การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารใน การวิเคราะห์โครงสร้างอาคารในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

THE APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING IN STRUCTURAL ANALYSIS OF BUILDINGS IN EACH REGION OF THAILAND

สุนิตา นุเสน[1] เจษฎาพร ศรีภักดี[2] พรพจน์ นุเสน[3,*] จักรกฤษ ปงกันมูล[4] นิธิอรรถ พัวพัน[5] พิทักษ์พงศ์ หมอช้าง[6] และ มานพ แก้วโมราเจริญ[7]

[1,2,3,4,5,6] ค ป ง ถ ค ธ บ บง ผ ซง ผผ ช
[7] ง ค ป ง ถ ค ธ บ ช ช

-Corresponding author; E mail address=pornpote@rmutl ac th

บทคัดย่อ

ศึกษาผลกระทบของแรงลมและแผ่นดินไหวเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของเหล็กเสริมโครงสร้างคอนกรีตของอาคารในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยการจำลองโมเดลอาคารเรียนต้นแบบตามมาตรฐานสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ด้วยโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนท์โรบอท โดยเลือกใช้อาคาร 3 ขนาดประกอบด้วยขนาด 350 ตารางเมตร 650 ตารางเมตร และ 1,350 ตารางเมตร นำผลการวิเคราะห์โครงสร้างของภูมิภาคที่มีผลกระทบมากที่สุดและน้อยที่สุดมาประมาณราคางานก่อสร้าง เพื่อเปรียบเทียบกับราคากลางทางด้านปริมาณงานเหล็กเสริมและราคาที่ใช้ในการก่อสร้าง ทั้งนี้เป็นการศึกษาในส่วนของชั้นโครงสร้างต่อขึ้นไป

ผลการศึกษาพบว่าแรงแผ่นดินไหวส่งผลกระทบต่อการเกิดแรงเฉือนที่ฐานอาคารและการเคลื่อนตัวทางด้านของอาคารที่ตั้งในภาคเหนือมากที่สุด ขณะที่แรงลมส่งผลต่ออาคารมากที่สุดในภาคใต้ ส่วนของปริมาณเหล็กเสริมที่เปลี่ยนแปลงในโครงสร้างจะมากขึ้นตามความรุนแรงของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวซึ่งภาคเหนือมีปริมาณสูงสุดเมื่อเทียบกับภูมิภาคอื่น ๆ โดยในส่วนของราคาเหล็กเสริมโครงสร้างอาคารคอนกรีตในอาคารขนาด 350 ตารางเมตร และ 650 ตารางเมตร มีอัตราที่ลดลง ในส่วนของอาคารขนาด 1,350 ตารางเมตร เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

คำสำคัญ: ปริมาณเหล็กเสริมโครงสร้าง, โปรแกรมAutodesk Robot, แรงลม, แรงแผ่นดินไหว, แบบจำลองสารสนเทศอาคาร, BIM

Abstract

The purpose of this project is to study the use of Autodesk Robot Structural Analysis Professional in civil engineering to simulate models of a prototype school building according to OBEC standard by choosing a building in 3 sizes consisting of A = 350 m2, B = 650 m2 and C = 1350 m2 for the wind and seismic testing of the structure to compare changes in reinforced concrete structures of buildings in each region of Thailand. The structural analysis of each region has been taken to estimate the price of construction work to compare with the median price of reinforced steel workload and its cost. The whole buildings have been analyzed, however the pile and foundation parts are excluded.

The results showed that seismic forces had the greatest impact on lateral displacement of buildings located in the North region, while the wind had the greatest impact to buildings in the South. The portion of reinforced steel in the structure varies according to the intensity of wind and seismic forces. The North region had the greatest volume compared to others. The cost of reinforced concrete steel used in building A and B decreased significantly, however, that of building C is notably increase.

Keywords: Quantities of Reinforced Steel, Autodesk Robot, Wind Load, Seismic Load, Building Information Modeling, BIM

1. บทนำ

ปัจจุบันโปรแกรมจำลองข้อมูลโมเดล 3 มิติ (Building Information Modeling : BIM) แบบจำลองสารสนเทศอาคารถูกใช้อย่างแพร่หลายในงานอาคาร เช่น งานออกแบบโครงสร้างอาคาร การจัดการทรัพยากรอาคาร [1] การวางแผนงาน [2] และ การบูรณะสิ่งปลูกสร้าง [3] ซึ่งการนำมาประยุกต์ใช้สามารถควบคุมระบบในกระบวนการทำงานต่าง ๆ ทำให้ลดเวลาและข้อผิดพลาดในขั้นตอนการออกแบบงาน ลดค่าใช้จ่ายส่วนเกิน และทำงานได้รวดเร็วขึ้น การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับทำงานวิเคราะห์โครงสร้างเป็นแนวทางไปสู่การออกแบบหรือปรับปรุงแก้ไขโครงสร้างอาคาร ซึ่งสามารถแสดงผลได้ทั้งในรูปแบบ 2 มิติและ แบบโมเดล 3 มิติ ในการปฏิบัติงานจะทำให้สามารถเข้าใจในลักษณะรูปแบบภายนอกของโครงสร้างก่อนการก่อสร้างจริง ลดข้อผิดพลาดจากงานที่มีความซับซ้อน ลดเวลาในการถอดปริมาณงานและสามารถตรวจสอบความขัดแย้งของต้นแบบอาคารในขั้นตอนของการออกแบบหรือการวิเคราะห์โครงสร้าง และเข้าถึงการปรับเปลี่ยนข้อมูลของโครงสร้างเพื่อให้สะดวกแก่การนำข้อมูลอาคารมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมของแต่ละภูมิภาคสำหรับการก่อสร้าง [4] อีกทั้ง BIM สามารถนำข้อมูลองค์ประกอบของอาคารมาทำการจำลองเพื่อประเมินสมรรถนะของอาคาร เช่น วิเคราะห์การใช้พลังงาน การประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างต่อผลกระทบจากแรงแผ่นดินไหว แรงลมได้

การนำซอฟต์แวร์ประยุกต์แบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในกระบวนการวิเคราะห์โครงสร้างอาคาร ซึ่งภูมิประเทศส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอาคาร สอดคล้องกับบริบทของวัตถุประสงค์ของงานเนื่องด้วยสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลได้สะดวกและทำการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบได้อย่างแม่นยำ การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้โครงสร้างของอาคารเรียน

ซึ่งมีขนาดของอาคารเรียนที่มีขนาด A = 350 ตารางเมตร B = 650 ตารางเมตร และ C = 1,350 ตารางเมตร ซึ่งมีขนาดพื้นที่ใช้สอยที่แตกต่างกัน เพื่อให้เข้าใจพฤติกรรมของอาคารเมื่อได้รับผลกระทบจากแรงลมและแรงแผ่นดินไหวซึ่งต่างกันในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

2. ที่มาและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

อาคารที่นำมาใช้ในการศึกษาเพื่อจำลองประกอบการวิเคราะห์โครงสร้างเป็นอาคารสาธารณะ ซึ่งเป็นอาคารเรียนตามมาตรฐาน สพฐ. โดยพิจารณาอาคารที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอยต่างกัน เพื่อหาผลกระทบจากสภาพภูมิประเทศของแต่ละภูมิภาคต่อโครงสร้างอาคารในรูปแบบที่ต่างกัน โดยทำการปรับเปลี่ยนของโครงสร้างไปตามพื้นที่ตั้งของในแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย ผลการวิเคราะห์สามารถช่วยลดการสิ้นเปลืองวัสดุและงบประมาณในการก่อสร้าง ในการนำแบบแปลนไปใช้งานในภูมิภาคอื่นที่ต่างจากสภาพพื้นที่ที่ออกแบบ และสามารถนำผลการวิเคราะห์มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับใช้ในการจัดทำงบประมาณในการก่อสร้างในแต่ละภูมิภาคได้ เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของอาคารนั้นมีผลโดยตรงกับแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่ส่งผลต่อโครงสร้างของอาคารอาคารเรียน ศึกษาการวิเคราะห์โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอาคารทั้งสามด้วยโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนท์โรบอท (Autodesk Robot Structure Analysis Professional 2021) โดยส่วนของโครงสร้างที่เป็นเสาเข็ม จะไม่นำมาพิจารณาในการใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่นำมาใช้ประกอบการศึกษาไม่สามารถใช้วิเคราะห์โครงสร้างในส่วนของเสาเข็ม และไม่ครอบคลุมถึงการจำลองโครงสร้างรายละเอียดภายในส่วนของโครงหลังคา เป็นการจำลองรูปทรงและขนาดของหลังคาเพื่อใช้ในการทำงานวิเคราะห์โครงสร้างในการรับแรงลม เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของเหล็กเสริมคอนกรีตภายในโครงสร้างอาคารและถอดปริมาณงานและประมาณราคาในส่วนของเหล็กเสริมคอนกรีต โดยไม่รวมราคาในงานสถาปัตยกรรมและงานเก็บรายละเอียดอาคาร การพิจารณาราคาวัสดุในการก่อสร้าง อ้างอิงตามราคาวัสดุส่วนกลางในเดือนพฤษภาคม 2564 (price.moc.go.th) [5] และในส่วนของราคาค่าแรงงานในการก่อสร้างอ้างอิงตามบัญชีราคาค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงานปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 (Design OBEC) [6]

ปัจจุบันประเทศไทยเกิดเหตุแผ่นดินไหวขึ้นบ่อยครั้ง โดยความรุนแรงมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาผลกระทบจากแผ่นดินไหวต่อโครงสร้างของสิ่งปลูกสร้าง ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณและราคาวัสดุของโครงสร้างสิ่งปลูกสร้าง ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่แตกต่างกันของประเทศไทย[7-8] การศึกษานี้ได้นำแบบจำลองสารสนเทศอาคารซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เป็นที่ยอมรับในการวิเคราะห์โครงสร้างและประมาณราคาอาคาร[9-14] มาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างจากผลกระทบของแรงลมและแผ่นดินไหวและประมาณราคาอาคารในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

แบบจำลองสารสนเทศอาคารถูกใช้เพื่อวิเคราะห์ โครงสร้างเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวและแรงลมที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอาคารในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบจากแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่ส่งผลต่อโครงสร้างของอาคารอาคารเรียน เมื่อถูกแรงลมและแรงแผ่นดินไหวของแต่ละภูมิภาคกระทำของประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนท์โรบอท (Autodesk Robot Structure Analysis Professional 2021) เปรียบเทียบหาปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีตในโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับแรงลมและแรงแผ่นดินไหวกระทำที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย และเปรียบเทียบงบประมาณของงานเหล็กเสริมคอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้างของโครงสร้างอาคารในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย หลังจากทำการวิเคราะห์โครงสร้าง

3. วิธีการศึกษา

โครงสร้างอาคารสาธารณะที่พิจารณาเป็นอาคารเรียนตามงบประมาณของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยใช้ตัวอย่างอาคารทั้งหมด 3 ขนาด มีรูปแบบของอาคารเป็นอาคารขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีความแตกต่างกันในส่วนของขนาดของอาคารและปริมาณพื้นที่ใช้สอย วิเคราะห์ส่วนขององค์ประกอบโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กผ่านโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนท์ เพื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างขนาดของอาคารเมื่อตอบสนองต่อแรงกระทำ

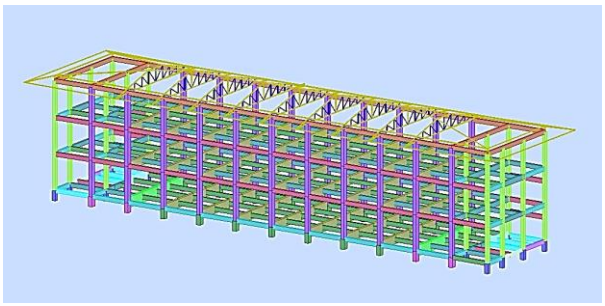
ข้อมูลของความเร็วลมและความเร่งเชิงสเปกตรัมของแรงแผ่นดินไหวในประเทศไทย พิจารณาตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง โดยวิธีแรงสถิตเทียบเท่า มาตรฐานการคำนวณแรงลมและการตอบสนองของอาคาร มยผ.1311-50 และมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว มยผ.1301/1302-61 โดยคัดเลือกจังหวัดที่มีค่าความเร่งตอบสนองมากที่สุดในแต่ละภูมิภาคกรณีไม่มีข้อมูลดิน เพื่อมาพิจารณาในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งทิศทางของแรงลมที่กระทำต่ออาคารในทิศทางหลัก คือ X, –X, Y และ –Y ในส่วนของแรงแผ่นดินไหว คือ X และ Y

ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมนะแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา(Maximum Considered Earthquake) ที่ช่วงการสั่น 0.2 s (SS) และ ช่วงการสั่น 1 s (S1) ณ อำเภอและจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

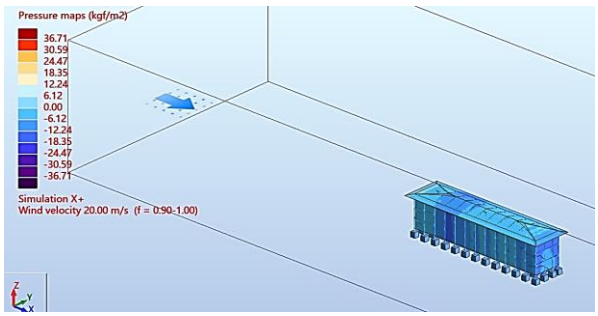
ตารางที่ 3.1 ความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมที่ช่วงสั้น (*SS*) และ ที่ช่วง 1 s (*S1*) ของแผ่นดินไหวรุนแรงสูงสุดที่พิจารณา [15]

ภูมิภาค	จังหวัด	อำเภอ	ความเร่งตอบสนอง (g)	
			Ss	*S1*

แผ่นดินไหวที่เข้ากระทำต่อโรงสร้างของตัวอาคาร ในการอ้างอิงบทบัญญัติที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างภายในโปรแกรมจะอ้างอิงตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรโยธาแห่งอเมริกา 7-10 (ASCE 7-10) บัญญัติข้อมูลแรงลม (ASCE7-05) และบัญญัติข้อมูลแรงแผ่นดินไหว (IBC 2009) ตัวอย่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ใช้ในการศึกษาแสดงในรูปที่ 3.1 – 3.2



รูปที่ 3.1 แบบจำลองสารสนเทศอาคาร C



รูปที่ 3.2 การวิเคราะห์ผลกระทบจากแรงลมของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

4. ผลการศึกษา

ผลกระทบกับโครงสร้างจากแรงลม

ค่าแรงภายในอาคารหลังจากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนท์โรบอท แรงที่เกิดขึ้นในโครงสร้างอาคารเรียนทั้ง 3 ขนาด ในแต่ละภูมิภาคสามารถบ่งบอกได้ถึงการตอบสนองของอาคารแต่ละขนาดที่ตอบสนองต่อแรงกระทำแตกต่างกัน โดยค่าตอบสนองภายในอาคารมีความคล้ายคลึงกันเนื่องมาจากความเร็วลมที่ใช้ในการจำลองบนโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนท์โรบอทอยู่ในเขตพื้นที่ความเร็วลมที่อ้างอิงตาม มยผ.1311-50 เดียวกัน

ผลกระทบกับโครงสร้างจากแรงแผ่นดินไหว

การจำลองผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากแรงแผ่นดินไหวโดยใช้ค่าประกอบชั้นดินประเภท C (กรณีไม่ทราบองค์ประกอบชั้นดินในบริเวณที่ก่อสร้าง) โดยแสดงแรงภายในของโครงสร้างอาคารที่เกิดขึ้นมากที่สุดของแต่ละทิศทางของแรงกระทำต่ออาคารแต่ละขนาดในภูมิภาคเดียวกัน ประเภทความสำคัญของอาคารประเภท III ตัวประกอบความสำคัญ 1.25 ค่าประกอบปรับผลตอบสนองโครงต้านแรงดัดคอนกรีตเสริมเหล็กความเหนียวปานกลางเท่ากับ 5 และค่าประกอบอื่น ๆ *Ta 0 2H, Tl 12* โดยค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัมใช้งานมีขนาดดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยค่าตอบสนองภายในอาคารแสดงผลกระทบมากที่สุดในเขตพื้นที่ภาคเหนือทั้ง 3 อาคาร ค่าแรงเฉือนที่ฐาน (Base Shear) และการเคลื่อนตัวด้านข้าง (Lateral Displacement) ของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่กระทำต่ออาคารแต่ละขนาดแสดงในตารางที่ 4.1 – 4.3

ตารางที่ 4.1 ค่าแรงเฉือนที่ฐาน (Base Shear) และการเคลื่อนตัวด้านข้าง (Lateral Displacement) ของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่กระทำต่ออาคาร A

ภูมิภาค	แรงและการเคลื่อนตัว	แรงแผ่นดินไหว		แรงลม			
		X	Y	X+	X-	Y+	Y-
N	Base Shear, Kgf	27,479	27,479	507	-412	1,280	-1,976
	Lat.Disp., cm	2	2	0	0	0	0
M	Base Shear, Kgf	19,156	19,156	343	-360	920	-1,165
	Lat.Disp., cm	1	1	0	0	0	0
S	Base Shear, Kgf	12,846	12,846	402	-422	1,072	-1,356
	Lat.Disp., cm	1	1	0	0	0	0
E	Base Shear, Kgf	13,750	13,750	343	-360	920	-1,165
	Lat.Disp., cm	1	1	0	0	0	0
W	Base Shear, Kgf	23,555	23,555	503	-365	804	-1,610
	Lat.Disp., cm	1	2	0	0	0	0

ตารางที่ 4.2 ค่าแรงเฉือนที่ฐาน (Base Shear) และการเคลื่อนตัวด้านข้าง (Lateral Displacement) ของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่กระทำต่ออาคาร B

ภูมิภาค	แรงและการเคลื่อนตัว	แรงแผ่นดินไหว		แรงลม			
		X	Y	X+	X-	Y+	Y-
N	Base Shear, Kgf	126,842	126,842	1,071	-1,067	3,662	-3,348
	Lat.Disp., cm	15	8	0	0	0	0
M	Base Shear, Kgf	88,704	88,704	905	-912	3,131	-2,871
	Lat.Disp., cm	11	5	0	0	0	0
S	Base Shear, Kgf	58,989	58,989	2,511	-2,507	8,587	-7,860
	Lat.Disp., cm	7	4	0	0	1	-1
E	Base Shear, Kgf	63,607	63,607	905	-912	3,131	-2,871
	Lat.Disp., cm	8	4	0	0	0	0
W	Base Shear, Kgf	109,145	109,145	905	-912	3,131	-2,871
	Lat.Disp., cm	13	7	0	0	0	0

ปริมาณเหล็กเสริมโครงสร้างอาคารที่เปลี่ยนแปลง

ความแตกต่างของอาคารแต่ละขนาดเมื่อผ่านการวิเคราะห์โครงสร้างจากผลกระทบของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่เข้ากระทำต่อโครงสร้างแสดงถึงปริมาณงานเหล็กเสริมที่เพิ่มขึ้นของอาคารแต่ละประเภท โดยในแต่ละขนาดของอาคารมีการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณเหล็กเสริมซึ่งแตกต่างกัน

จากการศึกษาผลกระทบของอาคารในส่วนของการได้รับแรงลมและแรงแผ่นดินไหวและทำการปรับปรุงส่วนของโครงสร้างที่ไม่สามารถรับแรงได้

อาคาร A - ปริมาณเหล็กเสริมภายในโครงสร้าง มีปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเหล็กเสริมภายในอาคารต้นแบบของโดยเรียงลำดับตามภูมิภาค เหนือ กลาง ตะวันออก ตะวันตก และใต้ ได้ร้อยละ 3, 3, 17,15 และ 18 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ค่าแรงเฉือนที่ฐาน (Base Shear) และการเคลื่อนตัวด้านข้าง (Lateral Displacement) ของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่กระทำต่ออาคาร C

ภูมิภาค	แรงและการเคลื่อนตัว	แรงแผ่นดินไหว		แรงลม			
		X	Y	X+	X-	Y+	Y-
N	Base Shear, Kgf	265,753	265,753	2,464	-2,462	17,794	-17,726
	Lat.Disp., cm	5	24	0	0	1	1
M	Base Shear, Kgf	28459	28,459	2,112	-2,111	15,250	-15,186
	Lat.Disp., cm	2	14	0	0	1	1
S	Base Shear, Kgf	123,590	123,590	4,995	-4,991	35,185	-35,215
	Lat.Disp., cm	6	54	0	0	2	1
E	Base Shear, Kgf	13,3267	13,3267	2,113	-2,111	15,250	-15,251
	Lat.Disp., cm	7	59	0	0	1	1
W	Base Shear, Kgf	228,675	228,675	2,663	-2,418	20,847	-20,289
	Lat.Disp., cm	11	101	0	0	3	2

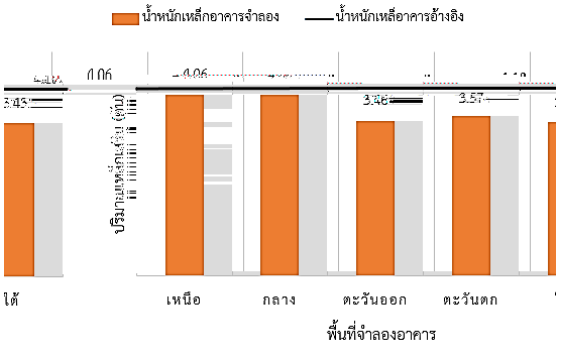
อาคาร B - ปริมาณเหล็กเสริมภายในโครงสร้าง มีปริมาณน้อยกว่าอาคารต้นแบบ โดยเรียงลำดับตามภูมิภาคเหนือ กลาง ตะวันออก ตะวันตก และใต้ ได้ร้อยละ 34, 45, 46, 42, และ 49 ตามลำดับ

อาคาร C - ปริมาณเหล็กเสริมภายในโครงสร้าง มีการเปลี่ยนแปลงโดยอาคารที่จำลองในภูมิภาคเหนือ ตะวันตก และภาคใต้ มีค่าเฉลี่ยการใช้ปริมาณเหล็กเสริมที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปริมาณเหล็กเสริมภายในโครงสร้างอาคารเดิมโดยเรียงตามลำดับได้ร้อยละ 20, 14 และ 16 ตามลำดับ โดยในส่วนของภูมิภาคกลาง และตะวันออก มีปริมาณการใช้เหล็กเสริมที่น้อยกว่าอาคารต้นแบบร้อยละ 18 และ 5 ตามลำดับ

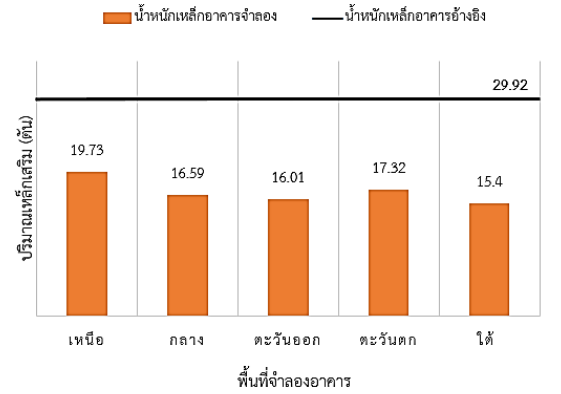
การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้าง

การเปรียบเทียบปริมาณงานโครงสร้าง

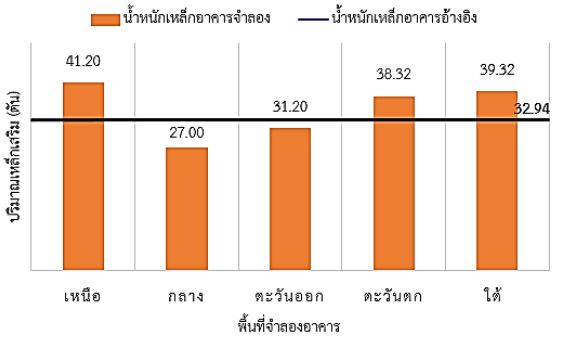
การเปรียบเทียบปริมาณงานเหล็กเสริมโครงสร้างคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากผลกระทบของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวกระทำต่อโครงสร้างอาคารทั้ง 3 ขนาด โดยเปรียบเทียบคู่กับปริมาณงานเดิมของอาคารต้นแบบที่หักค่าปริมาณงานเหล็กเสริมโครงสร้างพื้น บันได และฐานรากสำหรับอาคาร A, B และ C แสดงในรูปที่ 4.1 - 4.3 ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 เปรียบเทียบปริมาณเหล็กโครงสร้างเดิมกับหลังจากการวิเคราะห์ของอาคาร A



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบปริมาณเหล็กโครงสร้างเดิมกับหลังจากการวิเคราะห์ของอาคาร B



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบปริมาณเหล็กโครงสร้างเดิมกับหลังจากการวิเคราะห์ของอาคาร C

การเปรียบเทียบราคาวัสดุ

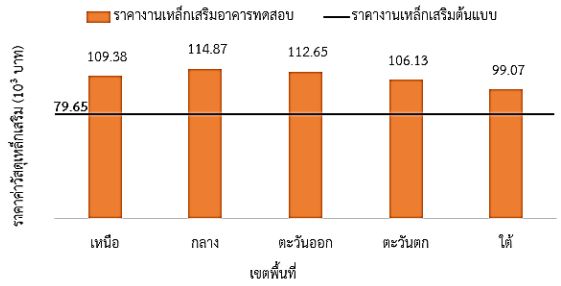
การเปรียบเทียบราคาค่าวัสดุที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณงานที่เปลี่ยนแปลงจากผลกระทบของแรงกระทำต่อโครงสร้างทั้ง 3 ประเภท เทียบกับราคาค่าก่อเสริมเดิมสำหรับอาคาร A, B และ C แสดงในรูปที่ 4.4 - 4.6 ตามลำดับ

การเปรียบเทียบงบประมาณงานเหล็กเสริมคอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างอาคารทั้งสามขนาดในแต่ละภูมิภาค

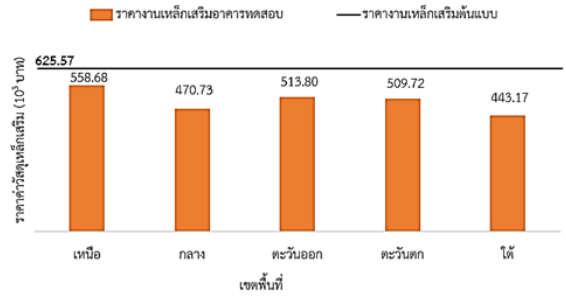
อาคาร A เมื่อเปรียบเทียบปริมาณราคาค่าใช้จ่ายสำหรับเหล็กเสริมโครงสร้างในแต่ละภูมิภาคเปรียบเทียบกับราคาค่าใช้จ่ายของโครงสร้างอาคารเดิม พบว่าราคางานเหล็กเสริมในภูมิภาคเหนือ ตะวันออก ตะวันตก ใต้ และกลาง มากกว่าร้อยละ 27, 29, 19, 30 และ 20 ตามลำดับ

อาคาร B ราคางานเหล็กเสริมในแต่ละภูมิภาคมีราคาที่น้อยกว่าราคาค่าใช้จ่ายในงานเหล็กเสริมของอาคารเดิม โดยเรียงลำดับตามภูมิภาคเหนือ กลาง ตะวันออก ตะวันตก และใต้ ร้อยละ 10, 24, 18, 19 และ 29 ตามลำดับ

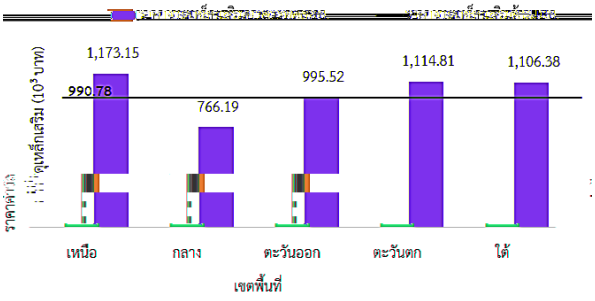
อาคาร C พบว่าราคางานเหล็กเสริมในภูมิภาคกลางมีราคาที่น้อยกว่าราคาค่าใช้จ่ายในงานเหล็กเสริมของอาคารเดิมร้อยละ 22 และมีราคาสูงกว่าค่าใช้จ่ายในงานเหล็กเสริมของอาคารเดิมในเหนือ ตะวันออก ตะวันตก และใต้ ร้อยละ 16, 0.5, 11 และ 10 ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบราคางานเหล็กเสริมโครงสร้างเดิมกับหลังจากการวิเคราะห์ของอาคาร A



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบราคางานเหล็กเสริมโครงสร้างเดิมกับหลังจากการวิเคราะห์ของอาคาร B



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบราคางานเหล็กเสริมโครงสร้างเดิมกับหลังจากการวิเคราะห์ของอาคาร C

5. บทสรุป

การศึกษาผลกระทบของโครงสร้างเมื่อได้รับแรงกระทำซึ่งแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยการจำลองโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรมไฟไนต์อิลิเมนท์และทำการถอดปริมาณงานและประมาณราคา เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของอาคารประเภทเดียวกันที่ได้รับผลกระทบจากสภาพแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคพบว่าส่วนของโครงสร้างของอาคารแต่ละประเภทมีพฤติกรรมการรับน้ำหนักแตกต่างกัน โดยที่ผลกระทบจากแรงลมและแรงแผ่นดินไหวในกลุ่มภาคเหนือได้รับผลกระทบและเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างมากที่สุด และในส่วนของกลุ่มพื้นที่ภาคใต้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างน้อยที่สุด

ผลกระทบของอาคารในส่วนของการได้รับแรงลมมีความแตกต่างของแรงภายในอาคารในแต่ละภูมิภาคเพียงเล็กน้อย ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอย่างมีนัยสำคัญ แรงกระทำจากแรงแผ่นดินไหวแสดงให้เห็นถึงผลกระทบอย่างชัดเจน อาคาร A เกิดการเคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดในภาคเหนือ 2 เซนติเมตร ในอาคารB มีการเคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดในภาคเหนือ 8.43 เซนติเมตร อาคาร C มีการเคลื่อนตัวด้านข้างสูงสุดในภาคเหนือ 21.7 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาผลของแรงลมและแรงแผ่นดินไหวที่กระทำกับตัวอาคารพบว่า อาคารที่จำลองในเขตภาคเหนือเกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างมากที่สุด ในส่วนของภาคตะวันตก ภาคใต้ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ได้รับผลกระทบลดลงตามลำดับ ผลกระทบของแรงลมไม่ส่งผลต่อลักษณะของการเคลื่อนตัวทางข้างของอาคารอย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนแรงแผ่นดินไหวมีผลต่อการเคลื่อนตัวทางข้างและแรงเฉือนที่ฐานของอาคารอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือ เป็นโซนที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวรุนแรงมากกว่าภาคอื่นๆในประเทศไทย อาคารที่ตั้งอยู่ในภาคเหนือจะมีปริมาณเหล็กเสริมมากกว่าภูมิภาคอื่น เนื่องจากมีผลกระทบจากแผ่นดินไหวมากกว่า อย่างไรก็ตามราคาของเหล็กเสริมมีความแตกต่างกันมากในแต่ละท้องถิ่น และราคาของเหล็กเสริมคอนกรีตมีแนวโน้มปรับเพิ่มขึ้นมากในระยะเวลาที่ทำการศึกษา (สิงหาคม 2563 ถึง พฤษภาคม 2564) เมื่อเทียบกับราคากลางของ สพฐ.

ผลการวิเคราะห์สามารถแสดงปริมาณวัสดุและงบประมาณในการก่อสร้าง และการนำแบบแปลนไปใช้งานในภูมิภาคอื่นที่ต่างจากสภาพพื้นที่ที่ออกแบบ และสามารถนำผลการวิเคราะห์มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับใช้ในการจัดทำงบประมาณในการก่อสร้างในแต่ละภูมิภาคได้ กระบวนการศึกษาและผลการศึกษาแสดงถึงการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้ไม่พิจารณาส่วนของโครงสร้างที่เป็นเสาเข็ม เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรม และไม่ครอบคลุมถึงการจำลองโครงสร้างรายละเอียดภายในส่วนของโครงหลังคา รวมถึงไม่มีการพิจารณาข้อมูลดิน ในการศึกษาต่อไปอาจพิจารณาเพิ่มเติม เพื่อผลวิเคราะห์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ภณสา จันทร์อุดม (2560). *ผ บ ชค ช ผ บ ง BIM ทค ง ค ช ช ค ท ผผช ผ ค ช ค ง ผคช ผ.* ปริญญานิพนธ์ สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต , สาขาวิชาสถาปัตยกรรม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[2] R. R. Politi, E. Aktaş, and M. E. İlal (2018). Project Planning and Management Using Building Information Modeling (BIM). *13th International Congress on Advances in Civil Engineering*, Izmir, Turkey, 12-14 September 2018, pp. 12–14.

[3] P. Nusen, W. Boonyung, S. Nusen, K. Panuwatwanich, P. Champrasert, and M. Kaewmoracharoen. (2021). Construction planning and scheduling of a renovation project using bim-based multi-objective genetic algorithm, *Appl Sci.*, vol. 11, no. 11.

[4] วิภาวี แป้นจุลสี และ อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ (2563). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอาคารกับโครงการก่อสร้างจริงกรณีศึกษา โครงการ บูสท์ ฟิตเนส ยิม. *ค พ ค ค ป ช ธ ง ชบ 5*, ชลบุรี, 15-17 กรกฎาคม 2563, หน้า CEM17-1 – CEM17-8.

[5] บุรินทร์ เวชบรรเทิง (2564). ความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับแผ่นดินไหว. สำนักแผ่นดินไหว กรมอุตุนิยมวิทยา. สืบค้นจาก: *https=22earthquake tmd go th2file_downloads2 ง บ พ ผทผ*, 5 ธันวาคม 2564.

[6] วินิต ช่อวิเชียร, วรนิติ ช่อวิเชียร (2560). *ค ค ง ช ช ง ผค ธ ค ผ ผค บคง ชบ*. พิมพ์ครั้งที่ 6, บริษัท นิวไทยมิตรการพิมพ์ (1996) จำกัด, กรุงเทพมหานคร, หน้า 27-28.

[7] ทะนงชัย พรหมมา (2557). *ค ค พ บ ง ธคธ ช บ ชท ผพ ถ ง ง ช ช ง ง ผค ธ คบ ผ ผบ ช ผทผ บธ ชคผ*. หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[8] ใหม่ แก้วอุดร, พงศภัค เทพไชย และ ศุภกิตต์ ฤทธิศาสตร์ (2559). *ค ค พ บ ช ผบณ ผ ค ผทผ ค ค ผ ผพ บ บ*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[9] ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ (2556). *ค ธ ผ บ ชค พ คธ ปค ท ท ผง ท ช ช ผ บ ง ช น ผ น พผค คผ ค ปค พ ถ ช ผ น พธ ค ผ ธ ค ค ค ช ชบ*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[10] เสกสรรค์ เถื่อนทองดี (2557). *ค ต ผ ผ บ ชค พ คธ ช ง ผค พ ถ ธ ผบ ผ ง*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[11] ถิรพัฒน์ สุขเจริญ (2559). *ค ผ บง ผ ผ บ ง ผ ค ค ช พ ง พ บป ผค พ ถ ท*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต , สาขาวิศวกรรมมและการจัดการเชิงธุรกิจ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[12] อลงกต สุคำวัง, สุนิตา นุเสน, พรพจน์ นุเสน และ มานพ แก้วโมราเจริญ (2562). แนวทางการถอดแบบปริมาณงานก่อสร้างบนฐานแบบจำลองสารสนเทศอาคารตามหมวดหมู่ของมาสเตอร์ฟอร์แมต. *บ ผ คผ ถ ด ธ ค* , ปีที่ 19, ฉบับที่2, เมษายน-มิถุนายน 256, หน้า 92-105.

[13] พิมพ์ชนก ธิบดี, ติยานันท์ สุดสิ้น และ ธณัฐณา ทศไกร (2564). การประยุกต์ใช้ BIM เพื่อนำเสนอเทคนิคการถอดปริมาณงาน : กรณีศึกษาอาคารศูนย์การเรียนรู้ 6 ชั้น. *น พธ ค ค ค ค ค ช ง ถ น พธ ค ธ ช ช ผ ธ พ บ ง* , ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, มกราคม - เมษายน 2564, หน้า 57-68.

[14] B. Hardin and D. Mccool (2015). *BIM and Construction Management Proven Tools, Methods, and Workflows*, Second Edition. JohnWiley&Sons,Inc.

[15] มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง (2561). *ธ ณ ผค ค ง ธ ผบ ผค ผ บ ผ ช ผทผ* . ISBN 979-974-458-164-8, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท เอส.พี.เอ็ม. การพิมพ์จำกัด, กรุงเทพมหานคร.