ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูปและวิธีการติดตั้งสำหรับอาคารชุดพักอาศัย

นางสาวจุฑารัตน์ ประสานพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

READY MADE PIPING SYSTEM AND INSTALLATION METHOD FOR RESIDENTIAL CONDOMINIUM BATHROOM

Miss Jutarat Prasanpim

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูปและวิธีการติดตั้งสำหรับอาคารชุดพักอาศัย
โดย	นางสาวจุฑารัตน์ ประสานพิมพ์
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

.....กรรมการ
(ดร. พร วิรุฬห์รักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิมลรัตน์ อิสระธรรมนูญ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. ณรงค์วิทย์ อารีมิตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฑารัตน์ ประสานพิมพ์ : ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูปและวิธีการติดตั้งสำหรับอาคารชุดพักอาศัย (READY MADE PIPING SYSTEM AND INSTALLATION METHOD FOR RESIDENTIAL CONDOMINIUM BATHROOM) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์{, 109 หน้า.

ห้องน้ำเป็นส่วนของอาคาร ที่ใช้เวลาในการก่อสร้างมากที่สุด จึงเกิดแนวคิดเรื่องห้องน้ำสำเร็จรูปขึ้นเพื่อลดเวลาในการก่อสร้าง อาคารชุดพักอาศัยเป็นการผลิตห้องชุดที่มีรูปแบบซ้ำกันเป็นจำนวนมาก จึงเหมาะสมสำหรับการใช้ระบบการก่อสร้างแบบสำเร็จรูป เพราะนอกจากจะช่วยลดเวลาในการก่อสร้างแล้ว ยังสามารถควบคุมคุณภาพการผลิตได้จากโรงงานและลดปัญหาการขาดแรงงานฝีมือ

ห้องน้ำสำเร็จรูปในประเทศไทยนั้น สามารถแยกตามระบบโครงสร้างได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ 1) ระบบ “Precast concrete”เป็นการผลิตแยกชิ้นส่วน ตามขนาดของระนาบแต่ละด้าน จากในโรงงานและนำไปประกอบในพื้นที่ก่อสร้าง แต่ผลิตเพื่อใช้ในการก่อสร้างในโครงการของตนเองเท่านั้น ไม่ได้ผลิตเพื่อการแยกจำหน่าย 2) ระบบ “Bathroom Pods” มีรูปแบบการผลิตแยกชิ้นเช่นเดียวกับระบบ Precast concrete แต่ใช้โครงสร้างเหล็กและวัสดุปิดผิวที่เน้นความเบา สามารถติดตั้งได้สามแบบคือ แบบประกอบสำเร็จจากโรงงาน, แบบแยกชิ้นส่วนนำไปประกอบหน้างาน, แบบแยกชิ้นส่วนนำไปประกอบหน้างานภายในช่องผนัง(สำหรับอาคารเก่า) 3) ระบบ “System Bath Module” หรือชื่อย่อ “SBM” เป็นรูปแบบกึ่งสำเร็จรูป คือผลิตแยกเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กโดยขนาดของแผ่นจะขึ้นอยู่กับวัสดุปิดผิวที่เลือกใช้ และขนส่งชิ้นส่วนไปประกอบในพื้นที่ก่อสร้าง

บริษัทผู้ผลิตอสังหาริมทรัพย์ส่วนใหญ่ยังไม่นิยมใช้งานห้องน้ำสำเร็จรูป เนื่องจากมีราคาต้นทุนต่อห้องที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป และผู้รับเหมายังไม่ต้องการปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานจากระบบที่คุ้นเคย จึงเกิดแนวคิดในการทำงานวิจัย “ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป” เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างและแก้ปัญหางานระบบสุขาภิบาล ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ “ชุดงานระบบสุขภัณฑ์” ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของงานวิจัย และ “ชุดงานระบบช่องท่อ” ซึ่งเป็นส่วนเสริมที่ช่วยลดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งท่อ ชุดงานระบบสุขภัณฑ์เป็นการออกแบบชุดท่อระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูปในพื้นที่ส่วนแห้ง ทำการติดตั้งโดยการยึดแขวนบนผนังโครงสร้างของห้องน้ำ โดยใช้เวลาติดตั้งประมาณ 15 นาที (ไม่รวมการติดตั้งโถส้วม)และใช้แรงงานในติดตั้งเพียง 2 คน น้ำหนักรวมของชิ้นงานทั้งชุด 43.94 กิโลกรัม ด้วยน้ำหนักเพียงเท่านี้จึงทำให้สามารถขนส่งได้ด้วยกำลังคน การขนส่งด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ สามารถบรรจุได้ประมาณ 40 ชุด/รอบ ค่าก่อสร้างทั้งชุดรวมบรรจุภัณฑ์ 3,658 บาท จากกรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยขนาด 8 ชั้น จำนวน 240 ห้อง หากติดตั้งชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูปจะทำให้มีต้นทุนการก่อสร้างเพิ่มขึ้น 920 บาท/ห้อง แต่สามารถลดเวลาการก่อสร้างได้ 24 วัน/อาคาร ทำให้ส่งมอบงานได้เร็วขึ้น เมื่อคำนวณการส่งมอบในครั้งแรกเป็น 25% ของจำนวนห้องทั้งหมดจะมีกำไรจากการก่อสร้างที่เสร็จเร็วขึ้น 62,328 บาท/อาคาร การซ่อมแซมระบบท่อสามารถถอดและยกส่วนชิ้นส่วนผนังออกได้โดยไม่ต้องรื้อโถส้วม จึงเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาความยุ่งยากของระบบสุขาภิบาล ลดเวลาการก่อสร้าง ที่มีราคาถูกและติดตั้งเร็ว

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5673307725 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORDS: BATHROOM / SANITATION / PREFABRICATED / PLUMBING / CONDOMINIUM

JUTARAT PRASANPIM: READY MADE PIPING SYSTEM AND INSTALLATION METHOD FOR RESIDENTIAL CONDOMINIUM BATHROOM. ADVISOR: ASSOC. PROF. VORASUN BURANAKARN, Ph.D.{, 109 pp.

Bathroom construction is the most time-consuming process in a project. Coming up with a restroom that decrease work time is especially important for large-scale constructions. Prefabricated restrooms are extremely suited to condominium projects because they have unvarying room plans. This type of restroom can decrease construction time, have quality control from the factory, and make up for the lack of skilled labor.

Prefabricated bathrooms in Thailand can be separated into 3 main categories by types of structure: 1) "Precast concrete" that is familiar to the Thai market. The bathroom is produced in wall panels and moved to be fit together on-site for installation. Bathrooms are produced for individual projects only and are not produced for sale in the market. 2) "Bathroom pods" is produced in separate panels similar to the "precast concrete" but uses light-weight materials. There are three methods of installation: ready-made from factory, wall panels to be fitted on-site for installation, and for older buildings, in wall panels to be fitted on-site and installed in the wall space. 3) "System Bath Module" (SBM) is semi-prefabricated. It is produced in small pieces and put together on-site. Size of the peices varies according to the wall covering materials.

Currently, large developers still do not prefer the prefabricated restroom due to higher costs per room when compared to the typical restrooms, in addition to the fact that they are often reluctant to change from well-known methods. This paper gives another solution to help reduce construction time and decrease the complexity of sanitation system installation. There are 2 parts in the “ready-made piping system”. One is the “sanitary ware pipes system”, which is the main works, and the “maintenance chamber piping system”, which supplements the main and helps increase the precision of the pipes’ location. The prefabricated systems weigh 43.94 kilograms and uses 2 people to install on the wall structure of the restroom, taking about 15minutes to complete. The relatively light weight enables the use of human labor. Transportation via 6-wheel trucks can carry 40 sets per round. The production cost and packaging is 3,658 Baht. From the case study of an 8-storey building with 240 units, installing the prefabricated pipe systems will increase the cost by 920 Baht per room. However, the construction time decrease by 24 days, which leads to faster project handover. Considering that the first handover is 25% of total units, the amount of interest cost saved from shorter construction time is 62,328 Baht per building. Maintenance on the piping systems can be performed without removing the toilet first. This system can help reduce complex work, decrease construction time, and lower costs.

Department: Architecture Student's Signature .....
Field of Study: Architecture Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายซึ่งอาจจะกล่าวนามได้ไม่หมด แต่ผู้วิจัยก็มีความซาบซึ้งต่อความช่วยเหลือของทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ ผู้สละเวลาให้ความรู้ ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในทุกเรื่อง ทั้งยังอดทนเคี่ยวเข็ญมาโดยตลอด จนสามารถสำเร็จการศึกษาได้

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ ผู้ให้การอบรมสั่งสอนและถ่ายทอดองค์ความรู้ โดยไม่เห็นแก่ความเหน็ดเหนื่อย

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ชวลิต นิตยะ ผู้ให้ความกรุณามาเป็นประธานสอบวิทยานิพนธ์ ท่านเป็นผู้มีจิตวิญญาณของความเป็นอาจารย์ มักจะมีความรู้ที่น่าสนใจมาถ่ายทอดเสมอ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านสำหรับข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์แก่การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ประกอบด้วย ดร.พร วิรุฬห์รักษ์ ผู้ที่เป็นทั้งอาจารย์และเจ้านายที่มีความเมตตา คอยให้คำปรึกษาและให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง ผศ.ดร.วิมลรัตน์ อิสระธรรมนูญ ในความกรุณาโอบอ้อมอารีย์ ที่อาจารย์มีให้กับนิสิต ดร. ณรงค์วิทย์ อารีมิตร ผู้สละเวลาในการเดินทางไกล ทั้งยังยินดีให้ความช่วยเหลือแก่นิสิตทุกคน

ขอขอบคุณ ท่านผู้ให้เกียรติสละเวลาเผยแพร่ความรู้ และสนับสนุนข้อมูลอันเป็นประโยชน์ เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อันได้แก่ คุณรติกร ไทรงาม, คุณประมวล รัชตะเมธานันท์, คุณเอกชัย เหล่าโกสินทร์, คุณกฤติพร รัตนเวทย์ทัศนีย์, คุณโอภาส ศรีวงศิตานนท์ และคุณสมยศ คุรุกิจวาณิชย์ ขอบคุณในความเอื้อเฟื้อของทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมรุ่นที่ไม่เคยทิ้งกัน พี่วุฒิ เป็นตัวอย่างที่ดีเสมอ คอยช่วยเหลือและดูแลทุกคน, น้องป้อง ผู้มีความมุ่งมั่นและเป็นแรงผลักดันให้กับคนรอบข้าง, น้องแตงโม ผู้มีจิตใจดีที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือพี่ ๆ ทุกคน รวมถึงเพื่อนร่วมชั้น 11 พี่ยุ้ย, พี่ผึ้ง, พี่ลูกหยี, พี่มอนเด, ใหม่, หรั่ง, ต้อง, หนุ่ม, น้องอ้อม,น้องจิ๋ สำหรับความช่วยเหลือและเอาใจใส่ซึ่งกันและกัน

ขอขอบคุณ คุณพ่อสุทธิพงษ์ ประสานพิมพ์ และคุณแม่อุบลรัตน์ คำศรีสุข ที่เลี้ยงดูและให้การสนับสนุนจนสามารถโตมาได้อย่างสมบูรณ์จนถึงทุกวันนี้ ขอขอบคุณกำลังสำคัญที่สุด พี่จุ๊ด ที่คอยช่วยเหลือประคับประคองและให้กำลังใจ เป็นทั้งที่ปรึกษาและแรงงานในการวิจัย เป็นเสมือนลมใต้ปีก ที่ทำให้บินมาถึงฝั่งได้สำเร็จ ขอขอบคุณจากใจ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 8
1.3 ขอบเขตงานวิจัย 8
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย 8
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
บทที่ 2 องค์ประกอบ นวัตกรรมและข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวข้อง 9
2.1 องค์ประกอบของห้องน้ำ 9
2.1.1 การวางผังห้องน้ำ 9
2.1.2 เครื่องสุขภัณฑ์ อุปกรณ์ประกอบภายในห้องน้ำส่วนแห้งและการติดตั้ง [10-12] 12
2.1.3 ระบบสุขาภิบาล 20
2.1.4 ขั้นตอนการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป (Conventional) ในอาคารชุดพักอาศัย 25
2.2 นวัตกรรมห้องน้ำสำเร็จรูป 29
2.2.1 ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ “Precast concrete” 29
2.2.2 ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ “Bathroom Pods” 33
2.2.3 ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ “System Bath Module” หรือ SBM 36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.2.4 ข้อเปรียบเทียบห้องน้ำทั้ง 4 ประเภท 40
2.3 ข้อมูลวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย 41
2.3.1 ท่อพลาสติกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride, PVC) 41
2.3.2 อีพีเอส โฟม (Expandable polystyrene) 43
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 45
3.1 วิเคราะห์ปัญหาจากงานก่อสร้างและการดูแลรักษา ของงานระบบสุขาภิบาลในอาคารชุดพักอาศัย เพื่อหาแนวทางการแก้ไข 45
3.2 ออกแบบระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูปสำหรับสุขภัณฑ์ในส่วนแห้ง ทดลองสร้างและบันทึกผล 47
3.3 ปรับแบบจากปัญหาที่พบเพื่อ พัฒนาระบบการติดตั้งองค์ประกอบด้านสุขาภิบาล ในพื้นที่ส่วนแห้ง 52
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย 54
4.1 รายละเอียดการออกแบบชุดงานระบบสุขภัณฑ์ 54
4.1.1 ชุดแผ่นผนัง 54
4.1.2 ชุดโครงเหล็ก 55
4.2 คำนวณการรับน้ำหนัก 57
4.2.1 คำนวณการรับน้ำหนักของโครงสร้าง 57
4.2.2 คำนวณการรับน้ำหนักอุปกรณ์การยึด 58
4.3 ขั้นตอนในการก่อสร้าง 61
4.4 ประเมินราคาในการก่อสร้าง 64
4.4.1 ค่าวัสดุก่อสร้าง 64
4.4.2 ค่าแรงงาน 64
4.5 การขนส่ง 66
4.5.1 บรรจุภัณฑ์ 66
4.5.2 การขนส่ง 68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.6 การเตรียมพื้นที่หน้างานสำหรับการติดตั้ง 69
4.6.1 วิธีกำหนดตำแหน่งระยะช่องท่อ 69
4.6.2 ชุดงานระบบช่องท่อ 71
4.7 การติดตั้งชุดงานระบบสุขภัณฑ์ 75
4.7.1 อุปกรณ์สำหรับการติดตั้ง 75
4.7.2 ขั้นตอนการติดตั้งชุดงานระบบสุขภัณฑ์ 76
บทที่ 5 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 85
5.1 ประโยชน์ที่ได้รับ 85
5.1.1 ลดระยะการเดินท่อและขั้นตอนมนการทำงาน 85
5.1.2 ลดการใช้แรงงาน 87
5.1.3 ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง 88
5.1.4 สะดวกต่อการบำรุงรักษา 89
5.1.5 ทางเลือกใหม่ของการใช้ระบบสำเร็จรูป 89
5.1.6 ประโยชน์ที่มีต่อการทำงานของฝ่ายที่เกี่ยวข้อง 90
5.2 สรุปข้อมูลจากผลการวิจัย 91
5.3 ข้อเสนอแนะ 92
รายการอ้างอิง 93
ภาคผนวก 96
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 109

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป (Conventional) ในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย จากกรณีศึกษา [21]..... 27

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบราคา เวลาที่ในการก่อสร้างหรือติดตั้ง และจำนวนแรงงานที่ใช้ของห้องน้ำทั้ง 4 ประเภท..... 40

ตารางที่ 3.1 แสดงคำอธิบายอักษรย่อที่ปรากฏในแบบงานระบบสุขาภิบาล..... 45

ตารางที่ 4.1 ขั้นตอนในการก่อสร้างและเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานผลิตแผ่นผนัง..... 61

ตารางที่ 4.2 ขั้นตอนในการก่อสร้างและเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานโครงสร้างเหล็กพร้อมติดตั้งระบบท่อ..... 62

ตารางที่ 4.3 เวลาที่ใช้ตามขั้นตอนในการก่อสร้าง ต่อการผลิต 1 ชุด..... 63

ตารางที่ 4.4 รายการราคาวัสดุก่อสร้างอย่างย่อ..... 64

ตารางที่ 4.5 สรุปรวมราคาต้นทุนในการก่อสร้าง..... 65

ตารางที่ 4.6 กำหนดระยะช่องผ่านท่อ (sleeve) แต่ละประเภทที่ต้องเตรียมไว้ในพื้นที่หน้างาน..... 70

ตารางที่ 4.7 ตารางสรุปขั้นตอนการชุดงานระบบสุขภัณฑ์และเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้ง..... 83

ตารางที่ 4.8 ตารางสรุปข้อมูลจำเพาะของชุดงานระบบสุขภัณฑ์..... 84

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบระยะการเดินท่อ..... 85

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบราคาต้นทุนวัสดุงานระบบสุขาภิบาลในการก่อสร้างแบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) กับการติดตั้งด้วยชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป (ไม่รวมค่าแรงผลิตและติดตั้ง)..... 86

ตารางที่ 5.3 สรุปน้ำหนักและราคาวัสดุ ในส่วนผนังเตี้ย (Low wall)..... 90

ตารางที่ 5.4 ตารางสรุปข้อมูลจากงานวิจัยของประเภทห้องน้ำทั้ง 4 แบบ และชุดงานระบบสุขภัณฑ์โดยระบบ Bathroom Pods เป็นข้อมูลในกรณีที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน..... 91

Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างผังห้องชุดขนาด 21.50 ตร.ม. ในแบบสตูดิโอ และขนาด 24.50 ตร.ม. แบบ 1 ห้องนอน ซึ่งมีขนาดห้องที่ใกล้เคียงกัน การจัดผังคล้ายคลึงกัน ต่างกันที่แบบ 1 ห้องนอน มีผังและประตูบานเลื่อนกั้นแยกส่วนของห้องนอนให้เป็นสัดส่วนมากขึ้น [1, 2] 1

ภาพที่ 1.2 การเดินท่อสายไฟของห้องน้ำสำเร็จระบบ Bathroom Pods [3] 3

ภาพที่ 1.3 ห้องน้ำสำเร็จรูปที่มีการรวมงานระบบไว้ในพื้นที่มุมด้านข้าง 1) เครื่องทำน้ำร้อน 2) มิเตอร์ไฟฟ้า 3) การยึดต่อของโครงสร้าง ซึ่งการรวมงานระบบไฟฟ้าไว้กับระบบสุขาภิบาลมักทำให้ผู้บริโภครู้สึกไม่มั่นใจเนื่องจากกลัวการรั่วซึมของระบบสุขาภิบาลจะมีผลต่อระบบไฟฟ้าภายใน [4] 4

ภาพที่ 1.4 การออกแบบผนังเตี้ย (Low wall) ที่ซ่อนงานระบบไว้ภายใน [4] 5

ภาพที่ 1.5 สุขภัณฑ์ส่วนเปียกสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีการออกแบบให้สามารถเชื่อมเข้ากับระบบมาตรฐานของงานสุขาภิบาล คือท่อระบายน้ำที่พื้นอยู่บริเวณมุมห้อง ส่วนระบบน้ำประปาสามารถปรับตำแหน่งได้เนื่องจากใช้ระบบสายอ่อน [5] 6

ภาพที่ 1.6 ชั้นอเนกประสงค์ หรือชุดฝักบัวสำเร็จรูป พร้อมภาพการประกอบคำแนะนำการติดตั้งที่ทำได้ง่ายสามารถติดตั้งเองได้ [6] 6

ภาพที่ 1.7 ตัวอย่างสินค้าประเภทเคาท์เตอร์อ่างล้างหน้าสำเร็จรูป ที่วางขายในศูนย์จำหน่ายวัสดุก่อสร้างขนาดใหญ่ 7

ภาพที่ 2.1 การศึกษาระยะจากสัดส่วนของมนุษย์ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบขนาดของพื้นที่ภายในห้องน้ำให้มีความเหมาะสม [7] 9

ภาพที่ 2.2 ระยะความสูงจากระดับพื้นห้องน้ำ ถึงระดับการติดตั้งของเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบในห้องน้ำ ที่มีความสัมพันธ์กับสรีระการใช้งานของมนุษย์ ถึงแม้โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระยะตามคู่มือของแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นตัวกำหนด แต่มักจะอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน [8] 10

ภาพที่ 2.3 แผนภูมิรายนามบริษัทผู้ประกอบการที่เลือกมาเป็นกรณีศึกษา 11

ภาพที่ 2.4 ผังและรูปด้านภายในห้องน้ำต้นแบบ ขนาดประมาณ 3 ตารางเมตร ที่พัฒนามาจากการวิเคราะห์กรณีศึกษา ผนวกกับระยะสัดส่วนของมนุษย์ ที่เหมาะสม โดยมีความกว้างของพื้นที่ส่วนแห้ง ประมาณ 1.40 เมตร 12

ภาพที่ 2.5 อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดแขวน สามารถติดตั้งฝาครอบเซรามิคที่ออกแบบให้เข้าชุดกัน เพิ่มเติมเพื่อความสวยงามได้ ซึ่งมีทั้งแบบขาตั้งลอย และขาตั้งติดพื้น [6] 13

ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งยึดน็อตใต้อ่างล้างหน้า สามารถใช้การแขวนบนขายึดอ่างแทนได้ 13

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างคู่มือการติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้า ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นพับ เมื่อกางออกจะมีขนาดเท่าตำแหน่งจริง [6] 14

ภาพที่ 2.8 อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดกับพื้นโต๊ะ (จากซ้ายไปขวา) แบบฝังลงในพื้นโต๊ะ, แบบฝังในพื้นโต๊ะบางส่วน และแบบวางบนพื้นโต๊ะ [6] 15

ภาพที่ 2.9 คู่มือการติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดกับพื้นโต๊ะ จะมีลักษณะเป็นแผ่นพับแม่แบบ (template) ซึ่งใช้เทียบได้เฉพาะตำแหน่งการวางอ่าง ส่วนตำแหน่งช่องท่อต่าง ๆ ต้องวัดเองตามระยะในคู่มือ [6] 15

ภาพที่ 2.10 (ขวา) ท่อดักกลิ่นแบบพีแทรป (ซ้าย) ท่อดักกลิ่นทรงกระบอก [11] 17

ภาพที่ 2.11 แสดงระยะท่อน้ำทิ้งแบบ S-Trap จากคู่มือการติดตั้งโถชักโครกของ 3 บริษัท ซึ่งมีระยะมาตรฐานของท่อน้ำโสโครกอยู่ที่ 30.5 ซม. เท่ากัน [6, 13, 14] 18

ภาพที่ 2.12 ผลิตภัณฑ์โถชักโครกที่มีการออกแบบให้สามารถปรับระยะท่อน้ำทิ้งได้ [13] 18

ภาพที่ 2.13 แสดงระยะท่อน้ำทิ้งแบบ P-Trap จากคู่มือการติดตั้งโถชักโครกของ 3 บริษัท [6, 13, 14] 19

ภาพที่ 2.14 เครื่องมือทำความสะอาดท่อระบายน้ำทิ้งของสุขภัณฑ์ (ซ้าย) ปั๊มยาง (ขวา) สว่านไขคอห่าน [11, 15] 20

ภาพที่ 2.15 การติดตั้งห้องอากาศสำหรับอ่างล้างมือ [18] 22

ภาพที่ 2.16 การวางตำแหน่งแม่แบบบนพื้นที่ก่อสร้าง และการยึดตำแหน่งช่องผ่านท่อ [20] 25

ภาพที่ 2.17 การเดินงานระบบสุขาภิบาลในช่องท่อ(Shaft) จะทำการเทพื้นเพื่อยึดแนวท่อบนบริเวณพื้นชั้น 2 ไว้ แล้วจึงเดินท่อขึ้นไปในแต่ละชั้น 25

ภาพที่ 2.18 งานติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาลของห้องชุดในอาคารชุดพักอาศัย จะทำการเดินตำแหน่งท่อก่อน แล้วจึงก่อผนังตาม เพื่อไม่ต้องทำการเซาะผนังในภายหลัง [20] 26

ภาพที่ 2.19 (ซ้าย) พื้นที่ก่อสร้างชุดงานระบบท่อสุขาภิบาลในที่พักคนงาน (ขวา) ชิ้นส่วนชุดท่อสำเร็จก่อนนำไปติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง [20] 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2.20 ลักษณะการวางผังห้องน้ำ ในอาคารประเภทบ้านจัดสรร ของการก่อสร้างในระบบพรีคาสท์คอนกรีต ยังคงมีรูปแบบการผังห้องน้ำ เช่นเดียวกับที่นิยมใช้ในอาคารชุดพักอาศัย 29

ภาพที่ 2.21 (ซ้าย) ชิ้นส่วนจำลอง เพื่อศึกษาแก้ไขความคลาดเคลื่อนก่อนการสร้างแม่พิมพ์ (ขวา) แม่พิมพ์ทำจากเหล็ก โดยต้องมีการทาน้ำมันเคลือบก่อนการเทคอนกรีต เพื่อไม่ให้คอนกรีตติดกับแม่แบบ 30

ภาพที่ 2.22 ระบบ Shear Key บนขอบแผ่นผนัง [23] 30

ภาพที่ 2.23 ระบบการฝังห่วงเหล็ก [23] 31

ภาพที่ 2.24 (ซ้าย)การกำหนดจุดฝังท่อบนแม่แบบ เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อน และลดปัญหาการรั่วซึม (ขวา) แสดงการฝังท่อระบบสุขาภิบาลบนแผ่นพื้น และการกดร่องเพื่อฝังอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าลงบนแผ่นผนัง 31

ภาพที่ 2.25 (ซ้าย) รางเครนอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนวัสดุ (ขวา) พาหนะที่ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนวัสดุต้องมีโครงรับชิ้นส่วนเพื่อป้องกันการเสียหาย [23] 32

ภาพที่ 2.26 ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูปแบบประกอบสำเร็จของบริษัท Magest Modular Solutions Limited (USA) [3] 33

ภาพที่ 2.27 ระบบแผ่นพื้นที่หล่อจากวัสดุ FRP โดยจะมีการยกขอบป้องกันน้ำล้นสูงประมาณ 5 เซนติเมตร [25] 34

ภาพที่ 2.28 (ซ้าย) ลักษณะการวางท่อในแนวช่องว่างระหว่างผนัง (ขวา) การวางแนวท่อใต้เคาน์เตอร์ โดยสามารถเปิดเข้าไปบำรุงรักษาท่อจากภายในได้ [25] 34

ภาพที่ 2.29 ตะแกรงดักกลิ่นระบบมัลติเดรน (Multi drain) [25] 35

ภาพที่ 2.30 ลักษณะการติดตั้ง 3 แบบ สำหรับพื้นที่หน้างานที่แตกต่างกัน [25] 35

ภาพที่ 2.31 ภาพแสดงการขนย้ายด้วยทาวเวอร์เครน (ซ้าย) ระบบประกอบสำเร็จจะมีน้ำหนักประมาณ 600 กก./ชุดสามารถยกขึ้นบนอาคารได้ครั้งละ 3 ชุด (ขวา) แบบแยกชิ้นส่วนไปประกอบ จะมีน้ำหนักน้อยกว่าอยู่ที่ประมาณ 500 กก./ชุด เนื่องจากยังไม่มีสุขภัณฑ์ สามารถยกขึ้นบนอาคารได้ครั้งละ 4 ชุด [25] 36

ภาพที่ 2.32 ผังห้องน้ำมาตรฐาน ขนาด 1.40 x 2.20 เมตร [27] 37

ภาพที่ 2.33 (ซ้าย)การออกแบบพื้นผิวเพื่อช่วยในการระบายน้ำ (ขวา)รอยต่อของแผ่นฝ้าเพดานและแผ่นผนัง [27] 38

ภาพที่ 2.34 (ซ้าย) ผนังเตี้ย (Low wall) ชนิดไม่มีฝาเปิดด้านบน เมื่อต้องการซ่อมแซมระบบท่อ ต้องถอดอ่างล้างมือ-ล้างหน้าและโถส้วมออก ก่อนถอดชิ้นส่วนผนัง (ขวา) แสดงการเปิดแผ่นปิดด้านข้างอ่างอาบน้ำ (Apron) เพื่อทำการซ่อมบำรุงระบบท่อภายใน [27] 39

ภาพที่ 2.35 ภาพเปรียบเทียบการเดินท่องานระบบสุขาภิบาลของระบบ Conventional และระบบ SBM ที่วางถาดพื้นอยู่บนขาตั้ง ท่อต่าง ๆ จึงอยู่ตำแหน่งเหนือพื้นโครงสร้าง หากมีการรั่วซึมจะไม่มีผลต่อชั้นล่าง [27] 39

ภาพที่ 2.36 ขั้นตอนการขนส่งติดตั้งชิ้นส่วนระบบ SBM [27] 40

ภาพที่ 2.37 คุณสมบัติของท่อพีวีซี [28] 42

ภาพที่ 2.38 คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุอีพีเอส โฟม [29] 43

ภาพที่ 2.39 กรรมวิธีการทำวัสดุปิดผิวบนอีพีเอสโฟม [31] 44

ภาพที่ 3.1 แบบงานระบบสุขาภิบาลของอาคารชุดพักอาศัยจากกรณีศึกษา ที่มีรูปแบบการวางผังเหมือนห้องน้ำต้นแบบที่ได้เลือกไว้ 45

ภาพที่ 3.2 ภาพ 3 มิติ จำลองแนวการวางท่อตามขนาดและการออกแบบของวิศวะกร 46

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการวางแนวท่อประปาบนพื้นก่อนเทคอนกรีตทับ [32] 46

ภาพที่ 3.4 ภาพสามมิติจากผังของห้องน้ำต้นแบบในพื้นที่ส่วนแห้ง อ้างอิงระยะการติดตั้งสุขภัณฑ์ตามแบบงานสุขาภิบาลและกำหนดขนาดของแผ่นผนังให้เหมาะสม 47

ภาพที่ 3.5 ออกแบบแนวการวางท่อตามตำแหน่งมาตรฐานจากคู่มือการติดตั้งของสุขภัณฑ์ 47

ภาพที่ 3.6 ถอดแบบขนาดโครงเหล็กกำหนดระยะการเจาะโดยละเอียด สร้างจริงตามแบบและยึดไว้บนผนังเพื่อใช้เป็นระดับอ้างอิง 48

ภาพที่ 3.7 ปรับระยะตามความเหมาะสมจากการติดตั้งจริง 48

ภาพที่ 3.8 กำหนดระยะตำแหน่งการเจาะช่องท่อ ให้ตรงกับระยะการวางท่อภายใน 48

ภาพที่ 3.9 วัดและตัดแผ่นโฟมตามขนาดที่ได้จากแผ่นผนังจำลอง เจาะช่องท่อและเจาะตำแหน่งยึดน็อต 49

ภาพที่ 3.10 ตำแหน่งการเสริมเหล็ก RB6 โดยให้มีระยะห่างจากขอบอีพีเอส โฟม อย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการแตกของผิวโฟม และตำแหน่งเหล็กที่เหลือ วางให้มีระยะห่างเท่า ๆ กัน 49

ภาพที่ 3.11 ทาซีเมนต์ทากันซึมชนิดยืดหยุ่นตัวได้ ทั้งหมด 2 รอบ และปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง 49

ภาพที่ 3.12 วางตำแหน่งกระเบื้อง วัดขนาดและทำการเจาะช่องท่อบนกระเบื้อง โดยต้องใช้แม่แบบในการเจาะและต้องมีการหล่อน้ำในขณะเจาะ เพื่อป้องกันความร้อนจากการเสียดสีจะทำให้ดอกสว่านไหม้ 50

ภาพที่ 3.13 การปูกระเบื้องด้วยเกรียงหวีจะทำให้ปริมาณกาวซีเมนต์แทรกซึมตามผิวกระเบื้องและพื้นผิวได้ดีกว่าการใช้เกรียงใบโพธิ์ 50

ภาพที่ 3.14 ท่อเหล็กกลึงเกลียวและตำแหน่งติดตั้งบนชิ้นงาน ของอุปกรณ์ประกอบ 51

ภาพที่ 3.15 การติดตั้งโดยใช้แรงงาน 2 คน ทำการประกอบอุปกรณ์คนละฝั่ง 51

ภาพที่ 3.16 ระดับความสูงของอ่างล้างหน้า เมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จ 52

ภาพที่ 3.17 เพิ่มจุดค้ำยันบริเวณด้านล่างของแกนเหล็กรับท่อ 52

ภาพที่ 3.18 โครงเหล็กมีการแอ่นตัว เมื่อวางแผ่นผนังจึงเกิดความลาดเอียง 53

ภาพที่ 3.19 ปรับตำแหน่งการยึดน็อตให้สามารถติดตั้งได้ง่ายขึ้น 53

ภาพที่ 4.1 การคำนวณเศษวัสดุที่เหลือจากการตัดชิ้นงาน 54

ภาพที่ 4.2 ขนาดและระยะของแผ่นผนัง 55

ภาพที่ 4.3 ปรับแบบชุดโครงสร้างและงานระบบท่อเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ 55

ภาพที่ 4.4 รายละเอียดขนาดและวัสดุโครงสร้าง 56

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างขั้นตอนการติดตั้งพุก FMD ซึ่งใช้สำหรับผนังอิฐมวลเบาโดยเฉพาะ [33] 60

ภาพที่ 4.6 เจาะแผ่นยิปซัมเพื่อใส่พุกเข้าไป ใช้ไขควงสี่แฉกไข ด้นหลังพุกจะกางออกลักษณะคล้ายร่มงัดอยู่หลังแผ่นยิปซัม [34] 60

ภาพที่ 4.7 ภาพด้านหลังของพุกยิปซั่มเหล็กแบบร่ม เมื่อไขจนแน่น [35] 61

ภาพที่ 4.8 กระดาษลูกฟูกลอน 5 ชั้น [37] 66

ภาพที่ 4.9 แสดงขั้นตอนการบรรจุชิ้นงานลงในกล่องบรรจุภัณฑ์แบบกล่องกระดาษลูกฟูก 67

ภาพที่ 4.10 ภาพรถโฟล์คลิฟท์ [38] และรถยกพาเลท [39] เครื่องมือที่ใช้ในการขนย้าย 68

ภาพที่ 4.11 จำลองการเคลื่อนย้ายวัสดุจากโกดัง ขึ้นรถขนส่ง 68

ภาพที่ 4.12 คำนวณปริมาณการขนส่งในหนึ่งรอบของชุดบรรจุภัณฑ์แบบกล่องกระดาษลูกฟูก 69

ภาพที่ 4.13 จัดเตรียมช่องท่อตามตำแหน่งที่กำหนดให้ ตามระยะ SOP. และ BOP. ตามแนวแกน X และแกน Y 70

ภาพที่ 4.14 ออกแบบแนวการเดินท่อให้ได้ระดับที่เชื่อมต่อกับชุดงานระบบสุขภัณฑ์ และให้จัดแนวการวางท่อให้อยู่ในระนาบเดียวกัน** 72

ภาพที่ 4.15 จัดกลุ่มท่อให้วางในระนาบเดียวกันแล้วยึดแต่ละท่อด้วยยูโบล์ทบนโครงเหล็กตัวซีเจาะรูสำหรับการขันน็อตด้วยพุกตะกั่ว 2 ตำแหน่ง 72

ภาพที่ 4.16 (ซ้าย) ชุดงานระบบช่องท่อสำหรับโถส้วมชนิดท่อลงพื้น (ขวา) ชุดงานระบบช่องท่อสำหรับโถส้วมชนิดท่อออกผนัง โดยการผลิตจะแยกชุดท่อในช่องชาร์ป และชุดท่อที่เดินใต้พื้นออกจากกัน เพื่อให้ง่ายในการขนส่งแล้วจึงนำมาติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง** 73

ภาพที่ 4.17 ระบบการจัดเก็บและขนส่ง เมื่อประกอบท่อเป็นชุดแล้วนำมาวางพาดบนโครงเหล็กแยกไว้เป็นชุด จะทำให้สามารถขนย้ายขึ้นรถได้สะดวกและเมื่อถึงโครงการก่อสร้าง สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยเครน แต่การวางซ้อนกัน ต้องต้องหมุนสลับด้าน 180 องศา เพื่อไม่ให้ตำแหน่งท่อตรงกัน 73

ภาพที่ 4.18 แสดงการวัดระดับติดตั้งชุดงานระบบช่องท่อ 74

ภาพที่ 4.19 แสดงวิธีขันน็อตยึดกับผนังช่องท่อ ด้วยประแจแหวนคอ 75 องศา 74

ภาพที่ 4.20 เครื่องมือในการติดตั้งชุดงานระบบสุขภัณฑ์ 75

ภาพที่ 4.21 อุปกรณ์ประกอบสำหรับการติดตั้งในพื้นที่ บรรจุมาพร้อมในกล่องบรรจุภัณฑ์ 76

ภาพที่ 4.22 การวัดระยะกึ่งกลางผนัง ที่ระดับสูงจากพื้น 70 เซนติเมตร 77

ภาพที่ 4.23 การวัดตำแหน่งจุดยึดน็อต เพื่อทำการเจาะผนัง 77

ภาพที่ 4.24 เจาะผนังด้วนสว่านคอนกรีตและตอกฝังพุกตะกั่วตัวเมีย 78

ภาพที่ 4.25 ขันพุกตะกั่วตัวผู้ด้วยประแจปากตายเบอร์ 11 78

ภาพที่ 4.26 การเชื่อมท่อชุดงานระบบสุขภัณฑ์ เข้ากับท่อของชุดงานระบบช่องท่อ 79

ภาพที่ 4.27 ตำแหน่งติดตั้งชุด Air Chamber และ แผ่นปิดช่องผนัง 79

ภาพที่ 4.28 การประกอบชุดแขวนอ่างล้างหน้า 80

ภาพที่ 4.29 หมุนน็อตตัวเมียให้อยู่ในแนวที่สามารถเข้าในช่องเจาะบนโครงเหล็กได้พอดี 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.30 ตำแหน่งรูเจาะบนแผ่นผนังและโครงเหล็ก 81
ภาพที่ 4.31 ชุดงานระบบสุขภัณฑ์เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ ก่อนการประกอบสุขภัณฑ์ 81
ภาพที่ 4.32 ชุดท่อเหล็กกลึงเกลียวสำหรับติดตั้งสต๊อปวาล์ว และการติดตั้งเข้ากับชุดงานระบบสุขภัณฑ์ 81
ภาพที่ 4.33 ภาพหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ 82
ภาพที่ 4.34 จำลองการติดตั้งด้วยแรงงาน 2 คน 82
ภาพที่ 5.1 (ซ้าย) งานระบบสุขาภิบาลของต้นแบบจากกรณีศึกษา (ขวา) ชุดงานระบบสุขภัณฑ์ 85
ภาพที่ 5.2 แบบจำลองโครงสร้างผนังเตี้ย (ซ้าย)ห้องน้ำสำเร็จรูปแบบ Bathroom Pods (ขวา) ห้องน้ำสำเร็จรูปประเภท SBM 89
ภาพที่ 5.3 ข้อเสนอแนะขั้นตอนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยผลิตสำเร็จเป็นชุดเดียวและนำไปติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัยหรือ condominium นั้นเป็นการก่อสร้างห้องชุดที่มีลักษณะซ้ำ ๆ กันหลายชั้น อาจมีลักษณะสูงขึ้นไปตามแนวดิ่ง หรือแผ่ขยายพื้นที่ไปตามแนวราบ ซึ่งการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยประเภทนี้ จะเน้นการก่อสร้างแบบผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass Production) โดยความหลากหลายของขนาดและรูปแบบของห้องชุดในแต่ละโครงการนั้นจะมีความแตกต่างกัน ตามคอนเซ็ปท์การออกแบบ อาคารชุดพักอาศัยนั้นจะมีลักษณะพื้นฐานในแต่ละโครงการที่เหมือนกัน คือ ห้องชุดขนาดเล็กที่สุดในโครงการมักจะเป็นแบบที่มีอัตราส่วนจำนวนห้องมากที่สุด และมักจะเป็นรูปแบบห้องที่มีการใช้พื้นที่ร่วมกันระหว่างห้องรับแขก ห้องครัว และห้องนอน โดยไม่มีการกั้นพื้นที่แยกส่วน เรียกว่าแบบสตูดิโอ (Studio Type) หรือมีการกั้นพื้นที่แยกเฉพาะส่วนของห้องนอนเรียกว่าห้องชุดแบบ 1 ห้องนอน (1 bedroom) เนื่องจากห้องชุด 2 ประเภทนี้ มีสัดส่วนที่พอเหมาะสำหรับการใช้ชีวิตแบบคนรุ่นใหม่ ที่มีผู้อาศัย 1 ถึง 2 คน ออกแบบตามการใช้งานในสัดส่วนที่มีขนาดเล็กที่สุด จึงสามารถตั้งราคาขายได้ในราคาที่ไม่แพง กลุ่มเป้าหมายคือคนในวัยเริ่มต้นทำงานที่มีกำลังมากพอจะจ่ายได้ จึงทำให้ห้อง 2 ประเภทนี้สาสมารถขายได้ง่ายที่สุด

ผังห้องชุดขนาด 21.50 ตร.ม.

โครงการลุมพินี ร่มเกล้า-สุวรรณภูมิ

โครงการแสนสิริ เดอะเบส แจ้งวัฒนะ

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างผังห้องชุดขนาด 21.50 ตร.ม. ในแบบสตูดิโอ และขนาด 24.50 ตร.ม. แบบ 1 ห้องนอน ซึ่งมีขนาดห้องที่ใกล้เคียงกัน การจัดผังคล้ายคลึงกัน ต่างกันที่แบบ 1 ห้องนอน มีผังและประตูบานเลื่อนกั้นแยกส่วนของห้องนอนให้เป็นสัดส่วนมากขึ้น [1, 2]

ในสภาวะการปัจจุบันที่มีปัญหาต้นทุนค่าก่อสร้างอาคารเพิ่มขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม แรงงานที่มีฝีมือขาดแคลน การควบคุมการก่อสร้างให้ได้มาตรฐานทำได้ยาก อาคารชุดพักอาศัยเป็นอสังหาริมทรัพย์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อการขายทำกำไรโดยเฉพาะ ดังนั้นความเร็วในการก่อสร้างจึงเป็นสิ่งที่มีผลกระทบอย่างมากต่อราคาต้นทุน เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับดอกเบี้ยเงินกู้ที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง จึงมีการคิดพัฒนาวิธีที่จะช่วยลดเวลาในการก่อสร้างให้น้อยลง ทำให้เกิดความนิยมในการหันมาใช้ “ระบบสำเร็จรูป” ซึ่งหมายถึง ชิ้นส่วนของอาคารที่มีการผลิตจากโรงงาน และขนส่งชิ้นส่วนเหล่านี้มาประกอบ ติดตั้ง ในสถานที่ก่อสร้าง ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพการผลิตได้จากโรงงานช่วยให้ลดการใช้แรงงานและลดขั้นตอนในการก่อสร้าง โดยเฉพาะส่วนที่เล็กที่สุดแต่กลับมีความยุ่งยากซับซ้อนในการก่อสร้างที่สุดนั้นก็คือ “ห้องน้ำ” สำหรับอาคารชุดพักอาศัยนั้นจะต้องมีห้องน้ำอย่างน้อย 1 ห้องต่อ 1 ห้องชุด ซึ่งหากสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างในส่วนนี้ได้เป็นประโยชน์ต่อการลดต้นทุนค่าก่อสร้างเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการก่อสร้างห้องน้ำที่ทำกันในปัจจุบันมีลักษณะแบบก่ออิฐฉาบปูนและใช้พื้นหล่อในที่ เรียกการก่อสร้างแบบนี้ว่า ระบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) ซึ่งต้องใช้เวลาในการก่อสร้างนานเนื่องจากมีขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อน ต้องใช้ช่างเฉพาะทางหลายสาขา และต้องการความพิถีพิถันมาก เนื่องจากหากการก่อสร้างไม่มีคุณภาพอาจก่อให้เกิดปัญหาในระยะยาวได้ ซึ่งหัวสำคัญของห้องน้ำนั้นอยู่ที่ระบบสุขาภิบาล การนำน้ำเข้าและระบายน้ำออก แต่การก่อสร้างในระบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) นั้นมักจะมีการซ่อนท่องานระบบโดยการฝังในผนัง ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาจึงทำให้การซ่อมแซมหรือปรับปรุงกลายเป็นงานใหญ่ เนื่องจากต้องทุบผนังตามแนวท่อและทำการฉาบปูกระเบื้องใหม่ เมื่อทำการซ่อมแซมแล้วเสร็จ หากจะเดินท่อนอกแนวผนังก็จะไม่สวยงาม และอาจเกิดการกระทบก่อให้เกิดความเสียหายได้ง่าย จึงทำให้แนวคิดเรื่องระบบการก่อสร้างโดยใช้โครงสร้างสำเร็จรูปในอาคารชุดพักอาศัย ได้พัฒนาจากการใช้เฉพาะชิ้นส่วนขึ้นมาเป็นองค์ประกอบที่มีลักษณะเป็นชุด จนพัฒนามาถึงการผลิต “ห้องน้ำสำเร็จรูป”

1.1.1 ประเภทของห้องน้ำสำเร็จรูป

ระบบห้องน้ำสำเร็จรูปในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันมีผู้ผลิตมากกว่า 10 ราย แสดงให้เห็นว่าเป็นธุรกิจที่มีแนวโน้มขยายตัวไปได้ดี สามารถแยกตามระบบโครงสร้างได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) Precast Concrete เป็นระบบโครงสร้างที่คนไทยมีความคุ้นเคยกันดี ซึ่งมักจะใช้กับระบบการก่อสร้างทั้งอาคาร ห้องน้ำเป็นส่วนหนึ่งของการใช้โครงสร้างสำเร็จรูปชนิดนี้ การผลิตจะแยกชิ้นส่วนออกเป็นแผ่นระนาบแต่ละด้าน ผลิตในโรงงานและนำไปประกอบในพื้นที่ก่อสร้าง แต่จะใช้งานในการก่อสร้างโครงการอสังหาริมทรัพย์ของผู้ผลิตเองเท่านั้น ไม่ได้ผลิตเพื่อการแยกจำหน่าย

2) Bathroom Pods เดิมมีลักษณะเป็นกล่อง แบบประกอบเสร็จทั้งชุดจากโรงงาน โดยใช้โครงสร้างระบบเฟรม แต่จะผลิตแยกชิ้นส่วนเป็น แผ่นพื้น, แผ่นผนัง และแผ่นฝ้าเพดานทั้ง 6 ระนาบ

แล้วจึงนำมาประกอบกันในภายหลัง ปัจจุบันได้พัฒนาให้มีวิธีการติดตั้งที่หลากหลายมากขึ้น เป็นสามวิธี คือ

- ประกอบสำเร็จรูปจากโรงงาน
- นำไปประกอบหน้างานพร้อมติดตั้งผนังภายนอก
- นำไปประกอบหน้างานภายในช่องผนัง (สำหรับอาคารีโนเวท)

3) System Bath Module หรือ SBM เป็นนวัตกรรมจากประเทศญี่ปุ่น ลักษณะรูปแบบกึ่งสำเร็จรูป แตกต่างจากแบบที่ 2 ในกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ได้เป็นการผลิตแผ่นผนังทั้งชิ้น แต่จะผลิตแยกชิ้นส่วนเป็นแผ่นขนาดเล็กแล้วนำมาต่อกัน หรือเรียกว่าระบบพาแนล (Panel) และนำไปประกอบในพื้นที่ก่อสร้าง

จากการสำรวจตลาดห้องน้ำสำเร็จรูปในประเทศไทยพบว่า โครงสร้างที่นิยมใช้กับห้องน้ำสำเร็จรูปมากที่สุด คือ การใช้โครงเคร่าเหล็กหรืออลูมิเนียมเป็นโครงสร้างหลัก กรุทับด้วยแผ่นไฟเบอร์ซีเมนต์ และทับด้วยพื้นผิวที่สามารถกันน้ำได้ เนื่องจากโครงสร้างลักษณะนี้มีต้นทุนที่ถูกและมีน้ำหนักเบา จึงทำให้มีผู้ประกอบการหลายบริษัทผลิตห้องน้ำสำเร็จรูปที่มีลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกันนี้ออกสู่ท้องตลาดเป็นส่วนใหญ่

1.1.2 การออกแบบงานระบบของห้องน้ำสำเร็จรูป

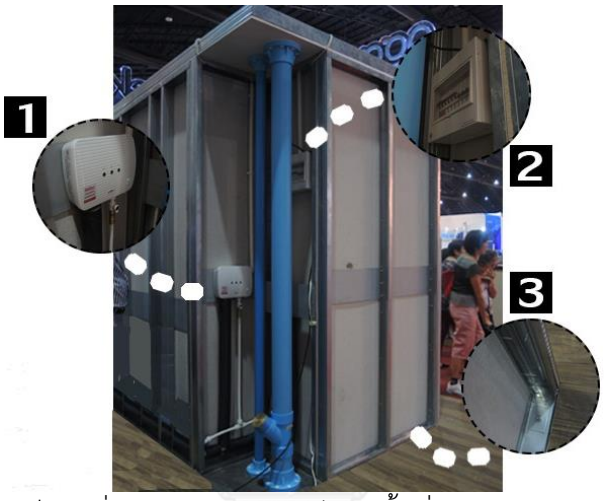
งานระบบภายในห้องน้ำประกอบด้วยสองส่วนคือ ระบบไฟฟ้าและระบบสุขาภิบาล ในส่วนของงานระบบไฟฟ้านั้นยังคงใช้วิธีร้อยท่อในแนวผนังและเหนือฝ้าเพดาน เนื่องจากซ่อมบำรุงได้ง่ายและท่อมีขนาดเล็ก สามารถแทรกอยู่ในตามช่องว่างระหว่างโครงสร้างกับแผ่นผนังได้

ภาพที่ 1.2 การเดินท่อสายไฟของห้องน้ำสำเร็จระบบ Bathroom Pods [3]

งานระบบสุขาภิบาลของห้องน้ำสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) เดินท่อรวมในช่องท่อ (Shaft)

การเดินงานระบบสุขาภิบาลของห้องน้ำสำเร็จรูป จะถูกออกแบบให้มีช่องท่อบริเวณมุมห้องหลังพื้นที่ส่วนเปียก ซึ่งจะมีท่อแนวดิ่ง (Riser) เชื่อมแต่ละห้องเมื่อติดตั้งในตำแหน่งที่ตรงกัน โดยจะมีการรวมงานระบบไฟฟ้าเข้าไว้ในช่องท่อนี้ด้วย ฉะนั้นจะต้องเตรียมพื้นที่ขนาดช่องท่อของโครงการให้ใหญ่ขึ้น เนื่องจากต้องติดตั้งอุปกรณ์ดักกลิ่นแบบพี (P-TRAP) ในช่องท่อนี้ด้วย ข้อดีคือสามารถบำรุงรักษาได้ง่าย ส่วนข้อเสียคือ เมื่อช่องท่อมีขนาดใหญ่ขึ้นพื้นที่ขายก็จะลดลง



ภาพที่ 1.3 ห้องน้ำสำเร็จรูปที่มีการรวมงานระบบไว้ในพื้นที่มุมด้านข้าง 1) เครื่องทำน้ำร้อน 2) มิเตอร์ไฟฟ้า 3) การยึดต่อของโครงสร้าง ซึ่งการรวมงานระบบไฟฟ้าไว้กับระบบสุขาภิบาลมักทำให้ผู้บริโภครู้สึกไม่มั่นใจเนื่องจากกลัวการรั่วซึมของระบบสุขาภิบาลจะมีผลต่อระบบไฟฟ้าภายใน [4]

2) เดินท่อรวมบริเวณพื้นและผนัง

การเดินท่อรวมบริเวณพื้นและผนัง เป็นวิธีการที่ห้องน้ำสำเร็จรูปใช้กันเป็นส่วนใหญ่ โดยจะออกแบบการวางผังห้องน้ำ ให้มีตำแหน่งการติดตั้งสุขภัณฑ์อยู่บนแนวผนังเดียวกัน เพื่อจะได้สามารถรวมแนวท่อไว้ด้านหลังของผนังด้านเดียวกันทั้งหมด ซึ่งห้องน้ำสำเร็จรูปส่วนใหญ่มักจะกำหนดให้ใช้โถชักโครกระบบท่อออกกำแพง เพื่อรวมท่อโสโครกให้มาอยู่ในผนัง และช่วยในการลดความสูงของพื้นห้องน้ำด้วย และมักจะออกแบบให้สามารถเปิดซ่อมบำรุงได้จากภายในห้อง โดยการออกแบบให้มีผนังเตี้ยหรือ Low wall บริเวณหลังอ่างล่างหน้าและโถส้วม ให้สามารถเปิดแผ่นด้านบน เพื่อซ่อมบำรุงจุดเปิด (Clean Out) ของอ่างล้างหน้า และเช็ดจุดรั่วของท่อที่อยู่ภายในได้ แต่ในการซ่อมแซม

ท่อกรณีที่มีการรั่ว จะต้องทำการรื้อแผ่นผนังในส่วนนี้ออกเนื่องจากไม่สามารถใช้เครื่องมือกับช่องที่มีความแคบขนาดนี้ได้

ภาพที่ 1.4 การออกแบบผนังเตี้ย (Low wall) ที่ซ่อนงานระบบไว้ภายใน [4]

ในการวางระบบท่อสุขาภิบาลทั้งสองประเภทนั้น ยังคงมีปัญหาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เหมือนกันคือ จะต้องมีท่อน้ำทิ้งอยู่ใต้พื้น เพื่อรับน้ำจากตะแกรงดักกลิ่น (Floor drain) ทำให้ระดับพื้นของห้องน้ำสำเร็จรูปต้องยกสูงขึ้นเพื่อให้มีระยะการวางท่อ ซึ่งเมื่อนำมาติดตั้งระดับพื้นห้องน้ำก็จะมีความสูงมากกว่าระดับพื้นห้อง ดังนั้น การก้าวเข้าห้องน้ำต้องก้าวขึ้น ซึ่งขัดกับความเคยชินของคนทั่วไป

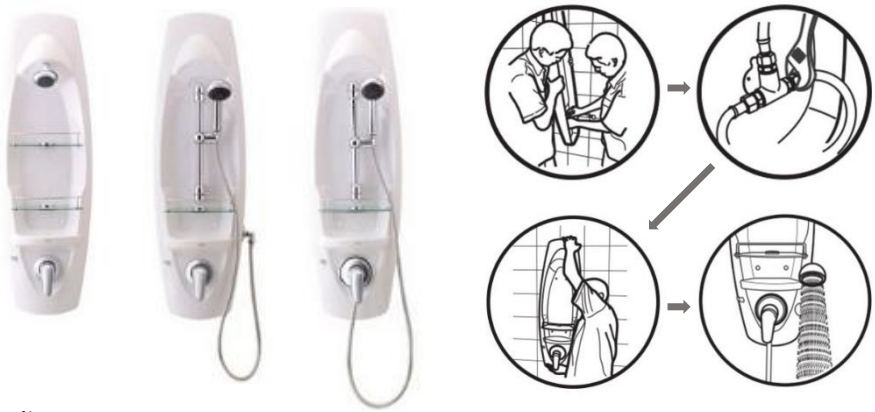
ปัจจุบันมีบริษัทผู้ผลิตได้หันมาให้ความสนใจศึกษาและพัฒนาห้องน้ำสำเร็จรูปกันมากขึ้น ความหลากหลายของรูปแบบจะอยู่ที่การเลือกใช้วัสดุที่เป็นจุดขายของแต่ละผู้ผลิต ส่วนรูปแบบโครงสร้างหลักยังคงไม่แตกต่างกันนัก แต่ด้วยข้อจำกัดในเงื่อนไขของราคาต่อห้องที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นองค์ความรู้ที่รับมาจากต่างประเทศ การติดตั้งและการดูแลรักษา ต้องใช้ช่างที่มีความรู้เฉพาะทาง ช่างทั่วไปและผู้ใช้งานไม่สามารถทำเองได้ และมีวิธีการทำงานที่เปลี่ยนไปทำให้ผู้รับเหมาไม่อยากเปลี่ยนมาใช้เนื่องจากเป็นระบบที่ไม่คุ้นเคย จึงยังไม่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกับบริษัทผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ขนาดใหญ่ที่มีทีมก่อสร้างของตัวเอง การเปลี่ยนมาใช้ห้องน้ำสำเร็จรูปจึงมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการก่อสร้างทั้งหมด รวมไปถึงในขั้นตอนการออกแบบของสถาปนิกและวิศวะกรด้วย มีเพียง บมจ.พฤกษา เรียลเอสเตท ที่มีการริเริ่มผลิตห้องน้ำสำเร็จรูปขึ้นมาเพื่อใช้เองในโครงการ เนื่องจากเป็นผู้ผลิตวัสดุก่อสร้างแบบ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Prefabrication) อยู่แล้ว

แท้จริงแล้วก่อนจะพัฒนามาถึงห้องน้ำสำเร็จรูป ได้มีการผลิต “สุขภัณฑ์สำเร็จรูป” ออกมาหลายรูปแบบ เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในงานก่อสร้าง ที่เห็นได้ชัดจะเป็นในส่วนของพื้นที่ส่วนเปียก เนื่องจากมีจุดเชื่อมต่อของระบบท่อสุขาภิบาลที่ไม่ซับซ้อน มีเพียงการเดินท่อประปาหนึ่งจุดออกจากผนัง และท่อระบายน้ำทิ้งหนึ่งจุดที่พื้น ที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ ตู้อาบน้ำ ที่สามารถติดตั้งบนพื้นที่ไม่ใช่คอนกรีตหรือไม่มีระบบกันซึมได้ มักจะสร้างจากวัสดุไฟเบอร์กลาสหล่อเป็นชิ้นเดียวกันในส่วนของพื้นและผนังสองด้านที่เข้ามุม ผนังด้านนอกมักจะเป็นกระจกหรืออะคริลิกใส บานเปิดเป็นระบบบานเลื่อนหรือประตูสวิง ข้อเสียคือมีราคาแพงและดูแลรักษายาก มักจะใช้ในงานโรงแรมที่ต้องการ

ความหรูหราสวยงาม ดังนั้นผู้ผลิตบางรายจึงมีการออกแบบระบบผสานเทคโนโลยีเข้าไป เพื่อให้เป็นสินค้าระดับคุณภาพสูง (Premium) ส่วนในอาคารที่พักอาศัยมักจะใช้เป็นระบบ “กึ่งสำเร็จรูป” ยกตัวอย่าง เช่น ฉากกั้นอาบน้ำ ที่ติดตั้งเฉพาะส่วนที่เป็นผนังกระจก ส่วนด้านที่อื่น ๆ ยังคงใช้ผนังโครงสร้างของอาคาร บางรุ่นมีการติดตั้งพร้อมถาดรองอาบน้ำหรืออ่างอาบน้ำ หรือบางรุ่นจะมีเฉพาะส่วนของผนังกั้น ซึ่งใช้ต้องมีการเตรียมพื้นและผนังที่ทำระบบกันซึมไว้รองรับ ไม่ต่างจากการสร้างระบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) จึงถือเป็นอุปกรณ์เสริมเท่านั้น หรือแผงชุดฝักบัวสำเร็จรูปที่เป็นชั้นวางของในตัว มีความสำเร็จรูปตรงที่ด้านหลังจะซ่อนงานระบบไว้ภายใน โดยเดินระบบน้ำประปาด้วยสายอ่อนขันเข้ากับเกลียวข้อต่อน้ำดีที่เตรียมไว้บนผนัง และยึดตัวชั้นติดผนังด้วยสลักเกลียวตามตำแหน่งที่กำหนดในคู่มือ ทำให้สามารถติดตั้งและถอดออกมาซ่อมแซมได้ง่าย

ตู้อาบน้ำสำเร็จรูป *ฉากกั้นอาบน้ำ*

ภาพที่ 1.5 สุขภัณฑ์ส่วนเปียกสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งมีการออกแบบให้สามารถเชื่อมเข้ากับระบบมาตรฐานของงานสุขาภิบาล คือท่อระบายน้ำที่พื้นอยู่บริเวณมุมห้อง ส่วนระบบน้ำประปาสามารถปรับตำแหน่งได้เนื่องจากใช้ระบบสายอ่อน *[5]*



ภาพที่ 1.6 ชั้นอเนกประสงค์ หรือชุดฝักบัวสำเร็จรูป พร้อมภาพการประกอบคำแนะนำการติดตั้งที่ทำได้ง่ายสามารถติดตั้งเองได้ [6]

สำหรับในส่วนแห้งจะประกอบด้วยสุขภัณฑ์หลัก 2 ชนิด คือ อ่างล้างมือ-ล้างหน้า(Lavatory) และโถส้วม(Water Closet) ซึ่งเป็นส่วนที่มีระบบสุขาภิบาลที่ยุ่งยาก เนื่องจากต้องเชื่อมต่อกับท่อทุกระบบ ประกอบด้วย

1). ท่อน้ำดี (Cold Water Pipe) ต่อน้ำประปาเข้าสู่ก๊อกอ่างล้างหน้า และถังพักน้ำของโถชักโครก ซึ่งในจุดนี้อาจจะมีการต่อสต๊อปวาล์วแบบสามทางพ่วงกับสายฉีดชำระด้วย

2) ท่อน้ำทิ้ง (Waste Pipe) ระบายน้ำเสียจากอ่างล้างหน้า และพื้นห้องน้ำ

3) ท่อโสโครก (Soil Pipe) ระบายสิ่งปฏิกูลจากโถส้วม

4) ท่ออากาศ (Vent Pipe) เป็นท่อที่เชื่อมต่อกับท่อน้ำทิ้งและท่อโสโครก เนื่องจากท่อทั้งสองประเภทนี้ต้องมีการรักษาแรงดันภายในท่อ เพื่อให้มีน้ำไหลเพียง ¼ ของท่อเท่านั้น จึงต้องมีการเติมอากาศเข้าไปในท่อ

ในระบบห้องน้ำสำเร็จรูปได้มีความพยายามออกแบบให้สามารถซ่อมบำรุงระบบท่อในส่วนแห้ง ด้วยการใช้ผนังเตี้ย (Low wall) ที่สามารถถอดแผ่นผนังออกได้ดังที่กล่าวไปแล้วนั้น ยังมีข้อเสีย คือ จะต้องถอดสุขภัณฑ์ที่ติดตั้งอยู่ออกก่อนทั้งส่วนของโถชักโครกและอ่างล้างมือ-ล้างหน้า จึงจะทำการถอดผนังเตี้ย ด้านหลังออกได้ และสำหรับสุขภัณฑ์สำเร็จรูปในส่วนแห้งนี้ ยังไม่มีการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ส่วนใหญ่ที่มีในท้องตลาดจะเป็นสินค้าประเภท เคาท์เตอร์อ่างล้างหน้าสำเร็จรูป ที่เน้นออกแบบให้มีความสวยงาม แต่ไม่ได้เอื้ออำนวยให้สามารถซ่อมบำรุงระบบท่อ ต่าง ๆ ให้ง่ายขึ้น

ภาพที่ 1.7 ตัวอย่างสินค้าประเภทเคาท์เตอร์อ่างล้างหน้าสำเร็จรูป ที่วางขายในศูนย์จำหน่ายวัสดุก่อสร้างขนาดใหญ่

งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเนื่องจากมีความสนใจว่าควรมีการพัฒนา “ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป” เพื่อช่วยให้งานระบบสุขาภิบาล และระบบการติดตั้งสุขภัณฑ์ในส่วนแห้ง สามารถติดตั้งได้เร็ว ใช้กับทั้งห้องน้ำระบบทั่วไป (Conventional) และระบบห้องน้ำสำเร็จรูปได้ และควรง่ายต่อการซ่อมบำรุงมากกว่าระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เก็บข้อมูลมาตรฐานระบบสุขาภิบาล และการออกแบบระบบสุขาภิบาลของห้องน้ำระบบทั่วไป (Conventional) และห้องน้ำสำเร็จรูป จากกรณีศึกษาที่มีการใช้งานในประเทศไทย

1.2.2 เสนอการออกแบบ ติดตั้งระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูปสำหรับส่วนแห้ง ที่ง่ายต่อการบำรุงรักษาในอาคารชุดพักอาศัย

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษาผังห้องน้ำที่นิยมใช้ในอาคารชุดพักอาศัยประเภทห้องชุดที่มีห้องน้ำ 1 ห้อง/ยูนิต เพื่อใช้เป็นผังต้นแบบในงานวิจัย และศึกษางานระบบสุขาภิบาลเฉพาะช่วงความสูงของอาคารไม่เกิน 8 ชั้น ในพื้นที่ส่วนแห้งของห้องน้ำ

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1.4.1 วิเคราะห์ปัญหาจากงานก่อสร้างและการดูแลรักษา ของงานระบบสุขาภิบาลในอาคารชุดพักอาศัย เพื่อหาแนวทางการแก้ไข

1.4.2 ออกแบบระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูปสำหรับสุขภัณฑ์ในส่วนแห้ง ทดลองสร้างและบันทึกผล

1.4.3 ปรับแบบจากปัญหาที่พบเพื่อ พัฒนาระบบการติดตั้งองค์ประกอบด้านสุขาภิบาล ในพื้นที่ส่วนแห้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ข้อมูลปัญหาและแนวทางการออกแบบ เพื่อแก้ไขงานระบบสุขาภิบาลในห้องน้ำสำเร็จรูป

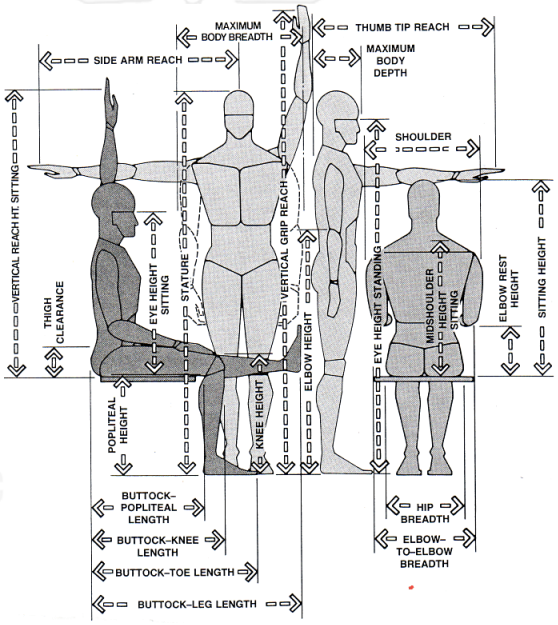
1.5.2 ระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูปสำหรับสุขภัณฑ์ในส่วนแห้ง ที่สามารถติดตั้งได้เร็ว ราคาถูก และสะดวกต่อการบำรุงรักษา

บทที่ 2
องค์ประกอบ นวัตกรรมและข้อมูลวัสดุที่เกี่ยวข้อง

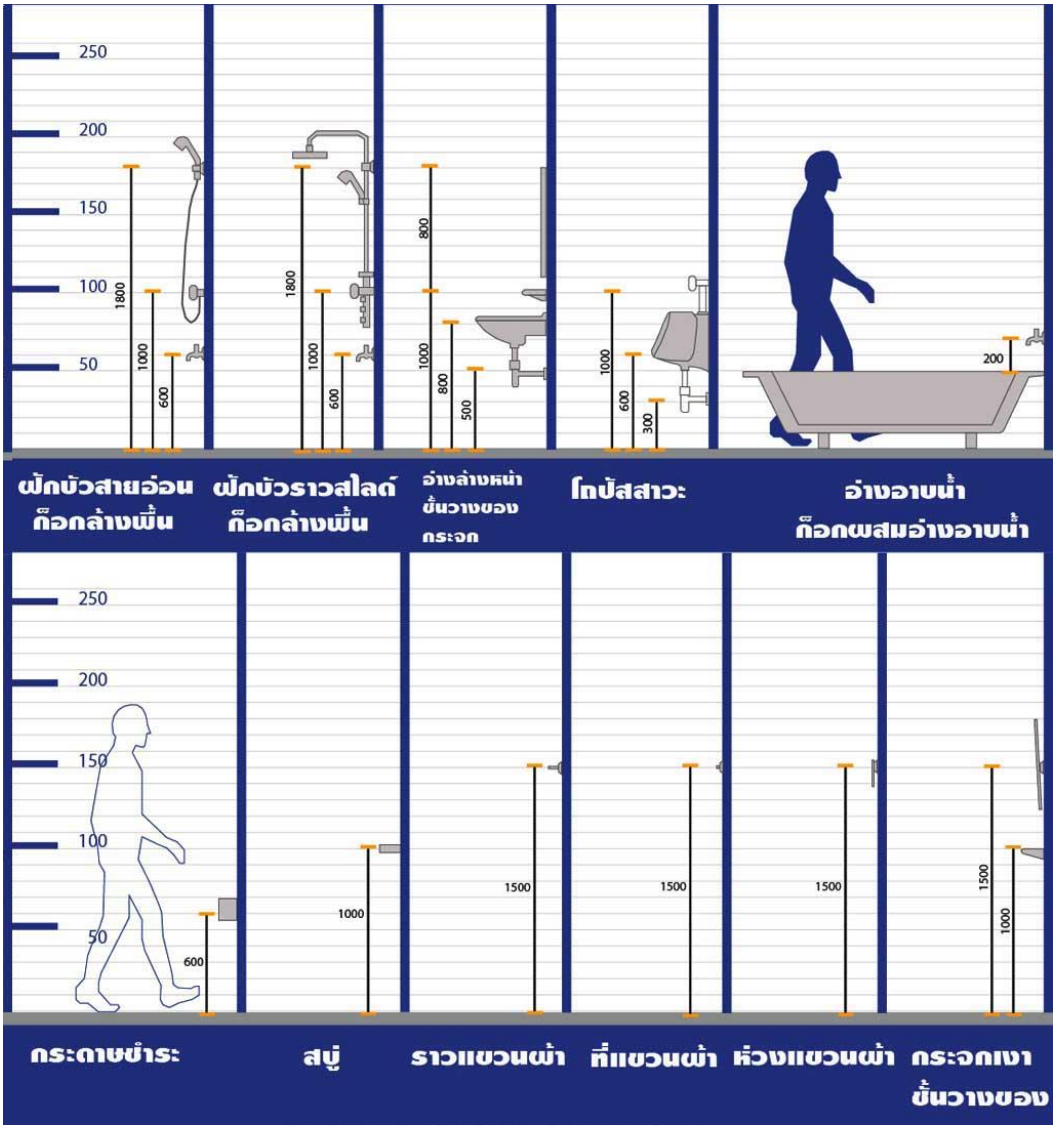
2.1 องค์ประกอบของห้องน้ำ

2.1.1 การวางผังห้องน้ำ

หลักการพื้นฐานในการพิจารณาออกแบบวางผังห้องน้ำสำหรับการใช้งานในอาคารพักอาศัยนั้น เกิดขึ้นจากการศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานเพื่อกำหนดระยะและขนาดความกว้างและความสูงขั้นต่ำของพื้นที่ในแต่ละตำแหน่งให้เหมาะสมกับการใช้งาน อันเกี่ยวข้องกับ สัดส่วนของมนุษย์ (Human Scale in Architecture) ที่ซึ่งมีผลต่อการออกแบบขนาดและระยะการติดตั้งของเครื่องสุขภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน



ภาพที่ 2.1 การศึกษาระยะจากสัดส่วนของมนุษย์ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบขนาดของพื้นที่ภายในห้องน้ำให้มีความเหมาะสม [7]

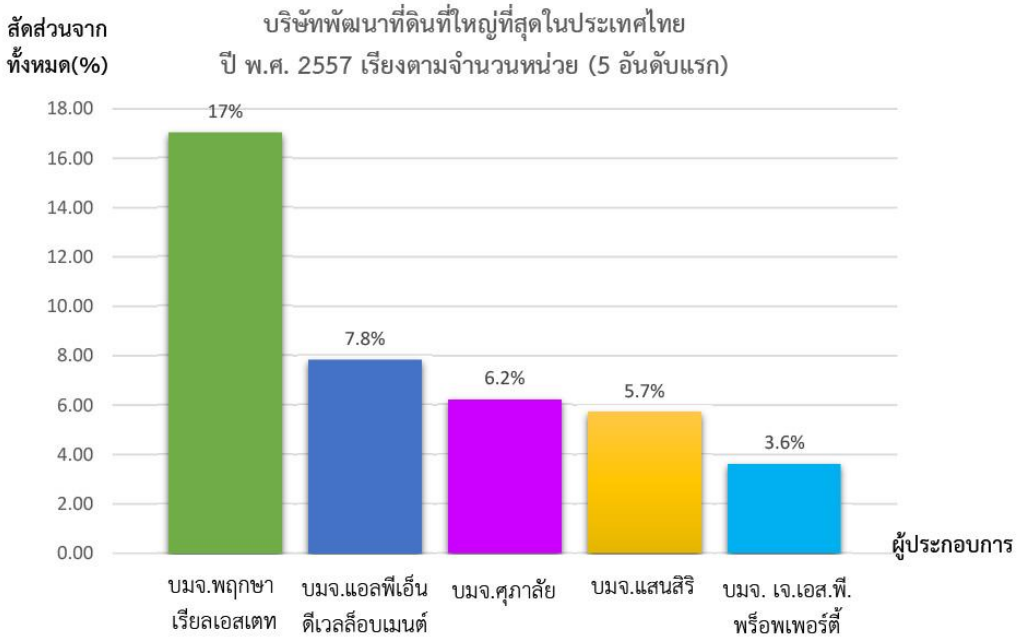


ภาพที่ 2.2 ระยะความสูงจากระดับพื้นห้องน้ำ ถึงระดับการติดตั้งของเครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบในห้องน้ำ ที่มีความสัมพันธ์กับสรีระการใช้งานของมนุษย์ ถึงแม้โดยทั่วไปแล้วจะใช้ระยะตามคู่มือของแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นตัวกำหนด แต่มักจะอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน [8]

การวางผังห้องน้ำของอาคารชุดพักอาศัยมักจะมีการแยกพื้นที่ออกเป็นสองส่วน คือ พื้นที่ส่วนแห้ง และพื้นที่ส่วนเปียก เพื่อให้มีความสวยงามและง่ายต่อการดูแลรักษา เนื่องจากคราบสกปรกที่เกิดขึ้นในห้องน้ำมักจะมาจาก คราบสบู่และคราบไขมันจากการชำระล้างทั้งหลาย ดังนั้นการกั้นแยกพื้นที่จะเป็นการจำกัดบริเวณที่เปียกชื้นอยู่เสมอซึ่งมักจะเป็นส่วนที่เกิดการสะสมคราบให้น้อยลง จึงทำความสะอาดได้ง่ายขึ้น และช่วยให้บริเวณอื่นยังคงความแห้งอยู่เสมอ ลดปัจจัยต่อการเกิดอุบัติเหตุ

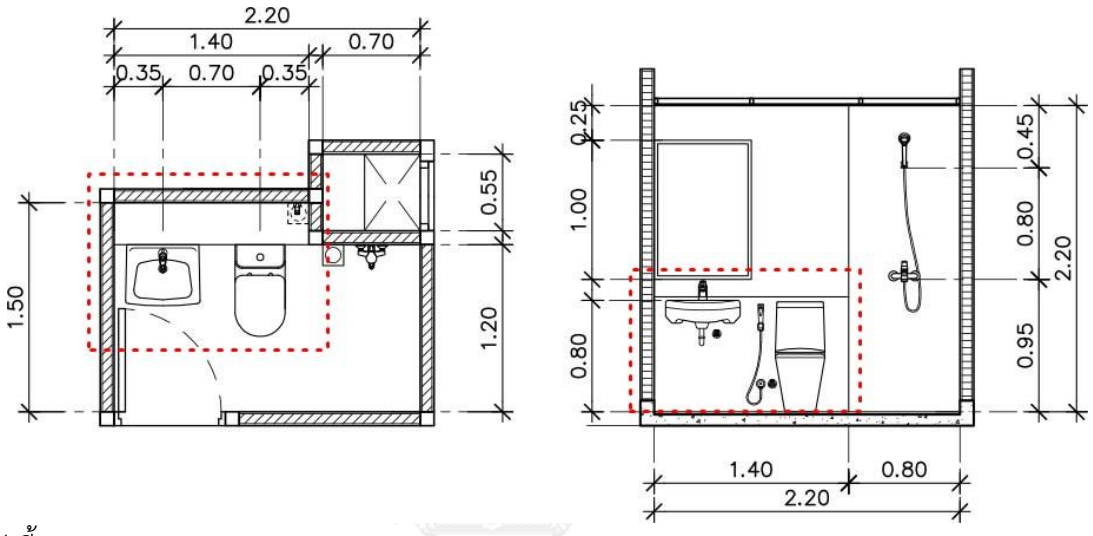
ผังห้องน้ำสำหรับใช้งานในอาคารชุดพักอาศัยในประเภทที่มีห้องน้ำ 1 ห้อง/ยูนิต ได้แก่ ห้องชุดแบบสตูดิโอ (Studio Type) หรือห้องชุดแบบ 1 ห้องนอน (1 bedroom) นั้น มักจะวางผังให้ห้องน้ำอยู่ติดกับส่วนครัวหรือพื้นที่สำหรับการเตรียมอาหาร (Pantry) เนื่องจากสะดวกในการวางงานระบบท่อ

ศึกษาการวางผังห้องน้ำในอาคารชุดพักอาศัย เพื่อหารูปแบบการวางผังห้องน้ำที่นิยมใช้กันมากที่สุด นำมาใช้เป็นผังต้นแบบในการวิจัย ได้ทำการเลือกศึกษาจากอาคารชุดของบริษัทผู้ประกอบการที่มีสัดส่วนทางการตลาดมากที่สุดในเชิงปริมาณการก่อสร้าง ของปี 2557 จากการสำรวจโดยศูนย์ข้อมูลวิจัยและประเมินค่าทรัพย์สินไทย บจก.เอเจนซี่ ฟอร์ เรียลเอสเตท แอฟแฟร์ส โดยเรียงตามจำนวนหน่วย 5 อันดับแรก[9] ประกอบด้วย 1) บมจ.พฤกษา เรียลเอสเตท 2) บมจ.แอลพีเอ็น ดีเวลล็อบเมนต์ 3) บมจ.ศุภาลัย 4) บมจ.แสนสิริ 5) บมจ.เจ.เอส.พี.พร็อพเพอร์ตี้ พบว่าเฉพาะจำนวนหน่วยที่ทำการก่อสร้างโดยบริษัททั้ง 5 อันดับดังกล่าวนี้ มีปริมาณรวมมากถึง 40.3% ของจำนวนที่อยู่อาศัยทั้งหมดที่เปิดตัวใหม่ในปี 2557 ซึ่งมีทั้งสิ้น 57 โครงการ รวม 19,355 หน่วย รวมมูลค่า 43,813 ล้านบาท จึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นกรณีศึกษา โดยสุ่มเลือกโครงการอาคารชุดพักอาศัยของบริษัททั้ง 5 ดังกล่าว มาทำการศึกษารูปแบบการวางผังห้องน้ำภายในห้องชุด เพื่อหาผังที่ได้รับความนิยมมากที่สุดมาใช้เป็นต้นแบบในการวิจัย



ภาพที่ 2.3 แผนภูมิรายนามบริษัทผู้ประกอบการที่เลือกมาเป็นกรณีศึกษา

เมื่อศึกษาการวางผังห้องน้ำในโครงการอาคารชุดพักอาศัยของบริษัททั้ง 5 โดยสุ่มเลือกผังห้องน้ำจากห้องชุด 8 แบบ จากทั้ง 5 บริษัท รวมแล้วเป็นจำนวน 40 แบบ (เอกสารอ้างอิงในภาคผนวก ก) พบว่าการวางผังที่มีรูปแบบซ้ำกันมากที่สุดคือลักษณะห้องน้ำที่อยู่ติดกับโถงทางเดินด้านใน โดยมีช่องท่อคั่นระหว่างห้องชุด ห้องน้ำมีขนาดประมาณ 2.5 – 3 ตารางเมตร ซึ่งอาจจะมีความแตกต่างกันบ้าง โดยสลับตำแหน่งประตูและตำแหน่งการวางสุขภัณฑ์ในส่วนของอ่างล้างมือและโถสุขภัณฑ์ จากรูปแบบที่ซ้ำกันมากที่สุดจากกรณีศึกษา จึงสรุปผังต้นแบบเพื่อใช้ในการวิจัยออกมาได้



ดังนี้

ภาพที่ 2.4 ผังและรูปด้านภายในห้องน้ำต้นแบบ ขนาดประมาณ 3 ตารางเมตร ที่พัฒนามาจากการวิเคราะห์กรณีศึกษา ผนวกกับระยะสัดส่วนของมนุษย์ ที่เหมาะสม โดยมีความกว้างของพื้นที่ส่วนแห้งประมาณ 1.40 เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 เครื่องสุขภัณฑ์ อุปกรณ์ประกอบภายในห้องน้ำส่วนแห้งและการติดตั้ง [10-12]

ในพื้นที่ห้องน้ำส่วนแห้ง จากผังห้องน้ำต้นแบบ ชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์หลัก ที่จำเป็นต้องมีในห้องน้ำสำหรับอาคารชุดพักอาศัย ประกอบด้วย อ่างล้างมือ-ล้างหน้า โถส้วม และสายชำระ

2.1.2.1 อ่างล้างมือ-ล้างหน้า (Lavatory)

ปัจจุบันมีการออกแบบวัสดุให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น พลาสติก, ไฟเบอร์กลาส, เหล็กหล่อเคลือบสี เป็นต้น มักใช้ท่อระบายสิ่งโสโครกและท่อระบายอากาศ ขนาด 32 มิลลิเมตร (1 ¼”) ในการติดตั้งโดยทั่วไปจะติดตั้งให้ขอบของอ่าง สูงจากพื้นประมาณ 75-80 เซนติเมตร สามารถจำแนกตามวิธีการติดตั้งได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดผนัง (Wall-Hung Lavatory) และ อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดกับพื้นโต๊ะ (Counter Top Lavatory)

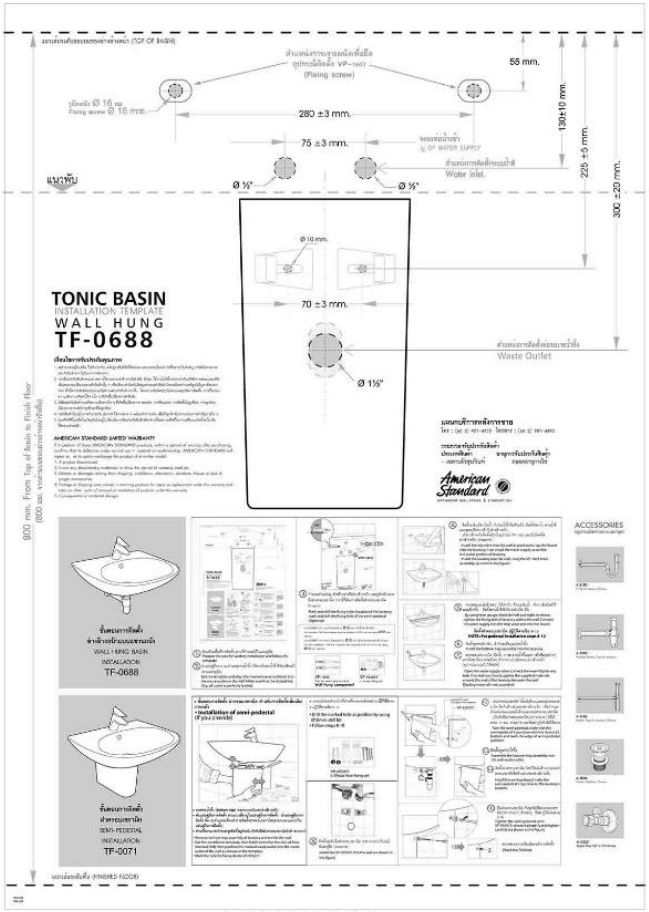
1) อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดผนัง (Wall-Hung Lavatory)

สามารถแยกย่อยออกเป็นประเภทต่างๆ ได้อีกหลายประเภท เช่น แบบเข้ามุม (Corner Lavatory), แบบยกขอบด้านหลัง (Raise Back Lavatory), แบบมีชั้นวางด้านหลัง (Shelf Back Lavatory) และแบบใช้กับเก้าอี้รถเข็น (Wheel Chair Lavatory) สำหรับคนพิการ ซึ่งจะติดตั้งในระดับที่สูงกว่าระดับมาตรฐาน โดยอ่างล้างมือ-ล้างหน้าสำหรับผู้พิการ ขอบน้ำล้นของอ่างจะสูงจากระดับพื้นประมาณ 86 เซนติเมตร เพื่อให้เก้าอี้รถเข็นสามารถเลื่อนเข้าไปใต้ตัวอ่างได้

ภาพที่ 2.5 อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดแขวน สามารถติดตั้งฝาครอบเซรามิคที่ออกแบบให้เข้าชุดกันเพิ่มเติมเพื่อความสวยงามได้ ซึ่งมีทั้งแบบขาตั้งลอย และขาตั้งติดพื้น [6]

คู่มือการติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้า จะมีลักษณะเป็นแผ่นพับขนาดใหญ่เพื่อใช้เป็น แม่แบบ หรือ เทมเพลต (template) ที่สามารถวางทาบบนผนังเพื่อเทียบระยะได้จริง โดยจะระบุระยะท่อต่าง ๆ รวมถึงตำแหน่งการยึดน็อตไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้สะดวกในการติดตั้ง ซึ่งในคู่มือจะมีการบอกขั้นตอนและอุปกรณ์ที่ต้องใช้โดยละเอียด วิธีการแขวนอ่างเข้ากับผนังนั้น บางรุ่นจะมีรูสำหรับขันน็อตยึดเข้าบริเวณใต้อ่าง หรือบางรุ่นจะใช้วิธีการแขวนบนขายึดแทน ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ง่ายกว่า

ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งยึดน็อตใต้อ่างล้างหน้า สามารถใช้การแขวนบนขายึดอ่างแทนได้



ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างคู่มือการติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้า ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นพับ เมื่อกางออกจะมีขนาดเท่าตำแหน่งจริง [6]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

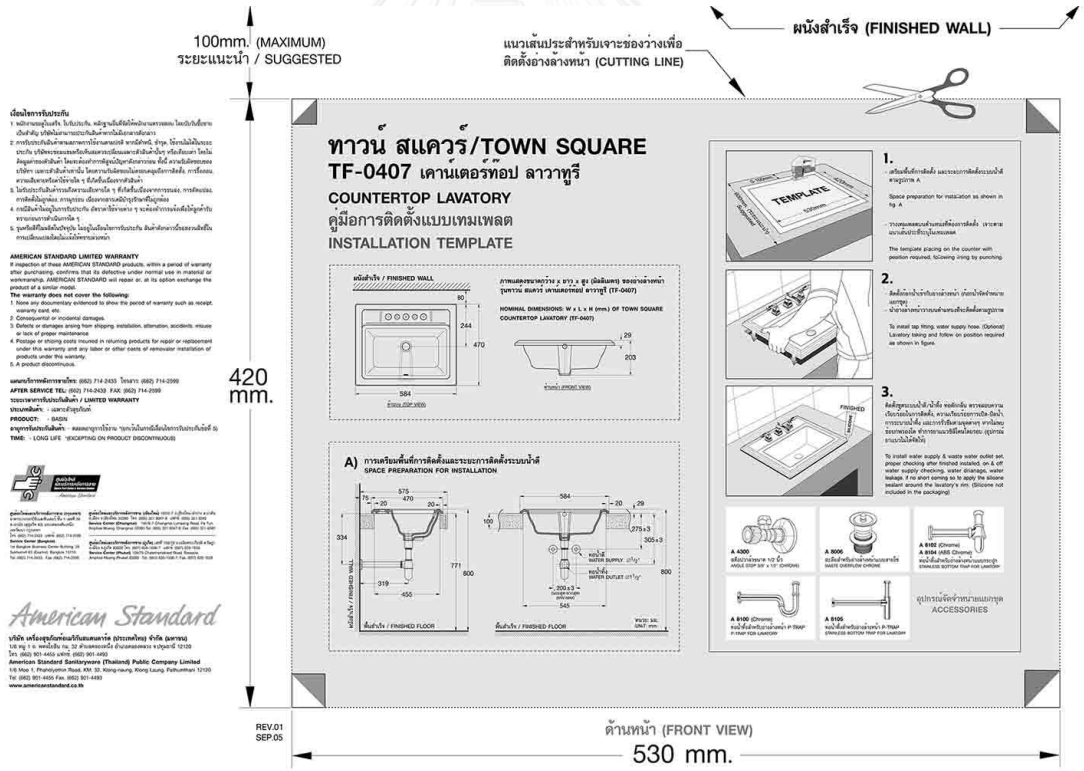
<u>ระยะการติดตั้งอุปกรณ์ของอ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดผนัง</u>

- ตำแหน่งเจาะผนังเพื่อยึดอุปกรณ์ติดตั้ง 2 ตำแหน่ง ซ้าย-ขวา จะมีระยะจากขอบอ่างวัดลงไปในแนวดิ่ง ประมาณ 5 – 5.5 เซนติเมตร และมีระยะระหว่างจุดเจาะทั้ง 2 จุด ประมาณ 28 เซนติเมตร (± 3 มม.)
- ตำแหน่งท่อน้ำดี ส่วนใหญ่ในคู่มือการติดตั้งจะเผื่อตำแหน่งไว้ 2 จุด สำหรับท่อน้ำร้อนและท่อน้ำเย็น กรณีที่มีการเดินท่อก็อกน้ำแบบผสม
- ตำแหน่งท่อระบายน้ำทิ้ง ระยะจะขึ้นอยู่กับรุ่นของอ่างที่ใช้ ถ้าเป็นแบบก้นลึกตำแหน่งท่อน้ำทิ้งจะอยู่ต่ำ ถ้าเป็นตำแหน่งก้นตื้น ท่อน้ำทิ้งก็จะอยู่สูง โดยมีระยะระหว่าง 20-30 ซม. จากขอบอ่าง ซึ่งสามารถคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 4 เซนติเมตร
- ตำแหน่งเจาะผนังเพื่อติดตั้งชุดจับยึดฝาครอบเซรามิค จุดนี้ไม่มีระยะตายตัว ขึ้นอยู่กับขนาดและการออกแบบของแต่ละรุ่น

2) อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดกับพื้นโต๊ะ (Counter Top Lavatory)

อ่างประเภทนี้มีทั้งแบบที่ตัวอ่างฝังลงในพื้นโต๊ะ (Under-counter Type) แบบฝังในพื้นโต๊ะบางส่วน (Semi-counter Type) และวางบนพื้นโต๊ะ (Above-counter Type) อ่างลักษณะนี้นิยมใช้กับโต๊ะหรือชั้นที่มีพื้นผิวเป็นหิน ไม่ว่าจะเป็น หินอ่อน, หินแกรนิต และหินเทียม

ภาพที่ 2.8 อ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดกับพื้นโต๊ะ (จากซ้ายไปขวา) แบบฝังลงในพื้นโต๊ะ, แบบฝังในพื้นโต๊ะบางส่วน และแบบวางบนพื้นโต๊ะ [6]



ภาพที่ 2.9 คู่มือการติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดกับพื้นโต๊ะ จะมีลักษณะเป็นแผ่นพับแม่แบบ (template) ซึ่งใช้เทียบได้เฉพาะตำแหน่งการวางอ่าง ส่วนตำแหน่งช่องท่อต่าง ๆ ต้องวัดเองตามระยะในคู่มือ [6]

ระยะการติดตั้งอุปกรณ์ของอ่างล้างมือ-ล้างหน้าชนิดติดกับพื้นโต๊ะ

- ขนาดพื้นโต๊ะ ควรอยู่สูงจากพื้นประมาณ 80-85 เซนติเมตร
- ความลึกของพื้นโต๊ะ ควรมีระยะประมาณ 40 สำหรับแบบฝังลงในพื้นโต๊ะ และ 60 เซนติเมตร สำหรับแบบฝังในพื้นโต๊ะบางส่วนและแบบวางบนพื้นโต๊ะ
- ด้านล่างของพื้นโต๊ะ ควรจะอยู่สูงจากพื้น เพื่อกันการเปียกชื้น อย่างน้อยประมาณ 25 เซนติเมตร หรือมี พื้นที่วางเท้า (Toe Space) ประมาณ 15x25 เซนติเมตร ที่เป็นวัสดุกันน้ำ ทนน้ำได้ดี
- หากมีตู้ด้านล่างของเคาน์เตอร์ ผนังตู้ควรจะระบายอากาศได้ดีด้วย

ในงานวิจัยชิ้นนี้เลือกใช้ อ่างล้างมือ–ล้างหน้า ชนิดติดผนัง เนื่องจากต้องการศึกษาระยะที่แคบที่สุดของขนาดช่องท่อในผนังเตี้ย ของพื้นที่ส่วนแห้ง

อุปกรณ์ประกอบอ่างล้างมือ-ล้างหน้า

- **ก๊อกน้ำ**

การติดตั้งก๊อกน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1) Deck-Mounted เป็นการติดตั้งก๊อกน้ำบนขอบอ่างล้างมือ-ล้างหน้า หรือบนพื้นโต๊ะ

2) Wall-Mounted เป็นการติดตั้งก๊อกน้ำเข้ากับฝาผนัง

ระยะการติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้า ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งก๊อกน้ำ

- หากตำแหน่งก๊อกน้ำติดบนอ่างล้างมือบริเวณขอบด้านหลัง ควรมีระยะห่างจากผนังมากกว่า หรือเท่ากับ 40-50 เซนติเมตร
- หากก๊อกน้ำติดตั้งบริเวณพื้นโต๊ะด้านหลังขอบอ่าง การติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้า ควรมีระยะห่างจากผนัง 10-11 เซนติเมตร เพื่อให้มีที่เหลือเพียงพอสำหรับก๊อกน้ำ
- หากติดตั้งก๊อกที่ผนัง หรือพื้นโต๊ะด้านข้างของอ่างล้างมือ-ล้างหน้า การติดตั้งอ่างล้างมือ-ล้างหน้าสามารถมีระยะห่างจากผนังได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 4 เซนติเมตร

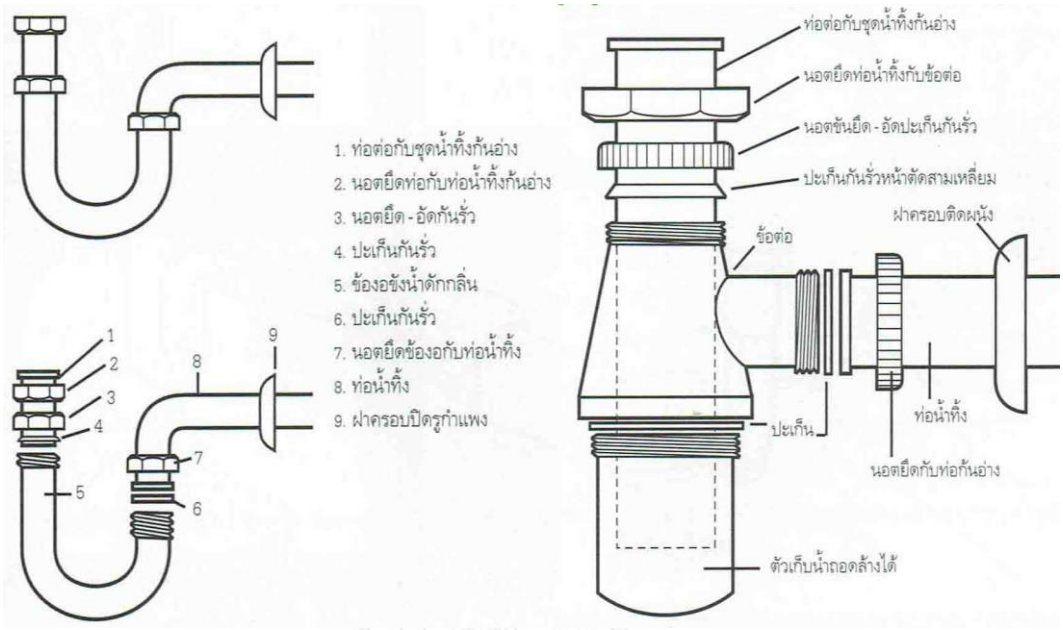
- **จุกอุดช่องระบายน้ำทิ้งก้นอ่าง**

บริเวณก้นอ่างล้างมือ-ล้างหน้า โดยทั่วไปจะมีจุกยางสำหรับอุดช่องระบาย เพื่อกักน้ำไว้ภายในอ่างตามต้องการ จุกยางที่ใช้จะมีทั้งแบบใช้โซ่ร้อยสำหรับดึงเพื่อการเปิด-ปิด และแบบที่ใช้ปุ่มดึงร่วมกับระบบกระเดื่อง โดยปุ่มดึงจะอยู่บริเวณก๊อกน้ำ เมื่อดึงปุ่ม จุกยางจะถูกดึงให้อุดช่องระบายน้ำ และเมื่อกดปุ่ม จุกยางจะถูกดันให้ลอยตัวสูงขึ้น ทำให้น้ำในอ่างระบายออกไปได้

- **ท่อดักกลิ่น**

ท่อดักกลิ่นเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งใต้อ่างล้างมือ-ล้างหน้า โดยต่อเข้ากับเข้ากับช่องระบายน้ำทิ้งของอ่าง เพื่อดักกลิ่นเหม็นจากท่อน้ำทิ้งไม่ให้ย้อนกลับขึ้นมา ท่อดักกลิ่นที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ ท่อดักกลิ่นแบบพีแทรบ (P-Trap) มีลักษณะเป็นท่อโค้งลงคล้ายคอห่าน มีทั้งแบบที่มีช่องเปิดทำความ -

สะอาด และแบบที่ไม่มีช่องเปิด ท่อดักกลิ่นที่นิยมใช้อีกชนิดคือ ท่อดักกลิ่นทรงกระบอก (Bottle Trap) ซึ่งสามารถถอดส่วนที่เป็นกระบอกออกเพื่อทำความสะอาดได้ แต่ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้ เนื่องจากเกิดการอุดตันได้ง่าย



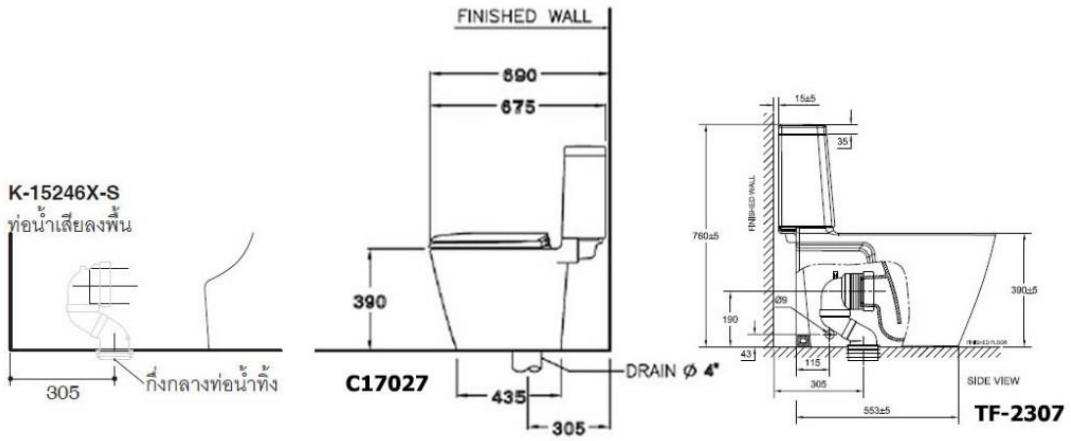
ภาพที่ 2.10 (ขวา) ท่อดักกลิ่นแบบพีแทรป (ซ้าย) ท่อดักกลิ่นทรงกระบอก [11]

2.1.2.2 โถส้วม (Water Closet- WC or Toilet)

โถส้วมที่ใช้งานในอาคารชุดพักอาศัย มักนิยมใช้ประเภทโถชักโครกแบบถังพักน้ำ (flush tank) เท่านั้น ส่วนแบบโถชักโครกแบบท่อตรง (flush valve) มักใช้ในอาคารสาธารณะ เนื่องจากต้องการแรงดันน้ำ ในท่อน้ำมากเพราะใช้น้ำโดยตรงจากท่อน้ำ และท่อน้ำดีต้องมีขนาดใหญ่กว่าท่อจ่ายน้ำตามปกติ สำหรับอาคารชุดพักอาศัยระดับปานกลางถึงล่าง นิยมใช้โถชักโครกแบบ ‘ตั้งพื้น’ ประเภท ‘สองชิ้น’ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าแบบ ‘แขวนผนัง’ ประเภท ‘ชิ้นเดียว’

โถส้วมประเภทโถชักโครก สามารถแบ่งตามวิธีการระบายน้ำโสโครกออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเดินท่อลงพื้น (S-Trap) และระบบเดินท่อออกผนัง (P-Trap)

1) ระบบเดินท่อลงพื้น (S-Trap) เป็นระบบเก่าที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป มีระยะมาตรฐานสำหรับตำแหน่งการเจาะท่อโสโครกบนพื้น วัดจากผนังถึงกึ่งกลางท่ออยู่ที่ประมาณ 30.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นจุดที่ช่างต้องให้ความสำคัญมากที่สุด เพราะหากตำแหน่งท่อจากสุขภัณฑ์ไม่ตรงกับตำแหน่งท่อที่พื้น จะไม่สามารถใส่ปะเก็นหรือแหวนยางกันซึมได้พอดี จะทำให้เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์และปัญหาการอุดตันตามมา

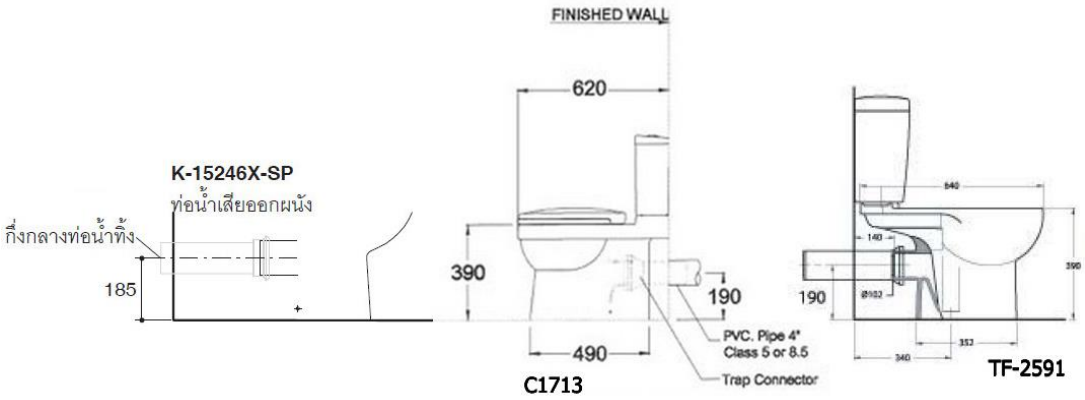


ภาพที่ 2.11 แสดงระยะท่อน้ำทิ้งแบบ S-Trap จากคู่มือการติดตั้งโถชักโครกของ 3 บริษัท ซึ่งมีระยะมาตรฐานของท่อน้ำโสโครกอยู่ที่ 30.5 ซม. เท่ากัน [6, 13, 14]

ผลิตภัณฑ์โถชักโครกบางรุ่น ได้พยายามออกแบบให้สามารถปรับตำแหน่งท่อโสโครกของโถชักโครกได้ เพื่อแก้ปัญหาระยะท่อน้ำโสโครกที่ไม่ได้มาตรฐานโดยมีระยะระหว่าง 25-30.5 ซม.

ภาพที่ 2.12 ผลิตภัณฑ์โถชักโครกที่มีการออกแบบให้สามารถปรับระยะท่อน้ำทิ้งได้ [13]

2) ระบบเดินท่อออกผนัง (P-Trap) เหมาะสำหรับใช้กับห้องน้ำที่ไม่ต้องการเจาะพื้น โดยออกแบบให้ท่อโสโครกย้ายตำแหน่งจากพื้นมาอยู่บริเวณผนังแทน เหมาะกับระบบห้องน้ำสำเร็จรูปที่ต้องการลดระยะการยกพื้น, ห้องน้ำที่ใช้ระบบแผ่นพื้นสำเร็จรูป และห้องน้ำที่ต่อเติมใหม่โดยไม่ได้มีการเดินท่อสุขาภิบาลไว้ตั้งแต่แรก ข้อดีคือ ลดข้อจำกัดของระบบพื้นห้องน้ำ ลดความยุ่งยากของการเตรียมช่องผ่านท่อ (Sleeve) สามารถปรับเปลี่ยน ซ่อมแซมได้ง่าย แต่ข้อเสียคือ จุดท่อที่ออกจากโถชักโครกจะรั่วซึมได้ง่ายกว่าระบบเดินท่อลงพื้น และสุขภัณฑ์ประเภทนี้ยังมีให้เลือกน้อยและมีราคาสูง ระยะมาตรฐานสำหรับตำแหน่งการเจาะท่อโสโครกบนผนัง อยู่ที่ประมาณ 18.5 - 19 ซม. จากระดับพื้นห้องน้ำ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของสุขภัณฑ์แต่ละรุ่น



ภาพที่ 2.13 แสดงระยะท่อน้ำทิ้งแบบ P-Trap จากคู่มือการติดตั้งโถชักโครกของ 3 บริษัท [6, 13, 14]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2.3 สายชำระ (Rinsing Spray)

ระดับมาตรฐานการสำหรับติดตั้งความสูงของที่แขวนสายฉีดชำระ ไม่ได้มีระบุไว้ชัดเจนนัก ส่วนใหญ่จะติดตั้งจะอยู่ที่ระยะ 50 ซม.ขึ้นไป โดยให้สายที่ต่อออกจากสต็อปวาล์วห้อยอยู่สูงจากพื้นพอดี ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้สต็อปวาล์วแบบสามทางร่วมกับโถชักโครก ที่ตำแหน่งความสูงสต็อปวาล์วประมาณ 15-20 ซม. จากระดับพื้นห้องน้ำ หากติดตำแหน่งต่ำเกินไป ตัวสายจะกองอยู่ที่พื้นทำให้เกิดคราบสกปรกได้ง่าย

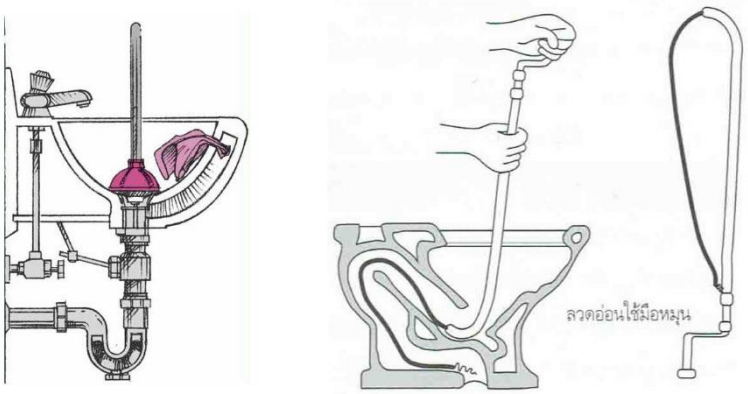
เครื่องมือทำความสะอาดท่อระบายน้ำทิ้งของสุขภัณฑ์

- **ปั๊มยาง (Rorce Cup)**

ปั๊มยางมีลักษณะเป็นถ้วยยางกลม ๆ มีด้ามไม้ยาว ใช้ในการกดเพื่ออัดลมให้เกิดแรงดันในท่อหรือโถส้วม เพื่อดันให้สิ่งอุดตันหลุดออกไป

- **สว่านไชคอห่าน (Trap and Drain Augers)**

สว่านไชคอห่าน หรือภาษาช่างเรียกว่า งูเหล็ก มีลักษณะเป็นลวดสปริงยาว มีขอเกี่ยวที่ปลายเพื่อไชลงไปในคอห่านเพื่อดันให้สิ่งอุดตันที่ตกค้างหลุดออกมาได้ โดยปลายอีกด้านจะเป็นด้ามสำหรับมือหมุน บางรุ่นจะเป็นชนิดใช้เครื่องหมุน ส่วนใหม่มักใช้กับคอห่านโถส้วมและจุดเปิด(Clean Out) ของท่อน้ำทิ้ง



ภาพที่ 2.14 เครื่องมือทำความสะอาดท่อระบายน้ำทิ้งของสุขภัณฑ์ (ซ้าย) ปั๊มยาง (ขวา) สว่านไชคอห่าน [11, 15]

2.1.3 ระบบสุขาภิบาล

ระบบสุขาภิบาล [12, 16, 17] หรือระบบท่อน้ำนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้ห้องน้ำ แยกออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่

1) ระบบประปา หรือท่อน้ำดี คือ ระบบน้ำที่จะต้องนำเข้ามา

2) ระบบระบายน้ำหรือท่อน้ำทิ้ง คือ กับระบบน้ำที่จะต้องนำออกไป

3) ระบบบำบัดน้ำเสีย

แนวการเดินท่อในงานระบบสุขาภิบาลนั้น สถาปนิกผู้ออกแบบอาคารต้องมีการเผื่อพื้นที่ไว้ในแบบตั้งแต่ต้น ไม่ว่าจะเป็นการเดินท่อในช่องท่อหรือการเดินท่อลอยตามแนวผนังอาคาร เพื่อให้วิศวะกรสามารถออกแบบแนวการเดินท่อให้สัมพันธ์กับแบบสถาปัตยกรรม และการคำนวณขนาดท่อให้สัมพันธ์กับระบบการจ่ายน้ำประปาในอาคาร วงจรทั้งหมดนี้จะมีความสัมพันธ์กับการออกแบบโครงสร้างอาคารให้รองรับ และการเลือกเครื่องสุขภัณฑ์

2.1.3.1 ระบบน้ำประปา หรือท่อน้ำดี

อาคารทุกประเภทจะต้องมีการต่อน้ำใช้ที่มาจากระบบสาธารณูปโภคส่วนกลาง ซึ่งมาจากท่อประปาสาธารณะของการประปา (กปน.= การประปานครหลวง หรือ กปภ. = การประปาส่วน - ภูมิภาค) มีแรงดันน้ำในท่อตามปกติประมาณ 50 PSI[1] จ่ายเข้าสู่แต่ละอาคารโดยผ่านประตูน้ำของการประปา เข้าสู่ประตูน้ำของแต่ละอาคาร และจะมีมิเตอร์วัดปริมาณการใช้น้ำและวาล์วควบคุมแรงดันน้ำ ก่อนนำไปใช้ภายในอาคารต่อไป ซึ่งบางอาคารอาจมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้แทน หรือเผื่อระบบน้ำบาดาลไว้ในยามฉุกเฉินเมื่อน้ำประปาไม่ไหล สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปสามารถใช้ระบบต่อตรงเข้ากับท่อประปาของชุมชน ระบบการจ่ายน้ำประปาภายในอาคารมีด้วยกัน 3 ระบบ ได้แก่

1) ระบบต่อตรงเข้ากับระบบท่อประปาภายนอกอาคาร (Direct)

ระบบต่อตรงเหมาะกับการใช้งานในบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก เป็นระบบที่ใช้แรงดันที่มีอยู่แล้วในเส้นท่อจ่ายตรงเข้ากับระบบประปาของอาคาร ข้อดีคือ ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการติดตั้งถังสำรองน้ำและเครื่องสูบน้ำ ข้อเสียคือ ในบางพื้นที่อาจมีแรงดันน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

2) ระบบจ่ายขึ้นด้วยถังความดัน (Upfeed)

สำหรับอาคารที่มีความสูงไม่มากนัก และแรงดันน้ำจากท่อเมนประปาไม่สูงพอที่จะจ่ายน้ำไปชั้นบน ๆ ได้ จึงต้องใช้เครื่องสูบน้ำ สูบน้ำจากถังสำรองน้ำจ่ายเข้าระบบประปาของอาคาร และไม่ควรสูบจากท่อเมนประปาโดยตรง ข้อดีคือไม่ว่าน้ำประปาจะไหลแรงหรือไม่ก็ไม่มีผลต่อแรงดันน้ำภายในอาคาร ข้อเสียคือ หากไฟฟ้ามีปัญหาหรือเครื่องสูบน้ำเสียระบบจะทำงานไม่ได้

3) ระบบจ่ายลงด้วยถังเก็บน้ำบนหลังคา (Down Feed)

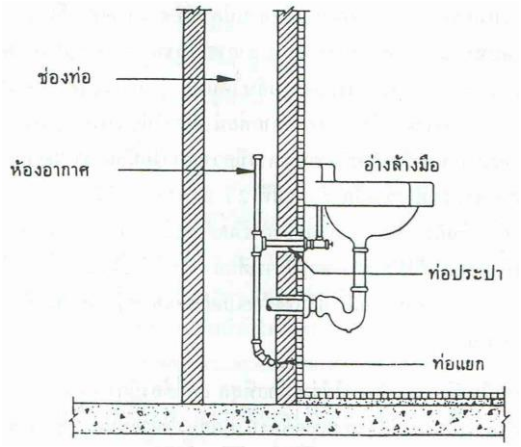
อาคารที่มีผู้อยู่อาศัยรวมกัน จำเป็นต้องมีระบบการสำรองน้ำ เพื่อให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องใช้น้ำของคนในอาคาร และเพื่อให้ประหยัดพื้นที่จึงติดตั้งหอถังสูงหรือถังเก็บน้ำที่ไว้บนชั้นดาดฟ้า การทำงานของระบบนี้คือ การทำให้น้ำประปาไหลจากแหล่งเก็บน้ำไปตามท่อประปาของอาคาร โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งหากเกิดกระแสไฟฟ้าดับ ระบบนี้ยังสามารถจ่ายน้ำได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ขึ้นอยู่กับขนาดความจุของหอถังสูงเก็บหรือแหล่งเก็บน้ำนั้น

ปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นภายหลังจากการติดตั้งระบบท่อประปา เช่น การกระแทกของน้ำ หรือ Water Hammer นั้นมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของความดัน และการเปลี่ยนแปลงความเร็วของน้ำภายในท่อ เช่น จากการปิดวาล์วอย่างกะทันหัน ซึ่งจะทำให้เกิดเสียงดัง สร้างความเสียหายแก่อุปกรณ์ต่าง ๆ และยังทำให้อายุการใช้งานสั้นลงอีกด้วยซึ่งเราสามารถป้องกันได้ด้วยการติดตั้ง อุปกรณ์สำหรับดูดกลืนคลื่นความดันเรียกว่า ห้องอากาศ (Air chamber) ซึ่งเป็นท่อที่มีขนาดเท่ากับท่อแยกเข้าเครื่องสุขภัณฑ์ต่อขึ้นมาจากท่อน้ำประปาของเครื่องสุขภัณฑ์ให้มีความสูงไม่น้อยกว่า

---

[1] PSI เป็นหน่วยของความดัน ย่อมาจาก Pound Per Square Inch คือ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

30 เซนติเมตร ซึ่งในระยะแรกของการติดตั้งจะมีอากาศอยู่ในห้องอากาศ แต่เมื่อใช้ไปเป็นระยะเวลานานต้องมีการเติมอากาศเข้าไปใหม่ โดยการปิดวาล์วของท่อที่จ่ายน้ำให้แก่ท่อแยกนี้ แล้วจึงเปิดก๊อกของเครื่องสุขภัณฑ์ อากาศภายนอกก็จะสามารถเติมเข้าไปในห้องอากาศได้



ภาพที่ 2.15 การติดตั้งห้องอากาศสำหรับอ่างล้างมือ [18]

ชนิดของท่อที่นิยมใช้เป็นท่อส่งน้ำภายในอาคารมี 2 ชนิด ได้แก่ ท่อเหล็กอาบสังกะสี เนื่องจากมีความทนทาน แข็งแรงและราคาไม่สูงเกินไป และท่อพีวีซีซึ่งเป็นท่อที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและสามารถทำการต่อได้ง่าย แต่ไม่ควรใช้ในที่ ๆ ถูกแสงแดด เพราะจะทำให้ท่อเสื่อมสภาพได้

<u>วิธีการทดสอบการรั่วซึมของท่อประปาหรือท่อน้ำดี</u>

หลังจากทำการติดตั้งระบบท่อประปาแล้ว สำหรับอาคารชุดพักอาศัย จะต้องมีการทดสอบการรั่วซึมของท่อ โดยการติดตั้งมาตรวัดความดันทิ้งไว้ห้องละ 1 จุด ใช้เครื่องอัดน้ำเข้าไปภายในท่อให้มีแรงดัน 80 PSI ทิ้งไว้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หากแรงดันไม่ลดลงแสดงว่าท่อไม่มีการรั่วซึม

2.1.3.2 ระบบระบายน้ำหรือท่อน้ำทิ้ง

ระบบท่อระบายน้ำหรือท่อน้ำทิ้งภายในอาคารทั่วไปจะประกอบไปด้วย

<u>1) ท่อน้ำโสโครก</u> เป็นท่อที่ระบายน้ำทิ้งจากระบบโถปัสสาวะและโถส้วมทุกชนิด ทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี

<u>2) ท่อน้ำทิ้ง</u> เป็นท่อที่ระบายน้ำทิ้งจากอ่างล้างหน้าและท่อระบายน้ำที่พื้น (Floor Drain) รวมถึงจากครัวและจากเครื่องซักผ้า

<u>3) ท่อระบายน้ำฝน</u> เป็นท่อที่ระบายน้ำฝนจากหลังคา นอกชานและตามบริเวณส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

โดยส่วนใหญ่แล้วท่อระบายน้ำที่นิยมใช้มักเป็นท่อเหล็กอาบยางมะตอย ท่อเหล็กอาบสังกะสี หรือท่อพีวีซี ซึ่งในการต่อท่อระบายน้ำต้องใช้ข้อต่อสำหรับการระบายน้ำเท่านั้น และหลีกเลี่ยงการใช้ข้อต่อฉากรูปตัวที ควรใช้ข้อต่อรูปตัววาย ทีวาย หรือข้อต่อโค้งแทน เพื่อป้องกันการอุดตันของท่อระบายน้ำ และป้องกันปัญหาน้ำไหลย้อนกลับ ดังนั้น ในขณะติดตั้งควรทำการวางท่อระบายน้ำให้มีความลาดชันประมาณ 1:50 และไม่ควรน้อยกว่า 1:100 ด้วย ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของงานเดินท่อที่สามารถยอมให้ได้โดยที่ไม่ต้องมีการทุบทิ้ง อยู่ที่ระยะ $\pm$ 5 เซนติเมตร

สำหรับอุปกรณ์ที่ป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นเหม็นหรือก๊าซเหม็นจากภายในระบบท่อน้ำทิ้ง เข้ามาภายในอาคารนั้น เรียกว่า ที่ดักกลิ่น หรือ Trap อาศัยน้ำที่ขังไว้ในอุปกรณ์ดักกลิ่นซึ่งสูงไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร เพื่อเป็นตัวกันกลิ่น โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน นอกจากนี้จะต้องมีการติดตั้ง “ท่อระบายอากาศ” ซึ่งเป็นท่อที่ต่อเข้ากับท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครก เพื่อให้ระบบท่อระบายน้ำมีความดันสม่ำเสมอ ทำให้น้ำทิ้งและน้ำโสโครกไหลในท่อได้อย่างสะดวก สำหรับการติดตั้งท่อระบายอากาศนั้น มีด้วยกันหลายแบบได้แก่

- แบบ Back Vent คือการต่อท่ออากาศทางด้านหลังของที่ดักกลิ่นของเครื่องสุขภัณฑ์ไปยังระบบท่ออากาศที่อยู่เหนือเครื่องสุขภัณฑ์หรือต่อออกภายนอกอาคารโดยตรง

- แบบ Loop Vent คือการต่อท่ออากาศเข้ากับระบบท่อน้ำทิ้งที่มีเครื่องสุขภัณฑ์มากกว่า 2 ชุดขึ้นไป โดยทำการต่อท่ออากาศจากท่อระบายน้ำทิ้ง ณ ตำแหน่งก่อนที่จะถึงเครื่องสุขภัณฑ์ที่อยู่ไกลสุด และเดินท่ออากาศต่อเข้ากับท่ออากาศเมนของอาคารหรือปล่องท่อระบายอากาศที่ชั้นบนสุดของอาคาร

- แบบ Stack Vent คือท่อส่วนที่ต่อจากท่อระบายน้ำในแนวดิ่ง เหนือท่อระบายน้ำในแนวระดับ ณ ชั้นสูงสุดของอาคาร

Chulalongkorn University

<u>วิธีการทดสอบการรั่วซึมของท่อระบายน้ำ</u>

หลังจากเดินท่อระบายน้ำแล้วเสร็จต้องมีการทดสอบเพื่อหารอยรั่วของระบบท่อระบายน้ำก่อนดำเนินการก่อสร้างวัสดุปิดบังแนวท่อ ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ ได้แก่ การทดสอบด้วยน้ำ โดยทำการอุดช่องเปิดทุกแห่งภายในระบบที่ต้องการทดสอบ แล้วจึงต่อท่อชั่วคราวให้สูงกว่าระดับท่อที่ต้องการทดสอบประมาณ 3 เมตร แล้วจึงใช้สายยางเติมน้ำเข้าไปในท่อจนถึงระดับที่กำหนด ทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที หากระดับน้ำในท่อไม่ลดลง แสดงว่าท่อที่ทำการทดสอบไม่รั่ว

2.1.3.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย

เป็นระบบที่ใช้สำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากห้องน้ำหรือห้องครัว ก่อนจะปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ ซึ่งน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วต้องมีค่าตามกฎหมายกำหนด เพื่อความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป ระบบบำบัดน้ำเสียจะประกอบไปด้วย บ่อดักไขมัน บ่อเกรอะ บ่อซึม ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบดั้งเดิม ปัจจุบันเปลี่ยนมาใช้ บ่อเกรอะ บ่อกรองไร้อากาศ และบ่อบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศ

- บ่อดักไขมัน เป็นบ่อที่ใช้ดักไขมันออกจากน้ำทิ้ง ก่อนที่จะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารต่อไป

- บ่อเกรอะ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความสำคัญมากสำหรับแต่ละอาคาร และเป็นระบบที่มีความนิยมใช้กันมากที่สุด ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะ จะมีอยู่สามส่วนด้วยกันคือ การตกตะกอน การลอยของฝ้าไข และการหมักแบบไร้อากาศ

- บ่อซึม เป็นระบบที่นิยมติดตั้งไว้ต่อจากบ่อเกรอะ หรือต่อโดยตรงเข้ากับท่อส้วมของแต่ละห้องน้ำ เป็นระบบที่อาศัยให้น้ำทิ้งจากส้วม ไหลซึมผ่านบ่อซึมออกสู่รอบ ๆ บ่อ และปล่อยให้ไหลซึมผ่านชั้นดิน ซึ่งวิธีนี้เหมาะกับสภาพดินที่ยอมให้น้ำทิ้ง ไหลซึมผ่านได้ง่าย ส่วนในสภาพดินที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง น้ำซึมผ่านไม่ได้ดี ควรเปลี่ยนเป็นบ่อกรองหรือระบบเติมอากาศแทน ตามความเหมาะสม

2.1.3.4 มาตรฐานการเดินท่อในช่องท่อ

มาตรฐานการเดินท่อในช่องท่อนั้น ไม่ได้มีการกำหนดไว้ชัดเจนนัก มีเพียงหลักการว่า การวางตำแหน่งท่อภายในช่องท่อ ต้องไม่กีดขวางระหว่างกัน เพื่อให้สามารถซ่อมแซมได้สะดวก ซึ่งขนาดของช่องท่อจะขึ้นอยู่กับ ขนาดของท่อในแต่ละชั้นที่จะสะสมแนวท่อมารวมกัน โดย คำนวณจากจำนวนสุขภัณฑ์ หรือ Figure unit ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกว่าขนาดท่อต้องเพิ่มขึ้นที่ชั้นไหน โดยภายในช่องท่อจะประกอบด้วยชุดท่อประมาณ 5 ชุด ได้แก่ ท่อน้ำดี, ท่อโสโครก, ท่ออากาศ, ท่อน้ำทิ้ง และท่อระบายน้ำฝน ในส่วนของท่อระบายน้ำฝนนั้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบของวิศวะกรสุขาภิบาลว่าจะลงในตำแหน่งช่องท่อในจุดไหน อาจจะไม่ได้รวมอยู่ในทุกช่องท่อ ส่วนระยะห่างของแต่ละท่อนั้น จะวัดจากจากข้างท่อถึงข้างท่อ ซึ่งควรมีระยะแคบที่สุดไม่ต่ำกว่า 8 เซนติเมตร เนื่องจากมีระยะการเจาะยึดอุปกรณ์รับท่อเป็นข้อจำกัด เช่น แค้มป์รัดท่อ, ยูโบล์ท เป็นต้น

2.1.4 ขั้นตอนการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป (Conventional) ในอาคารชุดพักอาศัย

ระบบการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป คือการก่อสร้างระบบก่ออิฐฉาบปูน ในอาคารชุดพักอาศัย มักจะใช้โครงสร้างพื้นเป็นระบบคอนกรีตหล่อในที่หรือระบบ Post tension การก่อสร้างห้องน้ำจะเริ่มต้นตั้งแต่ในช่วงการวางไม้แบบก่อนการเทพื้น เนื่องจากต้องมีการวางตำแหน่งช่องผ่านท่อ (Sleeve) ของงานระบบสุขาภิบาลไว้ก่อนการเทพื้น โดยตำแหน่งติดตั้งตามแบบ จะวัดอ้างอิงระยะจากเส้นคู่ขนาน หรือเส้นออฟเซ็ท (Offset) ที่วัดห่างออกมาจากแนวเส้นกึ่งกลางเสา +1.00 เมตร ซึ่งมีความการคลาดเคลื่อนได้ง่าย ผู้รับเหมาบางราย จึงใช้วิธีสร้างแม่แบบเท่าขนาดจริง กำหนดตำแหน่งท่อตามขนาดในแบบ แล้วนำไปวางเพื่อหาตำแหน่งบนไม้แบบ ทำการเจาะช่องท่อ แล้วจึงจึงยึดตำแหน่งช่องผ่านท่อ (Sleeve) เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด [19]

ภาพที่ 2.16 การวางตำแหน่งแม่แบบบนพื้นที่ก่อสร้าง และการยึดตำแหน่งช่องผ่านท่อ [20]

หลังจากงานโครงสร้างอาคารแล้วเสร็จ จะเป็นขั้นตอนการขึงเส้นเอ็นเพื่อกำหนดแนวก่อผนังภายใน ซึ่งงานระบบสุขาภิบาลในช่องท่อ(Shaft) จะดำเนินการไปพร้อมกับการก่อผนัง

ภาพที่ 2.17 การเดินงานระบบสุขาภิบาลในช่องท่อ(Shaft) จะทำการเทพื้นเพื่อยึดแนวท่อบนบริเวณพื้นชั้น 2 ไว้ แล้วจึงเดินท่อขึ้นไปในแต่ละชั้น

การขึงเส้นเอ็นเพื่อกำหนดระยะการก่อผนัง ภาษาช่างเรียกว่า การวางลายน์ (Line) เมื่อได้ระยะผนังที่แน่นอนแล้ว จะทำการตั้งเสาเอ็นเพื่อกำหนดแนวขอบผนังห้องน้ำด้านที่ไม่ติดกับเสา หลังจากนั้นจะเป็นงานติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาลภายในห้องน้ำให้แล้วเสร็จทั้งหมด แล้วจึงก่อผนังภายใน

ภาพที่ 2.18 งานติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาลของห้องชุดในอาคารชุดพักอาศัย จะทำการเดินตำแหน่งท่อก่อน แล้วจึงก่อผนังตาม เพื่อไม่ต้องทำการเซาะผนังในภายหลัง [20]

การเดินท่อสายไฟ จะดำเนินการไปพร้อมกับงานระบบสุขาภิบาล เนื่องจากต้องการซ่อนท่องานระบบทั้งหมดไว้ในผนังก่อเช่นเดียวกัน และเมื่อได้ระยะท่อที่แน่นอนแล้ว จะทำการตั้งวงกบบานประตู แล้วจึงเริ่มการก่ออิฐตามแนวผนัง ซึ่งกระบวนการก่อสร้างหลังจากงานก่ออิฐผนัง ได้สรุปขั้นตอนและเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ตามในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงขั้นตอนและระยะเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป (Conventional) ในการก่อสร้างอาคารชุดพักอาศัย จากกรณีศึกษา [21]

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	ระยะเวลา (วันที่)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	วาง line + ตั้งเสาเอ็นสำเร็จ																
2	งานวางท่อระบบสุขาภิบาล + แนวท่อเดินสายไฟ																
3	งานตั้งวงกบ																
4	ก่ออิฐผนัง																
5	ทำกันซึม (+ทิ้งไว้ 2 วัน)																
6	ขังน้ำเพื่อทดสอบระบบกันซึม (ถ้ารั่วต้องทากันซึมเพิ่ม)																
7	จับเสี้ยม, หาฉาก-หาดิ่ง																
8	งานฉาบผนัง																
9	งานปูกระเบื้อง																
	- ติดคิ้ว+ปูกระเบื้องผนัง + ยาแนว																
	- วางแนวระดับพื้น																
	- เท Toping ปรับระดับพื้น																
	- ปูกระเบื้องพื้น + ยาแนว																
10	ทาสีผนัง (ถ้ามี)																
11	งานฝ้าเพดาน																
12	ติดตั้งสุขภัณฑ์																

การก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป (Conventional)ยังคงมีข้อจำกัดของวัสดุและกระบวนการก่อสร้าง จึงไม่สามารถทำให้การก่อสร้างห้องน้ำ ใช้เวลาก่อสร้างให้เสร็จได้เร็วกว่า 2 อาทิตย์ได้ การแก้ปัญหาจึงใช้วิธีการบริหารงานในพื้นที่ก่อสร้าง ให้สามารถสร้างห้องน้ำพร้อมกันได้ครั้งละหลาย ๆ ห้อง ส่วนใหญ่จะทำการก่อสร้างแบบเหมาชั้น โดยเพิ่มจำนวนคนงานและเตรียมงานบางส่วนไว้ก่อนเพื่อให้งานสามารถดำเนินไปได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งงานระบบสุขาภิบาลนั้น สามารถใช้วิธีการการประกอบชุดท่อทิ้งไว้ก่อนนำมาติดตั้ง ซึ่งผู้รับเหมาบางรายได้ปรับมาใช้วิธีการนี้เพื่อลดเวลาทำงาน มีผลต่อการลดค่าจ้าง

แรงงานลงไปได้อีกด้วย โดยการใช้พื้นที่ในบริเวณที่พักคนงานเป็นพื้นที่ก่อสร้าง ทำการจำลองความสูงของระยะพื้นชั้นล่างถึงพื้นชั้นบน (Floor to Floor) ของอาคาร ให้มีระดับที่ต่ำกว่าความเป็นจริง เพื่อให้คนสามารถเอื้อมมือถึงได้ กำหนดขนาดพื้นที่ช่องท่อ (Shaft) ให้เท่ากับระยะจริง แล้วทำการต่อชุดท่อแต่ละขนาดไว้ ตามแบบงานระบบสุขาภิบาล หลังจากนั้นจึงปลดชิ้นส่วนชุดท่อสำเร็จ ไปติดตั้งหน้างาน

ภาพที่ 2.19 (ซ้าย) พื้นที่ก่อสร้างชุดงานระบบท่อสุขาภิบาลในที่พักคนงาน (ขวา) ชิ้นส่วนชุดท่อสำเร็จก่อนนำไปติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง [20]

การประกอบชิ้นส่วนชุดท่อสำเร็จ สามารถลดขั้นตอน, ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และลดค่าจ้างแรงงานได้ แต่ยังคงมีข้อจำกัด คือ

1) การเปลี่ยนแปลงสลับขั้นตอนจากระบบการทำงานเดิมของช่าง ต้องใช้เวลาในการทำความคุ้นเคย หรือมีการอบรมในช่วงแรกเริ่ม

2) โครงการที่มีขนาดที่พักคนงานเล็ก ก็ไม่สามารถใช้เป็นพื้นที่ก่อสร้างงานระบบท่อได้

3) ท่อที่มีขนาดเล็ก เช่น ท่อประปา ถ้าต่อแบบชุดที่มีความยาวมาก จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการขนย้าย เมื่อยกไปครั้งละหลายชุดจะเกิดน้ำหนักกดทับกัน อาจทำให้เกิดการบิดรูปและเสียหายได้ จึงใช้วิธีการต่อเฉพาะชุดชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่แทน โดยเน้นชุดท่อน้ำทิ้งเป็นหลัก เนื่องจากมีจุดข้อต่อมากกว่าท่อประเภทอื่น ๆ ซึ่งโครงการที่มีขนาดใหญ่มีจำนวนห้องชุดมาก หากต้องประกอบข้อต่อทีละตัวจะทำให้เสียเวลาเป็นอย่างยิ่ง

4) บางโครงการที่มีการวางแปลนแบบสลับด้านกัน เช่น แปลนรูปตัววี (V) จะทำให้เกิดความสับสันในการติดตั้งชุดท่อที่ประกอบมาเนื่องจากไม่มีสัญลักษณ์บอก อาจทำให้ยิ่งต้องใช้เวลามาก และมีข้อผิดพลาดมากขึ้น

2.2 นวัตกรรมห้องน้ำสำเร็จรูป

การผลิตห้องน้ำในลักษณะที่เป็นระบบสำเร็จรูปในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันมีผู้ผลิตมากกว่าสิบราย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการนำองค์ความรู้ด้านกรรมวิธีและเทคโนโลยีการผลิต มาจากต่างประเทศ โดยจะเน้นการใช้ระบบโครงสร้างที่มีน้ำหนักเบา แต่ระบบห้องน้ำสำเร็จรูปที่มีการพัฒนาขึ้นเองในประเทศไทยนั้น จะเริ่มต้นจากการใช้วัสดุคอนกรีตเป็นหลักเนื่องจากเป็นระบบการก่อสร้างที่มีความคุ้นเคยกันดี และใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่มีอยู่แล้ว ซึ่งหากแบ่งตามระบบโครงสร้าง จะสามารถแบ่งห้องน้ำสำเร็จรูปออกได้เป็น 3 ระบบ คือ ห้องน้ำระบบ Precast concrete, ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ Bathroom Pods และ ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ System Bath Module หรือ SBM

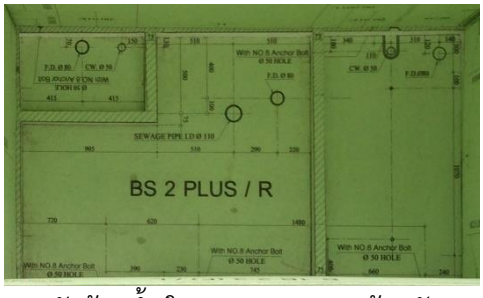
2.2.1 ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ “Precast concrete”

กรณีศึกษา: การก่อสร้างอาคารระบบพรีคาสท์คอนกรีตของ บริษัท กรุงนนท์ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด [22]

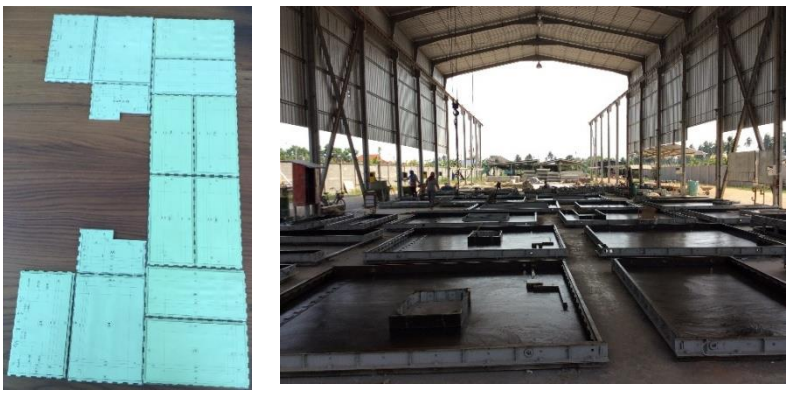
การก่อสร้างอาคารระบบพรีคาสท์คอนกรีต เป็นระบบที่ใช้กันมานานในประเทศไทย และยังคงได้รับความนิยมสูง เนื่องจากมีความแข็งแรง ราคาไม่แพง สามารถก่อสร้างได้เร็ว และเป็นการทำงานกับระบบคอนกรีตที่ช่างและผู้รับเหมามีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี

2.2.1.1 การออกแบบ (Design)

ห้องน้ำสำเร็จรูปในระบบพรีคาสท์คอนกรีต เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบระบบโครงสร้างสำเร็จรูปทั้งอาคารของการก่อสร้างที่พักอาศัยประเภทบ้านจัดสรร โดยการแยกผลิตชิ้นส่วนแนวระนาบทั้ง 6 ด้าน (ผนัง 4 ด้าน และแผ่นพื้นชิ้น บน-ล่าง) แล้วจึงนำแต่ละชิ้นส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน ดังนั้นแผ่นพื้นและแผ่นผนังทุกชิ้น ต้องมีขนาดที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกันได้พอดี จึงไม่เหมาะกับการผลิตแยกเฉพาะห้อง แล้วนำไปติดตั้งในอาคารที่ใช้การก่อสร้างระบบอื่น ขั้นตอนในการออกแบบนั้น เมื่อได้แบบที่ลงตัวแล้ว จะทำการถอดแบบออกมาเป็นชิ้นส่วนจำลองก่อน เพื่อหาข้อผิดพลาด และแก้ไขให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เมื่อแบบลงตัวในทุกมิติแล้ว จึงเริ่มทำแม่พิมพ์สำหรับหล่อแบบในขั้นต่อไป



ภาพที่ 2.20 ลักษณะการวางผังห้องน้ำ ในอาคารประเภทบ้านจัดสรร ของการก่อสร้างในระบบพรีคาสท์คอนกรีต ยังคงมีรูปแบบการผังห้องน้ำ เช่นเดียวกับที่นิยมใช้ในอาคารชุดพักอาศัย



ภาพที่ 2.21 (ซ้าย) ชิ้นส่วนจำลอง เพื่อศึกษาแก้ไขความคลาดเคลื่อนก่อนการสร้างแม่พิมพ์ (ขวา) แม่พิมพ์ทำจากเหล็ก โดยต้องมีการทาน้ำมันเคลือบก่อนการเทคอนกรีต เพื่อไม่ให้คอนกรีตติดกับแม่แบบ

2.2.1.2 ระบบโครงสร้าง (Structure)

ระบบโครงสร้างเป็นการใช้ผนังรับน้ำหนัก (Wall Bearing) โดยการถ่ายน้ำหนักของระนาบแต่ละแผ่นลงสู่ฐานราก และเพื่อไม่ให้เกิดปัญหารั่วซึม รอยต่อระหว่างแผ่นจึงต้องสามารถประสานกันได้พอดี การเชื่อมรอยต่อของระบบพรีคาสท์คอนกรีตที่ออกแบบโดย อ.พิชัย โอภานุกิจ ประกอบด้วย

1) ระบบ Shear Key คือการเพิ่มรอยหยักลงบนขอบชิ้นส่วนของโครงสร้าง ซึ่งจะเป็นจุดเชื่อมต่อของทั้งชิ้นส่วนของผนังและพื้น จะมีผลในการเพิ่มแรงเสียดทานให้กับชิ้นส่วนของโครงสร้างและช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับโครงสร้างนั้น ๆ

ภาพที่ 2.22 ระบบ Shear Key บนขอบแผ่นผนัง [23]

2) ระบบการยึดติดด้วยห่วงเหล็ก โดยทำการฝังห่วงเหล็กเข้าไปในชิ้นส่วนโครงสร้างแต่ละชิ้นที่มีการเตรียมช่องไว้ก่อนตั้งแต่ขั้นตอนการหล่อวัสดุ และมีการเชื่อมต่อห่วงเหล่านี้ด้วยการร้อยเหล็กเส้นขนาด 6 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างในการรับแรง ทำให้เมื่อมีการเทปูน (Grouting) ลงไปในช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนนี้ ก็จะกลายเป็นเสมือนเสาเอ็นของโครงสร้างไปในตัว ในการยึดต่อนี้ Shear Key จะมีการทำหน้าที่เป็นตัวช่วยในการเพิ่มจุดยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับชิ้นวัสดุสำเร็จรูป เพื่อให้มีการยึดเหนี่ยวที่แข็งแรงมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 2.23 ระบบการฝังห่วงเหล็ก [23]

2.2.1.3 ระบบท่อสุขาภิบาลและระบบไฟฟ้า (Plumbing System & Electrical System)

การเดินท่องานระบบยังคงใช้รูปแบบเดิมของการก่อสร้างแบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) คือการฝังท่อประปาและท่อร้อยสายไฟลงในผนังก่อนทำการฉาบปิดและปูกระเบื้องทับ ซึ่งการกำหนดแนวท่อบนชิ้นส่วนผนังจะทำในขั้นตอนการหล่อชิ้นส่วน เมื่อคอนกรีตใกล้แห้งจะทำการกดให้เป็นร่องตามระยะจากแบบ แทนการเซาะผนังภายหลัง สำหรับชิ้นส่วนพื้น จะทำการวัดระยะและกำหนดจุดไว้บนแม่พิมพ์ และวางท่อพีวีซีที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อจริงเล็กน้อยตามจุดดังกล่าวเพื่อใช้เป็นช่องผ่านท่อ (Sleeve) ก่อนจะทำการเทคอนกรีตลงไปในแม่พิมพ์

ภาพที่ 2.24 (ซ้าย)การกำหนดจุดฝังท่อบนแม่แบบ เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อน และลดปัญหาการรั่วซึม (ขวา) แสดงการฝังท่อระบบสุขาภิบาลบนแผ่นพื้น และการกดร่องเพื่อฝังอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าลงบนแผ่นผนัง

2.2.1.4 ระบบการติดตั้ง (Installation System)

การประกอบโครงสร้างจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การประกอบแบบชนข้างแผ่น และการประกอบแบบชนหน้าแผ่น ถ้าเป็นการชนหน้าแผ่นจะเว้นระยะประมาณ 3 - 4 มิลลิเมตร แต่ถ้าเป็นการชนข้างแผ่น หรือระหว่างสันแผ่นต่อสันแผ่นนั้น จะต้องเว้นระยะประมาณ 126 มิลลิเมตรเพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับเทคอนกรีตเชื่อมโครงสร้าง

การเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนคอนกรีตที่มีน้ำหนักมาก จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทุ่นแรง ในพื้นที่โรงงานจึงต้องมีการวางรางวิ่งเครน ทั้งพื้นที่ส่วนผลิตและพื้นที่การจัดเก็บ เพื่อให้การทำงานสามารถดำเนินไปอย่างเป็นระบบได้ การขนส่งชิ้นส่วนจำเป็นต้องใช้พาหนะที่มีขนาดใหญ่อย่างน้อยรถบรรทุกขนาด 6 ล้อ เพื่อให้สามารถขนชิ้นส่วนได้มากชิ้น ประหยัดพลังงานในการขนส่ง

ภาพที่ 2.25 (ซ้าย) รางเครนอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนวัสดุ (ขวา) พาหนะที่ใช้ในการขนส่งชิ้นส่วนวัสดุต้องมีโครงรับชิ้นส่วนเพื่อป้องกันการเสียหาย [23]

ข้อจำกัดของห้องน้ำสำเร็จรูประบบพรีคาสท์คอนกรีต

การก่อสร้างห้องน้ำระบบ Precast Concrete เป็นกระบวนการก่อสร้างแบบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งลดขั้นตอนเฉพาะในส่วนของโครงสร้างเท่านั้น เมื่อประกอบติดตั้งแล้วเสร็จ ยังต้องมีขั้นตอนการปูพื้นผิวและติดตั้งสุขภัณฑ์เช่นเดียวกับระบบการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป (Conventional) แต่ต้องมีการใช้เครื่องจักรหนักเพิ่มขึ้นมา ตั้งแต่ขั้นตอนการก่อสร้าง การขนส่ง และการติดตั้ง ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ไม่เหมาะสมกับการแยกผลิตขายปลีก

2.2.2 ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ “Bathroom Pods”

กรณีศึกษา: ห้องน้ำสำเร็จรูปของ บริษัท สยามสตีลอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน) [24]

จุดเริ่มต้นห้องน้ำสำเร็จรูประบบ “Bathroom Pods”มาจากนวัตกรรมการก่อสร้างอาคารที่นิยมในยุโรปและอเมริกา ที่เรียกว่าการก่อสร้างอาคาร “ระบบโมดุลลาร์” หรือระบบโครงสร้างสำเร็จรูป ที่เน้นการใช้โครงสร้างที่มีน้ำหนักเบาเพื่อง่ายต่อการขนส่ง และสามารถก่อสร้างได้เร็ว เนื่องจากมีการผลิตและประกอบจากโรงงาน แล้วจึงนำมาติดตั้งบนพื้นที่ก่อสร้าง

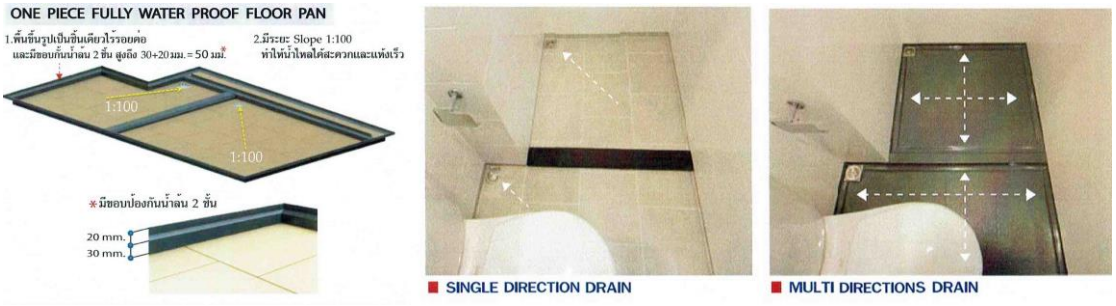
ภาพที่ 2.26 ตัวอย่างห้องน้ำสำเร็จรูปแบบประกอบสำเร็จของบริษัท Magest Modular Solutions Limited (USA) [3]

2.2.2.1 การออกแบบ (Design)

ในช่วงแรกการออกแบบห้องน้ำจะมีลักษณะเป็นกล่องที่มีการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าและสุขาภิบาลเบ็ดเสร็จจากโรงงาน แล้วจึงยกไปติดตั้งทั้งชุด จึงมีชื่อเรียกเป็น Bathroom Pods แต่เพื่อลดข้อจำกัดในเรื่องของน้ำหนักและขนาด ที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนย้ายและขนส่ง ต่อมาจึงพัฒนาให้สามารถแยกชิ้นส่วนนำไปประกอบบนพื้นที่ก่อสร้างได้

2.2.2.2 ระบบโครงสร้าง (Structure)

โครงสร้างหลักใช้วัสดุเหล็กชุบกัลป์วาไนซ์ ส่วนแผ่นผนังด้านในสามารถเลือกวัสดุปิดผิวได้ โดยเชื่อมต่อโครงสร้างเหล็กกับแผ่นวัสดุปิดผิวด้านใน ด้วยการพ่นโพลียูรีเทนโฟมแรงดันสูง เพื่อยึดให้ส่วนของโครงสร้างและวัสดุปิดผิว กลายเป็นผนังแผ่นเดียวกันทั้งชิ้น แล้วจึงนำผนังแต่ละระนาบมาประกอบขึ้นเป็นห้อง ส่วนของพื้นหล่อขึ้นรูปด้วยวัสดุ Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) โดยสามารถเลือกพื้นผิวชั้นบนสุดได้ หรือจะปูด้วยกระเบื้องเซรามิคแบบห้องน้ำทั่วไปก็สามารถทำได้



ภาพที่ 2.27 ระบบแผ่นพื้นที่หล่อจากวัสดุ FRP โดยจะมีการยกขอบป้องกันน้ำล้นสูงประมาณ 5 เซนติเมตร [25]

2.2.2.3 ระบบท่อสุขาภิบาล และ ระบบไฟฟ้า (Plumbing System & Electrical System)

ระบบท่อสุขาภิบาลและไฟฟ้าใน จะวางท่อในแนวช่องว่างระหว่างผนัง โดยแนวท่อจะอยู่ระหว่างโครงเหล็กกับแผ่นปิดผิววัสดุ ลักษณะคล้ายการฝังแนวท่อในผนังของระบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) แต่เนื่องจากปัญหาเรื่องการบำรุงรักษา จึงพัฒนาการออกแบบระบบการเดินท่อสุขาภิบาลในระบบผนังเตี้ย(Low Wall) มีลักษณะเป็นเคาน์เตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเปิดแผ่นวัสดุจากด้านบน ทำให้สามารถซ่อมบำรุงและเช็คการรั่วซึมจากภายในห้องน้ำได้

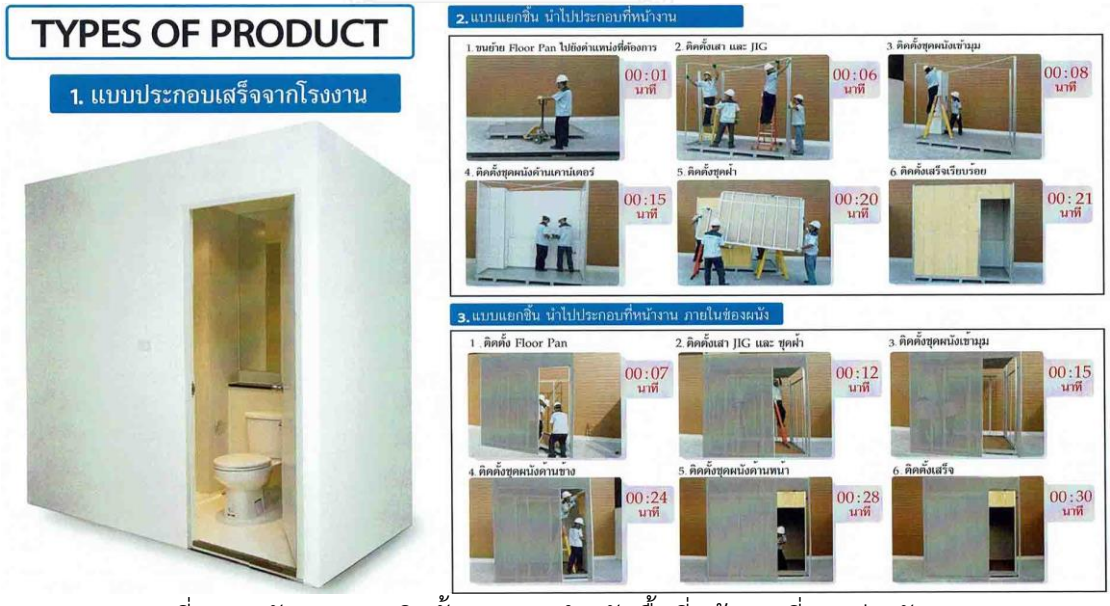
ภาพที่ 2.28 (ซ้าย) ลักษณะการวางท่อในแนวช่องว่างระหว่างผนัง (ขวา) การวางแนวท่อใต้เคาน์เตอร์โดยสามารถเปิดเข้าไปบำรุงรักษาท่อจากภายในได้ [25]

ช่องระบายน้ำที่พื้น หรือ Floor Drain จะใช้ตะแกรงดักกลิ่นระบบมัลติเดรน (Multi drain) ซึ่งเป็นระบบที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น จะมีขนาดใหญ่กว่า Floor Drain ตามท้องตลาดทั่วไป โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 119 มิลลิเมตร มีอัตราการไหล 82 L/Min ทำให้ระบายได้เร็วและมีอุปกรณ์ดักกลิ่นตัวพี (P-Trap)ในตัว สามารถกักเก็บน้ำได้ 430 cc. (สูงกว่าระบบ Floor Drain ทั่วไป 10 เท่า) จึงป้องกันกลิ่นย้อนกลับได้นานมากกว่า 30 วัน ในกรณีที่ไม่ได้ใช้ห้องน้ำ

ภาพที่ 2.29 ตะแกรงดักกลิ่นระบบมัลติเดรน (Multi drain) [25]

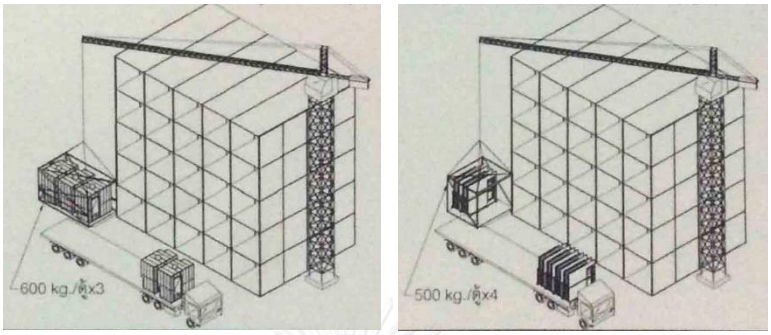
2.2.2.4 ระบบการติดตั้ง (Installation System)

ในปัจจุบันสามารถเลือกการติดตั้งได้ 3 แบบ คือ 1) ประกอบสำเร็จจากโรงงาน 2) แบบแยกชิ้นส่วนนำไปประกอบหน้างาน 3) แบบแยกชิ้นส่วนนำไปประกอบหน้างานภายในช่องผนัง (สำหรับอาคารเก่า) ซึ่งใช้เวลาในการติดตั้งเฉลี่ย 30 นาที ไม่รวมเวลาติดตั้งสุขภัณฑ์สำหรับแบบที่ 2) และ 3) หลังจากนั้นต้องติดตั้งระบบผนังเบาภายนอกรอบห้องน้ำ เพื่อใช้เป็นผนังภายในของห้องชุด และหากต้องการให้ระดับพื้นของห้องน้ำ อยู่ในระดับเดียวกันหรือต่ำกว่าระดับพื้นห้อง จะต้องทำการลดระดับพื้นโครงสร้างบริเวณที่จะวางตำแหน่งของห้องน้ำ ดังนั้น สถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรสุขาภิบาล และวิศวกรคุมงานก่อสร้างต้องประสานงานกันเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด



ภาพที่ 2.30 ลักษณะการติดตั้ง 3 แบบ สำหรับพื้นที่หน้างานที่แตกต่างกัน [25]

การขนส่งใช้รถบรรทุกที่มีขนาดกระบะบรรทุกยาว 6 เมตร หรือรถเทลเลอร์ขนาดกระบะบรรทุกยาว 12 เมตร การขนย้ายในแนวดิ่งใช้ทาวเวอร์เครนเนื่องจากเป็นวัตถุขนาดใหญ่ จึงต้องมีทีมที่ชำนาญหรือผ่านการอบรม อย่างน้อย 1 คนประจำที่รถขนส่ง และอีก 2 คนรอรับชุดห้องน้ำที่ถูกยกขึ้นมา



ภาพที่ 2.31 ภาพแสดงการขนย้ายด้วยทาวเวอร์เครน (ซ้าย) ระบบประกอบสำเร็จจะมีน้ำหนักประมาณ 600 กก./ชุดสามารถยกขึ้นบนอาคารได้ครั้งละ 3 ชุด (ขวา) แบบแยกชิ้นส่วนไปประกอบจะมีน้ำหนักน้อยกว่าอยู่ที่ประมาณ 500 กก./ชุด เนื่องจากยังไม่มีสุขภัณฑ์ สามารถยกขึ้นบนอาคารได้ครั้งละ 4 ชุด [25]

ข้อจำกัดของ ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ Bathroom Pods

กำหนดปริมาณการสั่งขั้นต่ำเป็นจำนวน 500 – 750 ชุดขึ้นไป เนื่องจากต้องมีการทำแม่พิมพ์เพื่อหล่อส่วนพื้น สำหรับการออกแบบระบบสุขาภิบาลสามารถเข้าถึงจากในห้องได้เฉพาะส่วนแห้งเท่านั้น สำหรับส่วนเปียกยังเป็นระบบฝังแนวท่อในผนัง จำกัดโถส้วมให้ใช้ระบบแบบท่อออกกำแพง

2.2.3 ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ “System Bath Module” หรือ SBM

กรณีศึกษา: ห้องน้ำสำเร็จรูปของ บริษัท ดี.พี.เซรามิค จำกัด [26]

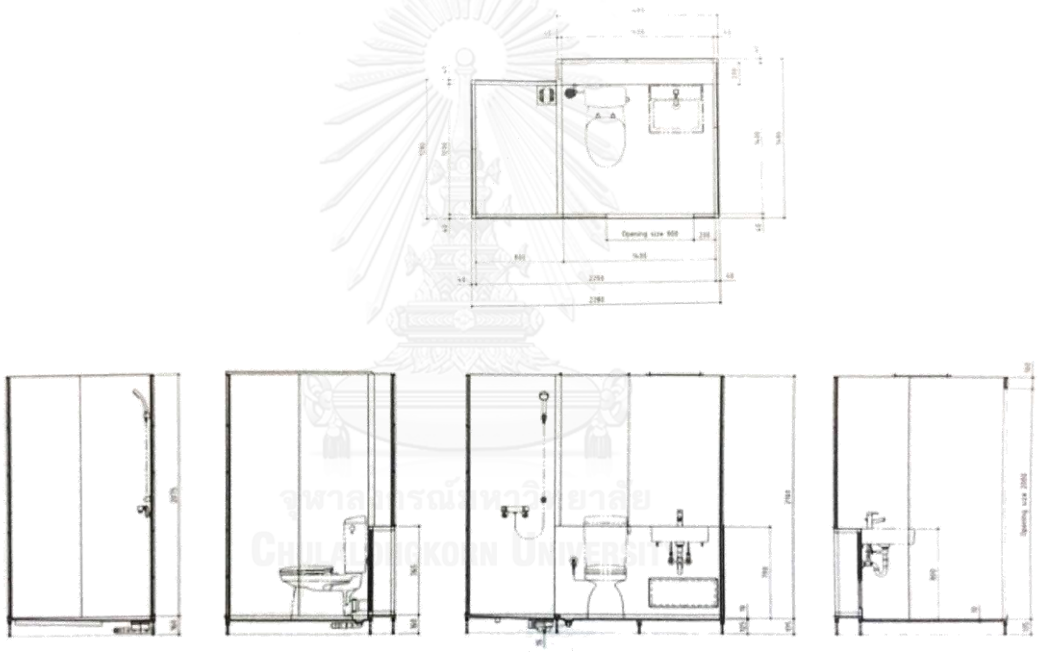
ระบบห้องน้ำสำเร็จรูปของ บริษัท ดี.พี.เซรามิค เป็นนวัตกรรมที่นำเข้าจาก Wako Seisakusho Co., Ltd ซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตในประเทศญี่ปุ่น มีจุดเริ่มต้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1964 เป็นปีที่ประเทศญี่ปุ่นเป็นเจ้าภาพโอลิมปิก ซึ่งจำเป็นต้องทำการก่อสร้างโรงแรมเพื่อรองรับผู้คนจำนวนมากให้เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นจึงต้องการย่นระยะเวลาการก่อสร้างให้เร็วขึ้น เหลือเพียง 1 ใน 3 ของระยะเวลาการก่อสร้างระบบเดิม จนเกิดแนวความคิดที่จะผลิตห้องน้ำให้เป็นระบบโรงงานที่สามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก (Mass Production) ในช่วงแรกของการพัฒนาก็ยังคงผลิตเป็นระบบแคปซูล (Capsule) คือ การหล่อห้องน้ำสำเร็จรูปขึ้นมาทั้งชุด และขนส่งไปติดตั้งที่หน้างาน แต่ด้วยข้อจำกัดและปัญหาหลายประการทำให้เกิดการคิดค้นระบบการติดตั้งในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป

ระบบห้องน้ำสำเร็จรูปมีชื่อทางสากลว่า Bath Module System หรือ BMS แต่ทาง ดี.พี. เซรามิค ได้มีการตั้งชื่อระบบห้องน้ำสำเร็จรูปของตัวเองว่า System Bath Module หรือ SBM

2.2.3.1 การออกแบบ (Design)

การวางผังห้องน้ำมีรูปแบบมาตรฐานเช่นเดียวกับผังนิยมที่ใช้ในอาคารชุดพักอาศัย โดยมีขนาดมาตรฐานให้เลือก 3 ขนาด คือ 1.40 x 2.20 เมตร, 1.60 x 2.20 เมตร และ 1.60 x 2.40 เมตร โดยราคาต่อห้องจะเพิ่มสูงขึ้นตามขนาด ซึ่งสามารถเปลี่ยนแบบได้ตามที่ลูกค้าต้องการแต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำแม่แบบสำหรับหล่อส่วนพื้นที่เพิ่มเติม

การออกแบบโครงสร้างเน้นให้ใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาที่สุด และสามารถแยกองค์ประกอบให้เป็นชิ้นส่วน เพื่อให้ง่ายต่อการขนส่งและสามารถถอดเปลี่ยนเฉพาะชิ้นส่วนได้ แต่ก็ทำให้ต้องใช้เวลาในการติดตั้งนานกว่าแบบ Bathroom Pods



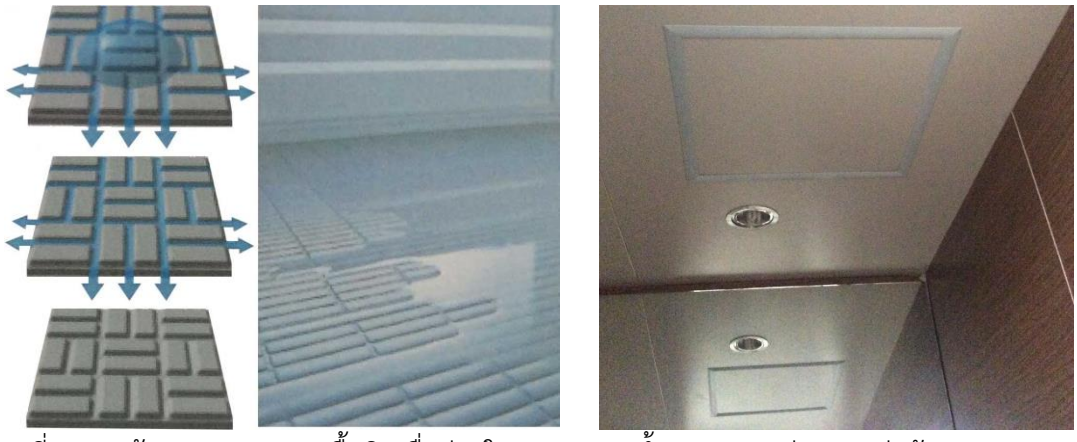
ภาพที่ 2.32 ผังห้องน้ำมาตรฐาน ขนาด 1.40 x 2.20 เมตร [27]

2.2.3.2 ระบบโครงสร้าง (Structure)

- ระบบพื้นเป็นส่วนที่ต้องกันรั่วได้ 100% ซึ่งวัสดุที่ใช้ก็คือ Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) หล่อขึ้นมาจากแม่พิมพ์ ไม่มีรอยต่อและควบคุมความลาดเอียงได้ พื้นผิวออกแบบให้มีลายช่วยการระบายน้ำ เคลือบสารกันลื่นและสารป้องกันการยึดเกาะของคราบสกปรก บริเวณขอบพื้นยกสูงขึ้นมา 35 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันน้ำรั่วไหลออกนอกห้อง ในกรณีที่มีการท่วมนองของน้ำ และความหนาของขอบโดยรอบจะมีขนาดประมาณ 4 เซนติเมตร

- แผ่นผนังไม่ได้มีลักษณะเป็นชิ้นเดียวทั้งผืน แต่จะผลิตมาเป็นแผ่นซึ่งขนาดความกว้างจะขึ้นอยู่กับวัสดุปิดผิวที่เลือกใช้ และมีความสูงเท่ากับความสูงของห้องน้ำ(Floor to Ceiling) นำมาวางยึดต่อกัน และทุกรอยต่อของผนังจะมีการซีลด้วยซิลิโคนกันเชื้อรา วัสดุปิดผิวผนังมีให้เลือก 3 ชนิด ได้แก่ ซีเมนต์บอร์ด, Compact Laminate และ PVC Panel ซึ่งวัสดุผนังที่เลือกจะมีผลต่อราคา

- ระบบฝ้าเพดาน ใช้วิธีการติดตั้งเช่นเดียวกับแผ่นผนัง โดยวัสดุยังคงใช้ยิปซั่มบอร์ด



ภาพที่ 2.33 (ซ้าย)การออกแบบพื้นผิวเพื่อช่วยในการระบายน้ำ (ขวา)รอยต่อของแผ่นฝ้าเพดานและแผ่นผนัง [27]

2.2.3.3 ระบบท่อสุขาภิบาล และ ระบบไฟฟ้า (Plumbing System & Electrical System)

การเดินท่อต่าง ๆ ของระบบสุขาภิบาลจะอยู่ภายใต้พื้น ซึ่งจะมีการยกพื้นสูงขึ้นจากพื้นโครงสร้างประมาณ 10 - 13.5 เซนติเมตร ซึ่งหลังจากปูวัสดุปิดผิวห้องจะมีค่าความสูงพื้นที่ต้องก้าวขึ้นห้องน้ำประมาณ 5 - 8 เซนติเมตร ซึ่งหากไม่ต้องการให้ยกพื้น ต้องเตรียมพื้นโครงสร้างให้เป็นช่องพื้นระดับต่ำลงไปให้ พอดีกับขนาดของห้องน้ำที่จะนำมาติดตั้ง จึงต้องมีการออกแบบงานโครงสร้างตั้งแต่ต้น ในส่วนของพื้นที่ระบบเปียกก็จะมีการยกพื้นสูงขึ้นมาอีกเล็กน้อย เนื่องจากต้องมีระยะความลาดเอียงเพื่อให้มีการระบายน้ำไปยังช่องระบายน้ำที่พื้น (Floor drain) ได้ดีขึ้น และเนื่องจากต้องการให้มีการยกพื้นที่น้อยที่สุด จึงมีข้อจำกัดว่าโถสุขภัณฑ์ที่เลือกใช้ ต้องเป็นชนิดท่อออกกำแพง เพื่อให้ท่อโสโครกย้ายไปอยู่บริเวณผนัง

ส่วนการเดินสายระบบไฟฟ้า ยังคงใช้วิธีการเดินสายเหนือฝ้าเพดาน และตามแนวช่องว่างในผนังเช่นเดียวกับกับการเดินงานระบบท่อ

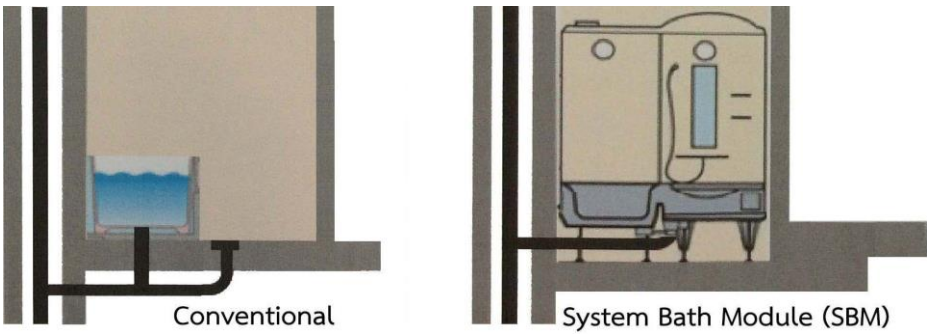
ส่วนแห้งของห้องน้ำจะมีการออกแบบให้ผนังเตี้ย (Low wall) บริเวณหลังโถส้วมเพื่อใช้เป็นพื้นที่เดินงานระบบท่อสุขาภิบาล ซึ่งบางรุ่นจะมีการออกแบบให้สามารถเปิดด้านบนเพื่อเช็คระบบท่อภายในได้ สำหรับนั้นส่วนเปียกหากใช้ระบบที่มีอาบอ่างน้ำ จะสามารถเปิดฝาด้านข้างเพื่อซ่อมแซมระบบท่อใต้อ่างอาบน้ำจากภายในห้องน้ำได้ ซึ่งแผ่นปิดด้านข้างอ่างอาบน้ำเรียกว่า อาฟรอน (Apron) โดยสามารถเลือกชนิดของวัสดุได้

ภาพที่ 2.34 (ซ้าย) ผนังเตี้ย (Low wall) ชนิดไม่มีฝาเปิดด้านบน เมื่อต้องการซ่อมแซมระบบท่อต้องถอดอ่างล้างมือ-ล้างหน้าและโถส้วมออก ก่อนถอดชิ้นส่วนผนัง (ขวา) แสดงการเปิดแผ่นปิดด้านข้างอ่างอาบน้ำ (Apron) เพื่อทำการซ่อมบำรุงระบบท่อภายใน [27]

2.2.3.4 ระบบการติดตั้ง (Installation System)

การเตรียมพื้นที่สำหรับติดตั้งห้องน้ำสำเร็จรูปประเภท SBM ขึ้นอยู่กับรูปแบบห้องน้ำที่เลือกใช้ คือ 1. กรณีที่เลือกใช้ระบบที่มีผนังเตี้ย(Low wall) ซึ่งซ่อนท่อไว้ภายใน ให้เผื่อเฉพาะพื้นที่ขอบถาดพื้นที่มีความกว้างข้างละประมาณ 4 เซนติเมตร รวมถึงระยะที่ให้สามารถล้วงมือเข้าไปทำการซ่อมแซมได้ อีกประมาณ 2 เซนติเมตร ดังนั้นจึงต้องเผื่อพื้นที่ในการติดตั้งเพิ่มจากขนาดของห้องน้ำประมาณ 10 เซนติเมตร เช่น หากขนาดของห้องน้ำมีความกว้าง 1.40 เมตร จะต้องเผื่อระยะพื้นที่การติดตั้งรวมทั้งหมดเป็น 1.50 เมตร เป็นต้น 2. กรณีไม่เลือกใช้ระบบที่มีผนังเตี้ย (Low wall) จะต้องเผื่อระยะช่องท่อบริเวณผนังด้านที่มีการติดตั้งสุขภัณฑ์ จากด้านในขอบถาดถึงผนังโครงสร้างด้านนอกประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งหากรวมระยะขอบถาดพื้นอีก 4 เซนติเมตร จะทำให้ต้องเผื่อขนาดของพื้นที่ในการติดตั้งเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 18 เซนติเมตร เช่น หากห้องน้ำมีความกว้าง 1.40 เซนติเมตร จะต้องเผื่อระยะขอบถาดพื้นและพื้นที่การติดตั้งรวมทั้งหมดเป็น 1.58 เซนติเมตร เป็นต้น

ใต้พื้นจะมีการวางแนวขาตั้งที่สามารถปรับระดับได้ ซึ่งเปรียบเสมือนเสาเข็มที่มีความยืดหยุ่น เมื่อเกิดการแผ่นดินไหวก็จะไม่ยุบตัวลงมา สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 160 กิโลกรัม/ตารางเมตร โดยยึดติดกับพื้นโครงสร้างด้วยปูนกาว



ภาพที่ 2.35 ภาพเปรียบเทียบการเดินท่องานระบบสุขาภิบาลของระบบ Conventional และระบบ SBM ที่วางถาดพื้นอยู่บนขาตั้ง ท่อต่าง ๆ จึงอยู่ตำแหน่งเหนือพื้นโครงสร้าง หากมีการรั่วซึมจะไม่มีผลต่อชั้นล่าง [27]

ภาพที่ 2.36 ขั้นตอนการขนส่งติดตั้งชิ้นส่วนระบบ SBM [27]

ข้อจำกัดของห้องน้ำสำเร็จรูประบบ System Bath Module (SBM)

เนื่องจากต้องใช้แม่พิมพ์ในการหล่อทั้งส่วนพื้นและแผ่นผนังเตี้ย (Low wall) จึงมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ปริมาณการสั่งขั้นต่ำต้องไม่ร้อยกว่า 100 ห้อง และหากต้องการออกแบบผังใหม่ โดยไม่ใช้ตามแบบมาตรฐาน จะมีค่าใช้จ่ายในการทำแม่พิมพ์เพิ่มขึ้น ปริมาณการสั่งขั้นต่ำจึงควรเพิ่มเป็นหลายร้อยห้องขึ้นไป เพื่อให้มีราคาเฉลี่ยที่ลดลง จึงเหมาะสมเฉพาะกับโครงการขนาดใหญ่ และโถส้วมถูกจำกัดให้ใช้ระบบแบบท่อออกกำแพงเท่านั้น

2.2.4 ข้อเปรียบเทียบห้องน้ำทั้ง 4 ประเภท

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบราคา เวลาที่ในการก่อสร้างหรือติดตั้ง และจำนวนแรงงานที่ใช้ของห้องน้ำทั้ง 4 ประเภท

	ห้องน้ำทั่วไป	ห้องน้ำสำเร็จรูป		
	Conventional	Precast Concrete	Bathroom Pods	SBM
Price/ Unit*	38,000	44,868 (ไม่ได้ผลิตขายปลีก)	50,000	60,000
Price/m^2*	16,666 ฿/m^2	11,217 ฿/m^2	17,857 ฿/m^2	19,480 ฿/m^2
Time Frame/Unit	16 Days	5 Days	1 Day	2 Days
Worker(Peoples)	4-8	4-5	4-5	2-3

* ราคาไม่รวมงานสุขภัณฑ์และประตู-หน้าต่าง

ผลการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างต่อห้องของห้องน้ำทั้ง 4 ประเภท พบว่าราคาขายต่อห้องของระบบห้องน้ำสำเร็จรูป สูงกว่าราคาค่าก่อสร้างของห้องน้ำทั่วไปจากกรณีศึกษาค่อนข้างมาก แต่เนื่องจากว่าขนาดของห้องน้ำแต่ละประเภทที่เลือกมานั้น มีขนาดมาตรฐานที่ไม่เท่ากัน จึงแปลงหน่วยราคาออกมาเป็น บาทต่อตารางเมตร ซึ่งก็เป็นที่แน่นอนว่าการก่อสร้างห้องน้ำในระบบ Precast Concrete มีค่าก่อสร้างที่ถูกที่สุด ที่น่าสนใจก็คือ ราคาขายต่อตารางเมตรของห้องน้ำสำเร็จรูปประเภท Bathroom Pods และ SBM มีราคาต่อตารางเมตรที่สูงกว่าค่าก่อสร้างห้องน้ำทั่วไปประมาณ 1,000 – 3,000 บาท เป็นราคาที่ไม่ต่างกันมากนักแต่หากคูณจำนวนห้องเข้าไปก็ถือว่าเป็น

ต้นทุนที่สูงขึ้นตามจำนวนห้องที่มากขึ้น ซึ่งการที่ใช้เวลาในการติดตั้งลดลง จะช่วยสามารถจบงวดงานได้เร็วขึ้น ถึงแม้อาจไม่ทำให้การก่อสร้างเสร็จเร็วขึ้นทั้งระบบ เนื่องจากต้องมีองค์ประกอบงานในส่วนอื่นด้วย แต่การจบงานที่เร็วขึ้นของระบบการก่อสร้างห้องน้ำ ก็มีผลต่อค่าแรงคนงานและการบริหารงานก่อสร้างในโครงการให้เร็วขึ้นได้เช่นกัน

ปัญหาของห้องน้ำสำเร็จรูปที่เห็นได้ชัดคือ คือระดับพื้นห้องน้ำจะสูงกว่าระดับพื้นห้อง ซึ่งเป็นสิ่งที่คนไทยไม่คุ้นเคย เนื่องจากมีระบบท่ออยู่ใต้พื้น จึงไม่สามารถทำให้ระดับพื้นห้องน้ำต่ำกว่านี้ได้ ผู้ผลิตห้องน้ำสำเร็จรูป จึงพยายามแก้ปัญหาด้วยการหาวิธีการที่จะลดความสูงของพื้นลงให้ต่ำที่สุด ด้วยการกำหนดให้ใช้โถชักโครกแบบออกกำแพงเท่านั้น เพื่อให้ท่อโสโครกไปอยู่บริเวณผนังแทน ซึ่งผู้ผลิตบางราย ลดขนาดท่อน้ำทิ้งใต้พื้นลงด้วย จากขนาดมาตรฐาน Ø 2” เป็นใช้ท่อขนาด Ø 1 ½” แทนเพื่อให้ระดับพื้นต่ำลงอีก จึงอาจมีผลกระทบที่ทำให้เกิดอุดตันได้มากกว่า และไม่สามารถใช้ตะแกรงดักกลิ่นขนาดมาตรฐานได้ต้องใช้ ตะแกรงดักกลิ่นรุ่นพิเศษเท่านั้น

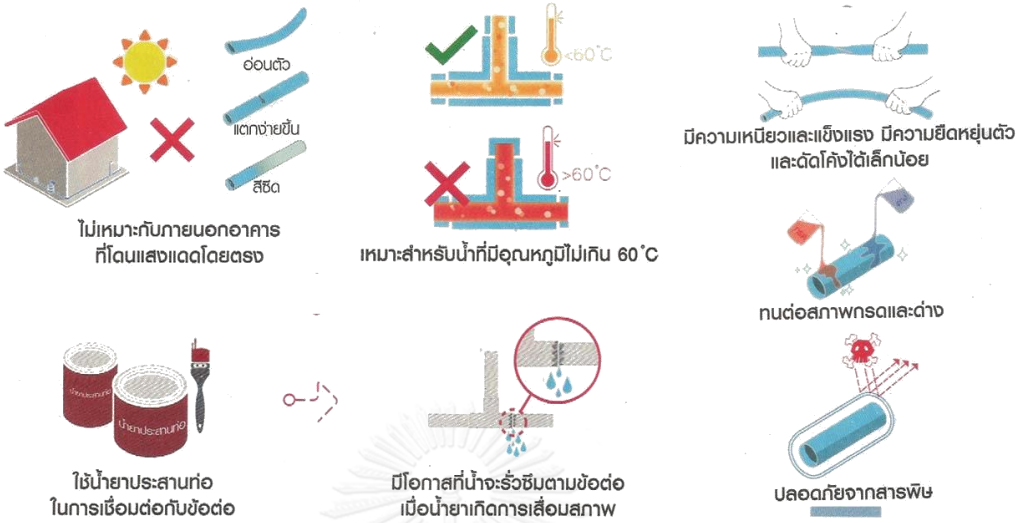
ส่วนที่น่าสนใจที่สุดคือการออกแบบงานระบบสุขาภิบาลในพื้นที่ส่วนแห้งของห้องน้ำสำเร็จรูป ด้วยการรวบงานระบบท่อให้อยู่ในบริเวณผนังเตี้ย (Low wall) เพื่อให้สามารถถอดชิ้นส่วนเฉพาะวัสดุปิดผิวออก เพื่อทำการซ่อมบำรุงได้ง่ายขึ้นแต่ยังคงมีข้อเสีย เนื่องจากต้องทำการรื้อถอนสุขภัณฑ์ออกก่อน จึงจะทำการถอดชิ้นส่วนของแผ่นผนังเตี้ยได้ ในงานวิจัยฉบับนี้จึงมีจุดประสงค์ที่จะออกแบบแผ่นผนังเตี้ย ให้สามารถถอดเพื่อทำการซ่อมแซมได้ง่ายขึ้นโดยต้องมีผลกระทบต่อสุขภัณฑ์น้อยที่สุด โดยเฉพาะในส่วนของโถส้วม

2.3 ข้อมูลวัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

2.3.1 ท่อพลาสติกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride, PVC)

ท่อพลาสติกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์ [10] มีชื่อย่อที่รู้จักกันทั่วไปว่า ท่อพีวีซี (PVC) เป็นวัสดุท่อที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากหาซื้อง่ายและมีราคาถูก มีประเภทข้อต่อที่หลากหลาย สำหรับการใช้งานเปใช้ท่อสีฟ้า ตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 ท่อทุกแบบจะมีความยาวมาตรฐาน 4 เมตร (13 ฟุต) และ 6 เมตร (20 ฟุต) แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ ตามความสามารถในการรับความดันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส (81 องศาฟาเรนไฮต์) ได้แก่ชั้นคุณภาพ 5, 8.5 และ 13.5 ซึ่งเป็นค่าความดันที่ใช้งานมีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อตามรางเซนติเมตร สำหรับข้อต่อที่ใช้กับท่อรับความดันสีฟ้า ผลิตตามมาตรฐาน มอก. 1410-2540 ซึ่งจะผลิต 2 ชั้นคุณภาพได้แก่ ชั้นคุณภาพ 8.5 และ 13.5

- ท่อประปาหรือท่อน้ำดี ใช้ชั้นคุณภาพ 13.5
- ท่อน้ำทิ้ง ท่ออากาศ และท่อโสโครก ใช้ชั้นคุณภาพ 8.5



ภาพที่ 2.37 คุณสมบัติของท่อพีวีซี [28]

<u>ข้อดีของท่อพีวีซี</u>

1) ราคาถูก
2) น้ำหนักเบา ทำให้เคลื่อนย้ายสะดวก
3) ติดตั้งง่าย และมีค่าแรงติดตั้งที่ถูกกว่าท่อชนิดอื่น
4) มีความเหนียว และยืดหยุ่นตัวได้
5) ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี จึงสามารถใช้กับงานท่อระบายน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมได้
6) พื้นผิวท่อมีความมันเรียบ ทำให้สิ่งโสโครกไหลได้สะดวก
7) มีอายุการใช้งานนานประมาณ 50 ปี

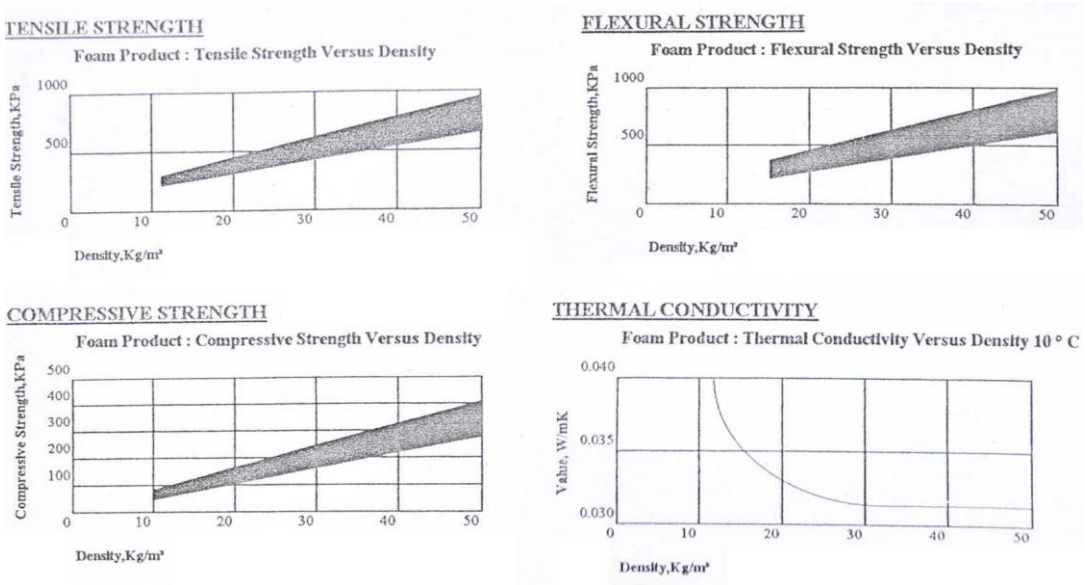
<u>ข้อเสียของท่อพีวีซี</u>

1) มีความต้านทานความร้อนที่ค่อนข้างต่ำ
2) เมื่อมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง มีอัตราการยืดหดตัวค่อนข้างสูง
3) เป็นท่อกึ่งแข็ง จึงต้องใช้อุปกรณ์จับยึด และรองรับมากกว่ามากกว่าท่อชนิดโลหะ
4) ความต้านทานต่อการรับความดันค่อนข้างต่ำ
5) สามารถเสื่อมสภาพได้ หากได้รับแสงอุลตร้าไวโอเลทที่มากับแดดเป็นเวลานาน
6) เปราะ แตกหักง่าย ไม่ทนทานต่อแรงกระแทก
7) ใช้ได้เฉพาะกับน้ำธรรมดา (ใช้เป็นท่อน้ำร้อนไม่ได้)

Chulalongkorn University

2.3.2 อีพีเอส โฟม (Expandable polystyrene)

วัสดุที่จะนำมาใช้ทำการทดลองในงานวิจัย ต้องการที่มีคุณสมบัติเบา แต่มีความแข็งแรงในตัวเอง สามารถปูทับด้วยวัสดุปิดผิวที่นิยมใช้ในการก่อสร้างห้องน้ำ ได้แก่ แผ่นกระเบื้อง แผ่นหินแกรนิต เป็นต้น เพื่อใช้แทนการก่ออิฐฉาบปูน จึงเลือกใช้วัสดุโครงสร้างเป็นแผ่นอีพีเอส โฟม (E.P.S. Foam) ความหนา 3 นิ้ว และ 4 นิ้ว ที่ความหนาแน่น 1.5 lb/ft^3 ขนาด 0.60 x 1.20 เมตร



ภาพที่ 2.38 คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุอีพีเอส โฟม [29]

2.3.1.1 ชนิดของ อีพีเอส โฟม [30]

อีพีเอส โฟม มี 2 ชนิด ได้แก่

1) ชนิดลามไฟ (P-Grade) – เป็นโฟมเกรดธรรมดา ที่สามารถลุกติดไฟและลามหมดอย่างรวดเร็ว เหมาะกับการใช้งานทั่วไป ที่ไม่ใช่งานก่อสร้าง
2) ชนิดไม่ลามไฟ (F-Grade) – เป็นโฟมชนิดที่ผสมสารกันไฟ มีคุณสมบัติคือ ยังคงติดไฟแต่จะไม่ลามวอดอย่างรวดเร็วเหมือนโฟมชนิดลามไป และหากนำแหล่งไฟออก ไฟที่โฟมจะดับเองภายใน10 วินาที จึงเหมาะสำหรับงานก่อสร้าง หรืองานที่ต้องการลดความเสี่ยงเรื่องอัคคีภัย

2.3.1.2 การเสริมแรงเพื่อปูวัสดุปิดผิวบนวัสดุอีพีเอส โฟม

มีวิธีการเสริมแรงได้ 3 ประเภท คือ

1) วิธีใช้ตาข่ายไฟเบอร์เสริมแรง (Fiber Glass Mesh)

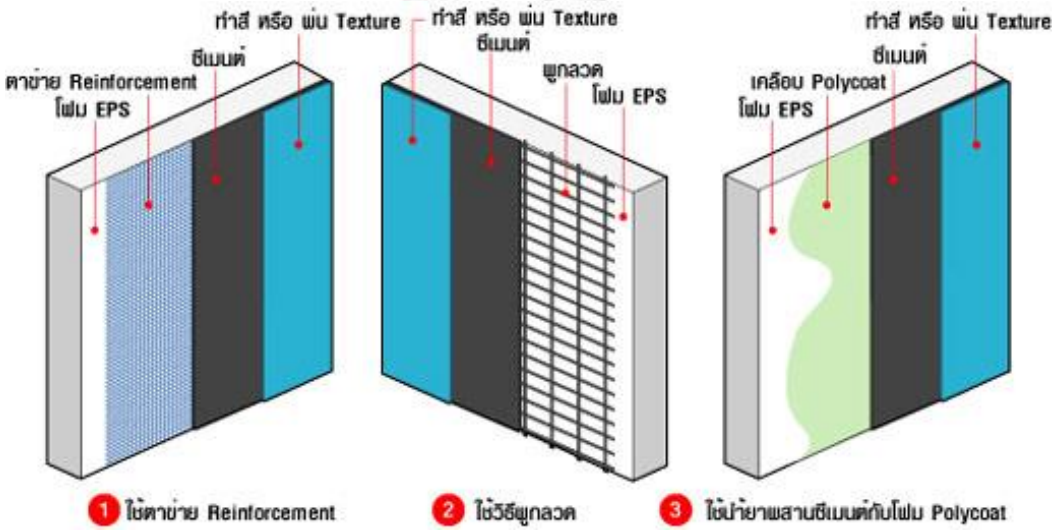
หุ้มผิวอีพีเอส โฟมด้วยตาข่ายไฟเบอร์เสริมแรง (Fiber Glass Mesh) โดยต่อแผ่น โฟมด้วยน้ำยาประสานโฟม เพื่อให้แผ่นโฟมสามารถยึดเกาะระหว่างกัน และให้ปูนซีเมนต์ยึดเกาะกับผิวโฟมได้ดี ฉาบทับด้วยปูนซีเมนต์ หลังจากนั้นทำพื้นผิวตามต้องการ สามารถรับแรงยึดหยุ่นได้ดี

2) วิธีใช้ตาข่ายหุ้มโฟม

วิธีการคล้ายแบบที่ 1 แต่เปลี่ยนวัสดุเป็นตาข่ายเหล็กหรือลวดกรงไก่ หุ้มผิวโฟมและใช้ปูนซีเมนต์ฉาบทับ สร้างความแข็งแรงให้กับโครงสร้างมากขึ้น สามารถใช้วิธีการนี้ได้ทั้งการสร้างผนังและพื้น ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

3) วิธีใช้น้ำยาผสานซีเมนต์กับโฟม

การใช้น้ำยาผสานด้วยโพลีโคทหรือ อีพ็อกซี่ เป็นวิธีที่เหมาะกับงานที่ไม่มีโครงสร้างหลัก และงานที่ต้องการสร้างเป็นรูปทรงต่างๆ โดยเคลือบผิวโฟมด้วยน้ำยาผสานซีเมนต์ ไม่ต้องใช้ตาขายหรือลวดเพื่อมาเสริมแรง วิธีการนี้จะเหมาะกับงานง่ายๆ ที่ไม่ต้องอาศัยโครงสร้างหลักเพื่อค้ำจุน เช่น การสร้างบ่อน้ำ สะพานตกแต่งสวน งานปฏิมากรรมในการจัดสวน หรือส่วนเติมแต่งภายนอกอาคาร สามารถทำรูปทรงได้ตามต้องการ แล้วปิดผิวหน้าด้วยซีเมนต์หรือทำผิวด้วยเทคนิคอื่นๆ



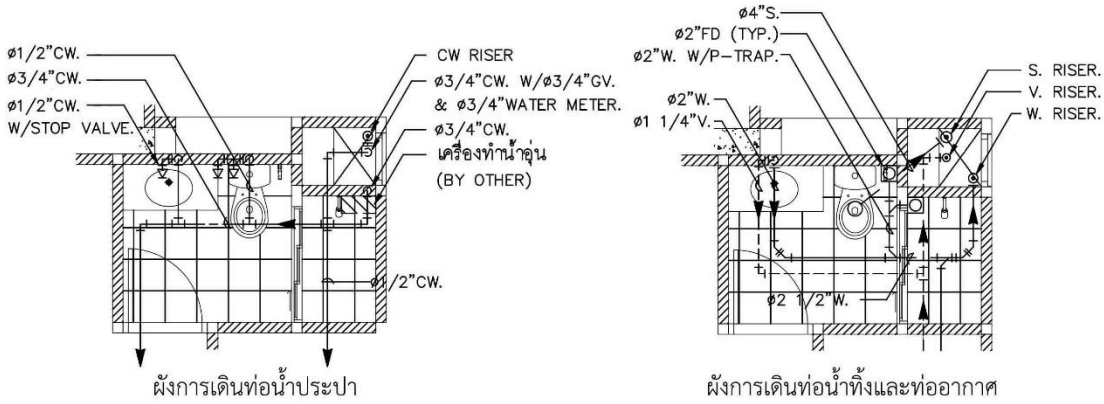
ภาพที่ 2.39 กรรมวิธีการทำวัสดุปิดผิวบนอีพีเอสโฟม [31]

ในการสร้างงานวิจัยจะเลือกใช้การก่อสร้างในแบบที่ 3 แต่เปลี่ยนจากการใช้น้ำยาเคลือบโพลีโคทหรืออีพ็อกซี่ มาเป็น ซีเมนต์กันซึมชนิดยืดหยุ่นตัวได้ (Flex Shield-Flexible Waterproofing Cement) ซึ่งเป็นส่วนผสมของเรซินกับฮาร์ดเดนเนอร์ ในรูปแบบผง ใช้ผสมน้ำและทาลงบนพื้นผิว ซึ่งแท้จริงแล้วไม่ได้ใช้เพื่อการกันรั่วซึม แต่ต้องการคุณสมบัติในการเปลี่ยนผิววัสดุอีพีเอส โฟม ให้เป็นผิวคอนกรีต เพื่อให้สามารถฉาบกาวซีเมนต์ได้ เป็นกรรมวิธีการใช้งานที่ง่ายและราคาถูกกว่าการใช้น้ำยาประเภทน้ำยาเคลือบโพลีโคทหรืออีพ็อกซี่

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 วิเคราะห์ปัญหาจากงานก่อสร้างและการดูแลรักษา ของงานระบบสุขาภิบาลในอาคารชุดพักอาศัย เพื่อหาแนวทางการแก้ไข

ทำการศึกษาการออกแบบงานระบบสุขาภิบาลของอาคารชุดพักอาศัย ที่มีการวางผังห้องน้ำเหมือนกับผังต้นแบบที่เลือกไว้ ซึ่งตามมาตรฐานทั่วไปแบบงานสุขาภิบาลจะแยกแบบออกเป็น 2 ส่วน คือ ผังการเดินท่อน้ำประปาหรือท่อน้ำดี และผังการเดินท่อน้ำทิ้งและท่ออากาศ เพื่อความชัดเจนและสามารถเข้าใจได้ง่าย



ผังการเดินท่อน้ำประปา ผังการเดินท่อน้ำทิ้งและท่ออากาศ

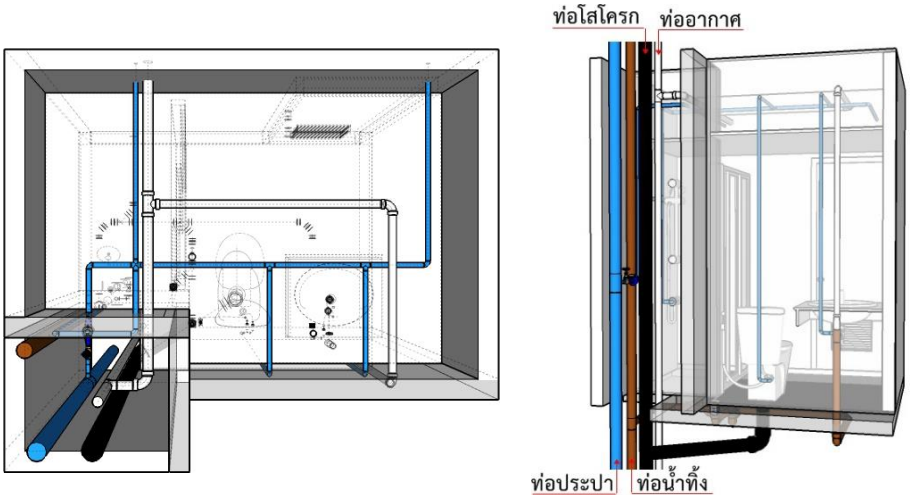
ภาพที่ 3.1 แบบงานระบบสุขาภิบาลของอาคารชุดพักอาศัยจากกรณีศึกษา ที่มีรูปแบบการวางผังเหมือนห้องน้ำต้นแบบที่ได้เลือกไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.1 แสดงคำอธิบายอักษรย่อที่ปรากฏในแบบงานระบบสุขาภิบาล

สัญลักษณ์	ย่อมาจาก	สัญลักษณ์	ย่อมาจาก
CW.	COLD WATER PIPE	GV.	GATE VALVE
S.	SOIL PIPE	FD.	FLOOR DRAIN
V.	VENT PIPE	TYP	TYPICAL
W.	WASTE PIPE	W/	WITH

ตามมาตรฐานงานก่อสร้างแนวท่อประปาที่อยู่นอกผนัง จะต้องทำการเดินลอยเหนือฝ้าเพดานเพื่อต่อไปยังส่วนอื่นที่อยู่นอกห้องน้ำ ส่วนแนวท่อน้ำทิ้งจะเดินใต้พื้น แต่เพื่อลดระยะการเดินท่อน้ำประปาผู้รับเหมาบางรายจะทำการวางแนวท่อฝังใต้พื้นคอนกรีตแทนซึ่งยากต่อการปรับเปลี่ยนและบำรุงรักษา



ภาพที่ 3.2 ภาพ 3 มิติ จำลองแนวการวางท่อตามขนาดและการออกแบบของวิศวะกร

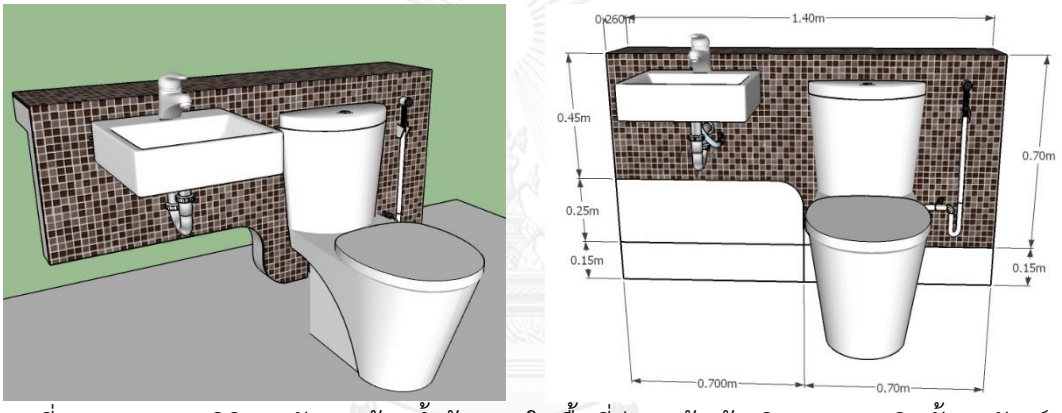
จากภาพที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าแนวท่อประปาจะต้องเดินบนฝ้าเพดานแล้วจึงลดขนาดท่อลงและแยกลงมาสู่สุขภัณฑ์แต่ละชิ้น ตามการออกแบบของวิศวะกร เพื่อให้สามารถเปิดฝ้าเพดานขึ้นไปซ่อมบำรุงได้ รวมถึงแนวท่ออากาศที่ต่อออกจากท่อน้ำทิ้งของอ่างล้างหน้าด้วยเช่นกัน แต่ในความเป็นจริงเมื่อทำการก่อสร้าง ผู้รับเหมามักจะเปลี่ยนแนวการวางท่อประปาให้เดินเรียบบนพื้นแล้วจึงแยกเข้าสู่สุขภัณฑ์แต่ละชิ้นแทน เพื่อลดระยะความยาวของแนวท่อประปา ซึ่งแนวท่อประปาทั้งหมดจะถูกฝังอยู่บนพื้น ไม่สามารถซ่อมบำรุงได้ ด้วยเหตุผลว่าน้ำจะรั่วซึมได้ยากเนื่องจากมีคอนกรีตเททับอยู่ แต่ในความเป็นจริงจะทำให้เกิดปัญหาตามมา หากเกิดการรั่วซึมจะไม่สามารถซ่อมแซมได้ ต้องทำการทุบพื้นเท่านั้นและ การรั่วซึมของน้ำยังมีผลกระทบต่อโครงสร้างของอาคารด้วย

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการวางแนวท่อประปาบนพื้นก่อนเทคอนกรีตทับ [32]

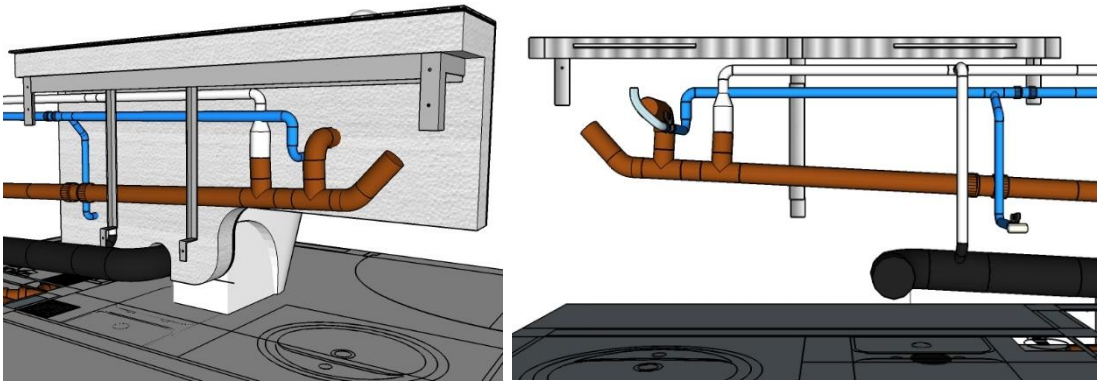
3.2 ออกแบบระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูปสำหรับสุขภัณฑ์ในส่วนแห้ง ทดลองสร้างและบันทึกผล

จากแนวความคิดในการทำแผ่นผนังเตี้ยหรือ Low wall ในห้องน้ำสำเร็จรูป บริเวณหลังอ่างล้างมือ-ล้างหน้าและโถส้วม จึงนำมาพัฒนาการออกแบบ “ชุดงานระบบสุขภัณฑ์” ที่ประกอบด้วยชุดงานท่อสุขาภิบาล ที่ใช้เหล็กเป็นโครงสร้างรับน้ำหนักและยึดแนวท่อ และชุดแผ่นผนัง ทำจากวัสดุอีพีเอส โฟม ความหนา 3 นิ้ว ปูทับด้วยกระเบื้องเซรามิค โดยสุขภัณฑ์ที่ต้องติดตั้งเข้ากับชุดงานระบบสุขภัณฑ์นี้ประกอบด้วย อ่างล้างมือ-ล้างหน้า โถชักโครก และสายฉีดชำระ

ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบแนวการวางท่อภายในช่องผนังให้สัมพันธ์กับตำแหน่งการติดตั้งสุขภัณฑ์ โดยอ้างอิงจากแบบงานสุขาภิบาลของกรณีศึกษา กำหนดขนาดโครงสร้างและสร้างรูปแบบแผ่นผนังด้วยโปรแกรมจำลองภาพสามมิติ



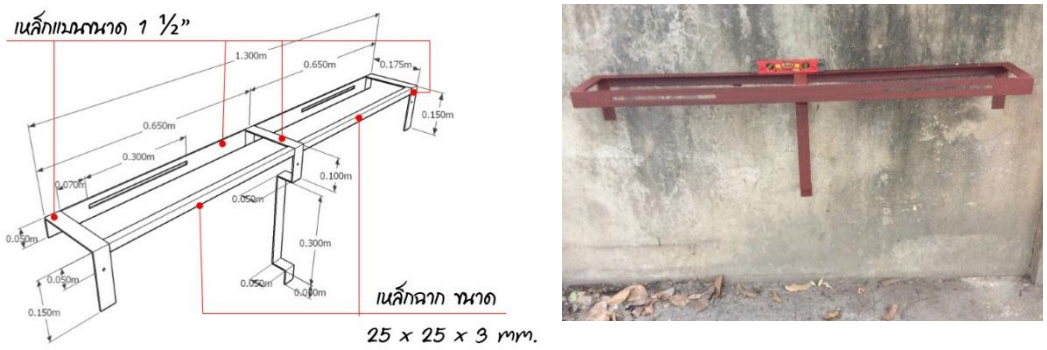
ภาพที่ 3.4 ภาพสามมิติจากผังของห้องน้ำต้นแบบในพื้นที่ส่วนแห้ง อ้างอิงระยะการติดตั้งสุขภัณฑ์ตามแบบงานสุขาภิบาลและกำหนดขนาดของแผ่นผนังให้เหมาะสม



แนวการวางท่อด้านหลัง *แนวการวางท่อด้านหน้า*

ภาพที่ 3.5 ออกแบบแนวการวางท่อตามตำแหน่งมาตรฐานจากคู่มือการติดตั้งของสุขภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบโครงสร้างเหล็กรับท่อ เพื่อให้ได้ขนาดและระยะที่สัมพันธ์ตามแบบก่อนการสร้างจริง

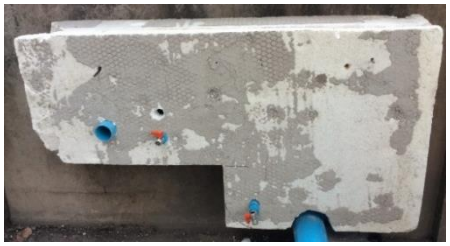


ภาพที่ 3.6 ถอดแบบขนาดโครงเหล็กกำหนดระยะการเจาะโดยละเอียด สร้างจริงตามแบบและยึดไว้บนผนังเพื่อใช้เป็นระดับอ้างอิง

ขั้นตอนที่ 3 ติดตั้งแนวการวางท่อตามแบบ ปรับระยะและตำแหน่งการติดตั้งให้เหมาะสม โดยในส่วนของท่อน้ำประปา ในการออกแบบขั้นต้นกำหนดให้ใช้ท่ออ่อนเพื่อให้สามารถหมุนถอดได้สะดวก ในเวลาที่ต้องการถอดแผ่นผนังเพื่อซ่อมบำรุง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

ภาพที่ 3.7 ปรับระยะตามความเหมาะสมจากการติดตั้งจริง

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อมีการปรับเปลี่ยนระยะจากแบบ ระยะช่องท่อบนแผ่นผนังจึงต้องเปลี่ยนไปตามระยะบนหน้างานจริง ใช้แผ่นอีพีเอส โฟม ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ จำลองการติดตั้งบนโครงสร้างเหล็ก เพื่อกำหนดตำแหน่งการเจาะช่องท่อ

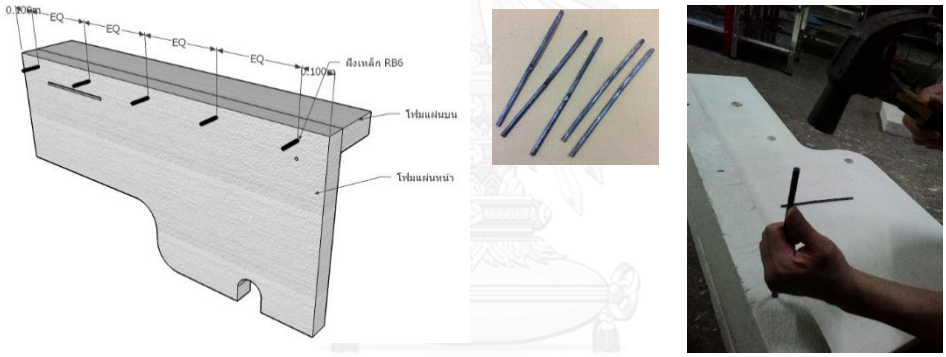


ภาพที่ 3.8 กำหนดระยะตำแหน่งการเจาะช่องท่อ ให้ตรงกับระยะการวางท่อภายใน

ขั้นตอนที่ 5 วัดระยะจากแผ่นอีพีเอส โฟม จำลอง เพื่อใช้ตัดขนาดแผ่นอีพีเอส โฟม ที่จะใช้งานจริง

ภาพที่ 3.9 วัดและตัดแผ่นโฟมตามขนาดที่ได้จากแผ่นผนังจำลอง เจาะช่องท่อและเจาะตำแหน่งยึดน็อต

ขั้นตอนที่ 6 ประกอบชิ้นส่วนชิ้นหน้าผนังและชิ้นบน เข้าด้วยกัน โดยใช้น้ำยาประสานโฟม เพื่อให้อีพีเอส โฟม ทั้งสองแผ่นมีความยึดเกาะระหว่างกัน และเสริมความแข็งแรงด้วยเหล็กเส้น RB6

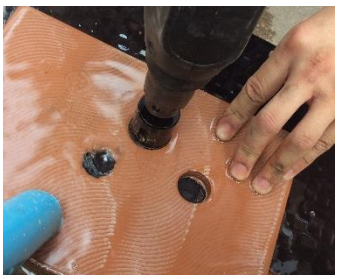


ภาพที่ 3.10 ตำแหน่งการเสริมเหล็ก RB6 โดยให้มีระยะห่างจากขอบอีพีเอส โฟม อย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพื่อป้องกันการแตกของผิวโฟม และตำแหน่งเหล็กที่เหลือ วางให้มีระยะห่างเท่า ๆ กัน

ขั้นตอนที่ 7 ผสมซีเมนต์ทากันซึมชนิดยืดหยุ่นตัวได้ โดยให้มีอัตราส่วนตามเอกสารกำกับของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการเปลี่ยนผิวโฟมให้มีคุณสมบัติเหมือนผิวคอนกรีต

ภาพที่ 3.11 ทาซีเมนต์ทากันซึมชนิดยืดหยุ่นตัวได้ ทั้งหมด 2 รอบ และปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 8 หลังจากผิวซีเมนต์ทากันซึมชนิดยืดหยุ่นแห้งตัวดีแล้ว ในช่วงเวลาที่ยังไม่ถึง 48 ชั่วโมง หลังการทา สามารถทำการวัดและตัดขนาดกระเบื้องไว้ก่อนได้ โดยให้พอดีกับพื้นที่ ส่วนที่กระเบื้องชนกันให้เจียรขอบ 45 องศา และเจาะช่องท่อก่อนการปู



ภาพที่ 3.12 วางตำแหน่งกระเบื้อง วัดขนาดและทำการเจาะช่องท่อบนกระเบื้อง โดยต้องใช้แม่แบบในการเจาะและต้องมีการหล่อน้ำในขณะเจาะ เพื่อป้องกันความร้อนจากการเสียดสีจะทำให้ดอกสว่านไหม้

ขั้นตอนที่ 9 ผสมกาวซีเมนต์ในอัตราส่วนตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์ ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน และทำการปูกระเบื้องตามวิธีการก่อสร้างในขั้นตอนปกติ ทิ้งให้กาวซีเมนต์แห้งประมาณ 24 ชม. ก่อนทำการยาแนวกระเบื้อง

ภาพที่ 3.13 การปูกระเบื้องด้วยเกรียงหวีจะทำให้ปริมาณกาวซีเมนต์แทรกซึมตามผิวกระเบื้องและพื้นผิวได้ดีกว่าการใช้เกรียงใบโพธิ์

ขั้นตอนที่ 10 ยึดตำแหน่งจุดติดตั้งสายชำระโดยใช้พุกและสกรู ตามวิธีการปกติ ในส่วนของท่อประปาที่ต้องต่อเข้ากับสต็อปวาล์ว 2 ตำแหน่ง ออกแบบให้เชื่อมงานระบบด้านในกับด้านนอกผนัง ด้วยท่อเหล็กหล่อกลึงเกลียวทั้งสองด้าน เชื่อมกับระบบสายอ่อนภายในและเชื่อมกับสต็อปวาล์วภายนอก เพื่อให้สามารถหมุนออกเมื่อต้องการทำการถอดผนังได้

ภาพที่ 3.14 ท่อเหล็กกลึงเกลียวและตำแหน่งติดตั้งบนชิ้นงาน ของอุปกรณ์ประกอบ

<u>ขั้นตอนที่ 11</u> ทดสอบการติดตั้ง โดยนำไปติดตั้งกับชุดโครงเหล็กที่ทำการยึดไว้พร้อมแนวท่อในตอนต้น โดยกำหนดให้จุดยึดแป้นแขวนอ่างล้างหน้า ทะลุเข้าไปยึดที่โครงเหล็กด้วย โดยใช้น็อตขนาด M6 x 1.0mm สกรูมิลขาว ความยาว 4 นิ้ว ขันด้วยประแจปากตายเบอร์ 11 ทั้งสองตำแหน่ง และเพิ่มจุดยึดอีกหนึ่งจุดบริเวณเหนือโถชักโครก ด้วยน็อตขนาดเดียวกัน โดยทำการเชื่อมน็อตตัวเมียติดเข้ากับโครงเหล็กก่อน จะทำให้สามารถขันน็อตได้จากภายนอกโดยไม่ต้องเอื้อมมือเข้าไปด้านใน

ภาพที่ 3.15 การติดตั้งโดยใช้แรงงาน 2 คน ทำการประกอบอุปกรณ์คนละฝั่ง

3.3 ปรับแบบจากปัญหาที่พบเพื่อ พัฒนาระบบการติดตั้งองค์ประกอบด้านสุขาภิบาล ในพื้นที่ส่วนแห้ง

1) เมื่อทำการติดตั้งจริงพบว่า ระดับความสูงอ่างล้างมือ-ล้างหน้า อยู่ที่ระดับ 92 เซนติเมตร เกินจากมาตรฐานความสูงของขอบอ่างที่ 80-85 เซนติเมตร จึงต้องลดระยะความสูงของโครงเหล็กภายในและความสูงของขอบอ่างล้างหน้า เท่ากับความสูงของแผ่นผนังพอดี ผิดจากแบบที่วางไว้จึงต้องเพิ่มความหนาของ EPS Foam แผ่นที่อยู่ด้านบนจากขนาด 3” เพิ่มเป็น 4” เพื่อให้ผนังมีระดับที่สูงกว่าขอบอ่างล้างหน้า

ภาพที่ 3.16 ระดับความสูงของอ่างล้างหน้า เมื่อทำการติดตั้งแล้วเสร็จ

2) แผ่นผนังมีโมเมนต์การแกว่งตัว จึงควรเพิ่มจุดรับแผ่นผนังบริเวณด้านล่างของแกนเหล็กรับท่อตำแหน่งหลังโถส้วม เนื่องจากเป็นตำแหน่งรับแผ่นผนังที่มีความยาวประมาณ 70 เซนติเมตร

ภาพที่ 3.17 เพิ่มจุดค้ำยันบริเวณด้านล่างของแกนเหล็กรับท่อ

3) การออกแบบขั้นต้นเลือกใช้เหล็กแบนเป็นโครงสร้าง เนื่องจากต้องการโครงสร้างที่มีความบางเบา แต่ทำให้มีความแข็งแรงไม่เพียงพอ โครงเหล็กจึงมีการแอ่นตัวบริเวณแขนที่ยื่นออกมา จึงเปลี่ยนจาก

เหล็กแบน ให้เป็นเหล็กฉากโดยปรับขนาดให้มีความเหมาะสม เพื่อให้โครงสร้างมีความแข็งแรงและรับน้ำหนักได้มากขึ้น

ภาพที่ 3.18 โครงเหล็กมีการแอ่นตัว เมื่อวางแผ่นผนังจึงเกิดความลาดเอียง

4) การติดตั้งและการถอดแผ่นผนังสามารถปรับวิธีการให้ง่ายขึ้นได้ โดยเปลี่ยนจุดยึดแผ่นผนังจากตำแหน่งด้านหน้า มาเป็นด้านบนแทน และทำการเชื่อมน็อตตัวเมียติดเข้ากับโครงสร้างเพื่อให้สามารถขันน็อตตัวผู้เข้าไปได้ และเปลี่ยนให้จุดยึดอ่างล้างหน้าทำการติดตั้งก่อนประกอบแผ่นผนัง

ภาพที่ 3.19 ปรับตำแหน่งการยึดน็อตให้สามารถติดตั้งได้ง่ายขึ้น

5) ระบบท่ออ่อนไม่เหมาะสมกับการใช้งาน เนื่องจากมีความทนทานต่ำ และการถอดท่อต้องเอื้อมมือลอดเข้าไปหมุนจากทางด้านใน ไม่สะดวกในการทำงาน จึงเปลี่ยนให้ใช้ระบบข้อต่อเกลียวแทน

6) ขนาดช่องท่อภายในผนังต้องมีความกว้างไม่ต่ำกว่า 18 ซม. จึงจะสามารถติดตั้งท่อและข้อต่อทั้งหมดได้ ยกเว้นกรณีที่ไม่ใช้ท่อโสโครกชนิดท่อออกผนัง (P-Trap) จะสามารถความกว้างลงได้เหลือ 14 ซม.

งบประมาณในการทำงานวิจัย : 15,000 บาท

แรงงานที่ใช้ในงานวิจัย : 3 คน

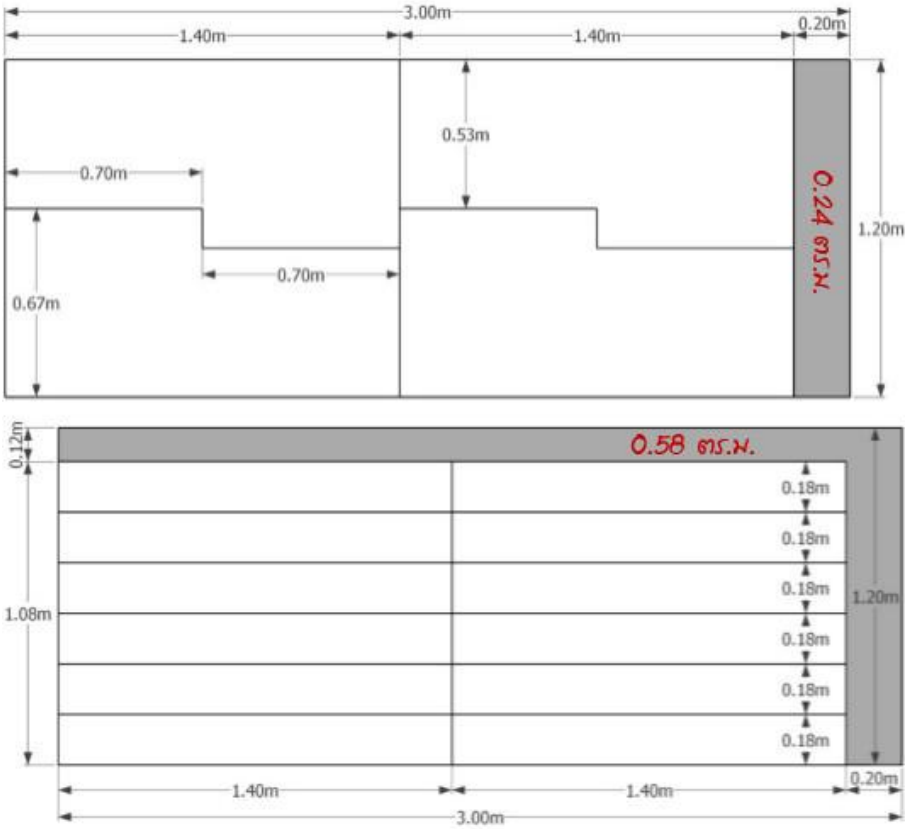
บทที่ 4
สรุปผลการวิจัย

4.1 รายละเอียดการออกแบบชุดงานระบบสุขภัณฑ์

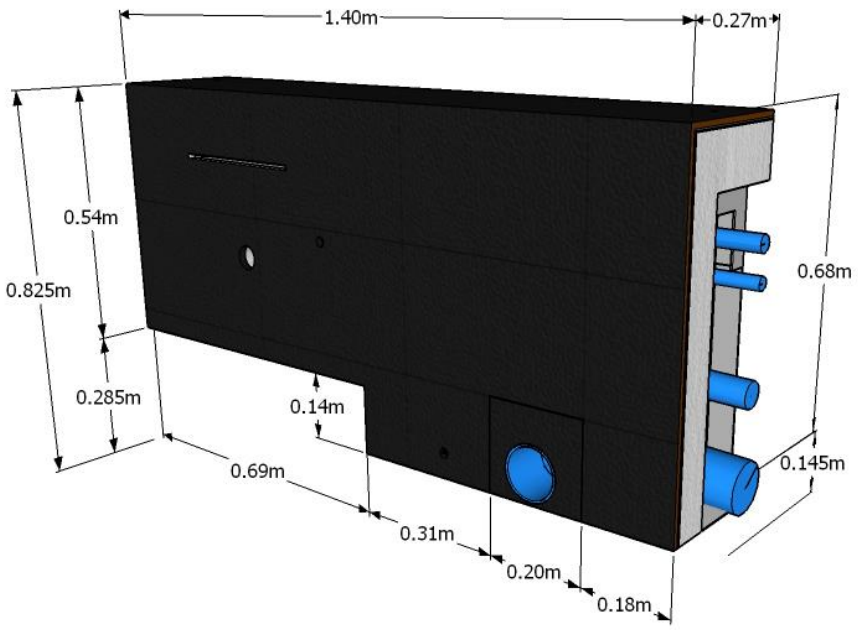
จากข้อปัญหาที่พบในการทดลอง นำมาปรับปรุงแบบชุดงานระบบสุขภัณฑ์ โดยให้สัมพันธ์กับระยะมาตรฐานของการติดตั้งสุขภัณฑ์ ใช้วัสดุและอุปกรณ์ขนาดมาตรฐานที่มีทั่วไปตามท้องตลาด

4.1.1 ชุดแผ่นผนัง

ขนาดของแผ่นผนังปรับให้สัมพันธ์กับขนาดแผ่นมาตรฐานของแผ่น อีพีเอส โฟม เพื่อให้เหลือเศษจากการตัดน้อยที่สุด แผ่นอีพีเอสโฟมมีขนาด 1.20 x 3.00 เมตร แผ่นผนังชิ้นหน้าใช้ความหนา 3” สามารถตัดได้ 4 ชิ้น จะเหลือเศษวัสดุจากการตัด 0.24 ตารางเมตร ส่วนแผ่นผนังชิ้นบนใช้ความหนา 4” อีพีเอสโฟม 1 แผ่น สามารถตัดได้ 12 ชิ้น จะเหลือเศษวัสดุ 0.58 ตารางเมตร ซึ่งเศษวัสดุที่เหลือนี้สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุกันกระแทกในขั้นตอนการบรรจุกล่องเพื่อขนส่งได้



ภาพที่ 4.1 การคำนวณเศษวัสดุที่เหลือจากการตัดชิ้นงาน

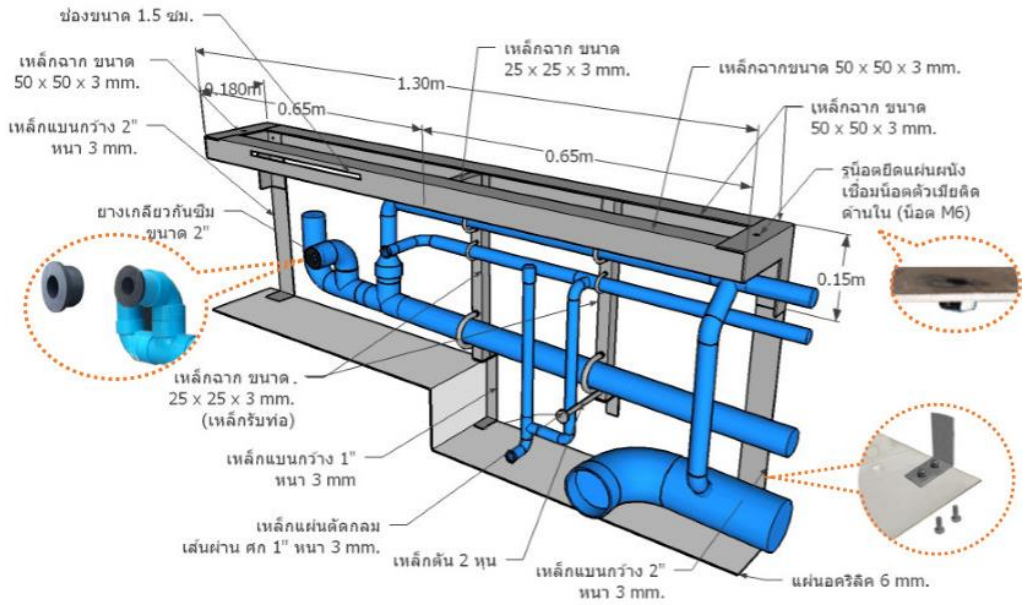


ภาพที่ 4.2 ขนาดและระยะของแผ่นผนัง

4.1.2 ชุดโครงเหล็ก

หัวใจสำคัญของงานวิจัยนี้ คือการออกแบบชิ้นส่วนชุดท่อสำเร็จรูป ดังนั้นความสำคัญจึงอยู่ที่ชุดโครงสร้างและรายละเอียดการเดินท่อภายใน ที่ต้องได้มาตรฐานและสามารถติดตั้งใช้งานได้จริง ส่วนของแผ่นผนังที่เป็นวัสดุปิดผิวนั้นสามารถปรับเปลี่ยนได้ หลังจากศึกษาด้วยการทดลองสร้างจริงแล้ว จึงทำการปรับขนาดโครงเหล็กให้สัมพันธ์กับการรับน้ำหนักและระยะการวางแนวท่อ ตามขนาดของแผ่นผนังรวมถึงออกแบบรายละเอียด ให้สามารถติดตั้งและซ่อมแซมได้ง่าย

ภาพที่ 4.3 ปรับแบบชุดโครงสร้างและงานระบบท่อเพื่อศึกษาความเป็นไปได้



ภาพที่ 4.4 รายละเอียดขนาดและวัสดุโครงสร้าง

<u>รายละเอียดวัสดุ</u>

<u>1) โครงสร้างเหล็ก</u>

ความกว้างของโครงเหล็กจะมีขนาดสั้นกว่าแผ่นผนังข้างละ 5 เซนติเมตร เพื่อป้องกันค่าความคลาดเคลื่อนของระยะผนัง ซึ่งหากระยะของผนังเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จมีขนาดที่แคบกว่าในแบบยังสามารถเจียรแผ่นผนัง เพื่อปรับขนาดให้พอดีได้ จากผังห้องน้ำต้นแบบจะมีความกว้างของผนังในส่วนแห้ง 1.40 เมตร ดังนั้นความกว้างของโครงเหล็กจะมีขนาด 1.30 เมตร

- โครงสร้างหลักที่ต้องรับน้ำหนักแผ่นผนัง ใช้วัสดุเหล็กฉาก ขนาด 50x50x3 มม.
- แกนเหล็กรับท่อ ใช้วัสดุเหล็กฉาก ขนาด 25x25x3 มม.
- แกนเหล็กยึดวัสดุปิดช่องใต้แผ่นผนัง ใช้วัสดุเหล็กแบน หนา 3 มม. ขนาดความกว้าง 2” และ 1” ตามขนาดเหล็กฉากที่เชื่อมต่อลงมาจากเหล็กโครงสร้าง เจาะรูสำหรับแผ่นวัสดุปิดช่องและเชื่อมน็อตตัวเมียติดไว้กับแผ่นเหล็กด้านบน

<u>2) อุปกรณ์ยึดท่อ</u>

อุปกรณ์ยึดท่อใช้ยูโบลท์แกนเหล็ก เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้การยึดติดด้วยน็อต มีความคงทนแข็งแรงและรับน้ำหนักได้มาก สามารถปรับความแน่นของการยึดท่อและปลดออกได้สะดวก ในขั้นตอนการติดตั้งและซ่อมบำรุง

<u>3) ยางเกลียวกันซึม</u>

บริเวณข้อต่อที่เชื่อมเข้ากับท่อดักกลิ่นของอ่างล้างหน้า จะอุดด้วยยางเกลียวกันซึมเพื่อป้องกันน้ำย้อนเนื่องจากท่อดักกลิ่นของอ่างล้างมือ-ล้างหน้า จะมีขนาดเล็กกว่าท่อพีวีซี โดยไม่ต้องใช้

ปูนซีเมนต์ขาวหรือซิลิโคนยึดท่อดักกลิ่นให้ติดกับแผ่นผนัง จึงสามารถถอดออกได้ง่ายเมื่อต้องการถอดอ่างล้างมือ-ล้างหน้า เพื่อซ่อมแซมระบบท่อภายใน

4) ตำแหน่งยึดน็อต

- ตำแหน่งยึดแผ่นผนัง โครงเหล็กจะถูกเจาะรูและเชื่อมน็อตตัวเมียขนาด M6 ไว้ใต้เหล็กฉากบริเวณขอบทั้งสองด้าน

- ตำแหน่งยึดวัสดุปิดช่องใต้แผ่นผนัง เป็นส่วนที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อป้องกันสัตว์ขนาดเล็กเข้าไปทำรัง เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความชื้น โดยยึดวัสดุปิดช่องใต้แผ่นผนัง เข้าที่ด้านใต้ของแกนเหล็กแบน ซึ่งเชื่อมต่อลงมาจากแกนเหล็กรับท่อ โดยบริเวณรูเจาะบนโครงเหล็กแบน จะทำการเชื่อมน็อตตัวเมียขนาด M6 ไว้เช่นกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้วัสดุปิดช่องใต้แผ่นผนัง เป็นแผ่นอะคริลิกหนา 3 มม.

4.2 คำนวณการรับน้ำหนัก

จากการคำนวณน้ำหนักตามปริมาณวัสดุ ได้ผลดังนี้

- ชุดโครงสร้างเหล็กรวมติดตั้งท่อ มีน้ำหนักประมาณ 18 กิโลกรัม
- แผ่นผนังสำเร็จรูป มีน้ำหนักประมาณ 26 กิโลกรัม

ดังนั้น จะมี**น้ำหนักรวมทั้งชุดประมาณ 44 กิโลกรัม**

ซึ่งเมื่อทำการติดตั้ง จะมีน้ำหนักของสุขภัณฑ์เพิ่มขึ้นมา ได้แก่ อ่างล้างหน้า และอุปกรณ์ประกอบสุขภัณฑ์ ประมาณ 11 กิโลกรัม รวมทั้งสิ้น**น้ำหนักที่จะยึดติดบนโครงสร้างผนังประมาณ 55 กิโลกรัม** ซึ่งจุดยึดโครงสร้าง ออกแบบให้ยึดด้วยพุกตะกั่วด้านละ 2 จุด เพื่อให้มั่นใจว่าโครงสร้างและจุดยึดโครงสร้างจะสามารถรับน้ำหนักได้ จึงต้องมีการคำนวณ ดังนี้

4.2.1 คำนวณการรับน้ำหนักของโครงสร้าง

การคำนวณจะสมมุติฐานว่าใช้วัสดุปิดผิวเป็นหินแกรนิต ซึ่งมีน้ำหนักมากกว่ากระเบื้องเซรามิคทั่วไป

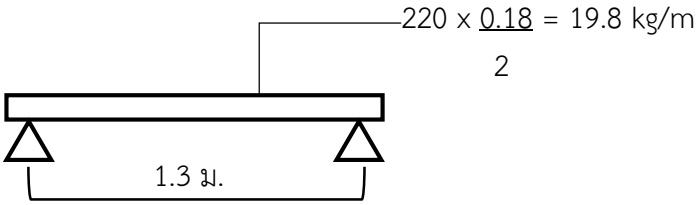
น้ำหนัก - แกรนิต+ปูนทราย = 2,400 x 0.026 x 0.2 x 1.4 = 17.47 kg

- อ่างล้างหน้า + อื่น ๆ = 35 kg

- โครงเหล็ก L50x50x4mm = [(1.3x2)+(0.18x2)] x3.06 = 9.05 kg

รวม = 17.47 + 35 + 9.05 = 61.52 kg

ดังนั้น คิดต่อตารางเมตร = $\frac{61.52}{1.4 \times 0.2}$ = 220 kg/m^2



โมเมนต์(M) = $\frac{Wl^2}{8}$ = $\frac{(19.8) \times (1.3)^2}{8}$ = 4.19 kg.m.

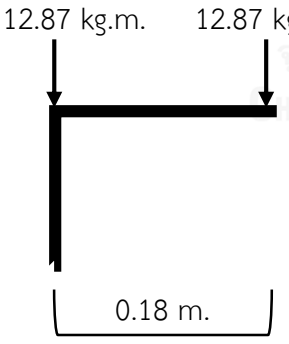
แรงเฉือน(V) = $\frac{Wl}{2}$ = $\frac{(19.8) \times (1.3)}{2}$ = 12.87 kg.m.

$Sx = \frac{M}{Fb} = \frac{4.19 \times 100}{(0.30 \times 2{,}400)} = 0.59\ cm^3 < 2.46\ cm^3$

จากผลการคำนวณพบว่า ค่ามอดูลัสหน้าตัดของโครงสร้างเหล็ก มีค่าเท่ากับ 0.354 cm^3 น้อยกว่า 2.46 cm^3 (จากตาราง ข.5 ในภาคผนวก ข) นั่นแสดงว่าโครงเหล็กสามารถรับน้ำหนักวัสดุทั้งหมดได้โดยไม่มีการแอ่น

4.2.2 คำนวณการรับน้ำหนักอุปกรณ์การยึด

กำหนดให้ใช้วิธีการยึดโครงสร้างด้วยพุกตะกั่ว ขนาด 1/4" ด้านละ 2 จุด



$M = \frac{Pl}{2} = \frac{(12.87)(0.18)}{2} = 1.16$ kg.m

$V = P \times 2 = 12.87 \times 2 = 25.74$ kg

$Sx = \frac{M}{Fb} = \frac{1.16 \times 100}{(0.3 \times 2{,}400)} = 0.16\ cm^3 < 2.46\ cm^3$

จำนวนสลักเกลียวเนื่องจากโมเมนต์ (ใช้สลักเกลียวขนาด 12 mm ตามตาราง12.7 ในภาคผนวก ข.)

$$Nt = \sqrt{\frac{6M}{n \times Rt \times a}}$$

= 0.11 ตัว < 2 ตัว

$$= \sqrt{(3{,}080)^2 - (4.39)\mathrm{fv}^2}$$

$$= \sqrt{\frac{6\ (1.16) \times 100}{1 \times (5{,}400) \times (10)}}$$

กำลังรับแรงเฉือน (kg/cm^2)

$$= \sqrt{(3{,}080)^2 - (4.39)(1{,}190)^2}$$

= 1,808 kg/cm^2

ใช้สลักเกลียวขนาด 12 mm มีพื้นที่หน้าตัด $\frac{\pi d^2}{4}$

= $\frac{\pi d^2}{4}$ = 1.13 cm^2

ดังนั้น สลักเกลียวสามารถรับแรงเฉือนได้ = 1.13 x 1,808 = 2,043 kg

หาจำนวนสลักเกลียวเนื่องจากแรงเฉือน

$N_s = \frac{P}{n \times R_s}$

$= \frac{15.65}{1 \times (2{,}043)}$ = 0.007 ตัว < 2 ตัว

* จากผลการคำนวณแสดงว่า การยึดโครงสร้างด้วยพุกตะกั่วสามารถรับน้ำหนักโครงสร้างได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในกรณีที่ผนังห้องน้ำไม่ใช่ผนังก่ออิฐฉาบปูน จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการยึดโครงสร้างให้เหมาะสม ดังนี้

ผนังอิฐมวลเบา

ควรใช้พุกโลหะสำหรับยึดอิฐมวลเบาโดยเฉพา มีชื่อว่า “Metal Expansion Fixing (FMD)”

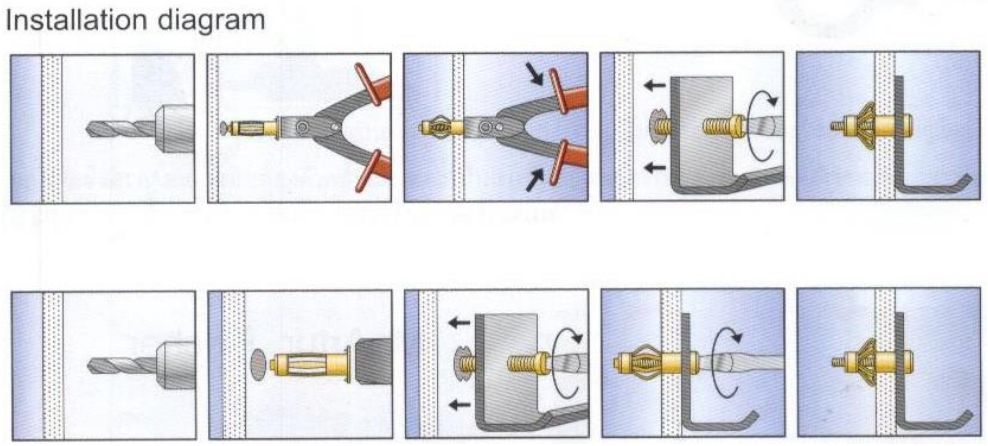
พุกเบอร์ 6 (ขนาด 6x32) – สามารถรับน้ำหนักได้ 30 กิโลกรัม/จุด

พุกเบอร์ 8 (ขนาด 8x38) - สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 50 กิโลกรัม/จุด

ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างขั้นตอนการติดตั้งพุก FMD ซึ่งใช้สำหรับผนังอิฐมวลเบาโดยเฉพาะ [33]

ผนังแผ่นยิปซั่มบอร์ด

แผ่นผนังยิปซั่มนั้น ถึงแม้จะมีความเปราะบาง แต่หากใช้อุปกรณ์การแขวนอย่างถูกต้อง ก็จะสามารถรับน้ำหนักการแหวนได้มากเช่นกัน ควรใช้ “พุกยิปซั่มเหล็กแบบร่ม” ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า 100 กิโลกรัม โดยช่วงคอของพุกต้องมีความกว้างที่เหมาะสมกับความหนาของแผ่นยิปซั่มที่ใช้บวก 2-3 มม. (ควรใช้แผ่นผนังยิปซั่มขนาด 12 มม. ขึ้นไป)



ภาพที่ 4.6 เจาะแผ่นยิปซัมเพื่อใส่พุกเข้าไป ใช้ไขควงสี่แฉกไข ด้นหลังพุกจะกางออกลักษณะคล้ายร่มงัดอยู่หลังแผ่นยิปซัม [34]

ภาพที่ 4.7 ภาพด้านหลังของพุกยิปซั่มเหล็กแบบร่ม เมื่อไขจนแน่น [35]

4.3 ขั้นตอนในการก่อสร้าง

ขั้นตอนในการก่อสร้าง จะแบ่งงานออกเป็นสามส่วนคือ งานโครงสร้างเหล็ก งานระบบท่อ และงานผลิตแผ่นผนัง ซึ่งงานโครงสร้างเหล็กและงานระบบท่อเป็นงานที่ต้องทำควบคู่กัน ถือเป็นการผลิตงานชุดเดียวกัน กรรมวิธีการก่อสร้างนั้นเป็นขั้นตอนเดียวกันกับวิธีดำเนินการวิจัย จะแตกต่างในรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้และกรรมวิธีที่มีการปรับเปลี่ยน ซึ่งสรุปขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้ออกมาในรูปแบบตาราง ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ขั้นตอนในการก่อสร้างและเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานผลิตแผ่นผนัง

ลำดับ	ขั้นตอนการก่อสร้าง	เครื่องมือที่ใช้
	แผ่นผนัง	
1	ร่างแบบบนแผ่นโฟม	
2	ตัดโฟมตามขนาดที่ร่าง	ลวดร้อนตัดโฟม
3	เจาะรูท่อตามตำแหน่งสุขภัณฑ์	ท่อเหล็ก
4	ยึดชิ้นหน้ากับชิ้นบนเข้าด้วยกันด้วยเหล็ก RB6 5 จุด + กาวลาเท็กส์	ค้อน
5	ทาซีเมนต์กันซึมชนิดยืดหยุ่นตัวได้ 2 รอบ ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง	ลูกกลิ้ง, แปรงทาสี, เกรียงฉาบ
6	วัดและตัดกระเบื้องตามขนาด เข้ามุม 45 องศา	เต้า, เครื่องตัดกระเบื้อง, หัวหมู+ใบตัดกระเบื้อง 4 นิ้ว
7	เจาะรูกระเบื้องตามตำแหน่งที่ mark ไว้ ตำแหน่งท่อ, ตำแหน่งยึดน็อต	จุดยึดน็อต - ดอกสว่านเจาะกระเบื้อง ขนาด 2 หุน ท่อ waste - ดอกสว่านเจาะรูกลม ขนาด 33 มม? ท่อ Soil - หัวหมูเจียร
8	ปูกระเบื้องชิ้นหน้า+ชิ้นบน ทิ้งให้กาวซีเมนต์แห้งประมาณ 24 ชม. ก่อนการยาแนว	ปูนกาว, สว่าน+ดอกสว่านผสมปูน,ถังผสมปูน, เกรียงหวี, ค้อนยาง, ฟองน้ำ, พลาสติกรูปกากบาท (spacer)
9	ยาแนวกระเบื้อง ทิ้งให้แห้งสนิท 12 ชม.	ปูนยาแนว, ถังผสมปูน, เกรียงยาง, ฟองน้ำ, ผ้าสะอาด
10	เจาะรูตำแหน่งติดตั้งสายฉีดชำระ + ฝังพุกพลาสติกเบอร์ 7	ดอกสว่านเจาะกระเบื้อง

ตารางที่ 4.2 ขั้นตอนในการก่อสร้างและเครื่องมือที่ใช้สำหรับงานโครงสร้างเหล็กพร้อมติดตั้งระบบท่อ

ลำดับ	ขั้นตอนการก่อสร้าง	เครื่องมือที่ใช้
	โครงเหล็ก + ระบบท่อ	
1	สร้างโครงเหล็กตามแบบ	ไฟเบอร์ตัดเหล็ก, เครื่องเชื่อม+ลวดเชื่อม, คีมล็อคจับเหล็ก, หัวหมู+ใบเจียร
2	เจาะรูตามตำแหน่งยึดน็อต + เชื่อมน็อตตัวเมียเข้ากับโครงเหล็ก	คีมล็อค,กุญแจเบอร์ 10-11,น็อต(M6 x 1.0mm สกรูมิลขาว) ความยาว 1 1/2" , จุกปิดหัวน็อต สว่านเจาะเหล็ก - รูยึดพุกตะกั่ว ใช้ดอกสว่านขนาด 2 หุน - รูยึดท่อ Vent 5/16" - รูยึดท่อ CW 1/4" - รูยึดท่อ Waste 5/16"
3	ทาสีกันสนิม 2 รอบ นำไปอบหรือตากแห้ง	
4	ประกอบท่อ	ไฟเบอร์/เลื่อยเหล็ก/คีมตัดท่อ PVC, น้ำยาประสานท่อพีวีซี
5	นำท่อมายึดกับโครงเหล็กด้วยยู-โบลท์	กุญแจเบอร์ 10-11 , กุญแจเบอร์ 13, กุญแจเลื่อน
6	ตัดแผ่นอคลิริคตามแบบ	เลื่อยวงเดือน(โต๊ะ) ใบเลื่อยวงเดือนสำหรับตัดอคริลิค, เครื่องพับอคริลิค
7	เจาะรู อะคริลิค	สว่านเจาะเหล็ก 2 หุน
8	ประกอบอะคริลิคเข้ากับโครงเหล็ก	กุญแจเบอร์ 10-11
9	ทดสอบการรั่วซึมของท่อ	มาตรความดัน,เครื่องอัดอากาศ,ปั๊มทดสอบความดันน้ำ

ในกรรมวิธีการผลิตนั้น ด้วยข้อจำกัดของวัสดุบางชนิดจะต้องมีการทิ้งช่วงให้วัสดุแข็งตัว ได้แก่ ขั้นตอนทาสีกันสนิมบนโครงเหล็ก ขั้นตอนทาซีเมนต์กันซึมชนิดยืดหยุ่นตัวได้ ขั้นตอนการปูกระเบื้อง และขั้นตอนการยาแนวกระเบื้อง ถือเป็นสายงานวิกฤต ซึ่งในช่วงที่ต้องรอสามารถเริ่มงานในส่วนอื่นควบคู่กันไปได้ และเมื่อคำนวณระยะเวลาการก่อสร้างแล้วเสร็จต่อ 1 ชุด ต้องใช้เวลาประมาณ 4 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 เวลาที่ใช้ตามขั้นตอนในการก่อสร้าง ต่อการผลิต 1 ชุด

	ขั้นตอนการก่อสร้าง / เวลาการทำงาน (วัน)	1	2	3	4
	แผ่นผนัง				
1	ร่างแบบบนโฟม				
2	ตัดโฟมตามขนาดที่ร่าง				
3	เจาะรูท่อตามตำแหน่งสุขภัณฑ์				
4	ยึดชิ้นหน้ากับชิ้นบนเข้าด้วยกันด้วยเหล็ก RB6 5 จุด + กาวลาเท็กส์				
5	ทาซีเมนต์กันซึมชนิดยืดหยุ่นตัวได้ 2 รอบ (ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง)				
6	วัดและตัดกระเบื้องตามขนาด เข้ามุม 45 องศา				
7	เจาะรูกระเบื้องตามตำแหน่งที่ mark ไว้				
8	ปูกระเบื้องชิ้นหน้า+ชิ้นบน (ทิ้งให้กาวซีเมนต์แห้งประมาณ 24 ชม.)				
9	ยาแนวกระเบื้อง (ทิ้งไว้ 12 ชม.)				
10	เจาะรูตำแหน่งติดตั้งสายฉีดชำระ + ฝังพุกพลาสติกเบอร์ 7				
	โครงเหล็ก + ระบบท่อ				
1	สร้างโครงเหล็กตามแบบ				
2	เจาะรูตามตำแหน่งยึดน็อต + เชื่อมน็อตตัวเมียเข้ากับโครงเหล็ก				
3	ทาสีกันสนิม 2 รอบ นำไปอบหรือตากแห้ง				
4	ประกอบท่อ				
5	นำท่อมายึดกับโครงเหล็กด้วยยู-โบลท์				
6	ดัด/ต่อ อคริลิคตามแบบ				
7	เจาะรู อะคริลิค				
8	ประกอบอะคริลิคเข้ากับโครง				
9	ทดสอบการรั่วซึมของท่อ				

4.4 ประเมินราคาในการก่อสร้าง

การประเมินราคาค่าก่อสร้าง แยกออกเป็นสองส่วนคือ ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรง

4.4.1 ค่าวัสดุก่อสร้าง

คำนวณจากการถอดตามปริมาณวัสดุ ซึ่งอ้างอิงราคาจาก หนังสือรายการประมาณราคา ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ปี 2558 และราคาจากร้านขายวัสดุก่อสร้าง (ราคาปลีก) สรุป**ราคาวัสดุก่อร้างรวมทั้งสิ้น ประมาณ 3,230 บาท** (รายละเอียดรายการคำนวณแสดงในตาราง BOQ ภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.4 รายการราคาวัสดุก่อสร้างอย่างย่อ

ลำดับ	รายการ	ราคาวัสดุ
1	งานโครงเหล็ก	611.85
2	งานระบบท่อ PVC	1,409.40
3	งานแผ่นผนัง	1,208.85
	รวมราคาวัสดุ	3,230.10

4.4.2 ค่าแรงงาน

การคำนวณค่าแรงงานแบ่งออกเป็นสามส่วน ได้แก่ งานโครงสร้างเหล็ก, งานท่อ และงานผนัง โดยคำนวณจากอัตราผลผลิตงานก่อสร้าง[2] คือปริมาณงานแต่ละประเภทที่ช่างสามารถผลิตได้ต่อชั่วโมงโดยคิดที่ค่าแรงขั้นต่ำวันละ 300 บาท อ้างอิงจากประกาศคณะกรรมการค่าจ้างเรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 7) ของกระทรวงแรงงาน ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2556 โดยใน 1 วันมีชั่วโมงทำงาน 8 ชั่วโมง

1) งานโครงสร้างเหล็ก

งานโครงสร้างเหล็กแบบเบา(ยึดด้วยการเชื่อม) เหล็กฉากขนาดขาเล็กฉากเล็กกว่า 100 มม. มีอัตราผลผลิตต่อวัน 816 กก. / วัน / 4 คน = 204 กก. / วัน / คน

งานโครงสร้างเหล็กใช้ทั้งหมด 13 กก. จะสามารถผลิตได้ = 15 ชุด / วัน / คน

คิดเป็นค่าแรง = $\frac{300}{15}$ = **20 บาท/ชุด**

[2] 36. วิสูตร จิระดำเกิง, ข้อมูลต้นทุนงานก่อสร้าง พ.ศ.2548. 2548, กรุงเทพฯ. 296.

2) งานท่อ

งานเดินท่อ พี.วี.ซี ของท่อน้ำดีและท่อน้ำทิ้ง โดยไม่มีงานสกัดผนัง

คิดเป็นอัตราผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 11 เมตร / วัน / คน

ชุดงานท่อ ใช้ความยาวท่อทั้งหมด 5.30 เมตร สามารถผลิตได้ 2 ชุด/วัน

คิดเป็นค่าแรง = 300 / 2 = **150 บาท/ชุด**

3) งานแผ่นผนัง

แยกออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

- งานตัด, ประกอบแผ่น อีพีเอส โฟม และทาซีเมนต์รองพื้น

ประมาณการผลิตใน 1 วันอยู่ที่ประมาณ 4 ชุด เท่ากับมีค่าแรงงานชุดละ 300 / 4 = 75 บาท/ชุด

- งานปูกระเบื้อง คิดระยะเวลาช้าที่สุดกรณีปูกระเบื้องแผ่นใหญ่ จะใช้เวลาประมาณ 0.4 ชั่วโมง หรือ 40 นาที/ตร.ม. หรือ 1 2/3 ชั่วโมง/ตร.ม. ในเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง จะได้งาน 5.3 ตร.ม.

ในราคาค่าแรง 300 บาท คิดเป็นราคาค่าแรงต่อตารางเมตร = 57 บาท

ดังนั้น พื้นที่ผนังประมาณ 1.2 ตร.ม. มีค่าแรงปูประเบื้อง = 69 บาท/ชุด

โดยใน 1 วันจะสามารถผลิตแผ่นผนังสำเร็จรูปได้ประมาณ

รวมค่าแรงงานผนัง = 75+69 = **144 บาท/ชุด**

ดังนั้น ค่าแรงงานจากทั้ง 3 ส่วน รวมเป็น 20 + 150 + 144 = 314 บาท/ชุด

Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.5 สรุปรวมราคาต้นทุนในการก่อสร้าง

ลำดับ	รายการ	ราคาวัสดุ	ค่าแรง
1	งานโครงเหล็ก	611.85	20.00
2	งานระบบท่อ PVC	1,409.40	150.00
3	งานแผ่นผนัง	1,208.85	144.00
	Total	3,230.10	314.00
	Gran Total		3,544.10

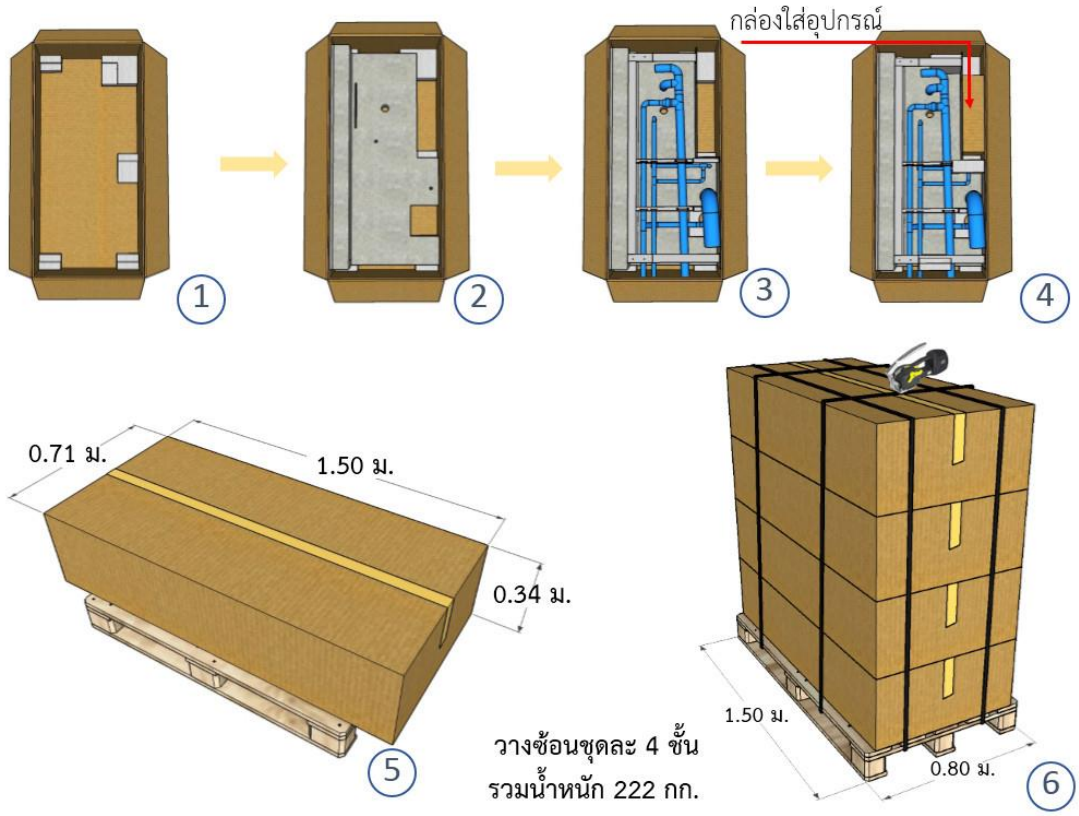
4.5 การขนส่ง

4.5.1 บรรจุภัณฑ์

ชุดงานระบบสุขภัณฑ์มีน้ำหนักรวมกันประมาณ 44 กิโลกรัม เป็นวัสดุที่สามารถแตกหักและชำรุดได้ การขนส่งจึงต้องมีบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยป้องกันความเสียหายและง่ายต่อการเคลื่อนย้าย ซึ่งบรรจุภัณฑ์ที่เลือกใช้คือ กล่องวัสดุกระดาษลูกฟูก เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา มีหลายประเภทและสามารถรับน้ำหนักได้มาก ทั้งยังสามารถนำไปรีไซเคิลได้ โดยเลือกใช้เกรดกระดาษ KA185 ประเภท ลอน 5 ชั้น ลอน BC มีความหนา 6.5 มม.ระดับความแข็งแรงสูงที่สุด สามารถรับน้ำหนักการเรียงซ้อน และรับการกระแทกได้ดีเยี่ยม

ภาพที่ 4.8 กระดาษลูกฟูกลอน 5 ชั้น [37]

ภายในกล่องจะบรรจุชุดงานระบบสุขภัณฑ์พร้อมอุปกรณ์การติดตั้ง และวัสดุกันกระแทกซึ่งสามารถใช้ อีพีเอส โฟมที่เป็นเศษเหลือจากการตัดชิ้นงานได้ โดยจากการคำนวณพบว่าอีพีเอสโฟม 1 แผ่น ขนาด 1.20 x 3.00 ม. จะสามารถนำมาตัดเป็นชิ้นงานได้ 3 ชุด และเศษ อีพีเอส โฟมที่เหลือสามารถนำมาใช้ในการบรรจุได้ 1 ชุด จึงสามารถประหยัดค่าวัสดุโฟมกันกระแทกได้ในอัตราส่วน 1/3 และในการบรรจุนั้น แม้ชิ้นงานจะแยกออกเป็น 2 ส่วน แต่สามารถบรรจุรวมในกล่องเดียวกันได้ โดยแผ่นผนังจะช่วยป้องกันความเสียหายในส่วนของชุดงานท่อที่มีความเปราะบาง



ภาพที่ 4.9 แสดงขั้นตอนการบรรจุชิ้นงานลงในกล่องบรรจุภัณฑ์แบบกล่องกระดาษลูกฟูก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการบรรจุ

1.1) วางชิ้นโฟมกันกระแทกที่มีการเซาะร่องให้มีขนาดพอดีกับชั้นงานลงไปตามมุมทั้ง 4 และตรงกลาง ด้านล่าง 1 จุด

1.2) วางแผ่นผนังคว่ำหน้าลงบนแผ่นโฟมกันกระแทก

1.3) วางชุดท่อลงบนแผ่นผนัง โดยคว่ำส่วนที่เป็นด้านหน้าลง

1.4) วางชุดโฟมค้ำแนวโครงเหล็ก และบรรจุกล่องอุปกรณ์ลงไปในช่องว่าง

1.5) ซีลเทปบรรจุภัณฑ์ให้เรียบร้อย

1.6) นำไปเรียงซ้อนกันบนพาเลทไม้ ให้สูงไม่เกิน 4 ชั้น รัดให้แน่นด้วยสายรัดพลาสติก

ข้อมูลบรรจุภัณฑ์

ประเภทกระดาษ : KA185/ KA185 ลอน BC

ขนาดกล่องบรรจุภัณฑ์โดยประมาณ : กว้าง 0.71 x ยาว 1.50 x สูง 0.34 เมตร

ราคากล่อง (เมื่อสั่งขั้นต่ำ 400 กล่อง) : 114 บาท/กล่อง

น้ำหนักกล่องโดยประมาณ : 3.40 กิโลกรัม

น้ำหนักโฟมกันกระแทก : 0.43 กิโลกรัม

ขนาดพาเลทไม้ที่ใช้ : 80 x 120 x 15 ซม.(มาตรฐาน EURO Pallet)

น้ำหนักพาเลทโดยประมาณ : 31 กิโลกรัม

น้ำหนักรวมชุดการขนส่ง 4 ชิ้น วางบนพาเลท : 222.08 กิโลกรัม

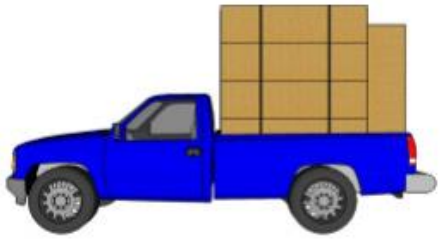
4.5.2 การขนส่ง

การเคลื่อนย้ายวัสดุที่อยู่ในบรรจุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว สามารถสามารถได้ด้วยเครื่องทุ่นแรง ที่สามารถยกน้ำหนักได้อย่างน้อย 1 ตัน และยกได้สูงจากพื้นอย่างน้อย 80 เซนติเมตร เพื่อสามารถยกขึ้นเทียบกระบะของรถขนส่งได้ เช่น รถโฟล์คลิฟท์, รถยกลาก, รถยกสูง, รถยกพาเลท เป็นต้น

ภาพที่ 4.10 ภาพรถโฟล์คลิฟท์ [38] และรกยกพาเลท [39] เครื่องมือที่ใช้ในการขนย้าย

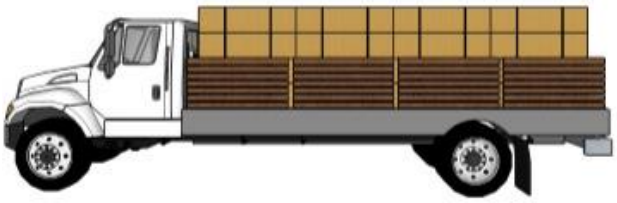
ภาพที่ 4.11 จำลองการเคลื่อนย้ายวัสดุจากโกดัง ขึ้นรถขนส่ง

รถขนส่งที่นิยมใช้ในการขนส่งวัสดุก่อสร้างได้แก่ รถบรรทุก 6 ล้อเนื่องจากรับน้ำหนักได้มาก และขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป มีความกว้างของตัวรถประมาณ 2 – 2.3 เมตร จึงสามารถวิ่งในซอยขนาดเล็กได้ แต่ด้วยกล่องชุดงานระบบสุขภัณฑ์ เมื่อจัดรวมชุดแล้วจะมีขนาดประมาณ 1.50 x 0.80 x 1.56 เมตร จึงสามารถบรรทุกด้วยรถกระบะขนาด 4 ล้อได้ ในกรณีที่เหลือเศษในการขนส่งเพียงไม่กี่ชุด ช่วยในการประหยัดค่าขนส่ง



รถปิ๊คอัพ
ความยาว 1.2 x 2.1 x 0.45m.
= 6 ชุด

รถบรรทุกขนาดเล็ก
ความยาว 1.58 x 2.2 x 0.36 m.
= 10 ชุด



รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ
ความยาว 2.1 x 6.2 x 1.8 m.
= 40 ชุด

ภาพที่ 4.12 คำนวณปริมาณการขนส่งในหนึ่งรอบของชุดบรรจุภัณฑ์แบบกล่องกระดาษลูกฟูก

4.6 การเตรียมพื้นที่หน้างานสำหรับการติดตั้ง

การเตรียมพื้นที่หน้างานสามารถทำใช้ 2 วิธี คือ

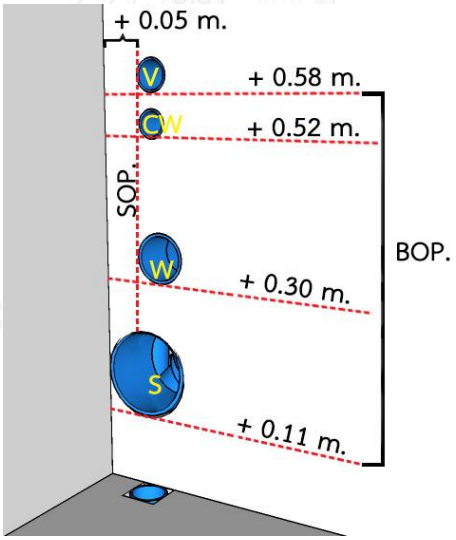
4.6.1 วิธีกำหนดตำแหน่งระยะช่องท่อ

กำหนดการวางตำแหน่งช่องผ่านท่อ (Sleeve) ด้วยระยะตามแนวแกน X และแกน Y โดยแนวแกน X จะกำหนดที่ค่า Side Of Pipe (SOP) คือ ระยะจากขอบผนังที่รวมความหนาของวัสดุปิดผิวแล้ว ถึงข้างท่อ ส่วนแนวแกน Y จะกำหนดที่ค่า Bottom Of Pipe (BOP) คือ ระยะความสูงจากพื้น ที่รวมความหนาของวัสดุปิดผิวแล้ว ถึงใต้ท่อ ดังนี้

ตารางที่ 4.6 กำหนดระยะช่องผ่านท่อ (sleeve) แต่ละประเภทที่ต้องเตรียมไว้ในพื้นที่หน้างาน

ประเภทท่อ	ระยะ SOP (แนวแกน X)	ระยะ BOP (แนวแกน Y)
- ท่อน้ำโสโครก (Soil Pipe) PVC 4" class 8.5	0.00 เซ็นติเมตร	11 เซ็นติเมตร*
- ท่อน้ำทิ้ง (Waste Pipe) PVC 3 "class 8.5	0.5 เซนติเมตร	30 เซ็นติเมตร
- ท่อน้ำประปา (Cool Water Pipe) PVC 2" class 13.5	0.5 เซนติเมตร	52 เซนติเมตร
- ท่ออากาศ (Vent Pipe) PVC 3 "class 8.5	0.5 เซนติเมตร	58 เซนติเมตร

* หมายเหตุ: ขึ้นอยู่ระยะท่อของโถส้วมเป็นตัวกำหนด กรณีนี้อ้างอิงจากรุ่นสุขภัณฑ์ที่กำหนดความสูงจากระดับพื้นถึงกึ่งกลางท่อที่ระดับ 19 เซนติเมตร



ภาพที่ 4.13 จัดเตรียมช่องท่อตามตำแหน่งที่กำหนดให้ ตามระยะ SOP. และ BOP. ตามแนวแกน X และแกน Y

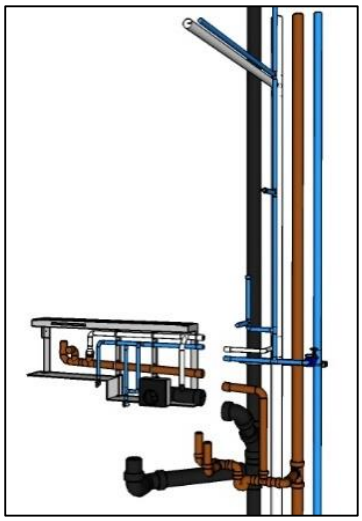
หลังจากงานโครงสร้างของอาคารแล้วเสร็จ การเดินท่องานระบบสุขาภิบาลจะดำเนินการไปพร้อมกับการก่อผนังภายใน ซึ่งที่พื้นจะยังไม่มีการปูวัสดุปิดผิว จึงไม่สามารถวัดค่าระดับจากพื้นและผนังที่ถูกต้องได้ ซึ่งในการวัดระยะในพื้นที่ก่อสร้างจะใช้ ‘เส้นระดับอ้างอิง’ หรือเรียกในภาษาช่างว่า

เส้นออฟเซ็ท ซึ่งเป็นมาตรฐานการทำงานของทุกโครงการก่อสร้าง โดยการกำหนดเส้นระดับอ้างอิงจะมีการประชุมและกำหนดเส้นระดับที่จะใช้ เพื่อให้เป็นแนวทางเดียวกันทั้งโครงการ เพื่อให้ผู้รับเหมาทุกคนรับทราบและใช้ระดับเดียวกันทุกระบบ โดยส่วนใหญ่จะใช้ที่ระดับ +1.00 เมตร เนื่องจากเป็นตัวเลขที่คำนวณได้ง่าย ในแนวนอนหรือแกน X จะกำหนดเส้นระยะ +1.00 เมตร จากกึ่งกลางเสาและทำการกำหนดเส้นแนวผนังก่อทิ้งไว้ ส่วนแนวตั้งหรือแนวแกน Y จะกำหนดเส้นความสูง +1.00 เมตร โดยวัดจากพื้นโครงสร้างบวกความหนาของวัสดุปิดผิว ซึ่งเส้นนี้ภาษาช่างมักจะเรียกว่า เส้นออฟเมตร จึงเป็นระบบที่ผู้รับเหมาคุ้นเคย และช่างทั่วไปสามารถทำได้

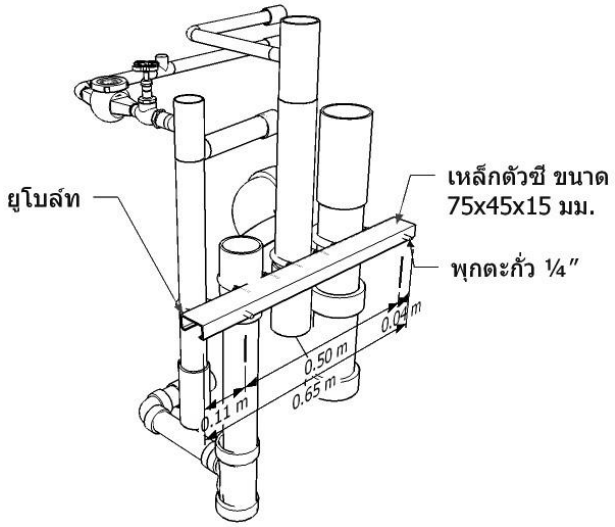
สำหรับกรณีที่เลือกใช้โถชักโครกระบบเดินท่อลงพื้น (S-Trap) การเผื่อระยะตำแหน่งท่อโสโครก จะต้องบวกความหนาของชิ้นงาน 22 ซม. เพิ่มเข้ากับระยะมาตรฐานที่กำหนดในการติดตั้งก่อนทำการวางช่องท่อ

4.6.2 ชุดงานระบบช่องท่อ

ชุดงานระบบช่องท่อเป็นชุดอุปกรณ์เสริมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการติดตั้ง โดยทำการถอดแบบท่อ จากแบบระบบสุขาภิบาลของโครงการ ที่วิศวะกรเป็นผู้ออกแบบ นำมาจัดเรียงใหม่ให้ติดตั้งและเคลื่อนย้ายง่าย โดยมีมาตรฐานการติดตั้งท่อสุขาภิบาลเป็นแนวทางการออกแบบ หลังจากได้แบบที่ลงตัวแล้ว จะทำการผลิตชุดท่อสำเร็จรูปจากโรงงาน และขนส่งมาติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง ตามขั้นตอนการก่อสร้างปกติ ในพื้นที่หน้างานจึงเหลือเฉพาะงานเดินท่อแนวตั้งเท่านั้น(Riser) โดยการออกแบบชุดงานระบบช่องท่อจะกำหนดให้เหลือความยาวของท่อแนวตั้งที่ 2 เมตร รวมระยะภายในข้อต่อตรง เช่น ระดับพื้นชั้นล่างถึงพื้นชั้นบนของอาคาร มีระยะ 2.60 เมตร ส่วนของชุดท่อที่ผลิตมาในระบบสำเร็จรูป จะมีความยาวประมาณ 60 ซม. เพื่อให้เหลือเฉพาะงานตัดท่อแนวตั้งที่ 2 เมตร ซึ่งในพื้นที่หน้างานสามารถตัดท่อรอได้ก่อน ทำให้การทำงานเร็วยิ่งขึ้น และไม่ว่าจะใช้ท่อ PVC ที่มีความยาว 4 เมตร หรือ 6 เมตร ก็จะสามารถตัดได้พอดี ไม่มีเศษเหลือ ซึ่งการติดตั้ง ชุดงานระบบช่องท่อร่วมกับ ชุดงานระบบสุขภัณฑ์ จะเรียกทั้งสองส่วนนี้ว่า <u>“ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป”</u>

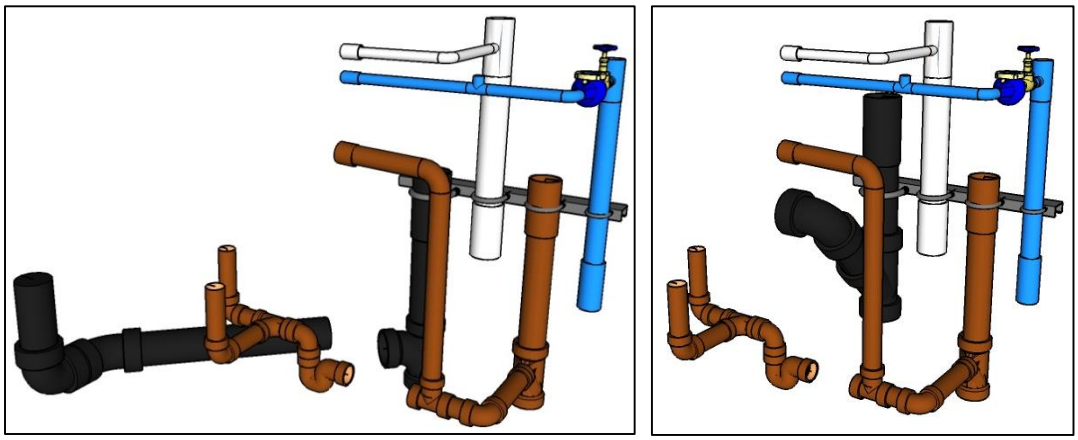


ภาพที่ 4.14 ออกแบบแนวการเดินท่อให้ได้ระดับที่เชื่อมต่อกับชุดงานระบบสุขภัณฑ์ และให้จัดแนวการวางท่อให้อยู่ในระนาบเดียวกัน**

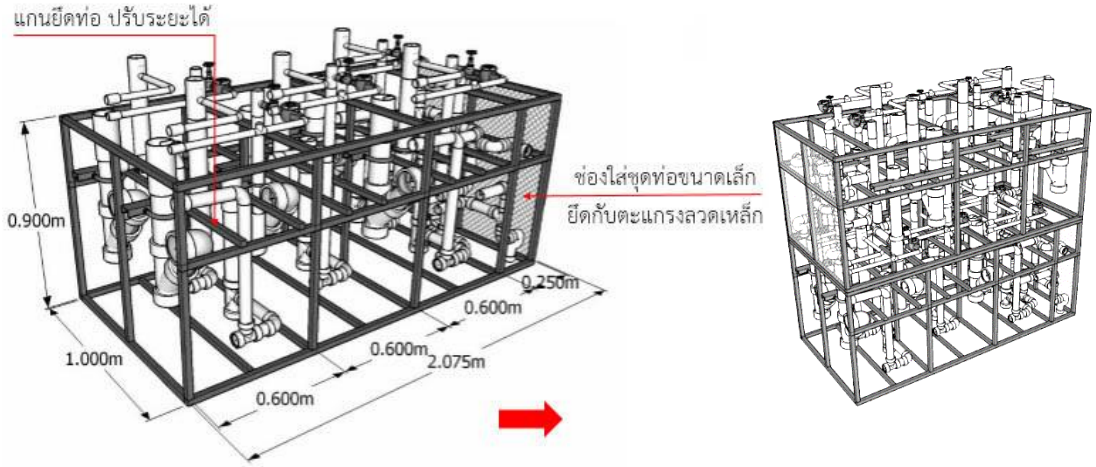


ภาพที่ 4.15 จัดกลุ่มท่อให้วางในระนาบเดียวกันแล้วยึดแต่ละท่อด้วยยูโบล์ทบนโครงเหล็กตัวซี เจาะรูสำหรับการขันน็อตด้วยพุกตะกั่ว 2 ตำแหน่ง

**หมายเหตุ: สีของท่อเป็นการจำลองเพื่อแยกประเภทของท่อเท่านั้น



ภาพที่ 4.16 (ซ้าย) ชุดงานระบบช่องท่อสำหรับโถส้วมชนิดท่อลงพื้น (ขวา) ชุดงานระบบช่องท่อสำหรับโถส้วมชนิดท่อออกผนัง โดยการผลิตจะแยกชุดท่อในช่องชาร์ป และชุดท่อที่เดินใต้พื้นออกจากกัน เพื่อให้ง่ายในการขนส่งแล้วจึงนำมาติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง**



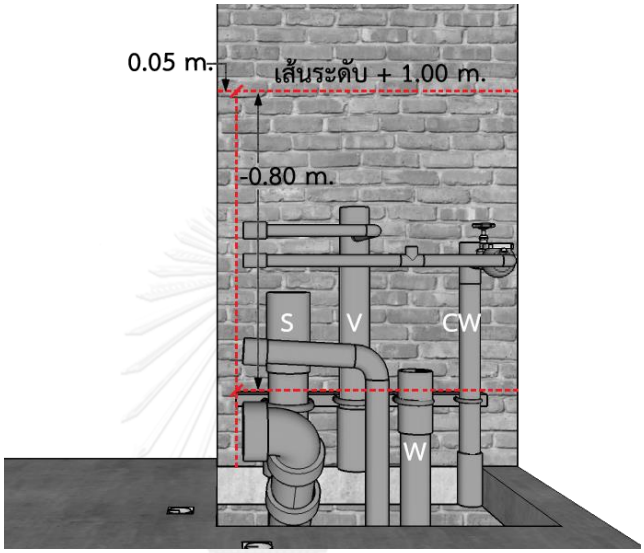
ภาพที่ 4.17 ระบบการจัดเก็บและขนส่ง เมื่อประกอบท่อเป็นชุดแล้วนำมาวางพาดบนโครงเหล็ก แยกไว้เป็นชุด จะทำให้สามารถขนย้ายขึ้นรถได้สะดวกและเมื่อถึงโครงการก่อสร้าง สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยเครน แต่การวางซ้อนกัน ต้องต้องหมุนสลับด้าน 180 องศา เพื่อไม่ให้ตำแหน่งท่อตรงกัน

**หมายเหตุ: สีของท่อเป็นการจำลองเพื่อแยกประเภทของท่อเท่านั้น

การติดตั้งชุดงานระบบช่องท่อ

การติดตั้งชุดงานระบบช่องท่อจะทำได้หลังจากมีการก่อผนังด้านที่รับแนวท่อแล้วเสร็จ เนื่องจากต้องใช้โครงสร้างผนังเป็นตัวรับจุดยึดท่อ

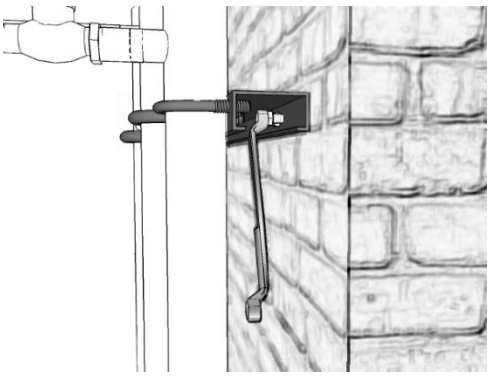
1) วัดตำแหน่งติดตั้ง โดยในแนวดิ่ง (แกน Y) ให้วัดอ้างอิงจากเส้นระดับ + 1.00 m (เส้นออฟเมตร) วัดต่ำลงมา - 0.80 m. ส่วนในแนวนอน (แกน X) ให้วัดอ้างอิงระยะจากผนังช่องท่อ ด้านที่จะต่อเข้ากับระบบสุขาภิบาลภายในห้องน้ำ โดยให้ห่างจากแนวผนัง 0.05 m.



ภาพที่ 4.18 แสดงการวัดระดับติดตั้งชุดงานระบบช่องท่อ

2) เจาะรูยึดน็อตด้วยสว่านเจาะคอนกรีต โดยใช้ดอกสว่านขนาด 3/8“ และใช้ค้อนตอกฝังพุกตะกั่วขนาด 1/4“ ลงไปในรูทั้ง 2 ตำแหน่ง

3) ขันยึดน็อตด้วยประแจแหวนคอ 75 องศา เบอร์ 11 โดยใช้เครื่องวัดระดับน้ำ จัดให้แกนยึดท่ออยู่ในแนวระนาบ



ภาพที่ 4.19 แสดงวิธีขันน็อตยึดกับผนังช่องท่อ ด้วยประแจแหวนคอ 75 องศา

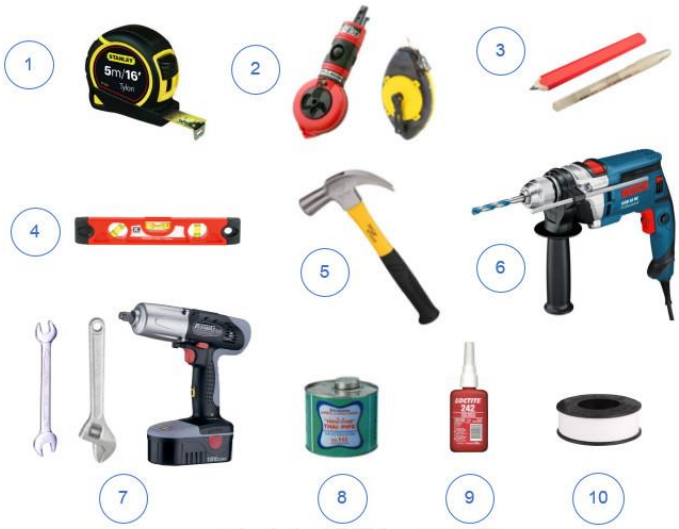
แรงงานที่ใช้ในการติดตั้ง : 2 คน

ประมาณเวลาที่ใช้ในการติดตั้ง 30 นาที/ชุด

4.7 การติดตั้งชุดงานระบบสุขภัณฑ์

4.7.1 อุปกรณ์สำหรับการติดตั้ง

การติดตั้งสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือพื้นฐานที่ช่างและผู้รับเหมาทั่วไปใช้กัน ประกอบด้วย



ภาพที่ 4.20 เครื่องมือในการติดตั้งชุดงานระบบสุขภัณฑ์

เครื่องมือในการติดตั้ง

1) ตลับเมตร

2) เต้าตีเส้น/ปักเต้า

3) ดินสอดำ หรือ ปากกาเขียนกระเบื้อง

4) เครื่องวัดระดับน้ำ

5) ค้อน

6) สว่านเจาะคอนกรีต

7) ประแจปากตาย เบอร์ 10-1 หรือ ประแจเลื่อน หรือ บล็อกขันน็อต + ลูกบล็อกเบอร์11

8) น้ำยาประสานท่อพีวีซี

9) น้ำยาล็อคเกลียว

10) เทปพันเกลียว

นอกจากเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้งแล้ว ยังมีอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งที่บรรจุมาในกล่องบรรจุภัณฑ์พร้อมชุดงานระบบสุขภัณฑ์ ได้แก่

ภาพที่ 4.21 อุปกรณ์ประกอบสำหรับการติดตั้งในพื้นที่ บรรจุมาพร้อมในกล่องบรรจุภัณฑ์

อุปกรณ์ประกอบในการติดตั้ง

1) พุกตะกั่ว ¼” x 4 ตัว

2) ท่อเหล็กกลึงเกลียว x 2 ตัว

3) น็อตยึดชุดแขวนอ่างล้างหน้า x 4 ตัว

4) ชุดท่อ Air chamber

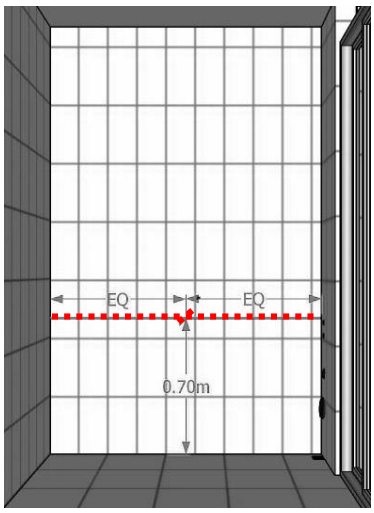
5) แผ่นปิดช่องผนัง

6) ฉากรับน็อตยึดชุดแขวนอ่างล้างหน้า x 2 ชุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.7.2 ขั้นตอนการติดตั้งชุดงานระบบสุขภัณฑ์

ขั้นตอนการติดตั้งที่ 1 วัดความสูงจากระดับพื้นห้องน้ำขึ้นมา 70 เซนติเมตร ใช้เต้าดีดเส้นระดับไว้บนหนัง นำชุดโครงเหล็กขึ้นทาบบนผนัง โดยใช้เครื่องมือระดับน้ำวางบนโครงเหล็กให้ได้แนวขนาน ทำเครื่องหมายตำแหน่งยึดสกรู ตามรูที่เจาะไว้บนโครงเหล็ก



<u>เครื่องมือในการติดตั้ง</u> :

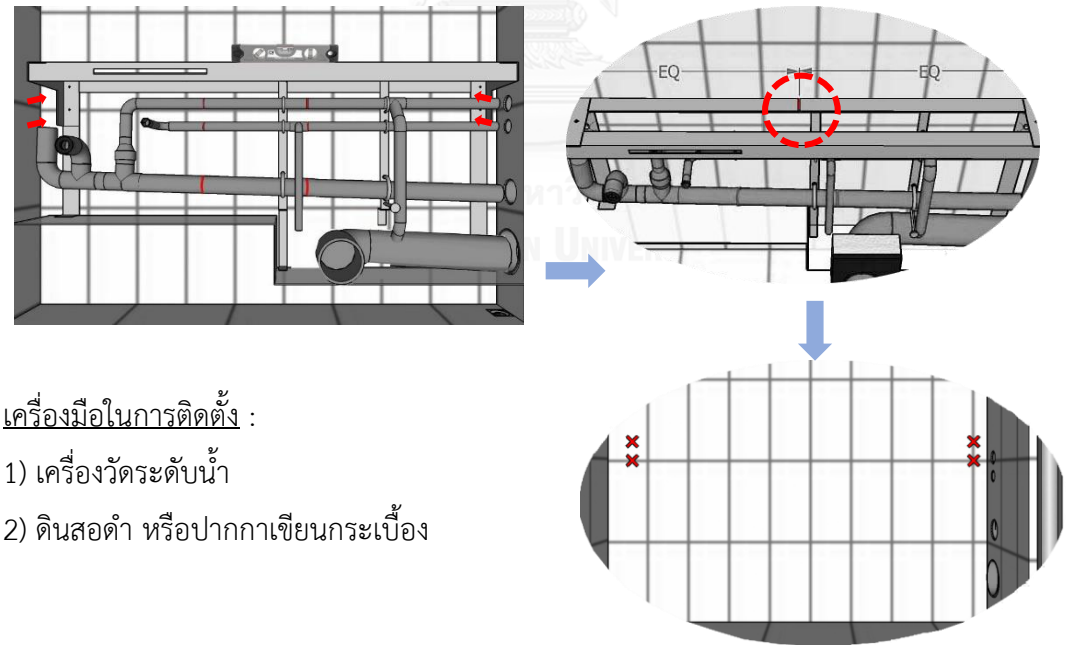
1) ตลับเมตร

2) ดินสอดำ/ปากกาเขียนกระเบื้อง

3) เต้าตีเส้น/ปักเต้า

ภาพที่ 4.22 การวัดระยะกึ่งกลางผนัง ที่ระดับสูงจากพื้น 70 เซนติเมตร

<u>ขั้นตอนการติดตั้งที่ 2</u> ยกโครงเหล็กขึ้นทาบ โดยให้เครื่องหมายกึ่งกลางบนโครงเหล็ก ตรงกับเครื่องหมายกึ่งกลางผนังและ ใช้ระดับน้ำวัดให้ได้ระนาบตรงในแนวนอน ทำเครื่องหมายตำแหน่งรูเจาะบนผนัง



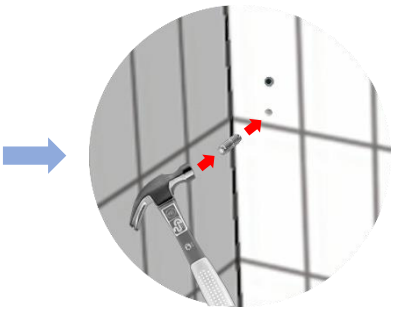
<u>เครื่องมือในการติดตั้ง</u> :

1) เครื่องวัดระดับน้ำ

2) ดินสอดำ หรือปากกาเขียนกระเบื้อง

ภาพที่ 4.23 การวัดตำแหน่งจุดยึดน็อต เพื่อทำการเจาะผนัง

<u>ขั้นตอนการติดตั้งที่ 3</u> เจาะผนังตามตำแหน่งรูเจาะที่ทำเครื่องหมายไว้ด้วยสว่านคอนกรีต โดยใช้ดอกสว่านขนาด 3/8“และใช้ค้อนตอกฝังพุกตะกั่วตัวเมียขนาด 1/4“ ลงไปในรูเจาะทั้ง 4 ตำแหน่ง



<u>เครื่องมือในการติดตั้ง</u> :

1) สว่านเจาะคอนกรีต

2) ค้อน

<u>อุปกรณ์ประกอบ</u> :

พุกตะกั่วตัวเมีย x 4 ตัว

ภาพที่ 4.24 เจาะผนังด้วนสว่านคอนกรีตและตอกฝังพุกตะกั่วตัวเมีย

<u>ขั้นตอนการติดตั้งที่ 4</u> ขันน็อตยึดโครงเหล็กติดกับผนัง

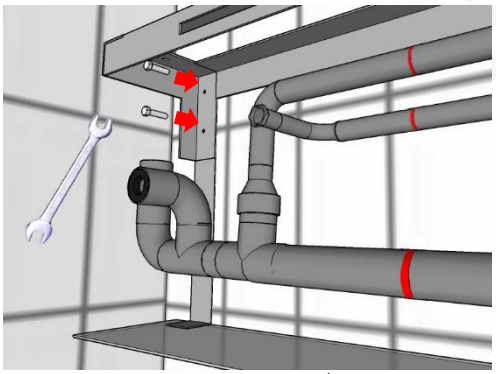
<u>เครื่องมือในการติดตั้ง</u> :

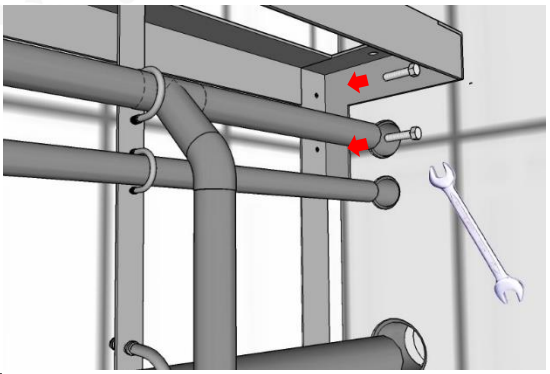
1) เครื่องวัดระดับน้ำ

2) ประแจปากตาย เบอร์ 10-11

<u>อุปกรณ์ประกอบ :</u>

พุกตะกั่ว ตัวผู้ x 4 ตัว

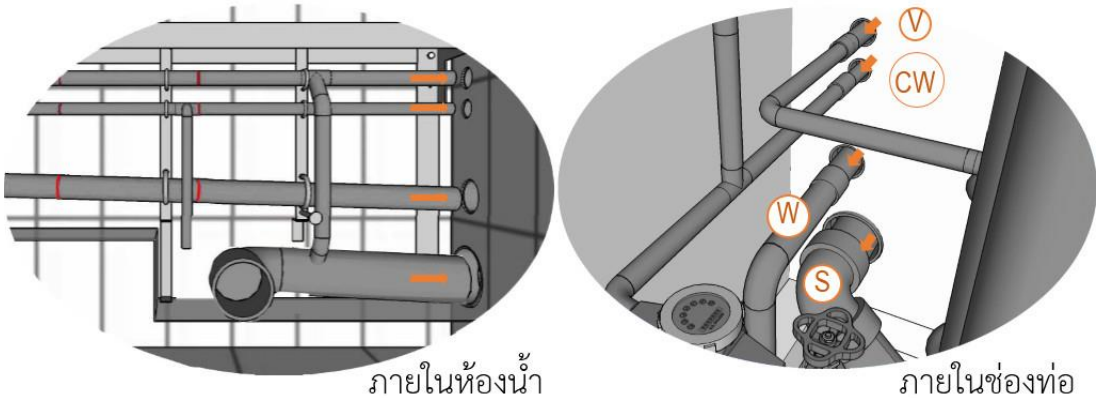




ภาพที่ 4.25 ขันพุกตะกั่วตัวผู้ด้วยประแจปากตายเบอร์ 11

ขั้นตอนการติดตั้งที่ 5 ประกอบชุดท่อ

5.1) เลื่อนชุดท่อเข้าไปในช่องท่อ (Sleeve) โดยให้แถบเครื่องหมายสีแดงที่พ่นอยู่บนแนวท่อ อยู่ตรงกับตำแหน่งตัวยูโบล์ทยึดท่อ แนวท่อจะสามารถเชื่อมกับชุดงานระบบช่องท่อได้พอดี



เครื่องมือในการติดตั้ง : น้ำยาประสานท่อพีวีซี

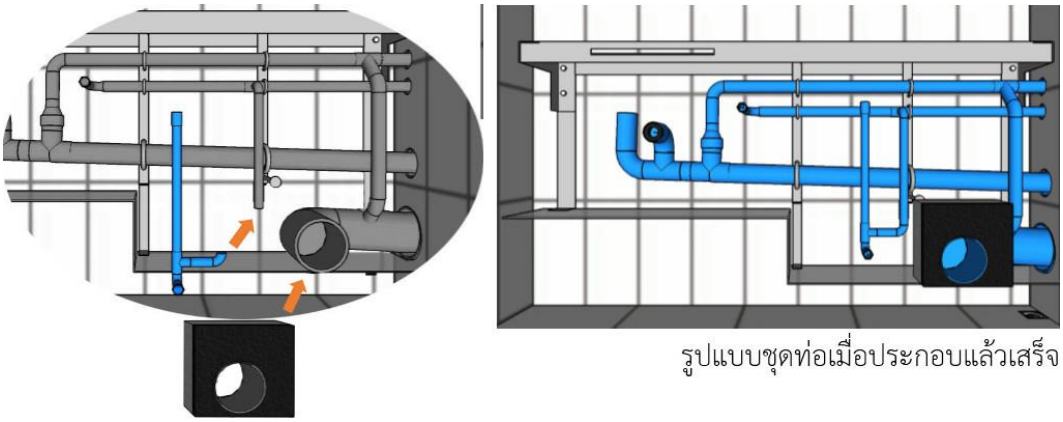
ภาพที่ 4.26 การเชื่อมท่อชุดงานระบบสุขภัณฑ์ เข้ากับท่อของชุดงานระบบช่องท่อ

5.2) ประกอบชุด Air Chamber เข้ากับชุดท่อน้ำดีตำแหน่งที่จะเชื่อมต่อกับสต๊อปวาล์วของโถส้วม และประกอบแผ่นปิดช่องผนังเข้ากับชุดท่อโสโครก

เครื่องมือในการติดตั้ง : น้ำยาประสานท่อพีวีซี

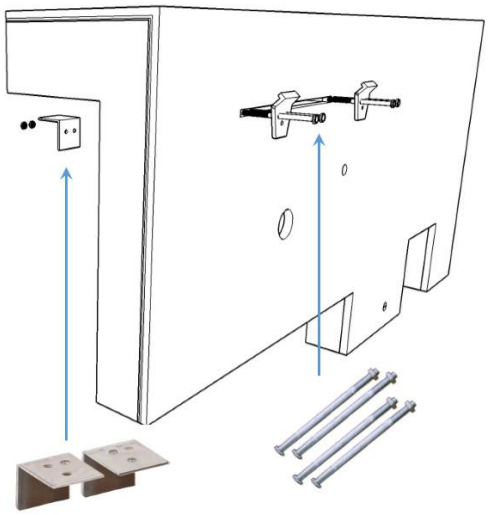
อุปกรณ์ประกอบ : 1) ชุดท่อ Air chamber

2) แผ่นปิดช่องผนัง



ภาพที่ 4.27 ตำแหน่งติดตั้งชุด Air Chamber และ แผ่นปิดช่องผนัง

ขั้นตอนการติดตั้งที่ 6 ประกอบชุดแขวนอ่างล้างหน้าเข้ากับแผ่นผนัง โดยใช้ฉากรับน็อตประกบด้านหลังของแผ่นผนัง ก่อนขันน็อตตัวเมียยึดให้แน่น



เครื่องมือในการติดตั้ง : ประแจปากตาย เบอร์ 10-11

อุปกรณ์ประกอบ :

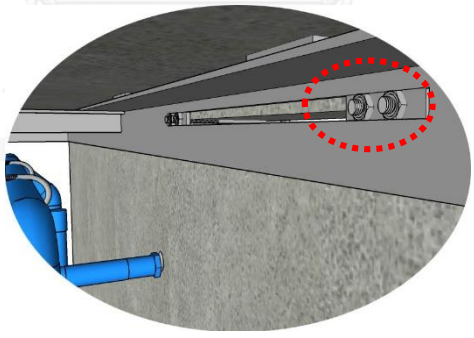
1) น็อตยึดชุดแขวนอ่างล้างหน้า x 4 ตัว

2) ฉากรับน็อตยึดชุดแขวนอ่างล้างหน้า x 2 ชุด

ภาพที่ 4.28 การประกอบชุดแขวนอ่างล้างหน้า

ขั้นตอนการติดตั้งที่ 7 ติดตั้งแผ่นผนัง

7.1) ประกอบแผ่นผนังเข้ากับโครงเหล็ก โดยน็อตตัวเมียของชุดแขวนอ่างล้างหน้าจะต้องอยู่ในแนวที่เข้าล็อค กับตำแหน่งช่องที่เจาะไว้บนโครงเหล็กได้พอดี

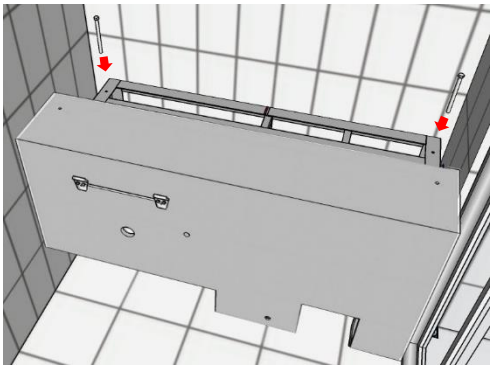


ภาพที่ 4.29 หมุนน็อตตัวเมียให้อยู่ในแนวที่สามารถเข้าในช่องเจาะบนโครงเหล็กได้พอดี

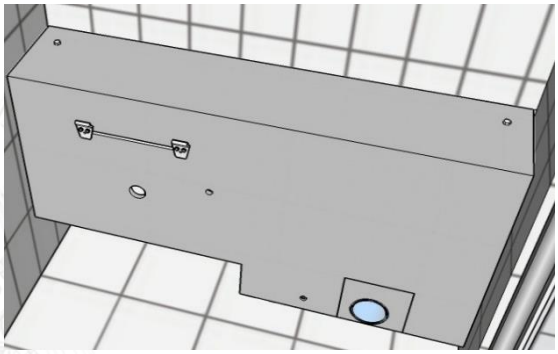
7.2) ขันน็อตยึดด้านบนแผ่นผนัง ทั้ง 2 ข้าง ตามตำแหน่งรูเจาะบนแผ่นผนัง

<u>เครื่องมือในการติดตั้ง</u> :

ประแจปากตาย เบอร์ 10-11

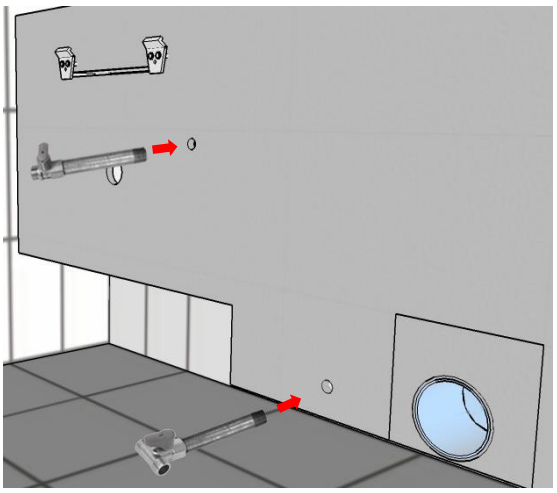


ภาพที่ 4.30 ตำแหน่งรูเจาะบนแผ่นผนังและโครงเหล็ก



ภาพที่ 4.31 ชุดงานระบบสุขภัณฑ์เมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ ก่อนการประกอบสุขภัณฑ์

<u>ขั้นตอนการติดตั้งที่ 8</u> ประกอบท่อเหล็กกลึงเกลียวเข้ากับสต๊อปวาล์วอ่างล้างหน้า และสต๊อปวาล์วของโถส้วม โดยใช้น้ำยาล็อคเกลียว ส่วนอีกด้านที่จะหมุนเข้าไปในช่องท่อ ใช้เทปพันเกลียวของท่อเหล็กก่อน แล้วจึงหมุนเข้าไปให้ตรงแนวท่อ



<u>เครื่องมือในการติดตั้ง</u> :

1) น้ำยาล็อคเกลียว

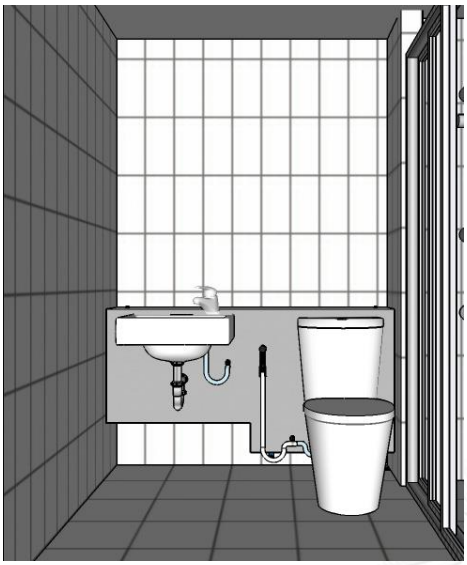
2) เทปพันเกลียว

<u>อุปกรณ์ประกอบ</u> :

ท่อเหล็กกลึงเกลียว x 2 ตัว

ภาพที่ 4.32 ชุดท่อเหล็กกลึงเกลียวสำหรับติดตั้งสต๊อปวาล์ว และการติดตั้งเข้ากับชุดงานระบบสุขภัณฑ์

<u>ขั้นตอนการติดตั้งที่ 9</u> ประกอบชุดสุขภัณฑ์ตามคำแนะนำการติดตั้งของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด



ภาพที่ 4.33 ภาพหลังการติดตั้งแล้วเสร็จ

ภาพที่ 4.34 จำลองการติดตั้งด้วยแรงงาน 2 คน

แรงงานที่ใช้ในการติดตั้ง : 2 คน

เวลาที่ใช้ในการติดตั้ง รวมสุขภัณฑ์ประมาณ : 30 นาที

ตารางที่ 4.7 ตารางสรุปขั้นตอนการชุดงานระบบสุขภัณฑ์และเครื่องมือที่ใช้ในการติดตั้ง

ลำดับ	ขั้นตอนการติดตั้ง	เครื่องมือที่ใช้
1	วัดระดับ กำหนดตำแหน่งเจาะรูผนัง	ตลับเมตร, เต๊าดีด, เครื่องวัดระดับน้ำ
2	กำหนดตำแหน่งเจาะรูผนัง	เครื่องวัดระดับน้ำ, ดินสอดำ หรือปากกาเขียนกระเบื้อง
3	เจาะผนังและฝังพุกตะกั่ว	สว่านคอนกรีต, ดอกสว่าน 3/8", ค้อน, พุกตะกั่วตัวเมีย ขนาด 1/4"
4	ยึดโครงเหล็กติดกับผนัง	กุญแจปากตายเบอร์ 10-11 หรือ กุญแจเลื่อน หรือบล็อกไฟฟ้าขนาด 4 หุน +ลูกบล็อกเบอร์11 , เครื่องวัดระดับน้ำ, พุกตะกั่วตัวผู้ ขนาด 1/4"
5	ประกอบชุดท่อ	
	5.1) ชุดงานระบบสุขภัณฑ์ เข้ากับชุดงานระบบช่องท่อ	น้ำยาประสานท่อพีวีซี
	5.2) ประกอบชุด Air Chamber และแผ่นปิดช่องผนัง	น้ำยาประสานท่อพีวีซี
6	ประกอบชุดแขวนอ่างล้างหน้า	กุญแจปากตายเบอร์ 10-11 หรือ กุญแจเลื่อน หรือบล็อกไฟฟ้าขนาด 4 หุน +ลูกบล็อกเบอร์11 , น็อต(M6 x 1.0mm สกรูมิลขาว), ฉากรับน็อต
7	ติดตั้งแผ่นผนัง	
	7.1) ประกอบแผ่นผนังเข้ากับโครงเหล็ก	
	7.2) ขันน็อตยึดแผ่นผนังเข้ากับโครงเหล็ก	กุญแจปากตายเบอร์ 10-11 หรือ กุญแจเลื่อน หรือบล็อกไฟฟ้าขนาด 4 หุน +ลูกบล็อกเบอร์11
8	ประกอบชุดสต๊อปวาล์ว	น้ำยาล็อคเกลียว, เทปพันเกลียว
9	ติดตั้งอุปกรณ์ยึดขาฐาน โถสุขภัณฑ์	สว่าน
10	ติดตั้งโถสุขภัณฑ์	ซีเมนต์ขาว, กาวซีเมนต์, ไขควงขันน็อต
11	ต่อสายน้ำดีเข้ากับสต๊อปวาล์ว	กุญแจเลื่อน ,เทปพันเกลียว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.8 ตารางสรุปข้อมูลจำเพาะของชุดงานระบบสุขภัณฑ์

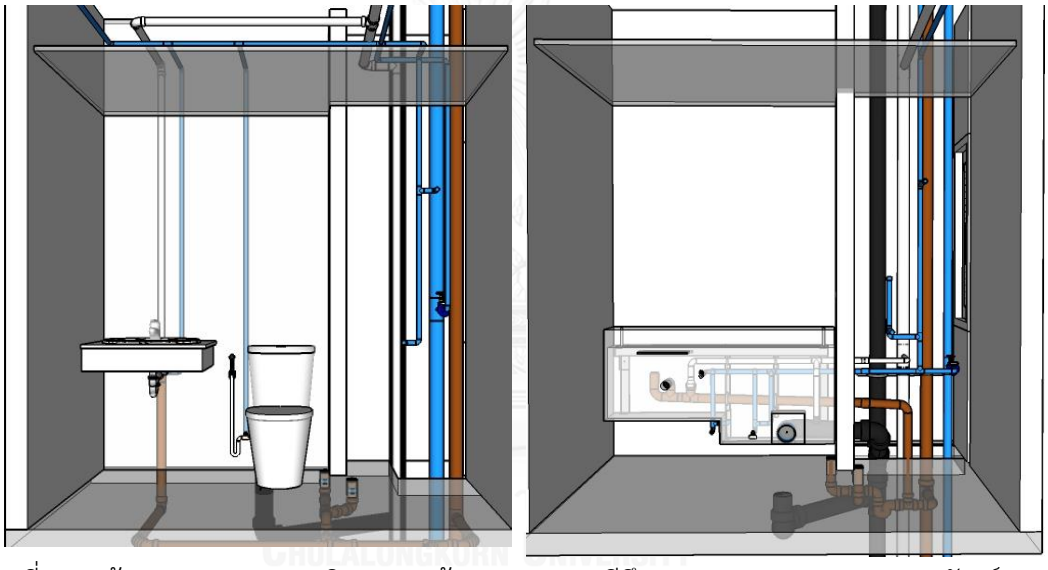
ข้อมูลจำเพาะ :				ชุดงานระบบสุขภัณฑ์
	แผ่นผนัง	โครงเหล็ก	ชุดท่อ	รวมทั้งชุด
วัสดุ	EPS Foamปูทับด้วยกระเบื้องเซรามิค	เหล็กรูปพรรณ	ท่อ PVC	
ราคาวัสดุ	1,208.85	611.85	1,409.40	3,230.10 บาท
ค่าแรงงาน/ชิ้น	144.00	20.00	150.00	314.00 บาท
แรงงานในการผลิต	2 คน	1 คน	1 คน	4 คน
น้ำหนัก	25.85 kg	12.98 kg	5.11 kg	43.94 กิโลกรัม
แรงงานในการขนส่ง				3 คน
แรงงานในการติดตั้ง				2 คน
เวลาในการก่อสร้าง	4 วัน	2 วัน	1 วัน	4 วัน
เวลาในการติดตั้ง	5 นาที	10 นาที		15 นาที
ขนาดบรรจุภัณฑ์	0.71 x 1.50 x 0.34			เมตร
น้ำหนักบรรจุภัณฑ์				3.83 กิโลกรัม
ราคาบรรจุภัณฑ์				114 บาท
น้ำหนักรวมกล่องบรรจุภัณฑ์				47.77 กิโลกรัม
น้ำหนักต่อ 1 ชุดขนส่ง (4 ชุด วางบนพาเลทไม้)				222.08 กิโลกรัม
ราคาทั้งชุดรวมบรรจุภัณฑ์				฿3,658 บาท

บทที่ 5
อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 ประโยชน์ที่ได้รับ

5.1.1 ลดระยะการเดินท่อและขั้นตอนมนการทำงาน

เปรียบเทียบงานสุขาภิบาลของห้องน้ำทั่วไป (Conventional) และชุดงานระบบสุขภัณฑ์ โดยการถอดแบบงานระบบสุขาภิบาลจากกรณีศึกษาในอาคารชุดพักอาศัย แล้วนำมาจัดระบบสุขาภิบาลใหม่ให้อยู่ในชุดงานระบบสุขภัณฑ์ เพื่อเปรียบเทียบเฉพาะการเดินท่อในพื้นที่ส่วนแห้ง



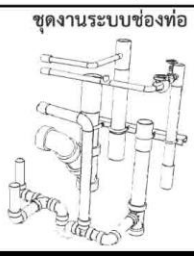
ภาพที่ 5.1 (ซ้าย) งานระบบสุขาภิบาลของต้นแบบจากกรณีศึกษา (ขวา) ชุดงานระบบสุขภัณฑ์

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบระยะการเดินท่อ

	ความยาวของการเดินท่อ (เมตร)				
	Cold Water	Waste	Soil	Vent	รวม
ผังห้องน้ำต้นแบบ	8.39	2.57	1.05	3.7	15.71
ชุดงานระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูป	1.9	1.4	0.5	1.5	5.3

เมื่อปรับแบบการเดินแบบท่อให้มาอยู่ในชุดงานระบบสุขภัณฑ์จะเห็นได้ชัดว่าระยะความยาวท่อรวมทั้ง 4 ระบบลดลงประมาณ 10 เมตร/ห้อง ลดความยาวท่อได้มากที่สุดคือ ท่อน้ำดี (Cold Water) เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเดินขึ้นไปผ่านบนเพดานแล้วแยกสายลงมา ความยุ่งยากบนพื้นที่หน้างานก็จะลดลง และการซ่อมแซมยังง่ายขึ้นเนื่องจากไม่ต้องเปิดฝ้าเพดานขึ้นไปด้านบน ซึ่งถ้าหากติดตั้งชุดงานระบบสุขภัณฑ์ ร่วมกับชุดงานระบบช่องท่อ หรือเรียกรวมทั้งชุดว่า “ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป” จะสามารถช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนในการก่อสร้างได้มากยิ่งขึ้น แต่หากคำนวณเฉพาะราคาวัสดุโดยไม่รวมค่าแรงงานในการผลิตและติดตั้ง จะพบว่าการติดตั้งชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูปแทนการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาลแบบระบบเดิม โดยไม่รวมค่าแรงงานในการติดตั้ง จะทำให้มี**ต้นทุนค่าวัสดุที่เพิ่มขึ้น 1,895 บาท**

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบราคาต้นทุนวัสดุงานระบบสุขาภิบาลในการก่อสร้างแบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) กับการติดตั้งด้วยชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป (ไม่รวมค่าแรงผลิตและติดตั้ง)

	ชุดงานระบบสุขภัณฑ์ (ท่อส่วนแห้ง)	ชุดงานระบบช่องท่อ (ท่อในช่องชาร์ป+ท่อใต้พื้น	**รวมงานระบบสุขาภิบาล**
ผังห้องน้ำต้นแบบ	฿ 1,090.00	฿ 2,820.40	฿ 3,910.40
ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป	฿ 3,230.10	฿ 2,575.00	**฿ 5,805.10**
			

5.1.2 ลดการใช้แรงงาน

1) ค่าแรงงานติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาลของระบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional)

จากกรณีศึกษางานผลิตและติดตั้งระบบท่อสุขาภิบาล จะเหมาเป็นต่อชั้น โดย

1 ชั้นมี 30 ห้องใช้เวลา 4 วัน ใช้แรงงาน 20 คน

เข้างานในเวลา 8 โมงเช้า – 5 โมงเย็น (8 ชั่วโมง) ต่อโอทีถึง 4 ทุ่ม (5 ชั่วโมง)

โดยมีค่าแรง 8 ชั่วโมง 300 บาท (ชั่วโมงละ 37.5 บาท)

คิดค่าโอที ตามพรบ.คุ้มครองแรงงานมาตรา 61 ต้องจ่ายค่าจ้างไม่น้อยกว่า 1.5 (หนึ่งเท่าครึ่ง) ของอัตราค่าจ้างต่อชั่วโมงที่ 56.25 บาท/ชั่วโมง

คิดเป็นโอทีที่ต้องจ่าย 56.25 x 5 ชั่วโมง = 281.25 บาท/คน/วัน

รวมค่าแรงต่อวัน 581.25 บาท/คน/วัน

ดังนั้น 20 คน x 4 วัน x 581.25 บาท = 46,500 บาท / ชั้น

หรือ **1,550 บาท/ห้อง**

2) ค่าแรงงานติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาลด้วยระบบ “ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป”

2.1) ค่าแรงงานการผลิต

- ค่าแรงงานในการผลิต ชุดงานระบบสุขภัณฑ์ 309 บาท/ชุด
- ค่าแรงงานในการผลิต ชุดงานระบบช่องท่อ 191 บาท/ชุด

ดังนั้นรวมค่าแรงงานในการผลิตชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป 500 บาท/ชุด

2.2) ค่าแรงงานในการติดตั้ง

การติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล โดยใช้ “ชุดงานระบบสุขภัณฑ์” ร่วมกับ “ชุดงานระบบช่องท่อ”ทั้งสองส่วนใช้แรงงาน 2 คนและใช้เวลาในการติดตั้งเฉลี่ยประมาณ ชุดละครึ่งชั่วโมงเท่ากัน จึงเท่ากับว่า หากใช้แรงงาน 2 คน ติดตั้งงานทั้ง 2 ระบบ จะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง/ห้อง

เวลาการทำงานมี 8 ชั่วโมง/วัน ถ้าใช้แรงงาน 8 คน จะสามารถติดตั้งงานระบบเสร็จได้ชั่วโมงละ 4 ห้อง ดังนั้นใน 1 วันจะสามารถดำเนินการแล้วเสร็จได้ 32 ห้อง

8 คน x 1 วัน x 300 บาท = 2,400 บาท/ ชั้น / 32 ห้อง

= 75 บาท/ ห้อง

ดังนั้น รวมค่าแรงงานในการผลิตและติดตั้ง “ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป”

= 500 + 75

= **575 บาท/ห้อง**

3) เปรียบเทียบค่าจ้างแรงงานติดตั้งท่อระบบสุขาภิบาล ระหว่างระบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) กับการใช้ระบบ "ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป"

จากการคำนวณในข้อ 1) และ 2) ได้ผลว่า การติดตั้งท่อด้วยระบบ "ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป" จะช่วยให้สามารถ**ลดค่าจ้างแรงงานไปได้**

1,550 – 575 = **975 บาท/ ห้อง**

5.1.3 ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง

การใช้ "ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป" จะทำให้ค่าต้นทุนวัสดุเพิ่มขึ้น 1,895 บาท (จากการคำนวณในข้อ 5.1.1) แต่จะช่วยลดค่าแรงงานในการผลิตและติดตั้งลงไปได้ 975 บาท/ห้อง (จากการคำนวณในข้อ 5.1.2) แสดงว่าการใช้ ชิ้นส่วนชุดช่องท่อสำเร็จรูป จะทำให้มี**ต้นทุนค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นในราคา 920 บาท/ห้อง** แต่การติดตั้งงานระบบสุขาภิบาลที่เสร็จเร็วขึ้น นอกจากจะลดค่าจ้างแรงงานในการก่อสร้างได้แล้ว ยังสามารถลดระยะเวลาการก่อสร้างโดยรวมของทั้งโครงการไปได้ด้วย

คำนวณจำนวนดอกเบี้ยเงินกู้ที่ลดลง เมื่อลดระยะเวลาในการก่อสร้าง

จากกรณีศึกษา อาคารชุดพักอาศัยสูง 8 ชั้น จำนวน 7 อาคาร มีจำนวนห้องชุด 30 ห้อง/ชั้น ซึ่งเป็นโครงการที่มีราคาขายประมาณ 1,000,000 บาท/ห้อง

หากคิดเฉพาะอาคารหนึ่งหลัง สามารถก่อสร้างให้แล้วเสร็จได้เร็วขึ้นเป็นเวลา 3 วัน/ชั้น จะทำให้การก่อสร้างอาคารเสร็จเร็วขึ้น 24 วัน/อาคาร

อาคารหนึ่งหลังมีห้องพักจำนวน 240 ห้อง ประมาณค่าหลังก่อสร้างแล้วเสร็จจะสามารถส่งมอบให้ลูกค้าได้ในครั้งแรก 25% ของจำนวนห้องทั้งหมด คิดเป็นจำนวน 60 ห้อง นั่นแสดงว่าจะได้รับเงินจำนวน 60 x 1,000,000 = 60,000,000 บาท จากการส่งมอบให้ครั้งแรก

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ MLR จากธนาคารแห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 9 เมษายน 2558 มีอัตราดอกเบี้ยอยู่ที่ประมาณ 7%

ดังนั้น เงินจำนวน 60,000,000 บาท บาท คิดเป็นค่าดอกเบี้ยจำนวน

(60,000,000 บาท x 7%) = 4,200,000 บาท/ปี

= 11,797 บาท/วัน

ซึ่งการก่อสร้างที่เสร็จเร็วขึ้น 24 วัน/อาคาร จะช่วยให้ประหยัดค่าดอกเบี้ยไปได้ 283,128 บาท/อาคาร นั่นหมายถึง ต้นทุนค่าก่อสร้างที่เพิ่มขึ้น 920 บาท/ห้อง หรือ 220,800 บาท/อาคาร จะได้

กำไรจากการก่อสร้างที่เสร็จเร็วขึ้น เป็นจำนวน 283,128 – 220,800 = 62,328 บาท/อาคาร

โครงการมี จำนวน 7 อาคาร จึงได้กำไรทั้งสิ้น 62,328 x 7 = 436,296 บาท

5.1.4 สะดวกต่อการบำรุงรักษา

นอกจากช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้างแล้ว ในการใช้งานระยะยาวยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เนื่องจากในการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป ระบบงานท่อสุขาภิบาลจะถูกฝังอยู่ใต้พื้นและในผนังของห้องน้ำ เมื่อต้องทำการซ่อมแซมจึงต้องทุบพื้นและผนังเพื่อเข้าถึงแนวท่อ ซึ่งบางครั้งหาแนวท่อไม่พบ ก็ต้องทำการทุบรื้อเป็นบริเวณกว้างขึ้น แต่สำหรับชุดงานระบบสุขภัณฑ์นั้นสามารถถอดชุดผนังออกได้ง่าย เพียงการหมุนน็อตด้านบนและยกแผ่นผนังขึ้น โดยทำการถอดสุขภัณฑ์เฉพาะชุดอ่างล้างหน้าเท่านั้น ไม่ต้องทำการรื้อโถชักโครกออก เหมือนการซ่อมแซมของระบบห้องน้ำสำเร็จรูป และหากต้องการทำการแก้ไขการอุดตันบริเวณจุดเปิด(Clean Out) ก็สามารถถอดเฉพาะวัสดุปิดช่องใต้แผ่นผนังออก โดยไม่ต้องถอดผนังออกทั้งชิ้น

5.1.5 ทางเลือกใหม่ของการใช้ระบบสำเร็จรูป

ห้องน้ำสำเร็จรูปมีราคาต่อห้องที่สูง เนื่องจากต้องการออกแบบให้โครงสร้างมีน้ำหนักเบาจึงต้องใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ก็มีจุดประสงค์ในการเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่ราคาถูกและสามารถทำพื้นผิววัสดุได้เหมือนระบบห้องน้ำทั่วไป (Conventional) จึงทำการเปรียบเทียบราคาต้นทุนของวัสดุจากระบบโครงสร้าง อีพีเอส โฟม ที่เลือกใช้ เทียบกับวัสดุจากระบบโครงสร้างของห้องน้ำสำเร็จรูปประเภท Bathroom Pods และแบบ SBM โดยจำลองโครงสร้างที่มีขนาดเท่ากัน แต่ใช้รูปแบบและวัสดุตามแบบห้องน้ำสำเร็จรูปแต่ละชนิด

ภาพที่ 5.2 แบบจำลองโครงสร้างผนังเตี้ย (ซ้าย)ห้องน้ำสำเร็จรูปแบบ Bathroom Pods (ขวา) ห้องน้ำสำเร็จรูปประเภท SBM

ห้องน้ำสำเร็จรูปประเภท Bathroom Pods : โครงสร้างชุบกัลป์วาไนซ์ ปิดผิวด้วยไม้อัดซีเมนต์และปูกระเบื้องทับ พ่น PU Foam เชื่อมโครงสร้างเข้ากับวัสดุปิดผิว แผ่นปิดด้านบนเป็นหินแกรนิต
ห้องน้ำสำเร็จรูปประเภท SBM : โครงสร้างเหล็กเบา ปิดผิวด้วย FRP ขึ้นรูป แผ่นปิดด้านบนเป็นวัสดุ Compact Laminate

โดยราคาวัสดุ + โครงสร้าง ของชุดงานระบบสุขภัณฑ์(ไม่รวมงานระบบท่อ) มีราคาประเมินที่ 1,820.70 บาท

ตารางที่ 5.3 สรุปน้ำหนักและราคาวัสดุ ในส่วนผนังเตี้ย (Low wall)

	ชุดงานระบบสุขภัณฑ์	Bathroom Pods	SBM
น้ำหนัก (kg)	38.83	81.10	**13.43**
ราคาวัสดุ (บาท/ชุด)	**1,820.70**	1,975.02	8,320.00

เมื่อประเมินราคาต้นทุนวัสดุก่อสร้างผนังเตี้ย (Low wall) ของระบบห้องน้ำสำเร็จรูป จากการถอดปริมาณวัสดุ (รายละเอียดรายการคำนวณแสดงในตาราง BOQ ภาคผนวก ง) พบว่าระบบโครงสร้างแบบ Bathroom Pods มีราคาต้นทุนวัสดุ ใกล้เคียงกับราคาของชุดงานระบบสุขภัณฑ์ เนื่องจากใช้โครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน แต่โครงสร้างแบบ Bathroom Pods จะมีต้นทุนที่สูงกว่า 154.32 บาท ส่วนระบบโครงสร้างแบบ SBM มีต้นทุนที่สูงกว่าถึง 6,499.30 บาทเนื่องจากเป็นวัสดุพิเศษที่ต้องสั่งทำ ไม่ได้มีการผลิตเอง แต่ได้ประโยชน์ในเรื่องของความเบา ทำให้สามารถใช้โครงสร้างที่มีขนาดเล็ก จึงมีมิติที่บางตามไปด้วย

5.1.6 ประโยชน์ที่มีต่อการทำงานของฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

เจ้าของโครงการ

1) ลดปัญหาของลูกบ้านเรื่องความยุ่งยากในการดูแลรักษางานสุขาภิบาลของห้องน้ำในระยะยาว ช่างประจำโครงการสามารถซ่อมแซมงานระบบได้ง่ายและเร็ว โดยใช้อุปกรณ์งานช่างพื้นฐาน ไม่ต้องทำการทุบและซ่อมแซมใหม่ ซึ่งเป็นเรื่องใหญ่สำหรับลูกบ้าน
2) ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง สามารถส่งมอบงานได้เร็ว ลดอัตราการจ่ายดอกเบี้ยเงินกู้

วิศวะกรสุขาภิบาล

1) ระบบการติดตั้งงานท่อสุขาภิบาลมีมาตรฐานที่ชัดเจน ช่วยลดข้อผิดพลาด
2) สามารถตรวจสอบได้ เนื่องจากเป็นการผลิตในโรงงาน

สถาปนิก

1) ลดภาระของสถาปนิกในการทำแบบระยะการติดตั้งสุขภัณฑ์และตำแหน่งท่อ เนื่องจากในการผลิตต้องอ้างอิงจากมาตรฐานการติดตั้งตามสุขภัณฑ์ที่ใช้
2) แผ่นผนังของชุดงานระบบสุขภัณฑ์ สามารถปรับเปลี่ยนวัสดุออกแบบลวดลายให้เป็นกลายเป็นส่วนตกแต่งได้

ผู้รับเหมา

1) ลดปัญหาความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการก่อสร้าง
2) ลดปัญหาการขาดแคลนฝีมือแรงงาน
3) ชุดงานระบบสุขาภิบาลสำเร็จรูป เป็นการสร้างมาตรฐานของระบบการติดตั้งงานท่อ ส่งผลให้สามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น
4) ลดเวลาในการทำงานของส่วนของระบบสุขาภิบาล จึงสามารถเบิกงวดงานได้เร็วขึ้น

5.2 สรุปข้อมูลจากผลการวิจัย

จากการทำงานวิจัยฉบับนี้ ทำให้ได้ข้อมูลและข้อเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างห้องน้ำในปัจจุบัน ซึ่งมีแนวโน้มที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นสำเร็จรูปมากขึ้น เนื่องจากประโยชน์ด้านความเร็วในการก่อสร้างที่มีผลต่อราคาต้นทุน แต่ผู้พัฒนาด้านอสังหาริมทรัพย์ยังขาดความความเชื่อมั่น ในเรื่องของระบบและความคุ้มทุน จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการพัฒนาการก่อสร้างห้องน้ำ ไม่ว่าจะเป็นระบบการก่อสร้างห้องน้ำทั่วไป (Conventional) หรือระบบห้องน้ำสำเร็จรูป เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อวงการการก่อสร้างในอนาคต

ตารางที่ 5.4 ตารางสรุปข้อมูลจากงานวิจัยของประเภทห้องน้ำทั้ง 4 แบบ และชุดงานระบบสุขภัณฑ์โดยระบบ Bathroom Pods เป็นข้อมูลในกรณีที่ประกอบสำเร็จจากโรงงาน

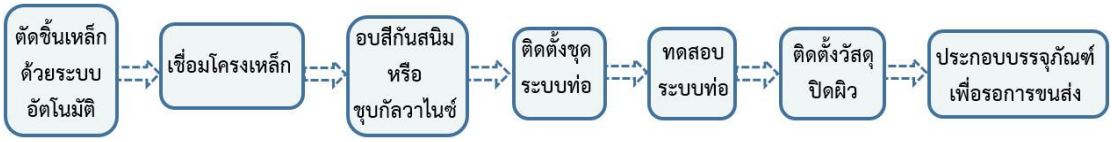
	Conventional	Precast Concrete	Bathroom Pods	System Bath Module	Ready made Piping System
ราคา/ห้อง (ไม่รวมสุขภัณฑ์)	38,000 บาท	44,868 บาท	50,000 บาท	60,000 บาท	3,658 บาท
ราคา/ตร.ม. (ไม่รวมสุขภัณฑ์)	16,666 บาท	11,217 บาท	17,857 บาท	19,480 บาท	3,048 บาท
ปริมาณการผลิตขั้นต่ำ	ไม่มีขั้นต่ำ	N/A	500 ห้อง	100 ห้อง	ไม่มีขั้นต่ำ
เวลาในการสั่งผลิต	-	N/A	30 วัน	30 วัน	5 วัน
เวลาในการติดตั้ง	16 วัน	5 วัน	30 นาที	60 นาที	15 นาที
แรงงานที่ใช้ในการติดตั้ง/ห้อง	4-5 คน	4 คน	3-4 คน	2-3 คน	2 คน
อุปกรณ์ในการขนส่งและติดตั้ง	อุปกรณ์พื้นฐานของช่าง	เครื่องจักรหนัก	เครื่องจักรหนัก	อุปกรณ์เฉพาะ	อุปกรณ์พื้นฐานของช่าง
จำนวนที่ขนส่งได้ด้วยกระบะบรรทุกความกว้าง 6 เมตร	-	4 ชุด/คัน	4 ชุด/คัน	14 ชุด/คัน	40 ชุด/คัน
น้ำหนัก/ชุด	N/A	1,710 kg	600 kg	400 kg	44 kg
น้ำหนัก/ตร.ม.	N/A	570 กก./ตร.ม.	200 กก./ตร.ม.	133 กก./ตร.ม.	36 กก./ตร.ม.

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) วัสดุโครงสร้างที่เลือกมาใช้ในงานวิจัยคือ อีพีเอส โฟมนั้น เนื่องจากต้องการให้สามารถใช้วัสดุปูผิวประเภทเดียวกับโครงสร้างก่ออิฐฉาบปูนได้ แต่มีน้ำหนักที่เบากว่า ซึ่งยังคงมีข้อจำกัดในเรื่องของการปูกระเบื้อง ที่ต้องมีการทิ้งช่วงให้วัสดุแข็งตัว หากต้องการลดโครงสร้างเหล็กที่รับน้ำหนักให้มีความเบาและบางลง ควรเปลี่ยนวัสดุแผ่นผนังให้เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาขึ้น สามารถสร้างได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะควรเป็นวัสดุที่อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม สามารถรีไซเคิลได้หรือเป็นวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเมื่อวัสดุมีความบางลง จะทำให้เหลือพื้นที่มากขึ้น ซึ่งพื้นที่ ๆ เหลือนี้ สามารถเพิ่มการใช้งานอย่างอื่นได้ เช่น ติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนซ่อนในชิ้นงาน เป็นต้น

2) การทำงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของเครื่องมือและแรงงานที่ใช้ในการก่อสร้างที่ยังขาดความประณีตและแม่นยำ และการคำนวณเวลาในการก่อสร้างก็มาจากอัตราผลผลิตที่เกิดจากแรงคน ซึ่งยังสามารถพัฒนาให้เป็นการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐานมากยิ่งขึ้น เช่น การตัดและเชื่อมโครงเหล็ก สามารถพัฒนาเป็นกรรมวิธีการผลิตชิ้นส่วนระบบอัตโนมัติแบบสายพาน โครงเหล็กเคลือบสีกันสนิมสามารถเปลี่ยนเป็นเหล็กชุบกัลป์วาไนซ์หรือใช้ระบบการอบสีเพื่อร่นระยะเวลาให้น้อยลงได้ เป็นต้น

3) งานวิจัยขั้นต่อไป ควรพัฒนาให้ชุดงานระบบสุขภัณฑ์ มีกระบวนการผลิตที่แล้วเสร็จจากโรงงานเป็นชิ้นเดียว และสามารถนำไปติดตั้งบนพื้นที่หน้างานได้ โดยไม่ต้องมีการประกอบ จะช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างได้มากยิ่งขึ้น ควรมีการออกแบบโครงสร้างที่สามารถปรับระยะท่อได้เพื่อแก้ปัญหาในกรณีที่มีการเปลี่ยนสุขภัณฑ์แล้วตำแหน่งท่อไม่ตรงกัน



ภาพที่ 5.3 ข้อเสนอแนะขั้นตอนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม โดยผลิตสำเร็จเป็นชุดเดียวและนำไปติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง

รายการอ้างอิง

1. บริษัท แอล.พี.เอ็น. ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน). โครงการลุมพินี ร่มเกล้า-สุวรรณภูมิ. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.lpn.co.th/condominium/index.php/lumpini/home/LT-RS
2. บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). โครงการแสนสิริ เดอะเบส แจ้งวัฒนะ. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.sansiri.com/condominium/thebase_chaengwattana/th/
3. The Magest Group Limited. Intelligent Factory Manufactured Bathroom - Magest Modular Solutions Limited. [Online]. 2013. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=EgtCW8gvmVU
4. Gifttect. ห้องน้ำสำเร็จรูปตอนที่ 2 วัสดุ ส่วนประกอบ และการซ่อมแซม. (ออนไลน์). 2557. แหล่งที่มา: http://thinkofliving.com/2014/05/19/ห้องน้ำสำเร็จรูป-ตอน2/
5. บริษัท บุญถาวรเซรามิค จำกัด. ตู้อาบน้ำ/ฉากกั้นอาบน้ำ/ถาดรอง. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.boonthavorn.com/bathroom/product-list.php?L=2&PCODE=B4 (17 มิถุนายน 2558)
6. บริษัท อเมริกันสแตนดาร์ด บี แอนด์ เค (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน). หมวดสินค้า. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.americanstandard.co.th/product/
7. Panero, J. and M. Zelnik, Human Dimension & Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards. 1979, Great Britain: The Architectural Press Ltd. 320.
8. บุญถาวรโฮมคลีนิค. ระยะการติดตั้งสุขภัณฑ์. (ออนไลน์). 2557. แหล่งที่มา: http://www.boonthavornhomeclinic.com/?p=836
9. ดร.โสภณ พรโชคชัย. อันดับบริษัทพัฒนาที่ดินใหญ่สุด: พฤกษาอันดับหนึ่ง หนึ่งในห้าของทั้งตลาด. (ออนไลน์). 2557. แหล่งที่มา: http://www.area.co.th/thai/area_announce/area_anpg.php?strquey=area_announcement722.htm
10. ประณต กุลประสูตร, เทคนิคงานท่อสุขภัณฑ์ภายในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. 2555, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
11. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน), ช่างประปาในบ้าน. คู่มือช่างในบ้าน, 2548.

12. กิติ สินธุเสก, การออกแบบห้องน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 4. 2554, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
13. บริษัท สยามซานิทารีแวร์ อินดัสทรี จำกัด. ศูนย์รวมข้อมูลผลิตภัณฑ์ และบริการคุณภาพจากคอตโต้. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://cotto.co.th/th/main/product_service_home
14. บริษัท โคห์เลอร์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน). Toilet & Bath. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.kohlerthai.com/products_collection.php
15. Eleganthousedesigns. How to Clean Your Bathroom. [Online]. 2014. Available from: http://eleganthousedesigns.com/wp-content/uploads/2014/12/How-to-Clean-Your-Bathroom.jpg
16. สถาบันพัฒนาช่างโยธามหาดไทย กรมโยธาธิการ. การก่อสร้างระบบสุขาภิบาลสำหรับอาคารขนาดเล็ก. (ออนไลน์). 2556. แหล่งที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=SYPO256gX0A
17. ศจ.ดร.สุรินทร์ เศรษฐมานิต and ทาเคโอะ มอริมูระ, วิศวกรรมงานท่อภายในอาคาร การออกแบบ ติดตั้ง และการบำรุงรักษา. พิมพ์ครั้งแรก. 2535, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดวงกมล. 373.
18. ดร. วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์, การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 14. 2545, กรุงเทพฯ: บริษัท จุดทอง จำกัด.
19. สมยศ คุรุกิจวาณิชย์. การก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาล. ผู้อำนวยการ บริษัท อี.ซี.ที. กรุ๊ป จำกัด, สัมภาษณ์, 23 มิถุนายน 2558.
20. บริษัท อี.ซี.ที. กรุ๊ป จำกัด, การเดินท่อระบบสุขาภิบาล. 2556.
21. รติกร ไทรงาม. ขั้นตอนการก่อสร้างห้องน้ำของอาคารชุดพักอาศัย. ผู้จัดการโครงการ บริษัท ไตรกรุ๊ป รัชดา จำกัด, สัมภาษณ์, 19 กุมภาพันธ์ 2558.
22. ประมวล รัชตะเมธานันท์. การก่อสร้างอาคารระบบพรีคาสท์คอนกรีตของ บริษัท กรุงนนท์ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด. สถาปนิก สัมภาษณ์, 6 เมษายน 2558.
23. บริษัท กรุงนนท์ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด, ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ *“Precast concrete”*. 2558.
24. เอกชัย เหล่าโกสิน. ห้องน้ำสำเร็จรูปของ บริษัท สยามสตีลอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน). ผู้จัดการฝ่ายวิศวกรรมการผลิต, สัมภาษณ์, 24 เมษายน 2558.
25. บริษัท สยามสตีลอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน), ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ *“Bathroom Pods”*. 2558.

26. กฤติพร รัตนเวทย์ทัศนีย์. ห้องน้ำสำเร็จรูปของ บริษัท ดี.พี.เซรามิค จำกัด. เจ้าหน้าที่บริหารงานขาย, สัมภาษณ์, 17 มกราคม 2558.
27. บริษัท ดี.พี.เซรามิค จำกัด, ห้องน้ำสำเร็จรูประบบ *"System Bath Module"* 2558.
28. บริษัท เอสซีจี เอ็กซพีเรียนซ์ จำกัด, *Material Guide* 1. 2558: กรุงเทพฯ.
29. บริษัท เอเชียพลาสติกอินดัสทรี จำกัด. ความรู้เกี่ยวกับ อีพีเอส โฟม. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.asiapolyplastic.co.th/eps_foam.html (18 มิถุนายน 2558)
30. บริษัท ไทย อินซูโฟม อุตสาหกรรม จำกัด. ชนิดของ EPS โฟม. (ออนไลน์). 2557. แหล่งที่มา: http://www.insufoam.co.th/WhatisEPS.htm
31. แต่งบ้านให้สวยด้วยมือเรา. มาสร้างบ้านด้วยโฟมกันเถอะ! บ้านโฟมกับการสร้างบ้านสมัยใหม่. (ออนไลน์). 2556. แหล่งที่มา: http://homeenrich.blogspot.com/2013/07/eps-build-foam-home.html
32. บริษัท ธนาพรภาคย์ จำกัด, ห้องน้ำ 2558.
33. ภัทรพร วงศ์ปิยะสถิตย์. อิฐมวลเบา แขวนของหนักได้มากแค่ไหน (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.scgexperience.co.th/home-consult/BloggerProfile.aspx?ownerid=157&page=8
34. บริษัท อาคารสินแมชชินเนอรี่ จำกัด. พุกเหล็กแบบร่ม (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.arkarnsin.com/item/LL012010302.jpg
35. บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิบซั่ม จำกัด (มหาชน). พุกยิปซั่มแบบร่ม. (ออนไลน์). 2555. แหล่งที่มา: http://img.photobucket.com/albums/v208/spybug99/000_MRGyproc/Plugback.jpg
36. วิสูตร จิระดำเกิง, ข้อมูลต้นทุนงานก่อสร้าง พ.ศ.2548. 2548, กรุงเทพฯ. 296.
37. บริษัท ไทยแปซิฟิคบรรจุภัณฑ์ จำกัด. กระดาษลูกฟูก 5ชั้น. (ออนไลน์). 2558. แหล่งที่มา: http://www.thaipacific.co.th/แผ่นรองลูกฟูก.htm
38. บจก. เจพีบีโฟล์คลิฟท์ แอนด์ แบตเตอรี่. รถโฟล์คลิฟท์. (ออนไลน์). 2014. แหล่งที่มา: http://www.jpbforkliftandbattery.com/user_template/3471/images/forklift_head.png
39. QUALITECH EQUIPMENT PART., L. Hand Pallet Truck. [Online]. 2008. Available from: http://www.liftkaz.com/handlift3.html

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

รูปแบบการวางผังห้องน้ำจากการสุ่มเลือกกรณีศึกษา **บริษัท พฤกษาเรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)**

22.05 sq.m.
พลัมคอนโด
ลาดพร้าว 101

24 sq.m.
เดอะไพรเวซี่
ประชาอุทิศ-สุขสวัสดิ์

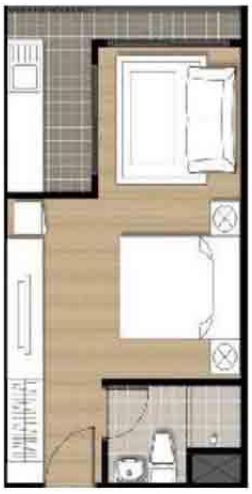
24 sq.m.
คอนโดฟิวส์ เซนเซ่
บางแค

26_sqm
พลัมคอนโด พาร์ค รังสิต

28 sq.m
เดอะไพรเวซี่
ติวานนท์

28 sq.m
เดอะไพรเวซี่ เรวดี

28.78 sq.m.
พลัมคอนโด เอ็กซ์ตร้า
พระราม 2



26.37 sq.m.
The Seed
Sathorn-Taksin

*หมายเหตุ : เป็นภาพกราฟฟิคแสดงรูปแบบเท่านั้น ไม่สามารถวัดขนาดจากภาพได้

รูปแบบการวางผังห้องน้ำจากการสุ่มเลือกกรณีศึกษา **บริษัท แอล.พี.เอ็น. ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)**

21.50 sq.m.
Condotown
Rom Klao

22.50 sq.m.
Park
Nawamin-Si Burapha

22.50 sq.m.
Seaview
Cha-am

26 sq.m.
Seaview
Cha-am

22.50 sq.m.
Ville
On Nut-Lat Krabang

26 sq.m.
Ville
On Nut-Lat Krabang

26 sq.m.
Park
Nawamin-Si Burapha

28 sq.m
Place Borom
Ratchachonni-Pinklao

*หมายเหตุ : เป็นภาพกราฟฟิคแสดงรูปแบบเท่านั้น ไม่สามารถวัดขนาดจากภาพได้

รูปแบบการวางผังห้องน้ำจากการสุ่มเลือกกรณีศึกษา **บริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน)**

31 sq.m.
Supalai Vista
ChaengWattana Suite

31.5 sq.m.
Supalai Vista
ChaengWattana Suite

32.5 sq.m.
Supalai Vista
Sri Racha - Laemchabang

33.5 sq.m.
Supalai Loft
Chaeng Watthana

34.5 sq.m.
Supalai Park
Ekkamai Thonglor

33.5 sq.m.
Supalai City Resort
Ratchayothin - Phaholtothin 32

42 sq.m.
Supalai Wellington2
Thiam Ruam Mit

44 sq.m.
Supalai Veranda
Ratchavipha-Prachachuen

*หมายเหตุ : เป็นภาพกราฟฟิคแสดงรูปแบบเท่านั้น ไม่สามารถวัดขนาดจากภาพได้

รูปแบบการวางผังห้องน้ำจากการสุ่มเลือกกรณีศึกษา **บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน)**

24.50 - 26 sq.m.
The Base
Chaengwattana

26 sq.m.
The Base Parkeast
Sukhumvit77

29 sq.m.
Dbura
Prannok

29 sq.m.
Dcondo Campus
Resort ,Rangsit

29 sq.m.
Dcondo
Sukhumvit 109

30-30.5 sq.m.
The Base
Chaengwattana

37.50 sq.m.
The Base Parkeast
Sukhumvit 77

37 sq.m.
Dbura Prannok

*หมายเหตุ : เป็นภาพกราฟฟิคแสดงรูปแบบเท่านั้น ไม่สามารถวัดขนาดจากภาพได้

รูปแบบการวางผังห้องน้ำจากการสุ่มเลือกกรณีศึกษา **บริษัท เจ.เอส.พี. พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด (มหาชน)**

28 sqm.
Tulip Square
Omnoi

28 sqm.
Sampeng 2
Sathorn-Kanlapaphruek

25 sqm.
Sampeng 2
Sathorn-Kanlapaphruek

35 sqm.
Sampeng 2
Sathorn-Kanlapaphruek

40.5 sqm.
Miami
Beach Front Villa
Bangpu

25 sqm.
Miami
Garden Villa
Bangpu

43 sqm.
Tulip Square, Omnoi

43 sqm.
Sampeng 2 Sathorn-Kanlapaphruek

*หมายเหตุ : เป็นภาพกราฟฟิคแสดงรูปแบบเท่านั้น ไม่สามารถวัดขนาดจากภาพได้

ภาคผนวก ข

ตารางประกอบการคำนวณการรับน้ำหนักของโครงสร้าง

ตารางที่ 12.4 หน่วยแรงที่ยอมให้สำหรับหมุดย้ำ

ชนิดของหมุดย้ำ	หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ (Ft) (kg/cm²)	หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (Fv) (kg/cm²)				
		รอยต่อแบบเลื่อนวิกฤต				รอยต่อแบบรับแรงแบกทาน
		รูเจาะมาตรฐาน	รูเจาะแบบใหญ่กว่ามาตรฐานและรูเจาะแบบร่องสั้น	รูเจาะแบบร่องยาว		
				น้ำหนักกระทำในแนวตั้งฉาก	น้ำหนักกระทำในแนวขนาน	
A502 G1 ย้ำร้อน	1,600	–	–	–	–	1,225
A502 G2 G3 ย้ำร้อน	2,030	–	–	–	–	1,540

หมายเหตุ
- รอยต่อแบบรับแรงแบกทาน (bearing type connection) รอยต่ออาจมีการขยับหรือเคลื่อนที่ได้ (slip)
- รอยต่อแบบเลื่อนวิกฤต (slip critical connection) เป็นการต่อโดยการขันสลักเกลียวให้แน่น จนมีแรงดึงเกิดขึ้นในสลัก เกลียวไม่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของกำลังดึงประลัยของสลักเกลียว รอยต่อไม่มีการขยับ หรือเรียกว่ารอยต่อแบบมีแรงฝืด (friction type)

ตารางที่ 12.5 หน่วยแรงที่ยอมให้สำหรับสลักเกลียว

ชนิดของสลักเกลียว	หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ (Ft) (kg/cm²)	หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ (Fv) (kg/cm²)				
		รอยต่อแบบเลื่อนวิกฤต				รอยต่อแบบรับแรงแบกทาน
		รูเจาะมาตรฐาน	รูเจาะแบบใหญ่กว่ามาตรฐานและรูเจาะแบบร่องสั้น	รูเจาะแบบร่องยาว		
				น้ำหนักกระทำในแนวตั้งฉาก	น้ำหนักกระทำในแนวขนาน	
ชนิด A307	1,400	–	–	–	–	700
ชนิด A325 (เมื่อเกลียวอยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,080	1,190	1,050	840	700	1,470
ชนิด A325 (เมื่อเกลียวไม่อยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,080	1,190	1,050	840	700	2,100
ชนิด A490 (เมื่อเกลียวอยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,780	1,470	1,260	1,050	910	1,960
ชนิด A490 (เมื่อเกลียวไม่อยู่ในระนาบของแรงเฉือน)	3,780	1,470	1,260	1,050	910	2,800

ตารางที่ 12.6 หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ (Ft) สำหรับสลักเกลียวและหมุดย้ำในรอยต่อแบบรับแรงแบกทาน (kg/cm^2)

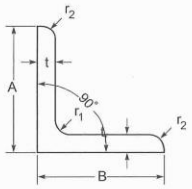
ชนิดของอุปกรณ์ยึด	เกลียวอยู่ในระนาบของแรงเฉือน	เกลียวไม่อยู่ในระนาบของแรงเฉือน
สลักเกลียว A307	$1,820 - 1.8fv \leq 1,400$	$1,820 - 1.8fv \leq 1,400$
สลักเกลียว A325	$\sqrt{(3,080)^2 - 4.39\ fv^2}$	$\sqrt{(3,080)^2 - 2.15\ fv^2}$
สลักเกลียว A490	$\sqrt{(3,780)^2 - 3.75\ fv^2}$	$\sqrt{(3,780)^2 - 1.82\ fv^2}$
หมุดย้ำ A502 G1	$2,100 - 1.3fv \leq 1,600$	$2,100 - 1.3fv \leq 1,600$
หมุดย้ำ A502 G2	$2,660 - 1.3fv \leq 2,030$	$2,660 - 1.3fv \leq 2,030$

ตารางที่ 12.7 แรงดึงต่ำสุดในสลักเกลียวเมื่อขันแน่น

ขนาดสลักเกลียว (mm)	แรงดึงต่ำสุดในสลักเกลียวเมื่อขันแน่น (kg)*	
	สลักเกลียวชนิด A325	สลักเกลียวชนิด A490
12	5,400	6,800
16	8,600	10,900
19	12,700	15,900
22	17,700	22,200
25	23,100	29,000
28	25,400	36,300
32	32,200	46,300
35	38,500	54,900
38	46,700	67,200

หมายเหตุ * คือแรงต่ำสุดในสลักเกลียวเมื่อขันแน่นไม่น้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของกำลังดึงประลัยของสลักเกลียวตามมาตรฐาน ASTM

ตารางที่ ข.5 ขนาดระบุของเหล็กขาเท่ากันชนิดผลิตร้อน (equal angles)

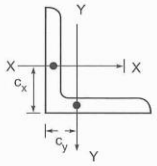


โมเมนต์อิเนอร์เชีย; $I = A \cdot r^2$

รัศมีไจเรชัน; $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

มอดุลัสหน้าตัด; $S = \frac{I}{c}$

เมื่อ A คือพื้นที่หน้าตัด



ขนาด A × B× t (mm)	น้ำหนัก (kg/m)	พื้นที่หน้าตัด (cm^2)	ความยาวด้าน A = B (mm)	ความหนา t (mm)	รัศมีส่วนโค้ง (mm)		ระยะห่างจากจุดศูนย์ถ่วง (cm)			โมเมนต์อิเนอร์เชีย (cm^4)			รัศมีไจเรชัน (cm^3)			มอดุลัสหน้าตัด (cm^3)
					r_1	r_2	Cx=Cy	C_u	C_v	$I_x = I_y$	I_u	I_v	$r_x = r_y$	r_u	r_v	$S_x = S_y$
25 × 25 × 3	1.12	1.42	25	3	4	2.0	0.72	–	–	0.80	1.26	0.33	0.75	0.94	0.48	0.45
30 × 30 × 3	1.36	1.73	30	3	4	2.0	0.84	–	–	1.42	2.26	0.69	0.91	1.14	0.58	0.66
40 × 40 × 3	1.84	2.35	40	3	6	3.0	1.07	2.83	1.52	3.45	5.46	1.44	1.23	1.52	0.78	1.18
40 × 40 × 4	2.42	3.08	40	4	6	3.0	1.12	2.83	1.58	4.47	7.09	1.85	1.21	1.52	0.78	1.55
50 × 50 × 4	3.06	3.89	50	4	7	3.5	1.36	3.54	1.92	8.97	14.2	3.72	1.53	1.91	0.98	2.46
50 × 50 × 6	4.47	5.69	50	6	7	3.5	1.45	3.54	2.04	12.8	20.4	5.33	1.50	1.89	0.97	3.61
50 × 50 × 8	5.82	7.41	50	8	7	3.5	1.52	3.54	2.16	16.3	25.7	6.87	1.48	1.86	0.96	4.68
65 × 65 × 6	5.91	7.53	65	6	9	4.5	1.80	4.60	2.55	29.2	46.3	12.1	1.98	2.49	1.27	6.21
65 × 65 × 8	7.73	9.85	65	8	9	4.5	1.89	4.60	2.67	37.5	59.4	15.3	1.95	2.46	1.26	8.13
65 × 65 × 11	10.3	13.2	65	11	9	4.5	2.00	4.60	2.85	48.8	76.8	20.7	1.91	2.42	1.25	10.8
75 × 75 × 6	6.87	8.75	75	6	10	5.0	2.04	5.30	2.89	45.6	72.2	18.9	2.28	2.87	1.47	8.35
75 × 75 × 10	11.1	14.1	75	10	10	5.0	2.21	5.30	3.12	71.4	113	29.8	2.25	2.83	1.45	13.5
75 × 75 × 12	13.1	16.7	75	12	10	5.0	2.29	5.30	3.24	82.4	130	34.7	2.22	2.79	1.44	15.8
90 × 90 × 6	8.30	10.6	90	6	11	5.2	2.41	6.36	3.40	80.3	127	33.3	2.76	3.47	1.78	12.2
90 × 90 × 10	13.4	17.1	90	10	11	5.2	2.58	6.36	3.65	127	201	52.8	2.72	3.42	1.76	19.8
90 × 90 × 12	15.9	20.3	90	12	11	5.2	2.66	6.36	3.76	148	234	62.0	2.70	3.40	1.75	23.3
100 × 100 × 8	12.2	15.5	100	8	12	6.0	2.74	7.07	3.87	145	230	59.9	3.06	3.85	1.96	15.5
100 × 100 × 10	15.0	19.2	100	10	12	6.0	2.82	7.07	3.99	177	230	72.9	3.04	3.83	1.95	24.6
100 × 100 × 12	17.8	22.7	100	12	12	6.0	2.90	7.07	4.11	207	328	85.7	3.02	3.80	1.94	29.1
120 × 120 × 8	14.7	18.7	120	8	13	6.5	3.23	8.49	4.50	255	400	103	3.69	4.65	2.37	29.1
120 × 120 × 10	18.2	23.2	120	10	13	6.5	3.31	8.49	4.69	313	597	129	3.67	4.63	2.36	36.0
120 × 120 × 12	21.6	27.5	120	12	13	6.5	3.40	7.49	4.80	368	584	151	3.65	4.60	2.35	42.7
150 × 150 × 10	23.0	29.3	150	10	16	8.0	4.03	10.6	5.71	624	991	259	4.62	5.82	2.97	56.9
150 × 150 × 12	27.3	34.8	150	12	16	8.0	4.12	10.6	5.83	737	1,170	303	4.60	5.80	2.95	67.7
150 × 150 × 15	33.8	43.0	150	15	16	8.0	4.25	10.6	6.01	898	1,430	370	4.57	5.76	2.93	69.5
200 × 200 × 16	48.5	61.8	200	16	18	9.0	5.52	14.1	7.81	2,340	3,720	959	6.16	7.76	3.94	162

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

บัญชีแสดงการคำนวณราคาค่าก่อสร้างจากปริมาณวัสดุ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ	
				ราคา/หน่วย	ราคารวม
	โครงเหล็ก				
	- เหล็กฉาก ขนาด 50 x 50 x 4 mm. (โครง)	3.16	M.	75.00	237.00
	- เหล็กฉาก ขนาด 25 x 25 x 3 mm. (รับท่อ)	0.93	M.	30.00	27.90
	- เหล็กแบนกว้าง 2" หนา 3 mm.	0.75	M.	146.00	109.50
	- เหล็กแบนกว้าง 1" หนา 3 mm.	0.36	M.	20.00	7.20
	- เหล็กเส้นกลม RB12	0.18	M.	18.80	3.38
	- เหล็กแผ่นตัดกลม Ø 1" หนา 3 mm.	0.0005	SQM.	940.00	0.47
	แผ่นอคริลิคใส หนา 3 มม.	0.28	SQM.	755.00	211.40
	น็อตยึดอะคลิริค	6.00	PCS.	2.50	15.00
	รวมงานโครง				611.85
	ระบบท่อ PVC				
1	COLD WATER SYSTEM				
	PVC. 13.5				
	- DIA. 3/4"	0.80	M.	14.00	11.20
	- DIA. 1/2"	1.10	M.	12.00	13.20
	FITTING				
	- ข้อต่อตรง ท่อน้ำไทย Ø 3/4"	1.00	PCS.	6.00	6.00
	- สามทาง 90 ลด ท่อน้ำไทย 3/4" x 1/2"	1.00	PCS.	10.00	10.00
	- ข้องอ 90 ท่อน้ำไทย Ø 3/4"	1.00	PCS.	8.00	8.00
	- ข้องอ 90 ลด ท่อน้ำไทย 3/4" x 1/2"	1.00	PCS.	9.00	9.00
	- ข้องอ 90 ท่อน้ำไทย Ø 1/2"	2.00	PCS.	5.00	10.00
	- สามทาง 90 ท่อน้ำไทย 1/2"	1.00	PCS.	7.00	7.00
	- ข้อต่อตรงเกลียวนอก Ø 1/2"	2.00	PCS.	24.00	48.00
	- ฝาครอบท่อ 1/2" (จุกอุด)	1.00	PCS.	4.00	4.00

	STOP VALVE				
	- มินิบอลวาล์ว MM ANA 1/2"	1.00	PCS.	65.00	65.00
	- มินิบอลวาล์ว MMM สามทาง ANA	1.00	PCS.	95.00	95.00
2	SEWAGE SYSTEM				
	PVC. 8.5				
	(ท่อ Waste)				
	- DIA. 2"	1.40	M.	40.00	56.00
	- CLEAN OUT DIA. 2" BRASS TOP	1.00	PCS.	75.00	75.00
	FITTING				
	- ข้อต่อตรง ท่อน้ำไทย Ø 2"	1.00	PCS.	25.00	25.00
	- สามทาง 90 ท่อน้ำไทย Ø 2"	2.00	PCS.	55.00	110.00
	- ข้องอ 90 ท่อน้ำไทย Ø 2"	2.00	PCS.	37.00	74.00
	- ข้อลดบาง ท่อน้ำไทย 2" x 1 1/2"	1.00	PCS.	15.00	15.00
	- ยางเกลียวกันซึม Ø 2"	1.00	PCS.	50.00	50.00
	(ท่อ Soil)				
	- DIA. 4"	0.50	M.	144.00	72.00
	FITTING				
	- ข้อต่อตรง ตราช้าง Ø 4"	1.00	PCS.	90.00	90.00
	- สามทางทีวาย 90 ลด ท่อน้ำไทย 4" x 1 1/4"	1.00	PCS.	199.00	199.00
	- ข้องอ 90 ตราช้าง Ø 4"	1.00	PCS.	160.00	160.00
	(ท่อ Vent)				
	- DIA. 1 1/2"	1.50	M.	26.00	39.00
	FITTING				
	- ข้อต่อตรง ท่อน้ำไทย Ø 1 1/2"	1.00	PCS.	17.00	17.00
	- สามทาง 90 ท่อน้ำไทย Ø 1 1/2"	1.00	PCS.	33.00	33.00
	- ข้องอ 45 ท่อน้ำไทย Ø 1 1/2"	2.00	PCS.	25.00	50.00
	- ข้องอ 90 ท่อน้ำไทย Ø 1 1/2"	1.00	PCS.	17.00	17.00
	ตัวยูยึดท่อ				
	- ยู-โบลท์ รับท่อ 1-1/2"	2.00	PCS.	6.50	13.00
	- ยู-โบลท์ รับท่อ 3/4"	2.00	PCS.	1.50	3.00

	- ยู-โบลท์ รับท่อ 2"	2.00	PCS.	12.50	25.00
	รวมงานท่อ				1,409.40
3	**แผ่นผนัง**				
	- EPS Foam 3" 1.5 pound (+ ค่าขนส่ง)	0.80	SQM.	425.00	340.00
	- EPS Foam 4" 1.5 pound (+ ค่าขนส่ง)	0.25	SQM.	560.00	140.00
	- เหล็กเส้นกลม RB 6	0.90	M.	0.50	0.45
	- จระเข้ เฟล็ก ซิลด์	2.40	SQM.	180.00	432.00
	- เวเบอร์ไทล์ฟิกซ์ กาวซีเมนต์	1.20	SQM.	45.00	54.00
	- กระเบื้อง 10"x16" (25x40 ซม)	1.20	SQM.	200.00	240.00
	- ยาแนวจระเข้เทอร์โบพลัสดำลิกไนท์	0.20	SQM.	12.00	2.40
	รวมงานแผ่นผนัง				1,208.85
	Gran Total				3,230.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

ราคาประเมินต้นทุนวัสดุก่อสร้างผนังเตี้ย(Low wall) ของระบบห้องน้ำสำเร็จรูป จากการถอดปริมาณวัสดุ

รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ	
			ราคา/หน่วย	ราคารวม
Bathroom Pods				
- เหล็กกล่อง 2" x 2" หนา 2 mm.	6.40	M.	85.00	544.00
- เหล็กฉาก ขนาด 25 x 25 x 3 mm.	3.10	M.	30.00	93.00
- เหล็กกล่อง 1/2" x 1/2" หนา 1.2 mm.	1.40	M.	17.00	23.80
- เหล็กแผ่นพับ หนา 2 mm.	0.17	SQM.	506.00	86.02
- Top หินแกรนิต ขนาด 1.4x0.15 m.หนา 20 mr	0.21	SQM.	1,400.00	294.00
- PU Foam หนา 2"	0.93	SQM.	500.00	465.00
- แผ่นไม้อัดซีเมนต์ หนา 10 mm. รับกระเบื้อง	1.20	SQM.	144.00	172.80
- เวเบอร์ไทล์ฟิกซ์ กาวซีเมนต์	1.20	SQM.	45.00	54.00
- กระเบื้อง 10"x16" (25x40 ซม)	1.20	SQM.	200.00	240.00
- ยาแนวจระเข้เทอร์โบพลัสดำลิกไนท์	0.20	SQM.	12.00	2.40
รวม				1,975.02
SBM				
- เหล็กกล่องสำเร็จรูปชุบกัลวาไนท์ 25 x 25 x 0.42 mm.	12.80	M.	25.00	320.00
- FRP	1.12	SQM.		8,000.00
- แผ่น Compact Laminate	0.29	SQM.		-
รวม				8,320.00

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ จุฑารัตน์ ประสานพิมพ์

เกิด 30 สิงหาคม 2524

วุฒิการศึกษา

2547 ปริญญาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประสบการณ์การทำงาน

2547 สถาปนิก บริษัท พีดีแอล สเปซ จำกัด

2548-2550 สถาปนิก บริษัท แอพสแทร็ค จำกัด

2550-2554 สถาปนิกอิสระ

2555 อาจารย์พิเศษ วิชา เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมทางอาคาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2557 Senior Associate: Sustainable Development Department บริษัท วิสดอม คอนซัลติ้ง แอนด์โซลูชั่น จำกัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University