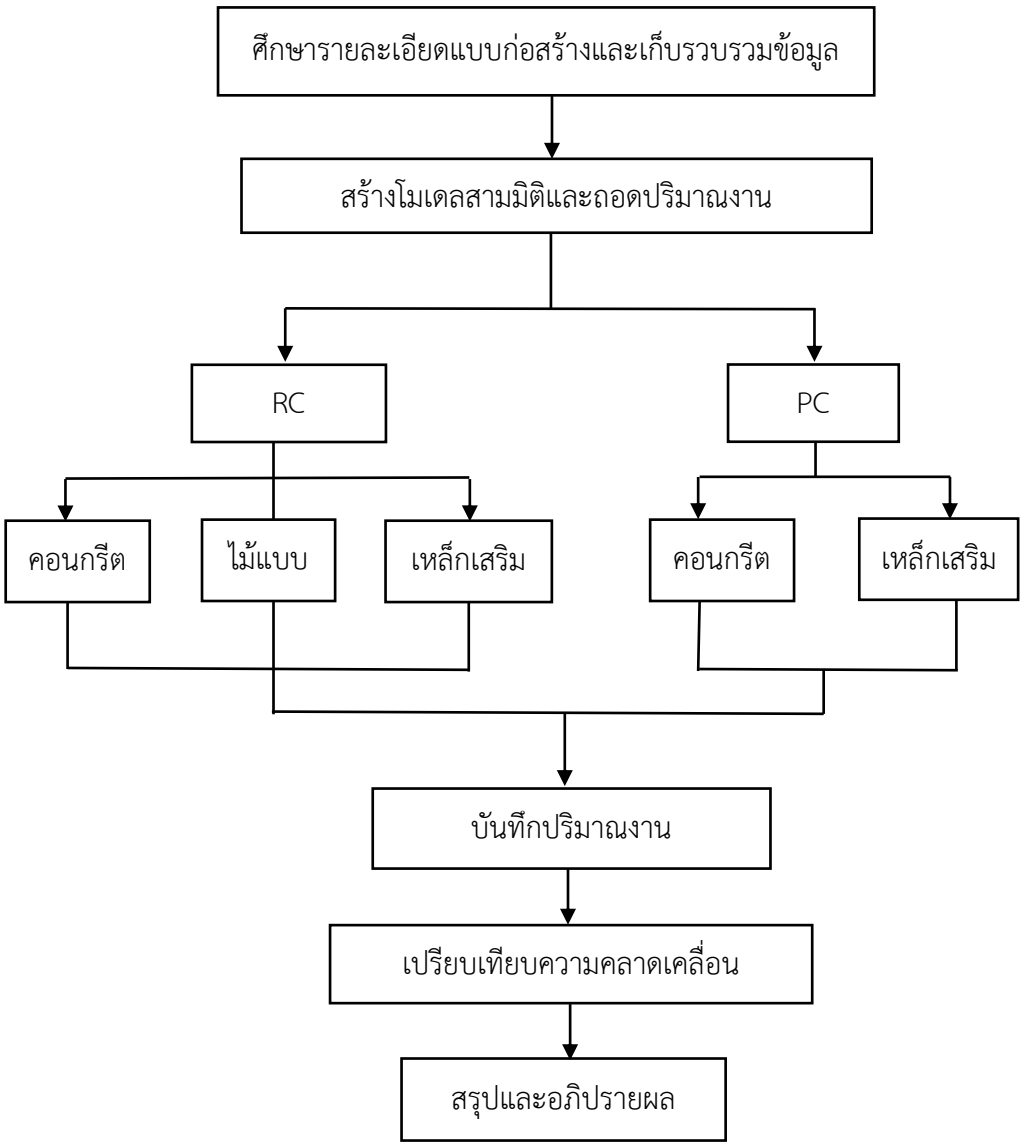
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้นำโปรแกรมสเก็ตอัพมาใช้ในการสร้างโมเดลสามมิติโครงสร้างสะพานที่ประกอบไปด้วย คอนกรีต ไม้แบบและเหล็กเสริมคอนกรีต มีขั้นตอนในการดำเนินงานจัดการวางแผนการศึกษาการค้นคว้าหาข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้การถอดปริมาณออกมาถูกต้อง แสดงให้เห็นเป็นขั้นตอนในรูปที่ 3.1



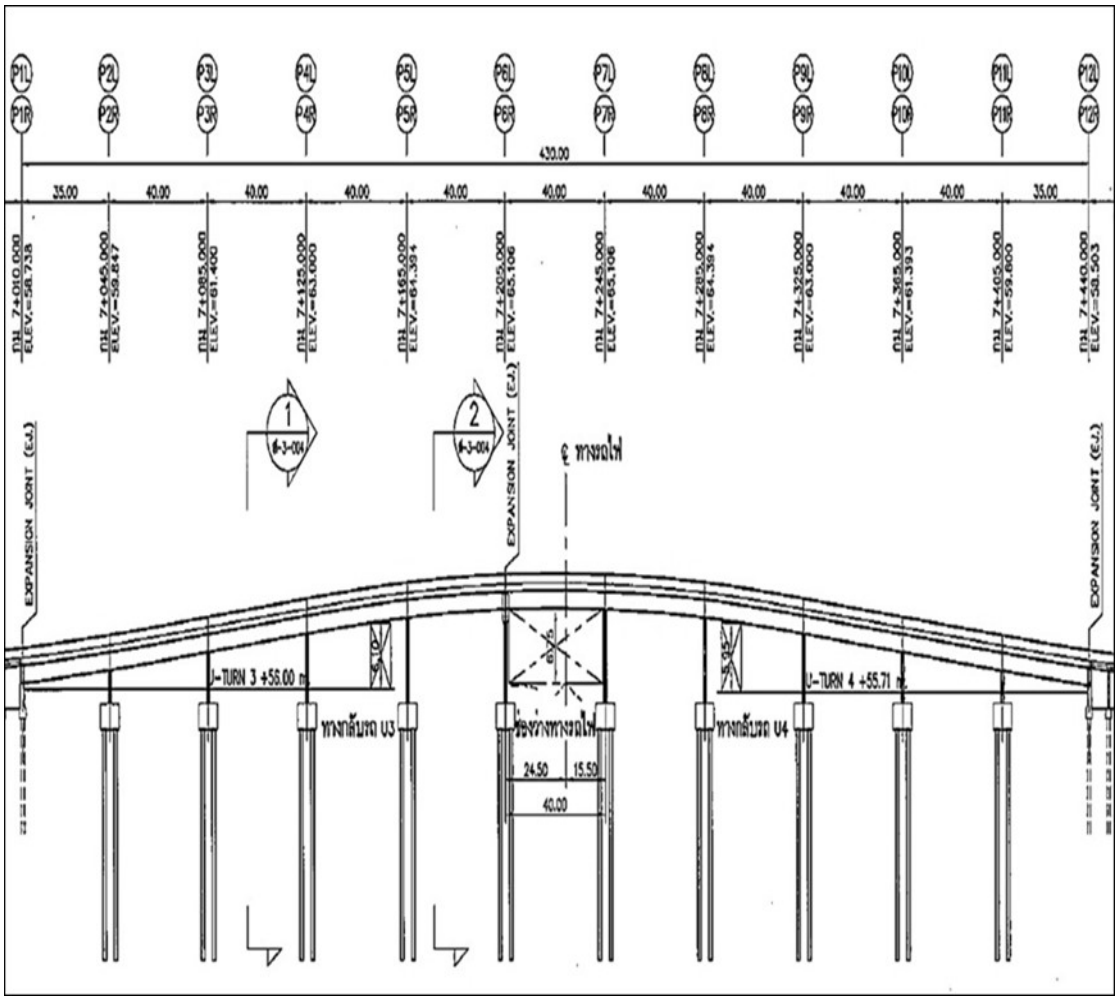
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ศึกษารายละเอียดแบบก่อสร้างสะพาน

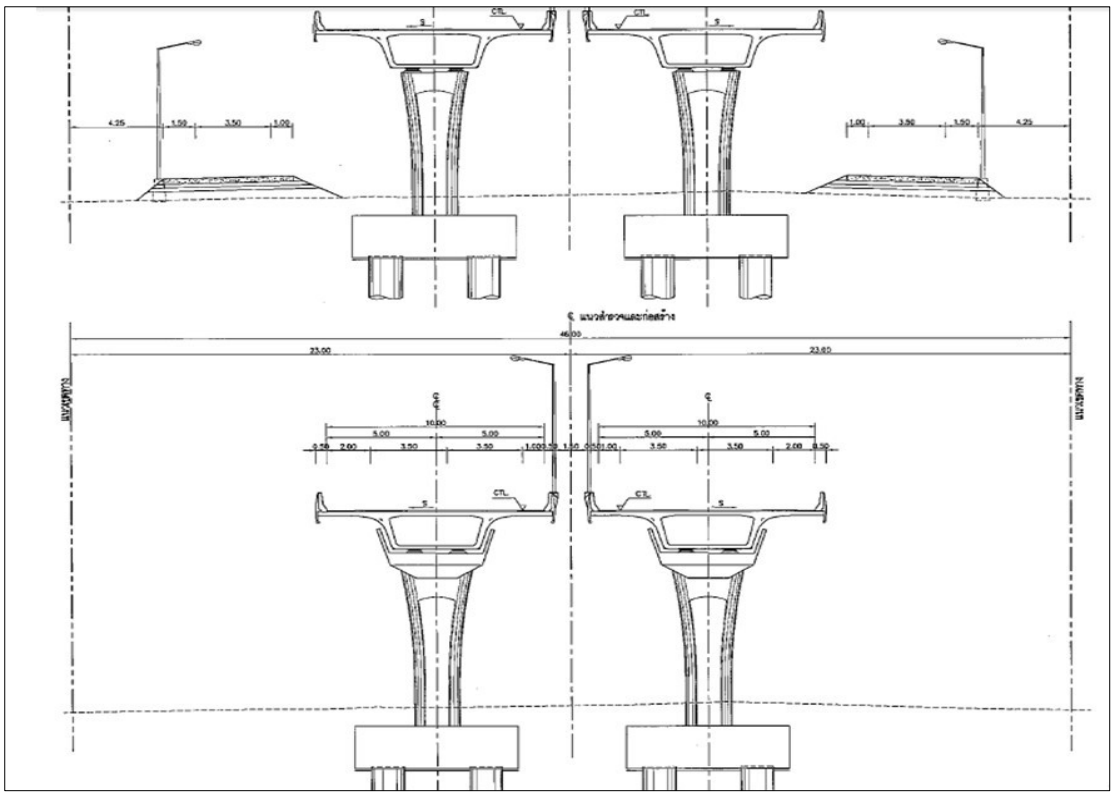
การศึกษาในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาสหกิจศึกษาจะต้องทำความเข้าใจรายละเอียดของแบบก่อสร้างอย่างถี่ถวน เพื่อใช้หลักเกณฑ์ต่างๆ ในการถอดปริมาณของแบบก่อสร้าง โดยทำการศึกษาข้อมูลตำราเรียนและข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการถอดปริมาณงานอย่างถูกต้อง

3.1.2 การศึกษาแบบก่อสร้าง

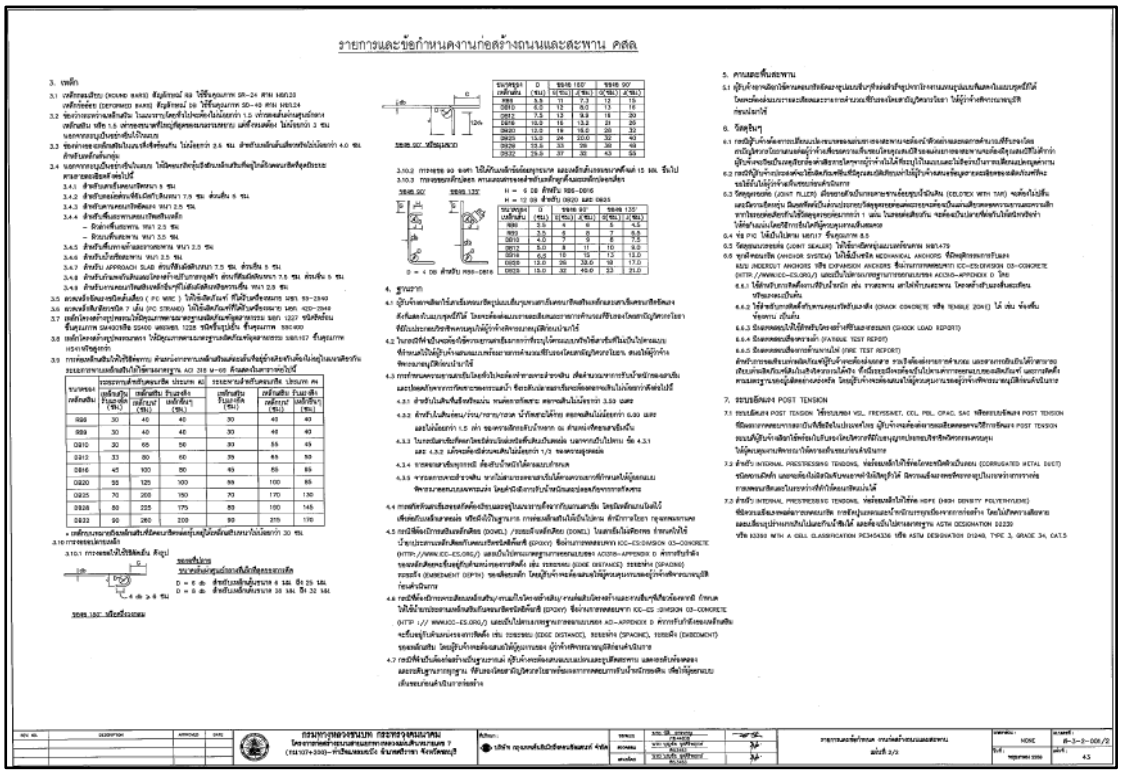
การศึกษาแบบก่อสร้าง เป็นการศึกษารายการประกอบแบบ และแบบก่อสร้างเพื่อเตรียมขั้นตอน วิธีการก่อสร้าง ผู้ที่จะทำการสร้างโมเดลโครงสร้างสะพานสามมิติ ควรปฏิบัติให้เป็นไปตามรายการประกอบแบบและแบบก่อสร้างอย่างถูกต้องทุกขั้นตอน ที่แสดงไว้ในแบบแปลนทุกขั้นตอนการทำงาน ซึ่งมีรายละเอียดที่เกี่ยวกับแบบก่อสร้างข้อกำหนดต่างๆในแบบก่อสร้างเพื่อที่จะทำให้เป็นไปตามเกณฑ์การก่อสร้างและมาตรฐานงานก่อสร้างที่ดี ของงานก่อสร้างแต่ละรายการดังรูปที่ 3.2 - 3.4



รูปที่ 3.2 แปลนรูปด้านสะพานตามยาว



รูปที่ 3.3 แปลนรูปตัดสะพาน



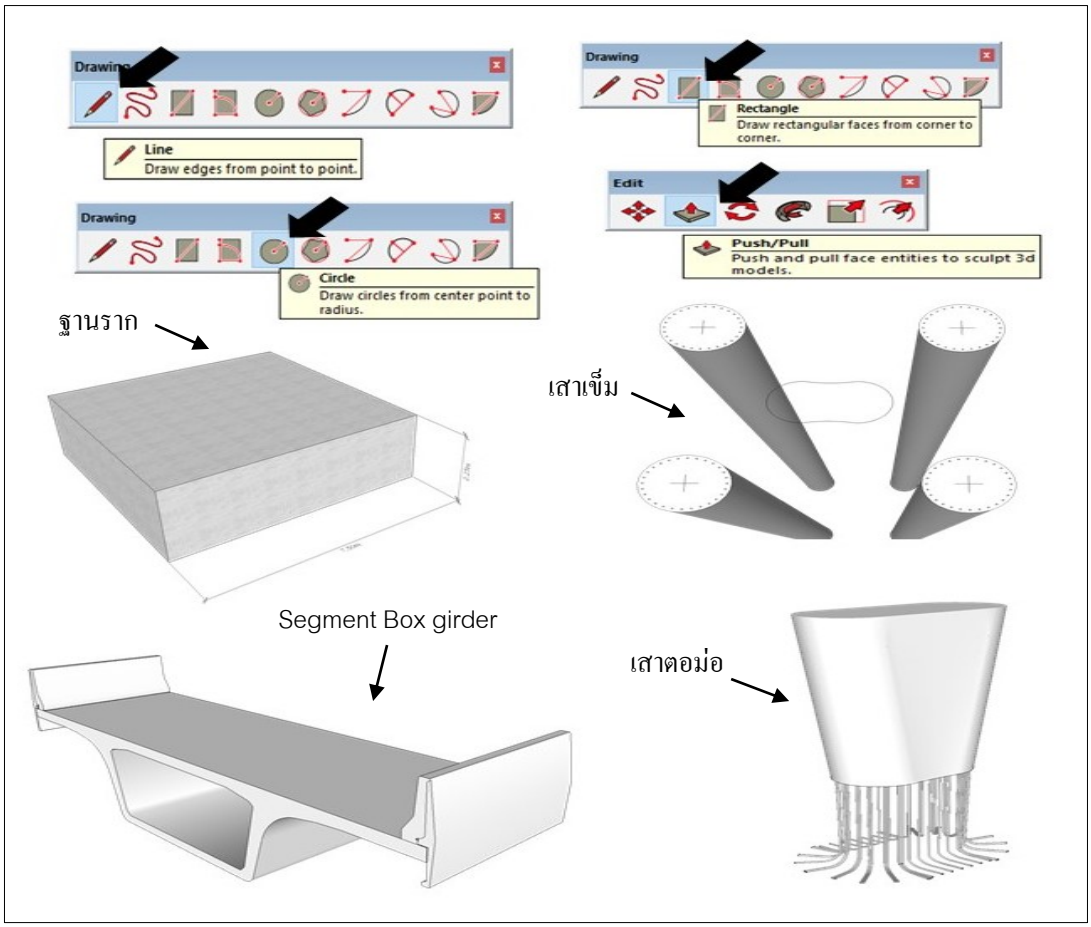
รูปที่ 3.4 แบบข้อกำหนดการเสริมเหล็ก

3.2 การสร้างโมเดลจำลองสามมิติโดยโปรแกรมสเก็ตอัพ

จากการที่ได้ศึกษาแบบก่อสร้างสองมิติและหลักการเขียนโปรแกรมสเก็ตอัพอย่างเข้าใจถี่ถ้วนแล้ว ในหัวข้อนี้จะแสดงวิธีการสร้างโมเดลสามมิติของโครงสร้างสะพานโดยมีวิธีการดำเนินขั้นตอนการการใช้เครื่องต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานโปรแกรมโดยสร้างโมเดลดังต่อไปนี้

3.2.1 การสร้างโมเดลสามมิติคอนกรีตโครงสร้างสะพาน

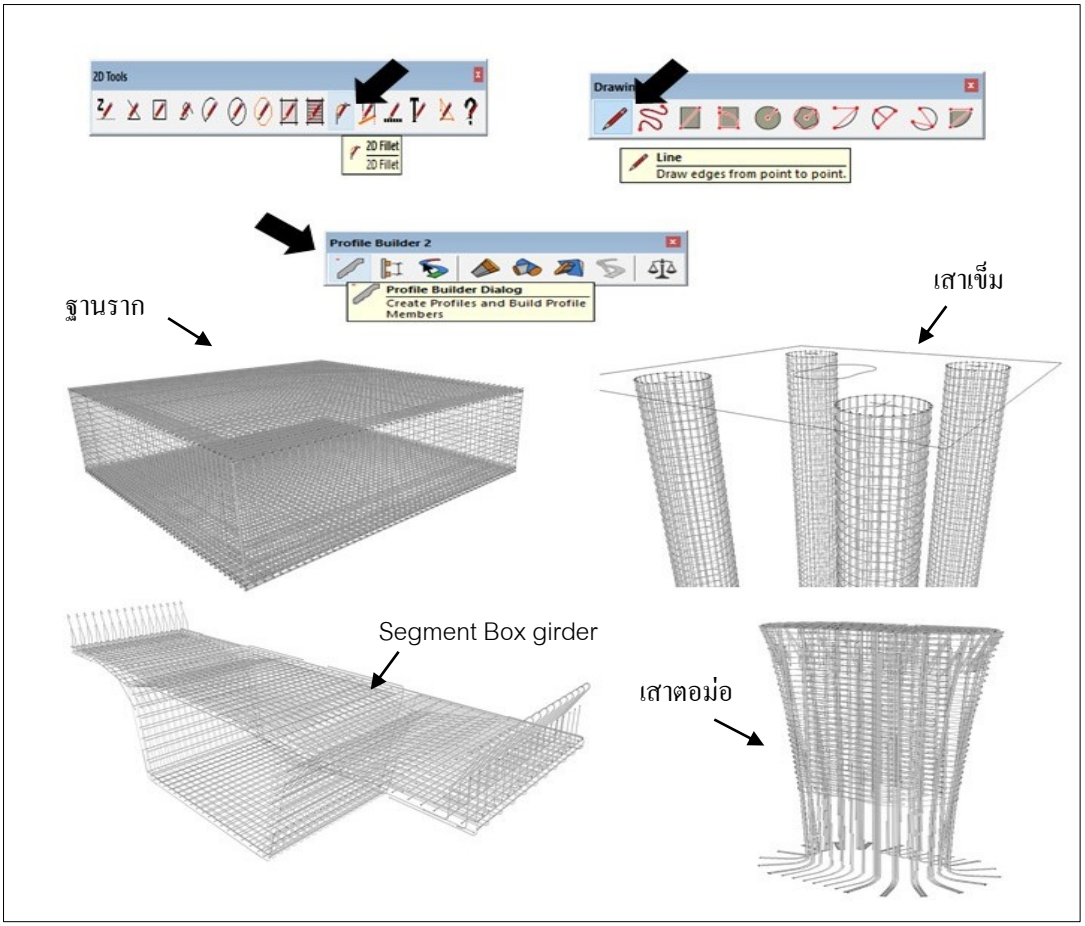
การสร้างโมเดลคอนกรีตด้วยเสาเข็มใช้คำสั่ง Circle เพื่อสร้างวงกลมและใช้คำสั่ง Push/Pull และยืดขึ้นตามความยาวของเสาเข็ม การสร้างโมเดลคอนกรีตฐานรากใช้คำสั่ง Rectangle เพื่อสร้างสี่เหลี่ยมแล้วกำหนดขนาดและใช้คำสั่ง Push/Pull และยืดขึ้นตามความสูงของฐานราก การสร้างโมเดลคอนกรีตเสาตอม่อใช้คำสั่ง Line เพื่อสร้างรูปเสาตอม่อและใช้คำสั่ง Push/Pull และยืดขึ้นตามความสูงของเสาตอม่อ การสร้างโมเดลคอนกรีต Segment ใช้คำสั่ง Line เพื่อสร้างรูป Segment และใช้คำสั่ง Push/Pull แล้วยืดตามความหนาของ Segment ดังรูปที่ 3.5 การสร้างโมเดลคอนกรีต



รูปที่ 3.5 การสร้างโมเดลคอนกรีต

3.2.2 การสร้างโมเดลสามมิติเหล็กเสริมโครงสร้างสะพาน

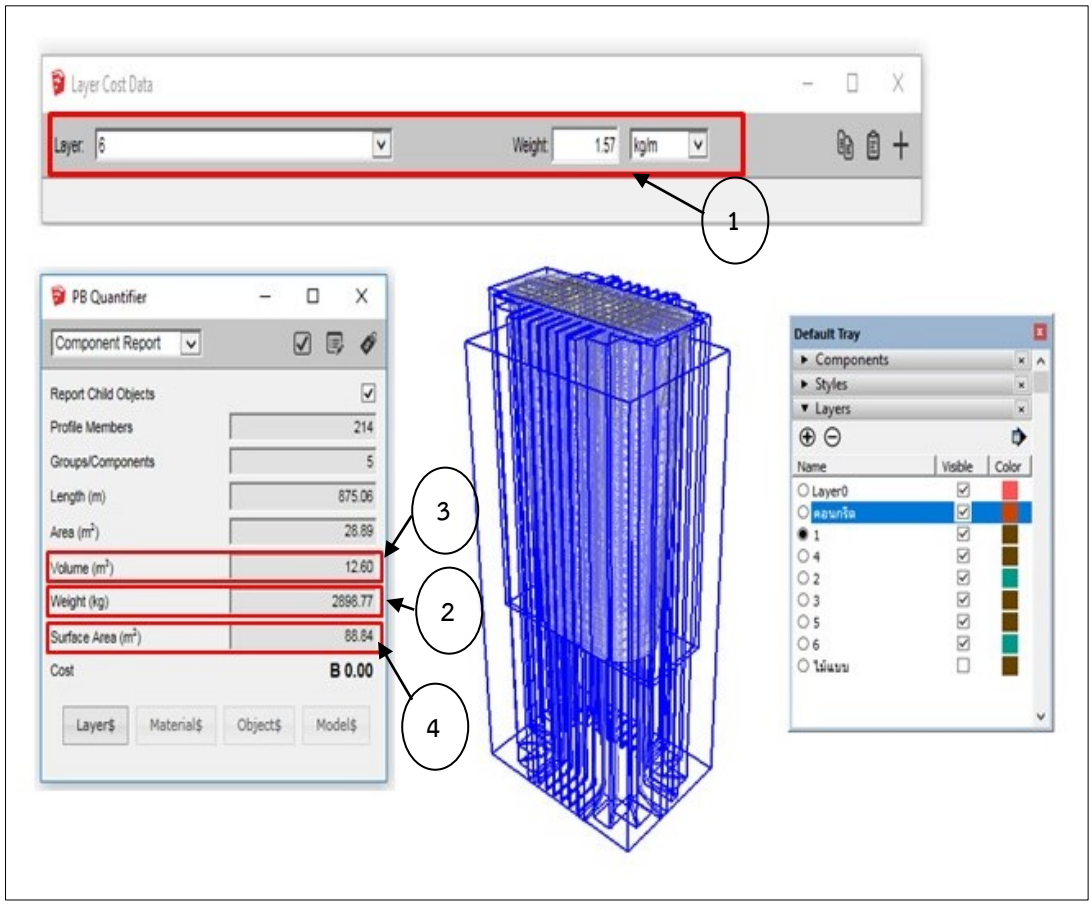
ขั้นตอนการการสร้างโมเดลของเหล็กเสริมคอนกรีตของโครงสร้างสะพานผู้ศึกษาได้เริ่มจากการสร้างโมเดลเหล็กเสริมเสาเข็มโดยใช้คำสั่ง Line เพื่อสร้างเส้นของเหล็กเสริมและใช้เครื่องมือ 2D Fillet เพื่องอเหล็ก และใช้คำสั่ง Profile Builder Dialog เพื่อสร้างเหล็กเสริมและสามารถกำหนดขนาดของเหล็กเสริมได้ การสร้างโมเดลเหล็กเสริมฐานรากโดยใช้คำสั่ง Line เพื่อสร้างเส้นของเหล็กเสริมและใช้เครื่องมือ 2D Fillet เพื่องอเหล็ก และใช้คำสั่ง Profile Builder Dialog เพื่อสร้างเหล็กเสริมและสามารถกำหนดขนาดของเหล็กเสริมได้ การสร้างโมเดลเหล็กเสริมเสาตอม่อโดยใช้คำสั่ง Line เพื่อสร้างเส้นของเหล็กเสริมและใช้เครื่องมือ 2D Fillet เพื่องอเหล็ก และใช้คำสั่ง Profile Builder Dialog เพื่อสร้างเหล็กเสริมและสามารถกำหนดขนาดของเหล็กเสริมได้ การสร้างโมเดลเหล็ก Segment โดยใช้คำสั่ง Line เพื่อสร้างเส้นของเหล็กเสริมและใช้เครื่องมือ 2D Fillet เพื่องอเหล็ก และใช้คำสั่ง Profile Builder Dialog เพื่อสร้างเหล็กเสริมและสามารถกำหนดขนาดของเหล็กเสริมได้ดังรูปที่รูปที่ 3.6 การสร้างโมเดลเหล็กเสริมคอมกรีต



รูปที่ 3.6 การสร้างโมเดลเหล็กเสริมคอมกรีต

3.2.3 การถอดปริมาณงานก่อสร้างโดยคำสั่งเสริม Profile Builder2.1

โปรแกรมสเก็ตอัพมี Extension ที่มีชื่อว่า Profile Builder2.1 โดยมีหลักการทำงานที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากนัก คำสั่งนี้สามารถสร้างขนาดเหล็กเส้นกลม เหล็กรูปพรรณโดยการบักทึกไว้เป็นข้อมูลพื้นฐาน(Database) หลังจากนั้นนำข้อมูลพื้นฐาน ที่ทำเก็บไว้มาประกอบ ให้เสมือนจริงและรวดเร็ว มีประสิทธิภาพร่วมทั้งในการถอดปริมาณวัสดุและคิดราคาได้แบบทันที



รูปที่ 3.7 การถอดปริมาณงานโดยเครื่องมือ Profile Builder2.1

การถอดปริมาณงานโครงสร้างสะพานโดยใช้ Profile Builder2.1 โดยคลิกเลือก Layer และเลือกชิ้นงานที่ต้องที่จะถอดปริมาณงาน จากนั้นเลือกคำสั่ง Quantifier และใช้คำสั่ง Layer$ โดยคำสั่งสามารถที่จะตั้งค่าน้ำหนักของเหล็กแต่ละขนาดดังหมายเลข (1) เพื่อให้โปรแกรมถอดปริมาณของน้ำหนักเหล็ก โปรแกรมจะทำการถอดปริมาณน้ำหนักเหล็กดังหมาย (2)และหมายเลข (3) แสดงถึงปริมาณคอนกรีต และหมายเลข (4) แสดงถึงปริมาณไม้แบบ จากนั้นใช้คำสั่ง Create Report เพื่อส่งออกข้อมูลรายละเอียดของการโดยปริมาณงานไปยังโปรแกรม Excel แสดงดังรูปที่ 3.7 การถอดปริมาณงานโดยเครื่องมือ Profile Builder2.1

3.3 ตารางเก็บรวบรวมข้อมูล

การสร้างแบบฟอร์มเพื่อใช้เก็บข้อมูล เพื่อให้ผู้ศึกษาได้นำปริมาณงานจากการถอดปริมาณงานจากเครื่องมือเสริม Profile builederl2.1 ของโปรแกรมสเก็ตอัพและดำเนินการบันทึกปริมาณงานคอมกรีต เหล็กเสริมและไม้แบบของโครงสร้างสะพานซึ่งประกอบไปด้วย เสาเข็มเจาะ ฐานราก เสาตอม่อ Segmental Box Girder จากการถอดปริมาณจากการสร้างโมเดลสามมิติ

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณงานเสาเข็ม

การบันทึกข้อมูลปริมาณงานของเสาเข็มโดยการสร้างตารางบันทึกข้อมูลและบันทึกรายละเอียดของปริมาณงานคอนกรีต และเหล็กเสริมแสดง เพื่อใช้เก็บข้อมูลจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพ

ตารางที่ 3.1 การเก็บปริมาณงานของเสาเข็ม

รายการ (1)	จำนวน (2)	ตำแหน่ง (3)	คอนกรีต (m^3) (4)	เหล็กเสริมคอนกรีต (kg) (5)				
				DB12	DB16	DB20	DB25	DB32
เสาเข็ม	4	P2L-P2R	50	456	339	345	569	1867
รวม (6)			50	456	339	345	569	1,867

วิธีการบันทึกปริมาณงานลงในตางรางมีวิธีดำเนินการโดย ในช่องที่ (1) แสดงถึงการบันทึกชื่อรายการหรือชนิด ของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (2) แสดงถึงการบันทึกจำนวนของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (3) แสดงถึงการบันทึกตำแหน่งของโมเดลที่ได้ถอดปริมาณงาน P2L หมายถึงด้านซ้าย P2R หมายถึงด้านขวา ในช่องที่ (4) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพมีหน่วยเป็นลูกบากศ์เมตร ในช่องที่ (5) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานของเหล็กเสริมที่ได้จากการถอดปริมาณงาน โดยประกอบไปด้วยเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 16 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 32 มม. มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ในช่องที่ (6) แสดงถึงการรวบรวมปริมาณงานของแต่ละรายการประกอบด้วยคอนกรีต และเหล็กเสริม ดังตารางที่ 3.1 การเก็บปริมาณงานของเสาเข็ม

3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณงานฐานราก

การบันทึกข้อมูลปริมาณงานของฐานรากโดยการสร้างตารางบันทึกข้อมูลและบันทึกรายละเอียดของปริมาณงานคอนกรีต เหล็กเสริมและไม้แบบ เพื่อใช้เก็บข้อมูลจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพ

ตารางที่ 3.2 การเก็บปริมาณงานของฐานราก

รายการ (1)	จำนวน (2)	ตำแหน่ง (3)	คอนกรีต (m^3) (4)	เหล็กเสริมคอนกรีต (kg) (5)			ไม้แบบ (m^2) (6)
				DB16	DB25	DB32	
ฐานราก	2	P2L-P2R	253	3,392	5,698	18,678	135
รวม (7)			253	3,392	5,698	18,678	135

วิธีการบันทึกปริมาณงานลงในตางรางมีวิธีดำเนินการโดย ในช่องที่ (1) แสดงถึงการบันทึกชื่อรายการหรือชนิด ของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (2) แสดงถึงการบันทึกจำนวนของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (3) แสดงถึงการบันทึกตำแหน่งของโมเดลที่ได้ถอดปริมาณงาน P2L หมายถึงด้านซ้าย P2R หมายถึงด้านขวา ในช่องที่ (4) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ในช่องที่ (5) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานของเหล็กเสริมที่ได้จากการถอดปริมาณงาน โดยประกอบไปด้วยเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 16 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 32 มม. มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ในช่องที่ (6) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานไม้แบบที่ได้จากการถอดปริมาณงาน โดยมีหน่วยเป็นตารางเมตร ในช่องที่ (7) แสดงถึงการรวบรวมปริมาณงานของแต่ละรายการประกอบด้วยคอนกรีต เหล็กเสริมและไม้แบบ ดังตารางที่ 3.1 การเก็บปริมาณงานของเสาเข็ม

3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณงานเสาตอม่อ

การบันทึกข้อมูลปริมาณงานของเสาเข็มโดยการสร้างตารางบันทึกข้อมูลและบันทึกรายละเอียดของปริมาณงานคอนกรีต และเหล็กเสริมแสดงดังตารางที่ 3.1 เพื่อใช้เก็บข้อมูลจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพ

ตารางที่ 3.3 การเก็บปริมาณงานของเสาตอม่อ

รายการ (1)	จำนวน (2)	ตำแหน่ง (3)	คอนกรีต (m^3) (4)	เหล็กเสริมคอนกรีต (kg) (5)			ไม้แบบ (m^2) (6)
				DB16	DB25	DB32	
A1	2	P2L-P2R	253	3,392	5,698	18,678	135
รวม (7)			253	3,392	5,698	18,678	135

วิธีการบันทึกปริมาณงานลงในตางรางมีวิธีดำเนินการโดย ในช่องที่ (1) แสดงถึงการบันทึกชื่อรายการหรือชนิด ของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (2) แสดงถึงการบันทึกจำนวนของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (3) แสดงถึงการบันทึกตำแหน่งของโมเดลที่ได้ถอดปริมาณงาน P2L หมายถึงด้านซ้าย P2R หมายถึงด้านขวา ในช่องที่ (4) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร ในช่องที่ (5) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานของเหล็กเสริมที่ได้จากการถอดปริมาณงาน โดยประกอบไปด้วยเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 16 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 32 มม. มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ในช่องที่ (6) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานไม้แบบที่ได้จากการถอดปริมาณงาน โดยมีหน่วยเป็นตารางเมตร ในช่องที่ (7) แสดงถึงการรวบรวมปริมาณงานของแต่ละรายการประกอบด้วยคอนกรีต เหล็กเสริม และไม้แบบ ดังตารางที่ 3.1 การเก็บปริมาณงานของเสาเข็ม

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณงาน Segment Box girder

การบันทึกข้อมูลปริมาณงานของเสาเข็มโดยการสร้างตารางบันทึกข้อมูลและบันทึกรายละเอียดของปริมาณงานคอนกรีต และเหล็กเสริมแสดงดังตารางที่ 3.1 เพื่อใช้เก็บข้อมูลจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพ

ตารางที่ 3.4 การเก็บปริมาณงาน Segment Box girder

รายการ (1)	จำนวน (2)	ตำแหน่ง (3)	คอนกรีต (m^3) (4)	เหล็กเสริมคอนกรีต (kg) (5)		
Segment Box girder				DB12	DB16	DB25
Standard	18	P2L,P2R-P3L,P3R	31	2,000	4,921	5,000
รวม (7)			31	2,000	4,921	5,000

วิธีการบันทึกปริมาณงานลงในตางรางมีวิธีดำเนินการโดย ในช่องที่ (1) แสดงถึงการบันทึกชื่อรายการหรือชนิด ของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (2) แสดงถึงการบันทึกจำนวนของโมเดลสามมิติที่ได้ทำการถอดปริมาณงาน ในช่องที่ (3) แสดงถึงการบันทึกตำแหน่งของโมเดลที่ได้ถอดปริมาณงาน P2L หมายถึงด้านซ้าย P2R หมายถึงด้านขวา ในช่องที่ (4) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานคอนกรีตจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพมีหน่วยเป็นลูกบากศ์เมตร ในช่องที่ (5) แสดงถึงการบันทึกปริมาณงานของเหล็กเสริมที่ได้จากการถอดปริมาณงาน โดยประกอบไปด้วยเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 16 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 มม. เหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 มม. ในช่องที่ (6) แสดงถึงการรวบรวมปริมาณงานของแต่ละรายการประกอบด้วยคอนกรีต และเหล็กเสริม ดังตารางที่ 3.1 การเก็บปริมาณงานของเสาเข็ม

3.4 การเปรียบเทียบข้อมูล

การเปรียบเทียบปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพเพื่อหาความคลาดเคลื่อนของปริมาณงานคอนกรีต เหล็กเสริมและไม้แบบ ของโครงสร้างสะพานซึ่งประกอบไปด้วยเสาเข็มเจาะ ฐานราก เสาตอม่อ Segmental Box Girder โดยเปรียบเทียบจากปริมาณงานจากตัวอย่างและปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพโดยใช้สมการของค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Absolute Percent error, APE) และ ค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error , MAPE)

ตารางที่ 3.5 ตารางการเปรียบเทียบข้อมูล

ฐานราก P2-P11			
รายการ (1)	ปริมาณตามตัวอย่าง (2)	ปริมาณจากสเก็ตอัพ (3)	APE % (4)
คอนกรีต	250	270	8.00
ไม้แบบ	100	90	10
DB16			
DB25			
DB32			
(5) MAPE = 9 %			

ตารางประกอบไปด้วย

ช่อง(1) แสดงถึงรายการของชิ้นงานจากโมเดลสามมิติฐานรากที่นำมาเปรียบเทียบประกอบไปด้วย คอนกรีต ไม้แบบ เหล็กเสริม

ช่อง(2) แสดงถึงปริมาณงานทั้งหมดตามตัวอย่างจากการคำนวนจากแบบ 2 มิติ

ช่อง(3) แสดงถึงปริมาณงานทั้งหมดที่ถอดจากโมเดลสามมิติโดยใช้โปรแกรมสเก็ตอัพ

ช่อง(4) แสดงถึงค่าสัมบูรณ์ของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Absolute Percent error, APE) ของปริมาณงานแต่ละรายการโดยใช้สมการที่ (9) แสดงตัวอย่างของคอนกรีต

$$\text{APE} = \left|\frac{250-270}{250}\right| x100$$

$$\text{APE} = 8\ \%$$

ช่อง(5) แสดงถึงค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error , MAPE) เป็นค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนโดยรวมทั้งหมดโดยใช้สมการที่ (10) แสดงตัวอย่าง

$$\text{MAPE} = \left(\frac{1}{n}\sum\left|\frac{Y-\hat{Y}}{Y}\right|\right)x100$$

$$\text{MAPE} = \frac{1}{2}\left(\left(\frac{250-270}{250}\right)+\left(\frac{100-90}{100}\right)\right)x100$$

$$\text{MAPE} = 9\ \%$$

3.5 สรุปท้ายบท

จากขั้นตอนการดำเนินงานในบทนี้ ทำให้ได้วิธีการศึกษาข้อมูลการสร้างโมเดลสามมิติของโครงร้างสะพาน การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการถอดปริมาณงาน โดยได้คำนึงถึงกรอบการทำงานที่ประกอบไปด้วยการตรวจสอบแบบสองมิติการสร้างโมเดล 3 มิติ การเก็บข้อมูลของปริมาณงานจากการถอดปริมาณงานจากโปรแกรมสเก็ตอัพการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของปริมาณงาน