

การประเมินความเสี่ยงในการยกท่อเหล็กด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะโดยการวิเคราะห์ความ ผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้ร่วมกับการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ: กรณีศึกษาโรงงานผลิตท่อเหล็กเหนียว

Risk Assessment in Lifting Steel Pipes with Overhead Cranes using Fault Tree Analysis Combined with Failure Modes and Effects Analysis: A Case Study of Steel Pipe Manufacturing Factory

มูขตาภา ภู่งาม¹, พิพัฒน์ สอนวงษ์²

¹คณะวิศวกรรมความปลอดภัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, mooktapa.p@ku.ac.th

²คณะวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, fengpps@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งวิเคราะห์ความเสี่ยงในการใช้อุปกรณ์ยกท่อด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะในโรงงานผลิตท่อเหล็กเหนียว โดยใช้การวิเคราะห์ความเสี่ยงเชิงระบบด้วย Fault Tree Analysis (FTA) และ Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อชี้บ่งอันตราย ประเมินความเสี่ยงและเสนอแนวทางการจัดการความเสี่ยงในกระบวนการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็กเหนียวด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะ ข้อมูลในการวิจัยได้มาจากการสัมภาษณ์พนักงานในโรงงานกรณีศึกษาโดยการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็กจำนวน 37 คน ข้อมูลจากการสังเกตการณ์ภาคสนามโดยตรงของผู้วิจัยจำนวน 20 ครั้ง และข้อมูลสถิติอุบัติเหตุภายในโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกันโดยใช้ FTA และ FMEA ผลการวิเคราะห์จาก FTA ใช้เป็นพื้นฐานในการระบุจุดบกพร่องสำคัญที่นำไปสู่ความล้มเหลว ซึ่งถูกนำไปวิเคราะห์เชิงปริมาณต่อโดยใช้วิธี FMEA ผลการวิเคราะห์พบว่า โหมดความล้มเหลวที่มีค่า RPN (Risk Priority Number) อยู่ในระดับความเสี่ยงสูง ได้แก่ การติดตั้งสะเก้นผิดวิธี (RPN = 210) และการหักของตะขอเนื่องจากมุกยกที่ไม่เหมาะสม (RPN = 200) นอกจากนี้ยังพบว่า ผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับข้อมูลอุบัติเหตุในฐานข้อมูลของ OSHA ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยตามกฎหมายของประเทศไทย และข้อกำหนดสากล โดยเฉพาะในประเด็นเรื่องการใช้อุปกรณ์ยกที่เหมาะสม และการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการใช้งาน จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าว จึงเสนอแนะแนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มความปลอดภัยในกระบวนการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็ก ได้แก่ การจัดอบรมและพัฒนาทักษะของพนักงานในงานยก การตรวจสอบ บำรุงรักษาอุปกรณ์ยกอย่างสม่ำเสมอ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการควบคุมและป้องกันอุบัติเหตุ เพื่อเสริมสร้างระบบความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอย่างยั่งยืน การศึกษานี้จึงมีส่วนช่วยในการยกระดับองค์ความรู้ด้านการจัดการความเสี่ยงในภาคอุตสาหกรรม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับโรงงานประเภทอื่นในอนาคต

คำหลัก: ปั้นจั่นเหนือศีรษะ ความเสี่ยงในการยกท่อ Fault Tree Analysis (FTA) Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Abstract

This research aims to analyze the risks associated with the use of lifting equipment for steel pipe handling with overhead cranes in a ductile iron pipe manufacturing plant. The study applies a systems-based risk assessment approach using Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), with the objectives of identifying hazards, assessing risks, and proposing appropriate risk management measures in the lifting and handling process. Data were collected through purposive sampling by interviewing 37 employees directly involved in the lifting and handling operations. Additionally, 20 direct field observations were conducted by the researcher, alongside a review of the plant's internal accident statistics. These data were analyzed using FTA to identify key failure points that contribute to system breakdowns, which were subsequently quantified through FMEA. The analysis revealed high-risk failure modes, notably the incorrect installation of shackles (RPN = 210) and hook fractures due to improper lifting angles (RPN = 200). The findings were consistent with OSHA's accident database, relevant Thai safety regulations, and international standards, particularly concerning the proper use and pre-use inspection of lifting equipment. Based on the results, the study proposes several measures to enhance safety in steel pipe lifting and handling operations. These include training and upskilling of lifting personnel, regular inspection and maintenance of lifting equipment, and the adoption of technology to improve control and accident prevention. This research contributes to the advancement of knowledge in industrial risk management and offers practical guidance that can be adapted to other types of manufacturing facilities in the future.

Keywords: Overhead crane, Risk in pipe lifting, Fault Tree Analysis (FTA), Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็กด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะเป็นกระบวนการที่สำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการวัตถุที่มีน้ำหนักมากและขนาดใหญ่ ดังนั้น ความปลอดภัยและความแม่นยำในการดำเนินการจึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองข้ามได้ โดยเฉพาะในโรงงานผลิตท่อเหล็กเหนียว ซึ่งเป็นกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้

จากการสำรวจภายในโรงงานผลิตท่อเหล็กกรณีศึกษา พบว่าลักษณะของท่อเหล็กที่ผลิตในโรงงานมีความหลากหลาย ทั้งในด้านน้ำหนัก ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลาง ทำให้กระบวนการยกเคลื่อนย้ายท่อในแต่ละ

ขั้นตอนมีความซับซ้อนสูง การเลือกใช้อุปกรณ์ยก เช่น สลิง โช้ ตะขอ สะเก็น (Shackle: อุปกรณ์โลหะรูปตัวยูหรือโอ ใช้เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ยก) จึงต้องพิจารณาตามลักษณะของชิ้นงานและสภาพพื้นที่อย่างรอบคอบ

ทั้งนี้ ในทางปฏิบัติมักพบความเสี่ยงจากการเลือกใช้อุปกรณ์ยกที่ไม่เหมาะสมกับขนาด รูปทรง หรือ จุดศูนย์ถ่วงของท่อ ซึ่งอาจทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ท่อพลิก คว่ำ หรือหล่นระหว่างการยก นอกจากนี้ ยังพบว่าการประกอบอุปกรณ์ยกเข้าด้วยกันโดยไม่เข้าใจหลักการรับแรงที่ถูกต้อง หรือการใช้อุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพโดยไม่มีการตรวจสอบก็เป็นปัจจัยที่เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุอย่างมีนัยสำคัญ

จากข้อมูลของสำนักงานประกันสังคม (2567) พบว่าในช่วงปี 2562–2566 มีผู้ประสบอันตรายจากวัตถุ พังทลายหรือหล่นทับรวมทั้งสิ้น 66,950 ราย คิดเป็นร้อยละ 15.91 ต่อปี ซึ่งนับเป็นสาเหตุอันดับสองของอุบัติเหตุ รองจากวัตถุตก บาด หรือทิ่มแทง (สำนักงานประกันสังคม, 2567) ข้อมูลนี้สอดคล้องกับรายงานของ Konecranes Training Institute (2021) ซึ่งได้วิเคราะห์อุบัติเหตุจากการใช้ปั้นจั่นเหนือศีรษะที่ถูกรายงานต่อ OSHA ในสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี 2000–2020 รวมจำนวนทั้งสิ้น 319 กรณี โดยพบว่าอุบัติเหตุส่วนใหญ่ร้อยละ 38 เกิดจากการถูกชนจากการแกว่งของโหลด โหลดหล่น หรือโหลดที่ไม่มั่นคงล้มลงหลังจากวาง ในขณะที่ร้อยละ 27 เกิดจากโหลดหล่นอันมีสาเหตุหลักจากการติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม ข้อมูลทั้งสองแหล่งสะท้อนให้เห็นว่า แม้จะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านความปลอดภัย แต่อุบัติเหตุจากการเคลื่อนย้ายวัตถุหนักยังคงเป็นหนึ่งใน ความเสี่ยงสำคัญที่ต้องให้ความสำคัญทั้งในระดับประเทศและระดับสากล

งานวิจัยที่ผ่านมาโดยส่วนใหญ่เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยงเพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น FMEA สำหรับประเมินโหมดความล้มเหลวของอุปกรณ์ หรือ FTA สำหรับวิเคราะห์สาเหตุรากของเหตุการณ์ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการบูรณาการทั้ง FTA และ FMEA อย่างเป็นระบบในบริบทของโรงงานผลิตท่อโดยเฉพาะ อีกทั้งยังขาดการเปรียบเทียบกับมาตรฐานความปลอดภัยระดับสากล เช่น OSHA, ASME B30 และ ISO 9927-1 ซึ่งสามารถใช้เป็นกรอบในการประเมินความสอดคล้องของกระบวนการกับแนวปฏิบัติที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้เครื่องมือวิเคราะห์เพียงประเภทเดียว ได้แก่ ปกรณ์ นามวงษ์ (2562) ซึ่งใช้ FMEA ในการประเมินความเสี่ยงของปั้นจั่นไฟฟ้าเหนือศีรษะ และบรรลักษ์ กันทะขู (2560) ซึ่งใช้ FTA วิเคราะห์ความเสี่ยงจากการใช้ปั้นจั่นในโรงงานผลิตเหล็ก โดยทั้งสองงานวิจัยมุ่งเน้นเฉพาะที่ตัวเครื่องจักรหลักโดยไม่ครอบคลุมถึงอุปกรณ์ยกที่ใช้ร่วมกัน ซึ่งอาจเป็นแหล่งความเสี่ยงที่สำคัญ

ขณะเดียวกัน มีงานวิจัยบางฉบับที่นำ FTA และ FMEA มาใช้ร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความเสี่ยง เช่น Shafiee et al. (2019) ที่นำเสนอโมเดล FTA-FMEA สำหรับระบบ Blowout Preventer (BOP) ได้ทะเล โดยใช้ Birnbaum's measure ในการปรับปรุงค่า RPN จาก FMEA เพื่อสะท้อนความสำคัญของแต่ละส่วนประกอบในระบบอย่างแม่นยำ และ Fithri et al. (2020) ที่ใช้ทั้ง FTA และ FMEA ในการวิเคราะห์อุบัติเหตุจากการขนถ่ายน้ำมันดิบในอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อระบุสาเหตุและประเมินระดับความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่กล่าวมายังไม่ครอบคลุมการประเมินความเสี่ยงในกระบวนการยกท่อที่ใช้ทั้ง ปั่นจั่นและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในบริบทของโรงงานผลิตท่อโดยเฉพาะ และยังไม่มีเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ กับมาตรฐานความปลอดภัยสากลอย่างชัดเจน ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้จึงมีความสำคัญในการพัฒนาแนวทางการ ประเมินความเสี่ยงที่บูรณาการ FTA และ FMEA ร่วมกับการอ้างอิงมาตรฐานความปลอดภัยระดับสากล เพื่อเพิ่ม ความครอบคลุมและความน่าเชื่อถือของผลการประเมินในบริบทอุตสาหกรรมที่เฉพาะเจาะจง

งานวิจัยฉบับนี้จึงได้บูรณาการการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้วย FTA และ FMEA เข้ากับกรอบแนวคิดจาก ทฤษฎีความปลอดภัยที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เพื่อให้การประเมินมีความลึกซึ้งและครอบคลุมในหลายมิติ ได้แก่

1) Haddon Matrix – ทฤษฎีนี้พิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ อุปกรณ์ และสิ่งแวดล้อม ในสาม ช่วงเวลาของอุบัติเหตุ ได้แก่ ก่อนเกิดเหตุ ขณะเกิดเหตุ และหลังเกิดเหตุ โดยในงานวิจัยนี้ ได้นำ FTA มาช่วย แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่นำไปสู่การเกิดเหตุในแต่ละช่วงเวลา ขณะที่ FMEA ถูกใช้เพื่อประเมินความเสี่ยงของ องค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบ เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ การตรวจสอบความปลอดภัย และการฝึกอบรม

2) Heinrich's Domino Theory – ทฤษฎีนี้เสนอว่าอุบัติเหตุเป็นผลจากการเรียงต่อกันของปัจจัยที่ เชื่อมโยงกันเหมือนโดมิโน หากสามารถจัดการกับปัจจัยต้นเหตุได้ จะสามารถป้องกันอุบัติเหตุได้อย่างมี ประสิทธิภาพ งานวิจัยได้นำ FTA มาช่วยในการระบุเหตุการณ์หลัก และปัจจัยรองที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่ง ช่วยในการมองเห็นลำดับการล้มของโดมิโนในระบบการยกท่อ

3) Swiss Cheese Model – ทฤษฎีนี้อธิบายถึงการที่ระบบแต่ละชั้นมีช่องโหว่ หากช่องโหว่เหล่านี้ ตรงกัน ก็อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ งานวิจัยได้นำ FMEA มาวิเคราะห์ช่องโหว่ในแต่ละชั้นตอนของระบบ เช่น ความล้มเหลวของอุปกรณ์ ความไม่เหมาะสมของกระบวนการตรวจสอบ และข้อจำกัดในการฝึกอบรม เพื่อ เสริมความแข็งแกร่งในแต่ละชั้นของการป้องกัน

การบูรณาการทั้ง FTA และ FMEA ร่วมกับทฤษฎีด้านความปลอดภัยเหล่านี้ ทำให้การวิเคราะห์ความ เสี่ยงในงานวิจัยนี้สามารถครอบคลุมทั้งมุมมองเชิงระบบ (System-wide View) และเชิงองค์ประกอบ (Component-level Analysis) ช่วยให้เราสามารถกำหนดมาตรการป้องกันที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการลด ความเสี่ยงและป้องกันอุบัติเหตุในระยะยาวได้อย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังได้นำข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามภายในโรงงานผลิตท่อเหล็กมาใช้ควบคู่กัน เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงบริบทจริงของอุตสาหกรรม และเพื่อพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการความเสี่ยงที่สามารถ นำไปประยุกต์ใช้ได้จริง โดยถือเป็นการเติมเต็มช่องว่างจากงานวิจัยเดิมที่ยังขาดการวิเคราะห์อย่างบูรณาการและ ลึกซึ้งในลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมการผลิตท่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงในกระบวนการยกและย้ายท่อเหล็กเหนียวด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ FTA และ FMEA
2. เพื่อศึกษาและนำเสนอแนวทางการจัดการความเสี่ยงในการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็กด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะให้มีความปลอดภัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านความปลอดภัย ช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มความปลอดภัยในการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็กเหนียวด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะ รวมถึงพัฒนามาตรการป้องกันและลดอุบัติเหตุในโรงงาน
2. ด้านการจัดการและอุตสาหกรรม เป็นแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่นำไปปรับใช้ได้โรงงานอื่น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดการหยุดชะงัก และลดต้นทุนจากอุบัติเหตุ
3. ด้านการศึกษาและงานวิจัยเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยในอนาคต สนับสนุนการพัฒนาองค์ความรู้ด้านความปลอดภัย และช่วยให้โรงงานปฏิบัติตามกฎหมายและมาตรฐานได้อย่างเหมาะสม

กรอบแนวคิด

การวิจัยนี้พัฒนกรอบแนวคิดจากทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3 ด้านหลัก ได้แก่

1. แนวคิดการจัดการความเสี่ยง (Risk Management Theory) ช่วยให้องค์กรสามารถระบุ วิเคราะห์ ประเมิน และจัดการกับความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ เพื่อป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อเป้าหมายหรือทรัพย์สินขององค์กร โดยยึดตามมาตรฐาน ISO 31000 ซึ่งกำหนดขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง ได้แก่ การระบุ (Risk Identification), การวิเคราะห์ (Risk Analysis), การประเมิน (Risk Evaluation) และการควบคุมความเสี่ยง (Risk Treatment) (International Organization for Standardization [ISO], 2018)

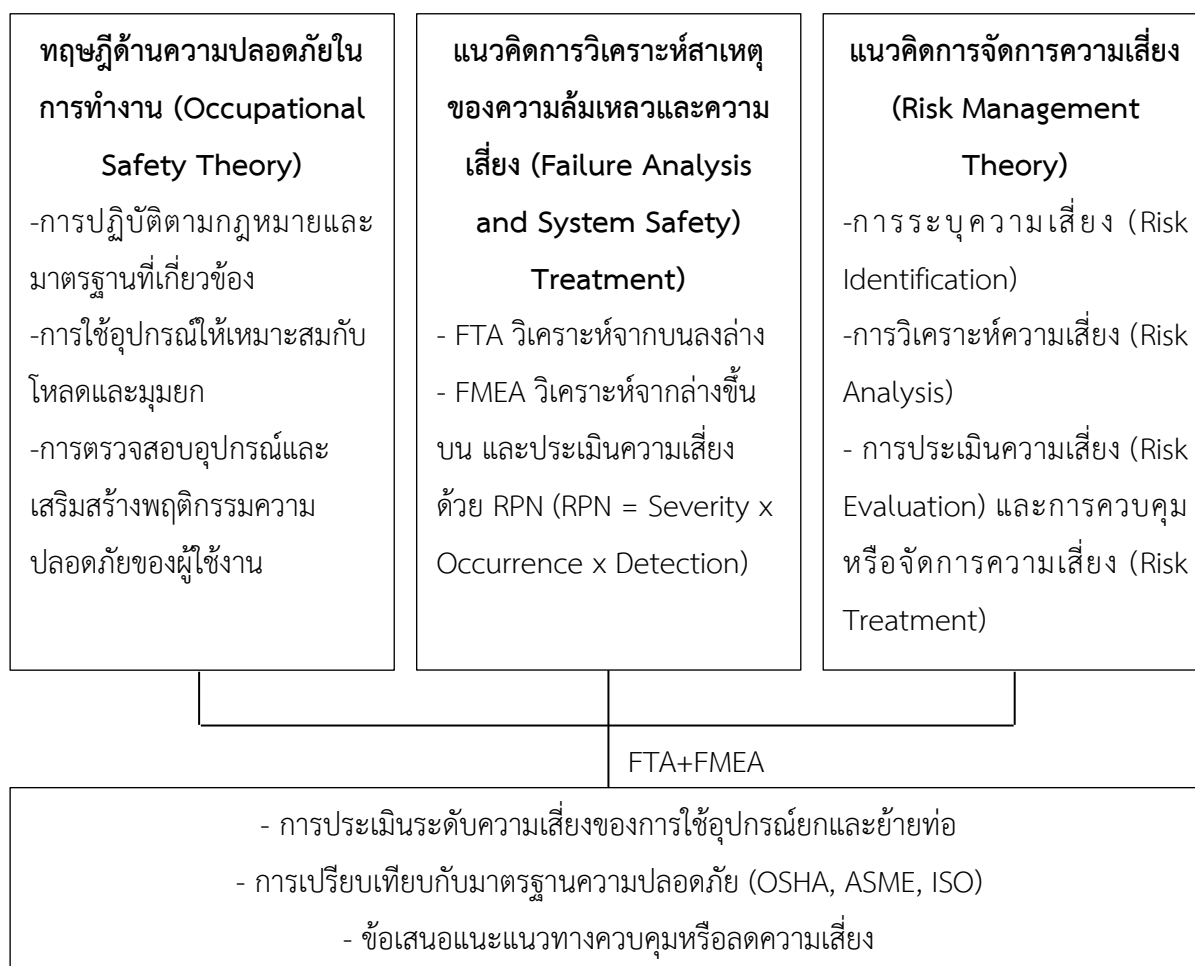
2. แนวคิดการวิเคราะห์สาเหตุของความล้มเหลวและความเสี่ยง (Failure Analysis and System Safety) มุ่งวิเคราะห์ความล้มเหลวในระบบโดยใช้เครื่องมือหลัก 2 ประเภท ได้แก่

1) FTA (Fault Tree Analysis) เป็นการวิเคราะห์แบบ Top-down จากเหตุการณ์หลักที่ไม่พึงประสงค์ลงไปยังสาเหตุย่อย เพื่อสร้างแผนภาพแสดงความเชื่อมโยงของสาเหตุ

2) FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) เป็นการวิเคราะห์แบบ Bottom-up จากองค์ประกอบย่อยของระบบ วิเคราะห์โหมดความล้มเหลว (Failure Mode), ผลกระทบ และลำดับความเสี่ยงด้วยค่า RPN (Risk Priority Number) ซึ่งคำนวณจาก Severity, Occurrence และ Detection (Stamatis, 2003)

3. ทฤษฎีด้านความปลอดภัยในการทำงาน (Occupational Safety Theory) เน้นการควบคุมความเสี่ยงในสถานที่ทำงานผ่านกฎหมาย วิศวกรรมความปลอดภัย และพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะในงานที่เกี่ยวข้องกับปั้นจั่น ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน มีการตรวจสอบสม่ำเสมอ และผู้ใช้งานมีทักษะเพียงพอ โดย

แนวทางในประเทศไทยอ้างอิงตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั่นจั่น และหม้อน้ำ (กระทรวงแรงงาน, 2564) และในระดับสากลอ้างอิงตาม OSHA ที่เน้นการเลือกใช้อุปกรณ์อย่างเหมาะสมกับโหลด มุมยก และการตรวจสอบก่อนใช้งาน (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2021)



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร (Population) และกลุ่มตัวอย่าง (Sample)

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ พนักงานทั้งหมดของโรงงานผลิตท่อเหล็กเหนียวในโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งมีจำนวนรวมทั้งสิ้น 162 คน ครอบคลุมทั้งพนักงานฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง และฝ่ายสนับสนุนอื่น ๆ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ พนักงานจำนวน 37 คน ซึ่งถูกคัดเลือกโดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคัดเลือกเฉพาะผู้ที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับกระบวนการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็ก ดังนี้

1) พนักงานที่ได้รับอนุญาตให้ใช้งานปั้นจั่นเหนือศีรษะอย่างถูกต้องตามระเบียบของโรงงาน ได้แก่ ผู้ที่ผ่านการอบรมการใช้งานปั้นจั่นและมีใบรับรอง (Certificate) จำนวน 26 คน

2) หัวหน้างานของแต่ละแผนกที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็ก จำนวน 9 คน

3) ช่างเทคนิคที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงปั้นจั่นโดยตรง จำนวน 2 คน

2. ขนาดและระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลทฤษฎี โดยสามารถแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

2.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่าง

1) กลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คน ได้รับการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งาน การรับรู้ความเสี่ยง และปัญหาที่พบในกระบวนการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็ก

2) การสังเกตการณ์กระบวนการทำงานจริง

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สังเกตการณ์หน้างานด้วยตนเองโดยใช้แบบฟอร์มการสังเกตการณ์เชิงพฤติกรรม จำนวนทั้งสิ้น 20 ครั้ง ภายในระยะเวลา 2 เดือน (มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568) ซึ่งเป็นช่วงที่มีการผลิตอย่างต่อเนื่อง และสอดคล้องกับระยะเวลาที่กำหนดในการดำเนินการวิจัยภาคสนาม โดยคำนึงถึงข้อจำกัดด้านเวลา ทรัพยากร รวมถึงไม่รบกวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเกินไป

การสังเกตการณ์ดำเนินการใน 7 วัน แบ่งเวลาในแต่ละวันเป็น 3 ช่วง ได้แก่ เวลา 08.00–10.00 น. 10.00–12.00 น. และ 15.00–17.00 ซึ่งครอบคลุม ทั้งช่วงเริ่มงาน ช่วงงานเร่งด่วน และช่วงที่พนักงานอาจเกิดความเมื่อยล้า

การสังเกตการณ์ครอบคลุมทุกแผนกที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานยกย้ายท่อเหล็กด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะ เพื่อให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ และทุกแผนกที่อาจมีการใช้วิธียก และอุปกรณ์ยก รวมถึงกระบวนการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน

2.2 ข้อมูลทฤษฎีจากเอกสารภายในโรงงานกรณีศึกษา ประกอบด้วยบันทึกอุบัติเหตุย้อนหลังในช่วงปี พ.ศ. 2564–2567 โดยเน้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในพื้นที่ยกและขนย้ายท่อ ทั้งนี้เหตุผลในการเลือกใช้ข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าว เนื่องจากข้อมูลในช่วงก่อนปี พ.ศ. 2564 มีการบันทึกที่ไม่ครบถ้วน จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาได้

2.3 ข้อมูลภายนอก ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลภายนอกจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ได้แก่

1) สถิติอุบัติเหตุจาก OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

ในการค้นหาข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยได้ใช้เว็บไซต์ของ OSHA ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลหลักในการสืบค้นข้อมูลสถิติอุบัติเหตุทางการทำงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่รวบรวมจากการรายงานอุบัติเหตุและการตรวจสอบความปลอดภัยจากสถานประกอบการต่างๆ ทั่วสหรัฐอเมริกา

งานวิจัยนี้ใช้คำค้นหา “Overhead Crane” ในการสืบค้น ซึ่งช่วยให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ปั้นจั่นเหนือศีรษะ ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในการศึกษานี้

ช่วงเวลาที่ใช้ในการสืบค้นคือปี ค.ศ. 2020 ถึง 2024 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยและสะท้อนสถานการณ์อุบัติเหตุในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยเฉพาะเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลอุบัติเหตุจากโรงงานกรณีศึกษาที่มีข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลังในช่วงปี พ.ศ. 2564 ถึง 2567 ทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลในโรงงานกรณีศึกษาได้อย่างมีความหมาย โดยการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งจากแหล่งภายในและแหล่งภายนอกจะเพิ่มความแม่นยำในการประเมินความเสี่ยงในการใช้งานอุปกรณ์ยกในโรงงาน

2) มาตรฐานด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง

2.1) มาตรฐาน OSHA เป็นมาตรฐานที่กำหนดโดยหน่วยงานความปลอดภัยในที่ทำงานของสหรัฐอเมริกา โดยมีข้อกำหนดและแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุจากการใช้งานอุปกรณ์ยกและปั้นจั่น ซึ่งได้รับการยอมรับและใช้อ้างอิงในหลายประเทศ มาตรฐานนี้จึงถูกเลือกใช้ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2) มาตรฐาน ASME (American Society of Mechanical Engineers) ซึ่งกำหนดข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์ช่วยยกไว้ในหลายมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

ASME B30.9 (Slings) – ระบุข้อกำหนดและวิธีการใช้งานเชือกและสลิงในงานยกของหนัก

ASME B30.10 (Hooks) – ระบุข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้งานและการตรวจสอบตะขอสำหรับอุปกรณ์ยก

ASME B30.26 (Rigging Hardware) – เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์เสริมอื่นๆ เช่น สลักเกลียว, เชือก, สายสลิง, และอุปกรณ์ยกอื่นๆ ที่ใช้ในการทำงานยกวัสดุหนัก

มาตรฐานเหล่านี้ได้รับการยอมรับในอุตสาหกรรมและถูกใช้อ้างอิงอย่างกว้างขวางในเรื่องความปลอดภัยและการจัดการอุปกรณ์ยกในโรงงานต่างๆ ซึ่งมาตรฐานเหล่านี้ถูกเลือกใช้ในการศึกษานี้เพราะมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้งานอุปกรณ์ยกในโรงงานกรณีศึกษา

2.3) มาตรฐาน ISO 9927-1 (Cranes – Inspections) เป็นมาตรฐานที่กำหนดข้อกำหนดในการตรวจสอบปั้นจั่นและอุปกรณ์ยก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการรักษาความปลอดภัยในระหว่างการใช้งานปั้นจั่นเหนือศีรษะ มาตรฐานนี้ถูกเลือกใช้ในการศึกษานี้เนื่องจากความสามารถในการประเมินและตรวจสอบสภาพการทำงาน of ปั้นจั่นและอุปกรณ์ยกที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเป็นเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลในการตรวจสอบและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ยก

3) กฎหมายความปลอดภัยในการทำงานของประเทศไทยกฎกระทรวง เครื่องจักร ปั่นจั่น หม้อน้ำ พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นกฎหมายที่มีผลบังคับใช้ในประเทศไทย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้งานปั่นจั่นในโรงงาน และช่วยให้การจัดการความเสี่ยงเป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมายที่บังคับใช้ในประเทศ

ซึ่งข้อมูลภายนอกเหล่านี้ถูกใช้เพื่อเปรียบเทียบ วิเคราะห์ความสอดคล้อง และใช้สนับสนุนข้อเสนอแนะในการจัดการความเสี่ยงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. เครื่องมือที่ใช้

3.1 แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ซึ่งผู้วิจัยจัดทำขึ้นโดยอ้างอิงจากประเด็นปัญหาที่พบในบริบทของโรงงานการศึกษา และแนวทางตามมาตรฐานความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบกับประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยในการปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยในโรงงานดังกล่าว โดยมีเนื้อหาครอบคลุมในหัวข้อต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ให้สัมภาษณ์ ความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบอุปกรณ์การยก ปัญหาที่พบในการยกย้ายท่อ พฤติกรรมการใช้ปั่นจั่น ทั้งนี้ แบบสัมภาษณ์ได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการตรวจสอบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานทางวิชาการ

3.2 แบบฟอร์มการสังเกตการณ์เชิงพฤติกรรม ซึ่งผู้วิจัยใช้ในการลงพื้นที่สังเกตพฤติกรรมการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการยกท่อเหล็กในพื้นที่ปฏิบัติงานจริง จำนวน 20 ครั้ง โดยรวบรวมปัญหาที่พบในหัวข้อต่างๆ ได้แก่ วิธีการใช้งานอุปกรณ์ประกอบการยก การควบคุมปั่นจั่นเหนือศีรษะ การติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบการยก สภาพของอุปกรณ์ประกอบการยก

3.3 แบบบันทึกการวิเคราะห์อุบัติเหตุย้อนหลัง ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากเอกสารภายในโรงงานในช่วงปี พ.ศ. 2564-2567

3.4 แบบฟอร์ม FMEA และแผนผัง FTA ซึ่งออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะของกระบวนการยกท่อเหล็กในโรงงานการศึกษา

4. วิธีการวิเคราะห์

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยมุ่งวิเคราะห์ความเสี่ยงในการยกท่อเหล็กเหนียวด้วยปั่นจั่นเหนือศีรษะ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ FTA และ FMEA ควบคู่กัน ซึ่งจะดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 การสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น ปัญหาที่พบขณะปฏิบัติงาน ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและใช้งานอุปกรณ์ประกอบการยก การควบคุมปั่นจั่น เป็นต้น

4.2 การสังเกตพฤติกรรมการทำงานของพนักงาน โดยผู้วิจัยสังเกตกระบวนการทำงานจริงในการยกท่อ เพื่อบันทึกปัญหา และพฤติกรรมที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ เช่น การใช้ปั่นจั่นด้วยความเร็วเกินไป การละเลยการตรวจสอบความสมดุลของท่อ หรือการใช้เครื่องมือที่ไม่เหมาะสม

4.3 การวิเคราะห์สถิติอุบัติเหตุในโรงงาน โดยทำการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุจากประวัติการทำงานภายในโรงงานการศึกษา เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของอุบัติเหตุ ความรุนแรงของเหตุการณ์ และความเสียหายที่เกิดขึ้น

4.4 การวิเคราะห์ด้วย FTA ใช้แนวทางการวิเคราะห์ที่เชิงตรรกะจากบนลงล่าง (Top-down) เพื่อระบุสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุหลัก โดยใช้แผนภาพต้นไม้และสัญลักษณ์ทางตรรกะ เช่น AND/OR Gate ซึ่งช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยเสี่ยงและกำหนดจุดควบคุม (Weber et al., 2018; Ding et al., 2018)

4.5 การวิเคราะห์ด้วย FMEA ใช้แนวทางการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากล่างขึ้นบน (Bottom-up) โดยมุ่งที่โหมดความล้มเหลวของอุปกรณ์หรือกระบวนการแต่ละส่วน พร้อมประเมิน 3 ปัจจัย ได้แก่ Severity (S): ความรุนแรงของผลกระทบ Occurrence (O): ความถี่ของเหตุการณ์ และ Detection (D): ความสามารถในการตรวจจับ จากนั้นคำนวณค่า Risk Priority Number (RPN) ด้วยสมการ $RPN = S \times O \times D$ เพื่อจัดลำดับความเสี่ยงและใช้เป็นเกณฑ์ในการวางแผนการปรับปรุง (Stamatis, 2003)

4.6 การเปรียบเทียบกับข้อมูลภายนอก โดยผลลัพธ์จาก FTA และ FMEA จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับสถิติอุบัติเหตุจาก OSHA มาตรฐานความปลอดภัยระดับสากล และกฎหมายในประเทศไทยที่เกี่ยวข้อง เพื่อประเมินระดับความสอดคล้องหรือความแตกต่างจากข้อกำหนดที่กำหนดไว้

4.7 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงความปลอดภัย ภายหลังจากวิเคราะห์และเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่าง ๆ ผู้วิจัยจะจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงมาตรการความปลอดภัย

ผลการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลภายในโรงงานกรณีศึกษา

1.1 ผลจากการสัมภาษณ์พนักงาน

จากการสัมภาษณ์พนักงานจำนวน 37 คน ซึ่งประกอบด้วยพนักงานควบคุมปั้นจั่น 21 คน หัวหน้างาน 9 คน และช่างเทคนิค 2 คน พบว่าพนักงานจำนวน 12 คน (32.43%) เคยประสบปัญหาในการยกท่อด้วยปั้นจั่น ขณะที่พนักงาน 25 คน (67.57%) ไม่เคยพบปัญหา โดยบางคนเคยประสบมากกว่าหนึ่งปัญหา

ปัญหาที่พบมากที่สุดคือ ตะขอเกี่ยวท่อดัก ซึ่งพบทั้งหมด 6 กรณี (คิดเป็น 42.86% ของจำนวนปัญหาทั้งหมด 14 กรณี) รองลงมาคือ ท่อเหวี่ยง 4 กรณี (25.00%) สลิงขาด 2 กรณี (14.29%) และ อุปกรณ์ทำงานผิดปกติ 2 กรณี (14.29%)

ตาราง 1 ผลการสัมภาษณ์ปัญหาที่พบในการยกท่อด้วยปั้นจั่น

ที่	ปัญหาที่พบ	จำนวนปัญหาที่พบ (กรณี)	ร้อยละ (%)
1	ตะขอเกี่ยวท่อดัก	6	42.86
2	ท่อเหวี่ยง	4	25.00
3	สลิงขาด	2	14.29
4	อุปกรณ์ทำงานผิดปกติ	2	14.29
รวมจำนวนปัญหา (กรณี)		14	100.00

จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย พบว่า พนักงานส่วนใหญ่ (97.30%) มีการตรวจสอบอุปกรณ์ก่อนการใช้งานทุกครั้ง และทุกคน (100%) สามารถอธิบายวิธีการตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง เช่น การตรวจหารอยสึกหรอ รอยร้าว หรือรอยฉีกขาด รวมถึงสามารถประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักของอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม โดยอ้างอิงจากฉลากพิกัดน้ำหนัก ขนาดของอุปกรณ์ และการเลือกใช้อุปกรณ์ที่รองรับน้ำหนักได้มากกว่าภาระงานจริง

ในด้านความเข้าใจเกี่ยวกับมุมระหว่างสลึงกับท่อน พบว่า 78.38% ของผู้ตอบสามารถระบุมุมยกได้อย่างชัดเจน และ 97.30% เข้าใจว่ามุมยกที่แคบเกินไปจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ นอกจากนี้ ในประเด็นการควบคุมสมดุลของท่อนก่อนการยก พบว่าผู้ตอบส่วนใหญ่ (56.76%) เคยพบปัญหาสมดุลในบางครั้ง และเกือบทั้งหมด (97.30%) ตระหนักถึงความสำคัญของการควบคุมสมดุลก่อนการยก รวมถึงสามารถอธิบายวิธีการปรับสมดุลได้อย่างถูกต้อง

สำหรับประเด็นความเร็วในการใช้งานป็นจัน พบว่าพนักงานส่วนใหญ่ (91.89%) ไม่เคยประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้ความเร็วที่มากเกินไป และ 94.59% เข้าใจว่าการใช้ความเร็วสูงเกินไปอาจนำไปสู่ปัญหาในการยก ส่วนการหยุดป็นจันอย่างกะทันหัน พบว่า 59.46% ไม่เคยพบปัญหา แต่ทุกคน (100%) ต่างตระหนักว่าการหยุดป็นจันอย่างรวดเร็วอาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยในกระบวนการยกได้

ตาราง 2 ผลการสัมภาษณ์ด้านความรู้และพฤติกรรมการใช้งานป็นจันและอุปกรณ์ยก

ที่	หัวข้อ	ผลการสัมภาษณ์
1	ความถี่ในการตรวจสอบอุปกรณ์ยก	ตรวจสอบทุกครั้ง 36 คน (97.30%) ไม่เคยตรวจสอบ 1 คน (2.70%)
2	วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ยก	สามารถบอกวิธีการตรวจสอบได้ เช่น การตรวจสอบการสึกหรอ รอยร้าว รอยฉีกขาด 37 คน (100%)
3	การประเมินว่าสลึง/อุปกรณ์รับน้ำหนักได้หรือไม่	สามารถบอกวิธีการประเมินได้ โดยการดูฉลากพิกัดน้ำหนักบนอุปกรณ์ ดูขนาดของอุปกรณ์ และเลือกอุปกรณ์ที่รับน้ำหนักได้มากกว่า 37 คน (100%)
4	ความรู้เกี่ยวกับมุมระหว่างสลึงกับท่อน	สามารถระบุมุมได้ชัดเจน 29 คน (78.38%) ไม่แน่ใจว่ามุมยกเท่าใด 8 คน (21.62%) และเข้าใจว่ามุมแคบจะเสี่ยงมากขึ้น 37 คน (97.30%),
5	การควบคุมสมดุลของท่อนก่อนยก	ไม่เคยพบปัญหา 9 คน (24.32%) เคยพบปัญหาลittle 7 คน (18.92%) เคยพบปัญหามากครั้ง 21 คน (56.76%) เข้าใจว่าหากท่อนไม่สมดุลจะเกิดปัญหาในการยก 36 คน (97.30%) ไม่เกิดปัญหา 1 คน (2.70%) และรู้วิธีปรับสมดุลก่อนยก 37 คน (100%)
6	การใช้ป็นจันด้วยความเร็วมากเกินไป	ไม่เคยพบปัญหา 34 คน (91.89%) เคยพบปัญหาลittle ครั้ง 3 คน (8.11%) และเข้าใจว่าหากใช้ความเร็วมากเกินไปจะเกิดปัญหาในการยก 35 คน (94.59%) ไม่เกิดปัญหา 2 คน (5.41%)

7	การหยุดป็นจันกะทันหัน	ไม่เคยพบปัญหา 22 คน (59.46%) เคยพบปัญหาล่อยๆ 1 คน (2.70%) เคยพบปัญหาลานๆ ครั้ง 14 คน (37.84%) และเข้าใจว่า หากหยุดป็นจันกะทันหันจะเกิดปัญหาในการยก 37 คน (100%)
---	-----------------------	---

1.2 ผลจากการสังเกตการปฏิบัติงานโดยผู้วิจัย

จากการสังเกตการปฏิบัติงานจริงของพนักงานโดยผู้วิจัยจำนวน 20 ครั้ง พบว่าเกิดปัญหาการใช้งาน อุปกรณ์จำนวน 16 ครั้ง และไม่พบปัญหา 4 ครั้ง

ตาราง 3 ปัญหาที่พบจากการสังเกตโดยผู้วิจัย

ที่	ปัญหาที่พบ	จำนวนครั้งที่พบ	ร้อยละ (%)
1	มูมยงไม่เหมาะสม	7	35
2	ใช้วิธีการผูกปมสลิงผ้าใบ	5	25
3	ติดตั้งสะเก้นผิดวิธี	7	35
4	ใช้อุปกรณ์อื่นที่ไม่ได้มาตรฐานในการเกาะเกี่ยวทอ	4	20
5	ยึดสลักของสะเก้นไม่แน่นหนา	3	15
6	สลิงผ้าใบมีรอยฉีกขาด	2	10
7	ยกทอโดยใช้ตะขอคู่เกี่ยวปลายทอทั้งสองด้าน	1	5
8	สลิงลวดชำรุด	1	5
รวมจำนวนครั้งที่พบปัญหา		30	-

หมายเหตุ: ร้อยละ (%) คำนวณจากจำนวนครั้งการสังเกตทั้งหมด 20 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งอาจพบมากกว่าหนึ่งปัญหาได้ จึงทำให้ยอดรวมของจำนวนครั้งที่พบปัญหาเกิน 20 และไม่สามารถคำนวณร้อยละรวมได้

1.3 สถิติอุบัติเหตุของโรงงานกรณีศึกษา

จากการศึกษาอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นของโรงงานกรณีศึกษา ในช่วงปี พ.ศ. 2564 ถึง 2567 เกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปั้นจั่นในการปฏิบัติงานรวม 3 เหตุการณ์ รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตาราง 4 อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นของโรงงานกรณีศึกษา

ที่	วันที่เกิดเหตุ	รายละเอียดเหตุการณ์	อุปกรณ์ที่ใช้	ความเสียหาย	ผู้บาดเจ็บ
1	29 เมษายน 2564	พนักงานใช้ปั้นจั่นยกย้ายทอ แต่ปลายทอกระแทกกับเสา ทำให้เกิดการกระดอนไปชนแผงกัน	ปั้นจั่น มาสเตอร์ลิงค์ สลิงลวด สะเก้น ตะขอเกี่ยวทอ	แผงกัน อันตรายชำรุด	ไม่มี

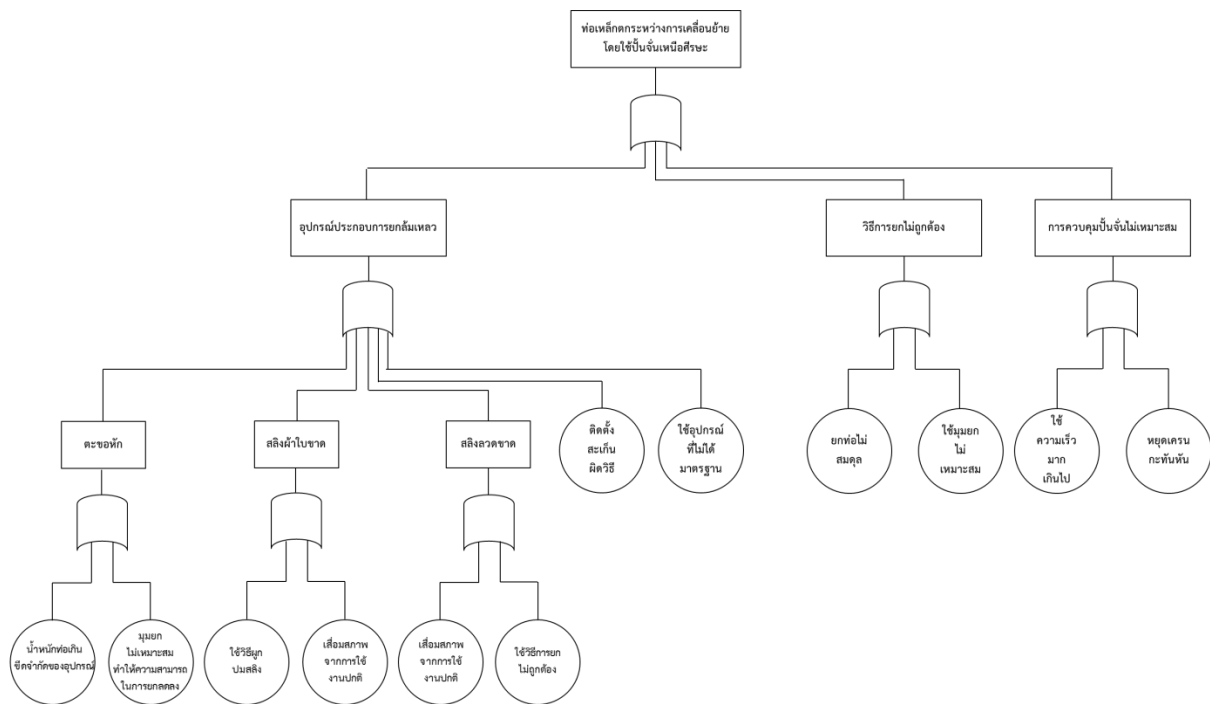
อันตรายจนชำรุด					
2	28 กันยายน 2565	ขณะที่พนักงานใช้บันจัน ยกท่อ ขึ้นสูง 1.2 เมตร ตะขอเกิดการหัก ทำให้ท่อตกลงมา	บันจัน มาสเตอร์ลิงค์ สลิงลวด สะเก็น ตะขอเกี่ยวท่อ	ตะขอเกี่ยวท่อ หัก	ไม่มี
3	9 ธันวาคม 2565	พนักงานใช้บันจัน ยกท่อ ใน ระหว่างการยก สลักของสะเก็น เกิดการหลวม ทำให้สลักกระเด็น ออก และท่อตกลงมา	บันจัน มาสเตอร์ลิงค์ สลิงลวด สะเก็น ตะขอเกี่ยวท่อ	ไม่มี	ไม่มี

2. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ FTA และ FMEA

2.1 การวิเคราะห์โดยใช้ FTA

จากการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์พนักงาน การสังเกตหน้างานโดยผู้วิจัย และอุบัติเหตุที่เคยเกิดใน โรงงานกรณีศึกษามาจัดทำวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้ (Fault Tree Analysis, FTA) ได้ผลการ วิเคราะห์ดังภาพที่ 2

โดยในการจัดทำแผนภูมิต้นไม้ หรือ FTA ในการวิเคราะห์ครั้งนี้อ้างอิงแนวทางตาม ระเบียบกรมโรงงาน อุตสาหกรรม (2543) ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง ซึ่งระบุขั้นตอนการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนการดำเนินงานในโรงงานเพื่อชี้บ่งอันตรายด้วย วิธี Fault Tree Analysis โดยเน้นการเลือกเหตุการณ์หลัก (Top Event) การหาสาเหตุย่อย (Intermediate Event) และเหตุการณ์พื้นฐาน (Basic Event) จนถึงการสรุปผลในรูปแบบแผนภูมิที่ใช้สัญลักษณ์มาตรฐานตามที่ กำหนด



ภาพ 2 แผนภูมิการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้วย FTA

ตาราง 5 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การขึ้นอันตรายด้วยวิธี FTA

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	AND Gate สาเหตุหลายสาเหตุ	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุหลายสาเหตุของเหตุการณ์ย่อย
	Or Gate สาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งของเหตุการณ์ย่อย
	Basic Event เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยปกติ	เหตุการณ์ย่อยที่เกิดขึ้นได้ตามปกติ ซึ่งทราบถึงสาเหตุที่เห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไป ถือเป็นสาเหตุแรกของการเกิดอุบัติเหตุ
	Fault Tree Event เหตุการณ์ย่อย	เหตุการณ์ย่อยที่ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ต่อเนื่องจนเป็นเหตุในการเกิดอุบัติเหตุ

จากแผนภูมิ FTA มีการระบุเหตุการณ์ที่เป็น Top Event ซึ่งคือการตกของท่อเหล็กระหว่างการเคลื่อนย้ายโดยใช้บันจันเหนือศีรษะ โดยหากเหตุการณ์นี้เกิดขึ้น อาจนำไปสู่อุบัติเหตุที่มีความร้ายแรงได้ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่สามารถทำให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าวมีดังนี้

1) อุปกรณ์ประกอบการยกล้มเหลว ซึ่งหากเกิดความล้มเหลวในอุปกรณ์ประกอบการยกอย่างใดอย่างหนึ่งก็อาจทำให้เกิดเหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุได้ สาเหตุที่เป็นไปได้มีดังนี้

1.1) ตะขอกหัก อาจเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง ได้แก่ การยกท่อนที่มีน้ำหนักเกินขีดการยกที่ปลอดภัยของตะขอ หรือมุมการยกที่ไม่เหมาะสมทำให้ความสามารถในการยกลดลง

1.2) สลึงผ้าใบขาด อาจเกิดจากการใช้วิธีผูกปมสลึงที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการชำรุดและขาด หรืออาจเกิดจากการเสื่อมสภาพของวัสดุจากการใช้งานปกติ

1.3) สลึงลวดขาด อาจเกิดจากการเสื่อมสภาพของวัสดุจากการใช้งานปกติ หรือการใช้งานที่ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานการยก

1.4) การติดตั้งสะเก็นผิดวิธี อาจทำให้เกิดการหักของสะเก็น หรือการหลุดของสลักสะเก็น ซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการยก

1.5) การใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐานในการเกาะเกี่ยวท่อนสามารถส่งผลให้เกิดการล้มเหลวในการยก เช่น อุปกรณ์หัก ส่งผลให้ท่อเหล็กตกระหว่างการเคลื่อนย้ายได้

2) วิธีการยกไม่ถูกต้อง ได้แก่ การยกท่อนที่ไม่สมดุล หรือการใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมในการยกอาจทำให้เกิดความเสี่ยงที่อุปกรณ์เกาะเกี่ยวหลุดออกจากท่อ ส่งผลให้ท่อเหล็กตกระหว่างการเคลื่อนย้ายได้

3) การควบคุมปั้นจั่นไม่เหมาะสม เช่น การใช้ความเร็วในการยกที่มากเกินไป หรือการหยุดเบรกกะทันหัน อาจทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายที่ไม่ปลอดภัยและเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

2.2 การวิเคราะห์โดยใช้ FMEA

เมื่อนำสาเหตุต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ FTA มาวิเคราะห์เพิ่มเติมด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Modes and Effects Analysis, FMEA) ได้ผลดังตารางที่ 5

โหมดความล้มเหลวและสาเหตุที่เป็นไปได้ในตาราง FMEA ได้มาจากการวิเคราะห์แผนภาพ FTA โดยอ้างอิงจาก Top Event, Fault Event (สี่เหลี่ยม) และ Basic Event (วงกลม) ซึ่งแสดงลำดับของเหตุการณ์ที่นำไปสู่ความล้มเหลว ในการจัดทำ FMEA ผู้วิจัยได้พิจารณาระดับของเหตุการณ์ใน FTA ดังนี้

กรณีที่ Fault Event เป็นลักษณะของความล้มเหลวที่จับต้องได้ในเชิงพฤติกรรมหรือสภาพการณ์ เช่น "ติดตั้งสะเก็นไม่เหมาะสม" หรือ "มุกยกไม่เหมาะสม" จะนำมาใช้เป็น โหมดความล้มเหลว ส่วน Basic Event ที่อยู่ใต้ Fault Event นั้นจึงใช้เป็น สาเหตุที่เป็นไปได้

แต่ในบางกรณีที่ Basic Event แสดงเหตุการณ์ที่ชัดเจนและเฉพาะเจาะจงต่อความล้มเหลว เช่น "สลักหลวม", "ใช้ตะขอเกี่ยวปลายท่อ", หรือ "สลึงผ้าใบขาด" ซึ่งสามารถระบุได้ตรง ๆ ว่าเป็นความล้มเหลวหลัก ผู้วิจัยจึงนำ Basic Event นั้นมาใช้เป็น โหมดความล้มเหลว โดยไม่ต้องผ่าน Fault Event

การวิเคราะห์ลักษณะนี้ช่วยให้สามารถเลือกโหมดความล้มเหลวที่เหมาะสมและอธิบายได้ชัดเจนตามลำดับเชิงตรรกะในแผนภาพ FTA จากนั้นจึงนำมาประเมินค่าความรุนแรง (Severity), ความถี่เกิด (Occurrence), และความสามารถในการตรวจจับ (Detection) เพื่อหาค่าความเสี่ยง (RPN) และจัดลำดับความสำคัญในการควบคุม

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์โดยใช้ FMEA

โหมด ความล้มเหลว (Failure Mode)	สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential Causes)	ผลของความ ล้มเหลว (Effect of Failure)	ความ รุนแรง (S)	ความถี่ (O)	การ ตรวจ จับ (D)	RPN (SxOxD)
ตะขอกหัก	น้ำหนักท่อเกิน ขีดจำกัดของ อุปกรณ์	ท่อตกทับพนักงาน	10	3	4	120
ตะขอกหัก	มูมยกไม่เหมาะสม ทำให้ความสามารถ ในการยกลดลง	ท่อตกทับพนักงาน บาดเจ็บ	10	5	4	200
สลิงผ้าใบขาด	ใช้วิธีผูกปมสลิง	ท่อตกทับพนักงาน	10	4	3	120
สลิงผ้าใบขาด	เสื่อมสภาพจากการ ใช้งานปกติ	ท่อตกทับพนักงาน	10	4	4	160
สลิงลวดขาด	เสื่อมสภาพจากการ ใช้งานปกติ	ท่อตกทับพนักงาน	10	4	4	160
สลิงลวดขาด	ใช้วิธีการยกไม่ ถูกต้อง	ท่อตกทับพนักงาน	10	2	3	60
ติดตั้งสะเก้นผิดวิธี	พนักงานไม่ทราบ วิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง	ท่อตกทับพนักงาน	10	7	3	210
ใช้อุปกรณ์ไม่ได้ มาตรฐาน	ขาดอุปกรณ์ที่ได้ มาตรฐาน	ท่อตกทับพนักงาน	10	4	3	120
ยกท่อไม่สมดุล	ไม่จัดสมดุลก่อนยก	ท่อตกทับพนักงาน	10	1	4	40
ยกท่อไม่สมดุล	จุดยึดไม่สมดุล	ท่อตกทับพนักงาน	10	2	4	80
ใช้มูมยกไม่ เหมาะสม	กำหนดการใช้ ความยาวสลิง ไม่เหมาะสม	ตะขอกหลุดจากท่อ ทำให้ท่อตกทับ พนักงาน	10	3	3	90
ใช้ความเร็วมากเกินไป	เร่งรีบและขาด ความเข้าใจ ผลกระทบ	ท่อตกทับพนักงาน	10	1	3	30
ใช้ความเร็วมากเกินไป	ระบบควบคุม	ท่อตกทับพนักงาน	10	1	4	40

ความเร็วผิดปกติ						
หยุดป็นจัน	ตัดสินใจผิดพลาด	ท่อดกทักป้งงาน	10	1	4	40
กะทันหัน						
หยุดป็นจัน	เหตุการณ์ไม่คาด	ท่อดกทักป้งงาน	10	1	3	30
กะทันหัน	ฝัน					

ในการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FMEA ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนความรุนแรง (Severity: S), ความถี่ของการเกิด (Occurrence: O) และความสามารถในการตรวจจับ (Detection: D) เพื่อกำหนดค่าดัชนีลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number: RPN) โดยเกณฑ์การให้คะแนนทั้งสามด้านนี้อ้างอิงจากแนวทางของมาตรฐานสากล (AIAG, 2018; IEC, 2018; ISO, 2010) ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 6-8

ตารางที่ 6 เกณฑ์ประเมิน FMEA ความรุนแรงของผลกระทบ (Severity – S)

คะแนน	ความหมาย	ตัวอย่าง
10	อันตรายร้ายแรงถึงชีวิต/บาดเจ็บถาวร	ท่อดกทักป้งงานบาดเจ็บสาหัส/เสียชีวิต
7-9	บาดเจ็บที่ต้องหยุดงาน	ท่อดกใส่ป้งงาน บาดเจ็บที่แขน/ขา
4-6	บาดเจ็บเล็กน้อย/ปฐมพยาบาล	ของหล่นใกล้ป้งงาน มีรอยฟกช้ำ
1-3	ไม่ส่งผลต่อความปลอดภัย	ความผิดปกติที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย

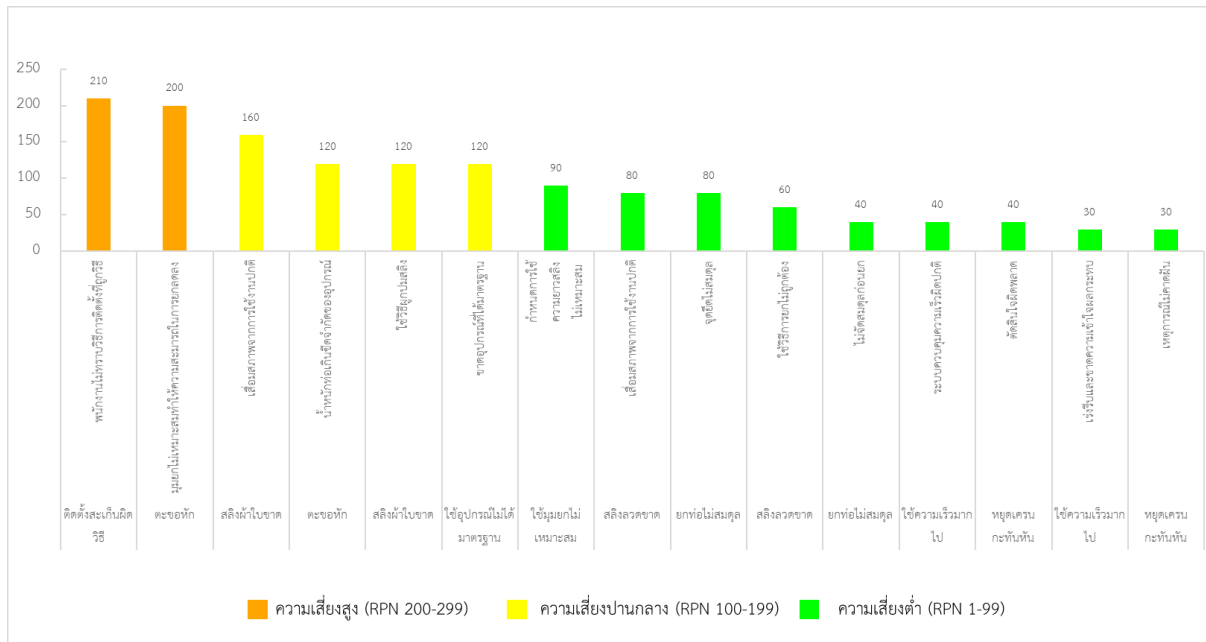
ตารางที่ 7 เกณฑ์ประเมิน FMEA ความถี่ของการเกิด (Occurrence – O)

คะแนน	ความหมาย	ความถี่โดยประมาณ
10	เกิดขึ้นเป็นประจำ/แทบทุกครั้ง	เกือบทุกครั้งที่ยก
7-9	เกิดขึ้นบ่อยครั้ง	เดือนละ 1 ครั้งขึ้นไป
4-6	เกิดขึ้นปานกลาง	หลายครั้งต่อปี
1-3	ไม่ค่อยเกิด/เกิดได้ยาก	ปีละครั้ง หรือน้อยกว่านั้น

ตารางที่ 8 เกณฑ์ประเมิน FMEA ความสามารถในการตรวจจับ (Detection – D)

คะแนน	ความหมาย	โอกาสในการตรวจจับ
10	ไม่สามารถตรวจสอบพบล่วงหน้าได้	ไม่มีระบบตรวจสอบ, ขึ้นกับประสบการณ์
7-9	ยากในการตรวจพบ	ตรวจพบได้ยากมาก ต้องใช้ความชำนาญสูง
4-6	ตรวจพบได้ในบางกรณี	อาจเห็นด้วยตา หรือระหว่างการตรวจสอบตามปกติ
1-3	ตรวจพบได้ง่าย	ตรวจพบได้ก่อนใช้งานแน่นอน มีขั้นตอนควบคุมคุณภาพ

จากการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ Risk Priority Number (RPN) พบว่ามีรายการความเสี่ยงรวมทั้งสิ้น 15 รายการ โดยสามารถจำแนกตามระดับความเสี่ยงได้ดังภาพที่ 3



ภาพ 3 กราฟแสดงค่า RPN จากการวิเคราะห์ FMEA

ในการแปลผลค่า Risk Priority Number (RPN) ที่ได้จากการประเมินด้วยวิธี FMEA สามารถจัดระดับความเสี่ยงตามช่วงค่าของ RPN เพื่อช่วยในการตัดสินใจด้านการบริหารความเสี่ยง โดยแนวทางการจำแนกระดับความเสี่ยงนี้เป็นแนวปฏิบัติที่นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรม แม้จะไม่ใช่ข้อกำหนดตายตัวในมาตรฐานสากล แต่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการวางแผนการควบคุมและปรับปรุงกระบวนการให้ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ตาราง 9 เกณฑ์ FMEA ช่วงค่า RPN และแนวทางการจัดการตามระดับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง

ระดับความเสี่ยง	ช่วงค่า RPN	แนวทางการจัดการความเสี่ยง
ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ (Unacceptable Risk)	≥ 300	ต้องดำเนินการแก้ไขเร่งด่วน อาจต้องเปลี่ยนแปลงกระบวนการหรืออุปกรณ์
ความเสี่ยงสูง (High Risk)	200 – 299	ควรดำเนินการปรับปรุงทันที โดยเฉพาะหากผลกระทบรุนแรงหรือเกิดบ่อย
ความเสี่ยงปานกลาง (Moderate Risk)	100 – 199	ควรพิจารณาปรับปรุงบางส่วนหรือตรวจสอบเพื่อป้องกันในระยะยาว
ความเสี่ยงต่ำ (Low Risk)	1 – 99	เฝ้าระวัง ควบคุมอย่างต่อเนื่อง อาจไม่จำเป็นต้องปรับปรุงทันที

จากผลการวิเคราะห์ พบความเสี่ยงระดับสูง (High Risk) จำนวน 2 รายการ ได้แก่ การติดตั้งสะเก้นผิดวิธี (RPN = 210) ซึ่งเป็นรายการที่มีค่า RPN สูงสุด และตะขอกหักเนื่องจากมุมยกไม่เหมาะสม (RPN = 200) ผลการประเมินที่มีความเสี่ยงระดับสูงนี้ ควรได้รับการจัดการทันทีเพื่อป้องกันอุบัติเหตุร้ายแรง โดยเฉพาะ การติดตั้งสะเก้นผิดวิธี ซึ่งควรมีการฝึกอบรมให้พนักงานทราบวิธีการติดตั้งที่ถูกต้อง และตรวจสอบการติดตั้งสะเก้นก่อนการใช้งาน นอกจากนี้ ควรมีการคำนวณแรงรับของตะขอโดยผู้เชี่ยวชาญให้สอดคล้องกับมุมยก

พบความเสี่ยงระดับปานกลาง (Moderate Risk): จำนวน 4 รายการ ได้แก่ สลิงผ้าใบขาดเนื่องจากเสื่อมสภาพจากการใช้งานปกติ (RPN = 160) ตะขอกหักจากน้ำหนักเกินขีดจำกัดของอุปกรณ์ (RPN = 120) สลิงผ้าใบขาดเนื่องจากใช้วิธีผูกปมสลิง (RPN = 120) และการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน (RPN = 120) ความเสี่ยงระดับปานกลางนี้ ควรมีการพิจารณาและปรับปรุง เช่น การตรวจสอบอุปกรณ์และกำหนดเกณฑ์การยกเลิกใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ การอบรมพนักงานให้ทราบวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมทั้งด้านน้ำหนักของวัตถุที่ยก และการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน

พบความเสี่ยงระดับต่ำ (Low Risk) จำนวน 9 รายการ โดยมีค่า RPN อยู่ระหว่าง 30 ถึง 90 ควรมีการควบคุมและปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง เช่น การควบคุมความเร็วในการยก และการป้องกันการหยุดป็นจันกะทันหัน ซึ่งสามารถปรับปรุงโดยการฝึกอบรมและพัฒนาแนวทางการทำงานให้มีความเหมาะสมและปลอดภัยมากขึ้น

3. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงภายในโรงงานกรณีศึกษากับข้อมูลสถิติอุบัติเหตุจากฐานข้อมูลเว็บไซต์ OSHA

จากการสืบค้นฐานข้อมูลรายงานอุบัติเหตุของ OSHA (Occupational Safety and Health Administration, n.d.) โดยระบุคำค้นหา “Overhead Crane” และจำกัดช่วงเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2020 ถึง 2024 พบอุบัติเหตุจำนวน 67 กรณี โดยมีสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ยกจำนวน 33 เหตุการณ์ ซึ่งสามารถจำแนกได้คือการจับยึดอุปกรณ์ไม่เหมาะสม/ไม่แน่นหนา 21 ครั้ง อุปกรณ์จับยึดเสียหาย 5 ครั้ง การยกไม่สมดุล 3 ครั้ง มีสิ่งกีดขวางในการยก 3 ครั้ง การเลือกใช้อุปกรณ์ยกไม่เหมาะสม 1 ครั้ง การสื่อสารที่ไม่ดี 1 ครั้ง

การเปรียบเทียบผลการประเมินความเสี่ยงในสถานที่ทำงานกับข้อมูลอุบัติเหตุจาก OSHA พบความสอดคล้องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็น การจับยึดอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม/ไม่แน่นหนา และ อุปกรณ์จับยึดชำรุด/เสียหาย ซึ่งถูกระบุว่าเป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุจากการยกท่อนทั้งสองแหล่งข้อมูล

4. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงภายในโรงงานกรณีศึกษากับกฎหมาย หรือมาตรฐานต่างๆ

4.1 การเปรียบเทียบข้อมูลความเสี่ยงจากการประเมินในโรงงานกรณีศึกษาและข้อมูลอุบัติเหตุจาก OSHA กับข้อกำหนดตามกฎหมายกระทรวงกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั่นจัน และหม้อน้ำ

พ.ศ. 2564 โดยเฉพาะหมวด 2 ส่วนที่ 5 ว่าด้วยอุปกรณ์ที่ใช้เกี่ยวกับบันจัน พบว่ามีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันอย่างชัดเจนในประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์ยกและความปลอดภัยในการยกวัสดุ ดังนี้

1) การจับยึดอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม/ไม่แน่นหนาตามกฎหมายกำหนดให้การเลือกใช้อุปกรณ์และการผูกมัดต้องเหมาะสมและมั่นคงเพื่อป้องกันการหลุดหรือเคลื่อนที่ผิดตำแหน่ง ซึ่งอาจทำให้วัสดุตกหรือสูญเสียการควบคุมระหว่างการยก ในโรงงาน พบว่าการติดตั้งสะเก้นผิดวิธีเป็นความเสี่ยงระดับสูง (RPN = 210) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูล OSHA ที่ระบุว่า การจับยึดอุปกรณ์ไม่แน่นหนาเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุบ่อยครั้ง

2) อุปกรณ์จับยึดชำรุด/เสียหายตามกฎหมายกำหนดให้อุปกรณ์ยกต้องมีความปลอดภัยขั้นต่ำ และห้ามใช้อุปกรณ์ที่ชำรุด เสื่อมสภาพ หรือเกินอายุการใช้งาน ในโรงงาน พบว่าตะขอกหักเนื่องจากมุกยกไม่เหมาะสม (RPN = 200) และสลิงผ้าใบขาดจากการเสื่อมสภาพ (RPN = 160) ซึ่งตรงกับข้อมูล OSHA ที่ระบุว่า อุปกรณ์จับยึดเสียหายเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุ 5 ครั้งในช่วงปี 2020-2024

3) การใช้มุกยกไม่เหมาะสมกฎหมายกำหนดว่ามุกกระหว่างอุปกรณ์ต้องไม่น้อยกว่า 45 องศา และหากจำเป็นต้องใช้มุมที่น้อยกว่านั้น ต้องมีการคำนวณแรงรับน้ำหนักของอุปกรณ์ให้มั่นใจว่าปลอดภัย ในโรงงาน พบว่าตะขอกหักจากการใช้มุกยกไม่เหมาะสม (RPN = 200) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดนี้สามารถนำไปสู่ความเสียหายของอุปกรณ์และเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ

4) การยกไม่สมดุลแม้กฎหมายจะไม่มีภาระระบุโดยตรง แต่ข้อกำหนดระบุให้การเลือกใช้อุปกรณ์และการผูกมัดที่เหมาะสมเป็นแนวทางป้องกัน ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงของการยกที่ไม่สมดุล ในโรงงาน พบว่าการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน (RPN = 120) เป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงที่อาจนำไปสู่การยกไม่สมดุล ข้อมูล OSHA ยังพบว่า มีอุบัติเหตุจากการยกไม่สมดุล 3 ครั้งในช่วงปี 2020-2024

ผลการวิเคราะห์นี้สะท้อนให้เห็นว่าความเสี่ยงที่พบในสถานที่ทำงานสามารถเชื่อมโยงกับข้อกำหนดทางกฎหมายและข้อมูลอุบัติเหตุจาก OSHA ได้อย่างชัดเจน ซึ่งช่วยยืนยันความถูกต้องของแนวทางการประเมินความเสี่ยงและสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงมาตรการป้องกันอุบัติเหตุในอนาคต

4.2 การเปรียบเทียบข้อมูลความเสี่ยงจากการประเมินในโรงงานกรณีศึกษาและข้อมูลอุบัติเหตุจาก OSHA กับมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง

1) มาตรฐาน OSHA (Occupational Safety and Health Administration, 2023) กำหนดให้มีมาตรการด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานบันจันและอุปกรณ์ช่วยยก โดยมีข้อกำหนดหลักที่เกี่ยวข้องได้แก่ การกำหนดให้มีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์ยกอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์บันจันอย่างปลอดภัย ผลจากการศึกษาพบว่าปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในการใช้งานอุปกรณ์ช่วยยกได้แก่ การจับยึดอุปกรณ์ไม่เหมาะสม เช่น การติดตั้งสะเก้นผิดวิธีหรือการผูกปมสลิงไม่ถูกต้อง ซึ่งตรงกับข้อกำหนดของ OSHA (2023) ที่เน้นย้ำถึงความสำคัญของการติดตั้งและใช้งานอุปกรณ์ยกให้ถูกต้องตามวิธีที่กำหนด

นอกจากนี้ การยกไม่สมดุลเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่พบในงานวิจัย ซึ่งตรงกับข้อแนะนำของ OSHA (2023) ที่ให้ระมัดระวังการยกโดยไม่มีการจัดสมดุลที่ถูกต้อง เพื่อป้องกันการพลิกคว่ำหรือการเคลื่อนที่ของวัสดุที่ไม่ได้อยู่ในแนวควบคุม ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุรุนแรง

2) มาตรฐาน ASME (American Society of Mechanical Engineers) ได้กำหนดข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์ช่วยยกไว้ใน ASME B30.9 (Slings), ASME B30.10 (Hooks), ASME B30.26 (Rigging Hardware) ซึ่งเป็นมาตรฐานสำคัญที่ใช้อ้างอิงในอุตสาหกรรม (American Society of Mechanical Engineers [ASME], 2018, 2019, 2021)

ในขณะที่มาตรฐาน ASME B30.9 ระบุถึงข้อกำหนดของสลิง เช่น ค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก (Rated Load) วิธีการตรวจสอบ และการทดสอบก่อนนำมาใช้งาน ซึ่งพบว่าในการศึกษานี้ มีบางกรณีที่พนักงานเลือกใช้สลิงโดยไม่คำนึงถึงพิกัดน้ำหนัก ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการรับแรงเกินขีดจำกัดของอุปกรณ์ (ASME, 2018)

ASME B30.10 กำหนดมาตรฐานของตะขอเกี่ยวที่ใช้ร่วมกับปั้นจั่น รวมถึงข้อกำหนดด้านความปลอดภัย เช่น การตรวจสอบรอยร้าวหรือความเสียหายของตะขอ ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่าบางกรณีไม่ได้มีการตรวจสอบตะขอเกี่ยวอย่างละเอียดก่อนใช้งาน ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อความล้มเหลวของอุปกรณ์ (ASME, 2019)

ASME B30.26 ซึ่งกล่าวถึงอุปกรณ์ช่วยยกอื่น ๆ เช่น สะเก็น (Shackles) และอุปกรณ์ประกอบรอกยก (Rigging Hardware) ได้กำหนดวิธีการใช้งานและตรวจสอบที่ต้องดำเนินการก่อนการใช้งานทุกครั้ง โดยพบว่าปัญหาบางประการที่เกิดขึ้นในงานวิจัย สอดคล้องกับมาตรฐานนี้ เช่น การติดตั้งสะเก็นผิดวิธีหรือไม่ได้มีการตรวจสอบก่อนนำมาใช้งาน (ASME, 2021)

3) มาตรฐาน ISO 9927-1 (Cranes – Inspections) ได้กำหนดแนวทางในการตรวจสอบปั้นจั่นและอุปกรณ์ช่วยยก โดยเน้นถึงความสำคัญของการบำรุงรักษาและการตรวจสอบเป็นระยะ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในงานวิจัยนี้ พบว่าปัญหาหลายประการเกิดจากการขาดการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งส่งผลให้มีการใช้งานอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพหรือไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งตรงกับข้อกำหนดของ ISO ที่ระบุว่าควรมีการตรวจสอบตามรอบระยะเวลาที่กำหนด โดยเฉพาะกับอุปกรณ์ที่มีการใช้งานหนักหรือต้องรับน้ำหนักสูง (International Organization for Standardization [ISO], 2013)

ผลการศึกษาที่พบปัญหาต่าง ๆ ในการใช้งานปั้นจั่นนั้น สอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐาน OSHA และมาตรฐานสากล เช่น ASME และ ISO ที่ให้ความสำคัญกับการฝึกอบรมพนักงาน การตรวจสอบอุปกรณ์ และการประเมินความเสี่ยงอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในประเด็นของการยกอย่างสมดุลและการใช้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน พบว่าข้อกำหนดของ OSHA และ ASME ได้ระบุถึงแนวทางป้องกันปัญหาที่สอดคล้องกับปัจจัยเสี่ยงที่เกิดขึ้นในการศึกษานี้ ดังนั้น การดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานเหล่านี้ จะช่วยลดโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุและเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานมากขึ้น

5. แนวทางการจัดการความเสี่ยงในการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็กด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะ

จากผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยใช้เทคนิค FTA ร่วมกับ FMEA พบว่าความเสี่ยงระดับสูงและระดับปานกลางส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม การติดตั้งอุปกรณ์ผิดวิธี และการขาดการตรวจสอบก่อนใช้งาน โดยเฉพาะการติดตั้งสะเก้นผิดวิธี (RPN = 210) และตะขอกหักจากมูมยอกที่ไม่เหมาะสม (RPN = 200) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอุบัติเหตุจาก OSHA และข้อกำหนดตามกฎหมายและมาตรฐานสากล เช่น กฎกระทรวงฯ OSHA, ASME B30 และ ISO 9927-1

ดังนั้น แนวทางการจัดการความเสี่ยงเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการยกและเคลื่อนย้ายท่อเหล็กด้วยปั้นจั่นเหนือศีรษะควรครอบคลุมประเด็นสำคัญดังนี้

5.1 การฝึกอบรมและเสริมสร้างความรู้ให้กับพนักงาน

1) จัดอบรมเกี่ยวกับวิธีการเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับน้ำหนักและลักษณะของวัสดุที่จะยก เช่น วิธีเลือกใช้สะเก้น ตะขอ และสลิง

2) ฝึกอบรมการติดตั้งอุปกรณ์จับยึดอย่างถูกวิธี และการใช้งานตามหลักความปลอดภัย

3) ส่งเสริมวัฒนธรรมความปลอดภัยด้วยการให้พนักงานสังเกตและรายงานความเสี่ยงที่พบ

5.2 การตรวจสอบและบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ

1) ดำเนินการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนและหลังใช้งานตามรอบระยะเวลาที่กำหนด

2) กำหนดเกณฑ์การเลิกใช้อุปกรณ์ เช่น การเสื่อมสภาพ การชำรุด หรือหมดอายุการใช้งาน

3) บันทึกประวัติการใช้งานและบำรุงรักษาเพื่อติดตามความพร้อมใช้งานของอุปกรณ์

5.3 การออกแบบแนวทางและขั้นตอนการทำงานอย่างปลอดภัย

1) จัดทำคู่มือหรือแนวทางการทำงานที่ชัดเจนเกี่ยวกับการยกท่อ การผูกมัด การเคลื่อนย้าย และการควบคุมทิศทางการยก

2) คำนวณมูมยอกและแรงที่กระทำต่ออุปกรณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยเฉพาะในกรณีที่มีมูมยอกต่ำกว่า 45 องศา

3) กำหนดตำแหน่งยืนของพนักงานในระหว่างการยกเพื่อป้องกันการได้รับอันตรายจากวัตถุที่อาจหล่นหรือแกว่ง

5.4 การนำระบบติดตามและประเมินผลมาใช้ในการควบคุมความเสี่ยง

1) ติดตามผลการดำเนินงานด้านความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง และทบทวนแนวทางการควบคุมเมื่อพบข้อบกพร่อง

2) ประเมินประสิทธิภาพของมาตรการจัดการความเสี่ยงจากข้อมูลอุบัติเหตุ ความเสียหาย หรือข้อมูลใกล้เคียงกับอุบัติเหตุ (near miss)

4.5 การอ้างอิงกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเป็นแนวทางในการดำเนินการ

1) ปฏิบัติตามข้อกำหนดในกฎกระทรวง พ.ศ. 2564 และมาตรฐานของ OSHA, ASME และ ISO

2) นำหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยที่กำหนดไว้ในมาตรฐานเหล่านี้มาปรับใช้ในบริบทของโรงงาน เช่น การกำหนดขีดจำกัดน้ำหนัก การควบคุมการยกไม่สมดุล และการออกแบบจุดแขวน

อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เน้นการวิเคราะห์ความเสี่ยงในการใช้อุปกรณ์ยกภายในโรงงานกรณีศึกษา โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากพนักงาน 37 คน การสังเกตการณ์จริง 20 ครั้ง และสถิติอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องในโรงงาน พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งคือการใช้งานอุปกรณ์ยกไม่เหมาะสม เช่น การติดตั้งสะเก้นผิดวิธี การใช้งานตะขอที่มีมุกยกไม่เหมาะสม การผูกปมสลิงไม่ถูกวิธี และการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งล้วนเป็นสาเหตุที่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุจากการยกท่อ

ผลการวิเคราะห์ด้วย Fault Tree Analysis (FTA) และ Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) พบว่ามีความเสี่ยงระดับสูงในการติดตั้งสะเก้นผิดวิธี (RPN = 210) และการใช้ตะขอที่มีมุกยกไม่เหมาะสมจนทำให้ตะขอหัก (RPN = 200) ซึ่งควรได้รับการจัดการเร่งด่วนเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในอนาคต นอกจากนี้ยังพบความเสี่ยงระดับปานกลางจากการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน และการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมก่อนใช้งาน

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับข้อมูลจาก Occupational Safety and Health Administration (OSHA) และ กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานความปลอดภัยเกี่ยวกับเครื่องจักรและปั้นจั่น พบว่าผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับแนวทางด้านความปลอดภัยที่ได้กำหนดไว้ โดยเฉพาะในด้านการจับยึดอุปกรณ์ไม่เหมาะสม และการใช้อุปกรณ์ที่มีความเสียหายซึ่งมักเป็นต้นเหตุหลักของอุบัติเหตุจากการใช้งานปั้นจั่น

ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดของ Ericson (2005) ที่กล่าวว่า การวิเคราะห์ FTA มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบลำดับความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่อาจนำไปสู่เหตุการณ์อันตราย และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจด้านความปลอดภัยได้อย่างมีระบบ ส่วนการใช้ FMEA เพื่อจัดลำดับความเสี่ยงโดยใช้ค่า RPN ก็สอดคล้องกับ แนวทางของ AIAG & VDA (2019) ที่เน้นการประเมินความรุนแรง (Severity), ความถี่ในการเกิด (Occurrence) และความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ซึ่งช่วยให้สามารถวางแผนมาตรการป้องกันและปรับปรุงกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ งานวิจัยของ สุชาติ อัสวปรีชา (2563) เกี่ยวกับการใช้ FMEA ในโรงงานผลิตโลหะ พบว่าปัญหาหลักที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงคือการเลือกใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมกับงาน และขาดการอบรมพนักงานในเรื่องการใช้งานอุปกรณ์อย่างถูกต้อง ซึ่งตรงกับผลที่พบในงานวิจัยนี้

ข้อเสนอแนะที่นำไปใช้ในการปฏิบัติ

จากผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ FTA และ FMEA พบว่าปัญหาหลักที่ทำให้เกิดความเสี่ยงในกระบวนการยกท่อหลักๆ มี 2 ข้อ ได้แก่ การใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม และการขาดการตรวจสอบอย่างเพียงพอในการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สะเก้นและการตรวจสอบมุกของตะขอ ซึ่งอาจนำไปสู่อุบัติเหตุหรือความเสียหายที่ไม่คาดคิด ดังนั้นจึงขอเสนอแนะในด้านการปฏิบัติที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มความปลอดภัยได้ดังนี้

- 1.การอบรมและฝึกปฏิบัติงาน ในหัวข้อต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ เช่น การเลือกใช้อุปกรณ์ยก การติดตั้งและจับยึดที่ถูกต้อง การตรวจสอบอุปกรณ์ เป็นต้น
- 2.จัดทำคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ยก ควรจัดทำคู่มือหรือแผนภาพประกอบที่ชัดเจนสำหรับการใช้งานอุปกรณ์ยกในแต่ละประเภท เพื่อให้พนักงานสามารถอ้างอิงและปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้องได้อย่างชัดเจน
- 3.การปรับปรุงแผนการตรวจสอบอุปกรณ์ ควรกำหนดความถี่ในการตรวจสอบอุปกรณ์ยกและการบันทึกผลการตรวจสอบ รวมถึงการระบุผู้รับผิดชอบที่ชัดเจนในการตรวจสอบอุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นมีสภาพพร้อมใช้งานและปลอดภัย
- 4.การใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานสากล ควรจัดหาอุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากลและเลิกใช้อุปกรณ์ที่ไม่มีใบรับรองหรือมีสภาพชำรุด เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจากการใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

จากการศึกษาและผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่ายังมีบางปัจจัยที่ยังไม่ได้รับการศึกษาอย่างละเอียด ซึ่งสามารถขยายขอบเขตการวิจัยในอนาคตได้ดังนี้

- 1.การศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงของพนักงาน ควรศึกษาเพิ่มเติมในด้านพฤติกรรมเสี่ยงของพนักงาน โดยเฉพาะในสภาวะการทำงานที่มีความเร่งรีบ ความเหนื่อยล้า หรือแรงกดดันด้านเวลา ซึ่งอาจส่งผลให้พนักงานตัดสินใจผิดพลาดและเพิ่มความเสี่ยงในการทำงาน
- 2.ขยายขอบเขตการศึกษาครอบคลุมหลายโรงงาน ควรเพิ่มขอบเขตการศึกษาครอบคลุมหลายโรงงานเพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์แนวทางการจัดการความเสี่ยงในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยมุ่งเน้นการวางแผนป้องกันอุบัติเหตุที่มีประสิทธิภาพ
- 3.การใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มความปลอดภัย ควรศึกษาการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับมุมการยก ระบบ AI วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งาน หรือระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติในการป้องกันอุบัติเหตุจากการใช้อุปกรณ์ยกที่ไม่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการความปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2543). *ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้ป่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543*. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร ปั่นจั่น และหม้อน้ำ พ.ศ. 2564. (2564).

- สำนักงานประกันสังคม. (2567). *ข้อมูลสถิติกองทุนเงินทดแทน*. Retrieved ธันวาคม 20, 2567, from https://www.sso.go.th/wpr/assets/upload/files_storage/sso_th/1675d2a95c38687dd649989003beb08a.pdf
- สุชาติ อัครปรีชา. (2563). การประยุกต์ใช้วิธีการ FMEA ในการลดความเสี่ยงในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตโลหะ. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*.
- ปกรณ นามวงษ์. (2562). *การประเมินความเสี่ยงของบัสจั่นไฟฟ้าเหนือศีรษะโดยใช้ FMEA* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ].
- บวรลักษณ์ กันทะขู้. (2560). *การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการใช้บัสจั่นโดยใช้ FTA* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่].
- AIAG (Automotive Industry Action Group). (2008). *FMEA handbook* (4th ed.). AIAG.
- American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME B30.10: Hooks* (2019 ed.). ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME B30.26: Rigging hardware* (2019 ed.). ASME.
- American Society of Mechanical Engineers. (2019). *ASME B30.9: Slings* (2019 ed.). ASME.
- Automotive Industry Action Group, & Verband der Automobilindustrie. (2019). *FMEA handbook: Potential failure mode and effects analysis (FMEA) – Design FMEA and process FMEA*. AIAG.
- Ding, Y., Mo, Y., & Yang, Z. (2018). Fault tree analysis of crane operation accident based on fuzzy logic. *Safety Science*, 106, 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.03.013>
- Ericson, C. A. (2005). *Hazard analysis techniques for system safety*. John Wiley & Sons.
- Fithri, N., Yusof, N. M., & Mohd Najib, S. M. (2020). Risk analysis of crude oil unloading process using integrated FTA and FMEA. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 64, 104068. <https://doi.org/10.1016/j.jlpi.2020.104068>
- International Electrotechnical Commission. (2018). *IEC 60812:2018 - Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*. IEC.
- International Organization for Standardization. (2010). *ISO 12100:2010 - Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2013). *ISO 9927-1: Cranes – Inspections – Part 1: General requirements* (1st ed.). ISO.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 – Risk management – Guidelines*. <https://www.iso.org/standard/65694.html>

Konecranes Training Institute. (2021). *Overhead crane accident report: OSHA data 2000–2020*.

Occupational Safety and Health Administration. (2021). *Overhead and gantry cranes*.

<https://www.osha.gov>

Occupational Safety and Health Administration. (2023). *Cranes and Derricks in Construction* (Standard No. 1926.1400). https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standard_number/1926/1926.1400

Occupational Safety and Health Administration. (n.d.). *Accident search results for “Overhead Crane” (2020–2024)*. U.S. Department of Labor. <https://www.osha.gov/pls/imis/accidentsearch.html>

Shafiee, M., Animah, I., & Simons, R. (2019). Integration of FTA and FMEA using Birnbaum’s measure: Application to BOP systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 187, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.02.009>

Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution* (2nd ed.). ASQ Quality Press.

Weber, P., Medina-Oliva, G., Simon, C., & lung, B. (2018). Overview on Bayesian networks applications for dependability, risk analysis and maintenance areas. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 25(4), 671–682. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2011.01.003>