



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การประยุกต์ใช้ซิกส ชิกมา เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตเซรามิค

Application of six sigma to prevent accident in manufacturing processes: a case study of a ceramic manufacturing plant

เฉลิมชาติ อีระวิริยะ*

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 48000

Chalermchat Theeraviriya*

Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom 48000

* Corresponding author.

E-mail: chalermchat.t@npu.ac.th; Telephone: 0 4250 3558

วันที่รับบทความ 10 มีนาคม 2568; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 8 มิถุนายน 2568; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 24 มิถุนายน 2568

วันที่ตอบรับบทความ 29 มิถุนายน 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้วิธี DMAIC ของซิกส ชิกมา ในการลดอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลในบริบทของโรงงานตัวอย่างและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของพนักงานในการระบุปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไข วิธีการวิจัยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 เดือน นำมาจัดลำดับความสำคัญด้วยแผนภูมิพาเรโต จากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลาและการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ การจัดกลุ่มแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยแผนผังความคิดและการประเมินผลลัพธ์ด้วยแผนภูมิควบคุม รายบุคคลและช่วงเคลื่อนที่ หลังจากการปรับปรุง 6 เดือน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของตัวชี้วัดโครงการ โดยอัตราการเกิดอุบัติเหตุลดลง 25.89% เวลาหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุลดลง 25% ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุลดลง 31.42% และค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยงลดลง 37.86% ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้วิธี DMAIC ของซิกส ชิกมา สามารถลดความเสี่ยงและเพิ่มความปลอดภัยในสภาพแวดล้อมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ การมีส่วนร่วมของพนักงาน และการเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับบริบทขององค์กร

คำสำคัญ

ซิกส ชิกมา การป้องกันอุบัติเหตุ ความปลอดภัย การปรับปรุงกระบวนการผลิต

Abstract

This research aims to apply DMAIC methodology of Six Sigma to reduce accidents in the manufacturing process, focusing on data analysis within the context of a case study factory and promoting employee participation in problem identification and solution proposal. The research methodology begins with collecting accident data from the past three months and prioritizing it using Pareto charts. Subsequently, root cause analysis is conducted using Fishbone diagrams and failure mode and effects analysis (FMEA). Solution approaches are grouped using Affinity diagrams, and results are evaluated using Individual-Moving Range charts (I-MR Chart). After six months of improvements, the research results show a significant reduction in project indicators, with accident rates decreasing by 25.89%, accident-related downtime reducing

by 25%, accident-related costs declining by 31.42%, and the Risk Priority Number (RPN) decreasing by 37.86%. The study concludes that the application of DMAIC methodology of Six Sigma and DMAIC can effectively reduce risks and enhance safety in manufacturing environments, through systematic data analysis, employee engagement, and the selection of tools appropriate to the organizational context.

Keywords

six sigma; accident prevention; safety; process improvement

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตต้องเผชิญกับความท้าทายสำคัญในการรักษาความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของพนักงาน แต่ยังสร้างความเสียหายต่อกระบวนการผลิตและต้นทุนทางธุรกิจอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าจะมีการนำมาตรการด้านความปลอดภัยและเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ แต่หลายกระบวนการยังคงมีความเสี่ยงเนื่องจากขาดแนวทางที่เป็นระบบและยั่งยืนในการจัดการและลดความเสี่ยงในระยะยาว [1-2]

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา แนวคิด Six Sigma ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในฐานะกรอบการทำงานที่ทรงพลังสำหรับการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการและลดความแปรปรวนในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะเครื่องมือ DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของ Six Sigma ช่วยให้สามารถระบุปัญหา ค้นหาสาเหตุรากเหง้า และออกแบบแนวทางแก้ไขที่ยั่งยืน อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้ Six Sigma ในด้านการจัดการความปลอดภัยในสถานที่ทำงานยังไม่ได้ได้รับการศึกษาอย่างลึกซึ้งเท่าที่ควร การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการผนวกเครื่องมือของ Six Sigma เข้ากับมาตรการด้านความปลอดภัยสามารถช่วยลดความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการจัดการพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัย ขั้นตอนปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง และปัญหาของเครื่องจักร

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การประยุกต์ใช้วิธี DMAIC ของซิกสซิกมา ในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูงต่ออุบัติเหตุ เนื่องจากลักษณะเฉพาะของกระบวนการ เช่น การทำงานกับเครื่องจักร การจัดการวัสดุด้วยมือ และสภาพแวดล้อมที่อาจก่อให้เกิดอันตราย การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อลดจำนวนอุบัติเหตุและสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยขึ้น โดยใช้แนวทางที่เป็นระบบผ่าน DMAIC

การศึกษาครั้งนี้เริ่มต้นด้วยการทบทวนแนวคิดพื้นฐานของ Six Sigma และความเกี่ยวข้องกับด้านความปลอดภัย จากนั้นจะอธิบายถึงขั้นตอนต่างๆ ของ DMAIC ที่นำมาใช้ในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลลัพธ์ก่อนและหลังดำเนินการมาตรการป้องกัน สุดท้ายคือการอภิปรายถึงข้อค้นพบผลกระทบต่อภาคอุตสาหกรรม และข้อเสนอแนะสำหรับการต่อยอดงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้ วิธี DMAIC ของซิกสซิกมา เพื่อลดอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต โดยจะทำการวัดผลกระทบในด้านต่างๆ เช่น อัตราการเกิดอุบัติเหตุ, เวลาหยุดงาน, ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ และค่า RPN (Risk Priority Number) เพื่อตรวจสอบการปรับปรุงที่เกิดขึ้นหลังจากการดำเนินการ การศึกษาเน้นการประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษาโรงงานตัวอย่าง ที่ประสบปัญหาเกี่ยวกับอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต โดยใช้ DMAIC เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงกระบวนการและลดอุบัติเหตุ ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาผ่านเครื่องมือที่เหมาะสม และการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการตามขั้นตอนของ DMAIC

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องใน 3 ประเด็นที่สำคัญ คือ 1.) การใช้ Six Sigma ในภาคอุตสาหกรรม การผลิต 2.) การใช้ Six Sigma ภาคบริการ และ 3.) การใช้ Six Sigma ในงานด้านความปลอดภัยลดอุบัติเหตุ การทบทวนงานในอดีตนี้จะช่วยให้เข้าใจพื้นฐานและแนวทางในการประยุกต์ใช้ Six Sigma และ DMAIC ในหลากหลายมิตินำมาสู่การค้นหาและเติมเต็มช่องว่างในงานวิจัยที่ผ่านมาได้

Six Sigma มีแนวทางการดำเนินงานตามหลักการ DMAIC (Define: การระบุปัญหา, Measure: การวัด, Analyze: การวิเคราะห์, Improve: การปรับปรุง, และ Control: การควบคุม) ซึ่งมุ่งเน้นการตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า โดยให้ความสำคัญกับการสร้างความพึง

พอใจในสิ่งที่ลูกค้าได้รับ ควบคู่ไปกับการลดสิ่งที่ลูกค้าไม่ต้องการ นอกจากนี้ Six Sigma ยังให้ความสำคัญกับการควบคุมกระบวนการเพื่อให้ผลลัพธ์มีความสม่ำเสมอและน่าเชื่อถือ โดยอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง [3]

ในอดีตที่ผ่านมา Six Sigma ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มประสิทธิภาพในหลากหลายอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งมีการนำเทคนิค Six Sigma มาใช้เพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต [4] ตัวอย่างเช่น Daniyan, Adeodu, Mpofu, Maladzhi & Kana-Kana [5] ได้ประยุกต์ใช้ Six Sigma เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการประกอบโบกักรถราง ส่งผลให้ผลผลิตภาพเพิ่มขึ้น 46.8% และเวลานำลดลง 27.9% นอกจากนี้ Guleria, Pathania, Sharma & Sá [6] ได้ใช้ Six Sigma ในการลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตเพลารถยนต์ ทำให้สามารถลดอัตราของเสียจาก 10.4% เหลือ 3.20% และเพิ่มระดับคุณภาพของซิกมาจาก 3.34 เป็น 3.94 ในทำนองเดียวกัน Pranavi & Umasankar [7] ได้ประยุกต์ใช้แนวทาง DMAIC เพื่อลดของเสียในกระบวนการพ่นสีโครมรถยนต์ ทำให้สามารถลดปริมาณของเสียลง 85% และอัตราการเกิดของเสียลดลงจาก 3% เหลือ 0.4% และ Costa, Lopes & Brito [8] ได้ใช้ DMAIC เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นวงจรพิมพ์ ส่งผลให้อัตราการเกิดของเสียลดลงจาก 3231 PPM เหลือ 312 PPM และประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้ 122,000 ยูโร ขณะที่ Gupta, Jain, Meena & Dangayach [9] ได้นำขั้นตอน DMAIC มาใช้เพื่อลดความผันแปรในกระบวนการผลิตยางรถยนต์ ทำให้สามารถลดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและเพิ่มดัชนีความสามารถของกระบวนการได้อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ Six Sigma ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลากหลายอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น กมลลักษณ์ ศรีอยู่ยงค์, ณบสรณ์ อรุณอาศิริกุล และพุทธิพร เล็กขาว [10] พบว่าการประยุกต์ใช้ Six Sigma ในแผนกตอกโซ่สามารถลดของเสียได้สำเร็จ ขณะที่ อัญมณี [11] พบว่าเทคนิค Six Sigma ช่วยลดอัตราส่วนของเสียในกระบวนการผลิตสูกโกด์เวย์ลอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Six Sigma ยังถูกนำไปใช้ในภาคบริการ เช่น ศิริเชษฐ์ [12] พบว่า Six Sigma ช่วยปรับปรุงกระบวนการแก้ไขปัญหาาระบบงานธนาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังมี

การประยุกต์ใช้ Six Sigma ในโรงพยาบาลอย่างแพร่หลายเพื่อลดการใช้วัสดุสิ้นเปลือง เพิ่มความปลอดภัย และปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการ [13-15]

งานวิจัยด้านการประยุกต์ใช้ Six Sigma และ DMAIC เพื่อความปลอดภัยในกระบวนการผลิตได้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายเพื่อลดความสูญเสียทั้งด้านสุขภาพและเศรษฐกิจที่เกิดจากอุบัติเหตุในการทำงาน Simsek & Turhan [16] ได้ศึกษาผลกระทบของการนำ Six Sigma มาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องยนต์ดีเซล พบว่าสามารถลดอุบัติเหตุได้จริง โดยเฉพาะอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์ ขณะที่ Kenge & Khan [17] นำเสนอการประยุกต์ใช้ขั้นตอน DMAIC เพื่อลดการบาดเจ็บจากการเกิดเศษครีบในกระบวนการผลิตระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์ โดยใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น แผนภูมิพาเรโต แผนผังก้างปลา FMEA DOE และ ANOVA ในทำนองเดียวกัน Knop [18] ใช้ขั้นตอน DMAIC เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยในสถานประกอบการและลดต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุในบริษัทจากสาขายานยนต์ โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนของ DMAIC ส่วน Ray, Das & Bhattacharya [19] นำเสนอแนวทางการใช้ Six Sigma DMAIC เพื่อปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการป้องกันอุบัติเหตุในอุตสาหกรรมการผลิต การวิเคราะห์งานวิจัยเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า Six Sigma และ DMAIC เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงความปลอดภัยและลดอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต โดยการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุ การใช้เครื่องมือที่เหมาะสม และการกำหนดมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน เป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่ผ่านมาได้เน้นการประยุกต์ใช้ Six Sigma และ DMAIC ในด้านต่าง ๆ อาทิ การลดอัตราส่วนเศษวัสดุในกระบวนการผลิต การลดความสูญเสียด้านสุขภาพและความปลอดภัย รวมถึงการประยุกต์ในภาคบริการ เช่น ธนาคารและโรงพยาบาล ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพด้านเศรษฐกิจและความปลอดภัยในระดับทั่วไป แต่ยังขาดการเน้นเจาะจงด้านอุบัติเหตุในกระบวนการผลิตเป็นหลัก รวมถึงการมีส่วนร่วมของพนักงานในกระบวนการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เติมเต็มช่องว่างนี้โดยเน้นการนำวิธี DMAIC ของซิกส ซิกมา มาประยุกต์ในบริบทของโรงงานผลิตจริง รวมทั้งส่งเสริมให้พนักงานมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้านี้ส่วนใหญ่มักเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทีมงานผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสามารถเป็น

แนวทางใหม่ที่จะช่วยเติมเต็มช่องว่างด้านความร่วมมือของพนักงานและความเน้นด้านความปลอดภัยในกระบวนการผลิตเป็นหลัก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการกำหนดปัญหา (Define)

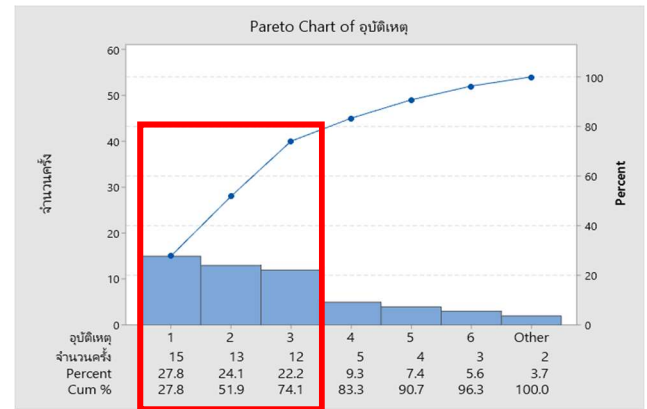
ผู้วิจัยมุ่งเน้นการระบุปัญหาอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษาซึ่งเป็นโรงงานผลิตเซรามิคขนาดกลาง มีพนักงานประมาณ 150 คน โดยสำรวจข้อมูลสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในช่วงเวลา เดือนตุลาคม พ.ศ. 2566 ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2567 รวมระยะเวลา 6 เดือน สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติการเกิดอุบัติเหตุ 6 เดือนย้อนหลังของโรงงานตัวอย่าง

ลำดับ	อุบัติเหตุ	จำนวน ครั้ง
1	การบาดเจ็บจากการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุหนัก	15
2	การลื่นล้มหรือสะดุดล้มบนพื้นที่ทำงาน	13
3	การถูกความร้อน	12
4	สัมผัสเครื่องจักรที่กำลังเคลื่อนไหว	5
5	สัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษ	4
6	ของมีคมบาด	3
7	ไฟฟ้าช็อต	1
8	อื่นๆ	1
รวม		54

จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด พบว่ามีปัญหาที่หลากหลายแตกต่างกันมาก ผู้วิจัยจึงใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญที่สุดโดยเน้นที่มีผลกระทบในการปรับปรุงเร่งด่วนที่สุด แสดงดังรูปที่ 1

จากการพิจารณาแผนภูมิพาเรโตทำให้มองเห็นปัญหาที่มีความถี่ในการเกิดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แนวทางในการเลือกปัญหาคือเลือกแก้ไขปัญหที่รุนแรง มีความเสียหายมากที่สุดก่อน ดังนั้น ผู้วิจัยเลือกแก้ไขปัญหา 1. การบาดเจ็บจากการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุหนัก 2. การลื่นล้มหรือสะดุดล้มบนพื้นที่ทำงาน และ 3. การถูกความร้อน โดยทั้ง 3 ปัญหานี้ มีผลกระทบรวมกันมากถึง 74.1% ของปัญหาทั้งหมด



รูปที่ 1 แผนภูมิพาเรโตจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

3.2 ขั้นตอนการวัด (Measure)

ผู้วิจัยมุ่งเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยข้อมูลจะถูกรวบรวมจากแบบฟอร์มรายงานอุบัติเหตุประจำวัน ซึ่งพนักงานและเจ้าหน้าที่ฝ่ายความปลอดภัยจะบันทึกข้อมูลโดยใช้แบบฟอร์มที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสำคัญ เช่น ประเภทของอุบัติเหตุ สาเหตุที่เป็นไปได้ สถานที่เกิดเหตุ เวลาเกิดเหตุ รวมถึงผลกระทบด้านค่าใช้จ่ายและการหยุดงาน นอกจากนี้ ได้มีการใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นและพฤติกรรมของพนักงานในบริบทของความปลอดภัยในพื้นที่ปฏิบัติงาน ข้อมูลทั้งหมดนี้จะถูกรวบรวมและจัดเก็บในโปรแกรม Excel เพื่อนำไปวิเคราะห์เชิงสถิติและหาสาเหตุหลักของปัญหา ก่อนนำเข้าเครื่องมือวิเคราะห์ต่อไป นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการวัดสมรรถนะของกระบวนการด้านความปลอดภัย เพื่อสร้างเกณฑ์อ้างอิงสำหรับการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป โดยตัวชี้วัดที่ใช้ในการวัดสมรรถนะในการทำวิจัยนี้ได้แก่ 1.) อัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อเดือน 2.) เวลาที่ต้องหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน 3.) ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน และ 4.) ค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (Risk Priority Number; RPN) โดยจากการสำรวจข้อมูลในอดีตและระดมความคิดกับทีมงานที่เกี่ยวข้อง สามารถกำหนดตัวชี้วัดทั้ง 3 ได้ดังตาราง 2

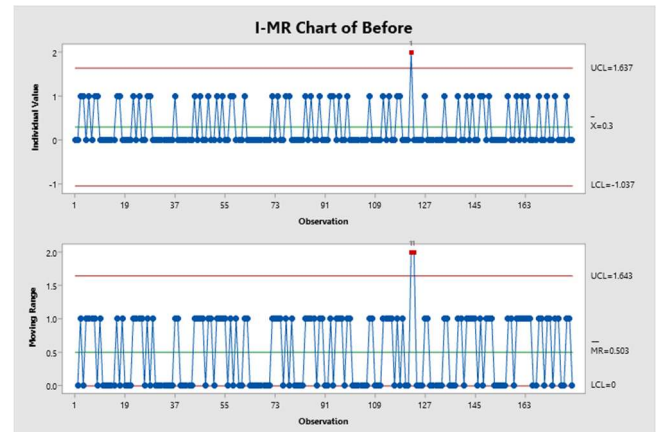
ตารางที่ 2 ค่าดัชนีตัวชี้วัดที่จะใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการดำเนินการวิจัย

ตัวชี้วัด	คำอธิบาย	ก่อนการปรับปรุง
1.) อัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อเดือน	ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุต่อ 1 เดือน	9 ครั้ง/เดือน
2.) เวลาที่ต้องหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน	ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันที่พนักงานต้องหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุ ต่อ 1 เดือน	12 วัน/เดือน
3.) ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน	ค่าใช้จ่ายโดยตรง (เช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าชดเชย) และ ค่าใช้จ่ายโดยอ้อม (เช่น ค่าเสียหายของสินค้า ค่าซ่อมแซมเครื่องจักร) เฉลี่ยต่อ 1 เดือน	8,258 บาท/เดือน
4.) ค่า Risk Priority Number (RPN) เฉลี่ย	ค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยงของปัญหาที่มีความรุนแรงมาก	RPN > 200

การกำหนดค่า RPN ที่ใช้ในการศึกษานี้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 10 ในแต่ละปัจจัยดังนี้

- ค่า S (Severity: ความรุนแรงของผลกระทบ) ระบุระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10
 - 1 = ผลกระทบน้อยมาก
 - 5 = ผลกระทบปานกลาง เช่น เกิดอาการบาดเจ็บเล็กน้อย
 - 10 = ผลกระทบรุนแรง เช่น บาดเจ็บรุนแรง
- ค่า O (Occurrence: ความถี่ของการเกิด) ระบุระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10
 - 1 = เกิดขึ้นน้อยครั้งมากในรอบปี เช่น น้อยกว่า 1 ครั้ง
 - 5 = เกิดขึ้นเป็นประจำ เช่น เดือนละครั้ง
 - 10 = เกิดบ่อยทุกสัปดาห์หรือเกือบทุกเดือน
- ค่า D (Detection: ความสามารถในการตรวจจับก่อนเกิดผลกระทบ) ระบุระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 10
 - 1 = ตรวจจับได้ง่าย เช่น มีการตรวจสอบเป็นประจำและแม่นยำ
 - 5 = บางครั้งอาจตรวจจับได้ ขึ้นอยู่กับวิธีการตรวจสอบ
 - 10 = ตรวจจับได้ยาก เนื่องจากขาดการตรวจสอบ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุในช่วง 6 เดือนย้อนหลัง มาพล็อตในแผนภูมิควบคุม รายบุคคล และช่วงเคลื่อนที่ (I-MR Chart) เพื่อประเมินความสามารถในการป้องกันอุบัติเหตุของโรงงานกรณีศึกษา แสดงดังรูปที่ 2

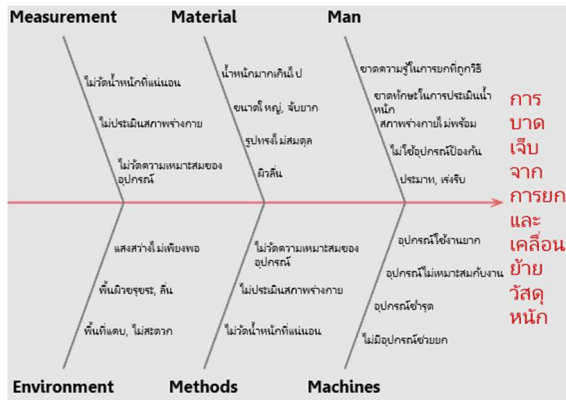


รูปที่ 2 I-MR Chart จำนวนการเกิดอุบัติเหตุย้อนหลัง

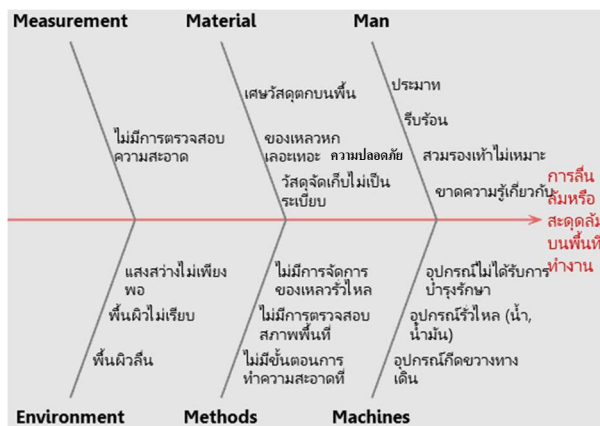
จาก I-MR Chart พบว่า ในกราฟ Individual Value มีจำนวนอุบัติเหตุเกินขอบเขตบน (Upper Control Limit: UCL) อย่างมาก (วันที่ 122) ซึ่งแสดงถึงการกระโดดที่ผิดปกติที่บ่งชี้ว่าในวันนั้นเกิดเหตุการณ์ที่มีผลกระทบสูงต่อการควบคุมเชิงสถิติ จุดนี้ถือเป็นการเบี่ยงเบนจากความเสถียรของกระบวนการ ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยภายนอกหรือความผิดพลาดที่ไม่สามารถควบคุมได้ในกระบวนการ ค่าที่สูงผิดปกตินี้บ่งบอกถึงปัญหาที่ยังไม่ได้รับการจัดการที่ดีพอ เช่น การไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย หรือเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze)

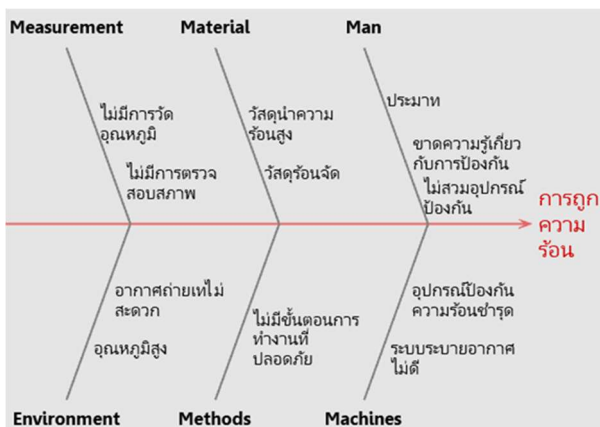
ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของอุบัติเหตุแต่ละประเภท โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เพื่อระดมความคิดร่วมกับทีมงานและระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ ปัจจัยที่พิจารณา ได้แก่ สภาพแวดล้อมการทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักร วิธีการทำงาน ความรู้และทักษะของพนักงาน โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนผังก้างปลาจำนวน 3 รูป เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุแต่ละประเภท ได้แก่ 1.) การบาดเจ็บจากการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุหนัก 2.) การลื่นล้มหรือสะดุดล้มบนพื้นที่ทำงาน และ 3.) การถูกความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 3 รูปที่ 4 และรูปที่ 5



รูปที่ 3 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการบาดเจ็บจากการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุหนัก



รูปที่ 4 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการลื่นล้มหรือสะดุดล้มบนพื้นที่ทำงาน



รูปที่ 5 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการถูกความร้อน

จากแผนผังก้างปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์สาเหตุของทั้ง 3 ปัญหา มีจำนวนสาเหตุน้อยมากถึง 50 สาเหตุ โดยมาจากปัญหาการบาดเจ็บจากการยกและเคลื่อนย้ายวัสดุหนัก จำนวน 22 สาเหตุ ปัญหาการลื่นล้มหรือสะดุดล้มบนพื้นที่ทำงาน

จำนวน 16 สาเหตุ และปัญหาการถูกความร้อน จำนวน 12 สาเหตุ ในการที่จะทำการแก้ไขครบทุกสาเหตุนั้นเป็นไปได้ ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงด้วยการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis; FMEA) เพื่อประเมินความเสี่ยงของแต่ละสาเหตุและจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ต้องแก้ไข

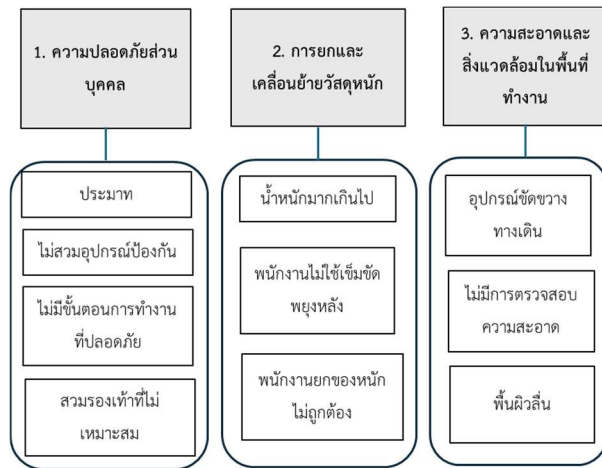
จากการประชุม ระดมความคิดเห็นร่วมกับทีมงาน ได้ข้อสรุปว่าควรจัดการกับสาเหตุของปัญหาที่มีความรุนแรงลำดับแรก ๆ เสียก่อน เนื่องจากในการจัดการกับทุกสาเหตุของปัญหานี้ทำได้ยากและสิ้นเปลืองทรัพยากรค่อนข้างมาก ดังนั้น ทีมงานจึงเลือกหัวข้อที่มีค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง Risk Priority Number (RPN) มากกว่า 200 มาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อน ทำให้สามารถคัดกรองสาเหตุของปัญหาจาก 50 สาเหตุ เหลือเพียง 10 สาเหตุ ดังแสดงในตารางที่ 3 โดย Failure Mode คือ สาเหตุของปัญหา Effect คือ ผลกระทบที่เกิดขึ้น S (Severity) คือ ระดับความรุนแรง O (Occurrence) คือ ระดับความถี่ในการเกิด D (Detection) คือ ระดับในการป้องกัน และ $RPN = S \times O \times D$

ตารางที่ 3 การคัดเลือกสาเหตุของปัญหาที่จะนำมาแก้ไขปรับปรุง

Failure Mode	Effects	S	O	D	RPN
1. ประมาท	บาดเจ็บ, ปวดกล้ามเนื้อ	8	8	6	384
2. น้ำหนักมากเกินไป	เสี่ยงต่อการบาดเจ็บ	8	7	6	336
3. อุปกรณ์ขัดขวางทางเดิน	พนักงานเดินสะดุด	8	7	6	336
4. พนักงานไม่ใช้เข็มขัดพยุงหลัง	มีความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บ	8	6	6	288
5. พนักงานยกของหนักไม่ถูกต้อง	บาดเจ็บ, ปวดหลัง	8	6	6	288
6. ไม่มีการตรวจสอบความสะอาด	สิ่งแวดล้อมไม่ถูกสุขลักษณะ	8	6	6	288
7. ไม่สวมอุปกรณ์ป้องกัน	เสี่ยงบาดเจ็บหรือแผลไหม้	7	8	5	280
8. สวมรองเท้าไม่เหมาะสม	เสี่ยงลื่นล้ม	7	6	6	252
9. พื้นผิวลื่น	พนักงานลื่นล้ม	7	7	5	245
10. ไม่มีขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัย	พนักงานปฏิบัติงานผิดพลาด	8	7	4	224
ค่าเฉลี่ย					292.10

3.4 ขั้นตอนการปรับปรุง (Improve)

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ สำหรับสาเหตุของอุบัติเหตุที่ได้วิเคราะห์ไว้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ โดยพิจารณาแนวทางแก้ไขที่หลากหลายทั้งในด้านการปรับปรุงกระบวนการ การใช้อุปกรณ์ใหม่ การฝึกอบรมพนักงาน การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงนโยบาย จากนั้นทำการประเมินความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติ ต้นทุน และผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ ผู้วิจัยได้ใช้แผนภาพความสัมพันธ์ (Affinity Diagram) เพื่อจัดกลุ่มแนวทางแก้ไขที่คล้ายคลึงกัน ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การใช้แผนภาพความสัมพันธ์ (Affinity Diagram) จัดกลุ่มปัญหา

โดยสาเหตุของปัญหาทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ 1) ความปลอดภัยส่วนบุคคล 2) การยกและเคลื่อนย้ายวัสดุหนัก และ 3) ความสะอาดและสิ่งแฉะล่อในพื้นที่ทำงาน หรืออาจกล่าวได้ว่า สาเหตุหลักของปัญหามาจากผู้ปฏิบัติงาน (Man) วิธีการทำงาน (Method) และสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน (Environment) นั่นเอง

หลังจากนั้น ทีมงานผู้วิจัยได้ร่วมกันกำหนดแนวทางในการจัดการกับสาเหตุของปัญหาทั้ง 10 ข้อ โดยมุ่งเน้นไปที่การมีส่วนร่วมของพนักงาน การปฏิบัติได้จริง และความคุ้มค่าในด้านการลงทุน ดังแสดงในตารางที่ 4

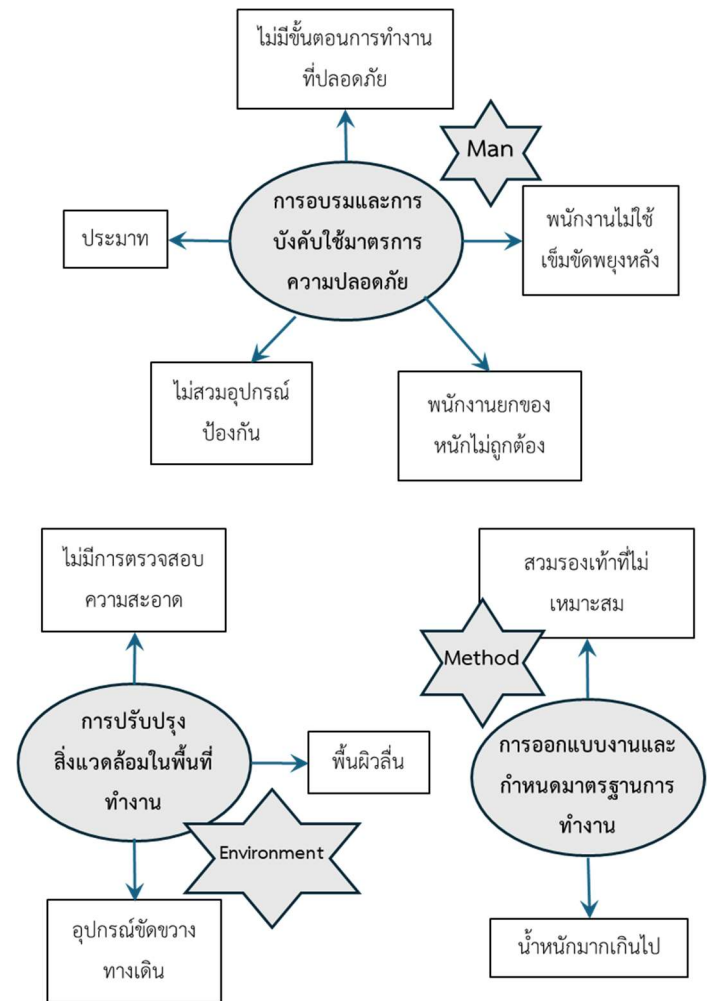
ตารางที่ 4 วิธีการแก้ไขปัญหามาจากการระดมสมองของทีมงาน

สาเหตุของปัญหา	วิธีแก้ไขปัญหา	ผู้รับผิดชอบ
1. ประมาท	จัดอบรมพนักงานเกี่ยวกับความรู้ในการทำงานที่ถูกวิธี	แผนกความปลอดภัย
	สร้างคู่มือความปลอดภัยที่เข้าใจง่ายและเข้าถึงได้	แผนกความปลอดภัย
	จัดทำป้ายเตือนและสัญลักษณ์ความปลอดภัยที่ชัดเจน	แผนกซ่อมบำรุง
2. ไม่สวมอุปกรณ์ป้องกัน	จัดอบรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE)	แผนกความปลอดภัย
	บังคับใช้ PPE ในพื้นที่ทำงานอย่างเข้มงวด	แผนกการผลิต
3. ไม่มีขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัย	จัดอบรมพนักงานเกี่ยวกับความรู้ในการทำงานที่ถูกวิธี	แผนกความปลอดภัย
	จัดทำและกำหนด SOP ที่ชัดเจนสำหรับขั้นตอนการทำงานที่ปลอดภัย	แผนกการผลิต
	ตรวจสอบและปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ปลอดภัย	แผนกการผลิต
	สร้างคู่มือความปลอดภัยที่เข้าใจง่ายและเข้าถึงได้	แผนกความปลอดภัย
4. สวมรองเท้าที่ไม่เหมาะสม	กำหนดมาตรฐานรองเท้าที่เหมาะสมในสถานที่ทำงาน	แผนกความปลอดภัย
5. น้ำหนักมากเกินไป	แบ่งจำนวนงานแต่ละล๊อตให้เล็กลง	แผนกวางแผนการผลิต
6. พนักงานไม่ใช่ใช้เข็มขัดพยุงหลัง	จัดอบรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE)	แผนกความปลอดภัย
	บังคับใช้ PPE ในพื้นที่ทำงานอย่างเข้มงวด	แผนกการผลิต
7. พนักงานยกของหนักไม่ถูกต้อง	จัดอบรมการยกของที่ถูกต้องตามหลักสรีรศาสตร์	แผนกความปลอดภัย
8. อุปกรณ์ขัดขวางทางเดิน	จัดทำแผนการทำ 5ส ในแต่ละแผนก	แผนกการผลิต
	กำหนดมาตรฐานการจัดเก็บวัสดุอย่างปลอดภัย	แผนกการผลิต
9. ไม่มีการตรวจสอบความสะอาด	จัดทำแผนการทำ 5ส ในแต่ละแผนก	แผนกการผลิต
10. พื้นผิวลื่น	ใช้วัสดุกันลื่นในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง	แผนกซ่อมบำรุง



รูปที่ 7 การใช้แผนภาพความสัมพันธ์ (Affinity Diagram) จัดกลุ่มวิธีการแก้ไข้ปัญหา

จากตารางที่ 4 พบว่า ทีมงานได้เสนอวิธีการแก้ไขปัญหาที่หลากหลาย บางวิธีการสามารถแก้ไขปัญหามากกว่า 1 ปัญหา และบางปัญหาที่ต้องการวิธีการแก้ไขมากกว่า 1 วิธี ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการสร้างแผนการดำเนินงาน ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดของ Affinity Diagram ในการจัดกลุ่มวิธีแก้ไขปัญหามากกว่า 3 กลุ่ม คือ 1) การอบรมและการบังคับใช้มาตรการความปลอดภัย 2) การปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน และ 3) การออกแบบงานและกำหนดมาตรฐานการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 7 และตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ไขปัญหาคืบถอย ดังแสดงในรูปที่ 8 จะเห็นว่ามาตรการแก้ไขปัญหามากกว่า 3 ข้อ ถูกนำมาจัดการสาเหตุของปัญหาทั้ง 3 ด้าน คือ ผู้ปฏิบัติงาน (Man) วิธีการทำงาน (Method) และสภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงาน (Environment)



รูปที่ 8 ความเชื่อมโยงของวิธีแก้ไขปัญหากับการจัดการกับสาเหตุของปัญหา

3.5 ขั้นตอนการควบคุม (Control)

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการสร้างระบบควบคุมเพื่อให้มั่นใจว่าการปรับปรุงที่ได้ทำไว้ในขั้นตอนการปรับปรุงจะยังคงอยู่และไม่กลับไปสู่สภาวะเดิม โดยกำหนดมาตรฐานและขั้นตอนการทำงานใหม่ที่ปลอดภัย สื่อสารให้พนักงานทุกคนเข้าใจและปฏิบัติตาม การสร้างเอกสาร เช่น จัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard of Procedure; SOP) ที่อธิบายขั้นตอนการทำงานใหม่อย่างละเอียด กำหนดผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบ และดำเนินการแก้ไขหากพบว่ามี การเบี่ยงเบนจากมาตรฐาน โดยสามารถสรุปการควบคุมมาตรการในการควบคุมกระบวนการ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 วิธีการแก้ไขปัญหา แนวทางในการดำเนินการและการควบคุม

มาตรการ	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. การสร้างมาตรฐานกระบวนการ	จัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOPs) ที่ชัดเจนสำหรับทุกขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในกระบวนการผลิต	ลดความแปรปรวนในกระบวนการและช่วยให้พนักงานปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ
2. การอบรมและสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย	จัดอบรมเรื่องความปลอดภัยให้กับพนักงานอย่างต่อเนื่อง สร้างวัฒนธรรมที่ให้ความสำคัญกับความปลอดภัย	เพิ่มความตระหนักเรื่องความปลอดภัยและลดโอกาสเกิดอุบัติเหตุในระยะยาว
3. การจัดตั้งคณะกรรมการด้านความปลอดภัย	ให้มีหน้าที่ติดตามผลของมาตรการ, เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา และส่งเสริมกิจกรรมด้านความปลอดภัย	สร้างความร่วมมือระหว่างฝ่ายต่างๆ และเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการด้านความปลอดภัย
4. การตรวจสอบและการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง	การใช้การตรวจสอบภายใน เช่น กิจกรรม 5 ส การตรวจสอบความปลอดภัย เพื่อตรวจสอบว่ามาตรการต่างๆ ได้ผลจริงและยังคงมีประสิทธิภาพ	ช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาล่วงหน้าก่อนที่จะเกิดอุบัติเหตุจริง

4. ผลการวิจัย

ทีมงานได้เก็บข้อมูลหลังจากการปรับปรุง เป็นระยะเวลา 3 เดือน การสรุปผลการปรับปรุง โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของการปรับปรุงในด้านต่างๆ ได้แก่ 1.) อัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อเดือน 2.) เวลาที่ต้องหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน 3.) ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน และ 4.) ค่า RPN แสดงดังตารางที่ 6

ผลการวิจัยพบว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน ลดลงจาก 9 ครั้ง ก่อนการปรับปรุง เป็น 6.67 ครั้ง หลังการปรับปรุง โดยมีการลดลง 25.89% ซึ่งบ่งชี้ถึงความสำเร็จในการลดอุบัติเหตุจากมาตรการความปลอดภัยที่ได้ดำเนินการ

ตารางที่ 6 ผลการปรับปรุงในแต่ละตัวชี้วัด

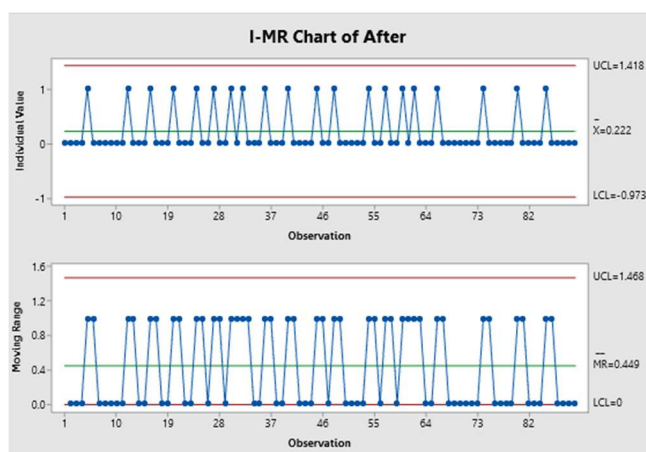
ตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	% ผลต่าง
1.) อัตราการเกิดอุบัติเหตุต่อเดือน (ครั้ง/เดือน)	9	6.67	-25.89%
2.) เวลาที่ต้องหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือน (วัน/เดือน)	12	9	-25.00%
3.) ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุเฉลี่ย (บาท/เดือน)	8,258	5,663	-31.42%
4.) ค่า RPN เฉลี่ย	292.10	181.50	-37.86%

เวลาที่พนักงานต้องหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุลดลงจาก 12 วันต่อเดือน เป็น 9 วันต่อเดือน ซึ่งมีการลดลง 25.00% การลดลงนี้สะท้อนถึงผลกระทบในด้านความเสี่ยงที่ลดลงจากการปรับปรุงกระบวนการและการใช้มาตรการป้องกันอุบัติเหตุที่มีประสิทธิภาพ

ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ เช่น ค่ารักษาพยาบาล ค่าชดเชย และค่าใช้จ่ายที่เกิดจากอุบัติเหตุ ลดลงจาก 8,258 บาทต่อเดือน เป็น 5,663 บาทต่อเดือน โดยมีการลดลง 31.42% การลดลงนี้เป็นผลจากการปรับปรุงในด้านการจัดการความเสี่ยงและการลดจำนวนอุบัติเหตุ

ค่า RPN ซึ่งใช้ในการประเมินความเสี่ยงจากอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต ลดลงจาก 292.10 เป็น 181.50 หรือลดลง 37.86% ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการลดความเสี่ยงโดยรวมในกระบวนการผลิต จากการใช้เครื่องมือและมาตรการที่เหมาะสมในการปรับปรุงกระบวนการ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ในช่วง 3 เดือนหลังการปรับปรุง มาพล็อตใน I-MR Chart เพื่อประเมินความสามารถในการป้องกันอุบัติเหตุของโรงงานกรณีศึกษา แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 I-MR Chart จำนวนการเกิดอุบัติเหตุหลังการปรับปรุง

จาก I-MR Chart พบว่า ในกราฟ Individual Value ค่าทุกค่ายังคงอยู่ในขอบเขต UCL และ LCL แสดงให้เห็นถึงความเสถียรของกระบวนการที่ดีขึ้นหลังจากการปรับปรุง ค่าเฉลี่ยหลังการปรับปรุง (0.222) น้อยกว่า ก่อนการปรับปรุง (0.300) แสดงให้เห็นว่าจำนวนอุบัติเหตุลดลงหลังการปรับปรุงกระบวนการ เส้นควบคุมแคบลงเล็กน้อยหลังการปรับปรุง ซึ่งแสดงถึงความแปรปรวนลดลงและกระบวนการมีความเสถียรมากขึ้น ส่วนกราฟ Moving Range ค่าการเคลื่อนที่ในกราฟมีความเสถียรและแคบลงเมื่อเทียบกับกราฟก่อนการปรับปรุง ไม่มีการกระโดดที่ผิดปกติ และการเคลื่อนที่ของค่ามีความสม่ำเสมอมากขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการได้รับการปรับปรุงและมีการควบคุมที่ดียิ่งขึ้น ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จาก I-MR Chart

พารามิเตอร์	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลลัพธ์
ค่าเฉลี่ย	0.3	0.222	ลดลง (ดีขึ้น)
ขอบเขตบน (UCL)	1.637	1.418	ลดลง (แสดงความเสถียรมากขึ้น)
ขอบเขตล่าง (LCL)	-1.037	-0.973	ใกล้เคียงกัน
ค่าเฉลี่ย MR	0.503	0.449	ลดลง (ลดความผันแปร)
ความผิดปกติ (จุดตกนอก LCL, UCL)	มี	ไม่มี	ดีขึ้นมาก (เสถียรขึ้นชัดเจน)

ผลลัพธ์เหล่านี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้วิธีการ DMAIC ของซิกส์ ซิกมาในการลดความเสี่ยงและเพิ่มความปลอดภัยในสภาพแวดล้อมการผลิต โดยมีการพัฒนาที่วัดผลได้ในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและประสิทธิภาพการดำเนินงาน

5. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้ Six Sigma และ DMAIC ในการลดอุบัติเหตุในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Kenge & Khan [15] ที่พบว่าการใช้วงจร DMAIC สามารถลดการบาดเจ็บจากการเกิดเศษครีบในกระบวนการผลิตระบบส่งกำลังของรถแทรกเตอร์ได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าทั้งสองงานวิจัยจะใช้ขั้นตอน DMAIC เป็นกรอบการทำงานหลัก แต่บริบทของอุตสาหกรรมมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ งานวิจัยในอดีต มุ่งเน้นไปที่การลดการบาดเจ็บจากการเกิดเศษครีบ ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะในบางขั้นตอนของกระบวนการผลิต ในขณะที่งานวิจัยนี้พิจารณาถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในภาพรวมของกระบวนการผลิต ทำให้ต้องใช้เครื่องมือและแนวทางแก้ไขที่ครอบคลุมกว่า

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของพนักงานในการระบุปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไข โดยใช้ Affinity Diagram เพื่อจัดกลุ่มแนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ไม่ค่อยถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงในงานวิจัยของ Kenge & Khan [17] การใช้ Affinity Diagram ช่วยให้ทีมงานสามารถระดมความคิดและจัดกลุ่มแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถพิจารณาแนวทางแก้ไขที่หลากหลายและเหมาะสมกับบริบทของโรงงานตัวอย่าง

ในเชิงตัวเลข พบว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจาก 9 ครั้งก่อนการปรับปรุง เป็น 6.67 ครั้งหลังการปรับปรุง คิดเป็นการลดลง 25.89% ในขณะที่ Kenge & Khan [17] รายงานการลดลงของการบาดเจ็บจากการเกิดเศษครีบจาก 2 ครั้งต่อเดือนเป็น 0 ครั้ง การลดลงของอัตราการเกิดอุบัติเหตุในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของมาตรการความปลอดภัยที่ได้ดำเนินการ อย่างไรก็ตาม การลดลงของการบาดเจ็บจากการเกิดเศษครีบในงานวิจัยที่ผ่านมาอาจสะท้อนถึงการแก้ไขปัญหาที่เฉพาะเจาะจงมากกว่าซึ่งเกิดจากการเกิดเศษครีบเท่านั้น

การลดลงของค่า RPN จาก 292.10 เป็น 181.50 หรือลดลง 37.86% ในงานวิจัยนี้ บ่งชี้ถึงการลดความเสี่ยงโดยรวมในกระบวนการผลิต ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบของการปรับปรุงในหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย ในขณะที่ Kenge & Khan [17] ค่า RPN ลดลงจาก 343 เป็น 96 ซึ่งอาจสะท้อนถึงการแก้ไขปัญหาที่เฉพาะเจาะจงมากกว่า

งานวิจัยนี้ได้การบูรณาการ DMAIC เข้ากับวัฒนธรรมความปลอดภัยขององค์กร มีการกำหนด มาตรฐานปฏิบัติด้านความปลอดภัย การฝึกอบรมพนักงานอย่างต่อเนื่อง และการตั้งคณะกรรมการด้านความปลอดภัยเพื่อให้การปรับปรุงสามารถดำเนินการอย่างยั่งยืน ขณะที่งานวิจัยก่อนหน้านี้ไม่ได้กล่าวถึงการกำหนดมาตรฐานเชิงโครงสร้างในระดับองค์กรอย่างชัดเจน นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาในแง่ของผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงาน พบว่า เวลาหยุดงานเนื่องจากอุบัติเหตุลดลงจาก 12 วันต่อเดือน เหลือ 9 วันต่อเดือน (ลดลง 25%) ขณะที่ในงานศึกษาก่อนหน้านี้ไม่มีการนำเสนอข้อมูลในมิตินี้ ทำให้ยากต่อการเปรียบเทียบผลกระทบด้านผลิตภาพของการดำเนินการ

ในด้านการลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ งานวิจัยนี้พบว่า ค่าใช้จ่ายลดลงจาก 8,258 บาทต่อเดือน เหลือ 5,663 บาทต่อเดือน คิดเป็นการลดลง 31.42% ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่เน้นไปที่การลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุเป็นหลักมากกว่าการวิเคราะห์ผลลัพธ์ทางเศรษฐศาสตร์โดยตรง การบูรณาการด้านต้นทุนนี้สะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างของการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของทั้งสองงานวิจัย โดยงานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับมิติทางธุรกิจควบคู่ไปกับมิติด้านความปลอดภัยด้วย

แนวทางการศึกษานี้มีจุดแข็งในด้านการนำเครื่องมือ Six Sigma และ DMAIC มาใช้ในการลดอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต โดยสามารถแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงผลลัพธ์และการนำเครื่องมือที่เหมาะสมมาใช้ในบริบทอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในด้านขอบเขตของระยะเวลาการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง ซึ่งเป็นระยะเวลาเพียง 3 เดือนเท่านั้น ซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะสะท้อนผลกระทบในระยะยาวและการสรุปผลจึงควรคำนึงถึงความเสี่ยงของความผันผวนในข้อมูลระยะสั้นนี้

ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงเพียง 3 เดือนอาจไม่เพียงพอต่อการยืนยันว่าการปรับปรุงจะยังคงมีผลต่อเนื่องในระยะยาว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านความปลอดภัยในสถานประกอบการมักต้องใช้เวลาในการแสดงผลที่

ชัดเจน ดังนั้นควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในอนาคตเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้นและสามารถสะท้อนสถานการณ์จริงได้ชัดเจนกว่าเดิม

สำหรับความยั่งยืนของการปรับปรุง ควรมีแนวทางและกลยุทธ์ที่ชัดเจนในการเสริมสร้างการรักษามาตรการด้านความปลอดภัยในระยะยาว เช่น การติดตามและประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ การสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย รวมถึงการฝึกอบรมและปรับปรุงมาตรการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันยังคงอยู่และขยายผลในระยะยาวอย่างมีประสิทธิภาพ

6. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้ Six Sigma และ DMAIC เพื่อลดอุบัติเหตุในกระบวนการผลิต โดยมุ่งเน้นที่จะเติมเต็มช่องว่างจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือลดจำนวนอุบัติเหตุ สร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น และวัดผลกระทบในด้านต่างๆ ได้แก่ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ เวลาหยุดงาน ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ และค่า RPN ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การนำเครื่องมือและแนวคิดของ Six Sigma มาใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการ สามารถลดความเสี่ยงและเพิ่มความปลอดภัยในสภาพแวดล้อมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยพบว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุ เวลาที่ต้องหยุดงาน ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ และค่า RPN ลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากการดำเนินการมาตรการปรับปรุง นอกจากนี้ การใช้ Affinity Diagram ในการจัดกลุ่มแนวทางการแก้ไขปัญหา และการใช้ I-MR Chart ในการประเมินความสามารถในการป้องกันอุบัติเหตุของโรงงานกรณีศึกษา เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการสนับสนุนการตัดสินใจและติดตามผลการดำเนินงาน

ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นๆ ที่มีความเสี่ยงด้านความปลอดภัยคล้ายกัน เช่น โรงงานผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ หรืออาหาร ซึ่งมีการทำงานกับเครื่องจักร วัตถุติด หรือสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย แนวทาง DMAIC ที่ใช้ในงานวิจัยสามารถปรับให้เหมาะสมกับโครงสร้างองค์กรที่แตกต่างกัน โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของพนักงาน การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ และการสร้างมาตรฐานความปลอดภัยที่สอดคล้องกับลักษณะของแต่ละองค์กร การศึกษาในอนาคตควรมีการพิจารณาควรดำเนินการวิจัยในกลุ่มอุตสาหกรรมที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อ

เปรียบเทียบความเหมาะสมและประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้ DMAIC ในบริบทที่ต่างกัน นอกจากนี้ ควรศึกษาผลกระทบในระยะยาว เช่น การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (ROI) ความยั่งยืนของผลการปรับปรุง และผลกระทบต่อวัฒนธรรมความปลอดภัยในองค์กร รวมถึงการประเมินความพึงพอใจของพนักงานที่มีต่อมาตรการที่ดำเนินการ เพื่อให้การวิจัยครอบคลุมทั้งด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และมนุษยสัมพันธ์ในองค์กรอย่างครบถ้วนยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] เพ็ญญา พุกกันงาม. การวิเคราะห์ความเสี่ยงในการทำงานและจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อลดอุบัติเหตุในงานก่อสร้างของบริษัทรับเหมาก่อสร้างโครงสร้างเหล็กแห่งหนึ่ง. *Journal of Vongchavalitkul University*. 2023; 36(1): 19-33.
- [2] วิดา บุญจันทร์. การศึกษาทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับอุบัติเหตุความปลอดภัยและการบริหารความปลอดภัยในโรงงานเพื่อลดต้นทุนการผลิต ด้านการจัดการโลจิสติกส์กรณีศึกษา บริษัท สยามสตีลอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน). *Journal of Logistics and Supply Chain Management Ramhkamhaeng*. 2016; 3(1).
- [3] Gilbert B, Peterka P. *Applying Six Sigma Using Minitab*. Dog Ear Publishing; 2017.
- [4] Sharma A, Chouhan A, Pavithran L, Chadha U, Selvaraj SK. Implementation of LSS framework in automotive component manufacturing: a review, current scenario and future directions. *Materials Today: Proceedings*. 2021; 46: 7815-7824.
- [5] Daniyan I, Adeodu A, Mpofu K, Maladzhi R, Katumba MGK. Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*. 2022; 8(3).
- [6] Guleria P, Pathania A, Sharma S, Sá JC. Lean six-sigma implementation in an automobile axle manufacturing industry: a case study. *Materials Today: Proceedings*. 2022; 50: 1739-1746.
- [7] Pranavi V, Umasankar V. Application of Six Sigma approach on hood outer panel to reduce the defect in painting peel off. *Materials Today: Proceedings*. 2021; 46: 1269-1276.
- [8] Costa JP, Lopes IS, Brito JP. Six Sigma application for quality improvement of the pin insertion process. *Procedia Manufacturing*. 2019; 38: 1592-1599.
- [9] Gupta V, Jain R, Meena ML, Dangayach GS. Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case study. *Journal of Industrial Engineering International*. 2018; 14(3): 511-520.
- [10] กมลลักษณ์ ศรีอยู่ยงค์, ณบสรณ์ อรุณอาศิริกุล, พุทธิพร เล็กขาว. การลดของเสียในแผนกตอกไขสัด โดยการประยุกต์แนวคิด ชิกส์ ซิกมา กรณีศึกษา บริษัทแปรรูปไข่ไก่. ใน: *การประชุมวิชาการช่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2565*. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2565. 246-252.
- [11] อัญมณี เกิดเพชร. การประยุกต์ใช้เทคนิคชิกส์ ซิกมา ในการลดของเสียของผลิตภัณฑ์ชูก์ไกด์เวย์จากกระบวนการกัด (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2562.
- [12] ศิริเชษฐ โชตนศิริกุล. แนวทางการปรับปรุงกระบวนการแก้ไขปัญหาระบบงานธนาคาร โดย ชิกส์ ซิกมาและไอทิล (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2560.
- [13] Sakthivelmurugan E, Senthilkumar G, Tajdeen A, Manojkumar S. Application of lean six sigma in reducing the material consumption at wards in a selected healthcare unit. *Materials Today: Proceedings*. 2021; 45: 8011-8016.
- [14] Van Dalen ASHM, Strandbygaard J, van Herzeleel I, Boet S, Grantcharov TP, Schijven MP. Six Sigma in surgery: how to create a safer culture in the operating theatre using innovative technology. *British Journal of Anaesthesia*. 2021; 127(6): 817-820.
- [15] Sommer AC, Blumenthal EZ. Implementation of Lean and Six Sigma principles in ophthalmology for improving quality of care and patient flow. *Survey of Ophthalmology*. 2019; 64(5): 720-728.

- [16] Simsek S, Turhan S. Effects of six sigma implementation on occupational health and safety in industrial diesel engine production and maintenance processes. *Thermal Science*. 2023; 27(4 Part B): 3361-3372.
- [17] Kenge R, Khan Z. A case study on the DMAIC Six Sigma application to prevent injuries in the manufacturing industry. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*. 2021; 13(4): 477-493.
- [17] Knop K. Using six sigma DMAIC cycle to improve workplace safety in the company from automotive branch: a case study. *Manufacturing Technology*. 2022; 22(3): 297-306.
- [19] Ray S, Das P, Bhattacharya BK. Prevention of industrial accidents using Six Sigma approach. *International Journal of Lean Six Sigma*. 2011; 2(3): 196-214.