การลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตเลือดไก่ ด้วยการออกแบบเครื่องกวาดเลือด

ธนิดา สุนารักษ์ *

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป และอาหารแช่แข็ง ทำให้ผู้ประกอบธุรกิจในอุตสาหกรรมนี้ต้องดำเนินการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยการลดความสูญเสียต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากการเข้าศึกษากระบวนการผลิตภายในบริษัทกรณีศึกษาซึ่งประกอบธุรกิจผลิตอาหารแปรรูปจากเนื้อไก่ ทั้งไก่สดแช่แข็ง และ ไก่ปรุงสุกแช่แข็ง พบว่าเกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตเลือดไก่ โดยมีสาเหตุหลักจากการที่เลือดติดค้างในรางรองเลือด ทำให้พนักงานในขั้นตอนการรองเลือด ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการผลิตเลือดไก่ ต้องเดินไปยังห้องตกเลือดเพื่อกวาดทำความสะอาดรางรองเลือดเป็นระยะๆ ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทั้งด้านกระบวนการผลิต ด้านการเคลื่อนไหว ด้านการรอคอย และ ด้านการผลิตของเสีย จึงได้ประยุกต์ใช้การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา การวิเคราะห์กระบวนการปฏิบัติงานด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ แผนภูมิกระบวนการไหลร่วมกับหลักการวิเคราะห์ความสูญเสีย 7 ประการ รวมทั้งการออกแบบและจัดสร้างเครื่องกวาดเลือดเพื่อลดความสูญเสียต่างๆ ดังกล่าว ผลจากการดำเนินงานวิจัยพบว่าหลังการติดตั้งเครื่องกวาดเลือด สามารถลดความสูญเสียด้านกระบวนการผลิต โดยขั้นตอนการรองเลือด ลดลงจาก 8 ขั้นตอนย่อย เหลือ 3 ขั้นตอนย่อย ลดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว โดยระยะทางการเคลื่อนไหวลดลงจาก 880 เมตรต่อวัน เหลือ 0 เมตรต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 100 ลดความสูญเสียด้านการรอคอย โดยเวลาการรอคอยลดลงจาก 17,520 วินาทีต่อวัน เหลือ 0 วินาทีต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 100 และความสูญเสียจากการผลิตของเสีย ลดลงจาก ร้อยละ 28.49 เหลือร้อยละ 5.02 หรือลดลงร้อยละ 23.47

คำสำคัญ : การลดความสูญเสีย, การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา, ความสูญเสีย 7 ประการ, การออกแบบเครื่องกวาดเลือด, กระบวนการผลิตเลือดไก่

สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
* ผู้ติดต่อ, อีเมล์: thanidasunarak@gmail.com รับเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2561 ตอบรับเมื่อ 21 พฤษภาคม 2561

Reducing Waste from Chicken Blood Cube Production by Designing Blood Sweeper

Thanida Sunarak*

Abstract

The continued growth of the processed and frozen food industries have led entrepreneurs in this field with efficiently and effectively operations by reducing the potential wastes in the production process. The study was conducted on the production process of chicken meat, frozen chicken, and cooked frozen chicken. It was found that there were wastes in the production of chicken blood cube. The main cause was from the undrained blood in the blood holding rail. This effected to the operator in the blood holding process, which was the first step of the production, had to move to the blood-dropped room for periodically sweeping to clean the rail. This resulted in the wastes of processing, motion, delay and defect. The research adapted the principles of motion and time study, process analyzing by Flow Process Charts, Flow Diagram in conjunction with 7 waste analysis, including design and construction of a blood sweeper to reduce these waste. The results of the research showed that, after the installation of the blood sweeper, the wastes of processing, motion, delay and defect can be reduced by decreasing the steps of blood holding from 8 steps to 3 steps, the movement distance from 880 meters per day to 0 meters per day, the waiting time from 17,520 seconds per day to 0 seconds per day which are equivalence reduced by 100 percent, and finally the defect from 28.49 to 5.02 percent, or a decrease of 23.47 percent, respectively.

Keywords : Waste reduction, Motion and time study, 7 Waste, Blood sweeper design, Chicken blood cube process

Logistics Engineering Mahanakorn Institute of Innovation, Faculty of Engineering, Mahanakorn University of Technology.

* Corresponding author, E-mail: thanidasunarak@gmail.com Received 5 February 2018, Accepted 21 May 2018

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารในปัจจุบันมีการขยายตัวและการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ตามความต้องการของผู้บริโภคที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น อุตสาหกรรมประเภทนี้มีผู้ประกอบการเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีการแข่งขันทางการผลิตที่สูงขึ้น ดังนั้นการปรับปรุงระบบการผลิต การควบคุมคุณภาพของสินค้า การลดเวลาและความสูญเสียต่างๆ ในกระบวนการผลิต จึงล้วนเป็นสิ่งที่ต้องนำมาใช้ในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับองค์กร และยังสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับองค์กรได้มากยิ่งขึ้น

บริษัทกรณีศึกษา เป็นหนึ่งในโรงงานแปรรูปอาหารขนาดใหญ่ ที่มีผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเนื้อไก่ทุกชนิดในแบรนด์ต่างๆ อาทิเช่น เคเอฟซี เชสเตอร์กริลล์ แบรนด์ซุปไก่สกัด เป็นต้น จากการศึกษาสภาพปัญหาเบื้องต้นในบริษัทดังกล่าว พบว่ามีความสูญเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเลือดไก่ กล่าวคือในกระบวนการผลิตเลือดไก่นั้นมีขั้นตอนในการผลิตโดยเริ่มจากการรองเลือด การเทเลือดที่แข็งตัวลงบนรางลำเลียง การต้มเลือดและการลดอุณหภูมิให้เลือดไก่ (cooling) ซึ่งในขั้นตอนการรองเลือดจากรางรองเลือดนั้น หากเกิดการจับตัวของเลือดในลักษณะเป็นลิ่ม จะส่งผลให้เส้นทางการไหลของเลือดในรางมีพื้นที่ในการไหลลดลง ทำให้พนักงานต้องคอยตรวจสอบและกวาดทำความสะอาดเลือดที่ติดค้างในรางรองเลือด ซึ่งต้องใช้เวลาค่อนข้างนานโดยเฉลี่ยครั้งละ 73 นาที เนื่องจากพนักงานต้องเดินจากห้องรองเลือดไปกวาดเลือดที่ห้องตกเลือด จึงเกิดความสูญเสียทั้งด้านกระบวนการผลิต การเคลื่อนไหวและการรอคอย ทำให้ขั้นตอนต่อจากการรองเลือดเกิดความล่าช้าตามไปด้วย ส่งผลให้กระบวนการผลิตเลือดไก่เป็นไปอย่างล่าช้า นอกจากนั้นยังส่งผลให้เกิดความสูญเสียในด้านการผลิตของเสีย เนื่องจากเลือดที่ติดค้างในรางรองเลือดจำเป็นต้องใช้น้ำในการทำความสะอาด ทำให้เลือดที่ได้นั้นไม่สามารถนำไปผลิตเป็นเลือดไก่ได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการผลิตเลือดไก่ต้องได้รับการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อลดความสูญเสียต่างๆ ให้น้อยลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยประยุกต์ใช้การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ความสูญเสีย 7 ประการ รวมทั้งการออกแบบทางวิศวกรรมในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องกวาดเลือดสำหรับรางรองเลือดไก่ เพื่อลดความสูญเสียต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเลือดไก่ ทั้งด้านกระบวนการผลิต การเคลื่อนไหว การรอคอย และการผลิตของเสีย อีกทั้งยังสามารถลดเวลาการทำความสะอาดรางรองเลือด และเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตเลือดไก่ได้มากขึ้น ทำให้ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่มีเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้นๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่างๆ และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง โดยมีเครื่องมือ (Tools) ที่ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการทำงานต่างๆ อาทิเช่น แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow

Process Charts) ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) เป็นต้น [1-2] ซึ่งหลักการดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตต่างๆ อย่างกว้างขวาง [3, 8-9, 12-13]

2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ

ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) ได้แก่ 1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) 2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) 3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) 4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) 5. ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing) 6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) 7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) [4]

การกำจัดความสูญเสียเป็นหลักการสำคัญในระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) โดยเป็นระบบกำจัดความสูญเสียและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมหรืองานที่ดำเนินการ ซึ่งข้อเสียจากการมีความสูญเสียทั้ง 7 ประการ คือ ใช้เวลาการผลิตนาน สินค้ามีคุณภาพต่ำ และต้นทุนสูง [5] ในกระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเสียต่างๆ แฝงอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการผลิตต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างมากมาย [6] โดยพบงานวิจัยต่างๆ ที่มุ่งเน้นการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต อาทิเช่น การลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ซึ่งพบว่าปัญหาส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่เครื่องอัดบอลโดยแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเข็มอัดบอลหักหรืองอสูง ด้านการตั้งค่าโปรแกรมเครื่องผิดพลาด และด้านการซ่อมบำรุงเครื่องอัดลูกบอลไม่ดีพอ ซึ่งเมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้นแต่ละครั้งทำให้สายการผลิตต้องหยุดเสียเวลาการทำงาน โดยหลังปรับปรุงด้วยการมุ่งลดความสูญเสียทั้ง 3 ด้าน ทำให้ลดต้นทุนรวมเฉลี่ยได้ 11,849.76 ดอลลาร์สหรัฐต่อปี [7] การลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเตาเหล็กหล่อ ซึ่งมีสาเหตุหลัก 3 ประการ คือ สาเหตุที่มาจากวิธีการทำงาน สาเหตุที่มาจากตัวพนักงานเอง และสาเหตุที่มาจากเครื่องจักร รวมถึงอุปกรณ์ช่วยที่ใช้ในการทำงานเสื่อมสภาพ โดยใช้เทคนิคการลดความสูญเสีย 7 ประการ พบว่าหลังการปรับปรุงของเสียลดลงจากร้อยละ 3.30 เหลือร้อยละ 0.16 หรือลดลงร้อยละ 3.14 [8] การกำจัดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งประสบปัญหาผลผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย โดยได้นำหลักการความสูญเสีย 7 ประการมาวิเคราะห์ จำแนก และกำหนดแนวทางลดความสูญเปล่าต่างๆ ให้กับหน่วยเย็บ ซึ่งแบ่งทีมเย็บเป็นทีม BA1 และ BA2 ผลจากการปรับปรุง พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของทีมเย็บ BA1 และ BA2 ขึ้นได้ร้อยละ 15.63 และร้อยละ 18.15 มีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.13 และร้อยละ 20.00 มีเวลานำการผลิตลดลงร้อยละ 16.00 และร้อยละ19.23 ตามลำดับ [9]

2.3 การออกแบบทางวิศวกรรม

การออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการของการประดิษฐ์ระบบ ส่วนประกอบ หรือ กระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการการใช้งาน โดยเป็นกระบวนการตัดสินใจ (มักจะเกิดซ้ำแล้วซ้ำอีก) ที่ประยุกต์ใช้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ

วิทยาศาสตร์วิศวกรรม เพื่อแปลงทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานตามวัตถุประสงค์ให้ได้อย่างดีที่สุด โดยองค์ประกอบพื้นฐานในกระบวนการการออกแบบ ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ และเกณฑ์ (เงื่อนไข) ต่างๆ สำหรับการออกแบบ การสังเคราะห์ การวิเคราะห์ การจัดสร้าง การทดสอบ และการประเมินผล [10-11]

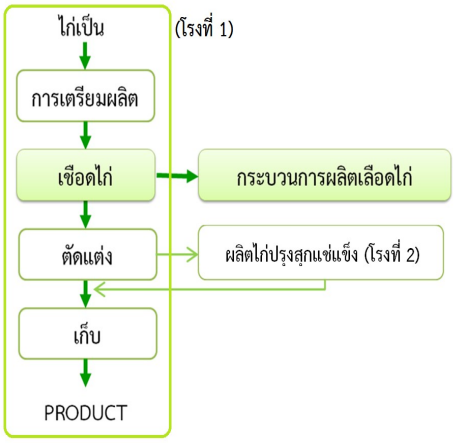
การออกแบบทางวิศวกรรมได้ถูกประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตต่างๆ อย่างแพร่หลาย ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยต่างๆ อาทิเช่น การเพิ่มผลผลิตของสายการผลิตกุ้งซูชิในอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์น้ำโดยการออกแบบถาดเรียงก่อนต้ม เพื่อแก้ปัญหาในสถานีงานเรียงลงถาดโฟม และสถานีงานเรียงลงถาดต้ม ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพสายสมดุลของสถานีงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.89 ลดจำนวนพนักงานลงได้ทั้งหมด 19 คน ต้นทุนต่อหน่วยของสถานีงานเรียงลงถาดต้ม ลดลงร้อยละ 14.5 และสถานีงานเรียงลงถาดโฟม ลดลงร้อยละ 9.6 อีกทั้งลดการรอคอย และ การเคลื่อนย้ายลงได้ร้อยละ 20.69 และร้อยละ 14.80 ตามลำดับ [12] การออกแบบเครื่องมือจับยึดชิ้นงานเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการตัดท่อยาง กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยสามารถลดความสูญเสียในกระบวนการตัดท่อยางสำหรับชิ้นส่วนรถยนต์ได้ร้อยละ 100 คิดเป็นมูลค่าวัตถุดิบเฉลี่ย ลดลง 221,870 บาทต่อเดือน [13] การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำนมข้าวโพด 5 หัว กึ่งอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำนมข้าวโพด โดยสามารถบรรจุน้ำนมข้าวโพดได้ครั้งละ 35 ขวด และใช้เวลาลดลงจากเดิม 143.15 วินาที เหลือ 23.4 วินาที คิดเป็นร้อยละ 83.62 [14]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทผู้ผลิตอาหารแปรรูปจากเนื้อไก่ โดยมีการจัดแบ่งแยกประเภทผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ ตามความต้องการของลูกค้า จากการเข้าศึกษาข้อมูลภายในบริษัท พบว่าทางบริษัทมีโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ 2 โรงงาน ได้แก่ โรงที่ 1 ผลิตไก่สดแช่แข็ง และ โรงที่ 2 ผลิตไก่ปรุงสุกแช่แข็ง โดยจะนำไก่ที่ผ่านกระบวนการผลิตต่างๆ จากโรงที่ 1 มาทำการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Oder) เช่น ไก่เสียบไม้ สเต็กไก่ ไก่ห่อสาหร่าย เป็นต้น

ภาพรวมกระบวนการผลิตไก่ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตไก่

กระบวนการผลิตเลือดไก่เป็นส่วนหนึ่งของการผลิตไก่สดแช่แข็งในโรงที่ 1 ต่อจากขั้นตอนการเชือดไก่ ซึ่งผลิตภัณฑ์เลือดไก่ที่ได้ แสดงดังรูปที่ 2 และจากกระบวนการผลิตเลือดไก่นี้ จะเกิดของเสียขึ้นจากการกวาดเลือดไก่ที่ติดรางรองเลือดลงพื้น โดยของเสียนี้มี

ลักษณะเป็นก้อนมีสิ่งปนเปื้อน ได้แก่ ขนไก่ เศษหิน และมีน้ำเจือปน ดังรูปที่ 3 อย่างไรก็ตามของเสียนี้สามารถนำไปจำหน่ายให้กับผู้รับซื้อเพื่อนำไปทำอาหารปลาได้ แต่ราคาจะต่ำ

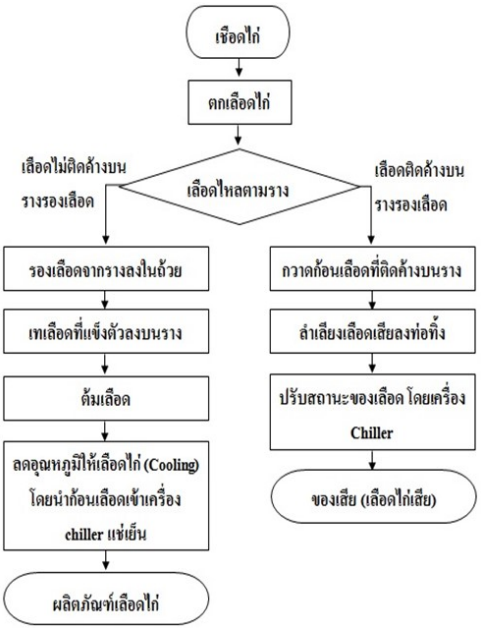
รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์เลือดไก่

รูปที่ 3 ของเสีย (เลือดไก่เสีย)

3.2 การศึกษากระบวนการผลิตเลือดไก่

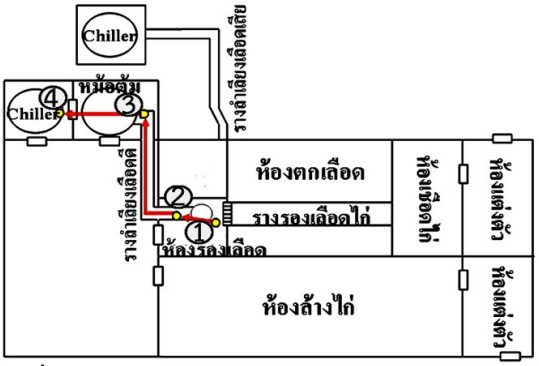
กระบวนการผลิตเลือดไก่ แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวจะมีเลือดติดบนรางรองเลือด แสดงดังรูปที่ 5 ทำให้เกิดขั้นตอนการกวาดเลือดที่ติดบนราง และนำไปสู่ความสูญเสียด้านต่างๆ ในที่สุด

รายละเอียดของกระบวนการผลิตเลือดไก่ หลังจากการเชือดไก่ และการตกเลือดไก่ แสดงดังตารางที่ 1 โดยตำแหน่งและลำดับการทำงานของพนักงานในกระบวนการผลิตเลือดไก่ แสดงด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ (Flow diagram) ดังรูปที่ 6



รูปที่ 4 กระบวนการผลิตเลือดไก่

รูปที่ 5 เลือดไก่ติดบนรางรองเลือด



รูปที่ 6 ไดอะแกรมการเคลื่อนที่กระบวนการผลิตเลือดไก่

ตารางที่ 1 กระบวนการผลิตเลือดไก่

	Process	Operator
	1. การรองเลือด เป็นขั้นตอนที่พนักงานทำการรองน้ำเลือดทีละถ้วย โดยเริ่มจากพนักงานทำการหยิบถ้วยมารองน้ำเลือดจากราง รองจนกระทั่งน้ำเลือดเต็มถ้วย ซึ่งใช้ถ้วยรองเลือดน้ำหนักต่อถ้วย 350 กรัม	1 คน
	2. เทเลือดที่แข็งตัวลงบนรางลำเลียง โดยเริ่มจากพนักงานทำการหยิบถ้วย ที่มีลักษณะเลือดจับตัวกันเป็นก้อนแล้วทำการเทก้อนเลือดออกจากถ้วยลงบนรางลำเลียงเลือดดีจนแล้วเสร็จ	1 คน
	3. การต้มเลือด เป็นขั้นตอนที่ก้อนเลือดถูกต้มในหม้อต้ม โดยเริ่มจากก้อนเลือดตกลงสู่หม้อต้ม จนกระทั่งก้อนเลือดสุก ซึ่งใช้อุณหภูมิน้ำ ≥ 80 องศา และเวลาต้ม 1-1.5 ชั่วโมง	1 คน
	4. การลดอุณหภูมิให้เลือดไก่ (cooling) เริ่มจากพนักงานทำการตักก้อนเลือดที่สุกเต็มที่จากหม้อต้ม ไปเข้าเครื่อง chiller เพื่อลดอุณหภูมิโดยการแช่น้ำเย็นอุณหภูมิ 0-4 องศา จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์เลือดไก่	1 คน

จากตารางที่ 1 พบว่ากระบวนการผลิตเลือดไก่ มีจำนวนพนักงานทั้งหมด 4 คน โดยพนักงานจากขั้นตอน การรองเลือด (ขั้นตอนที่ 1) เป็นพนักงานคนเดียวกันกับขั้นตอนการกวาดเลือดเมื่อมีเลือดติดรางรองเลือด ซึ่งต้องหยุดการรองเลือดและเดินไปยังห้องตกเลือดเพื่อทำการกวาดเลือดในรางรองเลือด ทำให้ขั้นตอนถัดไป (ขั้นตอนที่ 2-4) ต้องชะลอตามไปด้วย โดยใช้ระยะเวลาในช่วงนี้ค่อนข้างนาน ส่งผลให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการการผลิตเลือดไก่ทั้งทางด้านการเคลื่อนไหว การรอคอย กระบวนการผลิตและของเสีย จึงได้ทำการวิเคราะห์ความสูญเสียจากขั้นตอนการรองเลือดในหัวข้อถัดไป

3.3 การวิเคราะห์ขั้นตอนการรองเลือดและความสูญเสีย

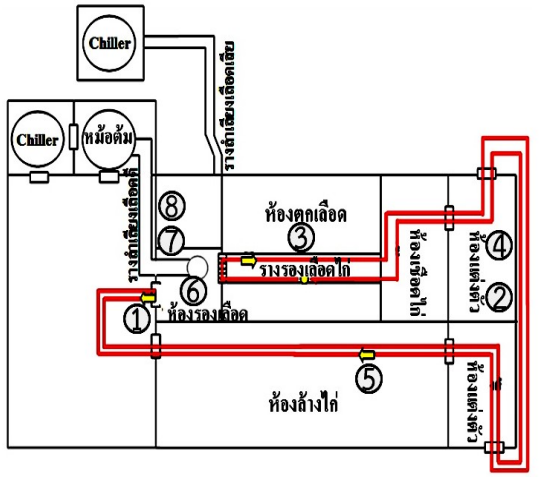
การรองเลือดเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิตเลือดไก่ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ขั้นตอนย่อยด้วยแผนภูมิกระบวนการไหล ได้ดังรูปที่ 7 ซึ่งพบว่าในกรณีปกติคือไม่มีเลือดติดค้างในราง จะมีเฉพาะขั้นตอนตามรายการที่ 6-8 โดยมีการปฏิบัติงาน 2 ขั้นตอน รวมเวลา 21.32 วินาที การเคลื่อนไหว 1 ครั้ง รวมระยะทาง

0.5 เมตร อย่างไรก็ตามในกรณีที่ไม่ปกติ คือมีเลือดติดค้างในราง จะมีขั้นตอนตามรายการที่ 1-5 เพิ่มขึ้นมา โดยมีการปฏิบัติงาน 3 ขั้นตอน รวมเวลา 1,140 วินาที การเคลื่อนไหว 2 ครั้ง รวมระยะทาง 220 เมตร โดยรวมทั้ง 2 กรณี มีการปฏิบัติงานทั้งหมด 5 ขั้นตอน การเคลื่อนย้าย 3 ครั้ง รวมเวลาทั้งหมด 4,411.32 วินาที และรวมระยะทางทั้งหมด 239 เมตร ซึ่งพบว่าขั้นตอนที่เพิ่มมานั้นเป็นส่วนของการที่พนักงานต้องเดินไปเพื่อทำการกวาดรางรองเลือด โดยต้องเดินออกจากห้องรองเลือดไปยังห้องตกเลือด และเมื่อกวาดรางรองเลือดเสร็จจะเดินกลับมาที่ห้องรองเลือดเพื่อทำการรองเลือดต่อไป ซึ่งจากรูปที่ 7 สามารถแสดงการเคลื่อนไหวของพนักงานในส่วนดังกล่าว ด้วยไดอะแกรมการเคลื่อนที่ได้ดังรูปที่ 8

	Step	Distance (meter)	Time (second)	Symbol
1	เดินไปห้องตกเลือด	110	1,620.00	○ ⇨ D □ ▽
2	หยิบอุปกรณ์ในการกวาดราง	3	120.00	● ⇨ D □ ▽
3	กวาดราง	12	900.00	● ⇨ D □ ▽
4	เก็บอุปกรณ์	3	120.00	● ⇨ D □ ▽
5	เดินกลับมาที่ห้องรองเลือด	110	1,620.00	○ ⇨ D □ ▽
6	นำถ้วยมารองเลือดจากราง	0.5	4.00	● ⇨ D □ ▽
7	รองเลือดจนเต็มถ้วย	-	17.32	● ⇨ D □ ▽
8	นำถ้วยรองเลือดมาวางพักไว้บนโต๊ะ	0.5	10.00	○ ⇨ D □ ▽
	รวม	239.00	4,411.32	5 3 0 0 0

รูปที่ 7 แผนภูมิกระบวนการไหลขั้นตอนการรองเลือด

หมายเหตุ เวลาเฉลี่ยจาก 15 รอบ โดยไม่คิดเป็นเวลามาตรฐาน เนื่องจากเป็นรอบการทำงานที่ไม่แน่นอน (มีทั้งกรณีปกติและไม่ปกติ) อีกทั้งงานวิจัยมิได้มุ่งเน้นการสร้างมาตรฐานของงาน



รูปที่ 8 ไดอะแกรมการเคลื่อนที่แสดงการเคลื่อนไหวของพนักงานกรณีมีเลือดติดค้างในรางรองเลือด

ดังกล่าวข้างต้นว่าหากมีเลือดติดค้างในรางรองเลือด พนักงานต้องหยุดการทำงานในขั้นตอนการรองเลือดเพื่อทำการกวาดรางรองเลือด โดยมีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้น คือ เดินไปยังห้องตกเลือด ทำการหยิบอุปกรณ์ ทำการกวาดรางรองเลือด และเก็บอุปกรณ์การกวาดราง จากนั้นพนักงานจะเดินกลับไปทำการรองเลือดในห้องรองเลือดเพื่อเริ่มขั้นตอนต่อๆ ไปได้ โดยสามารถสรุปความสูญเสียด้านต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสูญเสียจากกระบวนการผลิตเลือดไก่

Waste	Step	Time (second)	Distance (meter)	Defect (%)
Processing	เพิ่มขึ้น 5 ขั้นตอน		-	-
Motion	-		880	-
Delay	-	17,520	-	-
Defect	-	-	-	28.49

โดยรายละเอียดความสูญเสียด้านต่างๆ แสดงดังนี้

กระบวนการผลิต: จากรูปที่ 7 เมื่อมีเลือดติดค้างในรางรองเลือด ขั้นตอนการรองเลือดจะเพิ่มขึ้น 5 ขั้นตอนย่อย คือ รายการที่ 1-รายการที่ 5 ซึ่งเกิดขึ้นจำนวน 4 รอบต่อวัน ถือเป็นการทำงานซ้ำกันหลายครั้ง ส่งผลให้กระบวนการผลิตล่าช้า

การเคลื่อนไหว: จากรูปที่ 8 พนักงานต้องทำการเดินไปกวาดรางรองเลือด และเดินกลับมาที่ห้องรองเลือด ซึ่งเกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ (รูปที่ 7 รายการที่ 1 และ 5) ทำให้สูญเสียด้านการเคลื่อนไหว และเกิดความล้าเนื่องจากต้องเดินค่อนข้างไกล ซึ่งเกิดขึ้นจำนวน 4 รอบต่อวัน

โดยคิดเป็นระยะทางสูญเสียรวมต่อวัน = (110+110) x 4 = 880 เมตร

การรอคอย: จากตารางที่ 1 เมื่อขั้นตอนการรองเลือดซึ่งเป็นขั้นตอนที่ 1 ของการผลิตเลือดไก่ หยุดการทำงาน เนื่องจากพนักงานต้องเดินไปกวาดเลือดที่ติดค้างในรางรองเลือด ทำให้ขั้นตอนที่ 2 3 และ 4 ต้องรอพนักงานคนดังกล่าวกลับมารองเลือด จึงจะเริ่มขั้นตอนการทำงานต่อไปได้ ซึ่งการรอคอยคือช่วงของขั้นตอนการทำงานที่เพิ่มขึ้นมา 5 ขั้นตอน (รูปที่ 7 รายการที่ 1-5) ซึ่งเกิดขึ้นจำนวน 4 รอบต่อวัน

โดยคิดเป็นเวลาสูญเสียรวมต่อวัน = (1,620+120+900+120+1,620) x 4 = 17,520 วินาที

การผลิตของเสีย: การกวาดเลือดในรางรองเลือด ทำให้เกิดของเสีย (เลือดไก่เสีย) เนื่องจากจะได้เลือดที่มีลักษณะเป็นลิ่มซึ่งมีสิ่งเจือปนติดออกมาจากราง ทำให้ไม่สามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เลือดไก่ได้ โดยความสูญเสียจากการผลิตของเสีย แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (เลือดไก่เสีย)

Amount of all chicken blood (kg.)	Amount of bad chicken blood (kg.)	Defect (%)
14,374	4,095	$\frac{4,095 \times 100}{14,374} = 28.49$

หมายเหตุ ปริมาณเลือดไก่ทั้งหมด (Amount of all chicken blood) และปริมาณเลือดไก่เสีย (Amount of bad chicken blood) เป็นปริมาณเฉลี่ยต่อวัน

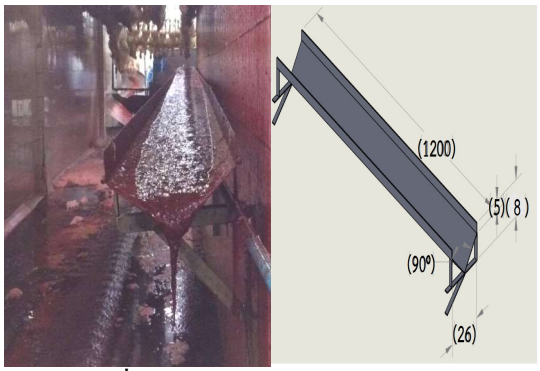
3.4 การกำหนดแนวทางการปรับปรุง

จากการศึกษาวิเคราะห์ข้างต้น ทำให้ทราบถึงสาเหตุหลักของความสูญเสียในกระบวนการผลิตเลือดไก่ คือ เกิดการจับตัวของเลือดในลักษณะเป็นลิ่มบนรางรองเลือด ส่งผลให้เส้นทางการไหลของเลือดในรางมีพื้นที่ในการไหลลดลง และกระบวนการผลิตเลือดไก่เป็นไปอย่างล่าช้า เนื่องจากพนักงานต้องคอยตรวจสอบและกวาดทำความสะอาดเลือดที่ติดค้างในรางรองเลือด ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียทั้ง 4 ประการ ดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการผลิตเลือดไก่ควรได้รับการปรับปรุงเพื่อให้ความสูญเสียด้านต่างๆ ลดลง

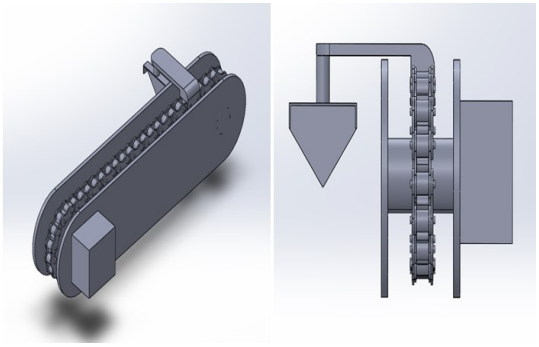
ดังนั้นจึงได้กำหนดแนวทางการปรับปรุงโดยทำการออกแบบและจัดสร้างเครื่องกวาดเลือดสำหรับรางรองเลือดในกระบวนการผลิตเลือดไก่ โดยมีรายละเอียดการออกแบบดังต่อไปนี้

3.4.1 การออกแบบแนวคิดเบื้องต้น

จากขั้นตอนการรองเลือดไก่ จะพบเลือดที่มีลักษณะเป็นลิ่มในรางรองเลือดเป็นจำนวนมาก โดยที่รางดังกล่าวมีขนาดความยาว 1,200 เซนติเมตร ความกว้าง 26 เซนติเมตร ความสูง 8 เซนติเมตร ขอบสูง 5 เซนติเมตร และใต้รางทำมุม 90 องศา ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ลักษณะและขนาดรางรองเลือด



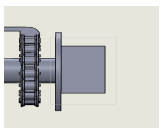
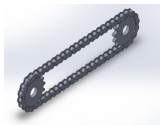
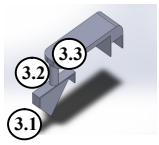
รูปที่ 10 แบบเครื่องกวาดเลือด

เครื่องมือที่จะทำการออกแบบนั้นต้องเป็นเครื่องมือที่สามารถกวาดเลือดที่มีลักษณะเป็นลิ่มให้ออกจากรางเพื่อรางจะได้ทำการรองรับเลือดที่หยดจากตัวไก่ได้ตลอดเวลา จึงมีแนวคิดในการออกแบบเครื่องกวาดเลือดให้มีมอเตอร์เพื่อการขับเคลื่อนอุปกรณ์ได้ โดยอุปกรณ์จะกวาดขนานไปกับราง ดังรูปที่ 10

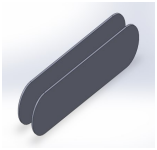
3.4.2 การออกแบบละเอียด

หลังจากการออกแบบแนวคิดเบื้องต้น ได้ทำการกำหนดชิ้นส่วนและขนาดที่สำคัญ พร้อมทั้งระบุหน้าที่หลักของแต่ละชิ้นส่วน ดังตารางที่ 4

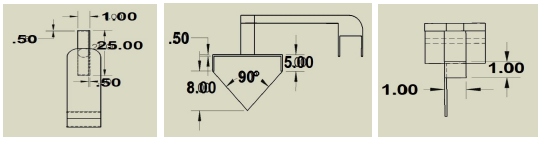
ตารางที่ 4 การกำหนดชิ้นส่วน

Parts	Function and Dimension
	1.มอเตอร์: ใช้บังคับเฟืองเพื่อหมุนตัวโซ่ กำลังการขับเคลื่อน 10 รอบต่อนาที
	2.ตัวโซ่: ใช้ยึดติดกับอุปกรณ์กวาดเลือด ความยาวของตัวโซ่ 2,438 เซนติเมตร กำหนดจากความยาวของรางรองเลือด
	3.อุปกรณ์กวาดเลือด: ใช้กวาดเลือดที่มีลักษณะเป็นลิ่มลงจากรางรองเลือด 3.1 ใบกวาดเลือด ความกว้างของใบกวาดเลือด มีขนาด 25 เซนติเมตร กำหนดจากขนาดความกว้างของรางรองเลือดไก่ และส่วนปลายของใบกวาดเลือดจะทำมุม 90 องศา ตามมุมของราง 3.2 ด้ามยึดจากใบกวาดเลือด มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 1 เซนติเมตร และความสูงเท่ากับ 5 เซนติเมตร กำหนดจากส่วนต่างความสูงระหว่างอุปกรณ์บังตัวโซ่กับใบกวาดเลือด 3.3 ด้ามยึดจากโซ่ ความยาวของด้ามยึดจากโซ่ มีขนาด 7 เซนติเมตร กำหนดขนาดจากระยะห่างระหว่างโซ่กับจุดกึ่งกลางของใบกวาดเลือด

ตารางที่ 4 การกำหนดชิ้นส่วน (ต่อ)

Parts	Function and Dimension
	4. อุปกรณ์บังโซ่: ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ความยาวของอุปกรณ์บังโซ่มีขนาด 1,200 เซนติเมตร กำหนดจากความยาวของรางรองเลือด และมีการลบเหลี่ยมของอุปกรณ์บังโซ่ทั้งสองฝั่ง

หลังจากกำหนดชิ้นส่วนและขนาดที่สำคัญแล้ว ได้ทำการออกแบบเครื่องกวาดเลือดอย่างละเอียดเพื่อเป็นแบบสำหรับทำการจัดสร้างเครื่องกวาดเลือดต่อไป โดยแสดงตัวอย่างแบบละเอียดของใบกวาดเลือด ดังรูปที่ 11



(A) Top view (B) Front view (C) Side view

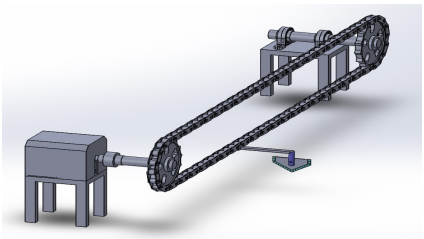
รูปที่ 11 แบบละเอียดของใบกวาดเลือด

3.4.3 การปรับปรุงแบบเครื่องกวาดเลือด

จากแบบดังกล่าวข้างต้น ได้นำเข้าหารือกับแผนกวิศวกรรมของบริษัทกรณีศึกษา ก่อนที่จะทำการจัดสร้าง ซึ่งจากการพิจารณาร่วมกันแล้วพบว่าแบบดังกล่าวนั้นอาจไม่สามารถแก้ไขปัญหาเลือดติดค้างในรางรองเลือดตรงบริเวณจุดรอยต่อของรางได้ อันเนื่องมาจากลักษณะของตัวราง มีการเชื่อมต่อกันทุกๆ ระยะ 2.7 เมตร จึงทำให้ระนาบบริเวณรอยต่อของราง เกิดความไม่เสมอกัน เป็นหลุม หรือเป็นผิวนูน ทำให้ใบกวาดเลือดที่มีลักษณะเป็นทรงเหลี่ยมตามที่ได้ออกแบบไว้ไม่สามารถกวาดเลือดในบริเวณนั้นได้ อีกทั้งในบริเวณที่ไม่เป็นรอยต่อ อาจเกิดการเสียดสีกันระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ในการกวาดเลือดตลอดความยาวของราง รวมถึงความกว้างที่ไม่เสมอกัน อาจเป็นเหตุทำให้วัสดุในการกวาดเลือดเกิดการเสียดสีและสึกกร่อนได้ง่าย ในระหว่างการใช้งาน จึงได้ทำการพัฒนาปรับปรุงแบบเครื่องกวาดเลือดขึ้นมาใหม่ ดังรูปที่ 12 และเปรียบเทียบลักษณะแบบเครื่องกวาดเลือดก่อนและหลังปรับปรุงดังตารางที่ 5

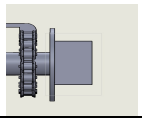
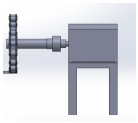
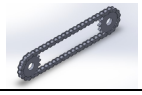
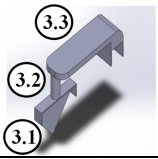
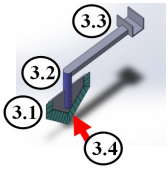
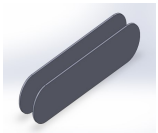
3.4.4 การคัดเลือกวัสดุ

จากการออกแบบและปรับปรุงเครื่องกวาดเลือด พบว่ามีชิ้นส่วนที่เป็นองค์ประกอบหลัก 3 ชิ้นส่วน ซึ่งสามารถแยกเป็นชิ้นส่วนที่สั่งทำตามแบบ และชิ้นส่วนที่จัดหาได้จากภายในบริษัทกรณีศึกษา โดยแต่ละชิ้นส่วนมีการเลือกใช้วัสดุตามคุณสมบัติที่กำหนด ดังตารางที่ 6



รูปที่ 12 แบบเครื่องกวาดเลือด (ปรับปรุง)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบลักษณะแบบเครื่องกวาดเลือด ก่อนและหลังปรับปรุง

Parts (Before Modification)	Parts (After Modification)	Modification Details
1. มอเตอร์ 		เพิ่มฐานรอง เพื่อรองรับน้ำหนักของมอเตอร์ เครื่องกวาดเลือด และลดการแกว่งของตัวเครื่องขณะการใช้งาน
2. ตัวโซ่ 	ไม่มีการปรับปรุง	ไม่มีการแก้ไข
3. อุปกรณ์กวาดเลือด 		3.1 ลักษณะคงเดิม 3.2 ปรับตำแหน่งด้ามยึดจากใบกวาดเลือด 3.3 ปรับขนาดความกว้างของด้ามยึดจากโซ่ เพื่อให้ด้ามยึดมีขนาดพอดีกับตัวโซ่ 3.4 เพิ่มชิ้นส่วนของใบกวาดเลือด เป็นขอบใบกวาดเลือด เพื่อให้สามารถกวาดเลือดบริเวณที่รางมีรอยต่อและบริเวณที่เป็นหลุมได้
4. อุปกรณ์บังโซ่ 	ตัดชิ้นส่วนนี้ออก	เนื่องจากขณะเครื่องทำงานไม่มีการเข้าไปซ่อมแซมเครื่องกวาดเลือด

ตารางที่ 6 การเลือกวัสดุ การสั่งทำและการจัดหา

Parts	Specification	Material	Reason for selection	Procurement	
				Make	Buy
1.มอเตอร์	มอเตอร์: กำลังการขับเคลื่อน 10 รอบต่อนาที	-	กำลังการขับเคลื่อนเหมาะสมกับความยาวของราง และเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทกรณีศึกษา		✓
	ฐานรอง: สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องได้ดี	สแตนเลส	วัสดุมีความแข็งแรง รองรับน้ำหนักได้ดี	✓	
2.ตัวโซ่	ทนต่อการเกิดสนิม	สแตนเลส	วัสดุมีความแข็งแรง ทนต่อการเกิดสนิม และเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทกรณีศึกษา		✓
3.อุปกรณ์กวาดเลือด	3.1 มีความเบา แข็งแรง และเป็นวัสดุ Food grade	ซุปเปอร์ลีน	วัสดุมีความเบา แข็งแรง ทนต่อแรงเสียดสีกับราง และเป็นวัสดุ Food Grade	✓	
	3.2 มีความเบา แข็ง แรง				
	3.3 มีความเบา แข็ง แรง				
	3.4 มีความอ่อนตัว และเป็นวัสดุ Food grade	พลาสติก	วัสดุมีความอ่อนตัว ยืดหยุ่นได้ดี และเป็นวัสดุ Food grade		

จากตารางที่ 6 พบว่าชิ้นส่วนที่ 1 ในส่วนของฐานรอง และ ชิ้นส่วนที่ 2 เลือกใช้สแตนเลสที่มีความแข็งแรงและทนต่อการเกิดสนิม ชิ้นส่วนที่ 3.1-3.3 เลือกใช้ซุปเปอร์ลีน ที่มีความเบา แข็งแรง และเป็นวัสดุ Food grade ชิ้นส่วนที่ 3.4 เลือกใช้พลาสติก ที่มีความอ่อนตัว ยืดหยุ่นได้ดี และเป็นวัสดุ Food grade

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการจัดสร้างและติดตั้ง

Construction and installation steps	Picture
1.ประกอบโครงสร้างฐานรอง พร้อมติดตั้งมอเตอร์และแบริ่งบนฐานรอง และนำฐานรองมาติดตั้งในห้องรองเลือด	
2.ประกอบเฟืองเข้ากับเพลา	
3.ประกอบเพลาเข้ากับมอเตอร์และแบริ่ง	
4.ปรับระดับความสูง และประกอบใบกวาดเลือดกับโซ่ โดยการเชื่อมติดกับส่วนโซ่ที่ถอดประกอบได้	
5.นำใบกวาดเลือดที่เชื่อมกับโซ่ (จากขั้นตอนที่ 4) มาประกอบรวมกับโซ่ทั้งหมด	
6.ประกอบโซ่เข้ากับเฟือง และทำการปรับความยาวให้ตึง	

3.5 การจัดสร้างและทดสอบตัวอุปกรณ์เครื่องกวาดเลือด

3.5.1 การจัดสร้างตัวอุปกรณ์เครื่องกวาดเลือด

หลังจากการพัฒนาแบบและการคัดเลือกวัสดุสำหรับเครื่องกวาดเลือดแล้ว ได้ทำการจัดสร้างและติดตั้งเครื่องกวาดเลือด โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนดังตารางที่ 7 ซึ่งได้พบปัญหาการประกอบและติดตั้งเครื่องกวาดเลือด ในขั้นตอนที่ 2 และ 4 เนื่องจากอุปกรณ์ที่สั่งทำมีขนาดคลาดเคลื่อนไปจากแบบเครื่องกวาดเลือด จึงทำการแก้ไขโดยสรุปได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การแก้ไขปัญหาที่พบจากการจัดสร้างและติดตั้ง

Parts	Problem	Solution
1.เพลา	จากขั้นตอนที่ 2 ได้ทำการประกอบเฟืองเข้ากับเพลา พบว่าขนาดของเพลามีความกว้างกว่ารูเฟืองประมาณ 1 มิลลิเมตร	ทำการเจียรปลายเพลาทั้งสองด้านเพื่อให้ใส่รูเฟืองได้พอดี
2.ใบกวาดเลือด	จากขั้นตอนที่ 4 ได้ทำการปรับระดับของใบกวาดเลือด พบว่าขนาดของด้ามยึดจากโซ่มีความยาวเกินจากขนาดของแบบประมาณ 2 เซนติเมตร	ทำการตัดความยาวของด้ามยึดจากโซ่ออก และเพิ่มอุปกรณ์ปรับความสูงบริเวณด้ามยึดจากใบกวาดเลือด
	ด้ามยึดจากโซ่ที่ใช้วัสดุเป็นซุปเปอร์ลีนเกิดการแตกหักขณะทำการเชื่อม	ทำการเปลี่ยนวัสดุในส่วนของด้ามยึดจากโซ่ จากซุปเปอร์ลีนเป็นสแตนเลส

เมื่อทำการจัดสร้างและติดตั้งเครื่องกวาดเลือดแล้วเสร็จ ได้ทำการทดสอบใช้งานเครื่องกวาดเลือดในหัวข้อถัดไป

3.5.2 การทดสอบใช้งานเครื่องกวาดเลือด

การทดสอบเครื่องกวาดเลือดได้ดำเนินการในสถานที่จริง เนื่องจากเครื่องกวาดเลือดมีขนาดยาวและมีน้ำหนักมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขนย้าย จึงไม่สามารถทดสอบในสถานที่จำลองได้ โดยได้ทดสอบการตั้งระดับใบกวาดเลือด และทดสอบการตั้งระดับความถี่การกวาดเลือดที่เหมาะสม

จากการทดสอบการตั้งระดับใบกวาดเลือด พบว่าใบกวาดเลือดสูงจากราง 5 มิลลิเมตร เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากใบกวาดเลือดมีการเชื่อมต่อพลาสติกลงมา การตั้งระยะในระดับนี้จะมีการเสียดสีน้อย และมีการเคลื่อนตัวของใบกวาดได้ดี และจากการทดสอบการตั้งระดับความถี่ พบว่าความถี่ที่เหมาะสมคือ หมุนมอเตอร์ตลอดการผลิต ด้วยความเร็ว 10 รอบต่อนาที เนื่องจากเลือดไม่จับตัวกันเป็นลิ่ม และเลือดที่อยู่ในรางรองเลือดมีการไหลไปส่วนท้ายรางบริเวณจุดรองเลือดได้ตลอด

หลังจากทำการทดสอบแล้วเสร็จ ได้เริ่มใช้งานเครื่องกวาดเลือดในกระบวนการผลิตเลือดไก่ ซึ่งพบว่าสามารถใช้งานได้ตามที่ต้องการ

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

เครื่องกวาดเลือดที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้นมาใช้ในกระบวนการผลิตเลือดไก่ สามารถช่วยกวาดเลือดที่ติดค้างเป็นลิ่มอยู่ในรางรองเลือดได้ ทำให้เลือดไหลมายังจุดรองเลือดได้อย่างต่อเนื่อง แสดงดังรูปที่ 13 ส่งผลให้ความสูญเสียทั้ง 4 ประการ คือ กระบวนการผลิต การเคลื่อนไหว การรอคอย และการผลิตของเสีย ลดลง โดยสามารถลดขั้นตอนการเดินไปยังห้องตกเลือดเพื่อทำการกวาดเลือดได้จึงทำให้ขั้นตอนการรองเลือดดังรูปที่ 7 ลดลงจาก 8 ขั้นตอนย่อย เหลือ 3 ขั้นตอนย่อย ดังรูปที่ 14

รูปที่ 13 การรองเลือดหลังติดตั้งเครื่องกวดเลือด

Step		Distance (meter)	Time (second)	Symbol				
1	นำถ้วยมารองเลือดจากคราง	0.50	4.00	●	⇨	D	□	▽
2	รองเลือดจนเต็มถ้วย	-	17.32	●	⇨	D	□	▽
3	นำถ้วยรองเลือดมาวางพักไว้บนโต๊ะ	0.50	10.00	○	➡	D	□	▽
รวม		1.00	31.32	2	1	0	0	0

รูปที่ 14 แผนภูมิกระบวนการไหลขั้นตอนการรองเลือดหลังติดตั้งเครื่องกวาดเลือด

หรือกล่าวได้ว่า ขั้นตอนการรองเลือดจะมีเพียงกรณีปกติ ที่ไม่มีเลือดติดค้างในรางรองเลือดเพียงกรณีเดียวเท่านั้น อีกทั้งสามารถลดการเคลื่อนไหว การรอคอย และของเสีย อันเป็นผลมาจากขั้นตอนย่อยที่ลดลงไป 5 ขั้นตอนนั้นด้วย โดยสรุปผลดังกล่าวดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความสูญเสียก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกวาดเลือด

Waste	Step			Time (second)			Distance (meter)			Defect (%)		
	Before	After	Decrease	Before	After	Decrease	Before	After	Decrease	Before	After	Decrease
Processing	8	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Motion	-	-	-	-	-	-	880	0	880	-	-	-
Delay	-	-	-	17,520	0	17,520	-	-	-	-	-	-
Defect	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.49	5.02	23.47

จากตารางที่ 9 พบว่าหลังการติดตั้งเครื่องกวาดเลือดสามารถลดความสูญเสียด้านกระบวนการผลิต โดยขั้นตอนการรองเลือด ลดลงจาก 8 ขั้นตอนย่อย เหลือ 3 ขั้นตอนย่อย ลดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว โดยระยะทางการเคลื่อนไหวลดลงจาก 880 เมตรต่อวัน เหลือ 0 เมตรต่อวัน ลดความสูญเสียด้านการรอคอย โดยเวลาการรอคอยลดลงจาก 17,520 วินาทีต่อวัน เหลือ 0 วินาทีต่อวัน และความสูญเสียจากการผลิตของเสียลดลงจากร้อยละ 28.49 เหลือร้อยละ 5.02 โดยความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย หลังการติดตั้งเครื่องกวาดเลือดแสดงดังตารางที่ 10 ทั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบผลการลดความสูญเสียทั้ง 4 ประการ ดังรูปที่ 15

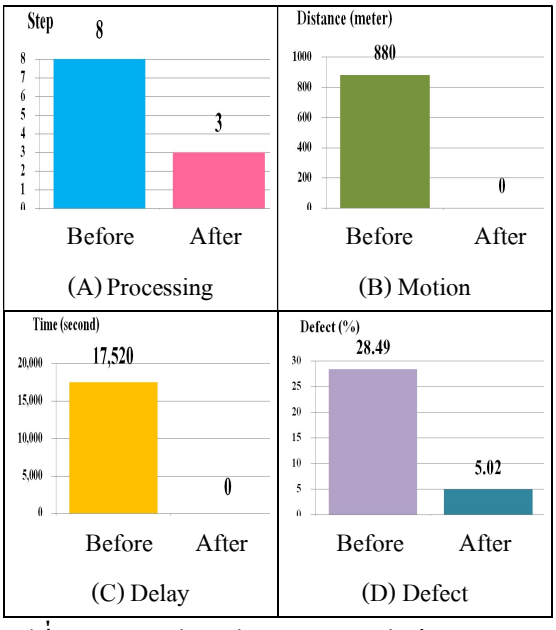
จากผลการลดความสูญเสียดังกล่าวข้างต้น สามารถคิดเป็นต้นทุนความสูญเสียได้ดังนี้

ต้นทุนความสูญเสียด้านเวลา: พิจารณาจากความสูญเสียด้านกระบวนการผลิต ด้านการเคลื่อนไหว และด้านการรอคอย ซึ่งก่อนปรับปรุงมีเวลาสูญเสียรวม 17,520 วินาที และหลังปรับปรุงมีเวลาสูญเสียรวม 0 วินาที โดยคิดจากต้นทุนค่าแรงพนักงาน ซึ่งเท่ากับ 350 บาทต่อวัน หรือ 0.012 บาทต่อวินาที (ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน) ซึ่งพบว่าต้นทุนความสูญเสียด้านเวลาลดลงไป 210.24 บาทต่อวัน แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (เลือดไก่เสีย) หลังติดตั้งเครื่องกวาดเลือด

Amount of all chicken blood (kg.)	Amount of bad chicken blood (kg.)	Defect (%)
14,374	722	$\frac{722 \times 100}{14,374} = 5.02$

หมายเหตุ ปริมาณเลือดไก่ทั้งหมด (Amount of all chicken blood) และปริมาณเลือดไก่เสีย (Amount of bad chicken blood) เป็นปริมาณเฉลี่ยต่อวัน



รูปที่ 15 กราฟเปรียบเทียบความสูญเสียก่อนและหลังติดตั้งเครื่องกวาดเลือด

ตารางที่ 11 ต้นทุนความสูญเสียด้านเวลา

	Before	After	Decrease
Time loss (second/day)	17,520.00	0	17,520.00
Cost of time loss (baht/day)	210.24	0	210.24

ต้นทุนความสูญเสียโอกาสในการขาย: พิจารณาจากความสูญเสียด้านการผลิตของเสีย ซึ่งก่อนปรับปรุงมีปริมาณเลือดไก่เสียเฉลี่ย 4,095 กิโลกรัมต่อวัน และหลังปรับปรุงมีปริมาณเลือดไก่เสียเฉลี่ย 722 กิโลกรัมต่อวัน โดยคิดจากมูลค่าการขายสินค้าทั้งผลิตภัณฑ์เลือดไก่ดีและเลือดไก่เสีย ซึ่งมีราคา 10 และ 2.5 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยแสดงรายละเอียดการคำนวณดังนี้

ก่อนปรับปรุง:

- มูลค่าการขายผลิตภัณฑ์เลือดไก่ทั้งหมด (หากไม่มีการผลิตเลือดไก่เสีย) = 14,374x10 = 143,740 บาท
- มูลค่าการขายเฉพาะผลิตภัณฑ์เลือดไก่ดี = 10,279 x 10 = 102,790 บาท
- มูลค่าการขายเฉพาะผลิตภัณฑ์เลือดไก่เสีย = 4,095 x 2.5 = 10,237.5 บาท
- มูลค่าการขายผลิตภัณฑ์เลือดไก่ดีและเลือดไก่เสีย = 102,790+10,237.5 = 113,027.5 บาท
- ต้นทุนความสูญเสียโอกาสในการขาย = 143,740-113,027.5 = 30,712.5 บาท

หลังปรับปรุง:

- มูลค่าการขายผลิตภัณฑ์เลือดไก่ทั้งหมด (หากไม่มีการผลิตเลือดไก่เสีย) = 14,374x10 = 143,740 บาท
- มูลค่าการขายเฉพาะผลิตภัณฑ์เลือดไก่ดี = 13,652 x 10 = 136,520 บาท
- มูลค่าการขายเฉพาะผลิตภัณฑ์เลือดไก่เสีย = 722 x 2.5 = 1,805 บาท
- มูลค่าการขายผลิตภัณฑ์เลือดไก่ดีและเลือดไก่เสีย = 136,520 +1,805 = 138,325 บาท
- ต้นทุนความสูญเสียโอกาสในการขาย = 143,740-138,325 = 5,415 บาท

จากการคำนวณดังกล่าวข้างต้นพบว่าต้นทุนความสูญเสียโอกาสในการขายลดลงจาก 30,712.50 บาทต่อวัน เหลือ 5,415.00 บาทต่อวัน หรือลดลงไป 25,297.50 บาทต่อวัน ซึ่งได้สรุปผลเปรียบเทียบต้นทุนความสูญเสียโอกาสในการขาย ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ต้นทุนความสูญเสียโอกาสในการขาย

	Before	After
Opportunity cost (baht/day)	30,712.50	5,415.00
Decrease (baht/day)		25,297.50

จากตารางที่ 11 และตารางที่ 12 พบว่าต้นทุนความสูญเสียรวมที่ลดลงไปได้เท่ากับ 25,507.74 บาทต่อวัน

ซึ่งส่วนนี้เป็นผลตอบแทนกลับคืนสู่บริษัทกรณีศึกษา โดยเมื่อพิจารณาเทียบกับต้นทุนการจัดสร้างและติดตั้งเครื่องกวาดเลือดซึ่งเท่ากับ 32,500 บาท พบว่าจุดคุ้มทุนคือ 1. 27 วัน หรือ 1 วัน 2 ชั่วโมง 9 นาที 36 วินาที

5. สรุปผล

บริษัทกรณีศึกษาประกอบธุรกิจผลิตอาหารแปรรูปจากเนื้อไก่ ทั้งไก่สดแช่แข็ง และ ไก่ปรุงสุกแช่แข็ง เช่น ไก่เสียบไม้ สเต็กไก่ ไก่ห่อสาหร่าย เป็นต้น จากการเข้าศึกษากระบวนการผลิตเลือดไก่ภายในบริษัท พบว่าเกิดการจับตัวของเลือดในลักษณะเป็นลิ่มบนรางรองเลือด ส่งผลให้เส้นทางการไหลของเลือดในรางมีพื้นที่ในการไหลลดลง ทำให้พนักงานในขั้นตอนการรองเลือด ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการผลิตเลือดไก่ ต้องเดินไปยังห้องตกเลือดเพื่อกวาดทำความสะอาดเลือดที่ติดค้างในรางรองเลือดเป็นระยะๆ ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทั้งด้านกระบวนการผลิต ด้านการเคลื่อนไหว ด้านการรอคอย และ ด้านการผลิตของเสีย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการผลิตเลือดไก่ต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียดังกล่าว การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตเลือดไก่ โดยใช้การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา ไดอะแกรมการเคลื่อนที่ แผนภูมิกระบวนการไหล ร่วมกับหลักการวิเคราะห์ความสูญเสีย 7 ประการ เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุง หลังจากการวิเคราะห์พบว่าสามารถนำหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบและจัดสร้างเครื่องกวาดเลือดสำหรับช่วยกวาดเลือดที่ติดค้างในรางรองเลือดได้ ซึ่งส่งผลให้ความสูญเสียทั้ง 4 ประการลดลงได้ ผลจากการดำเนินงานวิจัยพบว่าหลังการติดตั้งเครื่องกวาดเลือด สามารถลดความสูญเสียด้านกระบวนการผลิต โดยขั้นตอนการรองเลือด ลดลงจาก 8 ขั้นตอนย่อย เหลือ 3 ขั้นตอนย่อย หรือลดลง 5 ขั้นตอน ลดความสูญเสียด้านการเคลื่อนไหว โดยระยะทางการเคลื่อนไหวลดลงจาก 880 เมตรต่อวัน เหลือ 0 เมตรต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 100 ลดความสูญเสียด้านการรอคอย โดยเวลาการรอคอยลดลงจาก 17,520 วินาทีต่อวัน เหลือ 0 วินาทีต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 100 และความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (เลือดไก่เสีย) ลดลงจาก ร้อยละ 28.49 เหลือร้อยละ 5.02 หรือลดลงร้อยละ 23.47 ซึ่งคิดเป็นต้นทุนที่ลดลงได้ 25,507.74 บาทต่อวัน และจุดคุ้มทุนคือ 1 วัน 2 ชั่วโมง 9 นาที 36 วินาที

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้เข้าทำการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ คุณณัฐเดช สินปรุ และคุณภัคจิรา รัสมี ผู้ช่วยดำเนินงานโครงการวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

[1] R. Kanjanapanyakom, *"Industrial Work Study"*, Top publisher, Bangkok. 2007. (in Thai)

[2] W. Rijirawanit, *"Industrial Productivity: technical and Case study* (6th Eds.)", Chulalongkorn University publisher, Bangkok. 2008. (in Thai)

[3] K. Wongwan and W. Laosiritaworn, "Productivity Improvement in Door-Window Production Using Motion and Time Study Techniques", Engineering Journal Chiang Mai University 24, 2017, pp. 23-35. (in Thai)

[4] W. Suharitdumrong and Y. Klonklang, *"Identifying Waste on the Shop floor"*, E.I.Square Publishing, Bangkok. 2006. (in Thai)

[5] H. Czarnecki and N. Loyd, "Simulation of Lean Assembly Line for High Volume Manufacturing", Proceedings of the National Conference on Advanced Manufacturing & Robotics, Durgapur, India, 2004, pp. 1-6.

[6] P. Marry, "Principles of Lean Thinking", Available: http://www.poppendieck.com, 2002.

[7] K. Pipatpanyanukul, N. Seangpong, S. Kijkllang and O. Sangchote, "Waste Reduction in Hard Disk Drive Industry", Proceedings of the IE Network conference 2009, Khon Kaen, Thailand, 2009, pp.1573-1577. (in Thai)

[8] Y. jongjun, N. Kuptasthien and Y. Kesmeuang , "Defect Reduction in Cast Iron Burner Processing A Case Studyat Cast Iron Burner Production Factory", Proceedings of the IE Network conference 2011, Chonburi, Thailand, 2011, pp.409-416. (in Thai)

[9] N. Dechampai and K. Sethanan, "Productivity Improvement in a Lingerie process by Lean Manufacturing System", MBA KKU Journal 7, 2014, pp. 13–27. (in Thai)

[10] B. Thanaboonsombut, *"Engineering Design"*, Technology Promotion Association (Thailand-Japan), Bangkok. 1999. (in Thai)

[11] Y. Sermsuti-anuwat, *"Tool Engineering Basics: Jig, Fixture & Gauge Design"*, 21 Century printing, Bangkok. 2013. (in Thai)

[12] T. Jongjob, S. Chuchom and S. Suthummanon, "Productivity improvement of Sushi line production in frozen food industry", Proceedings of the IE Network conference 2008, Songkla, Thailand, 2011, pp.611-619. (in Thai)

[13] A. Meesaeng and N. Kuptasthien, "Waste Reduction In Air Hose Cutting Process For Engine Parts", Proceedings of the IE Network conference 2011, Chonburi, Thailand, 2011, pp.151-157. (in Thai)

[14] R. Suwan, B. SaeSiu and S. Wararat, "The design and development of filling Machine to improve productivity: A Case study of Corn Milk Factory" Proceedings of the IE Network conference 2014, Samut Prakan, Thailand, 2014, pp.1-6. (in Thai)