



Improving and Upgrading Work to Increase Productivity with Kaizen Techniques for Industry 5.0

Nonthachoti Udomsri^{1*}, Nikorn Sukachat¹, Prawit Trinrachatamtee¹, and Wilaiwan Wongjinda

Faculty of Engineering and Architecture, Rajamaagala University of Technology Suvarnabhumi, Thailand

Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Thailand

E-mail: Nonthachoti.u@rmutsb.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-7894-6835>

E-mail: Nikorn.s@rmutsb.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-6743-0151>

E-mail: Prawit.t@rmutsb.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-7037-3531>

E-mail: Wilaiwan.w@rmutsb.ac.th, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-3919-8837>

Received 30/10/2024

Revised 03/05/2025

Accepted 27/05/2025

Abstract

Background and Aims: The application of the Kaizen approach in Industry 5.0 plays a crucial role in creating significant changes in the manufacturing process. There is a focus on continuous improvement, reducing waste, and creating a work culture that includes employee engagement at all levels. Integrating advanced technologies such as AI and IoT with human approaches to work increases productivity and responds quickly to market demands. Real-time data collection and analysis not only facilitate immediate problem identification and resolution. The article discusses the advancement of flexible manufacturing processes and continuous process improvements to prepare for Industry 5.0.

Materials and Methods: It is an analysis of data from secondary research that has already been gathered from sources that are already in existence or from earlier studies, negating the need to gather fresh data from primary sources. This kind of research places a strong emphasis on gathering information from books, journals, statistics, documents, and other sources so that it can be efficiently analyzed, interpreted, and summarized.

Results : It is an analysis of data from secondary research that has already been gathered from sources that are already in existence or from earlier studies, negating the need to gather fresh data from primary sources. This kind of research places a strong emphasis on gathering information from books, journals, statistics, documents, and other sources so that it can be efficiently analyzed, interpreted, and summarized.

Conclusion: enhances employees' technological skills, fostering a work environment that fosters continuous creativity and innovation. All of this makes Kaizen a key to improving and developing organizations in this highly competitive era, while also increasing employee satisfaction and better customer responsiveness in the digital age.

Keywords: Improving; Upgrading Work; Kaizen Techniques; Industry 5.0



การปรับปรุงและยกระดับงานเพื่อเพิ่มผลผลิตด้วยเทคนิค Kaizen ของภาคอุตสาหกรรม 5.0

นนทโชติ อุดมศรี¹, นิกร สุขขชาติ¹, ประวิทย์ ตฤณรัชตเมธี¹ และวิไลวรรณ วงศ์จินดา²
คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

บทคัดย่อ

ภูมิหลังและวัตถุประสงค์: การนำแนวทาง Kaizen มาประยุกต์ใช้ใน Industry 5.0 มีบทบาทสำคัญในการสร้างการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญในกระบวนการผลิต มีการมุ่งเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง การลดความสูญเสียและการสร้างวัฒนธรรมการทำงานที่มีการมีส่วนร่วมจากพนักงานทุกระดับ การผสมผสานเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI และ IoT เข้ากับแนวทางการทำงานของมนุษย์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้อย่างรวดเร็ว การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ทำให้สามารถระบุและแก้ไขปัญหาได้ทันที บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีความยืดหยุ่นและการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับอุตสาหกรรม 5.0

ระเบียบวิธี : เป็นการศึกษาข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิที่ถูกเก็บรวบรวมไว้จากแหล่งที่น่าเชื่อถือ เช่น ฐานข้อมูลวิชาการ เช่น Google Scholar แล้วสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ ตีความ และสรุปผล

ผลการศึกษา : การประยุกต์ใช้เทคนิค Kaizen ใน Industry 5.0 คือการผสมผสานแรงงานกับเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI, IoT และหุ่นยนต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแบบเรียลไทม์ ลดความเสี่ยง และสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ยั่งยืนและตอบสนองต่อสังคม ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญที่นำเสนอ คือ 1) ความสำคัญ Kaizen 2) การปรับใช้ Kaizen ในอุตสาหกรรม 3) เทคนิค Kaizen เพื่อเพิ่มผลผลิต 4) การเพิ่มประสิทธิภาพแรงงานมนุษย์ในยุคอุตสาหกรรม 5) ประโยชน์ของการใช้ Kaizen ในภาคอุตสาหกรรม 6) กรณีศึกษา: การใช้ Kaizen ในอุตสาหกรรม 5.0 และ 7) แนวทางการปรับใช้ Kaizen ในภาคอุตสาหกรรม 5.0

สรุปผล: พัฒนาศักยภาพของพนักงานในการทำงานร่วมกับเทคโนโลยี สร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่เอื้อต่อการสร้างสรรค์และนวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง ทั้งหมดนี้ทำให้ Kaizen เป็นกุญแจสำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาองค์กรในยุคที่มีการแข่งขันสูง พร้อมทั้งเสริมสร้างความพึงพอใจให้กับพนักงานและการตอบสนองที่ดีกว่าต่อลูกค้าในยุคดิจิทัล

คำสำคัญ: การปรับปรุง; ยกระดับงาน; เทคนิค Kaizen; ภาคอุตสาหกรรม 5.0

บทนำ

ประเทศไทยในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการปรับตัวสู่ยุคอุตสาหกรรมที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในกระบวนการดำเนินงาน การผลิต และการบริการ โดยมีนโยบายสนับสนุน เช่น Thailand 4.0 แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 และ 13 แนวคิดอุตสาหกรรม 5.0 มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมโดยมีคนเป็นศูนย์กลาง เสริมสร้างการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความผิดพลาดในกระบวนการทำงานและคำนึงถึงความปลอดภัย ความสะดวกสบายและสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตรต่อมนุษย์ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญต่อการลดผลกระทบของการทำงานและการผลิตที่มีต่อชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม การพัฒนาอุตสาหกรรมจึงควรสอดคล้องกับอุตสาหกรรม 4.0 โดยคำนึงถึง

ความยั่งยืนและการเสริมสร้างทุนมนุษย์ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการเผชิญกับวิกฤต โดยได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วน ทั้งภาครัฐ ภาคธุรกิจ และประชาชน (Tipayalai, 2023)

Kaizen ไม่เพียงแต่ช่วยลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน แต่ยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมของพนักงานในการตัดสินใจและการปรับปรุงกระบวนการ การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่มุ่งเน้นการพัฒนาตนเองและการทำงานร่วมกันจะช่วยเพิ่มคุณภาพและความรวดเร็วในกระบวนการผลิต ในขณะที่พนักงานมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นและแนวทางการปรับปรุงที่สร้างสรรค์ ซึ่งส่งผลให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น Banjic et al. (2023) ได้กล่าวถึงศักยภาพการเปลี่ยนแปลงของ Digital Kaizen ในการขับเคลื่อนการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและส่งเสริมสภาพแวดล้อมการผลิตที่ยืดหยุ่นและปรับตัวได้มากขึ้น การผสมรวมเทคโนโลยีดิจิทัลและการวิเคราะห์ข้อมูลในวิธีการ Kaizen นำเสนอช่องทางใหม่สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการ ลดของเสียและเพิ่มผลผลิต ด้วยการใช้ประโยชน์จากข้อมูลแบบเรียลไทม์และเครื่องมือวิเคราะห์ขั้นสูง องค์กรสามารถคาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและนำมาตราการแก้ไขที่ทันท่วงทีมาใช้ Dang-Pham et al. (2020) ได้กล่าวว่า Kaizen และการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันในด้าน การเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดย Kaizen มุ่งหวังที่จะพัฒนากระบวนการทำงานผ่านการเปลี่ยนแปลงที่ละเล็กละน้อย ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลต้องการการนำเทคโนโลยีที่เป็นนวัตกรรมมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและความพึงพอใจของลูกค้า ทั้งสองแนวทางมีเป้าหมายในการสร้างกระบวนการที่มีมูลค่า ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อกิจกรรมขององค์กรและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย โดยทั้ง Kaizen และการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลล้วนอาศัยบุคลากรและกระบวนการในการดำเนินการเปลี่ยนแปลง ความคล้ายคลึงและความเชื่อมโยงระหว่างทั้งสองแนวทางนี้สนับสนุนการสร้างแนวคิดของ Kaizen ดิจิทัล ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้องค์กรสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การนำเทคนิค Kaizen มาประยุกต์ใช้ใน Industry 5.0 จะต้องมีการผสมระหว่างแรงงานและเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI และ Internet of Things (IoT) เพื่อช่วยในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการผลิตแบบเรียลไทม์ การทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ (Cobots) ยังช่วยให้มนุษย์สามารถมุ่งเน้นไปที่งานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และทักษะที่สูงขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยลดความเสี่ยงและภาระงานที่ซ้ำซ้อนความสำเร็จในยุคนี้ไม่เพียงแต่หมายถึงการเพิ่มผลผลิต แต่ยังรวมถึงการสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ยั่งยืนและตอบสนองต่อความต้องการของสังคมอย่างเต็มที่ โดยมีประเด็นที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. Kaizen ของภาคอุตสาหกรรม 5.0

Kaizen เป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นการปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงที่ละเล็กละน้อย โดยมีส่วนร่วมจากทุกระดับในองค์กร ตั้งแต่การจัดระเบียบพื้นที่ทำงานตามหลักการ 5S (Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain) ที่ช่วยลดความซับซ้อนและความสูญเสียในกระบวนการ การลดของเสียในกระบวนการผลิต และ การทำงานเป็นทีมและการสื่อสารที่มีการสนับสนุนและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในองค์กร ซึ่งทำให้เกิดการปรับปรุงในด้านประสิทธิภาพการทำงานและการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ขณะที่ Industry 5.0 คือการผสมรวมเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI และ IoT เข้ากับความสามารถของมนุษย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ตอบสนองความต้องการเฉพาะบุคคล และทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ (Cobots) ซึ่งช่วยให้มนุษย์มุ่งเน้นไปที่งานสร้างสรรค์และทักษะขั้นสูง พร้อมเน้นการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษา Sridhar et al. (2023) ได้กล่าวว่า โคเซ็นมีรากฐานมาจากปรัชญาของการปรับปรุงอย่างค่อยเป็นค่อยไปและ

ต่อเนื่อง ซึ่งมุ่งหวังที่จะสร้างวัฒนธรรมแห่งการเรียนรู้และนวัตกรรมอย่างต่อเนื่องภายในองค์กร และ Rikalovic & Bajic (2023) ได้กล่าวถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูงใน Industry 4.0 ช่วยสร้างนวัตกรรมในอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ขาดการคำนึงถึงผลกระทบต่อมนุษย์ในการนำไปใช้ Industry 5.0 จึงเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการในการผสมผสานเทคโนโลยีกับความยั่งยืนและความยืดหยุ่นของระบบการผลิต โดยเน้นที่ การผลิตด้วยระบบดิจิทัลที่มีมนุษย์เป็นศูนย์กลาง มุ่งนำพนักงานกลับมาอยู่แถวหน้าในกระบวนการพัฒนา ในขณะที่ยังคงรักษาเป้าหมายทางดิจิทัลและพัฒนาาระบบมนุษย์ไซเบอร์เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการทำงานและการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน

2. การปรับใช้ Kaizen ใน Industry 5.0

การมีส่วนร่วมของมนุษย์และเทคโนโลยีในยุค Industry 5.0 มุ่งเน้นการผสมผสานความสามารถของมนุษย์กับเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และ Internet of Things (IoT) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างสูงสุด โดยบทบาทของมนุษย์ยังคงสำคัญในการตัดสินใจที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการแก้ปัญหา ขณะที่ AI และ IoT ทำหน้าที่รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ ช่วยให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เช่น การคาดการณ์ปัญหาและการลดของเสีย พนักงานจำเป็นต้องพัฒนาทักษะใหม่ๆ ในการใช้งานเทคโนโลยีและทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ (Cobots) เพื่อแบ่งเบาภาระงานซ้ำซ้อน ซึ่งส่งผลให้พนักงานมีเวลามากขึ้นในการทำงานที่ต้องใช้ความคิดริเริ่ม แนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องผ่าน IoT ช่วยให้สามารถติดตามข้อมูลการผลิตได้อย่างแม่นยำ ตั้งแต่การตรวจสอบประสิทธิภาพเครื่องจักรไปจนถึงการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์ข้อมูลเรียลไทม์ช่วยในการระบุปัญหาและปรับแต่งกระบวนการผลิตให้เหมาะสมที่สุด ทำให้สามารถลดเวลาในการผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการตรวจสอบการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยลดการสิ้นเปลืองทรัพยากรและของเสีย ทำให้การดำเนินงานมีความรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น ในทางเดียวกัน Wang et al., (2022) ได้ศึกษา Digital Kaizen ใช้ประโยชน์จากพลังของเทคโนโลยีขั้นสูง โดยเฉพาะระบบมนุษย์-ไซเบอร์-กายภาพ และปัญญาประดิษฐ์เพื่อเพิ่มผลผลิตของแรงงานมนุษย์ ซึ่งแตกต่างจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งก่อนๆ ที่เทคโนโลยีมักจะเข้ามาแทนที่แรงงาน Digital Kaizen ในอุตสาหกรรม 5.0 มุ่งหวังที่จะใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้เพื่อเสริมอำนาจและเพิ่มขีดความสามารถของมนุษย์ ส่งผลให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้น

3. เทคนิค Kaizen เพื่อเพิ่มผลผลิตใน Industry 5.0

เทคนิค Kaizen เป็นการมุ่งเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิต โดยการระบุปัญหาและโอกาสในการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ องค์กรสามารถติดตามและวิเคราะห์กระบวนการที่มีอยู่เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าและเปลี่ยนแปลงกระบวนการได้รวดเร็ว การลดของเสีย (Muda) เป็นอีกหนึ่งหลักการที่สำคัญ โดยเน้นการขจัดสิ่งที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการผลิต เช่น การลดเวลารอคอยและการใช้ทรัพยากรที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ เทคโนโลยี AI และ IoT ช่วยในการวิเคราะห์และป้องกันความสูญเสียที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ Kaizen ยังส่งเสริมการมีส่วนร่วมของพนักงานทุกระดับ ผ่านการสร้างวัฒนธรรมที่เปิดกว้างสำหรับความคิดเห็น ซึ่งทำให้พนักงานรู้สึกมีส่วนร่วมและรับผิดชอบต่อผลลัพธ์ การใช้ระบบ 5S ช่วยในการจัดระเบียบพื้นที่ทำงานและกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในยุค Industry 5.0 การพัฒนาทักษะของพนักงานในการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI และ IoT จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้การนำ Kaizen ไปใช้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

การนำเทคนิค Kaizen มาใช้ใน Industry 5.0 ช่วยให้องค์กรสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง สร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ และเพิ่มผลผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในยุคที่มีการแข่งขันสูง จากการศึกษาของ Sundararajan and Terkar (2022) โคเซ็นมุ่งเน้นความพยายามร่วมกันของพนักงานทุกระดับในการระบุและปรับปรุงกระบวนการภายในองค์กร โดยให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งเมื่อสะสมจะนำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญ และ Rikalovic et al., (2023) ได้กล่าวว่า การบูรณาการเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม 5.0 เกี่ยวข้องกับความซับซ้อนจากการใช้งานเทคโนโลยีขั้นสูงที่หลากหลาย ซึ่งต้องการการทำงานร่วมกันและความเข้ากันได้อย่างมีประสิทธิภาพระหว่างระบบเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อให้การนำไปใช้ทางเทคนิคและการบูรณาการระบบเป็นไปอย่างราบรื่น รวมถึงความท้าทายที่จะส่งผลกระทบต่อความสำเร็จของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม

4. การเพิ่มประสิทธิภาพแรงงานมนุษย์ในยุค Industry 5.0

ในยุค Industry 5.0 การเพิ่มประสิทธิภาพแรงงานเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาองค์กร โดยการใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (AI), ระบบอัตโนมัติ และ Internet of Things (IoT) ช่วยลดภาระงานซ้ำซ้อนและเปิดโอกาสให้พนักงานมุ่งเน้นงานที่ต้องใช้ทักษะเฉพาะ การฝึกอบรมทักษะดิจิทัลและการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็น พร้อมกับการสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจ นอกจากนี้ การใช้ระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพช่วยติดตามและปรับปรุงประสิทธิภาพของพนักงาน องค์กรที่บูรณาการเทคโนโลยีและการพัฒนาทักษะจะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพในยุคการแข่งขันสูง ซึ่ง Gunawan et al. (2022) ได้กล่าวว่า โคเซ็นเน้นความสำคัญของทรัพยากรบุคคลที่มีข้อได้เปรียบในการแข่งขันเป็นทรัพย์สินสำคัญในการขับเคลื่อนองค์กร โดยบทบาทของผู้นำและความมุ่งมั่นขององค์กรซึ่งสะท้อนถึงวัฒนธรรมการทำงานขององค์กรเป็นปัจจัยกลางในการปรับปรุงคุณภาพการทำงานและผลผลิตในการทำงาน การแข่งขันของวัฒนธรรมการทำงานของโคเซ็นที่จะก้าวหน้าและพัฒนาไปพร้อมกับพลวัตของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นเสมอและเป็นส่วนหนึ่งของวิถีของวัฒนธรรมการทำงานแบบโคเซ็นที่แสดงถึงความกระตือรือร้นและจริยธรรมในการทำงานสูงสามารถเป็นข้อมูลอ้างอิงในการปรับปรุงการจัดการของบริษัทได้ เป็นที่ทราบกันดีว่ายังมีสิ่งสำคัญอีกมากมายที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมการทำงานของโคเซ็นที่จำเป็นต้องติดตามในการวิจัยเพิ่มเติมและกลายมาเป็นความหวังใหม่ในการพัฒนาวิทยาศาสตร์การจัดการการพัฒนาทรัพยากรบุคคล และ Stoker (2021) ได้กล่าวถึง อุตสาหกรรม 5.0: ที่เจาะลึกประเด็นการ กำหนดอนาคตที่ดีขึ้นผ่านบทบาทของเราในการบริหารจัดการและการบำรุงรักษาสู่การเปลี่ยนแปลงและนวัตกรรมร่วมมือกันและปลดล็อกศักยภาพทั้งหมดของบุคลากร Industry 5.0 ร่วมกันสร้างอนาคตที่ยั่งยืนที่มนุษย์และยึดหยุ่นยิ่งขึ้นการปฏิวัติอุตสาหกรรมทำให้เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงวิธีการผลิตและส่งมอบสินค้าให้กับผู้บริโภคจากการใช้แรงงานคนสู่การใช้เครื่องจักรการผลิตจำนวนมากสู่ระบบอัตโนมัติและปัจจุบันคือ Industry 5.0 ซึ่งคาดว่าจะเปลี่ยนวิธีการทำงานของอุตสาหกรรมและแนวทางการจัดการสินทรัพย์และการบำรุงรักษา

5. ประโยชน์ของการใช้ Kaizen ในอุตสาหกรรม 5.0

การใช้แนวทาง Kaizen ใน Industry 5.0 มีประโยชน์มากมายที่สามารถส่งเสริมความสำเร็จและการพัฒนาอย่างยั่งยืนในองค์กรอุตสาหกรรม ดังนี้:

1. การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ซึ่ง Kaizen เน้นการปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่องสามารถช่วยให้องค์กรในยุค Industry 5.0 ปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในเทคโนโลยีและ

ความต้องการของตลาด โดยการดำเนินการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอจะทำให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพ และลดความสูญเสีย (Muda)

2. การมีส่วนร่วมของพนักงาน Kaizen เป็นการส่งเสริมให้พนักงานทุกระดับมีส่วนร่วมในการระบุปัญหา และเสนอแนวทางแก้ไข ส่งผลให้เกิดการทำงานร่วมกันและสร้างวัฒนธรรมการทำงานที่เน้นการพัฒนาองค์กร นอกจากนี้ ยังช่วยเพิ่มความพึงพอใจและความผูกพันของพนักงาน

3. การใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ ในยุค Industry 5.0 การใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI และ IoT ร่วมกับแนวคิด Kaizen จะช่วยให้องค์กรสามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การตัดสินใจมีความแม่นยำมากขึ้น และสามารถปรับปรุงกระบวนการได้ทันทีตามข้อมูลที่ได้รับ

4. การลดความสูญเสียและเพิ่มผลผลิต โดยการใช้หลักการ Kaizen ร่วมกับเทคโนโลยีช่วยลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต เช่น การลดเวลาที่เสียไปในการรอคอยหรือการใช้ทรัพยากรที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดต้นทุน

5. การปรับเปลี่ยนและความยืดหยุ่น Kaizen ช่วยให้องค์กรมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดและลูกค้า ซึ่งในยุค Industry 5.0 ที่ความต้องการของลูกค้าเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนนี้เป็นสิ่งสำคัญ

6. การสร้างนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เปิดกว้างสำหรับการปรับปรุงและการมีส่วนร่วมของทุกคนทำให้เกิดการสร้างสรรค์และนวัตกรรมใหม่ ๆ ในการผลิต พนักงานสามารถเสนอแนวทางใหม่ ๆ ในการทำงานและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น

7. การพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นการนำแนวคิด Kaizen มาประยุกต์ใช้ใน Industry 5.0 ยังสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืน เนื่องจากการปรับปรุงกระบวนการสามารถลดการใช้ทรัพยากรและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

8. การสร้างคุณค่าทางสังคมนั้น Kaizen ยังช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างองค์กรกับชุมชนและสังคม โดยการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดการสนับสนุนจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภายในและภายนอกองค์กร

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ การนำ Kaizen มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม 5.0 จึงไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดความสูญเสีย แต่ยังส่งเสริมการทำงานร่วมกันและสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้องค์กรสามารถตอบสนองต่อความท้าทายและโอกาสในยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ Papetti et al.(2020) ได้กล่าว กระบวนการดิจิทัลไลเซชัน (Digitalization)ได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางสังคมอย่างลึกซึ้ง ส่งผลให้มีผลกระทบต่อบริบทที่แรงงานกระทำการต่างๆ อุตสาหกรรม 5.0 มุ่งหวังที่จะใช้ประโยชน์จากความสามารถเฉพาะตัวของคนงานมนุษย์พร้อมทั้งใช้ประโยชน์จากศักยภาพของนวัตกรรมดิจิทัล โดยผสานเทคโนโลยีขั้นสูงเข้ากับสภาพแวดล้อมการผลิตที่เน้นแรงงานและยั่งยืน แนวทางนี้มุ่งหวังที่จะส่งเสริมความร่วมมือที่กลมกลืนระหว่างแรงงานและเทคโนโลยี ส่งผลให้ผลผลิต นวัตกรรม และความเป็นอยู่ที่ดีของสังคมโดยรวมเพิ่มขึ้น และ Bajic et al. (2021) ได้กล่าวถึง อุตสาหกรรม 5.0 มีการสร้างข้อมูลจำนวนมากจากแหล่งต่างๆ เช่น เซ็นเซอร์ เครื่องจักร และการมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้า การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้มีประสิทธิภาพต้องการผู้เชี่ยวชาญด้านข้อมูลที่มีทักษะในการจัดการข้อมูลแบบเรียลไทม์ กระนั้นความสำเร็จในการนำ Digital Kaizen มาใช้ต้องการแรงงานที่มีความสามารถในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึง

การพัฒนาทักษะและการฝึกอบรมเพื่อให้พนักงานสามารถปรับตัวเข้ากับเทคโนโลยีใหม่เป็นความท้าทายที่สำคัญในกระบวนการนี้

6. กรณีศึกษา: การใช้ Kaizen ในอุตสาหกรรม 5.0

การใช้ Kaizen ในโรงงานที่พัฒนาไปสู่ Industry 5.0 สามารถเห็นได้จากการประยุกต์ใช้หลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและเทคโนโลยีขั้นสูงร่วมกัน โดยมีกรณีศึกษาที่น่าสนใจที่แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการนำแนวคิดนี้มาใช้ในกระบวนการผลิต ตัวอย่างของการศึกษาเคสนี้สามารถอธิบายได้ดังนี้:

กรณีศึกษา: โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

1. การประยุกต์ใช้ Kaizen โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในประเทศญี่ปุ่นได้เริ่มนำแนวทาง Kaizen มาปรับใช้ในกระบวนการผลิต โดยการสร้างทีมงานที่มีการร่วมมือกันจากพนักงานทุกระดับ ตั้งแต่ผู้บริหารจนถึงพนักงานในสายการผลิต ทีมงานนี้มีหน้าที่ในการระบุปัญหาและเสนอแนวทางแก้ไขที่สามารถนำไปปฏิบัติได้
2. การใช้เทคโนโลยีขั้นสูงซึ่งในเวลาเดียวกัน โรงงานนี้ได้ลงทุนในเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น IoT และ AI เพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์กระบวนการผลิต โดยติดตั้งเซ็นเซอร์ในเครื่องจักรต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลการผลิตแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยให้ทีมงานสามารถติดตามประสิทธิภาพการทำงานและตรวจสอบสภาพเครื่องจักรได้ตลอดเวลา
3. การวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงกระบวนการ ด้วยข้อมูลที่ได้จาก IoT และการวิเคราะห์ด้วย AI ทีมงานสามารถระบุจุดที่มีความไม่เหมาะสมในกระบวนการผลิตได้ เช่น จุดที่มีการสูญเสียเวลา การทำงานที่ไม่จำเป็น หรือการใช้ทรัพยากรอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ การวิเคราะห์เหล่านี้ช่วยให้ทีมงานสามารถดำเนินการปรับปรุงได้อย่างแม่นยำ เช่น การปรับเปลี่ยนลำดับการทำงานหรือการตั้งค่าเครื่องจักรใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ
4. การลดความสูญเสีย (Muda) จากผลการดำเนินงานที่เกิดจากการใช้ Kaizen ทำให้โรงงานสามารถลดความสูญเสียได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตและการลดวัสดุเหลือทิ้ง ตัวอย่างเช่น การใช้เทคนิค 5S เพื่อจัดระเบียบพื้นที่ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ลดความซับซ้อนและเวลาที่ใช้ในการหาวัสดุ
5. การทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ (Cobots) โรงงานนี้ยังได้นำ Collaborative Robots (Cobots) มาใช้ในกระบวนการผลิต โดย Cobots จะทำงานเคียงข้างกับพนักงานในการประกอบชิ้นส่วนที่มีความซับซ้อนหรือมีความเสี่ยงสูง ขณะที่พนักงานมุ่งเน้นไปที่การวางแผนและการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ การทำงานร่วมกันนี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการผลิตและลดภาระงานซ้ำซ้อน
6. ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นซึ่งหลังจากการนำแนวทาง Kaizen มาปรับใช้ โรงงานสามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึง 25% ในขณะเดียวกันยังลดต้นทุนการผลิตได้ถึง 15% นอกจากนี้ ความพึงพอใจของพนักงานก็เพิ่มขึ้น เนื่องจากพวกเขามีส่วนร่วมในการปรับปรุงกระบวนการและได้เห็นผลของการทำงานร่วมกันอย่างชัดเจน
7. การพัฒนาอย่างยั่งยืน โรงงานยังมีแนวทางการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยการลดการใช้พลังงานและทรัพยากร ทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง นี่คือการสร้างสมดุลระหว่างการพัฒนาผลผลิตและการดูแลสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นหลักการสำคัญใน Industry 5.0

จากกรณีศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้แนวทาง Kaizen ร่วมกับเทคโนโลยีใน Industry 5.0 ที่สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญในกระบวนการผลิต ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความสูญเสีย และสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมจากพนักงานทุกระดับ

และการใช้เทคโนโลยีในการสนับสนุนการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง มีความสอดคล้องกับ Mitreva & Kicara (2024) ได้ศึกษา การนำเทคนิคโคเซ็นมาใช้ในบริษัทผลิตรถยนต์ช่วยให้เกิดการเติบโตอย่างยั่งยืนและเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน โดยการปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจและส่งเสริมวัฒนธรรมที่เปิดโอกาสให้พนักงานทุกระดับมีส่วนร่วมในการระบุและแก้ไขปัญหาที่ทำให้เกิดความไม่มีประสิทธิภาพ โคเซ็นจะเน้นการเปลี่ยนแปลงเล็กๆ ที่ต่อเนื่อง และการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร ส่งผลให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของและความมุ่งมั่นทั่วทั้งองค์กร การนำนวัตกรรมและระบบอัตโนมัติมาช่วยในกระบวนการผลิตและการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ช่วยให้บรรลุคุณภาพตามเป้าหมาย การติดตามและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องหลังจากการเปลี่ยนแปลงเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาทักษะและความตระหนักรู้ของพนักงาน ช่วยให้บริษัทปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงในตลาด ส่งเสริมนวัตกรรม และบรรลุความพึงพอใจของลูกค้า และ Kulkarni (2024) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้หลักการโคเซ็นกับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเป็นการนำแนวคิดโคเซ็นไปใช้กับงานที่ดำเนินการมุ่งเน้นไปที่แนวทางโคเซ็นในการจัดวางผังโรงงานของอุตสาหกรรมเพื่อให้มีประสิทธิภาพ

7. แนวทางการปรับใช้ Kaizen ในภาคอุตสาหกรรม 5.0

การนำแนวทาง Kaizen มาปรับใช้ในภาคอุตสาหกรรม 5.0 สามารถทำได้ดังนี้:

1. สร้างวัฒนธรรมการปรับปรุงที่เป็นการส่งเสริมให้พนักงานทุกระดับมีส่วนร่วมในการเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการทำงาน สร้างวัฒนธรรมที่เปิดกว้างและสนับสนุนการแบ่งปันความคิด เพื่อให้เกิดการคิดริเริ่มและนวัตกรรม
2. ใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงให้มีการประยุกต์ใช้ IoT และ AI ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากกระบวนการผลิต ช่วยในการตัดสินใจที่แม่นยำและสามารถปรับปรุงกระบวนการได้อย่างต่อเนื่อง โดยให้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตและปัญหาที่เกิดขึ้น
3. ฝึกอบรมและพัฒนาทักษะจัดโปรแกรมฝึกอบรมเพื่อพัฒนาทักษะของพนักงานให้สามารถใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ และเข้าใจหลักการ Kaizen ได้ดีขึ้น พนักงานควรได้รับการอบรมในการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น AI, IoT และการทำงานร่วมกับหุ่นยนต์
4. การวิเคราะห์และลดของเสียใช้หลักการ 5S (Sort, Set in Order, Shine, Standardize, Sustain) เพื่อจัดระเบียบพื้นที่ทำงานและลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลและการตรวจสอบอย่างต่อเนื่องช่วยให้สามารถระบุจุดที่มีประสิทธิภาพต่ำและดำเนินการปรับปรุงได้อย่างเหมาะสม
5. ทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ (Cobots) มาใช้ในการทำงานที่มีความเสี่ยงหรือซ้ำซ้อน เพื่อให้พนักงานสามารถมุ่งเน้นไปที่งานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์
6. สร้างระบบ Feedback ที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาระบบการรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากพนักงาน ซึ่งจะช่วยให้การปรับปรุงกระบวนการเป็นไปอย่างต่อเนื่องและตรงตามความต้องการของพนักงานและตลาด
7. การติดตามและวัดผลการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยใช้ตัวชี้วัดที่ชัดเจน เช่น ระยะเวลาในการผลิต, คุณภาพผลิตภัณฑ์, และความพึงพอใจของพนักงาน การวัดผลที่แม่นยำจะช่วยให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้ Kaizen และปรับกลยุทธ์ได้อย่างเหมาะสม
8. สร้างความยั่งยืน ให้ความสำคัญกับการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต ผ่านการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

การนำแนวทาง Kaizen มาใช้ในภาคอุตสาหกรรม 5.0 ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดความสูญเสีย แต่ยังสร้างวัฒนธรรมการทำงานที่เน้นการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สร้างความพึงพอใจให้กับพนักงาน และ

สนับสนุนการสร้างสรรคนวัตกรรมในองค์กร ที่สำคัญคือการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ร่วมกับการมีส่วนร่วมของพนักงานจะเป็นกุญแจสำคัญในการประสบความสำเร็จในยุคนี้ มีทิศทางเดียวกับ Chi (2024) ได้ศึกษา การผสมรวมวิธีการ 5S-Kaizen เป็นแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่มุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและความปลอดภัยในการทำงานในโรงงานผลิต โดยการเพิ่มประสิทธิภาพทรัพยากร ผลผลิต และการจัดการต้นทุน ในขณะที่ส่งเสริมความปลอดภัยของพนักงานเพื่อการเติบโตทางธุรกิจที่ยั่งยืน ในเวียดนาม บริษัทต่างๆ เผชิญกับต้นทุนการผลิตสูงและสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ปลอดภัย วิธีการ 5S-Kaizen ช่วยกำจัดของเสีย ลดต้นทุน และสร้างสถานที่ทำงานที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น โดยส่งเสริมการปรับปรุงกระบวนการ ระบบ และการเปลี่ยนแปลงเค้าโครงสถานที่ทำงาน ส่งผลให้ประหยัดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพแรงงาน และลดอุบัติเหตุ การสนับสนุนจากผู้นำและการมีส่วนร่วมของพนักงานเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จของการนำไปใช้ ซึ่งในที่สุดส่งเสริมวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและความยั่งยืนที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและความปลอดภัยในการทำงาน และ Bajic et al. (2021) ได้กล่าว การนำ Digital Kaizen มาใช้เกี่ยวข้องกับการลงทุนอย่างมากในโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยี โปรแกรมการฝึกอบรม และการปรับปรุงกระบวนการ การประเมินต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนที่คาดหวังนั้นถือเป็นความท้าทาย องค์กรต่างๆ จำเป็นต้องวิเคราะห์ผลประโยชน์และต้นทุนที่อาจเกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับแผนริเริ่ม Digital Kaizen อย่างรอบคอบเพื่อให้มั่นใจถึงความยั่งยืนและผลตอบแทนจากการลงทุนในระยะยาว

บทสรุป

ในยุค Industry 5.0 การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นความท้าทายสำคัญที่องค์กรต้องเผชิญ แนวคิด Kaizen ซึ่งเน้นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องด้วยการเปลี่ยนแปลงทีละเล็กทีละน้อยและการมีส่วนร่วมจากพนักงานทุกระดับในองค์กร มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลผลิตและลดของเสีย โดยการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกันและการพัฒนาตนเองของพนักงาน สามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น การผสมผสานเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น AI และ Internet of Things (IoT) เข้ากับแนวทาง Kaizen ทำให้การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในกระบวนการผลิตสามารถทำได้แบบเรียลไทม์ และการทำงานร่วมกับหุ่นยนต์ (Cobots) ช่วยให้พนักงานมุ่งเน้นที่งานที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และทักษะที่สูงขึ้น ในที่สุด ความสำเร็จใน Industry 5.0 จะต้องเน้นการเพิ่มผลผลิตควบคู่ไปกับการสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ยั่งยืนและตอบสนองต่อความต้องการของสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Bajic, B., Rikalovic, A., Suzic, N. and Piuri, V. (2021). Industry 4.0 Implementation Challenges and Opportunities: A Managerial Perspective. *IEEE Systems Journal*, 15(1), 546–559, doi: 10.1109/JSYST.2020.3023041.
- Banjic, B., Medojevic, M., Simeunovic, N., & Rikalovic, A. (2023). Digital Kaizen: Opportunities and Challenges in Industry 5.0. Conference: 19th International Scientific Conference of Industrial Systems - IS'23 At: Novi Sad, Serbia. DOI: 10.24867/IS-2023-T3.1-3_01141
- Biadacz, R. (2023). Application of Kaizen and Kaizen Costing in SMEs. *Production Engineering Archives*, 30(1), 17-35. DOI: 10.30657/pea.2024.30.2.
- Chi, D. T. L. (2024). Improving Economic Efficiency and Occupational Safety in Production Facilities Using the 5S-Kaizen Method. *Sustainability in Environment*, 9(1), 44-55. DOI: 10.22158/se.v9n1p44



- Dang-Pham, D., Hoang, A. P., Vo, D. T., & Kauta, K. (2020). Digital Kaizen: An Approach to Digital Transformation. *Australasian Journal of Information Systems*, 26, 1-28.
DOI: 10.3127/ajis.v26i0.3851
- Gaspar, L., & Mwenda, B. (2023). Quantitative analysis of Kaizen philosophy on productivity improvement. *Research in Business & Social Science*, 12(3), 557-562.
- Gunawan, F. X. C., Fauzi, A., Worabay, E., Eka, S., Hafat, D., & Nasution, Y. I. (2020). Role of Kaizen Work culture as Moderating Work Quality and Productivity Improvement. *Dinasti International Journal of Management Science*, 3(6), 1003-1014.
- Kulkarni, S. (2024). Application of Kaizen Principles to a Small-Scale Industry in India. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 8(5), 1-5. DOI: 10.55041/IJSREM34833
- Mitreva, E., Todorova, P., & Kicara, D. (2024). Application of Kaizen Philosophy in Business Process Improvement in the Automotive Industry. *SAR Journal*, 7(2), 113-119. DOI: 10.18421/SAR72-07
- Papetti, A., Gregori, F., Pandolfi, M., Peruzzini, M., Germani, M. & Pietro, V. (2020). A method to improve workers' well-being toward human-centered connected factories. *Journal of Computational Design and Engineering, Oxford University Press*, 7, 1–14, Doi: 10.1093/jcde/qwaa047.
- Rikalovic, A., & Bajic, B. (2023). Road to Industry 5.0: Challenges and Opportunities. *14th IQC International Quality Conference*.
- Salloom, R. S. & Sorour M. J. (2021). The Role of Green Kaizen in Productivity Enhancement. *International Journal of Research in Social Sciences & Humanities*, 11(4), 129-140 DOI: <http://doi.org/10.37648/ijrssh.v11i04.007>
- Sridhar, S., Ponniah, V. M., & Sujatha, S. (2023). The Need for Kaizen Culture for Manufacturing Industries in Industry 4.0. *International Journal of Professional Business Review*, 8(5), 1-15. DOI: 10.26668/businessreview/2023.v8i5.1299
- Stoker, J. (2021). Industry 5.0: Deepening the Subject. *Conference: Human-Centricity Industry 5.0 in Asset & Maintenance Management*.
- Sundararajana, N., & Terkarb, R. (2022). Improving Productivity in Fastener Manufacturing Through the Application of Lean-Kaizen Principles. *International Conference on Engineering Materials, Metallurgy and Manufacturing-ICEEE 2021*.
- Tipayalai, K. (2023). *Thailand Moves Forward with Industry 5.0*. Retrieved on 13/10/2024 from https://www.posttoday.com/columnist/698337?fbclid=IwAR0TVt35ns96iEUSjxz6e6NyGtUV9leirMJS38ZjXlLn3_niEOq5beDYpeU
- Wang, B., Zheng, P., Yin, Y., Shih, A. and Wang, L. (2022). Toward human-centric smart manufacturing: A human-cyber-physical systems (HCPS) perspective. *Journal of Manufacturing Systems, Elsevier Ltd*, 63, 471–490, doi: 10.1016/j.jmsy.2022.05.005.

