บทที่2

หลักการและทฤษฎี

(หลักการและทฤษฎีอ้างอิงจากมาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง พ.ศ. 2550)

วิธีการกำหนดค่าแรงลมสถิติเทียบเท่า

วิธีการกำหนดค่าแรงลมเทียบเท่า มี 3 วิธี คือ

(ก) การคำนวณแรงลมสถิติเทียบเท่า โดยวิธีการอย่างง่าย

(ข) การคำนวณแรงลมสถิติเทียบเท่าในทิศทางลม โดยวิธีการอย่างละเอียด และการคำนวณหน่วยแรงลมสถิติเทียบเท่าในทิศตั้งฉาก

(ค) การทดสอบในอุโมงค์ลม

นอกจากนี้ มาตรฐานอนุญาตให้ใช้วิธีการละเอียดแบบอื่นๆ

ข้อพิจารณาหลักของการออกแบบ

ในการออกแบบอาคาร จำเป็นต้องพิจารนาถึงผลกระทบจากแรงลมในรูปแบบต่างๆดังต่อไปนี้

(1) ระบบโครงสร้างหลักของอาคาร องค์อาคาร และส่วนประกอบอื่นของอาคาร ต้องได้รับการออกแบบให้มีกำลัง (strength) และเสถียรภาพ (stability) ที่สูงเพียงพอที่จะสามารถต้านทานแรงลมหรือผลกระทบเนื่องจากลมได้อย่างปลอดภัยโดยไม่เกิดความเสียหายใดๆ ตามที่กำหนด

(2) การโก่งตัวด้านข้าง (lateral deflection) ของอาคารเนื่องจากแรงลมจะต้องมีค่าน้อยเพียงพอที่จะไม่ก่อความเสียหายให้แก่องค์อาคารหลักและองค์อาคารรอง ตามที่กำหนด

(3)การสั่นไหวของอาคาร (building motion) ที่เกิดจากแรงลม ทั้งในทิศทางลม และทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลม ต้องมีระดับที่ต่ำเพียงพอที่จะไม่ทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบายหรือเกิดอาการวิงเวียน

วิธีการคำนวณแรงลมร่วมกับน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ

(1) ในการออกแบบอาคารเพื่อให้อาคารปลอดภัย มาตรฐานนี้ได้กำหนดวิธีการคำนวณหาแรงลมสถิติเทียบเท่า (WL) การนำค่าแรงลมดังกล่าวนี้ไปใช้ออกแบบรวมกับน้ำหนักบรรทุกคงที่(DL) และน้ำหนักบรรทุกจร(LL) ในรูปแบบต่าง ๆกระทำได้ 2วิธี คือ การออกแบบด้วยวิธีกำลัง (หรือวิธีคูณน้ำหนักบรรทุกและคูณความต้านทาน) และการออกแบบด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน (หรือวิธีหน่วยแรงที่ยอมให้) ดังต่อไปนี้

1.1 ในการออกแบบด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน ต้องออกแบบให้ ค่าหน่วยแรงสูงสุดในอาคารที่พิจารณา อันเป็นผลจากกการรวมแรงในรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ มีค่าไม่เกินหน่วยแรงที่ยอมให้

รูปแบบที่ 1: DL+LL (2-1)

รูปแบบที่ 2: DL+WL (2-2)

รูปแบบที่ 3: DL+0.75 WL+0.75LL (2-3)

รูปแบบที่ 4: 0.6DL+WL (2-4)

โดยที่ในทุกรูปแบบ จะไม่ยอมให้ปรับค่าหน่วยแรงที่ยอมให้เพิ่มขึ้นจากค่าปกติ

1.2 ในการออกแบบด้วยวิธีกำลัง จำต้องออกแบบให้ค่าหน่วยแรงสูงสุดในองค์อาคารที่พิจารณา อันเป็นผลมาจากการรวมแรงในรูปแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ มีค่าไม่เกินค่ากำลังต้านทานที่คูณด้วยตัวคูณลดกำลัง (strength reduction factor)

รูปแบบที่ 1: 1.4DL+1.7LL (2-5)

รูปแบบที่ 2: 1.25DL+1.6WL+0.5LL (2-6)

รูปแบบที่ 3: 1.25DL+1.6WL+0.6LL (2-7)

รูปแบบที่ 4: 0.9DL+1.6WL (2-8)

โดยที่ตัวคูณน้ำหนักบรรทุกจร (LL) ในสมการ(2-6) จะต้องปรับเพิ่มขึ้นจาก 0.5 เป็น 1.0 ในกรณีของอาคารจอดรถ, พื้นที่เก็บวัสดุ, อาคารโกดังเก็บวัสดุ, สถานที่สาธารณที่เป็นชุมชน และพื้นที่ที่มีน้ำหนักบรรทุกจรมากกว่า 500 กก./ตร.ม.

(2) ในการออกแบบเพื่อให้สามารถใช้งานที่อาคารได้เมื่อเกิดแรงลม ให้พิจารณาชองผลการโก่งตัวด้านข้าง และการสั่นไหวในอาคาร ที่เกิดจากความเร็วลมอ้างอิงด้วยค่าประกอบความสำคัญ(I_w) ในสภาวะจำกัดด้านการใช้งาน โดยไม่จำเป็นต้องรวมกับผลของน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ

การคำนวณแรงลมสถิติเทียบเท่าโดยวิธีการอย่างง่าย

การคำนวณแรงลมสถิติเทียบเท่าโดยวิธีการอย่างง่าย ใช้กับโครงสร้างต่อไปนี้

1. ระบบโครงสร้างหลักด้านต้านแรงลมของอาคารเตี้ย และอาคารสูงปานกลางที่มีความสูงไม่เกิน 80 เมตร และมีความสูงไม่เกิน 3 เท่าของความกว้างประสิทธิพลที่น้อยที่สุด ตามที่กำหนดสมการ (2-9)

2. ผนังภายนอกอาคารของอาคารทุกประเภท

ค่าความกว้างประสิทธิพลของอาคาร ตามที่กำหนดไว้ สามารถคำนวณได้จาก

$$W = \frac{\sum h_i W_i}{\sum h_i} \qquad (2\text{-}9)$$

โดยที่ Σ = ผลรวมของทุกชั้นของอาคาร

h_i = ความสูงของพื้นดินของชั้นที่ i

W_i = ความกว้างของอาคารในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลม ที่ความสูง

แรงลมออกแบบ

1. หน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกของอาคารในทิศทางลม สามารถคำนวณได้จาก

$$p = I_w q C_e C_g C_p \qquad (2\text{-}10)$$

โดยที่ p = หน่วยแรงลมสถิติเทียบเท่ากระทำตั้งฉากกับพื้นผิวภายนอกอาคาร โดยเรียกว่า "หน่วยแรงดัน" ถ้ามีทิศเข้าหาพื้นผิว หรือ "แรงดูด" ถ้ามีทิศพุ่งออกจากพื้นผิว

I_w = ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม

q = หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม

C_e = ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ

C_g = ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม

C_p = ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมที่กระทำภายนอกอาคาร

2. แรงลมสุทธิที่กระทำต่ออาคารโดยรวม เป็นผลรวมแบบเวคเตอร์ของแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกของอาคารด้านต้นลม รวมถึงด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. หน่วยแรงลมสุทธิเพื่อใช้ในการคำนวณที่กระทำต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของด้านใด ด้านหนึ่งของอาคาร เป็นผลรวมแบบเวคเตอร์ของหน่วยแรงลม ที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกกับหน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวที่กระทำบนพื้นผิวภายใน โดยที่หน่วยแรงลมภายในคำนวณจาก

$$p_i = I_w q C_e C_{gi} C_{pi} \qquad (2\text{-}11)$$

โดยที่ p_i = หน่วยแรงลมสถิติเทียบเท่ากระทำตั้งฉากกับพื้นผิวภายในอาคาร โดยเรียกว่า "หน่วยแรงดัน" ถ้ามีทิศเข้าหาพื้นผิว หรือ "แรงดูด" ถ้ามีทิศพุ่งออกจากพื้นผิว

C_{gi} = ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลมที่กระทำภายในอาคาร

C_{pi} = ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมที่กระทำภายในอาคาร

4. ประเภทของอาคารตามความสำคัญต่อสาธารณชน แสดงในตารางที่ 2-1

5. ค่าประกอบความสำคัญแรงลม แสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 การจำแนกประเภทของอาคาร ตามความสำคัญต่อสาธารณชน

ประเภทของอาคาร	ประเภทความสำคัญ
อาคารหรือส่วนโครงสร้างที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อชีวิตมนุษย์ ค่อนข้างน้อยเมื่อเกิดการพังทลายของอาคาร หรือส่วนโครงสร้างนั้นๆ เช่น - อาคารที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร - อาคารชั่วคราว - อาคารเก็บของเล็กๆ ซึ่งไม่มีความสำคัญ	**น้อย**
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่ไม่จัดอยู่ในอาคารประเภทความสำคัญ น้อย มาก และสูงมาก	ปกติ
อาคารและส่วนโครงสร้างอื่น ที่หากเกิดการพังทลาย จะเป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์ และสาธารณชนอย่างมาก เช่น - อาคารที่เป็นที่ชุมชนในพื้นที่หนึ่งๆ ที่มีความจุมากกว่า 300 คน - โรงเรียนประถมและมัธยมศึกษา ที่มีความจุมากกว่า 250 คน - มหาวิทยาลัย และวิทยาลัย ที่มีความจุมากกว่า 500 คน - สถานรักษาพยาบาลที่มีความจุคนไข้มากกว่า 50 คน แต่ไม่สามารถทำการรักษากรณี ฉุกเฉินได้ - เรือนจำและสถานกักกันนักโทษ อาคารและส่วนโครงสร้างอื่นที่มีความจำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชน และไม่จัดอยู่ ในประเภทความสำคัญสูงมาก เช่น - สถานีจ่ายไฟฟ้า - โรงผลิตน้ำประปา - ศูนย์สื่อสาร	มาก
อาคารและส่วนโครงสร้างที่มีความจำเป็นต่อความเป็นอยู่ของสาธารณชนเป็นอย่างมาก เช่น - **โรงพยาบาลที่สามารถทำการรักษากรณีฉุกเฉินได้** - **สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง และโรงเก็บรถฉุกเฉินต่างๆ** - **ศูนย์บรรเทาสาธารณภัย** - **สถานีสื่อสารต่างๆ ที่ต้องการการให้บริการอย่างเร่งด่วนเมื่อมีกรณีฉุกเฉินขึ้น** - **ถังเก็บน้ำ และสถานีสูบจ่ายน้ำ ที่มีความดันสูง** - **อาคารหรือส่วนโครงสร้าง ในส่วนของการผลิต การจัดการ การจัดเก็บ หรือการใช้สารพิษ เช่นเชื้อเพลิงหรือสารเคมี อันก่อให้เกิดการระเบิดขึ้นได้**	**สูงมาก**

ตารางที่ 2-2 ค่าประกอบความสำคัญต่อแรงลม

ประเภทของอาคารตามความสำคัญ	ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม	
	สภาวะจำกัดด้านกำลัง	สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน
น้อย	0.8	0.75
ปกติ	1	0.75
มาก	1.15	0.75
สูงมาก	1.15	0.75

หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม(q)

1. หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม สามารถคำนวณได้จาก

$$q=\frac{1}{2}\rho V^2 \qquad (2\text{-}12)$$

โดยที่ q = ที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร

ρ = ความหนาแน่นของมวลอากาศ (ซึ่งมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 1.25 กิโลกรัม (มวล) ต่อลูกบาศก์เมตร) สำหรับความดันอากาศปกติและอุณหภูมิของอากาศประมาณ 15 องศา ถึง 45 องศา

V = ความเร็วลมอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (ดูรูปที่2-2 และตารางที่2-4)

2. ความเร็วลมอ้างอิง คือ ค่าความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความสูง 10 เมตร จากพื้นดิน ในสภาพภูมิประเทศโล่งสำหรับคาบเวลากลับ 50 ปี ความเร็วลมอ้างอิงสำหรับคาบเวลากลับ 50 ปีของพื้นที่ต่าง ๆ ในประเทศไทย (ดูรูปที่2-2 และตารางที่2-5)

ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e)

ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ เป็นค่าประกอบที่นำมาปรับค่าหน่วยแรงลมให้แปรเปลี่ยนตามความสูงจากพื้นดินและสภาพภูมิประเทศ

1 ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ

การคำนวณค่าแรงลมโดยวิธีการอย่างง่าย คำนึงถึงสภาพภูมิประเทศเป็น 2 ประเภทดังนี้

1.1. สภาพภูมิประเทศแบบ A เป็นสภาพภูมิประเทศแบบโล่งซึ่งมีอาคาร ต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้าง กระจัดกระจายอยู่ห่าง ๆ กัน หรือเป็นบริเวณชายฝั่งทะเล ให้คำนวณค่า C_e จากสมการ (2-13)

$$C_e=(Z/10)^{0.2} \qquad (2\text{-}13)$$

โดยที่ Z = ความสูงจากพื้นดิน(หน่วยเป็นเมตร) ณ ตำแหน่งที่คำนวณค่าหน่วยแรงลม อนึ่งถ้า C_e ที่คำนวณจากสมการ (2-13) มีค่าน้อยกว่า 0.9 กำหนดให้ใช้ค่า C_e = 0.9

1.2. สภาพภูมิประเทศแบบ B เป็นสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง หรือพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่หนาแน่น หรือบริเวณศูนย์กลางเมืองขนาดเล็ก ให้คำนวณค่า C_e จากสมการ (2-14)

$$C_e=0.7(Z/12)^{0.23} \qquad (2\text{-}14)$$

โดยที่ถ้า C_e ที่คำนวณได้จากสมการ (2-14) มีค่าน้อยกว่า 0.7 กำหนดให้ใช้ค่า C_e = 0.7 สภาพภูมิประเทศใดๆ จะจัดอยู่ในภูมิประเทศแบบ B ได้ ก็ต่อเมื่อมีลักษณะภูมิประเทศในลักษณะนั้น ๆ สม่ำเสมอในทิศทางต้นลม เป็นระยะทางไม่ต่ำกว่า 1 กิโลเมตร หรือ 10 เท่าของความสูงของอาคาร โดยใช้ค่าที่มากกว่า ซึ่งสภาพภูมิประเทศที่ใช้คำนวณนี้ ควรสอดคล้องกับภูมิประเทศที่แท้จริงในทิศทางลมที่พิจารณา

ข้อยกเว้น สำหรับอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 80 เมตร ไม่ให้ใช้สภาพภูมิประเทศแบบB โดยวิธีการอย่างง่าย สำหรับกลุ่มที่มีความเร็วลมอ้างอิงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 ม./วินาที

ตารางที่ 2-3 ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e) สำหรับวิธีการอย่างง่าย

ความสูงจากพื้นดิน (เมตร)	สภาพภูมิประเทศแบบ A	สภาพภูมิประเทศแบบ B
ตั้งแต่ 0 ถึง 6	0.9	0.7
ตั้งแต่ 6 ถึง 10	1	0.7
ตั้งแต่ 10 ถึง 20	1.15	0.82
ตั้งแต่ 20 ถึง 30	1.25	0.92
ตั้งแต่ 30 ถึง 40	1.32	1
ตั้งแต่ 40 ถึง 60	1.43	1.13
ตั้งแต่ 60 ถึง 80	1.52	1.24

ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลม (C_g)

ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม คือ อัตราส่วนระหว่างผลของแรงลมสูงสุดต่อผลของแรงลมเฉลี่ย ค่าประกอบ C_g สำหรับวิธีการอย่างง่าย คำนวณได้ดังนี้

1 ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลม มากระทำกับพื้นผิวภายนอกอาคาร

ก. สำหรับหน่วยแรงลมสถิติเทียบเท่าที่ระทำกับพื้นผิวภายนอกอาคาร ให้ใช้ค่า C_g เท่ากับ 2.0 ในการออกแบบโครงสร้างหลักต้านทานแรงลม ยกเว้น ป้ายและกำแพง ให้ใช้ค่า C_g เท่ากับ 2.35

ข. สำหรับหน่วยแรงลมสถิติเทียบเท่าที่กระทำกับพื้นผิวภายนอกอาคาร ให้ใช้ค่า C_g เท่ากับ 2.5 ในการออกแบบโครงสร้างรองและผนังภายนอกอาคารขนาดเล็ก(ประมาณขนาดของหน้าต่าง)

2 ค่าประกอบเนื่องจากการกระโชกของลมที่กระทำภายในอาคาร

สำหรับหน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าที่กระทำกับพื้นผิวภายในอาคาร ให้ใช้ค่า C_{gi}เท่ากับ 2.0 หรือคำนวณจากสมการ (2-15) ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะและปริมาณของช่องเปิดของอาคาร ในกรณีที่อาคารมีขนาดใหญ่และไม่มีภายในผนังกั้นภายในซึ่งทำให้ปริมาตรภายในของอาคารมีค่ามาก ค่าความดันลมภายในอาคารจะมีการแปรเปลี่ยนช้า เมื่อเทียบเท่ากับการแปรเปลี่ยนของความดันลมภายนอกอาคารซึ่งในการีดังกล่าว อาจใช้ที่คำนวณตามสมการที่ (2-15)

$$C_{gi}=1+(1/(1+\tau)) \qquad (2\text{-}15)$$

โดยที่ τ = ตัวแปรที่บอกระยะเวลาที่ใช้ในการตอบสนองต่อการแปรเปลี่ยนของความดันภายนอกอาคาร ซึ่งสามารถคำนวณได้ตามสมการ (2-16)

$$\tau=V_0/6950A_0 \qquad (2\text{-}16)$$

โดยที่ V_0 = ปริมาตรภายในของอาคาร มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (เมตร^2)

A_0 = พื้นที่รวมทั้งหมดของช่องเปิดบนผนังภายนอกอาคาร มีหน่วยเป็นตารางเมตร (เมตร^2)

ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม (C_p)

1 ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก ขึ้นอยู่กับรูปทรงของอาคาร ทิศทางลม และลักษณะการแปรเปลี่ยนของความเร็วตามความสูงอาคาร ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม ที่กระทำภายนอกอาคาร สำหรับการออกแบบผนังภายนอกอาคารและระบบโครงสร้างหลักของอาคาร แบ่งออกเป็น 3 หมวด ดังนี้

a. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก สำหรับอาคารเตี้ยที่มีความสูงต่อความกว้าง (H/W) น้อยกว่า 1 และมีวามสูงอ้างอิงน้อยกว่า 23 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมได้ถูกนำมารวมกับค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม ดังแสดงในรูปที่

b. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก สำหรับอาคารสูง

c. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก สำหรับโครงสร้างพิเศษ

2 ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายใน (C_{pi}) ใช้ในการคำนวณหาหน่วยแรงลมภายในอาคาร ซึ่งมีความสำคัญต่อการออกแบบผนังภายนอกอาคาร และระบบโครงสร้างหลักต้านแรงลม ค่าสัมประสิทธิ์ C_{pi} นี้ขึ้นอยู่กับการกระจายตัวและขนาดของรอยรั่วซึมตลอดจนช่องเปิดบนผนังภายนอกอาคารและหลังคา ซึ่งในการออกแบบอาคารสามารถพิจารณาออกแบบได้เป็น 3 กรณีตามหัวข้อข้างล่าง โดยกำหนดให้ได้ใช้ทั้งวิธีการอย่างง่ายและอย่างละเอียด และทุกกรณีต้องคำนวณหาค่า C_{pi} เพื่อใช้ร่วมในการหาค่าหน่วยแรงลมภายในอาคารด้วย

กรณีที่ 1 ใช้ค่า C_{pi} = -0.15ถึง0.0

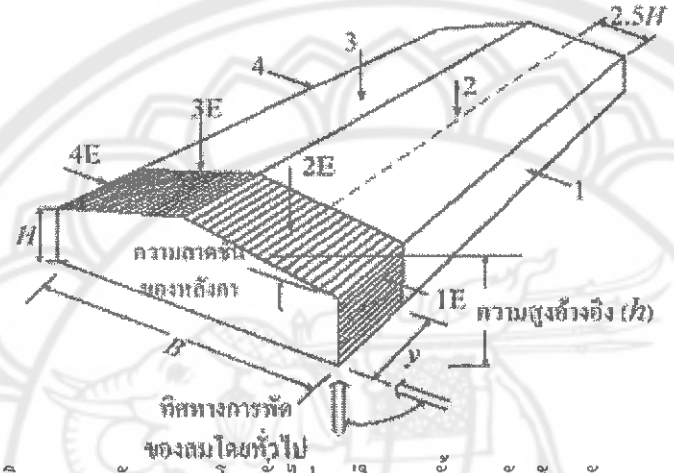
กรณีนี้ใช้กับอาคารที่ปราศจากช่องเปิดขนาดใหญ่ แต่อาจมีช่องเปิดขนาดเล็ก ๆ กระจายสม่ำเสมอ โดยมีพื้นที่ช่องเปิดรวมน้อยกว่า 0.1 % ของพื้นที่ผิวทั้งหมด ตัวอย่างได้แก่ อาคารสูงทั่ว ๆ ไปที่มีผนังปิดล้อมทุกด้านและมีระบบระบายอากาศภายใน รวมทั้งอาคารเตี้ยบางประเภท เช่น คลังสินค้าที่ไม่มีหน้าต่างและช่องเปิด โดยที่ประตูต้องออกแบบให้สามารถต้านพายุได้ และได้รับการปิดสนิทเมื่อเกิดพายุ

กรณีที่ 2 ใช้ค่า C_{pi} = -0.45ถึง0.3

กรณีนี้ใช้กับอาคารที่มีการรั่วซึมซึ่งกระจายไม่สม่ำเสมอ โดยที่อาจมีช่องเปิดขนาดใหญ่ แต่ต้องได้รับการปิดสนิท เมื่อเกิดพายุได้รับการแข็งแรงเพียงพอ ตัวอย่าง ได้แก่ อาคารขนาดเล็กทั่ว ๆ ไป และอาคารสูงที่มีหน้าต่างซึ่งสมารถเปิด-ปิดได้ หรือมีระเบียงซึ่งมีประตูสามารถเปิด-ปิดได้

กรณีที่ 3 ใช้ค่า C_{pi} = -0.7ถึง0.7

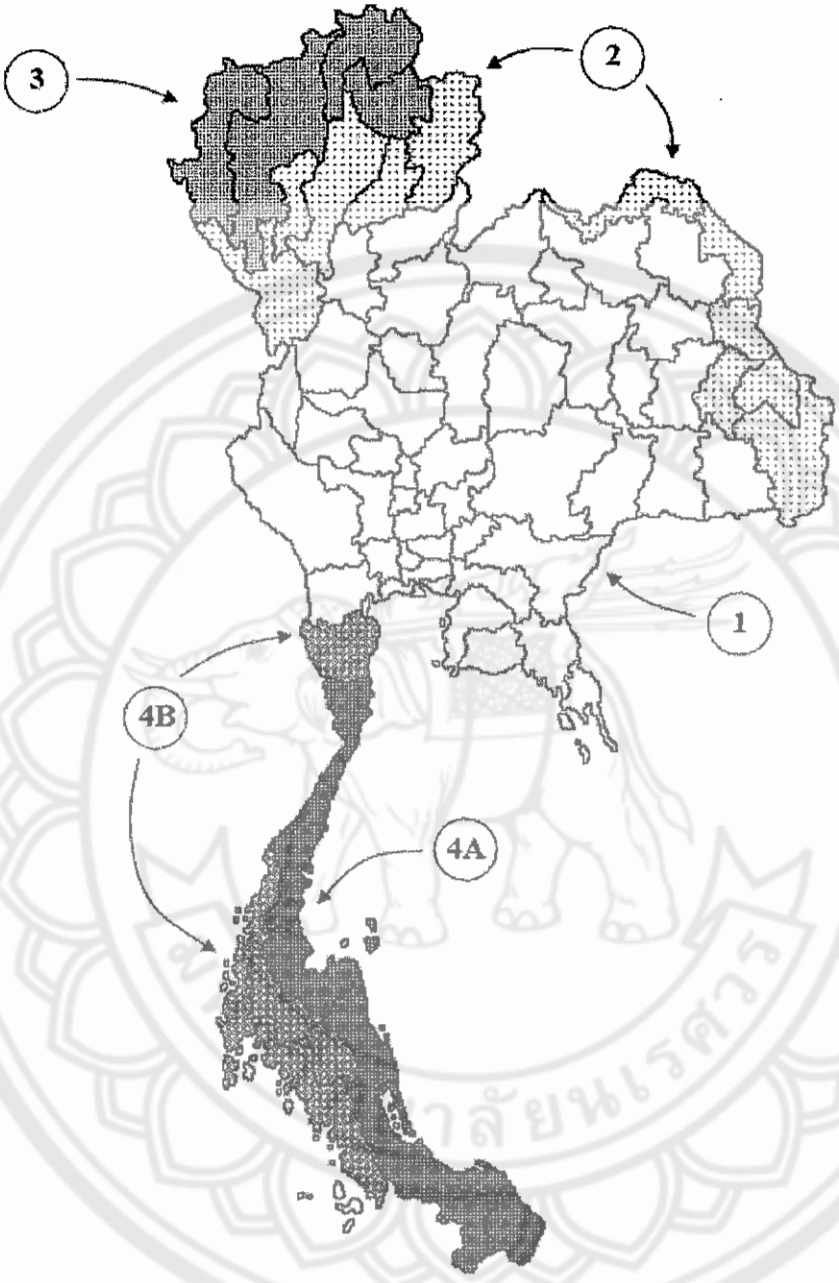
กรณีนี้ใช้ในอาคารที่มีช่องเปิดขนาดใหญ่ โดยที่ความแปรปรวนของลมภายนอกอาคารสามารถส่งผลเข้ามายังภายในอาคารได้ ตัวอย่างได้แก่ อาคารโรงงานอุตสาหกรรมและคลังสินค้าที่ประตูอาจจะเปิดในระหว่างพายุเกิด หรือประตูไม่สามารถต้านพายุได้



รูปที่ 2-1 แสดงทิศทางการพัดของลมโดยทั่วไป อยู่ในแนวตั้งฉากกับสันหลังคา โดยเปรียบเทียบกับองศาต่างๆกัน และตารางแสดงค่า (C_pC_g)

ตารางที่ 2-4 ตารางเปรียบเทียบความลาดชัน (องศา)ของหลังคากลับพื้นที่ผิวของอาคาร

ความลาดชันของหลังคา	พื้นที่ผิวของอาคาร							
	1	1E	2	2E	3	3E	4	4E
0° ถึง 5°	0.75	1.15	-1.3	-2.0	-0.7	-1.0	-0.55	-0.8
20°	1.0	1.5	-1.3	-2.0	-0.9	-1.3	-0.8	-1.2
30° ถึง 45°	1.05	1.3	0.4	0.5	-0.8	-1.0	-0.7	-0.9
90°	1.05	1.3	1.05	1.3	-0.7	-0.9	-0.7	-0.9



รูปที่ 2-2 แผนที่การแบ่งกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง (V)

ตารางที่ 2-5 การจำแนกกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง

กลุ่มจังหวัดในภาคเหนือ

จังหวัด	กลุ่มที่
1. กำแพงเพชร	**1**
2. เชียงใหม่	**3**
3. เชียงราย	**3**
4. ตาก	
ก. อำเภออุ้มผาง	1
ข. บริเวณอื่นๆ	2
5. นครสวรรค์	1
6. น่าน	2
7. พะเยา	3
8. พิจิตร	1
9. พิษณุโลก	1
10. เพชรบูรณ์	1
11. แพร่	2
12. แม่ฮ่องสอน	3
13. ลำปาง	2
14. ลำพูน	2
15. สุโขทัย	1
16. อุตรดิตถ์	1
17. อุทัยธานี	1

กลุ่มจังหวัดในภาคตะวันออก

จังหวัด	กลุ่มที่
1. จันทบุรี	1
2. ชลบุรี	1
3. ตราด	1
4. ระยอง	1

กลุ่มจังหวัดในภาคกลาง

จังหวัด	กลุ่มที่
1. กรุงเทพมหานคร	**1**
2. กาญจนบุรี	**1**
3. ฉะเชิงเทรา	**1**
4. ชัยนาท	1
5. นครนายก	1
6. นครปฐม	1
7. นนทบุรี	1
8. ปราจีนบุรี	1
9. ปทุมธานี	1
10. ประจวบคีรีขันธ์	4A
11. เพชรบุรี	4B
12. ราชบุรี	1
13. ลพบุรี	1
14. สระบุรี	1
15. สิงห์บุรี	1
16. สุพรรณบุรี	1
17. สมุทรปราการ	1
18. สมุทรสงคราม	1
19. สมุทรสาคร	1
20. สระแก้ว	1
21. อยุธยา	1
22. อ่างทอง	1

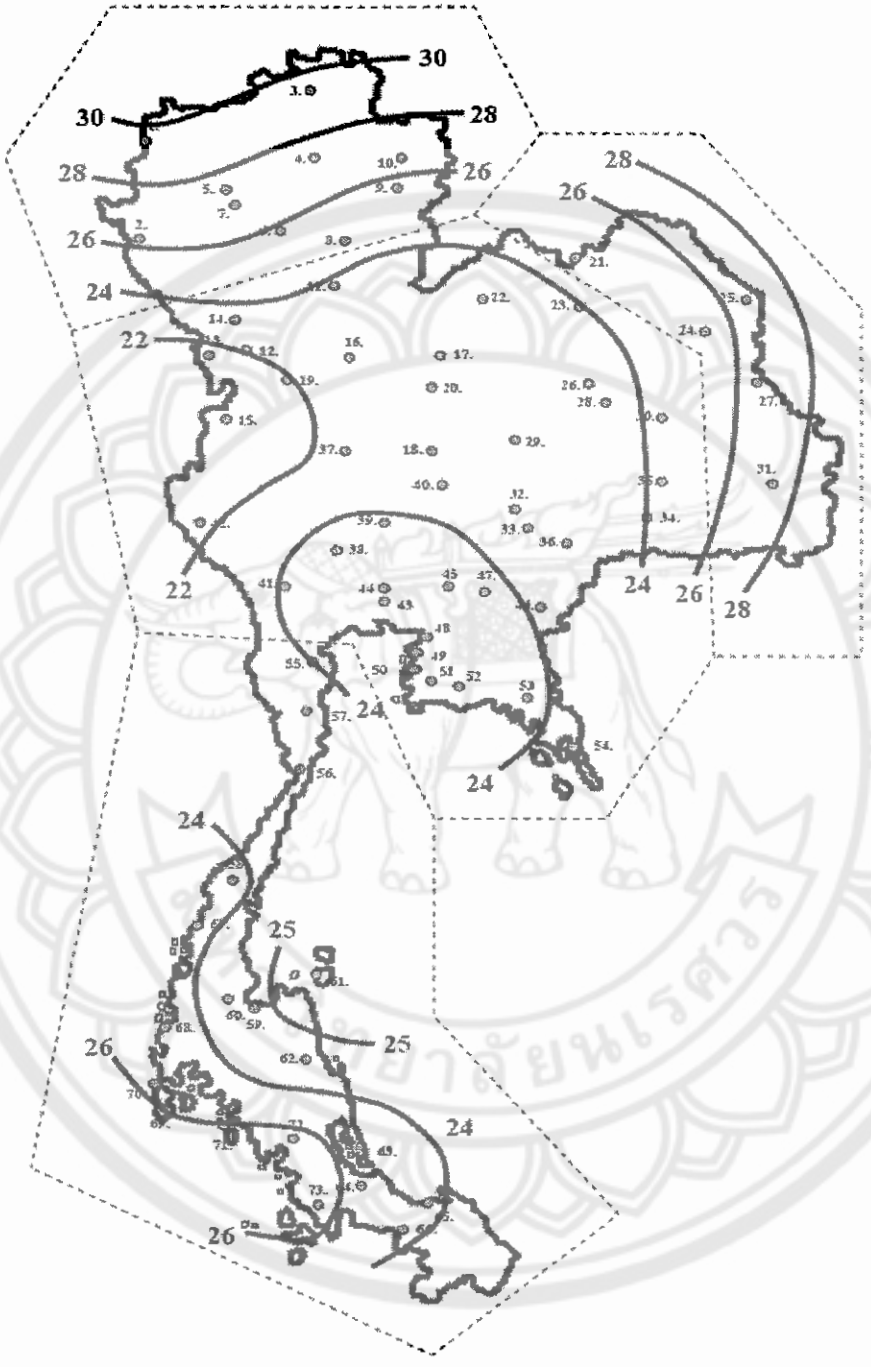
ตารางที่ 2-5 การจำแนกกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง(ต่อ)

กลุ่มจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

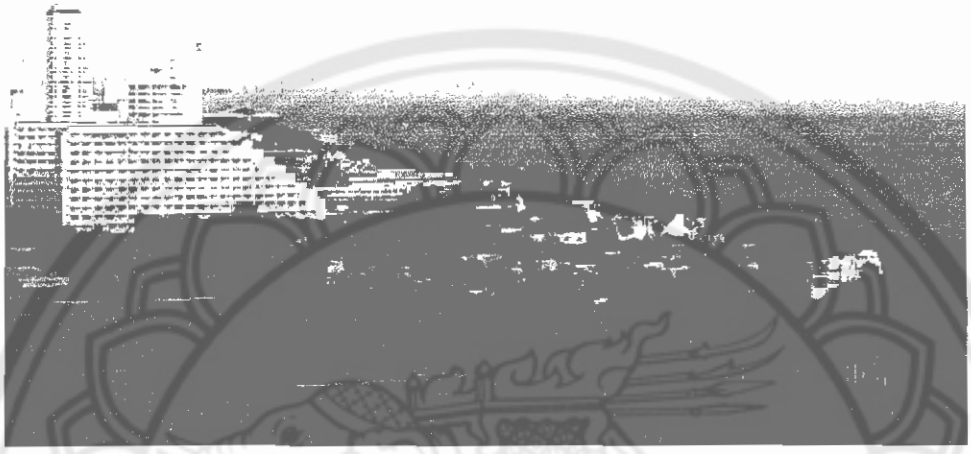
จังหวัด	กลุ่มที่
1. กาฬสินธุ์	1
2. ขอนแก่น	1
3. ชัยภูมิ	1
4. นครพนม	2
5. นครราชสีมา	1
6. บุรีรัมย์	1
7. มหาสารคาม	1
8. มุกดาหาร	2
9. ยโสธร	2
10. ร้อยเอ็ด	1
11. เลย	1
12. ศรีสะเกษ	1
13. สกลนคร	1
14. สุรินทร์	1
15. หนองคาย	2
16. หนองบัวลำภู	1
17. อุดรธานี	1
18. อำนาจเจริญ	2
19. อุบลราชธานี	2

กลุ่มจังหวัดในภาคใต้

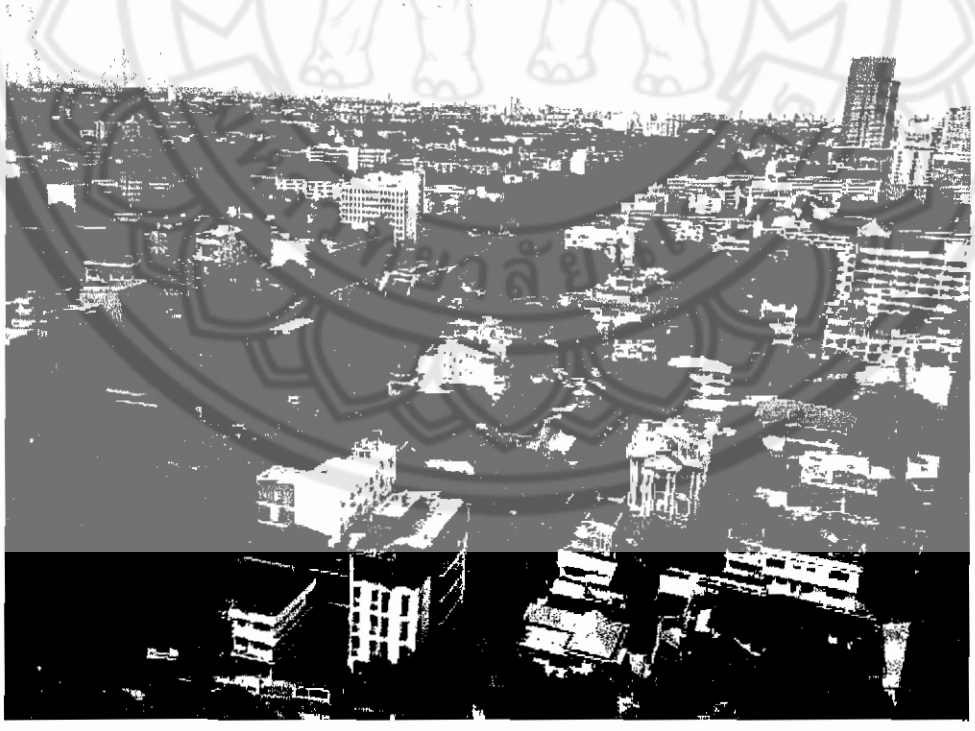
จังหวัด	กลุ่มที่
1. กระบี่	4B
2. ชุมพร	4A
3. ตรัง	4B
4. นครศรีธรรมราช	
ก. อำเภอเมือง อำเภอขนอม อำเภอสิชล อำเภอท่าศาลา อำเภอพิปูน อำเภอพรหมคีรี อำเภอลานสะกา อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอชะอวด	4A
ข. บริเวณอื่น	4B
5. นราธิวาส	4A
6. ปัตตานี	4A
7. พังงา	4B
8. พัทลุง	4A
9. ภูเก็ต	4B
10. ยะลา	4A
11. ระนอง	4B
12. สงขลา	4A
13. สตูล	4B
14. สุราษฎร์ธานี	
ก. อำเภอเมือง อำเภอท่าชนะ อำเภอไชยา อำเภอท่าฉาง อำเภอคีรีรัฐนิคม อำเภอพุนพิน อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก อำเภอบ้านนาเดิม อำเภอบ้านนาสาร อำเภอเกาะสมุย อำเภอเกาะพงัน	4A
ข. บริเวณอื่นๆ	4B



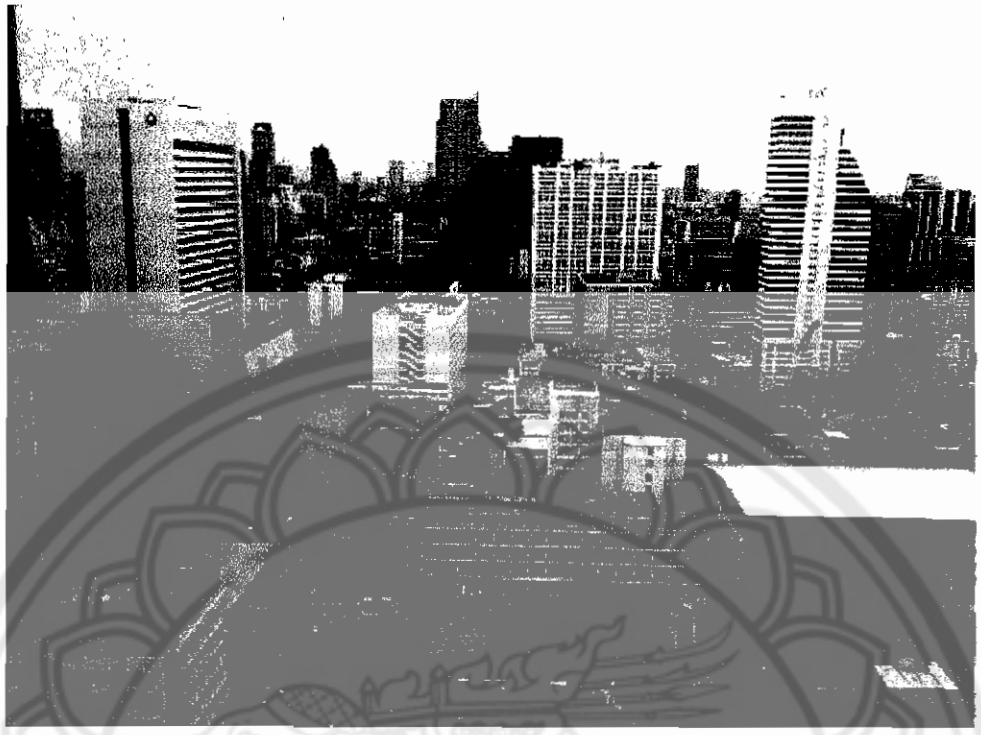
รูปที่ 2-2 แผนที่แสดงเส้นความเร็วลม



รูปที่ 2- 3 สภาพภูมิประเทศแบบ A ซึ่งเป็นสภาพภูมิประเทศแบบโล่งซึ่งมีอาคาร ต้นไม้ หรือ สิ่งปลูกสร้าง กระจัดกระจายอยู่ห่างๆกัน หรือเป็นบริเวณชายฝั่งทะเล



รูปที่ 2- 4 สภาพภูมิประเทศแบบ B ซึ่งเป็นสภาพภูมิประเทศแบบชานเมือง หรือพื้นที่ที่มีต้นไม้ใหญ่หนาแน่น หรือบริเวณศูนย์กลางเมืองขนาดเล็ก



รูปที่ 2-5 สภาพภูมิประเทศแบบ C ซึ่งเป็นสภาพภูมิประเทศของบริเวณศูนย์กลางเมืองใหญ่ มีอาคารสูงอยู่หนาแน่น โดยที่อาคารไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ต้องมีความสูงเกิน 4 ชั้น

รูปที่ 2-6 ภาพด้านหลังเป็นสภาพภูมิประเทศแบบ C ภาพด้านหน้าเป็นตัวอย่างสภาพภูมิประเทศแบบ B