ภาค 1 — ฟังก์ชันนี้ทำอะไร

คำนวณอะไร การวิเคราะห์โหมดความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA) ระบุสำหรับแต่ละส่วนของระบบว่าล้มเหลวได้อย่างไร ความล้มเหลวทำให้เกิดอะไร และรุนแรงเพียงใด ReliaEn เก็บ FMEA เป็น**การศึกษา** คือเอกสารเดียวที่เก็บขอบเขต แถวความล้มเหลว การจัดอันดับ มาตรการแก้ไข การทดสอบเพื่อทวนสอบ และประวัติฉบับแก้ไข การศึกษาหนึ่งใช้ แม่แบบ หนึ่งในสองแบบ

แม่แบบ	ReliaEn จัดอันดับแถวอย่างไร
FMEA กระบวนการ (ค่าตั้งต้น)	เลขลำดับความสำคัญของความเสี่ยง RPN = S × O × D จากคะแนนความรุนแรง โอกาสเกิด และการตรวจจับ (1 ถึง 10) แถวต้องมีมาตรการเมื่อ RPN ≥ 100 หรือ S ≥ 9
FMECA แบบ ABS	ระดับความเสี่ยง ต่ำ ปานกลาง หรือ สูง อ่านจากเมทริกซ์ความเสี่ยงของการศึกษาที่ (ความรุนแรง, โอกาสเกิด) และคำตัดสิน: ความล้มเหลวครั้งเดียวไปถึงผลกระทบที่ต้องป้องกันโดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอหรือไม่

สำหรับแม่แบบ FMECA แบบ ABS ReliaEn คำนวณทุกแถว

ผลลัพธ์	ReliaEn กำหนดอย่างไร
ความเสี่ยง	ช่องของเมทริกซ์ที่ ความรุนแรง และ โอกาสเกิด ของแถว
คำตัดสิน	เป็นไปตามข้อกำหนด เมื่อแถวไม่ไปถึงผลกระทบที่ต้องป้องกัน เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน) เมื่อไปถึงแต่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด เมื่อไปถึงโดยไม่มี มาตรการป้องกันเพียงพอเมื่อการบรรเทาไม่ใช่แบบที่ล้มเหลวได้โดยไม่มีใครเห็น หรือเมื่อการบรรเทาแบบนั้นมีการตรวจพบระดับ เพียงพอ
ความเสี่ยงคงเหลือ	ระดับหลังมาตรการแก้ไขที่ ดำเนินการแล้ว

รายงานเพิ่มจำนวนแถวตามระดับและตามคำตัดสิน ความล้มเหลวกรณีเลวร้ายที่สุด (แถว ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ที่อยู่ระดับสูงสุด) หลักการออกแบบผ่านหรือไม่ (ไม่มีแถวใด ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด) แผนที่ความร้อนก่อนและหลังมาตรการ พาเรโต เมทริกซ์เหตุและผล และบันทึกฉบับแก้ไข คุณพิมพ์คะแนนและคำอธิบาย แต่พิมพ์ RPN ระดับความเสี่ยง คำตัดสิน หรือความเสี่ยงคงเหลือเองไม่ได้

จากข้อมูลใด ไม่ใช้แผ่นงานหลัก การศึกษาพิมพ์บนแท็บ FMEA นำเข้าจากเวิร์กบุ๊ก Excel หรือนำเข้าจากห้าคอลัมน์ของแผ่นงานด้วย นำเข้า FMEA แบบเร็ว และบันทึกไว้ในโครงการ

วิศวกรใช้เมื่อใด เมื่อ FMEA เป็นเอกสารที่ต้องเก็บ คือทบทวน ออกฉบับ แก้ไข และเชื่อมกับมาตรการแก้ไขและใบสั่งงาน

ไม่ควรใช้เมื่อ

สถานการณ์	ให้ใช้แทน
รายการโหมดความล้มเหลวที่จัดอันดับอย่างเร็วจากห้าคอลัมน์ของแผ่นงาน พร้อมกราฟความวิกฤต	ระบบ ▸ FMEA / ความวิกฤต... (บทที่ 4.7) คอลัมน์ชุดเดียวกันนำเข้าการศึกษาภายหลังได้ด้วย นำเข้า FMEA แบบเร็ว
ความน่าจะเป็นที่ระบบล้มเหลว	ระบบ ▸ แผนภาพ RBD (บทที่ 4.1) หรือ ระบบ ▸ แผนภาพต้นไม้ความผิดพร่อง... (บทที่ 4.8) คำตัดสินไม่ใช่ความน่าจะเป็น

ภาค 2 — ข้อมูลนำเข้าของตัวอย่าง

สถานการณ์. ชุดปั๊มดับเพลิงประกอบด้วยปั๊ม มอเตอร์ คัปปลิง สตาร์ตเตอร์ สวิตช์ความดัน ตัวควบคุมแบบโปรแกรมได้ (PLC) ศูนย์ควบคุมมอเตอร์ (MCC) ห้องปั๊ม และท่อดูด มีปั๊มดีเซลสำรองพร้อมอยู่ วิศวกรความปลอดภัยเปิด FMECA ของชุดนี้ด้วยแม่แบบ FMECA แบบ ABS และต้องการรู้ว่าความล้มเหลวครั้งเดียวใดหยุดการดับเพลิงได้โดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ

ข้อมูลนำเข้า	ค่า
ชื่อเรื่อง	Fire pump skid FMECA
แม่แบบ	FMECA แบบ ABS
โหมดการทำงาน	Standby, Running
ผลกระทบที่ต้องป้องกัน	Injury, Pollution, Loss of firefighting, Facility damage
เมทริกซ์ความเสี่ยง	ค่าตั้งต้น 4 × 4: โอกาสเกิด 1 Unlikely, 2 Seldom, 3 Occasional, 4 Frequent × ผลที่ตามมา 1 Incidental, 2 Minor, 3 Serious, 4 Major

แถวความล้มเหลวสิบสองแถว พิมพ์บนหน้า แผ่นงาน (ทุกแถวมี หน้าที่ เช่น deliver flow และ ผลกระทบระดับระบบ คือ loss of function ยกเว้น R4 ที่ไม่มี) ข้อความในแถวพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษตามที่การศึกษาเก็บไว้

รหัส	หน่วย	โหมดความล้มเหลว	ผลกระทบที่เกิดขึ้น	การบรรเทา (ล้มเหลวโดยไม่มีใครเห็นได้)
R1	pump	fails to start	Loss of firefighting	diesel backup pump
R2	pump	degraded output	Loss of firefighting	—
R3	motor	fails to start	Loss of firefighting	diesel backup pump
R4	motor	trips	—	thermal relay
R5	coupling	shears	Loss of firefighting	diesel backup pump
R6	starter	fails to close	Loss of firefighting	manual start (yes)
R7	pressure switch	stuck	Loss of firefighting	weekly test (yes)
R8	PLC	spurious stop	Loss of firefighting	hardwired run circuit
R9	MCC	loss of power	Loss of firefighting	diesel backup pump
R10	pump room	fire in pump room	Loss of firefighting; Facility damage; Injury	—
R11	suction pipe	rupture	Loss of firefighting; Pollution	—
R12	pump	seal leak	Pollution	drip tray

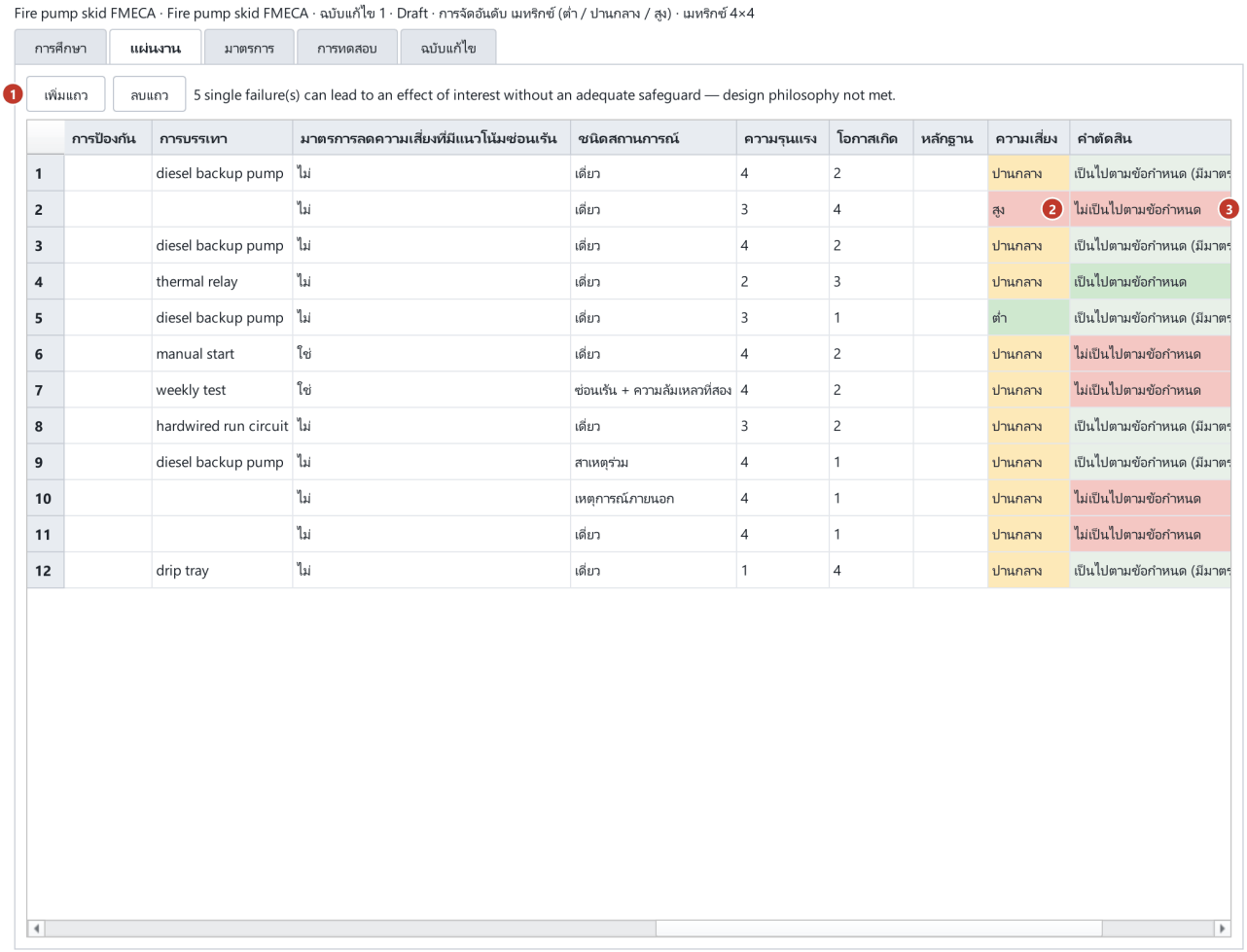
การตรวจพบ สถานการณ์ และการจัดอันดับของแถวเดียวกัน:

รหัส	การตรวจพบ (ความเพียงพอ)	ชนิดสถานการณ์	ความรุนแรง	โอกาสเกิด
R1	pressure alarm (Adequate)	Single	4	2
R2	flow indication (Insufficient)	Single	3	4
R3	starter feedback (Adequate)	Single	4	2
R4	— (None)	Single	2	3
R5	— (None)	Single	3	1
R6	— (None)	Single	4	2

R7	weekly test (Insufficient)	Hidden + second failure	4	2
R8	— (None)	Single	3	2
R9	— (None)	Common cause	4	1
R10	— (None)	External event	4	1
R11	— (None)	Single	4	1
R12	— (None)	Single	1	4

ไม่มีไฟล์ การศึกษาพิมพ์บนแท็บ FMEA ตามขั้นตอนในภาค 3

สิบสองแถวบนหน้า แผ่นงาน ตามที่ขั้นตอนที่ 11 และ 12 ของภาค 3 พิมพ์:



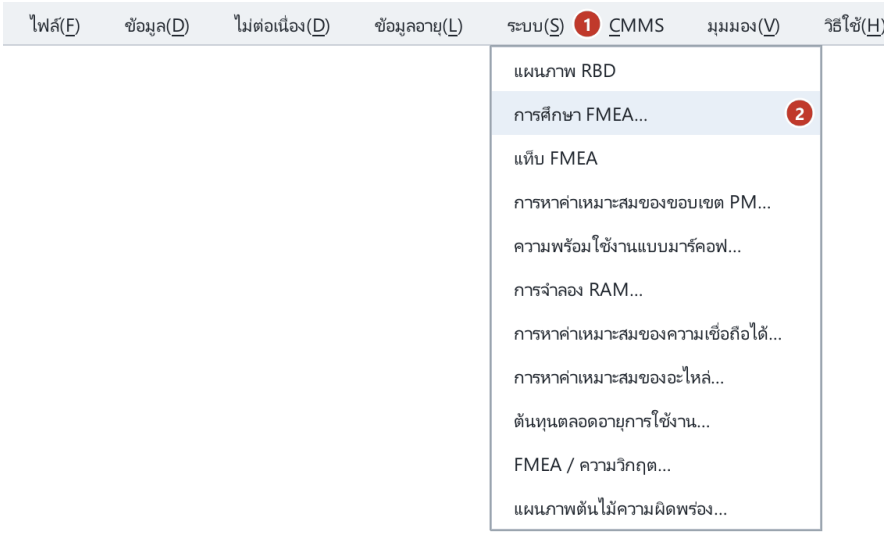
	การป้องกัน	การบรรเทา	มาตรการลดความเสี่ยงที่มีแนวโน้มซ่อนเร้น	ชนิดสถานการณ์	ความรุนแรง	โอกาสเกิด	หลักฐาน	ความเสี่ยง	คำตัดสิน
1		diesel backup pump	ไม่	เดี่ยว	4	2		ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตร
2			ไม่	เดี่ยว	3	4		สูง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
3		diesel backup pump	ไม่	เดี่ยว	4	2		ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตร
4		thermal relay	ไม่	เดี่ยว	2	3		ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด
5		diesel backup pump	ไม่	เดี่ยว	3	1		ต่ำ	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตร
6		manual start	ใช่	เดี่ยว	4	2		ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
7		weekly test	ใช่	ซ่อนเร้น + ความล้มเหลวที่สอง	4	2		ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
8		hardwired run circuit	ไม่	เดี่ยว	3	2		ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตร
9		diesel backup pump	ไม่	สาเหตุร่วม	4	1		ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตร
10			ไม่	เหตุการณ์ภายนอก	4	1		ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
11			ไม่	เดี่ยว	4	1		ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
12		drip tray	ไม่	เดี่ยว	1	4		ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตร

แถวของตัวอย่างบนหน้าแผ่นงาน

- ① เพิ่มแถว: หนึ่งแถวต่อการคลิกหนึ่งครั้ง
- ② และ ③ ความเสี่ยง สูง และ คำตัดสิน ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ของแถว R2 ซึ่ง ReliaEn เติมให้ขณะพิมพ์แถว

ภาค 3 — วิธีใช้ ทีละขั้นตอน

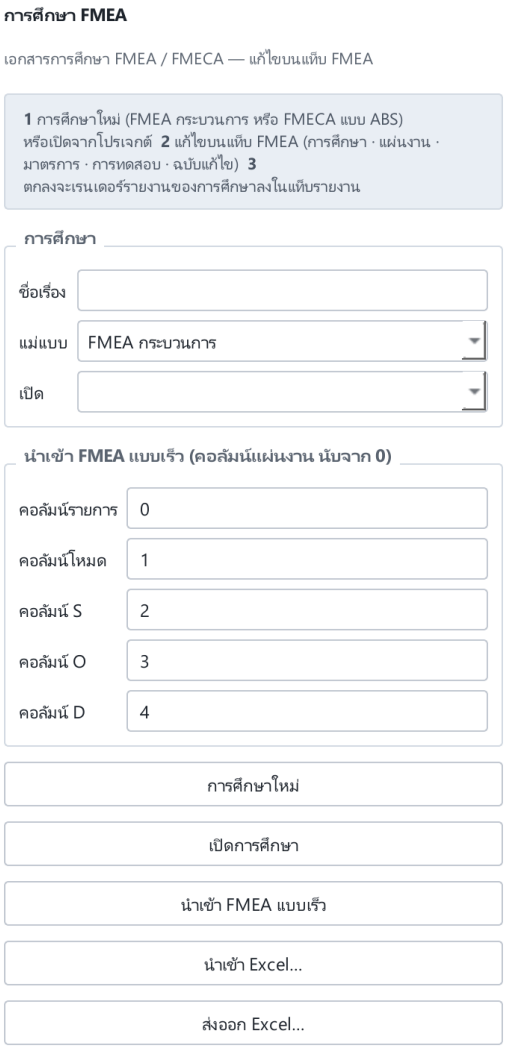
1. **เลือก** ระบบ ▸ **การศึกษา FMEA...** ในแถบเมนู แบบฟอร์มจะเปิดขึ้นในแผงด้านซ้าย



ขั้นตอนที่ 1 — เส้นทางเมนู

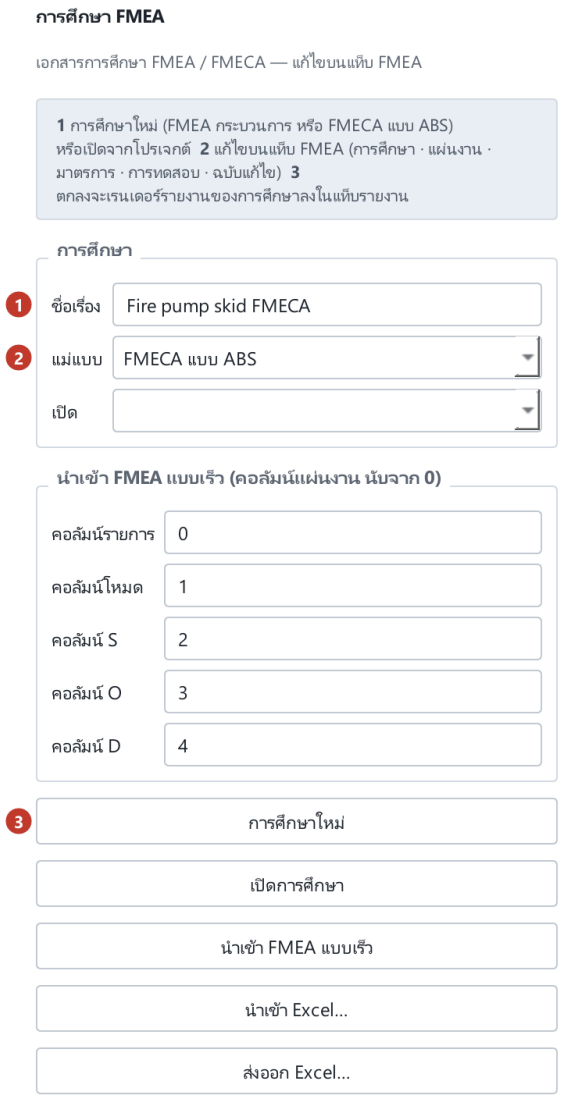
- ① ระบบ: เมนู
- ② การศึกษา FMEA...: รายการที่ต้องคลิก

แบบฟอร์มเมื่อเปิดขึ้น ก่อนตั้งค่าช่องใด:



ขั้นตอนที่ 1 — แบบฟอร์มเมื่อเปิดขึ้น

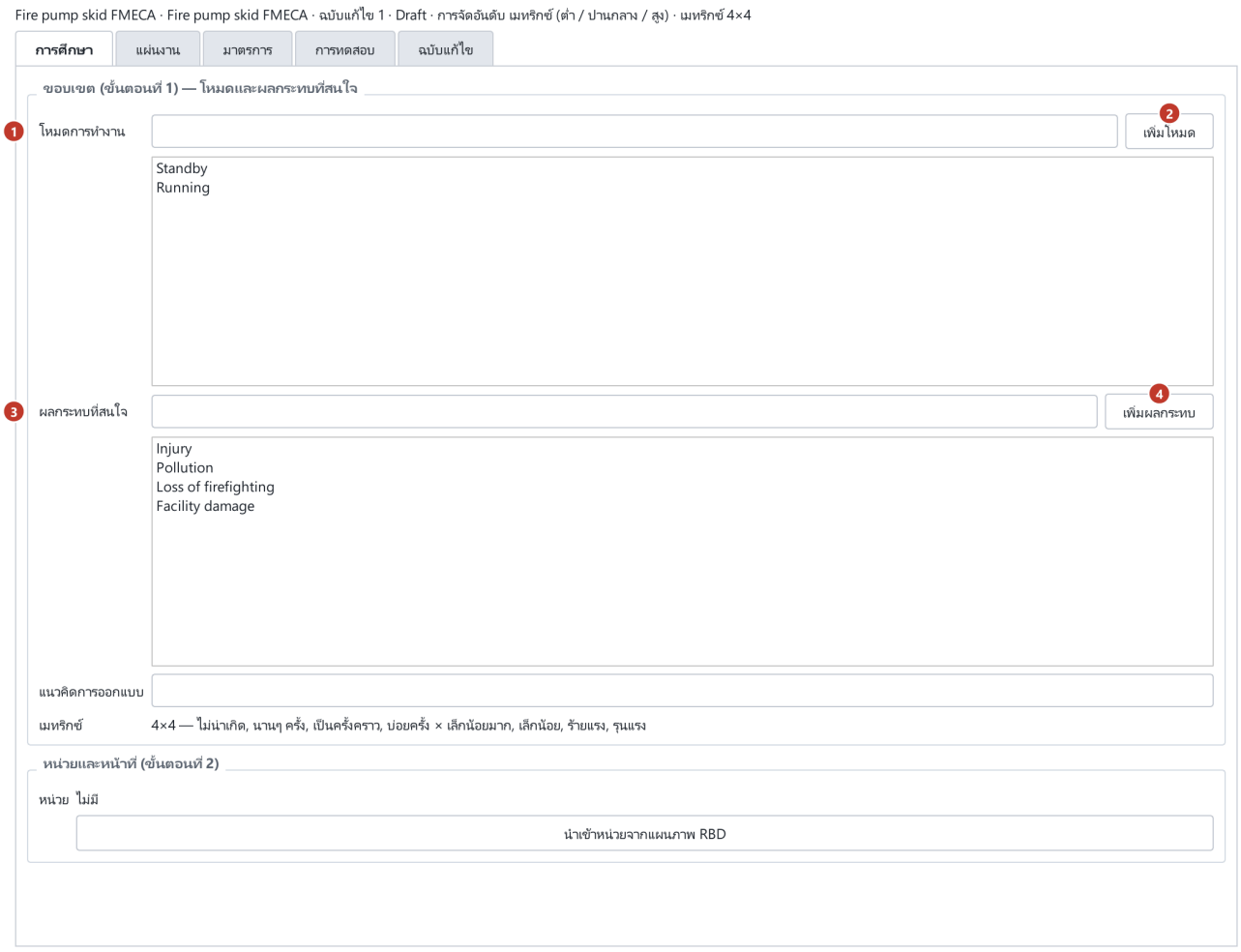
ขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 เริ่มการศึกษา มีเครื่องหมาย ① ถึง ③:



ขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 — แบบฟอร์มที่ตั้งค่าสำหรับการศึกษาใหม่

2. ① **ใน ชื่อเรื่อง พิมพ์ Fire pump skid FMECA**
3. ② **ใน แม่แบบ เลือก FMECA แบบ ABS**
4. ③ **คลิก การศึกษาใหม่** การศึกษาจะเปิดบนแท็บหลัก FMEA ที่หน้า การศึกษา

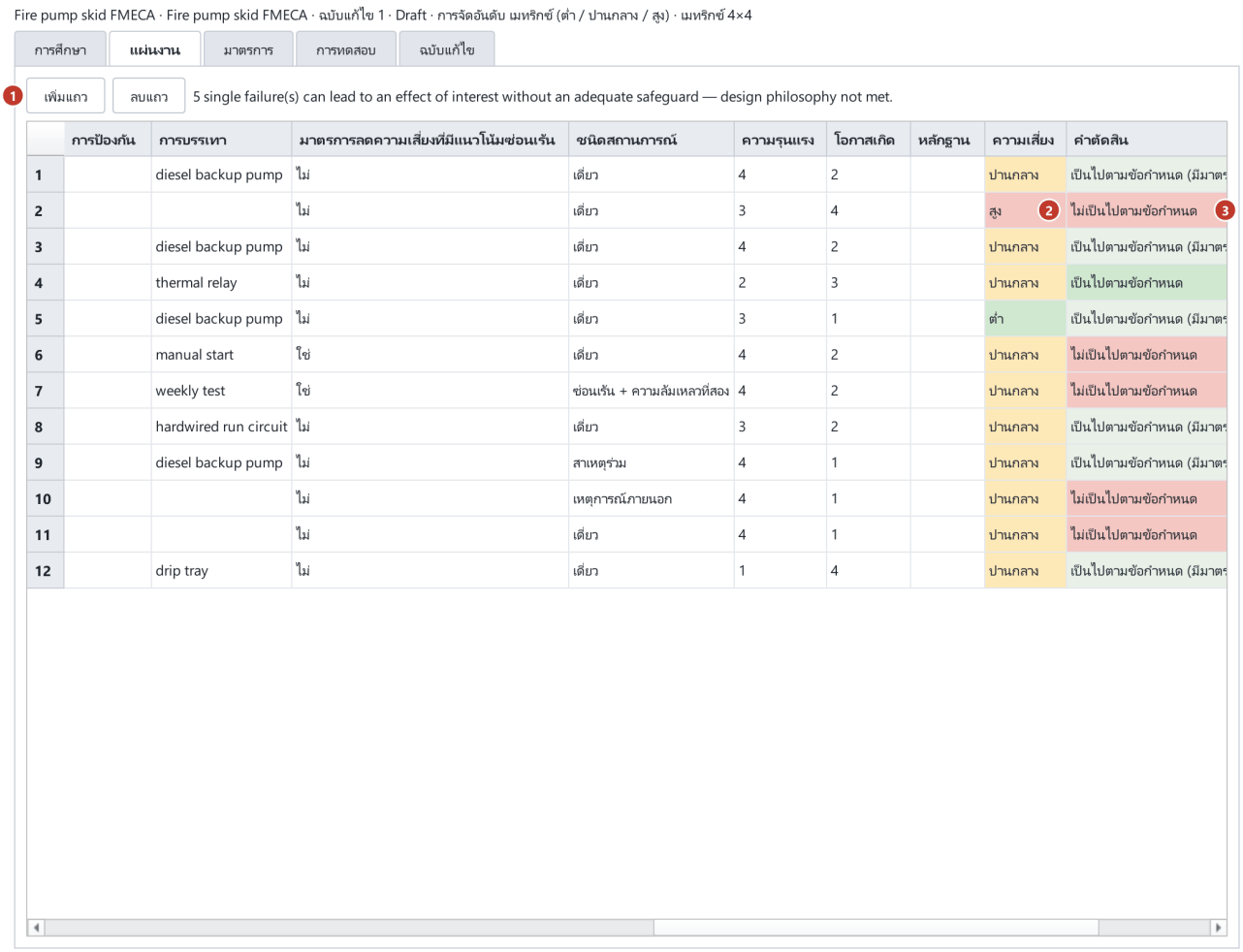
5. **บนหน้า การศึกษา ของแท็บหลัก FMEA กำหนดขอบเขต** ขั้นตอนที่ 6 ถึง 9 ตั้งค่าช่องที่ภาพด้านล่างทำเครื่องหมายไว้



ขั้นตอนที่ 6 ถึง 9 — หน้าการศึกษาที่กำหนดขอบเขตแล้ว

6. ① **ในช่องโหมดการทำงาน พิมพ์ Standby**
7. ② **แล้วคลิก เพิ่มโหมด** ทำซ้ำทั้งสองข้อสำหรับ Running
8. ③ **ในช่องผลกระทบ พิมพ์ Injury**
9. ④ **แล้วคลิก เพิ่มผลกระทบ** ทำซ้ำทั้งสองข้อสำหรับ Pollution, Loss of firefighting และ Facility damage

10. **คลิกหน้า แผ่นงาน** ของแท็บ FMEA ขั้นตอนที่ 11 และ 12 พิมพ์แถวความล้มเหลวลงในหน้านี้



ขั้นตอนที่ 11 และ 12 — หน้าแผ่นงานที่มีสิบสองแถว

11. ① **คลิก เพิ่มแถว แล้วพิมพ์หนึ่งแถวของตารางในภาค 2** ได้แก่ รหัส หน่วย หน้าที่ โหมดความล้มเหลว ผลกระทบระดับระบบ ผลกระทบที่เกิดขึ้น การบรรเทา และล้มเหลวโดยไม่มีใครเห็นได้หรือไม่ การตรวจพบ และความเพียงพอ ชนิดสถานการณ์ ความรุนแรง โอกาสเกิด ทำซ้ำจนครบสิบสองแถว ReliaEn เติม ความเสี่ยง คำตัดสิน และ ความเสี่ยงคงเหลือ เมื่อพิมพ์แต่ละแถว
12. **ตรวจแถว R2:** ② ความเสี่ยง สูง และ ③ คำตัดสิน ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

ReliaEn เก็บการศึกษาตามที่พิมพ์ ความเสี่ยง และ คำตัดสิน แสดงบนหน้าแผ่นงานสำหรับทุกแถว รายงานในภาค 4 สร้างด้วยปุ่ม ตกลง — คำนวณ ของแบบฟอร์ม ซึ่งแบบฟอร์มการศึกษา FMEA ของ 1.0.0 ไม่แสดง ใน 1.0.0 จึงเปิดรายงานจากแบบฟอร์มไม่ได้ การอัปเดตที่เพิ่มปุ่มนี้จะเปิดรายงานตามที่ภาค 4 แสดง

ภาค 4 — รายงาน ทีละการ์ด

ข้อมูลนำเข้า

1	การศึกษา	Fire pump skid FMECA
2	แม่แบบ	FMECA แบบ ABS
3	ฉบับแก้ไข / สถานะ	1 / ร่าง
4	แถว	12

ข้อมูลนำเข้า

- ① การศึกษา Fire pump skid FMECA.
- ② แม่แบบ FMECA แบบ ABS.
- ③ ฉบับแก้ไข / สถานะ 1 / ร่าง.
- ④ แถว 12.

ผลลัพธ์

1	แถวตามชั้นความเสี่ยง	สูง 1 · ปานกลาง 10 · ต่ำ 1
2	แถวตามคำตัดสิน	เป็นไปตามข้อกำหนด 1 · เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน) 6 · ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด 5
3	ความล้มเหลวกรณีเลวร้ายสุด	R2
4	แนวคิดการออกแบบ	ไม่เป็นไปตาม — 5 แถว
5	มาตรการ	มาตรการ: ไม่มี
6	การออกฉบับ	1 แถวความเสี่ยงสูงไม่มีมาตรการแก้ไข — บันทึกการศึกษาได้ แต่ออกใช้ (Issue) ไม่ได้

ผลลัพธ์

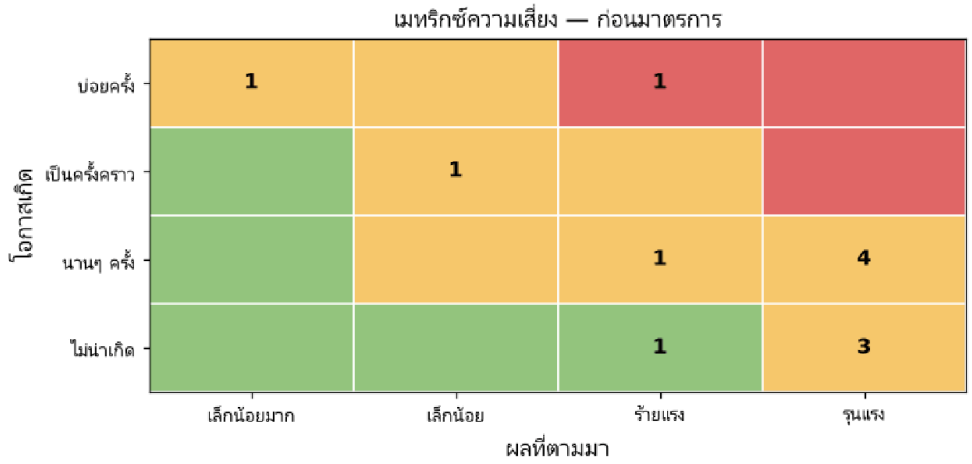
- ① แถวตามชั้นความเสี่ยง สูง 1 · ปานกลาง 10 · ต่ำ 1. หนึ่งแถวอยู่ในแถบสูงของเมทริกซ์
- ② แถวตามคำตัดสิน เป็นไปตามข้อกำหนด 1 · เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน) 6 · ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด 5. ห้าแถวไปถึงผลกระทบที่สนใจได้โดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ
- ③ ความล้มเหลวกรณีเลวร้ายสุด R2. กำลังส่งของปั๊มที่ลดลง
- ④ แนวคิดการออกแบบ ไม่เป็นไปตาม — 5 แถว.
- ⑤ มาตรการ มาตรการ: ไม่มี.
- ⑥ การออกฉบับ 1 แถวความเสี่ยงสูงไม่มีมาตรการแก้ไข — บันทึกการศึกษาได้ แต่ออกใช้ (Issue) ไม่ได้.

การตีความ

1	ความล้มเหลวเดี่ยว 5 รายการอาจนำไปสู่ผลกระทบที่สนใจโดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ — ไม่เป็นไปตามปรัชญาการออกแบบ ไม่มีสิ่งใดในคำตัดสินเป็นความน่าจะเป็น: มันคือพีชคณิตบูลีนบนสิ่งที่ผู้วิเคราะห์บันทึก

การตีความ

- ① ความล้มเหลวเดี่ยว 5 รายการอาจนำไปสู่ผลกระทบที่สนใจโดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ — ไม่เป็นไปตามปรัชญาการออกแบบ ไม่มีสิ่งใดในคำตัดสินเป็นความน่าจะเป็น: มันคือพีชคณิตบูลีนบนสิ่งที่ผู้วิเคราะห์บันทึก



กราฟแบบโต้ตอบ

กราฟ

- แผนที่ความร้อนของแถวก่อนมาตรการ ตามผลกระทบและโอกาสเกิด

บทสรุปผู้บริหาร

	รายการ	ค่า
1	แถวตามชั้นความเสี่ยง	สูง 1 · ปานกลาง 10 · ต่ำ 1
2	แถวตามคำตัดสิน	เป็นไปตามข้อกำหนด 1 · เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน) 6 · ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด 5
3	ความล้มเหลวกรณีเลวร้ายสุด	R2
4	แนวคิดการออกแบบ	ไม่เป็นไปตาม — 5 แถว
5	มาตรการ	มาตรการ: ไม่มี
6	การออกฉบับ	1 แถวความเสี่ยงสูงไม่มีมาตรการแก้ไข — บันทึกการศึกษาได้ แต่ออกใช้ (Issue) ไม่ได้

บทสรุปผู้บริหาร

- ① แถวตามชั้นความเสี่ยง · สูง 1 · ปานกลาง 10 · ต่ำ 1
- ② แถวตามคำตัดสิน · เป็นไปตามข้อกำหนด 1 · เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน) 6 · ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด 5
- ③ ความล้มเหลวกรณีเลวร้ายสุด · R2
- ④ แนวคิดการออกแบบ · ไม่เป็นไปตาม — 5 แถว
- ⑤ มาตรการ · มาตรการ: ไม่มี
- ⑥ การออกฉบับ · 1 แถวความเสี่ยงสูงไม่มีมาตรการแก้ไข — บันทึกการศึกษาได้ แต่ออกใช้ (Issue) ไม่ได้

บทนำและความเป็นมา

การ์ด	เนื้อหา
วัตถุประสงค์	–
มาตรฐาน	ABS GN 2015; IEC 60812; MIL-STD-1629A
ขอบเขตและเจตนา	–
ฉบับแก้ไข / วันที่	1 / –
การเปลี่ยนแปลงการออกแบบตั้งแต่ฉบับแก้ไขล่าสุด	ไม่มี (ฉบับแก้ไขแรก)
ผู้เข้าร่วมและผู้ทบทวน	–
แนวคิดการออกแบบหลัก	–
โหมดการทำงาน	Standby, Running
ผลกระทบที่สนใจ	Injury, Pollution, Loss of firefighting, Facility damage
เกณฑ์ความล้มเหลว	ความล้มเหลวเดี่ยว (ค่าเริ่มต้นของคู่มือ)
แนวทาง	เมทริกซ์ 4×4 – โอกาสเกิด 1 ไม่น่าเกิด, 2 นานๆ ครั้ง, 3 เป็นครั้งคราว, 4 บ่อยครั้ง; ผลที่ตามมา 1 เล็กน้อยมาก, 2 เล็กน้อย, 3 ร้ายแรง, 4 รุนแรง
แนวคิดการออกแบบ	ไม่มีความล้มเหลวเดี่ยวใดนำไปสู่ผลกระทบที่สนใจ

บทนำและความเป็นมา

- ① การ์ด
- ② เนื้อหา

ขอบเขตทางกายภาพ (ลำดับชั้นของหน่วย)

หน่วย	ประเภท
Fire pump skid FMECA	ระบบ
pump	ชิ้นส่วน
motor	ชิ้นส่วน
coupling	ชิ้นส่วน
starter	ชิ้นส่วน
pressure switch	ชิ้นส่วน
PLC	ชิ้นส่วน
MCC	ชิ้นส่วน
pump room	ชิ้นส่วน
suction pipe	ชิ้นส่วน

ขอบเขตทางกายภาพ (ลำดับชั้นของหน่วย)

- ① หน่วย
- ② ประเภท

คำอธิบายระบบ — แผ่นงาน (ลำดับตามตารางที่ 2 ของคู่มือ)

① ID	② โหมด	③ หน่วย	④ หน้าที่	⑤ โหมดความล้มเหลว	⑥ สาเหตุ	⑦ การตรวจพบ	⑧ ผลกระทบเฉพาะจุด	⑨ ผลกระทบระดับระบบ	⑩ ผลกระทบที่เกิดขึ้น	⑪ การป้องกัน	⑫ การบรรเทา	⑬ สถานการณ์	⑭ ความรุนแรง	⑮ โอกาส	⑯ ความเสี่ยง	⑰ คำตัดสิน	⑱ คงเหลือ
R1	Standby	pump	deliver flow	fails to start	–	pressure alarm (เพื่อพพ)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	diesel backup pump	เดี่ยว	4	2	ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน)	–
R2	Running	pump	deliver flow	degraded output	–	flow indication (ไม่พ้องพพ)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	–	เดี่ยว	3	4	สูง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	–
R3	Standby	motor	drive pump	fails to start	–	starter feedback (เพื่องพพ)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	diesel backup pump	เดี่ยว	4	2	ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน)	–
R4	Running	motor	drive pump	trips	–	– (ไม่มี)	–	none	–	–	thermal relay	เดี่ยว	2	3	ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด	–
R5	Running	coupling	transmit torque	shears	–	– (ไม่มี)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	diesel backup pump	เดี่ยว	3	1	ต่ำ	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน)	–
R6	Standby	starter	close on demand	fails to close	–	– (ไม่มี)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	manual start (มีแนวโน้มซ่อนเร้น)	เดี่ยว	4	2	ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	–
R7	Standby	pressure switch	sense pressure	stuck	–	weekly test (ไม่พ้องพพ)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	weekly test (มีแนวโน้มซ่อนเร้น)	ซ่อนเร้น + ความล้มเหลวสำรอง	4	2	ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	–
R8	Running	PLC	run logic	spurious stop	–	– (ไม่มี)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	hardwired run circuit	เดี่ยว	3	2	ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน)	–
R9	Standby	MCC	supply power	loss of power	–	– (ไม่มี)	–	loss of function	Loss of firefighting	–	diesel backup pump	สาเหตุร่วม	4	1	ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน)	–
R10	Standby	pump room	house the skid	fire in pump room	–	– (ไม่มี)	–	loss of function	Injury; Loss of firefighting; Facility damage	–	–	เหตุการณ์ภายนอก	4	1	ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	–
R11	Standby	suction pipe	supply water	rupture	–	– (ไม่มี)	–	loss of function	Pollution; Loss of firefighting	–	–	เดี่ยว	4	1	ปานกลาง	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด	–
R12	Running	pump	deliver flow	seal leak	–	– (ไม่มี)	–	loss of function	Pollution	–	drip tray	เดี่ยว	1	4	ปานกลาง	เป็นไปตามข้อกำหนด (มีมาตรการป้องกัน)	–

คำอธิบายระบบ — แผ่นงาน (ลำดับตามตารางที่ 2 ของคู่มือ)

- ① ID
- ② โหมด
- ③ หน่วย
- ④ หน้าที่
- ⑤ โหมดความล้มเหลว
- ⑥ สาเหตุ
- ⑦ การตรวจพบ
- ⑧ ผลกระทบเฉพาะจุด
- ⑨ ผลกระทบระดับระบบ
- ⑩ ผลกระทบที่เกิดขึ้น
- ⑪ การป้องกัน
- ⑫ การบรรเทา
- ⑬ สถานการณ์
- ⑭ ความรุนแรง
- ⑮ โอกาส
- ⑯ ความเสี่ยง
- ⑰ คำตัดสิน
- ⑱ คงเหลือ

แผนที่ความร้อนของเมทริกซ์ความเสี่ยง (ก่อนมาตรการ)

① ทุกช่องแสดงซ้ำ: (ผลกระทบ, โอกาสเกิด): แถว

② โอกาสเกิด ↓ / ผลกระทบ →	③ 1 เล็กน้อยมาก	④ 2 เล็กน้อย	⑤ 3 ร้ายแรง	⑥ 4 รุนแรง
⑦ 4 บ่อยครั้ง	(1,4): 1	(2,4): 0	(3,4): 1	(4,4): 0
⑧ 3 เป็นครั้งคราว	(1,3): 0	(2,3): 1	(3,3): 0	(4,3): 0
⑨ 2 นานๆ ครั้ง	(1,2): 0	(2,2): 0	(3,2): 1	(4,2): 4
⑩ 1 ไม่น่าเกิด	(1,1): 0	(2,1): 0	(3,1): 1	(4,1): 3

แผนที่ความร้อนของเมทริกซ์ความเสี่ยง (ก่อนมาตรการ)

- ① ทุกช่องแสดงซ้ำ: (ผลกระทบ, โอกาสเกิด): แถว
- ② โอกาสเกิด ↓ / ผลกระทบ →
- ③ 1 เล็กน้อยมาก
- ④ 2 เล็กน้อย
- ⑤ 3 ร้ายแรง
- ⑥ 4 รุนแรง
- ⑦ 4 บ่อยครั้ง · (1,4): 1 · (2,4): 0 · (3,4): 1 · (4,4): 0
- ⑧ 3 เป็นครั้งคราว · (1,3): 0 · (2,3): 1 · (3,3): 0 · (4,3): 0
- ⑨ 2 นานๆ ครั้ง · (1,2): 0 · (2,2): 0 · (3,2): 1 · (4,2): 4
- ⑩ 1 ไม่น่าเกิด · (1,1): 0 · (2,1): 0 · (3,1): 1 · (4,1): 3

พาเรโตตามชั้นความเสี่ยง
แล้วตามช่องเมทริกซ์

คลาส	แถว
สูง	1
ปานกลาง	10
ต่ำ	1

ช่อง (C,L)	แถว
(4,2)	4
(4,1)	3
(3,4)	1
(2,3)	1
(3,1)	1
(3,2)	1
(1,4)	1

พาเรโตตามชั้นความเสี่ยง แล้วตามช่องเมทริกซ์

- ① สูง · 1
- ② ปานกลาง · 10
- ③ ต่ำ · 1
- ④ ช่อง (C,L)
- ⑤ แถว

เมทริกซ์สาเหตุและผลกระทบ

● เกิดขึ้นโดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ · ◐ เกิดขึ้นและมีมาตรการป้องกัน · — ไม่เกิดขึ้น

ผลกระทบที่สนใจ	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
Injury	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–
Pollution	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	◐
Loss of firefighting	◐	●	◐	–	◐	●	●	◐	◐	●	●	–
Facility damage	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–

เมทริกซ์สาเหตุและผลกระทบ

- ① ● เกิดขึ้นโดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ · ◐ เกิดขึ้นและมีมาตรการป้องกัน · — ไม่เกิดขึ้น
- ② ผลกระทบที่สนใจ
- ③ R1
- ④ R2
- ⑤ R3
- ⑥ R4
- ⑦ R5
- ⑧ R6
- ⑨ R7
- ⑩ R8
- ⑪ R9
- ⑫ R10
- ⑬ R11
- ⑭ R12
- ⑮ Injury · — · — · — · — · — · — · — · — · — · ● · — · —
- ⑯ Pollution · — · — · — · — · — · — · — · — · — · — · ● · ◐
- ⑰ Loss of firefighting · ◐ · ● · ◐ · — · ◐ · ● · ● · ◐ · ◐ · ● · ● · —
- ⑱ Facility damage · — · — · — · — · — · — · — · — · — · ● · — · —

ข้อสรุปและมาตรการแก้ไข

① รหัส	② มาตรการ	③ หมวดหมู่	④ ชนิด	⑤ แถว	⑥ สถานะ	⑦ ใบสั่งงาน	⑧ ส่วนเหลือ
⑨ –	–	–	–	–	–	–	–

ข้อสรุปและมาตรการแก้ไข

- ① รหัส
- ② มาตรการ
- ③ หมวดหมู่
- ④ ชนิด
- ⑤ แถว
- ⑥ สถานะ
- ⑦ ใบสั่งงาน
- ⑧ ส่วนเหลือ
- ⑨ — · — · — · — · — · — · — · —

แผนการทวนสอบ

① ยังไม่ได้สร้าง

แผนการทวนสอบ

- ① ยังไม่ได้สร้าง

เอกสารอ้างอิง

① ABS Guidance Notes on FMEA for Classification (2015); IEC 60812; MIL-STD-1629A

เอกสารอ้างอิง

- ① ABS Guidance Notes on FMEA for Classification (2015); IEC 60812; MIL-STD-1629A

บันทึกการแก้ไข

① ไม่มีรายการ — ฉบับแก้ไขที่ 1 (ฉบับแรก)

บันทึกการแก้ไข

- ① ไม่มีรายการ — ฉบับแก้ไขที่ 1 (ฉบับแรก)

ภาค 5 — วิธีตีความผลลัพธ์

การศึกษาของชุดปั๊มบอกอะไร ความล้มเหลวครั้งเดียวห้าในสิบสองแถวหยุดการดับเพลิงได้โดยไม่มีมาตรการป้องกันที่เพียงพอ ได้แก่ R2 (ปั๊มจ่ายได้ลดลง) R6 (สตาร์ตเตอร์ไม่ต่อวงจร) R7 (สวิตช์ความดันค้าง) R10 (ไฟไหม้ในห้องปั๊ม) และ R11 (ท่อดูดแตก) หลักการออกแบบจึงไม่ผ่าน หากแถวไปถึงผลกระทบที่ต้องป้องกันแต่มีมาตรการป้องกัน R1, R3, R5, R8 และ R9 ด้วยมาตรการที่ล้มเหลวโดยไม่มีใครเห็นไม่ได้ R12 ด้วยถาดรองหยด และ R4 ไม่ไปถึงผลกระทบใด

อ่านคำตัดสินก่อนระดับ มีเพียง R2 ที่เป็น สูง R5 เป็น ต่ำ อีกสิบแถวเป็น ปานกลาง แต่มีห้าแถวที่ ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ระดับบอกว่าแถวนั้นเกิดง่ายและรุนแรงเพียงใด คำตัดสินบอกว่าความล้มเหลวครั้งเดียวไปถึงผลกระทบที่ต้องป้องกันหรือไม่ แถว ปานกลาง อย่าง R6 ก็ทำให้หลักการออกแบบไม่ผ่านได้

มาตรการป้องกันที่ล้มเหลวโดยไม่มีใครเห็นได้ต้องมีการทดสอบ R6 (การสตาร์ตด้วยมือ) และ R7 (การทดสอบรายสัปดาห์) พึ่งมาตรการป้องกันที่ล้มเหลวโดยไม่มีใครเห็นได้ และไม่มีการตรวจพบที่เพียงพอ ตัวสำรองเองอาจเสียอยู่เมื่อถึงเวลาที่ต้องใช้ ให้สร้างใบทวนสอบของสองแถวนี้ในหน้า การทดสอบ

ทำอะไรก่อน R2 ความล้มเหลวกรณีเลวร้ายที่สุด ตราบใดที่แถว สูง ยังไม่มีมาตรการแก้ไข การศึกษาบันทึกได้แต่ออกฉบับไม่ได้ ต่อด้วยช่อง (4,2) ของแผนที่ความร้อน ซึ่งมีแถวมากที่สุด (R1, R3, R6, R7) สองแถวในนั้น คือ R6 และ R7 เป็น ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด R10 แถวเดียวไปถึงผลกระทบที่ต้องป้องกันสามอย่าง คือ Injury, Loss of firefighting และ Facility damage

อะไรเปลี่ยนผลลัพธ์ได้ มีเพียงมาตรการแก้ไขที่ ดำเนินการแล้ว ที่เปลี่ยนความเสี่ยงของแถว มาตรการที่ยัง เปิด อยู่ไม่เปลี่ยนแถวนั้น หลัง ออกฉบับแก้ไขนี้ การศึกษาจะถูกล็อก การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ต้องใช้ ฉบับแก้ไขใหม่ พร้อมเหตุผล

คำตัดสินไม่ใช่อะไร ไม่ใช่ความน่าจะเป็น แต่เป็นพีชคณิตบูลีนบนสิ่งที่ผู้วิเคราะห์บันทึกไว้ ถ้าต้องการโอกาสที่ชุดปั๊มล้มเหลว ให้สร้างแบบจำลองบนแผนภาพ RBD หรือเป็นแผนภาพต้นไม้ความผิดพร่อง