



การศึกษาเปรียบเทียบงานก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของระบบดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูป



โดย
นางสาวเจนจิรา กันภัย

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง แผนก ข ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาเปรียบเทียบงานก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของระบบดั้งเดิมและระบบห้องน้ำ
สำเร็จรูป



โดย
นางสาวเจนจิรา กันภัย

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง แผน ข ระดับปริญญาามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

A COMPARATIVE STUDY OF CONVENTIONAL AND MODULAR BATHROOM
CONSTRUCTION IN A HIGH RISE BUILDING



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Science (CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT)

Department of Architectural Technology
Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การศึกษาเปรียบเทียบงานก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของระบบ ดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูป
โดย	เจนจิรา กันภัย
สาขาวิชา	การจัดการโครงการก่อสร้าง แผน ข ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทยากร จารุชัยมนตรี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ

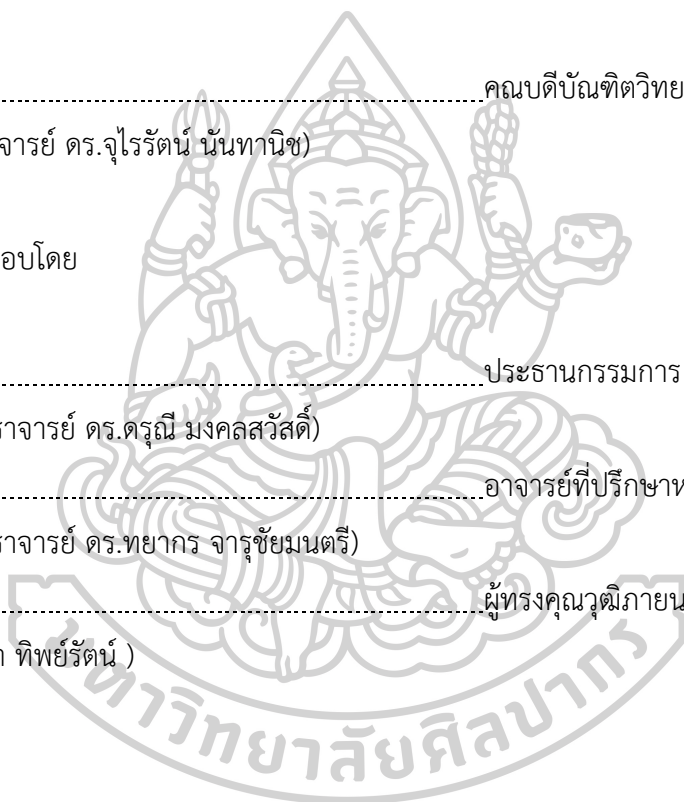
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตรุณี มงคลสวัสดิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทยากร จารุชัยมนตรี)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ดร.เทอดธิดา ทิพย์รัตน์)



59055309 : การจัดการโครงการก่อสร้าง แผน ข ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : อาคารสูง, ห้องน้ำสำเร็จรูป, ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

นางสาว เจนจิรา กันภัย: การศึกษาเปรียบเทียบงานก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของระบบ
ดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูป อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทยากร
จารย์ชัยมนตรี

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือการเปรียบเทียบการก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของ
ระบบดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูปโดยศึกษาผ่านกรณีศึกษา อาคาร A โครงการโรงแรมและ
เซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ ถนนหลังสวน ซึ่งทางโครงการเลือกใช้ห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปชั้นที่
4-23 จำนวน332 ห้อง และห้องน้ำแบบดั้งเดิมชั้นที่ 24-29 จำนวน 48 ห้อง

จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ระยะเวลาการก่อสร้างและจำนวนคนงาน
ต่อการก่อสร้างห้องน้ำ พบว่าห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงานจากกรณีศึกษา
สามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างได้จริงเมื่อมีจำนวนตั้งแต่ 62 ห้องขึ้นไปในกรณีที่มีห้องน้ำ 1-9 ห้อง
ต่อชั้นและ 54 ห้องขึ้นไปในกรณีที่มีห้องน้ำ 10-18 ห้องต่อชั้น แต่ยังมีราคาที่สูงกว่าห้องน้ำระบบ
ดั้งเดิมถึง ร้อยละ 31.64-37.24 ทั้งนี้ความเหมาะสมในการเลือกใช้ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปขึ้นอยู่กับ
ปัจจัยในเรื่องของ ลักษณะอาคาร พื้นที่ก่อสร้าง เทคโนโลยีการก่อสร้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละ
โครงการ รวมถึงราคาของห้องน้ำสำเร็จรูปในเวลานั้น

59055309 : Major (CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT)

Keyword : modular bathroom, precast concrete bathroom

MISS JANJIRA KANPAI : A COMPARATIVE STUDY OF CONVENTIONAL AND MODULAR BATHROOM CONSTRUCTION IN A HIGH RISE BUILDING THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR TAYAGORN CHARUCHAIMONTRI, Ph.D.

The objective of this study is to compare the construction of a bathroom in high-rise building between the conventional and prefabricated bathroom systems through a case study. Hotel and serviced apartment building on Lang Suan Road is the case study which has 332 modular prefabricated bathroom pods on floor 4th-23rd and 48 conventional bathroom on floor 24th-29th.

According to the data collected from the case study, the construction time and the use of worker for the prefabricated concrete bathroom can reduce the construction time if there are more than 62 rooms with 1-9 bathrooms per floor and 54 rooms with 10-18 bathrooms per floor. However, the cost of this prefabricated concrete bathroom is higher than the conventional bathroom of 31.64-37.24%. Therefore, the suitable use of the prefabricated bathroom, depends on the layout of the building, the area of the construction site, the construction technology as well as the concept of the building including the cost of prefabricated bathroom at a certain time.

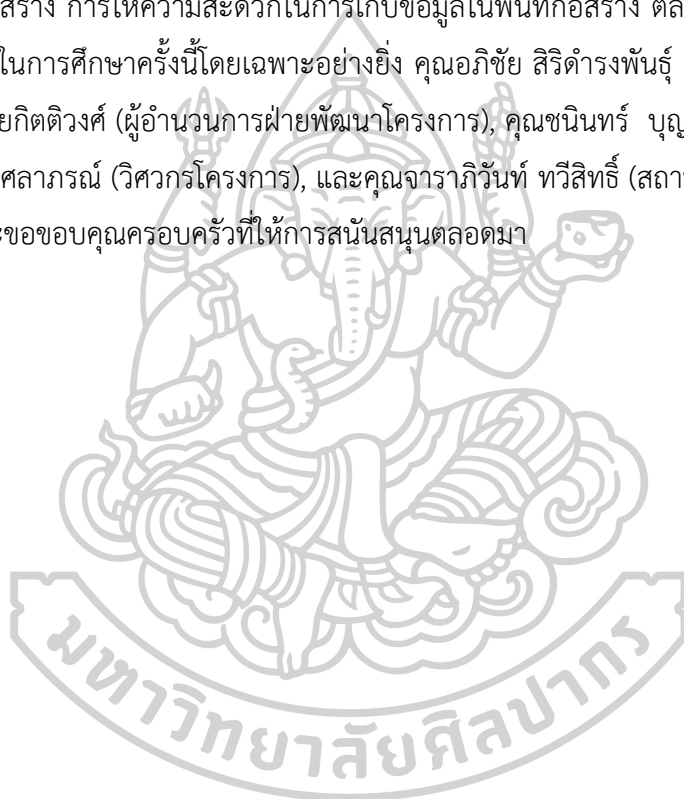
กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบประธานกรรมการ ผศ.ดร.ดรุณี มงคลสวัสดิ์ และกรรมการ
ภายนอก ดร.เทอดธิดา ทิพย์รัตน์ ที่ให้เกียรติสละเวลาและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษา
ครั้งนี้

ขอขอบคุณบริษัท สยามสินธร จำกัด ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูลโครงการและ
เทคนิคการก่อสร้าง การให้ความสะดวกในการเก็บข้อมูลในพื้นที่ก่อสร้าง ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ อัน
เป็นประโยชน์ในการศึกษาครั้งนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณอภิชัย สิริดำรงพันธุ์ (ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการ),
คุณชัยพล พิทยกิตติวงศ์ (ผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาโครงการ), คุณชินนทร์ บุญยะเลขา (ผู้จัดการโครงการ),
คุณธนพงษ์ กุศลภรณ์ (วิศวกรโครงการ), และคุณจรรยาวิวัฒน์ ทวีสิทธิ์ (สถาปนิกอาวุโส)

และขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนตลอดมา

เจนจิรา กั้นภัย



2.3.2 แรงกระทำ.....	6
2.3.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง.....	7
2.3.4 เครื่องจักรและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.....	7
2.3.5 ระยะเวลา มีผลต่อต้นทุนของการก่อสร้าง แบ่งออกเป็น.....	8
2.3.6 การออกแบบจตุรรอยต่อ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้.....	8
2.3.7 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน.....	9
2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	13
3.1 การสำรวจและการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.....	14
3.6.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ.....	14
3.6.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ.....	14
3.2 การเลือกตัวอย่างและเหตุผลที่ใช้ในการศึกษา.....	14
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	14
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	15
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	15
3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบราคาในการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตคอนกรีตสำเร็จรูป.....	15
3.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป.....	15
3.6 การสรุปและเสนอแนะ.....	17
บทที่ 4 ผลการศึกษาเบื้องต้น.....	18
4.1 ประเภทของห้องน้ำสำเร็จรูป.....	18
4.1.1 ห้องน้ำประเภทที่ 1 ห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน.....	19
4.1.2 ห้องน้ำประเภทที่ 2 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน.....	20

4.1.3 ห้องน้ำประเภทที่ 3 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงานประกอบ ภายในโครงการ.....	21
4.2 ขั้นตอนการผลิต ขนส่ง และติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูป	22
4.2.1 ห้องน้ำประเภทที่ 1 ห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน	22
4.2.2 ห้องน้ำประเภทที่ 2 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน	34
4.2.3 ห้องน้ำประเภทที่ 3 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงานประกอบ ภายในโครงการ.....	42
4.3 เทคนิคการก่อสร้างและข้อจำกัดห้องน้ำสำเร็จรูป.....	48
4.4 ข้อมูลทั่วไปกรณีศึกษา	49
บทที่ 5 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล	58
5.1 ราคาต้นทุนการก่อสร้างของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป.....	58
5.2 ระยะเวลาการก่อสร้างของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป.....	65
5.2.1 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิม	65
5.2.2 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป	68
5.2.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีต สำเร็จรูป.....	73
บทที่ 6 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	76
6.1 สรุปราคาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตคอนกรีตสำเร็จรูป	76
6.2 สรุประยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตคอนกรีตสำเร็จรูป	77
6.3 ข้อจำกัดของการวิจัย.....	78
6.4 ข้อเสนอแนะ	78
รายการอ้างอิง	80
ประวัติผู้เขียน	81

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางสรุปการเปรียบเทียบระยะเวลาและราคาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตารางที่ 2 สรุปการแบ่งประเภทห้องน้ำสำเร็จรูปตามวิธีการก่อสร้าง และวัสดุ.....	18
ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเทคนิคการก่อสร้างและข้อจำกัดของห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทต่าง ๆ.....	48
ตารางที่ 4 จำนวนห้อง และรหัสห้องน้ำอาคาร A โครงการกรณีศึกษา.....	50
ตารางที่ 5 รายละเอียด จำนวน น้ำหนัก และขนาดห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีศึกษา.....	51
ตารางที่ 6 รายการประกอบแบบสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์งานระบบในห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป.....	54
ตารางที่ 7 ระยะเวลาติดตั้งห้องน้ำภายในโครงการ.....	56
ตารางที่ 8 จำนวนคนงาน อุปกรณ์ ปัญหาและอุปสรรค การติดตั้งห้องน้ำที่พบในกรณีศึกษา.....	57
ตารางที่ 9 ราคาเสนอห้องน้ำแบบดั้งเดิมจากผู้รับเหมาหลักโครงการ.....	59
ตารางที่ 10 ราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปจากผู้จำหน่ายและค่าดำเนินการจากผู้รับเหมาหลักโครงการกรณีทั่วไป.....	60
ตารางที่ 11 ราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปจากผู้จำหน่ายและค่าดำเนินการจากผู้รับเหมาหลักโครงการกรณีศึกษา.....	61
ตารางที่ 12 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิม.....	65
ตารางที่ 13 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป.....	68
ตารางที่ 14 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและกิจกรรมการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป.....	68
ตารางที่ 15 แผนงานส่งห้องน้ำสำเร็จรูปติดตั้งภายในโครงการ.....	69

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบกับงานก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของระบบดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูป.....	13
รูปภาพที่ 2 ภาพจำลองห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน.....	19
รูปภาพที่ 3 ภาพจำลองห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน.....	21
รูปภาพที่ 4 ชิ้นส่วนประกอบของห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงาน	21
รูปภาพที่ 5 ภาพจำลองห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงาน และประกอบภายในห้องน้ำ	22
รูปภาพที่ 6 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเตรียมแบบโครงสร้างและงานระบบสำหรับผนังและฝ้าเพดาน	23
รูปภาพที่ 7 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเทคอนกรีตมวลเบาลงแม่แบบผนังและฝ้าเพดาน.....	23
รูปภาพที่ 8 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดแม่แบบ 3 มิติ	24
รูปภาพที่ 9 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเตรียมแบบโครงสร้างและงานระบบสำหรับพื้น	24
รูปภาพที่ 10 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานประกอบชิ้นส่วนผนังกับแม่แบบพื้น	25
รูปภาพที่ 11 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดแม่แบบพื้นและทดสอบการรั่วซึมรอยต่อ	25
รูปภาพที่ 12 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานติดตั้งกระเบื้องภายในห้องน้ำ.....	26
รูปภาพที่ 13 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเฟอร์นิเจอร์และฉากกันห้องอาบน้ำ.....	26
รูปภาพที่ 14 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานติดตั้งประตูชั่วคราวและแผ่นกันกระแทก	27
รูปภาพที่ 15 การขนส่ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 โดยรถเทรลเลอร์ขนาด 12 เมตร.....	27

รูปภาพที่ 16 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : การเตรียมทาวเวอร์คอนและพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ก่อสร้าง	29
รูปภาพที่ 17 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานยกห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้ทาวเวอร์คอนและ ห่วงสำหรับยก (จากการติดตั้งภายในโรงงาน).....	29
รูปภาพที่ 18 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานยกห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้ทาวเวอร์คอน	30
รูปภาพที่ 19 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ ก่อสร้าง	30
รูปภาพที่ 20 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดห้องน้ำออกจากทาวเวอร์คอนและเคลื่อนย้าย ในแนวระนาบไปยังพื้นที่ใกล้เคียงการติดตั้ง.....	31
รูปภาพที่ 21 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดล้อเลื่อนและแม่แรงออกจากห้องน้ำ	31
รูปภาพที่ 22 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานวางห้องน้ำทั้งหมดใกล้เคียงพื้นที่ติดตั้ง	32
รูปภาพที่ 23 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานจัดเตรียมตัวปรับระดับและทำทางลาดสำหรับการ เข็นห้องน้ำไปยังพื้นที่ติดตั้ง	32
รูปภาพที่ 24 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานปรับระดับพื้นห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้แผ่นยาง และเหล็กแผ่น	33
รูปภาพที่ 25 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปทุกหน่วยในชั้นลงยังพื้นที่ติดตั้ง และทดสอบการระบายน้ำ.....	33
รูปภาพที่ 26 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเทคอนกรีตปรับระดับพื้นภายในพื้นที่.....	34
รูปภาพที่ 27 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานผลิตภาคพื้นพลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics).....	35
รูปภาพที่ 28 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 :งานแผ่นผนังโครงเคร่าติดตั้งไฟเบอร์ซีเมนต์ บอร์ด เดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปา และกรุด้วยวัสดุกรุผิว	35
รูปภาพที่ 29 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งโครงเสาและผนังชั้นตมม	36
รูปภาพที่ 30 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งผนังชั้นตมม	36
รูปภาพที่ 31 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งผนังทั้งหมด.....	37
รูปภาพที่ 32 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน	37

รูปภาพที่ 33 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเพอร์นิเจอร์และฉาก กันห้องอาบน้ำ.....	38
รูปภาพที่ 34 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งชิ้นงาน	38
รูปภาพที่ 35 การขนส่ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 โดยรถเทรลเลอร์ขนาด 12 เมตร.....	39
รูปภาพที่ 36 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : การเตรียมทาวเวอร์คอนและพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ ก่อสร้าง.....	40
รูปภาพที่ 37 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานยกห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้ทาวเวอร์คอน	40
รูปภาพที่ 38 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ ก่อสร้าง.....	41
รูปภาพที่ 39 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานจัดเรียงห้องน้ำในแนวระนาบไปยังพื้นที่ติดตั้ง....	41
รูปภาพที่ 40 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานผลิตลาดพื้นพลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics).....	42
รูปภาพที่ 41 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานแผ่นผนังโครงเคร่าติดตั้งไฟเบอร์ซีเมนต์ บอร์ด เดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปา และกรุด้วยวัสดุกรุผิว	43
รูปภาพที่ 42 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานจัดเตรียมลวดพลาเทเพื่อขนไปยังพื้นที่ โครงการ.....	43
รูปภาพที่ 43 การขนส่ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 โดยรถเทรลเลอร์ขนาด 12 เมตร.....	44
รูปภาพที่ 44 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานเตรียมพื้นที่ปรับระดับเพื่อจัดวางแผ่นพื้นบริเวณ ห้องน้ำ	45
รูปภาพที่ 45 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งโครงเสาห้องน้ำและผนังขึ้นมุม	45
รูปภาพที่ 46 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งผนังทั้งหมด	46
รูปภาพที่ 47 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน.....	46
รูปภาพที่ 48 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเพอร์นิเจอร์และฉากกันห้อง อาบน้ำ	47
รูปภาพที่ 49 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานแล้วเสร็จเตรียมต่องานระบบไฟฟ้าและประปา..	47
รูปภาพที่ 50 ทศนียภาพจำลอง อาคารโรงแรมและเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ ถนนหลังสวน.....	49

รูปภาพที่ 51 ตัวอย่างแบบก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีศึกษา (WC-04).....	53
รูปภาพที่ 52 รายละเอียดการนำเสนอราคาและการจัดซื้อ.....	55
รูปภาพที่ 53 กราฟแท่งแสดงราคาแยกส่วนของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป .	62
รูปภาพที่ 54 แสดงความสัมพันธ์ของราคาโครงสร้าง และขนาดพื้นที่ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป	63
รูปภาพที่ 55 แสดงความสัมพันธ์ของงานระบบไฟฟ้าและประปา และขนาดพื้นที่ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป	63
รูปภาพที่ 56 แสดงความสัมพันธ์ของราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว และขนาดพื้นที่ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป	64
รูปภาพที่ 57 แสดงกำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 1	66
รูปภาพที่ 58 กำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 2	67
รูปภาพที่ 59 กำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีที่ 1.....	71
รูปภาพที่ 60 กำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีที่ 2.....	72
รูปภาพที่ 61 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนห้องและระยะเวลาการก่อสร้าง.....	73



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการก่อสร้างมีการขยายตัวต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านที่อยู่อาศัยจากนโยบายของรัฐบาลที่เร่งผลักดันการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานของประเทศ ได้แก่ การพัฒนาระบบคมนาคมขนส่ง ทำให้เกิดการพัฒนาโครงการที่อยู่อาศัยแนวตั้งตลอดแนวรถไฟฟ้า ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นตัวกำหนดรูปแบบที่อยู่อาศัยในปัจจุบัน ทำให้ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ เปิดตัวโครงการที่อยู่อาศัยแนวตั้งมากขึ้น ทั้งนี้ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ต่างหากกลยุทธ์เพื่อนำมาใช้กับโครงการที่อยู่อาศัยแนวตั้ง โดยเริ่มมีการนำนวัตกรรมเข้ามาเป็นจุดขายของโครงการโดยการร่วมทุนกับต่างชาติ รวมถึงการพัฒนาวิธีการก่อสร้าง เพื่อความคุ้มค่าในเรื่องของ คุณภาพ เวลา และต้นทุนการก่อสร้าง (ไทยโพสต์, 2560)

เทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและปรับตัวตามความต้องการของผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ จากเดิมการก่อสร้างในระบบดั้งเดิม (Conventional System) มีความล่าช้า และต้องอาศัยแรงงานจำนวนมากในพื้นที่ก่อสร้าง ส่งผลให้งานมีคุณภาพที่ไม่คงที่ การก่อสร้างโดยอาศัยระบบอุตสาหกรรม (Industrial System) จึงพัฒนาขึ้น โดยมีการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน (Prefabrication) และนำไปประกอบยังพื้นที่ก่อสร้าง ด้วยเหตุผลหลัก คือ การลดค่าใช้จ่าย ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และสามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นงานและเทคนิคการก่อสร้างได้ดีกว่าการก่อสร้างระบบดั้งเดิม (ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์มา, 2554)

งานก่อสร้างอาคารสูงมีการใช้ระบบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปจากโรงงาน อาทิ ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป บันไดคอนกรีตสำเร็จรูป และในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในรูปแบบของห้องน้ำสำเร็จรูปแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย การศึกษานี้จึงมุ่งศึกษาเปรียบเทียบงานก่อสร้างห้องน้ำของระบบดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูป ในลักษณะงานอาคารสูง ในประเด็น การออกแบบ ขนส่ง ติดตั้ง คุณสมบัติและการใช้งาน รวมถึงปัจจัยในการก่อสร้าง เวลา และราคาในการก่อสร้าง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) ศึกษาคุณสมบัติของระบบห้องน้ำสำเร็จรูปแต่ละระบบ
- 2) ศึกษาเปรียบเทียบราคาในการก่อสร้างห้องน้ำระบบคอนกรีตสำเร็จรูปและการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมในอาคารสูง
- 3) ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้างห้องน้ำระบบคอนกรีตสำเร็จรูปและการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมในอาคารสูง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

ระบบห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถช่วยลดระยะเวลา ค่าใช้จ่ายในประเภทอาคารสูงได้ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบดั้งเดิม

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปในอาคารสูงโครงการอาคารโรงแรมและเซอร์วิสอะพาร์ตเมนต์ ถนนหลังสวน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อสร้างห้องน้ำในระบบดั้งเดิม โดยศึกษาในขั้นตอนของการออกแบบ ติดตั้ง และการตรวจสอบคุณภาพก่อนการใช้งาน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“อาคารสูง” คือ อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ที่มีความสูงตั้งแต่ 23 เมตรขึ้นไป การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นคาดฟ้า เป็นอาคารที่มีระดับความสูงโดยจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษเพื่อการก่อสร้างเช่น ทาวเวอร์เครน ลิฟต์ เป็นต้น (“ราชกิจจานุเบกษา กฎกระทรวงฉบับที่ 33 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒,” 2535, 17 กุมภาพันธ์)

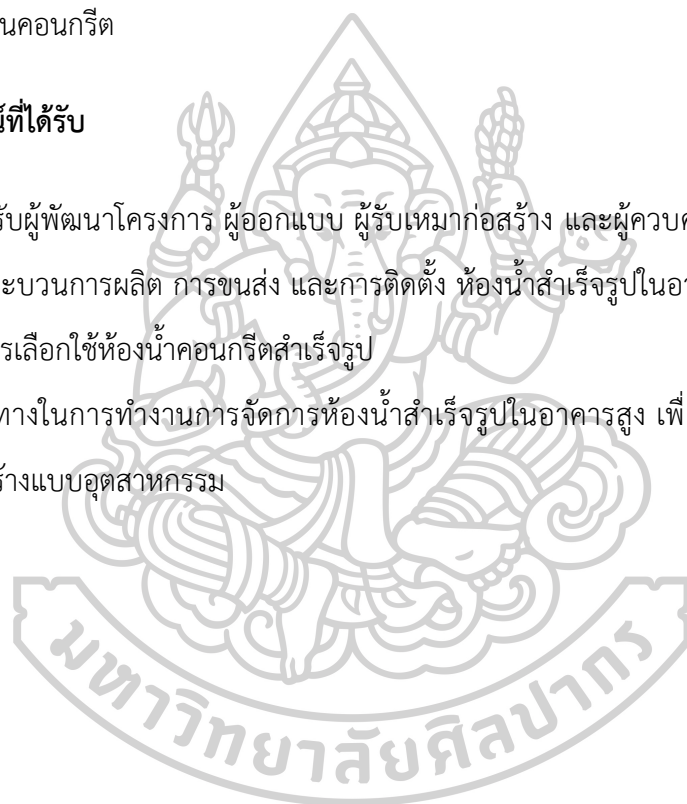
“ห้องน้ำระบบดั้งเดิม” หมายความว่า การก่อสร้างห้องน้ำในรูปแบบของการเตรียมพื้นทำงานระบบไฟฟ้า ประปา และสุขาภิบาล การก่อผนังและติดตั้งสุขภัณฑ์ ภายในพื้นที่การก่อสร้างอาคาร โดยมีวัสดุโครงสร้างพื้นคืองานคอนกรีตเสริมเหล็ก และผนังรูปแบบงานก่ออิฐฉาบปูน

“ห้องน้ำสำเร็จรูป” หมายความว่า การก่อสร้างห้องน้ำในรูปแบบของการเตรียมพื้นที่ งานระบบไฟฟ้า ประปา และสุขาภิบาล การก่อผนังและติดตั้งสุขภัณฑ์ บางส่วนภายในพื้นที่การก่อสร้างอาคาร บางส่วนในพื้นที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนห้องน้ำ และนำมาประกอบภายในพื้นที่การก่อสร้าง

“ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป” หมายความว่า การก่อสร้างห้องน้ำในรูปแบบของการเตรียมพื้นที่ งานระบบไฟฟ้า ประปา และสุขาภิบาล บางส่วนภายในพื้นที่การก่อสร้างอาคาร บางส่วนในพื้นที่โรงงานผลิตชิ้นส่วนห้องน้ำ และนำมาประกอบภายในพื้นที่การก่อสร้าง โดยมีวัสดุโครงสร้างพื้นและผนังคืองานคอนกรีต

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) สำหรับผู้พัฒนาโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมาก่อสร้าง และผู้ควบคุมงานก่อสร้าง ได้ทราบถึงกระบวนการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง ห้องน้ำสำเร็จรูปในอาคารสูง รวมถึงข้อจำกัดในการเลือกใช้ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป
- 2) แนวทางในการทำงานการจัดการห้องน้ำสำเร็จรูปในอาคารสูง เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้อาศัยทฤษฎีแนวความคิด โดยได้ศึกษาความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในงานก่อสร้าง หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป (สิงหราช มีทิพย์, 2542)

การก่อสร้างอาคารคอนกรีตระบบสำเร็จรูป เป็นระบบการก่อสร้างโดยวิธีการใช้ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป มีผู้ให้ความหมายที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างระบบสำเร็จรูปไว้ดังนี้

Precast Concrete คือ การหล่อชิ้นส่วนคอนกรีตในสถานที่ใดๆ ก่อน เช่น โรงงาน บริเวณที่ก่อสร้าง แล้วจึงนำไปประกอบเป็นโครงสร้าง

Prefabrication คือ อุตสาหกรรมการก่อสร้างอันเป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก (Mass product Components) เพื่อการก่อสร้างโดยอาศัย เครื่องมือ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ยกสำหรับปฏิบัติงาน

ดังนั้นความหมายของการก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูปโดยรวม คือ วิธีการก่อสร้างโดยการผลิตส่วนประกอบ (Precast Elements) ของอาคารสำเร็จรูปในโรงงาน แล้วนำมาประกอบติดตั้งเป็นอาคาร โดยอาศัยอุปกรณ์ยกประกอบ

2.2 รูปแบบของชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ใช้ในงานก่อสร้าง (ชาญชัย ธวัชเกียรติศักดิ์, 2547)

รูปแบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป จัดแบ่งตามลักษณะของการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จ มี 2 ประเภท คือ Frame Structure และ Panel Structure จากรูปแบบการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้ง 2 ประเภท สามารถแบ่งเป็นระบบโครงสร้างตามการใช้งานและการก่อสร้างเป็น 3 ระบบ

2.2.1 Frame Structure System เป็นลักษณะโครงสร้างที่รับน้ำหนักลงบนคานส่งผ่านน้ำหนักไปยังเสาและลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในระบบจะเน้นโครงสร้างคานและเสาเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป

2.2.2 Panel System เป็นลักษณะโครงสร้างรับน้ำหนักจากแผ่นพื้นที่ส่งผ่านน้ำหนักไปยังแผ่นผนัง และลงสู่ฐานรากตามลำดับ ในโครงสร้างระบบนี้จะเน้นโครงสร้างแผ่นพื้นและแผ่นผนังรับแรงเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นหลัก ขนาดของชิ้นส่วน Panel จะขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรที่ใช้ในการขนส่งและติดตั้ง โครงสร้างระบบนี้ ขนาดและน้ำหนักของชิ้นส่วน เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง

2.2.3 Modular System เป็นลักษณะโครงสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นชิ้นงาน 3 มิติ ในแต่ละชิ้นส่วนเป็นโครงสร้างที่มีความเสถียรภาพในตัวเอง บางชิ้นส่วนอาจประกอบด้วยงานระบบไฟฟ้าและระบบประปาภายในชิ้นงาน แล้วนำมาติดตั้งเป็นระบบโครงสร้างรวม ข้อจำกัดในระบบนี้จะอยู่ที่การขนส่งและการติดตั้ง ซึ่งต้องพิจารณาทั้งรถขนส่ง ความสามารถในการรับน้ำหนักของถนน และเครื่องจักรที่จะทำการยกติดตั้ง

2.3 หลักเกณฑ์การพิจารณาการก่อสร้างอาคารแบบอุตสาหกรรม (จิรวัดน์ ดำริห์อนันต์, 2536)

2.3.1 น้ำหนักบรรทุก ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับน้ำหนักชนิดต่างๆเท่าใด และอยู่ในเกณฑ์อย่างต่ำที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พรบ.ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ โดยแบ่งเป็น น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ซึ่งมีน้ำหนักของชิ้นส่วนคอนกรีตเอง และน้ำหนักโครงสร้างอื่นๆที่ชิ้นส่วนนั้นรองรับอยู่ น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นน้ำหนักที่เกิดจากการใช้งาน

2.3.2 แรงกระทำ ต้องพิจารณาและกำหนดให้ชัดเจนว่า การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องรับน้ำหนักชนิดต่างๆเท่าใด และอยู่ในเกณฑ์อย่างต่ำที่กฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พรบ.ที่เกี่ยวข้องบังคับไว้ โดยแบ่งเป็น แรงอันเนื่องมาจากแรงลม (Wind Load) ซึ่งมีทั้งรูปแบบแรงกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการสั่น หรือแกว่งหรือการโยกตัวของโครงสร้างอาคารได้ แรงอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหว (Earthquake) และแรงสั่นสะเทือนเป็นแรงจากอุบัติเหตุ หรือแรงจากสิ่งที่ไม่คาดคิด (Vibration, Accident, Unforeseen) ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปควรออกแบบให้มีส่วนเพื่อเหลือรับแรงที่ไม่คาดคิด หรือแรงจากอุบัติเหตุทั้งขณะก่อสร้างและภายหลังการก่อสร้าง

2.3.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อให้ได้รูปแบบของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่เหมาะสมที่สุด การออกแบบจะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

พื้นที่ทางเข้าและถนน (Access Area) กรณีพื้นที่ก่อสร้างอาคารที่มีถนนทางเข้าที่สะดวก กว้างขวาง ก็สามารถเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดใหญ่ได้ และหากมีที่ว่างโดยรอบอาคารก็สามารถใช้เครื่องมือหนักประเภท รถเครน และหากพื้นที่ว่างไม่เพียงพอ อาจต้องใช้ทาวเวอร์เครน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละอาคาร

รูปร่างลักษณะของอาคาร (Building Layout) อาคารที่มีรูปแบบของชิ้นงานที่ซ้ำกัน จะเหมาะสมกับการผลิตในลักษณะอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถผลิตซ้ำเป็นจำนวนมากจากโรงงาน

โรงงานผลิตชิ้นส่วน กรณีที่มีโรงงานผลิตชิ้นส่วนอยู่ใกล้หน่วยงานก่อสร้างจะสามารถเอื้อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง

ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Process) ขั้นตอนการประกอบติดตั้งขณะก่อสร้างจะเป็นตัวบังคับให้ชิ้นส่วนคอนกรีตมีรูปแบบที่แตกต่างกัน

พื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Stocking Area) การก่อสร้างอาคารระบบสำเร็จรูป ควรมีพื้นที่กองเก็บชิ้นส่วนสำเร็จรูป และต้องจัดคิวการขนส่งบรรทุกชิ้นส่วนให้แม่นยำ และตรงตามลำดับขั้นตอนในการติดตั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดความสะดวกในการยกชิ้นส่วนสำเร็จรูปติดตั้ง

2.3.4 เครื่องจักรและขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

เครื่องจักรกลที่มีอยู่ (Equipment) เครื่องจักรกลที่มีอยู่ขณะก่อสร้าง จะเป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป และกำหนดวิธีการขั้นตอนการประกอบติดตั้ง

ชิ้นส่วนคอนกรีตน้ำหนักสูงสุด (Maximum Weight of Concrete) น้ำหนักคอนกรีตของชิ้นส่วนที่หนักมากที่สุด จะเป็นตัวบังคับให้ต้องเลือกใช้เครื่องจักรกล ที่มีกำลังเพียงพอ รวมทั้งวิธีการประกอบติดตั้งจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของชิ้นส่วนด้วย

ชิ้นส่วนคอนกรีตขนาดใหญ่ที่สุด (Maximum Size of Element) การเลือกขนาดชิ้นส่วนคอนกรีตที่ใหญ่ที่สุด จะต้องคำนึงถึงขั้นตอนการผลิต การขนส่ง และการประกอบติดตั้งชิ้นส่วน

สำเร็จรูป การขนส่งชิ้นส่วนคอนกรีตตามถนนหลวง ตามกฎหมาย พรบ.จราจร จะถูกตรวจสอบขนาด ความกว้างของตัวรถบรรทุกไม่เกิน 2.50 เมตร และสูงไม่เกิน 4 เมตร

ขั้นตอนการประกอบติดตั้ง (Sequence of Erection) ขั้นตอนหรือความสามารถที่จะ ประกอบติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป จะเป็นตัวแปรสำคัญในการออกแบบรูปร่างลักษณะต่างๆกันไป และ ยังส่งผลต่อระยะเวลาในการติดตั้งชิ้นส่วน

พื้นที่ทางเข้าที่ต้องการ (Access Area Required) การออกแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จะต้องคำนึงถึง ขณะที่มีการประกอบติดตั้งจะมีพื้นที่พอเพียงที่จะทำงานได้จริง (Access Area) ไม่ได้ หมายความว่าถึงถนนรอบโครงการเท่านั้น แต่รวมถึงที่ว่างในอากาศด้วย

2.3.5 ระยะเวลา มีผลต่อต้นทุนของการก่อสร้าง แบ่งออกเป็น

รอบเวลา (Cycle Time) รอบระยะเวลาในการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูปและรอบระยะเวลาในการประกอบติดตั้ง จะเป็นตัวกำหนดให้ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิต และใช้เครื่องจักรในการติดตั้งที่มี ความสามารถทำงานให้ทันเวลากำหนดไว้

ระยะเวลาการก่อสร้าง (Total Construction Time) ถ้าพิจารณารอบระยะเวลาของการ ผลิตและการขนส่งกับรอบระยะเวลาของการประกอบติดตั้ง รอบระยะเวลาทั้ง 2 ส่วนสามารถที่จะ ดำเนินไปพร้อมกันได้ จะเป็นสิ่งที่ควบคุมระยะเวลาของการก่อสร้างแต่ละโครงการว่าเทคโนโลยีที่ใช้ ในการก่อสร้างที่เลือกใช้ทั้งหมดมีความเหมาะสมที่ทำให้สามารถก่อสร้างได้ทันเวลาหรือไม่

2.3.6 การออกแบบจตุรรอยต่อ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

จตุรรอยต่อแบบเปียก (Wet Joint) เป็นลักษณะของจตุรรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเกร้าท์ จตุ รรอยต่อนี้จะไม่สามารถรับแรงต่างๆได้ในทันที ต้องรองจนกว่าวัสดุมีความแข็งแรงตามข้อกำหนด

จตุรรอยต่อแบบแห้ง (Dry Joint) เป็นลักษณะของจตุรรอยต่อที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมต่อของ วัสดุที่สามารถรับแรงต่างๆได้ในทันที จตุรรอยต่อแบบนี้ได้แก่ แบบการใช้โบลท์ (Bolting) แบบการเชื่อม (Welding) จตุรรอยต่อแบบนี้หลังจากทำงานแล้วเสร็จจะทำการปิดรอยต่อด้วย มอร์ต้า อีพอกซี วัสดุ กันซึม วัสดุกันสนิม ขึ้นอยู่กับการออกแบบ

จูดรอยต่อแบบภายหลัง (Post-Tensioned) เป็นลักษณะของจูดรอยต่อที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนสำเร็จรูปแต่ละชิ้น หรือระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยจะใช้เทendon (Tendon) เป็นวัสดุที่ใช้ดึงและยึดปลายของเทendonไว้ที่ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดึงจะกระทำหลังจากหล่อชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสร็จแล้ว

2.3.7 การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน เป็นการสมมติหรือคาดคะเนระยะที่จะผิดจากระยะที่แบบกำหนดขึ้น การปฏิบัติงานจริงค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นได้มีดังนี้

ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Manufacturing Tolerances) ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติแบบหล่อ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการกำหนดระยะระหว่างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Setting-out Tolerances) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Erection Tolerances) ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ หรือตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐานของ PCI

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยคอนกรีตสำเร็จรูปเสาคานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป โดยกรณีศึกษาบ้านเดี่ยว 2 ชั้น พื้นที่โดยประมาณ 170 ตารางเมตร โดยใช้วิธีฝ้าสังเกตการณ์ จัดบันทึก สัมภาษณ์และถ่ายภาพการก่อสร้างในทุกขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนแล้วเสร็จ พบว่าราคาเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอยของการก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป เท่ากับ 7,681 บาทต่อตารางเมตร ระยะเวลาการก่อสร้าง 138 วัน สำหรับการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปเสาคาน เท่ากับ 7,255 บาทต่อตารางเมตร ระยะเวลาการก่อสร้าง 122 วัน ซึ่งถ้าคิดเฉพาะส่วนของงานเสาคาน มีราคาโครงสร้างที่ลดลงร้อยละ 14.22 ของราคาก่อสร้าง และเวลาลดลงร้อยละ 11.59 ของเวลาการก่อสร้างทั้งหมด (สุกฤต อนันตชัยยง, 2545)

การศึกษากการเปรียบเทียบระบบหล่อ ณ สถานที่ก่อสร้าง กับหล่อที่โรงงาน ของผนังระบบ ค.ส.ล. รับน้ำหนักกรณีศึกษาที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้น้อยโครงการเอื้ออาทรประชานิเวศ และโครงการเอื้ออาทรหัวหมาก โดยศึกษาผ่านอาคารที่มีพื้นที่ใช้สอย 1,903.5 ตารางเมตร โดยใช้วิธีการฝ้าสังเกตการณ์ และบันทึกข้อมูลขณะดำเนินการก่อสร้าง พบว่าราคาเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้สอยของการก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป เท่ากับ 4,457.02 บาทต่อตารางเมตร ระยะเวลาการก่อสร้าง 181 วัน

สำหรับการก่อสร้างด้วยการผลิตที่โรงงาน เท่ากับ 5,207.16 บาทต่อตารางเมตร ระยะเวลาการก่อสร้าง 120 วัน (ชาญชัย รัชเกียรติศักดิ์, 2547)

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกอาคาร สำเร็จรูป โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้างในโครงการก่อสร้างจริงในช่วงการวางแผนงานก่อสร้างและวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการโดยระบุความเสี่ยงที่จะทำให้โครงการก่อสร้างล่าช้า จากการศึกษาพบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ช่วยลดการทำงานชั่วคราวในที่สูงและที่เสี่ยงภัย ลดปริมาณขยะจากการก่อสร้าง ลดปัญหาการแก้ไขผลงานจากการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน และลดความเสี่ยงโครงการล่าช้า (อัศววัฒน์ ตรีจักรพงศ์, 2553)

การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างระหว่างโครงหลังคาสำเร็จรูปและโครงหลังคาเหล็ก รูปพรรณสำหรับบ้านเดี่ยวขนาดกลาง โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษา จำนวน 4 ตัวอย่าง ในเรื่องของระยะเวลา ต้นทุน และคุณภาพ พบว่าโครงหลังคาสำเร็จรูปใช้ระยเวลาน้อยกว่า โครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณร้อยละ 55.56 แต่ใช้ต้นทุนมากกว่าโครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณ ร้อยละ 27.19 และมีคุณภาพดีกว่าโครงสร้างหลังคาเหล็กรูปพรรณร้อยละ 37.14 (ชาคริต วิชชาบุญศิริ, 2553)

การศึกษาปัจจัยการตัดสินใจผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบ ชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลจากประชากรที่ ศึกษา จำนวน 150 คน และนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ผล การศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญอยู่ในระดับมากคือ ทำเลที่ตั้งโครงการ และบ้านสร้างได้มาตรฐาน ประณีต เรียบร้อย ตามลำดับ ปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญอยู่ในระดับ ปานกลางคือ ราคาเหมาะสม การออกแบบและสาธารณูปโภค ตามลำดับ ปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ ความสำคัญอยู่ในระดับน้อยคือ ชื่อเสียงและการบริการของโครงการ ด้านการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ด้วยชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญอยู่ในระดับมากคือ การควบคุมคุณภาพ ได้ดี และราคาที่ถูกลง ตามลำดับ ปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญอยู่ในระดับปานกลางคือ ด้านคุณ ลักษณะเฉพาะ ปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญอยู่ในระดับน้อยคือ ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง (ดำรงค์ ศิริเขต, 2554)

การศึกษาเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมและการก่อสร้างแบบผนังหล่อ ประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมการก่อสร้างของหมู่บ้านจัดสรร โดยการนำข้อมูลจากกรณีศึกษามา

วิเคราะห์จาก BOQ และแผนงานก่อสร้าง พบว่าด้านต้นทุนถ้ามีการก่อสร้างบ้านด้วยปริมาณมาก ระบบการก่อสร้างแบบหล่อประกอบนั้นมีต้นทุนที่ต่ำกว่า เนื่องจากเมื่อทำการก่อสร้างบ้านแบบหล่อประกอบนั้นต้องใช้เครื่องมือเครื่องจักรหนักที่มีราคาสูง ถ้าก่อสร้างบ้านในปริมาณน้อยก็ไม่คุ้มทุนกับค่าเครื่องจักรที่ลงไป ด้านระยะเวลา บ้านที่ก่อสร้างแบบหล่อประกอบสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากใช้เครื่องมือเครื่องจักรเข้ามาช่วย ทำให้สามารถสร้างได้เร็วกว่า และสามารถช่วยลดระยะเวลาโครงการลงได้ (ศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์, 2556)

การศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างด้วยระบบพรีคาสคอนกรีต และระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมกรณีศึกษาอาคารที่อยู่อาศัย 19 ชั้น จำนวน 152 ห้องพัก โดยการศึกษาผ่านการวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้าง แผนงานก่อสร้าง การสัมภาษณ์ และการศึกษาความเสี่ยงภายในโครงการ พบว่าการก่อสร้างโดยระบบพรีคาสคอนกรีต มีราคาค่าก่อสร้างสูงกว่าระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมร้อยละ 1.4 แต่ระยะเวลาในการก่อสร้างสั้นกว่าร้อยละ 15.17 (P.Karthigai Priya, 2561)

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการเปรียบเทียบระยะเวลาและราคาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี	หัวข้อ	ระยะเวลา	ราคา
2545	การศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัยด้วยคอนกรีตสำเร็จรูปเสาคานกับการก่อสร้างแบบทั่วไป	ลดลงร้อยละ 11.59	ลดลงร้อยละ 14.22
2547	การศึกษาการเปรียบเทียบระบบหล่อ ณ สถานที่ก่อสร้าง กับหล่อที่โรงงาน ของผนังระบบ ค.ส.ล. รับน้ำหนัก	เวลาลดลง 61 วัน	เพิ่มขึ้น 750.14 บาทต่อตารางเมตร
2553	การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างระหว่างโครงหลังคาสำเร็จรูปและโครงหลังคาเหล็ก รูปพรรณสำหรับบ้านเดี่ยวขนาดกลาง	ลดลงร้อยละ 55.56	เพิ่มขึ้นร้อยละ 37.14
2556	การศึกษาเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมและการก่อสร้างแบบผนังหล่อ	ลดลง	-
2561	การศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างด้วยระบบพรีคาสคอนกรีต และระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมกรณีศึกษาอาคารที่อยู่อาศัย 19 ชั้น	ลดลงร้อยละ 15.17	เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4

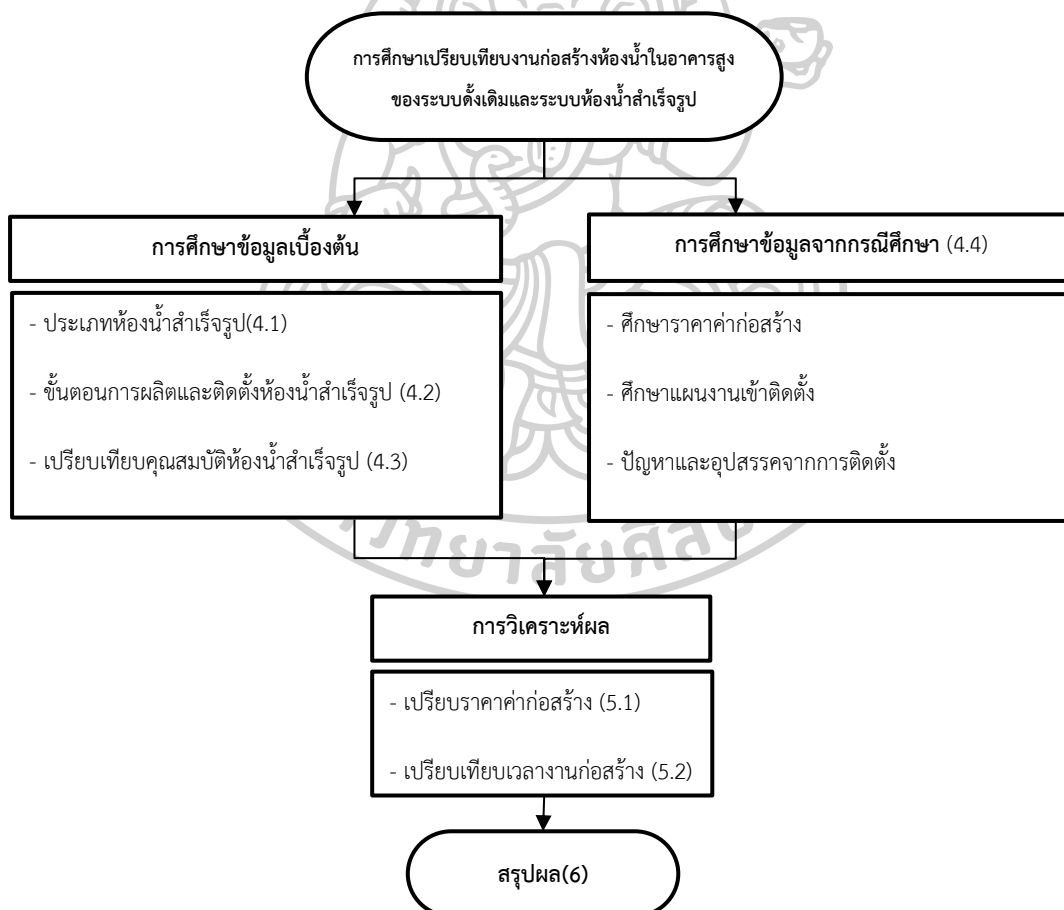
จากตารางที่ 1 สรุประยะเวลาและราคาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างแบบดั้งเดิมและระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปพบว่า ทั้ง 5 การวิจัยระยะเวลาการก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปโดยรวมแล้วทำให้ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง แต่ในส่วนของราคางานก่อสร้างด้วยระบบสำเร็จรูปนั้น มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของชิ้นส่วนการก่อสร้างระบบสำเร็จรูป



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบงานก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของระบบดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูป โดยการศึกษาเฉพาะส่วนพื้นที่ห้องน้ำในอาคารสูงในรูปแบบห้องน้ำประกอบภายในโรงงาน โดยตั้งสมมติฐานว่ารูปแบบห้องน้ำประกอบภายในโรงงานสามารถลดปัญหาในพื้นที่บริเวณก่อสร้าง รวมถึงระยะเวลาในการก่อสร้างของโครงการ และมีราคาที่ลดลงเพื่อใช้ในการทดแทนการก่อสร้างภายในโครงการ ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้



รูปภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของขั้นตอนการศึกษาเปรียบเทียบงานก่อสร้างห้องน้ำในอาคารสูงของระบบดั้งเดิมและระบบห้องน้ำสำเร็จรูป

3.1 การสำรวจและการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูปและข้อมูลการก่อสร้างด้วยระบบห้องน้ำสำเร็จรูป เพื่อนำข้อมูลที่ได้ ไปพิจารณาการตั้งสมมติฐานการวิจัยและการเลือกกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยแบ่งการศึกษาเบื้องต้นออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.6.1 การศึกษาข้อมูลปฐมภูมิ จากการสัมภาษณ์ ผู้ผลิตและจัดจำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป การเก็บข้อมูลพื้นที่โครงการ และสัมภาษณ์ผู้ควบคุมงาน เพื่อใช้ในการสร้างแบบร่างงานวิจัย และพิจารณาเลือกโครงการที่เหมาะสม

3.6.2 การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ ได้ศึกษาข้อมูลเอกสารทางวิชาการ ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากการค้นหาจากตำรา การค้นหาภายในอินเทอร์เน็ต เพื่อเป็นข้อมูลในการนำมาอ้างอิงดำเนินการวิจัย

3.2 การเลือกตัวอย่างและเหตุผลที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้เลือกโครงการ อาคารโรงแรมและเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ ถนนหลังสวน อาคาร A เป็นกรณีศึกษาโดยมีเหตุผลดังนี้

- 1) โครงการดังกล่าวมีการก่อสร้างทั้งในรูปแบบระบบดั้งเดิมในชั้นที่ 24-29 จำนวนห้องน้ำ 54 ห้อง และระบบห้องน้ำสำเร็จรูปในชั้นที่ 4-23 จำนวนห้องน้ำ 332 ห้อง ซึ่งมีขนาดและรูปแบบใกล้เคียงกัน ภายในโครงการเดียวกัน ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบและศึกษาข้อมูลได้ชัดเจน
- 2) ช่วงระยะเวลาในการก่อสร้าง เหมาะสมและสอดคล้องกับช่วงเวลาในการดำเนินการวิจัย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) แบบบันทึกรายละเอียดการก่อสร้าง เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลขั้นตอนการติดตั้ง ระยะเวลาในการติดตั้ง เครื่องมือ อุปกรณ์ จำนวนแรงงาน ปัญหาและอุปสรรคในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง
- 2) กล้องถ่ายรูป เพื่อเก็บรายละเอียดการทำงานในพื้นที่ก่อสร้าง แสดงถึงขั้นตอนการติดตั้งห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปภายในโครงการ

- 3) Linear Schedule Method (LSM) ในการหาระยะเวลาที่สัมพันธ์กับจำนวนเพื่อลดเวลาสูญเสียเปล่าอันเกิดจากการล่าช้า โดยการใช้ทรัพยากรในการก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการก่อสร้างห้องน้ำแต่ละรูปแบบ
- 4) สมการเชิงเส้น 2 ตัวแปร (Linear equation with two variables) ในการหาจุดตัดสมการเส้นตรงของจำนวนห้องน้ำ และระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกันของห้องน้ำระบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ข้อมูลที่ได้จากเอกสารทางวิชาการ บทความวรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารการก่อสร้าง เพื่อใช้ในการศึกษารูปแบบห้องน้ำสำเร็จรูป ข้อจำกัดในการก่อสร้าง และนำมาวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกใช้ห้องน้ำสำเร็จรูป
- 2) ข้อมูลจากผู้ผลิต เพื่อศึกษาเรื่องการผลิต ข้อจำกัดในการออกแบบ ราคา และระยะเวลาในการผลิตต่อ 1 โครงการ แผนงานการผลิตและติดตั้งชิ้นงาน การเตรียมพื้นที่
- 3) สัมภาษณ์ผู้ควบคุมงาน เพื่อศึกษาถึงแผนงาน ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น รวมถึงระยะเวลาในการก่อสร้างจริง
- 4) สังเกตข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อศึกษาถึงขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน ระยะเวลาในการติดตั้ง และการตรวจสอบคุณภาพของงานห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบราคาในการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตคอนกรีตสำเร็จรูป โดยใช้ข้อมูลจากราคางานห้องน้ำระบบดั้งเดิมของผู้รับเหมาหลักโครงการ นำมาเปรียบเทียบกับใบเสนอราคาผู้ผลิต ซึ่งมีข้อมูลของราคาโครงสร้างห้องน้ำรวมค่าแรงและงานระบบไฟฟ้าและประปา ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์ และค่าดำเนินการขนส่ง เพื่อหาส่วนต่างของราคาและศึกษาปัจจัยในการเพิ่ม-ลด ราคาในการก่อสร้าง

3.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระยะเวลาก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป โดยศึกษาจากชุดข้อมูลแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำระบบดั้งเดิม 1 ห้องจากทางผู้รับเหมาหลัก และจำนวนแรงงานจากวิศวกรคุมงาน เปรียบเทียบกับชุดข้อมูลแผนงานการส่งห้องน้ำคอนกรีต

สำเร็จรูปจากทางผู้ผลิตและการเก็บบันทึกข้อมูลสังเกตการณ์ ภายในพื้นที่โครงการ เพื่อหาส่วนต่างของเวลาและศึกษาปัจจัยในการเพิ่ม-ลด ระยะเวลาในการก่อสร้าง โดยในการวิเคราะห์ข้อมูล ระยะเวลาในการก่อสร้างได้การใช้เครื่องมือในการวิจัย 2 ส่วนคือ

1) Linear Schedule Method (LSM) คือ รูปแบบหนึ่งของวิธีการวางแผนงานแบบทำซ้ำ (Repetitive Scheduling Method) นิยมใช้กับการวางแผนงานที่มีกิจกรรมการทำงานซ้ำและต่อเนื่อง กำหนดให้แต่ละกิจกรรมประกอบด้วยกลุ่มคนงาน 1 กลุ่ม และทำการวิเคราะห์หา กำหนดการทำงานอาศัยการวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานที่แล้วเสร็จกับเวลาอัตราการ ทำงานแสดงผลอยู่ในรูปความชันกราฟ แผนงานที่เกิดขึ้นทำให้เกิดความต่อเนื่องของกลุ่มคนงาน ลด ปัญหาการขาดช่วงการทำงาน ทำให้ผลิตภาพของการทำงานดีขึ้น (ฐานะ ปัญญวัฒน์กุล, 2555)

ในการศึกษานี้ใช้วิธีกำหนดการเชิงเส้นในการหาระยะเวลาที่สัมพันธ์กับจำนวนเพื่อลดเวลาสูญเสียเปล่าอันเกิดจากการล่าช้าโดยการใช้ทรัพยากรในการก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการก่อสร้างห้องน้ำแต่ละรูปแบบที่ โดยการกำหนดชุดคนงานตามหน้าที่ และสร้างลำดับงานก่อสร้าง เพื่อ ประเมินระยะเวลาการก่อสร้างของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

2) สมการเชิงเส้น 2 ตัวแปร (Linear equation with two variables) คือ สมการที่มีตัวแปร 2 ตัว เลขชี้กำลังของตัวแปรแต่ละตัวเป็น 1 และไม่มีการคูณกันของตัวแปร รูปทั่วไปคือ $Ax + By + C = 0$ เมื่อ A, B, C เป็นค่าคงที่ A และ B ไม่เท่ากับศูนย์

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้สมการเชิงเส้น 2 ตัวแปรในการหาจุดตัดสมการเส้นตรงของจำนวนห้องน้ำ และระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกันของห้องน้ำระบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป โดยกำหนดให้แกน X คือ ระยะเวลาในการก่อสร้าง(t) และแกน Y คือ จำนวนการผลิตของห้องน้ำ(n) โดยในเบื้องต้นสร้างสมการเส้นตรงของการผลิตห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปในแต่ละกรณี โดยการหสมการเส้นตรงสามารถทำได้ดังนี้

สมการเส้นตรง สูตรคือ
$$\frac{n-n_1}{t-t_1} = \frac{n_2-n_1}{t_2-t_1}$$

โดยที่ $n_1 =$ จำนวนห้องน้ำ₁, $t_1 =$ ระยะเวลาการผลิตห้องน้ำ₁แล้วเสร็จ
 $n_2 =$ จำนวนห้องน้ำ₂, $t_2 =$ ระยะเวลาการผลิตห้องน้ำ₂แล้วเสร็จ

ได้สมการเส้นตรง คือ $t = an + b$ เมื่อ a, b เป็นค่าคงที่ใดๆ

เมื่อได้สมการในทุกกรณีของการก่อสร้างห้องน้ำแล้ว นำสมการที่ได้มาหาส่วนต่างของเวลาการผลิต(Δt) โดยกำหนดให้ $\Delta t = 0$ เพื่อหาจำนวนเมื่อระยะเวลาที่ใช้เท่ากัน มาเปรียบเทียบระยะเวลาในการก่อสร้าง

3.6 การสรุปและเสนอแนะ

สรุปผลที่ได้โดยใช้ผลการวิจัยเป็นตัวสรุป และใช้ข้อมูลที่ได้จากทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง กล่าวอ้างเพื่อให้การสรุปผลมีน้ำหนักความน่าเชื่อถือสอดคล้องกับความเป็นจริง



บทที่ 4

ผลการศึกษาเบื้องต้น

ในบทวิจัยนี้ผลการศึกษาเบื้องต้นถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ข้อมูลของห้องน้ำสำเร็จรูป ประกอบด้วย ประเภทของห้องน้ำสำเร็จรูป (4.1) ขั้นตอนการผลิตและติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูป (4.2) เปรียบเทียบคุณสมบัติห้องน้ำสำเร็จรูป (4.3) และอีกส่วนคือข้อมูลที่ได้จากกรณีศึกษา (4.4) ประกอบด้วยราคาค่าก่อสร้าง แผนงานการเข้าติดตั้ง ปัญหาและอุปสรรคจากการติดตั้ง

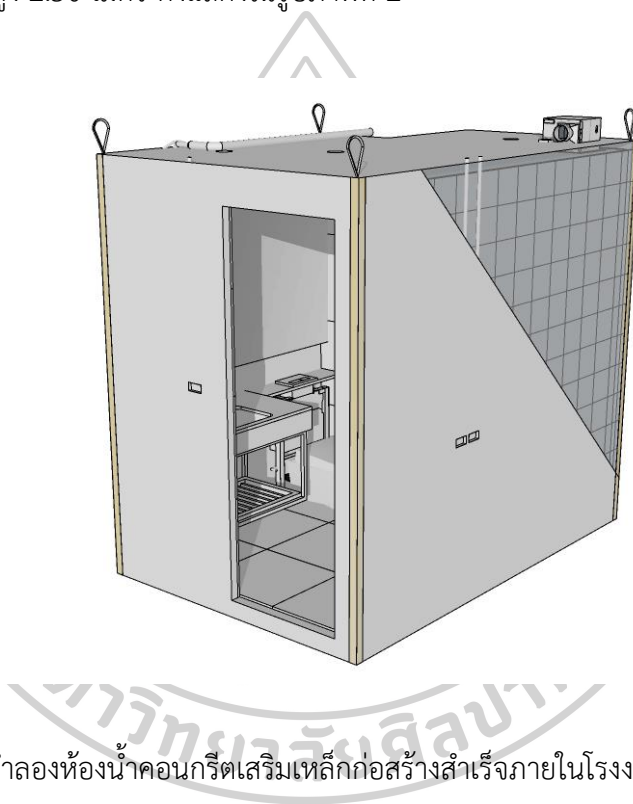
4.1 ประเภทของห้องน้ำสำเร็จรูป

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าห้องน้ำระบบสำเร็จรูปนั้นมีหลากหลายรูปแบบโดยรวมสามารถแบ่งประเภทห้องน้ำจากขั้นตอนการก่อสร้างได้ 2 รูปแบบ คือ งานก่อสร้างสำเร็จในโรงงาน งานก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงานและประกอบภายในโครงการ ทั้ง 2 รูปแบบ สามารถแบ่งออกตามวัสดุ ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 สรุปการแบ่งประเภทห้องน้ำสำเร็จรูปตามวิธีการก่อสร้าง และวัสดุ

องค์ประกอบ	วิธีการก่อสร้าง	ห้องน้ำแบบดั้งเดิม บนอาคารสูง	งานก่อสร้างสำเร็จในโรงงาน		งานก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงานและประกอบภายในโครงการ
			ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3
พื้น		คอนกรีตเสริมเหล็ก (โครงสร้าง)	คอนกรีตเสริมเหล็ก	คอนกรีตเสริมเหล็ก/ พลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics)	
ผนัง		ก่ออิฐ	คอนกรีตเสริมเหล็ก	พลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส/ไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดบนโครงเคร่า อลูมิเนียม	
ฝ้าเพดาน		ยิปซัมบอร์ดกันชื้น	คอนกรีตเสริมเหล็ก	พลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส/ไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดบนโครงเคร่า อลูมิเนียม	

4.1.1 ห้องน้ำประเภทที่ 1 ห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน ลักษณะโดยทั่วไปเป็นห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปผนังทุกด้านผลิตจากคอนกรีตมวลเบาเสริมโครงเหล็ก มีความหนาของผนังและฝ้าเพดานอยู่ที่ประมาณ 5-6 เซนติเมตร และพื้นมีความหนาอยู่ที่ 10 เซนติเมตร ไม่รวมวัสดุกรุผิว ภายในผนังมีการเดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปาภายในโครงสร้างผนัง มีน้ำหนักโดยประมาณ 3,000-4,000 กิโลกรัม หรือ 800 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุ กรุผิว สุขภัณฑ์ และขนาดของห้องน้ำ พื้นที่ความกว้างภายในสูงสุด 2.30 เมตรเนื่องจากข้อจำกัดในการขนส่งของรถ สูง 2.50 เมตร ดังแสดงในรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 ภาพจำลองห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน

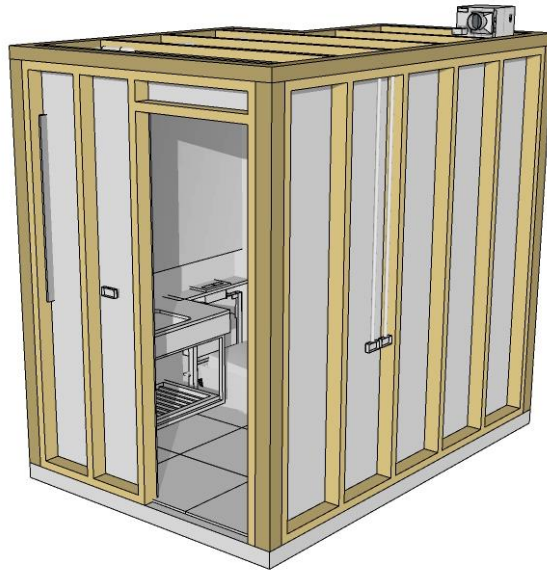
คุณสมบัติของห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน

1. โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กปราศจากเสียง Knocking Sound อัตราการกันเสียง STC (Acoustic Absorption) 41 dB เทียบเท่าผนังอิฐมวลเบา
2. แผ่นผนังมีความบางกว่าคอนกรีตทั่วไปเพิ่มพื้นที่ใช้สอยและสามารถติดตั้งเฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 50 กิโลกรัมต่อจุด สามารถใช้ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นผนังภายในได้ แต่ไม่สามารถใช้เป็นผนังภายนอกได้

ปัจจัยและข้อจำกัดของห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน

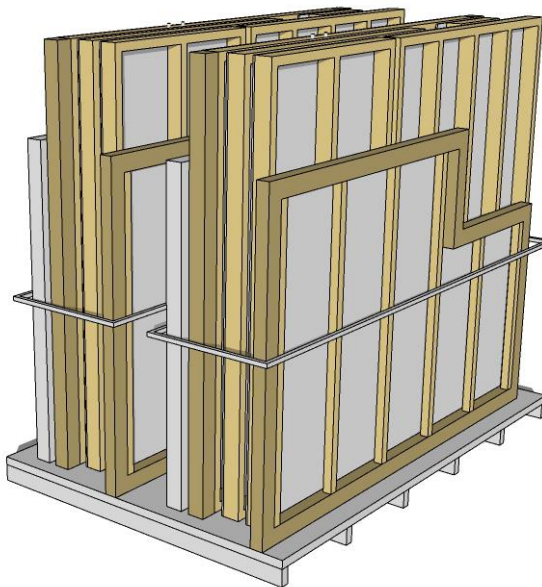
1. น้ำหนักและขนาดของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งส่งผลต่อการขนส่งมายังพื้นที่โครงการ และการขนส่งในแนวตั้งกับพื้นที่รับวัสดุอุปกรณ์ประจำชั้น
2. ความสูงของห้องน้ำส่งผลต่อความสูงต่อชั้นภายในโครงการ ความหนาของพื้นห้องน้ำและระดับพื้นภายในชั้น
3. ตำแหน่งฝังพื้นห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ซึ่งส่งผลถึงการไหลของระบระบายน้ำและการเดินท่องานระบบภายในห้องน้ำ โดยสุขภัณฑ์วางแนวเดียวกับช่องท่องานระบบ และการเตรียมช่องท่องานระบบให้มีขนาดเพียงพอในการเชื่อมต่อเข้ากับงานระบบภายในโครงการ
4. รูปแบบของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ส่งผลต่อจำนวนชั้นส่วนประกอบต่อ 1 ห้อง รูปแบบที่มีความซับซ้อนอาจส่งผลให้มีชั้นส่วนประกอบมากขึ้นทำให้ราคาของห้องน้ำสูงขึ้น

4.1.2 ห้องน้ำประเภทที่ 2 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน ลักษณะโดยทั่วไปวัสดุพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือพลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics) อาจกรุพื้นผิวด้วยกระเบื้อง หิน หรือไม้กรุผิว ความหนาโครงพื้นโดยประมาณรวม 13 เซนติเมตร ผนังห้องน้ำมีลักษณะเป็นโครงสร้างเบา วัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ดบนโครงคร่าวเหล็กหรืออลูมิเนียม กรุผิวด้วยลามิเนตและฟิล์มเคลือบลามิเนต กรุกระเบื้องเซรามิค หรือบางส่วนในพื้นที่เปียกของห้องน้ำอาจหล่อชุดพอลิเมอร์ในส่วนของพื้นและผนัง ห้องน้ำประเภทนี้มีการเดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปา รวมถึงการติดตั้งชุดสุขภัณฑ์ภายในโรงงาน ก่อนทำการขนส่งไปยังพื้นที่หน้างาน น้ำหนักโดยประมาณ 700-800 กิโลกรัม หรือ 150-250 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุกรุผิว สุขภัณฑ์ และขนาดของห้องน้ำดังแสดงในรูปภาพที่ 3

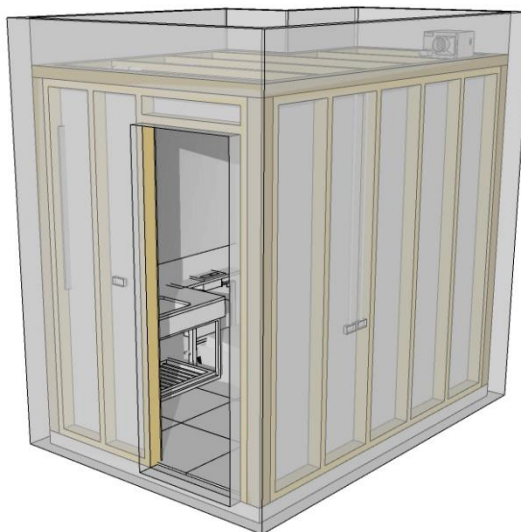


รูปภาพที่ 3 ภาพจำลองห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน

4.1.3 ห้องน้ำประเภทที่ 3 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงานประกอบภายในโครงการ คุณสมบัติและลักษณะโดยทั่วไปเหมือนกับ ห้องน้ำประเภทที่ 2 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน ต่างกันในส่วนของการประกอบพื้น ผนัง และฝ้าเพดาน โดยห้องน้ำประเภทนี้ทำการประกอบชิ้นส่วนในพื้นที่ห้องน้ำภายในโครงการ รวมถึงการเดินงานระบบไฟฟ้า ประปา และการติดตั้งสุขภัณฑ์ ดังแสดงในรูปภาพที่ 4-5



รูปภาพที่ 4 ชิ้นส่วนประกอบของห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงาน



รูปภาพที่ 5 ภาพจำลองห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน และประกอบภายในห้องน้ำ

4.2 ขั้นตอนการผลิต ขนส่ง และติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูป

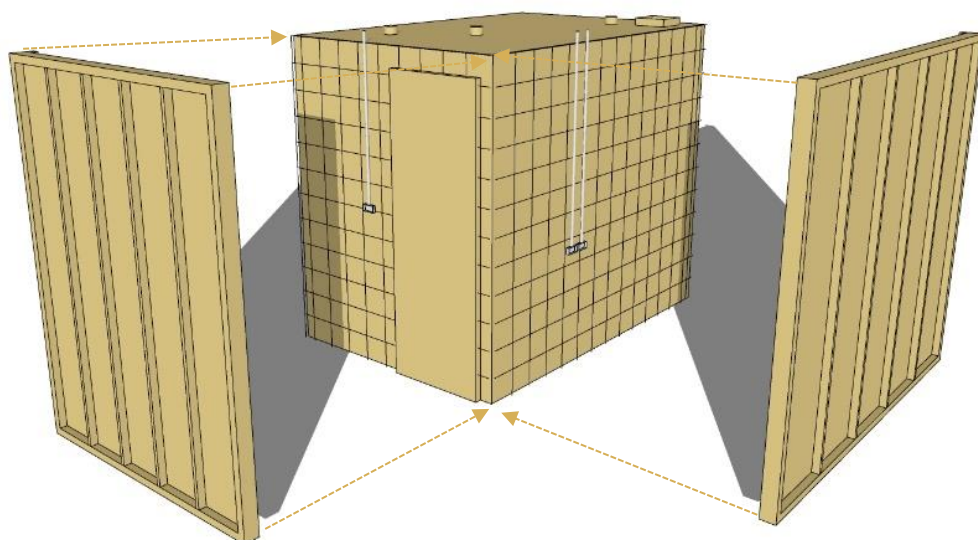
ขั้นตอนการผลิต ขนส่งและติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปของแต่ละประเภทแสดงรายละเอียดภาพรวมจากเอกสารการนำเสนอของผู้ผลิตและอีกส่วนหนึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจากพื้นที่ภายในโครงการ โดยเนื้อหาส่วนนี้จะแสดงขั้นตอนการผลิตภายในโรงงาน การตรวจสอบคุณภาพ การขนส่งไปยังพื้นที่โครงการ การติดตั้งภายในพื้นที่โครงการ และการตรวจสอบเพื่อส่งมอบห้องน้ำสำเร็จรูป

4.2.1 ห้องน้ำประเภทที่ 1 ห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน
ห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทนี้ใช้ระยะเวลาในการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนของพื้น ผนัง ฝ้าเพดาน วัสดุกรุผิว สุขภัณฑ์ งานระบบไฟฟ้าและประปาภายในพื้นที่โรงงานเมื่อแล้วเสร็จจึงนำไปติดตั้งยังพื้นที่โครงการมีรายละเอียดดังนี้

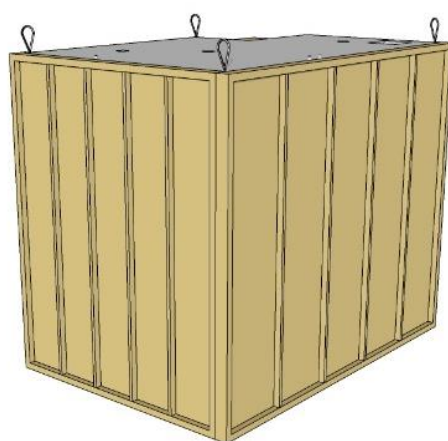
1) ขั้นตอนการผลิตภายในโรงงาน

เตรียมแม่แบบเหล็กสำหรับการหล่อชิ้นส่วนผนังและฝ้าเพดาน วางท่องานระบบลงในแม่แบบ วางตะแกรงเหล็กเสริมโครงสร้าง (รูปภาพที่ 6) จากนั้นเทคอนกรีตลงแม่แบบผนังและฝ้าเพดาน (รูปภาพที่ 7) งานถอดแม่แบบ 3 มิติ (รูปภาพที่ 8) งานเตรียมแบบโครงสร้างและงานระบบสำหรับพื้น วางท่องานระบบลงในแม่แบบ วางตะแกรงเหล็กเสริมโครงสร้าง (รูปภาพที่ 9) นำชิ้นส่วนของผนังและฝ้าเพดานประกอบเข้าด้วยกันและทำการหล่อชิ้นพื้นของห้องน้ำ (รูปภาพที่ 10) งานถอดแม่แบบ

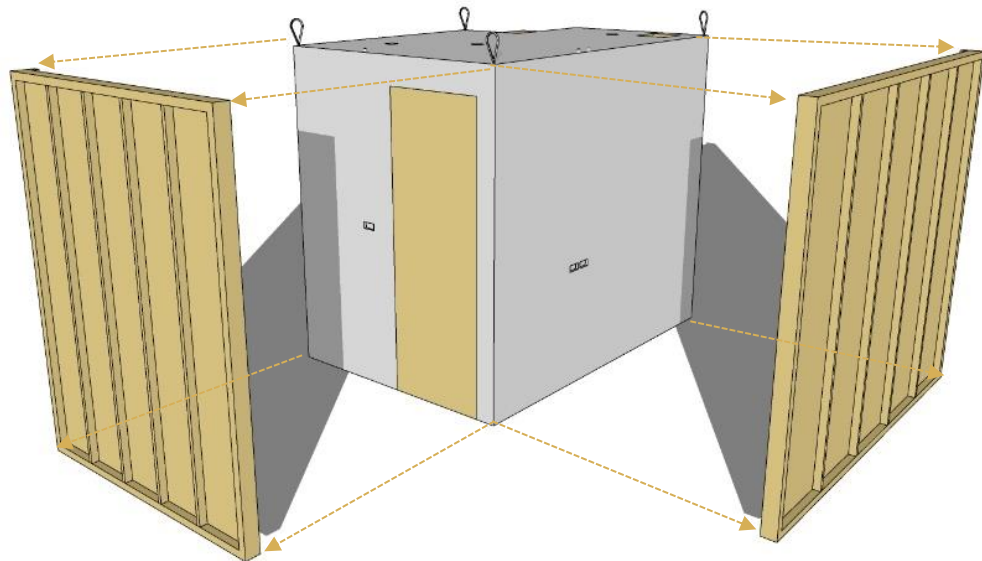
พื้นและทาน้ำยากันซึม ทดสอบการรั่วซึมของรอยต่อชิ้นส่วน (รูปภาพที่ 11) ทำการติดตั้งกระเบื้องภายในห้องน้ำ (รูปภาพที่ 12) งานติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเพอร์นิเจอร์และฉากกั้นห้องอาบน้ำ (รูปภาพที่ 13) ทำการติดตั้งประตูชั่วคราวและกระดาษกันกระแทกตามมุมของห้องน้ำสำเร็จรูปเพื่อเตรียมขนส่งไปยังพื้นที่โครงการ (รูปภาพที่ 14)



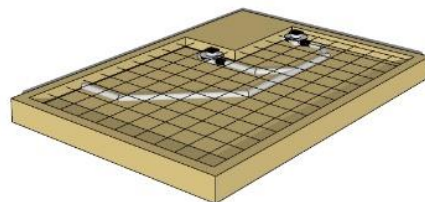
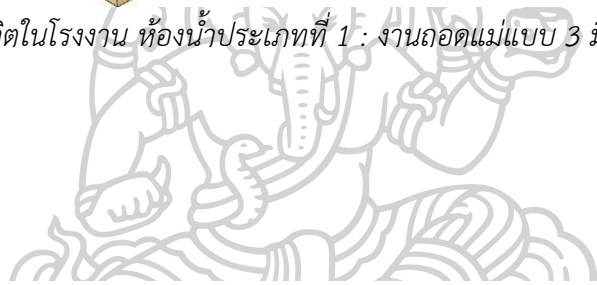
รูปภาพที่ 6 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเตรียมแบบโครงสร้างและงานระบบสำหรับผนังและฝ้าเพดาน



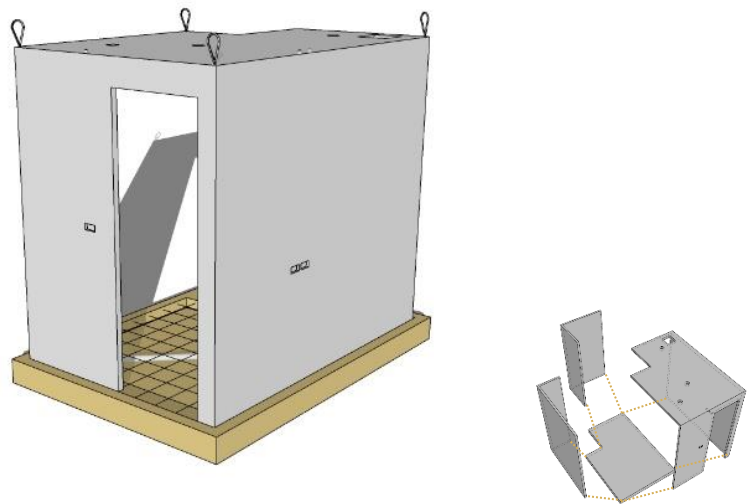
รูปภาพที่ 7 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเทคอนกรีตมวลเบาลงแม่แบบผนังและฝ้าเพดาน



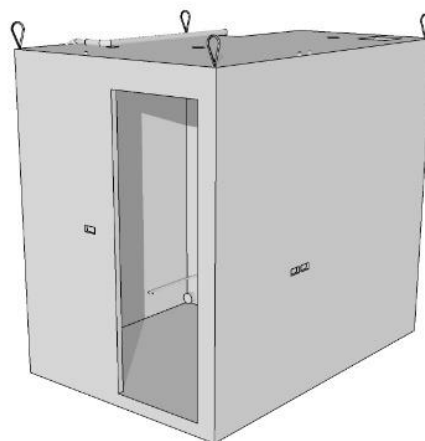
รูปภาพที่ 8 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดแม่แบบ 3 มิติ



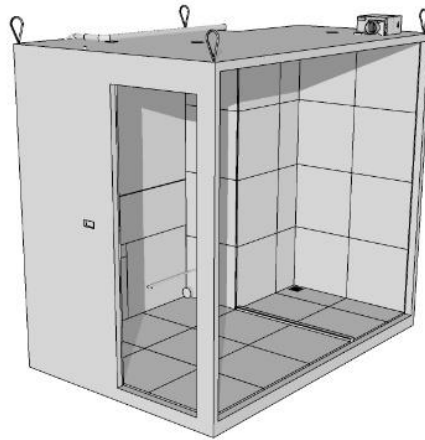
รูปภาพที่ 9 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเตรียมแบบโครงสร้างและงานระบบสำหรับ
พื้น



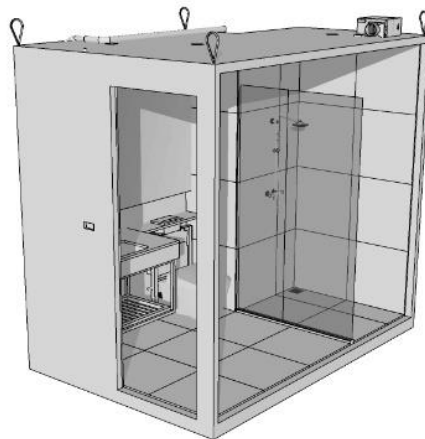
รูปภาพที่ 10 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานประกอบชิ้นส่วนผนังกับแม่แบบพื้น



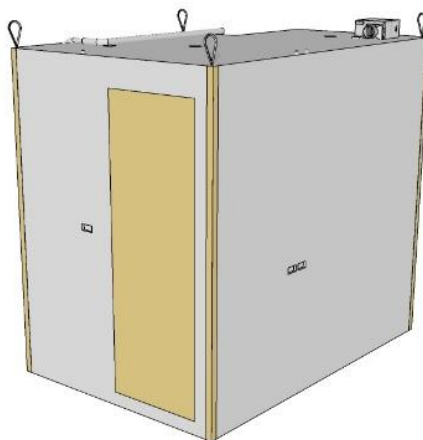
รูปภาพที่ 11 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดแม่แบบพื้นและทดสอบการรั่วซึม
รอยต่อ



รูปภาพที่ 12 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานติดตั้งกระเบื้องภายในห้องน้ำ



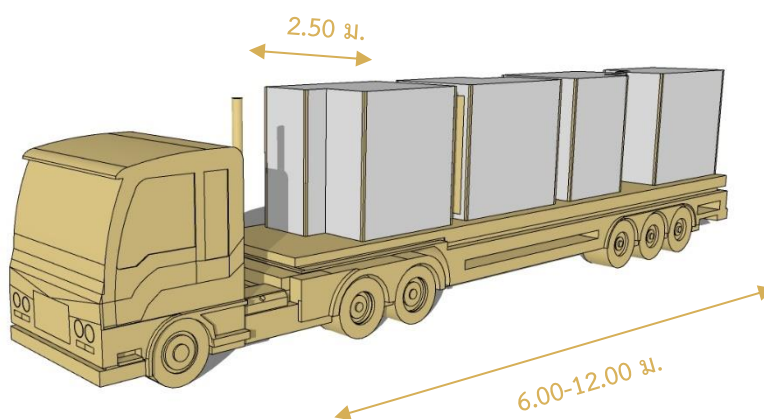
รูปภาพที่ 13 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเฟอร์นิเจอร์และฉากกั้นห้องอาบน้ำ



รูปภาพที่ 14 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานติดตั้งประตูชั่วคราวและแผ่นกันกระแทก

2) ขั้นตอนการขนส่ง

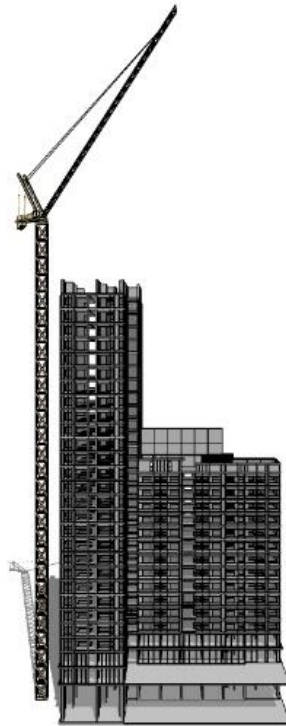
ขั้นตอนการขนส่งห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทนี้ถูกขนส่งโดยรถเทรลเลอร์ขนาด 6-12 เมตร สามารถบรรทุกห้องน้ำได้ครั้งละ 3-5 หน่วย ทั้งนี้ข้อจำกัดของจำนวนในการส่งต่อรถ 1 คันขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของห้องน้ำสำเร็จรูป



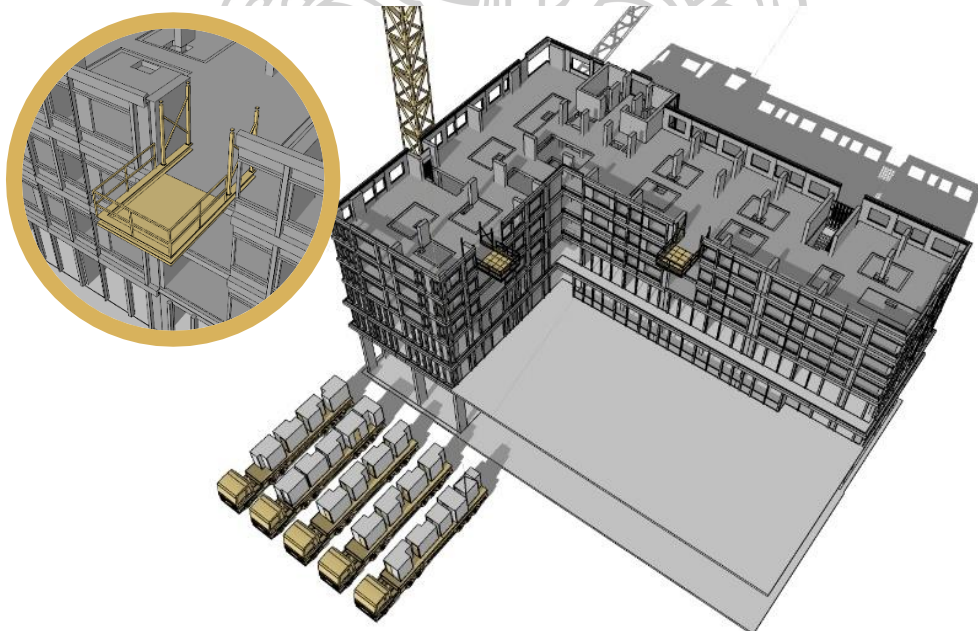
รูปภาพที่ 15 การขนส่ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 โดยรถเทรลเลอร์ขนาด 12 เมตร

3) ขั้นตอนการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปภายในโครงการ

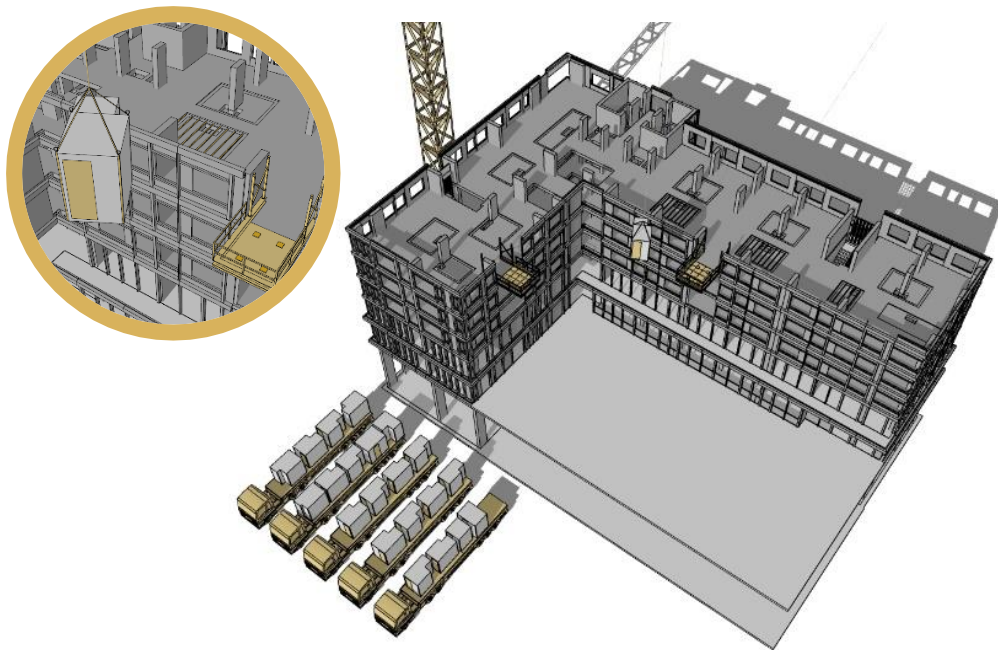
ขั้นตอนการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปภายในโครงการสามารถทำได้ 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 การวางห้องน้ำสำเร็จรูปจากด้านบน โดยการยกห้องน้ำด้วยทาวเวอร์เครนและจัดวางห้องน้ำในแนวตั้ง แต่วิธีการนี้มีข้อเสียคือการติดตั้งจะทำได้ พื้นที่ต้องมีเพดานที่เปิดโล่งเมื่อติดตั้งห้องน้ำแล้วเสร็จจึงสร้างพื้นชั้นถัดไปซึ่งอาจทำให้แผนงานการสร้างพื้นและงานระบบเบื้องต้นของโครงการเกิดความล่าช้า วิธีที่ 2 คือการขนส่งห้องน้ำภายในโครงการทั้งแนวตั้งและแนวราบเนื่องจากพื้นที่ในชั้นถัดไปได้ดำเนินการก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว โดยมีกระบวนการดังนี้ เริ่มจากการเตรียมพื้นที่โครงการ โดยการลดระดับพื้นที่โครงสร้างพื้นในบริเวณติดตั้งห้องน้ำประมาณ 5-8 เซนติเมตร หากต้องการให้ห้องน้ำสำเร็จรูปอยู่ในระดับเดียวกับพื้นห้องพัก จากนั้นเตรียมทาวเวอร์เครน (รูปภาพที่ 16) จัดเตรียมพื้นที่รับของบนอาคารซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้อย่างน้อย 5,000 กิโลกรัม (รูปภาพที่ 17) เมื่อห้องน้ำสำเร็จรูปถึงพื้นที่ภายในโครงการแล้ว ผู้รับเหมาหลักของโครงการเป็นผู้ใช้ทาวเวอร์เครนยกห้องน้ำสำเร็จรูปไปยังชั้นที่ต้องการติดตั้ง (รูปภาพที่ 18) วางถาดล้อรองรับตัวห้องน้ำ วางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง (รูปภาพที่ 19) และใช้แรงงานคนในการเข็นในแนวระนาบไปยังตำแหน่งใกล้เคียงพื้นที่ติดตั้ง (รูปภาพที่ 20) ถอดล้อเลื่อนและแม่แรงออกจากห้องน้ำ (รูปภาพที่ 21) วางห้องน้ำทั้งหมดใกล้เคียงพื้นที่ติดตั้ง (รูปภาพที่ 22) จัดเตรียมตัวปรับระดับและทำทางลาดสำหรับการเข็นห้องน้ำไปยังพื้นที่ติดตั้ง (รูปภาพที่ 23) ปรับระดับพื้นใต้ห้องน้ำโดยใช้ยางรองและแผ่นเหล็กตามมุมของห้องน้ำ และเคลื่อนย้ายห้องน้ำไปยังทางลาดชั่วคราว (รูปภาพที่ 24) เพื่อให้ห้องน้ำอยู่ในตำแหน่งติดตั้ง ถอดแม่แรงและจับเวลาทดสอบการระบายน้ำ (รูปภาพที่ 25) เมื่อห้องน้ำสำเร็จรูปเข้าพื้นที่โครงการได้จำนวนหนึ่งจึงทำการเทพื้นปรับระดับภายนอก เชื่อมท่อจากระบบหลักสู่พื้นที่ห้องน้ำ (รูปภาพที่ 26)



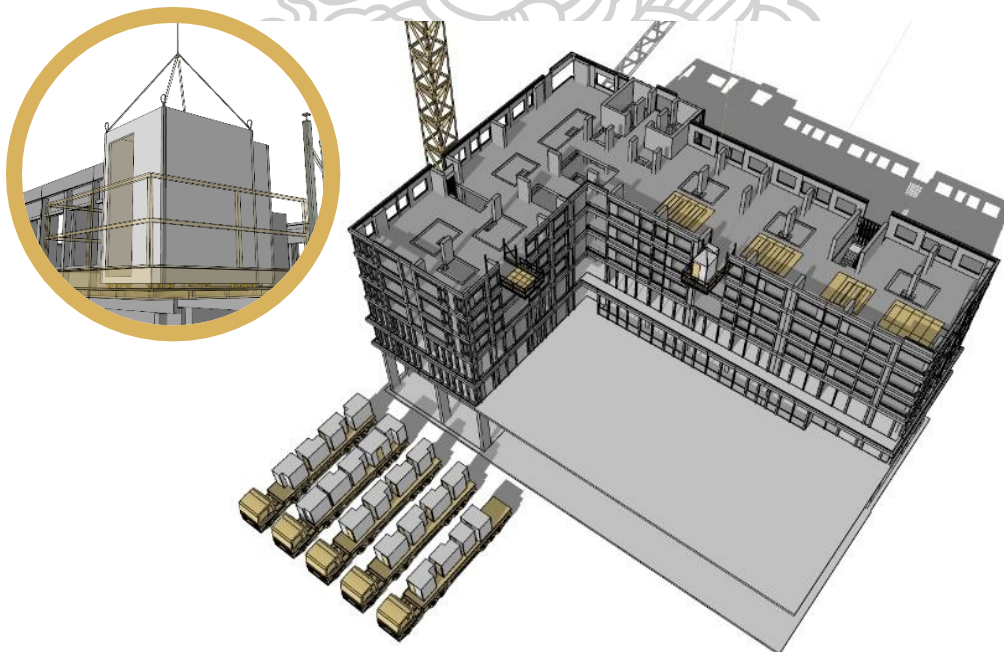
รูปภาพที่ 16 การติดตั้ง หองน้ำประเภทที่ 1 : การเตรียมทาวเวอร์เครนและพื้นที่รองรับวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง



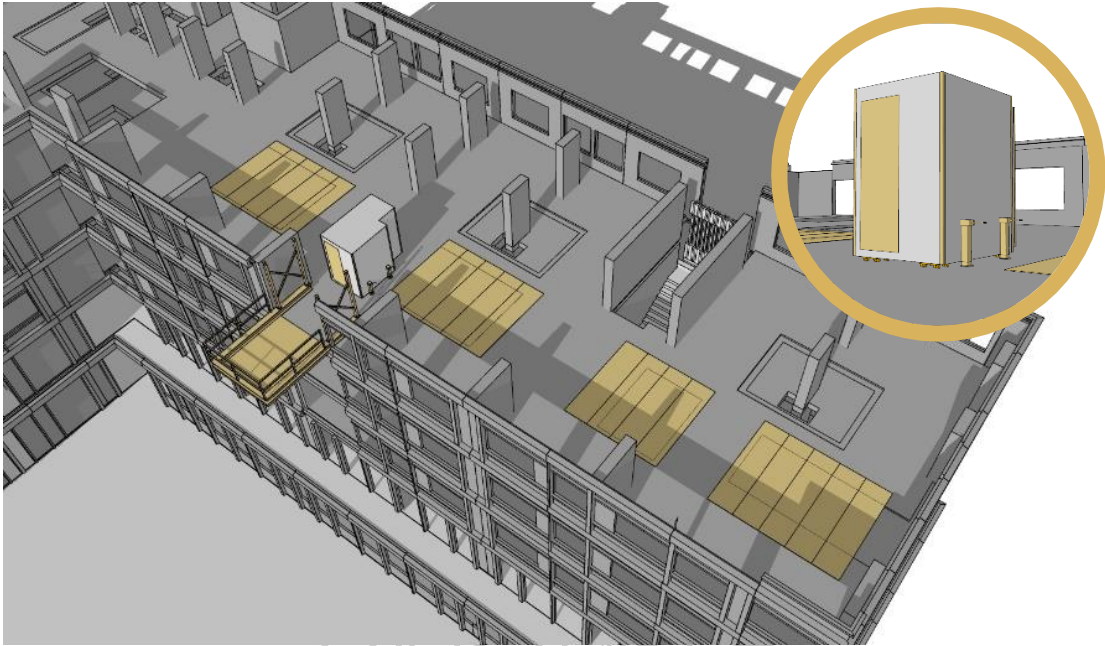
รูปภาพที่ 17 การติดตั้ง หองน้ำประเภทที่ 1 : งานยกหองน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้ทาวเวอร์เครนและห่วงสำหรับยก (จากการติดตั้งภายในโรงงาน)



รูปภาพที่ 18 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานยกห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้ทาวเวอร์เครน



รูปภาพที่ 19 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ ก่อสร้าง



รูปภาพที่ 20 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดห้องน้ำออกจากทาวเวอร์คอนและเคลื่อนย้าย
ในแนวระนาบไปยังพื้นที่ใกล้เคียงการติดตั้ง



รูปภาพที่ 21 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานถอดล้อเลื่อนและแม่แรงออกจากห้องน้ำ



รูปภาพที่ 22 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานวางห้องน้ำทั้งหมดใกล้เคียงพื้นที่ติดตั้ง



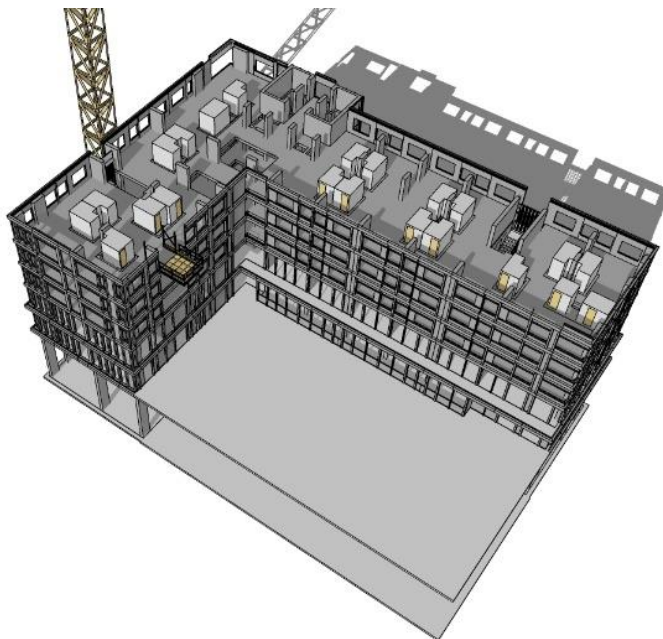
รูปภาพที่ 23 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานจัดเตรียมตัวปรับระดับและทำทางลาดสำหรับการ
เข็นห้องน้ำไปยังพื้นที่ติดตั้ง



รูปภาพที่ 24 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานปรับระดับพื้นห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้แผ่นยาง และเหล็กแผ่น



รูปภาพที่ 25 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปทุกหน่วยในชั้นลงยังพื้นที่ติดตั้ง และทดสอบการระบายน้ำ

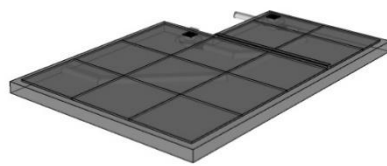


รูปภาพที่ 26 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 1 : งานเทคอนกรีตปรับระดับพื้นภายในพื้นที่

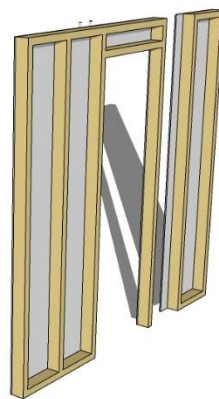
4.2.2 ห้องน้ำประเภทที่ 2 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน ห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทนี้ใช้ระยะเวลาในการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนของพื้น ผนัง ฝ้าเพดาน วัสดุกรุผิว สุขภัณฑ์ งานระบบไฟฟ้าและประปาภายในพื้นที่โรงงาน เมื่อแล้วเสร็จจึงนำไปติดตั้งยังพื้นที่โครงการมีรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นตอนการผลิตภายในโรงงาน

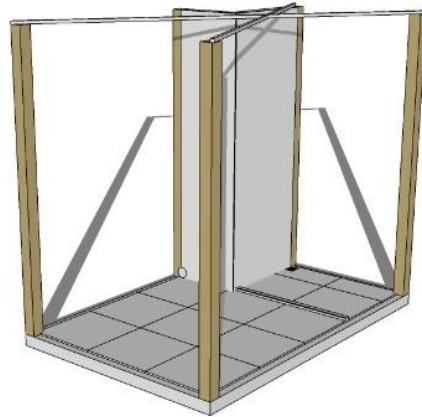
ขั้นตอนการผลิตในโรงงานเริ่มจากการหล่อลาดพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือ พลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics) วางงานระบบท่อน้ำทิ้งใต้พื้น (รูปภาพที่ 27) ทำแผ่นผนังโครงเคร่าติดตั้งไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด เดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปา และกรุด้วยวัสดุกรุผิว (รูปภาพที่ 28) หรือการจัดเตรียมผนังพลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics) นำขึ้นส่วนผนังประกอบเข้ากับลาดพื้นโดยเริ่มจากขึ้นส่วนมุม (รูปภาพที่ 29) ติดตั้งผนังชั้นติดมุม (รูปภาพที่ 30) และติดตั้งผนังที่เหลือทั้งหมด (รูปภาพที่ 31) เมื่องานผนังแล้วเสร็จติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน (รูปภาพที่ 32) ทดสอบการรั่วซึม ติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเฟอร์นิเจอร์และฉากกันห้องอาบน้ำ (รูปภาพที่ 33) และยกลงพาเลทคลุมด้วยผ้าใบ เพื่อเตรียมการขนส่งไปยังพื้นที่โครงการ (รูปภาพที่ 34)



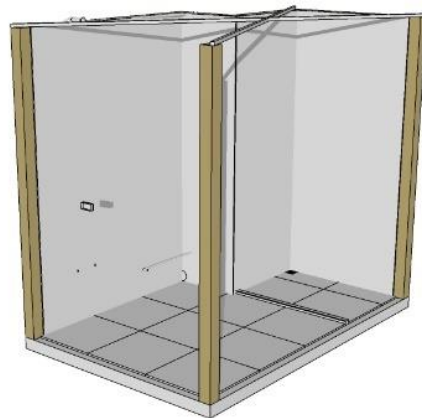
รูปภาพที่ 27 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานผลิตถาดพื้นพลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์
กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics)



รูปภาพที่ 28 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานแผ่นผนังโครงคร่ำติดตั้งไฟเบอร์ซีเมนต์
บอร์ด เดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปา และกรุด้วยวัสดุกรุผิว



รูปภาพที่ 29 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งโครงเสาและผนังชั้นมุม



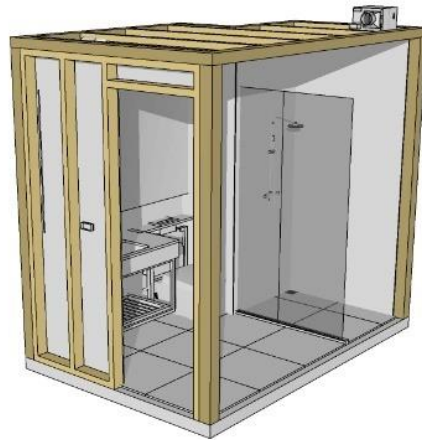
รูปภาพที่ 30 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งผนังชั้นติดมุม



รูปภาพที่ 31 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งผนังทั้งหมด



รูปภาพที่ 32 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน



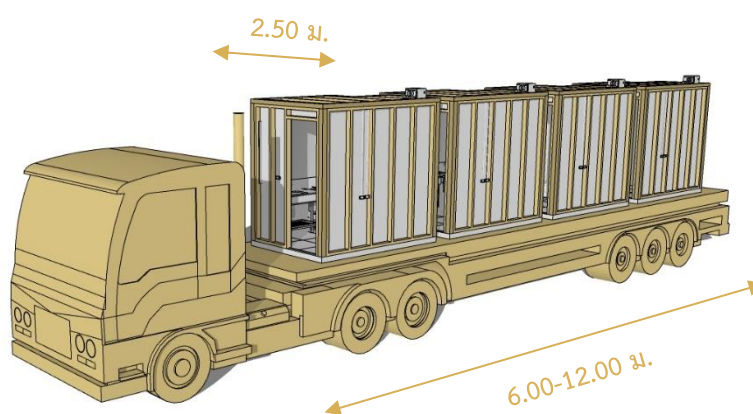
รูปภาพที่ 33 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานติดตั้งลูขกัณฑ์ งานเพอร์นิเจอร์และฉาก
กั้นห้องอาบน้ำ



รูปภาพที่ 34 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งชิ้นงาน

2) ขั้นตอนการขนส่ง

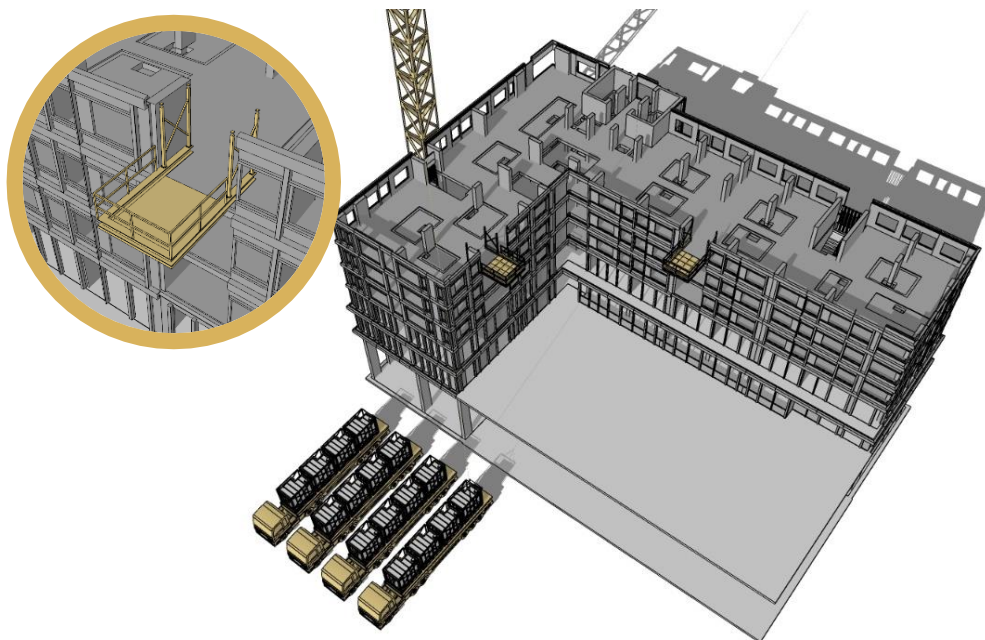
ขั้นตอนการขนส่งห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทนี้ถูกขนส่งโดยรถเทรลเลอร์ขนาด 6-12 เมตร สามารถบรรทุกห้องน้ำได้ครั้งละ 3-5 หน่วย ทั้งนี้ข้อจำกัดของจำนวนในการส่งต่อรถ 1 คันขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของห้องน้ำสำเร็จรูป



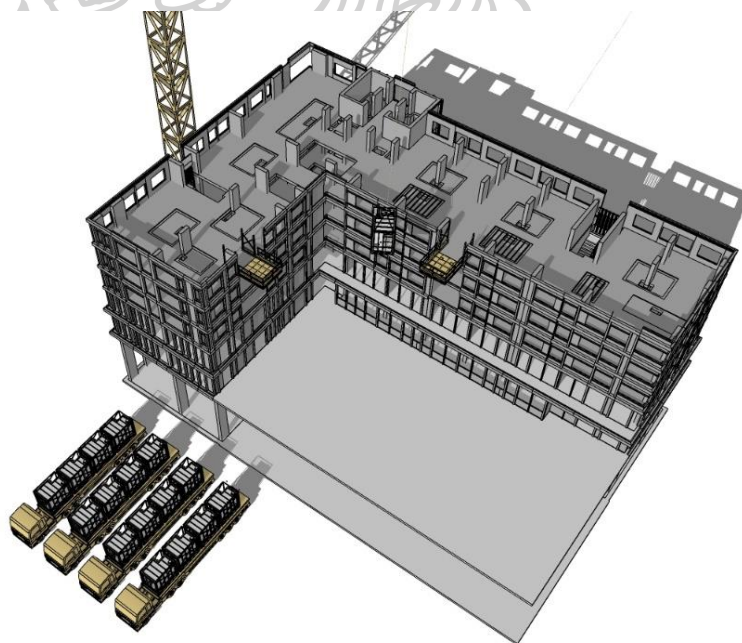
รูปภาพที่ 35 การขนส่ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 โดยรถเทรลเลอร์ขนาด 12 เมตร

3) ขั้นตอนการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปภายในโครงการ

ขั้นตอนการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปภายในโครงการสามารถทำได้ 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 การวางห้องน้ำสำเร็จรูปจากด้านบน โดยการยกห้องน้ำด้วยทาวเวอร์เครนและจัดวางห้องน้ำในแนวตั้ง แต่วิธีการนี้มีข้อเสียคือการติดตั้งจะทำได้ พื้นที่ต้องมีเพดานที่เปิดโล่งเมื่อติดตั้งห้องน้ำแล้วเสร็จจึงสร้างพื้นชั้นถัดไปซึ่งอาจทำให้แผนงานการสร้างพื้นและงานระบบเบื้องต้นของโครงการเกิดความล่าช้า วิธีที่ 2 คือการขนส่งห้องน้ำภายในโครงการทั้งแนวตั้งและแนวราบเนื่องจากพื้นที่ในชั้นถัดไปได้ดำเนินการก่อสร้างเรียบร้อยแล้ว โดยมีกระบวนการดังนี้ เตรียมพื้นที่รับของบนอาคาร (รูปภาพที่ 36) เมื่อห้องน้ำสำเร็จรูปถึงพื้นที่ภายในโครงการแล้ว ผู้รับเหมาหลักของโครงการเป็นผู้ใช้ทาวเวอร์เครนยกห้องน้ำสำเร็จรูปไปยังชั้นที่ต้องการติดตั้ง (รูปภาพที่ 37) ใช้แม่แรงในการเข็นไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (รูปภาพที่ 38) ปรับระดับและจับเวลาทดสอบการระบายน้ำ เมื่อห้องน้ำสำเร็จรูปเข้าพื้นที่โครงการได้จำนวนหนึ่งทำการเชื่อมท่องานระบบหลักสู่พื้นที่ห้องน้ำ (รูปภาพที่ 39)



รูปภาพที่ 36 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : การเตรียมทาวเวอร์เครนและพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ก่อสร้าง



รูปภาพที่ 37 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานยกห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้ทาวเวอร์เครน



รูปภาพที่ 38 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ ก่อสร้าง

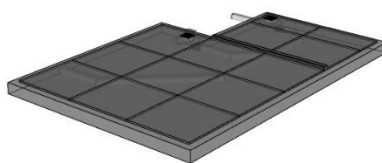
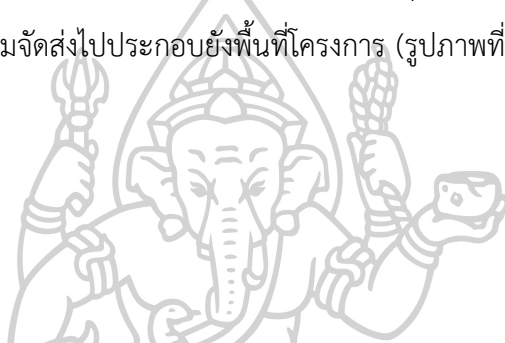


รูปภาพที่ 39 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 2 : งานจัดเรียงห้องน้ำในแนวระนาบไปยังพื้นที่ติดตั้ง

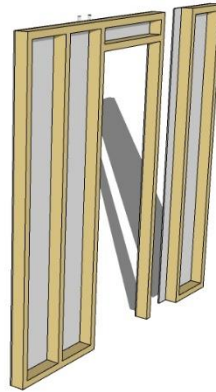
4.2.3 ห้องน้ำประเภทที่ 3 ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกิ่งสำเร็จภายในโรงงานประกอบภายในโครงการ ห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทนี้ มีขั้นตอนของการผลิตและติดตั้ง คือ มีการผลิตแผ่นพื้นและผนังจากภายในโรงงาน และทำการประกอบชิ้นส่วนภายในโครงการ หรือภายในห้องน้ำโครงการ

1) ขั้นตอนการผลิตภายในโรงงาน

ขั้นตอนการผลิตในโรงงาน มีดังนี้ หล่อพื้นพลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics) วางงานระบบท่อน้ำทิ้งใต้พื้น (รูปภาพที่ 40) ติดตั้งแผ่นผนังโครงเคร่าติดตั้งไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด เดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปา และกรุด้วยวัสดุกรุผิว (รูปภาพที่ 41) จัดชุดแผ่นพื้นและผนังเพื่อเตรียมจัดส่งไปประกอบยังพื้นที่โครงการ (รูปภาพที่ 42)



รูปภาพที่ 40 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานผลิตถาดพื้นพลาสติกเสริมแรงด้วยไฟเบอร์กลาส (Fiberglass-Reinforced Plastics)



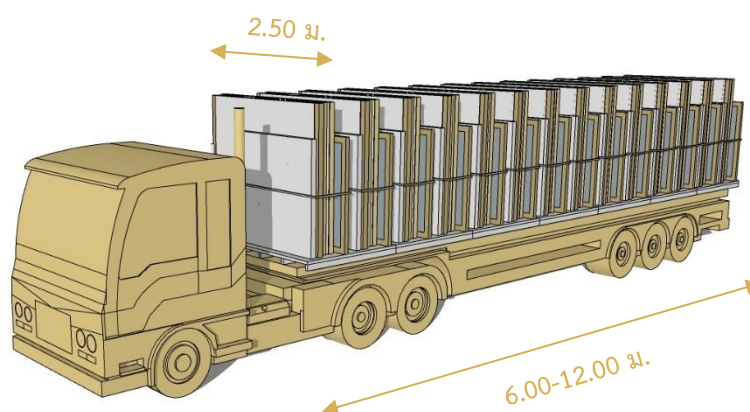
รูปภาพที่ 41 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานแผ่นผนังโครงเคร่าติดตั้งไฟเบอร์ซีเมนต์บอร์ด เดินท่องานระบบไฟฟ้าและประปา และกรุด้วยวัสดุกรุผิว



รูปภาพที่ 42 การผลิตในโรงงาน ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานจัดเตรียมลวดพลาเทเพื่อขนไปยังพื้นที่โครงการ

2) ขั้นตอนการขนส่ง

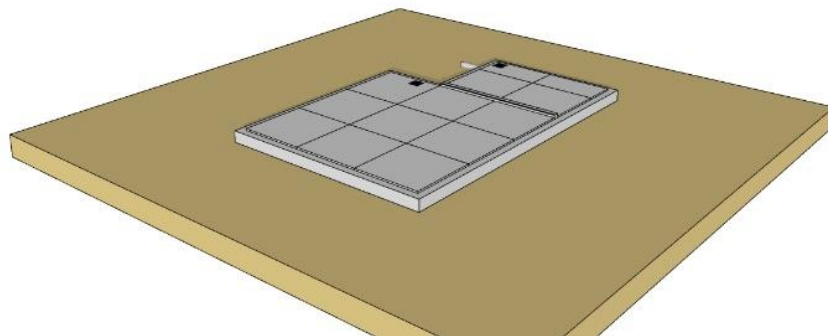
ขั้นตอนการขนส่งห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทนี้ถูกขนส่งโดยรถเทรลเลอร์ขนาด 6-12 เมตร สามารถบรรทุกห้องน้ำได้ครั้งละ 12-15 หน่วย พร้อมทั้งพาเลท 1 ชุด สำหรับการยกขึ้นติดตั้ง ทั้งนี้ ข้อจำกัดของจำนวนในการส่งต่อรถ 1 คันขึ้นอยู่กับขนาดและขนาดของห้องน้ำสำเร็จรูป



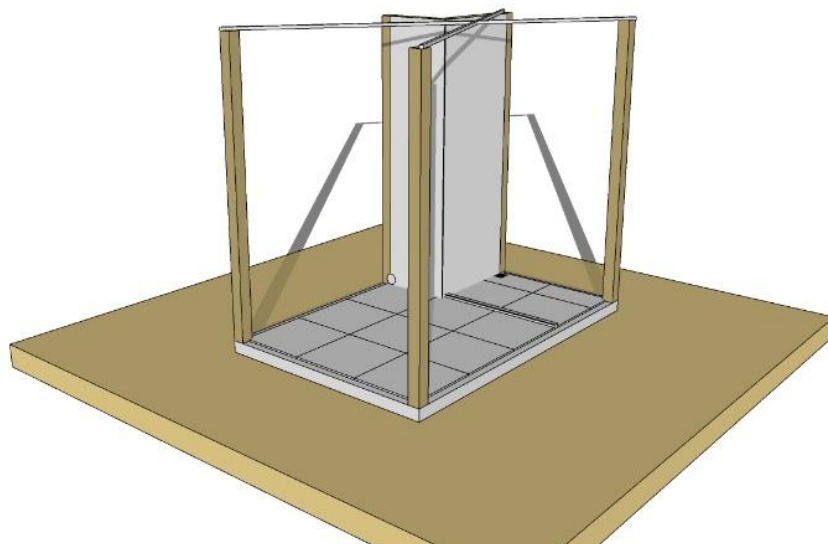
รูปภาพที่ 43 การขนส่ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 โดยรถเทรลเลอร์ขนาด 12 เมตร

3) ขั้นตอนการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปภายในโครงการ

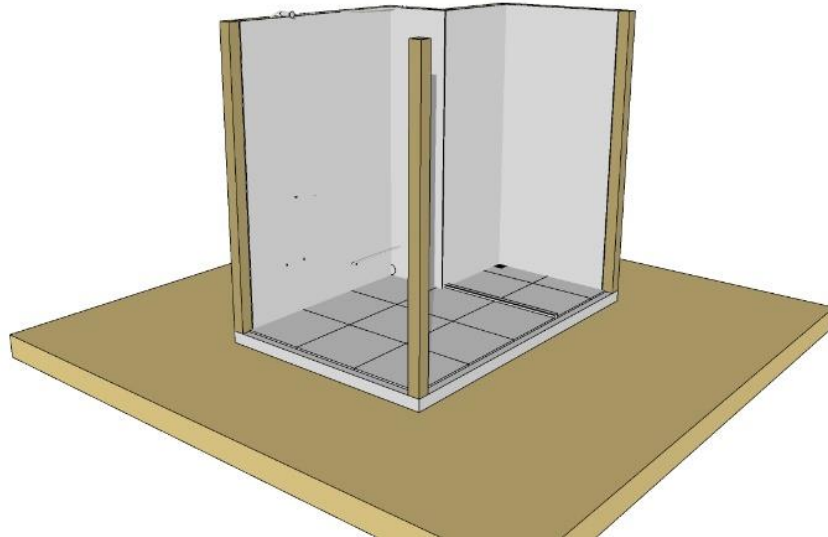
ขั้นตอนการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปภายในโครงการเริ่มจากการเตรียมพื้นที่ติดตั้งห้องน้ำปรับระดับพื้น ติดตั้งแผ่นพื้นในพื้นที่ติดตั้ง (รูปภาพที่ 44) ติดตั้งโครงเสาห้องน้ำและผนังชั้นมุม (รูปภาพที่ 45) ติดตั้งผนังอื่นๆและแผ่นฝ้าเพดาน (รูปภาพที่ 46-47) ติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเฟอร์นิเจอร์และฉากันห้องอาบน้ำ (รูปภาพที่ 48) เดินท่องานระบบไฟฟ้าเข้าสู่พื้นที่ห้องน้ำ



รูปภาพที่ 44 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานเตรียมพื้นที่ปรับระดับเพื่อจัดวางแผ่นพื้นบริเวณ
ห้องน้ำ



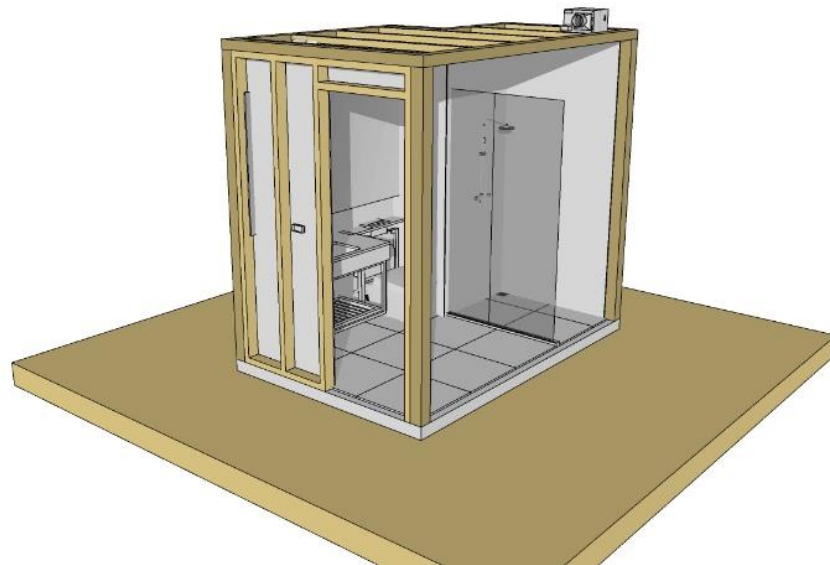
รูปภาพที่ 45 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งโครงเสาห้องน้ำและผนังขึ้นมุม



รูปภาพที่ 46 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งผนังทั้งหมด



รูปภาพที่ 47 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน



รูปภาพที่ 48 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานติดตั้งสุขภัณฑ์ งานเฟอร์นิเจอร์และฉากกั้นห้อง
อาบน้ำ



รูปภาพที่ 49 การติดตั้ง ห้องน้ำประเภทที่ 3 : งานแล้วเสร็จเตรียมต่องานระบบไฟฟ้าและประปา

4.3 เทคนิคการก่อสร้างและข้อจำกัดห้องน้ำสำเร็จรูป

การเปรียบเทียบเทคนิคการก่อสร้างและข้อจำกัด (อ้างอิงข้อมูลจาก 4.1) ได้มีการแบ่งประเภท ของห้องน้ำสำเร็จรูปออกเป็นทั้งหมด 3 ประเภทคือ ห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน ห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน และห้องน้ำโครงสร้างเบาก่อสร้างกึ่งสำเร็จภายในโรงงานประกอบภายในโครงการ โดยในการเปรียบเทียบเทคนิคการก่อสร้างและข้อจำกัดได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ปัจจัยในการออกแบบ ประเภทอาคารและพื้นที่ ๆ เหมาะสม การใช้งาน และการดูแลรักษาซ่อมบำรุง แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบเทคนิคการก่อสร้างและข้อจำกัดของห้องน้ำสำเร็จรูปประเภทต่าง ๆ

ประเภทห้องน้ำ	ปัจจัยในการออกแบบ	ประเภทอาคารและพื้นที่ ๆ เหมาะสม	การใช้งานและการดูแลรักษาซ่อมบำรุง
ห้องน้ำประเภทที่ 1	ขนาดและน้ำหนักในการขนส่งมายังพื้นที่โครงการและการขนส่งในแนวตั้งและราบภายในโครงการ	อาคารสูงโครงการสร้างใหม่เนื่องจากต้องมีการวางแผนเตรียมพื้นที่ในการขนส่งแนวตั้งและการเพื่อน้ำหนักโครงสร้างในการรองรับห้องน้ำ	เทียบได้กับห้องน้ำก่ออิฐแบบดั้งเดิม ดูแลรักษาได้ภายในช่องชาร์ปและด้านหลังสุขภัณฑ์
ห้องน้ำประเภทที่ 2	พื้นที่ความกว้างภายในสูงสุด 2.30 เมตร สูง 2.50 เมตร	อาคารสูงโครงการสร้างใหม่เนื่องจากต้องมีการวางแผนเตรียมพื้นที่ในการขนส่งแนวตั้ง	เทียบได้กับห้องน้ำผนังเบาแบบดั้งเดิม ดูแลรักษาได้ภายในช่องชาร์ปและด้านหลังสุขภัณฑ์
ห้องน้ำประเภทที่ 3	การเชื่อมรอยต่อผนัง-พื้นและท่องานระบบพื้นที่ภายในโครงการที่มีพื้นที่จำกัด แต่มีขนาดความกว้างไม่จำกัดหากใช้พื้นที่หน้างาน	อาคารสูงโครงการสร้างใหม่หรือโครงการที่มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้งาน	เทียบได้กับห้องน้ำผนังเบาแบบดั้งเดิม ดูแลรักษาได้ภายในช่องชาร์ปและด้านหลังสุขภัณฑ์

4.4 ข้อมูลทั่วไปกรณีศึกษา

โครงการอาคารโรงแรมและเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ ถนนหลังสวน ประกอบด้วยอาคาร 3 หลัง ดังแสดงในรูปภาพที่ 50 คือ

อาคาร A ประเภทอาคารโรงแรมและเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ 29 ชั้น จำนวน 352 ห้องพัก

อาคาร B ประเภทอาคารเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ 6 ชั้น จำนวน 49 ห้องพัก

และอาคาร C ประเภทอาคารพาณิชย์



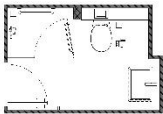
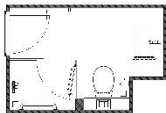
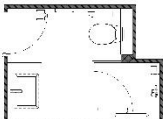
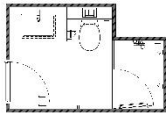
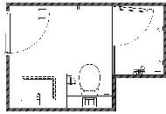
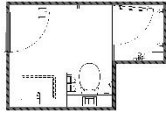
รูปภาพที่ 50 ทศนิยมภาพจำลอง อาคารโรงแรมและเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ ถนนหลังสวน

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาห้องน้ำสำเร็จรูปในพื้นที่อาคาร A พื้นที่ชั้นที่ 4-23 จำนวน 20 ชั้น ประกอบกิจการธุรกิจโรงแรม จำนวน 304 ห้องพัก ซึ่งทางโครงการเลือกใช้ห้องน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กก่อสร้างสำเร็จภายในโรงงาน จำนวนห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป 332 ห้อง นำมาเปรียบเทียบกับห้องน้ำแบบดั้งเดิมในพื้นที่อาคารเดียวกันชั้นที่ 24-29 จำนวน 6 ชั้น ประกอบธุรกิจเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ จำนวน 48 ห้องพัก จำนวนห้องน้ำ 52 ห้องดังแสดงในตารางที่ 4 มีรายละเอียดจำนวนห้องน้ำสำเร็จรูป รูปแบบผังห้องน้ำ และสุขภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 5 รูปภาพที่ 51 และตารางที่ 6 ตามลำดับ

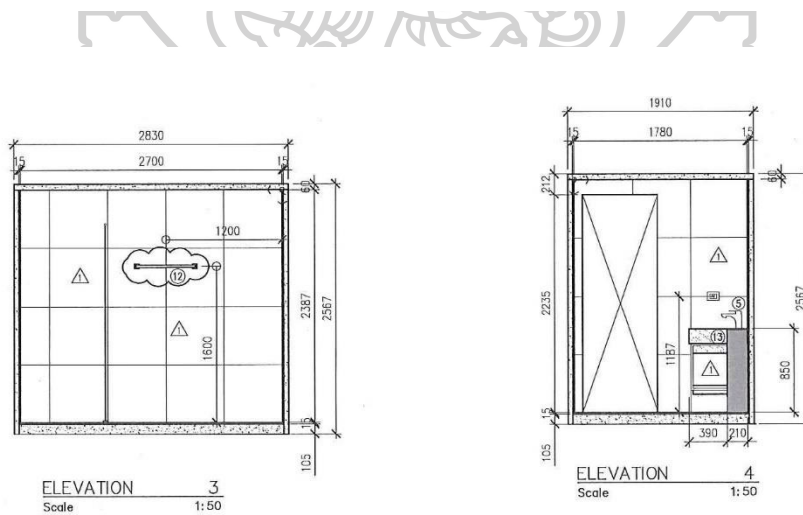
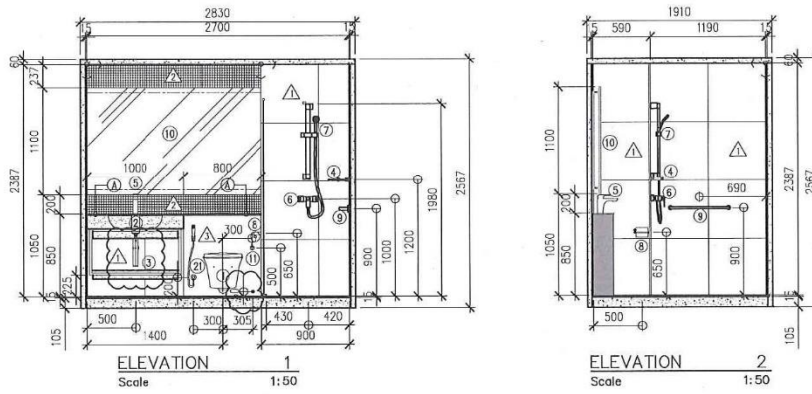
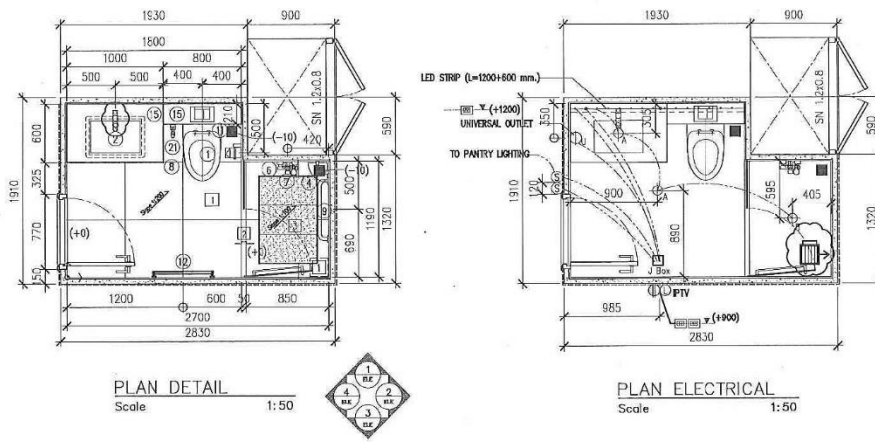
ตารางที่ 4 จำนวนห้อง และรหัสห้องน้ำอาคาร A โครงการกรณีศึกษา

TYPE	FL.	AX02	AX03	AX04	AX05	AX06	AX07	AX08	AX09	AX10	AX11	AX12	AX13	AX14	AX15	AX16	AX17	AX18	AX19	AX20	AX21	TOTAL	
		WC1	WC2	WC3	WC4	WC5	WC4	WC5	WC11+1	WC7	WC8	WC7	WC8	WC7	WC8	WC9+10	WC6	WC4	WC5	WC4	WC5		
SAP	30	A3002	A3003	A3004	A3005	A3006	A3007	A3008	A3009													8	
	29	A2902	A2903	A2904	A2905	A2906	A2907	A2908	A2909													8	
	28	A2802	A2803	A2804	A2805	A2806	A2807	A2808	A2809													8	
	27	A2702	A2703	A2704	A2705	A2706	A2707	A2708	A2709													8	
	26	A2602	A2603	A2604	A2605	A2606	A2607	A2608	A2609													8	
	25	A2502	A2503	A2504	A2505	A2506	A2507	A2508	A2509													8	
Hotel	24	A202	A203	A204	A205	A206	A207	A208	A209													8	
	23	A2302	A2303	A2304	A2305	A2306	A2307	A2308	A2309													8	
	22	A2202	A2203	A2204	A2205	A2206	A2207	A2208	A2209													8	
	21	A2102	A2103	A2104	A2105	A2106	A2107	A2108	A2109													8	
	20	A2002	A2003	A2004	A2005	A2006	A2007	A2008	A2009													8	
	19	A1902	A1903	A1904	A1905	A1906	A1907	A1908	A1909														8
	18	A1802	A1803	A1804	A1805	A1806	A1807	A1808	A1809														8
	17	A1702	A1703	A1704	A1705	A1706	A1707	A1708	A1709														8
	16	A1602	A1603	A1604	A1605	A1606	A1607	A1608	A1609	A1610	A1611	A1612	A1613	A1614	A1615	A1616	A1617	A1618	A1619	A1620	A1621	20	
	15	A1502	A1503	A1504	A1505	A1506	A1507	A1508	A1509	A1510	A1511	A1512	A1513	A1514	A1515	A1516	A1517	A1518	A1519	A1520	A1521	20	
	14	A1402	A1403	A1404	A1405	A1406	A1407	A1408	A1409	A1410	A1411	A1412	A1413	A1414	A1415	A1416	A1417	A1418	A1419	A1420	A1421	20	
	12	A1202	A1203	A1204	A1205	A1206	A1207	A1208	A1209	A1210	A1211	A1212	A1213	A1214	A1215	A1216	A1217	A1218	A1219	A1220	A1221	20	
	11	A1102	A1103	A1104	A1105	A1106	A1107	A1108	A1109	A1110	A1111	A1112	A1113	A1114	A1115	A1116	A1117	A1118	A1119	A1120	A1121	20	
	10	A1002	A1003	A1004	A1005	A1006	A1007	A1008	A1009	A1010	A1011	A1012	A1013	A1014	A1015	A1016	A1017	A1018	A1019	A1020	A1021	20	
	9	A902	A903	A904	A905	A906	A907	A908	A909	A910	A911	A912	A913	A914	A915	A916	A917	A918	A919	A920	A921	20	
	8	A802	A803	A804	A805	A806	A807	A808	A809	A810	A811	A812	A813	A814	A815	A816	A817	A818	A819	A820	A821	20	
7	A702	A703	A704	A705	A706	A707	A708	A709	A710	A711	A712	A713	A714	A715	A716	A717	A718	A719	A720	A721	20		
6	A602	A603	A604	A605	A606	A607	A608	A609	A610	A611	A612	A613	A614	A615	A616	A617	A618	A619	A620	A621	20		
5	A502	A503	A504	A505	A506	A507	A508	A509	A510	A511	A512	A513	A514	A515	A516	A517	A518	A519	A520	A521	20		
4	A402	A403	A404	A405	A406	A407	A408	A409	A410	A411	A412	A413	A414	A415	A416	A417	A418	A419	A420	A421	20		
TOTAL																					352		

ตารางที่ 5 รายละเอียด จำนวน น้ำหนัก และขนาดห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีศึกษา

รายละเอียด				ขนาดพื้นที่ภายใน					
รูปภาพ	TYPE	รวม จำนวน ห้อง	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	สูง (เมตร)	พื้นที่ พื้น/ฝ้า (ตร.ม.)	พื้นที่ ผนัง (ตร.ม.)	ปริมาตร คอนกรีต (ลบ.ม.)
	WC-01	20	4,150	1.910	2.795	2.567	5.169	21.62	1.96
	WC-02	20	4,150	1.910	2.820	2.567	4.960	21.74	1.93
	WC-03	20	4,250	2.075	2.795	2.567	5.346	22.42	2.03
	WC-04	64	4,000	1.910	2.830	2.567	4.874	21.79	1.92
	WC-05	64	4,000	1.910	2.830	2.567	4.874	21.79	1.92
	WC-06	12	3,800	1.910	2.830	2.567	4.685	21.79	1.89

รายละเอียด				ขนาดพื้นที่ภายใน					
รูปภาพ	TYPE	รวม จำนวน ห้อง	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	สูง (เมตร)	พื้นที่ พื้น/ฝ้า (ตร.ม.)	พื้นที่ ผนัง (ตร.ม.)	ปริมาตร คอนกรีต (ลบ.ม.)
	WC-07	32	3,750	1.695	2.830	2.567	4.414	20.76	1.79
	WC-08	36	3,750	1.695	2.830	2.567	4.414	20.76	1.79
	WC-09	12	3,950	1.860	2.495	2.567	4.641	19.94	1.79
	WC-10	12	3,000	1.860	1.865	2.567	3.469	16.92	1.44
	WC-11	20	4,500	2.120	2.735	2.567	5.798	22.34	2.10
	WC-12	20	3,950	2.120	2.520	2.567	4.595	21.31	1.85

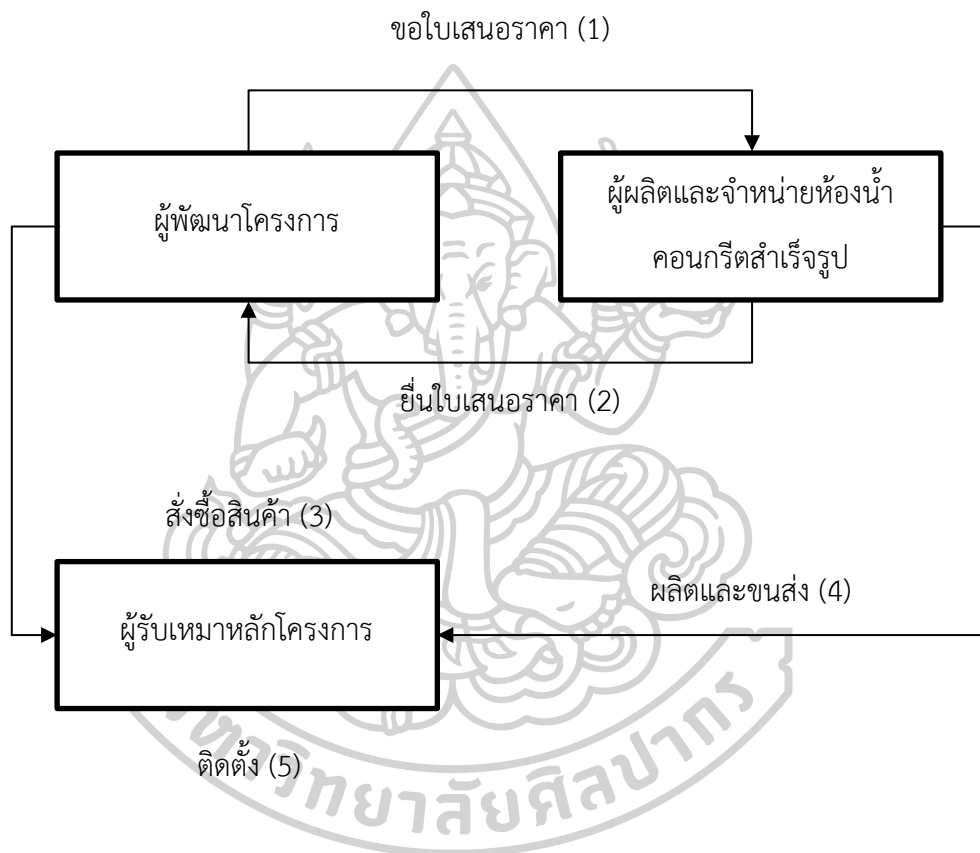


รูปภาพที่ 51 ตัวอย่างแบบก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีศึกษา (WC-04)

ตารางที่ 6 รายการประกอบแบบสุขภัณฑ์ และอุปกรณ์งานระบบในห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

พื้น	F1	กระเบื้อง GT คาลาคัตตา คลาสสิกโก้ ขาว 24"x24" ขาวR/T PM COTTO
	F2	ธรณีหินสีขาว ฉากกันอาบน้ำ
	F3	กระเบื้อง GT คาลาคัตตา คลาสสิกโก้ ขาว 12"x24" ขาวR/T PM COTTO
ผนัง	W1	กระเบื้อง GT คาลาคัตตา คลาสสิกโก้ ขาว 24"x24" ขาวR/T PM COTTO
	W2	กระเบื้องโมเสค Akena
	W3	หิน Black Marquina
สุขภัณฑ์	1	สุขภัณฑ์แบบแขวน รุ่น CWT 192K TOTO+หม้อน้ำ WH037DV1+ปุ่มกด MB006DNM
	2	อ่างล้างหน้าชนิดฝักได้เคาน์เตอร์ สีขาว COTTO No.CT689(HM)
	3	ท่อน้ำทิ้งอ่างล้างหน้าเสตนเลส COTTO No.CT689(HM)
	4	ชั้นวางของ
	5	ก๊อกผสมอ่างล้างหน้าแบบก้านโยก สีโครม COTTO No.CT2123A
	6	ก๊อกผสมยีนอบ แบบก้านโยก COTTO No.CT2148A
	7	ฝักบัวพร้อมสาย 5 ฟังก์ชัน+Slide Bar COTTO No.Z84(HM)+CT0131
	8	ที่ใส่กระดาษทิชชู รุ่น สแควร์ COTTO No.CT884(HM)
	9	ราวทรงตัว 60 ซม. COTTO No.CT750(HM)
	10	ตุ้กระจกเงา
	11	ขอแขวนผ้า Sanitary Bag COTTO No.CT050(HM)
	12	ขอแขวนผ้า COTTO No.CTA41721
	13	ตู้ใต้อ่างล้างหน้า
	14	ฉากกันอาบน้ำ
	15	หินสีดำ Black Marquina
	16	หินสีขาว Art White
	17	อ่างอาบน้ำอะคริลิค COTTO BT210PP
	18	ราวทรงตัว 35 ซม. COTTO No.CT790(HM)
	19	ก๊อกผสมอ่างอาบน้ำ COTTO No.CT2147A
	20	อ่างล้างหน้าชนิดฝักครึ่งเคาน์เตอร์ COTTO NO.C0225
	21	วาล์วเปิด-ปิด CT179(HM) และสายฉีดชำระรุ่น CT993K
M&E		ดาวน์ไลท์ L&E model RAM80+PHILIPS BN680 LED11/WW L1200
		Handy box สำหรับสวิตช์/เต้ารับคู่/ IPTV LAN
		เต้ารับ Universal Outlet
		หน้ากากระบายอากาศแบบเหลี่ยมขนาด 6x6 นิ้ว
		Led Strip Philips TrunkLinea 3000 K

ในการศึกษานี้ได้ศึกษาจากกรณีศึกษา โดยการสั่งซื้อห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นนอกจากมีราคาของห้องน้ำจากทางผู้ผลิตและจำหน่ายห้องน้ำแล้ว ยังมีราคาในส่วนของการดำเนินการติดตั้งของผู้รับเหมาหลักโครงการ โดยผู้รับเหมาหลักคิดค่าดำเนินการสั่งซื้อและติดตั้งคิดเป็นร้อยละ 12 ของราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ภายใต้การตัดสินใจสั่งซื้อของผู้พัฒนาโครงการดังแสดงความสัมพันธ์ในรูปภาพที่ 52



รูปภาพที่ 52 รายละเอียดการนำเสนอราคาและการจัดซื้อ

ตารางที่ 7 ระยะเวลาติดตั้งห้องน้ำภายในโครงการ

วันที่	ชั้นที่	ห้อง	รหัสห้องน้ำ	ระยะเวลา (นาที)			
				A	B	C	D
20 มี.ค. 2561	5	A509	WC-12	17	8		
		A509	WC-11	18	11		
		A508	WC-05	15	10		
		A507	WC-04	16	12		
3 พ.ค. 2561	8	A808	WC-05	22	9		
		A807	WC-04	20	10		
		A802	WC-01	15	7		
		A805	WC-04	16	11		
		A804	WC-03	19	5		
		A806	WC-05	9	5		
7 ส.ค. 2562	21	A2109	WC-12			14	14
		A2109	WC-11			17	12
		A2108	WC-05			15	5
		A2107	WC-04			19	7
		A2103	WC-02			19	10
		A2102	WC-01			10	9
ค่าเฉลี่ย (นาที)				17	9	16	10
รวมเวลา/1 ห้อง				51			

หมายเหตุ A งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ก่อสร้างประจำชั้น
 B งานในแนวระนาบไปยังพื้นที่ใกล้เคียงการติดตั้ง
 C งานปรับระดับพื้นห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช้แผ่นยางและเหล็กแผ่น
 D งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปลงยังพื้นที่ติดตั้ง และทดสอบการระบายน้ำ

จากตารางที่ 7 สามารถสรุปได้ว่า 1 ห้องใช้เวลา 51 นาที เมื่อกำหนดให้ชั่วโมงเวลาทำงาน 1 วัน 8 ชั่วโมง ดังนั้น 1 วัน คนงาน 1 ชุด สามารถติดตั้งห้องน้ำได้ 9 ห้องต่อวัน

ตารางที่ 8 จำนวนคนงาน อุปกรณ์ ปัญหาและอุปสรรค การติดตั้งห้องน้ำที่พบในกรณีศึกษา

	A	B	C	D
จำนวนคนงาน	ผู้คุมงาน 1 คน ทาวเวอร์เครน 1 คน คนเกี่ยว 1 คน (ห้องน้ำชั้น G) คนถอดขอ 1 คน (อยู่ชั้นเหนือขึ้นไป) คนจัดตำแหน่ง ล้อเลื่อน 2-3 คน รวม 6-7 คน	ผู้คุมงาน 1 คน คนบังคับทิศทาง 1 คน คน คนเข็น 4 คน รวม 6 คน	ผู้คุมงาน 1 คน คนปรับระดับ 1 คน คนเข็น 4 คน รวม 6 คน	ผู้คุมงาน 1 คน คนทดสอบการ ระบายน้ำ 2 คน คนเข็น 4 คน รวม 7 คน
อุปกรณ์	ทาวเวอร์เครน ห่วงเกลียวสำหรับหัว 4 ตัว ถาดล้อเลื่อน 4 ตัว	ถาดล้อเลื่อน 4 ตัว แม่แรง 6 ตัว เหล็กจูง 1 ตัว	เครื่องวัดระดับ 1 เครื่อง แผ่นยางและเหล็ก ปรับระดับ ทางลาดเหล็ก 1 ชุด ถาดล้อเลื่อน 4 ตัว แม่แรง 6 ตัว	ถาดล้อเลื่อน 4 ตัว แม่แรง 6 ตัว นาฬิกาจับเวลา ถึงใสน้ำ
ปัญหาและอุปสรรค	ทาวเวอร์เครนใช้ เวลาน้อยกว่าชุด คนงานทำให้เกิดช่วง ว่าง	อุปกรณ์งานระบบ ด้านบนห้องน้ำ สำเร็จรูป เวลา เคลื่อนย้ายชนกับ อุปกรณ์ First Fixed บางส่วน	ผิวผนังห้องน้ำ สำเร็จรูปกระเทาะ จากการใช้แม่แรงยก	หากพบว่าติดตั้ง ระดับผิดพลาดใช้ เวลาแก้ไข 15-20 นาที/1ห้อง

หมายเหตุ A งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ก่อสร้างประจำชั้น

B งานในแนวระนาบไปยังพื้นที่ใกล้เคียงการติดตั้ง

C งานปรับระดับพื้นห้องน้ำสำเร็จรูปโดยการใช่แผ่นยางและเหล็กแผ่น

D งานวางห้องน้ำสำเร็จรูปลงยังพื้นที่ติดตั้ง และทดสอบการระบายน้ำ

บทที่ 5

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาคั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบการก่อสร้างห้องน้ำระบบคอนกรีตสำเร็จรูปและการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมในอาคารสูง โดยแบ่งการวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็น 2 ส่วน คือ ต้นทุนในการก่อสร้าง และระยะเวลาในการก่อสร้าง

5.1 ราคาต้นทุนการก่อสร้างของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

การเปรียบเทียบราคาการก่อสร้างของห้องน้ำทั้ง 2 ระบบนี้ได้เปรียบเทียบจากใบเสนอราคาของผู้รับเหมาหลัก ประกอบด้วยราคางานโครงสร้างร่วมกับสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิวและค่าแรง(ซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้) ราคางานระบบไฟฟ้าและประปา นำมาเปรียบเทียบกับใบเสนอราคาของผู้จำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ประกอบด้วยราคาโครงสร้างห้องน้ำรวมค่าแรงและงานระบบไฟฟ้าและประปา(ซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้) ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว และค่าดำเนินการออกแบบและขนส่ง ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ทางผู้วิจัย กำหนดให้ ราคาในส่วนของสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว และราคางานระบบไฟฟ้าและประปา ของทั้ง 2 ใบเสนอราคามีมูลค่าเท่ากันในแต่ละหน่วยของห้องน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 8-10

$$\text{ราคาผู้รับเหมาหลัก} = (A+C) + B$$

$$\text{ราคาของผู้จำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป} = (A+B) + C + D$$

A คือ ราคาโครงสร้างห้องน้ำ

B คือ งานระบบไฟฟ้าและประปา (ผู้วิจัยกำหนดให้ราคาส่วนนี้ของทั้ง 2 สมการมีค่าเท่ากัน)

C คือ ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว (ผู้วิจัยกำหนดให้ราคาส่วนนี้ของทั้ง 2 สมการมีค่าเท่ากัน)

D คือ ค่าดำเนินการออกแบบและขนส่ง

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อมาวิเคราะห์ 2 ประเด็นคือ ประเด็นที่ 1 หาสัดส่วนราคาการก่อสร้างและส่วนต่างของห้องน้ำแต่ละระบบเมื่อราคา วัสดุ งานระบบไฟฟ้าและประปามีรูปแบบและปริมาณเท่ากัน ประเด็นที่ 2 เมื่อได้สัดส่วนราคาของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปแล้วนำมาสร้างสมการการคำนวณราคาห้องน้ำเพื่อการใช้งานในโครงการอื่น

ตารางที่ 9 ราคาเสนอห้องน้ำแบบดั้งเดิมจากผู้รับเหมาหลักโครงการ

ห้องน้ำ	พื้นที่	ผู้รับเหมาหลักโครงการ			รวมราคา/ หน่วย
		โครงสร้าง	ระบบไฟฟ้าและประปา	ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว	
WC-01	5.169	33,295	50,568	101,380	185,243
WC-02	4.960	44,411	52,958	97,444	194,813
WC-03	5.346	39,555	55,032	93,443	188,030
WC-04	4.874	57,289	49,831	87,322	194,442
WC-05	4.874	57,735	50,525	87,322	195,582
WC-06	4.685	46,303	52,760	86,196	185,259
WC-07	4.414	49,185	55,083	86,186	190,454
WC-08	4.414	45,303	52,598	86,186	184,087
WC-09	4.641	20,575	51,496	110,878	182,949
WC-10	3.469	41,726	53,708	82,611	178,045
WC-11	5.798	32,329	59,969	116,582	208,880
WC-12	4.595	33,006	59,969	95,599	188,574
ค่าเฉลี่ย		41,726	53,708	94,262	189,697
ร้อยละ		22.00	28.31	49.69	100.000

จากตารางที่ 9 นำข้อมูลที่ได้จากผู้รับเหมาหลักมาคิดค่าเฉลี่ยเนื่องจากขนาดพื้นที่ที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นราคาเฉลี่ยของห้องน้ำแบบดั้งเดิม ราคา 189,697 บาทต่อห้อง ประกอบด้วย ราคาโครงสร้างเฉลี่ย 41,726 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 22.00 ราคางานระบบไฟฟ้าและประปาเฉลี่ย 53,708 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 28.31 และราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิวเฉลี่ย 94,262 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 49.69

จากการสอบถามข้อมูลกับทางผู้ผลิตและจำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปพบว่าในกรณีทั่วไปทางผู้ผลิตและจำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปคิดค่าดำเนินการในการออกแบบและขนส่งอยู่ที่ร้อยละ 7.5 ของราคาห้องน้ำสำเร็จรูป ดังแสดงในตารางที่ 10 แต่ในกรณีศึกษานี้ทางผู้รับเหมาหลักของโครงการได้มีเงื่อนไขเพิ่มเติมในการตรวจสอบคุณภาพของห้องน้ำก่อนดำเนินการจัดส่ง รวมถึงการทำแบบสามมิติเพิ่มเติมทางผู้ผลิตและจำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปจึงคิดค่าดำเนินการร้อยละ 12.5 ของราคาห้องน้ำสำเร็จรูป ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปจากผู้จำหน่ายและค่าดำเนินการจากผู้รับเหมาหลัก
โครงการกรณีทั่วไป

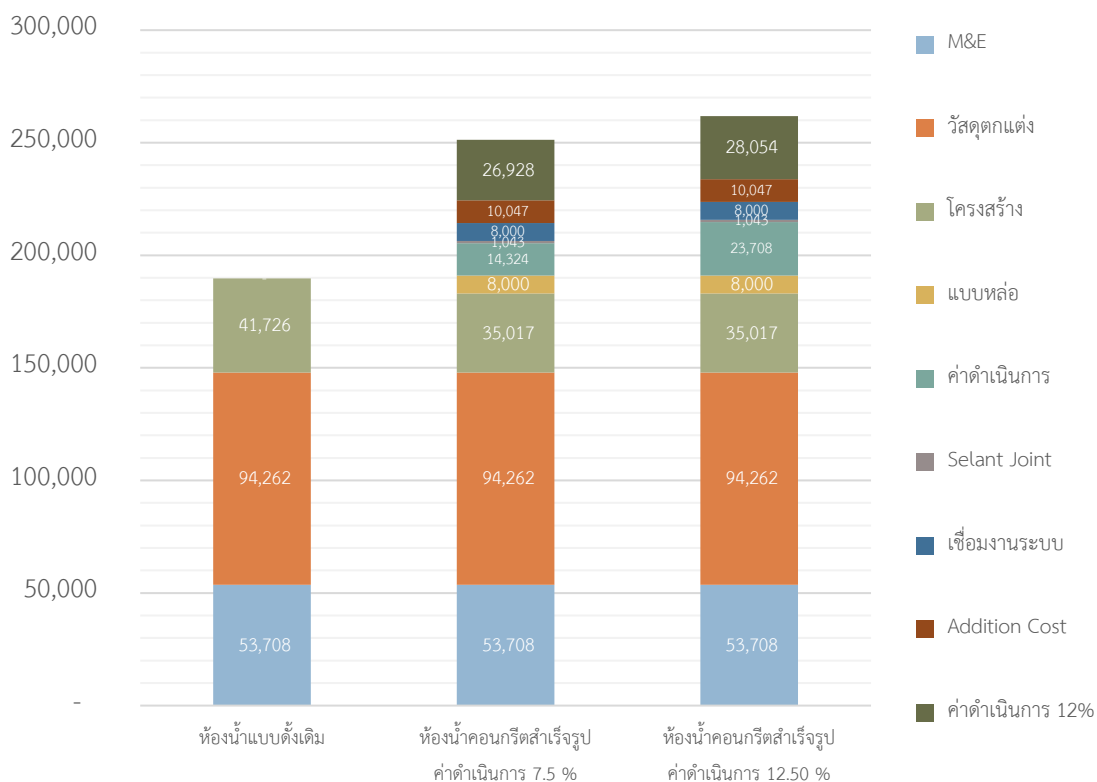
ห้องน้ำ	พื้นที่	ผู้จำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป					ผู้รับเหมาหลักโครงการ				รวมราคา/ หน่วย
		โครงสร้าง	ระบบ ไฟฟ้า และ ประปา	ราคา สุขภัณฑ์ และวัสดุ กรุผิว	แบบ หล่อ	ค่า ดำเนินการ 7.5%	ข้อต่อ ยาแนว	เชื่อม งาน ระบบ	Addition Cost	ค่า ดำเนินการ 12%	
WC-01	5.169	38,684	50,568	101,380	8,000	14,897	2,810	8,000	10,175	28,142	262,656
WC-02	4.960	38,408	52,958	97,444	8,000	14,761	1,340	8,000	10,230	27,737	258,878
WC-03	5.346	36,480	55,032	93,443	8,000	14,472	1,950	8,000	10,175	27,306	254,858
WC-04	4.874	36,867	49,831	87,322	8,000	13,652	1,050	8,000	10,219	25,793	240,733
WC-05	4.874	36,173	50,525	87,322	8,000	13,652	1,050	8,000	10,219	25,793	240,733
WC-06	4.685	33,019	52,760	86,196	8,000	13,498	150	8,000	10,219	25,421	237,263
WC-07	4.414	27,457	55,083	86,186	8,000	13,254	1,940	8,000	9,982	25,188	235,091
WC-08	4.414	29,942	52,598	86,186	8,000	13,254	1,940	8,000	9,982	25,188	235,091
WC-09	4.641	40,746	51,496	110,878	8,000	15,834	70	8,000	9,806	29,380	274,210
WC-10	3.469	22,762	53,708	82,611	8,000	12,531	70	8,000	9,101	23,614	220,397
WC-11	5.798	49,678	59,969	116,582	8,000	17,567	70	8,000	10,345	32,425	302,637
WC-12	4.595	29,991	59,969	95,599	8,000	14,517	70	8,000	10,109	27,151	253,406
ค่าเฉลี่ย		35,017	53,708	94,262	8,000	14,324	1,043	8,000	10,047	26,928	251,329
ร้อยละ		13.93	21.37	37.51	3.18	5.70	0.41	3.18	4.00	10.71	100

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นราคาเฉลี่ยของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ราคา 251,329 บาท ต่อห้อง รวมค่าดำเนินการผู้รับเหมาหลักโครงการ ประกอบด้วย ราคาโครงสร้างเฉลี่ย 35,017 บาท ต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 13.93 ราคางานระบบไฟฟ้าและประปาเฉลี่ย 53,708 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 21.37 ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิวเฉลี่ย 94,262 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 37.51 ราคาแบบหล่อคอนกรีตเมื่อจำนวนต่ำกว่า 50 ห้อง 8,000 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 3.18 ราคาค่าดำเนินการผู้จำหน่ายในกรณีโครงการทั่วไป ร้อยละ 7.5 ของราคาห้องน้ำในโรงงาน 14,324 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 5.70 ราคางาน ข้อต่อยาแนว เฉลี่ย 1,043 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 0.41 ราคาต่อท่องานระบบไฟฟ้าและประปาเฉลี่ย 8,000 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 3.18 ราคาเพิ่มเติมอื่นๆเฉลี่ย 10,047 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 4.00 และราคาค่าดำเนินการผู้รับเหมาหลักโครงการ ร้อยละ 12 ของราคารวมทั้งหมด 26,756 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 10.71

ตารางที่ 11 ราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปจากผู้จำหน่ายและค่าดำเนินการจากผู้รับเหมาหลัก
โครงการกรณีศึกษา

ห้องน้ำ	พื้นที่	ผู้จำหน่ายห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป					ผู้รับเหมาหลักโครงการ					รวมราคา/ หน่วย
		โครงสร้าง	ระบบไฟฟ้าและประปา	ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว	แบบหล่อ	ค่าดำเนินการ 12.5%	ข้อต่อยาแนว	เชื่อมงานระบบ	Addition Cost	ค่าดำเนินการ 12%		
WC-01	5.169	38,684	50,568	101,380	8,000	24,829	2,810	8,000	10,175	29,334	273,780	
WC-02	4.960	38,408	52,958	97,444	8,000	24,601	1,340	8,000	10,230	28,918	269,899	
WC-03	5.346	36,480	55,032	93,443	8,000	24,119	1,950	8,000	10,175	28,464	265,663	
WC-04	4.874	36,867	49,831	87,322	8,000	21,752	1,050	8,000	10,219	26,765	249,806	
WC-05	4.874	36,173	50,525	87,322	8,000	21,752	1,050	8,000	10,219	26,765	249,806	
WC-06	4.685	33,019	52,760	86,196	8,000	22,497	150	8,000	10,219	26,501	247,342	
WC-07	4.414	27,457	55,083	86,186	8,000	22,091	1,940	8,000	9,982	26,249	244,988	
WC-08	4.414	29,942	52,598	86,186	8,000	22,091	1,940	8,000	9,982	26,249	244,988	
WC-09	4.641	40,746	51,496	110,878	8,000	26,390	70	8,000	9,806	30,646	286,032	
WC-10	3.469	22,762	53,708	82,611	8,000	20,894	70	8,000	9,101	24,618	229,764	
WC-11	5.798	49,678	59,969	116,582	8,000	29,279	70	8,000	10,345	33,831	315,754	
WC-12	4.595	29,991	59,969	95,599	8,000	24,195	70	8,000	10,109	28,312	264,245	
ค่าเฉลี่ย		35,017	53,708	94,262	8,000	23,708	1,043	8,000	10,047	28,054	261,839	
ร้อยละ		13.37	20.51	36.00	3.06	9.05	0.40	3.06	3.84	10.71	100	

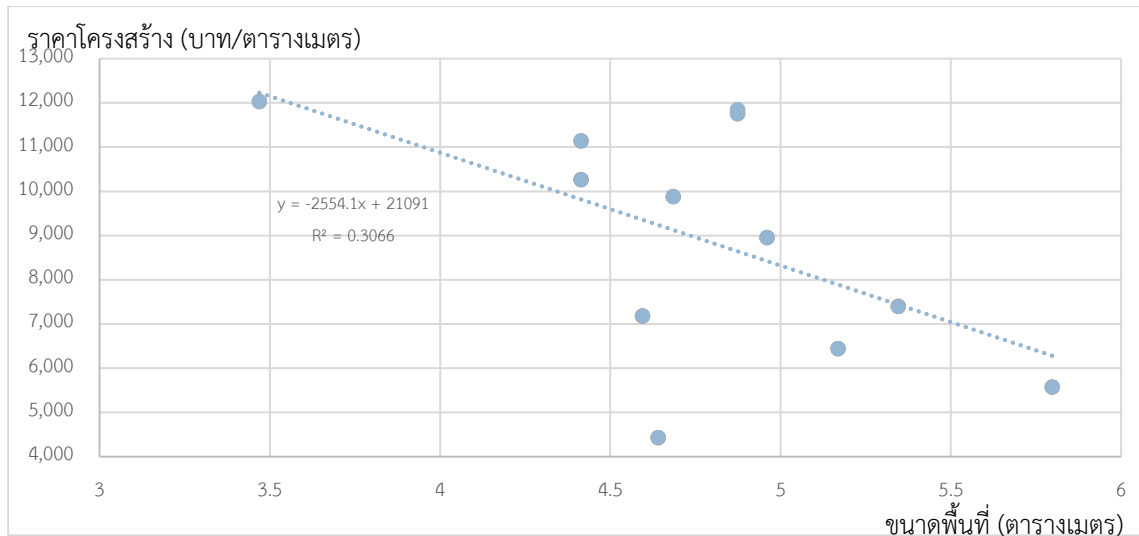
จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นราคาเฉลี่ยของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ราคา 261,839 บาท ต่อห้อง รวมค่าดำเนินการผู้รับเหมาหลักโครงการ ประกอบด้วย ราคาโครงสร้างเฉลี่ย 35,017 บาท ต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 13.37 ราคางานระบบไฟฟ้าและประปาเฉลี่ย 53,708 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 20.51 ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิวเฉลี่ย 94,262 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 36.00 ราคาแบบหล่อคอนกรีตเมื่อจำนวนต่ำกว่า 50 ห้อง 8,000 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 3.06 ราคาค่าดำเนินการผู้จำหน่าย ร้อยละ 12.50 ของราคาห้องน้ำในโรงงาน 23,708 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 9.05 ราคางาน ข้อต่อยาแนว เฉลี่ย 1,043 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 0.40 ราคาค่าต่อท่อ งานระบบไฟฟ้าและประปาเฉลี่ย 8,000 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 3.06 ราคาเพิ่มเติมอื่นๆ เฉลี่ย 10,047 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 3.84 และราคาค่าดำเนินการผู้รับเหมาหลักโครงการ ร้อยละ 12 ของราคารวมทั้งหมด 27,894 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 10.71



รูปภาพที่ 53 กราฟแท่งแสดงราคาแยกส่วนของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

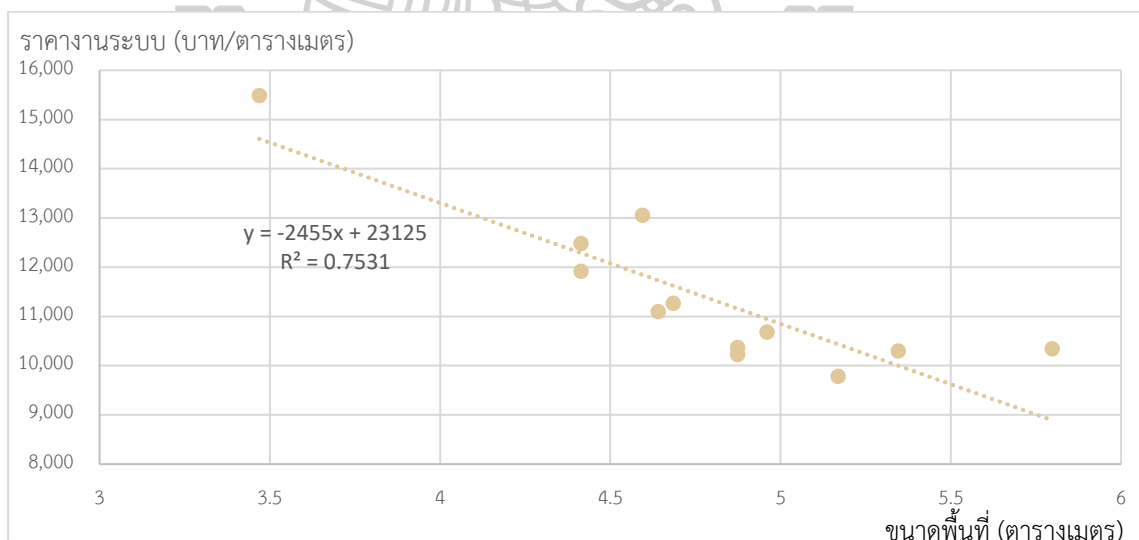
จากตารางที่ 9, 10 และ 11 ราคาเฉลี่ยของห้องน้ำแบบดั้งเดิม ราคา 189,697 บาทต่อห้อง ราคาเฉลี่ยของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีทั่วไป ราคา 251,329 บาทต่อห้อง ราคาเฉลี่ยของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีศึกษา ราคา 261,839 บาทต่อห้อง รายละเอียดของราคาแสดงในรูปภาพที่ 53 โดยมีส่วนต่างของแบบดั้งเดิมกับห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปอยู่ที่ 61,633-72,142 บาทต่อห้อง คิดเป็นร้อยละ 31.64-37.24 ของแบบดั้งเดิม

จากข้อมูล ตารางที่ 5 รายละเอียดน้ำหนักและขนาดของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป และตารางที่ 11 แสดงราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป นำมาหาความสัมพันธ์ของขนาดพื้นที่และราคาในแต่ละส่วน คือ ราคางานโครงสร้าง ราคางานระบบไฟฟ้าและประปา ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรู จากกรณีศึกษาห้องน้ำขนาดตั้งแต่ 3.47-5.80 ตารางเมตรได้ดังนี้



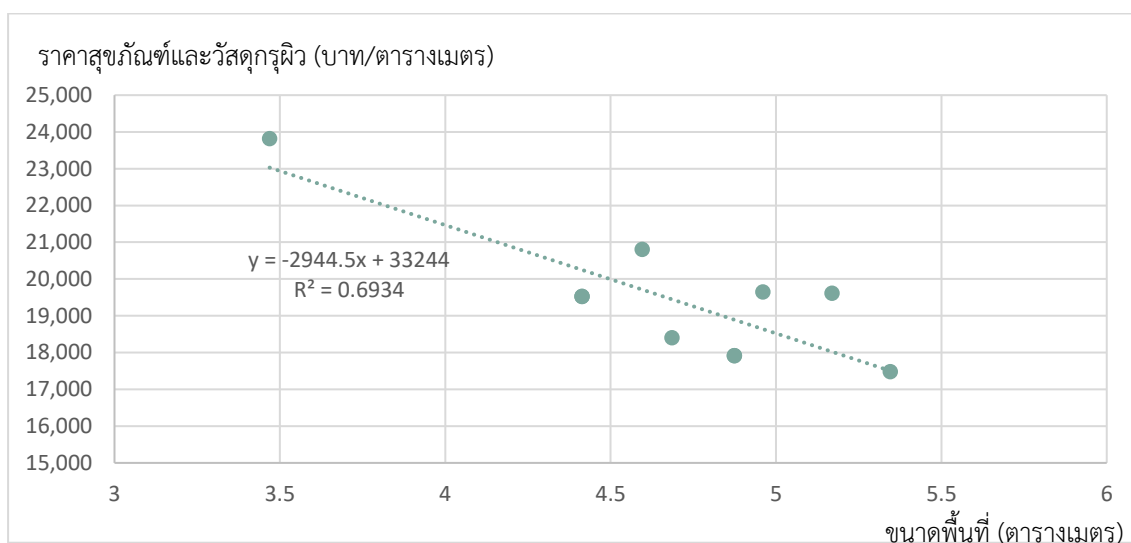
รูปภาพที่ 54 แสดงความสัมพันธ์ของราคาโครงสร้าง และขนาดพื้นที่ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

จากรูปภาพที่ 54 แสดงความสัมพันธ์ของราคาโครงสร้างแสดงให้เห็นว่าอยู่ในช่วงราคาตั้งแต่ 4,433-12,028 บาทต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8,909 บาทต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2,640.82 บาทต่อตารางเมตร และจากกรณีศึกษาราคาของโครงสร้างไม่สัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ของห้องน้ำ ทั้งนี้จากการพิจารณาราคาของโครงสร้างอาจขึ้นอยู่กับจำนวนชิ้นส่วน รูปแบบชิ้นส่วน และรูปแบบของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป



รูปภาพที่ 55 แสดงความสัมพันธ์ของงานระบบไฟฟ้าและประปา และขนาดพื้นที่ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

จากรูปภาพที่ 55 แสดงความสัมพันธ์ของราคางานระบบไฟฟ้าและประปาแสดงให้เห็นว่าอยู่ในช่วงราคาตั้งแต่ 9,783-15,482 บาทต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11,414 บาทต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,619.78 บาทต่อตารางเมตร และจากกรณีศึกษาราคาของงานระบบไฟฟ้าและประปามีความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ เมื่อพื้นที่ขนาดมากขึ้นราคาต่อหน่วยของงานระบบไฟฟ้าและประปาจะมีราคาลดลง



รูปภาพที่ 56 แสดงความสัมพันธ์ของราคาสุขภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์ และขนาดพื้นที่ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

จากรูปภาพที่ 56 แสดงความสัมพันธ์ของราคาสุขภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์ซึ่งทางผู้ศึกษาได้เลือกชุดข้อมูล 10 จาก 12 ชุดข้อมูลโดยได้ตัดห้องน้ำประเภทที่มีอ่างอาบน้ำออก คือ WC-09 และ WC-11 เพื่อเปรียบเทียบห้องน้ำที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน จากรูปแสดงให้เห็นว่าอยู่ในช่วงราคาตั้งแต่ 17,916-23,814 บาทต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19,464 บาทต่อตารางเมตร ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1,845.52 บาทต่อตารางเมตร และจากกรณีศึกษาราคาของราคาสุขภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์มีความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ เมื่อพื้นที่ขนาดมากขึ้นราคาต่อหน่วยของงานราคาสุขภัณฑ์และวัสดุอุปกรณ์จะมีราคาลดลงตามสมการในรูปที่ 56

5.2 ระยะเวลาการก่อสร้างของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

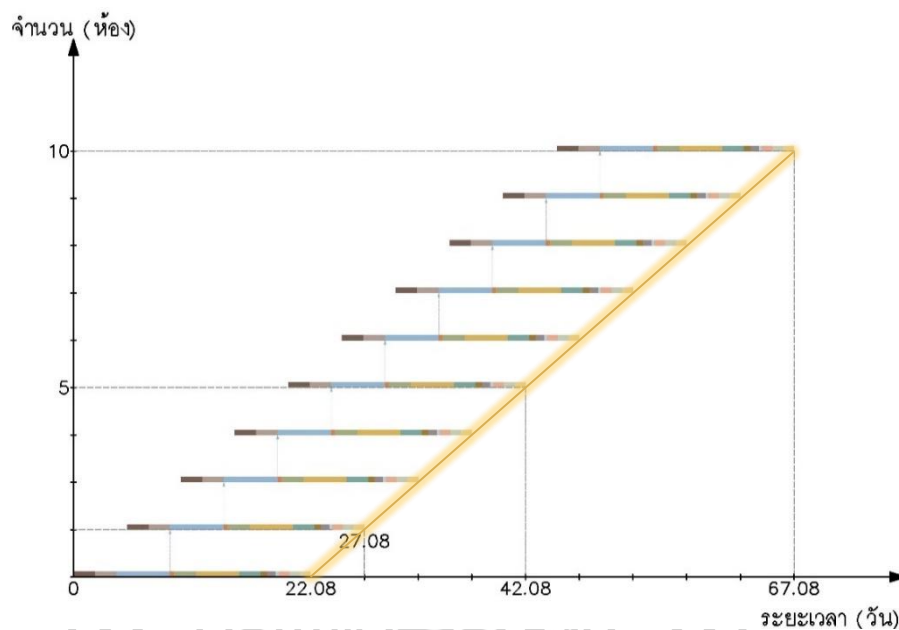
ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบกิจกรรมและระยะเวลาในการก่อสร้างของห้องน้ำทั้ง 2 ระบบนี้ ได้ศึกษาเปรียบเทียบจากความเป็นได้ในการก่อสร้างบนพื้นที่กรณีศึกษา โดยมีข้อจำกัดในด้านพื้นที่ในการก่อสร้าง และจำนวนห้องน้ำในแต่ละชั้น รวมถึงจำนวนชุดคนงานและอุปกรณ์ที่เป็นไปได้ตามพื้นที่โครงการ

5.2.1 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิม นำข้อมูลการก่อสร้างของห้องน้ำจำนวน 1 ห้อง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 12 มาสร้างแผนงานต่อเนื่องโดยใช้วิธีการ Linear Schedule Method การวางแผนงานห้องน้ำเป็นการสร้างแบบทำซ้ำ โดยแบ่งการวางแผนงานออกเป็น 2 กรณี คือระยะเวลาเมื่อใช้ชุดคนงาน 1 ชุด และการใช้คนงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยการเพิ่มชุดคนงานลดช่องว่างของเวลาที่คนงานชุดเดิมมีอยู่ เพื่อหาสมการเชิงเส้นในการนำไปวิเคราะห์หาจุดตัดเมื่อจำนวนและเวลาเท่ากัน

ตารางที่ 12 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิม

CODE	กิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)	กิจกรรมก่อน	จำนวนคนงาน
A	M&E on Wall	2		3
B	M&E on Ceiling	2	A	2
C	งานก่อผนังและเสาเอ็น	5	B	2
D	ติดตั้งวงกบ	0.33	C	2
E	ทากันซึม	2.1	D	2
F	งานปูกระเบื้องผนัง	4	E	3
G	งานปูกระเบื้องพื้น	2	F	3
H	ติดตั้งฝ้าเพดาน	0.6	G	2
I	งานติดตั้งสุขภัณฑ์	0.8	H	2
J	ติดตั้งงานหิน	0.25	I	2
K	ติดตั้งกระจกและตู้	1	J	2
L	ติดตั้งฉากกั้นและบานประตูกระจก	1	K	3
M	ติดตั้งบานประตู	1	L	2
รวมระยะเวลาที่ใช้ 1 ห้อง (วัน)		22.8		

กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้กิจกรรมการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิม ใช้ชุดช่าง 1 ชุดในแต่ละกิจกรรม โดยทีมช่างต้องเริ่มงานห้องน้ำในห้องที่รับผิดชอบจนแล้วเสร็จจึงสร้างห้องถัดไป จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่าห้องน้ำ 1 ห้อง ใช้เวลาในการก่อสร้างภายในโครงการ 22.8 วันในรูปภาพที่ 54 แสดงแผนงานก่อสร้างแบบทำซ้ำในรูปแบบการกำหนดการเชิงเส้นจะเห็นกิจกรรมที่อยู่ในสายงานวิกฤต คือ กิจกรรมงานก่อผนังและเสาเอ็น และส่งผลให้กิจกรรมอื่นเกิดเวลาลอยตัวอิสระ (Free Float) เกิดความไม่ต่อเนื่องของการทำงานในชุดคนงานแต่ละกิจกรรม



รูปภาพที่ 57 แสดงกำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 1

จากรูปภาพที่ 57 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผลิตห้องน้ำจำนวน 1 ห้อง ใช้เวลา 22.08 วัน และเมื่อผลิตห้องที่ 2 ใช้เวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 5 วัน แล้วเสร็จในวันที่ 27.08 วัน จากวันที่เริ่มสร้างห้องน้ำห้องแรก และได้นำไปหาสมการเส้นตรง กำหนดให้ t คือระยะเวลาการผลิต (วัน) และ n คือ จำนวนการผลิตห้องน้ำ (ห้อง)

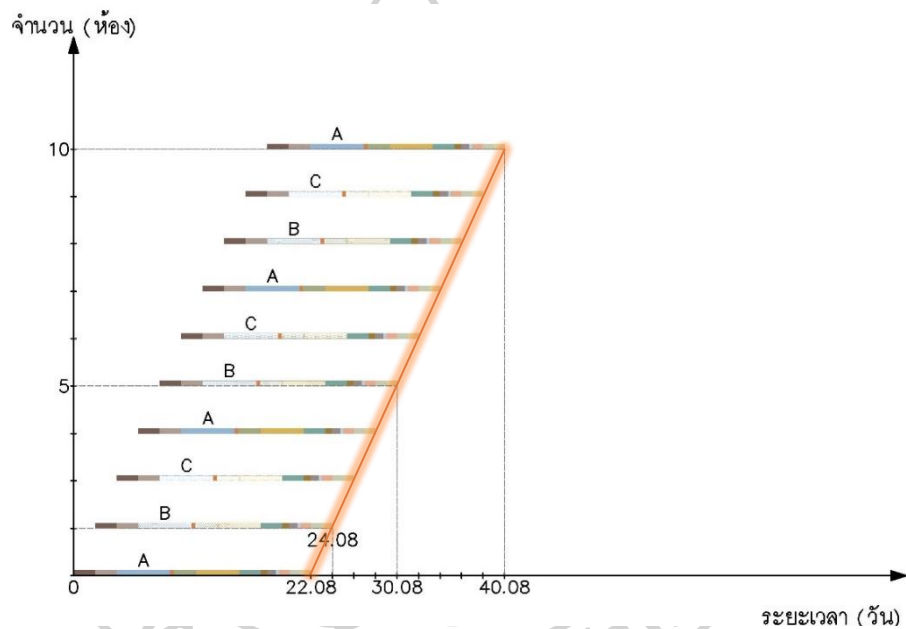
นำไปหาสมการเส้นตรง สูตรคือ
$$\frac{n-n_1}{t-t_1} = \frac{n_2-n_1}{t_2-t_1}$$

โดยที่ $n_1 = 1, t_1 = 22.08 ;$

$$n_2 = 2, t_2 = t_1 + 5 = 27.08$$

ได้สมการเส้นตรง คือ $t = 5n + 17.08$

กรณีที่ 2 จากกรณีที่ 1 เพื่อลดเวลาลอยตัวอิสระ (Free Float) ของกิจกรรมอื่น ๆ และแผนงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด กำหนดให้บางกิจกรรมใช้เพิ่มขึ้น คือ กิจกรรมงานก่อผนังและเสาเอ็นคนงาน 3 ชุด และกิจกรรมงานปูกระเบื้องผนังคนงาน 2 ชุด ซึ่งเป็นจำนวนชุดคนงานที่เหมาะสมภายในพื้นที่ก่อสร้าง 1 ชั้นตามรูปแบบของกรณีศึกษา แต่มีกิจกรรมที่ไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดคือกิจกรรมที่ใช้ระยะเวลาต่ำกว่า 2 วันต่อกิจกรรมได้แก่ กิจกรรมติดตั้งวงกบ กิจกรรมติดตั้งฝ้าเพดาน กิจกรรมติดตั้งสุขภัณฑ์ กิจกรรมติดตั้งงานหิน กิจกรรมติดตั้งกระจกและตู้ กิจกรรมติดตั้งฉากันและบานประตูกระจก และกิจกรรมติดตั้งบานประตู



รูปภาพที่ 58 กำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 2

จากรูปภาพที่ 58 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผลิตห้องน้ำจำนวน 1 ห้อง ใช้เวลา 22.08 วัน และเมื่อผลิตห้องที่ 2 ใช้เวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 2 วัน แล้วเสร็จในวันที่ 24.08 จากวันที่เริ่มสร้างห้องน้ำห้องแรก และได้นำไปหาสมการเส้นตรง กำหนดให้ t คือระยะเวลาการผลิต (วัน) และ n คือ จำนวนการผลิตห้องน้ำ (ห้อง)

นำไปหาสมการเส้นตรง สูตรคือ
$$\frac{n-n_1}{t-t_1} = \frac{n_2-n_1}{t_2-t_1}$$

โดยที่ $n_1 = 1, t_1 = 22.08 ;$

$$n_2 = 2, t_2 = t_1 + 2 = 24.08$$

ได้สมการเส้นตรง คือ $t = 2n + 20.08$

ทั้งนี้กำหนดการเชิงเส้นแผนงานก่อสร้างสามารถทำให้ทุกกิจกรรมเกิดประสิทธิภาพได้สูงสุด โดยการเพิ่มชุดคนงานในทุกๆกิจกรรมยกเว้นกิจกรรมติดตั้งวงกบ แต่จะพบว่ามิชุดคนงานจำนวนอาจไม่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ที่หน้างานขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงการ

4.2.2 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ได้นำข้อมูลจากแผนงานส่งของจากผู้ผลิตมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเวลาและจำนวนในการติดตั้งห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปภายในโครงการ โดยข้อมูลของระยะเวลานำมาใช้เปรียบเทียบกับ การก่อสร้างห้องน้ำรูปแบบดั้งเดิมจะทำการเปรียบเทียบตั้งแต่ช่วงเวลาก่อสร้างภายในโรงงานจนถึงการติดตั้งภายในโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 13-14

ตารางที่ 13 กิจกรรมและระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

CODE	กิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)	กิจกรรมที่ต้องทำก่อน
A	สรุปแบบห้องน้ำ(ฝังและวัสดุกรุ) หลังจากได้ฝัง	30	
B	คำนวณน้ำหนัก (Physical Feasibility Check)	10	
C	รายละเอียดประกอบแบบหล่อ	30	
D	รายละเอียดสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว	45	A-15 วัน
E	สั่งซื้อวัสดุและอุปกรณ์ในส่วนการนำเข้า	60	
F	สั่งซื้อวัสดุสำหรับการหล่อ	30	C
G	สั่งซื้อสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว	60	D
H	ผลิตห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปภายในโรงงาน	120	D, E,F
I	เริ่มส่งห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป	210	F+120 วัน

ตารางที่ 14 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและกิจกรรมการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป

กิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390
A	30	■												
B	10	■												
C	30	■	■											
D	45	■	■	■	■									
E	60	■	■	■	■	■								
F	30		■	■	■									
G	60			■	■	■	■							
H	120				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
I	210							■	■	■	■	■	■	■

ตารางที่ 15 แผนงานส่งห้องน้ำสำเร็จรูปติดตั้งภายในโครงการ

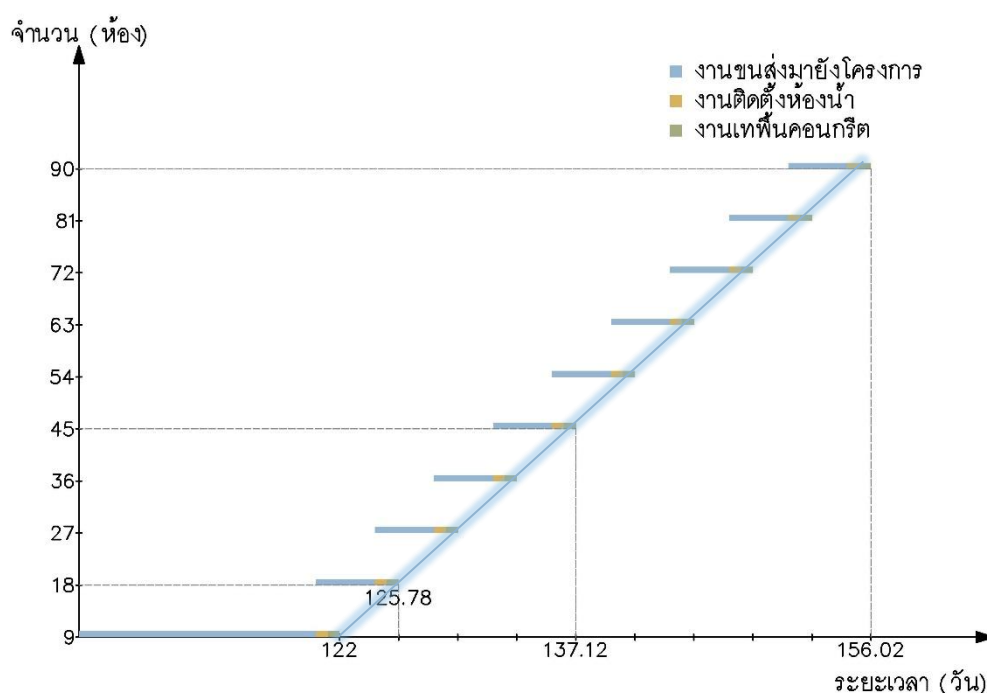
ชั้นที่	จำนวนห้อง	วันที่	ระยะทางการส่ง	ระยะเวลาติดตั้ง(วัน)/ชั้น
ชั้นที่ 4	2	15/01/2018	120	14
	4	20/02/2018	36*	
	7	28/02/2018	8	
	8	08/03/2018	9	
ชั้นที่ 5	8	19/03/2018	11	4
	8	20/03/2018	1	
	5	22/03/2018	2	
ชั้นที่ 6	8	28/03/2018	7	3
	8	29/03/2018	1	
	5	30/03/2018	1	
ชั้นที่ 7	8	07/04/2018	8	21
	8	26/04/2018	19*	
	5	27/04/2018	1	
ชั้นที่ 8	8	03/05/2018	6	5
	8	04/05/2018	1	
	6	07/05/2018	3	
ชั้นที่ 9	8	09/05/2018	2	6
	8	11/05/2018	2	
	6	14/05/2018	3	
ชั้นที่ 10	8	16/05/2018	2	4
	8	18/05/2018	2	
	6	19/05/2018	1	
ชั้นที่ 11	8	24/05/2018	5	5
	8	25/05/2018	1	
	6	28/05/2018	3	
ชั้นที่ 12	8	30/05/2018	2	7
	8	01/06/2018	2	
	6	05/06/2018	4	

ชั้นที่	จำนวนห้อง	วันที่	ระยะทางการส่ง	ระยะเวลาติดตั้ง(วัน)/ชั้น
ชั้นที่ 14	8	09/06/2018	4	6
	8	12/06/2018	3	
	6	14/06/2018	2	
ชั้นที่ 15	8	16/06/2018	2	7
	8	21/06/2018	5	
	6	22/06/2018	1	
ชั้นที่ 16	8	25/06/2018	3	5
	8	27/06/2018	2	
	6	29/06/2018	2	
ชั้น 17*	9	10/07/2018	11	1
ชั้น 18*	9	13/07/2018	3	1
ชั้น 19*	9	19/07/2018	6	1
ชั้น 20*	9	26/07/2018	7	1
ชั้น 21*	9	02/08/2018	7	1
ชั้น 22*	9	07/08/2018	5	1
ชั้น 23*	9	11/08/2018	4	1
ชั้น 24*	9	15/08/2018	4	1
รวม	332	ค่าเฉลี่ย (วัน)	3.78	

หมายเหตุ *ตั้งแต่ชั้นที่ 17-24 จะมีการส่งห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป 1 ครั้งจำนวน 9 ห้อง ติดตั้งแล้วเสร็จภายใน 1 วันต่อพื้นที่ 1 ชั้น

จากตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่าเมื่อห้องน้ำสำเร็จรูปเริ่มการผลิตภายในโรงงานได้ 120 วัน จะสามารถนำห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปส่งไปยังโครงการได้ และตารางที่ 15 แสดงให้เห็นว่ามี กำหนดการส่งห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปเฉลี่ยทุก ๆ 3.78 วัน และ ใน 1 ชุดคนงานสามารถติดตั้ง ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ได้ 9 ห้องต่อวัน เมื่อห้องน้ำสำเร็จรูปติดตั้งแล้วเสร็จจะใช้เวลา 2 วันในการ เทพื้นคอนกรีตยึดห้องน้ำเข้ากับตัวอาคาร จากข้อมูลขั้นต้นสามารถนำข้อมูลระยะเวลาการส่งห้องน้ำ คอนกรีตสำเร็จรูปและจำนวนการติดตั้งห้องน้ำได้ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 จากกรณีศึกษาเมื่อใช้คนงาน 1 ชุด จำนวนห้องน้ำต่อชั้นอยู่ที่ 1-9 หน่วย (จำนวนที่ชุดคนงานสามารถติดตั้งได้ภายใน 1 วัน) มีการผลิตในโรงงานเบื้องต้น 120 วัน และเมื่อติดตั้งห้องน้ำภายในชั้นแล้วเสร็จใช้เวลาในการเทพื้นคอนกรีต 2 วัน โดยกิจกรรมที่เกิดขึ้นมาจากตัวแปรต้นคือรอบของการส่งของ ส่งผลให้บางกิจกรรมไม่ต่อเนื่องคือ กิจกรรมติดตั้งห้องน้ำ และกิจกรรมเทพื้นคอนกรีตจะได้กราฟความสัมพันธ์ดังนี้



รูปภาพที่ 59 กำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีที่ 1

จากรูปภาพที่ 59 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผลิตห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปจำนวน 9 ห้อง ใช้เวลา 122 วัน และเมื่อผลิตเพิ่มขึ้นอีก 9 ห้อง ใช้เวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 3.78 วัน และได้้นำไปหาสมการเส้นตรง กำหนดให้ t คือระยะเวลาการผลิต (วัน) และ n คือ จำนวนการผลิตห้องน้ำ (ห้อง)

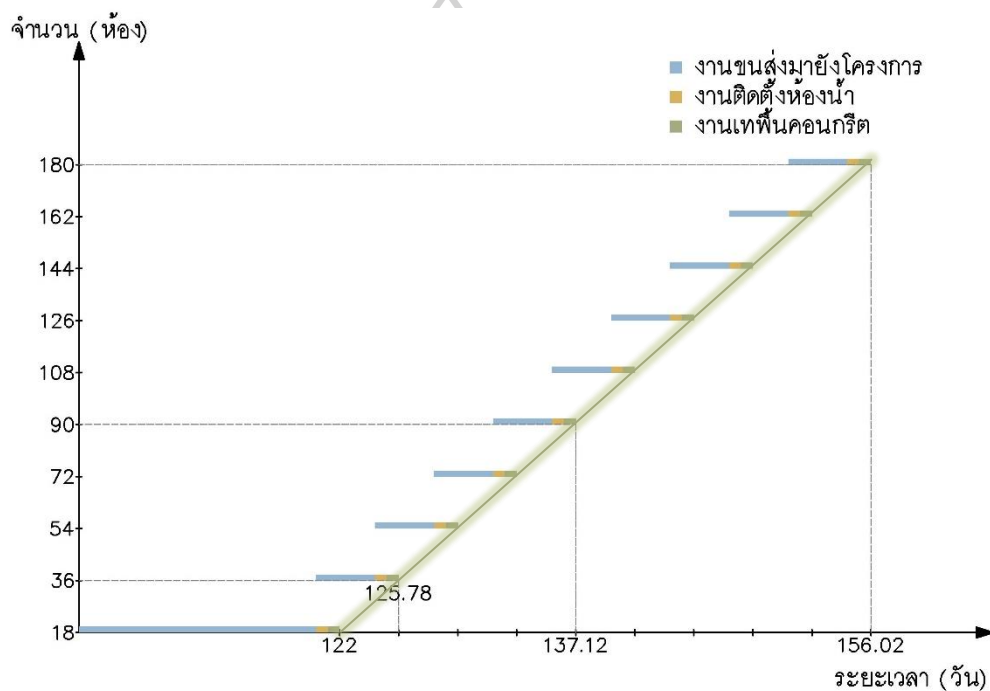
นำไปหาสมการเส้นตรง สูตรคือ
$$\frac{n-n_1}{t-t_1} = \frac{n_2-n_1}{t_2-t_1}$$

โดยที่ $n_1 = 9, t_1 = 122 ;$

$$n_2 = 18, t_2 = t_1 + 3.78 = 125.78$$

ได้สมการเส้นตรง คือ $t = 0.42n + 118.22$

กรณีที่ 2 จากกรณีศึกษาจับเวลาการติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปภายในโครงการพบว่า มีช่วงว่างของทาวเวอร์เครนในการทำงานวางห้องน้ำสำเร็จรูปบนพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ก่อสร้างประจำชั้น ประกอบกับพื้นที่ฝังภายในโครงการเป็นลักษณะโคงทางเดินตัว L ซึ่งสามารถติดตั้งพื้นที่รองรับวัสดุ อุปกรณ์ก่อสร้างประจำชั้นได้อีก 1 ตำแหน่ง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในกรณีนี้จึงกำหนดให้ เมื่อใช้คนงาน 2 ชุด จำนวนห้องน้ำต่อชั้นอยู่ที่ 10-18 หน่วย (จำนวนที่ชุดคนงานสามารถติดตั้งได้ภายใน 1 วัน) มีการผลิตในโรงงาน 120 วัน และเมื่อติดตั้งห้องน้ำภายในชั้นแล้วเสร็จใช้เวลาในการเทพื้นคอนกรีต 2 วันจะได้กราฟความสัมพันธ์ดังนี้



รูปภาพที่ 60 กำหนดการเชิงเส้นแผนงานการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีที่ 2

จากรูปภาพที่ 60 แสดงให้เห็นว่า เมื่อผลิตห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปจำนวน 18 ห้อง ใช้เวลา 122 วัน และเมื่อผลิตเพิ่มขึ้นอีก 18 ห้อง ใช้เวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 3.78 วัน และได้นำไปหาสมการเส้นตรง กำหนดให้ t คือระยะเวลาการผลิต (วัน) และ n คือ จำนวนการผลิตห้องน้ำ (ห้อง)

นำไปหาสมการเส้นตรง สูตรคือ
$$\frac{n-n_1}{t-t_1} = \frac{n_2-n_1}{t_2-t_1}$$

โดยที่ $n_1 = 18, t_1 = 122 ;$

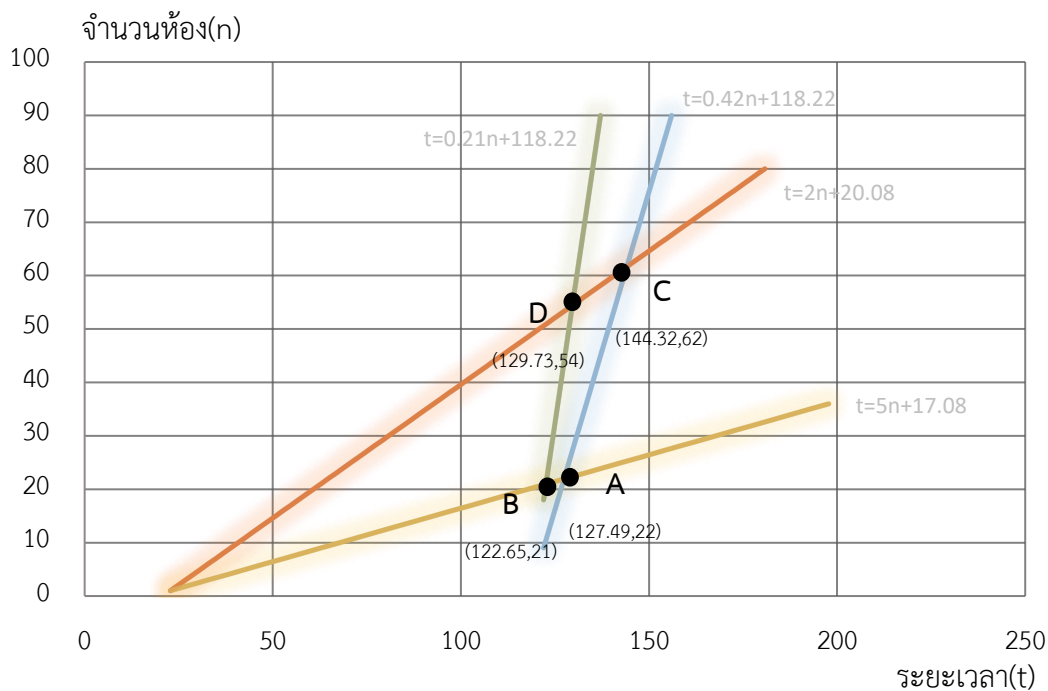
$$n_2 = 36, t_2 = t_1 + 3.78 = 125.78$$

ได้สมการเส้นตรง คือ $t = 0.21n + 118.22$

ทั้งนี้จากกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ของการก่อสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้างจากระดับศึกษาสามารถทำได้โดยการลดช่วงของการส่งห้องน้ำเข้ายังโครงการแต่เป็นปัจจัยที่ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตห้องน้ำสำเร็จรูป

5.2.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างของห้องน้ำแบบดั้งเดิม และห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป จากข้อมูลข้างต้นเมื่อนำมาวิเคราะห์ในรูปแบบของกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) สามารถนำสมการเส้นตรงทั้ง 4 กรณีมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

รูปแบบห้องน้ำ	กรณี	สมการ
ห้องน้ำแบบดั้งเดิม	กรณีที่ 1 จำกัดชุดคนงาน 1 ชุด	$t=5n+17.08$
ห้องน้ำแบบดั้งเดิม	กรณีที่ 2 เพิ่มชุดคนงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ	$t=2n+20.08$
ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป	กรณีที่ 1 จำกัดชุดคนงาน 1 ชุด	$t=0.42n+118.22$
ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป	กรณีที่ 2 เพิ่มชุดคนงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ	$t=0.21n+118.22$



รูปภาพที่ 61 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนห้องและระยะเวลาการก่อสร้าง

จากรูปภาพที่ 61 จะเห็นได้ว่าเกิดจุดตัดของกราฟทั้ง 4 จุด คือเหตุการณ์ A, B, C และ D เป็นจุดตัดเมื่อจำนวนห้องและระยะเวลาในการก่อสร้างของแต่ละเหตุการณ์มีค่าเท่ากันซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เหตุการณ์ A เมื่อต้องการเปรียบเทียบระยะเวลาเมื่อจำนวนห้องน้ำที่ก่อสร้างแล้วเสร็จมีจำนวนเท่ากันโดย ห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 1 จำกัดชุดคนงาน 1 ชุด(1) กับห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีที่ 1 จำกัดชุดคนงาน 1 ชุด(2)

$$t = 5n+17.08 \quad (1)$$

$$t = 0.42n+118.22 \quad (2)$$

$$\Delta t = 4.58n-101.14 \quad (1)-(2)$$

เมื่อหาเหตุการณ์ที่ทั้ง 2 กรณี สามารถสร้างได้เท่ากันในเวลาเดียวกันคือ $\Delta t=0$ คือ จำนวน 22 ห้อง ระยะเวลาการก่อสร้าง 127.49 วัน

กล่าวคือเมื่อจำนวนห้องน้ำมากกว่า 22 ห้อง การก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 1 จะใช้เวลามากกว่าห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีที่ 1 เป็นสมการ $\Delta t=4.58n-101.14$

เหตุการณ์ B เมื่อต้องการเปรียบเทียบระยะเวลาเมื่อจำนวนห้องน้ำที่ก่อสร้างแล้วเสร็จมีจำนวนเท่ากันโดย ห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 1 จำกัดชุดคนงาน 1 ชุด(1) กับห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปกรณีที่ 2 เพิ่มชุดคนงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ(2)

$$t = 5n+17.08 \quad (1)$$

$$t = 0.21n+118.22 \quad (2)$$

$$\Delta t = 4.79n-101.14 \quad (1)-(2)$$

เมื่อหาเหตุการณ์ที่ทั้ง 2 กรณี สามารถสร้างได้เท่ากันในเวลาเดียวกันคือ $\Delta t=0$ คือ จำนวน 21 ห้อง ระยะเวลาการก่อสร้าง 122.65 วัน

กล่าวคือเมื่อจำนวนห้องน้ำมากกว่า 21 ห้อง การก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 1 จะใช้เวลามากกว่าห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีที่ 2 เป็นสมการ $\Delta t=4.79n-101.14$

เหตุการณ์ C เมื่อต้องการเปรียบเทียบระยะเวลาเมื่อจำนวนห้องน้ำที่ก่อสร้างแล้วเสร็จมีจำนวนเท่ากันโดย ห้องน้ำแบบดั้งเดิม กรณีที่ 2 เพิ่มชุดคนงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ(1) กับห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีที่ 1 จำกัดชุดคนงาน 1 ชุด(2)

$$t = 2n+20.08 \quad (1)$$

$$t = 0.42n+118.22 \quad (2)$$

$$\Delta t = 1.58n-98.14 \quad (1)-(2)$$

เมื่อหาเหตุการณ์ที่ทั้ง 2 กรณี สามารถสร้างได้เท่ากันในเวลาเดียวกันคือ $\Delta t=0$ คือ จำนวน 62 ห้อง ระยะเวลาการก่อสร้าง 144.30 วัน

กล่าวคือเมื่อจำนวนห้องน้ำมากกว่า 62 ห้อง การก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 2 จะใช้เวลามากกว่าห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีที่ 1 เป็นสมการ $\Delta t=1.58n-98.14$

เหตุการณ์ D เมื่อต้องการเปรียบเทียบระยะเวลาเมื่อจำนวนห้องน้ำที่ก่อสร้างแล้วเสร็จมีจำนวนเท่ากันโดย ห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 2 เพิ่มชุดคนงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ(1) กับห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีที่ 2 เพิ่มชุดคนงานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ(2)

$$t = 2n+20.08 \quad (1)$$

$$t = 0.21n+118.22 \quad (2)$$

$$\Delta t = 1.79n-98.14 \quad (1)-(2)$$

เมื่อหาเหตุการณ์ที่ทั้ง 2 กรณี สามารถสร้างได้เท่ากันในเวลาเดียวกันคือ $\Delta t=0$ คือ จำนวน 54 ห้อง ระยะเวลาการก่อสร้าง 129.73 วัน

กล่าวคือเมื่อจำนวนห้องน้ำมากกว่า 54 ห้อง การก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมกรณีที่ 2 จะใช้เวลามากกว่าห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป กรณีที่ 2 เป็นสมการ $\Delta t=1.79n-98.14$

เมื่อพิจารณาเหตุการณ์ ทั้ง 4 แล้ว ความน่าจะเป็นที่สามารถเกิดขึ้นได้ในเหตุการณ์จริงคือ เหตุการณ์ C และ D เนื่องจากจำนวนของห้องน้ำสอดคล้องกับจำนวนห้องน้ำอาคารสูงทั้งนี้การเลือกใช้สมการทั้ง 2 ขึ้นอยู่กับรูปแบบผังพื้นและจำนวนห้องน้ำต่อชั้น

บทที่ 6

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่างานก่อสร้างด้วยระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูปส่วนใหญ่สามารถช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้ ส่วนเรื่องของราคานั้นมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงจากราคาก่อสร้างรูปแบบดั้งเดิม ทำให้ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสมมติฐานว่าระบบห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถช่วยลดระยะเวลา ค่าใช้จ่ายและปัญหาการก่อสร้างหน้างาน ในประเภทอาคารสูงได้เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบและขนาดห้องน้ำ เดียวกันกับแบบดั้งเดิม ได้ข้อสรุปในเบื้องต้นพบว่าห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างได้จริงเมื่อมีจำนวนตั้งแต่ 62 ห้องขึ้นไปในกรณีที่มีห้องน้ำ 1-9 ห้องต่อชั้นและ 54 ห้องขึ้นไปในกรณีที่มีห้องน้ำ 10-18 ห้องต่อชั้น แต่ยังมีราคาที่สูงกว่าห้องน้ำระบบดั้งเดิมถึง ร้อยละ 31.64-37.24 และมีคุณภาพที่สามารถควบคุมได้จากผู้ผลิตภายในโรงงานลดปัญหางานแก้ไขภายในโครงการได้ และคงคุณสมบัติเทียบเท่ากับห้องน้ำแบบดั้งเดิมได้ รายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปราคาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตคอนกรีตสำเร็จรูป

ราคาการก่อสร้างของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปมีราคาสูงกว่าห้องน้ำแบบดั้งเดิมอยู่ที่ร้อยละ 31.64-37.24 ในกรณีที่มีรูปแบบผังพื้น วัสดุและสุขภัณฑ์ รวมถึงงานระบบไฟฟ้าและประปาในรูปแบบเดียวกัน โดยขนาดของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับราคา ดังนี้

1. ราคาโครงสร้างห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปไม่สัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ห้องน้ำแต่มีราคาอยู่ในช่วง 22,762-49,678 บาทต่อห้อง
2. ราคางานระบบไฟฟ้าและประปาสัมพันธ์กับขนาดห้องน้ำเป็นสมการ $y = -2,455x + 23,125$ โดยที่ y คือ ราคางานระบบไฟฟ้าและประปา (บาทต่อตารางเมตร) และ x คือขนาดห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดอยู่ในช่วง 3.47-5.80 ตารางเมตร
3. ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิวสัมพันธ์กับขนาดห้องน้ำเป็นสมการ $y = -2,944.5x + 33,244$ โดยที่ y คือ ราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว (บาทต่อตารางเมตร) และ x คือขนาดห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดอยู่ในช่วง 3.47-5.80 ตารางเมตร

และเมื่อนำความสัมพันธ์ดังกล่าวเขียนในรูปแบบสมการราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปที่มีขนาดอยู่ในช่วง 3.47-5.80 ตารางเมตรดังนี้

$$\text{ราคาห้องน้ำคอนกรีต} = [(\text{โครงสร้าง} + (\text{พ.ท.} \times (\text{ระบบไฟฟ้าแลประปา} + \text{สุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว})) + \text{แบบหล่อ}] \times \text{ค่าดำเนินการออกแบบและขนส่ง} \times \text{ค่าดำเนินการภายในพื้นที่โครงการผู้รับเหมาหลัก}$$

เมื่อแทนค่าความสัมพันธ์ขนาดพื้นที่กับงานระบบไฟฟ้าและประปา และความสัมพันธ์ขนาดพื้นที่กับราคาสุขภัณฑ์และวัสดุกรุผิว ลงไปยังสมการข้างต้นจะได้สมการดังนี้

$$\text{ราคาห้องน้ำคอนกรีต} = [(A + 44,216 - (\text{พ.ท.} \times 5,009.1) + 8,000) \times 1.075^{**}] \times 1.18^{***}$$

หมายเหตุ ตัวเลขค่าคงที่อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับโครงการ

A คือ ราคาโครงสร้างห้องน้ำคอนกรีต 22,762-49,678 บาทต่อห้อง

*ราคาแบบหล่อ 8,000 บาท ต่อห้องหากมีการผลิตต่ำกว่า 50 ห้อง

**1.075 คือค่าดำเนินการออกแบบและขนส่งในกรณีทั่วไปที่ร้อยละ 7.5 ของราคาห้องน้ำ

***1.18 คือราคาค่าดำเนินการภายในพื้นที่โครงการของผู้รับเหมาหลักโครงการในกรณีศึกษา

ทั้งนี้สมการดังกล่าวที่ได้สรุปมานั้นเป็นการสรุปจากผู้ผลิตห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปซึ่งในปัจจุบันนี้มีผู้ผลิตเพียงรายเดียวที่ผลิตห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปแบบหล่อ 3 มิติ ในประเทศไทย หากในอนาคตตลาดห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปมีการขยายตัวมากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อราคาที่ลดลง เนื่องจากการผลิตจำนวนมากขึ้น และคู่แข่งทางการตลาด

6.2 สรุประยะเวลาก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตคอนกรีตสำเร็จรูป

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดลองปรับจำนวนชุดคนงาน โดยมีเงื่อนไขคือจำนวนชุดคนงานที่จะเกิดขึ้นจริงภายใต้พื้นที่ก่อสร้างและกิจกรรมอื่น ๆ ที่ต้องทำต่อจากการสร้างห้องน้ำ ส่งผลให้กิจกรรมการก่อสร้างห้องน้ำบางกิจกรรมยังไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำแบบดั้งเดิมและห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถสรุปออกมาได้ 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 เมื่อผังพื้นที่ของอาคารมีพื้นที่จำกัด และจำนวนห้องน้ำต่อชั้นไม่เกิน 9 ห้อง เมื่อต้องการผลิตห้องน้ำทั้งโครงการ ต่ำกว่า 62 ห้อง ระยะเวลาการก่อสร้าง 144.30 วัน การเลือกใช้ห้องน้ำรูปแบบดั้งเดิมมีประสิทธิภาพและราคาที่เหมาะสมกับการเลือกใช้ภายในโครงการ แต่หากมี

จำนวนมากกว่า 62 ห้องและต้องการลดระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำ ควรเลือกใช้ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปและสามารถเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างที่สามารถลดลงได้ดังสมการนี้

$$\Delta t = 1.58n - 98.14 \quad (t \text{ คือ ระยะเวลาการก่อสร้าง, } n \text{ คือจำนวนห้องน้ำ})$$

กรณีที่ 2 เมื่อผังพื้นของอาคารมีขนาดใหญ่ และจำนวนห้องน้ำต่อชั้น 10-18 ห้องเมื่อต้องการผลิตห้องน้ำทั้งโครงการ ต่ำกว่า 54 ห้อง ระยะเวลาการก่อสร้าง 129.73 วัน การเลือกใช้ห้องน้ำรูปแบบดั้งเดิมมีประสิทธิภาพและราคาที่เหมาะสมกับการเลือกใช้ภายในโครงการ แต่หากมีจำนวนมากกว่า 54 ห้องและต้องการลดระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำ ควรเลือกใช้ห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปและสามารถเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้างที่สามารถลดลงได้ดังสมการนี้

$$\Delta t = 1.79n - 98.14 \quad (t \text{ คือ ระยะเวลาการก่อสร้าง, } n \text{ คือจำนวนห้องน้ำ})$$

6.3 ข้อจำกัดของการวิจัย

- 1) ข้อจำกัดของจำนวนกรณีศึกษามีเพียงกรณีศึกษาเดียวและข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาในการสังเกตการณ์ภายในพื้นที่โครงการก่อสร้าง
- 2) ข้อมูลเรื่องราคา และขั้นตอนการประกอบห้องน้ำภายในโรงงานเนื่องจากผู้ผลิต และจัดจำหน่ายไม่สามารถนำข้อมูลเผยแพร่สู่ภายนอกได้

6.4 ข้อเสนอแนะ

1) ราคาห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปยังมีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับชิ้นส่วนงานคอนกรีตสำเร็จรูปอื่นๆ ที่มักจะมียุทธศาสตร์ที่ต่ำกว่าการก่อสร้างแบบดั้งเดิม ทางผู้วิจัยคาดว่าปัจจัยราคาของห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นยังเป็นราคาในช่วงแรกของตลาด ยังไม่มีความนิยมเมื่อเทียบกับชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอื่น ทำให้มีต้นทุนเรื่องเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตอยู่ในช่วงราคาสูง หากมีการขยายตัวของตลาดที่มากขึ้น ทางผู้วิจัยคาดว่าจะมีทิศทางของราคาที่ลดลง ทั้งนี้ผู้ที่นำการวิจัยครั้งนี้ไปศึกษาต่อควรใช้ราคาของห้องน้ำสำเร็จรูปในปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบกับห้องน้ำแบบดั้งเดิมในการตัดสินใจนำไปใช้

2) ระยะเวลาการก่อสร้างห้องน้ำ ขึ้นอยู่กับรูปแบบของผังพื้นที่และพื้นที่ภายในชั้น รวมถึงแผนงานของผู้รับเหมาหลัก ทั้งนี้ผู้ที่นำการวิจัยครั้งนี้ไปศึกษาต่อเพื่อเลือกห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป ควรศึกษาพื้นที่โครงการของตน กับผู้รับเหมาหลักของโครงการ และผู้ผลิตห้องน้ำคอนกรีตสำเร็จรูป



รายการอ้างอิง

P.Karthigai Priya, M. N. (2561). A COMPARATIVE STUDY ON PRECAST CONSTRUCTION

AND. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(8).

ไทยโพสต์. (2560). ปี61เศรษฐกิจฟื้น อสังหาฯโต-ทำเลรถไฟฟ้าบูม. ไทยโพสต์.

จิรวัดน์ ดำริห์อนันต์. (2536). การประยุกต์ใช้ระบบการก่อสร้างสำเร็จรูปสำหรับอาคารสูงในกรุงเทพฯ.

(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ), สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย,

ชาคริต วิชชาบุญศิริ. (2553). การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างระหว่างโครงหลังคาสำเร็จรูปและ

โครงหลังคาเหล็กรูปพรรณสำหรับบ้านเดี่ยวขนาดกลาง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,

ชาญชัย ธวัชเกียรติศักดิ์. (2547). การเปรียบเทียบระบบหล่อ ณ สถานที่ก่อสร้าง กับหล่อที่โรงงาน ของ

ผนังระบบ ค.ส.ล. รับน้ำหนัก. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์มา, ด. ก. โ. (2554). การเปรียบเทียบคุณภาพการก่อสร้างระหว่างบ้าน 1 ชั้น และ 2

ชั้น ด้วยระบบก่อสร้างดั้งเดิมและระบบขึ้นส่วนผนังรับน้ำหนักสำเร็จรูป.

ดำรงค์ ศิริเขต. (2554). ปัจจัยการตัดสินใจผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบ

ขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป. มหาวิทยาลัยสุรนารี,

ราชกิจจานุเบกษา กฎกระทรวงฉบับที่ 33 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.

๒๕๒๒, เล่มที่ 109 C.F.R. S ตอนที่ 11 (2535, 17 กุมภาพันธ์).

ศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์. (2556). การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิมและการก่อสร้าง

แบบผนังหล่อประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมการก่อสร้างของหมู่บ้านจัดสรร. มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีสุรนารี,

สิงหาราช มีทิพย์. (2542). การประเมินการก่อสร้างที่อยู่อาศัยด้วยบล็อกดินซีเมนต์. (มหาบัณฑิต), จุฬ

าลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

สุกฤต อนันต์ชัยยง. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบการก่อสร้างบ้านพักอาศัย ด้วยขึ้นส่วนคอนกรีต

สำเร็จรูประบบเสา-คาน กับการก่อสร้างแบบทั่วไป. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อัศววัฒน์ ตรัยจิรพงศ์. (2553). การเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอก

อาคารสำเร็จรูป. มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เจนจิรา กันภัย
วัน เดือน ปี เกิด	16 กันยายน 2534
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2551 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ปทุมธานี พ.ศ.2556 ระดับปริญญาบัณฑิต (สศ.บ.) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (เกียรตินิยมอันดับ 2) พ.ศ.2563 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	299/64 ถนนอโศก-ดินแดง แขวงมักกะสัน เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

