

การเปรียบเทียบผลของแรงลมที่มีต่อโครงสร้าง อาคารพักอาศัยรวม สูง 4 ชั้น

A comparison of the effect of wind load on 4 story building

ชัยชาญ ยุวนะศิริ¹, วุฒิพงษ์ กุศลคุ้ม^{2*}, อนุชาติ ลีอนันต์ศักดิ์ศิริ³,
วรวิทย์ โพธิ์จันทร์⁴, วีระวัฒน์ วรรณกุล⁵, ไพฑูรย์ นาแซง⁶, รังษี นันทสาร⁷
และชินะวัฒน์ มุกตพันธ์⁸

¹⁻⁶อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
⁷⁻⁸รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000

Chaichan Yuwanasiri¹, Wutipong Kusonkhum^{2*}, Worawit Phojan³,
Anuchat Leeanansaksiri⁴, Weerawat Wannakul⁵,
Phaithun Nasaeng⁶, Rangsi Nantasarn⁷ and Chinawat Muktabhant⁸

¹⁻⁶Lecturer, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineer, Northeastern
University, Khon Kaen, Thailand, 40000

⁷⁻⁸Associate professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineer, Northeastern
University, Khon Kaen, Thailand, 40000

* Email: wutipong.kus@neu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลการวิเคราะห์ผลของแรงลมต่ออาคารพักอาศัยรวม 4 ชั้น โดยทำการเปรียบเทียบในเรื่องขนาดของแรงลมจากกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กับขนาดแรงลมตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ. 1311-50) โดยอาคารที่ทำการศึกษาคืออาคารที่ตั้งอยู่ในสภาพภูมิประเทศแบบ B คือตั้งอยู่ในชุมชนขนาดเล็ก มีต้นไม้และอาคารข้างเคียง และเปรียบเทียบผลของแรงภายในอาคารค่าก่อสร้างงานโครงสร้างเสา คาน พื้นอาคาร ภายใต้แรงกระทำทางดิ่งจากน้ำหนักบรรทุกทุกคงที่ น้ำหนักบรรทุกจร และแรงกระทำด้านข้างจากแรงลม จากการวิเคราะห์โครงสร้างพบว่า หน่วยแรงลมตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมืองมีขนาดน้อยกว่าหน่วยแรงลมตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และเมื่อนำขนาดของหน่วยแรงลมมากระทำต่ออาคารที่ทำการศึกษา เปรียบเทียบกับอาคารที่ไม่พิจารณาแรงลมพบว่า ในด้านแรงภายใน คือโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนเพิ่มขึ้น 1.5 และ 1.3 เท่า ด้านราคาก่อสร้าง เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.1 และ 1.0 โดยใช้หน่วยแรงลมตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และหน่วยแรงลมตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการ และผังเมืองตามลำดับ แต่เมื่อใช้ตัวคูณ ลดค่าในกรณีพิจารณาแรงลม

ตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท) ค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้น ขนาดของหน้าตัด ขนาดและจำนวนของเหล็กเสริมของโครงสร้างเสา จะลดลงมาใกล้เคียงกันกับกรณีที่ไม่พิจารณาแรงลม โดยทำให้ราคาค่าก่อสร้างลดลงมาเหลือแตกต่างกันเพียงร้อยละ 0.4 และ 0.1 เท่านั้น

คำสำคัญ: แรงลม, ราคาค่าก่อสร้าง, อาคารพักอาศัยรวม

Abstract

This research was to study the analysis of wind load to 4 storey building by comparing between wind load from Building Control Act, B.E. 2522 and department of public works and town & country planning standard (DPT standard). The study building is a building located in the terrain type B, which is located in a small community with trees and neighboring buildings by comparing the results of internal forces, construction cost of column, beam and slab under vertical dead load, vertical live load and lateral wind load. The results of structural analysis indicate that wind load from DPT standard is less than Building Control Act., In case of internal forces of building with wind load considered and building without wind load analysis result show that bending moment and shear force increase to 1.5 and 1.3 times respectively. Though, construction cost is 1.1 and 1.0 in additional, respectively. Furthermore, using the load factor from EIT Thailand engineering standard made the construction cost of building with wind load considered different from building without wind load decreasing by 0.4 and 0.1%

Keywords: Wind load, Construction cost, Building

Received: July 14, 2021; **Revised:** October 29, 2021; **Accepted:** November 10, 2021

1. บทนำ

อาคารบ้านพักอาศัยประเภทอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดความสูง 4 ชั้น เป็นรูปแบบอาคารที่ได้รับความนิยมก่อสร้างทั้งในเขตตัวเมืองและชานเมืองอยู่เสมอ ซึ่งเป็นผลมาจากเป็นเพราะจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้นและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม (วันดี พินิจวรสิน และสายทิพา รามสูตม, 2554) และในปัจจุบันจากที่สภาพชั้นบรรยากาศของโลกเปลี่ยนไปอันเกิดมาจากสภาวะโลกร้อน จะเห็นได้ว่าภัยทางธรรมชาติทวีความรุนแรงขึ้นจากเดิม แรงจากลมได้ส่งผลกระทบต่อและสร้างความเสียหายให้แก่อาคารและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ อยู่บ่อยครั้ง ทำให้เกิดความสูญเสียขึ้นทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สิน (มนนภา เทพสุด, 2562)

กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวจึงได้ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ซึ่งได้กำหนดค่าหน่วยแรงลมในลักษณะของแรงดันต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงตามความสูงของอาคารไว้ โดยข้อบังคับดังกล่าวมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ พ.ศ. 2527 เพื่อปรับปรุงข้อกำหนดใหม่ ตลอดจนจัดทำมาตรฐานเกี่ยวกับการคำนวณหน่วยแรงลมที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของอาคารให้มีความเหมาะสมกับการออกแบบอาคารทุกประเภท ทุกภูมิภาคของประเทศและมีระดับเทียบเท่าสากล (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2560)

แต่โดยทั่วไปแล้ววิศวกรโยธาและผู้ออกแบบโครงสร้างมักจะนิยมใช้ข้อกำหนดของแรงลมตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 มากกว่าใช้ค่าแรงลมตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง (1311-50) เพราะรายละเอียดต่างๆที่ต้องใช้ประกอบการวิเคราะห์ไม่ซับซ้อน สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย (กฎกระทรวง ฉบับที่ 6, 2527) ผลที่ตามมาอีกด้านจากการออกแบบโครงสร้างอาคารที่มีลักษณะการรับแรงไม่เท่ากันของข้อกำหนดที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อมูลค่าก่อสร้างต่ออาคาร (Francom, T. C. and El Asmar, M., 2015) โดยมูลค่าอาคารถือเป็นปัจจัยที่สำคัญของโครงการก่อสร้าง และส่งผลกระทบต่อในองค์ประกอบหลักของการบริหารจัดการต้นทุน (Chitkara, K. K., 1998) เนื่องจากต้นทุนที่เพิ่มขึ้นส่งผลถึงปริมาณวัสดุและทรัพยากรที่ต้องมีการจัดการวางแผนเพิ่มขึ้นตาม (Lester, A., 2006) และการดำเนินงานที่ไม่มีประสิทธิภาพในการบริหารต้นทุนมีแนวโน้มที่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง และความเสียหายระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้ (Chaitongrat, T., et al, 2019; Jervis, B.M. and Levin, P., 1988; Bancha Teanngen., et al, 2020)

ทั้งนี้บทความนี้เป็นการนำเสนอการเปรียบเทียบค่าโมเมนต์ และแรงเฉือนที่กระทำต่อโครงสร้าง และงบประมาณที่เกิดขึ้น โดยจะเปรียบเทียบระหว่าง อาคารที่ไม่พิจารณาแรงลมที่มากระทำ กับอาคารที่วิเคราะห์แรงลมตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และกับอาคารแบบเดียวกันที่วิเคราะห์แรงลมตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง (1311-50) พ.ศ. 2550 พร้อมเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจากทั้งสองข้อกำหนดในการออกแบบ

2. ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

2.1 แรงลมออกแบบตาม มยพ.1311-50

การคำนวณแรงลมโดยพิจารณาผลกระทบของการพัดกระโชกของลมตามรูปร่าง ความสูงของอาคาร ความแตกต่างระหว่างภูมิประเทศที่อาคารตั้งอยู่ ซึ่งมีสิ่งกีดขวางทางลมต่างๆ กัน และความสำคัญของแต่ละอาคารด้วยหน่วยแรงลมที่กระทำบนพื้นผิวภายนอกของอาคารในทิศทางลมสามารถคำนวณได้จาก สมการที่ 1

$$P = l_w q C_e C_g C_p \quad (1)$$

โดยที่ P = หน่วยแรงลมสถิตเทียบเท่า (Equivalent Static Wind Pressure) กระทำตั้งฉากกับพื้นผิวภายนอกอาคาร โดยเรียกว่า “หน่วยแรงดัน” ถ้ามีทิศเข้าหาพื้นผิว หรือ “หน่วยแรงดูด” ถ้ามีทิศพุ่งออกจากพื้นผิว

l_w	=	ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม
q	=	หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลม
C_e	=	ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ
C_g	=	ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม
C_p	=	ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมที่กระทำภายนอกอาคาร
สำหรับค่าพารามิเตอร์ l_w ค่าประกอบความสำคัญของแรงลมแสดงในตารางที่ 1		

ตารางที่ 1 ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม (I_w)

ประเภทความสำคัญ ของอาคาร	ค่าประกอบความสำคัญของแรงลม	
	สภาวะจำกัดด้านกำลัง	สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน
น้อย	0.8	0.75
ปกติ	1	0.75
มาก	1.15	0.75
สูงมาก	1.15	0.75

ที่มา: มยผ. 1311-50, (2550)

สำหรับค่าพารามิเตอร์ q หน่วยแรงลมอ้างอิงเนื่องจากความเร็วลมสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$q = \frac{1}{2} \cdot \frac{p}{g} \cdot \bar{V}^2 \quad (2)$$

โดยที่ q = หน่วยแรงลมที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (แรง) ต่อตารางเมตร (kg/m^2)

P = ความหนาแน่นของมวลอากาศ (ซึ่งมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 1.25 กิโลกรัม (มวล ต่อลูกบาศก์เมตร) สำหรับความดันบรรยากาศปกติและอุณหภูมิของอากาศประมาณ 15 ถึง 45 องศาเซลเซียส

V = ความเร็วลมอ้างอิง คือ ค่าความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ที่ความสูง 10 เมตร จากพื้นดินในสภาพภูมิประเทศโล่ง (Open Exposure) สำหรับคาบเวลากลับ (Return Period) 50 ปี (V_{50}) ความเร็วลมอ้างอิงของพื้นที่ต่าง ๆ ในประเทศไทยหน่วยเป็นเมตรต่อวินาทีคำนวณได้จากสมการที่ 3 และ 4

สำหรับกรณีการออกแบบที่สภาวะจำกัดด้านการใช้งาน

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

สำหรับกรณีการออกแบบที่สภาวะจำกัดด้านกำลัง

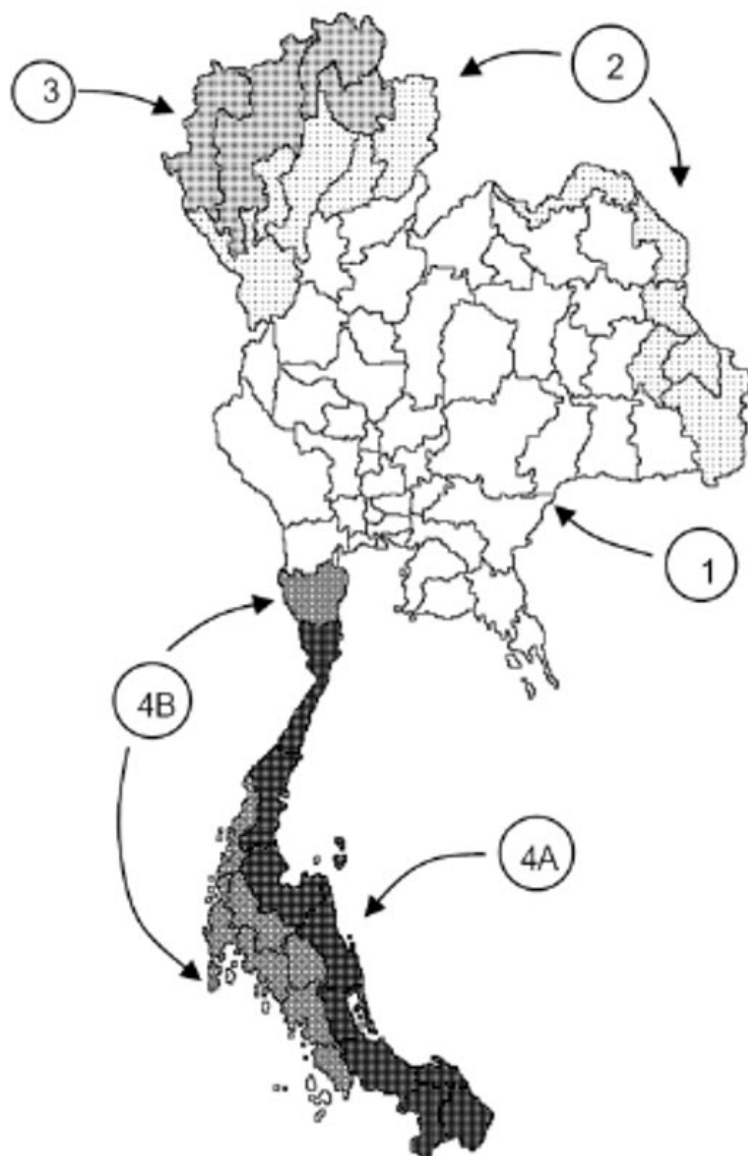
$$\bar{V} = T_F V_{50} \quad (4)$$

โดยที่ T_F = ค่าประกอบได้ฝน
 V_{50} = คือค่าความเร็วลมที่คาบเวลากลับ 50 ปี

การจำแนกและการแบ่งกลุ่มความเร็วลมโดยกลุ่มความเร็วลมอ้างอิงมีจำนวน 5 กลุ่มดังแสดงในรูปที่ 1 ได้แก่

กลุ่มที่ 1	$V_{50} = 25$ เมตร ต่อ วินาที : $T_F = 1.0$
กลุ่มที่ 2	$V_{50} = 27$ เมตร ต่อ วินาที : $T_F = 1.0$
กลุ่มที่ 3	$V_{50} = 29$ เมตร ต่อ วินาที : $T_F = 1.0$
กลุ่มที่ 4A	$V_{50} = 25$ เมตร ต่อ วินาที : $T_F = 1.2$

ภาพที่ 1 แสดงอาณาบริเวณโดยสังเขปของแต่ละกลุ่มความเร็วลมอ้างอิง และจำแนก 76 จังหวัดของประเทศไทยตามกลุ่มความเร็วลมอ้างอิงโดยแบ่งเป็นตารางย่อยสำหรับแต่ละภาคของประเทศ โดยทั่วไปพื้นที่ทั่วทั้งจังหวัดจะจัดอยู่ในกลุ่มความเร็วลมอ้างอิงเดียวกัน ยกเว้นจังหวัดตากและจังหวัดนครศรีธรรมราช และ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีการแบ่งกลุ่มความเร็วลมอ้างอิงตามอำเภอสำหรับค่าพารามิเตอร์ C_u ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศสามารถใช้ค่าในตารางที่ 2



ภาพที่ 1 แผนที่การแบ่งกลุ่มตามความเร็วลม

ตารางที่ 2 ค่าประกอบเนื่องจากสภาพภูมิประเทศ (C_e)

ความสูงจากพื้นดิน	สภาพภูมิประเทศ แบบ A	สภาพภูมิประเทศ แบบ B
สูงไม่เกิน 6 เมตร	0.90	0.70
สูงเกิน 6 เมตร แต่ไม่เกิน 10 เมตร	1.00	0.70
สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	1.15	0.82
สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 30 เมตร	1.25	0.92
สูงเกิน 30 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	1.32	1.00
สูงเกิน 40 เมตร แต่ไม่เกิน 60 เมตร	1.43	1.13
สูงเกิน 60 เมตร แต่ไม่เกิน 80 เมตร	1.52	1.24

ที่มา : มยผ. 1311-50 (2550)

สำหรับค่าพารามิเตอร์ C_e ค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม พิจารณาผลการกระโชกของลมที่กระทำกับพื้นผิวนอกอาคาร ให้ใช้ค่า C_e เท่ากับ 2.0 ในการออกแบบโครงสร้างหลักต้านทานแรงลม ยกเว้นป้ายและกำแพงให้ใช้ 2.35 ส่วนการออกแบบโครงสร้างรองให้ใช้เท่ากับ 2.5 และสำหรับค่าพารามิเตอร์ C_p ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก ขึ้นอยู่กับรูปทรงของอาคารทิศทางลม และลักษณะการการแปรเปลี่ยนของความเร็วลมตามความสูงของอาคาร สำหรับการออกแบบผนังภายนอกอาคารและระบบโครงสร้างหลักของอาคาร แบ่งออกเป็น 3 หมวด ดังนี้

ก. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอก สำหรับอาคารเดี่ยวที่มีความสูงต่ำ ความกว้าง H/D น้อยกว่า 1 (D คือ ความกว้างของด้านที่แคบที่สุด) และมีความสูงอ้างอิง (Reference Height) น้อยกว่า 23 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมได้ถูกนำมารวมกับค่าประกอบเนื่องจากผลการกระโชกของลม (มยผ.1311-50, 2550)

ข. สัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอกสำหรับอาคารสูง

ค. ค่าสัมประสิทธิ์ของหน่วยแรงลมภายนอกสำหรับโครงสร้างพิเศษ

2.2 แรงลมออกแบบตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527)

หน่วยแรงลมคงที่ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 หน่วยแรงลมคงที่ตามกฎกระทรวงมหาดไทยฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527)

ความสูงของอาคาร	แรงลม	หน่วย
ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ส่วนของอาคารที่สูงเกิน 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
ส่วนของอาคารที่สูงไม่เกิน 40 เมตร	160	กิโลกรัมต่อตารางเมตร

ที่มา: กฎกระทรวงมหาดไทย, (2527)

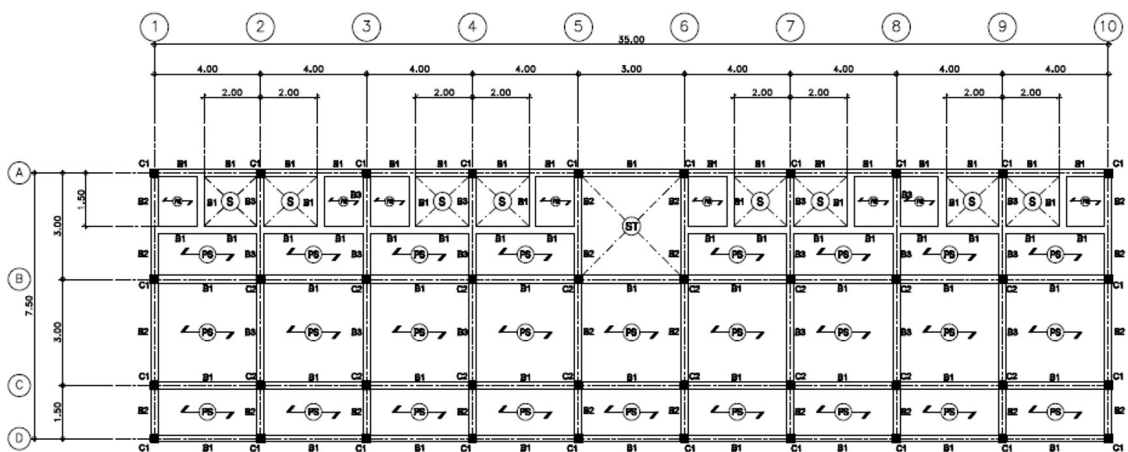
3. ความปลอดภัยในด้านต่าง ๆ ที่ควรคำนึงถึง ในผู้ปวยสมองเสื่อม

3.1 ลักษณะต้นแบบของอาคารพักอาศัย

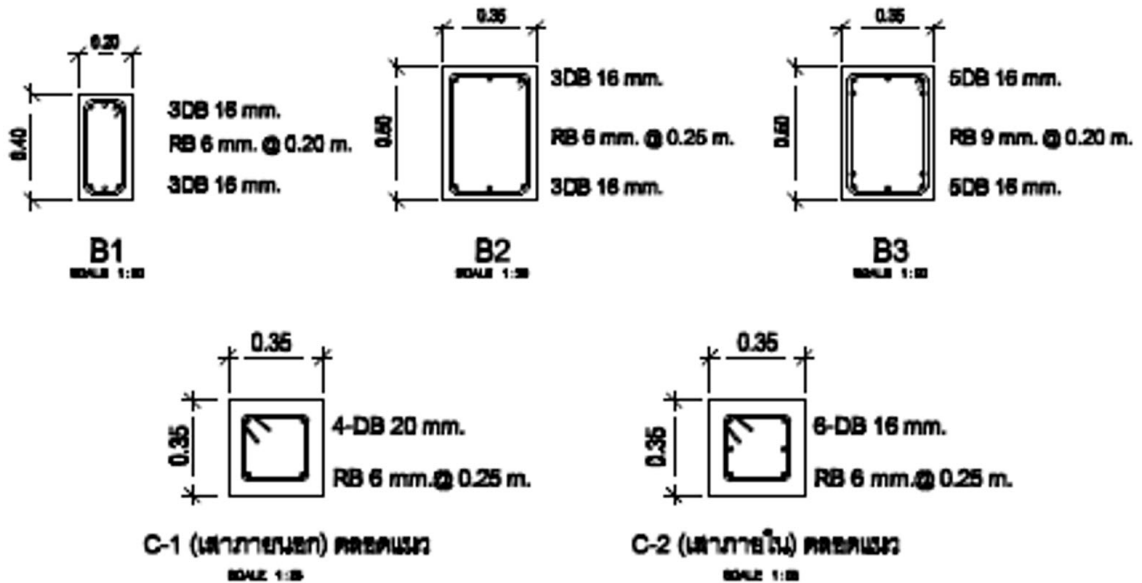
การศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 4 ชั้นซึ่งเป็นอาคารพักอาศัยรวม โดยใช้มาตรฐานการออกแบบของ ACI 318-63 อาคารพักอาศัยรวมในงานวิจัยดังแสดงในภาพที่ 2 และภาพที่ 3 มีรูปแบบแปลนชั้น 1 ถึงชั้น 4 เหมือนกันทั้ง 4 ชั้นดังแสดงในภาพที่ 4 สำหรับโครงสร้างจะมีความสมมาตรซึ่งดูได้จากแบบแปลนพื้นและรูปด้านของอาคาร ซึ่งอาคารมีขนาดความกว้าง 7.50 เมตร ความยาวของอาคาร 35.00 เมตร และมีความสูงของอาคารจากพื้นถึงเส้นผ่านศูนย์กลางของคานชั้นบนสุดเท่ากับ 14.10 เมตร มีห้องพักอาศัยรวมทั้งหมด 32 ห้อง ห้องพักมีขนาดกว้าง 4.0 เมตร ลึก 4.50 เมตร สำหรับพื้นที่ของอาคารเป็น พื้นสำเร็จรูปวางบนคานคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับคานและเสาเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กโดยมีค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตเท่ากับ 24 MPa และมีกำลังรับแรงดึงของเหล็กเสริมเท่ากับ 24.0 MPa น้ำหนักที่ใช้ในการออกแบบในส่วนของพื้นของอาคารใช้น้ำหนักบรรทุกจรขนาด 2.0 kN/m² ในส่วนหลังคาใช้น้ำหนักบรรทุกจรขนาด 0.3 kN/m² และหน่วยน้ำหนักของผนังอิฐมวลเบาเท่ากับ 1.0 kN/m²



ภาพที่ 2 อาคารเรียนคอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ในการสร้างต้นแบบ



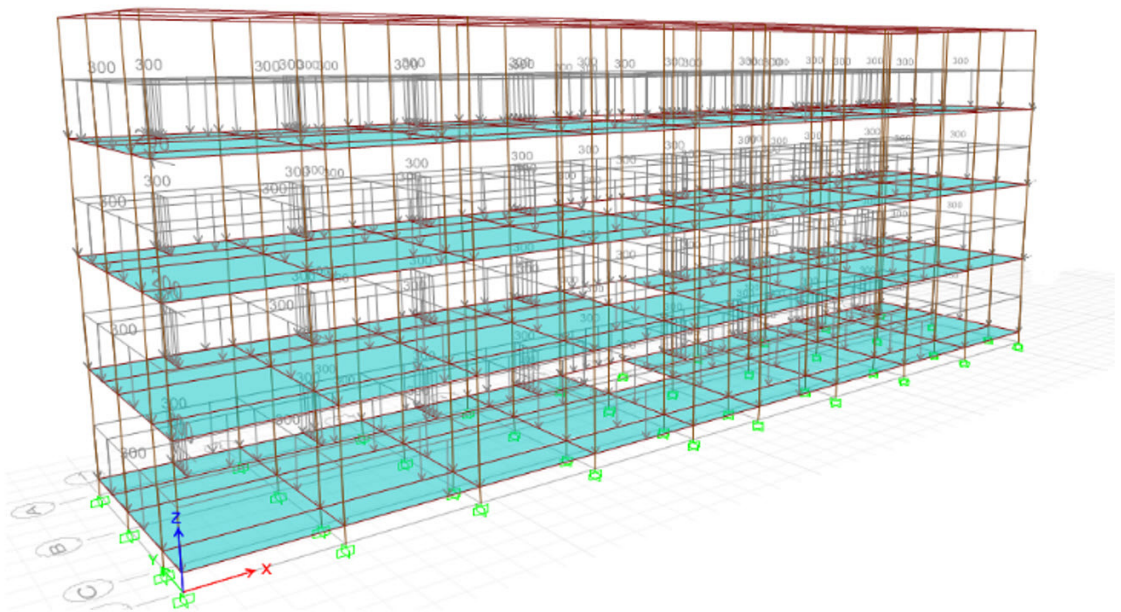
ภาพที่ 3 รูปแบบแปลนโครงสร้างอาคารพักอาศัยรวม 4 ชั้น



ภาพที่ 4 แลนพื้นและแลนรูปตัด ของอาคารต้นแบบกับผู้สูงอายุในสังคม

3.2 การวิเคราะห์โครงสร้างอาคารพักอาศัยรวม 4 ชั้น

ในการวิเคราะห์โครงสร้างอาคารได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์อาคาร 3 กรณี ได้แก่ วิเคราะห์อาคารโดยไม่พิจารณาผลของแรงลม วิเคราะห์อาคารโดยพิจารณาผลของแรงลมกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และ วิเคราะห์อาคารโดยพิจารณาผลของแรงลมตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง (1311-50) พ.ศ. 2550 ซึ่งมีรูปแบบโมเดลอาคารดังแสดงในภาพที่ 5 โดยการวิเคราะห์จะเปรียบเทียบตำแหน่งของโครงสร้างที่มีค่าโมเมนต์ดัดสูงสุดและแรงเฉือนสูงสุดที่เกิดขึ้นในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของอาคาร



ภาพที่ 5 โมเดลอาคารพักอาศัย 4 ชั้นในงานวิจัย

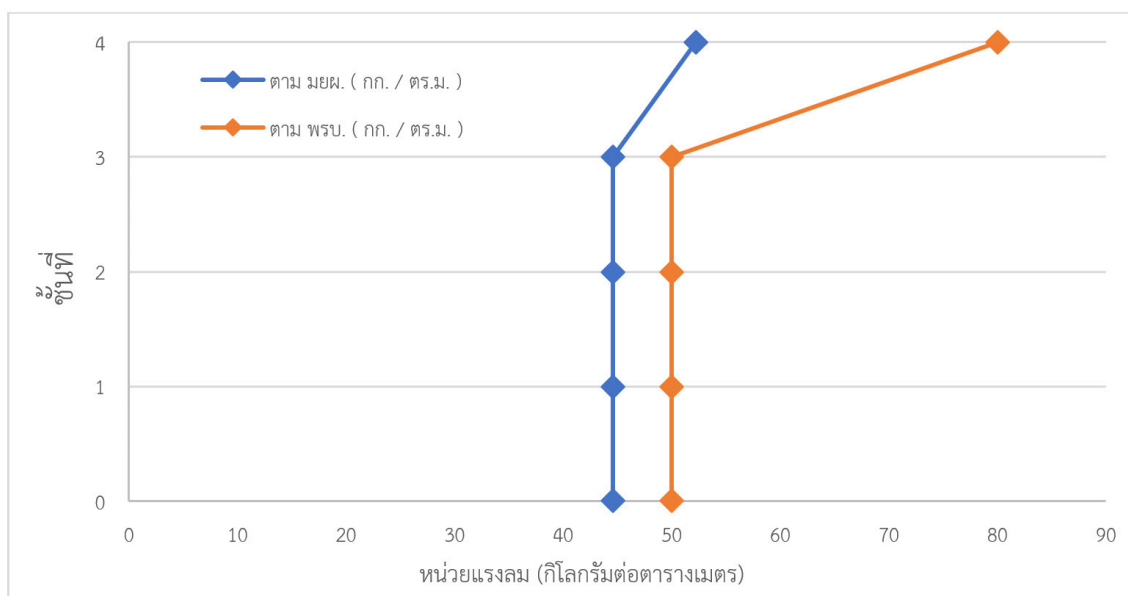
3.3 การเปรียบเทียบราคาอาคารพักอาศัยรวม 4 ชั้น

ในการประมาณราคาค่าก่อสร้างของอาคารพักอาศัยจะทำการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างทั้ง 3 กรณี ได้แก่ ราคาค่าก่อสร้างของอาคารโดยไม่พิจารณาผลของแรงลม ราคาค่าก่อสร้างของอาคารโดยพิจารณาผลของแรงลมตามกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และราคาค่าก่อสร้างของอาคารโดยพิจารณาผลของแรงลมตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง (1311-50) พ.ศ. 2550 โดยอ้างอิงบัญชีมาตรฐานสิ่งก่อสร้างปี พ.ศ. 2561

4. ผลการศึกษา

4.1 เปรียบเทียบหน่วยแรงลมระหว่างหน่วยแรงลมตามกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 กับหน่วยแรงลมตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง 1311-50 พ.ศ. 2550 (มยผ.)

จากการคำนวณหาขนาดของแรงลม ที่กระทำต่ออาคารจากข้อกำหนดตาม พ.กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) และจากมาตรฐานของ มยผ.1311-50 (พ.ศ. 2550) ในความสูงที่เท่ากัน ได้ค่าเปรียบเทียบขนาดของแรงลมดังแสดงในภาพที่ 6 จากภาพที่ 6 พบว่าแรงลมตามมาตรฐานของ มยผ. (พ.ศ. 2550) ขนาดของแรงลมน้อยกว่าแรงลมตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯ (พ.ศ. 2522) โดยที่แรงลมตามมาตรฐานของ มยผ. (พ.ศ. 2550) มีขนาด 44.6 44.6 44.6 และ 52.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในชั้นที่ 1 2 3 และ 4 ของอาคารตามลำดับ ส่วนแรงลมตามกฎหมายกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) มีขนาด 50 50 50 และ 80 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในชั้นที่ 1 2 3 และ 4 ของอาคารตามลำดับ



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบขนาดของแรงลมที่กระทำต่ออาคารสูง 4 ชั้น

4.2 เปรียบเทียบแรงภายในที่เกิดขึ้น

การเปรียบเทียบแรงภายในที่เกิดขึ้นถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วนได้แก่เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบนอกของอาคารชั้น 1 และ 2 โดยพิจารณาเสาไลน์ 3-A และเสาไลน์ 4-C ซึ่งเป็นเสาต้นที่มีค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดขณะที่ยังไม่มีแรงลมมากระทำ โดยน้ำหนักทั้งหมดใช้ค่า Load Factor 1.0 และ 0.75 ในแต่ละการทดสอบ และแบ่งตามกรณีต่างๆดังต่อไปนี้

เมื่อ กรณี GVL คือ อาคารที่ไม่พิจารณาแรงลม

กรณี BCA-F คือ อาคารที่มีแรงลมตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯกระทำด้านหน้าของอาคาร

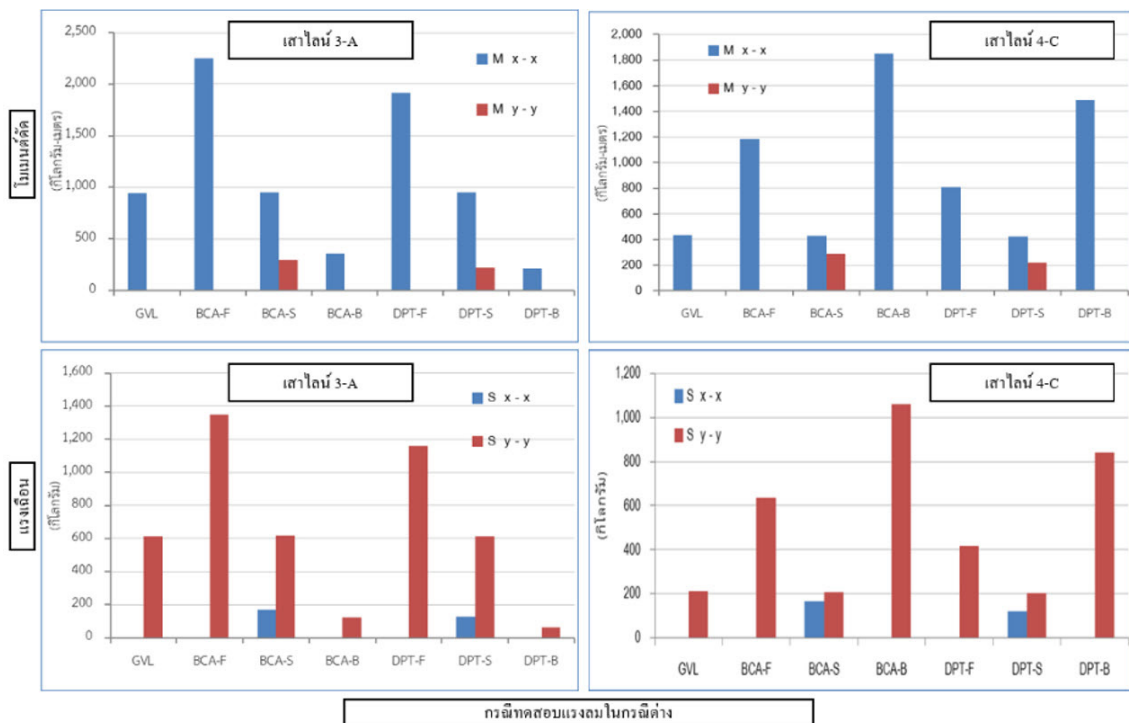
กรณี BCA-S คือ อาคารที่มีแรงลมตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯกระทำด้านข้างของอาคาร

กรณี BCA-B คือ อาคารที่มีแรงลมตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯกระทำด้านหลังของอาคาร

กรณี DPT-F คือ อาคารที่มีแรงลมตาม มยผ.1311-50 กระทำด้านหน้าของอาคาร

1) เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบนอกของอาคารชั้น 1 และ 2 โดยพิจารณาเสาไลน์ 3-A ซึ่งเป็นเสาต้นที่มีค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดขณะที่ยังไม่มีแรงลมมากระทำ โดยน้ำหนักทั้งหมดใช้ค่า Load Factor 1.0 ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในเสาต้นที่อยู่ขอบนอกของอาคารชั้น 1-2 จะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อมีแรงลมกระทำที่ด้านหน้าของอาคาร เช่นเดียวกับกับเสาขอบนอกชั้น 3-4 และนำ 2 ค่านี้ไปออกแบบโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบนอกทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 7

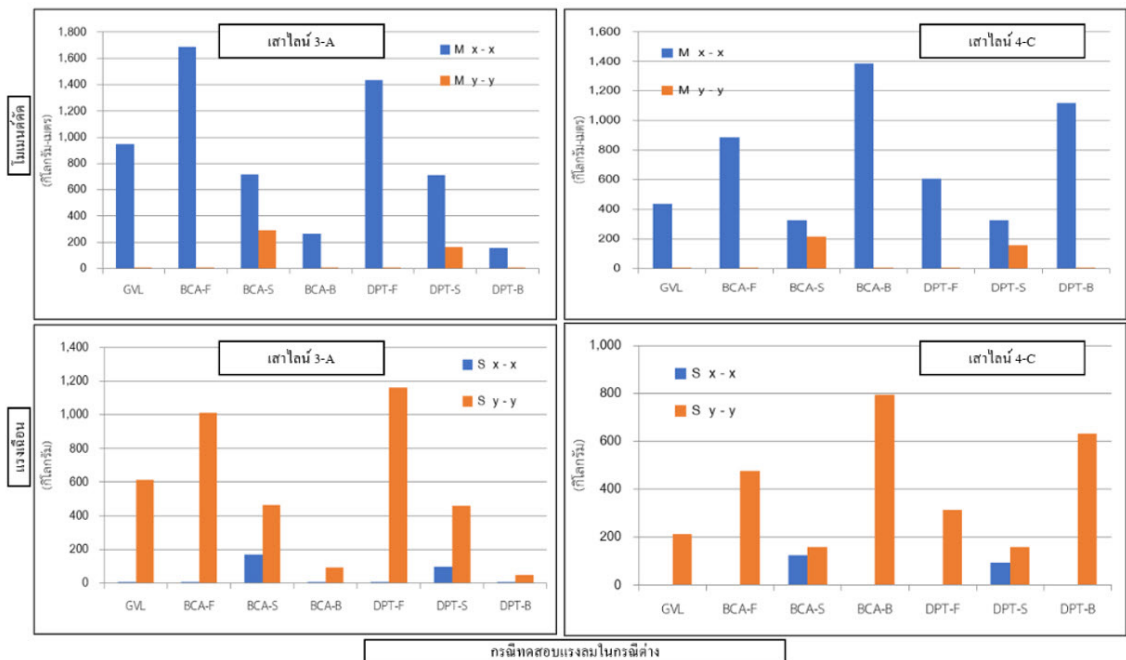
2) เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ภายในของอาคารชั้น 1 และ 2 โดยพิจารณาเสาไลน์ 4-C ซึ่งเป็นเสาต้นที่มีค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดขณะที่ยังไม่มีแรงลมมากระทำ โดยน้ำหนักทั้งหมดใช้ค่า Load Factor 1.0 และจากการวิเคราะห์ พบว่าเสาต้นที่อยู่ภายในอาคารชั้น 1-2 จะเกิดโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่สูงสุด เมื่อมีแรงลมกระทำที่ด้านหลังของอาคาร จากกรณี BCA-B และ DPT-B สูงสุดตามลำดับและนำ 2 ค่านี้ไปออกแบบโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบนอกของอาคารชั้น 1-2 โดยพิจารณาเสาไลน์ 3-A และเสาไลน์ 4-C และใช้ Load Factor น้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 1.0

3) เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบนอกของอาคารชั้น 1 และ 2 โดยพิจารณาเสาไลน์ 3-A ซึ่งเป็นเสาต้นที่มีค่าโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดขณะที่ยังไม่มีแรงลมมากระทำ โดยน้ำหนักทั้งหมดใช้ค่า Load Factor 0.75 และภาพที่ 13 พบว่า ค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในเสาที่อยู่ขอบนอกของอาคารชั้น 3-4 จะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อมีแรงลมกระทำที่ด้านหน้าของอาคาร จากกรณี BCA-F และ DPT-F สูงสุดตามลำดับและนำ 2 ค่านี้ไปออกแบบโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบนอกทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 8

4) เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบในของอาคารชั้น 1 และ 2 โดยพิจารณาเสาไลน์ 3-A ซึ่งเป็นเสาต้นที่มีค่าโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนเกิดขึ้นสูงสุดขณะที่ยังไม่มีแรงลมมากระทำ โดยน้ำหนักทั้งหมดใช้ค่า Load Factor 0.75 และจากภาพที่ 13 และ 14 พบว่า ค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นในเสาที่อยู่ขอบในของอาคารชั้น 3-4 จะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อมีแรงลมกระทำที่ด้านหลังของอาคาร จากกรณี BCA-B และ DPT-B สูงสุดตามลำดับและนำ 2 ค่านี้ไปออกแบบโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ภายในทั้งหมดดังแสดงในภาพที่ 8

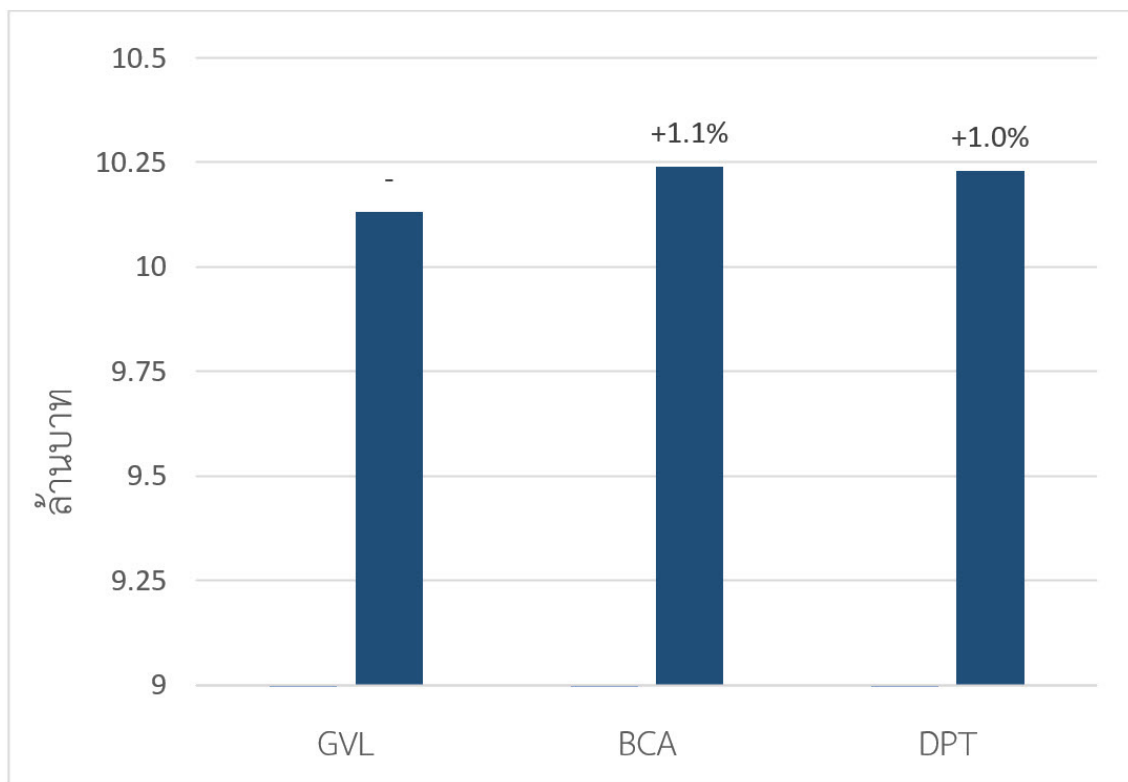


ภาพที่ 8 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ดัดที่เกิดขึ้นในโครงสร้างเสาต้นที่อยู่ขอบนอกของอาคาร
 ชั้น 1-2 โดยพิจารณาเสาไลน์ 3-A และเสาไลน์ 4-C และใช้ Load Factor น้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 0.75

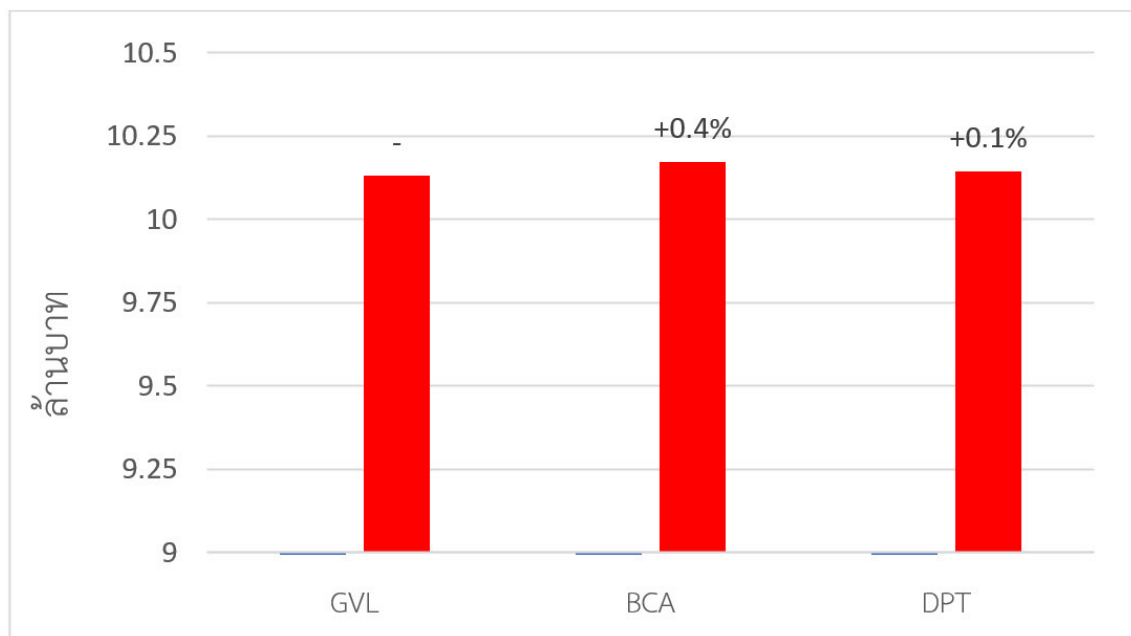
4.3 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้าง

1) เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดของอาคารพักอาศัยรวมสูงสี่ชั้นด้วยคำนวณและประมาณราคาตามข้อกำหนดหน่วยงานของรัฐในประเทศไทย โดยกรณีที่มีแรงลมกระทำใช้ Load Factor เท่ากับ 1.0 โดยการศึกษาพบว่าการใช้หน่วยแรงลมตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯ พ.ศ. 2522 กระทำต่อโครงสร้างอาคารสูง 4 ชั้นที่ศึกษา ทำให้ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นประมาณ 1.1% และการใช้หน่วยแรงลมตามมาตรฐานของ มยผ. พ.ศ. 2550 ทำให้ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นประมาณ 1.0% ของโครงสร้างที่ไม่พิจารณาแรงลม ดังแสดงในภาพที่ 9 และเมื่อมีการการออกแบบโดยกำหนดค่าน้ำหนัก Load Factor 0.75 หรือ 0.75(DL+LL+WL) ตามมาตรฐานของ วสท. ทำให้ราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดของโครงสร้างที่มีแรงลม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯ (พ.ศ. 2522) กระทำลดลง โดยมากกว่าโครงสร้างที่ไม่พิจารณาแรงลมอยู่ที่ 0.4% และโครงสร้างที่มีแรงลม มยผ. (พ.ศ. 2550) กระทำมีราคาค่าก่อสร้างมากกว่าโครงสร้างที่ไม่พิจารณาแรงลมเท่ากับ 0.1% ดังแสดงในภาพที่ 10

ซึ่งการที่มูลค่าของอาคารที่มีมูลค่าต่างกันไม่มากสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัยขนาด 4 ชั้นในส่วนของการก่อสร้างนั้นไม่ถือว่ากระทบต่อมูลค่าของอาคารมาก (Burke, R., 2013) ทำให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกข้อกำหนดใดในการออกแบบได้ก็ได้ หากไม่มีความจำเป็นมากในเรื่องของมูลค่าก่อสร้าง (Cooper, D. F., et al, 1985) และเมื่อพิจารณาจากค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้นกับมูลค่างานก่อสร้างที่ไม่ได้แตกต่างกัน ในการออกแบบจึงควรเลือกใช้ข้อหนดที่มีการออกแบบให้อาคารรับแรงลมและน้ำหนักที่ได้มากกว่าเพื่อความคุ้มค่าของอาคาร (PMI, A., 2013)



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างโครงสร้างทั้งหมดของอาคาร โดยใช้ Load Factor น้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 1.0



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างโครงสร้างทั้งหมดของอาคาร โดยใช้ Load Factor น้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 0.75

5. สรุป

5.1 หน่วยแรงลมตามมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง (มยผ.1311-50) มีขนาดน้อยกว่าหน่วยแรงลมตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (พ.ร.บ.) เพราะอาคารที่ใช้ทำการศึกษาที่ตั้งอยู่ในภูมิประเทศแบบ B คือพื้นที่ที่เป็นศูนย์กลางเมืองขนาดเล็ก มีต้นไม้ใหญ่ และอาคารรอบข้างช่วยลดแรงลม ซึ่งอาคารในภูมิประเทศแบบ B นี้จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์เนื่องจากภูมิประเทศ (Ce) ลดลงจากอาคารที่ตั้งอยู่ในภูมิประเทศแบบ A (ตั้งอยู่ที่โล่ง) เกือบสองเท่า ทำให้ค่าหน่วยแรงลมที่ได้จาก มยผ.1311-50 มีค่าน้อยกว่าหน่วยแรงลมตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯ

5.2 เสาที่อยู่ขอบนอกของอาคารที่ทำการศึกษาก่อให้เกิดโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนสูงสุด เมื่อมีแรงลมกระทำด้านหน้าของอาคาร ซึ่งเสาจะรับโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 และ 1.3 เท่า สำหรับแรงลมกระทำตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯ และ มยผ. 1311-50 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่พิจารณาแรงลม โดยค่าสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเสา Line 3-A สำหรับเสาที่อยู่ภายในอาคารที่ทำการศึกษาก่อให้เกิดโมเมนต์ดัด และแรงเฉือนสูงสุด เมื่อมีแรงลมกระทำด้านหลังของอาคาร ซึ่งเสาจะรับโมเมนต์ดัดและแรงเฉือนเพิ่มขึ้นประมาณ 2.0 และ 1.7 เท่า สำหรับแรงลมกระทำตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯ และ มยผ. 1311-50 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่พิจารณาแรงลม โดยค่าสูงสุดอยู่ที่ตำแหน่งเสา Line 4-C

5.3 อาคารพักอาศัยรวม คสล. สูง 4 ชั้น ที่ตั้งอยู่ในเขตชุมชนเมืองนั้น ในการพิจารณาวิเคราะห์ และออกแบบโครงสร้าง ถ้าเลือกใช้แรงลมตาม มยผ. 1311-50 จะส่งผลต่อโครงสร้างของอาคารในด้านแรงภายใน และราคาค่าก่อสร้างน้อยกว่าการใช้แรงลมตาม พ.ร.บ.ควบคุมอาคารฯ พ.ศ. 2522 และหากใช้ Load Factor 0.75 ตามมาตรฐาน วสท. ขนาดโครงสร้าง และราคาค่าก่อสร้างของกรณีใช้แรงลมตาม มยผ. 1311-50 มีมูลค่าใกล้เคียงกันมากกรณีไม่ออกแบบโดยคำนวณค่าแรงลม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยขอขอบคุณ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความอนุเคราะห์ในการจัดทำและศึกษาเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ ในการพัฒนาการบริหารงานก่อสร้าง

7. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการคลัง. (2560). พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560. (2560). กรุงเทพฯ : กรมบัญชีกลาง.
- กระทรวงการคลัง. (2562). แนวทางประกาศรายละเอียดข้อมูลราคากลางและการคำนวณราคากลางเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างของหน่วยงานของรัฐ. กรุงเทพฯ : กรมบัญชีกลาง.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2560). มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร (มยผ.1311-50). กรุงเทพฯ : กระทรวงมหาดไทย.
- กฎกระทรวง ฉบับที่ 6. (2527). ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. กรุงเทพฯ : กระทรวงมหาดไทย.
- มนนภา เทพสุด. (2019). *ภาวะโลกร้อน: ผลลัพธ์เชิงลบในโลกยุคอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- วันดี พินิจวรสิน และสายทิwa งามสุด. (2011). ความต้องการของผู้มีรายได้ปานกลางในเขต กรุงเทพมหานคร และปริมณฑลที่มีต่อคุณลักษณะบ้านเดี่ยว. *NAJUA: Architecture, Design and Built Environment*, 25(1), 365-365.
- Burke, R. (2013). *Project management: planning and control techniques*. New Jersey, USA, 2013; pp. 26.
- Chaitongrat, T., Leungbootnak, N., Kusonkhum, W., Deewong, W., Srinavin, K. (2019). Measurement model of good governance in government procurement. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering* 639:012024. 639(1). pp.1-8.
- Chitkara, K. K. (1998). *Construction project management*. Tata McGraw-Hill Education.
- Cooper, D. F., MacDonald, D. H., and Chapman, C. B. (1985). Risk analysis of a construction cost estimate. *International journal of project management*, 3(3), 141-149.
- Francom, T. C. and El Asmar, M. (2015). Project quality and change performance differences associated with the use of building information modeling in design and construction projects: Univariate and multivariate analyses. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(9).1-15.
- Jervis, B.M.; Levin, P. (1988). *Construction law, principles, and practice*. McGraw-Hill College.
- Lester, A. (2006). *Project management, planning and control: managing engineering, construction, and manufacturing projects to PMI, APM and BSI standards*. Elsevier.
- Lester, A. (2006). *Project management, planning and control: managing engineering, construction, and manufacturing projects to PMI, APM and BSI standards*. Elsevier.
- PMI, A. (2013). *Guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. In Project Management Institute.
- Teanngen, B., Kusonkhum, W., Liwthaisong, S., Chaitongrat, T., and Srinavin, K. (2020). Risk factors affecting conflict management for construction government project in Thailand. *Multidisciplinary Technologies for Industrial Applications*, pp. 94-105, doi: <https://doi.org/10.13052/rp-9788770225823>.