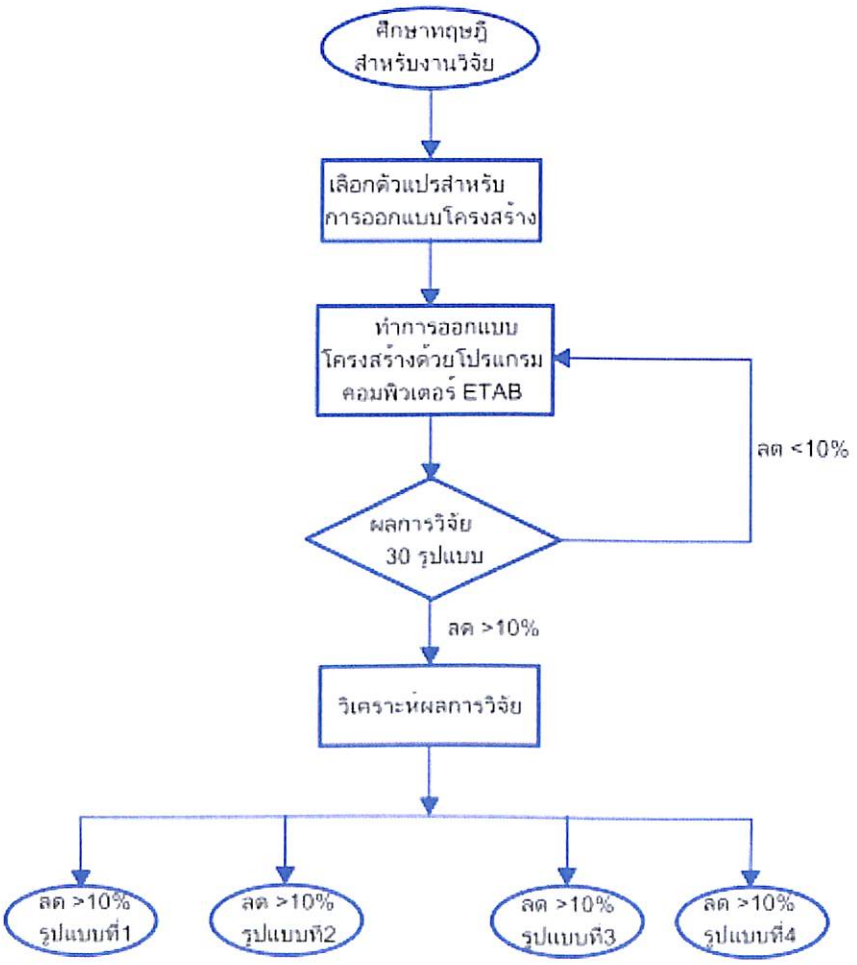
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์หาข้อมูลด้านความคุ้มค่าของการออกแบบโครงสร้างบ้านพักอาศัย คสล. 2 ชั้น (New) และวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงระบบการออกแบบงานโครงสร้างใหม่ เพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำลงของโครงการหมู่บ้านจัดสรร



ภาพประกอบที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาทฤษฎีสำหรับงานวิจัย

3.1.1 ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (VE)

3.1.2 ทฤษฎีซิกซ์ซิกม่า (Six Sigma)

3.2 เลือกตัวแปรสำหรับการออกแบบโครงสร้าง

โครงสร้างตัวอย่าง (Original) จำนวน 1 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ ตามการออกแบบและประมวลผล ซึ่งได้กำหนดตัวแปรและตัวอย่างของการออกแบบงานโครงสร้างใหม่ (New) จำนวน 30 ตัวอย่าง ดำเนินการปรับเปลี่ยนการเลือกใช้วัสดุและลักษณะการจัดวางรูปแบบการก่อสร้าง และกำหนดให้เป็นแบบ งานวิจัยในแต่ละตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ผลการออกแบบงานโครงสร้างจากกลุ่มตัวอย่าง ที่มีผลต่อราคาต้นทุนงานโครงสร้างลดลงได้มากกว่า 10% เมื่อเทียบกับแบบโครงสร้างเดิม (Original) โดยมีขั้นตอนดังภาพประกอบที่ 3.2

ภาพประกอบที่ 3.2 งานฐานราก

ภาพประกอบที่ 3.3 งานฐานราก

3.2.1 ภาพประกอบที่ 3.2 และ 3.3 แสดงให้เห็นรูปแบบทั่วไปการก่อสร้างงานฐานรากและ ตอม่อ โครงการบ้านจัดสรรสำหรับพักอาศัย 2 ชั้น ซึ่งสามารถออกแบบโครงสร้างเพื่อลดต้นทุนในส่วนของเสาเข็ม,คอนกรีตและเหล็กเสริมได้ตามความเหมาะสม ไม่ควรออกแบบให้ใช้วัสดุเพื่อลดต้นทุนมากจนเกินไป ทำให้มีผลต่อพฤติกรรมโครงสร้างในอนาคต

ภาพประกอบที่ 3.4 งานคานชั้นที่ 1

ภาพประกอบที่ 3.5 งานคานชั้นที่ 1

3.2.2 ภาพประกอบที่ 3.4 และ 3.5 แสดงให้เห็นรูปแบบทั่วไปการก่อสร้างงานคานคอดินหรือคานชั้นที่ 1 โครงการบ้านจัดสรรสำหรับพักอาศัย 2 ชั้น ซึ่งสามารถออกแบบโครงสร้างเพื่อลดต้นทุนในส่วนของหน้าตัดคาน โดยที่คอนกรีตและเหล็กเสริมจะลดลง แต่โดยทั่วไปมักไม่ปรับเปลี่ยนงานโครงสร้างส่วนนี้มากนัก เนื่องจากอาจมีผลกระทบจากการปรับลดทำให้คานเกิดการแตกร้าวบิดหัก กรณีเกิดการทรุดตัวของดินและโครงสร้างในชั้นดินที่รองรับตัวบ้าน

ภาพประกอบที่ 3.6 งานคานชั้นที่ 2

ภาพประกอบที่ 3.7 งานคานชั้นที่ 2

3.2.3 ภาพประกอบที่ 3.6 และ 3.7 แสดงให้เห็นรูปแบบทั่วไปการก่อสร้างงานคานชั้นที่ 2 โครงการบ้านจัดสรรสำหรับพักอาศัย 2 ชั้น ซึ่งสามารถออกแบบโครงสร้างเพื่อลดต้นทุนในส่วนของวัสดุทดแทนคอนกรีตและเหล็กเสริม โดยนิยมใช้เป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณแบบชิ้นส่วนประกอบกันเพื่อรองรับพื้นโครงสร้าง ซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนการก่อสร้างมากกว่าการใช้คอนกรีตและเหล็กเสริม โดยเฉพาะส่วนของค่าแรงในการก่อสร้าง

ภาพประกอบที่ 3.8 งานโครงหลังคา

ภาพประกอบที่ 3.9 งานโครงหลังคา

3.2.4 ภาพประกอบที่ 3.8 และ 3.9 แสดงให้เห็นรูปแบบการก่อสร้างงานโครงสร้างหลังคา โครงการบ้านจัดสรรสำหรับพักอาศัย 2 ชั้น โดยปัจจุบันนิยมใช้เป็นโครงสร้างเหล็กรูปพรรณแบบชิ้นส่วนประกอบกัน เพื่อรองรับน้ำหนักของหลังคา ซึ่งปัจจุบันกระเบื้องมุงหลังคาส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักมากพอสมควร จึงเลือกใช้เหล็กมาเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างช่วยประหยัดเวลาและสะดวกในการทำงาน

3.3 การออกแบบโครงสร้างโดยโปรแกรม ETABS (Extend Three Dimensional Analysis of Building System)

เป็นโปรแกรมวิเคราะห์และคำนวณโครงสร้างอาคารที่มีการใช้งานกันมาอย่างยาวนานและแพร่หลาย ถูกพัฒนาขึ้นโดย บริษัท Computer and Structures, Inc. (CSI) มีระบบติดต่อกับผู้ใช้งาน แบบกราฟิก (Graphical User Interface: GUI) เพื่อความสะดวกรวดเร็วและประสิทธิภาพในการทำงาน การสร้างและแก้ไขโมเดล การวิเคราะห์โครงสร้างการตรวจสอบและปรับเปลี่ยนความเหมาะสมในการคำนวณตลอดจนการแสดงผลทั้งหมดจะใช้ GUI ตัวเดียวกันทั้งหมด ที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้คือโปรแกรม ETABS 2015 Ultimate 64-bit Version 15.0.0 Build 1221 ซึ่งมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจาก version ก่อน ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานได้มากขึ้นตามลำดับ การสร้างโมเดล (Modeling) โปรแกรม ETABS มีระบบกราฟิกในการสร้างโมเดลสามมิติ โดยใช้มุมมองในแนวราบ แนวดิ่งและสามมิติโดยผู้ใช้สามารถสั่งให้แสดงมุมมองได้พร้อมกันถึงสี่มุมมอง ในรูปแบบอัตโนมัติที่หลากหลายที่มีให้เลือกใช้เพื่อช่วยในการสร้างโมเดลได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงมีเครื่องมือช่วยในการสร้างโมเดลที่มีประสิทธิภาพมากมายให้เลือกใช้งานโดยผู้ใช้สามารถนำเข้าโมเดลจากโปรแกรมอื่น เช่น AutoCAD และสามารถส่งออกโมเดลไปยัง AutoCAD ได้เช่นกัน

3.4 การวิเคราะห์ผลการวิจัย

สามารถสรุปผลการวิจัยว่าตัวแปรที่เท่าไรบ้างที่สามารถลดต้นทุนได้มากว่า 10 % โดยมีทั้งหมด 4 ตัวอย่างใหม่ (New) จาก 30 ตัวอย่าง (New) โดยมีตัวอย่างที่ 11, 12, 13 และ 14 ที่สามารถลดต้นทุนได้มากกว่า 10%

3.4.1 ตัวอย่างที่ 11 มูลค่าลดลง 13.69% คิดเป็นจำนวนเงินลดลง 70,924 บาท

3.4.2 ตัวอย่างที่ 12 มูลค่าลดลง 13.09% คิดเป็นจำนวนเงินลดลง 67,808 บาท

3.4.3 ตัวอย่างที่ 13 มูลค่าลดลง 10.61% คิดเป็นจำนวนเงินลดลง 54,971 บาท

3.4.4 ตัวอย่างที่ 14 มูลค่าลดลง 10.01% คิดเป็นจำนวนเงินลดลง 51,855 บาท

การตั้งค่าตัวแปรจากแบบเดิม (Original) เพื่อการออกแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (New) 30 แบบ

ตัวแปรหลักจากแบบเดิม (Original) ประกอบด้วย

- I-0.22x0.22x21.00m. (Safe load 20 tons/ต้น)
- ฐานรากแบบเสาเข็มเดี่ยว และเสาเข็มคู่ (รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)
- คอนกรีตโครงสร้าง 280 ksc (ลูกบาศก์)
- เหล็กเส้นมาตรฐาน (SD40)
- เสาโครงสร้าง คสล.
- คานโครงสร้าง คสล.
- พื้น คสล. (พื้นที่ส่วนเปียก และระเบียงภายนอก)
- แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบสามขา ขนาด 0.07x0.35m.
- (นน.บรรทุกปลอดภัยไม่น้อยกว่า 200 kg/m2)
- บันไดโครงสร้าง คสล.
- หลังคาโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ
- ตัวแปรสำหรับแบบใหม่ (New) ประกอบด้วย
- □-0.15x0.15x8.00m. (Safe load 6 tons/ต้น)
- ฐานรากแบบเสาเข็มกลุ่ม (รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ,รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปสามเหลี่ยม)
- คอนกรีตโครงสร้าง 320 ksc (ลูกบาศก์)
- เหล็กเส้นมาตรฐาน (SD50)
- เสาโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ
- คานโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ
- พื้น คสล. (พื้นที่ส่วนเปียก และระเบียงภายนอก)
- แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบแผ่นกระดานเรียบ ขนาด 0.05x0.35m.

- (นน.บรรทุกปลอดภัยไม่น้อยกว่า 200 kg/m2)
- บันไดโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ
- หลังคาโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ

โดยทั้งสองแบบจะถูกประมวลผล เพื่อตรวจสอบการออกแบบ ให้เป็นไปตามข้อกำหนดหลักการออกแบบงานโครงสร้างได้อย่างถูกต้อง เมื่อนำแบบที่ได้ไปประมาณราคาค่าก่อสร้างจะได้ผลของราคาที่สะท้อนออกมาเป็นต้นทุนงานโครงสร้างอาคารต้นแบบ ซึ่งจะได้แสดงไว้ในผลการทดลองในตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางปริมาณและราคาตามแบบเดิม (Original)

ตารางแสดงปริมาณและราคาวัสดุงานโครงสร้างแบบเดิม (original)						
งานเสาเข็ม - แบบ Original		**หน่วย**	**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
I-0.22x0.22x21.00m (safe load 20T ต้น)		ต้น	18	4,882	1,220	109,841
ทดสอบการสมบูรณ์เสาเข็ม(seismic test)		ต้น	18		120	2,160
						112,001
งานฐานราก - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
ดินขุด		ลบ.ม.	9		150	1,350
ดินถม		ลบ.ม.	7		150	975
คอนกรีตหยาบ 5 cm. (lean)		ลบ.ม.	0.08	2,136	425	205
เรายหยาบอัดแน่น 10 cm.		ลบ.ม.	0.12	450	150	72
คอนกรีต 280 ksc (ผูกเหล็ก)		ลบ.ม.	3	2,378	425	7,008
ไม้แบบ		ตร.ม.	16	180	120	4,800
เหล็กเส้น	นน (kg/m)					
DB12 (SD40)	0.888	ตน.	107	15	4	2,025
DB16 (SD40)	1.578	ตน	232	15	4	4,407
						20,842
งานเสา คสล. - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีต 280 ksc (ผูกเหล็ก)		ลบ.ม.	3	2,378	425	8,410
ไม้แบบ		ตร.ม.	62	180	120	18,600
เหล็กเส้น	นน (kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	ตน.	103	17	4	2,154
DB12 (SD40)	0.888	ตน.	274	15	4	5,197
						34,361
งานคาน คสล. - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีต 280 ksc (ผูกเหล็ก)		ลบ.ม.	18	2,378	425	50,460
ไม้แบบ		ตร.ม.	216	180	120	64,800
เหล็กเส้น	นน (kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	ตน.	446	17	4	9,371
DB12 (SD40)	0.888	ตน.	550	15	4	10,444
DB16 (SD40)	1.578	ตน.	660	15	4	12,532
						147,607
งานหลังคาเหล็กรูปพรรณ - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
เหล็กรูปพรรณ	นน (kg/m)					
1[-100x50x20x3.2mm.	5.5	ตน.	715	25	15	28,600
2[-100x50x20x3.2mm	11	ตน	44	25	15	1,760
2[-150x50x20x3.2mm	13.52	ตน	852	25	15	34,070
อุปกรณ์ยึด - Plate - Bolt - Non shrink grout		ตนน	1	3,750	2,250	6,000
						70,430
งานพื้น คสล. - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีต 280 ksc (ผูกเหล็ก)		ลบ.ม.	6	2,378	425	16,820
ไม้แบบ		ตร.ม.	37	180	120	11,100
เหล็กเส้น	นน (kg/m)					
RB9 (SR24)	0.499	ตน	299	16	4	5,988
						33,908

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ตารางแสดงปริมาณและราคาวัสดุงานโครงสร้างแบบเดิม (original)						
งานพื้น สำเร็จรูป - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีต topping 280 ksc (ลูกบาศก์) หนา 5 cm.		ลบ.ม.	6	2,378	425	15,418
แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบสามขา PCM ขนาด 0.07x0.35m. (หน.บรรทุกปลอดภัยไม่น้อยกว่า 200 kg/m2)		ตร.ม.	110	450	100	60,500
เหล็กเส้น	หน (kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	กก.	44	17	4	932
wire mesh Ø 4mm.@0.20m.		ตร.ม.	110	30	15	4,950
						81,800
งานบันได คสล. - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีต 280 ksc (ลูกบาศก์)		ลบ.ม.	2	2,378	425	5,607
ไม้แบบ		ตร.ม.	15	350	150	7,500
เหล็กเส้น	หน (kg/m)					
RB9 (SR24)	0.499	กก.	112	16	4	2,246
DB12 (SD40)	0.888	กก.	93	15	4	1,772
						17,125
รวมมูลค่างานโครงสร้าง (original)						**518,074**

ตารางที่ 3.2 แสดงตารางปริมาณและราคาตามแบบใหม่ (New 1)

ตารางแสดงปริมาณและราคาวัสดุงานโครงสร้างแบบใหม่ (new)						
งานเสาเข็ม - แบบ New		หน่วย	จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
[illegible] safe load 65T ต้น)		ต้น	46	818	205	47,058
ทดสอบการสมบูรณ์เสาเข็ม(seismic test)		ต้น	46		120	5,520
						[illegible]
งานฐานราก - แบบ New			จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
คันชุด		ลบ ม.	14		150	2,100
คันดิน		ลบ ม.	9		150	1,350
คอนกรีลหยาบ 5 cm. (lean)		ลบ ม.	0.5	2,237	425	1,331
ทรายหยาบอัดแน่น 10 cm		ลบ ม.	1	450	150	600
คอนกรีล 280 ksc (ลูกบาศก์)		ลบ ม.	5	2,378	425	14,017
ไม้แบบ		ตร ม.	22	180	120	6,600
เหล็กเส้น	มม (kg m)					
RB6 (SR24)	0.222	กก.	10	17	4	214
DB12 (SD40)	0.888	กก.	270	15	4	5,129
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
งานเสาเหล็กรูปพรรณ - แบบ New			จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
เหล็กรูปพรรณ	มม (kg m)					
WF-150x150	31.5	กก.	2,079	25	15	83,160
อุดเชื่อม - Plate - Bolt - Non shrink grout		เหมา	1	1,875	1,125	3,000
						86,160
งานคาน เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
เหล็กรูปพรรณ	มม (kg m)					
I-150x75	17.1	กก.	1,197	25	15	47,880
WF-200x100	18.2	กก.	182	25	15	7,280
WF-300x150	32	กก.	2,560	25	15	102,400
อุดเชื่อม - Plate - Bolt - Non shrink grout		เหมา	1	3,750	2,250	6,000
						163,560
งานหลังคาเหล็กรูปพรรณ - แบบ Original			จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
เหล็กรูปพรรณ	มม (kg m)					
1[-100x50x20x3.2mm	5.5	กก.	715	25	15	28,600
2[-100x50x20x3.2mm	11	กก.	44	25	15	1,760
2[-150x50x20x3.2mm	13.52	กก.	852	25	15	34,070
อุดเชื่อม - Plate - Bolt - Non shrink grout		เหมา	1	3,750	2,250	6,000
						[illegible]
งานพื้น คสล. - แบบ Original			จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
คอนกรีล 280 ksc (ลูกบาศก์)		ลบ ม.	6	2,378	425	16,820
ไม้แบบ		ตร ม.	33	180	120	11,100
เหล็กเส้น	มม (kg m)					
RB9 (SR24)	0.499	กก.	299	16	4	5,988
						[illegible]

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ตารางแสดงปริมาณและราคาวัสดุงานโครงสร้างแบบใหม่ (new)						
งานพื้น สำเร็จรูป - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีล topping 280 ksc (ลูกบาศก์) หนา 5 cm		ลบ.ม.	6	2,378	425	15,418
แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบแผ่นกระดานเรียบ ขนาด						
0.05x0.35m. (นน.บรรทุกปลอดภัยไม่น้อยกว่า 200		ตร.ม.	110	250	100	38,500
kg/m2)						
เหล็กเส้น	นน.(kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	กก.	44	17	4	932
wire mesh Ø4mm @0.20m		ตร.ม.	110	30	15	4,950
						59,800
งานบันได เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีล 280 ksc (ลูกบาศก์) สำหรับชานพัก		ลบ.ม.	0.2	2,378	425	561
ไม้แบบ		ตร.ม.	1	180	120	300
ลูกขั้นคอนกรีลสำเร็จรูป		ชุด	15	350	150	7,500
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
[-150x75x6.5mm.	7	กก.	175	25	15	7,000
L-50x50x4.0mm.	3.067	กก.	46	20	10	1,380
อุปกรณ์เชื่อม - Plate - Bolt - Non shrink grout		เหมา	1	2,250	1,250	3,500
						20,241
รวมมูลค่างานโครงสร้าง (new)						**518,018**

ตารางที่ 3.3 แสดงตารางปริมาณและราคาตามแบบใหม่ (New 2)

ตารางแสดงปริมาณและราคาวัสดุงานโครงสร้างแบบใหม่ (New 2)						
งานเสาเข็ม - แบบ New		**หน่วย**	**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
แบบที่ 2						
□-0.18x0.18x21.00m.(safe load 10T/ต้น)		ต้น	30	3,675	750	132,750
ทดสอบความสมบูรณ์เสาเข็ม(seismic test)		ต้น	30		120	3,600
						136,350
งานฐานราก - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
แบบที่ 2 (F2, F3, F4) pile □-0.18x0.18x21.00m.(safe load 10T/ต้น)						
ดินขุด		ลบ.ม.	14		150	2,100
ดินถม		ลบ.ม.	9		150	1,350
คอนกรีตหยาบ 5 cm. (lean)		ลบ.ม.	0.5	2,237	425	1,331
ทรายหยาบอัดแน่น 10 cm.		ลบ.ม.	1	450	150	600
คอนกรีต 280 ksc (ลูกบาศก์)		ลบ.ม.	5	2,378	425	14,017
ไม้แบบ		ตร.ม.	22	180	120	6,600
เหล็กเส้น	นน.(kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	กก.	9	17	4	186
DB12 (SD40)	0.888	กก.	337	15	4	6,411
	[illegible]	[illegible]	[illegible]			32,595
งานเสา เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
WF-150x150	31.5	กก.	2,079	25	15	83,160
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	1,875	1,125	3,000
						86,160
งานคาน เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
I -150x75	17.1	กก.	1,197	25	15	47,880
WF-200x100	18.2	กก.	182	25	15	7,280
WF-300x150	32	กก.	2,560	25	15	102,400
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	3,750	2,250	6,000
						163,560
งานหลังคา เหล็กรูปพรรณ - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
1[-100x50x20x3.2mm.	5.5	กก.	715	25	15	28,600
2[-100x50x20x3.2mm.	11	กก.	44	25	15	1,760
2[-150x50x20x3.2mm.	13.52	กก.	852	25	15	34,070
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	3,750	2,250	6,000
						70,430

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

งานพื้น สำเร็จรูป - แบบ New			จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
คอนกรีต topping 280 ksc (ลูกบาศก์) หนา 5 cm.		ลบ.ม.	6	2,378	425	15,418
แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบแผ่นกระดานเรียบ ขนาด						
0.05x0.35m. (นน.บรรทุกปลอดภัยไม่น้อยกว่า		ตร.ม.	110	250	100	38,500
200 kg/m2)						
เหล็กเส้น	นน.(kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	กก.	44	17	4	932
wire mesh Ø 4mm.#0.20m.		ตร.ม.	110	30	15	4,950
						59,800
งานบันได เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีต 280 ksc (ลูกบาศก์) สำหรับชานพัก		ลบ.ม.	0.2	2,378	425	561
ไม้แบบ		ตร.ม.	1	180	120	300
ลูกขั้นคอนกรีตสำเร็จรูป		ชุด	15	350	150	7,500
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
I-150x75x6.5mm.	7	กก.	175	25	15	7,000
L-50x50x4.0mm.	3.067	กก.	46	20	10	1,380
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	2,250	1,250	3,500
						20,241
รวมมูลค่างานโครงสร้าง (New 2)						**603,044**

ตารางที่ 3.4 แสดงตารางปริมาณและราคาตามแบบใหม่ (New 3)

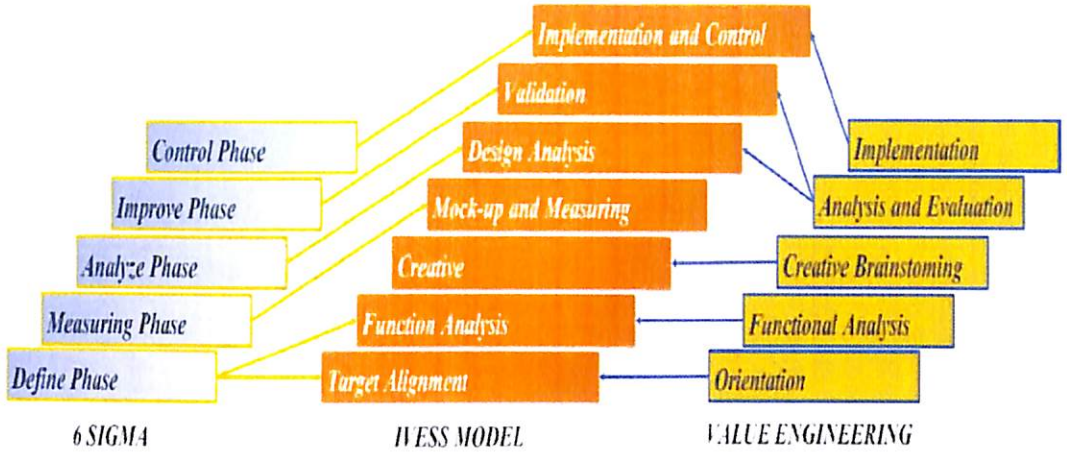
ตารางแสดงปริมาณและราคาวัสดุงานโครงสร้างแบบใหม่ (New 3)						
งานเสาเข็ม - แบบ New		**หน่วย**	**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
แบบที่ 3						
□-0.20x0.20x21.00m.(safe load 15T/ต้น)		ต้น	21	4,515	750	110,565
ทดสอบความสมบูรณ์เสาเข็ม(seismic test)		ต้น	21		120	2,520
						113,085
งานฐานราก - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
แบบที่ 3 (F1, F2, F3) pile □-0.20x0.20x21.00m.(safe load 15T/ต้น)						
ดินขุด		ลบ.ม.	14		150	2,100
ดินถม		ลบ.ม.	9		150	1,350
คอนกรีตหยาบ 5 cm. (lean)		ลบ.ม.	0.5	2,237	425	1,331
ทรายหยาบอัดแน่น 10 cm.		ลบ.ม.	1	450	150	600
คอนกรีต 280 ksc (ลูกบาศก์)		ลบ.ม.	5	2,378	425	14,017
ไม้แบบ		ตร.ม.	22	180	120	6,600
เหล็กเส้น	นน.(kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	กก.	7	17	4	154
DB12 (SD40)	0.888	กก.	286	15	4	5,433
	[illegible]	[illegible]	[illegible]			31,585
งานเสา เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
WF-150x150	31.5	กก.	2,079	25	15	83,160
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	1,875	1,125	3,000
						86,160
งานคาน เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
I-150x75	17.1	กก.	1,197	25	15	47,880
WF-200x100	18.2	กก.	182	25	15	7,280
WF-300x150	32	กก.	2,560	25	15	102,400
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	3,750	2,250	6,000
						163,560
งานหลังคา เหล็กรูปพรรณ - แบบ Original			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
1[-100x50x20x3.2mm.	5.5	กก.	715	25	15	28,600
2[-100x50x20x3.2mm.	11	กก.	44	25	15	1,760
2[-150x50x20x3.2mm.	13.52	กก.	852	25	15	34,070
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	3,750	2,250	6,000
						70,430

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

งานพื้น สำเร็จรูป - แบบ New			จำนวนรวม	ค่าวัสดุต่อหน่วย	ค่าแรงต่อหน่วย	ราคารวม(บาท)
คอนกรีต topping 280 ksc (ลูกบาศก์) หนา 5 cm.		ลบ.ม.	6	2,378	425	15,418
แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบแผ่นกระดานเรียบ ขนาด						
0.05x0.35m. (นน.บรรทุกปลอดภัยไม่น้อยกว่า		ตร.ม.	110	250	100	38,500
200 kg/m2)						
เหล็กเส้น	นน.(kg/m)					
RB6 (SR24)	0.222	กก.	44	17	4	932
wire mesh Ø 4mm.#0.20m.		ตร.ม.	110	30	15	4,950
						59,800
งานบันได เหล็กรูปพรรณ - แบบ New			**จำนวนรวม**	**ค่าวัสดุต่อหน่วย**	**ค่าแรงต่อหน่วย**	**ราคารวม(บาท)**
คอนกรีต 280 ksc (ลูกบาศก์) สำหรับชานพัก		ลบ.ม.	0.2	2,378	425	561
ไม้แบบ		ตร.ม.	1	180	120	300
ลูกขั้นคอนกรีตสำเร็จรูป		ชุด	15	350	150	7,500
เหล็กรูปพรรณ	นน.(kg/m)					
I-150x75x6.5mm.	7	กก.	175	25	15	7,000
L-50x50x4.0mm.	3.067	กก.	46	20	10	1,380
ลวดเชื่อม+Plate+Bolt+Non shrink grout		เหมา	1	2,250	1,250	3,500
						20,241
รวมมูลค่างานโครงสร้าง (New 3)						**578,769**

การสร้าง Model ที่ผสมผสานระหว่างเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า การสร้างเทคนิคใหม่เกิดจากการใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ (Value Engineering) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่การทำงาน (Function) และต้นทุน (Cost) โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อจำกัด หรือมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ เพื่อหาชิ้นส่วนหรือขั้นตอนการผลิต ที่มีความเป็นไปได้ในการลดต้นทุน โดยไม่กระทบกับหน้าที่การทำงานหลักของผลิตภัณฑ์และ ใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่าในการ วิเคราะห์เพื่อเพิ่มคุณภาพและแก้ปัญหาในการผลิตโดยมีขั้นตอนการออกแบบ เทคนิคหรือโมเดลใหม่โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ขั้นตอนและเป้าหมายของเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์
2. นำเป้าหมายและจุดแข็งจากการวิเคราะห์ เพื่อนำมาจัดสร้างเป็นโมเดลต้นแบบ ดังแสดง



ภาพประกอบที่ 3.10 การเปรียบเทียบและความเชื่อมโยงของแผนงาน IVESS Model เทียบกับแผนงานของเทคนิควิศวกรรมคุณค่า และ ซิกซ์ ซิกม่า

3.5 ศึกษาค้นคว้าเอกสารตำราวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางการวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ที่สามารถลดต้นทุนงานโครงสร้างได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้

3.5.2 เอกสารตำราวิชาการ เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบ ตามหลักการออกแบบงานโครงสร้างที่ถูกต้อง เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานทุกประการ