ทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ประกอบอาคารพักอาศัย คสล.สูง 7 ชั้น

ปฐมพงศ์ ตระบันพฤกษ์

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม
วิทยาลัยนวัตกรรมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ.2562

The Alternative of Designing Sanitary, Plumbing & Fire protection System for 7 Floor Residential Building

Pathompong Trabunpruex

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the

Requirements for the Degree of Master of Engineering

College of Innovative Technology and Engineering

Dhurakij Pundit University

2019

ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล ทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ประกอบอาคารพักอาศัย คสล.สูง 7 ชั้น

เสนอโดย ปฐมพงศ์ ตระบันพฤกษ์

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรเดช วุฒิพรพันธ์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 20 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	ทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปาสุขาภิบาลและชั้น 7 สูง.ดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล
ชื่อผู้เขียน	ปฐมพงศ์ ตระบันพฤกษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

อาคารพักอาศัยปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของชุมชน ทำให้อาคารพักอาศัยที่มีความสูงไม่เกิน 7 ชั้น (ไม่เกิน 23 m) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยวิธีการที่ใช้ในการศึกษานี้ เริ่มจากการคำนวณ ตามมาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง โดยอาศัยข้อมูลจากการวิเคราะห์แบบงานสถาปัตย์และโครงสร้าง เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการใช้งานและจำนวนผู้ใช้งานอาคาร เมื่อได้ข้อมูลจากการคำนวณแล้ว ก็ดำเนินการออกแบบและเขียนแบบงานระบบ ด้วยโปรแกรม Auto CAD

จากผลการศึกษา ระบบประปาพิจารณาใช้เป็นระบบจ่ายน้ำแบบผสม ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบการจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้นด้วยปั๊มเพิ่มแรงดันเพียงอย่างเดียวของโครงการอื่น พบว่าระบบจ่ายน้ำประปาตามการศึกษานี้มีความเสถียรมากกว่า เนื่องจากมีความยืดหยุ่นทั้งเรื่องปริมาณน้ำที่มีการสำรองและแรงดันน้ำที่เพียงพอต่อการใช้งานจากการจ่ายจากถังสำรองน้ำชั้นดาดฟ้า ถึงแม้ว่ามีต้นทุนสูงกว่า แต่ประหยัดค่าไฟฟ้าในการใช้งานได้มากกว่า โดยมีระยะเวลาคุ้มทุนอยู่ที่ 0.68 ปี ส่วนระบบบำบัดน้ำเสีย พิจารณาเลือกใช้ ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปชนิดเติมอากาศ (ขนาด 40 m^3/d) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ได้ดี และหากเป็นบ่อบำบัดแบบคอนกรีตหล่อในที่จะพบปัญหาในการบำรุงรักษามากกว่า แม้จะมีราคาค่าก่อสร้างน้อยกว่า ระบบระบายน้ำฝนออกแบบท่อระบายน้ำฝนจากชั้นดาดฟ้า มายังบ่อพักน้ำฝนชั้นล่างรวบรวมและปล่อยสู่สาธารณะ ซึ่งเมื่อเทียบกับโครงการอื่นที่ไม่ได้จัดเตรียมท่อระบายน้ำฝนไว้โดยปล่อยตามธรรมชาติ จะพบปัญหาน้ำท่วมขังในบางพื้นที่ และระบบดับเพลิงพิจารณาออกแบบเป็นระบบท่อแห้ง โดยติดตั้งหัวรับน้ำดับเพลิงบริเวณหน้าอาคาร เพื่อรับน้ำจากแหล่งน้ำภายนอกโครงการ และติดตั้งตู้อุปกรณ์ดับเพลิงในทุกๆชั้น ซึ่งเมื่อเทียบกับโครงการอื่นที่ไม่ได้จัดเตรียมทั้งระบบท่อแห้งและตู้อุปกรณ์ดับเพลิงทำให้ไม่มีความปลอดภัยในการใช้งานอาคาร

An Individual Study Title	The Alternative of Designing Sanitary, Plumbing & Fire protection System for 7 floor Residential Building
Author	Pathompong Trabunpruex
An Individual Study Advisor	Assistant Professor Aumnad Phdungsilp, Ph.D.,Tekn.Dr.
Department	Engineering Management
Academic Year	2018

ABSTRACT

The current residential building trend to increase from the expansion of urban. Therefore the 7 floors residential building (not over than 23 m.) trend to increase as well. The study aims to learn a the alternative of designing for the 7 floors residential building. (not over than 23 m.) Calculation method is used according to relevant standards and laws. The analysis data from Architect and Structure drawing file are used to know the building occupant characteristics, amount of building occupant. All the calculation and information of the building generate sketching and drawing by Auto CAD.

The studying show the cold water system use the combine system. The comparison between the other project that use only a package booster pump set (PBS). The result shows this study is more stable because compromise both of reserve water and water pressure from roof water tank. Although the investment cost of this study is higher than the other but the electricity cost is lower with a break-even period of 0.68 years. The wastewater consider using the package aeration wastewater treatment tank. (Volume 40 cu.m./day) The result shows this study is more effective of eliminate BOD than the other and the concrete wastewater treatment maintenance is more difficult although lower construction cost. The storm drainage is gathered with piping from roof deck to manhole(MH) ground floor before drain to public. The comparison between the other project that not provide storm drainage piping. The result shows the other project is flooded. The fire protection system use the dry pipe system by installation the fire department connector (FDC) in front of the building to get the fire water from the fire truck. The every floor must have the fire hose cabinet (FHC). The comparison between the other project that not provide the dry pipe system and the fire department connector is not safe for the building occupant.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ โดยได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำและข้อคิดต่างๆในการศึกษา อีกทั้งยังช่วยให้คำปรึกษาแก้ไขข้อบกพร่องในด้านต่างๆ และติดตามความคืบหน้าในการทำการศึกษารายบุคคลฉบับนี้โดยตลอดมา

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์สาขาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและชี้นำแนวทางในการศึกษาด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณนายยุทธนา ตระบันพฤกษ์(บิดา) นางสุพัตรา สุวรรณรัตน์(มารดา) และครอบครัวของผู้วิจัยซึ่งสนับสนุนด้านการศึกษา และกำลังใจในการทำการศึกษารายบุคคลนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ปฐมพงศ์ ตระบันพฤกษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย ……	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……	ง
กิตติกรรมประกาศ……..	จ
สารบัญตาราง……..	ซ
สารบัญภาพ……..	ญ
บทที่	
1. บทนำ……	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา……..	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา……...	4
1.4 กระบวนการศึกษาและเครื่องมือ……...	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……...	6
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..……	7
2.1 มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับการออกแบบระบบท่อภายในอาคาร……..	7
2.2 แนวทางในการออกแบบและเลือกใช้วัสดุ…….....	9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….....	11
3. วิธีดำเนินการศึกษา……...	14
3.1 วิธีดำเนินการศึกษา …….....	14
3.2 การรวบรวมข้อมูล……..……...	15
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล…….....	16
3.4 การออกแบบและการคำนวณ…….....	19
3.5 รายการคำนวณระบบน้ำประปา…….....	23
3.6 รายการคำนวณระบบระบายน้ำเสีย……...	29
3.7 รายการคำนวณระบบระบายน้ำฝน……...	36
3.8 รายการคำนวณระบบดับเพลิง.....……...	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการศึกษา…….	40
4.1 ผลการศึกษางานระบบประปา (Cold Water System)……..	40
4.2 ผลการศึกษางานระบบสุขาภิบาล (Sanitary System)……	46
4.3 ผลการศึกษางานระบบดับเพลิง (Fire Protection System)…….....	55
5. สรุปผลการศึกษา…….....	57
5.1 สรุปผลการศึกษา.....……..	57
5.2 ข้อเสนอแนะ…….....	58
บรรณานุกรม……..	61
ภาคผนวก ก ……..	65
ภาคผนวก ข ……...	68
ภาคผนวก ค ……...	74
ประวัติผู้เขียน……..	102

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แสดงจำนวนหน่วย จำนวนพื้นที่อาคาร และร้อยละของพื้นที่ทั้งหมดของการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทการใช้สอยอาคาร ปี พ.ศ. 2560…….. 2

1.2 แสดงจำนวนหน่วย จำนวนพื้นที่อาคาร และร้อยละของพื้นที่ทั้งหมดของการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทการใช้สอยอาคาร ความสูงไม่เกิน 8 ชั้น ปี พ.ศ. 2560……. 3

3.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อกำหนดในการออกแบบกับปริมาณที่ใช้จริงของถังบำบัดน้ำเสีย รุ่น SBT-40M ยี่ห้อ San Tech หรือ รุ่น DCF40 ยี่ห้อ Clean จำนวน 1 ชุด หรือยี่ห้ออื่นเทียบเท่า……...…….. 35

4.1 ตารางเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนระหว่างระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสมด้วย Cold Water Transfer & PBS กับระบบจ่ายแบบ Up-Feed ด้วย PBS ……. 43

4.2 ตารางเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ระหว่างระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) ตามการศึกษานี้ กับแบบจ่ายขึ้น (Up-Feed System) ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่เลือกใช้…… 44

4.3 ตารางแสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ไข อาคารพักอาศัยที่ใช้ระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น (Up-Feed)…….. 45

4.4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณจริงตามหลักการทางวิศวกรรมกับปริมาณที่ใช้จริงของถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด……... 47

4.5 ตารางเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ระหว่างถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปยี่ห้อ San Tech กับถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปยี่ห้อ Clean…….. 48

4.6 ตารางแสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ไข ระบบบำบัดน้ำเสีย…….. 49

4.7 แสดงการเปรียบเทียบ ข้อดี ข้อเสีย ระหว่างระบบระบายน้ำฝนตามการศึกษากับแนวทางเลือกอื่น……... 53

4.8 ตารางแสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ไขปัญหา ระบบระบายน้ำฝนภายในโครงการสำหรับอาคารพักอาศัย…… 54

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.9 ตารางแสดงรายการข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย
ตามกฎกระทรวง เทียบกับโครงการที่ทำการศึกษาและออกแบบ…….. 56

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ……..	5
1.2 โปรแกรม AutoCAD ที่ใช้ในการเขียนแบบ……..	6
3.1 ขั้นตอนในการทำการศึกษา …….....…….....	14
3.2 การสำรวจพื้นที่จริงและประชุมแนวทางในการออกแบบโครงการร่วมกัน ระหว่างเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ…….	16
3.3 ภาพ Perspective (1)……	17
3.4 ภาพ Perspective (2)..…….	17
3.5 ภาพ Perspective (3)……	18
3.6 ภาพ Perspective (4)……	18
3.7 ภาพไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศที่เลือกใช้ในโครงการนี้ (Schematic Diagram for Wastewater Treatment System)…….……....	22
3.8 พื้นที่รับน้ำฝนบนหลังคา Metal Sheet และดาดฟ้าคสล.ด้านซ้าย.....	37
3.9 พื้นที่รับน้ำฝนบนดาดฟ้า คสล. ด้านขวา.....	38
4.1 ระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) ของโครงการที่ทำการศึกษา.....	41
4.2 ระบบจ่ายน้ำประปาแบบ Up-Feed ด้วย Package Booster Pump ของโครงการที่เปรียบเทียบ…….....	42
4.3 พื้นที่รองรับน้ำฝนจากหลังคา Metal Sheet และดาดฟ้า คสล. ด้านซ้าย…….....	50
4.4 พื้นที่รองรับน้ำฝนจากหลังคาดาดฟ้า คสล…….....	51
4.5 แสดงแนวท่อระบายน้ำฝนรอบพื้นที่โครงการ……...	52
4.6 แสดงแผนผังระบบจ่ายน้ำดับเพลิง…….	55

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอาคารประเภทต่างๆ มีแนวโน้มเกิดขึ้นใหม่เป็นจำนวนมาก ตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งอาคารบางประเภทก็มีปัจจัยหรือเงื่อนไขในการออกแบบที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยงานระบบประกอบอาคารในบางงานนั้นได้ให้ความสำคัญเป็นอันดับรองจากงานสถาปัตย์หรือโครงสร้าง ซึ่งหากเปรียบเทียบงานก่อสร้างอาคารเป็นคนแล้ว จะพบว่างานสถาปัตยกรรมเปรียบเหมือนผิวหนังห่อหุ้มร่างกาย (Skin) โดยทั่วไปผู้คนมักมองเห็นก่อนเป็นอันดับแรกจึงเป็นปัจจัยชี้วัดทางกายภาพเบื้องต้นโดยง่าย งานโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูก (Skeleton) ซึ่งก็เป็นส่วนสำคัญของร่างกายเช่นกัน เพราะก็เป็นปัจจัยชี้วัดทางกายภาพเบื้องต้น เช่น สูงใหญ่ หรือผอมเล็ก เป็นต้น ส่วนงานระบบนั้นเปรียบเสมือนเส้นเลือดที่สูบฉีดหล่อเลี้ยงร่างกาย (Blood) ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอก แต่ก็มีความสำคัญเช่นกัน เพราะถ้าหากเส้นเลือดตีบตันหรือแตกภายในอวัยวะที่สำคัญ เช่น สมองหรือหัวใจ ก็อาจทำให้เจ้าของร่างกายนั้นพิการหรือถึงขั้นเสียชีวิตได้ เปรียบได้กับโครงการที่ไม่ให้ความสำคัญกับงานระบบเท่าไหร่นัก ก็อาจทำให้อาคารนั้นไม่สามารถตอบสนองผู้ใช้อาคาร (Occupant) ดังนั้นการออกแบบที่ดี จึงควรออกแบบโดยคำนึงถึงความสวยงาม ความมั่นคงปลอดภัย และการใช้งานไปพร้อมๆกัน

จากรายงานสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2560 ของกองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร พบว่ามีการอนุญาตปลูกสร้างอาคารความสูงไม่เกิน 8 ชั้น มีจำนวนทั้งหมด 21,313 หน่วย คิดเป็นพื้นที่ 9,318,945.65 m^2 หรือคิดเป็น 0.6% ของพื้นที่ทั้งหมดของกรุงเทพมหานคร ขนาดพื้นที่ทั้งหมดของกรุงเทพมหานครประมาณ 1,568.7 km^2 (ศูนย์ข้อมูลกรุงเทพมหานคร, http://www.bangkok.go.th/info/)

ตารางที่ 1.1 แสดงจำนวนหน่วย จำนวนพื้นที่อาคาร และร้อยละของพื้นที่ทั้งหมดของการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทการใช้สอยอาคาร ปี พ.ศ. 2560

	ประเภทการใช้สอยอาคาร	การอนุญาติปลูกสร้างอาคาร ปี พ.ศ.2560		
		จำนวนหน่วย	พื้นที่อาคาร (m^2)	ร้อยละของพื้นที่อาคารทั้งหมด
1.	พักอาศัย	18,299	6,756,065.96	61.39
2.	พาณิชย์	1,721	1,653,891.01	15.03
3.	อาคารที่จอดรถ	75	822,042.49	7.47
4.	สถาบันการศึกษา	263	726,208.69	6.60
5.	พาณิชย์-พักอาศัย	643	692,820.28	6.30
6.	คลังสินค้า	135	187,785.24	1.71
7.	สถาบัน/องค์การอิสระ	44	66,715.00	0.61
8.	โรงพยาบาล/สถานพยาบาล	6	63,735.00	0.58
9.	อื่นๆ	166	28,060.92	0.25
10.	อุตสาหกรรม	6	7,936.55	0.07
11.	ศาสนสถาน	-	-	-
	รวม	21,358	11,005,261.14	100.00

ที่มา: กองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร, 2561.
(กองควบคุมอาคาร สำนักการโยธา ฝ่ายโยธา สำนักงานเขตกรุงเทพมหานคร)

จากตารางที่ 1.1 พบว่ามีการอนุญาตปลูกสร้างอาคารทั้งหมด จำนวน 21,358 หน่วย พื้นที่ 11,005,261.14 m^2 เป็นอาคารประเภทการใช้สอยอาคารแบบพักอาศัยมากที่สุด 61.39% รองลงมา คือ พาณิชย์ 15.03% และอาคารที่จอดรถ 7.47% (กองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร 2561, น.1)

การอนุญาตปลูกสร้างอาคาร ปี พ.ศ. 2560 มีจำนวนอาคารที่ขออนุญาตปลูกสร้างในเขตกรุงเทพมหานครทั้งหมด 21,358 หน่วย เพิ่มขึ้นจาก ปี พ.ศ. 2559 (จำนวน 18,760 หน่วย)จำนวน 2,598 หน่วย คิดเป็น 13.85%

ตารางที่ 1.2 แสดงจำนวนหน่วย จำนวนพื้นที่อาคาร และร้อยละของพื้นที่ทั้งหมดของการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามประเภทการใช้สอยอาคาร ความสูงไม่เกิน 8 ชั้น ปี พ.ศ. 2560

	ประเภทการใช้สอยอาคาร	การอนุญาตปลูกสร้างอาคาร ปี พ.ศ.2560		
		จำนวนหน่วย	พื้นที่อาคาร (m^2)	ร้อยละของพื้นที่อาคารทั้งหมด
1.	พักอาศัย	18,271	5,851,399.46	53.17
2.	พาณิชย์	1,713	1,146,218.77	10.42
3.	อาคารที่จอดรถ	75	822,042.49	7.47
4.	สถาบันการศึกษา	263	726,208.69	6.60
5.	พาณิชย์-พักอาศัย	636	489,391.53	4.45
6.	คลังสินค้า	135	187,785.24	1.71
7.	สถาบัน/องค์การอิสระ	43	41,706.00	0.38
8.	อื่นๆ	166	28,060.92	0.25
9.	โรงพยาบาล/สถานพยาบาล	5	18,196.00	0.17
10.	อุตสาหกรรม	6	7,936.55	0.07
11.	ศาสนสถาน	-	-	-
	รวม	21,313	9,318,945.65	84.68

ที่มา: กองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร, 2561.
(กองควบคุมอาคาร สำนักการโยธา ฝ่ายโยธา สำนักงานเขตกรุงเทพมหานคร)

จากตารางที่ 1.2 พบว่า การอนุญาตปลูกสร้างอาคารสูงไม่เกิน 8 ชั้น มีการอนุญาตปลูกสร้างอาคารทั้งหมดจำนวน 21,313 หน่วย พื้นที่ 9,318,945.65 m^2 จำแนกตามประเภทการใช้สอยอาคาร พบว่ามีการอนุญาตปลูกสร้างอาคารประเภทพักอาศัยมากที่สุด จำนวน 18,271 หน่วย พื้นที่ 5,851,399.46 m^2 คิดเป็น 53.17% ของพื้นที่ของอนุญาตก่อสร้างอาคารทั้งหมด รองลงมา คือ อาคารประเภทใช้สอยอาคารแบบพาณิชย์ จำนวน 1,713 หน่วย พื้นที่ 1,156,218.77 m^2 คิดเป็น 10.42% ถัดไปเป็นอาคารที่จอดรถ 75 หน่วย พื้นที่ 822,042.49 m^2 คิดเป็น 7.47% และสถาบันการศึกษา 263 หน่วย พื้นที่ 726,208.69 m^2 คิดเป็น 6.60% (กองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร, 2561, น.2)

ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนการอนุญาตปลูกสร้างอาคารสูงไม่เกิน 8 ชั้นในเขตกรุงเทพมหานคร มีจำนวน 84.68% ของการอนุญาตปลูกสร้างอาคารทั้งหมดในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งเป็นการอนุญาตปลูกสร้างอาคารพักแบบอาศัยมากที่สุด (53.17%) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล.สูง 7 ชั้น (8 ชั้น โดยชั้นที่ 8 เป็นชั้นดาดฟ้า) เพื่อเป็นทางเลือกในการออกแบบอาคารอย่างถูกหลักวิศวกรรม และให้สามารถใช้งานอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งประยุกต์ใช้ในการออกแบบกับอาคารประเภทอื่นๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล.สูง 7 ชั้น (ความสูงไม่เกิน 23 m)
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับแนวทางเลือกอื่นๆ หรือโครงการอื่นที่พบในปัจจุบัน

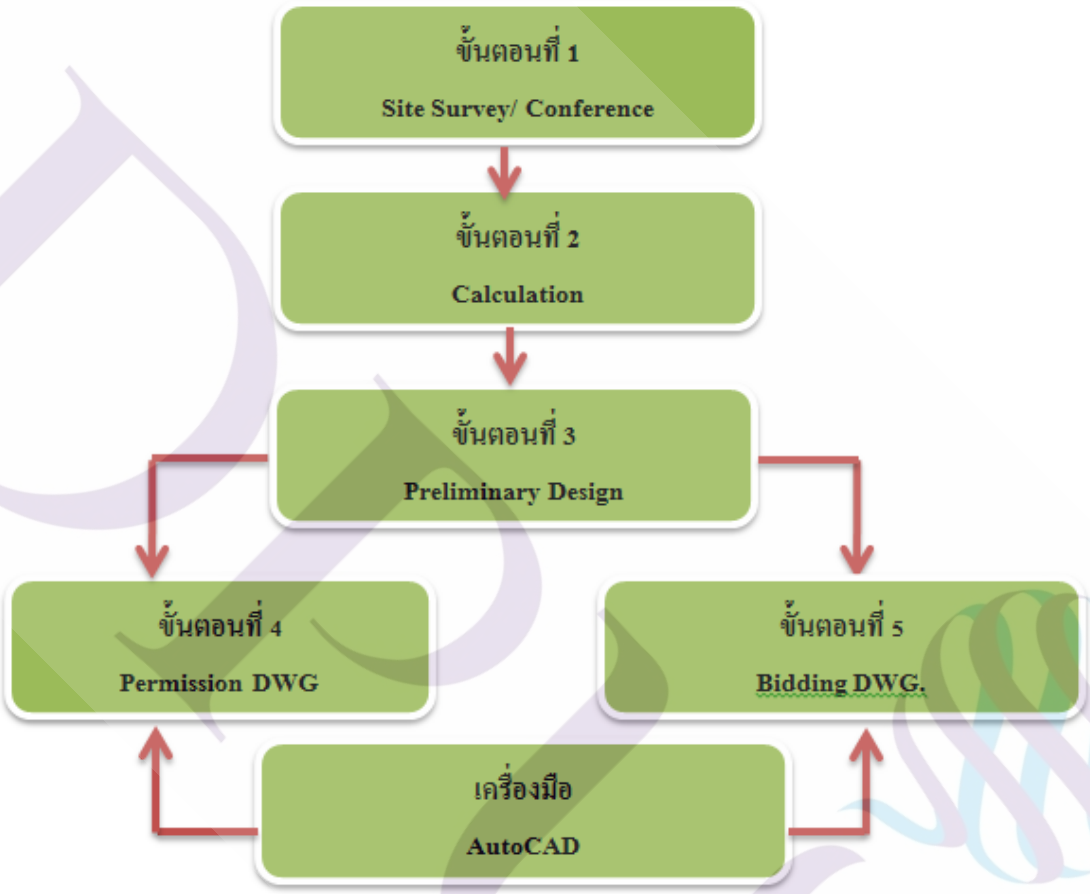
1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล. 7 ชั้น (ความสูงไม่เกิน 23 m) ตามมาตรฐานการออกแบบระบบท่องานระบบประกอบอาคาร

1.4 กระบวนการศึกษาและเครื่องมือ

การศึกษานี้ได้ทำการคำนวณ ออกแบบและเขียนแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล. 7 ชั้น (สูงไม่เกิน 23 m) เพื่อให้ในการก่อสร้างจริง ทั้งนี้ไม่สามารถเปิดเผยชื่อของโครงการได้ เนื่องจากอาจก่อให้เกิดความได้เปรียบ-เสียเปรียบทางธุรกิจต่อทางเจ้าของโครงการได้ จึงสามารถเปิดเผยได้เมื่อจัดการประมูลแบบเพื่อหาผู้รับจ้างได้เรียบร้อยแล้ว

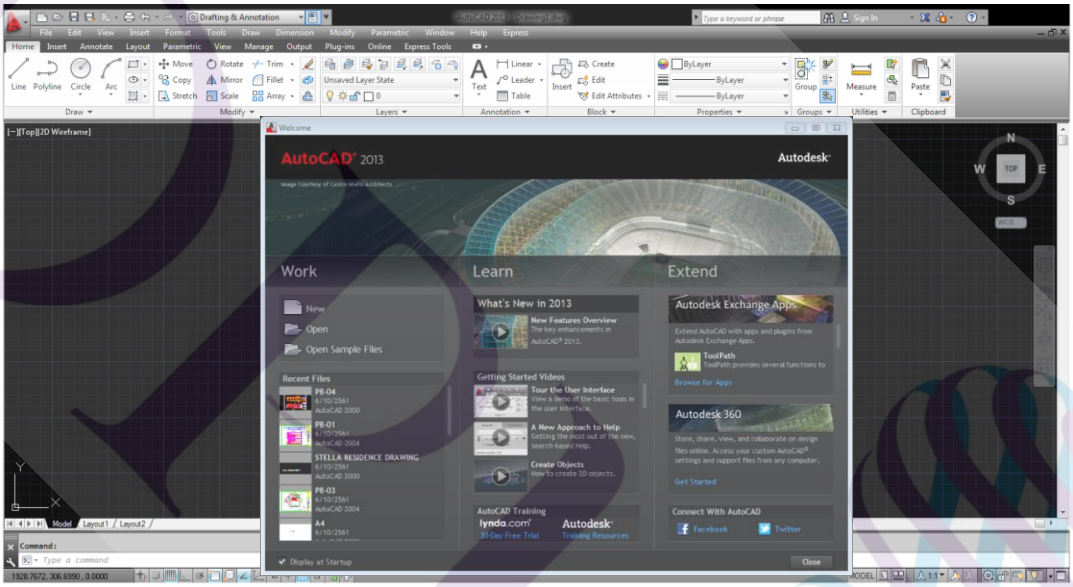
การศึกษานี้ได้ประชุมสรุปรายละเอียดแบบทั้งเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบแล้วระดับหนึ่ง จึงมีข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบค่อนข้างสมบูรณ์ โดยเริ่มต้นด้วยการคำนวณปริมาณน้ำใช้-น้ำเสีย ขนาดปั๊มสูบน้ำ หลังจากนั้นก็เริ่มเขียนแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง เป็นลำดับต่อไป



ภาพที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ

จากภาพที่ 1.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการ โดยเริ่มจากการประชุมและสำรวจพื้นที่จริงเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ หลังจากนั้นดำเนินการคำนวณตามมาตรฐานหรือกฎหมายควบคุมเพื่อจัดทำแบบร่าง (Preliminary Drawing) แบบขออนุญาตการก่อสร้าง (Permission Drawing) และแบบเพื่อการจัดประมูล (Bidding Drawing)

เครื่องมือที่ใช้ในการเขียนแบบงานระบบ งานโครงสร้างและงานสถาปัตย์ทั้งหมดทำบนโปรแกรม Autocad (แสดงดังภาพที่ 1.2) ซึ่งนอกจากมีความสะดวกในการใช้งานแล้วโปรแกรมนี้มีจุดเด่นคือการจัดแบ่งเลเยอร์ (Layer) เปรียบเหมือนการทำงานแบบวางซ้อนกัน ผู้ออกแบบงานสถาปัตย์ทำงานบนเลเยอร์หนึ่ง งานโครงสร้างทำงานบนเลเยอร์หนึ่ง งานระบบไฟฟ้า งานระบบประปาสุขาภิบาล และงานระบบปรับอากาศ ระบายอากาศก็ทำงานบนอีกเลเยอร์หนึ่งแยกกัน ซึ่งหากงานไม่ใหญ่มากสามารถทับซ้อนไว้ในไฟล์เดียวกัน และเลือกเปิด-ปิดเลเยอร์ เพื่อแสดงในแต่ละงานที่ต้องการได้ ทำให้ผู้ออกแบบสามารถมองภาพรวมเพื่อปรับการวางท่อต่างๆได้เหมาะสมอีกด้วย



ภาพที่ 1.2 โปรแกรม AutoCAD ที่ใช้ในการเขียนแบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบขั้นตอน และกระบวนการในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคาร ทำให้สามารถลดเวลาในการดำเนินการลงได้
2. เพิ่มความรู้และความเข้าใจทั้งทางด้านการคำนวณและการเขียนแบบงานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคาร เพื่อลดเวลาในการดำเนินการในโครงการต่อไปให้มากขึ้น
3. เพิ่มความรู้และประสบการณ์ในการออกแบบและแก้ปัญหาในระหว่างการออกแบบ
4. สามารถนำความรู้ในการออกแบบ ไปใช้ประกอบในการตรวจสอบอาคาร

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปาสุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารมีดังนี้

2.1 มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับการออกแบบระบบท่อภายในอาคาร

2.2 แนวทางในการออกแบบและเลือกใช้วัสดุ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวกับการออกแบบระบบท่อภายในอาคาร

มาตรฐานการออกแบบระบบท่อภายในอาคารตามมาตรฐานการออกแบบระบบท่อภายในอาคารของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) เป็นหลักในการอ้างอิงโดยส่วนใหญ่ในการออกแบบท่อน้ำประปา ท่อระบายน้ำเสีย ท่อระบายน้ำฝน

1. การออกแบบท่อน้ำประปา (Cold Water Piping) อ้างอิงตามมาตรฐานการออกแบบระบบท่อภายในอาคาร (วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์, 2556) โดยหาอัตราความต้องการน้ำของสุขภัณฑ์หรือหน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Unit) เพื่อหาอัตราความต้องการน้ำสูงสุด (Peak water's Demand) และความดันลดในเส้นท่อที่ต้องการ จากสูตร Hazen-Williams

Hazen-Williams: $$Hf = \frac{4.727}{D^{4.87}} L \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85}$$

โดยที่ Hf = *การสูญเสียความดัน เนื่องจากความฝืดในท่อ (m, ft)*

L = *ความยาวท่อ (m, ft)*

D = *ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ (m, in)*

Q = *อัตราการไหลของน้ำ (m^3/s, m^3/hr, l/s, gpm)*

C = *ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นผิวภายในท่อ*

จากสูตรสามารถแปลงมาใช้งานในรูปแบบของกราฟ Nomograph ได้ (แสดงในภาคผนวก ภาพที่ ข.1) ซึ่งสามารถเลือกขนาดท่อน้ำประปาจากการคำนวณอัตราความต้องการน้ำสูงสุดจากหน่วยสุขภัณฑ์ โดยใช้ค่าความเร็วในเส้นท่อ (Velocity) ตามมาตรฐานที่กำหนดคือ 1.2 m/s (4 fps) ถึง 2.4 m/s (8 fps) หากทราบขนาดท่อและความเร็วในเส้นท่อแล้ว สามารถใช้กราฟหาความดันลดในเส้นท่อได้ ซึ่งในทางปฏิบัติความดันลดในเส้นท่อยิ่งมีค่าน้อยยิ่งดี เพราะจะมีผลให้เครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้มีกำลังไฟฟ้าน้อยลง และประหยัดพลังงานมากขึ้นตามไปด้วย

2. การออกแบบท่อระบายน้ำเสีย (Waste Water Piping) อ้างอิงตามมาตรฐานการออกแบบระบบท่อภายในอาคาร (วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์, 2556) โดยการคำนวณหาหน่วยสุขภัณฑ์สำหรับการระบายน้ำ (Fixture Unit) เพื่อหาขนาดท่อระบายน้ำทิ้งในแนวระดับและในแนวดิ่ง ซึ่งโดยทั่วไปจะพิจารณาให้ใช้ความลาดเอียงของท่อในอาคาร 1:100 และความลาดเอียงสำหรับท่อนอกอาคารที่ 1:200 และกำหนดความเร็วของน้ำภายในเส้นท่อไม่ต่ำกว่า 0.6 m/s (2 fps) เพื่อให้เกิดการโกรกของน้ำ (Scouring action)

3. การออกแบบท่อระบายน้ำฝน (Storm Drain System) อ้างอิงตามมาตรฐานการออกแบบระบบท่อภายในอาคาร โดยใช้ตารางหาขนาดท่อน้ำฝนแนวดิ่งและแนวนอนภายในอาคารตามขนาดพื้นที่รับน้ำและอัตราน้ำฝน (mm/hr) ที่ต้องการพิจารณา ซึ่งโดยทั่วไปจะพิจารณาให้ใช้ความลาดเอียงของท่อในอาคาร 1:100 และความลาดเอียงสำหรับท่อนอกอาคารที่ 1:200 และกำหนดความเร็วของน้ำภายในเส้นท่อไม่ต่ำกว่า 0.6 m/s (2 fps) เพื่อให้เกิดการโกรกของน้ำ (Scouring action)

ระบบท่อระบายน้ำฝนรอบอาคาร (Storm Drain System) อ้างอิงด้วยทฤษฎีหรือมาตรฐาน Rational Method: $Q = 0.278CIA \times 10^{-6}$

โดยที่ Q = *อัตราการไหลนองสูงสุด* (Peak Runoff) *หน่วยเป็น* m^3/s

C = *สัมประสิทธิ์การไหลนอง เป็นค่าคงที่ ไม่มีหน่วย*
(ดูจากตารางค่า C แสดงในภาคผนวก ตารางที่ ก.3)

I = *ความเข้มเฉลี่ยของฝน* (mm/hr)

A = *พื้นที่ที่จะระบายน้ำออก* (m^2)

Manning Method: $Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n}$

โดยที่ Q = *อัตราการไหลสูงสุด* (m^3/s)

A = *พื้นที่หน้าตัดการไหล* (m^2)

R = *รัศมีชลศาสตร์* (m)

S = *ความลาดชันทางน้ำ*

N = *สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแมนนิ่ง*

หรือการใช้ Nomograph แทนสมการ Manning (แสดงในภาคผนวก ภาพที่ ข.2) ในการหาอัตราการไหลสูงสุดของน้ำฝน (Q)

4. การออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัย (Fire Protection System) เนื่องจากการศึกษานี้เป็นทางเลือกในการออกแบบอาคารพักอาศัย 7 ชั้น มีความสูงไม่เกิน 23 m จึงไม่ใช่อาคารสูงที่เป็นอาคารควบคุมตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ซึ่งทำให้ไม่บังคับให้มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองทันทีเมื่อมีเหตุเพลิงไหม้ อ้างอิงตามกฎกระทรวงดังกล่าว กำหนดให้ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ (Fire Extinguisher) ให้ครอบคลุมพื้นที่เท่านั้น

2.2 แนวทางในการออกแบบและเลือกใช้วัสดุ

2.2.1 ระบบประปามีแนวคิดในการออกแบบ

1. ถังเก็บน้ำต้องมีขนาดความจุที่เหมาะสม เพียงพอต่อการใช้งานซึ่งโดยทั่วไปต้องมีขนาดความจุสำรองน้ำไว้ใช้ได้ไม่น้อยกว่า 1 วัน (ขึ้นอยู่กับที่ตั้งโครงการ เช่นหากตั้งอยู่ที่ห่างไกล หรือท่อจ่ายน้ำประปาจากการประปาหยุดไหลบ่อย อาจเพิ่มได้ตามความเหมาะสม) โดยทั่วไปมีทั้งแบบฝังดินและตั้งบนพื้น แบบสำเร็จรูปหรือแบบคอนกรีตหล่อ ก็ขึ้นอยู่กับการใช้งานและพื้นที่ติดตั้ง ซึ่งหากพื้นที่เอื้ออำนวยแนะนำให้เลือกเป็นแบบตั้งพื้น เนื่องจากสามารถดูแลรักษาได้ง่ายกว่าแบบฝังดิน ซึ่งแบบฝังดินจะดูแลรักษาได้ยากกว่า และอาจมีปัญหาเรื่องการปนเปื้อน รวมทั้งเครื่องสูบน้ำอาจจะสูบไม่ขึ้นด้วย

2. หากมีความจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำ เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำในระบบ ควรเลือกกำลังที่เหมาะสม ไม่เล็กเกินไปหรือใหญ่เกินไป และให้สูบน้ำจากถังเก็บน้ำเพื่อจ่าย ไม่สูบตรงจากท่อจ่ายน้ำของการประปา

3. ท่อน้ำประปานอกอาคารนิยมใช้ท่ออโลหะ เช่น PE หรือ PB เนื่องจากมีความยืดหยุ่นหรือทนต่อการดัดงอได้หากต้องเดินท่อฝังดิน ซึ่งหากเลือกใช้ท่อเหล็กอาจขึ้นสนิมได้และเกิดการปนเปื้อน และหากเดินท่อไกลๆหรือมีจุดจ่ายน้ำนอกอาคารหลายจุด ต้องมีวาล์วควบคุมเปิด-ปิด เพื่อซ่อมบำรุงด้วย และควรหลีกเลี่ยงการเดินท่อผ่านถนน หากมีความจำเป็นต้องเดินลอดถนนให้ฝังปลอกเหล็กใต้ถนน

4. ท่อน้ำประปาในอาคารสามารถเลือกใช้ได้ทั้งท่อโลหะและอโลหะ หรืออาจผสมกันทั้งคู่ โดยใช้ท่อโลหะเป็นท่อประธาน (Main Pipe) รับแรงดันสูง และใช้ท่ออโลหะเป็นท่อจ่าย (Branch Line Pipe) และต้องมีวาล์วควบคุมการเปิด-ปิด เพื่อซ่อมบำรุงด้วยเช่นกัน

5. วัสดุทั้งท่อและวาล์วหรืออุปกรณ์ที่เลือกใช้ต้องได้มาตรฐาน

2.2.2 ระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝนมีแนวคิดในการออกแบบ

1. การเดินท่อระบายน้ำทิ้งใช้หลักการแรงโน้มถ่วงซึ่งไหลตามธรรมชาติ จากที่สูงสู่ที่ต่ำกว่า จึงจำเป็นต้องมีการคำนวณขนาดท่อและความลาดเอียง (Slope) ให้เหมาะสม ซึ่งการเดินท่อแนวนอนในอาคารต้องมีความลาดเอียงอย่างน้อย 1:100 เพื่อให้ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่ต่ำกว่า 0.60 m/s ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการโกรกของน้ำ (Scouring Action) ในการเอาสิ่งปฏิกูลหรือเศษผงต่างๆ ในท่อไปด้วย ซึ่งหากใช้ความลาดเอียงน้อยเกินไปหรือใช้ท่อแนวนอนที่มีขนาดใหญ่มากเกินไป จะทำให้ความเร็วของน้ำภายในท่อน้อยเกินไปจนไม่สามารถที่จะพาเอาสิ่งปฏิกูลหรือเศษผงต่างๆ ไปได้ จนเกิดการสะสมตะกอนจนอุดตันในเส้นท่อ เพราะฉะนั้นต้องพยายามเดินท่อระบายน้ำทิ้งออกสู่นอกอาคารโดยเร็วที่สุด (ไม่คดเคี้ยว อ้อมไปอ้อมมา)

2. อุปกรณ์ทุกชนิดที่ต่อกับท่อระบายน้ำทิ้งจะต้องมีที่ดักกลิ่นหรือ P-Trap ซึ่งจะมีน้ำขังกันอยู่ระหว่างท่อกับตัวสุขภัณฑ์ ป้องกันไม่ให้กลิ่นไม่พึงประสงค์ผ่านน้ำมาได้ ที่ดักกลิ่นที่ดีต้องมีคุณสมบัติหลัก คือ สามารถขังน้ำได้พอประมาณและสามารถถอดล้างออกได้สะดวก

3. ท่อระบายน้ำทิ้ง ต้องมีการต่อท่อระบายอากาศ เพื่อรักษาแรงดันภายในระบบท่อระบายน้ำให้มีการแปรเปลี่ยนน้อยที่สุด โดยการจัดให้อากาศผ่านเข้าและออกจากท่อระบายน้ำได้ ท่ออากาศควรต่อออกไปนอกอาคารและให้สูงกว่าอาคารอย่างน้อย 150 mm หรือยื่นออกไปนอกอาคารมากพอที่จะไม่ให้มีกลิ่นรบกวนสู่ผู้ใช้งานอาคาร

4. ออกแบบให้มีช่องล้างท่อ (Clean Out) เป็นช่องเปิดที่ต่อกับท่อระบายน้ำ เพื่อไว้ดูแลรักษา เมื่อเกิดการอุดตันขึ้นภายในท่อส่วนใดก็สามารถเปิดช่องล้างท่อเพื่อทำความสะอาดได้ โดยควรให้มีในทุกจุดของท่อระบายน้ำที่มีการเปลี่ยนทิศทาง และถ้าท่อระบายน้ำมีขนาดเล็กกว่า 100 mm ควรให้มีช่องล้างท่อหนึ่งช่องต่อความยาวท่อไม่เกิน 15 m

5. ระบบระบายน้ำฝนในอาคารต้องจัดเตรียมช่องระบายน้ำฝน (Roof Drain) บนชั้นหลังคา และช่องระบายน้ำที่พื้น (Floor Drain) หรือ ช่องระบายน้ำทางด้านข้างของผนัง (Scupper Drain) สำหรับระเบียง ให้ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝน เพื่อให้สามารถบริหารจัดการน้ำฝนได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางเปรียบเทียบและประยุกต์ใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวง ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 และข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบท่อในอาคาร (วสท.) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

กมลภพ นวลวิลัย, 2560 ได้ทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียในอาคารคอนโดศุภาลัย คาซ่าริวา ซึ่งจากการตรวจสอบระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่ามีน้ำเสียล้นขึ้นมาที่ฝาบ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งที่มาจากการใช้น้ำประจำวันของผู้ใช้งานอาคารจำนวนมาก และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง โดยเกิดจากสาเหตุ คือ มอเตอร์ปั๊มน้ำเสียหยุดทำงาน และระบบท่อภายในบ่อบำบัดน้ำเสียแตกหักเสียหาย ผลจากการซ่อมแซมแก้ไขปัญหาดังกล่าว ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียใช้งานได้ตามปกติ และนำเสนอแนวทางป้องกันโดยให้ตรวจสอบมอเตอร์ปั๊มน้ำเสียทุก 1 ปี และเลือกใช้มอเตอร์ปั๊มน้ำเสียที่มี Sensor ให้เกิดประสิทธิภาพสูง รวมทั้งออกแบบระบบท่อภายในบ่อบำบัดน้ำเสียให้มีขนาดใหญ่ เพื่อรองรับน้ำเสียในกรณีที่เกิดการล้นได้

จักรกฤษณ์ มะดารักษ์, 2554 ศึกษาการประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัย กรณีศึกษาอาคารเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ทั้งนี้เนื่องจากอาคารดังกล่าวได้ดำเนินการก่อสร้างและเปิดใช้งานอาคารก่อน พ.ศ.2535 ข้อบังคับตามกฎกระทรวง 33 (พ.ศ.2535) ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 จึงไม่มีผลบังคับย้อนหลัง แต่ทางผู้ศึกษามุ่งตรวจสอบและประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัยเพื่อมุ่งเน้นให้ความสำคัญในความปลอดภัยของผู้ใช้งานอาคาร โดยผลการตรวจสอบพบข้อบกพร่องที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยด้านอัคคีภัย จำนวน 24 ข้อ จากทั้งหมด 48 ข้อ แต่ใน 24 ข้อบกพร่องที่ตรวจพบนี้บางข้อไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ ทางผู้ศึกษาจึงได้นำเสนอเพียงบางข้อ (7

ข้อ) ที่มีความสำคัญด้านความปลอดภัยและอยู่ในวิสัยที่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ พร้อมนำเสนอประมาณการราคาในการแก้ไข

ณัฐภณ ราชเดิม, 2560 ทำการศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบท่อน้ำประปาโดยใช้ท่อพีวีซีและท่อพีพีอาร์ ในโครงการโรงเรียนนานาชาติคอนคอร์เดียน ซึ่งได้ทดลองทำการคำนวณหาขนาดท่อจากสมการ Hazen-Williams ในโปรแกรม Microsoft Excell 2013 เทียบกับการใช้กราฟแสดงแรงดันสูญเสียกับขนาดเส้นท่อ ซึ่งจากผลการทดลองหาขนาดท่อทั้ง 2 ชนิด พบว่าท่อพีพีอาร์ (Polypropylene Random Copolymer : PP-R) มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการใช้งานได้ดีกว่าท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride : PVC) ถึงแม้ว่าจะมีราคาสูงกว่า 62% แต่เมื่อพิจารณาอายุการใช้งานที่มากกว่า (อายุการใช้งานของท่อพีพีอาร์ 50 ปี ส่วนท่อพีวีซีมีอายุการใช้งาน 10 ปี) ทางผู้ศึกษาจึงพิจารณาเลือกใช้ท่อพีพีอาร์ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาในระยะยาว

ภาณุพงศ์ กองคำสุก, 2559 ศึกษาเพื่อลดปัญหาการติดตั้งระบบสุขาภิบาลในอาคารโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการลดเวลาและค่าใช้จ่ายของโครงการ ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการติดตั้งงานระบบสุขาภิบาลในห้องน้ำอาคาร 1 และ 2 รวมระยะเวลาทั้งหมด 366 วัน พบว่า ห้องน้ำอาคาร 1 มีค่าใช้จ่ายที่เสียหาย 299,800 บาท และเสียเวลา 45 วัน โดยปัญหาเกิดขึ้นจาก แผนงานที่ไม่ชัดเจน ไม่มีการประชุมย่อย แบบล่าช้าและเปลี่ยนแปลงบ่อย รอวัสดุอุปกรณ์ คนงานไม่เพียงพอ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับห้องน้ำอาคาร 2 ที่มีการจัดทำแผนงานด้วยโปรแกรม Microsoft Project มาใช้ในการวางแผนและควบคุมโครงการ และทำการประชุมย่อยติดตามงานอย่างต่อเนื่อง ส่งผลดีต่อโครงการทำให้ไม่สูญเสียค่าใช้จ่ายและเวลาที่ไม่จำเป็น ก่อให้เกิดประสิทธิผลของโครงการเมื่อเริ่มเปิดใช้งานโครงการ

ไพโรจน์ บุญยิ่ง, 2555 ทำการประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัยในอาคาร กรณีศึกษาอาคารบริษัทบริหารสินทรัพย์กรุงเทพพาณิชย์ จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยด้านอัคคีภัย ถึงแม้ว่าอาคารเปิดใช้งาน พ.ศ.2530 ก่อนประกาศใช้กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 จึงไม่มีผลบังคับย้อนหลัง แต่ทางผู้ศึกษามุ่งตรวจสอบและประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัยเพื่อมุ่งเน้นให้ความสำคัญในความปลอดภัยด้านอัคคีภัย ซึ่งจากผลการตรวจสอบตามข้อกำหนดของกฎกระทรวง ฉบับที่ 33 ดังกล่าว พบว่าตรวจประเมินทั้งหมด 45 รายการ ไม่ผ่านเกณฑ์ 13 รายการ โดยทั้ง 13 รายการ มีผลทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ ตัวอย่างเช่น การมีสิ่งกีดขวางเส้นทางหนีไฟ หรืออุปกรณ์ดับเพลิงขาดการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ เป็นต้น

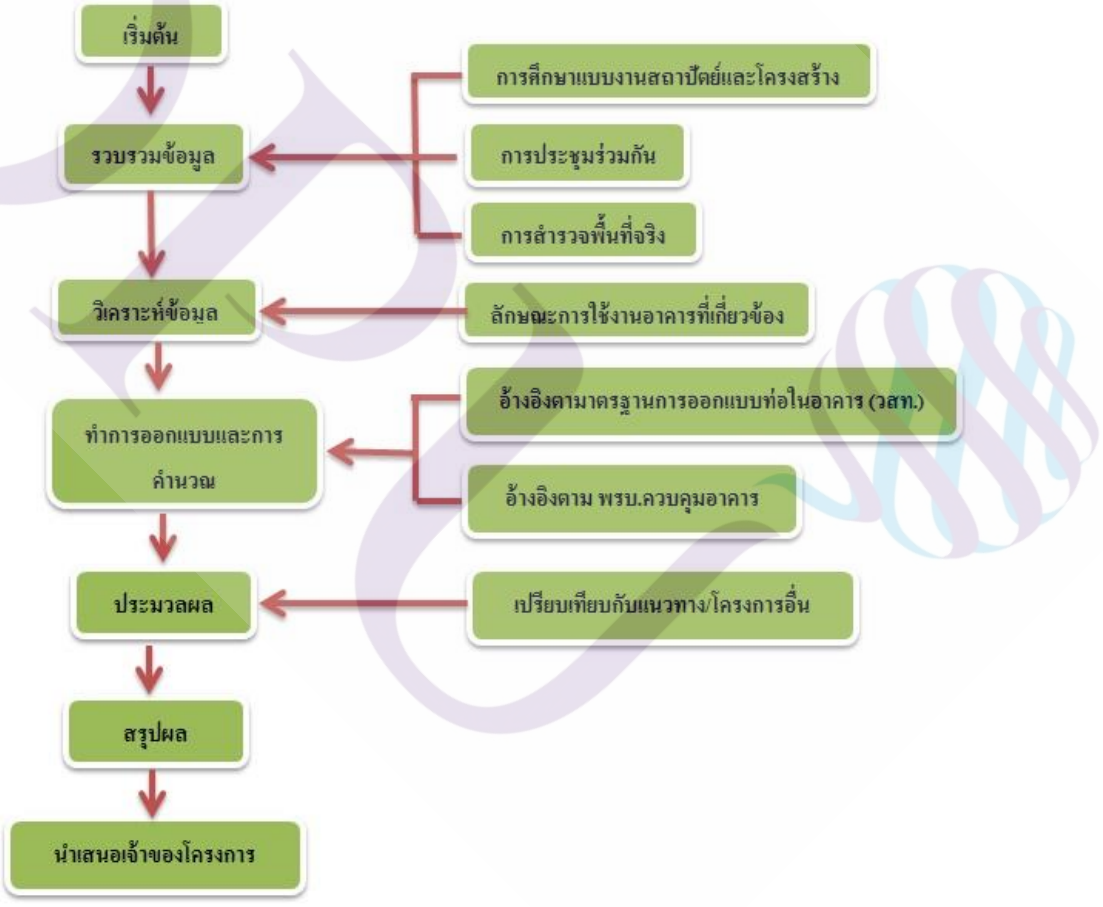
Daigger, 2007 ทำการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่าก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ ก๊าซมีเทน (Methane : CH_4) มีอายุเฉลี่ยในบรรยากาศประมาณ15 ปี ประสิทธิภาพ 25 เท่าของ CO_2 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide : N_2O) มีอายุเฉลี่ยในชั้นบรรยากาศประมาณ 120 ปี ประสิทธิภาพ 120 เท่าของ CO_2 เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีผลทำให้เกิดโลกร้อน โดยตามรายงานพบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Anaerobic (ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ) มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Aerobic (ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศ) แต่ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเร่งตะกอน (Activated Sludge, AS) ก็มีส่วนทำให้โลกร้อนจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการเติมอากาศและปั๊มน้ำเสียในการสูบหมุนเวียนตะกอนในระบบบำบัดน้ำเสียเช่นกัน

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าโดยส่วนใหญ่เน้นเฉพาะเจาะจง ตรวจสอบปัญหาหรือข้อบกพร่องในระบบใดระบบหนึ่ง แล้วจึงนำเสนอแนวทางแก้ไขและป้องกัน ซึ่งการศึกษานี้ได้นำเสนอทางเลือกในการออกแบบทั้งงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง และในการวิจัยในอดีตบางงานวิจัยได้พิจารณาเลือกใช้ท่อน้ำประปาเป็นท่อ พีพีอาร์ เนื่องจากความคุ้มค่าในการใช้งาน (อายุการใช้งาน 50 ปี) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล.สูง 7 ชั้น (สูงไม่เกิน 23 m) จะใช้วิธีการศึกษาจากโครงการจริงที่ยังไม่ได้ก่อสร้างและยังอยู่ในขั้นตอนการออกแบบ โดยมีขั้นตอนในการทำศึกษา (แสดงดังภาพที่ 3.1) ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนในการทำการศึกษา

จากภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนในการทำการศึกษาโดยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์ แล้วจึงทำการออกแบบและคำนวณโดยอ้างอิงตามมาตรฐานและกฎหมายควบคุมอาคาร เขียนแบบโดยใช้โปรแกรม AutoCAD (แบบแสดงในภาคผนวก ค.) ประมวลผลจากแบบเพื่อเปรียบเทียบกับโครงการอื่น นำเสนอทางเจ้าของโครงการ

3.2 การรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาแบบสถาปัตย์และโครงสร้างของอาคารที่จะออกแบบให้เข้าใจชัดเจน ตัวอย่างเช่น

เป็นลักษณะอาคารประเภทใด มีจำนวนชั้นเท่าไหร่ ความสูงในแต่ละชั้นเท่าใด มีชั้นใต้ดินหรือไม่ มีกั้นพื้นที่สำหรับห้องเครื่องสูบน้ำและถังเก็บน้ำหรือไม่ (หากไม่มีสามารถทำเป็น Requirement นำเสนอได้)

อาคารต้องจัดเตรียมมิเตอร์น้ำย่อยในส่วนใดบ้าง

สุขภัณฑ์อาคารเป็นชนิดใด Flush Valve หรือ Flush Tank

จัดเตรียมช่องท่องานระบบประปาและสุขาภิบาล (San Shaft) ให้เพียงพอหรือไม่ (หากไม่มีหรือมีไม่เพียงพอสามารถทำเป็น Requirement นำเสนอได้)

มีช่องโล่ง (Void) ที่ไม่สามารถเดินท่อผ่านได้หรือไม่

มีผนังกระจกที่ไม่สามารถเดินท่อดิ่งลงหรือไม่ (สามารถขอช่องท่อระบบประปาและสุขาภิบาล (San Shaft) ได้หรือไม่ บริเวณใดบ้าง)

มีจุดที่ต้องเตรียมงานระบบประปาและสุขาภิบาลที่ใดบ้าง (ใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณปริมาณน้ำใช้และน้ำเสีย ในบทที่ 3)

มีสวน (Garden) ที่ต้องจ่ายน้ำและเตรียมระบายน้ำบริเวณใดบ้าง

หลังคาเป็นแบบใด มีรางระบายน้ำหรือไม่

ในห้องพักมีระเบียงที่น้ำฝนสาดหรือไม่

ในห้องพักมีอุปกรณ์ใดบ้างที่ต้องจัดเตรียมน้ำประปาและระบายน้ำทิ้ง เช่น เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า ที่ล้างจาน เป็นต้น

2. สำรวจพื้นที่จริงประกอบในการออกแบบ เพื่อจะได้ทราบถึงปัจจัยและเงื่อนไขในการออกแบบเบื้องต้น เช่น ในพื้นที่มีแนวท่อน้ำประปาจากการประปาหรือแนวสายไฟฟ้าจากการไฟฟ้าให้เชื่อมต่อหรือไม่ ถ้ามีอยู่บริเวณใด มีแนวท่อระบายน้ำสาธารณะให้เชื่อมต่อหรือไม่ ถ้ามีอยู่บริเวณใด รอบข้างพื้นที่หรือพื้นที่ข้างเคียงเป็นอย่างไร เป็นต้น (แสดงดังภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2 แสดงภาพการสำรวจพื้นที่จริงและประชุมแนวทางในการออกแบบโครงการร่วมกันระหว่างเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ

3. ประชุมข้อมูลร่วมกันระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบงานสถาปัตย์ ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง และผู้ออกแบบงานระบบประกอบอาคาร เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความต้องการจากผู้ใช้งานอาคาร (Building Occupant) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบในลำดับต่อไป

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ลักษณะการใช้งานอาคารที่เกี่ยวข้อง เช่น รูปด้าน รูปตัด ภาพ Perspective เพื่อประกอบในการทำแบบ (แสดงดังภาพที่ 3.3-3.6)

ภาพที่ 3.3 ภาพ Perspective (1) แสดงภาพเสมือนจริงด้านซ้ายของอาคาร ทำให้เห็นลักษณะหน้าต่างห้องพักและระเบียง และโทนสีที่เลือกใช้ของอาคาร

ภาพที่ 3.4 ภาพ Perspective (2) แสดงภาพเสมือนจริงด้านหน้าอาคาร ทำให้เห็นลักษณะอาคารโดยรวมด้านหน้า และโทนสีที่เลือกใช้ของอาคาร

ภาพที่ 3.5 ภาพ Perspective (3) แสดงภาพเสมือนจริงด้านหน้าอาคาร โดยขยาย ทำให้เห็นลักษณะทางเข้าอาคาร ป้ายโครงการ และแนวระแนงตกแต่งบริเวณทางเข้า

ภาพที่ 3.6 ภาพ Perspective (4) แสดงภาพเสมือนจริงด้านบนของอาคาร ทำให้เห็นภาพอาคารโดยรวม ลักษณะหลังคา ลักษณะหน้าต่างและระเบียงห้องพัก และโทนสีที่เลือกใช้ของอาคาร

2. ลักษณะโครงการที่ทำการศึกษา

เป็นอาคารพักอาศัย คสล.สูง 7 ชั้น ความสูงของอาคาร จากชั้นล่างถึงชั้นหลังคาดาดฟ้า 21.50 m ความสูงจากพื้นชั้นล่างถึงพื้นชั้น 2 เท่ากับ 2.90 m, ความสูงจากพื้นชั้น 2 ถึงพื้นชั้น 3 เท่ากับ 3.60 m, ความสูงจากพื้นชั้น 3 ถึงพื้นชั้น 4 เท่ากับ 3.00 m, ความสูงจากพื้นชั้น 4 ถึงพื้นชั้น 5 เท่ากับ 3.00 m, ความสูงจากพื้นชั้น 5 ถึงพื้นชั้น 6 เท่ากับ 3.00 m, ความสูงจากพื้นชั้น 6 ถึงพื้นชั้น 7 เท่ากับ 3.00 m, ความสูงจากพื้นชั้น 7 ถึงพื้นชั้นหลังคาเท่ากับ 3.00 m

2.1 ที่ตั้งโครงการ : โครงการตั้งอยู่ ถนนศรีนครินทร์ จ. กรุงเทพมหานคร

2.2 พื้นที่โครงการ ตั้งอยู่บนที่ดิน กว้าง 18 m ยาว 49.55 m พื้นที่ 891.90 m^2

ชั้นล่างมีพื้นที่ 700 m^2 เป็นห้องไฟฟ้า ห้องปั๊มน้ำ ห้องซักผ้า ห้องแม่บ้าน ลานซักล้าง ห้องน้ำ และที่จอดรถยนต์ 26 คัน จอดรถจักรยานยนต์ 10 คัน

ชั้น 2 มีพื้นที่ 420 m^2 เป็นห้องพักและห้องออกกำลังกาย โดยมีจำนวนห้องพักทั้งหมด 10 ห้อง

ชั้น 3 มีพื้นที่ 410 m^2 เป็นห้องพัก โดยมีจำนวนห้องพักทั้งหมด 12 ห้อง

ชั้น 4 มีพื้นที่ 440 m^2 เป็นห้องพัก โดยมีจำนวนห้องพักทั้งหมด 13 ห้อง

ชั้น 5 มีพื้นที่ 440 m^2 เป็นห้องพัก โดยมีจำนวนห้องพักทั้งหมด 13 ห้อง

ชั้น 6 มีพื้นที่ 440 m^2 เป็นห้องพัก โดยมีจำนวนห้องพักทั้งหมด 13 ห้อง

ชั้น 7 มีพื้นที่ 440 m^2 เป็นห้องพัก โดยมีจำนวนห้องพักทั้งหมด 13 ห้อง

ชั้นหลังคา มีพื้นที่ 455 m^2 เป็นหลังคา Metal Sheet และด้านข้างเป็นพื้นดาดฟ้า คสล.

รวมจำนวนห้องพักทั้งหมด = 74 ห้องพัก

3.4 การออกแบบและการคำนวณ

3.4.1 ระบบจ่ายน้ำประปาของอาคาร

ใช้วิธีการจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) โดยมีทั้งการจ่ายโดยใช้แรงโน้มถ่วง (Gravity Down Feed) และจ่ายโดยใช้ชุดปั๊มเพิ่มแรงดัน (Package Booster Pump) มีส่วน ประกอบสำคัญดังนี้

1. เตรียมถังเก็บน้ำใต้ดิน ปริมาตรเพียงพอกับการใช้ในอาคาร ไม่น้อยกว่า 1 วัน (ออกแบบไว้ 51 m^3)

2. น้ำที่จะนำมาใช้ในโครงการ รับมาจาก การประปานครหลวง

3. เตรียมเครื่องสูบน้ำประปา สูบน้ำจากถังเก็บน้ำใต้ดิน ขึ้นไปเก็บไว้บนถังน้ำดาดฟ้า (ถังน้ำสำเร็จรูปขนาด 2.5 m^3 จำนวน 4 ใบ รวมปริมาตร 10 m^3) และจ่ายลงมาใช้ ตั้งแต่ ชั้น 4 ลงมาถึงชั้นล่าง

4. เตรียมชุดเครื่องสูบน้ำเพิ่มแรงดัน(Package Booster Pump Set : PBS) ไว้ชั้นดาดฟ้า จ่ายน้ำประปาสำหรับการใช้น้ำของ ชั้นดาดฟ้า ลงมาถึงชั้น 5 เพราะแรงดันน้ำจากถังน้ำดาดฟ้าไม่เพียงพอในการใช้งาน

5. ท่อและอุปกรณ์ระบบน้ำประปา ซึ่งขนาดท่อใหญ่เพียงพอที่จะให้ความเร็วน้ำในเส้นท่อไม่เกิน 10 fps ที่การใช้น้ำสูงสุด

3.4.2 ระบบจ่ายน้ำร้อน มีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้

ออกแบบให้ใช้เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นระบบน้ำผ่านร้อนทันที แบบติดผนัง แยกตามแต่ละห้องน้ำในห้องพัก

3.4.3 ระบบท่อระบายน้ำเสีย ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. ท่อน้ำโสโครก (Soil Pipe) ใช้ระบายน้ำเสียจากโถส้วมและโถปัสสาวะลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

2. ท่อน้ำเสียจากครัว (Kitchen Waste Pipe) รับน้ำเสียจากส่วนครัวระบายสู่บ่อดักไขมัน และส่งต่อสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

3. ท่อน้ำทิ้ง (Waste Pipe) ใช้ระบายน้ำเสียจากอ่างล้างต่างๆ หัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain) ระบายลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

4. ท่ออากาศ (Vent Pipe) ใช้ระบายอากาศเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย , และท่อน้ำเสียทั้งหมด แล้วระบายออกยังภายนอกบนชั้นดาดฟ้า โดยยื่นออกไปนอกอาคารไม่ให้กลิ่นรบกวน

3.4.4 ระบบระบายน้ำฝนประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. หัวรับน้ำฝน (Roof Drain) และท่อระบายน้ำฝนจากอาคารสามารถระบายน้ำฝนได้ในปริมาณ 150 mm/hr

2. หัวรับน้ำฝน (Roof Drain) จะถูกติดตั้งไว้บนหลังคาของอาคารทั้งหมด

3. ท่อระบายน้ำฝน จะถูกติดตั้งภายในอาคาร

4. ท่อระบายน้ำฝนในแนวดิ่งที่เสาทุกๆ ต้นจะต่อออกสู่บ่อพักรอบอาคาร เพื่อระบายน้ำออกสู่ท่อระบายน้ำรอบอาคารต่อไป

5. ท่อระบายน้ำฝนโดยรอบอาคารจะรวบรวมปริมาณน้ำฝนทั้งหมดของอาคารระบายออกสู่ภายนอกโครงการ โดยให้ติดตะแกรงดักขยะที่บ่อพักตัวสุดท้ายของท่อระบายก่อนจะปล่อยลงทางระบายน้ำสาธารณะ

3.4.5 ระบบดับเพลิง ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. ออกแบบเป็นระบบท่อแห้ง รับน้ำดับเพลิงจากแหล่งน้ำภายนอกอาคาร ซึ่งติดตั้งหัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connecter) บริเวณหน้าอาคารในจุดที่ง่ายต่อการเชื่อมต่อ และเตรียมตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) ที่ประกอบด้วยหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 mm และหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงชนิดหัวต่อสวมเร็ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 mm พร้อมฝาครอบและโซ่ร้อยติดไว้ทุกระยะห่างกันไม่เกิน 64 m สายฉีดน้ำดับเพลิงยาวไม่เกิน 30 m

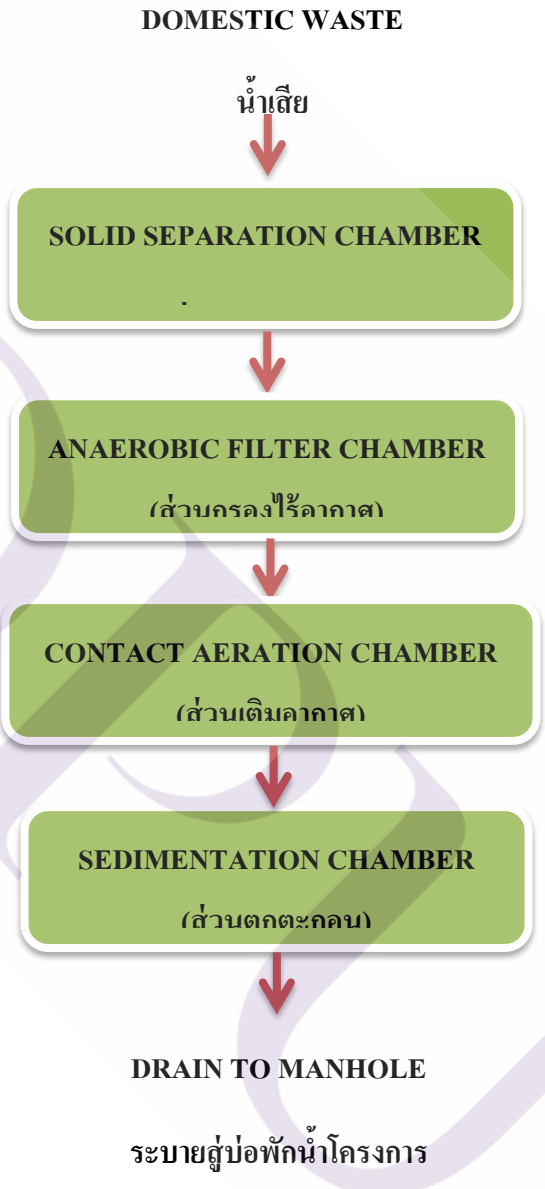
2. เตรียมถังดับเพลิงเคมีเอนกประสงค์ชนิดแห้ง ABC ขนาด 4 kg ทุกระยะ 45 m (ครอบคลุมพื้นที่อาคารไม่เกิน 1000 m^2)

3.4.6 ระบบบำบัดน้ำเสียประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

1. เลือกใช้เป็นถังบำบัดน้ำเสียชนิดสำเร็จรูปชนิด Extended Aeration, Activated Sludge Return System

2. ระบบนี้ประกอบด้วย Solid Separation Tank, Anaerobic Filter Tank, Aeration Tank และ Sedimentation Tank

3. กำหนดให้สามารถที่จะลดค่า BOD5 ลงได้เหลือน้อยกว่า 20 mg/l และค่า Suspended Solid (SS) เหลือน้อยกว่า 30 mg/l



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศที่เลือกใช้ในโครงการนี้ (Schematic Diagram for Wastewater Treatment System)

จากภาพที่ 3.7 แสดงไดอะแกรมระบบบำบัดน้ำเสียแบบเติมอากาศที่เลือกใช้ในโครงการนี้ โดยน้ำเสียจากโครงการรวบรวมผ่านท่อระบายน้ำเสียในอาคารมายังถังบำบัดน้ำเสีย ซึ่งภายในถังบำบัด

น้ำเสีย ประกอบด้วย ส่วนแยกตะกอน ซึ่งมีหน้าที่ลดปริมาณของแข็งและกากปฏิกูล ส่วนกรองไร้อากาศ ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ ส่วนเติมอากาศ ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์แบบเติมอากาศ ส่วนตกตะกอน ทำหน้าที่แยกน้ำใสหลังการบำบัด ก่อนระบายสู่สาธารณะ

3.4.7 คุณลักษณะของวัสดุที่จะใช้ในงาน

ท่อน้ำประปาฝังดิน	:	PE Class PN 10
ท่อน้ำประปาภายในอาคาร	:	PPR Class PN 10
ท่อจ่ายน้ำร้อน	:	CU TYPE L
ท่ออากาศ	:	PVC Class 8.5
ท่อน้ำทิ้ง	:	PVC Class 8.5
ท่อน้ำโสโครก	:	PVC Class 8.5
ท่อระบายน้ำรอบโครงการ	:	Rainforced Concrete Pipe Class 3
ท่อน้ำดับเพลิง	:	BSP Seam SCH # 40
ประตูน้ำ	:	ทองเหลืองหรือ เหล็กเหนียว
เครื่องสูบน้ำประปา	:	Centrifugal Pump
Fire Hose Reel	:	Rubber Hose

3.5 รายการคำนวณระบบน้ำประปา

คำนวณหาปริมาณน้ำใช้ของอาคาร โดยกำหนดให้มีปริมาณน้ำสำรองใช้งานได้อย่างน้อย 1 วัน ออกแบบเป็นถังเก็บน้ำไว้ชั้นล่าง และคำนวณหาถังเก็บน้ำดาดฟ้าที่สามารถจ่ายน้ำในชั่วโมงการใช้น้ำสูงสุด (Qh max) ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชม.อัตราการใช้น้ำต่อคนต่อวันสำหรับอาคารทั่วไปจะแปรเปลี่ยนอยู่ระหว่าง 75 l (20 gal.) ถึง 300 l (80 gal.) ขึ้นอยู่กับประเภทของอาคาร ซึ่งถ้าเป็นอาคารอยู่อาศัย จะอยู่ระหว่าง 100-300 ลิตร/คน/วัน (วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, 2556) (แสดงในภาคผนวก ตารางที่ ก.1)

ปริมาณน้ำใช้ของอาคาร

ปริมาณน้ำใช้จากห้องพัก (ชั้น 2-7)

จำนวนห้องพักทั้งหมด	=	74	ห้อง
กำหนดจำนวนคนต่อห้องพัก	=	2	คน/ห้อง
กำหนดอัตราการใช้น้ำ	=	300	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำใช้	=	$\frac{74x2x300}{1000}$	m^3/d
	=	44.4	m^3/d

พื้นที่ Lobby (ส่วนต้อนรับชั้น 2)

กำหนดจำนวนพนักงาน	=	2	คน
กำหนดอัตราการใช้น้ำ	=	100	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำใช้	=	$\frac{2x100}{1000}$	m^3/d
	=	0.2	m^3/d

ห้องแม่บ้าน (ชั้นล่าง)

กำหนดจำนวนพนักงาน	=	2	คน
กำหนดอัตราการใช้น้ำ	=	100	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำใช้	=	$\frac{2x100}{1000}$	m^3/d
	=	0.2	m^3/d
รวมปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดของอาคาร	=	44.4+0.2+0.2	m^3/d
	=	44.80	m^3/d

ออกแบบใช้ถังเก็บเป็นบ่อหล่อคอนกรีตในที่ ขนาด 8.4 x 4.85 x 2(D) m^3

ระดับน้ำ Water Level (1.25) Volume	=	8.4 x 4.85 x 1.25	m^3
	=	51	m^3

สามารถสำรองน้ำใช้ได้มากกว่า 1 วัน

คำนวณถังเก็บน้ำดาดฟ้า(Roof Tank)

กำหนดระยะเวลาในการใช้น้ำ	=	15	hr/d
จำนวนเท่าของการใช้น้ำสูงสุดเทียบกับใช้น้ำเฉลี่ย	=	3	เท่า
Q_h	=	44.80 / 15	m^3/hr
	=	3.0	m^3/hr
Q_{hmax}	=	3x3	m^3/hr
	=	9.0	m^3/hr
	=	149.33	lpm

ออกแบบใช้ถังเก็บน้ำสำเร็จรูปขนาด Volume 2.5 m^3 จำนวน 4 ใบ (Volume = 10 m^3)

คำนวณ Cold Water Pump-CWP (Transfer Pump-สูบน้ำจากบ่อเก็บน้ำคอนกรีตชั้นล่างส่งยังถังเก็บน้ำชั้นดาดฟ้า)

Flow Rate of Pump ($Q_{hmax)}$	=	9.0	m^3/hr
	=	39.42	gpm
	=	149.33	lpm

ออกแบบเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ End Suction โดยมีอัตาการไหล (Flow Rate) ของ Pump 40 gpm x 2 Sets, การทำงาน ให้ทำ 1 ตัวอีกตัวสำรอง-One Duty One Stand by

คำนวณ Total Dynamic Head (TDH)-Cold Water Transfer Pump

- Static Head (21.42+2)	=	23.42	m
- Suction Head	=	-	m (ถังน้ำต่ำกว่าปั๊ม)
- Suction Lift	=	2	m
- Discharge Head.	=	5	m
- Friction Loss of Pipe	=	3.1	m
- Friction Loss of Fitting (10%)	=	0.31	m

โดยออกแบบขนาดท่อส่งน้ำ Dia. 2 1/2" (Flow = 80 gpm, V = 1.5 m/s)

จะได้ Friction Loss of pipe	=	6	m/100 m
ความยาวท่อ (L)	=	22.6+2+2+25(ท่อแนวนอน)	m
	=	51.6	m

$Hf_{(pipe)}$ = $\frac{51.6}{100}$ m

= 3.10 m

Hf(fitting) = 3.10 x 10%

= 0.31 m

TDH = 23.42+2+5+3.1+0.31 m

= 33.83 m

= 110.99 ft.

ออกแบบที่แรงดัน 120 ft.

Hp (แรงม้าของมอเตอร์) = $\frac{40 \times 120}{3960 \times 0.65}$ Hp

= 1.86 Hp

ออกแบบเลือกใช้ End Suction Centrifugal Pump (One Duty One Stand by)

Flow = 40 gpm / TDH = 120 ft. Power = 2 Hp @ 2 sets

คำนวณปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน Package Booster Pump (Roof Deck Floor)

คำนวนปริมาณการไหลของน้ำ (Flow Rate)

กำหนด Package Booster Pump (PBS) จ่ายน้ำชั้น 5,6,7,Roof (3 ชั้น ห้องพัก)

จำนวนห้องพักทั้งหมดที่ต้องจ่ายด้วย PBS = 13x3 ห้อง

= 39 ห้อง

คิด Fixture Unit (FU) ของแต่ละห้องพักโดยกำหนดเป็น Flush Tank แบบ Private (แสดงในภาคผนวก ตารางที่ ข.1 และตารางที่ ข.2)

- Lavatory = 1 FU
- Water Closet = 3 FU
- Shower = 2 FU
- Kitchen Sink = 2 FU
- Laundry Machine = 1 FU
- HB (ระเบียง) = 1 FU

TOTAL FU PER UNIT = 10 FU

TOTAL FU = (39x10)+2(HB Roof Fl.) FU

= 392 FU

= 103.4 gpm

Design Pump 2 sets แบ่งเป็นตัวละ 65%

Flow Rate = 103.4x0.65 gpm

= 67.21 gpm

ออกแบบที่ 70 gpm

คำนวนขนาด Diaphragm Tank

P_1 = 19 PSI (pump start)

P_2 = 34 PSI (pump stop)

V_P = Vol.ของน้ำที่ Pump on 30 sec.

= 40 gpm x 0.5 min

= 20 gal.

= 75.7 l

V_2 = V_1-V_P

Boy's Law

P_1V_1 = P_2V_2

P_1V_1 = $P_2(V_1-V_P)$

$(P_1+14.7)V_1$ = $(P_2+14.7)(V_1-V_p)$

$$V_1 = \frac{P_2V_p}{(P_2-P_1)}$$

$$= \frac{34x75.7}{34-19}$$

= 245.77 l

Design Diaphragm Tank vol. 200 l (pump ทำงานนานกว่า 30 นาทีเล็กน้อย)

คำนวน Total Dynamic Head (TDH)

กำหนด Discharge Head จ่ายสุขภัณฑ์ทุกๆจุด 15 PSI (10 m) เพราะฉะนั้น PBS จ่ายชั้น 7 ต้องการแรงดัน Pump สูงสุดดังนี้

1. Discharge Head	=	10	m
2. Friction Loss of pipe	=	3	m
(คิดระยะท่อ 30 m, Flow รวม 103.4 gpm)			
3. Friction Loss of Fitting	=	0.3	m
4. TDH	=	13.3	m
	=	18.9	PSI.
ออกแบบที่		19	PSI.
	=	43.64	ft.
ออกแบบที่		45	ft.
TDH	=	$\frac{P1 + P2}{2}$	PSI
	=	$\frac{19+34}{2}$	PSI
	=	26.5	PSI
	=	18.6	m
	=	61.02	ft.
ออกแบบที่		65	ft.

<u>คำนวนพลังงานที่ใช้ของ Pump</u>

HP (แรงม้าของมอเตอร์)	=	$\frac{70x65}{3960x0.60}$	Hp
	=	1.9	Hp
ออกแบบที่		2	Hp

ออกแบบเลือกใช้ Package Booster Pump (PBS) โดยใช้แบบ End Suction Centrifugal Pump (One Duty One Stand by) Flow = 70 gpm (Total Flow = 140 gpm) / TDH = 65 ft. Power = 2 Hp @ 2 sets Diaphragm Tank vol. 200 l

3.6 รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียทั้งหมดของโครงการจะถูกส่งมาบำบัดยังระบบบำบัดน้ำเสีย โดยระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ประกอบด้วย ส่วนเกรอะ (Separation Chamber) ส่วนกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter Chamber) ส่วนเติมอากาศ (Contact Aeration Chamber) และส่วนตกตะกอน (Sedimentation Chamber)

1. ข้อมูลในการออกแบบ

1.1 BOD_5 Influent For Toilet	=	250	mg/l
1.2 BOD_5 Effluent	=	20	mg/l

2. ปริมาณน้ำเสีย

คิดจากร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ของอาคาร (ปริมาณน้ำเสีย ที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือนอาคาร จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้. กรมควบคุมมลพิษ, 2537)

ปริมาณน้ำใช้จากห้องพัก (ชั้น 2-7)

จำนวนห้องพักทั้งหมด	=	74	ห้อง
กำหนดจำนวนคนต่อห้องพัก	=	2	คน/ห้อง
กำหนดอัตราการใช้น้ำ	=	300	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำใช้	=	$\frac{74 \times 2 \times 300}{1000}$	m^3/d
	=	44.4	m^3/d

Lobby (ส่วนต้อนรับชั้น 2)

กำหนดจำนวนพนักงาน	=	2	คน
กำหนดอัตราการใช้น้ำ	=	100	ลิตร/คน/วัน
ปริมาณน้ำใช้	=	$\frac{2 \times 100}{1000}$	m^3/d
	=	0.2	m^3/d

ห้องแม่บ้าน (ชั้นล่าง)

กำหนดจำนวนพนักงาน	=	2	คน
กำหนดอัตราการใช้น้ำ	=	100	ลิตร/คน/d
ปริมาณน้ำใช้	=	$\frac{2 \times 100}{1000}$	m^3/d

	=	0.2	m^3/d
รวมปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดของโครงการ	=	44.4+0.2+0.2	m^3/d
	=	44.8	m^3/d
อัตราการเกิดน้ำเสีย	=	80%	
ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด	=	44.8x0.8	m^3/d
	=	35.84	m^3/d
กำหนดให้ปริมาณน้ำเสียที่ใช้ในการออกแบบ	=	36	m^3/d

3. ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้มีลักษณะดังต่อไปนี้

3.1 ส่วนเกรอะ กำหนดให้มีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสียอย่างน้อย 6 hr

3.2 ส่วนกรองไร้อากาศ กำหนดให้มีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสียอย่างน้อย 4 hr

3.3 ส่วนเติมอากาศ กำหนดให้มีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสียอย่างน้อย 6 hr

3.4 ส่วนตกตะกอน กำหนดให้มีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสียอย่างน้อย 3 hr

4. รายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสีย

ส่วนเกรอะ (Separation Chamber)

ปริมาณน้ำเสีย	=	36	m^3/d
BOD_5 Influent	=	250	mg/l
กำหนดระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย	=	6	hr
ปริมาตรส่วนเกรอะที่ต้องการ	=	$\frac{36x6}{24}$	m^3
	=	9.00	m^3
ปริมาตรส่วนเกรอะที่ใช้จริง	=	13.64	m^3
ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย	=	$\frac{13.64x24}{36}$	hr
	=	9.093	hr
ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD_5	=	30%	
BOD_5 ที่ออกจากส่วนเกรอะ	=	175	mg/l

ส่วนกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter Chamber)

ปริมาณน้ำเสีย	=	36	m^3/d
BOD_5 Influent	=	175	mg/l
กำหนดระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย	=	4	hr
ปริมาตรส่วนกรองไร้อากาศที่ต้องการ	=	$\frac{36x4}{24}$	m^3
	=	6.00	m^3
ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD_5	=	20%	
BOD_5 ที่ออกจากส่วนกรองไร้อากาศ	=	140	mg/l
BOD_5 Removed Loading	=	$\frac{(175-140) \times 36}{1000}$	mg/l
	=	1.26	kg BOD/d

กำหนดให้(Organic Loading Rate; อัตราการกำจัด BOD ต่อพื้นที่ผิวตัวกลาง)

	=	0.002	kg BOD/m^2-d
พื้นที่ผิวตัวกลางที่ต้องการ	=	$\frac{1.26}{0.002}$	m^2
	=	630	m^2
พื้นที่ผิวตัวกลางพลาสติก	=	102	m^2/m^3 ของตัวกลาง
ปริมาตรของตัวกลาง	=	6.18	m^3
Void Ration	=	0.90	
ปริมาตรของตัวกลาง	=	0.62	m^3
ปริมาตรส่วนกรองไร้อากาศที่ต้องการทั้งหมด	=	6.62	hr
ปริมาตรส่วนกรองไร้อากาศที่ใช้จริง	=	10.12	m^3
ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย	=	$\frac{10.12x24}{36}$	hr
	=	6.75	hr

ส่วนเติมอากาศ (Contact Aeration Chamber)

ปริมาณน้ำเสีย	=	36	m^3/d
BOD_5 Influent	=	140	mg/l

BOD_5 Effluent = 20 mg/l

กำหนดให้ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย = 6 hr

BOD_5 Removed Loading = $\frac{(140-20) \times 36}{1000}$ kg BOD_5/d

= 4.32 kg BOD_5/d

สัดส่วนอาหารต่อปริมาณจุลินทรีย์ (F/M Ratio) = 0.2 kg BOD/kg MLSS.d

ความเข้มข้นตะกอนจุลิทรีย์ในถังเติมอากาศ (MLSS) = 2,500 mg/l

คำนวณปริมาตรถังเติมอากาศที่ต้องการ

จากสูตร F/M = $\frac{(So - Se)}{HRT \times MLSS}$

HRT = $\frac{Vr}{Q}$

แทนค่า HRT จะได้ F/M = $\frac{(So - Se)xQ}{VrxMLSS}$

Vr = $\frac{(So - Se)xQ}{(F/M)xMLSS}$

Vr = $\frac{4.32}{0.2x(2500/1000)}$

ปริมาตรถังเติมอากาศที่ต้องการ (Vr) = 8.64 m^3

ปริมาตรถังที่ใช้จริง = 11.44 m^3

กำหนดให้ Volumetric loading มีค่าระหว่าง 0.3 – 0.6 กก./ลบ.ม.วัน

จากสูตร Volumetric loading = $\frac{(So - Se)xQ}{Vr}$ kg/ m^3-d

แทนค่า = $\frac{4.32}{11.44}$ kg/ m^3-d

ดังนั้นจะได้ = 0.378 kg/ m^3-d

ปริมาณอากาศที่ต้องการ

กำหนดให้

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ (O_2) = a.Lr+b.SaV

a = BOD Eliminated Coeffcient = 0.5 kg O2 / d

Lr = Total BOD Load to be Treated = $\frac{(140\text{-}20) \times 36}{1{,}000}$ kg / d

= 4.32 kg / d

B = Sludge Endogeneous Coefficient = 0.2 kg O2 / d

Sa = MLSS in Aeration Chamber

ความเข้มข้นตะกอนจุลินทรีย์ในถังเติมอากาศ (MLSS) = 2,500 kg/l

V = Volume of Aeration Chamber = 11.44 m^3

ปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ (O_2) = (0.5x4.32)+(0.2x2500x11.44/1000)

= 7.88 kg O_2 / d

ออกซิเจนละลายน้ำได้ = 4.5%

ปริมาณออกซิเจนในอากาศ = 0.277 kg O_2/ m^3AIR

ปริมาณอากาศที่ต้องการ = $\frac{7.88}{0.277 \text{x} 0.045 \text{x} 24 \text{x} 60}$ m^3/min

= 0.439 m^3/min

= 439.007 lpm

Safety Factor = 1.5

ปริมาณอากาศที่ต้องการ = 658.5 lpm

ขนาดของเครื่องเป่าลมที่ใช้จริงจำนวน 4 ชุด ขนาด = 200 lpm

= 200x4 lpm

= 800 lpm

ส่วนตกตะกอน(Sedimentation Chamber)

ปริมาณน้ำเสีย = 36 m^3/d

กำหนดระยะเวลาในการกักเก็บ = 3 hr

Serface Loading Rate = 24 m^3/ m^2-d

พื้นที่ผิวที่ต้องการ = 1.5 m^2

ปริมาตรส่วนตกตะกอนที่ต้องการ = $\frac{36x3}{24}$ m^3

= 4.50 m^3

ปริมาตรส่วนตกตะกอนที่ใช้จริง = 6.60 m^3

ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย = $\frac{6.6x24}{36}$ hr

= 4.4 hr

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบข้อกำหนดในการออกแบบกับปริมาณที่ใช้จริงของถังบำบัดน้ำเสีย รุ่น SBT-40M ยี่ห้อ San Tech หรือ รุ่น DCF40 ยี่ห้อ Clean จำนวน 1 ชุด หรือยี่ห้ออื่นเทียบเท่า

รายการ	ข้อกำหนด	SBT-40M Model of San Tech	DCF40 Model of Clean
- ปริมาณน้ำเสียทั้งหมด (m^3/ d)	36	40	40
- ปริมาตรส่วนเกรอะ (m^3)	9.00	13.64	11.43
- ระยะเวลาในการกักเก็บของส่วนเกรอะ (hr)	6	9.09	7.62
- ปริมาตรส่วนกรองไร้อากาศ (m^3)	6.62	10.12	7.48
- ระยะเวลาในการกักเก็บของกรองไร้อากาศ (hr)	4	6.75	4.99
- ปริมาตรส่วนเติมอากาศ (m^3)	8.64	11.44	11.45
- ระยะเวลาในการกักเก็บของส่วนเติมอากาศ (hr)	6	6.86	7.63
- ปริมาณอากาศที่ต้องการ (lpm)	658.51	200x4	800
- ปริมาตรส่วนตะกอน (m^3)	4.5	6.60	5.27
- ระยะเวลาในการกักเก็บของส่วนตกตะกอน (hr)	3	4.40	3.51
- BOD_5 Effluent (mg/l)	20	20	20

จากตารางที่ 3.1 ตารางแสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างปริมาณที่ใช้จริงตามการคำนวณกับปริมาณที่มีขายจริงของถังบำบัดน้ำเสียตามท้องตลาด ซึ่งไม่ได้ระบุว่าเลือกยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่ง ซึ่งหากนำข้อมูลของยี่ห้ออื่นมาเปรียบเทียบแล้วพบว่ามีค่ามากกว่าปริมาณที่ใช้จริงตามการคำนวณก็พิจารณาเลือกใช้ได้ (ทั้งนี้เงื่อนไขระบุว่าวัสดุของถังบำบัดเป็นชนิดเดียวกัน)

3.7 รายการคำนวณระบบระบายน้ำฝน

ออกแบบการระบายน้ำฝนออกจากอาคารใช้รอบปีที่จะเวียนกลับมาเกิดซ้ำอีกเท่ากับ 10 ปี ใช้อัตราการตกของน้ำฝน 150 mm/hr

ออกแบบให้มีช่องระบายน้ำฝนแบบดอกเห็ด (Roof Drain) บนชั้นดาดฟ้า และออกแบบช่องระบายน้ำฝนแบบแบนราบบนระเบียงห้องพัก และออกแบบบ่อพักพร้อมท่อคอนกรีตที่จอดรถชั้นล่าง

3.7.1 ชั้นดาดฟ้า

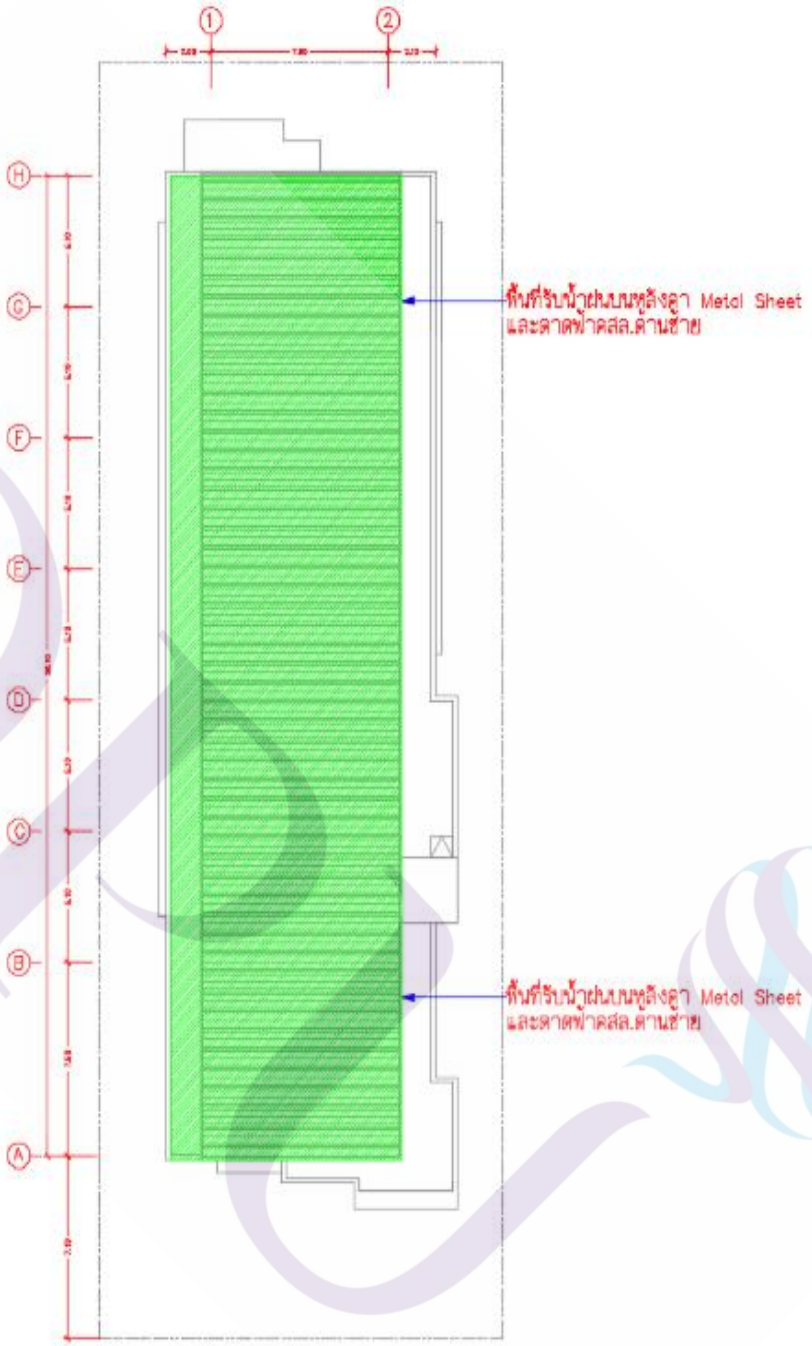
ประกอบด้วยพื้นที่ที่เป็นพื้น คสล.พื้นที่ 120 m^2 และพื้นที่ที่เป็นหลังคา Metal Sheet 335 m^2 ออกแบบวางช่องระบายน้ำฝนแบบดอกเห็ด (Roof Drain) จำนวน 13 หัว

พื้นที่ต่อหัวรับน้ำฝนของพื้นที่ดาดฟ้าซ้าย = 385 m^2/ 7 pcs

(แสดงดังภาพที่ 3.8) = 55 m^2/pcs

ตามตารางที่ 5.1 หาขนาดท่อน้ำฝนแนวดิ่งและช่องระบายน้ำฝน วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์. 2556. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร กำหนดอัตราฝน 150 mm/hr จะได้ขนาดท่อแนวดิ่ง 65 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝน 80 m^2)แต่ออกแบบที่ขนาดท่อ 100 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝนได้ 285 m^2)

ตามตารางที่ 5.2 หาขนาดท่อน้ำฝนแนวนอน วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์. 2556. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร กำหนดอัตราฝน 150 mm/hr และความลาดเอียงของท่อ 1:100 จะได้ขนาดท่อแนวนอน 100 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝนได้ 115 m^2) ออกแบบที่ขนาดท่อ 100 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝนได้ 115 m^2)



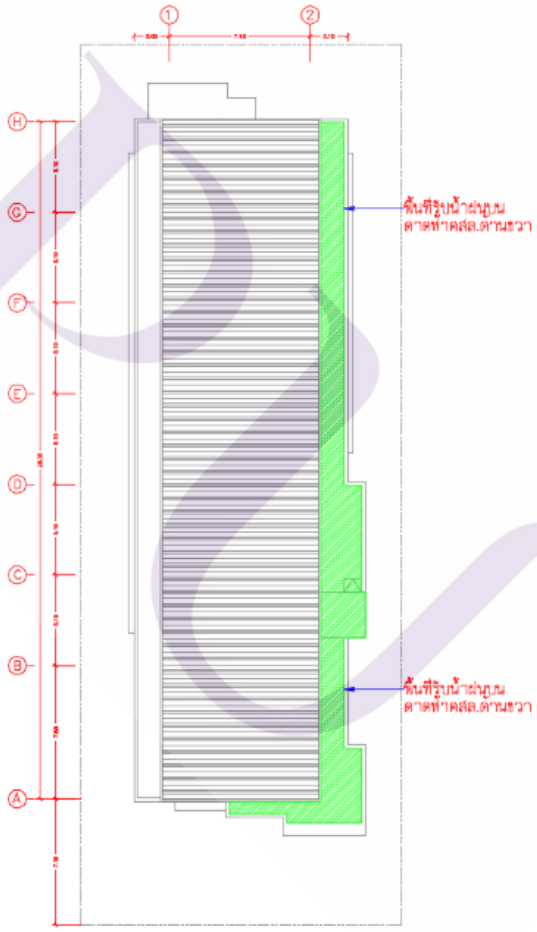
ภาพที่ 3.8 พื้นที่รับน้ำฝนบนหลังคา Metal Sheet และดาดฟ้าคสล.ด้านซ้าย มีขนาด 385 m^2

พื้นที่ต่อหัวรับน้ำฝนของพื้นที่ดาดฟ้าขวา = 70 m^2/ 6 pcs

(แสดงดังภาพที่ 3.9) = 11.67 m^2/pcs

ตามตารางที่ 5.1 หาขนาดท่อน้ำฝนแนวดิ่งและช่องระบายน้ำฝน วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์. 2556. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร กำหนดอัตราฝน 150 mm/hr จะได้ขนาดท่อแนวดิ่ง 50 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝน 45 m^2) แต่ออกแบบที่ขนาดท่อ 100 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝนได้ 285 m^2)

ตามตารางที่ 5.2 หาขนาดท่อน้ำฝนแนวนอน วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์. 2556. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร กำหนดอัตราฝน 150 mm/hr และความลาดเอียงของท่อ 1:100 จะได้ขนาดท่อแนวนอน 80 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝนได้ 50 m^2)แต่ออกแบบที่ขนาดท่อ 100 mm (รองรับพื้นที่น้ำฝนได้ 115 m^2) เนื่องจากชั้นบนสุดจะรับภาระน้ำฝนโดยตรง



ภาพที่ 3.9 พื้นที่รับน้ำฝนบนดาดฟ้าคสล.ด้านขวา มีขนาด 70 m^2

3.7.2 ระบายน้ำรอบอาคารชั้นล่าง

ชั้นล่างเป็นพื้นที่จอดรถ ห้องไฟฟ้า ห้องปั๊มน้ำ ห้องซักผ้า ห้องแม่บ้าน ลานซักล้าง ห้องน้ำ พื้นที่ใช้สอย 700 m^2 พื้นที่อาคารรวมที่ดิน 891.90 m^2 ออกแบบวางบ่อพักน้ำฝนทุกๆช่วงเสา รวบรวมน้ำฝนจากหลังคาชั้นดาดฟ้า โดยเดินท่อ REINFORCED CONCRETE PIPE (RCP) เพื่อระบายออกสู่สาธารณะ โดยให้ติดตะแกรงดักขยะที่บ่อพักตัวสุดท้ายของท่อระบายก่อนจะปล่อยลงทางระบายน้ำสาธารณะ

พื้นที่อาคารรวมที่ดิน = 891.90 m^2

จากสมการ Rational Method : $Q = 0.278CIA \times 10^{-6}$

โดยที่ Q = *อัตราการไหล* (m^3/s)

C = *สัมประสิทธิ์การไหลนอง (ดูจากตารางค่า* C)

พิจารณาลักษณะพื้นที่เป็นเขตธุรกิจหนาแน่น C = 0.80 (แสดงในภาคผนวก ตารางที่ ก.3)

I = Rainfall Intensity Rate *กำหนด 150* (mm/hr)

A = Area *891.90* (m^2)

$$Q = 0.278CIA \times 10^{-6}$$

$$Q = 0.278 \times 0.80 \times 150 \times 891.90 \times 10^{-6}$$

$$Q = 0.0298 \quad m^3/s$$

Manning Method : $Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n}$

โดยที่ Q = *อัตราการไหลสูงสุดในท่อ* (m^3/s)

A = *พื้นที่หน้าตัดของท่อ* = $\frac{\pi D^2}{4}$ (m^2)

R = *รัศมีชลศาสตร์* = $\frac{\pi D^2}{4} / \pi D$ (m)

= D/4 (*กรณีน้ำไหลเต็มท่อ)*

S = *ความลาดชันของท่อ (*m/m)

กำหนด Slope *ท่อระบายน้ำรอบอาคาร* = 1:200

n = *สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแมนนิ่ง*

ท่อคอนกรีต = 0.015

D = *เส้นผ่านศูนย์กลางท่อระบายน้ำ (*m)

แทนค่าในสมการ Manning จะได้

$$D = 0.321\ Q^{3/8} \times S^{-3/16}\ (m)$$

$$= 0.321 \times 0.0298^{3/8} \times 0.005^{-3/16}$$

$$= 0.232\ m$$

ออกแบบท่อระบายน้ำรอบอาคาร เป็นท่อคอนกรีต (Reinforce Concrete Pipe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 เมตร

ความเร็วน้ำไหลในท่อระบายน้ำ (V)

$$V = (1/n) \times R^{2/3}.S^{1/2}$$

$$= (1/0.015) \times (0.30/4)^{2/3} \times 0.005^{1/2}$$

$$= 0.84\ m/s$$

3.8 รายการคำนวณระบบดับเพลิง

ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ในหมวดที่ 1 ว่าด้วยแบบวิธีการเกี่ยวกับการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยสำหรับอาคารพักอาศัย ที่มีความสูงตั้งแต่ 3 ชั้นขึ้นไป แต่ไม่เกิน 23 m กำหนดให้ติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถืออย่างใดอย่างหนึ่ง จำนวน 1 เครื่องต่อพื้นที่ 1,000 m^2 ทุกระยะไม่เกิน 45 m แต่ไม่น้อยกว่าชั้นละ 1 เครื่อง ซึ่งตามการศึกษานี้ได้ออกแบบระบบดับเพลิงเป็นระบบท่อแห้งรองรับน้ำจากภายนอก (Fire Truck) โดยภายในอาคารติดตั้งตู้ฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) จำนวน 1 ชุด ต่อชั้นทุกชั้น ซึ่งภายในตู้ฉีดน้ำดับเพลิง มีเครื่องดับเพลิงชนิดผงแห้งขนาด 4 kg

บทที่ 4
ผลการศึกษา

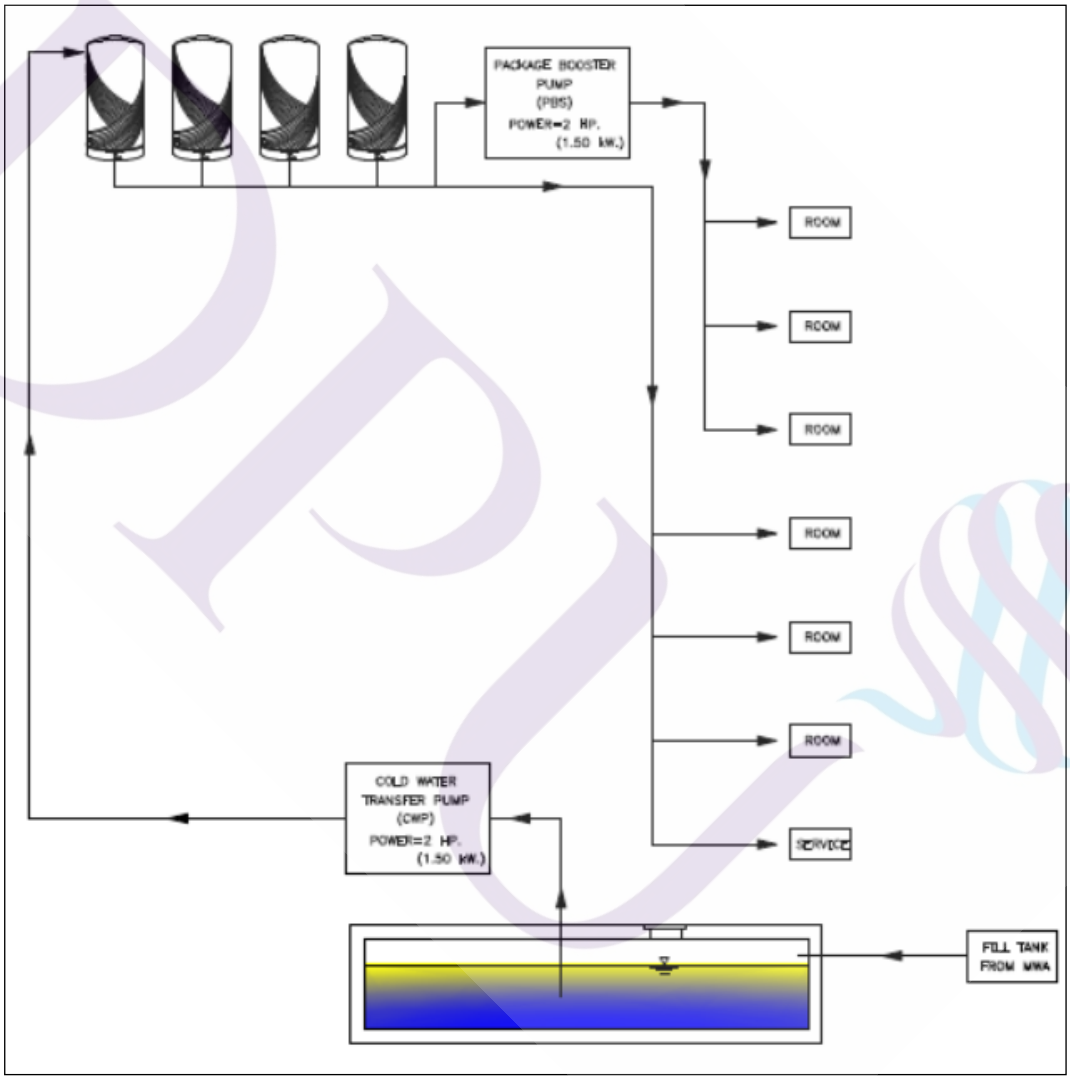
จากผลการศึกษาในหัวข้อ ทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล. สูง 7 ชั้น (ไม่เกิน 23 m) พบว่าจากเดิมโดยทั่วไปในหลายโครงการอาคารพักอาศัย คสล. สูง 7 ชั้น (ไม่เกิน 23 m) มีรูปแบบงานระบบประปา สุขาภิบาล และดับเพลิงที่แตกต่างกัน บางโครงการมีงานระบบประปา สุขาภิบาล และดับเพลิงที่ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากทางเจ้าของโครงการว่าจ้างผู้รับเหมาให้ดำเนินการออกแบบควบรวมกับงานก่อสร้าง เพื่อต้องการประหยัดค่าใช้จ่ายลงและไม่ให้ความสำคัญในงานออกแบบมากนัก ทำให้เกิดปัญหาเมื่อเปิดใช้อาคาร เช่นไม่ให้ความสำคัญในการจัดเตรียมถังเก็บน้ำให้ได้ตามมาตรฐาน ซึ่งในหลายกรณีพิจารณาว่าหากเตรียมตามมาตรฐานจะมีขนาดใหญ่มากเกินไป และมองว่าในเขตกรุงเทพมหานคร การประปานครหลวงสามารถจ่ายน้ำให้โครงการได้ต่อเนื่องหรือลดขนาดเครื่องสูบน้ำลงโดยใช้การคาดคะเนจากประสบการณ์ของผู้รับจ้างติดตั้ง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดในการนำเสนอ วิธีการและขั้นตอนในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงประกอบอาคารพักอาศัย คสล. สูง 7 ชั้น (ไม่เกิน 23 m) เพื่อเป็นทางเลือกในการออกแบบ พบว่าผลลัพธ์ที่ได้ ทำให้เกิดวิธีการและขั้นตอนที่เป็นระบบ สามารถลดทอนเวลาในการดำเนินการได้และเป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสม ดังนี้

4.1 ผลการศึกษางานระบบประปา (Cold Water System)

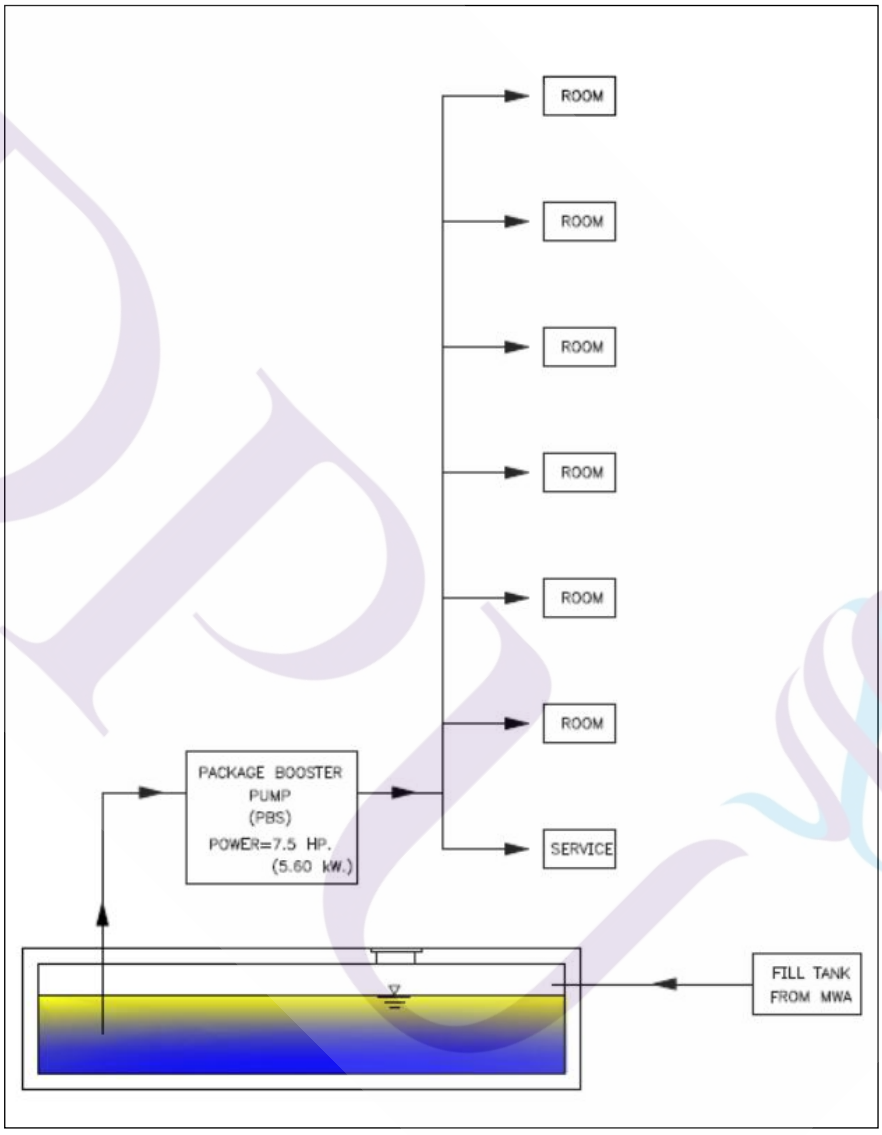
เนื่องจากระบบประปาเป็นสาธารณูปโภค (Public Utility) แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญในการใช้งานอาคารสำหรับผู้ใช้อาคาร (Building Occupant) รวมทั้งเป็นระบบที่มีความซับซ้อน เนื่องจากใช้ทั้งพลังงานกล (Mechanical Energy) และพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) จากผลการศึกษานี้พิจารณาออกแบบเป็นระบบจ่ายแบบผสม (Combine System) โดยออกแบบให้มีถังเก็บน้ำแบบบ่อคอนกรีตหล่อในที่ รองรับปริมาณน้ำ 51 m^3 (สามารถสำรองน้ำใช้ของอาคารมากกว่า 1 วัน) เลือกใช้

เครื่องสูบน้ำประเภทแรงเหวี่ยง (End Section Pump) สูบน้ำจากบ่อคอนกรีตชั้นล่างขึ้นไปเก็บบนถังเก็บน้ำชั้นดาดฟ้า (ถังสำเร็จรูปขนาด 2.5 m^3 จำนวน 4 ใบ ปริมาณรวม 10 m^3) จากนั้นใช้การจ่ายลงด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Down Feed) ตั้งแต่ชั้น 4 ลงมาถึงชั้นล่าง (รวม 4 ชั้น) ในส่วนของชั้น 5 ถึงชั้นดาดฟ้า (รวม 4 ชั้น) ใช้การจ่ายตรงสุขภัณฑ์ด้วยชุดปั๊มเพิ่มแรงดัน (แสดงดังภาพที่ 4.1) เนื่องจากแรงดันจ่ายลงด้วยแรงโน้มถ่วงจากถังเก็บน้ำดาดฟ้าน้อยกว่า 0.1 Mpa (1 bar)



ภาพที่ 4.1 ระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) ของโครงการที่ทำการศึกษา

ทั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบกับแบบโครงการอื่น ที่ออกแบบระบบจ่ายน้ำตรงสุขภัณฑ์ด้วยชุดปั๊มเพิ่มแรงดัน (Package Booster Pump) ซึ่งติดตั้งไว้ในห้องเครื่องสูบน้ำชั้นล่าง สูบน้ำจ่ายตรงสู่สุขภัณฑ์ในแต่ละชั้น (แสดงดังภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 ระบบจ่ายน้ำประปาแบบเดียว (Up-Feed System) ด้วยชุดปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน (Package Booster Pump) ของโครงการที่เปรียบเทียบ

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบจุดคุ้มทุนระหว่างระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) ด้วย Cold Water Transfer & Package Booster Pump กับระบบจ่ายขึ้นอย่างเดียว (Up-Feed System) ด้วยชุดปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน (Package Booster Pump)

No.	รายการ	หน่วย	ระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม	ระบบจ่ายน้ำประปาแบบ Up-Feed
	ค่าลงทุนเริ่มต้น			
1	จำนวนเครื่องสูบน้ำ	เครื่อง	Cold Water Pump (2 ตัว), Booster Pump (2 ตัว)	Booster Pump (2 ตัว)
2	ราคาเครื่องสูบน้ำ	บาท	212,100	15,200
3	ค่าติดตั้งและอุปกรณ์	บาท	476,252	391,990
4	ผลรวมการลงทุนในครั้งแรก (2+3)	บาท	688,352	543,990
5	ระบบจ่ายน้ำประปาด้วย Cold Water Pump & Package Booster Pump ลงทุนแพงกว่า		144,362	
	ค่าดำเนินการ (Operation)			
6	กำลังไฟฟ้า 1 เครื่อง (Power Consumption)	กิโลวัตต์ (kW)	2.2kW x 2 ตัว, 1.5kW x 2 ตัว	7.5kW x 2 ตัว
7	ค่าดำเนินการ (Operation) ใน 1 ปี			
	Cold Water Pump ทำงาน 3 ชม. / วัน	ชั่วโมง (Hrs.)	1,095	
	Package Booster Pump (PBS) จำนวน 15 ชม. / วัน	ชั่วโมง (Hrs.)	5,475	5,475
8	หน่วยกำลังไฟฟ้าที่ใช้ภายใน 1 ปี	kWH.	21,243	82,125
9	ค่าไฟฟ้า / หน่วย	บาท	3.5	3.5
10	ค่าไฟฟ้า / ปี	บาท	74,351	287,438
11	ภายใน 1 ปี เมื่อใช้ระบบจ่ายน้ำประปาด้วย Cold Water Pump & Package Booster Pump จะประหยัดค่าไฟไปได้	บาท	213,087	
12	Payback Period (คุ้มทุนที่ระยะเวลา)	ปี	0.68	

จากตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบจุดคุ้มทุนระหว่างระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) กับระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้นด้วยปั๊มเพิ่มแรงดัน จะเห็นว่าระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสมจะมีค่าต้นทุนเริ่มต้นสูงกว่าระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้นด้วยปั๊มเพิ่มแรงดัน (สูงกว่า 144,362 บาท หรือ 21%) แต่เมื่อคำนวณรวมค่าดำเนินการ (Operation) แล้วพบว่า ภายใน 1 ปี เมื่อใช้ระบบจ่ายน้ำแบบผสมตามการศึกษานี้ จะประหยัดค่าไฟได้มากกว่าระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้นเพียงอย่างเดียวด้วยปั๊มเพิ่มแรงดัน ถึง 213,087 บาท ซึ่งมีระยะเวลาคุ้มทุนอยู่ที่ 0.68 ปี(ประมาณ 8 เดือน)

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ระหว่างระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) กับแบบจ่ายขึ้นอย่างเดียว (Up-Feed System)

ข้อเปรียบเทียบ	ข้อดี ข้อเสียของระบบจ่ายน้ำแต่ละชนิด	
	ระบบจ่ายน้ำแบบผสม (Combine System)	ระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น (Up-Feed System)
.1ความสามารถในการใช้งานของระบบ	จ่ายน้ำได้ตามแรงดันที่ต้องการ	จ่ายน้ำได้ตามแรงดันที่ต้องการ
.2ต้นทุนค่าก่อสร้างเริ่มต้น	สูง 688),(บาท 352	ต่ำ 543),(บาท 990
.3ค่าดำเนินการ (Operation)	ต่ำ 74),(ปี/บาท 351	สูง 287),(ปี/บาท 438
.4ปัญหาเครื่องสูบน้ำชำรุดจากการใช้งาน	น้อย	มาก เนื่องจากมีชั่วโมง) (การใช้งานสูง
.5ความมีเสถียรภาพของระบบ	สูง สามารถจ่ายน้ำได้ หาก) ไฟฟ้าหรือการประปาไม่ สามารถจ่ายไฟฟ้าหรือ (น้ำประปาได้	ต่ำ ไม่สามารถจ่ายน้ำได้) หากไฟฟ้าหรือการประปาไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าหรือน้ำประปาได้(
.6งานโครงสร้าง	เท่ากัน	

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้นอย่างเดียว (Up-Feed System) ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งที่เลือกใช้ มีความสามารถในการใช้งานเท่ากัน งานโครงสร้างที่รองรับเช่นเดียวกัน แต่หากพิจารณาด้านการใช้งานและค่าใช้จ่าย พบว่าระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) มีความเหมาะสมมากกว่า

นอกจากระบบจ่ายน้ำประปาแบบผสม (Combine System) จะประหยัดค่าไฟฟ้ามากกว่าและมีระยะเวลาคุ้มทุนที่ต่ำแล้ว จากการสอบถามผู้ดูแลโครงการที่เปิดใช้งานแล้วในปัจจุบัน จำนวน 3 โครงการ ซึ่งมีระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้นด้วยปั๊มน้ำเพิ่มแรงดัน (Up-Feed) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับโครงการที่ศึกษา พบปัญหาดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ไข อาคารพักอาศัยที่ใช้ระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น (Up-Feed)

อาคาร	จำนวนชั้น	ปัญหาที่พบเกี่ยวกับปั๊มเพิ่มแรงดัน	สาเหตุ	วิธีการแก้ปัญหา
1	7 ชั้น (รวมดาดฟ้า)	1. ปั๊มน้ำเพิ่มแรงดันทำงานได้เพียง 2 จากทั้งหมด) ตัว1 (ตัว 2. มีเสียงดังและสั่นสะเทือนผิดปกติ	1. มีอายุการใช้งานนานและใช้งาน ต่อเนื่อง 2. ยางกันสะเทือนหมดอายุการใช้งาน	1. เปลี่ยนปั๊มใหม่ ชุด 1 2. เปลี่ยนยางกันสะเทือน
2	6 ชั้น (รวมดาดฟ้า)	ปั๊มไม่ทำงาน	ตู้ควบคุมชำรุด	ซ่อมแผงวงจรควบคุม
3	6 ชั้น (รวมดาดฟ้า)	1. ปั๊มน้ำแรงดันไม่เพียงพอ 2. ปั๊มเพิ่มแรงดันชำรุดทำงานได้เพียง ตัว 1	ฟุตวาล์วรั่วทำให้สูบน้ำไม่ขึ้น จนมอเตอร์กินกระแสไฟเกิน	เปลี่ยนฟุตวาล์วและเปลี่ยนปั๊มใหม่ 1 ชุด

4.2 ผลการศึกษางานระบบสุขาภิบาล (Sanitary System)

4.2.1 งานระบบระบายน้ำเสียและบำบัดน้ำเสีย (Wastewater System)

ระบบระบายน้ำเสียอาคารและบำบัดน้ำเสียเป็นสาธารณูปโภค (Public Utility) อีกแขนงหนึ่งที่มีความสำคัญในการใช้งานอาคารสำหรับผู้ใช้อาคาร (Building Occupant) ซึ่งน้ำเสียจากอาคารมีความจำเป็นต้องทำการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่สาธารณะ จากรายงานสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคารพักอาศัยที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามการเพิ่มของจำนวนประชากรและการขยายตัวของชุมชน ซึ่งในอดีตที่ผ่านมามีจำนวนประชากรน้อยและการขยายตัวของชุมชนน้อยจึงมีปริมาณน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆน้อย น้ำเสียที่เกิดขึ้นจึงไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนัก เนื่องจากแหล่งน้ำธรรมชาติยังมีความสามารถในการรองรับมลพิษ ทำให้แหล่งน้ำสามารถฟื้นตัวตามธรรมชาติ (Self-Purification) จึงไม่เกิดการเน่าเสีย

จากผลการศึกษานี้พิจารณาออกแบบระบบระบายน้ำเสียในอาคาร โดยรับน้ำเสียจากสุขภัณฑ์ในห้องพัก เดินท่อเข้าไปยังท่อระบายน้ำเสียในแนวดิ่ง (Riser Pipe) ในช่องท่อสุขาภิบาล (San Shaft) ของแต่ละห้องพักทั้งหมด (ท่อน้ำโสโครกจากโถส้วม (Soil Pipe) ขนาด 6 in. ท่อน้ำเสียจากอ่างล้างมือและช่องระบายน้ำที่พื้น (Waste Pipe) ขนาด 6 in. ท่อน้ำเสียที่มีไขมันจากอ่างล้างจาน (Kitchen Waste Pipe) ขนาด 4 in.) แนวท่อระบายน้ำเสียที่ชั้น 2 จะรวบรวมมาจากท่อระบายน้ำเสียในแนวดิ่ง (Riser Pipe) ในทุกๆช่องท่อสุขาภิบาล (San Shaft) ของแต่ละห้องพักทั้งหมด โดยรวบรวมมากที่สุดที่จุดเดียวก่อนจะส่งต่อไปยังถังบำบัดน้ำเสียฝังดิน โดยออกแบบท่อระบายน้ำเสียให้มีความลาดเอียง (Slope) 1:100 เพื่อให้มีความเร็วของน้ำเสียภายในท่อไม่ต่ำกว่า 0.6 m/s

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณจริงตามหลักการทางวิศวกรรมกับปริมาณที่ใช้จริงของถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

รายการ	การคำนวณ (ตามหลักการทางวิศวกรรม)	ถังบำบัดน้ำเสีย ยี่ห้อ San Tech (รุ่น SBT-40M)	ถังบำบัดน้ำเสีย ยี่ห้อ Clean (รุ่น DCF40)
1. ปริมาณน้ำเสีย (m^3/d)	36	40	40
2. ปริมาตรส่วนเกรอะ (m^3)	9	13.64	11.43
3. ปริมาตรส่วนกรองไร้อากาศ (m^3)	6.62	10.12	7.48
4. ปริมาตรส่วนเติมอากาศ (m^3)	8.64	11.44	11.45
5. ปริมาตรส่วนตกตะกอน (m^3)	4.5	6.60	5.27

จากตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณจริงตามหลักการทางวิศวกรรมกับข้อมูลส่วนบำบัดน้ำเสียต่างๆ ของถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด โดยได้ทำการเปรียบเทียบ 2 ยี่ห้อ พบว่าผลิตภัณฑ์ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปทั้ง 2 ยี่ห้อ มีปริมาตรของส่วนบำบัดน้ำเสียในส่วนต่างๆ มากกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งหากพิจารณาตามหลักการทางวิศวกรรมสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง 2 ยี่ห้อ

ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ระหว่างถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปยี่ห้อ San Tech กับถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปยี่ห้อ Clean

ข้อเปรียบเทียบ	ข้อดี ข้อเสียของถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปแต่ละยี่ห้อ	
	ยี่ห้อ San Tech (รุ่น SBT-40M)	ยี่ห้อ Clean (รุ่น DCF40)
1. ปริมาณน้ำเสียที่รองรับ	● สูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ	● สูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ
2. ราคา	● ต่ำกว่า (397,500 บาท)	● สูงกว่า (833,250 บาท)
3. พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้ง	● ใช้พื้นที่มากกว่า (2.5x9.5x2.5)	● ใช้พื้นที่น้อยกว่า (2.5x8.5x2.3)
4. ปัญหาด้านการ Start-Up และ Operate	● มีผู้เชี่ยวชาญควบคุมดูแลตามสัญญา	● มีผู้เชี่ยวชาญควบคุมดูแลตามสัญญา

จากตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย ระหว่างถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปทั้ง 2 ยี่ห้อ พบว่าถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปยี่ห้อ San Tech (รุ่น SBT-40M) มีราคาต่ำกว่า 2 เท่า แต่ใช้พื้นที่ในการติดตั้งมากกว่าเล็กน้อย ซึ่งจากการศึกษานี้พิจารณาเลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปยี่ห้อ San Tech (รุ่น SBT-40M)

ซึ่งการนำวิธีการดำเนินการและผลการศึกษาของโครงการนี้ ใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบอาคารพักอาศัยที่มีความสูงไม่เกิน 7 ชั้น หรืออาคารประเภทอื่นๆ ซึ่งวิธีการดำเนินการและผลการศึกษาโครงการนี้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ ทำให้สามารถลดเวลาดำเนินการลงได้ จึงทำการเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับโครงการอื่นๆ เพื่อให้เห็นปัญหา ข้อจำกัด และข้อดี ข้อเสีย ดังแสดงในตารางที่ 4.6

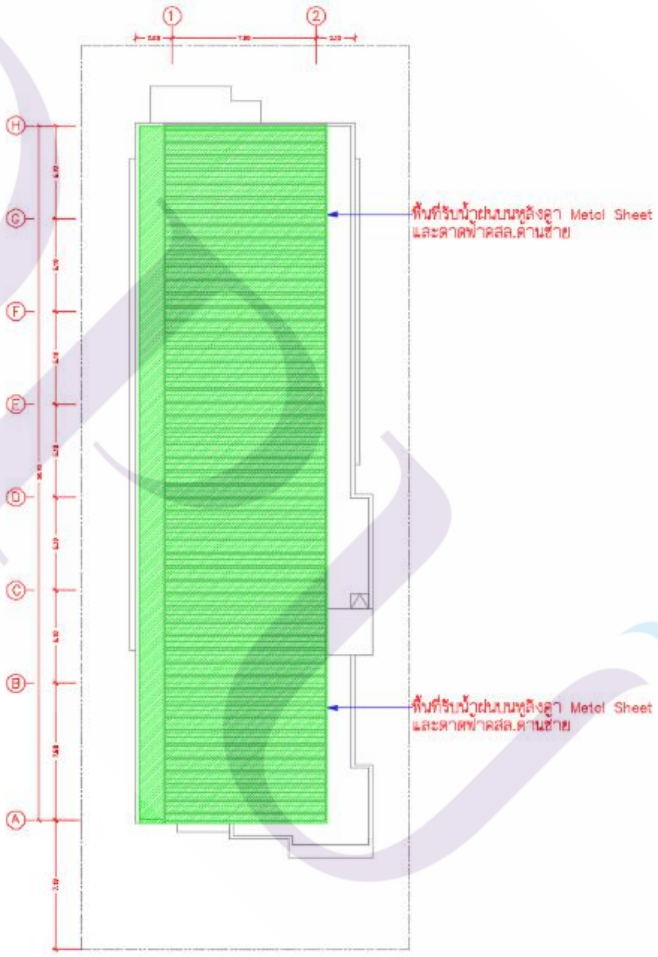
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ไข ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคารพักอาศัย

อาคาร	จำนวนชั้น	ระบบบำบัดน้ำเสีย	ปัญหาที่พบ	สาเหตุ	วิธีการแก้ปัญหา
1	7 ชั้น (รวมดาดฟ้า)	ระบบบำบัดน้ำเสียคอนกรีตหล่อในที่ แบบเติมอากาศ	ใช้เวลาทำการเริ่มต้นการทำงานของระบบ (Start Up) นาน และระบบมีการทำงานไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพน้ำออกจากระบบบำบัดให้เป็นไปตามมาตรฐานทิ้ง (BOD5 ไม่เกิน 20 mg/l)	ผู้รับจ้างขาดความชำนาญในการทำ Start Up และทำให้ระบบทำงานคงที่ (Stable) เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในการ Start Up และ Run ระบบเพื่อควบคุมให้คุณภาพน้ำทิ้งออกจากระบบบำบัดเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้ง	พิจารณาเลือกใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญโดยตรงในการดำเนินการก่อสร้างเพื่อลดปัญหาในการ Operate ระบบ ซึ่ง) ถ้าพิจารณาเลือกใช้ถังบำบัดสำเร็จรูป ทางผู้ผลิตจะมีช่างที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางในการ Start Up และ Operate ระบบให้คงที่
2	7 ชั้น (รวมดาดฟ้า)	ระบบบำบัดน้ำเสียคอนกรีตหล่อในที่ แบบเติมอากาศ	ขนาดฝาบ่อมีขนาดเล็กทำให้ยากต่อการบำรุงรักษา เช่น การตัก Scum และของแข็งลอยน้ำ	มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ของบ่อคอนกรีตหล่อในที่	ใช้เครื่องมือหรือขั้นตอนมากขึ้นในการบำรุงรักษา เช่น อาจพิจารณาใช้ชุดปั๊มดูดคราบ Scum และของแข็งจากภายนอก

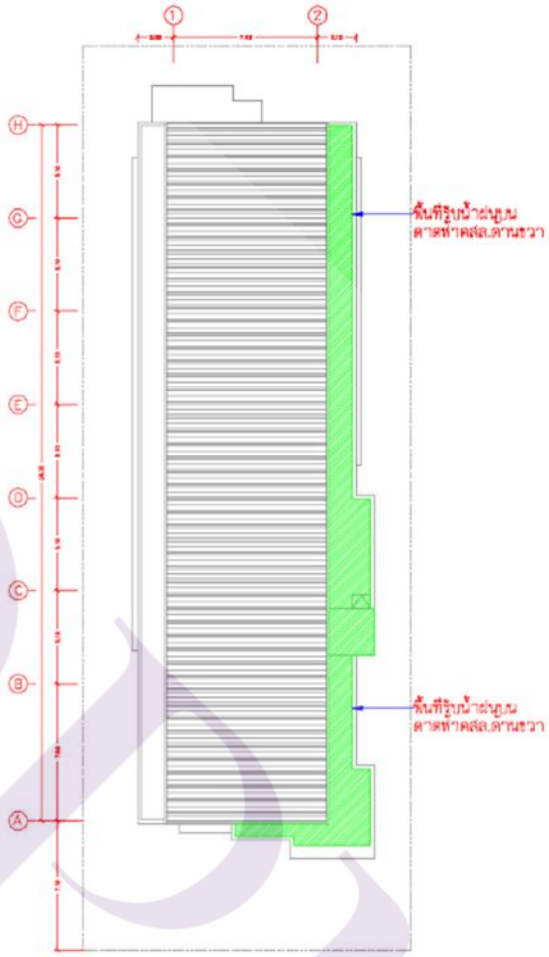
4.2.2 ผลการศึกษางานระบบระบายน้ำฝน (Storm Drainage System)

ระบบระบายน้ำฝนของอาคารแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ระบบระบายน้ำฝนในอาคารและระบบระบายน้ำฝนรอบอาคารชั้นล่าง

จากผลการศึกษานี้พิจารณาออกแบบระบบท่อระบายน้ำฝนในอาคาร รองรับน้ำฝนจากหลังคา Metal Sheet (ส่วนสูงสุดของอาคาร) (แสดงดังภาพที่ 4.3-4.4) โดยออกแบบท่อน้ำฝนขนาด 100 mm

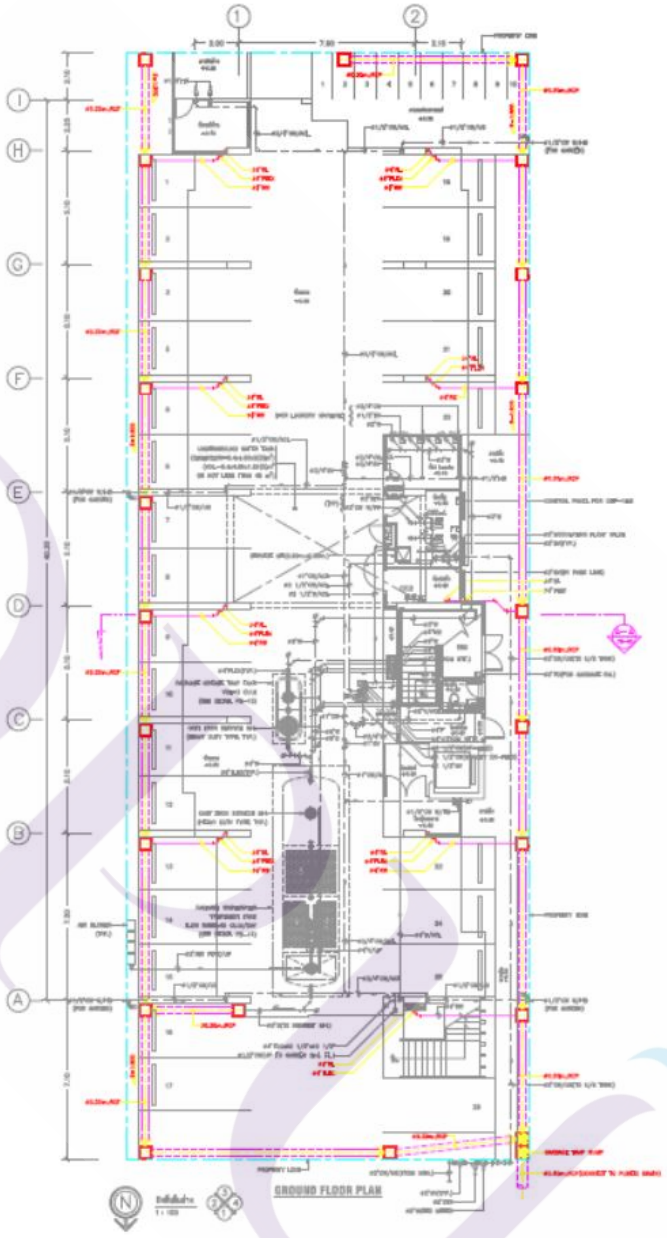


ภาพที่ 4.3 พื้นที่รองรับน้ำฝนจากหลังคา Metal Sheet และดาดฟ้า คสล. ด้านซ้าย พื้นที่ 385 m^2



ภาพที่ 4.4 พื้นที่รองรับน้ำฝนจากดาดฟ้า ค.ส.ล. พื้นที่ 70 m^2

ในส่วนระบบท่อระบายน้ำฝนรอบอาคารชั้นล่าง จากผลการคำนวณ พิจารณาออกแบบท่อเป็น Reinforced Cncrete Pipe (RCP) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 m รอบพื้นที่โครงการ โดยออกแบบท่อระบายน้ำฝนภายในอาคารให้มีความลาดเอียง (Slope) 1:100 เพื่อให้ความเร็วของน้ำภายในท่อต่ำกว่า 0.60 m/s ส่วนท่อระบายน้ำฝนรอบอาคารชั้นล่างออกแบบให้มีความลาดเอียง (Slope) 1:200 โดยมีจุดประสงค์เพื่อการนำน้ำออกจากพื้นที่โครงการโดยเร็วที่สุด เพื่อให้พื้นที่โครงการสามารถใช้สอยได้ รวมทั้งคำนึงถึงบริเวณอื่นรอบโครงการ (แสดงดังภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 แสดงแนวท่อระบายน้ำฝนรอบพื้นที่โครงการ

ซึ่งการนำวิธีการดำเนินการและผลการศึกษาโครงการนี้ ใช้เป็นฐานข้อมูลในการออกแบบอาคารพักอาศัยที่มีความสูงไม่เกิน 7 ชั้น (ไม่เกิน 23 m) หรืออาคารประเภทอื่นๆ ทำให้สามารถลดเวลา

ดำเนินการลงได้ ทั้งนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับโครงการอื่นๆ เพื่อให้เห็นปัญหา ข้อจำกัด และข้อดีข้อเสีย เพิ่มเติมดังนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบ ข้อดี ข้อเสีย ระหว่างระบบระบายน้ำฝนตามการศึกษานี้กับแนวทางเลือกอื่น (ไหลตามธรรมชาติ)

ข้อเปรียบเทียบ	ข้อดี ข้อเสียของระบบระบายน้ำฝนแต่ละประเภท	
	ระบบระบายน้ำฝนโดยท่อ คสล . (ตามการศึกษานี้) และบ่อพัก	ระบบระบายน้ำฝนโดยใช้ความลาดเอียงของพื้นที่ ไหลตาม) (ธรรมชาติ
.1ความสามารถในการจัดการน้ำฝน	ดี	แย่ (ควบคุมยาก)
.2ต้นทุนค่าก่อสร้าง	สูง	ไม่มี (ไหลตามธรรมชาติ)
.3ปัญหาจากการใช้งาน	น้อย	มาก (น้ำขังตามพื้นที่ต่ำ)

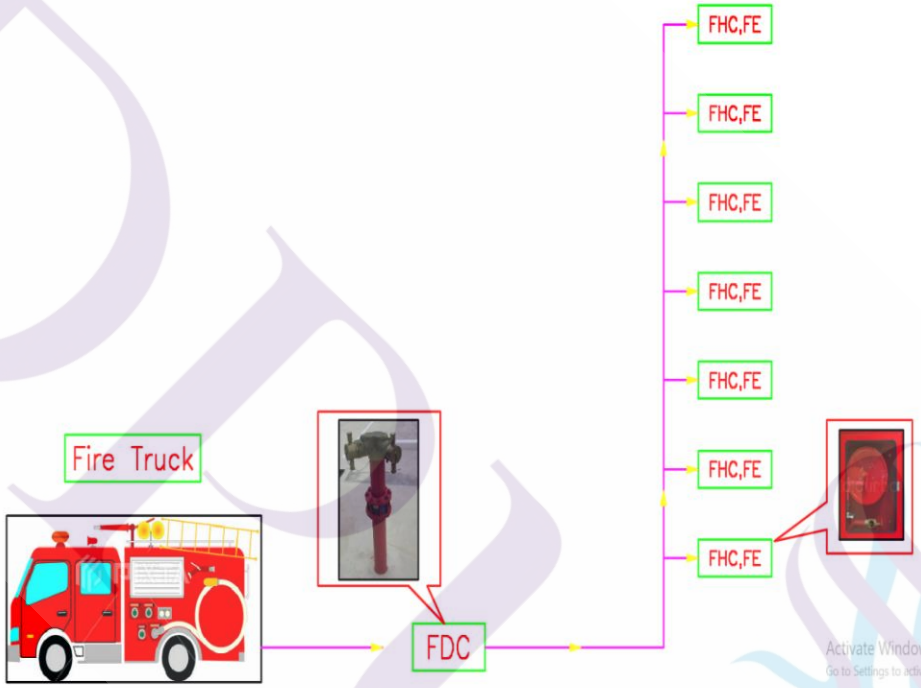
จากตารางที่ 4.7 แสดงว่าระบบระบายน้ำฝนโดย ท่อ คสล.(RCP) และบ่อพัก (Manhole) ตามการศึกษานี้ มีความเหมาะสมในการใช้งานมากกว่าทั้งในด้านการจัดการและการใช้งาน ซึ่งหากทุกๆโครงการมีการจัดการระบบระบายน้ำฝนภายในโครงการที่ดี และเพิ่มบ่อหน่วงน้ำฝนโครงการ จะช่วยลดปัญหาน้ำท่วมขังโดยรวมได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบเพิ่มเติมกับโครงการที่ก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดการใช้งานในปัจจุบัน ซึ่งจากการสอบถามผู้ดูแลอาคารพบปัญหา สาเหตุ และวิธีแก้ไขปัญหาดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ไขปัญหา ระบบระบายน้ำฝนภายในโครงการสำหรับอาคารพักอาศัย

อาคาร	จำนวนชั้น	ปัญหาที่พบ	สาเหตุ	วิธีการแก้ปัญหา
1	ชั้น 7 (รวมดาดฟ้า)	น้ำท่วมขังในบางจุดของพื้นที่โครงการ	อาคารไม่มีท่อระบายน้ำฝนในอาคารเพื่อจัดการลำเลียงน้ำฝน	1. เพิ่มท่อระบายน้ำในอาคาร เพื่อจัดการแนวการไหลของน้ำฝนให้เป็นระเบียบ 2. เพิ่มบ่อหน่วงน้ำในพื้นที่ต่ำ เก็บกักน้ำ ชะลอน้ำเมื่อฝนตก 3. เพิ่มพื้นที่สีเขียว ทำให้มีค่าการซึมลงดินสูงขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำผิวดิน (Runoff) สะสมต่ำ ลดการท่วมขัง
2	ชั้น 7 (รวมดาดฟ้า)	น้ำไหลนองบริเวณชั้นดาดฟ้า	พื้นที่รองรับน้ำชั้นล่างเป็นพื้นคอนกรีตทั้งหมด ซึ่งมีค่าการซึมลงดินต่ำ ทำให้มีปริมาณน้ำผิวดิน)Runoff) สะสมสูง	สกัดพื้นเพื่อทำราง Gutter รับน้ำฝนไปยังหัวรับน้ำฝน

4.3 ผลการศึกษางานระบบดับเพลิง (Fire Protection System)

ผลการออกแบบงานระบบดับเพลิงตามการศึกษานี้ เลือกใช้เป็นระบบท่อแห้ง โดยรองรับน้ำดับเพลิงจากแหล่งน้ำภายนอก ผ่านหัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connector) วางท่อดับเพลิงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm ภายในอาคารซึ่งติดตั้งตู้ฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Cabinet) ภายในประกอบด้วยสายฉีดน้ำ และเครื่องดับเพลิงแบบมือถือผงเคมีแห้งขนาด 4 kg ในทุกๆชั้นของอาคาร



ภาพที่ 4.6 แสดงแผนผังระบบจ่ายน้ำดับเพลิง

จากภาพที่ 4.6 แสดงแผนผังระบบจ่ายน้ำดับเพลิง โดยการติดตั้งหัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connector) บริเวณหน้าอาคารและเดินท่อดับเพลิงมายังตู้ฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Cabinet) ซึ่งประกอบด้วยสายฉีดน้ำดับเพลิง และเครื่องดับเพลิงมือถือ ประจำชั้นทุกๆ ชั้น ภายในอาคาร ตามข้อกำหนดกฎกระทรวง ทั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบโครงการที่ทำการศึกษานี้กับข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย ตามกฎกระทรวง ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงรายการข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย ตามกฎกระทรวง เทียบกับโครงการที่ทำการศึกษาและออกแบบ

รายการ	ข้อกำหนดเกี่ยวกับการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยตามกฎกระทรวง	ผลการศึกษาและออกแบบโครงการ
1. ต้องติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถืออย่างใดอย่างหนึ่งตามชนิดและขนาดดังนี้ - โฟมเคมี ไม่น้อยกว่า 10 l - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่น้อยกว่า 4 kg - ผงเคมีแห้ง ไม่น้อยกว่า 4 kg - เฮลอน (HALON 1211) ไม่น้อยกว่า 4 kg จำนวน 1 เครื่องต่อพื้นที่ 1,000 m^2 ทุกระยะไม่เกิน 45 m แต่ไม่น้อยกว่าชั้นละ 1 เครื่อง	กำหนดให้ติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถืออย่างใดอย่างหนึ่ง	ออกแบบให้มีตู้ฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Cabinet) และมีเครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ขนาด 4 kg (10 lb.) บริเวณหน้าบันไดหนีไฟหลักทุกชั้น
2. ติดตั้งระบบท่อแห้ง โดยรับน้ำดับเพลิงจากแหล่งน้ำภายนอกอาคาร ซึ่งติดตั้งหัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connector) บริเวณหน้าอาคาร สำหรับให้นักผจญเพลิงมาต่อท่อน้ำดับเพลิงและฉีดภายในอาคาร	ไม่ได้กำหนด	ออกแบบให้มีตู้ฉีดน้ำดับเพลิง(Fire Hose Cabinet) ตู้เก็บอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย (FHC) เป็นแบบติดผนัง และต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะติดตั้งสายดับเพลิงชนิด Swing Hose Reel ขนาด Dia. 25 mm ยาว 30 m และมีเครื่องดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ขนาด 4 kg (10 lb.) บริเวณหน้าบันไดหนีไฟหลักทุกชั้น

บทที่ 5
สรุปการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาทางเลือกในการออกแบบงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ประกอบอาคารพักอาศัย คสล. สูง 7 ชั้น (สูงไม่เกิน 23 m) จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 งานระบบท่อน้ำประปา

1. เมื่อเปรียบเทียบระบบจ่ายน้ำกับอาคารอ้างอิง พบว่าการออกแบบระบบจ่ายแบบผสม (Combine System) โดยให้มีถังเก็บน้ำชั้นล่างและชั้นบนของอาคาร มีความประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่าการออกแบบระบบจ่ายน้ำตรงเข้าสุขภัณฑ์ด้วยชุดปั๊มเพิ่มแรงดัน (Package Booster Pump) ถึง 213,087 บาท ซึ่งมีระยะเวลาคุ้มทุนอยู่ที่ 0.68 ปี (ประมาณ 8 เดือน)

2. ระบบจ่ายแบบผสม (Combine System) มีความเสถียรมากกว่า เนื่องจากมีความยืดหยุ่นทั้งเรื่องปริมาณน้ำที่มีสำรองจ่ายและแรงดันที่เพียงพอต่อการใช้งาน ในกรณีที่การประปาหรือการไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายน้ำและไฟฟ้าให้กับอาคารได้ตามปกติ

5.1.2 งานระบบสุขาภิบาล

1. ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ได้สูง (ร้อยละ 80-95) มีศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนต่ำ(เพียง 0.8%) รวมทั้งใช้พื้นที่ในการติดตั้งระบบน้อย ทั้งนี้เลือกใช้เป็นถังสำเร็จรูป เนื่องจากสะดวกในการติดตั้ง และเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการ Start Up ระบบและทำให้ระบบคงที่ (Stable) เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญที่ผลิตและจำหน่ายดูแลและเริ่มต้นระบบให้ (ตามสัญญา) อีกทั้งบ่อบำบัดแบบคอนกรีตหล่อในที่จะพบปัญหาในการบำรุงรักษามากกว่า ถึงแม้ว่าจะมีราคาค่าก่อสร้างน้อยกว่าก็ตาม

2. ออกแบบระบบท่อระบายน้ำฝนภายในอาคาร โดยใช้ท่อลำเลียงน้ำฝนจากหลังคา Metal Sheet ซึ่งรองรับน้ำฝนจากช่องระบายน้ำฝน (Roof Drain) โดยในแต่ละท่อแนวดิ่งที่รับน้ำฝนนั้น เป็น

ท่อพีวีซี ขนาด 150 mm ซึ่งเมื่อเทียบกับอาคารอื่นที่ไม่ได้มีการจัดเตรียมท่อระบายน้ำฝน หรือจัดเตรียมหัวรับน้ำฝนไม่เพียง จะทำให้เกิดน้ำไหลนองบนชั้นดาดฟ้า

3. ออกแบบระบบท่อระบายน้ำรอบอาคาร โดยใช้ท่อ Reinforced Concrete Pipe (RCP) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 m รอบพื้นที่อาคาร ซึ่งเมื่อเทียบกับอาคารอื่นที่ไม่ได้มีการจัดเตรียมท่อระบายน้ำรอบอาคาร หรือมีขนาดไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดน้ำท่วมขังในบางจุดของโครงการ

5.1.3 งานระบบดับเพลิง

1. ออกแบบเป็นระบบท่อแห้งรับน้ำดับเพลิงจากแหล่งน้ำภายนอกอาคาร (Fire Truck) ซึ่งติดตั้งหัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connecter) บริเวณหน้าอาคาร ออกแบบให้มีตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) ทุกๆชั้น อยู่บริเวณหน้าบันไดหนีไฟหลัก ตู้เก็บอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย (FHC) เป็นแบบติดผนัง และมีอุปกรณ์ภายในครบถ้วนตามมาตรฐานและกฎหมายควบคุมอาคาร และเครื่องดับเพลิงเคมี (Fire extinguisher) ภายใน FHC จะต้องออกแบบไม่ให้กีดขวางการดึงสายดับเพลิงและอุปกรณ์ในขณะเกิดเพลิงไหม้

2. ออกแบบให้ติดตั้งถังดับเพลิงแบบหิ้วได้ (Carbon Dioxide Extinguisher: CO_2) ขนาด 4 kg ภายในห้องไฟฟ้าในทุกๆ ชั้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการออกแบบ ที่ทำให้การออกแบบอาคารไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

1. ขาดการประสานงานระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบงานสถาปัตย์ ผู้ออกแบบงานโครงสร้าง และผู้ออกแบบงานระบบประกอบอาคาร ทำให้ไม่ได้รับข้อมูลประกอบการออกแบบครบถ้วนสมบูรณ์โดยทั่วถึงกัน ทำให้ออกแบบอาคารไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร หรืออาจจะไม่สนองความต้องการของผู้ใช้งานอาคาร (Occupant) อย่างสมบูรณ์

2. ปัญหาด้านการสื่อสาร ที่อาจจะทำให้มองไม่เห็นภาพร่วมกันชัดเจน

3. ไม่ทราบถึงปัจจัยและเงื่อนไขในการออกแบบที่เป็นข้อจำกัด เช่น ปัจจัยทางกายภาพ (พื้นที่โครงการขาดระบบสาธารณูปโภคอะไรบ้าง สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศเป็นอย่างไร เช่น ติดชายทะเล ภูเขา) ปัจจัยทางงบประมาณ (มีงบจำกัด หรือต้องการลดต้นทุน) เป็นต้น

4. ระยะเวลาในการออกแบบที่จำกัดหรือไม่ชัดเจน

5. ต้องการปรับลดรายการวัสดุ (Specification) ของวัสดุหรือลดขอบเขตงาน

5.2.2 ด้านงานระบบท่อน้ำประปา ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ระบุว่าแรงดันน้ำในระบบท่อจ่ายน้ำประปา กำหนดแรงดันไม่น้อยกว่า 10 m ซึ่งหากพิจารณาระบบจ่ายน้ำประปาเป็นแบบจ่ายลง (Gravity Down Feed) โดยวางถังเก็บน้ำไว้ชั้นบนสุดของอาคาร และตั้งสมมุติฐานความสูงในแต่ละชั้นของอาคารโดยทั่วไปเท่ากับ 3.5 m เพราะฉะนั้นหากต้องการใช้ประโยชน์จากการวางถังเก็บน้ำไว้ชั้นบนสุดของอาคารแล้วจ่ายลงมา อาคารต้องจำนวน 3 ชั้นเป็นอย่างน้อย (3.5 m x 3 ชั้น = 10.5 m)

5.2.3 ด้านงานระบบบำบัดน้ำเสีย จากข้อมูลรายงานการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์จากการบำบัดน้ำเสียมีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) มีอัตราส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด รองลงมาเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ (Anaerobic) ชนิดอื่นๆ ส่วนระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge, AS) มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุด แต่ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในการเติมอากาศและปั๊มน้ำเสียหมุนเวียนตะกอนในระบบ จากการศึกษานี้เลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปชนิดเติมอากาศ ซึ่งมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำ ประกอบกับนำเสนอใช้พลังงานทางเลือก (พลังงานแสงอาทิตย์) ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าในระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อลดปัญหาโลกร้อน

5.2.4 ด้านงานระบบระบายน้ำฝน ออกแบบระบบระบายน้ำฝนของโครงการ โดยคำนึงถึงสภาพการณ์ภูมิอากาศและปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับเมื่อเกิดฝนตกในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครส่วนใหญ่มักเกิดน้ำท่วมขัง ผู้ทำการศึกษาแนะนำให้ทุกโครงการมีการหน่วงน้ำฝน โดยการขยายขนาดท่อระบายน้ำ (หน่วงน้ำฝนในเส้นท่อ) หรือสร้างบ่อหน่วงน้ำฝน เพื่อช่วยชะลอปริมาณน้ำฝนไหลนองได้ และสามารถนำน้ำไปใช้ในช่วงฤดูร้อน รวมทั้งเพิ่มพื้นที่สีเขียวของโครงการ เพิ่มการซึมลงดิน (Infiltration) ลดการไหลนองตามพื้นดิน (Overland Flow) เช่น ปลูกหญ้าหรือการใช้อิฐบล็อกหญ้าบริเวณลาดจอดรถ เป็นต้น

5.2.5 ด้านงานระบบดับเพลิง ตามการบังคับใช้กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ในหมวดที่ 2 เรื่องการป้องกันเพลิงไหม้ ตามกฎกระทรวง (พ.ศ.2548) หมวดที่ 4 ในเรื่องการตรวจสอบอาคารและอุปกรณ์ประกอบอาคาร และตามกฎกระทรวงฉบับที่ 47 (พ.ศ.2540) ซึ่งเป็นกฎหมายที่มีผลบังคับย้อนหลังสำหรับอาคารที่มีสภาพไม่ปลอดภัยจากอัคคีภัยและก่อสร้างก่อนการประกาศบังคับใช้กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535) ทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ใช้ควบคุมอาคารก่อสร้างใหม่และอาคารเดิม เพื่อให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานอาคาร ซึ่งจาก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มักพบข้อบกพร่องในด้านการป้องกันอัคคีภัย เช่น ไม่มีถังดับเพลิงเคมีประจำชั้น หรือมีแต่อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม และขาดการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ ซึ่งอาจมีผลเสียหายร้ายแรงเมื่อเกิดเพลิงไหม้ งานศึกษานี้ออกแบบระบบดับเพลิงเป็นระบบท่อแห้ง โดยมีตู้ฉีดน้ำดับเพลิง (FHC) และถังดับเพลิงเคมีในทุกชั้น ทั้งนี้ต้องมีการตรวจสอบสภาพเป็นประจำ เพื่อให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานร่วมกับการซ้อมอพยพเมื่อเกิดเหตุ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานอาคารหากเกิดเพลิงไหม้ ด้านงานติดตั้งท่องานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิงที่ติดตั้งผ่านพื้นที่กันไฟ ตามมาตรฐานการติดตั้งและกฎหมายควบคุมอาคาร ต้องมีการติดตั้งวัสดุกันไฟลามรอบท่อนั้น เพื่อป้องกันการเกิดไฟลามจากพื้นที่หนึ่งไปยังพื้นที่หนึ่ง ซึ่งในอดีตยังไม่ให้ความสำคัญในส่วนนี้มากนัก ดังจะสังเกตุได้จากเหตุการณ์เพลิงไหม้ที่มีการลามไฟตามผนังและช่องท่องานระบบ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยด้านอัคคีภัย เจ้าของอาคารควรให้ความสำคัญในส่วนนี้ โดยปรึกษาและขอคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต ผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและรับรอง วัสดุป้องกันไฟลามดังกล่าว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลภพ นวลวิลัย. (2560). การศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียในอาคาร. รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสยาม.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2552). การออกแบบท่ออาคารและสิ่งแวดล้อมอาคาร เล่มที่ 1 และ 2. กรุงเทพมหานคร: หจก.สยามสเตชั่นเนอรี่ซัพพลายส์.

ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย, เอกสารประกอบการประชุม สวสท'36, สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2536

คู่มือเล่มที่ 2 สหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

คณะอนุกรรมการมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย. (2544). มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย. จัดพิมพ์โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พิมพ์ที่ บริษัท จุดทอง จำกัด.

จักรกฤษณ์ มะดารักษ์. (2554). การประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัย กรณีศึกษาอาคารเฉลิมพระเกียรติ. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ณัฐภณ ราชเดิม. (2560). การศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบระบบท่อประปาโดยใช้ท่อพีวีซีและท่อพีพีอาร์ในโครงการโรงเรียนนานาชาติคอนคอร์เดียน. รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสยาม.

ดุลยโชติ ชลศึกษ์. (2557). การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม Engineering Piping System Design. (ฉบับปรับปรุง มิ.ย. 2560). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2554). คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสีย และน้ำฝน. จัดพิมพ์โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย พิมพ์ที่ บริษัท โกลบอล กราฟฟิค จำกัด.

พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522, กฎกระทรวงฉบับที่ 33, หมวดที่ 2, 3 และ4. [ลงวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2535]

ไพโรจน์ บุญยิ่ง. (2555). การประเมินความปลอดภัยด้านอัคคีภัยในอาคาร กรณีศึกษา อาคารบริษัทบริหารสินทรัพย์กรุงเทพพาณิชย์ จำกัด. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรอาคาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ภานุพงศ์ กองคำสุก. (2559). การศึกษาเพื่อลดปัญหาการติดตั้งระบบสุขาภิบาลในอาคาร. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสยาม.

มยผ.3101-51. “มาตรฐานท่อระบบสุขาภิบาล”. (2551). กรมโยธาธิการและผังเมือง.

มยผ.3501-51. “มาตรฐานการติดตั้งท่อประปา”. (2551). กรมโยธาธิการและผังเมือง.

รายงานสถิติการอนุญาตปลูกสร้างอาคารในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2560. (2561). กองนโยบายและแผนงาน สำนักผังเมือง กรุงเทพมหานคร.

วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์. (2556). การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. จัดพิมพ์โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พิมพ์ที่ บริษัท จุดทอง จำกัด.

เอกราช อาจวิจิตร. (2558). วิธีการบำรุงรักษาและปรับปรุงสภาพงานท่อระบบสุขาภิบาลภายในอาคารเก่าเพื่อให้พร้อมใช้งาน : กรณีศึกษาอาคารสำนักงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงปริมาณการใช้น้ำของอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร	ปริมาณการใช้น้ำ	หน่วย
อาคารอยู่อาศัย	100-300	ลิตร/คน/วัน
อาคารสำนักงาน	40-75	ลิตร/คน/วัน
โรงพยาบาล	600-1200	ลิตร/เตียง/วัน
โรงเรียน	50-80	ลิตร/คน/วัน
โรงแรม	200-400	ลิตร/ห้อง/วัน
หอพัก	200-300	ลิตร/คน/วัน
โรงซักรีด	20-40	ลิตร/ผ้า 1 กก.
สนามบิน	15-25	ลิตร/ผู้โดยสาร1คน

ที่มา: วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์. การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ตารางที่ ก.2 ตารางแสดงปริมาณน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร	ปริมาณการใช้น้ำ	หน่วย
อาคารชุด/บ้านพัก	500	ยูนิต
โรงแรม	1,000	ห้อง
หอพัก	80	ห้อง
สถานบริการ	400	ห้อง
หมู่บ้านจัดสรร	180	คน
โรงพยาบาล	800	เตียง
ภัตตาคาร	25	m^2
ตลาด	70	m^2
ห้างสรรพสินค้า	5.0	m^2
อาคารสำนักงาน	3.0	m^2

ที่มา: ข้อพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณน้ำทิ้งชุมชนในประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุม สวสท'36. สมาคมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย 2536

ตารางที่ ก.3 สัมประสิทธิ์ของการไหลนองของพื้นที่ใช้สอยลักษณะต่างๆ (ค่า *C*)

ลักษณะใช้สอยของพื้นที่	สัมประสิทธิ์การไหลนอง
เขตธุรกิจ	
หนาแน่น	0.70-0.95
รอบๆบริเวณเขตธุรกิจ	0.50-0.70
เขตที่พักอาศัย	
ครอบครัวเดี่ยว	0.30-0.50
หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40-0.60
หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60-0.75
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25-0.40
เขตอพาร์ทเมนท์	0.50-0.70
เขตอุตสาหกรรม	
เบา	0.50-0.80
หนัก	0.60-0.90
สวนสาธารณะ	0.10-0.25
สวนเด็กเล่น	0.20-0.35
สถานีรถไฟ, ชุมทาง	0.20-0.35
ที่รกร้าง	0.10-0.30

ที่มา: ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2554. คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ

ตารางที่ ข.1 Load Values assigned to fixtures

Fixture	Type of supply	Occupancy	Load values, in water supply Fixture units		
			Cold	Hot	Total
Water closet	Flush valve	Public	10	-	10
Water closet	Flush Tank	Public	5	-	5
Urinal	1 in. Flush valve	Public	10	-	10
Urinal	¾ in. Flush valve	Public	5	-	5
Urinal	Flush Tank	Public	3	-	3
Lavatory	Faucet	Public	1.5	1.5	2
Bathtub	Faucet	Public	3	3	4
Shower head	Mixing valve	Public	3	3	4
Service sink	Faucet	Offices, etc.	2.25	2.25	3
Kitchen sink	Faucet	Restaurant	3	3	4
Drinking fountain	3/8 in. valve	Offices, etc.	0.25	-	0.25
Water closet	Flush valve	Private	6	-	6
Water closet	Flush Tank	Private	3	-	3
Lavatory	Faucet	Private	0.75	0.75	1
Bathtub	Faucet	Private	1.5	1.5	2
Shower stall	Mixing valve	Private	1.5	1.5	2
Kitchen sink	Faucet	Private	1.5	1.5	2
Laundry trays (1-3)	Faucet	Private	2.25	2.25	3
Combination fixture	Faucet	Private	2.25	2.25	3
Dishwashing machine	Automatic	Private	-	1	1
Laundry machine (3.5 kg)	Automatic	Private	1.5	1.5	2
Laundry machine (3.5 kg)	Automatic	Public	2.25	2.25	3
Laundry machine (7 kg)	Automatic	Public	3	3	4

ที่มา: Natioal Standard Plumbing Code, Appedix B, Table B.5.2.

ตารางที่ ข.2 อัตราความต้องการน้ำสูงสุด (Hunter's Curve)

Supply systems predominantly for flush tank		Supply systems predominantly for flush tank	
Load (Water Supply fixture units)	Demand gpm	Load (Water Supply fixture units)	Demand gpm
6	5	-	-
8	6.5	-	-
10	8	10	27
12	9.2	12	28.6
14	10.4	14	30.2
16	11.6	16	31.8
18	12.8	18	33.4
20	14	20	35
25	17	25	38
30	20	30	41
35	22.5	35	43.8
40	24.8	40	46.5
45	27	45	49
50	29	50	51.5
60	32	60	55
70	35	70	58.5
80	38	80	62
90	41	90	64.8
100	43.5	100	67.5
120	48	120	72.5
140	52.5	140	77.5
160	57	160	82.5
180	61	180	87
200	65	200	91.5

Supply systems predominantly for flush tank		Supply systems predominantly for flush tank	
Load (Water Supply fixture units)	Demand gpm	Load (Water Supply fixture units)	Demand gpm
225	70	225	97
250	75	250	101
275	80	275	105.5
300	85	300	110
400	105	400	126
500	125	500	142
750	170	750	178
1,000	208	1,000	208
1,250	240	1,250	240
1,500	267	1,500	267
1,750	294	1,750	294
2,000	321	2,000	321
2,250	348	2,250	348
2,500	375	2,500	375
2,750	402	2,750	402
3,000	432	3,000	432
4,000	525	4,000	525
5,000	593	5,000	593
6,000	643	6,000	643
7,000	685	7,000	685
8,000	718	8,000	718
9,000	745	9,000	745
10,000	769	10,000	769

ที่มา: Natioal Standard Plumbing Code, Chapter 10, Table 10.13.2.B..

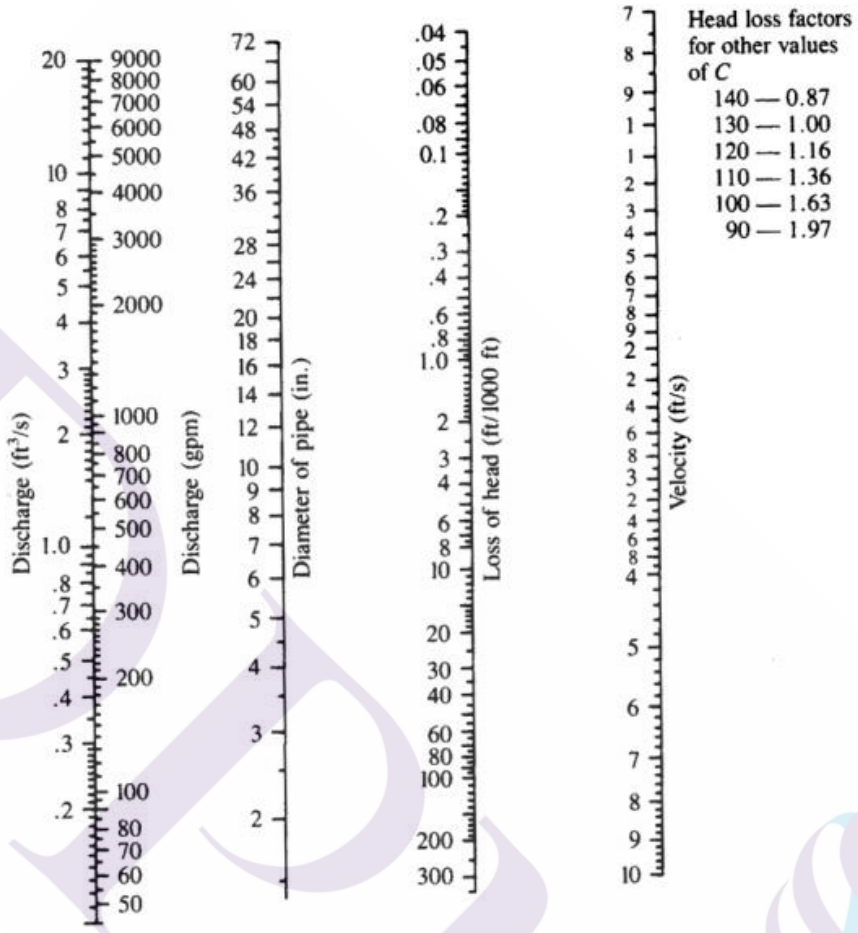
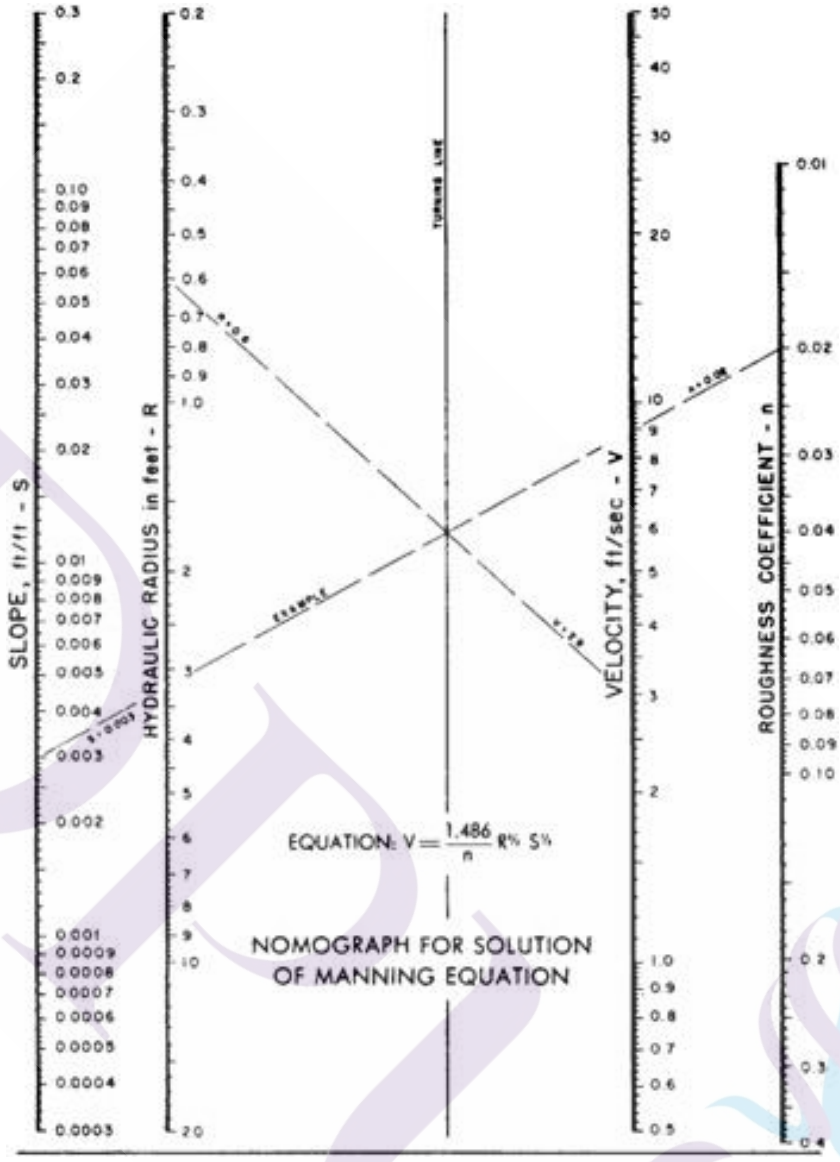


Figure 5-6 Nomograph for solving the Hazen-Williams formula with C_h = 130 (5) (''Pipeline Design for Water and Wastewater,'' a report of the TASK COMMITTEE ON ENGINEERING PRACTICE IN THE DESIGN OF PIPELINES, 1975.)

ภาพที่ ข.1 Nomograph for solving The Hazen-Williams Formula ที่ค่า c ต่างๆ

ที่มา: http://parra.sdsu.edu/roberson_chapter05-1.html

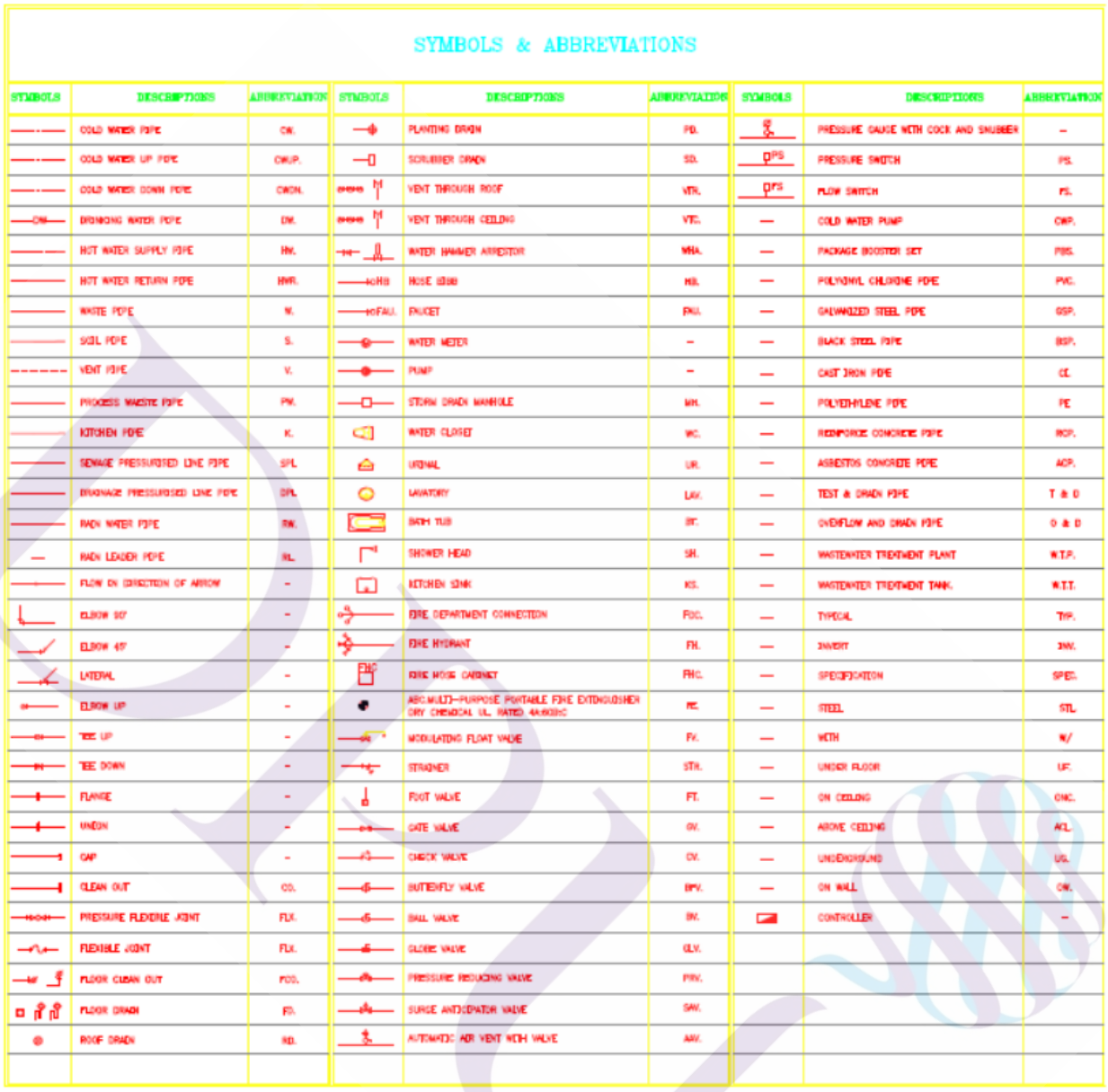


ภาพที่ ข.2 Nomograph for solution of Manning Equation

ที่มา: https://www.globalspec.com/reference/65016/203279/7-3-manning-s-equation

ภาคผนวก ค

แบบงานระบบประปา สุขาภิบาล และดับเพลิง



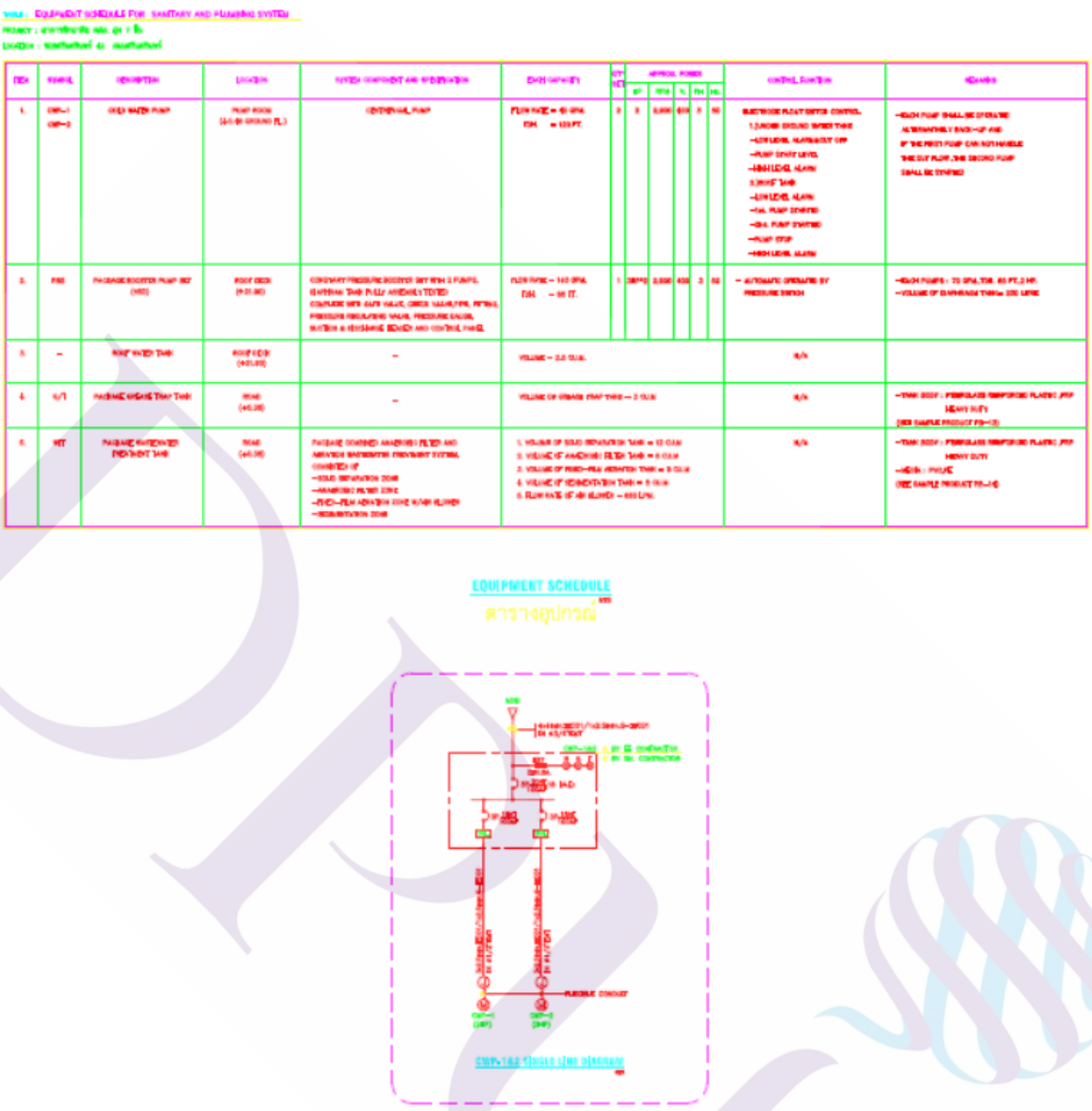
SYMBOLS & ABBREVIATIONS

SYMBOLS	DESCRIPTIONS	ABBREVIATION
	COLD WATER PIPE	CW.
	COLD WATER UP PIPE	CWUP.
	COLD WATER DOWN PIPE	CWDN.
	DRINKING WATER PIPE	DW.
	HOT WATER SUPPLY PIPE	HW.
	HOT WATER RETURN PIPE	HWR.
	WASTE PIPE	W.
	SOIL PIPE	S.
	VENT PIPE	V.
	PROCESS WASTE PIPE	PW.
	KITCHEN PIPE	K.
	SEWAGE PRESSURISED LINE PIPE	SPL
	DRAINAGE PRESSURISED LINE PIPE	SPL
	RAIN WATER PIPE	RW.
	RAIN LEADER PIPE	RL.
	FLOW IN DIRECTION OF ARROW	-
	ELBOW 90°	-
	ELBOW 45°	-
	LATERAL	-
	ELBOW UP	-
	TEE UP	-
	TEE DOWN	-
	FLANGE	-
	UNION	-
	CAP	-
	CLEAN OUT	CO.
	PRESSURE FLEXIBLE JOINT	FLX.
	FLEXIBLE JOINT	FLX.
	FLOOR CLEAN OUT	FCO.
	FLOOR DRAIN	FD.
	ROOF DRAIN	RD.

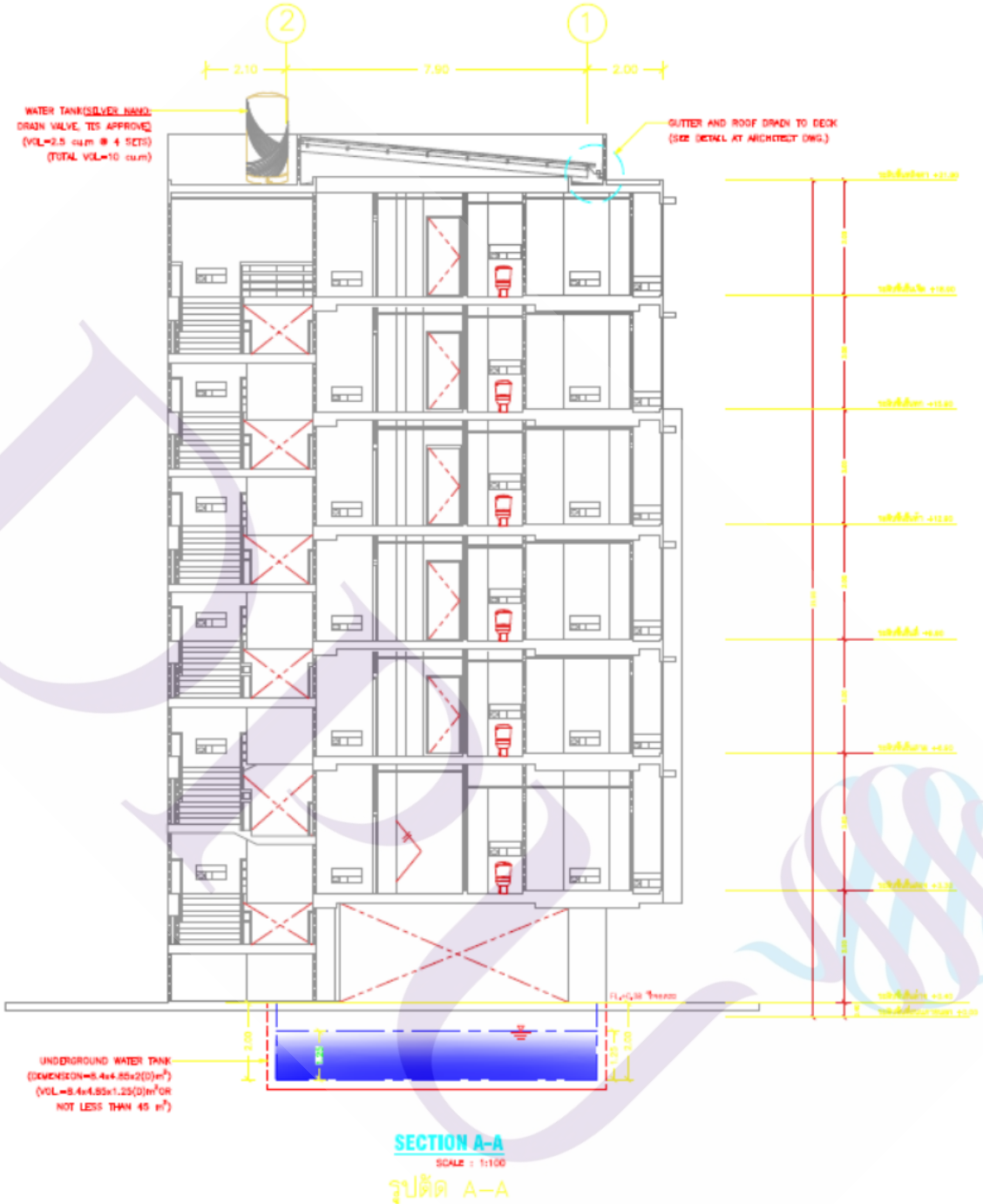
SYMBOLS	DESCRIPTIONS	ABBREVIATION
	PLANTING DRAIN	PD.
	SCRUBBER DRAIN	SD.
	VENT THROUGH ROOF	VTR.
	VENT THROUGH CEILING	VTC.
	WATER HAMMER ARRESTOR	WHA.
	HOSE BIBB	HB.
	FAUCET	FAU.
	WATER METER	-
	PUMP	-
	STORM DRAIN MANHOLE	MH.
	WATER CLOSET	WC.
	URINAL	UR.
	LAVATORY	LAV.
	BATH TUB	BT.
	SHOWER HEAD	SH.
	KITCHEN SINK	KS.
	FIRE DEPARTMENT CONNECTION	FDC.
	FIRE HYDRANT	FH.
FHC	FIRE HOSE CABINET	FHC.
	ABC MULTI-PURPOSE PORTABLE FIRE EXTINGUISHER DRY CHEMICAL UL. RATED 4A:60BC	PE.
	MODULATING FLOAT VALVE	FV.
	STRAINER	STR.
	FOOT VALVE	FT.
	GATE VALVE	GV.
	CHECK VALVE	CV.
	BUTTERFLY VALVE	BFV.
	BALL VALVE	BV.
	GLOBE VALVE	GLV.
	PRESSURE REDUCING VALVE	PRV.
	SURGE ANTICIPATOR VALVE	SAV.
	AUTOMATIC AIR VENT WITH VALVE	AAV.

SYMBOLS	DESCRIPTIONS	ABBREVIATION
	PRESSURE GAUGE WITH COCK AND SNUBBER	-
PS	PRESSURE SWITCH	PS.
FS	FLOW SWITCH	FS.
—	COLD WATER PUMP	CWP.
—	PACKAGE BOOSTER SET	PBS.
—	POLYVINYL CHLORIDE PIPE	PVC.
—	GALVANIZED STEEL PIPE	GSP.
—	BLACK STEEL PIPE	BSP.
—	CAST IRON PIPE	CI.
—	POLYETHYLENE PIPE	PE
—	REINFORCE CONCRETE PIPE	RCP.
—	ASBESTOS CONCRETE PIPE	ACP.
—	TEST & DRAIN PIPE	T & D
—	OVERFLOW AND DRAIN PIPE	O & D
—	WASTEWATER TREATMENT PLANT	W.T.P.
—	WASTEWATER TREATMENT TANK.	W.T.T.
—	TYPICAL	TYP.
—	INVERT	INV.
—	SPECIFICATION	SPEC.
—	STEEL	STL.
—	WITH	W/
—	UNDER FLOOR	UF.
—	ON CEILING	ONC.
—	ABOVE CEILING	ACL.
—	UNDERGROUND	UG.
—	ON WALL	ON.
	CONTROLLER	-

ภาพที่ ค.1 สัญลักษณ์แบบและตัวย่อ

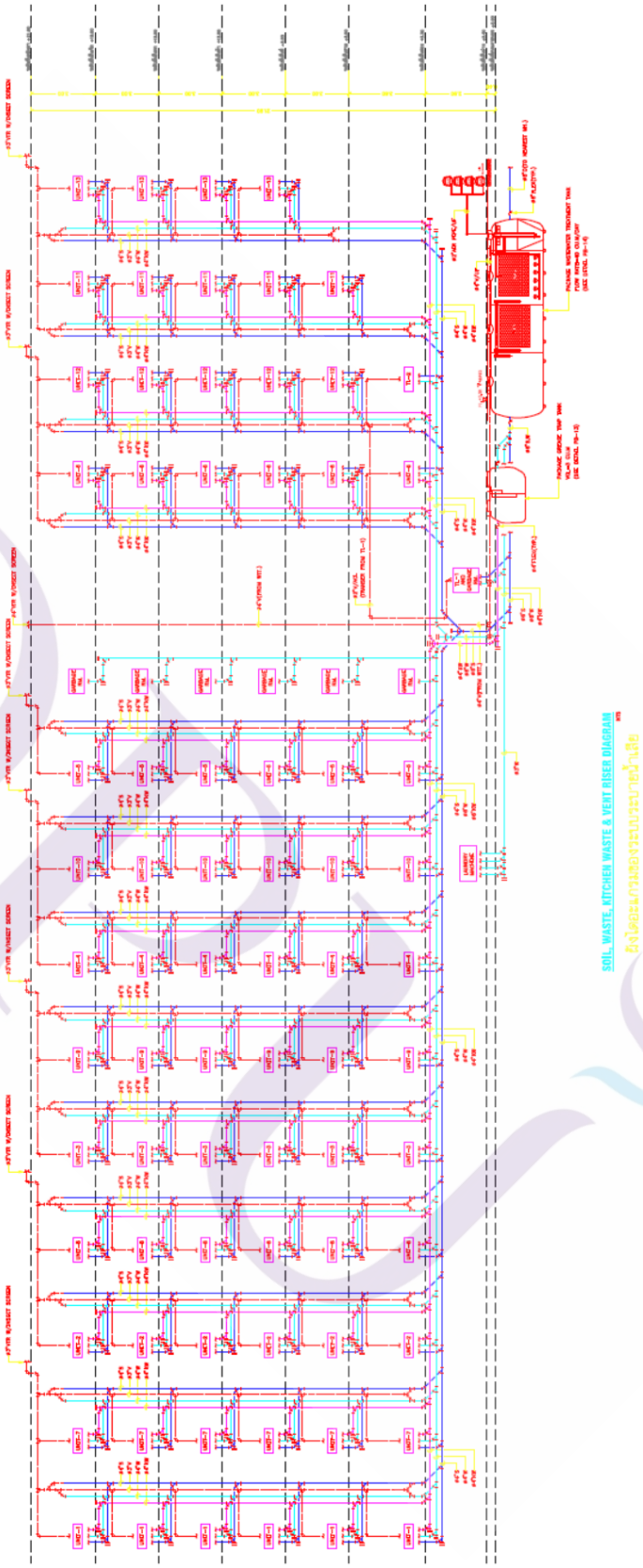


ภาพที่ ค.2 ตารางอุปกรณ์

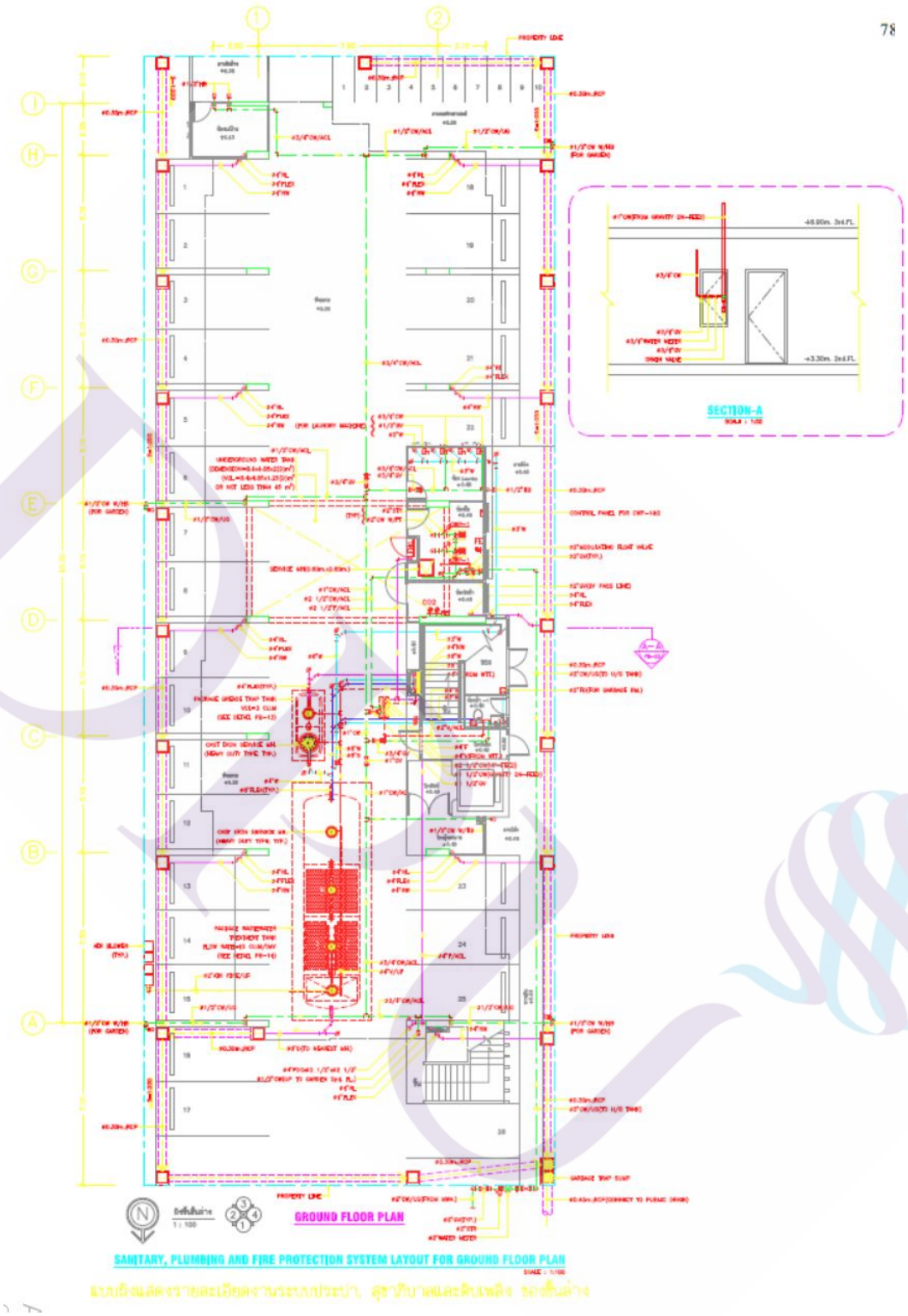


ภาพที่ ค.3 รูปตัด A-A

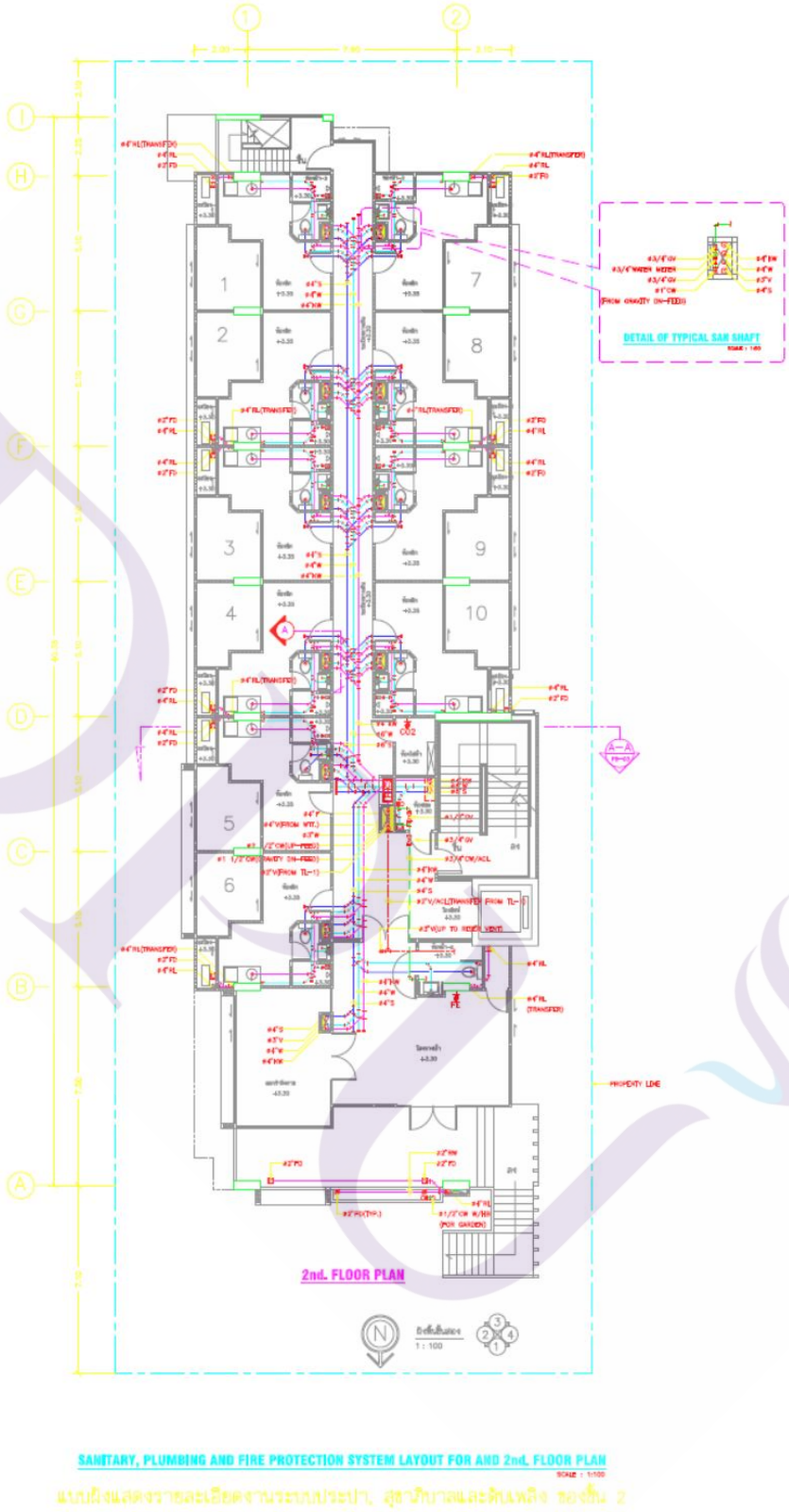
ภาพที่ ค.4 ผังไดอะแกรมของระบบน้ำประปาและดับเพลิง



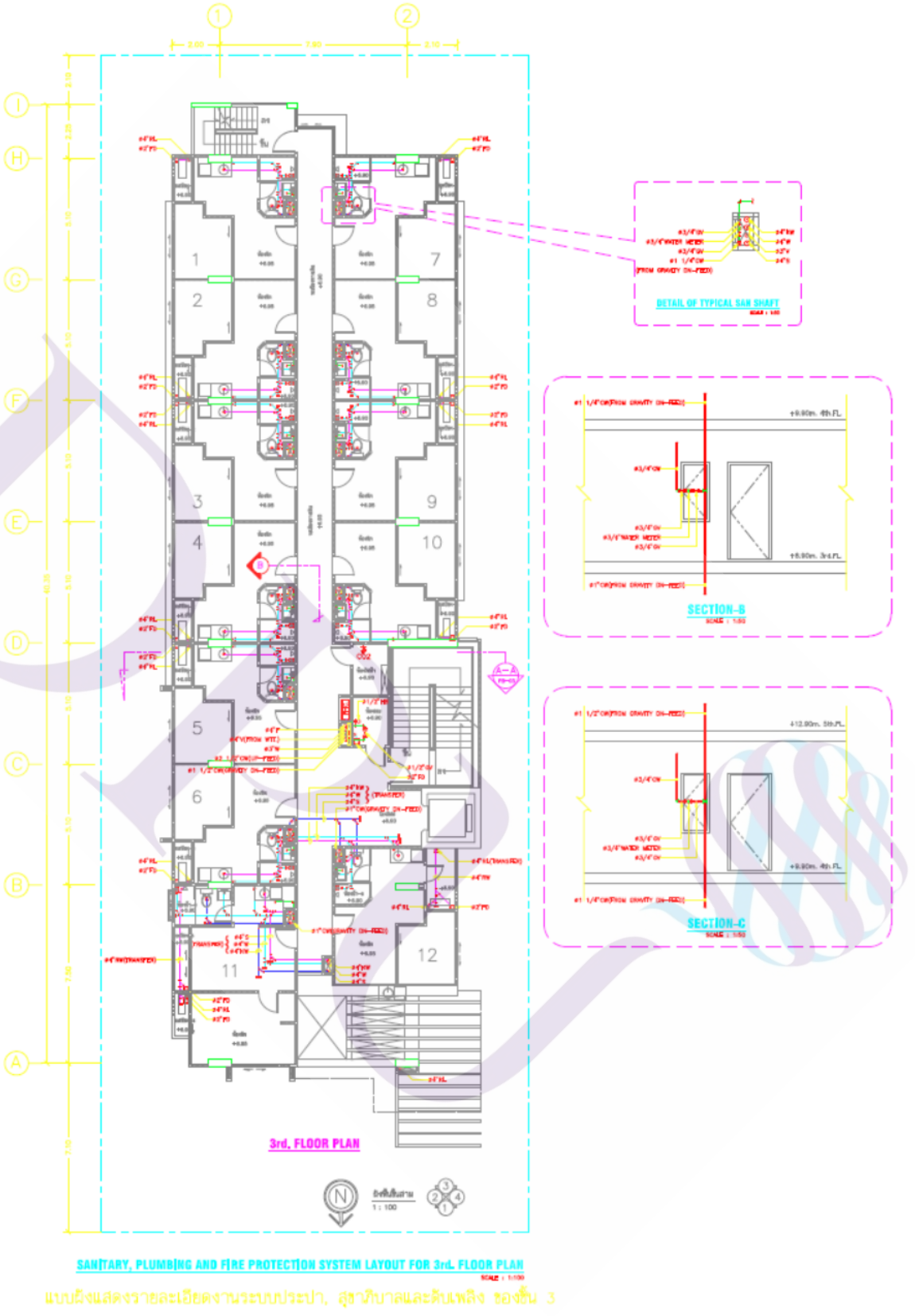
ภาพที่ ค.5 ผังไดอะแกรมของระบบระบายน้ำเสีย



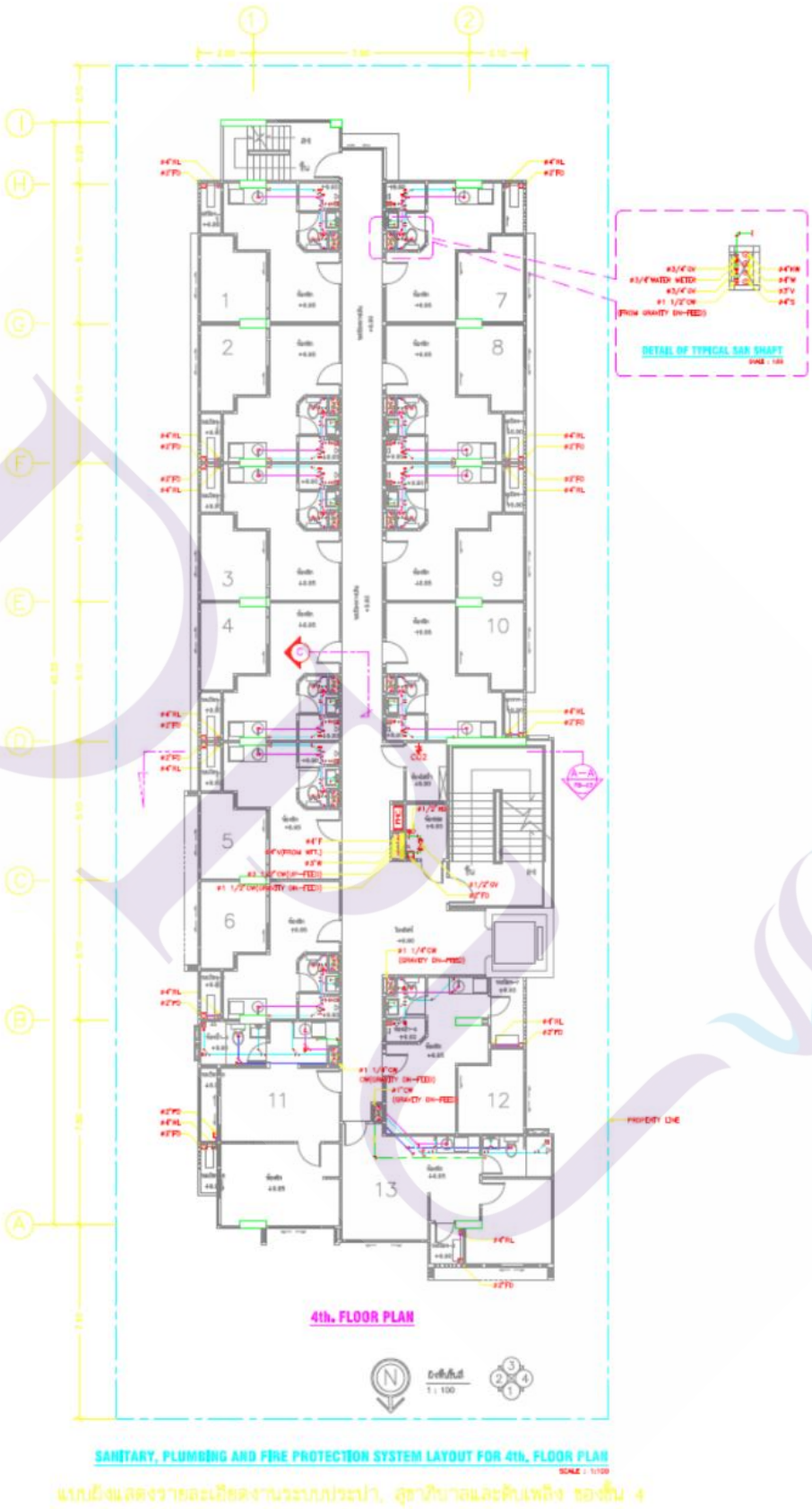
ภาพที่ ค.6 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้นล่าง



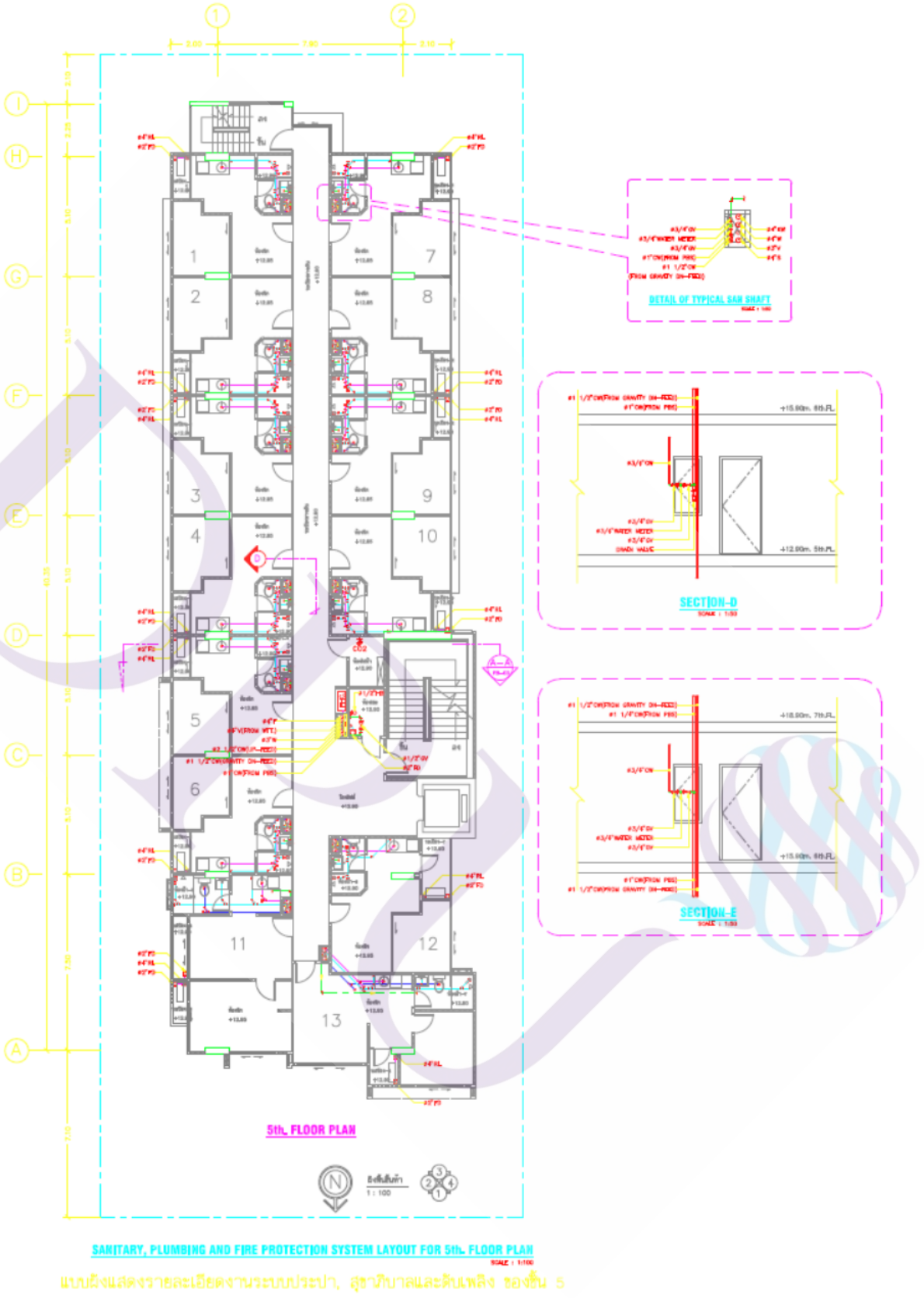
ภาพที่ ค.7 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้น 2



ภาพที่ ค.8 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้น 3

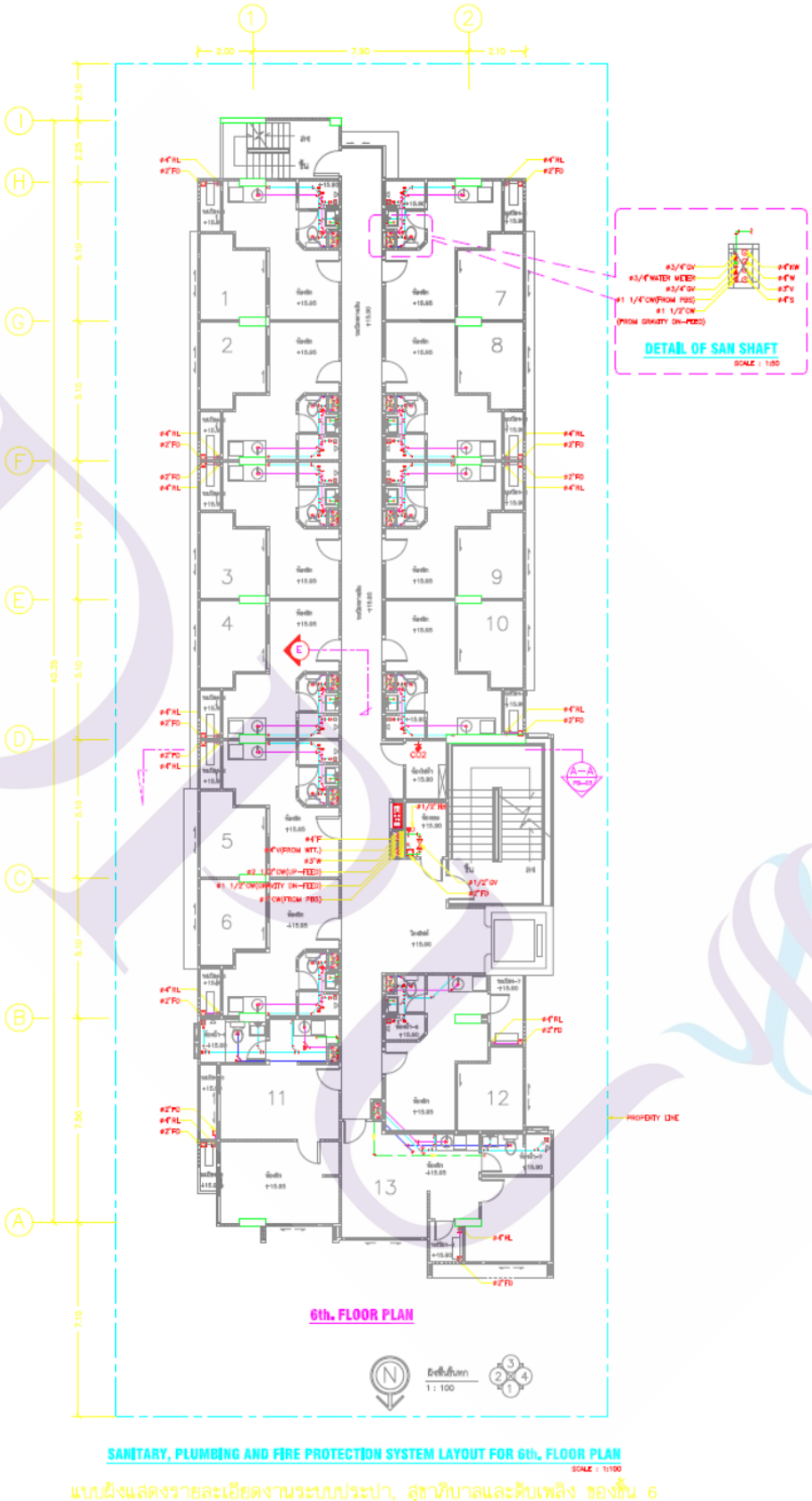


ภาพที่ ค.9 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้น 4

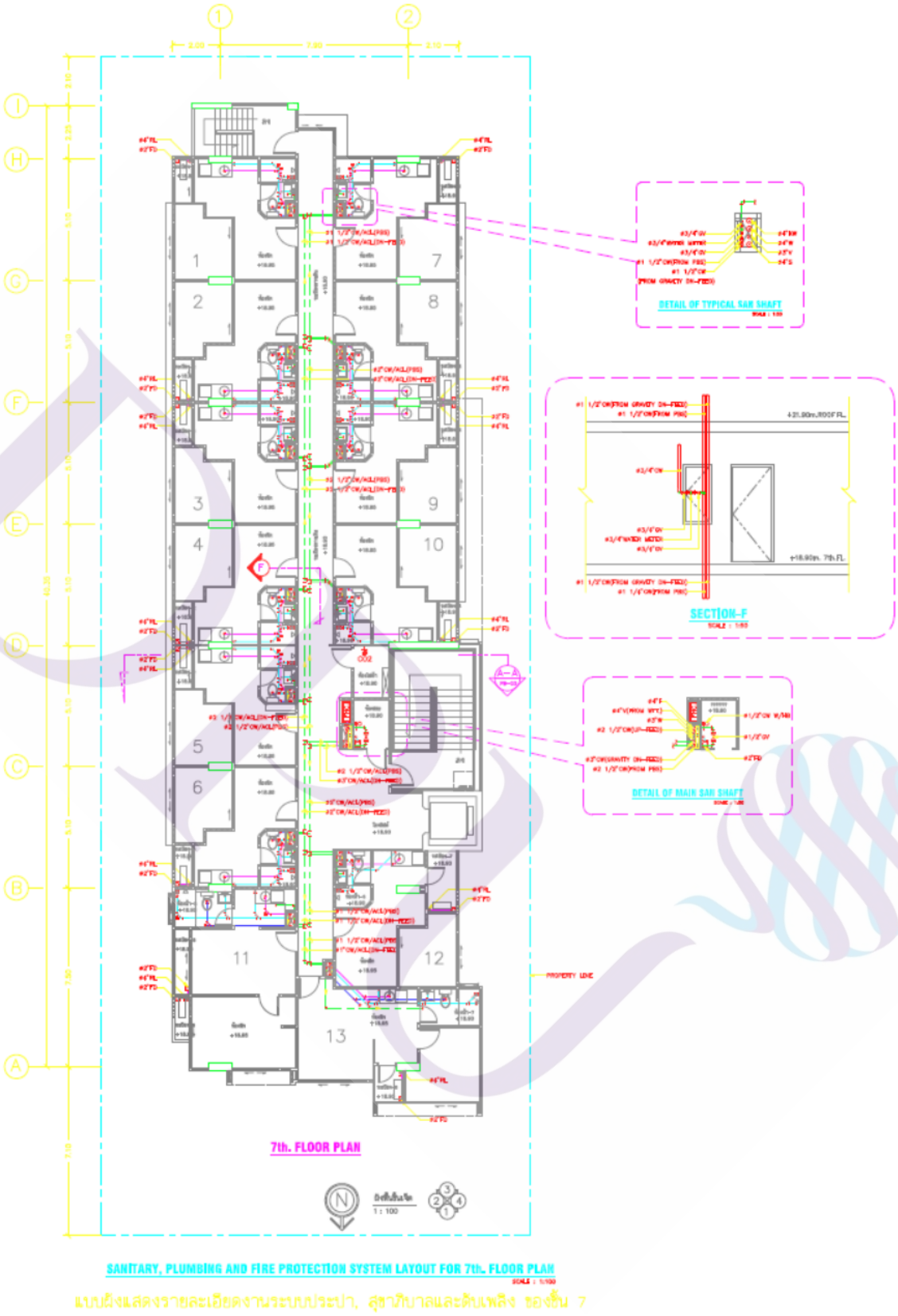


แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา, สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้น 5

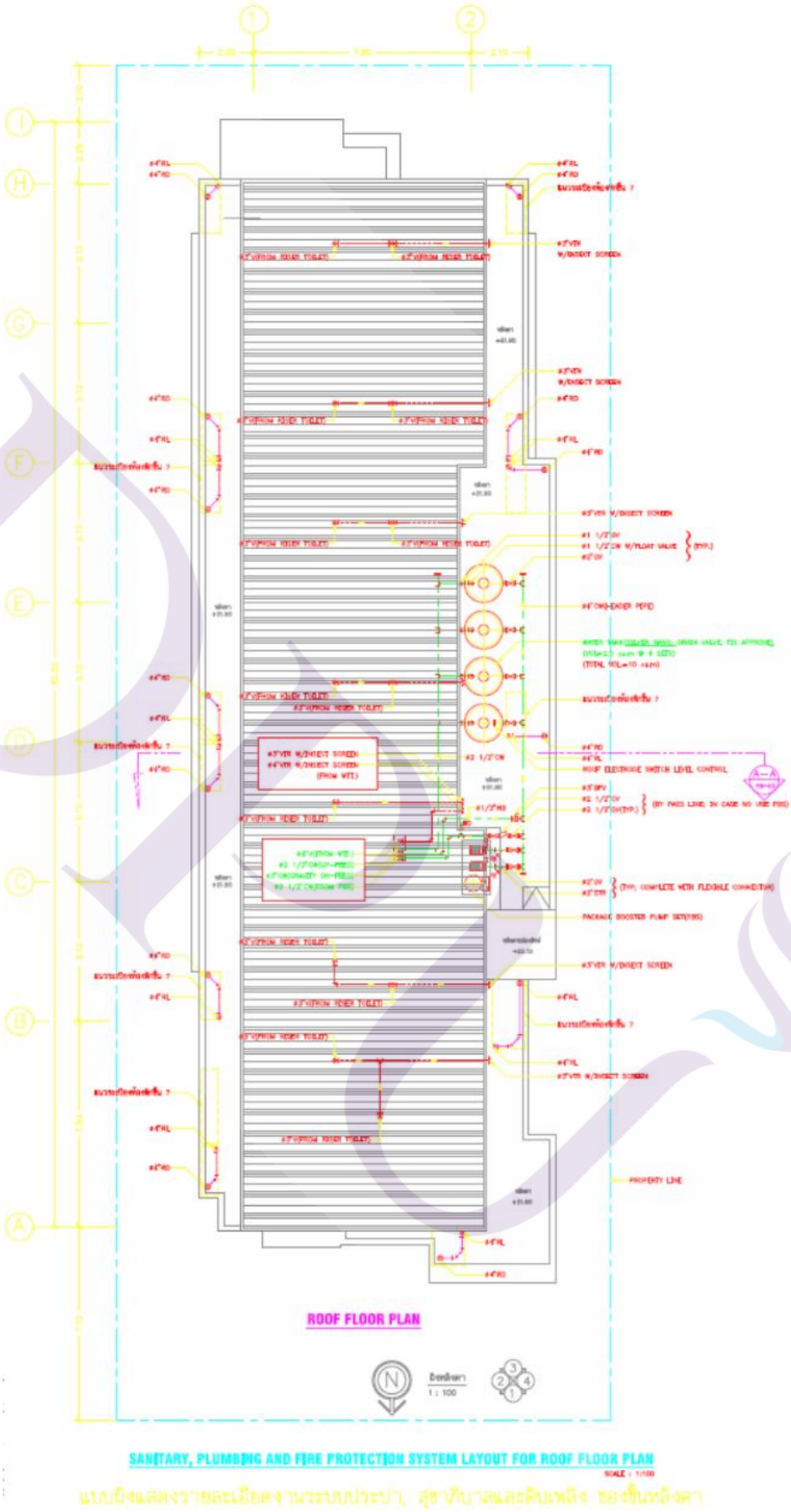
ภาพที่ ค.10 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้น 5



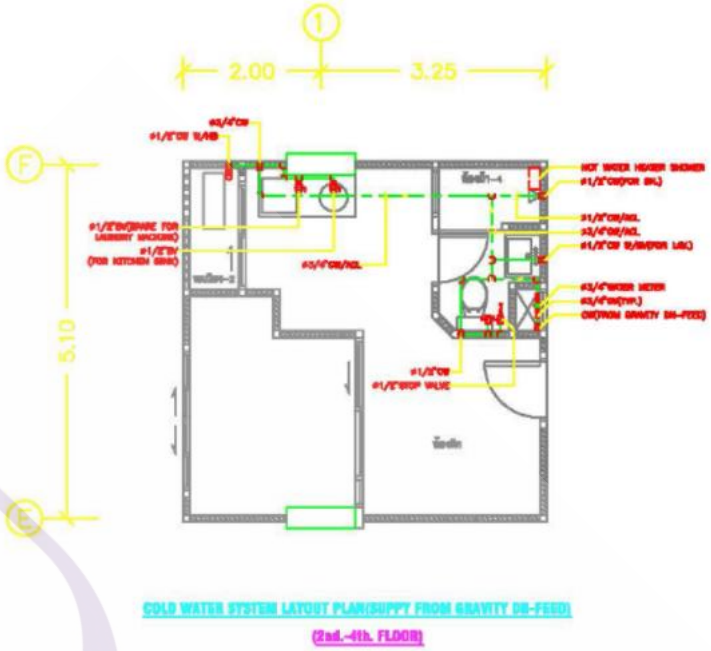
ภาพที่ ค.11 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้น 6



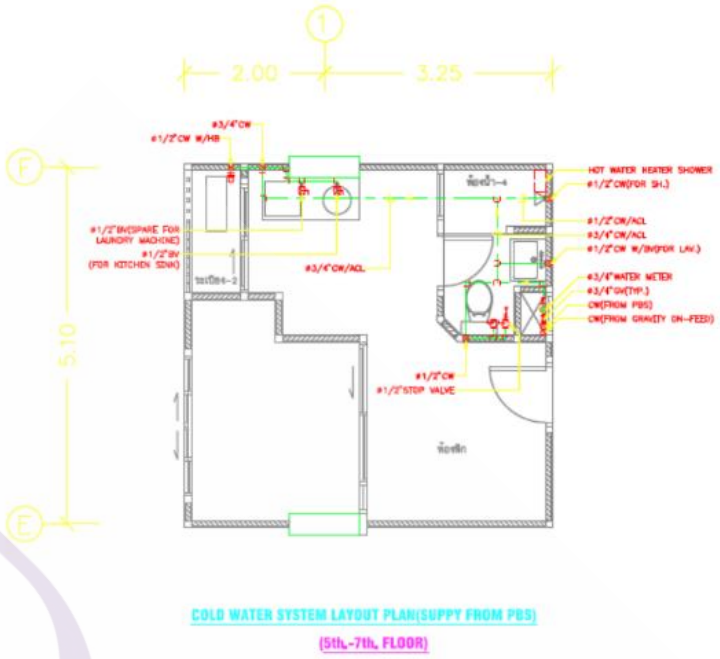
ภาพที่ ค.12 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้น 7

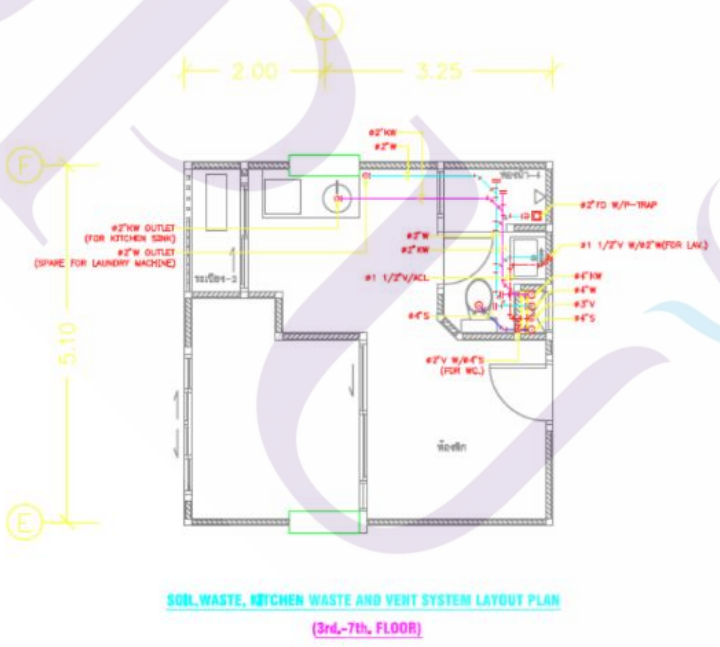


ภาพที่ ค.13 แบบผังแสดงรายละเอียดงานระบบประปา สุขาภิบาลและดับเพลิง ของชั้นหลังคา

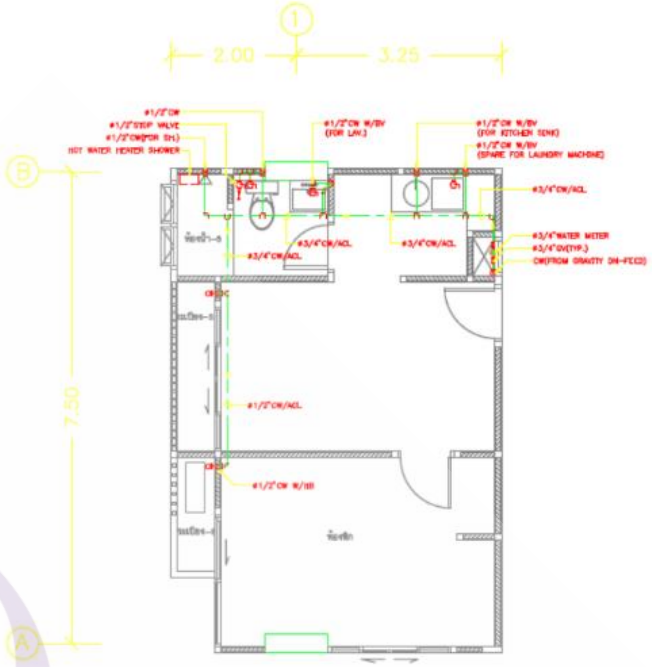


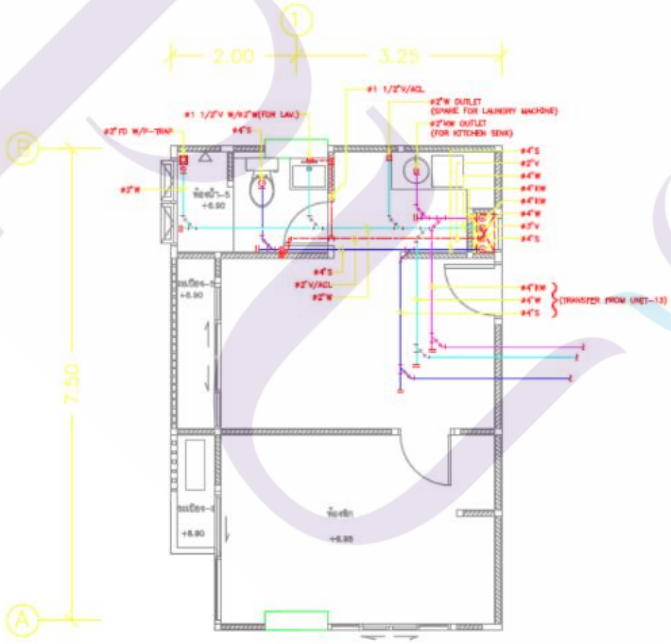
ภาพที่ ค.14 แบบขยายรายละเอียดห้องพัก (แบบ A)



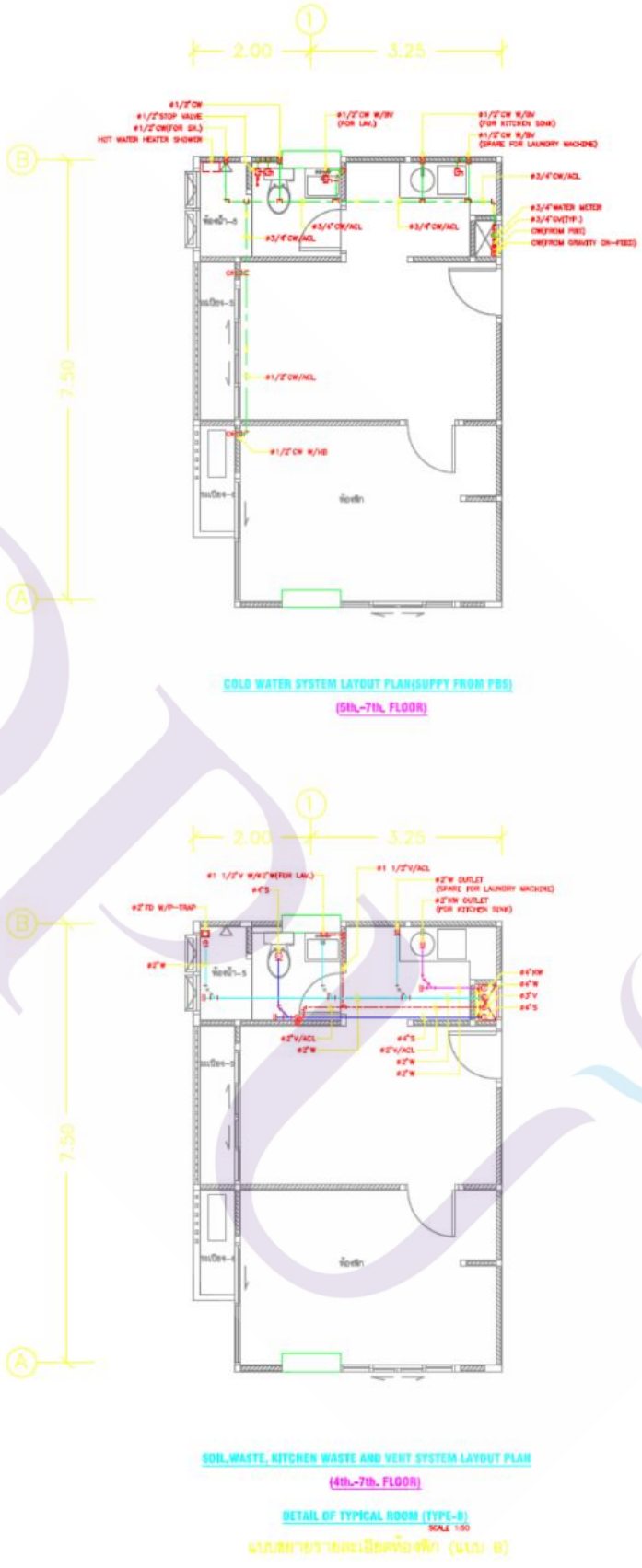


ภาพที่ ค.15 แบบขยายรายละเอียดห้องพัก (แบบ A)

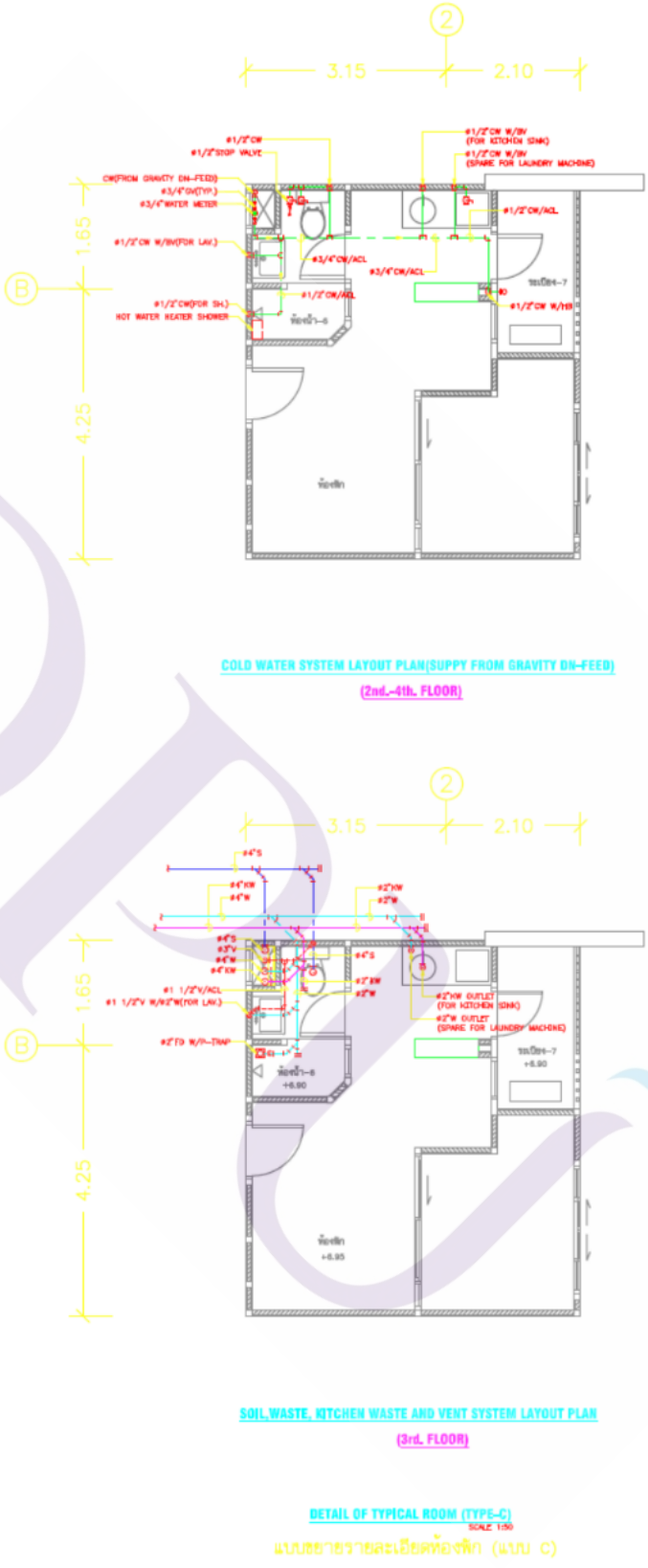




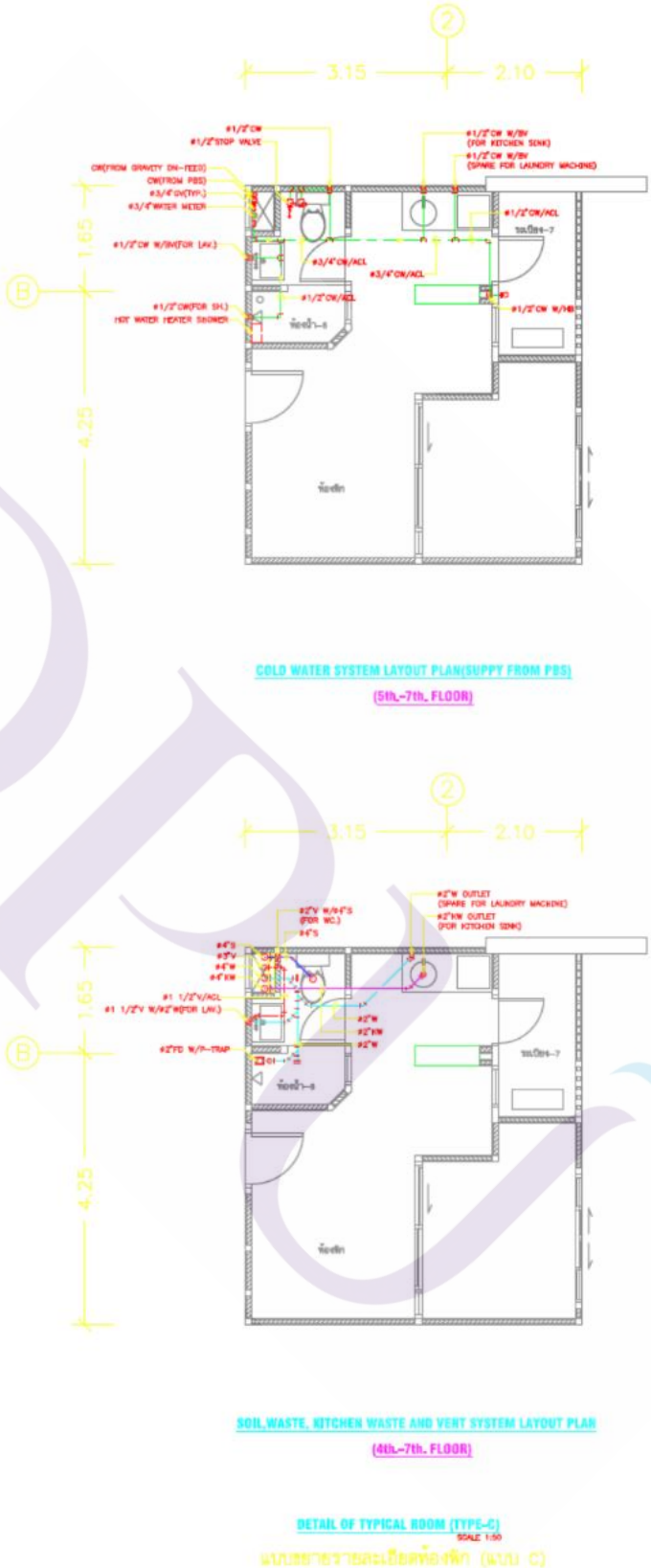
ภาพที่ ค.16 แบบขยายรายละเอียดห้องพัก (แบบ B)



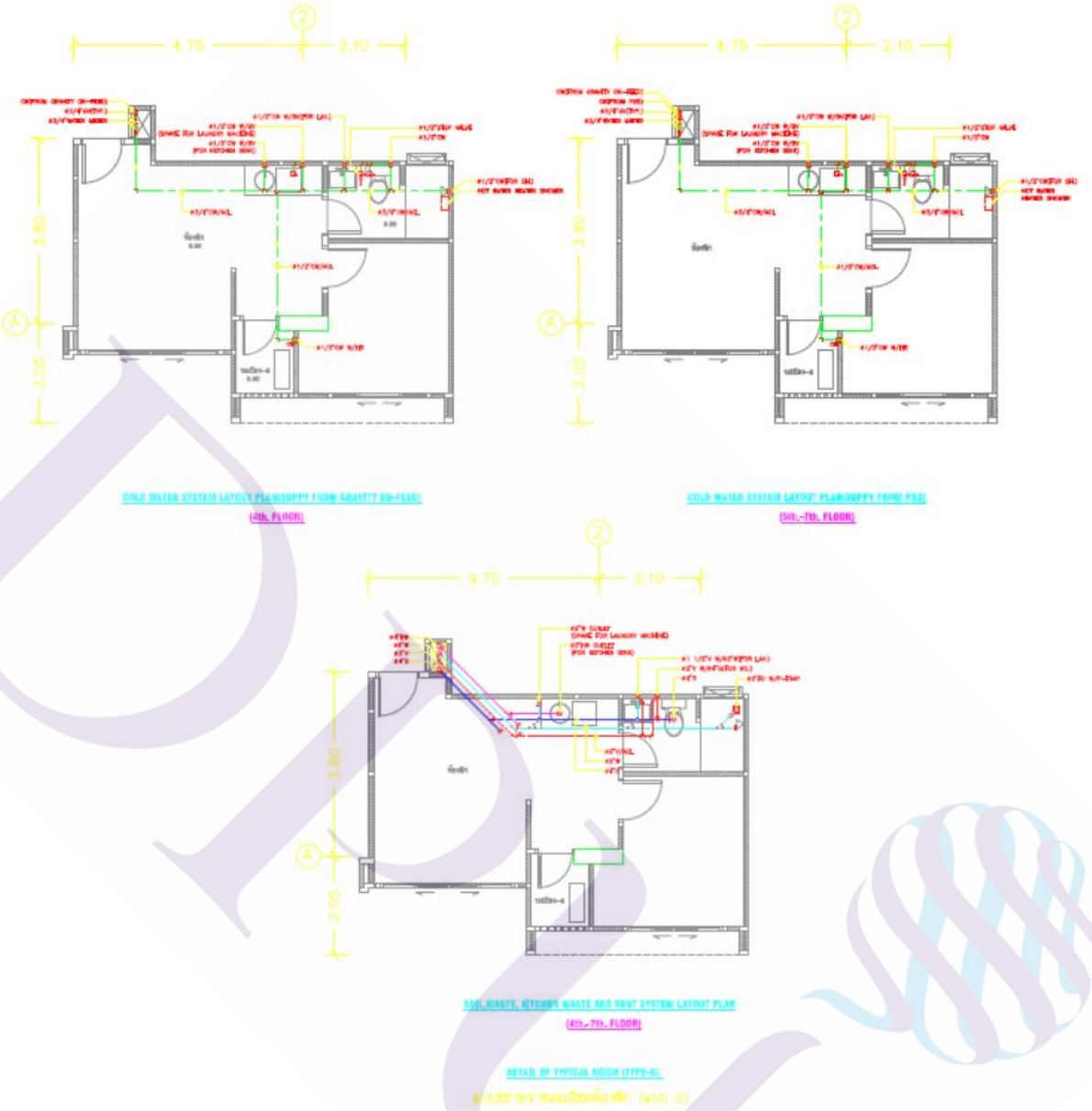
ภาพที่ ค.17 แบบขยายรายละเอียดห้องพัก (แบบ B)



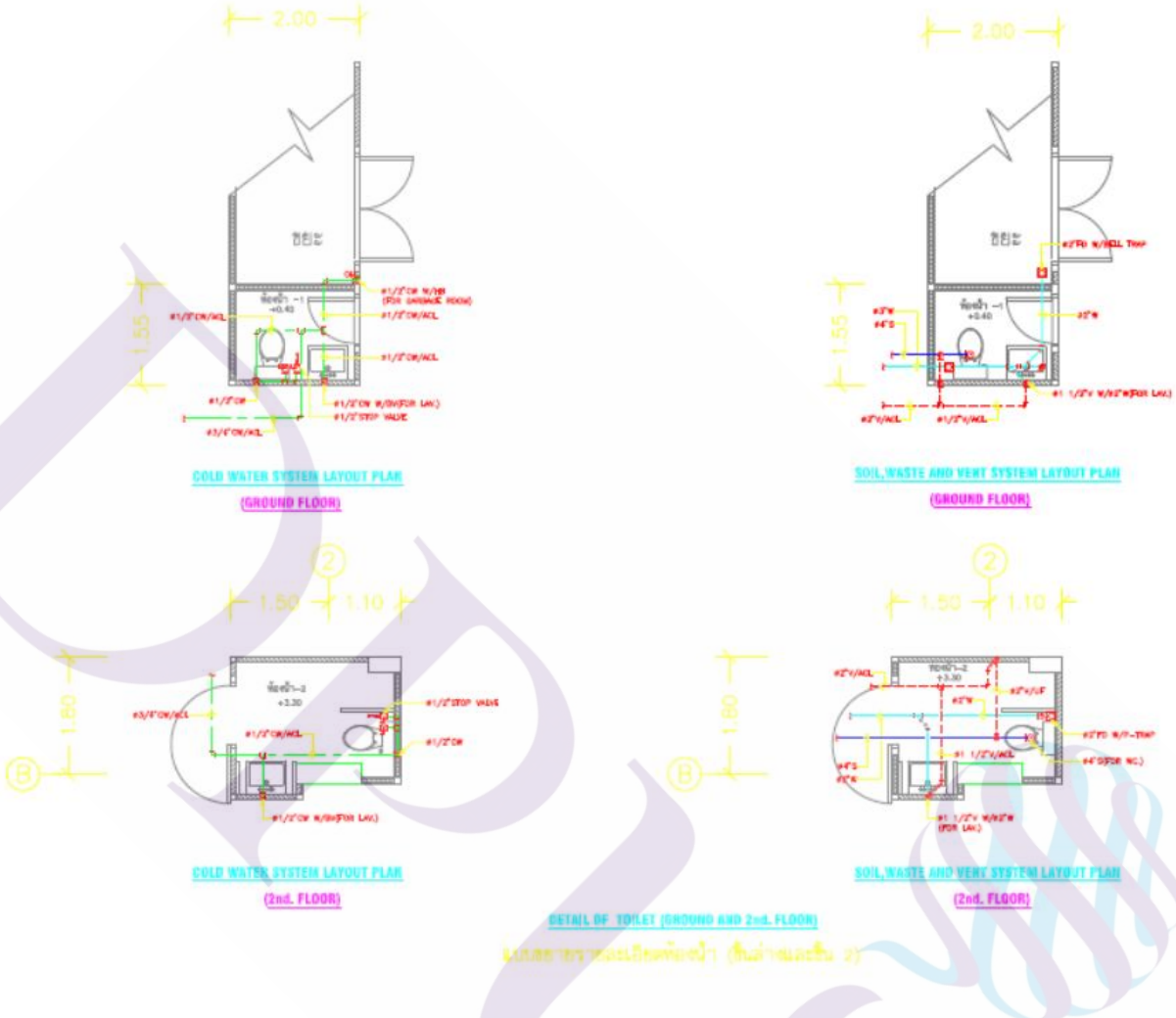
ภาพที่ ค.18 แบบขยายรายละเอียดห้องพัก (แบบ C)



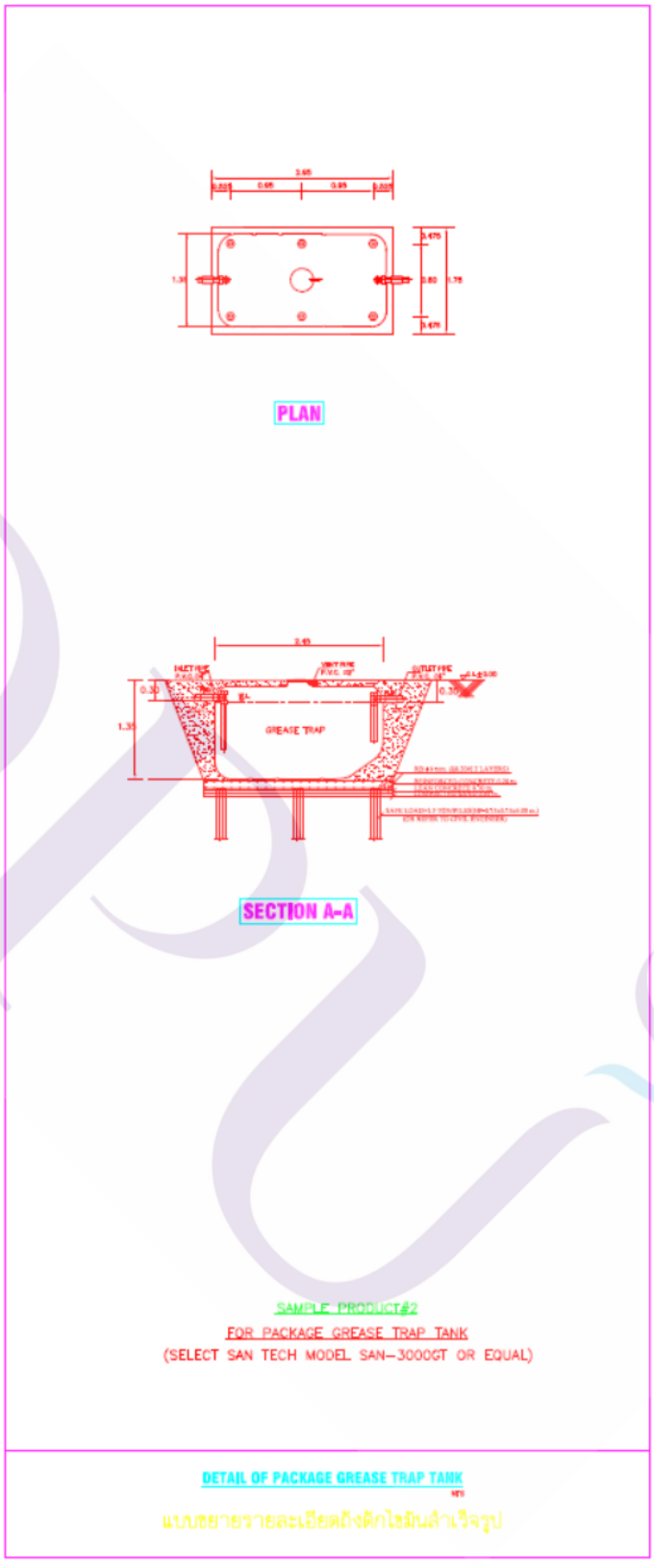
ภาพที่ ค.19 แบบขยายรายละเอียดห้องพัก (แบบ C)



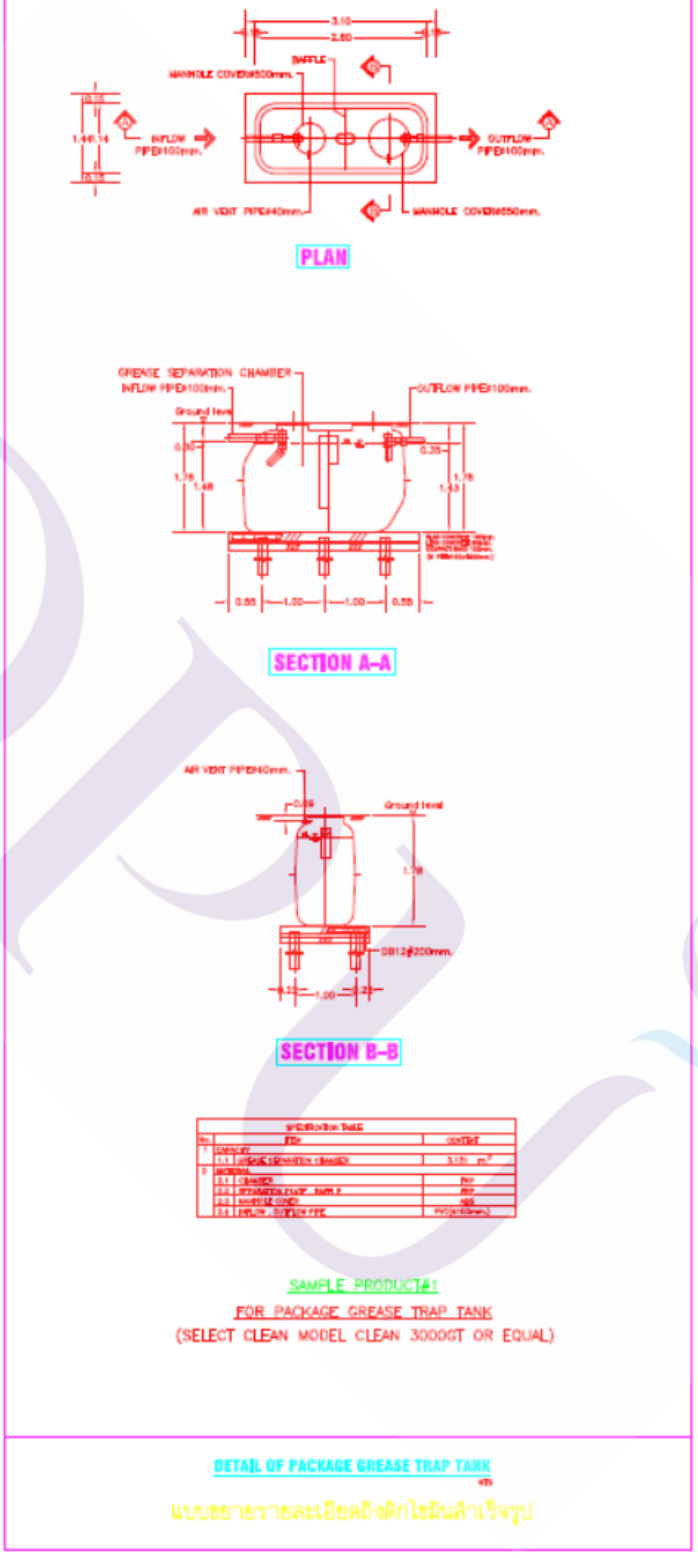
ภาพที่ ค.20 แบบขยายรายละเอียดห้องพัก (แบบ D)



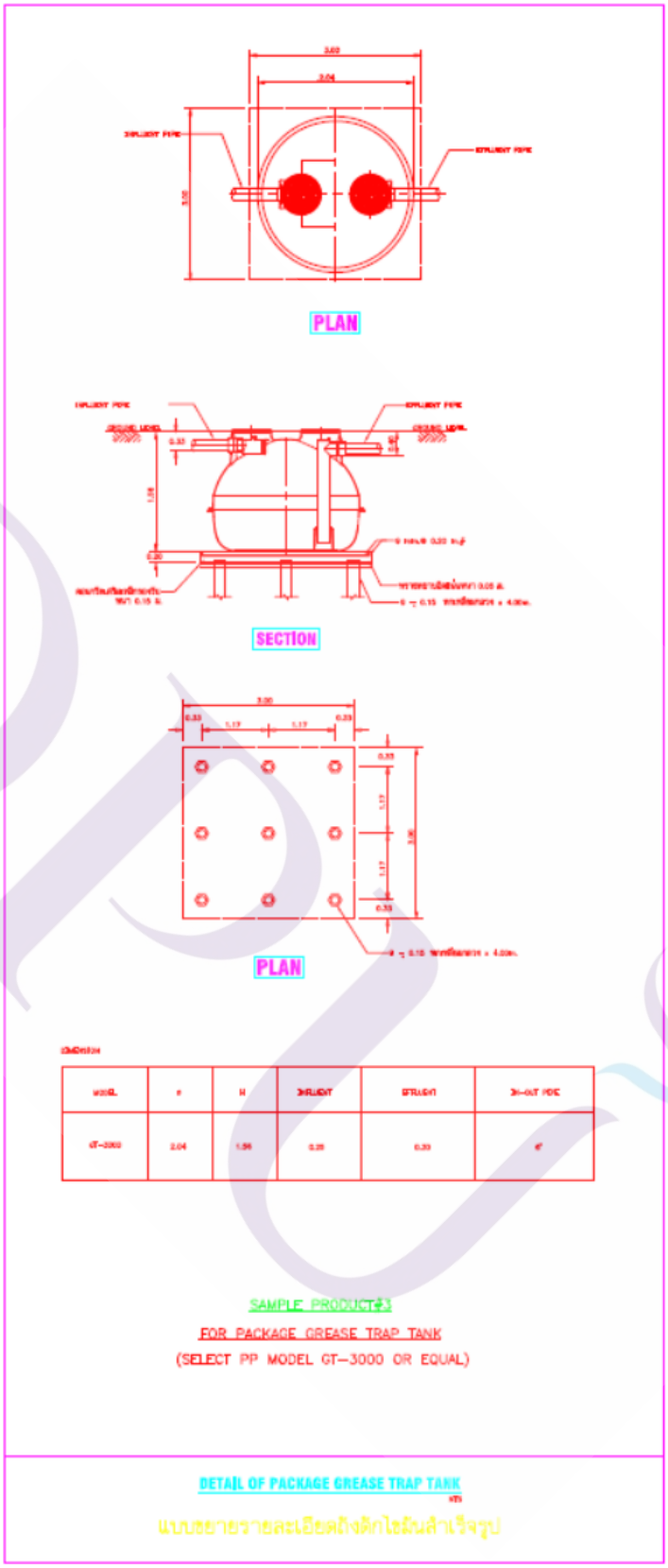
ภาพที่ ค.21 แบบขยายรายละเอียดห้องน้ำ (ชั้นล่างและชั้น 2)



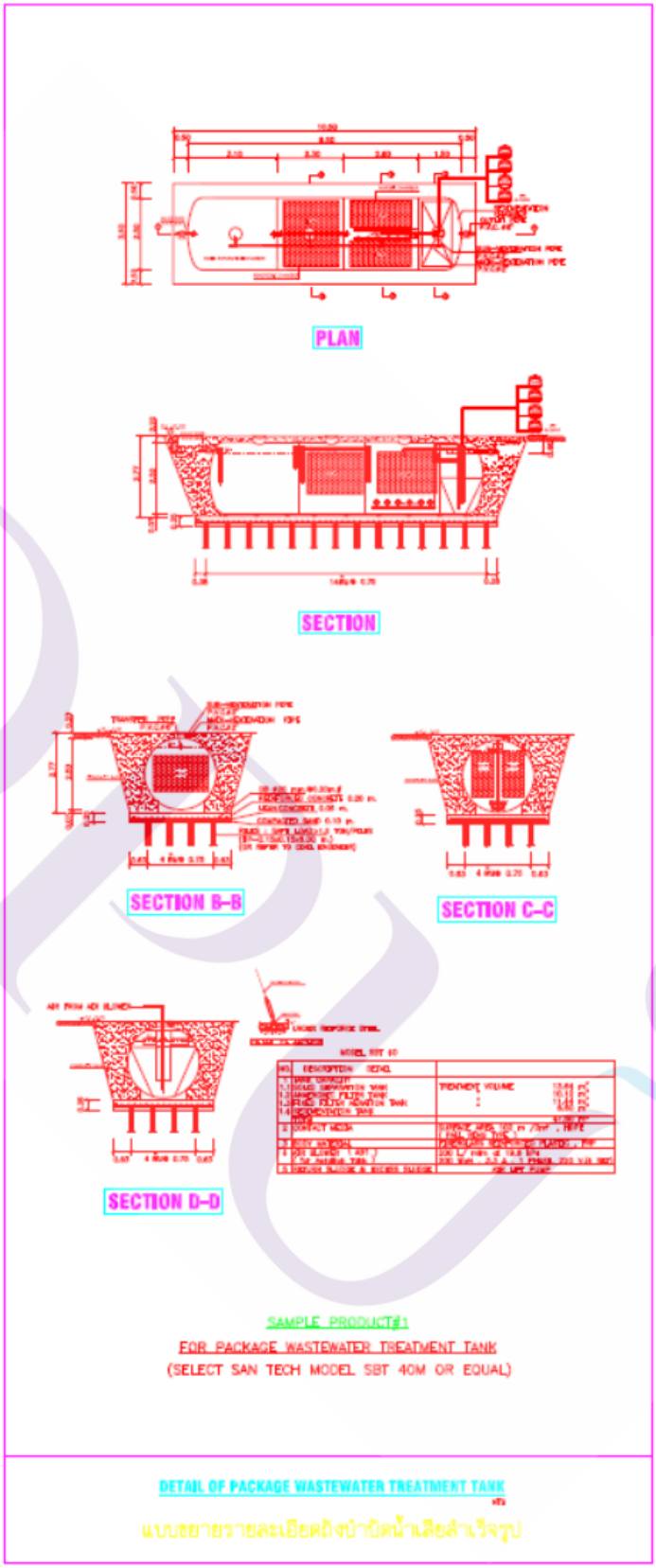
ภาพที่ ค.22 แบบขยายรายละเอียดถังดักไขมันสำเร็จรูป (1)



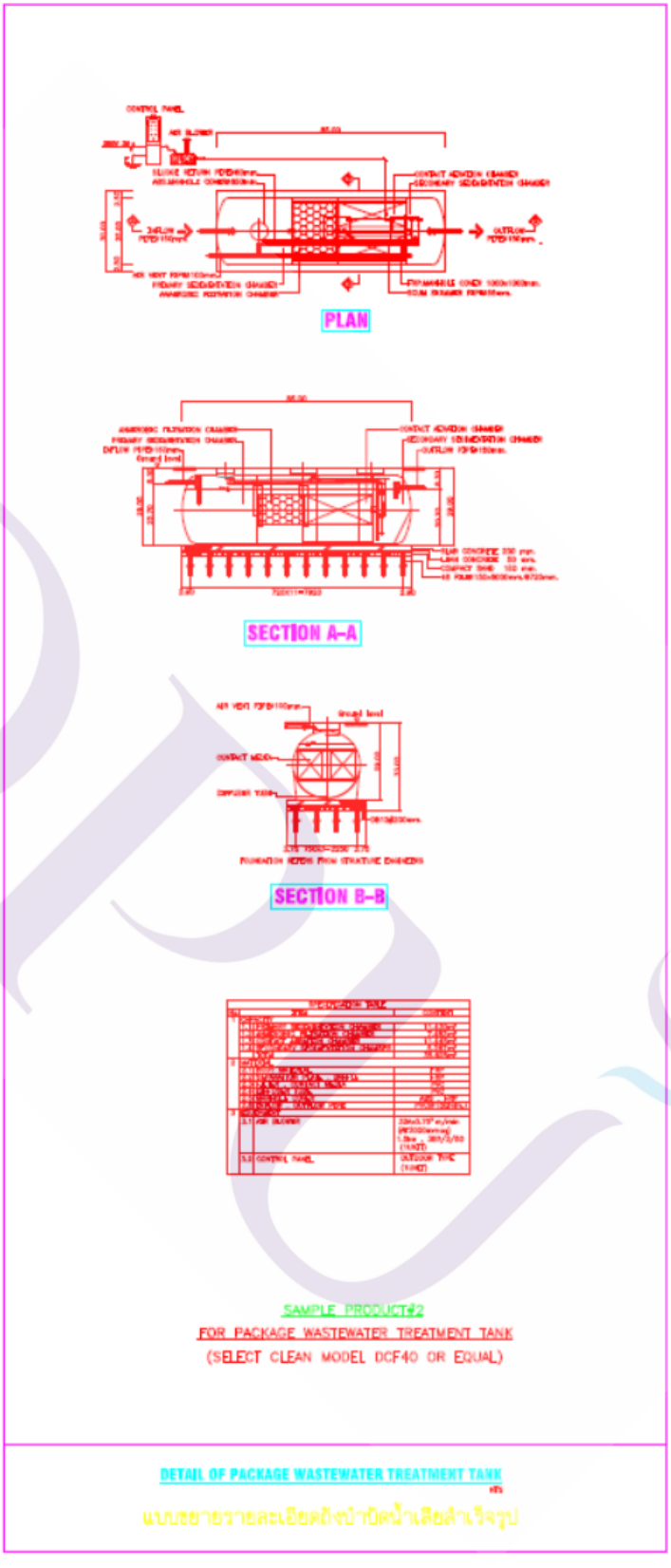
ภาพที่ ค.23 แบบขยายรายละเอียดถังดักไขมันสำเร็จรูป (2)



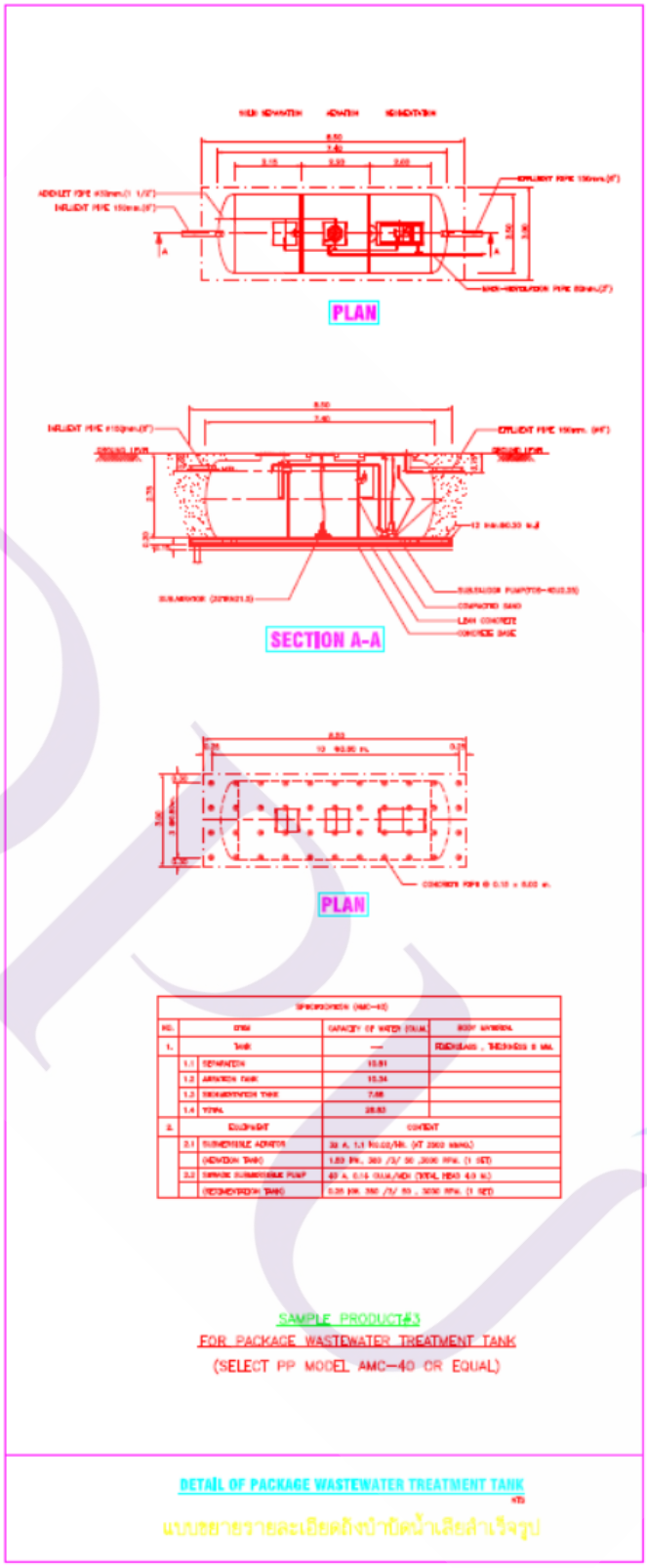
ภาพที่ ค.24 แบบขยายรายละเอียดถังดักไขมันสำเร็จรูป (3)



ภาพที่ ค.25 แบบขยายรายละเอียดถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (1)



ภาพที่ ค.26 แบบขยายรายละเอียดถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (2)



ภาพที่ ค.27 แบบขยายรายละเอียดถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูป (3)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ปฐมพงศ์ ตระบันพฤกษ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2546 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ประกอบธุรกิจส่วนตัว ด้านการรับออกแบบ และคำนวณงานระบบประปา-สุขาภิบาล และดับเพลิง ประกอบอาคาร