บทที่ 4

การวิเคราะห์เพื่อหาค่าความดันลมสูงสุดสำหรับการออกแบบผนังรอบอาคาร

สมมุติฐาน

สมมุติฐานสำหรับการวิเคราะห์เพื่อหาค่าแรงลมสูงสุด เพื่อใช้ในการออกแบบผนังรอบอาคาร สำหรับงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ดังนี้คือ

1. ฟังก์ชันการกระจายของความเร็วลมเป็นแบบปกติ
2. การแปรเปลี่ยนของความเร็วลมตามความสูงจากระดับพื้นดิน ภายในช่วงบาวดารี่เลเยอร์ เป็นไปตามกฎยกกำลัง
3. ค่าสถิติต่างๆ ของความเร็วลมเป็นแบบไม่เคลื่อนที่ (Stationary) และเออร์กอดิค (Ergodic)
4. สภาพภูมิอากาศบริเวณสถานีตรวจอากาศและบริเวณที่ตั้งโครงการเป็นสภาพอากาศแบบปกติ

การหาค่าความเร็วลมสูงสุดสำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี จากข้อมูลลม

ค่าความเร็วลมสูงสุดสำหรับคาบการกลับใดๆ สามารถหาได้จากการสมมุติให้ค่าความเร็วลมสูงสุดในแต่ละปีของข้อมูลลมจากสถานีตรวจอากาศมีการกระจายเป็นแบบการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 ดังสมการที่ (2-29) คือ

$$F_U(u) = \exp[-\exp(-\alpha_n (U - U_n))] \quad (4\text{-}1)$$

$$U = U_n + (1/\alpha_n)[-\ln[-\ln F_U(u)]] \quad (4\text{-}2)$$

โดยที่ $F_U(u)$ คือ ความน่าจะเป็นในการเกิดค่าความเร็วลมสูงสุดแล้วไม่เกินค่า U

$1/\alpha_n$ คือ สัมประสิทธิ์การกระจายของความเร็วลมสูงสุดในแต่ละปี

U_n คือ ฐานนิยม (Mode) ของความเร็วลม U

ค่า α_n และ U_n นี้สามารถหาได้จากระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) โดยการใช้ความสัมพันธ์

$$F_U(u) = m / (N+1) \quad (4\text{-}3)$$

โดยที่ m คือ ลำดับที่ของข้อมูลเมื่อเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

N คือ จำนวนของข้อมูล

ค่าความเร็วลมที่ใช้ในการออกแบบสำหรับคาบการกลับ (Return period) Rp ใดๆ หาได้จากสมการที่ (4-2) โดยสมมติให้

$$F_U(u) = 1 - 1/R_P \quad (4\text{-}4)$$

ดังนั้นสำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี, $F_U(u) = 0.98$ จะได้

$$U = U_n + (1/\alpha_n)\,[-\ln[-\ln(0.98)]] \quad (4\text{-}5)$$

การวิเคราะห์ค่าความดันลมสูงสุดและหน่วยแรงลมดูดสูงสุดจากผลการทดสอบภายในอุโมงค์ลมโดยไม่พิจารณาถึงผลกระทบของทิศทาง

1. ค่าความดันลมสูงสุดและค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุดจากผลการทดสอบภายในอุโมงค์ลม

ค่าความดันลมสูงสุดและค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุด สามารถหาได้จากผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความดันลมสูงสุด C_{PMAX} และค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมดูดสูงสุด C_{PMIN} จากการทดสอบภายในอุโมงค์ลมตามหัวข้อการทดสอบแบบจำลองแบบแข็งโครงการอาคาร JEWELRY TRADE CENTER ในบทที่ 3 กับค่าความดันลมพลวัตที่ระดับอ้างอิง ซึ่งได้แก่ ค่าความดันลมพลวัตที่ระดับความสูงเกรเดียนต์ ดังนี้

$$\text{ค่าความดันลมสูงสุด} = 1/2\,\rho\,G^2\,C_{PMAX} \quad (4\text{-}6)$$

$$\text{ค่าความดันลมต่ำสุด} = 1/2\,\rho\,G^2\,C_{PMIN} \quad (4\text{-}7)$$

โดยที่ ρ คือ ค่ามวลของอากาศ

G คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงเกรเดียนต์

C_{PMAX} คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความดันลมสูงสุด และ

C_{PMIN} คือ ค่าสัมประสิทธิ์หน่วยแรงลมดูดสูงสุด

2. ค่าความดันลมสูงสุดและหน่วยแรงลมดูดสูงสุด จากผลการทดสอบภายในอุโมงค์ลม โดยไม่พิจารณาถึงผลของทิศทาง

เมื่อไม่พิจารณาถึงผลของทิศทางลมที่กระทำต่อตัวอาคาร ค่าความเร็วลมสูงสุดที่ระดับอ้างอิง จะได้แก่ค่าความลมเกรเดียนต์ที่เกิดขึ้นสำหรับคาบการกลับ 50 ปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 40 เมตร/วินาที ดังแสดงในหัวข้อการจำลองสภาพลมบริเวณที่ตั้งโครงการในบทที่ 3

ดังนั้นค่าความดันลมสูงสุดและต่ำสุด เมื่อไม่พิจารณาผลของทิศทาง สามารถหาได้จาก

$$\text{ค่าความดันลมสูงสุด} = [1/2\rho G^2 C_{PMAX}] / g \quad (4\text{-}8)$$

$$\text{ค่าความดันลมต่ำสุด} = [1/2\rho G^2 C_{PMIN}] / g \quad (4\text{-}9)$$

ค่าความดันลมสูงสุดและหน่วยแรงลมดูดสูงสุดที่ได้ จะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเมตร

โดยที่ G คือ ค่าความเร็วลมเกรเดียนต์สำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี มีค่า 40 เมตร/วินาที

ρ คือ ค่ามวลของอากาศภายในอุโมงค์ลม

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าประมาณ 9.81 เมตร/วินาที^{2}

การหาค่าความดันลมออกแบบ โดยอาศัยข้อกำหนดของสถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกา ANSI CODE A58.1-1982

สถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกา ได้กำหนดแนวทางในการหาค่าความดันลมออกแบบสำหรับอาคารและโครงสร้างประเภทต่างๆ ออกเป็น 2 แนวทาง คือ

การวิเคราะห์ (Analytical Procedure) ซึ่งแบ่งออกเป็นวิธีการหาค่าแรงลมออกแบบสำหรับโครงสร้างหลัก เพื่อต้านทานแรงลม และวิธีการหาค่าแรงลมออกแบบสำหรับผนังรอบอาคาร

2. การทดสอบภายในอุโมงค์ลม (Wind Tunnel Test) ซึ่งเป็นวิธีการที่ ANSI แนะนำสำหรับอาคารที่มีรูปทรงแตกต่างไปจากอาคารรูปทรงปกติทั่วไป หรือตั้งอยู่ในบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากอาคารข้างเคียงสูง โดยไม่มีข้อมูลที่จะแสดงให้ทราบถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นอย่างเพียงพอ

1. การหาค่าความดันลมออกแบบสำหรับผนังรอบอาคาร โดยวิธีการวิเคราะห์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ

1) <u>อาคารที่พิจารณามีความสูงไม่เกิน 60 ฟุต</u>

$$P = q_h (GCp) - q_h (GCpi) \qquad (4\text{-}10)$$

โดยที่ q_h คือ ค่าความดันลมพลวัตที่ระดับยอดอาคารที่มีความสูง h ฟุต จากระดับพื้นดิน โดยพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศแบบ C มีหน่วยเป็น ปอนด์ ต่อ ตารางฟุต

G คือ ค่าตัวประกอบแรงลมกรรโชก (Gust Response Factor)

Cp คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความดันลมภายนอก (External Pressure Coefficient)

Cpi คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความดันลมภายใน (Internal Pressure Coefficient)

2) <u>อาคารที่พิจารณามีความสูงเกิน 60 ฟุต</u>

$$P = q (GCp) - q_Z (GCpi) \qquad (4\text{-}11)$$

โดยที่ q คือ ค่าความดันลมพลวัต q_Z หรือ q_h โดยให้ใช้ค่า q_Z ในกรณีที่ต้องการหาค่าความดันลมสูงสุด (Peak Wind Pressure) และให้ใช้ค่า q_h ในกรณีที่ต้องการหาค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุด (Peak Wind Suction)

q_Z คือ ค่าความดันลมพลวัตที่ระดับความสูง Z ฟุต จากระดับพื้นดินมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางฟุต

ค่าความดันลมพลวัต q_Z ที่ระดับความสูง Z ฟุต ใดๆ จากพื้นระดับพื้นดินสามารถหาได้จาก

$$q_Z = 0.00256\, K_z\, (IV)^2 \qquad (4\text{-}12)$$

โดยที่ V คือ ค่าความเร็วลมพื้นฐาน ซึ่งเป็นค่าความเร็วไมล์สูงสุด (Fastest Mile) ที่ระดับความสูง 33 ฟุต (10 เมตร) ในสภาพภูมิประเทศแบบ C สำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี มีหน่วยเป็นไมล์/ชั่วโมง

I คือ ตัวประกอบความสำคัญ

K_z คือ ตัวประกอบภูมิประเทศ-ความดันพลวัต

3. การปรับแก้ข้อมูลความเร็วลม สำหรับใช้กับการวิเคราะห์ของ ANSI CODE A58.1-1982

เนื่องจากบริเวณที่ตั้งของโครงการอาคาร JEWELRY TRADE CENTER อยู่ใจกลางเมืองใหญ่ ซึ่งเทียบได้กับสภาพภูมิประเทศแบบ A ตามข้อกำหนดของ ANSI CODE A58.1-1982 ในขณะที่ความเร็วลมพื้นฐานที่ใช้ในการหาค่าความดันลมสูงสุด เพื่อการออกแบบผนังรอบอาคารตามข้อกำหนดของ ANSI CODE A58.1 เป็นค่าความเร็วลมในสภาพภูมิประเทศแบบ C ที่ความสูง 10 เมตร ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการแปลงข้อมูลความเร็วลมให้ถูกต้องเสียก่อน ตามขั้นตอนดังนี้

1) แปลงข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูงใดๆ Z_{g2}, เมตรจากระดับพื้นดินในสภาพภูมิประเทศแบบ A ซึ่งมีค่าตัวเลขยกกำลัง 1/3 ให้เป็นข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 10 เมตร จากระดับพื้นดิน ในสภาพภูมิประเทศเดียวกัน

จากสมการที่ (2-2)

$$U(Z_{g1}) = U(Z_{g2})\,(Z_{g1}/Z_{g2})^{\alpha}$$

ดังนั้น

$$U(10) = U(Z_{g2})\,(10/Z_{g2})^{1/3} \qquad (4\text{-}13)$$

โดยที่ U(10) คือ ความเร็วลมที่ระดับความสูง 10 เมตร จากระดับพื้นดินในสภาพภูมิประเทศแบบ A สำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี, เมตร/วินาที

$U(Z_{g2})$ คือ ความเร็วลมที่ระดับความสูง Z_{g2} เมตร จากระดับพื้นดินในสภาพภูมิประเทศแบบ A สำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี, เมตร/วินาที

2) แปลงข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 10 เมตรจากระดับพื้นดิน สำหรับสภาพภูมิประเทศแบบ A ให้เป็นข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 10 เมตร สำหรับสภาพภูมิประเทศแบบ C

จากสมการที่ (2.-4)

$$G = U(Z_g) / (Z_g / \delta)^{\alpha}$$

โดยที่ G คือ ค่าความเร็วลมเกรเดียนต์ และ

δ คือ ค่าความสูงเกรเดียนต์

สำหรับสภาพภูมิประเทศแบบ A ซึ่งมีค่าความสูงเกรเดียนต์ 460 เมตร และค่าตัวเลขยกกำลัง 1/3 จะได้ค่าความเร็วลมเกรเดียนต์

$$G = \frac{U(Z_g)_A}{(Z_g/\delta)^{\alpha}} = \frac{U(10)_A}{(10/460)^{1/3}} \quad (4\text{-}14)$$

และสำหรับสภาพภูมิประเทศแบบ C ซึ่งมีค่าความสูงเกรเดียนต์ 275 เมตร และค่าตัวเลขยกกำลัง 1/7

$$G = \frac{U(Z_g)_C}{(Z_g/\delta)^{\alpha}} = \frac{U(10)_C}{(10/275)^{1/7}} \quad (4\text{-}15)$$

จากสมการที่ (4-14) และสมการที่ (4-15) จะได้ว่า

$$\frac{U(10)_C}{(10/275)^{1/7}} = \frac{U(10)_A}{(10/460)^{1/3}}$$

และ

$$U(10)_C = \frac{U(10)_A\,(10/275)^{1/7}}{(10/460)^{1/3}} \quad (4\text{-}16)$$

โดยที่ $U(10)_C$, $U(10)_A$ คือ ค่าความเร็วลมที่ความสูง 10 เมตร จากระดับพื้นดินสำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี ในสภาพภูมิประเทศแบบ C และ A ตามลำดับ มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง)

3) แปลงข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 10 เมตร จากระดับพื้นดินในสภาพภูมิประเทศแบบ C สำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี จากหน่วยเมตร/วินาที เป็น ไมล์/ชั่วโมง ในรูปของความเร็วไมล์สูงสุด ดังนี้

$$\text{จาก} \quad Ut(10) \cong U(10) + C(t)\sqrt{U^2} \quad (4\text{-}17)$$

โดยที่ Ut(10) คือ ค่าความเร็วไมล์สูงสุด เฉลี่ยในช่วงเวลา t วินาที ที่ระดับความสูง 10 เมตร จากระดับพื้นดินในสภาพภูมิประเทศแบบ C สำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี มีหน่วยเป็น ไมล์/ชั่วโมง ซึ่งสัมพันธ์กับ $U(10)_C$ ดังนี้

U(10) คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง10 เมตรจากระดับพื้นดินในสภาพภูมิประเทศแบบ C สำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี มีหน่วยเป็น ไมล์/ชั่วโมง

$$U(10) = 2.237 \times U(10)c$$

C(t) คือ ค่าสัมประสิทธิ์จากรูปที่ ก-8 โดยการใช้ค่า t = 3600/Ut(10) วินาที

$\overline{U}^{1/2}$ คือ ค่าความเปลี่ยนแปลงของการไหลวนตามแนวยาว (Longitudinal Turbulence Fluctuations) มีค่าเท่ากับ $\beta\mu^{*2}$

โดยที่ β คือ ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นกับสภาพภูมิประเทศดังแสดงในตารางที่ ก-1 และมีค่าเท่ากับ 6.0 สำหรับสภาพภูมิประเทศแบบเปิดโล่ง

μ^* คือ ค่าความเร็วเสียดทาน (Friction Velocity) มีค่าเท่ากับ

$$\frac{U(Zr)}{2.5\ln Zr/Zo}$$

Zr คือ ความสูงอ้างอิง ซึ่งในที่นี้คือ 10 เมตร จากระดับพื้นดิน

Zo คือ ระยะความขรุขระ (Roughness Length) ดังแสดงในตารางที่ ก-2 และมีค่าเท่ากับ 0.70 เมตร สำหรับสภาพภูมิประเทศแบบเปิดโล่ง

ดังนั้น

$$Ut(10) \cong U(10) + C(t) \times \sqrt{6.0} \times \frac{U(10)}{(2.5\ln 10/0.70)} \qquad (4\text{-}18)$$

เนื่องจากค่าความเร็วไมล์สูงสุด Ut(10) ยังคงแฝงอยู่ในค่าของ C(t) ซึ่งต้องทำการอ่านค่าจากรูปที่ ก-8 ดังนั้นการแก้สมการที่ (4-18) เพื่อหาค่า Ut(10) จึงต้องทำโดยทางอ้อมด้วยวิธีทดลองและแก้ไข (Trial and Error) โดยการสมมุติค่า C(t) เพื่อหาค่า Ut(10) ก่อน จากนั้นนำค่า Ut(10) ที่ได้ไปหาค่า t จากความสัมพันธ์

$$t = 3600/Ut(10) \text{ วินาที} \qquad (4\text{-}19)$$

แล้วจึงนำค่า t ที่ได้ไปหาค่า C(t) จากรูปที่ ก-8 จากนั้นจึงทำการ เปรียบเทียบกับค่า C(t) ที่ทำการสมมุติไว้ในตอนแรก หากมีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่า Ut(10) ที่ได้มีความถูกต้องแล้ว

การวิเคราะห์ค่าความดันลมสูงสุดและหน่วยแรงลมดูดสูงสุดจากผลการทดสอบภายในอุโมงค์ลม โดยพิจารณาถึงผลกระทบของทิศทางลม

1. ตัวแปรสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ค่าความดันลมสูงสุดและหน่วยแรงลมดูดสูงสุด เมื่อพิจารณาผลของทิศทาง

ค่าตัวแปรสุ่ม, r^{dir} ซึ่งเสนอโดย Simiu และ Filliben [15] ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อศึกษาผลกระทบของทิศทางลม จากสมการที่ 1-1 นั่นคือ

$$r^{dir} = MAX [Cp^{1/2} (\alpha i) V (\alpha i)]$$

โดยที่ $Cp(\alpha i)$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความดันลม ซึ่งไม่คิดเครื่องหมาย จากการทดสอบแบบจำลองแบบแข็งภายในอุโมงค์ลม ในทิศทาง αi นั่นคือ ใช้ค่า $|C_{PMAX}(\alpha i)|$ ในกรณีที่ต้องการหาค่าความดันลมสูงสุด (Peak Wind Pressure) และใช้ค่า $|C_{PMIN}(\alpha i)|$ ในกรณีที่ต้องการหาค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุด (Peak Wind Suction)

$V(\alpha i)$ คือ ค่าความเร็วเกรเดียนต์ในทิศทาง αi ในรอบปีจากข้อมูลลมของสถานีตรวจอากาศดอนเมืองปี พ.ศ.2494 ถึง ปี พ.ศ.. 2533

αi คือ ทิศทางลมที่ใช้ในการทดสอบภายในอุโมงค์ลม ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ทิศทาง ดังนี้

i = 1 = ทิศเหนือ (North, N)
2 = ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast, NE)
3 = ทิศตะวันออก (East, E)
4 = ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (Southwest, SW)
5 = ทิศใต้ (South, S)
6 = ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest, SW)
7 = ทิศตะวันตก (West, W)
8 = ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (Northwest, NW)

เนื่องจากทิศทางลมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของสถานีตรวจอากาศ มีจำนวนถึง 16 ทิศทาง ซึ่งมากกว่าจำนวนทิศทางที่ใช้ในการทดสอบภายในอุโมงค์ลม ดังนั้นเพื่อความสะดวกจึงกำหนดให้ใช้ค่าความเร็วลมสำหรับทิศทาง αi เป็นค่าความเร็วลมที่เกิดขึ้นในทิศทาง αi โดยตรงไม่ใช่ความเร็วลมสูงสุดที่เกิดขึ้นใน 8 ทิศทาง ซึ่งรวมทิศทางย่อยอีก 8 ทิศทางที่เหลือเข้าไปด้วย ยกตัวอย่าง เช่น ค่าความเร็วลมสำหรับทิศทาง N หมายถึงความเร็วลมที่เกิดขึ้นในทิศทาง N โดยตรงไม่ใช่ค่าความเร็วลมที่เกิดขึ้นระหว่างทิศ NNW, ทิศ N และ ทิศ NEE

2. การปรับแก้ข้อมูลความเร็วลม เพื่อใช้ในการกำหนดค่าตัวแปรสุ่ม

เนื่องจากข้อมูลความเร็วลมจากสถานีตรวจอากาศดอนเมืองเป็นข้อมูลลม ซึ่งทำการเก็บที่ขณะใดขณะหนึ่งทุกๆ 3 ชั่วโมง และทุกครั้งที่มีลมกรรโชก อีกทั้งระดับความสูงที่ทำการเก็บข้อมูลคือ 18.80 เมตร จึงไม่สามารถนำไปใช้กับค่าตัวแปรสุ่มได้โดยตรงจำเป็นต้องมีการปรับแก้เสียก่อน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 แปลงข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 18.80 เมตร จากหน่วยน๊อต (Knots) เป็นหน่วย เมตร/วินาที ที่ระดับความสูงเดียวกัน

$$V(\alpha i)_{M/S} = 0.5147711524\ V(\alpha i)_{Knot} \qquad (4\text{-}20)$$

โดยที่ $V(\alpha i)_{M/S}$, $V(\alpha i)_{Knot}$ คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง 18.80 เมตร ในทิศทาง αi ในหน่วย เมตร/วินาที และน๊อตตามลำดับ

2.2 แปลงข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 18.80 เมตร/วินาที จากขั้นตอนที่ 2.1 ซึ่งยังคงเป็นข้อมูลลมที่ขณะใดขณะหนึ่งให้เป็นข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูงเดียวกัน ในช่วงเวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง โดยสมมุติให้ช่วงเวลาเก็บข้อมูลของสถานีตรวจอากาศเป็น 5 วินาที [17] โดยการใช้รูปที่ ก-9

เมื่อ $t = 5$ วินาที จะได้ $U(T) / U(3600) = 1.490$

$$V(\alpha i)_{HR} = \frac{V(\alpha i)_{SEC}}{1.490} \qquad (4\text{-}21)$$

โดยที่ $V(\alpha i)_{HR}$, $V(\alpha i)_{SEC}$ คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง 18.80 เมตร ในหน่วย เมตร/วินาที สำหรับช่วงเวลา 1 ชั่วโมง และ 5 วินาที ตามลำดับ

2.3 แปลงข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูง 18.80 เมตร สำหรับช่วงเวลา 1 ชั่วโมง จากขั้นตอนที่ 2 ให้เป็นข้อมูลความเร็วลมที่ระดับความสูงเกรเดียนต์ ตามลักษณะภูมิประเทศในแต่ละทิศทาง αi จากข้อมูลสภาพภูมิประเทศของสถานีตรวจอากาศดอนเมือง ดังแสดงในตารางที่ ก-2 ซึ่งอ้างอิงจากข้อกำหนดของ Davenport [9] สามารถสรุปหาค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงเกรเดียนต์, $G(\alpha i)$ สำหรับแต่ละทิศทาง αi ได้ดังนี้

2.3.1 ทิศเหนือ (N), ทิศใต้ (S) และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) : สภาพภูมิประเทศแบบที่ 4 ซึ่งมีค่าความสูงเกรเดียนต์ 335 เมตร และค่าตัวเลขยกกำลัง 1/5.5

$$G(N)=G(S)=G(NW) = \frac{V(\alpha i)_{HR}}{(18.80/335)^{1/5.5}} \text{ เมตร/วินาที} \qquad (4\text{-}22)$$

โดยที่ G(N), G(S), G(NW) คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงเกรเดียนต์ในแนวทิศเหนือ, ทิศใต้ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ตามลำดับ

$V(\alpha i)_{HR}$ คือ ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูง 18.80 เมตร ในช่วงเวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมงจากขั้นตอนที่ 2.2

2.3.2 ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE), ทิศตะวันออก (E) และทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) : สภาพภูมิประเทศแบบที่ 3 ซึ่งมีค่าความสูงเกรเดียนต์ 300 เมตร และค่าตัวเลขยกกำลัง 1/6.5

$$G(NE)=G(E)=G(SE) = \frac{V(\alpha i)_{HR}}{(18.80/300)^{1/6.5}} \text{ เมตร/วินาที} \qquad (4\text{-}23)$$

2.3.3 ทิศตะวันตก (W) และทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) : สภาพภูมิประเทศแบบที่ 5 ซึ่งมีค่าความสูงเกรเดียนต์ 365 เมตร และค่าตัวเลขยกกำลัง 1/4.5

$$G(W)=G(SW) = \frac{V(\alpha i)_{HR}}{(18.80/365)^{1/4.5}} \text{ เมตร/วินาที} \qquad (4\text{-}24)$$

3. การหาค่าตัวแปรสุ่มสำหรับคาบการกลับที่ 50 ปี ค่าตัวแปรสุ่มสำหรับคาบการกลับใดๆ สามารถหาได้จากการสมมุติให้ค่าตัวแปรสุ่มที่ได้ในแต่ละปี มีการกระจายเป็นแบบการกระจายค่าปลายสุดแบบที่ 1 กล่าวคือ

$$F_r(r) = \exp[-\exp[-\alpha_n(r-R_n)]] \qquad (4\text{-}25)$$

$$r = R_n+(1/\alpha_n)[-\ln[-\ln F_r(r)]] \qquad (4\text{-}26)$$

โดยที่ $F_r(r)$ คือ ค่าความน่าจะเป็นที่ค่าตัวแปรสุ่มจะมีค่าไม่เกินค่า r

$1/\alpha_n$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของตัวแปรสุ่มในแต่ละปี

R_n คือ ฐานนิยมของตัวแปรสุ่ม r

ค่า α_n และ R_n นี้สามารถหาได้จากระเบียบวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) โดยการสมมุติให้

$$F_r(r) = m / (N + 1) \qquad (4\text{-}27)$$

โดยที่ m คือ ลำดับที่ของตัวแปรสุ่มเมื่อเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

N คือ จำนวนของค่าตัวแปรสุ่ม

ค่าตัวแปรสุ่มสำหรับคาบการกลับ R_P ใดๆ หาได้จากสมการที่ (4-26) โดยแทนค่า

$$F_r(r) = 1 - 1 / R_P \quad (4\text{-}28)$$

ดังนั้นสำหรับคาบการกลับ 50 ปี, $F_r(r) = 0.98$ จะได้

$$r = R_n + (1/\alpha_n) [-\ln [-\ln (0.98)]] \quad (4\text{-}29)$$

เมื่อได้ค่าสูงสุดของตัวแปรสุ่ม r สำหรับคาบการกลับ 50 ปี แล้ว ก็สามารถคำนวณค่าความดันลมสูงสุดหรือค่าหน่วยแรงลมดูดสูงสุดในคาบการกลับ 50 ปี ได้จากสมการที่ (4-8) และ (4-9) โดยการแทนค่า $C_{PMAX} G^2$ และ $C_{PMIN} G^2$ ด้วยค่า r^2 ซึ่งได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความดันลมสูงสุดและหน่วยแรงลมดูดสูงสุดตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย