

การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

Waste Reduction in Bottled Water Production Process

สุวรรณา พลภักดิ์*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ขุนทะเล เมือง สุราษฎร์ธานี 84100

Suwanna Ponpakdee*

Department of Industrial Management Technology, Faculty of Science and Technology,

Suratthani Rajabhat University, Khuntale, Muang, Suratthani, 84100, Thailand

*Corresponding Author E-mail: suwanna.pon@sru.ac.th

Received: Aug 03, 2021; Revised: Sep 16, 2021; Accepted: Sep 20, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาและลดความสูญเปล่าโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีน กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดของอุตสาหกรรมกรณีศึกษา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การเตรียมน้ำ การเติมน้ำลงขวด การบรรจุน้ำลงพาเลท และการจัดส่งสินค้า จากการวิเคราะห์ความสูญเปล่าด้วยแผนผังสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันพบว่า มีความสูญเปล่าเกิดขึ้น 4 ประการ คือ รอคอย (0.9%) เคลื่อนย้าย (1.4%) กระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (6.2%) และสินค้าคงคลัง (87.5%) ผู้วิจัยได้ใช้วิธีระดมสมองเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเปล่าและใช้แนวทางการปรับปรุงการทำงานตามหลักการ (E CRS) กำจัด รวมกัน จัดเรียงใหม่ และทำให้ง่ายขึ้น ผลพบว่า แนวทางที่ใช้ลดความสูญเปล่า คือ ออกแบบสเกลนับจำนวนพาเลทชิต และออกแบบฟังก์ชันการกรอกข้อมูลในไฟล์เอกซ์เซลให้มีความถูกต้อง เพื่อลดความสูญเปล่าจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม และประยุกต์ใช้ตัวแบบปริมาณการผลิตที่ประหยัดที่สุดของหลอดฟรiform แต่ละขนาด เพื่อลดความสูญเปล่าจากการมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไป จากนั้นสร้างแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะอนาคตเพื่อแสดงถึงผลจากการลดความสูญเปล่า โดยเวลานำของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดลดลงจาก 230,598 วินาที เหลือ 228,588 วินาที (ลดลง 33.5 นาที) หรือลดลงร้อยละ 0.88 และต้นทุนสินค้าคงคลังลดลงจาก 18,405 บาท/ปี เหลือ 4,904 บาท/ปี หรือลดลงร้อยละ 73.36

คำสำคัญ: กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด, ความสูญเปล่า, แผนผังสายธารคุณค่า, แนวคิดแบบลีน

Abstract

This research aims to investigate and reduce production-related wastes in the bottled water industry of interest by applying lean principles. The production line consists of 4 major processes including water treatment system, water filling line, bottle palletizing and product distribution. In order to identify the wastes, the Value Stream Mapping (VSM) that based on recent processing conditions was adopted. The 4 identified wastes were waiting (0.9%), transportation (1.4%), over processing (6.2%) and inventory (87.5%). The causes of wastes were analyzed by brainstorming for ideas. The ECRS, the lean technique with the following core principles: elimination, combination, rearrangement and simplification, was used to emphasize the potential improvement strategies. The results showed that the waste from the over processing was reduced by the practical scale design for pallet counting and the proper use of MS-Excel spreadsheet

database functions. Then, the waste problem caused by excessive inventory of preform tubes of different sizes was individually taken care of by the most Economic Production Quantity (EPQ) model. Subsequently, the VSM for the future status was formulated to indicate waste reduction results. The lead time of the bottled water production processes was reduced from 230,598 seconds to 228,588 seconds (33.5 minutes reduction). In other words, the reducing time was 0.88%. Moreover, the inventory costs decreased from 18,405 baht/year to 4,904 baht/year which was equivalent to 73.36% reduction.

Keywords: bottled water production processes, wastes, Value Stream Mapping (VSM), lean concepts

1. บทนำ

ความต้องการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดภายในประเทศไทย มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง มีสาเหตุมาจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่จำเป็น ผู้บริโภคคำนึงถึงความสะดวกและปลอดภัยของน้ำดื่มมากขึ้น ซึ่งน้ำดื่มบรรจุขวดที่ได้รับการรับรองมาตรฐานในระดับสากลทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในการบริโภค จึงมีผลทำให้ตลาดน้ำดื่มบรรจุขวดขยายตัว แต่จากสถานการณ์โควิด 19 (COVID-19) ที่กำลังเกิดขึ้นทั่วโลก ข้อมูลจากการตลาดออนไลน์ [1] พบว่า มูลค่าตลาดน้ำดื่มช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2563 คิดลด 6.6% จาก 17,731 ล้านบาท เหลือเพียง 16,565 ล้านบาท ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากมาตรการเว้นระยะห่างทางสังคม (Social Distancing) และการทำงานที่บ้าน (Work from Home) ทำให้ผู้บริโภคใช้ชีวิตนอกบ้านน้อยลง ส่งผลให้การซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดบริโภคนอกบ้านมีจำนวนน้อยลงตามมา นอกจากนี้ตลาดน้ำดื่มบรรจุขวดยังได้รับผลกระทบการหายไปของนักท่องเที่ยวอีกด้วย ดังนั้นอุตสาหกรรมน้ำดื่มบรรจุขวดหลาย ๆ แห่งจึงหันมาให้ความสำคัญกับการลดความสูญเปล่าภายในอุตสาหกรรมของตนเองมากขึ้น เพื่อให้สามารถแข่งขันและดำเนินกิจการอยู่ในสถานการณ์ปัจจุบัน

ความสูญเปล่าจัดเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งของอุตสาหกรรม เป็นสิ่งที่อุตสาหกรรมต้องค้นหาและกำจัดทิ้ง ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับทุกอุตสาหกรรมที่แฝงในรูปความสูญเปล่า (8-Wastes) ดังนั้นอุตสาหกรรมจึงควรให้ความสำคัญในการกำจัดความสูญเปล่าเพื่อทำให้กระบวนการดีขึ้นและเพื่อลดต้นทุนที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่จำเป็น สำหรับอุตสาหกรรมกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด 3 ขนาด คือ 0.33 ลิตร 0.6 ลิตร มีกำลังการผลิต 48,000 ขวด/ ชั่วโมง และขนาด 1.5 ลิตร มีกำลัง

การผลิต 36,000 ขวด/ชั่วโมง โดยประกอบด้วย 4 กระบวนการผลิตหลัก คือ การเตรียมน้ำก่อนผลิต (Water Treatment) การเติมน้ำลงขวด (Water Filling) การบรรจุน้ำลงพาเลท (Bottle Palletizing) และการจัดส่งสินค้า (Product Distribution) ซึ่งงานวิจัยนี้จะประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อค้นหาและลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดแบบลีน

แนวคิดแบบลีน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน [2] คือ ระบุคุณค่าตามมุมมองของลูกค้า (Identify Value) สร้างแผนผังสายธารคุณค่า (VSM) สร้างการไหล (Create Flow) สร้างการดึง (Establish Pull) และแสวงหาความสมบูรณ์แบบ (Seek Perfection) เพื่อนำไปสู่การลดความสูญเปล่า โดยวิเคราะห์คุณค่าของกระบวนการตามมุมมองของลูกค้า คือ เพิ่มกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added: VA) ลดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (Necessary but Non Value Added: NNVA) และลดกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added: NVA) ซึ่งสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่านั้นก็คือ มีความสูญเปล่า 8 ประการซ่อนอยู่จะต้องค้นหาและกำจัดทิ้งไป [3] ประกอบด้วย การมีของเสียหรือแก้ไขชิ้นงาน (Defect) การผลิตมากเกินไป (Over Production) การรอคอย (Waiting) การใช้คนไม่เต็มประสิทธิภาพ (Not using Staff Talent) การขนส่งหรือการเคลื่อนย้ายที่มากเกินไปหรือไม่เหมาะสม (Transportation) การมีสินค้าคงคลัง (Inventory) การเคลื่อนไหวร่างกาย (Motion) และกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (Excessive Processing) งานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนเพื่อลดความสูญเปล่า เช่น R. S. Barot และคณะ [4] ได้นำแนวทางปฏิบัติแบบ

ลื่นไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องทำน้ำอุ่น โดยประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่า (VSM) และแผนภูมิกระบวนการผลิต โดยการจัดความสูญเปล่าในสายการผลิต ส่งผลให้เวลารอคอย การเคลื่อนย้ายวัสดุลดลง และผลผลิตเพิ่มขึ้น ต่อมาเป็นงานวิจัยของ A. K. Dhingra และคณะ [5] ได้ปรับปรุงคุณภาพและลดต้นทุนด้วยแนวคิดลีนไคเซน โดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าในบริษัทผลิตสินค้าในประเทศอินเดีย พบว่า ของเสียเป็นศูนย์ ต้นทุนและรอบเวลาการผลิตลดลง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ P. Ribeiro และคณะ [6] ได้ศึกษา งานวิจัยการนำเครื่องมือแบบลีนมาใช้ใน โรงงานผลิตพลาสติก เพื่อลดรอบเวลา เพิ่มผลผลิตในสายการผลิตและลด การร้องเรียนของลูกค้า โดยใช้เครื่องมือแบบลีน เช่น 5ส. งานมาตรฐาน และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ผลพบว่า เวลาในการขนส่ง ลดลงและดัชนีของค่า OEE เพิ่มขึ้น

2.2 การศึกษาการทำงาน

แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ใช้เพื่อ ศึกษาเวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการผลิต โดยการถ่าย วิดีโอและจับเวลาในแต่ละงานย่อยอาศัยหลักการจับเวลา โดยตรงแบบวิธีการจับซ้ำ หากงานย่อยใดมีเวลาสั้นกว่า 2 นาที ให้จับเวลาเบื้องต้นมาจำนวน 10 ครั้ง และหากงานย่อยใดมีเวลา มากกว่าหรือเท่ากับ 2 นาที ให้จับเวลามาเบื้องต้นจำนวน 5 ครั้ง บันทึกงานตามที่เกิดขึ้นจริง ใช้สัญลักษณ์กำกับกิจกรรมที่เกิดขึ้น คือ การปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้าย การตรวจสอบ การ รอคอย และการจัดเก็บ และสรุปผลลงในแบบฟอร์ม นอกจากนี้ใช้หลักการ ECRS [7] คือ การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange) และการ ทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) สำหรับหาแนวทางปรับปรุงวิธีการ ทำงานที่เกิดจากความสูญเปล่า งานวิจัยที่ใช้การศึกษาการ ทำงานสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ เช่น W. Jantana และ W. Sapsanguanboon [8] ได้ปรับปรุงประสิทธิภาพของ กระบวนการผลิตเซรามิก ด้วยวิธีการสังเกตและศึกษาการ ทำงานจากการปฏิบัติงานจริงร่วมกับการวิเคราะห์ด้วย แผนภูมิกระบวนการไหล แผนภาพการไหล และเครื่องมือของ แนวคิดแบบลีน พบว่า เวลาของกระบวนการผลิตลดลง และ งานวิจัยของ W. Cheewaworanontree และคณะ [9] ได้ศึกษา

เวลาและการเคลื่อนไหวของกระบวนการทดสอบความดัน ระยะสั้นของท่อพีวีซีแข็ง (ท่อปลายเรียบ) ผลพบว่า สามารถ ลดขั้นตอนและเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อยลงได้

2.3 กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดเริ่มจากเดิมอากาศเข้าไป ในน้ำเพื่อให้น้ำจับเป็นก้อน ผสมกับแร่ธาตุจนเกิดตะกอน จากนั้นน้ำจะเข้าถังเพื่อกรองตะกอน กรองเมมเบรนสโได ออกไซด์ (MnO_2) เพื่อกรองพวกจุลินทรีย์ที่มากับน้ำ และผ่าน การกรองที่ระดับอนุภาคต่างๆ ผ่านเชื้อยูวี (Ultraviolet: UV) กรองโดยใช้เยื่อกรองชนิดพิเศษ (Reverse Osmosis System: RO) จากนั้นผ่านการฆ่าเชื้อยูวีอีกครั้ง และเข้าสู่ขั้นตอนการ เติมน้ำลงขวด ปิดฝา ติดฉลาก บรรจุน้ำลงพาเลท จัดเก็บเพื่อ ส่งให้กับลูกค้า ซึ่งแน่นอนว่าในกระบวนการผลิตดังกล่าว ยังคงมีความสูญเปล่าซ่อนอยู่ ปัจจุบันมีงานวิจัยหลายงานที่ได้ ปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด โดยใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันไป เช่น งานวิจัยของ P. Krailomsom และคณะ [10] ได้ศึกษางานวิจัยเรื่องการเพิ่ม ประสิทธิภาพกระบวนการเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุ ขวด โดยใช้แนวคิดไคเซน พบว่า เวลามาตรฐานลดลง และ งานวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำดื่มด้วย แนวคิดแบบลีนของ W. Impho และ K. Poonikom [11] ใช้ หลักการ 5WIH และหลักการ ECRS เพื่อแสดงภาพรวมของ กระบวนการผลิตน้ำดื่มประเภทถังน้ำดื่ม 20 ลิตร พบว่า เวลา การทำงาน ขั้นตอนการทำงานและระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้เครื่องมือตามแนวคิดแบบลีนมา ประยุกต์ ได้แก่ แผนผังสายธารคุณค่า ความสูญเปล่า 8 ประการ การศึกษาการทำงาน แผนภูมิกระบวนการไหล และ หลักการ ECRS สำหรับเป็นแนวทางปรับปรุงการทำงานเพื่อ ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุ ขวด

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและวิเคราะห์กิจกรรมตามมุมมอง ของลูกค้า เพื่อกำหนดความสูญเปล่าและเสนอแนวทางการ ลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นโดยมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดของอุตสาหกรรมกรณีศึกษา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก มีรายละเอียดดังนี้

1) การเตรียมน้ำก่อนเข้ากระบวนการผลิต เป็นขั้นตอนปรับสภาพน้ำให้ได้คุณสมบัติตามมาตรฐานคุณภาพ โดยเริ่มตั้งแต่สูบน้ำจากบ่อบาดาล ผ่านตัวกรองที่ระดับอนุภาคต่างๆ เดิมแร่ธาตุ และฆ่าเชื้อ

2) การเติมน้ำลงขวด เป็นขั้นตอนที่เริ่มจากการเป่าหลอดพรีฟอร์ม เติมน้ำลงขวด และปิดฝาขวด

3) การบรรจุน้ำลงพาเลท เป็นขั้นตอนการติดฉลาก ขิงบาร์โค้ด และจัดน้ำลงพาเลท

4) การจัดส่ง น้ำดื่มที่ผลิตเสร็จแล้วจะถูกจัดเก็บไว้ในคลังสินค้า เพื่อรอรถขนส่งมารับและส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป

3.2 จำแนกกิจกรรมของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

ใช้หลักการศึกษาวเวลาโดยตรงโดยการจับเวลาเบื้องต้นแต่ละงานย่อยมาจำนวน 10 ครั้ง หรือจำนวน 5 ครั้ง ตามวัฏจักรเวลาของงานย่อยนั้นๆ จากนั้นมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าพิสัย (R) เพื่อหาจำนวนรอบในการจับเวลาที่เหมาะสมด้วยการเปิดตาราง Maytag โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่น 95% และความละเอียดแม่นยำ $\pm 5\%$ หลังจากนั้นแบ่งกิจกรรมของงานย่อยเป็น 5 ประเภท คือ การปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้าย การตรวจสอบ การรอคอย และการจัดเก็บ ซึ่งในขณะเดียวกันกิจกรรมดังกล่าวจะถูกวิเคราะห์คุณค่าตามมุมมองของลูกค้า คือ กิจกรรมที่เป็น VA, NVA และ NNVA

3.3 สร้างแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะปัจจุบัน

แผนผังสายธารคุณค่า คือ การเขียนแผนภาพเพื่อแสดงการไหลของวัสดุและข้อมูลในกระบวนการผลิต และเป็น

เครื่องมือที่ช่วยให้มองเห็นภาพสถานะของกระบวนการในปัจจุบันว่ามีความสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นที่ส่วนใดของกระบวนการผลิต โดยการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าจะมีการใช้สัญลักษณ์รูปไอคอน (Icon) ที่หลากหลายเพื่อแสดงภาพที่ชัดเจนของกระบวนการ (Visualize Processes) ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละตัวจะแทนความหมายเฉพาะและมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน

3.4 วิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

วิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าโดยแบ่งความสูญเสียเปล่านั้นออกเป็นแบ่ง 8 ประการ และวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเสียเปล่า

3.5 แนวทางในการกำจัดความสูญเสียเปล่า

หาวิธีในการกำจัดความสูญเสียเปล่าที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ โดยใช้แนวทางในการปรับปรุงการทำงานตามหลักการ (ECRS)

3.6 สร้างแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะอนาคต

หลังจากลดความสูญเสียเปล่าต่างๆ ออกไป จะได้แผนผังสายธารคุณค่าในสถานะอนาคตเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำไคเซนต่อไป

4. ผลการวิจัย

4.1 จำแนกกิจกรรมของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด

จากการจำแนกกิจกรรมของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด สามารถสรุปเวลาของกิจกรรมทั้งหมดได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าเวลารวมของกระบวนการผลิตเท่ากับ 230,598.1 วินาที หรือประมาณ 2.67 วัน นั่นคือ ตั้งแต่รับวัตถุดิบหรือหลอดพรีฟอร์มจนลูกค้าได้รับน้ำดื่มบรรจุขวดต้องใช้เวลา

ตารางที่ 1 เวลาในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดโดยจำแนกตามลักษณะกิจกรรม

กิจกรรม	เวลาของกระบวนการหลัก (วินาที)				เวลารวม (วินาที)	(%)
	เตรียม	เติม	บรรจุ	จัดส่ง		
VA	5.9	0.3	384.4	3,600.0	3,990.5	1.7
NNVA	690.1	326.0	1,735.0	134,160.0	136,911.1	59.4
NVA	1.4	2,395.0	0.0	87,300.0	89,696.4	38.9
รวม	697.4	2,721.3	2,119.4	225,060.0	230,598.1	100

2.67 วัน โดยแบ่งเป็น VA เท่ากับ 3,990.5 วินาที คิดเป็น 1.7% NNVA เท่ากับ 136,911.1 วินาที คิดเป็น 59.4% และ NVA เท่ากับ 89,696.4 วินาที คิดเป็น 38.9%

4.2 แผนผังสายธารคุณค่าในสถานะปัจจุบัน

จากปริมาณความต้องการของลูกค้าโดยเฉลี่ยประมาณ 2,090,404 ขวด/วัน เวลาการทำงาน 86,400 วินาที/วัน ดังนั้น จังหวะการดึงของลูกค้า (Takt Time) เท่ากับ 0.04 วินาที/ขวด [12] ซึ่งมาจากอัตราส่วนระหว่างเวลาการทำงานต่อวันกับความต้องการของลูกค้าต่อวัน ดังนั้นจากการจำแนกกิจกรรมของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดจากตารางที่ 1 สามารถนำมาสร้างแผนผังสายธารคุณค่าในภาพรวมของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดแสดงตามรูปที่ 1

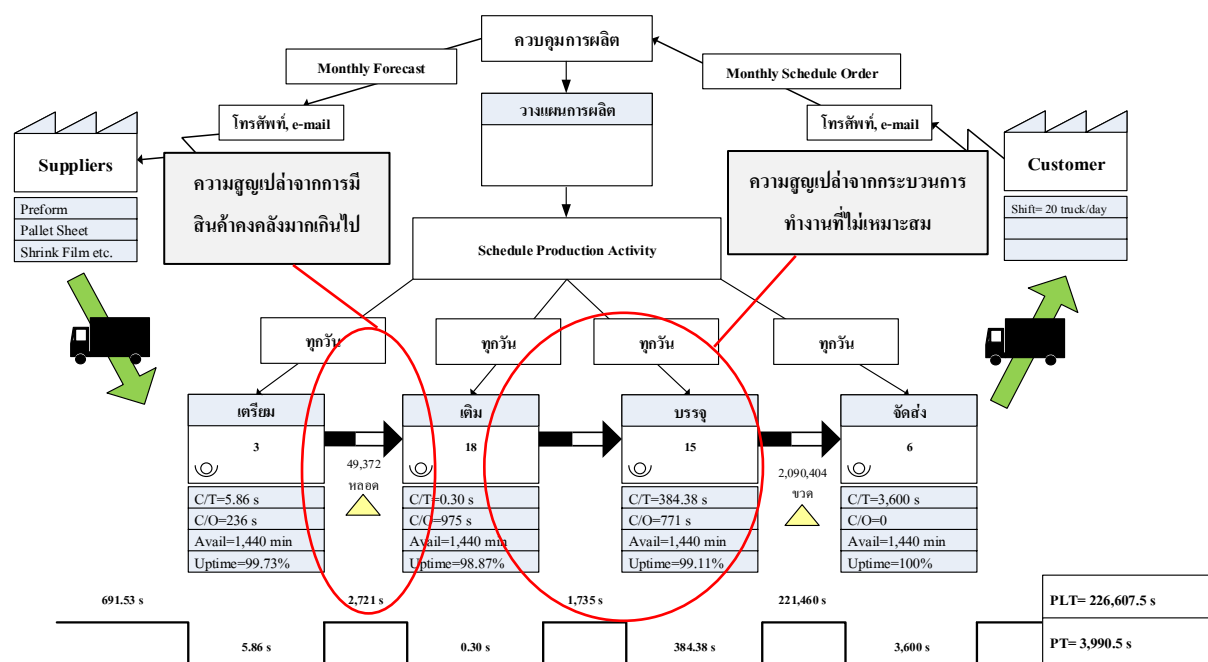
การสร้างแผนผังสายธารคุณค่าเมื่อสิ้นสุดจะได้ค่าเวลานำของกระบวนการผลิต (Production Lead Time: PLT) ซึ่งหมายถึง เวลาของกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) และเวลาของกิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (NNVA) และแสดงค่าเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต (Processing Time: PT) หมายถึง เวลาของกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (VA) ให้กับกระบวนการ ดังนั้นเมื่อค่า PLT และค่า PT รวมกันจะทำให้ได้ค่าเวลานำ (Lead Time: LT) ทั้งหมดของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ดังนั้น เวลานำดังกล่าวมีค่าเท่ากับ

230,598.1 วินาที หรือประมาณ 2.67 วัน สรุปผลได้ดังตารางที่ 2

นอกจากนี้ในแผนผังสายธารคุณค่ายังแสดงรอบเวลาการผลิต (Cycle Time: C/T) ซึ่งได้มาจากการศึกษาเวลาโดยตรงโดยใช้แผนภูมิกระบวนการไหล คำนวณรอบการจับเวลาที่เหมาะสม จำนวนคนงานในแต่ละสถานีงานย่อย เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (Change Over: C/O) เวลาการทำงาน (Available Time) และช่วงระยะเวลาที่เครื่องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Uptime) ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนระหว่างเวลาปรับตั้งเครื่องเทียบกับเวลาการทำงาน และปริมาณสินค้าคงคลังที่อยู่ ณ ตำแหน่งต่างๆ ของกระบวนการ

ตารางที่ 2 เวลาจากแผนผังสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบัน

ขั้นตอน	เวลา (วินาที)		
	PT	PLT	Lead Time
เตรียม	5.9	691.5	697.4
เติม	0.3	2,721.0	2,721.3
บรรจุ	384.38	1,735.0	2,119.4
จัดส่ง	3,600.0	221,460.0	225,060.0
รวม	3,990.5	226,607.5	230,598.1



รูปที่ 1 แผนผังสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบัน

ดังนั้นจากแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะปัจจุบันพบว่า ความสูญเปล่าที่มองเห็น ได้อย่างชัดเจน คือ สินค้าคงคลัง ซึ่งแสดงด้วยสัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยมในรูปที่ 1 และเวลาที่ไม่เพิ่มคุณค่าเกิดขึ้น 226,607.5 วินาที ซึ่งสิ่งนี้คือ ความสูญเปล่าที่มาจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม การรอคอย การเคลื่อนย้าย โดยความสูญเปล่าบางประการจะสามารถมองเห็นจากแผนผังสายธารคุณค่าในระดับกระบวนการผลิตย่อย ซึ่งไม่สามารถแสดงผลในแผนผังสายธารคุณค่าระดับ

ภาพรวมทั้งหมดดังรูปที่ 1

4.3 วิเคราะห์ความสูญเปล่า

1) จากผังสายธารคุณค่าในสถานะปัจจุบัน ขอบเขตของงานวิจัยศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตภายในโรงงาน จะไม่รวมระยะเวลาในการขนส่งน้ำดื่มไปยังลูกค้าซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 129,600 วินาที ดังนั้นเวลานำของกระบวนการผลิตจะเป็น 100,998 วินาที จากเดิม 230,598.1 วินาที ผลการวิเคราะห์ความสูญเปล่าจากตารางที่ 3 พบว่า

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความสูญเปล่า

กิจกรรม	เวลา (วินาที)	(%)	ประเภทของความสูญเปล่า
กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (VA)	3,990.5	4.0	-
กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่เพิ่มคุณค่า (NNVA)	7,311.1	7.2	เคลื่อนย้าย (1.4%) กระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (5.8%)
กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (NVA)	89,696.4	88.8	สินค้าคงคลัง (87.5%) รอคอย (0.9%) กระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (0.4%)

กิจกรรม NNVA มีค่าเท่ากับ 7,311.1 วินาที มาจากกิจกรรมการเคลื่อนย้าย การปฏิบัติงาน และกิจกรรมการตรวจสอบ ถึงแม้ว่ามีความสูญเปล่าจากการเคลื่อนย้ายเกิดขึ้น (1.4%) แต่เป็นสิ่งที่โรงงานจำเป็นต้องมีเพื่อให้การผลิตไหลอย่างสมบูรณ์ จากแผนผังสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบัน ในระดับย่อยพบว่า มีกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำระหว่างการผลิต ตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มที่ผลิตเสร็จแล้ว และตรวจสอบพาเลทชีท (Pallet Sheet) ซึ่งเป็นความสูญเปล่าจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (5.8%) ผลจากการระดมสมองสรุปว่าการตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มเป็นสิ่งที่กระบวนการผลิตยังคงจำเป็นต้องทำ เพราะหากไม่มีการตรวจสอบอาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของน้ำดื่มได้ ดังนั้นขั้นตอนการตรวจสอบพาเลทชีท ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการบรรจุน้ำลงพาเลท สามารถหาแนวทางเพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นได้

กิจกรรม NVA เท่ากับ 89,696.4 วินาที ซึ่งมาจากกิจกรรมการจัดเก็บ การรอคอย และการตรวจสอบ จะเห็น

ว่าสัดส่วนที่มากที่สุด คือ ความสูญเปล่าจากการมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไป (87.5%) โดยสินค้าคงคลังดังกล่าวเกิดขึ้นในส่วนของวัตถุดิบ (หลอดฟรียอร์ม) และน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตเสร็จแล้ว ซึ่งสามารถมองเห็นปริมาณการจัดเก็บดังกล่าวจากแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะปัจจุบันตามรูปที่ 1 ความสูญเปล่าที่รองลงมา คือ การรอคอย และกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม คิดเป็น 0.9% และ 0.4% ตามลำดับ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะนำเสนอแนวทางการลดความสูญเปล่าเฉพาะความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (5.8%) และการมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไป (87.5%) เนื่องจากมีความสูญเปล่ารวมกันมากถึงร้อยละ 93.3

2) การแบ่งประเภทของความสูญเปล่า

ประเด็นแรกความสูญเปล่าจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม จากขั้นตอนการตรวจสอบพาเลทชีท ซึ่งพาเลทชีท คือ กระดาษรองระหว่างชั้นของน้ำที่บรรจุบนพาเลท แสดงตัวอย่างพาเลทชีทดังรูปที่ 2



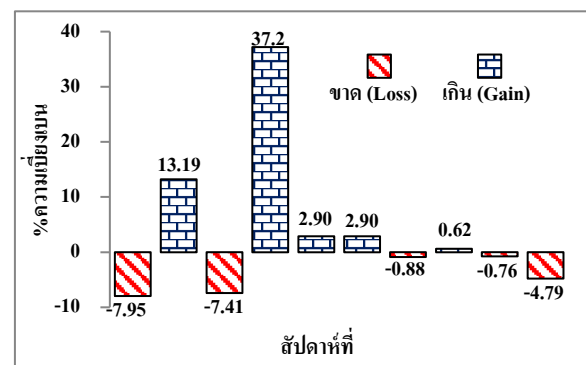
รูปที่ 2 กระดานรองระหว่างชั้นหรือพาเลทซีท

ในความเป็นจริงแล้วพาเลทซีทเป็นสิ่งที่ง่ายที่สุดและ เป็นสิ่งที่เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด แต่ทางโรงงานกลับต้องเจอ กับปัญหาแรก คือ เสียเวลาในการตรวจสอบจำนวนพาเลทซีท ประมาณ 900 วินาที ซึ่งได้มาจากการใช้แผนภูมิการไหลของ กระบวนการ โดยสรุปผลได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลจากแผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจสอบ พาเลทซีทสถานะปัจจุบัน

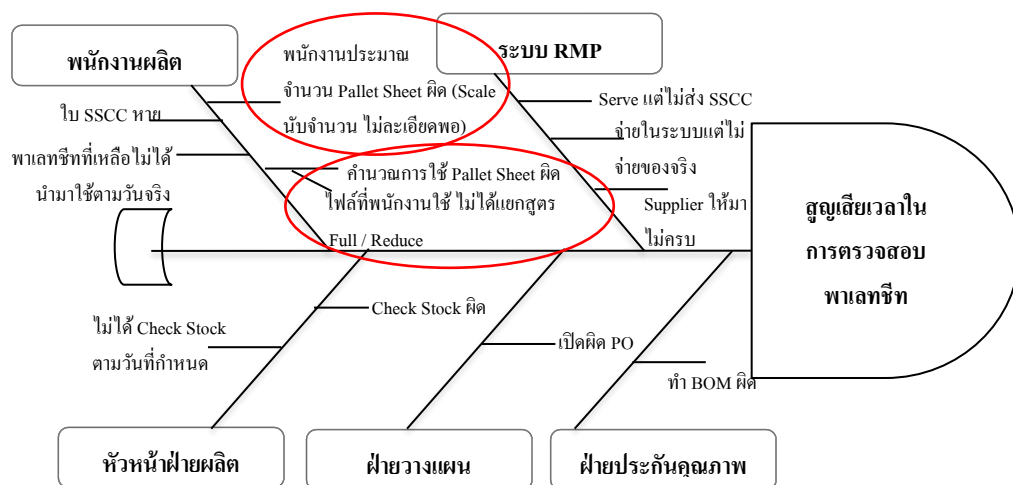
ลำดับ	กระบวนการ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ประเภท กิจกรรม
1	ตรวจสอบจำนวน พาเลทซีท ณ สเกลนับ	240	ตรวจสอบ
2	เดินกลับมายังโต๊ะทำงาน	60 (5 m.)	เคลื่อนย้าย
3	กรอกข้อมูลลงในไฟล์ เอกซ์เซล	420	ปฏิบัติงาน
4	ตรวจสอบข้อมูลใน SAP	180	ตรวจสอบ
รวม		900	

ปัญหาที่สอง คือ จำนวนพาเลทซีทที่พนักงานแจ้งใน ระบบ SAP กับความเป็นจริงที่นำไปใช้มีค่าความเบี่ยงเบน สูง โดยมีค่าขาดและเกินเท่ากับ (-7.95, 37.21) แสดงดังรูป ที่ 3 ทำให้ต้องเสียเวลาในการตรวจสอบจำนวนที่ถูกต้อง จากปัญหาดังกล่าวจะนำไปสู่การวิเคราะห์หาสาเหตุของ ปัญหาโดยผู้วิจัยได้ใช้การระดมสมองร่วมกับบุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล แสดงดังรูปที่ 4 เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ผลพบว่าสาเหตุหลักที่ สามารถนำไปสู่แนวทางการลดความสูญเสียได้

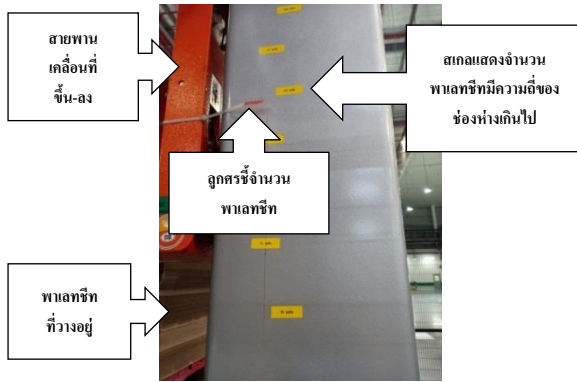


รูปที่ 3 เปอร์เซนต์ความเบี่ยงเบนของจำนวนพาเลทซีท สถานะปัจจุบัน

สาเหตุแรก คือ พนักงานใช้วิธีการประมาณจำนวนพา เลทซีทจากสเกลนับจำนวนที่ไม่ละเอียดพอ แสดงดังรูปที่ 5 จากรูปป้ายสีเหลืองแสดงระดับจำนวนพาเลทซีท ลูกศรสี แดงบนสายพาน (Conveyer) จะเคลื่อนที่ขึ้น-ลง ตามจำนวน พาเลทซีทที่มีอยู่ ณ ขณะนั้น



รูปที่ 4 แผนผังแสดงสาเหตุและผล



รูปที่ 5 สเกลนับจำนวนพาเลทที่สถานีปัจจุบัน

สาเหตุที่สอง คือ พนักงานคำนวณการใช้พาเลทผิดพลาด เนื่องจากไฟล์ที่ใช้กรอกข้อมูลด้วย Microsoft Excel ไม่สมบูรณ์ แสดงดังรูปที่ 6 ดังนั้นจึงนำสาเหตุดังกล่าวไปแก้ปัญหาลดการเสียเวลาในการตรวจสอบพาเลทชิตต่อไป

Date	Shift	Format	Output(Pack)	SSCC Pallet sheet	Quantity	Zeroloss	%Act. Loss	
15/4/2019	N	0.6L	20889	37336	486	557	12.75%	
	M	0.6L	20811	37336	14	555	97.48%	
				38999	500	-	0.00%	
				38982	42	-	0.00%	
	A	0.6L	28250	38982	458	700	34.57%	
				37350	500	-	0.00%	
	N	0.6L	21867	39026	326	583	44.09%	
	M	0.6L	22083	39026	174	589	70.45%	*กระดาษชิ้น
16/4/2019				37343	500	-	0.00%	
				83082	209	-	0.00%	
	A	0.6L	25850	83082	291	684	57.46%	*กระดาษชิ้น
				83122	500	-	0.00%	
				83139	235	-	0.00%	
	N	0.6L	32458	83139	265	866	69.38%	
				82827	500	-	0.00%	
				82841	173	-	0.00%	

รูปที่ 6 ไฟล์ที่ใช้กรอกข้อมูลพาเลทที่สถานีปัจจุบัน

ประเด็นที่สองความสูญเปล่าจากการมีสินค้าคงคลังมากเกินไป จากแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะปัจจุบันรูปที่ 1 พบว่ามีหลอดฟลูออโรรม (เม็ดพลาสติกที่ผ่านการฉีดและขึ้นรูปเป็นหลอด เพื่อรอเป่าเป็นรูปขวด) รอเข้ากระบวนการผลิต จำนวน 49,372 หลอด โดยแบ่งเป็นหลอดฟลูออโรรมของน้ำบรรจุขวดขนาด 0.33 ลิตร 0.6 ลิตร และ 1.5 ลิตร จำนวน 23,040 หลอด 16,540 หลอด และ 9,792 หลอด ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่า Takt Time หรือเวลาในการดึงของลูกค้านำเท่ากับ 0.04 วินาที/ขวด จากจำนวนหลอดฟลูออโรรมดังกล่าว ทำให้เกิดเวลาการรอคอยเท่ากับ 1,975 วินาที ซึ่งเป็นความสูญเปล่าที่สามารถนำไปหาแนวทางแก้ไขได้จากการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุปัญหาพบว่า ปัจจุบันเป็นช่วง

ที่โรงงานกำลังเริ่มต้นทดลองฉีดหลอดฟลูออโรรมเอง ทำให้ไม่มีระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่ชัดเจน โดยระดับการผลิตแต่ละครั้งจะขึ้นอยู่กับฝ่ายวางแผนการผลิต

4.4 แนวทางลดความสูญเปล่า

ผู้วิจัยได้ใช้แนวทางการปรับปรุงการทำงานตามหลักการ ECRS ได้ดังผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แนวทางปรับปรุงการทำงานตามหลักการ ECRS

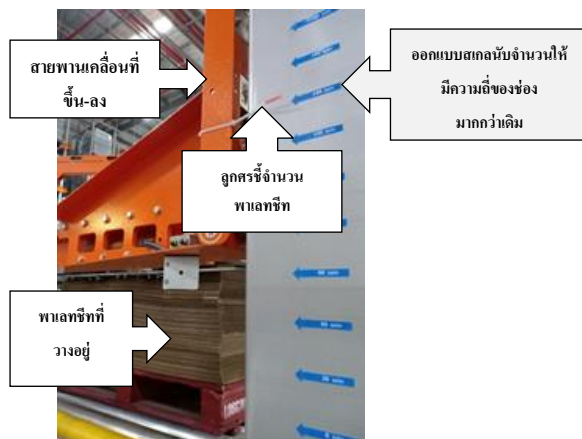
หลักการ ECRS	แนวทางการปรับปรุง
กำจัด (Eliminate)	ปรับจำนวนการผลิตหลอดฟลูออโรรมแต่ละขนาดใหม่ เพื่อลดปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลัง
รวมกัน (Combine)	-
จัดเรียงใหม่ (Rearrange)	จัดเรียงลำดับและเพิ่มฟังก์ชันช่วยในการกรอกข้อมูลในไฟล์เอกซ์เซลให้มีความสมบูรณ์ เพื่อลดความเบี่ยงเบนของข้อมูล
ทำให้ง่ายขึ้น (Simplify)	ออกแบบสเกลนับจำนวนพาเลทชิตให้ละเอียด เพื่อให้พนักงานอ่านจำนวนได้ง่ายและถูกต้อง

จากตารางที่ 5 พบว่าแนวทางที่ผู้วิจัยจะใช้ในการปรับปรุงการทำงานมี 3 แนวทาง คือ การทำให้ง่ายขึ้น การจัดเรียงใหม่ สำหรับลดความสูญเปล่าจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม และการกำจัดสำหรับลดความสูญเปล่าจากการมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไป โดยผู้วิจัยจะเสนอแนวทางในการลดความสูญเปล่าตามลำดับ ดังนี้

แนวทางลดความสูญเปล่าจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม

1) วิธีการลดความสูญเปล่าผู้วิจัยได้หาวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหามีวิธีการดังนี้

ออกแบบสเกลนับจำนวนพาเลทชิต ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบสเกลนับจำนวนให้มีความละเอียดมากกว่าเดิมเพื่อลดความผิดพลาดในการอ่านค่าจำนวนพาเลทชิตให้กับพนักงาน แสดงสเกลนับจำนวนสถานะอนาคตดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 สเกลนับจำนวนพาเลทชิตสถานะอนาคต

ออกแบบฟังก์ชันการกรอกข้อมูลในไฟล์เอกซ์เซล ให้มีความถูกต้อง เนื่องจากลูกค้าแต่ละกลุ่มจะระบุจำนวน พาเลทชิตที่ต่างกันไป ซึ่งทางโรงงานได้แยกรูปแบบการ รongพาเลทชิตไว้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รูปแบบการรongพาเลทชิต

ขนาด (ลิตร)	จำนวนพาเลทชิตแต่ละรูปแบบ (แผ่น)		
	รongเต็มชั้น	รongลดชั้น Phase 1	รongลดชั้น Phase 2
0.33	8	5	4
0.6	6	4	3
1.5	4	3	3

จากตารางที่ 6 พบว่าพนักงาน ไม่ได้กรอกข้อมูล จำนวนพาเลทชิตให้ตรงกับรูปแบบการรongพาเลทชิต ตามที่โรงงานได้กำหนดไว้ในลูกค้าแต่ละราย ผู้วิจัยจึงได้ เพิ่มฟังก์ชันช่วยในการกรอกข้อมูลให้มีความสมบูรณ์ เพื่อ ลดความเบี่ยงเบนของข้อมูล โดยผลการออกแบบดังกล่าว แสดงดังรูปที่ 8

จากรูปจะเห็นว่าเมื่อมีการสร้างฟังก์ชันเพิ่มเข้าไป ใหม่ได้มีการกำหนดกลุ่มลูกค้าและขนาดที่ผลิตในแต่ละวัน ซึ่งจะมียอดจำนวนพาเลทชิตที่ใช้ปรากฏขึ้นมาอัตโนมัติ โดย จะมีช่องเปรียบเทียบระหว่างจำนวนพาเลทชิตที่พนักงาน แจ้งใช้กับที่สูตรคำนวณอัตโนมัติ ซึ่งหากทั้งสองคอลัมน์ เท่ากันจะขึ้นสถานะปกติ คือ สีเขียว แต่ถ้าคอลัมน์ P (ช่อง

ที่พนักงานได้ตรวจสอบจำนวน) มากกว่าคอลัมน์ Q (ข้อมูล ในระบบ SAP) จะปรากฏสถานะสีเหลือง คือ Gain และถ้า คอลัมน์ P (ช่องที่พนักงานได้ตรวจสอบจำนวน) น้อยกว่า คอลัมน์ Q (ข้อมูลในระบบ SAP) จะปรากฏสถานะสีแดง คือ Loss ซึ่งจะช่วยพนักงานสำหรับการควบคุมด้วยการ มองเห็น (Visual Control) ระดับจำนวนพาเลทชิตด้วย สายตาได้

A	B	C	D	E	F	G
Date	Shift	PO	Format	Customer	No. Pallet sheet per pallet	list
2/4/2020	M	34173962	1.5 L	Re	3	Batch Pallet sheet SSCC Pallet sheet Quantity
	A	0.33 L 0.6 L 1.5 L		บรรจจวด	4	Batch Pallet sheet SSCC Pallet sheet Quantity
	N	3417394	1.5 L	Full	4	Batch Pallet sheet SSCC Pallet sheet Quantity
3/4/2020	M	34186306	1.5 L	Full		Batch Pallet sheet let sheet
	A	34186	Full Reduce Phase1 Reduce Phase2			let sheet let sheet let sheet
	N	34186307	1.5 L	Darkline Phase1	4	SSCC Pallet sheet

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	2	3	4	5	Total Pallet	เทน (Pack)	Output (Pack)	Material usage	Actual Usage	Different
14122019	14122019						14250	570	570	0
2850	22850									
260	290									
14122019	14122019	14122019						990	990	0
22850	28381	32391								
210	500	280								
14122019	14122019	23122019					24750	990	990	0
32913	32145	32081								
290	500	200								
23122019	23122019	23122019							747	-2
3208	3192	3208								
23122019	23122019	23122019					25502	681	680	1
68785	64985	68723								
32	500	148								
23122019							24008	641	643	-2
68723	68693									
359	291									
23122019							30004	801	802	-1
68693	68754	68839								
209	500	93								

รูปที่ 8 ไฟล์ที่ใช้กรอกข้อมูลพาเลทชิตสถานะอนาคต

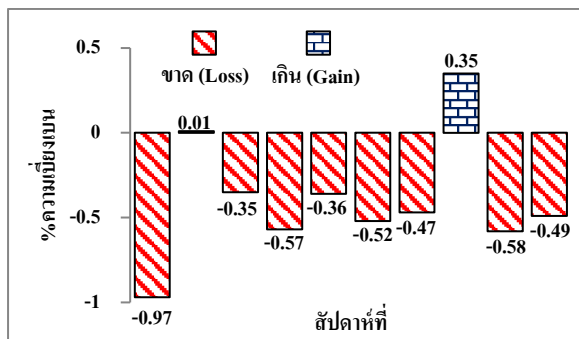
2) ข้อมูลหลังลดความสูญเสียและการควบคุม กระบวนการ

เวลาการทำงานขั้นตอนการตรวจสอบพาเลทชิต หลังปรับปรุง ผลจากการปรับปรุงส่งผลให้เวลาในการ ทำงานลดลง จากการใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 7 จากตารางพบว่า เวลาใน การตรวจสอบจำนวนพาเลทชิตลดลงเหลือ 270 วินาที และ ระยะทางในการเดินของพนักงานลดลงเหลือ 2 เมตร เนื่องจากพนักงานไม่ต้องเดินไปดูสเกลนับจำนวนหลาย รอบจึงลดระยะทางในการทำงานลงด้วย

ตารางที่ 7 ผลจากแผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจสอบ
พาเลทซีทสถานอนาคต

ลำดับ	กระบวนการ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ประเภท กิจกรรม
1	ตรวจสอบจำนวน พาเลทซีท ณ สเกลนับ	60	ตรวจสอบ
2	เดินกลับมายังโต๊ะทำงาน	30 (2 m.)	เคลื่อนย้าย
3	กรอกข้อมูลลงในไฟล์ เอกซ์เซล	120	ปฏิบัติงาน
4	ตรวจสอบข้อมูลใน SAP	60	ตรวจสอบ
รวม		270	

ค่าความเบี่ยงเบนจำนวนพาเลทซีทสถานอนาคต
หลังจากปรับปรุงผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบน
ของจำนวนพาเลทซีท แสดงดังรูปที่ 9 พบว่า เปอร์เซนต์ค่า
เบี่ยงเบนของจำนวนพาเลทซีท ลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมี
ค่าขาดและเกินลดลงเท่ากับ (-0.97, 0.35) แสดงว่าวิธีการ
ปรับปรุงสามารถลดปัญหาได้



รูปที่ 9 เปอร์เซนต์ความเบี่ยงเบนของจำนวนพาเลทซีท
สถานอนาคต

การควบคุมกระบวนการ จากที่ผู้วิจัยได้มีการ
ออกแบบสเกลนับจำนวนพาเลทซีทและออกแบบฟังก์ชัน
ในไฟล์เอกซ์เซลใหม่ เพื่อกรอกจำนวนการใช้พาเลทซีทให้
พนักงานและอธิบายวิธีการใช้งานให้กับคนที่รับผิดชอบได้
เข้าใจถึง และเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ผู้วิจัยจึง
จัดทำทริเอนหนึ่งประเด็น (One Point Lesson: OPL) เพื่อ
เป็นเครื่องมือในการสื่อสารให้ความรู้แก่พนักงานได้เรียนรู้
และปฏิบัติตาม

แนวทางลดความสูญเปล่าจากการมีสินค้าคงคลังมาก
เกินไป จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ผู้วิจัยจึงได้
หาวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาโดยการเลือกใช้ตัวแบบ
ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดที่สุดที่มีการเติมเต็มแบบ
ทยอยเข้า (Economic Production Quantity Model: EPQ)
กรณีที่ผลิตและใช้สินค้าคงคลังไปพร้อมกัน [13]

1) สมมติฐานของตัวแบบ งานวิจัยใช้วิธีของ Peterson-
Silver Rule มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของความต้องการ
หรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความแปรปรวน
(Variability Coefficient: VC) [14] ดังสมการที่ (1)

$$VC = \frac{n \sum_{t=1}^n D_t^2}{(\sum_{t=1}^n D_t)^2} - 1 \quad (1)$$

โดยที่ D_t คือ ความต้องการตลอดฟรiform ในแต่ละ
เดือน ($n = 12$ เดือน)

ถ้าหากค่า $VC < 0.25$ แสดงว่าระดับความต้องการ
สินค้ามีลักษณะคงที่ สามารถใช้ EPQ ในการคำนวณ
ปริมาณการสั่งผลิตได้

ถ้าหากค่า $VC \geq 0.25$ แสดงว่าระดับความต้องการ
สินค้ามีความแปรปรวน ให้ใช้ Dynamic Lot Sizing Model
ในการหาคำตอบ

จากผลการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน
(VC) ของความต้องการตลอดฟรiformแต่ละขนาดแสดง
ดังตารางที่ 8 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของ
ความต้องการของตลอดฟรiformทั้งสามขนาดมีค่าน้อย
กว่า 0.25 ดังนั้น สามารถใช้ตัวแบบปริมาณการสั่งผลิตที่
ประหยัดที่สุดได้

ตารางที่ 8 ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

ขนาด (ลิตร)	$\sum_{t=1}^{12} D_t$	$(\sum_{t=1}^{12} D_t)^2$	$\sum_{t=1}^{12} D_t^2$	VC
0.33	8,294,400	6.88×10^{13}	5.85×10^{12}	0.021
0.6	5,954,400	3.55×10^{13}	2.99×10^{12}	0.014
1.5	3,525,120	1.24×10^{13}	1.06×10^{12}	0.027

2) ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดที่สุด (EPQ) หรือ Q สามารถหาได้จากสมการที่ (2) คือ

$$EPQ = \sqrt{\frac{2DP}{H} \times \frac{r}{(r-d)}} \quad (2)$$

โดยที่ D คือ อัตราความต้องการหลอดฟลูออเรสเซนต์

P คือ ต้นทุนการสั่งผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์

H คือ ต้นทุนการเก็บรักษาหลอดฟลูออเรสเซนต์

r คือ อัตราการผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์

d คือ อัตราการนำหลอดฟลูออเรสเซนต์ไปใช้

ปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุด (Q_M) สามารถหาได้จากสมการที่ (3) คือ

$$Q_M = \left(\frac{Q}{D}\right) \times (r-d) \quad (3)$$

ต้นทุนสินค้าคงคลัง (Total Cost: TC) สามารถหาได้จากสมการที่ (4) คือ

$$TC = \frac{PD}{Q} + \frac{HQ}{2} \left(1 - \frac{d}{r}\right) \quad (4)$$

3) ผลของตัวแบบแสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ EPQ

ตัวแปร	ขนาดหลอดฟลูออเรสเซนต์		
	0.33	0.6	1.5
D (หลอด/ปี)	8,294,400	5,954,400	3,525,120
P (บาท/ครั้ง)	16.67	16.67	16.67
H (บาท/หลอด/ปี)	0.33	0.33	0.33
r (หลอด/วัน)	25,000	17,000	10,000
d (หลอด/วัน)	23,040	16,540	9,792
EPQ (หลอด/ครั้ง)	103,375	149,089	130,839
Q_M (หลอด/วัน)	8,105	4,034	2,721
TC (บาท/ปี)	2,675	1,331	898

จากตารางที่ 9 พบว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละขนาดมี

ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดที่สุดเท่ากับ 103,375 หลอด 149,089 หลอด และ 130,839 หลอด ตามลำดับ มีปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุด เท่ากับ 8,105 หลอด 4,034 หลอด และ 2,721 หลอด ตามลำดับ และต้นทุนสินค้าคงคลังแต่ละขนาดเท่ากับ 2,675 บาท 1,331 บาท และ 898 บาท ตามลำดับ

4) เปรียบเทียบผลจากการใช้ตัวแบบปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดที่สุด พบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถ

ลดปริมาณของสินค้าคงคลังได้ จากตารางที่ 10 พบว่าปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลังของหลอดฟลูออเรสเซนต์ลดลงจากเดิมเท่ากับ 49,372 หลอด เหลือ 14,860 หลอด ส่งผลให้เวลาที่ปรากฏในแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะอนาคตลดลงจาก 1,975 วินาที เป็น 594 วินาที หรือลดลง 1,381 วินาที

ลดต้นทุนสินค้าคงคลัง จากตารางที่ 10 พบว่าเดิมโรงงานกำหนดปริมาณการสั่งผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 0.33 ลิตร เท่ากับ 23,040 หลอด/ครั้ง ขนาด 0.6 ลิตร เท่ากับ 16,540 หลอด/ครั้ง และขนาด 1.5 ลิตร เท่ากับ 9,792 หลอด/ครั้ง ทำให้มีต้นทุนสินค้าคงคลังรวมทั้งสามขนาดเท่ากับ 18,405 บาท/ปี ดังนั้นเมื่อใช้ตัวแบบปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดที่สุดพบว่าต้นทุนสินค้าคงคลังรวมทั้งสามขนาดลดลงเหลือ 4,904 บาท/ปี

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบผลการใช้ EPQ

สถานะ	จำนวน (หลอด)	เวลา (วินาที)	ต้นทุน (บาท/ปี)
ปัจจุบัน	49,372	1,975	18,405
อนาคต	14,860	594	4,904

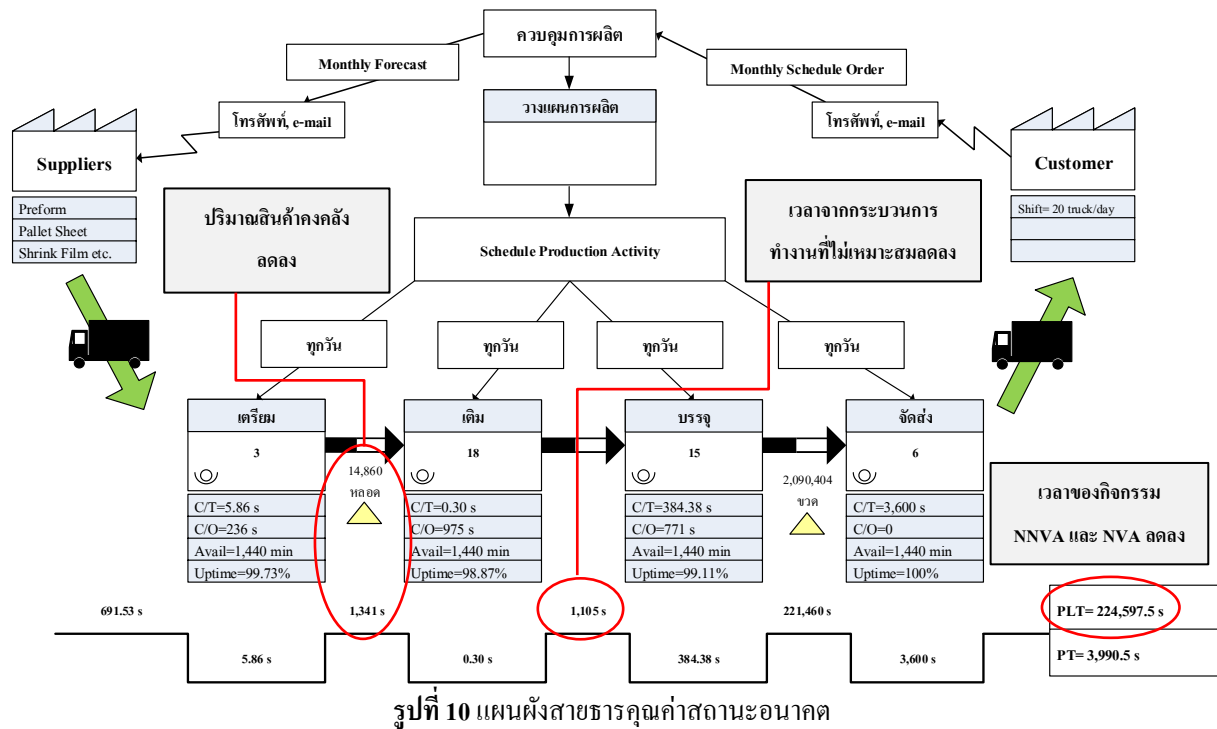
4.5 แผนผังสายธารคุณค่าในสถานะอนาคต

จากการลดความสูญเปล่าที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้แผนผังสายธารคุณค่าถูกเปลี่ยนไป สามารถสรุปได้ดังนี้

1) กระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม ผลของการลดความสูญเปล่า พบว่าเวลาในการทำงานลดลงจาก 900 วินาที เหลือ 270 วินาที ซึ่งเวลาดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่ไม่มีเพิ่มคุณค่า 1,105 วินาที ในแผนผังสายธารคุณค่าสถานะอนาคต

2) การมีสินค้าคงคลังมากเกินไป ผลของการลดความสูญเปล่าทำให้ปริมาณการจัดเก็บหลอดพีเอฟอาร์ลดลงจาก 49,372 หลอด เป็น 14,860 หลอด และเวลาการจัดเก็บลดลงจาก 1,975 วินาที เป็น 594 วินาที ซึ่งเวลาดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่ไม่เพิ่มคุณค่าของกิจกรรมย่อยอื่นรวมกันเป็น

1,341 วินาที แสดงในแผนผังสายธารคุณค่าสถานะอนาคต แสดงดังรูปที่ 10 และผลจากการลดปริมาณสินค้าคงคลังทำให้ต้นทุนสินค้าคงคลังลดลงจาก 18,405 บาท/ปี เหลือ 4,904 บาท/ปี



ดังนั้นจากการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น เวลานำของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 228,588.1 วินาที หรือประมาณ 2.65 วัน โดยแบ่งเป็นกิจกรรม VA 1.8% กิจกรรม NNVA 59.6% และกิจกรรม NVA 38.6% แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดโดยจำแนกตามลักษณะกิจกรรม

กิจกรรม	ปัจจุบัน		อนาคต	
	เวลา (วินาที)	(%)	เวลา (วินาที)	(%)
VA	3,990.5	1.7	3990.5	1.8
NNVA	136,911.1	59.4	136,281.1	59.6
NVA	89,696.4	38.9	88,316.4	38.6
รวม	230,598.1	100	228,588.1	100

5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดสถานะปัจจุบันมีเวลานำเท่ากับ 230,598 วินาที และต้นทุนสินค้าคงคลัง (หลอดพีเอฟอาร์) เท่ากับ 18,405 บาท/ปี จากการใช้แผนผังสายธารคุณค่าทำให้สามารถค้น หาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต 4 ประการ คือ รอคอย (0.9%) เคลื่อนย้าย (1.4%) กระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (6.2%) และสินค้าคงคลัง (87.5%) งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางลดความสูญเปล่า 2 ประเด็นสำคัญ คือ ประเด็นแรก กระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม มีแนวทางในการลดความสูญเปล่า คือ ออกแบบสเกลนับจำนวนพาเลทชิต และออกแบบฟังก์ชันการกรอกข้อมูลในไฟล์เอกซ์เซลให้มีความถูกต้องครบถ้วน ประเด็นที่สอง คือ สินค้าคงคลังมากเกินไป มีแนวทางในการลดความสูญเปล่า คือ หาปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดที่สุด

กระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดสถานอนามัย เวลา นำ
ลดลงเหลือ 228,588 วินาที หรือลดลง 2,010 วินาที (33.5 นาที)
คิดเป็นร้อยละ 0.88 และต้นทุนสินค้าคงคลัง (หาลอดฟรiform)
เท่ากับ 4,904 บาท/ปี หรือลดลงร้อยละ 73.36

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถใช้แผนผังสายธารคุณค่าในการค้นหา
ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดได้ 4
ใน 8 ประการ ซึ่งจำนวนของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับ
ลักษณะเฉพาะของแต่ละกระบวนการผลิต และเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นหา และแม้ว่างานวิจัยนี้จะสามารถค้นหาและลด
ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นได้ แต่ร้อยละของกิจกรรม VA ยังมี
เพียง 1.8% ซึ่งมีย่าน้อย เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมผลิตสินค้า
ทั่วไปที่ควรมีกิจกรรม VA อย่างน้อย 5% นั้นหมายความว่า
กระบวนการผลิตยังมีความสูญเปล่าที่สามารถลดได้อีก ดังนั้น
งานวิจัยนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นของโรงงานกรณีศึกษาที่จะ
นำไปใช้สู่การทำไคเซน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ A.
K. Dhingra และ S. Kumar [15]

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

ควรประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer
Simulation Model) เพื่อเลียนแบบกระบวนการผลิต และเป็น
แนวทางในการทวนสอบมาตรการในการกำจัดความสูญเปล่า
ที่เกิดขึ้น เพราะการนำแนวทางในการปรับปรุงไปใช้ในการ
ปฏิบัติจริงบางอย่างอาจทำได้ยาก เช่น ต้องใช้เงินลงทุน
ค่อนข้างสูง จำนวนแรงงานมีจำกัด สถานการณ์โรคระบาด
เป็นต้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ควรทำการทดลองผ่าน
การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เช่น
ProModel และ Arena เป็นต้น มาเป็นเครื่องมือช่วยให้มองเห็น
ภาพรวมทั้งหมดผ่านแบบจำลองก่อนที่จะนำไปสู่การแก้ไข
ปัญหาจริง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย พ.ศ. 2563 จาก
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี และขอขอบคุณโรงงานน้ำ
ดื่มบรรจุขวดกรณีศึกษาที่ได้ให้ข้อมูลวิจัย ตลอดจนสาขาวิชา
เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ที่สนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์ในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] NALISA, “bottled water market” *marketeeronline.co*.
<https://marketeeronline.co/archives/217681> (accessed Jun.
28, 2021)
- [2] M. Helmold, “Basics in Lean Management,” in *Lean
Management and Kaizen: Fundamentals from Cases and
Examples in Operations and Supply Chain Management*,
Cham, Switzerland: Springer, 2020, pp. 1–14.
- [3] N. Balakrishnan, “Toyota Production System,” in
*Dependability in Medicine and Neurology: Using
Engineering and Management Principles for Better
Patient Care*, Cham, Switzerland: Springer International
Publishing, 2015, pp. 239–260.
- [4] R. S. Barot, K. Raval, H. Beravala and A. Patel,
“Implementation of lean practices in water heater
manufacturing industry,” *Materials Today: Proceedings*,
vol. 38, pp. 2227–2234, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.
2020.06.304.
- [5] A. K. Dhingra, S. Kumar, and B. Singh, “Cost reduction
and quality improvement through Lean-Kaizen concept
using value stream map in Indian manufacturing firms,”
*International Journal of System Assurance Engineering
and Management*, vol. 10, no. 4, pp. 792–800, 2019,
doi: 10.1007/s13198-019-00810-z.
- [6] P. Ribeiro, J. C. Sa, L. P. Ferreira, F. J. G. Silva, M. T.
Pereira and G. Santos, “The Impact of the Application
of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic
Company: a case study,” *Procedia Manufacturing*, vol.
38, pp. 765–775, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.
104.
- [7] Kanitsorn Poonikom, “Efficiency Improvement in
Manufacturing Process by Improvement Technique
Case Study: Drinking Water Bai-Pai-Keaw”, in
Industrial Engineering Networking Conference 2017,
Chiang Mai, Thailand, 2017, pp.150–155.

- [8] W. Jantana and W. Sapsanguanboon, "Productivity Improvement in Ceramic Production Process: A Case Study of Factory in Samut Prakan Province," *Songklanakarin Journal of Management Sciences*, vol. 37, no. 2, pp. 58–83, 2020.
- [9] W. Cheewaworanontree, P. Rontlaong, and N. Boonrak, "Motion and Time Study: A Case Study on A Short-Time Hydrostatic Failure Pressure Testing Process of Rigid PVC Plain-End Pipes," *The Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University*, vol. 6, no. 1, pp. 26–38, 2018.
- [10] P. Krailomsom, T. Miengarom, W. Leelawan "Increasing the Efficiency of the Bottled Water Packaging Process Movement by Using the Kaizen Concept: Case Study Drinking Water Factory," *Industrial Technology Research Journal Phranakhon Rajabhat University*, vol.3, no. 2, pp.1–8, 2020.
- [11] W. Impho and K. Poonikom, "Increasing efficiency in the production process of drinking water using lean technical: Case study of drinking water Thanthip production," *SNRU Journal of Science and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 653–660, 2017
- [12] P. Roh, A. Kunz and K. Wegener, "Information stream mapping: Mapping, analysing and improving the efficiency of information streams in manufacturing value streams," *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 25, pp. 1–13, 2019, doi: 10.1016/j.cirpj.2019.04.004.
- [13] N. Thinakaran, J. Jayaprakas and C. Elanchezhian, "Survey on Inventory Model of EOQ & EPQ with Partial Backorder Problems," *Materials Today: Proceedings*, vol. 16, pp. 629–635, 2019, doi: 10.1016/j.matpr.2019.05.138.
- [14] A. A. Taleizadeh, V. R. Soleymanfar and K. Govindan, "Sustainable economic production quantity models for inventory systems with shortage," *Journal of Cleaner Production*, vol. 174, pp. 1011–1020, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.222.
- [15] S. Kumar, A. K. Dhingra and B. Singh, "Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 96, no. 5–8, pp. 2687–2698, 2018, doi: 10.1007/s00170-018-1684-8.