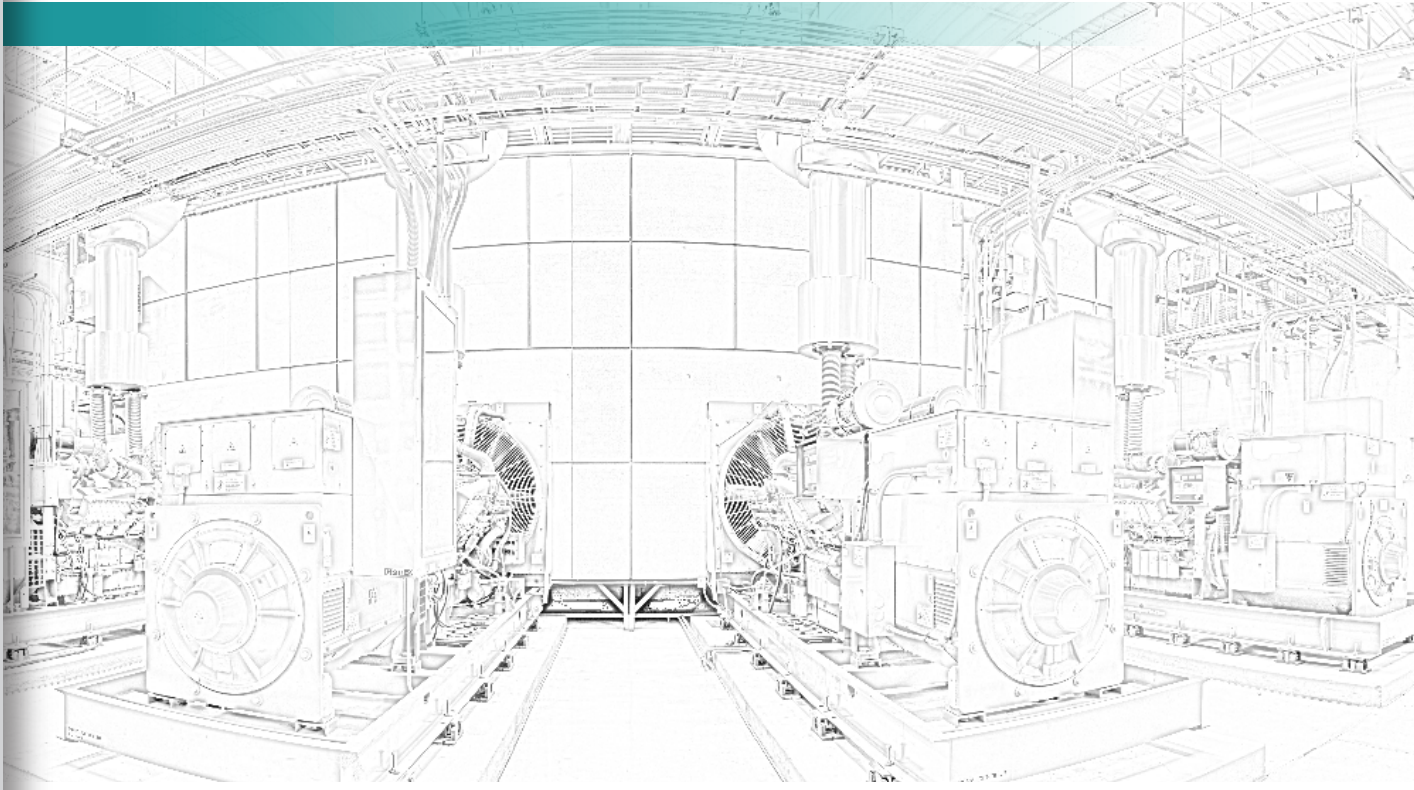


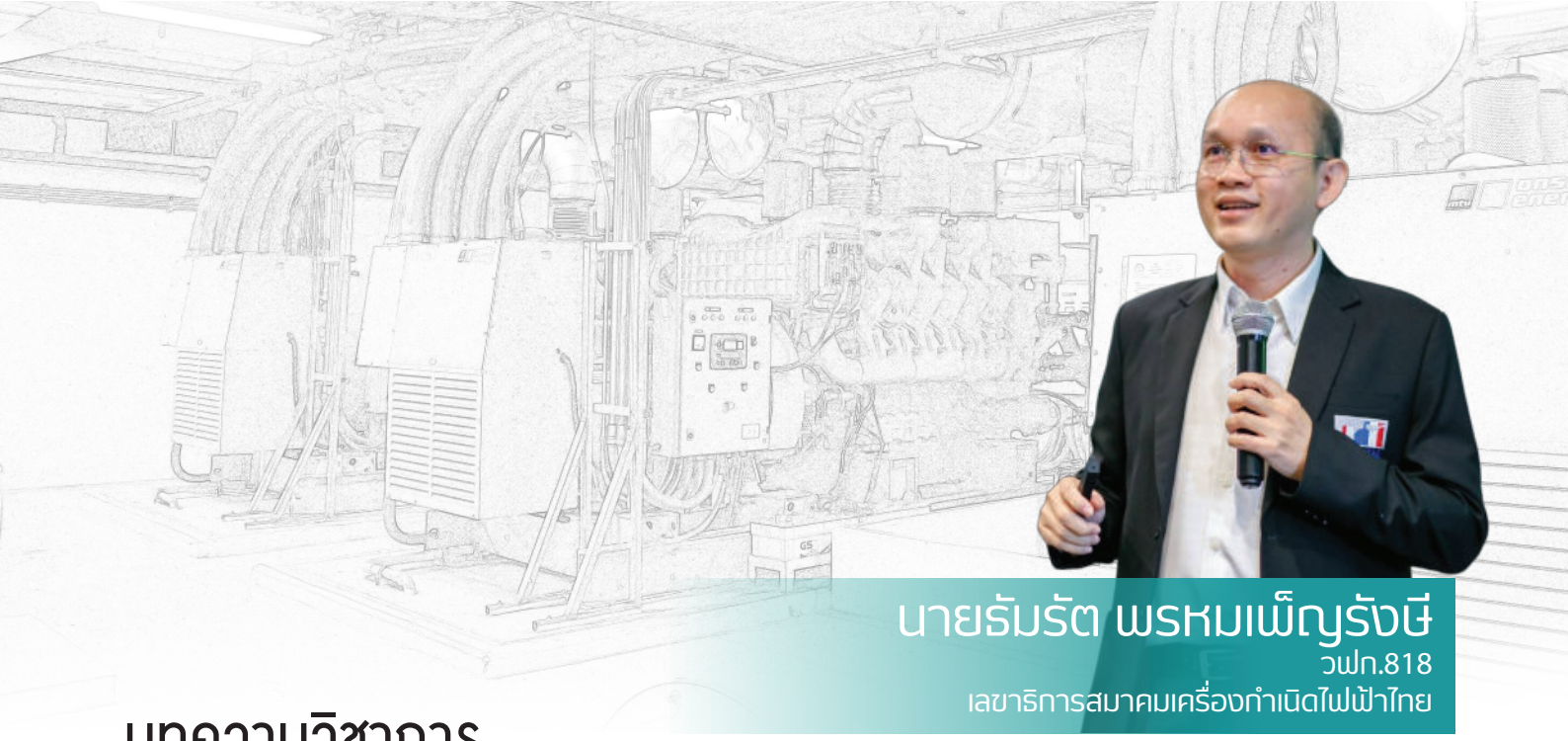
บทความวิชาการ

- บทความวิชาการ ขนาดเครื่องยนต์ต้นกำลังกับการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

โดย **นายธัมรัต พรหมเพ็ญรังษี**
เลขาธิการสมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย

- บทความวิชาการ ข้อกำหนดต่างๆในการติดตั้งระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action System) ในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

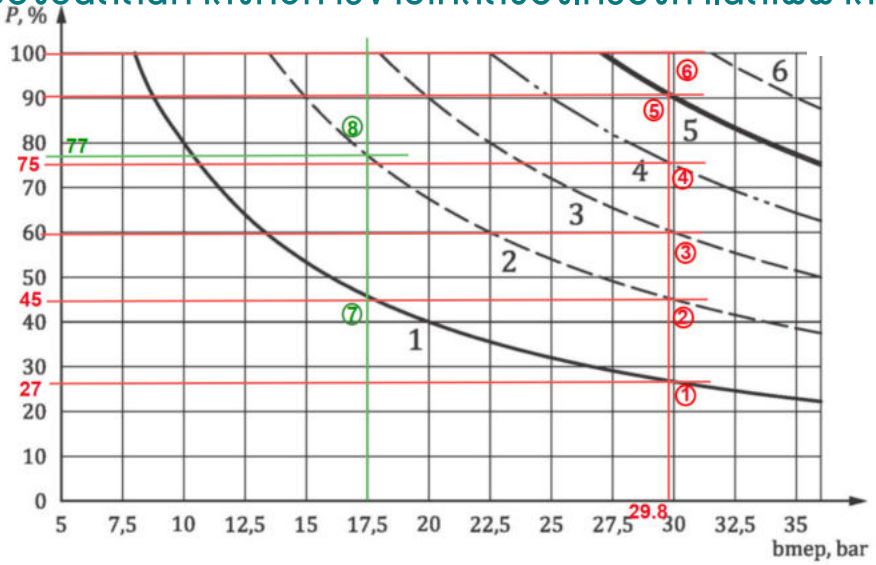
โดย **นายมาเฮศ ราย**
กรรมการวิชาการสมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย



นายธัมรัต พรหมเพ็ญรังษี
วฟก.818
เลขาธิการสมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย

บทความวิชาการ

ขนาดเครื่องยนต์ต้นกำลังกับการจ่ายโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง



Key

bmep	brake mean effective pressure of declared power in bar
P	power increase referred to declared power at site conditions
1	first power stage
2	second power stage
3	third power stage
4	fourth power stage
5	fifth power stage
6	sixth power stage

A

BMEP gross		
Prime Power	bar/kPa	26,8 / 2682,7
Stand-by Power	bar/kPa	29,8 / 2980,7

Figure 6 — Reference values for maximum possible sudden power increases as a function of brake mean effective pressure, bmep, at declared power (four-stroke engines)

For decision-making purposes, the actual power acceptance behaviour of the engine to be used should be considered (see ISO 3046-4).

B

	STANDBY 60 hz	STANDBY 50 hz	PRIME POWER 60 hz	PRIME POWER 50 hz
Governed Engine Speed — rpm		1500		1500
Engine Idle Speed — rpm		575 - 650		575 - 650
Gross Engine Power Output — BHP (kW_m)		820 (612)		750 (560)
Brake Mean Effective Pressure — psi (kPa)		254 (1751)		232 (1599)

(17.5 bar)

*** ที่มา : ISO 8528-5 (2018) Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets: Part 5-Generating sets

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองที่เราออกแบบใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ดีเซล โดยขนาดพิกัดกำลังกิโลวัตต์ของเครื่องยนต์ต้นกำลังจะต้องไม่น้อยกว่า พิกัดกำลังกิโลวัตต์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหารด้วยประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสูตรพื้นฐานในการหาพิกัดกำลังของเครื่องยนต์ต้นกำลังที่หลายท่านทราบดีอยู่แล้ว

ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลังที่ได้จากสูตรดังกล่าวไม่ได้รับรองว่าเมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะต้องรับโหลดที่เพิ่มขึ้นในทันทีจะยังสามารถรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าและความถี่ให้อยู่ในช่วงค่าพิกัดตามที่กำหนดในมาตรฐานหรือไม่ เนื่องจากในการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองนั้นส่วนใหญ่เมื่อเกิดไฟจากแหล่งจ่ายไฟหลักเกิดขัดข้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะรับโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ภายในไม่เกิน 15 วินาที โดยไม่ได้มีการจัดลำดับก่อน-หลัง ทำให้บ่อยครั้งที่เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารับโหลดแล้วเกิดแรงดันไฟฟ้าตกหรือความถี่ตกเกินกว่าที่โหลดจะยอมรับได้ทำให้เกิดการปลดวงจรของโหลด หรือ โหลดอาจเกิดความเสียหายได้

มาตรฐาน วสท.112002-59 และ ISO 8528-5 จึงมีการกำหนดระดับสมรรถนะ (performance class) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้ 4 ระดับ คือ G1,G2,G3 และ G4 โดยมีค่าแรงดันไฟฟ้าตก ความถี่ตก รวมถึงระยะเวลาในการกลับคืนสู่สถานะปกติไว้แตกต่างกัน ซึ่งตัวที่มีบทบาทสำคัญก็คงหนีไม่พ้นความสามารถของเครื่องยนต์ต้นกำลังนั่นเอง

มาตรฐานได้ให้กราฟเป็นกรอบในการพิจารณา ความสามารถของเครื่องยนต์ต้นกำลังสัมพันธ์กับการรับโหลด โดยกำหนดให้เป็น 6 ช่วง แสดงในรูปความสัมพันธ์ระหว่างค่า break mean effective pressure (bmep) ซึ่งจะเป็นค่าที่เกี่ยวเนื่องกับค่ากำลังกิโลวัตต์และเป็นค่าเฉพาะของเครื่องยนต์กับค่าของการรับโหลดเป็นสัดส่วนของพิกัดกำลัง ทั้งนี้ กราฟดังกล่าวจะสามารถนำมาใช้ประมาณการเป็นการทั่วไป โดยไม่ได้เฉพาะเจาะจงว่าเป็นรุ่นใด ยี่ห้อใด ซึ่งผู้ผลิตเครื่องยนต์อาจมีการกำหนดค่าทางเทคนิคเฉพาะของตนเองไว้ใน Technical Data Sheet ของเครื่องซึ่งสามารถนำมาประกอบการพิจารณาได้

ผู้ผลิตเครื่องยนต์ส่วนใหญ่จะกำหนดค่า bmep ไว้ 2 ค่าสำหรับพิกัดกำลังพร้อมใช้ (prime power) และ พิกัดกำลังสำรอง (standby power) ซึ่งเราสามารถนำค่า bmep ที่ผู้ผลิตกำหนดมาพิจารณาความสามารถในการรองรับโหลดที่เพิ่มขึ้นในทันที (sudden increase load) ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยที่ยังคงคุณสมบัติตามระดับสมรรถนะที่กำหนดได้ ณ ที่นี้ได้แสดงตัวอย่างของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 2 ยี่ห้อ ที่มีค่า bmep แตกต่างกัน โดยจะมีผลต่างกันดังนี้

ยี่ห้อ A มีค่า bmep ที่ Prime power 26.8 bar/Standby power 29.8 bar

หากพิจารณาที่ Standby power พบว่าหลังจากที่เครื่องยนต์ได้รอบและได้แรงดันพิกัดแล้ว เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะรับโหลดครั้งแรกได้ไม่เกิน 27% (จุดตัดที่ 1) โดยไม่สูญเสียคุณสมบัติที่กำหนดตามระดับสมรรถนะ และสามารถเพิ่มการรับโหลดขึ้นเป็น 45% 60% 75% และ 100% ทีละขั้นตามลำดับ (จุดตัดที่ 2,3,4,5 และ 6 ตามลำดับ) โดยในแต่ละขั้นที่เพิ่มขึ้นจะอยู่ในช่วงเวลา 5-10 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

หากต้องการให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ารับโหลดที่เพิ่มขึ้นทันทีในครั้งเดียว 60% ก็สามารถทำได้ แต่อาจสูญเสียคุณสมบัติตามระดับสมรรถนะที่กำหนดในมาตรฐานได้

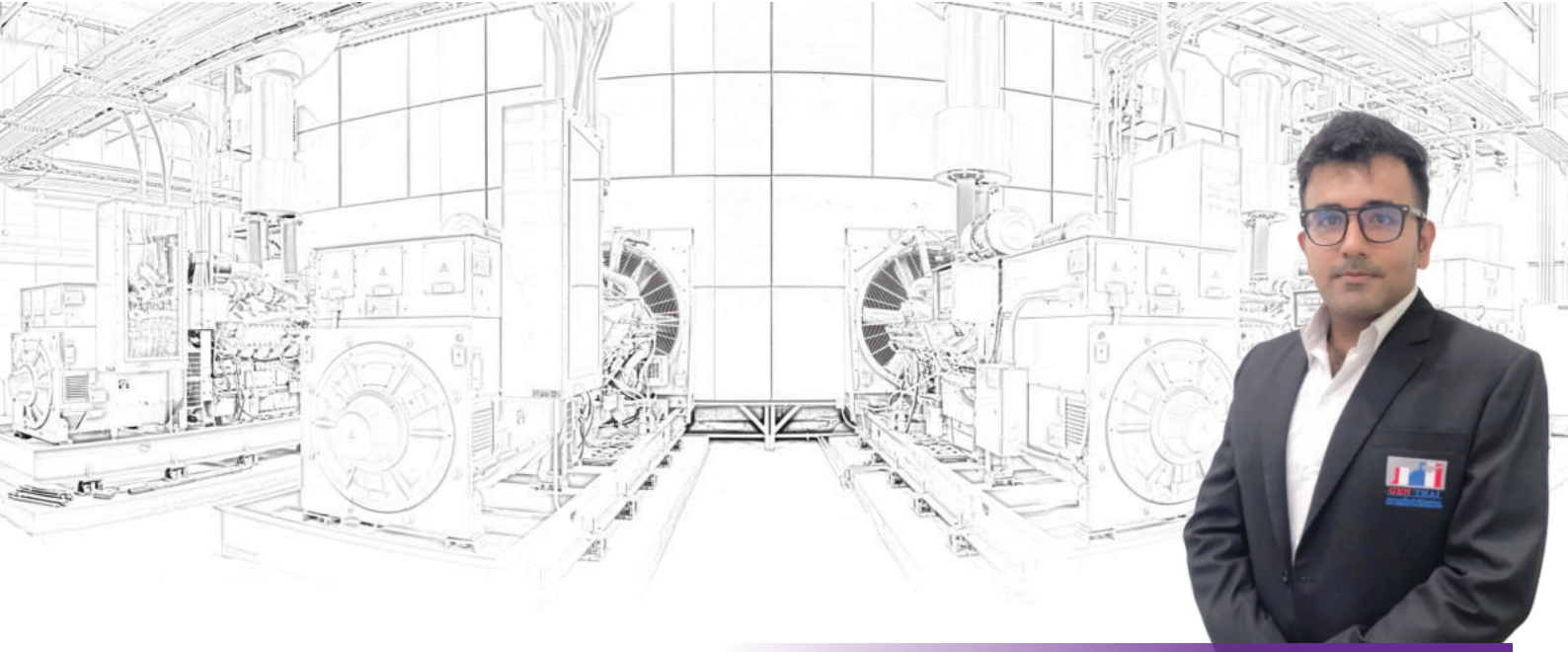
ยี่ห้อ B มีค่า bmep ที่ Prime power 232 psi (16 bar)/Standby power 254 psi (17.5 bar)

หากพิจารณาที่ Standby power พบว่าสามารถรับโหลดครั้งแรกได้ไม่เกิน 45% (จุดตัดที่ 7) โดยไม่สูญเสียคุณสมบัติที่กำหนดตามระดับสมรรถนะ และสามารถเพิ่มการรับโหลดขึ้นเป็น 77% และ 100% ทีละขั้นตามลำดับ (จุดตัดที่ 8) โดยในแต่ละขั้นที่เพิ่มขึ้นจะอยู่ในช่วงเวลา 5-10 วินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต

หากต้องการให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ารับโหลดที่เพิ่มขึ้นทันทีในครั้งเดียว 100% ก็สามารถทำได้ แต่อาจสูญเสียคุณสมบัติตามระดับสมรรถนะที่กำหนดในมาตรฐานได้

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า หากต้องการให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถรับโหลดที่เพิ่มขึ้นในทันทีได้สูงขึ้นก็จะต้องเลือกเครื่องยนต์ต้นกำลังที่มีค่า bmep ให้ต่ำลง (หรืออีกนัยหนึ่งคือให้เครื่องยนต์มีขนาดใหญ่ขึ้น) ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความสอดคล้องเหมาะสมกับการใช้งาน งบประมาณ สภาพข้อจำกัดในการติดตั้งเป็นองค์ประกอบด้วย

ที่มา
1. วสท.112002-59 มาตรฐานออกแบบและติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2. ISO 8528-5 (2018) Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets: Part 5-Generating sets
3. L.L.J Mahon, Diesel Generator Handbook, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004



นายมาเฮศ ราย
กรรมการวิชาการ สมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย

บทความวิชาการ

ข้อกำหนดต่างๆในการติดตั้งระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action System) ในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ที่มา
- มาตรฐานการออกแบบ การติดตั้ง และทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- NFPA 13 2016 Standard for the Installation of Sprinkler Systems
- NFPA Handbook 20TH Edition

เนื่องจากห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นอีกห้องหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากของอาคาร เนื่องจากมีหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับระบบอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆของอาคารในยามที่ระบบไฟฟ้าหลักขัดข้อง เช่น ระบบด้านความปลอดภัยอัคคีภัย, ระบบที่เกี่ยวของกับการอพยพหนีไฟออกจากอาคาร ฯลฯ เราจึงจำเป็นต้องทำการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

และอย่างที่ทราบกันดีว่าขณะนี้มาตรฐานการออกแบบ การติดตั้ง และทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง ได้แนะนำให้การติดตั้งระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action System) เป็นระบบที่เหมาะสมระบบหนึ่ง ที่สามารถใช้ติดตั้งภายในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ และกำลังเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยเฉพาะโครงการใหม่ๆได้ทำการเปลี่ยนจากระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาเป็นระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้าแทบทั้งสิ้น เนื่องจากระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action System) นั้น มีข้อจำกัดในการใช้งานที่น้อยกว่า และเอื้อต่อการติดตั้งตามสภาพหน้างานที่มากกว่า

ด้วยเหตุผลนี้เอง ในคอลัมน์นี้เราจึงอยากพูดถึงเรื่องข้อกำหนดต่างๆในการติดตั้งระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action System) ในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ให้เป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานสากล เช่น NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems ดังนี้

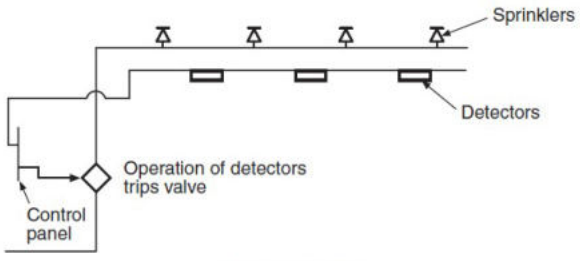
1. ประเภทของวาล์วท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action Valve) และหลักการทำงาน
2. การเลือกใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงและข้อกำหนดในการติดตั้ง
3. การทดสอบรอยรั่วของท่อในระบบ (Leakage Test)

1. ประเภทของวาล์วท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action Valve) และหลักการทำงาน

1.1. Non Interlock system โดยมีหลักการทำงานคือ การที่วาล์วควบคุมจะเปิดให้น้ำจากระบบส่งน้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบท่อแห้งได้ก็ต่อเมื่อระบบใดระบบหนึ่งสามารถตรวจจับสัญญาณได้ กล่าวคือ หากมีการตรวจจับได้ด้วยความดันลมในท่อแห้งที่ลดลงวาล์วก็จะเปิด หรือหากตรวจจับได้ด้วยอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection Devices) วาล์วก็จะเปิดเช่นกัน

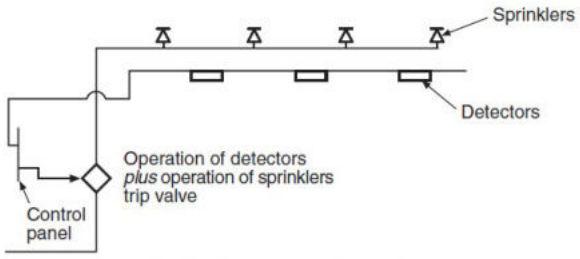
1.2. Single Interlock System โดยมีหลักการทำงานคือ การที่วาล์วควบคุมจะเปิดให้น้ำจากระบบส่งน้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบท่อแห้งได้ก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ ทำงานเพียงอย่างเดียว ถึงแม้ความดันลมในท่อแห้งจะลดลงเนื่องจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงแตกก่อน ก็จะไม่มีน้ำไหลออกมาจากระบบ หากอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection Devices) ยังไม่ทำงาน

1.3. Double Interlock System โดยมีหลักการทำงานคือ การที่วาล์วควบคุมจะเปิดให้น้ำจากระบบส่งน้ำดับเพลิงเข้าสู่ระบบท่อแห้งได้ก็ต่อเมื่อระบบได้รับสัญญาณจากทั้ง อุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection Devices) ที่ทำงาน และอุปกรณ์ตรวจจับความดันลมในท่อแห้งที่ลดลงเนื่องจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงแตก ซึ่งจะต้องมีทั้ง 2 สัญญาณ วาล์วควบคุมถึงจะเปิดให้น้ำไหลเข้าสู่ระบบท่อ ซึ่งจะเป็นระบบที่ป้องกันการทำงานผิดปรกติของระบบตรวจจับอย่างใดอย่างหนึ่งได้ดีกว่ามาก และป้องกันการฉีดน้ำเข้าสู่ห้องโดยไม่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



Preaction system

ภาพตัวอย่างไดอะแกรมการทำงานของวาล์วท่อแห้งชะลอน้ำเข้า
(Pre-action Valve) ประเภท Single Interlock System



Double-interlock preaction system

ภาพตัวอย่างไดอะแกรมการทำงานของวาล์วท่อแห้งชะลอน้ำเข้า
(Pre-action Valve) ประเภท Double Interlock System

2. การเลือกใช้หัวกระจายน้ำดับเพลิงและข้อกำหนดในการติดตั้ง

2.1 ประเภทของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่สามารถใช้ได้

- หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหัวหงาย (Upright Sprinkler)
- หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหัวคว่ำ (Pendent Sprinkler)
- หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดติดกำแพง (Sidewall Sprinkler)
- หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดแห้ง(Dry Sprinkler)

2.2 ข้อกำหนดในการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิง

2.2.1 การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหัวหงาย (Upright Sprinkler)และหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดแห้ง (Dry Sprinkler)

สามารถทำการติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิตได้

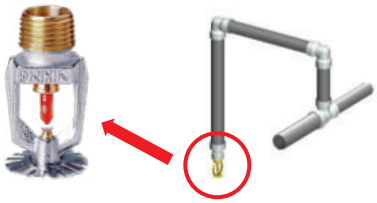


ตัวอย่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหัวหงาย (Upright Sprinkler)
และหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดแห้ง(Dry Sprinkler)

2.2.2 การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหัวคว่ำ (Pendent Sprinkler)

หากทำการติดตั้งในกรณีที่แหล่งน้ำเป็นแหล่งน้ำทั่วไป ห้ามทำการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบหัวคว่ำ(Pendent Sprinkler) ด้วยวิธีการต่อข้อต่อสามทาง(T-Fitting)จากท่อกิ่ง(Branch line) โดยคว่ำข้อต่อสามทางลงโดยตรง แต่จะต้องทำการติดตั้งโดยหันข้อต่อสามทางขึ้นก่อน แล้วค่อยทำการติดตั้งท่อสั้นๆ หรือ Long Nipple พร้อมกับข้องอออีก 2 ชุด เพื่อให้ท่อมีลักษณะคล้ายตัว U คว่ำ ก่อนที่จะทำการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงแบบหัวคว่ำ (Pendent Sprinkler) โดยเรียกวิธีการติดตั้งแบบนี้ว่า Return Bend ซึ่งการติดตั้งแบบนี้จะสามารถทำได้ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิแวดล้อมสูงกว่า 4 องศาเซลเซียสขึ้นไป

หากทำการติดตั้งในกรณีที่แหล่งน้ำเป็นแหล่งน้ำดื่มและท่อที่ใช้ในการเดินท่อเป็นท่อทองแดง หรือท่ออื่นๆที่มาตรฐานอนุญาตให้ใช้และผ่านการทดสอบจากสถาบันที่ยอมรับว่าสามารถใช้กับระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้าได้ สามารถทำการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหัวคว่ำ (Pendent Sprinkler) ในลักษณะการติดตั้งที่อาจก่อให้เกิดน้ำขังได้



ตัวอย่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดหัวคว่ำ (Pendent Sprinkler)
และการติดตั้ง Return Bend

2.2.3 หัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดติดกำแพง (Sidewall Sprinkler)

การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดติดกำแพงจะต้องติดตั้งโดยให้ระบบท่อนั้นไม่ทำให้เกิดน้ำขังภายในท่อ

หากทำการติดตั้งในกรณีที่แหล่งน้ำเป็นแหล่งน้ำดื่มและท่อที่ใช้ในการเดินท่อเป็นท่อทองแดง หรือท่ออื่นๆที่มาตรฐานอนุญาตให้ใช้และผ่านการทดสอบจากสถาบันที่ยอมรับว่าสามารถใช้กับระบบท่อแห้งชะลอน้ำเข้าได้ สามารถทำการติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดติดกำแพง(Sidewall Sprinkler) ในลักษณะการติดตั้งที่อาจก่อให้เกิดน้ำขังได้



ตัวอย่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดติดกำแพง(Sidewall Sprinkler)

3. การทดสอบรอยรั่วของท่อในระบบ(Leakage Test)

หลังจากทำการติดตั้งระบบท่อและชำระล้างสิ่งสกปรกภายในท่อ (Flushing) เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการทดสอบรอยรั่วของท่อในระบบ(Leakage Test) ด้วยวิธีทดสอบอัดความดัน (Hydrostatic Test) ที่ความดันของระบบและบวกเพิ่มอีก 50 psi แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 200 psi เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง โดยจะต้องไม่มีการรั่วซึมของน้ำ และจะความดันภายในระบบจะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลง

กรณีทีเลือกใช้วาล์วท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action Valve) ประเภท Double Interlock System สามารถทำการทดสอบด้วยวิธีอัดอากาศเข้าไปภายในระบบท่อแทนได้ ซึ่งจะต้องอัดอากาศให้มีความดัน 40 psi เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยจะต้องไม่มีการรั่วซึมของอากาศ แต่สามารถให้ความดันภายในระบบท่อเปลี่ยนแปลงได้ประมาณ +/- 1.5 psi

ทั้งนี้เมื่อทำการติดตั้งและทดสอบระบบวาล์วท่อแห้งชะลอน้ำเข้า (Pre-action Valve)เสร็จเรียบร้อยแล้ว เจ้าของอาคารจะต้องทำการตรวจสอบ ทดสอบ บำรุงรักษาระบบให้เป็นไปตามคาบเวลาที่ระบุในมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้แน่ใจได้ว่าระบบที่เราติดตั้งไปนั้น จะสามารถใช้งานได้จริงในยามเกิดเหตุเพลิงไหม้ และสามารถช่วยปกป้องชีวิตของผู้อาศัยอยู่ภายในอาคารรวมถึงทรัพย์สินต่างๆได้อีกด้วย