

การลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุดินสอสี

Waste Reduction in Packing Process of Coloured Pencils

ธนิดา สุนาร์ักษ์

ภาควิชาวิศวกรรมกระบวนการและอุตสาหกรรม สถาบันวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

Email: thanidasunarak@mut.ac.th

Manuscript Received July 30, 2023

Revised August 25, 2023

Accepted September 2, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุดินสอสี โดยทำการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการ โดยพบความสูญเสีย 3 ด้าน คือ ความสูญเสียด้านการรอคอย ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว และความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย โดยความสูญเสียด้านการรอคอยและด้านการเคลื่อนไหว เลือกพิจารณาที่วิธีการทำงานและพื้นที่การทำงาน ซึ่งเกิดจากการจัดวางลังบรรจุดินสอสีไม่เหมาะสม และการระบุตำแหน่งลังและกล่องลำเลียงไม่ชัดเจน ทำให้พนักงานใช้สายตามองหาดินสอสีในลัง และความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย เลือกพิจารณาที่ตัวระบุตำแหน่งของเครื่องบรรจุดินสอสีขาดประสิทธิภาพ จากความสูญเสียดังกล่าวทั้ง 3 ด้าน จึงได้ทำการปรับปรุงตำแหน่งผังการทำงานในกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการคลังสินค้าด้วยการจัดเรียงตามอัตราในการใช้งาน และปรับปรุงตัวระบุตำแหน่ง โดยประยุกต์ใช้หลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผลจากการดำเนินงานวิจัย พบว่าสามารถลดความสูญเสียด้านการรอคอย โดยดินสอสี 12 สี จากเดิมใช้เวลา 0.93 วินาทีต่อกล่อง ลดเหลือ 0.54 วินาทีต่อกล่อง คิดเป็นลดลงร้อยละ 41.94 หรือจากเดิมใช้เวลา 579 วินาทีต่อรอบ ลดเหลือ 338 วินาทีต่อรอบ คิดเป็นลดลงร้อยละ 41.62 ส่วนดินสอสี 24 สี จากเดิมใช้เวลา 3.42 วินาทีต่อกล่อง ลดเหลือ 1.87 วินาทีต่อกล่อง คิดเป็นลดลงร้อยละ 45.03 หรือจากเดิมใช้เวลา 1148 วินาทีต่อรอบ ลดเหลือ 629 วินาทีต่อรอบ คิดเป็นลดลงร้อยละ 45.21 ลดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว โดยดินสอสี 12 สี จากเดิมใช้ระยะทาง 254.33 เมตร ลดลง

เหลือ 109.61 เมตร คิดเป็นลดลงร้อยละ 56.90 ส่วนดินสอสี 24 สี จากเดิมใช้ระยะทาง 359.41 เมตร ลดเหลือ 218.33 เมตร คิดเป็นลดลงร้อยละ 39.25 และลดความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย โดยดินสอสี 12 สี จากเดิมมีของเสียร้อยละ 0.24 ลดเหลือร้อยละ 0.12 คิดเป็นลดลงร้อยละ 50.00 ส่วนดินสอสี 24 สี จากเดิมมีของเสียร้อยละ 0.39 ลดเหลือร้อยละ 0.13 คิดเป็นลดลงร้อยละ 66.67

คำสำคัญ: การลดความสูญเสีย อีซีอาร์เอส การจัดการคลังสินค้า การออกแบบเชิงวิศวกรรม กระบวนการบรรจุดินสอสี

ABSTRACT

This research aims to reduce waste produced during the packing process of coloured pencils. Cause and effect diagram was applied as the tool to find the causes of the waste in the a packing process. There were three main causes of waste: delay, motion and defect. Delay and motion, method and workspace were analyzed. It was found that the arrangement of the crates was not proper and the positioning of the crate and boxes was unclear. These led to employees intervened because of using their eyesight to find coloured pencils in boxes. Defect, positioning equipment was investigated. It was found that the equipment was inefficient. These 3 issues were solved by adjusting the layout of the packing process with the application of FSN analysis of warehouse management and improving the positioning equipment by applying engineering design theory. The results showed that the waste of the delay of 12 coloured

pencils was reduced from 0.93 second per box to 0.54 second per box, representing 41.94 percent of decrement, or reduced from 579 seconds per cycle to 338 seconds per cycle, representing 41.62 percent decrease. For 24 coloured pencils, the waste of the delay was reduced from 3.42 seconds per box to 1.87 seconds per box, representing 45.03 percent of decrement, or reduced from 1148 seconds per cycle to 629 seconds per cycle, representing 45.21 percent of decrement. Furthermore the waste of the motion of 12 coloured pencils was reduced from 254.33 meters to 109.61 meters, representing 56.90 percent of decrement. For, 24 coloured pencils, the waste of the motion was reduced from 359.41 meters to 218.33 meters, representing 39.25 percent of decrement. Finally, the waste of the defect of 12 coloured pencils was reduced from 0.24 percent to 0.12 percent, representing 50.00 percent of decrement. For, 24 coloured pencils, the waste of the defect was reduced from 0.39 percent to 0.13 percent, representing 66.67 percent of decrement.

Keywords: Waste Reduction, ECRS, Warehouse Management, Engineering Design, Coloured Pencils Packing Process

1. บทนำ

เครื่องเขียนเป็นสิ่งที่อยู่ในชีวิตของผู้คนมาเป็นเวลานาน เป็นสิ่งของที่จำเป็นในชีวิตประจำวันของคนทุกเพศทุกวัย ทุกอาชีพ เครื่องเขียนเป็นสินค้าที่มีความหลากหลายประเภท เช่น ดินสอ ปากกาประเภทต่าง ๆ สีประเภทต่าง ๆ ดินสอสี หรือ อุปกรณ์วาดเขียน เป็นต้น โครงสร้างของธุรกิจเครื่องเขียนประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญ ๆ คือ ภาคการผลิตและภาคการค้า ข้อมูลจากเว็บไซต์ Euromonitor ระบุว่า ตั้งแต่ปี 2548 จนถึงปี 2562 มูลค่าตลาดในอุตสาหกรรมเครื่องเขียนแบบค้าปลีกนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี 2562 มีมูลค่า 15,950 ล้านบาท ซึ่งมีแนวโน้มเติบโตจากปี 2561 ที่ร้อยละ 5 [1] อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดวิกฤติการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ความต้องการเครื่องเขียนนั้นก็หายไป จากรายงานของ Euromonitor เมื่อเดือนมกราคมของปี 2564 พบว่าอุตสาหกรรมเครื่องเขียนของประเทศไทยได้รับผลกระทบ โดยมูลค่าของตลาดเหลือ 14,338 ล้านบาทโดยประมาณ สำหรับปี 2563 ซึ่งหดตัวต่ำกว่าปี 2560 และถือเป็นการหดตัวครั้งแรก หลังจากที่เคยเติบโตมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2558 โดยคาดการณ์ว่าตลาดเครื่องเขียนในประเทศไทยจะหดตัวลงอีกในช่วงปี 2564 - 2567 ที่จะอยู่ในระดับ

13,000 ล้านบาท ก่อนที่จะกลับมาขึ้นที่ 14,000 ล้านบาทในปี 2568 [2] ปัจจุบันการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรมเครื่องเขียนในประเทศไทยอยู่ในสภาวะชะลอตัวเนื่องจากกำลังซื้อที่ลดน้อยลงไป และยังมีผลกระทบจากเศรษฐกิจที่ส่งผลให้ธุรกิจประเภทนี้มีความต้องการน้อยลง ทั้งด้านการศึกษา หรือการค้าก็ต่างนำเทคโนโลยีมาใช้ในการประกอบธุรกิจเพื่อปรับรูปแบบให้เข้าตามยุคสมัย ซึ่งในปัจจุบันผู้ประกอบการเองก็ต้องมีการปรับตัวให้ธุรกิจที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันอยู่รอดจากผลกระทบที่กล่าวไว้ และการลดความสูญเสียก็เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ประกอบการดำเนินกิจการได้อย่างมั่นคงในยุคที่ความต้องการน้อยลง [3]

บริษัทกรณีศึกษาประกอบธุรกิจในการการผลิตและส่งออกสินค้าเครื่องเขียนประเภทดินสอสีทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ จากการศึกษาปัญหาในบริษัทดังกล่าว พบว่ามีความสูญเสียเกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง ซึ่งมีขั้นตอนในการผลิตเริ่มต้นจากการพับกล่องให้ได้รูป หลังจากนั้นพนักงานจะนำกล่องมาวางที่โต๊ะเพื่อรอการบรรจุดินสอสี จากนั้นพนักงานบรรจุดินสอสีลงกล่อง แล้วนำกล่องที่บรรจุแล้ววางบนโต๊ะ จากนั้นมีพนักงานมานำกล่องที่บรรจุแล้วไปปิดฝา แล้วนำไปใส่ลังเพื่อเข้าสู่กระบวนการอบฟิล์มกล่องดินสอสี ซึ่งจากการสังเกตพบปัญหาเรื่องการสูญเสียเวลาด้านการรอคอย พบว่าเวลาที่พนักงานต้องคอยหาดินสอสีจากลังที่บรรจุดินสอสีเพื่อไปเติมลงในเครื่องก่อนบรรจุลงกล่อง ซึ่งในแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 10 นาที วันละประมาณ 7 ครั้ง ทั้งนี้ยังพบการจัดวางลังบรรจุดินสอสีที่ไม่เป็นระเบียบส่งผลให้เกิดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว กล่าวคือพนักงานต้องเดินหาดินสอสี หรือเดินผ่านสถานีงานต่าง ๆ อย่างไม่เป็นระบบ อีกทั้งพบปัญหาด้านการผลิตของเสีย โดยเมื่อเวลาพนักงานทำงานกับเครื่องบรรจุดินสอสี พนักงานต้องอาศัยความชำนาญในการคาดคะเนจุดที่จะใส่ดินสอสี จึงมักเกิดความผิดพลาดที่ดินสอสีลงกล่องไม่ครบทุกแห่ง มีการหลุดออกข้างนอกจนเกิดเป็นของเสียเพราะดินสอสีที่ตกลงพื้นแล้วด้านที่เหลาแล้วจะหักซึ่งจะนำกลับมาบรรจุลงกล่องไม่ได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องลดความสูญเสียดังกล่าวข้างต้นเพื่อให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงดำเนินการโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุดินสอสีทั้ง 3 ด้าน อันได้แก่ ความสูญเสียด้านการรอคอย ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว และความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย ดังกล่าวข้างต้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)

ในกระบวนการผลิตมักจะพบว่ามี ความสูญเสียต่างๆ แฝงอยู่ ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ใช้เวลานานในการผลิต สินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากมาย [4 - 6]

แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota production system) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ อันได้แก่

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)
4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
5. ความสูญเสียเนื่องจากการกระบวนการผลิต (Processing)
6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)
7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป: การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินไปความต้องการ หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in process) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง: การซื้อวัสดุคราวละมาก ๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินไปจนความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง: การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว: ทำทางการทำงานที่ไม่

เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มด้วยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

ความสูญเสียเนื่องจากการกระบวนการผลิต: กระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย: การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย: เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

2.2 อีซีอาร์เอส (ECRS)

ECRS เป็นเครื่องมือลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ ที่สามารถปรับใช้ได้ทุก ๆ ส่วนงาน เพื่อการพัฒนาการผลิต การให้บริการและสร้างความสามารถในการแข่งขัน สิ่งสำคัญคือ การตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของผู้ซื้อสินค้าและผู้รับบริการ [5 - 7]

กำจัด (Eliminate: E) คือ การตัดสิ่งที่ไม่จำเป็นในกระบวนการหรือในระบบออกไป เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานให้สั้นลง

รวม (Combine: C) คือ การหาวิธีรวมงานเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาในการทำงาน ซึ่งในบางกรณียังช่วยลดจำนวนแรงงานที่ต้องใช้ของงานนั้นอีกด้วย

จัดใหม่ (Rearrange: R) คือ การจัดเรียงใหม่ จัดลำดับความสำคัญในการทำงานให้ง่ายขึ้น เพราะบางครั้งขั้นตอนการทำงานที่เข้ามาโดยตลอดอาจซ้ำซ้อนกับขั้นตอนแบบใหม่ที่สลับขั้นตอนการทำงานเพียงเล็กน้อย

ทำให้ง่าย (Simplify: S) คือ การปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานให้เสร็จเร็วขึ้น

2.3 การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management)

คลังสินค้า (Warehouse) หมายถึง พื้นที่ที่ได้วางแผนแล้วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและการเคลื่อนย้ายสินค้าและวัตถุดิบ โดยคลังสินค้าทำหน้าที่ ในการเก็บสินค้าระหว่างกระบวนการเคลื่อนย้าย เพื่อสนับสนุนการผลิตและการกระจายสินค้า ซึ่งสินค้าที่เก็บในคลังสินค้า สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ [8 - 9]

1. วัตถุดิบ ซึ่งอยู่ในรูป วัตถุดิบ ส่วนประกอบและชิ้นส่วนต่าง ๆ
2. สินค้าสำเร็จรูป จะนับรวมไปถึงงานระหว่างการผลิต

ตลอดจนสินค้าที่ต้องการทิ้งและวัสดุที่นำมาใช้ใหม่

การจัดการคลังสินค้าเป็นการจัดการในการรับ การจัดเก็บ รวมถึง การจัดส่งสินค้าให้ผู้รับเพื่อกิจกรรมการขาย เป้าหมายหลักในการบริหาร ดำเนินธุรกิจ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าก็เพื่อให้เกิดการดำเนินการเป็นระบบให้คุ้มกับการลงทุน การควบคุมคุณภาพของการเก็บ การหยิบสินค้า การป้องกัน ลดการสูญเสียจากการดำเนินงานเพื่อให้ต้นทุนการดำเนินงานต่ำที่สุด และการใช้ประโยชน์เต็มที่จากพื้นที่

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้การจัดการคลังสินค้าในส่วนของการแบ่งประเภทสินค้าตามอัตราในการใช้งาน (FSN Analysis)

ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ สินค้าแต่ละรายการมีอัตราการใช้งานแตกต่างกัน สินค้าบางรายการมีความต้องการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ บางรายการมีความต้องการใช้งานบ้างเป็นครั้งคราว การวิเคราะห์ด้วย FSN Analysis จะทำการแบ่งกลุ่มสินค้าออกเป็นสามประเภท ได้แก่ F S และ N ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยขึ้นอยู่กับรูปแบบของอุตสาหกรรม ดังนี้

วัตถุดิบประเภท F หรือ Fast-moving เป็นวัตถุดิบที่มีอัตราการใช้งานสูง

วัตถุดิบประเภท S หรือ Slow-moving เป็นวัตถุดิบที่มีอัตราการใช้งานปานกลาง

วัตถุดิบประเภท N หรือ Non-moving เป็นวัตถุดิบที่มีอัตราการใช้งานต่ำหรือ ไม่มีการใช้งานเลย

2.4 การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control)

วิธีการควบคุมกระบวนการที่มีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่งคือ การควบคุมด้วยประสาทสัมผัส โดยที่ “การควบคุม” หมายถึงการทำให้สิ่งผิดปกติปรากฏขึ้นมาชัดเจนและสามารถแยกออกมาจากสิ่งปกติได้ สำหรับคำว่า “ด้วยสายตา (visual)” ในที่นี้ขอแทนด้วยคำว่า “ประสาทสัมผัส” เนื่องจากวิธีการในการค้นหาสิ่งผิดปกติ ไม่จำเป็นต้องได้จากรูปสัมผัส คือสายตาเสมอไป แต่อาจจะมาจากสัมผัสอื่น ๆ ได้ คือ รสสัมผัส กลิ่นสัมผัส เสียงสัมผัส และผิวสัมผัส และจากที่กล่าวมานี้ สามารถนิยามความหมายของการควบคุมด้วยประสาทสัมผัสว่า คือการควบคุมดูแลผ่านการให้เกิดความสามารถรับรู้ถึงปัญหา ความผิดปกติ หรือความสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานโดยการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า (รูป รส กลิ่น เสียง สัมผัส) แล้วดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกันก่อนที่จะสภาพผิดปกติจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพขึ้นมา [10 - 11]

อิราโน [12] ได้เสนอถึงตัวอย่างของการใช้สื่อสัมผัสต่าง ๆ ที่มักจะได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมโดยทั่วไป ดังนี้

1. ฉลากแดง หรือ Red Tag จะเน้นสื่อสายตาที่ใช้แยกปัจจัยที่ไม่จำเป็นออกจากปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการผลิตในงานประจำวันที่สามารถทำให้ใครก็ได้สามารถทราบและเข้าใจได้
2. แผ่นป้าย หรือบอร์ดประกาศ ที่จะสื่อให้ทุกคนที่เกี่ยวข้องได้เข้าใจได้ง่าย ๆ ว่า มีอะไรอยู่ที่ไหน และปริมาณเท่าใด รวมถึงให้เข้าใจถึงประกาศ และกฎระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมกระบวนการ
3. เส้นสี ใช้แสดงแบ่งบริเวณระหว่างบริเวณทำงานและบริเวณทางเดิน โดยอาจจะใช้สีต่างๆ แสดงความหมายด้านความปลอดภัยด้วย เช่น สีแดง อาจจะแสดงถึงบริเวณอันตรายในการทำงาน
4. อังดง (andon) มีความหมายที่แสดงถึงแผงไฟ หรือไฟส่องสว่างที่ทำให้มองเห็นปัญหาที่ซ่อนเร้นอยู่

2.5 การออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design)

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้จะเริ่มจากการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงทำการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

และทำการวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมแล้วจึงทำการวางแผนและพัฒนาชิ้นงาน หรือวิธีการ เมื่อสร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบ หากมีข้อบกพร่องก็ให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สามารถใช้แก้ไขปัญหาลดหรือสนองความต้องการได้ และในที่สุดท้ายจะดำเนินการประเมินผลว่าสามารถใช้แก้ปัญหาลดหรือสนองความต้องการได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ [13 - 14]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารคลังสินค้าสำหรับโรงงานอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาและขั้นตอนการเบิกจ่ายวัตถุดิบ โดยทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการเบิกจ่ายวัตถุดิบ ด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล และวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล จากนั้นได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนการเบิกจ่ายวัตถุดิบตามหลักการ ECRS ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดขั้นตอนในกระบวนการเบิกจ่ายวัตถุดิบลง 3 ขั้นตอน จาก 13 ขั้นตอน เหลือ 10 ขั้นตอน ลดลงร้อยละ 23 และเวลาเฉลี่ยของขั้นตอนการเบิกจ่ายวัตถุดิบต่อ 1 ใบเบิก ลดลงจาก 88.18 นาที เหลือ 62.03 นาที คิดเป็นร้อยละ 29.66 โดยการกำหนดรหัสพื้นที่การจัดเก็บทำให้ทราบว่าจะวัตถุดิบนี้จัดเก็บที่ใด เข้าถึงได้ง่าย ถูกต้อง [15]

การศึกษาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาของชุมชนปากห้วยวังนอง จังหวัดอุบลราชธานี จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล รวมถึงวิเคราะห์ความสูญเสียทั้ง 7 ประการ และนำมาจัดเรียงลำดับความสำคัญด้วยแผนภูมิพาเรโต พบว่าการเกิดของเสียจากกระบวนการเผาส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุด เนื่องจากการเผาต้องใช้ความร้อนอุณหภูมิสูงทำให้ครกดินเกิดการแตกร้าว จึงได้ทำการออกแบบชั้นวางครกฝั่งลมและออกแบบวิธีการจัดเรียงครกใหม่ โดยผลลัพธ์ที่ได้พบว่าจากเดิมก่อนปรับปรุงกระบวนการเผาคงจะเกิดของเสียประมาณร้อยละ 10 ของ จำนวนครกทั้งหมดต่อเตา คือประมาณ 3,500 ชิ้นต่อการเผาต่อครั้ง หรือประมาณ 350 ชิ้น หลังปรับปรุงเกิดของเสียลดลงเหลือร้อยละ 3 ของจำนวนครกทั้งหมดต่อเตา หรือประมาณ 105 ชิ้น นอกจากนี้ได้ทำการออกแบบปาดเครื่องบดดิน เนื่องจากในขณะบดดินเครื่องบดดินจะมีความแรงจากการหมุนทำให้ดินกระเด็นออกมาจากเครื่อง ซึ่ง

สามารถลดความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น รวมถึงการผลิตที่ไม่เหมาะสมลงไปได้ [6]

การศึกษาเพื่อลดความสูญเสียของเวลาในการผลิตกระเทียมกลีบไทยบรรจุถุง โดยได้นำเทคนิคคลีนมาใช้ เริ่มจากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานโดยใช้แผนผังการไหลของกิจกรรม (Activity Flow Process Chart) ในการตัดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าให้กับกระบวนการ การสร้างแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) ในการหาจุดที่เป็นคอขวดของทั้งกระบวนการผลิต เพื่อทำการแก้ไขและลดระยะเวลาในการผลิตกระเทียมกลีบไทยในแต่ละขั้นตอน พบว่าสาเหตุอันเนื่องมาจากปัญหาความล่าช้าของแรงงานคนที่ไม่สามารถทำงานได้เร็วเทียบเท่าเครื่องจักรได้ จึงทำให้เกิดคอขวดขึ้นในบางขั้นตอนของการผลิต เป็นผลมาจากการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ และมีขั้นตอนการผลิตที่ทำให้มีความสูญเสียเกิดขึ้น จึงทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อให้การผลิตกระเทียมกลีบไทยนั้น สะดวก รวดเร็ว ปฏิบัติงานง่าย และพบว่าช่วยในการลดเวลาในการผลิตลงได้อย่างชัดเจน มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [16]

การศึกษาดำเนินการผลิตแบบลีนของบริษัทเครื่องเฟอร์นิเจอร์แห่งหนึ่งในประเทศอินโดนีเซีย เพื่อลดความสูญเสียในการผลิตวัสดุพื้น และพบว่าความสูญเสียหลักคือ ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว จึงทำการปรับปรุงโดยใช้เทคนิค 5W1H และ ECRS ซึ่งเป็นเครื่องมือตามหลักการของไคเซน (kaizen) โดยการพิจารณาภาระงานของผู้ปฏิบัติงานนั้นได้หลีกเลี่ยงปัญหาคอขวดและลดเวลานำ (lead time) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้น คือ เวลานำ ลดลงประมาณร้อยละ 4.79 และสามารถจัดสมดุลให้กับปริมาณงานของพนักงานได้ [17]

การศึกษาเกี่ยวกับความสูญเสียโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนความสูญเสียให้เป็นกำไร โดยได้ทำการศึกษาจากบริษัทผลิตถุงมือแห่งหนึ่ง ด้วยการทำแบบประเมินความสูญเสีย ซึ่งออกแบบมาจากรากฐานความสูญเสีย 7 ประการ ระบุความสำคัญแต่ละความสัมพันธ์ของความสูญเสีย 7 ประการ จากนั้นใช้เมทริกซ์แยกความสำคัญของแต่ละความสัมพันธ์ โดยใช้สเกลแยกความสำคัญจากน้อยไปมาก และใช้วิธีการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Methodology) มาใช้ในการกำจัดของเสีย ซึ่งผลลัพธ์ที่ออกมาคือ ในส่วนของการขนย้ายถุงมือไปที่กล่อง จำนวนสินค้าที่ไม่ได้ถูกขนย้ายลดลงร้อยละ 4 เวลานำรวมต่อชั่วโมงลดลงร้อยละ 80 ระยะทาง

คนย้ายถุงมือ ลดลงร้อยละ 19 การจัดเก็บในคลังลดลงเป็นร้อยละ 95 การผลิตเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 33 สินค้าคงคลังระหว่างผลิตลดลงร้อยละ 49 และระดับความยอดเยี่ยมของ 5ส เพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 150 [18]

ดังกล่าวข้างต้นพบว่าการวิจัยเพื่อลดความสูญเสียด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสูญเสีย 7 ประการ นั้นเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและแพร่หลาย ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคการบริการ และภาคการเกษตร ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการต่าง ๆ เช่น ECRS การควบคุมด้วยการมองเห็น การจัดการคลังสินค้า หรือ การออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ประยุกต์ใช้หลักการดังกล่าวในการดำเนินงานเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการบรรจุดินสอสีให้กับบริษัทธนศึกษา

3. การดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

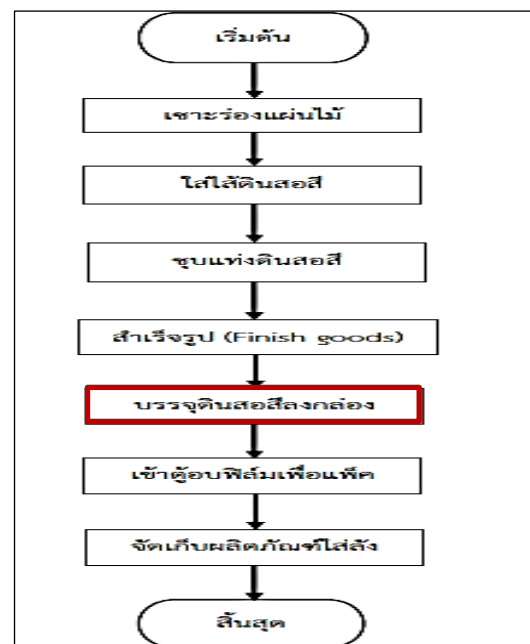
บริษัทธนศึกษาดำเนินงานผลิตดินสอและดินสอสี โดยมีกลุ่มลูกค้าเป็นร้านขายอุปกรณ์เครื่องเขียน และสถานศึกษา เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย เป็นต้น โดยมีการจัดจำหน่ายทั่วประเทศ ซึ่งผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 1 และกระบวนการผลิตดินสอสีแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 ผลิตภัณฑ์ของบริษัท

จากรูปที่ 2 พบว่ากระบวนการผลิตดินสอสีเริ่มจากการรับเอาแผ่นไม้มาจากผู้ผลิตภายนอก (Supplier) จากนั้นเริ่มทำการเตรียมแผ่นไม้โดยการเจาะร่องแผ่นไม้ให้ได้ขนาด แล้วนำไปใส่ไส้ดินสอ

ประกบติดกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องรับทำเพราะอาจจะทำให้ชิ้นงานผิดรูปร่างได้ จากนั้นนำไปเข้าเครื่องตัดออกมาเป็นแท่ง นำไปชุบเคลือบสีโดยมีทั้งสีรองพื้นและสีจริง หลังจากชุบเสร็จจะเข้าสู่กระบวนการสำเร็จรูป (Finish goods) ซึ่งจะเป็นการเหลาดินสอสีให้ได้ขนาด รวมถึงการตรวจสอบความเรียบร้อยก็จะทำในขั้นตอนนี้ หลังจากนั้นจะส่งไปยังกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง โดยจะมีการนำดินสอสีมาใส่ลงในเครื่องบรรจุแล้วทำการบรรจุตามขนาดของกล่องสีหรือตามความต้องการ หลังจากนั้นจะส่งไปยังตู้อบฟิล์มเพื่อแพ็คจากกล่องทีละกล่องให้เป็นแพ็คเกจรวมเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบจำนวนและสะดวกในการขนส่ง



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตดินสอสี

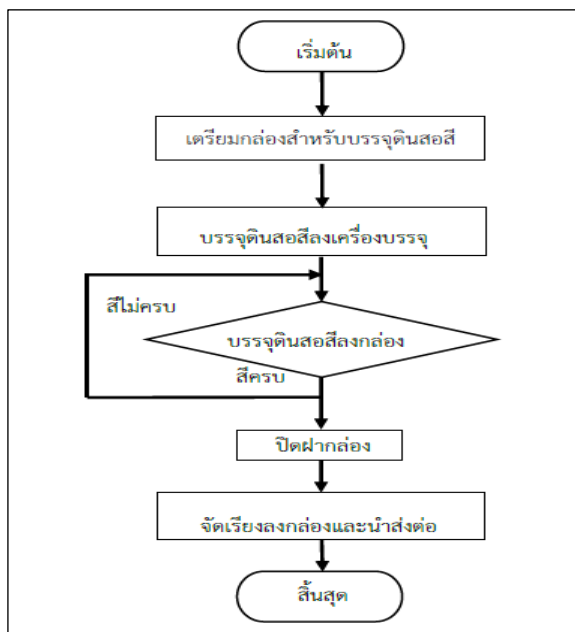
ผลิตภัณฑ์รูปแบบต่าง ๆ มีกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกัน แต่จะแตกต่างกันในเรื่องของรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่นำมาใช้บรรจุในกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากระบวนการนี้มีความสูญเสียเกิดขึ้น 3 ด้าน คือ ความสูญเสียด้านการรอคอย ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว และความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงกระบวนการดังกล่าว อย่างไรก็ตามกระบวนการอื่น เช่น เจาะร่องแผ่นไม้ เข้าตู้อบฟิล์มเพื่อแพ็ค นั้นไม่พบความสูญเสียเกิดขึ้น เนื่องจากใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการทำงาน อีกทั้งบางกระบวนการ เช่น ชุบ

แท่งดินสอสีนั้นพบปัญหาในกระบวนการด้วยเช่นกัน แต่ทางบริษัท ภูมิศึกษาต้องการให้ดำเนินการนำร่องกับกระบวนการบรรจุดินสอสี ลงกล่อง โดยขอเขตงานวิจัยมุ่งเน้นที่การบรรจุดินสอสี 12 สี และ 24 สี เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์หลักของบริษัท โดยข้อมูลความสูญเสีย ทั้ง 3 ด้าน จะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

3.2 การศึกษาวิเคราะห์กระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง

ในหัวข้อนี้จะได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการบรรจุ ดินสอสีลงกล่อง เพื่อค้นหาปัญหาและสาเหตุของความสูญเสียด้าน ต่าง ๆ เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

กระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่องมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3 ซึ่งรายละเอียดการทำงานแสดงดังตารางที่ 1 พบว่าในขั้นตอนการ ทำงานมีพนักงานทั้งหมด 10 คน โดยในขั้นตอนบรรจุดินสอสีลง เครื่องบรรจุ มีพนักงาน 2 คน ซึ่งสองคนนี้เป็นสองคนเดียวกับ ขั้นตอนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง จากจุดนี้ได้ก่อให้เกิดความสูญเสีย ทางด้านการรอคอย และการเคลื่อนไหว โดยจะกล่าวในรายละเอียด ต่อไป

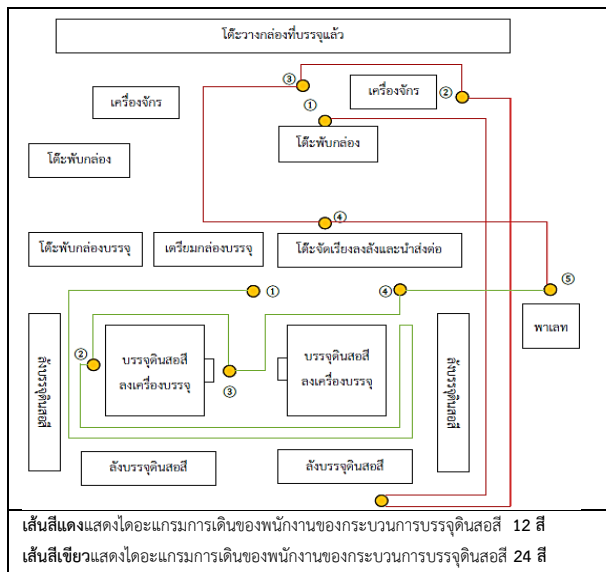


รูปที่ 3 กระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง

ภาพประกอบแต่ละขั้นตอน	ขั้นตอนการทำงาน	จำนวนพนักงาน (คน)
	1. เตรียมกล่องสำหรับบรรจุดินสอสี เป็นขั้นตอนที่พนักงานทำการพับกระดาษที่ละแผ่น โดยเริ่มจากหีบกระดาษพับและใส่กับเหลาลงในกล่อง	4
	2. บรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ โดยเริ่มจากพนักงานเดินไปหา ดินสอสีจากลัง แล้วนำมาบรรจุลงเครื่องยัดดินสอสี	2
	3. บรรจุดินสอสีลงกล่อง พนักงานทำการบรรจุดินสอสีลงกล่อง โดยการใช้เท้าตีสบคุมการทำงาน ซึ่งถ้าบรรจุครบทุกสีจะถูกส่งไปยังขั้นตอนต่อไป แต่ถ้าบรรจุไม่ครบจะมี การนำดินสอสีมาใส่เพิ่ม	2
	4. ปิดฝากล่อง โดยพนักงานหยิบกล่องที่บรรจุดินสอสีเรียบร้อยแล้วไปปิดฝากล่อง แล้วบรรจุลงลัง	2
	5. จัดเรียงกล่องและนำส่งต่อ โดยพนักงานจะนำกล่องที่ปิดฝาแล้วมาเรียงในลัง แล้วส่งสู่กระบวนการอบฟั้ม	2

จากขอบเขตของงานวิจัยนี้จะพิจารณาทั้งการบรรจุดินสอสี 12 สี และ 24 สี โดยได้ทำการแสดงตำแหน่งและลำดับการทำงานของพนักงานในกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง ด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow diagram) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ไคอะแกรมการเคลื่อนที่กระบวนการบรรจุดินสอสี

จากนั้นทำการศึกษาเวลาของกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง ทั้ง 12 สี และ 24 สี แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าเกิดความสูญเสียในขั้นตอนบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ อันเนื่องมาจากการที่พนักงานต้องเดินหาดินสอสี และต้องบรรจุดินสอสีลงเครื่องจนกว่าจะครบ โดยการบรรจุดินสอสี 12 สี ใช้เวลาเฉลี่ย 0.93 วินาทีต่อกล่อง และการบรรจุดินสอสี 24 สี ใช้เวลาเฉลี่ย 3.42 วินาทีต่อกล่อง ซึ่งความสูญเสียด้านต่างๆ จะแฝงอยู่ในขั้นตอนนี้ จึงวิเคราะห์ความสูญเสียจากขั้นตอนนี้ด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล ดังตัวอย่างของดินสอสี 12 สี ในรูปที่ 5

ตารางที่ 2 เวลาของกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง 12 สี

ขั้นตอน	รายการการทำงาน	เวลาย่อยในแต่ละขั้นตอน (วินาที)					เวลาเฉลี่ย/กล่อง
1	เตรียมกล่องสำหรับบรรจุดินสอสี	0.75	0.72	0.70	0.75	0.73	0.73
		0.71	0.73	0.75	0.73	0.74	
2	บรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ	0.96	0.91	0.91	0.94	0.92	0.93
		0.95	0.93	0.92	0.90	0.95	
3	บรรจุดินสอสีลงกล่อง	0.76	0.68	0.72	0.74	0.76	0.73
		0.70	0.74	0.69	0.75	0.73	
4	ปิดฝากล่อง	0.60	0.62	0.65	0.64	0.65	0.63
		0.65	0.64	0.63	0.60	0.65	
5	จัดเรียงลงกล่องและนำส่งต่อ	0.63	0.60	0.64	0.63	0.60	0.62
		0.60	0.62	0.63	0.61	0.60	
รวม							3.64

ตารางที่ 3 เวลาของกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง 24 สี

ขั้นตอน	รายการการทำงาน	เวลาย่อยในแต่ละขั้นตอน (วินาที)					เวลาเฉลี่ย/กล่อง
1	เตรียมกล่องสำหรับบรรจุดินสอสี	2.03	2.05	2.03	2.00	2.07	2.04
		2.04	2.02	2.01	2.08	2.07	
2	บรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ	3.47	3.48	3.27	3.42	3.46	3.42
		3.33	3.4	3.36	3.60	3.39	
3	บรรจุดินสอสีลงกล่อง	1.15	1.07	1.14	1.10	1.14	1.11
		1.18	1.05	1.00	1.12	1.15	
4	ปิดฝากล่อง	1.21	1.11	1.18	1.10	1.05	1.15
		1.14	1.13	1.16	1.14	1.26	
5	จัดเรียงลงกล่องและนำส่งต่อ	2.98	3.04	3.86	3.10	2.92	2.96
		2.86	2.62	2.60	2.68	2.93	
รวม							10.68

จากรูปที่ 5 การวิเคราะห์ความสูญเสียด้วยแผนภูมิกระบวนกร ไหล สำหรับดินสอสี 12 สี และจากการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกัน สำหรับดินสอสี 24 สี พบว่าพนักงานมีการเดินหลายรอบเข้าไปมา ส่งผลให้เกิดความสูญเสียด้านการรอคอย โดยดินสอสี 12 สี พนักงานทำการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุใช้เวลาเฉลี่ย 579 วินาที ต่อรอบ ซึ่งในการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุแต่ละครั้งจะบรรจุดินสอสีลงกล่องได้ 624 กล่อง คิดเป็นเฉลี่ย 0.93 วินาทีต่อกล่อง ในส่วนของดินสอสี 24 สี พนักงานทำการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุใช้เวลาเฉลี่ย 1148 วินาทีต่อรอบ ซึ่งในการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุแต่ละครั้งจะบรรจุดินสอสีลงกล่องได้ 336 กล่อง คิดเป็นเฉลี่ย 3.42 วินาทีต่อกล่อง ซึ่งขณะที่พนักงานหาดินสอสีมาบรรจุลงเครื่องนั้น จะไม่มีผลผลิตออกมาจากกระบวนการ และส่งผลให้เกิดการรอคอยในขั้นตอนต่อไป อีกทั้งยังส่งผลให้เกิดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหวอีกด้วย โดยการเดินหาดินสอสีแต่ละครั้งมีระยะทางเฉลี่ย 254.33 และ 359.41 เมตรต่อหนึ่งรอบการบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ สำหรับ 12 สี และ 24 สี ตามลำดับ โดยสามารถสรุปความสูญเสียด้านการรอคอยและการเคลื่อนไหว ได้ดังตารางที่ 4

รายการ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์				
			○	→	D	□	▽
1. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	21	○	→	D	□	▽
2. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
3. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	22	○	→	D	□	▽
4. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	21	○	→	D	□	▽
5. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
6. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	20	○	→	D	□	▽
7. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	21	○	→	D	□	▽
8. หยิบดินสอสีจากลัง	0	6	●	→	D	□	▽
9. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	22	○	→	D	□	▽
10. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	19	○	→	D	□	▽
11. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
12. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	20	○	→	D	□	▽
13. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	22	○	→	D	□	▽
14. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
15. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	21	○	→	D	□	▽
16. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	20	○	→	D	□	▽
17. หยิบดินสอสีจากลัง	0	6	●	→	D	□	▽
18. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	22	○	→	D	□	▽
19. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	21	○	→	D	□	▽
20. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
21. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	20	○	→	D	□	▽
22. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	23	○	→	D	□	▽
23. หยิบดินสอสีจากลัง	0	6	●	→	D	□	▽
24. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	22	○	→	D	□	▽
25. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	22	○	→	D	□	▽
26. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
27. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	20	○	→	D	□	▽
28. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	24	○	→	D	□	▽
29. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
30. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	23	○	→	D	□	▽
31. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	21	○	→	D	□	▽
32. หยิบดินสอสีจากลัง	0	6	●	→	D	□	▽
33. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	20	○	→	D	□	▽
34. เดินไปที่ลิ้งบรรจุดินสอสี	10.56	22	○	→	D	□	▽
35. หยิบดินสอสีจากลัง	0	5	●	→	D	□	▽
36. กลับมาเติมลงเครื่องบรรจุดินสอสี	10.56	21	○	→	D	□	▽
37. กลับมาที่โต๊ะทำงาน เตรียมบรรจุ	0.89	5	○	→	D	□	▽
รวม	254.33	579	12	25	0	0	0

ตารางที่ 4 ความสูญเสียด้านการรอคอยและการเคลื่อนไหวจากขั้นตอนบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ

ประเภทดินสอสี	รอการรอคอย		การเคลื่อนไหว
12 สี	0.93 วินาที/กล่อง	579 วินาที/รอบ	254.33 เมตร
24 สี	3.42 วินาที/กล่อง	1148 วินาที/รอบ	359.41 เมตร

จากตารางที่ 4 พบว่าเวลาที่เกิดการรอคอยในการทำงานของพนักงานในช่วงนี้จะไม่เกิดผลผลิตออกมาเลย เนื่องจากพนักงานที่ต้องเดินหาดินสอสีมาบรรจุลงเครื่องบรรจุเป็นพนักงานคนเดียวกันที่ต้องไปบรรจุดินสอสีลงกล่องในขั้นตอนถัดไป และยังรวมไปถึงการสูญเสียด้านการเคลื่อนไหวที่ต้องเดินในระยะทางที่ไกล นอกจากนี้ยังมีความสูญเสียอีกด้านคือความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย ซึ่งแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ของเสียจากกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง

ประเภทดินสอสี	ปริมาณที่ผลิตต่อวัน (แท่ง)	ปริมาณของเสีย ต่อวัน (แท่ง)	ร้อยละของเสียต่อวัน
12 สี	7488 กล่อง/เครื่อง/วัน = 7,488 x 12 = 89,856 แท่ง/วัน	212 แท่ง/เครื่อง/วัน	$(212/89,856) \times 100$ = 0.24
24 สี	2600 กล่อง/เครื่อง/วัน = 2,600 x 24 = 62,400 แท่ง/วัน	242 แท่ง/เครื่อง/วัน	$(242/62,400) \times 100$ = 0.39

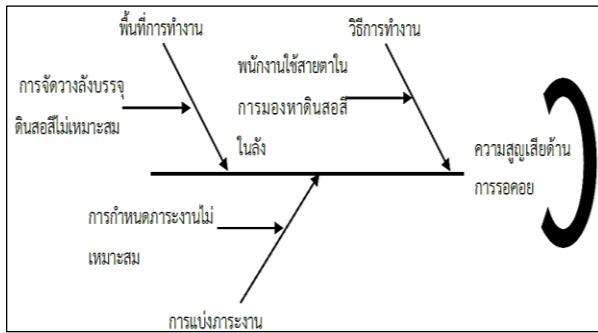
จากตารางที่ 5 พบว่าการบรรจุดินสอสี 12 สี มีของเสีย 212 แท่งต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 0.24 ส่วนการบรรจุดินสอสี 24 สี มีของเสีย 242 แท่งต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 0.39

ดังกล่าวข้างต้นพบว่ามีความสูญเสียที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขในด้านการรอคอย การเคลื่อนไหว และการผลิตของเสีย ซึ่งจะได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียด้านต่าง ๆ ดังหัวข้อถัดไป

3.3 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ

จากการศึกษากระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่องพบว่าเกิดความสูญเสีย 3 ด้าน โดยปัญหาดังกล่าวสามารถใช้แผนผังแสดงเหตุและผล นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุได้ดังรูปที่ 6 ถึง รูปที่ 8

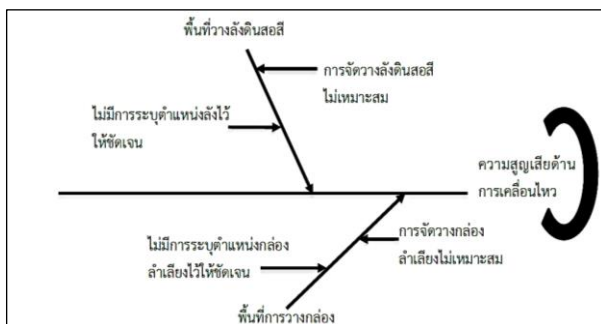
รูปที่ 5 แผนภูมิกระบวนการไหลขั้นตอนบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ 12 สี



รูปที่ 6 แผนผังแสดงเหตุและผลความปลอดภัยด้านการรอคอย

ความปลอดภัยด้านการรอคอย มีสาเหตุดังต่อไปนี้

- วิธีการทำงาน พนักงานใช้สายตาเปล่าในการมองหาดินสอสีในลัง ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการทำงานจนกลายเป็นความสูญเสีย
- พื้นที่การทำงาน การจัดวางลังบรรจุดินสอสีไม่เหมาะสม เนื่องจากตำแหน่งที่ไขว่ขว้างลังบรรจุดินสอสีในปัจจุบันยังไม่สัมพันธ์กับการทำงานของพนักงาน และยังวางอยู่ไม่มีตำแหน่งที่แน่นอน
- การแบ่งภาระงาน การกำหนดภาระงานไม่เหมาะสม เนื่องจากคนที่ทำงานในตำแหน่งหาดินสอสีมาบรรจุลงเครื่องบรรจุเป็นคนเดียวกันกับตำแหน่งบรรจุดินสอสีลงกล่อง ส่งผลให้พนักงานทำงานล่าช้าจนกลายเป็นความสูญเสีย

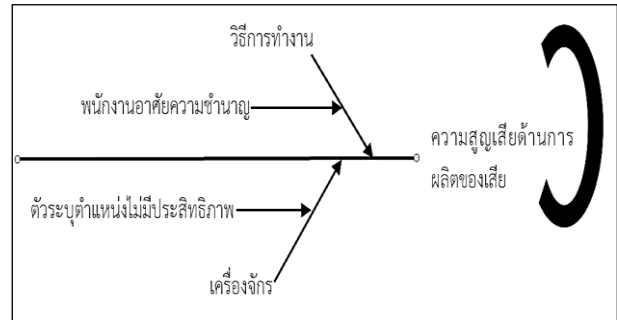


รูปที่ 7 แผนผังแสดงเหตุและผลความปลอดภัยด้านการเคลื่อนไหว

ความปลอดภัยด้านเคลื่อนไหว มีสาเหตุดังต่อไปนี้

- พื้นที่วางลังดินสอสี ไม่มีการระบุตำแหน่งลังไว้ให้ชัดเจน และการจัดวางลังดินสอสีไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการเดินหาดินสอสีมาเติมลงเครื่องบรรจุจนไปมาหลายรอบ ซึ่งใช้ระยะทางไกล จึงเกิดเป็นความสูญเสีย
- พื้นที่การวางกล่อง การจัดวางกล่องลังไม่เหมาะสม และ

ไม่มีการระบุตำแหน่งกล่องลังไว้ให้ชัดเจน เนื่องจากขั้นตอนนี้จะใช้กล่องที่จะลังในตอนที่กล่องบรรจุดินสอสีถูกปิดฝาเสร็จแล้ว รอจัดเรียงลงในลังเพื่อส่งไปยังกระบวนการถัดไปเท่านั้น ทำให้ลังถูกวางในตำแหน่งที่ไกลจากพนักงาน



รูปที่ 8 แผนผังแสดงเหตุและผลความปลอดภัยด้านการผลิตของเสีย

ความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย มีสาเหตุดังต่อไปนี้

- วิธีการทำงาน พนักงานอาศัยความชำนาญในการทำงาน เนื่องจากทำงานมาเป็นเวลานาน ซึ่งถ้าหากพนักงานที่ทำงานในส่วนนี้ไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ เช่น ป่วย หรือ ลาหยุด พนักงานคนอื่นที่มาทำแทนอาจทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพ จนเกิดเป็นความสูญเสีย
 - เครื่องจักร ตัวระบุตำแหน่งไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากตัวระบุตำแหน่งมีขนาดไม่พอดีกับกล่องสีแต่ละขนาด ทำให้ขณะใช้งานต้องมีการบิดหรือดัดขอบของตัวระบุตำแหน่ง ซึ่งทำให้กล่องไปรองไม่ตรงกับระยะที่เครื่องจะยิงดินสอสี ทำให้เกิดของเสียเวลาบรรจุลงกล่อง
- จากการวิเคราะห์สาเหตุของความสูญเสียด้านการรอคอย การเคลื่อนไหว และการผลิตของเสีย ดังกล่าวข้างต้น จะได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงดังหัวข้อถัดไป

3.4 การกำหนดแนวทางการปรับปรุง

3.4.1 การลดความสูญเสียด้านการรอคอย และการเคลื่อนไหว

จากการศึกษาปัญหาดังกล่าวข้างต้น ได้กำหนดแนวทางเพื่อลดความสูญเสีย ดังนี้

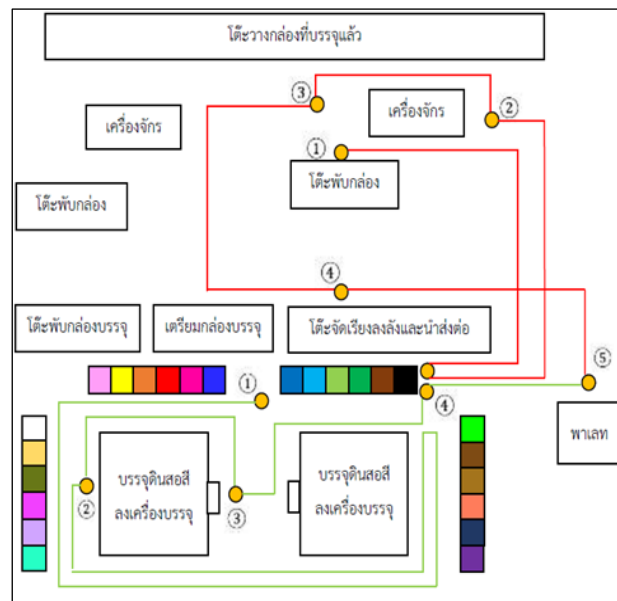
1. ใช้หลักทฤษฎีการจัดการคลังสินค้า โดยนำหลักการการแบ่งประเภทสินค้าตามอัตราการใช้งาน หรือ FSN Analysis มาใช้ในการจัดตำแหน่งของลัง โดยจะจำแนกตามความถี่ที่ใช้ดินสอสีในแต่ละ

วันได้ดังตารางที่ 6 โดยพบว่าความถี่ในการบรรจุดินสอสีลงกล่อง แบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 2 กลุ่ม ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะแบ่งตามลำดับการใช้งาน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ต้องบรรจุลงในกล่องบรรจุดินสอสีทุกกล่อง ทั้งในกล่องบรรจุ 12 สี และ 24 สี ส่วนกลุ่มที่ 2 จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการบรรจุดินสอสี 24 สี เท่านั้น โดยสรุปการใช้งานในแต่ละวันคือ 12 สี ใช้ 121,056 แท่ง และ 24 สี ใช้ 62,400 แท่ง

ตารางที่ 6 ความถี่ของดินสอสีที่ใช้ในแต่ละสี

สีที่ต้องใช้บรรจุลงในกล่องทุกกล่อง	สีที่เพิ่มเข้ามาเมื่อทำการผลิตดินสอสี 24 สี
1. สีชมพู = 10,088 แท่ง/วัน	1. สีขาว = 5,200 แท่ง/วัน
2. สีเหลือง = 10,088 แท่ง/วัน	2. สีเหลืองเข้ม = 5,200 แท่ง/วัน
3. สีส้ม = 10,088 แท่ง/วัน	3. สีซีมัว = 5,200 แท่ง/วัน
4. สีแดง = 10,088 แท่ง/วัน	4. สีชมพูอมม่วง = 5,200 แท่ง/วัน
5. สีชมพูเข้ม = 10,088 แท่ง/วัน	5. สีม่วงอ่อน = 5,200 แท่ง/วัน
6. สีน้ำเงิน = 10,088 แท่ง/วัน	6. สีเขียวมัน = 5,200 แท่ง/วัน
7. สีคราม = 10,088 แท่ง/วัน	7. สีเขียวมรกต = 5,200 แท่ง/วัน
8. สีฟ้า = 10,088 แท่ง/วัน	8. สีน้ำตาลไหม้ = 5,200 แท่ง/วัน
9. เขียวอ่อน = 10,088 แท่ง/วัน	9. สีไม้สนสีดำ = 5,200 แท่ง/วัน
10. เขียวแก่ = 10,088 แท่ง/วัน	10. สีพีช = 5,200 แท่ง/วัน
11. สีน้ำตาล = 10,088 แท่ง/วัน	11. สีกรมท่า = 5,200 แท่ง/วัน
12. สีดำ = 10,088 แท่ง/วัน	12. สีบลูเบอร์รี่ = 5,200 แท่ง/วัน
รวม 121,056 แท่ง	รวม 62,400 แท่ง

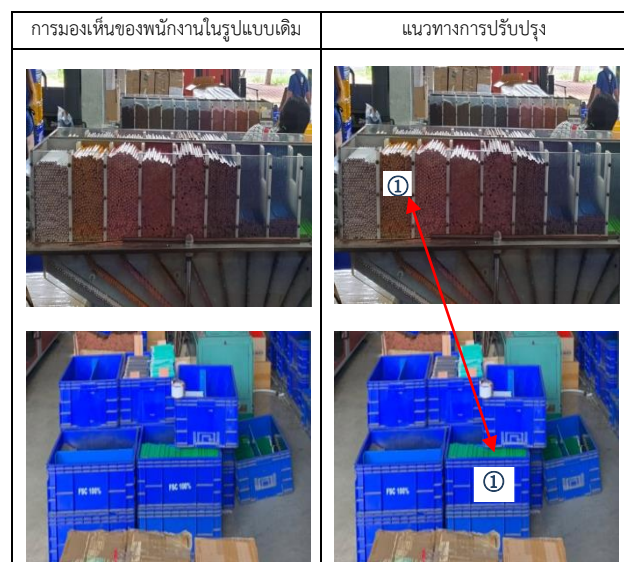
จากตารางที่ 6 จึงได้กำหนดตำแหน่งการวางลังบรรจุดินสอสีใหม่ ดังรูปที่ 9 โดยกลุ่ม 1 จะอยู่ในตำแหน่งระหว่างโต๊ะเตรียมกล่องกับเครื่องบรรจุ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นสีที่ต้องใช้บ่อยจึงนำมาจัดไว้ใกล้พนักงาน ส่วนกลุ่ม 2 จะตั้งอยู่ด้านหลังของเครื่องบรรจุทั้ง 2 เครื่อง ทั้งนี้เนื่องจากจะได้นำมาใช้ได้สะดวกและง่ายต่อการมองเห็น เพราะว่าพนักงานจะหันหน้าเข้าหาลังบรรจุสีพอดี



รูปที่ 9 ผังแสดงตำแหน่งลังบรรจุดินสอสี (แนวทางปรับปรุง)

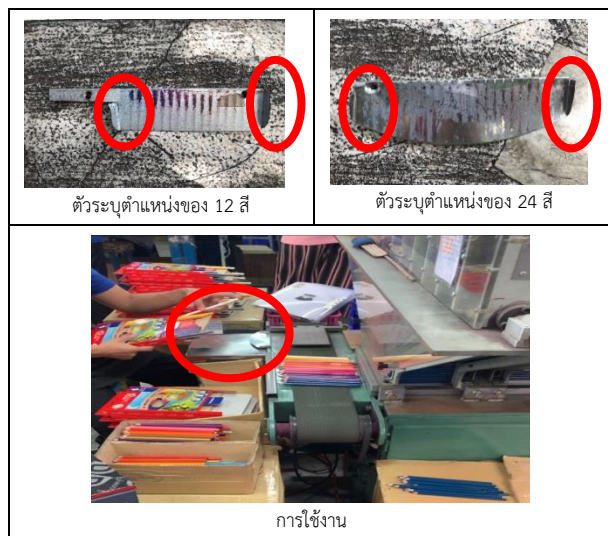
2. นำหลักการการควบคุมด้วยการมองเห็น มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้มองเห็นลังบรรจุสีให้ชัดเจนขึ้น จากเดิมที่ต้องเดินในระยะทางที่ไกล จนเกิดเป็นความสูญเสีย จึงได้มีการทำสัญลักษณ์ติดกับลังบรรจุดินสอสีและติดกับตัวเครื่องบรรจุดินสอสี เพื่อให้เห็นความเชื่อมโยงของการใช้สี ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สัญลักษณ์ติดลังบรรจุดินสอสีและเครื่องบรรจุดินสอสี



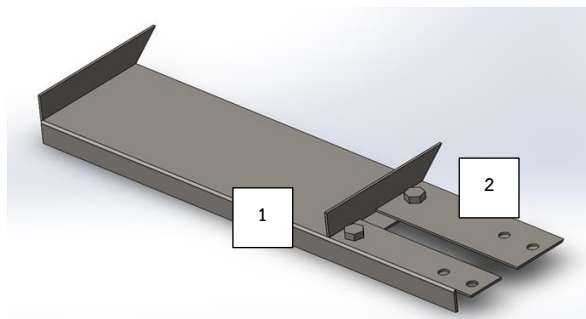
3.4.2 การลดความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย

สาเหตุหลักของความสูญเสียด้านการผลิตของเสียในกระบวนการบรรจุดินสอสี่กล่อง คือบริเวณตัวระบุตำแหน่งที่ยังสืออกมาเพื่อบรรจุลงกล่องมีความไม่ชัดเจนในระยะที่ควรจะเป็น ทำให้จำเป็นต้องทำการคาดคะเนในการนำกล่องสี่ไปรองเพื่อรอบรรจุดินสอสี่ ซึ่งในบางครั้งมีการนำกล่องไปรองไม่ตรงกับระยะที่เครื่องจะยิงดินสอสี่ออกมา ส่งผลให้มีโอกาสที่ดินสอสี่จะไม่เข้ากล่อง หรือดินสอสี่ตกลงไปบนพื้นทำให้เกิดของเสีย แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตัวระบุตำแหน่งที่ใช้ในปัจจุบัน

จากรูปที่ 10 พบว่าตัวระบุตำแหน่งมีขนาดไม่พอดีกับกล่องสี่แต่ละขนาด ทำให้ขณะใช้งานต้องมีการบิดหรือดัดขอบของตัวระบุตำแหน่ง ซึ่งทำให้กล่องสี่ไปรองไม่ตรงกับระยะที่เครื่องจะยิงดินสอสี่ทำให้เกิดของเสียเวลาบรรจุลงกล่อง จึงมีแนวทางในการปรับปรุงโดยการออกแบบตัวระบุตำแหน่งใหม่ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ตัวระบุตำแหน่ง

ตารางที่ 8 การออกแบบตัวระบุตำแหน่งด้วยโปรแกรมเขียนแบบ

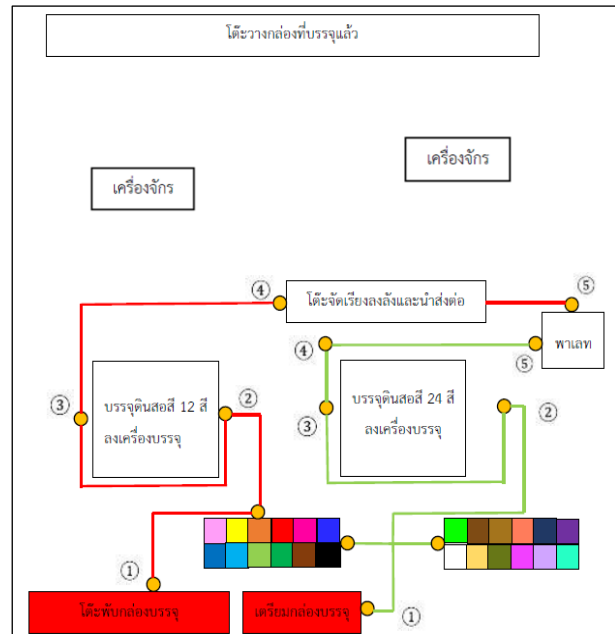
ชิ้นส่วน	ขนาด	รายละเอียด
1. ชิ้นงานหลักที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง	ภาพด้านบน ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง	ความยาว กำหนดขนาดเท่ากับ 197 มิลลิเมตร ซึ่งกำหนดจากขนาดของกล่องดินสอสี่ โดยถ้าต้องการปรับตำแหน่งในการบรรจุดินสอสี่ 12 สี จะเลื่อนตัวเลื่อนระบุตำแหน่งมาที่ขนาด 58 มิลลิเมตร และถ้าต้องการปรับตำแหน่งในการบรรจุดินสอสี่ 24 สี จะเลื่อนตัวเลื่อนระบุตำแหน่งมาที่ขนาด 18 มิลลิเมตร ความกว้าง กำหนดขนาดเท่ากับ 46 มิลลิเมตร อ้างอิงมาจากขนาดของตัวระบุตำแหน่งเดิมที่ใช้อยู่
2. ตัวเลื่อนระบุตำแหน่ง	ภาพด้านบน ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง	ความยาว กำหนดขนาดเท่ากับ 57 มิลลิเมตร อ้างอิงมาจากขนาดของตัวระบุตำแหน่งเดิมที่ใช้อยู่ ความสูง กำหนดขนาดเท่ากับ 11 มิลลิเมตร อ้างอิงมาจากขนาดของตัวระบุตำแหน่งเดิมที่ใช้อยู่

จากรูปที่ 11 พบว่าตัวระบุตำแหน่งใหม่สามารถทำการบรรจุลงกล่องได้ทั้งขนาด 12 สี และ 24 สี เพราะสามารถเลื่อนตำแหน่งตัวกำหนดระยะได้ เพื่อที่จะไม่ต้องเสียเวลาเปลี่ยนตัวระบุตำแหน่งเวลาจะเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ ซึ่งตัวระบุตำแหน่งประกอบไปด้วย 2 ชิ้นส่วน คือ (1) ชิ้นงานหลักที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง และ (2) ตัวเลื่อนระบุตำแหน่ง โดยทำการออกแบบและกำหนดขนาดในมิติ (Dimension) ที่สำคัญด้วยโปรแกรมเขียนแบบ [19] แสดงดังตารางที่ 8

3.5 การดำเนินการปรับปรุง

3.5.1 การปรับปรุงตำแหน่งผังการทำงานในกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง

การลดความสูญเสียด้านการรอคอย และการเคลื่อนไหว ดำเนินการโดยการปรับปรุงตำแหน่งผังการทำงานในกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง จากการเข้าดำเนินการพบว่าการปรับปรุงตำแหน่งในการวางลังบรรจุดินสอสีตามแนวทางที่กำหนดไว้ดังรูปที่ 9 นั้น ไม่สามารถจัดรูปแบบลังรวมทั้งตำแหน่งของโต๊ะในตำแหน่งที่ออกแบบไว้ได้ เนื่องจากพนักงานยังหาดินสอสีได้ไม่ถนัดและยังไม่สะดวกต่อการเดินเติมดินสอสีลงลังเท่าที่ควร เพราะในการทำงานจริงพนักงานจะเดินวนไปวนมาทำให้ไม่สะดวก อีกทั้งยังยากต่อการเติมดินสอสีลงลังเพื่อนำไปบรรจุลงกล่อง เพราะอยู่กึ่งกลางระหว่างเครื่องบรรจุทำให้ขณะบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุในแต่ละรอบต้องเดินผ่านพื้นที่ระหว่างลังบรรจุดินสอสีกับโต๊ะพับกล่องบรรจุ ซึ่งทำให้การทำงานไม่ต่อเนื่อง ต้องระมัดระวังมากเพราะอาจเกิดความเสียหายได้ ทำให้ต้องมีการปรับปรุงในบางส่วนของการจัดตำแหน่งการทำงานเพื่อให้ง่ายและสะดวกมากขึ้น แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ผังแสดงตำแหน่งลังบรรจุดินสอสี (ปรับปรุงเพิ่มเติม)

จากรูปที่ 12 พบว่าตำแหน่งของลังบรรจุดินสอสีและโต๊ะในการทำงานบางตำแหน่งถูกปรับย้ายเพื่อทำให้การทำงานง่ายและสะดวกขึ้น พนักงานจะได้ไม่ต้องเดินสวนกันไปมาเวลาเติมดินสอสีลงลัง ทั้งนี้ยังได้ใช้ หลักการการแบ่งประเภทสินค้าตามอัตราการใช้งาน หรือ FSN Analysis มาใช้ในการจัดความถี่ในการใช้สีให้มีประสิทธิภาพขึ้น พร้อมจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม โดยตำแหน่งลังบรรจุดินสอสีก่อนและหลังปรับปรุง แสดงรูปที่ 13



รูปที่ 13 ตำแหน่งลังบรรจุดินสอสีก่อนและหลังปรับปรุง

จากรูปที่ 13 พบว่าการจัดวางสิ่งต่างๆ ในพื้นที่การทำงาน อันได้แก่ กล่องบรรจุดินสอสี โต๊ะที่ใช้ในการเตรียมกล่องบรรจุ อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ทำให้การทำงานมีการเคลื่อนไหวที่ต่อเนื่องมากขึ้น รวมทั้งการปรับย้ายสิ่งที่ไม่จำเป็นในการใช้งานออกไป เช่น สิ่งที่ไม่มิดินสอสีอยู่ภายใน หรือ ลังกระดาษที่ใช้ในการลำเลียงดินสอสี ทำให้มองดูโปร่ง โล่ง และสะดวกต่อการทำงานมากขึ้น

นอกจากการปรับตำแหน่งการจัดวางแล้ว ยังใช้การควบคุมด้วยการมองเห็นโดยการจัดทำสัญลักษณ์ เพื่อบอกตำแหน่งการวางสิ่งเพื่อช่วยให้พนักงานลดเวลาในการเคลื่อนไหวในการเดินหาดินสอสีมาบรรจุลงเครื่องบรรจุดินสอสี โดยหลังจากการจัดทำสัญลักษณ์แล้วเสร็จ ได้ทำการติดตั้งสัญลักษณ์โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะติดไว้กับเครื่องบรรจุดินสอสี และอีกส่วนหนึ่งจะติดไว้กับลังบรรจุดินสอสี แสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การติดตั้งสัญลักษณ์ใช้งาน

3.5.2 การจัดทำตัวระบุตำแหน่ง

การลดความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย ดำเนินการโดยการจัดทำตัวระบุตำแหน่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การคัดเลือกวัสดุ

ชิ้นส่วนหลักของตัวระบุตำแหน่ง มีทั้งหมด 2 ชิ้นส่วน จึงได้ทำการกำหนดคุณสมบัติของแต่ละชิ้นส่วน ว่าควรจะต้องมีคุณสมบัติบ้าง แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คุณสมบัติที่ต้องการของชิ้นส่วนตัวระบุตำแหน่ง

ชิ้นส่วน	คุณสมบัติที่ต้องการ
ชิ้นส่วนหลักที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง	แข็งแรง ไม่เกิดสนิม น้ำหนักเบา
ตัวเลื่อนระบุตำแหน่ง	แข็งแรง ไม่เกิดสนิม น้ำหนักเบา

จากตารางที่ 9 พบว่าคุณสมบัติที่ต้องการนำมาทำในแต่ละชิ้นส่วนของตัวระบุตำแหน่ง นั้นเหมือนกัน คือ แข็งแรง ไม่เกิดสนิม น้ำหนักเบา จึงได้ทำการคัดเลือกวัสดุโดยประยุกต์ใช้วิธีดัชนีปัจจัยรวม (Weighting Factor Method) [20] ดังนี้

กำหนดปัจจัยหลักและปัจจัยเสริมที่ต้องการ

1) ปัจจัยหลัก

- แข็งแรง เนื่องจากต้องการให้ตัวระบุตำแหน่งนั้นสามารถใช้งานได้นาน ไม่ต้องเปลี่ยนบ่อยๆ

- ไม่เกิดสนิม เนื่องจากหากมีสนิมเกิดขึ้นที่ตัวระบุตำแหน่ง อาจส่งผลให้การใช้งานไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรจะเป็น

- น้ำหนักเบา เพราะในการติดตั้งกับเครื่องจักรต้องใช้วัสดุที่มีลักษณะบางและน้ำหนักเบา เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

2) ปัจจัยเสริม

- ราคา ต้องมีราคาที่ไม่สูงเกินไป เหมาะสมกับคุณภาพวัสดุ

- หาซื้อได้ง่าย ต้องเป็นวัสดุที่หาได้ตามท้องตลาด เพราะเมื่อมีการชำรุดของอุปกรณ์ จะสามารถทำขึ้นมาได้ใหม่

กำหนดตัวเลือกที่สนใจ โดยทำการศึกษาวัสดุต่างๆ ซึ่งตัวเลือกที่ได้คือวัสดุจำพวกโลหะ [14] มีดังนี้

1) เหล็ก มีคุณสมบัติของความแข็งแรงที่ยอดเยี่ยม สามารถรับแรงกระแทกได้สูง สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้ และนำมาขึ้นรูปเป็นชิ้นงานต่าง ๆ ได้ง่าย

2) อลูมิเนียม เป็นโลหะอ่อน มีน้ำหนักเบาซึ่งเบาเป็นอันดับ 2 รองจากทองคำ มีคุณสมบัติด้านการกัดกร่อนได้ดีและไม่เกิดสนิม สามารถนำไปกลึงหรือทำชิ้นงานที่มีความซับซ้อนของแบบได้ง่าย

3) สแตนเลส จะมีหลายชนิด เช่น สแตนเลสซึ่งจะเป็นเหล็กกล้าไร้สนิม สามารถทนการกัดกร่อนของสารเคมีได้ มีความแข็งแรง และรับแรงได้สูง สามารถนำมาขึ้นรูปเป็น ชิ้นงานต่าง ๆ ได้ง่าย

โดยเกณฑ์การแบ่งระดับของแต่ละปัจจัยมี 2 แบบดังนี้

1. เชิงปริมาณ ใช้กับปัจจัยที่มีตัวเลขอ้างอิง ในที่นี้ คือ ความแข็งแรง พิจารณาจากค่าความแข็งแรงคราก (Yield Strength) น้ำหนักเบา พิจารณาจากค่าความหนาแน่น (Density) และ ราคา พิจารณาจากความถูก/แพง

2. เชิงคุณภาพ ใช้กับค่าที่ไม่มีตัวเลขอ้างอิง ในที่นี้ คือ การเกิดสนิม และการหาซื้อง่าย

โดยแต่ละปัจจัยจะทำการแบ่งช่วงการให้คะแนน แสดงตัวอย่างการแบ่งเป็นเกณฑ์ของปัจจัยความแข็งแรง ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนวัสดุจากค่าความแข็งแรงคราก

เกณฑ์การให้คะแนนวัสดุจากค่าความแข็งแรงคราก (Yield Strength)		
เกณฑ์	Yield Strength (MPa)	คะแนน
ดีมาก	1004 - 1245	81 - 100
ดี	755 - 1003	61 - 80
ปานกลาง	506 - 754	41 - 60
น้อย	257 - 505	21 - 40
น้อยที่สุด	8 - 256	0 - 20

จากนั้นทำการประเมินค่าน้ำหนักและคะแนนร่วมกับผู้จัดการโรงงานและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำงาน แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การประเมินค่าน้ำหนักและคะแนน

ปัจจัยการเลือก	น้ำหนัก (Weight)	วัสดุ		
		เหล็ก	อลูมิเนียม	สแตนเลส
แข็งแรง	0.45	70.00	39.00	78.00
ไม่เกิดสนิม	0.15	40.00	100.00	100.00
น้ำหนักเบา	0.21	76.00	17.00	90.00
หาซื้อง่าย	0.09	100.00	20.00	40.00
ราคาถูก	0.10	100.00	65.00	20.00

คำนวณผล โดยการนำน้ำหนัก ของแต่ละปัจจัย มาทำการคูณกับคะแนนของแต่ละ ตัวเลือก เช่น ปัจจัยความแข็งแรง วัสดุเหล็ก $0.45 \times 70.00 = 31.50$, วัสดุอลูมิเนียม $0.45 \times 39.00 = 17.55$ และ วัสดุ สแตนเลส $0.45 \times 78.00 = 35.10$ แสดงดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การคำนวณคะแนนการตัดสินใจเลือกวัสดุ

ปัจจัยการเลือก	น้ำหนัก (Weight)	วัสดุ		
		เหล็ก	อลูมิเนียม	สแตนเลส
แข็งแรง	0.45	31.50	17.55	35.10
ไม่เกิดสนิม	0.15	6.00	15.00	15.00
น้ำหนักเบา	0.21	15.96	3.57	18.90
หาซื้อง่าย	0.09	9.00	1.80	3.60
ราคาถูก	0.10	10.00	6.50	2.00
รวม	1.00	72.46	44.42	74.60

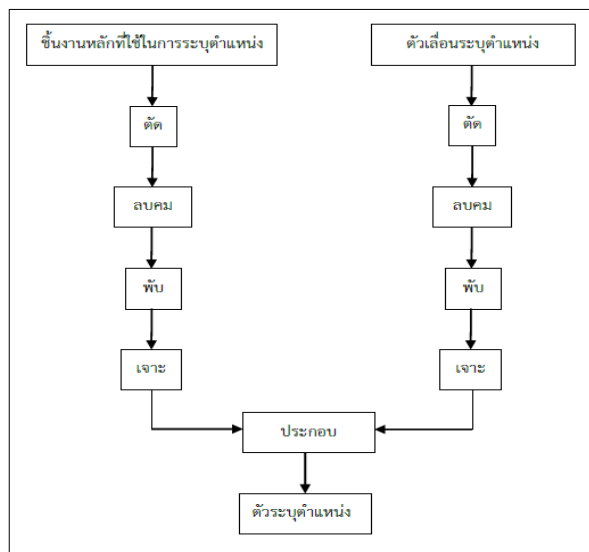
จากตารางที่ 12 พบว่าตัวเลือกที่มีคะแนนมากที่สุด คือ วัสดุ สแตนเลส จึงได้นำวัสดุสแตนเลสมาใช้ในการทำตัวระบุตำแหน่ง

2. จัดทำตัวระบุตำแหน่ง

หลังจากการคัดเลือกวัสดุที่ใช้ในการทำตัวระบุตำแหน่งแล้ว จากนั้นจึงได้จัดทำอุปกรณ์ดังกล่าว ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชิ้นส่วน แสดงดังตารางที่ 13 โดยมีขั้นตอนการจัดทำ ดังรูปที่ 15

ตารางที่ 13 การจัดทำชิ้นส่วนตัวระบุตำแหน่ง

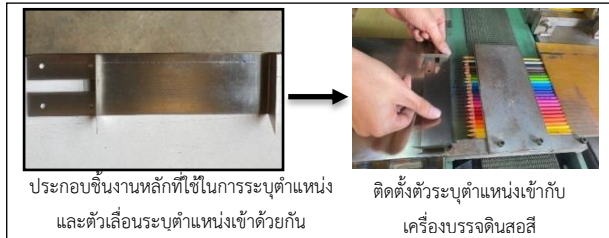
ชิ้นส่วน	รูปภาพประกอบ
1. ชิ้นงานหลักที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง	
2. ตัวเลื่อนระบุตำแหน่ง	



รูปที่ 15 ขั้นตอนการจัดทำตัวระบุตำแหน่ง

3. การติดตั้ง และทดลองตัวระบุตำแหน่ง

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบ คัดเลือกวัสดุ และจัดทำอุปกรณ์แล้ว จึงได้นำไปทดลองติดตั้ง โดยนำตัวระบุตำแหน่งไปติดตั้งกับเครื่องบรรจุดินสอสี ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 การติดตั้งตัวระบุตำแหน่งเข้ากับเครื่องบรรจุดินสอสี

4. ผลการศึกษาวิจัย

จากการดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียด้านการรอคอย และการเคลื่อนไหว ได้ทำการศึกษาเวลาของกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง ทั้ง 12 สี และ 24 สี แสดงดังตารางที่ 14 และ ตารางที่ 15 ตามลำดับ อีกทั้งได้ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนย่อยด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล ทั้ง 12 สี และ 24 สี ในทำนองเดียวกับรูปที่ 5 สรุปผลได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 14 เวลาของกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง 12 สี (หลังปรับปรุง)

ขั้นตอน	รายการการทำงาน	เวลาย่อยในแต่ละขั้นตอน (วินาที)					เวลาเฉลี่ย/กล่อง
1	เตรียมกล่องสำหรับบรรจุดินสอสี	0.75	0.72	0.70	0.75	0.73	0.73
		0.71	0.73	0.75	0.73	0.74	
2	บรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ	0.54	0.53	0.52	0.57	0.58	0.54
		0.51	0.57	0.52	0.53	0.53	
3	บรรจุดินสอสีลงกล่อง	0.76	0.68	0.72	0.74	0.76	0.73
		0.70	0.74	0.69	0.75	0.73	
4	ปิดฝากล่อง	0.60	0.62	0.65	0.64	0.65	0.63
		0.65	0.64	0.63	0.60	0.65	
5	จัดเรียงลงกล่องและนำส่งต่อ	0.63	0.60	0.64	0.63	0.60	0.62
		0.60	0.62	0.63	0.61	0.60	
รวม							3.25

ตารางที่ 15 เวลาของกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง 24 สี (หลังปรับปรุง)

ขั้นตอน	รายการการทำงาน	เวลาย่อยในแต่ละขั้นตอน (วินาที)					เวลาเฉลี่ย/กล่อง
1	เตรียมกล่องสำหรับบรรจุดินสอสี	2.03	2.05	2.03	2.00	2.07	2.04
		2.04	2.02	2.01	2.08	2.07	
2	บรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ	1.86	1.89	1.87	1.86	1.86	1.87
		1.89	1.86	1.87	1.88	1.86	
3	บรรจุดินสอสีลงกล่อง	1.15	1.07	1.14	1.10	1.14	1.11
		1.18	1.05	1.00	1.12	1.15	
4	ปิดฝากล่อง	1.21	1.11	1.18	1.10	1.05	1.15
		1.14	1.13	1.16	1.14	1.26	
5	จัดเรียงลงกล่องและนำส่งต่อ	2.98	3.04	3.86	3.10	2.92	2.96
		2.86	2.62	2.60	2.68	2.93	
รวม							9.13

ตารางที่ 16 ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหวและการรอคอยจากขั้นตอนบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ (หลังปรับปรุง)

ประเภทดินสอสี	การรอคอย		การเคลื่อนไหว
12 สี	0.54 วินาที/กล่อง	338 วินาที/รอบ	109.61
24 สี	1.87 วินาที/กล่อง	629 วินาที/รอบ	218.33

จากตารางที่ 14 ถึง ตารางที่ 16 พบว่าความสูญเสียด้านการรอกอยในขั้นตอนการบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุลดลง โดยดินสอสี 12 สี ทำการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุใช้เวลาเฉลี่ย 338 วินาทีต่อรอบ ซึ่งในการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุแต่ละครั้งจะบรรจุดินสอสีลงกล่องได้ 624 กล่อง คิดเป็นเฉลี่ย 0.54 วินาทีต่อกล่อง ในส่วนของดินสอสี 24 สี ทำการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุใช้เวลาเฉลี่ย 629 วินาทีต่อรอบ ซึ่งในการเติมดินสอสีลงเครื่องบรรจุแต่ละครั้งจะบรรจุดินสอสีลงกล่องได้ 336 กล่อง คิดเป็นเฉลี่ย 1.87 วินาที อีกทั้งยังส่งผลให้ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหวลดลงอีกด้วย โดยการเดินหาดินสอสีแต่ละครั้งมีระยะทางเฉลี่ย 109.61 และ 218.33 เมตรต่อหนึ่งรอบการบรรจุดินสอสีลงเครื่องบรรจุ สำหรับดินสอสี 12 สี และ 24 สี ตามลำดับ

จากการดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียจากกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง แสดงดังตารางที่ 17 พบว่าของเสียลดลง โดยการบรรจุดินสอสี 12 สี ลดลงเหลือ 108 แท่งต่อวัน หรือลดลงเหลือร้อยละ 0.12 ส่วนการบรรจุดินสอสี 24 สี ลดลงเหลือ 83 แท่งต่อวัน หรือลดลงเหลือร้อยละ 0.13 อย่างไรก็ตามพบว่าของเสียยังไม่เป็น 0 ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุด้านวิธีการทำงานที่พนักงานยังอาจมีความไม่ชำนาญอยู่บ้าง มีการทำสติกหล่นจากกล่องบ้าง หรือในบางครั้งมีความผิดพลาดโดยลืมปรับเลื่อนตำแหน่งตัวกำหนดระยะ

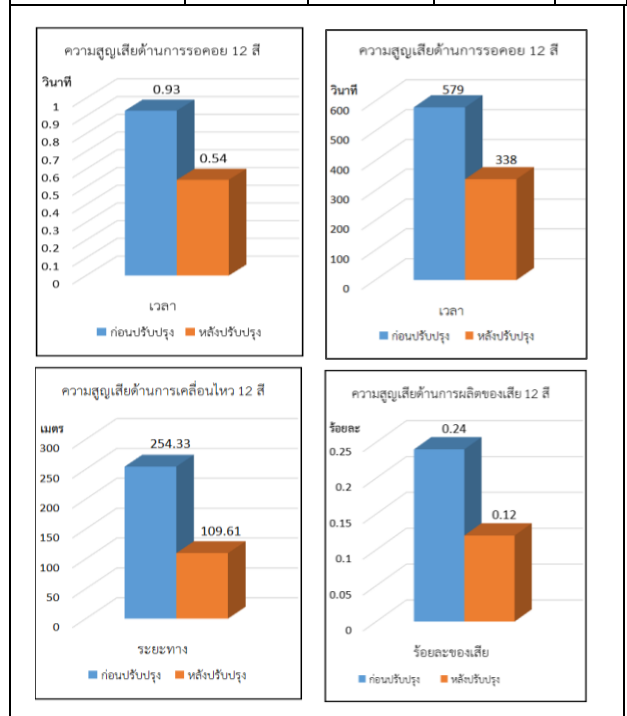
ตารางที่ 17 ของเสียจากกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง (หลังปรับปรุง)

ประเภทดินสอสี	ปริมาณที่ผลิตต่อวัน (แท่ง)	ปริมาณของเสียต่อวัน (แท่ง)	ร้อยละของเสียต่อวัน
12 สี	7488 กล่อง/เครื่อง/วัน = 7,488 × 12 = 89,856 แท่ง/วัน	108 แท่ง/เครื่อง/วัน	$(108/89,856) \times 100 = 0.12$
24 สี	2600 กล่อง/เครื่อง/วัน = 2,600 × 24 = 62,400 แท่ง/วัน	83 แท่ง/เครื่อง/วัน	$(83/62,400) \times 100 = 0.13$

ทั้งนี้สามารถสรุปเปรียบเทียบผลการลดความสูญเสียทั้ง 3 ด้าน ได้ดังตารางที่ 18 ถึง ตารางที่ 19 และรูปที่ 17 ถึง รูปที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการดำเนินงานลดความสูญเสียของการบรรจุดินสอสี 12 สี

ดินสอสี 12 สี				
ความสูญเสีย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ค่าที่ลดได้	ร้อยละ
ความสูญเสียด้านการรอกอย	0.93 วินาที/กล่อง	0.54 วินาที/กล่อง	0.39 วินาที/กล่อง	41.94
	579 วินาที/รอบ	338 วินาที/รอบ	241 วินาที/รอบ	41.62
ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว	254.33 เมตร	109.61 เมตร	144.72 เมตร	56.90
ความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย	ร้อยละ 0.24	ร้อยละ 0.12	ร้อยละ 0.12	50.00



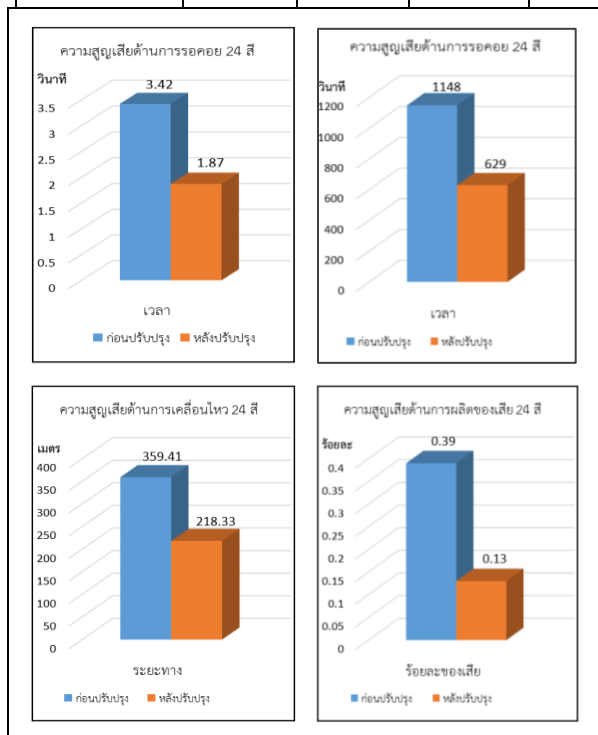
รูปที่ 17 ผลการดำเนินงานลดความสูญเสียของการบรรจุดินสอสี 12 สี

จากตารางที่ 18 และรูปที่ 17 พบว่าการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดความสูญเสียของกระบวนการบรรจุดินสอสี 12 สี ได้ทั้ง 3 ด้าน โดยด้านการรอกอย จากเดิมใช้เวลา 0.93 วินาทีต่อกล่อง หลังปรับปรุงใช้เวลา 0.54 วินาทีต่อกล่อง สามารถลดได้ 0.39 วินาทีต่อกล่อง คิดเป็นลดลงร้อยละ 41.94 หรือจากเดิมใช้เวลา 579 วินาทีต่อรอบ หลังปรับปรุงใช้เวลา 338 วินาทีต่อรอบ สามารถลดลง

ได้ 241 วินาทีต่อรอบ คิดเป็นผลลดร้อยละ 41.62 และด้านการเคลื่อนไหว จากเดิมใช้ระยะทาง 254.33 เมตร หลังปรับปรุงใช้ระยะทาง 109.61 เมตร สามารถลดลงได้ 144.72 เมตร คิดเป็นผลลดร้อยละ 56.90 รวมทั้งด้านการผลิตของเสีย จากเดิมมีของเสียร้อยละ 0.24 หลังปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 0.12 สามารถลดของเสียร้อยละ 0.12 คิดเป็นผลลดร้อยละ 50.00

ตารางที่ 19 ผลการดำเนินงานลดความสูญเสียของการบรรจุดินสอสี 24 สี

ดินสอสี 24 สี				
ความสูญเสีย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ค่าที่ลดได้	ร้อยละ
ความสูญเสียด้านการรอกอย	วินาที/กล่อง	วินาที/กล่อง	วินาที/กล่อง	45.03
	วินาที/รอบ	วินาที/รอบ	วินาที/รอบ	45.21
ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว	359.41 เมตร	218.33 เมตร	141.08 เมตร	39.25
ความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย	ร้อยละ 0.39	ร้อยละ 0.13	ร้อยละ 0.26	66.67



รูปที่ 18 ผลการดำเนินงานลดความสูญเสียของการบรรจุดินสอสี 24 สี

จากตารางที่ 19 และรูปที่ 18 พบว่าการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดความสูญเสียของกระบวนการบรรจุดินสอสี 24 สี ได้ทั้ง 3 ด้าน โดยด้านการรอกอย จากเดิมใช้เวลา 3.42 วินาทีต่อกล่อง หลังปรับปรุงใช้เวลา 1.87 วินาทีต่อกล่อง สามารถลดลงได้ 1.55 วินาทีต่อกล่อง คิดเป็นผลลดร้อยละ 45.03 หรือจากเดิมใช้เวลา 1148 วินาทีต่อรอบ หลังปรับปรุงใช้เวลา 629 วินาทีต่อรอบ สามารถลดลงได้ 519 วินาทีต่อรอบ คิดเป็นผลลดร้อยละ 45.21 และด้านการเคลื่อนไหว จากเดิมใช้ระยะทาง 359.41 เมตร หลังปรับปรุงใช้ระยะทาง 218.33 เมตร สามารถลดลงได้ 141.08 เมตร คิดเป็นผลลดร้อยละ 39.25 รวมทั้งด้านการผลิตของเสีย จากเดิมมีของเสียร้อยละ 0.39 หลังปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 0.13 สามารถลดของเสียร้อยละ 0.26 คิดเป็นผลลดร้อยละ 66.67

ผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียด้านการรอกอยและการเคลื่อนไหว พบว่าหลังจากกำหนดตำแหน่งการวางลังบรรจุดินสอสีใหม่ เป็นการกำจัด (Eliminate: E) การเดินหาดินสอสีมาบรรจุ การเคลื่อนไหวของพนักงาน และการรอกอยที่ไม่จำเป็นออก อีกทั้งการควบคุมด้วยการมองเห็นโดยการจัดทำสัญลักษณ์ให้พนักงานเห็นความเชื่อมโยงจากการใช้สีระหว่างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ทำให้การทำงานง่ายขึ้น (Simplify: S) ส่วนผลการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย พบว่าหลังจากติดตั้งตัวระบุตำแหน่งและให้พนักงานใช้งานจนคล่องตัวแล้ว ทำให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้น (Simplify: S) และเป็นการกำจัด (Eliminate: E) ขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออก เนื่องจากพนักงานไม่ต้องปรับเปลี่ยนตัวระบุตำแหน่งบนเครื่องบรรจุดินสอสีระหว่างการบรรจุดินสอสี 12 สี และดินสอสี 24 สี เพียงแค่ปรับเลื่อนตำแหน่งของตัวระบุที่ปรับปรุงใหม่ก็สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง ไม่เสียเวลา และยังสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่องได้

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการบรรจุดินสอสีลงกล่อง ทั้ง 12 สี และ 24 สี พบว่าเกิดความสูญเสีย 3 ด้าน อันได้แก่ ความสูญเสียด้านการรอกอย ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว และความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย โดยเมื่อพิจารณาปัญหาด้วยแผนผังแสดงเหตุและผลพบว่าความสูญเสียด้านการรอกอย ความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว เกิดจากพนักงานใช้สายตาเปล่าในการมองหาดินสอสีในลัง และตำแหน่งในการจัดวางลังที่ใช้ในการบรรจุดินสอสี ยังอยู่ในตำแหน่งที่

ไม่เหมาะสมกับการใช้งาน จึงได้ดำเนินการปรับปรุงโดยการนำทฤษฎีการควบคุมด้วยการมองเห็น โดยได้จัดทำสัญลักษณ์บอกตำแหน่ง รวมทั้งจัดรูปแบบถังบรรจุดินสอให้เหมาะกับการทำงาน และปรับปรุงแผนผังในการทำงานบางส่วน โดยใช้ทฤษฎีการจัดการคลังสินค้า ด้วยการจัดตามอัตราการใช้งาน หรือ FSN Analysis ส่วนความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย เกิดจากเครื่องบรรจุดินสอสีที่ตัวระบุตำแหน่งขาดประสิทธิภาพ จึงได้ทำการปรับปรุงโดยได้นำทฤษฎีการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบและจัดทำตัวระบุตำแหน่งใหม่ โดยผลจากการดำเนินงานวิจัยสามารถลดความสูญเสียทั้ง 3 ด้านลงได้ โดยดินสอสี 12 สี ลดความสูญเสียด้านการรอกอย ลงได้ร้อยละ 41.94 และ ร้อยละ 41.62 สำหรับหน่วยวินาทีต่อกล่องและวินาทีต่อรอบ ตามลำดับ ลดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหวยาวลงได้ร้อยละ 56.90 ลดความสูญเสียด้านการผลิตของเสียลงได้ร้อยละ 50.00 และในส่วนของดินสอสี 24 สี ลดความสูญเสียด้านการรอกอย ลงได้ร้อยละ 45.03 และ ร้อยละ 45.21 สำหรับหน่วยวินาทีต่อกล่องและวินาทีต่อรอบ ตามลำดับ ลดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหวยาวลงได้ร้อยละ 39.25 ลดความสูญเสียด้านการผลิตของเสียลงได้ร้อยละ 66.67

โดยงานวิจัยในอนาคตสามารถมุ่งเน้นไปที่การออกแบบเชิงวิศวกรรม มาประยุกต์ใช้รวมกับการนับของเสียระหว่างการบรรจุดินสอสีลงกล่อง โดยการเพิ่มตัวจับของเสีย (sensor) ลงในตัวระบุตำแหน่ง เพื่อช่วยให้พนักงานทำงานได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังสามารถนำแนวทางการปรับปรุงในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับส่วนงานอื่น ๆ หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้เข้าทำการศึกษาวิจัยและขอขอบคุณ คุณชิตติสรรค์ ทรัพย์กุลอรุษา คุณบุญเกียรติ ประทุมบัวโต และคุณสุประภา สุขขุนทด ผู้ช่วยในการดำเนินโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] พิศดา เป็ลคำพงษ์, “แผนธุรกิจร้านเครื่องเขียนและอุปกรณ์สำนักงาน”, [online] <https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php>, สืบค้นเมื่อ 15/07/2565.
- [2] ไรต์ดิงอินไทย, “ประเมินผลกระทบ COVID-19 กับอุตสาหกรรมเครื่องเขียน: 1 ปีกับโรคเปลี่ยนโลก”, [online] <https://writing.in.th/2021/04/11/covid-19-and-its-impact-writing-instrument-thailand/>, สืบค้นเมื่อ 15/07/2565.
- [3] ประชาชาติธุรกิจ, “63 ปี เครื่องเขียน “สมใจ” จากร้านในตำนาน สู่อยุคดิจิทัล”, [online] <https://www.prachachat.net/marketing/news-209849>, สืบค้นเมื่อ 15/07/2565.
- [4] ประยูร เขียววัฒนา, “โคเซ็นตามวิถีโตโยต้า”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2554.
- [5] ยุทธณรงค์ จงจันทร์, ยอดคนกา เกตุเมือง, และ นรา บุรีพันธ์, “การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตติดตั้งดัมพ์”, In Proc. IE Network Conference 2012’ เพชรบุรี, กรุงเทพฯ, หน้า 281-288, 2555.
- [6] คลอเคลีย วจนะวิชาการ, ปานจิต ศรีสวัสดิ์, และวรัญญู ทิพย์โพธิ์, “การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา”, บทความวิจัย วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., ปีที่ 9 ฉบับที่ 2, หน้า 38-46, 2559.
- [7] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, “หลักการควบคุมคุณภาพ”, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2551.
- [8] A.T. James, and D.S. Jerry, “The Warehouse Management Handbook,” 1st Ed., McGraw-Hill (Tx), 1998.
- [9] คำานาย อภิปรัชญาสกุล, “การจัดการคลังสินค้า”, พิมพ์ครั้งที่ 1., บริษัท โฟกัสมีเดีย แอนด์พับลิชชิง จำกัด, 2560,
- [10] N.K. Shimbun, “Visual Control Systems” 1st Edition., Productivity Press, 1995.
- [11] C. A. Ortiz, and M. Park, “Visual Controls: Applying Visual Management to the Factory” 1st Ed., Productivity Press, 2010.
- [12] สุรัชย์ ธรรมทวีฤกุล, และ วิเชียร เบญจวัฒนาผล, “ระบบการผลิต JIT: จากหลักการสู่ภาคปฏิบัติจริง / โดย อธิยุติ อิธราโน”, ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2537.
- [13] บัญชา ธนบุญสมบัติ, “การออกแบบทางวิศวกรรม: การเลือกวัสดุและกรรมวิธีการผลิต”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2543.
- [14] M. F. Ashby, “Materials Selection in Mechanical Design” 5th Ed., Butterworth-Heinemann, 2017.
- [15] อัญชลี คำหนู, และ วสวัชร นาคเขียว, “การปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารคลังสินค้า สำหรับโรงงานอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลีนา”, งานสัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการอุตสาหกรรมปี ครั้งที่ 2, 2561.
- [16] ชญาดา ปราชเป็ร้อง, และ รุ่งฉัตร ชมภูอินท, “การลดเวลาในการผลิตกระเทียมกลับไทยบรรจุถุงด้วยเทคนิคการผลิตแบบลีน”, งานสัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการอุตสาหกรรมปี ครั้งที่ 1, 2560.
- [17] B. Suhardi, and P. W. Laksono, “Minimizing waste using lean manufacturing and ECRS principle in Indonesian furniture industry”, Cogent Engineering., vol 6, pp. 1-13, 2019.
- [18] B. Ali, S. Jaweed, and M. Fahad, “Implementation of Waste Assessment Matrix and Line Balancing For Productivity Improvement in a High Variety/High Volume Manufacturing Plant”, In: Proc. of ESMD, Karachi, Pakistan, pp. 68-75, 2015.
- [19] ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, “การเขียนแบบวิศวกรรมด้วย SolidWorks”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2552.
- [20] นันทนัฐ เอื้อบางไทร, ไซยาพงษ์ เทพประสิทธิ์ และ วราวุธ วุฒินิชย์, “การประเมินสภาพฝ่ายด้วยเทคนิควีซีดีซีเอสและกระบวนการวิเคราะห์

ลำดับชั้น”, วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 30, ฉบับที่ 3,
หน้า 389-405, 2563.



ธนิดา สุนาร์ักษ์ จบการศึกษาวิทยาศาสตรดุษฎี
บัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์ วิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต และวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ปัจจุบันเป็นอาจารย์
ประจำภาควิชาวิศวกรรมกระบวนการและอุตสาห
การ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร และ
ได้รับตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขา
วิศวกรรมอุตสาหกรรม