



# CFD AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE IMPACT OF DIMENSIONAL MODIFICATIONS ON WIND PRESSURE COEFFICIENT DISTRIBUTION

## ANALIZA CFD ORAZ METODY EKSPERYMENTALNE W BADANIACH WPŁYWU MODYFIKACJI WYMIARÓW NA ROZKŁAD WSPÓŁCZYNNIKA PARCIA WIATRU

RAMJAN ALI\*

European University of Bangladesh, Bangladesh

IFTEKHAR ANAM

University of Asia Pacific, Bangladesh

SHIGEO YOSHIDA

Kyushu University, Japan

### Abstract

*The sway of tall buildings in the wind is a fascinating and crucial consideration for professionals in the structural, environmental, and architectural fields. Previous research has related wind pressure to building load and natural ventilation, but few studies have looked at how building dimensions impact wind pressure. This study examined wind pressure coefficient distributions within and around several rectangular-shaped high-rise buildings using experimental and computational fluid dynamics approaches. The height-to-width ratio and height-to-thickness (length) ratio significantly affected the wind characteristics of buildings. The windward side with a narrower width experienced higher wind pressure, while the larger leeward side experienced a more negative wind effect. Wind pressure coefficient distribution varies with decrease in the side ratio. However, the side ratio of the building had little influence on positive wind pressure at wind incidence angle of  $0^\circ$ , which was a surprising finding. Pressure coefficients were evaluated and compared with standards by measuring fluctuating wind pressures at pressure points on all surfaces of models, and then calculating the mean, maximum, minimum, and r.m.s. values of these coefficients.*

**Keywords:** Computational Fluid Dynamics, Wind pressure coefficient, Building dimensions, Windward, Leeward, Side Ratio

### Streszczenie

*Kołysanie się wysokich budynków pod wpływem wiatru jest fascynującym i kluczowym zagadnieniem dla specjalistów w dziedzinie konstrukcji, ochrony środowiska i architektury. W niniejszym artykule zbadano rozkłady współczynnika parcia wiatru wewnątrz i wokół kilku budynków wysokich o kształcie prostokąta, stosując metody eksperymentalne i numeryczne (obliczeniowa dynamika płynów). Stosunek wysokości budynku do jego szerokości oraz stosunek wysokości budynku do jego grubości (długości) miały znaczący wpływ na charakterystykę oddziaływania wiatru. Większe ciśnienie wiatru odnotowano po stronie zewnętrznej o mniejszej szerokości, podczas gdy na większej ścianie od strony zewnętrznej*

oddziaływanie wiatru było bardziej negatywne. Rozkład współczynnika parcia wiatru zmienia się wraz ze spadkiem stosunku boków. Jednak stosunek ten miał niewielki wpływ na dodatnie ciśnienie wiatru przy kierunku wiatru  $0^\circ$ , co było zaskakującym odkryciem. Współczynniki ciśnienia zostały ocenione i porównane z podejściem normowym poprzez pomiar zmiennego ciśnienia wiatru w punktach parcia na wszystkich powierzchniach modeli, a następnie obliczenie średnich, maksymalnych, minimalnych i średnich kwadratowych wartości tych współczynników.

**Słowa kluczowe:** obliczeniowa dynamika płynów, współczynnik ciśnienia wiatru, strona nawietrzna, strona zawietrzna, proporcje boków

## References

- [1] ASCE:7-05, Minimum Design Loads for Buildings and other Structures, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, VA, USA, 2002.
- [2] Amin J.A., Ahuja A.K. (2013): *Effects of side ratio on wind-induced pressure distribution on rectangular buildings*. Journal of Structures.
- [3] Bangladesh National Building Code. (2020): Dhaka, Bangladesh: Housing and Building Research Institute.
- [4] Baskaran A., Stathopoulos T. (1993): *Numerical computation of wind pressures on buildings*. Computers & structures, 46(6), 1029-1039; doi.org/10.1016/0045-7949(93)90089-V.
- [5] Baskaran A., Stathopoulos T. (1989): *Computational evaluation of wind effects on buildings*. Building and Environment, 24(4), 325-333; doi.org/10.1016/0360-1323(89)90027-9.
- [6] Blocken B. (2014): *50 years of computational wind engineering: past, present and future*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 129, 69-102; doi.org/10.1016/j.jweia.2014.03.008.
- [7] Franke J., Hirsch C., Jensen A., Krüs H., Schatzmann M., Westbury P., Wright, N.G. (2004): *Recommendations on the use of CFD in wind engineering*, COST Action C14: Impact of Wind and Storm on City Life and Built Environment, von Karman Institute for Fluid Dynamics.
- [8] Jóźwiak R., Kacprzyk J., Zurańsk J.A. (1995): *Wind tunnel investigations of interference effects on pressure distribution on a building*. Journal of wind engineering and industrial aerodynamics, 57(2-3), 159-166; doi.org/10.1016/0167-6105(95)00004-B.
- [9] Kareem A. (1990): *Measurements of pressure and force fields on building models in simulated atmospheric flows*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 36, 589-599; doi.org/10.1016/0167-6105(90)90341-9.
- [10] Kareem A., Cermak J.E. (1984): *Pressure fluctuations on a square building model in boundary-layer flows*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 16(1), 17-41; doi.org/10.1016/0167-6105(84)90047-3.
- [11] Kwon D.K., Kareem A. (2013): *Comparative study of major international wind codes and standards for wind effects on tall buildings*. Engineering Structures, 51, 23-35; doi.org/10.1016/j.engstruct.2013.01.008.
- [12] Kim W.W., Menon S. (1997): *Application of the localized dynamic subgrid-scale model to turbulent wall-bounded flows*. Technical report AIAA-97-0210. Reno (NV): American Institute of Aeronautics and Astronautics, 35th Aerospace Sciences Meeting.
- [13] Lee B.E. (1975): *The effect of turbulence on the surface pressure field of a square prism*. Journal of Fluid Mechanics, 69(2), 263-282; doi.org/10.1017/S0022112075001437.
- [14] Miyata T., Miyazaki M. (1980): *Turbulence effects on aerodynamic response of rectangular bluff cylinders*. In Wind Engineering (pp. 631-642). Pergamon.
- [15] Murakami S., Mochida A., Hibi K. (1987): *Three-dimensional numerical simulation of air flow around a cubic model by means of large eddy simulation*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 25(3), 291-305; doi.org/10.1016/0167-6105(87)90023-7.
- [16] Murakami S., Mochida A. (1988): *3-D numerical simulation of airflow around a cubic model by means of the k-ε model*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 31(2-3), 283-303.
- [17] Standards Australia. (2011). AS/NZS 1170.2 Structural Design Actions, Part 2 Wind Actions; doi.org/10.1016/0167-6105(88)90009-8.
- [18] Saathoff P.J., Melbourne W.H. (1989): *The generation of peak pressures in separated/reattaching flows*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 32(1-2), 121-134; doi.org/10.1016/0167-6105(89)90023-8.
- [19] Stathopoulos T., Baskaran B.A. (1996): *Computer simulation of wind environmental conditions around buildings*. Engineering structures, 18(11), 876-885; doi.org/10.1016/0141-0296(95)00155-7.
- [20] Vickery B.J. (1966): *Fluctuating lift and drag on a long cylinder of square cross-section in a smooth and in a turbulent stream*. Journal of Fluid Mechanics, 25(3), 481-494; doi.org/10.1017/S002211206600020X.