ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย — **สาขา**

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา — **ภาควิชา**

เรื่อง การบริหารระบบป้องกันอัคคีภัย ของโรงไฟฟ้าราชบุรี

Fire Protection Management System of Ratchaburi Power Plant

นามผู้วิจัย นายอุเทน จินะสะทุ่ง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สุรชัย รดาการ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์เสรี เศวตเศรนี, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์สุรชัย รดาการ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การบริหารระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี

Fire Protection Management System of Ratchaburi Power Plant

โดย

นายอุเทน จินะสะทุ่ง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุเทน จินะสะทุ่ง 2553: การบริหารระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย) สาขาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุระชัย รดาการ, Ph.D. 291 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจประเมินหาข้อบกพร่องที่เกิดจากสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานและการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐานระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี โดยได้แนวคิดมาจากระบบการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ (Modren Safety Manangement: MSM) มีอยู่ 5 ขั้นตอน คือ 1. ค้นหา/ชี้บ่งความสูญเสีย 2. ประเมินระบบ 3. วางแผนพัฒนา 4. การนำไปปฏิบัติ 5. ตรวจประเมิน จากการตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดจากสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานได้ประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยจำนวน 6 ระบบเทียบกับมาตรฐาน NFPA พบว่า ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 จำนวน 18 รายการ ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 จำนวน 13 รายการ ระบบอินเนอร์เจน ผิดจากมาตรฐาน NFPA 2001 จำนวน 5 รายการ ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผิดจากมาตรฐาน NFPA 12 จำนวน 7 รายการ ระบบดับเพลิงด้วยโฟม ผิดจากมาตรฐาน NFPA 11 จำนวน 9 รายการ ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ผิดจากมาตรฐาน NFPA 72 จำนวน 12 รายการ ทุกระบบไม่มีความบกพร่องที่มีนัยสำคัญ และจากการตรวจสอบพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดจากการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ได้ใช้แบบตรวจประเมินของ International Safety Rating System (ISRS) องค์ประกอบที่ 3 (การตรวจสอบ บำรุงรักษาตามแผน) พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละของการปฏิบัติตามข้อกำหนดเท่ากับ 78.04 และพบข้อบกพร่องมากสุด 2 อันดับแรก คือ 1. การตรวจสอบและบำรุงรักษา 2. การวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ จากข้อบกพร่องดังกล่าวจึงได้ดำเนินการ ปรับปรุง แก้ไข ระบบป้องกันอัคคีภัยให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA ผลการแก้ไขแล้วเสร็จ คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 67.69 และจัดทำคู่มือวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัยเข้าใช้งาน และได้ทำการตรวจประเมินอีกครั้ง พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละการปฏิบัติตามข้อกำหนดเพิ่มขึ้นเท่ากับ 83.70 จึงมั่นใจว่าระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี มีความพร้อมในการรองรับรองรับเหตุฉุกเฉิน และสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติและชุมชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่โรงไฟฟ้า

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Uten Chinasathung 2010: Fire Protection Management System of Ratchaburi Power Plant. Master of Engineering (Fire Protection Engineer), Major Field: Fire Protection Engineer, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Surachai Radagan, Ph.D. 291 pages.

The purpose of this study is to estimate the substandard condition and substandard act of fire protection system of Ratchaburi power plant. This idea is derived from Modern Safety Management (MSM), principal with 5 practical instructions as followings: 1.Identify all of loss, 2. evaluate system, 3. develop plan, 4. Implementation, 5. Monitoring. After the examination to figure out the substandard condition, which is being considered by the substandard condition of fire protection system. And after condition of fire protection system compared with NFPA, the following items are found unconformed to NFPA,6 systems: there are 18 items of fire pump system is under standard of NFPA 20, 13 items of sprinkler system based on NFPA13, 5 items of Inergen system based on NFPA 2001, 7 items of carbondioxide extinguishing system based on NFPA 12, 9 items of foam system based on NFPA 11, and 12 items of fire alarm based on NFPA 72. However, the above mentioned failures are not significant. Examination to figure out the substandard act estimations above base on the International Safety Rating System (ISRS). Element 3 (Inspection plan and maintenance).The evaluation turns out to be that there are 2 areas: Thermal Power Plant and Combined Cycle Power Plant, and 78.04% follow the regulations. The first of 2 failures: 1. inspection and Maintenance 2. inspection analysis report and after evaluating the fire protection system according to NFPA, the result has increase 67.69%. Also the user instruction of fire prevention has an 83.7% effect Therefore, it proves that the employees and people around Power Plant can be confident of Power Plant emergency plan.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร. สุรชัย รดาการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ให้คำแนะนำชี้แจงในแนวทางการจัดทำวิทยานิพนธ์ ครั้งนี้จนแล้วเสร็จสมบูรณ์ รวมถึง รศ. ดร. นิพนธ์ เธียรศิริพิพัฒน์ รศ. ดร. เสรี เศวตเศรนี ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำชี้แจงในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณกรรมการผู้จัดการ บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรี จำกัด หัวหน้าหน่วยเดินเครื่อง หัวหน้าหน่วยบำรุงรักษา โครงการธุรกิจเดินเครื่องและบำรุงรักษาประจำโรงไฟฟ้า บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรี จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและการสำรวจพื้นที่สำหรับการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ประจำโครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษาวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานต่างๆ

ความดีอันใดเนื่องจากประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ขอมอบแด่บิดา มารดาที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรัก ความห่วงใย ให้ผู้วิจัยมาตลอด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ (1)

สารบัญตาราง (2)

สารบัญภาพ (5)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (9)

คำนำ 1

วัตถุประสงค์ 3

การตรวจเอกสาร 5

อุปกรณ์และวิธีการ 76

- อุปกรณ์ 76
- วิธีการ 76

ผลการตรวจสอบ 80

สรุปวิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ 164

- สรุปวิจารณ์ผล 164
- ข้อเสนอแนะ 167

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 170

ภาคผนวก 172

- ภาคผนวก ก มาตรฐาน NFPA ที่เกี่ยวข้อง 173
- ภาคผนวก ข แบบตรวจประเมินวัดผล องค์ประกอบที่ 3 การตรวจและบำรุงรักษาตามแผน 220
- ภาคผนวก ค คู่มือวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย โรงไฟฟ้าราชบุรี 230

ประวัติการศึกษา และการทำงาน 291

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางควบคุมการทำงาน	25
2	ขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	34
3	ตารางแสดงขนาดท่อ และอุปกรณ์ท่อสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ขนาดต่าง ๆ	35
4	พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อระบบท่อเมนแนวดิ่ง	49
5	อุณหภูมิทำงาน, ระดับอุณหภูมิ และรหัสสีของหัวกระจายน้ำดับเพลิง	54
6	สรุปผลการตรวจประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยเทียบกับมาตรฐาน NFPA	80
7	สรุปผลการตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 20 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	81
8	สรุปผลการตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 20 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	89
9	สรุปผลการตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 13 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	101
10	สรุปผลการตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 13 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	102
11	สรุปผลการตรวจสอบระบบอิยเนอร์เจนเทียบกับมาตรฐาน NFPA 2001 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	113
12	สรุปผลการตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบกับมาตรฐาน NFPA 12 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	118
13	สรุปผลการตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟมเทียบกับมาตรฐาน NFPA 12 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	127
14	สรุปผลการตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟมเทียบกับมาตรฐาน NFPA 11 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	129
15	สรุปผลการตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เทียบกับมาตรฐาน NFPA 72 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	135

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	สรุปผลการตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เทียบกับมาตรฐาน NFPA 72 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	137
17	สรุปผลการตรวจประเมินวัดผล องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน	150
18	สรุปผลการแก้ไขระบบสูบน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อน	151
19	สรุปผลการแก้ไขระบบสูบน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	152
20	สรุปผลการแก้ไขระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อน	153
21	สรุปผลการแก้ไขระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	153
22	สรุปผลการแก้ไขระบบอินเนอร์เจน โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	154
23	สรุปผลการแก้ไขระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	155
24	สรุปผลการแก้ไขระบบดับเพลิงด้วยโฟมโรงไฟฟ้าพลังความร้อน	156
25	สรุปผลการแก้ไขระบบดับเพลิงด้วยโฟม โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	156
26	สรุปผลการแก้ไขระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	157
27	สรุปผลการแก้ไขระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	157
28	สรุปผลการตรวจประเมินวัดผล องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน	158
29	สรุปผลการตรวจสอบทั่วไปตามแผน	158
30	สรุปผลระบบการติดตาม	159
31	สรุปผลการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ	159
32	สรุปผล ส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติ	160
33	สรุปผล การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	160
34	สรุปผลการตรวจสอบอุปกรณ์พิเศษ	161
35	สรุปผลการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน	161
36	สรุปผล ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน	162
37	สรุปผลข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตาม	162

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
38	สรุปผลหลังจากทำการปรับปรุง แก้ไขระบบป้องกันอัคคีภัย และนำวิธีปฏิบัติเข้าใช้งาน	163

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ทฤษฎีของ เฮนลิส โดมิโน (Heinrich Domino Theory)	11
2	โมเดลการค้นหาสาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสีย (Loss Causation Model)	12
3	กระบวนการบริหารควบคุมความสูญเสีย,แสดงเป้าหมายของการบริหารควบคุมความสูญเสีย	15
4	พื้นที่โรงไฟฟ้าราชบุรี	26
5	โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	27
6	ลักษณะการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน	27
7	โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	28
8	ลักษณะการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	29
9	ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	30
10	ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	30
11	ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ใช้ป้องกันหม้อแปลง พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	31
12	ระบบอินเนอร์เจน ใช้ป้องกันห้อง Control Equipment โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	31
13	ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	32
14	ระบบดับเพลิงด้วยโฟม พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	33
15	เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ	37
16	แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่ งแกนนอนชนิดติดตั้งอยู่กับที่	43
17	แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนตั้ง	45
18	ตัวอย่างระบบท่อเปียก	48
19	ตัวอย่างแผนภูมิ ระบบผสมโฟมแบบวัดการผสม	71
20	ตัวอย่างแผนภูมิระบบผสมโฟมแบบถังสัดส่วนความดั นชนิ ดถุงบรรจุโฟมเข้มข้น	72
21	ถังน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	85
22	วาล์วระบบระบายความร้อนบางตัวยังเปิด – ปิดไม่ถูก	86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	Pressure gauge ของ Jockey pump เสีย	86
24	Pressure sensing line ไม่มีเครื่องป้องกัน	87
25	เครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ได้รับการบำรุงรักษา Packing เสีย	87
26	ท่อส่งน้ำมีหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้าทำให้ท่อผุได้	88
27	ถังน้ำสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	88
28	หัวฉีดน้ำรดสนามหญ้า ฉีดน้ำถูกท่อ วาล์ว และตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิงทำให้ผุได้	89
29	เครื่องสูบน้ำดับเพลิงขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล	95
30	แบตเตอรี่สำหรับเครื่องยนต์	95
31	ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์	96
32	การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ	96
33	หัวรับน้ำดับเพลิง	97
34	Gate Valve มีรอยรั่ว	97
35	การระบายอากาศ	98
36	การทำงานของบานปรับอากาศ	98
37	ท่อส่งน้ำดับเพลิง วาล์วใช้งานอยู่ในตำแหน่งปิด	99
38	Gate valve มีรอยรั่ว	99
39	Operating wrench และเครื่องหมายแสดงการใช้งานไม่ชัดเจน	100
40	การติดตั้ง Sprinkler ในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ถูกวิธี	102
41	คานคอนกรีตปิดกั้นหัว Sprinkler	107
42	มีรางสายไฟกีดขวางหัว Sprinkler	107
43	หัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟและ Cable Tray	108
44	การติดตั้ง Pipe loor ห่างจาก Transformer	108
45	ระยะหัว Spray Nozzle กับ Bushing	109
46	มุมฉีดของหัว Spray Nozzle	109
47	การต่อท่อ Main drain	110

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
48	สายฉีดน้ำดับเพลิงมีรอยชำรุด	110
49	การติดตั้ง pipe loop ห่างจาก Transformer	111
50	การติดตั้งหัว Sprinkler ไม่ถูกต้อง	111
51	หัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟ	112
52	มุมฉีดของหัว Nozzle บางตัวติดตั้งไม่ถูกต้อง	112
53	การติดตั้ง Selector valve ติดตั้งสูงจากพื้นมาก ทำให้การ Operate ยากลำบาก	116
54	ไม่มีป้ายบอกสถานะของวาล์วสวิทซ์แรงดัน	116
55	ไม่มี Safety pin lock ของถัง Inergen	117
56	ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน	117
57	เกจ์วัดแรงดันของถังเข็มชี้ตำแหน่งผิดปกติ	118
58	วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และป้ายแสดงระยะเวลาการฉีด	123
59	วาล์วสำหรับสวิทซ์แรงดันไม่มีป้ายบอกตำแหน่งเปิด-ปิดวาล์ว	123
60	วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน ไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และป้ายแสดงระยะเวลาการฉีด	124
61	ตู้ควบคุมไม่มีคู่มือการ Operate	124
62	สวิทซ์ปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน	125
63	สวิทซ์แรงดันไม่มีสายสัญญาณไปหาตู้ควบคุมกรณีก๊าซฉีดระบบไม่แจ้งตู้ควบคุม	125
64	ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันการฉีดฉุกเฉิน	126
65	แรงดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงสูงมากเกิน	128
66	การติดตั้งวาล์วควบคุมการฉีดน้ำยาโฟม	128
67	การติดตั้งวาล์วสำหรับทดสอบการฉีดน้ำยาโฟม	129
68	ภายในห้องเก็บน้ำยาโฟม	132
69	ระบบโฟมไม่มีการเขียนป้ายบอกขั้นตอนการทำงานให้ชัดเจน	132
70	สวิทซ์แรงดัน	133
71	ท่อฉีดฟองโฟมมิได้ติดตั้ง Bursting disc	133
72	การติดตั้งท่อสำหรับทดสอบการทำงานของระบบโฟม	134

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
73	การติดตั้ง Supplementary foam hose stream	134
74	สวิทซ์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน	136
75	สวิทซ์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน	144
76	สวิทซ์ยกเลิกการปล่อยน้ำฉุกเฉินอยู่ในตำแหน่งผิดปกติ	145
77	Smoke Detector ติดตั้งอยู่ใกล้กับท่อจ่ายระบบระบายอากาศ	145
78	Smoke Detector ติดตั้งผิดมาตรฐานอยู่ใกล้กับคาน	145
79	Heat Detector ติดตั้งผิดมาตรฐาน บริเวณอาคารโรงงาน	146
80	แผงควบคุมไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน	146
81	Smoke Detector ติดตั้งติดกับ Cable tray	147
82	กล่องพักสายไม่มีปลั๊กอุด	147
83	อุปกรณ์แจ้งเหตุติดตั้งหลังท่อและไม่มีป้ายแสดงว่าเป็นของพื้นที่ใด	148
84	Smoke Detector และ Control panel ขาดการบำรุงรักษา	148
85	การติดตั้งหัวตรวจจับความร้อนติดตั้งไม่เหมาะสม	149

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

การบริหารความปลอดภัยสมัยใหม่ หมายถึง การดำ าเนินการด้านความปลอดภัย เป็นการมุ่งเน้นการลดความสูญเสียที่เป็นต้นเหตุ รวมทั้งการป้องกัน และระงับเหตุเบื้องต้น โดยเน้นแนวคิด และปรัชญาที่ว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ความสูญเสีย (Loss) หมายถึง ความเสียบหายของทรัพยากรใด ๆ ที่สามารถหลีกเลี่ยงได้

สภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน หมายถึง สภาพต่าง ๆ ของพื้นที่ / อาคาร / บริเวณ อุปกรณ์ เครื่องจักร และเครื่องมือ ที่พบและมีสภาพไม่มั่นคงแข็งแรง หรือชำรุด อันจะก่อให้เกิดอันตรายได้ ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

การกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน หมายถึง การปฏิบัติงานที่ไม่อยู่ภายในกฎระเบียบมาตรฐานความปลอดภัยและอาชีวอนามัย ซึ่งจะเป็นเหตุให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

องค์ประกอบ (element) หมายถึง โปรแกรมในการควบคุมความสูญเสีย มีทั้งหมด 20 โปรแกรม
ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะเลือกใช้โปรแกรม กิจกรรม หรือองค์ประกอบตามความเหมาะสมของหน่วยงาน โดยพิจารณาที่วัตถุประสงค์ของการประเมินผลการบริหารความปลอดภัยสมัยใหม่

International Safety Rating System (ISRS) หมายถึง ระบบการประเมินวัดผลการดำเนินงานความปลอดภัยสมัยใหม่ ซึ่งจะประเมินผล โดย Auditor ที่ผ่านการอบรม และรับรองมาตรฐานแล้ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การบริหารระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี

Managing Fire Protection System of Ratchaburi Power Plant

คำนำ

เพลิงไหม้เป็นอีกเหตุการณ์หนึ่งที่ทุกโรงงานให้ความสำคัญในการควบคุมป้องกันไม่ให้เหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้น เพราะจะนำไปสู่ความสูญเสียต่อชีวิต ทรัพย์สิน กระบวนการผลิต และสิ่งแวดล้อม แต่ละโรงงานจะให้ความสำคัญแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับลักษณะความเสี่ยงแต่ละประเภทโรงงาน นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญคือจิตสำนึกของผู้บริหาร ในอดีตที่ผ่านมามีตัวอย่างความสูญเสียที่เกิดจากเหตุเพลิงไหม้ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียมากมายทั้งต่อชีวิตและทรัพย์สินของโรงงานและพื้นที่ข้างเคียง วิธีการที่ดีที่สุดของการป้องกันการเกิดเหตุเพลิงไหม้คือการป้องกันโดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบติดตั้งระบบดับเพลิงให้ได้มาตรฐานและเหมาะสมตามสภาพความเสี่ยงของแต่ละพื้นที่ซึ่งวิธีการควบคุมการลุกลามของเพลิงในระยะเริ่มต้นจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีความสำคัญ

โรงไฟฟ้าราชบุรี ได้ออกแบบ ติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย ตลอดจนการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ตามมาตรฐาน NFPA (National Fire Protection Association) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจะติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น บริเวณห้องอุปกรณ์ควบคุม ได้ติดตั้งระบบดับเพลิงคาร์บอนไดออกไซด์ หากเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นระบบจะทำงานอัตโนมัติ และเชื่อมเข้ากับระบบการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าทำให้หยุดการเดินเครื่องทันที (Unit trip) ซึ่งที่ผ่านมาได้เกิดเหตุการณ์ เช่น มีการไปสัมผัสกับวาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Switch) ทำให้ระบบดับเพลิงด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ทำงานฉีดไปยังพื้นที่ครอบคุมห้องอุปกรณ์ระบบควบคุมและส่งผลให้โรงไฟฟ้าหยุดการเดินเครื่องทันที สร้างความเสียหายให้กับทรัพย์สินและสูญเสียการผลิตจากเหตุการณ์ดังกล่าวได้นำมาพิจารณาถึงต้นตอของปัญหาแล้วสาเหตุมาจาก 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรกเกิดจาก สภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน เช่น การออกแบบ การติดตั้ง ตลอดจนเลือกใช้อุปกรณ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด และประเด็นที่สอง การกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน เช่น การตรวจสอบทดสอบ บำรุงรักษาไม่เพียงพอและเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ผู้ปฏิบัติงานที่ดูแลระบบป้องกันอัคคีภัยไม่มีทักษะความรู้ และความชำนาญ จึงทำให้ระบบไม่มีความพร้อมในการรองรับเหตุฉุกเฉิน จากปัญหาดังกล่าว การบริหารระบบป้องกันอัคคีภัย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อค้นหาหรือระบุอันตรายหรือความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงการกำหนดมาตรการควบคุม เพื่อลดความเสี่ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ กอปรกับโรงไฟฟ้าราชบุรีคุ้นเคยกับระบบการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ (Modren Safety Manangement: MSM) จึงได้นำแนวคิดดังกล่าวมาบูรณาการให้ใช้กับระบบป้องกันอัคคีภัย มีอยู่ 5 ขั้นตอน (IEDIM) คือ 1. Identify all of exposure loss ค้นหา/ชี้บ่งความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด 2.Evaluate ประเมินระบบ 3.Develop plan จัดทำแผนพัฒนา 4.Implement การนำไปปฏิบัติ และ 5. Monitoring การตรวจประเมิน

ด้วยความเป็นมาดังกล่าว จึงเป็นมูลเหตุจูงใจที่สำคัญต่อผู้วิจัยที่จะเพิ่มประสิทธิภาพระบบป้องกันอัคคีภัยให้มีความพร้อมในการตอบโต้สถานการณ์ฉุกเฉินตลอดเวลา ตลอดจนสร้างความเชื่อมั่นให้พนักงาน และประชาชนที่อาศัยอยู่รอบพื้นที่โรงไฟฟ้าเกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยที่มีอยู่เดิมของบริษัท ซึ่งประกอบด้วย 6 ระบบ เทียบกับมาตรฐาน NFPA ดังนี้

1.1 ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เทียบกับมาตรฐาน NFPA 20

1.2 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง เทียบกับมาตรฐาน NFPA 13

1.3 ระบบอินเนอร์เจน เทียบกับมาตรฐาน NFPA 2001

1.4 ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบกับมาตรฐาน NFPA 12

1.5 ระบบดับเพลิงด้วยโฟม เทียบกับมาตรฐาน NFPA 11

1.6 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เทียบกับมาตรฐาน NFPA 72

2. เพื่อเสนอข้อแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขระบบ ให้มีความสอดคล้องกับสภาพการทำงานและการใช้งาน และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจในการปรับปรุง แก้ไข

3. เพื่อช่วยพิจารณาปรับปรุง แก้ไขระบบที่มีอยู่เดิม ให้มีความพร้อมในการป้องกันอัคคีภัย

4. เพื่อกำหนดแผนงานและวิธีการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA

5. เพื่อเป็นคู่มือวิธีปฏิบัติระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่จะได้รับ

ภายหลังจากที่ได้ ปรับปรุง แก้ไข ระบบป้องกันอัคคีภัยตามมาตรฐานกำหนดและจัดทำคู่มือวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย พบว่า งานวิจัยนี้มีประโยชน์ที่จะได้รับดังต่อไปนี้

1. ผู้ปฏิบัติงาน ประชาชนที่อยู่รอบพื้นที่โรงไฟฟ้าเกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

2. เป็นคู่มือวิธีปฏิบัติเพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย ให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

3. ระบบป้องกันอัคคีภัยมีความพร้อมในการรองรับเหตุฉุกเฉินตลอดเวลา

4. จากการได้ดำเนินการแก้ไขสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานของระบบป้องกันอัคคีภัยทำให้เบี้ยประกันภัยลดลง

ขอบเขต

การประเมินระบบป้องกันอัคคีภัย ดำเนินการในพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม การประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1. ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดจากสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน โดยได้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญสถาบันวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เข้ามาตรวจประเมินระบบป้องกันอัคคีภัย 6 ระบบ ประกอบด้วย ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ระบบอินเนอร์เจน ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระบบดับเพลิงด้วยโฟม และระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ นำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน NFPA พร้อมให้ข้อแนะนำในการปรับปรุง แก้ไข ระบบให้มีความสอดคล้องกับสภาพการทำงาน ส่วนที่ 2. ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดจากการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐานโดยใช้แบบประเมิน องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบ และการบำรุงรักษาตามแผน มาทำการประเมินแล้วนำผลการตรวจประเมินมาวิเคราะห์ผลว่าปัจจุบันระบบป้องกันอัคคีภัยมีข้อบกพร่องที่ร้อยละไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และมีข้อบกพร่องในจุดใดมากน้อยแค่ไหน เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาหามาตรการป้องกันและปรับปรุงแก้ไข ต่อไปอย่างเป็นระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การวิจัยเรื่อง “การบริหารระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี” สามารถแบ่งแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้เป็น 2 กลุ่มหลักๆ ที่สำคัญดังนี้

1. ระบบบริหารความปลอดภัยสมัยใหม่ (Modern Safety Management : MSM)
2. ระบบป้องกันอัคคีภัย

ระบบบริหารความปลอดภัยสมัยใหม่ (Modern Safety Management)

งานความปลอดภัยกับโลกาภิวัตน์

ในโลกเราทุกวันนี้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทั้งทางด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมืองข้อมูล และข่าวสารสำหรับในทศวรรษนี้ และทศวรรษหน้าจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ 4 ประการ ได้แก่

1. เสรีประชาธิปไตย ประเทศทั่วโลกจะก้าวไปสู่ความเป็นเสรีประชาธิปไตยมากขึ้น อำนาจ และความคิดเห็นทั้งหลายจะมาจากประชาชน ซึ่งเป็นเสียงส่วนใหญ่

2 สิทธิมนุษยชน ประชาชนย่อมมีสิทธิอันพึงจะได้รับสิทธิในการเป็นคน มีสิทธิที่จะได้รับความปลอดภัย รวมทั้งความปลอดภัยจากการทำงานด้วย

3. สิ่งแวดล้อมทั่วโลกต่างตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม เพราะถือว่าสิ่งแวดล้อมเป็นสมบัติของโลก การก่อให้เกิดภาวะต่อสิ่งแวดล้อมที่ใด ย่อมกระเทือนต่อโลกใบนี้ด้วย ดังนั้น หากโรงงานใด หรืออุตสาหกรรมใดที่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะ ย่อมได้รับการตำหนิ และต่อต้านจากสมาชิกโลก

4. สารสนเทศ ในปัจจุบัน และในอนาคตเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร เมื่อมีเหตุการณ์หรือมีการพัฒนาและแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเกิดขึ้นย่อมจะแพร่กระจายข่าวสารอย่างรวดเร็วทั่วทุกมุมโลก สังคมจะเป็นสังคมเปิด เป็นยุคของโลกาภิวัตน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานความปลอดภัยเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องโดยตรงจากปัจจัย 4 ประการดังกล่าว ดังนั้นหากเราทราบถึงทิศทางความเป็นไปในปัจจุบัน และอนาคต จะทำให้สามารถปรับตัว เตรียมตัวและพัฒนาไปสู่แนวทางขอสังคมโลกโดยเฉพาะในเรื่องของความปลอดภัย

แนวคิด และปรัชญาการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่

ผลการศึกษาของจูราน และกรายน์ พบว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นกว่า 80% สามารถควบคุมได้โดยการบริหาร และ 20% สามารถควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ Dr.Demming ปรมาจารย์ QC ซึ่งกล่าวได้ว่า ปัญหาในบริษัท 85% สามารถแก้ไขโดยผู้บริหาร และ 15% สามารถแก้ไขได้โดยพนักงานจากผลการศึกษา และแนวความคิดดังกล่าว ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากต่อการบริหารงานความปลอดภัย ซึ่งมุ่งเน้นที่การบริหาร และการจัดการมากกว่าที่จะมุ่งเน้นไปที่ผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งสถาบันควบคุมความสูญเสียนานาชาติ (international loss control institute: ILCI) ได้ให้สัจพจน์ (axioms) ของงานความปลอดภัย และการควบคุมความสูญเสียดังนี้

- ความบกพร่องในระบบการจัดการเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุ และความสูญเสีย มิใช่เกิดจากความสะเพร่าของผู้ปฏิบัติงาน

- นอกเหนือจากอุบัติเหตุ และความสูญเสียแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพ และการผลิตอีกด้วย

- พฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์/ความบกพร่องของระบบการจัดการ สามารถแก้ไขและทำให้ถูกต้องได้อย่างเป็นระบบ

- การออกแบบ และระบบการประเมินผลที่ดีจะค้นหาหรือบ่งบอกอุบัติเหตุ/ยิ่งมีความเสี่ยงภัยมากเพียงใด องค์การยิ่งจะต้องมีการจัดการเป็นระบบมากยิ่งขึ้น(the more advance technology the more safety development)

- การควบคุมอุบัติเหตุควรผสมผสานกับการจัดการด้านอื่นๆ ไม่ควรแบ่งแยกโดยลำพัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- การควบคุมอุบัติเหตุ และความสูญเสียควรจะผสมผสานกับกิจกรรมด้านการจัดการอื่นๆ ไม่ควรที่จะแบ่งแยกโดยลำพัง

- การประเมินผลเชิงปริมาณของการจัดการดีกว่าใช้สถิติอุบัติเหตุแต่เพียงอย่างเดียว

- การควบคุมอุบัติเหตุเป็นหนทางหลักในการลดค่าใช้จ่าย

วิวัฒนาการของระบบการบริหารงานปลอดภัยสมัยใหม่

รูปแบบการบริหารงานความปลอดภัยแบบดั้งเดิม (traditional safety management) ได้พัฒนามาสู่การบริหารงานความปลอดภัยใหม่ (modern safety management) เนื่องจากมาจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ สิทธิมนุษยชน มาตรการทางกฎหมาย สิ่งแวดล้อม การพัฒนาทรัพยากร ชื่อเสียง การเพิ่มผลผลิต คุณภาพ ธุรกิจ ความปลอดภัย ความเป็นสากล โลกาภิวัตน์ ซึ่งก่อให้เกิดแนวคิดและปรัชญาการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ขึ้นมาเกิดโมเดลการค้นหาสาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสีย (Loss Causation Model) สามารถค้นหาสาเหตุต้นตอของอุบัติเหตุและความสูญเสีย รูปแบบการบริหารเพื่อลดความสูญเสีย มีเทคนิคการบริหารงานเน้นในความเป็นระบบ มาตรฐาน และระบบประเมินวัดผล

ระบบการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ (MSM)

เป็นพัฒนาการรูปแบบการบริหารงานความปลอดภัย และความสูญเสียอย่างเป็นระบบที่มีการกำหนดเป้าหมายอย่างชัดเจน มีมาตรฐาน และระบบประเมินวัดผลที่เชื่อถือได้ยอมรับเป็นสากล คุณลักษณะ 4 ประการของ MSM

1. แนวคิดการบริหารงาน (management concept)
2 ระบบข้อมูล (management information system)
3 มาตรฐานการปฏิบัติงาน (performance standard)
4. ระบบการประเมินวัดผล (measurement and evaluation system)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. แนวคิดการบริหารงาน (management concept) นำแนวคิด และปรัชญาการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่มาใช้ โดย

1.1 เน้นในเรื่องของระบบการบริหารงาน โดยเฉพาะบทบาทของผู้บริหารระดับสูง ซึ่งเป็นหัวใจของระบบนี้

1.2 ใช้ระบบการบริหารงานในการควบคุมอุบัติเหตุและความสูญเสียเป็นหลัก (อุบัติเหตุและความสูญเสียที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่ สามารถควบคุมได้โดยการจัดการ)

1.3 ระบบการจัดการที่ดี และระบบประเมินวัดผลที่เชื่อถือได้ สามารถค้นหาหรือบ่งบอกถึงโอกาส หรือสาเหตุของอุบัติเหตุ (สาเหตุต้นตอหรือรากเหง้าของปัญหา) และความสูญเสียได้เป็นอย่างดี

1.4 เน้นกลยุทธการป้องกัน (Input activities) โดยดำเนินกิจกรรมที่ส่งผลให้มีการป้องกันและควบคุมที่ดีอย่างเพียงพอ มากกว่าที่จะมุ่งเน้นที่การแก้ไข (output activities) โดยมองสถิติอุบัติเหตุแต่เพียงอย่างเดียว

1.5 ค้นหา และจัดลำดับความวิกฤตของปัญหา ความรุนแรง ว่าจะต้องดำเนินการในเรื่องใดก่อน

1.6 จัดความสัมพันธ์ของการจัดการด้านต่างๆ เพื่อส่งผลให้มีการป้องกันและควบคุมอุบัติเหตุ และความสูญเสียอย่างมีประสิทธิภาพ

1.7 การควบคุมความสูญเสีย (loss control) เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการรวม (total management) แต่ก็เป็นส่วนที่สำคัญ

2. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (management information system) จำเป็นอย่างยิ่งต่อการบริหารงาน และผู้บริหารที่จะใช้ข้อมูลเพื่อการวางแผน กำหนดนโยบาย และการตัดสินใจข้อมูลที่เก็บจะต้องเป็นข้อมูลที่สำคัญ และจำเป็นต่อการบริหาร และการปฏิบัติงานมีระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดเก็บที่ดีสามารถค้นหาได้ง่าย ป้องกันการสูญหาย และมีข้อมูลที่เพียงพอต่อการวิเคราะห์และการตัดสินใจตลอดจนการดำเนินงานด้านต่างๆ ได้

3. มาตรฐานการปฏิบัติงาน (performance standard) ระบบการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ ให้ความสำคัญต่อมาตรฐานการปฏิบัติงาน กิจกรรมหรืองานที่ปฏิบัติจะต้องมีขั้นตอนการปฏิบัติ กำหนดมาตรฐาน และควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน มีการพัฒนาระบบมาตรฐานให้สูงขึ้นจะเข้าสู่ระดับสากล และควบคู่ไปกับการพัฒนามาตรฐานสากลที่เปลี่ยนไป

4. ระบบการประเมินวัดผล (measurement and evaluation system) ระบบนี้มุ่งเน้นมาตรฐานที่สามารถวัดได้ ใช้เป็นดัชนีชี้วัดได้ ตรวจสอบ และประเมินผลได้ว่ากิจกรรม หรือโปรแกรมที่ปฏิบัติ ได้ผลตามมาตรฐานหรือต่ำกว่ามาตรฐาน และจะปฏิบัติให้ได้มาตรฐานอย่างไร โดยผู้ประเมินวัดผลที่เชี่ยวชาญภายนอกองค์กร และรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ การประเมินผลจะคิดเป็นคะแนนเปอร์เซ็นต์ และแปรผลเป็นรูปดาว สูงสุด 5 ระดับ

ความแตกต่างระหว่างการบริหารงานความปลอดภัยแบบดั้งเดิม (Traditional Safety Management : TSM) กับการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ (Modern Safety Management : MSM)

1. การบริหารงานความปลอดภัยแบบดั้งเดิม มองเห็นว่างานความปลอดภัยเป็นค่าใช้จ่าย (cost) แต่สมัยใหม่ถือว่าเป็นการลงทุน (investment) เพราะสามารถให้ผลตอบแทนต่อการลงทุนได้ ไม่ว่า จะเป็นการเพิ่มผลผลิต การลดความสูญเสียทำให้เพิ่มผลกำไร การปฏิบัติตามกฎหมาย และการคุ้มครองดูแลสุขภาพ และความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นคุณธรรมของการบริหารงาน

2. แบบดั้งเดิม มุ่งที่การแก้ไข (reaction) เมื่อเกิดอุบัติเหตุแล้วก็แก้ไขที่สาเหตุที่เกิดในขณะนั้น แบบสมัยใหม่ นอกจากควบคุมอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแล้ว ยังควบคุมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แต่ยังไม่ถึงกับเป็นอุบัติเหตุพลาดไป และยังพยากรณ์หรือคาดการณ์ว่าจะเกิดอุบัติเหตุได้ เพื่อหาทางป้องกัน (prevention)

3. แบบดั้งเดิม มุ่งความเสียหายจากการบาดเจ็บ และทรัพย์สินเสียหาย (accidental loss) แบบสมัยใหม่ มุ่งที่ความสูญเสียทั้งหลายแล้วรวมถึง ชื่อเสียง การส่งเข้าในขบวนการผลิต การบริการ การเสียโอกาส ความลับขององค์กร ฯลฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. แบบดั้งเดิม มุ่งเน้นวัดผลของโปรแกรมที่เกิดขึ้น (out put) วัดสถิติอุบัติเหตุเป็นสำคัญ แบบสมัยใหม่วัดสถิติอุบัติเหตุแต่เพียงอย่างเดียวยังไม่พอ ยังมุ่งเน้นวัดโปรแกรมหรือกิจกรรมที่ใส่เข้าไป (input) ว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ ครบถ้วน และเพียงพอหรือไม่ อาศัยเหตุผลที่ว่าเหตุดีผลย่อมดี

5. แบบดั้งเดิม หน้าที่ และความรับผิดชอบ ตกอยู่กับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยซึ่งโอกาสที่จะประสบความสำเร็จยาก เนื่องจากปัญหาความปลอดภัยไม่ได้เกิดจากสาเหตุเดียวแต่เกิดจากหลายๆสาเหตุ ต้องอาศัยความเกี่ยวพันกับการจัดการอื่นๆ ร่วมกันแก้ไขปัญหา และไม่มีอำนาจในการตัดสินใจ แบบสมัยใหม่ ถือเป็นหน้าที่ และความรับผิดชอบโดยตรงของการบริหารต้องใช้ระบบการบริหารในการแก้ไขปัญหาในการตัดสินใจ ผู้บริหารจึงต้องมีภาระหน้าที่ต่อความปลอดภัยขององค์กร และผู้ร่วมงานจะโอน หรือมอบหมายให้ผู้อื่นทำแทนไม่ได้ สำหรับบทบาทของทีมงานความปลอดภัย ได้แก่ การวิเคราะห์ความสูญเสีย ความคุ้มทุนของข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ผู้บริหารใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดนโยบาย และแผนให้ความเห็นเสนอต่อผู้บริหารในการวางแผนการแก้ไขปัญหา หรือการพัฒนา ช่วยผู้บริหารในการดำเนินงาน การวางโปรแกรม การจัดอบรม ประเมินวัดผลสถานภาพความปลอดภัย เพื่อให้ทราบสถานภาพปัจจุบันว่าอยู่ในระดับใด ผู้บริหารจะได้กำหนดทิศทางเป้าหมายอย่างชัดเจนว่าจะพัฒนาไปสู่ระดับใด

สาเหตุ และผลของความสูญเสีย (cause and effect of loss)

การบริหารงานแบบดั้งเดิมได้ยึดแนวทางทฤษฎีการเกิดอุบัติเหตุของ Heinrich ‘Domino’ ซึ่งมองสาเหตุที่แท้จริงของการเกิดอุบัติเหตุเกิดจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัยของคนร่วมกับสภาพแวดล้อม ที่ไม่ปลอดภัย และปัจจัยอื่นทำให้เกิดการบาดเจ็บในที่สุด ถ้าหากดึงปัจจัยการกระทำที่ไม่ปลอดภัยของคนออกแล้วจะไม่ส่งผลโดมิโนตัวถัดมาอุบัติเหตุก็จะไม่เกิดจึงต้องมุ่งเน้นแก้ไขที่คน ผลของแนวคิดนี้ทำให้ผู้จัดการเข้าใจว่าความสะเพร่า ความประมาทเลินเล่อ ความบกพร่องของคนงานทำให้เกิดอุบัติเหตุ จึงมุ่งแก้ไขที่ตัวคนงาน เมื่อพูดถึงความปลอดภัย ผู้จัดการก็จะพูดแต่เรื่องอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย กับความสะเพร่าของคนงาน จะเห็นทฤษฎีนี้มองเห็นว่าโดมิโนการกระทำที่ไม่ปลอดภัยสามารถแยกออกได้ ไม่โยงใยกับโดมิโนอื่นๆ การกระทำที่ไม่ปลอดภัยเป็นผลมาจากความบกพร่องของคน ความบกพร่องของคนมาจากภูมิหลังของบุคคลนั้น แนวทางปฏิบัติที่ผ่านมาจึงมุ่งเน้นที่การแก้ไขที่ตัวบุคคลซึ่งจะเห็นว่าการแก้ไขที่ตัวบุคคลเป็นเรื่องยาก เพราะการที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมของคน ซึ่งมีภูมิหลังนับตั้งแต่การปฏิสนธิ กรรมพันธุ์ การเลี้ยงดูในวัยเด็ก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ในครอบครัว การศึกษา ซึ่งสั่งสมมาเป็นเวลานาน การแก้ไขภายในระยะเวลาอันสั้น จึงเป็น เรื่องที่ยาก และประการสำคัญมีปัจจัยอื่นๆที่อาจเป็นปัจจัยหลัก ปัจจัยนำ หรือปัจจัยสนับสนุน ที่ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานผิดพลาดได้ เช่น

การบริหารงานที่ไม่เหมาะสม การออกแบบที่ไม่ถูกต้อง จากแนวคิด Heinrich Domino จึงส่งผลให้มีการสรุปรายงานการเกิดอุบัติเหตุที่มาจากการกระทำที่ไม่ปลอดภัย หรือHuman error เป็นส่วนใหญ่ ขาดการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริง และสาเหตุอื่นๆ ที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุนั้นๆ

ภาพที่ 1 ทฤษฎีเฮนริส โดมิโน (HIEINRICH'S DOMINOES THEORY)

Prof. Frank E. Bird ได้คิดค้นโมเดลเกี่ยวการค้นหาสาเหตุของอุบัติเหตุ และความสูญเสียขึ้นมา (loss causation model) ซึ่งมีรูปลักษณะคล้ายโดมิโนของ Heinrich เนื่องจากคนส่วนใหญ่คุ้นเคยกับ Heinrich Domino จึงประยุกต์ปรับปรุงให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น แต่โมเดลของBird มีลูกศรหลายอันหมายถึง ปัญหาทั้งหลายมาจากหลายสาเหตุ มิได้มาจากสาเหตุเดียว(multiple causes) Bird ใช้คำว่าการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (sub standard act) แทนคำว่า การกระทำที่ไม่ปลอดภัย (unsafe act) ใช้คำว่าสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (sub-standard condition) แทนคำว่าสภาพที่ไม่ปลอดภัย Bird ใช้คำที่เป็น ผลในทางปฏิบัติเพราะเมื่อถามถึงการกระทำ หรือสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน จึงทำให้มองเห็นว่ามาตรฐานที่ถูกต้องนั้นเป็นอย่างไร และจะต้องทำอย่างไร

Loss Causation Model อธิบายถึงผลหรือความสูญ (loss) (คน ทรัพย์สิน ขบวนการผลิต) เป็น ผลมาจากอุบัติเหตุการณ์ หรืออุบัติที่เกิดขึ้น (incident) ซึ่งเกิดจากสาเหตุขณะนั้น (immediate cause) ได้แก่ การกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (sub standard act)เช่น ปฏิบัติงานโดยไม่มีหน้าที่ ใช้เครื่องมือผิดประเภทหรือไม่ถูกวิธี สภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (sub-standard condition) เช่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไม่มีระบบสัญญาณเตือนภัย สภาพแวดล้อมในการทำงานไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งสาเหตุเหล่านี้เป็นเพียงอาการที่ปรากฏ (symptom) เท่านั้น ซึ่งแท้จริงแล้วเกิดจากสาเหตุพื้นฐาน หรือสาเหตุต้นตอ (basic-cause) ได้แก่ ปัจจัยบุคคล (personal factor) เช่น ผู้ปฏิบัติงานไม่มีความรู้ในเครื่องมือที่ทำ ขาดความชำนาญ ปัจจัยงาน (job factor) เช่น ไม่มีมาตรฐานการปฏิบัติงาน ไม่มีการบำรุงรักษา ไม่มีการตรวจสอบดูแล สาเหตุพื้นฐานเหล่านี้เกิดจากขาดการควบคุมที่ดี (lack of control) อันได้แก่ มีโปรแกรมอยู่แต่ไม่ได้มาตรฐาน หรือมีมาตรฐานแต่ไม่เพียงพอ (inadequate standard) หรือมีโปรแกรมที่มีมาตรฐาน แต่ไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานหรือปฏิบัติไม่ได้ตามมาตรฐาน (inadequate compliance) เช่น ไม่มีหลักสูตรอบรม ผู้ปฏิบัติ งานที่เสี่ยงอันตราย หรือมีหลักสูตรแต่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด เช่น จำนวนครั้งของการอบรม ประสิทธิภาพของการอบรม การประเมินผลการอบรมที่เชื่อถือได้ หรือมีหลักสูตรมีมาตรฐาน แต่ไม่ได้ปฏิบัติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หรือปฏิบัติยังไม่เพียงพอ

ภาพที่ 2 โมเดลการค้นหาสาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสีย (Loss Causation Model)

การบริหารงานควบคุมความสูญเสีย (loss control management)

Louis Allen กล่าวว่ายิ่งลดความสูญเสียมากเพียงใด ก็ยิ่งเพิ่มผลกำไรมากยิ่งขึ้น หากจะเปรียบเทียบกับโอ่งน้ำที่มีรูรั่วขนาดใหญ่ เมื่อเติมน้ำลงไปมากเพียงใด ก็มีน้ำรั่วออกมากเพียงนั้น หรือโรงงานจะมีขีดจำกัดสูงสุดของการผลิตตามความสามารถของเครื่องจักร ถ้าเราลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบยิ่งมาก ก็จะเพิ่มผลิตมากด้วย

ในระบบการบริหารงานรวม (total management) การบริหารควบคุมความสูญเสีย (loss control management) เป็นส่วนหนึ่งในระบบบริหารงานรวม แต่ก็เป็นส่วนที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานด้านอื่นๆ และการบริหารงานความปลอดภัยก็เป็นส่วนที่สำคัญของการควบคุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสูญเสียในการบริหารงานควบคุมความสูญเสีย เป็นแนวคิดใหม่โดยการนำเอาประสบการณ์และความชำนาญในการบริหารงานของนักบริหารระดับอาชีพมาใช้ในการควบคุมความปลอดภัยและความสูญเสีย ซึ่งคุณลักษณะของผู้บริหารมืออาชีพ มีอยู่ 4 ประการ ได้แก่

1. หน้าที่ของนักบริหาร (management function)
2. จุดมุ่งหมายของการบริหารควบคุมความสูญเสีย (loss control management goals)
3. กิจกรรมในการควบคุมการบริหารงาน (activities for managing control)
4. กฎ หรือ ความจริงพื้นฐาน 12 ประการ (12 principles of fundamental truth)

1. หน้าที่ของนักบริหาร (managing function) ได้แก่

การวางแผน (planning) ผู้บริหารต้องทราบว่าปัจจุบันอยู่ตรงไหน (where we are) หาทางเดินว่าจะทำอะไร (what to do) ตัดสินใจว่าจะไปทางไหน (where to go) และจะถึงที่นั่นได้อย่างไร (how to get)

การจัดองค์การ (organizing) ผู้บริหารจะต้องจัดระบบ และความสัมพันธ์ของงานภายในองค์การ เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิผล และประสิทธิภาพสูงสุด

ความเป็นผู้นำ (leading) สร้างบรรยากาศของการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ สร้างขวัญ และกำลังใจให้กับผู้ร่วมงาน ผู้บริหาร คือ ผู้ที่ทำให้งานบรรลุผลโดยผ่านผู้อื่น
การควบคุมดูแล (controlling) สิ่งที่สำคัญของการบริหารงาน จะต้องวัดผลได้ตรวจสอบผลการดำเนินงาน และติดตามผล

2. จุดมุ่งหมายของการบริหารควบคุมความสูญเสีย (loss control management goals)

นักบริหารมืออาชีพ จะต้องค้นหาความเสี่ยงภัย ความสูญเสีย หาวิถีทางในการจัดการกับความเสี่ยงภัย ความสูญเสียนั้นๆ ซึ่งมีวิธีการอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ค้นหาความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด (identify all of exposure loss) สิ่งสำคัญที่สุดที่จะสัมฤทธิ์ผลในจุดมุ่งหมายของการควบคุมความสูญเสีย คือ การค้นหา จำแนก และระบุความเสียหายทั้งหมดที่องค์กรประสบอยู่ หรือเสียหายอย่างใหญ่หลวง ซึ่งมีหลายวิธีในการค้นหาปัญหาดังกล่าว เช่น จากบัญชีรายการความเสี่ยงภัยทั้งหมด รายงานประจำปี ระบบการจัดซื้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนภูมิกระบวนการผลิต การพิจารณากิจกรรมต่างๆ ที่ปฏิบัติ หรือจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญอย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะใช้วิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งในการค้นสิ่งที่ก่อให้เกิดความเสียหายหรืออุบัติเหตุที่ร้ายแรงได้ โดยการใช้โปรแกรมควบคุมสุขภาพอนามัย ความปลอดภัย และความสูญเสียสมัยใหม่ ในการควบคุมความสูญเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการศึกษารายงานของ Journal Safety Research หน่วยงานของรัฐ เช่น สถาบันความปลอดภัย และอาชีวอนามัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NOISH) มหาวิทยาลัยเนบาสก้า มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด และประสบการณ์อันยาวนานของนักบริหารชั้นนำได้พบว่าหากมีการบริหาร และควบคุมที่ดี และปรับปรุงอยู่เสมอในโปรแกรมต่างๆ รวม 20 เรื่อง (112 กิจกรรม) แล้ว จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ไม่เพียงแต่ด้านความปลอดภัย และความสูญเสียเท่านั้น แต่ยังเพิ่มผลผลิตคุณภาพ และควบคุมค่าใช้จ่ายอีกด้วย ซึ่งในการดำเนินงานไม่จำเป็นต้องทำทั้งหมดในทันทีทันใด แต่ใช้เป็นแม่บทในการวางแผนเป้าหมายที่จะทำต่อไป

2.2 ประเมินความเสี่ยงในความสูญเสียที่เกิดขึ้น (evaluation) จะต้องประเมินความเสี่ยงในความสูญเสียให้ได้ว่า โปรแกรมหรืองานใดที่เสี่ยงที่สุด มากน้อย เพียงใด ซึ่งประเมินจากความรุนแรงที่เกิดขึ้น ส่งผลเสียอย่างมากต่อชีวิต ทรัพย์สิน การเงิน ขบวนการผลิต ความมั่นคง โอกาสความเป็นไปได้ของการเกิด และความถี่ของการเกิด

2.3 จัดทำแผนเพื่อพัฒนา (developing plan) ขึ้นอยู่กับลักษณะของแผนที่ใช้ตามความเหมาะสมมีอยู่ 4 วิธี ได้แก่

2.3.1 การหลีกเลี่ยง หรือสามารถกำจัดได้อย่างสมบูรณ์ไม่เกิดอันตราย (Terminate) เช่น ใช้สารเคมีไม่เป็นพิษ ใช้ขบวนการผลิตที่ไม่เกิดวัตถุมีพิษ

2.3.2 ป้องกันความสูญเสีย หรือลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นไม่ให้แผ่ขยายออกไป (treat) เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การป้องกันระงับอัคคีภัย

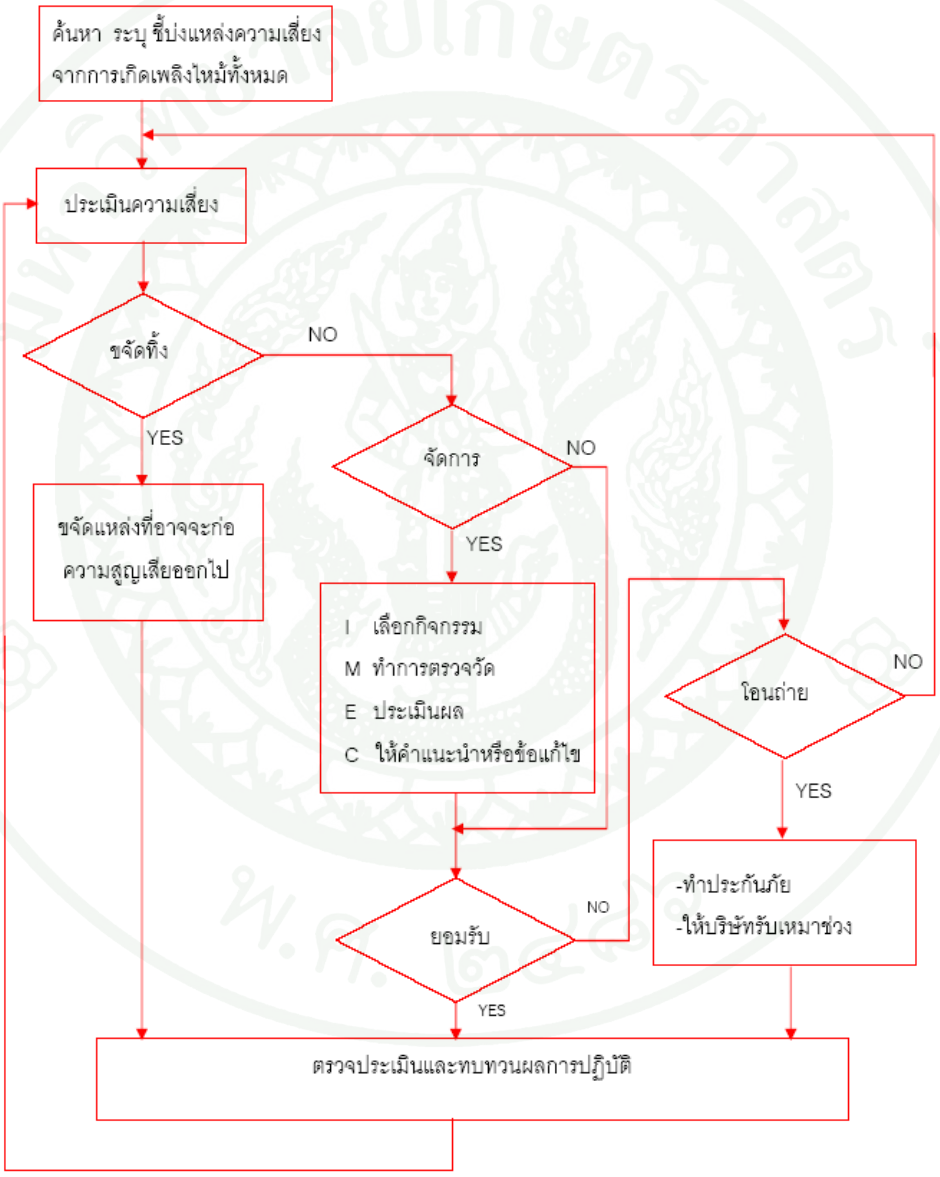
2.3.3 ยอมรับในความเสี่ยง (tolelate) เช่น การใช้เงินทุนหมุนเวียน เงินออมหรือเงินกู้ใช้จ่ายในความสูญเสียที่เกิดขึ้น

2.3.4 โอนความเสี่ยง หรือแบ่งเบาความสูญเสีย (transfer) เช่น การประกันภัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 นำแผนเข้าใช้งาน (implementation) ลงมือปฏิบัติตามแผนที่ได้วิเคราะห์ และกำหนดไว้

2.5 ติดตามอย่างต่อเนื่อง (monitioring) ติดตามความก้าวหน้าของแผนที่ปฏิบัติ มีข้อขัดแย้งตรงจุดใดจะได้แก้ไขทันที ไม่ให้แผนล่าช้า และมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3 กระบวนการบริหารควบคุมความสูญเสีย,แสดงเป้าหมายของการบริหารควบคุมความสูญเสีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิจกรรมในการควบคุมการบริหารงานความสูญเสีย (activities for managing control)

ในการควบคุมการบริหารงานความสูญเสีย ต้องใช้ 5 ขั้นตอน ในการพัฒนาโปรแกรม ดังนี้

1. ระบุกิจกรรมที่ทำ (identification of work)
2. จัดตั้งมาตรฐาน (standard)
3. ตรวจวัดการทำงาน (measurement)
4. ประเมินผล (evaluation)
5. ชมเชย และแก้ไข (commendation and correction)

1. ระบุกิจกรรมที่ทำ (identification of work) หลังจากที่ได้ค้นหา และบ่งบอกถึงอุบัติเหตุและความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นได้แล้วนั้นจึงกำหนดกิจกรรมหรือโปรแกรมที่จะควบคุม ซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยแล้วว่า มีอยู่ 20 โปรแกรม หรือองค์ประกอบ(element) ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน หากการดำเนินการครอบคลุมและเพียงพอใน 20 โปรแกรมแล้วจะควบคุมความสูญเสียได้มากที่สุด และช่วยเพิ่มคุณภาพ ผลผลิต และควบคุมค่าใช้จ่ายอีกด้วย โปรแกรมทั้ง 20 โปรแกรม ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ภาวะผู้นำและการบริหาร (Leadership and Administration) ผู้บริหารทุกระดับชั้นต้องมีความเป็นผู้นำในการจัดการทรัพยากร เพราะความสำเร็จขององค์กรในการบริหารการจัดการด้านความสูญเสียผู้บริหารเป็นผู้ควบคุมถึง 80% โดยต้องเป็นผู้กำหนดนโยบาย กำหนดกิจกรรมร่วมที่ประเมิน พูดย้ำในที่ประชุม ทำตนเป็นตัวอย่างติดตามการส่งเสริม แนะนำ แก้ไข ตักเตือน ผู้ใต้บังคับบัญชา

องค์ประกอบที่ 2 การอบรมภาวะผู้นำ (Management Training) ผู้บริหารเข้าใจในการจัดการควบคุมความสูญเสียและสามารถนำไปปฏิบัติการควบคุมติดตาม ความสูญเสีย บ่งชี้ความสูญเสียและประเมินความเสี่ยงแล้วหาทางป้องกัน

องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบตามแผนและการบำรุงรักษา (Planned Inspection) ให้มีการวางแผนการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ อาคาร และบริเวณการปฏิบัติงานของพนักงาน การวางมาตรฐานการตรวจสอบ เช่น ตรวจสอบอะไร, ความถี่ในการตรวจสอบ และตรวจสอบที่ไหน โดยใครเป็นผู้ตรวจสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องค์ประกอบที่ 4 การวิเคราะห์งานวิกฤตและขั้นตอนปฏิบัติ (Job / Task Analysis and Procedures) ผู้บริหารกำหนดนโยบาย การค้นหาความสูญเสีย และประเมินความเสี่ยง โดยจัดสารบัญงานอาชีพ วิเคราะห์งานวิกฤต ปรับปรุงกำหนดขั้นตอนของงานวิกฤตแล้วนำไปสอนงาน

องค์ประกอบที่ 5 การสอบสวนอุบัติเหตุ/อุบัติการณ์ (Accident / Incident Investigation) เมื่อเกิดเหตุการณ์ทั้งที่เป็นอุบัติเหตุ และเหตุการณ์เฉียดฉิว (Near miss) ผู้ปฏิบัติงานต้องแจ้งให้หัวหน้างานทราบทันทีและเป็นหน้าที่ของหัวหน้างานที่ต้องค้นหาต้นตอของสาเหตุเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอีก แล้วรายงานผลการค้นหาสาเหตุ หรือสอบเบื้องต้นให้ทราบโดยเร็ว

องค์ประกอบที่ 6 การสังเกตการทำงาน (Job / Task Observation) ระบบติดตามงานเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานทำตามขั้นตอนจากการวิเคราะห์งาน เพื่อค้นหาพฤติกรรมที่จะทำให้เกิดความสูญเสีย และให้ทราบว่าขั้นตอนที่ร่วมกันกำหนดมีประสิทธิภาพเหมาะสมหรือไม่ โดยสังเกตทุกขั้นตอน (Completed Observation) หรือการสังเกตเฉพาะบางส่วน (Partial Observation)

องค์ประกอบที่ 7 การเตรียมการเพื่อรับเหตุฉุกเฉิน (Emergency Preparedness) ผู้บริหารต้องจัดให้มีการฝึกความพร้อมในการปฏิบัติการในภาวะฉุกเฉิน โดยวางระบบการจัดมาตรการและบุคคล เพื่อป้องกันควบคุมเหตุฉุกเฉิน ตลอดจนจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับเหตุฉุกเฉินให้เพียงพอ

องค์ประกอบที่ 8 กฎและการอนุญาตเข้าทำงาน (Organization Rule) การออกกฎความปลอดภัยเพื่อเป็นกฎของการป้องกันความสูญเสีย หรือรับภาวะวิกฤต เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีเกณฑ์พื้นฐานของความเข้าใจร่วมกันของทุกคน โดยการชี้แจงนำไปปฏิบัติอย่างเคร่งครัด ถ้าฝ่าฝืนจะมีขั้นตอนการตักเตือนและลงโทษตามระเบียบปฏิบัติ หากปฏิบัติตามกฎอย่างเคร่งครัด ก็จะมีการชมเชยยกย่อง

องค์ประกอบที่ 9 การวิเคราะห์อุบัติเหตุ/อุบัติการณ์ (Accident / Incident Rule) นำผลของการค้นหาเบื้องต้น หรือสอบเบื้องต้นจากองค์ประกอบที่ 5 มาวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวโน้มของการเกิดเหตุการณ์ว่าเพิ่มขึ้น หรือลดลงอยู่ในเกณฑ์ตามวัตถุประสงค์ขององค์กรหรือไม่ สาเหตุของการเกิดจากเงื่อนไขอะไร เช่น การบริหารสิ่งแวดล้อม เครื่องมือ ขั้นตอน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องค์ประกอบที่ 10 การอบรมให้ความรู้และฝึกทักษะ (Employee Training) ผู้บังคับบัญชาจะต้องค้นหาความจำเป็นของผู้ปฏิบัติงานว่าแต่ละตำแหน่งจำเป็นจะต้องได้รับการอบรมอะไรบ้าง เพื่อให้เกิดประสิทธิผลของงานในการป้องกันควบคุมความสูญเสีย

องค์ประกอบที่ 11 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment) การใช้ PPE เป็นปราการด่านสุดท้ายที่จะคุ้มครองและช่วยเหลือตนเองหรือผู้อื่นให้ปลอดภัยจากสภาพหรือระดับอันตรายที่จะได้รับ ดังนั้น PPE จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพร้อมใช้งานและใช้ได้อย่างปลอดภัยตลอดเวลา

องค์ประกอบที่ 12 การควบคุมด้านสุขภาพและอนามัย (Health Control) หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของผู้บังคับบัญชาคือ การดูแลทรัพยากรบุคคลให้อยู่ในสภาพแวดล้อม และมีสุขภาพพร้อมที่จะปฏิบัติงานโดยเพื่อนร่วมงานและครอบครัวคลายกังวล โดยการทบทวนค้นหาอันตรายในสถานที่ทำงาน เฝ้าระวังเหตุปัจจัยที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อการดำรงอยู่อย่างปลอดภัยต่อตนเอง และเพื่อนร่วมงานตลอดจนการประเมินผลลัพธ์สุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเพื่อป้องกันรักษา

องค์ประกอบที่ 13 ระบบการประเมินผลของการจัดการควบคุมความสูญเสีย (Program Evaluation System) ระบบการประเมินเพื่อให้รู้ศักยภาพและสถานะภาพของหน่วยงาน ในการป้องกันและควบคุมความสูญเสีย ในการนำศักยภาพนั้นไปพัฒนาให้ดียิ่งๆ ขึ้นไป โดยใช้โปรแกรมมาตรฐาน International Safety Rating System (ISRS) สุ่มตัวอย่างเป็นตัววัดจากผู้ตรวจสอบที่เชื่อถือได้ (Accredited Safety Auditor)

องค์ประกอบที่ 14 การควบคุมทางวิศวกรรม (Engineering Controls) การควบคุมทางวิศวกรรมเป็นการป้องกันด่านแรกของการวางระบบการออกแบบกระบวนการผลิต/บริการ โดยคำนึงถึงการป้องกันความสูญเสียที่จะเกิดมิให้เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มแรกของงาน หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในทรัพยากรของกระบวนการเกิดขึ้น

องค์ประกอบที่ 15 การสื่อสารระหว่างบุคคล (Personal Communication) การสร้างความเข้าใจการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกันของหัวหน้างานกับผู้ปฏิบัติงานในสายงาน จำเป็นต้องได้รับการฝึกอบรมในการเขียนคู่มือประกอบการสอนงาน (เทคนิคการสอนงาน) และการดูแลการฝึก Coaching เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีแรงจูงใจในการใฝ่ที่จะมีความรู้ความชำนาญในงานเพิ่มขึ้น โดยให้เกิดความเป็นกันเอง แสดงให้ดูทีละขั้นตอนจนผู้ปฏิบัติงานทำได้อย่างไม่สงสัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องค์ประกอบที่ 16 การประชุมกลุ่ม (Group Meeting) ผู้บริหารและหัวหน้างานจำเป็นต้องเตรียมสาระ หัวข้อของการประชุมเรื่อง ความปลอดภัย การควบคุมป้องกันความสูญเสีย เพื่อชี้แจงให้กลุ่มผู้ปฏิบัติงานเกิดความเข้าใจมีส่วนร่วมคิดทำแล้วกำหนดบทบาทของตนเองและลูกทีมว่าจะต้องทำอะไรต่อไป การประชุมกลุ่มจึงจะสัมฤทธิ์ผล โดยจัดให้มีการประชุมระดับหัวหน้างานทุกสัปดาห์ ผู้บริหารร่วมด้วยเป็นครั้งคราว การประชุมผู้บริหารทุก 3 เดือน และผู้บริหารระดับสูงด้านความปลอดภัยสุขอนามัย การป้องกันความสูญเสีย

องค์ประกอบที่ 17 การส่งเสริมงานด้านความปลอดภัย เป็นการส่งเสริมงานด้านความปลอดภัย และการป้องกันควบคุมความสูญเสียในองค์ประกอบ ต่างๆ โดยการประชาสัมพันธ์ การส่งเสริมการรณรงค์ เป็นต้น กระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดพฤติกรรมที่ดี และจูงใจในการปฏิบัติงานทั้งที่ทำงาน และที่บ้านอย่างปลอดภัย

องค์ประกอบที่ 18 การจ้างงานและการบรรจุคนเข้าทำงาน (Hiring and Placement) การว่าจ้างบุคลากรที่มีความสามารถให้ตรงกับเจตคติและความต้องการขององค์กร จะเป็นแรงผลักดันให้เกิดความเจริญ ความก้าวหน้า หรือล้มเหลวจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์งานประจำตำแหน่งนั้นๆ ที่จะต้องรับผิดชอบก่อนแล้ว ระบบการจ้างงาน และระบบการเข้าบรรจุตำแหน่งงาน

องค์ประกอบที่ 19 การควบคุมการจัดซื้อ (Purchasing Controls) การควบคุมนโยบายและการดำเนินการจัดซื้อ และการบริการของผู้รับเหมาของหน่วยงานอย่างเป็นระบบ ที่เชื่อถือได้อย่างมีมาตรฐานจะเป็นการตัดสินใจด่านแรกที่จะป้องกันตัวสินค้า และบริการมิให้เกิดความสูญเสียความสูญเปล่าภายในหน่วยงาน โดยมีการระบุมาตรฐานความปลอดภัยของสินค้า/บริการ มีระบบควบคุมคุณภาพ การควบคุมปริมาณ และการค้นหาความสูญเสียแล้วประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นทั้งโดยตรงและอ้อม

องค์ประกอบที่ 20 ความปลอดภัยนอกงาน (Off the Job Safety) จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุของชีวิตประจำวันมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุนอกเวลาทำงานได้สูงมากถึง 75% จนทำให้มีผลต่อธุรกิจหลักขององค์กร การรณรงค์ความปลอดภัยนอกเวลาทำงานภายในบ้านเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจอันตรายหลักๆ นอกเวลาทำงานจึงมีความจำเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน หากมีการดำเนินการครอบคลุมและเพียงพอใน 20 โปรแกรมแล้ว ไม่เพียงแต่จะควบคุมความสูญเสียได้มากที่สุดแล้ว ยังช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิตและควบคุมค่าใช้จ่ายอีกด้วย

2. จัดตั้งมาตรฐาน (standard) การตรวจวัดต้องเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดไว้หากไม่มีมาตรฐาน หรือมีมาตรฐานที่ไม่เพียงพอ การตรวจวัดก็จะไม่มีความหมายเลย การประเมินผลการแก้ไข และชมเชยใดๆ ของการปฏิบัติงานก็จะไม่มีประโยชน์เช่นกัน ดังนั้นในการกำหนดมาตรฐานของโปรแกรมทั้งหมด ต้องมีลักษณะเฉพาะเจาะจง แจ้งชัดไม่คลุมเครือ และครอบคลุมงานหลักทั้งหมดของกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้ และมาตรฐานสามารถที่จะปรับปรุงพัฒนาให้สอดคล้องกับรูปแบบการปฏิบัติงานที่เปลี่ยนแปลงไป และพัฒนาเข้าสู่ระบบสากลมาตรฐานเป็นการทดสอบการปฏิบัติงาน ไม่เพียงแต่จะช่วยปรับปรุงการประเมินโปรแกรม และการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนในองค์กรแล้ว แต่ยังช่วยหัวหน้างานในการใช้เป็นแนวทางการประเมินและแก้ไขการปฏิบัติงานของตัวหัวหน้างานเองด้วย ขั้นตอนการจัดตั้งมาตรฐานเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องไปยังขั้นตอนของการตรวจวัด การประเมินผลการแก้ไข แนะนำ

3. ตรวจวัดการดำเนินงาน (measurement) “เราไม่สามารถที่จะบริหารงานใดๆ ได้ถ้าหากไม่สามารถตรวจวัดได้” หัวใจของการควบคุมการบริหารงาน คือ การตรวจวัดการดำเนินงานในเชิงปริมาณคุณภาพ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การตรวจวัดการควบคุมความปลอดภัย สุขภาพอนามัยและความสูญเสีย ในระบบนี้เป็นการตรวจวัดก่อนการเกิดอุบัติเหตุและความสูญเสียที่เกิดขึ้น เป็นการ ตอบคำถามที่ว่า เราจะทำงานอย่างไรให้สามารถควบคุมความปลอดภัย สุขภาพอนามัย และความสูญเสีย ซึ่งแตกต่างจากระบบเดิมที่ที่ตรวจวัดผลของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่น สถิติการเกิดอุบัติเหตุ (ความถี่และความรุนแรง) ซึ่งไม่เกิดประโยชน์อะไรในการควบคุมสูญเสียที่เกิดขึ้นมาแล้ว

4. ประเมินผล (evaluation) การประเมินผลการดำเนินงานเป็นการชี้ชัดว่าได้ดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่ และอยู่ในมาตรฐานระดับใด ซึ่งอาจจะประเมินในรูปของความถี่ คะแนนเปอร์เซ็นต์ การประเมินผลจะช่วยให้ทราบว่าการดำเนินงานใดที่เป็นไปตามมาตรฐานและที่ยังไม่ได้มาตรฐาน งานในที่ปฏิบัติได้ดีอยู่แล้ว และงานใดที่ยังต้องปรับปรุง งานใดที่ควรได้รับการยกย่องชมเชย และงานใดที่ต้องแก้ไข

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ชมเชยแนะนำ และแก้ไข (commendation correction) เมื่อการประเมินผลการดำเนินงานเป็นไปตามที่วัตถุประสงค์ที่กำหนด ก็ควรจะได้รับการตอบแทน หรือชมเชยอย่างเหมาะสมด้วย ผู้บริหารระดับสูงสุด ควรส่งเสริมพฤติกรรมในเชิงบวกตลอดจนสนับสนุนการปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมด้วยจุดประสงค์ในที่นี้ เพื่อค้นหา หรือระบุการปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐานและแก้ไข ก่อนที่จะเกิดอุบัติเหตุ และความสูญเสีย ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่

- การสื่อสารให้เข้าเป้าประสงค์ วัตถุประสงค์ และมาตรฐาน ให้มากขึ้นกว่าเดิม

- ให้การอบรมอย่างมีประสิทธิผล เพื่อให้เข้าถึงเป้าประสงค์ วัตถุประสงค์ และมาตรฐานมากขึ้น

- เพิ่ม และปรับปรุงการสื่อสาร และการตอบสนองกลับของผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องให้ผู้ปฏิบัติงานต้องคาดเดาเอาเองว่าจะไปในทิศทางใด

- ปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงาน และวิธีการทำงานที่จะช่วยให้ขจัดสิ่งที่ทำให้เกิดความเสียหาย สิ่งที่เป็นอันตราย และกิจกรรมที่สูญเปล่าประโยชน์

- ปรับปรุงในเรื่องการยอมรับความต้องการที่เป็นสารอย่างแท้จริง

- การลงโทษ ถือเป็นมาตรการสุดท้าย แต่ทำในหนทางของความบริสุทธิ์ใจไม่กลั่นแกล้ง

กฎ หรือความจริงพื้นฐาน 12 ประการ (12 the principles of fundamental truth)

สิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้บริหารในการบริหารงานควบคุมความสูญเสีย ก็คือการทราบกฎความจริงพื้นฐาน 12 ประการ ได้แก่

1. ต่อต้านการเปลี่ยนแปลง (the principles of reaction to change) เป็นธรรมดาที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น จะต้องมีปฏิกิริยาต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะมีทั้งเห็นด้วย และไม่เห็นด้วย การเปลี่ยนแปลงแต่เพียงเล็กน้อยจะได้รับการยอมรับง่ายกว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างมากและรวดเร็ว การแนะนำเพื่อการเปลี่ยนแปลงไม่ควรทำอย่างใหญ่โตเพียงครั้งเดียว ให้เหตุผล ทำความเข้าใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เน้นให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ ถ้าหากได้รับความร่วมมือจากผู้ร่วมงาน ให้มีส่วนร่วมในการวางแผน

2. ตัวปัญหาวิกฤต (the principles of critical / vital few) ผลที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ (80%) จะมาจากสาเหตุแต่เพียงเล็กน้อย (20%) เช่น อุบัติเหตุที่เกิดเพลิงไหม้โดยส่วนใหญ่มาจากสาเหตุการลัดวงจรของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นปัญหาวิกฤตผู้ปฏิบัติงานที่ก่อให้เกิดปัญหาการปฏิบัติงานมาจากผู้ปฏิบัติงานที่เป็นปัญหาวิกฤตจำนวนเล็กน้อย ถ้าค้นหาสิ่งที่เป็นปัญหาวิกฤต และแก้ไขแล้วจะลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็นส่วนใหญ่

3. สาเหตุต่างๆ (the principles of multiple causes) อุบัติเหตุและปัญหาทั้งหลายที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่แล้วจะมาจากสาเหตุ จึงจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุทั้งหลายที่ก่อให้เกิดปัญหา ไม่มองสาเหตุของปัญหาเพียงมุมใดมุมหนึ่งเท่านั้น หรือไม่ด่วนสรุปโดยง่าย

4. ต้นตอของสาเหตุที่แท้จริง (the principles of basic causes) การแก้ปัญหาจะต้อง แก้ที่สาเหตุต้นตอ หรือสาเหตุรากเหง้า อาการที่ปรากฏเป็นสิ่งที่แสดงออกถึงปัญหาที่มีอยู่ภายใน ไม่ควรรักษาแต่อาการที่ปรากฏเท่านั้น แต่ควรรักษาสาเหตุที่เป็นต้นตอของปัญหานั้น

5. ตั้งต้นจากน้อยไปหามาก (the principles of minimum commitment) การที่จะได้รับการยอมรับหรืออนุมัติโครงการแต่เพียงบางส่วน ย่อมง่ายกว่าที่จะได้รับการอนุมัติทั้งหมดจึงควรให้ความสนใจต่อการปฏิบัติงานอย่างมีลำดับทีละขั้นตอน การอนุมัติอาจจะได้รับที่ละขั้นตอน

6. ตอบสนองซึ่งกันและกัน (the principles of mutual interest) การจะปฏิบัติงานให้มีประสิทธิผล จำเป็นต้องได้รับการยอมรับ และตรงกับความต้องการซึ่งกันและกันทั้งสองฝ่าย

7. เติมแต่งผสมผสาน (the principles of system integration) ถ้ามีกิจกรรมที่ดีกว่า เข้ามาใหม่ในระบบที่มีอยู่ โอกาสที่จะได้รับการยอมรับ และประสบความสำเร็จจะมีมากด้วยการนำความคิดใหม่ๆ และกิจกรรมใหม่ๆ เข้ามาในระบบ โดยปกติแล้วจะเป็นการเพิ่มงาน หรือเป็นสิ่งที่เกินความจำเป็น ดังนั้นเมื่อมีการนำกิจกรรมใหม่ๆ เข้ามา จึงต้องพิจารณาแล้วว่าเป็นกิจกรรมที่ดีกว่าและสามารถเชื่อมโยงผสมผสานกับโปรแกรมหรือระบบที่มีอยู่ เช่น การนำเอาวิธีปฏิบัติที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปลอดภัยเชื่อมโยงกับขั้นตอนการปฏิบัติงาน และมาตรฐานการปฏิบัติงานที่มีอยู่ดีกว่าที่จะสร้างขั้นตอนการปฏิบัติงานขึ้นมาใหม่ ยกเลิกระบบเก่าที่มีอยู่ทั้งหมด

8. ต้องการมีส่วนร่วม (the principles of involvement) การมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องจะส่งเสริมให้มีขวัญ กำลังใจ และได้รับการสนับสนุนเพิ่มมากขึ้น หัวหน้างานควรสอบถามความเห็นข้อเสนอแนะ ข้อแนะนำจากผู้ร่วมงาน ส่งเสริมบรรยากาศของการให้ความร่วมมือ ความเป็นเจ้าของ. การสร้างทีมงานคิวซี ทีมแก้ปัญหา ฯลฯ

9. เติมเสริมพฤติกรรม (the principles of behavior reinforcement) ทัศนคติทางลบจะมีแนวโน้มสู่การถดถอย หรือหยุดนิ่ง ส่วนเจคติทางบวก จะก่อให้เกิดการสร้างสรรพัฒนากุญแจสู่ความสำเร็จของการสร้างขวัญกำลังใจ คือ การส่งเสริมพฤติกรรมที่มุ่งเน้นถึงความปลอดภัย คุณภาพและการผลิต ให้ความสำคัญต่อการให้รางวัล การชมเชย โดยไม่ชักช้าต่อการปฏิบัติงานที่ได้ผลตามเป้าประสงค์ ส่งเสริมให้มีการปฏิบัติงานด้วยความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เพื่อลดการปฏิบัติงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน หรือการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกวิธีตรงหน้างาน (the principles of point of action) การบริหารที่มีประสิทธิผลจะมุ่งเน้นไปที่จุดที่มีการปฏิบัติงาน ไม่ว่าจะเป็นโรงงาน ในห้องปฏิบัติการ การบริหาร หรือในภาคสนาม หัวหน้างานเป็นจุดสำคัญของการควบคุมความปลอดภัย คุณภาพ การผลิต และค่าใช้จ่ายต่างๆ ถ้าหากหัวหน้างานค้นหาปัญหาได้ไวก็จะสามารถควบคุมได้โดยเร็ว

10. ตัวผู้สนับสนุน (the principles of the key advocate) ในการโน้มน้าวให้มีการตัดสินใจจะง่ายขึ้น ถ้าหากอย่างน้อยที่สุดหนึ่งในคณะผู้ตัดสินใจเชื่อมั่นว่าโครงการหรือข้อเสนอนั้นดีเพียงพอ และจะเป็นผู้ที่ให้ความเห็นสนับสนุนได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ก่อนที่จะมีการนำเสนอในที่ประชุมเพื่อตัดสินใจ จึงควรพิจารณาผู้ที่มีส่วนที่จะสนับสนุนโครงการ โดยชี้แจงทำความเข้าใจให้ถ่องแท้กับผู้ที่จะสนับสนุนโครงการ เพื่อจะช่วยให้มีความเห็นสนับสนุนในการประชุมตัดสินใจ

11. ตามอย่างผู้นำ (the principles of leadership example) คนส่วนใหญ่แล้ว มักจะเรียนแบบหรือตามอย่างผู้นำ จะชื่นชมกับหัวหน้า หรือผู้นำของตนและปฏิบัติในสิ่งที่ผู้นำปฏิบัติทัศนคติและอำนาจเหมือนกับน้ำตกที่ไหลลงมาทุกระดับของการบริหาร และการกระทำของผู้นำ เป็นส่วนหนึ่งที่มีพลังที่สุดของแรงจูงใจในโลกหากจะเปรียบการบริหารงานมืออาชีพกับลายมือแล้วอาจเปรียบได้ว่า ข้อมือ เป็นส่วนที่รวมของเอ็นฝ่ามือ และนิ้วมือ ทำหน้าที่ในการสั่งงานที่นิ้ว และฝ่ามือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็น หน้าที่ของผู้บริหาร (managing function : POLC) ฝ่ามือเปรียบเสมือนกับการควบคุมความสูญเสีย ซึ่งเป็น จุดมุ่งหมายของการควบคุมการบริหารควบคุมความสูญเสีย (loss control management: IEDIM) มีนิ้วมือที่จะหยิบจับต้องชิ้นงาน ดำเนินกิจกรรมในการควบคุมการบริหารงานความสูญเสีย (activities for managing control : ISMEC) และส่วนประกอบของมือ จำเป็นต้องมีเลือดมาหล่อเลี้ยง เพื่อสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำงานใดๆจึงต้องทราบกฎ หรือความจริงพื้นฐาน 12 ประการ (12 (the principles of fundamental truth) จึงจะทำงานได้อย่างเข้าใจกฎเกณฑ์พื้นฐานนั้นๆ

ระบบประเมินวัดผล (measurement and evaluation system)

ในการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบการประเมินวัดผล เพื่อให้ทราบสถานภาพการควบคุมอุบัติเหตุ และความสูญเสีย ในที่นี้จะกล่าวถึงระบบ International safety rating system (ISRS) ระบบประเมินวัดผลนี้ สอดคล้องกับระบบงานการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่ โดยมาจากสถาบันเดียวกัน เราอาจจะบริหารงานควบคุมอุบัติเหตุ และความสูญเสียจากระบบประเมินวัดผลนี้ก็ได้ ซึ่งระบบนี้จะวางมาตรฐาน ไว้ไปปฏิบัติหากปฏิบัติตามระบบนี้แล้ว ก็จะเกิดระบบการบริหารงานขึ้นมาได้เช่นกัน ระบบนี้จะประเมินวัดผลโปรแกรม 20 องค์ประกอบ (elements) ซึ่งได้มีการศึกษาวิจัย และประสบการณ์อันยาวนานจากสถาบันการศึกษา องค์กรของรัฐ เอกชน และวงการอุตสาหกรรม รวบรวมโปรแกรมแล้วให้ 20 องค์ประกอบ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน หากองค์กรได้มีการดำเนินงานครบถ้วน และเพียงพอใน 20 องค์ประกอบแล้ว จะสามารถควบคุมอุบัติเหตุ และความสูญเสียได้มากที่สุด ใน 20 องค์ประกอบสามารถจัดเป็นกลุ่ม แยกตามประเภทของเหตุการณ์ของการควบคุมได้ ดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ตารางควบคุมการทำงาน

Precontact Control	Contact Control	Post Contact Control
-ภาวะผู้นำและการจัดการ -การฝึกอบรมผู้บริหาร -การตรวจสอบตามวาระ -การวิเคราะห์งาน/จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน -การสังเกตการณ์การปฏิบัติงาน -กฎความปลอดภัยของหน่วยงาน -การควบคุมด้านสุขภาพ -ระบบการประเมินผลโครงการ -การควบคุมทางวิศวกรรม -การสื่อสารรายบุคคล -การประชุมกลุ่ม -การประชาสัมพันธ์ -การจ้างและการบรรจุผู้ปฏิบัติงาน -การควบคุมการจัดซื้อ -ความปลอดภัยนอกเวลางาน	- อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	-การสอบสวนอุบัติเหตุ -การเตรียมการเพื่อรับเหตุฉุกเฉิน -การวิเคราะห์อุบัติเหตุและอุบัติการณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบป้องกันอัคคีภัย

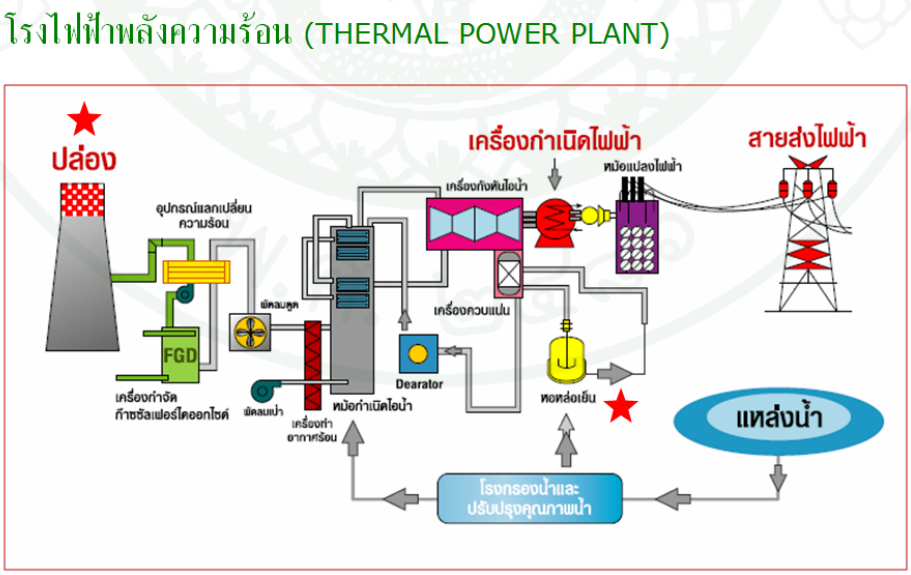
โรงไฟฟ้าราชบุรี ตั้งอยู่บนพื้นที่เขตติดต่อ 3 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอดำเนินสะดวก และอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ห่างจากกรุงเทพฯ ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 80 กม. ปัจจุบันมีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้ารวม 3,645 เมกะวัตต์ ประกอบด้วย โรงไฟฟ้า 2 ประเภท คือ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ภาพที่ 4 พื้นที่โรงไฟฟ้าราชบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนขนาดกำลังการผลิตเครื่องละ 735 เมกะวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง รวมกำลังการผลิต 1,470 เมกะวัตต์ ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงหลัก และใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงสำรอง

ภาพที่ 5 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน



ภาพที่ 6 ลักษณะการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

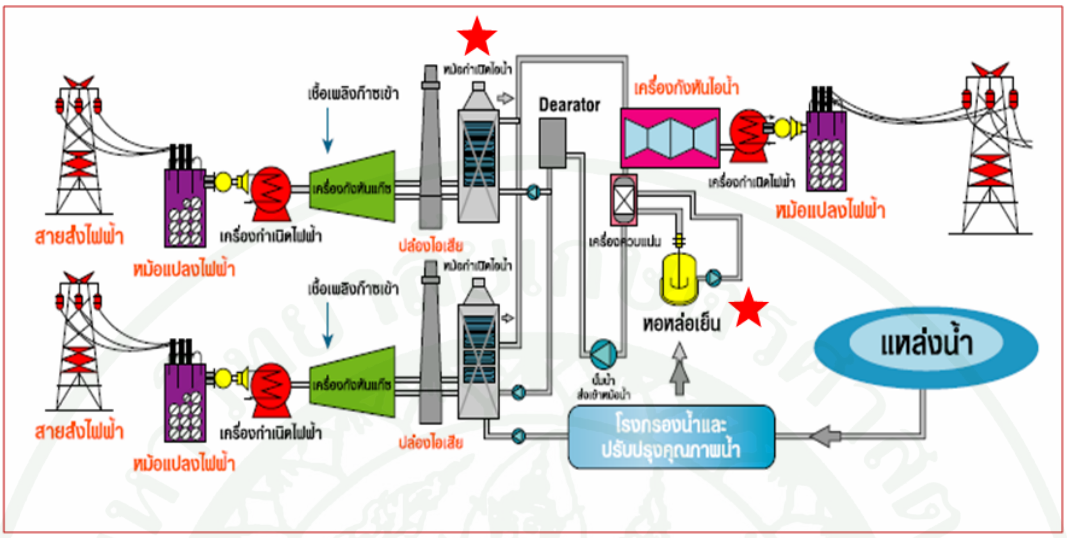
ใช้เชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติและน้ำมันเตา มาต้มน้ำให้เป็นไอความดันสูงไปขับดันกังหันให้หมุนเป็นพลังงานกล และต่อเพลาเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งมีแรงดันและความถี่ตามที่กำหนดไว้

ภาพที่ 7 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ขนาดกำลังการผลิตเครื่องละ 725 เมกะวัตต์ จำนวน 3 ชุด รวมกำลังการผลิต 2,175 เมกะวัตต์ ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงหลัก และใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสำรอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (COMBINED CYCLE POWER PLANT)



ภาพที่ 8 ลักษณะการการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลักษณะการทำงาน

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เป็นการนำเอาเทคโนโลยีของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและโรงไฟฟ้าพลัง ไอน้ำมาใช้งานเป็นระบบร่วมกัน โดยการนำไอเสียจากโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ซึ่งมีความร้อนสูงประมาณ 500 องศาเซลเซียส ไปผ่านหม้อน้ำ (Heat recovery steam generator) และถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำทำให้น้ำ เดือดกลายเป็นไอเพื่อขับกังหันไอน้ำสำหรับผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อไป โดยทั่วไปโรงไฟฟ้าพลังความร้อน จะประกอบไปด้วยกังหันก๊าซ 2 เครื่องร่วมกับกังหันไอน้ำ 1 เครื่อง

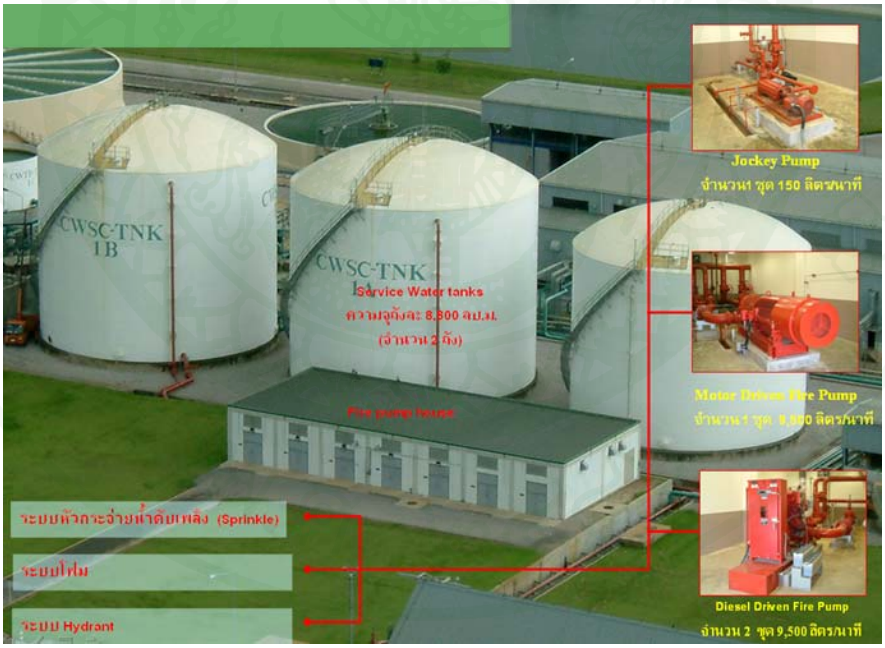
ระบบป้องกันอัคคีภัย ของโรงไฟฟ้าราชบุรี

ประกอบด้วย 6 ระบบ ดังนี้

1. ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง มีจำนวน 2 ชุด เพื่อสูบน้ำไปใช้งานระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ระบบโฟม และระบบหัวจ่ายน้ำดับเพลิง เพื่อใช้งานในพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

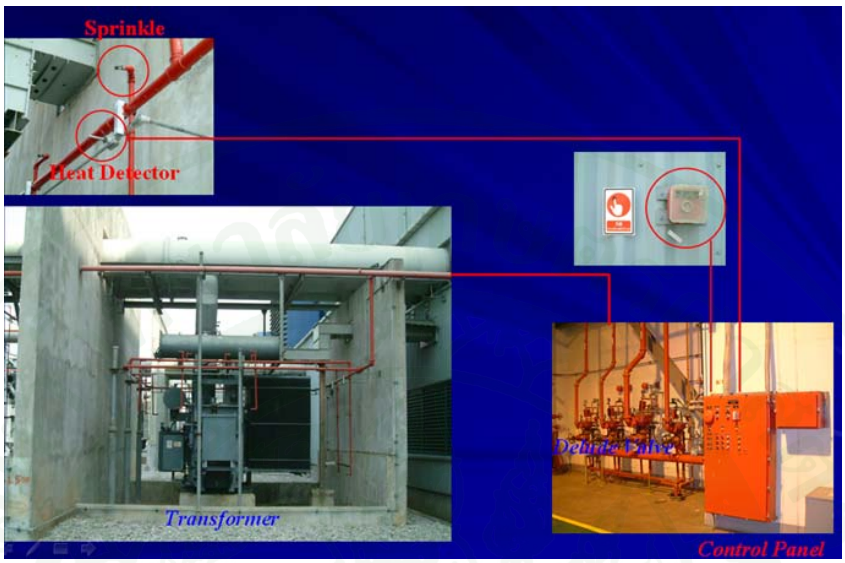
ภาพที่ 9 ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม



ภาพที่ 10 ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

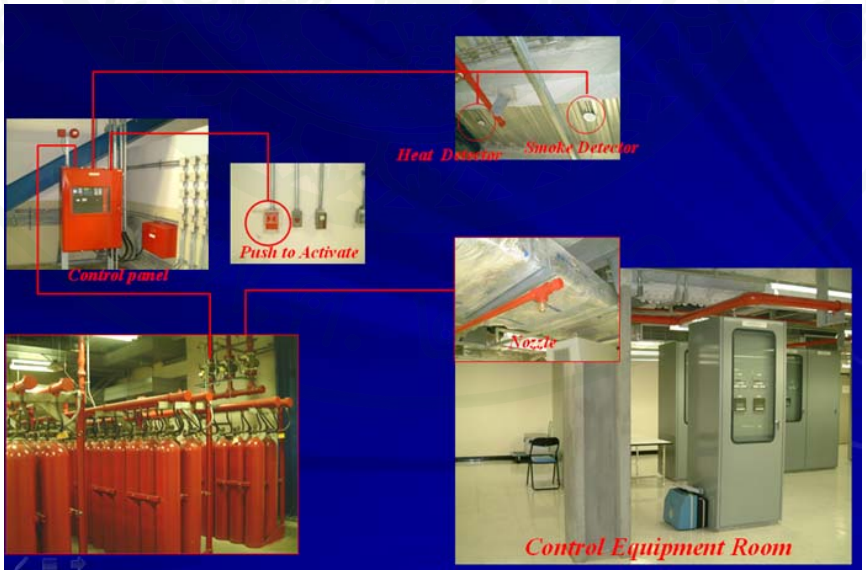
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ใช้ป้องกันและควบคุมพื้นที่ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า พื้นที่อาคารเครื่องสูบน้ำ



ภาพที่ 11 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงใช้ป้องกันหม้อแปลงพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

3. ระบบอินเนอร์เจน ใช้ป้องกันและควบคุมพื้นที่ภายในห้อง Control Equipment room



ภาพที่ 12 ระบบอินเนอร์เจน ใช้ป้องกันควบคุมพื้นที่ห้อง Control Equipment พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีทั้งหมด 2 ชุดใช้ป้องกันและควบคุมพื้นที่อุปกรณ์ระบบควบคุมอาคาร Control room Block 1&2 และ Block 3

ภาพที่ 13 ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

5. ระบบดับเพลิงด้วยโฟม พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมใช้ป้องกันและควบคุมถังเก็บน้ำมันดีเซลซึ่งมีความจุ 17.3 ล้านลิตรต่อถังมีทั้งหมด 4 ถัง และพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 14 ระบบดับเพลิงด้วยโฟม พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

6. ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

เป็นระบบที่ใช้ร่วมกับระบบดับเพลิงอัตโนมัติทุกระบบ ประกอบด้วย แผงควบคุม (Fire Alarm Control Panel) แผงควบคุมระยะไกล (Remote Graphic Annunciator Panel) โมดูลและอุปกรณ์ต่อพ่วง อุปกรณ์แจ้งเตือน อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

7.1 ขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

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

ตารางที่ 2 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)

7.2 ขนาดท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ขนาดท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะมีขนาดไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ตารางแสดงขนาดท่อ และอุปกรณ์ท่อสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขนาดต่าง ๆ

ขนาดของเครื่องสูบน้ำลิตรต่อนาที	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

7.3 เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอน

7.3.1 แบบและการใช้งาน

เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนนอนในที่นี้หมายถึงเครื่องสูบน้ำหอยโข่งชนิดสปลิทเคส (SPLITCASE) หรือ เอนด์ ซัคชั่น (END SUCTION) หรือแบบ อินไลน์ (IN - LINE) ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- เครื่องสูบน้ำแบบใบพัดเดียวชนิดอินไลน์ แกนตั้ง CLOSE COUPLED VERTICLE IN-LINE จะมีขนาดการสูบน้ำไม่เกิน 2,839 ลิตรต่อนาที (750 แกลลอนต่อนาที)

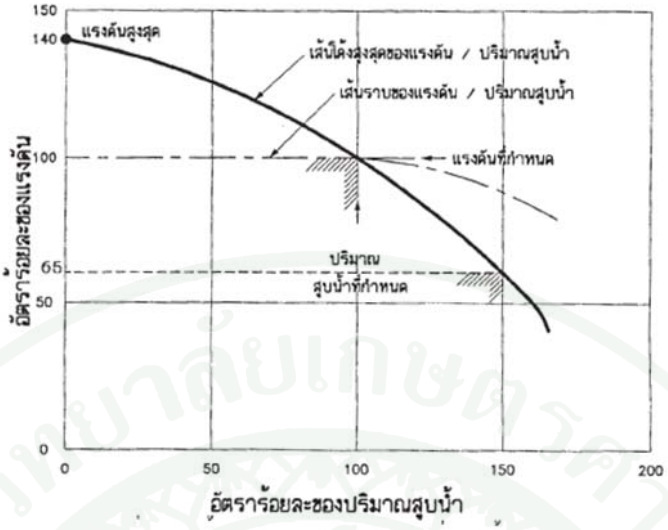
- เครื่องสูบน้ำแบบใบพัดเดียวชนิดเอนด์ ซัคชั่น จะมีขนาดการสูบน้ำไม่เกิน 1,892 ลิตร ต่อนาที (500 แกลลอนต่อนาที)

- เครื่องสูบน้ำดับเพลิงหอยโข่งแกนนอนจะต้องไม่ใช้สูบน้ำจากแหล่งน้ำหรือ ถังเก็บน้ำที่มีระดับน้ำปกติต่ำกว่าตัวเครื่องสูบน้ำฯ

7.3.2 คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำจะต้องสามารถสูบน้ำได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 150 ของปริมาณสูบน้ำที่กำหนด โดยที่มีแรงดันทางด้านส่งไม่ต่ำกว่าร้อยละ 65 ของแรงดันที่กำหนด, แรงดันน้ำเมื่อปิดวาล์วทางด้านส่งสนิทจะต้องมีแรงดันไม่เกินร้อยละ 140 ของแรงดันที่กำหนดตามภาพที่ 15 เครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้จะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำที่มีคุณภาพดี สร้างและประกอบจากวัสดุที่มีคุณภาพสูงมีความคงทนได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการทางด้านวิศวกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 เส้นกราฟแสดงคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

สำหรับใช้เป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิง,จะต้องผ่านการทดสอบแรงดันน้ำจากโรงงานผู้ผลิตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที แรงดันทดสอบจะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของผลรวมของแรงดันสูงสุดด้านส่งกับแรงดันด้านดูดแต่จะต้องไม่เกิน 1,723 กิโลปาสกาล (250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

7.3.3 อุปกรณ์ประกอบร่วม

เครื่องสูบน้ำควรจะมีอุปกรณ์ประกอบร่วมดังต่อไปนี้ คือ

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

7.3.3.2 วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ (Circulation Relief Valve) เพื่อป้องกันเครื่องสูบน้ำร้อน เมื่อวาล์วทางด้านส่งปิด

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.3.3.4 เกจ์วัดความดันทางด้านดูด เป็นเกจ์ที่อ่านค่าสุญญากาศได้ด้วย มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 90 มิลลิเมตร (31/2 นิ้ว) พร้อมกับเกจ์วาลว์ขนาด 6.25 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว)

7.3.3.5 ข้อต่อลดชนิดด้านบนราบ สำหรับท่อทางดูดหน้าเครื่องสูบน้ำ

7.3.3.6 วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ (Relief Valve) เพื่อป้องกันแรงดันน้ำในระบบสูงเกินไปสำหรับเครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องขับเคลื่อนที่มีรอบเปลี่ยนแปรได้ เช่นเครื่องยนต์ดีเซล

7.3.3.7 หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิงและวาล์วติดตั้งภายนอกห้องเครื่องสูบน้ำ เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการสูบน้ำและส่งน้ำ

7.3.3.8 มาตรวัดปริมาณการไหลของน้ำ

7.3.4. ฐานเครื่องสูบน้ำและการติดตั้ง

7.3.4.1 เครื่องสูบน้ำและชุดขับเคลื่อน จะต้องติดตั้งบนแท่นเครื่องที่ทำเป็นชุดเดียวกัน โดยต่อผ่านชุดขับเคลื่อนชนิด Flexible Coupling เพื่อทำให้เพลาของเครื่องสูบน้ำได้ศูนย์ 3.4.2 แท่นเครื่องสูบน้ำและชุดขับจะต้องยึดติดอย่างถาวรกับฐานคอนกรีต

7.4 เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนตั้ง

7.4.1 แบบและการใช้งาน

เครื่องสูบน้ำแบบนี้จะใช้ในกรณีที่ แหล่งน้ำอยู่ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ โดยที่แหล่งน้ำอาจจะอยู่ในรูปของถังเก็บน้ำ, สระน้ำ, แม่น้ำ หรืออื่น ๆ เป็นต้น เครื่องสูบน้ำจะมีใบพัดและเรือนใบพัดซึ่งมีลักษณะเป็นท่อยาวจุ่มอยู่ในน้ำโดยมีเครื่องขับเคลื่อนอยู่บนแท่นเหนือน้ำ เรือนใบพัดจะทำหน้าที่รองรับใบพัดเพลาและแบริ่งไปในตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.4.2 คุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำจะต้องสูบน้ำได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 150 ของปริมาณสูบน้ำที่กำหนด โดยที่มีแรงดันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 65 ของแรงดันที่กำหนด แรงดันน้ำเมื่อปิดวาล์วทางด้านส่งจะต้องมีแรงดันไม่เกินร้อยละ 140 ของแรงดันที่กำหนดเครื่องสูบน้ำแบบนี้จะต้องสูบน้ำที่ระดับไม่ลึกกว่า 61 เมตร จากระดับพื้นดิน เมื่อสูบน้ำที่ร้อยละ150 ของปริมาณสูบน้ำที่กำหนด เมื่อติดตั้งเครื่องสูบน้ำจะต้องให้แน่ใจว่าน้ำที่ผ่านเข้ามายังบริเวณหัวดูดของเครื่องสูบน้ำสะอาดพอที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับเครื่องสูบน้ำ ระดับน้ำต่ำสุดที่ใช้ในการพิจารณาหมายถึง ระดับน้ำที่ท่วมใบพัดใบที่ 2 จากด้านล่างชุดประกอบเรือนใบพัดของเครื่องสูบน้ำเครื่องสูบน้ำที่เลือกใช้ จะต้องเป็นเครื่องสูบน้ำที่มีคุณภาพดี และประกอบจากวัสดุ มีคุณภาพสูง มีความคงทน ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการทางด้านวิศวกรรมสำหรับใช้เป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่า ของแรงดันใช้งานที่กำหนด

7.4.3 อุปกรณ์ประกอบร่วม

เครื่องสูบน้ำควรจะมีอุปกรณ์ประกอบร่วมดังต่อไปนี้ คือ

- ท่อสำหรับที่ไล่ลมอัตโนมัติขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 40 มิลลิเมตร (11/2 นิ้ว) เพื่อไล่ลมออกจากเรือนเครื่องสูบน้ำ เมื่อเริ่มเดินเครื่องสูบน้ำและเพื่อให้ลมเข้าไปในเรือนเครื่องสูบน้ำเพื่อลดสูญญากาศเมื่อหยุดเครื่องสูบน้ำ

- ที่วัดและแสดงระดับน้ำ

- เกจ์วัดความดันทางด้านส่ง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร (31/2 นิ้ว) พร้อมกับเกจ์วาลว์ขนาด 6.25 มิลลิเมตร(นิ้ว) หน้าปัทม์สามารถอ่านค่าแรงดันได้ ไม่น้อยกว่า2 เท่า ของแรงดันที่กำหนดของเครื่องสูบน้ำหรือไม่น้อยกว่า 1,379 กิโลปาสกาล(200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

- วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ (Relief Valve) เพื่อป้องกันแรงดันน้ำในระดับสูงเกินไปสำหรับเครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องขับเคลื่อนที่มีรอบเปลี่ยนแปรได้ เช่น เครื่องยนต์ดีเซล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิง และวาล์วติดตั้งภายนอกห้องเครื่องสูบน้ำเพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการสูบน้ำ

- มาตรวัดปริมาณการไหลของน้ำ

7..4.4 ฐานเครื่องสูบน้ำและการติดตั้ง

โดยทั่วไปเรือนเครื่องสูบน้ำ ควรจะทำจากเหล็กหล่อมีใบพัดทำด้วยทองเหลือง หรือเหล็กหล่อและเพลาทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม มีปลอกเพลาทำด้วยทองเหลือง

- ฐานของเครื่องสูบน้ำแกนตั้งจะต้องยึดติดอย่างถาวรด้วย Anchor Bolt กับฐานคอนกรีต

- ด้านบนของแท่นรองรับจะต้องได้รับการปรับระดับอย่างดี เพื่อทำให้เพลาของเครื่องสูบน้ำได้ศูนย์

- ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเหนือบ่อน้ำเปิด ให้ใช้เหล็ก รองรับ และถ้าเครื่องสูบน้ำต่อกับชุดขับผ่านเฟืองเปลี่ยนทิศ ชุดขับจะต้องติดตั้งขนานกับคานรองรับดังกล่าว

7.4.5 ชุดขับเคลื่อน

7.4.5.1 เครื่องสูบน้ำที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อน จะต้องเป็นมอเตอร์ชนิดขับเคลื่อนโดยตรงในแนวดิ่งกับเพลาเครื่องสูบน้ำ

7.4.5.2 เครื่องสูบน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขับเคลื่อน จะต้องผ่านชุดเกียร์เปลี่ยนทิศต่อผ่านข้อต่อชนิดยูนิเวอร์แซล จอยน์ (Universal Joint)

7.5 ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

(2) ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์

7.5.1 ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าที่จ่ายจากแหล่งไฟฟ้าที่แยกเป็นพิเศษจากวงจรไฟฟ้าอื่น ๆ ถ้าเป็นไปได้ควรจะจ่ายโดยตรงมาจากหม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดของสายไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องมีขนาดที่ถูกต้องตามหลักวิชาการโดยที่อุปกรณ์สวิทช์ ตัดตอนต่าง ๆ จะต้องมีค่า Interrupting Capacity ที่สูงพอเหมาะกับขนาดของมอเตอร์ที่นำมาใช้ ชุดสตาร์ทเตอร์จะต้องมีค่าแรงบิดสตาร์ทที่พอเพียงและจะต้องเป็นชนิดที่ไม่มีโอเวอร์โหลด ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าและแนวการเดินสายไฟฟ้าเพื่อจ่ายกำลังให้กับมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องอยู่ในส่วนที่ปลอดภัยจากเพลิงไหม้

7.5.2 ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์

สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ ควรจะเลือกใช้เครื่องยนต์ที่มีคุณภาพดี,หาอะไหล่ได้ง่าย, มีความเชื่อถือได้ในระบบควบคุม,ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง, การติดตั้ง, การสตาร์ทติดเครื่อง และระยะเวลาการทำงาน, เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่พิสูจน์ได้ว่าเหมาะสม สำหรับเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง มากกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบอื่น ๆระบบระบายความร้อนของเครื่องยนต์อาจจะเป็นแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

7.5.2.1 ระบบปิด, หล่อเย็นด้วยน้ำโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger Cooled)

7.5.2.2 ระบบปิด, หล่อเย็นด้วยน้ำโดยใช้รังผึ้งระบายความร้อนด้วยพัดลมจากเครื่องยนต์ (Radiator- Cooled)มาตรวัดและควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

(1) เครื่องควบคุมความเร็วรอบ (Governor)

(2) อุปกรณ์หยุดเครื่องเมื่อความเร็วสูงเกินไป (Overspeed Shutdown Device)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(3) เครื่องวัดรอบ (Tachometer)

(4) เกจ์วัดแรงดันน้ำมันเครื่อง (Oil Pressure Gauge)

(5) เกจ์วัดอุณหภูมิเครื่อง (Temperature gauge)

(6) แผงติดตั้งมาตรวัด (Instrument Panel)

(7) ชุดขั้วต่อสายกับแผงควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

(8) ชุดสตาร์ทเครื่องยนต์ฉุกเฉินถังน้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ควรติดตั้งเหนือพื้นดินโดยไม่ควรฝังดิน ถังน้ำมันจะต้องมีความจุสำรองเชื้อเพลิงใช้เดินเครื่องยนต์ขับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงได้ไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงด้วย

7.6 เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน (Jockey Pump)

เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน (Jockey Pump) ซึ่งเป็นเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กติดตั้งเพื่อสูบน้ำทดแทนส่วนที่รั่วหรือส่วนที่ใช้ในการทดสอบเครื่องสูบรักษาความดันนี้ จะทำงานโดยอัตโนมัติโดยใช้สวิทซ์ที่ทำงานโดยอาศัยแรงดัน (Pressure Switch) เช่นเดียวกับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

7.7 ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

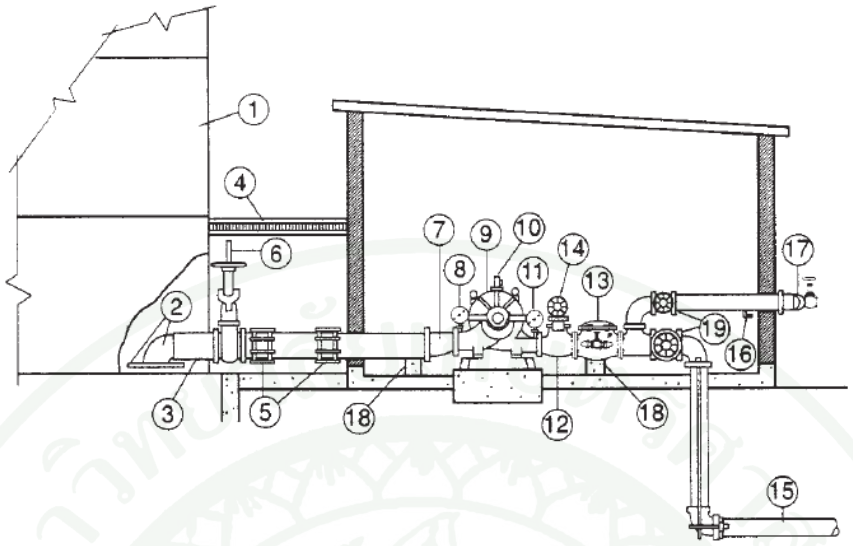
7.7.1 ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงให้อยู่ที่ระดับพื้นชั้นล่างหรือระดับที่ได้รับการป้องกันจากน้ำท่วมและมีการระบายอากาศได้ดี พนักงานดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้สะดวกไม่ซับซ้อน

7.7.2 ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงภายในอาคารจะต้องทนไฟ 2 ชั่วโมง ยกเว้นถ้าติดตัวระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง การทนไฟสามารถลดเหลือ 1 ชั่วโมง

7.7.3 ต้องติดตั้งไฟส่องสว่างฉุกเฉินสามารถจ่ายไฟได้ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง ห้ามใช้แบตเตอรี่ของเครื่องยนต์ที่ขับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจ่ายให้อุปกรณ์ไฟส่องสว่างฉุกเฉิน (Emergeney Lights)

7.8 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่ งแกนนอนชนิดติดตั้งอยู่กับที่

อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำดับเพลิงหอยโข่ง ประกอบด้วย

1) ถังน้ำดับเพลิง

2) หัวดูดพร้อมแผ่นกันน้ำวน (Vortex Plate) ขนาดไม่น้อยกว่า 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อดูดมีระยะจากก้นถังถึงหัวดูดไม่ต่ำกว่า 1/2 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางท่อดูดแต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร(6 นิ้ว)

3) ท่อดูด

4) (ไม่ใช้)

5) ท่อต่ออ่อนในกรณีที่มีแรงเค้นภายในท่ออันเนื่องมาจากการทรุดตัว (Settlement)

6) ประตูน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด

7) ข้อต่อลดแบบด้านบนราบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8) เกจ์วัดความดันทางด้านดูด

9) เครื่องสูบน้ำดับเพลิง

10) วาล์วระบายอากาศอัตโนมัติ

11) เกจ์วัดความดันทางด้านส่ง

12) ข้อต่อแบบทีลด

13) เช็ควาล์ว

14) วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ

15) ท่อส่งน้ำดับเพลิง

16) (ไม่ใช้)

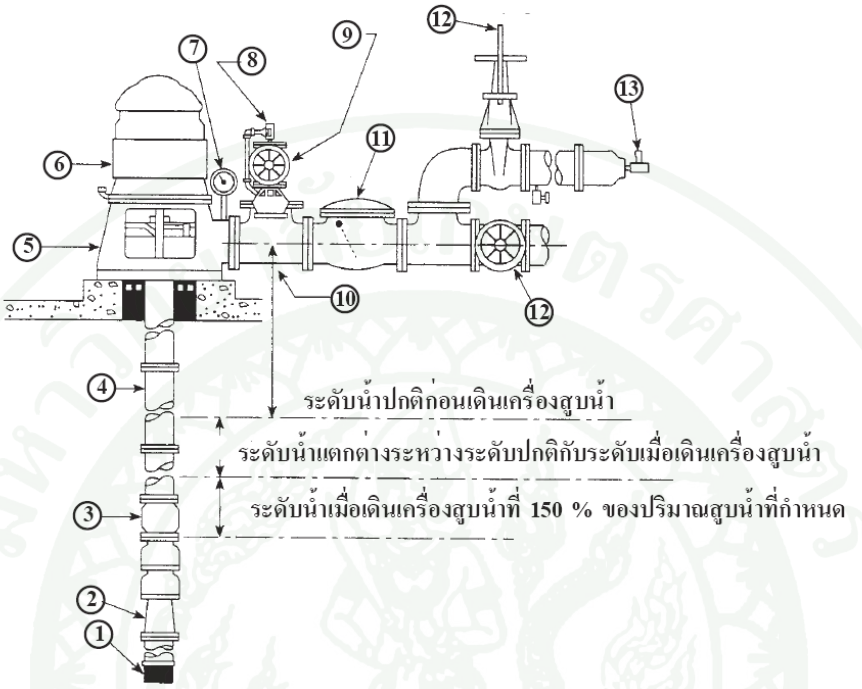
17) หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิง

18) ที่รองรับท่อ

19) ประตูน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.9 การติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง



ภาพที่ 17 แสดงการติดตั้งเครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนตั้ง

อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำหอยโข่งแกนตั้ง ประกอบด้วย

1) หัวกรองด้านดูด
2) หัวดูด
3) ชุดสูบน้ำ
4) ท่อส่งน้ำและแกนเพลาเครื่องสูบน้ำ
5) หัวเครื่องสูบน้ำด้านส่ง
6) ชุดขับมอเตอร์ไฟฟ้า
7) เกจ์วัดความดันทางด้านส่ง
8) วาล์วระบายอากาศอัตโนมัติ
9) วาล์วระบายน้ำอัตโนมัติ
10) ข้อต่อด้านส่งตัวที
11) เช็ควาล์ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12) ประตูน้ำชนิดที่บอกได้ว่าอยู่ในตำแหน่งปิดหรือเปิด

13) หัวต่อสายส่งน้ำดับเพลิง

7.10 การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

เครื่องสูบน้ำรักษาความดันโดยใช้สวิทซ์ความดัน (Pressure Switch)

7.10.1 เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน (Jockey Pump)

(1) ความดันที่หยุด (Stop) การทำงานจะเท่ากับความดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่อัตราการไหลเท่ากับศูนย์

(2) ความดันที่สตาร์ท (Start) จะตั้งค่าให้น้อยกว่าความดันที่หยุด 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

7.10.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)

(1) ความดันที่สตาร์ทของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตัวแรกจะมีค่าน้อยกว่าความดันที่สตาร์ทเครื่องสูบน้ำรักษาความดัน 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

(2) สำหรับเครื่องสูบน้ำตัวถัดไปกรณีที่มีเครื่องสูบน้ำดับเพลิงทำงานร่วมกันมากกว่า 1 ตัวให้สตาร์ททุกๆ 10 ปอนด์ ต่อตารางนิ้วที่ลดลง

(3) การหยุดเครื่องสูบน้ำดับเพลิงให้ควบคุมด้วยมือ (Manual Stop)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ประเภทของระบบ (Type of System)

1. ระบบท่อเปียก (Wet Pipe System)

ระบบนี้เหมาะสมที่จะติดตั้งที่สุดสำหรับอาคารทั่วไปเพราะระบบจะมีน้ำอยู่ ในเส้นท่อตลอดเวลา เมื่อใดที่เกิดเพลิงไหม้หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งอยู่เหนือบริเวณนั้นจะแตกและฉีดน้ำออกมาดับเพลิงทันทีทำให้สามารถควบคุมเพลิงได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

1.1 ส่วนประกอบของระบบท่อเปียก มีดังนี้

(1) หัวกระจายน้ำดับเพลิง (Automatic Sprinkler) เป็นหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติแบบปิด (Automatic Sprinkler) ซึ่งติดตั้งอยู่กับระบบท่อน้ำเหนือพื้น ที่ป้องกัน (Protection Area) หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะแตกทันทีเมื่อความร้อนจากเพลิงไหม้สูงกว่าอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating)ของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

(2) ระบบท่อน้ำ(Piping System)ท่อในระบบที่ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะมีน้ำอยู่ตลอดเวลาภายใต้ความดันใช้งานของระบบ (System Working Pressure) อยู่ตลอดเวลา

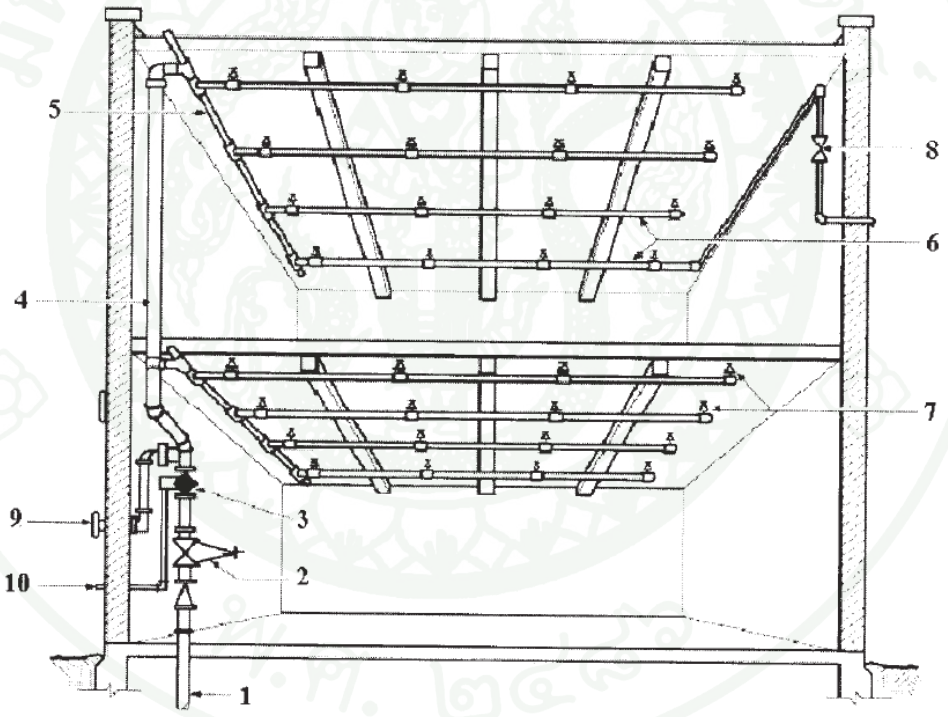
(3) ระบบส่งน้ำ (Water Supply System)ให้ใช้ระบบอย่างน้อยหนึ่ง

(4) วาล์วสัญญาณระบบท่อเปียก (Wet Pipe Alarm Valve)ติดตั้งวาล์วสัญญาณซึ่งทำหน้าที่ที่กำเนิดเสียงเตือนภัยด้วยระฆังน้ำ (Water Motor Gong) พร้อมส่งสัญญาณแจ้งเหตุไปยังระบบเตือนอัคคีภัย (Fire Alarm System) ด้วย Pressure Switch ที่ติดตั้งมาด้วย วาล์วสัญญาณยังทำหน้าที่เป็นตัวบอกโซน (Zone) ของพื้นที่ป้องกันที่เกิดเพลิงไหม้ กรณีที่พื้นที่นั้นแบ่งออกเป็นหลายโซน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(5) อุปกรณ์การส่งสัญญาณการไหลของน้ำ (Water Flow Switch) ให้ติดตั้งอุปกรณ์ส่งสัญญาณการไหลของน้ำ เมื่อติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงในระบบเกินกว่า 20 หัวและสำหรับอาคารสูงจะต้องติดตั้งอย่างน้อย 1 ตัวต่อชั้นต่อโซน

(6) สถานีทดสอบระบบ (System Test Station)ให้ติดตั้งสถานีทดสอบระบบการเตือนภัยเท่ากับจำนวนวาล์วสัญญาณที่ติดตั้งในระบบโดยสถานีทดสอบจะติดตั้งที่ท่อย่อยที่ไกลที่สุด (Most Remote Branch Line) โดยประกอบไปด้วยข้อต่อที่ ติดตั้งออริฟิซ (Orifice)ซึ่งมีขนาดเท่ากับออริฟิซของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งสถานีทดสอบประจำชั้น (Floor Test Station) ให้ติดตั้งสถานีทดสอบประจำชั้น เพื่อทำหน้าที่ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ส่งสัญญาณการไหลของน้ำที่ติดตั้งอยู่นั้นว่าสามารถใช้งานได้ดีหรือไม่



ภาพที่ 18 ตัวอย่างระบบท่อเปียก

1. น้ำจากระบบส่งน้ำดับเพลิง
2. วาล์วควบคุม
3. วาล์วสัญญาณ
4. ท่อเมนแนวดิ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5 ท่อเมนแนวนอน

6 ท่อย่อย

7. หัวรับน้ำดับเพลิง

8. สถานีทดสอบระบบ

9. หัวกระจายน้ำดับเพลิง

10 ท่อระบายน้ำของวาล์วสัญญาณ

1.2 ขนาดของระบบ

การเลือกขนาดของระบบต่อวาล์วสัญญาณที่ควบคุมระบบหนึ่งตัว (หนึ่งโซน) ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ป้องกันสูงสุด (Maximum Protection Area Limitations) สำหรับแต่ละพื้นที่หรือแต่ละชั้นต่อระบบท่อเมนแนวดิ่ง (System Riser) หรือระบบท่อเมนร่วมแนวดิ่ง (Combined System Riser) ใด ๆ หนึ่งท่อให้เป็นไปตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อระบบท่อเมนแนวดิ่ง

ประเภทพื้นที่ครอบครอง	พื้นที่ป้องกันสูงสุด ตารางเมตร (ตารางฟุต)
อันตรายน้อย	4831(52,000)
อันตรายปานกลาง	4831(52,000)
อันตรายมาก	
- Pipe Schedule	2323(25,000)
- Hydraulically Calculated	3716(40,000)

2. ระบบท่อแห้ง (Dry Pipe System)

ระบบนี้ภายในท่อจะไม่มีน้ำอยู่เลยซึ่งเหมาะสมที่จะติดตั้งสำหรับพื้นที่ป้องกันที่มีอุณหภูมิโดยทั่วไปต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ซึ่งหากมีน้ำจะทำให้เกิดการแข็งตัวของน้ำในเส้นท่อเป็นเหตุให้ระบบเสียหายได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 ส่วนประกอบของระบบ

(1) หัวกระจายน้ำดับเพลิง (Automatic Sprinkler) เป็นหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบปิดจะแตกทันทีเมื่อความร้อนจากเพลิงไหม้สูงกว่าอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating) ของหัวกระจายน้ำดับเพลิงนั้นแต่น้ำจะไม่ไหลออกมาทันที ต้องรอน้ำจากระบบส่งน้ำไหลจนเต็มระบบท่อที่ติดตั้งก่อน

(2) ระบบท่อ (Piping System) ท่อในระบบที่ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะไม่มีน้ำอยู่เลยโดยจะอัดอากาศหรือแก๊สไนไตรเจนภายใต้ความดันที่เหมาะสมในระบบท่อแทน

(3) ระบบส่งน้ำ (Water Supply System) ให้ใช้ระบบอย่างน้อยหนึ่งระบบ

(4) วาล์วสัญญาณระบบท่อแห้ง (Dry Pipe Alarm Valve) วาล์วสัญญาณระบบท่อแห้งจะเปิดให้น้ำจากระบบส่งน้ำเข้าสู่ระบบท่อแห้งเมื่อความดันของอากาศหรือแก๊สลดลงจากความดันที่กำหนดอันเนื่องจากการแตกของหัวกระจายน้ำดับเพลิง วาล์วสัญญาณระบบท่อแห้งจะต้องติดตั้งอุปกรณ์สำหรับส่งสัญญาณไปยังระบบตรวจสอบและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วย

(5) สถานีทดสอบระบบ (System Test Station) ให้ติดตั้งสถานีทดสอบระบบการเตือนภัยเท่ากับจำนวนวาล์วสัญญาณที่ติดตั้งในระบบโดยสถานีทดสอบจะติดตั้งที่ท่อย่อยที่ไกลที่สุด (Most Remote Branch Line) โดยประกอบไปด้วยข้อต่อที่ติดตั้งออริฟิซ (Orifice) ซึ่งมีขนาดเท่ากับออริฟิซของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งขนาดของระบบปริมาตรของอากาศหรือแก๊สในระบบท่อจะต้องไม่มากกว่า 2,839 ลิตร ต่อวาล์วสัญญาณที่ควบคุมระบบหนึ่งตัวยกเว้นแต่ออกแบบระบบให้น้ำไหลจากวาล์วสัญญาณระบบท่อแห้งถึงสถานีทดสอบระบบ (System Test Station) ภายในไม่เกิน 60 วินาที

3. ระบบท่อแห้งแบบชะลอน้ำเข้า (Pre-Action System)

ระบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ป้องกันที่ต้องการหลีกเลี่ยง ความบกพร่องทางกลของระบบท่อและหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่อาจฉีดน้ำโดยที่ไม่มีเพลิงไหม้เกิดขึ้นจนเป็นเหตุให้ทรัพย์ สินหรืออุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูงเสียหาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 ส่วนประกอบของระบบ

(1) หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบปิดชนิดหัวหงาย (Upright Automatic Sprinkler) หรือชนิดหัวคว่ำ (Pendent Automatic Sprinkler) หากติดตั้งแบบท่องอคว่ำ (Return bend) หรือชนิดหัวติดผนัง (Horizontal Sidewall Automatic Sprinkler) หากติดตั้งโดยไม่มีน้ำค้างที่หัวและท่อย่อย

(2) ระบบท่อน้ำ (Piping System)ท่อที่ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะเป็นท่อแห้งและจะต้องมีอากาศอัดอยู่ภายในเส้นท่อแทน

(3) ระบบส่งน้ำ (Water Supply System)ให้ใช้ระบบอย่างน้อยหนึ่งระบบ

(4) วาล์วควบคุมชะลอน้ำเข้า (Pre-Action Valve)จะต้องสามารถใช้งานกับอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า, ระบบลมและระบบไฮโดรลิคได้เป็นอย่างดี และต้องสามารถควบคุมการทำงานด้วยมือได้ (Manual Operate) ในกรณีที่ระบบอัตโนมัติทำงานไม่ได้

(5) อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Detection Devices)จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับในพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่ติดหัวกระจายน้ำดับเพลิง ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับอุปกรณ์นั้น ๆ

3.2 การทำงานของระบบ

สามารถควบคุมการทำงานของระบบด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) วาล์วควบคุมจะเปิดให้น้ำจากระบบส่งน้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบท่อเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection Devices)ทำงานเพียงอย่างเดียว (Single Interlock System)

(2) วาล์วควบคุมจะเปิดให้น้ำจากระบบส่งน้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบท่อเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection Devices) ทำงานหรือหัวกระจายน้ำดับเพลิงแตก (Non Interlock System)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(3) วาล์วควบคุมจะเปิดให้น้ำจากระบบส่งน้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบท่อเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection Devices) ทำงาน และหัวกระจายน้ำดับเพลิงแตก (Double Interlock System)

3.3 ขนาดของระบบ

(1) จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องไม่เกิน 1,000 หัว ต่อวาล์วควบคุมชนิดน้ำเข้าหนึ่งหัว (Pre-Action Valve)

(2) ปริมาตรของระบบท่อจะต้องไม่มากกว่า 2,839 ลิตร ต่อวาล์วสัญญาณที่ควบคุมระบบหนึ่งตัว ยกเว้นแต่ออกแบบระบบให้น้ำไหลจากวาล์วสัญญาณระบบท่อแห้งถึงสถานีทดสอบระบบ (System Test Station) ภายในไม่เกิน 60 วินาที

4. ระบบเปิด (Deluge System)

ระบบนี้เหมาะสำหรับติดตั้งในบริเวณที่เพลิงไหม้สามารถเกิดขึ้นได้อย่างรุนแรงและรวดเร็วการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบเปิด (Open Sprinkler) หรือ Spray Nozzle เพื่อฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมกันทุกหัวจึงจะสามารถดับไฟที่เกิดขึ้นได้ทันที

4.1 ส่วนประกอบของระบบ

(1) หัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบเปิด (Open Sprinkler) หรือ Spray Nozzle

(2) ระบบท่อน้ำ (Piping System) ท่อที่ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบเปิดจะไม่มีน้ำอยู่ เลยและมีความดันเท่ากับบรรยากาศ

(3) ระบบส่งน้ำ (Water Supply System) ให้ใช้ระบบอย่างน้อยหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(4) วาล์วควบคุมน้ำเข้าระบบ (Deluge Valve) จะต้องสามารถใช้งานกับอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้า, ระบบลมและระบบไฮโดรลิคได้เป็นอย่างดีและต้องสามารถควบคุมการทำงานด้วยมือได้ (Manual Operate) ในกรณีที่ระบบอัตโนมัติทำงานไม่ได้

(5) อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection Devices) จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ ในพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่ติดหัวกระจายน้ำดับเพลิง ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับอุปกรณ์นั้น ๆ

4.2 การทำงานของระบบ สามารถควบคุมการทำงานของระบบด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) ให้น้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบผ่านวาล์วควบคุมด้วยอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้

(2) ให้น้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบผ่านวาล์วควบคุมด้วยหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบปิด

4.3 ขนาดของระบบ

ขนาดท่อทั้งหมดที่ใช้ในระบบจะต้องได้ มาจากการคำนวณตามหลักการทางกลศาสตร์ของไหลเท่านั้น (Hydraulically Calculated)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

เพื่อให้การใช้งานของวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงมีความถูกต้องและสมบูรณ์ วัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบจะต้องเป็นไปตามความต้องการดังนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ติดตั้ง จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

ข้อยกเว้น (1) ท่อ, ข้อต่อ, และอุปกรณ์แขวนรับรองท่อไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรอง

ข้อยกเว้น (2) อุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบ เช่น วาล์วระบายน้ำทิ้ง, ป้ายสัญลักษณ์ ไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ติดตั้งจะต้องทนความดันใช้งานสูงสุด ของระบบที่วัสดุและอุปกรณ์นั้นได้รับและต้องมีความดันใช้งานไม่น้อยกว่า 1205 กิโลปาสกาล(175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

หัวกระจายน้ำดับเพลิง

1. หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่นำมาใช้ในการติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน และเป็นชนิดที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้เท่านั้น

2. หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องเลือกชนิด และติดตั้งให้ถูกต้องตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3. หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งในระบบท่อเปียกที่ใช้ทั่วไป ให้ใช้ชนิดออริฟิซมาตรฐาน (Standard Orifice) ขนาดไม่น้อยกว่า 12.7 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)ยกเว้นจะระบุขนาดออริฟิซ เป็นอย่างอื่น

4. หัวกระจายน้ำดับเพลิงจะต้องเลือกอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating) ให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ติดตั้ง

5. หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ติดตั้งในบริเวณที่หัวมีโอกาสถูกทำให้เสียหาย จะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันติดตั้งที่หัวด้วย (Sprinkler Guard)

ตารางที่ 5 อุณหภูมิทำงาน, ระดับอุณหภูมิ และรหัสสีของหัวกระจายน้ำดับเพลิง

อุณหภูมิสูงสุดที่ระดับเพดาน (°ซ)	อุณหภูมิทำงาน (°ซ)	ระดับอุณหภูมิทำงาน	รหัสสี (Color Code)	
Maximum Ceiling Temperature	Temperature Rating	Temperature Classification	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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ท่อน้ำดับเพลิง

1. ท่อที่ใช้ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง จะต้องได้มาตรฐานท่อ

2. การต่อท่อในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงสามารถต่อด้วยการเชื่อม (Welding) การต่อท่อด้วยเกลียว (Threaded) การต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged) หรือแบบข้อต่อแบบรัดท่อ(Mechanical Joint)

3. ท่อเหล็กขนาดต่ำกว่าเบอร์ 40 (Schedule 40) ลงไปห้ามต่อท่อด้วยข้อต่อแบบเกลียวและแบบเซาะร่อง (Cut Grooves)

4. การต่อท่อแบบเชื่อมในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงโดยทั่วไปจะต้องเชื่อมในโรงเชื่อม (Shop Welding) ก่อนที่จะนำไปติดตั้งในสถานที่

ข้อต่อ (Fittings)

1. ข้อต่อที่ใช้ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง จะต้องได้มาตรฐาน

2. กรณีความดันใช้งานของระบบมากกว่า 12.1 บาร์ (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จะต้องเลือกข้อต่อประเภทหนาพิเศษ (Extra Heavy Pattern)

3. ข้อต่อแบบเกลียวสามารถใช้ต่อกับท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่มากกว่า 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

วาล์ว (Valves)

1. วาล์วที่ใช้ในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ และต้องเป็นวาล์วประเภทแสดงตำแหน่งเปิด-ปิด (Indicating Valves)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เมื่อความดันของระบบมากกว่า 12.1 บาร์ (175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) จะต้องเลือกวาล์วที่สามารถทนแรงดันใช้งานสอดคล้องกับความดันที่วาล์วนั้นได้รับ

3. วาล์วควบคุม วาล์วระบายน้ำ วาล์วทดสอบ จะต้องติดตั้งป้ายที่ทำด้วยโลหะ หรือพลาสติก เพื่อสะดวกในการอ้างอิงตำแหน่ง(Location) และสถานะ(Status) ของวาล์ว

วาล์วสัญญาณ (Alarm Valve)

1. วาล์วสัญญาณจะต้องเลือกให้ถูกต้องตรงกับประเภทของระบบ (Types of System)

2. วาล์วสัญญาณจะต้องติดตั้งในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงเพื่อให้สัญญาณเสียงเตือนภัยเมื่อมีการไหลของน้ำ

3. เสียงสัญญาณจะต้องดังภายในระยะเวลา 5 นาที หลังจากน้ำเริ่มไหลเข้าสู่ระบบ

4. ในระบบที่ติดตั้ง หัวกระจายน้ำดับเพลิงมากกว่า 20 หัว จะต้องติดตั้งวาล์วสัญญาณในระบบด้วย

อุปกรณ์เตือนภัย (Alarm Devices)

1. ระฆังน้ำ (Water Motor Gong)ระบบหัวกระจายน้ำทุกประเภทจะต้องติดระฆังน้ำซึ่งจะทำหน้าที่ส่งเสียงเตือนภัยเมื่อเกิดเพลิงไหม้ โดยท่อจากวาล์วสัญญาณไปยังระฆังน้ำจะต้องยาวไม่เกิน 22.6 เมตร (75 ฟุต) และสูงเหนือวาล์วสัญญาณไม่เกิน 6.1 เมตร(20 ฟุต) น้ำที่ออกจากตัวระฆังน้ำจะต้องมีการระบายน้ำไปยังระบบระบายน้ำที่เหมาะสม

2. อุปกรณ์ส่งสัญญาณการไหลของน้ำ (Water Flow Switch)

(1) ติดตั้ง Water Flow Switch ทุกชั้นทุกโซน (Zone)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) Water Flow Switch ทุกตัวจะต้องส่งสัญญาณแสดงตำแหน่งที่ติดตั้งไปยังแผงผังแจ้งเหตุ (Annunciator Board) ที่ติดตั้งอยู่ในศูนย์บัญชาการดับเพลิง (Fire Command Center) ของอาคารเพื่อบอกบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ได้

(3) Water Flow Switch ชนิด Paddle-Type ให้ใช้เฉพาะระบบท่อเปียกเท่านั้น (Wet Pipe System)

3. สวิตซ์ความดัน (Pressure Switch) ให้ติดตั้งสวิตซ์ความดันเพื่อเป็นอุปกรณ์เตือนภัยเสริม (Auxillary Alarm Device) ที่วาล์วสัญญาณทุกตัวในระบบ

อุปกรณ์ตรวจสอบ (Supervisory Device)

1. ให้ติดตั้ง Supervisory Switch ที่วาล์วในระบบส่งน้ำ และวาล์วควบคุม เพื่อตรวจสอบว่าวาล์วอยู่ในสภาพเปิดหรือปิด 2.8.2 Supervisory Switch ทุกตัวจะต้องสามารถส่งสัญญาณเตือนสภาพการใช้งานที่ผิดปกติไปยังห้องควบคุมที่มีพนักงานของอาคารดูแลอยู่ตลอดเวลา

ระบบสารสะอาดดับเพลิง

ประเภทของสารสะอาดดับเพลิง

สารสะอาดดับเพลิง ที่ใช้ในดับเพลิงแบบครอบคลุมทั้งห้องมีทั้งหมด 2 ประเภท คือ

1. สารฮาโลคาร์บอน (Halocarbon Agent) เป็นสารสะอาดดับเพลิงที่มีองค์ประกอบหลักอย่างน้อยหนึ่งสารหรือมากกว่าของสารเหล่านี้ คือ ฟลูโอรีนคลอรีน โบรมีน หรือไอโอดีน 2. สารก๊าซเฉื่อย (Inert Gas Agent) เป็นสารสะอาดดับเพลิงที่มีองค์ประกอบหลักอย่างน้อยหนึ่งสารหรือมากกว่าของก๊าซเหล่านี้

คือ ฮีเลียม นีออน อาร์กอน ไนโตรเจน โดยสามารถใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซผสม เพื่อเป็นสารองค์ประกอบรอง การพิจารณาเลือกใช้ความเข้มข้นในการดับเพลิงของสารสะอาดดับเพลิงแต่ละประเภทจะต้องปรึกษากับผู้ผลิตสารสะอาดดับเพลิงนั้นๆ สารสะอาดดับเพลิงทั้งสองประเภทไม่สามารถใช้ดับเพลิงกับไฟประเภท ง (Class D)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ความปลอดภัยต่อชีวิต

อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยต่อชีวิต จะต้องจัดเตรียมพร้อมไว้ตลอดเวลาเพื่อใช้ในการอพยพคนหรือช่วยเหลือคนที่ติดอยู่ภายในพื้นที่ป้องกัน สำหรับความปลอดภัยที่ควรพิจารณา คือ การฝึกซ้อมเจ้าหน้าที่ ป้ายเตือน สัญญาณเตือนภัย อุปกรณ์ช่วยการหายใจ (Self-Contained Breathing Apparatus)แผนการอพยพ และการฝึกซ้อมอพยพคน

3. ส่วนประกอบของระบบสารสะอาดดับเพลิง

เพื่อให้การทำงานและการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ถูกต้องสมบูรณ์และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของระบบสารสะอาดดับเพลิง จะต้องเป็นไปตามความต้องการดังนี้

(1) วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

(2) การออกแบบ การติดตั้ง การบำรุงรักษาและการทดสอบระบบสารสะอาดดับเพลิง จะต้องดำเนินการโดยช่างผู้ชำนาญการในระบบเท่านั้น

4. คุณสมบัติของสารสะอาดดับเพลิง

(1) จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้ และสามารถใช้ดับเพลิงในสถานที่ที่มีคนปฏิบัติงาน

(2) ต้องไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตเมื่อเลือกใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

(3) ต้องไม่ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ

(4) ต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ และทรัพย์สินที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ป้องกันที่ใช้สารสะอาดดับเพลิงนั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิง

(1) ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิง และอุปกรณ์ประกอบจะต้องวางอยู่ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการตรวจสอบ การทดสอบ และการบำรุงรักษา

(2) ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิงจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคง ใกล้กับพื้นที่ป้องกันนั้นและมีการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับตัวถังและอุปกรณ์จากสภาวะแวดล้อมและอุบัติเหตุได้เป็นอย่างดี

(3) การเติมสารสะอาดดับเพลิงสำหรับถังบรรจุจะต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตสารสะอาดนั้น

(4) ต้องติดตั้งป้ายหรือทำเครื่องหมายเพื่อบอกชนิดของสารสะอาดที่ใช้น้ำหนักสารสะอาดน้ำหนักถัง และข้อความสำคัญที่เกี่ยวข้องไว้ที่ตัวถังบรรจุอย่างชัดเจน

(5) ต้องติดตั้งชุดวาล์วนิรภัยสำหรับระบายความดันที่เกินกว่าปกติที่ถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิงกำหนดไว้ และตำแหน่งปล่อยสารสะอาดดับเพลิงออกของวาล์วนิรภัย จะต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับคนและพื้นที่ข้างเคียง

6. ท่อและอุปกรณ์ประกอบ

(1) ท่อ ข้อต่อ และวาล์วต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน และจะต้องทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่าความดันภายในที่เกิดขึ้นภายในถังบรรจุสารสะอาดดับเพลิงที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 55 องศาเซลเซียส (130 องศาฟาเรนไฮต์) ของสารสะอาดดับเพลิงนั้นๆ

(2) ระบบท่อและส่วนประกอบของท่อจะต้องทำความสะอาดให้เรียบร้อยก่อนที่จะติดตั้งหัวฉีดสารสะอาดดับเพลิง (Discharge Nozzle)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. หัวฉีดสารสะอาด (Discharge Nozzle)

(1) ต้องทำจากวัสดุที่ทนทานและต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดี

(2) ต้องมีข้อความบอกขนาดของออริฟิช ผู้ผลิตและชนิดของผลิตภัณฑ์ บนตัวหัวฉีดอย่างชัดเจน

8. ระบบตรวจจับ สั่งการและควบคุม (Detection, Actuation and Control Systems)

(1) อุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์สั่งการ อุปกรณ์เตือนภัย และแผงควบคุม จะต้องติดตั้ง ทดสอบและบำรุงรักษาให้ได้ตามมาตรฐานระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ฉบับล่าสุด วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ

(2) การควบคุมการทำงานของระบบสารสะอาดดับเพลิง ให้ใช้ระบบตรวจจับและสั่งการอัตโนมัติเท่านั้น

(3) ต้องมีระบบตรวจสอบ (Supervisory System) และส่งสัญญาณเตือนให้ทราบถึงการทำงานที่ผิดปกติของอุปกรณ์ในระบบสารสะอาดดับเพลิง

(4) อุปกรณ์ควบคุมในการปลดปล่อยสารสะอาดดับเพลิงจากถังบรรจุจะต้องสามารถใช้ได้ทั้งระบบไฟฟ้า ระบบนิวแมติกส์ หรือด้วยมือ

(5) ต้องมีระบบเตือนทั้งเสียงและแสงก่อนที่สารสะอาดดับเพลิงจะถูกปลดปล่อยออกจากถังบรรจุสารสะอาด

(6) ต้องติดตั้งป้ายสัญญาณเตือนไว้ที่บริเวณประตู ทั้งด้านในและด้านนอกพื้นที่ที่ติดตั้งระบบสารสะอาดดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง

คุณสมบัติของก๊าซและระบบ

1. คุณสมบัติก๊าซ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ ไม่มีสี ไม่กลิ่น ไม่นำไฟฟ้า ดังนั้น จึงเป็นก๊าซที่เหมาะสมกับการใช้ดับเพลิง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีน้ำหนักมากกว่าอากาศ ถึง 1.5 เท่า การดับเพลิงโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คือการทำให้ปริมาณของก๊าซออกซิเจนหรือปริมาณไอของเชื้อเพลิงในอากาศลดลงจนถึงจุดที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้

2. ประเภทของระบบฯ

ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบ ดังต่อไปนี้คือ

- ระบบความดันต่ำ (Low Pressure System)เป็นระบบที่มีการบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถังบรรจุภายใต้ความดัน 2068 กิโลปาสคาส (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยมีการรักษาอุณหภูมิไว้ที่ -18 องศาเซลเซียส (0 องศาฟาเรนไฮต์) ตลอดเวลา

- ระบบความดันสูง (High Pressure System) ระบบนี้จะมีการบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในถังบรรจุภายใต้ความดัน 5860 กิโลปาสคาส (850 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 21 องศาเซสเซียส (70 องศาฟาเรนไฮต์)

3. วิธีการฉีดก๊าซฯ

ทั้งระบบความดันต่ำและความดันสูง จะมีวิธีการฉีดก๊าซเพื่อทำการดับเพลิง ได้ทั้งหมด 3 วิธี คือ

(1) การฉีดเฉพาะ (Local Application) เป็นการฉีดก๊าซผ่านท่อก๊าซ ซึ่งมีการเชื่อมต่อกับถังบรรจุก๊าซและหัวฉีดก๊าซอย่างถาวรไปยังจุดหรือตำแหน่งที่เกิดเหตุเพลิงไหม้เท่านั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) การฉีดท่วม (Total Flooding) ลักษณะของการฉีดก๊าซแบบนี้นั้นจะมีการติดตั้งท่อจ่ายก๊าซเชื่อมต่อกับถังบรรจุก๊าซและหัวฉีดก๊าซอย่างถาวร โดยจะฉีดปริมาณก๊าซที่มีอยู่ทั้งหมดเข้าไปในพื้นที่ที่เกิดเพลิงไหม้ พื้นที่ที่จะใช้กับการฉีดแบบนี้จะต้องเป็นพื้นที่ปิดล้อมในกรณีถ้ามีช่องเปิดว่างที่อยู่ภายในห้องนั้นจะต้องมีการคำนวณหาปริมาณก๊าซชดเชยในส่วนที่กระจายผ่านช่องเปิดออกไปยังนอกพื้นที่ด้วย ประเภทของเพลิงไหม้ที่ใช้กับการดับเพลิงแบบนี้มีอยู่ 2 ประเภท คือ

- ไฟไหม้ผิว (Surface Fire) จะต้องฉีดก๊าซให้หมดภายในเวลา 1 นาที นับตั้งแต่ก๊าซเริ่มฉีดจนกระทั่งฉีดจนหมด

- ไฟไหม้ลึก (Deep Seated Fire) ก๊าซจะต้องถูกฉีดหมดภายในเวลา 7 นาที แต่ก๊าซจะต้องมีความเข้มข้นที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 3 นาที นับตั้งแต่ก๊าซเริ่มฉีด

(3) การฉีดด้วยใช้สายฉีด (Hand-Held Hose lines) เป็นวิธีการฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผ่านสายฉีดก๊าซทั้งที่เป็นสายฉีดแบบพับและสายฉีดแบบม้วนซึ่งมีการติดตั้งท่อจ่ายก๊าซต่อเชื่อมระหว่างถังบรรจุก๊าซและสายฉีดเป็นการถาวร

(4) ระบบท่อยืนและถังบรรจุก๊าซเคลื่อนที่ (Standpipe Systems and Mobile Supply) ท่อจ่ายก๊าซจะถูกต่อเข้ากับระบบท่อยืน เพื่อต่อเข้าไปเชื่อมกับหัวฉีดก๊าซทั้งที่เป็นแบบการฉีดเฉพาะที่การฉีดท่วม และการฉีดด้วยสายฉีด แต่ท่อที่จะต่อเข้ากับถังบรรจุก๊าซจะถูกปล่อยไว้ เมื่อมีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น จึงจะนำถังบรรจุก๊าซแบบเคลื่อนที่เข้ามาต่อที่ปลายท่อเพื่อจ่ายก๊าซเข้าไปในระบบต่อไป

4. ข้อจำกัดการใช้งาน

4.1 ระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิงมีข้อได้เปรียบในการใช้งานดังต่อไปนี้

(1) เมื่อคำนึงถึงการดับเพลิงที่เกิดกับเชื้อเพลิงประเภท ค. (Class D) ซึ่งไม่ต้องการให้เกิดการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในขณะทำการดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) เมื่อคำนึงถึงการทำความสะอาดสถานที่ภายหลังการฉีดก๊าซแล้ว

4.2 ชนิดของอันตรายและอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการดับเพลิงที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้คือ

(1) ของเหลวไวไฟต่างๆ

(2) อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สะพานไฟฟ้า อุปกรณ์ ตัดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

(3) เครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลีนและเชื้อเพลิงเหลวชนิดอื่นๆ

(4) เชื้อเพลิงทั่วไป เช่น กระดาษ ไม้ และเส้นใยผ้า

(5) ของแข็งติดไฟต่างๆ

4.3 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถใช้ดับเพลิงที่เกิดจากวัสดุต่างๆ เหล่านี้คือ

(1) สารเคมีที่มีความสามารถผลิตออกซิเจนได้เองเมื่อติดไฟ เช่น cellulose nitrate
(2) โลหะติดไฟ เช่น sodium, potassium, magnesium, titanium, และ zirconium
(3) วัสดุประเภท Metal hydrides

2. การตรวจจับ การสั่งงาน และการควบคุม (Detection, Actuation Control)

2.1 การตรวจจับ (Detection)

การตรวจจับสามารถที่จะเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ อาทิเช่น อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (HeatDetector), อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ (Smoke Detector), อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (FlameDetector) ฯลฯ โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากสถาบันที่เชื่อถือได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ประเภทของการสั่งงาน (Actuation Types)

อุปกรณ์ตรวจจับอัตโนมัติที่ใช้ในระบบจะต้องได้รับใบรับรองจากสถาบันทดสอบที่น่าเชื่อถือได้โดยอุปกรณ์ตรวจจับเหล่านี้อาจใช้วิธีการตรวจจับต่างๆ เช่น ความร้อน ควัน ไฟเปลวไฟ ไอเผาไหม้ หรืออุปกรณ์ตรวจจับสิ่งผิดปกติอื่นๆ ระบบจะจัดแบ่งประเภทเป็นอัตโนมัติและแบบมือปกติตามวิธีการสั่งงานดังต่อไปนี้คือ

การทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic) เป็นการทำงานของระบบโดยไม่ต้องใช้คนควบคุม

การทำงานแบบมือปกติ (Manual) การทำงานแบบนี้จะใช้มือในการสั่ งงานผ่านอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ทำการป้องกัน เมื่อกระตุ้นอุปกรณ์เพื่อให้ ทำงานจะสั่งงานระบบทำงาน

การทำงานแบบมือฉุกเฉิน (Emergency Manual) การทำงานโดยใช้มือเปิดกลไกที่ติดตั้งอยู่ใกล้กับอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน เพื่อสั่งงานให้ระบบทำงาน เช่น อุปกรณ์เปิดหัวถังฉุกเฉิน เป็นต้น

2.3 อุปกรณ์ทำงาน (Operating Devices)

อุปกรณ์ทำงานรวมทั้งอุปกรณ์ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือวาล์ว อุปกรณ์ควบคุมการฉีดและอุปกรณ์ปิดระบบ จะต้องได้รับใบรับรองจากสถาบันทดสอบที่น่าเชื่อถือได้ อุปกรณ์ทำงานด้วยมือสามารถดึงได้ด้วยแรงไม่เกิน 178 นิวตัน และติดตั้งสูงจากพื้นไม่เกิน 1.20 เมตร จะต้องมีการติดป้ายแสดงวิธีการกระตุ้นและบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ทำงานด้วยมือ อุปกรณ์เตือนภัยจะมีหน้าที่เตือนบุคคลไม่ให้เข้าในพื้นที่อันตรายโดยมีการหน่วงเวลา

2.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Sources)

แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักที่จ่ายไฟฟ้าให้กับระบบการควบคุมและการทำงานของระบบจะต้องมีกำลังพอ และมีความน่าเชื่อถือได้จะต้องมีการจัดให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองให้กับระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองจะต้องจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบได้ภายในระยะเวลาไม่เกิน 30 วินาทีภายหลังจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักเสียหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักจ่ายไฟฟ้าต่ำกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไฟฟ้าที่ระบบต้องการ อีกทั้งแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองจะต้องมีประสิทธิภาพในการจ่ายกำลังไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดภายในระบบที่ทำงานภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง และต้องสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์จ่ายก๊าซตลอดระยะเวลาการทำงาน ต้องจัดให้มีอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงและอุปกรณ์แสดงผลสำหรับแสดงการทำงานของระบบและสถานะความต้องการการประจุแบตเตอรี่ อีกทั้งอุปกรณ์เตือนด้วยเสียงจะต้องดังเมื่อมีสัญญาณการสั่งงานอัตโนมัติกับระบบ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมสามารถตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว

3. การบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide Supply)

3.1 ปริมาณก๊าซ (Quantities)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ใช้ในการดับเพลิงจะต้องมีปริมาณเพียงพอในการป้องกันพื้นที่อันตรายที่ใหญ่ที่สุดเท่านั้น หรือกลุ่มของอันตราย (Group of Hazard) ที่ต้องการป้องกันนั้นๆ

3.2 การบรรจุซ้ำ (Replenishment)

ในการบรรจุก๊าซใหม่ เมื่อมีการฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากถังบรรจุจะต้องรีบทำการบรรจุก๊าซเข้าไปใหม่ เพื่อให้ระบบมีความสามารถในการป้องกันอัคคีภัยที่อาจจะเกิดขึ้นได้ภายในพื้นที่นั้นซ้ำอีก ฉะนั้นถ้าต้องใช้เวลานานในการบรรจุก๊าซเข้าใหม่ การติดตั้งถังสำรองเพื่อเป็นระบบเสริมก็สมควรพิจารณา

3.3 คุณภาพของก๊าซ (Quality)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการดับเพลิงจะต้องมีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้คือ (1) ที่สถานะเป็นไอ 99.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะต้องไม่มีสีหรือกลิ่น (2) ที่สถานะของเหลว จะต้องมีน้ำผสมอยู่ไม่เกิน 0.01 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักที่จุดน้ำค้าง 34 องศาเซลเซียส (-30 องศาฟาเรนไฮต์) (3) จะต้องมีน้ำมันผสมไม่เกิน 10 ppm โดยน้ำหนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 ถังบรรจุก๊าซ (Storage Container)

(1) ถังบรรจุก๊าซและอุปกรณ์ประกอบจะต้องติดตั้งอยู่พื้นที่ที่สามารถเข้าไปตรวจสอบซ่อมบำรุงและเปลี่ยนถังได้โดยสะดวก

(2) ถังบรรจุก๊าซจะต้องติดตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ฉีดก๊าซแต่จะต้องไม่ติดตั้งถังบรรจุก๊าซไว้ภายในพื้นที่ที่ฉีดก๊าซโดยเด็ดขาด

(3) พื้นที่ที่ตั้งถังบรรจุก๊าซจะต้องปลอดภัยจากอันตรายของสารเคมีการกระทบกระแทก และสภาพแวดล้อม

(4) เมื่อมีการบรรจุก๊าซใหม่สำหรับถังความดันสูง (High Pressure Cylinder) จะต้องมีการทดสอบโดยการอัดน้ำด้วยความดันเพื่อตรวจสอบสภาพถังก่อนการบรรจุใหม่ถ้าถังนั้นมีการติดตั้งมานานเกิน 5 ปี

(5) ในกรณีถังความดันสูงที่ถังบรรจุก๊าซและติดตั้งมานานถึง 12 ปี นับจากวันที่ทำการทดสอบถังครั้งสุดท้ายจะต้องทำการฉีดก๊าซภายในถังทิ้งและทำการทดสอบถังก่อนที่จะบรรจุก๊าซเข้าไปใหม่

(6) ถังบรรจุก๊าซทุกถังจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยความดันฉุกเฉิน โดยที่ขนาดและการต่ออุปกรณ์ให้เป็นไปตามที่ผู้ผลิตกำหนด

(7) ขนาดของถังบรรจุก๊าซแบบความดันสูงมีให้เลือกตามมาตรฐานสากลดังต่อไปนี้ คือ 2.3,4.5, 6.8, 9.1, 11.4, 22.7, 34.1, 45.4, และ 54.4 กิโลกรัม

4. ระบบการกระจาย (Distribution System)

4.1 ท่อและข้อต่อ (Pipe and Fittings)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) ท่อที่ใช้ในระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเป็นท่อเหล็กกล้าหรือท่อเหล็กกล้าชุบสังกะสี ตามมาตรฐาน ASTM A-53 grade A หรือ B ทั้งที่เป็นแบบไม่มีตะเข็บ (Seamless) หรือแบบแนวเชื่อมไฟฟ้า (Electric Welded)

(2) ข้อต่อที่ทำจากเหล็กหล่อขนาด 150 (Class 150) จะไม่อนุญาตให้ใช้ในระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง

4.2 วาล์ว (Valves)

(1) วาล์วที่ติดตั้งในระบบทุกตัว จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

(2) วัสดุที่ทำตัววาล์วและชิ้นส่วนภายในวาล์วต้องมีความทนทานต่อแรงดันที่เกิดขึ้นในขณะที่วาล์วทำงานโดยไม่เกิดความเสียหาย

4.3 หัวฉีดก๊าซ (Discharge Nozzle)

(1) หัวฉีดก๊าซที่นำมาใช้ในระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

(2) หัวฉีดก๊าซจะต้องมีการเลือกขนาด Orifice, รูปแบบ(Type), และอุปกรณ์ป้องกัน (Shield)ให้ถูกต้องกับขนาดห้องและวิธีการติดตั้งด้วย

(3) แผ่น Orifice ที่ใช้จะต้องทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาวะแวดล้อมของพื้นที่การใช้งาน

(4) ขนาดช่องของแผ่น Orifice จะต้องถูกตอกหรือเขียนบนหัวฉีดก๊าซทุกหัวฉีด

(5) อุปกรณ์ยึด (Support) หัวฉีดก๊าซจะต้องมีความแข็งแรงและทนต่อแรงกระแทกของความดันก๊าซเมื่อหัวฉีดก๊าซทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(6) ภายในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการระเบิด หัวฉีดก๊าซที่เป็นโลหะจะต้องมีการต่อเชื่อมหัวฉีดก๊าซกับสายดินทั้งนี้รวมถึงอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่เป็นโลหะภายในระบบด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดไฟฟ้าสถิตกับอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้น

4.4 การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบ

จะต้องจัดให้มีการตรวจสอบและการบำรุงรักษาระบบให้มีความพร้อมในการใช้งานได้ตลอดเวลาโดยอย่างน้อยทุกๆ 1 ปี จะต้องมีการตรวจสอบระบบและอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด สำหรับถังบรรจุก๊าซในระบบความดันสูงจะต้องมีการตรวจสอบน้ำหนักบรรจุภายในถังทุกๆ 6 เดือน และถ้าถังบรรจุก๊าซนั้นๆ มีน้ำหนักลดลงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักก๊าซสุทธิจะต้องทำการเติมก๊าซใหม่หรือเปลี่ยนใช้ถังสำรองทันที

ระบบโฟมดับเพลิง

ประเภทของเชื้อเพลิง

1. ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) ของเหลวไวไฟจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37.8 องศาเซลเซียสและมีความดันไอไม่เกิน 276 กิโลปาสกาล ที่อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส ของเหลวไวไฟสามารถแบ่งแยกได้เป็นแต่ละประเภท ดังต่อไปนี้คือ

ประเภทที่ 1 ของเหลวจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37.8 องศาเซลเซียส และมีประเภทย่อยดังต่อไปนี้

1) ประเภท 1ก (Class IA) ของเหลวจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 22.8 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดต่ำกว่า 37.8 องศาเซลเซียส

2) ประเภท 1ข (Class IB) ของเหลวจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 22.8 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดสูงกว่า 37.8 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) ประเภท 1ค (Class IC) ของเหลวจะมีจุดวาบไฟเท่ากับหรือสูงกว่า 22.8 องศาเซลเซียสแต่ไม่เกิน 37.8 องศาเซลเซียส

2. ของเหลวติดไฟ (Combustible Liquid) ของเหลวที่มีจุดวาบไฟเท่ากับหรือมากกว่า 37.8 องศาเซลเซียส โดยสามารถแบ่งเป็นประเภทย่อยๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

1) ประเภท 2 (Class II) ของเหลวที่มีจุดวาบไฟเท่ากับหรือมากกว่า 37.8 องศาเซลเซียส และสูงไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

2) ประเภท 2ก (Class IIB) ของเหลวที่มีจุดวาบไฟเท่ากับหรือมากกว่า 60 องศาเซลเซียส และสูงไม่เกิน 93.3 องศาเซลเซียส

3) ประเภท 2ค (Class IIB) ของเหลวที่มีจุดวาบไฟเท่ากับหรือมากกว่า 93.3 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติและประเภทของโฟม

1. ข้อจำกัดการใช้งานโฟมดับเพลิงไม่สามารถใช้ดับเพลิงกับไฟประเภท ง (Class D) และไฟที่เกิดภายในถังบรรจุความดัน (Pressure Tank)

2. ประเภทของโฟมดับเพลิง (Fire Fighting Foam) โฟมดับเพลิงจะมีคุณสมบัติในการสร้างฟองโฟม (Finished Foam) ที่มั่นคง โดยมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำมันหรือน้ำและใช้เพื่อครอบคลุมพื้นผิวในแนวราบ โดยฟองโฟมจะเกิดจากสารละลายโฟม (โฟมเข้มข้นผสมกับน้ำ) ผสมกับอากาศ ตามสัดส่วนการผสมที่ได้ออกแบบไว้ โฟมดับเพลิงสามารถจำแนกได้ตามการขยายตัวของโฟมเป็น 3 ประเภทคือ

2.1 โฟมขยายตัวต่ำ มีการขยายตัวมากถึง 20 เท่า

2.2 โฟมขยายตัวปานกลาง มีการขยายตัวจาก 20 ถึง 200 เท่า

2.3 โฟมขยายตัวสูง มีการขยายตัวจาก 200 ถึง 1000 เท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. โฟมเข้มข้น (Foam Concentrate) คือน้ำยาโฟมเข้มข้นที่ถูกบรรจุในถังซึ่งส่งมาจากโรงงานผู้ผลิตโดยที่โฟมยังไม่ได้มีการผสมกับน้ำและอากาศเพื่อการใช้งาน โฟมเข้มข้นสามารถแบ่งได้เป็นประเภทดังต่อไปนี้

3.1 โฟมชนิดโปรตีน (Protein Foam) เป็นโฟมเข้มข้นที่ผลิตมาจากการหมักซากพืชและซากสัตว์โดยปกติ จะมีความสามารถในการดับเพลิงที่เกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน และไม่มีสารกัดกร่อน จึงไม่มีปัญหาในการเลือกวัสดุบรรจุโฟมเข้มข้น เมื่อทำการผสมกับน้ำและอากาศจะสามารถจำแนกได้เป็นสารละลายโฟมที่ค่า 3 เปอร์เซ็นต์ และ 6 เปอร์เซ็นต์

3.2 โฟมชนิดฟลูโอโรโปรตีน (Fluoroprotein Foam) มีลักษณะคล้ายกับโฟมชนิดโปรตีนแต่มีการผสมสารสังเคราะห์ ฟลูโอรีน เพื่อทำให้อากาศแยกออกจากสารละลายโฟมและไอเชื้อเพลิงที่ปกคลุมผิวน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อผสมกับน้ำและอากาศจะเป็นสารละลายโฟมที่ค่า 3 เปอร์เซ็นต์ และ 6 เปอร์เซ็นต์

3.3 โฟมชนิดสังเคราะห์ (Synthetic Foam) สามารถแบ่งได้เป็นประเภทย่อยๆ ดังต่อไปนี้คือ

โฟมแบบฟิล์มน้ำ (Aqueous Film-Forming Foam) เป็นโฟมที่มีการผสมสารสังเคราะห์ฟลูโอรีนและสารสังเคราะห์อื่นๆ เพื่อให้ฟองโฟมมีความคงทน โดยสามารถเลือกความเข้มข้นได้ที่ 1 เปอร์เซ็นต์, 3 เปอร์เซ็นต์ และ 6 เปอร์เซ็นต์ของความเข้มข้น โฟมประเภทนี้สามารถใช้ในการดับเพลิงร่วมกับผงเคมีแห้งดับเพลิงได้

โฟมแบบการขยายตัวปานกลางและการขยายตัวสูง (Medium and High ExpansionFoam) โฟมประเภทนี้จะเลือกใช้เฉพาะกับการดับเพลิงบางประเภทเท่านั้น โดยจะต้องใช้กับเครื่องกำเนิดโฟม เพื่อผลิตฟองโฟมออกมาปกคลุมพื้นที่ที่ต้องการป้องกันหรือดับเพลิงเท่านั้น

3.4 โฟมชนิดฟิล์มฟลูโอโรโปรตีน (Fluoroprotein Film-Foaming Foam) โฟมประเภทนี้มีส่วนผสมของสารฟลูโอรีน เพื่อสร้างเป็นแผ่นฟิล์มดับเพลิงกับเชื้อเพลิงที่เป็นไฮโดรคาร์บอนเท่านั้น โดยที่โฟมประเภทนี้มีค่าความเข้มข้นให้เลือกที่ 3 เปอร์เซ็นต์และ 6 เปอร์เซ็นต์ โฟมประเภทนี้สามารถใช้ฉีดดับเพลิงร่วมกับผงเคมีแห้งดับเพลิงได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

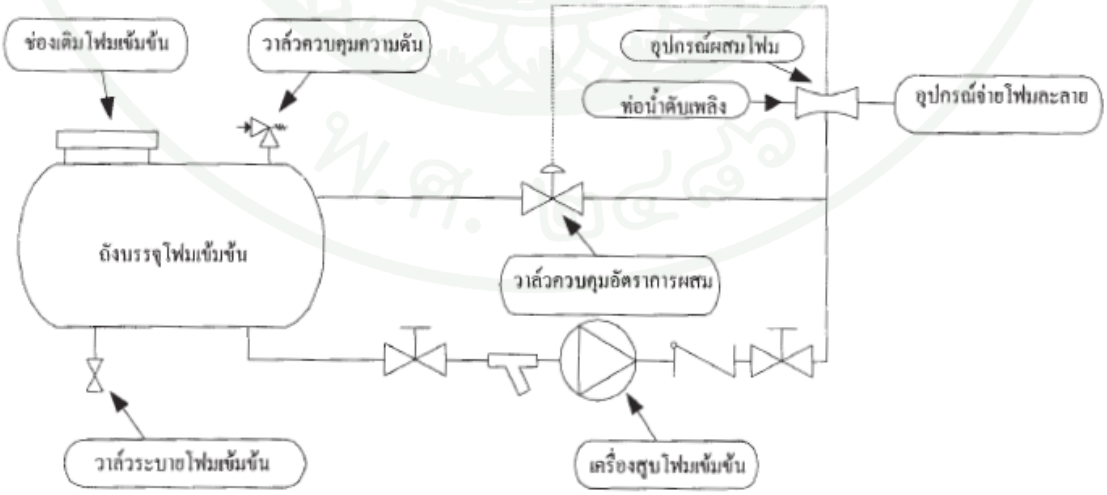
3.5 โฟมชนิดทนแอลกอฮอล์(Alcohol-Resistant Foam) ใช้ในการดับเพลิงกับเชื้อเพลิงที่สามารถผสมกับน้ำได้และเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน โดยทั่วไปมีทั้งที่เป็นแบบฟิล์มน้ำ (AR-AFFF) และแบบฟิล์มฟลูโอโรโปรตีน (AR-FFFP)

4. ประเภทของระบบผสมโฟมในการผสมโฟมเข้มข้นเข้ากับน้ำเพื่อผลิตเป็นสารละลายโฟมนั้ น มีหลากหลายแบบดังต่อไปนี้คือ

4.1 แบบติดตั้งในเส้นท่อ (In-Line Eductor) อุปกรณ์การผสมโฟมเข้มข้นจะถูกติดตั้งบนเส้นท่อของระบบจ่ายน้ำดับเพลิง และจะมีเส้นท่อขนาดเล็กจากอุปกรณ์ผสมโฟมไปดูดโฟมเข้มข้นในถังบรรจุ เพื่อให้โฟมเข้มข้นเข้าผสมกับน้ำภายในตัวอุปกรณ์

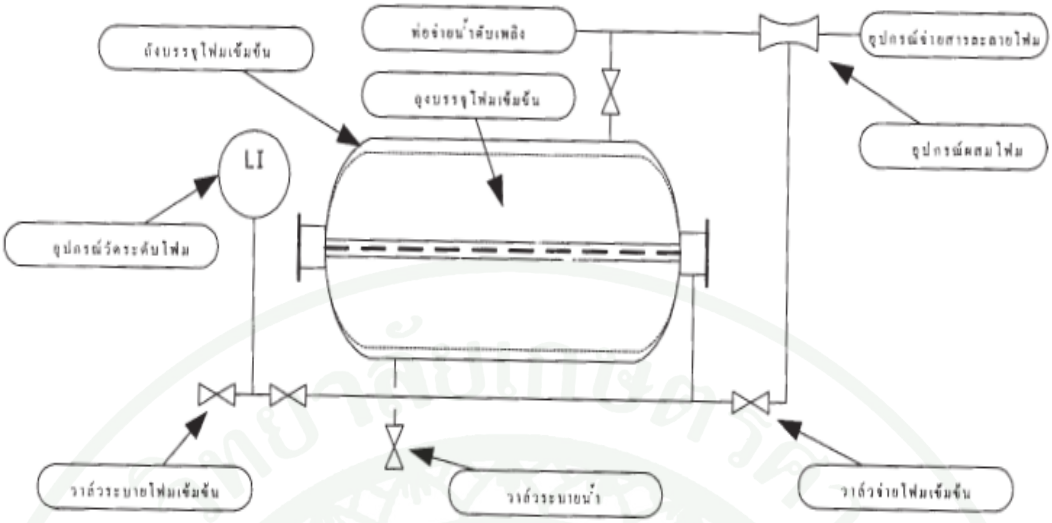
4.2 แบบวัดการผสม (Metered Proportioning) จะมีการติดตั้งเครื่องสูบโฟมเข้มข้นเข้าไปผสมกับน้ำภายในอุปกรณ์ผสมโฟม เครื่องสูบโฟมเข้มข้นจะถูกควบคุมการจ่ายปริมาณโฟมโดยการตรวจวัดความดันหรืออัตราการไหลของการใช้งานในขณะนั้น

4.3 แบบถังสัดส่วนความดัน (Pressure Proportioning Tank) จะใช้วิธีการจ่ายน้ำดับเพลิงที่มีความดันเข้าไปบีบให้ถุงบรรจุโฟมเข้มข้นจ่ายโฟมเข้มข้นออกไปผสมกับน้ำภายในอุปกรณ์ผสมโฟม



ภาพที่ 19 ตัวอย่างแผนภูมิระบบผสมโฟมแบบวัดการผสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ตัวอย่างแผนภูมิระบบผสมโฟมแบบถังสัดส่วนความดันชนิดถุงบรรจุโฟมเข้มข้น

ส่วนประกอบของระบบ (System Components)

ในการบรรยายส่วนประกอบของระบบจะได้พิจารณายกตัวอย่างของระบบถุงบรรจุโฟม (Bladder Tank) มาพิจารณาเลือกอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบเท่านั้น โดยจะพิจารณามุ่งเน้นให้ระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบถุงบรรจุโฟมทำงานได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

1. ถังบรรจุถุงโฟม (Bladder Tank)

1.1 ถังบรรจุถุงโฟมสำหรับระบบนี้ จะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานสากล

1.2 วัสดุที่ใช้ทำถังบรรจุโฟมจะต้องมีความคงทนต่อการกัดกร่อนของโฟมเข้มข้นประเภทนั้น

1.3 ขนาดของถังบรรจุโฟมจะถูกเลือกตามปริมาณโฟมเข้มข้นที่ต้องใช้ในการดับเพลิง โดยขนาดของถังบรรจุโฟมจะมีขนาดที่แน่นอนตามที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

1.4 ถุงบรรจุโฟมจะถูกบรรจุอยู่ภายในถังโฟมและวัสดุของถุงบรรจุโฟมจะเป็นยางสังเคราะห์ที่มีความทนทานและความยืดหยุ่นต่อการใช้งานได้เป็นอย่างดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 การบรรจุโฟมเข้มข้นลงในถุงบรรจุโฟม จะต้องกระทำตามขั้นตอนตามที่ผู้ผลิตถังได้กำหนดไว้เท่านั้น การบรรจุโฟมเข้มข้นลงในถุงบรรจุโฟมผิดวิธี จะทำให้ถุงบรรจุโฟมฉีกขาดหรือเสียหายและจะทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้

1.6 ถังบรรจุถุงโฟมจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคงและอยู่ในพื้นที่ที่ปลอดภัยจากอัคคีภัย

1.7 บริเวณโดยรอบถังจะต้องทำเครื่องป้องกันความเสียหายจากอุบัติเหตุ ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นและสร้างความเสียหายให้กับถังบรรจุโฟม เช่น การกระแทกเชิงกล เป็นต้น

1.8 ความร้อนจากแสงแดดจะทำให้อายุการเก็บรักษาโฟมเข้มข้นภายในถุงบรรจุโฟมสั้นลง ดังนั้นจึงควรสร้างสิ่งปลูกสร้างเพื่อป้องกัน

2. โฟมเข้มข้น (Foam Concentrate)

2.1 โฟมเข้มข้นที่ใช้ดับเพลิงจะต้องผ่านการทดสอบจากสถาบันที่น่าเชื่อถือได้เท่านั้น

2.2 โฟมเข้มข้นที่ใช้บรรจุในถังบรรจุโฟม จะต้องถูกเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของไฟที่เกิดขึ้น

2.3 ค่าความเข้มข้นของโฟมที่ใช้จะต้องตรงกับค่าของอุปกรณ์ผสมโฟม เช่น ค่าความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ หรือค่าความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

3. อุปกรณ์ผสมโฟม (Foam Proportioner)

3.1 วัสดุของอุปกรณ์ผสมโฟมจะต้องมีความสามารถในการทนต่อการกัดกร่อนของโฟมเข้มข้นได้เป็นอย่างดี

3.2 ขนาดของอุปกรณ์ผสมโฟมจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับค่าการใช้งานของอัตราการไหลของปริมาณสารละลายโฟม เพื่อใช้ในการดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ของอุปกรณ์ผสมโฟมจะถูกเลือกให้มีค่าตรงตามการออกแบบ เช่น ค่า 3 เปอร์เซ็นต์ หรือค่า 6 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

3.4 ข้อต่อของท่ออุปกรณ์ผสมโฟมสามารถใช้ได้ทั้งที่เป็นแบบเกลียวหรือหน้าแป้น

4. อุปกรณ์จ่ายโฟม (Foam Discharge Device)

4.1 วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์จ่ายโฟมจะต้องมีคุณสมบัติในการทนต่อการกัดกร่อนของโฟมเข้มข้นที่ใช้งานได้เป็นอย่างดี

4.2 อุปกรณ์จ่ายโฟมจะต้องเลือกให้ถูกต้องกับลักษณะการดับเพลิงประเภทนั้นๆ

4.3 ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์จ่ายโฟมจะต้องถูกต้องตรงตามข้อกำหนด ของผู้ผลิตนั้นๆ

5. วาล์วควบคุม

5.1 วัสดุของวาล์วจะต้องทนต่อการกัดกร่อนของโฟมเข้มข้นที่ใช้งานและสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ใช้งานได้อย่างดี

5.2 วาล์วจะต้องสามารถทนต่อความดันที่ใช้งานของระบบได้เป็นอย่างดี

5.3 วาล์วจะต้องติดตั้งอยู่ภายนอกพื้นที่ที่ทำการป้องกันและปลอดภัยจากอัคคีภัย

5.4 วาล์วต้องอยู่ในพื้นที่ที่สามารถเข้าไปเปิดได้ในกรณีฉุกเฉินหรือกรณีที่ระบบควบคุมการเปิดวาล์วขัดข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.5 ก่อนการติดตั้งวาล์วจะต้องมีการทดสอบระบบท่อและต้องทำความสะอาดภายในท่อก่อนเสมอ

6. การบำรุงรักษา (Maintenance)

อย่างน้อยที่สุดทุกๆ 1 ปี จะต้องมีการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบโฟม รวมทั้งการตรวจสอบคุณสมบัติของโฟมเข้มข้นที่บรรจุอยู่ภายในถุงบรรจุโฟมด้วย ถ้าผลของการทดสอบน้ำยาโฟมเข้มข้นที่บรรจุในระบบมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากคุณสมบัติเดิมของน้ำยาโฟมเข้มข้นมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะต้องทำการเปลี่ยนน้ำยาโฟมเข้มข้นภายในระบบและติดต่อผู้ผลิตเพื่อตรวจสอบระบบทันที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. เครื่อง Printer
3. โปรแกรม Microsoft office 2007
4. กล้องถ่ายรูปดิจิตอล
5. แบบตรวจประเมิน ISRS องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบบำรุงรักษาตามแผน

วิธีการ

การบริหารความสูญเสียในระบบการบริหารความปลอดภัยสมัยใหม่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความสูญเสีย และหาวิธีในการจัดการความสูญเสียเหล่านั้น มีวิธีปฏิบัติอยู่ 5 ขั้นตอน หรือเรียกว่า IEDIM (ไอ อี ดีม) ประกอบด้วย 1. ค้นหาความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด (I:Identify all of loss) 2. ประเมินความสูญเสียที่จะเกิดขึ้น(Evaluate) 3. พัฒนาแผน(Develop plan) 4. นำแผนเข้าใช้งาน (Implement) 5 ติดตามอย่างต่อเนื่อง (Monitoring) ผู้วิจัยจึงเห็นว่า หากนำวิธีดังกล่าวมาบูรณาการ ใช้ในการบริหารระบบป้องกันอัคคีภัย ก็จะทำให้องค์กรมีประโยชน์ ดังนี้

ค้นหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด

การชี้บ่งความสูญเสีย เป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญที่สุดในการบริหารความสูญเสียเพื่อค้นหาสาเหตุ และต้นตอของปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับระบบป้องกันอัคคีภัย จึงได้เชิญหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยตัวแทนหน่วยงานเดินเครื่อง และหน่วยงานบำรุงรักษาของโรงไฟฟ้า พลังความร้อนและ โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เพื่อเป็นคณะทำงานในการพิจารณาประเมินความ พร้อมของระบบป้องกันอัคคีภัย ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. พิจารณาทบทวน สาเหตุของอุบัติเหตุเพลิงไหม้ในอดีตทั้งของบริษัทฯและอุตสาหกรรมเดียวกัน

1.1 พิจารณาแผนการตรวจสอบ รายการตรวจสอบ เช่น บันทึกการตรวจสอบพื้นที่ บันทึกการตรวจสอบบำรุงรักษา บันทึกการทดสอบระบบป้องกันอัคคีภัย เป็นต้น

1.2 พิจารณาแบบตรวจประเมิน องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน เพื่อนำมาตรวจสอบในพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยมีหัวข้อ หลักที่ใช้ในการตรวจประเมิน 9 องค์ประกอบย่อย คะแนนเต็ม 690 คะแนน โดยในแต่ละหัวข้อมี คะแนนต่างกันขึ้นอยู่กับความสำคัญของแต่ละหัวข้อ ประกอบด้วย

1	การตรวจสอบทั่วไปตามแผน	140	คะแนน
2	ระบบการติดตาม	100	คะแนน
3	การวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ		
4	ส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤต	100	คะแนน
5	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	100	คะแนน
6	การตรวจสอบระบบพิเศษ	60	คะแนน
7	การตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน	50	คะแนน
8	ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์	40	คะแนน
9	ข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตาม	50	คะแนน

ประเมินระบบป้องกันอัคคีภัย

1. จากการประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยในเบื้องต้น พบว่า อุปกรณ์ยังมีข้อบกพร่องอยู่ และที่ผ่านมาตั้งแต่เริ่มก่อสร้างจนถึงปัจจุบันยังไม่ได้มีการประเมินระบบป้องกันอัคคีภัย เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าวจึงได้เชิญผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มาทำการประเมินระบบป้องกันอัคคีภัย เพื่อเทียบกับมาตรฐาน NFPA ทั้งหมด 6 ระบบ ดังนี้

1.1 ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เทียบกับมาตรฐาน NFPA 20

1.2 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง เทียบกับมาตรฐาน NFPA 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ระบบอินเนอร์เจน เทียบกับมาตรฐาน NFPA 2001

1.4 ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ เทียบกับมาตรฐาน NFPA 12

1.5 ระบบดับเพลิงด้วยโฟม เทียบกับมาตรฐาน NFPA 11

1.6 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ เทียบกับมาตรฐาน NFPA 72

การประเมินผู้เชี่ยวชาญต้องให้ข้อแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขระบบให้มีความสอดคล้องกับสภาพการทำงานและการใช้งานของบริษัทฯ พิจารณาปรับปรุงแก้ไขระบบที่มีอยู่เดิมให้มีความสามารถในการป้องกันอัคคีภัยที่อาจจะเกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆ พร้อมกับให้ข้อแนะนำวิธีการ แผนการ ตรวจสอบ ทดสอบ บำรุงรักษา แต่ละระบบ

2. นำแบบประเมินวัดผล ISRS องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผนตรวจสอบพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยมีตัวแทนจากหน่วยงานเดินเครื่องและบำรุงรักษาซึ่งมีหน้าที่โดยตรงในการดูแลระบบป้องกันอัคคีภัยเป็นผู้รับ การตรวจประเมิน

ปรับปรุง แก้ไขระบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน

1. นำข้อบกพร่องที่ได้จากการประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยจากผู้เชี่ยวชาญ สถาบันวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาวิเคราะห์เพื่อพิจารณา ปรับปรุงแก้ไขให้เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA กำหนดโดยพิจารณาแนวทาง การดำเนินงาน 4 วิธี

- หลีกเลี่ยงหรือไม่ใช้
- ป้องกันหรือลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นไม่ให้แผ่ขยายออกไป
- ยอมรับในความเสี่ยง
- โอนความเสี่ยง

2. นำข้อบกพร่องที่ได้จากการประเมินวัดผล ISRS องค์ประกอบที่ 3 มาพิจารณา จัดทำคู่มือวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย ให้ครอบคลุมถึงการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำเข้าใช้งาน

ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน และการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนี้

- นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญสถาบันวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัยมาทำการแก้ไขสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานของระบบป้องกันอัคคีภัยให้เป็นไปตามมาตร ฐาน NFPA กำหนด

- นำวิธีปฏิบัติงานการตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัยเข้าใช้งาน ในระบบบริหารงาน อาชีวอนามัยและความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี (OHSAS 18001)

ติดตามอย่างต่อเนื่อง

หลังจากที่ได้นำวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย เข้าใช้งานในระบบบริหารงานด้านสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรี ระยะหนึ่งแล้ว ได้ทำการตรวจประเมินเพื่อติดตามผลอีกครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการตรวจสอบ

1. ได้ร่วมกับคณะผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เข้าทำการตรวจประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยจำนวน 6 ระบบ เทียบกับมาตรฐาน NFPA ในพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม สรุปได้ ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการตรวจประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยเทียบกับมาตรฐาน NFPA

สถานที่/ระบบป้องกันอัคคีภัย	ผิดจากมาตรฐาน NFPA	ข้อเสนอแนะ
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน		
- ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (NFPA 20)	8	-
- ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (NFPA 13)	-	1
- ระบบอินเนอร์เจน (NFPA 2001)	5	-
- ระบบดับเพลิงด้วยโฟม (NFPA 11)	-	3
- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (NFPA 72)	1	-
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม		
- ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (NFPA 20)	11	-
- ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (NFPA 13)	12	-
- ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซ	7	-
คาร์บอนไดออกไซด์(NFPA 12)		
- ระบบดับเพลิงด้วยโฟม (NFPA 11)	-	6
- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (NFPA 72)	11	-
รวม	55	10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดการตรวจพบจากการประเมิน

1. ตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและหัวจ่ายน้ำดับเพลิงพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 จำนวน 8 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 7 สรุปผลการตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 20 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**ตำแหน่งถังเก็บน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง** ถังเก็บน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง Diesel ติดตั้งอยู่ภายนอกห้องเครื่อง ดูภาพที่ 21	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section A-8-4.6 ซึ่งระบุว่า มาตรฐานสำหรับติดตั้งอุปกรณ์เผาไหม้น้ำมันจะต้องใช้แนวทาง การติดตั้งดังรูป A-8-4.6 ดูรายละเอียด ใน ภาคผนวก ก หน้า 197 **แนวทางการแก้ไข** ย้ายถังเก็บน้ำมันไว้ภายในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fig. A-8-4.6) เพราะต้องมีการป้องกันแหล่งมันเชื้อเพลิงจากอัคคีภัย
2.	**ระบบระบายความร้อน** วาล์วในระบบระบายความร้อนบางตัวยังเปิด- ปิดไม่ถูก ดูภาพที่ 22	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section A-8-2.6.3 ระบบเส้นทางเดินของน้ำระบายความร้อน เครื่องสูบน้ำดับเพลิงต้องเป็น ไปตามรูป A-8-2.6.3 ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 197 **แนวทางการแก้ไข** เปิด ปิด ให้ถูก ดูรูป Diagram Fig. A-8-2.6.3 หน้า 197

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
3.	**ระบบ Jockey pump** 1. Jockey pump ทำงานถี่เกินไป แสดงว่าระบบเก็บความดันไม่อยู่ซึ่งอาจเกิดจากการรั่วของ Check valve	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section 2-5.1 Pressure gauge ต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 3 ½ นิ้ว และมีหน้าปัด
	2. Pressure gauge เสีย ดูภาพที่ 23	อ่านค่าได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความดันทำงานปกติ และต้องอยู่ในสภาพใช้งานได้ดี ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 187 **แนวทางการแก้ไข** 1. ตรวจสอบ Check valve และการรั่วซึมว่ามีการรั่วในระบบท่อต่างๆ หรือไม่ 2. เปลี่ยน Pressure gauge ตัวที่เสียหาย
4.	**Pressure sensing line ยาวเกินไป** Pressure sensing line ไม่มีเครื่องป้องกัน อาจทำให้มีของไปกระแทกทำให้ท่อตีบตันได้ และ Pressure sensing line ไม่ควรยาว หรือมีข้อต่อมากนัก	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section 7-5.2.1 ข้อต่อ Pressure sensing line จะต้องติดตั้งระหว่างวาล์วกันกลับทางส่งของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และวาล์วควบคุมทางส่งท่อนี้จะต้องเป็นท่อที่เรียบทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน เช่น ท่อแสตนเลส หรือท่อทองแดง ขนาด ½ นิ้ว และจะต้องมีวาล์วกันกลับติดตั้งไม่น้อยกว่า 5 ฟุต ในเส้นท่อด้วย ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 191

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	ดูภาพที่ 24	**แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้ง Pressure sensing line ใหม่ 2. ควรหาเครื่องป้องกันไม่ให้เกิดการกระแทกกันท่อ Pressure sensing line
5.	**เครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ได้รับการบำรุงรักษา** เครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ได้รับการบำรุงรักษา และเดินเครื่อง ตามมาตรฐานที่ NFPA กำหนดเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ Packing เสียหายได้ ดูภาพที่ 25	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20, Section 11 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องทำการเดินเครื่อง และทดสอบ ตรวจสอบสมรรถนะการทำงาน และการบำรุงรักษาประจำอย่างสม่ำเสมอ Inspection, testing and maintenance ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก ก. หน้า 195 **แนวทางการแก้ไข** 1. ให้กำหนด การตรวจสอบ ทดสอบ และ การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตามมาตรฐาน NFPA 20 2. เปลี่ยน Packing ใหม่ หากตรวจพบว่ามีรอยรั่วที่บริเวณเพลา 3. ให้เดินเครื่องสูบน้ำทุกๆ สัปดาห์ โดยถ้าเครื่องสูบน้ำขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซลจะต้องเดินเครื่อง ครั้งละ 30 นาที แต่ถ้า เครื่องสูบน้ำขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจะต้องเดินเครื่อง ครั้งละ 10 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

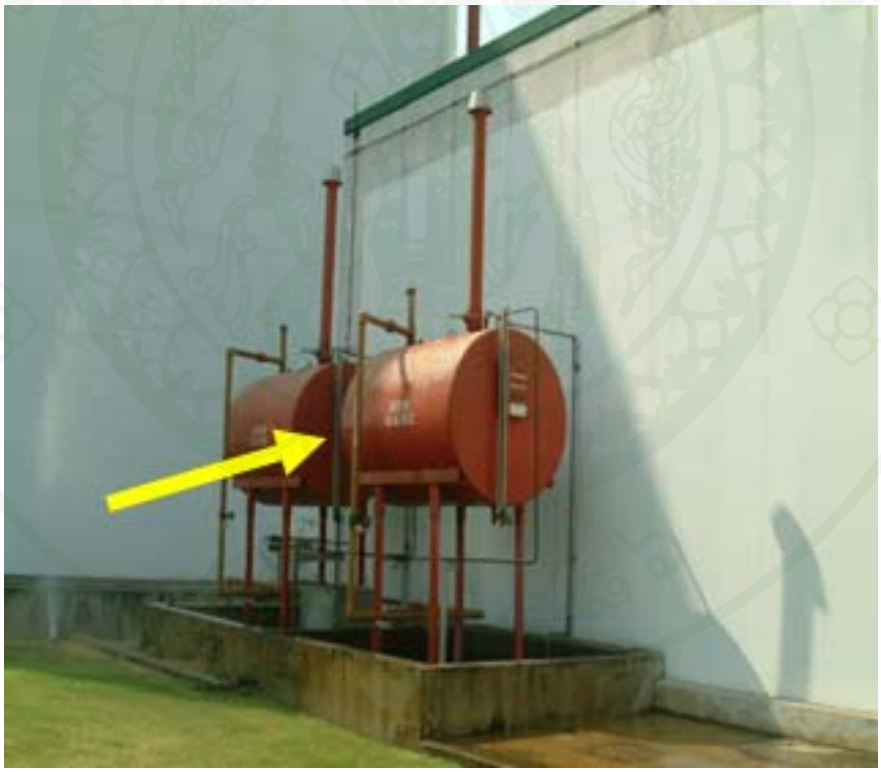
ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
6.	**ระบบท่อส่งน้ำดับเพลิง** ท่อส่งน้ำจากห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงไปยังระบบผ่านบริเวณที่มีหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้า ทำให้ท่อเปียกและผุได้ ดูภาพที่ 26	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 25 Section 9-3.3.2 วาล์วในระบบจะไม่มีการรั่วซึม สามารถเข้าไปทำงานได้สะดวก ภาคผนวก ก. หน้า 195 **แนวทางการแก้ไข** หาที่กั้นละอองน้ำไม่ให้ถูกท่อส่งน้ำ หรือย้ายหัวฉีดรดน้ำสนามหญ้าออกไป
7.	**ระบบ Water supply System** ท่อทางด้านดูดจากถังเก็บน้ำเข้า Fire Pump จะต้องติด Vortex plate ซึ่งคณะผู้ตรวจสอบไม่สามารถเปิดถังดูภายในได้ และในแบบไม่แสดง Vortex plate ซึ่งอาจผิดมาตรฐานได้ ดูภาพที่ 27	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ไม่สามารถตรวจได้อาจผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section 2-9.10 ซึ่งระบุว่า เครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่สูบน้ำจากถัง เก็บน้ำ ปลายท่อทางดูดต้องติดตั้ง Vortex plate ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 189 **แนวทางการแก้ไข** 1. ตรวจสอบเมื่อมีการล้างถัง หากไม่พบ Vortex plate ให้ติดตั้งตามมาตรฐาน (ดู Fig. A-3-3.1) ดูภาคผนวก ก. หน้า 199 2. ตรวจสอบกับพิมพ์เขียว
8	**ระบบ Piping, Fire Hydrant and Hose system** หัวฉีดน้ำรดสนามหญ้า ฉีดน้ำถูกท่อ, วาล์ว และตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 25 Section 9-3.3.2 วาล์วในระบบจะไม่มีรอยรั่วซึม สามารถเข้าไปทำงานได้สะดวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	ดูภาพที่ 28	**แนวทางการแก้ไข** 1. ย้ายหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้าออกไปให้พ้นท่อ, วาล์ว และตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง 2. หมั่นตรวจตราท่อส่งน้ำ ว่ามีรอยรั่ว หรือจุดชำรุดเสียหายหรือไม่



ภาพที่ 21 ถังน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 22 วาล์วระบบระบายความร้อนบางตัวยังเปิด – ปิดไม่ถูก

ภาพที่ 23 Pressure gauge ของ Jockey pump เสีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 24 Pressure sensing line ไม่มีเครื่องป้องกัน

ภาพที่ 25 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ได้รับการบำรุงรักษา Packing เสีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 26 ท่อส่งน้ำมีหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้าทำให้ท่อผุได้

ภาพที่ 27 ถังน้ำสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 28 หัวฉีดน้ำรดสนามหญ้า ฉีดน้ำถูกท่อ วาล์ว และตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง ทำให้ผุได้

2. ตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและหัวจ่ายน้ำดับเพลิงพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 จำนวน 10 รายการ และให้ข้อเสนอแนะจำนวน 1 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 8 สรุปผลการตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 20 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1.	**เครื่องสูบน้ำดับเพลิง** ระบบระบายอากาศในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ได้มาตรฐาน	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 Section A-8-3.2 ซึ่งระบุว่าห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงต้องมีระบบระบายอากาศที่ได้มาตรฐาน กล่าวคือ ต้องมีเครื่องจ่ายอากาศ และอากาศส่งควรติดตั้งในตำแหน่งของผนังที่อยู่ตรงข้ามแหล่งจ่ายพลังงานให้กับเครื่องจ่ายอากาศ จะต้องเชื่อถือได้ขณะเกิดเพลิงไหม้ด้วย ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 197

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	ภาพที่ 29	**แนวทางการแก้ไข** ออกแบบติดตั้งระบบระบายอากาศเพราะถ้าแหล่งจ่ายพลังงานเชื่อถือไม่ได้แล้วอุณหภูมิห้องเครื่องจะสูง มีผลเสียต่อเครื่องสูบน้ำดับเพลิง
2.	**แบตเตอรี่สำหรับเครื่องยนต์** ขั้วแบตเตอรี่สกปรก การวางสายไฟไม่ถูกต้อง ภาพที่ 30	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section 8-2.5.2.6 แบตเตอรี่จะต้องอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ สายไฟจะต้องอยู่สูงกว่าระดับพื้นไม่ต่ำกว่า 12 นิ้ว(305 มม.) ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 193 **แนวทางการแก้ไข** ทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่ จัดวางสายไฟให้ถูกต้อง
3.	**ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์** ระบบระบายความร้อนจากเครื่องด้วยน้ำ พบวาล์วบางตัวเปิด-ปิด ไม่ถูกต้อง ภาพที่ 31	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section A-8-2.6.3 ระบบเส้นทางเดินของน้ำระบายความร้อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิงต้องเป็นไปตามรูป A-8-2.6.3 ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 186 และ Fig A-8-2.6.3 หน้า 197 **แนวทางการแก้ไข** ปรับวาล์วให้ถูก ตรวจสอบระบบน้ำหมุนเวียน ดูรูป A-8-2.6.3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
4.	**การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหล** เครื่องวัดอัตราการไหล (Flow meter) ติดตั้งสูงกว่าไปประมาณ 2 เมตร ทำให้เวลาอ่านค่าอัตราการไหล ทำได้ยาก ภาพที่ 32	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** - **แนวทางการแก้ไข** ควรติดตั้งในตำแหน่งที่อ่านค่าได้ง่าย
5.	**หัวรับน้ำดับเพลิง** พบหัวรับน้ำดับเพลิงมีรอยรั่ว และขนาดท่อไม่สัมพันธ์กัน มีช่องโหว่ ซึ่งสัตว์ตัวเล็กๆ เช่น หนู หรือแมลง สามารถเล็ดลอดเข้าไปทำลายอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงได้ ภาพที่ 33	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section 2-7.1 NFPA 25 section 9-3.3.2 ซึ่งระบุว่า เครื่องสูบน้ำดับเพลิง เครื่องขับเคลื่อน อุปกรณ์ควบคุมจะต้องได้รับการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการระเบิด อัคคีภัย ภัยจากแมลง ภัยจากพายุลม ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 186,199 **แนวทางการแก้ไข** - เปลี่ยน Seal ใหม่ - อุดรอยช่องโหว่
6.	**Gate Valve มีรอยรั่ว** พบรอยรั่วของ gate valve CWSE-BV020 ในระบบน้ำดับเพลิง	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 25 section 9-3.3.2 วาล์วในระบบจะไม่มีรอยรั่วซึม สามารถเข้าไปทำงานได้สะดวก ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 199

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	ภาพที่ 34	**แนวทางการแก้ไข** 1. เปลี่ยน seal gate valve ตัวที่รั่ว 2. กำหนดแผนการตรวจสอบ ตามระยะเวลาที่ระบุในมาตรฐาน (ดูภาคผนวก ก) หากพบข้อบกพร่อง ให้ดำเนินการแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซ่อมโดยด่วน เพราะการที่ระบบมีจุดรั่วซึมจะมีผลทำให้ Jockey pump ทำงานบ่อยครั้งเกินไป
7.	**การระบายอากาศ** บานระบายอากาศของห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ควรเปิด-ปิดได้โดยอัตโนมัติ และควรเป็น Fire damper ผนังทุกส่วนของโรงเรือนเครื่องสูบน้ำดับเพลิงต้องเป็นผนังทนไฟ ภาพที่ 35	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section 2-7.1; 2-7.5 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง เครื่องขับเคลื่อน และ อุปกรณ์ควบคุมจะต้องได้รับการป้องกันอันตราย ที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการระเบิดอัคคีภัย อุทกภัย แผ่นดินไหว ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 187,188 **แนวทางการแก้ไข** เปลี่ยนช่องระบายอากาศใหม่เป็นอุปกรณ์ทนไฟและสามารถเปิด-ปิดเองได้อัตโนมัติ
8.	**การทำงานของบานปรับอากาศ** บานระบายอากาศของห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ควรเปิด-ปิดได้โดยอัตโนมัติ ทั้งอากาศทางด้านจ่าย และอากาศทางด้านส่ง	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 20 section A-8-3.2.1 ; A-8.3.2.2 ซึ่งระบุว่าเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน dampers ที่ทำงานด้วยมอเตอร์ทั้งทางด้านอากาศส่งและอากาศระบายทิ้ง จะเปิดได้เอง ขีดจำกัดการไหลอากาศส่งสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	ภาพที่ 36	มีความสำคัญต่อการระบายความร้อนและการสันดาปของเครื่องยนต์ ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 188 **แนวทางการแก้ไข** เปลี่ยนช่องระบายอากาศใหม่เป็นอุปกรณ์ทนไฟและสามารถเปิด ปิดเองได้โดยอัตโนมัติ
9.	**ท่อส่งน้ำดับเพลิง** ท่อส่งน้ำจากห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงไปยังระบบ ผ่านบริเวณที่มีหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้า ทำให้ท่อ เปียก และผุได้วาล์วในรูปอยู่ในตำแหน่งที่ปิด ภาพที่ 37	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 25 section 9-3.3.2 วาล์วในระบบจะไม่มีรอยรั่วซึมสามารถเข้าไปทำงานได้สะดวก ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 1808 **แนวทางการแก้ไข** 1. หาที่กั้นละอองน้ำไม่ให้ถูกท่อส่งน้ำหรือย้ายหัวฉีดรดน้ำสนามหญ้าออกไป 2. ตรวจสอบแนวท่อ เปิด-ปิด วาล์วให้ถูก
10.	**Gate valve มีรอบรั่ว** Gate valve ในท่อส่งน้ำ มีรอยรั่ว	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 25 section 9-3.3.2 ซึ่งระบุว่า วาล์วในระบบจะไม่มีรอยรั่วซึมสามารถเข้าไปทำงานได้สะดวก ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 199

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	ภาพที่ 38	**แนวทางการแก้ไข** 1. เปลี่ยน seal gate valve ตัวที่รั่วใหม่ 2. ให้มีแผนการตรวจสอบ ตามระยะเวลาที่ระบุในมาตรฐาน (ดูภาคผนวก ก141) หากพบข้อบกพร่องให้ดำเนินการแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องซ่อมโดยด่วน เพราะการที่ระบบมีจุดรั่วซึมจะมีผลทำให้ Jockey pump ทำงานบ่อยครั้งเกินไป
11.	**ระบบ Fire Hydrant & Water supply** Operating Wrench และเครื่องหมายแสดงการใช้งานไม่ชัดเจน ภาพที่ 39	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 14 section 4-2;.4-2.6 ซึ่งระบุว่า ข้อต่อน้ำถึงแหล่งจ่ายน้ำควบคุมโดย The post indicator valves (PVI) ต้องติดตั้งห่างจากตัวอาคาร 40 ฟุต และวาล์วต้องมีเครื่องหมายแสดงการใช้งาน ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 183 **แนวทางการแก้ไข** 1. หามาใส่เข้าที่ 2. จัดให้มีการตรวจสอบตามแผนและระยะที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 29 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงขับด้วยเครื่องยนต์ดีเซล

ภาพที่ 30 แบตเตอรี่สำหรับเครื่องยนต์

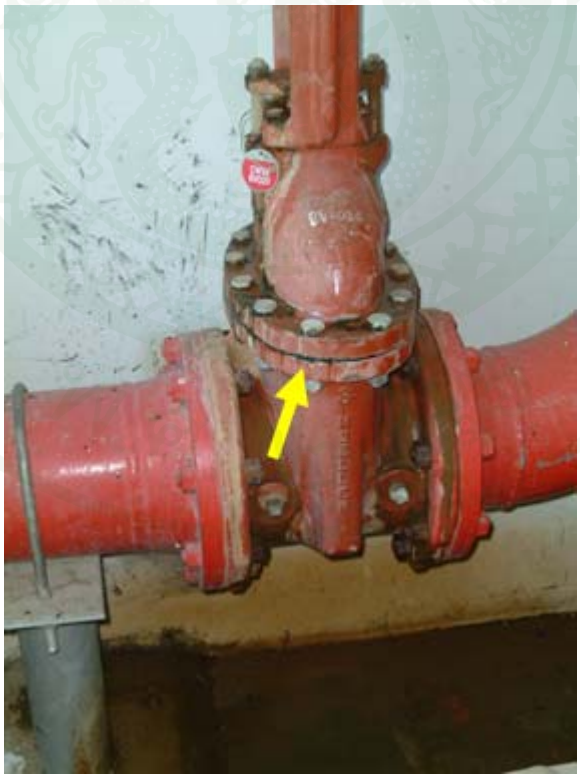
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 31 ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์

ภาพที่ 32 การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ

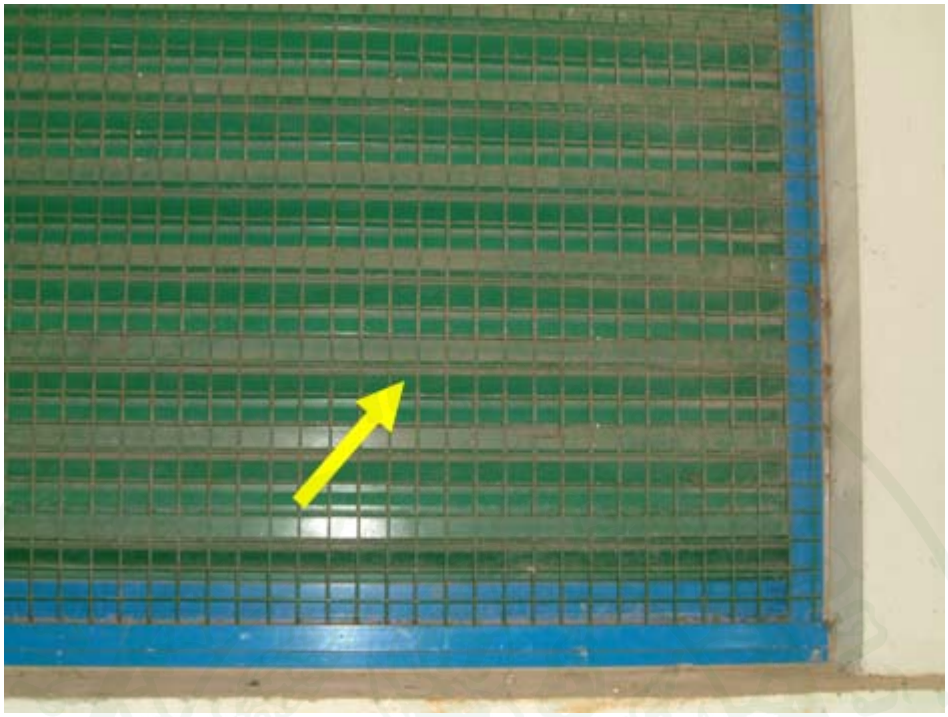
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 33 หัวรับน้ำดับเพลิง



ภาพที่ 34 Gate Valve มีรอยรั่ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

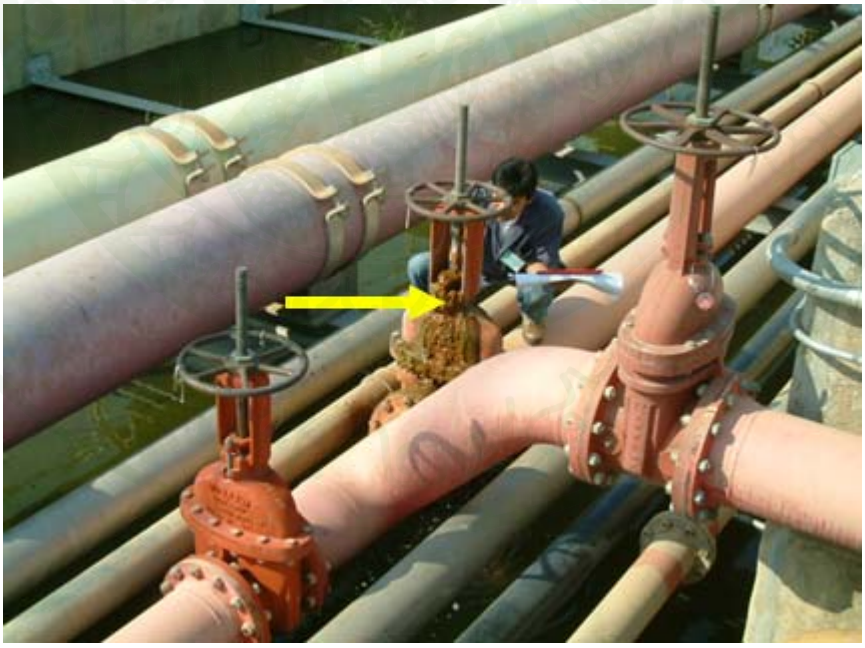


ภาพที่ 35 การระบายอากาศ

ภาพที่ 36 การทำงานของบานปรับอากาศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 37 ท่อส่งน้ำดับเพลิง วาล์วใช้งานอยู่ในตำแหน่งปิด



ภาพที่ 38 Gate valve มีรอยรั่ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 39 Operating wrench และเครื่องหมายแสดงการใช้งานไม่ชัดเจน

3. ตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 จำนวน 1 รายการ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 สรุปผลการตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 13 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**ติดตั้ง Sprinkler ผิดมาตรฐาน** Sprinkler ในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงติดตั้งไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน (ดูภาพที่ 40)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA13; section 4-6.3.3 sprinkler จะต้องติดตั้งห่างจากกำแพงอย่างน้อย 4 นิ้ว และต่ำดว่าเพดานไม่เกิน 12 นิ้ว NFPA13; section 4-6.4.1.1 ในกรณีที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ในกรณีที่มีสิ่งกีดขวาง หัว sprinkler จะติดตั้งต่ำกว่าโครงสร้างสิ่งกีดขวางนั้น และจะต้องห่างจากเพดานสูงสุดไม่เกิน 22 นิ้ว (NFPA-13;section4-6.4.1.2) ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 178 **แนวทางการแก้ไข** ย้ายและติดตั้งหัว Sprinkler ใหม่ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 40 การติดตั้ง Sprinkler ในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ถูกวิธี

4. ตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 จำนวน 12 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 10 สรุปผลการตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงเทียบกับมาตรฐาน NFPA 13 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**การติดตั้งหัว Sprinkler ผิดมาตรฐาน** คานคอนกรีตปิดกั้นหัว Sprinkler ทำให้พื้นที่ส่วนด้านหลังไม่ได้รับการ protect (ดูภาพที่ 41)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 section 4-6.5.2.2 ซึ่งระบุว่า ตำแหน่งติดตั้งหัว Sprinkler ต้องไม่ชิดคานหรือวัสดุขวาง ให้ดูตาราง 4-6.5.1.2 ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 179 **แนวทางการแก้ไข** ย้ายหัว Sprinklers ติดตั้งใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
2	**การติดตั้งหัว Sprinkler ผิดมาตรฐาน** มีสิ่งกีดขวางหัว Sprinklers อยู่มากพบสายไฟ รางสายไฟกีดขวางการทำงาน ของหัว Sprinklers (ดูภาพที่ 42)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 section 4-4.9 ใช้หัว Sprinkler ชนิดพิเศษในบริเวณที่ต้องการป้องกันพิเศษ เช่น การกระจายน้ำในบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 177 **แนวทางการแก้ไข** ควรเปลี่ยนหัว Sprinkler เป็นแบบฉีดได้ทั้งบนและล่าง
3	**ติดตั้งประเภทหัว Sprinkler ผิด** หัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟและ Cable tray (ดูภาพที่ 43)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 section 4-4.9.1 ใช้หัว Sprinkler ชนิดพิเศษในบริเวณที่ต้องการป้องกันภัยพิเศษเช่นการกระจายน้ำในบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 177 **แนวทางการแก้ไข** ติดตั้งหัว Sprinkler ชนิดพิเศษ เช่น in-rack sprinkler หรือ Sidewall sprinkler
4	**การติดตั้ง Pipe loop** การติดตั้ง Pipe loop ไม่ควรห่างจาก Transformer เกิน 2 ฟุต โดยรอบ (ดูภาพที่ 44)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 15 pipe loop ไม่ควรติดตั้งห่างจาก Transformer มากกว่า 2 ฟุตโดยรอบ ดูรูปหน้า 211 **แนวทางการแก้ไข** ติดตั้งให้ถูกมาตรฐาน ดูรายละเอียด Fig 8-10, 8-11 ดูรูปหน้า 218

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
5	**ระยะหัว Spray Nozzle กับ Bushings** หัว Spray Nozzle แถวบนต้องอยู่พ้นระยะ รัศมีของ Clearance from uninsulated bushings (ดูภาพที่ 45)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 15 หัว Spray Nozzle แถวบนต้องพ้นระยะรัศมีของ clearance ดู Table 8-1 และFig 8-4 หน้า 219 **แนวทางการแก้ไข** ตรวจสอบระยะรัศมี Clearance จาก Uninstalled bushings ตั้งระยะหัว Spary nozzle ใหม่
6	**มุมฉีดของหัว Nozzle บางตัวติดตั้งไม่ถูกต้อง** มุมฉีดของหัว Nozzle บางตัวติดตั้งไม่ถูกต้อง (ดูภาพที่ 46)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 15 หัว Spray Nozzle จะต้องมีการพ่นละอองน้ำครอบคลุมพื้นที่ได้ทั่วทั้งหมด **แนวทางการแก้ไข** ปรับตั้งใหม่ให้ถูกดูการติดตั้งหัว Nozzle จากรูป Fig 8-10,8-11 ใหม่ให้ถูกดูการติดตั้งหัว Nozzle จากรูป Fig 8-10, 8-11 หน้า 218
7	**การต่อท่อ Main drain** น้ำจาก Main drain ไหลหยดเปื้อนท่อ Supply ทิ้งไว้นานจะทำให้ท่อผุ (ดูภาพที่ 47)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 Section 4-14.3.5.1 ต้องติดตั้งท่อระบายช่วย ในที่ซึ่งมีการเปลี่ยนทิศทางการระบายน้ำจาก Main drain ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 181 **แนวทางการแก้ไข** ต่อท่อ Main drain ออกไปนอกอาคาร ให้ปล่อยน้ำทิ้งลงในท่อระบายน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
8	**สายฉีดน้ำดับเพลิง** สายฉีดน้ำดับเพลิงมีรอยชำรุด (ดูภาพที่ 48)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 14 Section 2-7.2 ซึ่งระบุว่า สายต่อฉีดน้ำดับเพลิงจะต้องยาวไม่เกิน 100 ฟุต และมีสภาพพร้อมใช้งาน ดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. 182 **แนวทางการแก้ไข** เปลี่ยนใหม่ ให้จัดเก็บไว้ในที่ปลอดภัยโดยสามารถนำมาใช้งานได้ทันที
9	**การติดตั้ง Pipe loop ของ Transformer** การติดตั้ง Pipe loop ห่างจาก Transformer มากเกินไป (ดูภาพที่ 49)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 15 หัว Nozzle ไม่ควรห่างจาก Transformer มากกว่า 2 ฟุตโดยรอบ ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 218 **แนวทางการแก้ไข** ติดตั้งให้ถูกตามมาตรฐาน ดูรายละเอียด Fig 8-10, 8-11 หน้า 218
10	**การติดตั้งหัว Sprinkler ไม่ถูกต้อง** หัว Sprinkler ติดตั้งทับคาน (ดูภาพที่ 50)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 section 4-6.5.2.2 sprinkler จะต้องติดห่างจากสิ่งกีดขวางมากกว่า 3 เท่า ของความกว้างของสิ่งกีดขวาง ดูรายละเอียด ภาคผนวก ก หน้า. 180 **แนวทางการแก้ไข** ย้ายและติดตั้งหัว Sprinkler ใหม่ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน

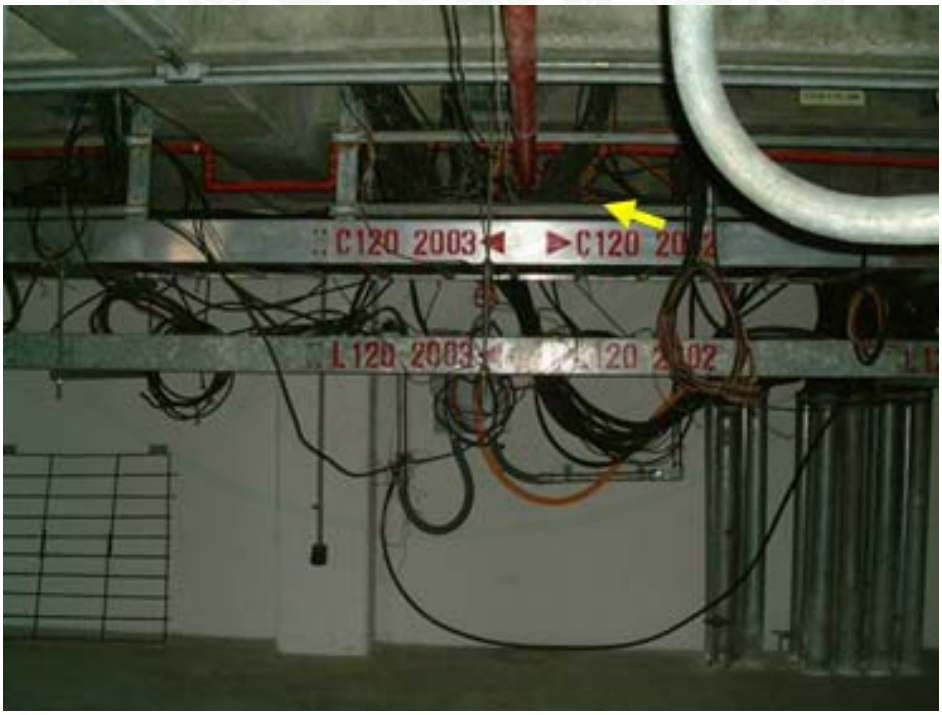
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
11	**การติดตั้งหัว Sprinkler** หัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟ (ดูภาพที่ 51)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 13 section 4-4.9.1 ใช้หัว Sprinkler ชนิดพิเศษในบริเวณที่ต้องการป้องกันภัยพิเศษ เช่น การกระจายน้ำในบริเวณที่มีสิ่งกีดขวางดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 177 **แนวทางการแก้ไข** ติดตั้งหัว Sprinkler ชนิดพิเศษ เช่น In-Rack Sprinkler หรือ Sidewall Sprinkler
12	**การติดตั้งหัว Sprinkler** มุมฉีดของหัว Nozzle บางตัวติดตั้งไม่ถูกต้อง (ดูภาพที่ 52)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 15 section 1-4 ระบบฉีดน้ำ จะต้องเชื่อถือได้หัว Spray nozzles ทุกหัวจะต้องติดตั้งให้ฉีดน้ำควบคุมทุกพื้นที่ ดูรูป 8-11 ประกอบดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 218 **แนวทางการแก้ไข** ปรับหัว Nozzle ใหม่ให้ถูกดูการติดตั้งหัว Nozzle จากรูป Fig 8-10, 8-11 หน้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 41 คานคอนกรีตปิดกั้นหัว Sprinkler



ภาพที่ 42 มีรางสายไฟกีดขวางหัว Sprinkler

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 43 หัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟและ Cable Tray

ภาพที่ 44 การติดตั้ง Pipe loor ห่างจาก Transformer

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 45 ระยะหัว Spray Nozzle กับ Bushing

ภาพที่ 46 มุมฉีดของหัว Spray Nozzle

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 47 การต่อท่อ Main drain

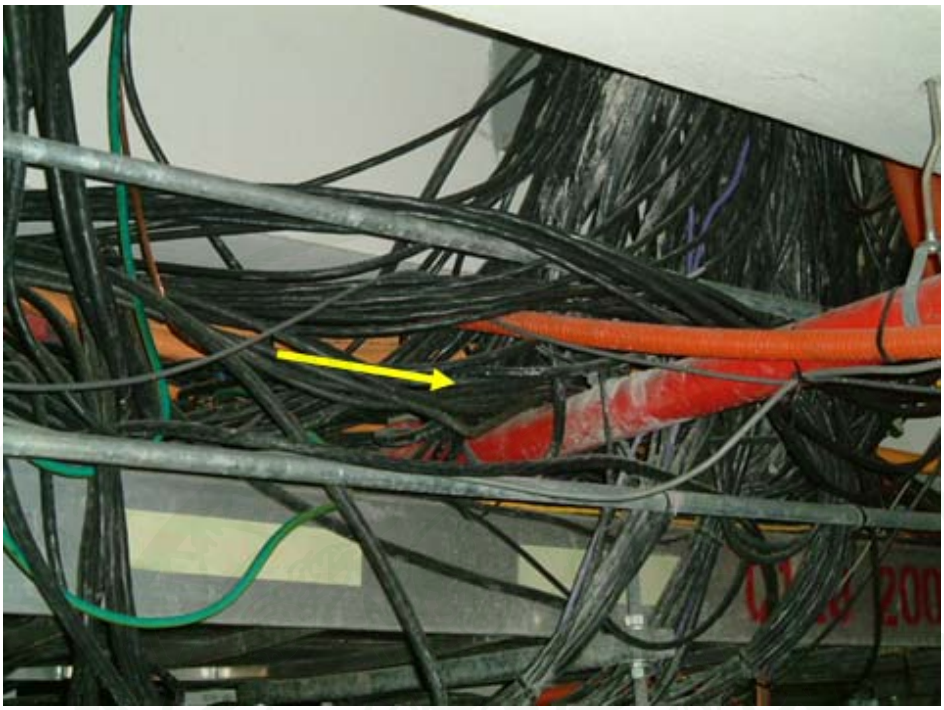
ภาพที่ 48 สายฉีดน้ำดับเพลิงมีรอยชำรุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 49 การติดตั้ง pipe loop ห่างจาก Transformer

ภาพที่ 50 การติดตั้งหัว Sprinkler ไม่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 51 หัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟ

ภาพที่ 52 มุมฉีดของหัว Nozzle บางตัวติดตั้งไม่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ตรวจสอบระบบอินเนอร์เจนพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 2001 จำนวน 5 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 11 สรุปผลการตรวจสอบระบบอินเนอร์เจนเทียบกับมาตรฐาน NFPA 2001 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**Selector Valve ติดตั้งสูงเกิน** จากการตรวจสอบบริเวณพื้นที่เก็บ ถังก๊าช Inergen ชั้น Ground Floor อาคาร Thermal Plant พบว่าวาล์วแยกทาง ออก (Selector Valve) ติดตั้งสูงจากพื้น 2.5 เมตร ทำให้การ Operate ยากลำบาก (ดูภาพที่ 53)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 2001 Section 2-3.3.7 Manual Operate ซึ่งระบุว่าให้ติดตั้งไม่สูงกว่า 4 ฟุต (1.2 เมตร) ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 213 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งบันไดชั่วคราวเพื่อง่ายในการ Operate กรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน 2. ย้ายตำแหน่งลงมาตามที่ระบุในมาตราฐาน NFPA 2001 คือติดตั้งไม่เกิน 1.2 เมตร
2	**ป้ายบอกตำแหน่ง เปิด-ปิดวาล์ว** Valve สำหรับสวิทส์แรงดัน (Pressure Switch) ซึ่งปกติเปิด (Normaly Open)จากการตรวจสอบไม่สามารถ รู้ได้ว่าอยู่ตำแหน่งไหน เมื่อ ระบบทำงานจะทำให้ไม่สามารถทราบแรงดันภายในท่อ (ดูภาพที่ 54)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 72 Section 8-1.1.2 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์ของระบบแต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงานป้ายแสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบดูรายละเอียด.ภาคผนวก ก. หน้า 208 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งป้ายแสดง “ปกติเปิด” บริเวณ Valve สวิทส์แรงดัน 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ Valve สวิทส์แรงดันให้อยู่ในตำแหน่ง “ปกติเปิด”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
3	**อุปกรณ์ปล่อยฉุกเฉินไม่มี Safety pin lock** บริเวณด้านหัวถังจะมีอุปกรณ์ปล่อยก๊าซ ฉุกเฉินแบบ Manual ซึ่งจากการตรวจ พบว่าไม่มี Safety Pin lock อยู่ตามตำแหน่ง ตามรูปภาพซึ่งหากมีการกระแทกบริเวณดังกล่าวอาจทำให้ก๊าซฉีดได้ (ดูภาพที่ 55)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 2001 Section 2-3.3.6, 4-7.2.4.10 ระบุว่า Manual Release ซึ่งจะทำการ Operate ไปในแต่ละพื้นที่ อุปกรณ์ต้องสมบูรณ์ภาคผนวก ก. หน้า 213, 215 **แนวทางการแก้ไข** 1. เพิ่มเติมโดยติดตั้ง Safety Pin Lock 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ
4	**Unit ที่ 1 ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน** Unit ที่ 1 ของถังบรรจุก๊าช Inergen ซึ่งมีถังอยู่จำนวน 48 ถังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ ปล่อยก๊าชฉุกเฉิน (Manual Release) ซึ่งกรณีระบบไฟฟ้าขัดข้อง จะไมสามารถฉีดก๊าชเข้าไปในพื้นที่ห้อง Relay 1, ห้อง relay 2 และห้อง DCS ได้ (ดูภาพที่ 56)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 2001 Section 2-3.3.5 Manual Release ของระบบจะต้องมีไว้ซึ่ง Electrical Manual Release และ Machanical Manual Release ซึ่งจะทำการ Operate ในกรณีระบบไฟฟ้าขัดข้อง ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 213 **แนวทางการแก้ไข** 1 ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยก๊าชฉุกเฉิน (Manual Release)เพิ่มเติมให้เป็นไปตามมาตรฐาน กำหนด 2 กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ

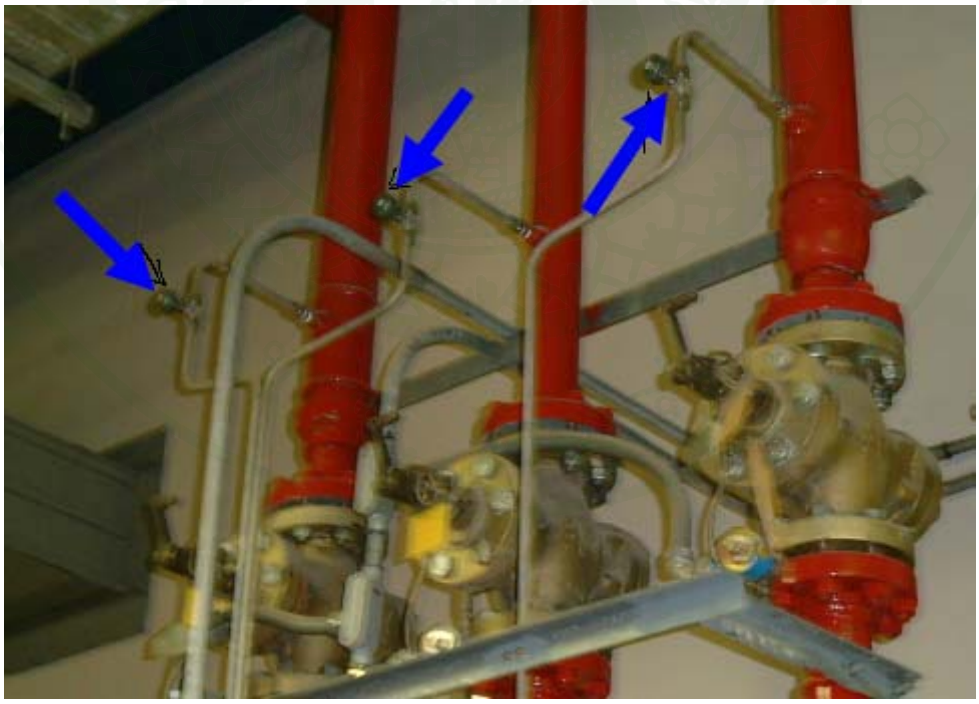
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
5	**เกจ์วัดแรงดันของถังเข็มชี้ตำแหน่งผิดปกติ** เกจ์วัดแรงดันของถังบรรจุก๊าช Inergen เข็มชี้ในตำแหน่งผิดปกติมีจำนวน 4 ถัง โดยแต่ละถังบรรจุก๊าชน้อยกว่า 1925 psi และมากกว่า 2875 psi. โดยประมาณ (ดูภาพที่ 57)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** จากมาตราฐาน NFPA 2001 Section 4-1.3.1, 4-1.3.2 ระบุว่าหากปริมาตร Inergen สูญเสียมากกว่า 5 % ของปริมาตร (ปกติ 260 lbs./ 117.9kg loss 5 % = 247 lbs./112 kg. โดยประมาณ) หรือ แรงดันสูญเสียมากกว่า 10 %ของแรงดันปกติ (ปกติแรงดัน 2175 psi @ 21'C loss 10 % = 1957.5 psi.@ 21'C โดยประมาณ) ให้ทำการเติมตามจำนวนดูรายละเอียดในภาคผนวก ก.หน้า 214 **แนวทางการแก้ไข** 1. นำเกจ์วัดแรงดันไปตรวจสอบ 2. ตรวจเช็คปริมาณน้ำหนักก๊าชภายในถัง บรรจุอยู่ในค่ายอมรับได้หรือไม่ให้อ้างอิง จากข้อกำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 53 การติดตั้ง Selector valve ติดตั้งสูงจากพื้นมาก ทำให้การ Operate ยากลำบาก



ภาพที่ 54 ไม่มีป้ายบอกสถานะของวาล์วสวิทซ์แรงดัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 55 ไม่มี Safety pin lock ของถัง Inergen

ภาพที่ 56 ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 57 เกจ์วัดแรงดันของถังเข็มชี้ตำแหน่งผิดปกติ

5. ตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 12 จำนวน 7 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 12 สรุปผลการตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบกับมาตรฐาน NFPA 12 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน** วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Valve) ไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และป้ายแสดงระยะ เวลาการฉีดเมื่อทำการฉีดก๊าซ CO_2 จะไม่สามารถ รู้ว่าปริมาณ CO_2 ออกไปในพื้นที่มากน้อยแค่ไหนและพื้นที่ ไหนได้ความสำคัญของการแก้ไข	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 72 Section 8-1.1.2 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์ของระบบแต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงาน ป้ายแสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบและป้ายแสดงพื้นที่ ดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. หน้า 208

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	(ดูภาพที่ 58)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งป้ายแสดง “ปกติปิด” บริเวณ วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Valve) 2. ติดตั้งป้ายแสดงวิธีการ Operate ระบบ 3. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจ สอบวาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Valve)
2	**ป้ายบอกตำแหน่งเปิด ปิด วาล์ว** Valve สำหรับสวิทส์แรงดัน (Pressure Switch) ซึ่งปกติเปิด (Normaly Open) จากการตรวจ สอบไม่สามารถรู้ได้ว่าอยู่ ตำแหน่งไหนเมื่อระบบทำงานจะทำให้ไม่สามารถทราบแรงดันภายในท่อ (ดูภาพที่ 59)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 72 Section 8-1.1.2 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์ของระบบแต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงาน ป้ายแสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบและป้ายแสดงพื้นที่ดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. หน้า 208 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งป้ายแสดง “ปกติปิด” “ปกติเปิด” บริเวณ วาล์วควบคุมต่าง ๆ 2. ติดตั้งป้ายแสดงวิธีการ Operate ระบบ 3. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจ สอบวาล์วควบคุมต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
3	**วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน** วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Valve) ไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และป้ายแสดงระยะวเลาการฉีดเมื่อทำการฉีดก๊าซ CO_2 จะไม่สามารถรู้ว่าปริมาณ CO_2 ออกไปในพื้นที่มากน้อยแค่ไหนและพื้นที่ ไหนให้ความสำคัญของการแก้ไข (ดูภาพที่ 60)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 12 Section 1-6.1.2 และ NFPA 72 Section 8-1.1.2 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์ของระบบแต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดง ป้ายเตือน ในและนอก อาคาร แสดงการทำงาน สถานะของอุปกรณ์ ในระบบและป้ายแสดงพื้นที่ดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. หน้า 208 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งป้ายแสดง “ปกติปิด” บริเวณวาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Valve) 2. ติดตั้งป้ายแสดงวิธีการ Operate ระบบ 3.กำหนดแผนในการตรวจสอบ ให้ตรวจสอบวาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Valve)
4	**ตู้ควบคุมระบบ** ตู้ควบคุมการปล่อยก๊าซ CO2 ซึ่งติดตั้งนอกอาคาร แต่ละตู้ควบคุมไม่มีคู่มือการ Operate เบื้องต้นถึงการใช้งาน ในกรณี Disable ระบบจะไม่สามารถทำได้	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 72 Section 8-1.1.2 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์ของระบบแต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงาน ป้ายแสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบและป้ายแสดงพื้นที่ดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. หน้า 208

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	(ดูภาพที่ 61)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งคู่มือหรือป้ายแสดงการใช้งานเบื้องต้นภายในตู้ควบคุมหรือนอกตู้ควบคุม 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจ สอบตู้ควบคุม
5	**สวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน** สวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Switch) ซึ่งติดตั้งนอกอาคาร แต่ละตัวไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน การช้อตจากภายในตู้ควบคุมเมื่อมีการบำรุงรักษาระบบจะทำให้ระบบช้อตได้ (ดูภาพที่ 62)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 12 Section 1-7.3.5 ซึ่งระบุว่าสวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Switch) จะต้อง Operate ง่ายและอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัย ดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. หน้า 174 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้ง Block ครอบกันการช้อตโดยยึด กับฝาตู้ควบคุม 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจ สอบตู้ควบคุม
ลำดับ	**รายละเอียดที่ตรวจพบ**	**ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข**
6	**สวิทซ์แรงดัน** สวิทส์แรงดัน (Pressure Switch) ซึ่งติดตั้งนอกอาคาร แต่ละตัวไม่มีสายสัญญาณ ไปหาตู้ควบคุมกรณีก๊าซฉีดระบบจะไม่สามารถแจ้งให้ตู้ควบคุมทราบได้	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 12 Section 1-8.4, NFPA 72 Section 2-9.2 ซึ่งระบุว่าระบบ จะต้องจัดให้มีสวิทส์แรงดัน (Pressure Switch) แจ้งสัญญาณกลับไปยังตู้ควบคุมดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. หน้า 203

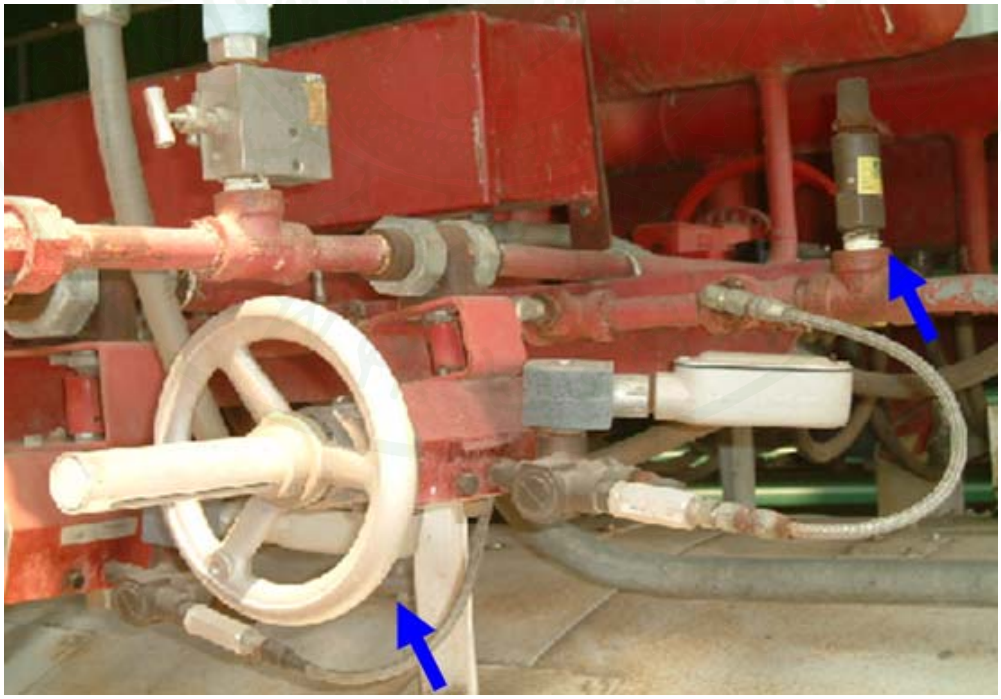
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	(ดูภาพที่ 63)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งสายสัญญาณเพิ่มเติมกลับ ไปยังตู้ควบคุม 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจ สอบสวิทส์แรงดัน (Pressure Switch)
7	**สวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน** สวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Switch) ซึ่งติดตั้งหน้าห้องควบคุม ชั้นหนึ่งจากการประเมินพบว่าสวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Switch) ไม่อุปกรณ์ป้องกันการฉีดฉุกเฉิน (Safety Pin Lock) และป้ายแสดงตรงตัวสวิทส์ ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Switch) ไม่ตรงตามพื้นที่ซึ่งจะเป็นเหตุ ให้การปฏิบัติงานผิดพลาดได้ (ดูภาพที่ 64)	**ข้อกำหนดมาตรฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 12 Section 1-7.3.9 ซึ่งระบุว่าสวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Switch) จะต้อง Operate ง่ายและอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยมีอุปกรณ์ป้องกันดูรายละเอียด ภาคผนวก ก. หน้า 175 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งสายสัญญาณเพิ่มเติมกลับไปยังตู้ ควบคุม 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจ สอบสวิทส์แรงดัน (Pressure Switch)

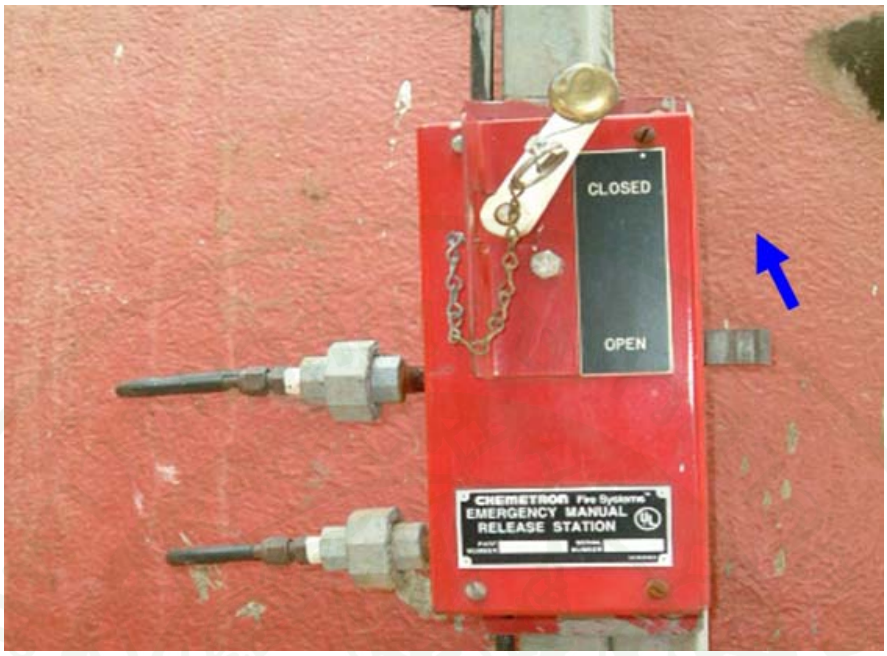
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 58 วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และป้ายแสดงระยะเวลาการฉีด



ภาพที่ 59 วาล์วสำหรับสวิทซ์แรงดันไม่มีป้ายบอกตำแหน่งเปิด-ปิดวาล์ว

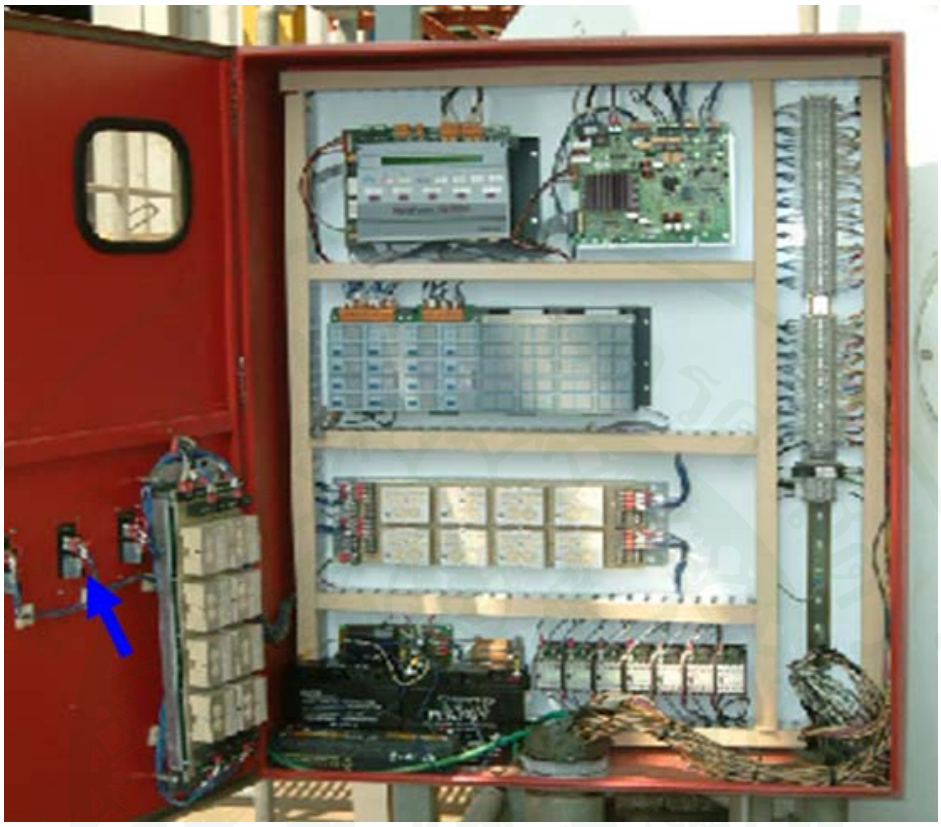
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 60 วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน ไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และป้ายแสดงระยะเวลาการฉีด

ภาพที่ 61 ตู้ควบคุมไม่มีคู่มือการ Operate

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 62 สวิทซ์ปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน

ภาพที่ 63 สวิทซ์แรงดันไม่มีสายสัญญาณไปหาตู้ควบคุมกรณีก๊าซฉีดระบบไม่แจ้งตู้ควบคุม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 64 ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันการฉีดฉุกเฉิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟมพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 11 จำนวน - รายการ และให้ข้อเสนอแนะจำนวน 3 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 13 สรุปผลการตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟมเทียบกับมาตรฐาน NFPA 12 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**แรงดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงสูงมากเกิน 17.5 บาร์** ในการตรวจสอบพบเห็นว่าขณะที่เครื่องสูบน้ำดับเพลิงทำงานนั้น แรงดันสูงมากขณะที่อุปกรณ์ผสมน้ำยาโฟมกำหนดค่า maximum operating pressure เท่ากัน 17.2 bar (ดูภาพที่ 65)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ให้เช็คดูเรื่องอัตราการไหลและแรงดันจุดที่ระบบโฟมทำงาน ว่าแรงดันจะเป็นอย่างไร 2. ติดตั้งวาล์วระบายแรงดัน ขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว
2	**วาล์วควบคุมการฉีดน้ำยาโฟมไปยังถังน้ำมันติดตั้งอยู่ภายนอกห้องที่ติดตั้งระบบโฟม** ในการตรวจสอบพบเห็นว่าวาล์วประตูน้ำที่จะฉีดน้ำยาโฟมไปยังถังน้ำมันต้องออกไปเปิดภายนอกห้อง ซึ่งอยู่หากจาก DIKE AREA ไม่มากนัก (ดูภาพที่ 66)	**แนวทางการแก้ไข** ให้จัดเตรียมชุดป้องกันความร้อนเพื่อสวมป้องกันในกรณีที่ออกไปเปิดวาล์วฉีดฟองโฟมไปยังถังน้ำมัน ถ้ามีความร้อนมากๆ
3	**ไม่มีการติดตั้งวาล์วสำหรับทดสอบการฉีดน้ำยาโฟม** ในการตรวจพบเห็นว่าไม่มีการติดตั้งวาล์วประตูน้ำสำหรับทดสอบการทำงานของอุปกรณ์โฟมของระบบ (ดูภาพที่ 67)	**แนวทางการแก้ไข** ให้ติดตั้งวาล์วประตูน้ำ พร้อมต่อสามทางแยกออกไป เพื่อฉีดฟองโฟมไปยังจุดที่ทำความสะอาดได้ง่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 65 แรงดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงสูงมากเกิน

ภาพที่ 66 การติดตั้งวาล์วควบคุมการฉีดน้ำยาโฟม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 67 การติดตั้งวาล์วสำหรับทดสอบการฉีดน้ำยาโฟม

7. ตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟมพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 11 จำนวน - รายการ และให้ข้อเสนอแนะจำนวน 3 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 14 สรุปผลการตรวจสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟมเทียบกับมาตรฐาน NFPA 11 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**แนะนำให้ติดตั้ง Deluge valve สำหรับวาล์วประตูน้ำที่เปิดน้ำเข้าไปผสมกับน้ำยาโฟม** ในการตรวจสอบพบเห็นน้ำรั่วซึมผ่านประตูน้ำที่ติดตั้งอยู่ไปรั่วออกทางสายฉีดโฟม (Suplementary foam hose stream) (ดูภาพที่ 68)	**แนวทางการแก้ไข** ให้ติดตั้ง Deluge Valve ขนาดเท่ากับวาล์วประตูน้ำ โดยติดตั้งอยู่ด้านหลังของวาล์วประตูน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
2	**ให้ลดขั้นตอนการทำงาน เมื่อเกิดไฟไหม้ และทำแผ่นป้ายบอกขั้นตอนการทำงานให้ชัดเจน** ในการตรวจสอบพบเห็นว่าจะต้องเปิดวาล์วหลายๆ ตัวเมื่อเกิดไฟไหม้ที่ถังน้ำมันซึ่งทำให้ยุ่งยากและอาจทำให้ยุ่งยากและอาจทำให้การทำงานผิดพลาดได้ง่าย (ดูภาพที่ 69)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ให้เปิดวาล์วประตูน้ำทั้งหมด ยกเว้นวาล์วประตูน้ำที่จะจ่ายน้ำยาโฟมไปยังถังน้ำมันแต่ละถัง 2. เมื่อระบบทำงานจะเปิดวาล์วที่จะจ่ายไปยังถังน้ำมันที่เกิดเหตุ วาล์วจ่ายน้ำยาโฟมและ Deluge valve 3. ทำแผ่นป้ายแสดงภาพและบอกขั้นตอนการทำงานให้ชัดเจน
3	**ให้เปิดวาล์วเพื่อให้สวิทซ์แรงดันทำงานเพื่อจะได้รู้ว่ามีแรงดันภายในท่อซึ่งในปัจจุบันได้ปิดไว้** ในการตรวจสอบพบเห็นว่ามีวาล์วประตู้น้ำปิดไว้ ทำให้สวิทซ์แรงดันที่ติดไว้ไม่ทำงานควรเปิดวาล์วไว้ตามปกติ (ดูภาพที่ 70)	**แนวทางการแก้ไข** ให้เปิดวาล์วประตูน้ำที่ปิดอยู่ แล้วทดสอบดูว่า สวิทซ์แรงดันทำงานเป็นปกติหรือไม่
4	**ควรติดตั้ง Bursting disc เพื่อป้องกันน้ำมันรั่วผ่านเช็ควาล์วออกมา** ในการตรวจสอบพบเห็นว่ามีการติดตั้งวาล์วประตูน้ำและเช็ควาล์วเท่านั้น อาจจะมีการรั่วซึมของน้ำมันผ่นน้ำออกมาได้ (ดูภาพที่ 71)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ให้ติดตั้ง Bursting disc เข้าไปในระบบเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำมัน 2. ติดตั้งประตูน้ำที่หน้าแปลน เพื่อตรวจเช็คดูว่าน้ำมันรั่วหรือไม่เป็นระยะๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
5	**ควรติดตั้งท่อสำหรับทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ของระบบ** ในการตวจสอบพบเห็นว่ามีการติดตั้งวาล์วประตูน้ำสำหรับทดสอบฉีดฟองโฟมตรวจจุดใกล้กับท่อฉีดฟองโฟมเข้าถัง ถ้าทดสอบระบบฟองโฟมจะคลุมไปรอบๆ ถัง ยากต่อการล้างทำความสะอาด อาจต่อท่อออกจากเฮดเดอร์ออกไปภายนอกยังจุดระบายน้ำก็ได้ (ดูภาพที่ 72)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ให้เดินท่อต่อจากเฮดเดอร์ออกไปภายนอกห้องและติดตั้งวาล์วสำหรับเปิดทดสอบฉีดฟองโฟมไปลงท่อระบายน้ำ
6	**การติดตั้งSupplementary foam hose stream ไม่ครอบคลุมพื้นที่** จัดเตรียม Supplementary foam hose stream สำหรับดับไฟ Spill fire ของถังน้ำมัน (ดูภาพที่ 73)	**แนวทางการแก้ไข** 1. ให้ติดตั้ง Supplementary foam hose stream ครอบคลุมพื้นที่ด้านหลังด้วย 2. เพิ่ม Foam Mobile Unit ตั้งจำนวน 3 ชุด พร้อมน้ำยาโฟมสำหรับ 30 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 68 ภายในห้องเก็บน้ำยาโฟม

ภาพที่ 69 ระบบโฟมไม่มีการเขียนป้ายบอกขั้นตอนการทำงานให้ชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 70 สวิทซ์แรงดัน

ภาพที่ 71 ท่อฉีดฟองโฟมมิได้ติดตั้ง Bursting disc

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 72 การติดตั้งท่อสำหรับทดสอบการทำงานของระบบโฟม

ภาพที่ 73 การติดตั้ง Supplementary foam hose stream

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8. ตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อน พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 72 จำนวน 1 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 15 สรุปผลการตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เทียบกับมาตรฐาน NFPA 72 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**สวิทซ์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน (Safety pin)** สวิทซ์ปล่อยน้ำฉุกเฉิน (Manual Release Switch) ของระบบดับเพลิง Sprinkler ซึ่งครอบคลุมบริเวณหม้อแปลง ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกรณีถูกกระแทกหรือฝาครอบบริเวณสวิทซ์นอกจากนี้อุปกรณ์ยังติดตั้งอยู่บริเวณ Outdoor ซึ่งจะทำให้น้ำฝนเข้าไปยังอุปกรณ์ได้และยังไม่ติด Safety sign ให้เห็นเด่นชัด (ดูภาพที่ 74)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 72 Section 8-1.1.2 ซึ่งระบุว่า อุปกรณ์ของระบบแต่ละระบบ จะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงาน ป้ายแสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบและป้ายแสดงพื้นที่ รวมถึงการป้องกันตัวอุปกรณ์เองและให้อุปกรณ์อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 208 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอุปกรณ์จากการกระแทกและจากน้ำจะต้อง Operate ได้สะดวก กรณีเกิดฉุกเฉิน ควรคำนึงการบำรุงรักษาด้วย 2. Safety sign ควรจะกำหนดให้เห็นเด่นชัดและภาษาที่ใช้ควรจะเป็นทั้งภาษาไทยและอังกฤษและข้อความนั้นจะต้องสื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้เข้าใจ 3. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบวาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release valve)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 74 สวิทซ์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. ตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้พื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่า ผิดจากมาตรฐาน NFPA 72 จำนวน 11 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 16 สรุปผลการตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้เทียบกับมาตรฐาน NFPA 72 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
1	**สวิทช์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน (Safety Pin)** สวิชส์ปล่อยนน้ำฉุกเฉิน (Manual Release Switch) ของระบบดับเพลิง Sprinkler ซึ่งครอบคลุมบริเวณหม้อแปลงไม่มีอุปกรณ์ป้องกันกรณีถูกกระแทกหรือฝาครอบบริเวณสวิทช์นอกจากนี้อุปกรณ์ยังติดตั้งอยู่บริเวณ Outdoor ซึ่งจะทำให้น้ำฝนเข้าไปยังอุปกรณ์ได้และยังไม่ติด Safety Sign ให้เห็นเด่นชัด (ดูภาพที่ 75)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** ผิดจากมาตราฐาน NFPA 72 Section 8-1.1.2, NFPA 15 Section 5-11.4 ซึ่งระบุว่า อุปกรณ์ของระบบแต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงาน ป้ายแสดงสถานะ ของอุปกรณ์ในระบบและป้ายแสดงพื้นที่รวม ถึงการป้องกันตัวอุปกรณ์เองและให้อุปกรณ์ อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 208 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอุปกรณ์จากการ กระแทกและจากน้ำจะต้อง Operate ได้สะดวกกรณีเกิดฉุกเฉิน ควรคำนึงถึงการ บำรุงรักษาด้วย 2. Safety Sign ควรจะกำหนดให้เห็นเด่นชัดและภาษาที่ใช้ควรจะเป็นทั้งภาษาไทย และ อังกฤษและข้อความนั้นจะต้องสื่อให้ ผู้ปฏิบัติ งานได้เข้าใจ 3.กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบวาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉิน (Manual Release Valve)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
2	**สวิทช์ยกเลิกการปล่อยน้ำฉุกเฉินอยู่ในตำแหน่งผิดปกติรายละเอียดสิ่งที่ตรวจพบ จากการประเมิน** ได้ตรวจสอบสวิทช์ยกเลิกการปล่อยน้ำฉุกเฉิน (Disable - Enable Switch) บริเวณ Combined Plant ตู้ควบคุมหมายเลข 2FPC-LFCP-5 สวิทช์อยู่ในตำแหน่ง Disable ซึ่งจะทำให้ระบบไม่สามารถปล่อยก๊าซได้จะต้องเลื่อนสวิทช์มาในตำแหน่ง Enable เท่านั้นระบบจึงสามารถทำงานสั่งปล่อยน้ำได้ (ดูภาพที่ 76)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** NFPA 72 Section 8-1.1.2, NFPA 15 Section 5-11.4 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์ของระบบ แต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงาน ป้ายแสดงสถานะของอุปกรณ์ในระบบ และป้ายแสดงพื้นที่รวมถึงการป้องกันตัว อุปกรณ์เองและให้อุปกรณ์อยู่ในสภาพพร้อม ใช้งานดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 208 **แนวทางการแก้ไข** 1 ติดตั้งป้ายแสดงตำแหน่งของสวิทช์ปกติอยู่ตำแหน่ง Enable 2 ต่อสัญญาณไปยังตู้ควบคุมหลักแสดงเหตุขัดข้องเมื่อเลื่อนตำแหน่งมาที่ Disable 3 กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบสวิทช์ยกเลิกการปล่อยน้ำฉุกเฉิน
3	**Smoke Detector ติดตั้งผิดมาตฐาน** จากการตรวจพบ Smoke Detector ที่ติดตั้งอยู่ห้องควบคุม ในส่วน Combined Plant ตำแหน่งติดตั้งอยู่ใกล้กับท่อจ่ายระบบระบายอากาศ (ดูภาพที่ 77)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 2-3.5.1, Section A-2-3.5.1 ซึ่งระบุว่า Smoke Detector จะต้องติดตั้งให้ห่างจากหัวจ่ายระบบระบายอากาศไม่ต่ำกว่า 3 ฟุต หรือ 1 เมตรดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 202, 213

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
		แนวทางการแก้ไข 1 ติดตั้ง Detector ให้ห่างจากหัวจ่าย ระบบระบายอากาศมากกว่า 1 เมตร 2 กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ Detector ทุกตำแหน่ง
4	**Smoke Detector ติดตั้งผิดมาตราฐาน** จากการตรวจพบ Smoke Detector ที่ติดตั้งอยู่ห้อง Cable ชั้น Basement ในส่วน Combined Plant ตำแหน่งติดตั้ง อยู่ติดกับคาน (ดูภาพที่ 78)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 2-3.4.1, Section 2-10.6.5.11 และ Section A-2-2.4.3 ซึ่งระบุว่า Smoke Detector จะต้องติดตั้ง ให้ห่างจากคาน 10 % ของระยะห่างระหว่าง คาน และหากคานกว้างกว่า 0.40 ของความสูง ระบุให้ติดตั้งบนคานได้ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 201, 205, 209 **แนวทางการแก้ไข** 1. ติดตั้ง Detector ให้ห่างจากคานอย่างน้อย 10 % ของระยะระหว่างคาน เช่น ถ้าคานห่างกัน 4 เมตร ให้ติดตั้งห่างจากคาน อย่างน้อย 40 เซ็นติเมตร 2. ในกรณีคานกว้างกว่า 0.40 ของความ สูงคานกำหนดให้ติดตั้งบนคานได้ 3. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ Smoke Detector
5	**Heat Detector ติดตั้งผิดมาตรฐาน** จากการตรวจพบ Heat Detector ที่ติดตั้งไม่เป็นไปตามมาตราฐานกำหนด	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 2-3.4.6.2 ซึ่งระบุว่า หลังคาเป็นลักษณะจั่ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	คือ ในโกดังซึ่งมีหลังคาเป็นลักษณะจั่ว (Slope) เมื่อเกิดเพลิงไหม้ประสิทธภาพการ ตรวจจับจะด้อยไปความสำคัญของการแก้ ไข (ดูภาพที่ 79)	(Slope) ความลาดเอียงของหลังคามากกว่า 10 องศา จะต้องติดตั้ง อุปกรณ์ตรวจจับในระนาบเดียว กับหลังคาดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 201 **ข้อกำหนดมาตฐาน** 1. ติดตั้ง Detector ให้ตรงตามมาตราฐาน **2.** กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ Smoke Detector
6	**แผงควบคุมไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน** ได้ตรวจพบแผงควบคุมระบบย่อย (Control Panel) ซึ่งติดตั้งบริเวณ Combined Plant ชั้น 1 ไม่มีอุปกรณ์หรือฝาครอบ ซึ่งอาจระบบช้อตเสียหายได้ (ดูภาพที่ 80)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 8-1.1.2, NFPA 15 Section 5-11.4 ซึ่งระบุว่า อุปกรณ์ ของระบบแต่ละระบบจะต้องจัดให้มีป้ายแสดงการทำงาน ป้ายแสดงสถานะของอุปกรณ์ ในระบบและป้ายแสดงพื้นที่รวมถึงการ ป้องกันตัวอุปกรณ์เองและให้อุปกรณ์อยู่ใน สภาพพร้อมใช้งานดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 208 **ข้อกำหนดมาตฐาน** 1 ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันครอบแผงควบคุมดังกล่าว 2 ติดตั้งป้ายแสดงให้ใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ 3 กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบแผงควบคุมระบบย่อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
7	**เรื่อง Smoke Detector ติดตั้งติดกับ Cable Tray** ได้ตรวจพบ Smoke Detector ติดตั้งติดกับ Cable Tray ภายในห้อง Switchgare ซึ่งติดตั้งบริเวณ Combined Plant ชั้น 1 จะเป็นเหตุให้ระบบเกิดเหตุขัดข้องบ่อย ๆ เนื่องจากสัญญาณรบกวนจาก Cable ภายใน Tray (ดูภาพที่ 81)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 2-10, A-2-2.4.5.2 ซึ่งระบุว่า Smoke ซึ่งติดตั้งในแต่ละ พื้นที่ต้องครอบคลุม 225 ตารางฟุต หรือ 21 ตารางเมตร และห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวาง 1/4 ของระยะระหว่างตัว Smoke Detectorดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 204, 212 **ข้อกำหนดมาตฐาน** 1. ย้ายตำแหน่ง Smoke Detector ห่างจาก Cable Tray ตามข้อกำหนด 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ Smoke Detector
8	**กล่องพักสายไม่มีปลั๊กอุด** ได้ตรวจพบ Smoke Detector และอุปกรณ์กล่องพักสายมีการเก็บงานไม่เรียบร้อย โดยไม่มีปลั๊กอุดกล่องพักสายเมื่อใช้งานไปทำให้แมลงเข้าไปอาศัยซึ่งสายอาจช้อตจากการกัดของแมลงได้ (ดูภาพที่ 82)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 2-3.1.1, A-2-2.4.5.2 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์สำหรับต่อพ่วง สายสัญญาณให้กับ Smoke Detector จะต้อง ติดตั้งให้สมบูรณ์ และเป็นไปตามมาตราฐานดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. 200,212 **ข้อกำหนดมาตฐาน** 1. ติดตั้งปลั๊กอุดเพิ่มเติมให้อุปกรณ์ติดตั้งถูกต้องและสมบูรณ์ 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบอุปกรณ์กล่องพักสาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

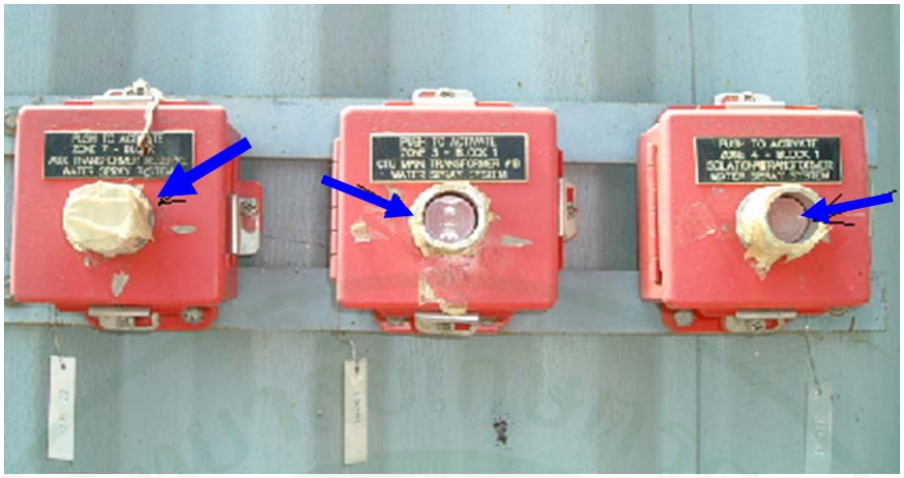
ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
9	**เรื่อง อุปกรณ์แจ้งเหตุติดตั้งหลังท่อ** ได้ตรวจพบ Bell, Horn และ Strobe ติดตั้งไว้หลังท่อและไม่มีป้ายแสดงว่าเป็นของพื้นที่ไหน ฉะนั้นในการบำรุงรักษาจะ ไม่สามารถทราบได้ว่าอุปกรณ์เป็นของพื้นที่ไหน (ดูภาพที่ 83)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 4-3.1.4 และ Section 4-4.2 ซึ่งระบุว่าอุปกรณ์แจ้งเตือน จะต้องมีเสียงเตือน 85 dB. ที่ระยะ 10 ฟุต หรือ 3 เมตร ส่วนไฟกระพริบจะต้องกระพริบ ให้มีความถี่ 1 Hz. ถึง 2 Hz. หรือทุก 0.2 วินาที และจะต้องติดตั้งแต่ละบริเวณไปโดยให้ห่างจากสิ่งกีดขวาง หรือตรง ประตูเข้า – ออกแต่ละบริเวณ ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 206, 207 **ข้อกำหนดมาตฐาน** 1. ย้ายตำแหน่ง Bell, Horn และ Strobe มายังตำแหน่งที่เหมาะสมหรือเหนือประตู 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบ Bell, Horn และ Strobe
10	**Smoke Detector และ Control Panel ขาดการบำรุงรักษา** ได้ตรวจพบ Smoke Detector และ Control Panel ขาดการบำรุงรักษาจะเห็นว่า ตู้ควบคุมสกปรก ไม่สามารถรู้ได้ว่าทำงาน ได้หรือไม่ Smoke Detector ไม่มีอุปกรณ์ กรองฝุ่น (Chamber)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** มาตราฐาน NFPA 72 Section 10.3.1 ซึ่งระบุว่าระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้และอุปกรณ์แจ้งเตือนจะต้องทำการทดสอบประจำปีอย่าง น้อย 1 ครั้งดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 216

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 (ต่อ)

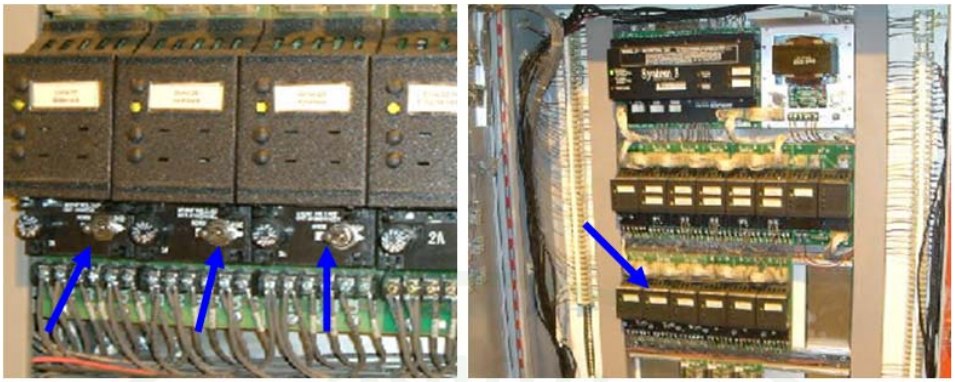
ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ข้อกำหนดมาตรฐาน/แนวทางการแก้ไข
	(ดูภาพที่ 84)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** 1. เปลี่ยนอุปกรณ์ในส่วนที่ทำงานไม่ได้ 2. กำหนดแผนในการตรวจสอบให้ตรวจสอบตู้ควบคุม
11	**การติดตั้งหัวตรวจจับความร้อน** หัวตรวจจับความร้อน ติดตั้งไม่เหมาะสม อยู่ห่างจากถังน้ำมันมากเกินไป ประกอบกับเป็นพื้นที่เปิดโล่ง เมื่อเกิดเพลิงไหม้ จะไม่สมารถตรวจจับเพลิงเพื่อเตือนภัยได้อย่างรวดเร็ว (ดูภาพที่ 85)	**ข้อกำหนดมาตฐาน** ผิดจากมาตรฐาน NFPA 72 Section 2-3.4.1.1 ตำแหน่งของเครื่องตรวจจับจะต้องติดตั้งไม่สูงเกินไป ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 200 **ข้อกำหนดมาตฐาน** เปลี่ยนชนิดตัวตรวจจับความร้อนและติดตั้งใหม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

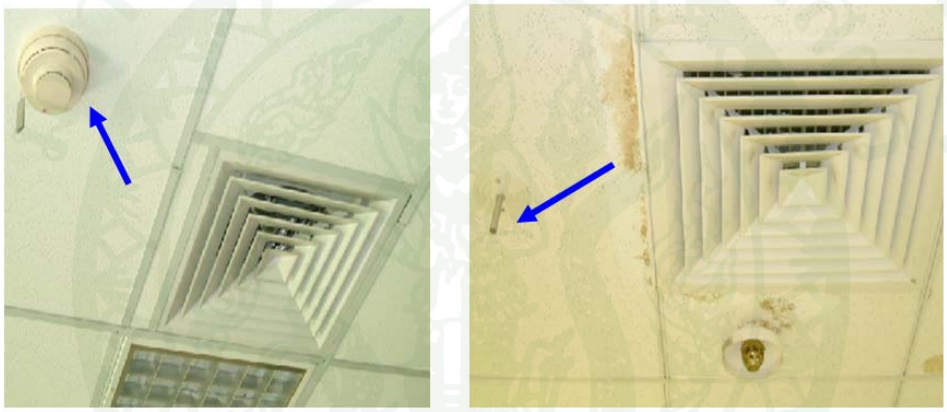


ภาพที่ 75 สวิทซ์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



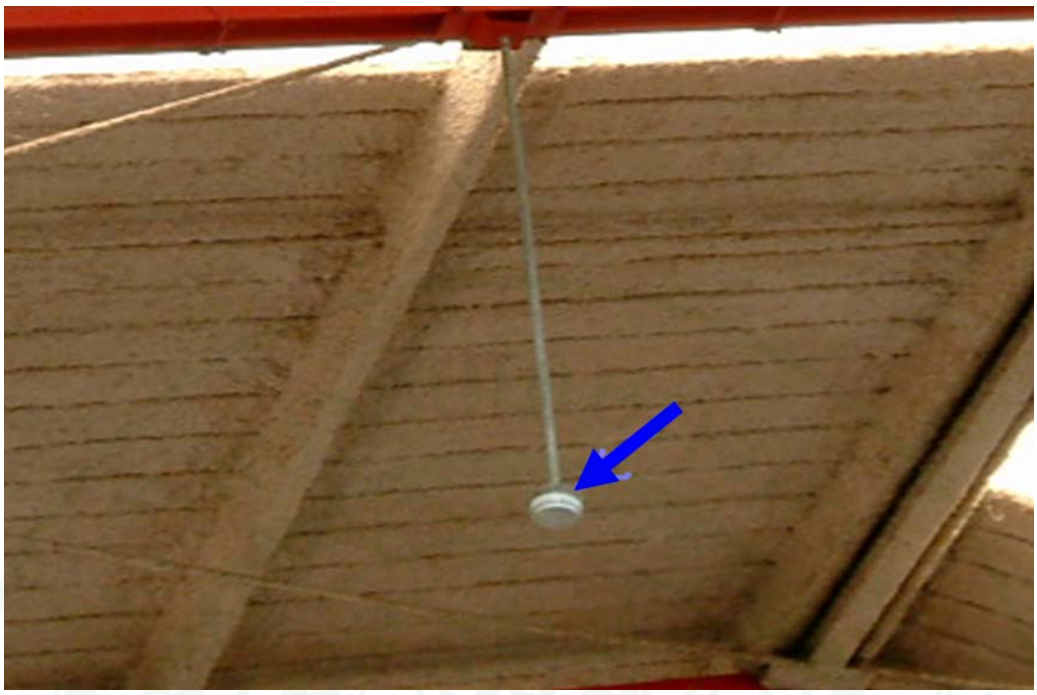
ภาพที่ 76 สวิทซ์ยกเลิกการปล่อยน้ำฉุกเฉินอยู่ในตำแหน่งผิดปกติ



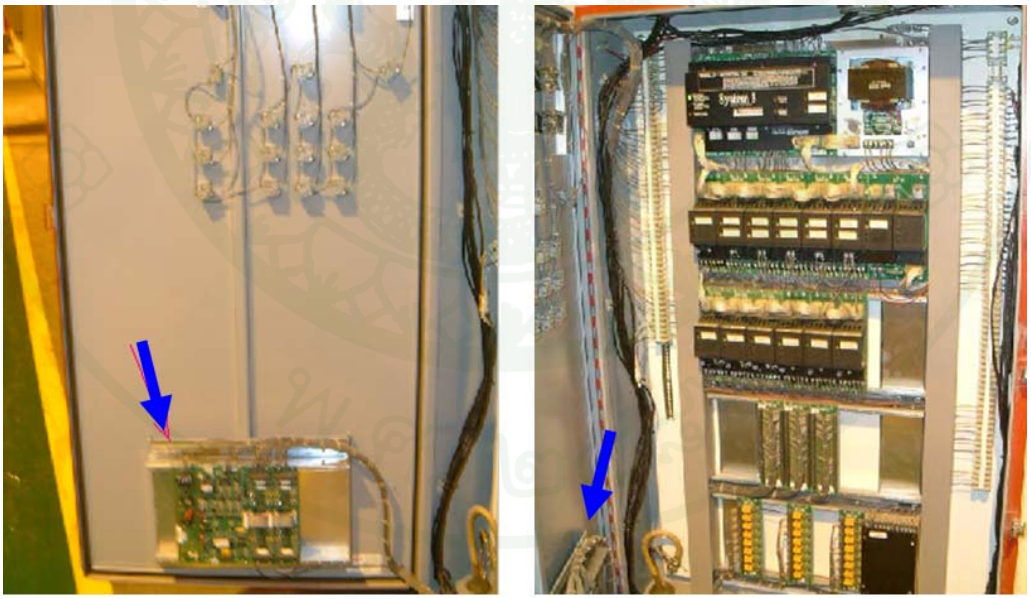
ภาพที่ 77 Smoke Detector ติดตั้งอยู่ใกล้กับท่อจ่ายระบบระบายอากาศ

ภาพที่ 78 Smoke Detector ติดตั้งผิดมาตรฐานอยู่ใกล้กับคาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

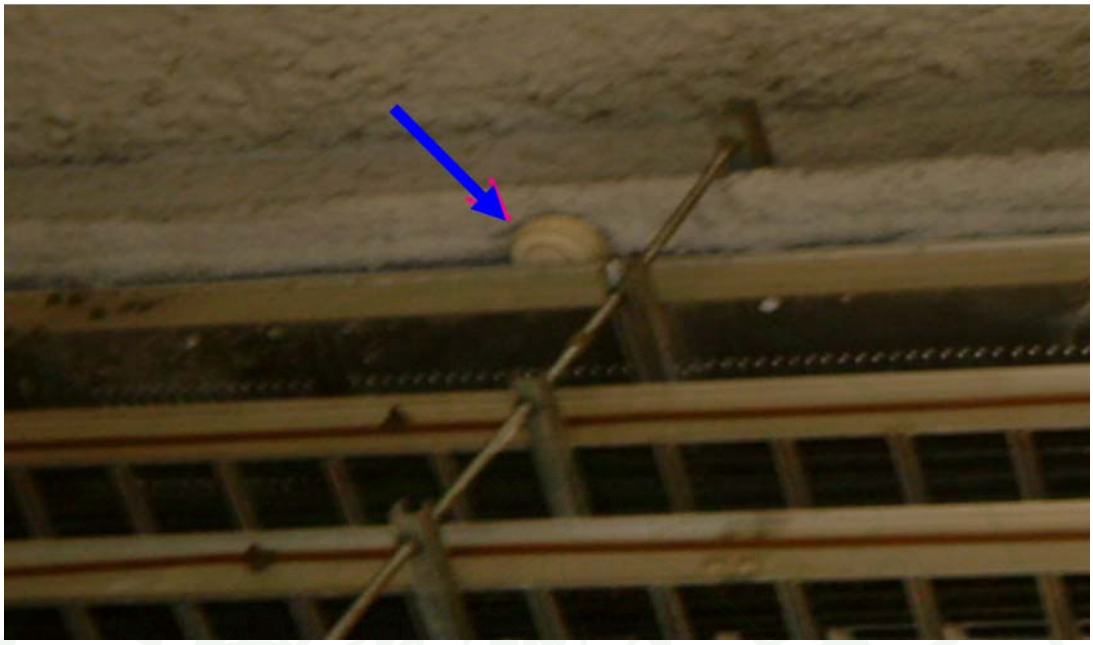


ภาพที่ 79 Heat Detector ติดตั้งผิดมาตรฐาน บริเวณอาคารโรงงาน

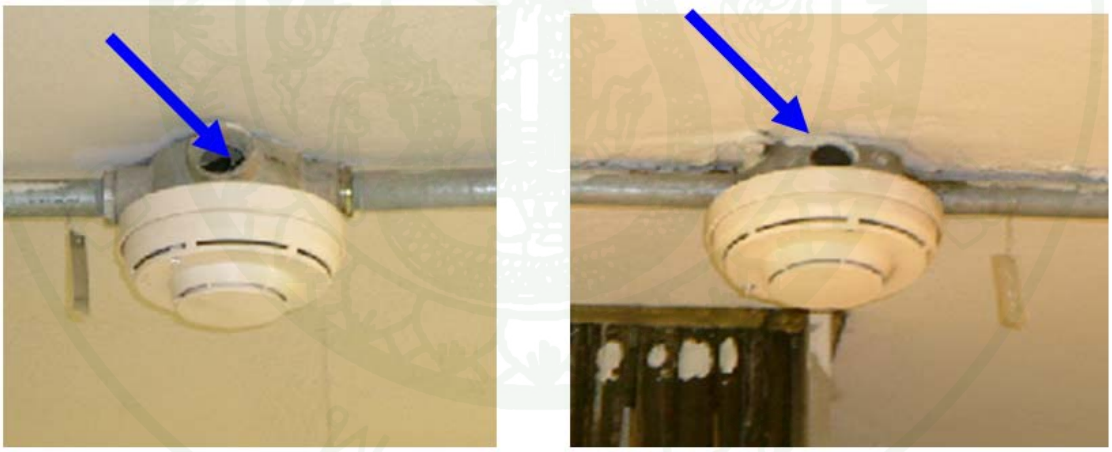


ภาพที่ 80 แผงควบคุมไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 81 Smoke Detector ติดตั้งติดกับ Cable tray



ภาพที่ 82 กล่องพักสายไม่มีปลั๊กอุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 83 อุปกรณ์แจ้งเหตุติดตั้งหลังท่อและไม่มีป้ายแสดงว่าเป็นของพื้นที่ใด

ภาพที่ 84 Smoke Detector และ Control panel ขาดการบำรุงรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 85 การติดตั้งหัวตรวจจับความร้อนติดตั้งไม่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผลจากการตรวจประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยจำนวน 6 ระบบ เทียบกับมาตรฐาน NFPA ในพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ได้นำมาปรับปรุงแก้ไขระบบป้องกันอัคคีภัย สรุปได้ ตามตารางที่ 17

ตารางที่ 17 สรุปผลการแก้ไขระบบป้องกันอัคคีภัยตามข้อเสนอแนะ

สถานที่/ระบบป้องกันอัคคีภัย	ผิดจากมาตรฐาน NFPA/ ข้อเสนอแนะ	แก้ไขแล้วเสร็จ	ร้อยละ แก้ไขแล้วเสร็จ
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน			
- ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	8	6	75.0
- ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง	1	-	-
- ระบบอินเนอร์เจน	5	5	100
- ระบบดับเพลิงด้วยโฟม	3	2	66.67
- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	1	1	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม			
- ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	11	8	72.73
- ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง	12	5	41.67
- ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	7	7	100
- ระบบดับเพลิงด้วยโฟม	6	2	33.33
- ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้	11	8	72.73
รวม	65	44	67.69

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายละเอียดผลการแก้ไข

ตารางที่ 18 สรุปผลการแก้ไขระบบสูบน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	ระบบ/รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	ตำแหน่งถังเก็บน้ำมันสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง	ยังไม่ดำเนินการ
2	ระบบระบายความร้อน	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
3	ระบบ Jockey pumpทำงานถี่เกินไป	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
4	Pressure sensing line ยาวเกินไป	ยังไม่ดำเนินการแ ต่ดำเนินการอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก
5	เครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ได้รับการบำรุงรักษา	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
6	ระบบท่อส่งน้ำดับเพลิงโดนหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้าอาจทำให้ท่อผุ	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
7	ระบบ Water supply Systemท่อทางด้านดูดจากถังเก็บน้ำเข้า Fire Pump จะต้องติด Vortex plate	ตรวจสอบได้ติด Vortex plate เรียบร้อย
8	ระบบ Piping, Fire Hydrant and Hose systemหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้า ฉีดน้ำถูกท่อ, วาล์ว และตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 สรุปผลการแก้ไขระบบสูบน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1.	ระบบระบายอากาศในห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ได้มาตรฐาน	ยังไม่ดำเนินการ
2.	ขั้วแบตเตอรี่สกปรก การวางสายไฟไม่ถูกต้อง	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
3.	ระบบระบายความร้อนเครื่องยนต์ พบวาล์วบางตัวเปิด-ปิด ไม่ถูกต้อง	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
4.	การติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลติดตั้งสูงไปประมาณ 2 เมตร ทำให้เวลาอ่านค่าอัตราการไหล ทำได้ยาก	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
5.	หัวรับน้ำดับเพลิงพบหัวรับน้ำดับเพลิงมีรอยรั่ว และขนาดท่อไม่สัมพันธ์กัน มีช่องโหว่	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
6.	Gate Valve CWSE-BV-020 มีรอยรั่ว	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
7.	การระบายอากาศห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ควรเปิด-ปิดได้โดยอัตโนมัติ และควรเป็น Fire damper	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
8.	การทำงานของบานปรับอากาศบานระบายอากาศของห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ควรเปิด-ปิดได้โดยอัตโนมัติ	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
9.	ท่อส่งน้ำดับเพลิงมีหัวฉีดน้ำรดสนามหญ้า ทำให้ท่อ เปียก และผุได้	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
10.	Gate valve มีรอยรั่ว	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
11.	Operating Wrench และเครื่องหมายแสดงการใช้งานไม่	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 สรุปผลการแก้ไขระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	ติดตั้ง Sprinkler ผิดมาตรฐาน	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข

ตารางที่ 21 สรุปผลการแก้ไขระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	คานคอนกรีตปิดกั้นหัว Sprinkler ทำให้พื้นที่ส่วนด้านหลังไม่ได้รับการ protect	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
2	มีสิ่งกีดขวางหัว Sprinklers อยู่มากพบสายไฟ รางสายไฟกีดขวางการทำงาน ของหัว Sprinklers	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
3	หัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟและ Cable tray	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
4	การติดตั้ง Pipe loop ไม่ควรห่างจาก Transformer เกิน 2 ฟุต โดยรอบ	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
5	หัว Spray Nozzle แถวบนต้องอยู่พ้นระยะรัศมีของ Clearance from uninsulated bushings	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
6	มุมฉีดของหัว Nozzle บางตัวติดตั้งไม่ถูกต้อง	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
7	น้ำจาก Main drain ไหลหยดเปื้อนท่อ Supply ทิ้งไว้นานจะทำให้ท่อผุ	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
8	สายฉีดน้ำดับเพลิงมีรอยชำรุด	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
9	การติดตั้ง Pipe loop ห่างจาก Transformer มากเกินไป	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
10	การติดตั้งหัว Sprinkler ติดตั้งทับคาน	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
11	การติดตั้งหัว Sprinkler ถูกปิดทับด้วยสายไฟ	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
12	การติดตั้งหัว Sprinklerมุมฉีดของหัว Nozzle บางตัวติดตั้งไม่ถูกต้อง	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 22 สรุปผลการแก้ไขระบบอินเนอร์เจน โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	Selector Valve ติดตั้งสูงเกิน ทำให้การ Operate ยากลำบาก	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
2	ไม่มีป้ายบอกตำแหน่ง Valve สำหรับสวิทส์แรงดัน ทำให้ไม่สามารถ ทราบแรงดันภายในท่อ	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
3	อุปกรณ์ปล่อยฉุกเฉินไม่มี Safety pin lock	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
4	Unit ที่ 1 ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยก๊าซฉุกเฉิน	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
5	เกจ์วัดแรงดันของถังเข็มชี้ตำแหน่งผิดปกติ	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 สรุปผลการแก้ไขระบบดับเพลิงด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และ ป้ายแสดงระยะ เวลาการฉีด	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
2	ไม่มีป้ายบอกตำแหน่งเปิด ปิด วาล์วสวิทส์แรงดัน (Pressure Switch) เมื่อระบบทำงานจะทำให้ไม่สามารถทราบแรงดันภายในท่อ	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
3	วาล์วปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีป้ายแสดงพื้นที่และ ป้ายแสดงระยะเวลาการฉีด	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
4	ตู้ควบคุมระบบ ไม่มี คู่มือการ Operate เบื้องต้นถึงการใช้งาน	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
5	สวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน การช้อตจากภายในตู้ควบคุม	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
6	สวิทซ์แรงดัน ไม่มีสายสัญญาณไปตู้ควบคุม	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
7	สวิทส์ปล่อยก๊าซฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกันการฉีดฉุกเฉิน	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 สรุปผลการแก้ไขระบบดับเพลิงด้วยโฟมโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	แรงดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงสูงมากเกิน 17.5 บาร์	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
2	วาล์วควบคุมการฉีดน้ำยาโฟมไปยังถังน้ำมันติดตั้งอยู่ภายนอกห้องที่ติดตั้งระบบโฟม	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
3	ไม่มีการติดตั้งวาล์วสำหรับทดสอบการฉีดน้ำยาโฟม	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข

ตารางที่ 25 สรุปผลการแก้ไขระบบดับเพลิงด้วยโฟม โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	แนะนำให้ติดตั้ง Deluge valve สำหรับวาล์วประตูน้ำที่เปิดน้ำเข้าไปผสมกับน้ำยาโฟม	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
2	ให้ลดขั้นตอนการทำงาน เมื่อเกิดไฟไหม้ และทำแผ่นป้ายบอกขั้นตอนการทำงานให้ชัดเจน	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
3	เปิดวาล์วเพื่อให้สวิทซ์แรงดันทำงาน เพื่อจะได้รู้ว่ามีแรงดันภายในท่อซึ่งในปัจจุบันได้ปิดไว้	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
4	ควรติดตั้ง Bursting disc เพื่อป้องกันน้ำมันรั่วผ่านเช็ควาล์วออกมา	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
5	ควรติดตั้งท่อสำหรับทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ของระบบ	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
6	จัดเตรียม Supplementary foam hose stream สำหรับดับไฟ Spill fire ของถังน้ำมัน	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 สรุปผลการแก้ไขระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	สวิทซ์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน (Safety pin)	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 27 สรุปผลการแก้ไขระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ลำดับ	รายละเอียดที่ตรวจพบ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1	สวิทช์ปล่อยน้ำฉุกเฉินไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน (Safety Pin)	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
2	สวิทช์ยกเลิกการปล่อยน้ำฉุกเฉินอยู่ในตำแหน่งผิดปกติ	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
3	Smoke Detector ติดตั้งผิดมาตฐานติดตั้งอยู่ใกล้กับท่อจ่ายระบบระบายอากาศ	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
4	Smoke Detector ติดตั้งผิดมาตราฐาน	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
5	Heat Detector ติดตั้งผิดมาตรฐาน	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
6	แผงควบคุมไม่มีอุปกรณ์หรือฝาครอบป้องกัน	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
7	เรื่อง Smoke Detector ติดตั้งติดกับ Cable Tray	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
8	กล่องพักสายไม่มีปลั๊กอุด	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
9	อุปกรณ์แจ้งเหตุติดตั้งหลังท่อ	ยังไม่ดำเนินการแก้ไข
10	Smoke Detector และ Control Panel ขาดการบำรุงรักษา	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ
11	การติดตั้งหัวตรวจจับความร้อนไม่เหมาะสม	ดำเนินการแล้วเสร็จตามข้อเสนอแนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. จากการนำผลการตรวจประเมินวัดผล ISRS องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผนมาหาค่าเฉลี่ยร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 9 หัวข้อ ผลตามตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยร้อยละของการปฏิบัติตามข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 78.04 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 83.93 และต่ำสุดเท่ากับ 69 ส่วนองค์ประกอบย่อยที่มีข้อบกพร่องมากสุด 3 อันดับแรกคือ องค์ประกอบย่อยที่ 3.6 การตรวจสอบระบบพิเศษ เฉลี่ยร้อยละ 69 อันดับที่ 2 คือ องค์ประกอบย่อยที่ 3.3 การวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบเฉลี่ยร้อยละ 68.33 และอันดับที่ 3 คือองค์ประกอบย่อยที่ 3.8 ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน เฉลี่ยร้อยละ 75

4. นำผลการตรวจประเมินทั้งหมดมาหาค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อย โดยแยกแต่ละองค์ประกอบย่อยทั้ง 9 ข้อ ซึ่งได้ผลตามตารางที่ 28 – ตารางที่ 37 ในการคิดค่าร้อยละนั้นจะคิดตามคะแนนในแต่ละหัวข้อย่อย หลังจากนั้นรวมคะแนนโดยเทียบให้คะแนนเต็มในข้อกำหนดนั้นเท่ากับ 100

ตารางที่ 28 สรุปผลการตรวจประเมินวัดผล องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อย									ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	85.71	75.0	70.0	80.0	83.0	70.0	76.0	75.0	80.0	78.70
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	82.14	80.0	68.0	80.0	77.0	66.67	76.0	75.0	80.0	77.39
ค่าเฉลี่ย	83.93	77.5	69.0	80	80	68.33	76.0	75.0	80.0	78.04

ตารางที่ 29 สรุปผลการตรวจสอบทั่วไปตามแผน

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.1							ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	3.1.5	3.1.6	3.1.7	
คะแนนเต็ม 140 คะแนน	35	50	20	10	10	10	5	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	30	45	20	5	5	10	5	85.71
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	25	45	20	5	5	10	5	82.14
ค่าเฉลี่ย	71.43	90	100	50	50	100	100	83.93

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 29 ข้อกำหนดที่ 3.1 การตรวจสอบทั่วไปตามแผน พบว่ามีค่าร้อยละของการตรวจสอบทั่วไปตามแผนเท่ากับ 83.93 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การเขียนรายงานการปฏิบัติที่ต่ำกว่ามาตรฐานทั้งหมด ซึ่งพบในขณะตรวจสอบทั่วไปตามแผน และอีกข้อคือ การชมเชยด้วยวาจาและรายงานไว้เป็นลายลักษณ์อักษรเมื่อพบสภาพการณ์หรือการปฏิบัติ ที่สูงกว่ามาตรฐาน ขณะตรวจสอบทั่วไปตามแผน ซึ่งมีค่าร้อยละ 50

ตารางที่ 30 สรุปผลระบบการติดตาม

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.2						ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.2.1	3.2.2	3.2.3	3.2.4	3.2.5	3.2.6	
คะแนนเต็ม 100 คะแนน	20	20	20	15	15	10	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	20	20	5	15	10	5	75
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	20	20	10	15	10	5	80
ค่าเฉลี่ย	100	100	50	100	66.67	50	77.5

จากตารางที่ 30 ข้อกำหนดที่ 3.2 ระบบการติดตาม พบว่ามีค่าร้อยละของระบบการติดตามเท่ากับ 77.5 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง ผู้รับผิดชอบแต่ละคนได้รับผิดชอบดูแลทุกหัวข้อที่อยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของตนให้รับการแก้ไขตามกำหนดเวลาสอดคล้องกับลำดับความสำคัญที่จัดทำขึ้น และอีกข้อคือ มีแฟ้มกลางสำหรับเก็บรายงานการตรวจสอบทั่วไปตามแผนทั้งหมดของพื้นที่ปฏิบัติงานทุกแห่ง ซึ่งมีค่าร้อยละ 50

ตารางที่ 31 สรุปผลการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.3			ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.3.1	3.3.2	3.3.3	
คะแนนเต็ม 50 คะแนน	25	15	10	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	20	10	5	70.00
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	18	8	8	68.00
ค่าเฉลี่ย	72.00	53.33	80.00	69.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 31 องค์ประกอบย่อยที่ 3.3 การวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ พบว่ามีค่าร้อยละของการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ เท่ากับ 69.0 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การดำเนินการที่เหมาะสมในการควบคุมสาเหตุพื้นฐานหรือสาเหตุหลักของสภาพการณ์และการปฏิบัติที่ต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งได้ระบุไว้ในรายงานการตรวจสอบทั่วไป ซึ่งมีค่าร้อยละ 53.33

ตารางที่ 32 สรุปผลส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติ

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.4			ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.4.1	3.4.2	3.4.3	
คะแนนเต็ม 100 คะแนน	80	10	10	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	70	5	5	80.00
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	70	5	5	80.00
ค่าเฉลี่ย	87.5	50	50	80.00

จากตารางที่ 32 องค์ประกอบย่อยที่ 3.4 ส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติ พบว่ามีค่าร้อยละของส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติ เท่ากับ 80.0 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง ระบบที่ใช้ในการระบุหาส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติได้รวมถึงการประเมินความสอดคล้องระหว่างอุปกรณ์ วัสดุ อาคารและพื้นที่ และอีกข้อคือ รายการของส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติได้รับการทบทวนอย่างเป็นระบบเพื่อดูว่ารายงานเหล่านั้นสมบูรณ์ครบถ้วนและทันสมัย บ่อยครั้งเพียงใด ซึ่งมีค่าร้อยละ 50

ตารางที่ 33 สรุปผลการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.5					ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.5.1	3.5.2	3.5.3	3.5.4	3.5.5	
คะแนนเต็ม 100 คะแนน	60	10	10	10	10	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	50	10	10	8	5	83.0
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	45	10	10	7	5	77
ค่าเฉลี่ย	75	100	100	70	50	80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 33 องค์ประกอบย่อยที่ 3.5 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พบว่ามีค่าร้อยละการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เท่ากับ 80.0 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง กำหนดการตรวจสอบและบำรุงรักษาได้รับการทบทวนและปรับปรุง อย่างสม่ำเสมอ ตามความเหมาะสม บนพื้นฐานของข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งมีค่าร้อยละ 50

ตารางที่ 34 สรุปผลการตรวจสอบอุปกรณ์พิเศษ

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติองค์ประกอบย่อยที่ 3.6		ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.6.1	3.6.2	
คะแนนเต็ม 60 คะแนน	20	40	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	12	30	70
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	10	30	66.67
ค่าเฉลี่ย	50	75	68.33

จากตารางที่ 34 องค์ประกอบย่อยที่ 3.6 การตรวจสอบอุปกรณ์พิเศษพบว่ามีค่าร้อยละของการตรวจสอบอุปกรณ์พิเศษ เท่ากับ 68.33 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การทบทวนอุปกรณ์เครื่องจักรและเครื่องมือทั้งหมดเพื่อระบุว่ามีหน้าที่หลักในการปกป้องคุ้มครองความปลอดภัย สุขภาพและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีค่าร้อยละ 50

ตารางที่ 35 สรุปผลการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.7				ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.7.1	3.7.2	3.7.3	3.7.4	
คะแนนเต็ม 50 คะแนน	10	20	10	10	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	8	15	7	8	76
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	7	15	8	8	76
ค่าเฉลี่ย	70	75	80	80	76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 35 องค์ประกอบย่อยที่ 3.7 การตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน พบว่ามีค่าร้อยลการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน เท่ากับ 76.0 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง หน่วยงานได้ใช้วิธีการที่เป็นระบบในการระบุอุปกรณ์ที่ต้องได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งาน ซึ่งมีค่าร้อยละ70

ตารางที่ 36 สรุปผล ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.8			ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.8.1	3.8.2	3.8.3	
คะแนนเต็ม 40 คะแนน	20	10	10	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	10	10	10	75
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	10	10	10	75
ค่าเฉลี่ย	50	100	100	75

จากตารางที่ 36 องค์ประกอบย่อยที่ 3.8 ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานพบว่ามีค่าร้อยละ ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานเท่ากับ 75.0 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง ระบบซึ่งมีอยู่นี้ได้กระตุ้นให้บุคลากรเขียนรายงานเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งมีค่าร้อยละ50

ตารางที่ 37 สรุปผลข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตาม

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อยที่ 3.9		ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.9.1	3.9.2	
คะแนนเต็ม 50 คะแนน	10	40	100
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	10	30	80
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	10	30	80
ค่าเฉลี่ย	100	75	80

จากตารางที่ 37 ข้อกำหนดที่ 3.9 ข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตาม พบว่ามีค่าร้อยละ ข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตาม เท่ากับ 80 พบข้อบกพร่องมากที่สุดในเรื่อง การประเมินผลอย่างละเอียดเพื่อตรวจสอบการปฏิบัติตามข้อกำหนด ข้อพึงปฏิบัติและมาตรฐานทางอุตสาหกรรมต่างๆ เกี่ยวกับสภาพการณ์ทั่วไปโดยผู้มีความรู้ ซึ่งมีค่าร้อยละ 75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขระบบป้องกันอัคคีภัย และได้นำวิธีปฏิบัติระบบป้องกันอัคคีภัย เข้าใช้งานแล้วระยะหนึ่งจึงได้ทำการตรวจประเมินวัดผล ISRS องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผนอีกครั้ง ผลทุกองค์ประกอบย่อยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น รายละเอียดตามตารางที่ 38 ค่าเฉลี่ยร้อยละของการปฏิบัติตามข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 83.70 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 92.86 และต่ำสุดเท่ากับ 72.0

ตารางที่ 38 สรุปผลหลังจากทำการปรับปรุง แก้ไขระบบป้องกันอัคคีภัย และนำวิธีปฏิบัติเข้าใช้งาน

สถานที่	ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามองค์ประกอบย่อย									ค่าเฉลี่ยร้อยละ
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	
โรงไฟฟ้าพลังความร้อน	92.86	75.0	80.0	80.0	91.0	83.33	86.0	75.0	90.0	84.64
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม	89.29	80.0	72.0	80.0	84.0	83.33	82.00	75.0	90.0	82.75
ค่าเฉลี่ย	91.07	77.5	76.0	80.0	87.5	83.33	84.0	75.0	90.0	83.70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปวิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ

สรุปวิจารณ์ผล

จากการตรวจประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมสรุปการวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

1. จากการประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยที่มีอยู่เดิมของโรงไฟฟ้าราชบุรีจำนวน 6 ระบบ โดยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ จากสถาบันวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบข้อบกพร่องที่ผิดจากมาตรฐาน NFPA จำนวน 55 รายการ และมีข้อเสนอแนะ 10 รายการ โดยพบข้อบกพร่องที่มาจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม จำนวน 40 รายการ ข้อเสนอแนะ จำนวน 4 รายการ และพบข้อบกพร่องที่มาจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อน จำนวน 15 รายการ ข้อเสนอแนะ จำนวน 6 รายการ ทุกรายการไม่มีข้อบกพร่องที่มีนัยสำคัญ จุดบกพร่องส่วนใหญ่ที่พบเกิดจากการออกแบบ การติดตั้งและการเลือกใช้อุปกรณ์ระบบป้องกันอัคคีภัยในช่วงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าไม่เป็นไปตามมาตรฐาน NFPAกำหนด ซึ่งในการออกแบบระบบป้องกันระงับอัคคีภัยของโรงไฟฟ้าราชบุรีได้ระบุไว้ในสัญญาจ้างว่า การติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยทุกระบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA กำหนด แต่ช่วงเวลาการตรวจรับโรงไฟฟ้า ผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจรับอาจจะไม่ค่อยให้ความสำคัญเนื่องจากไม่ใช่ระบบหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้า และหลังจากที่ได้ผลิตกระแสไฟฟ้าขายในเชิงพาณิชย์แล้วยังไม่มีผู้เชี่ยวชาญระบบป้องกันอัคคีภัยจากภายนอกมาทำการประเมิน

2. ผลจากการตรวจประเมินระบบป้องกันอัคคีภัยจำนวน 6 ระบบ เทียบกับมาตรฐาน NFPA ในพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม ได้นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า ระบบอินเนอร์เจน ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม และระบบดับเพลิงด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ ปรับปรุง แก้ไข ร้อยละ 100 ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อน แก้ไขแล้วเสร็จ ร้อยละ 75 ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมและระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมแก้ไขแล้วเสร็จร้อยละ 72.73 ระบบโฟมโรงไฟฟ้าพลังความร้อน แก้ไขแล้วเสร็จ 66.67 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม แก้ไขแล้วเสร็จร้อยละ 41.67 และระบบโฟมโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม แก้ไขแล้วเสร็จร้อยละ 33.33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. จากการประเมินโดยใช้แบบตรวจประเมิน ISRS องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและการบำรุงรักษาตามแผน พบว่า

3.1 ค่าร้อยละของการปฏิบัติตามข้อกำหนดของการตรวจสอบและการบำรุงรักษาตามแผนของโรงไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 78.04 โดยมีค่าร้อยละต่ำสุดอยู่ที่ 68.33 และร้อยละสูงสุดอยู่ที่ 83.93 โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมมีค่าเฉลี่ยของการปฏิบัติตามข้อกำหนดการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผนอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน คือ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน มีค่าร้อยละเท่ากับ 78.70 และโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม มีค่าร้อยละเท่ากับ 77.39

3.2 ในส่วนของข้อกำหนด ที่ไม่ปฏิบัติตาม มากที่สุด 3 อันดับแรกคือ

(1) ข้อกำหนดที่ 3.6 การตรวจสอบระบบพิเศษ จุดมุ่งหมายขององค์ประกอบย่อยนี้ จะกล่าวถึงการตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกัน การตรวจจับ แจ้งเหตุ และการจัดการต่อสิ่งที่เป็นอันตรายต่อความปลอดภัยสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากการตรวจสอบพบว่ามีการดำเนินการในข้อกำหนดนี้เพียงร้อยละ 66.67 เท่านั้น ปัญหาเกิดจากสาเหตุที่ไม่ได้ดำเนินการ ตามมาตรฐานกำหนดเนื่องจากไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในวิธีปฏิบัติ พนักงานที่ทำหน้าที่ขาดทักษะในการทดสอบระบบป้องกันอัคคีภัยบุคลากรที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินการดูแลระบบป้องกันอัคคีภัย ไม่ได้รับการอบรมอย่างเป็นทางการในแต่ระบบเช่น ระบบอินเนอเจน เป็นต้น

(2) ข้อกำหนดที่ 3.3 การวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ จุดมุ่งหมายขององค์ประกอบย่อยนี้จะช่วยในการระบุถึงสิ่งต่างๆ ที่ต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งเกิดขึ้นซ้ำๆ และสาเหตุพื้นฐานของสิ่งเหล่านั้น และการควบคุมรวมทั้งช่วยให้เห็นช่องโหว่ของระบบที่ต้องได้รับการแก้ไข จากการตรวจสอบพบว่ามีการดำเนินการในข้อกำหนดนี้เพียงร้อยละ 69 เท่านั้น ปัญหาเกิดจากหน่วยงานยังไม่ได้ดำเนินการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบเพื่อค้นหาสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน อย่างน้อยทุก 6 เดือน และไม่มีการเผยแพร่ผลการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบทั่วไปให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้องทราบ

(3) ข้อกำหนดที่ 3.8 ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน จุดมุ่งหมายขององค์ประกอบนี้ ระบบการรายงานต้องได้รับการออกแบบเป็นการเฉพาะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อกระตุ้นให้มีการรายงานสภาพการณ์ที่สงสัยว่าจะต่ำกว่ามาตรฐาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงทางเลือกในการแจ้งถึงอันตราย จากการตรวจสอบพบว่า มีการดำเนินการในข้อกำหนดนี้เพียงร้อยละ 75 ปัญหาเกิดจาก หน่วยงานไม่ได้ติดตามการดำเนินการเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน และผู้บริหารไม่มีการกระตุ้นให้พนักงานเขียนรายงานเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานหรือที่เป็นอันตรายที่สังเกตพบ

3.3 ในการมองผลการตรวจประเมิน แยกในแต่ละองค์ประกอบย่อย พบว่า องค์ประกอบย่อยที่มีค่าเฉลี่ยร้อยละของการปฏิบัติตามข้อกำหนดต่ำสุด 3 อันดับคือ องค์ประกอบย่อยที่ 3.6 การตรวจสอบ ระบบพิเศษ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 68.33 องค์ประกอบย่อยที่ 3.3 การวิเคราะห์รายงานการ ตรวจสอบมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 69.0 และองค์ประกอบย่อยที่ 3.8 ทางเลือกของระบบการรายงาน สภาพการณ์ ที่ต่ำกว่ามาตรฐานมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 75.0 ส่วนในองค์ประกอบย่อยที่มีค่าเฉลี่ยร้อย ละของการปฏิบัติตามข้อกำหนดสูงสุด 3 อันดับแรกคือ องค์ประกอบย่อยที่ 3.1 การตรวจสอบทั่วไป ตามแผน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.91 และมีองค์ประกอบย่อยที่มีคะแนนเท่ากัน 3 องค์ประกอบย่อย คือ องค์ประกอบที่ 3.4 ส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤต องค์ประกอบที่ 3.5 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และองค์ประกอบที่ 3.9 ข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตาม ทั้ง 3 องค์ประกอบมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากัน 80.0

3.4 ในการพิจารณาถึงองค์ประกอบย่อยพบว่า องค์ประกอบย่อยที่ 3.1 ข้อกำหนดที่มีการละเลย มากสุด คือ การเขียนรายงานการปฏิบัติที่ต่ำกว่ามาตรฐานทั่งหมด ซึ่งพบในขณะตรวจสอบ ทั่วไปตามแผน และอีกข้อในการชมเชยด้วยวาจาและรายงานไว้เป็น ลายลักษณ์อักษรเมื่อพบสภาพการณ์ หรือ การปฏิบัติ ที่สูงกว่ามาตรฐาน ขณะที่ตรวจสอบทั่วไปตามแผน องค์ประกอบที่ 3.2 มีการละเลย ในเรื่องผู้รับผิดชอบแต่ละคนได้รับผิดชอบหัวข้อที่รับผิดชอบได้รับ การแก้ไขตามกำหนด เวลาสอดคล้อง กับลำดับความสำคัญที่จัดทำขึ้น องค์ประกอบที่ 3.3 มีการละเลย ในเรื่องมีการดำเนินการในการควบคุม สาเหตุพื้นฐานหรือสาเหตุหลักของสภาพการณ์และการปฏิบัติที่ต่ำกว่ามาตรฐาน องค์ประกอบที่ 3.4 มีการละเลยในเรื่อง รายงานการวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติได้รับการทบทวนอย่างเป็นระบบเพื่อดูว่ารายการ เหล่านั้นสมบูรณ์ครบถ้วนและทันสมัย องค์ประกอบที่ 3.5 มีการละเลยในเรื่อง กำหนดการตรวจสอบ และบำรุงรักษาได้รับการทบทวนและปรับปรุงอย่าง สม่ำเสมอ องค์ประกอบที่ 3.6 มีการละเลยในเรื่อง การทบทวนอุปกรณ์ และเครื่องมือทั้งหมดเพื่อระบุว่ามีหน้าที่หลักในการปกป้องคุ้มครอง ความปลอดภัย สุขภาพและสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบที่ 3.7 มีการละเลยในเรื่อง หน่วยงานใช้วิธีการที่เป็นระบบในการ ระบุอุปกรณ์ที่ต้องได้รับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจสอบก่อนใช้งาน องค์ประกอบที่ 3.8 มีการละเลยในเรื่อง ระบุที่มีอยู่ ได้กระตุ้นให้บุคลากรเขียนรายงานเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานหรือที่เป็นอันตรายที่สังเกต พบในแต่ละวัน องค์ประกอบที่ 3.9 มีการละเลยในเรื่อง มีการประเมินผลอย่างละเอียดเพื่อตรวจสอบ การปฏิบัติตามข้อบังคับ ข้อกำหนด ข้อพึงปฏิบัติและมาตรฐานทางอุตสาหกรรมต่างๆ เกี่ยวกับ สภาพการณ์ทั่วไปโดยผู้มีความรู้

4. หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขระบบป้องกันอัคคีภัย และได้นำวิธีปฏิบัติระบบป้องกันอัคคีภัย เข้าใช้งานแล้วระยะหนึ่งจึงได้ทำการตรวจประเมินวัดผล ISRS องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผนอีกครั้ง ผลทุกองค์ประกอบย่อยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่าเฉลี่ยร้อยละของการปฏิบัติตามข้อกำหนดมีค่าเท่ากับ 83.70 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 92.86 และต่ำสุดเท่ากับ 72.0 จึงเห็นว่าการบริหารระบบป้องกันอัคคีภัย โดยใช้หลักการ IEDIM สามารถที่จะปรับปรุงแก้ไขสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน และการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน จนเป็นที่ยอมรับได้

ข้อเสนอแนะ

จากการตรวจประเมินพื้นที่โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม พบว่าในการปฏิบัติตามข้อกำหนดการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน จะมีความบกพร่องอยู่บ้างในบางข้อกำหนดซึ่งข้อที่บกพร่องนั้นเป็นข้อที่ไม่มีผลทำให้ระบบป้องกันอัคคีภัยเสียหายทันทีทันใดจนไม่สามารถระงับเหตุเพลิงไหม้ได้ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น แต่สิ่งที่น่าเป็นห่วงคือ อุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยบางส่วนโดยเฉพาะบริเวณรอบนอกกระบวนการผลิตยังไม่มีการ ตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาตามระยะเวลา ซึ่งการแก้ไขปัญหาจะต้องเน้นที่เจ้าหน้าที่ที่เข้าไปตรวจสอบ โดยจะต้องดูว่าอุปกรณ์แต่ละตัวใช้การได้หรือไม่ มีการดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอหรือไม่ มีสิ่งกีดขวางในการนำมาใช้งาน โดยจะต้องทำการแนะนำหากเห็นว่าระบบไหนที่ไม่ปลอดภัย ต้องแจ้งให้แก้ไขทันที และอีกส่วนหนึ่งที่จะสามารถลดข้อบกพร่องได้คือ ต้องจัดอบรมให้พนักงานที่ดูแลระบบ ให้มีความรู้ด้านตรวจสอบ ทดสอบ บำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัยในแต่ระบบให้มีความชำนาญ ให้ระบบมีความพร้อมใช้งานในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะแนวทางในการแก้ไข ให้กับผู้เกี่ยวข้องเพื่อให้ระบบป้องกันอัคคีภัยใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้บริหาร

ผู้บริหารแต่ละระดับต้องให้ความสำคัญในการแก้ไขข้อบกพร่อง โดยผู้บริหารระดับสูง (ผู้อำนวยการฝ่าย)จะต้องติดตามผลการแก้ไขในที่ประชุมผู้บริหารและให้การสนับสนุนในการปรับปรุงสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานโดยเฉพาะข้อบกพร่องที่มีนัยสำคัญต้องทำการปรับปรุงแก้ไขทันที และสั่งการให้ติดตามผลการปรับปรุง แก้ไข ผู้บริหารระดับกลาง (หัวหน้าหน่วย) จัดทำบัญชีรายการตรวจสอบระบบป้องกันอัคคีภัยแต่ละระบบ ควบคุมดูแลและสนับสนุนให้มีการตรวจความปลอดภัยทั่วไป การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาระบบ การแก้ไขและการติดตามผล ให้มีการวิเคราะห์สภาพการณ์และการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐานประจำเดือนและเสนอแนะปรับปรุงแก้ไขมาตรฐานการตรวจสอบ การวิเคราะห์ให้มีความเหมาะสมเพื่อให้มีศักยภาพที่สามารถควบคุมความสูญเสียต่างๆ ที่ต้องรับผิดชอบ ส่วนผู้บริหารระดับต้น (หัวหน้าหมวด) กำหนดผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบ ควบคุมและปฏิบัติการในการติดตามการตรวจสอบ การแก้ไข

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ดูแลระบบป้องกันอัคคีภัย

1. จัดทำบัญชีรายการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัยแต่ละระบบ

2. ผู้ที่ดูแลตรวจสอบระบบต้องเพิ่มมาตรการในการตรวจสอบ โดยจะต้องตรวจสอบให้เข้มข้น โดยเฉพาะอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย ต้องนำออกมาใช้งานได้สะดวกหากเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น หรืออุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยแบบอัตโนมัติ หากเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้นสามารถที่งานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้

3. ดำเนินการตามวิธีปฏิบัติ การตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย

4. หากพบสภาพการณ์หรือการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐานให้รายงานผู้บังคับบัญชาทราบตามลำดับชั้น และดำเนินการติดตามการแก้ไขต่างๆ อย่างเหมาะสมกับระยะเวลาของระดับความรุนแรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ดูแลระบบป้องกันอัคคีภัย

1. ผู้ที่ดูแลระบบต้องจัดให้มีการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาตามระยะเวลาอย่างสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในภาวะเหตุการณ์ฉุกเฉินโดยจัดทำวิธีปฏิบัติดังกล่าวอย่างเป็นขั้นตอน พร้อมกำหนดระยะเวลาในการตรวจสอบ

2. จะต้องดำเนินการในด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยจะต้องจัดระบบซ่อมป้องกันให้มีมาตรฐาน เช่น จะต้องจัดทำมาตรฐานการซ่อมบำรุง จะต้องมีกำหนดการซ่อมบำรุง และจัดทำบันทึกรายงานการซ่อมบำรุงอย่างสม่ำเสมอ

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

ให้ความร่วมมือและพร้อมที่จะเสนอแนะข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการจัดทำการปรับปรุงต่างๆ จัดทำแผนงานเพื่อลดความสูญเสียและช่วยกันสร้างจิตสำนึกในการฏิบัติงานความปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ และให้ความร่วมมือแก่ผู้ตรวจสอบ ผู้ควบคุมงาน หัวหน้างานและผู้รับผิดชอบ

ข้อแนะนำสำหรับหน่วยงานฝึกอบรม

1. ผู้บังคับบัญชาทุกระดับเห็นควรจะบ่งชี้ความจำเป็นในการฝึกอบรมด้านป้องกันอัคคีภัยให้กับพนักงาน ให้สอดคล้อง บทบาท หน้าที่ ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงาน

2. ผู้บังคับบัญชาทุกระดับทำการทบทวนการบ่งชี้ความจำเป็นในการฝึกอบรมทุก 1 ปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล. 2545. **มาตรฐานป้องกันอัคคีภัย**. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.

สมยศ ภวนานันท์. 2537. **เอกสารการบริหารงานความปลอดภัยสมัยใหม่**. กองวิชาการฝ่ายควบคุมความปลอดภัย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, นนทบุรี.

DNV. 1996. **Loss Control Management Training**. Modern Safety Management, United States of America.

National Fire Protection Association. 1990. **NFPA 72 Standard Fire Alarm and Signaling** . National Fire Protection Association, Quincy, Massauchusettes.

_____. 1993. **NFPA 12 Standard on Carbon Dioxide Extinguisting System**. National Fire Protection Association, Quincy, Massauchusettes.

_____. 1996. **NFPA 13 Standard for the Instaalation of Sprinkler System.** National Fire Protection Association, Quincy, Massauchusettes.

_____. 1996. **NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.** National Fire Protection Association, Quincy, Massauchusettes.

_____. 1998. NFPA 25 Standard for the inpection, Testing and Maintenance of Water Based Fire Protection. National Fire Protection Association, Quincy, Massauchusettes.

_____. 2002. **NFPA 11 Standard for low, Medium, and High – Expansion foam**. National Fire Protection Association, Quincy, Massauchusettes.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

National Fire Protection Association. 2002. **NFPA 2001 Standard on Clean Agent Fire Extingguishing Systems.** National Fire Protection Association, Quincy, Massauchusettes.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

มาตรฐาน NFPA ที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(a) A thorough visual inspection of the installed system and hazard area. The piping, operational equipment, and discharge nozzles shall be inspected for proper size and location. The locations of alarms and manual emergency releases shall be confirmed. The configuration of the hazard shall be compared to the original hazard specification. The hazard shall be inspected closely for unclosable openings and sources of agent loss that may have been overlooked in the original specification.

(b) A check of labeling of devices for proper designations and instructions. Nameplate data on the storage containers shall be compared to specifications.

(c) Nondestructive operational tests on all devices necessary for proper functioning of the system, including detection and actuation devices.

(d) A full discharge test shall be performed on all systems. Where multiple hazards are protected from a common supply, then a full discharge test shall be performed for each hazard.

NOTE: Prior to testing, proper safety procedures shall be reviewed; see Section 1-5.

1. *Local Application* — Full discharge of design quantity carbon dioxide through system piping to ensure carbon dioxide effectively covers the hazard for the full period of time required by the design specifications and all pressure operated devices function as intended.

2. *Total Flooding* — Full discharge of entire design quantity of carbon dioxide through system piping to ensure that carbon dioxide is discharged into the hazard and that the concentration is achieved and maintained in the period of time required by the design specifications and all pressure operated devices function as intended.

3. *Hand-Held Hose Lines* — Full discharge test of hand held hose line systems. Requires evidence of liquid flow from each nozzle with an adequate pattern of coverage.

1-7 Detection, Actuation, and Control.

1-7.1 Systems shall be classified as automatic or manual in accordance with the following methods of actuation:

(a) *Automatic Operation.* Operation that does not require any human action.

(b) *Normal Manual Operation.* Operation of the system requiring human action where the device used to cause operation is located so as to be easily accessible at all times to the hazard. (*See 1-7.3.4.*) Operation of one control shall be all that is required to bring about the full operation of the system.

(c) *Emergency Manual Operation.* Operation of the system by human means where the device used to cause operation is fully mechanical in nature and is located at or near the device being controlled. Fully mechanical may incorporate the use of system pressure to complete operation of the device. (*See 1-7.3.5.*)

NOTE: The emergency manual control is intended for use only in the event of failure of automatic or normal manual actuation.

1-7.1.1 Automatic detection and automatic actuation shall be used.

Exception No. 1: Manual-only actuation may be used if acceptable to the authority having jurisdiction where automatic release could result in an increased risk.

Exception No. 2: This does not apply to hoseline and standpipe systems.

1-7.2* Automatic Detection. Automatic detection shall be by any listed or approved method or device that is capable of detecting and indicating heat, flame, smoke, combustible vapors, or an abnormal condition in the hazard, such as process trouble, that is likely to produce fire.

1-7.3 Operating Devices. Operating devices include carbon dioxide releasing devices or valves, discharge controls, and equipment shutdown devices, all of which are necessary for successful performance of the system.

1-7.3.1 Operation shall be by listed or approved mechanical, electrical, or pneumatic means. The control equipment shall be specifically listed or approved for the number and type of actuating devices utilized, and their compatibility shall have been listed or approved.

1-7.3.2 All devices shall be designed for the service they will encounter and shall not be readily rendered inoperative or susceptible to accidental operation. Devices shall be normally designed to function properly from –20°F to 150°F (–29°C to 66°C) or marked to indicate temperature limitations.

1-7.3.3 All devices shall be located, installed, or suitably protected so that they are not subject to mechanical, chemical, or other damage that would render them inoperative.

1-7.3.4* The normal manual controls for actuation shall be located for easy accessibility at all times including the time of fire. The manual control(s) shall be of distinct appearance and clearly recognizable for the purpose intended. This control shall cause the complete system to operate in its normal fashion. Operation of this device shall not cause the time delay to recycle. (*See 1-5.1.4.*)

1-7.3.5* All valves controlling the release and distribution of carbon dioxide shall be provided with an emergency manual control. This does not apply to slave high pressure cylinders.

The emergency means shall be easily accessible and located close to the valves controlled.

Determination shall be made as to whether a time delay and predischarge alarm for emergency manual control are required based on the nature of the hazard and safety requirements. Where there is no time delay or predischarge alarm with emergency manual method of actuation, it shall be ascertained that the hazard area and adjoining areas where carbon dioxide may accumulate are clear of all personnel prior to operation of this device. These devices shall be clearly marked to indicate this with a warning placard.

1-7.3.6* Where gas pressure from pilot cylinders fed through the system discharge manifold (i.e., using back pressure rather than a separate pilot line) is used to release

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

remaining slave cylinders and the supply consists of less than three cylinders, one cylinder shall be used for such operation. Where the supply consists of three cylinders or more, there shall be one pilot cylinder more than the minimum required to actuate the system. During the full discharge acceptance test, the extra pilot cylinder shall be arranged to operate as a slave cylinder.

1-7.3.7 Manual controls shall not require a pull of more than 40 lb (force) (178 N) nor a movement of more than 14 in. (356 mm) to secure operation. At least one manual control for activation shall be positioned not more than 4 ft (1.2 m) above the floor.

1-7.3.8 Where the continuing operation of equipment associated with a hazard being protected could contribute to sustaining the fire in that hazard, the source of power or fuel shall be automatically shut off. All shutdown devices shall be considered integral parts of the system and shall function with the system operation.

Exception: This requirement is not intended to apply to lubricating oil systems associated with large rotating equipment where an extended discharge system is provided that is designed to operate for the deceleration/cool down period.

1-7.3.9 All manual operating devices shall be identified as to the hazard they protect, the function they perform, and the method of operation.

1-7.3.10 Abort switches shall not be used on carbon dioxide systems.

1-7.4 Supervision of automatic systems shall be provided unless specifically waived by the authority having jurisdiction. Interconnections between the components that are necessary for the control of the system and life safety, such as detection, actuation, alarms, power sources, main tank shut-off valve, pilot vapor supply valve, lock-out devices, etc., shall be supervised. An open circuit, ground fault condition, or loss of integrity in the pneumatic control lines that would impair full system operation shall result in a trouble signal. The alarm and trouble signals shall be transmitted by one of the methods described in NFPA 71 or NFPA 72.

Exception: High pressure pneumatic operated slave cylinder connections immediately adjacent to pilot cylinders need not be supervised.

1-7.5 Predischarge alarms shall be provided to give positive warning of a discharge where hazard to personnel could exist, except as noted in 1-7.1(c) and 1-7.3.5. Such alarms shall function to warn against personnel entry into hazardous areas as long as such hazards exist or until such hazards are properly recognized. (*See Section 1-5.*)

1-7.5.1 An alarm or indicator shall be provided to show that the system has operated and needs recharging.

1-7.5.2* An alarm shall be provided to indicate the operation of automatic systems and that immediate personnel response is desired.

1-7.5.3 Alarms indicating failure of supervised devices or equipment shall give prompt and positive indication of any failure and shall be distinctive from alarms indicating operation or hazardous conditions.

1-7.6 Power Sources. The primary source of energy for the operation and control of the system shall have the capacity for intended service and shall be reliable. Where failure of the primary source of energy will jeopardize protection provided for the hazard, the life safety, or both, an independent secondary (standby) power supply shall supply energy to the system in the event of total failure or low voltage (less than 85 percent of the nameplate voltages) of the primary (main) power supply. The secondary (standby) supply shall be capable of operating the system under maximum normal load for 24 hours and then be capable of operating the system continuously for the full design discharge period. The secondary (standby) power supply shall automatically transfer to operate the system within 30 seconds of the loss of the primary (main) power supply.

1-7.6.1 All electrical devices shall be operable between 85 percent and 105 percent of rated voltage.

1-8 Carbon Dioxide Supply.

1-8.1* Quantities. The amount of the main supply of carbon dioxide in the system shall be at least sufficient for the largest single hazard protected or group of hazards that are to be protected simultaneously.

1-8.1.1 Where hand hose lines are provided for use on a hazard protected by a fixed system, separate supplies shall be provided unless sufficient carbon dioxide is provided to ensure that the fixed protection for the largest single hazard upon which the hose lines may be used will not be jeopardized. (*See Section 4-4 and A-4-1.1.*)

1-8.1.2 Where the authority having jurisdiction determines that continuous protection is required, the quantity of reserve supply shall be as many multiples of the quantities required in 1-8.1 and 1-8.1.1 as the authority having jurisdiction considers necessary.

1-8.1.3 Both main and reserve supplies for fixed storage systems shall be permanently connected to the piping and arranged for easy changeover, except where the authority having jurisdiction permits an unconnected reserve.

1-8.2 Replenishment. The time needed to obtain carbon dioxide for replenishment to restore systems to operating condition shall be considered as a major factor in determining the reserve supply needed.

1-8.3* Quality. Carbon dioxide shall have the following minimum properties:

(a) The vapor phase shall be not less than 99.5 percent carbon dioxide with no detectable off-taste or odor.

(b) The water content of the liquid phase shall be not more than 0.01 percent by weight [–30°F (–34°C) dew point].

(c) Oil content shall be not more than 10 ppm by weight.

1-8.4 Storage Containers. Storage containers and accessories shall be so located and arranged to facilitate inspection, maintenance, and recharging. Interruption to protection shall be held to a minimum.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 2-3.1 Pipe or Tube Materials and Dimensions

Materials and Dimensions	Standard
Ferrous Piping (Welded and Seamless)	
Spec. for Black and Hot-Dipped Zinc Coated (Galvanized) Welded and Seamless Steel Pipe for Fire Protection Use	ASTM A 795
Spec. for Welded and Seamless Steel Pipe	ANSI/ ASTM A 53
Wrought Steel Pipe	ANSI B36.10M
Spec. for Elec.-Resistance Welded Steel Pipe	ASTM A 135
Copper Tube (Drawn, Seamless)	
Spec. for Seamless Copper Tube	ASTM B 75
Spec. for Seamless Copper Water Tube	ASTM B 88
Spec. for General Requirements for Wrought Seamless Copper and Copper-Alloy Tube	ASTM B 251
Fluxes for Soldering Applications of Copper and Copper Alloy Tube	ASTM B 813
Brazing Filler Metal (Classification BCuP-3 or BCuP-4)	AWS A5.8
Solder Metal, 95-5 (Tin-Antimony-Grade 95TA)	ASTM B 32
Alloy Materials	ASTM B 446 ASTM B 467

2-3.2* When steel pipe listed in Table 2-3.1 is used and joined by welding as referenced in 2-5.2 or by roll-grooved pipe and fittings as referenced in 2-5.3, the minimum nominal wall thickness for pressures up to 300 psi (20.7 bars) shall be in accordance with Schedule 10 for sizes up to 5 in. (127 mm); 0.134 in. (3.40 mm) for 6 in. (152 mm); and 0.188 in. (4.78 mm) for 8- and 10-in. (203- and 254-mm) pipe.

Exception: Pressure limitations and wall thickness for steel pipe listed in accordance with 2-3.5 shall be in accordance with the listing requirements.

2-3.3 When steel pipe listed in Table 2-3.1 is joined by threaded fittings referenced in 2-5.1 or by fittings used with pipe having cut grooves, the minimum wall thickness shall be in accordance with Schedule 30 [in sizes 8 in. (203 mm) and larger] or Schedule 40 [in sizes less than 8 in. (203 mm)] pipe for pressures up to 300 psi (20.7 bars).

Exception: Pressure limitations and wall thickness for steel pipe specially listed in accordance with 2-3.5 shall be in accordance with the listing requirements.

2-3.4* Copper tube as specified in the standards listed in Table 2-3.1 shall have a wall thickness of Type K, L, or M where used in sprinkler systems.

2-3.5* Other types of pipe or tube investigated for suitability in automatic sprinkler installations and listed for this service, including but not limited to polybutylene, chlorinated polyvinyl chloride (CPVC), and steel, differing from that provided in Table 2-3.1 shall be permitted where installed in accordance with their listing limitations, including installation instructions. Pipe or tube shall not be listed for portions of an occupancy classification. Bending of pipe conforming to 2-3.5 shall be permitted as allowed by the listing.

2-3.6 Pipe Bending. Bending of Schedule 10 steel pipe, or any steel pipe of wall thickness equal to or greater than Schedule 10 and Types K and L copper tube shall be permitted when bends are made with no kinks, ripples, distortions, reductions in diameter, or any noticeable deviations from round. For Schedule 40 and copper tubing, the minimum radius of a bend shall be 6 pipe diameters for pipe sizes 2 in. (51 mm) and smaller, and 5 pipe diameters for pipe sizes 2½ in. (64 mm) and larger. For all other steel pipe, the minimum radius of a bend shall be 12 pipe diameters for all sizes.

Table 2-3.5 Specially Listed Pipe or Tube Materials and Dimensions

Materials and Dimensions	Standard
Nonmetallic Piping	
Specification for Special Listed Chlorinated Polyvinyl Chloride (CPVC) Pipe	ASTM F 442
Specification for Special Listed Polybutylene (PB) Pipe	ASTM D 3309

2-3.7 Pipe Identification. All pipe, including specially listed pipe allowed by 2-3.5, shall be marked continuously along its length by the manufacturer in such a way as to properly identify the type of pipe. This identification shall include the manufacturer's name, model designation, or schedule.

2-4 Fittings.

2-4.1 Fittings used in sprinkler systems shall meet or exceed the standards in Table 2-4.1 or be in accordance with 2-4.2. In addition to the standards in Table 2-4.1, CPVC fittings shall also be in accordance with 2-4.2 and with the portions of the ASTM standards specified in Table 2-4.2 that apply to fire protection service.

2-4.2* Other types of fittings investigated for suitability in automatic sprinkler installations and listed for this service, including but not limited to polybutylene, chlorinated polyvinyl chloride (CPVC), and steel differing from that provided in Table 2-4.1, shall be permitted when installed in accordance with their listing limitations, including installation instructions.

2-4.3 Fittings shall be extra-heavy pattern where pressures exceed 175 psi (12.1 bars).

Exception No. 1: Standard weight pattern cast-iron fittings 2 in. (51 mm) in size and smaller shall be permitted where pressures do not exceed 300 psi (20.7 bars).

Exception No. 2: Standard weight pattern malleable iron fittings 6 in. (152 mm) in size and smaller shall be permitted where pressures do not exceed 300 psi (20.7 bars).

Exception No. 3: Fittings shall be permitted for system pressures up to the limits specified in their listings.

2-4.4* Couplings and Unions. Screwed unions shall not be used on pipe larger than 2 in. (51 mm). Couplings and unions of other than screwed-type shall be of types listed specifically for use in sprinkler systems.

2-4.5 Reducers and Bushings. A one-piece reducing fitting shall be used wherever a change is made in the size of the pipe.

Exception No. 1: Hexagonal or face bushings shall be permitted in reducing the size of openings of fittings when standard fittings of the required size are not available.

Exception No. 2: Hexagonal bushings as permitted in 4-13.18.1 are acceptable.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4-4.6 Early Suppression Fast-Response (ESFR) Sprinklers.

4-4.6.1 ESFR sprinklers shall be used only in wet pipe systems.

Exception: ESFR sprinklers shall be permitted for use in dry systems if specifically listed for such service.

4-4.6.2 ESFR sprinklers shall be installed only in buildings where roof or ceiling slope above the sprinklers does not exceed 2 in. per ft (158 mm/m).

4-4.6.3 ESFR sprinklers shall be permitted for use only in buildings with the following types of construction:

(a) Smooth ceiling, joists consisting of steel truss-shaped members, or wood truss-shaped members that consist of wood top or bottom chord members not exceeding 4 in. (102 mm) in depth with steel tube or bar web.

(b) Wood beams of 4 in. by 4 in. (102 mm by 102 mm) or greater nominal dimension, concrete or steel beams spaced 3 ½ to 7 ½ ft (0.9 to 2.3 m) on centers and either supported on or framed into girders.

(c) Paragraphs (a) and (b) apply to construction with noncombustible or combustible roof or decks.

(d) Construction with ceiling panels formed by members capable of trapping heat to aid the operation of sprinklers with members spaced greater than 7 ½ ft (2.3 m) and limited to a maximum of 300 sq ft (27.9 m²) in area.

4-4.6.4 Temperature Rating. Sprinkler temperature ratings shall be ordinary.

Exception: Sprinklers of intermediate and high temperature ratings shall be installed in locations as required by Section 4-3.

4-4.7 Large-Drop Sprinklers.

4-4.7.1 Large-drop sprinklers shall be permitted to be used in wet, dry, or preaction systems.

4-4.7.2* Where steel pipe is used in preaction and dry pipe systems, piping materials shall be limited to internally galvanized steel.

Exception: Nongalvanized fittings shall be permitted.

4-4.7.3 Sprinkler temperature ratings shall be the same as those indicated in Tables 4-3.1.3.2(a) and (b) or those used in large-scale fire testing to determine the protection requirements for the hazard involved.

Exception: Sprinklers of intermediate and high temperature ratings shall be installed in specific locations as required by 4-3.1.3.

4-4.8 QRES. (Reserved)

4-4.9 Special Sprinklers.

4-4.9.1* Special sprinklers that are intended for the protection of specific hazards or construction features shall be permitted where such devices have been evaluated and listed for performance under the following conditions:

(a) Fire tests related to the intended hazard.

(b) Distribution of the spray pattern with respect to wetting of floors and walls.

(c) Distribution of the spray pattern with respect to obstructions.

(d) Evaluation of the thermal sensitivity of the sprinkler.

(e) Performance under horizontal or sloped ceilings.

(f) Area of design.

4-4.9.2 Special sprinklers shall maintain the following characteristics:

(a) Orifice size shall be in accordance with Section 2-2.3.

(b) Temperature ratings shall be in accordance with Table 2-2.4.1.

(c) The protection area of coverage shall not exceed 400 ft² (36 m²) for light hazard and ordinary hazard occupancies.

(d) The protection area of coverage shall not exceed 196 ft² (17 m²) for extra hazard and high pile storage occupancies.

4-5 Position, Location, Spacing, and Use of Sprinklers.

4-5.1 General. Sprinklers shall be located, spaced, and positioned in accordance with the requirements of this section. Sprinklers shall be positioned to provide protection of the area consistent with the overall objectives of this standard by controlling the positioning and allowable area of coverage for each sprinkler. The requirements of 4-5.2 through 4-5.6 shall apply to all sprinkler types unless modified by more restrictive rules in Sections 4-6 through 4-11.

4-5.2 Protection Areas per Sprinkler.

4-5.2.1 Determination of the Protection Area of Coverage. The protection area of coverage per sprinkler (A_s) shall be determined as follows:

(a) *Along Branch Lines.* Determine distance between sprinklers (or to wall or obstruction in the case of the end sprinkler on the branch line) upstream and downstream. Choose the larger of either twice the distance to the wall or the distance to the next sprinkler. This dimension will be defined as S.

(b) *Between Branch Lines.* Determine perpendicular distance to the sprinkler on the adjacent branch line (or to a wall or obstruction in the case of the last branch line) on each side of the branch line on which the subject sprinkler is positioned. Choose the larger of either twice the distance to the wall or obstruction or the distance to the next sprinkler. This dimension will be defined as L.

4-5.2.1.1 The protection area of coverage of the sprinkler shall be established by multiplying the S dimension by the L dimension. ($A_s = S \times L$)

4-5.2.2 Maximum Protection Area of Coverage. The maximum allowable protection area of coverage for a sprinkler (A_s) shall be in accordance with the value indicated in the section for each type or style of sprinkler. The maximum area of coverage of any sprinkler shall not exceed 400 ft² (36 m²).

4-5.3 Sprinkler Spacing.

4-5.3.1 Maximum Distance Between Sprinklers. The maximum distance permitted between sprinklers shall be based on the centerline distance between sprinklers on the branch line or on adjacent branch lines. The maximum distance shall be measured along the slope of the ceiling. The maximum distance permitted between sprinklers shall comply with the value indicated in the section for each type or style of sprinkler.

4-5.3.2 Maximum Distance From Walls. The distance from sprinklers to walls shall not exceed one-half of the allowable maximum distance between sprinklers. The distance from the wall to the sprinkler shall be measured perpendicular to the wall.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 4-6.2 Protection Areas and Maximum Spacing (SSU/SSP)

Construction Type	Light Hazard		Ordinary Hazard		Extra Hazard		High-Piled Storage	
	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft	Protection Area ft^2	Spacing (max.) ft
Noncombustible obstructed and unobstructed and combustible unobstructed	225	15	130	15	100	12	100	12
Combustible obstructed	168	15	130	15	100	12	100	12

For SI units: 1 ft^2 = 0.0929 m^2; 1 ft = 0.3048 m.

Exception No. 3: Where densities for Extra Hazard and high-piled storage occupancies are less than 0.25 gpm/ft^2 (10.2 Lpm/m^2), the maximum protection area of coverage shall be permitted to be increased to 130 ft^2 (12.1 m^2).

4-6.3 Sprinkler Spacing (Standard Pendent and Upright Spray Sprinklers).

4-6.3.1 Maximum Distance Between Sprinklers. The maximum distance permitted between sprinklers shall comply with Table 4-6.2.

Exception No. 1: For extra hazard occupancies and high piled storage in bays 25 ft (7.6m) wide, a spacing of 12 ft 6 in (3.8 m) shall be permitted.

Exception No. 2: For densities less than 0.25 gpm/ft^2 (10.2 Lpm/m^2), a spacing of 15 ft (4.6 m) shall be permitted.

4-6.3.2* Maximum Distance from Walls. The distance from sprinklers to walls shall not exceed one-half of the allowable distance between sprinklers as indicated in Table 4-6.2. The distance from the wall to the sprinkler shall be measured perpendicular to the wall. Where walls are angled or irregular, the maximum horizontal distance between a sprinkler and any point of floor area protected by that sprinkler shall not exceed 0.75 times the allowable distance permitted between sprinklers, provided the maximum perpendicular distance is not exceeded.

4-6.3.2.1 Under curved surfaces, the horizontal distance shall be measured at the floor level from the wall, or the intersection of the curved surface and the floor to the nearest sprinkler shall not be greater than one-half the allowable distance between sprinklers.

Exception: Within small rooms as defined in 1-4.2, sprinklers shall be permitted to be located not more than 9 ft (2.7 m) from any single wall. Sprinkler spacing limitations of 4-6.3 and area limitations of Table 4-6.2 shall not be exceeded.*

4-6.3.3 Minimum Distance from Walls. Sprinklers shall be located a minimum of 4 in. (102 mm) from a wall.

4-6.3.4 Minimum Distance Between Sprinklers. Sprinklers shall be spaced not less than 6 ft (1.8 m) on center.

Exception No. 1: Sprinklers shall be permitted to be placed less than 6 ft (1.8 m) on center where the following conditions are satisfied:

(a) Baffles shall be installed and located midway between sprinklers and arranged to protect the actuating elements.

(b) Baffles shall be of noncombustible or limited-combustible material that will stay in place before and during sprinkler operation.

(c) Baffles shall be not less than 8 in. (203 mm) wide and 6 in. (152 mm) high. The tops of baffles shall extend between 2 in. to 3 in. (51 to 76 mm) above the deflectors of upright sprinklers. The bottoms of baffles shall extend downward to a level at least even with the deflectors of pendent sprinklers.

Exception No. 2: In-rack sprinklers.

Exception No. 3: Old-style sprinklers protecting fur storage vaults.

4-6.4 Deflector Position (Standard Pendent and Upright Spray Sprinklers).

4-6.4.1 Distance Below Ceilings.

4-6.4.1.1 Under unobstructed construction, the distance between the sprinkler deflector and the ceiling shall be a minimum of 1 in. (25.4 mm) and a maximum of 12 in. (305 mm).

Exception: Ceiling-type sprinklers (concealed, recessed, and flush types) shall be permitted to have the operating element above the ceiling and the deflector located nearer to the ceiling where installed in accordance with their listing.

4-6.4.1.2 Under obstructed construction, the sprinkler deflector shall be located 1 to 6 in. (25.4 to 152 mm) below the structural members and a maximum distance of 22 in. (559 mm) below the ceiling/roof deck.

Exception No. 1: Sprinklers shall be permitted to be installed with the deflector at or above the bottom of the structural member to a maximum of 22 in. (559 mm) below the ceiling/roof deck where the sprinkler is installed in conformance with 4-6.5.1.2.

Exception No. 2: Where sprinklers are installed in each bay of obstructed construction, deflectors shall be a minimum of 1 in. (25.4 mm) and a maximum of 12 in. (305 mm) below the ceiling.

Exception No. 3: Sprinklers shall only be permitted below composite wood joists where joist channels are fire-stopped to the full depth of the joists with material equivalent to the web construction so that individual channel areas do not exceed 300 ft^2 (27.9 m^2).

Exception No. 4: Deflectors of sprinklers under concrete tee construction with stems spaced less than 7½ ft (2.3 m) but more than 3 ft (0.9 m) on centers shall, regardless of the depth of the tee, be permitted to be located at or above a horizontal plane 1 in. (25.4 mm) below the bottom of the stems of the tees and shall comply with Table 4-6.5.1.2.*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4-6.4.1.3* Sprinklers under or near the peak of a roof or ceiling shall have deflectors located not more than 3 ft (0.9 m) vertically down from the peak. [*See Figures 4-6.4.1.3(a) and 4-6.4.1.3(b).*]

Exception No. 1: Under saw-toothed roofs, sprinklers at the highest elevation shall not exceed a distance of 3 ft (0.9 m) measured down the slope from the peak.

Exception No. 2: Under a steeply pitched surface, the distance from the peak to the deflectors shall be permitted to be increased to maintain a horizontal clearance of not less than 2 ft (0.6 m) from other structural members. [See Figure 4-6.4.1.3(c).]

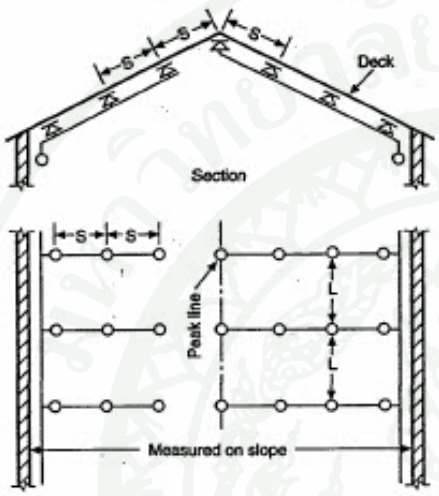


Figure 4-6.4.1.3(a) Sprinklers at pitched roofs; branch lines run up the slope.

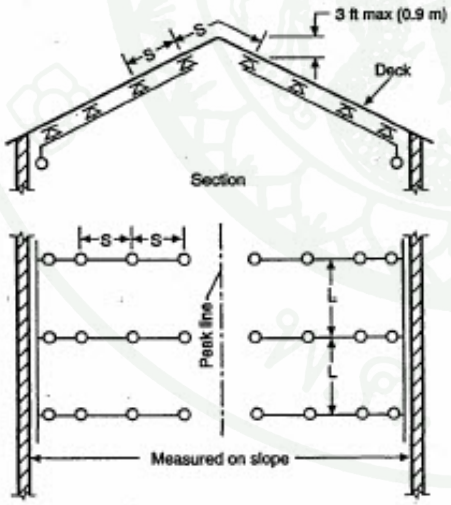


Figure 4-6.4.1.3(b) Sprinklers at pitched roofs; branch lines run up the slope.

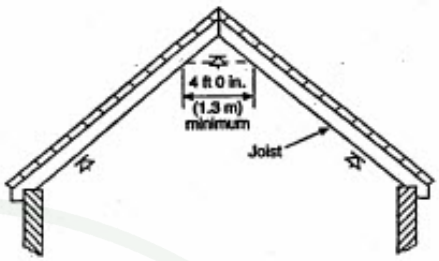


Figure 4-6.4.1.3(c) Horizontal clearance for sprinklers at peak of pitched roof.

4-6.4.1.4 Double-Joist Obstructions. Where there are two sets of joists under a roof or ceiling, and there is no flooring over the lower set, sprinklers shall be installed above and below the lower set of joists where there is a clearance of 6 in. (152 mm) or more between the top of the lower joist and the bottom of the upper joist. (*See Figure 4-6.4.1.4.*)

Exception: Sprinklers are permitted to be omitted from below the lower set of joists where at least 18 in. (457 mm) is maintained between the sprinkler deflector and the top of the lower joist.

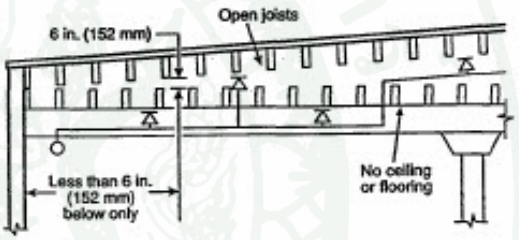


Figure 4-6.4.1.4 Arrangement of sprinklers under two sets of open joists — no sheathing on lower joists.

4-6.4.2* Deflector Orientation. Deflectors of sprinklers shall be aligned parallel to ceilings, roofs, or the incline of stairs.

Exception: Where sprinklers are installed in the peak below a sloped ceiling or roof surface, the sprinkler shall be installed with the deflector horizontal.

4-6.5 Obstructions to Sprinkler Discharge (Standard Pendent and Upright Spray Sprinklers).

4-6.5.1 Performance Objective.

4-6.5.1.1 Sprinklers shall be located so as to minimize obstructions to discharge as defined in 4-6.5.2 and 4-6.5.3 or additional sprinklers shall be provided to ensure adequate coverage of the hazard.

4-6.5.1.2 Sprinklers shall be arranged to comply with 4-5.5.2, Table 4-6.5.1.2, and Figure 4-6.5.1.2(a).

Exception No. 1: Sprinklers shall be permitted to be spaced on opposite sides of obstructions not exceeding 4 ft (1.3 m) in width provided the distance from the centerline of the obstruction to the sprinklers does not exceed one-half the allowable distance permitted between sprinklers.

Exception No. 2 Obstructions located against the wall and that are not over 30 in.(762 mm) in width shall be permitted to be protected in accordance with Figure 4-6.5.1.2(b).

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 4-6.5.1.2 Positioning of Sprinklers to Avoid Obstructions to Discharge (SSU/SSP)

Distance from Sprinklers to Side of Obstruction (a)	Maximum Allowable Distance of Deflector above Bottom of Obstruction (in.) (b)
Less than 1 ft	0
One ft to less than 1 ft 6 in.	2½
1 ft 6 in. to less than 2 ft	3½
2 ft to less than 2 ft 6 in.	5½
2 ft 6 in. to less than 3 ft	7½
3 ft to less than 3 ft 6 in.	9½
3 ft 6 in. to less than 4 ft	12
4 ft to less than 4 ft 6 in.	14
4 ft 6 in. to less than 5 ft	16½
5 ft and greater	18

For SI Units: 1 in. = 25.4 mm; 1 ft = 0.3048 m.

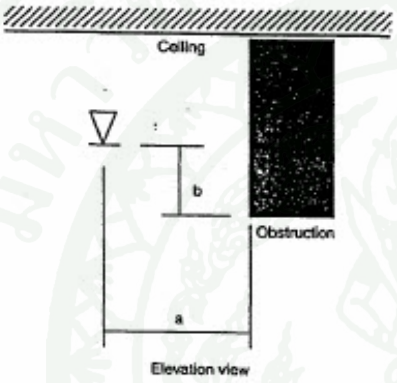


Figure 4-6.5.1.2(a) Positioning of sprinklers to avoid obstructions to discharge (SSU/SSP).

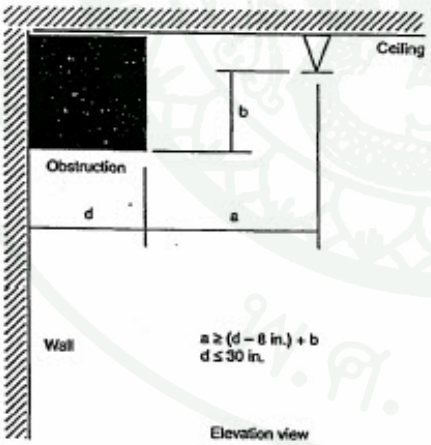


Figure 4-6.5.1.2(b) Obstructions against walls (SSU/SSP).

4-6.5.2 Obstructions to Sprinkler Discharge Pattern Development.

4-6.5.2.1 Continuous or noncontinuous obstructions less than 18 in. (457 mm) below the sprinkler deflector that prevent the pattern from fully developing shall comply with this section.

4-6.5.2.2 Sprinklers shall be positioned such that they are located at a distance three times greater than the maximum dimension of an obstruction up to a maximum of 24 in. (609 mm) (e.g., structural members, pipe, columns, and fixtures). *(See Figure 4-6.5.2.2.)*

Exception No. 1: Sprinklers shall be permitted to be spaced on opposite sides of the obstruction provided the distance from the centerline of the obstruction to the sprinklers does not exceed one-half the allowable distance between sprinklers.

Exception No. 2: Where the obstruction consists of open trusses 20 in. (.51 m) or greater apart (24 in. (.61 m) on center), sprinklers shall be permitted to be located one-half the distance between the obstruction created by the truss provided that all truss members are not greater than 4 in. (102 mm) (nominal) in width.

Exception No. 3: Where the sprinklers are installed in the centerline of bar joists or a truss.

Exception No. 4: Piping to which an upright sprinkler is directly attached less than 3 in. (75 mm) in diameter.

Exception No. 5: Piping to which pendent sprinklers are directly attached.

4-6.5.3* Obstructions that Prevent Sprinkler Discharge from Reaching the Hazard. Continuous or noncontinuous obstructions that interrupt the water discharge in a horizontal plane more than 18 in. (457 mm) below the sprinkler deflector in a manner to limit the distribution from reaching the protected hazard shall comply with this section.

4-6.5.3.1 Sprinklers shall be installed under fixed obstructions over 4 ft (1.2 m) wide such as ducts, decks, cutting tables, and overhead doors.

Exception: Obstructions that are not fixed in place, such as conference tables.

4-6.5.3.2 Sprinklers installed under open gratings shall be of the intermediate level/rack storage type or otherwise shielded from the discharge of overhead sprinklers.

4-6.5.4* Suspended or Floor-Mounted Vertical Obstructions. The distance from sprinklers to privacy curtains, free standing partitions, room dividers, and similar obstructions in light hazard occupancies shall be in accordance with Table 4-6.5.4 and Figure 4-6.5.4.

4-6.6* Clearance to Storage (Standard Pendent and Upright Spray Sprinklers). The clearance between the deflector and the top of storage shall be 18 in. (457 mm) or greater.

Exception: Where other standards specify greater minimums, they shall be followed.

4-7 Sidewall Standard Spray Sprinklers.

4-7.1 General. All requirements of Section 4-5 shall apply to sidewall standard spray sprinklers except as modified below.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4-14.2.5 Support of Risers.

4-14.2.5.1 Risers shall be supported by pipe clamps or by hangers located on the horizontal connections close to the riser.

4-14.2.5.2 Clamps supporting pipe by means of setscrews shall not be used.

4-14.2.5.3 In multistory buildings, riser supports shall be provided at the lowest level, at each alternate level above, above and below offsets, and at the top of the riser. Supports above the lowest level shall also restrain the pipe to prevent movement by an upward thrust where flexible fittings are used. Where risers are supported from the ground, the ground support constitutes the first level of riser support. Where risers are offset or do not rise from the ground, the first ceiling level above the offset constitutes the first level of riser support.

4-14.2.5.4 Risers in vertical shafts, or in buildings with ceilings over 25 ft (7.6 m) high, shall have at least one support for each riser pipe section.

4-14.3 Drainage.

4-14.3.1* All sprinkler pipe and fittings shall be so installed that the system can be drained.

4-14.3.2 On wet pipe systems, sprinkler pipes shall be permitted to be installed level. Trapped piping shall be drained in accordance with 4-14.3.5.

4-14.3.3 In dry pipe systems and portions of preaction systems subject to freezing, branch lines shall be pitched at least ½ in. per 10 ft (4 mm/m) and mains shall be pitched at least ¼ in. per 10 ft (2 mm/m).

Exception: Mains shall be pitched at least ½ in. per 10 ft (4 mm/m) in refrigerated areas.

4-14.3.4 System, Main Drain, or Sectional Drain Connections. [*See Figures 4-14.3.4 and A-4-15.4.2(b).*]

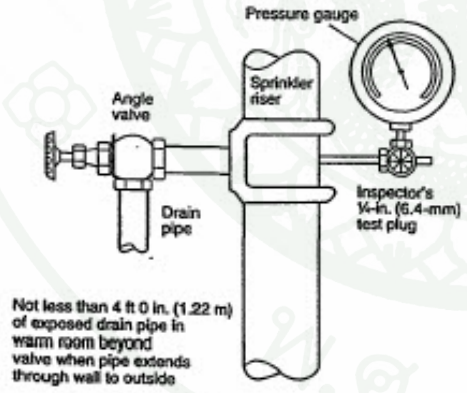


Figure 4-14.3.4 Drain connection for system riser.

4-14.3.4.1 Provisions shall be made to properly drain all parts of the system.

4-14.3.4.2 Drain connections for systems' supply risers and mains shall be sized as shown in Table 4-14.3.4.2.

Table 4-14.3.4.2 Drain Size

Riser or Main Size	Size of Drain Connection
Up to 2 in.	¾ in. or larger
2½ in., 3 in., 3½ in.	1¼ in. or larger
4 in. and larger	2 in. only

For SI Units: 1 in. = 25.4 mm.

4-14.3.4.3 Where interior sectional or floor control valve(s) are provided, they shall be provided with a drain connection sized as shown in Table 4-14.3.4.2 to drain that portion of the system controlled by the sectional valve. Drains shall discharge outside or to a drain connection. [*See Figure A-4-15.4.2(b).*]

Exception: For those drains serving pressure reducing valves, the drain, drain connection, and all other downstream drain piping shall be sized to permit a flow of at least the greatest system demand supplied by the pressure-reducing valve.

4-14.3.4.4 The test connections required by 4-15.4.1 shall be permitted to be used as main drain connections.

Exception: Where drain connections for floor control valves are tied into a common drain riser, the drain riser shall be one pipe size larger than the largest size drain connection tying into it.

4-14.3.5 Auxiliary Drains.

4-14.3.5.1 Auxiliary drains shall be provided where a change in piping direction prevents drainage of system piping through the main drain valve.

4-14.3.5.2 Auxiliary Drains for Wet Pipe Systems and Preaction Systems in Areas Not Subject to Freezing.

4-14.3.5.2.1 Where the capacity of trapped sections of pipes in wet systems is less than 5 gal (18.9 L), the auxiliary drain shall consist of a nipple and cap or plug not less than ½ in. (12 mm) in size.

Exception No. 1: Auxiliary drains are not required for system piping that can be drained by removing a single pendent sprinkler.

Exception No. 2: Where flexible couplings or other easily separated connections are used, the nipple and cap or plug shall be permitted to be omitted.

4-14.3.5.2.2 Where the capacity of isolated trapped sections of pipe is more than 5 gal (18.9 L) and less than 50 gal (189 L), the auxiliary drain shall consist of a valve ¾ in. (19 mm) or larger and a plug or a nipple and cap.

4-14.3.5.2.3* Where the capacity of isolated trapped sections of pipe is 50 gal (189 L) or more, the auxiliary drain shall consist of a valve not smaller than 1 in. (25.4 mm), piped to an accessible location.

4-14.3.5.2.4 Tie-in drains are not required on wet pipe and preaction systems.

4-14.3.5.3 Auxiliary Drains for Dry Pipe Systems and Preaction Systems in Areas Subject to Freezing.

4-14.3.5.3.1 Where the capacity of trapped sections of pipe is less than 5 gal (18.9 L), the auxiliary drain shall consist of a valve not smaller than ½ in. (12 mm) and a plug or a nipple and cap.

Exception: Auxiliary drains are not required for pipe drops supplying dry-pendent sprinklers installed in accordance with 3-2.2.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 2-5.4.5 Screw Dimensions for Ceiling Flanges and U-Hooks

Pipe Size	Two Screw Flanges
Up to 2 in.	Wood screw No. 18 x 1½ in.
Pipe Size	**Three Screw Flanges**
Up to 2 in.	Wood screw No. 18 x 1½ in.
2½ in., 3 in., 3½ in.	Lag screw ⅜ in. x 2 in.
4 in., 5 in., 6 in.	Lag screw ½ in. x 2 in.
8 in.	Lag screw ⅝ in. x 2 in.
Pipe Size	**Four Screw Flanges**
Up to 2 in.	Wood screw No. 18 x 1½ in.
2½ in., 3 in., 3½ in.	Lag screw ⅜ in. x 1½ in.
4 in., 5 in., 6 in.	Lag screw ½ in. x 2 in.
8 in.	Lag screw ⅝ in. x 2 in.
Pipe Size	**U-Hooks**
Up to 2 in.	Drive screw No. 16 x 2 in.
2½ in., 3 in., 3½ in.	Lag screw ⅜ in. x 2½ in.
4 in., 5 in., 6 in.	Lag screw ½ in. x 3 in.
8 in.	Lag screw ⅝ in. x 3 in.

For SI Units: 1 in. = 25.4 mm.

Table 2-5.4.6 Minimum Bolt or Lag Screw Sizes

Size of Pipe	Size of Bolt or Lag Screw (in.)	Size of Bolt or Lag Screw (mm)	Length of Lag Screw Used with Wood Beams (in.)	Length of Lag Screw Used with Wood Beams (mm)
Up to and including 2 in.	⅜	9.5	2½	64
2½ to 6 in. (inclusive)	½	12.7	3	76
8 in.	⅝	15.9	3	76

For SI units: 1 in. = 25.4 mm.

2-5.4.7 Wood screws shall be installed with a screwdriver. Nails shall not be used for fastening hangers.

2-5.4.8 Screws in the side of a timber or joist shall be not less than 2½ in. (64 mm) from the lower edge where supporting branch lines and not less than 3 in. (76 mm) where supporting main lines.

Exception: This requirement shall not apply to 2-in. (51-mm) or thicker nailing strips resting on top of steel beams.

2-5.4.9 The minimum plank thickness and the minimum width of the lower face of beams or joists in which lag screw rods are used shall be as specified in Table 2-5.4.9.

Table 2-5.4.9 Minimum Plank Thicknesses and Beam or Joist Widths

Pipe Size	Nominal Plank Thickness (in.)	Nominal Plank Thickness (mm)	Nominal Width of Beam or Joist Face (in.)	Nominal Width of Beam or Joist Face (mm)
Up to 2 in.	3	76	2	51
2½ in. to 3½ in.	4	102	2	51
4 in. and 5 in.	4	102	3	76
6 in.	4	102	4	102

For SI units: 1 in. = 25.4 mm.

2-5.4.10 Lag screw rods shall not be used for support of pipes larger than 6 in. (152 mm). All holes for lag screw rods shall be predrilled to ⅛ in. (3.2 mm) less in diameter than the maximum root diameter of the lag screw thread.

2-6 Valves. All valves controlling connections to water supplies and standpipes shall be listed indicating valves.

Such valves shall not close in less than 5 seconds when operated at maximum possible speed from the fully open position.

Exception No. 1: A listed underground gate valve equipped with a listed indicator post shall be permitted.

Exception No. 2: A listed water control valve assembly with a reliable position indication connected to a remote supervisory station shall be permitted.

Exception No. 3: A nonindicating valve, such as an underground gate valve with approved roadway box complete with T-wrench, acceptable to the authority having jurisdiction, shall be permitted.

2-7 Hose Stations.

2-7.1 Closets and Cabinets.

2-7.1.1 Closets and cabinets used to contain fire hose shall be of a sufficient size to allow the installation of the necessary equipment at hose stations and designed so they do not interfere with the prompt use of the hose connection, the hose, and other equipment at the time of fire. Within the cabinet, the hose connections shall be located so that there is at least 1 in. (25.4 mm) between any part of the cabinet and the handle of the valve when the valve is in any position ranging from fully open to fully closed. The cabinet shall be used for fire equipment only, and each cabinet shall be conspicuously identified.

2-7.1.2 Where a "break glass"-type protective cover for a latching device is provided, the device provided to break the glass panel shall be attached securely in the immediate area of the break glass panel and shall be arranged so that the device cannot be used to break other glass panels in the cabinet door.

2-7.1.3 Where a fire-resistive assembly is penetrated by a cabinet, the fire resistance of the assembly shall be maintained as required by the local building code.

2-7.2* Hose. Each hose connection provided for use by building occupants (Class II and Class III systems) shall be equipped with not more than 100 ft (30.5 m) of listed, 1½-in. (38.1-mm), lined, collapsible or noncollapsible fire hose attached and ready for use.

Exception: Where hose less than 1½ in. (38.1 mm) is used for 1½-in. (38.1-mm) hose stations in accordance with 3-3.2 and 3-3.3, listed noncollapsible hose shall be used.

2-7.3 Hose Racks. Each 1½-in. (38.1-mm) hose station provided with 1½-in. (38.1-mm) hose shall be equipped with a listed rack or other approved storage facility.

Each 1½-in. (38.1-mm) hose station provided with hose less than 1½ in. (38.1 mm) in accordance with 3-3.2 and 3-3.3 shall be equipped with a listed continuous flow reel.

2-7.4 Nozzles. Nozzles provided for Class II service shall be listed.

2-7.5 Label. Each rack or storage facility for 1½-in. (38.1-mm) or smaller hose shall be provided with a label that includes the wording "fire hose for use by occupants" and operating instructions.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3-5 Requirements for Dry Standpipe Systems.

3-5.1 Dry standpipes shall be used only where piping is subject to freezing.

3-5.2 Dry standpipes shall not be used for Class II or Class III systems.

3-6* Gauges.

3-6.1 A listed 3½-in. (89-mm) dial spring pressure gauge shall be connected to each discharge pipe from the fire pump and the public waterworks at the pressure tank, at the air pump supplying the pressure tank, and at the top of each standpipe. Gauges shall be located in a suitable place so that water cannot freeze. Each gauge shall be controlled by a valve having an arrangement for draining.

Exception: Where several standpipes are interconnected at the top, a single gauge, properly located, shall be permitted to be substituted for a gauge at the top of each standpipe.

3-6.2 A valved outlet for a pressure gauge shall be installed on the upstream side of every pressure regulating device.

3-7* Waterflow Alarms.

3-7.1 Where required by the authority having jurisdiction for automatic or semiautomatic systems, listed waterflow alarms shall be provided.

3-7.2 Waterflow alarms shall utilize a sensing mechanism appropriate to the type of standpipe.

3-7.3 Paddle-type waterflow alarms shall be used on wet standpipe systems only.

Chapter 4 Installation Requirements

4-1* Location and Protection of Piping.

4-1.1 Location of Dry Standpipes. Dry standpipes shall not be concealed in building walls or built into pilasters.

4-1.2 Protection of Piping.

4-1.2.1* Standpipe system piping shall not pass through hazardous areas and shall be located so that it is protected from mechanical and fire damage.

4-1.2.2 Standpipes and lateral piping supplied by standpipes shall be located in enclosed exit stairways or shall be protected by a degree of fire resistance equal to that required for enclosed exit stairways in the building in which they are located.

Exception No. 1: In buildings equipped with an approved automatic sprinkler system, lateral piping to 2½-in. (63.5-mm) hose connections shall not be required to be protected.

Exception No. 2: Piping connecting standpipes to 1½-in. (38.1-mm) hose connections.

4-1.2.3 Where a standpipe or lateral pipe that is normally filled with water passes through an area subject to freezing temperatures, it shall be protected by a reliable means to maintain the temperature of the water in the piping between 40°F and 120°F (4.4°C and 48.9°C).

Antifreeze solutions shall not be used to protect standpipe system piping from freezing.

4-1.2.4 Where corrosive conditions exist or piping is exposed to the weather, corrosion-resistant types of pipe, tube, fittings, and hangers or protective corrosion-resistive coatings shall be used. If steel pipe is to be buried underground, it shall be protected against corrosion before being buried.

4-1.2.5 To minimize or prevent pipe breakage where subject to earthquakes, standpipe systems shall be protected in accordance with NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*.

4-2 Gate Valves and Check Valves.

4-2.1 Connections to each water supply shall be provided with an approved indicating-type valve and check valve located close to the supply, such as at tanks, pumps, and connections from waterworks systems.

Exception: Fire department connections.

4-2.2 Valves shall be provided to allow isolation of a standpipe without interrupting the supply to other standpipes from the same source of supply.

4-2.3 Listed indicating-type valves shall be provided at the standpipe for controlling branch lines for remote hose stations.

4-2.4 Where wafer-type valve discs are used, they shall be installed so that they do not interfere with the operation of other system components.

4-2.5 Valves on Combined Systems.

4-2.5.1 Each connection from a standpipe that is part of a combined system to a sprinkler system shall have an individual control valve of the same size as the connection.

4-2.5.2* Each connection from a standpipe that is part of a combined system to a sprinkler system and interconnected with other standpipes shall have an individual control valve and check valve of the same size at the connection.

4-2.6 Valves on Connections to Water Supplies.

4-2.6.1 Connections to public water systems shall be controlled by post indicator valves of an approved type located at least 40 ft (12.2 m) from the building protected. All valves shall be plainly marked to indicate the service that they control.

Exception No. 1: Where the valve cannot be located at least 40 ft (12.2 m) from the building, it shall be installed in an approved location and where it is readily accessible in case of fire and not subject to damage.

Exception No. 2: Where post indicator valves cannot be used, underground valves shall be permitted. The valve locations, directions for their opening, and services that they control shall be plainly marked on the buildings served.

4-2.6.2* Where the standpipes are supplied from a yard main or header in another building, the connection shall be provided with a listed indicating-type valve located outside at a safe distance from the building or at the header.

4-2.7 Valve Supervision. System water supply valves, isolation control valves, and other valves in feed mains shall

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

NFPA 15

Standard for

Water Spray Fixed Systems for Fire Protection

1996 Edition

NOTICE: An asterisk (*) following the number or letter designating a paragraph indicates explanatory material on that paragraph in Appendix A.

Information on referenced publications can be found in Chapter 10.

Chapter 1 General Information

1-1 Scope.

1-1.1 This standard shall provide the minimum requirements for the design, installation, and system acceptance testing of water spray fixed systems for fire protection service. This standard also includes requirements for the periodic testing and maintenance of ultra high-speed water spray fixed systems.

1-1.2 The term "water spray" shall refer to the use of water in a form having a predetermined pattern, particle size, velocity, and density discharged from specially designed nozzles or devices. Water spray fixed systems are usually applied to special fire protection hazards since the protection can be specifically designed to provide for effective fire control, extinguishment, prevention, or exposure protection. Water spray systems can be independent of, or supplementary to, other forms of protection.

1-1.3 The design of specific systems can vary considerably, depending on the nature of the hazard and the basic purposes of protection. Because of these variations and the wide choice in the characteristics of spray nozzles, these systems shall be competently designed, installed, and maintained. It shall be essential that their limitations as well as their capabilities be thoroughly understood by the designer.

1-1.4 This standard shall not cover water spray protection from portable nozzles, sprinkler systems, monitor nozzles, water mist suppression systems, explosion suppression, or other means of application covered by other standards of the National Fire Protection Association. For information on these applications refer to:

NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*;

NFPA 24, *Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances*;

NFPA 69, *Standard on Explosion Prevention Systems*;

NFPA 750, *Standard on Water Mist Fire Protection Systems*; and

NFPA 1964, *Standard for (Shutoff and Tip) Spray Nozzles*.

1-2 Purpose. The purpose of this standard shall be to provide the minimum requirements for fixed water spray systems based upon sound engineering principles, test data, and field experience. Nothing in this standard is intended to restrict new technologies or alternate arrangements, providing the level of safety prescribed by the standard is not lowered.

1-3 Retroactivity Clause. The provisions of this document shall be considered necessary to provide a reasonable level of protection from loss of life and property from fire. They reflect situations and the state of the art at the time the standard was issued.

Unless otherwise noted, it shall not be intended that the provisions of this document be applied to facilities, equipment, structures, or installations that were existing or approved for construction or installation prior to the effective date of this document.

Exception: In those cases where it is determined by the authority having jurisdiction that the existing situation involves a distinct hazard to life or property, this standard shall apply.

1-4 Definitions.

Approved.* Acceptable to the authority having jurisdiction.

Authority Having Jurisdiction.* The organization, office, or individual responsible for approving equipment, an installation, or a procedure.

Automatic Detection Equipment. Equipment that will automatically detect heat, flame, smoke, flammable gases, or other conditions likely to produce fire or explosion and cause automatic actuation of alarm and protection equipment.

Combined System. A system of piping that connects both sprinklers and water spray nozzles in a common fire area, and is supplied by a single riser and system actuation valve.

Control of Burning. Application of water spray to equipment or areas where a fire can occur to control the rate of burning and thereby limit the heat release from a fire until the fuel can be eliminated or extinguishment affected.

Deflagration. Propagation of a combustion zone at a velocity that is less than the speed of sound in the unreacted medium.

Deluge Valve. A type of system actuation valve that is opened by the operation of a detection system installed in the same areas as the spray nozzles or by remote manual operation. When this valve opens, water flows into the piping system and discharges from all open spray nozzles.

Density. The unit rate of water application to an area or surface expressed in gpm/ft² [(L/min)/m²].

Detonation. Propagation of a combustion zone at a velocity that is greater than the speed of sound in the unreacted medium.

Electrical Clearance. The air distance between water spray equipment (including piping and nozzles) and unenclosed or uninsulated live electrical components at other than ground potential.

Exposure Protection. Absorption of heat through application of water spray to structures or equipment exposed to a fire, to limit surface temperature to a level that will minimize damage and prevent failure.

Fire Area. An area that is physically separated from other areas by space, fire barriers, diking, special drainage, or by a combination of these such that the fire is expected to be contained within that area.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Flammable and Combustible Liquids. See NFPA 30, *Flammable and Combustible Liquids Code*.

Flammable Gas Detection Equipment. Equipment that will automatically detect a percent volume concentration of a flammable gas or vapor relative to a predetermined level.

Impingement. The striking of a protected surface by water droplets issuing directly from a water spray nozzle.

Insulated.* Refers to equipment, structures, or vessels provided with an encapsulating material that, for the expected duration of fire exposure, will limit steel temperatures to a maximum of 850°F (454°C) for structural members or 650°F (343°C) for vessels. The insulation system shall be:

(a) Noncombustible and fire retardant,
(b) Mildew and weather resistant,
(c) Resistant to the force of hose streams, and
(d) Secured by fire and corrosion-resistant fastenings.

Listed.* Equipment, materials, or services included in a list published by an organization acceptable to the authority having jurisdiction and concerned with evaluation of products or services that maintains periodic inspection of production of listed equipment or materials or periodic evaluation of services and whose listing states either that the equipment, material, or service meets identified standards or has been tested and found suitable for a specified purpose.

Net Rate. The total rate of water discharge density, less water wastage due to factors such as wind effects and inaccuracies in nozzle angles of spray.

Nonabsorbing Ground. Earth or fill that is not readily permeable or absorbent to large quantities of flammable or combustible liquid or water, or both. Most soils are not considered sufficiently permeable or absorbent to be considered absorbing ground. Paving, such as concrete or asphalt, is considered nonabsorbing.

Pilot Sprinkler. An automatic sprinkler or thermostatic fixed temperature release device used as a detecter to pneumatically or hydraulically release the system actuation valve.

Rundown. The downward travel of water along a surface, caused by the momentum of the water or by gravity.

Shall. Indicates a mandatory requirement.

Should. Indicates a recommendation or that which is advised but not required.

System Actuation Valve. The main valve that controls the flow of water into the water spray system.

Ultra High-Speed Water Spray System. A type of automatic water spray system where water spray is rapidly applied to protect specific hazards where deflagrations are anticipated.

Uninsulated. Refers to equipment, structures, or vessels not provided with an encapsulating material that meets the requirements defined as "insulated."

Water Spray Nozzle.* An open or automatic water discharge device that, when discharging water under pressure, will distribute the water in a specific, directional pattern.

Water Spray System. An automatic or manually actuated fixed pipe system connected to a water supply and equipped with water spray nozzles designed to provide a specific water discharge and distribution over the protected surfaces or area. Automatic systems can be actuated by separate detection equipment installed in the same area as the water spray nozzles or by the water spray nozzles using an operating element. (In some cases the automatic detection might also be located in another area.)

Water Wastage. That discharge from water spray nozzles that does not impinge on the surface being protected. Some causes of wastage are wind velocity and sometimes the overcarry of discharge pattern beyond the targeted surface.

1-5 Applicability.

1-5.1 Water spray is applicable for protection of specific hazards and equipment and shall be permitted to be installed independently of, or supplementary to, other forms of fire protection systems or equipment.

1-5.2 Water spray protection is acceptable for the protection of hazards involving:

(a) Gaseous and liquid flammable materials;

(b) Electrical hazards such as transformers, oil switches, motors, cable trays, and cable runs;

(c) Ordinary combustibles such as paper, wood, and textiles; and

(d) Certain hazardous solids such as propellants and pyrotechnics.

1-6* Design Objectives. In general, water spray shall be considered effective for any one or a combination of the following objectives (*see Chapter 4*):

(a) Extinguishment of fire,
(b) Control of burning,
(c) Exposure protection, and
(d) Prevention of fire.

1-7 Special Considerations. Limitations to the use of water spray that involve the nature of the equipment to be protected, the physical and chemical properties of the materials involved, and the environment of the hazard shall be recognized.

1-7.1 A careful study shall be made of the physical and chemical properties of the materials for which water spray protection is being considered to determine the advisability of its use. The flash point, specific gravity, viscosity, miscibility, and solubility and permeability of the material, temperature of the water spray, and the normal temperature of the hazard to be protected are among the factors that shall be given consideration.

1-7.2 The slopover or frothing hazard shall be considered where water spray can encounter confined materials at a high temperature or having a wide distillation range. (*See NFPA 49, Hazardous Chemicals Data, and NFPA 325, Guide to Fire Hazard Properties of Flammable Liquids, Gases, and Volatile Solids.*)

1-7.3 Water soluble materials, such as alcohol, require special consideration. Fires involving spills of such materials can usually be controlled, until extinguished by dilution, and in some cases the surface fire can be extinguished by an adequate application rate and coverage. Each water soluble

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

them. Records shall show the date and the results of procedure and performance qualifications, and shall be available to the authority having jurisdiction.

2-5.3 Groove Joining Methods. Pipe joined with grooved fittings shall be joined by a listed combination of fittings, gaskets, and grooves. Grooves cut or rolled on pipe shall be dimensionally compatible with the fittings.

2-5.4* Joints for the connection of copper tube shall be brazed using the brazing material in Table 2-3.1.

2-5.5 Other Types. Other joining methods investigated for suitability in water spray sprinkler installations and listed for this service shall be permitted where installed in accordance with their listing limitations, including installation instructions.

2-5.6 End Treatment. Pipe ends shall have burrs and fins removed after cutting.

2-5.6.1 Pipe used with listed fittings and its end treatment shall be in accordance with the fitting manufacturer's installation instructions and the fitting's listing.

2-6 Hangers.

2-6.1 General. The types of hangers used shall be in accordance with the requirements of NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems.*

2-6.2 Hangers used outdoors or in locations where corrosive conditions exist shall be galvanized, suitably coated, or fabricated from corrosion-resistive materials.

2-7 Valves.

2-7.1 Control Valves.

2-7.1.1 All valves controlling connections to water supplies and to supply pipes to water spray nozzles shall be listed indicating valves.

Exception No. 1: A listed underground gate valve equipped with a listed indicator post shall be permitted.

Exception No. 2: A nonindicating valve, such as an underground gate valve with approved roadway box complete with T-wrench, accepted by the authority having jurisdiction, shall be permitted.

2-7.1.2 Control valves shall not close in less than 5 seconds when operated at maximum possible speed from the fully open position.

2-7.1.3 Wafer type valves with components that extend beyond the valve body shall be installed in a manner that does not interfere with the operation of any system components.

2-7.2 System Actuation Valves.

2-7.2.1* System actuation valves shall be listed.

2-7.2.2* Accessories used to operate the actuation valve shall be listed and compatible.

2-7.2.3* System actuation valves shall be provided with manual means of actuation independent of the automatic release system and detection devices.

Exception: Alarm check valves.

2-7.2.4 Manual controls of actuation valves shall not require a pull of more than 40 lb (force) (178 N) or a movement of more than 14 in. (356 mm) to secure operation.

2-7.3 Drain Valves and Test Valves. Drain valves and test valves shall be approved.

2-7.4 Identification of Valves. All control, drain, and test connection valves shall be provided with permanently marked weatherproof metal or rigid plastic identification signs. The sign shall be secured with corrosion-resistant wire, chain, or other approved means.

2-8 Pressure Gauges. Required pressure gauges shall be listed and shall have a maximum limit not less than twice the normal working pressure where installed.

2-9 Strainers.

2-9.1* Pipeline strainers shall be specifically listed for use in water supply connections. Strainers shall be capable of removing from the water all solids of sufficient size to obstruct the spray nozzles [normally ⅛-in. (3.2-mm) perforations are suitable]. (*See 3-4.6.*)

2-9.2 Pipeline strainer designs shall incorporate a flushing connection.

2-9.3 Individual or integral strainers for spray nozzles, where required, shall be capable of removing from the water all solids of sufficient size to obstruct the spray nozzle they serve.

2-10 Fire Department Connections.

2-10.1 Fire department connections shall be listed and shall have internal threaded swivel fittings having threads compatible with those of the local fire department.

2-10.2 Connections shall be equipped with listed plugs or caps.

2-11 Alarms.

2-11.1 Waterflow alarm apparatus shall be listed for this service.

2-11.2 An alarm unit shall include a listed mechanical alarm or horn, or a listed electric device, bell, speaker, horn, or siren.

2-11.3* Outdoor water-motor operated or electrically operated bells shall be protected from the weather and shall be provided with guards.

2-11.4 Piping to the water-motor operated devices shall have corrosion resistance equal to or better than galvanized ferrous pipe and fittings, and shall be of a size not less than ¾ in. (19 mm).

2-11.5 Drains from alarm devices shall be sized and arranged to prevent water overflow at the drain connection when system drains are open wide and under system pressure.

2-11.6 Electrical alarm devices used outdoors shall be listed for this purpose.

2-11.7 Electrical fittings and devices listed for use in hazardous locations shall be used where required by NFPA 70, *National Electrical Code®.*

2-12 Detection Systems.

2-12.1 Automatic detection equipment, release devices, and system accessories shall be listed for the intended use.

2-12.2 The detection systems shall be automatically supervised in accordance with NFPA 72, *National Fire Alarm Code.*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Table 1-9

Name of Unit	Unit Symbol	Conversion Factor
meter	m	1 ft = 0.3048 m
millimeter	mm	1 in. = 25.4 mm
liter	L	1 gal = 3.785 L
cubic decimeter	dm^3	1 gal = 3.785 dm^3
cubic meter	m^3	1 ft^3 = 0.0283 m^3
pascal	Pa	1 psi = 6894.757 Pa
bar	bar	1 psi = 0.0689 bar
bar	bar	1 bar = 10^5 Pa

NOTE: For additional conversions and information, see ASTM E 380, *Standard for Metric Practice*.

Chapter 2 General

2-1 Water Supplies.

2-1.1* The adequacy and dependability of the water source are of primary importance and shall be fully determined, with due allowance for its reliability in the future. (*See A-2-1.1.*)

2-1.2* Sources. Any source of water that is adequate in quality, quantity, and pressure shall be permitted to provide the supply for a fire pump. Where the water supply from a public service main is not adequate in quality, quantity, or pressure, an alternative water source shall be provided. The adequacy of the water supply shall be determined and evaluated prior to the specification and installation of the fire pump.

2-1.3 The minimum water level of a well or wet pit shall be determined by pumping at not less than 150 percent of the fire pump rated capacity.

2-1.4* A stored supply shall be sufficient to meet the demand placed upon it for the expected duration, and a reliable method of replenishing the supply shall be provided.

2-1.5 The head available from a water supply shall be figured on the basis of a flow of 150 percent of rated capacity of the fire pump. This head shall be as indicated by a flow test.

2-2 Pumps and Drivers.

2-2.1 Centrifugal fire pumps shall be listed for fire protection service.

2-2.2 Acceptable drivers for pumps at a single installation are electric motors, diesel engines, steam turbines, or a combination thereof.

2-2.3 Except for installations made prior to adoption of the 1974 edition of this standard, dual-drive pump units shall not be used.

2-3* Rated Pump Capacities. Fire pumps shall have the following rated capacities in gpm (L/min) and shall be rated at net pressures of 40 psi (2.7 bars) or more. Pumps for ratings over 5000 gpm (18,925 L/min) are subject to individual review by either the authority having jurisdiction or a listing laboratory.

Table 2-3

gpm	L/min	gpm	L/min	gpm	L/min
25	95	400	1514	2000	7570
50	189	450	1703	2500	9462
100	379	500	1892	3000	11,355
150	568	750	2839	3500	13,247
200	757	1000	3785	4000	15,140
250	946	1250	4731	4500	17,032
300	1136	1500	5677	5000	18,925

2-4 Nameplate. Pumps shall be provided with a nameplate.

2-5 Pressure Gauges.

2-5.1 A pressure gauge having a dial not less than 3½ in. (89 mm) in diameter shall be connected near the discharge casting with a ¼-in. (6.25-mm) gauge valve. The dial shall indicate pressure to at least twice the rated working pressure of the pump but not less than 200 psi (13.8 bars). The face of the dial shall read in pounds per square inch or bars or both with the manufacturer's standard graduations.

2-5.2* A compound pressure and vacuum gauge having a dial not less than 3½ in. (89 mm) in diameter shall be connected to the suction pipe near the pump with a ¼-in. (6.25-mm) gauge valve.

Exception: This rule shall not apply to vertical shaft turbine-type pumps taking suction from a well or open wet pit.

The face of the dial shall read in inches (mm) of mercury (Hg) or pounds per square inch (bars) for the suction range. The gauge shall have a pressure range two times the rated maximum suction pressure of the pump, but not less than 100 psi (7 bars).

2-6 Circulation Relief Valve. Each pump(s) shall have an automatic relief valve listed for the fire pump service installed and set below the shutoff pressure at minimum expected suction pressure. It shall provide flow of sufficient water to prevent the pump from overheating when operating with no discharge. Provisions shall be made for discharge to a drain. Circulating relief valves shall not be tied in with the packing box or drip rim drains.

Minimum size of the automatic relief valve shall be ¾ in. (19.0 mm) for pumps with a rated capacity not exceeding 2500 gpm (9462 L/min), and 1 in. (25.4 mm) for pumps with a rated capacity of 3000 to 5000 gpm (11,355 to 18,925 L/min).

Exception: This rule shall not apply to engine-driven pumps for which engine cooling water is taken from the pump discharge.

2-7* Equipment Protection.

2-7.1* The fire pump, driver, and controller shall be protected against possible interruption of service through damage caused by explosion, fire, flood, earthquake, rodents, insects, windstorm, freezing, vandalism, and other adverse conditions.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2-7.2 Suitable means shall be provided for maintaining the temperature of a pump room or pump house, where required, above 40°F (5°C).

Exception: See 8-6.5 for higher temperature requirements for internal combustion engines.

2-7.3 Artificial light shall be provided in a pump room or pump house.

2-7.4 Emergency lighting shall be provided by fixed or portable battery-operated lights, including flashlights. Emergency lights shall not be connected to an engine-starting battery.

2-7.5 Provision shall be made for ventilation of a pump room or pump house.

2-7.6* Floors shall be pitched for adequate drainage of escaping water away from critical equipment such as the pump, driver, controller, etc. The pump room or pump house shall be provided with a floor drain that will discharge to a frost-free location.

2-7.7 Guards. Guards shall be provided for flexible couplings and flexible connecting shafts to prevent rotating elements from causing injury to personnel.

2-8 Pipe and Fittings.

2-8.1* Steel pipe shall be used aboveground except for connection to underground suction and underground discharge piping. Where corrosive water conditions exist, steel suction pipe shall be galvanized or painted on the inside prior to installation with a paint recommended for submerged surfaces. Thick bituminous linings shall not be used.

2-8.2 Sections of steel piping shall be joined by means of screwed, flanged (flanges welded to pipe are preferred), mechanical grooved joints, or other approved fittings.

Exception: Slip-type fittings shall be permitted to be used where installed as required by 2-9.6 and where the piping is mechanically secured to prevent slippage.

2-8.3 All provisions for welded pipe shall be in accordance with NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems.*

2-8.4* Torch-cutting or welding in the pump house shall be permitted as a means of modifying or repairing pump house piping when it is performed in accordance with NFPA 51B, *Standard for Fire Prevention in Use of Cutting and Welding Processes.*

2-9 Suction Pipe and Fittings.

2-9.1* The suction components shall consist of all pipe, valves, and fittings from the pump suction flange to the connection to the public or private water service main, storage tank, or reservoir, etc., that feeds water to the pump. Where pumps are installed in series, the suction pipe for the subsequent pump(s) shall begin at the system side of the discharge valve of the previous pump.

2-9.2 Suction pipe shall be installed and tested in accordance with NFPA 24, *Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.*

2-9.3 Suction Size. The size of the suction pipe for a single pump or of the suction header pipe for multiple pumps (operating together) shall be such that, with all pumps operating at 150 percent of rated capacity, the gauge pressure at the pump suction flanges shall be 0 psi (0 bars) or higher. The suction pipe shall be sized such that, with the pump(s) operating at 150 percent of rated capacity, the velocity in the suction pipe does not exceed 15 ft/sec (4.57 m/s). The size of that portion of the suction pipe located within 10 pipe diameters upstream of the pump suction flange shall be not less than that specified in Table 2-20.

Exception: Where the water supply is a suction tank with its base at or above the same elevation as the pump, the gauge pressure at the pump suction flange shall be permitted to drop to –3 psig (0.14 kPa.)

2-9.4* Pumps with Bypass. Where the suction supply is of sufficient pressure to be of material value without the pump, the pump shall be installed with a bypass. (*See Figure A-2-9.4.*) The size of the bypass shall be at least as large as the pipe size required for discharge pipe as specified in Table 2-20.

2-9.5* Valves. A listed OS&Y gate valve shall be installed in the suction pipe. A butterfly valve shall not be installed in the suction pipe within 50 ft (16 m) upstream of the pump suction flange.

2-9.6* Installation.

(a) Suction pipe shall be laid carefully to avoid air leaks and air pockets, either of which may seriously affect the operation of the pump. (*See Figure A-2-9.6.*)

(b) Suction pipe shall be installed below the frost line or in frostproof casings. Where pipe enters streams, ponds, or reservoirs, special attention shall be given to prevent freezing either underground or underwater.

(c) Elbows with a centerline plane parallel to a horizontal split-case pump shaft shall be avoided. (*See Figure A-2-9.6.*)

Exception: Elbows with a centerline plane parallel to a horizontal split-case pump shaft shall be permitted where the distance between the flanges of the pump suction intake and the elbow is greater than 10 times the suction pipe diameter.

(d) Where the suction pipe and pump suction flange are not of the same size, they shall be connected with an eccentric tapered reducer or increaser installed in such a way as to avoid air pockets. (*See Figure A-2-9.6.*)

(e) Where the pump and its suction supply are on separate foundations with rigid interconnecting pipe, the pipe shall be provided with strain relief. (*See Figure A-3-3.1.*)

2-9.7 Multiple Pumps. Where a single suction pipe supplies more than one pump, the suction pipe layout at the pumps shall be arranged so that each pump will receive its proportional supply.

2-9.8* Suction Screening. Where the water supply is obtained from an open source such as a pond or wet pit, the passage of materials that might clog the pump shall be obstructed. Double removable intake screens shall be provided at the suction intake. Below minimum water level these screens shall have an effective net area of openings of 1 in.^{2} (645 mm^2) for each gpm (3.785 L/min) at 150 percent of rated pump capacity. Screens shall be so arranged that

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

they can be cleaned or repaired without disturbing the suction pipe. A brass, copper, monel, stainless steel, or other equivalent corrosion-resistant metallic material wire screen of ½-in. (12.7-mm) mesh and No. 10 B. & S. gauge wire shall be secured to a metal frame sliding vertically at the entrance to the intake. The overall area of this particular screen shall be 1.6 times the net screen opening area. (*See screen details in Figure A-4-2.2.2.*)

2-9.9* Devices in Suction Piping.

(a) No device or assembly (including, but not limited to, backflow prevention devices or assemblies) that will stop, restrict the starting, or restrict the discharge of a fire pump or pump driver shall be installed in the suction piping.

Exception No 1: Except as specified in 2-9.5.

Exception No 2: Check valves and backflow prevention devices and assemblies shall be permitted where required by other NFPA standards or the authority having jurisdiction.

Exception No. 3: Flow control valves that are listed for fire pump service and that are suction pressure sensitive shall be permitted where the authority having jurisdiction requires positive pressure to be maintained on the suction piping.

(b) Suitable devices shall be permitted to be installed in the suction supply piping or stored water supply and arranged to activate an alarm if the pump suction pressure or water level falls below a predetermined minimum.

2-9.10 Vortex Plate. For pump(s) taking suction from a stored water supply, a vortex plate shall be installed at the entrance to the suction pipe. (*For example, see Figure A-3-3.1 and the Hydraulics Institute Standards for Centrifugal, Rotary and Reciprocating Pumps.*)

2-10 Discharge Pipe and Fittings.

2-10.1 The discharge components shall consist of pipe, valves, and fittings extending from the pump discharge flange to the system side of the discharge valve.

2-10.2 The pressure rating of the discharge components shall be adequate for the maximum working pressure but not less than the rating of the fire protection system. Steel pipe with flanges (flanges welded to the pipe are preferred), screwed joints, or mechanical grooved joints shall be used aboveground. All pump discharge pipe shall be hydrostatically tested in accordance with NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, and NFPA 24, *Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.*

2-10.3* The size of pump discharge pipe and fittings shall be not less than that given in Table 2-20.

2-10.4* A listed check valve shall be installed in the pump discharge assembly.

2-10.5 A listed indicating gate or butterfly valve shall be installed on the fire protection system side of the pump discharge check valve. Where pumps are installed in series, a butterfly valve shall not be installed between pumps.

2-11* Valve Supervision. Where provided, the suction valve, discharge valve, bypass valves, and isolation valves on the backflow prevention device or assembly shall be supervised open by one of the following methods:

(a) Central station, proprietary, or remote station signaling service;

(b) Local signaling service that will cause the sounding of an audible signal at a constantly attended point;

(c) Locking valves open;

(d) Sealing of valves and approved weekly recorded inspection where valves are located within fenced enclosures under the control of the owner.

Exception: The test outlet control valves shall be supervised closed.

2-12* Protection of Piping Against Damage Due to Movement. A clearance of not less than 1 in. (25.4 mm) shall be provided around pipes that pass through walls or floors.

2-13 Relief Valve.

2-13.1* Where the pump shutoff pressure plus the static suction pressure exceeds the pressure for which the system components are rated, relief valves shall be required.

2-13.2 The relief valve size shall not be less than that given in Table 2-20. (*Refer also to 2-13.8 and A-2-13.8 for conditions affecting size.*)

2-13.3 The relief valve shall be located between the pump and the pump discharge check valve and shall be so attached that it can be readily removed for repairs without disturbing the piping.

2-13.4 Pressure relief valves are of two types: (1) the spring-loaded and (2) the pilot-operated diaphragm type.

2-13.4.1 Pilot-operated pressure relief valves, where attached to vertical shaft turbine pumps, shall be arranged to prevent relieving of water at water pressures less than the pressure relief setting of the valve.

2-13.5* The relief valve shall discharge into an open pipe or into a cone or funnel secured to the outlet of the valve. Water discharge from the relief valve shall be readily visible or easily detectable by the pump operator. Splashing of water into the pump room shall be avoided. If a closed-type cone is used, it shall be provided with means for detecting motion of water through the cone. If the relief valve is provided with means for detecting motion (flow) of water through the valve, then cones or funnels at its outlet shall not be required.

2-13.6 The relief valve shall not be piped to the pump suction or supply connection.

2-13.7 The relief valve discharge pipe from an open cone shall be of a size not less than that given in Table 2-20. If the pipe employs more than one elbow, the next larger pipe size shall be used.

2-13.8* Where the relief valve must be piped back to the source of supply, the relief valve and piping shall have sufficient capacity to prevent pressure from exceeding that for which system components are rated.

2-13.9* Where the supply of water to the pump is taken from a suction reservoir of limited capacity, the drain pipe shall discharge into the reservoir at a point as far from the pump suction as is necessary to prevent the pump from drafting air introduced by the drain pipe discharge.

2-13.10 A shutoff valve shall not be installed in the relief valve supply or discharge piping.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2-14 Waterflow Test Devices.

2-14.1 General.

2-14.1.1 A fire pump installation and fire protection system(s) shall have the ability to test the pump and the suction supply at the maximum flow available from the fire pump.

2-14.1.2* Where water usage or discharge is not permitted for the duration of the test specified in Chapter 11, the outlet shall be used to test the pump and suction supply and determine that the system is operating in accordance with the design. The flow shall continue until flow has stabilized. (*See 11-2.6.3.*)

2-14.2 Meters.

2-14.2.1* Metering devices or fixed nozzles for pump testing shall be listed. They shall be capable of water flow of not less than 175 percent of pump-rated capacity.

2-14.2.2 All of the meter system piping shall be sized as specified by the meter manufacturer but not less than the meter device sizes shown in Table 2-20.

2-14.2.3 The minimum size meter for a given pump capacity shall be permitted to be used where the meter system piping does not exceed 100 ft (30 m) equivalent length. Where meter system piping exceeds 100 ft (30 m) (length of straight pipe plus equivalent length in fittings, elevation, and loss through meter), the next larger size of piping shall be used to minimize friction loss. The primary element shall be suitable for that pipe size and pump rating. The readout instrument shall be sized for the pump-rated capacity. (*See Table 2-20.*)

2-14.3 Hose Valves.

2-14.3.1* Hose valves shall be listed. The number and size of hose valves used for pump testing shall be as specified in Table 2-20. Hose valves shall be mounted on a hose valve header and supply piping shall be sized per Table 2-20.

2-14.3.2 Hose valve(s) shall have the NH standard external thread for the valve size specified, as specified in NFPA 1963, *Standard for Fire Hose Connections.*

Exception: Where local fire department connections do not conform to NFPA 1963, the authority having jurisdiction shall designate the threads to be used.

2-14.3.3 Where the hose valve header is located outside or at a distance from the pump and there is danger of freezing, a listed indicating or butterfly gate valve and drain valve or ball drip shall be located in the pipe line to the hose valve header. The valve shall be at a point in the line close to the pump. (*See Figure A-3-3.1.*)

2-14.3.4 Where the pipe between the hose valve header and connection to the pump discharge pipe is over 15 ft (4.5 m) in length, the next larger pipe size shall be used.

Exception: This pipe is permitted to be sized by hydraulic calculations based on a total flow of 150 percent of rated pump capacity. This calculation shall include friction loss for the total length of pipe plus equivalent lengths of fittings, control valve, and hose valves, plus elevation loss, from the pump discharge flange to the hose valve outlets. The installation shall be proven by a test flowing the maximum water available.

2-15 Power Supply Dependability.

2-15.1 Electric Supply. Careful consideration shall be given in each case to the dependability of the electric supply system and the wiring system. This shall include the possible effect of fire on transmission lines either in the property or in adjoining buildings that might threaten the property.

2-15.2 Steam Supply. Careful consideration shall be given in each case to the dependability of the steam supply and the steam supply system. This shall include the possible effect of fire on transmission piping either in the property or in adjoining buildings that might threaten the property.

2-16 Shop Tests.

2-16.1 Each individual pump shall be tested at the factory to provide detailed performance data and to demonstrate its compliance with specifications.

2-16.2 Before shipment from the factory, each pump shall be hydrostatically tested by the manufacturer for a period of time not less than 5 minutes. The test pressure shall not be less than 1½ times the sum of the pump's shutoff head plus its maximum allowable suction head, but in no case shall it be less than 250 psi (17 bars). Pump casings shall be essentially tight at the test pressure. During the test, no objectionable leakage shall occur at any joint. In the case of vertical turbine-type pumps, both the discharge casting and pump bowl assembly shall be tested.

2-17* Pump Shaft Rotation. Pump shaft rotation shall be determined and correctly specified when ordering fire pumps and equipment involving that rotation.

2-18* Alarms. Various sections of this standard specify alarms to call attention to improper conditions that can exist in the complete fire pump equipment.

2-19* Pressure Maintenance (Jockey or Make-Up) Pumps.

2-19.1 Pressure maintenance pumps shall have rated capacities not less than any normal leakage rate. They shall have discharge pressure sufficient to maintain the desired fire protection system pressure.

2-19.2 A check valve shall be installed in the discharge pipe.

2-19.3* Indicating butterfly or gate valves shall be installed in such places as needed to make the pump, check valve, and other miscellaneous fittings accessible for repair. (*See Figure A-2-19.3.*)

2-19.4* Where a centrifugal-type pressure maintenance pump has a shutoff pressure exceeding the working pressure rating of the fire protection equipment, or where a turbine vane (peripheral) type of pump is used, a relief valve sized to prevent overpressuring of the system shall be installed on the pump discharge to prevent damage to the fire protection system. Running period timers shall not be used where jockey pumps are utilized that have the capability of exceeding the working pressure of the fire protection systems.

2-19.5 The primary or standby fire pump shall not be used as a pressure maintenance pump.

2-19.6 Steel pipe shall be used for suction and discharge piping on jockey pumps. This includes packaged prefabricated systems.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7-5.2 Automatic Controller.

7-5.2.1* Water Pressure Control. There shall be provided a pressure-actuated switch having independent high- and low-calibrated adjustments in the controller circuit. There shall be no pressure snubber or restrictive orifice employed within the pressure switch. This switch shall be responsive to water pressure in the fire protection system. The pressure sensing element of the switch shall be capable of withstanding a momentary surge pressure of 400 psi (27.6 bars) without losing its accuracy. Suitable provision shall be made for relieving pressure to the pressure-actuated switch to allow testing of the operation of the controller and the pumping unit. [*See Figures A-7-5.2.1(a) and (b).*]

(a) For all pump installations (including jockey pumps) each controller shall have its own individual pressure sensing line.

(b) The pressure sensing line connection for each pump (including jockey pumps) shall be made between that pump's discharge check valve and discharge control valve. This line shall be corrosion-resistant metallic pipe or tube, and the fittings (brass, copper, or series 300 stainless steel) shall be of ½-in. (12.7-mm) nominal size. There shall be two check valves installed in the pressure sensing line at least 5 ft (1.5 m) apart with a 3/32-in. (2.4-mm) hole drilled in the clapper to serve as dampening. [*See Figures A-7-5.2.1(a) and (b) for clarification.*]

Exception: If water is clean, ground-face unions with noncorrosive diaphragms drilled with 3/32-in. (2.4-mm) orifices shall be permitted in place of the check valves.

(c) There shall be no shutoff valve in the pressure sensing line.

(d) Pressure switch actuation at the low adjustment setting shall initiate pump starting sequence (if pump is not already in operation).

7-5.2.2 Fire Protection Equipment Control. Where the pump supplies special water control equipment (deluge valves, dry pipe valves, etc.), it may be desirable to start the motor before the pressure-actuated switch(es) would do so. Under such conditions the controller shall be equipped to start the motor upon operation of the fire protection equipment. Starting of the motor shall be initiated by the opening of a normally closed contact on the fire protection equipment.

7-5.2.3 Manual Electric Control at Remote Station. Where additional control stations for causing nonautomatic continuous operation of the pumping unit, independent of the pressure-actuated switch, are provided at locations remote from the controller, such stations shall not be operable to stop the motor.

7-5.2.4 Sequence Starting of Pumps. The controller for each unit of multiple pump units shall incorporate a sequential timing device to prevent any one motor from starting simultaneously with any other motor. Each pump supplying suction pressure to another pump shall be arranged to start before the pump it supplies. If water requirements call for more than one pumping unit to operate, the units shall start at intervals of 5 to 10 seconds. Failure of a leading motor to start shall not prevent subsequent pumping units from starting.

7-5.2.5 External Circuits Connected to Controllers. External control circuits shall be arranged so that failure of any external circuit (open or short circuit) shall not prevent operation of pump(s) from all other internal or external means. Breakage, disconnecting, shorting of the wires, or loss of power to these circuits can cause continuous running of the fire pump but shall not prevent the controller(s) from starting the fire pump(s) due to causes other than these external circuits.

7-5.2.6 Pressure Recorder. An automatic controller shall be equipped with a pressure-recording device that shall operate continuously for at least 7 days without resetting or rewinding.

7-5.3 Nonautomatic Controller.

7-5.3.1 Manual Electric Control at Controller. There shall be a manually operated switch on the control panel so arranged that, when the motor is started manually, its operation cannot be affected by the pressure-actuated switch. The arrangement shall also provide that the unit will remain in operation until manually shut down.

7-5.3.2 Emergency Run Mechanical Control at Controller.

(a) The controller shall be equipped with an emergency run handle or lever that operates to mechanically close the motor-circuit switching mechanism. This handle or lever shall provide for nonautomatic continuous running operation of the motor(s), independent of any electric control circuits, magnets, or equivalent devices and independent of the pressure-activated control switch. Means shall be incorporated for mechanically latching or holding the handle or lever for manual operation in the actuated position. The mechanical latching shall not be automatic, but at the option of the operator.

(b) The handle or lever shall be arranged to move in one direction only from "off" to final position.

(c) The motor starter shall return automatically to the "off" position in case the operator releases the starter handle or lever in any position but the full running position.

7-5.4 Methods of Stopping. Shutdown shall be accomplished by the following methods:

(a) *Manual.* Operation of a pushbutton on the outside of the controller enclosure that, in the case of automatic controllers, shall return the controller to full automatic position.

(b) *Automatic Shutdown after Automatic Start (Optional).* If the controller is arranged for automatic shutdown after starting causes have returned to normal, a running period timer set for at least 10 minutes running time shall be used.

Exception: Automatic shutdown shall not be permitted where the pump constitutes the sole supply of a fire sprinkler or standpipe system or where the authority having jurisdiction has required manual shutdown.

7-6 Controllers Rated in Excess of 600 Volts.

7-6.1* Control Equipment. Controllers rated in excess of 600 volts shall comply with the requirements of this chapter, except as provided in 7-6.2 through 7-6.8.

7-6.2 Provisions for Testing. The provisions of 7-3.4.2 shall not apply. An ammeter shall be provided on the controller with a suitable transfer switch arranged for reading the current in each phase. An indicating voltmeter, deriving its source of power of not more than 125 volts from a transformer(s) connected to the high-voltage supply, shall also be provided with a suitable selector switch arranged for reading each phase voltage.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7-9 Controllers for Foam Concentrate Pump Motors.

7-9.1 Control Equipment. Controllers for foam concentrate pump motors shall comply with the requirements of Sections 7-1 through 7-5 or 7-7 of this chapter except as provided in 7-9.2 through 7-9.5.

7-9.2 Automatic Starting. In lieu of the pressure-actuated switch described in 7-5.2.1, automatic starting shall be capable of being accomplished by the automatic activation of either a remote normally open contact or a remote normally closed contact.

7-9.3 Methods of Stopping. The run period timer described in 7-5.4(b), if required, shall be set to less than 10 minutes but not less than 1 minute in controllers used in foam service.

7-9.4 Lockout. Where required, the controller shall contain a lockout feature to stop the foam concentrate pump motor on loss of foam concentrate or when used in a duty-standby application. Where supplied, this lockout shall be indicated by a visible indicator and provisions for annunciating the condition at a remote location.

7-9.5 Marking. The controller shall be marked "Foam Pump Controller."

Chapter 8 Diesel Engine Drive

8-1 General.

8-1.1 Selection. Selection of diesel-engine-driven fire pump equipment for each situation shall be based on careful consideration of the following factors: most reliable type of control, fuel supply, installation, and the starting and running operation of the diesel engine.

8-1.2 Experience Record. The compression ignition diesel engine has proved to be the most dependable of the internal combustion engines for driving fire pumps. Except for installations made prior to adoption of the 1974 edition of this standard, spark-ignited internal combustion engines shall not be used. This restriction shall not be interpreted to exclude gas turbine engines as future pump drivers.

8-2 Engines.

8-2.1 Listing. Engines shall be listed for fire pump service.

8-2.1.1 Engines shall be specifically listed for fire pump service by a testing laboratory.

8-2.2 Engine Ratings.

8-2.2.1 Engines shall be rated at standard SAE conditions of 29.61 in. (752.1 mm) Hg barometer and 77°F (25°C) inlet air temperature [approximates 300 ft (91.4 m) above sea level] by the testing laboratory. (*See SAE Standard J-1349, Engine Power Test Code — Spark Ignition and Compression Engine.*)

8-2.2.2 Engines shall be acceptable for horsepower ratings listed by the testing laboratory for standard SAE conditions.

8-2.2.3 In special cases, engines outside the power range and type of listed engines shall have a horsepower capability, where equipped for fire pump driver service, not less than 10 percent greater than the maximum brake horsepower required by the pump under any conditions of pump load. The engine shall meet all the other requirements of listed engines.

8-2.2.4* A deduction of 3 percent from engine horsepower rating at standard SAE conditions shall be made for diesel engines for each 1000 ft (305 m) of altitude above 300 ft (91.4 m).

8-2.2.5* A deduction of 1 percent from engine horsepower rating as corrected to standard SAE conditions shall be made for diesel engines for every 10°F (5.6°C) above 77°F (25°C) ambient temperature.

8-2.2.6 Where right-angle gear drives (*see 8-2.3.2*) are used between the vertical turbine pump and its driver, the horsepower requirement of the pump shall be increased to allow for power loss in the gear drive.

8-2.2.7 After complying with the requirements of 8-2.2.1 through 8-2.2.6, engines shall have a 1-hr minimum horsepower rating equal to or greater than the brake horsepower required to drive the pump at its rated speed under any conditions of pump load.

8-2.3 Engine Connection to Pump.

8-2.3.1 Horizontal Shaft Pumps. Engines shall be connected to horizontal shaft pumps by means of a flexible coupling or flexible connecting shaft listed for this service. The flexible coupling shall be directly attached to the engine flywheel adapter or stub shaft. (*See Section 3-5.*)

8-2.3.2 Vertical Shaft Turbine-Type Pumps. Engines shall be connected to vertical shaft pumps by means of a right-angle gear drive with a listed flexible connecting shaft that will prevent undue strain on either the engine or gear drive. (*See Section 4-5.*)

Exception: Diesel engines and steam turbines designed and listed for vertical installation with vertical shaft turbine-type pumps shall be permitted to employ solid shafts and do not require a right-angle drive but do require a nonreverse ratchet.

8-2.4 Instrumentation and Control.

8-2.4.1 Governor. Engines shall be provided with a governor capable of regulating engine speed within a range of 10 percent between shutoff and maximum load condition of the pump. The governor shall be field adjustable, set and secured to maintain rated pump speed at maximum pump load.

8-2.4.2 Overspeed Shutdown Device. Engines shall be provided with an overspeed shutdown device. It shall be arranged to shut down the engine at a speed approximately 20 percent above rated engine speed, and for manual reset. A means shall be provided to indicate an overspeed trouble signal to the automatic engine controller such that the controller cannot be reset until the overspeed shutdown device is manually reset to normal operating position.

8-2.4.3 Tachometer. A tachometer shall be provided to indicate revolutions per minute of the engine. The tachometer shall be the totalizing type, or an hour meter shall be provided to record total time of engine operation.

8-2.4.4 Oil Pressure Gauge. Engines shall be provided with an oil pressure gauge to indicate lubricating oil pressure.

8-2.4.5 Temperature Gauge. Engines shall be provided with a temperature gauge to indicate engine coolant temperature at all times.

8-2.4.6 Instrument Panel. All engine instruments shall be placed on a suitable panel secured to the engine at a suitable point.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8-2.4.7* Automatic Controller Wiring in Factory. All connecting wires for automatic controllers shall be harnessed or flexibly enclosed, mounted on the engine, and connected in an engine junction box to terminals numbered to correspond with numbered terminals in the controller.

8-2.4.8* Automatic Control Wiring in the Field. Interconnections between the automatic controller and engine junction box shall be made using stranded wire sized on a continuous-duty basis.

8-2.4.9* Main Battery Contactors. The main battery contactors supplying current to the starting motor shall be capable of manual mechanical operation to energize the starting motor in the event of control circuit failure.

8-2.4.10 Signal for Engine Running and Crank Termination. Engines shall be provided with a speed-sensitive switch to signal engine running and crank termination. Power for this signal shall be taken from a source other than the engine generator or alternator.

8-2.4.11 Wiring Elements. All wiring on the engine including starting circuitry shall be sized on a continuous-duty basis.

Exception: Battery cables shall be provided per the engine manufacturer's recommendations.

8-2.5 Starting Methods.

8-2.5.1 Starting Devices. Engines shall be equipped with a reliable starting device.

8-2.5.2 Electric Starting. Where electric starting is used, the electric-starting device shall take current from a storage battery(ies).

8-2.5.2.1 Number and Capacity of Batteries. Each engine shall be provided with two storage battery units.

At 40°F (4.5°C), each battery unit shall have twice the capacity sufficient to maintain the cranking speed recommended by the engine manufacturer through a 3-minute "attempt to start" cycle (15 seconds of cranking and 15 seconds of rest, in six consecutive cycles).

8-2.5.2.2 Battery. Lead-acid batteries shall be furnished in a dry charge condition, with electrolyte liquid in a separate container. Electrolyte shall be added at the time the engine is put in service and the battery given a conditioning charge. Nickel-cadmium batteries shall be furnished according to the manufacturer's requirements.

Exception: Other kinds of batteries shall be permitted to be installed in accordance with the manufacturer's requirements.

8-2.5.2.3* Battery Recharging. Two means for recharging storage batteries shall be provided. One shall be the generator or alternator furnished with the engine. The other shall be an automatically controlled charger taking power from an alternating current power source.

Exception: If an alternating current power source is not available, or is not reliable, another charging method (in addition to the generator or alternator furnished with the engine) shall be provided.

8-2.5.2.4 Battery Chargers.

(a) Chargers shall be specifically listed for fire pump service.

(b) The rectifier shall be a semiconductor type.

(c) The charger for a lead-acid battery shall be a type t automatically reduces the charging rate to less than 500 n liamperes when the battery reaches a full charge conditi

(d) The battery charger at its rated voltage shall be ca ble of delivering energy into a fully discharged battery such a manner that it will not damage the battery. It sh restore to the battery 100 percent of the battery's ampe hour rating within 24 hours.

(e) The charger shall be marked with the ampere-ho rating of the largest capacity battery that it can recharge compliance with 8-2.5.2.4(d).

(f) An ammeter with an accuracy of 5 percent of the n mal charging rate shall be furnished to indicate the ope tion of the charger.

(g) The charger shall be designed so that it will not be da aged or blow fuses during the cranking cycle of the eng when operated by an automatic or manual controller.

(h) The charger shall automatically charge at the ma mum rate whenever required by the state of charge of battery.

(i) Where not connected through a control panel, the b tery charger shall be arranged to indicate loss of current o put on the load side of the dc overcurrent protective devi [*See 9-4.1.3(f).*]

8-2.5.2.5* Battery Location. Storage batteries shall rack-supported above the floor, secured against displa ment, and located where they will not be subject to excess temperature, vibration, mechanical injury, or flooding w water. They shall be readily accessible for servicing. Batt cables shall be sized in accordance with the engine manuf turer's recommendations considering the cable len required for the specific battery location.

8-2.5.2.6 Current-carrying parts shall not be less th 12 in. (305 mm) above the floor level.

8-2.5.3 Hydraulic Starting.

8-2.5.3.1 Where hydraulic starting is used, the accumu tors and other accessories shall be cabinetized or so guar that they are not subject to mechanical injury. The cabi shall be installed as close to the engine as practical so a prevent serious pressure drop between engine and cabi The diesel engine as installed shall be without starting except that a thermostatically controlled electric water jac heater shall be employed. The diesel as installed shall capable of carrying its full rated load within 20 seconds a cranking is initiated with the intake air, room ambient, all starting equipment at a temperature of 32°F (0°C).

8-2.5.3.2 Hydraulic starting means shall comply with following conditions:

(a) The hydraulic cranking device shall be a s contained system that will provide the required crank forces and engine starting RPM as recommended by engine manufacturer.

(b) Electrically operated means shall automatically p vide and maintain the stored hydraulic pressure within predetermined pressure limits.

(c) The means of automatically maintaining the hydra system within the predetermined pressure limits shal energized from the main bus and final emergency bus if is provided.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(d) Means shall be provided to manually recharge the hydraulic system.

(e) The capacity of the hydraulic cranking system shall provide not less than six cranking cycles. Each cranking cycle (first three to be automatic from signaling source) shall provide the necessary number of revolutions at the required RPM to permit the diesel engine to meet the requirements of carrying its full rated load within 20 seconds after cranking is initiated with intake air, room ambient temperature, and hydraulic cranking system at 32°F (0°C).

(f) Capacity of the hydraulic cranking system sufficient for three starts under conditions described in 8-2.5.3.2(e) shall be held in reserve and arranged so that the operation of a single control by one person will permit the reserve capacity to be employed.

(g) All controls for engine shutdown in event of low engine lube, overspeed, and high water jacket temperature shall be 12- or 24-volt dc source to accommodate controls supplied on engine. In the event of such failure, the hydraulic cranking system will provide an interlock to prevent the engine from recranking. The interlock shall be manually reset for automatic starting when engine failure is corrected.

8-2.5.4 Air Starting.

8-2.5.4.1 Existing Requirements. In addition to the requirements in Section 8-1 through 8-2.4.6, 8-2.5.1, 8-2.6 through 8-6.2, 8-6.4, and 8-6.5, the following sections shall apply.

8-2.5.4.2 Automatic Controller Connections in Factory. All conductors for automatic controllers shall be harnessed or flexibly enclosed, mounted on the engine, and connected in an engine junction box to terminals numbered to correspond with numbered terminals in the controller. This is to ensure ready connection in the field between the two sets of terminals.

8-2.5.4.3 Signal for Engine Running and Crank Termination. Engines shall be provided with a speed-sensitive switch to signal running and crank termination. Power for this signal shall be taken from a source other than the engine compressor.

8-2.5.4.4* Air Starting Supply.

8-2.5.4.4.1 The air supply container shall be sized for 180 seconds of continuous cranking without recharging. There shall be a separate, suitably powered automatic air compressor or means of obtaining air from some other system, independent of the compressor driven by the fire pump engine. Suitable supervisory service shall be maintained to indicate high and low air pressure conditions.

8-2.5.4.4.2 A bypass conductor with a manual valve or switch shall be installed for direct application of air from the air container to the engine starter in the event of control circuit failure.

8-2.6 Engine Cooling.

8-2.6.1 The engine cooling system shall be included as part of the engine assembly and shall be one of the following closed-circuit types:

(a) A heat exchanger type that includes a circulating pump driven by the engine, a heat exchanger, and an engine jacket temperature-regulating device; or

(b) A radiator type that includes a circulating pump driven by the engine, a radiator, an engine jacket temperature regulating device, and an engine-driven fan for providing positive movement of air through the radiator.

8-2.6.2 Coolant and Fill Openings. An opening shall be provided in the circuit for filling the system, checking coolant level, and adding make-up coolant when required. The coolant shall comply with the recommendation of the engine manufacturer.

8-2.6.3* Heat Exchanger Water Supply.

(a) *Supply.* The cooling water supply for a heat exchanger type system shall be from the discharge of the pump, taken off prior to the pump discharge valve. Threaded rigid piping shall be used for this connection. The pipe connection in the direction of flow shall include an indicating manual shutoff valve, an approved flushing-type strainer in addition to the one that can be a part of the pressure regulator, a pressure regulator, an automatic valve listed for fire protection service, and a second indicating manual shutoff valve. A pressure gauge shall be installed in the cooling water supply system on the engine side of the last manual valve.

Exception: The automatic valve is not required on a vertical shaft turbine-type pump or any other pump when there is no pressure in the discharge when the pump is idle.

(b) *Pressure Regulator.* The pressure regulator shall be of such size and type that it is capable of and adjusted for passing approximately 120 percent of the cooling water required when the engine is operating at maximum brake horsepower and when the regulator is supplied with water at the pressure of the pump when it is pumping at 150 percent of its rated capacity. The cooling water flow required shall be set based on the maximum ambient cooling water.

(c) *Automatic Valve.* An automatic valve permit flow of cooling water to the engine when it is running.

8-2.6.4* Heat Exchanger Water Supply Bypass. A bypass line with manual valves, a flush-type strainer, and a pressure regulator shall be installed around the manual shutoff valve, strainer, pressure regulator, and automatic valve.

8-2.6.5 Heat Exchanger Waste Outlet.

8-2.6.5.1 An outlet shall be provided for the wastewater line from the heat exchanger, and the discharge line shall not be less than one size larger than the inlet line. The outlet line shall be as short as practical, shall provide discharge into a visible open waste cone, and shall have no valves in it.

Exception: It shall be permitted to discharge to a suction reservoir provided a visual flow indicator and temperature indicator are installed.

8-2.6.5.2 When the waste outlet piping is longer than 15 ft (4.8 m) and/or its outlet discharges more than 4 ft (1.2 m) higher than the heat exchanger, the pipe size shall be increased by at least one size.

8-2.6.6 Radiators.

8-2.6.6.1 The heat from the primary circuit of a radiator shall be dissipated by a fan included with, and driven by, the engine. The radiator shall be designed to limit maximum engine operating temperature with an inlet air temperature of 120°F (49°C) at the combustion air cleaner inlet. The radiator shall include the plumbing to the engine and a flange on the air discharge side for the connection of a flexible duct to the discharge side for the connection of a flexible duct to the discharge air ventilator.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10-2.3 Gauge and Gauge Connections.

10-2.3.1 A listed steam pressure gauge shall be provided on the entrance side of the speed governor. A ¼-in. pipe tap for a gauge connection shall be provided on the nozzle chamber of the turbine.

10-2.3.2 The gauge shall indicate pressures not less than one and one-half times the boiler pressure, and in no case less than 240 psi (16 bars), and shall be marked "Steam."

10-2.4 Rotor. The rotor of the turbine shall be of suitable material. The first unit of a rotor design shall be type tested in the manufacturer's shop at 40 percent above rated speed. All subsequent units of the same design shall be tested at 25 percent above rated speed.

10-2.5 Shaft.

10-2.5.1 The shaft of the turbine shall be of high-grade steel, such as open-hearth carbon steel or nickel steel.

10-2.5.2 Where the pump and turbine are assembled as independent units, a flexible coupling shall be provided between the two units.

10-2.5.3 Where an overhung rotor is used, the shaft for the combined unit shall be in one piece with only two bearings.

10-2.5.4 The critical speed of the shaft shall be well above the highest speed of the turbine so that the turbine will operate at all speeds up to 120 percent of rated speed without objectionable vibration.

10-2.6 Bearings. Turbines having sleeve bearings shall have split-type bearing shells and caps.

Exception: Turbines having ball bearings shall be acceptable after they have established a satisfactory record in the commercial field. Means shall be provided to give visual indication of the oil level.

10-3* Installation. Details of steam supply, exhaust, and boiler feed need to be carefully planned to provide reliability and effective operation of a steam-turbine-driven fire pump.

Chapter 11 Acceptance Testing, Performance, and Maintenance

11-1 Hydrostatic Tests and Flushing.

11-1.1 Piping (suction and discharge) shall be hydrostatically tested at not less than 200 psi (13.8 bars) pressure, or at 50 psi (3.4 bars) in excess of the maximum pressure to be maintained in the system, whichever is greater. The pressure shall be maintained for 2 hours.

11-1.2 Suction piping shall be flushed at a flow rate not less than indicated in Table 11-1.2 or at the hydraulically calculated water demand rate of the system, whichever is greater.

11-1.3 The installing contractor shall furnish a certificate of test prior to the start of the fire pump field acceptance test.

11-2 Field Acceptance Tests.

11-2.1 The pump manufacturer, the engine manufacturer (when supplied), the controller manufacturer, and the transfer switch manufacturer (when supplied) (or their respective representatives) shall be present for the field acceptance test. (*See Section 1-6.*)

Table 11-1.2 Flow Rate

Pipe Size (In.)	Flow	
	GPM	L/min
4	590	2233
5	920	3482
6	1360	5148
8	2350	8895
10	3670	13,891
12	5290	20,023

11-2.1.1 All electric wiring to the fire pump motor(s), including control (multiple pumps) interwiring, emergency power supply, and jockey pump, shall be completed and checked by the electrical contractor prior to the initial start-up and acceptance test.

11-2.2* The authority having jurisdiction shall be notified as to time and place of the field acceptance test.

11-2.3 A copy of the manufacturer's certified pump test characteristic curve shall be available for comparison of results of field acceptance test. The fire pump as installed shall equal the performance as indicated on the manufacturer's certified shop test characteristic curve within the accuracy limits of the test equipment.

11-2.4 The fire pump shall perform at minimum, rated, and peak loads without objectionable overheating of any component.

11-2.5 Vibrations of the fire pump assembly shall not be of a magnitude to warrant potential damage to any fire pump component.

11-2.6* Field Acceptance Test Procedures.

11-2.6.1* Test Equipment. Test equipment shall be provided to determine net pump pressures, rate of flow through the pump, volts and amperes for electric-motor-driven pumps, and speed.

11-2.6.2* Flow Tests. The minimum, rated, and peak loads of the fire pump shall be determined by controlling the quantity of water discharged through approved test devices.

Exception: If available suction supplies do not permit the flowing of 150 percent of rated pump capacity, the fire pump shall be operated at maximum allowable discharge to determine its acceptance. This reduced capacity shall not constitute an unacceptable test.

11-2.6.3* Measurement Procedure. The quantity of water discharging from the fire pump assembly shall be determined and stabilized. Immediately thereafter, the operating conditions of the fire pump and driver shall be measured.

11-2.6.3.1 For electric motors operating at rated voltage and frequency, the ampere demand shall not exceed the product of a full load ampere rating times the allowable service factor as stamped on the motor nameplate.

11-2.6.3.2 For electric motors operating under varying voltage, the product of the actual voltage and current demand shall not exceed the product of the rated voltage and rated full load current times the allowable service factor. The voltage at the motor shall not vary more than 5 percent below or 10 percent above rated (nameplate) voltage during the test. (*See 6-3.1.2.*)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11-2.6.3.3 Engine-driven units shall not show signs of overload or stress. The governor of such units shall be set at the time of the test to properly regulate the engine speed at rated pump speed. (*See 8-2.4.1.*)

11-2.6.3.4 The steam turbine shall maintain its speed within the limits as specified in 10-2.2.

11-2.6.3.5 The gear drive assembly shall operate without excessive objectionable noise, vibration, or heating.

11-2.6.4 Loads Start Test. The fire pump unit shall be started and brought up to rated speed without interruption under the conditions of a discharge equal to peak load.

11-2.6.5 Phase Reversal Test. For electric motors, a test shall be performed to ensure that there is not a phase reversal condition in either the normal power supply configuration or from the alternate power supply (where provided).

11-2.7 Controller Acceptance Test.

11-2.7.1* Fire pump controllers shall be tested in accordance with the manufacturer's recommended test procedure. As a minimum, no less than six automatic and six manual operations shall be performed during the acceptance test.

11-2.7.2 A fire pump driver shall be operated for a period of at least 5 minutes at full speed during each of the above operations.

Exception: An engine driver shall not be required to run for 5 minutes at full speed between successive starts until the cumulative cranking time of successive starts reaches 45 seconds.

11-2.7.3 The automatic operation sequence of the controller shall start the pump from all provided starting features. This shall include pressure switches or remote starting signals.

11-2.7.4 Tests of engine-drive controllers shall be divided between both sets of batteries.

11-2.7.5 The selection, size, and setting of all overcurrent protective devices (including fire pump controller circuit breaker) shall be confirmed to be in accordance with this standard.

11-2.7.6 Manual Emergency (Handle) Operation. The fire pump shall be started once from each power service and run for a minimum of 5 minutes.

CAUTION: Manual emergency operation is to be accomplished by a manual actuation of the emergency handle to the fully latched position in a continuous motion. The handle is to be latched for the duration of this test run.

11-2.8 Emergency Power Supply. On installations with an emergency source of power and an automatic transfer switch, loss of primary source shall be simulated and transfer shall occur while the pump is operating at peak load. Transfer from normal to alternate source and retransfer from alternate to normal source shall not cause opening of overcurrent protection devices in either line. At least half of the manual and automatic operations of 11-2.7.1 shall be performed with the fire pump connected to the alternate source.

11-2.8.1 If the alternate power source is a generator set required by 6-2.3.1, installation acceptance shall be in accordance with NFPA 110, *Standard for Emergency and Standby Power Systems*.

11-2.9 Emergency Governor. Emergency governor valve for steam shall be operated to demonstrate satisfactory performance of the assembly (hand tripping shall be acceptable).

11-2.10 .Alarm conditions, both local and remote, shall be simulated to demonstrate satisfactory operation.

11-2.11 Test Duration. The fire pump shall be in operation for not less than 1 hour total time during all of the foregoing tests.

11-3 Manuals, Special Tools, and Spare Parts.

11-3.1 A minimum of one set of instruction manuals for all major components of the fire pump system shall be supplied by the manufacturer of each major component. The manual shall contain:

(a) A detailed explanation of the operation of the component,
(b) Instructions for routine maintenance,
(c) Detailed instructions concerning repairs,
(d) Parts list and parts identification, and
(e) Schematic electrical drawings of controller, transfer switch, and alarm panels.

11-3.2 Any special tools and testing devices required for routine maintenance shall be available for inspection by the authority having jurisdiction at the time of the field acceptance test.

11-3.3 Consideration shall be given to stocking spare parts for critical items not readily available.

11-4 Periodic Inspection, Testing, and Maintenance. Fire pumps shall be inspected, tested, and maintained in accordance with NFPA 25, *Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems*.

11-5 Impeller Replacement. Whenever the impeller in a listed fire pump is replaced with an identical impeller or rotating assembly, a field re-test of the pump unit shall be performed. The re-test shall be conducted by the pump manufacturer, or designated representative, or pump qualified person who is so designated by the appropriate authorities. The field re-test results shall equal the original pump performance as indicated by the original factory-certified test curve, whenever it is available, and they shall be within the accuracy limits of field testing as stated elsewhere in this standard.

Chapter 12 Referenced Publications

12-1 The following documents or portions thereof are referenced within this standard and shall be considered part of the requirements of this document. The edition indicated for each reference is the current edition as of the date of the NFPA issuance of this document.

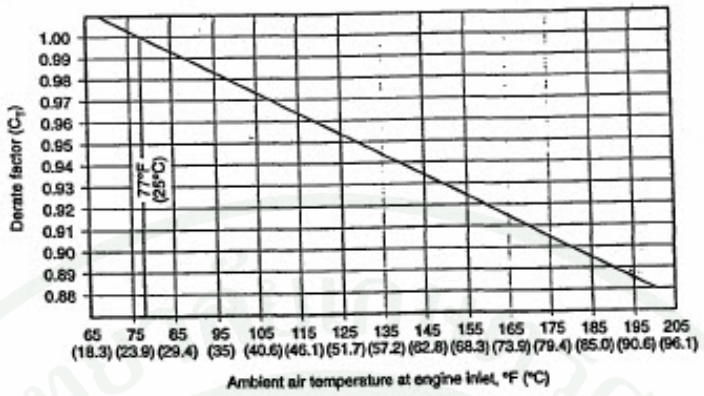
12-1.1 NFPA Publications. National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02269-9101.

NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, 1996 edition.

NFPA 24, *Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances*, 1995 edition.

NFPA 25, *Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems*, 1995 edition.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



Note: Correction equation:
Corrected engine horsepower = $(C_A + C_T - 1)$ x Listed engine horsepower

C_A = Derate factor for elevation
C_T = Derate factor for temperature

Figure A-8-2.2.5 Temperature derate curve.

A-8-2.2.5 Pump room temperature rise should be considered when determining the maximum ambient temperature specified.

A-8-2.4.7 This is to ensure ready wiring in the field between the two sets of terminals.

A-8-2.4.8 Terminations should be made using insulated ring-type compression connectors for post-type terminal blocks. Saddle-type terminal blocks should have the wire stripped with about 1/16 in. (1.6 mm) of bare wire showing after insertion in the saddle to ensure that no insulation is below the saddle. Wires should be tugged to ensure adequate tightness of the termination.

A-8-2.4.9 Manual mechanical operation of the main battery contactor will bypass all of the control circuit wiring within the controller.

A-8-2.5.2.3 A single charger that automatically alternates from one battery to another may be used on two battery installations.

A-8-2.5.2.5 Location at the side of and level with the engine is recommended to minimize lead length from battery to starter.

A-8-2.5.4.4 Automatic maintenance of air pressure is preferable.

A-8-2.6.3 See Figure A-8-2.6.3.

A-8-2.6.4 Where the water supply can be expected to contain foreign materials such as wood chips, leaves, lint, etc., the strainers required in 8-2.6.3 should be of the duplex filter type. Each filter (clean) element should be of sufficient filtering capacity to permit full water flow for a 3-hour period. In addition, a duplex filter of the same size should be installed in the bypass line. *(See Figure A-8-2.6.3.)*

A-8-3 The engine-driven pump may be located in a pump house or in a pump room that should be entirely cut off from the main structure by noncombustible construction.

A-8-3.2 For optimum room ventilation, the air supply ventilator and air discharge should be located on opposite walls.

When calculating the maximum temperature of the pump room, the radiated heat from the engine, the radiated heat from the exhaust piping, and all other heat-contributing sources should be considered.

If the pump room is to be ventilated by a power ventilator, reliability of the power source during a fire should be considered. If the power source is unreliable, the temperature rise calculation should assume the ventilator is not operable.

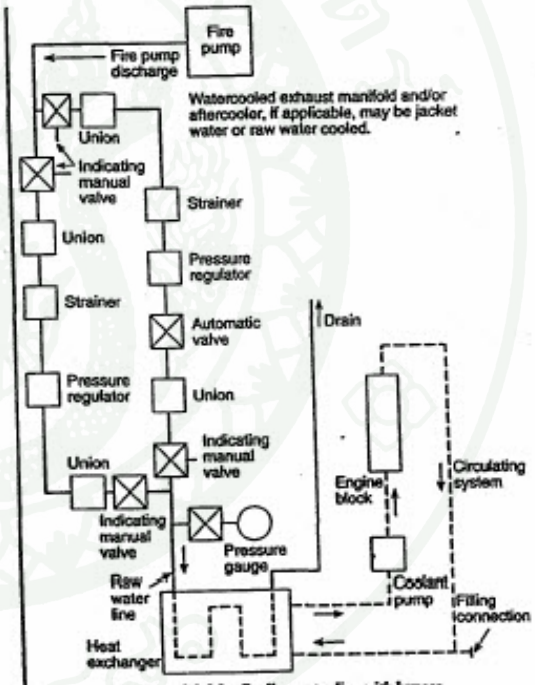


Figure A-8-2.6.3 Cooling water line with bypass.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

A-8-3.2.1 When motor-operated dampers are used in the air supply path, they should be spring operated to the open position and motored closed. Motor-operated dampers should be signaled to open when or before the engine begins cranking to start.

The maximum air flow restriction limit for the air supply ventilator is necessary to be compatible with listed engines to ensure adequate air flow for cooling and combustion. This restriction will typically include: louvers, bird screen, dampers, duct, or anything in the air supply path between the pump room and the outdoors.

Motor-operated dampers are recommended for the heat-exchanger-cooled engines to enhance convection circulation.

Gravity-operated dampers are recommended for use with radiator-cooled engines to simplify their coordination with the air flow of the fan.

A-8-3.2.2 When motor-operated dampers are used in the air discharge path, they should be spring operated to the open position, motored closed, and be signaled to open when or before the engine begins cranking to start.

Prevailing winds can work against the air discharge ventilator. Therefore, the winds should be considered when determining the location for the air discharge ventilator. See Figure A-8-3.2.2 for the recommended wind wall design.

For heat-exchanger-cooled engines, an air discharge ventilator with motor-driven dampers, designed for convection circulation is preferred in lieu of a power ventilator. This arrangement will require the size of the ventilator to be larger, but it is not dependent on a power source that might not be available during the pump operation.

For radiator-cooled engines, gravity-operated dampers are recommended. Louvers and motor-operated dampers are not recommended due to the restriction to air flow they create and the air pressure they must operate against.

The maximum air flow restriction limit for the air-discharge ventilator is necessary to be compatible with listed engines to ensure adequate air-flow cooling.

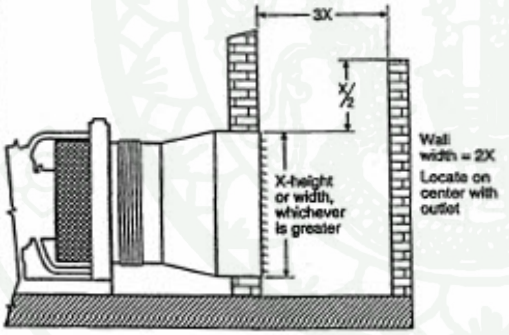


Figure A-8-3.2.2 Typical wind wall.

A-8-4.3 One gal per horsepower (5.07 L/kW) is equivalent to 1 pint per horsepower (0.473 L/kW) per hour for 8 hours. Where prompt replenishment of fuel supply is unlikely, a reserve supply should be provided along with facilities for transfer to the main tanks.

A-8-4.5 Diesel fuel storage tanks should be located preferably inside the pump room or pump house, if permitted by local regulations. Fill and vent lines in such case should be extended to outdoors. The fill pipe may be used for a gauging well where practical.

A-8-4.6 NFPA 31, *Standard for the Installation of Oil-Burning Equipment*, may be used as a guide for diesel fuel piping. Figure A-8-4.6 shows a suggested diesel engine fuel system.

A-8-4.7 The pour point and cloud point should be at least 10°F (5.6°C) below the lowest expected fuel temperature (*see 2-7.3 and 8-4.5*).

A-8-5.3 A conservative guideline is that, if the exhaust system exceeds 15 ft (4.5 m) in length, the pipe size should be increased one pipe size larger than the engine exhaust outlet size for each 5 ft (1.5 m) in added length.

A-8-6 Internal combustion engines necessarily embody moving parts of such design and in such number that the engines cannot give reliable service unless given intelligent care. The manufacturer's instruction book covering care and operation should be readily available, and pump operators should be familiar with its contents. All of its provisions should be observed in detail.

A-8-6.5 Proper engine temperature when the engine is not running may be maintained through the circulation of hot water through the jacket or through heating of engine water by electric elements inserted into the block. As a general rule, water heaters and oil heaters are required for diesel engines below 70°F (21°C). The benefits to be gained are as follows:

(a) Quick starting (fire pump engines may have to carry full load as soon as started),

(b) Reduced engine wear,

(c) Reduced drain on batteries,

(d) Reduced oil dilution, and

(e) Reduced carbon deposits, so that the engine is far more likely to start every time.

A-9-2.1 If the controller must be located outside of the pump room, a glazed opening should be provided in the pump room wall for observation of the motor and pump during starting. The pressure control pipe line should be protected against freezing and mechanical injury.

A-9-3.1 In areas affected by excessive moisture, heat may be useful in reducing the dampness.

A-9-3.8 Pump operators should be familiar with instructions provided for controllers and should observe in detail all of their recommendations.

A-9-4.1.2 It is recommended that the pilot lamp for alarm and signal service have operating voltage less than the rated voltage of the lamp to ensure long operating life. When necessary, a suitable resistor should be used to reduce the voltage for operating the lamp.

A-9-4.2(c) Trouble Signals.

(a) A common signal may be used for the following trouble indications: items in 9-4.1.3(a), (b), (c), (d), and (e) and loss of output of battery charger on the load side of the dc overcurrent protective device.

(b) If there is no other way to supervise loss of power, the controller may be equipped with a power failure circuit, which should be time delayed to start the engine upon loss of current output of the battery charger.

A-9-5 NFPA 70, *National Electrical Code*, provides related definitions:

Automatic. Self-acting, operating by its own mechanism when actuated by some impersonal influence, as for example, a change in current strength, pressure, temperature, or mechanical configuration.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(e) The vent body shall be turned upside down and drained thoroughly. Parts shall be dried by placing them in a warm and dry area or by using an air hose.

(f) Parts shall be sprayed with a light Teflon coating and the vent shall be reassembled. The use of any type of oil for lubrication purposes shall be avoided, as oil is harmful to the foam liquid.

(g) The vent bonnet shall be replaced and the vent shall be turned upside down slowly a few times to ensure proper freedom of the movable parts.

(h) The vent shall be attached to the liquid storage tank expansion dome.

Chapter 9 Valves and Fire Department Connections

9-1* General. This chapter provides the minimum requirements for the routine inspection, testing, and maintenance of valves. Table 9-1 shall be used to determine the minimum required frequencies for inspection, testing, and maintenance.

9-2 General Provisions.

9-2.1 The requirements of this section are common to the inspection and testing of all system valves. The sequence is for reference only and can be changed to suit local conditions.

The owner shall have appropriate manufacturer's literature available to provide specific instructions for inspecting, testing, and maintaining the valves and associated equipment.

9-2.2 All pertinent personnel, departments, authorities having jurisdiction, or agencies shall be notified that testing or maintenance of the valve and associated alarms is to be conducted. (*See Chapter 1.*)

9-2.3* All system valves shall be protected from physical damage and shall be accessible.

9-2.4 Before opening a test or drain valve, it shall be verified that adequate provisions have been made for drainage.

9-2.5 The general appearance and condition of all valves shall be observed and noted, and it shall be verified that all valves are in the appropriate open or closed position.

9-2.6* Main Drain Test. A main drain test shall be conducted quarterly at each system riser to determine if there has been a change in the condition of the water supply piping and control valves.

9-2.7 Waterflow Alarm. All waterflow alarms shall be tested quarterly in accordance with the manufacturer's instructions.

9-2.8 Records. Records shall be maintained in accordance with Section 1-8.

9-3 Control Valves in Water-Based Fire Protection Systems.

9-3.1* General. The term "control valve" shall mean valves controlling flow to water-based fire protection systems.

9-3.2* Each control valve shall be identified and have a sign indicating the system or portion of the system it controls.

9-3.2.1* When a normally open valve is closed, the procedures established in Chapter 11 shall be followed. When the valve is returned to service, a drain test (either main or sectional drain, as appropriate) shall be conducted to determine that the valve is open.

9-3.2.2 Each normally open valve shall be secured by means of a seal or a lock or shall be electrically supervised in accordance with the applicable NFPA standards.

9-3.2.3 Normally closed valves shall be secured by means of a seal or shall be electrically supervised in accordance with the applicable NFPA standard.

Exception: Sealing or electrical supervision shall not be required for hose valves.

9-3.3 Inspection.

9-3.3.1 All valves shall be inspected weekly.

Exception No. 1: Valves secured with locks or supervised in accordance with applicable NFPA standards shall be permitted to be inspected monthly.

Exception No. 2: After any alterations or repairs, an inspection shall be made by the owner to ensure that the system is in service and all valves are in the normal position and properly sealed, locked, or electrically supervised.

9-3.3.2* The valve inspection shall verify that the valves are:

(a) In the normal open or closed position.
(b)* Properly sealed, locked, or supervised.
(c) Accessible.
(d) Provided with appropriate wrenches.
(e) Free from external leaks.
(f) Provided with appropriate identification.

9-3.4 Testing.

9-3.4.1* Each control valve shall be opened on a quarterly basis until spring or torsion is felt in the rod, indicating that the rod has not become detached from the valve. Valves shall be backed a one-quarter turn from the fully open position to prevent jamming.

Exception: Testing shall not be required for outside screw and yoke valves or gear-operated indicating butterfly valves.

9-3.4.2 Each control valve shall be operated annually through its full range and returned to its normal position.

9-3.4.3 Valve supervisory switches shall be tested quarterly. A distinctive signal shall indicate movement from the valve's normal position during either the first two revolutions of a hand wheel or when the stem of the valve has moved one-fifth of the distance from its normal position. The signal shall not be restored at any valve position except the normal position.

NOTE: For further information, see NFPA 72, *National Fire Alarm Code*.

9-3.5 Maintenance. The operating stems of outside screw and yoke valves shall be lubricated annually. The valve then shall be completely closed and reopened to test its operation and distribute the lubricant.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

of reliable early warning smoke detection systems for protection of life and property.

2-3.1.2

Section 2-3 shall cover general area application of smoke detectors in ordinary indoor locations.

2-3.1.3

For information on use of smoke detectors for control of smoke spread, the requirements of Section 2-10 shall apply.

2-3.1.4

For additional guidance in the application of smoke detectors for flaming fires of various sizes and growth rates in areas of various ceiling heights, refer to Appendix B.

2-3.2*

Smoke detectors shall be installed in all areas where required by applicable laws, codes, or standards.

2-3.3* Sensitivity.

2-3.3.1

Smoke detectors shall be marked with their nominal production sensitivity (percent per foot obscuration), as required by the listing. The production tolerance around the nominal sensitivity also shall be indicated.

2-3.3.2

Smoke detectors that have provision for field adjustment of sensitivity shall have an adjustment range of not less than 0.6 percent per foot obscuration. If the means of adjustment is on the detector, a method shall be provided to restore the detector to its factory calibration. Detectors that have provision for program-controlled adjustment of sensitivity shall be permitted to be marked with their programmable sensitivity range only.

2-3.4 Location and Spacing.

2-3.4.1* General.

2-3.4.1.1

The location and spacing of smoke detectors shall result from an evaluation based on the guidelines detailed in this code and on engineering judgment. Some of the conditions that shall be included in the evaluation are the following:

(1) Ceiling shape and surface
(2) Ceiling height
(3) Configuration of contents in the area to be protected
(4) Burning characteristics of the combustible materials present
(5) Ventilation
(6) Ambient environment

2-3.4.1.2

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

For location and spacing of projected beam-type detectors, the manufacturer's documented installation instructions shall be followed.

2-3.4.6* Solid Joist and Beam Construction.

Solid joists over 1 ft (0.3 m) in depth shall be treated as beams for smoke detector spacing purposes.

2-3.4.6.1* Flat Ceilings.

For ceiling heights of 12 ft (3.66 m) or lower, and beam or solid joist depths of 1 ft (0.3 m) or less, smooth ceiling spacing running in the direction parallel to the run of the beams or solid joists shall be used and one-half the smooth ceiling spacing shall be in the direction perpendicular to the run of the beams or solid joists. For beams over 1 ft (0.3 m) in depth, spot-type detectors shall be permitted to be located either on the ceiling or on the bottom of the beams.

For beam depths exceeding 1 ft (0.3 m) or for ceiling heights exceeding 12 ft (3.66 m), spot-type detectors shall be located on the ceiling in every beam pocket.

For solid joists, the detectors shall be located on the bottom of the joists.

2-3.4.6.2* Sloped Ceilings.

For beamed ceilings with beams running parallel to (up) the slope, the spacing for flat beamed ceilings shall be used. The ceiling height shall be taken as the average height over the slope. For slopes greater than 10 degrees, the detectors located at one-half the spacing from the low end shall not be required. Spacings shall be measured along a horizontal projection of the ceilings.

For beamed ceilings with beams running perpendicular to (across) the slope, the spacing for flat beamed ceilings shall be used. The ceiling height shall be taken as the average height over the slope.

For solid joists, the detectors shall be located on the bottom of the joists.

2-3.4.6.3

A projected beam-type smoke detector shall be equivalent to a row of spot-type smoke detectors for flat and sloping ceiling applications.

2-3.4.7* Peaked.

Detectors shall first be spaced and located within 3 ft (0.9 m) of the peak, measured horizontally. The number and spacing of additional detectors, if any, shall be based on the horizontal projection of the ceiling.

2-3.4.8* Shed.

Detectors shall first be spaced and located within 3 ft (0.9 m) of the high side of the ceiling, measured horizontally. The number and spacing of additional detectors, if any, shall be based on the horizontal projection of the ceiling.

2-3.4.9 Raised Floors and Suspended Ceilings.

Spaces beneath raised floors and above suspended ceilings shall be treated as separate rooms for smoke detector spacing purposes. Detectors installed beneath raised floors or above suspended ceilings, or both, including raised floors and suspended ceilings used for

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

environmental air, shall not be used in lieu of providing detection within the room.

2-3.4.9.1 Raised Floors.

Detectors installed beneath raised floors shall be spaced in accordance with 2-3.4.1, 2-3.4.1.2, and 2-3.4.3.2. If the area beneath the raised floor is also used for environmental air, detector spacing shall also conform to 2-3.5.1 and 2-3.5.2.

2-3.4.9.2 Suspended Ceilings.

Detector spacing above suspended ceilings shall conform to the requirements of 2-3.4 for the ceiling configuration. If detectors are installed in ceilings used for environmental air, detector spacing shall also conform to 2-3.5.1 and 2-3.5.2.

2-3.4.10 Partitions.

Where partitions extend upward to within 18 in. (460 mm) of the ceiling, they shall not influence the spacing. Where the partition extends to within less than 18 in. (460 mm) of the ceiling, the effect of smoke travel shall be evaluated in the reduction of spacing.

2-3.5 Heating, Ventilating, and Air-Conditioning (HVAC).

2-3.5.1*

In spaces served by air-handling systems, detectors shall not be located where airflow prevents operation of the detectors.

2-3.5.2 Plenums.

2-3.5.2.1

In under-floor spaces and above-ceiling spaces that are used as HVAC plenums, detectors shall be listed for the anticipated environment as required by 2-3.6.1.1. Detector spacings and locations shall be selected based on anticipated airflow patterns and fire type.

2-3.5.2.2*

Detectors placed in environmental air ducts or plenums shall not be used as a substitute for open area detectors. If detectors are used for the control of smoke spread, the requirements of Section 2-10 shall apply. If open area protection is required, 2-3.4 shall apply.

2-3.6 Special Considerations.

2-3.6.1

The selection and placement of smoke detectors shall take into account both the performance characteristics of the detector and the areas into which the detectors are to be installed to prevent nuisance alarms or improper operation after installation. Paragraphs 2-3.6.1.1 through 2-3.6.1.3 shall apply.

2-3.6.1.1*

Smoke detectors shall not be installed if any of the following ambient conditions exist:

(1) Temperature below 32°F (0°C)
(2) Temperature above 100°F (38°C)
(3) Relative humidity above 93 percent
(4) Air velocity greater than 300 ft/min (1.5 m/sec)

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Manual fire alarm boxes shall be located within 5 ft (1.5 m) of the exit doorway opening at each exit on each floor.

2-8.2.3

Manual fire alarm boxes shall be mounted on both sides of group openings over 40 ft (12.2 m) in width. Manual fire alarm boxes shall be mounted within 5 ft (1.5 m) of each side of the opening.

2-8.2.4*

Additional manual fire alarm boxes shall be provided so that the travel distance to the nearest fire alarm box will not be in excess of 200 ft (61 m) measured horizontally on the same floor.

2-8.3*

A coded manual fire alarm box shall produce at least three repetitions of the coded signal, with each repetition to consist of at least three impulses.

2-9 Supervisory Signal-Initiating Devices.

2-9.1 Control Valve Supervisory Signal-Initiating Device.

2-9.1.1

Two separate and distinct signals shall be initiated: one indicating movement of the valve from its normal position and the other indicating restoration of the valve to its normal position. The off-normal signal shall be initiated during the first two revolutions of the hand wheel or during one-fifth of the travel distance of the valve control apparatus from its normal position. The off-normal signal shall not be restored at any valve position except normal.

2-9.1.2

An initiating device for supervising the position of a control valve shall not interfere with the operation of the valve, obstruct the view of its indicator, or prevent access for valve maintenance.

2-9.2 Pressure Supervisory Signal-Initiating Device.

Two separate and distinct signals shall be initiated: one indicating that the required pressure has increased or decreased and the other indicating restoration of the pressure to its normal value. The following requirements shall apply to pressure supervisory signal-initiating devices:

(a) A pressure tank supervisory signal-initiating device for a pressurized limited water supply, such as a pressure tank, shall indicate both high- and low-pressure conditions. A signal shall be initiated when the required pressure increases or decreases by 10 psi (70 kPa).

(b) A pressure supervisory signal-initiating device for a dry-pipe sprinkler system shall indicate both high- and low-pressure conditions. A signal shall be initiated when the pressure increases or decreases by 10 psi (70 kPa).

(c) A steam pressure supervisory signal-initiating device shall indicate a low-pressure condition. A signal shall be initiated prior to the pressure falling below 110 percent of the minimum operating pressure of the steam-operated equipment supplied.

(d) An initiating device for supervising the pressure of sources other than those specified in 2-9.2(a) through (c) shall be provided as required by the authority having

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

jurisdiction.

2-9.3 Water Level Supervisory Signal-Initiating Device.

Two separate and distinct signals shall be initiated: one indicating that the required water level has been lowered or raised and the other indicating restoration.

2-9.3.1

A pressure tank signal-initiating device shall indicate both high- and low-water level conditions. A signal shall be initiated when the water level falls 3 in. (76 mm) or rises 3 in. (76 mm).

2-9.3.2

A supervisory signal-initiating device for other than pressure tanks shall initiate a low-water level signal when the water level falls 12 in. (300 mm).

2-9.4 Water Temperature Supervisory Signal-Initiating Device.

A temperature supervisory device for a water storage container exposed to freezing conditions shall initiate two separate and distinctive signals. One signal shall indicate a decrease in water temperature to 40°F (4.4°C) and the other shall indicate its restoration to above 40°F (4.4°C).

2-9.5 Room Temperature Supervisory Signal-Initiating Device.

A room temperature supervisory device shall indicate a decrease in room temperature to 40°F (4.4°C) and its restoration to above 40°F (4.4°C).

2-10* Smoke Detectors for Control of Smoke Spread.

2-10.1*

Smoke detectors installed and used to prevent smoke spread by initiating control of fans, dampers, doors, and other equipment shall be classified in the following manner:

(1) Area detectors that are installed in the related smoke compartments

(2) Detectors that are installed in the air duct systems

2-10.2*

Detectors that are installed in the air duct system per 2-10.1(2) shall not be used as a substitute for open area protection. If open area protection is required, 2-3.4 shall apply.

2-10.3* Purposes.

2-10.3.1

To prevent the recirculation of dangerous quantities of smoke, a detector approved for air duct use shall be installed on the supply side of air-handling systems as required by NFPA 90A, *Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilating Systems*, and 2-10.4.2.1.

2-10.3.2

If smoke detectors are used to initiate selectively the operation of equipment to control smoke spread, the requirements of 2-10.4.2.2 shall apply.

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

detector(s) shall be listed for releasing service.

2-10.6.4

Smoke detectors shall be of the photoelectric, ionization, or other approved type.

2-10.6.5 Number of Detectors Required.

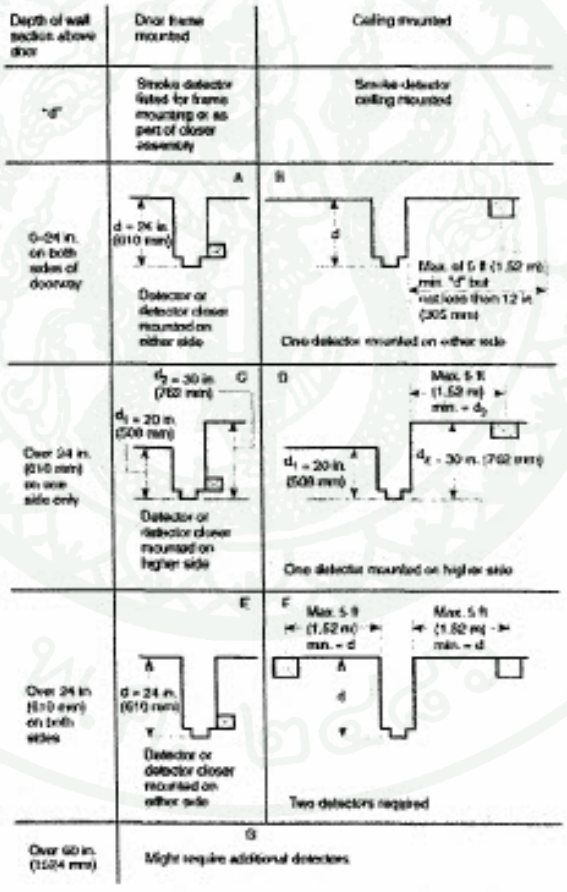
2-10.6.5.1

If doors are to be closed in response to smoke flowing in either direction, the requirements of 2-10.6.5.1.1 through 2-10.6.5.1.3 shall apply.

2-10.6.5.1.1

If the depth of wall section above the door is 24 in. (610 mm) or less, one ceiling-mounted detector shall be required on one side of the doorway only. Figure 2-10.6.5.1.1, parts B and D, shall apply.

Figure 2-10.6.5.1.1 Detector location requirements for wall sections.



2-10.6.5.1.2*

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

and rated audible or visible performance, or both, as defined by the listing authority.

4-2.1.2

The audible appliances shall include on their nameplates reference to their parameters or reference to installation documents (supplied with the appliance) that include the parameters in accordance with 4-3.2. The visible appliances shall include on their nameplates reference to their parameters or reference to installation documents (supplied with the appliance) that include the parameters in accordance with 4-4.2.1.

4-2.2 Physical Construction.

Appliances intended for use in special environments, such as, outdoors versus indoors, high or low temperatures, high humidity, dusty conditions, and hazardous locations, or where subject to tampering shall be listed for the intended application.

4-2.3* Mechanical Protection.

If subject to obvious mechanical damage, appliances shall be suitably protected. If guards or covers are employed, they shall be listed for use with the appliance. Their effect on the appliance's field performance shall be in accordance with the listing requirements.

4-2.4 Mounting.

In all cases, appliances shall be supported independently of their attachments to the circuit conductors and shall be mounted in accordance with the manufacturer's instruction.

4-2.5* Connection to the Fire Alarm System.

Terminals or leads, or their equivalent, shall be provided on each notification appliance for the express purpose of connecting into the fire alarm system to monitor the integrity of the connections.

4-3 Audible Characteristics.

4-3.1 General Requirements.

4-3.1.1*

An average ambient sound level greater than 105 dBA shall require the use of a visible signal appliance(s) in accordance with Section 4-4.

4-3.1.2

The total sound pressure level produced by combining the ambient sound pressure level with all audible signaling appliances operating shall not exceed 120 dBA anywhere in the occupied area.

4-3.1.3

Sound within the occupied area, from a temporary or abnormal source, shall not be required to be included in measuring maximum ambient sound level.

4-3.1.4* Mechanical Equipment Rooms.

If audible appliances are installed in mechanical equipment rooms, the average ambient sound level used for design guidance shall be at least 85 dBA for all occupancies.

4-3.1.5*

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

such as a door, curtain, or retractable partition, is located between the notification appliance and the pillow, the sound pressure level shall be measured with the barrier placed between the appliance and the pillow.

4-3.5 Location of Audible Notification Appliances.

4-3.5.1

If ceiling heights allow, wall-mounted appliances shall have their tops above the finished floors at heights of not less than 90 in. (2.30 m) and below the finished ceilings at heights of not less than 6 in. (152 mm). This requirement shall not preclude ceiling-mounted or recessed appliances.

Exception: Different mounting heights shall be permitted by the authority having jurisdiction provided the sound pressure level requirements of 4-3.2 and 4-3.3 are met.

4-3.5.2

If combination audible/visible appliances are installed, the location of the installed appliance shall be determined by the requirements of 4-4.4.

Exception: Where the combination audible/visible appliance serves as an integral part of a smoke detector, the mounting location shall be in accordance with Chapter 8.

4-4* Visible Characteristics, Public Mode.

4-4.1*

There are two methods of visible signaling. These are methods in which the message of notification of an emergency condition is conveyed by direct viewing of the illuminating appliance or by means of illumination of the surrounding area. Public mode visible signaling shall meet the requirements of Section 4-4 using visible notification appliances.

4-4.2 Light Pulse Characteristics.

The flash rate shall not exceed two flashes per second (2 Hz) nor be less than one flash every second (1 Hz) throughout the listed voltage range of the appliance.

4-4.2.1

A maximum pulse duration shall be 0.2 seconds with a maximum duty cycle of 40 percent. The pulse duration shall be defined as the time interval between initial and final points of 10 percent of maximum signal.

4-4.2.2*

The light source color shall be clear or nominal white and shall not exceed 1000 cd (effective intensity).

4-4.3* Appliance Photometrics.

4-4.3.1

Visible notification appliances used in the public mode shall be located and shall be of a type, size, intensity, and number so that the operating effect of the appliance is seen by the intended viewers regardless of the viewer's orientation.

4-4.3.2

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

supervising station that result from maintenance, inspection, and testing, shall be maintained for not less than 12 months. Upon request, a hard copy record shall be provided to the authority having jurisdiction. Paper or electronic media shall be permitted.

7-5.4

If the operation of a device, circuit, control panel function, or special hazard system interface is simulated, it shall be noted on the certificate that the operation was simulated, and the certificate shall indicate by whom it was simulated.

Chapter 8 Fire Warning Equipment for Dwelling Units

8-1* Primary Function.

Fire warning equipment for dwelling units shall provide a reliable means to notify the occupants of a dwelling unit of the presence of a threatening fire and the need to escape to a place of safety before such escape might be impeded by untenable conditions in the normal path of egress.

8-1.1* Limitations.

8-1.1.1

Life safety from fire in residential occupancies shall be based primarily on early notification to occupants of the need to escape, followed by the appropriate egress actions by those occupants. Fire warning systems for dwelling units are capable of protecting about half of the occupants in potentially fatal fires. Victims are often intimate with the fire, too old or too young, or physically or mentally impaired such that they cannot escape even when warned early enough that escape should be possible. For these people, other strategies such as protection-in-place or assisted escape or rescue shall be necessary.

8-1.1.2* ✓

The performance of fire warning equipment for dwelling units discussed in Chapter 8 shall depend on such equipment being properly selected, installed, operated, tested, and maintained in accordance with the provisions of this code and with the manufacturer's instructions provided with the equipment.

8-1.2 Performance Criteria.

8-1.2.1*

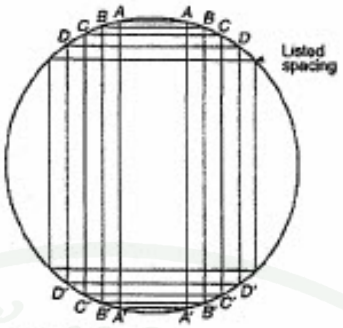
Sufficient initiating devices shall be installed within the dwelling unit so that their operation provides adequate egress time before the occurrence of untenable conditions at any point along the normal path of egress for all design fire scenarios specified in applicable codes and any supplementary fire scenarios specified by the authority having jurisdiction.

8-1.2.2*

Fire warning equipment for dwelling units shall provide a sound that is audible in all occupiable dwelling areas. Audible fire alarm signals shall meet the performance requirements of 4-3.4. If the dwelling unit is occupied by people with hearing deficiencies, visible appliances shall be provided in all dwelling areas to meet the requirements of Section

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

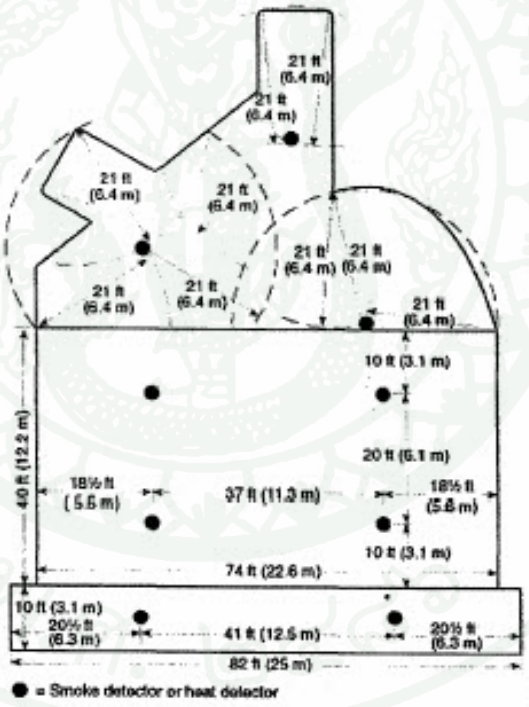


Rectangles
A = 10 ft × 41 ft = 410 ft² (3.1 m × 12.5 m = 38.1 m²)
B = 15 ft × 39 ft = 585 ft² (4.6 m × 11.9 m = 54.3 m²)
C = 20 ft × 37 ft = 740 ft² (6.1 m × 11.3 m = 68.8 m²)
D = 25 ft × 34 ft = 850 ft² (7.6 m × 10.4 m = 78.9 m²)
Listed spacing = 30 ft × 30 ft = 900 ft² (9.1 m × 9.1 m = 83.6 m²)

A-2-2.4.1.2

Figure A-2-2.4.1.2 illustrates smoke or heat detector spacing layouts in irregular areas.

Figure A-2-2.4.1.2 Smoke or heat detector spacing layout in irregular areas.



A-2-2.4.3

The location and spacing of heat detectors should consider beam depth, ceiling height, beam

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

spacing, and fire size.

If the ratio of beam depth *(D)* to ceiling height *(H)*, *(D/H)*, is greater than 0.10 and the ratio of beam spacing *(W)* to ceiling height *(H)*, *(W/H)*, is greater than 0.40, heat detectors should be located in each beam pocket.

If either the ratio of beam depth to ceiling height *(D/H)* is less than 0.10 or the ratio of beam spacing to ceiling height *(W/H)* is less than 0.40, heat detectors should be installed on the bottom of the beams.

A-2-2.4.4.1

Figure A-2-2.4.4.1 illustrates smoke or heat detector spacing for peaked-type sloped ceilings.

A-2-2.4.4.2

Figure A-2-2.4.4.2 illustrates smoke or heat detector spacing for shed-type sloped ceilings.

A-2-2.4.5.1

Both 2-2.4.5.1 and Table 2-2.4.5.1 are constructed to provide detector performance on higher ceilings [to 30 ft (9.1 m) high] that is essentially equivalent to that which would exist with detectors on a 10-ft (3-m) ceiling.

The Fire Detection Institute Fire Test Report *(refer to Appendix C)* is used as a basis for Table 2-2.4.5.1. The report does not include data on integration-type detectors. Pending development of such data, the manufacturer's recommendations will provide guidance. *(Refer to Figure A-2-2.4.5.1.)*

Table 2-2.4.5.1 provides for spacing modification to take into account different ceiling heights for generalized fire conditions. Information regarding a design method that allows the designer to take into account ceiling height, fire size, and ambient temperatures is provided in Appendix B.

Figure A-2-2.4.4.1 Smoke or heat detector spacing layout, sloped ceilings (peaked type).

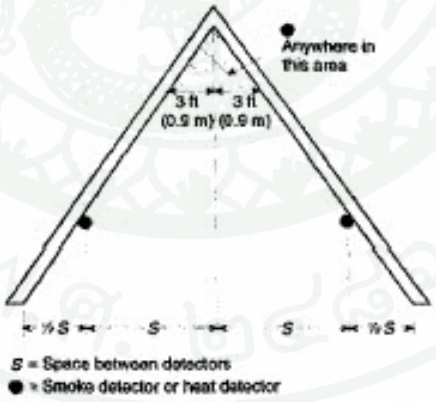


Figure A-2-2.4.4.2 Smoke or heat detector spacing layout, sloped ceilings (shed type).

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

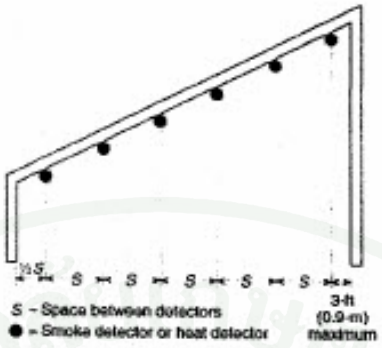
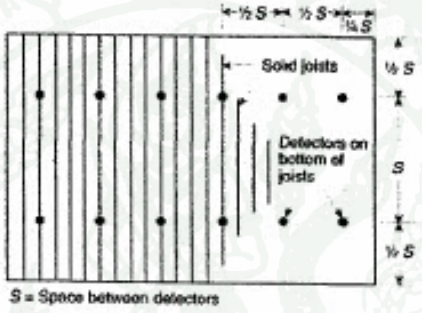


Figure A-2-2.4.5.1 Detector spacing layout, solid joist construction.



A-2-2.4.5.2

The width of uniform temperature of the plume when it impinges on the ceiling is approximately 0.4 times the height above the fire, so reducing spacing below this level will not increase response time. For example, a detector with a listed spacing of 15 ft (4.6 m) or 225 ft² (21 m²) need not be spaced closer than 12 ft (3.7 m) on a 30-ft (9.1-m) ceiling, even though Table 2-2.4.5.1 states that the spacing should be 0.34 × 15, which equals 5.1 ft (1.6 m).

A-2-3.1.1

The addition of a heat detector to a smoke detector does not enhance its performance as an early warning device.

A-2-3.2

The person designing an installation should keep in mind that in order for a smoke detector to respond the smoke has to travel from the point of origin to the detector. In evaluating any particular building or location, likely fire locations should be determined first. From each of these points of origin, paths of smoke travel should be determined. Wherever practicable, actual field tests should be conducted. The most desired locations for smoke detectors are the common points of intersection of smoke travel from fire locations throughout the building.

NOTE: This is one of the reasons that specific spacing is not assigned to smoke detectors by the testing

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The spacing guidelines in 2-3.4.6.1 are based on a detection design fire of 100 kW. For detection at a larger 1-MW fire and ceiling heights of 28 ft (8.53 m) or less, smooth ceiling spacings should be used and the detectors may be located on the ceiling or the bottom of the beams.

A-2-3.4.6.2

The spacing guidelines in 2-3.4.6.2 are based on a detection design fire of 100 kW. For detection at a larger 1-MW fire, the following spacings should be used.

(a) For beamed ceilings with beams running parallel to (up) the slope, with slopes 10 degrees or less, spacing for flat-beamed ceilings should be used. For ceilings with slopes greater that 10 degrees, twice the smooth ceiling spacing should be used in the direction parallel to (up) the slopes, and one-half the spacing should be used in the direction perpendicular to (across) the slope. For slopes greater than 10 degrees, the detectors located at a distance of one-half the spacing from the low end are not required. Spacing should be measured along the horizontal projection of the ceiling.

(b) For beamed ceilings with beams running perpendicular to (across) the slope, for any slope, smooth ceiling spacing should be used in the direction parallel to the beams (across the slope), and one-half the smooth ceiling spacing should be used in the direction perpendicular to the beams (up the slope).

A-2-3.4.7

Refer to Figure A-2-2.4.4.1.

A-2-3.4.8

Refer to Figure A-2-2.4.4.2.

A-2-3.5.1

Detectors should not be located in a direct airflow nor closer than 3 ft (1 m) from an air supply diffuser or return air opening. Supply or return sources larger than those commonly found in residential and small commercial establishments can require greater clearance to smoke detectors. Similarly, smoke detectors should be located farther away from high velocity air supplies.

A-2-3.5.2.2

Smoke might not be drawn into the duct or plenums when the ventilating system is shut down. Furthermore, when the ventilating system is operating, the detector(s) can be less responsive to a fire condition in the room of fire origin due to dilution by clean air.

A-2-3.6.1.1

Product-listing standards include tests for temporary excursions beyond normal limits. In addition to temperature, humidity, and velocity variations, smoke detectors should operate reliably under such common environmental conditions as mechanical vibration, electrical interference, and other environmental influences. Tests for these conditions are also conducted by the testing laboratories in their listing program. In those cases in which environmental conditions approach the limits shown in Table A-2-3.6.1.1, the detector manufacturer should be consulted for additional information and recommendations.

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2-3.3.1

Operating devices shall include agent releasing devices or valves, discharge controls, and shutdown equipment necessary for successful performance of the system.

2-3.3.2

Operation shall be by listed mechanical, electrical, or pneumatic means. An adequate and reliable source of energy shall be used.

2-3.3.3

All devices shall be designed for the service they will encounter and shall not readily be rendered inoperative or susceptible to accidental operation. Devices normally shall be designed to function properly from -20°F to 130°F (-29°C to 54°C) or marked to indicate temperature limitations.

2-3.3.4

All devices shall be located, installed, or suitably protected so that they are not subject to mechanical, chemical, or other damage that would render them inoperative.

2-3.3.5

A means of manual release of the system shall be provided. Manual release shall be accomplished by a mechanical manual release or by an electrical manual release when the control equipment monitors the battery voltage level of the standby battery supply and will provide a low battery signal. The release shall cause simultaneous operation of automatically operated valves controlling agent release and distribution.

2-3.3.6

The normal manual control(s) for actuation shall be located for easy accessibility at all times, including at the time of a fire. The manual control(s) shall be of distinct appearance and clearly recognizable for the purpose intended. Operation of any control shall cause the complete system to operate in its normal fashion.

2-3.3.7

Manual controls shall not require a pull of more than 40 lb (178 N) nor a movement of more than 14 in. (356 mm) to secure operation. At least one manual control for activation shall be located not more than 4 ft (1.2 m) above the floor.

2-3.3.8

Where gas pressure from the system or pilot containers is used as a means for releasing the remaining containers, the supply and discharge rate shall be designed for releasing all of the remaining containers.

2-3.3.9

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4-1 Inspection and Tests.

4-1.1

At least annually, all systems shall be thoroughly inspected and tested for proper operation by competent personnel. Discharge tests are not required.

4-1.2

The inspection report with recommendations shall be filed with the owner.

4-1.3

At least semiannually, the agent quantity and pressure of refillable containers shall be checked.

4-1.3.1

For halocarbon clean agents, if a container shows a loss in agent quantity of more than 5 percent or a loss in pressure (adjusted for temperature) of more than 10 percent, it shall be refilled or replaced.

4-1.3.2

For inert gas clean agents that are not liquefied, pressure is an indication of agent quantity. If an inert gas clean agent container shows a loss in pressure (adjusted for temperature) of more than 5 percent, it shall be refilled or replaced. Where container pressure gauges are used for this purpose, they shall be compared to a separate calibrated device at least annually.

4-1.3.3

Where the amount of agent in the container is determined by special measuring devices, these devices shall be listed.

4-1.4*

All halocarbon clean agent removed from refillable containers during service or maintenance procedures shall be collected and recycled or disposed of in an environmentally sound manner and in accordance with existing laws and regulations.

4-1.5

Factory-charged, nonrefillable containers that do not have a means of pressure indication shall have the agent quantity checked at least semiannually. If a container shows a loss in agent quantity of more than 5 percent, it shall be replaced. All factory-charged, nonrefillable containers removed from useful service shall be returned for recycling of the agent or disposed of in an environmentally sound manner and in accordance with existing laws and regulations.

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

The discharge nozzles, piping, and mounting brackets shall be installed in such a manner that they will not potentially cause injury to personnel. Agent shall not directly impinge on areas where personnel could be found in the normal work area. Agent shall not directly impinge on any loose objects or shelves, cabinet tops, or similar surfaces where loose objects could be present and become missiles.

4-7.2.2.8

All agent storage containers shall be properly located in accordance with an approved set of system drawings.

4-7.2.2.9

All containers and mounting brackets shall be fastened securely in accordance with the manufacturer's requirements.

4-7.2.2.10*

If a discharge test is to be conducted, containers for the agent to be used shall be weighed before and after discharge. Fill weight of container shall be verified by weighing or other approved methods. For inert gas clean agents, container pressure shall be recorded before and after discharge.

4-7.2.2.11

Adequate quantity of agent to produce the desired specified concentration shall be provided. The actual room volumes shall be checked against those indicated on the system drawings to ensure the proper quantity of agent. Fan coastdown and damper closure time shall be taken into consideration.

4-7.2.2.12

The piping shall be pneumatically tested in a closed circuit for a period of 10 minutes at 40 psig (276 kPa). At the end of 10 minutes, the pressure drop shall not exceed 20 percent of the test pressure.

Exception: The pressure test shall be permitted to be omitted if the total piping contains no more than one change in direction fitting between the storage container and the discharge nozzle, and where all piping is physically checked for tightness.

4-7.2.2.13*

A flow test using nitrogen or an inert gas shall be performed on the piping network to verify that flow is continuous and that the piping and nozzles are unobstructed.

4-7.2.3* Review Enclosure Integrity.

All total flooding systems shall have the enclosure examined and tested to locate and then effectively seal any significant air leaks that could result in a failure of the enclosure to hold the specified agent concentration level for the specified holding period. The currently

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

10.3 Inspection.

10.3.1* Visual inspections shall be performed in accordance with the schedules in Table 10.3.1 or more often if required by the authority having jurisdiction.

Table 10.3.1 Visual Inspection Frequencies

	Component	Initial/ Reacceptance	Monthly	Quarterly	Semiannually	Annually
1.	Control Equipment: Fire Alarm Systems Monitored for Alarm, Supervisory, and Trouble Signals					
	(a) Fuses	X	—	—	—	X
	(b) Interfaced equipment	X	—	—	—	X
	(c) Lamps and LEDs	X	—	—	—	X
	(d) Primary (main) power supply	X	—	—	—	X
2.	Control Equipment: Fire Alarm Systems Unmonitored for Alarm, Supervisory, and Trouble Signals					
	(a) Fuses	X (weekly)	—	—	—	—
	(b) Interfaced equipment	X (weekly)	—	—	—	—
	(c) Lamps and LEDs	X (weekly)	—	—	—	—
	(d) Primary (main) power supply	X (weekly)	—	—	—	—
3.	Batteries					
	(a) Lead-acid	X	X	—	—	—
	(b) Nickel-cadmium	X	—	—	X	—
	(c) Primary (dry cell)	X	X	—	—	—
	(d) Sealed lead-acid	X	—	—	X	—
4.	Transient Suppressors	X	—	—	X	—
5.	Control Unit Trouble Signals	X (weekly)	—	—	X	—
6.	Fiber-Optic Cable Connections	X	—	—	—	X
7.	Emergency Voice/Alarm Communications Equipment	X	—	—	X	—
8.	Remote Annunciators	X	—	—	X	—
9.	Initiating Devices					
	(a) Air sampling	X	—	—	X	—
	(b) Duct detectors	X	—	—	X	—
	(c) Electromechanical releasing devices	X	—	—	X	—
	(d) Fire extinguishing system(s) or suppression system(s) switches	X	—	—	X	—
	(e) Fire alarm boxes	X	—	—	X	—
	(f) Heat detectors	X	—	—	X	—
	(g) Radiant energy fire detectors	X	—	X	—	—
	(h) Smoke detectors	X	—	—	X	—
	(i) Supervisory signal devices	X	—	X	—	—

Copyright NFPA

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

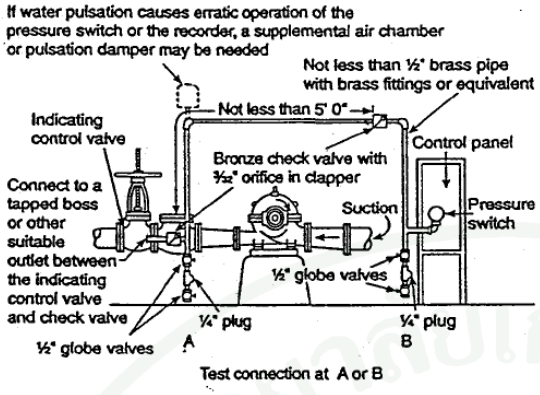
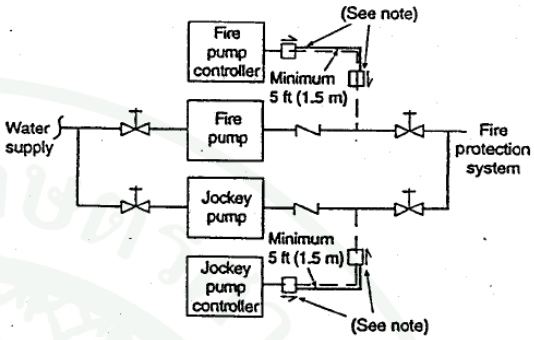
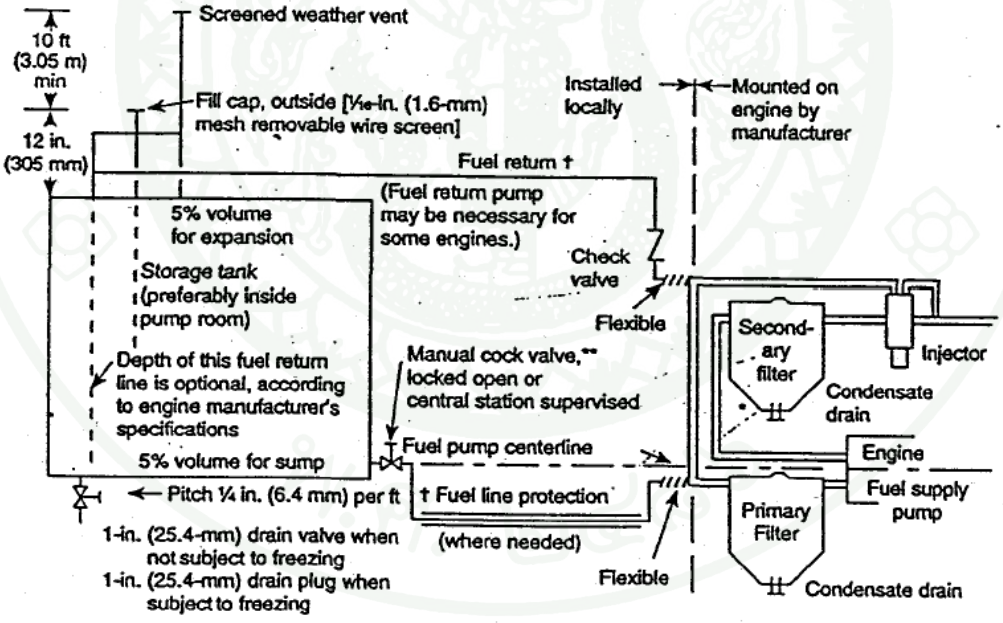


Figure A-7-5.2.1(a) Piping connection for each automatic pressure switch (for fire pump and jockey pumps).



Note: Check valves or ground-face unions complying with 7-5.2.1.

Figure A-7-5.2.1(b) Piping connection for pressure-sensing line.



* Secondary filter behind or before engine fuel pump, according to engine manufacturer's specifications.
** Excess fuel may be returned to fuel supply pump suction, if recommended by engine manufacturer.
† Size of fuel piping, according to engine manufacturer's specifications.

Figure A-8-4.6 Fuel system for diesel-engine-driven fire pump.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

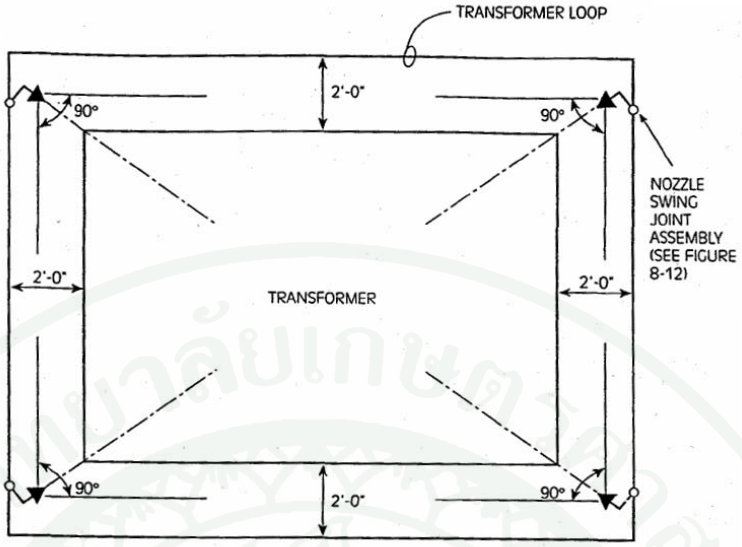


Figure 8-10 *Nozzle layout procedure (step 1). Transformer is shown in plan view. A good nozzle spacing procedure is to begin spacing with nozzles aimed at the corners.*

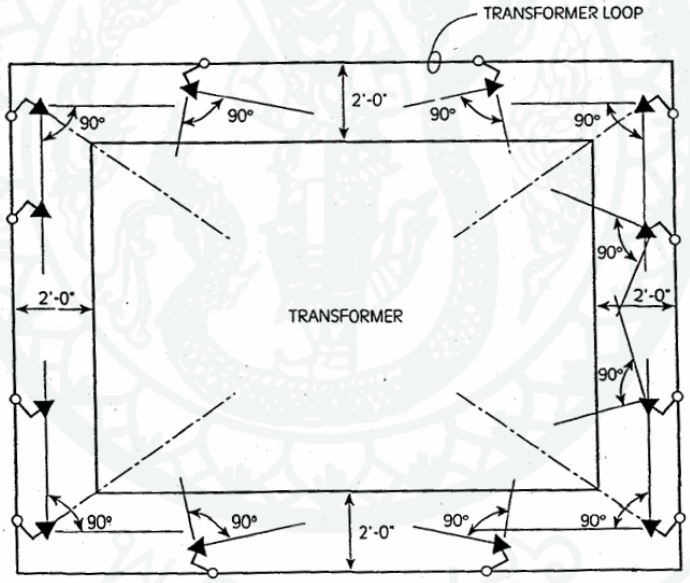


Figure 8-11 *Nozzle layout procedure (step 2). Transformer is shown in plan view. Additional nozzles are then added to provide overlapping spray patterns.*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

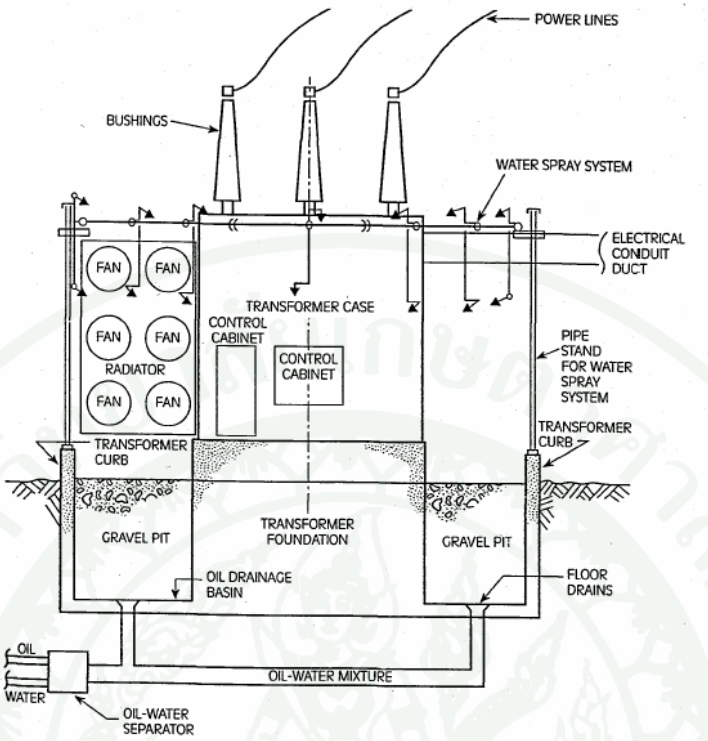


Figure 8-4 *A sectional view of a transformer. (Note: This view corresponds to section "B-B" of Figu*

Table 8-1 *Clearance from water spray equipment to live uninsulated electrical components*

	Nominal System Voltage (kV)	Maximum System Voltage (kV)	Design BIL (kV)	Minimum* Clearance (in.)	Minimum Clearance (mm)
To	13.8	14.5	110	7	178
	23	24.3	150	10	254
	34.5	36.5	200	13	330
	46	48.3	250	17	432
	69	72.5	350	25	635
	115	121	550	42	1067
	138	145	650	50	1270
	161	169	750	58	1473
	230	242	900	76	1930
			1050	84	2134
	345	362	1050	84	2134
			1300	104	2642
	500	550	1500	124	3150
			1800	144	3658
	765	800	2050	167	4242

Source: Reprinted with permission from NFPA 15, *Water Spray Fixed Systems for Fire Protection*. Copyright © 1996, National Fire Protection Association, Quincy, MA 02269. This reprinted material is not the complete and official position of the National Fire Protection Association on the referenced subject, which is represented only by the standard in its entirety.

*For voltages up to 161 kV the clearances are taken from NFPA 70, *National Electrical Code®*. For voltages 230 kV and above the clearances are taken from Table 124 of ANSI C-2, *National Electrical Safety Code*.

NOTE: BIL values are expressed as kilovolts (kV), the number being the crest value of the full wave impulse test that the electrical equipment is designed to withstand. For BIL values that are not listed in the table, clearances may be found by interpolation.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

แบบประเมินวัดผล องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

International Safety Rating System

แบบประเมินวัดผล

องค์ประกอบที่ 3 การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน

(Element 3 Planned Inspections and Maintenance)

องค์ประกอบย่อย	ชื่อองค์ประกอบย่อย ISRS	คะแนนเต็ม
3.1	การตรวจสอบทั่วไปตามแผน	140
3.2	ระบบการติดตาม	100
3.3	การวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ	50
3.4	ส่วนวิกฤติชิ้นส่วนวิกฤติ	100
3.5	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	100
3.6	การตรวจสอบระบบพิเศษ	60
3.7	การตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน	50
3.8	ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน	40
3.9	ข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตาม	50
	คะแนนรวมทั้งหมด	690

XO-10 = ให้คะแนนเต็ม(10) หรือไม่ให้เลย ; 2/10(คะแนนคะแนนเต็ม) = ให้คะแนนส่วนนั้น 2 จากคะแนนเต็ม 10 ; PJ. (Professional Judgement) = สามารถให้คะแนน 0 ถึงเต็ม ขึ้นกับการตัดสินใจของผู้ตรวจสอบ ; __% = คูณค่าร้อยละของการปฏิบัติกับคะแนนที่กำหนด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

3. การตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน

คะแนนเต็ม 690

คะแนน

3.1 การตรวจสอบทั่วไปตามแผน (140 คะแนน)

L1 3.1.1. หน่วยงานได้ใช้วิธีการที่เป็นระบบในการระบุ (10/20)

1. พื้นที่/อาคารทั้งหมดที่ต้องการการตรวจสอบทั่วไปตามแผนหรือไม่? 1. ____
2. สิ่งที่จะต้องตรวจหาเป็นการเฉพาะของแต่ละพื้นที่หรืออาคารที่ต้องการการตรวจสอบทั่วไปตามแผนหรือไม่? 2. ____ _____

L4 3.1.1.1. บุคลากรซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินการตรวจสอบทั่วไปตามแผน ได้รับการอบรมอย่างเป็นทางการในเรื่องเทคนิคการตรวจสอบหรือไม่? (PJ-15) _____

L1 3.1.2. ให้ระบุการตรวจสอบทั่วไปตามแผนพื้นที่/อาคารทั้งหมดที่ต้องการตรวจสอบ (ถ้าตอบว่าไม่มี ให้ข้ามไปคำถาม 3.4.1) (คะแนนสูงสุดที่ได้รับคือ 50พิจารณาตามสัดส่วนการตอบ "Yes")

พื้นที่/อาคารที่ต้องการตรวจสอบ	มีผู้รับผิดชอบ	มีความถี่	มีการตรวจสอบ	ใช้แบบตรวจสอบ	
1. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
2. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
3. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
4. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
5. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
6. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
7. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
8. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
9. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
10. _____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	__%Yesx50 ____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

L1 3.1.3. มีการเขียนรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานทั้งหมด ซึ่งพบในขณะตรวจสอบทั่วไปตามแผนหรือไม่? (XO-20) Yes/No ____

L1 3.1.4. มีการเขียนรายงานการปฏิบัติที่ต่ำกว่ามาตรฐานทั้งหมด ซึ่งพบในขณะตรวจสอบทั่วไปตามแผนหรือไม่? (XO-10) Yes/No ____

L5 3.1.5. มีการชมเชยด้วยวาจาและรายงานไว้เป็นลายลักษณ์อักษรเมื่อพบสภาพการณ์หรือการปฏิบัติ "ที่สูงกว่ามาตรฐาน" ขณะตรวจสอบทั่วไปตามแผนหรือไม่? (XO-10) Yes/No ____

L5 3.1.6. สภาพการณ์และการปฏิบัติ ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งถูกบันทึกไว้ขณะตรวจสอบทั่วไปตามแผนมีการจำแนกระดับศักยภาพของอันตรายหรือไม่? (XO-10) Yes/No ____

L5 3.1.7. มีการปรับปรุงแบบตรวจสอบ และรายการพื้นที่/อาคารที่ต้องการตรวจสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งอำนวยความสะดวก อุปกรณ์ กระบวนการผลิต หรือไม่? (XO-5) Yes/No ____

3.2. ระบบการติดตาม (100 คะแนน)

L1 3.2.1. รายงานการตรวจสอบทั่วไปตามแผนในแต่ละครั้งนั้น ได้สำเนาให้กับผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินการแก้ไข หรือไม่? (XO-20) Yes/No ____

L4 3.2.2. การจำแนกระดับศักยภาพของอันตรายของสภาพการณ์และการปฏิบัติที่ต่ำกว่ามาตรฐานได้นำมาใช้เพื่อกำหนดระดับผู้บริหารที่ต้องเอาใจใส่ และลำดับความสำคัญในการดำเนินการแก้ไข หรือไม่? (XO-20) Yes/No ____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

L5	3.2.3.	ผู้รับผิดชอบแต่ละคนได้รับผิดชอบดูแล ทุกหัวข้อที่อยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของตนให้รับการแก้ไขตามกำหนดเวลาสอดคล้องกับลำดับความสำคัญที่จัดทำขึ้นหรือไม่? (XO-20)	Yes/No ____
L5	3.2.4.	มีการนำเสนอรายงานการตรวจสอบทั่วไปตามแผน เป็นลายลักษณ์อักษร พร้อมรายละเอียดของการดำเนินการแก้ไข หรือเหตุผลของความล่าช้าในการแก้ไขต่อผู้บริหารตามสายงานอย่างน้อยทุก 3 เดือนหรือไม่ (XO-15)	Yes/No ____
L2	3.2.5.	คณะกรรมการด้านความปลอดภัยและสุขภาพ และ/หรือผู้แทนด้านสุขภาพและความปลอดภัยได้รับการแจ้งให้ทราบถึงมาตรการแก้ไขที่ทำไปและเหตุผลของความล่าช้าต่าง ๆ ตามที่โอกาสเหมาะสมหรือไม่? (XO-15)	Yes/No ____
L3	3.2.6.	มีแฟ้มกลางสำหรับเก็บรายงานการตรวจสอบทั่วไปตามแผนทั้งหมดของพื้นที่ปฏิบัติงานทุกแห่งหรือไม่? (XO-10)	Yes/No ____

3.3. การวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ (50 คะแนน)

L8	3.3.1.	มีการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบทั่วไปอย่างน้อยทุก 6 เดือน เพื่อค้นหาสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งเกิดขึ้นซ้ำ ๆ และสาเหตุพื้นฐานหรือสาเหตุหลักของสภาพการณ์เหล่านั้นหรือไม่? (ถ้าตอบว่าไม่ ให้ข้ามไปคำถาม 3.4.1)(XO-25)	Yes/No ____
L9	3.3.2.	มีการดำเนินการที่เหมาะสมในการควบคุมสาเหตุพื้นฐานหรือสาเหตุหลักของสภาพการณ์และการปฏิบัติที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งได้ระบุไว้ในรายงานการตรวจสอบทั่วไปหรือไม่? (XO-15)	Yes/No ____
L9	3.3.3.	ได้มีการเผยแพร่ผลการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบทั่วไปให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้องในทุกระดับได้ทราบหรือไม่? (XO-10)	Yes/No ____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

3.4. ส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติ (100 คะแนน)

L6 3.4.1. มีระบบอย่างละเอียดใช้ในการระบุ ตรวจสอบและควบคุมส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้หรือไม่? (ถ้าตอบว่าไม่ใช่ ให้ข้ามไปคำถาม 3.5.1) (5/80)

	ระบุ ส่วนวิกฤติ/ ชิ้นส่วนวิกฤติ	ระบุ สภาพการณ์ ที่ต้องตรวจหา	ระบบ การตรวจสอบ	ระบบ การติดตาม	
1. ทุกพื้นที่	_____	_____	_____	_____	1.___
2. ทุกอาคาร	_____	_____	_____	_____	2.___
3. ทุกอุปกรณ์	_____	_____	_____	_____	3.___
4. วัสดุทั้งหมด	_____	_____	_____	_____	4.___ ____

L6 3.4.2. ระบบที่ใช้ในการระบุหาส่วนวิกฤต/ชิ้นส่วนวิกฤติได้ รวมถึงการประเมินความสอดคล้องระหว่างอุปกรณ์ วัสดุ อาคารและพื้นที่หรือไม่? (XO-10) Yes/No ____

L8 3.4.3. รายการของส่วนวิกฤติ/ชิ้นส่วนวิกฤติได้รับการทบทวนอย่างเป็นระบบเพื่อดูว่ารายการเหล่านั้นสมบูรณ์ครบถ้วนและทันสมัย บ่อยครั้งเพียงใด? (XO-10)

____ ปีละครั้ง (10) ____ ทุก ๆ 2 ปี (3) __1 ป__2 ป

____ ทุก ๆ 18 เดือน (6) ____ ไม่ได้ดำเนินการ (0) __18 ด__ไม่ ____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

3.5. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (100 คะแนน)

L3 3.5.1. ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งใช้อยู่ ได้รวมถึงหัวข้อดังต่อไปนี้หรือไม่? (10/60)

1. มีการระบุและจัดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์/ระบบต่าง ๆที่ต้องมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือไม่? 1. ____
2. มีการระบุวิธีการและขั้นตอนการบำรุงรักษาสำหรับแต่ละชิ้นส่วนของอุปกรณ์/แต่ละระบบหรือไม่? 2. ____
3. มีการมอบหมายความรับผิดชอบและการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบหรือไม่? 3. ____
4. มีการกำหนดข้อมูลที่ต้องรายงานหรือไม่? 4. ____
5. มีระบบในการจัดเก็บบันทึกหรือไม่? 5. ____
6. มีระบบในการวางแผนงานที่มีพื้นฐานมาจากความถี่และลำดับความสำคัญที่กำหนดหรือไม่? 6. ____ ____

L4 3.5.2. ในขณะทำการซ่อมแซม มีระบบให้บุคลากรที่ทำหน้าที่บำรุงรักษา ระบุและบันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุทั้งหมด หรือไม่?(ถ้าตอบว่าไม่ ให้ข้ามไปคำถาม 3.5.5) (XO-10) Yes/No _____

L5 3.5.3. ในระหว่างกระบวนการบำรุงรักษา เมื่อได้ระบุว่ามีความเสียหายจากอุบัติเหตุ ได้มีการค้นหาสาเหตุอุบัติเหตุเพื่อพิจารณาถึงสาเหตุพื้นฐานและมูลค่าความสูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นหรือไม่? (XO-10) Yes/No _____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

L6 3.5.4. ได้มีการประเมินผลการพังเสียหายของเครื่องจักรและอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น มาใช้ในการพิจารณาตัดสินประสิทธิผลของระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบ่อยครั้งเพียงใด?

____ทุก ๆ 3 เดือน (10) ____ ทุกปี (3) __3ด__1ป

____ทุก ๆ 6 เดือน (6) ____ ไม่ได้ดำเนินการ (0) __6ด__ไม่____

L8 3.5.5. กำหนดการตรวจสอบและบำรุงรักษาได้รับการทบทวนและปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ (ตามความเหมาะสม) บนพื้นฐานของข้อมูลที่มีอยู่หรือไม่ (XO-10) Yes/No____

3.6. การตรวจสอบระบบพิเศษ (60 คะแนน)

L2 3.6.1. มีการทบทวนอุปกรณ์ เครื่องจักรและเครื่องมือทั้งหมดเพื่อระบุว่ามีหน้าที่หลักในการปกป้องคุ้มครองความปลอดภัย สุขภาพหรือสิ่งแวดล้อมหรือไม่? (XO-20) Yes/No____

L2 3.6.2. ได้ทำการตรวจสอบอุปกรณ์วิกฤติทางด้านความปลอดภัยสุขภาพหรือสิ่งแวดล้อม หรือไม่? (ถ้าตอบว่าไม่ ให้ข้ามไปคำถามที่ 3.7.1) (อาจให้คะแนนได้สูงสุดถึง 40 คะแนน ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของคำตอบว่าใช่)

อุปกรณ์ที่ต้องการการตรวจสอบ	มีผู้รับผิดชอบ	มีความถี่ในการตรวจ	มีการตรวจสอบ	มีระบบการติดตาม	
1. อุปกรณ์ตรวจจับเพลิง ควัน ความร้อนและก๊าซ	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
2. สัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้/รักษาความปลอดภัย/อพอพ	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
3. ระบบติดต่อสื่อสารกรณีฉุกเฉิน	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
4. ระบบระบายควัน ความร้อนและก๊าซ	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
5. ระบบแสงสว่างฉุกเฉิน	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
6. แหล่งพลังงานฉุกเฉิน	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
7. ระบบดับเพลิง	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
8. เครื่องดับเพลิง	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
9. ชุดถังอากาศช่วยชีวิต	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
10. ที่ล้างตาและฝักบัว	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
11. ชุดปฐมพยาบาล	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
12. อุปกรณ์ช่วยชีวิต	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
13. อุปกรณ์/วัสดุสำหรับจัดการกับสารเคมีหก/รั่ว	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
14. ระบบติดตามตรวจวัด/แจ้งเหตุเกี่ยวกับการแพร่กระจาย/การรั่วไหล	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
15. ระบบควบคุมหลักสำหรับหยุดฉุกเฉิน	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
16._____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
17._____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
18._____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
19._____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	
20._____	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	__%Yes x 40____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

3.7. การตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน (50 คะแนน)

L1 3.7.1. หน่วยงานใช้วิธีการที่เป็นระบบในการระบุ (5/10)

1. อุปกรณ์ที่เคลื่อนที่ได้และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของทุกชนิด ซึ่งต้องได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งานหรือไม่? 1. ____
2. อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งานหรือไม่? 2. ____ ____

L2 3.7.2. ระบบการตรวจสอบก่อนใช้งานที่ใช้อยู่นั้นได้รวมถึง (4/20)

1. ใครเป็นผู้ทำการตรวจสอบ? 1. ____
2. แต่ละชิ้นส่วนของอุปกรณ์ควรตรวจสอบอะไรบ้าง? 2. ____
3. การตรวจสอบควรทำเมื่อไร? 3. ____
4. เมื่อตรวจพบสิ่งที่ต่ำกว่ามาตรฐาน มีการดำเนินการอย่างไร? 4. ____
5. มีการติดตามเพื่อให้แน่ใจว่าทุกสิ่งทุกอย่างที่ต่ำกว่ามาตรฐานได้รับการแก้ไขตามที่ต้องการ 5. ____ ____

L3 3.7.3. มีกี่เปอร์เซ็นต์ของอุปกรณ์ที่ได้รับการตรวจสอบก่อนใช้งาน โดยใช้แบบฟอร์มการตรวจสอบก่อนใช้งาน? (____% x 10) ____% ____

L7 3.7.4. ระบบการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งาน ได้รับการประเมินผลความพอเพียงเมื่อใด (2/10)

1. อย่างน้อยปีละครั้ง? 1. ____
2. เมื่อใดก็ตามที่มีการนำอุปกรณ์ใหม่เข้ามาใช้งานหรือมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุง? 2. ____
3. หลังจากการประเมินอันตรายทางกายภาพ? 3. ____
4. หลังจากการประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง? 4. ____
5. เมื่อมีอุบัติเหตุร้ายแรงหรือเหตุการณ์หวุดหวิดที่มีแนวโน้มความสูญเสียสูงเกิดขึ้น ซึ่งระบุว่าการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนใช้งานเป็นสาเหตุพื้นฐาน? 5. ____ ____

3.8. ทางเลือกของระบบการรายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (40 คะแนน)

L2 3.8.1. ระบบซึ่งมีอยู่นี้ได้กระตุ้นให้บุคลากรเขียนรายงานเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานหรือที่เป็นอันตรายที่สังเกตพบใดๆ วันต่อวันหรือไม่? (ถ้าตอบว่าไม่ใช่ ให้ข้ามไปคำถาม 3.9.1) (XO-20) Yes/No ____

L3 3.8.2. หน่วยงานควบคุมความสูญเสียได้รับสำเนารายงานสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานหรือที่เป็นอันตรายหรือไม่? (XO-10) Yes/No ____

L4 3.8.3. มีระบบการติดตามการดำเนินการเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานหรือที่เป็นอันตรายที่ได้รายงานไว้ หรือไม่? (XO-10) Yes/No ____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม

3.9. ข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน (50 คะแนน)

L5 3.9.1. หน่วยงานได้ระบุความจำเป็นในการตรวจสอบต่างๆ อย่างเป็นระบบ ตามข้อกำหนดของมาตรฐานและกฎหมายของหน่วยงาน หรือไม่? (ถ้าตอบว่าไม่ ให้ข้ามไปคำถาม 3.9.2) (XO-10) Yes/No ____

L6 3.9.1.1 หน่วยงานได้มีการทบทวนและปรับปรุงให้ทันสมัย(ตามความเหมาะสม)รายการของการตรวจสอบต่าง ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้มั่นใจว่าได้มีการปฏิบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐานและกฎหมาย ของหน่วยงานบ่อยครั้งเพียงใด

___ปีละครั้ง (10) ___ทุก ๆ 2 ปี (2) __1ป __2ป

___ทุก ๆ 18 เดือน (5) ___ไม่ได้ดำเนินการ (0) __18ด__ไม่ ____

L7 3.9.2. มีการประเมินผลอย่างละเอียด เพื่อตรวจสอบการปฏิบัติตามข้อบังคับ ข้อกำหนด ข้อพึงปฏิบัติและมาตรฐานทางอุตสาหกรรมต่างๆ เกี่ยวกับสภาพการณ์ทั่วไป โดยผู้ที่มีความรู้ บ่อยครั้งเพียงใด? (ถ้าไม่ได้ทำ ให้ข้ามไปองค์ประกอบอื่นต่อไป)

___ทุก ๆ 2 ปี (20) ___ทุก ๆ 5 ปี (5) __2ป__5ป

___ทุก ๆ 3 ปี (10) ___ไม่ได้ดำเนินการ (0) __3ป__ไม่ ____

L6 3.9.2.1 ระบบการติดตามที่ใช้อยู่ ทำให้แน่ใจว่าได้ดำเนินการแก้ไขอย่างเหมาะสม เมื่อระบุเรื่องที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด หรือไม่? (XO-10) Yes/No ____

รวมคะแนนการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผน _____

คะแนนเต็มได้ 690

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ _____%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

คู่มือวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัยโรงไฟฟ้าราชบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คู่มือวิธีปฏิบัติการตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย โรงไฟฟ้าราชบุรี

1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้การบริหารระบบป้องกันอัคคีภัยดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประสิทธิผลสูงสุด การตรวจสอบและบำรุงรักษาจะเป็นกิจกรรมหลักที่จะลดความสูญเสียให้ได้มาก ระบบป้องกันอัคคีภัยทุกระบบต้องได้รับการดูแล และมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามแผนอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะสามารถชี้ชัดอันตรายต่าง ๆ จากอุปกรณ์ที่บกพร่อง ชำรุดเสียหาย หรือสึกหรอเกินกว่ามาตรฐาน สามารถระบุชี้ชัดถึงการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (ไม่ปลอดภัย) ของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อทราบแนวโน้มของปัญหาที่อาจทำให้เกิดความสูญเสียและแสดงออกถึงความรับผิดชอบของผู้บริหารระดับต่างๆ ในการควบคุมความสูญเสีย

2. ขอบเขต

ระเบียบปฏิบัติฉบับนี้มีผลใช้กับหน่วยงานเดินเครื่องและบำรุงรักษาให้มีการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย โดยกำหนดให้ดำเนินการ ดังนี้

1. จัดให้มีความถี่ในการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย ให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนดพร้อมกำหนดผู้รับผิดชอบ

2. จัดให้มีการวิเคราะห์รายงานการตรวจสอบ ซึ่งจะช่วยในการระบุถึงสิ่งต่าง ๆ ที่ต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งเกิดขึ้นซ้ำ ๆ และสาเหตุพื้นฐานของสิ่งเหล่านั้น

3. กระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานเขียนรายงานเกี่ยวกับสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน หรือที่เป็นอันตรายที่สังเกตพบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. วิธีปฏิบัติการตรวจสอบระบบป้องกันอัคคีภัย

4.1 จัดทำบัญชีรายการระบบป้องกันอัคคีภัยที่ต้องตรวจสอบ

4.2 หัวหน้าหมวดกำหนดผู้รับผิดชอบตรวจสอบโดยระบุชื่อและกำหนดหน้าที่อย่างชัดเจน

4.3 หัวหน้าหมวดควบคุมดูแลและสั่งการให้มีการดำเนินการตรวจสอบ ทดสอบ และบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัยตามระยะเวลาที่กำหนด การรายงานสภาพการณ์/การกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน การติดตามผลและการปรับปรุงแก้ไข

4.4 ผู้รับผิดชอบการตรวจสอบดำเนินการตรวจสอบ ติดตามการแก้ไขต่างๆ อย่างเหมาะสมกับระยะเวลาของระดับความรุนแรงของปัญหา

4.5 ผู้รับผิดชอบเขียนรายงานสภาพการณ์/การกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน อันตรายหรือความผิดปกติที่พบเห็นเสนอหัวหน้าหมวดพร้อมเก็บประวัติไว้ในหน่วยงาน

4.6 ผู้ปฏิบัติงานให้ความร่วมมือและพร้อมที่จะเสนอข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะในการจัดทำการปรับปรุงสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานและการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน

5. ขั้นตอนการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย

จุดมุ่งหมายของการตรวจสอบระบบป้องกันอัคคีภัย เพื่อทำการตรวจและทดสอบอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกัน ตรวจจับ แจ้งเหตุ และสนองตอบ ต่ออันตรายอันส่งผลต่อความปลอดภัย สุขภาพอนามัย หรือสิ่งแวดล้อม การตรวจสอบระบบป้องกันอัคคีภัยเป็นส่วนหนึ่งในระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และทำการบันทึกผลการตรวจสอบไว้เป็นหลักฐานสามารถทวนสอบได้ ผู้ตรวจสอบจัดทำแผนการตรวจสอบ วิธีการ ความถี่ของการตรวจสอบ เกณฑ์ข้อกำหนด ผู้ตรวจสอบจะต้องมีความรู้ ความสามารถและผ่านการอบรมเข้าใจในหลักการทำงานของอุปกรณ์ สามารถตรวจสอบได้รวดเร็ว ถูกต้อง และสรุปได้ว่าอุปกรณ์สามารถใช้งานได้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. จัดทำแผนการตรวจสอบ

ต้องมีการกำหนดแผนการตรวจสอบต่างๆ ที่จะดำเนินการ ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการ ความถี่ในการตรวจสอบ มาตรฐานในการตรวจสอบ ตรวจสอบผลการตรวจสอบที่ผ่าน

2. ดำเนินการตรวจสอบ

ต้องมี CHECK LIST ในการตรวจสอบที่ชัดเจน ในกรณีที่พบการกระทำหรือสภาพการณ์ที่ต่อกว่ามาตรฐาน จะต้องมีการจำแนกระดับความรุนแรงเพื่อใช้ในการแก้ไข

3. ดำเนินการแก้ไข

ต้องมีการประเมินความเสี่ยงหลังตรวจพบสาเหตุพื้นฐานหรือสาเหตุขณะนั้นโดยคำนึงถึง

- ความรุนแรงและอุบัติเหตุที่อาจจะมี
- โอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุ
- ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขการควบคุมความสูญเสีย
- ความหวังผลได้ในการควบคุมความสูญเสีย
- ทางเลือกอื่นในการแก้ไข
- คัดเลือกแนวทางการแก้ไข

4. ติดตามผล

ต้องติดตามผลการแก้ไข และนำมาปรับปรุงในการตรวจสอบและบำรุงรักษา

5. วิธีปฏิบัติการตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบป้องกันอัคคีภัย

5.1 ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงและหัวดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความรู้ทั่วไป

เครื่องสูบน้ำใดๆ ที่จะนับว่าเป็นเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตามมาตรฐาน NFPA 20 จะต้องมีความสามารถในการจ่ายน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 150% ของขีดความสามารถพิกัด และความดันจะต้องไม่น้อยกว่า 65% ของความดันพิกัด และในสภาวะที่เครื่องสูบน้ำดับเพลิง กำลังทำงานอยู่ แต่ไม่มีการไหล (Churn condition) ความดันจากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องไม่สูงกว่า 140% ของความดันพิกัด

การตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

การตรวจสอบในที่นี้หมายถึง การตรวจสอบด้วยสายตา เพื่อตรวจสอบการถูกต้องและสภาพความพร้อมการใช้งานของระบบ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง

การตรวจสอบรายสัปดาห์

1. ตรวจสอบสภาพของโรงเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่า ยังอยู่ในสภาพที่ดีอยู่

2. ตรวจสอบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าอุปกรณ์ต่างๆยังอยู่ในสภาพที่พร้อมในการใช้งาน

3. ตรวจสอบช่องระบายอากาศของโรงสูบน้ำดับเพลิง

4. ตรวจสอบสภาพความเสียหาย ของมาตรวัดความดัน ทางด้านดูด และด้านส่ง

การตรวจสอบรายเดือน

1. ตรวจสอบความดันบนมาตรวัดต่างๆเครื่องสูบน้ำดับเพลิง
2. ตรวจสอบระบบอัตโนมัติบนตู้คอนโทรล
3. ตรวจสอบวาล์วต่างๆ ว่าเปิดอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบ

ในการทดสอบนี้ จะความถี่หรือระยะช่วงเวลาในการทดสอบอยู่ ซึ่งรูปแบบในการทดสอบจะมีให้จดบันทึกค่าต่างๆลงไป

การทดสอบอัตราการไหล (การทดสอบสมรรถนะ) มีการทดสอบเป็นประจำทุกๆ ปี อัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านสายน้ำดับเพลิง (hose) ซึ่งการวัดนี้จะใช้ตัว Pitot tube เป็นตัววัด

สูตรการคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำ

GPM=29.83C d^2$\sqrt{p}$ โดยที่

C คือ ประสิทธิภาพของหัวฉีดปกติจะใช้ 0.9
d คือ เส้นผ่าศูนย์ กลางภายนอก หน่วยเป็นนิ้ว
p คือ ความดันจากpitot tube หน่วยเป็น psi

การทดสอบรายสัปดาห์

1. ทดสอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง
2. ตรวจสอบความแน่นปลอกอัดยางกันซึม(packing gland)ปกติแล้วจะถูกปรับตั้งเพื่อให้มีน้ำไหลเล็กน้อย เพื่อจะได้เป็นการระบายความร้อน
3. ทดสอบมาตรวัดความดัน ทางด้านดูดและด้านส่ง
4. ตรวจสอบที่ดักไอน้ำ(กังหันไอน้ำ)
5. ทดสอบการทำงานของตัวควบคุมความเร็วรอบ
6. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันความเร็วรอบสูงเกินไป
7. ตรวจสอบวาล์วนิรภัย relief valve(กังหันไอน้ำ)
8. ตรวจสอบอุปกรณ์ตั้งเวลาควบคุม
9. ทดสอบอุปกรณ์ควบคุมแจ้งเหตุทำงานถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบรายปี

1. ทดสอบสมรรถนะเครื่องสูบน้ำดับเพลิง
2. ทดสอบความถูกต้องของความเร็วของเครื่องสูบน้ำที่อัตราการไหลต่างๆ
3. จดบันทึกความดันด้านดูดและด้านส่งแต่ละอัตราการไหลต่างๆ
4. ทดสอบความถูกต้องในการปรับตั้งค่าของตัวrelief valve
5. ทดสอบอัตราการไหลของน้ำและalarm switches
6. Confirm ตำแหน่งของวาล์ว

6.2 หัวดับเพลิง (Fire Hydrants)

การตรวจสอบ

การตรวจสอบโดยการสำรวจดูด้วยสายตา ว่าหัวดับเพลิง (Fire Hydrants) ยังคงอยู่ในสภาพที่สามารถทำงานได้ และไม่มีความเสียหายทางกายภาพ การตรวจสอบหัวดับเพลิงแบบแห้ง (Dry Barrel)ต้องทำทุกๆระยะ 6 เดือน และหัวดับเพลิงแบบเปียก (Wet Barrel) ต้องทำทุกๆ ระยะ 1 ปี นอกจากนั้นยังต้องทำการตรวจสอบหลังจากมีการใช้งานทุกครั้ง และใช้แบบฟอร์มการตรวจสอบในการบันทึกผล

การตรวจสอบรายเดือน

ตรวจดูว่าตู้ดับเพลิง(ถ้ามีการติดตั้ง) ไม่มีร่องรอยการเสียหาย อุปกรณ์ทุกอย่างอยู่ในสภาพดีและพร้อมใช้งาน

การตรวจสอบทุกระยะ 6 เดือน

สำหรับหัวดับเพลิงชนิดท่อแห้ง

1. ตรวจดูว่าหัวดับเพลิงนั้นสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก
2. ตรวจสอบความแข็งแรงของฝาปิด
3. ตรวจหารอยรั่วด้านบนของหัวดับเพลิง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ตรวจดูรอยรั่วตรงปะเก็นใต้ฝาครอบ
5. ตรวจหารอยแตกร้าวของท่อหัวดับเพลิง
6. ตรวจช่องระบายน้ำของหัวดับเพลิง
7. ตรวจ Operating nut ว่ายังสามารถใช้อุปกรณ์จับหมุนเพื่อเปิด-ปิดได้หรือไม่
8. ตรวจสอบความเสียหายของเกลียวที่ท่อทางออก

การตรวจสอบรอบปี

สำหรับหัวดับเพลิงแบบเปียก (Wet Barrel)

1. ตรวจดูว่าหัวดับเพลิงนั้น สามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก
2. ตรวจสอบความแน่นหนาของท่อทางออกที่หัวดับเพลิง
3. ตรวจหารอยรั่วด้านบนของหัวดับเพลิง
4. ตรวจดูรอยรั่วตรงปะเก็นใต้ฝาครอบ
5. ตรวจหารอยแตกร้าวที่ตัวหัวดับเพลิง (Hydrant Barrel)
6. ตรวจ Operating nut ว่ายังสามารถใช้อุปกรณ์จับหมุนเพื่อเปิด-ปิดได้หรือไม่
7. ตรวจสอบความเสียหายของเกลียวที่ท่อทางออก

การทดสอบ

ต้องทำการทดสอบการไหลของหัวดับเพลิงทุกตัวเป็นประจำทุกปี เพื่อตรวจสอบสภาพคล่องและความพร้อมในการใช้งาน และทราบปริมาณน้ำที่มีอยู่ด้วย

การทดสอบรายปี

1. เปิดวาล์วหัวดับเพลิงจนสุดและปล่อยให้น้ำไหลเป็นเวลาอย่างน้อย 1 นาที

2. เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบและปิดวาล์วหัวดับเพลิงแบบแห้ง ต้องตรวจสอบการระบายน้ำของ หัวดับเพลิงแบบแห้ง โดยจะต้องสามารถระบายเข้า-ออกจนหมดภายใน 60 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หมายเหตุ : หัวดับเพลิงที่ไม่สามารถระบายน้ำได้ภายใน 60 นาที ต้องทำการแก้ไขโดยทันที

การบำรุงรักษา

1. ต้องทำการซ่อมแซมแก้ไขในทันทีที่พบความผิดปกติในการทำงานระหว่างทำการทดสอบ โดยใช้แบบฟอร์มบันทึกผล เพื่อบันทึกการบำรุงรักษาทุกอย่างด้วย

2. ทำการหล่อลื่น Operating Nut และอุปกรณ์อื่นๆ ทุกปี เพื่อให้แน่ใจว่าหัวดับเพลิงสามารถเปิดได้ง่าย

การเก็บบันทึกข้อมูล

ผลการตรวจสอบ ทดสอบ และการบำรุงรักษา ต้องมีการบันทึกอย่างละเอียดไว้ทุกครั้ง และเก็บรักษาไว้ให้เป็นระเบียบ โดยใช้แบบฟอร์มบันทึกผล ซึ่งจะมีที่สำหรับจดบันทึกข้อมูลทุกอย่างที่จำเป็นอีกด้วย

6.3 ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ความรู้ทั่วไป

ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบจะต้องมีอยู่ในรายชื่ออุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานในระบบป้องกันอัคคีภัย (Listed) อุปกรณ์ทุกชนิดจะต้องมีพิกัดทนความดันได้ 175 PSI

แบบการตรวจสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

การตรวจสอบประจำวัน

Dry Pipe Systems:

ในระหว่างที่อากาศที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ควรที่จะตรวจสอบอากาศบริเวณรอบ dry P vale ว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม (อุณหภูมิน้อยที่สุดที่เหมาะสมในการบำรุงรักษา คือ 4.44 °C)

หมายเหตุ : วาล์วเตือนเมื่ออุณหภูมิต่ำ ต้องการตรวจสอบเพียงอาทิตย์ละครั้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจสอบประจำสัปดาห์

All Sprinkler Systems:

1. ตรวจสอบ Control valve

2. ตรวจสอบให้แน่ใจว่า Water Supply Valve, Post indicator และ road way Valves, เปิดอยู่

3. ตรวจสอบ Sprinklers ว่าไม่ถูกทำให้เสียหาย หรือกีดขวางด้วยวัตถุใดๆ หรือถูกทาด้วยสี หรือถูกทำให้เสียหายด้วยกรณีอื่นๆ

หมายเหตุ : ระยะช่องว่างใต้ sprinklers ต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 18 นิ้ว (457 มม.)ควรมีแท่งกระดาษหรือแท่งพลาสติกยาว 457 มม. ไว้ช่วยตรวจสอบเวลาจัดเก็บวัสดุเพื่อให้ได้ระยะช่องว่างที่ Sprinklers ทำงานอย่างสมบูรณ์

ก่อนการทำงาน Dry Pipe, Deluge sprinkler Systems :

1. ตรวจสอบความดันอากาศและความดันน้ำ ให้อยู่ในช่วงความดันปกติในการทำงานของระบบ

2. บันทึกค่าความดันน้ำและความดันอากาศที่อ่านได้ ที่เป็นความดันปกติ แล้วทำเครื่องหมาย หรือป้ายติดไว้ที่วาล์ว ความดันที่สูญเสียมากกว่า 10% จากความดันปกติ ควรเพิ่มความดันให้เท่ากับความดันปกติ

หมายเหตุ : ความดันอากาศที่ต่อเปิดกับความดันของอากาศบริเวณรอบๆ ควรตรวจสอบมาตรวัดความดันอากาศเพียงเดือนละครั้ง

1. ตรวจสอบ trim valves อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
2. ตรวจสอบ dry pipe valve อยู่ในสภาพการใช้งานไม่รั่ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจสอบประจำเดือน (Monthly)

All Sprinkler Systems:

1. ตรวจสอบข้อต่อต่างๆ ซึ่งควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงและ มองเห็นได้ทุกเมื่อฝาครอบ หรือ สลัก ต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย ไม่เสียหาย และหล่อลื่นบางๆด้วย Graphite ตรวจสอบการไหลของข้อต่อเมื่อเปิด check valves จะมีการไหลหยดออกมา เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีการแข็งตัวของน้ำกลายเป็นน้ำแข็ง ตรวจสอบ Control valve (ล๊อคอยู่ หรือ ถูกควบคุมด้วยกระแสไฟอยู่)

2. ตรวจสอบว่าวาล์วต่อไปนี้ต้องเปิด water control valves, post indicator และ road valves

3. ตรวจสอบ Sprinkler สำรอง

- จำนวนและชนิด (ดูตาราง 2-2C)
- ประแจสำหรับขัน Sprinkler แต่ละชนิด

4. ตรวจสอบเครื่องมือในการส่งสัญญาณเตือนภัย

- ไม่ถูกทำให้เสียหาย
- ข้อต่อสายไฟยังอยู่ในสภาพใช้งาน

5. ตรวจสอบความดันน้ำ

- อยู่ในช่วงการทำงานปกติ
- บันทึกความดันระบบ
- มาตรวัดความดันอยู่ในสภาพใช้งาน

6. ตรวจสอบ Alarm valves เพื่อให้แน่ใจว่า ไม่มีการรั่วจาก retarding chamber หรือ Alarm drains.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตาราง จำนวน sprinklers สำรอง

จำนวน Sprinklers ที่ติดตั้ง	จำนวน Sprinklers สำรองน้อยที่สุด
1-300	6*
301-1000	12*
Over 1,000	24*

* จำนวน Sprinklers อย่างน้อย 2 ตัว ต่อชนิดอุณหภูมิที่ติดตั้ง
ข้อสังเกต : ต้องมีประแจที่ใช้สำหรับ sprinklers แต่ละชนิดอยู่ในตู้เก็บ

การตรวจสอบประจำ 3 เดือน (Quarterly)

1. หาระดับ priming water ของระบบ dry pipe โดยการเปิด วาล์วทดสอบระดับ priming water (priming water level test valve) ถ้ามีแต่ลมออกมา ให้ปิด test valve และเพิ่มระดับ priming water โดยต้องกระทำดังนี้ ปิด lower priming valve, เปิด upper priming valve และ เติมน้ำลงไปใน priming funnel ประมาณหนึ่งส่วนสี่แกลลอน หลังจากนั้น ปิด upper priming valve เปิด lower priming valve ซึ่งจะทำให้น้ำไหลสู่ dry pipe valve ตรวจสอบ test valve อีกครั้ง ถ้าน้ำไม่ไหลเข้ามา ทำซ้ำตามขั้นตอนอีกครั้ง เมื่อมีน้ำเติมเข้าไปอย่างพอเพียง จนกระทั่งมีน้ำไหลออกมาจาก test valve ปล่อยให้ไหลจนมีอากาศออกมา จากนั้นจึงปิด valve securely ต้องแน่ใจว่า upper priming และ lower priming valve ได้ถูกเรียบร้อย

2. ต้องแน่ใจว่า hydraulic nameplate (ถ้าติดตั้ง) อ่านออกได้ง่าย และถูกติดตั้งขึ้นเรียบร้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรวจสอบประจำ 1 ปี (Annually)

1. ตรวจสอบ Sprinklers ให้แน่ใจว่า ไม่เกิดสิ่งต่อไปนี้

- ผุพัง เป็น สนิม
- ไม่มีสิ่งกีดขวาง ในระยะ รัศมีการฉีดเป็นฝอยของ Sprinklers
- วัสดุแปลกปลอมอื่นๆ เช่น การทาสี
- ความเสียหาย อันเกิดจากการกระทำต่างๆ

2. ตรวจสอบ sprinkler pipe เพื่อให้แน่ใจว่า

- อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- ไม่มีความเสียหายในทางกลไกต่างๆ
- ไม่มีรอยรั่ว
- ไม่มีการกัดกร่อน ผุพัง เป็นสนิม

หมายเหตุ Piping ที่ติดตั้งโดยมีทีปิดบัง คือ ฝ้าเพดาน ไม่ต้องตรวจสอบประจำปี

3. ตรวจสอบที่แขวน เพื่อให้แน่ใจว่า

- ไม่มีการถูกทำให้เสียหาย
- ไม่มีการกัดกร่อน ผุพัง เป็นสนิม

หมายเหตุ ที่แขวนที่ติดตั้งติดตั้งโดยมีทีปิดบัง คือ ฝ้าเพดาน ไม่ต้องตรวจสอบประจำปี

ตรวจสอบประจำ 5 ปี (Every 5 years)

1. ตรวจสอบภายใน wet pipe alarm valve เพื่อดูว่าทุกส่วนประกอบทำงานอย่างสมบูรณ์เคลื่อนไหวอย่างอิสระ และอยู่ในแหน่งที่ดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ตรวจสอบภายใน check valves เพื่อดูว่าทุกส่วนประกอบทำงานอย่างสมบูรณ์ เคลื่อนไหวอย่างอิสระ และอยู่ในแหน่งที่ดี

หมายเหตุ การอุดตันของเส้นท่อ (Pipe Blockage)

เป็นข้อสำคัญที่ว่า ระบบท่อ Sprinklers ต้องได้รับการดูแลให้ปราศจาก การอุดตัน, การไหลไม่สม่ำเสมอ, ระบบ Sprinkler ประกอบไปด้วย วาล์วและเส้นท่อ ควรได้รับการตรวจสอบภายใน หากจุดไหนไม่เอื้ออำนวยดังรายการต่อจากนี้ ควรได้รับการตรวจสอบเพื่อดูการอุดตันในทันที

- เกิดจากข้อบกพร่องของตัวกรอง บริเวณปากท่อ Suction ของปั๊ม ซึ่งดูดจาก ลำธาร บ่อน้ำ ทะเลสาบ โดยไม่สามารถกรองซึ่งจะมีสวะเข้ามาตรง Pump suction และ เข้ามาในระบบท่อในที่สุด

- สวะและเศษวัสดุเกิดจาก การตรวจสอบตามระยะเวลา การทดสอบ hydrant ซึ่งต้องปล่อยน้ำเพื่อทดสอบ หรือ การทดสอบปล่อยน้ำท่อ 2 นิ้ว

- สวะ ที่พบใน dry pipe valves, check valves และ fire pumps ระหว่างการบำรุงรักษา

- มีการเปลี่ยนสีของน้ำอย่างมาก อันเนื่องมาจาก Drain test ของท่อ 2 นิ้ว หรือ การติดตั้ง inspector ‘s connections

- การติดตั้ง Sprinklers

- การติดตั้งเส้นท่อ ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงระบบ หรือ หลังจากเกิดการเสื่อมเสียของระบบ ในระหว่างการเกิดไฟไหม้

- ความเสื่อมเสียอันเนื่องมาจากการปล่อยน้ำ (Flush) ของท่อหลักใต้ดินในระหว่างการติดตั้ง หรือซ่อมแซม เศษสวะมักถูกทิ้งค้างไว้ระหว่างการก่อสร้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- เคยมีการแตกของท่อน้ำหลักในบริเวณ การซ่อมแซมท่อ สามรถทำให้เศษสวะเข้ามาในระบบ

- ความผิดปกติบ่อยๆจากการ False-tripping ของ dry pipe valve(s)

- ระบบได้รับการบำรุงรักษาหลังจาก ที่ไปได้รับการบำรุงรักษามามากกว่า 1 ปี

- มีเหตุผลที่เชื่อได้ว่าในท่อ Sprinklers มี Sodium silicate หรือ มี Sodium silicate ผ่านเป็นประจำ

การทดสอบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

การทดสอบประจำทุก 3 เดือน (Quarterly)

All Sprinkler System

1. ทดสอบการไหลของ main drain

การทดสอบนี้ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบ โดยเริ่มจากบันทึกความดัน lower side (ความดันนี้เกิดจากความดันน้ำ) เปิด 2-inch main drain เต็มที่ หลังจากมีการไหลอย่างสม่ำเสมอ บันทึกความดันอีกครั้ง(ความดันนี้เป็นความดันน้ำที่เหลือ) ถ้าความดันที่อ่านได้เปลี่ยนแปลงไปจากความดันที่บันทึกก่อนหน้านี้ แสดงว่ามีบางสิ่งผิดปกติกับ แหล่งจ่ายน้ำ ตัวอย่างเช่นมีการปิดวาล์วหรือมีการอุดตันในท่อ ถ้ามีการสูญเสียความดันมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ควรจะรีบหาสาเหตุทันทีเพื่อแก้ไข การตกลงของความดันจะมีผลต่อการทำงานของระบบ Sprinklers ดังนั้นควรที่จะแก้ไขเพื่อให้แน่ใจว่า ระบบจะปฏิบัติการได้อย่างพอใจ

Wet Pipe System

1. ตรวจสอบการเตือนการไหลของน้ำ (Test water flow alarm)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตรวจสอบสัญญาณเตือนด้วยการ เปิด Inspector 's test connection การจำลองการไหลของน้ำจาก Sprinkler หนึ่งตัว และจะกระตุ้นมอร์เตอร์ส่งสัญญาณ เช่นเดียวกับสวิส หรือ สวิสความดัน

Dry Pipe System

1. ตรวจสอบ low air pressure alarm

การตรวจสอบ ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

- ปิด water supply valve โดยไม่ให้ระบบเกิดการสะดุด (trip)
- ค่อยๆปล่อย อากาศออกจากระบบ โดยการเปิด inspector 's test valve
- Lower air alarm ควรส่งเสียงเตือน เมื่อความดันตกลง ตามที่โรงงานที่ผลิตแนะนำ
- หลังจากทดสอบแล้ว ต้องแน่ใจว่า air supply valve ได้ถูกเปิด และระบบความดันอากาศได้กลับเข้าสู่ปกติ หลังจากนั้นเปิด water supply อีกครั้ง

2. ตรวจสอบ water flow alarm

เปิด alarm by-pass valve ,ใช้ inspector's test connection เพื่อที่จะไม่ให้เกิดการ trip ที่ dry pipe valve

3. ตรวจสอบระดับน้ำที่ priming water level

เปิด water test valve อย่างช้าๆ ถ้ามีน้ำหยดน้ำออกมา แสดงว่ามีน้ำเพียงพอใน Priming water level ถ้าไม่มีน้ำหยดออกมาให้ปิดวาล์วแล้วเติมน้ำที่ priming water funnel

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Preaction Systems

1. ทดสอบ water flow alarms

เปิด Alarm by-pass valve

Deluge System:

1. ทดสอบ Water flow alarms

เปิด Alarm by-pass valve

Control Valves:

1. เปิดวาล์ว จนกระทั่ง น้ำในท่อไหลสม่ำเสมอ หมุนวาล์วกลับไป เศษหนึ่งส่วนสี่รอบ เพื่อป้องกันการเบียดอัด (Jambing)

ข้อสังเกต: Outside screw and yoke(OS&Y) valve หรือ gear-operated ที่ตำแหน่ง Butterfly valve ไม่ต้องการทดสอบทุก 3 เดือน

ทดสอบประจำ 6 เดือน (Semi-annually)

Dry Pipe System:

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ Quick opening หรือ accelerators ถ้าได้รับการติดตั้งโดยดูคำแนะนำจากผู้ผลิต

Deluge Sprinkler System:

1. ทดสอบคุณสมบัติในการปฏิบัติงานของ ระบบ Fire detection system

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Preaction Sprinkler System

1. ทดสอบคุณสมบัติในการปฏิบัติงานของ ระบบ Fire detection system

ทดสอบประจำ 1 ปี (Annually)

Dry Pipe Sprinkler System:

1. ทดสอบการ Trip

ในแต่ละ dry pipe valve รวมทั้งอุปกรณ์ quick opening ถ้าติดตั้งควรได้รับการทดสอบการ Trip โดยก่อนทดสอบการ trip เปิด main drain valve ให้สุดแล้ว flush Water supply จนกระทั่งน้ำที่ไหลนั้นสะอาดถ้ามี hydrant ติดตั้งในระบบควรที่จะได้รับการ flush ก่อนที่จะมีการ flush main drain ซึ่งการ flush นี้จะช่วยลดสวะที่จะเข้ามาในระบบ dry pipeการทดสอบนี้ควรปฏิบัติที่ Water supply control valve โดยเปิดอย่างช้าๆถ้ามีValve ตัวใดตัวหนึ่งเกิดการ trip จะสามารถปิด water control valve ได้อย่างรวดเร็วจนกระทั่งระบบ หยุดการเติมน้ำ เข้าควรระวังมี dry pipe valve บางตัวจะไม่ทำงาน ถ้าไม่มีน้ำไหลอย่างพอเพียงที่จะยก Clapper valve ถ้าวาล์ว trip โดยการเปิด Inspector ‘s test valve ซึ่งเป็นตัวปล่อยความดันอากาศออกจากระบบหลังจากการทดสอบ ให้เปิด 2 นิ้ว main drain valve เพื่อระบายระบบ ย้ายที่ครอบวาล์ว และทำความสะอาดภาพในวาล์วโดยตลอด เปลี่ยน ส่วนประกอบของวาล์วที่ไม่ทำงาน หรือเสียหาย Reset วาล์ว, ใส่ที่ครอบวาล์ว เติม priming water และ Open-air supply เพื่อเติมอากาศในระบบ เมื่อความดันถึงระดับที่เหมาะสม เปิด 2 นิ้ว Main drain เพื่อที่ลดโอกาสในการเกิด hammer tripping ในระบบ หลังจากนั้น ค่อยเปิด Water supply valve เมื่อ เปิด water supply valve เต็มที่แล้ว ค่อยปิด 2 นิ้ว main drain

2. ตรวจสอบภายใน dry pipe valve

ตรวจสอบเพื่อยืนยันว่า ส่วนประกอบทุกส่วนปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมสามารถหมุนปรับโดยไม่ติดขัด อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ทดสอบเครื่องมือในการบำรุงรักษาความดัน โดยดูคำแนะนำจากผู้ผลิต Preaction Sprinkler System

4. ทดสอบการ trip ของ Preaction Sprinkler System โดยอ้างอิงถึงคำแนะนำจากผู้ผลิต

5. ตรวจสอบภายในของ pre-action valve

เพื่อยืนยันว่า ส่วนประกอบทุกส่วนปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม สามารถหมุนปรับโดยไม่ติดขัด อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

Deluge Sprinkler System:

1. ทดสอบการ trip ของ deluge system
โดยอ้างอิงถึงคำแนะนำจากผู้ผลิต
หมายเหตุ ถ้าที่ไหน Water discharge ไม่เหมาะสม ให้ทำการทดสอบการ trip จนกระทั่งน้ำไม่ถูกปล่อย (ยกตัวอย่าง การปิด water supply valve)

2. บันทึกเวลาในการปฏิบัติงานของระบบ
บันทึกเวลาเริ่มตั้งแต่ Detector เริ่มปฏิบัติงาน จนกระทั่งน้ำถูกปล่อยจากระบบ

3. สังเกตรูปแบบของ water discharge
ทำให้มั่นใจว่ารูปแบบไม่ถูกขัดขวางโดยการติดตั้งและ water cover ต้องเหมาะสม

4. บันทึกความดัน

ติดตั้ง Pressure gage ที่ sprinkler ฉีดน้ำที่ไกลที่สุด หรือ spray nozzle ซึ่งทำได้โดยการถอด nozzle ที่ไกลที่สุดแล้วติดตั้งข้อต่อรูปตัวทีซึ่งมี pressure gauge ติดอยู่และ Nozzle ที่ถูกถอดออกมา เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับค่าเดิมที่ได้ออกแบบไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ตรวจสอบภายใน deluge valve

เพื่อยืนยันว่า ส่วนประกอบทุกส่วนปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม สามารถหมุนปรับโดยไม่ติดขัด อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

Control valve

1. หมุน control valve แต่ละตัวจนสุด แล้วหมุนกลับมาที่ตำแหน่งปกติ Resetหรือ relock วาล์วจนเหมาะสม

ประจำ 3 ปี (Every 3 years)

1. ทดสอบการ trip ของ dry pipe valve

dry pipe valve ควรทดสอบการ trip โดยการเปิด water supply valve อย่างเต็มที่ การทดสอบนี้ควรถูกยกเลิกเมื่อมีน้ำสะอาดไหลจากinspector ‘s test connection การทดสอบ full trip ควรกระทำเมื่อ ระบบ sprinkler มีการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่ไปหรือ มีการขยายระบบ

ประจำ 5 ปี (Every 5 years)

All Sprinkler System

1. ถอด Sprinklers ที่ทำงานที่อุณหภูมิ Extra High (325 F หรือ 163 C) หรือทำงานที่อุณหภูมิมากกว่านี้ ที่ติดตั้งในพื้นที่ที่จะแตกออกที่ semi-continuos ถึง continuous ซึ่งจะใช้เป็นตัวอย่างในการทดสอบ หลังจากนั้นติดตั้ง sprinkleชนิดเดียวกันเข้าแทนแล้วส่ง sprinkler ที่ใช้เป็นตัวอย่างไปยังห้องแล็ป เพื่อทดสอบว่าสอดคล้องกับ NFPA 25 หรือไม่ ถ้าไม่ ต้องเปลี่ยน sprinkler ชนิด Extra High และ ที่อุณหภูมิสูงกว่า แทนตัว เก่าทั้งหมด

2. ทดสอบ หรือ เปลี่ยน Gauges

ทดสอบ gauges โดยสอบเทียบกับ gauge มาตรฐาน ถ้ามีความคลาดเคลื่อน 3 % ควรเทียบวัด หรือเปลี่ยน gauge

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. Flush ท่อถ้าจำเป็น

ประจำ 20 ปี (Every 20 years)

All Sprinklers Systems with Fast Response Sprinklers

1. ทดสอบ Sprinklers ตัวอย่างด้วย Fast Response Sprinklersทำอีกครั้งทุกรอบ 10 ปี

ประจำ 50 ปี (Every 50 years)

1. ถอด sprinklers ที่จะเป็นตัวแทนในการทดสอบ แล้วนำ sprinkers ตัวใหม่ติดแทนส่ง spriklers ตัวอย่างไปทดสอบที่แล็ป ว่าสอดคล้องกับ NFPA 25 หรือไม่ ถ้าไม่ต้องเปลี่ยน sprinkler ตัวใหม่ แทนตัวเก่าทั้งหมด หลังการทดสอบประจำ 50 ปี ควรทดสอบทุก 10 ปี

หมายเหตุ Sprinkler ที่จะนำมาเป็นตัวอย่างในการทดสอบควรประกอบด้วย

ก. 2 Sprinkler ต่อชั้น หรือ ในแต่ละลักษณะ เฉพาะตัวของ Sprinklers ที่ติดตั้ง และ

ข. แต่ต้องไม่น้อยกว่า 4 ตัว หรือ ต่อ 1 เปอร์เซ็นต์ ตามลักษณะเฉพาะของ Sprinklers System หรือมากกว่านี้

หมายเหตุ Sprinkler ที่ผลิตก่อน 1920 ควรได้รับการเปลี่ยน

6.3 ระบบอินเนอร์เจน

ความรู้ทั่วไป

ก๊าซเฉื่อย (Inert Gas Agent) เป็นสารสะอาดดับเพลิงที่มีองค์ประกอบหลักอย่างน้อยหนึ่งสารหรือมากกว่าของก๊าซเหล่านี้ คือ ฮีเลียม นีออน อาร์กอน ไนโตรเจน โดยสามารถใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซผสม เพื่อเป็นสารองค์ประกอบรอง การพิจารณาเลือกใช้ความ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เข้มข้นในการดับเพลิงของสารสะอาดดับเพลิงแต่ละประเภทจะต้องปรึกษากับผู้ผลิตสารสะอาดดับเพลิงนั้นๆ สารสะอาดดับเพลิงทั้งสองประเภท ใช้กับเพลิงไหม้ผิวหน้า (Surface Fire) เพลิงไหม้จากแกนกลาง (Deep seated Fire)

การทดสอบท่อ

ภายหลังติดตั้งระบบท่อเสร็จแล้ว ให้ทำการทดสอบระบบท่อ ดังต่อไปนี้

1. การทดสอบ LEAK

1.1 ติดตั้งถังในโตรเจน และ PRESSURE GAUGE เข้ากับท่อในระบบ

1.2 ปิดทางออกของก๊าซบริเวณหัว NOZZLE โดยการอุดด้วย PLUG หรือ VALVE

1.3 เพิ่มความดันเข้าในระบบท่อ โดยเปิดถังไนโตรเจนได้ความดัน 150-200 PSI แล้วปิดถังไนโตรเจน

1.4 จับเวลาประมาณ 10 นาที แล้วตรวจดูความดันในระบบท่อ จะต้องมีความดัน สูญเสียไม่เกิน 20% หากเกินค่ามาตรฐานจะต้องทำการแก้ไข

2. การทำความสะอาดท่อโดยการ BLOW

2.1 ถอด PLUG หรือเปิด VALVE ในข้อ 1.2 ออก

2.2 ปล่อยให้ก๊าซไนโตรเจนฉีดออกมาในปริมาณที่มั่นใจว่าระบบท่อสะอาดปราศจากน้ำมันและสิ่งสกปรก

2.3 ติดตั้งหัว NOZZLE ให้ระบบท่อพร้อมใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบระบบควบคุม

1. การทดสอบระบบปกติ

1.1 สภาวะปกติที่ FCP จะมีที่ AC POWER สว่างเพียงดวงเดียว

1.2 กระตุ้น DETECTOR ใน ZONE ที่ 1

- LED ที่ ZONE 1 สว่าง
- BELL จะดัง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง

1.3 กระตุ้น DETECTOR ใน ZONE ที่ 2

- LED ที่ ZONE 2 สว่าง
- BELL จะดังO
- HORN จะดัง
- STROBE LAMP จะสว่าง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง

1.4 RESET ระบบควบคุม โดยกด RESET ที่ตู้ FCP

- ระบบอยู่ในสภาพปกติ พร้อมใช้งาน

2. การทดสอบ ABORT SWITCH

2.1 ดำเนินการตามข้อ 1.2

- จะได้ผลการทดสอบ ตามข้อ 1.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ดำเนินการตามข้อ 1.3

- จะได้ผลการทดสอบ ตามข้อ 1.3 ถึงขั้นตอนระบบเริ่มนับเวลาถอยหลัง

2.3 กด ABORT SWITCH ค้างไว้ในช่วง 0 - 30 วินาที ตรวจสอบ

- LED ที่ ABORT สว่าง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง
- BELL จะดัง
- HORN จะดัง
- STROBE LAMP จะสว่าง

2.4 ปล่อยมือจาก ABORT SWITCH

- ระบบควบคุมจะทำงานต่อ โดยนับเวลาถอยหลัง 10 SEC.
- SOLENOID VALVE ที่ CO 2 CYLINDER จะทำงาน
- LED ที่ RELEASE สว่าง
- BELL, HORN, STROBE LAMP ดัง
- PRESSURE SWITCH ทำงาน
- LED ที่ SUPERVISORY สว่าง

2.5 RESET ระบบควบคุมโดยกด RESET

- ระบบจะอยู่ในสภาพปกติ พร้อมใช้งาน

3. การทดสอบ MANUAL RELEASE STATION

3.1 กด MANUAL RELEASE STATION ระบบจะทำงานทันที

- LED ที่ ZONE 1 สว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- LED ที่ ZONE 2 สว่าง
- LED ที่ MANUAL RELEASE สว่าง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง
- LED ที่ SUPERVISORY สว่าง
- BELL จะดัง
- HORN จะดัง
- STROBE LAMP จะสว่าง
- SOLENOID VALVE ที่ CO 2 CYLINDER ทำงาน
- PRESSURE SWITCH ทำงาน

3.2 RESET MANUAL RELEASE STATION โดยใช้กุญแจ

3.3 RESET ระบบควบคุมโดยกด RESET ที่ตู้ FCP

- ระบบจะอยู่ในสภาพปกติพร้อมใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.4 ระบบดับเพลิงด้วยคาร์บอนไดออกไซด์

ความรู้ทั่วไป

Carbon Dioxide หรือเรียกย่อๆว่า CO_2 เป็นก๊าซที่มีอยู่ทั่วไปในอากาศ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ CO_2 นี้เกิดได้จากหลายวิธี เช่น การเผาไหม้, จากขบวนการผลิตในโรงงาน อุตสหกรรม ฯลฯ Carbon Dioxide ถูกนำมาใช้ในวงการดับเพลิงมานานหลายปี ซึ่งมีคุณสมบัติ เหมาะสมในการดับเพลิงที่เกิดจาก การลุกไหม้ ชนิด Flammable Liquid Fires, Gas Fires, Electrically Fires, แต่ยกเว้นการใช้งานกับวัสดุชนิด Active Metals หรือ Metal Hydrides และวัสดุที่ประกอบไปด้วย Cellulose Nitrate หรือที่มีองค์ประกอบของ Oxygen (O_2) เป็นหลัก Carbon Dioxide มีคุณสมบัติ ไม่มีกลิ่น, ไม่มีสีขณะอยู่ในสถานะของก๊าซ, ไม่นำไฟฟ้า , เมื่อนำมาใช้ในการดับเพลิงจะถูกเก็บอยู่ในถังบรรจุชนิดทนแรงดัน ซึ่งมีอยู่สองวิธี คือ

1. เก็บอยู่ในบรรจุชนิดทนแรงดันสูง ไม่ควบคุมอุณหภูมิ (High Pressure CO_2 Cylinder) จะใช้งานที่อุณหภูมิห้องปกติอยู่ในสถานะของก๊าซ และ

2. เก็บอยู่ในถังชนิดทนแรงดันพร้อมควบคุมอุณหภูมิ (Low Pressure CO_2 Tank) โดยควบคุม อุณหภูมิให้คงที่เท่ากับ -18^0F (O^0C) ตลอดเวลา

การทดสอบท่อ

ภายหลังติดตั้งระบบท่อเสร็จแล้ว ให้ทำการทดสอบระบบท่อ ดังต่อไปนี้

1. การทดสอบ LEAK

1.1 ติดตั้งถังไนโตรเจน และ PRESSURE GAUGE เข้ากับท่อในระบบ

1.2 ปิดทางออกของก๊าซบริเวณหัว NOZZLE โดยการอุดด้วย PLUG หรือ VALVE

1.3 เพิ่มความดันเข้าในระบบท่อ โดยเปิดถังไนโตรเจนได้ความดัน 150-200 PSI แล้วปิดถังไนโตรเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 จับเวลาประมาณ 10 นาที แล้วตรวจดูความดันในระบบท่อ จะต้อง มีความดันสูญเสียไม่เกิน 20% หากเกินค่ามาตรฐานจะต้องทำการแก้ไข

2. การทำความสะอาดท่อโดยการ BLOW

2.1 ถอด PLUG หรือเปิด VALVE ในข้อ 1.2 ออก

2.2 ปล่อยให้ก๊าซไนโตรเจนฉีดออกมาในปริมาณที่มั่นใจว่าระบบท่อ สะอาดปราศจากน้ำมันและสิ่งสกปรก

2.3 ติดตั้งหัว NOZZLE ให้ระบบท่อพร้อมใช้งาน

การทดสอบระบบควบคุม

1. การทดสอบระบบปกติ

1.1 สภาวะปกติที่ FCP จะมีที่ AC POWER สว่างเพียงดวงเดียว

1.2 กระตุ้น DETECTOR ใน ZONE ที่ 1

- LED ที่ ZONE 1 สว่าง
- BELL จะดัง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง

1.3 กระตุ้น DETECTOR ใน ZONE ที่ 2

- LED ที่ ZONE 2 สว่าง
- BELL จะดัง
- HORN จะดัง
- STROBE LAMP จะสว่าง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 RESET ระบบควบคุม โดยกด RESET ที่ตู้ FCP

- ระบบอยู่ในสภาพปกติ พร้อมใช้งาน

2. การทดสอบ ABORT SWITCH

2.1 ดำเนินการตามข้อ 1.2

- จะได้ผลการทดสอบ ตามข้อ 1.2

2.2 ดำเนินการตามข้อ 1.3

- จะได้ผลการทดสอบ ตามข้อ 1.3 ถึงขั้นตอนระบบเริ่มนับ เวลาถอยหลัง

2.3 กด ABORT SWITCH ค้างไว้ในช่วง 0 - 30 วินาที

- LED ที่ ABORT สว่าง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง
- BELL จะดัง
- HORN จะดัง
- STROBE LAMP จะสว่าง

2.4 ปล่อยมือจาก ABORT SWITCH

- ระบบควบคุมจะทำงานต่อ โดยนับเวลาถอยหลัง 10 SEC
- SOLENOID VALVE ที่ CO 2 CYLINDER จะทำงาน
- LED ที่ RELEASE สว่าง
- BELL, HORN, STROBE LAMP ดัง
- PRESSURE SWITCH ทำงาน
- LED ที่ SUPERVISORY สว่าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 RESET ระบบควบคุมโดยกด RESET

- ระบบจะอยู่ในสภาพปกติ พร้อมใช้งาน

3. การทดสอบ MANUAL RELEASE STATION

3.1 กด MANUAL RELEASE STATION ระบบจะทำงานทันที

- LED ที่ ZONE 1 สว่าง
- LED ที่ ZONE 2 สว่าง
- LED ที่ MANUAL RELEASE สว่าง
- LED ที่ SYSTEM ALARM สว่าง
- LED ที่ SUPERVISORY สว่าง
- BELL จะดัง
- HORN จะดัง
- STROBE LAMP จะสว่าง
- SOLENOID VALVE ที่ CO 2 CYLINDER ทำงาน
- PRESSURE SWITCH ทำงาน

3.2 RESET MANUAL RELEASE STATION โดยใช้กุญแจ

3.3 RESET ระบบควบคุมโดยกด RESET ที่ตู้ FCP

- ระบบจะอยู่ในสภาพปกติพร้อมใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.5 ระบบดับเพลิงด้วยโฟม

ความรู้ทั่วไป

ประเภทของโฟมดับเพลิง (Fire Fighting Foam) โฟมดับเพลิงจะมีคุณสมบัติในการสร้างฟองโฟม (Finished Foam) ที่มั่นคง โดยมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำมันหรือน้ำและใช้เพื่อครอบคลุมพื้นผิวในแนวราบ โดยฟองโฟมจะเกิดจากสารละลายโฟม (โฟมเข้มข้นผสมกับน้ำ) ผสมกับอากาศ ตามสัดส่วนการผสมที่ได้ออกแบบไว้ โฟมดับเพลิงสามารถจำแนกได้ตามการขยายตัวของโฟมเป็น 3 ประเภทคือ

1. โฟมขยายตัวต่ำ มีการขยายตัวมากถึง 20 เท่า
2. โฟมขยายตัวปานกลาง มีการขยายตัวจาก 20 ถึง 200 เท่า
3. โฟมขยายตัวสูง มีการขยายตัวจาก 200 ถึง 1000 เท่า

การตรวจสอบ บำรุงรักษ

รายละเอียดการตรวจสอบตามภาคผนวก

6.6 ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ และเหตุฉุกเฉินนี้เป็นระบบ Presignal, Non –Coded Closed และ Multiplex System หรือ Loop Analog Sysstem ตามมาตราฐาน NFPA 72 โดยวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ต้องไดรับรองคุณภาพจาก UL และ FM เมื่อมีเหตุเพลิงไหม้ที่ชั้นใดโซนใด ระบบจะมีการส่ง สัญญาณแจ้งไปยังตู้ควบคุม ก่อน เพื่อให้เจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบและเวลาถัดไป 0 – 5 นาทีซึ่งสามารถ ตั้งได้ภายหลังให้เกิด เสียงสัญญาณดังที่โซนเกิดเหตุนั้น ๆ หรืออีก 0 – 10 นาทีให้เสียงสัญญาณ ดังทั่วทุกพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจสอบ

การตรวจสอบโดยการสำรวจดูด้วยสายตา ว่าระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ยังอยู่ในสภาพที่สามารถทำงานได้ และไม่มีความเสียหายทางกายภาพ โดยปกติการตรวจสอบสามารถได้โดยการเดินตรวจภายในสถานที่ที่ทำการป้องกัน และใช้แบบฟอร์มการตรวจสอบในการบันทึกผล

การตรวจสอบรายสัปดาห์

1. ตรวจระดับน้ำกลั่นและการเชื่อมต่อของขั้วแบตเตอรี่

การตรวจสอบรายเดือน

สำหรับระบบของสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้–แบบทั่วไป

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทั้งหมดว่าอยู่ในสภาพ และไม่มีเสียหาย

2. ตรวจแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าอยู่ในสภาพปกติ

3. ตรวจสอบการทำงานของหลอดไฟ และหลอด LED บนแผงควบคุมสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

4. ถ้าระบบต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับ ให้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์

5. ตรวจสอบระดับน้ำกลั่นของแบตเตอร์รี่แบบชาร์จไฟได้ (สำหรับแบตเตอร์รี่แบบเปียก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณเสียง

1. ตรวจสอบสำโพงให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
2. ตรวจสอบ pre-amplifier และชุดควบคุมให้อยู่ในสภาพใช้งานได้
3. ตรวจสอบ amplifier และชุดควบคุมให้อยู่ในสภาพใช้งานได้
4. ตรวจสอบเทปบันทึกเสียง (ถ้ามีการใช้) ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้

สำหรับระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณวิทยุ

1. ตรวจสอบอุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณของระบบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้
2. ตรวจสอบอุปกรณ์ภาครับสัญญาณของระบบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้

สำหรับระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลข

1. ตรวจสอบระบบส่งภาคสัญญาณของระบบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้
2. ตรวจสอบระบบรับภาคสัญญาณของระบบให้อยู่ในสภาพใช้งานได้

สำหรับอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ

1. ตรวจสอบความเสียหายและสิ่งกีดขวางการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ

2. สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับ (Detectors)

3. ตรวจสอบความเสียหายและสิ่งกีดขวางการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ การกีดขวางการทำงาน หมายถึง การที่อุปกรณ์ตรวจจับติดตั้งในที่ที่อากาศไม่ถ่ายเท อยู่ใกล้ระบบทางออกของระบบส่งลมของเครื่องปรับอากาศมากเกินไป ครอบคลุมพื้นที่กว้างเกินไปหรือ ถูกกีดขวางโดยอุปกรณ์อื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจสอบทุกระยะ 6 เดือน

สำหรับระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้-แบบทั่วไป

1. ถอดฟิวส์ออกมาตรวจสอบอัตราการนไฟฟ้าและติดตั้งกลับเข้าที่เดิม
2. ตรวจแรงดันของแบตเตอรรี่แบบชาร์จไฟได้ทุกตัว

การทดสอบ

ข้อควรระวัง : ก่อนการทดสอบ ต้องทำการแจ้งให้ทุกฝ่ายทราบว่ากำลังจะทำการทดสอบสัญญาณแจ้งเหตุ เพื่อให้ไม่ต้องปฏิบัติตามสัญญาณโดยไม่จำเป็น และหลังจากสิ้นสุดการทดสอบ ก็ต้องทำการแจ้งให้ทุกฝ่ายทราบอีกครั้ง และจัดการให้อุปกรณ์ทุกอย่างกลับสู่สภาวะปกติ แล้วล็อคแผงควบคุมต้องทำการทดสอบตามระยะเวลาที่กำหนด ใช้แบบฟอร์มการทดสอบในการบันทึกผล และทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่ไม่สามารถใช้งานได้ในขณะที่ทำการทดสอบ

การตรวจสอบรายเดือน

1. ทดสอบแหล่งจ่ายไฟหลักของวงจรอุปกรณ์แจ้งเหตุ โดยปกติแหล่งจ่ายไฟหลักจะใช้วงจรไฟกระแสสลับที่ 120 โวลต์ ควบคุมโดยฟิวส์สวิตซ์ หรือโดยเซอร์กิตเบรคเกอร์จากนั้นให้ถอดแหล่งจ่ายไฟหลักออก เพื่อทดสอบว่าระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ สามารถเปลี่ยนไปใช้แหล่งจ่ายไฟสำรองได้อย่างปกติ

2. ทดสอบระบบสื่อสารสองทาง โยการยกหูโทรศัพท์ออกจากแท่นวาง หรือต่อสายของอุปกรณ์สื่อสารสองทางเข้ากับช่องเสียบ ซึ่งจะทำให้สัญญาณในศูนย์ควบคุมดังขึ้น และสามารถทำการสื่อสารโต้ตอบได้ บันทึกผลการทดสอบโดยระบุอุปกรณ์ที่ทดสอบแต่ละตัว เพื่อจะได้ไม่ทดสอบซ้ำซ้อนในภายหลัง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบรายไตรมาส

1. ทดสอบวงจรอุปกรณ์ตรวจสภาพการทำงาน โดยการถอดสายของวงจรออกจากจุดเชื่อมต่อบนแผงควบคุม เมื่อเกิดสัญญาณแสดงความขัดข้องแล้ว ให้ต่อสายเข้ากับแผงควบคุม และทำการตั้งระบบใหม่ (Reset) และทำการทดสอบแบบเดิมกับวงจรตรวจสภาพการทำงานทุกตัว

ระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณวิทยุ

ถ้าแผงควบคุมของระบบและอุปกรณ์รับสัญญาณ ใช้ไฟฟ้าฉุกเฉินจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกสัปดาห์ภายใต้โหลด หรือเสมือนมีโหลด โดยปกติจะทดสอบโดยการตัดการจ่ายไฟจากแห่งจ่ายไฟหลัก แล้วปล่อยให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเดินเครื่องโดยอัตโนมัติภายใต้โหลดของทั้งระบบที่ได้จากการประมาณค่า การทดสอบจะใช้เวลา 10 – 15 นาที และเมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบควรเติมน้ำมันเชื่อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เต็มอยู่เสมอ

การตรวจสอบรายชั่วโมง

- ทดสอบอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ

การตรวจสอบรายวัน

- ทดสอบกล่องรหัสสัญญาณวิทยุ

การตรวจรายสัปดาห์

- ทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับ

ถ้าระบบใช้ไฟฟ้าฉุกเฉินจากแบตเตอร์รี่ที่มีตัวชาร์จไฟ ต้องทำการทดสอบแบตเตอร์รี่เป็นรายปี โดยการตัดการจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟหลัก แล้วปล่อยให้แบตเตอร์รี่จ่ายไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ให้โหลดของระบบเป็นเวลา 2 ชั่วโมง การทดสอบนี้เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อจะดูว่าการทำงานของแบตเตอร์รี่มีความน่าเชื่อถือหรือไม่

ระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลข

การทดสอบพลังงานไฟฟ้าของระบบ จะต้องรวมไปถึงการทดสอบความแรงของกระแสในแต่ละวงจรแรงดันที่ตกคร่อมที่ขั้วสายไฟ และแรงดันระหว่างกราวด์กับแต่ละวงจร อาจจะใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดหรือใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่บนแผงควบคุมก็ได้ ถ้าวัดแล้วพบว่าที่จุดใดมีคลาดเคลื่อนเกิน 10% ของค่าที่วัดได้ตามปกติทุก ๆ วัน ต้องทำการตรวจหาสาเหตุ

กล่องสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทุกตัวจะต้องทำการทดสอบทุกๆ 60 วัน โดยการดึงสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ที่อยู่ด้านหน้า หรือภายในกล่องสัญญาณ หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันเพลิงไหม้ หรือระบบอื่นๆ ภายในอาคาร ที่เชื่อมต่อกับกล่องสัญญาณ กล่องจะทำการส่งสัญญาณออกไป 1 ชุด (โดยปกติ 3 ครั้ง) แล้วจึงหยุด เนื่องจากโดยปกติ ล้อส่งสัญญาณจะถูกหมุนด้วยแรงสปริง จึงต้องใช้กุญแจในการตั้งให้กล่องอยู่ในสภาพเดิม

ถ้าแผงควบคุมของระบบและอุปกรณ์รับสัญญาณ ใช้ไฟฟ้าฉุกเฉินจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะต้องทำการทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกสัปดาห์ภายใต้โหลด หรือเสมือนมีโหลด โดยปกติจะทดสอบโดยการตัดการจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟหลัก แล้วปล่อยให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเดินเครื่องโดยอัตโนมัติภายใต้โหลดทั้งระบบที่ได้จากการประมาณค่า การทดสอบจะใช้เวลา 10-15 นาที และน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องเติมให้เต็มอยู่เสมอ

วงจรอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ

วงจรอุปกรณ์เริ่มสัญญาณจะประกอบด้วยอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ อุปกรณ์ตรวจจับ และสวิตซ์ตรวจการไหลของน้ำ ต้องทำการทดสอบการทำงานของแต่ละวงจร โดยทดสอบตามวิธีการใช้งานปกติ ยกเว้นตัว Break-type Rods ซึ่งอาจจะต้องถอดออกจากอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ แล้วประกอบคืนเมื่อทดสอบเสร็จแล้ว ควรระบุอุปกรณ์ที่ทดสอบแต่ละตัว เพื่อจะได้ไม่ทดสอบซ้ำซ้อนในภายหลัง ฟังสัญญาณจากอุปกรณ์แจ้งเหตุทุกตัว บันทึกจุดที่มีการทำงานผิดปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และตรวจสอบว่าได้ทำการซ่อมแซมแล้ว ถ้ามีการใช้อุปกรณ์แจ้งเหตุระบบแสงต้องทำการตรวจสอบด้วย

การทดสอบรายชั่วโมง

- ทดสอบอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ

การทดสอบรายวัน

- ทดสอบกล่องวิทยุสัญญาณ

การทดสอบรายสัปดาห์

- ทดสอบเครื่องกำเนินไฟฟ้าที่ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับ

แผงควบคุมสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การทดสอบรายเดือน

- ทดสอบให้อุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งในวงจรเริ่มสัญญาณแต่ละวงจรทำงาน
- ทดสอบให้วงจรอุปกรณ์แจ้งเหตุทำงาน และดูความถูกต้องในการทำงานของสัญญาณทั้งในระบบเสียงและระบบแสง

การทดสอบทุกระยะ 2 เดือน

- แผงควบคุมสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ทดสอบวงจรการไหลของน้ำในสปริงเกลอร์โดยกระตุ้นสวิตซ์ตรวจการไหลของน้ำในแต่ละวงจรทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบทุกระยะ 6 เดือน

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยทั่วไป

- ทดสอบอุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือทุกจุด

- ทำการทำงานของสวิตซ์สัญญาณระบบดับเพลิง

- ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสภาพการทำงาน (เช่น สวิทซ์เปิด-ปิดวาล์ว, สวิทซ์ความดันอากาศสูง, สวิทซ์ความดันอากาศต่ำ, ตัวตรวจจับอุณหภูมิ, ระดับน้ำ)

- ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด Pneumatic Line

- ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด Rate-of-Rise จำนวน 10% ของจำนวนทั้งหมดที่ติดตั้ง (โดยการทดสอบจะทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์ที่ต่างจุดกันทุก 6 เดือน ดังนั้นจึงใช้เวลา 5 ปีในการทดสอบให้ได้ครบทั้งหมด)

อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด Rate-of-Rise และชนิด Rate Compensation สามารถทำการทดสอบได้โดยใช้เครื่องเป่าผม หรือหลอดไฟที่มีความร้อน ถ้าอุปกรณ์ตรวจจับมีระบบ Fixed Temperature อยู่ด้วย ขณะทำการทดสอบ ต้องนำแหล่งความร้อนออกทันทีที่ส่วน Rate-of-Rise ทำงาน ไม่เช่นนั้นอาจทำให้ชิ้นส่วนที่เป็นระบบ Fixed Temperature ละลาย และต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจจับ

- ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด Rate Compensation จำนวน 10% ของจำนวนทั้งหมดที่ติดตั้ง(โดยการทดสอบจะทดสอบ 10 เปอร์เซ็นต์ที่ต่างจุดกันทุก 6 เดือน ดังนั้นจึงใช้เวลา 5 ปีในการทดสอบให้ได้ครบทั้งหมด)

- ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟทุกตัว โดยตรวจสอบความไวในการตรวจจับด้วย

- ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟแต่ละตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบรายปี

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้โดยทั่วไป

- ทดสอบวงจรอุปกรณ์ตรวจสภาพการทำงาน

- ทดสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลัก(โดยถอดแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองออก และทดสอบภายใต้โหลดสูงสุด พร้อมกับให้อุปกรณ์แจ้งเหตุทุกตัวทำงานเป็นเวลา 5 นาที และเมื่อทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าทุกแหล่งกลับเข้าในระบบ

- ทดสอบแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง(โดยถอดแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักออก ตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมภายใต้การใช้ไฟสำรอง ตรวจสอบสัญญาณแจ้งความขัดข้องของกระแสไฟฟ้าหลักว่าทำงานหรือไม่ วัดค่ากระแสไฟฟ้าสำรองและเปรียบเทียบกับค่าที่ระบุในข้อมูลของผู้ผลิต ทดสอบภายใต้โหลดสูงสุด พร้อมกับให้อุปกรณ์แจ้งเหตุทุกตัวทำงานเป็นเวลา 5 นาที และเมื่อทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าทุกแหล่งกลับเข้าในระบบ

- ทดสอบหลอดไฟต่างๆ และหลอด LED
- ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์แจ้งสัญญาณ
- ทดสอบเสียงของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้
- ทดสอบการทำงานของระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณเสียง
- ทดสอบการทำงานของลำโพง
- ทดสอบแผงแสดงผลเพลิงไหม้ว่าสามารถรายงานผลได้อย่างถูกต้อง
- ทดสอบการทำงานทั้งหมดของส่วนควบคุม
- ทดสอบการแจ้งเหตุขัดข้องของวงจรเริ่มสัญญาณและวงจรส่งสัญญาณ
- ปรับสอบเทียบและทำการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ

อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟทุกประเภท สามารถใช้การทดสอบแบบเดียวกัน ไม่ว่าจะใช้การฉีดละอองทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ หรือใช้ควันที่ได้จากการจุดไฟ บุหรี่หรือควันจากแหล่งอื่นๆ อุปกรณ์ตรวจจับแต่ละตัวจะมีหลอดไฟติดตั้งอยู่ ซึ่งจะสว่าง กระพริบ หรือดับ เมื่ออุปกรณ์ตรวจจับทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ทดสอบการทำงานของระบบสื่อสารสองทาง
- ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเหตุทั้งสัญญาณเสียงและแสง
- ถอดฟิวส์ออกมาตรวจสอบอัตราการนำไฟฟ้าและอุปกรณ์ตรวจสภาพการทำงาน

การทดสอบทุกระยะ 15 ปี

อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิแบบคงที่(Fixed Temperature) ไม่สามารถทดสอบด้วยความร้อนเพราะจะทำให้ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวเมื่อทดสอบเสร็จ ดังนั้นจึงตรวจสอบด้วยการนำสายไฟที่หุ้มฉนวน ไปต่อกับหน้าสัมผัส (Electrical Contacts) ที่ฐานของอุปกรณ์ตรวจจับ (ต้องแน่ใจว่าสายไฟที่นำไปต่อ เป็นสายหุ้มฉนวน) และต้องถอดอุปกรณ์ตรวจจับออกจากแหล่งจ่ายไฟก่อนการทดสอบนี้ด้วย

ในปีที่ 15 และทุกๆ 5 ปีต่อมา ต้องถอดสุ่มอุปกรณ์ตรวจจับแบบอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature) 2 ตัวจากจำนวน 100 ตัว ไปทดสอบการทำงานในห้องทดลอง และเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจจับตัวใหม่แทนที่ 2 ตัวนั้น ถ้าอุปกรณ์ตรวจจับทั้ง 2 ตัว ไม่ผ่านการทดสอบในห้องทดลอง ต้องทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจจับที่เหลือทั้งหมด ถ้าไม่ผ่านการทดสอบแต่ตัวใดตัวหนึ่ง อาจนำตัวอื่นมาทดสอบเพิ่มเติม หรือทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจจับที่เหลือทั้งหมดเลยก็ได้

- ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิคงที่ (Fixed Temperature) 2 ตัวจากจำนวน 100 ตัว

การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเป็นสิ่งที่จำเป็นเพราะทำ เพื่อรักษาให้ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้สามารถทำงานได้ตามปกติ การซ่อมแซมนั้นจะต้องทำในทันทีที่พบความผิดปกติ เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถทำงานได้เมื่อจำเป็นต้องใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟ

อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟทุกตัวจะต้องทำการตรวจปรับสอบเทียบใหม่เป็นประจำทุกปี โดยใช้ค่าความไวของเครื่องมือที่โรงงานผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ กำหนดมา และควรมีการจดบันทึกความไวในการและเลขตัวเครื่องของอุปกรณ์นั้นด้วย ถ้าความไวในการทำงานที่บันทึกได้อยู่ในระดับคงที่เมื่อเทียบกับปีก่อน เราอาจทำการสอบเทียบใหม่ทุก 2 ปีแทนก็ได้ อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟบางรุ่น สามารถทำการสอบเทียบอุปกรณ์ตรวจจับได้จากแผงควบคุม แต่อุปกรณ์ที่ทำการสอบเทียบด้วยวิธีนี้ต้องมีการทดสอบการทำงานทุกปี

ตัวของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟนั้นต้องการการทำความสะอาดโดยการนำฝุ่นออก ซึ่งความถี่ในการทำความสะอาดนั้นขึ้นอยู่กับสภาพรอบๆ ของอุปกรณ์ ในขณะที่ทำการถอดอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อปรับสอบเทียบประจำปี ก็จะสามารถตรวจสอบปริมาณฝุ่นและความสกปรกได้ และถ้าจำเป็น ก็ควรทำความสะอาดตามคำแนะนำของผู้ผลิต

การบำรุงรักษาระยะ 3 เดือน

แบตเตอรี่แบบ Nickel-Cadmium

- ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจร (Open Circuit Voltage)
- ทำความสะอาดทำตรวจดูขั้วแบตเตอรี่

การบำรุงรักษาทุกระยะ 6 เดือน

แบตเตอร์รี่แบบเปียก (Lead-Acid Batteries)

- ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าของวงจร (Open Circuit Voltage)
- วัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด
- ทำความสะอาดและตรวจสอบขั้วของแบตเตอรี่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การบำรุงรักษาประจำปี

- วัดแรงดันไฟฟ้าของวงจร (Open Circuit Voltage)
- วัดแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ภายใต้โหลดสูงสุด โดยไม่ต่อเข้ากับเครื่องชาร์จแบตเตอรี่
- ตรวจสอบการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่
- สำหรับ Nickel-Cadmium Batteries ให้ทำการคายประจุเป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ให้แบตเตอรี่จ่ายโหลดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง

การ Operating test รายสัปดาห์

วันที่																						
ผู้ตรวจสอบ																						
เดินเครื่องสูบน้ำดับเพลิง																						
ตรวจสอบการขันแน่นของตัว packing gland																						
บันทึกความดันด้านดูดจาก guage (psi)																						
บันทึกความดันด้านส่งจาก guage (psi)																						
ปรับ grand nuts ถ้าจำเป็น																						
ตรวจดูการสั่น และเสียงของเครื่องสูบ																						
ตรวจดู packing boxes ,bearing สำหรับความร้อน																						
บันทึกความดันตอน start เครื่อง																						
สังเกตเวลาของมอเตอร์ที่จะทำการเร่งความเร็วสูงสุด																						
ลดความดันหรือลดกระแสตอน start, บันทึกเวลา controller																						
บันทึกเวลาการเดินปั๊มหลังจากstartสำหรับปั๊มที่มี automatic stop feature																						
บันทึกเวลาสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลในการเพิ่มความเร็วในการ speed																						
ตรวจสอบน้ำมัน pressure gauge ความเร็ว indicator น้ำและอุณหภูมิน้ำมันหลังจากเริ่มเดินเครื่อง																						

Fire Pump **การตรวจสอบรายปี**	**Yes** คือพอใจ **No** คือไม่พอใจ **(comment** ด้วย) **Year** _____												
วันที่													
ผู้ตรวจสอบ													
ตรวจสอบโดยยังไม่ต้องเดินเครื่อง													
โครงสร้างการยึดติดของท่อต้องดีเมื่อเดินเครื่อง													
ตรวจดูการระบายอากาศ													
ดูระบบไอเสียว่าตรง **supports** ยังดีอยู่ไหม													
ตรวจดูที่ปลายเพลาของปั๊มปรับให้เหมาะสมถ้าจำเป็น													
ตรวจดู การเยื้องศูนย์ **(alignment)** ของหน้าแปลน													
ขันแน่นตรงขั้วที่จุดต่อถ้าจำเป็น													
ทำความสะอาดน้ำมันบริเวณตัวเครื่อง													
ปรับแต่ง **(calibrate)** ตัวสวิตช์ความดัน													
ตรวจสอบท่อระบายอากาศในถังน้ำมัน													
Comment :													

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง

การตรวจสอบรายสัปดาห์

วันที่																						
ผู้ตรวจสอบ																						
ตรวจดูช่องระบายอากาศ																						
วาล์วด้านดูดและด้านส่งถูกเปิดอยู่																						
ไม่มีการรั่วของท่อหรือสายฉีดน้ำดับเพลิง																						
ความดันด้านดูดปกติ																						
ความดันในระบบเป็นปกติ																						
อ่างเก็บน้ำมีเพียงพอในการดูดของเครื่องสูบน้ำ																						
สภาวะปกติของไฟ (Power light)																						
ระดับน้ำมันของมอเตอร์ปกติ																						
น้ำมันดีเซลจะต้องมีอยู่อย่างน้อย 2 ใน 3 ของถัง																						
สวิตซ์ controller selecter อยู่ในตำแหน่งอัตโนมัต																						
แบตเตอรี่ยังมีไฟอยู่																						
กระแสไฟของแบตเตอรี่ปกติ																						
ไฟ alarm pilot ทั้งหมดต้อง off อยู่																						

บันทึกเวลา run เครื่องยนต์จากมิเตอร์																							
น้ำมันเกียร์อยู่ในระดับปกติ																							
น้ำมันที่ห้องเครื่องอยู่ในระดับปกติ																							
น้ำหล่อเย็นอยู่ในตำแหน่งปกติ																							
น้ำกลั่นของแบตเตอรี่อยู่ในระดับปกติ																							
ที่ขั้วของแบตเตอรี่ต้องสะอาด																							
ตรวจหารอยรั่วของไอเสีย																							
ตรวจหา condensate trap ของระบบหล่อเย็น																							
ตรวจดูน้ำใน diesel fuel tank																							

หัวดับเพลิง

การตรวจสอบรายเดือน

ใช่ = พอใจ
ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผล)

แบบฟอร์มนี้ในการตรวจทั้งปี

ตรวจสอบว่าตู้ดับเพลิง ไม่มีการแตกหักเสียหาย อุปกรณ์ทุกอย่างอยู่ในสภาพดีและพร้อมใช้งาน												
ตู้ที่ #												
ตู้ที่ #												
ตู้ที่ #												
ตู้ที่ #												
ตู้ที่ #												
ตู้ที่ #												
ตู้ที่ #												
ตู้ที่ #												

ข้อเสนอแนะ

หัวดับเพลิง

การตรวจทุกระยะ 6 เดือน สำหรับหัวดับเพลิงแบบแห้ง

การตรวจสอบรายปี สำหรับหัวดับเพลิงแบบเปียก

วันที่ _____

ใช่ = เป็นที่น่าพอใจ ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผล) **ผู้ตรวจสอบ** _____

	ใช่	ไม่ใช่
หัวดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก		
ท่อน้ำทางออกไม่สามารถใช้มือหมุนออกได้		
ไม่มีการรั่วด้านบนของหัวดับเพลิง		
ไม่มีการรั่วที่ปะเก็นใต้ฝาครอบ		
ไม่มีรอยแตกร้าวที่ตัวหัวดับเพลิง (Hydrant Barrel)		
การระบายน้ำเป็นปกติ (สำหรับหัวดับเพลิงแบบแห้ง)		
Operating Nut สามารถใช้อุปกรณ์จับหมุนเพื่อเปิด-ปิดได้		
เกลียวที่หัวฉีดไม่เสียหาย		
อุปกรณ์ทุกอย่างในตู้ดับเพลิงอยู่ในสภาพดี		

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หัวดับเพลิง

การทดสอบรายปีและการบำรุงรักษา

วันที่ _____

ผู้ตรวจสอบ _____

	ใช่	ไม่ใช่
ทำการหล่อลื่น Operating Nut		
ทำการหล่อลื่น Packing		
ทำการหล่อลื่น Thrust Collar		

ข้อเสนอแนะ _____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบฟอร์มการตรวจเช็คระบบดับเพลิงด้วยโฟมประจำสัปดาห์
(FOAM SYSTEM WEEKLY INSPECTION)

วันที่.....

ผู้ตรวจเช็ค.....

ทั่วไป (General)

สถานที่ติดตั้ง ระบบโฟมของ.....

ชนิดของถังเก็บน้ำยาโฟม ☐ ATMOSPHERIC STORAGE TANK
☐ BLADDER TANK

ระดับของน้ำยาโฟม ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ

มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบจากการตรวจเช็คครั้งล่าสุด ☐ มี ☐ ไม่มี

ถังน้ำมันที่ป้องกัน.....

วาล์ว (Valves)

วาล์วภายในห้องทุกตัวอยู่ในตำแหน่ง ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ

วาล์วรอบ ๆ ถังน้ำมันอยู่ในตำแหน่ง ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ

วาล์วทุกตัวมีป้ายระบุ ☐ มี ☐ ไม่มี

แรงดันของระบบน้ำ ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ

สภาพของอุปกรณ์ผสมน้ำยาโฟม ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
(Proportioner)

สภาพของอุปกรณ์ทำฟองโฟม ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
(High Back Pressure Foam Maker)

ป้ายอธิบายวิธีการใช้งานอยู่ในสภาพ ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ

หมายเหตุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบฟอร์มการตรวจเช็คระบบดับเพลิงด้วยโฟมประจำเดือน
(FOAM SYSTEM MONTHLY INSPECTION)

วันที่ (ว / ด / ป)	ผู้ตรวจเช็ค (ชื่อ / แผนก)	ถังเก็บน้ำยาโฟม (ปกติ / ผิดปกติ)	ตำแหน่งของวาล์ว (ปกติ / ผิดปกติ)	ระดับน้ำยาโฟม (ปกติ / ผิดปกติ)	หมายเหตุ (NOTE)

ความคิดเห็น :

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบฟอร์มการตรวจเช็คและทดสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟมทุก 6 เดือน
(FOAM SYSTEM SEMI- ANNUAL INSPECTION AND TEST)

วันที่

ผู้ตรวจเช็ค

นำน้ำยาโฟม ประมาณ 5 แกลลอน จากด้านล่างของถังเก็บน้ำยาโฟม โดยการเปิดวาล์ว ของถังเก็บน้ำยาโฟม FOAM CONCENTRATE DRAIN/FILL VALVE มาเก็บไว้ในถัง ขนาด 5 แกลลอน วางทิ้งไว้ประมาณ 3 – 4 ชั่วโมง แล้วเทน้ำยาโฟมผ่านตะแกรงกรอง (STRAINER) กลับเข้าถังเก็บน้ำยาโฟม ดูว่ามีเศษตะกอนหรืออื่นๆ ตกค้างอยู่หรือไม่ ซึ่งจะทำให้ตัดสินใจได้ว่า จะทำความสะอาดถังดีหรือไม่

ผลการตรวจเช็ค ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ

ทดสอบระบบส่งสัญญาณเตือน (DETECTION/ SUPERVISED SYSTEM) เช่นการทำงานของสวิทช์แสดงการปิด- เปิด วาล์ว (SUPERVISORY SWITCH) และสวิทช์ความดัน (PRESSURE SWITCH)

ผลการทดสอบสวิทช์ ☐ ทำงานปกติ ☐ ไม่ทำงานปกติ

แสดงความคิดเห็น _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบฟอร์มการตรวจเช็คและทดสอบระบบดับเพลิงด้วยโฟม ประจำปี
(FOAM SYSTEM ANNUAL INSPECTION AND TEST)

วันที่

ผู้ตรวจเช็ค

น้ำยาโฟม (FOAM CONCENTRATE)

นำน้ำยาโฟม จำนวน 1 ลิตร ใส่ในถังสะอาด เขียนรายละเอียด ชนิดของน้ำยาโฟม สถานที่ติดตั้ง วันที่เก็บตัวอย่าง แล้วส่งไปให้ทำการวิเคราะห์

ได้ดำเนินการ ☐ เก็บตัวอย่าง ☐ ไม่ได้เก็บ

อุปกรณ์ทำให้เกิดฟองโฟม (HIGH BACK PRESSURE FOAM MAKER)

ตรวจเช็คสภาพอุปกรณ์ว่า ปกติหรือไม่ มีอะไรไปอุดตันช่องอากาศหรือไม่

ผลการตรวจเช็ค ☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ

การทดสอบฉีดโฟม (DISCHARGE FOAM)

เพื่อทดสอบอุปกรณ์ของระบบว่าทำงานได้ดีหรือไม่

ได้ทำการทดสอบหรือไม่ ☐ ทดสอบ ☐ ไม่ได้ทดสอบ

ผลการทดสอบ ☐ ทำงานปกติ ☐ ไม่ทำงานปกติ

แสดงความคิดเห็น _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประจำทุก 6 เดือน (SEMI-ANNUALLY)

ถอด PRESSURE VACUUM VENT มาทำความสะอาด ตามขั้นตอนข้างล่าง

1. ถอด VENT ออกมา ระวังอย่าให้ ฝุ่นหรือสกปรก เข้าไปในถังน้ำยาโฟม
2. ถอด VENT BONNET และยก VACUUM VALVE & PRESSURE VALVE ออกมา
3. ล้างด้วยน้ำสะอาด ระวังอย่าให้ตะแกรงเสียหาย
4. เป่าให้แห้ง แล้วประกอบกลับคืน
5. ถ้าต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ ให้ตรวจดูว่า ส่วนที่ประกอบคืนสามารถหมุนได้ฟรีหรือไม่

เดือน	JANUARY	JULY
วันที่ทดสอบ		
ผู้ทดสอบ		

ประจำทุก 12 เดือน (ANNUALLY)

ให้ปิด - เปิดวาล์ว ว่าทำงานได้ตามปกติหรือไม่ แล้วทำการหล่อลื่นก้านวาล์วทุกตัว

เดือน	JANUARY
วันที่ทดสอบ	
ผู้ทดสอบ	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประจำทุก 6 เดือน (SEMI-ANNUALLY)

ถอด PRESSURE VACUUM VENT มาทำความสะอาด ตามขั้นตอนข้างล่าง

1. ถอด VENT ออกมา ระวังอย่าให้ ฝุ่นหรือสกปรก เข้าไปในถังน้ำยาโฟม
2. ถอด VENT BONNET และยก VACUUM VALVE & PRESSURE VALVE ออกมา
3. ล้างด้วยน้ำสะอาด ระวังอย่าให้ตะแกรงเสียหาย
4. เป่าให้แห้ง แล้วประกอบกลับคืน
5. ถ้าต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ ให้ตรวจดูว่า ส่วนที่ประกอบคืนสามารถหมุนได้ฟรีหรือไม่

เดือน	JANUARY	JULY
วันที่ทดสอบ		
ผู้ทดสอบ		

ประจำทุก 12 เดือน (ANNUALLY)

ให้ปิด - เปิดวาล์ว ว่าทำงานได้ตามปกติหรือไม่ แล้วทำการหล่อลื่นก้านวาล์วทุกตัว

เดือน	JANUARY
วันที่ทดสอบ	
ผู้ทดสอบ	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การบำรุงรักษาเป็นระยะ ๆ (PERIODICALLY)

เมื่อน้ำยาโฟมภายในถังเก็บน้ำยาโฟมสกปรก หรือมีน้ำปนอยู่ด้วย หรือเมื่อตรวจสอบได้ว่าเสื่อมคุณภาพ ให้ทำตามขั้นตอนดังนี้

- ให้ถ่ายน้ำยาโฟมออกจากถังโฟม
- เติมน้ำเข้าถังโฟมอย่างเบาๆ (อย่าให้เกิดฟองโฟมมาก)
- ถ่ายเทน้ำออกจากถังโฟม
- ทำการล้างถังโฟม
- ตรวจสอบภายในถังว่า เกิดสนิม หรือ เสียหายอย่างไร
- ขัดสนิมออก หรือ ซ่อมภายในให้เรียบร้อย
- ทำความสะอาดถัง แล้วทำให้แห้ง
- เติมน้ำยาโฟมให้เต็ม (ปกติจะเติมถึงครึ่งหนึ่งของ EXPANSION DOME)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การตรวจสอบรายเดือน

ใช่ = พอใจ **ระบบ** _____

ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผลด้านหลัง) **วันที่** _____

N/A = ระบุไม่ได้ **ผู้ตรวจสอบ** _____

	ใช่	ไม่ใช่	N/A
แผงควบคุมสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทำงานตามปกติ			
ไฟและหลอด LED ของสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้และแผงควบคุมทำงานตามปกติ			
ระดับน้ำกรดในแบตเตอรี่			
อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนสามารถทำงานตามปกติ			
อุปกรณ์ตรวจจับควันไฟสามารถทำงานตามปกติ			
อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟสามารถทำงานตามปกติ			
อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือสามารถทำงานตามปกติ			
กระดิ่งหรือแตร (Horns) ทุกตัวทำงานตามปกติ			
ลำโพงทุกตัวทำงานตามปกติ			
Pre-Amplifierทำงานตามปกติ			
Amplifier ทำงานตามปกติ			
เทปบันทึกเสียงทำงานตามปกติ			
แหล่งพลังงานไฟฟ้าทำงานตามปกติ			
อุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณทุกตัวในระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณวิทยุทำงานตามปกติ			
อุปกรณ์ภาครับสัญญาณทุกตัวในระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณวิทยุทำงานตามปกติ			
อุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณทุกตัวในระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลขทำงานตามปกติ			
อุปกรณ์ภาครับสัญญาณทุกตัวในระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลขทำงานตามปกติ			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การตรวจสอบทุกระยะ 6 เดือน

ใช่ = พอใจ

ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผลด้านหลัง) ระบบ _____

N/A = ระบุไม่ได้ ปี _____

วันที่ ..... ผู้ตรวจสอบ.....	ใช่	ไม่ใช่	N/A
ตรวจสอบอัตราการนำไฟฟ้าฟิวส์แล้วน่าพอใจ			

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....

วันที่ ..... ผู้ตรวจสอบ.....	ใช่	ไม่ใช่	N/A
แรงดันของแบตเตอรี่แบบชาร์จไฟน่าพอใจ			

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....

วันที่ ..... ผู้ตรวจสอบ.....	ใช่	ไม่ใช่	N/A
ตรวจสอบอัตราการนำไฟฟ้าฟิวส์แล้วน่าพอใจ			

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....

วันที่ ..... ผู้ตรวจสอบ.....	ใช่	ไม่ใช่	N/A
แรงดันของแบตเตอรี่แบบชาร์จไฟน่าพอใจ			

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การตรวจสอบรายเดือน และการบำรุงรักษา

ใช่ = พอใจ ระบบ _____

ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผลด้านหลัง) วันที่ _____

N/A = ระบุไม่ได้ ผู้ตรวจสอบ _____

	ใช่	ไม่ใช่	N/A
ทดสอบการทำงานของข้อความที่บันทึกไว้และได้ผลน่าพอใจ			
ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทุกตัวที่ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับทุกสัปดาห์ และเก็บบันทึกการทดสอบไว้			
ทำการทดสอบอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ ของระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณวิทยุทุกชั่วโมง และเก็บบันทึกการทดสอบไว้			
ทำการทดสอบอุปกรณ์ภาคส่งสัญญาณ ของระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณวิทยุทุกวัน และเก็บบันทึกการทดสอบไว้			
ทำการทดสอบอุปกรณ์ภาครับสัญญาณ ของระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลขทุกวัน และเก็บบันทึกการทดสอบไว้			
ทำการทดสอบกล่องสัญญาณทุกตัว ของระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลขทุก ๆ 2 เดือน และสามารถทำงานได้ตามปกติ			
ทดสอบให้อุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งในวงจรเริ่มสัญญาณแต่ละวงจรทำงาน และทุกวงจรสามารถทำงานได้ตามปกติ			
ทดสอบให้วงจรอุปกรณ์แจ้งเหตุทุกตัวทำงาน และทุกวงจรสามารถทำงานได้ตามปกติ			
ทดสอบให้วงจรลำโพงทุกตัวทำงาน และทุกวงจนสามารถทำงานได้ตามปกติ			
ทดสอบให้อุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งในวงจรอุปกรณ์สื่อสารสองทางแต่ละวงจรทำงาน และทุกวงจรสามารถทำงานได้ตามปกติ			
ทดสอบวงจรอุปกรณ์ตรวจสภาพการทำงานทุกตัว โดยการถอดสายออกจากจุดเชื่อมต่อ			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การทดสอบทุกระยะ 2 เดือน

ใช่ = พอใจ ระบบ _____

ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผลด้านหลัง) วันที่ _____

N/A = ระบุไม่ได้ ผู้ตรวจสอบ _____

	ใช่	ไม่ใช่	N/A
ทดสอบวงจรการไหลของน้ำในสปริงเกลอร์ และวงจรสามารถทำงานได้ตามปกติ			
ทดสอบกล่องสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ทุกตัว และสามารถทำงานได้ตามปกติ			

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การทดสอบทุกระยะ 6 เดือน และการบำรุงรักษา

ใช่ = พอใจ

ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผลด้านหลัง) ระบบ_____

N/A = ระบุไม่ได้ ปี_____

วันที่												
ผู้ตรวจสอบ												
	ใช่	ไม่ใช่	N/A	ใช่	ไม่ใช่	N/A	ใช่	ไม่ใช่	N/A	ใช่	ไม่ใช่	N/A
ทดสอบการทำงานของระบบสื่อสารสองทางและสามารถทำงานได้ตามปกติ												
ทดสอบการทำงานวงจรลำโพง และสามารถทำงานได้ตามปกติ(ทดสอบไดรมาสละ 25%)												
ทำความสะอาดแบตเตอรี่ของระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลข												
แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ทุกตัวของระบบแจ้งเหตุด้วยสัญญาณโทรเลขเป็นที่น่าพอใจ												
ทำความสะอาดวงจรแบตเตอรี่แบบ Nickel-Cadmium แล้วจดบันทึก												
ทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่แบบ Nickel-Cadmium												
ทดสอบแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรอง โดยการถอดแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหลัก												

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้

การทดสอบทุกระยะ 6 เดือน และการบำรุงรักษา

ใช่ = พอใจ

ไม่ใช่ = ไม่พอใจ (อธิบายเหตุผลด้านหลัง) ระบบ_____

N/A = ระบุไม่ได้ ปี_____

วันที่						
ผู้ตรวจสอบ						
	ใช่	ไม่ใช่	N/A	ใช่	ไม่ใช่	N/A
ทดสอบการแสดงผลเพลิงไหม้ทางไกล และสามารถทำงานได้ตามปกติ						
ทดสอบสวิตช์ของสัญญาณระบบดับเพลิง และสามารถทำงานได้ตามปกติ						
ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด Pneumatic Line และสามารถทำงานได้ตามปกติ						
ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนชนิด Rate Compensation จำนวน 10% และสามารถทำงานได้ตามปกติ						
ทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ และสามารถทำงานได้ตามปกติ						
วัดค่าความถ่วงจำเพาะของแบตเตอรี่แบบเปียก และได้ค่าที่น่าพอใจ						
ตรวจสอบการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบ Nickel-Cadmium						
วัดแรงดันในวงจรของแบตเตอรี่แบบเปียก แล้วจดบันทึก						
ทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่แบบเปียก						

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อสกุล	นายอุเทน จินะสะทุ่ง
เกิดวันที่	19 พฤษภาคม 2511
สถานที่เกิด	-
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร(อุตสาหการ) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรอาวุโส ส่วนความปลอดภัยสิ่งแวดล้อมและบริหารความเสี่ยง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ผลิตไฟฟ้าราชบุรี จำกัด
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์