

การประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย กรณีการออกแบบการ์ดป้องกันเครื่อง
ย้าตาไถระบบไฟฟ้าในโรงงานผลิตรองเท้าหนังแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น
Safety Integrity Level Assessment the Safety Guard Design Case of
Electrical Eyelet Riveting Machine in One Leather Shoes Factory
in Khon Kaen Province

เนตรดาว น้อยโนนทอง (Netdao Noinonthong)* วิชัย พุกษ์ธาราธิกุล (Vichai Pruktharathikul)^{1**}

สุนิสา ชายเกลี้ยง (Sunisa Chaiklieng)^{1**}

(Received: May 31, 2024; Revised: September 5, 2024; Accepted: September 10, 2024)

บทคัดย่อ

โรงงานอุตสาหกรรมประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้น ในกระบวนการผลิตมีการใช้เครื่องจักรและ
การใช้แรงงาน มักจะพบปัญหาการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานของพนักงาน มีสาเหตุมาจากคน เครื่องจักร สภาพแวดล้อม
การทำงาน และการบริหารงานด้านความปลอดภัย โรงงานผลิตรองเท้าหนังมักจะมีอุบัติเหตุในการทำงานจากเครื่องจักรที่
เกิดขึ้นบ่อยครั้ง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยเครื่องย้าตาไถระบบไฟฟ้า กรณี
การออกแบบการ์ดป้องกัน โดยวิธีการประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย (Safety Integrity Level) โดยมีขั้นตอน
การประเมินดังนี้ 1) หาขนาดของอันตราย (S) 2) หาคะแนนความถี่ของการเกิดอันตราย (F) 3) หาคะแนนโอกาสเกิด
อันตราย (W) 4) หาคะแนนความเป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยง (P) จากนั้นรวมค่าตามสูตร $K = F + W + P$ เมื่อได้ค่าคะแนนให้
หาค่า SIL โดยการเทียบจุดตัดระหว่าง S กับ K มีการประเมินทั้งก่อนติดตั้งการ์ดป้องกันและหลังติดตั้งการ์ดแบบแผ่น
เพลท โดยมีผู้ที่เกี่ยวข้องในการประเมินจากการออกแบบร่วมกันของกลุ่มอาสาสมัครทั้งหมด 24 คน ในศึกษารูปแบบการ
มีส่วนร่วมของพนักงานผลการวิจัยพบว่า การประเมินความปลอดภัยเครื่องย้าตาไถระบบไฟฟ้า ด้วยวิธีการประเมินระดับ
ความสมบูรณ์ความปลอดภัย ก่อนการติดตั้งการ์ดป้องกัน มีระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยอยู่ในระดับ SIL1 และหลัง
ติดตั้งการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท มีระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย อยู่ในระดับ X ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องย้าตาไถระบบ
ไฟฟ้า หลังติดตั้งการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท มีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยมากกว่าก่อนติดตั้งการ์ดป้องกันแบบ
แผ่นเพลท จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องย้าตาไถระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัยมากขึ้น

ABSTRACT

The industrial production process involves the use of machinery and has been increased in Thailand. Problems with workplace accidents involving employees have been encountered. The causes of these accidents involved human factors, machinery, the working environment, and safety management. The Shoes factories often experience frequent workplace accidents involving machinery.

¹Corresponding author: wichaimu@gmail.com, csunis@kku.ac.th

*นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Student, Master of Science Program in Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

**รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
Associate Professor, Department of Occupational Safety, and Environmental Health, Faculty of Public Health,
Khon Kaen University

This study aims to assess the Safety Integrity Level of the safety guard design case of electric eyelet riveting machine in one leather shoe factory in Khon Kaen Province using the Safety Integrity Level method. The evaluation process is as follows: 1) Determine the severity of the hazard (S), 2) Determine the frequency score of the hazard occurrence (F), 3) Determine the probability score of the hazard occurrence (W), 4) Determine the likelihood score of avoiding the hazard (P), then, calculate the total score using the formula $K = F + W + P$. Once the score is obtained, find the SIL value by comparing the intersection point between S and K. The evaluation was performed both before and after installing the guard plate among 24 volunteers in the design and assessment the safety guard design case of electric eyelet riveting machine. The results of this research found that the safety assessment of electrical eyelet riveting machines before installing the guard has a Safety Integrity Level of SIL level 1 (SIL1) and after installing a plate protection guard has a safety X level. This can be seen that after installing the plate guard in electrical eyelet riveting machines, The better Level (of SIL) than before installing the guard. Therefore The operators working with electric eyelet riveting machines could be more safer than before implementation.

คำสำคัญ: ระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย เครื่องยี่ห้อไฟฟ้า การ์ดป้องกัน

Key words: Safety Integrity Level (SIL), Electrical eyelet riveting, Safety guard

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทย มีการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และมีความต้องการทางด้านแรงงานจำนวนมากขึ้น ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่มีความรู้ความสามารถ ทักษะ และทัศนคติ ที่แตกต่างกัน หรือการให้ความสำคัญกับความปลอดภัยในการทำงานน้อย [1] ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้ล้วนได้ว่าเป็นสาเหตุโดยตรงที่ทำให้แรงงาน ภาคอุตสาหกรรมมีความเสี่ยงที่จะได้รับอันตราย เกิดการบาดเจ็บ เจ็บป่วยและสูญเสียชีวิตได้ และประเทศไทยได้ให้ความสำคัญต่อปัญหาเรื่องความปลอดภัยในโรงงานมานานแล้ว และมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องมาตลอด ถึงแม้ว่าจะมีหน่วยงานที่มีความเกี่ยวข้องคอยกำกับควบคุมดูแลปัญหาการได้รับบาดเจ็บหรือประสบอันตรายจากการประกอบอาชีพ แต่ก็ยังพบว่าจำนวนผู้ได้รับบาดเจ็บมีจำนวนขยับสูงขึ้นเป็นลำดับ เช่น การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานของลูกจ้าง ปี 2564 สิ่งที่ทำให้ลูกจ้างประสบอันตรายสูงสุด คือ วัตถุหรือสิ่งของตก บาดที่มั่ววม รวม 18,439 ราย อวัยวะที่ลูกจ้างได้รับอันตรายสูงสุด คือ นิ้วมือ รวม 11,695 ราย เป็นต้น [2] และปัจจุบันจำนวนโรงงานผลิตรองเท้า หรือชิ้นส่วนของรองเท้าปี พ.ศ. 2565 มีจำนวนรวม 171 โรงงาน [3] ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกกรณีศึกษาของโรงงานผลิตรองเท้าหนึ่งแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น มาศึกษาและวิเคราะห์ โดยโรงงานดังกล่าวได้ดำเนินธุรกิจหลักในด้านการผลิตรองเท้าหนึ่งส่งออกเพื่อจำหน่าย มีจำนวนพนักงานเป็นจำนวนมาก มีการใช้เครื่องจักรหลากหลายประเภท และมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ที่สำคัญจากข้อมูลรายงานสรุปสถิติการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานของโรงงานพบว่าตั้งแต่ปี 2563-2566 มีอุบัติเหตุในการทำงานจากเครื่องยี่ห้อไฟฟ้า เป็นเครื่องจักรที่ทำให้พนักงานเกิดอุบัติเหตุในการทำงานมากที่สุด จำนวนรวม 13 ครั้ง โดยเฉพาะปี 2565 เกิดอุบัติเหตุในการทำงานมากที่สุด จำนวน 9 ครั้ง

ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า เป็น การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้อง (Participatory Action Research: PAR) และผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการ ประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย (Safety Integrity Level) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของกลุ่ม ตัวอย่างและเครื่องจักร จึงดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล และอาจต้องขอความร่วมมือจากหลายส่วนงานในการร่วม ประเมิน ทั้งก่อนและหลังที่มีการติดตั้งการป้องกันเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า โดยมีอาสาสมัคร 24 คน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน มีความปลอดภัยในการทำงานมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินระดับความสมบูรณ์ด้านความปลอดภัยเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า

วิธีวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) ทั้งก่อน และหลังการทดลอง โดยมีการทดลองตลอดระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน3วันติดต่อกันจนครบ กลุ่มตัวอย่าง และการออกแบบการป้องกันเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า เป็นประเภทการทดสอบก่อนและหลังกับกลุ่มเดียว (One Group Pretest Posttest Design) ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 และการศึกษาได้รับการอนุมัติเห็นชอบให้ ดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษยมหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE662307

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ พนักงานทั้งหมด 24 คน โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง โดย คำนวณสัดส่วนจากตารางของ Krejcie & Morgan [4] ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ที่จำนวนประชากร 25 คน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion Criteria) คือ เป็นพนักงานประจำ (Full Time) มีอายุระหว่าง 18-55 ปี ปฏิบัติหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต มีการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน มีประสบการณ์การทำงานตำแหน่งงาน ย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า 1 ปีขึ้นไป และสามารถสื่อสารภาษาไทย-ลาวได้

เกณฑ์การคัดออกกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion Criteria) คือ ไม่สามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยตามโปรแกรมที่กำหนด หรือมีการย้ายที่อยู่หรือปฏิเสธการเข้าร่วมโปรแกรมหลังจากเข้าร่วมโครงการไปแล้ว

ขั้นตอนการศึกษา

1) ศึกษาสภาพการณ์และความต้องการการออกแบบการป้องกันเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า โรงงานผลิตรองเท้าหนังแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น โดยการมีส่วนร่วมจากผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในโรงงาน วิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหา ผลกระทบ กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา และร่วมประเมินผล โดยวิธีการสนทนากลุ่ม (Focus group discussion)

- 2) สร้างและพัฒนาออกแบบการป้องกันเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า โดยการมีส่วนร่วม
- 3) การประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย การป้องกันเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า
- 4) ประเมินประสิทธิผลของเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1) แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็น

2) การ์ดป้องกันเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า มี 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 อุปกรณ์ความปลอดภัยแบบแผ่นเพลท ทำจากแผ่นเหล็กมีขนาด กว้าง 15 ซม. ยาว 25 ซม.หนา 0.2 ซม. ออกแบบให้มีขนาดสั้นและเล็กลง สามารถใช้มือจับประคองชิ้นงานในระยะไกลได้ นิ้วหัวแม่มืออยู่ในระยะไกลจากจุดเสี่ยงตรงหัวย้า (ดังภาพที่ 2) รูปแบบที่ 2 อุปกรณ์ความปลอดภัยแบบเกลียวสปริง ทำจากเกลียวสปริงขนาด กว้าง 1.5 ซม. ยาว 3 ซม.ออกแบบให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของหัวย้าตาไ้ ใช้มือประคองในระยะที่ไกลจากหัวย้าตาไ้ ทำให้นิ้วหัวแม่มืออยู่ในระยะที่ห่างออกมาจากหัวย้าตาไ้ในระยะ 3 ซม. สามารถจับในระยะที่ไกลกว่าเดิมได้ (ดังภาพที่ 3)

3) แบบสอบถามประสิทธิผลของการ์ด เป็นแบบสอบถามวัดเกี่ยวกับประสิทธิผลต่อการ์ดป้องกันเครื่องย้าตาไ้ ระบบไฟฟ้าประกอบด้วย ด้านปริมาณ จำนวน 4 ข้อ และด้านคุณภาพ มีจำนวน 6 ข้อ ลักษณะแบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า Rating scale มี 5 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ผลิตรองเท้าได้จำนวน 0-10 คู่ ให้ 1 คะแนน ผลิตรองเท้าได้จำนวน 11-15 คู่ ให้ 2 คะแนน ผลิตรองเท้าได้จำนวน 16-25 คู่ ให้ 3 คะแนน ผลิตรองเท้าได้จำนวน 26-30 คู่ ให้ 4 คะแนน ผลิตรองเท้าได้จำนวน 31-35 คู่ ให้ 5 คะแนน เกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับการประเมินประสิทธิผลต่อการ์ดป้องกันก่อนและหลังการใช้การ์ดป้องกันเครื่องย้าตาไ้ระบบไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 แปลความว่า มีระดับน้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 แปลความว่า มีระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 แปลความว่า มีระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 แปลความว่า มีระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 แปลความว่า มีระดับมากที่สุด

4) แบบประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย (Safety Integrity Level) เป็นแบบประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยตามมาตรฐาน IEC 61508 โดยพิจารณาเกี่ยวกับ ความถี่ ระยะเวลาที่อยู่จุดอันตราย และความ เป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยง การประเมินดังนี้

ส่วนที่ 1 การประเมินโอกาสเกิดอันตราย (W) ประเมินจากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน และจากการประเมินและสรุปความคิดเห็นร่วมกันของผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานจากเครื่องย้าตาไ้ โดยมีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ทุกเวลา ทุกชั่วโมง และทุกนาที มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ Frequent (โอกาสเกิดบ่อย) ให้ 5 คะแนน Probable (เป็นไปได้ที่จะเกิด) ให้ 4 คะแนน Possible (น่าจะเกิด) ให้ 3 คะแนน Seldom (ไม่ค่อยมีโอกาสเกิดนานๆ ครั้ง) ให้ 2 คะแนน Negligible (มีโอกาสดังกล่าวเล็กน้อย) ให้ 1 คะแนน

ส่วนที่ 2 การประเมินความเป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยงอันตราย (P) เป็นการประเมินการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงที่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดอุบัติเหตุในการทำงานนั้น เช่น การทำงานด้วยวิธีการขั้นตอนที่ถูกต้อง การทำงานด้วยความระมัดระวัง การใช้การ์ดป้องกันอย่างถูกต้องและเหมาะสม เป็นต้น ซึ่งทางฝ่ายซ่อมบำรุงที่เป็นผู้ชำนาญ มีทักษะความรู้ และประสบการณ์ในการใช้เครื่องจักร มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ Impossible (เป็นไปไม่ได้) ให้ 5 คะแนน Possible (น่าเป็นไปได้) ให้ 3 คะแนน Probable (เป็นไปได้) ให้ 1 คะแนน

ส่วนที่ 3 การประเมินความถี่ของการเกิดอันตราย (F) เป็นการประเมินความถี่ของการเกิดอันตราย ได้จากได้จากข้อมูลความถี่ในการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานจากเครื่องย้าตาไ้ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ $F \geq 1 \times \text{per hour}$ (1 ครั้ง/ชม.) $| \leq 1 \text{ h}$ (ชั่วโมง) ให้ 5 คะแนน $1 \times \text{per hour} > F > 1 \times \text{per day}$ (1 ครั้ง/วัน) $| > 1 \text{ h} \leq 1 \text{ วัน}$ ให้ 4 คะแนน $1 \times \text{per day} > F \geq 1 \times \text{in 2 weeks}$ (1 ครั้ง 2 สัปดาห์) $| > 1 \text{ วัน} \leq 2 \text{ สัปดาห์}$ ให้ 3 คะแนน $1 \times \text{in 2 weeks} > F \geq 1 \times \text{per year}$ (1 ครั้ง/ปี) $| > 2 \text{ สัปดาห์} \leq 1 \text{ ปี}$ ให้ 2 คะแนน $1 \times \text{per year} > | > 1 \text{ ปี}$ ให้ 1 คะแนน

ส่วนที่ 4 การประเมินขนาดของอันตราย (S) เป็นการประเมินขนาดของอันตราย ได้ข้อมูลจากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพนักงาน ซึ่งมีการบันทึกข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุของโรงงาน มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้ Reversible First aid (สามารถ กลับคืนมาได้ ปฐมพยาบาล) ให้ 1 คะแนน Reversible medical treatment (สามารถกลับคืนมาได้ ต้องได้รับการรักษา) ให้ 2 คะแนน Permanent loss of fingers (สูญเสีย นิ้วมือ) ให้ 3 คะแนน Fatality loss of eye or arm (เสียชีวิต สูญเสียตาหรือแขน) ให้ 4 คะแนน

ส่วนที่ 5 การประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยจากการมีส่วนร่วม การประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยจากการมีส่วนร่วม โดยเมื่อได้ขนาดของอันตราย (S) โอกาสเกิดอันตราย (W) คะแนนความเป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยง (P) คะแนนความถี่ของการเกิดอันตราย (F) นำมาหาค่า K โดยใช้สูตร $K = F + W + P$ จากนั้นหาค่า SIL โดยการเทียบจุดตัดระหว่าง S กับ K (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การประเมินขนาดของอันตรายจากการมีส่วนร่วม

ระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย	Extent of Harm (ขนาดของอันตราย) S	Class K = F + W + P				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
- Fatality, loss of eye or arm	4	SIL2	SIL2	SIL2	SIL3	SIL3
- Permanent, loss of fingers	3	X	X	SIL1	SIL2	SIL3
- Reversible, medical treatment	2	X	X	X	SIL1	SIL2
- Reversible, First aid	1	X	X	X	X	SIL1

ตารางการกำหนดระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยตามมาตรฐาน ICE (ระดับความปลอดภัย) หรือที่เรียกว่า Safety Integrity Level as Per IEC 61508 (SIL1 คือ ระดับความปลอดภัยต่ำสุด SIL2 คือ ระดับความปลอดภัยปานกลาง SIL3 คือ ระดับความปลอดภัยสูง SIL4 คือ ระดับความปลอดภัยที่สูงที่สุด X คือ ระดับความปลอดภัยเป็น 0)

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มา ปรับแก้ไข เพิ่มเติม ให้มีความถูกต้อง ครบถ้วนของเนื้อหา ตรงตามวัตถุประสงค์ และตามขั้นตอนการเก็บข้อมูลที่กำหนดขึ้นตามการศึกษา ก่อนนำไปประยุกต์ใช้จริงในโรงงานผลิตรองเท้าหนังแห่งหนึ่ง ในจังหวัดขอนแก่น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั่วไป และระดับความปลอดภัย ใช้สถิติเชิงพรรณนา กรณีข้อมูลแจกแจงนับ นำเสนอค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนการเปรียบเทียบคะแนนก่อนประสิทธิภาพของการดักก่อนและหลังใช้การดักป้องกันเครื่องยี่ห้อไฟฟ้า โดยใช้ Paired Samples t-test

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไป อาสาสมัครส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 58.3 อายุเฉลี่ย 38.5 ± 8.6 ปี โดยส่วนมากเป็นกลุ่มอายุ 40 ปี ขึ้นไป ร้อยละ 54.2 ตำแหน่งงานเป็นพนักงานตำแหน่งช่างเทคนิค ร้อยละ 66.7 ระยะเวลาในการทำงานโรงงานผลิตรองเท้าเฉลี่ย 8.4 ± 4.5 ปี โดยส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการทำงานโรงงานผลิตรองเท้า 10 ปี ขึ้นไป ร้อยละ 41.7 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของพนักงาน (n=24)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	14	58.3
หญิง	10	41.7
อายุ		
20-29 ปี	5	20.8
30-39 ปี	6	25.0
40 ปี ขึ้นไป	13	54.2
Mean ± S.D.	38.5±8.6	
ตำแหน่งงาน		
พนักงานตำแหน่งย่ำตาไก่	16	66.7
หัวหน้างาน (มีประสบการณ์ทำงานกับเครื่องย่ำตาไก่)	8	33.3
ระยะเวลาในการทำงานโรงงานผลิตรองเท้า		
1-4 ปี	6	25.0
5-9 ปี	8	33.3
10 ปี ขึ้นไป	10	41.7
Mean ± S.D.	8.4±4.5	

สภาพการณ์และความต้องการการออกแบบการ์ด สภาพการณ์และความต้องการการออกแบบการ์ด ป้องกันเครื่องย่ำตาไ้ระบบไฟฟ้า โรงงานผลิตรองเท้าหนึ่งแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น พบว่า ในกระบวนการผลิตมีอุบัติเหตุในการทำงานที่เกิดจากเครื่องจักร ซึ่งเกิดบ่อยครั้งมากที่สุดคือเครื่องย่ำตาไ้ระบบไฟฟ้า โดยปี พ.ศ. 2564 เกิดอุบัติเหตุจำนวน 1 ครั้ง พ.ศ. 2565 เกิดอุบัติเหตุจำนวน 9 ครั้ง พ.ศ. 2566 เกิดอุบัติเหตุจำนวน 3 ครั้ง และใน ส่วน พ.ศ. 2567 (ข้อมูลเดือนมีนาคม) พบว่า ยังไม่เกิดอุบัติเหตุ และเมื่อประเมินความถี่ของการเกิดอันตรายการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าการเกิดอุบัติเหตุจากเครื่องย่ำตาไ้ จะมีช่วงเวลาที่สูงที่สุด คือ เกิดอุบัติเหตุ ห่างกัน 1-2 สัปดาห์ ภายในเดือนเดียวกัน คือ พฤษภาคม มิถุนายน และสิงหาคม พ.ศ.2565 หรือเกิดอุบัติเหตุ 2 เดือน ติดต่อกันคือ พฤษภาคม-มิถุนายน พ.ศ.2565 หรือ เดือนเว้นเดือน คือ มิถุนายน กับ สิงหาคม พ.ศ.2565 พนักงาน ได้รับบาดเจ็บโดยมีลักษณะการบาดเจ็บเกิดจากการกระแทกของหัวย่ำส่วนบน และฐานย่ำส่วนล่าง ย้ำกระแทก นิ้วหัวแม่มือ ลักษณะแผลบริเวณนิ้วที่เกิดขึ้น เป็นแผลแตก เลือดออก ส่งผลให้พนักงานพนักงานทั้งหมดที่บาดเจ็บต้องหยุดงาน 1-5 วัน ร้อยละ 100 แต่ยังไม่มีการสูญเสียอวัยวะ จากการสนทนากลุ่มในประเด็นโอกาสที่จะเกิดอันตรายต่อพนักงานตำแหน่งงานเครื่องย่ำตาไ้ โดยผู้จัดการฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง,พนักงานตรวจสอบคุณภาพ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน หัวหน้างาน และพนักงานย่ำตาไ้ แสดงความคิดเห็นและมีข้อสรุปว่าอุบัติเหตุในการทำงานจากเครื่องย่ำตาไ้ มีโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุได้ทุกนาที่ ทุกชั่วโมง และทุกเวลา ซึ่งคิดว่าโอกาสที่จะเกิดอันตรายขึ้นกับพนักงานนั้น มีโอกาสเกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก และยังมีความเป็นไปได้ที่พนักงานจะสามารถหลีกเลี่ยงอันตราย หรือความเสี่ยงนั้น ที่อาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงานได้ด้วย ไม่ว่าจะเป็นการทำงานด้วยวิธีการขั้นตอนที่ถูกต้อง การทำงานด้วยความระมัดระวัง หรือการใช้การ์ดป้องกันให้ถูกต้องและเหมาะสม โดยในอดีตที่ผ่านมายังไม่มีวิธีป้องกัน หลีกเลี่ยง หรือลด

ความเสี่ยงจากอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากเครื่องยี่ห้อเก่า และจากการสอบถาม ระดมความคิดของผู้ที่เกี่ยวข้อง มีความต้องการที่จะให้มีการออกแบบการ์ดป้องกันเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้าโรงงานผลิตรองเท้าหนัง ร้อยละ 100.0

การสร้างและพัฒนาการออกแบบการ์ด การสร้างและพัฒนาการออกแบบการ์ดป้องกันเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า จากประชุมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด นำไปสู่การออกแบบ การ์ดป้องกัน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 แบบแผ่นเพลท มีลักษณะขนาดของอุปกรณ์ กว้าง 15 ซม. ยาว 25 ซม.หนา 0.2 ซม. ทำจากแผ่นเหล็กขนาดใหญ่หน้ากว้าง 40 ซม. ยาว 80 ซม. หนา 0.2 ซม. โดยมีการออกแบบให้มีขนาดสั้นและเล็กลง ไม่ต้องใช้มือประครองในระยะที่ใกล้หัวยี่ห้อเก่า สามารถจับในระยะไกลกว่าเดิม ทำให้นิ้วหัวแม่มืออยู่ในระยะไกลจากจุดเสี่ยงตรงหัวยี่ห้อ ในราคา 280 บาท รูปแบบที่ 2 แบบเกลียวสปริง มีลักษณะขนาดของอุปกรณ์ความปลอดภัย กว้าง 1.5 ซม. ยาว 3 ซม. ทำจากเกลียวสปริงขนาดยาว 30 ซม. กว้าง 1.5 ซม. ออกแบบให้มีขนาดสั้นลง มีความเหมาะสมกับลักษณะของหัวยี่ห้อเก่า ใช้มือประครองในระยะที่ใกล้หัวยี่ห้อเก่าระยะ 3 ซม. ทำให้นิ้วหัวแม่มืออยู่ในระยะที่ห่างออกมาจากหัวยี่ห้อเก่าในระยะห่าง 3 ซม. สามารถจับในระยะไกลกว่าเดิม ราคา 110 บาท

การทดลองเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งการ์ดป้องกัน การทดลองเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลทและแบบเกลียวสปริง พบว่า การ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท สามารถใช้งานกับเครื่องจักรได้ ร้อยละ 100.0 คุณภาพงานไม่เสียหาย ได้งานตามเป้าหมาย ร้อยละ 83.0 ความปลอดภัยในการทำงาน ร้อยละ 83.0 ความสะดวกต่อการใช้งานและพึงพอใจ ร้อยละ 100.0 ผลการทดลองภาพรวมผ่าน ร้อยละ 91.7 การ์ดป้องกันแบบเกลียวสปริง สามารถใช้งานเครื่องจักรได้ ร้อยละ 100.0 แต่คุณภาพงานเสียหาย งานไม่ได้ตามเป้าหมาย ร้อยละ 100.0 ความปลอดภัยในการทำงาน ร้อยละ 66.7 ความสะดวกต่อการใช้งานและพึงพอใจ ร้อยละ 50.0 และผลการทดลองภาพรวมผ่าน ร้อยละ 54.2 และเมื่อประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย พบว่า ก่อนการติดตั้งการ์ดป้องกันมีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยอยู่ในระดับ SIL1 ติดตั้งการ์ดป้องกันเกลียวสปริงมีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยอยู่ในระดับ SIL1 เมื่อติดตั้งการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลทมีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยอยู่ในระดับ X ซึ่งเห็นได้ว่าการทดลองการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท มีระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยที่กว่าเดิมและดีกว่าแบบเกลียวสปริง ดังนั้นผู้วิจัย จึงเลือกการ์ดป้องกันเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้าแบบแผ่นเพลทเป็นเครื่องมือในการทดลองและเก็บข้อมูล

การเปรียบเทียบประสิทธิผลของเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า ก่อนและหลังการทดลอง ดำเนินการทดลองประสิทธิผลของเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า ด้วยการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท ก่อนการทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า เฉลี่ย 4.6 ± 0.2 หลังการทดลองประสิทธิภาพของเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า เฉลี่ย 4.9 ± 0.1 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า ก่อนกับหลังการทดลอง พบว่า หลังการทดลองค่าคะแนนประสิทธิภาพของเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$; Mean Difference: 0.0; 95%CI : 0.2 ถึง 0.4) รายละเอียดดัง ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิผลของเครื่องยี่ห้อเก่าระบบไฟฟ้า ก่อนและหลังการทดลอง

ด้านคุณภาพ	N	Mean	S.D.	Mean Difference	95%CI	p-value
ก่อนการทดลอง	24	4.6	0.2	0.3	0.2 ถึง 0.4	<0.001*
หลังการทดลอง	24	4.9	0.1			

* Paired t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

การประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย การประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยเครื่องยี่ห้อไฟฟ้าโดยผู้วิจัย ก่อนการทดลอง (ยังไม่ติดตั้งการ์ดป้องกัน) พบว่าขนาดของอันตราย (S) = 2 คือ มีขนาดอันตรายสามารถกลับคืนมาได้ ต้องได้รับการรักษา ความถี่ของการเกิดอันตราย (F) = 3 คือ เกิด 1 ครั้ง มากกว่า 1 วัน แต่ไม่เกิน 2 สัปดาห์ ความเป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยงอันตราย (P) = 5 คือ อยู่ในระดับเป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยง ส่วนโอกาสที่จะเกิดอันตราย (W) = 4 คือ มีโอกาสเป็นไปได้ที่จะเกิด ผลคะแนนรวม 12 คะแนน สรุปผลค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย อยู่ในระดับ SIL1 ส่วนหลังการทดลอง (ติดตั้งการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท) พบว่า ขนาดของอันตราย (S) = 2 คือ มีขนาดอันตรายสามารถกลับคืนมาได้ ต้องได้รับการรักษา ความถี่ของการเกิดอันตราย (F) = 2 คือ เกิด 1 ครั้งมากกว่า 2 สัปดาห์ แต่ไม่เกิน 1 ปี ความเป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยงอันตราย (P) = 1 คือ อยู่ในระดับเป็นไปได้ ส่วนโอกาสที่จะเกิดอันตราย (W) = 3 คือ อยู่ในระดับน่าจะเกิด ผลคะแนนรวม 7 คะแนน สรุปผลค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย อยู่ในระดับ X (ซึ่งน้อยกว่า SIL1) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยเครื่องยี่ห้อไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้งการ์ดแบบแผ่นเพลท

การประเมินระดับความสมบูรณ์ ความปลอดภัย	การประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
ขนาดของอันตราย (S)	2	2
ความถี่ของการเกิดอันตราย (F)	3	2
ความเป็นไปได้ที่จะหลีกเลี่ยง (P)	5	3
โอกาสการเกิดอันตราย (W)	4	2
$K=F+W+P$	$3+3+5=12$	$2+3+1=7$

เมื่อประเมินค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย โดยใช้จุดตัดระหว่าง S กับ K พบว่า ก่อนการทดลองมีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยอยู่ในระดับ SIL1 ส่วนหลังการทดลองติดตั้งการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท มีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยอยู่ที่ระดับ X (ซึ่งน้อยกว่า SIL1) มีระบบความปลอดภัยมากขึ้น ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยก่อนและหลังการติดตั้งการ์ดแบบแผ่นเพลท

ผลกระทบ	S	K ก่อน-หลัง (ระดับ)				
		ก่อน-หลัง	1	2	3	4
เสียชีวิต, สูญเสียตาหรือแขน	4	SIL2	SIL2	SIL2	SIL3	SIL3
สูญเสีย ถาวร นิ้วมือ	3	X	X	SIL1	SIL2	SIL3
สามารถกลับคืนมา ได้ต้องได้รับการรักษา	2	X	X	X	SIL1	SIL2
สามารถกลับคืนมาได้ ปฐมพยาบาล	1	X	X	X	X	SIL1

ระดับ 1 คือ 3-4, 2 คือ 5-7, 3 คือ 8-10, 4 คือ 11-13, 5 คือ 14-15

ค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย ยังไม่ติดตั้งการ์ดป้องกัน คือ SIL1

ค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย หลังติดตั้งการ์ดป้องกันแบบแผ่นเพลท คือ X

สรุป และอภิปรายผล

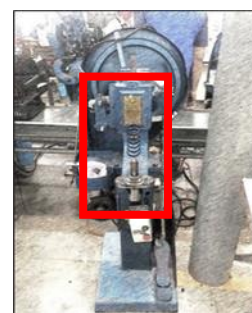
เครื่องยัดดาไ้ระบบไฟฟ้า ที่ยังไม่ติดตั้งการป้องกัน และหลังการทดลองติดตั้งการป้องกันแบบแผ่นเพลทและแบบแบบเกลียวสปริงแล้ว พบว่าเครื่องยัดดาไ้ระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งการป้องกันแบบแผ่นเพลทมีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัย (Safety Integrity Level) ที่ดีขึ้นมากกว่าเดิม คือ เครื่องยัดดาไ้ระบบไฟฟ้ามีระบบความปลอดภัยมากขึ้น สามารถลดความเสี่ยงที่อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดอุบัติเหตุในการทำงานได้ ลดการเกิดอุบัติเหตุซ้ำๆ และมีความคุ้มค่าในการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันสอดคล้องกับการศึกษาของนุติ และคณะ [5] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเซฟการ์ดสำหรับเครื่องเลื่อยในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา เพื่อออกแบบและศึกษาประสิทธิภาพของเซฟการ์ดในการลดอุบัติเหตุ พบว่า หลังการติดตั้งเซฟการ์ดป้องกันอันตรายบริเวณด้านหน้าเครื่อง มีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยที่ปลอดภัยมากขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของสุริวิทย์ และคณะ [6] ที่ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการป้องกันการบาดเจ็บจากการทำงานแบบมีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานของแรงงานนอกระบบ: กรณีศึกษากลุ่มผู้ประกอบการอาชีพแปรรูปพลาสติกบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ จะพบว่าการพัฒนาการป้องกันการบาดเจ็บแบบมีส่วนร่วม ใช้รูปแบบการวิจัยคล้ายคลึงกับการศึกษานี้ พบว่าการออกแบบการทำงานแบบมีส่วนร่วมช่วยเพิ่มความปลอดภัยที่สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับการศึกษาของโยธิน [7] ที่ศึกษาการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียงและฝุ่นสำหรับเลื่อยวงเดือน ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบโดยใช้อุปกรณ์ดูดซับเสียง คือ ฉนวนใยแก้ว หลังการติดตั้งอุปกรณ์สามารถลดระดับความดังเสียงและลดปริมาณฝุ่นได้ และมีค่าระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยที่ปลอดภัยมากขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของมฤตติ และดวงฤติ [8] ที่ศึกษาปัจจัยต่ออุบัติเหตุในโรงงานขึ้นรูปโลหะด้วยเครื่องกด พบว่า การติดตั้งที่ครอบป้องกันไม่ให้เหยียบโดยที่ไม่ได้ตั้งใจ กับเครื่องขึ้นรูปโลหะ และการจัดทำคู่มือหรือวิธีการทำงานภาษาไทย-พม่า พร้อมทั้งติดตั้งไว้บริเวณสถานที่ทำงาน หลังจากนั้นประเมินมาตรการป้องกันด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยงเปรียบเทียบก่อนและหลังมีมาตรการป้องกันพบว่าคะแนนระดับความเสี่ยงจากระดับที่ยอมรับไม่ได้นั้น ลดลงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Ferreira et al. [9] ได้ศึกษางานวิจัยเรื่องการออกแบบพื้นรองเท้ากันภัยป้องกันด้วยนวัตกรรมใหม่ ส่วนประกอบแบบไฮบริดเพื่อความปลอดภัย พบว่า ผลทดสอบรองเท้ากันภัย ยังมีข้อบกพร่องเรื่องการป้องกันการเจาะทะลุ แต่ทั้งนี้ยังมีการพัฒนาพื้นรองเท้าขึ้นในป้องกันแบบใหม่ที่สามารถลดความเสี่ยงได้ โดยมุ่งพัฒนาความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของรองเท้ากันภัย ได้แก่การต้านทานการกัดกร่อน ความยืดหยุ่น และความสะดักสบาย น้ำหนัก การยึดเกาะกับพื้นรองเท้าชั้นนอก และป้องกันการบาดเจ็บที่ส้นเท้า และสอดคล้องกับการศึกษาของ Anuar & Jamian [10] ที่ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาตัวป้องกันซี่ล้อจักรยาน (บีเอสจี) ในการออกแบบคือใช้เรซินโพลีเอสเตอร์ หลักการออกแบบคือ ขนาด ออกแบบง่าย ต้นทุนต่ำ เป็นอุปกรณ์ป้องกันทั่วไปที่สามารถปรับได้แก้ไขได้ ด้านการยศาสตร์ ด้านความปลอดภัย ผลสรุปการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้เรซินโพลีเอสเตอร์ในการทำอุปกรณ์ป้องกันซี่ล้อจักรยานยนต์สามารถป้องกันการเกิดอุบัติเหตุได้ และคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อออกแบบอุปกรณ์ป้องกันมาก และทั้งนี้ผู้วิจัยยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมคือ ให้มีการติดตามประเมินผลการประเมินระดับความสมบูรณ์ความปลอดภัยของเครื่องยัดดาไ้ระบบไฟฟ้าและพนักงานอย่างต่อเนื่อง อาจจะทุกเดือน หรือทุก 3 เดือน เพื่อเฝ้าระวัง และหามาตรการป้องกันอุบัติเหตุในการงานเพื่อไม่ให้เกิดซ้ำต่อไป



ภาพที่ 1 ก่อนติดตั้งการ์ด



ภาพที่ 2 ติดตั้งการ์ดแบบแผ่นเพลท



ภาพที่ 3 ติดตั้งการ์ดแบบเกลียวสปริง

เอกสารอ้างอิง

1. Office of the National Economic and Social Development Council. National Economic and Social Development Plan No. 12 (2017–2021) [Internet]. 2017 [cited 2023 Mar 20]. Available from: https://www.nesdc.go.th/ewt_news.php?nid=6420&filename=develop_issue
2. Social Security Office. Statistics on accidents or illnesses due to work: Overview across the country in 2021 [Internet]. 2022 [cited 2023 Mar 20]. Available from: <https://www.sso.go.th>
3. Department of Industrial Works. Industrial factory statistics information [Internet]. 2023 [cited 2023 Mar 20]. Available from: <https://www.diw.go.th>
4. Krejcie RV, Morgan DW. Determining sample size for research activities. *Educ Psychol Meas.* 1970;30(3):607–10.
5. Hayeemayi N, Rukkhamon T, Maneelok S. Safeguard performance of saw machine on parawood processing industrial. In: *Proceedings of the 29th National Academic Conference: Research and Innovation for Sustainable Development*; 2019 May 9–10; Songkhla, Thailand. Songkhla: Thaksin University; 2019. p. 1612–9. Thai.
6. Nantaporn S. Development of participatory injury prevention model to improve safety behaviors among informal workers: Case study of snakeskins gourami fish processor, Samutprakarn Province [Internet]. 2021 [cited 2023 Mar 20]. Available from: <http://ir.buu.ac.th/dspace/bitstream/1513/403/1/61810011.pdf>. Thai.
7. Ponprathom Y. Design and development of protective equipment from noise and dust of circular saws. *Adv Sci J.* 2022;22(2):R1–20. Thai.
8. Topradit M, Chaysuwan D. Factors for accidents in metal forming factory by pressing machine [Internet]. 2019 [cited 2023 Mar 20]. Available from: https://kukrdb.lib.ku.ac.th/proceedings/kucon/search_detail/download_digital_file/391238/175131. Thai.
9. Ferreira CS, Abreu MJ, Silva J, Mendonça JP. Design of innovative protective insoles: A hybrid component for safety footwear. *CORE.* 2014;7(2):563–8.
10. Anuar MH, Jamian R. Design and development of Bikes-Spoke Guard (BSG). *Prog Eng Appl Technol.* 2021;2(1):711–8.