

การบริหารความเสี่ยงของสถานีกักเก็บและจ่ายก๊าซ LPG ด้วยเทคนิค FTA และ FMEA  
ในโรงงานอุตสาหกรรม

Risk Management for LPG Ground Storage Station Using FTA and FMEA  
Techniques in an Industrial Factory

ศิริโรจน์ แยมงามเหลือ<sup>1\*</sup> และณฐา คุปต์ขจีชัย<sup>2</sup>  
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
siroj\_y@mail.rmutt.ac.th.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุ ในกรณีศึกษาบริษัทตัวอย่างโดยประเมินความเสี่ยงต่ออุปกรณ์ที่อยู่ภายในสถานีก๊าซปิโตรเลียมเหลว 3 ประเภทดังนี้ คือ 1) เครื่องส่งสัญญาณเสียงจับกลิ่นก๊าซรั่ว 2) กลออุปกรณ์ระบายแรงดันนิรภัย 3) เครื่องช่วยระเหย ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงความบกพร่องด้วยเทคนิคแผนภูมิต้นไม้ จากนั้นใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริง และดำเนินการประเมินตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยงของอุปกรณ์ทั้ง 3 ประเภท พบว่ามีสาเหตุที่มีค่าความเสี่ยงที่สูงจำนวน 9 สาเหตุ จึงทำการปรับปรุงแก้ไขโดยกำหนดมาตรการและจัดทำแผนควบคุมความเสี่ยงด้วยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด วิธีการปฏิบัติงาน มาตรฐานวิธีการตรวจสอบ และแผนระยะเวลาการดำเนินงานทดสอบแบ่งได้ คือ 1) ปักจายภายนอก 2) ปักจายภายใน นั้นคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 100 สัดส่วนข้อบกพร่องที่ได้รับการแก้ไขลดลงจากเดิมเหลือร้อยละ 77 โดยประยุกต์ใช้หลักการของ 3E มาดำเนินการปรับปรุง ผลแสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางบำรุงรักษาต่ออุปกรณ์ในสถานีก๊าซได้ เพื่อยืดอายุการใช้งานได้อย่างเหมาะสม

**คำสำคัญ :** สถานีก๊าซปิโตรเลียมเหลว การวิเคราะห์ความเสี่ยงความบกพร่อง การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบ หลักการ 3E

Abstract

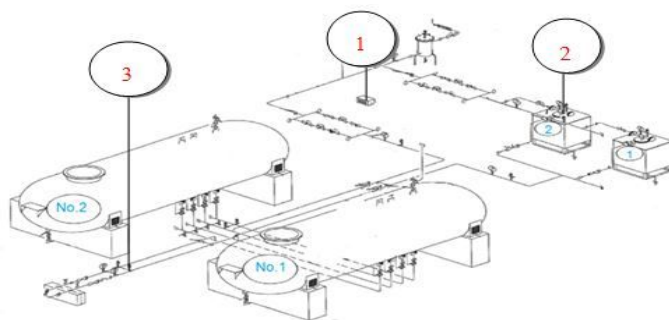
The purpose of this research was to create a guideline for accident prevention at Case study company by using risk assessment of the equipment inside a Liquefied Petroleum Gas (LPG) station The equipment includes 1) Gas Detector. 2) Safety Relief Valve. and 3) Vaporizer.

The research methodology comprised of using a Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to find out the real causes of equipment failure The Risk Priority Number (RPN) showed 9 causes with high RPN. The risks control plan policy were issued along with an preventive maintenance. The manual for initial checkup, testing standard and plan were prepared. The result showed that RPN is decreased from 100% to 77% by applying with 3E principle. It indicates that this method can be used as a guide of preventive maintenance system in the gas station for extending a lifetime of equipment and tools appropriately.

**Keywords:** Gas Station, Liquefied Petroleum Gas : (LPG), Fault Tree Analysis : (FTA), Failure Mode and Effect Analysis : (FMEA ), 3E Principle

## 1. บทนำ

โรงงานกรณีศึกษาเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ยานยนต์ประเภทวงล้อยางนอก และยางใน มีการขยายเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วจำเป็นต้องปรับตัวทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุณภาพสินค้าและระบบของหลักความปลอดภัยในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและศักยภาพให้มากขึ้นในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องใช้พลังงานจากความร้อนของระบบไอน้ำ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการอบภายในแม่พิมพ์ ซึ่งจะต้องใช้เวลาและอุณหภูมิควบคุมในการอบพลังงานความร้อนนั้นได้มาจากหม้อต้มไอน้ำความร้อนที่ใช้ก๊าซ Liquefied Petroleum Gas : (LPG) ดังแสดงในรูปที่ 1ถือว่าเป็นเชื้อเพลิงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งทางด้านภาคอุตสาหกรรม ในระบบการเผาไหม้นั้นมีเขม่าควันน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นเป็นการประหยัดพลังงานและลดต้นทุนการผลิตได้ ซึ่งนิยมใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆความสำคัญในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาจึงจำเป็นต้องจัดทำแผนงานบริหาร การจัดการเพื่อควบคุมความเสี่ยง ปรับปรุงแก้ไขความเสี่ยง จัดเตรียมมาตรการป้องกันในส่วนของภายในโรงงาน มาตรการป้องกันผลกระทบต่อประชาชน และชุมชนหมู่บ้านรอบข้างเคียง



รูปที่ 1 อุปกรณ์ที่ได้คัดเลือกเพื่อทำการวิเคราะห์

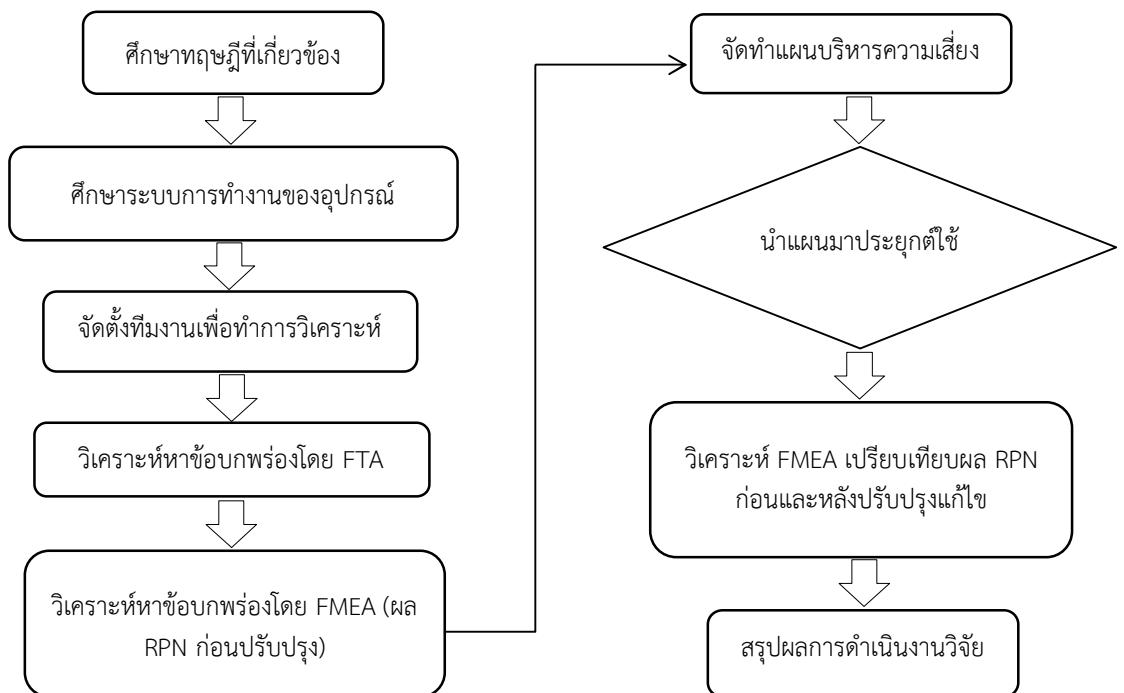
## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 จำแนกประเภทความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นของข้อบกพร่องโดยใช้เทคนิคแผนภูมิต้นไม้ Fault Tree Analysis : (FTA)

2.2 วิเคราะห์หาปัจจัยความเสี่ยงเพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงโดยใช้เทคนิค Failure Mode and Effect Analysis : (FMEA)

2.3 กำหนดมาตรฐานแผนงานควบคุมความเสี่ยงเพื่อปรับปรุงสภาพความปลอดภัย

### ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3. การทบทวนวรรณกรรม

ตารางที่ 1 การทบทวนวรรณกรรม

ชื่อผู้แต่ง	ชื่องานวิทยานิพนธ์	ทฤษฎีที่นำไปประยุกต์ใช้			
		FTA	FMEA	3E	อื่นๆ
1. นิพนธ์ ขวนปราณี	การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า	√	√		
2. หทัยรัตน์ สงวนไทร	การปรับปรุงและเฝ้าติดตามคุณภาพในกระบวนการก่อสร้างบ้าน		√		QFD
3. อรุรา วิเชียร	การซีบ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงในกระบวนการปั๊มโลหะ	√		√	
4. ณรงค์ศักดิ์ ดับทุกซ์	การประเมินความเสี่ยงการผุกรัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนน	√			What-If
5. วราพงษ์ มงคลแท้	การประเมินความเสี่ยงด้วยการวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้สำหรับกระบวนการฉีดขึ้นรูปอลูมิเนียม	√		√	
6. ทิพวรรณ อังศิริ	การประเมินความรุนแรงการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลวภายในคลังเก็บ: กรณีศึกษาถังเก็บทรงกระบอกแนวนอน.		ALOHA Marplot		Google Earth

#### 3.1 วิเคราะห์ใช้ทฤษฎีความผิดพลาดโดยแผนภูมิต้นไม้ Fault tree analysis : (FTA) [2, 4]

นำอุปกรณ์ที่คัดเลือกนำมาเขียนโครงสร้างแสดงความสัมพันธ์โดยกำหนดให้ส่วนบนสุดของโครงสร้างความผิดพลาดและทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่จะทำให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆที่วิเคราะห์เป็นผลเนื่องมาจากความบกพร่องของอุปกรณ์หรือความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานจึงกำหนดให้ใช้สัญลักษณ์วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์หาข้อขัดข้องที่เป็นไปได้ในการประเมินความเสี่ยงของกระบวนการสาเหตุในการสังเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการวิเคราะห์ปัจจัย และความสัมพันธ์ของปัจจัยดังแสดงในรูปที่ 3 – 8







#### 3.2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ Failure Mode and Effects Analysis : (FMEA) [1, 3]

เพื่อประเมินเกณฑ์ความรุนแรงและค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ซึ่งจะสอดคล้องกับตารางที่ 3, 4 และ 5 โดยการประเมินค่าตัวเลขแสดงลำดับความเสี่ยง Risk Priority Number : (RPN) คะแนนทั้งสามนำมาคูณกัน

ดังแสดงสมการที่ 1 เพื่อหาค่าความเสี่ยงลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องที่ควรได้รับการแก้ไขก่อนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อให้เห็นปัจจัยของความสัมพันธ์จากสาเหตุ และสภาพการณ์ที่ไม่ปลอดภัยโดยจัดตั้งทีมงานระดมสมองวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 5 , 6 และ 7

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

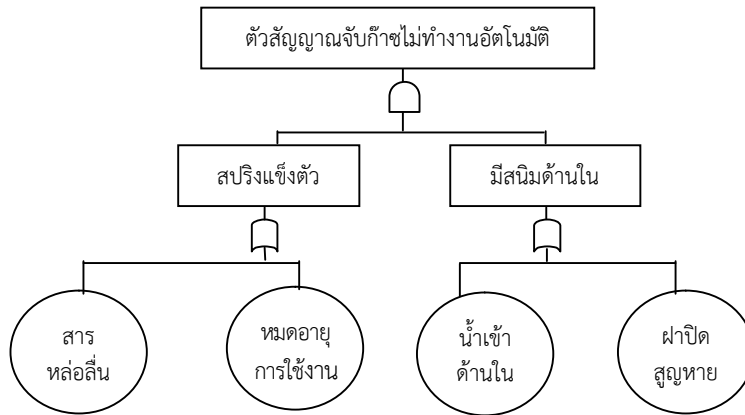
ตารางที่ 2 สัญลักษณ์ตรรกะที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTA

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	And Gate สาเหตุหลายสาเหตุ	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุของเหตุการณ์ย่อย
	Or Gate สาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งของสาเหตุย่อย
	Basic Event เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยปกติ	เหตุการณ์ย่อยที่เกิดขึ้นได้ตามปกติ ซึ่งทราบถึงสาเหตุได้ชัดเจนโดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไป
	Fault Tree Event เหตุการณ์ย่อย	เหตุการณ์ย่อยที่ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ต่อเนื่องจนเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ
	Undeveloped Event เหตุการณ์ที่วิเคราะห์ต่อไม่ได้	เหตุการณ์ย่อยที่ไม่ต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไปเนื่องจากไม่มีข้อมูลสนับสนุน
	External Event เหตุการณ์ภายนอก	เหตุการณ์ภายนอกหรือปัจจัยภายนอกที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ

ที่มา : คู่มือการฝึกอบรมหลักสูตรเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ระดับวิชาชีพ (2550)



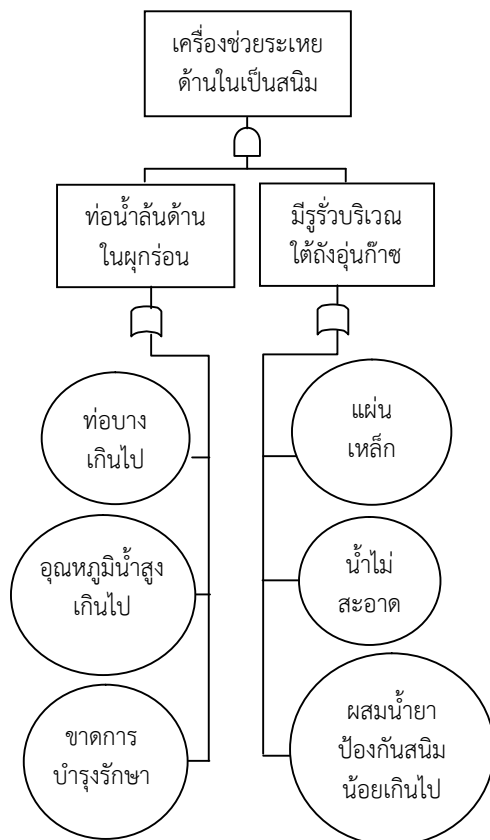
รูปที่ 3 เครื่องช่วยระเหย



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ตรรกะและการจำแนกความสัมพันธ์สาเหตุของข้อบกพร่อง



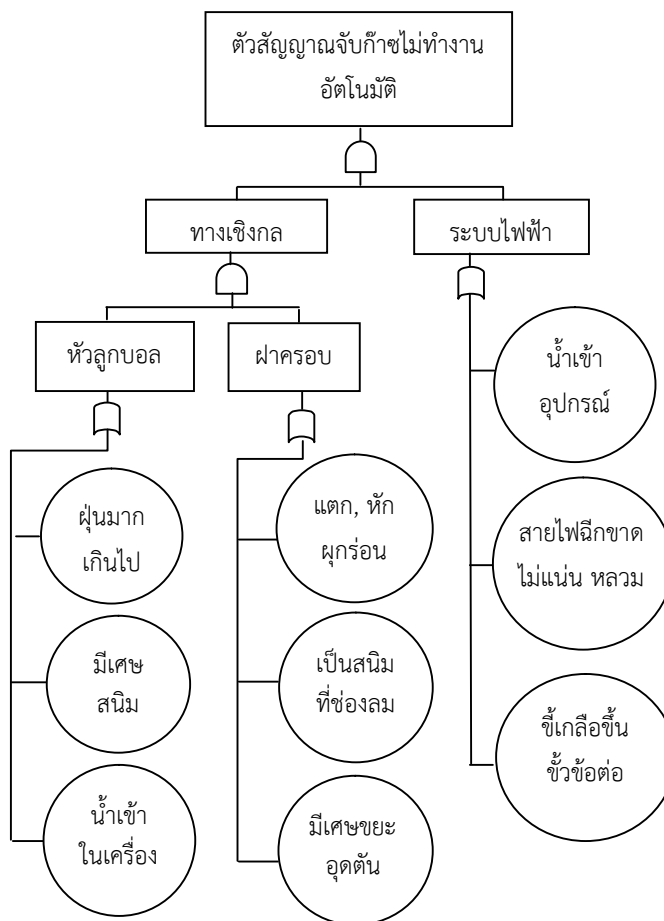
รูปที่ 5 เครื่องช่วยระเหย



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ตรรกะและการจำแนกความสัมพันธ์สาเหตุของข้อบกพร่อง



รูปที่ 7 ตัวสัญญาณจับก๊าซรั่วไหล



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ตรรกะและการจำแนกความสัมพันธ์สาเหตุของข้อบกพร่อง

### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลโดยทำการวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้ หรือ การประเมินความเสี่ยงเพื่อจะได้หาแนวทางการแก้ไขป้องกันของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและมีแนวโน้มว่าจะเกิดการรั่วไหลของก๊าซที่สามารถเกิดการระเบิดและอ็อกซิเจนชั้นรุนแรงได้จึงกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงโดยการจัดลำดับความสำคัญและข้อบกพร่องตามตัวเลขค่าดัชนีความเสี่ยงที่สูงของคะแนนมากกว่า 200 คะแนนขึ้นไปใน 3 ลำดับแรก เพื่อนำมาพิจารณาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขก่อน

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity : S)

อันตราย	ความรุนแรงของผลกระทบ	คะแนน
ไม่มีการเตือน	ใช้งานไม่ได้ ไม่มีการแจ้งเตือน	10
มีการเตือน	ใช้งานไม่ได้ มีการแจ้งเตือน	9
สูงมาก	ใช้งานได้สมรรถนะลดลงสูงมาก	8
สูง	ใช้งานได้สมรรถนะลดลงสูง	7
ปานกลาง	ใช้งานได้สมรรถนะลดลงกลาง	6
ต่ำ	ใช้งานได้สมรรถนะลดลงต่ำ	5
ต่ำมาก	ใช้งานได้สมรรถนะลดลง (มากกว่า 75%) สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	4
เล็กน้อย	ใช้งานได้สมรรถนะลดลง (ค่ากลาง 50%) สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	3
เกือบไม่มี	ใช้งานได้ไม่มีผลกระทบ (ต่ำกว่า 25%) สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	1



ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนโอกาสการเกิดขึ้น (Occurrence : O)

โอกาสการเกิดขึ้น	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ ( PPM/รายการ)	คะแนน
สูงมาก : เกิดเป็นประจำ	มากกว่าเท่ากับ 10%	10
	ประมาณ 5%	9
สูง : เกิดน้อย	ประมาณ 2%	8
	ประมาณ 1%	7
ปานกลาง : เกิดเป็นครั้งคราว	ประมาณ 0.5%	6
	ประมาณ 0.2%	5
	ประมาณ 0.1%	4
ต่ำ : เกิดค่อนข้างน้อย	ประมาณ 0.05%	3
	ประมาณ 0.01%	2
ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสจะเกิด	0.001%	1

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนการตรวจจับความเป็นไปได้ของสาเหตุ/กลไกลักษณะข้อบกพร่อง (Detection: D)

การตรวจจับ	ลักษณะของข้อบกพร่องชำรุด เสียหาย	คะแนน
ไม่แน่นอนทั้งหมด	ไม่สามารถตรวจจับได้เลย	10
ห่างไกลมาก ๆ	มีโอกาสน้อยมาก ๆ	9
ห่างไกลมาก	มีโอกาสน้อยมาก	8
ห่างไกล	มีโอกาสน้อย	7
ปานกลาง	มีโอกาสปานกลาง	6
ต่ำมาก ๆ	มีโอกาสต่ำมาก ๆ	4
ต่ำมาก	มีโอกาสต่ำมาก	3
ต่ำเกินไป	มีโอกาสน้อย	2
ต่ำ	มีโอกาสน้อยที่จะตรวจจับความเสียหายได้	1

ตารางที่ 8 ประเมินค่าความเสี่ยงซีเอ็นวี (RPN) ตัวจับกลิ่นก๊าซรั่วไหลก่อน และหลังปรับปรุง

หน้าที่การทำงาน	ลักษณะข้อบกพร่อง	ผลกระทบของข้อบกพร่อง	S	สาเหตุหลักของข้อบกพร่อง	O	การควบคุมดำเนินงานปัจจุบัน	D RPN	ปฏิบัติการเสนอแนะ	วันที่กำหนดให้แก้ไขเสร็จสิ้น	ปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการ	S	O	D	RPN
คณ./วิศวกรเครื่องช่วยหายใจ (Vaporizer)	1. มีรูรั่วใต้เครื่อง	- มีน้ำรั่วจากเครื่อง - เสียเงินซื้อใหม่ - ระดับน้ำลดลง	8	-ขาดการตรวจเช็ค -ขาดการบำรุงรักษา -ขาดทักษะการทำงาน	8	-การทดสอบและตรวจสอบประจำปีของกระพวงพลังงาน	5 320	-แผนลดความเสี่ยงที่ 1, 2 -แผนควบคุมความเสี่ยงที่ 9	-กำหนด พ.ศ.2556 -เสร็จสิ้น พ.ศ.2558	-แผนลดความเสี่ยงที่ 1, 2 -แผนควบคุมความเสี่ยงที่ 9	5	5	3	75
	2. โครงสร้างภายในมีสนิม	-หนึ่งหม้อต้มมีรอยรั่ว -ซึบหม้อต้มแตกหัก -มีอายุการใช้งานน้อยกว่าปกติที่กำหนด	8	-ขาดการตรวจเช็ค -ขาดการบำรุงรักษา -ขาดทักษะการทำงาน	7	-ตารางการตรวจสอบความสะอาดด้านในของหม้อต้ม 3 เดือน/ครั้ง	6 360	-แผนลดความเสี่ยงที่ 1, 2 -แผนควบคุมความเสี่ยงที่ 9	-กำหนด พ.ศ.2556 -เสร็จสิ้น พ.ศ.2558	-แผนลดความเสี่ยงที่ 1, 2 -แผนควบคุมความเสี่ยงที่ 9	3	4	3	36
อาการผิดปกติ	3. อุปกรณ์ตัวทำความร้อนเสียหาย	-น้ำไม่ร้อน -อุณหภูมิมีค่าที่คลาดเคลื่อน -กระบวนการผลิต	7	-ตะกรันขึ้นขัดต่อไฟ -สายไฟขาด, ชั่วชุด, มีรอยแตก, มีรอยไหม้	8	-ตารางการตรวจพินิจด้วยสายตา	5 280	-แผนลดความเสี่ยงที่ 6, 7 -แผนควบคุมความเสี่ยงที่ 8	-กำหนด พ.ศ.2556 -เสร็จสิ้น พ.ศ.2558	-แผนลดความเสี่ยงที่ 6, 7 -แผนควบคุมความเสี่ยงที่ 8	5	5	3	75
ผลรวมค่า RPN							ก่อนปรับปรุง	960	หลังปรับปรุง					186

### 3.4 การประยุกต์ใช้หลักการของ 3E [1, 4]

#### 3.4.1 Engineering (วิศวกรรมศาสตร์)

1. การออกแบบฟอร์มการตรวจเช็คสภาพความพร้อมใช้งานของเครื่องช่วยระเหย
2. การออกแบบแผนระยะเวลาในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
3. การออกแบบเอกสารมาตรฐานวิธีการทำงาน (Work Instruction)
4. การออกแบบเอกสารมาตรฐานการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal

Protective Equipment Standard)

#### 3.4.2 Education (การศึกษา)

1. จัดให้มีการสอนวิธีการปฏิบัติงานการตรวจเช็คสภาพความพร้อมใช้งานให้ถูกต้อง
2. จัดให้มีการสอนวิธีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
3. จัดให้มีการฝึกอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

ก. การจัดส่งอบรมบุคลากรเฉพาะผู้ที่รับผิดชอบดูแลสถานที่ใช้คือ บีโตรเลียมเหลว Liquefied Petroleum Gas : (LPG)

ข. การฝึกอบรมดับเพลิงสำหรับทีมดับเพลิงขั้นสูง (Training Course: Fire Drilled for Fire Man)

ค. การจัดส่งอบรมดับเพลิงระดับขั้นสูง (Training Course: Advanced Fire Fighting)

ง. การฝึกอบรมการปฐมพยาบาล และช่วยชีวิตเบื้องต้น (Training Course : First Aid and Basic Life Saving)

#### 3.4.3 Enforcement (การออกกฎข้อบังคับ)

1. กำหนดให้มีการประชุมความปลอดภัยก่อนเริ่มปฏิบัติงานทุกวัน
2. จัดให้มีการตรวจเช็คสภาพอุปกรณ์ก่อนเริ่มปฏิบัติงานทุกครั้ง
3. กำหนดให้มีแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 ผลขั้นตอนดำเนินการหลังปรับปรุงแก้ไข

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงของโรงงานกรณีศึกษาดังกล่าว ตั้งแต่ มกราคม 2557 - ธันวาคม 2559 พบปัญหาของอุปกรณ์ที่มีความชำรุด เสียหายที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 6 – 8 ดังนั้นจึงได้ดำเนินการออกแบบชิ้นรูปใบถังใหม่ด้วยวัสดุสแตนเลสเพิ่มความหนา 5 mm. ของผนังด้านข้างและใต้ถังดังแสดงในรูปที่ 9 – 10 และตรวจสอบข้อบกพร่องตามแผนที่กำหนดไว้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามลำดับต่อไป



รูปที่ 9 เครื่องช่วยระเหยก่อนปรับปรุง

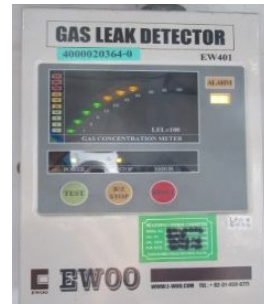


รูปที่ 10 เครื่องช่วยระเหยหลังปรับปรุง

ดำเนินการตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ตามระยะเวลาแผนงานควบคุมความเสี่ยงที่ได้กำหนดไว้ เพื่อให้พนักงานปฏิบัติตามข้อกำหนดมาตรฐานการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 11 – 12 ต่อไปนี้



รูปที่ 11 การทดสอบอุปกรณ์จับก๊าซรั่ว



รูปที่ 12 ระดับความเข้มข้นของก๊าซ (Graphic Display)

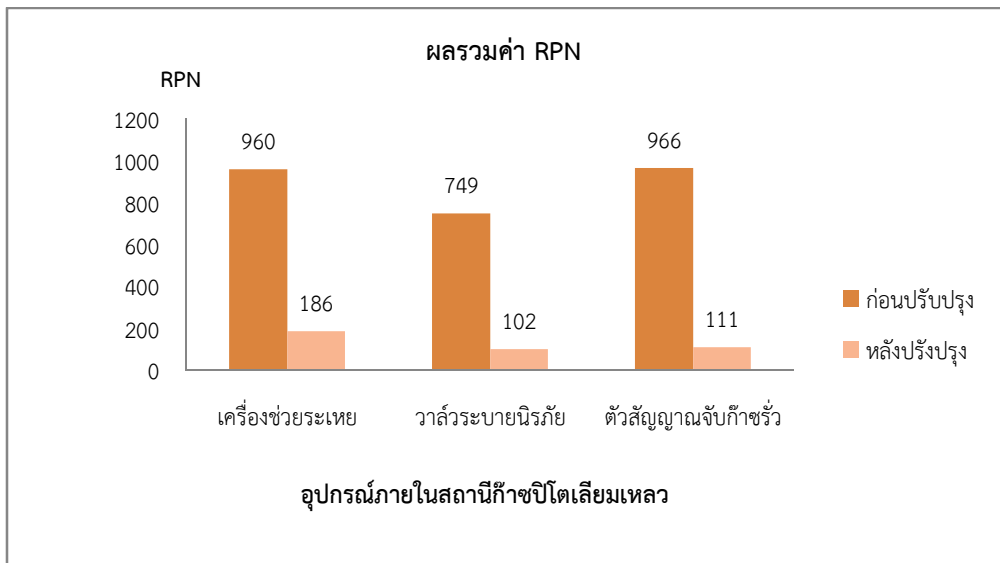
ดำเนินการปฏิบัติและติดตามผลการตรวจสอบ และทดสอบอุปกรณ์ตามระยะเวลาแผนงานควบคุมความเสี่ยงที่ได้กำหนดไว้ โดยพบว่าสามารถขจัดความผิดพลาดของอุปกรณ์ที่มีความบกพร่อง, เสียหายได้ดังแสดงในรูปที่ 13 – 14 ต่อไปนี้



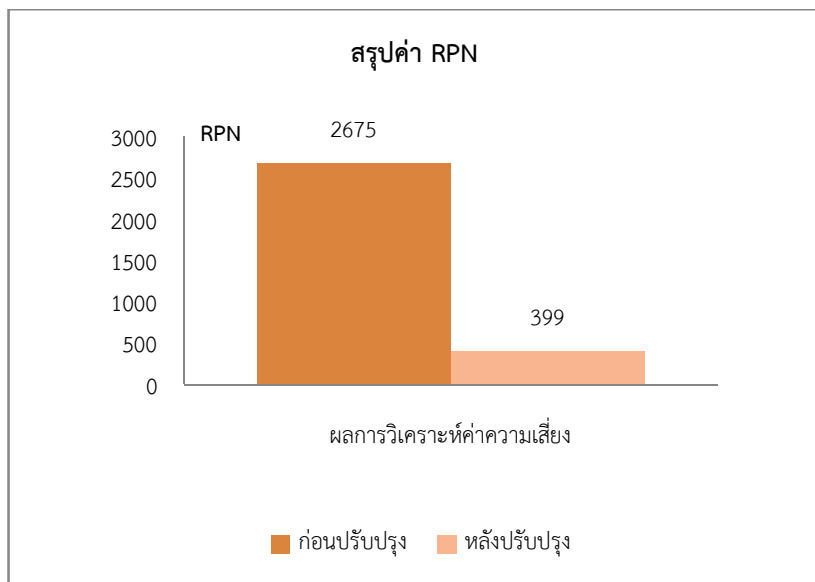
รูปที่ 13 อุปกรณ์ที่ไม่ผ่านค่ามาตรฐานทดสอบ



รูปที่ 14 เปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ที่ไม่ผ่านการทดสอบ



รูปที่ 15 ผลรวมค่าตัวเลขดัชนีความเสี่ยง



รูปที่ 16 อุปกรณ์ที่ไม่ผ่านค่ามาตรฐานทดสอบ

## 5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัยโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการประเมินความเสี่ยงด้วยการวิเคราะห์แขนงความบกพร่องและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบนั้นพบว่าสามารถลดอัตราภัยละเมิดความเสี่ยงของอุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดเสียหายที่จะส่งผลกระทบต่อข้อบกพร่องจึงได้กำหนดวิธีการทำงานและตรวจสอบ และมาตรการกำหนดแผนควบคุมความเสี่ยงเพื่อให้การใช้งานที่ควบคู่กับเอกสารการตรวจเช็คมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กับกระบวนการผลิต โดยทีมงานที่มีประสบการณ์และความรู้ทางด้านเฉพาะทาง กำหนดแผนแนวทางแก้ไขป้องกันสาเหตุของข้อบกพร่องไว้ล่วงหน้าโดยใช้หลักการของ 3E นำมาบริหารจัดการควบคุมในระบบความปลอดภัย ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ตั้งไว้ได้เป็นอย่างดีและเป็นรูปธรรมให้กับโรงงานกรณีศึกษาอีกทั้งสามารถสร้างความปลอดภัย และภาพลักษณ์ที่ดีให้กับโรงงานกรณีศึกษาได้เป็นอย่างดี

ในการดำเนินการวิจัยนี้มีการคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงต่อโอกาสชำรุดเสียหายบกพร่องมาทำการหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงล่วงหน้าเพียง 3 ชนิด ซึ่งความเป็นจริงแล้วควรจะทำการศึกษาแนวทางแก้ไขให้ครบทุกอุปกรณ์ที่อยู่ภายในสถานีก๊าซ เพื่อให้เกิดระบบความปลอดภัยมีประสิทธิภาพสมบูรณ์ได้มากที่สุดการศึกษาและการพัฒนากระบวนการประเมินความเสี่ยงทฤษฎีแบบใหม่ที่คล้ายคลึงกันนำมาปรับปรุงเพื่อหาแนวทางการป้องกันหรือออกแบบกระบวนการให้เหมาะสม เช่น โปรแกรม ALOHA Marplot และ Google Earth จะทำการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลได้มากยิ่งขึ้น

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Automotive Industry Active Group (AIAG). Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). 3<sup>rd</sup> edition. July, 2002
- [2] นิพนธ์ ชวนะปรณี, 2543. การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA และ FTA ในงานการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สายไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] หทัยรัตน์ สงวนไทร, 2550. การปรับปรุงและเฝ้าติดตามคุณภาพในกระบวนการก่อสร้างบ้านโดยประยุกต์ใช้หลักการ QFD และ FMEA วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] อรุรา วิเชียร, 2555. การขี้งอันตรายและประเมินความเสี่ยงในกระบวนการปั๊มโลหะโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.