

การวิเคราะห์ความเสี่ยงระดับปฏิบัติการ กรณีศึกษาสถานีบรรจุและขนส่ง
ก๊าซหุงต้ม

OPERATIONAL RISK ANALYSIS: CASE STUDY OF A LIQUEFIED
PETROLEUM GAS (LPG) FILLING AND TRANSPORTATION STATION

รัชฎาภรณ์ ภู่อ้อย¹ และ สุพัตรา ศรีญาณลักษณะ^{2*}

¹อาจารย์, สาขาวิชาอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และซัพพลายเชนระหว่างประเทศ คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเกริก เลขที่ 3 ซ.รามอินทรา 1 แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220,
ratchadakorn.poo@krirk.ac.th

^{2*}อาจารย์, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีปทุม 2410/2 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900, suphattra.sr@spu.ac.th

Ratchadakorn Poohoi¹, Suphattra Sriyanalugsana^{2*}

¹Lecturer, Department of International Logistics and Supply Chain Industry,
Faculty of Business Administration, Krirk University, 3 Ram Inthra Rd, Anusawari,
Bang Khen, Bangkok 10220, Thailand, ratchadakorn.poo@krirk.ac.th

^{2*}Lecturer, Department of Industrial Engineering and Management,
School of Engineering, Sripatum University, 2410/2 Phahonyothin Rd, Sena Nikhom,
Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand, suphattra.sr@spu.ac.th

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (Corresponding author)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงของสถานีการบรรจุและขนส่งก๊าซหุงต้มของบริษัท
กรณีศึกษา จังหวัดระยอง โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและ
ผลกระทบ โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตโดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ พบว่า
จุดที่มีความเสี่ยงในการปฏิบัติงานและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ โดยเน้นไป
ที่กระบวนการหลัก คือ การบรรจุก๊าซ การขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) และการจัดเก็บถัง ประเมิน
ความรุนแรงของข้อบกพร่อง โอกาสในการเกิดความบกพร่อง และการตรวจจับข้อบกพร่อง เพื่อ
คำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่อง ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงพบว่าความเสี่ยงโดยรวม
ลดลงอย่างมากจากการใช้มาตรการป้องกัน สามารถลดความเสี่ยงการรั่วไหลระหว่างบรรจุใน

กระบวนการการบรรจุก๊าซลง 75% ด้วยมาตรการตรวจสอบซีล วาล์วที่เข้มงวด ลดความเสี่ยงในด้านวาล์วบรรจุก๊าซปิดไม่สนิทลง 76% ด้วยการเปลี่ยนวาล์วที่มีคุณภาพสูง ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง ลดความเสี่ยงการบรรจุเกินพิกัดลง 78% ด้วยการตรวจสอบและสอบเทียบเซ็นเซอร์แรงดันทุก 6 เดือน สามารถลดความเสี่ยงถึงก๊าซตกหล่นหรือพลิกคว่ำจากการขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) ถึง 67% และการรั่วไหลจากวาล์วจากการขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) ถึง 76% ลดความเสี่ยงของการวางถังซ้อนกันไม่ถูกต้องลง 75% ลดการรั่วไหลของก๊าซในพื้นที่จัดเก็บลง 76% และลดความเสี่ยงของไฟไหม้ลง 67%

คำสำคัญ: การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ, ค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่อง, สถานีบรรจุและขนส่งก๊าซหุงต้ม

ABSTRACT

This research aims to assess risks at a liquefied petroleum gas (LPG) filling and transportation station in Rayong Province using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). A process flow chart was used to identify critical failure points across three main processes: LPG filling, transportation (including warehouse storage), and gas tank storage. Risks were evaluated using Severity, Occurrence, and Detection to calculate the Risk Priority Number (RPN). Results showed a significant risk reduction after implementing preventive and corrective measures. The risk of leakage during the gas filling process was reduced by 75% with strict valve seal inspection measures. The risk of gas filling valves not closing properly was reduced by 76% by replacing high-quality valves and inspecting equipment before each use. The risk of overfilling was reduced by 78% by checking and calibrating pressure sensors every 6 months. Cylinder drop risk during transportation was reduced by 67%, and valve leakage by 76%. Improper stacking risks decreased by 75% using standard racking. Gas leakage in storage was reduced by 76%, and fire hazard risk was lowered by 66.7% with automatic suppression systems and emergency training.

KEYWORDS: Failure Mode and Effect Analysis, Risk Priority Number, Liquefied Petroleum Gas filling and transportation station

1. บทนำ

ในปัจจุบัน ก๊าซหุงต้ม (LPG) เป็นพลังงานที่มีความสำคัญในภาคครัวเรือน อุตสาหกรรม และธุรกิจบริการ กระบวนการบรรจุและขนส่งก๊าซหุงต้มจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและ

ความปลอดภัยในการจัดจำหน่าย อย่างไรก็ตาม กระบวนการดังกล่าวมีความเสี่ยงที่อาจนำไปสู่อุบัติเหตุและความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ การบริหารจัดการความเสี่ยงในสถานประกอบการและขนส่งก๊าซหุงต้มจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากผู้ประกอบการได้มองเห็นปัญหา ข้อบกพร่อง หรือความเสี่ยงต่าง ๆ ในการดำเนินการ แต่ยังไม่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ รวมทั้งการหาแนวทางในการป้องกันหรือแก้ไขอย่างจริงจัง เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) เป็นหนึ่งในเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงในกระบวนการอุตสาหกรรม [1,2] ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงเพื่อกำหนดค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่อง (Risk Priority Number: RPN) ที่เกิดจากผลลัพธ์ของค่าความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity) โอกาสในการเกิดความบกพร่อง (Occurrence) และการตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection)

ปัจจุบันสถานประกอบการและขนส่งก๊าซหุงต้มกรณีศึกษา จังหวัดระยอง มีความเสี่ยงของกระบวนการการบรรจุก๊าซ รูปแบบความล้มเหลวด้านการรั่วไหลระหว่างบรรจุมีค่า RPN เท่ากับ 216 รูปแบบความล้มเหลวด้านวาล์วบรรจุก๊าซปิดไม่สนิทมีค่า RPN เท่ากับ 175 และรูปแบบความล้มเหลวด้านการบรรจุเกินพิกัดมีค่า RPN เท่ากับ 180 ถัดมาความเสี่ยงของกระบวนการขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) รูปแบบความล้มเหลวด้านถังก๊าซตกหล่นหรือพลิกคว่ำมีค่า RPN เท่ากับ 120 รูปแบบความล้มเหลวด้านการรั่วไหลจากวาล์วมีค่า RPN เท่ากับ 200 และความเสี่ยงของกระบวนการการจัดเก็บถัง รูปแบบความล้มเหลวด้านถังก๊าซวางซ้อนกันไม่ถูกต้องมีค่า RPN เท่ากับ 192 รูปแบบความล้มเหลวด้านการรั่วไหลของก๊าซในพื้นที่จัดเก็บมีค่า RPN เท่ากับ 225 และรูปแบบความล้มเหลวด้านไฟไหม้ในพื้นที่จัดเก็บมีค่า RPN เท่ากับ 120 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงระดับปฏิบัติการที่อาจเกิดขึ้นในสถานประกอบการและขนส่งก๊าซหุงต้มกรณีศึกษา จังหวัดระยอง เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง เนื่องจากก๊าซหุงต้มเป็นสารไวไฟอาจเกิดการระเบิดหรือเพลิงไหม้ได้ง่ายหากมีการรั่วไหล การวิเคราะห์ความเสี่ยงช่วยระบุจุดอ่อนและช่องโหว่ที่อาจนำไปสู่อุบัติเหตุ เพื่อให้สามารถกำหนดมาตรการป้องกันได้ทันเวลาที่ ด้วยการใช้เทคนิค FMEA ในการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ ผลลัพธ์จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงมาตรฐานการดำเนินงานของสถานประกอบการและขนส่งก๊าซหุงต้มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA)

การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) ถูกพัฒนาโดยกองทัพสหรัฐอเมริกา ในช่วงทศวรรษที่ 1940 และต่อมาได้นำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์โดย Ford Motor Company ในช่วงทศวรรษที่ 1960 ปัจจุบันมาตรฐานการดำเนินงานของ FMEA ได้กลายมาเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่ผู้ผลิตรถยนต์ทุกค่าย รวมถึงผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ต้องปฏิบัติตามภายใต้ระบบคุณภาพ TS-16949 [3]

FMEA เป็นเทคนิคหรือกระบวนการเชิงป้องกันอย่างเป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์กิจกรรมโครงสร้างในการออกแบบของผลิตภัณฑ์รวมถึงกระบวนการผลิต จะมุ่งเน้นที่การชี้ให้เห็นถึงคุณลักษณะของความเสียหายหรือสาเหตุที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น (Potential Failure Mode) อันเนื่องมาจากการออกแบบ การผลิตหรือการบริการ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Effects Analysis) และสุดท้ายเพื่อการนำไปสู่การหาวิธีป้องกันการเกิดความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Problems Prevention) เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบ ดังนั้นจึงต้องดำเนินการก่อน หลังตามความรุนแรงของผลกระทบของข้อบกพร่องที่จะเกิดขึ้นด้วย [4-6]

2.2 ค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่อง (Risk Priority Number: RPN)

การจัดลำดับความสำคัญของความล้มเหลว เพื่อนำลำดับความสำคัญไปใช้ในการจัดลำดับความเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป พร้อมทำการเลือกปัญหาที่มีความสำคัญจากค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่องสูงที่สุด โดยสามารถระบุระดับคะแนน จากระดับคะแนนในการประเมิน คือ 1-10 [7,8] จาก 3 ปัจจัยหลัก คือ

1) ความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity: S) โดยระดับคะแนนพิจารณาจากผลกระทบของความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้น ๆ ซึ่งผลต่อผลิตภัณฑ์ พนักงาน เครื่องจักรและผู้ป่วย คะแนนการประเมินสามารถ แสดงได้ในตารางที่ 1 [9]

2) โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence: O) โดยความเป็นไปได้ในการเกิดขึ้นของข้อบกพร่องมีคะแนนแสดงอันดับในเชิงสัมพัทธ์มากกว่าเชิงสัมบูรณ์ เชิงการป้องกันหรือควบคุมสาเหตุ กลไก ของลักษณะข้อบกพร่องผ่านการเปลี่ยนแปลงกระบวนการออกแบบ เป็นแนวทางเดียวเท่านั้น การลดคะแนนของโอกาสเกิดขึ้นนี้ เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง ดังตารางที่ 2 [10]

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงที่เกิดจากข้อบกพร่อง

ลำดับ (S)	ความรุนแรงของผลกระทบ	ผลกระทบ
10	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า และมีผลกระทบรุนแรงต่อผลิตภัณฑ์ พนักงาน เครื่องจักรและผู้ป่วย (มีโอกาเสียชีวิต)	อันตรายร้ายแรงโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า
9	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นโดยมีการเตือนล่วงหน้า และอาจมีผลกระทบรุนแรงต่อผลิตภัณฑ์ พนักงาน เครื่องจักรและผู้ป่วย (มีโอกาเสียชีวิต)	อันตรายร้ายแรงโดยมีการเตือนล่วงหน้า
8	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า และมีผลกระทบรุนแรงต่อผลิตภัณฑ์ พนักงาน เครื่องจักรและผู้ป่วย (ไม่ถึงขั้นเสียชีวิต)	อันตรายสูงมากโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า
7	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นโดยมีการเตือนล่วงหน้า และมีผลกระทบรุนแรงต่อผลิตภัณฑ์ พนักงาน เครื่องจักรและผู้ป่วย (ไม่ถึงขั้นเสียชีวิต)	อันตรายสูงมากโดยมีการเตือนล่วงหน้า
6	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นโดยผู้รักษาไม่สามารถรู้สึกได้แต่มีผลกระทบต่ออาการป่วยของคนไข้เล็กน้อย	ปานกลาง
5	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นมีผลกระทบเล็กน้อยต่อผู้ป่วย	ต่ำ
4	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นมีผลกระทบต่อการรักษาทำให้การรักษาใช้เวลานานขึ้น	ต่ำมาก
3	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นทำให้ผู้รักษาสังเกตเห็นขณะรักษาแต่ไม่ส่งผลต่อผู้ป่วย	เล็กน้อย
2	ความล้มเหลวที่มีโอกาสเกิดขึ้นทำให้ผู้รักษาสังเกตเห็นก่อนเริ่มการรักษาแต่ไม่ส่งผลต่อผู้ป่วย	เล็กน้อยมาก
1	ไม่มีผลกระทบที่ลูกค้าหรือผู้รักษาสังเกตเห็น	ไม่มีเลย

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง

ลำดับ (O)	อัตราส่วนข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้น / จำนวนวันทำงานทั้งหมด	ความน่าจะเป็นในการเกิด
10	$O \leq 1: 2$	สูงมาก
9	$O \leq 1: 3$	สูงมาก
8	$O \leq 1: 8$	สูง
7	$O \leq 1: 20$	สูง
6	$O \leq 1: 80$	ปานกลาง
5	$O \leq 1: 400$	ปานกลาง
4	$O \leq 1: 2000$	ปานกลาง
3	$O \leq 1: 15000$	ต่ำ
2	$O \leq 1: 150000$	ต่ำมาก
1	$O \leq 1: 1500000$	แทบจะไม่เกิด

3) การตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection: D) เป็นความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องนั้น ๆ การตรวจจับที่ดีที่สุดที่สรุปไว้ในช่วงการควบคุมการเกิดขึ้นอีกครั้งเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าจะแน่นอนยังมีความเหมาะสมอยู่ เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจจับข้อบกพร่อง ดังตารางที่ 3 [11]

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจจับข้อบกพร่อง

ลำดับ (D)	โอกาสในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาด	โอกาสในการตรวจจับ
10	การควบคุมการออกแบบไม่สามารถตรวจจับโอกาสที่จะเป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาด (หรือไม่มีการควบคุมการออกแบบเลย)	ไม่สามารถตรวจจับได้อย่างแน่นอน
9	มีโอกาสนในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ต่ำที่สุด	มีโอกาสนในการตรวจจับได้ในระดับที่ต่ำที่สุด
8	มีโอกาสนในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ต่ำมาก	มีโอกาสนในการตรวจจับได้ในระดับต่ำมาก

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจจับข้อบกพร่อง (ต่อ)

ลำดับ (D)	โอกาสในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาด	โอกาสในการตรวจจับ
7	มีโอกาในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ต่ำ	มีโอกาในการตรวจจับได้ในระดับต่ำ
6	มีโอกาในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ค่อนข้างต่ำ	มีโอกาในการตรวจจับได้ในระดับค่อนข้างต่ำ
5	มีโอกาในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ปานกลาง	มีโอกาในการตรวจจับได้ในระดับปานกลาง
4	มีโอกาในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ค่อนข้างสูง	มีโอกาในการตรวจจับได้ในระดับที่ค่อนข้างสูง
3	มีโอกาในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้สูง	มีโอกาในการตรวจจับได้ในระดับที่สูง
2	มีโอกาในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้สูงมาก	มีโอกาในการตรวจจับได้ในระดับที่สูงมาก
1	มีโอกาในการตรวจจับพบเจอสเหตุหรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้แน่นอน	ตรวจจับได้แน่นอน

ค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่อง เกิดจากผลคูณความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity: S) โอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence: O) และการตรวจจับข้อบกพร่อง (Detection: D) เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหา ดังสมการที่ (1)

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

ค่า RPN ซึ่งมีค่าระหว่าง 1 ถึง 1,000 ค่า RPN ในแต่ละสาเหตุของข้อบกพร่องควรมีการจัดลำดับคะแนนจากค่าสูงสุดมาสู่ค่าต่ำสุด บางครั้งอาจใช้แผนผังพาเรโตมาแสดงผลได้ และควรกำหนดเกณฑ์ของค่าความเสี่ยงเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงข้อบกพร่อง อย่างไรก็ตามถึงแม้ค่า RPN จะยังไม่เกินเกณฑ์ของค่าความเสี่ยงที่กำหนดไว้แต่หากพบค่าโอกาสในการเกิดและการตรวจจับมีค่าคะแนนสูงควรจะมีการแก้ไขปรับปรุงตามความเหมาะสมเพื่อหาทางลดโอกาสในการเกิดและเพิ่มโอกาสการตรวจจับ [12]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Niyomrath et al [1] ได้วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของเครื่องจักรที่มีต่อกระบวนการผลิตหินเจียร ทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักรเพื่อการผลิตหินเจียรของบริษัท มิตรชัยไกรนั้ดิง เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยการค้นหาปัญหาและสาเหตุของการหยุดการทำงานของเครื่องบีบอัดตามปัจจัยการผลิต 5 ด้าน (4M1E) จากนั้นหาค่าความเสี่ยงของประเด็นความบกพร่องที่มาจากปัจจัยด้านเครื่องจักรโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ

Athikulrat et al [13] ได้ศึกษาเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาไฟฟ้า โดยประยุกต์รูปแบบความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบ เพื่อคำนวณค่าความเสี่ยงซึ่งนำสำหรับคัดเลือกรูปแบบความล้มเหลวเพื่อดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

Lapjitra [14] ได้ศึกษาการใช้เครื่องมือ FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) ในการจัดการความเสี่ยงของระบบยาแผนกผู้ป่วยใน โรงพยาบาลสนม จังหวัดสุรินทร์ โดยการศึกษาเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) โดยทีมสหสาขาวิชาชีพ รวม 10 คน ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับระบบยาผู้ป่วยในของโรงพยาบาลสนม ใช้การจัดการความเสี่ยงเชิงรุกตามขั้นตอนของ FMEA

Pedsawang [15] ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในกระบวนการผลิตกรณีศึกษา บริษัทผลิตอุปกรณ์การแพทย์ โดยรวบรวมข้อมูลและศึกษากระบวนการผลิต จากนั้นทำการชี้บ่งอันตรายเพื่อประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของกระบวนการทั้งหมด 3 กระบวนการ คือ กระบวนการผลิตส่วนงานอลูมิเนียม ส่วนงานยาง และส่วนงานเจล จากการศึกษาพบว่ากระบวนการผลิตส่วนงานยางมีอัตราความเสี่ยงสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 45.12 จากกระบวนการผลิตทั้งหมด และหลังจากใช้แผนบริหารจัดการความเสี่ยงจาก 37 รายการสามารถควบคุมได้ 21 รายการ

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเทคนิค FMEA มาใช้เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงระดับปฏิบัติการที่อาจเกิดขึ้นในสถานับรรจุและขนส่งก๊าซหุงต้ม โดยขั้นตอนในการศึกษาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) 2) ศึกษาค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่อง (RPN) โดยการกำหนดระดับของความรุนแรงของข้อบกพร่อง (S) พิจารณาโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (O) และพิจารณาความสามารถในการตรวจจับข้อบกพร่อง (D) 3) วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา รูปแบบของความเสียหายหรือสาเหตุที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น โดยใช้เทคนิค FMEA 4) ปรับปรุงและดำเนินการแก้ไขมาตรฐานการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาแผนภูมิการไหลของกระบวนการ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนและเวลาในแต่ละขั้นตอนของการบรรจุก๊าซหุงต้มในถังก๊าซขนาด 15 กิโลกรัม โดยมีการระบุถึงกิจกรรมที่ต้องทำในแต่ละขั้นตอนดังนี้ 1) ตั้งเครื่องบรรจุตามน้ำหนักที่ต้องการ 2) นำถังก๊าซหุงต้มจากคลังเก็บถังก๊าซเปล่า 3) ใส่เครื่องบรรจุถังก๊าซ 4) ปลดเซฟตี้วาล์ว 5) กดปุ่มบรรจุก๊าซ 6) รอเครื่องจักรบรรจุก๊าซ 7) นำเครื่องบรรจุออก 8) ตรวจสอบน้ำหนักถังก๊าซ 9) นำถังก๊าซที่บรรจุเรียบร้อยแล้วเก็บเข้าคลัง และ 10) เก็บถังก๊าซที่บรรจุเรียบร้อยแล้ว หลังจากการรวบรวมความเห็นจากหัวหน้างานและผู้ปฏิบัติงาน จุดที่มีความเสี่ยงในการปฏิบัติงานและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการโดยเน้นไปที่กระบวนการหลัก 3 กระบวนการ คือ การบรรจุก๊าซ (ในกระบวนการขั้นตอนที่ 5 กดปุ่มบรรจุก๊าซ) การขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) (ในกระบวนการขั้นตอนที่ 9 นำถังก๊าซที่บรรจุเรียบร้อยแล้ว

แล้วเก็บเข้าคลัง) และการจัดเก็บถัง (ในกระบวนการขั้นตอนที่ 10 เก็บถังก๊าซที่บรรจุเรียบร้อยแล้ว) เนื่องจากกระบวนการหลักดังกล่าวมีความเสี่ยงที่จะเกิดการระเบิดได้และมีผลกระทบที่ร้ายแรงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงในรูปที่ 2

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ										
Flow Process Chart										
แผนภูมิหมายเลข 1 แผ่นที่ 1					สรุปผล					
ผลิตภัณฑ์ / วัสดุ / พนักงาน ถังก๊าซขนาด 15 กิโลกรัม					Activity	ปัจจุบัน	หลังปรับปรุง	ลดลง		
					ปฏิบัติงาน ○	5				
กิจกรรม : การบรรจุก๊าซหุงต้ม					เคลื่อนย้าย ➡	2				
					ล่าช้า □	1				
					ตรวจสอบ □	1				
					เก็บ ▽	1				
วิธีทำงาน : ปัจจุบัน / ปรับปรุง					ระยะทาง	14				
สถานที่ : โรงงานบรรจุก๊าซหุงต้ม พนักงาน เสวก ญัญ					เวลา	6.25				
					ต้นทุน					
บันทึกโดย ยศวรรณ์					ค่าแรง					
วันที่ 8/5/2567					ค่าวัสดุ					
อนุมัติโดย ยศวรรณ์					วันที่ 8/5/67	รวม				
คำอธิบาย		QTY.	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์					หมายเหตุ
					○ ➡ □ ▽					
1. ตั้งเครื่องบรรจุตามน้ำหนักที่ต้องการ				1	●					
2. นำก๊าซหุงต้มจากคลังเก็บถังก๊าซเปล่า			6			➡				
3. ใส่เครื่องบรรจุกับถังก๊าซ				1	●					
4. ปลดเชฟตีวาล์ว				0.25	●					
5. กดปุ่มบรรจุก๊าซ				0.25	●					
6. รอเครื่องจักรบรรจุก๊าซ				3		●				
7. นำเครื่องบรรจุออก				0.5	●					
8. ตรวจสอบน้ำหนักถังก๊าซ				0.25			■			
9. นำถังก๊าซที่บรรจุเรียบร้อยแล้วเก็บเข้าคลัง			8			➡				
10. เก็บถังก๊าซที่บรรจุเรียบร้อยแล้ว								▽		

รูปที่ 2 ขั้นตอนการอัดบรรจุก๊าซหุงต้ม

3.2 การใช้เทคนิค FMEA ในการวิเคราะห์

การใช้เทคนิค FMEA ในการวิเคราะห์จุดที่มีความเสี่ยงในการปฏิบัติงานและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ โดยเริ่มจากการประเมินหาค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่องในปัจจุบันกระบวนการหลัก คือ การบรรจุก๊าซ, การขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) และการจัดเก็บถัง ทำการวิเคราะห์สาเหตุด้วยหลักการ 4M (Man, Machine, Material, Method) ตามกระบวนการจากการระดมสมองและทำการจัดเรียงลำดับ เพื่อให้มั่นใจว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงครอบคลุมทุกมิติที่เป็นไปได้ ลดโอกาสในการมองข้ามสาเหตุสำคัญ มีความเป็นระบบในการระบุและวิเคราะห์ความเสี่ยงให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ชัดเจน จากนั้นนำมาคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงของข้อบกพร่องจากสมการที่ (1) โดยพิจารณาจากกระบวนการหลัก คือ การบรรจุก๊าซ การขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) และการจัดเก็บถัง

จากสมการที่ (1) กำหนดกระบวนการที่ต้องทำการปรับปรุงเพื่อดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขเพื่อลดค่า RPN ให้ลดลง จากการร่วมกันกำหนดเกณฑ์ค่า RPN โดยผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัย และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง มีการคำนึงถึงปัจจัยนโยบายและเป้าหมายความปลอดภัยขององค์กร โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้ กระบวนการที่มีค่า RPN สูงกว่า 200 มีความเสี่ยงสูง ต้องดำเนินการแก้ไขทันที ค่า RPN เท่ากับ 150-199 มีความเสี่ยงปานกลาง ควรปรับปรุงภายในระยะเวลาที่เหมาะสม และค่า RPN น้อยกว่า 150 มีความเสี่ยงต่ำ สามารถเฝ้าระวังได้ แต่ไม่เร่งด่วน

3.3 กำหนดมาตรการและดำเนินการปรับปรุง

กำหนดมาตรการและดำเนินการปรับปรุงตามสาเหตุของความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องแต่ละประเภท จากการคำนวณค่า RPN เพื่อบ่งชี้และเสนอแนวทางการปฏิบัติแก้ไขปัญหอย่างเป็นระบบ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดความเสี่ยงในการปฏิบัติงาน การกำหนดให้ทำการประเมินผลก่อนและหลัง จะทำการประเมินเมื่อมีการทบทวนและอัปเดตกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มั่นใจว่า FMEA ยังคงมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ เช่น มีการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ เงื่อนไขในการทำงาน วัสดุอุปกรณ์หรือกระบวนการ กฎระเบียบหรือมาตรฐานใหม่ หรือมีการระบุความเสี่ยงใหม่ๆ เป็นต้น รูปแบบความล้มเหลวที่เกิดขึ้นจะพิจารณามาตรการป้องกัน/แก้ไข ในรูปแบบการป้องกันเชิงรุก และการป้องกันเชิงโครงสร้าง/ระยะยาว ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์รูปแบบความล้มเหลวและผลกระทบของความล้มเหลวในสถานประกอบการและชุมชนส่งก๊าซหุงต้ม

รายการ	กระบวนการ (PROCESS)	รูปแบบความล้มเหลว (FAILURE MODE)	ผลกระทบ (EFFECT)	สาเหตุของความล้มเหลว (CAUSE OF FAILURE)	สถานะปัจจุบัน				มาตรการป้องกัน / แก้ไข	ผลการแก้ไข				เปอร์เซ็นต์ลดความเสี่ยง
					SEV	OCC	DET	RPN		SEV	OCC	DET	RPN	
1	การบรรจุก๊าซ	รั่วไหลระหว่างบรรจุ	เสี่ยงต่อการระเบิด	ซีลหัวถังเสียหาย	9	6	4	216	ตรวจสอบซีลและวาล์วก่อนบรรจุ, เปลี่ยนซีลมาตรฐานสูง	9	3	2	54	75%
		วาล์วบรรจุก๊าซปิดไม่สนิท	ก๊าซรั่วไหล, สิ้นเปลืองทรัพยากร	ความล้าของอุปกรณ์ หรือ วาล์วชำรุด	7	5	5	175	เปลี่ยนวาล์วที่มีคุณภาพสูงขึ้น, ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการใช้งาน	7	3	2	42	76%
		การบรรจุเกินพิกัด	ถังอาจระเบิด ทำให้เกิดอัคคีภัย	เซ็นเซอร์ควบคุมแรงดันผิดพลาด	10	3	6	180	ตรวจสอบและสอบเทียบเซ็นเซอร์แรงดันทุก 6 เดือน	10	2	2	40	78%

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์รูปแบบความล้มเหลวและผลกระทบของความล้มเหลวในสถานีบริการและขนส่งก๊าซหุงต้ม (ต่อ)

รายการ	กระบวนการ (PROCESS)	รูปแบบความล้มเหลว (FAILURE MODE)	ผลกระทบ (EFFECT)	สาเหตุของความล้มเหลว (CAUSE OF FAILURE)	สถานะปัจจุบัน				มาตรการป้องกัน / แก้ไข	ผลการแก้ไข				เปอร์เซ็นต์ลดความเสี่ยง
					SEV	OCC	DET	RPN		SEV	OCC	DET	RPN	
2	การขนส่ง (เก็บเข้าคลัง)	ถึงก๊าซตกหล่นหรือพลิกคว่ำ	ก๊าซรั่วไหล เสี่ยงต่ออุบัติเหตุ	การจัดวางถังไม่มั่นคงหรือเคลื่อนย้ายแบบไม่ปลอดภัย	10	4	3	120	ใช้อุปกรณ์ล็อกถังมาตรฐานและพนักงานเรื่องความปลอดภัย	10	2	2	40	67%
		การรั่วไหลจากวาล์ว	ก๊าซรั่วไหล, อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	วาล์วปิดไม่สนิทหรือเกิดการสึกหรอ	8	5	5	200	ตรวจสอบความแน่นของวาล์ว เคลื่อนย้าย, เปลี่ยนวาล์วคุณภาพสูง	8	3	2	48	76%

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์รูปแบบความล้มเหลวและผลกระทบของความล้มเหลวในสถานีบรรจุและขนส่งก๊าซหุงต้ม (ต่อ)

รายการ	กระบวนการ (PROCESS)	รูปแบบความล้มเหลว (FAILURE MODE)	ผลกระทบ (EFFECT)	สาเหตุของความล้มเหลว (CAUSE OF FAILURE)	สถานะปัจจุบัน				มาตรการป้องกัน / แก้ไข	ผลการแก้ไข				เปอร์เซ็นต์ลดความเสี่ยง
					SEV	OCC	DET	RPN		SEV	OCC	DET	RPN	
3	การจัดเก็บถัง	ถังก๊าซวางซ้อนกันไม่ถูกต้อง	อุบัติเหตุ, ความเสียหายของถัง	พื้นที่จัดเก็บไม่เป็นระเบียบ หรือขาดมาตรฐานการจัดวาง	8	6	4	192	ใช้ชั้นวางมาตรฐาน, ผูกอบรมพนักงาน	8	3	2	48	75%
		การรั่วไหลของก๊าซในพื้นที่จัดเก็บ	อันตรายต่อบุคลากร และสิ่งแวดล้อม	ถังชำรุด, วาล์วรั่ว	9	5	5	225	ตรวจสอบถังก๊าศก่อนใช้งาน, ติดตั้งระบบตรวจจับสนิท	9	3	2	54	76%
		ไฟไหม้ในพื้นที่จัดเก็บ	เสี่ยงต่อการระเบิดและความเสียหายสูง	ไม่มีการป้องกัน อัคคีภัยที่เพียงพอ	10	4	3	120	ติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติ, ผูกซ้อมแผนฉุกเฉิน	10	2	2	40	67%

4. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

การใช้เทคนิค FMEA ในการวิเคราะห์จุดที่มีความเสี่ยงในการปฏิบัติงานและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการพบว่า ความเสี่ยงโดยรวมลดลงอย่างมากจากการใช้มาตรการป้องกันในกระบวนการการบรรจุก๊าซสามารถลดความเสี่ยงการรั่วไหลระหว่างบรรจุลง 75% ด้วยมาตรการตรวจสอบซีล วาล์วที่เข้มงวด เริ่มจากการตรวจสอบร่องรอยความเสียหายทางกายภาพด้วยสายตา และตรวจสอบการรั่วไหลด้วยการทดสอบด้วยฟองสบู่ ลดความเสี่ยงในด้านวาล์วบรรจุก๊าซปิดไม่สนิทลง 76% ด้วยการเปลี่ยนวาล์วที่มีคุณภาพสูง ตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง ลดความเสี่ยงการบรรจุเกินพิกัดลง 78% ด้วยการตรวจสอบและสอบเทียบเซ็นเซอร์แรงดันทุก 6 เดือน ตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของบริษัท ในกระบวนการการขนส่ง (เก็บเข้าคลัง) สามารถลดความเสี่ยงถึงก๊าซตกหล่นหรือพลิกคว่ำถึง 67% และการรั่วไหลจากวาล์วลง 76% ในกระบวนการการจัดเก็บถึงสามารถลดความเสี่ยงของการวางถังซ้อนกันไม่ถูกต้องลง 75% โดยใช้ชั้นวางมาตรฐาน ลดการรั่วไหลของก๊าซในพื้นที่จัดเก็บลง 76% โดยตรวจสอบถังก๊าซก่อนจัดเก็บ ติดตั้งระบบตรวจจับก๊าซ และลดความเสี่ยงของไฟไหม้ลง 67% โดยติดตั้งติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ฝึกซ้อมแผนฉุกเฉิน การตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอช่วยลดปัญหาความล่าช้าของวาล์ว อย่างไรก็ตาม หากต้องการลดความล้มเหลวแต่ละประเภทให้ลดลง สามารถนำระบบ Predictive Maintenance มาใช้เพื่อลดปัญหาการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ การใช้ AI หรือ Machine Learning ช่วยตรวจจับพฤติกรรมผิดปกติของระบบบรรจุและขนส่ง

References

- [1] Niyomrath R, Muangmeesri B, Siritongthaworn S, Korbuakaew S, Kaewsaiha P, Prapanapapome P. Application of failure mode and effect analysis (FMEA) on machine maintenance for grinding stone production. Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University Journal 2024;6(3):335-53. (In Thai)
- [2] Sharma KD, Srivastava S. Failure mode and effect analysis (FMEA) implementation: a literature review. Journal of Advance Research in Aeronautics and Space Science 2018; 5(1&2):1-17.
- [3] Super Engineer. FMEA history. [Internet]. 2024 [cited 2025 Aug 3]. Available from: <https://www.superengineer.net/blog/fmea-history>.
- [4] Liu Y, Kong Z, Zhang Q. Failure modes and effects analysis (FMEA) for the security of the supply chain system of the gas station in China. Ecotoxicology and Environmental Safety 2018; 164:325-30. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.08.028.

- [5] Talabgaew S. Application of failure mode and effects analysis (FMEA) for enhancing customer satisfaction. *Journal of Technical Education Development* 2008; 21(68):24-29. (In Thai)
- [6] Techajumlernsuk B. Application of failure mode and effects analysis (FMEA) to enhance the Medication system in hospitals [internet]. Samut Prakan: Faculty of Pharmaceutical Science, Huachiew Chalermprakiet University; 2019 [cited 2025 Aug 3] Available from: https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=615. (In Thai)
- [7] Hosseinpoor S, Dadashi T, Mohammadi A. Comprehensive analysis of hospital solid waste levels and HSE risks using FMEA technique: A case study in northwest Iran. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 2024;9:100646. doi: 10.1016/j.cscee.2024.100646.
- [8] Ploypanichcharoen K. Failure mode and effect analysis. Bangkok: TPA Publishing; 2008. (In Thai)
- [9] ElLithya MH, Alsamanib O, Salahc H, Opiniond FB, Abdelghani LS. Challenges experienced during pharmacy automation and robotics implementation in JCI accredited hospital in the Arabian Gulf area: FMEA analysis-qualitative approach. *Saudi Pharmaceutical Journal* 2023;31:101725. doi: 10.1016/j.jsps.2023.101725.
- [10] Dadashi T, Hosseinpoor S, Mohammadi A. A comprehensive protocol for evaluating health, safety, and environmental risks of hospital solid waste through FMEA technique. *MethodsX* 2024;12:102760. doi: 10.1016/j.mex.2024.102760.
- [11] Minguito G, Banluta J. Risk management in humanitarian supply chain based on FMEA and grey relational analysis. *Socio-Economic Planning Sciences* 2023; 87:101551. doi: 10.1016/j.seps.2023.101551.
- [12] Inhun K. Prioritization of failure modes by using fuzzy analytic hierarchy process (FAHP): a case study of electronics parts/components manufacturing process [thesis]. Pathum Thani: Thammasat University; 2015. (In Thai)
- [13] Athikulrat K, Jangruxsakul S, Plychumpol J. Application of failure mode and effects analysis to reduce wastes power pole production process. *Ladkrabang Engineering Journal* 2021;38(3):63-76. (In Thai)

- [14] Lapjitra P. Use of FMEA (failure mode and effects analysis) to manage the risks of medication system in the inpatient department of Sanom hospital, Surin province. Science and Technology Northern Journal 2022; 3(4): 117-128. (In Thai)
- [15] Pedsawang P. Risk analysis of safety in the production process: a case study of medical equipment company [Thesis]. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2019. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ



ดร. รัชฎาภรณ์ กู้ห้อย อาจารย์ประจำ สาขาวิชาอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ และซัพพลายเชนระหว่างประเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกริก เลขที่ 3 ซ.รามอินทรา 1 แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220 โทรศัพท์: 02-552-3500 ต่อ 215, 02-970-5820
Email: ratchadakorn.poo@krirk.ac.th



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุปัทธรา ศรีญาณลักษณ์ ผู้ช่วยคณบดี ฝ่ายวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม 2410/2 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 โทรศัพท์ (662) 558 6888 ต่อ 2159
E-mail: suphattra.sr@spu.ac.th

Article History:

Received: June 10, 2025

Revised: September 22, 2025

Accepted: October 1, 2025