

## MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.	
LỜI CAM ĐOAN.	
DANH MỤC BẢNG BIỂU.	
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.	
MỞ ĐẦU .....	1
Đặt vấn đề .....	1
Mục đích nghiên cứu.....	2
Đối tượng nghiên cứu .....	2
Nội dung nghiên cứu.....	2
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ GIÓ, TẢI TRỌNG GIÓ, MỘT SỐ TIÊU CHUẨN VỀ TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ .....	3
1.1. Tổng quan về gió [6,8,9]. .....	3
1.1.1. Khái niệm, nguyên nhân hình thành, phân loại. ....	3
1.1.2. Tính chất, đặc điểm của gió .....	3
1.2. Tác động của gió vào công trình và các biện pháp giảm thiểu. ....	4
1.2.1. Tác động của gió vào công trình.....	4
1.2.2. Tác động của gió lên nhà cao tầng.....	5
1.2.3. Các biện pháp giảm thiểu tác động của gió vào công trình.....	6
1.3. Tổng quan hệ thống tiêu chuẩn về tính toán tải trọng do gió. ....	9
1.3.1. Tiêu chuẩn Việt Nam.....	9
1.3.2. Tiêu chuẩn Châu Âu EN EUROCODES 1991-1-4.....	10
1.3.3. Tiêu chuẩn Hoa kỳ.....	12
CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG DO GIÓ VÀO CÔNG TRÌNH THEO TIÊU CHUẨN VIỆT NAM, EUROCODE, HOA KỲ .....	14
2.1. Xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 2737-1995) .....	14
2.1.1. Phân chia dạng địa hình .....	14
2.1.2. Thành phần tĩnh .....	14
2.1.3. Thành phần động .....	18
2.2. Xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05.....	22

2.2.1. Dạng đón gió của công trình.....	22
2.2.2. Tác động của địa hình.....	24
2.2.3. Hệ số áp lực trong nhà.....	25
2.2.4. Hệ số áp lực bên ngoài $C_p$ .....	26
2.2.5. Hệ số tiếp xúc $K_z$ .....	26
2.2.6. Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của địa hình ( $K_{zt}$ ).....	27
2.2.7. Hệ số hướng gió $K_d$ .....	27
2.2.8. Hệ số tầm quan trọng I.....	28
2.2.9. Hệ số ảnh hưởng của gió giật.....	28
2.2.10. Tải trọng gió thiết kế.....	31
2.2.11. Áp lực gió tại độ cao z được tính toán theo công thức:.....	32
2.3. Xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Châu Âu (EN 1991-1-4).....	33
2.3.1. Các tính huống thiết kế đặc biệt.....	33
2.3.2. Mô hình hoá các tác động của gió.....	33
2.3.3. Vận tốc và áp lực gió.....	34
2.3.4. Tác động của gió.....	41
2.3.5. Các hệ số kết cấu: $C_s C_d$ .....	43
2.3.6. Áp lực và hệ số khí động.....	51
2.4. Tổng hợp so sánh giữa các tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió.....	70
2.4.1. Dạng địa hình.....	70
2.4.2. Vận tốc gió cơ sở.....	74
2.4.3. Thành phần tải trọng gió.....	78
2.4.4. Hạn chế của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:1995.....	78
<b>CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ VÀO CÔNG TRÌNH NHÀ CAO TẦNG THEO TIÊU CHUẨN VIỆT NAM, EUROCODE, HOA KỲ.....</b>	<b>79</b>
3.1. Giới thiệu công trình tính toán.....	79
3.2. Xác định chu kỳ, tần số dao động của công trình.....	82
3.3. Tính toán tải trọng gió tác dụng vào công trình theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:1995.....	85
3.3.1. Tính toán thành phần tĩnh của tải trọng gió.....	85
3.3.2. Tính toán thành phần động của tải trọng gió.....	85

3.3.3. Tổng tải trọng gió tĩnh + động tác dụng lên công trình.....	89
3.4. Tính toán tải trọng gió tác dụng vào công trình theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 1991-1-4.....	90
3.4.1. Xác định các thông số tính toán.....	90
3.4.2. Kết quả tính toán.....	96
3.5. Tính toán tải trọng gió tác dụng vào công trình theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05.....	98
3.5.1. Tải trọng gió theo phương OX, với dạng dao động mode 1.....	98
3.5.2. Tải trọng gió theo phương OY, với dạng dao động mode 2.....	100
3.5.3. Tổng hợp tải trọng gió tác dụng vào công trình. ....	101
3.6. So sánh kết quả tính toán tại trọng gió vào công trình theo 3 tiêu chuẩn. .	102
3.7. Nhận xét đánh giá.....	104
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ .....	106
4.1. Kết luận .....	106
4.2. Kiến nghị.....	107

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Lợi dụng địa hình để giảm bớt tác hại gió, làm thay đổi tốc độ và hướng gió.....	6
Hình 1.2. Trồng cây và rào giậu để giảm bớt tốc độ gió.....	6
Hình 1.3. Hình dáng công trình đơn giản để bớt cản gió.....	7
Hình 1.4. Mái nghiêng $30^\circ - 45^\circ$ để giảm bớt tốc mái do áp lực âm.....	7
Hình 1.5. Mái hiên rời giảm sự chia ra của mái.....	7
Hình 1.6. Kích thước các lỗ cửa ở các tường đối diện xấp xỉ bằng nhau.....	8
Hình 1.7. Đảm bảo cánh cửa đóng vừa lỗ cửa.....	8
Hình 2.1. Bản đồ phân vùng áp lực gió lãnh thổ Việt Nam.....	15
Hình 2.2. Hệ số động lực $\xi$ .....	20
Hình 2.3. Dạng địa hình đón gió.....	22
Hình 2.5. Đánh giá phạm vi ảnh hưởng của địa hình.....	39
Hình 2.6. Giá trị của $C_e(z)$ theo chiều cao và dạng địa hình.....	41
Hình 2.7. Áp lực trên bề mặt.....	42
Hình 2.8. $C_s C_d$ cho kết cấu nhà thép nhiều tầng có mặt bằng hình chữ nhật với các bức tường thẳng đứng bao ngoài, độ cứng và khối lượng phân bố đều.....	44
Hình 2.9. $C_s C_d$ cho kết cấu nhà bê tông cốt thép nhiều tầng có mặt bằng hình chữ nhật với các bức tường thẳng đứng bao ngoài, độ cứng và khối lượng phân bố đều.....	45
Hình 2.10. $C_s C_d$ cho kết cấu dạng trụ tròn bằng thép không có lớp đệm.....	45
Hình 2.11. $C_s C_d$ cho kết cấu dạng trụ tròn bằng bê tông cốt thép không có lớp đệm.....	46
Hình 2.12. $C_s C_d$ cho kết cấu dạng trụ tròn bằng thép có lớp đệm.....	46
Hình 2.13. Các thông số hình học của kết cấu dạng trụ tròn.....	48
Hình 2.14. Các hình dạng cấu trúc thuộc phạm vi áp dụng công thức (2.47).....	49
Hình 2.15. Đồ thị xác định giá trị áp lực gió ngoài, $C_{pe}$ , cho công trình với diện tích chịu tải nằm trong khoảng từ $1m^2$ đến $10m^2$ .....	52
Hình 2.16. Chiều cao tham chiếu theo $h$ , $b$ và đường profile của áp lực gió.....	53
Hình 2.17. Sơ đồ Phân khu cho nhà hình chữ nhật.....	54

Hình 2.18. Sơ đồ Phân khu cho mái phẳng.....	55
Hình 2.23. Hệ số áp lực bên ngoài cho chòm cầu với mặt bằng hình tròn.....	62
Hình 2.25. Hệ số lực, $C_{f,0}$ , với các cấu kiện mặt cắt hình chữ nhật sắc nét. ....	64
Hình 2.26. Hệ số $\psi_r$ cho mặt cắt hình vuông có vo tròn góc .....	65
Hình 2.28. Biểu đồ phân phối áp lực trên các vị trí trụ tròn .....	67
Hình 2.31. Mô tả định nghĩa hệ số độ kín bề mặt .....	70
Hình 2.32 Đồ thị chuyển vận tốc trung bình trong các khoảng thời gian.....	76
Hình 3.1. Mặt bằng kết cấu tầng điển hình. ....	81
Hình 3.2 Hình ảnh kết cấu 3D công trình .....	82
Hình 3.4. Biểu đồ áp lực gió theo các tiêu chuẩn. ....	103
Hình 3.5. Biểu đồ so sánh giá trị tải trọng gió .....	104

## DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1. Áp lực gió theo bản đồ phân vùng áp lực gió lãnh thổ Việt Nam .....	15
Bảng 2.2. Hệ số k kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình.....	17
Bảng 2.3. Hệ số tương quan của tải trọng gió.....	19
Bảng 2.4. Giá trị giới hạn của tần số dao động riêng $f_L$ .....	21
Bảng 2.5. Hệ số áp lực trong nhà ( $GC_{pi}$ ).....	25
Bảng 2.6. Xác định tham số kể đến sự gia tăng vận tốc gió của các điều kiện địa hình của ASCE/SEI 7-05.....	27
Bảng 2.7. Hệ số hướng gió $K_d$ .....	28
Bảng 2.8. Hệ số tầm quan trọng I.....	28
Bảng 2.9. Giá trị các tham số của ASCE/SEI 7-05 .....	30
Bảng 2.10. Loại địa hình và các thông số địa hình .....	36
Bảng 2.11. Giá trị $C_r(z)$ theo chiều cao và các dạng địa hình.....	39
Bảng 2.12. Giá trị $C_e(z)$ theo chiều cao và các dạng địa hình.....	40
Bảng 2.13. Hệ số áp lực ngoài dọc các bức tường công trình hình chữ nhật .....	54
Bảng 2.14. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái phẳng .....	56
Bảng 2.15. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái dốc một chiều .....	58
Bảng 2.16. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái dốc 2 phía .....	60
Bảng 2.17. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái dốc nhiều phía .....	61
Bảng 2.18. Hệ số ma sát cho các loại cấu kiện .....	63
Bảng 2.19. Hệ số lực cho các loại lằng trụ.....	65
Bảng 2.20. Hệ số độ nhám tương ứng với các bề mặt .....	67
Bảng 2.21. Giá trị độ mảnh với các công trình có mặt bằng hình trụ, đa giác, hình tròn, cấu trúc mạng tinh thể.....	69
Bảng 2.22. Thông tin về phân loại dạng địa hình theo các tiêu chuẩn khác nhau..	70
Bảng 2.23. So sánh phân loại địa hình theo 3 tiêu chuẩn .....	71
Bảng 2.24. Các nhóm phân dạng địa hình. ....	73
Bảng 2.25. Thông số xác định vận tốc gió cơ sở theo các tiêu chuẩn: .....	74
Bảng 2.26. Áp lực gió tiêu chuẩn ( $W_{(20y,3'',B)}$ ) ứng với các vùng áp lực gió.....	75
Bảng 2.27. Vận tốc gió tiêu chuẩn ( $v_{(20y,3'',B)}$ ) ứng với các vùng áp lực gió.....	76
Bảng 2.28. Hệ số chuyển đổi gió 3s từ chu kỳ 20 năm sang các chu kỳ khác .....	76
Bảng 2.29. Giá trị vận tốc gió cơ bản, áp lực gió quy đổi từ TCVN 2737:1995 sang EN 1991-1-4, ASCE/SEI 7-05 .....	77
Bảng 3.1. Tần số dao động của công trình theo các mode dao động.....	83
Bảng 3.2. Mode dao động theo phương OX. ....	83
Bảng 3.3. Mode dao động theo phương OY. ....	83
Bảng 3.4. Tải trọng gió tĩnh theo TCVN 2737-1995 .....	85
Bảng 3.5. Bảng dịch chuyển ngang tỉ đối theo phương OX theo mode 1 .....	86

Bảng 3.6. Bảng dịch chuyển ngang tỉ đối theo phương OY theo mode 2 .....	86
Bảng 3.7. Tổng tải trọng gió tác dụng lên công trình theo phương OX. ....	89
Bảng 3.8. Tổng tải trọng gió tác dụng lên công trình theo phương y .....	89
Bảng 3.9. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OX, mode 1. ....	96
Bảng 3.10. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OY, mode 2. ....	97
Bảng 3.11. Tổng tải trọng gió tác dụng lên công trình theo EUROCODES. ....	98
Bảng 3.12. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OX, mode 1. ....	99
Bảng 3.13. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OY, mode 2. ....	101
Bảng 3.14. Tổng hợp tải trọng gió tác dụng vào công trình theo ASCE. ....	101

## LỜI CẢM ƠN

Sau hơn hai năm theo học tại lớp Cao học chuyên ngành Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp – Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng, tôi đã được phân công làm luận văn tốt nghiệp với đề tài:

“So sánh tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN2737:1995 với tiêu chuẩn Châu Âu EUROCODES EN1991-1-4 & tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05.”

Có được kết quả này, tôi xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến thầy hướng dẫn chính **PGS.TS Lê Thanh Huân** - người đã tận tình hướng dẫn tôi trong suốt thời gian thực hiện luận văn, đồng thời tôi cũng xin chân thành cảm ơn Khoa Xây dựng - Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng cùng các bạn đồng nghiệp đã giúp đỡ, đóng góp nhiều ý kiến trong quá trình thực hiện luận văn này.

Do năng lực và thời gian nghiên cứu có hạn nên luận văn không thể tránh khỏi sai sót, tác giả mong muốn nhận được sự góp ý, chỉ bảo của thầy cô và đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

Hải Phòng, ngày 15 tháng 12 năm 2015

Tác giả luận văn

**Ngô Đức Dũng**



CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh Phúc

## LỜI CAM ĐOAN

*Kính gửi:* Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng.

Tên tôi là: Ngô Đức Dũng, là học viên lớp cao học chuyên ngành Xây dựng Dân dụng và Công nghiệp khóa 2014-2016 của Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng.

Tôi được Trường Đại học Dân Lập Hải Phòng cho phép làm luận văn tốt nghiệp dưới sự hướng dẫn chính của PGS.TS. Lê thanh Huấn với đề tài:

"So sánh tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN2737:1995 với tiêu chuẩn Châu Âu EUROCODES EN1991-1-4 & tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05."

Tôi xin cam đoan toàn bộ nội dung trong luận văn này là do tôi làm và hoàn toàn không có sự sao chép. Nếu sai tôi xin chịu sự xử lý theo qui chế đào tạo của nhà trường.

Hải Phòng, ngày 15 tháng 12 năm 2015

Người viết cam đoan

**Ngô Đức Dũng**

## MỞ ĐẦU

### • Đặt vấn đề.

Với sự tiên bộ không ngừng của khoa học công nghệ, cùng với nhu cầu về nhà ở ngày càng lớn khi mà có sự bùng nổ về dân số, đòi hỏi các công trình xây dựng trên Thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng đang phát triển với cấp tiến về chiều cao cũng như độ phức tạp. Khi chiều cao của công trình càng tăng thì mức độ phức tạp và ảnh hưởng của tải trọng ngang càng lớn và nổi trội. Vì vậy, yêu cầu đầu tiên đối với người kỹ sư thiết kế là xác định được tải trọng ngang tác dụng lên công trình. Tải trọng ngang tác dụng lên công trình bao gồm: tải trọng gió và tải trọng động đất. Ở Việt Nam, do đặc điểm địa lý nằm trong vùng nhiệt đới, đường bờ biển kéo dài trên 3.000 km, nằm trong vùng ảnh hưởng trực tiếp của bão Tây Bắc Thái Bình Dương. Do vậy việc xác định được giá trị của tải trọng gió tác động lên công trình ở Việt Nam là càng trở lên quan trọng. Do đó Luận văn này tập trung nghiên cứu một số tiêu chuẩn tính toán gió của một số nước trên thế giới ( Tiêu chuẩn Châu Âu, Tiêu chuẩn Mỹ). So sánh với tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió theo Tiêu chuẩn Việt Nam. Từ đó có sự so sánh, đánh giá, đề xuất cho việc tính toán tải trọng gió tác động lên công trình ở Việt Nam.

Ở Việt Nam hiện nay, hệ thống các tiêu chuẩn về thiết kế kết cấu công trình xây dựng nói chung được hình thành qua nhiều năm, chủ yếu dựa trên sự chuyển dịch từ các tiêu chuẩn của Nga (Liên Xô cũ), Anh, Mỹ, ISO, Trung Quốc, Úc... Khi thiết kế một công trình, các tiêu chuẩn đưa vào sử dụng đòi hỏi sự liên quan chặt chẽ với nhau về tải trọng, vật liệu khi đưa vào trong tính toán nghĩa là hệ thống tiêu chuẩn phải có tính đồng bộ cao. Việc song song tồn tại nhiều loại tiêu chuẩn theo các nước khác nhau đang gây lên những khó khăn cho việc đồng bộ đó.

Các tiêu chuẩn nằm trong hệ thống tiêu chuẩn chung Châu Âu, Hoa kỳ được xây dựng trên nguyên tắc là đưa ra các giả thiết, những chỉ dẫn tính toán chung kèm theo các quy định rất chặt chẽ, rõ ràng. Trên cơ sở đó mỗi nước phải có những nghiên cứu phù hợp với những điều kiện thực tế riêng của mình. Vì vậy, để áp dụng tiêu chuẩn nước ngoài (Châu Âu, Hoa Kỳ) vào Việt Nam cũng phải dựa trên

nguyên tắc đó và cần có sự nghiên cứu đưa ra chỉ dẫn tính toán để các kỹ sư có thể sử dụng mà không bị bỏ ngỡ, tránh được những sai sót trong tính toán.

Việc nghiên cứu EN 1991-1-4 & ASCE/SEI 7-05, so sánh với TCVN 2737:1995- tiêu chuẩn tải trọng và tác động để chỉ ra những điểm chung và khác nhau của ba tiêu chuẩn, từ đó đưa ra nhưng lưu ý, chỉ dẫn tính toán chi tiết khi tính toán theo TCVN cho những công trình tại Việt Nam là rất cần thiết. Vì vậy, tác giả chọn đề tài luận văn: “So sánh tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN2737:1995 với tiêu chuẩn Châu Âu EUROCODES EN1991-1-4 & tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05.” làm nội dung nghiên cứu.

### • Mục đích nghiên cứu

Đánh giá so sánh quy trình tính toán, số liệu tính toán và kết quả tính toán giữa tiêu chuẩn EN 1991-1-4:2004 & ASCE 7-05 với TCVN 2737-1995.

Đánh giá, nhận xét kết quả tính toán tải trọng gió tác dụng lên công trình tính theo tiêu chuẩn EUROCODE & Hoa Kỳ với tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành (TCVN 2727:1995) thông qua một trường hợp ví dụ cụ thể.

### • Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là: So sánh quy trình, số liệu tính toán tải trọng gió tác dụng lên nhà cao tầng tính toán theo quan điểm của tiêu chuẩn EUROCODE, Hoa kỳ ASCE/SEI 7-05 và tiêu chuẩn TCVN 2737-1995.

### • Nội dung nghiên cứu

Tìm hiểu các khái niệm về gió bão, nguyên nhân hình thành .

Tìm hiểu một số giải pháp làm giảm thiểu tác hại của gió bão

Tìm hiểu tiêu chuẩn TCVN 2737:1995, EN-1991-1-4, ASCE/SEI 7-05: quy trình tính toán tải trọng gió tác dụng lên công trình. Chỉ ra sự giống và khác nhau về quan điểm tính toán, số liệu tính toán giữa ba tiêu chuẩn.

Ví dụ áp dụng tính toán tải trọng gió lên một dạng công trình tính theo tiêu chuẩn EUROCODE, Hoa Kỳ và theo tiêu chuẩn Việt Nam: Nhà cao tầng.

# CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ GIÓ, TẢI TRỌNG GIÓ, MỘT SỐ TIÊU CHUẨN VỀ TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ

## 1.1. Tổng quan về gió [6,8,9].

### 1.1.1. Khái niệm, nguyên nhân hình thành, phân loại.

Gió là một hiện tượng trong tự nhiên hình thành do sự chuyển động của không khí. Nguyên nhân hình thành gió là do bề mặt trái đất tiếp nhận sự chiếu sáng, đốt nóng của mặt trời không đều, sẽ có nhiệt độ không đều. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa các vị trí gây nên sự chênh lệch về khí áp, ở nơi có nhiệt độ gia tăng, không khí nóng lên (hạ áp) và bị không khí lạnh (áp suất lớn) ở xung quanh dồn vào, đẩy lên cao, tạo thành dòng thăng. Dòng thăng này làm hạ khí áp tại nơi đó, không khí lạnh ở vùng xung quanh di chuyển theo chiều nằm ngang đến thay thế cho lượng không khí đã bị bay lên vì nóng, tạo thành gió ngang. Quy luật tự nhiên là không khí thường xuyên chuyển động theo cả chiều nằm ngang và thẳng đứng. Không khí di chuyển theo chiều nằm ngang càng mạnh thì gió thổi càng lớn.

Gió đặc trưng bởi *hướng và vận tốc*. Chiều di chuyển của dòng khí tạo thành hướng gió: gọi theo tên nơi xuất phát có 16 hướng gió tương ứng với 16 phương vị địa lý.

Vận tốc gió là vận tốc di chuyển của dòng khí qua một điểm nhất định. Có thể biểu thị vận tốc gió theo các đơn vị khác nhau như ngành hàng hải và hàng không tính bằng hải lý/giờ. Khi dùng đơn vị SI vận tốc gió tính bằng đơn vị m/s hoặc km/h.

### 1.1.2. Tính chất, đặc điểm của gió

Gió có một đặc điểm rất quan trọng là ảnh hưởng đến các vật xung quanh:

Gió tác động đến sự vận động của biển như: hiện tượng tạo sóng (sóng là một trong sự vận động của biển)

Gió thường có lợi cho con người. Nó có thể làm quay các cánh quạt của các cối xay gió giúp chúng ta tạo ra nguồn điện, đẩy thuyền buồm, thả diều... Nó là một trong những nguồn năng lượng sạch. Nhưng đôi khi gió lại có hại cho đời sống của con người. Đó là trong các cơn bão, gió có vận tốc cao dễ làm ngã đổ cây cối, cột

đèn, làm tốc mái nhà... gây thiệt hại nghiêm trọng đối với cơ sở vật chất, sức khỏe và tính mạng của con người.

Thời điểm xuất hiện và tốc độ gió là không tuân theo quy luật, gió có thể xuất hiện tại một thời điểm và hướng bất kỳ với tốc độ mạnh yếu khác nhau.

## **1.2. Tác động của gió vào công trình và các biện pháp giảm thiểu.**

### **1.2.1. Tác động của gió vào công trình [6,7].**

Gió thổi gây áp lực lên mọi vật cản trên đường đi của nó, gọi là áp lực gió. Áp lực này tỷ lệ với bình phương vận tốc gió. Theo thời gian, vận tốc gió luôn luôn thay đổi gây nên sự mạch động của gió. Vì thế gió bão gây áp lực lớn lên công trình, rất nguy hiểm và có sức phá hoại rất lớn.

Khi gió thổi vượt qua một công trình thì tất cả các vùng của công trình đó đều chịu một áp lực nhất định. Phía đón gió xuất hiện áp lực trội đập trực tiếp vào mặt đón; ở phía sau công trình, phía khuất gió và ở bên hông (mặt bên) công trình xuất hiện áp lực âm do gió hút.

Trạng thái biến đổi của dòng thổi qua công trình phụ thuộc chủ yếu vào tỷ lệ các kích thước của các mặt để tạo thành hình khối, vào thể loại và trạng thái bề mặt công trình. Trạng thái dòng thổi còn phụ thuộc vị trí tương đối của công trình so với các công trình lân cận và cảnh quan khu vực (bờ cao, sườn dốc, núi đồi, thung lũng...). Trạng thái này ảnh hưởng đến góc tới của dòng thổi, làm thay đổi cả định tính, định lượng của áp lực gió lên công trình.

Dưới tác dụng của tải trọng gió, các công trình cao, mềm, độ thanh mảnh lớn sẽ có dao động. Tùy theo phân bố độ cứng của công trình mà dao động này có thể theo phương bất kỳ trong không gian. Thông thường chúng được phân tích thành hai phương chính: phương dọc và phương ngang luồng gió, trong đó dao động theo phương dọc luồng gió là chủ yếu. Với các công trình thấp, dao động này là không đáng kể; nhưng với các công trình cao khi dao động sẽ phát sinh lực quán tính làm tăng thêm tác dụng của tải trọng gió.

Tác dụng của gió lên công trình bị chi phối chủ yếu bởi vận tốc và hướng thổi của nó. Vì vậy mọi tham số làm biến đổi hai yếu tố này sẽ làm ảnh hưởng đến trị số và hướng của tác dụng. Các thông số này có thể chia làm 3 nhóm chính sau đây:

Nhóm các thông số đặc trưng cho tính ngẫu nhiên của tải trọng: vận tốc, độ cao, xung áp lực động

Nhóm các thông số đặc trưng cho địa hình: Độ nhám môi trường mà gió đi qua, loại địa hình, mức độ che chắn.

Nhóm thông số đặc trưng của bản thân công trình: hình khối công trình và hình dạng bề mặt đón gió; các yếu tố ảnh hưởng của dao động riêng (chu kỳ, tần số, giá trị, khối lượng và cách phân bố khối lượng, dạng và độ tắt dần của dao động)

### **1.2.2. Tác động của gió lên nhà cao tầng.**

Khác với nhà thấp tầng, nhà cao tầng chịu tác động của tải trọng gió rất lớn vì càng lên cao tốc độ gió càng mạnh. Do càng lên cao càng ít vật cản nên nhà cao tầng sẽ chịu hầu như hoàn toàn tác động của gió. Ngoài ra tác động của gió lên nhà cao tầng khác với nhà thấp tầng đó là ảnh hưởng lớn của mô men xoắn gây lên. Mô men xoắn xuất hiện do áp lực không đều, mặt cắt ngang công trình không đối xứng hoặc do tâm hình học và tâm cứng không trùng nhau.

Nhà cao tầng không chỉ có tải trọng đứng lớn hơn mà điều khác biệt lớn nhất chính là tải trọng ngang ở nhà cao tầng (tải trọng ngang trong đó có tải trọng gió). Nhà cao tầng chịu tải trọng gió lớn, mức độ phức tạp trong tính toán cũng tăng lên. Tải trọng gió cũng làm xuất hiện nội lực đổi chiều, do vậy cần cảnh giác khi thiết kế cấu kiện ngang. Thành phần động của tải trọng gió cũng rất phức tạp và thường tập trung vào các bộ chịu lực của công trình, do đó đối với công trình nhà cao tầng cần ưu tiên giải pháp kết cấu mạch lạc, rõ ràng.

Điều tra sau bão cho thấy sự phá hoại đối với nhà thấp tầng thường xảy ra ở hệ kết cấu bao che, đặc biệt là kết cấu mái. Do độ cứng của nhà thấp tầng (được xây dựng bằng vật liệu thông thường như gạch đá, bê tông cốt thép) thường được xem là khá lớn nên phản ứng động lực của công trình do tác động của gió là không đáng kể (ngoại trừ đối với nhà thấp tầng nhịp lớn hoặc đối với kết cấu mái nhẹ như sân vận động nhà thi đấu), do đó trong thiết kế chống gió độ cứng của kết cấu công

trình không phải là vấn đề cốt yếu. Đối với nhà thấp tầng người ta chỉ chú ý đến độ bền, trong khi đó đối với nhà cao tầng, người ta còn phải chú ý đến cả độ cứng. Công trình cần đảm bảo độ cứng ngang hợp lý để chuyển vị ngang không vượt quá giới hạn cho phép. Độ cứng cấu kiện hoặc mặt khác cũng là chi phí xây dựng, nên cần được thiết kế ở giá trị hợp lý. Bên cạnh đó chính độ cứng ngang cũng ảnh hưởng đến tải trọng tác động của công trình. Độ cứng càng lớn tức chu kỳ càng bé, thì tải trọng gió càng bé, nhưng tải trọng động đất lại càng tăng lên và ngược lại. Khi thiết kế nhà cao tầng, đôi khi chỉ cần thay đổi vị trí của các vách, thì sự ứng xử của hệ kết cấu đã thay đổi theo hướng khác.

### 1.2.3. Các biện pháp giảm thiểu tác động của gió vào công trình [7].

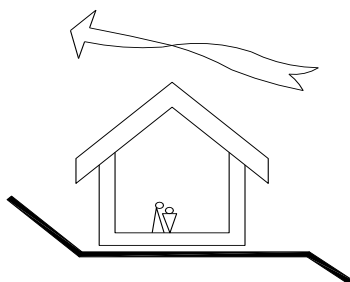
Các giải pháp kỹ thuật nhằm phòng ngừa và giảm nhẹ các thiệt hại do tác động của gió bão và lốc xoáy gây ra cho công trình xây dựng trong các vùng bị ảnh hưởng của thiên tai. Các giải pháp kỹ thuật cho nhà bao gồm các mặt từ quy hoạch, kiến trúc, kết cấu, vật liệu đến thi công.

#### • Các giải pháp quy hoạch

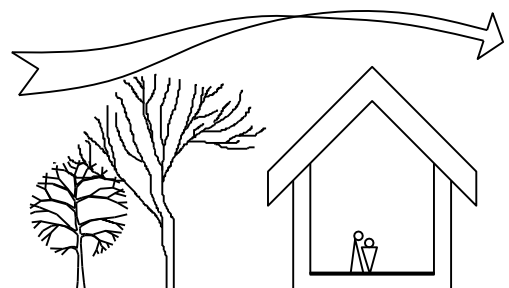
Khi chọn địa điểm xây dựng, nên chú ý lợi dụng địa hình, địa vật để chắn gió bão cho công trình. Làm nhà tập trung thành từng khu vực, bố trí các nhà nằm so-le với nhau để giảm thiểu ảnh hưởng của gió bão. Trồng cây thành rào lũy, xây tường chắn để làm đổi hướng hoặc cản bớt tác dụng của gió.

Cần tránh làm nhà tại các nơi trống trải, giữa cánh đồng, ven làng, ven sông, ven biển, trên đồi cao hoặc giữa 2 sườn đồi, sườn núi. Tránh bố trí các nhà thẳng hàng, dễ tạo túi gió hoặc luồng xoáy nguy hiểm.

Hình 1.1. Lợi dụng địa hình để giảm bớt tác hại gió, làm thay đổi tốc độ và hướng gió [7]



Hình 1.2. Trồng cây và rào giậu để giảm bớt tốc độ gió [7]



## • Các giải pháp kiến trúc

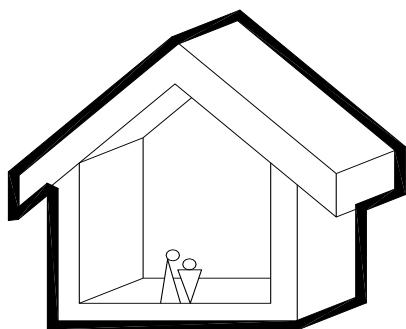
Kích thước nhà phải hợp lý, tránh nhà mảnh và dài. Đơn giản nhất là mặt bằng hình vuông và hình chữ nhật có chiều dài không lớn hơn 2,5 lần chiều rộng

Hình dáng ngôi nhà cần giản đơn, tránh lồi ra lõm vào. Bố trí mặt bằng các bộ phận cần hợp lý, tránh mặt bằng có thể tạo túi hứng gió như mặt bằng hình chữ L, chữ T và chữ U...

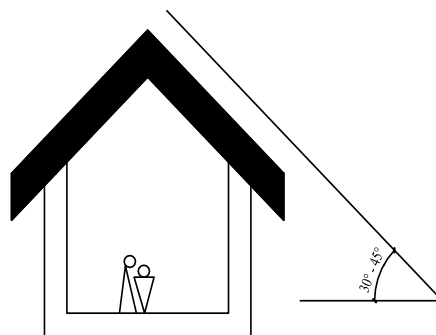
Độ dốc mái cao ( $30^\circ - 45^\circ$ ), để giảm bớt tốc mái do áp lực âm. Tránh những hình dạng mái nhà có thể tạo dòng rối cục bộ. Mái góc, mái viền tránh chia quá rộng. Nên sử dụng mái hiên rời nhằm giảm sự chia ra của mái

Cửa trước cửa sau, kích thước xấp xỉ bằng nhau. Cửa đóng kín, vừa, đủ then, đủ chốt, ngăn ngừa gió lay

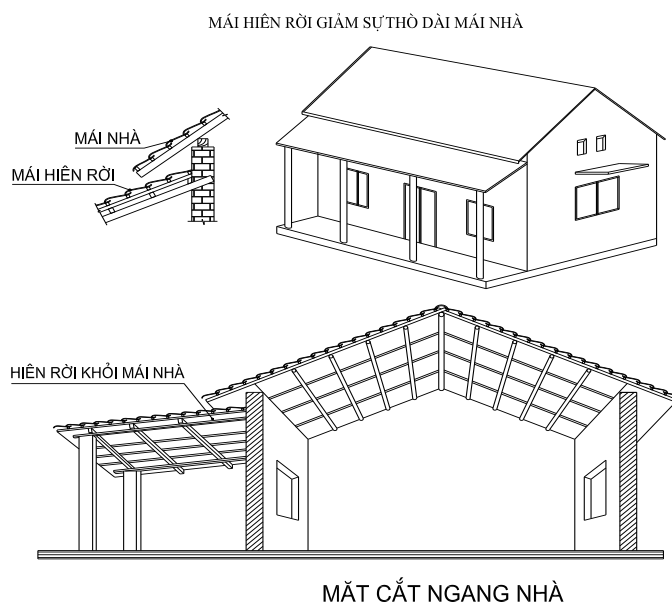
Hình 1.3. Hình dáng công trình đơn giản để  
bớt cản gió [7]



Hình 1.4. Mái nghiêng  $30^\circ - 45^\circ$  để  
giảm bớt tốc mái do áp lực âm [7]

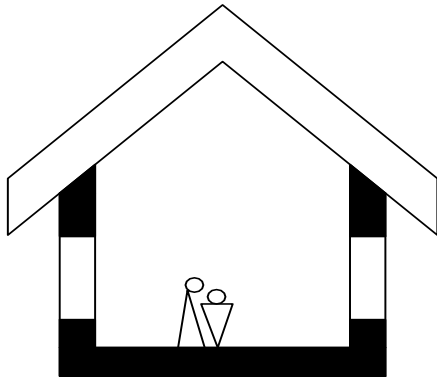


Hình 1.5. Mái hiên rời giảm sự chia ra của mái [5]

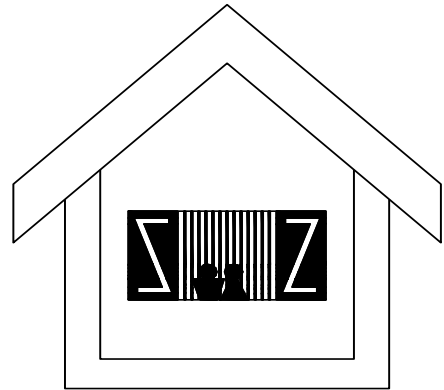




Hình 1.6. Kích thước các lỗ cửa ở các tường đối diện xấp xỉ bằng nhau [7]



Hình 1.7. Đảm bảo cánh cửa đóng vừa lỗ cửa [7]



### • Các giải pháp kết cấu công trình

#### \* Giải pháp chung:

- Làm đổi hướng hoặc cản bớt tác dụng của gió
- Chống đỡ ngang, đỡ dọc, đỡ xiên
- Chống tốc một phần hoặc bay cả mái
- Chống đỡ do xoắn.
- Chống đỡ do mất ổn định tổng thể

#### \* Các yêu cầu kỹ thuật chung:

- Về tổng thể phải có liên kết chặt chẽ, liên tục cho các kết cấu từ mái tới móng theo cả 2 phương: phương ngang và phương thẳng đứng
- Ưu tiên hệ kết cấu gồm cột và dầm tạo ra một lưới không gian có độ cứng tốt. Hệ kết cấu càng đơn giản, càng rõ ràng càng tốt
- Nên dùng cột chống đứng bên trong nhà và những vùng mở rộng
- Kiểm tra các nhịp lớn và các phân công-son
- Khoảng cách giữa các thanh xà gồ, kèo trên khung mái phải hợp lý
- Tăng cường kết cấu xung quanh những phòng quan trọng, đòi hỏi an toàn nhất, có thể làm chỗ trú ẩn cho những người đang có mặt trong khi xảy ra thiên tai

#### \* Các giải pháp nhằm làm giảm giá trị thành phần tĩnh của tải trọng gió:

- Giảm mức độ phức tạp của mặt đón gió, nhằm giảm hệ số khí động  $C_x$  cho các mặt ngoài. Khi mặt ngoài nhiều ô-văng, lô-gia, ban-công... Các lỗi lờm

thô ráp này sẽ gây hiện tượng gió lồng, gió xoáy tại các góc chuyển hướng, áp lực gió sẽ tăng đột biến

- Vị trí công trình cao không nên đặt ở nơi có độ dốc quá lớn, địa hình sườn dốc sẽ làm hệ số K tăng lên. Trong điều kiện có thể nên chọn vị trí bằng phẳng hơn hoặc thoải hơn

\* Các giải pháp nhằm làm giảm giá trị thành phần động của tải trọng gió:

- Hữu hiệu nhất là tìm cách làm giảm khối lượng và phân bố khối lượng hợp lý để giảm giá trị lực quán tính sinh ra khi dao động

- Giảm trọng lượng kết cấu: chọn vật liệu có cường độ cao, khả năng chịu lực lớn (thép, bê tông mác cao...)

- Giảm trọng lượng vật liệu kiến trúc: tường ngăn, tường bao, gạch lát, cửa, cầu thang, các vật liệu kiến trúc khác, dùng tường mỏng hơn, sử dụng vật liệu tường nhẹ hơn...

- Lựa chọn hình dáng công trình hợp lý: sao cho diện tích mặt đón gió và khối lượng càng lên cao càng giảm dần. Công trình thon dần, sẽ có mặt đón gió giảm dần, giá trị của thành phần tĩnh của tải gió càng lên cao càng nhỏ. Đồng thời biên độ và hệ số động lực trong bài toán dao động riêng cũng nhỏ hơn, dao động tắt nhanh hơn và vì vậy thành phần động sẽ bé hơn.

### **1.3. Tổng quan hệ thống tiêu chuẩn về tính toán tải trọng do gió.**

#### **1.3.1. Tiêu chuẩn Việt Nam [2]**

Tải trọng gió theo Tiêu chuẩn Việt Nam được trình bày trong TCVN 2737:1995, và TCXD 229:1999.

TCVN 2737:1995- Tiêu chuẩn tải trọng và tác động do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng – Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố. Tiêu chuẩn này cũng là tiêu chuẩn đang được sử dụng hiện hành trong quá trình chờ ban hành tiêu chuẩn mới có điều chỉnh.

Ngoài ra, năm 2009 Bộ xây dựng có ban hành một quy chuẩn ngành QCVN 02-2009/BXD có một số điều chỉnh so với tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió

TCVN 2737-1995. Quy chuẩn này ra đời nhằm bổ sung cho quá trình tính toán có kể thêm những thay đổi do môi trường. Tuy nhiên đến nay QCVN 02-2009/BXD vẫn chưa được sử dụng rộng rãi do đa phần kỹ sư của chúng ta vẫn quen dùng tiêu chuẩn TCVN 2737-1995 hay do chưa cập nhật thông tin, quy phạm mới. Điều này vô hình chung làm cho những công trình được thiết kế không phù hợp với điều kiện tự nhiên và không phù hợp với pháp luật quy định.

QCVN 02-2009/BXD đã bổ sung điều chỉnh 3 thông số trong tính toán tải trọng gió: Tuổi thọ công trình, Hệ số độ tin cậy của tải trọng gió, phân vùng áp lực gió.

• **Tóm lược Tiêu chuẩn TCVN 2737-1995.**

TCVN 2737:1995 Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế, bao gồm những chỉ dẫn về tải trọng (tĩnh tải và hoạt tải), và chỉ dẫn về tính toán 2 thành phần gió (gió tĩnh và gió động). Cấu trúc của TCVN2737-1995 bao gồm 6 phần:

1. Phạm vi áp dụng.
2. Nguyên tắc cơ bản.
3. Khối lượng của kết cấu và đất.
4. Tải trọng do thiết bị, người và vật liệu, sản phẩm chất kho.
5. Tải trọng do cầu trục và cầu treo.
6. Tải trọng gió.

**1.3.2. Tiêu chuẩn Châu Âu EN EUROCODES 1991-1-4 [10, 13].**

Năm 1975, Ủy ban Cộng đồng Châu Âu quyết định về một chương trình hành động trong lĩnh vực xây dựng. Mục tiêu của chương trình là việc loại bỏ những trở ngại kỹ thuật thương mại và hài hoà các đặc tính kỹ thuật. Trong chương trình hành động này, Ủy ban đã có sáng kiến thành lập một bộ tiêu chuẩn về việc thiết kế kỹ thuật các công trình xây dựng. Trong giai đoạn đầu tiên, bộ tiêu chuẩn này sẽ được sử dụng như là một tài liệu chung để tính toán thay thế cho các tiêu chuẩn riêng của từng quốc gia thành viên và cuối cùng sẽ thay thế các tiêu chuẩn riêng đó và trở thành tiêu chuẩn chính thức của tất cả các nước tham gia.

Sau 15 năm, Ủy ban Cộng đồng Châu Âu với sự giúp đỡ của một Ban chỉ đạo với Đại diện các nước thành viên đã cho ra đời các phiên bản đầu tiên vào đầu những năm 80 của thế kỷ trước.

Đến nay, hệ thống tiêu chuẩn EN đã được nghiên cứu và ban hành chính thức bao gồm 9 phần dưới đây:

- EN 1990 Eurocode : Basis of Structural Design
- EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures
- EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures
- EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures
- EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
- EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures
- EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures
- EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design
- EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
- EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

Hệ thống tiêu chuẩn EN ngày nay đã được ứng dụng rộng rãi không chỉ trong phạm vi các nước thành viên Ủy ban cộng đồng châu âu mà còn được chuyển dịch vào áp dụng ở nhiều nước thuộc châu Âu và các châu lục khác trên thế giới.

#### • Tóm lược EN 1991-1-4

EN 1991-1-4 là phần 1-4 của tiêu chuẩn EN 1991-1 (Actions on structures - General actions). EN 1991-1-4 cung cấp các thông tin chỉ dẫn về việc thiết kế kết cấu công trình với tải trọng do gió. Hiện nay, ở Châu Âu, EN 1991-1-4 đang được sử dụng kết hợp với hệ thống tiêu chuẩn EN 1990 và các phần của EN 1990 và EN 1992 đến 1999 để thiết kế kết cấu công trình.

#### • Cấu trúc của EN 1991-1-4 được chia làm 09 chương:

Chương 1: Các quy định chung

Chương 2: Các tình huống thiết kế

Chương 3: Mô phỏng tác động của gió

Chương 4: Vận tốc gió và vận tốc áp lực

Chương 5: Tác động của gió

Chương 6: Các yếu tố kết cấu  $C_s C_d$

Chương 7: Áp lực và hệ số lực

Chương 8: Tác động của tải trọng gió lên kết cấu cầu

Chương 9: Các phụ lục từ A đến F

Phạm vi áp dụng của EN 1991-1-4 là áp dụng cho tính toán với các công trình có chiều cao dưới 200m và với kết cấu cầu có nhịp không lớn hơn 200m.

### **1.3.3. Tiêu chuẩn Hoa kỳ [14]**

Cấu trúc tiêu chuẩn ASCE/SEI 7-05 bao gồm 23 chương.

Chương 1: General – giới thiệu chung.

Chương 2: Combinations of Loads – Tổ hợp tải trọng.

Chương 3: Dead Loads. Soil Loads. and Hydrostatic Pressure

Chương 4: Live Loads – Hoạt tải.

Chương 5: Flood Loads – Tải trọng sà.

Chương 6: Wind Loads – Tải trọng gió.

Chương 7: Snow Load – Tải trọng Tuyết.

Chương 8: Rain Loads – Tải trọng mưa.

Chương 9: Reserved for Future Provisions

Chương 10: Ice Loads-Atmospheric Icing

Chương 11: Seismic Design Criteria

Chương 12: Seismic Design Requirements for Building Structure

Chương 13: Seismic Design Requirements for Nonstructural Components.

Chương 14: Material-Specific Seismic Design and Detailing Requirement

Chương 15: Seismic Design Requirements for Nonbuilding Structures

Chương 16: Seismic Response History Procedures

Chương 17: Seismic Design Requirements for Seismically Isolated Structures

Chương 18: Seismic Design Requirements for Structures with Damping Systems

Chương 19: Soil Structure Interaction for Seismic Design

Chương 10: Site Classification Procedure for Seismic Design

Chương 21: Site-Specific Ground Motion Procedures for Seismic Design

Chương 22: Seismic Ground Motion and Long-Period Transition Maps

Chương 23: Seismic Design Reference Documents

## CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG DO GIÓ VÀO CÔNG TRÌNH THEO TIÊU CHUẨN VIỆT NAM, EUROCODE, HOA KỲ

### 2.1. Xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 2737-1995) [2].

Tiêu chuẩn hiện hành về tính toán tải trọng gió ở Việt Nam đang được áp dụng là tiêu chuẩn TCVN 2737:1995 *Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế*. Theo đó, tải trọng do gió được phân làm hai thành phần là *thành phần tĩnh và thành phần động*.

#### 2.1.1. Phân chia dạng địa hình

TCVN 2737:1995, lãnh thổ Việt Nam được chia ra làm 3 dạng địa hình như sau:

*Dạng địa hình A* là địa hình trống trải, không có hoặc có ít vật cản cao quá 1.5m (bờ biển thoáng, mặt sông, hồ lớn, đồng muối, cánh đồng không có cây cao...)

*Dạng địa hình B (được chọn là dạng địa hình chuẩn)* là địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thưa thớt cao không quá 10m (vùng ngoại ô ít nhà, thị trấn, làng mạc, rừng thưa hoặc rừng non, vùng trồng cây thưa...)

*Dạng địa hình C* là địa hình bị che chắn mạnh, có nhiều vật cản sát nhau, cao từ 10m trở lên (trong thành phố, vùng rừng rậm...)

Công trình được xem là thuộc dạng địa hình nào nếu tính chất dạng địa hình đó không thay đổi trong khoảng cách 30h khi  $h < 60m$  và 2km khi  $h > 60m$  tính từ mặt đón gió của công trình, h là chiều cao công trình.

#### 2.1.2. Thành phần tĩnh

Giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh của tải trọng gió ở độ cao z so với mốc chuẩn được xác định theo công thức (2.1)

$$W = W_o * k * c \quad (2.1)$$

Trong đó :

- $W_o$ : giá trị áp lực gió theo bản đồ phân vùng.
- k: hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình xác định theo *Bảng 5 [2]*
- c: hệ số khí động, xác định theo *Bảng 6 [2]*

- Hệ số tin cậy của tải trọng gió lấy bằng 1.2

Giá trị áp lực gió  $W_0$  được xác định theo Bảng 4 [2] theo đó lãnh thổ Việt Nam được phân ra làm 05 vùng áp lực gió như trong *Bảng 2.1*. Chi tiết phân vùng áp lực gió trên lãnh thổ Việt Nam theo các địa danh xem trong Phụ lục A[2].

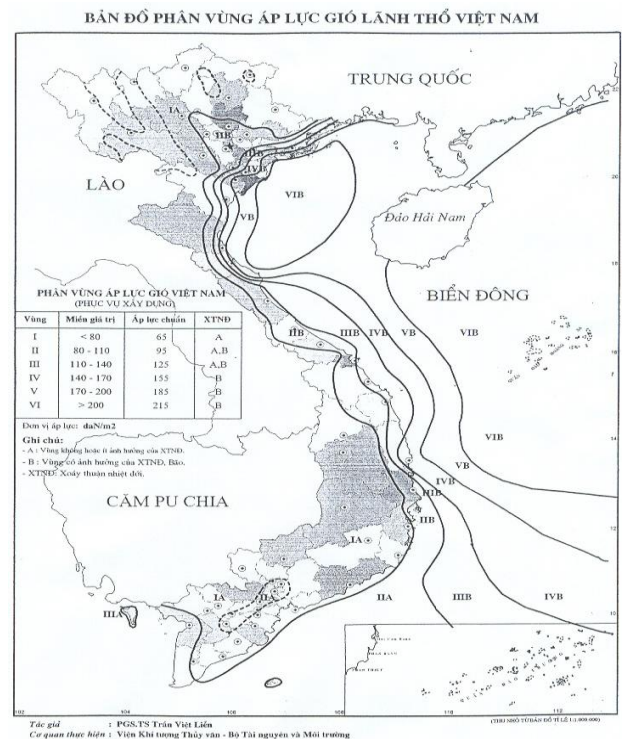
Đối với vùng ảnh hưởng của bão được đánh giá là yếu (Phụ lục D [2]), giá trị của áp lực gió  $W_0$  được giảm đi  $10 \text{ daN/m}^2$  đối với vùng I-A,  $12 \text{ daN/m}^2$  đối với vùng II-A và  $15 \text{ daN/m}^2$  đối với vùng III-A.

*Bảng 2.1. Áp lực gió theo bản đồ phân vùng áp lực gió lãnh thổ Việt Nam*

(Nguồn bảng 4 [2])

Vùng áp lực gió	I		II		III		IVB	VB
	IB	IA	IIB	IIA	IIIB	IIIA		
$W_0$ (daN/m <sup>2</sup> )	65	55	95	83	125	110	155	185

*Hình 2.1. Bản đồ phân vùng áp lực gió lãnh thổ Việt Nam*



Đối với vùng I, giá trị của áp lực gió  $W_0$  lấy theo *bảng 4* được áp dụng để thiết kế nhà và xây dựng ở vùng núi, đồi, vùng đồng bằng và các thung lũng. Những nơi có địa hình phức tạp lấy theo mục 6.4.4 [2].

Nhà và công trình xây dựng ở vùng núi, hải đảo có cùng độ cao, cùng dạng địa hình và ở sát cạnh các trạm quan trắc khí tượng cho trong phụ lục F[2]. Thì giá trị



áp lực gió tính toán với thời gian sử dụng giả định khác nhau được lấy theo trị số độc lập của các trạm này( Bảng F1 và F2 phụ lục F [2]).

Đối với nhà và các công trình được xây dựng tại các vùng có địa hình phức tạp (hẻm núi, giữa các núi song song, các cửa đèo...), giá trị áp lực gió  $W_0$  được xác định theo công thức (1.2)

$$W_0 = 0.0613 \cdot v_0^2 \quad (2.2)$$

Trong đó  $v_0$  là vận tốc gió ở độ cao 10m so với mốc chuẩn (vận tốc trung bình trong khoảng thời gian 3 giây, bị vượt trung bình 1 lần trong vòng 20 năm) tương ứng với dạng địa hình B tính theo đơn vị m/s.

Đối với nhà và công trình có lỗ cửa (cửa sổ và cửa đi, lỗ thông thoáng, lỗ lấy sáng) nêu ở sơ đồ 2 đến sơ đồ 26 bảng 6[2], phân bố đều theo chu vi hoặc có tường bằng phibrô xi măng và các vật liệu có thể cho gió đi qua ( không phụ thuộc vào sự có mặt của các lỗ cửa), khi tính kết cấu của tường ngoài, cột, dầm chịu gió, đồ cửa kính, giá trị của hệ số khí động đối với tường ngoài phải lấy”

$c = + 1$  khi tính với áp lực dương.

$c = -0,8$  khi tính với áp lực âm.

Tải trọng gió tính toán ở các tường trong lấy bằng  $0,4W_0$  và ở các vách ngăn nhẹ trọng lượng không quá  $100 \text{ daN/m}^2$  lấy bằng  $0,2W_0$  nhưng không dưới  $10 \text{ daN/m}^2$  .

Khi tính khung ngang của nhà có cửa trời theo phương dọc hoặc cửa trời thiên đỉnh với  $a > 4h$  (sơ đồ 9,10,25 bảng 6[2]), phải kể đến tải trọng gió tác dụng lên các cột khung phía đón gió và khuất gió cũng như thành phần tải ngang của tải trọng gió tác dụng lên cửa trời.

Đối với nhà có mái răng cưa ( sơ đồ 24 bảng 6[2]) hoặc có cửa trời thiên đỉnh khi  $a < 4h$  phải tính đến lực ma sát  $W_t$  thay cho các thành phần lực nằm ngang của tải trọng gió tác dụng lên cửa trời thứ hai và tiếp theo từ phía đón gió. Lực ma sát  $W_t$  được tính theo công thức:

$$W_t = W_0 \cdot c_t \cdot k \cdot S \quad (2.3)$$

Trong đó:  $c_t$  – hệ số ma sát cho trong bảng 6[2].  $S$  - diện tích hình chiếu bằng ( đối với răng cưa, lượn sóng và mái có cửa trời) hoặc diện tích hình chiếu đứng( đối với tường có lôgia và các kết cấu tương tự) tính bằng mét vuông.

Bảng 2.2. Hệ số k kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình  
(Nguồn bảng 5 [2])

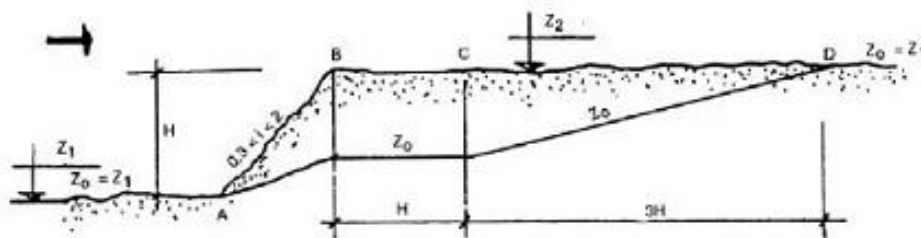
Dạng địa hình Độ cao Z, m	A	B	C
3	1,00	0,80	0,47
5	1,07	0,88	0,54
10	1,18	1,00	0,66
15	1,24	1,08	0,74
20	1,29	1,13	0,80
30	1,37	1,22	0,89
40	1,43	1,28	0,89
50	1,47	1,34	0,97
60	1,51	1,38	1,03
80	1,57	1,45	1,18
100	1,62	1,51	1,25
150	1,72	1,63	1,40
200	1,79	1,71	1,52
250	1,84	1,78	1,62
300	1,84	1,84	1,70
350	1,84	1,84	1,78
≥400	1,84	1,84	1,84

Mốc chuẩn để xác định chiều cao z, xác định theo phụ lục C [2].

Trường hợp mặt đất có độ dốc nhỏ so với phương nằm ngang  $i \leq 0,3$ , độ cao z được kể từ mặt đất đặt nhà và công trình tới điểm cần xét.

Trường hợp mặt đất có độ dốc  $0,3 < i < 2$ , độ cao z được kể từ mặt cao trình quy ước  $z_0$  thấp hơn so với mặt đất thực tới điểm cần xét.

Mặt cao trình quy ước  $Z_0$  được xác định theo Hình G1[2]



Hình G1.

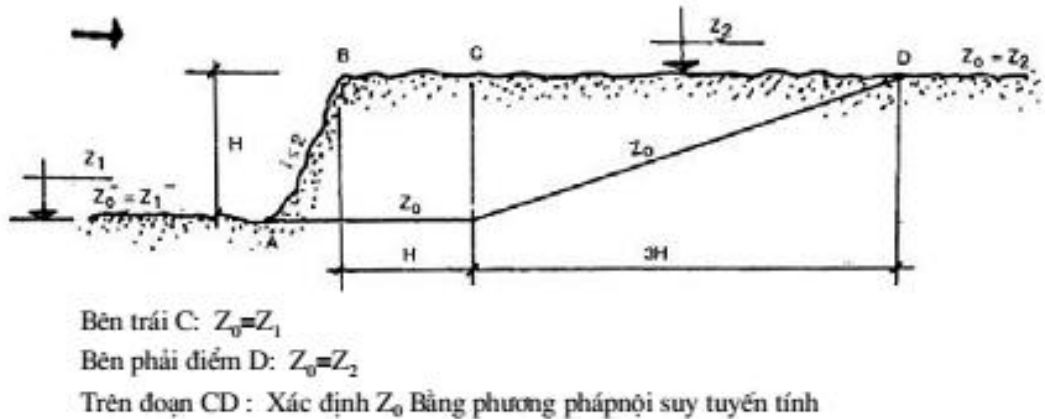
Bên trái điểm A :  $Z_0 = Z_1$

Trên đoạn BC :  $Z_0 = H(2 - i)/1,7$

Bên phải điểm D :  $Z_0 = Z_2$

Trên đoạn AB và CD : Xác định  $Z_0$  bằng phương pháp nội suy tuyến tính

Trường hợp mặt đất có độ dốc  $i \geq 2$ , mặt cao trình quy ước  $Z_0$  để tính độ cao  $z$  thấp hơn mặt đất thực được xác định theo Hình G2[2].



### 2.1.3. Thành phần động

Theo [2], khi xác định áp lực mặt trong  $W_i$  cũng như khi tính toán nhà nhiều tầng có chiều cao dưới 40m, hoặc nhà công nghiệp 1 tầng cao dưới 3.6m với tỷ số độ cao trên nhịp nhỏ hơn 1.5, xây dựng ở địa hình dạng A và B (địa hình trống trải và tương đối trống trải theo điều 6.5 [2]) thì không cần tính đến thành phần động của tải trọng gió.

Thành phần động của tải trọng gió được xác định theo các phương tương ứng với phương tính toán thành phần tĩnh của tải trọng gió. Thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên công trình là do lực xung của vận tốc gió và quán tính công trình gây ra. Giá trị của lực này được xác định trên cơ sở thành phần tĩnh của tải trọng gió nhân với các hệ số có kể đến ảnh hưởng lực do xung của vận tốc gió và quán tính của công trình.

Giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió  $W_p$  ở độ cao  $z$  được xác định như sau:

\* Đối với công trình và các bộ phận kết cấu có tần số dao động riêng cơ bản  $f_1(\text{Hz})$  lớn hơn giá trị giới hạn của tần số dao động riêng  $f_L$  quy định trong điều 6.14 [2] được xác định theo công thức:

$$W_p = W * \zeta * v \quad (2.4)$$

Trong đó:

- $W$ : Giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh của tải trọng gió ở độ cao tính toán được xác định theo Điều 6.3 [2]

- $\zeta$ : Hệ số áp lực của tải trọng gió ở độ cao  $z$  lấy theo bảng 8 [2]
- $v$ : Hệ số tương quan không gian áp lực động của tải trọng gió xác định theo điều 6.15 [2]

Bảng 2.3. Hệ số tương quan của tải trọng gió

(Nguồn Bảng 8 [2])

Chiều cao $z$ , m	Hệ số áp lực động $\zeta$ đối với các dạng địa hình		
	A	B	C
$\leq 5$	0,318	0,517	0,754
10	0,303	0,486	0,684
20	0,289	0,457	0,621
40	0,275	0,429	0,563
60	0,267	0,414	0,532
80	0,262	0,403	0,511
100	0,258	0,395	0,496
150	0,251	0,381	0,468
200	0,246	0,371	0,450
250	0,242	0,364	0,436
300	0,239	0,358	0,425
350	0,236	0,353	0,416
$\geq 480$	0,231	0,343	0,398

\* Đối với công trình (và các bộ phận kết cấu của nó) có sơ đồ tính toán là hệ một bậc tự do (khung ngang nhà công nghiệp một tầng, tháp nước...) khi  $f_1 < f_L$  xác định theo công thức (1.4)

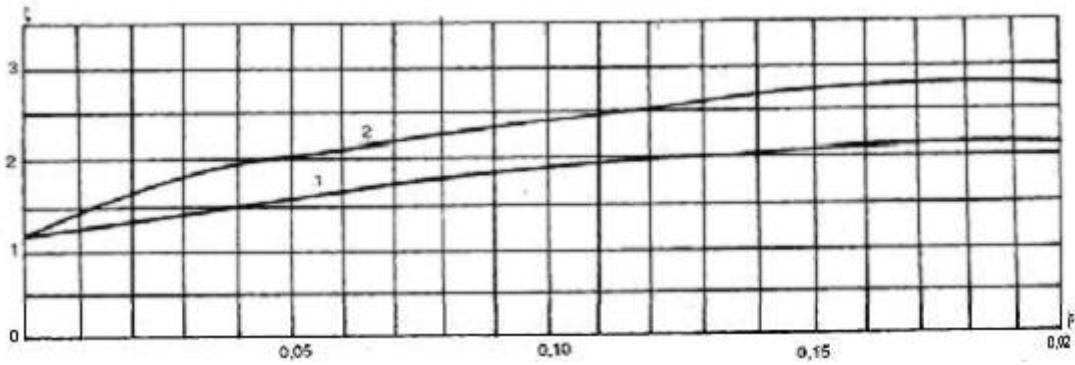
$$W_p = W * \xi * \zeta * v \quad (2.5)$$

Trong đó:

- $\xi$ : Hệ số động lực được xác định bằng đồ thị ở Hình 2.2 phụ thuộc vào thông số  $\varepsilon$  và độ giảm lôga của dao động

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{\gamma * w_o}}{940 * f_1} \quad (2.6)$$

Hình 2.2. Hệ số động lực  $\xi$  (Nguồn hình 2[2])



Đường cong 1: Đối với công trình bê tông cốt thép và gạch đá kể cả các công trình bằng khung thép có kết cấu bao che ( $\delta = 0,3$ )

Đường cong 2: Các tháp, trụ thép, ống khói, các thiết bị dạng cột có bề bằng bê tông cốt thép ( $\delta = 0,15$ )

\* Các nhà có mặt bằng đối xứng  $f_1 < f_L < f_2$  với  $f_2$  là tần số dao động riêng thứ hai của công trình, xác định theo công thức (1.6)

$$W_p = m * \xi * \psi * y \quad (2.7)$$

Trong đó:

- $m$ : là khối lượng phần công trình mà có độ cao  $z$
- $y$ : là dịch chuyển ngang của công trình ở độ cao  $z$  ứng với dạng dao động riêng thứ nhất
- $\psi$ : Hệ số được xác định bằng cách chia công trình thành  $r$  phần, trong phạm vi mỗi phần tải trọng gió không đổi, giá trị xác định theo (2.8)

$$\psi = \frac{\sum_{k=1}^r y_k * W_{pk}}{\sum_{k=1}^r y_k^2 * M_k} \quad (2.8)$$

Trong đó:

- $M_k$ : Khối lượng phần thứ  $k$  của công trình
- $y_k$ : Dịch chuyển ngang của trọng tâm phần thứ  $k$  ứng với dạng dao động riêng thứ nhất

\* Đối với nhà nhiều tầng có độ cứng, khối lượng và bề rộng mặt đón gió không đổi theo chiều cao, cho phép xác định giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió ở độ cao  $z$  theo công thức (1.8)

$$W_p = 1.4 * \frac{z}{h} * \zeta * W_{ph} \quad (2.9)$$

\* Các công trình có  $f_s < f_L$  cần tính toán động lực có kể đến s dạng giao động đầu tiên, s được xác định từ điều kiện:

$$f_s < f_L < f_{s+1}$$

*Bảng 2.4. Giá trị giới hạn của tần số dao động riêng  $f_L$  (Bảng 9 [2]).*

Vùng áp lực gió	$f_L(\text{Hz})$	
	$\delta = 0,3$	$\delta = 0,15$
I	1,1	3,4
II	1,3	4,1
III	1,6	5,0
IV	1,7	5,6
V	1,9	5,9

## 2.2. Xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05 [14].

Theo ASCE/SEI 7-05 có ba phương pháp xác định tải trọng gió tác dụng lên công trình:

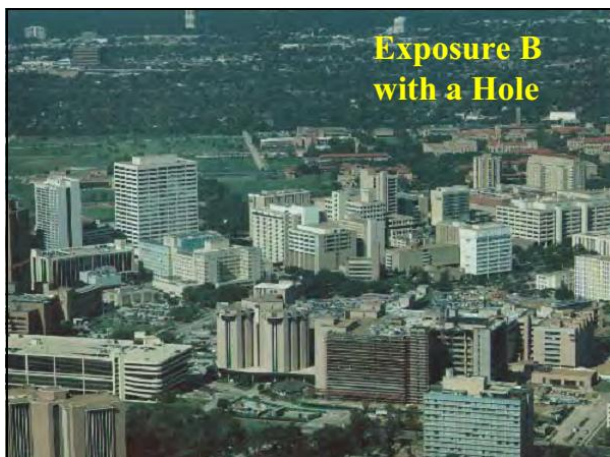
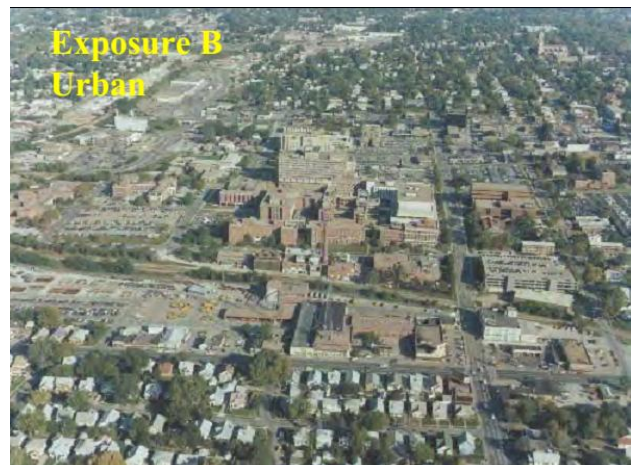
- Phương pháp đơn giản (*simplified procedure*).
- Phương pháp giải tích (*analytical procedure*).
- Phương pháp ống thổi khí động (*wind tunnel procedure*).

Trong luận văn này chỉ trình bày về phương pháp 2, phương pháp được sử dụng nhiều nhất.

### 2.2.1. Dạng đón gió của công trình.

Đối với hướng gió được xem xét, dạng đón gió của công trình được căn cứ vào độ nhám mặt đất được xác định từ địa hình tự nhiên, thảm thực vật và công trình xây dựng. Theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05 phân chia địa hình thành 3 dạng: B, C, D.

Hình 2.3. Dạng địa hình đón gió







*Dạng đón gió B:* Đối với các công trình có chiều cao nhỏ hơn hoặc bằng 30ft(9,1m), dạng đón gió B được áp dụng khi độ nhám của mặt đất, được xác định là độ nhám bề mặt loại B, chiếm ưu thế trong các hướng gió cho khoảng cách lớn hơn 1500ft (457m). Với công trình có chiều cao lớn hơn 30ft ( 9,1m), dạng địa hình B được áp dụng khi độ nhám bề mặt loại B chiếm ưu thế trong các hướng gió cho khoảng cách lớn hơn 2600ft (792m) hoặc 20 lần chiều cao công trình, với giá trị nào lớn hơn. ( *đô thị và các khu vực ngoại thành, các khu rừng hoặc địa hình khác với nhiều vật cản cách rời nhau mà khoảng cách có kích thước bằng chiều cao vật cản hoặc lớn hơn*)

*Dạng đón gió C:* được áp dụng cho các trường hợp không thuộc dạng B và D. (địa hình mở với vật cản rải rác có chiều cao thường ít hơn 30 ft(9,1m). Địa hình này bao gồm vùng đồng bằng, đồng cỏ và mặt nước tại tất cả các khu vực dễ bị gió lốc)

*Dạng đón gió D:* được áp dụng khi độ nhám mặt đất, được xác định là độ nhám bề mặt loại D, chiếm ưu thế trong các hướng gió cho khoảng cách lớn hơn 5000 ft ( 1524m) hoặc 20 lần chiều cao công trình, với giá trị nào lớn hơn. Dạng D cũng có thể được áp dụng khi độ nhám mặt đất dạng B, C và khoảng cách nhỏ hơn 600 ft(183 m) hoặc 20lần chiều cao công trình, với giá trị nào lớn hơn. (Vùng đất bằng phẳng, các khu vực không bị che chắn và bề mặt nước,ngoài khu vực dễ bị gió lốc. Địa hình này bao gồm các vùng đầm lầy, vùng ngập mặn, và vùng đóng băng.

Với công trình nằm trong khoảng chuyển tiếp giữa hai dạng đón gió, dạng đón gió nào cho kết quả tải trọng gió lớn hơn sẽ được sử dụng.

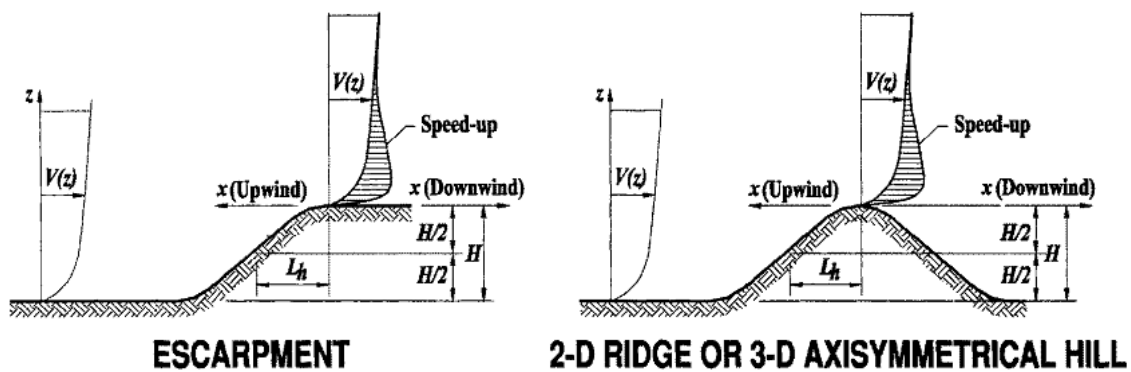


### 2.2.2. Tác động của địa hình.

Hiệu ứng gió tăng tốc tại ngọn đồi độc lập, núi, vách núi tạo nên những thay đổi đột ngột trong địa hình chung, địa điểm công trình, với bất kỳ dạng đón gió nào, sẽ được kể đến trong thiết kế các công trình, địa điểm công trình, vị trí công trình, vị trí các kết cấu có các điều kiện sau:

- Đồi, núi, vách đá cô lập và không bị cản gió bởi các địa hình tương tự khác có chiều cao tương đương 100 lần chiều cao địa hình (100H) hoặc 2 dặm ( 3,22 km), với điều kiện nào bé hơn, khoảng cách này sẽ được tính theo phương ngang từ điểm dùng để xác định chiều cao H của đồi, núi, vách đá.
- Đồi, núi, vách đá cao hơn chiều cao H trong bán kính 2 dặm (3,22km).
- Kết cấu có vị trí như hình Figure 6-4 [14] nằm ở nửa trên ngọn đồi, sườn núi hoặc đỉnh vách đá.
- $H/L_h \geq 0,2$
- $H \geq 15 \text{ ft} ( 4,5\text{m})$  với dạng địa hình C,D và  $60 \text{ ft} (18\text{m})$  với dạng B

**Topographic Factor,  $K_{zt}$  – Method 2, Figure 6-4**



Topographic Multipliers for Exposure C										
$H/L_h$	$K_1$ Multiplier			$x/L_h$	$K_2$ Multiplier		$z/L_h$	$K_3$ Multiplier		
	2-D Ridge	2-D Escarp.	3-D Axisym. Hill		2-D Escarp.	All Other Cases		2-D Ridge	2-D Escarp.	3-D Axisym. Hill
0.20	0.29	0.17	0.21	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
0.25	0.36	0.21	0.26	0.50	0.88	0.67	0.10	0.74	0.78	0.67
0.30	0.43	0.26	0.32	1.00	0.75	0.33	0.20	0.55	0.61	0.45
0.35	0.51	0.30	0.37	1.50	0.63	0.00	0.30	0.41	0.47	0.30
0.40	0.58	0.34	0.42	2.00	0.50	0.00	0.40	0.30	0.37	0.20
0.45	0.65	0.38	0.47	2.50	0.38	0.00	0.50	0.22	0.29	0.14
0.50	0.72	0.43	0.53	3.00	0.25	0.00	0.60	0.17	0.22	0.09
				3.50	0.13	0.00	0.70	0.12	0.17	0.06
				4.00	0.00	0.00	0.80	0.09	0.14	0.04
							0.90	0.07	0.11	0.03
							1.00	0.05	0.08	0.02
							1.50	0.01	0.02	0.00
							2.00	0.00	0.00	0.00

Với :

- H: chiều cao của đồi hoặc vách đá tương đối so với địa hình nơi đầu hướng gió(m).
- $L_h$  : Khoảng cách đến nơi đầu hướng gió với sự khác biệt về độ cao mặt đất là một nửa chiều cao của đồi hoặc vách đá (m).
- $K_2$  : Hệ số tính toán để giảm tốc độ với khoảng cách đến nơi đầu hướng gió.
- $K_3$  : Hệ số tính toán để giảm tốc độ lên với chiều cao trên địa hình địa phương.
- X : Khoảng cách (đầu hướng gió hay theo hướng gió) từ đỉnh công trình xây dựng (m).
- Z : Chiều cao trên mặt đất địa phương, (m)
- $\mu$  : Hệ số giảm tải trọng ngang.
- $\gamma$  : Hệ số suy giảm độ cao.

### 2.2.3. Hệ số áp lực trong nhà.

Hệ số áp lực trong nhà, ( $GC_{pi}$ ), được xác định theo bảng 6.5 [14] dựa theo phân loại các dạng bao che của công trình.

*Bảng 2.5. Hệ số áp lực trong nhà ( $GC_{pi}$ )*

Enclosure Classification	( $GC_{pi}$ )
Open Buildings	0.00
Partially Enclosed Buildings	+0.55 -0.55
Enclosed Buildings	+0.18 -0.18

Hệ số giảm đối với công trình có thể tích lớn,  $R_i$ .

Đối với công trình dạng gần kín có không gian lớn, không bị chia ngăn, hệ số áp lực trong nhà, ( $GC_{pi}$ ), sẽ được nhân với hệ số giảm sau:

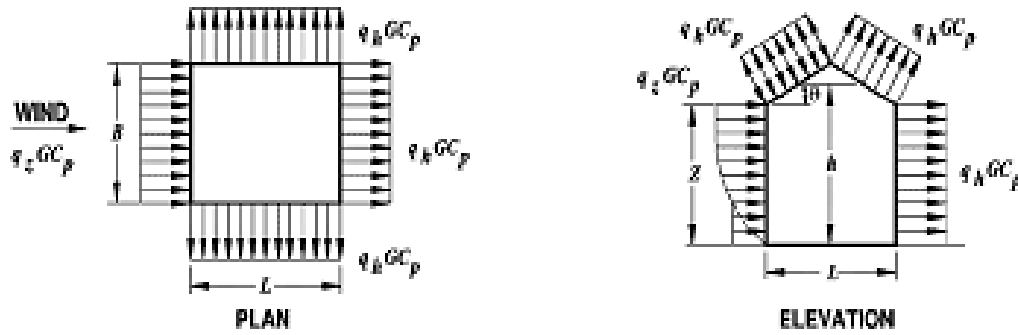
$$R_i = 1, \text{ hoặc } R_i = 0,5 \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{V_i}{22,800 A_{og}}}} \right) \quad (2.10)$$

Với  $A_{og}$  – tổng diện tích lỗ mở xung quanh công trình ( tường bao và mái,  $\text{ft}^2$ )

$V_i$  – Thể tích trong nhà không bị ngăn chia,  $\text{ft}^3$ .

#### 2.2.4. Hệ số áp lực bên ngoài $C_p$ .

Hệ số áp lực ngoài  $C_p$  lấy theo Hình 6-6, 6-7, 6-8 [14]



Wall Pressure Coefficients, $C_p$			
Surface	L/B	$C_p$	Use With
Windward Wall	All values	0.8	$q_z$
Leeward Wall	0-1	-0.5	$q_h$
	2	-0.3	
	$\geq 4$	-0.2	
Side Wall	All values	-0.7	$q_h$

#### 2.2.5. Hệ số tiếp xúc $K_z$

$K_z$  – (hệ số tiếp xúc) hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo chiều cao và dạng bề mặt;

$$\text{Khi } z \leq 4,6\text{m: } K_z = 2,01 \cdot \left( \frac{4,6}{z_g} \right)^{\frac{2}{\alpha}} \quad (2.11)$$

$$\text{Khi } z = 4,6\text{m: } K_z = 2,01 \cdot \left( \frac{z}{z_g} \right)^{\frac{2}{\alpha}}$$

Ở đây,  $\alpha$  và  $z_g$  lần lượt là hệ số hàm số mũ và chiều cao tính toán của lớp biên của khí quyển xác định theo *bảng 2.9*.

### 2.2.6. Hệ số kể đến sự ảnh hưởng của địa hình ( $K_{zt}$ )

$$K_{zt} = (1 + K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)^2 \quad (2.12)$$

$K_1$  xác định theo *bảng 2.6*,  $K_2$  và  $K_3$  lần lượt là các tham số kể đến sự suy giảm ảnh hưởng của địa hình theo phương ngang và theo chiều cao.

$$K_2 = \left(1 - \frac{|x|}{\mu \cdot L_h}\right) \quad (2.13)$$

$$K_3 = e^{\frac{-\gamma \cdot z}{L_h}} \quad (2.14)$$

Trong đó,  $x$  là khoảng cách tính từ đỉnh dốc của địa hình đến công trình,  $L_h$  là chiều dài theo phương ngang tính từ đỉnh dốc tới vị trí mặt dốc có chiều cao bằng  $H/2$ ,  $H$  là chiều cao của địa hình. Các tham số  $\mu$  và  $\gamma$  phụ thuộc vào đặc điểm của địa hình theo *bảng 2.6*.

*Bảng 2.6. Xác định tham số kể đến sự gia tăng vận tốc gió của các điều kiện địa hình của ASCE/SEI 7-05. (Hình 6-4 [14])*

Điều kiện địa hình.	$K_1/(H/L_h)$			$\gamma$	$\mu$	
	Dạng bề mặt				Phía trước đỉnh địa hình	Phía sau đỉnh địa hình
	B	C	D			
Rặng núi (hoặc thung lũng H lấy dấu âm)	1,30	1,45	1,55	3	1,5	1,5
Nền đất cao	0,75	0,85	0,95	2,5	1,5	4,
Đồi đứng độc lập	0,95	1,05	1,15	4	1,5	1,5

Nếu công trình, địa điểm công trình, vị trí các kết cấu không thỏa mãn các điều kiện trên thì lấy  $K_{zt}=1$ .

### 2.2.7. Hệ số hướng gió $K_d$

$K_d$  - hệ số kể đến sự thay đổi của hướng gió xác định theo *bảng 2.7*. Hệ số theo hướng gió này chỉ được sử dụng tính toán tải trọng gió khi các tổ hợp tải trọng theo *mục 2.3 và 2.4 [14]* được sử dụng để thiết kế.

Bảng 2.7. Hệ số hướng gió  $K_d$  (Bảng 6-4 [14])

Dạng kết cấu	Hệ số hướng $K_d$
Tòa nhà	
Hệ kết cấu chịu lực chính	0,85
Các bộ phận và kết cấu bao che	0,85
Mái vòm	0,85
Ống khói, bể chứa và kết cấu tương tự.	
Hình vuông.	0,9
Hình lục giác.	0,95
Hình tròn	0,95
Kết cấu đặc biệt.	0,85
Kết cấu hờ và kết cấu khung giàn	0,85
Giàn mái	
Hình tam giác, hình vuông, hình chữ nhật.	0,85
Các mặt cắt ngang khác	0,95

### 2.2.8. Hệ số tầm quan trọng I

Hệ số này được sử dụng để điều chỉnh mức độ đáng tin cậy của một công trình hay một kết cấu. Đối với gió không gây bão, hệ số quan trọng bằng 0,87.

I - Hệ số tầm quan trọng, xác định theo *bảng 2.8*.

Bảng 2.8. Hệ số tầm quan trọng I (Bảng 6-1 [14])

Loại	Vùng không chịu bão và vùng chịu bão có $V=38 - 44,7$ m/s	Vùng chịu bão có $V>44,7$ m/s
I	0,87	0,77
II	1,00	1,00
III	1,15	1,15
IV	1,15	1,15

### 2.2.9. Hệ số ảnh hưởng của gió giật.

#### \* *Kết cấu cứng.*

Hệ số ảnh hưởng của gió giật cho kết cấu cứng được phép lấy bằng 0,85 hoặc tính theo công thức.

$$G = 0,925 \cdot \left( \frac{1 + 1,7 \cdot g_Q \cdot I_z \cdot Q}{1 + 1,7 \cdot g_v \cdot I_z} \right) \quad (2.15)$$

Trong đó:

$I_z$  - mật độ gió chảy rối tại cao trình  $\bar{z} = 0,6h$  ( $h$  là chiều cao công trình) nhưng không nhỏ hơn  $Z_{\min}$ , giá trị  $Z_{\min}$  và  $c$  lấy theo *bảng 2.9*

$$I_z = c \cdot \left( \frac{10}{z} \right)^{1/6} \quad (2.16)$$

$Q$  - thành phần gốc (Background, trong Davenport - B) của chuyển vị đỉnh kết cấu:

$$Q = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,63 \cdot \left( \frac{B + h}{L_z} \right)^{0,63}}} \quad (2.17)$$

( $B, h$  – Bề rộng và chiều cao đón gió của công trình;)

$g_Q = g_v = 3,4$ ;

$L_z$  - chiều dài tỉ lệ tích hợp của gió rối:

$$L_z = l \cdot \left( \frac{\bar{z}}{10} \right)^{\bar{\epsilon}} \quad \text{với } l, \bar{\epsilon} \text{ lấy theo } \textit{Bảng 2.9}. \quad (2.18)$$

### \* *Kết cấu đàn hồi.*

Hệ số ảnh hưởng của gió giật được xác định theo công thức:

$$G = G_f = 0,925 \cdot \left( \frac{1 + 1,7 \cdot g_Q \cdot \sqrt{g_Q^2 \cdot Q^2 + g_R^2 \cdot R^2}}{1 + 1,7 \cdot g_v \cdot I_z} \right)$$

Trong đó:

$g_Q = g_v = 3,4$ ;

$$g_R = \sqrt{2 \ln(3600 \cdot n_1)} + \frac{0,577}{\sqrt{2 \ln(3600 \cdot n_1)}} \quad (2.18a)$$

$R$  – Thành phần cộng hưởng của chuyển vị đỉnh kết cấu:

$$R = \sqrt{\frac{1}{\beta} R_n \cdot R_h \cdot R_B (0,53 + 0,47 R_L)} \quad (2.19)$$

$$R_n = \frac{7,47.N_1}{(1 + 10,3.N_1)^{5/3}} \quad (2.20)$$

$$N_1 = \frac{n_1.L_z}{V_z} \quad (2.21)$$

$$R_\ell = \frac{1}{\eta} - \frac{1}{2\eta^2} (1 - e^{-2\eta}) \quad \text{nếu } \eta > 0$$

$$R_\ell = 0 \quad \text{nếu } \eta = 0$$

$$R_\ell = R_h \quad \text{nếu } \eta = 4,6.n_1.h/\bar{V}_z \quad (2.22)$$

$$R_\ell = R_B \quad \text{nếu } \eta = 4,6.n_1.B/\bar{V}_z$$

$$R_\ell = R_L \quad \text{nếu } \eta = 15,4.n_1.L/\bar{V}_z$$

$\beta$  - hệ số giảm dao động ( giống hệ số giảm dao động loga)

L – chiều dài công trình.

$\bar{V}_z$  - vận tốc gió lấy trung bình trong thời gian T=1 giờ, tại cao độ  $\bar{z}$  được xác

định theo công thức: 
$$\bar{V}_z = \bar{b} \cdot \left( \frac{\bar{z}}{10} \right)^{\bar{\alpha}} \cdot V \quad (2.23)$$

$\bar{b}$ ,  $\bar{\alpha}$  - là các hằng số lấy theo *bảng 2.5*;

V – vận tốc gió cơ sở lấy trung bình trong 3s, tại độ cao 10 m địa hình dạng C chu kỳ lặp 50 năm.

*Bảng 2.9. Giá trị các tham số của ASCE/SEI 7-05[14]*

<i>In metric</i>										
Exposure	$\alpha$	$z_g$ (m)	$\hat{a}$	$\hat{b}$	$\bar{\alpha}$	$\bar{b}$	c	$\ell$ (m)	$\bar{\epsilon}$	$z_{\min}$ (m)*
<b>B</b>	7.0	365.76	1/7	0.84	1/4.0	0.45	0.30	97.54	1/3.0	9.14
<b>C</b>	9.5	274.32	1/9.5	1.00	1/6.5	0.65	0.20	152.4	1/5.0	4.57
<b>D</b>	11.5	213.36	1/11.5	1.07	1/9.0	0.80	0.15	198.12	1/8.0	2.13

\* $z_{\min}$  = minimum height used to ensure that the equivalent height  $\bar{z}$  is greater of  $0.6h$  or  $z_{\min}$ .  
For buildings with  $h \leq z_{\min}$ ,  $\bar{z}$  shall be taken as  $z_{\min}$ .

### 2.2.10. Tải trọng gió thiết kế.

Tiêu chuẩn quy định tải trọng gió thiết kế được quy định đối với từng dạng kết cấu, công trình là khác nhau. Tiêu chuẩn chia ra làm 4 dạng:

- Rigid Buildings of all Height ( Kết cấu cứng với mọi chiều cao): 6.5.12.2.1[14]
- Low – Rise Building.(nhà thấp tầng). 6.5.12.2.2[14].
- Flexible Buildings. (kết cấu mềm). 6.5.12.2.3[14].
- Parapets (tường chắn) : 6.5.12.2.4[14]

#### • Kết cấu cứng.

Áp lực gió tính cho hệ kết cấu chịu lực chính của công trình được xác định theo công thức:

$$P=q.G.C_p-q_i.(GC_{pi}) \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (2.24)$$

Trong đó:

$q = q_z$  áp lực lên mặt đón gió tính tại độ cao  $z$  so với mặt đất;

$q = q_h$  áp lực lên mặt khuất gió tính tại độ cao  $h$ ;

$q_i = q_h$  –áp lực gió bên trong.

$C_p$  – hệ số áp lực bên ngoài.

$(GC_{pi})$  – hệ số áp lực bên trong.

$G$ - hệ số gió giật, xác định như sau:

$$G = 0,925 \cdot \left( \frac{1 + 1,7 \cdot g_Q \cdot I_z \cdot Q}{1 + 1,7 \cdot g_v \cdot I_z} \right) \text{ hoặc } 0,85 \text{ nếu } n_1 \geq 1 \text{ (Hz)} \quad (2.25)$$

$$G = G_f = 0,925 \cdot \left( \frac{1 + 1,7 \cdot g_Q \cdot \sqrt{g_Q^2 \cdot Q^2 + g_R^2 \cdot R^2}}{1 + 1,7 \cdot g_v \cdot I_z} \right) \text{ nếu } n_1 < 1 \text{ (Hz)}$$

( $n_1$  : Tần số dao động riêng thứ nhất của kết cấu.)

#### • Nhà thấp tầng.

$$p = q_h [(GC_{pf}) - (GC_{pi})] \text{ (N.m}^2\text{)} \quad (2.24a)$$

#### • Kết cấu mềm.

$$p = q G_f C_p - q_i (GC_{pi}) \text{ (N.m}^2\text{)} \quad (2.24b)$$



- **Tường chắn**

$$p = q_p(GC_{pn}) \text{ (N.m}^2\text{)} \quad (2.24b)$$

**2.2.11. Áp lực gió tại độ cao z được tính toán theo công thức:**

$$q_z = 0,613.K_z.K_{zt}.K_d.V^2.I \text{ (N / m}^2\text{)} \quad (2.26)$$

Trong đó:  $K_z$ ,  $K_{zt}$ ,  $K_d$ ,  $V$ ,  $I$  được xác định như trên.

## **2.3. Xác định tải trọng gió theo tiêu chuẩn Châu Âu (EN 1991-1-4) [11, 13].**

### **2.3.1. Các tính huống thiết kế đặc biệt [11, 13]**

Các tác động có liên quan do gió được xác định cho từng tình huống thiết kế cụ thể được xác định theo EN 1990-3-2.

Theo EN 1990-3-2 các tác động kể đến khác (như: tải trọng do tuyết, tải trọng do giao thông, băng) sẽ được điều chỉnh các hiệu ứng do gió nên được đưa vào các chỉ dẫn riêng. Xem thêm EN 1991-1-3, EN 1991-2 và ISO FDIS12494.

Theo EN 1990-3-2, những thay đổi tới kết cấu trong các giai đoạn sử dụng (sự khác biệt về hình dạng, ảnh hưởng của đặc tính động..), có thể thay đổi các hiệu ứng do gió, nên được đưa vào thành các chỉ dẫn riêng.

Trong khi thiết kế các cửa sổ và cửa ra vào được giả định là đóng. Trong trường hợp các cửa được mở khi chịu ảnh hưởng của bão phải được coi là một tình huống thiết kế ngẫu nhiên. Xem thêm EN 1990-3-2.

Ảnh hưởng môi do tác động của gió cần được xem xét cho các cấu trúc nhạy cảm (số chu kỳ tải có thể được lấy từ phụ lục B, C và E của EN 1991-1-4).

### **2.3.2. Mô hình hoá các tác động của gió [11, 13]**

#### *2.3.2.1. Tính chất của gió [11, 13]*

Gió hoạt động thay đổi theo thời gian và tác động trực tiếp như những áp lực trên bề mặt bên ngoài của các cấu trúc che chắn (kín) do độ nhám của bề mặt bên ngoài, đồng thời cũng có tác động gián tiếp vào các bề mặt bên trong. Nó cũng có thể tác động trực tiếp trên bề mặt bên trong của cấu trúc mở. Áp lực tác động lên diện của bề mặt tạo thành lực thông thường tác động vào bề mặt của kết cấu hoặc các thành phần riêng rẽ cho từng bộ phận. Ngoài ra, khi bề mặt kết cấu rộng lớn ảnh hưởng theo phương tiếp tuyến của tải trọng gió được tạo ra bởi thành phần ma sát giữa dòng gió và bề mặt có thể là đáng kể.

#### *2.3.2.2. Đặc trưng tác động của gió [11, 13]*

Các tác động của gió được đặc trưng bởi một tập hợp của các áp lực đơn hoặc lực tương đương với lực tác động cục hạn của gió hỗn loạn.

Ngoại trừ trường hợp có ghi chú riêng, tác động của gió nên được phân loại là các tác động thay đổi.

#### 2.3.2.3. Giá trị đặc trưng [11, 13]

Những tác động do gió khi tính bằng cách sử dụng EN 1991-1-4 là những giá trị đặc trưng được xác định từ các giá trị cơ bản của vận tốc gió, áp suất vận tốc. Theo EN 1990-4-1.2 các giá trị cơ bản là những giá trị đặc trưng có xác suất hàng năm (exceedence) 0.02, tương đương với một thời gian trở lại (chu kỳ lặp) là 50 năm.

Chú ý: Tất cả các hệ số hoặc mô hình để tính toán tác động gió từ những giá trị cơ bản, được chọn sao cho xác suất của hành động gió tính không vượt quá quy định của các giá trị cơ bản.

#### 2.3.2.4. Các mô hình [11, 13]

Các tác động của gió lên kết cấu (tức là phản ứng của cấu trúc), phụ thuộc vào hình dạng, kích thước và tính chất động của cấu trúc. Phần này bao gồm các phản ứng động do gió chuyển động hỗn loạn cộng hưởng với một hình thức rung động cơ bản cùng gió. Các phản ứng của các cấu trúc nên được tính từ áp lực vận tốc cao điềm.

### 2.3.3. Vận tốc và áp lực gió

#### 2.3.3.1. Cơ sở tính toán [11, 13]

Gió là hơi hỗn loạn, tức là tốc độ và hướng biến động. Do đó, trong Eurocode gió được xem xét như một áp lực hoặc lực bán tĩnh. Việc tính toán tác động do gió bao gồm các bước sau:

Lựa chọn tốc độ gió tham chiếu, được xác định trên cơ sở xác suất của một bản đồ thời tiết. Bảng phân vùng gió của một quốc gia được xác định bởi chính quyền quốc gia. Vận tốc gió hiệu dụng theo độ cao  $v_m$  phải được xác định từ vận tốc gió cơ bản  $v_b$  phụ thuộc vào điều kiện thời tiết của khu vực.

Tính toán các hệ số thay đổi vận tốc, áp lực theo chiều cao, tùy thuộc vào các đặc tính (địa hình, độ nhám) và độ cao trên mặt đất.

Tính toán các hệ số áp lực hoặc lực lên các loại công trình: (công trình hình chữ nhật, panels, đa giác, dạng giàn, dạng chòm cầu...).

### 2.3.3.2. Giá trị vận tốc gió cơ bản [13]

Giá trị vận tốc gió cơ bản được xác định thông qua giá trị vận tốc độ gió tiêu chuẩn tham chiếu  $v_{b,0}$ , là giá trị vận tốc gió đo được trung bình trong 10 phút không phân biệt hướng gió và thời gian của năm với xác suất vượt một lần trong 50 năm ở độ cao 10 kể từ mặt đất ở khu vực có dạng địa hình trống trải có thảm thực vật thấp như cỏ và không bị cản bởi nhà cửa, cây cối...

Giá trị vận tốc gió cơ bản được xác định theo công thức (2.27)

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0} \quad (2.27)$$

Trong đó:

$v_b$ : giá trị vận tốc gió cơ bản được định nghĩa là đại lượng phụ thuộc vào hướng gió và thời điểm trong năm

$C_{dir}$ : hệ số kể đến ảnh hưởng của hướng, xem Ghi chú 1

$C_{season}$ : hệ số kể đến yếu tố theo mùa, xem Ghi chú 2

$v_{b,0}$ : giá trị vận tốc gió cơ bản theo phụ lục quốc gia

**Ghi chú 1:** giá trị của các yếu tố hướng,  $C_{dir}$ , cho các hướng gió khác nhau có thể tìm thấy trong các phụ lục Quốc gia, trong trường hợp không có lấy giá trị bằng 1.

**Ghi chú 2:** giá trị của kể đến yếu tố theo mùa,  $C_{season}$ , cho trong phụ lục Quốc gia, trong trường hợp không có lấy giá trị bằng 1

### 2.3.3.3. Vận tốc gió hiệu dụng theo độ cao [13]

Các vận tốc gió hiệu dụng  $v_m(z)$  ở độ cao  $z$  trên một địa hình phụ thuộc vào độ nhám (gồ ghề) địa hình và vận tốc gió cơ bản ( $v_b$ ) được xác định theo biểu thức (2.28)

$$v_m(z) = C_r(z) * C_0(z) * v_b \quad (2.28)$$

Trong đó

- $C_r(z)$ : là hệ số thay đổi vận tốc gió theo độ cao và dạng địa hình, xác định theo mục 2.3.3.3
- $C_0(z)$ : là hệ số orography, lấy bằng 1.0 ngoại trừ trường hợp có các ghi chú khác

**Ghi chú:** Ảnh hưởng của cấu trúc lân cận tới vận tốc gió nên được xem xét.

#### 2.3.3.4. Hệ số thay đổi vận tốc gió theo độ cao và dạng địa hình [13]

Hệ số thay đổi vận tốc gió theo độ cao và dạng địa hình,  $C_r(z)$ , là hệ số đặc trưng cho sự thay đổi của vận tốc hiệu dụng gió trên bề mặt kết cấu do:

Độ cao trên mặt đất.

Độ nhám mặt đất phía trước hướng gió theo phương gió được xem xét.

Giá trị  $C_r(z)$  ở độ cao  $z$  được cho bởi biểu thức sau trên cơ sở của một hàm số logarit:

$$C_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{với trường hợp } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (2.29)$$

$$C_r(z) = C_r(z_{\min}) \quad \text{với trường hợp } z \leq z_{\min} \quad (2.30)$$

Trong đó:

- $z_0$ : là chiều dài nhám
- $k_r$ : là yếu tố địa hình phụ thuộc vào chiều dài nhám  $z_0$ , được xác định theo biểu thức (2.31)

$$k_r = 0.19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} \quad (2.31)$$

Trong đó:

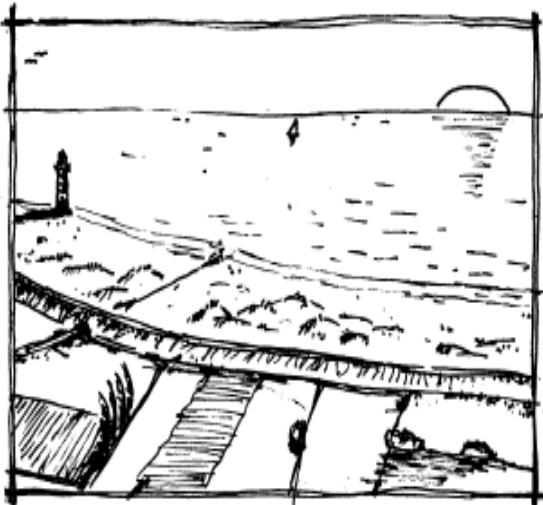

- $z_{0,II} = 0.05\text{m}$
- $z_{\max}$ : là giá trị chiều cao lớn nhất, được lấy giá trị là 200m, ngoại trừ có ghi chú khác
- $z_{\min}$ : là giá trị chiều cao nhỏ nhất được lấy theo *Bảng 2.10*.

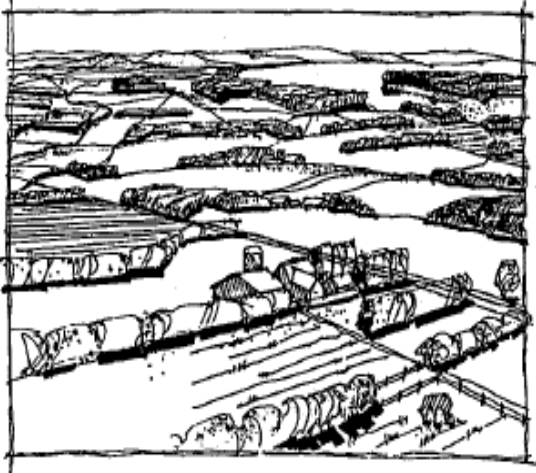
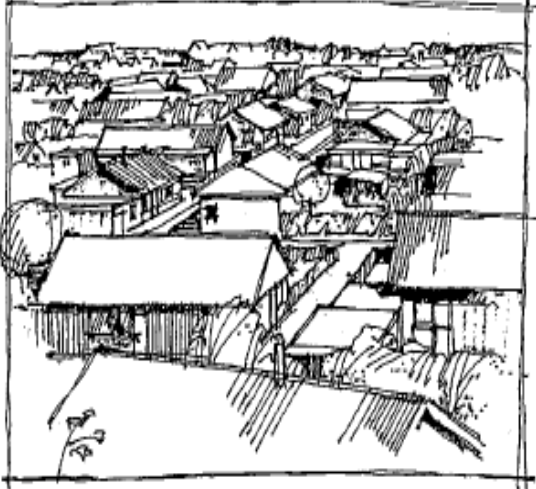
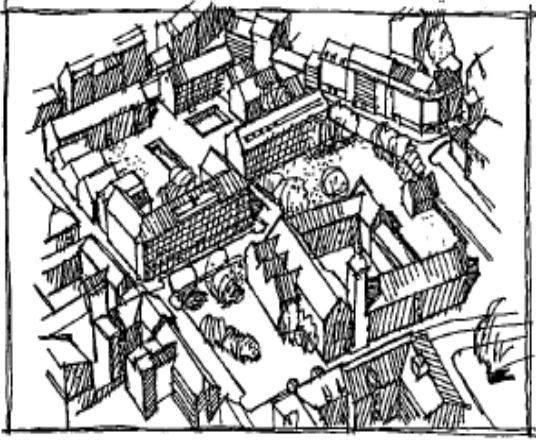
*Bảng 2.10. Loại địa hình và các thông số địa hình (Nguồn bảng 4.1[13])*

Dạng địa hình	$z_0$ , m	$z_{\min}$ , m
0 - Ở biển hoặc khu vực giáp ranh với biển	0.003	1
I - Ở hồ hoặc khu vực nằm ngang với thảm thực vật chịu che chắn là không đáng kể	0.01	1
II - Khu vực với thảm thực vật thấp như: cỏ và bụi cò lậ (Cây, các tòa nhà) với sự cách ly ít nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật	0.05	2

III - Khu vực được bao bọc bởi các thảm thực vật hoặc công trình với khoảng cách ly lớn nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật, như làng mạc, vùng ngoại ô	0.3	5
IV - Khu vực trong đó ít nhất 15% bề mặt của công trình được bao phủ và che chắn bởi các công trình với độ cao trung bình trên 15m	1.0	10
Các dạng địa hình được minh họa như trong các hình vẽ dưới đây (Hình 2.4)		

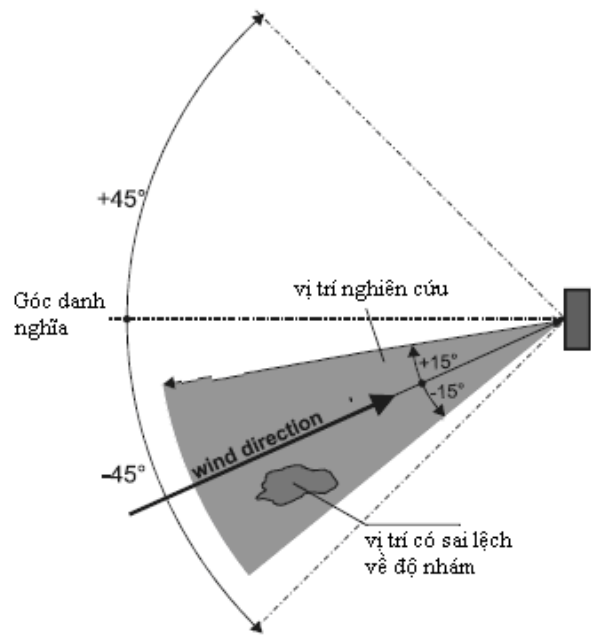
Hình 2.4. Minh họa các dạng địa hình (Nguồn phụ lục A.1[13])

Dạng địa hình	Hình ảnh minh họa
0 - Ở biển hoặc khu vực giáp ranh với biển	
I - Ở hồ hoặc khu vực nằm ngang với thảm thực vật che chắn là không đáng kể	

Dạng địa hình	Hình ảnh minh họa
<p>II - Khu vực với thảm thực vật thấp như: cỏ và bụi cò lậ (Cây, các tòa nhà) với sự cách ly ít nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật</p>	
<p>III - Khu vực được bao bọc bởi các thảm thực vật hoặc công trình với khoảng cách ly lớn nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật, như làng mạc, vùng ngoại ô</p>	
<p>IV - Khu vực trong đó ít nhất 15% bề mặt của công trình được bao phủ và che chắn bởi các công trình với độ cao trung bình trên 15m</p>	

Các địa hình gồ ghề sẽ được sử dụng cho một hướng gió nhất định phụ thuộc vào độ nhám mặt đất và khoảng cách với địa hình gồ ghề thống nhất trong một khu vực xung quanh góc hướng gió. Khu vực với độ nhám sai lệch nhỏ (chênh lệch ít hơn 10% so với độ nhám của khu vực được xem xét) có thể được bỏ qua, *Hình 2.5*.

Hình 2.5. Đánh giá phạm vi ảnh hưởng của địa hình (Nguồn hình 4.1[13])



Trong trường hợp phải lựa chọn giữa hai hoặc nhiều loại địa hình trong định nghĩa của một khu vực nhất định thì nên lựa chọn loại địa hình có độ dài nhám thấp nhất.

Với các công trình nhà cao tầng có  $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$ , hệ số giá trị  $C_r(z)$  được tổng hợp như trong Bảng 2.11.

Bảng 2.11. Giá trị  $C_r(z)$  theo chiều cao và các dạng địa hình

Dạng địa hình Độ cao z(m)	0	I	II	III	IV
3	1.08	0.97	0.78	0.61	0.54
5	1.16	1.05	0.87	0.61	0.54
10	1.27	1.17	1.01	0.76	0.54
15	1.33	1.24	1.08	0.84	0.63
20	1.37	1.29	1.14	0.90	0.70
30	1.44	1.36	1.22	0.99	0.80
40	1.48	1.41	1.27	1.05	0.86
50	1.52	1.45	1.31	1.10	0.92
60	1.55	1.48	1.35	1.14	0.96
80	1.59	1.53	1.40	1.20	1.03
100	1.63	1.56	1.44	1.25	1.08
120	1.65	1.59	1.48	1.29	1.12
150	1.69	1.63	1.52	1.34	1.17
180	1.72	1.66	1.56	1.38	1.22
200	1.73	1.68	1.58	1.40	1.24



### 2.3.3.5. Hệ số áp lực theo độ cao [13]

Áp lực gió theo độ cao  $q_p(z)$  ở độ cao  $z$  được xác định theo công thức:

$$q_p(z) = [1+7*I_v(z)]/2*\rho*v_m^2(z) = C_e(z) * q_p \quad (2.32)$$

Trong đó:

- $\rho$ : là tỷ trọng khí quyển,  $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$
- $q_p$ : là giá trị áp lực gió tiêu chuẩn được xác định theo công thức:

$$q_p = 1/2 * \rho * v_b^2 \quad (2.33)$$

- $C_e(z)$ : là hệ số mở rộng được xác định theo công thức:

$$C_e(z) = C_r^2(z) * [(1 + 7*I_v(z))] \quad (2.34)$$

- $I_v(z)$ : là một hàm đặc trưng rồi được định nghĩa bằng biểu thức sau:

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{V_m(z)} = \frac{k_i}{\ln(z/z_0)} \quad \text{với trường hợp } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad (2.35)$$

$$I_v(z) = I_v(z_{\min}) \quad \text{với trường hợp } z \leq z_{\min} \quad (2.36)$$

( $k_i$ : lấy giá trị bằng 1)

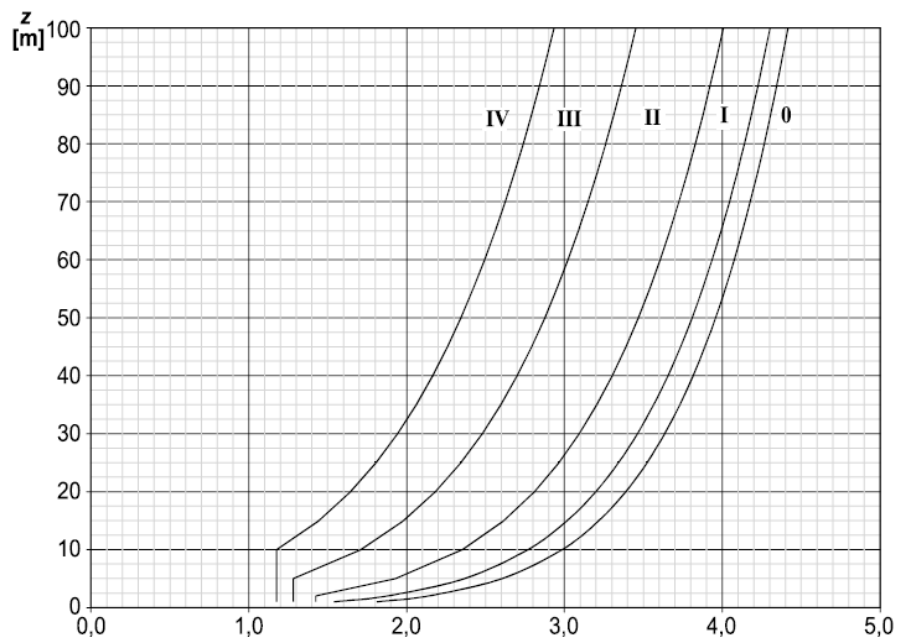
Với các công trình nhà cao tầng có  $z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$ ,  $C_e(z)$  được tổng hợp như trong *Bảng 2.12*

*Bảng 2.12. Giá trị  $C_e(z)$  theo chiều cao và các dạng địa hình*

Dạng địa hình Độ cao Z(m)	0	I	II	III	IV
3	2.34	2.09	1.64	1.28	1.18
5	2.60	2.37	1.93	1.28	1.18
10	2.98	2.77	2.35	1.71	1.18
15	3.22	3.02	2.62	1.98	1.44
20	3.39	3.20	2.81	2.18	1.64
30	3.64	3.46	3.09	2.48	1.94
40	3.82	3.66	3.30	2.70	2.17
50	3.96	3.81	3.47	2.88	2.34
60	4.08	3.94	3.61	3.02	2.49
80	4.27	4.14	3.83	3.26	2.74
100	4.42	4.30	4.01	3.45	2.93
120	4.54	4.44	4.15	3.61	3.10
150	4.69	4.60	4.34	3.81	3.30
180	4.82	4.74	4.49	3.98	3.48
200	4.90	4.82	4.58	4.07	3.58

Đồ thị biểu diễn giá trị của  $C_e(z)$  theo chiều cao và dạng địa hình được thể hiện trong Hình 2.6

Hình 2.6. Giá trị của  $C_e(z)$  theo chiều cao và dạng địa hình



### 2.3.4. Tác động của gió

#### 2.3.4.1. Áp lực gió lên bề mặt công trình [13]

Áp lực gió tác dụng vào bề mặt bên ngoài công trình,  $W_e$ , được xác định theo biểu thức (2.37)

$$W_e = q_p(z_e) * C_{pe} \quad (2.37)$$

Trong đó :

- $q_p(z_e)$ : là giá trị áp lực gió theo độ cao
- $C_{pe}$  : là hệ số áp lực gió cho các mặt bên ngoài
- $z_e$ : là chiều cao tham chiếu cho áp lực bên ngoài xem trong Mục 2.3.6

Áp lực gió tác dụng vào bề mặt bên trong công trình,  $W_i$ , được xác định theo biểu thức (2.38)

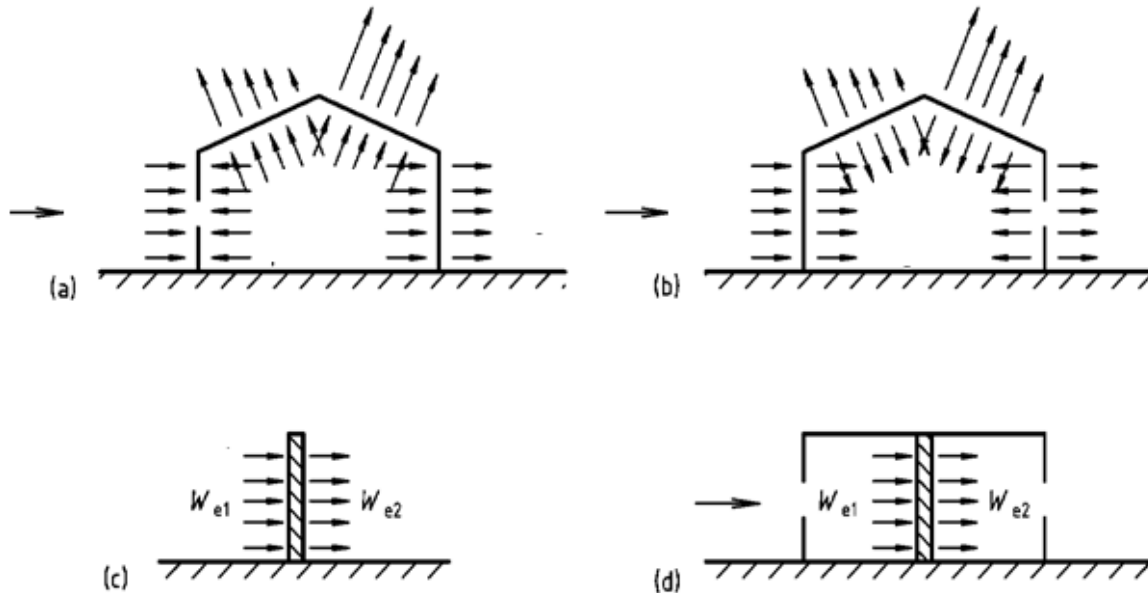
$$W_i = q_p(z_i) * C_{pi} \quad (2.38)$$

Trong đó :

- $q_p(z_i)$ : là giá trị áp lực gió theo độ cao
- $C_{pi}$  : là hệ số áp lực gió cho các mặt bên trong
- $z_i$ : là chiều cao tham chiếu cho áp lực bên ngoài xem trong mục 2.3.6

Áp lực dòng gió lên tường, mái hoặc các cấu kiện là do sự chênh lệch về áp lực bề mặt với mặt đối diện với quy ước về dấu thông thường, áp lực hướng vào bề mặt kết cấu mang dấu dương và hướng ra mang dấu âm. Minh họa được thể hiện trong Hình 2.7

Hình 2.7. Áp lực trên bề mặt (Nguồn hình 5.1[13])



#### 2.3.4.2. Tải trọng gió [11]

(1) Tải trọng gió tác dụng lên toàn bộ bề mặt kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu được xác định theo:

- Tính toán lực bằng cách sử dụng các hệ số lực, xem (2)
- Tính toán lực bằng từ các giá trị áp lực, xem (3)

(2) Tải trọng gió tác dụng vào kết cấu hoặc bộ phận của kết cấu khi sử dụng các hệ số lực được xác định theo công thức (2.39)

$$F_w = C_s C_d * C_f * q_p(z_e) * A_{ref} \quad (2.39)$$

Hoặc trên cơ sở tổng hợp các lực thành phần theo công thức (2.40):

$$F_w = C_s C_d * \sum_{element} C_f * q_p(z_e) * A_{ref} \quad (2.40)$$

Trong đó:

- $C_s C_d$ : là hệ số phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu, xem Mục 2.3.5
- $C_f$ : là hệ số áp lực cho toàn bộ kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu, Mục 2.3.6.2
- $A_{ref}$ : là diện tích tham chiếu của kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu

(3) Tải trọng gió,  $F_w$ , tác động lên kết cấu hoặc bộ phận của kết cấu có thể được xác định bằng cách tổng hợp các lực thành phần  $F_{w,e}$ ,  $F_{w,i}$  và  $F_{fr}$  tính từ áp lực bên ngoài và bên trong bằng cách sử dụng biểu thức (2.41), (2.42) và các lực ma sát do ma sát của dòng gió thổi song song với các bề mặt bên ngoài, được tính bằng cách sử dụng biểu thức (2.43)

- Lực bên ngoài:

$$F_{w,e} = C_s C_d * \sum_{surfaces} W_e * A_{ref} \quad (2.41)$$

- Lực bên trong:

$$F_{w,i} = C_s C_d * \sum_{surfaces} W_i * A_{ref} \quad (2.42)$$

- Lực ma sát:

$$F_{fr} = C_{fr} * q_p(z_e) * A_{fr} \quad (2.43)$$

Trong đó:

- $C_s C_d$ : là hệ số phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu, xem *Mục 2.3.5*
- $W_e$ : là áp lực bên ngoài lên bề mặt kết cấu ở độ cao  $z_e$
- $W_i$ : là áp lực bên trong lên bề mặt kết cấu ở độ cao  $z_e$
- $A_{ref}$ : là diện tích tham chiếu của kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu
- $C_{fr}$ : là hệ số ma sát, xem *mục 2.3.6*
- $A_{fr}$ : là diện tích bề mặt ngoài song song với hướng gió, xem *Mục 2.3.6*

(4) Các hiệu ứng của lực ma sát do gió lên bề mặt có thể không cần xét tới khi tổng diện tích bề mặt của tất cả các mặt song song với hướng gió nhỏ hơn hoặc bằng 1/4 lần tổng diện tích của tất cả các bề mặt bên ngoài vuông góc với hướng gió (bề mặt chắn gió).

### 2.3.5. Các hệ số kết cấu: $C_s C_d$

#### 2.3.5.1. Khái niệm chung [13]

Các hệ số kết cấu  $C_s C_d$  được đưa vào để tính toán tác động của tải trọng gió có kể đến ảnh hưởng của thành phần động do sự chuyển động của kết cấu.

**Lưu ý:** Các yếu tố cấu trúc  $C_s C_d$  có thể tách thành một yếu tố kích thước  $C_s$  và một yếu tố động năng  $C_d$ .

### 2.3.5.2. Một số trường hợp xác định nhanh $C_s C_d$ [13]

b.1) Đối với các tòa nhà có chiều cao dưới 15 m giá trị của  $C_s C_d$  có thể được lấy bằng 1.

b.2) Đối với kết cấu bao che và mái có tần số dao động riêng lớn hơn 5Hz, giá trị  $C_s C_d$  có thể được lấy bằng 1.

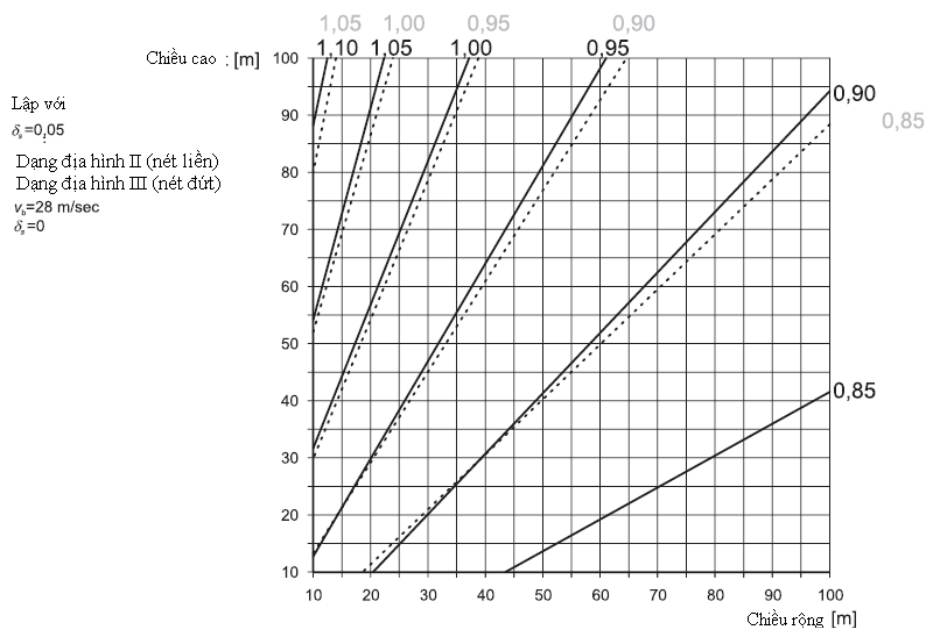
b.3) Đối với các tòa nhà có cấu trúc dạng tường khung và chiều cao nhỏ hơn 100 m đồng thời có chiều cao nhỏ hơn 4 lần so với độ sâu đón gió (chiều dài mặt bên), giá trị của  $C_s C_d$  có thể được lấy bằng 1.

b.4) Đối với các kết cấu trụ với mặt cắt tròn có chiều cao nhỏ hơn 60 m và 6.5 lần đường kính, giá trị  $C_s C_d$  có thể được lấy bằng 1.

b.5) Ngoài ra, đối với trường hợp ở trên, giá trị  $C_s C_d$  cũng có thể được xác định theo Mục 2.3.5.3

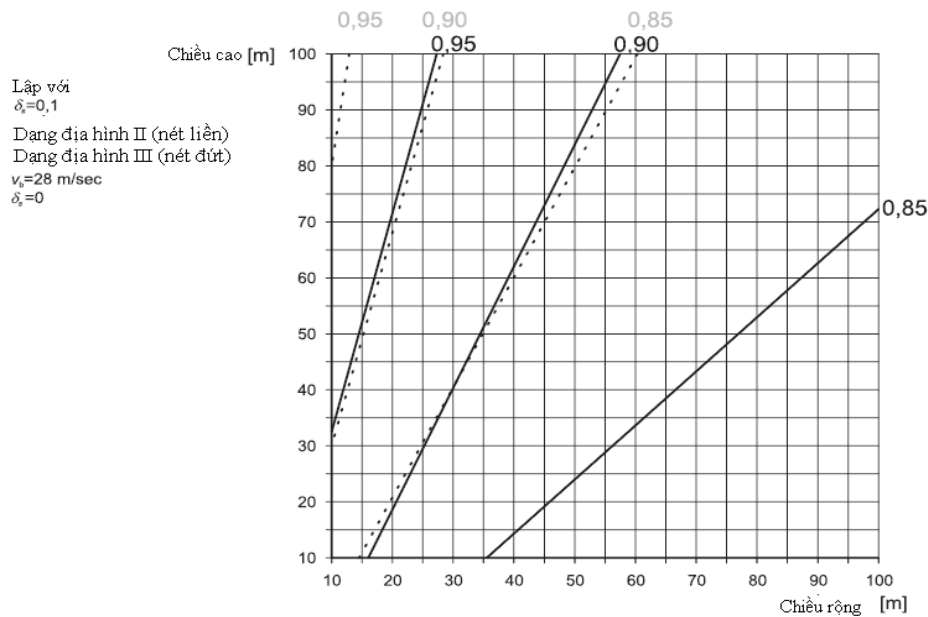
b.6) Đối với công trình xây dựng dân dụng (trừ kết cấu cầu), trụ tròn và các tòa nhà ngoài những giới hạn được đưa ra trong b.3) và b.4) trên đây,  $C_s C_d$  nên được xác định theo Mục 2.3.5.3 hoặc lấy từ các đồ thị sau:

Hình 2.8.  $C_s C_d$  cho kết cấu nhà thép nhiều tầng có mặt bằng hình chữ nhật với các bức tường thẳng đứng bao ngoài, độ cứng và khối lượng phân bố đều, tần số xác định theo công thức (2.45) (Nguồn hình D.1[13])



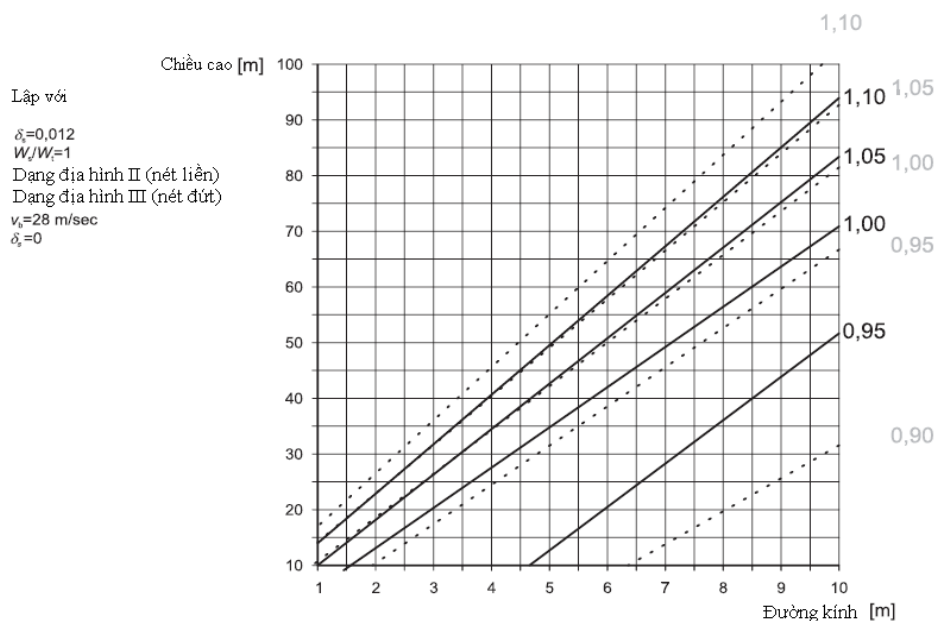
Chú ý: Đối với giá trị vượt quá 1,1 trình tự và chi tiết được đưa ra trong Mục 2.3.5.3. Giá trị nhỏ nhất của  $C_s C_d$  được lấy bằng 0,85

Hình 2.9.  $C_s C_d$  cho kết cấu nhà bê tông cốt thép nhiều tầng có mặt bằng hình chữ nhật với các bức tường thẳng đứng bao ngoài, độ cứng và khối lượng phân bố đều, tần số xác định theo công thức (2.45) (Nguồn hình D.2[13])



Chú ý Đối với giá trị vượt quá 1,1 trình tự và chi tiết được đưa ra trong Mục 2.3.6.3 Giá trị nhỏ nhất của  $C_s C_d$  được lấy bằng 0,85

Hình 2.10.  $C_s C_d$  cho kết cấu dạng trụ tròn bằng thép không có lớp đệm (tần số dao động riêng xác định theo công thức (2.46)) với  $\varepsilon l = 1000$  và  $W_s/W_t = 1,0$  (Nguồn hình D.3 – Phụ lục D[13])

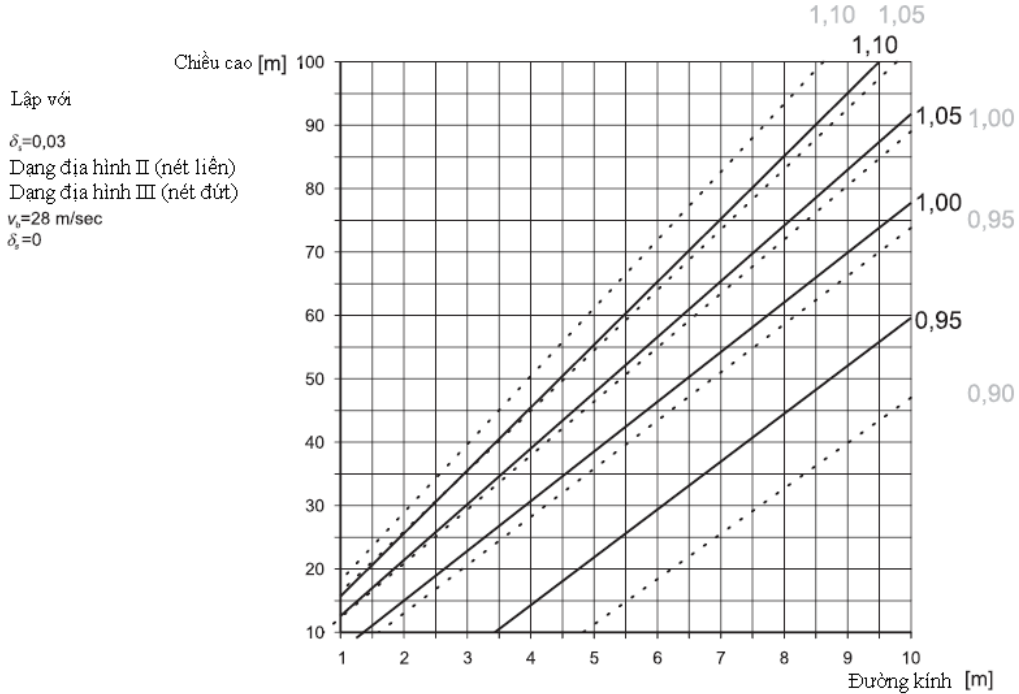


Chú ý Đối với giá trị vượt quá 1,1 trình tự và chi tiết được đưa ra trong Mục 2.3.5.3. Giá trị nhỏ nhất của  $C_s C_d$  được lấy bằng 0,85

Hình 2.11.  $C_s C_d$  cho kết cấu dạng trụ tròn bằng bê tông cốt thép không có lớp đệm (tần số dao động riêng xác định theo công thức (2.46)) với  $\varepsilon_l = 700$  và

$$W_s/W_t = 1.0$$

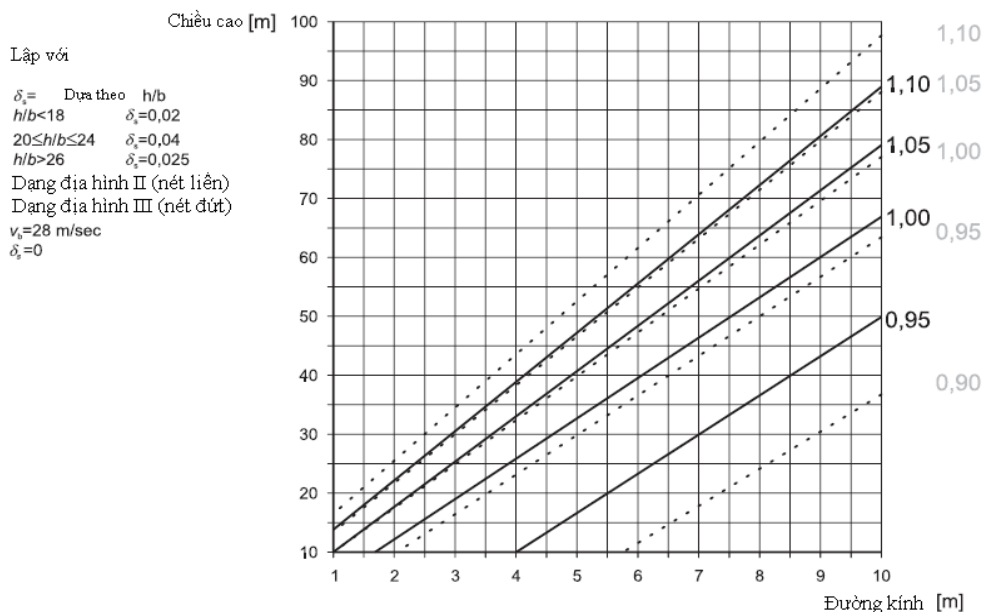
(Nguồn hình D.4 – Phụ lục D[13])



Chú ý Đối với giá trị vượt quá 1,1 trình tự và chi tiết được đưa ra trong Mục 2.3.5.3 Giá trị nhỏ nhất của  $C_s C_d$  được lấy bằng 0,85

Hình 2.12.  $C_s C_d$  cho kết cấu dạng trụ tròn bằng thép có lớp đệm (tần số dao động riêng xác định theo công thức (2.46)) với  $\varepsilon_l = 1000$  và  $W_s/W_t = 1.0$

(Nguồn hình D.5 – Phụ lục D[13])



Chú ý Đối với giá trị vượt quá 1.1 trình tự và chi tiết được đưa ra trong Mục 2.3.6.3. Giá trị nhỏ nhất của  $C_s C_d$  được lấy bằng 0.85

**Chú thích 1:** tần số dao động riêng của các yếu tố mặt tiền và mái nhà có thể được tính bằng cách sử dụng Phụ lục F (kính mở rộng nhỏ hơn hơn 3m thường dẫn đến các tần số tự nhiên lớn hơn 5 Hz).

**Chú thích 2:** Các giá trị trong hình từ *Hình 2.8* đến *Hình 2.12* cho giá trị của  $C_s C_d$  cho các loại hình kết cấu. Khi tính toán chi tiết các giá trị nên tính toán tuân thủ theo *Mục 2.3.5.3*

Tần số dao động riêng của công trình được xác định theo một số cách thông thường sau:

(1) Đối với thanh công – xôn có khối lượng tập chung ở đầu, tần số dao động riêng được xác định đơn giản theo công thức (2.44)

$$n_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{x_1}} \quad (2.44)$$

Trong đó:

- $g$ : là gia tốc trọng trường,  $g = 9.81 \text{m/s}^2$
- $x_1$ : là chuyển vị lớn nhất do trọng lượng bản thân theo hướng dao động, m

(2) Tần số dao động uốn cơ bản  $n_1$  của các tòa nhà nhiều tầng với chiều cao lớn hơn 50m được tính theo công thức (2.45)

$$n_1 = \frac{46}{h} \quad (2.45)$$

Trong đó:

$h$ : là chiều cao công trình, m

(3) Tần số dao động uốn cơ bản  $n_1$  của công trình dạng trụ tròn được tính theo công thức (2.46)

$$n_1 = \frac{\varepsilon_1 * b}{h_{eff}^2} \sqrt{\frac{W_s}{W_t}} \quad (2.46)$$

(Với  $h_{eff} = h_1 + h_2/3$ )

Trong đó:

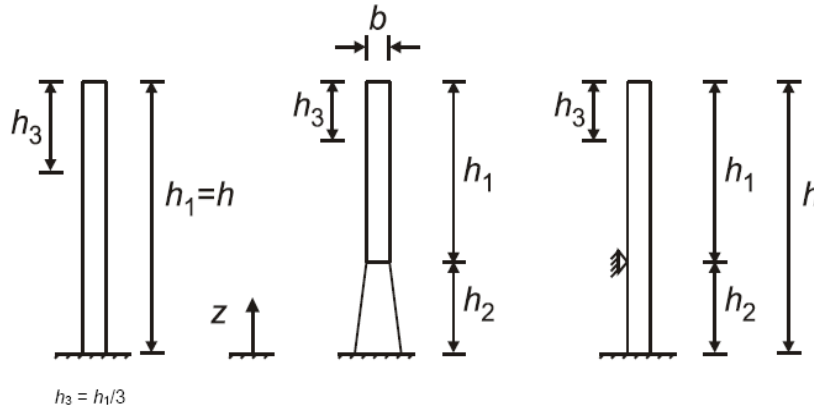
- $b$ : là đường kính trên đỉnh trụ
- $h_{eff}$ : là chiều cao hiệu quả của trụ (*xem Hình 2.13*)



- $W_s$ : là trọng lượng của cấu kiện tạo ra độ cứng của kết cấu
- $W_t$ : là tổng trọng lượng của kết cấu
- $\varepsilon_1$ : hệ số dao động, lấy giá trị 1000 với kết cấu bằng thép và 700 với kết cấu bằng bê tông cốt thép

Hình 2.13. Các thông số hình học của kết cấu dạng trụ tròn

(Nguồn hình F.1 – Phụ lục F[13])



### 2.3.5.3. Trình tự tính toán [13]

(1) Trình tự chi tiết để tính toán các yếu tố cấu trúc  $C_s C_d$  được đưa ra trong biểu thức (2.47). Công thức này có thể sử dụng nếu các điều kiện được đưa ra trong (2) thỏa mãn.

$$C_s C_d = \frac{1 + 2 * k_p * I_v(z_e) * \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 * I_v(z_e)} \quad (2.47)$$

Trong đó:

$z_e$ : là chiều cao tham chiếu, xem Hình 2.14. Với các dạng công trình không có trong hình, giá trị có thể lấy bằng chiều cao của công trình

$k_p$ : là hệ số đỉnh được định nghĩa là tỷ lệ lớn nhất của phần dao động đáp ứng độ lệch chuẩn

$I_v$ : là giá trị độ bất ổn định, xem 2.3.3.5

$B^2$ : là hệ số xét đến điều kiện địa hình

$R^2$ : là hệ số xét đến yếu tố phản ứng động (yếu tố cộng hưởng)

**Ghi chú 1:** Yếu tố kích thước  $C_s$  được đưa vào để giảm tác động gió vào công trình do sự xuất hiện không đồng thời của áp lực gió cao đỉnh điểm trên bề mặt và có thể thu được từ biểu thức (2.48)

$$C_s = \frac{1+7 \cdot I_v(z_e) \cdot \sqrt{B^2}}{1+7 \cdot I_v(z_e)} \quad (2.48)$$

**Ghi chú 2:** Yếu tố mạch động  $C_d$  được đưa vào để tăng tác động gió vào công trình do tính tác động ngày càng tăng từ các rung động do sự ảnh hưởng rớt trong cộng hưởng với cấu trúc và có thể thu được từ biểu thức (2.49)

$$C_d = \frac{1+2 \cdot k_p \cdot I_v(z_e) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1+7 \cdot I_v(z_e) \cdot \sqrt{B^2}} \quad (2.49)$$

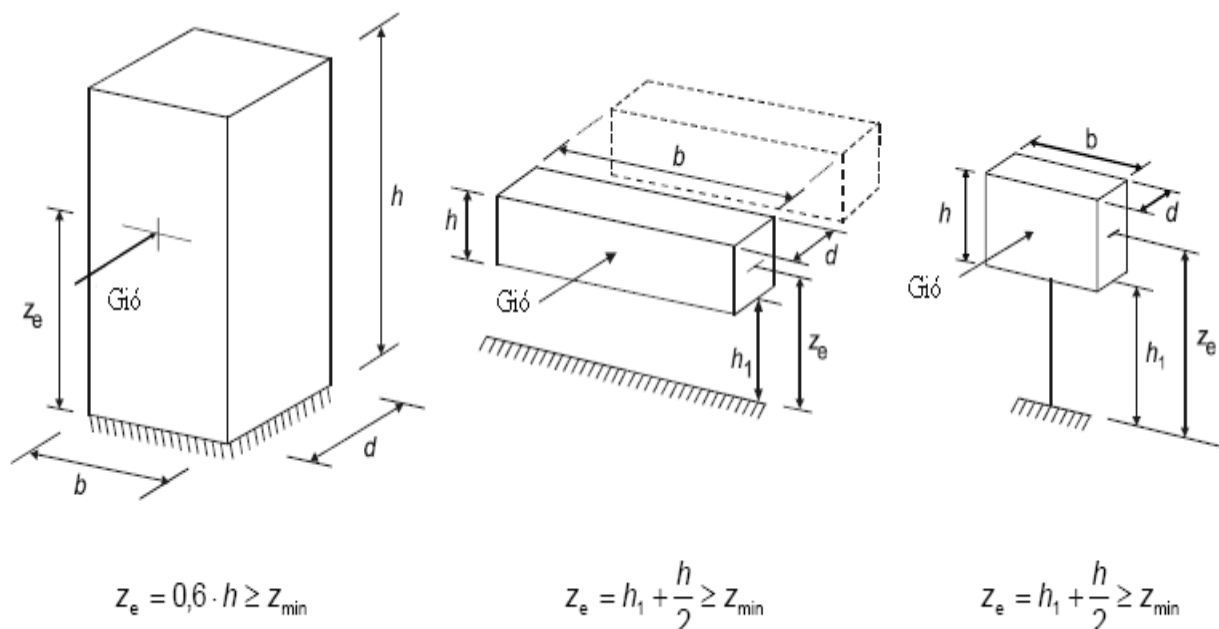
**Ghi chú 3:** Trình tự để để xác định  $k_p$ ,  $B$  và  $R$  có thể được đưa ra trong Phụ lục quốc gia. Trình tự tính toán thông thường được đưa ra Mục 2.3.5.4

(2) Công thức (2.47) chỉ được áp dụng nếu thỏa mãn các yêu cầu dưới đây:

- Kết cấu ứng với một trong các dạng liên kết thể hiện trong Hình 2.14
  - Chỉ có các dao động cơ bản đầu tiên theo phương gió là quan trọng
- Ghi chú: Sự đóng góp trong sự phản ứng từ các dạng dao động thứ hai hoặc cao hơn theo hướng gió là không đáng kể.

Hình 2.14. Các hình dạng cấu trúc thuộc phạm vi áp dụng công thức (2.47)

(Nguồn hình 6.1[13])



#### 2.3.5.4. Hệ số $B^2$ , $R^2$ , $k_p$ [13]

##### \* Hệ số địa hình $B^2$

Hệ số địa hình  $B^2$  được xác định theo công thức (2.50)

$$B^2 = \frac{1}{1 + 0.9 * \left( \frac{b+h}{L(z_e)} \right)^{0.63}} \quad (2.50)$$

Trong đó:

b, h là chiều rộng và chiều cao của kết cấu

$L(z_e)$  là tỷ lệ chiều dài độ rỗng ở độ cao tham chiếu  $z_e$ , được xác định theo biểu thức (2.51) và (2.52). Trong trường hợp tính thiên về an toàn có thể lấy  $B^2=1$

$$L_{(z_e)} = L_t * \left( \frac{z_e}{z_t} \right)^\alpha \quad \text{với } z_e \geq z_{\min} \quad (2.51)$$

$$L_{(z_e)} = L_{(z_{\min})} \quad \text{với } z_e < z_{\min} \quad (2.52)$$

Trong đó:

$$L_t = 200\text{m}$$

$$z_t = 300\text{m}$$

$$\alpha = 0.67 + 0.05 \ln(z_0) \quad (2.53)$$

### \* Hệ số phản ứng động $R^2$

Hệ số phản ứng động  $R^2$  được sử dụng để kể đến sự bất ổn trong cộng hưởng với sự xem xét các ảnh hưởng động, giá trị được xác định theo công thức (2.54)

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2\delta} * S_L(Z_e, n_{1,x}) * R_h(\eta_h) * R_b(\eta_b) \quad (2.54)$$

Trong đó:

$S_L$ : là hàm mật độ phổ được định nghĩa theo công thức (2.54a)

$$S_L(Z, n) = \frac{6.8 f_L(Z, n)}{(1 + 10.2 f_L(Z, n))^{5/3}} \quad (2.54a)$$

$\delta$ : là hệ số giảm lôga của dao động, giá trị của  $\delta$  được xác định theo công thức (2.54b)

$$\delta = \delta_s + \delta_a \quad (2.54b)$$

Trong đó:

- $\delta_s$ : Hệ số kết cấu ( $\delta_s$  lấy giá trị bằng 0,05 với kết cấu bằng thép, lấy bằng 0,1 với kết cấu bê tông cốt thép, lấy bằng 0,08 với kết cấu liên hợp bê tông cốt thép, lấy giá trị bằng 0,03 với kết cấu tháp bê tông cốt thép và trụ tròn).
- $\delta_a$ : Hệ số khí quyển được xác định theo công thức (2.54c)

$$\delta_a = \frac{C_f * \rho * v_m(z_e)}{2 * n_1 * \mu_e} \quad (2.54c)$$

- $C_f$ : Hệ số lực (xem Mục 2.3.6 4 và Mục 2.3.6 5 ).
- $\rho$ : là tỷ trọng khí quyển,  $\rho = 1.25 \text{ daN/m}^3$
- $v_m(z_e)$ : Vận tốc gió ở độ cao tham chiếu  $z_e$
- $\mu_e$ : là khối lượng tương đương trên một đơn vị diện tích
- $R_h, R_b$  là hàm khí động được xác định theo công thức (2.55) và (2.56):

$$R_h = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2\eta_h^2}(1 - e^{-2\eta_h}); R_h = 1.00 \text{ với trường hợp } \eta_h = 0 \quad (2.56)$$

$$R_b = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2\eta_b^2}(1 - e^{-2\eta_b}); R_b = 1.00 \text{ với trường hợp } \eta_b = 0 \quad (2.57)$$

Trong đó:

$$\eta_h = \frac{4.6h}{L(z_e)} * f_L(z_e, n_{1,x}) \quad (2.58)$$

$$\eta_b = \frac{4.6b}{L(z_e)} * f_L(z_e, n_{1,x}) \quad (2.59)$$

$$f_L(z_e, n_{1,x}) = \frac{n_{1,x} * L(z_e)}{v_m(z_e)} \quad (2.60)$$

### \* Hệ số $k_p$

Hệ số đỉnh  $k_p$  được xác định theo công thức (2.61)

$$k_p = \sqrt{2 \ln(600\nu)} + \frac{0.6}{\sqrt{2 \ln(600\nu)}} \text{ và } k_p \geq 3 \quad (2.61)$$

Trong đó:

$\nu$ : hệ số kể đến việc vượt tần số được xác định theo công thức (2.62)

$$\nu = n_{1,x} * \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}} \text{ và } \nu \geq 0.08\text{Hz} \quad (2.62)$$

## 2.3.6. Áp lực và hệ số khí động

### 2.3.6.1. Lựa chọn các hệ số khí động học [13]

Hệ số áp lực bên ngoài cung cấp các ảnh hưởng của gió trên bề mặt bên ngoài của tòa nhà; hệ số áp lực bên trong cung cấp cho các ảnh hưởng của gió trên bề mặt bên trong của tòa nhà.

Các hệ số áp lực bên ngoài được chia thành các hệ số tổng thể và hệ số cục bộ. Hệ số cục bộ cung cấp cho các hệ số áp lực cho bề mặt có diện tích  $1\text{m}^2$ . Hệ số cục bộ có thể được sử dụng cho việc thiết kế các cấu kiện nhỏ và tổ hợp. Hệ số tổng thể được sử dụng để tính toán cho các diện che chắn có diện tích bề mặt là  $10\text{m}^2$ . Hệ số này cũng có thể được sử dụng cho các khu vực có diện tích lớn hơn  $10\text{m}^2$ .

### 2.3.6.2. Hệ số khí động cho các công trình [13]

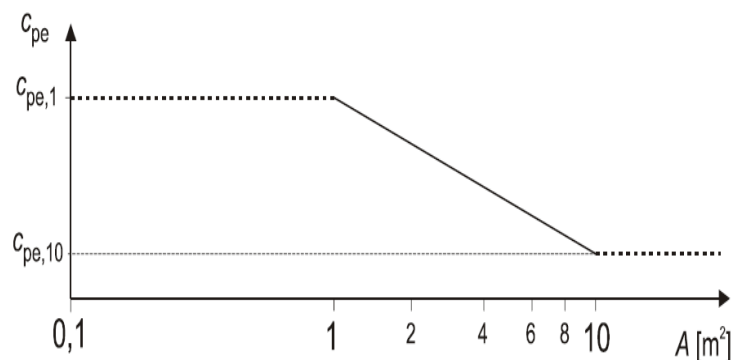
#### \* Tổng quát:

Hệ số áp lực bên ngoài  $C_{pe}$  cho các tòa nhà và các bộ phận của các tòa nhà phụ thuộc vào diện tích chịu áp lực,  $A$ , là phần diện tích được tính toán với tác động của gió. Các hệ số áp lực bên ngoài được đưa ra cho diện tích chịu áp lực là  $1\text{m}^2$  và  $10\text{m}^2$  với các giá trị tương ứng là  $C_{pe,1}$ , đối với hệ số cục bộ, và  $C_{pe,10}$ , với hệ số tổng thể.

**Chú thích 1:** giá trị  $C_{pe,1}$  được sử dụng trong thiết kế các cấu kiện nhỏ với diện tích mỗi cấu kiện là  $1\text{m}^2$  hoặc nhỏ hơn như là cấu kiện mái. Giá trị  $C_{pe,10}$  được sử dụng trong việc thiết kế các kết cấu chịu tải tổng thể của các tòa nhà.

**Chú thích 2:** với các diện tích che chắn lớn hơn  $1\text{m}^2$  và nhỏ hơn  $10\text{m}^2$  giá trị  $C_{pe}$  được tính toán nội suy thông qua các giá trị  $C_{pe,1}$  và  $C_{pe,10}$ .

Hình 2.15. Đồ thị xác định giá trị áp lực gió ngoài,  $C_{pe}$ , cho công trình với diện tích chịu tải nằm trong khoảng từ  $1\text{m}^2$  đến  $10\text{m}^2$  (Nguồn hình 7.2[13])



Khi  $1\text{m}^2 < A < 10\text{m}^2$ , giá trị  $C_{pe}$  được xác định theo công thức (2.63)

$$C_{pe} = C_{pe,1} - (C_{pe,1} - C_{pe,10})\lg A \quad (2.63)$$

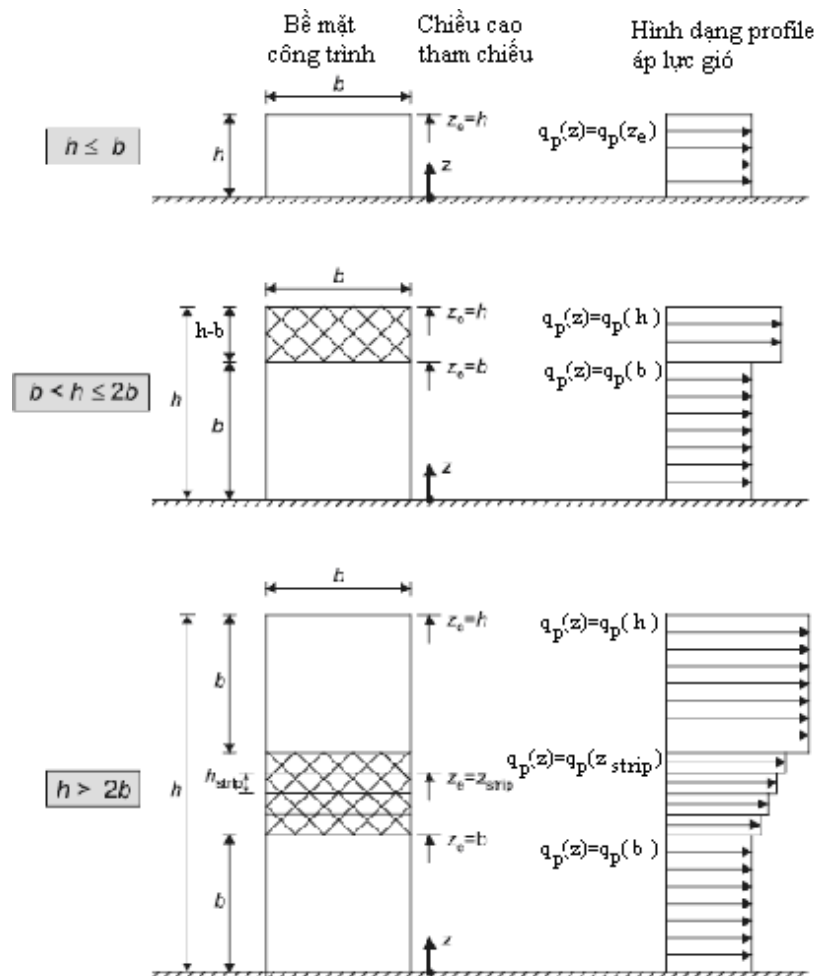
**\* Công trình hình hộp chữ nhật**

Chiều cao tham chiếu,  $z_e$ , cho bức tường chắn gió của các tòa nhà hình chữ nhật (khu vực D, xem Hình 2.17) phụ thuộc vào tỉ lệ  $h/b$  và luôn là phần trên cao của các bộ phận khác nhau của các bức tường. Vị trí được đưa ra trong Hình 2.16 theo ba trường hợp sau đây:

- Công trình có chiều cao  $h$  nhỏ hơn  $b$  nên được coi chung là một phần
- Công trình có chiều cao  $h$  lớn hơn  $b$ , nhưng nhỏ hơn  $2b$ , có thể được coi là hai phần bao gồm: một phần dưới mở rộng lên từ mặt đất bởi một chiều cao tương đương với  $b$  và một phần trên bao gồm phần còn lại
- Công trình có chiều cao  $h$  lớn hơn  $2b$  có thể được coi là gồm nhiều phần bao gồm: một phần dưới mở rộng lên từ mặt đất bởi một chiều cao tương đương với  $b$ ; một phần trên mở rộng từ trên xuống dưới bởi một chiều cao tương đương với  $b$  và một khu vực giữa, khu vực giữa có thể được chia thành các dải nằm ngang với chiều cao  $h_{strip}$  như trong Hình 2.16

Hình 2.16. Chiều cao tham chiếu theo  $h$ ,  $b$  và đường profile của áp lực gió

(Nguồn hình 7.4[13])



Hệ số áp lực bên ngoài  $C_{pe,1}$  và  $C_{pe,10}$  cho các khu vực A, B, C, D và E được lấy theo Bảng 2.13

Bảng 2.13. Hệ số áp lực ngoài dọc các bức tường công trình hình chữ nhật

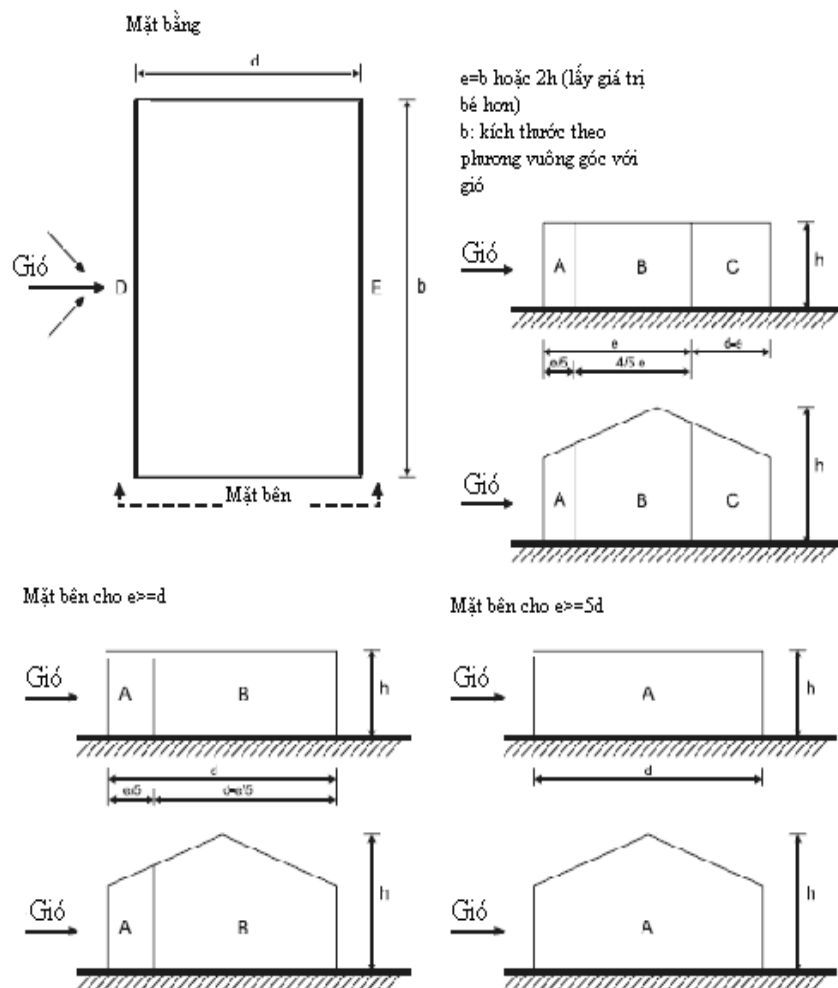
(Nguồn bảng 7.1[13])

Vùng	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5		+0.8	+1.0	-0.7	
1	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5		+0.8	+1.0	-0.5	
$\leq 0.25$	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5		+0.7	+1.0	-0.3	

**Ghi chú:** Đối với các tòa nhà có  $h/d > 5$ , tổng tải trọng gió được xác định dựa vào các quy định được đưa ra trong mục 2.3.6.4 mục 2.3.6.5 Với các giá trị trung gian có thể xác định  $C_{pe}$  bằng cách nội suy tuyến tính. Các giá trị trong bảng sử dụng được trong các bức tường của tòa nhà có mái nghiêng.

Hình 2.17. Sơ đồ Phân khu cho nhà hình chữ nhật

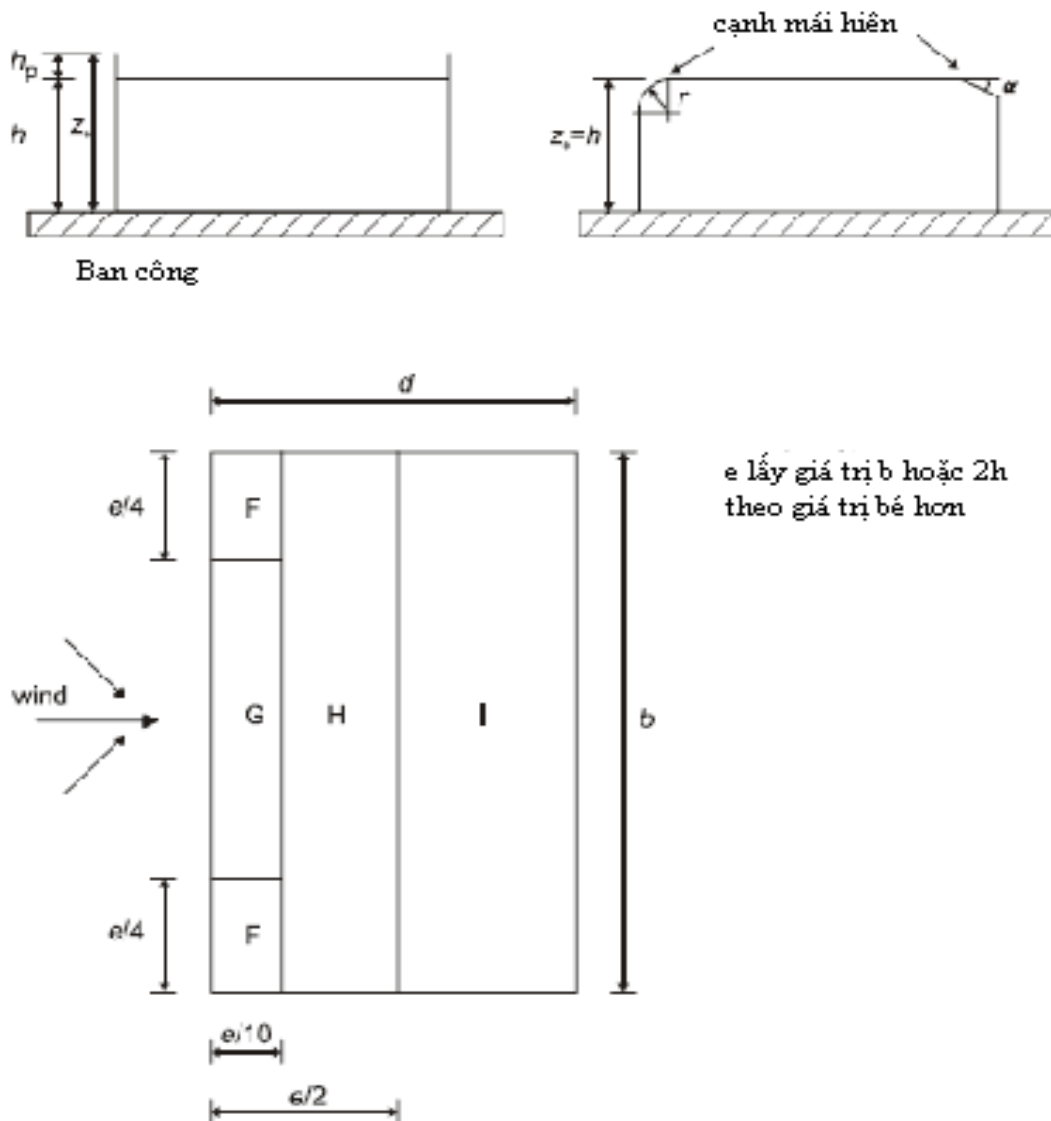
(Nguồn hình 7.5[13])



**\* Hệ số khí động cho mái phẳng**

- (1) mái phẳng được xác định là có độ dốc ( $\alpha$ )  $-5^0 < \alpha < 5^0$
- (2) mái nhà phải được chia thành các khu như trong *Hình 2.18*.
- (3) Chiều cao tham chiếu cho mái bằng và mái nhà với mái hiên vo tròn góc được lấy bằng chiều cao  $h$ . Chiều cao tham chiếu cho các mái bằng có lan can được lấy bằng  $h + h_p$ , xem *Hình 2.18*.
- (4) hệ số áp lực cho từng khu vực được quy định trong *Bảng 2.14*.
- (5) Hệ số áp lực trên lan can nên được xác định như với các bức tường đứng độc lập.

*Hình 2.18. Sơ đồ Phân khu cho mái phẳng (Nguồn hình 7.6[13])*



Hệ số áp lực bên ngoài  $C_{pe,1}$  và  $C_{pe,10}$  cho các khu vực F, G, H và I được lấy theo *Bảng 2.14*.



Bảng 2.14. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái phẳng  
(Nguồn bảng 7.2[13])

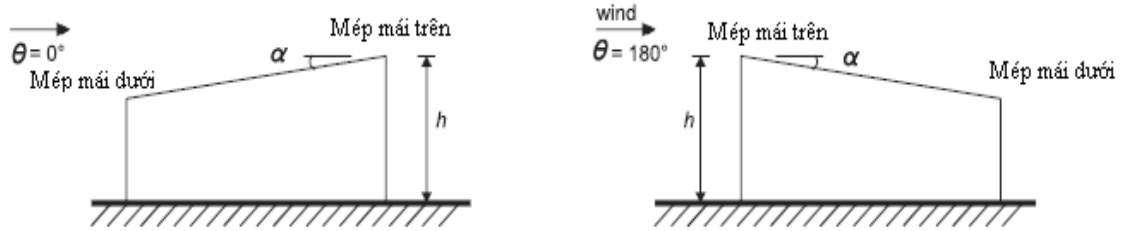
Dạng mái		Vùng							
		F		G		H		I	
		$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
Mái hiện		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Có lan can	$h_p/h=0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
	$h_p/h=0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2
Bo tròn góc	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		+0,2	-0,2
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		+0,2	-0,2
Góc dốc	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		+0,2	-0,2
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		+0,2	-0,2
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		+0,2	-0,2

**\* Hệ số khí động cho mái dốc một chiều**

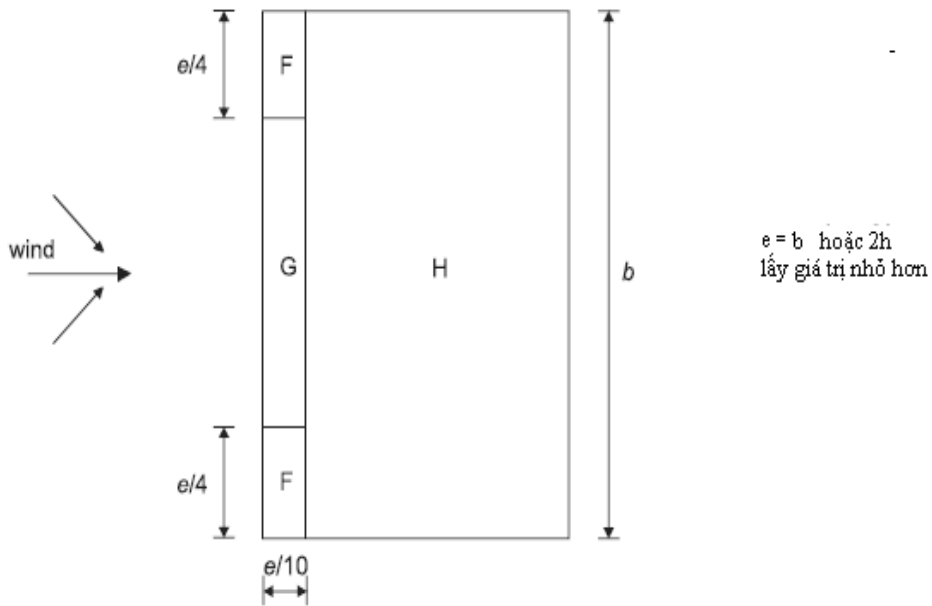
- (1) mái nhà phải được chia thành các khu như trong Hình 2.19.
- (2) Chiều cao tham chiếu được lấy bằng chiều cao h.
- (3) hệ số áp lực cho từng khu vực được quy định trong Bảng 2.15.

Hình 2.19. Sơ đồ Phân khu cho mái dốc một chiều

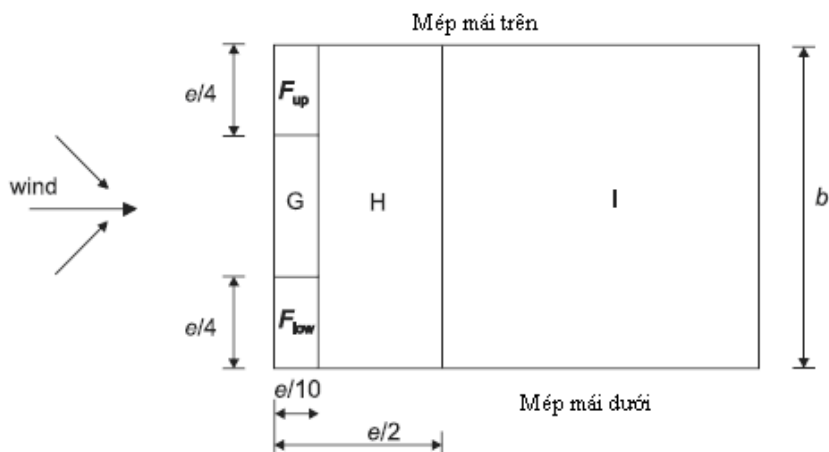
(Nguồn hình 7.7[13])



(a) Tổng quát



(b) Hướng gió  $\theta = 0^\circ$  và  $\theta = 180^\circ$



(c) Hướng gió  $\theta = 90^\circ$

Hệ số áp lực bên ngoài  $C_{pe,1}$  và  $C_{pe,10}$  cho các khu vực F, G, H được lấy theo *Bảng 2.15*

Bảng 2.15. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái dốc một chiều  
(Nguồn bảng 7.3[13])

Góc $\alpha$	Khu vực với hướng gió $\theta = 0^\circ$						Khu vực với hướng gió $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

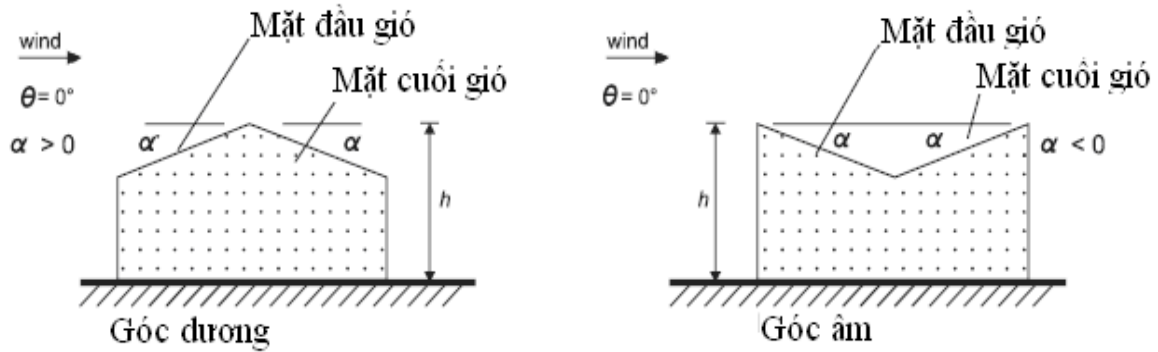
Góc $\alpha$	Khu vực với hướng gió $\theta = 90^\circ$									
	$F_{up}$		$F_{low}$		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-2,1	-2,6	-2,1	-2,4	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-2,4	-2,9	-1,6	-2,4	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-2,1	-2,9	-1,3	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,5	-2,4	-1,3	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

\* Hệ số khí động cho mái dốc hai phía

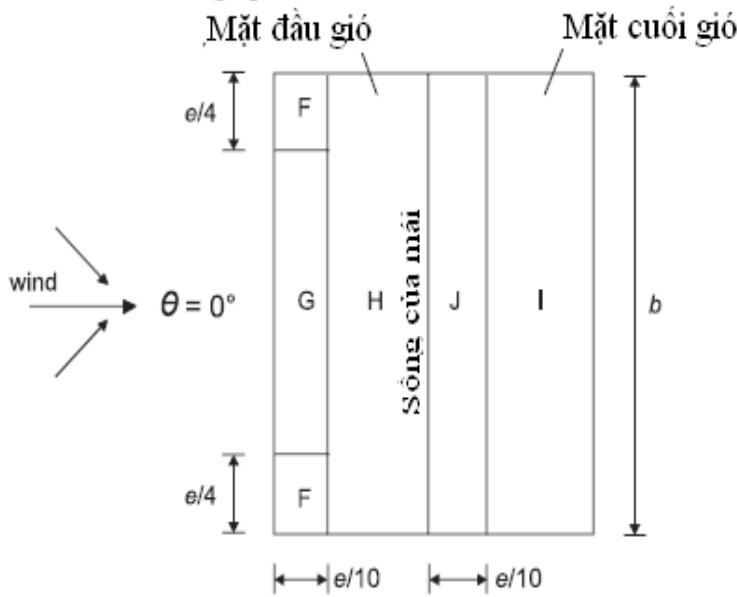
- (1) Mái nhà phải được chia thành các khu như trong Hình 2.20
- (2) Chiều cao tham chiếu được lấy bằng chiều cao h.
- (3) Hệ số áp lực cho từng khu vực được quy định trong Bảng 2.16.

Hình 2.20. Sơ đồ Phân khu cho mái dốc 2 phía

(Nguồn hình 7.8[13])



(a) Tổng quát

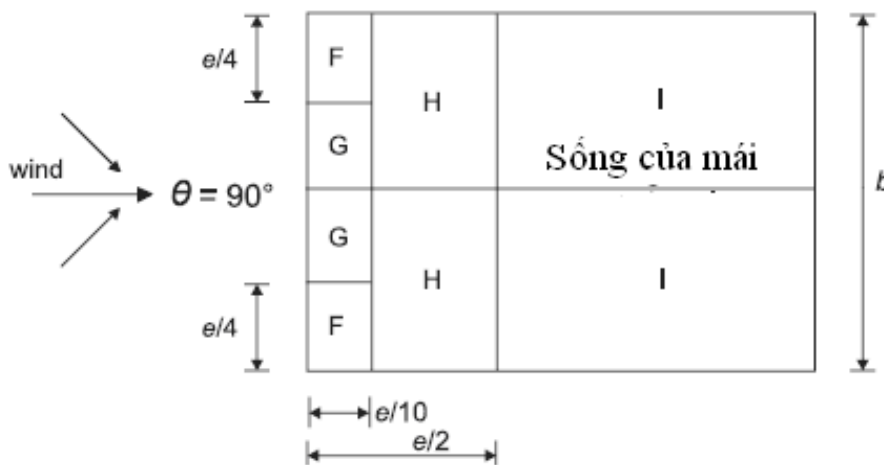


(b) Hướng gió  $\theta = 0^\circ$

$e = b$  hoặc  $2h$

Lấy giá trị bé hơn

$b$ : Bề rộng đón gió



(c) Hướng gió  $\theta = 90^\circ$

Bảng 2.16. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái dốc 2 phía  
(Nguồn bảng 7.4[13])

Góc $\alpha$	Khu vực theo hướng gió $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Góc $\alpha$	Khu vực theo hướng gió $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

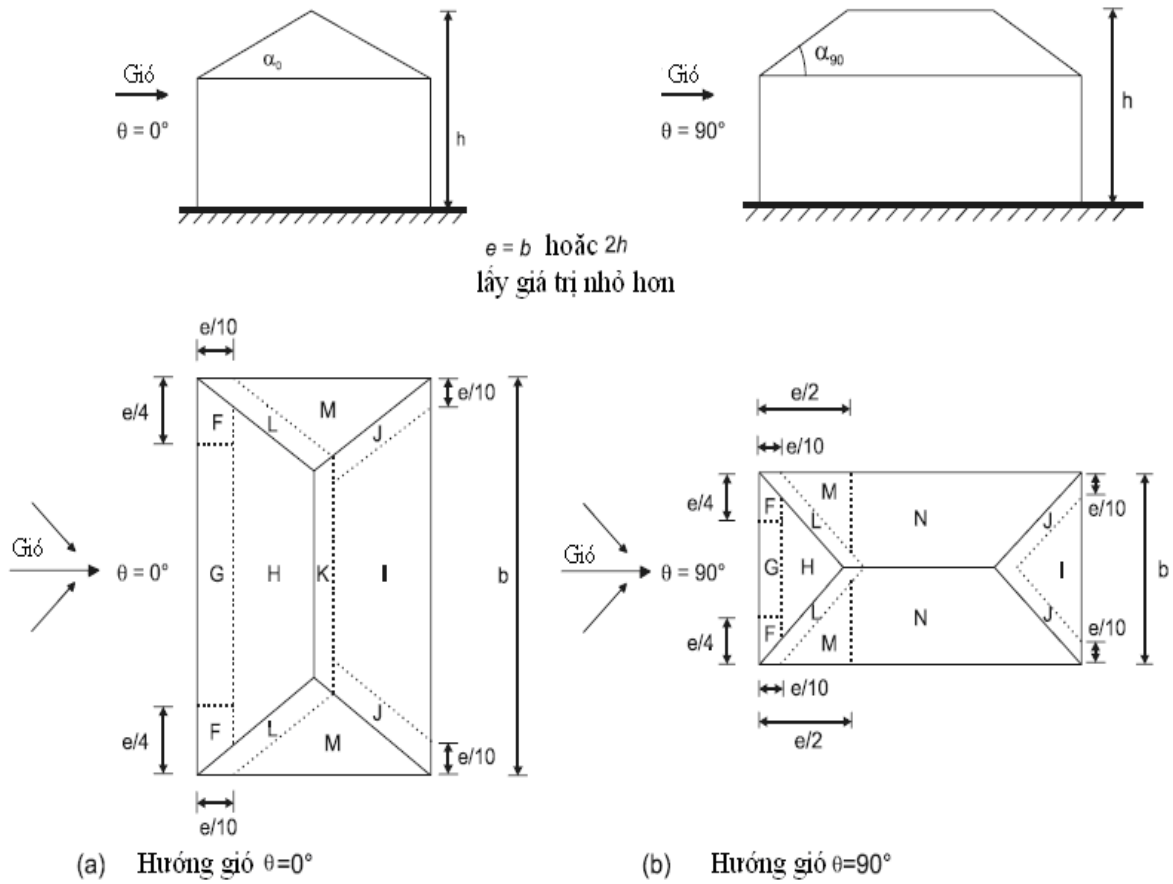
\* Hệ số khí động cho mái dốc bốn phía

- (1) Mái nhà phải được chia thành các khu như trong Hình 2.21.
- (2) Chiều cao tham chiếu được lấy bằng chiều cao h.

(3) Hệ số áp lực cho từng khu vực được quy định trong *Bảng 2.17*.

*Hình 2.21. Sơ đồ Phân khu cho mái dốc 4 phía*

(Nguồn hình 7.9[13])



*Bảng 2.17. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái dốc nhiều phía*

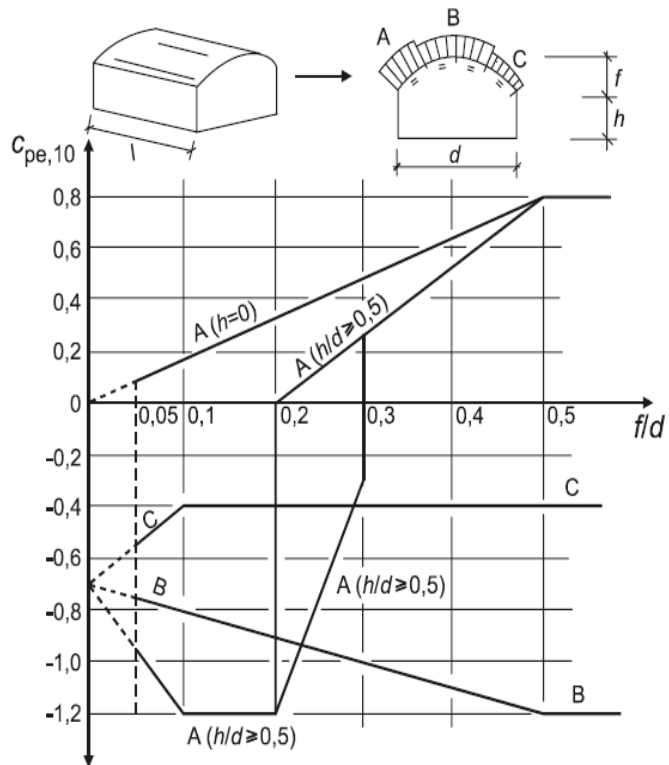
(Nguồn bảng 7.5[13])

Góc $\alpha_0$ với $\theta=0^\circ$ $\alpha_{90}$ với $\theta=90^\circ$	Khu vực theo hướng gió $\theta=0^\circ$ và $\theta=90^\circ$																	
	F		G		H		I		J		K		L		M		N	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3	-0,6	-0,6	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,4				
	+0,0		+0,0		+0,0													
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3	-0,5		-1,0	-1,5	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3		
	+0,2		+0,2		+0,2													
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2	-0,4		-0,7	-1,2	-0,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2			
	+0,5		+0,7		+0,4													
45°	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0		-0,3		-0,6	-0,3	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2	-0,2				
	+0,7		+0,7												+0,6			
60°	+0,7	+0,7	+0,7	+0,7	-0,3	-0,6	-0,3	-1,2	-2,0	-0,4	-0,2							
75°	+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	-0,3	-0,6	-0,3	-1,2	-2,0	-0,4	-0,2							

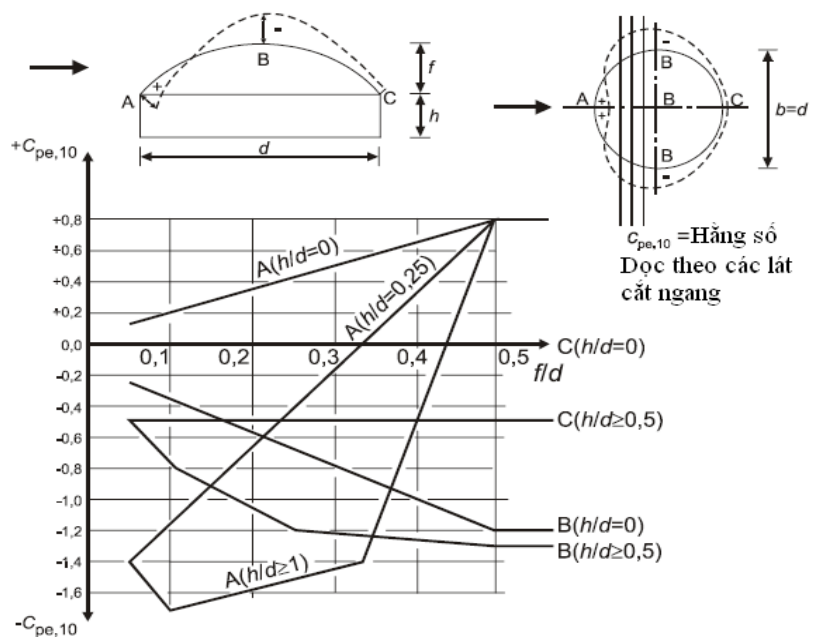
**\* Hệ số khí động cho mái vòm và chòm cầu.**

Hệ số áp lực ngoài cho từng khu vực được quy định trong Hình 2.22 và Hình 2.23, chiều cao tham chiếu được lấy là  $z_e=h+f$ . Trong trường hợp tỷ số  $f/d$  thỏa mãn  $0.2 \leq f/d \leq 0.3$  và  $h/d \geq 0.5$ , hệ số khí động được xác định như với trường hợp mái phẳng.

Hình 2.22. Hệ số áp lực bên ngoài cho mái vòm với mặt bằng hình chữ nhật  
(Nguồn hình 7.11[13])



Hình 2.23. Hệ số áp lực bên ngoài cho chòm cầu với mặt bằng hình tròn  
(Nguồn hình 7.12[13])



### 2.3.6.3. Lực ma sát [13]

(1) Lực ma sát do gió nên được xem xét cho các trường hợp quy định tại Mục 2.3.4 (3).

(2) Các hệ số ma sát  $C_{fr}$ , cho bề mặt tường và mái nhà được đưa trong *Bảng 2.17*.

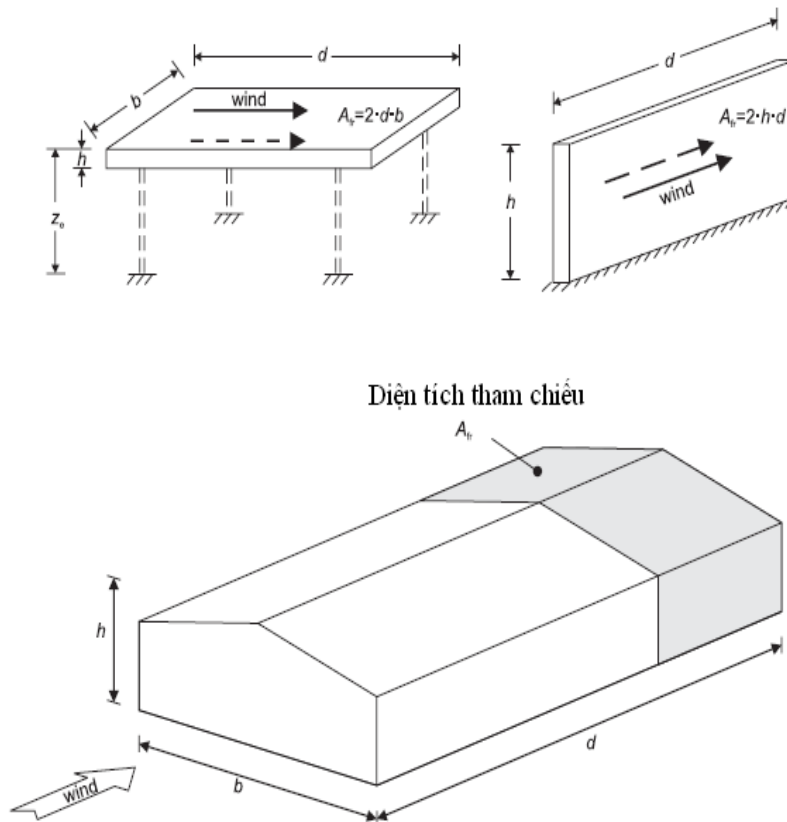
(3) Diện tích tham chiếu  $A_{fr}$  được đưa ra trong *Hình 2.24*. Lực ma sát nên được tính toán trên một phần của bề mặt bên ngoài song song với gió, với chiều dài lấy bằng giá trị nhỏ nhất của  $2b$  hoặc  $4h$ .

(4) Chiều cao tham chiếu  $z_c$  lấy bằng chiều cao kết cấu bên trên mặt đất, xem *Hình 2.24*..

*Bảng 2.18. Hệ số ma sát cho các loại cấu kiện(Nguồn bảng 7.10[13])*

Bề mặt	Hệ số ma sát $C_{fr}$
Mịn (thép, bê tông mịn)	0.01
Thô (bê tông thô)	0.02
Rất thô (gợn, gân, gập nếp)	0.04

*Hình 2.24. Diện tích tham chiếu chịu ma sát do gió(Nguồn hình 7.22[13])*





#### 2.3.6.4. Tính toán các bộ phận kết cấu hình chữ nhật [13]

(1) Hệ số lực của các bộ phận kết cấu có tiết diện là hình chữ nhật được xác định theo công thức (2.64)

$$C_f = C_{f,0} * \psi_r * \psi_\lambda \quad (2.64)$$

Trong đó:

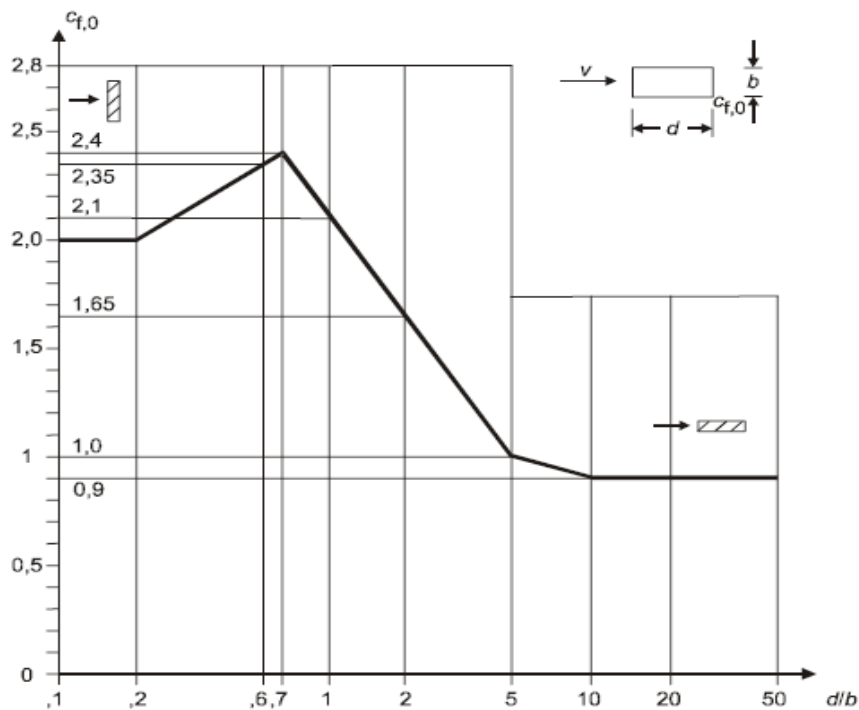
$C_{f,0}$ : là hệ số lực với tiết diện hình chữ nhật sắc cạnh, giá trị cho trong *Hình 2.25*

$\psi_r$ : hệ số kể đến sự giảm lực tác dụng do góc được bo tròn, phụ thuộc vào hệ số Reynolds (xem Ghi chú 1)

$\psi_\lambda$  : hệ số được xác định theo *Mục 2.3.6.7*

*Hình 2.25. Hệ số lực,  $C_{f,0}$ , với các cấu kiện mặt cắt hình chữ nhật sắc nét.*

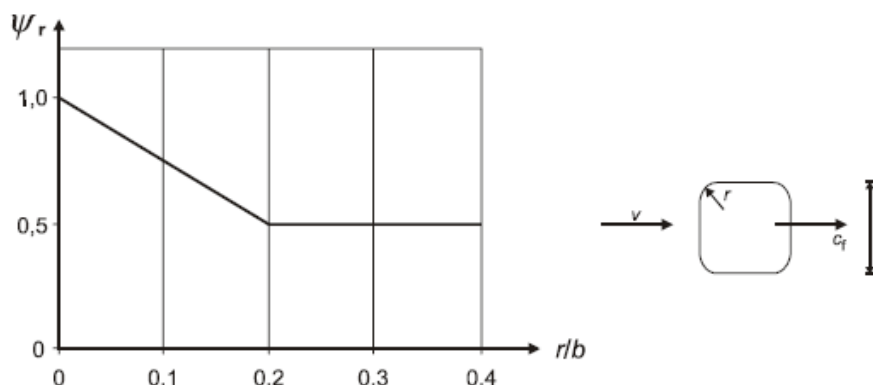
(Nguồn hình 7.23[13])



**Ghi chú 1:**  $\psi_r$  có thể được đưa ra trong phụ lục Quốc gia, trong trường hợp khác có thể tính gần đúng theo cách tra đồ thị *Hình 2.26*.

**Ghi chú 2:** Đồ thị *Hình 2.26* được sử dụng trong trường hợp  $h/d > 5.0$

Hình 2.26. Hệ số  $\psi_r$  cho mặt cắt hình vuông có vo tròn góc  
(Nguồn hình 7.24[13])



(2) Chiều cao tham chiếu  $z_e$  được lấy là chiều cao lớn nhất của công trình tính từ mặt đất.

(3) Với các kết cấu mỏng (dạng tấm), hệ số  $C_f$  nên tăng lên thêm 25%.

#### 2.3.6.5. Tính toán các bộ phận kết cấu hình lăng trụ [13]

(1) Hệ số lực của các bộ phận kết cấu có mặt cắt là hình đa giác được xác định theo công thức (2.65)

$$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda \quad (2.65)$$

$\psi_\lambda$  : hệ số được xác định theo Mục 2.3.6.7

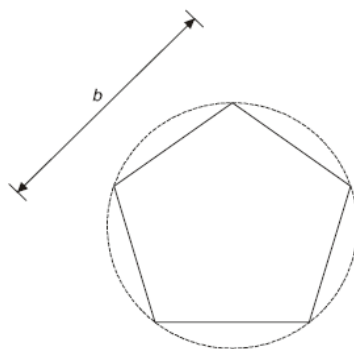
$C_{f,0}$ : là hệ số lực, giá trị cho trong Bảng 2.19

Bảng 2.19. Hệ số lực cho các loại lăng trụ (Nguồn bảng 7.11[13])

Số cạnh	Tiết diện	Hoàn thiện bề mặt và góc	Số Reynolds $Re^{(1)}$	$C_{f,0}$
5	Pentagon	Tất cả	Tất cả	1,80
6	Hexagon	Tất cả	Tất cả	1,80
8	Octagon	phẳng $r/b < 0,075$ (2)	$Re \leq 2,4 \cdot 10^5$	1,45
			$Re \geq 3 \cdot 10^5$	1,30
		phẳng $r/b \geq 0,075$ (2)	$Re < 2 \cdot 10^5$	1,30
			$Re \geq 7 \cdot 10^5$	1,10
10	Decagon	all	All	1,30
12	Dodecagon	phẳng tròn góc (3)	$2 \cdot 10^5 < Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,90
		còn lại	$Re < 4 \cdot 10^5$	1,30
			$Re > 4 \cdot 10^5$	1,10
16-18	Hexdecagon	phẳng tròn góc (3)	$Re < 2 \cdot 10^5$	tính như trụ
			$2 \cdot 10^5 \leq Re < 1,2 \cdot 10^6$	0,70

(Hệ số Reynolds được xác định với  $v = v_m$ )

Hình 2.27. Mặt cắt tiết diện đa giác (Nguồn hình 7.26[13])



(2) Diện tích hiệu dụng  $A_{ref}$  được xác định theo công thức (2.66)

$$A_{ref} = l * b \quad (2.66)$$

Trong đó:

l: chiều cao của cấu kiện đang được xét

(3) Chiều cao tham chiếu  $z_e$  được lấy là chiều cao lớn nhất của công trình tính từ mặt đất.

#### 2.3.6.6. Tính toán các bộ phận kết cấu hình trụ [13]

##### \* Hệ số áp lực ngoài

(1) Hệ số áp lực bên ngoài của các bộ phận kết cấu hình trụ được xác định thông qua hệ số Reynolds được định nghĩa theo công thức (2.67)

$$Re = \frac{b * v(z_e)}{\nu} \quad (2.67)$$

- b: đường kính thân trụ
- $\nu$ : là hệ số nhớt động học của không khí ( $\nu = 15 * 10^{-6} m^2/s$ )
- $v(z_e)$ : vận tốc gió tại độ cao  $z_e$

(2) Hệ số áp lực ngoài  $C_{pe}$  của cấu trúc hình trụ được tính theo công thức (2.68):

$$C_{pe} = C_{p,0} * \psi_{\lambda\alpha} \quad (2.68)$$

- $C_{p,0}$ : hệ số áp lực bên ngoài với dòng gió tự do
- $\psi_{\lambda\alpha}$ : hệ số điều chỉnh

(3) Hệ số áp lực bên ngoài  $C_{p,0}$  được xác định theo đồ thị Hình 2.28 theo các giá trị  $Re$  và góc  $\alpha$ .

(4) Hệ số điều chỉnh  $\psi_{\lambda\alpha}$  được xác định theo công thức (2.69)

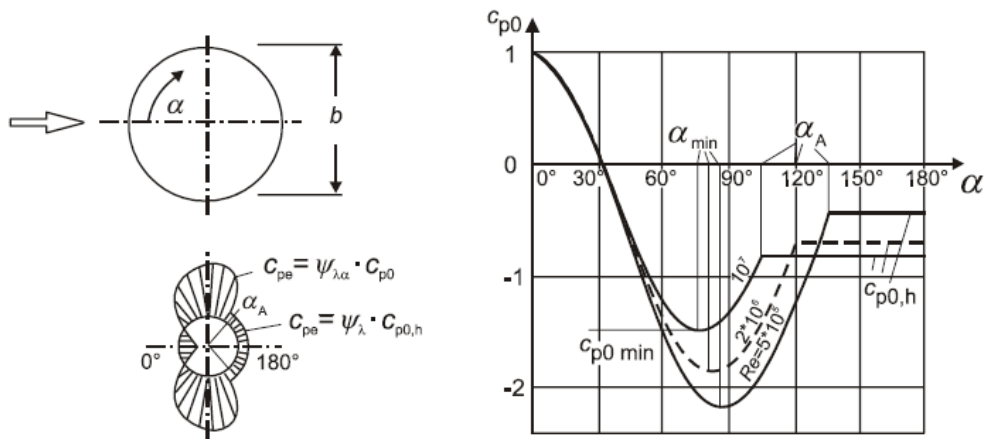
$$\psi_{\lambda\alpha} = 1 \quad \text{với } 0^\circ \leq \alpha \leq \alpha_{min}$$

$$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} + (1-\psi_{\lambda})\cos\left(\frac{\pi}{2}\left(\frac{\alpha - \alpha_{\min}}{\alpha_A - \alpha_{\min}}\right)\right) \quad \text{với } \alpha_{\min} \leq \alpha \leq \alpha_A \quad (2.69)$$

$$\psi_{\lambda\alpha} = \psi_{\lambda} \quad \text{với } \alpha_A \leq \alpha \leq 180^\circ$$

- $\alpha_A$ : góc chia, xem Hình 2.28
- $\psi_{\lambda}$ : hệ số được xác định theo Mục 2.3.6.7

Hình 2.28. Biểu đồ phân phối áp lực trên các vị trí trụ tròn (Nguồn hình 7.27[13])



**Chú thích 1:** Giá trị trung gian có thể được xác định bằng cách nội suy tuyến tính.

**Chú thích 2:** Hình trên là dựa trên một kết cấu có tỷ số độ nhám trên đường kính ( $k/b$ ) nhỏ hơn  $5 \cdot 10^{-4}$ . Giá trị độ nhám  $k$  được đưa ra trong Bảng 2.20.

Bảng 2.20. Hệ số độ nhám tương ứng với các bề mặt (Nguồn bảng 7.13[13])

Bề mặt	Hệ số độ nhám, k mm	Bề mặt	Hệ số độ nhám, k mm
Kính	0,0015	Bê tông mịn	0,2
Kim loại bóng	0,002	Gỗ bào nhẵn	0,5
Sơn phẳng	0,006	Bê tông thô	1,0
Sơn phun	0,02	Gỗ nhám	2,0
Thép sáng	0,05	Bề mặt ri sét	2,0
Thép đúc	0,2	Làm từ gạch nung	3,0
Thép mạ kẽm	0,2		

(5) Diện tích hiệu dụng  $A_{\text{ref}}$  được xác định theo công thức (2.70)

$$A_{\text{ref}} = l * b \quad (2.70)$$

Trong đó:  $l$ : chiều cao của cầu kiện đang được xét

(6) Chiều cao tham chiếu  $z_e$  được lấy là chiều cao lớn nhất của công trình tính từ mặt đất.

**\* Hệ số lực**

(1) Hệ số lực cho kết cấu dạng trụ tròn được xác định theo công thức (2.71)

$$C_f = C_{f,0} * \psi_\lambda \tag{2.71}$$

Trong đó:

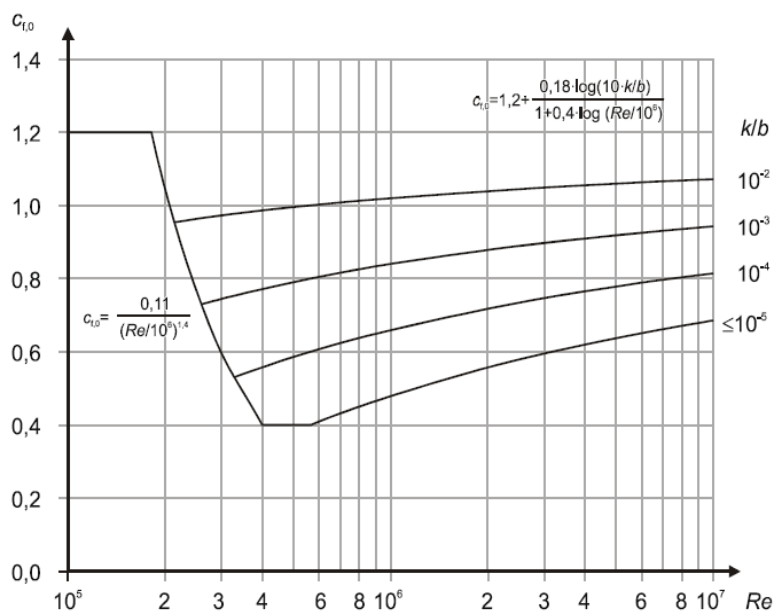
- $\psi_\lambda$  : hệ số được xác định theo Mục 2.3.6.7
- $C_{f,0}$ : là hệ số lực, giá trị cho trong Hình 2.29

**Chú thích 1:** Hình 2.29 chỉ sử dụng với kết cấu có  $h/d > 5$

**Chú thích 2:** Hình 2.29 được xây dựng theo hệ số Reynolds với giá trị vận tốc

xác định theo công thức  $v = \sqrt{\frac{2q_p}{\rho}}$

Hình 2.29 Biểu đồ hệ số lực cho kết cấu dạng trụ (Nguồn hình 7.28[13])



(2) Giá trị độ nhám bề mặt  $k$  được xác định theo Bảng 2.20

(3) Diện tích hiệu dụng  $A_{ref}$  được xác định theo công thức (2.72)

$$A_{ref} = l * b \tag{2.72}$$

Trong đó:

- $l$ : chiều cao của cấu kiện đang được xét.
- (4) Chiều cao tham chiếu  $z_e$  được lấy là chiều cao lớn nhất của công trình tính từ mặt đất.

2.3.6.7. Xác định giá trị  $\psi_\lambda$  [13]

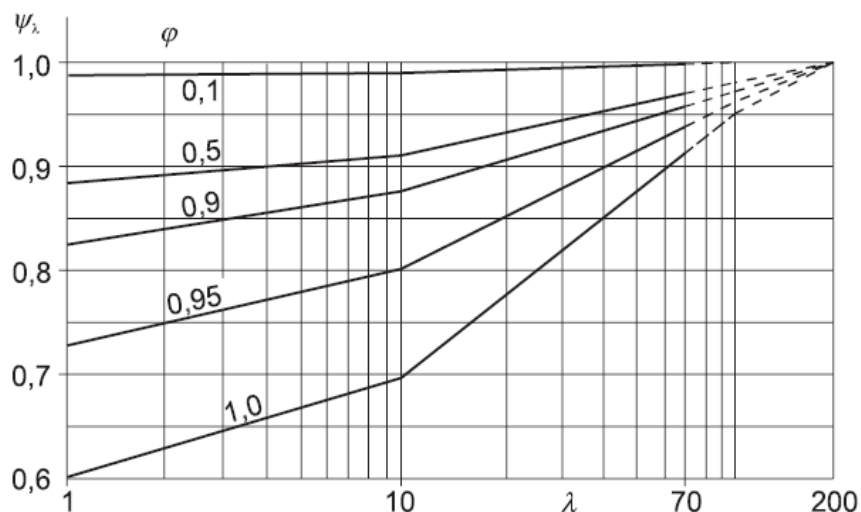
- (1) Giá trị hệ số điều chỉnh  $\psi_\lambda$  được xác định thông qua giá trị độ mảnh  $\lambda$ .
- (2) Các giá trị độ mảnh được xác định theo kích thước và cấu trúc và vị trí của công trình. Giá trị độ mảnh của công trình được cho trong *Bảng 2.21*.

*Bảng 2.21. Giá trị độ mảnh với các công trình có mặt bằng hình trụ, đa giác, hình tròn, cấu trúc mạng tinh thể (Nguồn bảng 7.16[13])*

TT	Vị trí công trình	$\lambda$
1		Kết cấu đa giác, chữ nhật, mạng tinh thể $\ell \geq 50 \text{ m}, \lambda = 1,4 \ell/b$ hoặc $\lambda = 70$ , <b>lấy giá trị bé hơn</b>
2		$\ell < 15 \text{ m}, \lambda = 2 \ell/b$ hoặc $\lambda = 70$ , <b>lấy giá trị bé hơn</b> Kết cấu dạng trụ $\ell \geq 50, \lambda = 0,7 \ell/b$ hoặc $\lambda = 70$ , <b>lấy giá trị bé hơn</b> $\ell < 15 \text{ m}, \lambda = \ell/b$ hoặc $\lambda = 70$ , <b>lấy giá trị bé hơn</b>
3		Các giá trị trung gian được xác định bằng cách nội suy
4		$\ell \geq 50 \text{ m}, \lambda = 0,7 \ell/b$ hoặc $\lambda = 70$ , <b>lấy giá trị bé hơn</b> $\ell < 15 \text{ m}, \lambda = \ell/b$ hoặc $\lambda = 70$ , <b>lấy giá trị bé hơn</b> Các giá trị trung gian được xác định bằng cách nội suy

Hệ số điều chỉnh  $\psi_\lambda$  được tra từ đồ thị *Hình 2.30*

*Hình 2.30. Biểu đồ nội suy giá trị  $\psi_\lambda$  (Nguồn hình 7.36[13])*



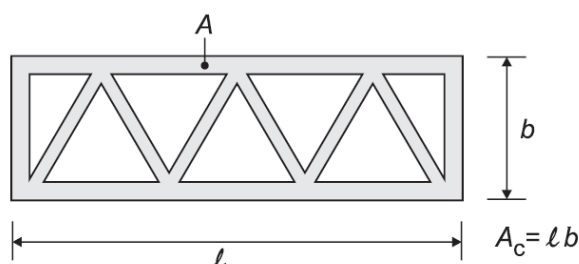
(3) Hệ số độ kín bề mặt  $\varphi$  được xác định theo công thức (2.73), xem hình minh họa Hình 2.31.

$$\varphi = A/A_c \quad (2.73)$$

A: tổng diện tích chắn của các cấu kiện

$A_c$ : diện tích bao ngoài

Hình 2.31. Mô tả định nghĩa hệ số độ kín bề mặt (Nguồn hình 7.37[13])



## 2.4. Tổng hợp so sánh giữa các tiêu chuẩn tính toán tải trọng gió.

Từ quy trình tính toán, chỉ dẫn cụ thể của 3 tiêu chuẩn (Việt Nam, Châu Âu, Hòa Kỳ) về tính toán thành phần tải trọng gió tác dụng lên công trình. Tác giả nhận thấy có một số sự giống và khác nhau giữa các tiêu chuẩn mà từ đó sẽ ảnh hưởng đến mức độ tác động của tải trọng gió tác dụng vào công trình.

### 2.4.1. Dạng địa hình.

Dạng địa hình ảnh hưởng lớn đến vận tốc gió, do đặc tính của dòng gió tác dụng lên công trình bị tác động bởi độ nhám bề mặt. Vận tốc gió thay đổi theo chiều cao và sự thay đổi của chúng liên quan đến độ nhám bề mặt đất, các loại bề mặt khác nhau sẽ có độ nhám khác nhau. Đối với 3 tiêu chuẩn sự giống và khác nhau về các dạng địa hình được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 2.22. Thông tin về phân loại dạng địa hình theo các tiêu chuẩn khác nhau

Nguồn Bảng 1[5]

Tiêu chuẩn	Số dạng địa hình	Dạng của profile vận tốc gió	Hệ số mũ của biểu đồ profile vận tốc gió $\alpha$	Chiều dài độ nhám $Z_0$ (m)
TCVN 2737:1995	3	Luật lũy thừa (Power Law)	từ 0,11 đến 0,25	từ 0,002 đến 2,0
EN 1991-1-4	5	Dạng logarit	từ 0,1 đến 0,35 (quy đổi)	từ 0,003 đến 1,0
ASCE/SEI 7-05	3	Luật lũy thừa (Power Law)	từ 0,11 đến 0,25	từ 0,0039 đến 0,58

Bảng 2.23. So sánh phân loại địa hình theo 3 tiêu chuẩn

TCVN 2737:1995	EN 1991-1-4	ASCE/SEI 7-05
<b>Dạng địa hình</b>		
<b>A</b>	<b>0</b>	<b>B</b>
Là địa hình trống trải, không có hoặc có ít vật cản cao quá 1.5m (bờ biển thoáng, mặt sông, hồ lớn, đồng muối, cánh đồng không có cây cao...)	Ở biển hoặc khu vực giáp ranh với biển. <b>(<math>Z_0 = 0,003m</math>)</b>	Độ nhám bề mặt thuộc loại B – Trong vùng đô thị và các khu ngoại thành, các khu rừng hoặc địa hình khác với nhiều vật cản cách rời nhau mà khoảng cách có kích thước bằng chiều cao vật cản hoặc lớn hơn.
<b>B</b>	<b>I</b>	<b>C</b>
( <i>được chọn là dạng địa hình chuẩn</i> ) là địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thưa thớt cao không quá 10m (vùng ngoại ô ít nhà, thị trấn, làng mạc, rừng thưa hoặc rừng non, vùng trồng cây thưa...) <b>(<math>Z_0 = 0,05m</math>)</b>	Ở hồ hoặc khu vực nằm ngang với thảm thực vật che chắn là không đáng kể. <b>(<math>Z_0 = 0,01m</math>)</b>	Độ nhám bề mặt thuộc loại C – Là địa hình mở với vật cản rải rác có chiều cao thường ít hơn 30 ft( 9,1m). Địa hình này bao gồm vùng đồng bằng, đồng cỏ, và mặt nước tại tất cả các khu vực dễ bị gió lốc.
<b>C</b>	<b>II</b>	<b>D</b>
là địa hình bị che chắn mạnh, có nhiều vật cản sát nhau, cao từ 10m trở lên (trong thành phố, vùng rừng rậm...).	Khu vực với thảm thực vật thấp như: cỏ và bụi (Cây, các tòa nhà) với sự cách ly ít nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật. <b>(<math>Z_0 = 0,05m</math>)</b>	Độ nhám bề mặt thuộc loại D – Là vùng đất bằng phẳng, các khu vực không bị che chắn và bề mặt nước, ngoài



		<p>khu vực dễ bị gió lốc. Địa hình này bao gồm các vùng đầm lầy, vùng ngập mặn và vùng bị đóng băng.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>III</b></p> <p>Khu vực được bao bọc bởi các thảm thực vật hoặc công trình với khoảng cách ly lớn nhất là 20 lần độ cao chướng ngại vật, như làng mạc, vùng ngoại. (<math>Z_0 = 0,3m</math>)</p>	
	<p style="text-align: center;"><b>IV</b></p> <p>Khu vực trong đó ít nhất 15% bề mặt của công trình được bao phủ và che chắn bởi các công trình với độ cao trung bình trên 15m. (<math>Z_0 = 1m</math>)</p>	
Profile vận tốc gió trung bình [5]		
<b>Hàm số mũ</b>	<b>Hàm logarit</b>	<b>Hàm số mũ</b>
$\overline{v_{(z)}} = \overline{V}_0 \cdot E_{(z)} = \overline{V}_0 \cdot \overline{b} \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{\overline{\alpha}}$ <p><math>\overline{V}_0</math>-vận tốc gió cơ bản trung bình; E- hệ số ảnh hưởng theo độ cao của vận tốc gió; <math>\overline{b}</math> và <math>\overline{\alpha}</math> - các hằng số phụ thuộc vào dạng địa hình.</p>	$\overline{v_{(z)}} = \frac{u_*}{k \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$ <p>k- hằng số von Karman (0,4). <math>u_*</math> - vận tốc ma sát <math>Z_0</math>-chiều dài độ nhám bề mặt. z-chiều cao trên mặt đất.</p>	$\overline{v_{(z)}} = \overline{V}_0 \cdot E_{(z)} = \overline{V}_0 \cdot \overline{b} \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{\overline{\alpha}}$ <p><math>\overline{V}_0</math>-vận tốc gió cơ bản trung bình; E- hệ số ảnh hưởng theo độ cao của vận tốc gió; <math>\overline{b}</math> và <math>\overline{\alpha}</math> - các hằng số phụ thuộc vào dạng địa hình.</p>

Qua *Bảng 2.23*, nhận thấy cách phân chia dạng địa hình theo ba tiêu chuẩn Việt Nam, Châu Âu, Hoa Kỳ có sự khác nhau về số dạng địa hình. Tuy nhiên cách phân chia các dạng địa hình theo các tiêu chuẩn cũng có những điểm chung. Để so sánh các dạng địa hình của các tiêu chuẩn với nhau, ta có thể sử dụng thông số chiều dài độ nhám  $z_0$  (m) là thông số đặc trưng cho dạng địa hình. Tuy nhiên thông số này với tiêu chuẩn châu Âu đã có quy định rõ đối với từng loại địa hình (0, I, II, III, IV) nhưng với tiêu chuẩn Việt Nam chỉ nói đến thông số  $Z_0$  này đối với dạng địa hình chuẩn B ( $Z_0 = 0,05$ ). Do việc quy đổi dạng địa hình sang các tiêu chuẩn Châu Âu và Hoa Kỳ là khó khăn, khi đó muốn quy đổi dạng địa hình theo tiêu chuẩn Châu Âu và Hoa Kỳ. Ta dựa vào định nghĩa đối với từng dạng địa hình và có thể phân chia các dạng địa hình theo ba tiêu chuẩn thành các nhóm như *Bảng 2.24*. Phân chia dạng địa hình của ba tiêu chuẩn thành 3 nhóm. Theo đó địa hình dạng A của tiêu chuẩn Việt Nam sẽ tương đương với địa hình dạng D của Hoa Kỳ và dạng 0, I của Châu Âu. Địa hình dạng B của tiêu chuẩn Việt Nam sẽ tương đương với địa hình dạng C của Hoa Kỳ và dạng II của Châu Âu. Địa hình dạng C của tiêu chuẩn Việt Nam sẽ tương đương với địa hình dạng B của Hoa Kỳ và dạng III, IV của Châu Âu. Trong đó, Nhóm 1 là nhóm địa hình trống trải, thoáng, không có hoặc có rất ít vật cản. Nhóm 2 là nhóm địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thấp. Nhóm 3 là nhóm địa hình bị che chắn mạnh, có nhiều vật cản sát nhau.

*Bảng 2.24. Các nhóm phân dạng địa hình.*

Dạng địa hình \ Nhóm	Nhóm 1		Nhóm 2	Nhóm 3	
			(Địa hình chuẩn)		
Dạng địa hình: TCVN2737:1995	A Thoáng $H < 1,5m$		B $1,5 < H < 10 m$	C $H > 10 m$	
Dạng địa hình : ASCE/SEI 7-05	D Thoáng, mở, bờ biển		C Nông thôn, thoáng $H < 9,1 m$	B Thành thị	
Dạng địa hình: EN 1991-1-4	0 Bờ biển	I Hồ, thoáng	II Cách ly $< 20 h$	III Cách ly $< 20 h$	IV Che chắn, $H > 15 m$

#### 2.4.2. Vận tốc gió cơ sở.

Vận tốc gió là yếu tố quyết định đến áp lực của tải trọng gió tác dụng lên công trình. Xác định vận tốc gió tại một vùng là cơ sở để áp dụng các công thức tính toán trong tiêu chuẩn thiết kế nhằm xác định tải trọng gió tác dụng lên công trình xây dựng trong vùng đó.

Vận tốc gió biến đổi liên tục theo thời gian. Thời gian lấy trung bình vận tốc gió và thời gian tính chu kỳ lặp sẽ ảnh hưởng đến giá trị vận tốc gió trung bình. Các tiêu chuẩn khác nhau đã quy định thời gian lấy vận tốc gió trung bình và chu kỳ lặp khác nhau để tính vận tốc trung bình của gió.

**Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737-1995 quy định:** Vận tốc gió cơ sở  $V_0$  là vận tốc trung bình trong khoảng *thời gian 3 giây* bị vượt 1 lần *trong vòng 20 năm*, ở độ cao 10 m so với mốc chuẩn, tương ứng với địa hình dạng B là địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thưa thớt cao không quá 10m (vùng ngoại ô, ít nhà, thị trấn, làng mạc, rừng thưa, hoặc rừng no, vùng trồng cây thưa..)

**Tiêu chuẩn Mỹ ASCE/SEI 7-05 quy định:** Vận tốc gió cơ sở  $V_0$  là vận tốc gió trung bình trong khoảng *thời gian 3 giây* bị vượt 1 lần *trong vòng 50 năm*, ở độ cao 10 m so với mốc chuẩn, tương ứng địa hình dạng C. Địa hình dạng C là vùng nông thôn, thoáng, vật cản phân bố chiều cao dưới 9,1m.

**Tiêu chuẩn Châu Âu EN 1991 -1-4 quy định:** Vận tốc gió cơ sở  $V_0$  là vận tốc gió trung bình trong khoảng *thời gian 10 phút* không phân biệt hướng gió và thời gian của năm với xác suất vượt một lần *trong vòng 50 năm* ở độ cao 10 m kể từ mặt đất ở khu vực có địa hình trống trải có thảm thực vật thấp như cỏ và không bị cản bởi nhà cửa, cây cối...

*Bảng 2.25. Thông số xác định vận tốc gió cơ sở theo các tiêu chuẩn:*

Tiêu chuẩn	Thời gian trung bình cho vận tốc gió cơ bản (s)	Chiều cao tham chiếu (m)	Chu kỳ lặp (năm)	Địa hình chuẩn
TCVN 2737:1995	3	10	20	B
ASCE/SEI 7-05	3	10	50	C
EN 1991-1-4	600	10	50	II

Như vậy, Ta thấy các thông số xác định vận tốc gió để làm cơ sở xác định áp lực gió tác dụng lên công trình của tiêu chuẩn Việt Nam so với tiêu chuẩn của Châu Âu và Hoa kỳ đều đo vận tốc gió cơ sở tại độ chiều cao tham chiếu là 10m. Tuy nhiên, có sự khác biệt về thời gian trung bình để đo vận tốc gió. Theo TCVN và ASCE lấy thời gian 3giây, theo EUROCODES lấy thời gian là 10 phút. Chu kỳ lặp theo tiêu chuẩn Châu Âu và Hoa kỳ lấy giống nhau là 50 năm, trong khi đó tiêu chuẩn Việt Nam lấy chu kỳ lặp là 20 năm. Dẫn đến sự khác nhau về giá trị vận tốc gió trung bình.

Do đó, trong quá trình tính toán tải trọng gió theo các tiêu chuẩn nước ngoài cho các công trình xây dựng ở Việt Nam, ta phải thực hiện quy đổi giá trị vận tốc gió trung bình từ tiêu chuẩn Việt Nam sang các tiêu chuẩn nước ngoài, tùy thuộc vào thời gian trung bình để đo vận tốc gió và chu kỳ lặp, để có số liệu đầu vào tương đương nhau giữa các tiêu chuẩn.

• **Quy đổi vận tốc gió trung bình từ tiêu chuẩn Việt Nam sang tiêu chuẩn châu Âu và Hoa kỳ. [12]**

Tiêu chuẩn	Thời gian	Chu kỳ lặp
TCVN 2737:1995	3s	20 năm
ASCE/SEI 7-05	3s	50 năm
EN 1991-1-4	600s	50 năm

Theo TCVN 2737:1995 , ta có áp lực gió tiêu chuẩn ở độ cao 10m, ứng với vận tốc gió được lấy trung bình trong 3 giây, bị vượt 1 lần trong 20 năm, ở dạng địa hình B( $W_{(20y,3'',B)}$ ) như trong *Bảng 2.26*.

*Bảng 2.26. Áp lực gió tiêu chuẩn ( $W_{(20y,3'',B)}$ ) ứng với các vùng áp lực gió.*

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I		II		III		IV	V
	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
$W_{(20y,3'',B)}$ (daN/m <sup>2</sup> )	55	65	83	55	110	125	155	185

Từ các số liệu trong *bảng 2.26* ta xác định được vận tốc gió tiêu chuẩn ở độ cao 10m, ứng với vận tốc gió được lấy trung bình trong 3 giây, bị vượt 1 lần trong 20

năm, ở dạng địa hình B ( $v_{(20y,3'',B)}$ ) như trong *bảng 2.27* (tính ngược từ công thức  $W_0 = 0,0613v_0^2$ ).

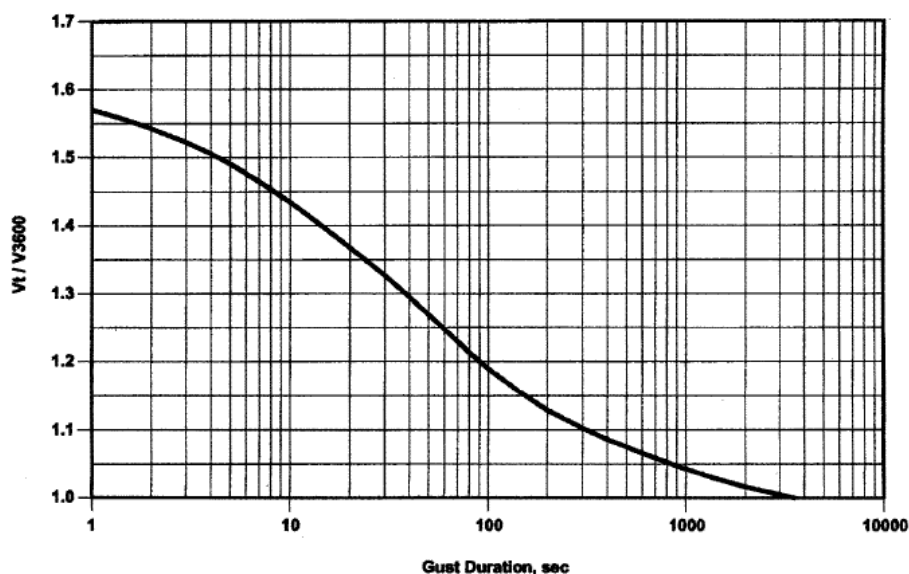
*Bảng 2.27. Vận tốc gió tiêu chuẩn ( $v_{(20y,3'',B)}$ ) ứng với các vùng áp lực gió.*

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I		II		III		IV	V
	IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
Vận tốc (m/s)	29,95	32,56	36,80	39,37	42,36	45,16	50,28	54,94

Quy đổi vận tốc gió trung bình trong 3 giây (trong TCVN 2737:1995) ( $v_{(20y,3'',B)}$ ) sang  $v_{(50y,600'',II)}$  đối với tiêu chuẩn Châu Âu và sang  $v_{(50y,3'',C)}$  đối với tiêu chuẩn Hoa Kỳ. Quy đổi theo đồ thị ASCE/SEI 7-5 hình C6-4.

*Hình 2.32 Đồ thị chuyển vận tốc trung bình trong các khoảng thời gian*

*(Nguồn Fig C6-4[14])*



Chuyển đổi chu kỳ lặp: Quy đổi vận tốc gió với chu kỳ lặp 20 năm sang vận tốc gió với chu kỳ lặp trong 50 năm được xác định theo Bảng 4.3 và Bảng 4.4 QCVN 02-2009/BXD.

*Bảng 2.28. Hệ số chuyển đổi gió 3s từ chu kỳ 20 năm sang các chu kỳ khác*

*Nguồn bảng 4.3, bảng 4.4 [1]*

Chu kỳ lặp (năm)	5	10	20	30	40	50	100
Hệ số chuyển đổi áp lực gió.	0,74	0,87	1	1,1	1,16	1,2	1,37
Hệ số chuyển đổi vận tốc gió	0,86	0,93	1,00	1,05	1,08	1,10	1,17

**\*> Quy đổi vận tốc gió trung bình theo TCVN 2737:1995 ra EN 1991-1-4:**

Quy đổi vận tốc gió trung bình trong 10 phút sang vận tốc gió trung bình trong 3 giây được tra theo đồ thị Hình 2.32.

$$\frac{v_{600}}{v_3} = \frac{1,065}{1,525} = 0,698 \quad (2.74)$$

Quy đổi vận tốc gió với chu kỳ lặp 20 năm sang vận tốc gió chu kỳ với chu kỳ lặp 50 năm.

$$V_{50y} = 1,10.V_{20y} \quad (2.75)$$

Vận tốc gió tính trung bình trong thời gian 10 phút với chu kỳ lặp 50 năm được liên hệ với vận tốc gió trung bình trong 3 giây với chu kỳ lặp 20 năm theo biểu thức

$$V_{(50y,600)} = 1,1 \times 0,698.V_{(20y,3)} \quad (2.76)$$

Vận tốc gió quy đổi ứng với các vùng áp lực gió được tính toán trong bảng sau:

*Bảng 2.29. Giá trị vận tốc gió cơ bản, áp lực gió quy đổi từ TCVN 2737:1995 sang EN 1991-1-4, ASCE/SEI 7-05*

Vùng áp lực gió trên bản đồ		I		II		III		IV	V
		IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
Vận tốc (m/s)	TCVN 2737:1995	29,95	32,56	36,8	39,37	42,36	45,16	50,28	54,94
	EN 1991-1-4	23,00	25,00	28,26	30,23	32,52	34,67	38,60	42,18
	ASCE/SEI 7-05	32,95	35,82	40,48	43,31	46,6	49,68	55,31	60,43

Vùng áp lực gió trên bản đồ		I		II		III		IV	V
		IA	IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB		
qp (daN/m <sup>2</sup> )	TCVN 2737:1995	55	65	83	55	110	125	155	185
	EN 1991-1-4	33,06	39,06	49,91	57,12	66,1	75,13	93,12	111,2

(Xác định áp lực gió EN 1991-1-4 theo công thức (2.33))

### 2.4.3. Thành phần tải trọng gió.

Theo TCVN 2737:1995, tính toán thành phần tải trọng gió tác dụng lên công trình được chia thành 2 thành phần gió tĩnh và gió động, công thức xác định độc lập nhau. Gió động chỉ phải kể đến khi tính toán với công trình nhà nhiều tầng cao trên 40 m và nhà công nghiệp một tầng cao trên 36 m với tỉ số độ cao trên nhịp lớn hơn 1,5 xây dựng ở địa hình A, B. Các trường hợp khác chỉ phải tính với gió tĩnh.

Theo tiêu chuẩn EN 1991-1-4 và ASCE/SEI 7-05 cũng chia tác động của gió thành hai thành phần tĩnh và động nhưng ảnh hưởng của thành phần động được xác định cùng với thành phần tĩnh bằng cách đưa vào công thức tính toán hệ số ảnh hưởng động phụ thuộc vào dạng địa hình và đặc trưng phản ứng động của kết cấu (theo EN 1991-1-4) và hệ số giật G (theo ASCE/SEI 7-05). Và theo hai tiêu chuẩn này luôn kể đến thành phần động vào trong tính toán tải trọng gió tác dụng vào công trình với mọi dạng công trình và bất kỳ chiều cao nào.

### 2.4.4. Hạn chế của tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:1995.

Theo TCVN 2737-1995, hệ số động lực  $\xi$  xác định bằng đồ thị hình 2.2 phụ thuộc thông số  $\varepsilon$  và độ giảm loga  $\delta$  của dao động. Tuy nhiên trên đồ thị này thì giá trị lớn nhất của thông số  $\varepsilon = 0,2$ . Do vậy với các công trình mềm ( chu kỳ dao động lớn) hoặc công trình thiết kế tại vùng có áp lực gió cơ bản lớn thì thông số  $\varepsilon$  sẽ vượt qua giá trị giới hạn. Trong trường hợp này sẽ khó các định thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên công trình theo TCVN 2737-1995 nếu không có các nghiên cứu chuyên sâu.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737-1995 không có chỉ dẫn tính toán để xác định áp lực gió lên công trình trên sườn đồi, núi. Duy nhất có công trình trên nền đất cao được quan tâm. Sự tăng áp lực gió được kể đến bằng việc tăng chiều cao tính toán áp lực gió so với chiều cao thực tế. Mặt đất tính toán được hạ thấp đặt kết cấu vào vùng có vận tốc gió cao hơn trong lớp biên khí quyển. Khi độ dốc trung bình  $i$  của một nền đất cao lớn hơn 30%, cao độ mặt đất tính toán được hạ thấp xuống một khoảng  $Z_0$  từ độ cao thực tế. Do đó, độ cao thực tế được tăng lên đến  $(z+z_0)$  để tính toán áp lực gió thiết kế cho công trình. Nhưng theo tiêu chuẩn ASCE/SEI 7-05 đã đưa ra các chỉ dẫn rất chi tiết kể đến hiệu ứng gia tăng vận tốc gió của các điều kiện địa hình như đồi, rặng núi và nền đất cao.

## CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ VÀO CÔNG TRÌNH NHÀ CAO TẦNG THEO TIÊU CHUẨN VIỆT NAM, EUROCODE, HOA KỲ

### 3.1. Giới thiệu công trình tính toán.

Để minh họa trình tự tính toán tải trọng gió vào công trình và có kết quả để so sánh với việc tính toán tải trọng gió vào công trình theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, thực hiện chỉ dẫn tính toán chi tiết cho một công trình theo cả tiêu chuẩn Việt Nam, tiêu chuẩn Châu Âu và tiêu chuẩn Hoa kỳ. Công trình được lựa chọn để tính toán là một công trình giả định: Công trình dân dụng gồm 15 tầng và 1 tầng hầm, chiều cao tầng 3,5m, tầng hầm 3m, tổng chiều cao 55,5m, Tường xây gạch 220mm, xây trên tất cả các dầm. Công trình được xây dựng tại Thành phố Hải Phòng với các thông tin như sau:

#### **Giải pháp kết cấu phần thân:**

Giải pháp kết cấu lựa chọn sử dụng cho phần thân là hệ kết cấu khung bê tông cốt thép (cột, lõi, dầm, sàn) đổ toàn khối. Sàn dày 17 cm.

Tiết diện cột sử dụng tại tầng hầm, tầng 1, tầng 2 là 800x800mm, tại các tầng 3, 4, 5 tiết diện cột là 700x700mm, tại các tầng 6, 7, 8 tiết diện cột là 600x600mm, tại các tầng 9, 10, 11 tiết diện cột là 500x500mm, tại các tầng 12, 13, 14, 15 tiết diện cột là 400x400mm.

Lõi thang máy sử dụng có chiều dày 250mm, vách thang bộ có chiều dày 250mm.

Dầm sử dụng tại các tầng: dầm khung tiết diện 300x600mm, dầm phụ tiết diện 250x400mm.

#### **Vật liệu sử dụng:**

##### **\* Bê tông:**

Bê tông cọc, đài, giằng móng, sàn tầng hầm 2, giằng tường, lanh tô và thang bộ sử dụng bê tông cấp độ bền B22,5 (tương đương mác 300) có cường độ tính toán về nén,  $R_n = 130$  (daN/cm<sup>2</sup>); cường độ tính toán về kéo,  $R_k = 10$  (daN/cm<sup>2</sup>)



Bê tông cột, lõi, dầm sàn sử dụng bê tông cấp độ bền B30 (tương đương mác 400) có cường độ tính toán về nén,  $R_n = 170$  (daN/cm<sup>2</sup>); cường độ tính toán về kéo,  $R_k = 12$  (daN/cm<sup>2</sup>)

Bê tông lót sử dụng có cấp độ bền B15 (mác 200)

**\* Cốt thép:**

Với cốt thép  $\phi < 10$  dùng loại AI có cường độ tính toán  $R_a = 2300$  (daN/cm<sup>2</sup>)

Với cốt thép  $10 \leq \phi \leq 16$  dùng loại AII có cường độ tính toán  $R_a = 2800$  (daN/cm<sup>2</sup>)

Với cốt thép  $18 \leq \phi$  dùng loại AIII có cường độ tính toán  $R_a = 3650$  (daN/cm<sup>2</sup>)

Cốt thép hình sử dụng thép CT3.

**\* Tường xây:**

Sử dụng tường xây gạch, vữa ximăng mác 75.

Gạch xây sử dụng loại gạch chỉ và gạch lỗ. Khối xây 110 sử dụng gạch chỉ; khối xây 220 sử dụng gạch lỗ, hàng quay ngang sử dụng gạch chỉ.

**\* Tải trọng**

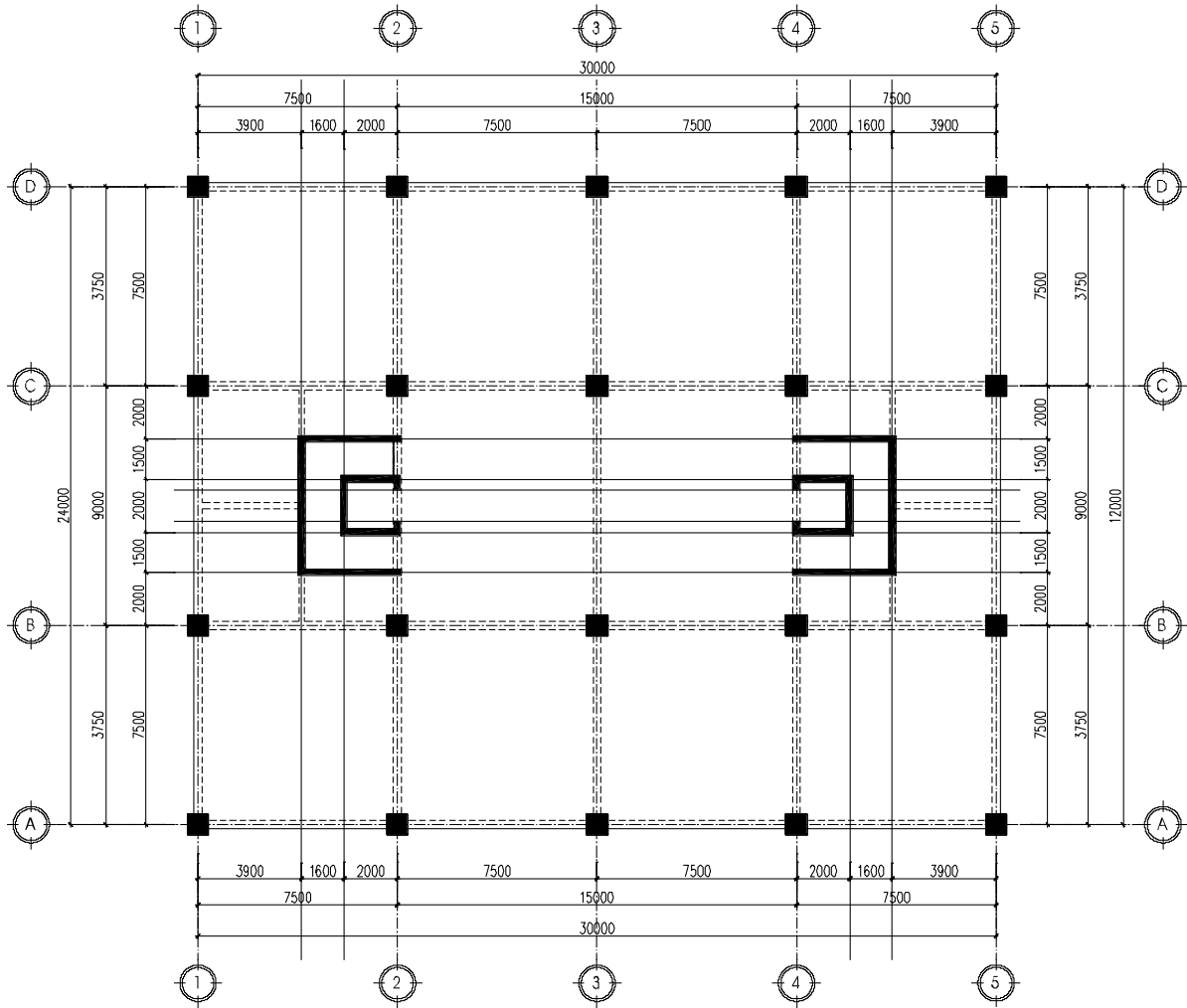
TĨNH TẢI: (Không bao gồm trọng lượng bản thân kết cấu bê tông cốt thép).  
Phần mềm tự tính.

- Tĩnh tải tác dụng lên bản sàn: 1,4 (KN/m<sup>2</sup>).
- Tĩnh tải tường 220 mm: 12,65 (KN/m)

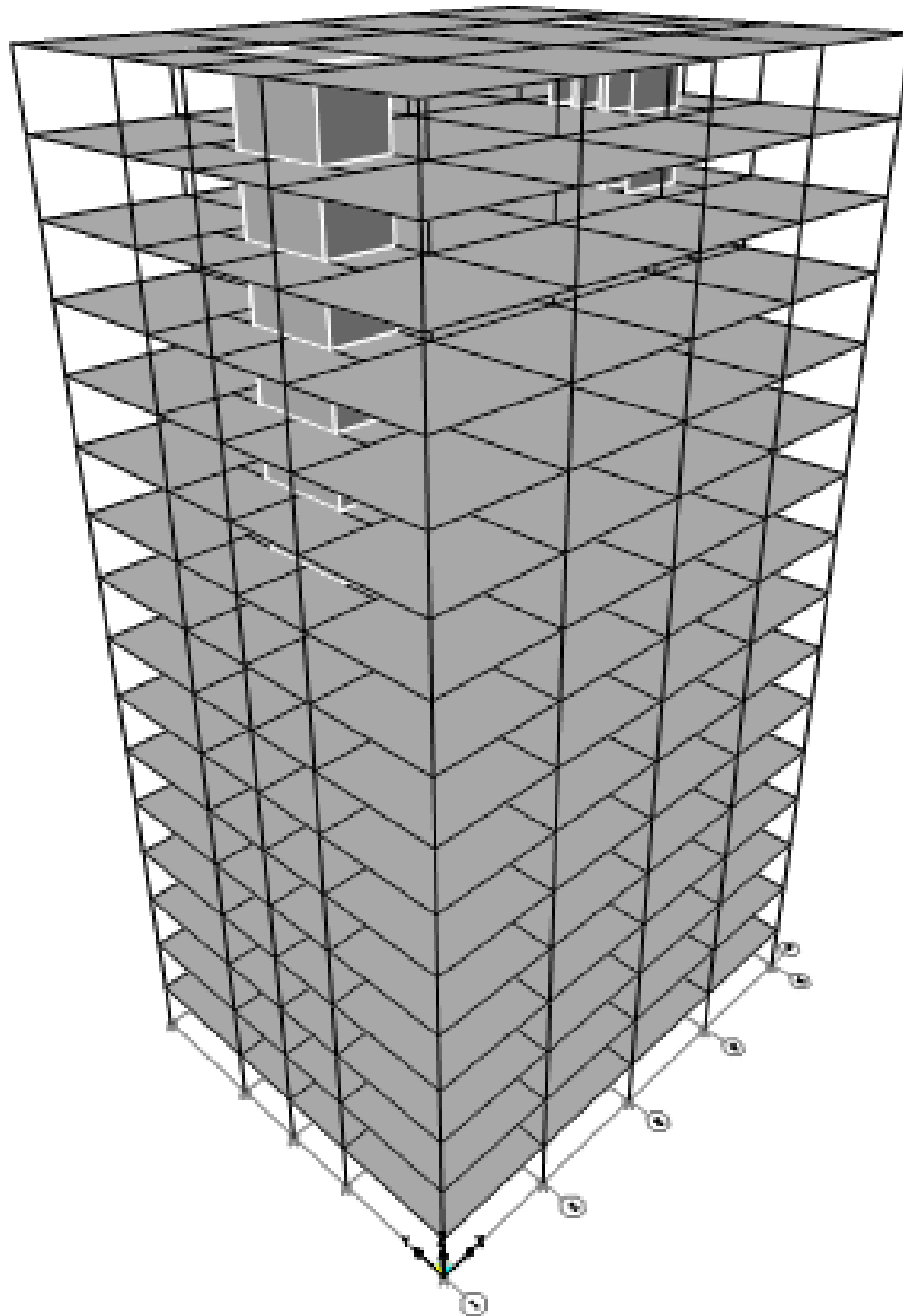
**HOẠT TẢI:**

- Hoạt tải sàn : 2,4 (KN/m<sup>2</sup>)
- Hoạt tải mái: 0,9 (KN/m<sup>2</sup>)

Hình 3.1. Mặt bằng kết cấu tầng điển hình.



Hình 3.2 Hình ảnh kết cấu 3D công trình



### 3.2. Xác định chu kỳ, tần số dao động của công trình.

Khi tính toán tải trọng gió theo 3 tiêu chuẩn Việt Nam, Châu Âu, Hoa kỳ. Ta đều phải xác định các thông số về dao động của công trình. Ở đây, Tác giả xác định thông qua phần mềm tính toán kết cấu Etabs. Thông số về dao động của công trình được xác định theo trình tự như sau.

- Xây dựng mô hình, Check model.
- Gán tải trọng sàn gồm: Tĩnh tải, hoạt tải.
- Gán liên kết Restraints ( Support...)
- Khai báo khối lượng tầng Mass Source... (TT+0,5HT).
- Khai báo tâm cứng cho từng tầng Diaphragms.
- Chia ảo cho sàn.
- Phân tích mô hình.

• **Xác định chu kỳ, tần số dao động của công trình.**

*Bảng 3.1. Tần số dao động của công trình theo các mode dao động*

Mode	Period (T)	UX	UY	Frequence (f)
1	2,3663	67,149	0,000	0,4226
2	1,8995	0,000	66,572	0,5265
3	1,6971	0,000	0,000	0,5892
4	0,5569	16,201	0,000	1,7955
5	0,5000	0,000	17,995	2,0002
6	0,4687	0,000	0,000	2,1337
7	0,2878	6,216	0,000	3,4747
8	0,2269	0,000	6,473	4,4066
9	0,2180	0,000	0,000	4,5872
10	0,1662	3,333	0,000	6,0172
11	0,1396	0,000	3,167	7,1636
12	0,1354	0,000	0,000	7,3862

Frequence (f): Tần số ( được tính bằng cách  $f=1/T$ )

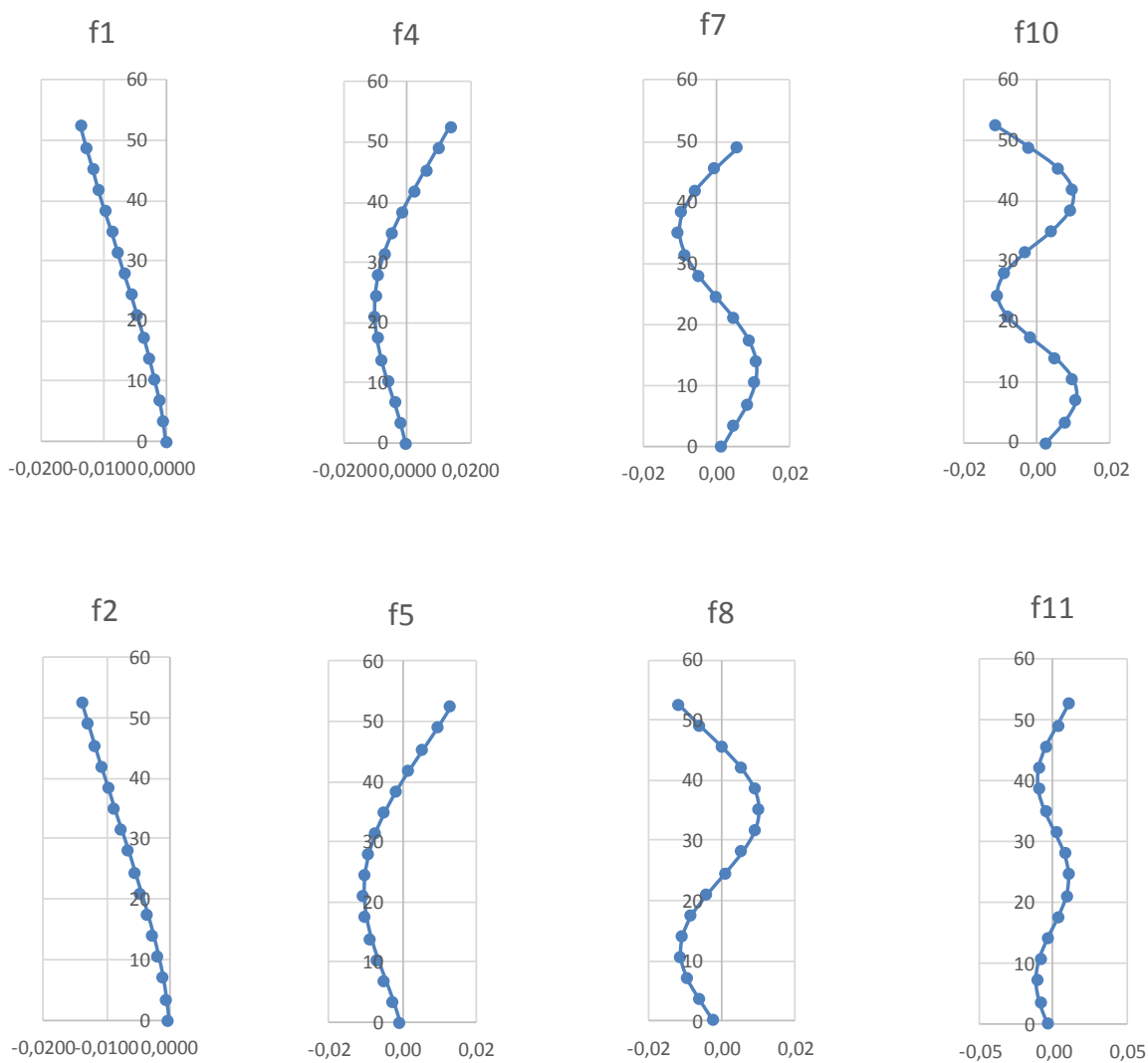
*Bảng 3.2. Mode dao động theo phương OX.*

Mode	Period (T)	UX	UY	Frequence (f)
1	2,3663	67,149	0,000	0,4226
4	0,5569	16,201	0,000	1,7955
7	0,2878	6,216	0,000	3,4747
10	0,1662	3,333	0,000	6,0172

*Bảng 3.3. Mode dao động theo phương OY.*

Mode	Period (T)	UX	UY	Frequence (f)
2	1,8995	0,000	66,572	0,5265
5	0,5000	0,000	17,995	2,0002
8	0,2269	0,000	6,473	4,4066
11	0,1396	0,000	3,167	7,1636

Hình 3.3. Các dạng dao động của công trình theo 2 phương X, Y



### 3.3. Tính toán tải trọng gió tác dụng vào công trình theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:1995.

#### 3.3.1. Tính toán thành phần tĩnh của tải trọng gió.

Công trình xây dựng tại : **Hải Phòng**  
 Công trình thuộc vùng **IVB** Địa hình : **B**  
 Kích thước mặt bằng công trình (Phương X)B : **30 (m)**  
 (Phương Y)L : **24 (m)**

Giá trị thành phần gió tĩnh được đưa về lực tập trung đặt tại tâm cứng của từng tầng, được xác định theo công thức

$$W_{Tj} = W_o \cdot k \cdot c \cdot \gamma \cdot B_j \cdot h_j \quad \text{KN/m}$$

Với :

$W_o$  - giá trị áp lực gió.  $W_o = 1,550 \text{ (KN/m}^2\text{)}$

$k$  - hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao.

$\gamma$  - hệ số tin cậy của tải trọng gió.  $\gamma = 1,2$

$c$  - hệ số khí động  $c_{\text{đẩy}} = 0,8$

$c_{\text{hút}} = -0,6$

$B_j$  - Bề rộng đón gió của tầng thứ  $j$ .

$h_j$  - Chiều cao tầng thứ  $j$ .

Bảng 3.4. Tải trọng gió tĩnh theo TCVN 2737-1995

Tầng	H (m)	$W_o$ (KN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$	k	c	$W_j$ (KN/m)	$W_{tt}$ (KN/m)	GIÓ X		GIÓ Y	
								$S_j$ (m <sup>2</sup> )	$W_{tt}$ (KN)	$S_j$ (m <sup>2</sup> )	$W_{tt}$ (KN)
STORY 2	3,5	1,55	1,2	0,820	1,4	1,78	2,14	84,00	179,36	105,00	224,20
STORY 3	7,0	1,55	1,2	0,928	1,4	2,01	2,42	84,00	202,99	105,00	253,73
STORY 4	10,5	1,55	1,2	1,008	1,4	2,19	2,62	84,00	220,49	105,00	275,61
STORY 5	14,0	1,55	1,2	1,064	1,4	2,31	2,77	84,00	232,74	105,00	290,92
STORY 6	17,5	1,55	1,2	1,105	1,4	2,40	2,88	84,00	241,70	105,00	302,13
STORY 7	21,0	1,55	1,2	1,139	1,4	2,47	2,97	84,00	249,14	105,00	311,43
STORY 8	24,5	1,55	1,2	1,171	1,4	2,54	3,05	84,00	256,03	105,00	320,04
STORY 9	28,0	1,55	1,2	1,202	1,4	2,61	3,13	84,00	262,92	105,00	328,65
STORY 10	31,5	1,55	1,2	1,229	1,4	2,67	3,20	84,00	268,83	105,00	336,03
STORY 11	35,0	1,55	1,2	1,250	1,4	2,71	3,26	84,00	273,42	105,00	341,78
STORY 12	38,5	1,55	1,2	1,271	1,4	2,76	3,31	84,00	278,01	105,00	347,52
STORY 13	42,0	1,55	1,2	1,292	1,4	2,80	3,36	84,00	282,61	105,00	353,26
STORY 14	45,5	1,55	1,2	1,313	1,4	2,85	3,42	84,00	287,20	105,00	359,00
STORY 15	49,0	1,55	1,2	1,334	1,4	2,89	3,47	84,00	291,79	105,00	364,74
ROOF	52,5	1,55	1,2	1,350	1,4	2,93	3,52	42,00	147,65	52,50	184,56

#### 3.3.2. Tính toán thành phần động của tải trọng gió.

Công trình có tần số dao động riêng cơ bản thứ  $s$ , thỏa mãn bất đẳng thức

$$f_s < f_L < f_{s+1}$$

Thì cần tính toán thành phần động của tải trọng gió với s dạng dao động đầu tiên. Với công trình đặt tại Hải Phòng, vùng gió IV, công trình bê tông cốt thép. Ta có giá trị tần số giới hạn  $f_L = 1,7$ . Với dạng dao động theo phương OX ta cần tính 1 mode dao động ( Mode 1 ( $f = 0,4226$ )) dao động theo phương OY ta cần tính 1 mode dao động ( mode 2 ( $f=0,5265$ )).

*Bảng 3.5. Bảng dịch chuyển ngang tỉ đối theo phương OX theo mode 1*

Story	Diaphragm	Mode	UX	yj1	MassX (KN)
STORY2	D2	1	-0,0005	-0,00008	1119,4137
STORY3	D3	1	-0,0011	-0,00011	1105,1516
STORY4	D4	1	-0,0019	-0,00014	1091,9942
STORY5	D5	1	-0,0027	-0,00016	1091,9942
STORY6	D6	1	-0,0036	-0,00018	1079,235
STORY7	D7	1	-0,0046	-0,00019	1068,0405
STORY8	D8	1	-0,0056	-0,00020	1068,0405
STORY9	D9	1	-0,0067	-0,00022	1057,2443
STORY10	D10	1	-0,0077	-0,00022	1048,0128
STORY11	D11	1	-0,0087	-0,00023	1048,0128
STORY12	D12	1	-0,0098	-0,00024	1039,1795
STORY13	D13	1	-0,0108	-0,00024	1031,911
STORY14	D14	1	-0,0117	-0,00024	1031,911
STORY15	D15	1	-0,0127	-0,00024	1031,911
ROOF	D16	1	-0,0136	-0,00025	933

*Bảng 3.6. Bảng dịch chuyển ngang tỉ đối theo phương OY theo mode 2*

Story	Diaphragm	Mode	UY	yj2	Mass Y (KN)
STORY2	D2	2	-0,0006	-0,00009	1119,4137
STORY3	D3	2	-0,0011	-0,00011	1105,1516
STORY4	D4	2	-0,0018	-0,00013	1091,9942
STORY5	D5	2	-0,0026	-0,00015	1091,9942
STORY6	D6	2	-0,0035	-0,00017	1079,235
STORY7	D7	2	-0,0045	-0,00019	1068,0405
STORY8	D8	2	-0,0055	-0,00020	1068,0405
STORY9	D9	2	-0,0065	-0,00021	1057,2443
STORY10	D10	2	-0,0076	-0,00022	1048,0128
STORY11	D11	2	-0,0087	-0,00023	1048,0128
STORY12	D12	2	-0,0097	-0,00023	1039,1795
STORY13	D13	2	-0,0108	-0,00024	1031,911
STORY14	D14	2	-0,0118	-0,00024	1031,911
STORY15	D15	2	-0,0128	-0,00025	1031,911
ROOF	D16	2	-0,0138	-0,00025	933

❖ Thành phần động theo phương OX theo mode 1:

MODE 1 f = 0,4226

Thành phần động theo phương OX.

Hệ số độ tin cậy $\gamma$	1,2
Hệ số $\varepsilon$	0,068
Hệ số $\xi$	1,740
Hệ số $\nu$	0,750

Gió theo phương trục X lấy mặt phẳng tọa độ cơ bản ZOY

$$\rho = 0,4L = 9,6$$

$$\chi = H = 52,5$$

Story	UX (y <sub>ji</sub> )	(y <sub>ji</sub> ) <sup>2</sup>	MX (M <sub>j</sub> ) KN	$\zeta_i$	W <sub>j</sub> =W <sub>0.k.c</sub>	S <sub>j</sub>	$\nu$	W <sub>Fj</sub> (KN)
STORY2	-0,00008	5,917E-09	1119,414	0,517	1,779	84,0	0,75	57,957
STORY3	-0,00011	1,210E-08	1105,152	0,496	2,014	84,0	0,75	62,926
STORY4	-0,00014	1,981E-08	1091,994	0,481	2,187	84,0	0,75	66,284
STORY5	-0,00016	2,522E-08	1091,994	0,470	2,309	84,0	0,75	68,366
STORY6	-0,00018	3,084E-08	1079,235	0,460	2,398	84,0	0,75	69,49
STORY7	-0,00019	3,674E-08	1068,041	0,454	2,472	84,0	0,75	70,694
STORY8	-0,00020	4,147E-08	1068,041	0,449	2,540	84,0	0,75	71,849
STORY9	-0,00022	4,671E-08	1057,244	0,444	2,608	84,0	0,75	72,96
STORY10	-0,00022	4,981E-08	1048,013	0,439	2,667	84,0	0,75	73,759
STORY11	-0,00023	5,242E-08	1048,013	0,434	2,713	84,0	0,75	74,165
STORY12	-0,00024	5,576E-08	1039,180	0,429	2,758	84,0	0,75	74,542
STORY13	-0,00024	5,760E-08	1031,911	0,426	2,804	84,0	0,75	75,244
STORY14	-0,00024	5,820E-08	1031,911	0,424	2,849	84,0	0,75	76,108
STORY15	-0,00024	5,965E-08	1031,911	0,421	2,895	84,0	0,75	76,778
ROOF	-0,00025	6,005E-08	933,000	0,419	2,930	42,0	0,75	38,665

Story	(y <sub>ji</sub> · W <sub>Fj</sub> )	(y <sub>ji</sub> ) <sup>2</sup> · M <sub>j</sub>	$\psi$	W <sub>p</sub> (KN)
STORY2	-0,00446	6,624E-06	-319,06	47,80
STORY3	-0,00692	1,337E-05	-319,06	67,49
STORY4	-0,00933	2,163E-05	-319,06	85,32
STORY5	-0,01086	2,755E-05	-319,06	96,28
STORY6	-0,01220	3,328E-05	-319,06	105,22
STORY7	-0,01355	3,924E-05	-319,06	113,65
STORY8	-0,01463	4,429E-05	-319,06	120,74
STORY9	-0,01577	4,939E-05	-319,06	126,86
STORY10	-0,01646	5,220E-05	-319,06	129,86
STORY11	-0,01698	5,493E-05	-319,06	133,21
STORY12	-0,01760	5,795E-05	-319,06	136,24
STORY13	-0,01806	5,944E-05	-319,06	137,49
STORY14	-0,01836	6,005E-05	-319,06	138,20
STORY15	-0,01875	6,155E-05	-319,06	139,91
ROOF	-0,00947	5,602E-05	-319,06	126,93



❖ Thành phần động theo phương OY theo mode 2:

MODE 2

f = 0,5265

Thành phần động theo phương OY.

Hệ số độ tin cậy $\gamma$	1,2
Hệ số $\varepsilon$	0,061
Hệ số $\xi$	1,705
Hệ số $\nu$	0,730

Gió theo phương trục X lấy mặt phẳng tọa độ cơ bản ZOX

$$\rho = D = 30$$

$$\chi = H = 52,5$$

Story	UY (y <sub>ji</sub> )	(y <sub>ji</sub> ) <sup>2</sup>	MY (M <sub>j</sub> ) KN	$\zeta_i$	S <sub>j</sub>	$\nu$	W <sub>Fj</sub> (KN)
STORY2	-0,00007	4,444E-09	1119,414	0,517	105,0	0,73	70,514
STORY3	-0,00009	8,521E-09	1105,152	0,496	105,0	0,73	76,56
STORY4	-0,00011	1,210E-08	1091,994	0,481	105,0	0,73	80,645
STORY5	-0,00013	1,778E-08	1091,994	0,470	105,0	0,73	83,179
STORY6	-0,00015	2,339E-08	1079,235	0,460	105,0	0,73	84,546
STORY7	-0,00017	2,915E-08	1068,041	0,454	105,0	0,73	86,01
STORY8	-0,00019	3,516E-08	1068,041	0,449	105,0	0,73	87,416
STORY9	-0,00020	4,000E-08	1057,244	0,444	105,0	0,73	88,769
STORY10	-0,00021	4,396E-08	1048,013	0,439	105,0	0,73	89,74
STORY11	-0,00022	4,853E-08	1048,013	0,434	105,0	0,73	90,234
STORY12	-0,00023	5,242E-08	1039,180	0,429	105,0	0,73	90,693
STORY13	-0,00023	5,463E-08	1031,911	0,426	105,0	0,73	91,547
STORY14	-0,00024	5,760E-08	1031,911	0,424	105,0	0,73	92,598
STORY15	-0,00024	5,919E-08	1031,911	0,421	105,0	0,73	93,414
ROOF	-0,00025	6,059E-08	933,000	0,419	52,5	0,73	47,042

Story	(y <sub>ji</sub> · W <sub>Fj</sub> )	(y <sub>ji</sub> <sup>2</sup> · M <sub>j</sub> )	$\psi$	W <sub>p</sub> (KN)
STORY2	-0,00470	4,975E-06	-406,42	51,71
STORY3	-0,00707	9,417E-06	-406,42	70,69
STORY4	-0,00887	1,321E-05	-406,42	83,24
STORY5	-0,01109	1,941E-05	-406,42	100,89
STORY6	-0,01293	2,524E-05	-406,42	114,38
STORY7	-0,01468	3,113E-05	-406,42	126,36
STORY8	-0,01639	3,755E-05	-406,42	138,77
STORY9	-0,01775	4,229E-05	-406,42	146,52
STORY10	-0,01882	4,608E-05	-406,42	152,27
STORY11	-0,01988	5,086E-05	-406,42	159,98
STORY12	-0,02076	5,447E-05	-406,42	164,86
STORY13	-0,02140	5,638E-05	-406,42	167,13
STORY14	-0,02222	5,944E-05	-406,42	171,61
STORY15	-0,02273	6,108E-05	-406,42	173,97
ROOF	-0,01158	5,653E-05	-406,42	159,14

### 3.3.3. Tổng tải trọng gió tĩnh + động tác dụng lên công trình.

Bảng 3.7. Tổng tải trọng gió tác dụng lên công trình theo phương OX.

Story	PHƯƠNG OX		
	Tĩnh Wtt(KN)	Động Wp1(KN)	Tĩnh + Động (KN)
STORY2	179,36	47,80	227,164
STORY3	202,99	67,49	270,477
STORY4	220,49	85,32	305,806
STORY5	232,74	96,28	329,015
STORY6	241,70	105,22	346,923
STORY7	249,14	113,65	362,790
STORY8	256,03	120,74	376,770
STORY9	262,92	126,86	389,781
STORY10	268,83	129,86	398,687
STORY11	273,42	133,21	406,630
STORY12	278,01	136,24	414,253
STORY13	282,61	137,49	420,097
STORY14	287,20	138,20	425,400
STORY15	291,79	139,91	431,704
ROOF	147,65	126,93	274,577

Bảng 3.8. Tổng tải trọng gió tác dụng lên công trình theo phương y

Story	PHƯƠNG OY		
	Tĩnh Wtt(KN)	Động Wp2(KN)	Tĩnh + Động (KN)
STORY2	224,20	51,71	275,914
STORY3	253,73	70,69	324,424
STORY4	275,61	83,24	358,847
STORY5	290,92	100,89	391,809
STORY6	302,13	114,38	416,509
STORY7	311,43	126,36	437,785
STORY8	320,04	138,77	458,808
STORY9	328,65	146,52	475,171
STORY10	336,03	152,27	488,303
STORY11	341,78	159,98	501,755
STORY12	347,52	164,86	512,377
STORY13	353,26	167,13	520,389
STORY14	359,00	171,61	530,610
STORY15	364,74	173,97	538,712
ROOF	184,56	159,14	343,699

### 3.4. Tính toán tải trọng gió tác dụng vào công trình theo tiêu chuẩn Châu Âu EN 1991-1-4.

#### 3.4.1. Xác định các thông số tính toán

- **Xác định vận tốc gió cơ bản**

Công trình lấy làm ví dụ được xây dựng tại Hải Phòng thuộc vùng áp lực gió IVB có vận tốc gió cơ bản được xác định theo **Bảng 2.29**,  $v_b = 38,60$  m/s.

- **Xác định hệ số vận tốc gió theo độ cao**

Vị trí xây dựng công trình Khu dự án Nam sông Lạch Tray thuộc dạng địa hình IV, là khu vực có chiều dài nhám  $z_0 = 0.05$ m,  $z_{\min} = 2.00$ m.

$$k_r = 0.19 * \left( \frac{0.05}{0.05} \right)^{0.07} = 0.19$$

Hệ số vận tốc gió theo độ cao được xác định theo công thức:

$$C_r(z) = 0.19 * \ln\left(\frac{z}{0.05}\right) \text{ với } z > 2.00\text{m}$$

$$C_r(z) = 0.19 * \ln\left(\frac{2}{0.05}\right) \text{ với } z \leq 2.00\text{m}$$

- **Xác định áp lực gió theo độ cao**

Áp lực gió tiêu chuẩn ứng với khu vực IVB (theo phân vùng Việt Nam) được xác định theo **Bảng 2.29**:  $q_p = 93,12$  daN/m<sup>2</sup>

Hệ số áp lực gió theo chiều cao:

$$C_e(z) = C_r^2(z) * \left[ \left( 1 + 7 * \frac{1}{\ln(z/0,05)} \right) \right] \text{ với } z > 2,00\text{m}$$

$$C_e(z) = C_r^2(2) * \left[ \left( 1 + 7 * \frac{1}{\ln(2/0,05)} \right) \right] \text{ với } z \leq 2,00\text{m}$$

Công trình có dạng hình trụ, mặt bằng hình chữ nhật nên hệ số áp lực gió theo chiều cao sẽ được điều chỉnh lại. Cụ thể như sau:

- Theo phương dọc (phương x):  $b = 24$  m,  $h = 52,50$  ( $h > 2b$ ) nên hệ số áp lực gió theo chiều cao sẽ được xác định như sau:

$$+ \text{ Với } z \leq 24 \text{ m, } C_e(z) = C_e(24) = C_r^2(24) * \left[ \left( 1 + 7 * \frac{1}{\ln(24/0,05)} \right) \right]$$

+ Với  $z > 28,5$  m,  $C_e(z) = C_e(52,5) = C_r^2(52,5) * [(1 + 7 * \frac{1}{\ln(52,5/0,05)})]$

+ Với  $24 < z \leq 28,5$  m,  $C_e(z)$  được xác định bằng cách nội suy.

- Theo phương ngang (phương y):  $b = 30$  m,  $h = 52,5$  m ( $h > b$ ) nên hệ số áp lực gió theo chiều cao sẽ được xác định như sau:

+ Với  $z \leq 30$  m,  $C_e(z) = C_e(30) = C_r^2(30) * [(1 + 7 * \frac{1}{\ln(30/0,05)})]$

+ Với  $z > 30$  m,  $C_e(z) = C_e(52,5) = C_r^2(52,5) * [(1 + 7 * \frac{1}{\ln(52,5/0,05)})]$

Áp lực gió theo độ cao được xác định theo công thức:

$$q_p(z) = 93,12 * C_e(z)$$

• **Xác định hệ số lực  $C_f$ :**

+ *Hệ số  $C_{f,0}$* : Hệ số lực  $C_{f,0}$  được xác định theo *Hình 2.25*, cụ thể như sau:

- Theo phương dọc (phương x):  $d = 30$  m,  $b = 24$  m.

$$d/b = 1,25 \Rightarrow C_{f,0} = 1,988$$

- Theo phương ngang (phương y):  $d = 24$  m,  $b = 30$  m.

$$d/b = 0,8 \Rightarrow C_{f,0} = 2,525$$

+ *Hệ số  $\psi_r$* : Hệ số  $\psi_r$  được xác định bằng cách tra đồ thị *Hình 2.26*, công trình có mặt bằng hình chữ nhật sắc cạnh  $\Rightarrow \psi_r = 1,0$

+ *Hệ số  $\psi_\lambda$* :

- Độ mảnh theo phương dọc nhà:  $\lambda = \text{MIN}(0,7 * 52,5/24 \text{ và } 70) = 1,531$ , tra đồ thị *Hình 2.30* với  $\varphi = 1 \Rightarrow \psi_\lambda = 0,606$

- Độ mảnh theo phương ngang nhà:  $\lambda = \text{MIN}(0,7 * 52,5/30 \text{ và } 70) = 1,225$ , tra đồ thị *Hình 2.30* với  $\varphi = 1 \Rightarrow \psi_\lambda = 0,603$

+ *Hệ số  $C_f$* :

- Theo phương dọc (phương x):

$$C_f = 1,988 * 1,0 * 0,606 = 1,205$$

- Theo phương ngang (phương y):

$$C_f = 2,525 * 1,0 * 0,603 = 1,523$$

- **Xác định chiều cao tham chiếu  $z_e$ ,  $L(z_e)$ ,  $I_v(z_e)$ :**

Công trình có mặt bằng hình chữ nhật tương ứng với hình đầu tiên trong Hình 2.16, Chiều cao tham chiếu  $z_e$  được xác định theo công thức:

$$z_e = 0.6 * h = 0,6 * 52,5 = 31,5 \text{ m}$$

$$L_{(z_e)} = L_t * \left( \frac{z_e}{z_t} \right)^\alpha = 200 * \left( \frac{31,5}{300} \right)^\alpha$$

với  $\alpha = 0,67 + 0,05 \ln(z_0) = 0,67 + 0,05 \ln(0,05) = 0,5202$

$$\Rightarrow L_{(z_e)} = 200 * \left( \frac{31,5}{300} \right)^{0,5202} = 61,92 \text{ m.}$$

$$I_v(z_e) = \frac{1}{\ln(31,5/0,05)} = 0,155$$

- **Xác định hệ số địa hình ( $B^2$ )**

- Theo phương x (phương dọc nhà):  $b = 24 \text{ m}$ ,  $h = 52,5 \text{ m}$ .

$$B^2(x) = \frac{1}{1 + 0.9 * \left( \frac{24 + 52,5}{61,92} \right)^{0.63}} = 0,493$$

- Theo phương y (phương ngang nhà):  $b = 30 \text{ m}$ ,  $h = 52,5 \text{ m}$ .

$$B^2(y) = \frac{1}{1 + 0.9 * \left( \frac{30 + 52,5}{61,92} \right)^{0.63}} = 0,481$$

- **Xác định hệ số phản ứng động ( $R^2$ )**

+ Vận tốc gió tại độ cao  $z_e$ ,  $v_m(z_e)$ :

$$v_m(z_e) = 0,19 * \left( \frac{0,05}{0,05} \right)^{0,07} * \ln \left( \frac{31,5}{0,05} \right) * 38,60 = 47,27 \text{ (m/s)}$$

+  $f_L(Z_e, n_{1x})$ :

- Theo phương dọc (phương x) mode 1, tần số dao động thu được từ kết quả tính toán dao động bằng phần mềm  $n_{1x} = 0,4226(\text{Hz})$ :

$$f_L(z_e, n_{1x}) = \frac{0,4226 * 61,92}{47,27} = 0,554$$

- Theo phương ngang nhà (phương y) mode 2, tần số dao động thu được từ kết quả tính toán dao động bằng phần mềm  $n_{1x} = 0,5256(\text{Hz})$ :

$$f_L(z_e, n_{1y}) = \frac{0,5256 \cdot 61,92}{47,27} = 0,688$$

+ Hàm mật độ phổ,  $S_L$ :

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$S_L(z, n) = \frac{6,8 \cdot 0,554}{(1 + 10 \cdot 2 \cdot 0,554)^{5/3}} = 0,160$$

- Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$S_L(z, n) = \frac{6,8 \cdot 0,688}{(1 + 10 \cdot 2 \cdot 0,688)^{5/3}} = 0,146$$

+ Hệ số  $\eta_h, \eta_b$ :

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$\eta_h = \frac{4,6 \cdot 52,5}{61,92} \cdot 0,554 = 2,161$$

$$\eta_b = \frac{4,6 \cdot 24}{61,92} \cdot 0,554 = 0,99$$

Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$\eta_h = \frac{4,6 \cdot 52,5}{61,92} \cdot 0,688 = 2,683$$

$$\eta_b = \frac{4,6 \cdot 24}{61,92} \cdot 0,688 = 1,226$$

+ Hàm khí động  $R_h, R_b$ :

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$R_h = \frac{1}{2,161} - \frac{1}{2 \cdot 2,161^2} (1 - e^{-2 \cdot 2,161}) = 0,357$$

$$R_b = \frac{1}{0,99} - \frac{1}{2 \cdot 0,99^2} (1 - e^{-2 \cdot 0,99}) = 0,570$$

- Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$R_h = \frac{1}{2,683} - \frac{1}{2 \cdot 2,683^2} (1 - e^{-2 \cdot 2,683}) = 0,304$$

$$R_b = \frac{1}{1,226} - \frac{1}{2 * 1,226^2} (1 - e^{-2 * 1,226}) = 0,512$$

+ Hệ số giảm lôga dao động  $\delta$ :

Công trình thuộc dạng kết cấu nhà bê tông cốt thép  $\Rightarrow \delta_s = 0.10$ . Khối lượng cho một đơn vị diện tích,  $\mu_e = 1000$  (daN/m<sup>2</sup>)

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$\delta(x) = 0,10 + \frac{1,205 * 1,25 * 47,27}{2 * 0,4226 * 1000} = 0,184$$

- Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$\delta(y) = 0,10 + \frac{1,523 * 1,25 * 47,24}{2 * 0,5265 * 1000} = 0,185$$

+ Hệ số phản ứng động  $R^2$ :

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2 * 0,184} * 0,16 * 0,357 * 0,570 = 0,873$$

- Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$R^2 = \frac{\pi^2}{2 * 0,185} * 0,146 * 0,304 * 0,512 = 0,606$$

• **Xác định hệ số  $k_p$ :**

+ Hệ số vượt tần số  $v$ :

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$v = 0,4226 * \sqrt{\frac{0,873}{0,493 + 0,873}} = 0,334$$

- Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$v = 0,5265 * \sqrt{\frac{0,606}{0,481 + 0,606}} = 0,393$$

+ Hệ số  $k_p$ :

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$k_p = \sqrt{2 \ln(600 * 0,334)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \ln(600 * 0,334)}} = 3,440$$

- Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$k_p = \sqrt{2 \ln(600 * 0,393)} + \frac{0,6}{\sqrt{2 \ln(600 * 0,393)}} = 3,487$$

• **Xác định hệ số  $C_s C_d$ :**

- Theo phương dọc (phương x) mode 1:

$$C_s = \frac{1 + 7 * 0,155 * \sqrt{0,493}}{1 + 7 * 0,155} = 0,845$$

$$C_d = \frac{1 + 2 * 3,44 * 0,155 * \sqrt{0,493 + 0,873}}{1 + 7 * 0,155 * \sqrt{0,493}} = 1,275$$

- Theo phương ngang (phương y) mode 2:

$$C_s = \frac{1 + 7 * 0,155 * \sqrt{0,481}}{1 + 7 * 0,155} = 0,841$$

$$C_d = \frac{1 + 2 * 3,487 * 0,155 * \sqrt{0,481 + 0,606}}{1 + 7 * 0,155 * \sqrt{0,481}} = 1,213$$

• **Xác định lực gió tác động vào mặt ngoài công trình**

Lực gió tác dụng vào mặt ngoài công trình được xác định theo công thức:

$$F_{w,e} = C_s C_d * \sum_{element} C_f * q_p(z_e) * A_{ref}$$

Lưu ý: Trong ví dụ này tải trọng do gió được tính thông qua hệ số lực nên không phải tính lực do ma sát của gió và bề mặt hông của công trình. Trong trường hợp xác định theo hệ số áp lực bề mặt thì cần tính thêm lực ma sát này.

Kết quả tính toán chi tiết tải trọng gió tác dụng lên công trình theo tiêu chuẩn EUROCODE được thể hiện trong phụ lục tính toán dưới đây:



### 3.4.2. Kết quả tính toán

Bảng 3.9. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OX, mode 1.

$$q_p = 0,93 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$\eta_h = 2,161$$

$$\eta_b = 0,99$$

$$R_h = 0,357$$

$$R_b = 0,57$$

$$\nu = 0,33 \text{ (Hz)}$$

$$\delta = 0,184$$

$$Z_e = 31,50 \text{ (m)}$$

$$L_{(Z_e)} = 61,92 \text{ (m)}$$

$$V_m(Z_e) = 47,27 \text{ (m/s)}$$

$$I_v(Z_e) = 0,155$$

$$f_L(Z_e, \eta_{1,x}) = 0,554$$

$$S_L(z, n) = 0,16$$

$$h = 52,5 \text{ (m)}$$

$$b = 24,0 \text{ (m)}$$

$$0,4226$$

Chiều cao công trình :

Bề rộng đón gió

Tần số dao động  $\eta_{jx}$

Tầng	Z(m)	C <sub>r</sub> (z)	C <sub>e</sub> (z)	C <sub>e</sub> (z) (h/b)	q <sub>p</sub> (z) (KN/m <sup>2</sup> )	b(m)	B <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	k <sub>p</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>d</sub>	A <sub>refif</sub> (m <sup>2</sup> )	C <sub>f</sub>	F <sub>w</sub> (KN)
STORY 2	3,5	0,807	1,72	2,94	2,74	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	298,8
STORY 3	7,0	0,939	2,13	2,94	2,74	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	298,8
STORY 4	10,5	1,016	2,38	2,94	2,74	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	298,8
STORY 5	14,0	1,071	2,57	2,94	2,74	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	298,8
STORY 6	17,5	1,113	2,72	2,94	2,74	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	298,8
STORY 7	21,0	1,148	2,85	2,94	2,74	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	298,8
STORY 8	24,5	1,177	2,95	2,95	2,75	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	299,89
STORY 9	28,0	1,202	3,04	3,02	2,81	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	306,44
STORY 10	31,5	1,225	3,13	3,51	3,27	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	356,6
STORY 11	35,0	1,245	3,21	3,51	3,27	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	356,6
STORY 12	38,5	1,263	3,28	3,51	3,27	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	356,6
STORY 13	42,0	1,279	3,34	3,51	3,27	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	356,6
STORY 14	45,5	1,295	3,4	3,51	3,27	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	356,6
STORY 15	49,0	1,309	3,45	3,51	3,27	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	84,00	1,205	356,6
ROOF	52,5	1,322	3,51	3,51	3,27	24	0,493	0,873	3,44	0,845	1,275	42,00	1,205	178,3

$$Cr(24) = 1,173 \quad 2,94$$

$$Cr(52,5) = 1,322 \quad 3,51$$

Bảng 3.10. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OY, mode 2.

$q_p = 0,93 \text{ (KN/m}^2\text{)}$

$\eta_h = 2,683$

$Z_e = 31,50 \text{ (m)}$

$h = 52,5 \text{ (m)}$

Chiều cao công trình :

$\eta_b = 1,226$

$L_{(z_e)} = 61,92 \text{ (m)}$

$b = 30,0 \text{ (m)}$

Bề rộng đón gió

$R_h = 0,304$

$V_m(Z_e) = 47,27 \text{ (m/s)}$

$0,5265$

Tần số dao động  $n_{jx}$

$R_b = 0,512$

$I_v(Z_e) = 0,155$

$n_{jx}$

$\nu = 0,39 \text{ (Hz)}$

$f_L(Z_e, n_{jx}) = 0,688$

$n_{jx}$

$\delta = 0,185$

$S_L(z, n) = 0,146$

$n_{jx}$

Tầng	Z(m)	$C_r(z)$	$C_e(z)$	$C_e(z)$	$C_e(z)$ (h/b)	$q_p(z)$ (KN/m <sup>2</sup> )	b(m)	$B^2$	$R^2$	$k_p$	$C_s$	$C_d$	$A_{refl}$ (m <sup>2</sup> )	$C_f$	$F_w$ (KN)
STORY 2	3,5	0,807	3,09	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 3	7,0	0,939	2,13	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 4	10,5	1,016	2,38	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 5	14,0	1,071	2,57	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 6	17,5	1,113	2,72	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 7	21,0	1,148	2,85	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 8	24,5	1,177	2,95	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 9	28,0	1,202	3,04	3,09	3,09	2,88	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	469,83
STORY 10	31,5	1,225	3,13	3,51	3,51	3,27	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	533,45
STORY 11	35,0	1,245	3,21	3,51	3,51	3,27	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	533,45
STORY 12	38,5	1,263	3,28	3,51	3,51	3,27	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	533,45
STORY 13	42,0	1,279	3,34	3,51	3,51	3,27	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	533,45
STORY 14	45,5	1,295	3,4	3,51	3,51	3,27	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	533,45
STORY 15	49,0	1,309	3,45	3,51	3,51	3,27	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	105,00	1,523	533,45
ROOF	52,5	1,322	3,51	3,51	3,51	3,27	30	0,481	0,606	3,487	0,841	1,213	52,50	1,523	266,73

$Cr(30) = 1,215$

$Cr(52,5) = 1,322$

Bảng 3.11. Tổng tải trọng gió tác dụng lên công trình.

Tầng	Z(m)	GIÓ X	GIÓ Y
		F <sub>w</sub> (KN) mode 1	ΣF <sub>w</sub> (KN) mode 2
STORY 2	3.5	298.80	469.83
STORY 3	7.0	298.80	469.83
STORY 4	10.5	298.80	469.83
STORY 5	14.0	298.80	469.83
STORY 6	17.5	298.80	469.83
STORY 7	21.0	298.80	469.83
STORY 8	24.5	299.89	469.83
STORY 9	28.0	306.44	469.83
STORY 10	31.5	356.60	533.45
STORY 11	35.0	356.60	533.45
STORY 12	38.5	356.60	533.45
STORY 13	42.0	356.60	533.45
STORY 14	45.5	356.60	533.45
STORY 15	49.0	356.60	533.45
ROOF	52.5	178.30	266.73

### 3.5. Tính toán tải trọng gió tác dụng vào công trình theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ ASCE/SEI 7-05.

#### 3.5.1. Tải trọng gió theo phương OX, với dạng dao động mode 1

##### • Xác định các thông số tính toán

Dạng địa hình	<b>C</b>	$\alpha$	<b>9,5</b>	(Bảng 2.9)
Chiều cao công trình	h= <b>52,5 (m)</b>	Z <sub>g</sub>	<b>274,32</b>	(Bảng 2.9)
Vận tốc gió	v = <b>55,31</b>	$\hat{a}$	<b>0,105</b>	(Bảng 2.9)
Chiều rộng công trình	B= <b>24,0 (m)</b>	$\hat{b}$	<b>1</b>	(Bảng 2.9)
Chiều dài công trình	L= <b>30,0 (m)</b>	$\hat{a}$	<b>0,154</b>	(Bảng 2.9)
Hệ số tầm quan trọng	I = <b>1,15</b>	$\bar{b}$	<b>0,65</b>	(Bảng 2.9)
Hệ số hướng gió	K <sub>d</sub> = <b>0,85</b>	c	<b>0,2</b>	(Bảng 2.9)
Chu kỳ	T = 2,366 (s)	l(m)	<b>152,4</b>	(Bảng 2.9)
Độ giảm loga	$\beta$ = <b>0,015</b>	$\bar{\epsilon}$	<b>0,2</b>	(Bảng 2.9)
Hệ số ảnh hưởng của đ	K <sub>zt</sub> = <b>1</b>	Z <sub>min</sub>	<b>4,57</b>	(Bảng 2.9)

• **Xác định hệ số ảnh hưởng của gió giật G**

$L_z$  191,711 =  $l \cdot (z(\text{bar})/10)^{e(\text{bar})}$  , Công thức (2.18)  
 $\bar{z}$  31,500 =  $0,6 \cdot h$  , but not  $< z(\text{min})$  , m.  
 $L_z$  0,165 =  $c \cdot (10/z)^{1/6}$  , Công thức (2.16)  
 $V_z$  42,892 (m/s)  
 $n_1$  0,4226 (Hz)  
 $g_R$  3,979 =  $(2 \cdot (\ln(3600 \cdot n_1)))^{1/2} + 0,577 / (2 \cdot \ln(3600 \cdot n_1))^{1/2}$  , Công thức (2.18a)  
 $N_1$  1,889 =  $n_1 \cdot L_z(\text{bar}) / (V(\text{bar}, z\text{bar}))$  , Công thức (2.21)  
 $R_n$  0,459 =  $7,47 \cdot N_1 / (1 + 10,3 \cdot N_1^{5/3})$  , Công thức (2.20)  
 $Q$  0,860 =  $(1 / (1 + 0,63 \cdot ((B+h)/L_z(\text{bar}))^{0,63}))^{1/2}$  , Công thức (2.17)  
 $\eta_h$  2,379 =  $4,6 \cdot n_1 \cdot h / (V(\text{bar}, z\text{bar}))$  , Công thức (2.22)  
 $R_h$  0,333 =  $(1/\eta_h) - 1 / (2 \cdot \eta_h^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_h})$  for  $\eta_h > 0$  , or = 1 for  $\eta_h = 0$  , Công thức (2.20)  
 $\eta_b$  1,040 =  $4,6 \cdot n_1 \cdot B / (V(\text{bar}, z\text{bar}))$  , Công thức (2.22)  
 $R_b$  0,557 =  $(1/\eta_b) - 1 / (2 \cdot \eta_b^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_b})$  for  $\eta_b > 0$  , or = 1 for  $\eta_b = 0$  , Công thức (2.20)  
 $\eta_L$  4,552 =  $15,4 \cdot n_1 \cdot L / (V(\text{bar}, z\text{bar}))$  , Công thức (2.22)  
 $R_L$  0,196 =  $(1/\eta_L) - 1 / (2 \cdot \eta_L^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_L})$  for  $\eta_L > 0$  , or = 1 for  $\eta_L = 0$  , Công thức (2.22)  
 $R$  1,878 =  $((1/b) \cdot R_n \cdot R_h \cdot R_b \cdot (0,53 + 0,47 \cdot R_L))^{1/2}$  , Công thức (2.16)  
 $g_Q = g_v$  3,400 Công thức (2.18a)  
 $G_f$  1,540 =  $0,925 \cdot (1 + 1,7 \cdot I_z(\text{bar}) \cdot (g_Q^2 \cdot Q^2 + g_R^2 \cdot R^2)^{1/2}) / (1 + 1,7 \cdot g_v \cdot I_z(\text{bar}))$   
 , Công thức (2.18a)  
 $G$  1,540  
 Hệ số áp lực  
 $L/B$  1,25  
 $C_p$  0,8 (gió đẩy)  
 $C_{pi}$  0,5 (gió hút)

**Bảng 3.12. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OX, mode 1.**

Tầng	Z(m)	$k_z$	Gió đẩy (WW)		Gió hút (LW)		Tổng áp lực gió WW+LW (KN/m <sup>2</sup> )	Sj (m <sup>2</sup> )	Tổng áp lực gió WW+LW (KN)
			$q_z$ (KN/m <sup>2</sup> )	$p = q_z \cdot G \cdot C_p$	$q_h$ (KN/m <sup>2</sup> )	$p = q_z \cdot G \cdot C_p$			
STORY 2	3,5	0,85	1,558	1,919	2,601	2,002	3,921	84,0	329,364
STORY 3	7,0	0,929	1,703	2,097	2,601	2,002	4,099	84,0	344,316
STORY 4	10,5	1,011	1,853	2,282	2,601	2,002	4,284	84,0	359,856
STORY 5	14,0	1,074	1,969	2,425	2,601	2,002	4,427	84,0	371,868
STORY 6	17,5	1,126	2,064	2,542	2,601	2,002	4,544	84,0	381,696
STORY 7	21,0	1,17	2,145	2,642	2,601	2,002	4,644	84,0	390,096
STORY 8	24,5	1,209	2,216	2,729	2,601	2,002	4,731	84,0	397,404
STORY 9	28,0	1,243	2,279	2,807	2,601	2,002	4,809	84,0	403,956
STORY 10	31,5	1,274	2,335	2,876	2,601	2,002	4,878	84,0	409,752
STORY 11	35,0	1,303	2,389	2,942	2,601	2,002	4,944	84,0	415,296
STORY 12	38,5	1,329	2,436	3,000	2,601	2,002	5,002	84,0	420,168
STORY 13	42,0	1,354	2,482	3,057	2,601	2,002	5,059	84,0	424,956
STORY 14	45,5	1,377	2,524	3,109	2,601	2,002	5,111	84,0	429,324
STORY 15	49,0	1,399	2,564	3,158	2,601	2,002	5,160	84,0	433,440
ROOF	52,5	1,419	2,601	3,203	2,601	2,002	5,205	42,0	218,610

### 3.5.2. Tải trọng gió theo phương OY, với dạng dao động mode 2.

#### • Xác định các thông số tính toán

Dạng địa hình	<b>C</b>	$\alpha$	<b>9,5</b>	(Bảng 2.9)
Chiều cao công trình	$h = 52,5$ (m)	$Z_g$	<b>274,32</b>	(Bảng 2.9)
Vận tốc gió	$v = 55,31$	$\hat{a}$	<b>0,105</b>	(Bảng 2.9)
Chiều rộng công trình	$B = 24,0$ (m)	$\hat{b}$	<b>1</b>	(Bảng 2.9)
Chiều dài công trình	$L = 30,0$ (m)	$\hat{\alpha}$	<b>0,154</b>	(Bảng 2.9)
Hệ số tầm quan trọng	$I = 1,15$ (Bảng 2.8)	$\bar{b}$	<b>0,65</b>	(Bảng 2.9)
Hệ số hướng gió	$K_d = 0,85$ (Bảng 2.7)	$c$	<b>0,2</b>	(Bảng 2.9)
Chu kỳ	$T = 2,366$ (s)	$l(m)$	<b>152,4</b>	(Bảng 2.9)
Độ giảm loga	$\beta = 0,015$	$\bar{\epsilon}$	<b>0,2</b>	(Bảng 2.9)
Hệ số ảnh hưởng của đ	$K_{zt} = 1$	$Z_{min}$	<b>4,57</b>	(Bảng 2.9)

#### • Xác định hệ số ảnh hưởng của gió giật G

$L_z$	191,711	$= l \cdot (z(\bar{z})/10)^{e(\bar{z})}$ , Công thức (2.18)
$\bar{z}$	31,500	$= 0,6 \cdot h$ , but not $< z(\min)$ , m.
$I_z$	0,165	$= c \cdot (10/z)^{1/6}$ , Công thức (2.16)
$V_z$	42,892	(m/s)
$n_1$	0,4226	(Hz)
$g_R$	3,979	$= (2 \cdot (\ln(3600 \cdot n_1)))^{1/2} + 0,577 / (2 \cdot \ln(3600 \cdot n_1))^{1/2}$ , Công thức (2.18a)
$N_1$	1,889	$= n_1 \cdot L_z(\bar{z}) / (V(\bar{z}, z(\bar{z})))$ , Công thức (2.21)
$R_n$	0,459	$= 7,47 \cdot N_1 / (1 + 10,3 \cdot N_1^{5/3})$ , Công thức (2.20)
$Q$	0,860	$= (1 / (1 + 0,63 \cdot ((B+h)/L_z(\bar{z}))^{0,63}))^{1/2}$ , Công thức (2.17)
$\eta_h$	2,379	$= 4,6 \cdot n_1 \cdot h / (V(\bar{z}, z(\bar{z})))$ , Công thức (2.22)
$R_h$	0,333	$= (1/\eta_h) - 1 / (2 \cdot \eta_h^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_h})$ for $\eta_h > 0$ , or $= 1$ for $\eta_h = 0$ , Công thức (2.20)
$\eta_b$	1,040	$= 4,6 \cdot n_1 \cdot B / (V(\bar{z}, z(\bar{z})))$ , Công thức (2.22)
$R_b$	0,557	$= (1/\eta_b) - 1 / (2 \cdot \eta_b^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_b})$ for $\eta_b > 0$ , or $= 1$ for $\eta_b = 0$ , Công thức (2.20)
$\eta_L$	4,552	$= 15,4 \cdot n_1 \cdot L / (V(\bar{z}, z(\bar{z})))$ , Công thức (2.22)
$R_L$	0,196	$= (1/\eta_L) - 1 / (2 \cdot \eta_L^2) \cdot (1 - e^{-2 \cdot \eta_L})$ for $\eta_L > 0$ , or $= 1$ for $\eta_L = 0$ , Công thức (2.22)
$R$	1,878	$= ((1/b) \cdot R_n \cdot R_h \cdot R_b \cdot (0,53 + 0,47 \cdot R_L))^{1/2}$ , Công thức (2.16)
$g_Q = g_v$	3,400	Công thức (2.18a)
$G_f$	<b>1,540</b>	$= 0,925 \cdot (1 + 1,7 \cdot I_z(\bar{z}) \cdot (g_q^2 \cdot Q^2 + g_R^2 \cdot R^2)^{1/2}) / (1 + 1,7 \cdot g_v \cdot I_z(\bar{z}))$ , Công thức (2.18a)
$G$	1,540	
Hệ số áp lực		
$L/B$	1,25	
$C_p$	0,8	(gió đẩy)

Bảng 3.13. Kết quả tính toán gió tác dụng theo phương OY, mode 2

Tầng	Z(m)	$k_z$	Gió đẩy (WW)		Gió hút (LW)		Tổng áp lực gió WW+LW (KN/m <sup>2</sup> )	S <sub>j</sub> (m <sup>2</sup> )	Tổng áp lực gió WW+LW (KN)
			$q_z$ (KN/m <sup>2</sup> )	$p=q_z.G.C_p$	$q_h$ (KN/m <sup>2</sup> )	$p=q_z.G.C_p$			
STORY 2	3,5	0,85	1,558	1,703	2,601	1,777	3,480	105,0	365,400
STORY 3	7,0	0,929	1,703	1,862	2,601	1,777	3,639	105,0	382,095
STORY 4	10,5	1,011	1,853	2,026	2,601	1,777	3,803	105,0	399,315
STORY 5	14,0	1,074	1,969	2,152	2,601	1,777	3,929	105,0	412,545
STORY 6	17,5	1,126	2,064	2,256	2,601	1,777	4,033	105,0	423,465
STORY 7	21,0	1,17	2,145	2,345	2,601	1,777	4,122	105,0	432,810
STORY 8	24,5	1,209	2,216	2,422	2,601	1,777	4,199	105,0	440,895
STORY 9	28,0	1,243	2,279	2,491	2,601	1,777	4,268	105,0	448,140
STORY 10	31,5	1,274	2,335	2,552	2,601	1,777	4,329	105,0	454,545
STORY 11	35,0	1,303	2,389	2,611	2,601	1,777	4,388	105,0	460,740
STORY 12	38,5	1,329	2,436	2,663	2,601	1,777	4,440	105,0	466,200
STORY 13	42,0	1,354	2,482	2,713	2,601	1,777	4,490	105,0	471,450
STORY 14	45,5	1,377	2,524	2,759	2,601	1,777	4,536	105,0	476,280
STORY 15	49,0	1,399	2,564	2,803	2,601	1,777	4,580	105,0	480,900
ROOF	52,5	1,419	2,601	2,843	2,601	1,777	4,620	52,50	242,550

### 3.5.3. Tổng hợp tải trọng gió tác dụng vào công trình.

Bảng 3.14. Tổng hợp tải trọng gió tác dụng vào công trình, theo ASCE

Tầng	Z(m)	$\Sigma F_w$ (KN) (OX)	$\Sigma F_w$ (KN) (OY)
STORY 2	3,5	329,364	365,40
STORY 3	7,0	344,316	382,10
STORY 4	10,5	359,856	399,32
STORY 5	14,0	371,868	412,55
STORY 6	17,5	381,696	423,47
STORY 7	21,0	390,096	432,81
STORY 8	24,5	397,404	440,90
STORY 9	28,0	403,956	448,14
STORY 10	31,5	409,752	454,55
STORY 11	35,0	415,296	460,74
STORY 12	38,5	420,168	466,20
STORY 13	42,0	424,956	471,45
STORY 14	45,5	429,324	476,28
STORY 15	49,0	433,440	480,90

### 3.6. So sánh kết quả tính toán tải trọng gió vào công trình theo 3 tiêu chuẩn.

Bảng 3.15. So sánh giá trị tải trọng tác dụng lên công trình theo các tiêu chuẩn.

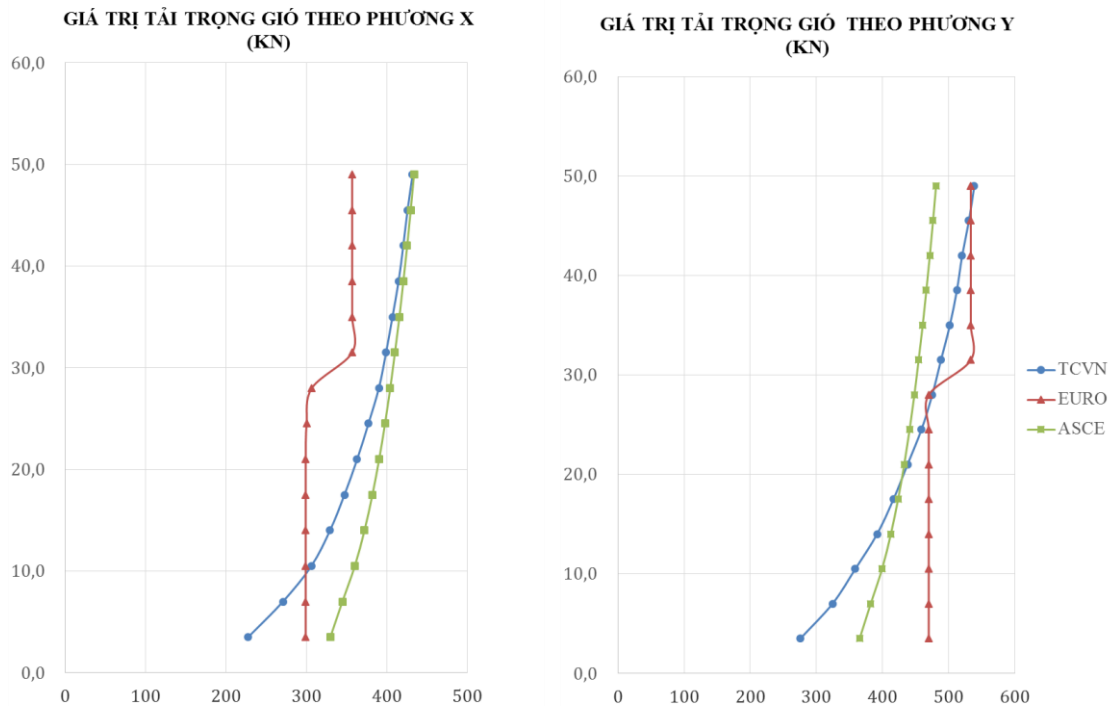
Tầng	Z(m)	TCVN 2737:1995		EN 1991-1-4		ASCE/SEI 7-05		Tỷ số EURO/TCVN		Tỷ số ASCE/TCVN	
		GIÓ X (KN)	GIÓ Y (KN)	GIÓ X (KN)	GIÓ Y (KN)	GIÓ X (KN)	GIÓ Y (KN)	Phương X	Phương Y	Phương X	Phương Y
STORY 2	3,5	227,1635	275,9144	298,8	469,83	329,364	365,4	1,315	1,703	1,45	1,324
STORY 3	7,0	270,477	324,4238	298,8	469,83	344,316	382,095	1,105	1,448	1,273	1,178
STORY 4	10,5	305,8059	358,8474	298,8	469,83	359,856	399,315	0,977	1,309	1,177	1,113
STORY 5	14,0	329,0151	391,8089	298,8	469,83	371,868	412,545	0,908	1,199	1,13	1,053
STORY 6	17,5	346,9233	416,5091	298,8	469,83	381,696	423,465	0,861	1,128	1,1	1,017
STORY 7	21,0	362,7903	437,7854	298,8	469,83	390,096	432,81	0,824	1,073	1,075	0,989
STORY 8	24,5	376,7705	458,8081	299,89	469,83	397,404	440,895	0,796	1,024	1,055	0,961
STORY 9	28,0	389,7807	475,1708	306,44	469,83	403,956	448,14	0,786	0,989	1,036	0,943
STORY 10	31,5	398,6865	488,3032	356,6	533,45	409,752	454,545	0,894	1,092	1,028	0,931
STORY 11	35,0	406,63	501,755	356,6	533,45	415,296	460,74	0,877	1,063	1,021	0,918
STORY 12	38,5	414,2535	512,3768	356,6	533,45	420,168	466,2	0,861	1,041	1,014	0,91
STORY 13	42,0	420,0969	520,3886	356,6	533,45	424,956	471,45	0,849	1,025	1,012	0,906
STORY 14	45,5	425,4004	530,6105	356,6	533,45	429,324	476,28	0,838	1,005	1,009	0,898
STORY 15	49,0	431,7038	538,7123	356,6	533,45	433,440	480,9	0,826	0,99	1,004	0,893
ROOF	52,5	274,5768	343,6985	178,3	266,73	218,610	242,55	0,649	0,776	0,796	0,706

Hình 3.4. Biểu đồ áp lực gió theo các tiêu chuẩn.





Hình 3.5. Biểu đồ so sánh giá trị tải trọng gió



### 3.7. Nhận xét đánh giá.

Qua quá trình tính toán chi tiết tải trọng gió tác dụng vào công trình theo ba tiêu chuẩn cho thấy. Khi tính toán tải trọng gió tác động vào công trình được xây dựng tại Việt Nam theo tiêu chuẩn của Việt Nam, Châu Âu và Hoa kỳ. Có những thông số được xác định khác nhau (*Vận tốc gió cơ bản; Dạng địa hình; Thành phần tải trọng gió...*), dẫn đến sự khác nhau về kết quả tính toán.

a) Khác biệt về vận tốc gió trung bình giữa các tiêu chuẩn: Theo tiêu chuẩn Việt Nam, vận tốc gió trung bình đo ở độ cao 10 so với mốc chuẩn trong khoảng thời gian 3 giây với chu kỳ lặp là 20 năm, trong khoảng thời gian 10 giây với chu kỳ lặp là 50 năm theo tiêu chuẩn Châu Âu, và trong khoảng thời gian 3 giây với chu kỳ lặp là 50 năm theo tiêu chuẩn của Hoa Kỳ.

b) Tiêu chuẩn EUROCODE xác định hệ số thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình trên cơ sở hàm logarit và có xét đến ảnh hưởng của rối dòng. Tiêu chuẩn Việt Nam xác định hệ số này bằng hàm số mũ chỉ phụ thuộc vào độ cao và dạng địa hình. Trong khi đó, Tiêu chuẩn Hoa kỳ xác định hệ số này bằng hàm số mũ và chiều cao tính toán của lớp biên khí quyển phụ thuộc vào dạng địa hình. Ngoài ra, khi tính toán tải trọng gió lên công trình theo tiêu chuẩn Châu Âu, tùy

thuộc vào kích thước công trình thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình sẽ được điều chỉnh lại theo phân đoạn chiều cao công trình dựa vào các giá trị chiều cao tham chiếu ( phụ thuộc hình dáng công trình). Còn với tiêu chuẩn Việt Nam và Hoa kỳ không xét tới yếu tố này, do đó dạng phân bố tải trọng gió tác dụng lên công trình theo chiều cao khi tính theo tiêu chuẩn Châu Âu khác với khi tính theo tiêu chuẩn Việt Nam và Hoa kỳ.

c) Kết quả tính toán cho thấy tải trọng gió tác dụng vào công trình theo tiêu chuẩn Việt Nam, Châu Âu, Hoa Kỳ có sự khác nhau. Sai khác giá trị tải trọng giữa tiêu chuẩn Việt Nam và Châu Âu và Hoa Kỳ là tương đối lớn.

Nhìn chung, quy trình để tính toán tải trọng gió lên công trình theo tiêu chuẩn EUROCODE và ASCE/SEI có phần phức tạp hơn, xét đến nhiều yếu tố ảnh hưởng đến tải trọng gió hơn khi tính toán theo tiêu chuẩn Việt Nam.

## CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 4.1. Kết luận

a) Gió là một hiện tượng trong tự nhiên hình thành do sự chuyển động của không khí. Gió bão gây áp lực lớn lên công trình, rất nguy hiểm và có sức phá hoại rất lớn. Ngày nay khi mà trái đất đang nóng dần lên dẫn đến biến đổi khí hậu, càng làm cho sự ảnh hưởng của gió, bão tới công trình ngày càng lớn. Do đó, khi thiết kế công trình cần nghiên cứu tới các giải pháp để làm giảm thiểu ảnh hưởng do tác động của gió như: giải pháp quy hoạch, giải pháp kiến trúc, giải pháp kết cấu...

b) Khi áp dụng tiêu chuẩn của Châu Âu, hay tiêu chuẩn của Hoa Kỳ vào tính toán thành phần tải trọng gió tác dụng lên các công trình ở Việt Nam, đòi hỏi cần phải có những điều chỉnh trong số liệu tính toán để phù hợp với đặc thù của công trình xây dựng ở Việt Nam.

c) Khi tính toán tải trọng gió cho các công trình ở Việt Nam theo các tiêu chuẩn EUROCODES hay Hoa Kỳ, vận tốc gió cơ bản và áp lực gió cơ bản theo tiêu chuẩn Việt Nam cần phải chuyển đổi vận tốc gió trung bình trong 3 giây với chu kỳ lặp 20 năm thành vận tốc gió trung bình trong 10 phút với chu kỳ lặp trong 50 năm theo tiêu chuẩn Châu Âu, và thành vận tốc gió trung bình trong 3 giây với chu kỳ lặp trong 50 năm theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ.

d) Về phân dạng địa hình, tiêu chuẩn EUROCODE phân địa hình ra làm 05 dạng ký hiệu O, I, II, III, IV; tiêu chuẩn Việt Nam phân ra làm 03 dạng ký hiệu A, B, C; Tiêu chuẩn Hoa kỳ phân ra làm 3 dạng ký hiệu B, C, D.

Các tiêu chuẩn có cách phân chia số lượng dạng địa hình khác nhau, nhưng có thể chia chúng thành 3 nhóm chính như sau: Nhóm 1: O, I – Châu Âu; A – Việt Nam; D – Hoa Kỳ. Nhóm 2 (nhóm địa hình chuẩn): II – Châu Âu; B – Việt Nam; C – Hoa kỳ; Nhóm 3: III, IV – Châu Âu; C – Việt Nam; B – Hoa Kỳ. Trong đó, Nhóm 1 là nhóm địa hình trống trải, thoáng, không có hoặc có rất ít vật cản. Nhóm 2 là nhóm địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thấp. Nhóm 3 là nhóm địa hình bị che chắn mạnh, có nhiều vật cản sát nhau.

e) Khi tính toán tải trọng gió lên công trình theo tiêu chuẩn Châu Âu, tùy thuộc vào kích thước công trình thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình sẽ được điều chỉnh lại theo phân đoạn chiều cao công trình dựa vào các giá trị chiều cao tham chiếu ( phụ thuộc hình dáng công trình). Còn với tiêu chuẩn Việt Nam và Hoa kỳ không xét tới yếu tố này, do đó phân bố tải trọng gió tác dụng lên công trình theo chiều cao khi tính theo tiêu chuẩn Châu Âu khác với khi tính theo tiêu chuẩn Việt Nam và Hoa kỳ

f) Cách xác định hệ số áp lực (hệ số lực) theo tiêu chuẩn EUROCODE có phần tỷ mỉ và chi tiết hơn. Tiêu chuẩn Việt Nam xác định chủ yếu dựa theo dạng hình học công trình, tiêu chuẩn EUROCODE còn chú trọng đến tỷ lệ kích thước của công trình nên phù hợp hơn với kết cấu nhà cao tầng.

g) Tiêu chuẩn Việt Nam tách biệt riêng thành phần tĩnh và thành phần động của tải trọng gió. Tiêu chuẩn EUROCODE, ASCE cũng chia tác động của gió thành hai thành phần tĩnh và động nhưng ảnh hưởng của thành phần động được xác định cùng với thành phần tĩnh bằng cách đưa vào công thức tính toán hệ số ảnh hưởng động phụ thuộc vào dạng địa hình và đặc trưng phản ứng động của kết cấu  $C_s C_d$  khi tính toán theo tiêu chuẩn Châu Âu, và hệ số ảnh hưởng của gió giật  $G$  khi tính toán theo tiêu chuẩn Hoa Kỳ.

h) Theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2737:1995 trong quy trình tính toán tải trọng gió động đã sử dụng biểu đồ để xác định hệ số động lực  $\xi$  tùy theo thông số  $\varepsilon$ , tuy nhiên giới hạn của thông số  $\varepsilon = 0,2$ . Do đó, khi tính toán với các công trình mềm thì sẽ không xác định được hệ số động lực theo phương pháp này. Khi đó, cần sử dụng đến các tiêu chuẩn nước ngoài để tính toán.

j) Đối với công trình thật cao 50 tầng trở lên, hay những công trình tháp cao xây dựng trên địa hình mỏm đồi núi cao tiêu chuẩn Việt Nam chưa đề cập đến như trong tiêu chuẩn của Châu Âu và của Hoa Kỳ.

## **4.2. Kiến nghị**

a) Đối với các công trình chiều cao không lớn và được xây dựng ở những địa điểm dạng B việc sử dụng TCVN là đủ độ tin cậy. Khi gặp những trường hợp đặc biệt

không có trong Tiêu chuẩn Việt Nam thì cần tham khảo tiêu chuẩn EUROCODE hoặc tiêu chuẩn Hoa kỳ .

b) Những trường hợp đặc biệt nêu trên, hoặc cách chuyển đổi vận tốc gió trung bình cần được xem xét kỹ lưỡng để đưa vào bổ xung cho TCVN 2737:1995 để có tính pháp lý.

c) Hiện trong nước đã xây dựng những công trình rất cao hơn 50 tầng, do đó nên có những nghiên cứu khảo sát về thiết kế và thực trạng công trình khi sử dụng để có những bổ sung vào tiêu chuẩn , hướng dẫn tính toán ...

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tài liệu Tiếng Việt:

- [1] QCVN 02-2009/BXD: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
- [2] TCVN 2737 : 1995: Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế
- [3] TCXD 229 : 1999: Chỉ dẫn tính toán thành phần động của tải trọng gió theo tiêu chuẩn TCVN 2737:1995
- [4] TCXDVN 323-2004: Nhà cao tầng - Tiêu chuẩn thiết kế.
- [5] TS. Vũ Thành Trung và KS. Nguyễn Quỳnh Hoa, 2013, Đánh giá Profile vận tốc gió theo tiêu chuẩn của một số nước, *Tạp chí KHCN Xây dựng số 2/2013*.
- [6] Bộ Xây dựng (1999), *Những kiến thức cơ bản về gió bão và tác động của nó lên công trình*, NXB Xây dựng Hà Nội
- [7] Bộ xây dựng (2007), *Đề tài phòng chống giảm thiểu thiên tai do gió bão cho đồng bào miền trung*, NXB Khoa học kỹ thuật.
- [8] GS.TS, Nguyễn Đức Ngữ (1998), *Bão và phòng chống bão*, NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
- [9] GS.TS. Nguyễn Văn phó, *Một số bài giảng về tác dụng của gió lên công trình xây dựng*, Bài giảng cao học công trình - Đại học Xây dựng.
- [10] Nguyễn Mạnh Cường, Tính toán tải trọng gió lên nhà cao tầng theo tiêu chuẩn Eurocode, *Luận văn thạc sỹ kỹ thuật trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, khóa 2008-2011*.
- [11] Nguyễn Trường Thao, Tính toán tải trọng gió tác dụng lên nhà cao tầng theo phương pháp hệ số giật G-Davenport, *Luận văn thạc sỹ kỹ thuật trường Đại học Kiến trúc Hà Nội, khóa 2012-2014*.

### Tài liệu Tiếng Anh:

- [12] W.SULLO, 2008. *Kết cấu nhà cao tầng* (Bản dịch), Nhà xuất bản Xây dựng.
- [13] BS EN 1991-1-4:2005 : Eurocode 1: Actions on Structures.
- [14] ASCE/SEI 7-05 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
- [15] Bungale S.Taranath, Ph.D., P.E., S.E., *Reinforced Concrete Design of Tall Building*.
- [16] Bungale S.Taranath, Ph.D., P.E., S.E., *Wind and Earthquake Resistant Buildings Strutural analysis and Design*, New York, Marcel Dekker.