

# การพัฒนามาตรฐาน มยผ. 1311-50 สำหรับการคำนวณแรงลม

## และการตอบสนองของอาคาร

### (DEVELOPMENT OF DPT STANDARD 1311-50 FOR WIND LOAD CALCULATION AND RESPONSE OF BUILDINGS)

วิโรจน์ บุญญภิญโญ<sup>1</sup>, นคร ภู่วโรตม<sup>1</sup>, นเรศ ลิ้มสัมพันธ์เจริญ<sup>2</sup>  
เป็นหนึ่งใน วานิชชัย<sup>3</sup>, สุกิตย์ เทพมังกร<sup>4</sup>, ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์<sup>5</sup>  
สมชาย ชูชีพสกุล<sup>6</sup>, สุทัศน์ ลีลาทวีวัฒน์<sup>7</sup>

<sup>1</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

<sup>3</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

<sup>4</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ CLP Power Wind/Wave Tunnel Facility, Hong Kong University of Science and Technology

<sup>5</sup>ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>6</sup>ศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

<sup>7</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

**บทคัดย่อ :** กฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ. 2527 ในหมวดแรงลม ไม่เหมาะสมหลายประการ เนื่องจาก ได้กำหนดค่าหน่วยแรงลมที่กระทำกับอาคารขึ้นกับความสูงของอาคารแต่เพียงอย่างเดียว ดังนั้น กรมโยธาธิการและผังเมือง จึงได้จัดให้ที่ปรึกษา จัดทำมาตรฐาน การคำนวณหน่วยแรงลมและการตอบสนองของอาคาร (มยผ. 1131-50) สำหรับประเทศไทยใหม่ มาตรฐานฉบับใหม่มีความละเอียดถูกต้องกว่ากฎกระทรวงฉบับที่ 6 เนื่องจากได้คำนึงถึง ความเร็วลมอ้างอิงในเขตต่างๆ ลักษณะภูมิประเทศ รูปร่างของอาคาร และคุณสมบัติทางพลศาสตร์ของอาคาร ซึ่งเป็นรูปแบบของมาตรฐานการคำนวณแรงลมที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ มาตรฐานฉบับใหม่ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1. มาตรฐานการออกแบบ ส่วนที่ 2. คำอธิบายมาตรฐาน และส่วนที่ 3. ตัวอย่างการคำนวณหน่วยแรงลมและการตอบสนอง การกำหนดค่าแรงลมในมาตรฐานมี 3 วิธีคือ 1.วิธีการอย่างง่ายสำหรับอาคารเตี้ยและสูงปานกลาง 2.วิธีการอย่างละเอียดสำหรับอาคารสูง และ 3.วิธีการทดสอบในอุโมงค์ลม

**ABSTRACT:** The wind load specified in the existing building code No.6, 1984 is not appropriate in many aspects because it is considered only building height. Therefore, the new development of DPT Standard 1311-50 for wind loading calculation and response of buildings in Thailand is financially supported by Department of Public Works and Town & Country Planning. The new standard is more accurate than the building code No.6 because it considers the wind speed zoning, surrounding terrain, building shapes, and dynamic properties. The new standard format is widely used in the international codes. The new standard consists of 3 parts, namely, 1.Wind loading standard for building design, 2.Commentaries to the standard and 3.Numerical examples. Three different approaches for determining design wind loads on buildings are given in the standard, namely, the simple procedure for low- and mid-rise buildings, the detailed procedure for high-rise buildings, and wind-tunnel test procedure.

**KEYWORDS:** Wind Loading, DPT Standard 1311-50, Building Design, Thailand

## 1. บทนำ

ด้วยกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ข้อ 17 ได้กำหนดค่าหน่วยแรงลมที่กระทำส่วนต่าง ๆ ของอาคารตามความสูงของอาคาร แต่เพียงอย่างเดียว โดยกฎกระทรวงข้อดังกล่าวมิได้ คำนึงถึง สภาพภูมิประเทศ ตำแหน่งที่ตั้ง รูปร่าง ป ระเภท และคุณสมบัติเชิงพลศาสตร์ของอาคาร ในการกำหนดค่าหน่วยแรงดังกล่าว ทำให้เกิดข้อโต้แย้งว่า ข้อบังคับดังกล่าวไม่เหมาะสมกับการคำนวณหน่วยแรงลมสำหรับอาคารในบางพื้นที่หรือบางประเภทโดยเฉพาะอาคารประเภทป้ายโฆษณา ซึ่งพบว่ามียางานว่าเกิดเหตุการณ์การล้มคว่ำขึ้นหลาย ครั้ง ส่งผลให้การออกแบบโครงสร้างอาคารภายใต้แรงลมตามกฎกระทรวงอาจไม่เหมาะสมทางปฏิบัติหรืออาจไม่มีความปลอดภัยตามหลักมาตรฐานสากลได้ ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ และคณะ [1] และ วิโรจน์ บุญญฤทธิญา [2] พบว่า การคำนวณแรงลมตามกฎกระทรวงฯ ให้ค่าแรงลมที่น้อยเกินไปสำหรับอาคารสูงมาก หรืออาคารที่ตั้งอยู่ในพื้นที่โล่งหรือชายทะเล ต่อมาคณะทำงานร่างมาตรฐานการออกแบบโครงสร้างรับแรงลมของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้เสนอมาตรฐานการคำนวณแรงลมสำหรับการออกแบบอาคารในประเทศไทยในปี พ.ศ.2546 [3] โดยประยุกต์จาก มาตรฐานการออกแบบอาคารของประเทศแคนาดา ปี ค.ศ. 1995 [4] ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณที่มีความละเอียดถูกต้อง เนื่องจากได้คำนึงถึงความเร็วลมอ้างอิงในเขตต่างๆ ลักษณะภูมิประเทศ รูปร่างของอาคาร และคุณสมบัติทางพลศาสตร์ของอาคาร แต่มาตรฐาน ดังกล่าวยังไม่สมบูรณ์ทั้งหมด ประกอบกับ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาด้านข้อมูลลมและมาตรฐานการคำนวณแรงลมไปจากเดิมมาก ดังนั้นกรมโยธาธิการและผังเมืองโดยสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคารจึงจัดให้ที่ปรึกษาวิเคราะห์หน่วยแรงลมที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของอาคารตามสภาพแวดล้อมเพื่อปรับปรุงกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ข้อ 17

ให้มีความเหมาะสมกับกา รออกแบบอาคารทุกประเภทและทุกภูมิภาคของประเทศ และมีระดับเทียบเท่าสากล อันจะนำมาซึ่งความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินของสาธารณะ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ 1. ศึกษา วิเคราะห์ และประเมินค่าหน่วยแรงลมหรือวิธีการคำนวณหน่วยแรงลมที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบโครงสร้าง ังอาคารในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดทำมาตรฐาน (ข้อบังคับ) ว่าด้วยการคำนวณหน่วยแรงลม 2. จัดทำมาตรฐาน (ข้อบังคับ) ว่าด้วยการคำนวณหน่วยแรงลมที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบโครงสร้างอาคารในประเทศไทย และ 3. จัดทำแนวทางการปฏิบัติและคู่มือประกอบมาตรฐาน (ข้อบังคับ) ในข้อ 2 ตลอดจนเผยแพร่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้สนใจ ดังนั้น เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว และเพื่อให้การจัดทำมาตรฐานให้ทันสมัยและมีความถูกต้องสมบูรณ์ทัดเทียมกับมาตรฐานสากล ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษางานวิจัยอย่างละเอียด โดย ได้แบ่งเป็นงานวิจัยย่อย 8 เรื่อง ดังนี้ งานวิจัยย่อยที่ 1 เรื่อง แผนที่ความเร็วลมพื้นฐานสำหรับการออกแบบอาคารของประเทศไทย งานวิจัยย่อยที่ 2 เรื่อง การเปรียบเทียบแรงลมและการตอบสนองตามมาตรฐานของประเทศต่างๆ ที่เป็นสากล งานวิจัยย่อยที่ 3 เรื่อง การทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ ลมเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม (รูปที่ 1) งานวิจัยย่อยที่ 4 เรื่อง การทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลมเพื่อวัดแรงและคำนวณผลการตอบสนอง โดยวิธี High Frequency Force Balance (รูปที่ 2) งานวิจัยย่อยที่ 5 เรื่อง การวิเคราะห์และจำลองผลกระทบของลมที่มีต่อ อาคาร โดยการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamic) งานวิจัยย่อยที่ 6 เรื่อง มาตรฐานการคำนวณหน่วย แรงลมและการตอบสนองของอาคาร (มยพ. 1311-50) [5] งานวิจัยย่อยที่ 7 เรื่อง คู่มือปฏิบัติประกอบมาตรฐานการคำนวณหน่วยแรงลมและการตอบสนองของอาคาร [5] งานวิจัยย่อยที่ 8 เรื่อง การเปรียบเทียบผลกระทบในด้านราคาค่าก่อสร้างระหว่างการออกแบบโดยใช้ข้อกำหนดในกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) และร่างข้อบังคับที่เสนอ

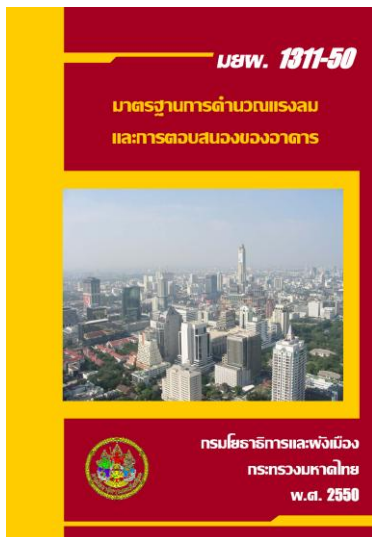


รูปที่ 1 แบบจำลองเชิงของอาคารเดี่ยว สูงปานกลาง และสูงในอุโมงค์ลม สำหรับทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลม



รูปที่ 2 แบบจำลองอาคารในอุโมงค์ลม เพื่อวัดแรงและคำนวณผลการตอบสนอง โดยวิธี High Frequency Force Balance

ในบทความฉบับนี้จะ สรุปเฉพาะ เรื่องมาตรฐานการคำนวณหน่วยแรงลมและการตอบสนองของอาคาร ซึ่งเป็นมาตรฐาน มยผ. 1311-50 (รูปที่ 3) ออกโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง [6] โดยนำมาจากงานวิจัยย่อยที่ 6 [5] คณะผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ข้อบังคับการออกแบบอาคารของประเทศแคนาดา ปี ค.ศ. 2005 [7] และมาตรฐานการคำนวณแรงลมสำหรับการออกแบบอาคาร ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ฯ ปี พ.ศ.2546 [3] ประกอบในการร่าง ได้ประยุกต์บางส่วนของข้อเสนอแนะจากนักบรรทุกสำหรับอาคารของประเทศญี่ปุ่น ปี ค.ศ. 2004 [8] สำหรับการคำนวณแรงลมและการตอบสนองในทิศทางลม ได้ประยุกต์ บางส่วนของมาตรฐานน้ำหนักรบรรทุกออกแบบต่ำสุดสำหรับอาคารและโครงสร้างอื่น ๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 2005 [9] สำหรับเป็นแนวทางในการจัดทำตารางค่าหน่วยแรงลมออกแบบสำหรับอาคารเดี่ยวเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ได้ใช้สภาพลมในประเทศไทยในการทำแผนที่ความเร็วลมอ้างอิง ได้ใช้ผลการทดสอบแบบจำลองในอุโมงค์ลมของประเทศไทยเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และการนำไปประยุกต์ใช้งาน และได้ใช้ผลการตรวจวัดอาคารในประเทศไทยจำนวนมากเพื่อหาความถี่ธรรมชาติและอัตราส่วนความหน่วงของอาคาร มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคารแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนที่ 1. มาตรฐานการคำนวณแรงลมจำนวน 5 บท และ 3 ภาคผนวก ส่วนที่ 2. คำอธิบายมาตรฐาน และส่วนที่ 3. ตัวอย่างการคำนวณแรงลมและการตอบสนองจำนวน 6 ตัวอย่าง



รูปที่ 3 มาตรฐาน มยผ. 1311-50



รูปที่ 4 ตัวอย่างแบบจำลองอาคารที่ทดสอบในอุโมงค์ลม

## 2. การกำหนดค่าแรงลมสถิตเทียบเท่า

การกำหนดค่าแรงลมสถิตเทียบเท่ามี 3 วิธี ดังนี้

### 2.1 วิธีการอย่างง่าย

วิธีการอย่างง่ายใช้กับโครงสร้างต่อไปนี้

ก. ระบบโครงสร้างหลักต้านทานแรงลม (main wind-force resistance system) ของอาคารเดี่ยว และอาคารสูงปานกลางที่มีความสูงไม่เกิน 80 เมตร และมีความสูงไม่เกิน 3 เท่าของความกว้างประสิทธิภาพที่น้อยที่สุด ยกเว้นอาคารที่ระบุไว้ในหัวข้อ 2.2

ข. ผนังภายนอกอาคาร (cladding) ของอาคารทุกประเภท

## 2.2 วิธีการอย่างละเอียด

วิธีการอย่างละเอียดใช้กับโครงสร้างต่อไปนี้

ก. อาคารที่มีความสูงเกิน 80 เมตร หรือมีความสูงเกิน 3 เท่าของความกว้างประสิทธิภาพที่น้อยที่สุด

ข. อาคารที่สั้นในแนวชาย ได้แก่ อาคารที่มีน้ำหนักเบา และมีความถี่ธรรมชาติต่ำ และมีคุณสมบัติความหน่วงของอาคารต่ำ

## 2.3 วิธีการทดสอบในอุโมงค์ลม

วิธีการทดสอบในอุโมงค์ลม ใช้กับอาคารหรือโครงสร้าง ที่มีความอ่อนไหวต่อแรงลมเป็นพิเศษ ดังแสดงในรูปที่ 4 และใช้กับอาคารซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตที่ระบุไว้ในมาตรฐานการคำนวณแรงลม การทดสอบในอุโมงค์ลมสามารถใช้แทนการคำนวณแรงลมโดยวิธีการอย่างง่าย และวิธีการอย่างละเอียด

## 3 แรงลมออกแบบ

### 3.1 หน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกของอาคาร

หน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกของอาคารในทิศทางลม สามารถคำนวณได้จาก

$$p = I_w q C_e C_g C_p \quad (1)$$

โดยที่  $p$  = หน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่า (equivalent static wind pressure) กระทำตั้งฉากกับพื้นผิวภายนอกอาคาร โดยเรียกว่า “หน่วยแรงดัน” ถ้ามีทิศเข้าหาพื้นผิว หรือ “หน่วยแรงดูด” ถ้ามีทิศพุ่งออกจากพื้นผิว,  $I_w$  = ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม ตามที่กำหนดในหัวข้อ 3.2,  $q$  = หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจาก ความเร็วลม ตามที่กำหนดในหัวข้อ 3.3,  $C_e$  = ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ,  $C_g$  = ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม (gust effect factor),  $C_p$  = ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมที่กระทำภายนอกอาคาร รายละเอียดแสดงในเอกสารอ้างอิง 5 และ 6

### 3.2 ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม

ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม แสดงในตารางที่ 1 รายละเอียดประเภทของอาคารตามความสำคัญ แสดงในเอกสารอ้างอิง 5 และ 6

ตารางที่ 1 ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม

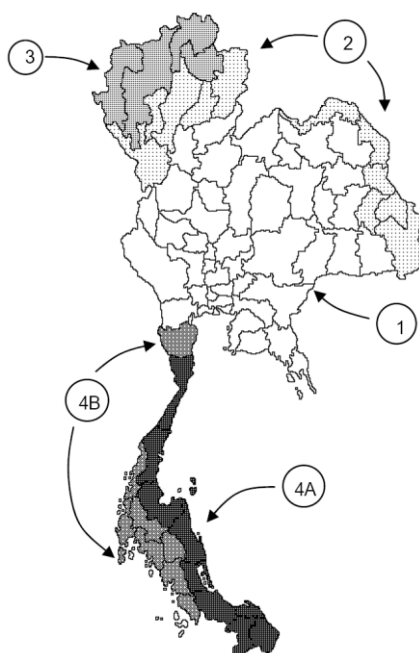
ประเภทของอาคาร ตามความสำคัญ	ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม	
	สภาวะจำกัดด้านกำลัง	สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน
น้อย	0.8	0.75
ปกติ	1	0.75
มาก	1.15	0.75
สูงมาก	1.15	0.75

### 3.3 หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม ( $q$ )

หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม สามารถคำนวณได้จาก

$$q = \frac{1}{2} \rho \bar{V}^2 \quad (2)$$

โดยที่  $q$  ที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร ,  $\rho$  = ความหนาแน่นของมวลอากาศ (ซึ่งมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 1.25 กิโลกรัม (มวล) ต่อลูกบาศก์เมตร ) สำหรับความดันบรรยากาศปกติและอุณหภูมิของอากาศประมาณ 15 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส ,  $\bar{V}$  = ความเร็วลมอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ความเร็วลมอ้างอิง คือ ค่าความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความสูง 10 เมตรจากพื้นดิน ในสภาพภูมิประเทศโล่ง สำหรับคาบเวลากลับ (return period) 50 ปี ( $V_{50}$ ) (ยกเว้นกลุ่มที่ 4A และ 4B ในรูปที่ 4) ความเร็วลมอ้างอิงของพื้นที่ต่างๆ ในประเทศไทย แสดงในรูปที่ 5 และตารางที่ 2



รูปที่ 5 แผนที่การแบ่งกลุ่มความเร็วอ้างอิง

สำหรับการออกแบบที่สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน

$$\bar{V} = V_{50} \quad (3)$$

สำหรับการออกแบบที่สภาวะจำกัดด้านกำลัง

$$\bar{V} = T_F \cdot V_{50} \quad (4)$$

โดยที่  $T_F$  คือค่าประกอบได้ฝุ่น แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งกำหนดให้ใช้กับอาคารที่มีความสำคัญสูงมาก ส่วนอาคารประเภทอื่นๆ การใช้ค่าประกอบดังกล่าว ให้เป็นไปตามดุลยพินิจของผู้คำนวณออกแบบโครงสร้าง

ตารางที่ 2 ความเร็วลมอ้างอิง

กลุ่มที่	พื้นที่	$V_{50}$	$T_F$
กลุ่มที่ 1	- พื้นที่ส่วนใหญ่ตอนกลาง ของประเทศ	25	1.0
กลุ่มที่ 2	- ภาคเหนือตอนล่างและ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณติดชายแดน	27	1.0
กลุ่มที่ 3	- ภาคเหนือตอนบน	29	1.0
กลุ่มที่ 4 A	- ชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้	25	1.2
กลุ่มที่ 4 B	- เพชรบุรีและชายฝั่งตะวันตกของภาคใต้	25	1.08

#### 4. แรงลมสถิตเทียบเท่าในทิศตั้งฉากกับทิศทางลม การตอบสนองในทิศตั้งฉากกับทิศทางลม และโมเมนต์บิดสถิตเทียบเท่า

โครงสร้างที่ต้องพิจารณาแรงลมและผลตอบสนองในทิศตั้งฉากกับทิศทางลม และ โมเมนต์บิดสถิตเทียบเท่า คือโครงสร้างที่มีอัตราส่วน  $\frac{H}{\sqrt{WD}}$  ตั้งแต่ 3 ขึ้นไป

ข้อกำหนด นี้ ก. ใช้กับอาคารที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมสม่ำเสมอ ที่มีอัตราส่วน  $\frac{H}{\sqrt{WD}}$  ไม่เกิน 6 และอัตราส่วน  $\frac{D}{W}$  มีค่าระหว่าง 0.2 ถึง 5 และ ข. ใช้กับอาคารที่มีอัตราส่วน  $\frac{V_H}{n_W \sqrt{WD}}$  หรือ  $\frac{V_H}{n_T \sqrt{WD}}$  มีค่าไม่เกิน 10 รายละเอียดแสดงในเอกสารอ้างอิง 5 และ 6

#### 5. ตัวอย่างการคำนวณหน่วยแรงลม

##### 5.1 ตัวอย่างคำนวณหน่วยแรงลมสำหรับออกแบบโครงสร้างหลัก

ให้คำนวณหน่วยแรงลมสำหรับออกแบบโครงสร้างหลักของอาคารพักอาศัยที่มีขนาด 30x45 เมตร และสูง 80 เมตร ความเร็วลมอ้างอิงเท่ากับ 27 ม./วินาที สำหรับอาคารตั้งอยู่บริเวณ สภาพภูมิประเทศแบบ โลง และแบบชานเมือง

รายละเอียดการคำนวณดูได้จากมาตรฐาน มยผ . 1311-50 [6] ผลการคำนวณหน่วยแรงลมสถิต เทียบเท่าสำหรับออกแบบ โครงสร้างหลักด้านทานแรงลม แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่าสำหรับออกแบบโครงสร้างหลักด้านทานแรงลม

ความสูงจาก พื้นดิน, เมตร	หน่วยแรงลม, นิวตัน/ม. <sup>2</sup> (กก./ม. <sup>2</sup> )	
	สภาพภูมิประเทศ แบบ A	สภาพภูมิประเทศ แบบ B
0 - 10	1330 (135)	965 (100)
10 - 20	1440 (145)	1055 (110)
20 - 40	1565 (160)	1190 (120)
40 - 60	1645 (170)	1285 (130)
60 - 80	1705 (175)	1360 (140)

#### 5.2 ตัวอย่างคำนวณหน่วยแรงลมสำหรับออกแบบผนังภายนอกอาคารและหลังคา

ให้คำนวณหน่วยแรงลมสำหรับออกแบบผนังภายนอกอาคารและหลังคา ของอาคาร สำนักงานที่มี ขนาด 45 × 60 เมตร และมีความสูง 100 เมตร อาคารมีผนังปิดล้อมรอบทุกด้านและมีระบบระบายอากาศ ภายใน มีช่องเปิดเล็ก ๆ กระจายสม่ำเสมอโดยมีพื้นที่ช่องเปิดรวมน้อยกว่า 0.1% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด อาคาร ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร บริเวณที่มีสภาพภูมิประเทศแบบ B

รายละเอียดการคำนวณดูได้จากมาตรฐาน มยผ. 1311-50 [6] ผลการคำนวณหน่วยแรงลมสุทธิสำหรับการ ออกแบบผนังภายนอกอาคารและหลังคา แสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 หน่วยแรงลมสุทธิสำหรับการออกแบบผนังภายนอกอาคาร

ความสูงจาก พื้นดิน (ม.)	หน่วยแรงลมสุทธิสูงสุด (นิวตัน/ม. <sup>2</sup> )		
	หน่วย แรงดันลม	หน่วยแรงดูด	
		กลางผนัง	ขอบผนัง
0 - 10	741	-1162	-1550
10 - 20	843	-1162	-1550
20 - 30	936	-1162	-1550
30 - 40	1009	-1162	-1550



40 - 60	1123	-1162	-1550
60 - 80	1213	-1162	-1550
80 - 100	1288	-1162	-1550

ตารางที่ 5 หน่วยแรงลมสุทธิสำหรับการออกแบบหลังคา

ตำแหน่งบนหลังคา	หน่วยแรงลมสุทธิสูงสุด (นิวตัน/ม. <sup>2</sup> )
มุมหลังคา	-2970
ขอบหลังคา	-1937
กลางหลังคา	-1291

## 6. สรุป

มาตรฐานการคำนวณแรง ลมสำหรับการออกแบบอาคารของประเทศไทยฉบับใหม่ ตาม มยผ. 1311-50 มีความละเอียดถูกต้องกว่ากฎกระทรวงฉบับที่ 6 เนื่องจาก ได้คำนึงถึงความเร็วลมอ้างอิงในเขตต่างๆ ลักษณะภูมิประเทศ รูปร่างของอาคาร และคุณสมบัติทางพลศาสตร์ของอาคาร ซึ่งเป็นรูปแบบของมาตรฐานการคำนวณแรงลมที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ

การกำหนดค่าแรงลมในมาตรฐานมี 3 วิธีคือ 1. วิธีการอย่างง่ายสำหรับอาคารเดี่ยวและสูงปานกลาง 2. วิธีการอย่างละเอียดสำหรับอาคารสูง และ 3. วิธีการทดสอบในอุโมงค์ลม มาตรฐานได้ กำหนดให้ 1. การคำนวณแรงลมสำหรับโครงสร้างหลักต้านทานแรงลม โค รงสร้างรอง และผนังภายนอกอาคาร 2. การคำนวณการ โกงตัวด้านข้าง และ 3. การคำนวณการสั่นไหวในทิศทางลมและทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลม

## 7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับงานวิจัยนี้ และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะกรรมการกำกับดูแลการปฏิบัติงานของที่ปรึกษาทุกท่าน โดยเฉพาะ นายสุรพล พงษ์ไทยพัฒน์ (วิศวกรใหญ่) นายสุรชัย พรภักทรกุล (ผู้อำนวยการสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร ) และ ดร.เสถียร เจริญเหรียญ (วิศวกรวิชาชีพ 8) ของสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร สำหรับ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงแก้ไขโครงการให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ท้ายสุดคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ได้สนับสนุนการทำวิจัยนี้ และนักศึกษาระดับปริญญาตรี โท และ เอก ของ 5 มหาวิทยาลัยสำหรับการช่วยทำงานวิจัยนี้

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์, พุศศักดิ์ เพียรสุขสม และ นรินทร์ เอื้อศิริวรรณ, 2538. หน่วยแรงลมสำหรับการออกแบบอาคารสูงในประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 2, หน้า 51-61, เชียงใหม่
- [2] วิโรจน์ บุญญฤทธิโย, 2541. การคำนวณเปรียบเทียบแรงลมและแรงแผ่นดินไหวสำหรับการออกแบบอาคารสูงในประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติเรื่อง การออกแบบโครงสร้างต้านทานแรงแผ่นดินไหว , วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และ Japan International Cooperation Agency, หน้า 416-432, เชียงใหม่
- [3] ว.ส.ท., 2546. E.I.T.1018-46, มาตรฐานการคำนวณแรงลมสำหรับการออกแบบอาคาร, สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- [4] NBCC, 1995. National Building Code of Canada, Canadian Commission on Building and Fire Codes, National Research Council of Canada, Ottawa, Canada.
- [5] วิโรจน์ บุญญฤทธิโย, ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์, สมชาย ชูชีพสกุล, เป็นหนึ่ง วานิชชัย, นคร กุวัโรดม, สุกิตย์ เทพมังกร, นเรศ ลิ้มสัมพันธ์เจริญ และ สุทัศน์ ลีลาทวิวัฒน์ , 2550. งานวิจัยย่อยที่ 6 เรื่อง มาตรฐานการคำนวณหน่วยแรงลมและการตอบสนองของอาคาร และงานวิจัยย่อยที่ 7 เรื่อง คู่มือปฏิบัติประกอบมาตรฐานการคำนวณหน่วยแรงลมและการตอบสนองของอาคาร . โครงการวิเคราะห์หน่วยแรงลมที่เกิดขึ้นในส่วนต่างๆ ของอาคารตามสภาพแวดล้อม เพื่อปรับปรุงกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) เสนอสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร กรมโยธาธิการและผังเมือง
- [6] มยผ. 1311-50, 2550. มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร , กรมโยธาธิการและผังเมือง, กระทรวงมหาดไทย
- [7] NBCC, 2005. National Building Code of Canada, Canadian Commission on Building and Fire Codes, National Research Council of Canada, Ottawa, Canada.
- [8] AIJ, 2004. Recommendation for Loads on Buildings, Architectural Institute of Japan.
- [9] ASCE, 2005. ASCE7-05: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineering, New York.