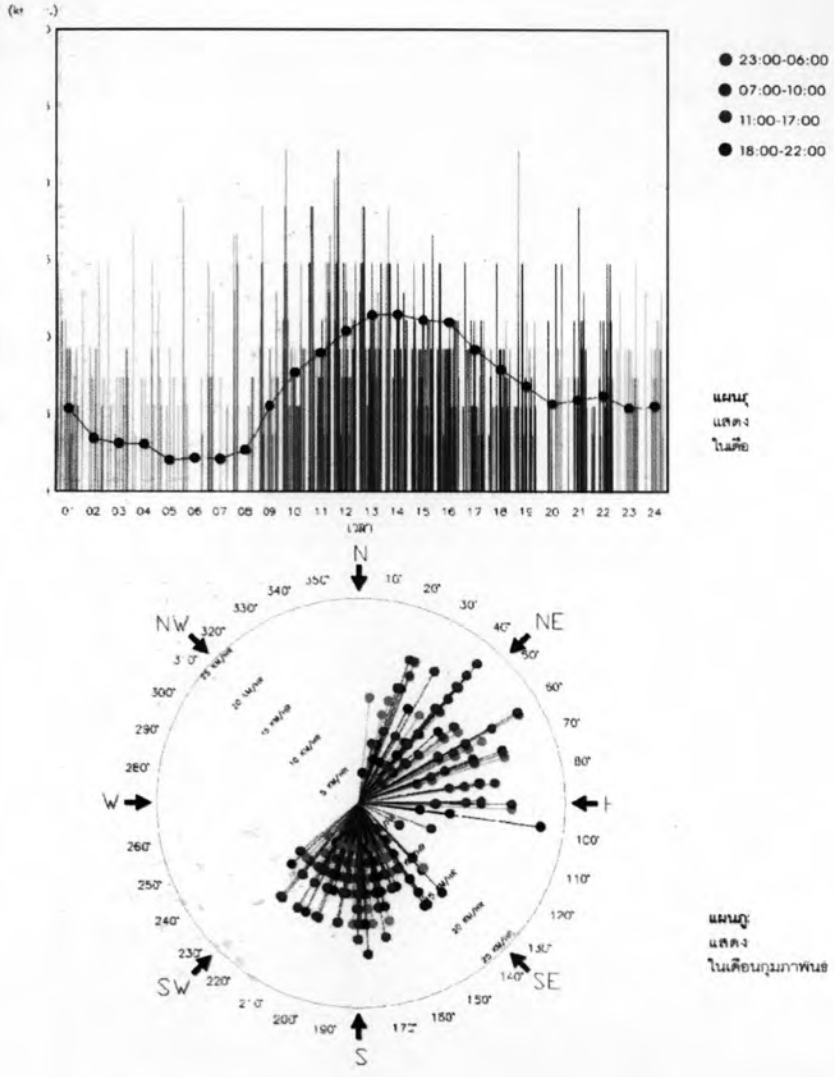
ตารางที่ 2.5 แสดงผลกระทบที่เกิดจากความเร็วของกระแสลมที่ต่างกัน

(Penwarden, A. D., Acceptable Wind Speeds in Towns. Building Science, Vol. 8, 1973, p. 259-267.)

2.6 ลักษณะการไหลเวียนอากาศธรรมชาติในประเทศไทย

ลักษณะการไหลเวียนอากาศธรรมชาติที่สำคัญแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ในส่วนแรก คือ ทิศทาง ความเร็วลม และความถี่ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณอากาศที่ไหลผ่านอาคารในทิศทางต่างๆ อีกส่วนหนึ่งคือ ระดับความร้อนและชื้นของลมที่พัดผ่านอาคาร จากการวิจัยได้มีการแบ่งลักษณะของการไหลเวียนอากาศในประเทศไทยออกเป็น 4 ส่วน โดยใช้ ระดับความร้อนชื้นของลม และ ช่วงฤดูกาลเป็นเกณฑ์ (สุนทร, 2542) แบ่งออกได้เป็น

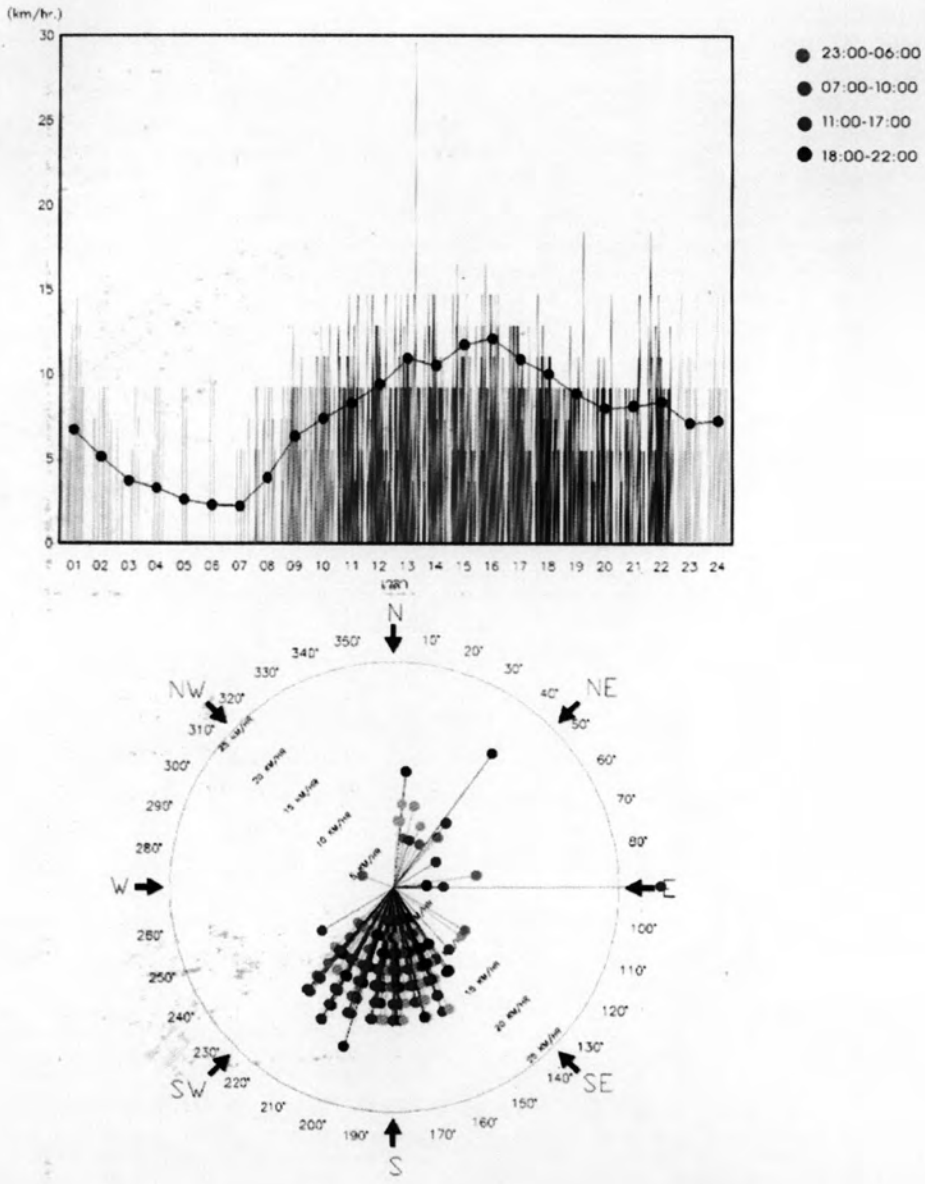
1. **กลุ่มเย็นชื้นปานกลาง** อยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ การไหลเวียนอากาศในช่วงนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ทิศทางอย่างชัดเจน ได้แก่ กระแสลมร้อนในทิศตะวันตกเฉียงใต้ และกระแสลมหนาวจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และค่าเฉลี่ยของความเร็วลมมีค่าสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน



รูปที่ 2.5 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงและทิศทางลมเดือนกุมภาพันธ์

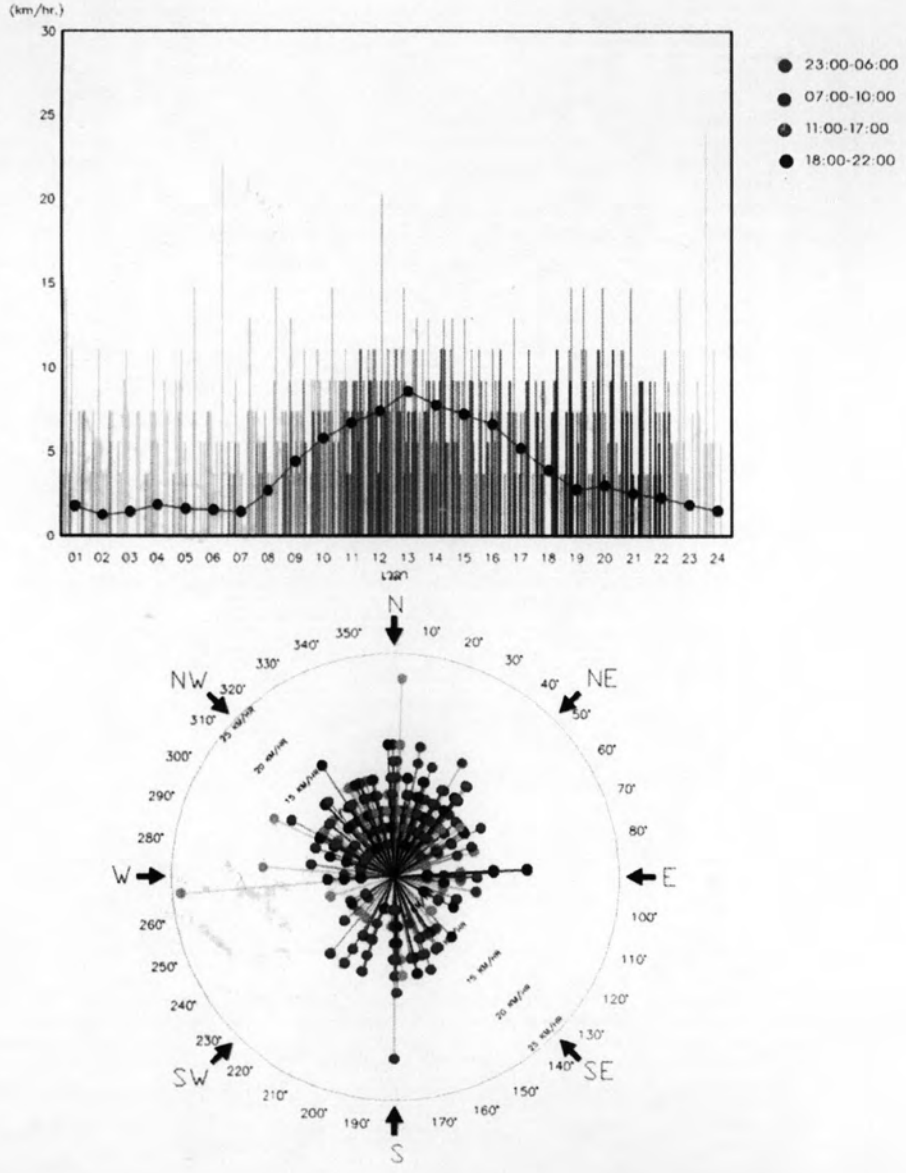
ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า(กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์, 2542)

2. **กลุ่มร้อนชื้นมาก - ลมใต้** อยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน กระแสลมจะมาจากทางตะวันตกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่ และเป็นลมที่ร้อนและชื้นมาก



รูปที่ 2.6 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงและทิศทางลมเดือนเมษายน
ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน
เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า(กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์, 2542)

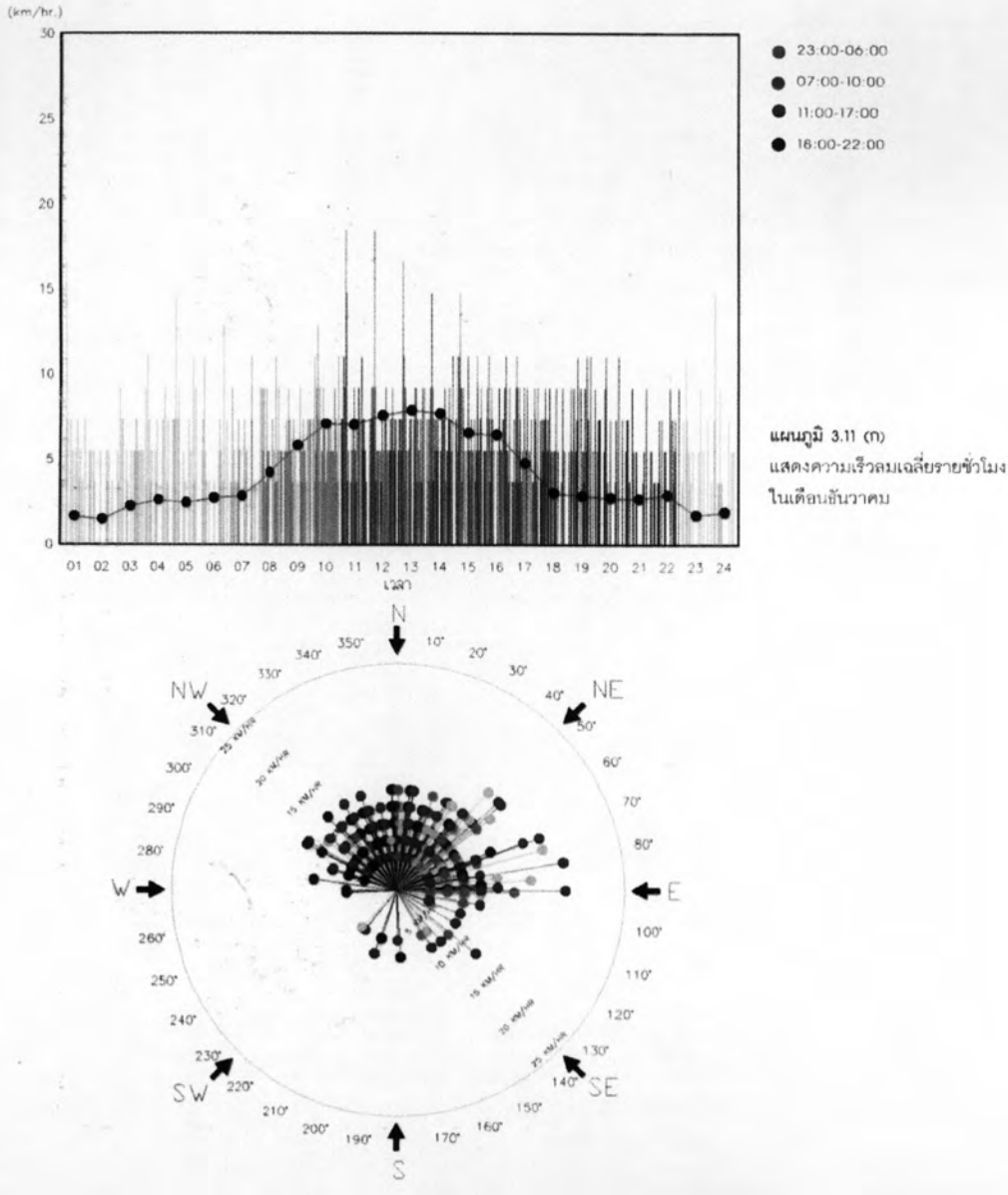
3. **กลุ่มร้อนชื้นมาก – ลมแปรปรวน** อยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม กระแสลมในช่วงนี้จะมาจากทุกทิศทาง และเป็นลมที่ค่อนข้างร้อนและชื้นมาก



รูปที่ 2.7 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงและทิศทางลมเดือนตุลาคม

ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า(กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์, 2542)

4. กลุ่มเย็น – แห้ง อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม โดยลมจะมาจาก 3 ทิศทาง ได้แก่ ทิศเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นกระแสลมที่มีความร้อนและชื้นต่ำ



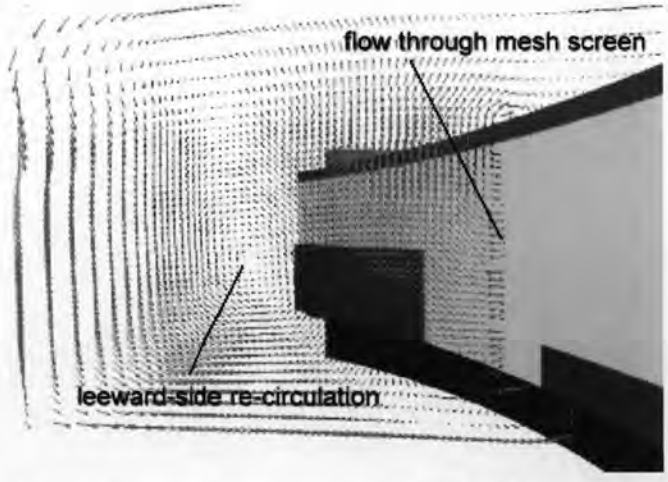
แผนภูมิ 3.11 (ก)
แสดงความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมง
ในเดือนธันวาคม

รูปที่ 2.8 ความเร็วลมเฉลี่ยรายชั่วโมงและทิศทางลมเดือนธันวาคม

ที่มา : สุนทร บุญญาธิการ, เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า(กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์, 2542)

2.7 การจำลองการไหลเวียนของอากาศ[3]

การจำลองการไหลเวียนของอากาศโดยใช้ การคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamic หรือ CFD) โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณและจำลองสภาพการไหลเวียนของอากาศ โดยมีหลักการ ดังนี้ "กล่าวคือปริมาตรต่างๆ ในที่ว่างที่ต้องการศึกษาจะแบ่งออกเป็นปริมาตรย่อยๆ ที่เรียกว่าเซลล์ (Cell) ในแต่ละเซลล์จะมีการคำนวณหาค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ความเร็วของอากาศในระนาบ x , y และ z ความดันอากาศ และค่าตัวแปรอื่นๆ เช่น อุณหภูมิความหนาแน่นของก๊าซ เป็นต้น" (เฉลิมวัฒน์ ,2547) ซึ่งแต่ละค่าตัวแปรที่ต้องการจะทราบในแต่ละเซลล์นั้น จะสร้างเป็นสมการขึ้นในโปรแกรม หลังจากนั้นโปรแกรมจะใช้ระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (numerical method) เพื่อแก้ระบบสมการเหล่านั้น จนได้ผลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด สำหรับการจำลองการไหลเวียนของอากาศด้วย CFD ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้โปรแกรมชื่อ HEATX ที่พัฒนาโดยภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัย Texas A&M ประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรม HEATX ทำหน้าที่คำนวณการไหลเวียนของอากาศและความร้อนโดยอาศัยการแก้สมการสมดุลของมวลอากาศ, โมเมนตัม, และพลังงานของ Navier – Stokes และเพิ่มเติมพลังงานจลน์เทอร์บูเลนซ์ (turbulence kinetic energy) และอัตราการแพร่กระจาย (dissipation rate) ในรูปแบบของ k – e turbulence model (Andrews & Prithiviraj, 1997) โดยการคำนวนจะใช้วิธีการตัดแบ่งพื้นที่อาคารและสภาพแวดล้อมออกเป็นหน่วยย่อยๆ Finite Volumn (Patankar, 1980) ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในโปรแกรมจะสามารถแสดงออกได้ในรูปแบบของเวกเตอร์ ของความเร็วอากาศ และกราฟฟิคสีหรือขาว - ดำ สามารถนำมาวิเคราะห์และเข้าใจได้โดยง่าย



รูปที่ 2.9 รูปแบบการจำลองและผลการจำลองโดยใช้โปรแกรม CFD

---

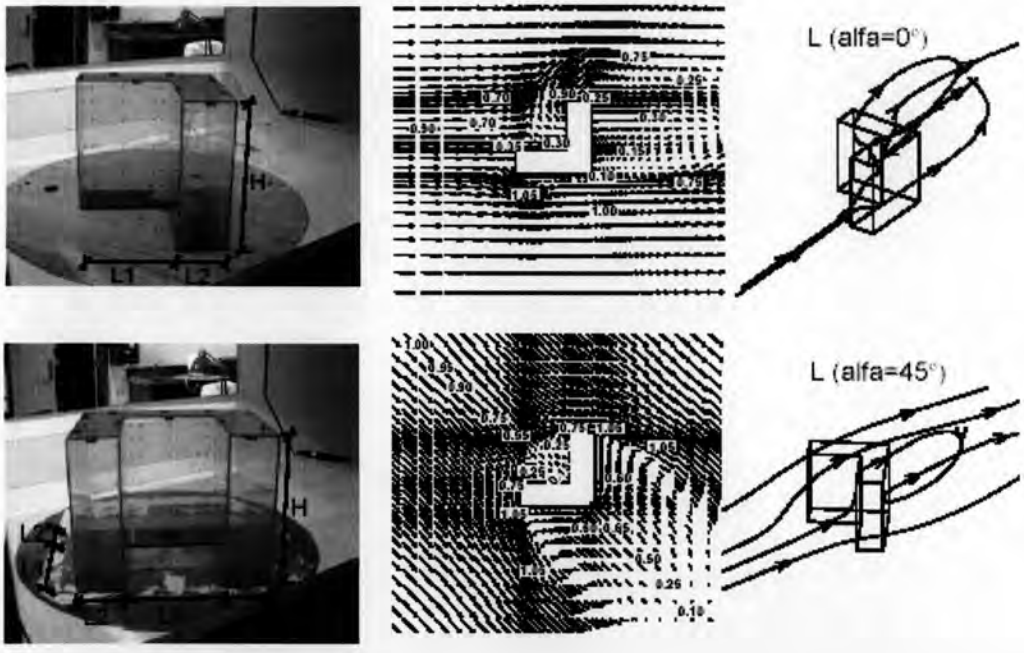
[3] เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์ "เครื่องช่วย(สลาย)ฝันสถาปนิก:การคำนวณพลศาสตร์ของไหล" ใน สร้างสรรค์ อาคารสบาย, (กรุงเทพมหานคร: สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2547)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Wind Effects on and Around L- and U-Shaped Buildings

Technical University of Lisbon, Lisbon, Portugal

การศึกษาถึงการกระทำของลม และการมีปฏิกิริยาต่อกันของลมกับตัวอาคาร เพื่อที่จะตรวจสอบการกระจายของแรงดันที่ใช้ในตึกทั่วไป โดยทำการทดสอบแบบจำลองอาคารรูปทรง L – Shape และ U – Shape ในอุโมงค์ลม โดยทำการทดลองในอุโมงค์ลมที่เป็นระบบปิดภายใต้การไหลเข้าของลม และมีการบันทึก ความดันผิวในเครื่องวัดแรงดันหลายช่องทาง จากโมเดล และได้มีการประเมินรูปแบบการไหลของลมรอบตึก รวมถึงความรุนแรงที่ส่งผลกระทบโดยรอบอาคารโดยการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CFD (Computational Fluid Dynamics) โดยกำหนดค่าความเร็วลมที่ 10 m/s และกำหนดทิศทางลมในมุม 0, 45, 90 และ 180 องศา โดยผลที่ได้จะทราบถึงแรงดันจากกระแสลมที่กระทำต่อเปลือกอาคารในรูปแบบต่างๆ รวมถึงทิศทางการไหลเวียนและความเร็วของกระแสลมรอบอาคารในลักษณะต่างๆตามทิศทางที่กำหนดไว้ เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงผลกระทบและเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป



รูปที่ 2.10 รูปแบบการทดลองและผลการจำลองสภาพโดยใช้โปรแกรม CFD

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

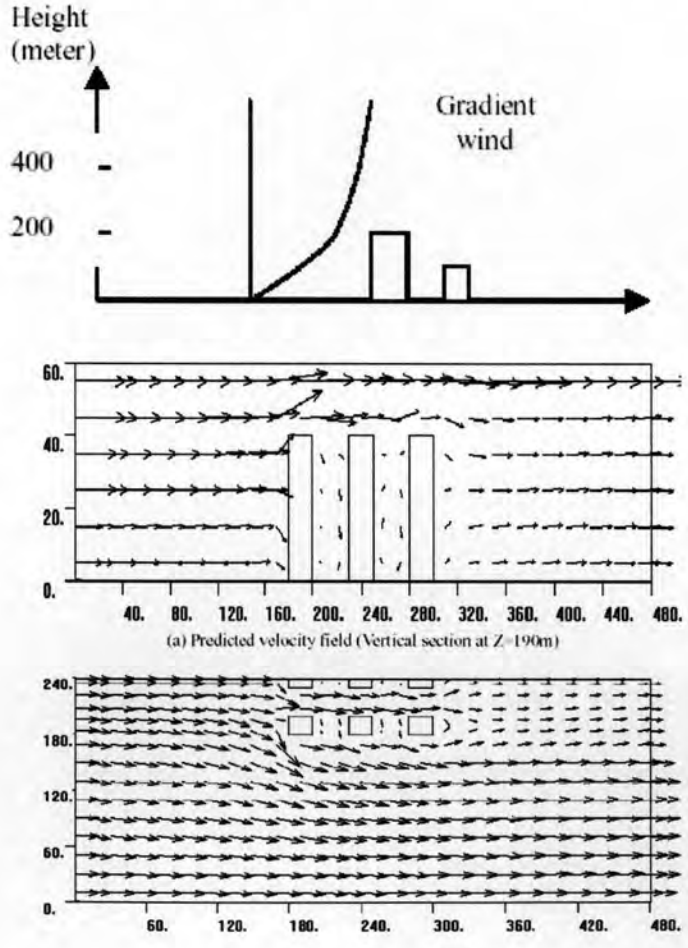
Numerical Analysis of Wind Effect on High-Density Building

Department of Thermal Engineering, Tsinghua University

แนวความคิดใหม่ที่ทำการทดลองเรียกว่า TSM (Two Step Method) เพื่อใช้วิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากลมกับพื้นที่อาคารโดยการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ STACH - 3 บนพื้นฐานของโปรแกรม CFD (Computational Fluid Dynamics) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดจากลมภายนอกอาคารจากการกำหนดตัวแปรต่างๆ โดยทำการจำลองอาคารในลักษณะรูปทรงต่างๆ และทำการจัดวางในตำแหน่งที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาถึงการไหลเวียนและความเร็วของกระแสลมที่ผ่านบริเวณพื้นที่รอบอาคาร โดยใช้ค่าความเร็วและทิศทางของลมที่ต่างกันในการจำลองส่วนระยะความสูงโปรแกรมจะใช้สูตร

$$U/Ug = (Z/Zg)_{0.28\ 4}$$

ในการคำนวณ โดยผลที่ได้จะทราบถึงผลกระทบจากกระแสลมในรูปแบบต่างๆ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารต่อไป

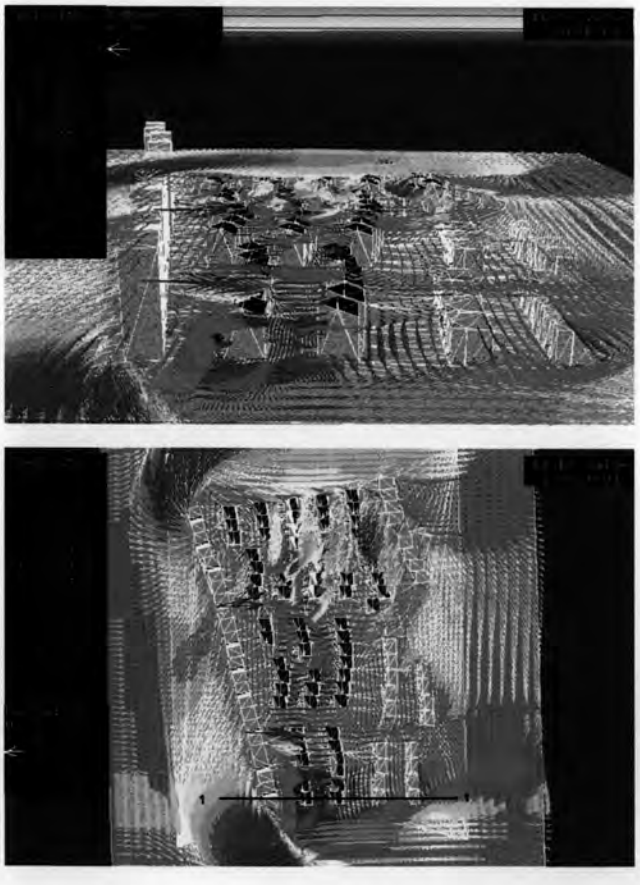


รูปที่ 2.11 รูปแบบการจำลองและผลการจำลองโดยใช้โปรแกรม STACH - 3

Wind Distribution Around The 12 m. x 12 m. Building at Vangke City Garden

Yi Jiang, Ph.D. Student Building Technology Program, MIT

การศึกษาการไหลเวียนและความเร็วของกระแสลมผ่านตัวอาคาร โดยการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ PHOENICS บนพื้นฐานของโปรแกรม CFD (Computational Fluid Dynamics) โดยทำการศึกษาผลกระทบจากกระแสลม เฉพาะส่วนโดยรอบพื้นที่อาคารขนาด 12 เมตร x 12 เมตร ที่มีที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ Vangke city garden ซึ่งโดยปกติในบริเวณพื้นที่รอบอาคารจะมีความเร็วลมที่พัดผ่านน้อยมาก ประมาณ 0.1 –0.4 m/s และเนื่องจากเป็นเขตพื้นที่ที่โดนปิดกั้นทิศทางลมจากอาคารสูงทางทิศเหนือ รวมถึงเป็นเขตที่มีอาคารข้างเคียงหนาแน่น ทำให้เกิดปัญหาทางด้านการระบายอากาศจึงต้องทำการศึกษาวิเคราะห์ในเรื่องการไหลเวียนของอากาศในบริเวณพื้นที่โดยรอบ เพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์และเป็นแนวทางในการออกแบบปรับปรุงอาคารเดิมต่อไป



รูปที่ 2.12 แสดงผลการจำลองด้วยโปรแกรม PHOENICS