



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจสอบและปรับปรุงข้อผิดพลาดในระบบท่อดับเพลิง

กรณีบริษัท ไพโอเนียร์ โลจิสติกส์ จำกัด

Checking and Correct Defects in The Fire Protection System.

For Pioneer Logistics Co., Ltd.

จัดทำโดย

นาย ปิ่นทธร สระทองแพ 5811100023

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษา 1 ปีการศึกษา 2560

หัวข้อโครงการ

การตรวจสอบและปรับปรุงข้อผิดพลาดในระบบท่อดับเพลิง
กรณีบริษัท ไพโอเนียร์ โลจิสติกส์ จำกัด
Checking and Correct Defects in The Fire Protection System.
For Pioneer Logistics Co., Ltd.

รายชื่อผู้จัดทำ

นาย ปณัฏฐ์ ธรรมทองแพ 5811100023

ภาควิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการการสอบโครงการ


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย)


.....หัวหน้างานที่ปรึกษา
(นายสุพจน์ สูดกฤษฎ์)


.....กรรมการกลาง
(อาจารย์ ชาญิศา พิทยานนท์)


.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผศ.ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒนะ)

ชื่อโครงการ : การตรวจสอบและปรับปรุงข้อผิดพลาดในระบบท่อดับเพลิง

กรณีบริษัท ไฟโอเนียร์ โลจิสติกส์ จำกัด

ชื่อนักศึกษา : ...นายปิ่นภัทร สระทองแพ

อาจารย์ที่ปรึกษา :ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

ภาควิชา : อุตสาหกรรมการศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

คณะ :วิศวกรรมศาสตร์.....

ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา :3... /2560.....

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการตรวจสอบและปรับปรุงข้อผิดพลาดในระบบท่อดับเพลิงของคลังอาคารสินค้า ไฟโอเนียร์ โลจิสติกส์ โดยทำการคำนวณอัตราการไหลของน้ำและแรงเสียดทานภายในท่อระบบดับเพลิงสำหรับหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ เพื่อทำการตรวจเช็คโดยเลือกใช้การคำนวณแบบ ไฮดรอลิก แกลคูเลชั่น และเขียนสูตรการคำนวณหาอัตราการไหลและแรงเสียดทานในท่อในโปรแกรมเอ็กเซล เพื่อความแม่นยำและช่วยประหยัดเวลาในการคำนวณ ในการคำนวณเลือกใช้ทั้งแบบพื้นที่อันตรายน้อยและพื้นที่อันตรายปานกลางกลุ่มที่ 2 เพื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาการครอบคลุมของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติและปริมาณวัสดุที่ใช้

ผลจากการศึกษาพบว่า จากการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติพื้นที่อันตรายน้อย เพื่อหาขนาดของปั๊มดับเพลิงพบว่า มี อัตราการไหล 157.48 GPM และแรงดันรวมในท่อ 25.70 PSI และการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบพื้นที่อันตรายปานกลางกลุ่ม 2 เพื่อหาขนาดของปั๊มดับเพลิง อัตราการไหลที่ได้ 219 GPM และแรงดันรวมในท่อ 31.43 PSI จากการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติทั้งสองแบบจะเห็นได้ว่าการออกแบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติแบบพื้นที่อันตรายปานกลางกลุ่มที่ 2 จะมีจะมีหัวกระจายน้ำ 324 หัวต่อโซน และจะมีค่าใช้จ่ายมากกว่าการออกแบบแบบพื้นที่อันตรายน้อยอยู่ที่ราคา 1,067,049 บาทแต่จะได้การกระจายน้ำของหัวสปริงเกอร์ที่มากกว่า

คำสำคัญ : ตรวจสอบ,ปรับปรุง,ข้อผิดพลาด,ระบบท่อดับเพลิง

ผู้ตรวจ

Project Title : Checking and Correcting Defects in The Fire Protection System

For Pioneer Logistics Co.,Ltd

By : ... Puntorn Sratongpae.....

Advisor :Dr. Chanchai Wiroonritichai.....

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Industrial Technology (Mechanical Engineering)

Faculty : Engineering

Semester / Academic year :3... /2017.....

Abstract

The purpose of this study was to investigate and correct errors in the fire protection system of the Pioneer Logistics Warehouse by calculating the water flow rate and the friction in the fire protection pipe sprinkler head to check using calculations. Hydraulic calculation calculates the flow rate and friction in the pipe in the Excel program for precision and time saving calculation to calculate the light hazard and ordinary hazard, group 2, to compare the coverage of the fire hydrants and the amount of materials used.

The results of the study showed that from the calculation of the sprinkler head, light hazard, to determine the size of the fire pump, the flow rate was 157.48 GPM and the total pressure in the pipe 25.70 PSI; and the calculation of sprinkler head ordinary hazard, group 2, to find the size of the fire pump. The flow rate was 219 GPM and the total pressure in the pipe was 31.43 PSI. From the calculation of the two sprinkler heads, the design of the sprinkler head is ordinary hazard, group 2, will have a sprinkler head 324 heads per zone and will cost more than the design. Light hazard is priced at 1,067,049 Baht, but the distribution of water through more sprinkler heads.

Keywords : ... Sprinkler heads, Light hazard, Ordinary hazard, Fire Protection System.

Approved
by

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่ได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท เอ็มอี ซิสเต็ม จำกัด ตั้งแต่วันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2560 ส่งผลทำให้นาย ปันท์ธร สระทองแพ คณะ วิศวกรรมเครื่องกลได้รับความรู้อีกทั้งประสบการณ์ทำงานต่างๆที่มีค่ามากสำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. นาย สุพจน์ สุธกรยุทธ์ | ตำแหน่ง กรรมการผู้จัดการบริษัท |
| 2. นาย หัตชัย สุวรรณกิจ | ตำแหน่ง วิศวกรเครื่องกล |
| 3. นาย ปรีดา โยนาพันธ์ | ตำแหน่ง หัวหน้าช่าง |
| 4. นาย ธวัชชัย สืบเพ็ง | ตำแหน่ง หัวหน้าช่าง |
| 5. อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย | อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจ |
| 6. อาจารย์ ธานีดา พิทยานนท์ | กรรมการกลาง |

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

นาย ปันท์ธร สระทองแพ ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทราขงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นาย ปันท์ธร สระทองแพ

9 กุมภาพันธ์ 2561

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ระยะเวลาในการดำเนินการ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	4
2.1.1 ทฤษฎีระบบดับเพลิงด้วยน้ำ (Fire Protection System)	4
2.1.2 ทฤษฎีมาตรฐานการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ	17
2.1.3 ทฤษฎีการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ	23
2.1.4 ทฤษฎีท่อเหล็กดำ	27
2.1.5 ทฤษฎีการคำนวณ	29
2.1.5 ทฤษฎีการสร้างตารางคำนวณ	32
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	36
2.2.1 โครงการการประเมินความเสี่ยงด้านอัคคีภัย	36
2.2.2 โครงการออกแบบระบบดับเพลิงบนเรือโดยสาร	37
2.2.3 โครงการการศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกัน	37
อัคคีภัยในอาคารขนาดใหญ่พิเศษกรณีศึกษา: อาคารคุ้มเกล้า	
โรงพยาบาล ภูมิพลอดุลยเดช	
2.2.4 งานวิจัยการสร้างโปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป	37

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	39
3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร	40
3.3 รูปแบบการจัดองค์กร	41
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	42
3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	42
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	42
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	42
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	60
3.9 วิธีการสร้างตารางและการใช้สูตรในExcel	60

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 การวิเคราะห์ก่อนปฏิบัติงาน	65
4.1.1 การคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติพื้นที่ครอบครอง อันตรายน้อย	65
4.1.2 การคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติพื้นที่ครอบครอง อันตรายปานกลางกลุ่มที่ 2	91
4.2 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป	113
4.2.1 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย	113
4.2.2 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป พื้นที่ครอบครองอันตราย ปานกลางกลุ่มที่ 2	118

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	123
5.2 ข้อเสนอแนะระหว่างปฏิบัติงาน	126

บรรณานุกรม	127
------------	-----

ประวัติผู้จัดทำ	128
-----------------	-----

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	3
ตารางที่ 2.1 มาตรฐานมาตรฐาน NFPA ที่เกี่ยวข้องกับระบบดับเพลิงด้วยน้ำ	17
ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ	24
ตารางที่ 2.3 สีของกระเปาะที่แตกต่างกันตามอุณหภูมิ	24
ตารางที่ 2.4 ประเภทพื้นที่ที่ครอบครองต่อพื้นที่ป้องกัน(fs^2)	25
ตารางที่ 2.5 ประเภทพื้นที่ที่ครอบครองต่อระยะห่างระหว่างหัว	25
ตารางที่ 2.6 พื้นที่ที่ครอบครองต่อพื้นที่โครงสร้าง	25
ตารางที่ 2.7 NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)	26
ตารางที่ 2.8 ค่าความสูงของผิวขรุขระของท่อ: E และค่าสัมประสิทธิ์	29
ความขรุขระของผิวภายในท่อ: C	
ตารางที่ 2.9 กำหนดขนาดท่อต่อจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ	30
ตารางที่ 2.10 สูตรที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel	34
ตารางที่ 2.11 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ใน โปรแกรม Microsoft Excel	35
ตารางที่ 2.12 ตัวดำเนินการเปรียบเทียบที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel	35
ตารางที่ 2.13 ตัวดำเนินการข้อความที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel	36
ตารางที่ 2.14 ตัวดำเนินการสำหรับอ้างอิงที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel	36
ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติท่อ ASTM A-53 GRADE A แบบมีตะเข็บ	73
ตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณแบบอันตรายน้อย (Light Hazard)	123
ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณแบบอันตรายปานกลางกลุ่ม 2 (Ordinary Hazard Group 2)	124
ตารางที่ 5.3 ผลการคำนวณจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ	124

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 เครื่องสูบน้ำแกนนอน (Horizontal split-case fire pump)	5
รูปที่ 2.2 เครื่องสูบน้ำแกนตั้ง (Vertical turbine fire pump)	5
รูปที่ 2.3 ต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบเครื่องยนต์	6
รูปที่ 2.4 ต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบมอเตอร์ไฟฟ้า	6
รูปที่ 2.5 เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey Pump)	7
รูปที่ 2.6 มาตรอัตราการไหล (Flow Meter)	7
รูปที่ 2.7 วาล์วกันย้อน (Check Valve)	8
รูปที่ 2.8 ประตูน้ำแบบบาน (OS.&Y Gate Valve)	8
รูปที่ 2.9 ประตูน้ำแบบลิ้นผีเสื้อ (Butterfly Valve With Supervisory Switch)	8
รูปที่ 2.10 สวิตช์ตรวจจับการไหล (Flow Switch)	9
รูปที่ 2.11 สวิตช์การตรวจสอบ (Supervisory Switch)	9
รูปที่ 2.12 ประตูน้ำ (Gate Valve)	9
รูปที่ 2.13 วาล์วควบคุมการไหล (Globe Valve)	10
รูปที่ 2.14 เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge)	10
รูปที่ 2.15 สายฉีดน้ำแบบสายขมวดแน่น (Fire Hose Reel Cabinet)	11
รูปที่ 2.16 สายฉีดน้ำแบบสายพับ (Fire Hose Rack Cabinet)	11
รูปที่ 2.17 หัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connection)	12
รูปที่ 2.18 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดหัวหงาย (Upright)	12
รูปที่ 2.19 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดหัวคว่ำ (Pendent)	13
รูปที่ 2.20 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดหัวติดผนัง (Sidewall)	13
รูปที่ 2.21 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดซ่อน (Concealed)	14
รูปที่ 2.22 ถังดับเพลิงสีแดง	15
รูปที่ 2.23 ถังดับเพลิงสีเขียว	15
รูปที่ 2.24 ถังดับเพลิงสีเหลือง	16
รูปที่ 2.25 ถังดับเพลิงสีฟ้า	16
รูปที่ 2.26 กราฟความหนาแน่นต่อพื้นที่	26
รูปที่ 2.27 ตัวอย่างการใช้งานสูตรรูปแบบปกติ	32
รูปที่ 2.28 ตัวอย่างการใช้งานสูตรรูปแบบปกติ	33
รูปที่ 2.29 การใช้งานสูตรแบบอาร์เรย์ (Array)	33
รูปที่ 2.30 ตัวอย่างการใช้งานสูตรในโปรแกรม Microsoft Excel	34

รูปที่ 3.1 แผนที่ตั้ง บริษัท เอ็มอี ซีสเต็ม จำกัด	39
รูปที่ 3.2 ตราบริษัท เอ็มอี ซีสเต็ม จำกัด	40
รูปที่ 3.3 อาคารคลังสินค้า ไฟโอเนียร์ โลจิสติกส์	40
รูปที่ 3.4 แผนผังบุคลากรที่ประจำอยู่ที่ไซต์งาน โครงการก่อสร้างคลังอาคารสินค้า ไฟโอเนียร์ โลจิสติกส์ ถนนเลียบคลองส่งน้ำสุวรรณภูมิ (บางนาตราด กม.19)	41
รูปที่ 3.5 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 1)	44
รูปที่ 3.6 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 2)	44
รูปที่ 3.7 แบบขยายแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย	45
รูปที่ 3.8 แบบภาพตัดด้านข้างระบบป้องกันอัคคีภัย	46
รูปที่ 3.9 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 1) ที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว	49
รูปที่ 3.10 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 2) ที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว	50
รูปที่ 3.11 ภาพตัดระบบป้องกันอัคคีภัยแสดงตำแหน่งท่อที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว	51
รูปที่ 3.12 ภาพตัดระบบป้องกันอัคคีภัยแสดงตำแหน่งท่อที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว	52
รูปที่ 3.13 ภาพขยายระบบป้องกันอัคคีภัยที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว	53
รูปที่ 3.14 ภาพการทาสีกันสนิมที่ท่อ	54
รูปที่ 3.15 ภาพท่อที่ทำการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว	54
รูปที่ 3.16 ภาพท่อที่ทำการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้วและลงสีกันสนิมในชั้นที่ 2	55
รูปที่ 3.17 ภาพท่อที่ทำการทาสีแดงทั้ง 2 ชั้น	55
รูปที่ 3.18 ภาพท่อที่ทำพันผ้าก่อนทำการติดตั้งเพื่อป้องกัน โฟมพียู	56
รูปที่ 3.19 ภาพการติดตั้งท่อดับเพลิง	56
รูปที่ 3.20 ภาพการเชื่อมประกอบท่อดับเพลิง	57
รูปที่ 3.21 ภาพการเชื่อมประกอบท่อดับเพลิงภายในห้องปั๊ม	57
รูปที่ 3.22 ภาพการทดสอบระบบป้องกันอัคคีภัยด้วยการอัดเทสน้ำ ที่แรงดัน 200 PSI.	58
รูปที่ 3.23 ตู้เชื่อมไฟฟ้า	58
รูปที่ 3.24 เครื่องมือช่างทั่วไป	59
รูปที่ 3.25 รอกไฟฟ้า	59
รูปที่ 3.26 รอกโซ่	59
รูปที่ 3.27 ปั๊มอัดเทสน้ำ	60
รูปที่ 3.9.1 การใส่เส้นตาราง	61
รูปที่ 3.9.2 การใส่เส้นขอบ	61

รูปที่ 3.9.3 การเลือกเส้นขอบ	62
รูปที่ 3.9.4 การพิมพ์ข้อความ	62
รูปที่ 3.9.5 การผสานเซลล์	63
รูปที่ 3.9.6 การลบเส้น	63
รูปที่ 3.9.7 สูตรที่ใช้	64
รูปที่ 4.1 ตารางกราฟ NFPA 13 SPRINKLER SYSTEM DESIGN DENSITY (Light Hazard)	66
รูปที่ 4.2 แบบขยายหัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติที่ต้องทำการคำนวณ แบบพื้นที่อันตรายน้อย	68
รูปที่ 4.3 รายละเอียดหัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติ	69
รูปที่ 4.4 รายการข้อกำหนดของโครงการ เรื่องหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติ	70
รูปที่ 4.5 ตารางกราฟ NFPA 13 SPRINKLER SYSTEM DESIGN DENSITY (Ordinary Hazard Group 2)	91
รูปที่ 4.6 แบบขยายหัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติที่ต้องทำการคำนวณ แบบพื้นที่อันตรายปานกลางกลุ่มที่ 2	94
รูปที่ 4.2.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 กิ่งที่ 1	113
รูปที่ 4.2.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 กิ่งที่ 1	114
รูปที่ 4.2.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 กิ่งที่ 1	114
รูปที่ 4.2.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 กิ่งที่ 1	114
รูปที่ 4.2.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 กิ่งที่ 2	115
รูปที่ 4.2.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 กิ่งที่ 2	115
รูปที่ 4.2.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 กิ่งที่ 2	115
รูปที่ 4.2.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 กิ่งที่ 2	116
รูปที่ 4.2.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 กิ่งที่ 3	116
รูปที่ 4.2.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 กิ่งที่ 3	116
รูปที่ 4.2.11 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 กิ่งที่ 3	117
รูปที่ 4.2.12 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 กิ่งที่ 3	117
รูปที่ 4.2.13 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 1-2	117
รูปที่ 4.2.14 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 3-6	118
รูปที่ 4.3.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 กิ่งที่ 1	118
รูปที่ 4.3.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 กิ่งที่ 1	118
รูปที่ 4.3.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 กิ่งที่ 1	119

รูปที่ 4.3.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 1	119
รูปที่ 4.3.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 2	119
รูปที่ 4.3.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 ถึงที่ 2	120
รูปที่ 4.3.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 ถึงที่ 2	120
รูปที่ 4.3.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 2	120
รูปที่ 4.3.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 3	121
รูปที่ 4.3.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 ถึงที่ 3	121
รูปที่ 4.3.11 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 ถึงที่ 3	121
รูปที่ 4.3.12 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 3	122
รูปที่ 4.2.13 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 1-2	122
รูปที่ 4.2.14 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 3-6	122



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

งานป้องกันระดับอัคคีภัยหรือเรียกอีกชื่อ งานระบบดับเพลิงสามารถแยกนิยามได้ 2 ส่วนคือ ส่วนของการป้องกันอัคคีภัยหรืออุปกรณ์แจ้งเหตุ อย่างเช่นตัวตรวจจับควันหรือตัวตรวจจับความร้อนและอีกส่วนคืออุปกรณ์ระดับอัคคีภัยอย่างเช่นหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (หัวสปริงเกอร์) หรือตู้ดับเพลิงแบบสาย

ในปัจจุบันตามที่พักอาศัยหรืออาคารขนาดใหญ่โดยทั่วไปจะมีอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยติดตั้งให้พบเห็นไม่ว่าจะบริเวณด้านในอาคารหรือบริเวณ โดยรอบอาคารเพื่อป้องกันอัคคีภัยและแจ้งเหตุ และโดยส่วนใหญ่ที่นิยมด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่พัฒนาไปข้างหน้าอย่างต่อเนื่องจึงทำให้เรามีอุปกรณ์ป้องกันและแจ้งเหตุที่ทันสมัยและสามารถทำให้เรารู้ได้ทันทั่วทั้งพื้นที่เพื่อช่วยลดปัญหาและการสูญเสียแก่ชีวิตและทรัพย์สิน

จากการฝึกสหกิจศึกษาตามโครงการสหกิจศึกษาของทางมหาวิทยาลัย ตัวข้าพเจ้าจึงได้เลือกทำในหัวข้อเรื่องการออกแบบและตรวจเช็คระบบอัคคีภัย โครงการก่อสร้างคลังอาคารสินค้า โดยทางบริษัทที่ตัวข้าพเจ้าได้ไปฝึกสหกิจศึกษาทางบริษัทได้มอบหมายงานให้ตัวข้าพเจ้าดูแลในเรื่องของงานระบบป้องกันและระดับอัคคีภัย (งานระบบดับเพลิง) โดยจากแบบแปลนงานระบบดับเพลิงที่ได้รับจากทางโครงการได้ทำการตรวจเช็คแบบก่อนทำการสั่งของเพื่อทำการติดตั้งจริงที่บริเวณหน้างานทำให้พบปัญหาของตัวแบบระบบป้องกันอัคคีภัยดับเพลิง แบบแสดงตำแหน่งของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ที่มีการออกแบบผิดพลาดในเรื่องของการจัดระยะของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติกับขนาดของตัวท่อและเรื่องของท่อเมนมีตำแหน่งอยู่สูงกว่าจุดปลายน้ำจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการใช้งานจริงและไม่ถูกมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย เพื่อให้สามารถใช้งานได้จริงและเป็นประโยชน์สูงสุดแก่เจ้าของโครงการมากที่สุด จึงได้ทำการออกแบบและแก้ไขในส่วนของงานที่ปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ไขส่งเสนอเรื่องให้ทางผู้จัดการสนาม (ที่ปรึกษาโครงการ) ได้ทำการพิจารณาตรวจสอบเพื่อให้สามารถใช้งานได้เป็นประโยชน์ได้สูงสุดและถูกต้องตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย 3002 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และทางข้าพเจ้าได้สร้างตารางรายการคำนวณหาขนาดของท่อเหล็กที่ใช้ในงานระบบดับเพลิงให้สอดคล้องกับปริมาณจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติเพื่อช่วยในการออกแบบและตรวจเช็คให้มีความแม่นยำลดข้อผิดพลาดและช่วยลดเวลาแล้วยังมีประโยชน์แก่ผู้ที่ทำการตรวจสอบให้มีข้อมูลความรู้เบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทาง

2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1 ศึกษาการออกแบบระบบท่อดับเพลิงที่ใช้ในโครงการ ก่อสร้างคลังอาคารสินค้า
ไฟโอเนียร์ โลจิสติกส์

1.2.2 สร้างตารางคำนวณหาขนาดท่อเหล็กดำและหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ศึกษาเฉพาะส่วนขยายงานการก่อสร้างส่วนที่ 2 ที่เกิดข้อผิดพลาด

1.3.2 ศึกษาการออกแบบท่อเหล็กดำ (ความหนาเบอร์ 40) ยี่ห้อ SAHA THAI และหัว
กระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ขนาด 1/2" K5.6 ยี่ห้อ VICTAULIC

1.3.3 การออกแบบระบบท่อดับเพลิงให้เป็นแบบ อันตรายน้อย (Light Hazard) และ
อันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard)

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ศึกษาระบบการทำงานของระบบต่าง ๆ และปัญหาที่เกิดขึ้นในการปฏิบัติงานโดยการสังเกต
ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น โดยนำมาทำเป็นหัวข้อของโครงการสหกิจศึกษาโดยมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1.4.1 เขียนโครงร่างของโครงการโดยเขียนหัวข้อโครงการเพื่อนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา
และพนักงานที่ปรึกษาโครงการสหกิจนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

1.4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการทำงานเก็บข้อมูลและวิธีการทำงานรวมทั้งแก้ปัญหาโดยการ
สัมภาษณ์จากพนักงานที่ปรึกษาตามหัวข้อที่กำหนด

1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำวิธีการปรับปรุงมาวิเคราะห์

1.4.4 สรุปข้อมูลและเขียนรายงานฉบับสมบูรณ์เพื่อเตรียมส่ง

1.4.5 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษานำรายงานส่งอาจารย์เพื่อตรวจสอบข้อมูลและรับ
ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 รู้ถึงขั้นตอนในการออกแบบระบบท่อดับเพลิง

1.5.2 รู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนการติดตั้งหน้างาน

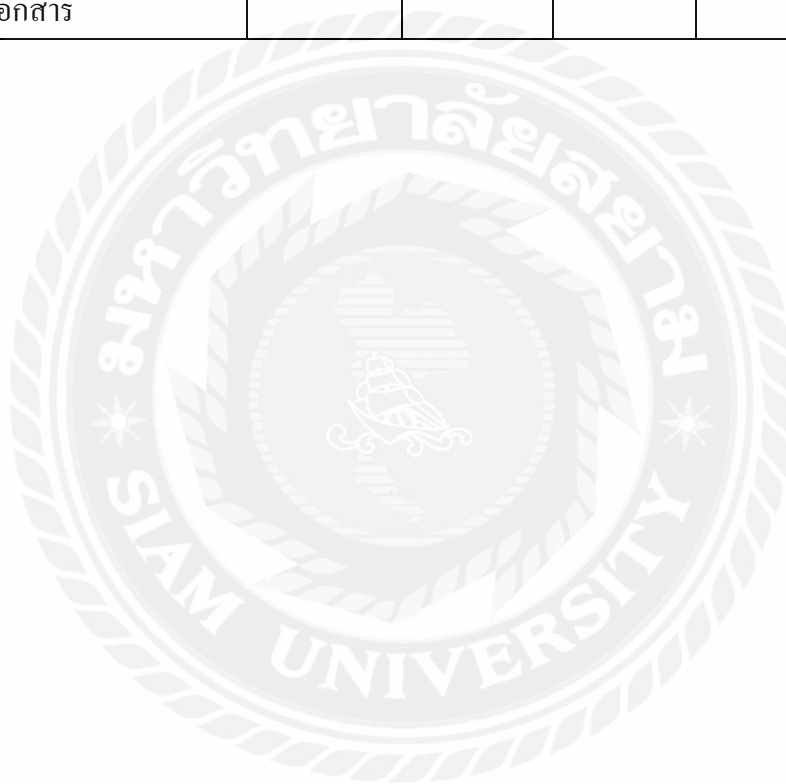
1.5.3 รู้ถึงวิธีแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นก่อนการติดตั้ง

1.5.4 รู้ถึงกระบวนการทำงานของระบบป้องกันอัคคีภัย

1.5.5 ได้ตารางคำนวณขนาดท่อดับเพลิงและหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

1.6 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ส.ค. 60	ก.ย. 60	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60
ปรึกษาพนักงานที่ปรึกษา	↔				
ตั้งหัวข้อของโครงการ		↔			
วิเคราะห์ข้อมูล			↔		
ทดสอบระบบ			↔		
สรุปผลการศึกษา				↔	
จัดทำเอกสาร					↔



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

งานระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย เป็นงานที่ต้องดำเนินการร่วมกันระหว่างสถาปนิก และวิศวกรหลายสาขาการป้องกันอัคคีภัยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการใช้สอยของอาคารที่อาจมีความเสี่ยงต่อกิจกรรมที่ทำให้เกิดอัคคีภัย การใช้วัสดุที่ทนไฟ และไม่ทนไฟ ในส่วนประกอบอาคาร รวมถึงการควบคุมวัสดุในอาคารที่เป็นเชื้อเพลิงได้ ลักษณะอาคารที่มีช่องเปิดที่เปิดโอกาสให้เกิดการลามไฟการวางผังอาคาร และทางสัญจร เพื่อเข้าดับไฟช่วยเหลือผู้ประสบเหตุรวมถึงเส้นทางหนีไฟที่ปลอดภัย ระบบตรวจจับ และแจ้งเตือนอัคคีภัย และระบบดับเพลิงที่ในอาคารหนึ่งอาจมีได้หลายระบบ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

- 2.1.1 ทฤษฎีระบบดับเพลิงด้วยน้ำ (Fire Protection System)
- 2.1.2 ทฤษฎีมาตรฐานการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ
- 2.1.3 ทฤษฎีการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ
- 2.1.4 ทฤษฎีท่อเหล็กดำ
- 2.1.5 ทฤษฎีการคำนวณ
- 2.1.6 ทฤษฎีการสร้างตารางคำนวณ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

- 2.2.1 โครงการการประเมินความเสี่ยงด้านอัคคีภัย
- 2.2.2 โครงการออกแบบระบบดับเพลิงบนเรือโดยสาร
- 2.2.3 โครงการการศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกัน อัคคีภัยในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ
กรณีศึกษา: อาคารคู้มเกล้าโรงพยาบาล ภูมิพลอดุลยเดช
- 2.2.4 งานวิจัยการสร้างโปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีระบบดับเพลิงด้วยน้ำ (Fire Protection System)

ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump System) เป็นระบบที่มีความจำเป็นต่อสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยจากอัคคีภัย อย่างเช่น แหล่งชุมชน ห้างสรรพสินค้า อาคารสูง และหน่วยงานราชการต่างๆเป็นระบบปั้มน้ำดับเพลิงที่มีให้เลือกเหมาะสมกับงานหลากหลายแบบไม่ว่าจะเป็นระบบขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ และการควบคุมการทำงานได้ทั้งแบบ Manual และ Automatic

2.1.1.1 การแบ่งประเภทเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

2.1.1.2 อุปกรณ์ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ

2.1.1.3 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

2.1.1.4 สัญลักษณ์ของถังดับเพลิงแบ่งตามประเภทของไฟ ตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล

2.1.1.1 การแบ่งประเภทเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ตามการติดตั้งจะมีด้วยกัน 2 ประเภท คือ แบบแกนนอน (Horizontal) เป็นที่นิยมใช้ในกรณี
ที่ห้องเครื่องอยู่ระดับเดียวกันหรือต่ำกว่าถังน้ำ (Positive Suction Head)



รูปที่ 2.1 เครื่องสูบน้ำแกนนอน (Horizontal split-case fire pump)

และแบบแกนตั้ง (Vertical Turbine Fire Pump) เป็นที่นิยมใช้ในกรณีที่ห้องเครื่องอยู่ระดับสูงกว่า
ถังน้ำ (Suction Lift)



รูปที่ 2.2 เครื่องสูบน้ำแกนตั้ง (Vertical turbine fire pump)

ซึ่งการเลือกลักษณะตามการติดตั้งนั้น จะต้องคำนึงถึงระดับน้ำเริ่มต้นที่ใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงดูค และจ่ายออกไปยังระบบท่อดับเพลิง ส่วนประเภทของระบบต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง มี 2 ประเภท คือ แบบเครื่องยนต์ดีเซลและแบบมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.3 ต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบเครื่องยนต์



รูปที่ 2.4 ต้นกำลังของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบมอเตอร์ไฟฟ้า

โดยระบบทั้งสองประเภทสามารถใช้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงทั้งแบบนอนและแบบตั้ง เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะทำหน้าที่สูบน้ำเข้าไปในระบบท่อดับเพลิง ซึ่งเดินไปตามจุดต่าง ๆ ของตัวอาคาร หรือ โรงงาน ซึ่งพร้อมที่จะใช้แรงดันในระบบท่อตลอดเวลา เมื่อเราต้องการใช้น้ำในการดับเพลิง หรือมีความจำเป็นอย่างอื่นที่จะต้องใช้แรงดันน้ำ แรงดันน้ำในระบบจะลดลงถึงจุดที่เราตั้งค่าไว้ให้เครื่องทำงาน สวิตช์แรงดัน (Pressure Switch) จะเป็นตัวรับสัญญาณสั่งให้เครื่องสูบน้ำทำงาน เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey Pump) จะทำงานและสูบน้ำเข้าไปในระบบจนถึงแรงดันที่ตั้งค่าไว้ สวิตช์แรงดัน (Pressure Switch) ของชุดควบคุมเครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey Pump Controller) จะสั่งให้เครื่องสูบน้ำหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ แต่ถ้ามีการใช้น้ำอย่างต่อเนื่องหรือแรงดันในระบบตก

อย่างต่อเนื่อง คือเครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey Pump) สูบน้ำเข้าระบบไม่ทัน ทำให้แรงดันในระบบลดลงจนถึงจุดที่กำหนดการทำงานให้สวิทช์แรงดันของชุดควบคุมหลัก(Main Controller) สั่งให้เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) เดินเครื่อง และสูบน้ำเข้าระบบและจะรักษาแรงดันน้ำในระบบให้คงที่ ส่วนแรงดันที่เกินจะถูกปล่อยออกทางวาล์วระบายความดัน (Pressure Relief Valve) และเมื่อเราต้องการหยุดการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ให้กดปุ่มหยุดการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Stop Push Button) เครื่องสูบน้ำจึงจะหยุดการทำงาน และพร้อมจะทำงานครั้งต่อไปเมื่อแรงดันในระบบลดลงอีกครั้ง ตามแรงดันที่ตั้งค่าไว้ อุปกรณ์หลักที่ใช้ประกอบในการติดตั้งระบบท่อน้ำของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



รูปที่ 2.5 เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey Pump)



รูปที่ 2.6 มาตรอัตราการไหล (Flow Meter)



รูปที่ 2.7 วาล์วกันย้อน (Check Valve)



รูปที่ 2.8 ประตุน้ำแบบบาน (OS.&Y Gate Valve)



รูปที่ 2.9 ประตุน้ำแบบลิ้นผีเสื้อ (Butterfly Valve With Supervisory Switch)



รูปที่ 2.10 สวิตช์ตรวจจับการไหล (Flow Switch)



รูปที่ 2.11 สวิตช์การตรวจสอบ (Supervisory Switch)



รูปที่ 2.12 ประตูน้ำ (Gate Valve)



รูปที่ 2.13 วาล์วควบคุมการไหล (Globe Valve)



รูปที่ 2.14 เกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge)

2.1.1.2 อุปกรณ์ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ

2.1.1.2.1 ตู้ดับเพลิง (Fire Hose Cabinet) คือ มีลักษณะเป็นตู้สีแดงด้านหน้าเป็นกระจกที่สามารถเปิด หรือ ทวบให้แตกเพื่อนำอุปกรณ์ช่วยเหลือออกมาได้เมื่อยามจำเป็นแต่ในกรณีอุปกรณ์ดับเพลิงแบบนี้กฎหมายจะบังคับใช้กับอาคารที่สูงเกิน 23 เมตรขึ้นไป (ประมาณตึก 7-8 ชั้น) โดยตู้ดับเพลิงที่ใช้จะมีอยู่ 2 ประเภท คือ สายฉีดน้ำแบบสายขมวดแน่น (Fire Hose Reel Cabinet) และสายฉีดน้ำแบบสายพับ (Fire Hose Rack Cabinet)



รูปที่ 2.15 สายฉีดน้ำแบบสายขมวดม้วนแข็ง (Fire Hose Reel Cabinet)



รูปที่ 2.16 สายฉีดน้ำแบบสายพับ (Fire Hose Rack Cabinet)

2.1.1.2.2 หัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connection) คือหัวต่อพร้อมข้อต่อสวมเร็ว ตัวผู้มีฝาทรงกลมและใช้ประกอบครบชุดสำหรับรับน้ำดับเพลิงจากแหล่งน้ำภายนอกโดยต่อผ่านสายส่งน้ำของพนักงานดับเพลิงเพื่อส่งน้ำเข้าไปในระบบดับเพลิงของอาคาร



รูปที่ 2.17 ห้วรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connection)

2.1.1.2.3 ห้วกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler)

เป็นสปริงเกอร์ฉีดน้ำชนิดพิเศษ ติดตั้งไว้ตามฝ้าเพดานในอาคาร และจะทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ ห้วสปริงเกอร์ชนิดนี้จะออกแบบไว้เฉพาะ ให้มีกระเปาะแก้วบรรจุแอลกอฮอล์อุดทางท่อจ่ายน้ำไว้เพื่อไม่ให้สปริงเกอร์ทำงานในสภาพปกติ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้อุณหภูมิเพดานห้องจะขึ้นสูง ทำให้แอลกอฮอล์ในสปริงเกอร์ขยายตัวจนกระเปาะแก้วแตก เปิดทางให้น้ำฉีดออกมาเป็นฝอยเพื่อควบคุมไฟไม่ให้ลุกลาม โดยห้วกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติสามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

2.1.1.2.3.1 ชนิดห้วหงาย (Upright) เป็นชนิดที่เหมาะสมกับโรงงานหรือพื้นที่ที่มีโอกาสจะเกิดการชนเช่นที่มีการใช้ ไฟล์คลิฟท์ หรือ มีรถวิ่งผ่าน



รูปที่ 2.18 ห้วกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดห้วหงาย (Upright)

2.1.1.2.3.2 ชนิดหัวคว่ำ (Pendent) เป็นชนิดที่เหมาะสมกับอาคาร หรือสำนักงาน ที่ต้องการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงทั่วไป



รูปที่ 2.19 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดหัวคว่ำ (Pendent)

2.1.1.2.3.3 ชนิดหัวติดผนัง (Sidewall) เป็นชนิดที่เหมาะสมกับบริเวณที่มีจำกัดจำกัดในการติดตั้งหัวกระจายน้ำบนเพดาน หรือมีจุดที่ต้องการป้องกันเพลิงเฉพาะที่



รูปที่ 2.20 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดหัวติดผนัง (Sidewall)

2.1.1.2.3.4 ชนิดซ่อน (Concealed) เป็นชนิดที่เหมาะสมกับบริเวณที่ต้องการซ่อนหัวกระจายน้ำเพื่อความสวยงาม



รูปที่ 2.21 หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติชนิดซ่อน (Concealed)

2.1.1.3 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

เป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กข้างในบรรจุสารเคมีสำหรับดับเพลิง แบบต่าง ๆ ในกรณีที่เพลิงมีขนาดเล็กก็สามารถใช้เครื่องดับเพลิงขนาดเล็กหยุดยั้งการลุกลามของไฟได้ ปัจจุบันถูกผลิตขึ้นมาหลากหลายประเภทมากยิ่งขึ้นซึ่งในแต่ละประเภทก็มีหน้าที่ในการนำไปใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ได้แก่

2.1.1.3.1 ถังดับเพลิงสีแดง

เป็นถังดับเพลิงที่พบบ่อยที่สุดใน ปัจจุบันถังดับเพลิงสีแดง เป็นถังดับเพลิงที่บรรจุแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ไว้ภายใน ใช้ในการดับเพลิงที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคารน้ำยาดับเพลิงเป็นน้ำ แข็งแข็งที่บรรจุไว้ในถังที่ทนแรงดันสูง ประมาณ 1800 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว ที่ปลายสายฉีดจะมีลักษณะเป็นกระบอก หรือกรวยเวลาฉีดลักษณะน้ำยาที่ออกมาจะเป็นหมอกหิมะที่ได้ความร้อนและ ออกซิเจน เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคาร คือไฟที่เกิดจากแก๊ส น้ำมัน และไฟฟ้า เครื่องดับเพลิงชนิด CO_2 มีหลายขนาดให้เลือกใช้ ได้ตามความต้องการตั้งแต่ 5 ปอนด์ 10 ปอนด์ และ 15 ปอนด์



รูปที่ 2.22 ถังดับเพลิงสีแดง

2.1.1.3.2 ถังดับเพลิงสีเขียว

เป็นถังดับเพลิงชนิด BF 2000 บรรจุถังสีเขียวเป็นสารเหลวระเหยชนิด BF 2000 (FE 36) สำหรับเครื่องดับเพลิงชนิดหีวน้ำยาดับเพลิงชนิดทดแทนถังดับเพลิงสีแดง ได้รับการยอมรับว่าไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมประสิทธิภาพใช้ cup-burn ซึ่งให้น้ำยา BF 2000 (FE 36) จะต้องมีความเข้มข้น อย่างน้อยร้อยละ 7.5 ในการใช้สารดับเพลิง ในการทดสอบแบบ scale-up ได้พิสูจน์ว่าน้ำยา BF 2000 (FE 36) สามารถใช้ได้กับไฟชนิด A B และ C, BF 2000 (FE 36) ไม่แสดงปฏิกิริยากับวัสดุก่อสร้างโดยทั่วไป เช่น อลูมิเนียมสตีล ทองแดง ในระดับอุณหภูมิปกติเครื่องดับเพลิงชนิด BF 2000 มีหลายขนาดให้เลือกใช้ได้ตามความต้องการตั้งแต่ 5 ปอนด์ 10 ปอนด์ และ 15 ปอนด์



รูปที่ 2.23 ถังดับเพลิงสีเขียว

2.1.1.3.3 ถังดับเพลิงสีเหลือง

ลักษณะเป็นถังดับเพลิงชนิดน้ำยาเหลวระเหย บีซีเอฟ ฮา ล่อน 1211 ใช้ดับเพลิงได้ดีโดยคุณสมบัติของสารเคมีคือ มีความเย็นจัด และมีประสิทธิภาพทำลายออกซิเจนที่ทำให้ติดไฟ เครื่องดับเพลิงชนิดฮาลอน เหมาะสำหรับใช้กับสถานที่ ที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สื่อสาร ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เรือ เครื่องบิน และรถถัง น้ำยาชนิดนี้ไม่ทิ้งคราบสกปรกหลังการดับเพลิงและสามารถใช้ได้หลายครั้ง ข้อเสียของน้ำยาดับเพลิงชนิดนี้คือ มีสาร CFC ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เครื่องดับเพลิงฮาลอน 1211 มีหลายขนาดให้เลือกใช้ได้ตามความต้องการตั้งแต่ 5 ปอนด์ 10 ปอนด์ และ 15 ปอนด์



รูปที่ 2.24 ถังดับเพลิงสีเหลือง

2.1.1.3.3 ถังดับเพลิงสีฟ้า

ภายในมีน้ำยาดับเพลิงสำหรับใช้ทดแทนกลุ่มสาร CFCs สามารถดับเพลิงได้ทุกประเภท (CLASS A,B,C) และรักษาสภาพแวดล้อมได้ดี



รูปที่ 2.25 ถังดับเพลิงสีฟ้า

2.1.2 ทฤษฎีมาตรฐานการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ [1]

ระบบดับเพลิงด้วยน้ำประกอบด้วย ระบบท่อยืน (Standpipe) ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler Systems) และเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) ปริมาณน้ำสำรองเพื่อการดับเพลิงจะต้องมี เพียงพอในการส่งน้ำเป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที ทั้งนี้ มาตรฐานในการติดตั้งระบบดับเพลิงด้วยน้ำจะต้องเป็นไปตาม มาตรฐานสากล

มาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับสำหรับระบบน้ำดับเพลิง มีตัวอย่างเช่น มาตรฐาน NFPA ตามที่แสดงไว้ในตาราง

ตารางที่ 2.1 มาตรฐาน NFPA ที่เกี่ยวข้องกับระบบดับเพลิงด้วยน้ำ [4]

มาตรฐานหลายเลข	ชื่อมาตรฐาน
NFPA 13	Standard for Installation of Sprinkler Systems
NFPA 14	Standard for Installation of Standpipe and Hose Systems
NFPA 15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection
NFPA 20	Standard for Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
NFPA 22	Standard for Water Tanks for Private Fire Protection
NFPA 24	Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances

การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler Systems) ต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่ยอมรับ ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน NFPA 13 Standard for Installation of Sprinkler Systems รายละเอียดของมาตรฐาน NFPA 13 แสดงไว้ใน คำอธิบายข้อ 13 ของประกาศฉบับนี้

ระบบท่อยืน ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน NFPA 14 Standard for Installation of Standpipe and Hose Systems โดยมาตรฐาน NFPA 14 แบ่งระบบท่อยืน ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. ท่อยืนประเภทที่ 1 ประกอบด้วยวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Valve) ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้ผ่านการฝึกอบรมการใช้ สายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดใหญ่

2. ท่อยืนประเภทที่ 2 ประกอบด้วยชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Station) ขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) สำหรับผู้ที่อยู่ในอาคารเพื่อใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก

3. ท่อยื่นประเภทที่ 3 ประกอบด้วยชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Station) ขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) สำหรับผู้ที่อยู่ในอาคารและวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Valve) ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิง หรือผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมในการใช้สายขนาดใหญ่

สำหรับการติดตั้งระบบท่อยื่นภายในโรงงานควรติดตั้งเป็นระบบท่อยื่นประเภทที่ 3 เพื่อสามารถใช้ในการดับเพลิงได้ในทุกสถานการณ์ โดยทั่วไปวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิงและชุดสายฉีดน้ำดับเพลิงจะติดตั้งภายในตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Cabinet) ระยะห่างระหว่างตู้สายฉีดน้ำดับเพลิงต้องห่างกันไม่เกิน 64 เมตร วัดตามแนวทางเดิน

มาตรฐาน NFPA 14 กำหนดอัตราการส่งน้ำดับเพลิงสำหรับท่อยื่นประเภทที่ 1 และประเภทที่ 3 ดังนี้ ในกรณีที่ระบบท่อยื่นมีมากกว่าหนึ่งท่อ ปริมาณการส่งจ่ายน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 500 แกลลอนต่อนาที (GPM) (30 ลิตรต่อนาที) สำหรับท่อยื่นท่อแรกและ 250 แกลลอนต่อนาที (15 ลิตรต่อนาที) สำหรับท่อยื่นแต่ละท่อที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่ปริมาณการส่งน้ำรวมของท่อยื่นเกิน 1,250 แกลลอนต่อนาที (95 ลิตรต่อนาที) ให้ใช้ปริมาณการส่งน้ำที่ 1,250 แกลลอนต่อนาที (95 ลิตรต่อนาที) หรือมากกว่าได้ ปริมาณน้ำสำหรับดับเพลิงต้องมีเพียงพอให้การส่งน้ำตามอัตราการไหลที่ระบบท่อยื่นต้องการ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที

การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอาจไม่เหมาะสมในบางพื้นที่ เช่น ห้อง หม้อแปลงไฟฟ้า ห้องคอมพิวเตอร์เนื่องจากน้ำดับเพลิงอาจทำให้อุปกรณ์ทางไฟฟ้าภายในพื้นที่ เหล่านั้นเสียหาย ประกาศฉบับนี้อนุญาตให้ติดตั้งระบบอื่นที่เทียบเท่าระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติในพื้นที่เหล่านั้นแทนได้ระบบดับเพลิงแบบอื่นที่สามารถทำงานได้เทียบเท่า ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น ระบบสารสะอาดดับเพลิง ตามมาตรฐาน NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguisher Systems, ระบบก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง ตามมาตรฐาน NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguisher Systems และระบบหมอกน้ำดับเพลิง ตามมาตรฐาน NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems

มาตรฐานสากลที่เป็นที่ยอมรับสำหรับการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน NFPA 13 Standard for Installation of Sprinkler Systems NFPA 13 แบ่งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติออกเป็น 4 ประเภทคือ

1. ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System)
2. ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System)
3. ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า (Pre-Action System)
4. ระบบเปิด (Deluge System)

1. ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System) ระบบนี้เหมาะสมที่จะติดตั้งโดยทั่วทุกพื้นที่ภายในอาคาร เพราะระบบจะมีน้ำอยู่ในเส้นท่อ ตลอดเวลา เมื่อใดที่เกิดเพลิงไหม้หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่เหนือบริเวณนั้นจะแตก และฉีดน้ำออกมาดับเพลิงทันทีทำให้สามารถควบคุมเพลิงได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ การทำงานของระบบนี้จะถูกควบคุมด้วยวาล์วควบคุมระบบท่อเปียก (Wet Pipe Alarm Valve) เมื่อมีหัวกระจายน้ำดับเพลิงในระบบทำงานมีน้ำไหล วาล์วควบคุมระบบท่อเปียกจะมีการส่งเสียงดังเพื่อให้ทราบว่า มีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น

2. ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System) ระบบนี้ภายในท่อจะไม่มีน้ำอยู่เลยแต่จะอัดด้วยอากาศหรือก๊าซไนโตรเจนที่ความดันทำงาน ระบบจะถูกควบคุมการทำงานด้วยวาล์วควบคุมระบบท่อแห้ง (Dry Pipe Alarm Valve) เมื่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงแตกออก ความดันของก๊าซในท่อจะลดลงจนถึงจุดทำงาน วาล์วควบคุมแบบท่อแห้งจะเปิดออกทำให้น้ำไหลเข้าไปในเส้นท่อ ระบบนี้เหมาะที่จะติดตั้งสำหรับพื้นที่ป้องกันที่มีอุณหภูมิโดยทั่วไปต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ซึ่งหากมีน้ำจะทำให้เกิดการแข็งตัวของน้ำในเส้นท่อเป็นเหตุให้ระบบเสียหายได้

3. ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า (Pre-Action System) ระบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ป้องกันที่ต้องการหลีกเลี่ยงความบกพร่องทางกลของระบบท่อ และหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่อาจฉีดน้ำโดยที่ไม่มีเพลิงไหม้เกิดขึ้น จนเป็นเหตุให้ทรัพย์สินหรือ อุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงเสียหาย ภายในเส้นท่อจะไม่มีน้ำดับเพลิงอยู่เช่นเดียวกับระบบท่อแห้ง ระบบจะถูกควบคุมด้วยวาล์วควบคุม (Pre-Action Control Valve) วาล์วควบคุมจะเปิดออก ปล่อยให้ น้ำไหลเข้าไปในท่อ เมื่อระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ตรวจจับสัญญาณเพลิงไหม้ได้

4. ระบบเปิด (Deluge System) ระบบนี้เหมาะสำหรับติดตั้งในบริเวณที่เพลิงไหม้สามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและ รุนแรง เช่น พื้นที่เก็บของเหลวไวไฟ หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน เป็นต้น การติดตั้งหัวกระจาย น้ำดับเพลิงจะเป็นแบบเปิด (Open Sprinkler) หรือ หัวฉีดน้ำฝอยดับเพลิง (Water Spray Nozzle) เพื่อฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมกันทุกหัวจึงจะสามารถดับไฟที่เกิดขึ้นได้ทันทีการออกแบบระบบนี้จะใช้ร่วมกันกับมาตรฐาน NFPA 15 Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection

การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติจะต้องทำการติดตั้งให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ ซึ่งเรียกว่าพื้นที่ครอบครอง มาตรฐาน NFPA 13 แบ่งพื้นที่ครอบครองออกเป็น 3 ประเภทคือ 1 พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard), 2 พื้นที่ครอบครองอันตราย ปานกลาง (Ordinary Hazard), และ 3 พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก (Extra Hazard)

การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำหรับพื้นที่จัดเก็บสินค้า อาจติดตั้งที่หลังคาของอาคารเก็บสินค้าอย่างเดียวในกรณีที่มีการจัดเก็บวัตถุไม่ได้กองเก็บสินค้าบนชั้นวาง (Rack) อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่มีการจัดเก็บวัตถุดิบชั้นวาง อาจจำเป็นต้องมีการติดตั้ง In-Rack Sprinkler ทำงานร่วมกับหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งที่หลังคา

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์จะต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ระบุไว้ในมาตรฐานนี้ และได้ผ่านการทดสอบและรับรองจากสถาบันการทดสอบที่น่าเชื่อถือภายในประเทศ หรือต่างประเทศจึงจะสามารถนำไปใช้ในการติดตั้งได้ ให้ออกแบบและติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น กฎหมายควบคุมอาคาร ฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 กำหนดให้อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องจัดให้มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler System) หรือระบบอื่นที่เทียบเท่า ที่สามารถทำงานได้ทันทีเมื่อเกิดเพลิงไหม้ การออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler System) ต้องออกแบบทั้งระบบให้เป็นไปตามหลักวิศวกรรมที่ถูกต้อง โดยสามารถออกแบบตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัยของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวจะกล่าวถึงการออกแบบทั้งระบบ ซึ่งจะประกอบด้วย ระบบการส่งน้ำ ระบบท่อน้ำ วาล์วควบคุม หัวกระจายน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ระบบมีความพร้อมในการใช้งานและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการออกแบบเฉพาะส่วนของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย มีดังนี้ออกแบบและเลือกใช้ชนิดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงให้เหมาะสมกับระดับอันตรายในพื้นที่ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของวัสดุที่เป็นเชื้อเพลิงที่ปรากฏในพื้นที่นั้นๆ ว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงใด ตามมาตรฐานจำแนกประเภทของพื้นที่ครองครองออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- 1.พื้นที่ครองครองอันตรายน้อย (Light Hazard)
- 2.พื้นที่ครองครองอันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard)
- 3.พื้นที่ครองครองอันตรายมาก (Extra Hazard)

ตัวอย่างพื้นที่ครองครองอันตรายน้อย

พื้นที่ดังต่อไปนี้ หรือคล้ายกันให้จัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

- ที่พักอาศัย
- สำนักงานทั่วไป
- โบสถ์ วัด และวิหาร
- สโมสร
- สถานศึกษา
- โรงพยาบาล (ควบคุมวัสดุตามมาตรฐานโรงพยาบาล)

- สถานพยาบาลและพักฟื้น (ควบคุมวัสดุตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง)
- ห้องสมุด (ยกเว้นห้องสมุดที่มีชั้นวางหนังสือขนาดใหญ่)
- พิพิธภัณฑ์

ตัวอย่างพื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลาง

พื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลาง ได้แบ่งการจัดออกเป็น 2 กลุ่ม

พื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลาง กลุ่มที่ 1

พื้นที่ดังต่อไปนี้ หรือคล้ายกัน ให้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- ที่จอดรถยนต์และห้องแสดงรถยนต์
- โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- โรงงานผลิตเครื่องดื่ม
- ร้านทำขนมปัง
- ร้านซักผ้า
- โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง
- โรงงานผลิตแก้ว และวัสดุที่ทำจากแก้ว
- ภัตตาคาร
- โรงงานผลิตเครื่องบริโภคประจำวัน
- โรงภาพยนตร์ และศูนย์ประชุม (ไม่รวมเวที และเวทีหลังม่าน)

พื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลาง กลุ่มที่ 2

พื้นที่ดังต่อไปนี้ หรือคล้ายกัน ให้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- โรงงานผลิตสินค้าที่ทำจากหนังสัตว์
- โรงงานผลิตลูกกวาดและลูกอม
- โรงงานผลิตสิ่งทอ
- โรงงานยาสูบ
- โรงงานประกอบผลิตภัณฑ์ไม้
- โรงพิมพ์และสิ่งพิมพ์โฆษณา
- โรงงานใช้สารเคมี
- โรงสีข้าว
- โรงกลึง
- โรงงานประกอบผลิตภัณฑ์โลหะ
- โรงต้มกลั่น
- อุโมงค์รถยนต์

- โรงงานผลิตยางรถยนต์
- โรงงานแปรรูปไม้ด้วยเครื่อง
- โรงงานกระดาษและผลิตเยื่อกระดาษ
- โรงงานผลิตภัณฑ์กระดาษ
- ท่าเรือและสะพานส่วนที่ยื่นไปในน้ำ
- โรงงานผลิตอาหารสัตว์
- โรงภาพยนตร์
- โรงมหรสพที่มีการแสดง
- ที่ทำการไปรษณีย์
- ร้านค้า
- ห้องสมุด (มีชั้นเก็บหนังสือขนาดใหญ่)
- ร้านซักแห้ง
- ห้องเก็บของ
- ห้างสรรพสินค้า
- ชูปเปอร์สโตร์

ตัวอย่างพื้นที่ครอบครองอันตรายมาก

พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

พื้นที่ครอบครองอันตรายมากกลุ่มที่ 1

พื้นที่กลุ่มนี้จะมีลักษณะการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับของเหลวติดไฟ (Combustible Liquid) หรือของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) ในปริมาณไม่มาก
พื้นที่ดังต่อไปนี้ หรือคล้ายกันให้อัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- โรงเก็บและซ่อมเครื่องบิน
- พื้นที่ที่ใช้งาน โดยมีของเหลวไฮดรอลิกติดไฟได้
- หล่อด้วยแบบโลหะ
- ขึ้นรูปโลหะ
- โรงงานผลิตไม้อัดและไม้แผ่น
- โรงพิมพ์ (ใช้หมึกพิมพ์ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37.90 เซลเซียส)
- อุตสาหกรรมยาง
- โรงเลื่อย
- โรงงานสังเคราะห์ทั้งโรงฟอก, ย้อม, ปั่นฝ้าย, เส้นใยสังเคราะห์ และฟอกขนสัตว์
- โรงทำเฟอร์นิเจอร์ด้วยโฟม

พื้นที่ครอบครองอันตรายมากกลุ่มที่ 2

พื้นที่กลุ่มนี้จะมีลักษณะการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับของเหลวติดไฟ (Combustible Liquid) หรือ

ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) โดยตรง

พื้นที่ดังต่อไปนี้หรือคล้ายกันให้จัดอยู่ในลำดับเดียวกัน

- โรงงานผลิตยางมะตอย
- โรงพ่นสี
- โรงกลั่นน้ำมัน
- โรงงานผลิตน้ำมันเครื่อง
- พื้นที่ที่ใช้สารชนิดชนิดของเหลวติดไฟได้
- โรงชุบโลหะที่ใช้น้ำมัน
- อุตสาหกรรมพลาสติก
- พื้นที่ล้างโลหะด้วยสารละลาย
- การเคลือบสีด้วยการจุ่ม

2.1.3 ทฤษฎีการออกแบบระบบหัวดับเพลิงแบบอัตโนมัติ [2]

การออกแบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงให้ติดตั้งครอบคลุมทั่วทั้งอาคาร นอกจากพื้นที่บางส่วนที่ได้รับการพิจารณาให้ยกเว้น เช่น ห้องไฟฟ้าที่ติดตั้งเฉพาะอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดแห้ง (Dry Type) โดยห้องจะต้องสร้างด้วยผนังทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และไม่ใช่เป็นที่เก็บของ อาคารจอดรถที่มีผนังเปิดโล่งเหนือระดับพื้นดินที่ผนังตรงข้ามเปิดอย่างน้อย 2 ด้าน และผนังที่เปิดต้องห่างกันไม่เกิน 23 เมตร (75 ฟุต) มีพื้นที่เปิดที่ผนังแต่ละด้านไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 และช่องเปิดต้องกว้างอย่างน้อย 760 มิลลิเมตร (30 นิ้ว) โดยอาคารจอดรถจะต้องเป็นอาคารที่มีโครงสร้างแยกอิสระจากอาคารที่ใช้งานประเภทอื่น ช่องว่างในฝ้าที่มีวัสดุไม่ติดไฟ (Non Combustible Material) หรือวัสดุที่อัตราการแพร่กระจายเปลวเพลิง (Flame Spread Rating) น้อยกว่า 25 หรือวัสดุที่ให้ความร้อนจากผิวและฉนวนไม่เกิน 1,000 บีทียูต่อตารางฟุต ห้องหรือพื้นที่ที่การฉีดน้ำจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงอาจเป็นอันตรายต่อชีวิต เช่น ห้องผ่าตัด ห้องเด็กแรกเกิด

การเลือกหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติจะต้องเลือกชนิด และติดตั้งให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งในระบบท่อเปียกที่ใช้ทั่วไปให้ใช้รูทางผ่านน้ำ (Orifice) ขนาดมาตรฐาน (Standard Orifice) มีขนาดไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ยกเว้นจะระบุขนาดรูทางผ่านน้ำ (Orifice) เป็นอย่างอื่น หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องเลือกอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating) ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ติดตั้งตามที่ระบุในตาราง

ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิการทำงานของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

อุณหภูมิสูงสุด ที่ระดับเพดาน °C Maximum Ceiling Temperature	อุณหภูมิทำงาน °C Temperature Rating	ระดับอุณหภูมิทำงาน Temperature Classification	รหัสสี (Color Code)	
			Fusible Type	Glass Bulb
38	57 ถึง 77	ธรรมดา	ไม่มีสี	ส้มหรือแดง
66	79 ถึง 107	ปานกลาง	สีขาว	เหลืองหรือเขียว
107	121 ถึง 149	สูง	น้ำเงิน	น้ำเงิน
149	163 ถึง 191	สูงมาก	แดง	ม่วง
191	204 ถึง 246	สูงมากพิเศษ	เขียว	ดำ
246	260 ถึง 302	สูงยิ่งยวด	ส้ม	

โดยหัวกระจายน้ำดับเพลิง จะมีกระเปาะใส่ของเหลว ที่จะแตกเมื่ออุณหภูมิถึงจุดต่างกันไป และทำให้หัวกระจายน้ำเริ่มทำงาน โดยสามารถแยกอุณหภูมิที่หัวกระจายน้ำแต่ละแบบจะเริ่มทำงานได้ตามสีของของเหลวดังนี้

ตารางที่ 2.3 สีของกระเปาะที่แตกต่างกันตามอุณหภูมิ

Temperature		Color of liquid Inside bulb
°C	°F	
57	135	Orange
68	155	Red
79	174	Yellow
93	200	Green
141	286	Blue
182	360	Mauve
227	440	Black
260	500	

รูปแบบการกระจายน้ำของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติพื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัว

ตารางที่ 2.4 ประเภทพื้นที่ครอบครองต่อพื้นที่ป้องกัน(fs^2)

ประเภทพื้นที่ครอบครอง	พื้นที่ป้องกันต่อหัวสูงสุด (fs^2)
อันตรายน้อย (Light Hazard)	168-225
อันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard)	130
อันตรายมาก (Extra Hazard)	100

พื้นที่ครอบครองกับระยะห่างสูงสุดระหว่างหัว

ตารางที่ 2.5 ประเภทพื้นที่ครอบครองต่อระยะห่างระหว่างหัว

ประเภทพื้นที่ครอบครอง	ระยะห่างระหว่างหัว
อันตรายน้อย (Light Hazard)	15 ft (4.6 m)
อันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard)	15 ft (4.6 m)
อันตรายมาก (Extra Hazard)	12 ft (3.7 m)

ตารางที่ 2.6 พื้นที่ครอบครองต่อพื้นที่โครงสร้าง

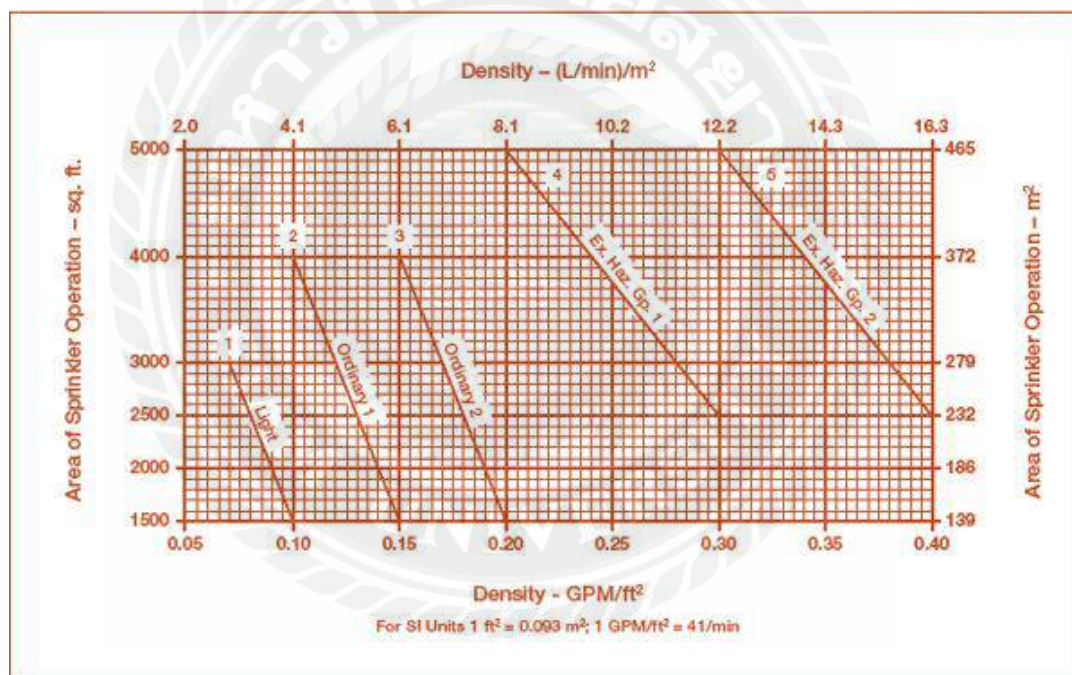
	พื้นที่ครอบครอง		
	อันตรายน้อย ตารางเมตร (ตารางฟุต)	อันตรายปานกลาง ตารางเมตร (ตารางฟุต)	อันตรายมาก ตารางเมตร (ตารางฟุต)
ไม่มีสิ่งกีดขวางจากโครงสร้าง	20.9 (225)	12.1 (130)	9.3 (100)
โครงสร้างที่กีดขวางไม่ติดไฟ	18.6 (200)	12.1 (130)	9.3 (100)
โครงสร้างที่กีดขวางติดไฟ	15.6 (168)	12.1 (130)	9.3 (100)

ระยะห่างจากกำแพงต้องไม่เกิน $\frac{1}{2}$ ของระยะห่างสูงสุดระหว่างหัว

ความดันน้ำและอัตราการไหลเทียบกับพื้นที่เสี่ยงภัย

ตารางที่ 2.7 NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2002)

ประเภทพื้นที่เสี่ยงภัย	ความดันกิโลปาสกาล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	อัตราการไหลของน้ำที่ฐานของท่อเมนแนวดิ่ง ลิตร/นาที่ (แกลลอน/นาที่)	ระยะเวลาที่ใช้งานต่อเนื่อง (นาที่)
เสี่ยงภัยต่ำ	103.5 (15)	1895 – 2840 (500 - 750)	30-60
เสี่ยงภัยปานกลาง	138 (20)	3,218-5,680 (850 - 1500)	60-90
เสี่ยงภัยสูง	กำหนดให้คำนวณโดยวิธีการ Hydraulic Calculation Methods		90-120



รูปที่ 2.26 กราฟความหนาแน่นต่อพื้นที่

2.1.4 ทฤษฎีท่อเหล็กดำ

ท่อเหล็กดำคือการนำเหล็กแผ่นรีดร้อนมาเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปและเชื่อมด้วยความถี่สูงเป็นท่อเหล็กดำ โดยมีความยาวมาตรฐาน 6 เมตร โดยท่อเหล็กดำนิยมนำมาใช้งานโครงสร้างและงานอุตสาหกรรมทั่วไปสำหรับงานแรงดันสูง นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น, เยอรมัน, และ จีน ทั้งแบบมีตะเข็บและไม่มีตะเข็บ Schedule #40, Schedule #80 และ Schedule #160 ตามมาตรฐานสากล ASTM A53 Gr.B และ ASTM A106 Gr.B โดยท่อจะมีเนื้อเหล็กคือ Low Carbon Steel ซึ่งจะมีความแข็งแรง และสามารถรับแรงดันได้สูงกว่าท่อเหล็กทั่วไปขนาดท่อ (Pipe and Tubing Size) Pipe ที่บอกขนาดเป็น Nominal Inside Diameter มีขนาดตั้งแต่ 1/8 นิ้ว – 12 นิ้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านนอกของท่อขนาดต่าง ๆ ก็เหมือนกับน้ำหนักท่อ เช่นท่อขนาด 1 นิ้ว จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกคงที่ค่าหนึ่ง แต่ความหนาของท่อจะเปลี่ยนไป คือ เปลี่ยนเส้นผ่านศูนย์กลางภายในอย่างเดียว นั่นหมายถึงน้ำหนักของท่อก็เปลี่ยนไปด้วย ประมาณปี 1862 Robert Briggs ได้กำหนดขนาดท่อ และเกลียวท่อ ซึ่งเรียกว่า “Briggs Standards” ซึ่งกำหนดเป็น Standard, Extra Strong และ Double Extra Strong และได้ทำการแก้ไขเล็กน้อยในปี 1919 ซึ่งได้นำมาใช้เป็นมาตรฐานในงานอุตสาหกรรมท่อ ที่มีขนาดใหญ่กว่า 12 นิ้ว โดยเส้นผ่านศูนย์กลางนอกความหนาของท่อ ที่ผนังท่อด้านนอกของ Standard และ Extra Strong Pipe จะไม่ได้บอกสัญลักษณ์ให้ไว้ โดยทั่วไป ท่อที่มีความหนาของผนังท่อ 3/8 นิ้ว ก็จะพิจารณาเป็น Standard Weight และขนาด 1/2 นิ้ว ก็พิจารณาเป็น Extra Strong Weight ส่วนค่าพิถีพิถันเพื่อในการผลิตท่อ หรือความหนาของผนังท่อที่จุดใด ๆ จะต้องไม่น้อยกว่า 87.5% ของความหนามาตรฐาน เช่น ท่อ 6 นิ้ว มีความหนามาตรฐาน 0.280 นิ้ว ถ้าท่อมีความหนาน้อยกว่า 0.245 นิ้ว จะจุดใดจุดหนึ่งก็ตามแสดงว่าท่อนั้นใช้ไม่ได้บางครั้งจะเห็นว่า กำหนดมาตรฐานเป็นความหนาน้อยสุดของท่อ เช่นท่อ 6 นิ้ว จะมีค่าความหนาไม่น้อยกว่า 0.280 นิ้ว ทุก ๆ จุด เช่น ท่อที่ใช้กับboiler จะกำหนดความหนาน้อยสุดเป็นหลัก โดยทั่วไปโรงงานผลิตท่อจะบอกความหนาของผนังท่อเป็น Nominal Wall Thickness เช่นท่อ 6 นิ้วกำหนดให้มีความหนาผนังท่อ 0.280 นิ้ว ดังนั้น Nominal Wall Thickness เท่ากับ $[0.280 \text{ นิ้ว} / 0.875 \text{ นิ้ว}] = 0.329 \text{ นิ้ว}$ เป็นต้น Pipe จะบอกความหนาบางโดยที่ ขนาดโตนอก (OD) คงเดิม แต่ ขนาดโตนใน (ID) เปลี่ยนไป ดังนั้นเกลียวท่อก็ยังคงเหมือนกันโดยใช้ OD เป็นหลัก ถึงแม้ ID จะเปลี่ยนไปก็ตาม น้ำหนักต่อฟุต (Weights Per Foot)

สามารถจำแนกน้ำหนักออกเป็น 2 แบบ คือ น้ำหนักตามทฤษฎี และน้ำหนักตามกรรมวิธีผลิต น้ำหนักตามทฤษฎีคำนวณโดยใช้สูตร ซึ่งใช้ได้กับขนาดท่อทุกขนาด

$$\text{น้ำหนักต่อฟุต} = (\text{OD} - \text{ความหนาท่อ}) \times \text{ความหนาท่อ} \times 10.68 \text{ lbs.}$$

$$\text{เช่น ท่อขนาดมาตรฐาน 6 นิ้ว มี OD} = 6.625 \text{ นิ้ว ความหนา} = 0.280$$

$$\text{น้ำหนักต่อฟุต} = (6.625 - 0.280) \times 0.280 \times 10.68$$

$$= 18.97 \text{ lbs/foot}$$

แต่เนื่องจากวิธีการทำจริง ๆ นั้นมี Factor หลายอย่างที่ทำให้น้ำหนักไม่เป็นไปตามทฤษฎี เช่น แม้แบบอาจจะเก่า การตั้งระยะต่าง ๆ ซึ่ง factor เหล่านี้ทำให้น้ำหนักท่อเปลี่ยนไป ซึ่งถ้าเป็นท่อ Standard หรือ Extra Strong ยอมให้เปลี่ยนแปลงไปจากค่าทางทฤษฎีได้ $\pm 5\%$ และ Double Extra Strong และท่อขนาดใหญ่ยอมให้เบา หรือน้ำหนักกว่าทฤษฎีได้ $\pm 10\%$ และจะเห็นว่าท่ออบสังกะสีจะหนักกว่าท่อพิวค้ำเนื่องจากน้ำหนักของสังกะสีที่เคลือบท่ออยู่ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้เป็นสิ่งสำคัญมากที่เราต้องยอมรับท่อ ขนาด 8 นิ้ว, 10 นิ้ว, และ 12 นิ้ว จะแสดงน้ำหนักแต่ละขนาดแตกต่างกันไป ดังนั้น ในการเลือกใช้เราจำเป็นต้องบ่งบอกให้ทราบถึงน้ำหนักที่เราต้องการด้วยเสมอ

ASA Schedule Numbers

ASA ได้ร่วมมือกับโรงงานทำท่อ เพื่อให้ได้ท่อที่เป็นมาตรฐานเหมาะสมกับงานอุตสาหกรรม เช่น กำหนดท่อเป็น SCH 40, SCH 80 ซึ่งมีความหนาต่อเท่ากับ Standard และ Extra Strong จะมีความหนามากกว่าท่อ SCH 160 จึงต้องจำไว้ว่าถ้าต้องการความหนา SCH 160 ก็เลือกท่อระหว่าง Extra Strong กับ Double Extra Strong และท่อที่ขนาดโตกว่า 8 นิ้ว ต้องระวังในการสั่งเพราะมาตรฐานเริ่มแตกต่างกันไป

ตารางที่ 2.8 ค่าความสูงของผิวขรุขระของท่อ: E และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวภายในท่อ: C

ลักษณะผิว	Surface	Absolute Roughness – k (E)		Hazen-Williams Coefficient : C
		(m)	(feet)	
ทองแดง, ตะกั่ว, ทองเหลือง, อลูมิเนียม	Copper, Lead, Brass, Aluminum	$1.0 - 2.0 \times 10^{-6}$	$3.3 - 6.7 \times 10^{-6}$	130
ท่อพีวีซี, ท่อพลาสติก, ท่อแก้ว	PVC, Plastic and Glass Pipe	$1.5 - 7.0 \times 10^{-6}$	$0.5 - 2.33 \times 10^{-5}$	150
ท่ออีพ็อกซี่, ไวนิลเอสเตอร์	Epoxy, Vinyl Ester	5.2×10^{-6}	1.7×10^{-5}	140
เหล็กกล้าไร้สนิม	Stainless steel	1.52×10^{-5}	5×10^{-5}	130
ท่อเหล็กเชิงพาณิชย์	Steel commercial pipe	$4.5 - 9.14 \times 10^{-5}$	$1.5 - 3 \times 10^{-4}$	100
เหล็กยืด	Stretched steel	1.52×10^{-5}	5×10^{-5}	140
เหล็กเชื่อม	Weld steel	4.5×10^{-5}	1.5×10^{-4}	100
เหล็กชุบสังกะสี	Galvanized steel	1.52×10^{-4}	5×10^{-4}	120
เหล็กมีสนิม (ถูกกัดกร่อน)	Rusted steel (corrosion)	$1.52 - 4.0 \times 10^{-4}$	$5 - 13.3 \times 10^{-4}$	120
เหล็กหล่อใหม่	New cast iron	$2.44 - 8.23 \times 10^{-4}$	$8 - 27 \times 10^{-4}$	130
เหล็กหล่อสีกร่อน	Worm cast iron	$8.23 - 15.2 \times 10^{-4}$	$2.7 - 5 \times 10^{-3}$	89-100
เหล็กหล่อเป็นสนิม	Rusty cast iron	$1.52 - 2.5 \times 10^{-3}$	$5 - 8.3 \times 10^{-3}$	64-83
เหล็กแผ่น	Sheet or asphalted cast iron	$1.0 - 1.52 \times 10^{-5}$	$3.33 - 5 \times 10^{-5}$	130-140
คอนกรีตฉาบผิวเรียบ	Smoothed cement	3.05×10^{-4}	1×10^{-3}	130
คอนกรีตผิวธรรมดา	Ordinary concrete	$0.3 - 1.0 \times 10^{-3}$	$1 - 3.33 \times 10^{-3}$	120
คอนกรีตผิวหยาบ	Coarse concrete	$0.3 - 5.0 \times 10^{-3}$	$1 - 16.7 \times 10^{-3}$	100-110
ไม้สไลผิวเรียบ	Well planed wood	$1.83 - 9.4 \times 10^{-4}$	$6 - 30 \times 10^{-4}$	89-100

2.1.5 ทฤษฎีการคำนวณ

2.1.5.1 การคำนวณแบบวิธี Pipe schedule ของพื้นที่ครอบครองแบบ Light hazard

หาระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิง แต่ละ Branch Line (L) ระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบน Branch Line (S) เดียวกัน

หลักการคำนวณ

การหาระยะ L

1. วัดระยะความยาวของพื้นที่ ที่จะทำการออกแบบจากแบบแปลน
2. การคำนวณหาจำนวน Branch Line โดยนำค่าระยะความยาวห้องที่วัดได้หารด้วย 4.6 เมตร (4.6 เมตรเป็นระยะห่างสูงสุดของแต่ละหัว ระหว่าง Branch Line ของพื้นที่ครอบครองแบบ Light Hazard ตามข้อกำหนด ของ NFPA 13)
3. ผลลัพธ์ที่ได้ จะเป็นจำนวน Branch Line หากมีทศนิยมให้ทำการปัดเศษขึ้นไปเป็นจำนวนเต็ม
4. นำจำนวน Branch Line ที่ปัดเศษขึ้นไปเป็นจำนวนเต็มแล้ว มาหารกับความยาวของห้องที่จะทำการออกแบบอีกครั้ง จะได้ระยะห่างระหว่าง Branch line ต่อ Branch Line (L_{actual})
5. หาระยะห่างระหว่าง Branch line กับผนังห้อง โดยนำระยะห่าง $L_{actual} \times \frac{1}{2}$

การหาระยะ S

6. หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงบน S_{max} Branch line เดียวกันจาก

$$S_{max} = \frac{A_s}{L_{actual}}$$

(A_s คือ ค่าพื้นที่ป้องกันต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง ซึ่ง พื้นที่ครอบครองแบบ Light Hazard ตามข้อกำหนดของ NFPA 13 กำหนดค่าสูงสุดคือ 18.6 ตารางเมตร และ L_{actual} คือค่าระยะห่างระหว่าง Branch line ซึ่งคำนวณได้จากการหา ระยะ L ที่กล่าวมาแล้วโดยค่าผลลัพธ์ ที่ได้หากเกิน 4.6 เมตร ให้ใช้ 4.6 เมตร จากข้อกำหนดของ NFPA 13)

7. หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงบน Branch Line เดียวกันหาได้จากนำระยะ ความกว้างของห้อง หารด้วยค่า S_{max} ที่หาได้ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนหัว กระจาย น้ำดับเพลิงของแต่ละ Branch Line (ผลลัพธ์ที่ได้หากมีทศนิยมให้ปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็ม)
8. หาระยะห่างจริงของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบน Branch line เดียวกันคำนวณได้จาก

$$S_{actual} = \frac{\text{ความกว้างสุทธิของห้อง}}{\text{จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่หาได้จากขั้นตอนที่ 7}}$$

9. คำนวณหาระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงกับผนังห้อง จากสูตร

$$S_{actual} = \times \frac{1}{2}$$

10. นำระยะ L_{actual} และ S_{actual} ที่คำนวณได้ กำหนดหัวกระจายน้ำดับเพลิงลงบนแบบแปลน

11. ค่าพื้นที่ป้องกันต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง (A_s) ของพื้นที่ครอบครองแบบ Light hazard ตามข้อกำหนดของ NFPA 13 ไม่เกิน 18.6 ตารางเมตร (200 ตารางฟุต) หาได้จาก

$$AS = L_{actual} \times S_{actual}$$

การหาขนาดท่อด้วยวิธี Pipe Schedule การกำหนดขนาดท่อด้วยวิธี Pipe Schedule สามารถกำหนดขนาดท่อในช่วงต่างๆจากตาราง

ตารางที่ 2.9 กำหนดขนาดท่อต่อจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

Steel		Copper	
1 in.	2 sprinklers	1 in.	2 sprinklers
1 ¼ in.	3 sprinklers	1 ¼ in.	3 sprinklers
1 ½ in.	5 sprinklers	1 ½ in.	5 sprinklers
2 in.	10 sprinklers	2 in.	12 sprinklers
2 ½ in.	30 sprinklers	2 ½ in.	40 sprinklers
3 in.	60 sprinklers	3 in.	65 sprinklers
3 ½ in.	100 sprinklers	3 ½ in.	115 sprinklers
4 in.	See Table 1	4 in.	See Table 1
For SI units, 1 in.= 25.4 mm.			

2.1.5.2 วิธีคำนวณแบบ Hydraulic calculation

การคำนวณหาระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแต่ละ Branch Line (L) และระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิง บน Branch Line เดียวกัน (S)
การหาระยะ L

1. วัดระยะความยาวของพื้นที่ ที่จะทำการออกแบบจากแบบแปลน

2. คำนวณหาจำนวน Branch Line โดยนำค่าระยะความยาวห้องที่วัดได้หารด้วย 4.6 เมตร (4.6 เมตร เป็นระยะห่างสูงสุดของแต่ละหัว ระหว่าง Branch Line ของพื้นที่ครอบครองแบบ Light Hazard ตามข้อกำหนด ของ NFPA 13)
3. ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวน Branch line หากมีทศนิยม ให้ทำการปัดเศษขึ้นไปเป็นจำนวนเต็ม
4. นำจำนวน Branch line ที่ปัดเศษขึ้นไปเป็นจำนวนเต็มแล้วมาหารกับความยาวของห้องที่จะทำการออกแบบอีกครั้งจะได้ระยะห่างระหว่าง Branch line ต่อ Branch line (L_{actual})
5. หาระยะห่างระหว่าง Branch Line กับผนังห้อง โดยนำระยะห่าง $L_{actual} \times \frac{1}{2}$

การหาระยะ S

6. หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงบน Branch line เดียวกันจาก $S_{max} = \frac{As}{L_{actual}}$

(As คือ ค่าพื้นที่ป้องกันต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง ซึ่ง พื้นที่ครอบครองแบบ Light Hazard ตามข้อกำหนดของ NFPA 13 กำหนดค่าสูงสุดคือ 18.6 ตารางเมตร และ L_{actual} คือค่าระยะห่างระหว่าง Branch Line ซึ่งคำนวณได้จากการหาระยะ L ที่กล่าวมาแล้วโดยค่าผลลัพธ์ S_{max} ที่ได้หากเกิน 4.6 เมตร ให้ใช้ 4.6 เมตร จากข้อกำหนดของ NFPA 13)

7. หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง บน Branch Line เดียวกัน หาได้จากนำระยะความกว้างของห้อง หารด้วยค่า S_{max} ที่หาได้ ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงของแต่ละ Branch line (ผลลัพธ์ที่ได้หากมีทศนิยม ให้ปัดเศษขึ้นเป็นจำนวนเต็ม)
8. หาระยะห่างจริงของหัวกระจายน้ำดับเพลิง บน Branch Line เดียวกัน คำนวณได้จาก

$$S_{actual} = \frac{\text{ความกว้างสุทธิของห้อง}}{\text{จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่หาได้จากขั้นตอนที่ 7}}$$

9. คำนวณหาระยะห่างของหัวกระจายน้ำดับเพลิง กับผนังห้อง จากสูตร

$$S_{actual} \times \frac{1}{2}$$

10. นำระยะ L_{actual} และ S_{actual} ที่คำนวณได้ กำหนดหัวกระจายน้ำดับเพลิงลงบนแบบแปลน
11. ค่าพื้นที่ป้องกันต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง (As)ของพื้นที่ครอบครองแบบ Light hazard ตามข้อกำหนดของ NFPA 13 ไม่เกิน 20.9 ตารางเมตร(225 ตารางฟุต) หาได้จาก

$$AS = L_{actual} \times S_{actual}$$

2.1.6 ทฤษฎีการสร้างตารางคำนวณ

การคำนวณด้วย Microsoft Excel

รูปแบบการคำนวณด้วย Microsoft Excel สามารถใช้โปรแกรม Excel สร้างตารางคำนวณได้หลายรูปแบบ ตัวที่จะช่วยให้ได้อย่างดีคงหนีไม่พ้นการนำสูตรและฟังก์ชันมาใช้ ดังนั้นความรู้ความสามารถในการคำนวณของ Excel สามารถทำอะไรได้บ้าง เกี่ยวกับการคำนวณอัตโนมัติการสร้างสูตร การใช้ฟังก์ชัน หรือการแก้ปัญหาในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในการเขียนสูตร ซึ่งถ้าเข้าใจในหลักการต่าง ๆ แล้ว Excel จะช่วยให้ทำงานได้สะดวกขึ้น และการใช้สูตรไม่ยากอีกต่อไป

2.1.6.1 การคำนวณโดยใช้สูตรเป็นวิธีที่ใช้ในการคำนวณที่นิยมมากที่สุด เพราะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว และสูตรบางอย่างยังสามารถช่วยคำนวณข้อมูลตัวเลขที่ซับซ้อนได้อีก แต่ละสูตรมีรูปแบบการใช้ที่แตกต่างกันออกไป

2.1.6.1.1 การใช้งานสูตรรูปแบบปกติ (Formula)

2.1.6.1.2 การใช้งานสูตรแบบฟังก์ชัน (Function)

2.1.6.1.3 การใช้งานสูตรแบบอาร์เรย์ (Array)

2.1.6.1.4 การสร้างสูตรคำนวณใช้เอง

2.1.6.1.5 องค์ประกอบสำคัญในการสร้างสูตร

2.1.6.1.1 การใช้งานสูตรรูปแบบปกติ (Formula)

สูตรรูปแบบปกติจะเป็นสูตรที่เป็นสมการที่ใช้ดำเนินการกับข้อมูลในชีตด้วยการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น เครื่องหมายบวก ลบ คูณ หาร การอ้างอิงเซลล์อื่น

Excel
=8-2
=5*7
=B6-A9

รูปที่ 2.27 ตัวอย่างการใช้งานสูตรรูปแบบปกติ

2.1.6.1.2 การใช้งานสูตรแบบฟังก์ชัน (Function)

สามารถใช้สูตรแบบฟังก์ชันช่วยคำนวณข้อมูลที่ซับซ้อนหรือมีปริมาณมากได้ ซึ่งฟังก์ชันใน Excel เป็นสูตรที่กำหนดไว้ล่วงหน้าและถูกสร้างให้เหมาะกับงานเฉพาะอย่าง

Excel
=SUM(C1:C9)
=AVERAGE(B9:B20)
=COUNT(D1:D5)

รูปที่ 2.28 ตัวอย่างการใช้งานสูตรรูปแบบปกติ

2.1.6.1.3 การใช้งานสูตรแบบอาร์เรย์ (Array)

การใช้สูตรแบบอาร์เรย์สามารถทำได้หลาย ๆ การคำนวณให้คืนค่าเป็นผลลัพธ์เดียวหรือหลายผลลัพธ์ โดยสูตรอาร์เรย์ตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป

Excel
{=SUM((B1:B9)/(A1:A5))}

รูปที่ 2.29 การใช้งานสูตรแบบอาร์เรย์ (Array)

สูตรแบบต่าง ๆ จะมีความยากง่ายแตกต่างกันออกไป ซึ่งการสร้างสูตรนั้น เราจะต้องทราบหลักการการทำงานของเครื่องหมายและสัญลักษณ์ในสูตร รวมถึงลำดับการคำนวณ เพราะสิ่งเหล่านี้มีผลต่อการแสดงผลทั้งสิ้น

2.1.6.1.4 การสร้างสูตรคำนวณใช้เอง

การสร้างสูตรใช้เองนั้นจำเป็นต้องทราบถึงหลักการและองค์ประกอบสำคัญต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในสูตรรวมถึงลำดับที่เราจะใช้ในการสร้างสูตรด้วย

หลักการสร้างสูตร

โครงสร้างหรือลำดับขององค์ประกอบต่าง ๆ ในสูตร จะเป็นตัวกำหนดผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย ซึ่ง Excel จะคำนวณสูตรจากซ้ายไปขวา แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลำดับของตัวดำเนินการที่มีลำดับเหนือกว่าโดยที่เราสามารถควบคุมลำดับของการคำนวณได้โดยใช้เครื่องหมายวงเล็บเพื่อจัดกลุ่มในการคำนวณที่ควรจะเริ่มทำก่อน

Excel	
=9+3/2	ผลลัพธ์เท่ากับ 10.5 เนื่องจาก Excel จะคำนวณ 3 หาร ด้วย 2 ก่อน ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เท่ากับ 1.5 แล้วสุดท้ายนำมาบวกด้วย 9 แต่ถ้าเราใช้วงเล็บเพื่อควบคุมการคำนวณโดยใส่วงเล็บให้ 9 บวกกับ 3 ก่อนแล้วจึงหารด้วย 2 ก็จะต้องใช้สูตร =(9+3)/2 ผลลัพธ์เท่ากับ 6

รูปที่ 2.30 ตัวอย่างการใช้สูตรในโปรแกรม Microsoft Excel

2.1.6.1.5 องค์ประกอบสำคัญในการสร้างสูตร

ในการสร้างสูตรใช้งานต่างๆ ส่วนประกอบสำคัญต่อไปนี้ถือเป็นสิ่งสำคัญซึ่งจะเป็นตัวกำหนดผลลัพธ์ ประกอบด้วยเครื่องหมายเท่ากับ (=) จะเป็นตัวขึ้นต้นเสมอในการสร้างสูตร เพื่อเป็นการระบุให้ Excel รู้ว่าอักขระตัวถัดไปเป็นสูตร อาร์กิวเมนต์ หรือองค์ประกอบที่จะถูกนำมาคำนวณได้แก่ อาร์กิวเมนต์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นตัวเลขหรือการอ้างอิงเซลล์หรือช่วง ป้ายชื่อ ชื่อ หรือฟังก์ชันแผ่นงานตัวดำเนินการ ในการคำนวณ เช่น เครื่องหมาย (+) เครื่องหมายหาร (/) ลำดับการคำนวณ โดยปกติแล้ว Excel จะลำดับการคำนวณเครื่องหมายดังต่อไปนี้ ตามลำดับ

1. วงเล็บ ()
2. คูณ (*) หาร (/)
3. บวก (+) ลบ (-)

หมายเหตุ ลำดับความสำคัญเท่ากันให้คำนวณจากซ้ายไปขวาลำดับที่ Excel ใช้ดำเนินการในสูตร หากใช้ตัวดำเนินการหลาย ๆ ตัวในสูตรเดียวกันใน Excel จะมีลำดับการดำเนินการตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 2.10 สูตรที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel

ลำดับที่	ตัวดำเนินการ	คำอธิบาย
1	: (เครื่องหมายจุดคู่)	ตัวดำเนินการอ้างอิง
2	(ที่ว่างเดียว)	ตัวดำเนินการอ้างอิง
3	, (เครื่องหมายจุลภาค)	ตัวดำเนินการอ้างอิง
4	-	เครื่องหมายลบ (เช่น -5)
5	%	เปอร์เซ็นต์
6	^	เลขชี้กำลัง
7	* และ /	การคูณและการหาร
8	+ และ -	การบวกและการลบ
9	&	เชื่อมสายอักขระของข้อความ
10	= < > <= >= <= >=	การเปรียบเทียบ

ตัวดำเนินการที่ใช้ในสูตร (Operator)

เครื่องหมายหรือตัวดำเนินการคือ องค์ประกอบหนึ่งในสูตรโดยจะระบุชนิดของการคำนวณที่ต้องการ ซึ่ง Excel จะแบ่งตัวดำเนินการออกเป็น 4 ประเภท คือ คณิตศาสตร์การเปรียบเทียบ ข้อความ และการอ้างอิงตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Arithmetic Operator) ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ใช้คำนวณด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เช่น การบวก ลบ คูณหาร การรวมตัวเลข การหาผลลัพธ์ต่าง ๆ

ตารางที่ 2.11 ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่าง
+	การบวก	5+3
-	การลบ	9-4 หรือ -1
*	การคูณ	5*6
/	การหาร	10/3
%	เปอร์เซ็นต์	2%
^	เลขชี้กำลัง	2^2 (หรือ 2*2)

ตัวดำเนินการเปรียบเทียบ (Comparison Operator)

สามารถใช้ตัวดำเนินการเปรียบเทียบเพื่อการเปรียบเทียบค่าสองค่า โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าทางตรรกศาสตร์คือ True หรือ False

ตารางที่ 2.12 ตัวดำเนินการเปรียบเทียบที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่าง
=	เท่ากับ	P5=F5
>	มากกว่า	P5>F5
<	น้อยกว่า	P5<F5
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ	P5>=F5

<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	P5<=F5
<>	ไม่เท่ากับ	P5<>F5

ตัวดำเนินการข้อความ (Text Concatenation Operator)

ตัวดำเนินการข้อความจะใช้เครื่องหมาย (&) ในการรวมข้อความหรือคำ 2 คำขึ้นไป เพื่อให้เป็นข้อความเดียวกัน

ตารางที่ 2.13 ตัวดำเนินการข้อความที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่าง
&	เชื่อมหรือนำคำ 2 คำมาต่อกัน ทำให้เกิดค่าข้อความ ต่อเนื่องที่เป็นค่าเดียวกัน	"Lampang"&"Kanlayanee" ผลลัพธ์เป็น LampangKanlayanee

ตัวดำเนินการสำหรับอ้างอิง (Reference Operator)

ตัวดำเนินการอ้างอิงถูกนำมาใช้เพื่อรวมช่วงของเซลล์สำหรับการคำนวณ

ตารางที่ 2.14 ตัวดำเนินการสำหรับอ้างอิงที่ใช้ในโปรแกรม Microsoft Excel

เครื่องหมาย	ความหมาย	ตัวอย่าง
: (จุดคู่)	ตัวดำเนินการช่วง โดยจะอ้างอิงเป็นช่วง ระหว่าง จุดอ้างอิง ที่หนึ่งกับจุดอ้างอิงที่สอง	A1:A9
, (จุลภาค)	ตัวดำเนินการส่วนรวม ซึ่งเป็นตัวรวมการอ้างอิง หลาย ๆ ชุดเข้าด้วยกันเป็นการอ้างอิงหนึ่งชุด	SUM(B5:B12,D1:D5)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.2.1 โครงการการประเมินความเสี่ยงด้านอัคคีภัย [5]

โครงการนี้นำเสนอมีจุดมุ่งหมายการกำหนดรายละเอียดระบบป้องกันและระงับอัคคีภัยที่ได้มีการกำหนดไว้ในกฎหมายด้านอัคคีภัยของประเทศไทย หลักการ FIRE SAFETY TREE CONCEPT รายละเอียดในมาตรฐาน NFPA 101 ตลอดจนหัวข้อสำคัญที่มีอยู่ในหลักการการ ประเมินความเสี่ยงด้านอัคคีภัยมาใช้เป็นหัวข้อในการระบุระดับความเสี่ยงและได้เลือกใช้แนวทางการประเมิน ความ

เสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยมาเป็นแนวทางในการกำหนดระดับของแต่ละหัวข้อ เพื่อที่จะใช้เป็นหลักเกณฑ์และวิธีการในการระบุระดับความเสี่ยงด้านอัคคีภัย

2.2.2 โครงการออกแบบระบบดับเพลิงบนเรือโดยสาร [6]

โครงการนี้นำเสนอมีจุดมุ่งหมายกล่าวถึงระบบดับเพลิงนี้ออกแบบใช้อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke detector) และอุปกรณ์ ตรวจจับความร้อน (Heat detector) ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่บนเรือ และใช้ให้น้อยที่สุดเมื่ออุปกรณ์ ตรวจจับทำงานจะส่งสัญญาณไปยังห้องควบคุมบนเรือเพื่อให้เจ้าหน้าที่บนเรือไปตรวจสอบ และดับเพลิงต่อไป การออกแบบใช้เรือโดยสาร (Passenger ship) ที่มีห้องพักผู้โดยสาร

2.2.3 โครงการศึกษาและวิเคราะห์ระบบป้องกัน อัคคีภัยในอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

กรณีศึกษา: อาคารकु้มเกล้าโรงพยาบาล ภูมิพลอดุลยเดช [7]

โครงการนี้นำเสนอมีจุดมุ่งหมายการกำหนดรายละเอียดการศึกษาเป็นการตรวจสอบวิเคราะห์และเสนอมาตรการด้านความปลอดภัยจากอัคคีภัยของอาคารขนาดใหญ่พิเศษโดยใช้กรณีศึกษาจากอาคารकु้มเกล้าโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ซึ่งเป็น อาคารในส่วนของกองทัพอากาศ และเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษที่เป็นสถานที่รักษาผู้ป่วยซึ่งมีทั้งประชาชนทั่วไปและข้าราชการกองทัพอากาศโดยทำการตรวจสอบอาคารและมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันอัคคีภัยตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์และนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบมาวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอัคคีภัย และเสนอมาตรการ ในการป้องกันอัคคีภัยให้เป็นไปตามมาตรฐาน พร้อมทั้งคำนวณเวลาที่ใช้ในการอพยพไปสู่พื้นที่ปลอดภัย เมื่อเกิดอัคคีภัย และเสนอแผนอพยพในการหนีไฟสำหรับอาคารकु้มเกล้า โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช เพื่อป้องกันการสูญเสียที่จะเกิดขึ้น ทั้งชีวิตและทรัพย์สินของทางราชการ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

2.2.4 งานวิจัยการสร้างโปรแกรมคำนวณสำเร็จรูป [8]

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างตารางคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างตารางคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคโนโลยีอินูอาฟ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักศึกษารวมทั้งสิ้น 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม สุ่มในกลุ่มได้วิทยาลัยเทคโนโลยีอินูอาฟ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ เรื่อง การสร้างตารางคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป 2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ เรื่อง การสร้างตารางคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัย พบว่า 1. ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างตารางคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นไปใช้ กับนักศึกษาพบว่ามีความเท่ากับ 86.22/81.50 มีประสิทธิภาพ สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2. นักศึกษาที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างตารางคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างตารางคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป มีความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40



บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ จะกล่าวถึง ชื่อ-ที่ตั้ง ของสถานประกอบการ ลักษณะโดยรวมของสถานประกอบการ รูปแบบการบริหารองค์กร ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน โครงการสหกิจ

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

บริษัท เอ็มอี ซิสเต็ม จำกัด

51/34 หมู่ 7 ถนน บางนา-ตราด ตำบล บางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัด สมุทรปราการ 10540

รายละเอียดบริษัท : รับเหมาก่อสร้างงานระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง

โทรศัพท์ : 0-2060-5048

แฟกซ์ : 0-2060-5048



รูปที่ 3.1 แผนที่ตั้ง บริษัท เอ็มอี ซิสเต็ม จำกัด



รูปที่ 3.2 ตราบริษัท เอ็มอี ซีสเต็ม จำกัด



รูปที่ 3.3 อาคารคลังสินค้า ไพโอเนียร์ โลจิสติกส์

3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน

ชื่อโครงการ	: โครงการก่อสร้างคลังอาคารสินค้าและสำนักงาน (เฟส2)
ที่ตั้ง	: 345 ตำบลบางเสาธง อำเภอบางเสาธง สมุทรปราการ 10540
จุดเด่น	: ริมคลองส่งน้ำสุวรรณภูมิ (บางนา-ตราด กม.19)
ปีที่สร้างเสร็จ	: มกราคม 2561
เนื้อที่ทั้งหมด	: 4330 ตารางวา
จำนวนตึก	: 1 อาคาร
จำนวนชั้น	: 1 ชั้น

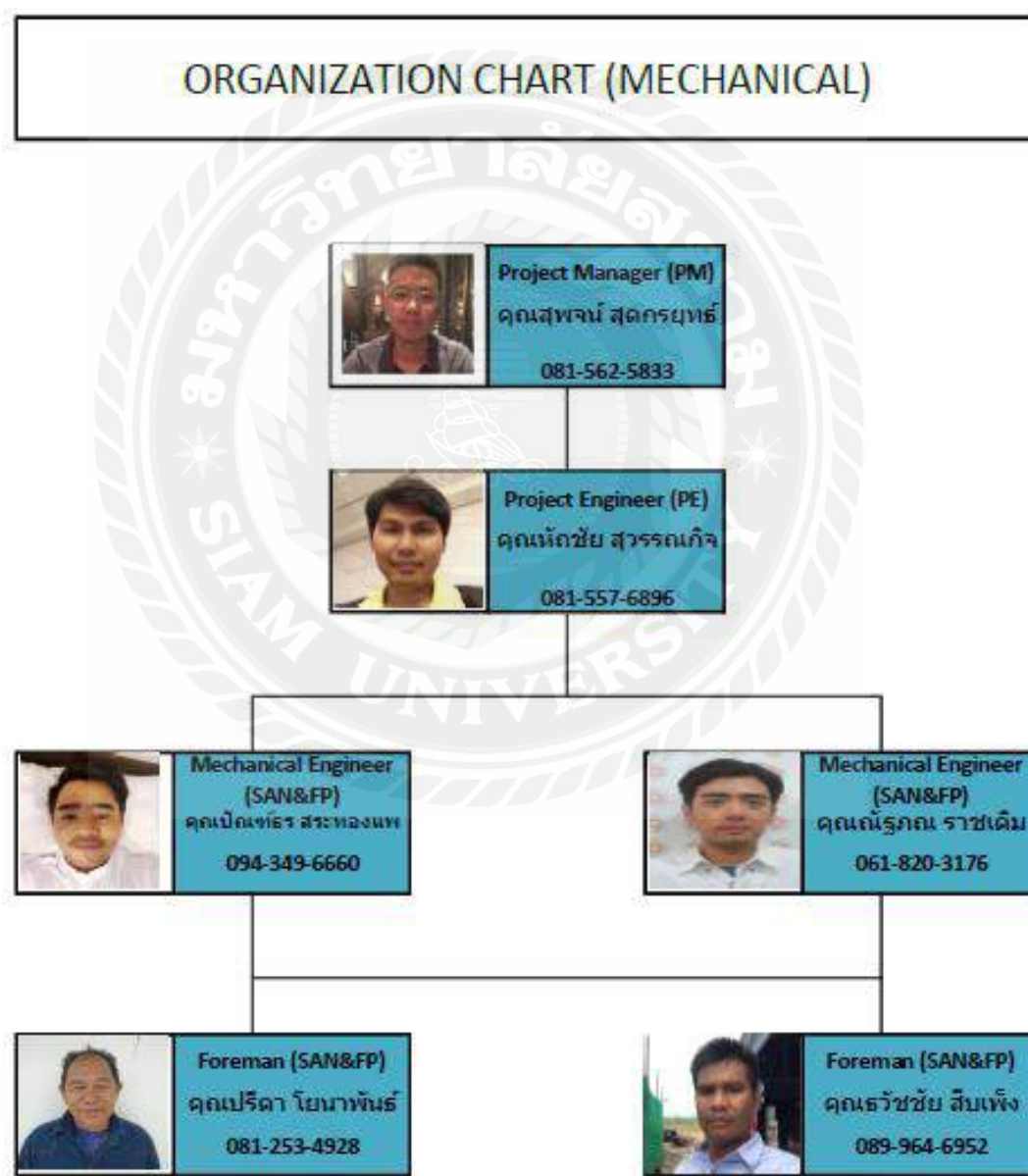
ประเภท : คลังอาคารเก็บสินค้าแบ่งเป็น2ส่วน
มีอาคารสำนักงานอยู่ด้านหน้าตรงกลาง

เริ่มก่อสร้าง : เดือน มีนาคม 2560

คาดว่าจะแล้วเสร็จ : เดือน พฤศจิกายน 2560

เจ้าของโครงการ : บริษัท ไพโอเนียร์ โลจิสติกส์ จำกัด

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร



รูปที่ 3.4 แผนผังบุคลากร

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ	: วิศวกรประจำไซต์งาน (SITE ENGINEER)
ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ	: งานที่ได้รับมอบหมายได้แก่ งานเขียนแบบ ประสานงาน งานสั่งของ และตรวจสอบงานระบบ เบื้องต้น

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา	: นาย สุพจน์ สุตกรยุทธ
ตำแหน่ง	: ผู้จัดการ โครงการ (Project Manager)
แผนก	: งานระบบ (Mechanical Engineer)
ชื่อพนักงานที่ปรึกษา	: นาย หัถชัย สุวรรณกิจ
ตำแหน่ง	: วิศวกร โครงการ (Project Engineer)
แผนก	: งานระบบ (Mechanical Engineer)

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน	: วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2560
สิ้นสุดการปฏิบัติงาน	: วันที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2560

3.7 ขั้นตอนและการดำเนินงาน

3.7.1 ปรึกษาพนักงานที่เกี่ยวข้อง

สอบถามถึงหัวข้อโครงการในหัวเรื่องต่างๆที่สามารถ นำมา ประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรม

3.7.2 ตั้งหัวข้อโครงการ

หาหัวข้อโครงการ โดยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงความเป็นไปได้ในโครงการ รวมถึงขอคำแนะนำในการเจอปัญหาในการทำโครงการ

3.7.3 ขั้นตอนการตรวจสอบแบบก่อนทำการติดตั้ง

3.7.3.1 อ่านข้อกำหนดของโครงการว่ากำหนดให้ใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงและท่อประเภทไหน

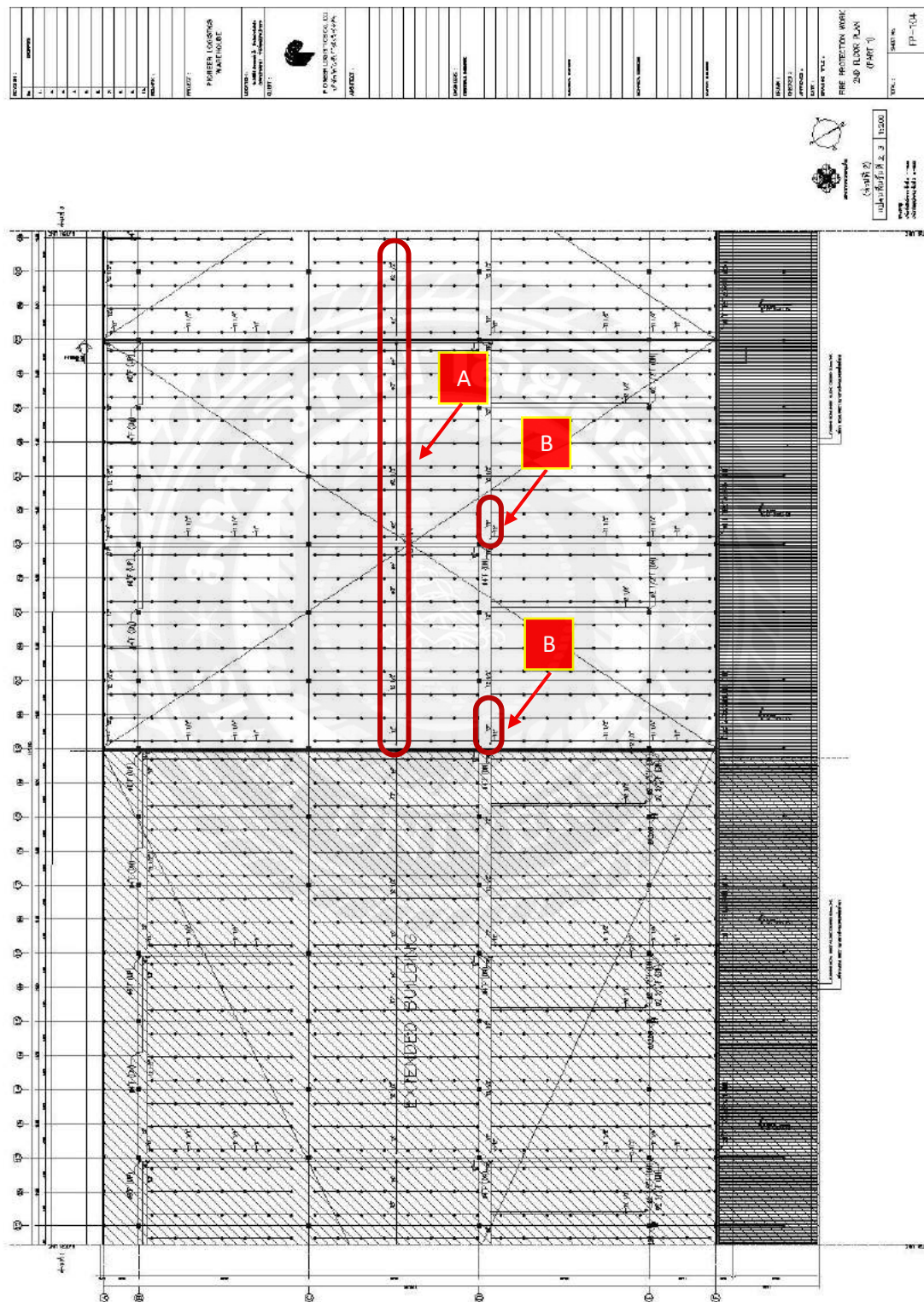
3.7.3.2 ตรวจสอบแบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย

3.7.3.3 ตรวจสอบขนาดพื้นที่อาคารคลังสินค้า

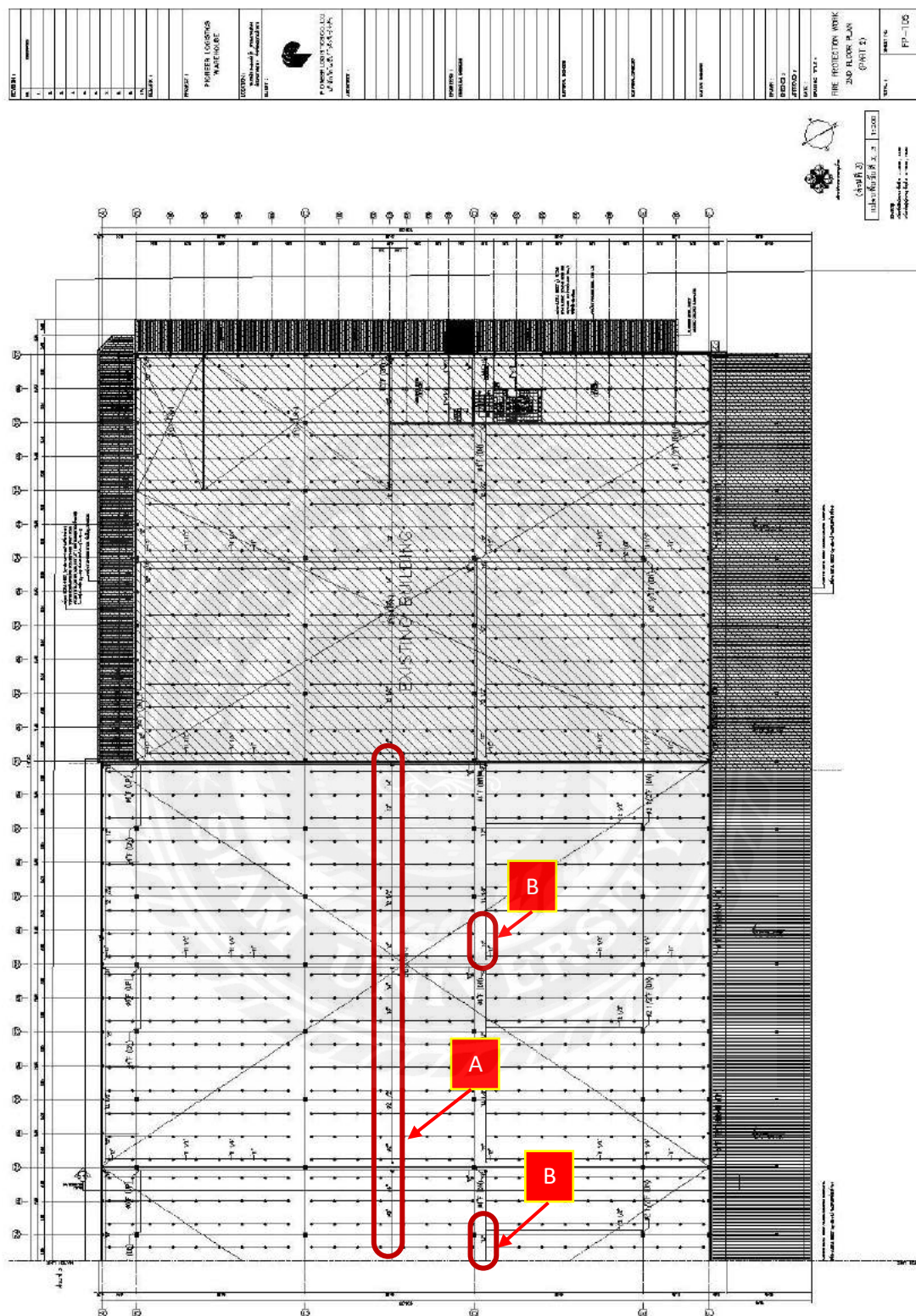
3.7.3.4 ตรวจสอบขนาดช่องและผนังกันต่างๆ ในอาคารคลังสินค้า

3.7.4 ปัญหาที่พบหลังการตรวจสอบแบบ

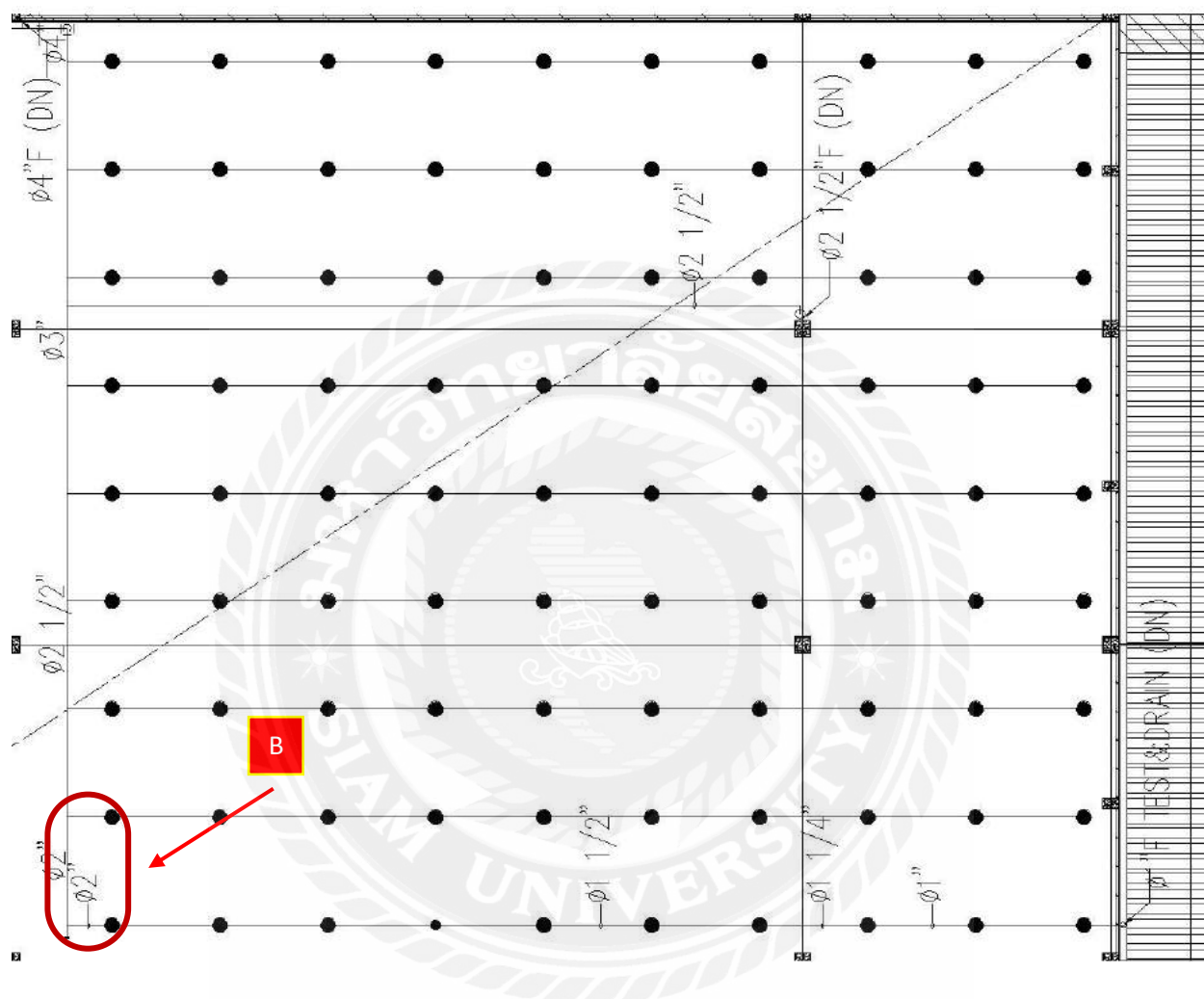
3.7.4.1 ท่อเมนที่ไปจ่ายน้ำโชนสูงของคลังอาคารมีปัญหาเรื่องแรงดันน้ำทิ้ง เนื่องจากเมนของท่ออยู่จุดที่สูงกว่าปลายน้ำทำให้น้ำที่ต้องการแรงดันทิ้งจะออกไม่หมด



รูปที่ 3.5 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 1)



รูปที่ 3.6 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 2)



รูปที่ 3.7 แบบขยายแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย

จากภาพประกอบรูปที่ 3.7 ในจุด B จะแสดงให้เห็นถึงปัญหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ มีจำนวน 10 หัว โดยหลังจากหัวที่ 10 จากในแบบได้ใช้ท่อขนาด 2" ซึ่งตามตารางที่ 2.8 กำหนดขนาดท่อดับเพลิงกับจำนวนหัวได้ระบุไว้ว่าท่อ 2" ใช้ได้ 10 หัวแต่หลังจากหัวที่ 10 ให้ขยายขนาดท่อขึ้นไปเป็นขนาด 2-1/2"

จากภาพประกอบรูปที่ 3.5-3.7 ในจุด A จะแสดงให้เห็นถึงปัญหาของตำแหน่งท่อเมนระบบดับเพลิง ที่มีปัญหาในเรื่องการเดินน้ำเนื่องจากรูปที่ 3.8 จะแสดงให้เห็นว่าจุดปลายสุดของน้ำนั้นอยู่ต่ำกว่าท่อเมนทำให้เวลาที่ต้องการจะเดินน้ำ น้ำไม่สามารถไหลออกหมดและจะทำให้มีน้ำค้างอยู่ที่ลายท่อ

จากภาพประกอบรูปที่ 3.7 ในจุด B จะแสดงให้เห็นถึงปัญหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ มีจำนวนมาก 10 หัว โดยหลังจากหัวที่ 10 จากในแบบได้ใช้ท่อขนาด 2" ซึ่งตามตารางที่ 2.8 กำหนดขนาดท่อดับเพลิงกับจำนวนหัวได้ระบุไว้ว่าท่อ 2" ใช้ได้ 10 หัวแต่หลังจากหัวที่ 10 ให้ขยายขนาดท่อขึ้นไปเป็นขนาด 2-1/2"

3.7.5 การหาอัตราการไหลของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

การหาอัตราการไหลที่หัวกระจายน้ำดับเพลิง เบื้องต้น

คำนวณจากสูตร $Q = K\sqrt{P}$

โดยที่ Q = อัตราการไหล gpm

K = ค่า K factor ของ หัวกระจายน้ำดับเพลิง

P = แรงดันที่หัวกระจายน้ำดับเพลิง (psi)

สำหรับ อาคารทั่วไปที่ใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงโดยมีค่า K ไม่เกิน 5.6 และคำนวณขนาดท่อด้วยวิธี Pipe Schedule จากตารางที่ 2.7 จะเห็นว่า แรงดันคงเหลือที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะเท่ากับ 15 psi และ 20 psi สำหรับพื้นที่อันตรายน้อยและอันตรายปานกลางตามลำดับ

การคำนวณ

1. สำหรับพื้นที่อันตรายปานกลาง จะได้อัตราการไหลที่หัวกระจายน้ำดับเพลิง จาก $Q = K\sqrt{P}$

$$Q = 5.6 \times \sqrt{20}$$

$$= 25 \text{ gpm.}$$

2. สำหรับพื้นที่อันตรายน้อย จะได้อัตราการไหลที่หัวกระจายน้ำดับเพลิง จาก $Q = K\sqrt{P}$

$$Q = 5.6 \times \sqrt{15}$$

$$= 21.7 \text{ gpm.}$$

จะเห็นว่าอัตราการไหลสำหรับหัวกระจายน้ำดับเพลิง 1 หัว

สำหรับพื้นที่อันตรายน้อย จะได้ 21.7 gpm/Set และสำหรับพื้นที่อันตรายปานกลาง จะได้ 25 gpm / Set

ทั้งนี้หากทราบว่า จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ทำงานกี่หัวก็จะสามารถประมาณอัตราการไหลได้

คร่าว ๆ หากคำนวณได้ว่าหัวกระจายน้ำต้องทำงาน 12 หัว เพื่อป้องกันอัคคีภัย ก็จะได้อัตราการไหล

สำหรับพื้นที่อันตรายปานกลาง = $12 \times 25 = 300 \text{ gpm.}$

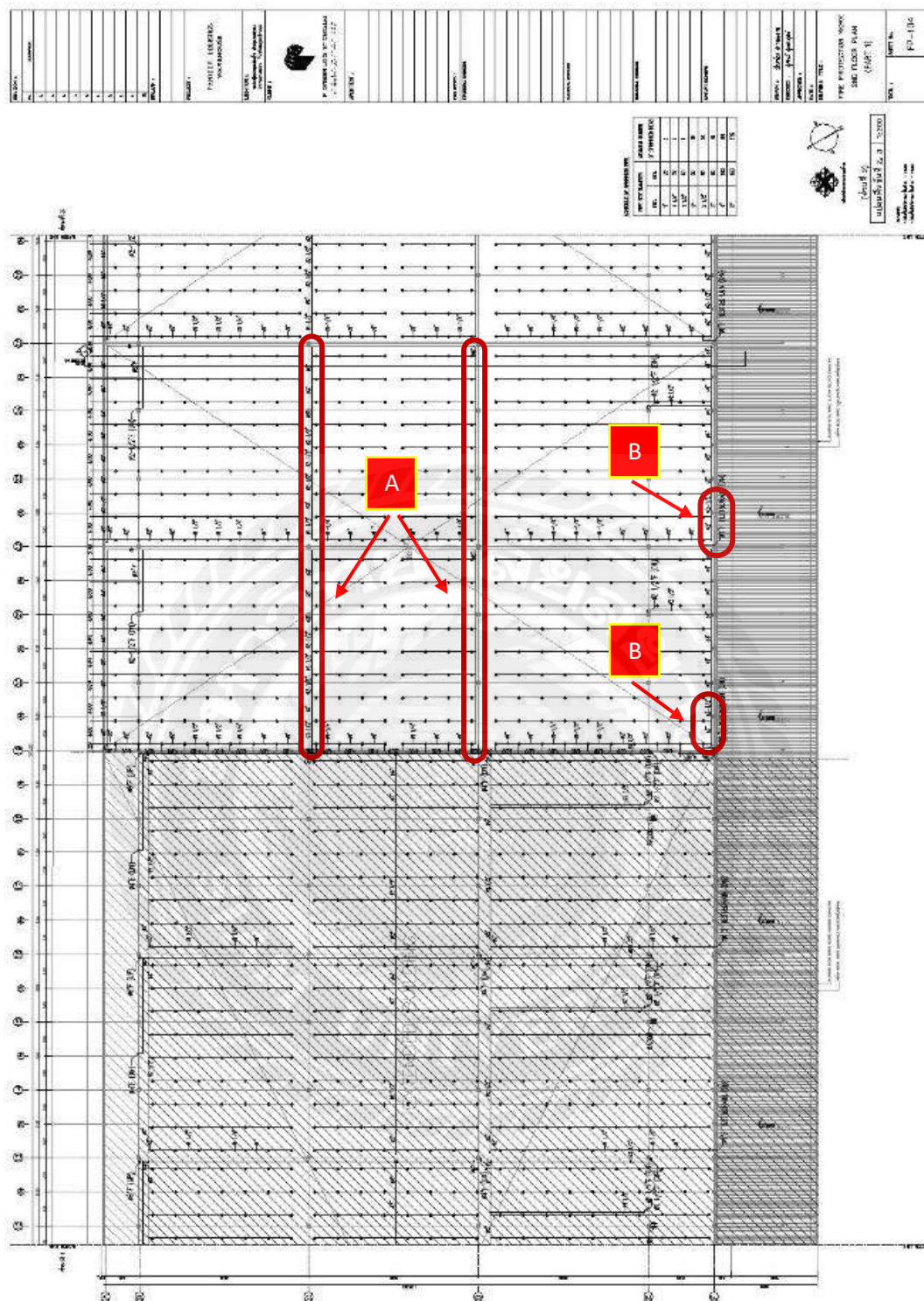
สำหรับพื้นที่อื่น ๆ เช่น คลังอาคารสินค้า จะต้องตรวจสอบรายละเอียดเพิ่มเติมเรื่องแรงดันของหัวกระจาย

น้ำดับเพลิงเพราะในพื้นที่ต่าง ๆ และ ค่า K-factor ที่ต่างไปจะใช้แรงดันไม่เท่ากัน

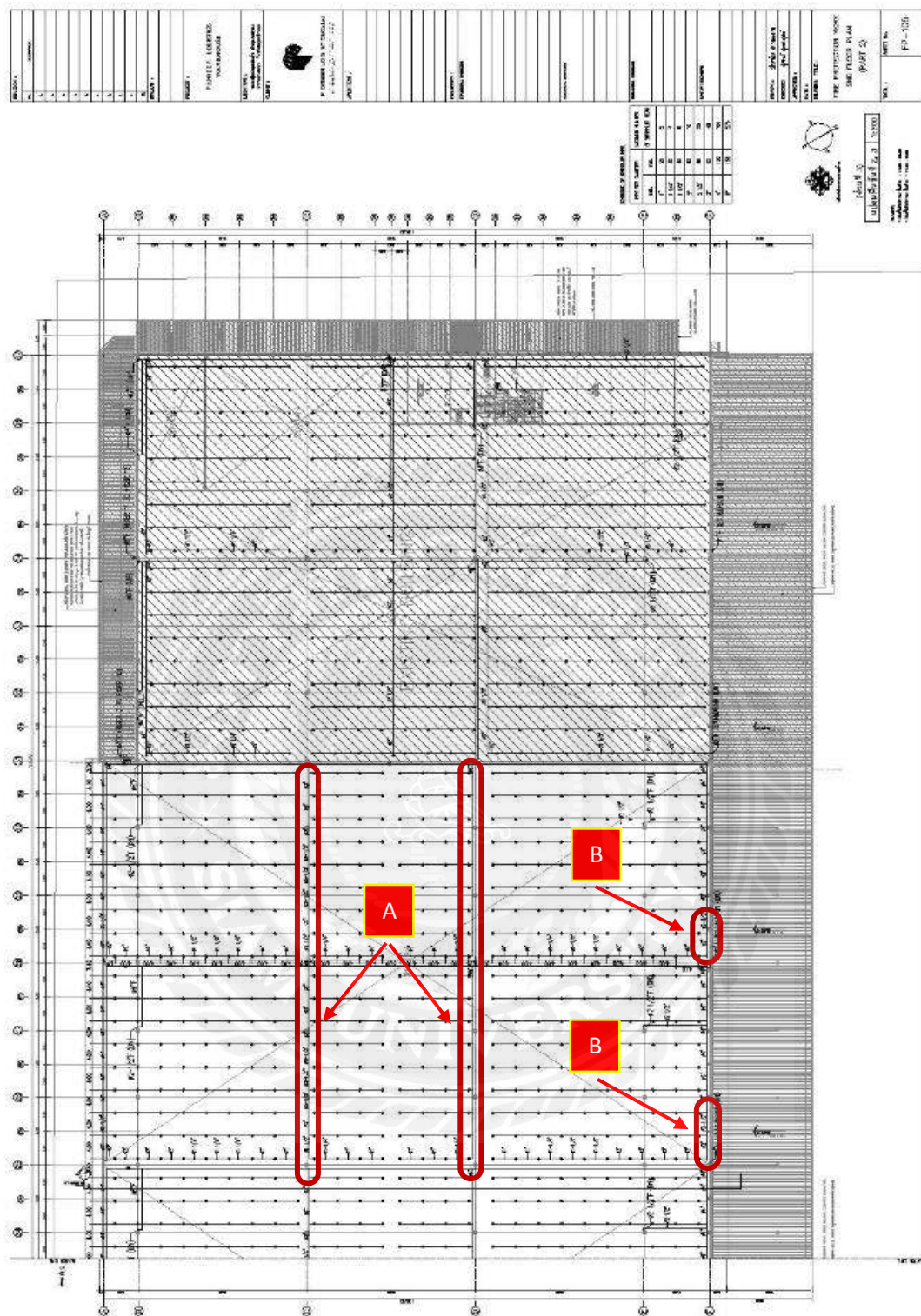
3.7.6 การแก้ไขปัญหที่พบก่อนทำการติดตั้ง

ในขั้นตอนการที่จะแก้ไขแบบก่อนทำการติดตั้งต้องทำการส่งแบบประกอบการติดตั้ง (Shop Drawing) ให้กับทางที่ปรึกษาโครงการ (Consult) เพื่อทำการตรวจสอบก่อนที่จะทำการติดตั้ง หากแบบที่ทำทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้วและทำการตรวจสอบเรียบร้อยแล้วจากทางที่ปรึกษาโครงการ (Consult) ก็สามารถนำมาเป็นแบบในการประกอบการติดตั้งได้เลย

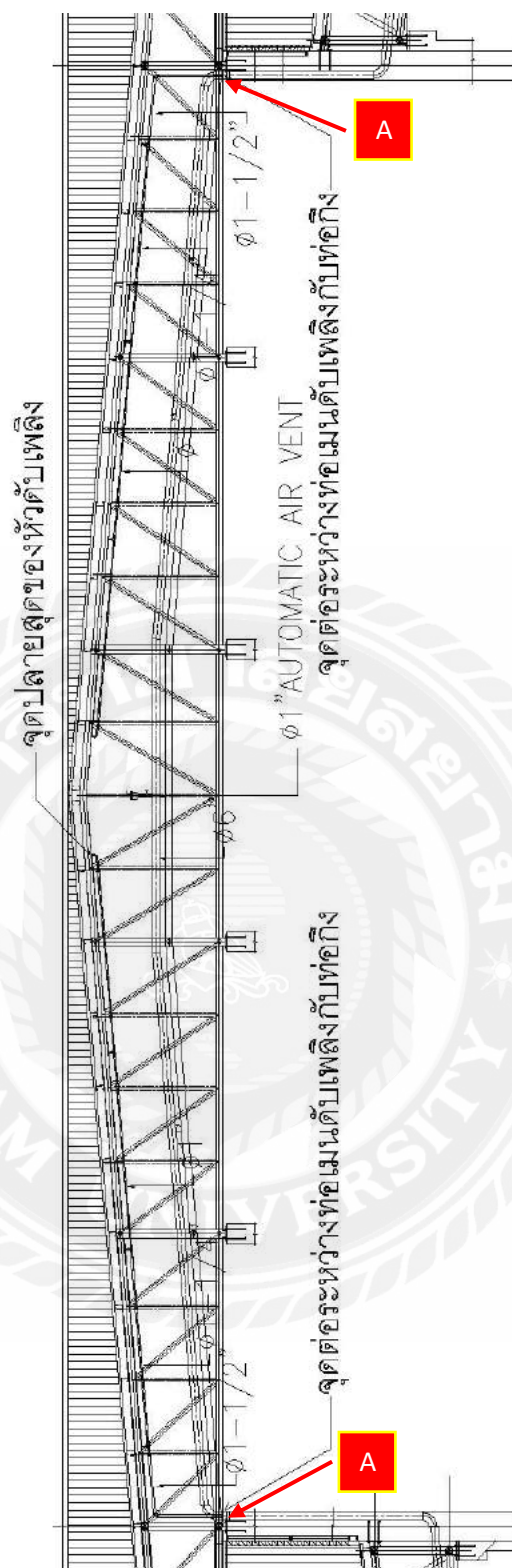




รูปที่ 3.9 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 1)
 ที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

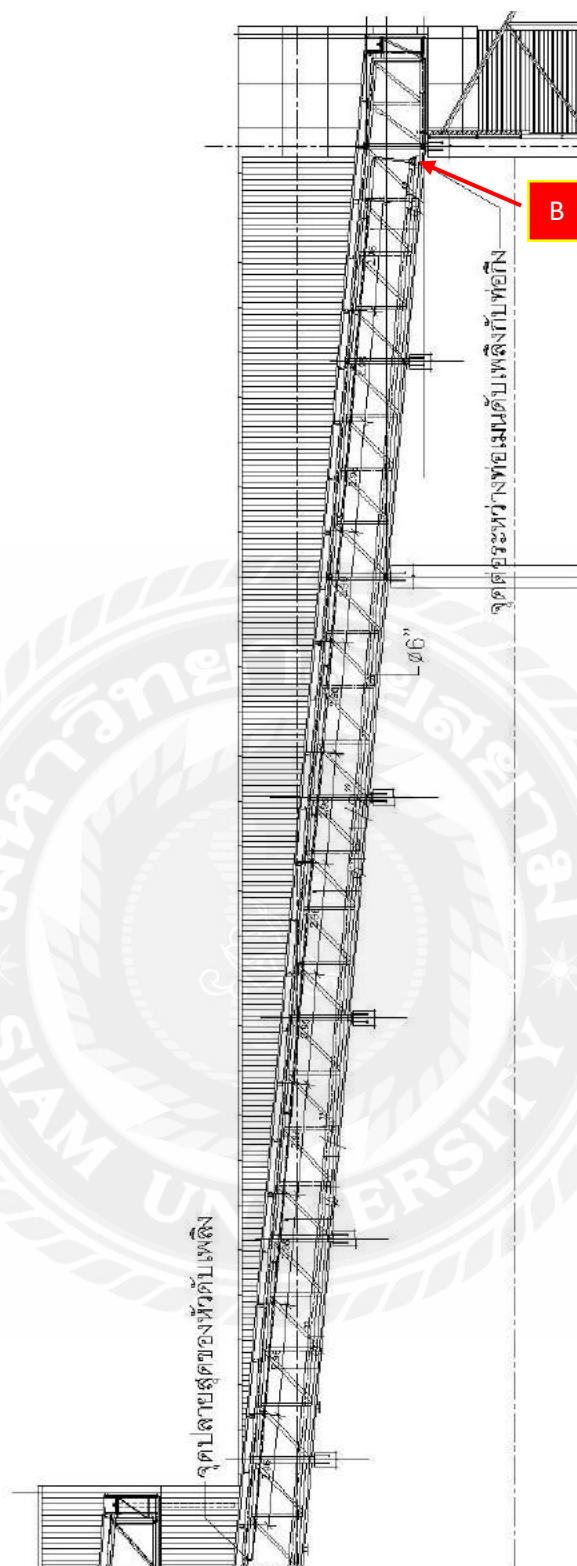


รูปที่ 3.10 แบบแปลนระบบป้องกันอัคคีภัย (ส่วนที่ 2)
 ที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว



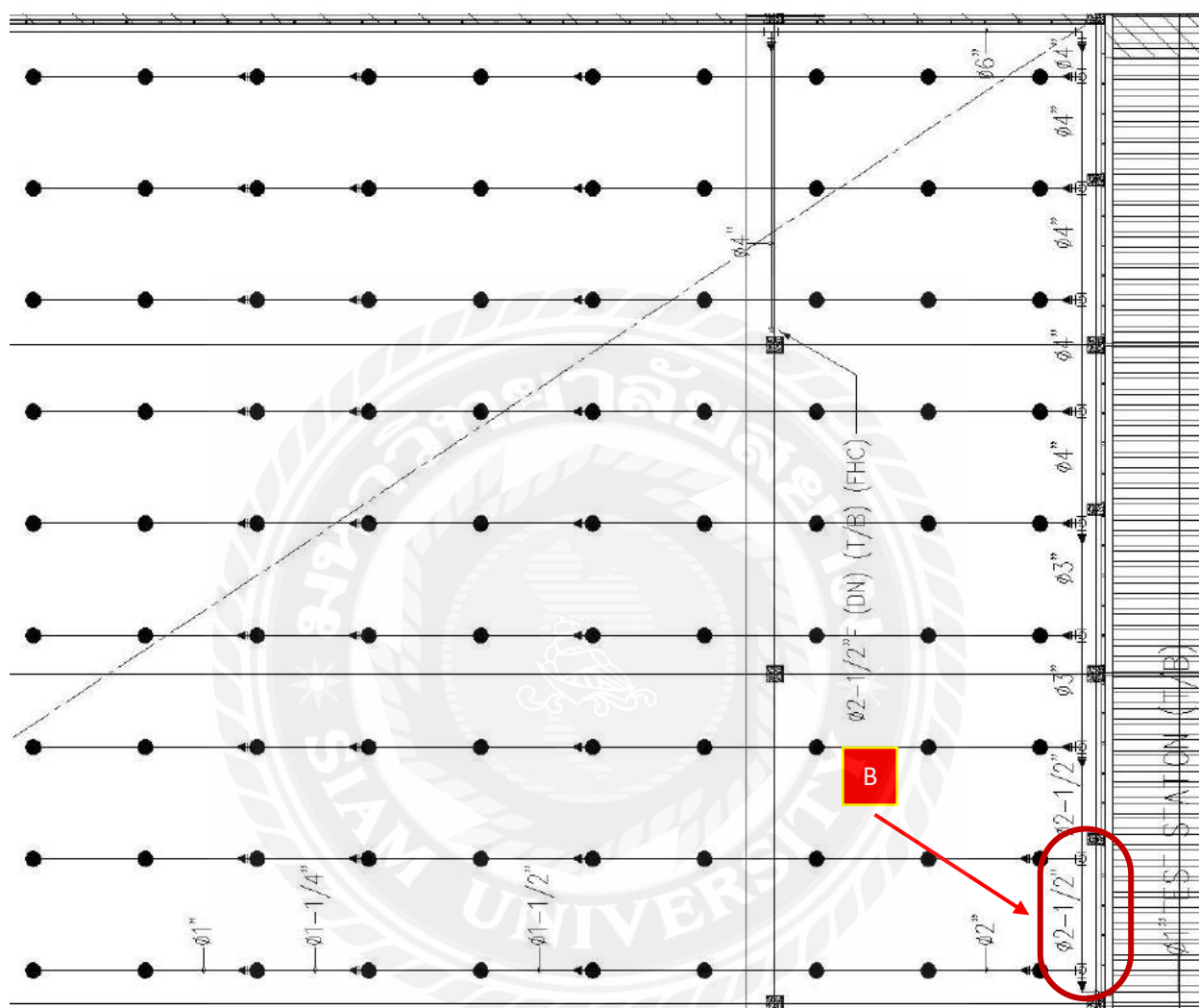
รูปที่ 3.11 ภาพตัดระบบป้องกันอัคคีภัยแสดงตำแหน่งท่อที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว

จากภาพประกอบรูปที่ 3.9-3.10 ในจุด A จะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งท่อเมนระบบดับเพลิงที่ทำการแก้ไขให้ตำแหน่งของจุดแยกของท่อเมนกับท่อกิ่งให้อยู่ต่ำกว่าจุดปลายสุดของหัวค้ำน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ จากภาพที่ 3.10 จะแสดงตำแหน่งใหม่ที่ทำการแก้ไขเพื่อให้สามารถเติมน้ำได้ออกหมด



รูปที่ 3.12 ภาพตัดระบบป้องกันอัคคีภัยแสดงตำแหน่งท่อที่แก้ไขเรียบร้อยแล้ว

จากภาพประกอบรูปที่ 3.12 ในจุด B จะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งท่อเมนระบบดับเพลิงที่ทำการแก้ไขให้ตำแหน่งของจุดแยกของท่อเมนกับท่อกิ่งให้อยู่ต่ำกว่าจุดปลายสุดของหัวค้ำเพลิงอัตโนมัติเพื่อให้สามารถระบายน้ำได้ออกหมด



รูปที่ 3.13 ภาพขยายระบบป้องกันอัคคีภัยที่ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

จากภาพประกอบรูปที่ 3.7 ในจุด B จะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งท่อเมนระบบดับเพลิงที่ใช้และจำนวนของหัวฉีดน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ จากภาพจำนวนหัวฉีดน้ำดับเพลิงในแถวแรกสุดมีจำนวน 10 หัว หลังจากหัวที่ 10 ให้ใช้ท่อขนาด 2-1/2" ตามตารางที่ 2.8

3.7.6 ขั้นตอนการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย

เนื่องจากโครงการนี้เป็นงานก่อสร้างส่วนขยายเพิ่มเติมในส่วนจากระบบห้องปั๊มดับเพลิงมีการติดตั้งมาก่อนหน้าแล้วทำให้ในการติดตั้งครั้งนี้เป็นงานเดินท่อเมนมาต่อกับส่วนของท่อร่วมในห้องปั๊มในการติดตั้งต้องเตรียมงานทุกอย่างจากพื้นที่ทำงานให้เรียบร้อย เนื่องจากตัวโครงสร้างเป็นอาคารสูงต้องทำการเตรียมทุกอย่างที่ด้านล่างแล้วนำไปติดตั้งที่พื้นที่หน้างาน แล้วค่อยเชื่อมประกอบตอนโครงสร้างอาคารมีพื้นที่สำหรับรถกระเช้า

3.7.6.1 ขั้นตอนการทาสีรองพื้นกันสนิมที่ท่อ



รูปที่ 3.14 ภาพการทาสีกันสนิมที่ท่อ

3.7.6.2 การเชื่อมประกอบท่อ

ในการเชื่อมประกอบท่อ ท่อจะต้องผ่านการทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น



รูปที่ 3.15 ภาพท่อที่ทำการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.7.6.3 ขั้นตอนการทาสีจริง

หลังจากทำการเชื่อมประกอบเรียบร้อยแล้วต้องทาสีกันสนิมอีก 1 ชั้น และหลังจากนั้นให้ทาสีแดงอีก 2 ชั้น



รูปที่ 3.16 ภาพท่ที่ทำการเชื่อมเสร็จเรียบร้อยแล้วและลงสีกันสนิมในชั้นที่ 2



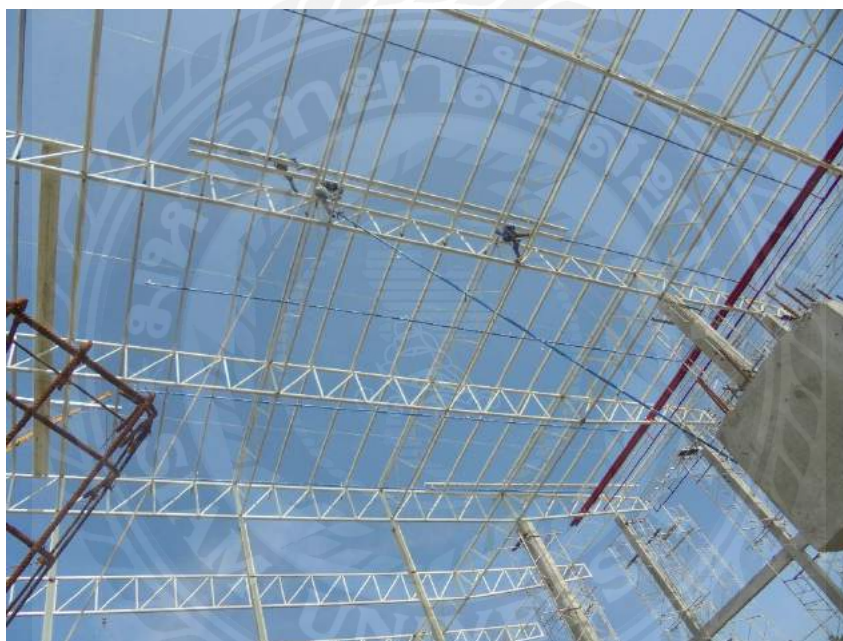
รูปที่ 3.17 ภาพท่ที่ทำการทาสีแดงทั้ง 2 ชั้น

3.7.6.4 ขั้นตอนในการประกอบติดตั้งและติดตั้ง

การประกอบและติดตั้งท่อดับเพลิงที่โครงนี้จำเป็นต้องพันผ้าเพื่อปกคลุมป้องกันละอองของโฟมโพลีเมอร์ (Polyurethane Foam) หรือ(PU) เนื่องจากหลังคาที่ติดตั้งที่โครงการนี้มีการฉีดโฟมพียู จึงต้องทำการพันผ้าเพื่อไม่เศษของโฟมพียูมาเกาะติดที่ตัวท่อ

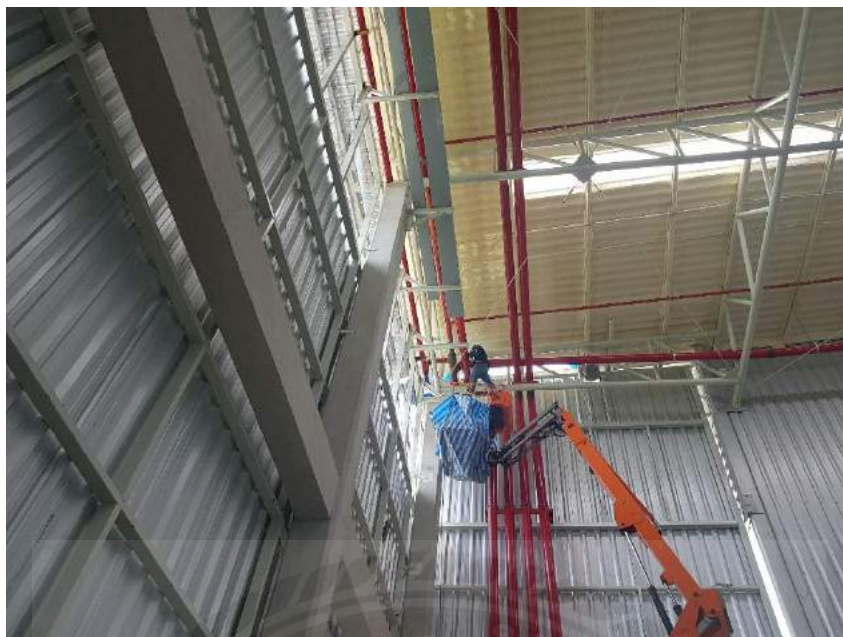


รูปที่ 3.18 ภาพท่อที่ทำพันผ้าก่อนทำการติดตั้งเพื่อป้องกัน โฟมพียู



รูปที่ 3.19 ภาพการติดตั้งท่อดับเพลิง

การประกอบโดยการป็นขึ้นไปแขวนตามตำแหน่งตรงแบบโดยยังไม่ได้เชื่อมประกอบ เนื่องจากพื้นที่ติดตั้งมีความสูงมากทำให้การขนเครื่องมือลำบากและที่สำคัญคือเรื่องความปลอดภัยของช่าง จึงต้องให้ทำแ่งงานติดตั้งอย่างเดียวไม่ให้ประกอบ



รูปที่ 3.20 ภาพการเชื่อมประกอบท่อดับเพลิง



รูปที่ 3.21 ภาพการเชื่อมประกอบท่อดับเพลิงภายในห้องปั๊ม

3.7.6.5 ขั้นตอนในการทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบป้องกันอัคคีภัย ทำการทดสอบด้วยการอัดเพิ่มแรงดันด้วยน้ำเข้าไปในท่อทำการทดสอบที่แรงดัน 200 PSI. เป็นเวลา 6 ชม. มาตรฐานการทดสอบ มาจากการกำหนดของ NFPA ที่กำหนดให้ทดสอบแรงดันมากกว่าแรงดันใช้งานจริง 1.5 เท่าเป็นเวลามากกว่า 2 ชม.



รูปที่ 3.22 ภาพการทดสอบระบบป้องกันอัคคีภัย

3.7.7 อุปกรณ์การติดตั้ง

- 1.ตู้เชื่อมไฟฟ้า
- 2.เครื่องมือช่างทั่วไป
- 3.รอกไฟฟ้า
- 4.รอกโซ่
- 5.ปั๊มอัดเทสน้ำ



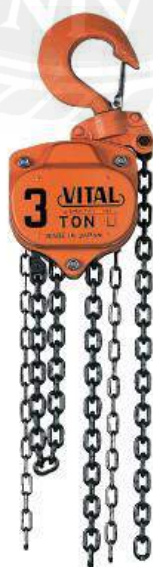
รูปที่ 3.23 ตู้เชื่อมไฟฟ้า



รูปที่ 3.24 เครื่องมือช่างทั่วไป



รูปที่ 3.25 รอกไฟฟ้า



รูปที่ 3.26 รอกโซ่



รูปที่ 3.27 ปัมพ์อัดเทสน้ำ

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงการ โดยใช้เครื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เช่น

Hardware

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ DELL รุ่น Inspiron 14 5000Series
2. เครื่องปริ้น HP รุ่น DesignJet T520 , KYOCERA รุ่น FS-C8520MFP
3. กล้องถ่ายรูปโทรศัพท์มือถือ SAMSUNG รุ่น GALAXY S8+
4. เลเซอร์วัดระยะ BOSCH รุ่น Professional GLM 40
5. เครื่องคิดเลข Casio รุ่น fx-5800

Software

1. โปรแกรม Microsoft Word 2016
2. โปรแกรม Microsoft Excel 2016
3. โปรแกรม AUTO CAD 2017

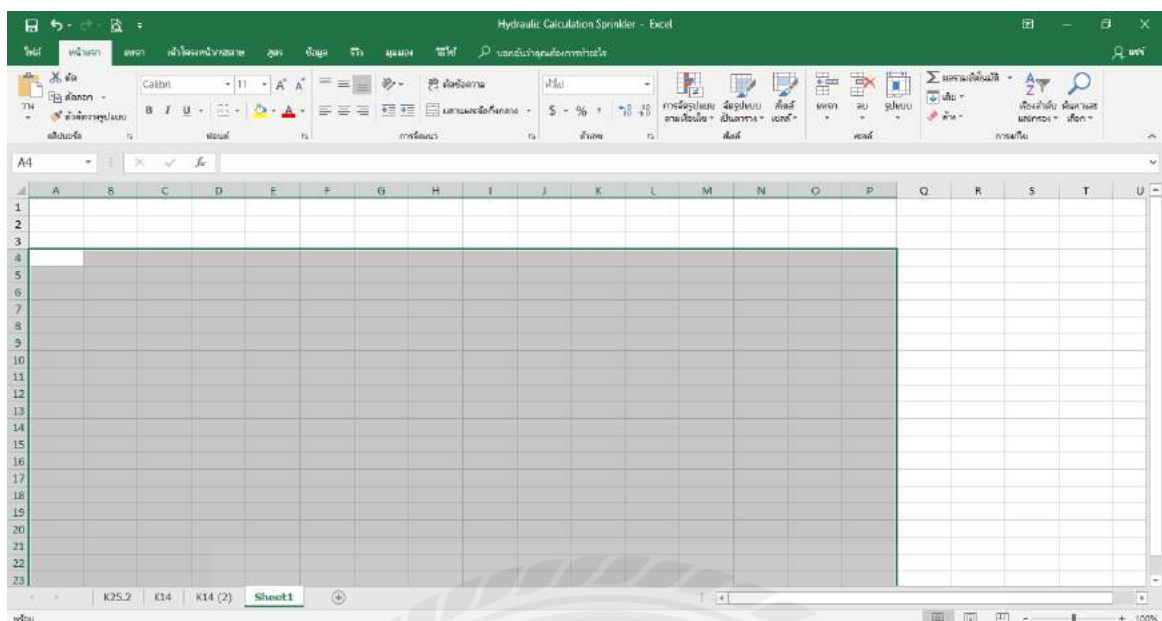
3.9 วิธีการสร้างตารางและการใช้สูตรใน Excel

วิธีการสร้างตารางและการใช้สูตรใน Excel ก็คือสามารถใส่สูตรทั่วไปเพื่อบวก คูณ หาร และลบค่าที่เป็นตัวเลขอย่างน้อยขึ้นไปได้ยังสามารถใช้ฟังก์ชันรวมอัตโนมัติ เพื่อหาผลรวมชุดค่าได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องใส่สูตรใดๆ ด้วยตนเองเมื่อสร้างสูตรแล้วสามารถเติมสูตรลงในเซลล์ที่ต่อเนื่องกันได้โดยไม่ต้องสร้างสูตรเดียวกันซ้ำ

ขั้นตอนการสร้างตารางและการใช้สูตร

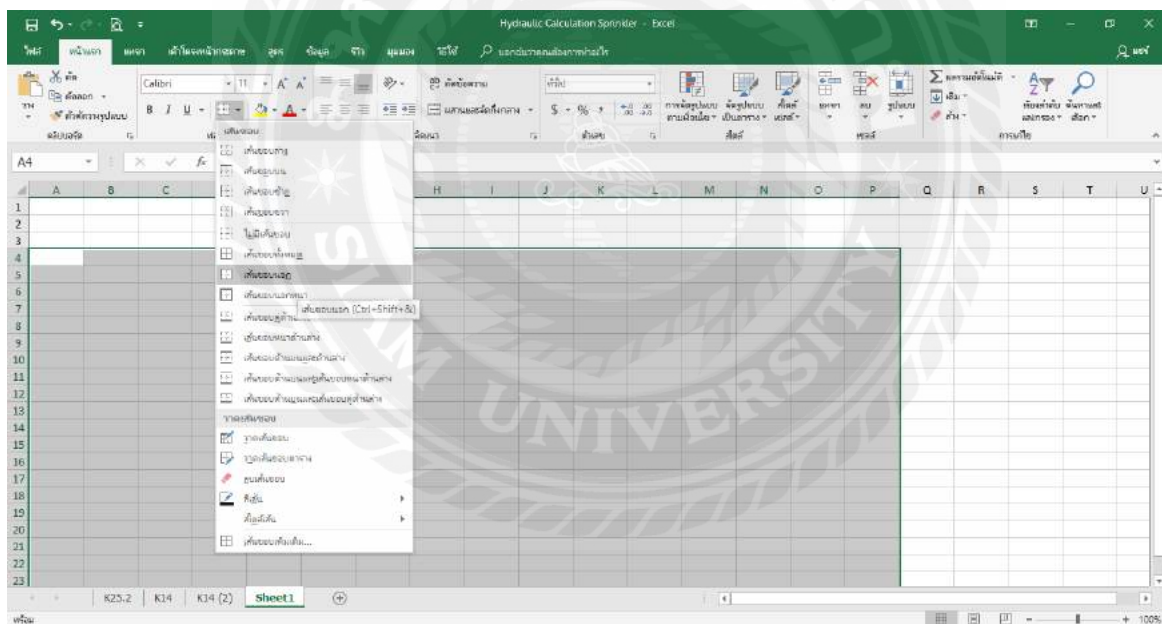
1. การใช้เส้นสร้างตาราง

ในโปรแกรม Excel การสร้างตารางสำคัญมาก และการกำหนดเส้นตารางสามารถกำหนดให้ออกมาได้หลายลักษณะ ดังนี้ คลิกเมาส์กำหนดขนาดของตารางที่เราต้องการสร้าง



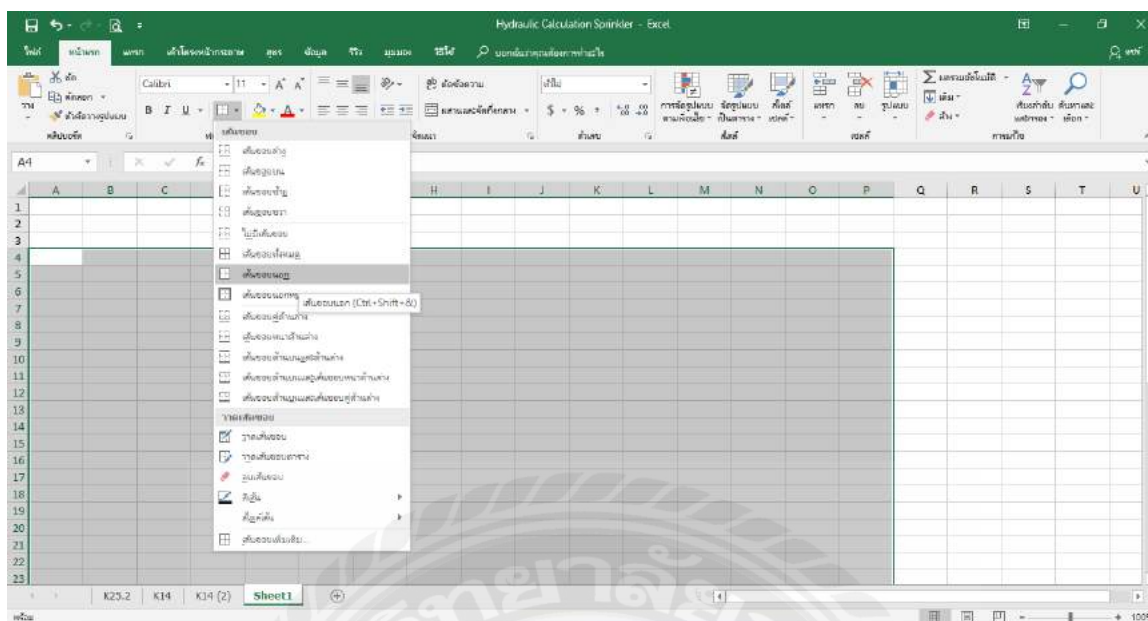
รูปที่ 3.9.1 การใส่เส้นตาราง

2.คลิกที่ไอคอน เส้นขอบ จะมีการกำหนดเส้นให้หลายลักษณะขึ้นมาให้เลือกใช้



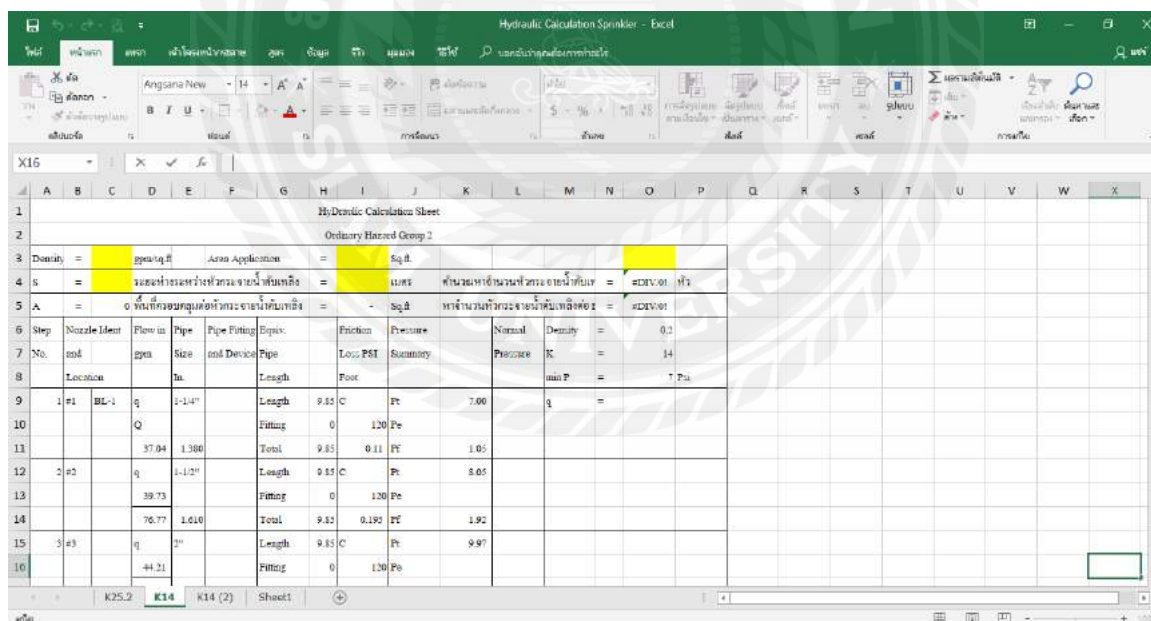
รูปที่ 3.9.2 การใส่เส้นขอบ

3.เลือก เส้นขอบเส้นนอก

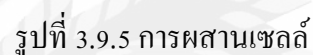


รูปที่ 3.9.3 การเลือกเส้นขอบ

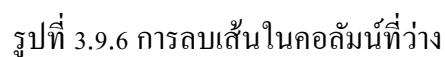
4. พิมพ์ข้อความลงในคอลัมน์



รูปที่ 3.9.4 การพิมพ์ข้อความ



6.เลือกแถบเส้นในคอลัมน์ที่ว่าง



7. ใส่ตัวเลขที่ใช้ในกาคำนวณ พร้อมทั้งใช้สูตรในการคำนวณ เพื่อให้ได้ผลรวม

ตัวอย่างในการใช้สูตร = C4*14 หมายถึง นำค่าตัวเลขที่เก็บในเซลล์ C4 คูณกับค่าตัวเลขในเซลล์ 14
ผลลัพธ์จะได้ในเซลล์ C5

Step	No.	Location	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fitting Equiv.	Length	Fitting	Total	Friction	Pressure	Normal	Density	K
1	#1	BL-1	Q	1-1/4"			9.83	0	9.83	0.11	1.05			
2	#2		Q	1-1/2"			39.73	0	39.73	0.193	1.92			
3	#3		Q	2"			44.21	0	44.21					

รูปที่ 3.9.7 สูตรที่ใช้ที่ใช้ในกาคำนวณ

บทที่ 4

การวิเคราะห์และผลการปฏิบัติ

จากการที่ได้รับมอบหมายงานในการฝึกสหกิจศึกษาของทางมหาวิทยาลัย ต้องทำการศึกษารายละเอียดของวัสดุที่ใช้ในโครงการและแบบประกอบการติดตั้งของโครงการ ทำการศึกษาให้เข้าใจในตัวเนื้องานว่าทางเจ้าของโครงการต้องการในรูปแบบใด ตรวจสอบเอกสารที่ได้รับให้ครบถ้วนแล้วทำการตรวจสอบแบบที่ได้รับจากทางโครงการอย่างละเอียด จากการตรวจสอบปัญหาที่พบคือแบบจากทางโครงการมีปัญหาในเรื่องของการระบายน้ำทิ้งในระบบท่อดับเพลิงและการเลือกใช้ขนาดท่อกับจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติที่มีความขัดแย้งกับตารางท่อ จึงได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไขเพื่อนำเสนอแก่ทางที่ปรึกษาทางโครงการก่อนทำการติดตั้ง

4.1 การวิเคราะห์ก่อนการปฏิบัติงาน

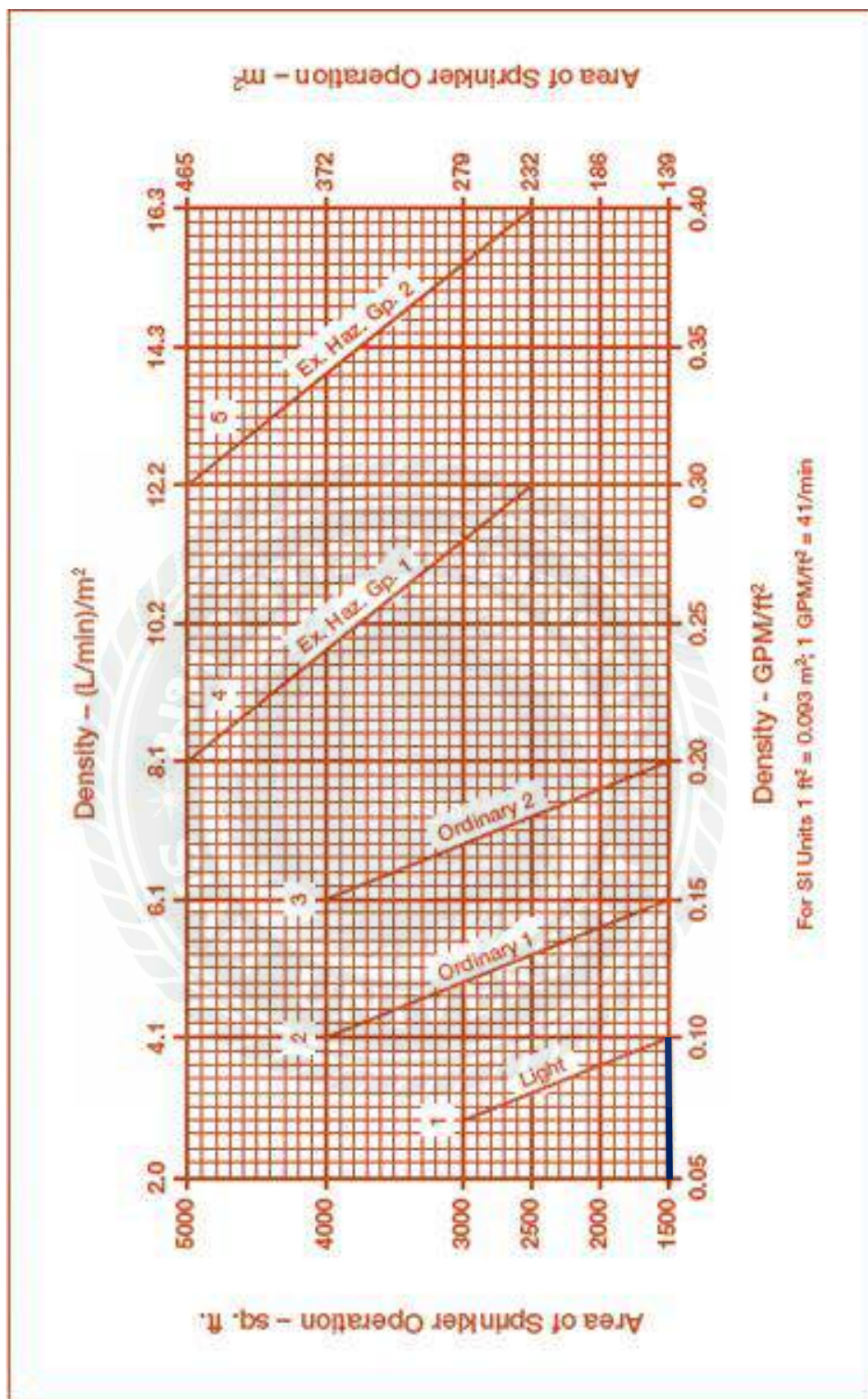
โดยในตามหลักเกณฑ์แล้วโครงสร้างอาคารประเภทคลังสินค้าให้จัดอยู่ในประเภท พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง กลุ่มที่ 2 (Ordinary Hazard) แต่เนื่องจากโครงสร้างของทางเฟส 1 ได้ใช้การคำนวณแบบ พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard) จึงจะทำการคำนวณทั้งประเภทอันตรายน้อย (Light Hazard) และอันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard)

4.1.1 การคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติพื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย

คำนวณแบบ Hydraulic calculation

4.1.1.1 การคำนวณหาค่า Density ค่า Density

หาได้จากตาราง NFPA 13 SPRINKLER SYSTEM DESIGN DENSITY การคำนวณพื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard) เลือกใช้ค่า Area of Sprinkler Operation – Sq.ft. ที่ 1500 และค่า Density – GPM/ft² ที่ 0.1



รูปที่ 4.1 ตารางกราฟ NFPA 13 SPRINKLER SYSTEM DESIGN DENSITY
(Light Hazard)

4.1.1.2 การคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ค่า S คือระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง เป็นค่าที่ได้จากแบบ โดยกำหนดระยะของแกน X ไว้ที่ 4.00 เมตร และแกน Y กำหนดระยะไว้ที่ 4.00 เมตร จากมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย กำหนดไว้ที่ 4.3 ตารางเมตรหรือ 15 ตารางฟุตสำหรับพื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย

$$\text{ระยะห่างระหว่างหัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติ} = \text{แกน X} \times \text{แกน Y}$$

$$= 4.00 \times 4.00$$

$$\text{พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง} = 16 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{หรือ} = 172.13 \text{ ตารางฟุต}$$

จากนั้นทำการคำนวณออกมาว่าจะต้องทำการคำนวณ หัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติจำนวนกี่หัว และหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ต่อถึง

จากสูตร

$$\text{จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง} = \text{Area of Sprinkler Operation} \div \text{พื้นที่ครอบคลุมต่อหัว}$$

$$= 1500 \div 172.13$$

$$= 8.71 \text{ หัว}$$

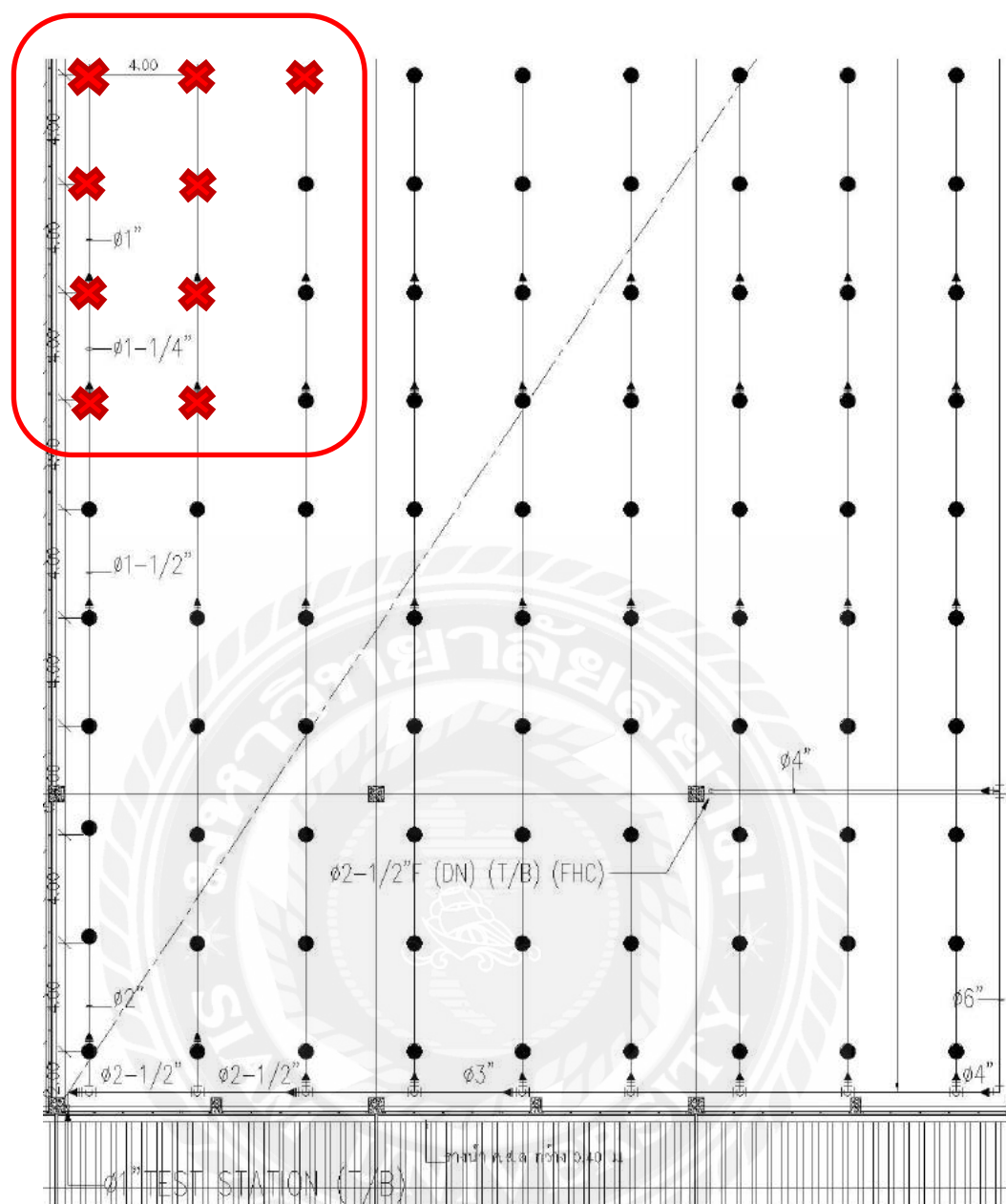
ให้ทำการปัดจำนวนหัวขึ้นเป็น 9 หัว

$$\text{จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงต่อตอถัง} = (1.2 \times \text{Area of Sprinkler Operation}^{0.5}) \div (\text{ระยะแกน X} \times 3.28)$$

$$= (1.2 \times 1500^{0.5}) \div (4 \times 3.28)$$

$$= 3.54$$

ให้ทำการปัดจำนวนต่อแยกขึ้นเป็น 4 หัวต่อถัง



รูปที่ 4.2 แบบขยายหัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติที่ต้องทำการคำนวณ

แบบพื้นที่อันตรายน้อย

4.1.1.3 การคำนวณหาค่า K และค่า Min. Operating Pressure ของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ค่า K และค่า Min. Operating Pressure คือค่าที่ระบุในหัวกระจายน้ำโดยผู้ผลิตหรือตัวแทนจัดจำหน่ายจะบอกอยู่ในแคตตาล็อกของสินค้าหรือทางผู้ออกแบบจะระบุอยู่ในรายการอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างที่ใช้ในโครงการก่อสร้างนั้นๆ เลย

จากการศึกษาเอกสารรายการข้อกำหนดของโครงการและการตรวจสอบจากแบบประกอบการติดตั้งทำให้ทราบว่าหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติที่เลือกใช้ในโครงการเป็นหัว

แบบหัวฉีดน้ำอัตโนมัติแบบอัพไรท์ (Upright) K5.6 ยี่ห้อ VICTAULIC ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL ผลิตในสหรัฐอเมริกา

วัสดุ: ทองเหลืองชุบโครเมียม

ขนาดทางน้ำเข้า: 4 นิ้ว (1/2")

ค่าสัมประสิทธิ์: K Factor 5.6

ชนิด: Standard Response

แรงดันขั้นต่ำที่หัวกระจายน้ำต้องการ: 7 Psi.

มีอุณหภูมิการใช้งานให้เลือกดังนี้: 135F / 57C , 155F / 68C



FIRE PROTECTION PRODUCTS – AUTOMATIC SPRINKLERS

40.10

V27, K5.6

Standard Spray; Upright, Pendent and Recessed Pendent

MODELS/S.I.N. V2703 AND V2707 STANDARD RESPONSE

MODELS/S.I.N. V2704 AND V2708 QUICK RESPONSE

These Model V27 standard spray sprinklers are designed to produce a hemispherical spray pattern for standard commercial applications. They are available with either standard or quick response bulbs. The design incorporates state-of-the-art, heat responsive, frangible glass bulb design (standard or quick response) for prompt, precise operation.

The die cast frame is more streamlined and attractive than traditional sand cast frames. It is cast with a hex-shaped wrench boss to allow easy tightening from many angles, reducing assembly effort. This sprinkler is available in various temperature ratings (see chart on page 2) and finishes to meet many design requirements.

The recessed pendent should be utilized with a Model V27 recessed escutcheon which provides up to 3/16" of adjustments.

UPRIGHT
(V2703 AND
V2704)PENDENT
(V2707 AND
V2708)RECESSED
PENDENT
(V2707 AND
V2708)

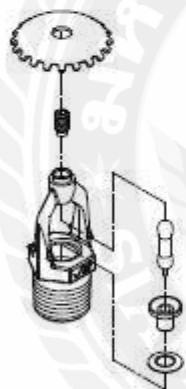
SPRINKLER OPERATION

The operating mechanism is a frangible glass bulb which contains a heat responsive liquid. During a fire, the ambient temperature rises causing the liquid in the bulb to expand. When the ambient temperature reaches the rated temperature of the sprinkler, the bulb shatters. As a result, the waterway is cleared of all sealing parts and water is discharged towards the deflector. The deflector is designed to distribute the water in a pattern that is most effective in controlling the fire.

COVERAGE

For coverage area and sprinkler placement, refer to NFPA 13 standards.

TECHNICAL SPECIFICATIONS



Exaggerated for clarity

Models/S.I.N.: V2703, V2704, V2707, V2708

Style: Pendent, Upright or Recessed Pendent

Nominal Orifice Size: 3/16" mm

K-Factor: 5.6 Imp./8.1 S.I.*

Nominal Thread Size: 1/2" NPT/15 mm

Max. Working Pressure:

175 psi/1200 kPa FM Global

250 psi/1725 kPa UL

Factory Hydrostatic Test:

100% @ 500 psi/3450 kPa

Min. Operating Pressure: 7 psi/48 kPa

Temperature Rating: See charts on page 2 & 3.

MATERIAL SPECIFICATIONS

Upright Deflector: Bronze per UNS C22000

Pendent Deflector: Bronze per UNS C51000

Bulb: Glass with glycerin solution.

Bulb Nominal Diameter:

• Standard: 5.0 mm

• Quick Response: 3.0 mm

Load Screw: Bronze per UNS C65100

Pip Cap: Bronze per UNS C65100

Spring: Beryllium nickel

Seal: Teflon* tape

Frame: Die cast brass 65-30

Lodgement Spring: Stainless steel per UNS S30200

ACCESSORIES

Installation Wrench:

- Open End: V27
- Recessed: V27-2

Finishes:

- Plain brass
- Chrome plated
- White painted**
- Black painted**
- Custom painted**
- Proprietary nickel Teflon* coating**

For cabinets and other accessories refer to separate sheet.

NOTE: Weather resistant recessed escutcheons available upon request.

* For K-Factor when pressure is measured in Bar, multiply S.I. units by 10.0.

* Teflon is a registered trademark of Dupont Co.

**UL Listed for corrosion resistance in all configurations.

JOB/OWNER

System No. _____

Location _____

CONTRACTOR

Submitted By _____

Date _____

ENGINEER

Spec Sect _____

Para _____

Approved _____

Date _____

www.victaulic.com

VICTAULIC IS A REGISTERED TRADEMARK OF VICTAULIC COMPANY. © 2008 VICTAULIC COMPANY. ALL RIGHTS RESERVED.

REV_G

40.10.1

รูปที่ 4.3 รายละเอียดหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

หมวดที่ 15325 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler Systems)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ลิขสิทธิ์ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ตามแบบและข้อกำหนดจนสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- 1.2 มาตรฐานการติดตั้งระบบ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 12 - Sprinkler Systems

2. ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler Systems)

2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- ก. ลิขสิทธิ์ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอีก โนมัลติตามแบบรายละเอียด และข้อกำหนดจนสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- ข. อุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ต้องเป็นของโรงงานผู้ผลิตที่ยืนยันทั้งหมด และได้รับการรับรองจาก UL หรือ FM

2.2 หัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler Head)

- ก. เป็นชนิดหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบธรรมดาที่ใช้ในอาคารพาณิชย์และเชิงพาณิชย์
- ข. อุณหภูมิที่ทนของหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Temperature Rating) ให้ใช้ที่ 68 องศาเซลเซียส หรือ 155 องศาฟาเรนไฮต์ หรือที่กระเปาะแก้ว (Glass Bulb) สีแดง ยกเว้นบริเวณห้องครัวทั้งหมด ห้องครัวหรือระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง ห้องเครื่องระบบไฟฟ้าและห้อง Generator ให้ใช้ที่อุณหภูมิ 93 องศาเซลเซียส หรือ 200 องศาฟาเรนไฮต์ หรือที่กระเปาะแก้ว (Glass Bulb) สีเขียว หรือให้ใช้ตามที่ระบุในแบบ ทดแทนการใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ค. ชิ้นส่วนของหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องสร้างขึ้นมาและประกอบกันตามมาตรฐาน และผ่านการรับรองจาก UL หรือ FM ของสหรัฐอเมริกาแล้ว
- ง. ที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องมีตัวบอกอุณหภูมิการทำงานของกระเปาะแก้ว (Temperature Rating) เป็นองศาฟาเรนไฮต์หรือเซลเซียสอย่างหนึ่ง และจะต้องมีตัวบอกปีที่ผลิตที่พิมพ์ไว้ที่ Frame หรือตัวเรือนแล้ว
- จ. หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบ Pendant ให้ใช้สำหรับบริเวณที่มีไฟตกตาม หัวแบบ Upright ให้ใช้บริเวณที่ไม่มีไฟตกตาม เช่น ที่จอดรถ เป็นต้น

2.3 หัวกระจายน้ำดับเพลิงสำรอง

- ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำรอง ซึ่งมีขนาดอุณหภูมิการทำงาน และคุณสมบัติอื่น เท่าเทียมกันกับที่ใช้ติดตั้งในระบบ หรือผู้รับจ้างและช่างเทคนิคผู้ให้บริการติดตั้ง โดยหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำรองจะต้องมีจำนวนและราคาของหัวกระจายน้ำดับเพลิง เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA

2.4 การติดตั้งในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

- ก. การติดตั้งนั้นจะต้องปฏิบัติตาม 3 มิติ (76 มิลลิเมตร)
- ข. การแขวนท่อและรองรับท่อ (Hanger) สำหรับท่อในแนวนอน (Cross Main) แขนงท่อทุกช่วงของท่อแยก (Branch Line)
 1. ระยะแขวนบนท่อแยก (Branch Line) ระหว่างศูนย์กลางของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบหัวหยดกับหัวหยดที่อยู่เหนือท่อ จะต้องไม่น้อยกว่า 3 นิ้ว (76 มิลลิเมตร)
 2. ความยาวของท่อแยกจากจุดที่แขวนท่อไปยังจุดสิ้นสุดของท่อจะต้องไม่น้อยกว่า 35 นิ้ว (0.89 เมตร) สำหรับท่อขนาด 1 นิ้ว หรือไม่น้อยกว่า 48 นิ้ว (1.21 เมตร) สำหรับท่อขนาด 1 1/4 นิ้ว ในกรณีที่มีความยาวเกินกว่านี้ จะต้องเก็บที่แขวนท่อรองรับที่ปลายของท่อแยกด้วย
- ค. ระยะลาดเชิงของท่อแยก ท่อขวาง Hot Feed Main
 1. การแขวนท่อในแนวนอน จะต้องมีความลาดเอียงเพียงพอเพื่อระบายน้ำในระบบทิ้ง
 2. ความลาดเอียงของท่อแยก (Branch Line) ไปยังท่อขวาง (Cross Main) ต้องไม่น้อยกว่า 1 : 250 และไม่น้อยกว่า 1 : 500 สำหรับท่อแยกข้างขึ้น ๆ

โครงการ

อาคารพาณิชย์ 3 โซนย่อย ใต้ดิน 1 ชั้น

ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler System)

15325-1

รูปที่ 4.4 รายการข้อกำหนดของโครงการ เรื่องหัวกระจายน้ำดับเพลิง
แบบอัตโนมัติ

4.1.1.4 การคำนวณหาการสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน)

การคำนวณหาขนาดท่อที่ใช้ต่อจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ โดยจะคำนวณรวมค่าการสูญเสียแรงเสียดทานภายในท่อ (เพื่อลดแรงดันสูญเสีย) บวกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งค่าการสูญเสียแรงเสียดทาน(เพื่อลดแรงดันสูญเสีย)ในท่อบรรลุถึงก็ทำการเปลี่ยนขนาดท่อขึ้นไปจนกระทั่งครบตามจำนวนของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติที่ใช้

ท่อที่กำหนดให้ใช้ในโครงการก่อสร้างคือท่อเหล็กดำแบบมีตะเข็บ ท่อเหล็กดำคือการนำเหล็กแผ่นรีดร้อน มาเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปและเชื่อมด้วยความถี่สูง เป็นท่อเหล็กดำ โดยมีความยาวมาตรฐาน 6 เมตร โดยท่อเหล็กดำนิยมนำมาใช้งาน โครงสร้างและงานอุตสาหกรรมทั่วไป สำหรับงานแรงดันสูง ยี่ห้อ สหไทย (SAHA THAI) ความหนาที่ใช้เบอร์ 40 (Schedule#40) ตามมาตรฐานสากล ASTM A53

อัตราการไหลของหัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$Q = K \times \sqrt{P}$$

Q = ค่าสัมประสิทธิ์ของหัวกระจายน้ำดับเพลิง × แรงดันขั้นต่ำที่หัวกระจายน้ำต้องการ

$$Q = 5.6 \times \sqrt{7}$$

$$Q = 14.82 \text{ GPM}$$

4.1.1.4.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อกึ่งที่ 1

4.1.1.4.1.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 กึ่งที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 1 ตามตารางที่ 2.8 ในตำแหน่งแรกใช้ท่อขนาด 1" โดยขนาดท่อที่ใช้ในการคำนวณให้ใช้ขนาดความโตในของท่อ

$$\text{คำนวณได้จาก} = \frac{\text{วัดนอก} - (\text{ความหนา} \times 2)}{1" = 25.4}$$

$$\text{ID} = \frac{33.4 - (3.38 \times 2)}{25.4}$$

$$\text{ID} = 1.04$$

ค่าความดันรวม คือค่าเดียวกับ Min. P คือ ค่าแรงดันขั้นต่ำที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติต้องการ แต่ค่าจะแตกต่างกันในตำแหน่งของหัวถัดไปเนื่องจากต้องนำค่าของหัวแรกมาคำนวณเพื่อหาค่า

ต่อไปในตำแหน่งหัวถัดไป ความดันรวม ของตำแหน่งแรกให้ใช้ค่าจาก เอกสารรายละเอียดหัว
กระจายดับเพลิงอัตโนมัติที่ทางผู้ออกแบบกำหนดมาให้ ความดันรวม = 7.00 Psi

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติท่อ ASTM A-53 GRADE A แบบมีตะเข็บ

SCH 40	วัดนอก (มม.)	หนา (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	Test pressure (PSI)
1/2	21.3	2.77	7.62	700
3/4	26.7	2.87	10.08	700
1"	33.4	3.38	15.0	700
1"1/4	42.2	3.56	20.28	1200
1"1/2	48.3	3.68	24.3	1200
2"	60.3	3.91	32.64	2300
2"1/2	73	5.16	51.78	2500
3"	88.9	5.49	67.74	2220
4"	114.3	6.02	96.48	1900
5"	141.3	6.55	130.7	1670
6"	168.3	7.11	169.6	1520
8"	219.1	8.18	255.3	1340

ในการคำนวณ หน่วยที่ใช้วัดความยาว จากสูตรกำหนดให้ใช้หน่วยเป็นฟุต จึงต้องแปลงหน่วยจาก
ในแบบที่แสดงจากเมตร ให้เป็นฟุต

คำนวณได้จากสูตร 1 เมตร เท่ากับ 3.28 ฟุต

ท่อยาว 4 เมตร = 4×3.28

= 13.12 ฟุต

ค่า C คือค่าสัมประสิทธิ์ของท่อ เปิดได้จากตารางที่ 2.7

ค่าสัมประสิทธิ์ของท่อเหล็กค่า C = 120

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 14.82^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.07$$

Pressure Summary หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทาน}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.07$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.1.4.1.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2 ถึงที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 2 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 2
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1 + ค่าการสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00 + 1.02$$

$$= 8.02$$

อัตราการไหลของหัวที่ 2

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (8.02 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 15.86$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 1 + อัตราการไหลของหัวที่ 2 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 2

$$Q_2 = 14.82 + 15.86$$

$$Q_2 = 30.68$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 30.68^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.299$$

Pressure Summary หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 2}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.299$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.93$$

4.1.1.4.1.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 3 ถึงที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 3 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 3
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 2 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 2

$$= 8.02 + 3.93$$

$$= 11.95$$

อัตราการไหลของหัวที่ 3

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (11.95 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 19.35$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 2 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่
ตำแหน่งหัวที่ 3

$$Q_3 = 30.68 + 19.35$$

$$Q_3 = 50.03$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_3^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 50.03^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.373^{4.87})$$

$$= 0.191$$

Pressure Summary หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 3}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.191$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.51$$

4.1.1.4.1.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 4 ถึงที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 4 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 4
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 3 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 3

$$= 11.95 + 2.51$$

$$= 14.46$$

อัตราการไหลของหัวที่ 4

$$\begin{aligned}\text{คำนวณได้จากสูตร } Q &= (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5} \\ &= (14.46 \times 5.6^2)^{0.5}\end{aligned}$$

$$Q = 21.30$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 3 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 4

$$Q4 = 50.03 + 21.30$$

$$Q4 = 70.33$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}&= (4.52 \times Q2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\ &= (4.52 \times 71.33^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.621^{4.87}) \\ &= 0.164\end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 4

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.164$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.16$$

4.1.1.4.1.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 5 กิ่งที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 5

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 4 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 4

$$= 14.46 + 2.16$$

$$= 16.62$$

Pressure Summary หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 5

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.164$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.16$$

4.1.1.4.1.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6 กิ่งที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 6

คำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}
 &\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 5 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 5} \\
 &= 16.62 + 2.16 \\
 &= 18.77
 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 6} \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050 \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66
 \end{aligned}$$

4.1.1.4.1.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 7 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 7

คำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}
 &\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 6 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 6} \\
 &= 18.77 + 0.66 \\
 &= 19.43
 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 7

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 7} \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050 \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66
 \end{aligned}$$

4.1.1.4.1.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 8 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 8

คำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}
 &\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 7 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 7} \\
 &= 19.43 + 0.66 \\
 &= 20.10
 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 8

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 8} \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050 \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66
 \end{aligned}$$

4.1.1.4.1.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 9 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 9

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 8 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 8

$$= 20.10 + 0.66$$

$$= 20.76$$

Pressure Summary หัวที่ 9

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 9

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.260$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.411$$

4.1.1.4.1.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 10

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 9 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 9

$$= 20.76 + 0.66$$

$$= 21.42$$

Pressure Summary หัวที่ 10

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 10

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66$$

4.1.1.4.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อถึงที่ 2

4.1.1.4.2.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 2

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00$$

อัตราการไหลของหัวที่ 1

$$Q = 5.6 \times \sqrt{7}$$

$$Q = 14.82 \text{ GPM}$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\
 &= (4.52 \times 14.82^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87}) \\
 &= 0.07
 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.07$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.1.4.2.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2 ถึงที่ 2

ในตำแหน่งหัวที่ 2 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 2

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00 + 1.02$$

$$= 8.02$$

อัตราการไหลของหัวที่ 2

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (8.02 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 15.86$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 1 + อัตราการไหลของหัวที่ 2 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 2

$$Q2 = 14.82 + 15.86$$

$$Q2 = 30.68$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &= (4.52 \times Q2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\
 &= (4.52 \times 30.68^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87}) \\
 &= 0.299
 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 2}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.299$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.93$$

4.1.1.4.2.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 3 ถึงที่ 2

ในตำแหน่งหัวที่ 3 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 3

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 2 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 2

$$= 8.02 + 3.93$$

$$= 11.95$$

อัตราการไหลของหัวที่ 3

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (11.95 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 19.35$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 2 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 3

$$Q_3 = 30.68 + 19.35$$

$$Q_3 = 50.03$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 50.03^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.373^{4.87})$$

$$= 0.191$$

Pressure Summary หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 3}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.191$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.51$$

4.1.1.4.2.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 4 ถึงที่ 2

ในตำแหน่งหัวที่ 4 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 4
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 3 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 3

$$= 11.95 + 2.51$$

$$= 14.46$$

อัตราการไหลของหัวที่ 4

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (14.46 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 21.30$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 3 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 4

$$Q_4 = 50.03 + 21.30$$

$$Q_4 = 70.33$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_4^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 71.33^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.621^{4.87})$$

$$= 0.164$$

Pressure Summary หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 4}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.164$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.16$$

4.1.1.4.2.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 5 ถึงที่

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 5

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 4 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 4

$$= 14.46 + 2.16$$

$$= 16.62$$

Pressure Summary หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 5}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.164$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.16$$

4.1.1.4.2.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 6

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 5} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 5}$$

$$= 16.62 + 2.16$$

$$= 18.77$$

Pressure Summary หัวที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 6}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66$$

4.1.1.4.2.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 7 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 7

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 6} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 6}$$

$$= 18.77 + 0.66$$

$$= 19.43$$

Pressure Summary หัวที่ 7

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 7}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66$$

4.1.1.4.2.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 8 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 8

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 7} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 7}$$

$$= 19.43 + 0.66$$

$$= 20.10$$

Pressure Summary หัวที่ 8

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 8

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66$$

4.1.1.4.2.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 9 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 9

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 8 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 8

$$= 20.10 + 0.66$$

$$= 20.76$$

Pressure Summary หัวที่ 9

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 9

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.260$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.411$$

4.1.1.4.2.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 10

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 9 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 9

$$= 20.76 + 0.66$$

$$= 21.42$$

Pressure Summary หัวที่ 10

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 10

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66$$

4.1.1.4.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อกิ่งที่ 3

4.1.1.4.3.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 3

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00$$

อัตราการไหลของหัวที่ 1

$$Q = 5.6 \times \sqrt{7}$$

$$Q = 14.82 \text{ GPM}$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 14.82^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.07$$

Pressure Summary หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.07$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.1.4.3.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2 ถึงที่ 3

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00 + 1.02$$

$$= 8.02$$

Pressure Summary หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 2

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.078$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.1.4.3.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 3 ถึงที่ 3

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 2 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 2

$$= 8.02 + 1.02$$

$$= 9.04$$

Pressure Summary หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 3}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.020$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.26$$

4.1.1.4.3.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 4 ถึงที่ 3

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 3 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 3

$$= 9.04 + 0.26$$

$$= 9.31$$

Pressure Summary หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 4}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.009$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.12$$

4.1.1.4.3.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 5 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 5

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 4 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 4

$$= 9.31 + 0.12$$

$$= 9.43$$

Pressure Summary หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 5}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.009$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.12$$

4.1.1.4.3.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 6

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 5 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 5

$$= 9.43 + 0.12$$

$$= 9.54$$

Pressure Summary หัวที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 6}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.003$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.04$$

4.1.1.4.3.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 7 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 7

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 6} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 6}$$

$$= 9.54 + 0.04$$

$$= 9.58$$

Pressure Summary หัวที่ 7

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 7}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.003$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.04$$

4.1.1.4.3.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 8 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 8

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 7} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 7}$$

$$= 19.43 + 0.66$$

$$= 20.10$$

Pressure Summary หัวที่ 8

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 8}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.050$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.66$$

4.1.1.4.3.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 9 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 9

คำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}
 &\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 8 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 8} \\
 &= 9.62 + 0.04 \\
 &= 9.65
 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 9

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 9} \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.003 \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.04
 \end{aligned}$$

4.1.1.4.3.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 10

คำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}
 &\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 9 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 9} \\
 &= 9.65 + 0.04 \\
 &= 9.69
 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 10

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 10} \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.003 \\
 &\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.04
 \end{aligned}$$

4.1.1.4.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนไปถึงห้องปั๊มดับเพลิง

4.1.1.4.4.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 1

คำนวณได้จาก

$$\begin{aligned}
 &\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 1} \\
 &= 22.18
 \end{aligned}$$

อัตราการไหลของท่อเมนจุดที่ 1

$$Q = 71.33$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\
 &= (4.52 \times 71.33^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 2.467^{4.87}) \\
 &= 0.02
 \end{aligned}$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

การสูญเสียความดันในท่อ = 13.12×0.02

การสูญเสียความดันในท่อ = 0.28

4.1.1.4.4.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 2

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 1 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 1

$$= 22.18 + 0.28$$

$$= 22.46$$

อัตราการไหลของท่อเมนจุดที่ 2

Qท่อเมนจุดที่ 1 + Qท่อเมนจุดที่ 2

$$= 71.33 + 71.33$$

$$= 142.66$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 142.66^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 2.467^{4.87})$$

$$= 0.077$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 2

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

การสูญเสียความดันในท่อ = 13.12×0.077

การสูญเสียความดันในท่อ = 1.01

4.1.1.4.4.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 2 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 2

$$= 22.46 + 1.01$$

$$= 23.47$$

อัตราการไหลของท่อที่ 3

Qท่อเมนจุดที่ 2 + Qท่อเมนจุดที่ 3

$$= 142.66 + 14.82$$

$$= 157.48$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 157.48^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 3.067^{4.87})$$

$$= 0.032$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.032$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.42$$

4.1.1.4.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 4

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 4

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 3 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 3

$$= 23.47 + 0.42$$

$$= 23.89$$

อัตราการไหลของท่อเมนจุดที่ 4

$$= 157.48$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 157.48^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 3.067^{4.87})$$

$$= 0.032$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 4

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.032$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.42$$

4.1.1.4.4.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 5

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 5

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 4 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 4

$$= 23.89 + 0.60$$

$$= 24.30$$

อัตราการไหลของท่อถึงที่ 5

$$= 157.48$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 157.48^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 4.025^{4.87})$$

$$= 0.008$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 5

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 70.8 \times 0.008$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.60$$

4.1.1.4.4.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 6

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 6

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 5 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 5

$$= 24.30 + 0.60$$

$$= 24.90$$

อัตราการไหลของท่อเมนจุดที่ 6

$$= 157.48$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\
 &= (4.52 \times 157.48^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 6.066^{4.87}) \\
 &= 0.001
 \end{aligned}$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 6

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

การสูญเสียความดันในท่อ = 695×0.008

การสูญเสียความดันในท่อ = 0.08

ค่า ความดันรวม รวมทั้งหมด

$$= 24.90 + 0.08$$

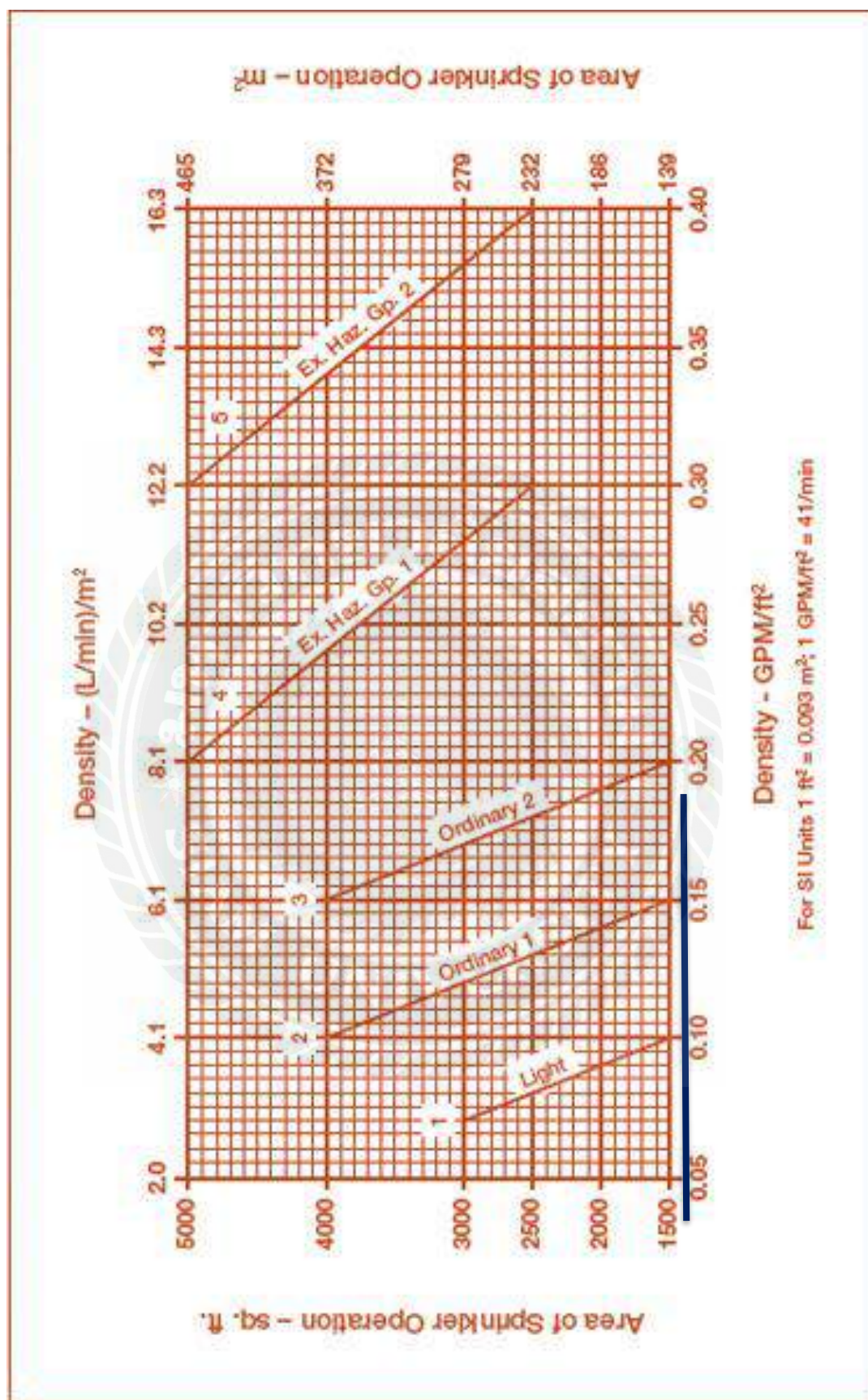
$$= 25.70$$

4.1.2 การคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติพื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลาง

ในการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติพื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลาง กลุ่มที่ 2 จะทำการคำนวณเหมือนกับวิธีคำนวณเดียวกันกับแบบ พื้นที่ที่ครอบครองอันตรายน้อยแต่จะมีวิธีที่ต่างกันคือ ในการคำนวณแบบพื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลางจะต้องทำการหารระยะความยาวต่อหัวกระจายน้ำทั้งแกน X และแกน Y โดยไม่ได้อิงจากแบบ

4.1.2.1 การคำนวณหาค่า Density ค่า Density

หาได้จากตาราง NFPA 13 SPRINKLER SYSTEM DESIGN DENSITY การคำนวณพื้นที่ที่ครอบครองอันตรายปานกลางกลุ่มที่ 2 (Ordinary Hazard) เลือกใช้ค่า Area of Sprinkler Operation – Sq.ft. ที่ 1500 และค่า Density – GPM/ft² ที่ 0.2



รูปที่ 4.5 ตารางกราฟ NFPA 13 SPRINKLER SYSTEM DESIGN DENSITY

(Ordinary Hazard Group 2)

4.1.2.2 การคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง

จากตารางที่ 2.6 พื้นที่ครอบคลุมต่อพื้นที่ที่โครงสร้าง กำหนดการออกแบบของระยะหัวกระจายน้ำดับเพลิงต่อพื้นที่ กำหนดพื้นที่ครอบคลุมอันตรายปานกลาง 12.1 ตารางเมตร หรือ 130 ตารางฟุต

$$\begin{aligned}\text{ระยะห่างระหว่างหัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติ} &= \text{แกน X} \times \text{แกน Y} \\ &= 3.00 \times 400\end{aligned}$$

$$\text{พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง} = 12 \text{ ตารางเมตร}$$

$$\text{หรือ} = 129.1 \text{ ตารางฟุต}$$

จากนั้นทำการคำนวณออกมาว่าจะต้องทำการคำนวณ หัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติจำนวนกี่หัว และหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ต่อถึง

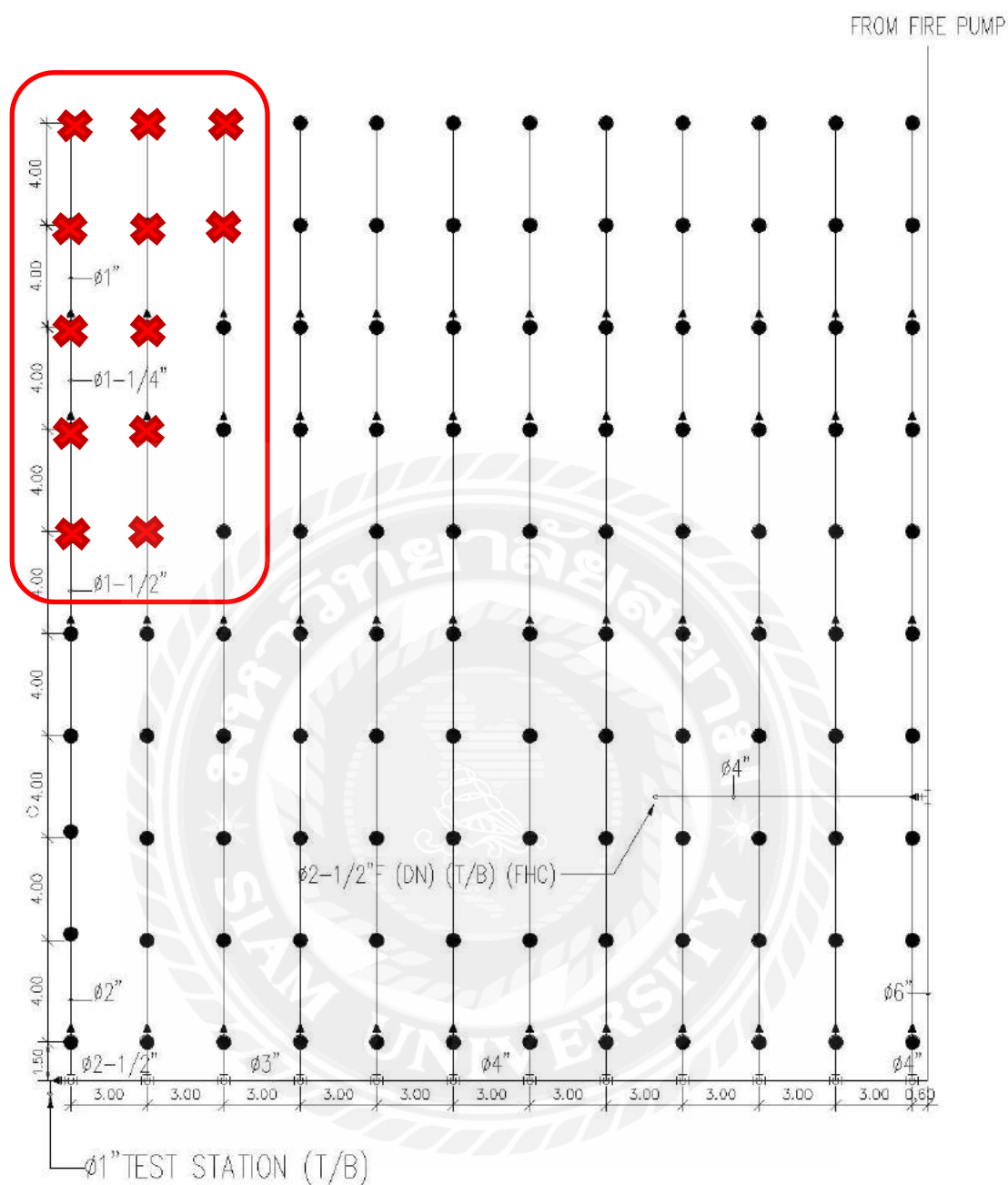
จากสูตร

$$\begin{aligned}\text{จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง} &= \text{Area of Sprinkler Operation} \div \text{พื้นที่ครอบคลุมต่อหัว} \\ &= 1500 \div 129.1 \\ &= 11.62 \text{ หัว}\end{aligned}$$

ให้ทำการปัดจำนวนหัวขึ้นเป็น 12 หัว

$$\begin{aligned}\text{จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงต่อห้อง} &= (1.2 \times \text{Area of Sprinkler Operation}^{0.5}) \div (\text{ระยะแกน} \\ &\quad \text{X} \times 3.28) \\ &= (1.2 \times 1500^{0.5}) \div (3 \times 3.28) \\ &= 4.72\end{aligned}$$

ให้ทำการปัดจำนวนต่อแยกขึ้นเป็น 5 หัวต่อห้อง



รูปที่ 4.6 แบบขยายหัวกระจายดับเพลิงอัตโนมัติที่ต้องการคำนวณ

แบบพื้นที่อันตรายปานกลางกลุ่มที่ 2

4.1.2.2.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อกิ่งที่ 1

4.1.2.2.1.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 กิ่งที่ 1

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00$$

อัตราการไหลของหัวที่ 1

$$Q = 5.6 \times \sqrt{7}$$

$$Q = 14.82 \text{ GPM}$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 14.82^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.07$$

Pressure Summary หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.07$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.2.2.1.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2 กิ่งที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 2 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 2

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00 + 1.02$$

$$= 8.02$$

อัตราการไหลของหัวที่ 2

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (8.02 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 15.86$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 1 + อัตราการไหลของหัวที่ 2 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 2

$$Q2 = 14.82 + 15.86$$

$$Q2 = 30.68$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 30.68^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.299$$

Pressure Summary หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 2

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.299$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.93$$

4.1.2.2.1.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 3 กิ่งที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 3 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 3

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 2 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 2

$$= 8.02 + 3.93$$

$$= 11.95$$

อัตราการไหลของหัวที่ 3

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (11.95 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 19.35$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 2 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 3

$$Q_3 = 30.68 + 19.35$$

$$Q_3 = 50.03$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_3^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 50.03^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.373^{4.87})$$

$$= 0.191$$

Pressure Summary หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 3

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.191$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.51$$

4.1.2.2.1.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 4 ถึงที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 4 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 4
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 3 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 3

$$= 11.95 + 2.51$$

$$= 14.46$$

อัตราการไหลของหัวที่ 4

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (14.46 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 21.30$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 3 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 4

$$Q_4 = 50.03 + 21.30$$

$$Q_4 = 70.33$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_4^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 71.33^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.621^{4.87})$$

$$= 0.164$$

Pressure Summary หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 4}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.164$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.16$$

4.1.2.2.1.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 5 ถึงที่ 1

ในตำแหน่งหัวที่ 4 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 5
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 4 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 4

$$= 14.46 + 2.16$$

$$= 16.62$$

อัตราการไหลของหัวที่ 5

$$\begin{aligned}\text{คำนวณได้จากสูตร } Q &= (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5} \\ &= (16.62 \times 5.6^2)^{0.5} \\ Q &= 22.83\end{aligned}$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 4 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 5

$$Q_5 = 71.33 + 22.83$$

$$Q_5 = 94.16$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}&= (4.52 \times Q_2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\ &= (4.52 \times 94.16^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.621^{4.87}) \\ &= 0.275\end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 5

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.275$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.60$$

4.1.2.2.1.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6 กิ่งที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 6

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 5 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 5

$$= 16.62 + 3.60$$

$$= 20.22$$

Pressure Summary หัวที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 6

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2.1.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 7 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 7

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 6 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 6

$$= 20.22 + 1.11$$

$$= 21.32$$

Pressure Summary หัวที่ 7

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ × การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 7

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2.1.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 8 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 8

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 7 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 7

$$= 21.32 + 1.11$$

$$= 22.43$$

Pressure Summary หัวที่ 8

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ × การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 8

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2.1.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 9 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 9

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 8 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 8

$$= 22.43 + 1.11$$

$$= 23.54$$

Pressure Summary หัวที่ 9

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ × การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 9

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

การสูญเสียความดันในท่อ = 1.11

4.1.2.2.1.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 1

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 10

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 9 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 9

$$= 23.54 + 1.11$$

$$= 24.64$$

Pressure Summary หัวที่ 10

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ × การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 10

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อถึงที่ 2

4.1.2.2.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 2

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00$$

อัตราการไหลของหัวที่ 1

$$Q = 5.6 \times \sqrt{7}$$

$$Q = 14.82 \text{ GPM}$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 14.82^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.07$$

Pressure Summary หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ × การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.07$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.2.2.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2 ถึงที่ 2

ในตำแหน่งหัวที่ 2 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 2
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00 + 1.02$$

$$= 8.02$$

อัตราการไหลของหัวที่ 2

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (8.02 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 15.86$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 1 + อัตราการไหลของหัวที่ 2 จะได้อัตราการไหลรวมที่
ตำแหน่งหัวที่ 2

$$Q_2 = 14.82 + 15.86$$

$$Q_2 = 30.68$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 30.68^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.299$$

Pressure Summary หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 2}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.299$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.93$$

4.1.2.2.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 3 ถึงที่ 2

ในตำแหน่งหัวที่ 3 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 3
คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 2 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 2

$$= 8.02 + 3.93$$

$$= 11.95$$

อัตราการไหลของหัวที่ 3

$$\begin{aligned}\text{คำนวณได้จากสูตร } Q &= (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5} \\ &= (11.95 \times 5.6^2)^{0.5} \\ Q &= 19.35\end{aligned}$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 2 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 3

$$Q3 = 30.68 + 19.35$$

$$Q3 = 50.03$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}&= (4.52 \times Q2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\ &= (4.52 \times 50.03^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.373^{4.87}) \\ &= 0.191\end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\text{การสูญเสียความดันในท่อ} &= \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 3} \\ \text{การสูญเสียความดันในท่อ} &= 13.12 \times 0.191 \\ \text{การสูญเสียความดันในท่อ} &= 2.51\end{aligned}$$

4.1.2.2.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 4 กิ่งที่ 2

ในตำแหน่งหัวที่ 4 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 4

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 3 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 3

$$= 11.95 + 2.51$$

$$= 14.46$$

อัตราการไหลของหัวที่ 4

$$\begin{aligned}\text{คำนวณได้จากสูตร } Q &= (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5} \\ &= (14.46 \times 5.6^2)^{0.5} \\ Q &= 21.30\end{aligned}$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 3 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 4

$$Q4 = 50.03 + 21.30$$

$$Q4 = 71.33$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned} &= (4.52 \times Q2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\ &= (4.52 \times 71.33^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.621^{4.87}) \\ &= 0.164 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 4

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.164$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 2.16$$

4.1.2.2.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 5 ถึงที่ 2

ในตำแหน่งหัวที่ 4 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 5

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 4 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 4

$$= 14.46 + 2.16$$

$$= 16.62$$

อัตราการไหลของหัวที่ 5

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (16.62 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 22.83$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 4 + อัตราการไหลของหัวที่ 3 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 5

$$Q5 = 71.33 + 22.83$$

$$Q5 = 94.16$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned} &= (4.52 \times Q2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\ &= (4.52 \times 94.16^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.621^{4.87}) \\ &= 0.275 \end{aligned}$$

Pressure Summary หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 5}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.275$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.60$$

4.1.2.2.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 6

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 5} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 5}$$

$$= 16.62 + 3.60$$

$$= 20.22$$

Pressure Summary หัวที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 6}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 7 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 7

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 6} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 6}$$

$$= 20.22 + 1.11$$

$$= 21.32$$

Pressure Summary หัวที่ 7

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 7}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 8 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 8

คำนวณได้จาก

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 7} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 7}$$

$$= 21.32 + 1.11$$

$$= 22.43$$

Pressure Summary หัวที่ 8

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 8

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 9 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 9

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 8 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 8

$$= 22.43 + 1.11$$

$$= 23.54$$

Pressure Summary หัวที่ 9

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 9

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.2.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 10

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 9 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 9

$$= 23.54 + 1.11$$

$$= 24.64$$

Pressure Summary หัวที่ 10

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 10

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.084$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.11$$

4.1.2.3.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อถึงที่ 3

4.1.2.2.3.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 3

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00$$

อัตราการไหลของหัวที่ 1

$$Q = 5.6 \times \sqrt{7}$$

$$Q = 14.82 \text{ GPM}$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 14.82^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.07$$

Pressure Summary หัวที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.07$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.2.2.3.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2 ถึงที่ 3

ในตำแหน่งหัวที่ 2 หาอัตราการไหลรวม (Q) และ ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 2

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 1 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 1

$$= 7.00 + 1.02$$

$$= 8.02$$

อัตราการไหลของหัวที่ 2

$$\text{คำนวณได้จากสูตร } Q = (\text{ความดันรวม} \times K^2)^{0.5}$$

$$= (8.02 \times 5.6^2)^{0.5}$$

$$Q = 15.86$$

ให้นำค่า อัตราการไหลของหัวที่ 1 + อัตราการไหลของหัวที่ 2 จะได้อัตราการไหลรวมที่ตำแหน่งหัวที่ 2

$$Q_2 = 14.82 + 15.86$$

$$Q_2 = 30.68$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q_2^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 30.68^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 1.040^{4.87})$$

$$= 0.299$$

Pressure Summary หัวที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 2}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.299$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 3.93$$

4.1.2.2.3.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 3 ถึงที่ 3

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 2} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 2}$$

$$= 8.02 + 3.93$$

$$= 11.95$$

Pressure Summary หัวที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 3}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.077$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.02$$

4.1.2.2.3.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 4 ถึงที่ 3

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 3} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 3}$$

$$= 11.95 + 1.02$$

$$= 12.97$$

Pressure Summary หัวที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 4}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.034$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.45$$

4.1.2.2.3.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 5 ถึงที่ 3

$$\text{ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 4} + \text{ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 4}$$

$$= 12.97 + 0.45$$

$$= 13.42$$

Pressure Summary หัวที่ 5

คำนวณได้จากสูตร

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = \text{ความยาวท่อ} \times \text{การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 5}$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.034$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.45$$

4.1.2.2.3.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 6

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 5 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 5

$$= 13.42 + 0.45$$

$$= 13.87$$

Pressure Summary หัวที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 6

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.011$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.14$$

4.1.2.2.3.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 7 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 7

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 6 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 6

$$= 13.87 + 0.14$$

$$= 14.01$$

Pressure Summary หัวที่ 7

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 7

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.011$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.14$$

4.1.2.2.3.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 8 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 8

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 7 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 7

$$= 14.01 + 0.011$$

$$= 14.15$$

Pressure Summary หัวที่ 8

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 8

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.011$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.14$$

4.1.2.2.3.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 9 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 9

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 8 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 8

$$= 14.15 + 0.14$$

$$= 14.29$$

Pressure Summary หัวที่ 9

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 9

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.011$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.14$$

4.1.2.2.3.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งที่ 10

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งหัวที่ 9 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งหัวที่ 9

$$= 14.29 + 0.14$$

$$= 14.43$$

Pressure Summary หัวที่ 10

คำนวณได้จากสูตร

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทานหัวที่ 10

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 13.12 \times 0.011$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.14$$

4.1.2.2.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนไปถึงห้องปั๊มดับเพลิง

4.1.2.2.4.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 1

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อถึงที่ 1

$$= 25.92$$

อัตราการไหลของท่อถึงที่ 1

$$Q = 94.16$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนที่ 1

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\
 &= (4.52 \times 94.16^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 2.467^{4.87}) \\
 &= 0.04
 \end{aligned}$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 1

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 9.84 \times 0.04$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.35$$

4.1.2.2.4.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 2

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 2

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 1 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 1

$$= 25.92 + 0.35$$

$$= 26.27$$

อัตราการไหลของท่อกิ่งที่ 2

Qท่อเมนจุดที่ 1 + Qท่อเมนจุดที่ 2

$$= 94.16 + 94.16$$

$$= 188.32$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 2

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\
 &= (4.52 \times 188.32^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 2.467^{4.87}) \\
 &= 0.128
 \end{aligned}$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 2

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 9.84 \times 0.128$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.26$$

4.1.2.2.4.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 3

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 2 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 2

$$= 26.27 + 1.26$$

$$= 27.53$$

อัตราการไหลของท่อถึงที่ 3

Qท่อเมนจุดที่ 2 + Qท่อเมนจุดที่ 3

$$= 188.32 + 30.68$$

$$= 219.00$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 219^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 3.067^{4.87})$$

$$= 0.059$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ × การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 9.84 \times 0.059$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.58$$

4.1.2.2.4.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 4

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 4

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 3 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 3

$$= 27.53 + 0.58$$

$$= 28.11$$

อัตราการไหลของท่อถึงที่ 4

$$= 219$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 3

คำนวณได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 &= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87}) \\
 &= (4.52 \times 219^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 3.067^{4.87}) \\
 &= 0.059
 \end{aligned}$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 4

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 9.84 \times 0.059$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 0.59$$

4.1.2.2.4.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 5

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 5

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 4 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 4

$$= 28.11 + 0.58$$

$$= 28.68$$

อัตราการไหลของท่อถึงที่ 5

$$= 219$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 4

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 219^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 4.025^{4.87})$$

$$= 0.016$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 5

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 80.7 \times 0.016$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.26$$

4.1.2.2.4.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 6

หาค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 6

คำนวณได้จาก

ค่า ความดันรวม ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 5 + ค่า การสูญเสียความดันในท่อ ของตำแหน่งท่อเมนจุดที่ 5

$$= 28.68 + 1.26$$

$$= 29.94$$

อัตราการไหลของท่อเมนจุดที่ 6

$$= 219$$

การสูญเสียแรงเสียดทาน (การสูญเสียแรงเสียดทาน) ท่อเมนจุดที่ 6

คำนวณได้จากสูตร

$$= (4.52 \times Q^{1.85}) \div (C^{1.85} \times ID^{4.87})$$

$$= (4.52 \times 219^{1.85}) \div (120^{1.85} \times 6.054^{4.87})$$

$$= 0.002$$

Pressure Summary ท่อเมนจุดที่ 6

คำนวณได้จากสูตรที่

การสูญเสียความดันในท่อ = ความยาวท่อ $\times$ การสูญเสียแรงเสียดทาน

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 695 \times 0.002$$

$$\text{การสูญเสียความดันในท่อ} = 1.49$$

ค่า ความดันรวม รวมทั้งหมด

$$= 29.94 + 1.49$$

$$= 31.43$$

4.2 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป Hydraulic Calculation

4.2.1 ผลการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป พื้นที่เครื่องกรองอันตรายน้อย

Hydraulic Calculation Sheet											
Light Hazard											
Density	=	0.1	gpm/sq.ft	Area Application	=	1500	Sq.ft.				
S	=	4	ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	4	เมตร	คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	8.71	หัว	
A	=	16	พื้นที่ที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	172.13	Sq.ft	หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	3.54		
Step	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fitting Equiv.	Friction	Pressure		Normal	Density	=	0.1
No.	and	gpm	Size	and Device	Loss PSI	Summary		Pressure	K	=	5.6
	Location		In.	Length	Foot				Min P	=	7 Psi
1	#1	BL-1	q	1"	Length	13.1	C	Pt	7.00	q	=
			Q		Fitting	0	120	Pe			
			14.82	1.040	Total	13.1	0.08	Pf	1.02		
2	#2		q	1"	Length	13.1	C	Pt	8.02		
			15.86		Fitting	0	120	Pe			

รูปที่ 4.2.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 1

2	#2	q	1"	Length	13.1	C	Pt	8.02											
		15.86		Fitting	0	120	Pe												
		30.68	1.040	Total	13.1	0.299	Pf	3.93											
3	#3	q	1-1/4"	Length	13.1	C	Pt	11.95											
		19.36		Fitting	0	120	Pe												
		50.04	1.373	Total	13.1	0.191	Pf	2.51											
4	#4	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	14.46											
		21.30		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	1.621	Total	13.1	0.164	Pf	2.16											
5	#5	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	16.62											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	1.621	Total	13.1	0.164	Pf	2.16											
6	#6	q	2"	Length	13.1	C	Pt	18.77											

รูปที่ 4.2.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 กิ่งที่ 1

6	#6	q	2"	Length	13.1	C	Pt	18.77											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.066	Total	13.1	0.050	Pf	0.66											
7	#7	q	2"	Length	13.1	C	Pt	19.43											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.066	Total	13.1	0.050	Pf	0.66											
8	#8	q	2"	Length	13.1	C	Pt	20.10											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.066	Total	13.1	0.050	Pf	0.66											
9	#9	q	2"	Length	13.1	C	Pt	20.76											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.066	Total	13.1	0.050	Pf	0.66											
10	#10	q	2"	Length	13.1	C	Pt	21.42											

รูปที่ 4.2.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 กิ่งที่ 1

10	#10	q	2"	Length	13.1	C	Pt	21.42											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.066	Total	13.1	0.050	Pf	0.66											
Main		q	2-1/2"	Length	4.92	C	Pt	22.08											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.467	Total	4.92	0.021	Pf	0.10											
							Pt	22.18											

รูปที่ 4.2.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 กิ่งที่ 1

Hydraulic Calculation Sheet											
Light Hazard											
Density	=	0.1	gpm/sq.ft	Area Application	=	1500	Sq.ft.				
S	=	4	ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	4	เมตร	คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	8.71	หัว	
A	=	16	พื้นที่ที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	172.13	Sq.ft	หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	3.54		
Step	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fitting	Equiv.	Friction	Pressure	Normal	Density	=	0.1
No.	and	gpm	Size	and Device	Pipe	Loss PSI	Summary	Pressure	K	=	5.6
	Location		In.		Length	Foot			Min P	=	7 Psi
1 #1	BL-2	q	1"		Length	13.1	C	Pt	7.00	q	=
		Q			Fitting	0	120	Pe			
		14.82	1.040		Total	13.1	0.08	Pf	1.02		
2 #2		q	1"		Length	13.1	C	Pt	8.02		
		15.86			Fitting	0	120	Pe			

รูปที่ 4.2.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 2

2 #2		q	1"		Length	13.1	C	Pt	8.02		
		15.86			Fitting	0	120	Pe			
		30.68	1.040		Total	13.1	0.299	Pf	3.93		
3 #3		q	1-1/4"		Length	13.1	C	Pt	11.95		
		19.36			Fitting	0	120	Pe			
		50.04	1.373		Total	13.1	0.191	Pf	2.51		
4 #4		q	1-1/2"		Length	13.1	C	Pt	14.46		
		21.30			Fitting	0	120	Pe			
		71.33	1.621		Total	13.1	0.164	Pf	2.16		
5 #5		q	1-1/2"		Length	13.1	C	Pt	16.62		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		71.33	1.621		Total	13.1	0.164	Pf	2.16		
6 #6		q	2"		Length	13.1	C	Pt	18.77		

รูปที่ 4.2.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 ถึงที่ 2

6 #6		q	2"		Length	13.1	C	Pt	18.77		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		71.33	2.066		Total	13.1	0.050	Pf	0.66		
7 #7		q	2"		Length	13.1	C	Pt	19.43		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		71.33	2.066		Total	13.1	0.050	Pf	0.66		
8 #8		q	2"		Length	13.1	C	Pt	20.10		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		71.33	2.066		Total	13.1	0.050	Pf	0.66		
9 #9		q	2"		Length	13.1	C	Pt	20.76		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		71.33	2.066		Total	13.1	0.050	Pf	0.66		
10 #10		q	2"		Length	13.1	C	Pt	21.42		

รูปที่ 4.2.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 ถึงที่ 2

10	#10	q	2"	Length	13.1	C	Pt	21.42											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.066	Total	13.1	0.050	Pf	0.66											
Main		q	2-1/2"	Length	4.92	C	Pt	22.08											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		71.33	2.467	Total	4.92	0.021	Pf	0.10											
							Pt	22.18											

รูปที่ 4.2.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 ถึงที่ 2

Hydraulic Calculation Sheet														
Light Hazard														
Density	=	0.1	gpm/sq.ft	Area Application	=	1500	Sq.ft.							
S	=	4	ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	4	เมตร	คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	8.71	หัว				
A	=	16	พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	172.13	Sq.ft.	หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	3.54					
Step	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fitting	Equiv.	Friction	Pressure	Normal	Density	=	0.1			
No.	and	gpm	Size	and Device	Pipe	Loss PSI	Summary	Pressure	K	=	5.6			
	Location		In.		Length	Foot			Min P	=	7	Psi		
1	#1	BL-3	q	1"	Length	13.1	C	Pt	7.00	q	=			
			Q		Fitting	0	120	Pe						
			14.82	1.040	Total	13.1	0.08	Pf	1.02					
2	#2		q	1"	Length	13.1	C	Pt	8.02					
			-		Fitting	0	120	Pe						

รูปที่ 4.2.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 3

2	#2	q	1"	Length	13.1	C	Pt	8.02											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		14.82	1.040	Total	13.1	0.078	Pf	1.02											
3	#3	q	1-1/4"	Length	13.1	C	Pt	9.04											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		14.82	1.373	Total	13.1	0.020	Pf	0.26											
4	#4	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	9.31											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		14.82	1.621	Total	13.1	0.009	Pf	0.12											
5	#5	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	9.43											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		14.82	1.621	Total	13.1	0.009	Pf	0.12											
6	#6	q	2"	Length	13.1	C	Pt	8.54											

รูปที่ 4.2.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 ถึงที่ 3

3 #3	q	3"	Length	13.1	C	Pt	23.46												
	14.82		Fitting	0	120	Pe													
	157.48	3.067	Total	13.1	0.032	Pf	0.42												
4 #4	q	3"	Length	13.1	C	Pt	23.88												
	-		Fitting	0	120	Pe													
	157.48	3.067	Total	13.1	0.032	Pf	0.42												
5 #5	q	4"	Length	70.8	C	Pt	24.30												
	-		Fitting	0	120	Pe													
	157.48	4.025	Total	70.8	0.008	Pf	0.60												
6 #6	q	6"	Length	695	C	Pt	24.90												
	-		Fitting	0	120	Pe													
	157.48	6.066	Total	695	0.001	Pf	0.80												
						Pt	25.70												

รูปที่ 4.2.14 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 3-6

4.2.1 ผลการคำนวณจากโปรแกรม Excel พื้นที่เครื่องกรองอันตรายปานกลางกลุ่ม 2

Hydraulic Calculation Sheet											
Ordinary Hazard Group 2											
Density	=	0.2	gpm/sq.ft	Area Application	=	1500	Sq.ft.				
S	=	3	ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	4	เมตร	คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	11.62	หัว	
A	=	12	พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	129.10	Sq.ft	หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	4.72		
Step	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fitting	Equiv.	Friction	Pressure	Normal	Density	=	0.2
No.	and	gpm	Size	and Device	Pipe	Loss PSI	Summary	Pressure	K	=	5.6
	Location		In.		Length	Foot			Min P	=	7 Psi
1 #1	BL-1	q	1"		Length	13.1	C	Pt	7.00	q	=
		Q			Fitting	0	120	Pe			
		14.82	1.040		Total	13.1	0.08	Pf	1.02		

รูปที่ 4.3.1 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 1

2 #2	q	1"	Length	13.1	C	Pt	8.02												
	15.86		Fitting	0	120	Pe													
	30.68	1.040	Total	13.1	0.299	Pf	3.93												
3 #3	q	1-1/4"	Length	13.1	C	Pt	11.95												
	19.36		Fitting	0	120	Pe													
	50.04	1.373	Total	13.1	0.191	Pf	2.51												
4 #4	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	14.46												
	21.30		Fitting	0	120	Pe													
	71.33	1.621	Total	13.1	0.164	Pf	2.16												
5 #5	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	16.62												
	22.83		Fitting	0	120	Pe													

รูปที่ 4.3.2 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 ถึงที่ 1

6	#6	q	2"	Length	13.1	C	Pt	20.22											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		94.16	2.066	Total	13.1	0.084	Pf	1.11											
7	#7	q	2"	Length	13.1	C	Pt	21.32											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		94.16	2.066	Total	13.1	0.084	Pf	1.11											
8	#8	q	2"	Length	13.1	C	Pt	22.43											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		94.16	2.066	Total	13.1	0.084	Pf	1.11											
9	#9	q	2"	Length	13.1	C	Pt	23.54											
		-		Fitting	0	120	Pe												

รูปที่ 4.3.3 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 กิ่งที่ 1

10	#10	q	2"	Length	13.1	C	Pt	24.64											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		94.16	2.066	Total	13.1	0.084	Pf	1.11											
Main		q	2-1/2"	Length	4.92	C	Pt	25.75											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		94.16	2.467	Total	4.92	0.036	Pf	0.17											
							Pt	25.92											

รูปที่ 4.3.4 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 กิ่งที่ 1

HyDraulic Calculation Sheet													
Ordinary Hazard Group 2													
Densit	=	0.2	gpm/sq.ft	Area Application	=	1500	Sq.ft.						
S	=	3	ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับ	=	4	เมตร	คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำ	=	11.62	หัว			
A	=	12	พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับ	=	129.10	Sq.ft	หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเฉลี่ย	=	4.72				
Step	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fittin	Equiv.	Friction	Pressure		Normal	Density	=	0.2	
No.	and	gpm	Size	and Device	Pipe	Loss PSI	Summary		Pressure	K	=	5.6	
	Location		In.		Length	Foot				Min P	=	7	Psi
1	#1	BL-2	q	1"	Length	13.1	C	Pt	7.00	q	=		
			Q		Fitting	0	120	Pe					
			14.82	1.040	Total	13.1	0.08	Pf	1.02				

รูปที่ 4.3.5 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 กิ่งที่ 2

2 #2	q	1"	Length	13.1	C	Pt	8.02												
		15.86	Fitting	0	120	Pe													
		30.68	Total	13.1	0.299	Pf	3.93												
3 #3	q	1-1/4"	Length	13.1	C	Pt	11.95												
		19.36	Fitting	0	120	Pe													
		50.04	Total	13.1	0.191	Pf	2.51												
4 #4	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	14.46												
		21.30	Fitting	0	120	Pe													
		71.33	Total	13.1	0.164	Pf	2.16												
5 #5	q	1-1/2"	Length	13.1	C	Pt	16.62												
		22.83	Fitting	0	120	Pe													
		94.16	Total	13.1	0.275	Pf	3.60												
6 #6	q	2"	Length	13.1	C	Pt	20.22												

รูปที่ 4.3.6 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 กิ่งที่ 2

6 #6	q	2"	Length	13.1	C	Pt	20.22												
		-	Fitting	0	120	Pe													
		94.16	Total	13.1	0.084	Pf	1.11												
7 #7	q	2"	Length	13.1	C	Pt	21.32												
		-	Fitting	0	120	Pe													
		94.16	Total	13.1	0.084	Pf	1.11												
8 #8	q	2"	Length	13.1	C	Pt	22.43												
		-	Fitting	0	120	Pe													
		94.16	Total	13.1	0.084	Pf	1.11												
9 #9	q	2"	Length	13.1	C	Pt	23.54												
		-	Fitting	0	120	Pe													
		94.16	Total	13.1	0.084	Pf	1.11												
10 #10	q	2"	Length	13.1	C	Pt	24.64												

รูปที่ 4.3.7 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 กิ่งที่ 2

10 #10	q	2"	Length	13.1	C	Pt	24.64												
		-	Fitting	0	120	Pe													
		94.16	Total	13.1	0.084	Pf	1.11												
Main	q	2-1/2"	Length	4.92	C	Pt	25.75												
		-	Fitting	0	120	Pe													
		94.16	Total	4.92	0.036	Pf	0.17												
						Pt	25.92												

รูปที่ 4.3.8 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 กิ่งที่ 2

Hydraulic Calculation Sheet											
Ordinary Hazard Group 2											
Density	=	0.2	gpm/sq.ft	Area Application	=	1500	Sq.ft.				
S	=	3	ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับ	=	4	เมตร	คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำ	=	11.62	หัว	
A	=	12	พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับ	=	129.10	Sq.ft	หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพื่	=	4.72		
Step	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fittin	Equiv.	Friction	Pressure	Normal	Density	=	0.2
No.	and	gpm	Size	and Devic	Pipe	Loss PSI	Summary	Pressure	K	=	5.6
	Location		In.		Length	Foot			Min P	=	7 Psi
1	#1	q	1"		Length	13.1	C	Pt	7.00		
		Q			Fitting	0	120	Pe			
		14.82	1.040		Total	13.1	0.08	Pf	1.02		

รูปที่ 4.3.9 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 1 ถึงที่ 3

2	#2	q	1"		Length	13.1	C	Pt	8.02		
		15.86			Fitting	0	120	Pe			
		30.68	1.040		Total	13.1	0.299	Pf	3.93		
3	#3	q	1-1/4"		Length	13.1	C	Pt	11.95		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		30.68	1.373		Total	13.1	0.077	Pf	1.02		
4	#4	q	1-1/2"		Length	13.1	C	Pt	12.97		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		30.68	1.621		Total	13.1	0.034	Pf	0.45		
5	#5	q	1-1/2"		Length	13.1	C	Pt	13.42		
		-			Fitting	0	120	Pe			

รูปที่ 4.3.10 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 2-5 ถึงที่ 3

6	#6	q	2"		Length	13.1	C	Pt	13.87		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		30.68	2.066		Total	13.1	0.011	Pf	0.14		
7	#7	q	2"		Length	13.1	C	Pt	14.01		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		30.68	2.066		Total	13.1	0.011	Pf	0.14		
8	#8	q	2"		Length	13.1	C	Pt	14.15		
		-			Fitting	0	120	Pe			
		30.68	2.066		Total	13.1	0.011	Pf	0.14		
9	#9	q	2"		Length	13.1	C	Pt	14.29		
		-			Fitting	0	120	Pe			

รูปที่ 4.3.11 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 6-9 ถึงที่ 3

10	#10	q	2"	Length	13.1	C	Pt	14.43											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		30.68	2.066	Total	13.1	0.011	Pf	0.14											
Main		q	2-1/2"	Length	4.92	C	Pt	14.57											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		30.68	2.467	Total	4.92	0.004	Pf	0.02											
							Pt	14.59											

รูปที่ 4.3.12 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ตำแหน่งหัวที่ 10 กิ่งที่ 3

Hydraulic Calculation Sheet											
Ordinary Hazard Group 2											
Density	=	0.2	gpm/sq.ft	Area Application	=	1500	Sq.ft.				
S	=	3	ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	4	เมตร	คำนวณหาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	11.62	หัว	
A	=	12	พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง	=	129.10	Sq.ft	หาจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงต่อ B	=	4.72		
Step	Nozzle Ident	Flow in	Pipe	Pipe Fitting	Equiv.	Friction	Pressure	Normal	Density	=	0.2
No.	and	gpm	Size	and Devices	Pipe	Loss PSI	Summary	Pressure	K	=	5.6
	Location		In.		Length	Foot			Min P	=	25.92 Psi
1	#1	MAIN	q	2-1/2"	Length	9.84	C	Pt	25.92	q	=
			Q		Fitting	0	120	Pe			
			94.16	2.467	Total	9.84	0.04	Pf	0.35		
2	#2		q	2-1/2"	Length	9.84	C	Pt	26.27		
			94.16		Fitting	0	120	Pe			
			188.32	2.467	Total	9.84	0.128	Pf	1.26		

รูปที่ 4.3.13 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 1-2

3	#3	q	3"	Length	9.84	C	Pt	27.53											
		30.68		Fitting	0	120	Pe												
		219.00	3.067	Total	9.84	0.059	Pf	0.58											
4	#4	q	3"	Length	9.84	C	Pt	28.11											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		219.00	3.067	Total	9.84	0.059	Pf	0.58											
5	#5	q	4"	Length	80.7	C	Pt	28.68											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		219.00	4.025	Total	80.7	0.016	Pf	1.26											
6	#6	q	6"	Length	695	C	Pt	29.94											
		-		Fitting	0	120	Pe												
		219.00	6.054	Total	695	0.002	Pf	1.49											
							Pt	31.43											

รูปที่ 4.3.14 การคำนวณหา การสูญเสียแรงเสียดทาน ท่อเมนจุดที่ 3-6

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การจัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อศึกษาการคำนวณหาอัตราการไหลแล้วแรงเสียดทานในท่อ เพื่อการออกแบบและตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

1. การคำนวณเพื่อตรวจสอบการออกแบบของทางโครงการ การคำนวณแบบพื้นที่ป้องกันอันตรายน้อย (Light Hazard)

5.1.1 ผลการคำนวณแบบอันตรายน้อย (Light Hazard)

ตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณแบบอันตรายน้อย (Light Hazard)

อันตรายน้อย (Light Hazard)			
ท่อถึง	อัตราการไหล (GPM)	แรงเสียดทานในท่อ (PSI)	แรงดันรวมในท่อ (PSI)
1	71.33	-	22.18
2	71.33	-	22.18
3	14.82	-	9.73
ท่อเมน	อัตราการไหล (GPM)	แรงเสียดทานในท่อ (PSI)	แรงดันรวมในท่อ (PSI)
2-1/2"	71.33	0.28	22.18
2-1/2"	142.66	1.01	22.46
3"	157.48	0.42	23.46
3"	-	0.42	23.88
4"	-	0.60	24.30
6"	-	0.80	24.90
	157.48	0.001	25.70

สรุปเรื่องการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบพื้นที่อันตรายน้อย (Light Hazard) จากการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติพื้นที่อันตรายน้อย เพื่อหาขนาดของปั๊ม อัตราการไหลที่ได้ 157.48 GPM และแรงดันรวมในท่อ 25.70 PSI

5.1.2 ผลการคำนวณแบบอันตรายปานกลางกลุ่ม 2 (Ordinary Hazard Group 2)

ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณแบบอันตรายปานกลางกลุ่ม 2 (Ordinary Hazard Group 2)

อันตรายปานกลางกลุ่ม 2 (Ordinary Hazard Group 2)			
ท้องถิ่น	อัตราการไหล (GPM)	แรงเฉื่อยทานในท่อ (PSI)	แรงดันรวมในท่อ (PSI)
1	94.16	-	25.92
2	94.16	-	25.92
3	30.68	-	14.59
ท่อเมน	อัตราการไหล (GPM)	แรงเฉื่อยทานในท่อ (PSI)	แรงดันรวมในท่อ (PSI)
2-1/2"	94.16	0.35	25.92
2-1/2"	188.32	1.26	26.27
3"	219	0.58	27.53
3"	-	0.58	28.11
4"	-	1.26	28.68
6"	-	1.49	29.94
	219	0.002	31.43

สรุปผลการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบพื้นที่อันตรายปานกลางกลุ่ม 2 (Ordinary Hazard Group 2) เพื่อหาขนาดของปั๊ม อัตราการไหลที่ได้ 219 GPM และแรงดันรวมในท่อ 31.43 PSI

ตารางที่ 5.3 ผลการคำนวณจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ

ประเภทพื้นที่ ครอบครอง	หัวกระจายน้ำ ดับเพลิง โซน 1	หัวกระจายน้ำ ดับเพลิง โซน 2	หัวกระจายน้ำ ดับเพลิง โซน 3	หัวกระจายน้ำ ดับเพลิง โซน 4	หัวกระจายน้ำ ดับเพลิง รวม
อันตรายน้อย	243	243	243	243	972
อันตรายปานกลางกลุ่ม 2	324	324	324	324	1296

ตารางที่ 5.4 สรุปราคาและปริมาณวัสดุ

ประเภทพื้นที่ที่ครอบครอง	อันตรายน้อย	ราคา	อันตรายปานกลาง กลุ่ม 2	ราคา
หัวกระจายน้ำดับเพลิง	972หัว	184,680	1296หัว	246,240
ท่อ 1 นิ้ว	1152เมตร	426,240	1536เมตร	568,320
ท่อ 1-1/4 นิ้ว	576เมตร	292,032	765เมตร	387,855
ท่อ 1-1/2 นิ้ว	1100เมตร	647,900	840เมตร	494,760
ท่อ 2 นิ้ว	1320เมตร	1,058,640	1456เมตร	1,167,712
ท่อ 2-1/2 นิ้ว	279เมตร	354,330	384เมตร	487,680
ท่อ 3 นิ้ว	160เมตร	263,360	72เมตร	118,512
ท่อ 4 นิ้ว	277เมตร	658,429	504เมตร	1,198,008
ท่อ 6 นิ้ว	635เมตร	2,602,865	688เมตร	2,820,112
ข้อต่อท่อ	550ตัว	154,000	625ตัว	175,000
สีทาท่อ	198ลิตร	403,703	252ลิตร	444,109
อุปกรณ์รองรับแขนท่อ	1375ตัว	32,568	1562ตัว	37,488
อุปกรณ์ป้องกันพื้	1เหมา	100,000	1เหมา	100,000
ค่าเช่ารถกระเช้าในการทำงาน	5คัน	1,200,000	5คัน	1,200,000
ค่าแรงในการทำงาน	1เหมา	2,000,00	1เหมา	2,500,00
รวม	8,378,747 บาท		9,445,796 บาท	

สรุปเรื่องการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติทั้ง 2 แบบ

จากการคำนวณหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติทั้งสองแบบจะเห็นได้ว่าถ้าโครงการมีการออกแบบหัวกระจายน้ำแบบพื้นที่ปานกลางกลุ่ม 2 ที่ถูกต้องตามมาตรฐานระบบความปลอดภัยในอาคารจะมีพื้นที่ครอบคลุมของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่มากขึ้นจากตามแบบประกอบการติดตั้งที่มี 243 หัวต่อโซนและถ้าออกแบบแบบพื้นที่ปานกลางกลุ่ม 2 จะมีหัวกระจายน้ำ 324 หัวต่อโซน

จากผลสรุปจะแสดงให้เห็นว่าการออกแบบแบบพื้นที่อันตรายปานกลางกลุ่มที่ 2 จะมีจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติที่มากกว่าและจะมีค่าใช้จ่ายมากกว่าการออกแบบแบบพื้นที่อันตรายน้อยอยู่ที่ราคา 1,067,049 บาทแต่จะได้การกระจายน้ำของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติที่มากกว่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาข้อมูลของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ชนิด K-Factor 8 เพื่อให้เหมาะสมกับการออกแบบคลังอาคารสินค้า
2. ควรคำนวณตู้ดับเพลิงเพิ่มเข้าไปจะได้อัตราการไหลและแรงดันรวมที่ใช้ในท่อเพื่อให้ข้อมูลสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- ปรีดา หล๊ะ. (2557). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างตารางคำนวณ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2. สารนิพนธ์หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่. สงขลา.
- มาตรฐานการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย ของ NFPA (National Fire Protection Association). (2558). มาตรฐานการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย ของ NFPA (*National Fire Protection Association*), 25 พฤศจิกายน 2560. <http://wittawat72.blogspot.com/2015/03/nfpanational-fire-protection.html>
- วริทธิ์ อิงภากรณ์. (2541). การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา

5811100023

ชื่อ-นามสกุล

นาย ปันท์ธร สระทองแพ

อีเมล

Puntorn.sra@siam.edu

เบอร์โทรศัพท์

094-349-6660

คณะ

วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา

วิศวกรรมเครื่องกล

ที่อยู่

66 ซอย ศิริเกษม1 ถนน ศิริเกษม หมู่บ้านเศรษฐกิจ แขวงบางไผ่ เขตบางแค
กรุงเทพมหานคร 10160

ผลงาน

การตรวจสอบและปรับปรุงข้อผิดพลาดในระบบท่อดับเพลิง กรณีบริษัท
ไฟโอเนียร์ โลจิสติกส์ จำกัด