ENGCON RMUTP
การประชุมวิชาการ
วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

The 7th RMUTP Conference on Engineering and Technology 2023

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 7

“การวิจัยเชิงนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน”

INNOVATION RESEARCH FOR DEVELOPMENT IN SUSTAINABLE ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

19 พฤษภาคม 2566
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

www.engcon-rmutp.org

การประยุกต์ใช้แบบจำลองการถดถอยเพื่อพัฒนาการถอดปริมาณงานโครงสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยซอฟท์แวร์บิม

Application of Regression Model to Develop Quantity Take-off Processes for Reinforce Concrete Building using BIM Software

ไพจิตร ผาวัน[1,*] และ ภาสกร เมฆอากาศ[2]
[1] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม จ.กรุงเทพมหานคร*
[2] *ผู้จัดการฝ่ายแบบจำลองสารสนเทศอาคาร บริษัทออน ไทม์คอนสตรั๊คชั่นแอนด์แมนเนจเมนท์ จำกัด*
**Corresponding author; E-mail address: paijit.pa@spu.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประยุกต์ใช้ซอท์ฟแวร์บิมถอดปริมาณงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยใช้ซอฟต์แวร์บิมพัฒนาแบบจำลองโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 มิติ ของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 7 ชั้น กำหนดระดับขั้นการพัฒนา 300 (LOD300) และระดับขั้นการพัฒนา 350 (LOD350) แบบจำลองจะแสดงจุดต่อและชิ้นส่วนของอาคาร ได้แก่ ปริมาณคอนกรีต ไม้แบบ เหล็กเสริม จากนั้นสร้างสมการถดถอยเพื่อคำนวณปริมาณงานโครงสร้าง ฐานราก เสา คาน พื้น ตามความละเอียดของแบบจำลองที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD300 และ LOD350 และนำไปเปรียบเทียบกับใบเสนอราคาของโครงการ (BOQ) ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองการถดถอยเพื่อคำนวณปริมาณงานโครงสร้าง คอนกรีตแบบหล่อ เหล็กเสริม RB6 RB9 DB12 DB16 DB20 และ DB25 สำหรับ LOD300 มีค่าน้อยกว่า LOD350 แสดงให้เห็นว่าที่ระดับขั้นการพัฒนาแบบจำลองมีผลต่อการถอดปริมาณวัสดุโครงสร้างวิศวกรรม

คำสำคัญ: แบบจำลองสารสนเทศอาคาร, การถอดปริมาณ, ระดับความละเอียด

Abstract

The objective of this research was to apply BIM software for quantity take-off of reinforced concrete structures. A case study was a 4-storey reinforced concrete building. BIM software was used to develop a 3D reinforced concrete structure model at a level of development 300 (LOD300) and 350 (LOD350). The model showed the connection points and parts of the building, i.e. the quantity of concrete, formworks, and reinforced steels, and then regression equations were created to calculate the quantity of structural elements, i.e. foundations, columns, beams, floors according to LOD300 and LOD350. The quantity of materials taken-off from the BIM models were compared to the Bill of Quantities (BOQ). The results showed that the regression equations for quantity take-off of concrete, formwork, RB6, RB9, DB12, DB16, DB20, and DB25 from the LOD300 model were less than those from the LOD350. This concluded that the LOD influences the quantity of structural materials taken-off.

Keywords**:** Building Information Modeling, Quantity Take-off, Level of Development

1. คำนำ

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) เป็นการทำงานผ่านเทคโนโลยีที่ซอฟต์แวร์ทำงาน เพื่อรองรับระบบ BIM โดยเน้นการทำงานแบบจำลอง ภายในระบบจะมีค่าพารามิเตอร์ (Parametric Object-Based) ซึ่งจัดเก็บข้อมูล (Data) ต่าง ๆ ในรูปแบบของ 2 มิติ (2 Dimension : 2 มิติ) และ 3 มิติ (3 Dimension : 3 มิติ) ซึ่งการทำงานจะสามารถประมวลผลได้ทั้ง ผังพื้น รูปด้าน รูปตัด ทัศนียภาพ รวมถึงการถอดปริมาณงานด้านการก่อสร้าง [1] BIM สามารถสร้างความสัมพันธ์ด้านตัวแปร (Parameter) ระหว่างองค์ประกอบในแบบจำลองอาคาร เก็บไว้ในฐานข้อมูลกลาง ทำให้สามารถแก้ไขเปลี่ยนขนาดและระยะต่างๆ ของงานออกแบบได้สะดวกรวดเร็ว [2]

แต่อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของข้อมูล และขั้นตอนการจัดการข้อมูลภายในกระบวนการ BIM จะขึ้นอยู่กับระดับขั้นของการพัฒนา (Level of Development : LOD) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการพัฒนาแบบจำลอง สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ได้กำหนดระดับชั้นของการพัฒนา ไว้ 5 ระดับ คือ LOD100 LOD200 LOD300 LOD350 และLOD400 เพื่อให้ข้อมูลมีความเชื่อมโยงกับงานด้านอื่นๆ มากขึ้น [3] ซึ่งถ้าผู้พัฒนาแบบจำลอง (Modeler) ขาดทักษะและความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของซอฟต์แวร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจเกี่ยวกับระดับขั้นของการพัฒนาระดับกับขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ ก็จะทำให้การทำงานเกิดความ ผิดพลาดคลาดเคลื่อนล่าจากความเป็นจริง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อ พัฒนาแบบจำลองการถดถอยในการถอดปริมาณงานโครงสร้างอาคารจอดรถคอนกรีตเสริมเหล็ก 7 ชั้น จากการใช้ซอฟต์แวร์บิมที่ระดับขั้นของการพัฒนา LOD300 และ LOD350

2. แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

กระบวนการแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) จะต้องอาศัยซอฟต์แวร์บิม (Software BIM) ช่วยในการพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ และที่สำคัญผู้พัฒนาแบบจำลอง จะต้องมีความเข้าใจระดับชั้นของการพัฒนา (LOD) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 หลักการและกระบวนการแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

กระบวนการ BIM เป็นการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์/ซอฟต์แวร์บิม [4] ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิก (Graphics) ที่เป็นทั้ง 2 มิติ/3 มิติ และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) รวมไว้ที่ฐานข้อมูลกลางของระบบ ที่แสดงผลในรูปของตารางรายการข้อมูลต่างๆ โดยการสร้างความสัมพันธ์ด้านตัวแปร (Parameter) ระหว่างองค์ประกอบในแบบจำลองอาคาร ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดและระยะต่างๆ ของการพัฒนางานออกแบบสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง (Architecture Engineering Construction : AEC) ได้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น [5]

2.2 การพัฒนาแบบจำลอง

2.2.1 ซอฟท์แวร์ BIM

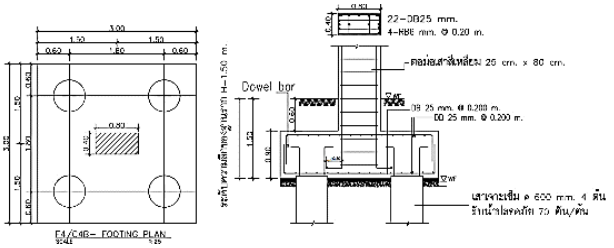
กระบวนการการทำงานของ BIM ต้องอาศัย ซอฟต์แวร์บิม ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยพัฒนาแบบจำลอง 3 มิติ ในปัจจุบันมีซอฟต์แวร์รองรับหลายสาขาวิชาชีพ ได้แก่ ด้านสถาปัตยกรรม ด้านวิศวกรรมโครงสร้าง ด้านวิศวกรรมระบบประปาและสุขาภิบาล สำหรับซอฟต์แวร์บิม ที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย [6]

2.2.2 ระดับขั้นของการพัฒนา

สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) เป็นสมาคมที่เกี่ยวข้องกับงานวิศวกรรม โดยได้กำหนดมาตรฐานที่มีการทำงานร่วมกันระหว่าง วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ กับสภาวิชาชีพ สมาคมวิชาชีพ นักวิชาการ และนักวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกำหนดระดับชั้นพัฒนา LOD ตามขอบเขตในการสร้างแบบจำลองอาคาร ตั้งแต่ขั้นแบบร่างเบื้องต้น (Schematic Design) ไปจนถึงขั้นแบบรายละเอียดงานก่อสร้าง (As-Build) [7] ในขณะที่สมาคมสถาปนิกสยาม ได้กำหนดระดับขั้นพัฒนา LOD เป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลกราฟิก (Graphics) หมายถึงตัวแบบจำลองที่เป็นส่วนของแบบจำลอง 3 มิติ และ 2 มิติ ข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) เพื่อให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงานออกแบบสถาปัตยกรรม 5 ขั้นตอน 1. ขั้นแนวความคิดในการออกแบบ และการทำแบบร่าง 2. ขั้นการพัฒนาแบบ 3. ขั้นการจัดทำแบบก่อสร้าง 4. ขั้นตอนการจัดทำแบบเพื่อทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้าง และ 5. ขั้นตอนการจัดทำแบบเพื่อทำงานจริง ตามที่ได้ก่อสร้างไปแล้ว [8]

2.2.3 การถอดปริมาณวัสดุโครงสร้างวิศวกรรม

การถอดปริมาณวัสดุ เป็นกระบวนการหรือวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณวัสดุที่ใกล้เคียงกับค่าปริมาณที่เป็นจริงในงานก่อสร้างมากที่สุด โดยทั่วไปจะใช้แบบ 2 มิติ (2 Dimension : 2 มิติ) ที่เป็นแบบขยาย ช่วยในการถอดปริมาณวัสดุ ดังตัวอย่างฐานรากรูปที่ 1



รูปที่ 1. แบบขยายฐานราก 2 มิติ

2.2.4 การเผื่อปริมาณวัสดุ

การเผื่อปริมาณวัสดุในงานก่อสร้างอาคาร วสท. ได้กำหนดรายละเอียดไว้ในส่วนของหลักเกณฑ์การคำนวณปริมาณงาน [9] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเผื่อปริมาณเหล็กเสริมตามมาตรฐาน วสท.

เหล็กเสริมเส้นกลมผิวเรียบ	เปอร์เซ็นต์เผื่อ (%)	เหล็กเสริมเส้นกลมผิวข้ออ้อย	เปอร์เซ็นต์เผื่อ (%)
RB6	5	DB12	9
RB9	7	DB16	11
RB12	9	DB20	13
RB16	11	DB25	15
RB20	13	DB28	15
RB25	15	DB32	15

2.3 แบบจำลองการถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยว หรือการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ด้วยการศึกษาตัวแปรต้น (x) หนึ่งตัว กับตัวแปรตาม (y) หนึ่งตัว ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แทนด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ (1)

$$y = \beta_0 + \beta_1 x \qquad (1)$$

โดยที่ y แทนข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้ (output)

β_0 แทนค่าคงที่ของสมการถดถอย ซึ่งเป็นค่าจุดตัดแกน y ของสมการ 1

$\beta_1 x$ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ของตัวตอบสนอง x

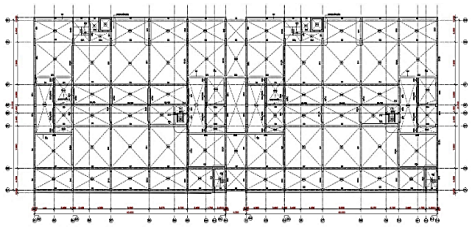
2.4 การวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง

เทคนิคที่ใช้วัดความถูกต้องของแบบจำลองการถดถอย มีหลายตัว ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Squared Error : MSE) และค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) ซึ่งเป็นวิธีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนแบบมาตรฐาน ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยค่าที่ได้ยิ่งน้อยจะยิ่งแสดงว่าแบบจำลองที่ได้มีความแม่นยำมาก สำหรับค่า Coefficient of determination หรือค่า R-square (R^2) เป็นค่าที่ใช้พิสูจน์ว่าแบบจำลองที่ได้นั้นเหมาะสมหรือไม่ โดยมีค่า 0-1 ซึ่งยิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งดี โดยทั่วไปควรมีค่ามากกว่า 0.6 จะถือว่าแบบจำลองที่ ได้เป็นแบบจำลองที่ดี [10]

3. วิธีการดำเนินงาน

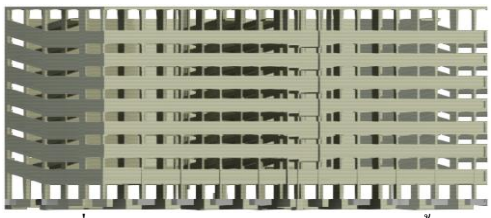
3.1 พัฒนาแบบจำลองจากซอฟท์แวร์บิม

พัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ด้วยซอฟต์แวร์บิม Autodesk Revit เฉพาะส่วนงานโครงสร้างวิศวกรรมจากแบบก่อสร้างของโครงการอาคารจอดรถ คสล. 7 ชั้น ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2. แบบแปลนคานพื้นอาคารจอดรถ คสล. 7 ชั้น

จากแบบ 2 มิติของโครงการ ผู้วิจัยได้นำมาพัฒนาเป็นแบบ 3 มิติ ด้วยระดับขั้นของการพัฒนา LOD300 และ LOD350 ดังรูปที่ 3

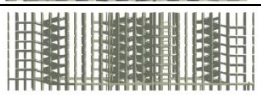
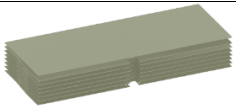
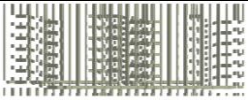


รูปที่ 3. แบบจำลอง 3 มิติ อาคารจอดรถ คสล. 7 ชั้น

3.2 การพัฒนาแบบจำลองการถดถอยการถอดปริมาณงานโครงสร้าง

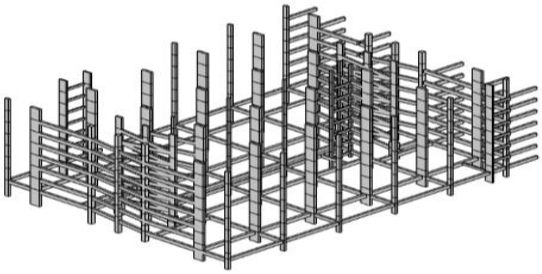
การพัฒนาแบบจำลองการถดถอยการถอดปริมาณงานโครงสร้าง เริ่มจาก พัฒนาแบบจำลอง 3มิติ ที่ระดับขั้นของการพัฒนา LOD300 และ LOD350 แล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการแยกองค์อาคาร (Member) และจุดต่อ (Joint) ในแต่ละชั้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแยกองค์อาคาร และจุดต่อแต่ละชั้นของอาคาร

Layers	Geometry
Structural Column/Framing	
Structural Floor	
Member	
Joint	

3.2.1 การแยกองค์อาคารและจุดต่อ

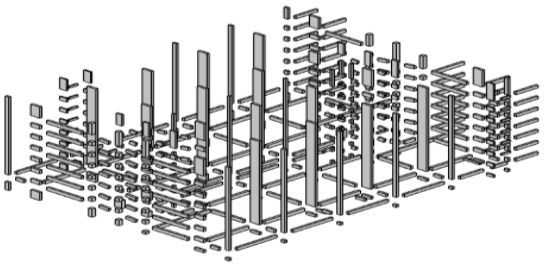
การแยกอาคารและจุดต่อของโครงสร้างอาคารเพื่อคำนวณปริมาณงานคอนกรีต แบบหล่อ และเหล็กเสริม เริ่มจากพัฒนาโครงสร้าง 3มิติ ที่ระดับขั้นของการพัฒนา LOD300 และ LOD350 ดังรูปที่ 4 จากนั้นจึงทำการแยกองค์อาคาร (Member) ออกจากจุดต่อ (Joint) เพื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างองค์อาคาร กับ จุดต่อ



รูปที่ 4. แบบจำลอง 3 มิติ โครงสร้างอาคารจอดรถ คสล. 7 ชั้น

3.2.2 องค์อาคาร (Member)

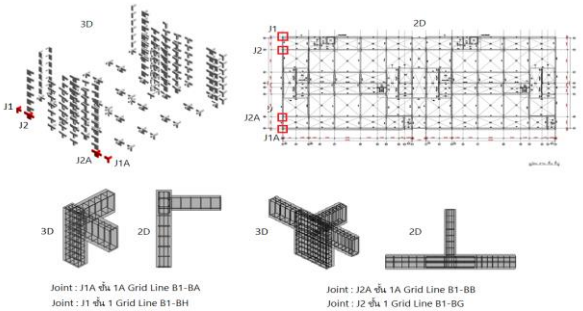
การแยกองค์อาคาร ได้แก่ ฐานราก เสา คาน และพื้น ออกจากจุดต่อสามารถทำได้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. แบบจำลององค์อาคาร 3 มิติ โครงสร้างอาคารจอดรถ คสล. 7 ชั้น

3.2.3 จุดต่ออาคาร (Joint)

จุดต่ออาคาร เป็นการแยกจุดเชื่อมต่อระหว่างองค์อาคาร เช่น ฐานรากกับเสา เสากับคาน และเสาแต่ละชั้นออกจากกันเป็นจุด ๆ ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6. แบบจำลองจุดต่อ 3 มิติ โครงสร้างอาคารจอดรถ คสล. 7 ชั้น

4. การวิเคราะห์แบบจำลอง

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณวัสดุ

การวิเคราะห์ปริมาณวัสดุบริเวณจุดต่อโครงสร้าง ที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD300 และ LOD350 ตามที่ได้ออกแบบงานวิจัยนี้ไว้ ดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ปริมาณงานบริเวณจุดต่อโครงสร้าง (Joint) LOD300

No.	Geometry Joint	Concrete (m^3)	Formwork (m^2)	เหล็กเสริมคอนกรีต (kg.)				
				DB25	DB20	DB16	RB9	RB6
1	J1A,J1	1.29	7.60	227	-	-	19	9
2	J2A,J2	2.59	13.48	1937	-	-	37	25
3	J3A,J3	18.43	14.86	1937	-	-	61	149
4	J4	1.00	11.63	92	25	-	19	3
5	J5A,J5	15.95	8.63	1041	494	-	236	68
6	J6	1.62	16.26	258	-	-	315	19
7	J7A	2.75	12.98	950	-	-	30	41
8	J8A	1.21	11.48	177	-	-	4	12
9	J9A,J9	6.46	6.65	1319	-	-	-	170
10	J10A	18.45	17.90	2817	-	-	-	221
11	J11A	1.53	15.95	256	-	-	26	21
12	J12A	1.34	16.84	111	56	-	97	6
13	J13	1.57	16.44	247	-	9	23	21
14	J14	5.14	10.96	1495	-	-	30	122
15	J15A	12.73	33.94	853	1174	-	-	122
16	J16A	5.01	8.52	1801	-	-	-	129
17	J17	1.60	10.40	144	-	-	18	17
18	J18	5.04	5.84	-	-	337	-	99
19	J19	0.83	9.76	135	-	-	16	5
20	J20	0.80	9.50	124	-	-	13	5
21	J21	0.79	9.50	135	-	-	9	7
22	J22	2.61	5.18	510	-	-	27	27
23	J23	1.34	14.91	330	-	-	20	23
24	J24	6.20	16.39	925	-	-	30	90
25	J25	6.50	11.06	1090	-	-	41	137
26	J26	3.23	16.32	608	-	-	55	42
27	J27	1.34	13.59	248	-	-	144	12
28	J28	5.07	8.41	1972	-	-	-	74
29	J29	1.15	10.63	231	-	-	6	21
30	J30	4.10	8.41	1208	-	-	34	85
31	J31A,J31	13.81	8.62	1442	413	-	1844	64
32	J32A	1.02	10.90	96	24	-	11	6
33	J33	1.33	14.42	164	42	9	4	7
34	J34	0.63	6.32	56	24	-	-	4
..	...	…	...	...	...	...	...	...
..	...	…	...	...	...	...	...	...
50	J50A	2.52	5.84	-	-	169	-	45
รวม		209.98	649.28	32917	2847	838	3788	2664

ตารางที่ 4 ปริมาณงานบริเวณจุดต่อโครงสร้าง (Joint) LOD350

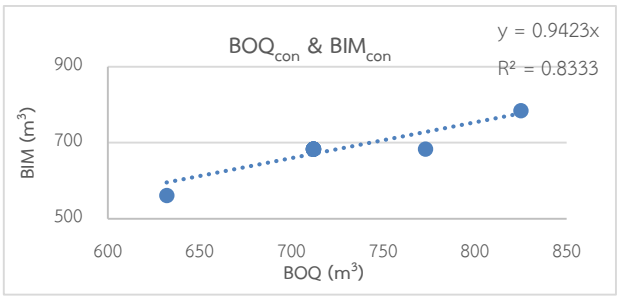
No.	Geometry Joint	Concrete (m^3)	Formwork (m^2)	เหล็กเสริมคอนกรีต (kg.)				
				DB25	DB20	DB16	RB9	RB6
1	J1A,J1	1.29	7.60	231	-	-	21	10
2	J2A,J2	2.59	13.48	498	-	-	41	26
3	J3A,J3	18.43	14.86	1963	-	-	67	157
4	J4	1.00	11.63	99	25	-	21	4
5	J5A,J5	15.95	8.63	1120	494	-	-	73
6	J6	1.62	16.26	262	-	-	347	20
7	J7A	2.75	12.98	992	-	-	33	43
8	J8A	1.21	11.48	179	-	-	5	13
9	J9A,J9	6.46	6.65	1319	-	-	-	183
10	J10A	18.45	17.90	2817	-	-	-	239
11	J11A	1.53	15.95	260	-	-	28	23
12	J12A	1.34	16.84	114	56	-	111	6
13	J13	1.57	16.44	252	-	10	25	22
14	J14	5.14	10.96	1547	-	-	33	118
15	J15A	12.73	33.94	853	1174	-	-	141
16	J16A	5.01	8.52	1864	-	-	-	136
17	J17	1.60	10.40	148	-	-	20	18
18	J18	5.04	5.84	-	-	346	-	107
19	J19	0.83	9.76	138	-	-	17	5
20	J20	0.80	9.50	125	-	-	15	5
21	J21	0.79	9.50	137	-	-	10	7
22	J22	2.61	5.18	521	-	-	30	31
23	J23	1.34	14.91	336	-	-	22	25
24	J24	6.20	16.39	965	-	-	33	95
25	J25	6.50	11.06	1127	-	-	45	145
26	J26	3.23	16.32	617	-	-	60	44
27	J27	1.34	13.59	255	-	-	160	13
28	J28	5.07	8.41	2035	-	-	-	79
29	J29	1.15	10.63	236	-	-	6	22
30	J30	4.10	8.41	1237	-	-	37	92
31	J31A,J31	13.81	8.62	1553	413	-	2045	69
32	J32A	1.02	10.90	104	24	-	12	6
33	J33	1.33	14.42	174	42	10	5	8
34	J34	0.63	6.32	61	24	-	-	4
...	...	…	...	...	...	...	...	...
...	...	…	...	...	...	...	...	...
50	J50A	2.52	5.84	-	-	173	-	49
รวม		209.98	649.28	34533	2847	864	4085	2931

4.1.1 แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณคอนกรีต

แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณงานคอนกรีตของโครงสร้างอาคาร คสล. 7 ชั้น ที่ระดับขั้นของการพัฒนา LOD300 และ LOD350 มีปริมาณคอนกรีตเท่ากัน โดยได้สมการแบบจำลอง คือ $y = 0.9423x$ ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.8333$ ดังตารางที่ 5 และรูปที่ 7

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ปริมาณคอนกรีตที่ระดับขั้นของการพัฒนา LOD300

ลำดับ	ชั้น	ปริมาณคอนกรีต (m^3)		R^2	Model
		BOQ_{con} (x)	BIM_{con} (y)		
1	ฐานราก	825	784	0.8333	Y=0.9423x
2	ชั้น 1	773	683		
3	ชั้น 2	712	683		
4	ชั้น 3	712	683		
5	ชั้น 4	712	683		
6	ชั้น 5	712	683		
7	ชั้น 6	712	683		
8	ชั้น 7	712	683		
9	ชั้นดาดฟ้า	632	561		



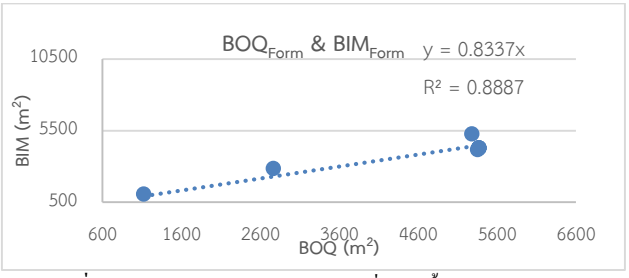
รูปที่ 7. แบบจำลองปริมาณงานคอนกรีตที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD300

4.1.2 แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณแบบหล่อ

แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณงานแบบหล่อของโครงสร้างอาคาร คสล. 7 ชั้น ที่ระดับการพัฒนา LOD300 และ LOD350 มีปริมาณแบบหล่อเท่ากัน โดยได้สมการแบบจำลอง คือ $y = 0.8337x$ ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.8887$ ดังตารางที่ 6 และรูปที่ 8

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ปริมาณแบบหล่อที่ระดับขั้นของการพัฒนา LOD300

ลำดับ	ชั้น	ปริมาณแบบหล่อ (m^2)		R^2	Model
		BOQ_{Form} (x)	BIM_{Form} (y)		
1	ฐานราก	1120	1076	0.8887	Y=0.8337x
2	ชั้น 1	5280	5276		
3	ชั้น 2	5354	4183		
4	ชั้น 3	5370	4299		
5	ชั้น 4	5370	4299		
6	ชั้น 5	5370	4299		
7	ชั้น 6	5370	4299		
8	ชั้น 7	5370	4299		
9	ชั้นดาดฟ้า	2764	2849		



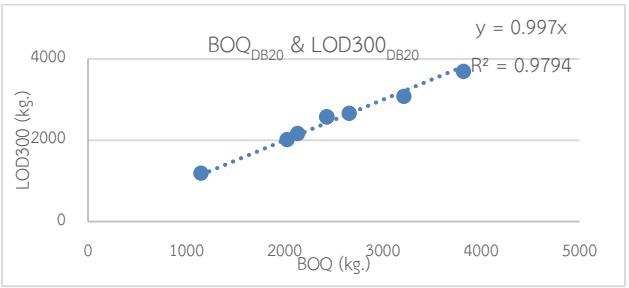
รูปที่ 8. แบบจำลองปริมาณงานแบบหล่อที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD300

4.1.3 แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณเหล็กเส้น DB20

แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณเหล็กเส้น DB20 ของโครงสร้างอาคาร คสล. 7 ชั้น ที่ระดับการพัฒนา LOD300 ได้สมการแบบจำลอง คือ $y = 0.997x$ ซึ่งมีค่า $R^2 = 0.9794$ ตารางที่ 7 และรูปที่ 9

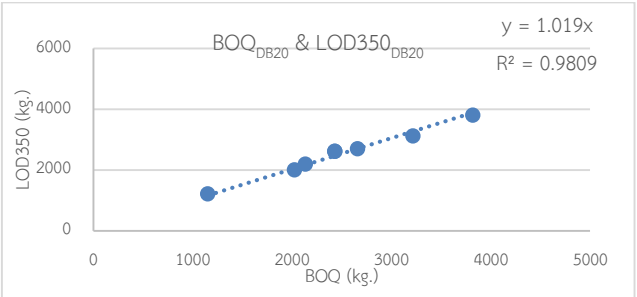
ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก DB20 ที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD300

ลำดับ	ชั้น	ปริมาณเหล็กเส้น DB20 (kg)		R^2	Model
		BOQ_{DB20} (x)	$LOD300_{DB20}$ (y)		
1	ฐานราก	1150	1185	0.9794	Y=0.997x
2	ชั้น 1	2025	2012		
3	ชั้น 2	2658	2658		
4	ชั้น 3	3215	307		
5	ชั้น 4	3820	3692		
6	ชั้น 5	2430	2575		
7	ชั้น 6	2430	2575		
8	ชั้น 7	2133	2161		
9	ชั้นดาดฟ้า	-	-		



รูปที่ 9. แบบจำลองปริมาณเหล็ก DB20 ที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD300

แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณเหล็กเส้น DB20 ของโครงสร้างอาคาร คสล. 7 ชั้น ที่ระดับการพัฒนา LOD300 ได้สมการแบบจำลอง คือ $y = 1.019x$ ซึ่งค่า $R^2 = 0.9809$ ตารางที่ 8 และรูปที่ 10



รูปที่ 10. แบบจำลองปริมาณเหล็ก DB20 ที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD350

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก DB20 ที่ระดับขั้นการพัฒนา LOD350

ลำดับ	ชั้น	แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณงานโครงสร้าง			
		LOD300		LOD350	
		R^2	Model	R^2	Model
1	คอนกรีต	0.8333	Y=0.9423x	0.8333	Y=0.9423x
2	แบบหล่อ	0.8887	Y=0.8337x	0.8887	Y=0.8337x
3	RB6	0.8731	Y=0.9516x	0.8730	Y=1.0155x
4	RB9	0.9998	Y=0.9189x	0.9998	Y=1.006x
5	DB12	1.0000	Y=0.9975x	1.0000	Y=1.0013x
6	DB16	0.9998	Y=0.9998x	0.9998	Y=1.0025x
7	DB20	0.9794	Y=0.9970x	0.9809	Y=1.019x
8	DB25	1.0000	Y=0.9779x	1.0000	Y=1.0005x

ตารางที่ 9 แบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณงานโครงสร้าง

ลำดับ	ชั้น	ปริมาณเหล็กเส้น DB20 (kg)		R^2	Model
		BOQ_{DB20} (x)	$LOD350_{DB20}$ (y)		
1	ฐานราก	1150	1221	0.9809	Y=1.019x
2	ชั้น 1	2025	2012		
3	ชั้น 2	2658	2711		
4	ชั้น 3	3215	3128		
5	ชั้น 4	3820	3817		
6	ชั้น 5	2430	2627		
7	ชั้น 6	2430	2627		
8	ชั้น 7	2133	2207		
9	ชั้นดาดฟ้า	-	-		

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์บิม Autodesk Revit 2022 เฉพาะส่วนที่เป็นงานโครงสร้าง ซึ่งก็คือ Autodesk Revit Structure เพื่อการพัฒนาแบบจำลองอาคารจอดรถคอนกรีตเสริมเหล็ก 7 ชั้น โดยการจัดการแบ่งชิ้นส่วนโครงสร้างออกเป็นองค์อาคาร (Member) ฐานราก เสา คาน แต่ละชั้น และจุดต่อโครงสร้าง (Joint) จำนวน 50 จุด แล้วนำมาคิดรวมกันเพื่อการถอดปริมาณวัสดุโครงสร้างวิศวกรรมด้วยการใช้ซอฟต์แวร์บิม ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอย พบว่าแบบจำลองการถดถอยเพื่อการถอดปริมาณงานโครงสร้างวิศวกรรม เป็นดังตารางที่ 9

ข้อเสนอแนะ งานวิจัยนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์บิม Autodesk Revit 2022 เฉพาะส่วนที่เป็นงานโครงสร้าง ซึ่งก็คือ Autodesk Revit Structure เพื่อการพัฒนาแบบจำลองเท่านั้น หากผู้ศึกษานำซอฟต์แวร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวกับงานโครงสร้าง เช่น Prota Structure 2022 หรือ Midas Structure NGen2022 มาประยุกต์ใช้กับงานโครงสร้าง เพื่อจะได้เปรียบเทียบปริมาณวัสดุโครงสร้างได้แม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Hosein, T., Ali. M., and Behnam, S. (2016). Automation of Construction Quantity Take-Off: Using Building Information Modeling (BIM). Construction Research Congress 2016, ASCE, pp.2218-2227.

[2] Xiaolin, Hu. (2015). *Bim-Based Data Mining Approach to Estimating Job Man-Hour Requirments in Structural Steel Fabrication*. Thesis Master of Science, University of Alberta, Canada.

[3] เบญจวรรณ พักดี, เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง, พรพจน์ นุเสน และมานพ แก้วโมราเจริญ (2563). การวิเคราะห์แนวทางการตรวจรับแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับงานก่อสร้างอาคารมหาวิทยาลัย. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25*, ชลบุรี, 15-17 กรกฎาคม 2563, หน้า 1-10.

[4] ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล และ อิทธิพร ศิริสวัสดิ์ (2560). การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศในงานเหล็กเสริมของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*, ปีที่ 12, ฉบับที่ 1, หน้า 137-153.

[5] พาสิทธิ์ หล่อธีรพงศ์ และ พงษ์พันธุ์ อิศโรทัยกุล (2543). ระบบฐานความรู้เพื่อการออกแบบและประมาณราคาโครงการก่อสร้างอาคารเบื้องต้น. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.*, ปีที่ 23, ฉบับที่ 2, หน้า 31-46.

[6] Nath, B. (10 November 2022). 6 Best Building Information Modeling Software for Designers and Builders. https://geekflare.com/building-information-modeling-software/

[7] สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ตามแนวทางวิชาชีพ. ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ, (2563).

[8] สมาคมสถาปนิกแห่งสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย. ครั้งที่ 1. พลัสเพรส จำกัด : กรุงเทพฯ, (2558).

[9] ไพจิตร ผาวัน, ปัณณาสิศ สัญญาโณ (2564) การประยุกต์ใช้กระบวนการแบบจำลองข้อมูลอาคารจัดทำรายการบัญชีตัดเหล็ก การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26 กรุงเทพฯ, วันที่ 23-25 มิถุนายน 2564 การประชุมรูปแบบออนไลน์

[10] Amiri, S.S., Mottahedi, M., Asadi, S. Using multiple regression analysis to develop energy consumption indicators for commercial buildings in the U.S. Energy Build. 2015, 109, 209–216.