ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย — **สาขา**

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา — **ภาควิชา**

เรื่อง โปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้า

A Program of Automatic Warehouse Sprinkler System Design

นามผู้วิจัย นายวิญญู สมสะอาด

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์มนตรี ธำรงพิรุณ, D.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณัฐศักดิ์ บุญมี, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์สุรชัย รดาการ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

โปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้า

A Program of Automatic Warehouse Sprinkler System Design

โดย

นายวิญญู สมสะอาด

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิญญู สมสะอาด 2553: โปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้า ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย) สาขาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์มนตรี ธำรงพิรุณ, วศ.ด. 220 หน้า

การเกิดอัคคีภัยภายในอาคารคลังสินค้า มีความรุนแรงและเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่าอาคารทั่วไป การป้องกันโดยการออกแบบระบบดับเพลิง สำหรับอาคารคลังสินค้าตามมาตรฐาน NFPA 13 chapter 12 ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบและกลไกการดับเพลิงอย่างละเอียด ถึงแม้จะมีความชำนาญในการออกแบบก็อาจเกิดความผิดพลาดได้ง่าย ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษารายละเอียดขั้นตอน วิธีการในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Visual Basic 2008 เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยทั่วไป

ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการป้อนข้อมูลเบื้องต้นที่จำเป็นในการออกแบบ เช่น ประเภทของคลังสินค้า ความยาวท่อ ระยะความสูงต่างระดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ปริมาณความหนาแน่นของน้ำ และ ค่า K Factor ของหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ เพื่อให้โปรแกรมทำกาประมวลผลหาค่า Friction loss, Elevation loss, Total pressure summary และ Minimum system flow require นอกจากนี้แล้ว ผู้ใช้โปรแกรมยังสามารถปรับเปลี่ยนค่าข้อมูลออกแบบเบื้องต้นที่ป้อนเข้าไปเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลลัพธ์ โปรแกรมจะประมวลผลให้โดยไม่ต้องเริ่มคำนวณใหม่ทั้งระบบ ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วและลดการเกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการคำนวณ

ผู้ใช้โปรแกรมสามารถนำผลลัพธ์สุดท้ายจากการประมวลผลของโปรแกรมในแต่ละชุดข้อมูลการออกแบบเบื้องต้นมาเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย ตลอดจนเปรียบเทียบราคา เพื่อเลือกท่อน้ำดับเพลิง และปั๊มน้ำดับเพลิงได้อย่างถูกต้องตามหลักการออกแบบและราคาที่สมเหตุผล

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Winyoo Somsaard 2010: A Program of Automatic Warehouse Sprinkler System. Master of Engineering (Fire Protection Engineering), Major Field: Fire Protection Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Montri Thamrongphiroon, D.Eng. 220 pages.

In case of fire occurring in a warehouse, it is violent and very fast. The design in NFPA13 chapter 12 Standard for the Installation of Sprinkler Systems requires many steps and complicated specifications that make mistakes. The steps of calculation and details were studied to develop this program with Visual Basic 2008 for personal computer.

The users have to input designed data such as commodity type, pipe length, pipe size, pipe type and sprinkler K factor. Program operated to choose basic designed data for calculation of friction loss, elevation loss, total pressure requirement and minimum system flow requirement. Moreover, the users can change the basic design data to compare and analyst the results. Program compute without starting input data from the first step. This computer program were more convenience and faster than the manual calculation.

The computer program was able to compile the results on the given water density application. Accordingly, the users could select the optimal size of water pipe and fire pump.

_____ _____ __ / __ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.มนตรี ธำรงพิรุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผศ.ดร.ณัฐศักดิ์ บุญมี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และ รศ.ดร.สุรชัย รดาการ ประธานโครงการเปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย ภาคพิเศษ ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย รวมทั้งตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์โครงการเปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย ภาคพิเศษ ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน และมอบความรู้อันเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการเปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย ภาคพิเศษ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ

ด้วยความดี หรือประโยชน์อันเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

วิญญู สมสะอาด

เมษายน 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	71
อุปกรณ์	71
วิธีการ	71
ผลและวิจารณ์	88
ผล	88
วิจารณ์	128
สรุปและข้อเสนอแนะ	129
สรุป	129
ข้อเสนอแนะ	129
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	130
ภาคผนวก	131
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานโปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้าด้วยโปรแกรม Visual Basic 2008	132
ภาคผนวก ข Flow Chart รายละเอียดโปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้าด้วยโปรแกรม Visual Basic 2008	168
ภาคผนวก ค Source Code โปรแกรมการออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้าด้วยโปรแกรม Visual Basic 2008	175

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง การแบ่งประเภทของสินค้าที่จัดเก็บในอาคารคลังสินค้า 197
ภาคผนวก จ ตารางค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ 214
ประวัติการศึกษา และการทำงาน 220

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	5
2	ตารางแสดงขนาดท่อและอุปกรณ์ท่อสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขนาดต่าง ๆ	6
3	ตารางระบบท่อยืนประเภทต่างๆ	23
4	ตารางขนาดและการจัดระบบท่อยืน	27
5	ตารางท่อสำหรับหาขนาดท่อของระบบท่อยืนหรือท่อเมน	29
6	ตารางมาตรฐานของข้อต่อท่อน้ำ	35
7	ตารางมาตรฐานของวัสดุข้อต่อท่อน้ำ	36
8	ตารางอัตราการไหลของน้ำในการล้างท่อ	39
9	ตารางอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการล้างท่อ	46
10	การเลือกอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating)ของหัวกระจายน้ำดับเพลิง	64
11	Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 8 นิ้ว และ Water application density 0.45 gpm/sq.ft	104
12	Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 8 นิ้ว และ Water application density 0.35 gpm/sq.ft	106
13	Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 8 นิ้ว และ Water application density 0.25 gpm/sq.ft	108
14	Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 6 นิ้ว และ Water application density 0.45 gpm/sq.ft	110
15	Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 6 นิ้ว และ Water application density 0.35 gpm/sq.ft	112
16	Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 6 นิ้ว และ Water application density 0.25 gpm/sq.ft	114
17	อัตราการไหลและความดันสูญเสียเมื่อเปลี่ยนขนาดท่อและ Water application density	116
18	Fire pump capacity	117

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ผลการคำนวณด้วยมือ	120

ตารางผนวกที่

จ1	Hazen-Williams C Values	215
จ2	Control Mode Density-Area Protection of Indoor Storage of Idle Wood Pallets	215
จ3	Hose Stream Demand and Water Supply Duration Requirements	216
จ4	การจัดระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิง	216
จ5	Water Density	217
จ6	ค่า Steel Pipe Dimensions	218

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)	9
2	เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) โดย Plot ในกราฟ Semi-log ซึ่งจะได้ Pump Curve ออกมาเป็นเส้นตรง	10
3	เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำและคุณสมบัติของระบบ	11
4	แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอนชนิดติดตั้งอยู่กับที่	18
5	แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนตั้ง	19
6	Wet pipe sprinkler system	47
7	Dry pipe sprinkler system	47
8	การจัดวางหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติแบบ Tree	48
9	แสดงท่อที่สำคัญในระบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ	50
10	แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ	51
11	Double-Row Racks With Solid Shelves	51
12	Double-Row Racks With Slatted Shelves	52
13	Double-Row Racks Without Solid or Slatted Shelves	52
14	Automatic Storage-Type Rack	53
15	Multiple-Row Rack to Be Served by a Reach Truck	53
16	Flow-Through Pallet Rack	54
17	Drive-In Rack — Two or More Pallets Deep (Fork Truck Drives into the Rack to Deposit and Withdraw Loads in the Depth of the Rack).	55
18	Movable Rack	55
19	Flow-Through Racks (Top) and Portable Racks (Bottom)	56
20	Cantilever Rack	57
21	ตัวอย่างชั้นวางของ (Rack Storage) ในอาคารคลังสินค้า	58
22	ส่วนประกอบหัวกระจายน้ำดับเพลิง	64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหงายขึ้น	65
24	หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดคว่ำลง	65
25	Obstructions to Sprinkler Discharge Pattern Development for Standard Upright or Pendent Spray Sprinklers	66
26	Gridded Sprinkler System	66
27	Looped Sprinkler System	67
28	ตัวอย่าง Summary sheet ในการคำนวณ Hydraulic calculation	69
29	Miscellaneous Storage and Commodity Classes I through IV Storage 12 ft (3.7 m) or Less in Height — Design Curves	73
30	Sprinkler system diagram	76
31	แสดงเฉพาะท่อหลัก Cross Main ทั้งหมดในบริเวณอาคารคลังสินค้า	77
32	Plan View ของการวางตำแหน่งท่อน้ำดับเพลิงและหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ	78
33	ภาพ Side View ของอาคารคลังสินค้าและการเดินท่อน้ำดับเพลิงและหัวกระจายน้ำ	79
34	ภาพขยายบริเวณ Area of Operation ในบริเวณ Most Water Demand Area ซึ่งไกลจาก Pump House ที่สุด และตำแหน่งการวางหัวกระจายน้ำอัตโนมัติที่นำมาใช้คำนวณ Hydraulic Calculation	80
35	การวางหัวกระจายน้ำอัตโนมัติในชั้นวางสินค้า (Rack Storage) แบบซ้อนสองชั้น (Two Piles Rack Storage)	81
36	ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ (Fire Hose Cabinet)	81
37	Pump house	82
38	หน้าจอต้อนรับเข้าสู่การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม	88
39	หน้าจอการใส่ข้อมูลหลักเพื่อให้โปรแกรมรับค่าไปใช้ประกอบการประมวลผล	89
40	แสดง Function การค้นหาโปรเจคที่เคยสร้างไว้	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
41	หน้าต่างการคำนวณและแสดงผลย่อยของโปรแกรม (คำนวณ Water demand สำหรับ Rack storage	91
42	หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class I -Nonencapsulated Commodities	92
43	หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class I I-Nonencapsulated Commodities	93
44	หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class III-Nonencapsulated Commodities	94
45	หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class IV-Nonencapsulated Commodities	95
46	หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class I and II-Encapsulated Commodities	96
47	หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class III-Encapsulated Commodities	97
48	หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class IV-Encapsulated Commodities	98
49	หน้าต่างแสดงกราฟที่ใช้สำหรับปรับค่า Water density application เมื่อความสูงของ Storage เปลี่ยนไปจาก 20 ฟุต สำหรับ Commodities Stored on Racks	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
50	กราฟสำหรับเลือกค่า CMDA ในการออกแบบสำหรับ High Temperature–Rated Sprinklers ที่ความสูงของ Rack Storage 20 ft	100
51	กราฟสำหรับเลือกค่า CMDA ในการออกแบบสำหรับ Ordinary Temperature–Rated Sprinklers ที่ความสูงของ Rack Storage 20 ft	101
52	หน้าต่างแสดงกราฟที่ใช้สำหรับปรับค่า Water density application เมื่อความสูงของ Storage เปลี่ยนไปจาก 20 ฟุต สำหรับ Ordinary และ High Temperature–Rated Sprinklers	102
53	หน้าต่างการคำนวณและแสดงผลหลักของโปรแกรม	103
54	ตัวอย่าง Pump curve จากผู้ผลิต	118
55	Pump curve และ System Curve ที่ขนาดท่อ Main และ Water application density ต่างกัน	119

ภาพผนวกที่		หน้า
ข1	Calculation Flow Chart-1 (Create Project Tab)	169
ข2	Calculation Flow Chart-2 (Branch Line in Main Calculation Tab)	170
ข3	Calculation Flow Chart-3 (Main Calculation Tab)	171
ข4	Calculation Flow Chart-4 (Sheet 2 of Main Calculation Tab)	172
ข5	Calculation Flow Chart-5 (Process Rack Calculation Tab)	173
ข6	Calculation Flow Chart-6 (Process Rack Adjust Flow Calculation Tab)	174

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A_S	=	พื้นที่ปกป้องต่อหนึ่งหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ (sq.ft.)
BSP.	=	ท่อเหล็กดำ (Black steel pipe)
C	=	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของท่อแต่ละชนิด
d	=	ปริมาณความหนาแน่นของน้ำต่อพื้นที่ (gpm/sq.ft.)
D	=	เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ (inches)
F	=	ความยาวสัมบูรณ์รวมจากอุปกรณ์ประกอบท่อ (ft.)
K	=	ค่าคงที่ของหัวกระจายน้ำดับเพลิง
No. of	=	จำนวนของ
L	=	ความยาวท่อ (ft.)
Pe	=	แรงดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากความต่างระดับ (Psi)
Pf	=	แรงดันสูญเสีย (Psi)
Pt	=	แรงดันรวม (Psi)
Q	=	อัตราการไหล (gpm)
SPK.	=	หัวกระจายน้ำดับเพลิง
T	=	ความยาวท่อรวม (ft.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ สำหรับอาคารคลังสินค้า

A Program of Automatic Warehouse Sprinkler System Design

คำนำ

ปัจจุบันอาคารคลังสินค้าได้มีการก่อสร้างอย่างมากมายตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือคลังสินค้ามีการเก็บสินค้าหรือวัตถุดิบเพื่อการผลิต โดยวัตถุดิบเหล่านั้นจะประกอบด้วย ไม้ กระดาษ และพลาสติก ซึ่งจะเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีและเก็บรวมกันปริมาณมาก และบางพื้นที่เก็บรวมกันหลากหลายชนิด เนื่องด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่และความสะดวกในการแยกเก็บสินค้าให้เป็นหมวดหมู่จึงนิยมใช้ชั้นวางสินค้าในการเก็บสินค้าหรือวัตถุดิบ การเก็บสินค้าในลักษณะดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยสูง หากเกิดอัคคีภัยขึ้นก็ยากแก่การควบคุมและเกิดผลกระทบอย่างรุนแรง อย่างไรก็ตาม หนึ่งในวิธีการลดความเสี่ยงนั้นสามารถทำได้โดยการติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ซึ่งการออกแบบและติดตั้งระบบดับเพลิงด้วยน้ำสำหรับอาคารคลังสินค้ามีข้อกำหนดพิเศษที่แตกต่างจากอาคารทั่วไปอันเนื่องมาจากผลกระทบจากการเกิดอัคคีภัยต่ออาคารประเภทนี้รุนแรงกว่าอาคารทั่วไป ในการออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้า มีปัจจัยต่างๆ มากมายที่ต้องคำนึงถึง เช่น ประเภทของสินค้า ประเภทของอาคาร ประเภทของชั้นวางสินค้าในอาคาร แต่ปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ประสิทธิภาพในการใช้งานของระบบที่ได้ออกแบบไป ในบางครั้งอาจมีข้อจำกัดในการออกแบบ เช่นพื้นที่ ความสูงในแต่ละชั้นของชั้นวางสินค้า ระยะห่างจากชั้นวางสินค้าชั้นบนถึงเพดาน เป็นต้น ซึ่งปัจจัยต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมีผลต่อการเลือกใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงและประสิทธิภาพของระบบที่ออกแบบ

เนื่องจากมีข้อกำหนดพิเศษในการออกแบบระบบกระจายน้ำที่แตกต่างจากอาคารทั่วไป และมีหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการออกแบบ จึงอาจใช้เวลานานในการออกแบบและอาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ หากมีโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถช่วยให้การออกแบบมีความถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ก็จะช่วยให้ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายในการออกแบบได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนั้น โครงการวิทยานิพนธ์นี้จึงจัดเตรียมขึ้นเพื่อสร้างโปรแกรมช่วยออกแบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำหรับอาคารคลังสินค้า เพื่อประโยชน์ในการออกแบบระบบดังกล่าวให้มีความสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

เพื่อช่วยให้การออกแบบระบบกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติในอาคารคลังสินค้าทำได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจาก Visual Basic 2008

ขอบเขตของการวิจัย

ใช้โปรแกรม Visual Basic 2008 สร้างโปรแกรมช่วยออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

สำหรับการออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะใช้มาตรฐาน NFPA 13 (National Fire Protection Association) ซึ่งมีข้อกำหนดและมาตรฐานการออกแบบไว้

มาตรฐาน NFPA (National Fire Protection Association)

เป็นมาตรฐานสากล ที่ว่าด้วยระบบดับเพลิงและความปลอดภัยที่นิยมใช้กันมากที่สุด แม้แต่ในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร หรือข้อบังคับว่าด้วยระบบดับเพลิงและความปลอดภัยของไทย ที่ใช้มาตรฐาน NFPA อ้างอิง ซึ่งที่มาเริ่มที่ประเทศสหรัฐอเมริกา มาจากกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญและหน่วยงานสาขาต่าง ๆ ด้านระบบดับเพลิงและความปลอดภัย ระดมความคิดจากประสบการณ์จริงที่เกิดขึ้น สร้างเป็นกฎข้อบังคับขึ้นมาและมีการปรับปรุงแก้ไขทุกปีให้ทันกับเหตุการณ์ที่เกิดในยุคปัจจุบัน ซึ่งตามมาตรฐาน NFPA จะครอบคลุมไปทุก ๆ เรื่องที่เกี่ยวกับระบบดับเพลิงและความปลอดภัย โดยจะแจกแจงไปตามหมายเลขรหัสของ NFPA (NFPA Code Number) ซึ่งมาตรฐาน NFPA (National Fire Protection Association) หมายเลข 13 เป็นมาตรฐานที่ว่าด้วยระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับระบบป้องกันอัคคีภัย (Standard for theInstallation of Sprinkler Systems) จะเป็นมาตรฐานที่ตรงกับการวิจัยนี้ โดยมาตรฐานนี้จะกำหนดความต้องการขั้นต่ำที่ใช้ในการออกแบบติดตั้งและการตรวจรับระบบของระบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ

หัวข้อสำคัญที่ต้องคำนึงถึงโดยทั่วไปในการออกแบบระบบดับเพลิงด้วยน้ำประกอบด้วย

- หัวจ่ายน้ำดับเพลิงชนิด ESFR (Early Suppression Fast Response)
- หัวจ่ายน้ำดับเพลิงชนิด Large drop
- ค่า K ของ Sprinkler
- Temperature rating
- Commodity classification
- Hazard Occupancy classification
- Class A B C D Fire
- Rack Type
- Density

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- Working Pressure
- Flow rate
- Pipe size
- Area of operation

ระบบป้องกันอัคคีภัย

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงและการติดตั้ง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องมีความสามารถในการสูบน้ำด้วยอัตราการสูบน้ำที่กำหนดเป็นลิตรต่อนาที (แกลลอนต่อนาที) ด้วยแรงดันสุทธิเท่ากับ 276 กิโลปาสกาล (40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) หรือมากกว่าเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่มีปริมาณการส่งน้ำมากกว่า 18,925 ลิตรต่อนาที (5000 แกลลอนต่อนาที) ควรจะได้รับการพิจารณาเป็นรายๆ ไป

ตารางที่ 1 ขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ลิตรต่อนาที (แกลลอนต่อนาที)		ลิตรต่อนาที (แกลลอนต่อนาที)		ลิตรต่อนาที (แกลลอนต่อนาที)	
1.	95(25)	8.	1514(400)	15.	7570(2000)
2.	189(50)	9.	1703(450)	16.	9462(2500)
3.	379(100)	10.	1892(500)	17.	11355(3000)
4.	568(150)	11.	2839(750)	18.	13247(3500)
5.	757(200)	12.	3785(1000)	19.	15140(4000)
6.	946(250)	13.	4731(1250)	20.	17032(4500)
7.	1136(300)	14.	5677(1500)	21.	18925(5000)

1. ขนาดท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

2. ขนาดท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะมีขนาดไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ตารางแสดงขนาดท่อ และอุปกรณ์ท่อสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขนาดต่าง ๆ

ขนาดของเครื่องสูบน้ำ ลิตรต่อนาที	ท่อทางดูด มม. (นิ้ว)	ท่อทางส่ง มม. (นิ้ว)	วาล์วระบายความดัน มม. (นิ้ว)	ท่อหลังวาล์วระบายความดัน มม. (นิ้ว)	มิเตอร์วัดปริมาณการไหลของน้ำ มม. (นิ้ว)	จำนวนและขนาดของหัวน้ำดับเพลิง มม.(นิ้ว)	ขนาดของท่อเมนหัวดับเพลิง มม. (นิ้ว)
95 (25)	25 (1)	25 (1)	20 (3/4)	25 (1)	32 (11/4)	1-40 (11/2)	25 (1)
189 (50)	40 (11/2)	32 (11/4)	32 (11/4)	40 (11/2)	50 (2)	1-40 (11/2)	40 (11/2)
379 (100)	50 (2)	50 (2)	40 (11/2)	50 (2)	65 (21/2)	1-65 (21/2)	65 (21/2)
568 (150)	65 (21/2)	65 (21/2)	50 (2)	65 (21/2)	75 (3)	1-65 (21/2)	65 (21/2)
757 (200)	75 (3)	75 (3)	50 (2)	65 (21/2)	75 (3)	1-65 (21/2)	65 (21/2)
946 (250)	90 (31/2)	75 (3)	50 (2)	65 (21/2)	90 (31/2)	1-65 (21/2)	75 (3)
1136 (300)	100 (4)	100 (4)	65 (21/2)	90 (31/2)	90 (31/2)	1-65 (21/2)	75 (3)
1514 (400)	100 (4)	100 (4)	75 (3)	125 (5)	100 (4)	2-65 (21/2)	100 (4)
1703 (450)	125 (5)	125 (5)	75 (3)	125 (5)	100 (4)	2-65 (21/2)	100 (4)
1892 (500)	125 (5)	125 (5)	75 (3)	125 (5)	125 (5)	2-65 (21/2)	100 (4)
2839 (750)	150 (6)	150 (6)	100 (4)	150 (6)	125 (5)	3-65 (21/2)	150 (6)
3785 (1000)	200 (8)	150 (6)	100 (4)	200 (8)	150 (6)	4-65 (21/2)	150 (6)
4731 (1250)	200 (8)	200 (8)	150 (6)	200 (8)	150 (6)	6-65 (21/2)	200 (8)
5677 (1500)	200 (8)	200 (8)	150 (6)	200 (8)	200 (8)	6-65 (21/2)	200 (8)
7570 (2000)	250 (10)	250 (10)	150 (6)	250 (10)	200 (8)	6-65 (21/2)	200 (8)
9462 (2500)	250 (10)	250 (10)	150 (6)	250 (10)	200 (8)	8-65 (21/2)	250 (10)
11355 (3000)	300 (12)	300 (12)	200 (8)	300 (12)	200 (8)	12-65 (21/2)	250 (10)
13247 (3500)	300 (12)	300 (12)	200 (8)	300 (12)	250 (10)	12-65 (21/2)	300 (12)
15140 (4000)	350 (14)	300 (12)	200 (8)	350 (14)	250 (10)	16-65 (21/2)	300 (12)
17032 (4500)	400 (16)	350 (14)	200 (8)	350 (14)	250 (10)	16-65 (21/2)	300 (12)
18925 (5000)	400 (16)	350 (14)	200 (8)	350 (14)	250 (10)	20-65 (21/2)	300 (12)

* ขนาดหน้าแปลนของเครื่องสูบน้ำจริงอาจมีขนาดเล็กกว่าท่อก็ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอน

3.1 แบบและการใช้งาน

เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอนในที่นี้หมายถึง เครื่องสูบน้ำหอยโข่งชนิดสปลิทเคส (Split case) หรือ เอนด์ซัคชั่น (End Suction) หรือแบบ อิน-ไลน์ (In-Line) ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

3.1.1 เครื่องสูบน้ำแบบใบพัดเดียวชนิดอินไลน์ แกนตั้งแบบสรวม (Close-Coupled Vertical In-Line) จะมีขนาดการสูบน้ำไม่เกิน 2,839 ลิตรต่อนาที (750 แกลลอนต่อนาที)

3.1.2 เครื่องสูบน้ำแบบใบพัดเดียวชนิดเอนด์ซัคชั่น จะมีขนาดการสูบน้ำไม่เกิน 1,892 ลิตร ต่อนาที (500 แกลลอนต่อนาที)

3.1.3 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงหอยโข่งแกนนอนจะต้องไม่ใช้สูบน้ำจากแหล่งน้ำ หรือ ถังเก็บน้ำที่มีระดับน้ำปกติต่ำกว่าตัวเครื่องสูบน้ำฯ

3.2. คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 150 ของปริมาณสูบน้ำที่กำหนด โดยที่มีแรงดันทางด้านส่งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 65 ของแรงดันที่กำหนด, แรงดันน้ำเมื่อปิดวาล์วทางด้านส่งสนิท จะต้องมีแรงดันไม่เกินร้อยละ 140 ของแรงดันที่กำหนดเครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้จะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำที่มีคุณภาพดี สร้างและประกอบจากวัสดุที่มีคุณภาพสูง มีความคงทนได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการทางด้านวิศวกรรมสำหรับใช้เป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิง, เครื่องสูบน้ำจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันน้ำจากโรงงานผู้ ผลิตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที แรงดันทดสอบจะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของผลรวมของแรงดันสูงสุดด้านส่งกับแรงดันด้านดูด แต่จะต้องไม่เกิน 1,723 กิโลปาสกาล(250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 อุปกรณ์ประกอบร่วม

เครื่องสูบน้ำควรจะมีอุปกรณ์ประกอบร่วมดังต่อไปนี้คือ

3.3.1 ที่ไล่ลมอัตโนมัติชนิดลูกลอย ขนาดไม่ต่ำกว่า 12.7 มิลลิเมตร (1/2นิ้ว) (เฉพาะเครื่องสูบน้ำสปลิทเคส หรือเครื่องสูบน้ำที่อาจจะมีลมค้างในเรือนเครื่องสูบน้ำได้)

3.3.2 วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ (Circulation Relief Valve) เพื่อป้องกันเครื่องสูบน้ำร้อน เมื่อวาล์วทางด้านส่งปิด

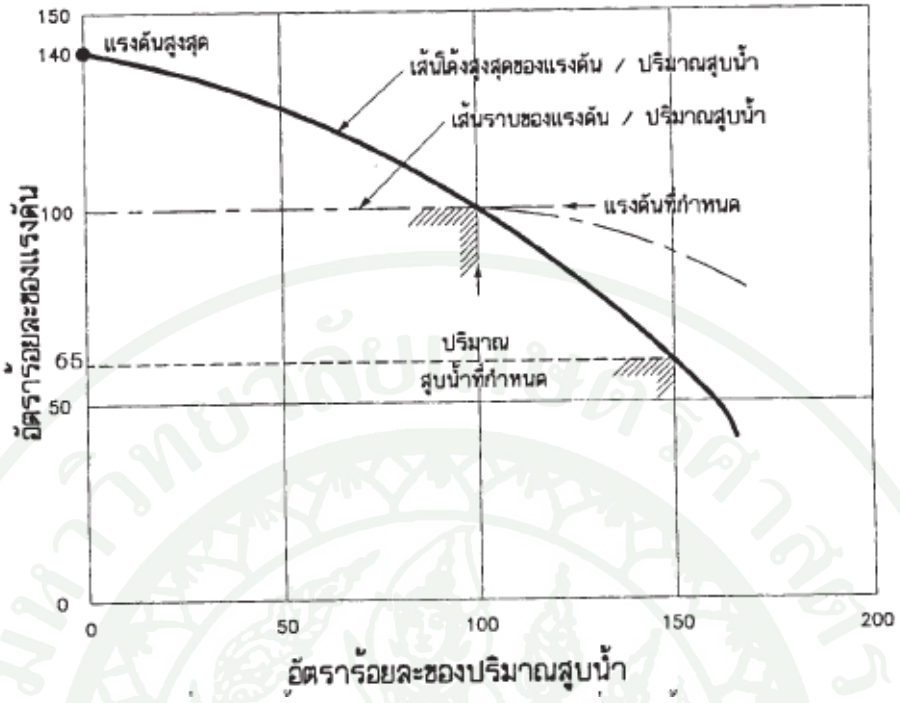
3.3.3 เกจ์วัดความดันทางด้านส่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 90 มิลลิเมตร (31/2 นิ้ว) พร้อมกับเกจ์วาลว์ขนาด 6.25 มิลลิเมตร(1/4 นิ้ว) หน้าปัดสามารถอ่านค่าแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงดันที่กำหนดของเครื่องสูบน้ำหรือไม่น้อยกว่า 1,379 กิโลปาสกาล (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

3.3.4 เกจ์วัดความดันทางด้านดูดเป็นเกจ์ที่อ่านค่าสูญญากาศได้ด้วยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 90 มิลลิเมตร (31/2 นิ้ว) พร้อมกับเกจ์วาลว์ขนาด 6.25 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว)

3.3.5 ข้อต่อลดชนิดด้านบนราบ สำหรับท่อทางดูดหน้าเครื่องสูบน้ำ

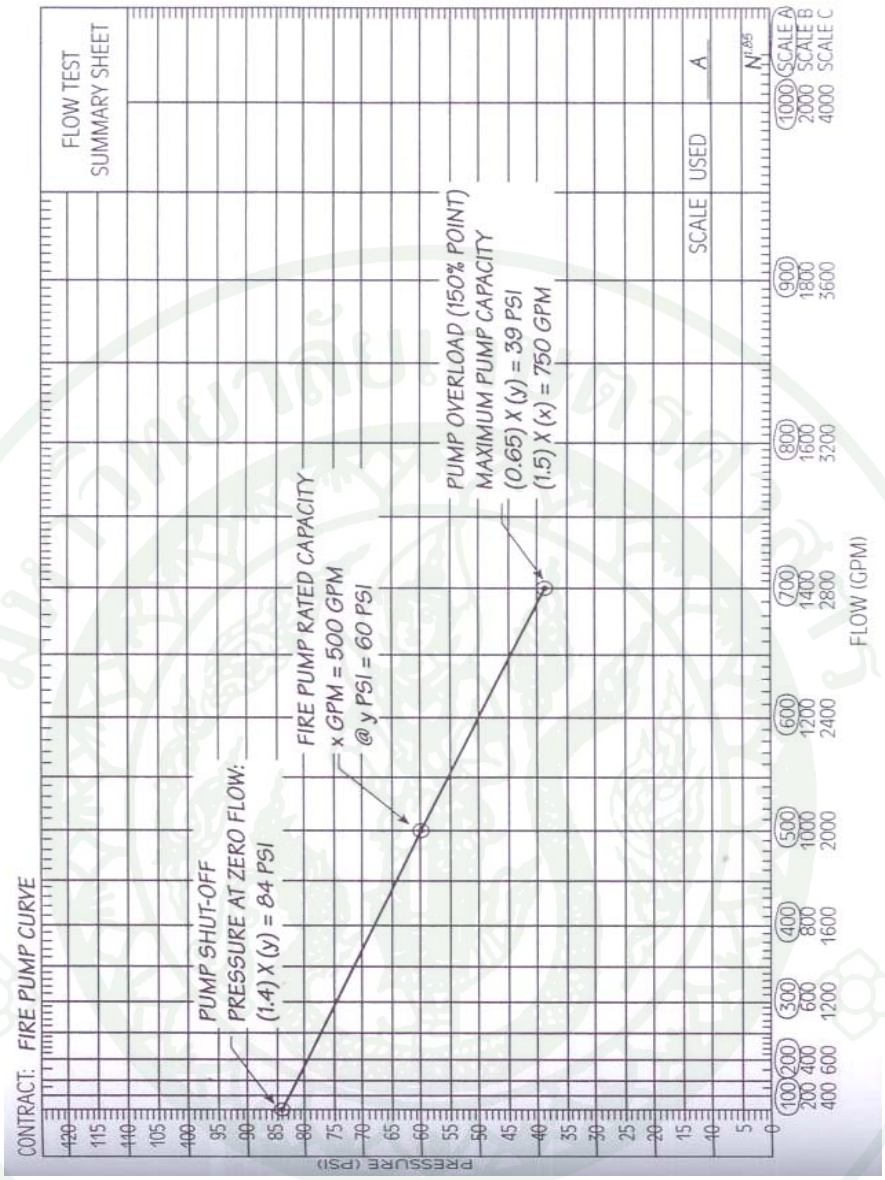
3.3.6 วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ (Relief Valve) เพื่อป้องกันแรงดันน้ำในระบบสูงเกินไปสำหรับเครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องขับเคลื่อนที่มีรอบเปลี่ยนแปรได้ เช่นเครื่องยนต์ดีเซล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



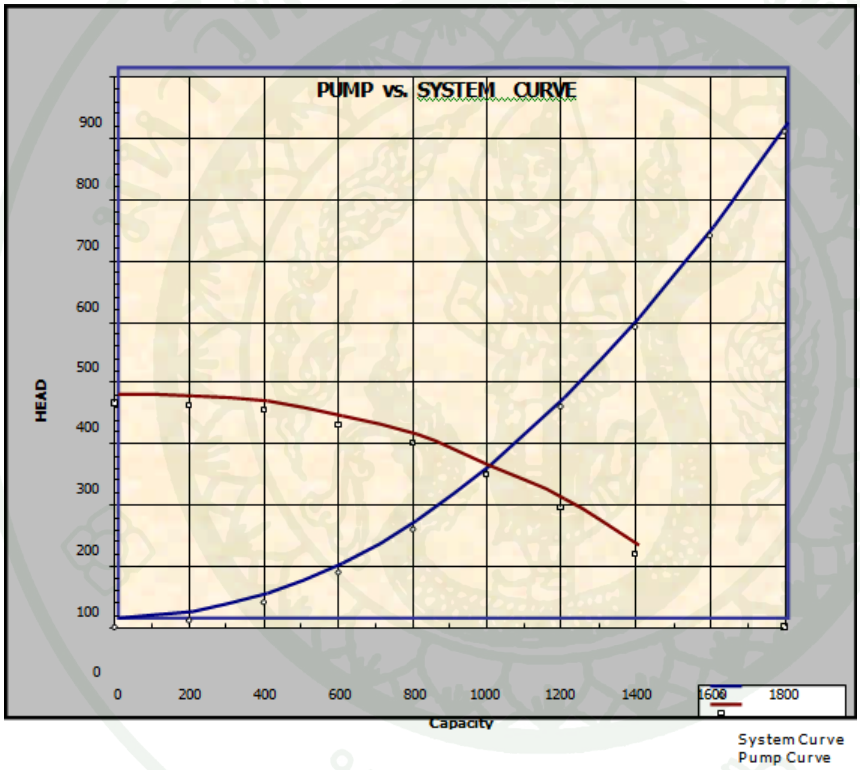
ภาพที่ 2 เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) โดย Plot ในกราฟ Semi-log ซึ่งจะได้ Pump Curve ออกมาเป็นเส้นตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PUMP: WATER SUPPLY PUMP TO STORAGE

Pump Capacity Q, =	1000	**elevation in =**	0
Design Head =	250	**Pump Centerline =**	0
sp. gr. =	1.000	**elevation out=**	0

	Q (flow)	Head	Hf total
- point 1 -	0	365	0.0
- point 2 -	200	363	10.0
- point 3 -	400	355	40.0
- point 4 -	600	332	90.0
- point 5 -	800	300	160.0
- point 6 -	1000	250	250.0
- point 7 -	1200	195	360.0
- point 8 -	1400	120	490.0
- point 9 -	1600		640.0
- point 10 -	1800		810.0



ภาพที่ 3 เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำและคุณสมบัติของระบบ

3.3.7 หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิงและวาล์วติดตั้งภายนอกห้องเครื่องสูบน้ำ เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการสูบน้ำและส่งน้ำ

3.3.8 มาตรวัดปริมาณการไหลของน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 ฐานเครื่องสูบน้ำและการติดตั้ง

3.4.1 เครื่องสูบน้ำและชุดขับเคลื่อน จะต้องติดตั้งบนแท่นเครื่องที่ทำเป็นชุดเดียวกัน โดยต่อผ่านชุดขับเคลื่อนชนิด Flexible Coupling เพื่อทำให้เพลาของเครื่องสูบน้ำได้ศูนย์

3.4.2 แท่นเครื่องสูบน้ำและชุดขับจะต้องยึดติดอย่างถาวรกับฐานคอนกรีต

3.5 แบบและการใช้งาน

เครื่องสูบน้ำแบบนี้จะใช้ในกรณีที่ แหล่งน้ำอยู่ ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ โดยที่แหล่งน้ำอาจจะอยู่ในรูปของถังเก็บน้ำ, สระน้ำ, แม่น้ำ หรืออื่น ๆ เป็นต้น เครื่องสูบน้ำจะมี ใบพัดและเรือนใบพัดซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาวจุ่มอยู่ในน้ำ โดยมีเครื่องขับเคลื่อนอยู่บนแท่นเหนือน้ำ เรือนใบพัดจะทำหน้าที่รองรับใบพัด เพลา และแบริ่งไปในตัว

3.6 คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำจะต้องสูบน้ำได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 150 ของปริมาณสูบน้ำที่กำหนด โดยที่มีแรงดันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 65 ของแรงดันที่กำหนด แรงดันน้ำเมื่อปิดวาล์วทางด้านส่งสนิทจะต้องมีแรงดันไม่เกินร้อยละ 140 ของแรงดันที่กำหนดเครื่องสูบน้ำแบบนี้จะต้องสูบน้ำที่ระดับไม่ลึกกว่า 61 เมตร จากระดับพื้นดิน เมื่อสูบน้ำที่ร้อยละ150 ของปริมาณสูบน้ำที่กำหนด เมื่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำจะต้องให้แน่ใจว่า น้ำที่ผ่านเข้ามายังบริเวณหัวดูดของเครื่องสูบน้ำสะอาดพอที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับเครื่องสูบน้ำ ระดับน้ำต่ำสุดที่ใช้ในการพิจารณาหมายถึง ระดับน้ำที่ท่วมใบพัดใบที่ 2 จากด้านล่างชุดประกอบเรือนใบพัดของเครื่องสูบน้ำเครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้ จะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำที่มีคุณภาพดี สร้างและประกอบจากวัสดุ มีคุณภาพสูง มีความคงทน ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการทางด้านวิศวกรรมสำหรับใช้เป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันไม่ น้อยกว่า 1.5 เท่า ของแรงดันใช้งานที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.7 อุปกรณ์ประกอบร่วม

เครื่องสูบน้ำควรจะมีอุปกรณ์ประกอบร่วมดังต่อไปนี้ คือ

3.7.1 ท่อสำหรับที่ไล่ลมอัตโนมัติขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 40 มิลลิเมตร (11/2 นิ้ว) เพื่อไล่ลมออกจากเรือนเครื่องสูบน้ำ เมื่อเริ่มเดินเครื่องสูบน้ำและเพื่อให้ลมเข้าไปในเรือนเครื่องสูบน้ำเพื่อลดสูญญากาศ เมื่อหยุดเครื่องสูบน้ำ

3.7.2 ที่วัดและแสดงระดับน้ำ

3.7.3 เกจ์วัดความดันทางด้านส่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร (31/2 นิ้ว) พร้อมกับเกจ์วาลว์ขนาด 6.25 มิลลิเมตร((นิ้ว) หน้าปัทม์สามารถอ่านค่าแรงดันได้ไม่น้อยกว่า2 เท่า ของแรงดันที่กำหนดของเครื่องสูบน้ำหรือไม่น้อยกว่า 1,379 กิโลปาสกาล (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

3.7.4 วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ (Relief Valve) เพื่อป้องกันแรงดันน้ำในระดับสูงเกินไปสำหรับเครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องขับเคลื่อนที่มีรอบเปลี่ยนแปรได้ เช่น เครื่องยนต์ดีเซล

3.7.5 หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิง และวาล์วติดตั้งภายนอกห้องเครื่องสูบน้ำ เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการสูบน้ำ

3.7.6 มาตรวัดปริมาณการไหลของน้ำ

3.8 ฐานเครื่องสูบน้ำและการติดตั้ง

โดยทั่วไปเรือนเครื่องสูบน้ำ ควรจะทำจากเหล็กหล่อมีใบพัดทำด้วยทองเหลืองหรือเหล็กหล่อและเพลาทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม มีปลอกเพลาทำด้วยทองเหลือง

3.8.1 ฐานของเครื่องสูบน้ำแกนตั้งจะต้องยึดติดอย่างถาวรด้วย Anchor Bolt กับฐานคอนกรีต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.8.2 ด้านบนของแท่นรองรับจะต้องได้รับการปรับระดับอย่างดี เพื่อทำให้เพลาของเครื่องสูบน้ำได้ศูนย์

3.8.3 ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเหนือบ่อน้ำเปิด ให้ใช้เหล็กรูปตัว (รองรับ และถ้าเครื่องสูบน้ำต่อกับชุดขับผ่านเฟืองเปลี่ยนทิศ ชุดขับจะต้องติดตั้งขนานกับคานรองรับดังกล่าว

3.9 ชุดขับเคลื่อน

3.9.1 เครื่องสูบน้ำที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน จะต้องเป็นมอเตอร์ชนิดขับเคลื่อนโดยตรงในแนวดิ่งกับเพลาเครื่องสูบน้ำ

3.9.2 เครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขับเคลื่อน จะต้องผ่านชุดเกียร์เปลี่ยนทิศต่อผ่านข้อต่อชนิดยูนิเวอร์แซลจอยน์ (Universal Joint)

4. ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ระบบควบคุมการทำงานของระบบน้ำดับเพลิงแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

1) ระบบควบคุมด้วยมือ (Manual Control)

2) ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic Control)

ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงนั้น สามารถทำได้ 2 ประเภท ทั้งด้วยมือและอัตโนมัติในแผงควบคุมเดียวกันสำหรับระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ มักจะนิยมใช้กับอาคารหรือสถานประกอบการขนาดใหญ่ เพื่อให้ในท่อส่งน้ำดับเพลิงมีความดันพร้อมที่จะใช้ งานได้อยู่ ตลอดเวลา ระบบแบบอัตโนมัติมักจะต้องประกอบด้วยแผงควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบอัตโนมัติ และควรจะสร้างตามมาตรฐานของ FM(Factory Mutual) และ UL (Underwriters Laboratories Inc.)สหรัฐอเมริกา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 แผงควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงมอเตอร์ไฟฟ้า

แผงควบคุมการทำงานจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้

4.1.1 อุปกรณ์ตรวจจับแรงดันกระเพื่อม (Voltage Surge Arrester)

4.1.2 สวิทซ์ตัดตอน (Isolating Switch)

4.1.3 เซอร์กิตเบรคเกอร์

4.1.4 อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินพิกัด (Locked Rotor Overcurrent Protection)

4.1.5 มอเตอร์คอนแทคเตอร์

4.1.6 อุปกรณ์ส่งสัญญาณของแผงควบคุม เช่น

(1) ไฟแสดงการจ่ายไฟ (Power available)

(2) ไฟแสดงเฟสการจ่ายไฟ

4.1.7 ขั้วต่อสายไฟรีโมทเพื่อแสดงการทำงานของแผงควบคุม เช่น

(1) มอเตอร์ทำงาน

(2) ระบบจ่ายไฟขัดข้อง

(3) เฟสการจ่ายไฟขัดข้อง

4.2 แผงควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเครื่องยนต์ ดี เซล

แผงควบคุมการทำงานจะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้

4.2.1 อุปกรณ์ส่งสัญญาณแสดงการทำงานของแผงควบคุมและเครื่องยนต์ เช่น

(1) แรงดันน้ำมันเครื่องต่ำ

(2) อุณหภูมิเครื่องยนต์สูงเกินไป

(3) เครื่องยนต์สตาร์ทไม่ติด

(4) เครื่องหยุดเนื่องจากความเร็วเกิน

(5) แบตเตอรี่เสีย

(6) อุปกรณ์ชาร์ทแบตเตอรี่เสีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2.2 ขั้วต่อสายไฟรีโมทเพื่อแสดงการทำงานของแผงควบคุม เช่น

(1) เครื่องยนต์ทำงาน
(2) ตำแหน่งของสวิทซ์บนแผงควบคุม
(3) เครื่องยนต์หรือแผงควบคุมชำรุด

4.3 ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

(1) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
(2) ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์

5. ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าที่จ่ายจากแหล่งไฟฟ้าที่แยกเป็นพิเศษจากวงจรไฟฟ้าอื่น ๆ ถ้าเป็นไปได้ ควรจะจ่ายโดยตรงมาจากหม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟไฟฟ้า ขนาดของสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ ไฟฟ้าจะต้ องมี ขนาดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยที่ อุ ปกรณ์สวิทช์ตัดตอนต่าง ๆ จะต้องมีค่า Interrupting Capacity ที่สูงพอเหมาะกับขนาดของมอเตอร์ที่นำมาใช้ ชุดสตาร์ทเตอร์จะต้องมีค่าแรงบิดสตาร์ทที่พอเพียง และจะต้องเป็นชนิดที่ไม่มี โอเวอร์โหลด ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า และแนวการเดินสายไฟฟ้าเพื่อจ่ายกำลังให้กับมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องอยู่ในส่วนที่ ปลอดภัยจากเพลิงไหม้

5.1 ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์

สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ ควรจะเลือกใช้เครื่องยนต์ที่มีคุณภาพดี, หาอะไหล่ได้ง่าย, มีความเชื่อถือได้ ในระบบควบคุม, ระบบน้ำมันเชื้อเพลิ ง, การติดตั้ง, การสตาร์ทติดเครื่อง และระยะเวลาการทำงาน, เครื่องยนต์ ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ ที่พิสูจน์ ได้ว่าเหมาะสม สำหรับเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิ ง มากกว่าเครื่องยนต์ สันดาปภายในแบบอื่น ๆ ระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์อาจจะเป็นแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.1.1 ระบบปิด, หล่อเย็นด้วยน้ำโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger Cooled)

5.1.2 ระบบปิด, หล่อเย็นด้วยน้ำโดยใช้รังผึ้งระบายความร้อนด้วยพัดลมจากเครื่องยนต์ (Radiator- Cooled) มาตรวัดและควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

(1) เครื่องควบคุมความเร็วรอบ (Governor)

(2) อุปกรณ์หยุดเครื่องเมื่อความเร็วสูงเกินไป (Overspeed Shutdown Device)

(3) เครื่องวัดรอบ (Tachometer)

(4) เกจ์วัดแรงดันน้ำมันเครื่อง (Oil Pressure Gauge)

(5) เกจ์วัดอุณหภูมิเครื่อง (Temperature gauge)

(6) แผงติดตั้งมาตรวัด (Instrument Panel)

(7) ชุดขั้วต่อสายกับแผงควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

(8) ชุดสตาร์ทเครื่องยนต์ฉุกเฉินถังน้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ ควรติดตั้งเหนือพื้นดินโดยไม่ควรฝังดิน ถังน้ำมันจะต้องมีความจุสำรองเชื้อเพลิงใช้เดินเครื่องยนต์ขับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ได้ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมง ด้วย

6. เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน (Jockey Pump)

เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน (Jockey Pump) ซึ่งเป็นเครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก ติดตั้งเพื่อสูบน้ำทดแทนส่วนที่รั่วหรือส่วนที่ใช้ ในการทดสอบเครื่องสูบรักษาความดันนี้ จะทำงานโดยอัตโนมัติโดยใช้สวิทซ์ที่ทำงานโดยอาศัยแรงดัน (Pressure Switch) เช่นเดียวกับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

7. ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

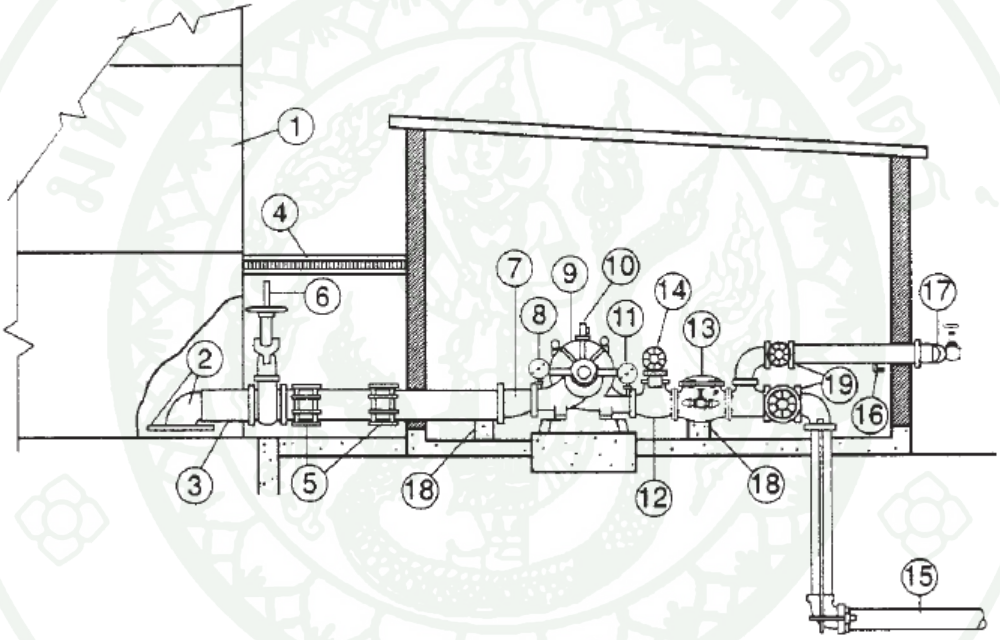
7.1 ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงให้อยู่ที่ระดับพื้นชั้นล่างหรือระดับที่ได้ รับการป้องกันจากน้ำท่วมและมีการระบายอากาศได้ดี พนักงานดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้สะดวกไม่ซับซ้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2 ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงภายในอาคารจะต้องทนไฟ 2 ชั่วโมง ยกเว้น ถ้าติดตัวระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง การทนไฟสามารถลดเหลือ 1 ชั่วโมง

7.3 ต้องติดตั้งไฟส่องสว่างฉุกเฉินสามารถจ่ายไฟได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ห้ามใช้ แบตเตอรี่ของเครื่องยนต์ที่ขับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจ่ายให้อุปกรณ์ไฟส่องสว่างฉุกเฉิน (Emergeney Lights)

8. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



ภาพที่ 4 แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอนชนิดติดตั้งอยู่กับที่

หมายเหตุ 1. ถังน้ำดับเพลิง

2. หัวดูดพร้อมแผ่นกันน้ำวน (Vortex Plate)ขนาดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อดูดมีระยะจากก้นถังถึงหัวดูดไม่ต่ำกว่า 1/2 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อดูด แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150มิลลิเมตร(6 นิ้ว)

3. ท่อดูด

4. (ไม่ใช้)

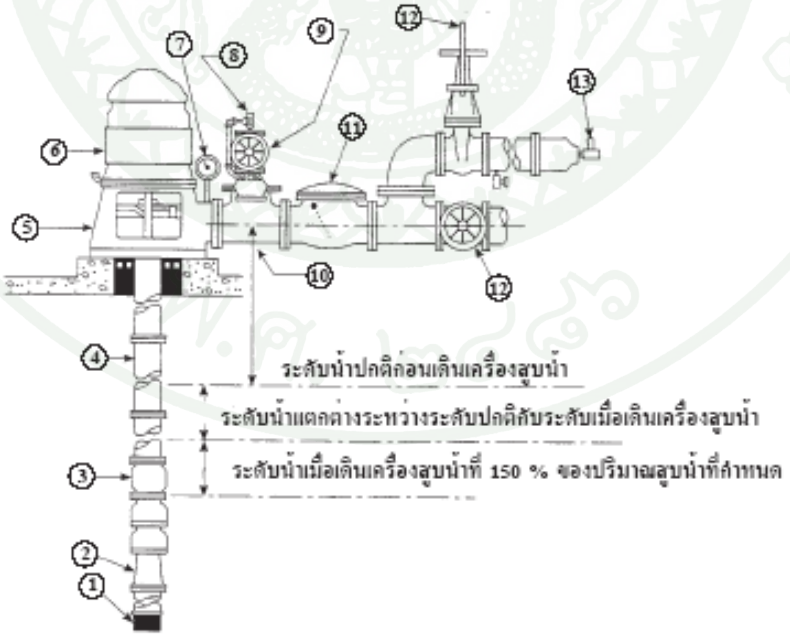
5. ท่อต่ออ่อน ในกรณีที่มีแรงเค้นภายในท่ออันเนื่องมาจากการทรุดตัว (Settlement)

6. ประตูน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ข้อต่อลดแบบด้านบนราบ
8. เกจ์วัดความดันทางด้านดูด
9. เครื่องสูบน้ำดับเพลิง
10. วาล์วระบายอากาศอัตโนมัติ
11. เกจ์วัดความดันทางด้านส่ง
12. ข้อต่อแบบทีลด
13. เช็ควาล์ว
14. วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ
15. ท่อส่งน้ำดับเพลิง
16. (ไม่ใช้)
17. หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิง
18. ที่รองรับท่อ
19. ประตูน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด

9. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



ภาพที่ 5 แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนตั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หมายเหตุ 1. หัวกรองด้านดูด

2. หัวดูด

3. ชุดสูบน้ำ

4. ท่อส่งน้ำและแกนเพลาเครื่องสูบน้ำ

5. หัวเครื่องสูบน้ำด้านส่ง

6. ชุดขับมอเตอร์ไฟฟ้า

7. เกจ์วัดความดันทางด้านส่ง

8. วาล์วระบายอากาศอัตโนมัติ

9. วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ

10. ข้อต่อด้านส่งตัวที

11. เช็ควาล์ว

12. ประตูน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด

13. หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิง

10. การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

เครื่องสูบน้ำรักษาความดันโดยใช้สวิทซ์ความดัน (Pressure Switch)

10.1 เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน (Jockey Pump)

(1) ความดันที่หยุด (Stop) การทำงานจะเท่ากับความดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่อัตราการไหลเท่ากับศูนย์

(2) ความดันที่สตาร์ท (Start) จะตั้งค่าให้น้อยกว่าความดันที่หยุด 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

10.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)

(1) ความดันที่สตาร์ทของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตัวแรกจะมีค่าน้อยกว่าความดันที่สตาร์ทเครื่องสูบน้ำรักษาความดัน 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) สำหรับเครื่องสูบน้ำตัวถัดไป กรณี ที่ มีเครื่องสูบน้ำดับเพลิงทำงานร่วมกันมากกว่า 1 ตัวให้สตาร์ททุกๆ 10 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วที่ลดลง

(3) การหยุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิงให้ควบคุมด้วยมือ (Manual Stop)

11. การทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

หลังจากติดตั้งชุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการทดสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ จนเป็นที่แน่ใจว่าเครื่องสูบน้ำดับเพลิงพร้อมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานถูกต้องสมบูรณ์ตรงตามความต้องการ โดยจะต้องจัดทำรายงานสรุปผลการทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ซึ่งได้รับการเซ็นรับรองจากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในเขตที่อาคารหรือสถานที่ประกอบกิจการนั้นตั้งอยู่หรือวิศวกรเครื่องกล รายงานสรุปผลการทดสอบดังกล่าวอย่างน้อย จะต้องประกอบด้วยรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้คือ.

1) กระแสไฟฟ้าเมื่อเริ่มสตาร์ท
2) กระแสไฟฟ้าเมื่อเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตามปกติแล้ว
3) แรงดันน้ำทางด้านส่งของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง
4) แรงดันน้ำทางด้านดูดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเริ่มทำงาน
5) อัตราการสูบน้ำที่ค่าแรงดันต่างๆ
6) รอบการทำงานของเครื่องยนต์
7) ผลการทำงานของระบบสตาร์ทเครื่องยนต์
8) ผลการทำงานของระบบป้องกันเครื่องยนต์ต่าง ๆ เช่น สัญญาณแจ้งเหตุ เมื่อความร้อนสูงเกินไป, รอบเครื่องยนต์สูงเกินไป, ระดับน้ำมันต่ำไป เป็นต้น
9) แรงดันน้ำที่ทำให้วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติทำงาน

หมายเหตุ

ก. ข้อ 1 และ 2 สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

ข. ข้อ 6, 7, 8 สำหรับเครื่องสูบน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. การดูแลรักษาเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ควรจะได้จัดให้มีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เพียงพอกับการดูแลรักษาเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เพื่อทำหน้าที่เดินทดสอบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และอุปกรณ์เป็นประจำ พร้อมทั้งคอยตรวจสอบและซ่อมบำรุงตามความจำเป็น เพื่อให้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงอยู่ในสภาพที่พร้อมที่ จะใช้งานได้อยู่เสมอ

(1) การทดสอบเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ดีเซลควรจะทำเป็นประจำทุกอาทิตย์ ๆ ละหนึ่งครั้ง

(2) การทดสอบเดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าควรจะทำเป็นประจำทุก ๆ เดือน

ระบบท่อยืนและสายฉีดน้ำดับเพลิง

1. ประเภทของการใช้งาน

ระบบท่อยืนและสายฉีดน้ำดับเพลิงจะแบ่งประเภทของการใช้งานออกเป็นประเภทต่าง ๆ 3 ประเภทดังนี้

1.1 ประเภทที่ 1 จัดเตรียมวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิง ขนาด 65มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้ผ่านการฝึกฝนการใช้สายฉีดน้ำดับเพลิงขนาดใหญ่เท่านั้น

1.2 ประเภทที่ 2 จัดเตรียมชุดสายฉีดน้ำดับเพลิง ขนาด 25 มิลลิเมตร(1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร(1 1/2 นิ้ว) สำหรับผู้ใช้อาคารเพื่อใช้ในการดับเพลิงขนาดเล็ก

1.3 ประเภทที่ 3 จัดเตรียมชุดสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) หรือ 40 มิลลิเมตร(1 1/2 นิ้ว) สำหรับผู้ ใช้อาคารและวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้รับการฝึกฝนในการใช้สายขนาดใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อาคารที่จัดให้มีระบบท่อยืน

2.1 ให้จัดเตรียมระบบท่อยืนประเภทต่าง ๆ สำหรับอาคารหรือพื้นที่ตามที่ปรากฏในตาราง

ตารางที่ 3 ระบบท่อยืนประเภทต่างๆ

อาคารหรือพื้นที่ครอบครอง	อาคารที่ไม่มีระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง		อาคารที่มีระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง	
	ท่อยืนประเภท	ความต้องการสายฉีดน้ำดับเพลิง	ท่อยืนประเภท	ความต้องการสายฉีดน้ำดับเพลิง
1. อาคารสูงเกิน 23 เมตร	-	-	3	จัดเตรียมให้
2. อาคารที่มีพื้นที่มากกว่า 4,000 ตารางเมตร	3	จัดเตรียมให้		จัดเตรียมให้เฉพาะประเภท 2
2. อาคารตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป และไม่ใช่อาคารสูง	2	จัดเตรียมให้	2	จัดเตรียมให้

3. การติดตั้งระบบท่อน้ำยืน

3.1 การป้องกันท่อยืน

3.1.1 ท่อในระบบท่อยืน จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่มีการป้องกันท่อจากความเสียหายทางกลหรืออัคคีภัย

3.1.2 กรณีที่เป็นท่อฝังดิน หรือท่อที่ติดตั้งอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการกัดกร่อนท่อจะต้องเลือกใช้ท่อชนิดที่ทนต่อการกัดกร่อนหรือใช้การเคลือบภายนอกด้วยวัสดุกันการกัดกร่อน

3.2 วาล์ว (Valves)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.1 การต่อระบบท่อยืนเข้ากับแหล่งน้ำ ยกเว้นหัวรับน้ำดับเพลิง จะต้องมีวาล์วควบคุมชนิดที่บอกตำแหน่งการปิด-เปิด (Indicating Type Valve) และเช็ควาล์วติดตั้งใกล้กับแหล่งจ่ายน้ำเช่นที่ถังเก็บน้ำ, เครื่องสูบน้ำ และที่จุดต่อจากระบบท่อประปาสาธารณะ

3.2.2 ท่อยืนแต่ละท่อจะต้องมีวาล์วควบคุมแยกต่างหาก ในกรณีที่มีท่อยืนหลายท่อและใช้แหล่งจ่ายน้ำเดียวกัน

3.3.3 การต่อระบบท่อยืนเข้ากับระบบจ่ายน้ำสาธารณะ จะต้องมีวาล์วควบคุมแบบก้านยืน (Post Indicator Valve) ติดตั้งห่างจากอาคารที่ถูกป้องกันไม่น้อยกว่า 12 เมตร (40 ฟุต)

ข้อยกเว้น

(1) ในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้งวาล์วให้ห่างจากอาคารได้มากกว่า 12 เมตร (40 ฟุต) จะต้องติดตั้งวาล์วให้อยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยและเข้าถึงได้ง่าย เมื่อเกิดเพลิงไหม้

(2) ถ้าไม่สามารถใช้วาล์วแบบก้านยืนได้ ก็อาจจะใช้วาล์วแบบติดตั้งใต้ดินได้ (Under ground-Valve)

(3) ในกรณีที่ระบบท่อยืนได้รับน้ำจากระบบท่อดับเพลิงนอกอาคาร (Yard Main) หรือท่อเมนจากอาคารอื่น จะต้องมีวาล์วติดตั้งภายนอก ห่างจากอาคารในระยะที่ปลอดภัย

(4) ในกรณีที่ระบบท่อยืน (รวมถึงความดันที่วัดได้ที่ หน้าแปลนขาออกของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (ติดตั้งถาวร) ขณะวาล์วขาออกของเครื่องสูบน้ำปิดสูงเกินกว่า 1206 กิโลปาสกาล (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) วาล์วที่ใช้ในระบบท่อยืนจะต้องเป็นแบบแปลนชนิดที่ใช้งานหนักเป็นพิเศษ และได้รับการรับรองแล้ว

3.3 หัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connection)

3.3.1 จะต้องจัดให้มีหัวรับน้ำดับเพลิงอย่างน้อย 1 หัวสำหรับท่อยืนประเภทที่ 1 และ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.2 สำหรับตึกที่มีความสูงมาก และแบ่งระบบท่อยืนออกเป็นโซน จะต้องจัดให้มีหัวรับน้ำดับเพลิงสำหรับแต่ละโซน

3.3.3 ไม่ให้มีวาล์วปิด-เปิด ระหว่างหัวรับน้ำดับเพลิงกับระบบท่อยืน

3.3.4 ให้ติดตั้งเช็ควาล์ว สำหรับหัวรับน้ำดับเพลิงทุกจุดที่ต่อเข้ากับระบบท่อยืน

3.3.5 หัวรับน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วตัวผู้ พร้อมฝาครอบตัวเมียและโซ่คล้อง

3.3.6 หัวรับน้ำดับเพลิงจะต้องติดตั้งอยู่ในที่ๆ พนักงานดับเพลิงเข้าถึงได้โดยง่ายและไม่มีอุปสรรคใด ๆ และอยู่ใกล้กับหัวดับเพลิงสาธารณะ (Public Hydrant)

3.3.7 ให้มีป้ายตัวอักษรอ่านได้ชัดเจนขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) แสดงถึงระบบท่อยืนว่าเป็นชนิดใดเช่นระบบท่อยืน. หรือถ้าจ่ายให้กับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงด้วย เช่นระบบท่อยืนและหัวกระจายน้ำดับเพลิง.

3.3.8 ในกรณีที่หัวรับน้ำดับเพลิงจ่ายให้เฉพาะบางส่วนของอาคาร จะต้องจัดให้มีป้ายตัวอักษรบ่งบอกอย่างชัดเจนว่าจ่ายน้ำให้กับส่วนใดของอาคาร

4. การจัดระบบท่อยืน

มาตรฐานการจัดระบบท่อยืน คือการกำหนดชนิดของระบบ, ขนาด และตำแหน่งของท่อยืน รวมถึงอุปกรณ์ฉีดน้ำดับเพลิงที่ประกอบกันเข้าเป็นระบบท่อยืน และสายฉีดน้ำดับเพลิง

4.1 ชนิดของระบบท่อยืนระบบท่อยืนภายในอาคารจะเป็นระบบใดระบบหนึ่งดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1.1 ระบบท่อเปียกชนิดอัตโนมัติ (Automatic-wet) - เป็นระบบท่อยืนซึ่งต่อกับแหล่งจ่ายน้ำและจ่ายน้ำได้อย่างอัตโนมัติโดยมีแรงดันและปริมาณการไหลของน้ำอย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการของระบบ

4.1.2 ระบบท่อเปียกควบคุมด้วยมือ (Manual-Wet) - เป็นระบบท่อยืนที่ต่อกับแหล่งจ่ายน้ำประปาในอาคาร เช่น ระบบน้ำใช้โดยมีความมุ่งหมายให้มีน้ำอยู่ในระบบท่อเท่านั้น ซึ่งแหล่งจ่ายน้ำนี้ไม่สามารถให้ แรงดันและปริมาณการไหลของน้ำเพียงพออย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการของระบบ ระบบท่อนี้จะรับน้ำจากแหล่งจ่ายน้ำภายนอก เช่น เครื่องสูบน้ำดับเพลิงของรถดับเพลิง จ่ายน้ำเข้าสู่ระบบเพื่อให้ได้แรงดัน และปริมาณการไหลของน้ำตามความต้องการของระบบได้

ข้อยกเว้น ห้ามไม่ให้ใช้ระบบท่อเปี ยก ควบคุมด้วยมือกับอาคารสูงและระบบท่อยืนประเภทการใช้งานประเภท 2 หรือ 3

4.2 ระบบท่อยืนร่วม (Combined System)

4.2.1 เป็นระบบท่อยืนที่ใช้ร่วมกับหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Automatic Water Sprinkler System)

4.2.2 อาคารที่ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ทั่วทั้งอาคารให้ใช้ปริมาณการส่งจ่ายน้ำตามที่ต้องการได้ โดยไม่ต้องเพิ่มปริมาณการส่งจ่ายน้ำที่ต้องการสำหรับหัวกระจายน้ำดับเพลิง

4.2.3 อาคารที่ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงบางส่วน ปริมาณน้ำที่ต้ องการสำหรับหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องรวมกับระบบส่งน้ำที่ต้องการในข้อ 4.2.2

4.2.4 ท่อแยกทุก ๆ ท่อที่ต่อแยกออกจากระบบท่อยืนรวมไปยังระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องจัดให้มีวาล์วควบคุมขนาดเดียวกับท่อแยกนั้น วาล์วทุกตัวจะต้องมีกุญแจล๊อคหรือระบบสัญญาณไฟฟ้าที่แสดงสัญญาณเมื่อวาล์วถูกปิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 ขนาดของท่อยืนและอุปกรณ์

4.3.1 ท่อยืนประเภทที่ 1 และ 3 ให้ขนาดท่อและการจัดระบบท่อยืน ดังนี้

(1) สำหรับระบบท่อยืนท่อเดี่ยว ท่อจ่ายระบบท่อยืนให้เลือกขนาดท่อสำหรับอัตราการไหลของน้ำได้ไม่น้อยกว่า 1,893 ลิตรต่อนาที (500 แกนลอนต่อนาที)

(2) สำหรับระบบท่อยืนหลายท่อ ท่อเมนร่วมของระบบท่อยืนทั้งหมดให้เลือกขนาดท่อสัมพันธ์กับอัตราการไหลของน้ำที่จ่ายให้ท่อยืนเหล่านั้น ตามตารางที่5.3.2 และท่อยืนแต่ละท่อจะต้องคิดขนาดท่อที่อัตราการไหลไม่น้อยกว่า 1,893 ลิตรต่อนาที (500 แกลลอนต่อนาที)

ตารางที่ 4 ขนาดและการจัดระบบท่อยืน

จำนวนของท่อยืน	อัตราการการไหลของน้ำ	ขนาดของท่อเมน
	ลิตรต่อวินาที (แกลลอนต่อนาที)	มิลลิเมตร (นิ้ว)
1.	1,893 (500)	150 (6)
2.	2,839 (750)	150 (6)
3.	3,785 (1,000)	200 (8)
4.	4,731 (1,250)	200 (8)
5.	5,678 (1,500)	250 (10)
6.	6,624 (1,750)	250 (10)
7.	7,570 (2,000)	250 (10)
8.	8,516 (2,250)	250 (10)
9.	9,463 (2,500)	300 (12)
10.	10,410 (2,750)	300 (12)

4.3.2 ท่อยืนที่มีความสูงไม่เกิน 30 เมตร (100 ฟุต) ขนาดของท่อจะต้องไม่เล็กกว่า 100 มิลลิเมตร(4 นิ้ว)

4.3.3 ท่อยืนที่มีความสูงเกินกว่า 30 เมตร (100 ฟุต) ขนาดของท่อยืนจะต้องไม่เล็กกว่า 150 มม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3.4 อุปกรณ์ลดความดันจะต้องมีความดันขาเข้าไม่เกินกว่าความดันใช้งาน (Working Pressure)ของอุปกรณ์ลดความดันที่จะนำมาใช้

4.3.5 ท่อน้ำและอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งหมดในระบบจะต้องมีอัตราทนความดันใช้งานได้ไม่ น้อยกว่า175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

4.3.6 ขนาดท่อยืนร่วมต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ยกเว้นอาคารที่ติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ซึ่งขนาดท่อทั้งหมดได้มาจากการคำนวณทางกลศาสตร์ของไหล (Hydraulically Calculated)

4.3.7 ขนาดท่อยืนสำหรับอาคารสูงจะต้องใช้การคำนวณทางกลศาสตร์ของไหล

4.4 ท่อยืนประเภทที่ 2

ให้มีขนาดท่อสำหรับอัตราการไหลของน้ำไม่น้อยกว่า 379 ลิตรต่อนาที (100 แกลลอนต่อนาที) ในกรณีระบบท่อยืนมีหนึ่งท่อ หรือมากกว่า ท่อจ่ายน้ำร่วมของระบบท่อยืนทั้งหมด จะต้องมีขนาดท่อสำหรับรับอัตราการไหลของน้ำได้ไม่น้อยกว่า 379 ลิตรต่อนาที (100 แกลลอนต่อนาที)

4.4.1 ท่อยืนที่มีความสูงไม่เกิน 15 เมตร (50 ฟุต) ขนาดของท่อยืนจะต้องไม่เล็กกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

4.4.2 ท่อยืนที่มีความสูงเกินกว่า 15 เมตร (50 ฟุต) ขนาดของท่อยืนจะต้องไม่เล็กกว่า 65 มิลลิเมตร (2 ½ นิ้ว)

4.5 ขนาดของท่อยืนหรือท่อเมน

ส่งน้ำที่สัมพันธ์กับอัตราการไหล โดยวิธีการวางท่อให้เป็นไปตามตารางที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ตารางท่อสำหรับหาขนาดท่อของระบบท่อยืนหรือท่อเมน

อัตราการไหลรวม	ระยะความยาวของท่อสูงสุดวัดจากหัวฉีดน้ำไกลสุด		
ลิตรต่อนาที (แกนลอนต่อนาที)	< 15 ม.(50 ฟุต)	15 ม.(50 ฟุต) - 30 ม.(100 ฟุต)	> 30 ม.(100 ฟุต)
379(100)	50(2.0)	65(2.0)	80(3.0)
380(101) - 1893(500)	100(4.0)	100(4.0)	150(6.0)
1894(501) - 2839(750)	125(5.0)	125(5.0)	150(6.0)
2840(751) - 4731(1,250)	150(6.0)	150(6.0)	150(6.0)
4732(1,251) และมากกว่า	200(8.0)	200(8.0)	200(8.0)

5. การออกแบบระบบท่อยืน

5.1 ความดันของระบบท่อยืน

5.1.1 ความดันสูงสุดของระบบท่อยืนในแต่ละโซนต้องไม่เกิน 350 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5.1.2 ความดันใช้งานของวาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิง

(1) ประเภทที่ 1 ต้องไม่น้อยกว่า 450 กิโลปาสกาล (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

(2) กรณีที่ความดันสูงเกินกว่า 690 กิโลปาสกาล (100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ลดความดันลงมาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

5.2 ตำแหน่งของท่อยืนและหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง

5.2.1 ประเภทที่ 1

(1) ติดที่ชานพักกลางหรือชานพักของทุกชั้นในบันไดหนีไฟทุกตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) ติดที่ด้านในและด้านนอกของทางออกหนีไฟของ Horizontal Exit

(3) ติดตั้งในบริเวณ Vestibule ที่ติดกับบันไดหนีไฟที่มีระบบอัดอากาศ

(4) กรณีที่ท่อยืนและท่อย่อยไม่ สามารถติดตั้งในบันไดหนีไฟได้ หรือ Vestibule จะต้องติดตั้งในส่วนปิดล้อมที่มีอัตราการทนไฟเท่ากับอัตราทนไฟของส่วนปิดล้อมแนวตั้ง(Vertical Enclosures) ของอาคารหลังนั้น

ข้อยกเว้น ถ้าอาคารหลังนั้นติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงส่วนปิดล้อมนี้ไม่ต้องสร้างให้ได้ อัตราทนไฟดังที่ระบุไว้ก็ได้

(5) ในอาคารที่มีการกั้นแบ่งห้องออกไปเป็นจำนวนมาก, ท่อยืนจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถต่อสายส่งน้ำ และนำเข้าถึงภายในรัศมีการฉีดของน้ำได้ทุก ๆ ห้อง

5.2.2 ประเภทที่ 2

(1) ติดตั้งในตำแหน่งที่ใกล้บันไดหนีไฟสามารถใช้สอยได้สะดวกโดยให้ครอบคลุมฉีดน้ำถึงทุกพื้นที่เมื่อใช้สายฉีดน้ำยาว 30 เมตร (100 ฟุต) และหัวฉีดน้ำฉีดได้ระยะไกลไม่น้อยกว่า6 เมตร (20 ฟุต)

(2) ท่อยืนและท่อย่อยสำหรับใช้งานประเภทที่ 2 นี้ ไม่จำเป็นต้องติดตั้งอยู่ในส่วนปิดล้อมที่ ทนไฟ

5.2.3 ประเภทที่ 3

(1) ให้ติดตั้งเป็นไปตามที่ระบุในหัวข้อ 5.3.6.2.1 และ 5.3.6.2.2

5.3 สายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.3.1 สายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose) อาคารที่ติดตั้งท่อยืนประเภทที่ 2 และ 3 จะต้องจัดให้มีม้วนสายยางฉีดน้ำชนิดแข็งขนาด25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ยาว 30 เมตร (100 ฟุต) หรือสายส่งน้ำขนาด 40 มิลลิเมตร(1 1/2 นิ้ว)ยาว 30 เมตร(100 ฟุต) ติดตั้งอยู่ด้วย

(1) อุปกรณ์เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Reel or Hose Rack)(1) ทุก ๆ จุดที่ได้เตรียมสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 40 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) ไว้จะต้องจัดให้มีที่แขวนเก็บสายฉีดน้ำ หรือเก็บไว้ในกล่อง ที่สะดวกต่อการใช้ หรือถ้าเป็นม้วนสายยางฉีดน้ำชนิดแข็ง 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) จะต้องม้วนอยู่ในกงล้อ(Reel) และดึงออกมาใช้ได้โดยทันที และง่ายต่อการใช้

(2) ทุ กๆ จุดของที่เก็บสายฉีดน้ำชนิดพับหรือม้วนสายฉีดน้ำชนิดยางแข็งจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงถึงการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวรูปภาพและตัวอักษรจะต้องมีขนาดเหมาะสม เห็นได้ชัดและเข้าใจง่าย

5.3.3 วาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Valve)

(1) ในกรณีที่ความดันที่สูงเกินกว่า 700 กิโลปาสกาลจะต้องจัดให้มีอุปกรณ์ลดความดันติดตั้งที่วาล์วสายฉีดน้ำดับเพลิงประเภทที่ 1 เพื่อควบคุมความดันให้เหมาะสม โดยมีอัตราการไหลตามที่ต้องการ

(2) หัวต่อสายฉีดน้ำจะต้องเป็นชนิดหัวต่อสวมเร็ว แบบตัวเมีย พร้อมทั้งฝาครอบตัวผู้ และโซ่ตระเตรียมไว้และสามารถต่อเข้ากันได้ดีกับข้อต่อของพนักงานดับเพลิงท้องถิ่น

6. ระบบส่งน้ำ

6.1 การกำหนดระบบ

แหล่งจ่ายน้ำสำหรับใช้ดับเพลิงในระบบท่อยืนจะอยู่กับตัวประกอบต่าง ๆ ดังนี้คือ ขนาดสายฉีดน้ำดับเพลิงที่ใช้, อัตราการฉีดน้ำดับเพลิง และระยะเวลาที่ต้องการใช้ในการดับเพลิง ซึ่งหมายถึงปริมาณน้ำสำรองที่จะต้องเก็บไว้ ตัวประกอบต่าง ๆ เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อการสร้างอาคารอย่างมาก ดังนั้นการพิจารณาแหล่งจ่ายน้ำสำหรับอาคารหรือสถานประกอบการแต่ละประเภทให้พิจารณาตามความเหมาะสมโดยให้เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 ชนิดของระบบส่งน้ำ

6.2.1 ระบบท่อยืนชนิดอัตโนมัติจะต้องต่อกับระบบส่งน้ำที่เชื่อถือได้ ระบบส่งน้ำอาจจะมีเพียงระบบเดียวก็ได้ แต่จะต้องส่งไปยังทั่วทุกส่วนของระบบได้อย่างทั่วถึง ในบางกรณีอาจจะจัดให้มีระบบส่งน้ำมากกว่าหนึ่งระบบก็ได้

6.2.2 ระบบส่งน้ำที่ยอมรับให้ใช้ได้

(1) ระบบประปาสาธารณะที่ซึ่งตรวจสอบแล้วมี ความดันและปริมาณการไหลพอเพียงสม่ำเสมอตลอดปี

(2) เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชนิดอัตโนมัติต่อกับแหล่งน้ำ

(3) เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชนิดควบคุมด้วยมือ ใช้ร่วมกับถังน้ำความดัน

(4) เครื่องสูบน้ำดับเพลิงชนิดควบคุมด้วยมือ โดยจัดให้มีอุปกรณ์สตาร์ทเครื่องสูบน้ำ ระยะไกลติดตั้งทุก ๆ จุดของตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิง

(5) ถังน้ำความดัน

(6) ถังน้ำสูง

6.2.3 ระบบส่งน้ำสำหรับท่อยืนจะต้องจัดให้มี ความสามารถพอเพียงที่ จะส่งจ่ายน้ำให้กับอุปกรณ์ฉีดน้ำดับเพลิงที่ใช้ เป็นระยะเวลาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 30 นาที

6.3 ปริมาณการส่งจ่ายน้ำสำหรับท่อยืน

6.3.1 ปริมาณการส่งจ่ายน้ำสำหรับท่อยืนประเภทที่ 1 และ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) ต้องมีอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 1,893 ลิตรต่อวินาที (500 แกลลอนต่อนาที) เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที

(2) ในกรณีที่ระบบท่อยืนมีมากกว่าหนึ่งท่อ ปริมาณการส่งจ่ายน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 1,893ลิตรต่อวินาที (500 แกลลอนต่อนาที) สำหรับท่อยืนท่อแรกและ 946 ลิตรต่อนาที (250แกลลอนต่อนาที) สำหรับท่อยืนแต่ละท่อที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่ปริมาณการส่งน้ำรวมของท่อยืนเกิน 4,731 ลิตรต่อนาที (1,250 แกลลอนต่อนาที) ให้ใช้ปริมาณการส่งน้ำที่ 4,731ลิตรต่อนาที หรือมากกว่าได้

(3) ระบบส่งน้ำจะต้องมีความดันพอเพียง เพื่อให้มีความดันที่จุดไกลสุดและสูงสุดของท่อยืน 448 กิโลปาสกาล(65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ด้วยปริมาณการส่งน้ำ 1,893ลิตรต่อนาที(500 แกลลอนต่อนาที)ที่จุดไกลสุดท้ายและสูงสุดของท่อยืน

(4) ในกรณีที่ขนาดของระบบท่อยืนได้มาจากการคำนวณ ตามหลักการกลศาสตร์ของไหลความดันที่จุดหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงที่อยู่ไกลที่สุดจะต้องมีความดัน 448 กิโลปาสกาล (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ด้วยอัตราการไหลของน้ำ 1,893 ลิตรต่อนาที (500 แกลลอนต่อนาที) ออกจากหัวฉีด

6.3.2 ปริมาณการส่งจ่ายน้ำสำหรับท่อยืนประเภทที่ 2

(1) จะต้องมีอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 379 ลิตรต่อนาที (100 แกลลอนต่อนาที) สำหรับวาล์วและสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 40 มิลลิเมตร(1 1/2 นิ้ว)

(2) สำหรับวาล์วและสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) จะต้องมีอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 50 ลิตรต่อนาที

(3) ความดันที่ จุดหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงที่ อยู่ไกลที่สุดจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 448กิโลปาสกาล (65 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.4 ท่อยืนแบบแบ่งเขต

6.4.1 การจัดท่อยืนแบบแบ่งเขตจะต้องจัดให้มีเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแยกสำหรับแต่ละเขต

6.4.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงของแต่ละเขตมาต่ออนุกรมกัน

7. ระบบท่อน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

7.1 การต่อระบบ

7.1.1 การต่อระบบท่อยืนเข้ากับถังเก็บน้ำสูงของอาคาร หรือถังรักษาความดัน (ติดตั้งบนชั้นสูงสุดหรือหลังคา) จะต้องต่อที่จุดสูงสุดของระบบท่อยืน ขนาดท่อที่จะต่อจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าขนาดของท่อยืน ข้อยกเว้น ในกรณีถังน้ำถูกใช้สำหรับจ่ายให้กับท่อยืนของอาคารหลายอาคาร หรือหลายส่วนของอาคารการต่อท่อเข้ากับถังน้ำให้ต่อเข้ากับด้านล่างของท่อยืนได้

7.1.2 ในกรณีที่ท่อยืน 2 ท่อ หรือมากกว่าขึ้นไป ติดตั้งอยู่ในอาคารเดียวกัน หรือส่วนหนึ่งของอาคารระบบท่อยืนจะต้องต่อรวมกันที่ด้านล่างของท่อ

7.1.3 ในกรณีที่ระบบท่อยืน ในอาคารเดียว รับน้ำจากถังน้ำหลาย ๆ ถัง ระบบท่อยืนจะต้องต่อรวมกันที่ด้านบนของท่อยืน

7.1.4 การติดตั้งระบบท่อยืนจะต้องกันไม่ให้เกิดปัญหาลมอัดค้างในท่อ (Air Lock)

7.2 ท่อน้ำ

7.2.1 ท่อน้ำที่นำมาใช้ในระบบท่อยืน จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์โดยกำหนดให้คุณสมบัติทางเคมี, คุณสมบัติทางกายภาพ, ขนาด และน้ำหนักของท่อน้ำจะต้องมีมาตรฐานอย่างน้อยที่สุดเทียบเท่ากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อันใดอันหนึ่งที่กำหนดในตารางดังกล่าว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2.2 ท่อน้ำที่นำมาใช้ในระบบท่อยืน จะต้องสามารถทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1,206 กิโลปาสกาล (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

7.3 ข้อต่อ (Fitting)

7.3.1 ข้อต่อท่อน้ำที่นำมาใช้ในระบบท่อยืน จะต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่กำหนดในตารางที่โดยกำหนดให้คุณสมบัติทางเคมี, คุณสมบัติทางกายภาพ, ขนาดและน้ำหนักของวัสดุ จะต้องมีมาตรฐานอย่างน้อยที่สุดเทียบเท่ากับมาตรฐานผลิตภัณฑ์

7.3.2 ข้อต่อท่อน้ำที่ใช้ในระบบท่อยืน จะต้องเป็นแบบทนความดันสูง (Extra Heavy- Pattern)ในกรณีที่ระบบความดันเกินกว่า 1,207 กิโลปาสกาล(175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ข้อยกเว้น

(1) ข้อต่อท่อน้ำเหล็กหล่อขนาดมาตรฐานขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่ายินยอมให้ใช้ได้ในกรณีที่ความดันไม่เกิน 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

(2) ข้อต่อท่อน้ำเหล็กเหนียวขนาดมาตรฐานขนาด 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) และเล็กกว่า ยินยอมให้ใช้ได้ในกรณีที่ความดันไม่เกิน 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตร.นิ้ว)

(3) การต่อข้อต่อกับท่อน้ำจะต้องใช้วิธีต่อด้วยเกลียวหรือหน้าแปลน การต่อแบบเชื่อมยินยอม

ตารางที่ 6 มาตรฐานของข้อต่อท่อน้ำ

วัสดุท่อน้ำ	คุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐาน
- ท่อเหล็กกล้าอบเหนียว	AWWA C151
- ท่อเหล็กกล้าชนิดมีตะเข็บ ทั้งท่อเหล็กดำและชุบสังกะสี	ASTM A 135
- ท่อเหล็กกล้าชนิดมีและไม่มีตะเข็บ	ASTM A 53, ASTM A795
- ท่อเหล็กกล้า	ANSI B 36.10
- ท่อทองแดงชนิดไม่มีตะเข็บ, ชนิด K, L หรือ M	ASTM B 75, ASTM B 88, ASTM B 251

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้ใช้ ได้ก็ต่อเมื่อได้รับการรับรองแล้วและข้อต่อจะต้องเป็นชนิดข้อต่อเชื่อม มาตรฐานของข้อต่อเชื่อมจะต้องตรงตาม ANSI B 16.9, ANSI B 16.25 และ ASTM A 234

(4) ข้อต่ออ่อน (Expansion Joint Or Flexible Coupling) จะต้องถูกติดตั้งเฉพาะที่จำเป็นเพื่อรักษาการขยายตัวในกรณีที่ จำเป็นหรือป้องกันการทรุดตัวของท่อในกรณีที่อาคารอาจจะทรุดตัวไม่เท่ากัน

7.3.3 ข้อต่อแบบคุบปลิ้ง (Couplings) และข้อต่อแบบยูเนี่ยน (Unions) ข้อต่อเกลียวแบบดังกล่าวห้ามไม่ให้ใช้กับท่อที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

ตารางที่ 7 มาตรฐานของวัสดุข้อต่อท่อน้ำ

ข้อต่อท่อน้ำ	คุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐาน
(1) เหล็กหล่อ (Cast Iron)	
- ขอต่อชนิดเกลียว 860 กิโลปาสกาล (125 ปอนด์) และ 1,723 กิโลปาสกาล (250 ปอนด์)	ANSI B 16.4
- หน้าแปลนท่อและข้อต่อหน้าแปลน, ขนาด 860(125 ปอนด์) และ 1,723 กิโลปาสกาล (250 ปอนด์)	ANSI B 16.1
(2) เหล็กหล่อชนิด Malleable	
- ขอต่อชนิดเกลียว, ขนาด 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์) 2,067 กิโลปาสกาล(300 ปอนด์)	ANSI B 16.3
(3) เหล็กหล่อชนิด Ductile	
- ขอต่อเหล็กหล่อสีเทา, ขนาด 80 มม.(3 นิ้ว) ถึง 1,200 มม.(48 นิ้ว)	AWWA C110
(4) เหล็กเหนียว	
- ขอต่อแบบเชื่อม	ANSI B 16.9 ANSI B 16.25 ASTM A 234
(5) หน้าแปลนเหล็กเหนียว	ANSI B 16.5
(6) ข้อต่อเหล็กเหนียวขึ้นรูป ชนิด เสียบเชื่อม, เชื่อมตอ และเกลียว	ANSI B 16.11
(7) ทองแดง	ANSI B 16.22 ANSI B 16.18

7.3.4 ข้อต่อลด (Reducers) และบุชชิ่ง (Bushing) จะต้องเป็นแบบชิ้นเดียวและใช้เมื่อไดก็ตามที่มีการลดขนาดท่อ ข้อยกเว้นข้อต่อลดแบบหัวหกเหลี่ยม (Hexagonal) จะใช้สำหรับลดขนาดของข้อต่อ เมื่อข้อต่อลดขนาดมาตรฐานไม่สามารถนำมาใช้ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.4 การแขวนท่อ

7.4.1 อุปกรณ์แขวนท่อและรองรับท่อจะต้องเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองแล้ว, ซึ่งต้องสามารถรับน้ำหนักของท่อในตำแหน่งที่เหมาะสมได้อย่างปลอดภัย

7.4.2 อุปกรณ์แขวนท่อและรองรับท่อ จะต้องมีจำนวนเพียงพอเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือนของท่อน้ำ

7.5 เกจ์วัดความดัน

7.5.1 เกจ์วัดความดันขนาดชนิดที่ได้รับการรับรองแล้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร (3 1/2นิ้ว) จะต้องติดตั้งทุก ๆ จุดทางด้านน้ำออกจากเครื่องสูบน้ำ และท่อที่ต่อมาจากท่อน้ำสาธารณะถังน้ำความดัน, เครื่องอัดลมของถังน้ำความดัน, และที่จุดบนของท่อยืนทุกจุด

7.5.2 ในกรณีที่ท่อยืนมีหลายท่อและต่อถึงกันที่ส่วนบนสุด ให้ใช้เกจ์วัดความดันเพียงอันเดียวได้

7.5.3 เกจ์วัดความดันจะต้องติดตั้งไว้ด้านขาเข้าของวาล์วลดความดันทุกตัว

8. การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบหมายถึงการทดสอบด้วยกำลังอัดดันของน้ำในระหว่างการติดตั้งและภายหลังการติดตั้ง ระบบท่อยืนแล้ว รวมถึงการทดสอบเป็นระยะ ๆ ในระยะเวลาที่กำหนดไว้ด้วย รวมถึงการล้างท่อน้ำภายหลังการติดตั้งด้วยเครื่องสูบน้ำดับเพลิงหรือเครื่องสูบน้ำธรรมดา

8.1 การล้างท่อ

8.1.1 ท่อน้ำทั้งหมดภายหลังการติดตั้ง จะต้องล้างท่อด้วยอัตราการไหลของน้ำที่กำหนดตามตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.1.2 ท่อน้ำที่ต่อจากระบบท่อน้ำดับเพลิงนอกอาคาร ไปยังระบบท่อยืน หรือระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงภายในอาคาร จะต้องได้รับการล้างท่อก่อนการต่อระบบเช่นเดียวกัน

8.1.3 การล้างท่อจะต้องทำจนแน่ใจว่าภายในท่อน้ำปราศจากสิ่งสกปรกใด ๆ แล้ว

8.1.4 อัตราการไหลของน้ำน้อยที่สุดในการล้างท่อจะต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในตาราง หรือความเร็วของน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาที (10 ฟุตต่อวินาที)

8.2 การทดสอบระบบท่อน้ำ

8.2.1 ระบบท่อยืนที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบด้วยแรงดันของน้ำโดยอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อทั้งหมดด้วยความดันไม่น้อยกว่า 1,378 กิโลปาสกาล (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)เป็นเวลา 2 ชั่วโมง, หรือ 345 กิโลปาสกาล(50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ในกรณีที่ความดันสถิตย์ในท่อน้ำเกินกว่า 934 กิโลปาสกาล(150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ระบบท่อยืนทั้งหมด จะต้องไม่มีการรั่วของน้ำปรากฏให้เห็น

8.2.2 การทดสอบด้วยแรงดันของน้ำ จะต้องวัดค่าแรงดันทดสอบที่จุดต่ำสุด ของระบบท่อยืน หรือจุดต่ำสุดของแต่ละโซนที่ทำการทดสอบ

8.2.3 ปริมาณน้ำที่รั่วออกจากระบบท่อยืน ขณะกำลังอัดความดันทดสอบที่ระบุในข้อ 8.2.1 ซึ่งอ่านได้จากภาชนะที่อ่านค่าได้ สำหรับท่อใหม่ปริมาณน้ำที่รั่วจะต้องไม่เกินกว่า 2 ลิตรต่อชั่วโมง (2 ควอทซ์ต่อชั่วโมง) ต่อข้อต่อมีปะเก็น 100 จุด

8.2.4 ปริมาณน้ำที่รั่วออกจากระบบอาจจะยินยอมให้ เพิ่มขึ้นได้ 30 มิลลิลิตรต่อวาล์วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง สำหรับวาล์วที่มีหน้าสัมผัสของวาล์วเป็นโลหะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 อัตราการไหลของน้ำในการล้างท่อ

ขนาดท่อ (มิลลิเมตร)	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตรต่อนาที)
100(4)	1,476(390)
150(6)	3,331(880)
200(8)	5,905(1,560)
250(10)	9,235(2,440)
300(12)	13,323(3,520)

8.2.5 ท่อส่วนที่อยู่ระหว่างหัวรับน้ำพนักงานดับเพลิง และเช็ควาล์วจะต้องได้รับการทดสอบด้วยแรงดันน้ำเช่นเดียวกันในข้อ 8.2.1

8.2.6 ท่อส่วนที่อยู่ระหว่างหัวรับน้ำดับเพลิง และเช็ควาล์วหลังจากการติดตั้งจะต้องได้รับการล้างท่อด้วยปริมาณน้ำที่กำหนดก่อนติดตั้งหัวรับน้ำเข้ากับระบบท่อ

8.2.7 ในระบบท่อยืนและท่อใดๆ ก็ตามซึ่งปกติท่อส่วนนั้นแห้งจะต้องทดสอบด้วยความดัน 345 กิโลปาสกาล (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เหนือความดันปกติเป็นระยะ ๆ ไม่เกิน 5 ปีต่อหนึ่งครั้ง

8.2.8 ระบบท่อยืนที่ใช้งานอยู่แล้ว และได้รับการปรับปรุงรวมถึงระบบท่อน้ำดับเพลิงนอกอาคารและหัวรับน้ำดับเพลิ ง ระบบท่อที่ปรับปรุงใหม่นี้จะต้องได้รับการทดสอบเช่นเดียวกับที่ระบุในข้อ 8.2.1 และข้อ 8.2.2

8.3 การทดสอบเป็นระยะ ๆ

8.3.1 การทดสอบระบบท่อยืนเป็นระยะ ๆ โดยกระทำเป็นส่วน ๆ ของระบบท่อยืนจะต้องกระทำอยู่เสมอ โดยบุคคลากรที่ได้รับมอบหมายและรับผิดชอบต่อระบบอย่างเข้มงวด

8.3.2 ถังเก็บน้ำจะต้องมีน้ำเต็มอยู่เสมอและในกรณีที่ใช้ระบบถังน้ำรักษาความดันความดันในถังจะต้องรักษาไว้ที่ 517 กิโลปาสกาล (75 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ตลอดเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.3.3 วาล์วในระบบท่อเมนมายังแหล่งช่วยน้ำอัตโนมัติจะต้องปกติเปิดตลอดเวลา วาล์วหัวน้ำออกจะต้องตรวจดูเสมอว่าไม่มีการรั่วไหลของน้ำ

ระบบท่อน้ำดับเพลิงภายนอกอาคาร

1. หัวดับเพลิง (Hydrant)

1.1 ทั่วไป

1.1.1 ขนาดของท่อต่อทางน้ำเข้าของหัวดับเพลิงกับระบบท่อน้ำ จะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 150 มิลลิเมตร(6 นิ้ว) โดยมีวาล์วควบคุมที่จุดต่อหัวดับเพลิงกับท่อน้ำหรือไม่มีก็ได้

1.1.2 ชนิดของหัวดับเพลิงจะต้องเป็นแบบเปียกเท่านั้น (Wet - Barrel)

1.1.3 จำนวนหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง (Hose Outlet) ให้มีไม่น้อยกว่า 1 หัว

1.1.4 หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นหัวต่อสวมเร็วชนิดตัวเมีย พร้อมฝาครอบและโซ่

1.1.5 ให้มีวาล์ว ปิด-เปิด ขนาด 65 มิลลิเมตร (2" นิ้ว) ติดตั้งที่หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง

1.2 ตำแหน่งหัวดับเพลิง

1.2.1 ที่ติดตั้งหัวดับเพลิงต้องห่างจากอาคารที่ป้องกันไม่น้อยกว่า 12 เมตร (50 ฟุต)

1.2.2 ระยะห่างของหัวน้ำดับเพลิงตามที่กำหนดในข้อ 5.2.2.1 ไม่สามารถทำได้ อนุโลมให้ติดตั้งใกล้อาคารได้โดยให้พิจารณาติดตั้งใกล้กับส่วนที่เป็นผนังทนไฟของอาคารหรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใกล้กับส่วนที่เป็นบันได หรือมุมอาคารซึ่งผนังดังกล่าวในส่วนนี้จะต้องไม่พังลงได้โดยง่าย เมื่อถูกไฟเผาไหม้

1.2.3 ระยะห่างระหว่างหัวดับเพลิงแต่ละหัวจะต้องไม่ห่างกันเกินกว่า 150 เมตร (500 ฟุต)

1.3 การติดตั้งหัวดับเพลิง

1.3.1 หัวดับเพลิงจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคงแข็งแรง โดยรองรับข้างใต้ด้วยฐานคอนกรีต

1.3.2 ความสูงของหัวดับเพลิงจะต้องสูงไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร (2 ฟุต) วัดจากแนวศูนย์กลางของหัวต่อสายฉีดน้ำถึงระดับดิน

1.3.3 หัวดับเพลิงจะต้องป้องกันการชำรุดเสียหายทางกล ที่อาจเกิดขึ้นได้

1.3.4 หัวดับเพลิงจะต้องถูกยึดติดกับท่อน้ำด้วยระบบข้อต่อหน้าแปลนเท่านั้น และให้ป้องกันแรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางของน้ำด้วย

1.3.5 ให้ทดสอบการทำงานของหัวดับเพลิงทุกหัว อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

2. ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์

2.1 ทั่วไป

(1) จัดเตรียมสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ ให้มีจำนวนเพียงพอสำหรับบุคลากรหรือพนักงานดับเพลิงใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) จำนวนและชนิดของสายฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ ให้พิจารณาจากจำนวนและตำแหน่งของหัวดับเพลิง ที่มีใช้สัมพันธ์กันพื้นที่หรืออาคารที่ป้องกันการขยายตัวของเพลิงและขีดความสามารถของผู้ใช้ในพื้นที่นั้น ๆ

(3) จำนวนและชนิดของสายฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ ตามที่กล่าวใน 5.3.1.2 อาจจะต้องได้รับความเห็นชอบจากเจ้าพนักงานดับเพลิง

(4) สายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ ให้เก็บไว้ภายในที่ ๆ สามารถเข้าถึงและหยิบใช้ได้โดยง่ายอุปกรณ์ทั้งหมด จะต้องบรรจุภายในตู้ที่ ๆ เห็นได้โดยง่าย

(5) ข้อต่อสายฉีดน้ำดับเพลิง ให้เป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วทั้งสองปลาย

2.2 ตำแหน่งและการสร้างตู้

(1) ให้ติดตั้งตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงใกล้กับหัวดับเพลิงมากที่สุด หรือติดตั้งไว้ข้างหัวดับเพลิงโดยตรง

(2) ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิง จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานกลางแจ้งเท่านั้น ลักษณะของตู้ภายในจะต้องมีการระบายอากาศที่ดี สีของตัวตู้จะต้องเป็นชนิดที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมของบรรยากาศภายนอก

2.3 ขนาดของตู้และอุปกรณ์ภายใน

(1) ขนาดของตัวตู้จะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะบรรจุอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้พอเพียง หรือจัดทำเป็นหิ้ง, ชั้น หรือที่ยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

(2) อุปกรณ์ภายในตู้จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้ สายฉีดน้ำดับเพลิง ขนาด 65 มิลลิเมตร (2" นิ้ว) พร้อมข้อต่อสวมเร็ว ขวาน จำนวน 1 เล่ม หัวฉีดชนิดปรับได้ (Spray-Solid Stream) พร้อมวาล์วปิด-เปิดในตัว จำนวน 2 หัว ขนาดข้อต่อของหัวฉีดให้เท่ากับสายฉีดน้ำดับเพลิงที่ใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(3) ห้ามไม่ให้ใช้หัวดับเพลิงและสายฉีดน้ำดับเพลิงสำหรับจุดประสงค์อย่างอื่นนอกเหนือจากการใช้ดับเพลิงเท่านั้น

2.4 หัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connections)

(1) หัวต่อรับน้ำจากพนักงานดับเพลิง ซึ่งจะอัดดันน้ำเข้าไปในระบบท่อน้ำดับเพลิงนอกอาคาร เพื่อไปยังระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ, ท่อยืน หรือส่วนใดของระบบเพื่อความมุ่งหมายในการดับเพลิง หัวต่อดังกล่าวนี้ถือว่าเป็นระบบส่งและแหล่งน้ำช่วยเท่านั้น

(2) ในระบบท่อน้ำ อาจให้มีหัวรับน้ำดับเพลิงมากกว่าหนึ่งหัวได้

(3) ไม่ให้มีวาล์ว ปิด - เปิด ในระบบของหัวรับน้ำดับเพลิง

(4) ให้มีลิ้นกันกลับติดตั้งระหว่างระบบท่อน้ำกับหัวรับน้ำดับเพลิงทุก ๆ จุด และให้ติดตั้งใกล้เท่าที่จะใกล้ได้ กับจุดที่ติดตั้งหัวรับน้ำ

(5) หัวต่อสายส่งน้ำของหัวรับน้ำดับเพลิง ให้เป็นหัวต่อสวมเร็วชนิดตัวผู้ พร้อมชุดฝาครอบและโซ่ง่ายต่อการถอดออกโดยพนักงานดับเพลิง

(6) หัวรับน้ำดับเพลิง จะต้องติดตั้งใกล้ถนน และอยู่ ในตำแหน่งที่สามารถนำสายส่งน้ำเข้าไปต่อได้ง่าย โดยไม่มีสิ่งกีดขวางจากแนวรั้ว, หรือวัสดุอื่นใดของอาคารข้างเคียง

(7) ให้มีป้ายบอกชื่อของหัวรับน้ำดับเพลิ ง เขียนด้วยตัวหนังสือสีแดงขนาดตัวอักษรไม่เล็กกว่า50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

2.5 วาล์วควบคุม

2.5.1 ชนิดของวาล์วควบคุม

(1) วาล์วควบคุมจะต้องเป็นชนิดที่แสดงตำแหน่งการปิด-เปิดได้ในตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) วาล์วควบคุมแบบก้านหมุนอยู่กับที่ (Inside Screw-Type Gate Valve) ให้ใช้ได้เฉพาะกับวาล์วควบคุมหัวดับเพลิงเท่านั้น

2.5.2 วาล์วควบคุมระบบส่งน้ำ

(1) ให้ติดตั้งวาล์วปิด-เปิด ที่ต่อมากับแหล่งจ่ายน้ำทุกชนิด ยกเว้น หัวรับน้ำดับเพลิง

(2) ในกรณีที่ต่อร่วมกับแหล่งจ่ายน้ำหลายแหล่ง ให้ติดตั้งวาล์วกันกลับที่แหล่งน้ำนั้น ๆ พร้อมกับวาล์วควบคุม

(3) ในกรณีที่แหล่งจ่ายน้ำมาจากถังน้ำความดัน หรือถังน้ำสูงขนาดความจุน้อยกว่า 56 ลบ. เมตร(15,000 แกลลอน) ไม่ต้องติดตั้งวาล์วควบคุมหลังวาล์วกันกลับด้านถังน้ำ

(4) ในกรณีที่ถังน้ำสูงติดตั้งบนหอสูงนอกอาคารควบคุม หลังวาล์วกันกลับด้านถังน้ำ จะต้องเป็นแบบก้านเลื่อน(Outside Screw and Yoke) หรือวาล์วชนิดอื่นที่แสดงลักษณะการปิด-เปิดในตัว

(5) ในกรณีที่ถังน้ำสูงติดตั้งบนอาคาร วาล์วควบคุมทั้งคู่ (ตัวหน้าและหลังวาล์วกันกลับ) จะต้องเป็นแบบก้านเลื่อน (Outside Screw and Yoke) หรือวาล์วชนิดอื่นที่แสดงลักษระการปิด-เปิดในตัว

(6) เมื่อเครื่องสูบน้ำดับเพลิงติดตั้งในห้อง ที่ไม่ใช้วัสดุทนไฟหรือในที่โล่งซึ่งเผชิญกับอันตรายจากไฟ หรือการพังทลายล้มทับ ของผนังอาคาร วาล์วกันกลับจะต้องติดตั้งในบ่อ (Pit) หรือวาล์วควบคุมจะต้องเป็นแบบวาล์วก้านยืน (Post Indicator Type) และติดตั้งในระยะที่ปลอดภัยห่างจากอาคาร

(7) วาล์วควบคุมที่ ควบคุมการจ่ายน้ำ ให้กับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ จากระบบท่อนอกอาคาร วาล์วดังกล่าวจะต้องติดตั้งในที่ที่สามารถเห็นได้โดยง่าย และปราศจากการกีดขวางเมื่อใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การทดสอบระบบ

การทดสอบ หมายถึง การทดสอบระบบท่อน้ำด้วยกำลังอัดของน้ำ ในระหว่างการติดตั้งและภายหลังการติดตั้งระบบท่อน้ำดับเพลิงแล้ว รวมถึงการล้างท่อน้ำภายหลังการติดตั้งด้วยเครื่องสูบน้ำดับเพลิง หรือเครื่องสูบน้ำธรรมดา

3.1 การล้างท่อ

3.1.1 ท่อน้ำทั้งหมดภายหลังการติดตั้งจะต้องล้างท่อด้วยอัตราการไหลของน้ำที่กำหนด

3.1.2 ท่อน้ำที่ต่อจากระบบท่อน้ำดับเพลิงนอกอาคาร ไปยังระบบท่อยืน หรือระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงภายในอาคาร จะต้องได้รับการล้างท่อก่อนการต่อระบบเช่นเดียวกัน

3.1.3 การล้างท่อจะต้องทำจนแน่ใจว่าภายในท่อน้ำปราศจากสิ่งสกปรกใด ๆ แล้ว

3.1.4 อัตราการไหลของน้ำน้อยที่สุดในการล้างท่อ จะต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในตาราง หรือความเร็วของน้ำจะต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตรต่อวินาที (10 ฟุตต่อวินาที)

3.2 การทดสอบท่อน้ำ

3.2.1 ระบบท่อน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องได้รับการทดสอบด้วยแรงดันของน้ำโดยอัดน้ำเข้าไปในระบบท่อทั้งหมดด้วยความดันไม่น้อยกว่า 1,378 กิโลปาสกาล (200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง, หรือ 355 กิโลปาสกาล (50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ในกรณีที่ความดันสถิตย์ในท่อน้ำเกินกว่า 1,033 กิโลปาสกาล(150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

3.2.2 ปริมาณน้ำที่รั่วออกมาจากระบบท่อน้ำดับเพลิ ง ให้เป็นไปตามข้อกำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การทดสอบการทำงาน

4.1 หัวดับเพลิงแต่ละหัวทั้งหมด จะต้องได้รับการทดสอบการทำงานภายหลังระบบท่อน้ำทั้งหมดติดตั้งเสร็จแล้ว โดยการเปิดวาล์วหัวน้ำออกและปิดภายใต้ความดันของน้ำในระบบ ในกรณีที่ใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงเป็นระบบส่งน้ำ เครื่องสูบน้ำจะต้องกำลังทำงานอยู่ด้วย

4.2 วาล์วควบคุมทั้งหมด จะต้องเปิดและปิดภายใต้ความดันของน้ำในระบบเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 9 อัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการล้างท่อ

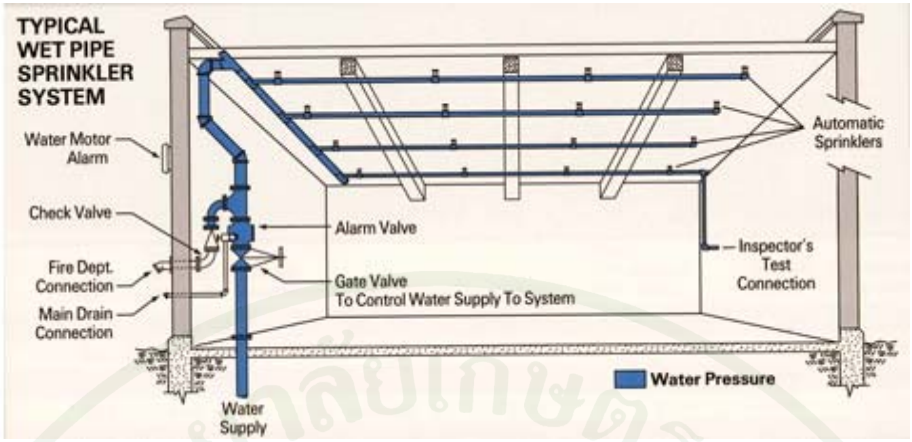
ขนาดท่อ มิลลิเมตร(นิ้ว)	อัตราการไหลของน้ำ เหนือส่วนบนสุดของผนัง(มิลลิเมตร)
100(4)	1,576(390)
150(6)	3,331(880)
200(8)	5,905(1,560)
250(10)	9,235(2,550)
300(12)	13,323(3,250)

ชนิดของระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงได้ถูกมีการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับสภาวะอุณหภูมิและเงื่อนไขการทำ งานต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระบบดังนี้

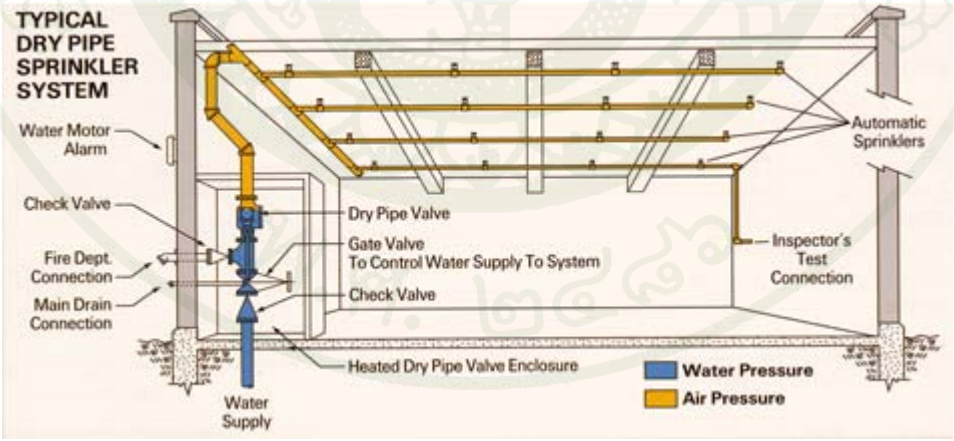
1. Wet Pipe System เป็นระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่มีน้ำที่ถูกอัดด้วยความดันอยู่ภายในระบบท่อที่อุณหภูมิปกติ และมี ตัวรับความร้อนอยู่ที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงทุกหัว ดังนั้นเมื่อตัวรับความร้อนรับความร้อนได้ก็จะแตก ทำ ให้จุกที่อุดหัวกระจายน้ำดับเพลิงอยู่หลุดออก น้ำที่อยู่ในระบบท่อจะมีความดันลดลง วาล์วดับเพลิงจะเปิดปั๊มดับเพลิงให้ทำงาน น้ำก็จะถูกอัดเข้ามาในระบบท่อเพื่อทำการดับเพลิงในทันที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 Wet pipe sprinkler system

2. Dry Pipe System เป็นระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ใช้ในบริเวณที่สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิต่ำ เพื่อป้องกันการเกิดการแข็งตัวเป็นน้ำแข็งของน้ำในระบบท่อ ในระบบท่อจะมีการอัดอากาศเข้าภายในแทนน้ำ เมื่อตัวรับความร้อนของหัวกระจายน้ำดับเพลิงรับความร้อนได้ซึ่งในระบบ Dry Pipe อาจจะเป็นตัวรับความร้อนแบบโลหะ ก็จะหลุดออก และทำ ให้อากาศภายในระบบท่อรั่วออก ความดันในระบบท่อลดลง เมื่อความดันของอากาศระบบท่อลดลง วาล์วดับเพลิงจะเปิด ปั๊มดับเพลิงให้ทำ งาน น้ำก็จะถูกอัดเข้ามาในระบบท่อเพื่อทำ การดับเพลิงในทันที

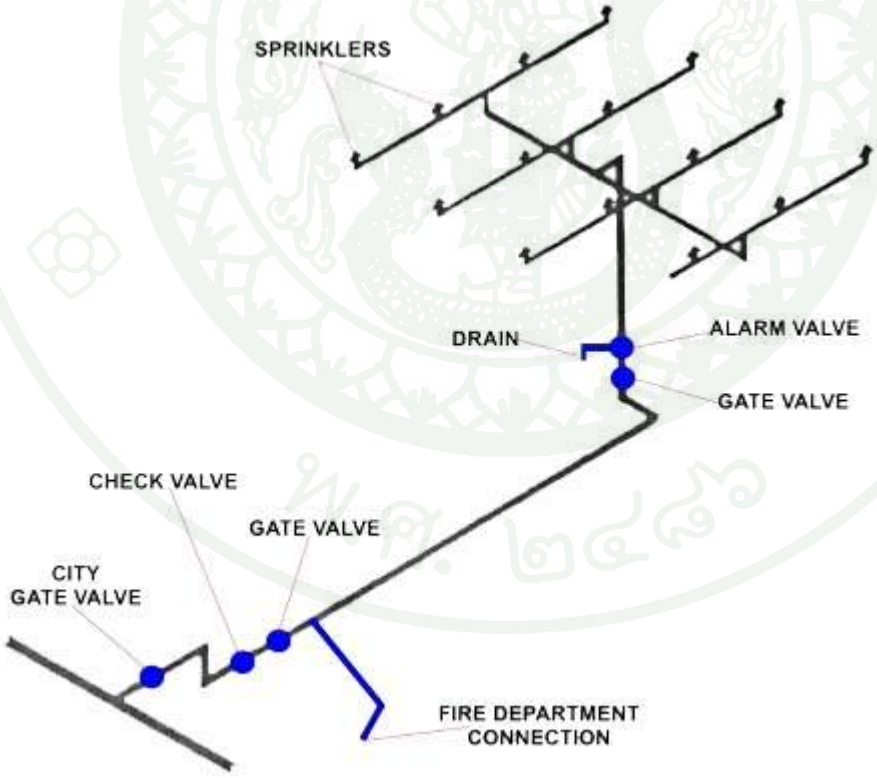


ภาพที่ 7 Dry pipe sprinkler system

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. Deluge System เป็นระบบที่ใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบเปิด (Open Sprinkler) หรือหัวฉีด (Nozzle) เพื่อฉีดน้ำในลักษณะทุกหัวฉีดออกมาพร้อมกันหมด เพื่อทำ การหล่อเย็นให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ถังเก็บแก๊ส หรือ หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น โดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นเป็นตัวสั่งงานให้ Deluge Valve ทาง าน โดย Deluge Valve สามารถสั่งงานได้ 3 อย่าง คือ สั่งงานด้วยระบบไฮดรอลิค – นิวแมติก ไฟฟ้า และการสั่งงานด้วยมือ เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้สามารถตรวจจับความร้อนหรือควันไฟที่เกิดขึ้นได้ ก็จะไปสั่งให้ Deluge วาล์วเปิดเพื่อเปิดให้น้ำไหลเข้าสู่ระบบท่อเพื่อทำ การดับเพลิงหรือหล่อเย็น

4. Preaction System ประกอบด้วยระบบท่อที่ทำ การอัดอากาศด้วยความดันเช่นเดียวกับระบบ Dry Pipe System มีหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบปิด (Close Sprinkler) ที่มีตัวรับความร้อนในตัว ร่วมกับ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนอื่นๆ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน หรืออุปกรณ์ตรวจจับควัน และใช้ Deluge Valve เป็นตัวควบคุมการจ่ายน้ำเข้าระบบท่อ



ภาพที่ 8 การจัดวางหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติแบบ Tree

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระบบย่อยคือ

4.1 Non – Interlock Preaction System เป็นระบบที่ใช้ระบบท่อของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่อัดด้วยอากาศเช่นเดียวกับ Dry Pipe System และมีอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดประกอบเข้าในระบบ ระบบ Non – Interlock นี้จะทำ งานเมื่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงทำ งานหรืออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ตัวใดตัวหนึ่งที่ติดตั้งทำ งาน ก็จะทำให้ SDFVDeluge Valve เปิด และจะส่งน้ำเข้าไปในระบบท่อทันที

4.2 Single Interlock Preaction System System เป็นระบบที่ใช้ระบบท่อของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่อัดด้วยอากาศเช่นเดียวกับ Dry Pipe System และมีอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดประกอบเข้าในระบบ ระบบ Single Interlock นี้จะทำงานเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ในระบบตรวจจับได้ว่าเกิดเพลิงไหม้ขึ้น Deluge Valve ก็จะเปิดให้น้ำไหลเข้าสู่ระบบท่อ ถ้าหัวกระจายน้ำดับเพลิงไม่ทำงานน้ำก็ยังอยู่ในระบบท่อเพื่อรอให้หัวกระจายน้ำดับเพลิงทำ งาน แต่ในกรณีที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงทำ งาน แต่อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ตรวจจับไม่ได้ว่ามีเพลิงไหม้ Deluge Valve จะไม่เปิด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบ Single Interlock นี้ Deluge Valve จะทำ งานก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ทำ งานเท่านั้น

4.3 Double Interlock System เป็นระบบที่ใช้ระบบท่อของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่อัดด้วยอากาศเช่นเดียวกับ Dry Pipe System และมีอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดประกอบเข้าในระบบ ระบบ Double Interlock นี้จะทำ งานเมื่อทั้งอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ที่ติดตั้งในระบบ และหัวกระจายน้ำดับเพลิงทำ งาน ถ้าอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้หรือ หัวกระจายน้ำดับเพลิงตัวใดตัวหนึ่งทำ งาน Deluge Valve จะไม่เปิด จะต้องรอจนกว่าทั้งอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ หรือ หัวกระจายน้ำดับเพลิง ทำ งานทั้งสองอย่าง Deluge Valve จึงจะเปิดให้น้ำเข้าสู่ระบบ (Gangnon, 1997)

ท่อที่สำคัญในระบบป้องกันอัคคีภัยคือ

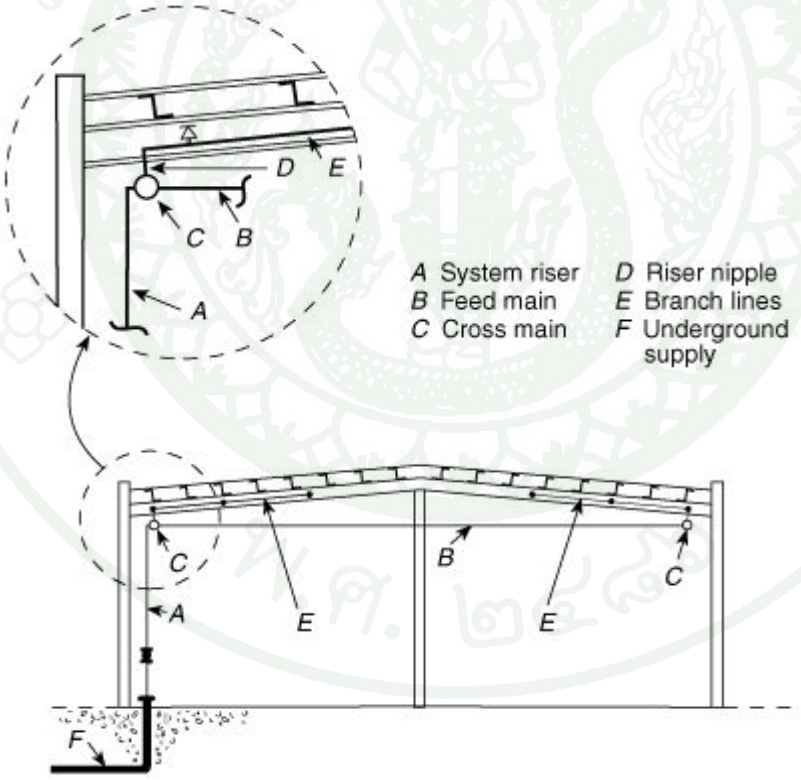
1. Riser เป็นท่อที่ติดตั้งในแนวดิ่งทะลุทุกชั้นของอาคารเพื่อใช้สำ หรับจ่ายน้ำให้กับระบบป้องกันอัคคีภัยในแต่ละระบบ เช่น ระบบของหัวกระจายน้ำดับเพลิง ระบบของหัวฉีดน้ำดับเพลิง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. Feed Main เป็นท่อที่ต่อจากท่อ Riser ออกมาในแนวระดับเพื่อนำ น้ำเข้าสู่บริเวณพื้นที่ที่จะทำ การป้องกัน โดย 1 ท่อ Feed Main จะจ่ายน้ำให้กับท่อ Cross Main ซึ่งท่อ Feed Main หนึ่งท่ออาจประกอบด้วยหลายท่อ Cross Main ได้

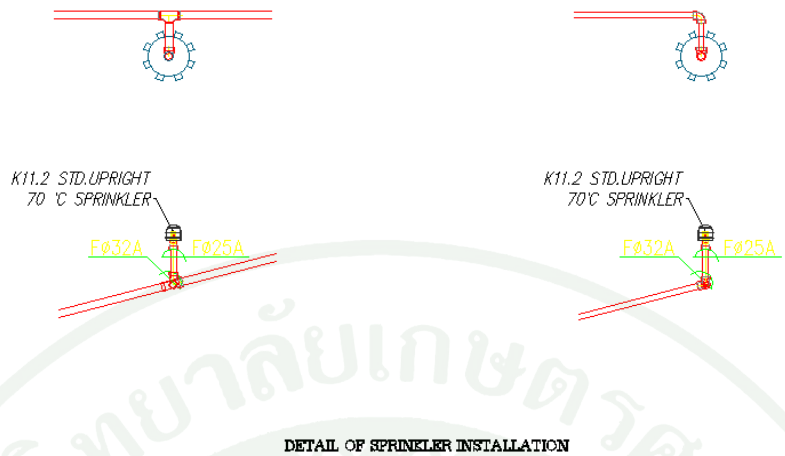
3. Cross Main เป็นท่อที่ต่อจากท่อ Feed Main ในแนวระดับเพื่อนำ น้ำที่ได้จาก Feed Main ใช้ในพื้นที่ที่ต้องการป้องกัน โดยท่อ Cross Main จะติดตั้งผ่านพื้นที่ป้องกันตลอดความยาวหรือ ตามขวางของพื้นที่เพื่อจ่ายน้ำให้กับท่อ Branch Line

4. Branch Line เป็นท่อที่ทำ การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงไว้บนเส้นท่อ โดยจะรับน้ำดับเพลิงจากท่อ Cross Main แล้วแตกออกเป็นท่อย่อยๆ กระจายทั่วพื้นที่ป้องกันเพื่อให้หัวกระจายน้ำดับเพลิงกระจายน้ำดับเพลิงได้ทั่วพื้นที่ (NFPA 13, 1999)



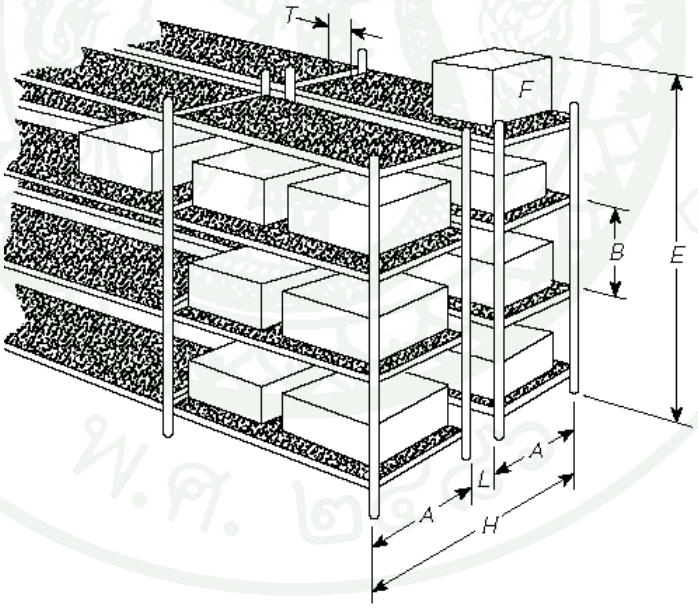
ภาพที่ 9 แสดงท่อที่สำคัญในระบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 แบบแสดงรายละเอียดการติดตั้งหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ

ประเภทของชั้นวางของ (Rack Type)

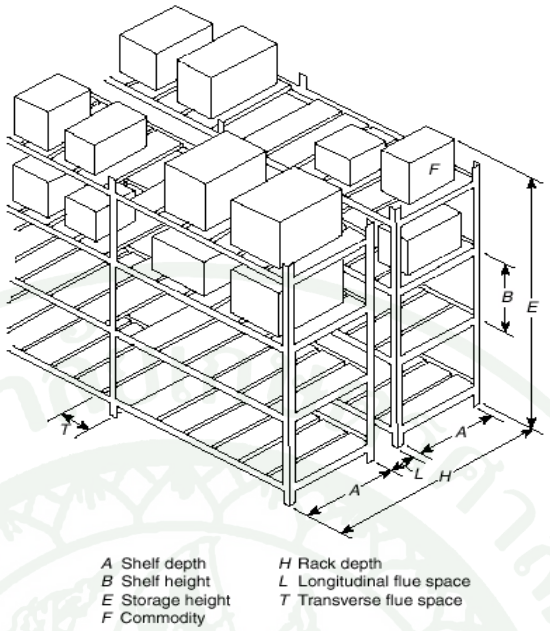


A Shelf depth
B Shelf height
E Storage height
F Commodity
H Rack depth
L Longitudinal flue space
T Transverse flue space

ภาพที่ 11 Double-Row Racks With Solid Shelves (ชั้นวางของแบบสองแถวและมีแผ่นกั้นชั้นทึบ)

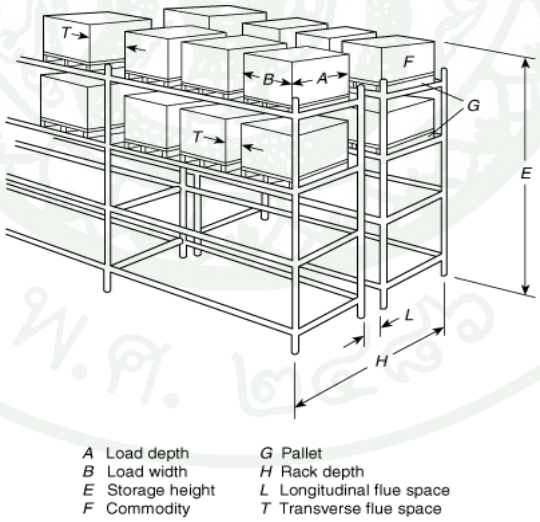
ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 Double-Row Racks With Slat Shelves (ชั้นวางของแบบสองแถวและมีระแนงกั้นชั้น)

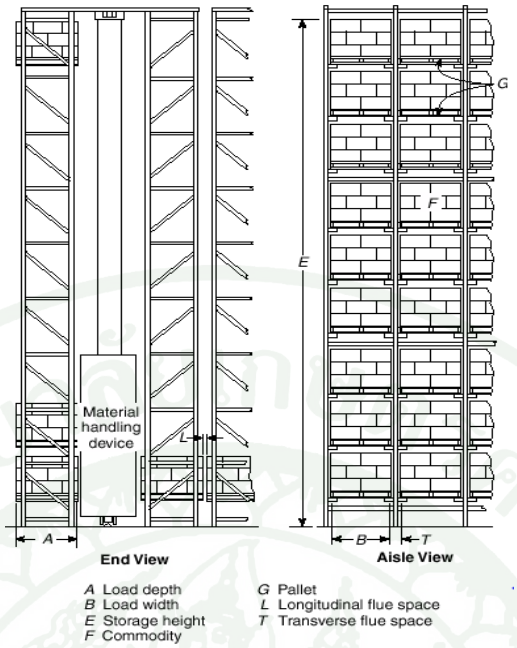
ที่มา: NFPA13 (2002)



ภาพที่ 13 Double-Row Racks Without Solid or Slatted Shelves
(ชั้นวางของแบบสองแถวและไม่มีระแนงหรือแผ่นทึบกั้นชั้น)

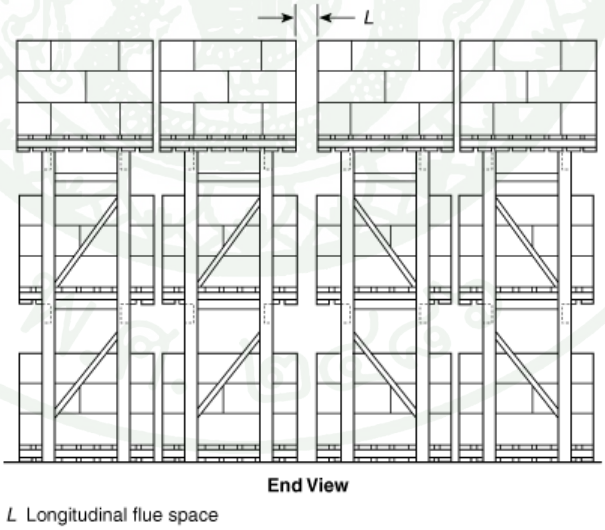
ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 Automatic Storage-Type Rack (ชั้นวางของแบบอัตโนมัติ)

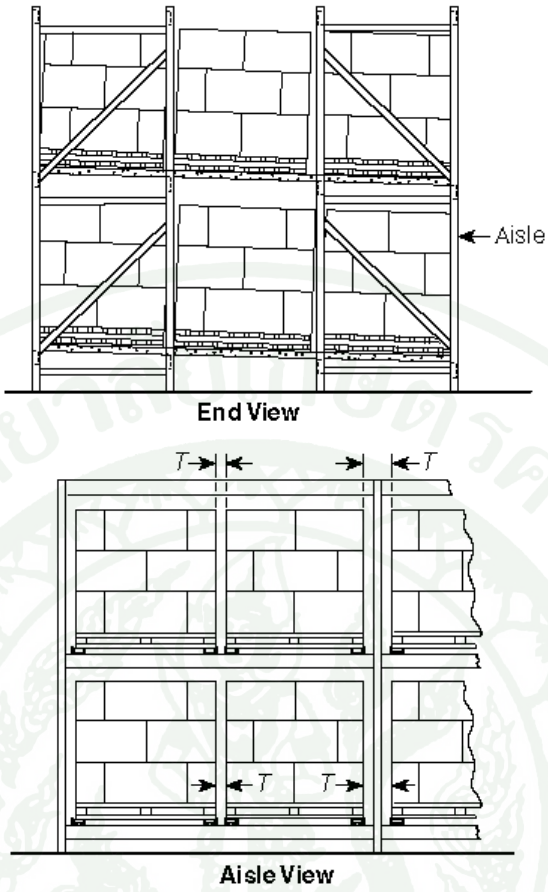
ที่มา: NFPA13 (2002)



ภาพที่ 15 Multiple-Row Rack to Be Served by a Reach Truck
(ชั้นวางของแบบหลายแถวและให้รถขนย้ายชนิด reach truck เข้าถึงสะดวก)

ที่มา: NFPA13 (2002)

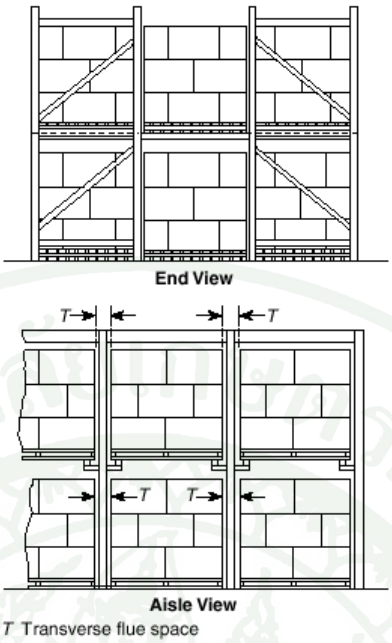
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 Flow-Through Pallet Rack
(ชั้นวางพาเล็ตแบบชั้นลาดเอียงเพื่อช่วยให้ชิ้นงานไหลได้ง่าย)

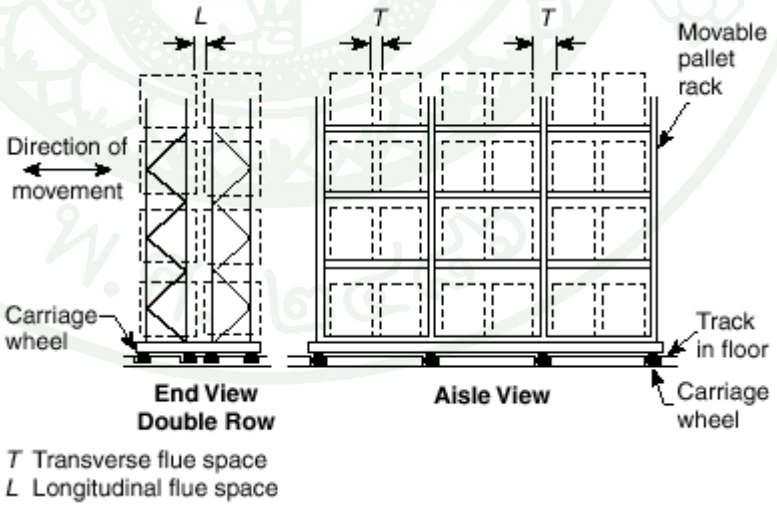
ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 Drive-In Rack — Two or More Pallets Deep (Fork Truck Drives into the Rack to Deposit and Withdraw Loads in the Depth of the Rack)
(ชั้นวางของแบบที่รถโฟล์คลิฟท์สามารถยกของเข้า-ออกจากชั้นวางได้)

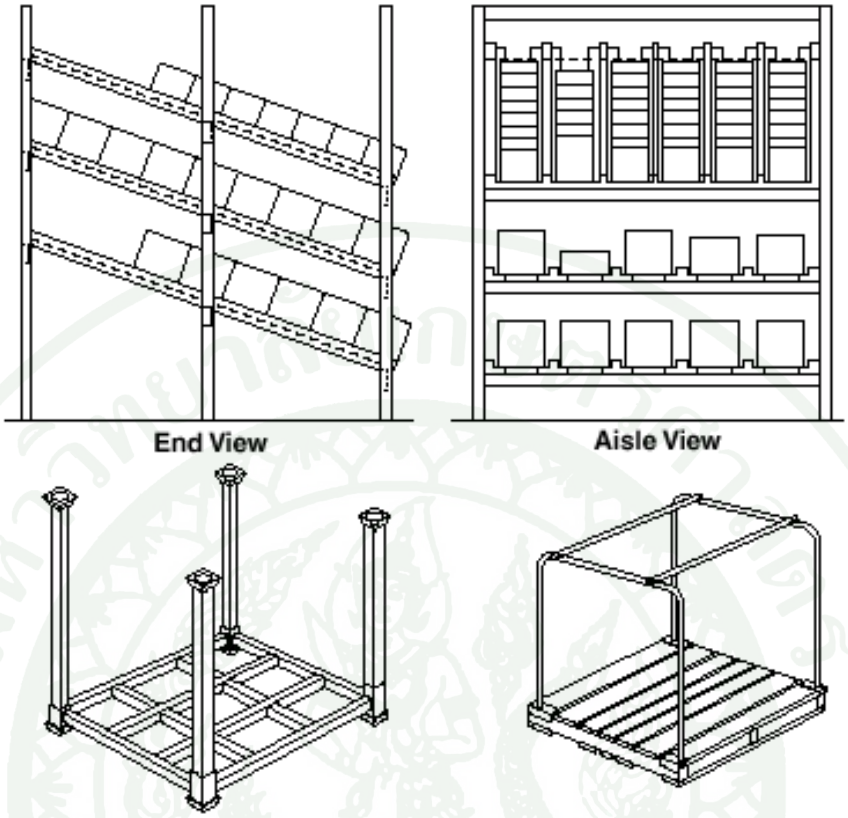
ที่มา: NFPA13 (2002)



ภาพที่ 18 Movable Rack (ชั้นวางของแบบเคลื่อนที่ได้)

ที่มา: NFPA13 (2002)

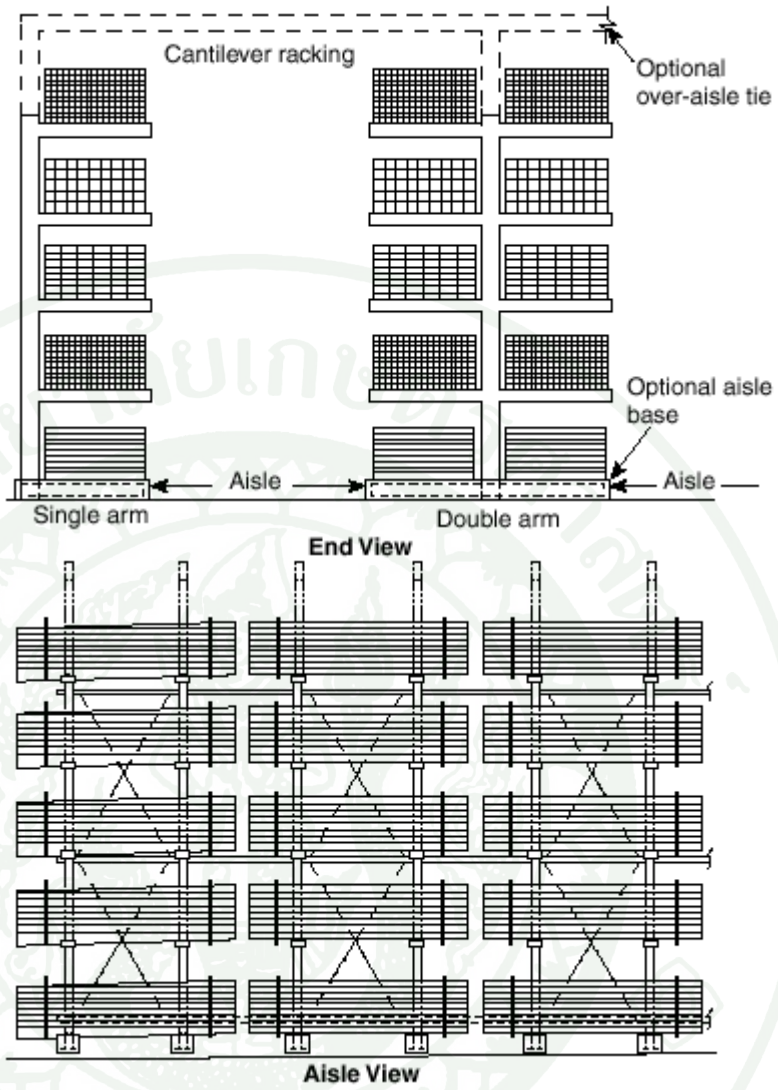
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 Flow-Through Racks (Top) and Portable Racks (Bottom)
(ชั้นวางของแบบไหลเวียน (บน) และชั้นวางของแบบเคลื่อนย้ายได้สะดวก (ล่าง))

ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 Cantilever Rack (ชั้นวางของแบบไม้หรือเหล็กที่ยื่นออกจากผนังเพื่อรองรับน้ำหนัก)

ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 21 ตัวอย่างชั้นวางของ (Rack Storage) ในอาคารคลังสินค้า

พื้นที่ที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด

การเลือกพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุดบางทีอาจเป็นพื้นที่ที่มีระยะไกลที่สุด (geograppically most remote area) ซึ่งพื้นที่นี้มีระยะห่างมากที่สุดจากท่อยืน (riser) ของระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง บางครั้งการเลือกพื้นที่ที่มีความต้องการใช้น้ำมากไม่จำเป็นต้องเป็นพื้นที่ที่มีระยะไกลที่สุด ยกตัวอย่างเช่น ในพื้นที่ ๆ หนึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ออกได้หลาย Hazard พื้นที่ Light Hazardอยู่ไกลที่สุด แต่พื้นที่ที่มีความอันตรายมากกว่าอยู่ใกล้กว่าแต่มีความต้องการในการใช้น้ำในการดับเพลิงมากกว่า ดังนั้นเราจึงควรพิจารณาพื้นที่ที่มีความอันตรายมากกว่าและใช้น้ำมากกว่าเป็นพื้นที่ที่จะนำไปคำนวณ (อภินันท์ ลีโนทัย,2545)

ประเภทของไฟที่เกิดขึ้นสามารถแบ่งได้เป็น 4 Class ดังนี้

1. Class A เกิดจากเชื้อเพลิงประเภทของแข็งหรือเชื้อเพลิงทั่วๆ ไป เช่น กระดาษ ไม้ หรือ พลาสติก เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. Class B เกิดจากเชื้อเพลิงประเภทของเหลวติดไฟ เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง แอมโมเนีย หรือ แอลกอฮอล์ เป็นต้น

3. Class C เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ อุปกรณ์อิเล็คทรอนิค

4. Class D เกิดจากเชื้อเพลิงประเภทกลุ่มโลหะที่มีการลุกติดไฟได้เอง การแยกประเภทดังกล่าวจะทำ ให้สามารถเลือกสารดับเพลิงหรือวิธีการดับเพลิงที่เหมาะสมได้ ทำให้การดับเพลิงนั้นทำได้อย่างรวดเร็วและไม่ลุกลามต่อ (Gangnon, 1998)

ข้อกำหนดในการออกแบบเฉพาะส่วนของหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติตามมาตรฐานป้องกันอัคคีภัย สมาคมวิศวกรรรมสถานแห่งประเทศไทย มีดังนี้

ออกแบบและเลือกใช้ชนิดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงให้เหมาะสมกับระดับอันตรายในพื้นที่ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของวัสดุที่เป็นเชื้อเพลิงที่ปรากฏในพื้นที่นั้นๆ ว่ามีจำนวนมากน้อยเพียงใด ตามมาตรฐานจำแนกประเภทของพื้นที่ครองครองออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ก) พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard Occupancies)
ข) พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard Occupancies)
ค) พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก (Extra Hazard Occupancies)

ตัวอย่างพื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย

พื้นที่ดังต่อไปนี้ หรือคล้ายกันให้จัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ห้องสมุด (ยกเว้นห้องสมุดที่มีชั้นวางหนังสือขนาดใหญ่)
- พิพิธภัณฑ์

ตัวอย่างพื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง

พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง ได้แบ่งการจัดออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง กลุ่มที่ 1

พื้นที่ดังต่อไปนี้ หรือคล้ายกัน ให้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

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

พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง กลุ่มที่ 2

พื้นที่ดังต่อไปนี้ หรือคล้ายกัน ให้จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- โรงงานผลิตสินค้าที่ทำจากหนังสัตว์
- โรงงานผลิตลูกกวาดและลูกอม
- โรงงานผลิตสิ่งทอ
- โรงงานยาสูบ
- โรงงานประกอบผลิตภัณฑ์ไม้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- โรงพิมพ์และสิ่งพิมพ์โฆษณา
- โรงงานใช้สารเคมี
- โรงสีข้าว
- โรงกลึง
- โรงงานประกอบผลิตภัณฑ์โลหะ
- โรงต้มกลั่น
- อู่ซ่อมรถยนต์
- โรงงานผลิตยางรถยนต์
- โรงงานแปรรูปไม้ด้วยเครื่อง
- โรงงานกระดาษและผลิตเยื่อกระดาษ
- โรงงานผลิตภัณฑ์กระดาษ
- ท่าเรือและสะพานส่วนที่ยื่นไปในน้ำ
- โรงงานผลิตอาหารสัตว์
- โรง ภาพยนตร์
- โรงมหรสพที่มีการแสดง
- ที่ทำการไปรษณีย์
- ร้านค้า
- ห้องสมุด (มีชั้นเก็บหนังสือขนาดใหญ่)
- ร้านซักแห้ง
- ห้องเก็บของ
- ห้างสรรพสินค้า
- ซุปเปอร์สโตร์

ตัวอย่างพื้นที่ครอบครองอันตรายมาก

พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก แบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ครอบครองอันตรายมากกลุ่มที่ 1

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

- โรงเก็บและซ่อมเครื่องบิน
- พื้นที่ที่ใช้งานโดยมีของเหลวไฮดรอลิคติดไฟได้
- หล่อด้วยแบบโลหะ
- ขึ้นรูปโลหะ
- โรงงานผลิตไม้อัดและไม้แผ่น
- โรงพิมพ์ (ใช้หมึกพิมพ์ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37.90 เซลเซียส)
- อุตสาหกรรมยาง
- โรงเลื่อย
- โรงงานสิ่งทอรวมทั้งโรงฟอก, ย้อม, ปั่นฝ้าย, เส้นใยสังเคราะห์ และฟอกขนสัตว์
- โรงทำเฟอร์นิเจอร์ด้วยโฟม

พื้นที่ครอบครองอันตรายมากกลุ่มที่ 2

พื้นที่กลุ่มนี้จะมีลักษณะการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับของเหลวติดไฟ (Combustible Liquid) หรือของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) โดยตรง พื้นที่ดังต่อไปนี้หรือคล้ายกันให้จัดอยู่ในลำดับเดียวกัน

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลักทั่วไปในการออกแบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ

ในการออกแบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัตินั้นต้องออกแบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงให้ติดตั้งครอบคลุมทั่วทั้งอาคาร นอกจากพื้นที่บางส่วนที่ได้รับการพิจารณาให้ยกเว้น เช่น

ก) ห้องไฟฟ้าที่ติดตั้งเฉพาะอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดแห้ง (Dry Type) โดยห้องจะต้องสร้างด้วยผนังทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และไม่ใช้เป็นที่เก็บของ

ข) อาคารจอดรถที่มีผนังเปิดโล่งเหนือระดับพื้นดินที่ผนังตรงข้ามเปิดอย่างน้อย 2ด้าน และผนังที่เปิดต้องห่างกันไม่เกิน 23 เมตร (75ฟุต) มีพื้นที่เปิดที่ผนังแต่ละด้านไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 และช่องเปิดต้องกว้างอย่างน้อย 760 มิลลิเมตร (30 นิ้ว)โดยอาคารจอดรถจะต้องเป็นอาคารที่มีโครงสร้าง แยกอิสระจากอาคารที่ใช้งานประเภทอื่น

ค) ช่องว่างในฝ้าที่มีวัสดุไม่ติดไฟ (Non combustible Material) หรือวัสดุที่อัตราการแพร่กระจายเปลวเพลิง (Flame Spread Rating) น้อยกว่า 25 หรือวัสดุที่ให้ความร้อนจากผิวและฉนวนไม่เกิน 1,000 บีทียูต่อตารางฟุต

ง) ห้องหรือพื้นที่ที่การฉีดน้ำจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงอาจเป็นอันตรายต่อชีวิต เช่น ห้องผ่าตัด ห้องเด็กแรกเกิด

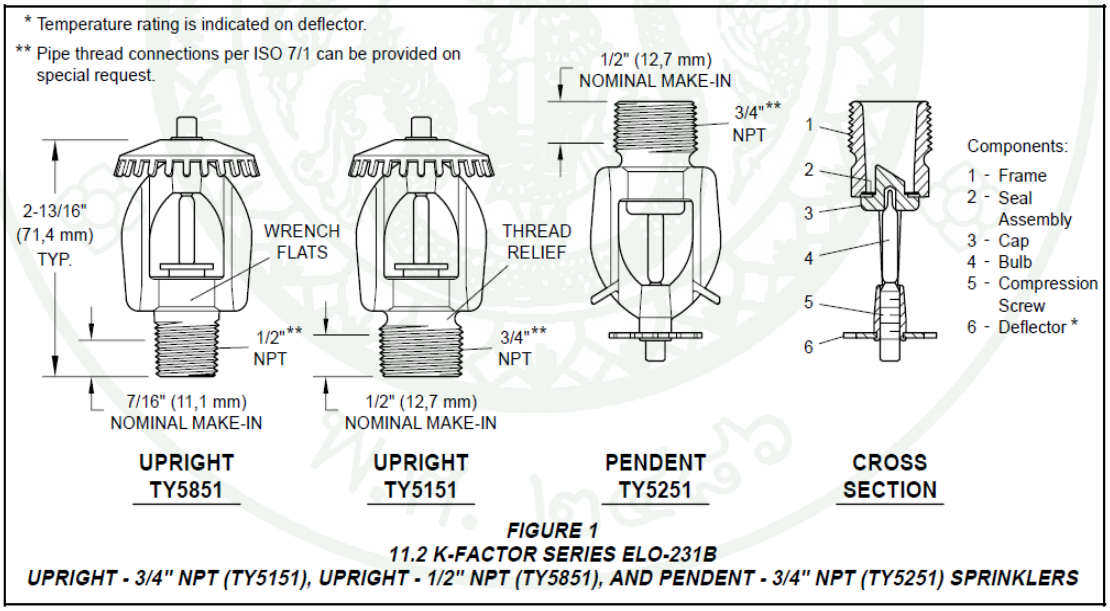
นอกจากนั้นหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องเลือกชนิด และติดตั้งให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต และหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งในระบบท่อเปียกที่ใช้ทั่วไปให้ใช้รูทางผ่านน้ำ (Orifice)ขนาดมาตรฐาน (Standard Orifice) มีขนาดไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2นิ้ว) ยกเว้นจะระบุขนาดรูทางผ่านน้ำ (Orifice) เป็นอย่างอื่นหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องเลือกอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating) ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ติดตั้งตามที่ระบุในตารางที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 การเลือกอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating)ของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

อุณหภูมิสูงสุดที่ระดับเพดาน (oซ) Maximum Ceiling	อุณหภูมิทำงาน (oซ) 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	ดำ

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2551)



ภาพที่ 22 ส่วนประกอบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ที่มา: Tyco Data Sheet (n.d.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

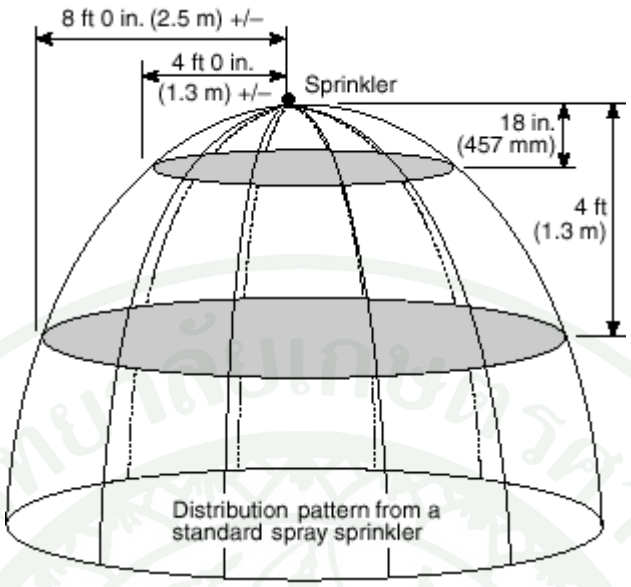
ภาพที่ 23 หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหงายขึ้น

ที่มา: Tyco Data Sheet (n.d.)

ภาพที่ 24 หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดคว่ำลง

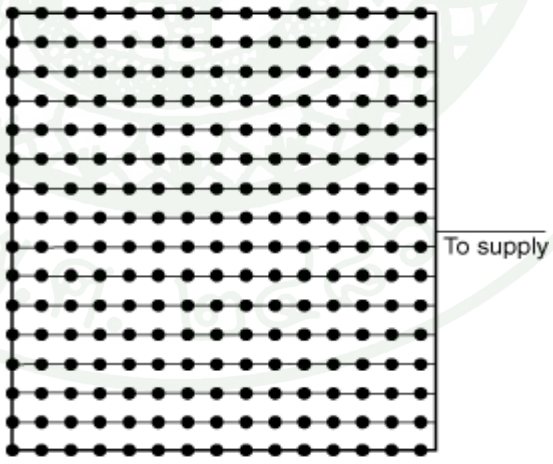
ที่มา: Tyco Data Sheet (n.d.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 Obstructions to Sprinkler Discharge Pattern Development for Standard Upright or Pendent Spray Sprinklers
(รูปแบบการกระจายน้ำออกจากหัวกระจายน้ำมาตรฐานผ่านสิ่งกีดขวาง)

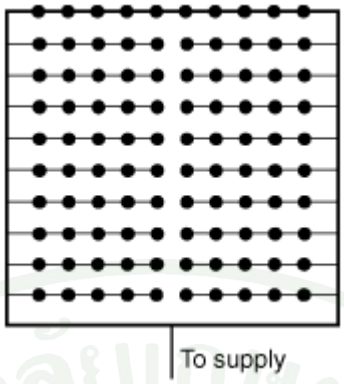
ที่มา: NFPA13 (2002)



ภาพที่ 26 Gridded Sprinkler System (การจัดวางหัวกระจายน้ำแบบ Grid)

ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 Looped Sprinkler System (การจัดวางหัวกระจายน้ำแบบ Loop)

ที่มา: NFPA13 (2002)

รายละเอียดในของ Cover Sheet รายการคำนวณ Hydraulic Calculation

รายละเอียดในของ Cover Sheet รายการคำนวณ Hydraulic Calculation ประกอบด้วยรายละเอียดที่จะต้องแจ้งให้เจ้าของงานทราบดังนี้

1. Summary Sheet

1.1 วันที่
1.2 สถานที่
1.3 เจ้าของงาน
1.4 ชื่อของตึกและอาคาร
1.5 ประเภทความอันตรายของพื้นที่ครอบครอง
1.6 ชื่อ-ที่อยู่ ของผู้ติดต่อหรือผู้ออกแบบ
1.7 ชื่อของผู้อนุมัติของบริษัทตัวแทน
1.8 ความต้องการของระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.8.1 พื้นที่ออกแบบสำหรับหาปริมาณน้ำ ,lt ^{2}

1.8.2 ปริมาณน้ำขั้นต่ำที่ต้องการ, (gpm /lt ^{2})

1.8.3 พื้นที่ต่อหัวกระจายน้ำ, lt ^{2}

1.9 ปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องการรวมทั้งความต้องการของสายฉีดน้ำดับเพลิง, ม่านน้ำ และอื่น ๆ

1.10 ปริมาณน้ำเผื่อสำหรับหัวกระจายน้ำ in-rack

1.11 ข้อกำหนดหรือรายละเอียด เช่น ความยาวท่อ, อัตราการไหล, ความดันในส่วนพื้นที่เพิ่มเติมหรือหัวกระจายน้ำชนิดพิเศษ

2. Detail worksheet

2.1 หมายเลขหน้า

2.2 รายละเอียดหัวกระจายน้ำและค่า K

2.3 จุดอ้างอิงการคำนวณไฮโดรลิค

2.4 อัตราการไหล (gpm)

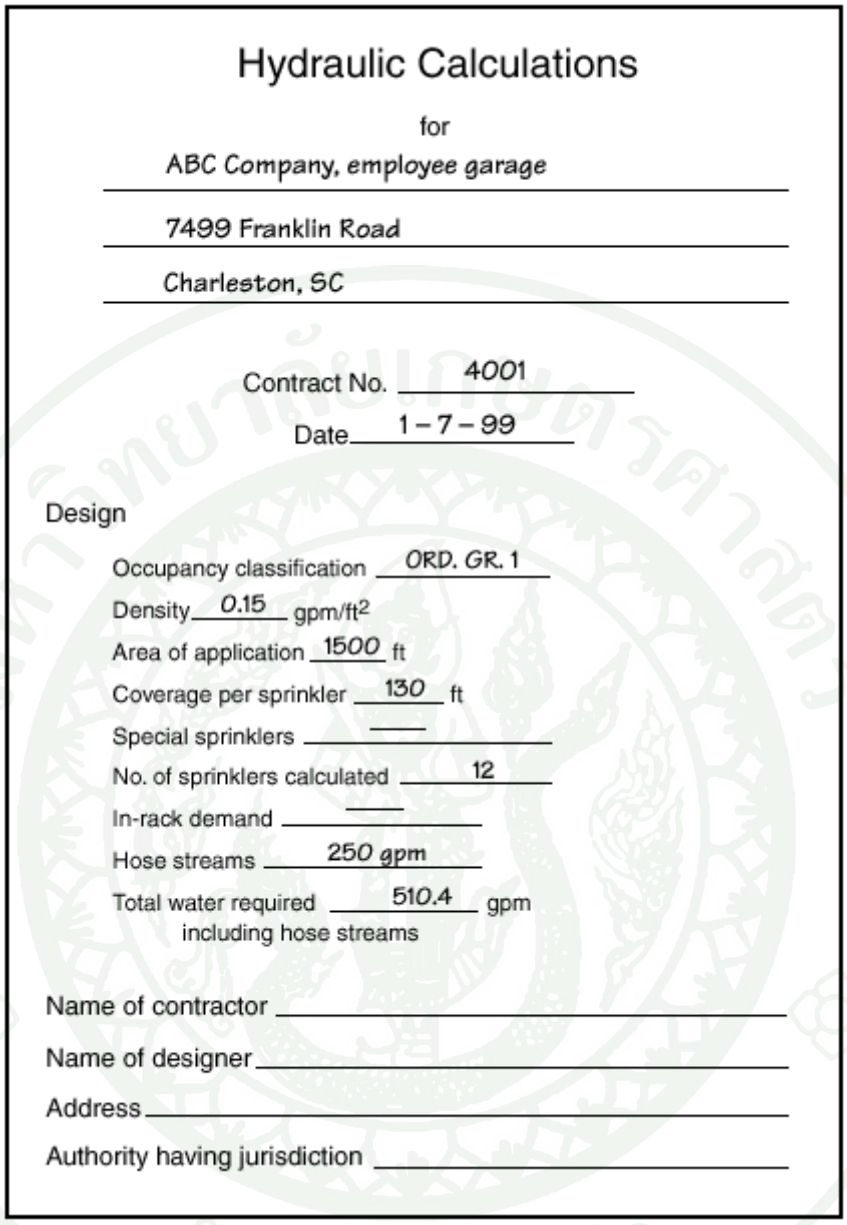
2.5 ขนาดท่อ (in.)

2.6 ความยาวท่ (ft)

2.7 ความยาวท่อเทียบเท่า (ft)

2.8 ความดันสูญเสียในท่อ (Psi/ft)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



Hydraulic Calculations

for

ABC Company, employee garage

7499 Franklin Road

Charleston, SC

Contract No. 4001

Date 1-7-99

Design

Occupancy classification ORD. GR. 1

Density 0.15 gpm/ft²

Area of application 1500 ft

Coverage per sprinkler 130 ft

Special sprinklers —

No. of sprinklers calculated 12

In-rack demand —

Hose streams 250 gpm

Total water required 510.4 gpm
including hose streams

Name of contractor

Name of designer

Address

Authority having jurisdiction

ภาพที่ 28 ตัวอย่าง Summary sheet ในการคำนวณ Hydraulic calculation

ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับผู้ที่ทำงานวิจัยในหัวข้อใกล้เคียงกันมีดังต่อไปนี้

1. อภินันท์ ลีโนทัย :กันยายน 2545, โปรแกรมช่วยออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ใช้โปรแกรม Delphi 5 ในการสร้างโปรแกรมช่วยออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารทั่วไปและมุ่งเน้นไปที่การออกแบบระบบของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบมาตรฐาน (Standard Sprinkler) และออกแบบระบบท่อในแบบ Tree System ใช้ในพื้นที่สี่เหลี่ยม

2. เกศรา ชั้นไพบูลย์:เมษายน 2550,โปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับที่พักอาศัยใช้โปรแกรม Visual Basic 2005 ในการสร้างโปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับที่พักอาศัย ที่ใช้ร่วมกับระบบประปาในอาคารที่พักอาศัยที่มีจำนวนชั้นไม่เกิน 4 ชั้น และความสูงของอาคารไม่เกิน 23 เมตร หรือ ขนาดพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นไม่เกิน 10,000 ตารางเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค Toshiba Satellite L310
2. เครื่องพิมพ์ EPSON STYLUS COLOR
3. โปรแกรม Visual Basic 2008
4. โปรแกรม SQL Server 2008
5. โปรแกรม IIS WEB Server

วิธีการ

ใช้โปรแกรม Visual Basic2008 ทำการวิจัยและออกแบบพัฒนาโปรแกรม โดยเปรียบเทียบการคำนวณกับการคำนวณด้วยมือจากสูตรการคำนวณและทดสอบโปรแกรมกับอาคารตัวอย่างว่าสามารถคำนาณหาความดันและอัตราการไหลได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่

ขั้นตอนการออกแบบ และคำนวณ

1. เลือกประเภทความอันตรายของพื้นที่ (Occupancy)และเตรียมข้อมูลของประเภทสินค้าหรือวัตถุดิบที่เก็บในอาคารคลังสินค้า

ตามมาตรฐานจำแนกประเภทของพื้นที่ครองครองออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

ก) พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard Occupancies)
ข) พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard Occupancies)
ค) พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก (Extra Hazard Occupancies)

2. เลือกปริมาณความหนาแน่นน้ำที่จะจ่ายให้ระบบ (Hydraulic density, d) และพื้นที่ครอบครอง (Area of sprinkler operation, A) จากประเภทความอันตรายของพื้นที่ โดยดูค่าจากกราฟในรูปที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก) พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard Occupancies)

ใช้ปริมาณความหนาแน่นน้ำ = 0.1 gpm/ft^2 ที่ Area of sprinkler operation,A = 1500 ft^2

ข) พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลาง (Ordinary Hazard Occupancies)

- พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลางกลุ่มที่1 ใช้ปริมาณความหนาแน่นน้ำ = 0.15 gpm/ft^2 ที่ Area of sprinkler operation,A = 1500 ft^2

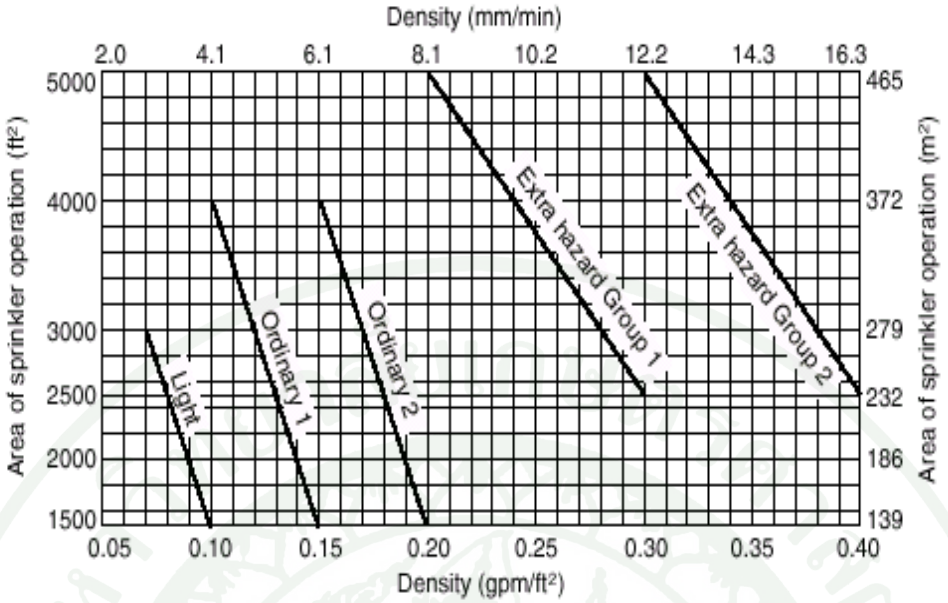
- พื้นที่ครอบครองอันตรายปานกลางกลุ่มที่2 ใช้ปริมาณความหนาแน่นน้ำ = 0.20 gpm/ft^2 ที่ Area of sprinkler operation,A = 2500 ft^2

ค) พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก (Extra Hazard Occupancies)

- พื้นที่ครอบครองอันตรายมากกลุ่มที่1 ใช้ปริมาณความหนาแน่นน้ำ = 0.30 gpm/ft^2 ที่ Area of sprinkler operation,A = 2500 ft^2

- พื้นที่ครอบครองอันตรายมากกลุ่มที่2 ใช้ปริมาณความหนาแน่นน้ำ = 0.40 gpm/ft^2 ที่ Area of sprinkler operation,A = 2500 ft^2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 29 Miscellaneous Storage and Commodity Classes I through IV Storage 12 ft (3.7 m) or Less in Height — Design Curves

ที่มา: NFPA13 (2002)

3. กำหนดความยาวของบริเวณที่จะใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการ, L จากสมการ

$$L_{min} = 1.2\sqrt{A}$$

4. กำหนดจำนวนหัวกระจายน้ำให้สัมพันธ์กับปริมาณความหนาแน่นของน้ำที่จะใช้

5. กำหนดตำแหน่งการจัดวางหัวกระจายน้ำ

6. หาค่าอัตราการไหลเริ่มต้นของน้ำต่อหัวกระจายน้ำ จากสมการ

$$Q = As \times d$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดย

Q = อัตราการไหลภายในท่อ (gpm)

As = พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง

d = ความหนาแน่นของการกระจายน้ำ, gpm/sq.ft

7. หาค่าความดันต่ำสุดต่อหัวกระจายน้ำ จากสมการ

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$

โดย

Q = อัตราการไหลสะสมภายในท่อ (gpm)

K = ค่าสัมประสิทธิ์ของหัวกระจายน้ำ

P = ความดัน (Psi)

8. หาค่าความดันสูญเสียในท่อ จากสมการ

$$P_f = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}L$$

โดย

P = ความเสียดทานสูญเสียภายในท่อ (psi / foot)

Q = อัตราการไหลภายในท่อ (gpm)

C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของท่อแต่ละชนิด

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ (inches)

L= ความยาวท่อ

9. เตรียมข้อมูลจำเพาะของหัวกระจายน้ำดับเพลิงแต่ละแบบ

10. ใช้โปรแกรม Visual Basic 2008 สร้างโปรแกรมเพื่อช่วยออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ สำหรับอาคารคลังสินค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่างการคำนวณ

สถานที่ : บริษัท ETON GOLF PRIDE จำกัด นิคมอุตสาหกรรมสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

สินค้าที่ผลิตและเก็บไว้ในอาคารคลังสินค้า : วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จำพวก Rubber

ความชันของหลังคาอาคารคลังสินค้า 15 องศา

Hydraulic calculations

for

ETON GOLF PRIDE CO.,LTD.

Suranaree Industrial Estate, Nakornratchasima

Contract Number : 1252

Date : 25-2-10

Occupancy classification: Ordinary Hazard Group II

Density : 0.45 gpm/ft2

Area of application: 2000 ft2

Coverage per sprinkler: 100.27 ft2

Special sprinkler: --

No. of sprinkler calculate: 21

In- rack demand: 370 gpm

Hose stream: 500 gpm

Total water required gpm

Including hose streams

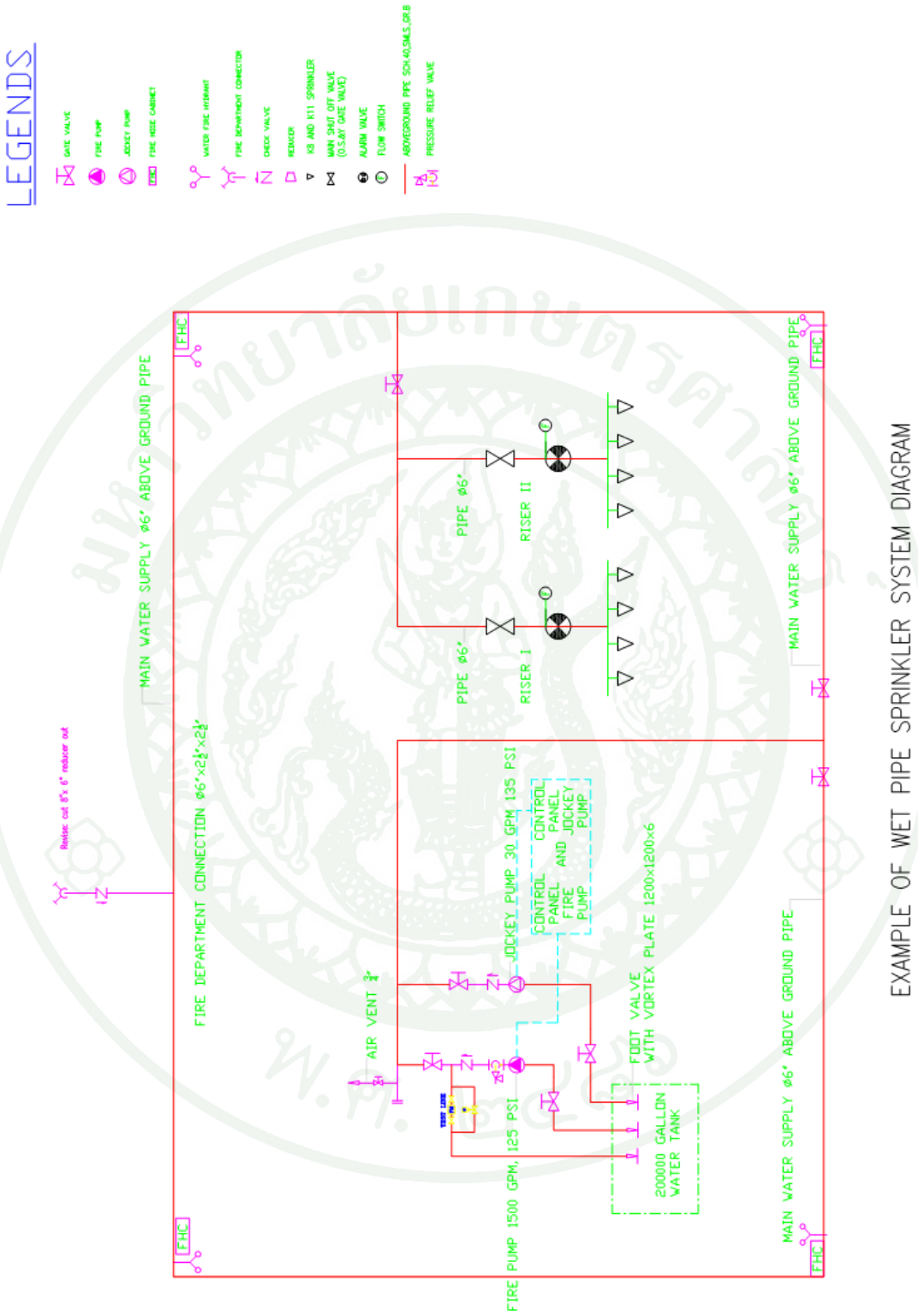
Name of contractor : ……

Name of Designer : ……..

Address : …….

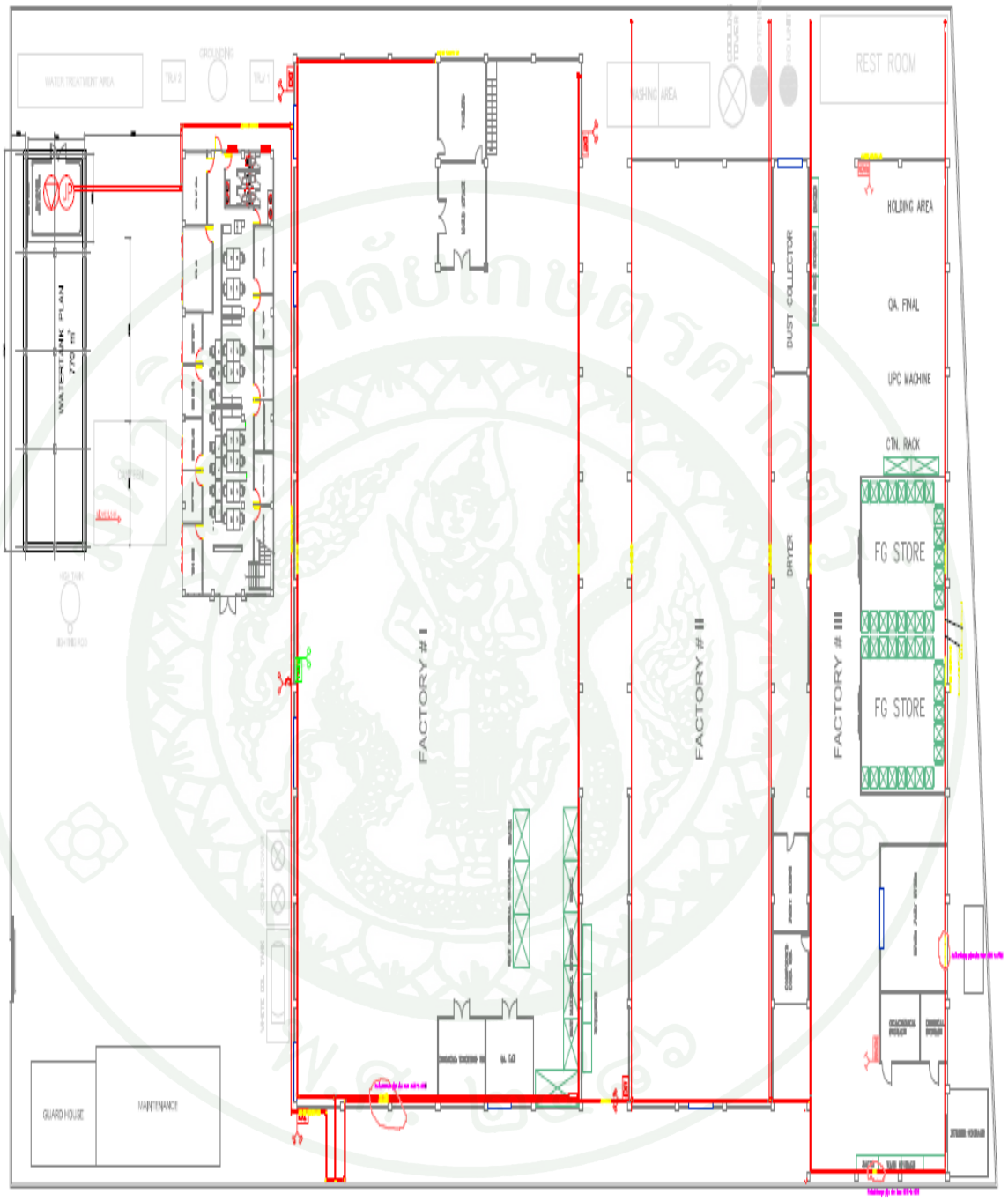
Authority having jurisdiction : …….

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



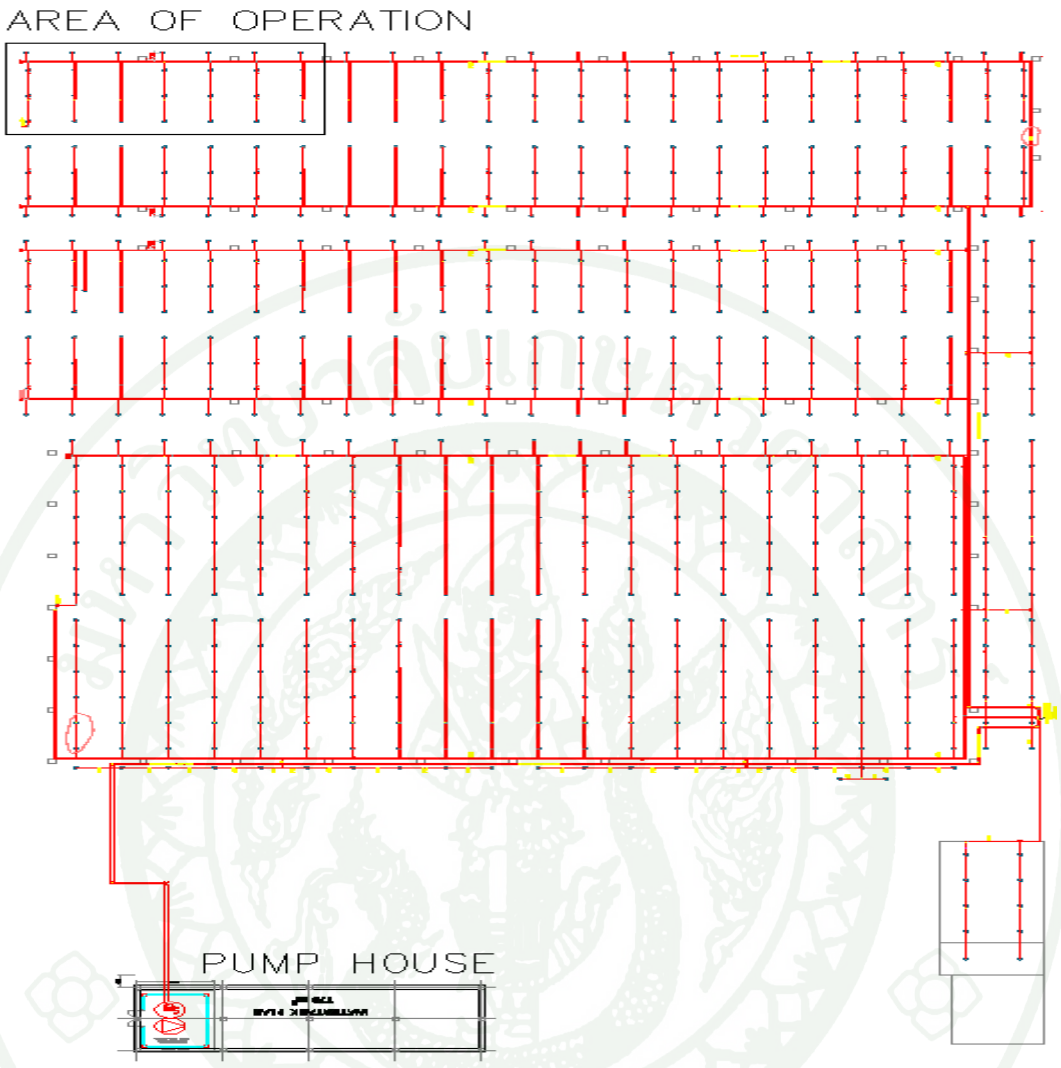
ภาพที่ 30 Sprinkler system diagram

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



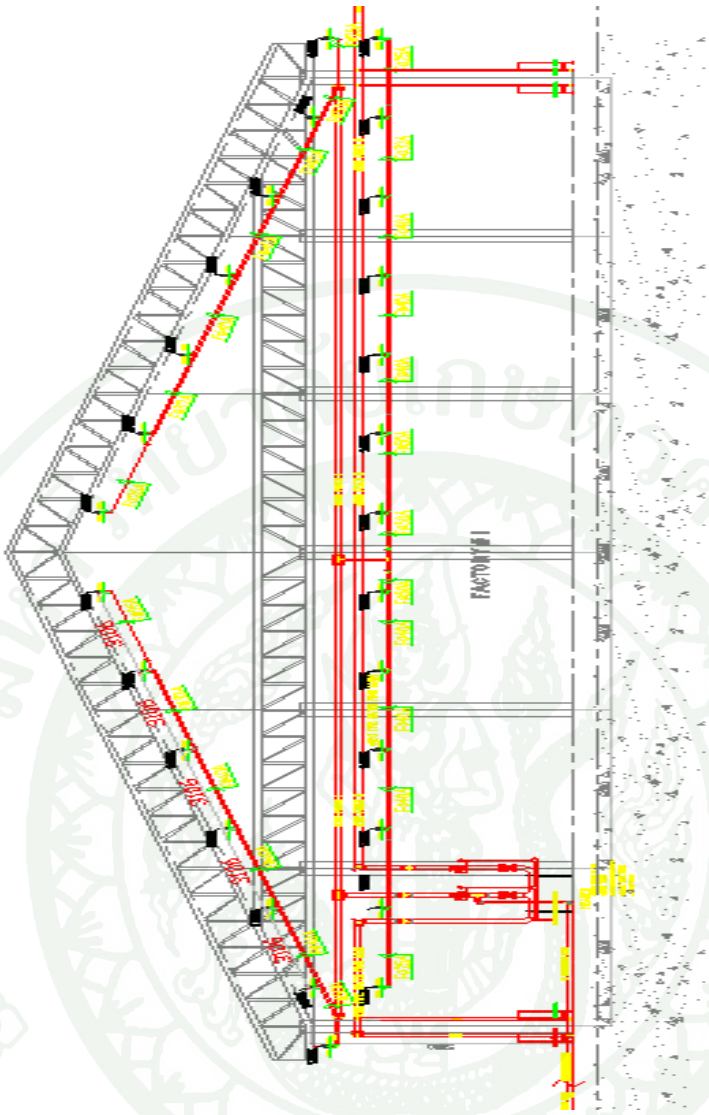
ภาพที่ 31 แสดงเฉพาะท่อหลัก Cross Main ทั้งหมดในบริเวณอาคารคลังสินค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



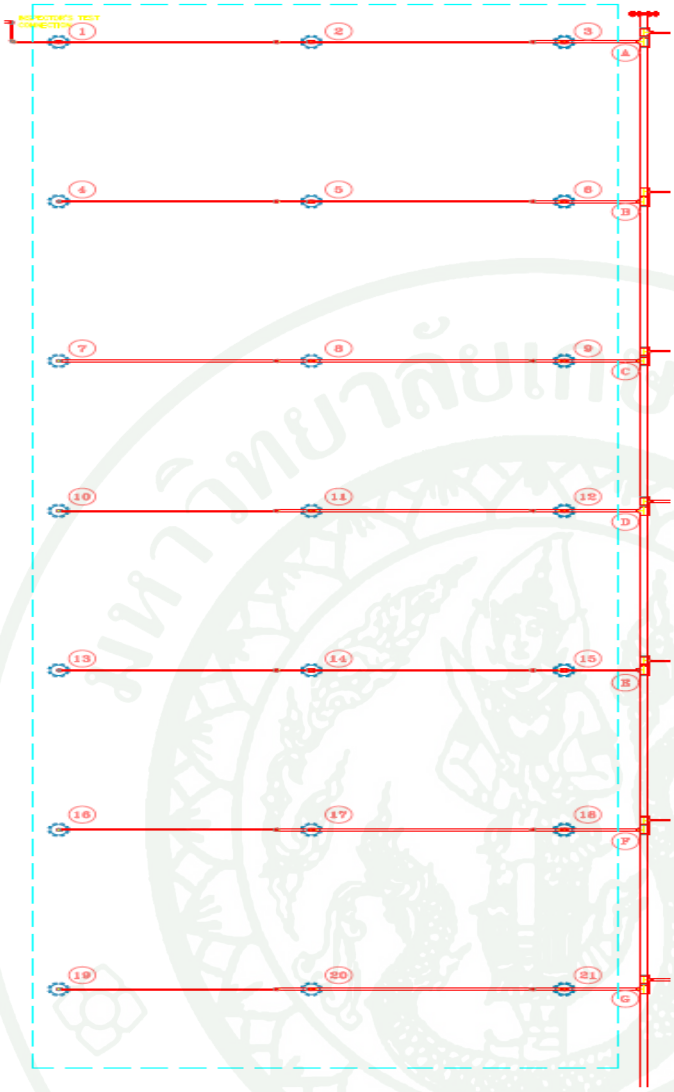
ภาพที่ 32 Plan View ของการวางตำแหน่งท่อน้ำดับเพลิงและหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



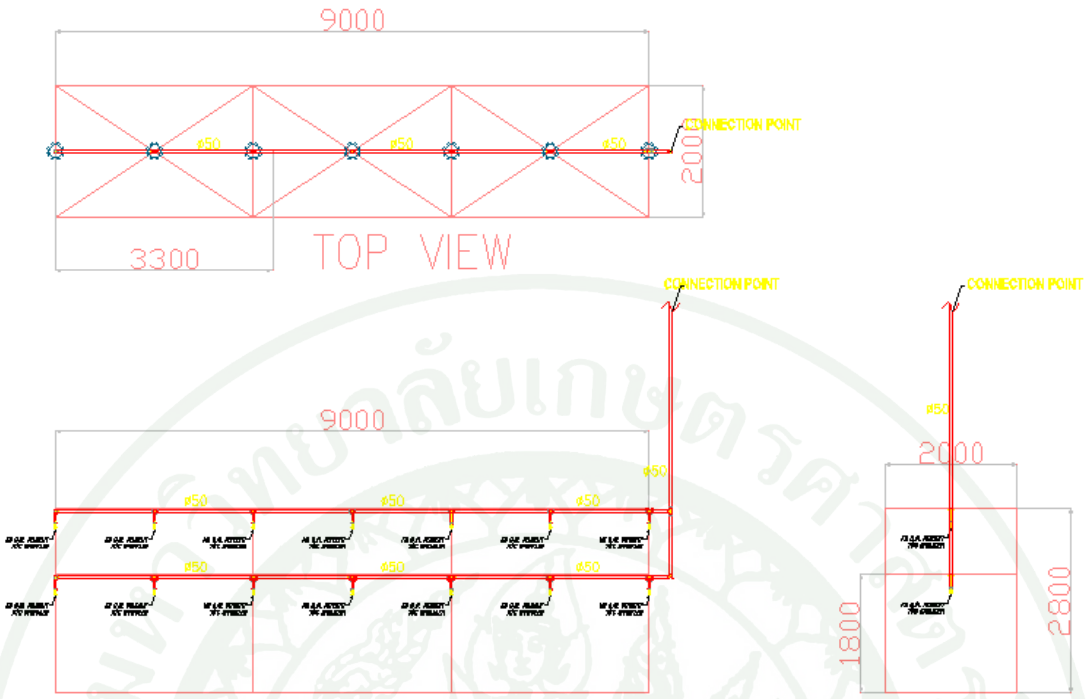
ภาพที่ 33 ภาพ Side View ของอาคารคลังสินค้าและการเดินท่อน้ำดับเพลิงและหัวกระจายน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

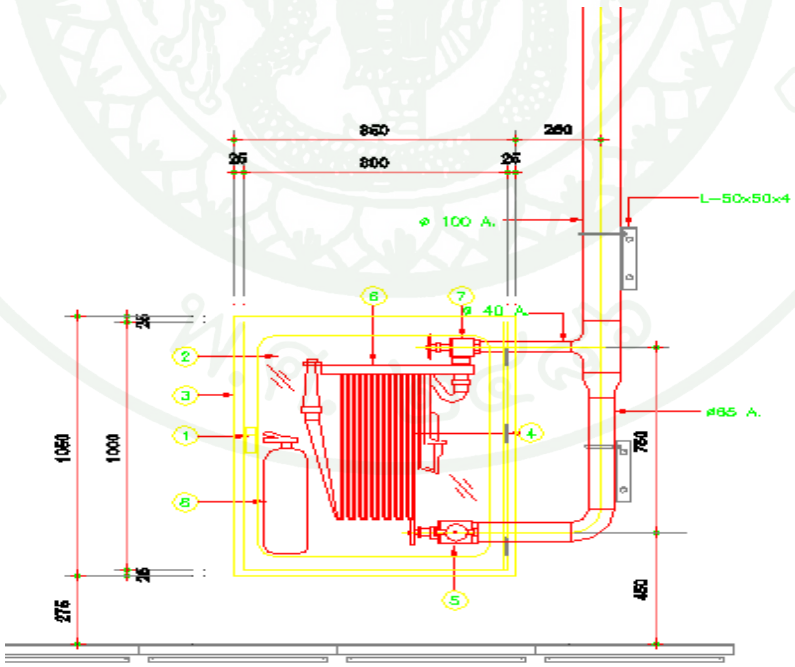


ภาพที่ 34 ภาพขยายบริเวณ Area of Operation ในบริเวณ Most Water Demand Area ซึ่งไกลจาก Pump House ที่สุด และตำแหน่งการวางหัวกระจายน้ำอัตโนมัติที่นำมาใช้คำนวณ Hydraulic Calculation

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

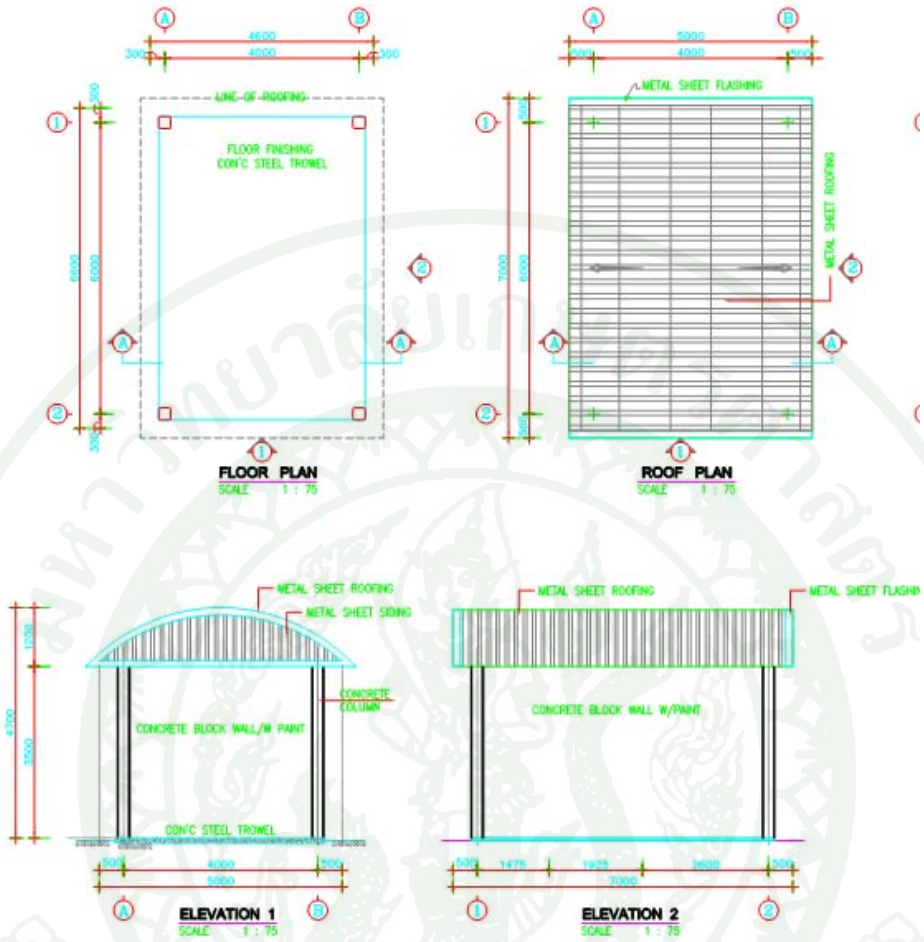


ภาพที่ 35 การวางหัวกระจายน้ำอัตโนมัติในชั้นวางสินค้า (Rack Storage) แบบซ้อนสองชั้น (Two Piles Rack Storage)



ภาพที่ 36 ตู้เก็บสายฉีดน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ (Fire Hose Cabinet)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 Pump house

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคำนวณ

1. ตรวจสอบประเภทความอันตรายของพื้นที่ (Occupancy) เนื่องจากพื้นที่เป็นโรงงานผลิตอุปกรณ์กีฬากอล์ฟ และมีหลายชิ้นส่วนเป็นพลาสติกเหนียว เช่น ยางหุ้มด้ามไม้กอล์ฟ และมีการเก็บวัตถุดิบประเภท rubber เพื่อการผลิต และมี Rack storage อยู่ด้วย

2. เลือกปริมาณความหนาแน่นน้ำที่จะจ่ายให้ระบบ (Hydraulic density, d) และพื้นที่ครอบครอง (Area of sprinkler operation,A) จากประเภทความอันตรายของพื้นที่จะได้ ใช้ปริมาณความหนาแน่นน้ำ = 0.45 gpm/ft^2

ที่ Area of sprinkler operation,A = 2000 ft^2

k-factor = 11.2

3. หาความยาวของบริเวณที่จะใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการ, L จากสมการ

$$L_{min} = 1.2\sqrt{A}$$

จะได้ $$L_{min} = 1.2\sqrt{2000}$$

$$L_{min} = 53.67 \text{ ft}$$

4. หาความกว้างของบริเวณที่จะใช้ในการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการ, W จากสมการ

$$W = \frac{A}{L_{min}}$$

จะได้ $$W = \frac{2000}{53.67}$$

$$W = 37.26 \text{ ft}$$

5. กำหนดระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงใน Branch Line ให้สัมพันธ์กับประเภท Occupancy

เลือกระยะห่าง 3 เมตรตามแนวท่อ 15 องศา (10.19 ft ตามแนวระดับ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. กำหนดระยะห่างระหว่าง Branch Line ให้สัมพันธ์กับประเภท Occupancy เลือกระยะห่าง 3 เมตร (9.84 ft)

7. จะได้พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง (As)จาก 10.19 x 9.84 ft

As = 100.27 ft2

8. หาอัตราการไหลเริ่มต้นจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงจากสมการ

$$q = A_s d$$
$$q = (100.27)(0.45)$$
$$q = 45.11 \quad \text{gpm}$$

โดย

q = อัตราการไหลภายในท่อ (gpm)

As = พื้นที่ครอบคลุมต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง

d = ความหนาแน่นของการกระจายน้ำ,gpm/sq.ft

9. หาค่าความดันต่ำสุดต่อหัวกระจายน้ำ จากสมการ

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$$
$$P = \left(\frac{45.11}{11.2}\right)^2$$
$$P = 16.22 \quad \text{Psi}$$

โดย

Q = อัตราการไหลสะสมภายในท่อ (gpm)

K = ค่าสัมประสิทธิ์ของหัวกระจายน้ำ

P = ความดัน (Psi)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10. หาค่าความดันสูญเสียในท่อต่อฟุตจากสมการ

$$P = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$

$$P = \frac{4.52(45.11)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.049)^{4.87}}$$

$$P = 0.58 \quad \text{Psi}$$

โดย

P = ความดันสูญเสียภายในท่อต่อฟุต (psi / foot)

Q = อัตราการไหลภายในท่อ (gpm)

C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของท่อแต่ละชนิด

D = เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ (inches)

11. หาความดันสูญเสียตามความยาวท่อจากสมการ

$$P_f = PL$$

$$P_f = (0.58)(10.19)$$

$$P_f = 5.94 \quad \text{Psi}$$

โดย

P_f = ความดันสูญเสียภายในท่อต่อฟุต (Psi)

P = ความดันสูญเสียภายในท่อต่อฟุต (psi / foot)

L= ความยาวของท่อ(foot)

12. หาความดันสะสม,Pt จากสมการ

Pt2 = Pt1 + Pe1 + Pf1

= 16.22 + 0 + 5.94

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

= 22.16 Psi

13. หา q ของ node ที่ 2 จากสมการ

$$q = K\sqrt{P}$$
$$q = 11.2\sqrt{22.16}$$
$$q = 52.13 \quad \text{gpm}$$

14. หา Q ของ node ที่ 2 จากสมการ

Q2 = Q1 + q2

Q2 = 45.11 + 52.73

Q2 = 97.84 gpm

15. หาค่าความดันสูญเสียในท่อต่อฟุตจากสมการ (ข้อ 15-19 ทำซ้ำจากข้อ 10-14)

$$P = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}}$$
$$P = \frac{4.52(97.84)^{1.85}}{(120)^{1.85}(1.049)^{4.87}}$$
$$P = 0.64 \quad \text{Psi}$$

16. หาความดันสูญเสียตามความยาวท่อจาก node2 ไปยัง node3 จากสมการ

$$P_f = PL$$
$$P_f = (0.64)(10.19)$$
$$P_f = 6.53 \quad \text{Psi}$$

17. หาความดันสะสม,Pt จากสมการ

Pt3 = Pt2 + Pe2 + Pf2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

= 22.16 + 0 + 6.53

= 28.69 Psi

18. หา q ของ node ที่ 3 จากสมการ

$$q = K\sqrt{P}$$

$$q = 11.2\sqrt{28.69}$$

$q = 59.99$ gpm

19. หา Q ของ node ที่ 3 จากสมการ

Q3 = Q2 + q3

Q2 = 97.84 + 59.99

Q2 = 157.83 gpm

20. หาความดันสะสม,PtA จากสมการ

PtA = Pt3+ Pe3 + Pf3

= 28.69 + 0 + 8.75

= 37.44 Psi

21. หา Line K (node4 ถึง node6) จากสมการ

$$q = K\sqrt{P}$$

$$157.83 = K\sqrt{37.44}$$

K = 25.79

22. หาค่าความดันสูญเสียในท่อต่อฟุตจากสมการ (ทำซ้ำจากข้อ 10-14)

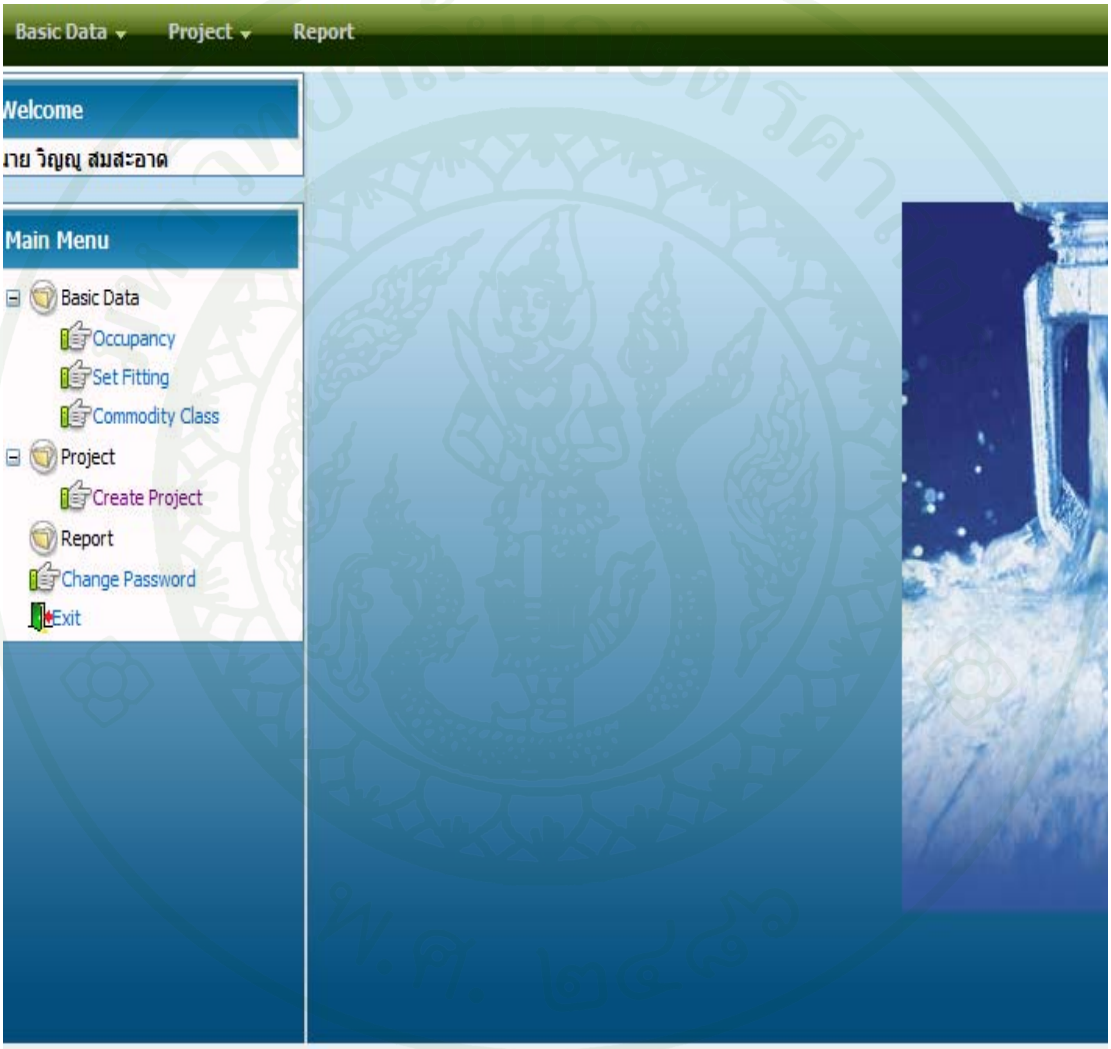
23. ทำซ้ำไปจนถึงปลายทางท่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

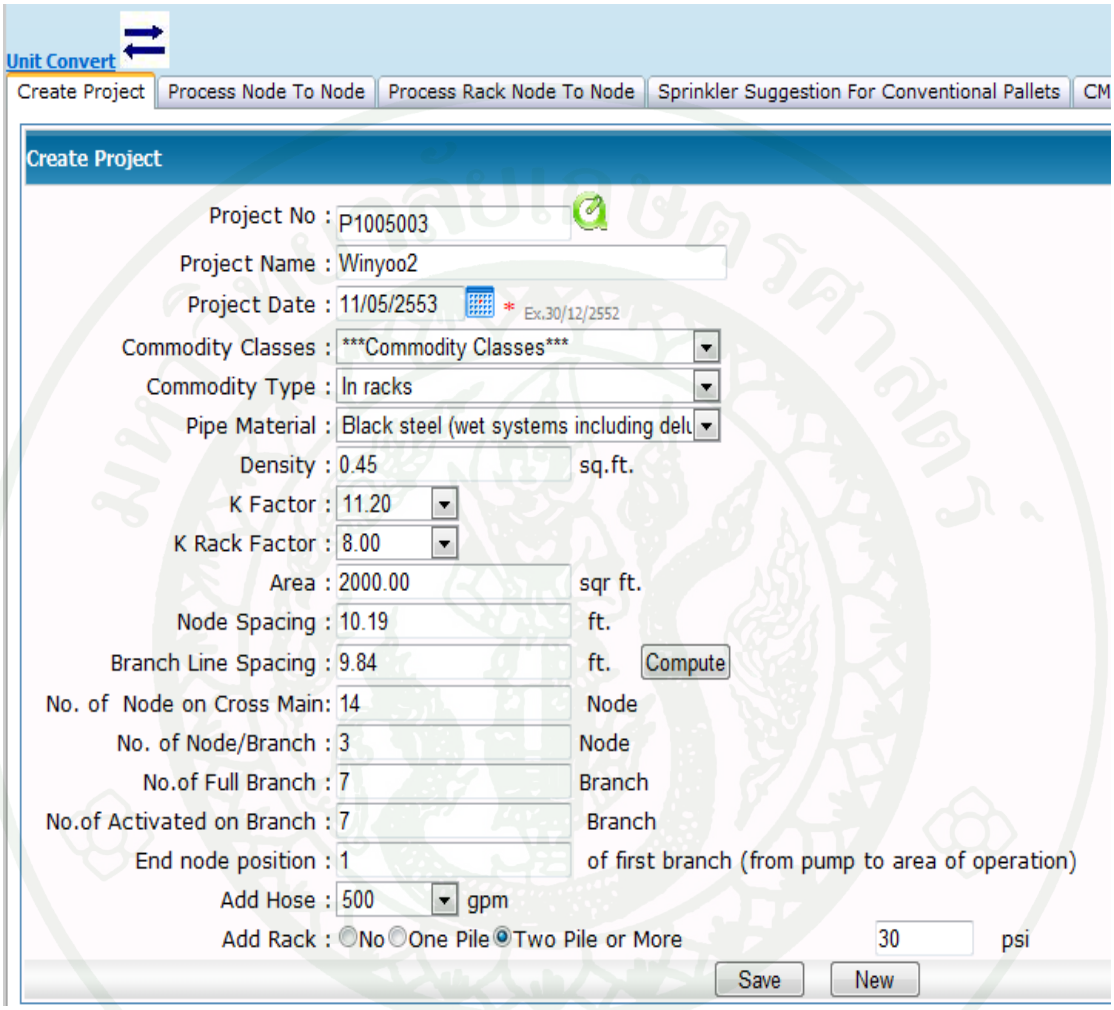
เมื่อเปิดโปรแกรม จะนำเข้าสู่หน้าจอต้อนรับเข้าสู่การเริ่มต้นใช้งานดังนี้



ภาพที่ 38 หน้าจอต้อนรับเข้าสู่การเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

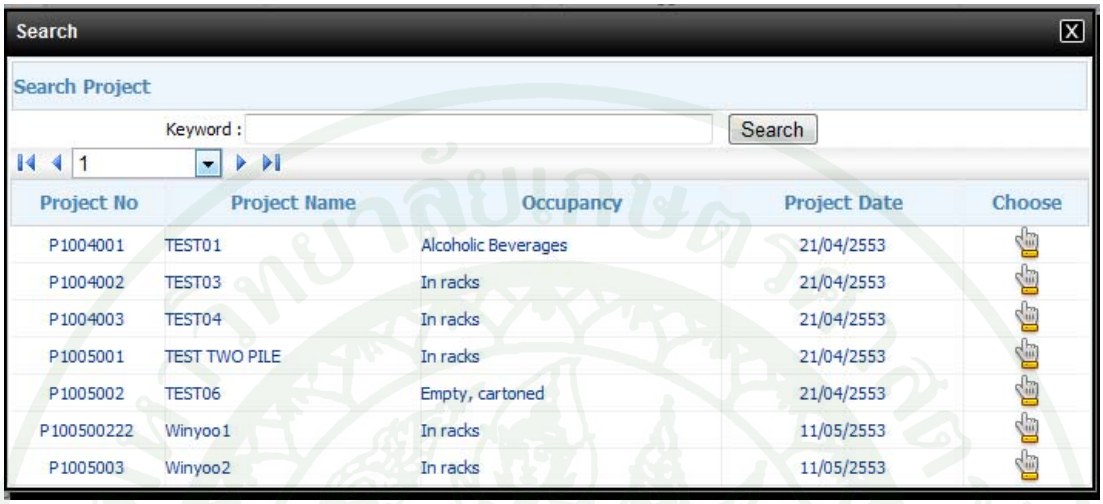
คลิกที่ “Create Project” โปรแกรมจะนำเข้าสู่หน้าจอการใส่ข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมรับข้อมูลหลักและค่าต่างๆ เพื่อนำไปประมวลผล ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 39 หน้าจอการใส่ข้อมูลหลักเพื่อให้โปรแกรมรับค่าไปใช้ประกอบการประมวลผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หากต้องการค้นหาโปรเจคเดิมที่เคยสร้างไว้ สามารถใช้ Function ค้นหาโดยกด Double Click ที่ไอคอนรูปแว่นขยายที่แถบด้านบน โปรแกรมจะแสดงรายการค้นหาให้ดังภาพ

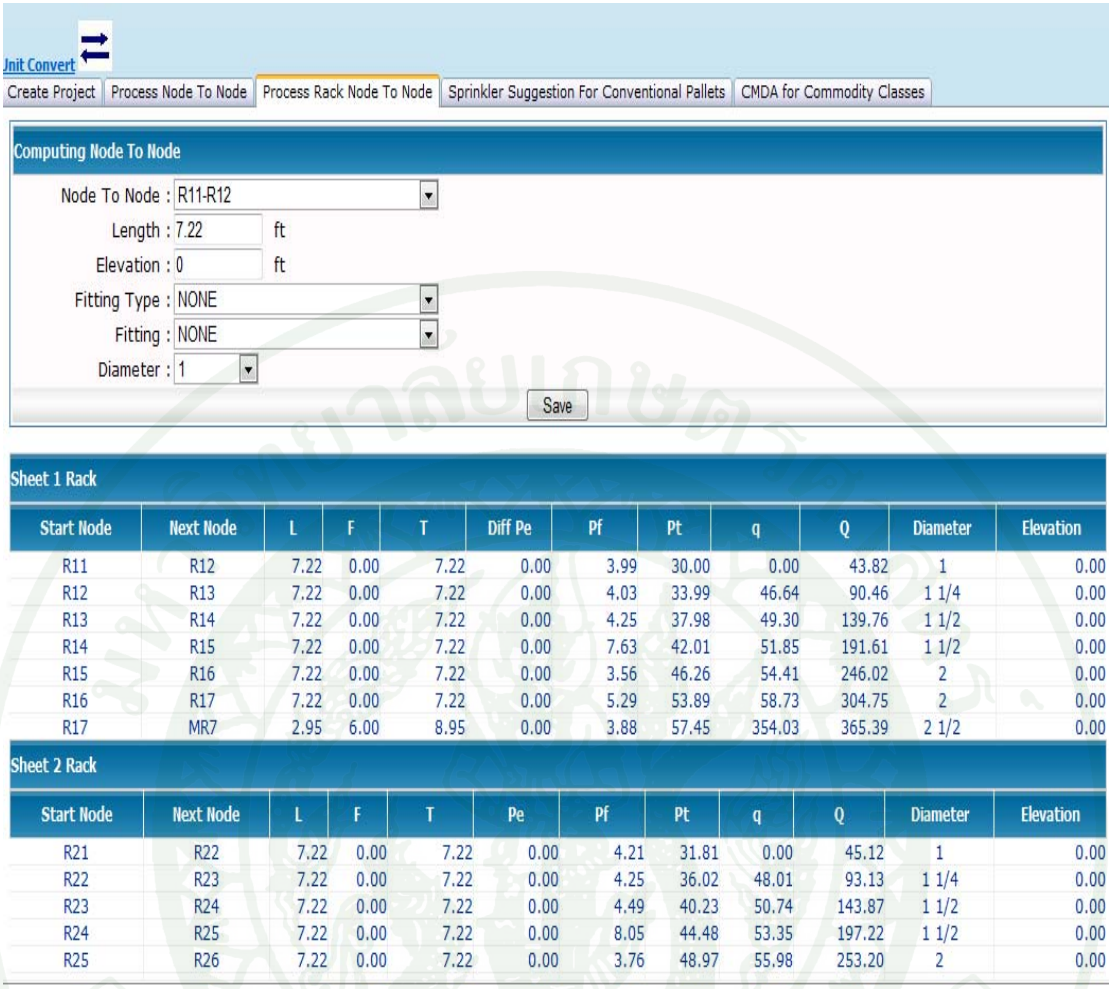


ภาพที่ 40 แสดง Function การค้นหาโปรเจคที่เคยสร้างไว้

หากพื้นที่ออกแบบระบบหัวกระจายน้ำมีการเก็บสิ่งของไว้ในชั้นวาง(Rack Storage) ผู้ใช้งานโปรแกรมจะต้องกรอกข้อมูลในส่วนโปรแกรมย่อยนี้ด้วย โปรแกรมจะรับข้อมูลและประมวลผลนำปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับ Rack Storage ไปบวกเพิ่มในส่วนของพื้นที่หลักตามสมการ

ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับระบบ Sprinkler = ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับ In-rack sprinkler + ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับ Ceiling Sprinkler

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



Sheet 1 Rack

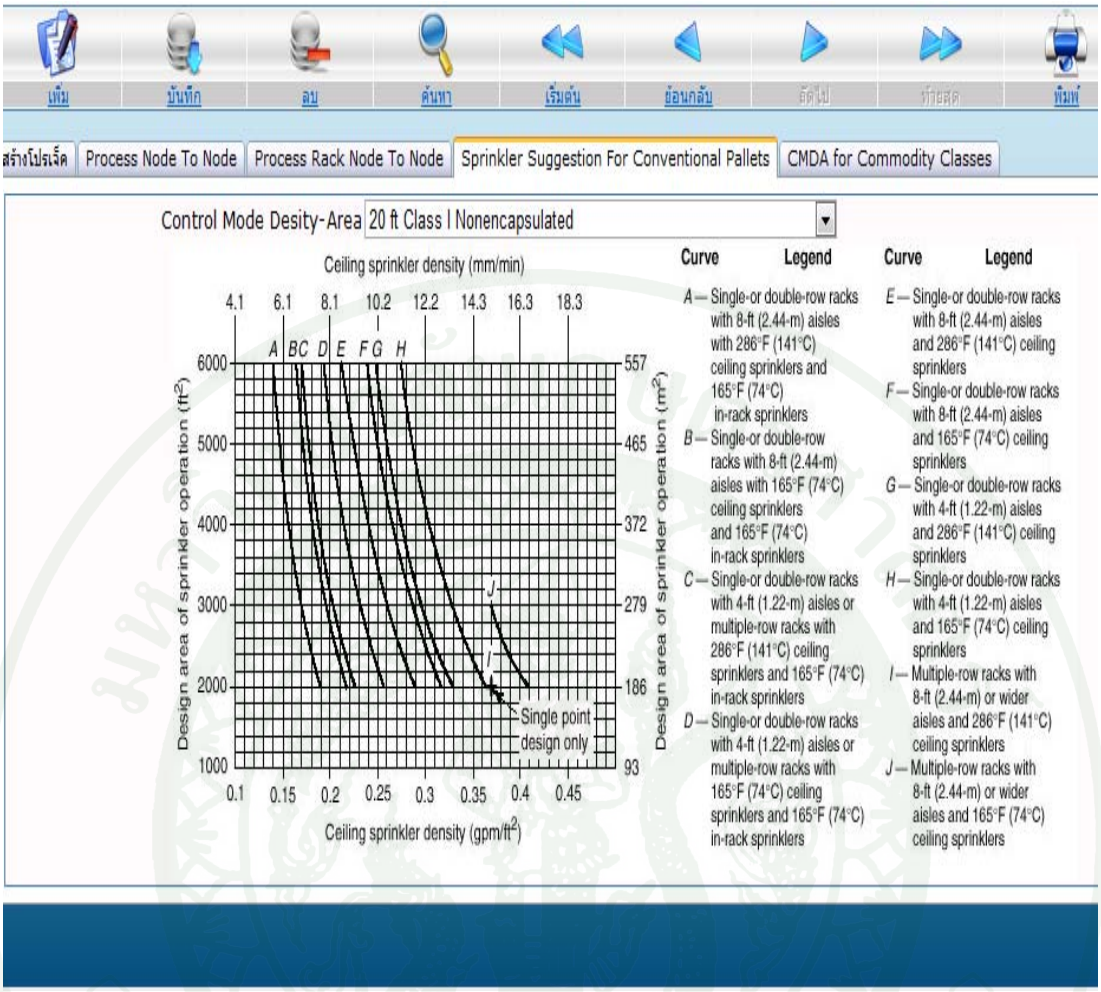
Start Node	Next Node	L	F	T	Diff Pe	Pf	Pt	q	Q	Diameter	Elevation
R11	R12	7.22	0.00	7.22	0.00	3.99	30.00	0.00	43.82	1	0.00
R12	R13	7.22	0.00	7.22	0.00	4.03	33.99	46.64	90.46	1 1/4	0.00
R13	R14	7.22	0.00	7.22	0.00	4.25	37.98	49.30	139.76	1 1/2	0.00
R14	R15	7.22	0.00	7.22	0.00	7.63	42.01	51.85	191.61	1 1/2	0.00
R15	R16	7.22	0.00	7.22	0.00	3.56	46.26	54.41	246.02	2	0.00
R16	R17	7.22	0.00	7.22	0.00	5.29	53.89	58.73	304.75	2	0.00
R17	MR7	2.95	6.00	8.95	0.00	3.88	57.45	354.03	365.39	2 1/2	0.00

Sheet 2 Rack

Start Node	Next Node	L	F	T	Pe	Pf	Pt	q	Q	Diameter	Elevation
R21	R22	7.22	0.00	7.22	0.00	4.21	31.81	0.00	45.12	1	0.00
R22	R23	7.22	0.00	7.22	0.00	4.25	36.02	48.01	93.13	1 1/4	0.00
R23	R24	7.22	0.00	7.22	0.00	4.49	40.23	50.74	143.87	1 1/2	0.00
R24	R25	7.22	0.00	7.22	0.00	8.05	44.48	53.35	197.22	1 1/2	0.00
R25	R26	7.22	0.00	7.22	0.00	3.76	48.97	55.98	253.20	2	0.00

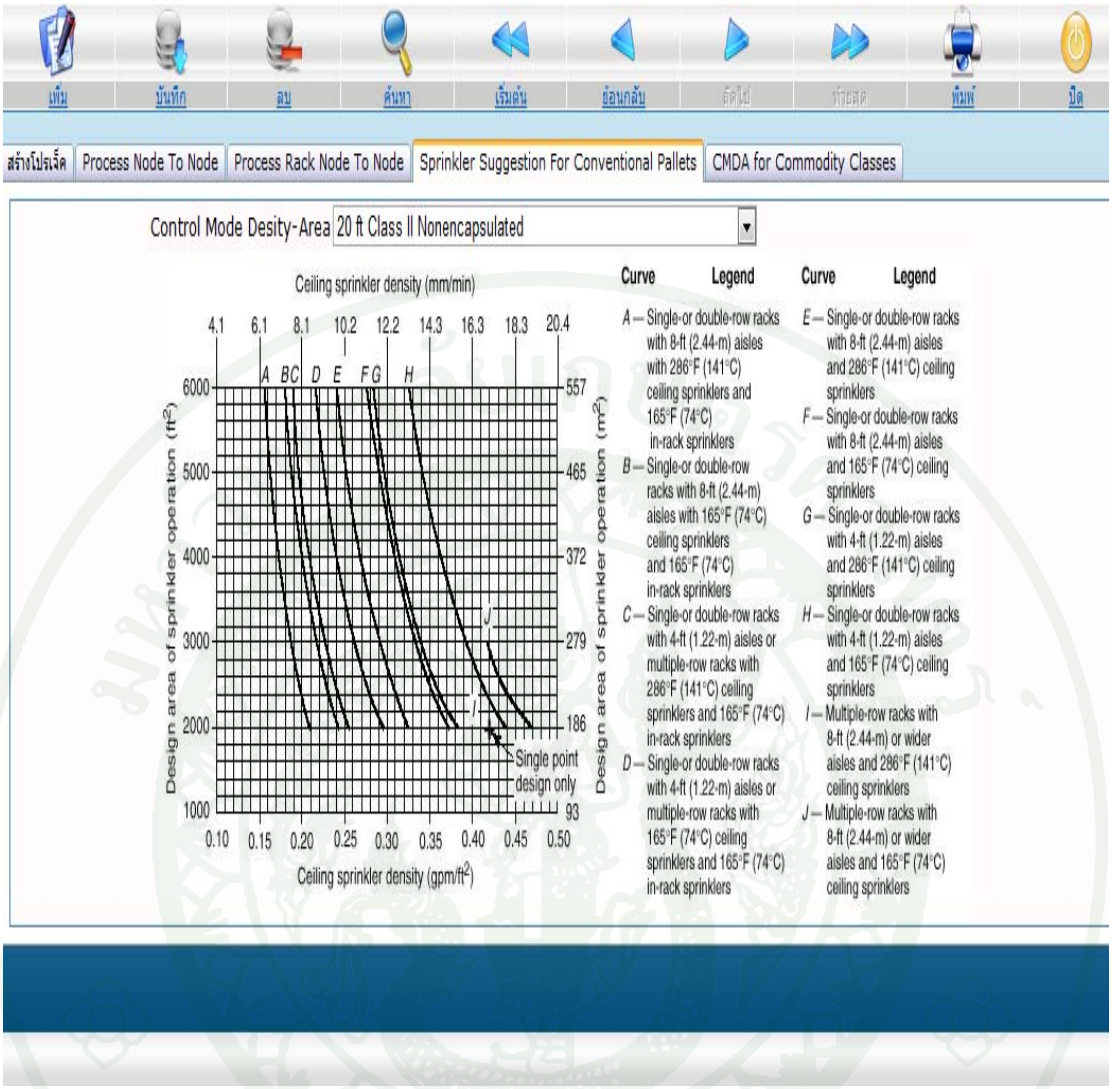
ภาพที่ 41 หน้าต่างการคำนวณและแสดงผลย่อยของโปรแกรม(คำนวณ Water demand สำหรับ Rack storage

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



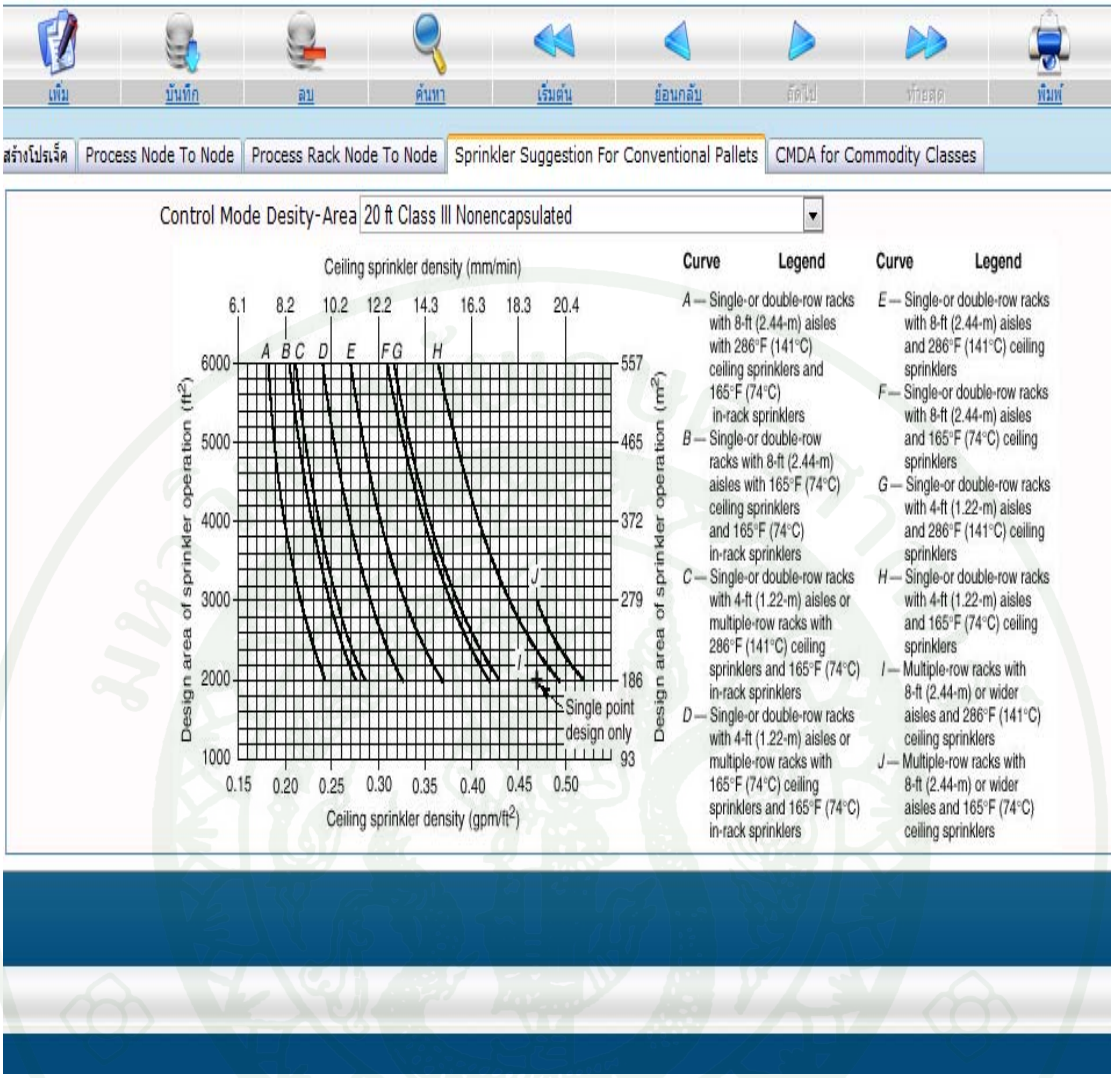
ภาพที่ 42 หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class I -Nonencapsulated Commodities

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



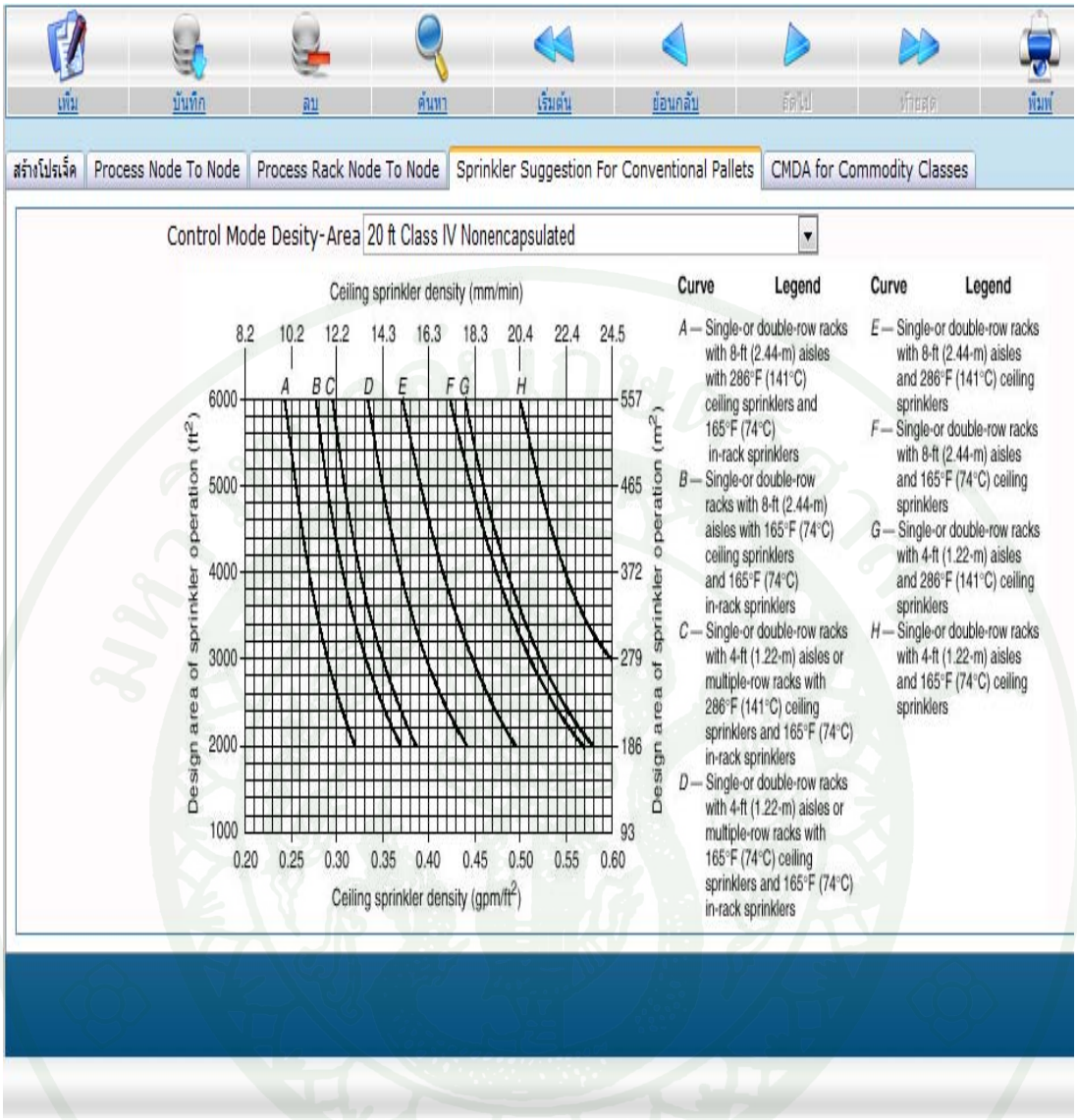
ภาพที่ 43 หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class I I-Nonencapsulated Commodities

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



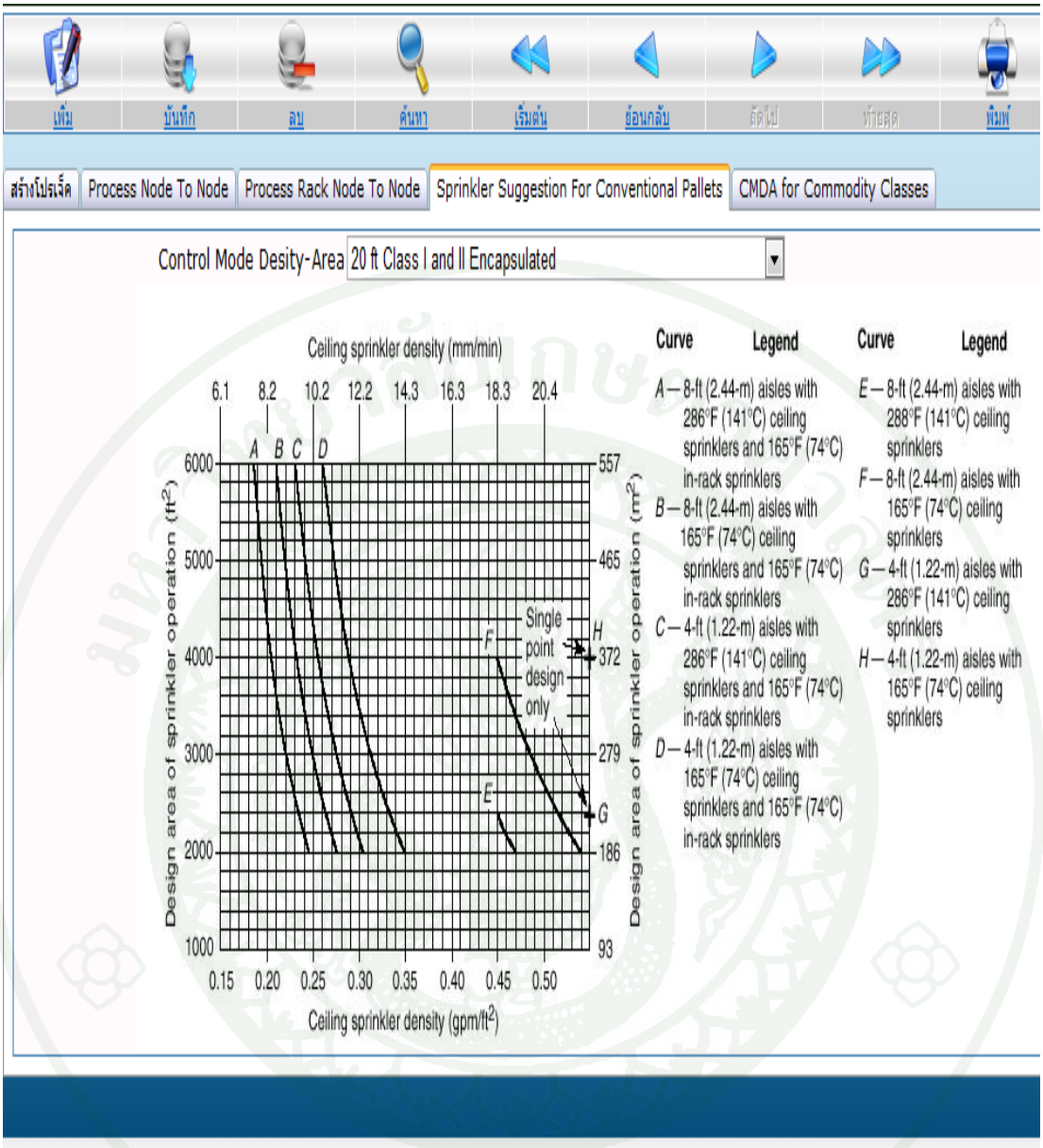
ภาพที่ 44 หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class III-Nonencapsulated Commodities

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



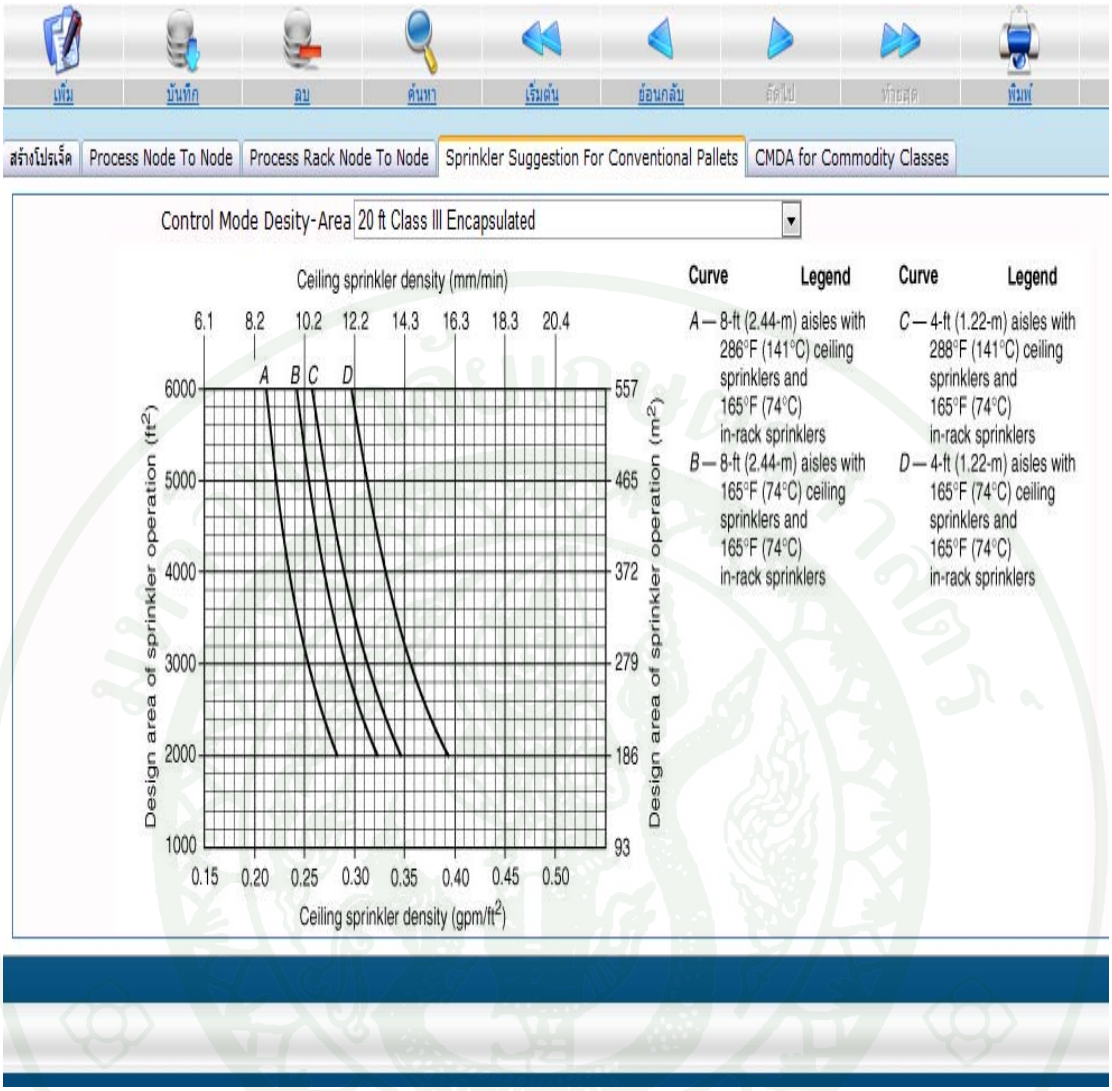
ภาพที่ 45 หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class IV-Nonencapsulated Commodities

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



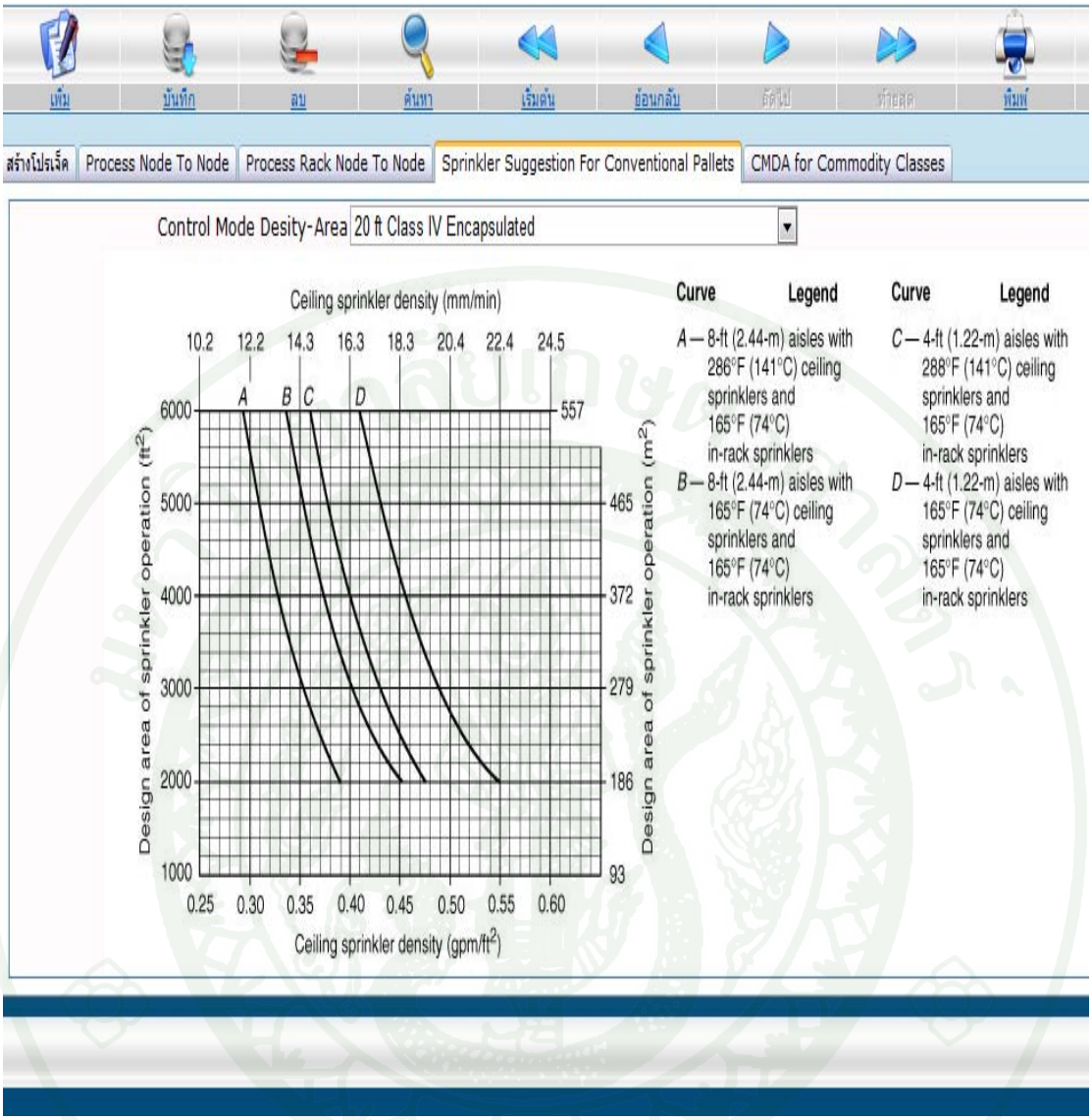
ภาพที่ 46 หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class I and II-Encapsulated Commodities

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



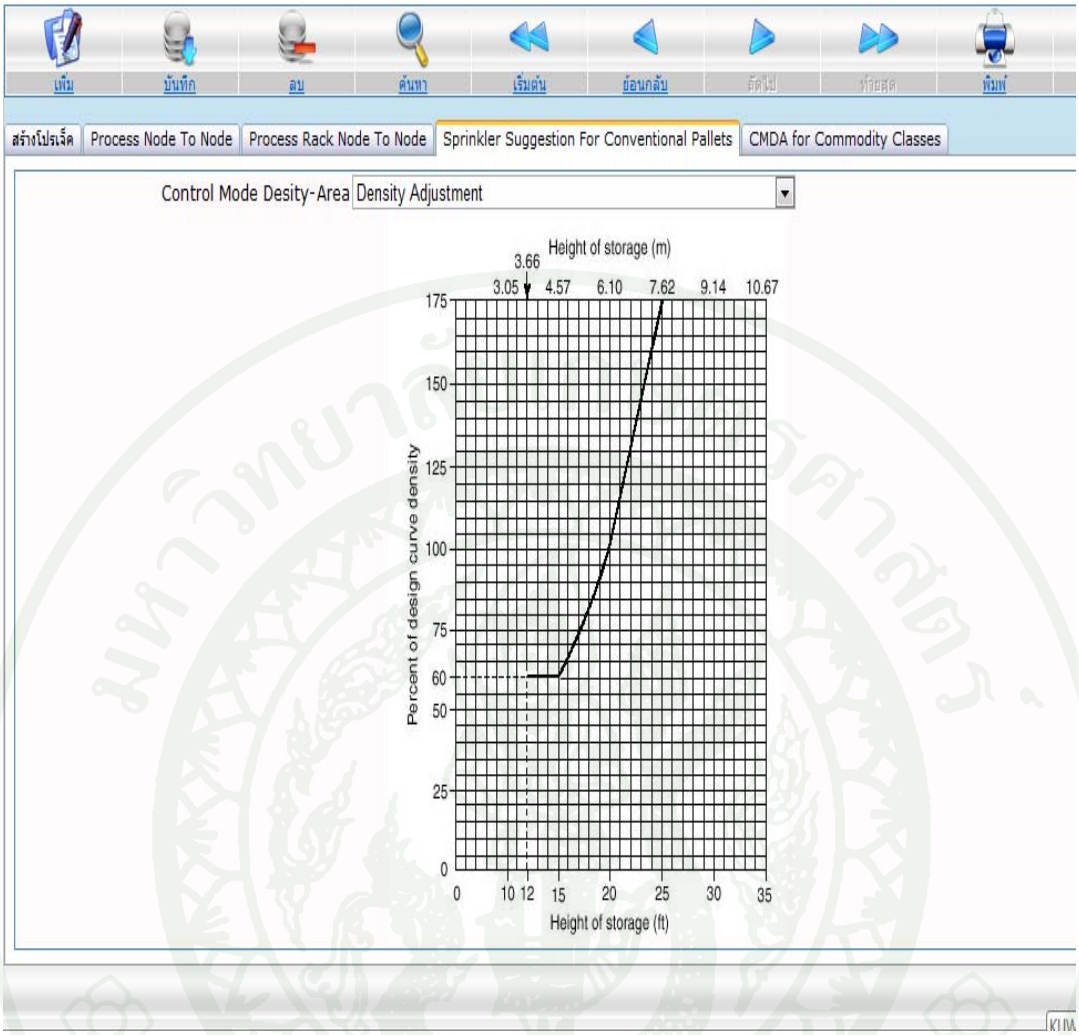
ภาพที่ 47 หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class III-Encapsulated Commodities

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



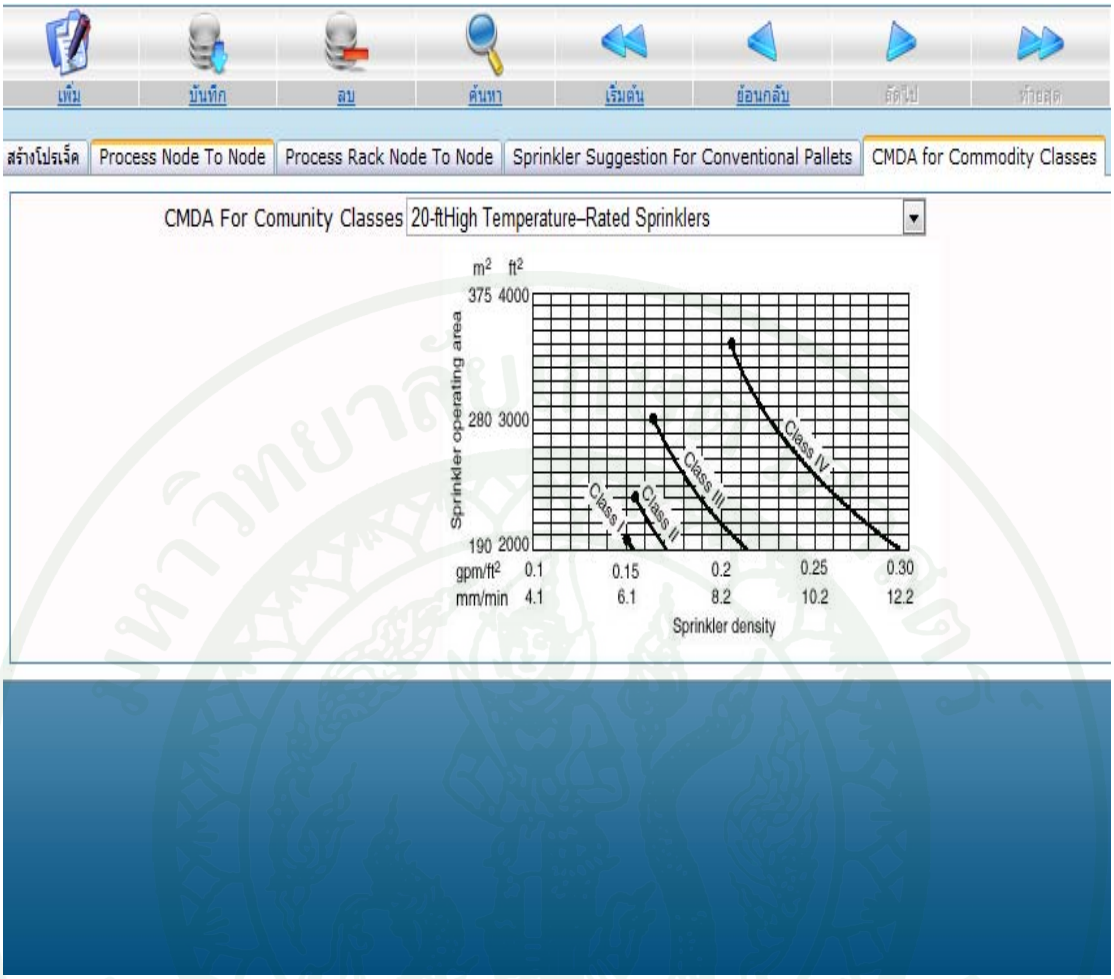
ภาพที่ 48 หน้าต่างแนะนำการเลือกใช้ Ceiling Sprinkler และ CMDA ในอาคารคลังสินค้าที่มี Rack Storage สำหรับประเภทของ Class IV-Encapsulated Commodities

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



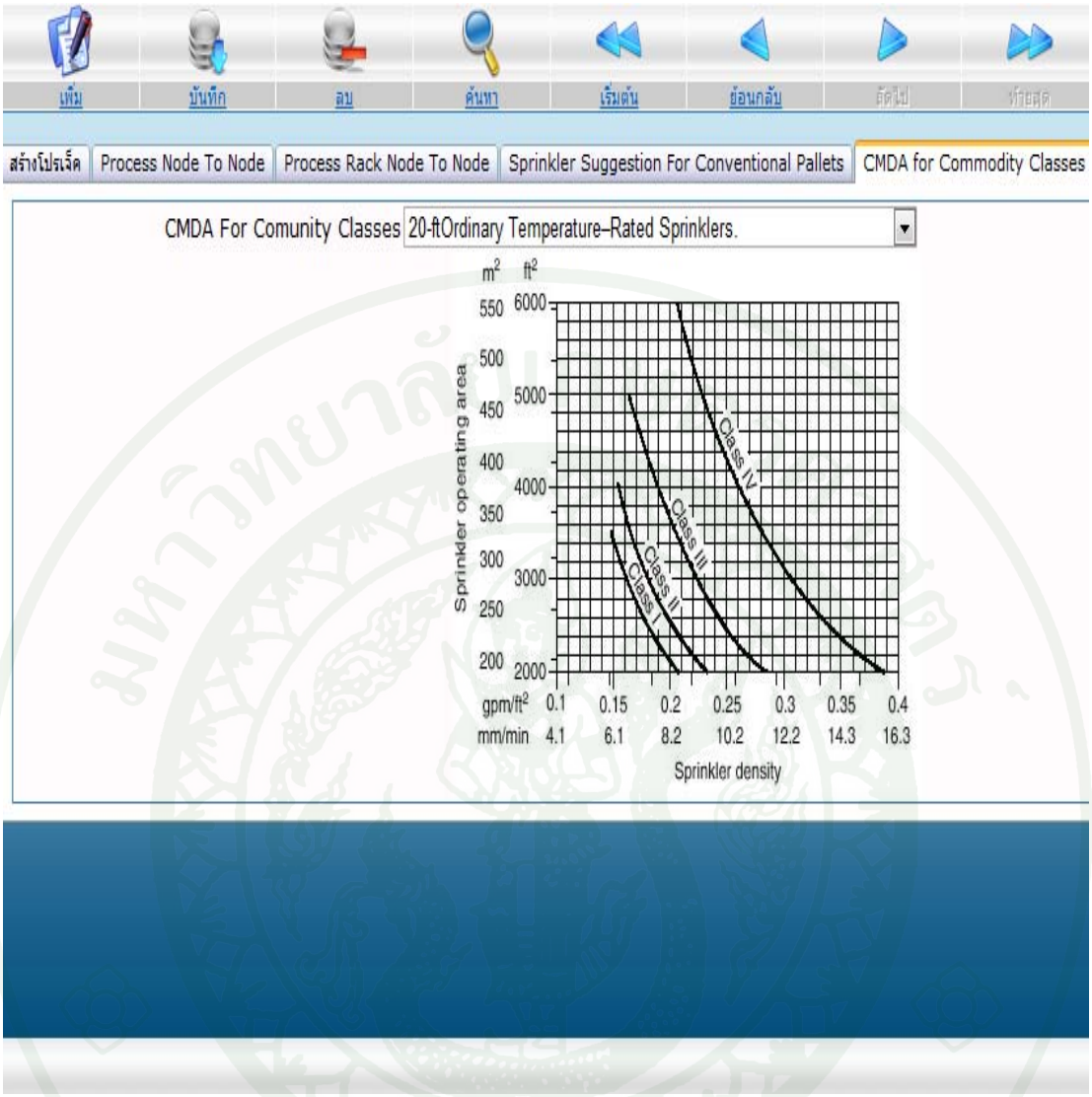
ภาพที่ 49 หน้าต่างแสดงกราฟที่ใช้สำหรับปรับค่า Water density application เมื่อความสูงของ Storage เปลี่ยนไปจาก 20 ฟุต สำหรับ Commodities Stored on Racks

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



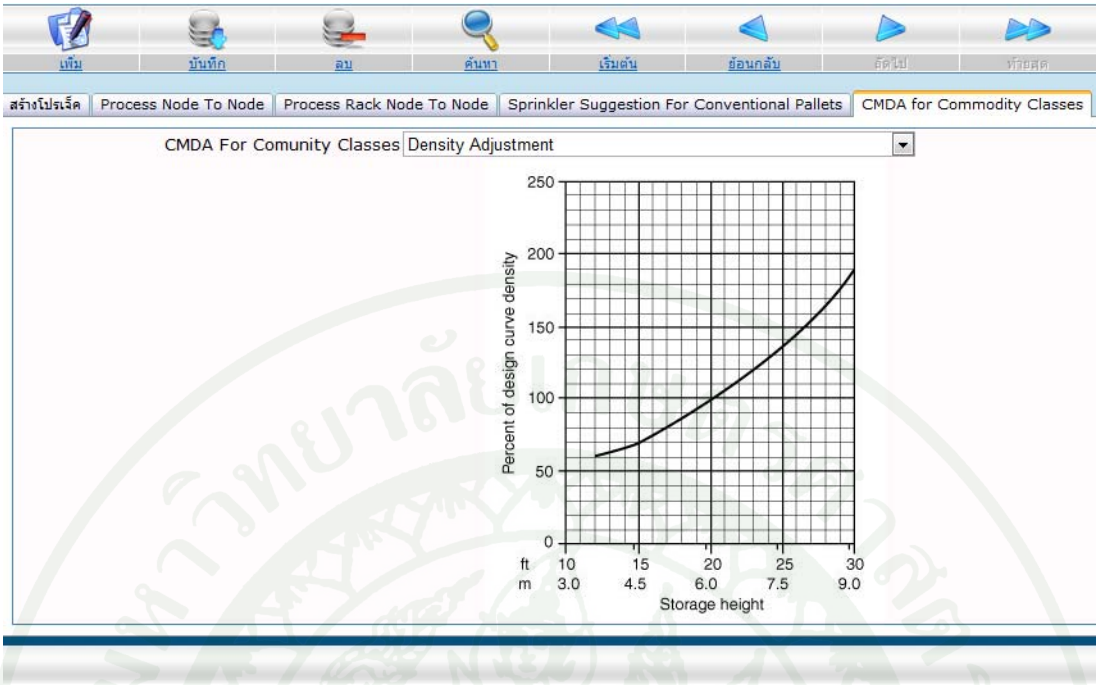
ภาพที่ 50 กราฟสำหรับเลือกค่า CMDA ในการออกแบบสำหรับ High Temperature–Rated Sprinklers ที่ความสูงของ Rack Storage 20 ft

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 51 กราฟสำหรับเลือกค่า CMDA ในการออกแบบสำหรับ Ordinary Temperature–Rated Sprinklers ที่ความสูงของ Rack Storage 20 ft

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 52 หน้าต่างแสดงกราฟที่ใช้สำหรับปรับค่า Water density application เมื่อความสูงของ Storage เปลี่ยนไปจาก 20 ฟุต สำหรับ Ordinary และ High Temperature–Rated Sprinklers

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการคำนวณจากการใช้โปรแกรมออกแบบ

จากการใส่ค่าข้อมูลในการออกแบบลงในโปรแกรมในเบื้องต้นโปรแกรมจะแสดงผลทันทีทีละบรรทัดจนกว่าจะใส่ข้อมูลครบ ซึ่งแสดงผลออกมาดังนี้

Sheet1

Start Node	Next Node	L	F	T	Diff Pe	Pf	Pt	q	Q	Diameter	Elevation
N11	N12	10.19	0.00	10.19	1.14	5.94	16.23	0.00	45.12	1	2.64
N12	N13	10.19	0.00	10.19	1.14	6.75	23.31	54.07	99.19	1 1/4	2.64
N13	M01	4.10	0.00	4.10	0.46	3.14	30.39	61.74	160.93	1 1/2	1.06
M01	M02	9.84	0.00	9.84	0.00	0.09	33.99	0.00	160.93	4	0.00
M02	M03	9.84	0.00	9.84	0.00	0.31	34.08	161.12	322.05	4	0.00
M03	M04	9.84	0.00	9.84	0.00	0.66	34.17	161.34	483.39	4	0.00
M04	M05	9.84	0.00	9.84	0.00	1.13	34.48	162.07	645.46	4	0.00
M05	M06	9.84	0.00	9.84	0.00	1.71	35.14	163.61	809.07	4	0.00
M06	M07	9.84	0.00	9.84	0.00	2.42	36.27	166.22	975.29	4	0.00
M07	M08	52.50	0.00	52.50	0.00	17.38	37.98	166.24	1145.38	4	0.00
M08	M09	167.28	30.00	197.28	0.00	8.89	40.40	0.00	1145.38	6	0.00
M09	M10	194.00	35.00	229.00	0.00	2.72	57.78	0.00	1145.38	8	0.00
M10	M11	32.00	4.00	36.00	13.86	0.43	66.67	0.00	1145.38	8	32.00
M11	M12	571.00	35.00	606.00	1.42	7.20	83.25	0.00	1145.38	8	3.28
M12	M13	3.28	35.00	38.28	1.42	0.45	85.10	0.00	1145.38	8	3.28
ADD HOSE	(500)				0.00	0.00	86.97		1645.38		
ADD RACK	(365.39)				0.00	0.00			2010.77		

Sheet 2

Start Node	Next Node	L	F	T	Diff Pe	Pf	Pt	q	Q	Diameter	Elevation
N71	N72	10.19	0.00	10.19	1.14	5.94	16.23	0.00	45.12	1	2.64
N72	N73	10.19	0.00	10.19	1.14	6.75	23.31	54.07	99.19	1 1/4	2.64
N73	M07	4.10	0.00	4.10	0.46	3.14	30.39	61.74	160.93	1 1/2	1.06
M07							33.99		160.93		

Sumary Of Calculation

Q	1340.51
P	86.97

Suggestion Pump at 1500.00 gpm @ 90.00 Psi

ภาพที่ 53 หน้าต่างการคำนวณและแสดงผลหลักของโปรแกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากหน้าต่างหลักของผลการคำนวณจากโปรแกรม ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถ Print out report ออกมาจากโปรแกรมได้ดังนี้

ตารางที่ 11 Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 8 นิ้วและ Water application density 0.45 gpm/sq.ft

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.45 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.45 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH			PRESSURE SUMMARY	
N11	N12	q Q	0 45.12		L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	16.23 1.14 5.94
N12	N13	q Q	54.07 99.19		L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	23.31 1.14 6.75
N13	M01	q Q	61.74 160.93		L F T	4.10 0 4.10	Pt Diff. Pe Pf	30.39 0.46 3.14
M01	M02	q Q	0 160.93		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	33.99 0 0.09
M02	M03	q Q	161.12 322.05		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	34.08 0 0.31
M03	M04	q Q	161.34 483.39		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	34.17 0 0.66
M04	M05	q Q	162.07 645.46		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	34.48 0 1.13
M05	M06	q Q	163.61 809.07		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	35.14 0 1.71
M06	M07	q Q	166.22 975.29		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	36.27 0 2.42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.45 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.45 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH		PRESSURE SUMMARY	
M07	M08	q Q	166.24 1,145.38	L F T	52.50 0 52.50	Pt Diff. Pe Pf	37.98 0 17.38
M08	M09	q Q	0 1,145.38	L F T	167.28 30.00 197.28	Pt Diff. Pe Pf	40.40 0 8.89
M09	M10	q Q	0 1,145.38	L F T	194.00 35.00 229.00	Pt Diff. Pe Pf	57.78 0 2.72
M10	M11	q Q	0 1,145.38	L F T	32.00 4.00 36.00	Pt Diff. Pe Pf	66.67 13.86 0.43
M11	M12	q Q	0 1,145.38	L F T	571.00 35.00 606.00	Pt Diff. Pe Pf	83.25 1.42 7.20
M12	M13	q Q	0 1,145.38	L F T	3.28 18.00 21.28	Pt Diff. Pe Pf	85.10 -1.42 0.25
ADD HOSE	(500)	q Q	1,645.38	L F T		Pt Diff. Pe Pf	83.93 0 0
ADD RACK	(365.39)	q Q	2,010.77	L F T		Pt Diff. Pe Pf	0 0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 8 นิ้วและ Water application density 0.35 gpm/sq.ft

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.35 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.35 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH		PRESSURE SUMMARY	
N11	N12	q	0	L	10.19	Pt	9.82
		Q	35.09	F	0	Diff. Pe	1.14
				T	10.19	Pf	3.73
N12	N13	q	42.93	L	10.19	Pt	14.69
		Q	78.02	F	0	Diff. Pe	1.14
				T	10.19	Pf	4.33
N13	M01	q	49.53	L	4.10	Pt	19.56
		Q	127.55	F	0	Diff. Pe	0.46
				T	4.10	Pf	2.04
M01	M02	q	0	L	9.84	Pt	22.06
		Q	127.55	F	0	Diff. Pe	0
				T	9.84	Pf	0.06
M02	M03	q	127.74	L	9.84	Pt	22.12
		Q	255.29	F	0	Diff. Pe	0
				T	9.84	Pf	0.20
M03	M04	q	127.91	L	9.84	Pt	22.18
		Q	383.20	F	0	Diff. Pe	0
				T	9.84	Pf	0.43
M04	M05	q	128.49	L	9.84	Pt	22.38
		Q	511.69	F	0	Diff. Pe	0
				T	9.84	Pf	0.73
M05	M06	q	129.72	L	9.84	Pt	22.81
		Q	641.41	F	0	Diff. Pe	0
				T	9.84	Pf	1.11
M06	M07	q	131.77	L	9.84	Pt	23.54
		Q	773.18	F	0	Diff. Pe	0
				T	9.84	Pf	1.57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.35 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.35 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH			PRESSURE SUMMARY	
M07	M08	q Q	131.76 908.03		L F T	52.50 0 52.50	Pt Diff. Pe Pf	24.65 0 11.31
M08	M09	q Q	0 908.03		L F T	167.28 30.00 197.28	Pt Diff. Pe Pf	26.22 0 5.78
M09	M10	q Q	0 908.03		L F T	194.00 35.00 229.00	Pt Diff. Pe Pf	37.53 0 1.77
M10	M11	q Q	0 908.03		L F T	32.00 4.00 36.00	Pt Diff. Pe Pf	43.31 13.86 0.28
M11	M12	q Q	0 908.03		L F T	571.00 35.00 606.00	Pt Diff. Pe Pf	58.94 1.42 4.69
M12	M13	q Q	0 908.03		L F T	3.28 18.00 21.28	Pt Diff. Pe Pf	60.64 -1.42 0.16
ADD HOSE	(500)	q Q	 1,408.03		L F T		Pt Diff. Pe Pf	59.38 0 0
ADD RACK	(365.39)	q Q	 1,773.42		L F T		Pt Diff. Pe Pf	 0 0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 8 นิ้วและ Water application density 0.25 gpm/sq.ft

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.25 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.25 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH		PRESSURE SUMMARY	
N11	N12	q Q	0 25.07	L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	5.01 1.14 2.00
N12	N13	q Q	31.97 57.04	L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	8.15 1.14 2.42
N13	M01	q Q	37.63 94.67	L F T	4.10 0 4.10	Pt Diff. Pe Pf	11.29 0.46 1.18
M01	M02	q Q	0 94.67	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	12.93 0 0.03
M02	M03	q Q	94.79 189.46	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	12.96 0 0.12
M03	M04	q Q	94.90 284.36	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	12.99 0 0.25
M04	M05	q Q	95.33 379.69	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	13.11 0 0.42
M05	M06	q Q	96.24 475.93	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	13.36 0 0.64
M06	M07	q Q	97.74 573.67	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	13.78 0 0.91

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 (ต่อ)

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.25 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.25 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH			PRESSURE SUMMARY	
M07	M08	q Q	97.73 673.65		L F T	52.50 0 52.50	Pt Diff. Pe Pf	14.42 0 6.51
M08	M09	q Q	0 673.65		L F T	167.28 30.00 197.28	Pt Diff. Pe Pf	15.33 0 3.33
M09	M10	q Q	0 673.65		L F T	194.00 35.00 229.00	Pt Diff. Pe Pf	21.84 0 1.02
M10	M11	q Q	0 673.65		L F T	32.00 4.00 36.00	Pt Diff. Pe Pf	25.17 13.86 0.16
M11	M12	q Q	0 673.65		L F T	571.00 35.00 606.00	Pt Diff. Pe Pf	40.05 1.42 2.70
M12	M13	q Q	0 673.65		L F T	3.28 18.00 21.28	Pt Diff. Pe Pf	41.63 -1.42 0.09
ADD HOSE	(500)	q Q	1,173.65		L F T		Pt Diff. Pe Pf	40.30 0 0
ADD RACK	(365.39)	q Q	1,539.04		L F T		Pt Diff. Pe Pf	0 0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 6 นิ้วและ Water application density 0.45 gpm/sq.ft

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.45 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.45 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH			PRESSURE SUMMARY	
N11	N12	q Q	0 45.12		L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	16.23 1.14 5.94
N12	N13	q Q	54.07 99.19		L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	23.31 1.14 6.75
N13	M01	q Q	61.74 160.93		L F T	4.10 0 4.10	Pt Diff. Pe Pf	30.39 0.46 3.14
M01	M02	q Q	0 160.93		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	33.99 0 0.09
M02	M03	q Q	161.12 322.05		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	34.08 0 0.31
M03	M04	q Q	161.34 483.39		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	34.17 0 0.66
M04	M05	q Q	162.07 645.46		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	34.48 0 1.13
M05	M06	q Q	163.61 809.07		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	35.14 0 1.71
M06	M07	q Q	166.22 975.29		L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	36.27 0 2.42

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.45 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.45 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH			PRESSURE SUMMARY	
M07	M08	q Q	166.24 1,145.38		L F T	52.50 0 52.50	Pt Diff. Pe Pf	37.98 0 17.38
M08	M09	q Q	0 1,145.38		L F T	167.28 30.00 197.28	Pt Diff. Pe Pf	40.40 0 8.89
M09	M10	q Q	0 1,145.38		L F T	194.00 30.00 224.00	Pt Diff. Pe Pf	57.78 0 10.09
M10	M11	q Q	0 1,145.38		L F T	32.00 3.00 35.00	Pt Diff. Pe Pf	66.67 13.86 1.58
M11	M12	q Q	0 1,145.38		L F T	571.00 3.00 574.00	Pt Diff. Pe Pf	90.62 1.42 25.85
M12	M13	q Q	0 1,145.38		L F T	3.28 35.00 38.28	Pt Diff. Pe Pf	93.62 1.42 0.45
ADD HOSE	(500)	q Q	1,645.38		L F T		Pt Diff. Pe Pf	95.49 0 0
ADD RACK	(365.39)	q Q	2,010.77		L F T		Pt Diff. Pe Pf	 0 0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 6 นิ้วและ Water application density 0.35 gpm/sq.ft

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.35 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.35 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH		PRESSURE SUMMARY	
N11	N12	q Q	0 35.09	L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	9.82 1.14 3.73
N12	N13	q Q	42.93 78.02	L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	14.69 1.14 4.33
N13	M01	q Q	49.53 127.55	L F T	4.10 0 4.10	Pt Diff. Pe Pf	19.56 0.46 2.04
M01	M02	q Q	0 127.55	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	22.06 0 0.06
M02	M03	q Q	127.74 255.29	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	22.12 0 0.20
M03	M04	q Q	127.91 383.20	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	22.18 0 0.43
M04	M05	q Q	128.49 511.69	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	22.38 0 0.73
M05	M06	q Q	129.72 641.41	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	22.81 0 1.11
M06	M07	q Q	131.77 773.18	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	23.54 0 1.57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 (ต่อ)

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.35 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.35 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH			PRESSURE SUMMARY	
M07	M08	q Q	131.76 908.03		L F T	52.50 0 52.50	Pt Diff. Pe Pf	24.65 0 11.31
M08	M09	q Q	0 908.03		L F T	167.28 30.00 197.28	Pt Diff. Pe Pf	26.22 0 5.78
M09	M10	q Q	0 908.03		L F T	194.00 30.00 224.00	Pt Diff. Pe Pf	37.53 0 6.57
M10	M11	q Q	0 908.03		L F T	32.00 3.00 35.00	Pt Diff. Pe Pf	43.31 13.86 1.03
M11	M12	q Q	0 908.03		L F T	571.00 3.00 574.00	Pt Diff. Pe Pf	63.74 1.42 16.82
M12	M13	q Q	0 908.03		L F T	3.28 35.00 38.28	Pt Diff. Pe Pf	66.19 1.42 0.30
ADD HOSE	(500)	q Q	 1,408.03		L F T		Pt Diff. Pe Pf	67.91 0 0
ADD RACK	(365.39)	q Q	 1,773.42		L F T		Pt Diff. Pe Pf	 0 0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 Print out report ผลการคำนวณจากโปรแกรมโดยใช้ท่อ Main 6 นิ้วและ Water application density 0.25 gpm/sq.ft

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.25 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.25 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH		PRESSURE SUMMARY	
N11	N12	q Q	0 25.07	L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	5.01 1.14 2.00
N12	N13	q Q	31.97 57.04	L F T	10.19 0 10.19	Pt Diff. Pe Pf	8.15 1.14 2.42
N13	M01	q Q	37.63 94.67	L F T	4.10 0 4.10	Pt Diff. Pe Pf	11.29 0.46 1.18
M01	M02	q Q	0 94.67	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	12.93 0 0.03
M02	M03	q Q	94.79 189.46	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	12.96 0 0.12
M03	M04	q Q	94.90 284.36	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	12.99 0 0.25
M04	M05	q Q	95.33 379.69	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	13.11 0 0.42
M05	M06	q Q	96.24 475.93	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	13.36 0 0.64
M06	M07	q Q	97.74 573.67	L F T	9.84 0 9.84	Pt Diff. Pe Pf	13.78 0 0.91

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

HYDRAULIC CALCULATION REPORT

(Storage Area C-120.00 , d=0.25 gpm/ft2 Over Area=2000.00 ft2 of Operation Area)

density=0.25 gpm/ft2

K Factor=11.20

START NODE	NEXT NODE	FLOW IN GPM		EQUIV.PIPE LENGTH			PRESSURE SUMMARY	
M07	M08	q Q	97.73 673.65		L F T	52.50 0 52.50	Pt Diff. Pe Pf	14.42 0 6.51
M08	M09	q Q	0 673.65		L F T	167.28 30.00 197.28	Pt Diff. Pe Pf	15.33 0 3.33
M09	M10	q Q	0 673.65		L F T	194.00 30.00 224.00	Pt Diff. Pe Pf	21.84 0 3.78
M10	M11	q Q	0 673.65		L F T	32.00 3.00 35.00	Pt Diff. Pe Pf	25.17 13.86 0.59
M11	M12	q Q	0 673.65		L F T	571.00 3.00 574.00	Pt Diff. Pe Pf	42.81 1.42 9.68
M12	M13	q Q	0 673.65		L F T	3.28 35.00 38.28	Pt Diff. Pe Pf	44.82 1.42 0.17
ADD HOSE	(500)	q Q	1,173.65		L F T		Pt Diff. Pe Pf	46.41 0 0
ADD RACK	(365.39)	q Q	1,539.04		L F T		Pt Diff. Pe Pf	0 0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรมออกแบบ โดยทดลองเปลี่ยนขนาดท่อ Cross Main และ Feed Main และเปลี่ยน Water application density จะให้ผลลัพธ์ อัตราการไหลและความดันสูญเสีย ดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 17 อัตราการไหลและความดันสูญเสียเมื่อเปลี่ยนขนาดท่อและ Water application density

	Density (gpm/sq.ft)	**Q (gpm)**	**P (Psi)**
Main 6 in. pipe	0.15	1315.24	28.44
	0.25	1539.04	46.41
	0.35	1773.42	67.91
	0.45	2010.77	95.49
	0.55	2249.85	125.84
Main 8 in. pipe	0.15	1315.24	26.93
	0.25	1539.04	40.3
	0.35	1773.42	59.38
	0.45	2010.77	83.93
	0.55	2249.85	113.74

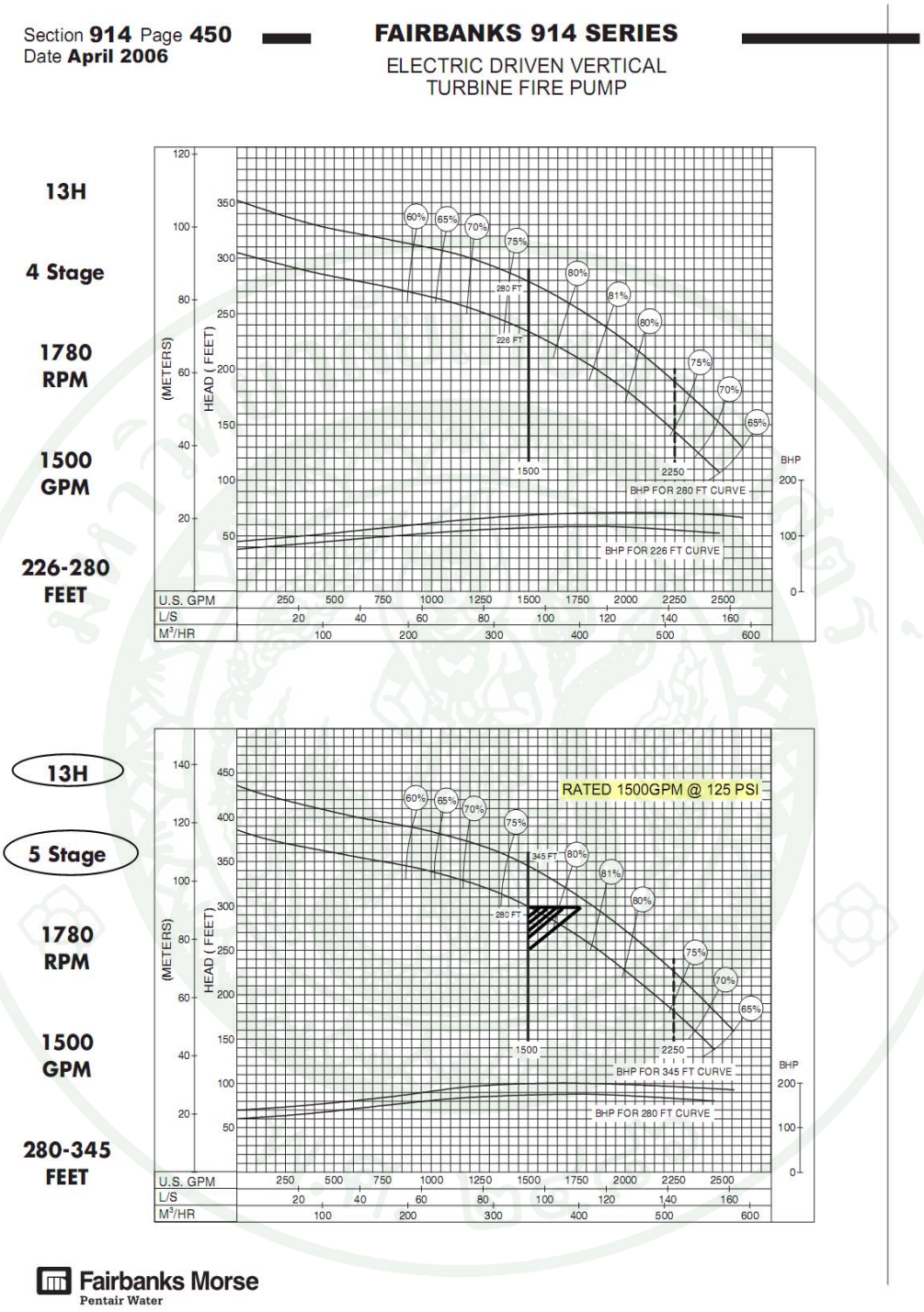
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดลองเลือก Fire pump ที่มี Capacity ที่ใกล้เคียงกับความต้องการของระบบเพื่อนำมา Plot Pump curve เพื่อเทียบกับ System Curve เพื่อการเลือก Fire pump ที่เหมาะสม

ตารางที่ 18 Fire pump capacity

	Q (gpm)	**P (Psi)**
Pump1	0	175
	1500	125
	2250	81.25
Pump2	0	140
	1500	100
	2250	65
Pump3	0	112
	1000	80
	1500	52

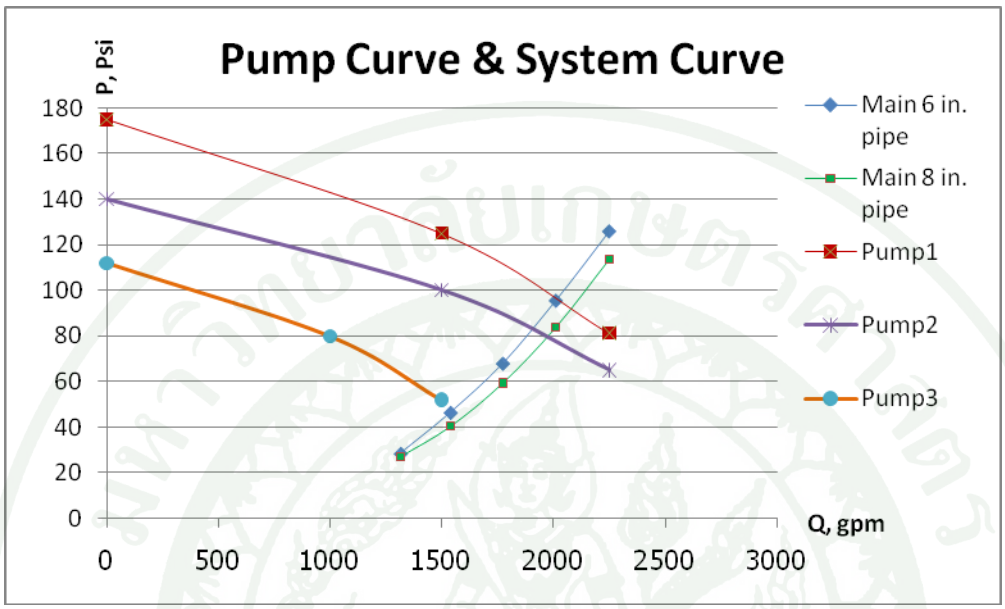
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 54 ตัวอย่าง Pump curve จากผู้ผลิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อนำความดันและอัตราการไหลที่ได้จากการ Run Program มา Plot กราฟ จะได้ Pump curve และ System Curve ดังนี้



ภาพที่ 55 Pump curve และ System Curve ที่ขนาดท่อ Main และ Water application density ต่างกัน

จากกราฟจะพบว่าแม้ว่าเราจะเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อแต่อัตราการไหลก็จะยังคงเดิมหาก water application density ยังเท่าเดิม แต่ความดันสูญเสียในเส้นท่อจะเพิ่มขึ้นหากท่อมีขนาดเล็กลง แต่หากเราเปลี่ยน water application density ก็จะมีผลต่อทั้งความดันสูญเสียในเส้นท่อและอัตราการไหล เมื่อพิจารณาดู pump curve ของ Pump1 จะพบว่าสามารถจ่ายน้ำและแรงดันให้ได้กับทุกกับระบบส่วน Pump2 นั้นสามารถจ่ายน้ำให้พอเพียงกับทุกระบบแต่จะไม่สามารถมีแรงดันพอเพียงกับระบบที่มี water application density 0.45 gpm/sq.ft ทั้งของระบบท่อ 6 นิ้วหรือระบบท่อ 8 นิ้วก็ตาม ส่วน Pump3 นั้นไม่สามารถจ่ายน้ำและแรงดันให้กับระบบใดได้เลยเพราะทุกระบบมีความต้องการทั้งอัตราการไหลและความดันมากกว่าที่ Pump3 จะจ่ายให้ได้

จากข้อมูลเหล่านี้ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมออกแบบนี้นำข้อมูลไปพิจารณาเลือกปั๊มที่เหมาะสม เมื่อต้องเลือกปั๊มที่มี Head สูงขึ้นแต่ประหยัดค่าท่อหรือว่าเลือกปั๊มที่มี Head ต่ำลงแต่ค่าท่ออาจจะแพงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบราคาแล้วก็จะทำให้นักออกแบบสามารถตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างสมเหตุสมผลทั้งในเรื่องของราคาและหลักการออกแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการคำนวณด้วยมือ

ตารางที่ 19 ผลการคำนวณด้วยมือ

CONTRACT NAME : CALCULATION OF SYSTEM SHOWN ON

(Storage Area C-120 , D=0.45 ft^2 Over Area 2000 ft^2 of Operation Area)

Density = 0.45 gpm/ft^2
k-factor = 11.2

sheet1

SPRINKLER NODE NUMBER	FLOW IN GPM	PIPE SIZE (inch)	PIPE FITTINGS AND DEVICE	EOUV. PIPE LENGTH		FRICTION LOSS PSL/FOOT	PRESSURE SUMMARY		NORMAL PRESSURE	SUPPLEMENTARY CALCULATIONS	END NODE
1	q -	1.00	SCH.40 Line	L	10.19	0.58	Pt	16.22		$q = K\sqrt{P}$	2.00
	Q 45.11		-	F	0.00		Pe	0.00		$45.11 = 11.2\sqrt{P}$	
			-	T	10.19		Pf	5.94		P = 16.22	
2	q 52.73	1 ¼	SCH.40 Line	L	10.19	0.64	Pt	22.16		$q = K\sqrt{P} = 11.2\sqrt{22.07}$	3.00
	Q 97.84		-	F	0.00		Pe	0.00		q = 52.73	
			-	T	10.19		Pf	6.53			
3	q 59.99	1 ½	SCH.40 Line	L	4.10	0.72	Pt	28.69		$q = K\sqrt{P} = 11.2\sqrt{28.59}$	A
	Q 157.83		-	F	8.00		Pe	0.00		q = 52.73	
			-	T	12.10		Pf	8.75			
A	q 0.00	4.00	SCH.40 Line	L	9.84	0.01	Pt	37.44		Line K(Head 4-6)	B
	Q 157.83		-	F	0.00		Pe	0.00		$q = K\sqrt{P}$	
			-	T	9.84		Pf	0.08		$157.52 = k\sqrt{37.34}$, k = 25.79	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

SPRINKLER NODE NUMBER	FLOW IN GPM	PIPE SIZE (inch)	PIPE FITTINGS AND DEVICE	EOUV. PIPE LENGTH		FRICTION LOSS PSL/FOOT	PRESSURE SUMMARY		NORMAL PRESSURE	SUPPLEMENTARY CALCULATIONS	END NODE
B	q 158.00	4.00	SCH.40 Line	L	9.84	0.03	Pt	37.52		$q = K\sqrt{P} =$	C
	Q 315.83		-	F	0.00		Pe	0.00		$25.78\sqrt{37.42}$	
			-	T	9.84		Pf	0.30		q = 158.00	
C	q 158.62	4.00	SCH.40 Line	L	9.84	0.07	Pt	37.82		$q = K\sqrt{P} =$	D
	Q 474.44		-	F	0.00		Pe	0.00		$25.78\sqrt{37.72}$	
			-	T	9.84		Pf	0.64		Q = 158.62	
D	q 159.67	4.00	SCH.40 Line	L	9.84	0.11	Pt	38.46		$q = K\sqrt{P} =$	E
	Q 634.11		Tee	F	0.00		Pe	0.00		$25.78\sqrt{38.36}$	
			-	T	9.84		Pf	1.09		q = 159.95	
E	q 161.93	4.00		L	9.84	0.17	Pt	39.55		$q = K\sqrt{P} =$	F
	Q 796..04			F	0.00		Pe	0.00		$25.78\sqrt{39.45}$	
				T	9.84		Pf	1.65		q = 162.21	
F	q 165.27	4.00	SCH.40 Line	L	9.84	0.24	Pt	41.20		$q = K\sqrt{P} = 25.78\sqrt{41.1}$	G
	Q 961.31		-	F	0.00		Pe	0.00		q = 165.56	
			-	T	9.84		Pf	2.37			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

SPRINKLER NODE NUMBER	FLOW IN GPM	PIPE SIZE (inch)	PIPE FITTINGS AND DEVICE	EQUV. PIPE LENGTH		FRICTION LOSS PSI/FOOT	PRESSURE SUMMARY		NORMAL PRESSURE	SUPPLEMENTARY CALCULATIONS	END NODE
G	q 165.26	4.00	SCH.40 Line	L	52.50	0.32	Pt	43.57		See Sheet 2	H
	Q 1126.57		-	F	0.00		Pe	0.00		Q = 165.26	
			-	T	52.50		Pf	17.01			
H	q	6.00	SCH.40 Line	L	167.28	0.04	Pt	60.58			I
	Q 1126.57		2 Elb	F	58.00		Pe	0.00			
			1 Tee	T	225.28		Pf	9.91			
I	q	8.00	SCH.40 Line	L	194.00	0.01	Pt	70.49			J
	Q 1126.57		1 Elb	F	88.00		Pe	0.00			
			1 Tee	T	282.00		Pf	3.10			
J	q -	8.00	SCH.40 Line	L	32.00	0.01	Pt	73.60		Pe = 0.433H	K
	Q 1126.57		1 AlmV	F	57.00		Pe	1.17		Pe = 0.433 x 5 x 3.281	
			1 GV,1Elb	T	89.00		Pf	0.98		Pe = 1.17	
K	q -	8.00			321.00	0.01	Pt	75.75			L
	Q 1126.57		10Elb		250.00		Pe	0.00			
			2Tee		571.00		Pf	6.28			
L	q 500.00						**Pt**	**82.03**			
	Q 1626.57										
	Add hose										

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 (ต่อ)

SPRINKLER NODE NUMBER	FLOW IN GPM	PIPE SIZE (inch)	PIPE FITTINGS AND DEVICE	EQUV. PIPE LENGTH		FRICTION LOSS PSI/FOOT	PRESSURE SUMMARY		NORMAL PRESSURE	SUPPLEMENTARY CALCULATIONS	END NODE
M	q 540.49									**Calculation Summary 2167.06 gpm @ 82.03 Psi**	
	Q 2167.06										
	Add rack		See sheet 3								

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการคำนวณด้วยมือให้ผลลัพธ์ อัตราการไหลที่ 2167.06 gpm ที่ความดัน 82.03 Psi

Sheet 2

SPRINKLER NODE NUMBER	FLOW IN GPM	PIPE SIZE (inch)	PIPE FITTINGS AND DEVICE	EOUV. PIPE LENGTH		FRICTION LOSS PSL/FOOT	PRESSURE SUMMARY		NORMAL PRESSURE	SUPPLEMENTARY CALCULATIONS	END NODE
19.00	Q -	1.00	SCH.40 Line	L	10.19	0.58	Pt	16.14		$q = K\sqrt{P}$	20.00
	Q 45.11		-	F	0.00		Pe	0.00		$45.11 = 11.2\sqrt{P}$	
			-	T	10.19		Pf	5.94		$P = 16.22$	
20.00	q 52.63	1 ¼	SCH.40 Line	L	10.19	0.64	Pt	22.08		$q = K\sqrt{P} = 11.2\sqrt{22.07}$	21.00
	Q 97.74		-	F	0.00		Pe	0.00		$q = 52.63$	
			-	T	10.19		Pf	6.52			
21.00	q 59.90	1 ½	SCH.40 Line	L	4.10	0.72	Pt	28.60		$q = K\sqrt{P} = 11.2\sqrt{28.59}$	G
	Q 157.64		Tee	F	8.00		Pe	0.00		$q = 59.90$	
			-	T	12.10		Pf	8.75			
G	q	4.00	SCH.40 Line	L			Pt	37.35		41.20 Psi exist at node	
	Q 157.64		-	F			Pe			G	
			-	T			Pf			Must adjust flow	

Adjust flow for sprinkler 21

at node G is

$$Q_{adjust} = Q_L\left(\frac{P_H}{P_L}\right)$$

$$Q_{adjust} = 157.64\left(\frac{41.20}{37.35}\right)$$

Q_{adjust} = 165.26 gpm

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sheet 3

SPRINKLER NODE NUMBER	FLOW IN GPM	PIPE SIZE (inch)	PIPE FITTINGS AND DEVICE	EOUV. PIPE LENGTH		FRICTION LOSS PSL/FOOT	PRESSURE SUMMARY		NORMAL PRESSURE	SUPPLEMENTARY CALCULATIONS	END NODE
1R	Q -	1.00	SCH.40 Line	L	7.22	0.56	Pt	30.00		$q = K\sqrt{P}$	2R
	Q 43.82		-	F			Pe			$q = 8\sqrt{30}$	
			-	T	7.22		Pf	4.04		$q = 43.82$	
2R	q 46.68	1 ¼	SCH.40 Line	L	7.22	0.56	Pt	34.04		$q = K\sqrt{P} = 8\sqrt{34.04}$	3R
	Q 90.50		-	F			Pe			$q = 46.68$	
			-	T	7.22		Pf	4.04			
3R	q 49.37	1 ½	SCH.40 Line	L	7.22	0.59	Pt	38.08		$q = K\sqrt{P} = 8\sqrt{38.08}$ $q = 49.37$	4R
	Q 139.87		Tee	F			Pe				
			-	T	7.22		Pf	4.26			
4R	q 52.06	1 ½	SCH.40 Line	L	7.22	1.05	Pt	42.34		$q = K\sqrt{P} = 8\sqrt{42.34}$ $q = 52.06$	5R
	Q 191.92		-	F			Pe				
			-	T	7.22		Pf	7.59			
5R	q 56.53	2.00	SCH.40 Line	L	7.22	0.51	Pt	49.93		$q = K\sqrt{P} = 8\sqrt{49.93}$ $q = 56.53$	6R
	Q 248.44		-	F			Pe				
			-	T	7.22		Pf	3.69			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

SPRINKLER NODE NUMBER	FLOW IN GPM	PIPE SIZE (inch)	PIPE FITTINGS AND DEVICE	EOUV. PIPE LENGTH		FRICTION LOSS PSL/FOOT	PRESSURE SUMMARY		NORMAL PRESSURE	SUPPLEMENTARY CALCULATIONS	END NODE
6R	q 58.58	2.00	SCH.40 Line	L	7.22	0.75	Pt	53.62		$q = K\sqrt{P} = 8\sqrt{53.62}$ $q = 58.58$	7R
	Q 307.02		-	F			Pe				
			-	T	7.22		Pf	5.42			
7R	q 61.47	2 ½	SCH.40 Line	L	2.95	0.44	Pt	59.04		$q = K\sqrt{P} = 8\sqrt{59.04}$ $q = 61.47$	AR
	Q 368.49		1Elb	F	6.00		Pe				
				T	8.95		Pf	3.97			
AR	q -	4.00		L	29.50	0.04	Pt	63.01			M
	Q 368.49		1ELB	F	30.00		Pe				
			1Tee	T	59.50		Pf	2.38			
M	q		SCH.40 Line	L			Pt	**65.39**			
	Q 540.49			F			Pe				
				T			Pf				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเปรียบเทียบผลระหว่างการคำนวณด้วยมือและการคำนวณด้วยโปรแกรมออกแบบ

1. ผลการคำนวณด้วยมือให้ผลลัพธ์ อัตราการไหลที่ 2167.06 gpm ที่ความดัน 82.03 Psi เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลลัพธ์ ในส่วนของปริมาณน้ำที่ต้องการพบว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นดังนี้

2. ผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรมออกแบบให้ผลลัพธ์ อัตราการไหลที่ 2164.14 gpm ที่ความดัน 79.06 Psi

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอัตราการไหล $= \left(\frac{Qm-Qp}{Qm}\right)\times 100$

$= \left(\frac{2167.06-2164.14}{2167.06}\right)\times 100$

$= 0.13 \quad \%$

โดย

Qp = ผลลัพธ์อัตราการไหลจากกการใช้โปรแกรม,gpm

Qm = ผลลัพธ์อัตราการไหลจากการคำนวณด้วยมือ,gpm

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของความดัน $= \left(\frac{Pm-Pp}{Pm}\right)\times 100$

$= \left(\frac{82.03-79.06}{82.03}\right)\times 100$

$= 3.62 \quad \%$

โดย

Pp = ผลลัพธ์ความดันจากกการใช้โปรแกรม,Psi

Pm = ผลลัพธ์ความดันจากการคำนวณด้วยมือ,Psi

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

จากผลการคำนวณพบว่าความแตกต่างระหว่างการคำนวณด้วยมือและการใช้โปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้ามีค่าน้อยมาก กล่าวคือ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอัตราการไหลมีค่า 0.13 % และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของความดันมีค่า 3.62 % สาเหตุของความแตกต่างเกิดจากในการคำนวณด้วยมือนั้น ค่า Friction Loss/ft ที่นำมาใช้คำนวณได้มาจากการเปิดตาราง ส่วนการคำนวณด้วยโปรแกรมนั้น ค่า Friction Loss/ft ที่นำมาใช้คำนวณได้มาจากสมการ $P_f = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$ ซึ่งเป็นสมการที่มาของค่าในตาราง

อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ของการคำนวณของทั้งสองวิธีสามารถนำไปใช้ได้ แต่การใช้โปรแกรมจะช่วยอำนวยความสะดวก ลดขั้นตอนในการคำนวณด้วยมือ ทำให้ประหยัดเวลาและลดความผิดพลาด อีกทั้งเมื่อต้องการเปลี่ยนค่าเริ่มต้นในการออกแบบก็สามารถเปลี่ยนเฉพาะค่านั้นๆ ได้โดยไม่ต้องคำนวณใหม่ทั้งหมดเหมือนการคำนวณด้วยมือ นอกจากนี้โปรแกรมยังรวบรวมฐานข้อมูลไว้ใน SQL Server และสามารถดึงข้อมูลมาเพื่อช่วยการตัดสินใจเลือกใช้ค่าต่างๆ ในการออกแบบได้เป็นอย่างดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงมีขั้นตอนการออกแบบหลายขั้นตอน และมีข้อกำหนดต่างๆมาก ดังนั้นการออกแบบด้วยโปรแกรมจะช่วยในการลดข้อผิดพลาดในการออกแบบและลดเวลาที่ใช้ในการออกแบบได้อย่างมาก จากการทดสอบโปรแกรมโดยการทดสอบกับข้อมูลในการออกแบบอ้างอิงต่างๆ สามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมมีการทำงานที่ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว สามารถนำโปรแกรมไปใช้ในการออกแบบจริงได้ ข้อดีของโปรแกรมคือทำการออกแบบได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และสามารถทำการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขที่ใส่เข้าในโปรแกรมได้อย่างสะดวก ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วยมือแล้ว ถ้ามีการเปลี่ยนเงื่อนไขในการออกแบบเพียงบางตัวใหม่ก็เท่ากับว่าต้องทำการคำนวณใหม่ทั้งระบบจึงทำให้เสียเวลาเป็นอย่างมากและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้อีก การปรับเปลี่ยนเงื่อนไขภายหลังได้นี้มีข้อดี คือ ผู้ออกแบบสามารถปรับลดหรือเพิ่มขนาดท่อเพื่อดูความดันและอัตราการไหลที่ได้ว่ามีความเหมาะสมกับปั๊มดับเพลิงที่มีขายอยู่ในท้องตลาดหรือไม่ ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการออกแบบและทำให้การออกแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้แล้วโปรแกรมยังมีข้อมูลสำหรับช่วยให้วิศวกรผู้ออกแบบได้ตัดสินใจเลือกค่าต่างๆที่จะนำมาใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ผลจากการคำนวณที่ได้ ทำให้ทราบถึงความถูกต้องและความเป็นไปได้จริงในการออกแบบและโปรแกรมยังสามารถนำค่าอัตราการไหลและความดันไปเลือกปั๊มน้ำดับเพลิงได้

ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมนี้สามารถนำไปปรับใช้ออกแบบระบบหัวกระจายน้ำสำหรับอาคารทั่วไปได้ โดยใช้ Control Mode Density-Area(CMDA) สำหรับ Occupancy แบบ Light Hazard, Ordinary Hazard และExtra Hazard นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มฐานข้อมูลเพื่อเพิ่มศักยภาพของการใช้งานที่เกี่ยวข้องได้อีก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย. 2551. **มาตรฐานหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ.** ม.ป.ท.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2551**. มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย.** วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ

Gangnon, R.M. 1997. **Design of water base fire protection system.** Delmar Publishers. Albany, New York.

Kenneth, E., P.E. Isman, T. Milosh and P.E. Puchovsky. 1998. **Fire pump handbook.** National Fire Sprinkler Association, Inc. Quincy, Massachusetts.

National Fire Protection Association. 2005. **NFPA 13 Standard for the installation of sprinkler systems.** 2002 Edition. 250P

_____, 2005. **NFPA 13 D Standard for the installation of sprinkler system in one and two Family Dwellings and manufacture homes** . 2002 Edition.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

System Requirement:

-1 gigahertz (GHz) or faster 32-bit (x86) or 64-bit (x64) processor

-1 gigabyte (GB) RAM (32-bit) or 2 GB RAM (64-bit)

-16 GB available hard disk space (32-bit) or 20 GB (64-bit)

-DirectX 9 graphics device with WDDM 1.0 or higher driver

- Window XP หรือสูงกว่า

- IIS WEB Server (Window component program)

- โปรแกรม Dot net framework 3.5

Additional requirements to use certain features:

- โปรแกรม Crystal Report (ใช้สำหรับพิมพ์ Report ของผลการคำนวณให้สวยงาม)

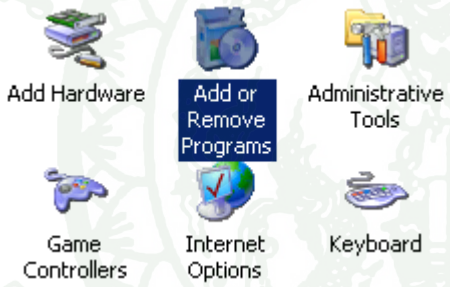
- DVD/CD authoring requires a compatible optical drive

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

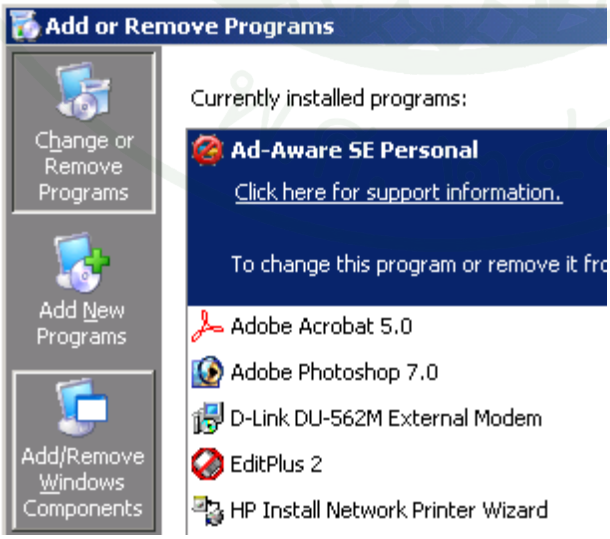
ขั้นตอนการติดตั้ง IIS WEB Server (Window Component)

1. ติดตั้งโปรแกรม ISS โดยไปที่ Start, Settings, Control Panel

2. Double คลิกที่ไอคอน Add or Remove Programs

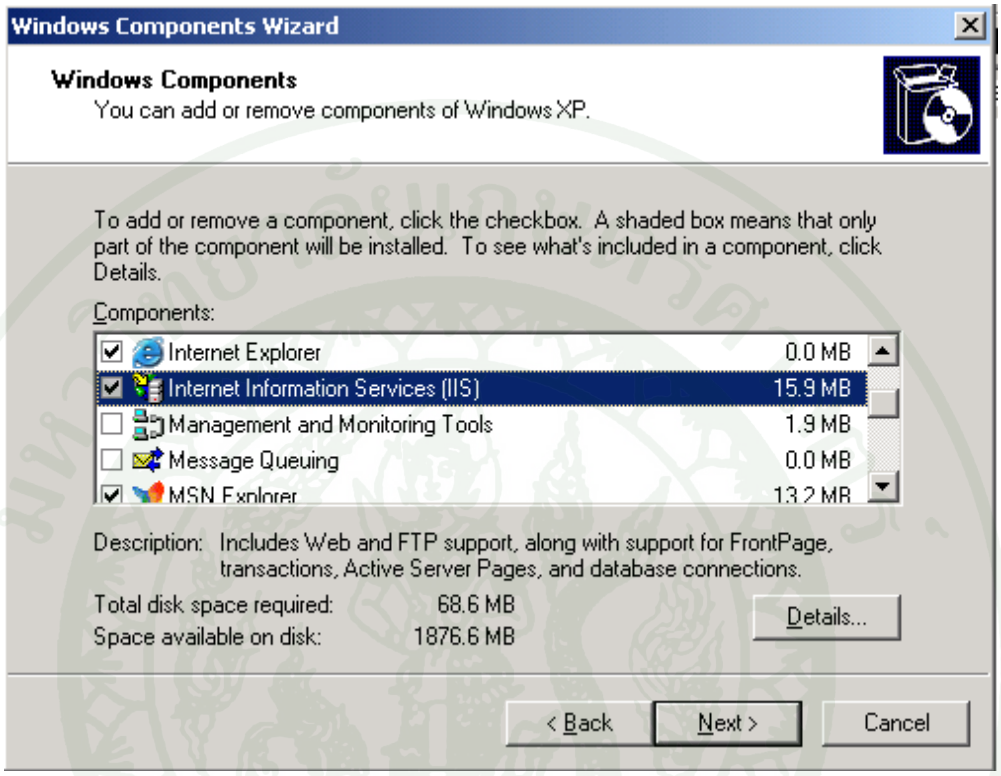


3. คลิกเลือกปุ่ม Add/Remove Windows Components เพื่อเพิ่มโปรแกรม ISS เข้าไปในระบบ

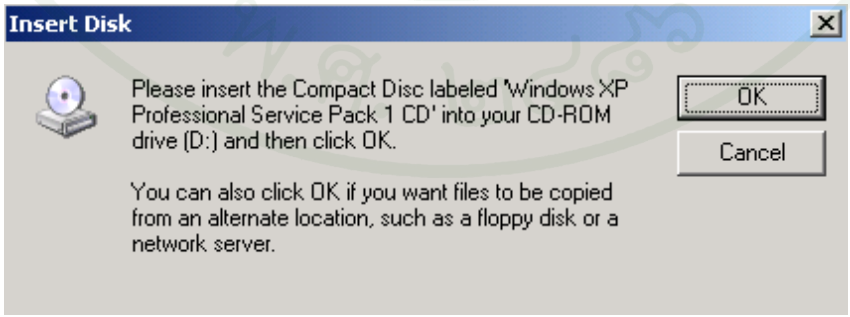


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. คลิกเครื่องหมายถูกเลือก Internet Information Service (IIS) แล้วคลิกปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



5. ใส่แผ่นวินโดวส์ แล้วคลิกปุ่ม OK (หากคัดลอกโปรแกรมวินโดวส์ ไปไว้ที่บนฮาร์ดดิสก์ เมื่อคลิกปุ่ม OK แล้วจะเจอหน้าต่าง Files Needed จากนั้นให้คลิกปุ่ม Browse ไปหาโฟลเดอร์ i386 แล้วคลิกปุ่ม OK เพื่อติดตั้งโปรแกรม IIS ไปเรื่อย ๆ)



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. คลิกปุ่ม Finish เพื่อเสร็จสินการติดตั้ง IIS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

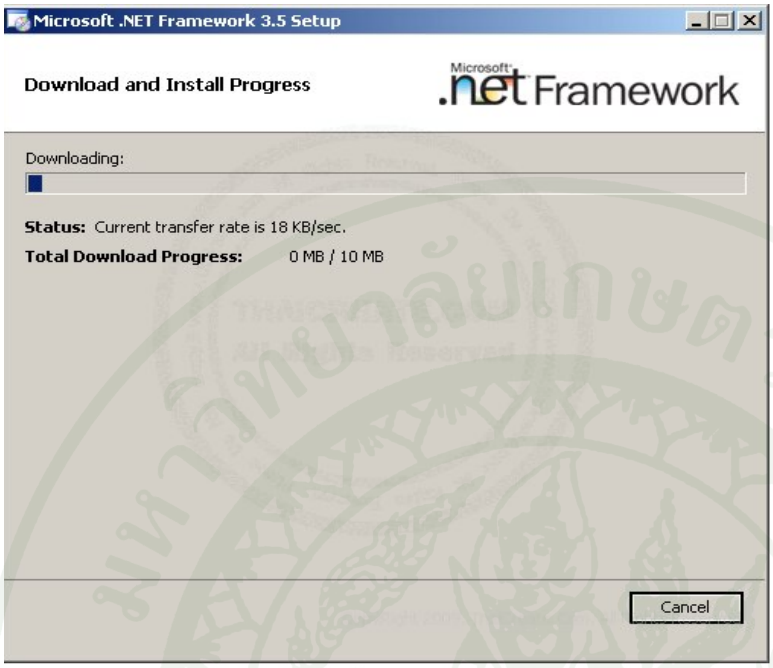
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Dot Net Fram Work 3.5

1. เปิดแผ่น CD แล้วไปที่ Folder ของโปรแกรมและ Double Click ที่ dotNetFx35setup.exe

2. คลิกปุ่ม radio หน้าข้อความ I have read and ACCEPT the terms of the License Agreement แล้วคลิกปุ่ม Install

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ภาพขณะโปรแกรมกำลังติดตั้ง

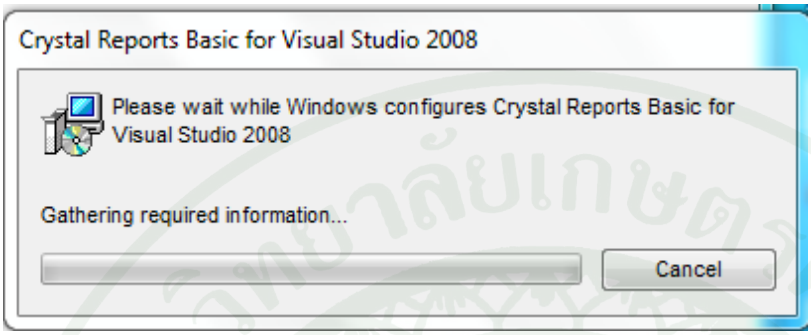


4. กด Next
5. กด Finish การติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์

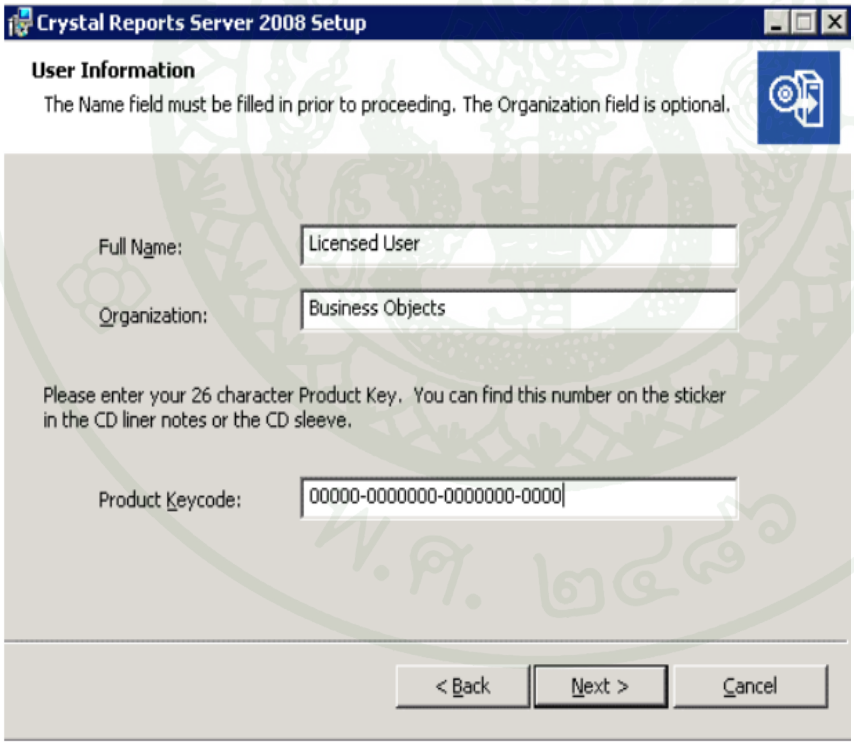
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Crystal Report

1. Double Click ที่ Setup.exe โปรแกรมจะทำการตรวจสอบระบบ

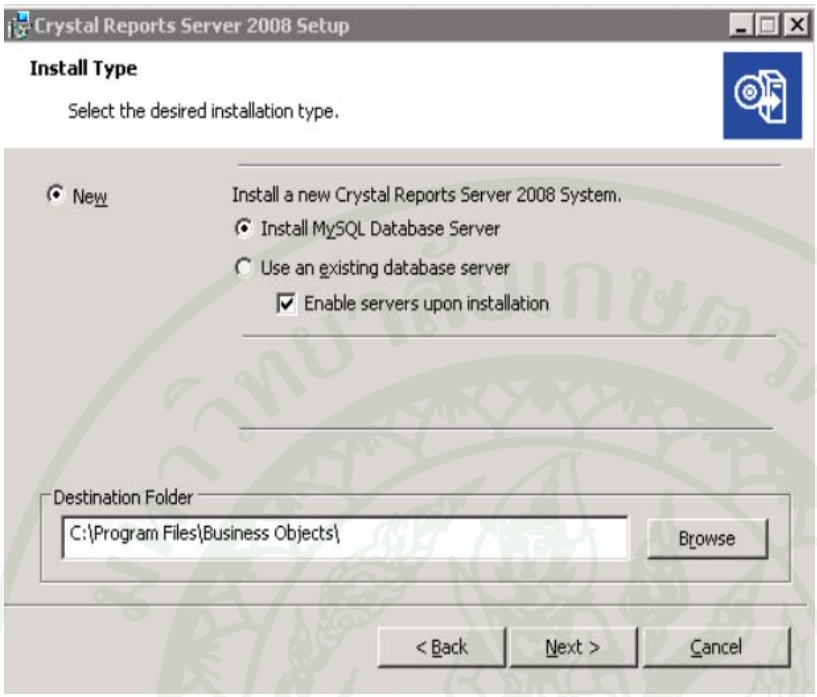


2. กด Next

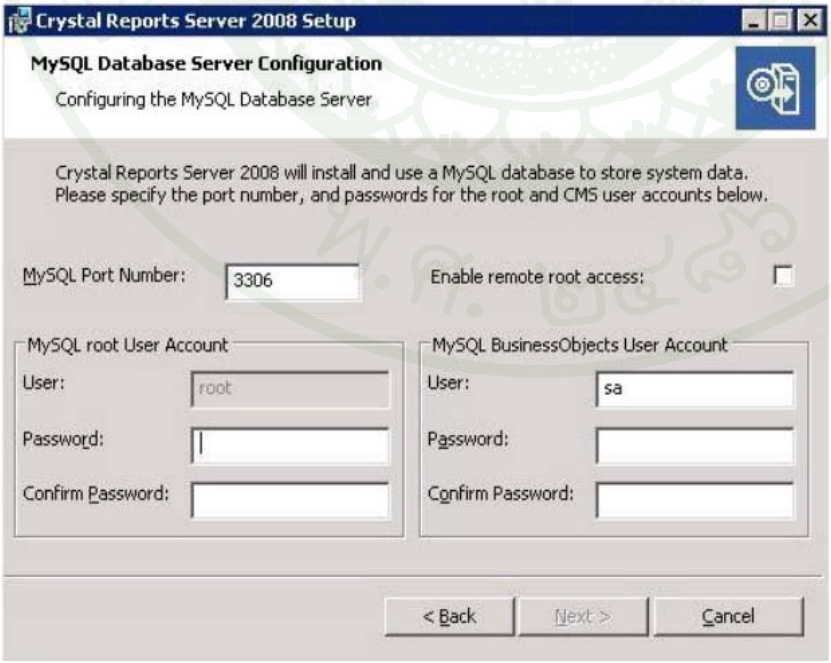


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. กด Next

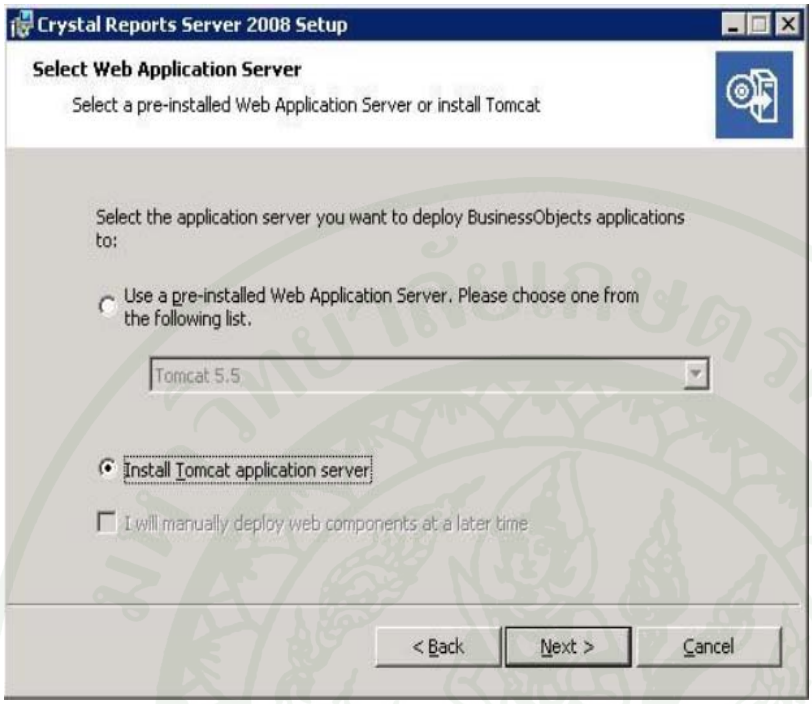


4. กด Next



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

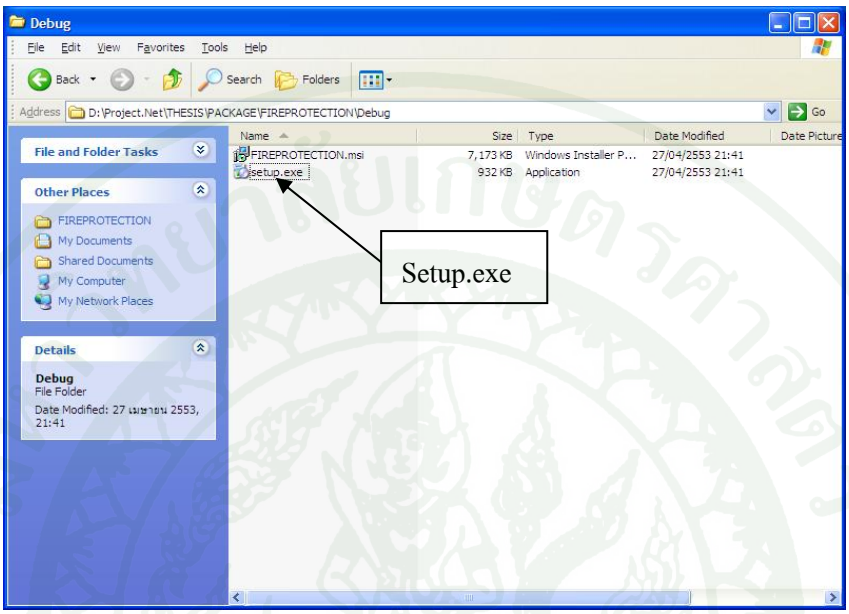
5. กด Next



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัติสำหรับอาคารคลังสินค้า

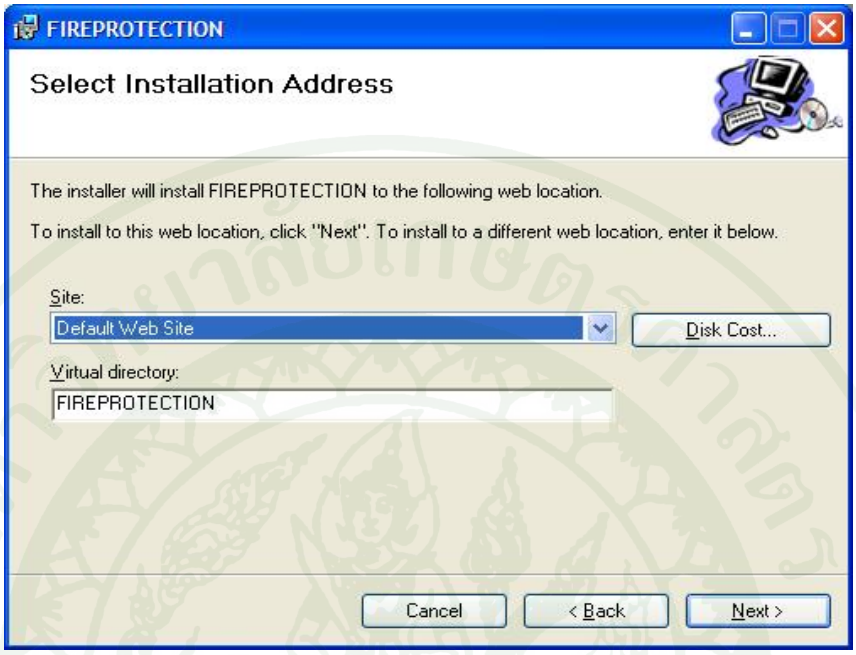
1. เปิดแผ่น CD โปรแกรมและ Double Click ที่ Setup.exe



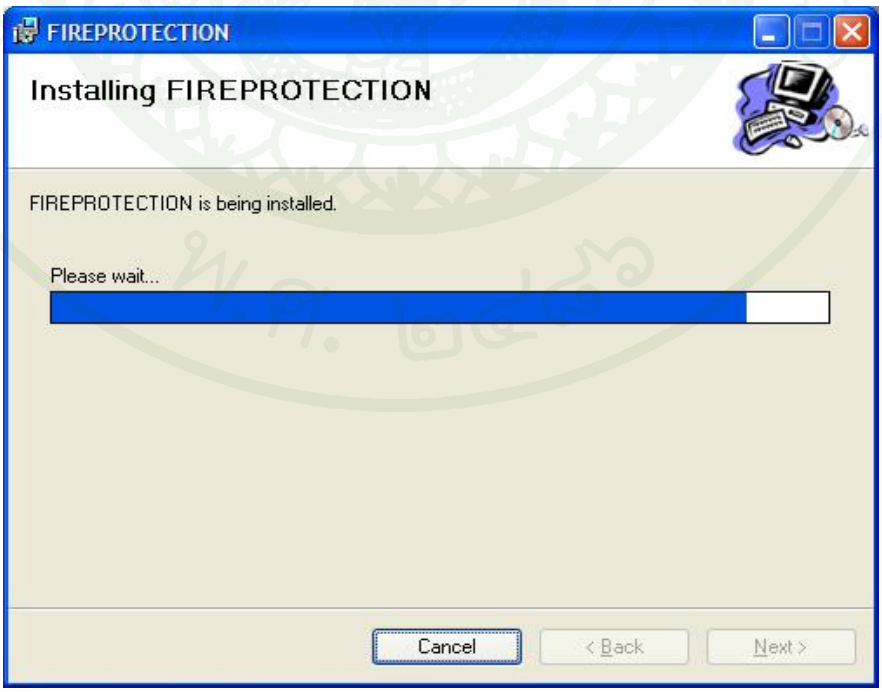
2. กด Next เพื่อเริ่มติดตั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เลือก Installation Address โดยเลือก Default Web Site

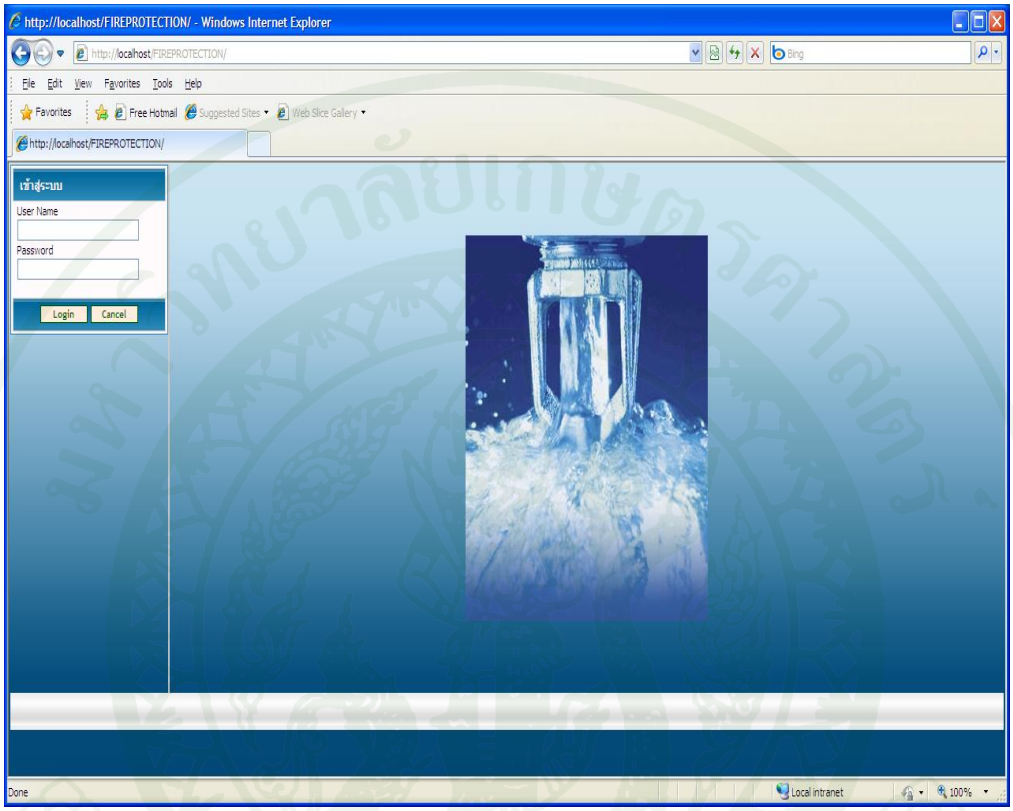


4. ยืนยันการติดตั้งโปรแกรม



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. เสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม เข้าใช้งานโดยพิมพ์ http://localhost/fire protection/ ที่หน้า Internet Explorer



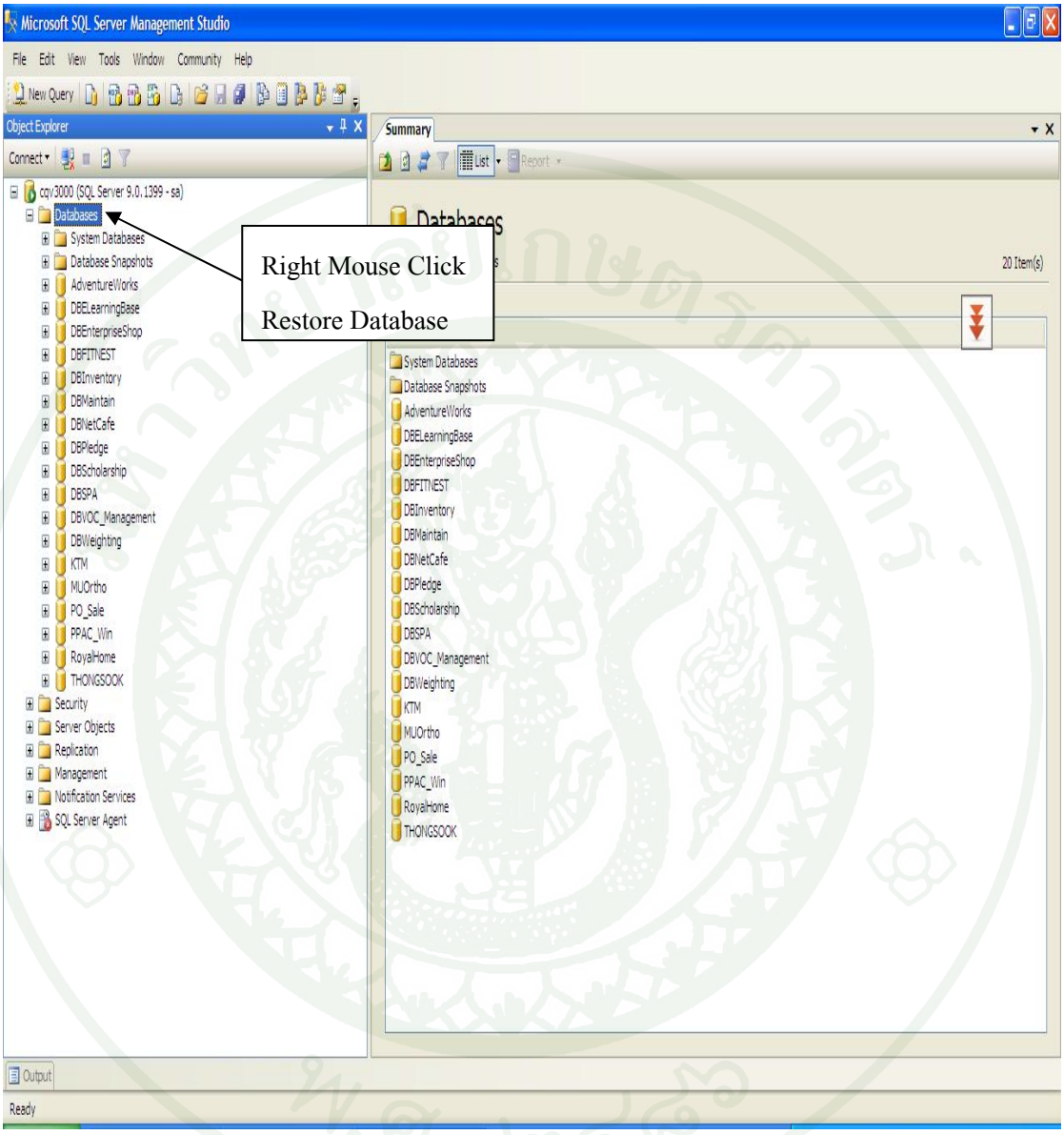
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการ Restore Database ของ SQL Server

1. เปิด SQL Server Studio Express ขึ้นมา

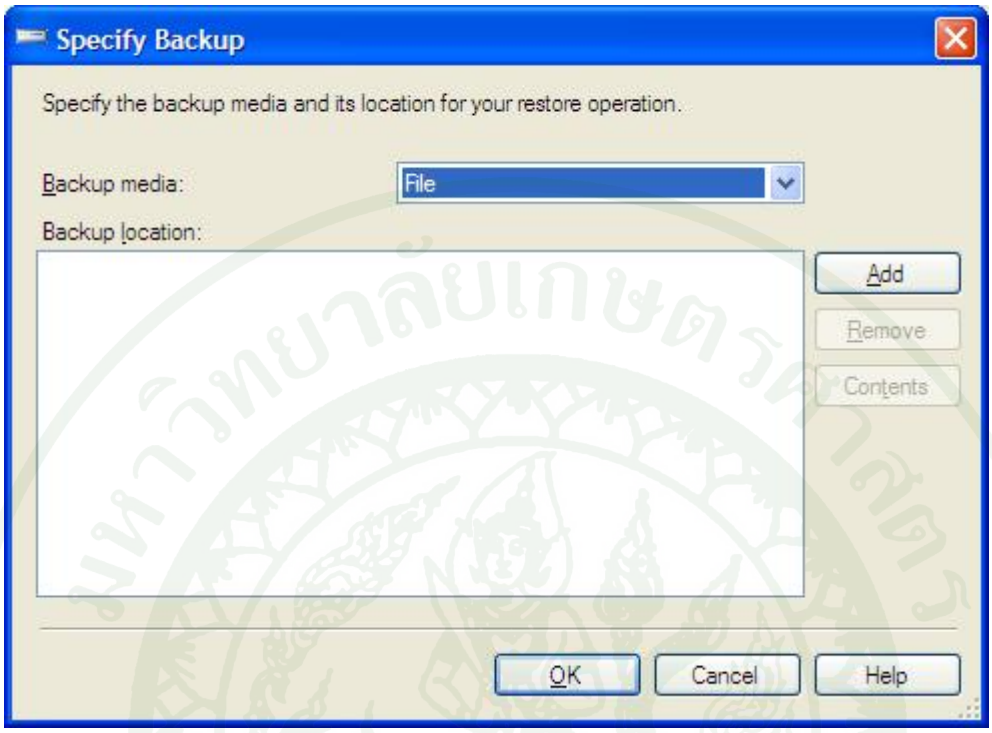
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

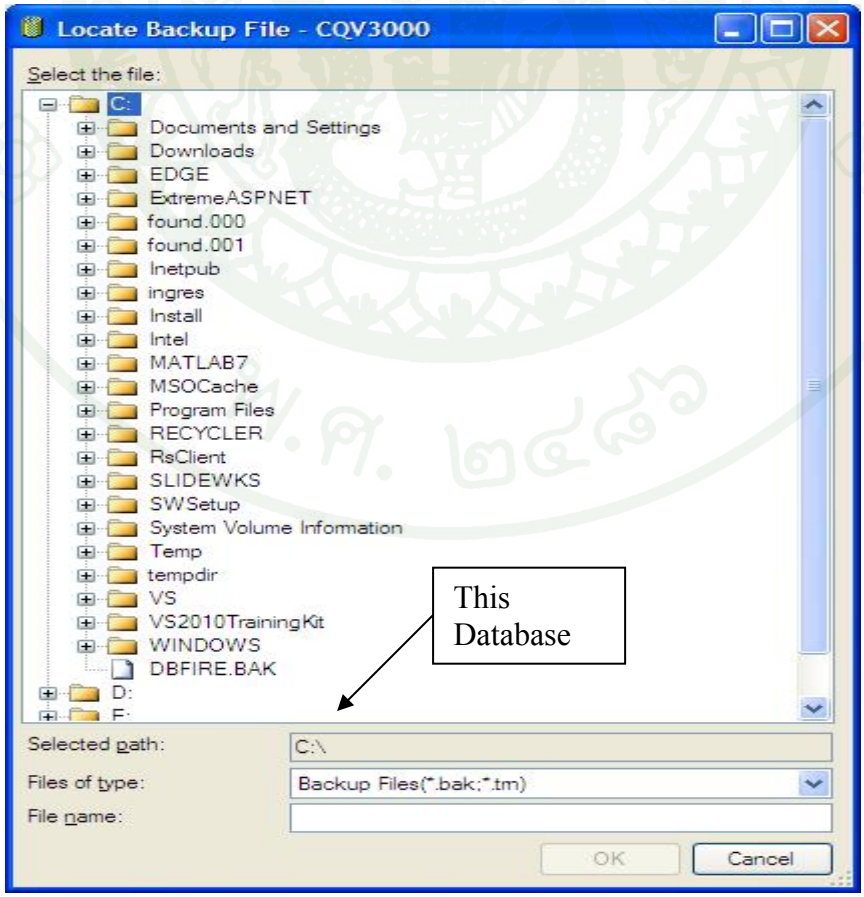
2. หลังจาก Login เข้าสู่ระบบแล้วไปที่ Database แล้ว Click Mouse ขวา Restore Database



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

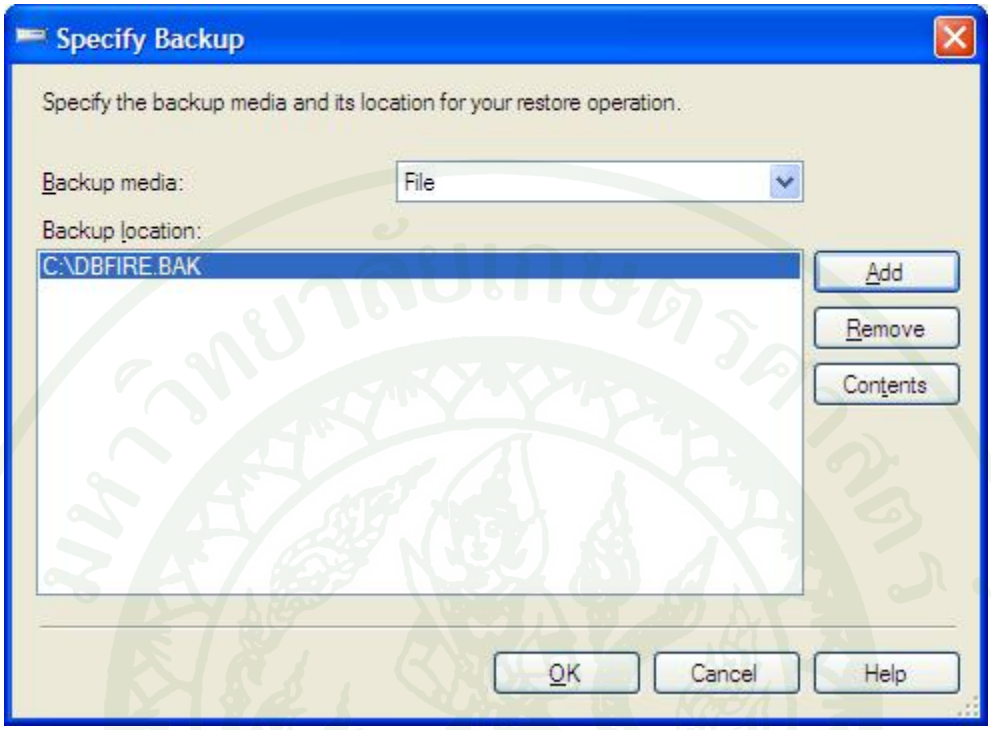
3. เลือก Database เพื่อ Restore

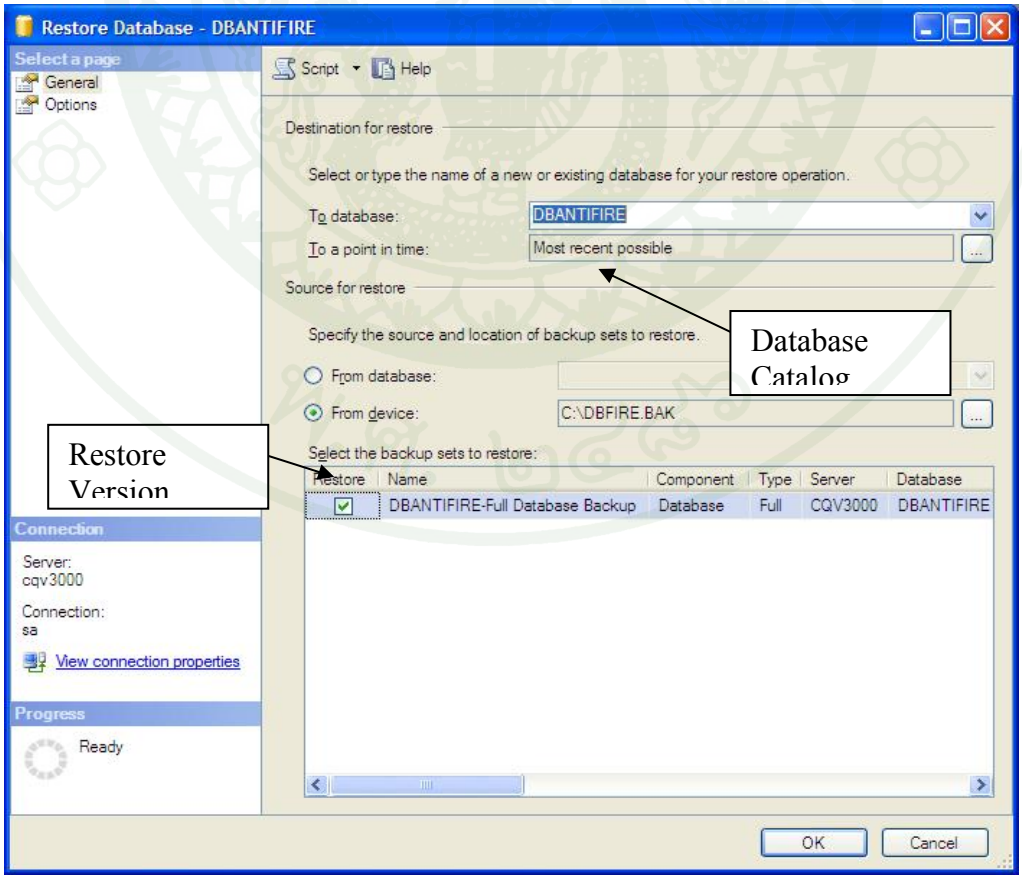




ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

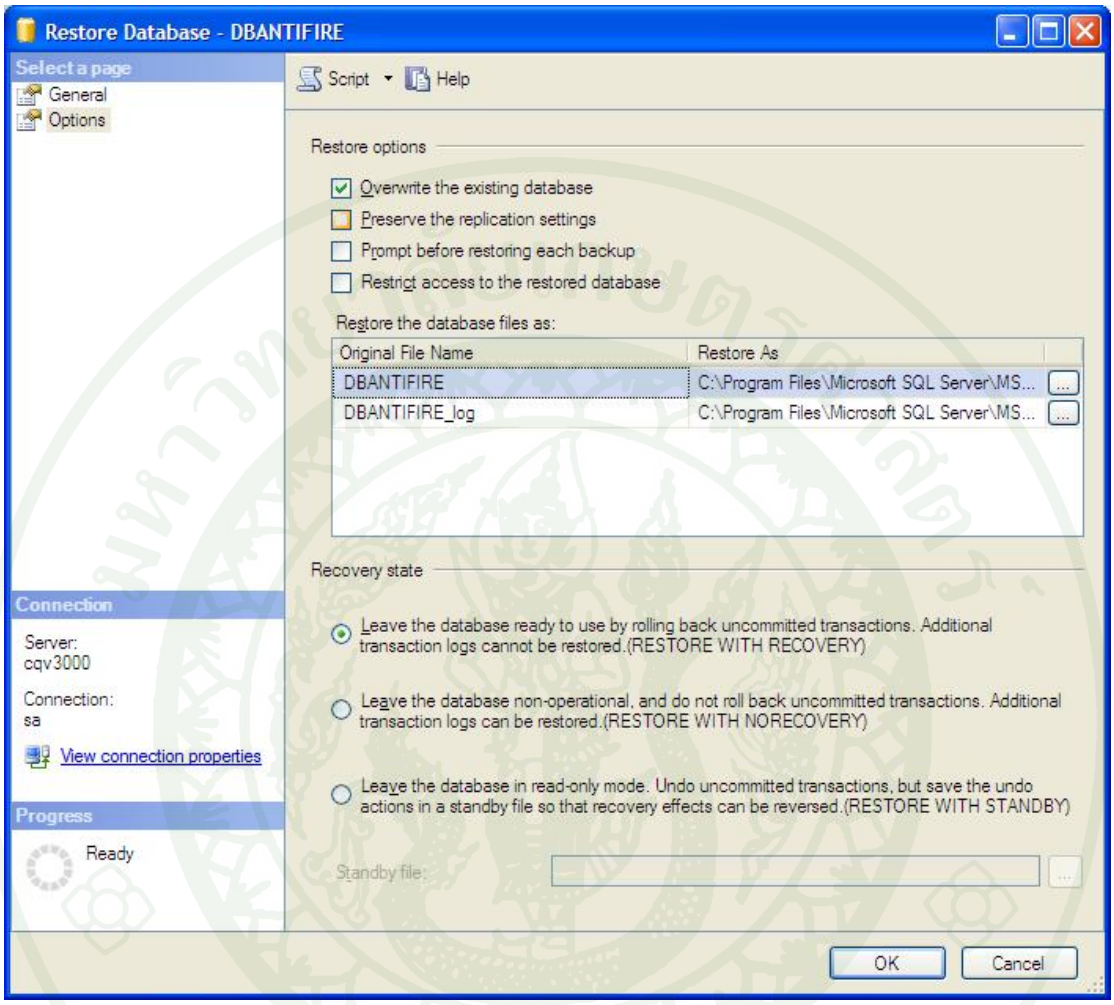
4. กำหนดชื่อ Database Catalog



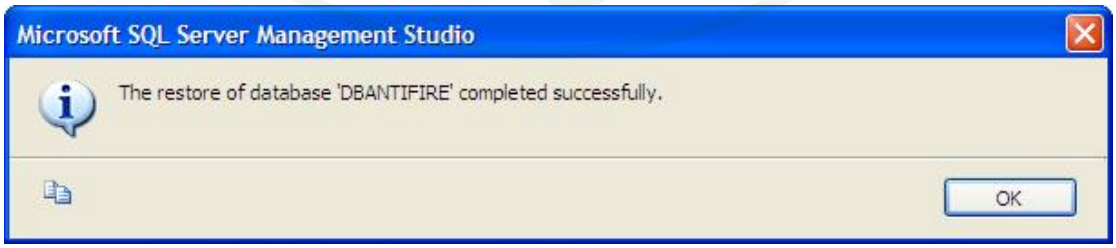


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. เลือกที่ Option เพื่อเลือก Overwrite the Existing Database



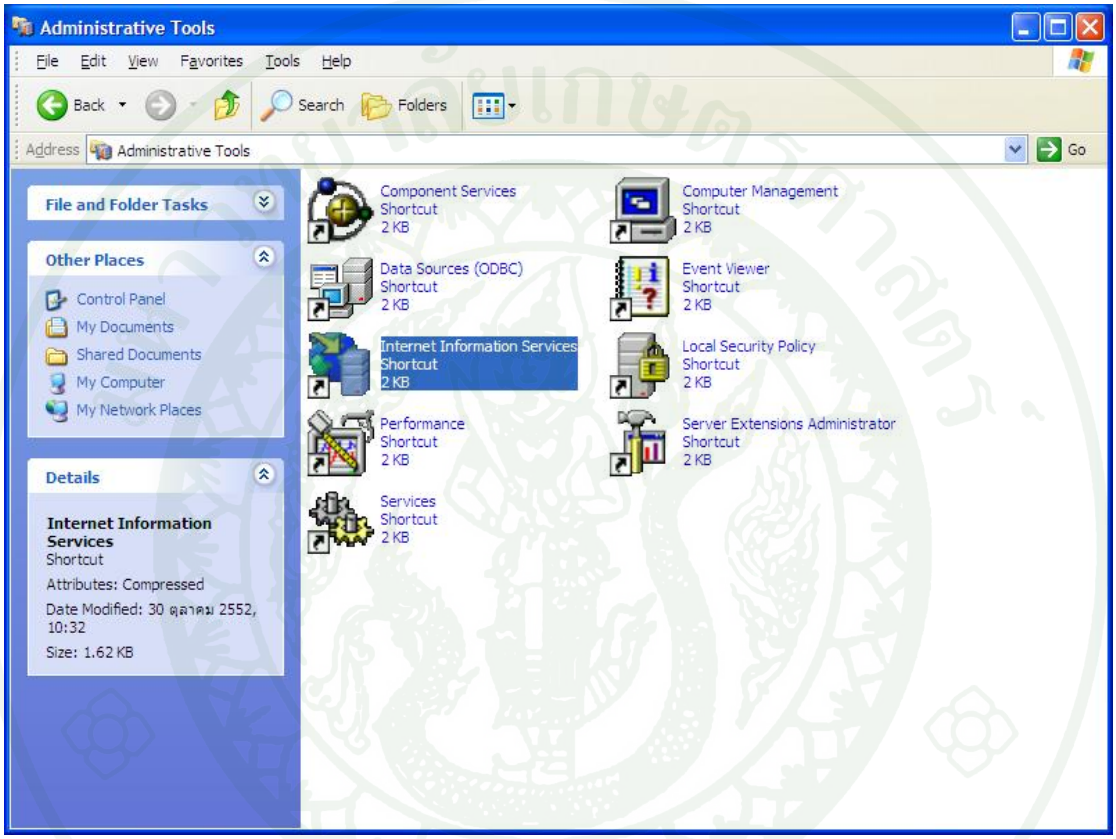
6. แจ้ง Restore เสร็จสิ้นสมบูรณ์



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หลังจากติดตั้ง IIS และ .NET Framework เสร็จแล้ว หากยังไม่สามารถใช้งานโปรแกรมได้ ให้ตรวจสอบค่าดังต่อไปนี้

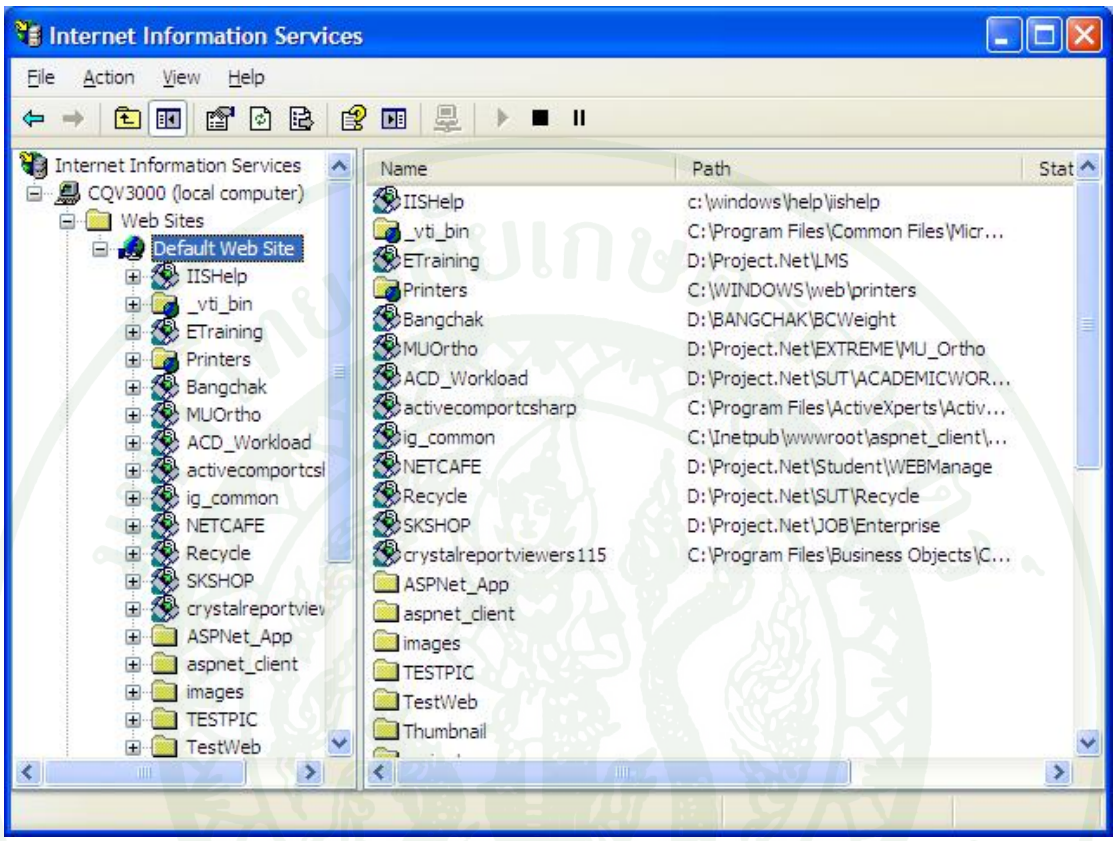
1. ตรวจสอบค่า Control Panel->Administrative Tools->>Internet Information System

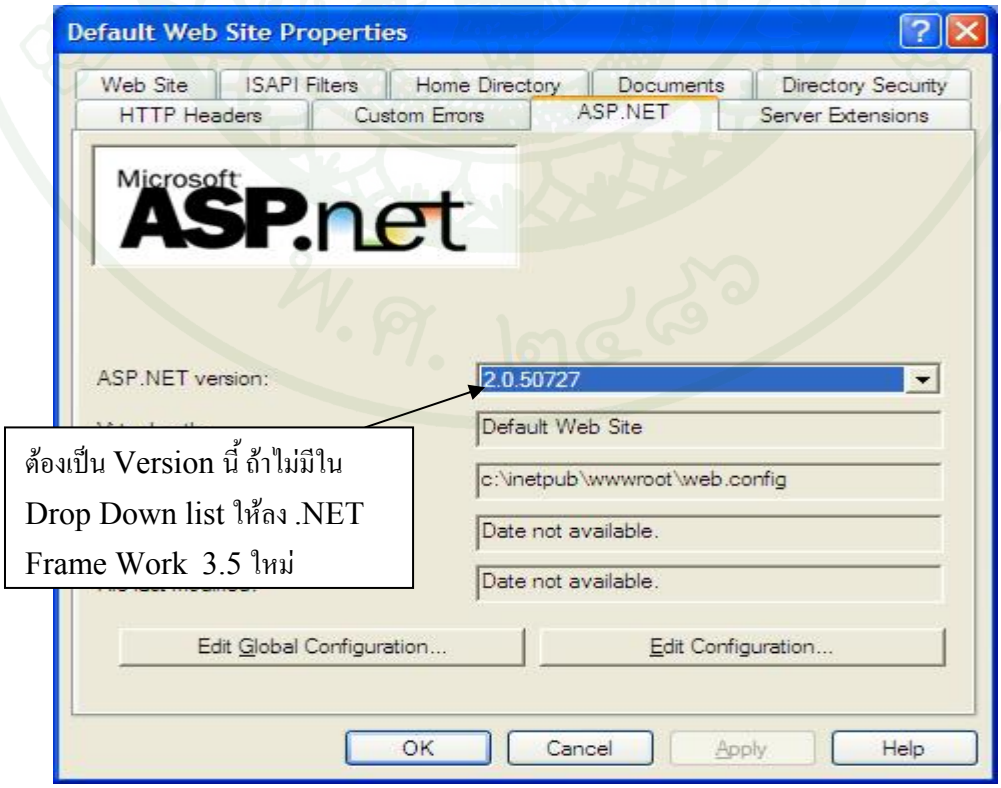


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ตรวจสอบ .NET Framework

Server (Local Computer) ->Web site->Default Website แล้ว Click Mouse ขวา เลือก Property

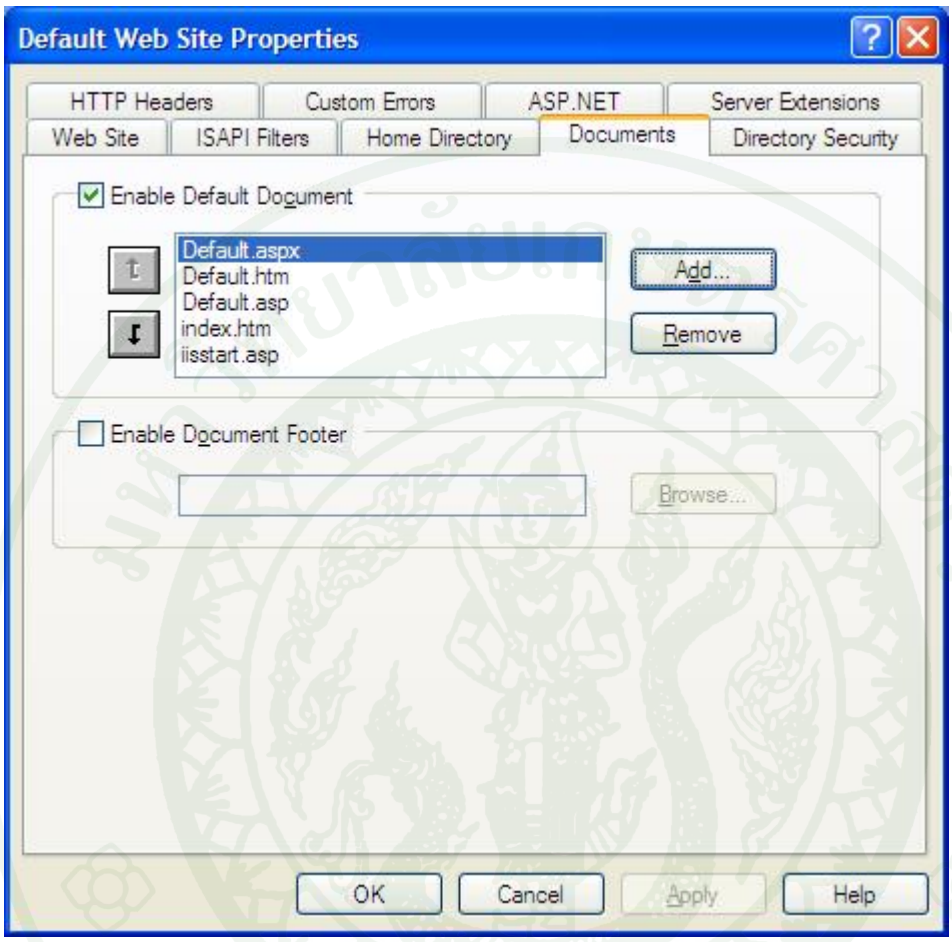




ต้องเป็น Version นี้ ถ้าไม่มีใน Drop Down list ให้ลง .NET Frame Work 3.5 ใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. Check ค่า Default Page ถ้าไม่มี Default.aspx ให้ Add เข้าไป

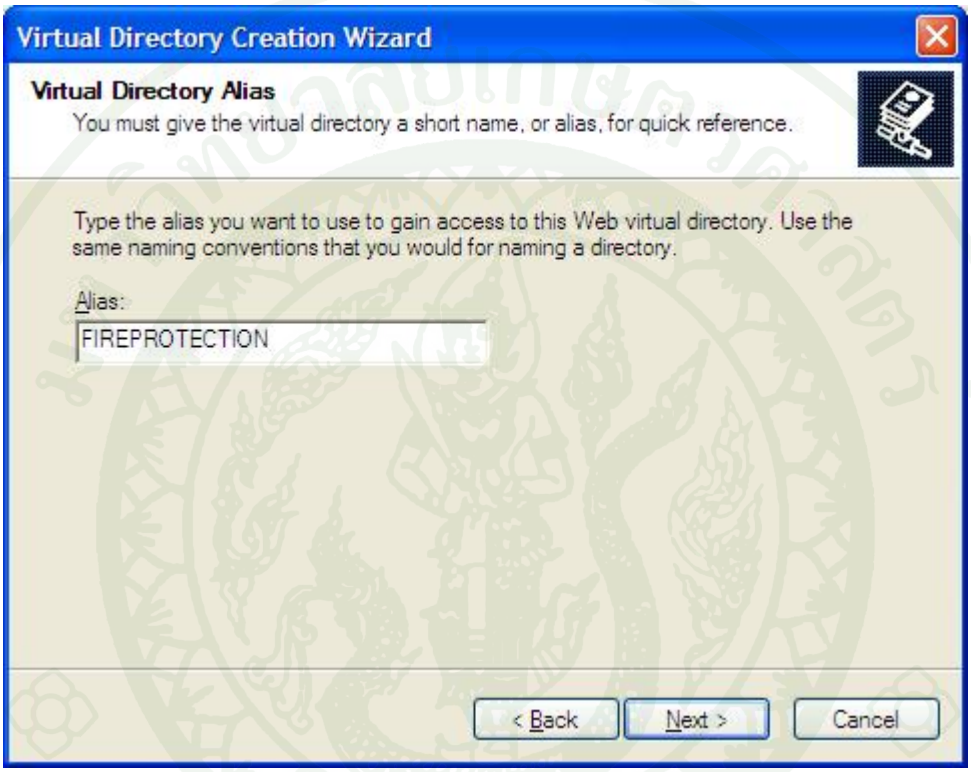


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. Copy Folder FIREPROTECTION เข้าไปที่ C:\Inetpub\wwwroot

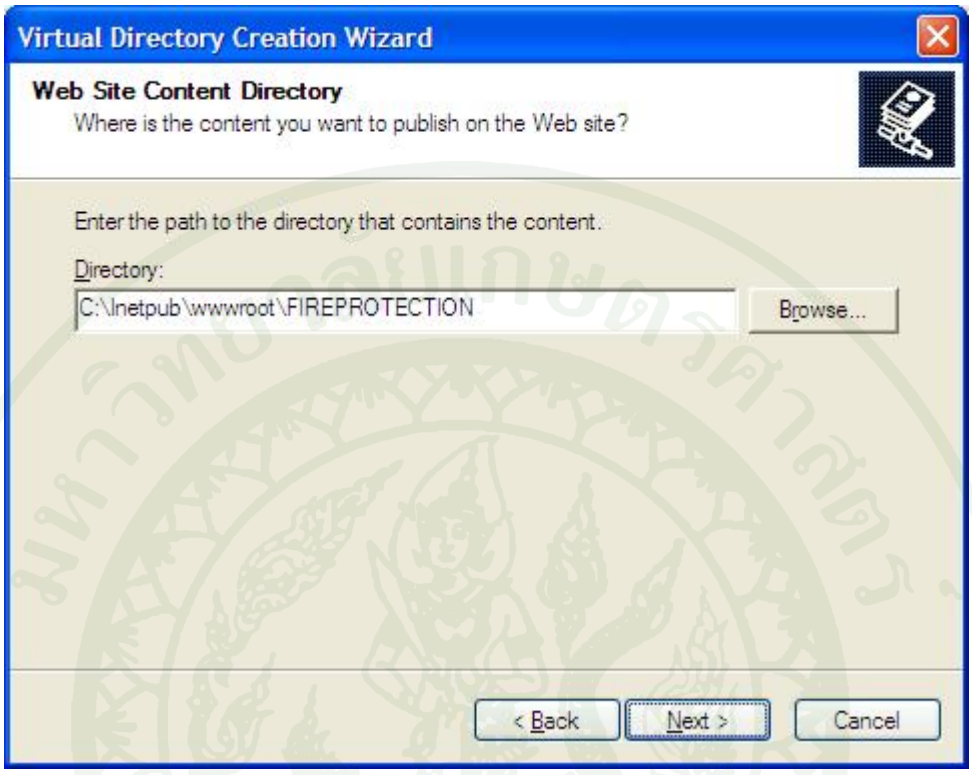
5. สร้าง Virtual Directory ให้ website

Click เม้าขวา Default Web site ->New Virtual Directory

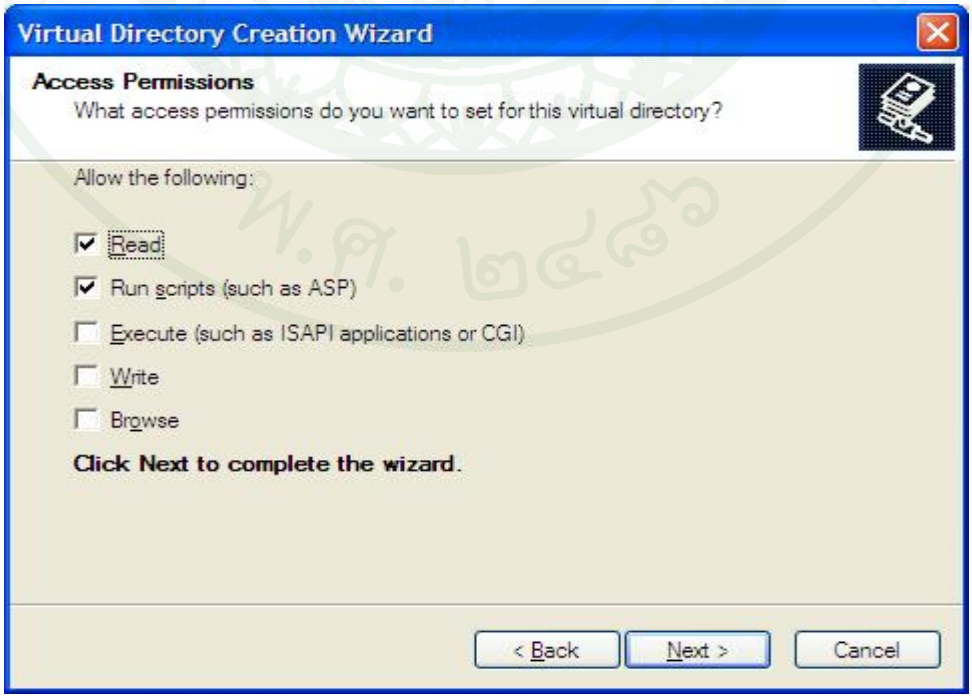


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. เลือก Directory

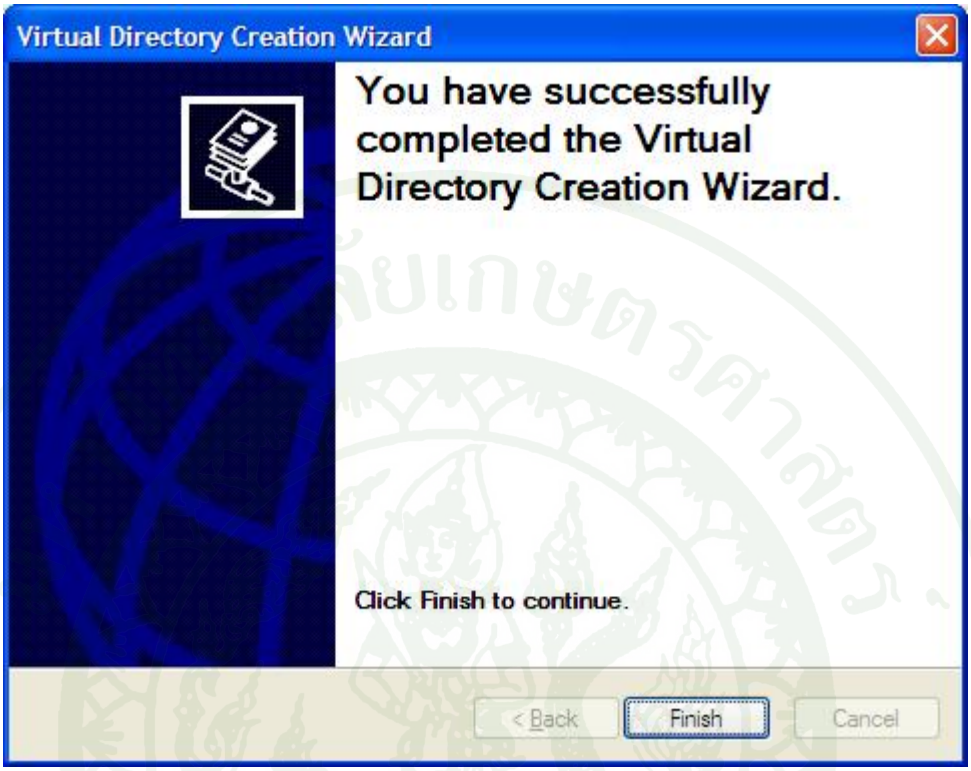


7. กด Next



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. เสร็จขั้นตอนการสร้าง Virtual Directory ให้ website



Run Program โดยพิมพ์ http://localhost/Fireprotection ลงใน Internet Explorer โดยไม่จำเป็นต้อง Online

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Visual Basic version 2008

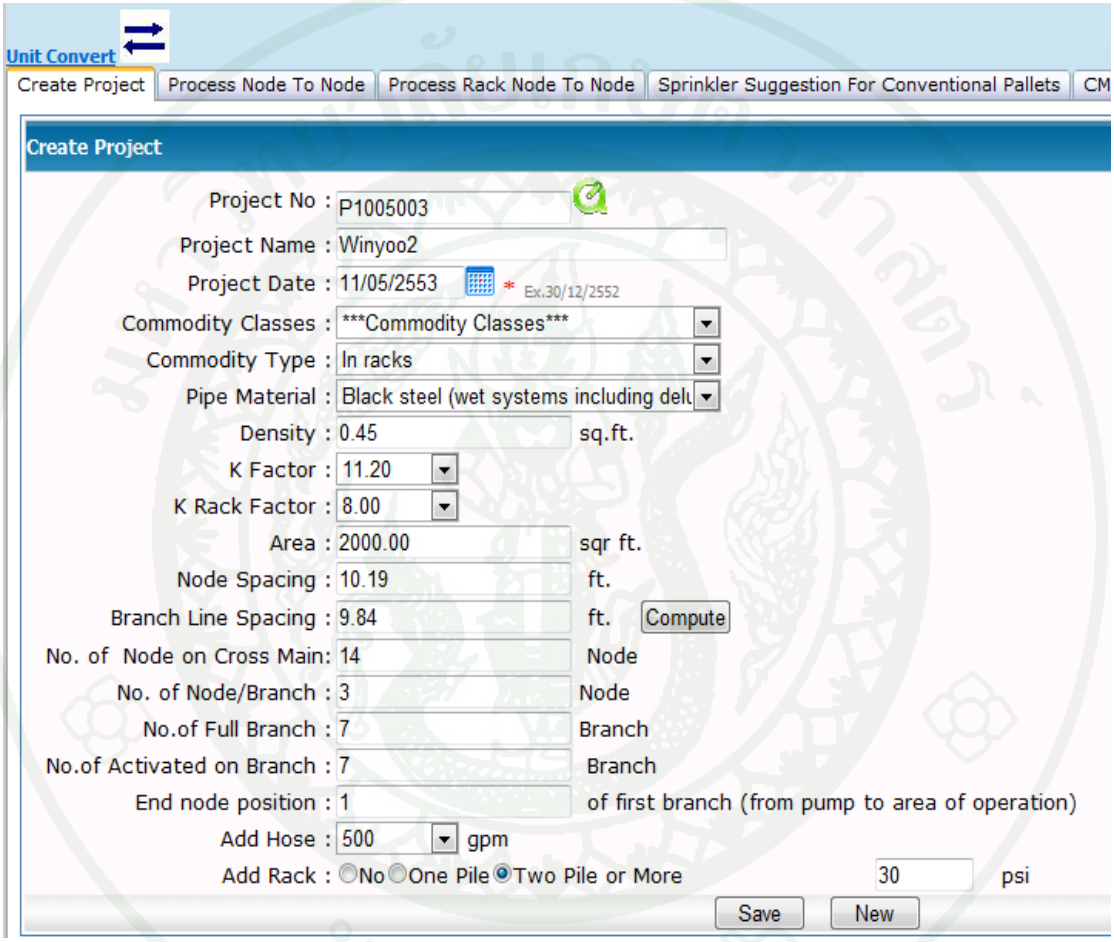
1. ติดตั้งโปรมแกรม Visual Basic version 2008
2. Double Click ที่ Icon Setup Engineer. msi
3. ที่ Setup Wizard Click Next
4. เลือกโฟลเดอร์ที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม แล้วClick Next
5. จะปรากฏหน้าต่าง Confirm Installation ให้ Click Next
6. รอจนโปรแกรมติดตั้งเสร็จ ให้ Click Close เพื่อออกจากขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม
7. เมื่อต้องการใช้งานโปรแกรมให้ Double Click ที่ Icon Engineer.exe

ติดตั้ง IIS Web Server

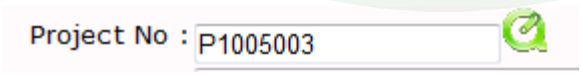
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คู่มือการใช้งานโปรแกรมออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ
สำหรับอาคารคลังสินค้า

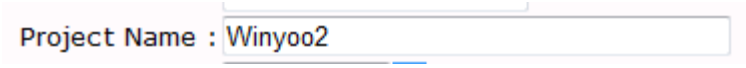
การใช้งานหน้าต่างสร้างโปรเจค



1. Project No. ให้ใส่รหัสโปรเจคหรือกด เพื่อรับรหัสอัตโนมัติ เช่น P1005003

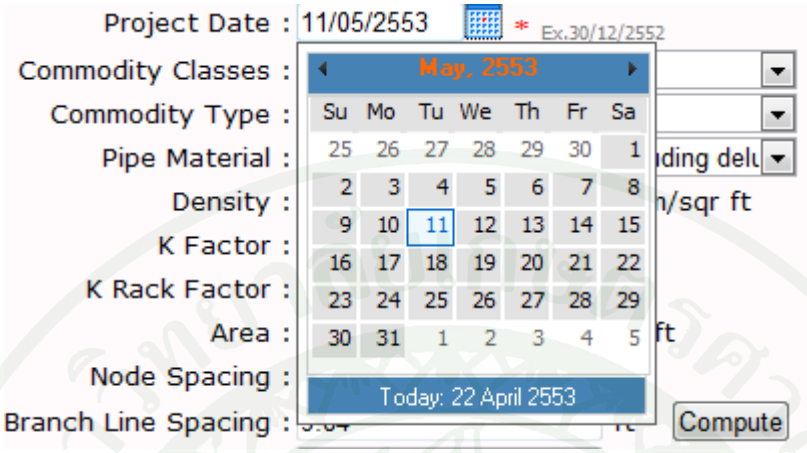


2. Project Name ให้ใส่ชื่อโปรเจคลงในช่อง เช่น Winyoo2

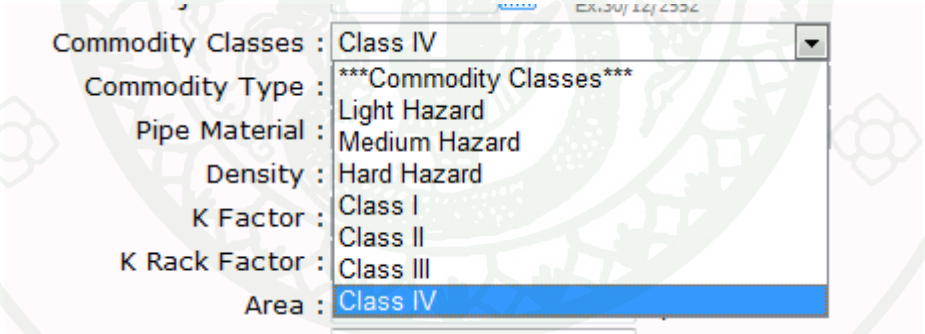


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. Project Date ให้เลือกวันที่สร้างโปรเจคโดยกดปุ่มรูปปฏิทินด้านข้างแล้วเลือกวัน-เดือน-ปี

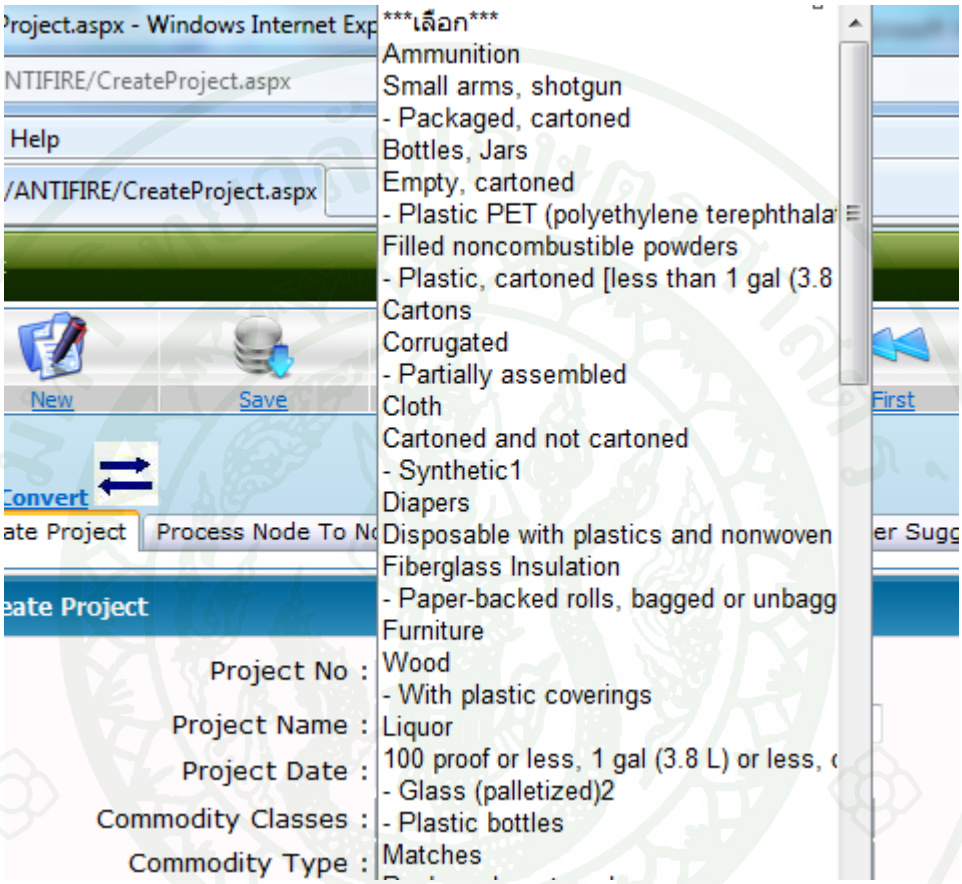


4. Commodity Classes ให้เลือก Class หรือประเภทของอาคารคลังสินค้า โดยเลือกจากปุ่ม Drop down เช่น Class IV

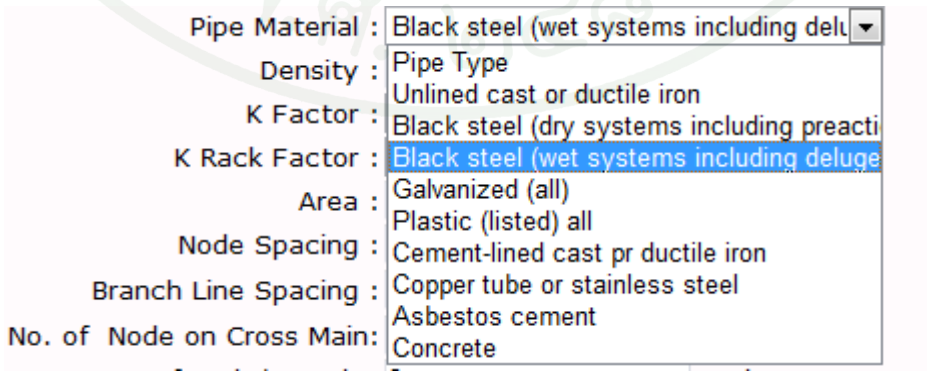


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. Commodity Type ให้เลือกประเภทสินค้าที่จัดเก็บไว้ในอาคารคลังสินค้า โดยเมนู Drop down นี้จะแสดงเฉพาะ Commodity Type ที่อยู่ใน Commodity Classes ที่เลือกในข้อ 4



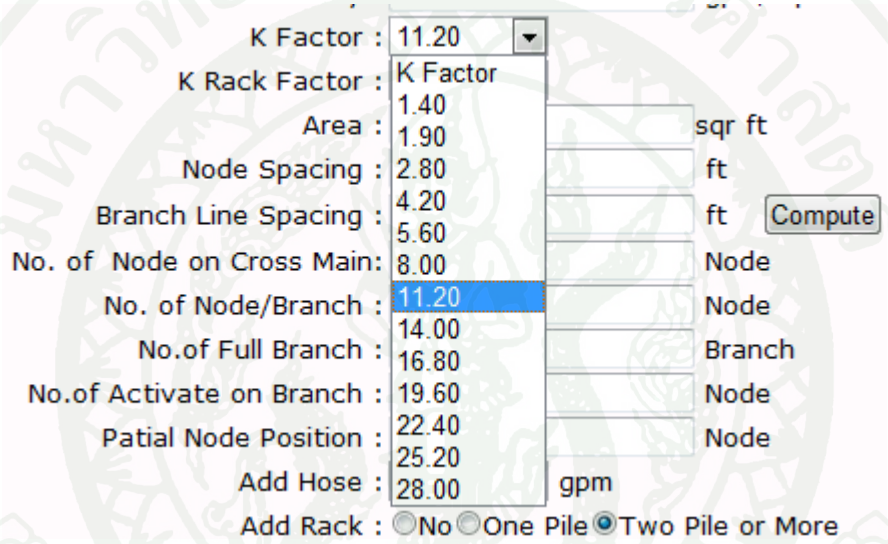
6. Pipe Material ประเภทท่อ เลือกจากปุ่ม Drop down



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. Density ใส่ค่า Design Water application density โดยเลือกค่า Density จากแถบ “Sprinkler Suggestion

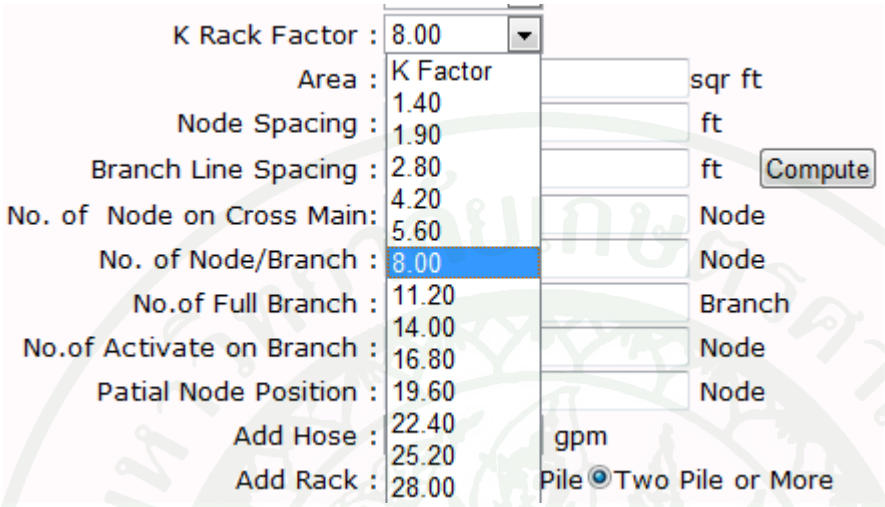
8. K Factor ของหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ(Ceiling Sprinkler) เลือกจากแถบ CDMA for Commodity Classes



ในการเลือกค่า K สำหรับ Ceiling Spring นั้นให้พิจารณาจาก เมื่อเลือกค่าและนำไปแทนลงในสมการ $P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$ แล้วจะต้องได้ค่า P ไม่ต่ำกว่า 7 Psi (NFPA13,2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

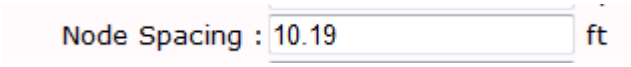
9. K Rack factor เลือกค่า K สำหรับ Rack Storage จากแถบ “sprinkler suggestion for conventional pallets”



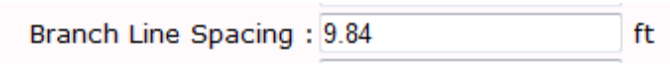
ในการเลือกค่า K สำหรับ In-rack Storage นั้นให้พิจารณาจาก เมื่อเลือกค่าและนำไปแทนลงในสมการ $P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2$ แล้วจะต้องได้ค่า P อยู่ระหว่าง 15-30 Psi (NFPA13, 2002)

10. Area เลือก Design area of operation ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการน้ำมากที่สุด (Most water demand area) เช่น 2000 ตารางฟุต โดยเลือกพิจารณาใช้ค่า Area จากแถบเมนู CMDA for Commodity Classes

11. Node Spacing หมายถึงระยะห่างระหว่าง sprinkler แต่ละหัวตามแนว Branch Line

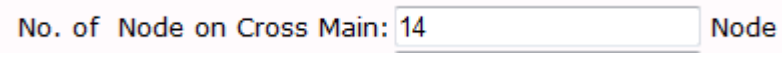


12. Branch Line Spacing หมายถึงระยะห่างระหว่างแต่ละ Branch Line



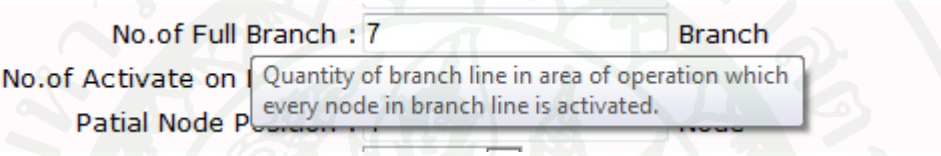
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

13. No. of Node on Cross Main หมายถึงจำนวน แถวของ Branch Line ใน Design area of operation บวกกับจุดที่มี Fitting เชื่อมต่อในแนวท่อ Main ไปจนถึง Fire Pump

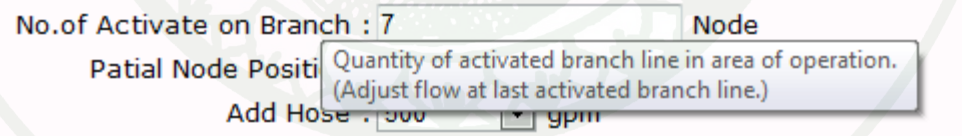


14. No. of Node/Branch หมายถึงจำนวนหัว Sprinkler ในแต่ละ Branch Line

15. No. of full branch หมายถึงจำนวน Branch Line ใน Design area of operation ที่มีหัว Sprinkler อยู่เต็มแถว (เมื่อวางเมาส์บนตัวอักษร “No. of full branch” จะมีข้อความอธิบาย)



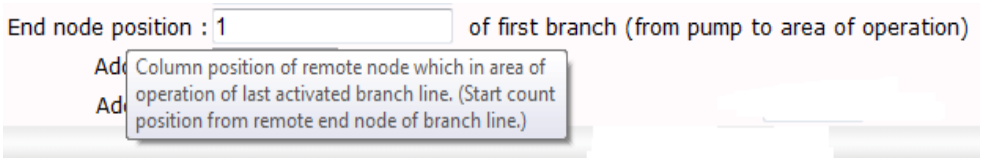
16. No.of Activate on Branch หมายถึง ตำแหน่งที่ต้องมีการปรับอัตราการไหลเพื่อชดเชยในการคำนวณ(มีค่าเท่ากับการนับรวมจำนวน Branch Line ใน Design area of operation ทั้งที่มีหัว sprinkler เต็มแถวและไม่เต็มแถวรวมกัน) เมื่อวางเมาส์บนตัวอักษร “No.of Activate on Branch” จะมีข้อความอธิบาย)



17. End Node Position หมายถึงตำแหน่งหัว sprinkler ซึ่งถูกจัดให้ Activated ใน Area of Operationที่อยู่บน Branch Line สุดท้ายก่อนออกจาก Design area of operation (อาจจะมีเต็มหรือไม่เต็มแถวก็ได้ ขึ้นอยู่กับระยะจัดวางหัว sprinkler และขนาดของ Design area of operation ค่าที่ใส่ในช่องนี้กำหนดตำแหน่งหัว sprinkler ที่ อยู่ใน Area of Operation โดยนับหลัก (column) โดยนับ Node ที่อยู่ปลาย Branch Line เป็น 1

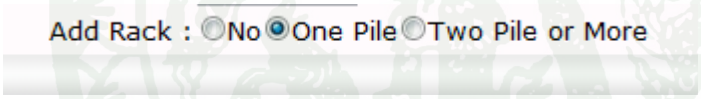
(เมื่อวางเมาส์บนตัวอักษร “End Node Position” จะมีข้อความอธิบาย)

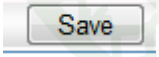
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

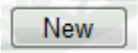


18. Add Hose หมายถึงการบวกเพิ่มอัตราการไหลให้กับระบบในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อเผื่อให้กับตู้น้ำดับเพลิง(Fire hose cabinet หรือ Fire Hydrant) มีให้เลือก 2 ค่า คือ 250 gpm และ 500 gpm แล้วแต่ ว่าเป็น Hazard ประเภทใด แต่ถ้าในอาคารคลังสินค้ามี In-Rack Storage จะต้องบวก 500 gpm เท่านั้น (ดูตารางผนวก จ2)

19. Add rack เป็น radio button เพื่อให้เลือกว่ามี Rack Storage ในอาคารพื้นที่ออกแบบหรือไม่ ถ้ามี เป็น Rack ประเภทใด



20. ปุ่ม “Save”ถึง เมื่อใส่ค่าหรือเลือกค่าครบแล้วให้กดปุ่ม “Save” เพื่อให้โปรแกรมบันทึกข้อมูล 

21. ปุ่ม “New” หมายถึง กดเพื่อสร้างโปรเจคใหม่ 

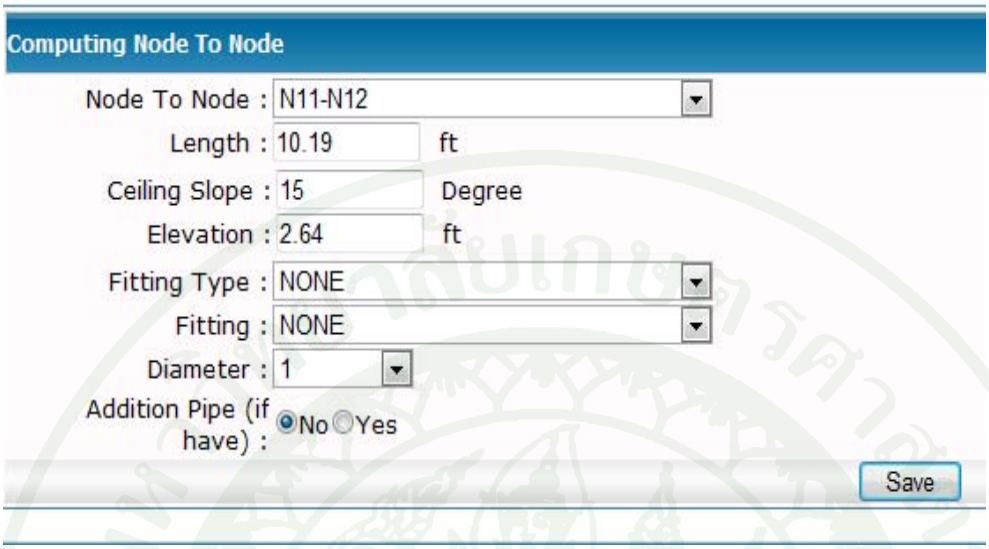
22. ชุดคำสั่งสำหรับการแปลงหน่วย

กดปุ่ม

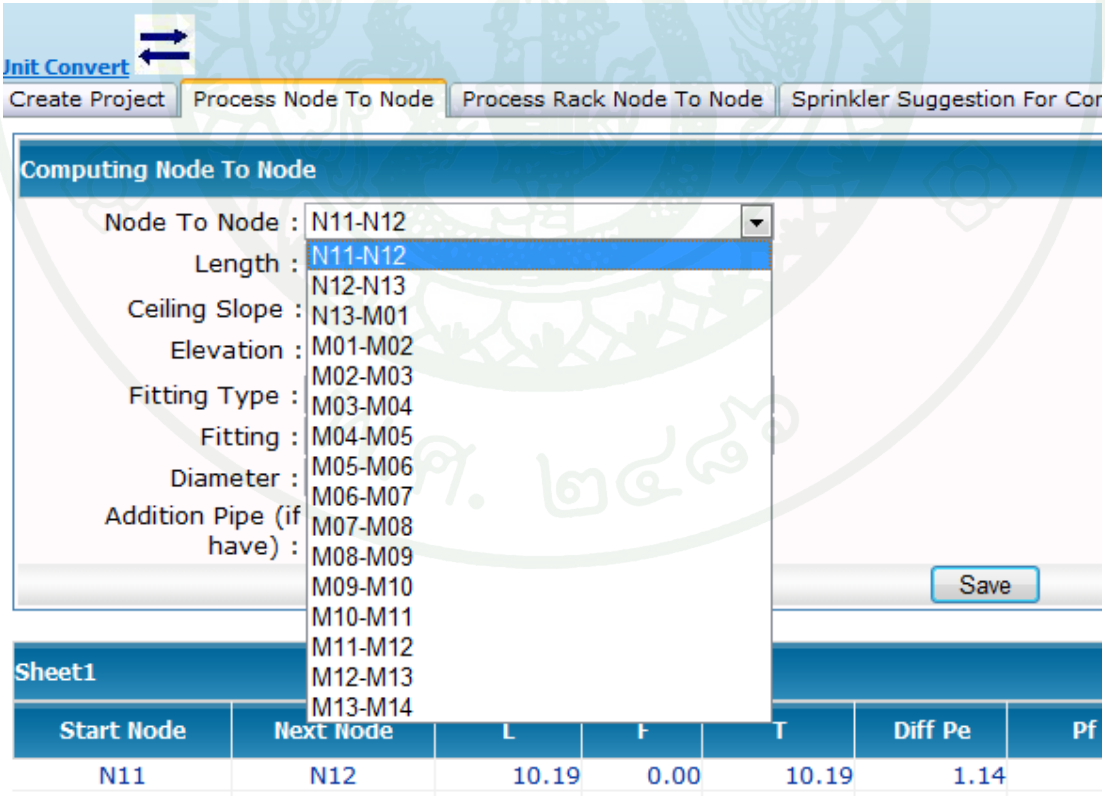
เพื่อการแปลงหน่วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การใช้งานหน้าต่าง Calculation (Process Node to Node)

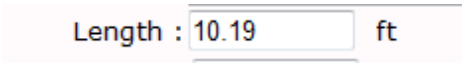


1. Node To Node ให้เลือกช่วงของท่อที่จะพิจารณา



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

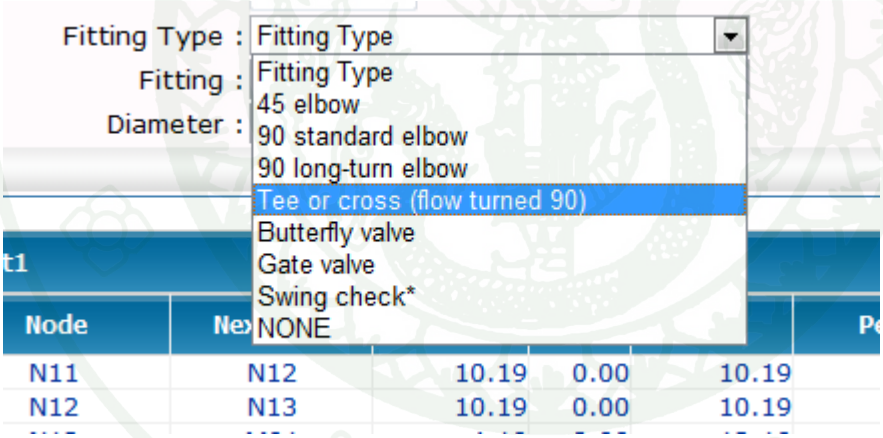
2. Length ให้ใส่ค่าความยาวระยะห่างระหว่างหัว Sprinkler



3. ให้ใส่ค่ามุมเอียงของท่อที่เดินไปตามมุมเอียงของหลังคา (ถ้ามี)

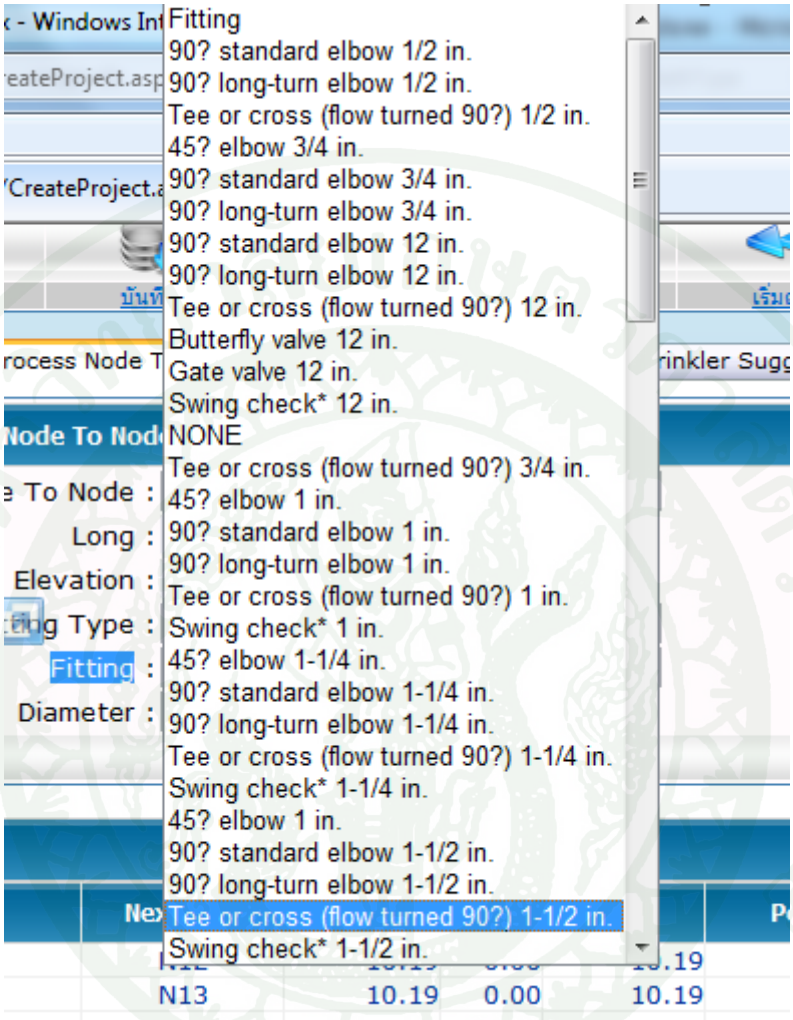
4. โปรแกรมจะคำนวณระยะ Elevation จากความยาวท่อและมุมเอียง

5. ให้เลือกประเภทของข้อต่อจาก Drop down menu

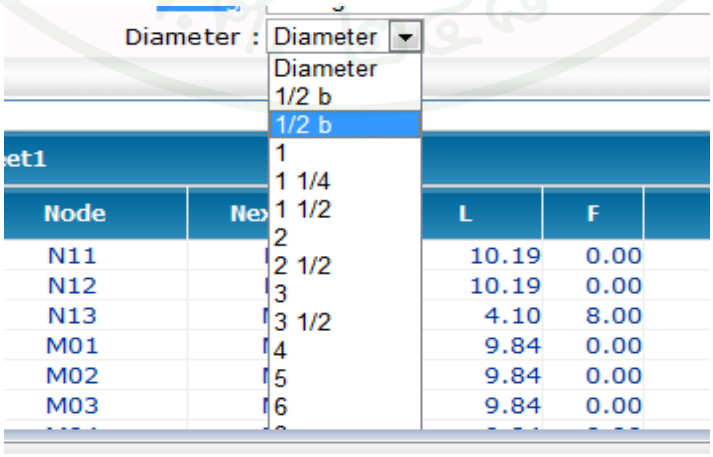


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

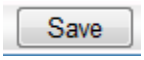
6. หลังจากเลือก Fitting Type แล้ว ให้เลือกขนาด Fitting นั้นๆ จาก Drop down menu



7. เลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ จาก Drop down menu



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ปุ่ม “Save” หมายถึง เมื่อใส่ค่าหรือเลือกค่าครบแล้วให้กดปุ่ม “Save” เพื่อให้โปรแกรมบันทึกข้อมูลและประมวลผลโดยอัตโนมัติ 

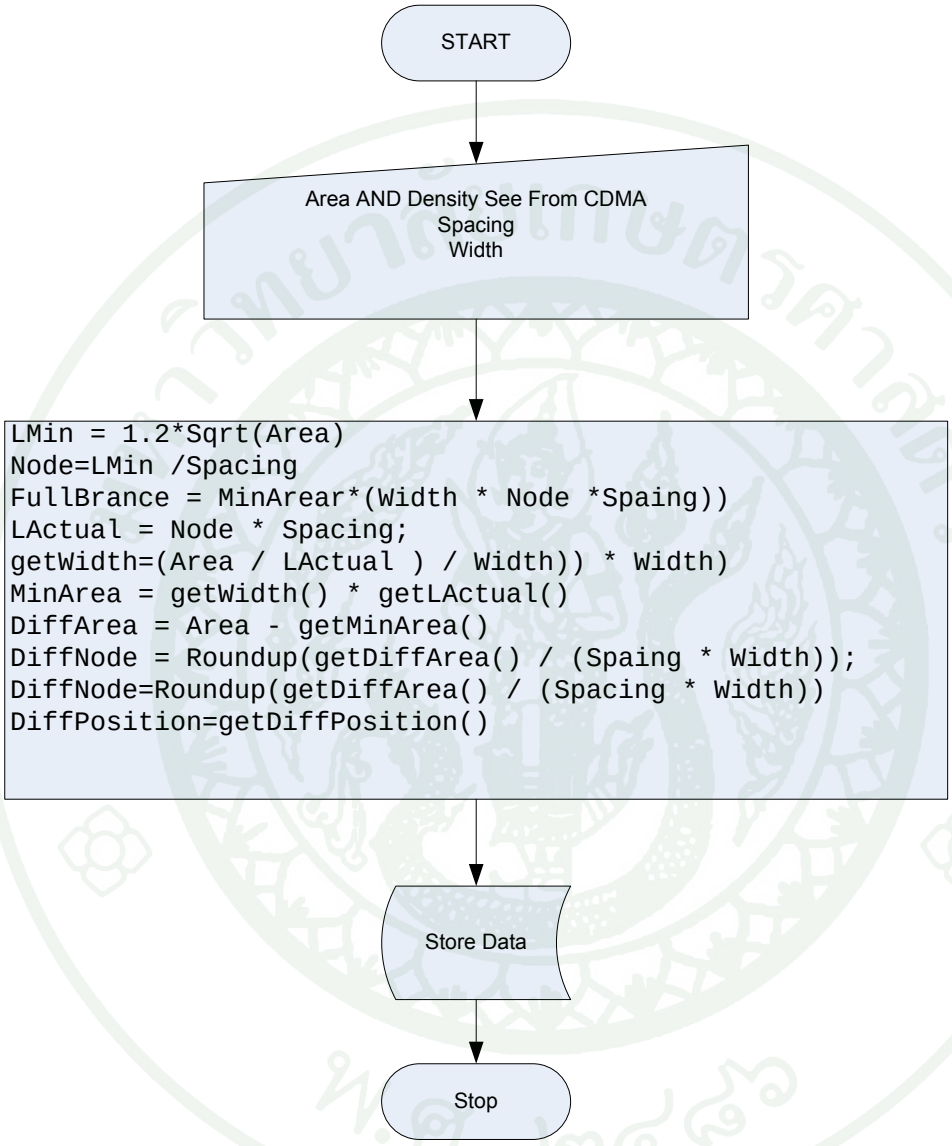
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

Flow Chart รายละเอียดโปรแกรม

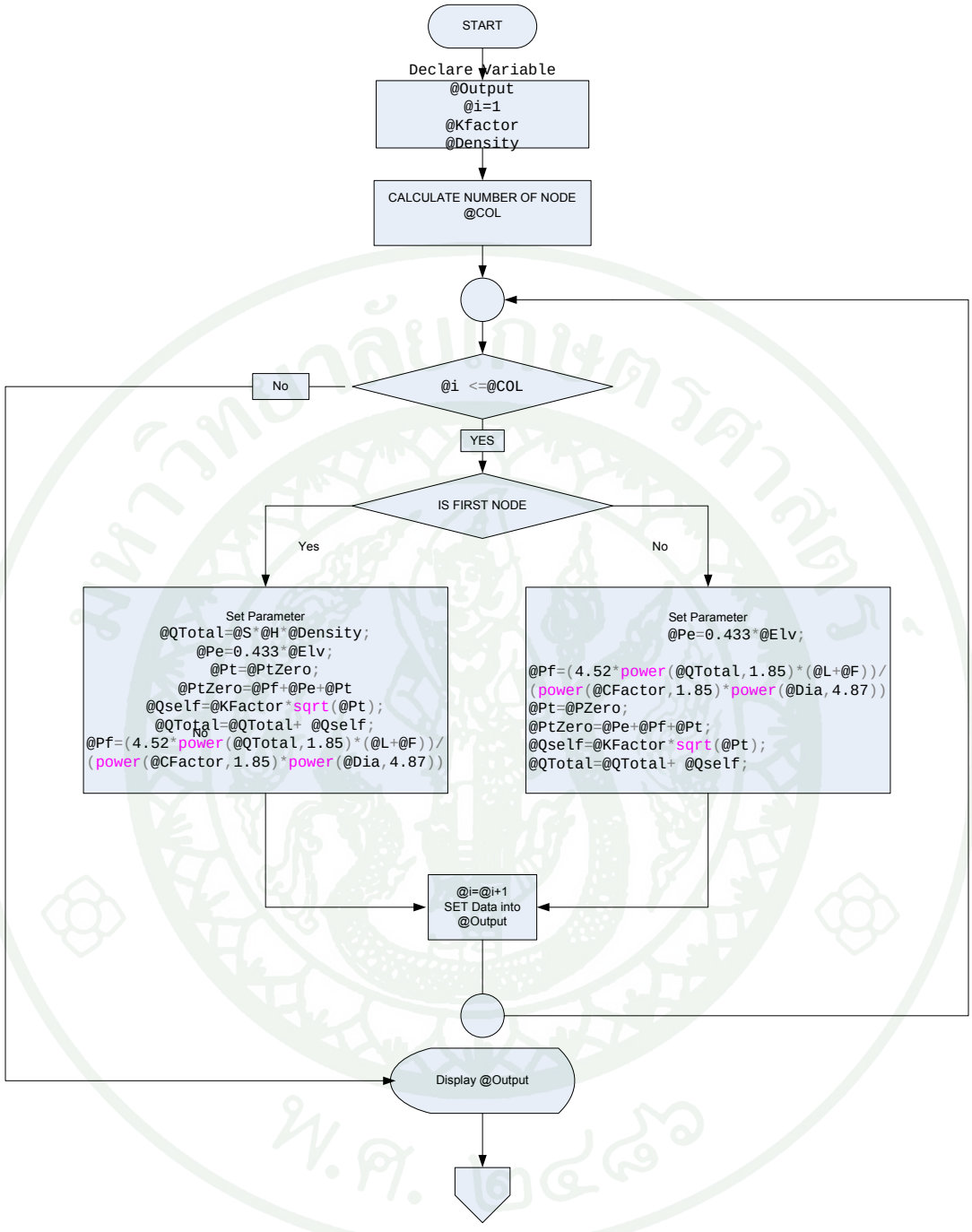
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Flow Chart



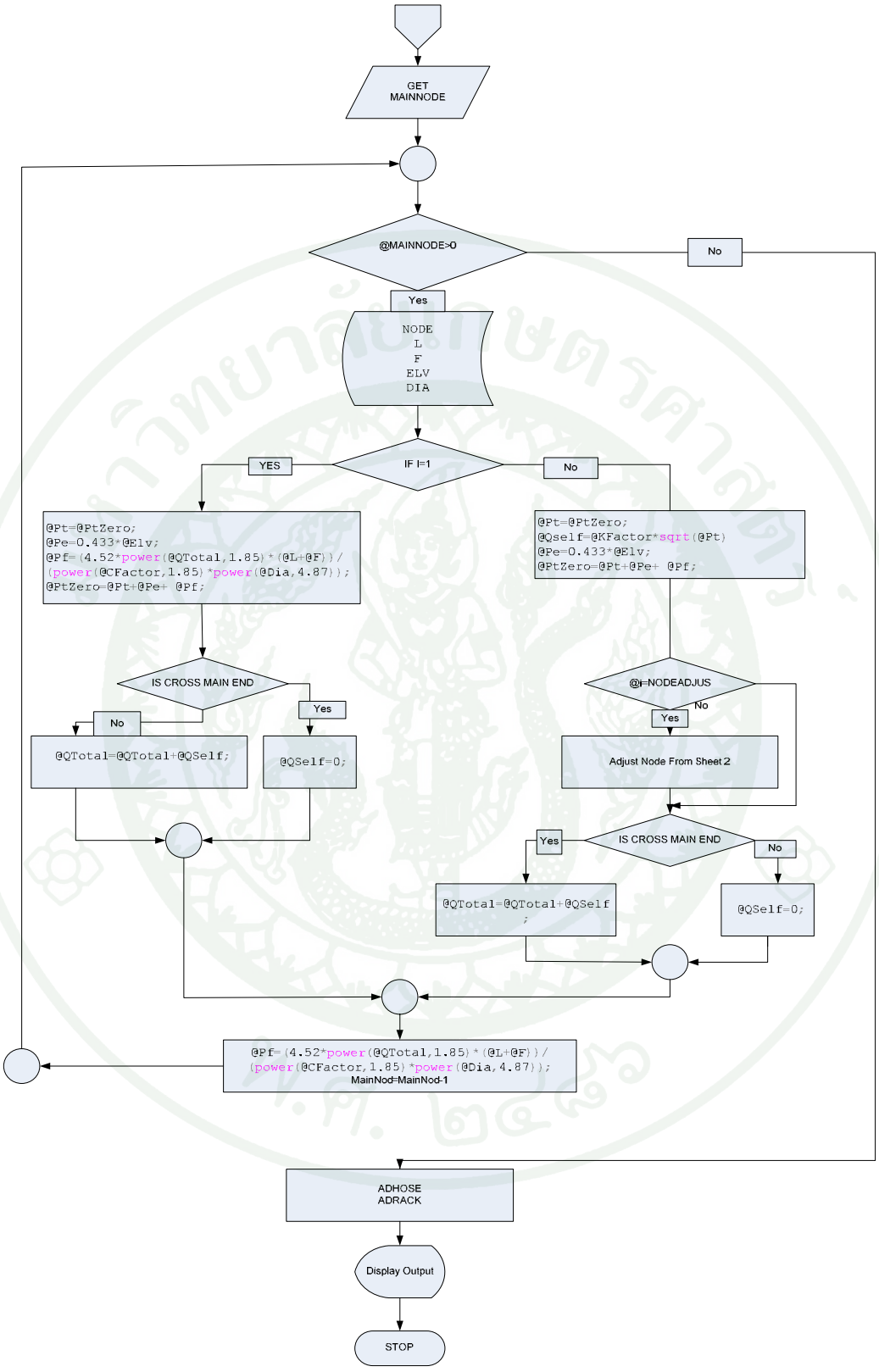
ภาพผนวกที่ ข1 Calculation Flow Chart-1(Create Project Tab)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



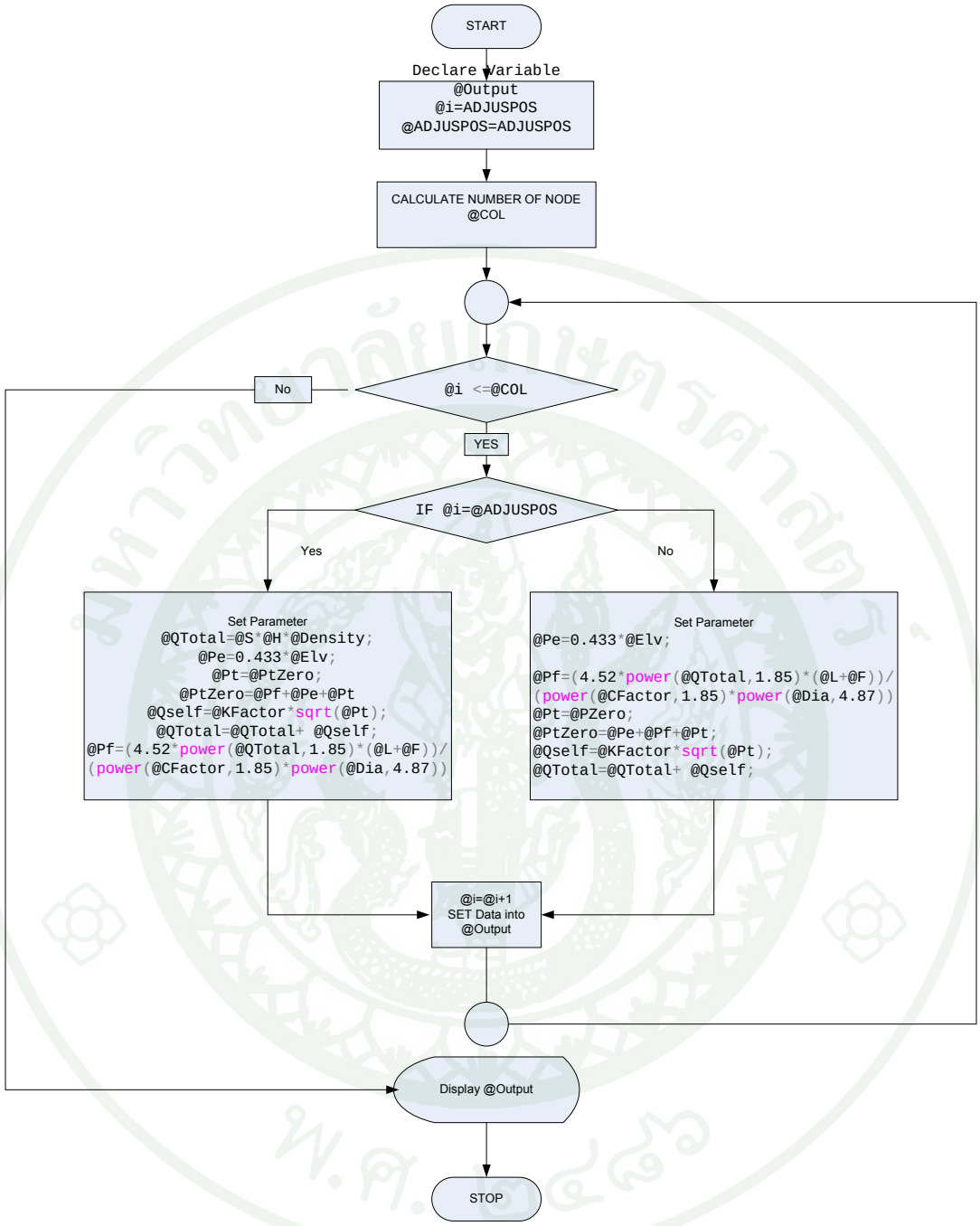
ภาพผนวกที่ ข2 Calculation Flow Chart-2(Branch Line in Main Calculation Tab)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



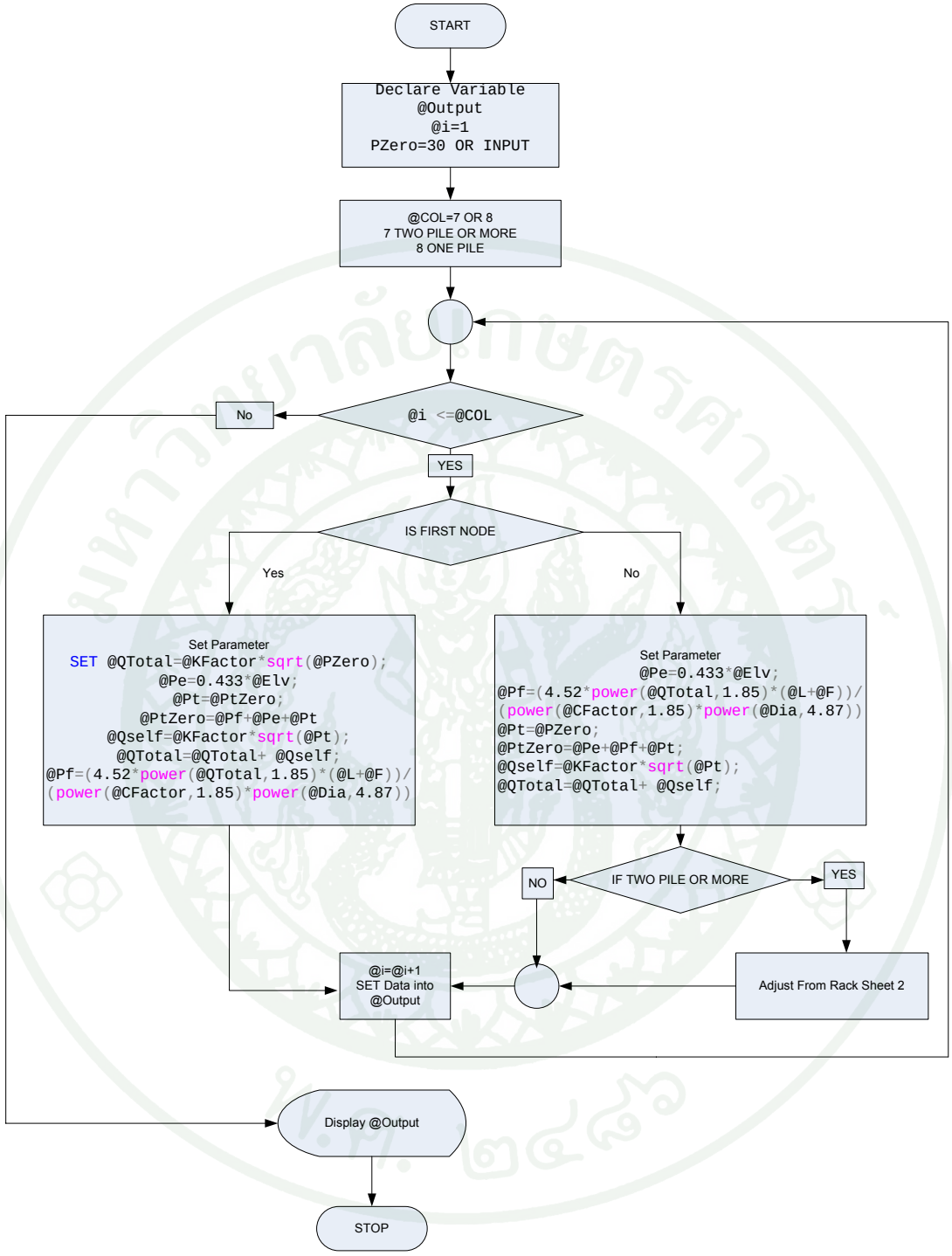
ภาพผนวกที่ ข3 Calculation Flow Chart-3(Main Calculation Tab)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



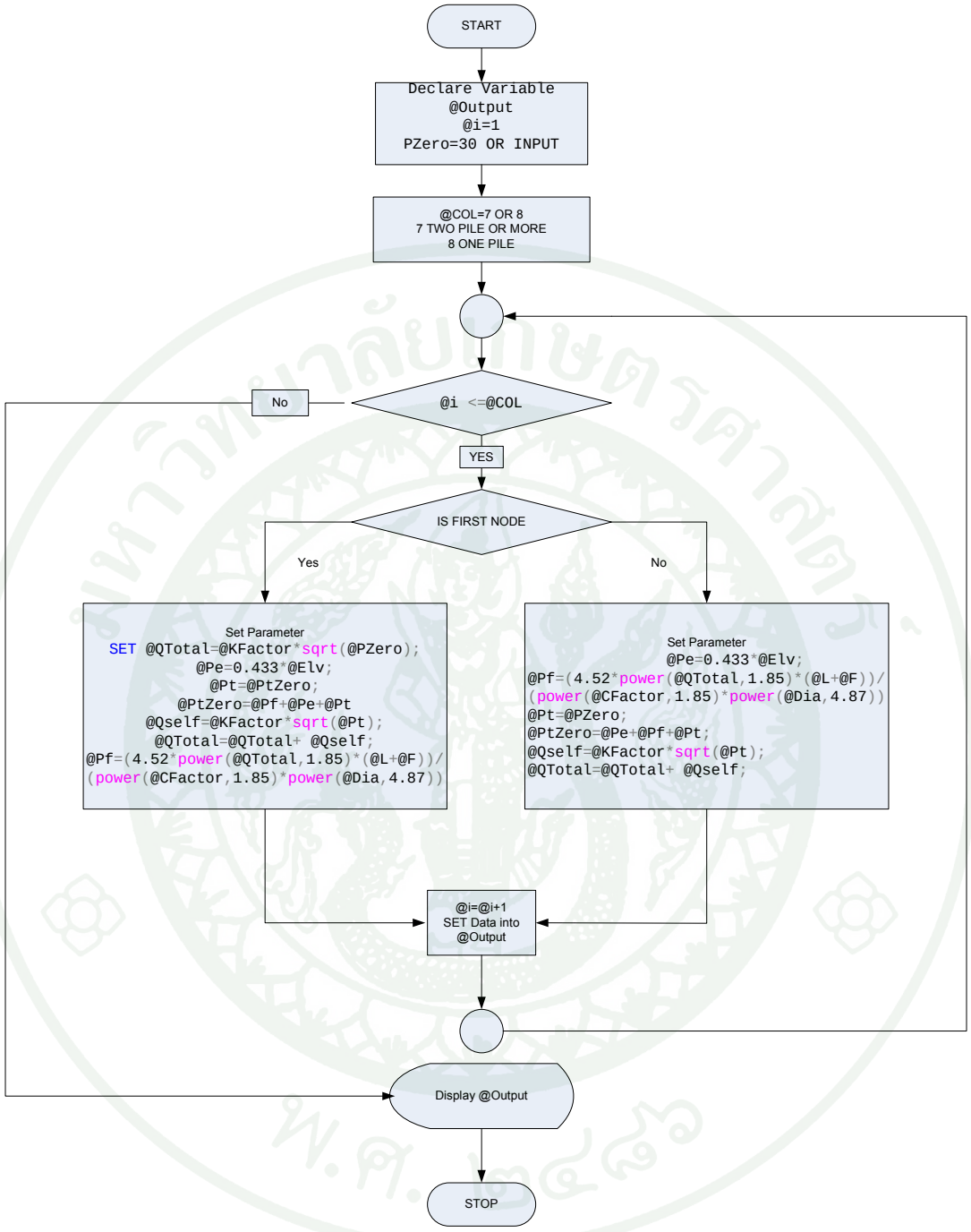
ภาพผนวกที่ ข4 Calculation Flow Chart-4(Sheet 2 of Main Calculation Tab)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข5 Calculation Flow Chart-5(Process Rack Calculation Tab)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ข6 Calculation Flow Chart-6(Process Rack Adjust Flow Calculation Tab)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

Source Code

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Source Code

1.Create Project

```
Imports WEBComponent
Imports System.Text

Public Delegate Sub SendIDHandler(ByVal Sender As Object, ByVal e As
IndexEventArgs)
Partial Class Application_CreateProject
    Inherits ClassFormMaster

    Private Shared _FlagNew As Boolean


    Public Overrides Sub Initialize()
        MyBase.TableName = "T_PROJECT"
        MyBase.RefField = "C_PROJECTID"
        MyBase.Bind(txtProjectID, "C_PROJECTID")
        MyBase.Bind(ddlOccupancy, "C_OCCUPANCYID")
        MyBase.Bind(txtDensity, "F_DENSITY")
        MyBase.Bind(txtKFactor, "F_KFACTOR")
        MyBase.Bind(txtArea, "F_AREA")
        MyBase.Bind(txtProjectName, "C_PROJECTNAME")
        MyBase.Bind(txtSParam, "F_S")
        MyBase.Bind(txtLParam, "F_L")
        MyBase.Bind(ddlPipeType, "F_CFACTOR")
        MyBase.Bind(txtMainCross, "I_MAINNODE")
        MyBase.Initialize()
    End Sub

    Private Sub DeleteData(ByVal ProjectID As String)
        Dim Conn As New ClassConnection
        Dim Sql = "DELETE FROM T_PROJECTSUB WHERE C_PROJECTID=@ID"
        Conn.AddParameter("@ID", ProjectID)
        Conn.CommandText = Sql
        Conn.ExecuteNonQuery()
        Conn.Dispose()
    End Sub

    Private Sub SetArray(ByVal ProjectID As String, ByVal Col As
Int16, ByVal Row As Int16)
        DeleteData(ProjectID)
        Dim CNode As String = ""
        Dim NNode As String = ""
        For I As Int16 = 1 To 1
            For J = 1 To Col
                CNode = "N" + I.ToString() + J.ToString()
                Dim Db As New ClassExecuteBinding
                Db.TableName = "T_PROJECTSUB"
                Db.RefField = "C_NODEID"
                Db.RefValue = txtProjectID.Text + CNode
                Db.Bind(txtProjectID.Text + CNode, "C_NODEID")
                Db.Bind(CNode, "C_NODE")
                Db.Bind(ProjectID, "C_PROJECTID")
                Db.Bind(J, "I_COL")
                Db.Bind(I, "I_ROW")
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
                Db.Bind(NNode, "C_NNODE")
                Db.Bind(1, "I_ORDERTYPE")
                Db.Bind(0, "I_ORDERNO")
                NNode = CNode
                Db.Execute()
            Next
            CNode = ""
            NNode = ""
        Next
    End Sub

    Private Function DeleteMainNode(ByVal ProjectID As String, ByVal
NodeID As String) As Boolean
        Dim Conn As New ClassConnection
        Dim Sql As String = "DELETE T_PROJECTSUB WHERE
C_PROJECTID=@PROJECTID AND C_NODE=@NODEID"
        Conn.AddParameter("@PROJECTID", ProjectID)
        Conn.AddParameter("@NODEID", NodeID)
        Dim Flag As Boolean = Conn.ExecuteNonQuery()
        Conn.Dispose()
        Return Flag
    End Function

    Private Sub SetMainCrossNode(ByVal N As Integer)

        For I As Int16 = 1 To N
            Dim CNode As String = "M" + ClassOther.Format(I, 2)
            Dim Db As New ClassExecuteBinding
            Db.TableName = "T_PROJECTSUB"
            Db.RefField = "C_NODEID"
            Db.RefValue = txtProjectID.Text + CNode
            Db.Bind(txtProjectID.Text + CNode, "C_NODEID")
            Db.Bind(CNode, "C_NODE")
            Db.Bind(txtProjectID.Text, "C_PROJECTID")
            Db.Bind(0, "I_COL")
            Db.Bind(0, "I_ROW")
            Db.Bind(2, "I_ORDERTYPE")
            Db.Bind(I, "I_ORDERNO")
            Dim Flag As Boolean = Db.Execute()
            Db.Dispose()
        Next
    End Sub


    Public Overrides Function Execute() As Boolean
        MyBase.RefValue = txtProjectID.Text
        Dim getElement As New ClassCalElement()
        getElement.Area = ClassOther.ToDouble(txtArea.Text)
        getElement.SParam = ClassOther.ToDouble(txtSParam.Text)
        Dim ElementNo As Integer =
getElement.getElementNo(ClassOther.ToDouble(txtArea.Text),
ClassOther.ToDouble(txtSParam.Text))
        Dim Row As Integer =
getElement.getNodeRow(ClassOther.ToDouble(txtArea.Text),
ClassOther.ToDouble(txtSParam.Text),
ClassOther.ToDouble(txtLParam.Text))
        MyBase.Bind(dteProjectDate.DateValue, "D_PROJECTDATE")
        MyBase.Bind(ElementNo, "I_COL")
        MyBase.Bind(Row, "I_ROW")
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
        SetArray(txtProjectID.Text, ElementNo, Row)
        SetMainCrossNode(ClassOther.ToInt16(txtMainCross.Text))
        Return MyBase.Execute()
    End Function

    Protected Sub btnGEN_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.Web.UI.ImageClickEventArgs) Handles btnGEN.Click
        txtProjectID.Text = ClassOther.GenCode("P", "C_PROJECTID",
"T_PROJECT", 3)
    End Sub


    Public Overrides Function CheckExist(ByVal TableName As String,
ByVal RefField As String, ByVal RefValue As String) As Boolean
        Return MyBase.CheckExist(TableName, RefField, RefValue)
    End Function

    Protected Sub btnSave_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnSave.Click


        If (_FlagNew = True And CheckExist("T_PROJECT",
"C_PROJECTID", txtProjectID.Text) = True) Then
            ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "รหัสดังกล่าวมีผู้ใช้งานแล้วกรุณากำหนดรหัส
ใหม่")
        Else
            If (Execute() = True) Then
                SetBranchLine.ProjectID = txtProjectID.Text
                ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์แล้ว")

            Else
                ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้อมูลผิดพลาด")
            End If

        End If



        _FlagNew = False


    End Sub

    Protected Sub btnNew_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnNew.Click
        MyBase.[New]()
        txtProjectID.Text = ClassOther.GenCode("P", "C_PROJECTID",
"T_PROJECT", 3)
        _FlagNew = True
    End Sub


    Private Sub SetValue()
        Dim Sql As String = "SELECT OCCUPANCYID,OCCUPANCYNAME FROM
VW_OCCUPENCYMAP "
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlOccupancy, "***เลือก***")
        Sql = "SELECT F_VALUE,C_NAME FROM T_PIPETYPE"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlPipeType, "Pipe Type")
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

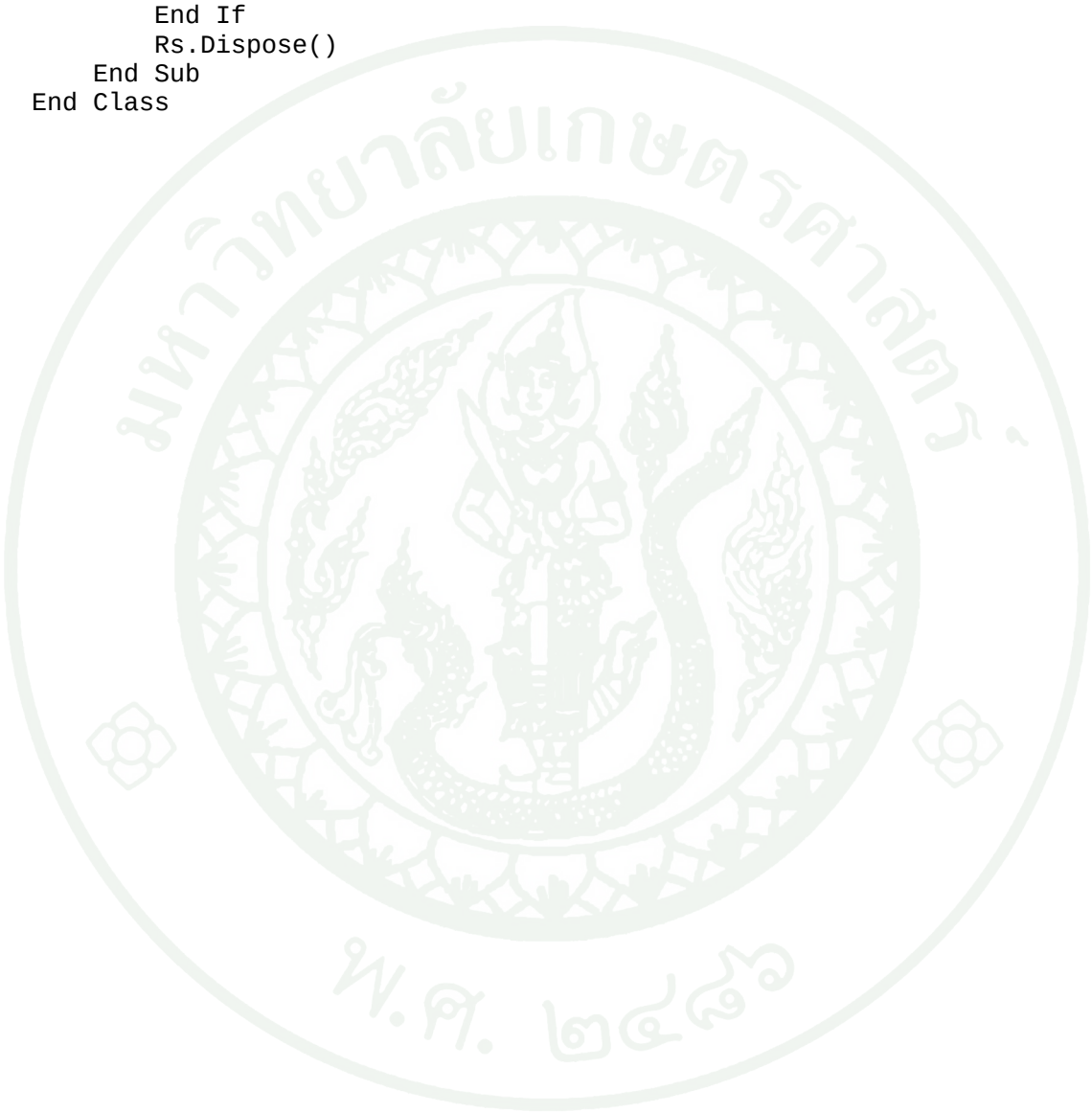
```
    End Sub


    Private Sub SetNavigate()
        ManageTools.TableName = "T_PROJECT"
        ManageTools.RefField = "C_PROJECTID"
        ManageTools.FetchingExec()
        MyBase.RefValue = ManageTools.RefValue()
        MyBase.LoadData()
        SetBranchLine.ProjectID = ManageTools.RefValue()
        LoadExist()
    End Sub

    Private Sub LoadExist()
        Dim Rs As New ClassRecord
        Dim Sql As String = "SELECT PROJECTDATE FROM VW_PROJECT WHERE
PROJECTID=@ID"
        Rs.AddParameter("@ID", txtProjectID.Text)
        Rs.Open(Sql)
        If (Rs.RowCount() > 0) Then
            dteProjectDate.DateValue = Rs("PROJECTDATE").ToString()
        End If
        Rs.Dispose()
    End Sub

    Protected Sub Page_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load

        Initialize()
        If Not Page.IsPostBack Then
            _FlagNew = True
            SetValue()
            SetNavigate()
        End If
        AddHandler ManageTools.EventNew, AddressOf EventNew
        AddHandler ManageTools.EventSave, AddressOf EventSave
        AddHandler ManageTools.EventMoveBack, AddressOf EventMove
        AddHandler ManageTools.EventMoveFirst, AddressOf EventMove
        AddHandler ManageTools.EventMoveLast, AddressOf EventMove
        AddHandler ManageTools.EventMoveNext, AddressOf EventMove
        AddHandler ManageTools.EventSearch, AddressOf EventSearch
        AddHandler SearchProject.ChooseProjectEvent, AddressOf
EventChoose
        AddHandler SearchProject.UnHideProjectEvent, AddressOf
UnHideProjectHandler


    End Sub

    Private Sub EventNew(ByVal Sender As Object, ByVal e As
EventArgs)
        MyBase.[New]()
        _FlagNew = True
    End Sub

    Private Sub EventSave(ByVal Sender As Object, ByVal e As
EventArgs)
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
        If (_FlagNew = True And CheckExist("T_PROJECT",
"C_PROJECTID", txtProjectID.Text) = True) Then
            ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "รหัสดังกล่าวมีผู้ใช้งานแล้วกรุณากำหนดรหัส
ใหม่")
        Else
            If (Execute() = True) Then
                SetBranchLine.ProjectID = txtProjectID.Text
                ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์แล้ว")

            Else
                ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้อมูลผิดพลาด")
            End If

        End If
        _FlagNew = False

    End Sub

    Private Sub UnHideProjectHandler(ByVal Sender As Object, ByVal e
As EventArgs)
        ModalPopSearch.Show()
    End Sub

    Private Sub EventMove(ByVal Sender As Object, ByVal e As
IndexEventArgs)
        Dim ID As String = e.FieldVal
        MyBase.RefValue = ID
        MyBase.LoadData()
        SetBranchLine.ProjectID = ID
        LoadExist()
    End Sub

    Private Sub EventSearch(ByVal Sender As Object, ByVal e As
EventArgs)
        ModalPopSearch.Show()

    End Sub

    Private Sub EventChoose(ByVal Sender As Object, ByVal e As
IndexEventArgs)
        Dim ID As String = e.FieldVal
        MyBase.RefValue = ID
        SetBranchLine.ProjectID = ID
        _FlagNew = False
        MyBase.LoadData()
        LoadExist()
        ManageTools.RefValue = e.FieldVal
        ModalPopSearch.Hide()
    End Sub



    Protected Sub ddlOccupancy_SelectedIndexChanged(ByVal sender As
Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ddlOccupancy.SelectedIndexChanged
        Dim Rs As New ClassRecord
        Dim Sql As String = "SELECT AREA,KFACTOR,DENSITY,S FROM
VW_OCCUPENCYMAP WHERE OCCUPANCYID=@ID"
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
        Rs.AddParameter("@ID", ddlOccupancy.SelectedValue)
        Rs.Open(Sql)
        If Rs.RowCount() > 0 Then
            txtArea.Text = Rs("AREA").ToString()
            txtDensity.Text = Rs("DENSITY").ToString()
            txtKFactor.Text = Rs("KFACTOR").ToString()
            txtSParam.Text = Rs("S").ToString()
            txtLParam.Text = Rs("S").ToString()
        End If
        Rs.Dispose()
    End Sub
End Class
```



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.Create Fitting

```
Imports System.Text
Imports WEBComponent
Partial Class Application_CreateFitting
    Inherits System.Web.UI.UserControl


    Private Sub SetValue()


        Dim Sql As String = "SELECT C_BASEID,C_BASENAME FROM
T_BASEDATA WHERE C_BASEFILTER='FITTINGTYPE'"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlType, "Fitting Type")
    End Sub


    Protected Sub btnSave_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnSave.Click

    End Sub
End Class
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.Entry Factor

```
Imports WEBComponent
Imports System.Text
Partial Class Application_EntryFactor
    Inherits ClassFormMaster

    Private Shared _Row As Integer

    Public Overrides Sub Initialize()
        MyBase.TableName = "T_FACTOR"
        MyBase.RefField = "ROW"
        MyBase.Bind(txtArea, "F_AREA")
        MyBase.Bind(txtKFactor, "F_KFACTOR")
        MyBase.Bind(ddlOccupancyType, "C_OCCUPANCYTYPE")
        MyBase.Initialize()
    End Sub

    Public Overrides Function Execute() As Boolean
        Return MyBase.Execute()
    End Function

    Private Sub SetValue()
        Dim Sql As String = "SELECT C_BASEID,C_BASENAME FROM
T_BASEDATA WHERE C_BASEFILTER='OCCUPANCY'"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlOccupancyType, "***เลือก***")
    End Sub

    Protected Sub Page_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load
        Initialize()
        If (Not Page.IsPostBack) Then
            SetValue()
            DisplayData()

        End If
    End Sub

    Protected Sub Edit_Command(ByVal Sender As Object, ByVal e As
CommandEventArgs)
        Dim id As String = CType(e.CommandArgument, String)
        MyBase.RefValue = id
        _Row = ClassOther.ToInt16(id)
    End Sub

    Protected Sub Delete_Command(ByVal Sender As Object, ByVal e As
CommandEventArgs)
        Dim id As String = CType(e.CommandArgument, String)
        MyBase.RefValue = id
        MyBase.Delete()
        DisplayData()

    End Sub

    Private Function SaveData() As Boolean
        Dim Db As New ClassExecuteBinding
        Db.TableName = "T_FACTOR"
        Db.RefField = "ROW"
        If (_Row <> 0) Then
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
            Db.RefValue = _Row
        End If
        Db.Bind(txtArea, "F_AREA")
        Db.Bind(txtKFactor, "F_KFACTOR")
        Db.Bind(ddlOccupancyType, "C_OCCUPANCYTYPE")
        Dim Flag As Boolean = Db.Execute()
        Db.Dispose()
        Return Flag
    End Function

    Private Sub DisplayData()
        Dim Rs As New ClassRecord
        Dim Sql As String = "SELECT ROW,AREA,KFACTOR,OCCUPANCY FROM
VW_OCCUPANCY"
        Rs.Open(Sql)
        grdData.DataSource = Rs.GetDataTable
        grdData.DataBind()
        Rs.Dispose()
    End Sub

    Protected Sub btnSave_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnSave.Click
        If SaveData() = True Then
            ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์แล้ว")
        Else
            ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้อมูลผิดพลาด")
        End If
        DisplayData()
        _Row = 0
    End Sub

    Protected Sub btnNew_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnNew.Click
        _Row = 0
        MyBase.[New]()
    End Sub
End Class
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. Entry Occupancy

```
Imports System.Text
Imports WEBComponent
Partial Class Application_EntryOccupancy
    Inherits ClassFormMaster

    Public Overrides Sub Initialize()
        MyBase.TableName = "T_OCCUPANCY"
        MyBase.RefField = "C_OCCUPANCYID"
        MyBase.Bind(txtOccupancyID, "C_OCCUPANCYID")
        MyBase.Bind(ddlOccupancyType, "C_OCCUPANCYTYPE")
        MyBase.Initialize()
    End Sub

    Public Overrides Function Execute() As Boolean
        MyBase.RefValue = txtOccupancyID.Text
        Return MyBase.Execute()
    End Function

    Protected Sub btnSave_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnSave.Click
        If Execute() = True Then
            ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้อมูลเสร็จสมบูรณ์แล้ว")
        Else
            ClassOther.MessageAlert(Me.Page, "การบันทึกข้มูลผิดพลาด")
        End If
        DisplayData()
    End Sub

    Private Sub DisplayData()
        Dim Rs As New ClassRecord
        Dim Sql As String = "SELECT
OCCUPANCYID,OCCUPANCYNAME,OCCUPANCYTYPE FROM VW_OCCUPENCYMAP"
        Rs.Open(Sql)
        If (Rs.RowCount() > 0) Then
            grdData.DataSource = Rs.GetDataTable()
            grdData.DataBind()

        End If
        Rs.Dispose()
    End Sub

    Protected Sub btnNew_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnNew.Click
        MyBase.[New]()
        txtOccupancyID.Text = ClassOther.GenCode("O",
"C_OCCUPANCYID", "T_OCCUPANCY", 3)
    End Sub

    Protected Sub btnGEN_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.Web.UI.ImageClickEventArgs) Handles btnGEN.Click
        txtOccupancyID.Text = ClassOther.GenCode("O",
"C_OCCUPANCYID", "T_OCCUPANCY", 3)

    End Sub
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
    Protected Sub Edit_Command(ByVal Sender As Object, ByVal e As
CommandEventArgs)
        Dim ID As String = CType(e.CommandArgument, String)
        MyBase.RefValue = ID
        MyBase.LoadData()

    End Sub

    Protected Sub Delete_Command(ByVal Sender As Object, ByVal e As
CommandEventArgs)
        Dim ID As String = CType(e.CommandArgument, String)
        Dim Conn As New ClassConnection
        Dim Sql As String = "DELETE FROM T_OCCUPANCY WHERE
C_OCCUPANCYID=@ID"
        Conn.AddParameter("@ID", ID)
        Conn.ExecuteNonQuery()
        Conn.Dispose()
        DisplayData()
    End Sub

    Protected Sub Page_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load
        Initialize()
        If (Not Page.IsPostBack) Then
            DisplayData()
        End If
    End Sub
End Class
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. Set Branch Line

```
Imports WEBComponent
Imports System.Text
Imports System.Collections.Generic

Partial Class Application_SetBranchLine
    Inherits ClassFormMaster

    Private Shared _ProjectID As String = ""
    Public WriteOnly Property ProjectID() As String
        Set(ByVal value As String)
            _ProjectID = value
            ChooseNode()
            DisplayData()
        End Set
    End Property

    Private Function GetFirstMain(ByVal ProjectID As String) As
String
        Dim Rs As New ClassRecord
        Dim Sql As String = "SELECT NODE FROM VW_MAINCROSS WHERE
PROJECTID=@ID"
        Rs.AddParameter("@ID", ProjectID)
        Dim Node As String = ""
        Rs.Open(Sql)
        If (Rs.RowCount() > 0) Then
            Node = Rs("NODE").ToString()
        End If
        Rs.Dispose()
        Return Node
    End Function

    Private Sub ChooseNode()
        ddlNode.Items.Clear()
        Dim Sql As String = "SELECT I_COL FROM T_PROJECT WHERE
C_PROJECTID=@ID"
        Dim Rs As New ClassRecord
        Rs.AddParameter("@ID", _ProjectID)
        Rs.Open(Sql)
        Dim Node As Integer = 0
        If (Rs.RowCount() > 0) Then
            Node = ClassOther.ToInt16(Rs("I_COL").ToString())
        End If
        Rs.Dispose()
        ddlNode.Items.Clear()
        Dim LastBranch As String = ""
        Dim LastMinor As String = ""
        For I As Integer = 1 To Node
            If (I < Node) Then
                ddlNode.Items.Add(New ListItem("N1" + I.ToString() +
"-" + "N1" + (I + 1).ToString(), I.ToString()))
            Else
                ddlNode.Items.Add(New ListItem("N1" + I.ToString() +
"-" + GetFirstMain(_ProjectID), I.ToString()))
                LastBranch = GetFirstMain(_ProjectID) + "-"
            End If
        Next
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
        Dim MList As New List(Of String)
        Rs = New ClassRecord
        Sql = "SELECT C_NODE FROM T_PROJECTSUB WHERE C_PROJECTID=@ID
AND I_ORDERTYPE=2"
        Rs.AddParameter("@ID", _ProjectID)
        Rs.Open(Sql)
        If (Rs.RowCount() > 0) Then
            For I As Integer = 0 To Rs.RowCount() - 1
                MList.Add(Rs("C_NODE").ToString())
                Rs.MoveNext()
            Next
        End If
        Rs.Dispose()
        Dim LastMain = ""
        Dim J As Integer = 0
        For I As Integer = 0 To MList.Count - 2
            ddlNode.Items.Add(New ListItem(MList(I) + "-" + MList(I +
1), MList(I)))
        Next
        'For Each p As String In MList

        '    ddlNode.Items.Add(New ListItem(p + MList(J + 1), p))
        '    'LastBranch = p + "-"

        '    J += 1
        'Next
    End Sub

    Private Sub SetValue()
        Dim Sql As String = "SELECT F_VALUE,C_NAME FROM T_FITTING"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlFitting, "Fitting")
        Sql = "SELECT F_VALUE,C_NAME FROM T_DIAMETER"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlDiameter, "Diameter")
        Sql = "SELECT C_BASEID,C_BASENAME FROM T_BASEDATA WHERE
C_BASEFILTER='FITTINGTYPE'"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlFitingType, "Fitting Type")
    End Sub


    Protected Sub Page_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load
        If (Not Page.IsPostBack) Then
            ChooseNode()
            SetValue()
        End If

    End Sub

    Private Function GetNodeID(ByVal Col As Integer) As String
        Return "N" + "1" + Col.ToString()
    End Function

    Private Function DeleteNode(ByVal ProjectID As String, ByVal
NodeID As String) As Boolean
        Dim Conn As New ClassConnection
        Dim Sql As String = "DELETE T_PROJECTSUB WHERE
C_PROJECTID=@PROJECTID AND C_NODE=@NODEID"
        Conn.AddParameter("@PROJECTID", ProjectID)
        Conn.AddParameter("@NODEID", NodeID)
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
        Dim Flag As Boolean = Conn.ExecuteNonQuery()
        Conn.Dispose()
        Return Flag
    End Function

    Private Function CheckNum(ByVal Str As String) As Boolean
        Dim Flag As Boolean = False
        Try
            Convert.ToInt16(Str)
            Flag = True
        Catch ex As Exception
            Flag = False
        End Try
        Return Flag
    End Function


    Private Function SaveData() As Boolean
        Dim Db As New ClassExecuteBinding
        Dim ID As String = ddlNode.SelectedValue
        Db.TableName = "T_PROJECTSUB"
        Db.RefField = "C_NODEID"


        If CheckNum(ddlNode.SelectedValue) = True Then
            Db.RefValue = _ProjectID +
GetNodeID(ClassOther.ToInt16(ddlNode.SelectedValue))
            Db.Bind(_ProjectID +
GetNodeID(ClassOther.ToInt16(ddlNode.SelectedValue)), "C_NODEID")

Db.Bind(GetNodeID(ClassOther.ToInt16(ddlNode.SelectedValue)),
"C_NODE")
            Db.Bind(1, "I_ORDERTYPE")
        Else
            Db.RefValue = _ProjectID + ddlNode.SelectedValue
            Db.Bind(_ProjectID + ddlNode.SelectedValue, "C_NODEID")
            Db.Bind(ddlNode.SelectedValue, "C_NODE")
            Db.Bind(2, "I_ORDERTYPE")
        End If
        Db.Bind(_ProjectID, "C_PROJECTID")
        Db.Bind(ddlFitting.SelectedValue, "F_FITING")
        Db.Bind(ddlFitting.Text, "C_FITING")
        Db.Bind(ddlDiameter.SelectedValue, "F_DIAMETER")
        Db.Bind(ddlDiameter.Text, "C_DIAMETER")
        Db.Bind(txtElv.Text, "F_ELEVATION")
        Db.Bind(txtLong.Text, "F_LENGHT")
        Dim Flag As Boolean = Db.Execute()
        Db.Dispose()
        Return Flag

    End Function

    Private Sub DisplayData()
        Dim Rs As New ClassRecord
        Dim Sql As String = "CAL_BRANCHLINE"
        Rs.CmdType = Data.CommandType.StoredProcedure
        Rs.AddParameter("@PROJECTID", _ProjectID)
        Rs.Open(Sql)
        grdData.DataSource = Rs.GetDataTable()
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
        grdData.DataBind()
        Rs.Dispose()
    End Sub

    Protected Sub btnSave_Click(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles btnSave.Click
        SaveData()
        DisplayData()
    End Sub

    Protected Sub ddlFitingType_SelectedIndexChanged(ByVal sender As
Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ddlFitingType.SelectedIndexChanged
        ddlFitting.Items.Clear()
        Dim Sql As String = "SELECT DISTINCT F_VALUE,C_NAME FROM
T_FITTING WHERE C_TYPEID='" +
ddlFitingType.SelectedValue.Replace("'", "").Replace("--", "") + "'"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlFitting, "Fitting")
    End Sub
End Class
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. Set Cross Main

```
Imports System.Text
Imports WEBComponent
Partial Class Application_SetMainCross
    Inherits ClassFormMaster

    Private Shared _ProjectID As String = ""
    Public WriteOnly Property ProjectID() As String
        Set(ByVal value As String)
            _ProjectID = value
        End Set
    End Property

    Private Function GenNodeID(ByVal OrderNode As Integer) As String
        Return "M" + ClassOther.Format(OrderNode, 2)
    End Function

    Private Function DeleteNode(ByVal ProjectID As String, ByVal
NodeID As String) As Boolean
        Dim Conn As New ClassConnection
        Dim Sql As String = "DELETE T_PROJECTSUB WHERE
C_PROJECTID=@PROJECTID AND C_NODE=@NODEID"
        Conn.AddParameter("@PROJECTID", ProjectID)
        Conn.AddParameter("@NODEID", NodeID)
        Dim Flag As Boolean = Conn.ExecuteNonQuery()
        Conn.Dispose()
        Return Flag
    End Function


    Private Function SaveData() As Boolean
        Dim Db As New ClassExecuteBinding
        Db.TableName = "T_PROJECTSUB"
        Db.RefField = "ROW"
        DeleteNode(_ProjectID, GenNodeID(txtMNode.Text))
        Db.Bind(GenNodeID(txtMNode.Text), "C_NODE")
        Db.Bind(_ProjectID, "C_PROJECTID")
        Db.Bind(ddlFitting.SelectedValue, "F_FITING")
        Db.Bind(ddlFitting.Text, "C_FITING")
        Db.Bind(ddlDiameter.SelectedValue, "F_DIAMETER")
        Db.Bind(ddlDiameter.Text, "C_DIAMETER")
        Db.Bind(txtElv.Text, "F_ELEVATION")
        Db.Bind(txtLong.Text, "F_LENGHT")
        Dim Flag As Boolean = Db.Execute()
        Db.Dispose()
        Return Flag

    End Function

    Private Sub SetValue()
        Dim Sql As String = "SELECT F_VALUE,C_NAME FROM T_FITTING"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlFitting, "Fitting")
        Sql = "SELECT F_VALUE,C_NAME FROM T_DIAMETER"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlDiameter, "Diameter")
        Sql = "SELECT C_BASEID,C_BASENAME FROM T_BASEDATA WHERE
C_BASEFILTER='FITTINGTYPE'"
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlFitingType, "Fitting Type")
    End Sub

    Protected Sub Page_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load
        If Not Page.IsPostBack Then
            SetValue()
        End If
    End Sub

    Protected Sub ddlFitingType_SelectedIndexChanged(ByVal sender As
Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ddlFitingType.SelectedIndexChanged
        ddlFitting.Items.Clear()
        Dim Sql As String = "SELECT DISTINCT F_VALUE,C_NAME FROM
T_FITTING WHERE C_TYPEID='" +
ddlFitingType.SelectedValue.Replace("'", "").Replace("--", "") + "'"
        ClassOther.ListObject(Sql, ddlFitting, "Fitting")
    End Sub
End Class
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. Set Declare Variable

```
set ANSI_NULLS ON
set QUOTED_IDENTIFIER ON
GO



-- =============================================
-- -- Create date: <Create Date,17/04/2553>
-- Description:   <Description,>
-- =============================================
ALTER PROCEDURE [dbo].[CAL_BRANCHLINE]
      @PROJECTID VARCHAR(20)
AS
BEGIN
      Declare @Output Table
      (
            CNODE Varchar(10),
            Pe Decimal(18,2),
            Pf Decimal(18,2),
            Pt Decimal(18,2),
            QSelf Decimal(18,2),
            QTotal Decimal(18,2),
            L Decimal(18,2),
            F Decimal(18,2),
            T Decimal(18,2),
            Dia Decimal(18,2),
            Elv Decimal(18,2),
            PNODE Varchar(10),
            NNODE Varchar(10)
      )
      Declare @QSelf Decimal(18,2);
      Set @Qself=0.0;
      Declare @QTotal Decimal(18,2);
      Declare @PZero Decimal(18,2);
    Declare @Density Decimal(18,2);
      Declare @KFactor Decimal(18,2);
      Declare @Pe Decimal(18,2);
      Declare @Pf Decimal(18,2);
      Declare @Pt Decimal(18,2);
      Declare @L Decimal(18,2);
      Declare @F Decimal(18,2);
      Declare @S Decimal(18,2);
      Declare @H Decimal(18,2);
      Declare @CFactor Decimal(18,2);
      Declare @Row Int;
      Declare @Col Int;
      SELECT @Density=F_DENSITY,@KFactor=F_KFACTOR,
      @Col=I_COL,@S=F_S,@CFactor=F_CFACTOR ,@H=F_L
      FROM T_PROJECT WHERE C_PROJECTID=@PROJECTID;

      SELECT @Col=COUNT(C_NODE) FROM T_PROJECTSUB WHERE
C_PROJECTID=@PROJECTID AND I_ORDERTYPE=1;

      DECLARE @T Decimal(18,2);
      SET @T=@L+@F;
      SET @QTotal=@S*@H*@Density;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
      SET @PZero=Power(@QTotal/@KFactor,2);
      Declare @i Int;
      Declare @CNode Varchar(10);
      Declare @NNode Varchar(10);
      Declare @Dia Decimal(18,2);
      Declare @Elv Decimal(18,2);
      Declare @PNode Varchar(10);
      SET @PNode='';
      SET @i=1;
      Declare @PtZero Decimal(18,2);

      While (@i <=@COL)
      Begin

            SET @CNode='N'+'1'+cast(@i AS VARCHAR(2))
            SELECT
@Dia=F_DIAMETER,@Elv=F_ELEVATION,@L=F_LENGHT,@F=F_FITING
            FROM T_PROJECTSUB WHERE C_PROJECTID=@PROJECTID AND
C_NODE=@CNode;

            if(@i>1)
            Begin
                  Set @Pe=0.433*@Elv;
                  Set @Pt=@PtZero;
                  Set @PtZero=@Pf+@Pe+@Pt;
                  Set @Qself=@KFactor*sqrt(@Pt);
                  Set @QTotal=@QTotal+ @Qself;
                  SET
@Pf=(4.52*power(@QTotal,1.85)*@L)/(power(@CFactor,1.85)*power(@Dia,4.
87))

            End
            else
            if(@i=1)
            Begin
                  Set @Pe=0.433*@Elv;
                  SET
@Pf=(4.52*power(@QTotal,1.85)*@L)/(power(@CFactor,1.85)*power(@Dia,4.
87))
                  Set @Pt=@PZero;
                  SET @PtZero=@Pe+@Pf+@Pt;
            End

            if(@i<@COL)
                  SET @NNode='N'+'1'+cast(@i+1 AS VARCHAR(2));
            else
            If @i=@Col
            Begin
                  SELECT  @NNode=MIN(NODE)
                  FROM VW_MAINCROSS WHERE PROJECTID=@PROJECTID ;
            End
--          ELSE
--          Begin
--                SELECT  @NNode=MIN(NODE)
--                FROM VW_MAINCROSS WHERE PROJECTID=@PROJECTID AND  ;
--          End
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
            INSERT INTO
@Output(CNODE,Pe,Pf,Pt,QSelf,QTotal,Dia,Elv,L,F,T,PNODE,NNODE)

      VALUES(@CNode,@Pe,@Pf,@Pt,@QSelf,@QTotal,@Dia,@Elv,@L,@F,@L+@F,
@PNode,@NNode)

            If @i=@Col
                  SELECT @PtZero=Pe+Pf+Pt,@QTotal=QTotal,@CNode=NNODE
FROM @Output WHERE CNODE=@CNode;


            SET @PNode=@NNode;




            UPDATE T_PROJECTSUB SET
F_PE=@Pe,F_PF=@Pf,F_PT=@Pt,F_SELFFLOWRATE=@QSelf,F_TOTALFLOWRATE=@QTo
tal,
            C_NNODE=@NNode,C_PNODE=@PNode
            WHERE C_NODE=@CNode AND C_PROJECTID=@PROJECTID;
            SET @i=@i+1;

      End
      ----------------------Main Cross-------------------------

      SET @QSelf=0;
      SET @KFactor=@Qtotal/sqrt(@PtZero);
      Declare @MNode Varchar(10);
      SET @i=1;

      DECLARE @CURS CURSOR
      SET @CURS=CURSOR FAST_FORWARD
      FOR
            SELECT NODE,L,F,ELV,DIA FROM VW_MAINCROSS WHERE
PROJECTID=@PROJECTID

      OPEN @CURS
----
      FETCH NEXT FROM @CURS
    INTO @MNode,@L,@F,@Elv,@Dia

      WHILE @@FETCH_STATUS = 0
      BEGIN

            if @i=1
            Begin
                  Set @Pt=@PtZero;
                  Set @Pe=0.433*@Elv;
                  Set
@Pf=(4.52*power(@QTotal,1.85)*@L)/(power(@CFactor,1.85)*power(@Dia,4.
87));
                  Set @PtZero=@Pt+@Pe+ @Pf;
                  Set @QTotal=@QTotal+@QSelf;
            End
            else
            Begin
                  Set @Pt=@PtZero;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

```
                  Set @Qself=@KFactor*sqrt(@Pt);
                  Set @Pe=0.433*@Elv;
                  Set
@Pf=(4.52*power(@QTotal,1.85)*@L)/(power(@CFactor,1.85)*power(@Dia,4.
87));
                  Set @PtZero=@Pt+@Pe+ @Pf;
                  Set @QTotal=@QTotal+@QSelf;
            End

            SELECT  @NNode=MIN(NODE)
            FROM VW_MAINCROSS WHERE PROJECTID=@PROJECTID AND
NODE>@MNode ;

            INSERT INTO
@Output(CNODE,Pe,Pf,Pt,QSelf,QTotal,Dia,Elv,L,F,T,PNODE,NNODE)

      VALUES(@MNode,@Pe,@Pf,@Pt,@Qself,@QTotal,@Dia,@Elv,@L,@F,@L+@F,
@MNode,@NNode)

            UPDATE T_PROJECTSUB SET
F_PE=@Pe,F_PF=@Pf,F_PT=@Pt,F_SELFFLOWRATE=@QSelf,F_TOTALFLOWRATE=@QTo
tal,
            C_NNODE=@NNode,C_PNODE=@PNode
            WHERE C_NODE=@CNode AND C_PROJECTID=@PROJECTID;


            SET @I=@I+1;
            FETCH NEXT FROM @CURS
            INTO @MNode,@L,@F,@Elv,@Dia
      END

      CLOSE @CURS
      DEALLOCATE @CURS /* ¤×¹·ÃÑ¼ÂÒ¡Ã*/


      SELECT  * FROM @OUTPUT WHERE Pe IS NOT NULL AND Pf IS NOT NULL
;
END
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

การแบ่งประเภทของสินค้าที่จัดเก็บในอาคารคลังสินค้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแบ่งประเภทของสินค้าที่จัดเก็บในอาคารคลังสินค้า (Commodity Classes)

เราสามารถจำแนกประเภทของสินค้าได้เป็น 4 ประเภทตามลักษณะความเสี่ยงในการติดไฟได้เป็น 4 ประเภทคือ

1. Class I
2. Class II
3. Class III
4. Class IV

1. Class I

A Class I commodity shall be defined as a noncombustible product that meets one of the following criteria:

(1) Placed directly on wooden pallets

(2) Placed in single-layer corrugated cartons, with or without single-thickness cardboard dividers, with or without pallets

(3) Shrink-wrapped or paper-wrapped as a unit load with or without pallets

ตัวอย่าง Commodity Class I ได้แก่สินค้าที่ไม่ติดไฟดังตัวอย่างต่อไปนี้

Alcoholic Beverages

Cartoned or uncartoned

- Up to 20 percent alcohol in metal, glass, or ceramic containers

Appliances, Major (e.g., stoves, refrigerators)

- Not packaged, no appreciable plastic exterior trim

Batteries

Dry cells (nonlithium or similar exotic metals)

- Packaged in cartons

Automobile

- Filled*

Bottles, Jars

Empty, cartoned

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- Glass

Filled noncombustible liquids

- Glass, cartoned

- Plastic, cartoned [less than 5 gal (18.9 L)]

- Plastic, PET

Filled noncombustible powders

- Glass, cartoned

Canned Foods

In ordinary cartons

Cans

Metal

- Empty

Cement

Bagged

Coffee

Canned, cartoned

Fertilizers

Bagged

- Phosphates

File Cabinets

Metal

- Cardboard box or shroud

Fish or Fish Products

Frozen

- Nonwaxed, nonplastic packaging

Canned

- Cartoned

Frozen Foods

Nonwaxed, nonplastic packaging

Fruit

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fresh

- Nonplastic trays or containers

- With wood spacers

Ice Cream

Meat, Meat Products

- Bulk

- Canned, cartoned

- Frozen, nonwaxed, nonplastic containers

Metal Desks

- With plastic tops and trim

Milk

- Nonwaxed-paper containers

- Waxed-paper containers

- Plastic containers

Motors

- Electric

Nuts

- Canned, cartoned

Paints

Friction-top cans, cartoned

- Water-based (latex)

Plastic Containers

- Noncombustible liquids or semiliquids in plastic containers less than 5 gal (18.9 L) capacity

Poultry Products

- Canned, cartoned

- Frozen, nonwaxed, nonplastic containers

Salt

Bagged

Syrup

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Drummed (metal containers)

Transformers

Dry and oil filled

Wire

Bare wire on metal spools on wood skids

*Most batteries have a polypropylene case and, if stored empty, should be treated as a Group A plastic. Truck batteries, even where filled, should be considered a Group A plastic because of their thicker walls.

2. Class II.

A Class II commodity shall be defined as a noncombustible product that is in slatted wooden crates, solid wood boxes, multiple-layered corrugated cartons, or equivalent combustible packaging material, with or without pallets.

ตัวอย่าง Commodity Class II ได้แก่สินค้าที่ไม่ติดไฟดังตัวอย่างต่อไปนี้

Alcoholic Beverages

Up to 20 percent alcohol in wood containers

Appliances, Major (e.g., stoves)

Corrugated, cartoned (no appreciable plastic trim)

Baked Goods

Cookies, cakes, pies

- Frozen, packaged in cartons*

Batteries

Dry cells (nonlithium or similar exotic metals) in blister pack in cartons

Bottles, Jars

Filled noncombustible powders

- Plastic PET

Boxes, Crates

Empty, wood, solid walls

Fertilizers

Bagged

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- Nitrates

Fish or Fish Products

Frozen

- Waxed-paper containers, cartoned

- Boxed or barreled

Frozen Foods

Waxed-paper containers, cartoned

Leather Hides

Baled

Light Fixtures

Nonplastic

- Cartoned

Marble

Artificial sinks, countertops

- Cartoned, crated

Meat, Meat Products

- Frozen, waxed-paper containers

- Frozen, expanded plastic trays

Pharmaceuticals

Pills, powders

- Glass bottles, cartoned

Nonflammable liquids

- Glass bottles, cartoned

Photographic Film

- Motion picture or bulk rolls of film in polycarbonate, polyethylene, or metal cans; polyethylene bagged in cardboard boxes

Plastic Containers

Noncombustible liquids or semiliquids (such as ketchup) in plastic containers with nominal wall thickness of ¼ in. (6.4 mm) or less and larger than 5 gal (18.9 L) capacity

Poultry Products

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Frozen (on paper or expanded plastic trays)

Powders (ordinary combustibles — free flowing)

In paper bags (e.g., flour, sugar)

Salt

Packaged, cartoned

Shock Absorbers

Metal dust cover

Signatures

Book, magazines

- Solid array on pallet

Syrup

Barreled, wood

Wire

- Bare wire on wood or cardboard spools on wood skids

- Bare wire on metal, wood, or cardboard spools in cardboard boxes on wood skids

- Single- or multiple-layer PVC-covered wire on metal spools on wood skids

- Insulated (PVC) cable on large wood or metal spools on wood skids

Wood Products

Solid piles

- Lumber, plywood, particle board, pressboard (smooth ends and edges)

*The product is in a plastic-coated package in a corrugated carton. If packaged in a metal foil, it can be considered Class I.

3. Class III.

A Class III commodity shall be defined as a product fashioned from wood, paper, natural fibers, or Group C plastics with or without cartons, boxes, or crates and with or without pallets.

5.6.3.3.2 A Class III commodity shall be permitted to contain a limited amount (5 percent by weight or volume or less) of Group A or Group B plastics.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวอย่าง Commodity Class III ได้แก่สินค้าดังตัวอย่างต่อไปนี้

Aerosols

Cartoned or uncartoned

- Level 1

Baked Goods

Cookies, cakes, pies

- Packaged, in cartons

Beans

Dried

- Packaged, cartoned

Bread

Wrapped, cartoned

Butter

Whipped spread

Candy

Packaged, cartoned

Cartons

Corrugated

- Unassembled (neat piles)

Cereals

Packaged, cartoned

Charcoal

Bagged

- Standard

Cheese

- Packaged, cartoned

- Wheels, cartoned

Chewing Gum

Packaged, cartoned

Chocolate

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Packaged, cartoned

Cloth

Cartoned and not cartoned

- Natural fiber, viscose

Cocoa Products

Packaged, cartoned

Coffee

Packaged, cartoned

Coffee Beans

Bagged

Cotton

Packaged, cartoned

Diapers

Cotton, linen

Dried Foods

Packaged, cartoned

Fish or Fish Products

Frozen

- Plastic trays, cartoned

Frozen Foods

Plastic trays

Furniture

Wood

- No plastic coverings or foam plastic cushioning

Grains — Packaged in Cartons

- Barley

- Rice

- Oats

Margarine

Up to 50 percent oil (in paper or plastic containers)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mattresses

Standard (box spring)

Nuts

- Packaged, cartoned

- Bagged

Paper Products

Books, magazines, stationery, plastic-coated paper food containers, newspapers, cardboard games, cartoned tissue products

Paper, Rolled

In racks or on side

- Medium or heavyweight

Photographic Film

- 35-mm in metal film cartridges in polyethylene cans in cardboard boxes

- Paper, in sheets, bagged in polyethylene, in cardboard boxes

PVC (polyvinyl chloride)

- Flexible (e.g., cable jackets, plasticized sheets)

- Rigid (e.g., pipe, pipe fittings)

- Bagged resins

Rags

Baled

- Natural fibers

Shingles

Asphalt-coated fiberglass

Shock Absorbers

Plastic dust cover

Skis

Wood

Textiles

Natural fiber clothing or textile products

Synthetics (except rayon and nylon) —

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50/50 blend or less

- Thread, yarn on wood or paper spools

- Fabrics

Tobacco Products

In paperboard cartons

Wood Products

- Spools (empty)

- Toothpicks, clothespins, hangers in cartons

- Doors, windows, wood cabinets, and furniture

4. Class IV

A Class IV commodity shall be defined as a product, with or without pallets, that meets one of the following criteria:

(1) Constructed partially or totally of Group B plastics

(2) Consists of free-flowing Group A plastic materials

(3) Contains within itself or its packaging an appreciable amount (5 percent to 15 percent by weight or 5 percent to 25 percent by volume) of Group A plastics

5.6.3.4.2 The remaining materials shall be permitted to be metal, wood, paper, natural or synthetic fibers, or Group B or Group C plastics.

ตัวอย่าง Commodity Class IV ได้แก่สินค้าดังตัวอย่างต่อไปนี้

Ammunition

Small arms, shotgun

- Packaged, cartoned

Bottles, Jars

Empty, cartoned

- Plastic PET (polyethylene terephthalate)

Filled noncombustible powders

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- Plastic, cartoned [less than 1 gal (3.8 L)]

Cartons

Corrugated

- Partially assembled

Cloth

Cartoned and not cartoned

- Synthetic1

Diapers

Disposable with plastics and nonwoven fabric (in cartons)

Fiberglass Insulation

- Paper-backed rolls, bagged or unbagged

Furniture

Wood

- With plastic coverings

Liquor

100 proof or less, 1 gal (3.8 L) or less, cartoned

- Glass (palletized)2

- Plastic bottles

Matches

Packaged, cartoned

- Paper

Nail Polish

1-oz to 2-oz (29.6-ml to 59.1-ml) glass, cartoned

Paints

Friction-top cans, cartoned

- Oil based

Paper, Rolled

In racks

- Lightweight

Paper, Waxed

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Packaged in cartons

Pharmaceuticals

Pills, powders

- Plastic bottles, cartoned

Photographic Film

- Rolls in polycarbonate plastic cassettes, bulk wrapped in cardboard boxes

PVA (polyvinyl alcohol) Resins

Bagged

Rags

Baled

- Synthetic fibers

Rubber

Natural, blocks in cartons

Shingles

Asphalt-impregnated felt

Skis

Foam core

Textiles

Synthetics (except rayon and nylon) —

50/50 blend or less

- Thread, yarn on plastic spools

Synthetics (except rayon and nylon) — greater than 50/50 blend

- Thread, yarn on wood or paper spools

- Fabrics

Rayon and nylon

- Baled fiber

- Thread, yarn on wood or paper spools

- Fabrics

Vinyl Floor Coverings

Tiles in cartons

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wax-Coated Paper

Cups, plates

- Boxed or packaged inside cartons (emphasis is on packaging)

Wire

- Bare wire on plastic spools in cardboard boxes on wood skids
- Single- or multiple-layer PVC-covered wire on plastic spools in cardboard boxes on wood skids
- Single, multiple, or power cables (PVC) on large plastic spools

Wood Products

Patterns

1 Tests clearly indicate that a synthetic or synthetic blend is considered greater than Class III.

2 Where liquor is stored in glass containers in racks, it should be considered a Class III commodity; where it is palletized, it should be considered a Class IV commodity.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การแบ่งกลุ่มของ Plastics, Elastomers, and Rubber.

Plastics, elastomers และ rubber ถูกแบ่งเป็น Group A, Group B, or Group C ดังนี้

1. Group A.

The following materials shall be classified as Group A:

(1) ABS (acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer)

(2) Acetal (polyformaldehyde)

(3) Acrylic (polymethyl methacrylate)

(4) Butyl rubber

(5) EPDM (ethylene-propylene rubber)

(6) FRP (fiberglass-reinforced polyester)

(7) Natural rubber (if expanded)

(8) Nitrile-rubber (acrylonitrile-butadiene-rubber)

(9) PET (thermoplastic polyester)

(10) Polybutadiene

(11) Polycarbonate

(12) Polyester elastomer

(13) Polyethylene

(14) Polypropylene

(15) Polystyrene

(16) Polyurethane

(17) PVC (polyvinyl chloride — highly plasticized, with plasticizer content greater than 20 percent) (rarely found)

(18) SAN (styrene acrylonitrile)

(19) SBR (styrene-butadiene rubber)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. Group B

The following materials shall be classified as Group B:

(1) Cellulosics (cellulose acetate, cellulose acetate butyrate, ethyl cellulose)

(2) Chloroprene rubber

(3) Fluoroplastics (ECTFE — ethylene-chlorotrifluoro-ethylene copolymer; ETFE — ethylene-tetrafluoroethylene-copolymer; FEP — fluorinated ethylene-propylene copolymer)

(4) Natural rubber (not expanded)

(5) Nylon (nylon 6, nylon 6/6)

(6) Silicone rubber

3. Group C.

The following materials shall be classified as Group C:

(1) Fluoroplastics (PCTFE — polychlorotrifluoroethylene; PTFE — polytetrafluoroethylene)

(2) Melamine (melamine formaldehyde)

(3) Phenolic

(4) PVC (polyvinyl chloride — flexible — PVCs with plasticizer content up to 20 percent)

(5) PVDC (polyvinylidene chloride)

(6) PVDF (polyvinylidene fluoride)

(7) PVF (polyvinyl fluoride)

(8) Urea (urea formaldehyde)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Classification of Rolled Paper Storage.

For the purposes of this standard, the classifications of paper described in 5.6.5.1 through 5.6.5.4 shall apply and shall be used to determine the sprinkler system design criteria.

5.6.5.1 Heavyweight Class. Heavyweight class shall be defined so as to include paperboard and paper stock having a basis weight [weight per 1000 ft2 (92.9 m2)] of 20 lb (9.1 kg).

5.6.5.2 Mediumweight Class. Mediumweight class shall be defined so as to include all the broad range of papers having a basis weight [weight per 1000 ft2 (92.9 m2)] of 10 lb to 20 lb (4.5 kg to 9.1 kg).

5.6.5.3 Lightweight Class. Lightweight class shall be defined so as to include all papers having a basis weight [weight per 1000 ft2 (92.9 m2)] of 10 lb (4.5 kg).

5.6.5.4 Tissue.

5.6.5.4.1 Tissue shall be defined so as to include the broad range of papers of characteristic gauzy texture, which, in some cases, are fairly transparent.

5.6.5.4.2 For the purposes of this standard, tissue shall be defined as the soft, absorbent type, regardless of basis weight — specifically, crepe wadding and the sanitary class including facial tissue, paper napkins, bathroom tissue, and toweling.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

ตารางค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ1 Hazen-Williams C Values

Pipe or Tube	C Value*
Unlined cast or ductile iron	100
Black steel (dry systems including preaction)	100
Black steel (wet systems including deluge)	120
Galvanized (all)	120
Plastic (listed) all	150
Cement-lined cast pr ductile iron	140
Copper tube or stainless steel	150
Asbestos cement	140
Concrete	140

*The authority having jurisdiction is permitted to consider other C value.

ที่มา: NFPA13 (2002)

ตารางผนวกที่ จ2 Control Mode Density-Area Protection of Indoor Storage of Idle Wood Pallets

Type of Sprinkler	Location of Storage	Nominal K-Factor	Maximum Storage Height		Sprinkler Density		Areas of Operation				Hose Stream Demand		Water Supply Duration (hours)
							High Temperature		Ordinary Temperature				
			ft	m	gpm/ft²	mm/min	ft²	m²	ft²	m²	gpm	L/min	
Control mode Density/area	On floor	K8 or larger	Up to 6	Up to 1.8	0.2	8.2	2000	186	3000	279	500	1900	1 ½
		K 11.2 or larger	6 to 8	1.8 to 2.4	0.45	18.3	2500	232	4000	372	500	1900	1 ½
			8 to12	2.4 to 3.7	0.6	24.5	3500	325	6000	557	500	1900	1 ½
			12to20	3.7 to 6.1	0.6	24.5	4500	418	-	-	500	1900	1 ½

ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ3 Hose Stream Demand and Water Supply Duration Requirements

Commodity Classification	Storage Height		Inside Hose		Total Combined Inside and Outside Hose		Duration (Minutes)
	ft	m	gpm	L/min	gpm	L/min	
Class I,II, and III	Over 12 up to 20	Over3.7 up to 6.1	0,50,or100	0,190,380	500	1900	90
	Over 20 up to 30	Over6.1 up to 9.1	0,50,or100	0,190,380	500	1900	120
Class IV	Over 12 up to 20	Over3.7 up to 6.1	0,50,or100	0,190,380	500	1900	120
	Over 20 up to 30	Over6.1 up to 9.1	0,50,or100	0,190,380	500	1900	150
Group A plastic	<5	<1.5	0,50,or100	0,190,380	500	1900	90
	Over 5 up to 20	Over1.5 up to 6.1	0,50,or100	0,190,380	500	1900	120
	Over 20 up to 25	Over6.1 up to 7.6	0,50,or100	0,190,380	500	1900	150

ที่มา: NFPA13 (2002)

ตารางผนวกที่ จ4 การจัดระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ประเภทของพื้นที่ครอบครอง	ระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยเดียวกัน เมตร(ฟุต)	ระยะห่างสูงสุดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อย่อยแต่ละท่อ เมตร(ฟุต)
อันตรายน้อย	4.6 (15)	4.6 (15)
อันตรายปานกลาง	4.2 (14)	4.2 (14)
อันตรายมาก	3.7 (12)	3.7 (12)

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ5 Water Density

Storage Height		Roof/Ceiling Height		Density									
				A		B		C		D		E	
ft	M	ft	m	gpm/ft²	mm/min	gpm/ft²	mm/min	gpm/ft²	mm/min	gpm/ft²	mm/min	gpm/ft²	mm/min
15	4.5	Up to 20	Up to 6.1	0.25	10.2	0.5	20.4	0.4	16.3	0.3	12.2	0.45	18.3
		>20 to 25	>6.1 to 7.62	0.4	16.3	0.8	32.6	0.6	24.5	0.45	18.3	0.7	28.5
		>25 to 35	>7.62 to10.67	0.45	18.3	0.9	36.7	0.7	28.5	0.55	22.4	0.85	34.6
20	6.1	Up to 25	Up to 7.62	0.3	12.2	0.6	24.5	0.45	18.3	0.35	14.3	0.55	22.4
		>25 to 30	>7.62 to 9.14	0.45	18.3	0.9	36.7	0.7	28.5	0.55	22.4	0.85	34.6
		>30 to 35	>9.14 to10.67	0.6	24.5	1.2	48.9	0.85	34.6	0.7	28.5	1.1	44.8
25	7.62	Up to 30	Up to 9.14	0.4	16.3	0.75	30.6	0.55	22.4	0.45	18.3	0.7	28.5
		>30 to 35	>9.14 to10.67	0.6	24.5	1.2	48.9	0.85	34.6	0.7	28.5	1.1	44.8

Notes:

1. Minimum clearance between sprinkler deflector and top of storage shall be maintained as required
2. Column designations correspond to the configuration of plastics storage as follows:

A:(1)Nonexpanded, unstable

(2)Nonexpanded ,stable ,solid unit load

B:Expanded, exposed, stable

C:(1)Expanded, exposed, unstable

(2)Nonexpanded , stable, cartoned

D:Expanded, cartoned, unstable

(1)Expanded, cartoned, stable

(2)Nonexpanded, stable, exposed

3.Curve 3 = Density required by Figure 12.1.10 for Curve3

Curve 4 = Density required by Figure 12.1.10 for Curve4

Curve 5 = Density required by Figure 12.1.10 for Curve5

4.Hose streams and durations shall be as follows:$\leq$5 ft 250 gpm and 90 minutes ; >5 ft to $\leq$ 20 ft 500 gpm and 120 minutes,>20ft to $\leq$25ft500 gpm and 150 minutes.

ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ จ6 ค่า Steel Pipe Dimensions

Nominal Pipe Size	Outside Diameter		Schedule 5				Schedule 10a				Schedule 30				Schedule 40			
			Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness		Inside Diameter		Wall Thickness	
(in.)	In.	mm	In.	Mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm	In.	mm
½ b	0.840	21.3	-	-	-	-	0.674	17.0	0.083	2.1	-	-	-	-	0.622	15.8	0.109	2.8
¾ b	1.050	26.7	-	-	-	-	0.884	22.4	0.083	2.1					0.824	21.0	0.113	2.9
1	1.315	33.4	1.185	30.1	0.065	1.7	1.097	27.9	0.109	2.8	-	-	-	-	1.049	26.6	0.133	3.4
1 ¼	1.660	42.2	1.530	38.9	0.065	1.7	1.442	36.6	0.109	2.8					1.380	35.1	0.140	3.6
1 ½	1.900	48.3	1.770	45.0	0.065	1.7	1.682	42.7	0.109	2.8	-	-	-	-	1.610	40.9	0.145	3.7
2	2.375	60.3	2.245	57.0	0.065	1.7	2.157	54.8	0.109	2.8					2.067	52.5	0.154	3.9
2 ½	2.875	73.0	2.709	68.8	0.083	2.1	2.635	66.9	0.120	3.0	-	-	-	-	2.469	62.7	0.203	5.2
3	3.500	88.9	3.334	84.7	0.083	2.1	3.260	82.8	0.120	3.0					3.068	77.9	0.216	5.5
3 ½	4.000	101.6	3.834	97.4	0.083	2.1	3.760	95.5	0.120	3.0	-	-	-	-	3.548	90.1	0.226	5.7
4	4.500	114.3	4.334	110.1	0.083	2.1	4.260	108.2	0.120	3.0					4.026	102.3	0.237	6.0
5	5.563	141.3	-	-	-	-	5.295	134.5	0.134	3.4	-	-	-	-	5.047	128.2	0.258	6.6
6	6.625	168.3	6.407	162.7	0.109	2.8	6.357	161.5	0.134c	3.4					6.065	154.1	0.280	7
8	8.625	219.1	-	-	-	-	8.249	209.5	0.188c	4.8	8.071	205.0	0.277	7.0	7.981	-	0.322	-
10	10.750	273.1	-	-	-	-	10.370	263.4	0.188c	4.8	10.140	257.6	0.307	7.8	10.020	-	0.365	-
12	12.750	-	-	-	-	-	12.090	-	0.330	-	-	-	-	-	11.938	-	0.406	-

[a]Schedule 10 defined to 5-in. (127-mm) nominal pipe size by ASTM A 135, Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe.

[b]These values applicable when used in conjunction with 8.14.19.3 and 8.14.19.4.

[c]Wall thickness specified in 6.3.2 and 6.3.3.

ที่มา : NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อมูลประกอบการออกแบบจากมาตรฐาน NFPA

12.3.3.4.3 In-Rack Sprinkler Water Demand for Rack Storage of Plastics Commodities Stored Up to and Including 25 ft (7.6 m) in Height. The water demand for sprinklers installed in racks shall be based on simultaneous operation of the most hydraulically remote sprinklers as follows:

(1) Eight sprinklers where only one level is installed in racks

(2) Fourteen sprinklers (seven on each top two levels) where more than one level is installed in racks

12.3.3.4.4 In-Rack Sprinkler Discharge Pressure for Rack Storage of Plastics Commodities Stored Up to and Including 25 ft (7.6 m) in Height. Sprinklers in racks shall discharge at not less than 15 psi (1 bar) for all classes of commodities. (See Section C.19.)

C.19 [12.3.2.4.4 and 12.3.3.4.4]
Operating pressures were 15 psi (1 bar) on all tests of sprinklers in racks with storage 20 ft (6.1 m) high and 30 psi (2.1 bar) for storage 30 ft (9.1 m) and 50 ft (15.24 m) high.
Tests 112 and 124 were conducted to compare the effect of increasing sprinkler discharge pressure at in-rack sprinklers from 30 psi to 75 psi (2.1 bar to 5.2 bar). With the higher discharge pressure, the fire did not jump the aisle, and damage below the top level of protection within the racks was somewhat better controlled by the higher discharge pressure of the in-rack sprinklers. A pressure of 15 psi (1 bar) was maintained on in-rack sprinklers in the first 30-ft (9.1-m) high tests (Tests 103 and 104). Pressure on in-rack sprinklers in subsequent tests was 30 psi (2.1 bar), except in Test 124, where it was 75 psi (5.2 bar).

ที่มา: NFPA13 (2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อสกุล	นายวิญญู สมสะอาด
เกิดวันที่	วันที่ 2 ธันวาคม 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดบุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	- บริษัท อินแคมเทค จำกัด - บริษัท กัมพุวัฒฑุ์ จำกัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์