การออกแบบระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับกระบวนการจัดเตรียมการผลิตซีลยาง

Design of Electronic Kanban System for the Preparation Process of Rubber Seal Manufacturing

ธนิต ปัญญาไวย์ * นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10300

Thanit Panyavai* Naragain Phumchusri
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Pathumwam, Bangkok 10300
Tel: 08-1851-5362 E-mail: Thanit.Pa@Student.chula.ac.th

บทคัดย่อ

โรงงานผลิตซีลยางในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time) ปัจจุบันการจัดการการผลิตยังพึ่งพาทักษะและความชำนาญของพนักงานในการตัดสินใจปฏิบัติงาน จึงมักก่อความผิดพลาดขึ้น ในปีพ.ศ.2554 เกิดปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาถึง 699 ครั้ง โดย 525 ครั้งหรือร้อยละ 75.11 ของการจัดเตรียมยางล่าช้านี้เกิดจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ - ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง เนื่องจากการส่งคำสั่งการทำงานไม่เหมาะสม งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงระบบการจัดเตรียมยางให้สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ทันเวลา โดยทำการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดเตรียมยาง พร้อมทั้งออกแบบการจัดการข้อมูลของกระบวนการจัดเตรียมยางด้วยระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องและครบถ้วน จากการทดลองและติดตามผลการใช้ระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการจัดเตรียมยางตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2555 พบปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลา 86 ครั้ง โดยเกิดจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ - ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง เหลือเพียง 11 ครั้งหรือร้อยละ 12.79 ของการจัดเตรียมยางล่าช้า

คำหลัก การผลิตซีลยาง ระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ กระบวนการจัดเตรียมยาง

Abstract

A rubber seal manufacturing factory in automotive industry is applying Just in Time (JIT) technique which require accurate effective process with lowest possible waste. Currently, the majority of processes still rely on the workers' expertise that sometimes causes production errors. In 2011, there are 699 events of rubber supplying delays. In addition 525 events or 75.11% of these production delays are caused by inappropriate ordering system of the rubber preparation process. Therefore, the objective of this research is to improve the rubber preparation process so that the rubbers are ready for the next process (the curing line) by the time they are needed. We propose a method to identify suitable time in each step of the preparation process and design the information management with Electronic Kanban System (E-Kanban) that can increase the system effectiveness and accuracy. From our on-site experiment with this new E-Kanban system from July to October 2012, the number of rubber supplying delays is reduced to 86 events and only 11 events or 12.79% of these delays are

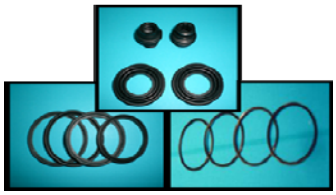
caused by the ordering system of the rubber preparation process.

Keywords: Rubber seal manufacturing, E-Kanban, rubber preparation

1. บทนำ

อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย มีแนวโน้มการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องหลังจากผ่านพ้นวิกฤติเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2552 การเติบตัวอย่างรวดเร็วนี้ ส่งผลให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์มีความตื่นตัวในการพัฒนาศักยภาพทั้งด้านบุคลากร เทคโนโลยีและกระบวนการผลิต เพื่อรองรับสถานการณ์การผลิตและเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจในระยะยาวอีกด้วย

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทผลิตภัณฑ์สำหรับกันรั่วกันซึมที่ผลิตจากวัตถุดิบยางสังเคราะห์ ดังแสดงตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

การดำเนินการผลิตสินค้า ใช้บัตรคัมบัง (kanban) เป็นเครื่องมือสื่อสารในกระบวนการ โดยบัตรคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์มีแถบบาร์โคดจัดเก็บข้อมูลได้แก่ รหัสสินค้า ชื่อยางสังเคราะห์ กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จำนวนสินค้าใน 1 ล็อต เวลารวมในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และวันที่กำหนดส่งคลังสินค้า ดังแสดงตัวอย่างใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (kanban job order) ในรูปที่ 2

KANBAN JOB ORDER		Curing Condition		Preparation Condition	
		Rubber	A0000	Rubber	A0000
Kanban Job ID	K0001	Thickness (mm)	2.3	Thickness (mm)	3
Item Code	A000000-010	Width (mm)	-	Width (mm)	40
Curing Method	Injection	Length (mm)	-	Length (mm)	120
Curing Machine	100/1	Inner Diameter (mm)	170	Inner Diameter (mm)	-
Quantity per lot (pcs)	400	Outer Diameter (mm)	180	Outer Diameter (mm)	-
Due Date	15/4/2012	Weight (grams)	260	Weight (grams)	260
		Curing Temperature (°C)	190	Rubber Shape	sheet
		Cycle time per shot (second)	240	Machine	open roll
		Customer	AA Corp	Preaparation by	Curing by
		Mold number	M0121		

รูปที่ 2 ตัวอย่างคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

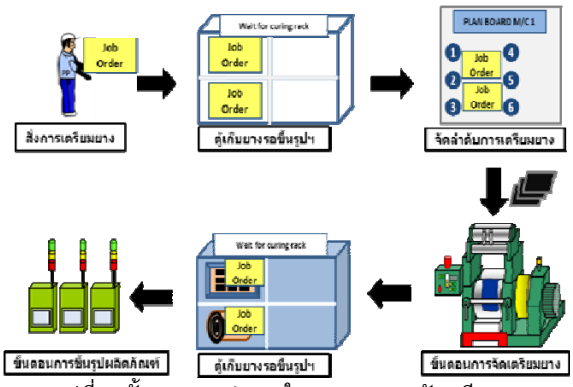
โรงงานกรณีศึกษามีขั้นตอนการผลิต 3 ขั้นตอน ได้แก่

(1) ขั้นตอนผสมวัตถุดิบยางสังเคราะห์

เป็นการนำวัตถุดิบตั้งต้น ได้แก่ พอลิเมอร์ สารช่วยให้ยางสุก สารลดแรงตึงผิว สารเร่งปฏิกิริยาเคมี และ สารตัวเติมอื่นๆ มาผสมรวมกันในหม้อผสมแบบปิด (internal mixer) เพื่อให้เกิดการกระจายตัว (distribution) และ แตกตัว (dispersion) ที่ดี

(2) ขั้นตอนการจัดเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

เป็นการนำวัตถุดิบยางสังเคราะห์จากหน่วยผสมวัตถุดิบยางสังเคราะห์ที่ผ่านกระบวนการผสมและจัดเก็บไว้เป็นแบบแผ่น มาผ่านขั้นตอนการเตรียมยาง ด้วยการบดด้วยลูกกลิ้ง (two roll mill) เพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมกับลักษณะของแม่พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยขั้นตอนการทำงานในกระบวนการจัดเตรียมยางแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนที่ 1 ส่วนการรับ - ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง โดยหน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นผู้ส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่ตู้เก็บยางรอขึ้นรูปฯและหน่วยจัดเตรียมยางเป็นผู้รับใบคัมบังสั่งขึ้นรูปฯ ส่วนที่ 2 ส่วนการจัดเตรียมยาง โดยหน่วยจัดเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นำใบคัมบังสั่งขึ้นรูปฯ ไปทำการจัดลำดับการเตรียมยาง จากนั้นจึงจัดเตรียมยาง และนำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วส่งเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 3

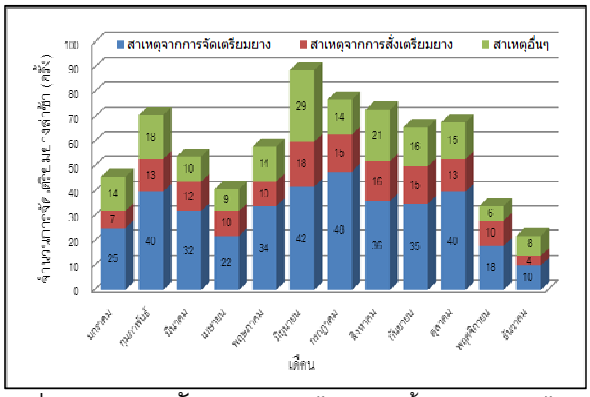


รูปที่ 3 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการจัดเตรียมยาง

(3) ขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

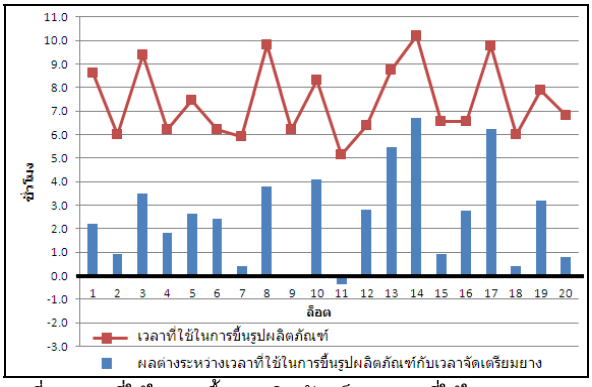
การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ คือการทำให้ยางคงรูปภายใต้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้ยางมีโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ มีรูปร่างที่เสถียร มีความยืดหยุ่นสูงขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงสมบัติด้านต่างๆ ของยาง เช่น ความทนทานต่อแรงดึง ความทนทานต่อการฉีกขาด และความต้านทานต่อการขัดถู เป็นต้น

นโยบายการผลิตหลักของโรงงานกรณีศึกษาเป็นการผลิตแบบทันเวลาพอดี (just in time) ซึ่งการผลิตแบบนี้นับว่ามีความสำคัญในการบริหารการผลิต และเพิ่มผลผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก [1] ใช้ระบบดึง (pull system) ในการควบคุมการผลิตและการส่งมอบสินค้า และมีหลักการการผลิตและการส่งมอบ ได้แก่ " สิ่งของที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ ด้วยจำนวนที่ต้องการ" ซึ่งหลักการดังกล่าวมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ การออกแบบกระบวนการ การกำหนดภาระงาน และการกระบวนการ (work in process) ได้ [3] อย่างไรก็ดีในปัจจุบันการจัดการการผลิตยังพึ่งพาทักษะและความชำนาญของพนักงานในการตัดสินใจปฏิบัติงาน จึงมักก่อความผิดพลาดขึ้น จากข้อมูลในปีพ.ศ.2554 เกิดปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาถึง 699 ครั้ง ซึ่ง 525 ครั้งหรือร้อยละ 75.11 ของการจัดเตรียมยางล่าช้านี้ เกิดจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนรับ-ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 จำนวนของปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาของหน่วยจัดเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2554 จำแนกตามสาเหตุของปัญหา

จากรูปที่ 4 พบว่า สาเหตุสำคัญของการส่งยางไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาเกิดจากความบกพร่องของพนักงานและพนักงานไม่ทราบข้อมูลลำดับความสำคัญในกระบวนการจัดเตรียมยาง รวมทั้งใช้การจัดลำดับการจัดเตรียมยางแบบ "มาก่อน - ให้ทำก่อน (FIFO)" ทำให้การจัดเตรียมยางไม่สอดคล้องกับลำดับงานที่ต้องส่งไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ กล่าวคือยางที่ถูกสั่งเตรียมยางก่อน แต่ใช้เวลาในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นาน เมื่อถูกจัดเตรียมก่อนจึงต้องจัดเก็บเพื่อรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นเวลานานในขณะที่ยางที่ใช้เวลาในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สั้นแต่สั่งเตรียมยางลำดับหลัง จึงไม่สามารถจัดเตรียมยางเพื่อส่งไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้ทันเวลาได้ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 5 โดยเครื่องจักรหมายเลข 1 วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2555 จำนวน 20 ล็อต ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่ายางล็อตที่ 14 ถูกจัดเตรียมเสร็จก่อนเวลาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ถึง 6 ชั่วโมง 40 นาที ในขณะที่ยางล็อตที่ 11 จัดเตรียมยางไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลา



รูปที่ 5 เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และเวลาที่ใช้ในกระบวนการจัดเตรียมยาง (เครื่องจักรหมายเลข 1 วันที่ 14 พฤษภาคม 2555 จำนวน 20 ล็อต)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยพบว่า การนำแนวคิดการบูรณาการระบบการเชื่อมโยงข้อมูลการผลิต ทั้งการรับ-ส่งคัมบังและข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในกระบวนการจัดเตรียมยางจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ โดย Muris และ Moacir [4] ได้ทำการศึกษาและจำแนกระบบคัมบังรูปแบบต่างๆที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ ได้ถึง 32 รูปแบบ โดยการจำแนกอาศัยการเปรียบเทียบกับลักษณะของคัมบังรูปแบบเดิม อาทิระบบคัมบังที่สามารถแปรผันตามระดับสินค้าคงคลังได้ [5] ระบบควบคุมคัมบังในหลายระดับ [6] และระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-kanban) [7-8] เป็นต้น ทั้งนี้ได้กล่าวถึงระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-kanban) ว่าเป็นระบบการผลิตแบบดึง (pulled production) มีการควบคุมการผลิตจากแต่ละหน่วยงานย่อยในกระบวนการผลิตด้วยตนเอง (decentralized control) มีการควบคุมจำนวนสินค้าในกระบวนการผลิตและสินค้าคงคลัง (limited WIP) การรับ-ส่งสัญญาณจะไม่ใช้แบบบัตรคัมบังเหมือนกับระบบเดิม แต่จะใช้ระบบส่งสัญญาณบ่งบอกถึงปริมาณสินค้าคงคลังและความต้องการสินค้าในช่วงเวลานั้นๆ มีข้อดีคือ

สามารถลดโอกาสในการเกิดความผิดพลาดในการรับ- ส่งข้อมูล [9] ช่วยลดเวลาในการรับ- ส่งข้อมูล สามารถใช้งานได้กับระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ และสามารถใช้งานได้ดีในกรณีมีผู้ส่งวัตถุดิบหลายราย เช่นกันกับ Vernyi และ Vinas [7] ที่ได้ระบุถึงข้อดีของระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-kanban) ว่าจะสามารถช่วยให้ผู้รับสินค้า สามารถทราบสถานะการดำเนินงานของผู้ผลิตและส่งมอบสินค้าได้ Ansari และ Modarress [8] ได้นำระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-kanban) มาประยุกต์ใช้ โดยการใช้การเชื่อมต่อแบบไร้สาย (wireless) เข้ามาช่วยจัดการรับ-ส่งข้อมูลในกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันหลายองค์กรได้นำระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้งาน อาทิ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย (จำกัด) ในอุตสาหกรรมยานยนต์ [10] บริษัทไทยซัมมิท โอโตพาร์ท อินดัสตรีจำกัด ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ [11] และบริษัท รับเบอร์เทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ในอุตสาหกรรมแก็สและสุขภัณฑ์ [12] เป็นต้น

ส่วนวิธีการจัดลำดับการจัดเตรียมยางเปลี่ยนวิธีการเป็นแบบ “งานที่ถึงกำหนดส่งก่อน ให้ทำก่อน (early due date)” [13] ซึ่งวิธีการในการปรับปรุงระบบการจัดเตรียมยางแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ ศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินงาน [14] แต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดเตรียมยาง และออกแบบการจัดการข้อมูลของกระบวนการจัดเตรียมยางด้วยระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-kanban)

2.การศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดเตรียมยางของโรงงานในกรณีศึกษา

กระบวนการจัดเตรียมยางเริ่มขึ้นเมื่อหน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นำยางจากตู้เก็บยางไปทำการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ปริมาณยางในตู้เก็บยางจะเป็นศูนย์ นั่นคือเกิดจุดสั่งการเตรียมยางใหม่ (reorder point) ซึ่งหน่วยจัดเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปจะต้องนำยางที่จะทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ลำดับถัดไปมาเติมก่อนที่จะถึงเวลาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ของยางดังกล่าว เพื่อไม่ทำให้กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต้องหยุดรอยางจากหน่วยจัดเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ดังนั้นระยะเวลาตั้งแต่ขั้นตอนการสั่งเตรียมยางคือส่งคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (kanban job order) ให้หน่วยจัดเตรียมยาง จนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือนำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ รอบเวลาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (curing cycle time) ของคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (kanban job order) ลำดับก่อนหน้า ในการปรับปรุงกระบวนการจัดเตรียมยางนี้ เวลาการปฏิบัติงานที่ต้องได้รับการศึกษาและจัดการได้แก่ กรอบเวลาของกระบวนการจัดเตรียมยางที่สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปได้ทันเวลา เวลาส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปฯ เวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง เวลาเริ่มการจัดเตรียมยางและเวลานำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางเพื่อรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

กำหนดตัวแปรต่างๆ ดังนี้

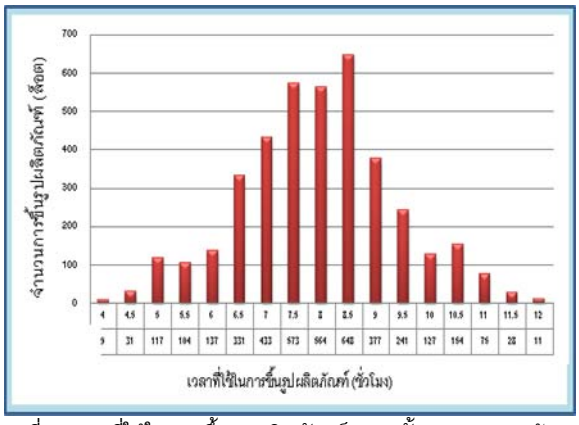
PT	คือ กรอบเวลาสูงที่สุดของกระบวนการจัดเตรียมยางที่สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปได้ทันเวลา
T_1	คือ กำหนดเวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง
T_2	คือ กำหนดเวลาเริ่มการจัดเตรียมยาง
T_3	คือ กำหนดเวลานำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางเพื่อรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
R_1	คือ ค่าความเผื่อของเวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง
R_2	คือ ค่าความเผื่อของเวลาเริ่มการจัดเตรียมยาง
R_3	คือ ค่าความเผื่อของเวลาส่งยางที่จัดเตรียมเสร็จเข้าสู่ตู้เก็บยางเพื่อรอการขึ้นรูปฯ
X	คือ เวลาจบการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ล็อตก่อนหน้า
CT	คือ รอบเวลาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
LCT	คือ รอบเวลาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ล็อตก่อนหน้า

2.1 การศึกษากรอบเวลาของกระบวนการจัดเตรียมยางที่สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปได้ทันเวลา (PT)

กรอบเวลาของกระบวนการจัดเตรียมยาง หมายถึงเวลาการทำงานรวมของขั้นตอนการจัดลำดับการเตรียมยาง ขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการส่งยางเข้าสู่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปฯ ซึ่งการที่จะสามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปได้ทันเวลานั้น กรอบเวลาของกระบวนการจัดเตรียมยาง ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ รอบเวลาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ล็อตก่อนหน้า

นั่นคือ $$PT \leq LCT \quad (1)$$

จากรูปที่ 6 รอบเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สูงที่สุด คือ 12 ชั่วโมง รอบเวลาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต่ำที่สุดคือ 4 ชั่วโมง



รูปที่ 6 เวลาที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (จากทั้งหมด 3,960 ข้อมูล ซึ่งเก็บข้อมูล ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2554-30 มิถุนายน 2554)

นั่นคือ $minCT = 4\ Hours$ (2)

ดังนั้นกรอบเวลาสูงที่สุดของกระบวนการจัดเตรียมยาง ที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาการส่งยางล่าช้า คือ 4 ชั่วโมง

ดังนั้น $PT \leq 4\ Hours$ (3)

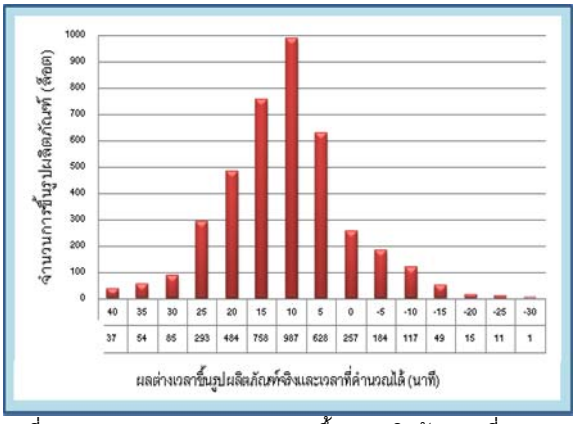
2.2 กำหนดเวลานำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (T_3)

เพื่อป้องกันปัญหาการส่งยางไม่ทันเวลา อันมีสาเหตุมาจากพนักงานไม่นำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดจากหน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ทำงานเสร็จก่อนเวลาที่คำนวณได้

ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดค่าความเผื่อให้หน่วยจัดเตรียมยางนำยางไปเก็บไว้ในตู้เก็บยางฯ ก่อนถึงเวลาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้หน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สามารถนำยางไปใช้ได้ทันที

นั่นคือ $T_3 = X - R_3\ Hours$ (4)

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลเวลาการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ รูปที่ 7 ซึ่งแสดงผลต่างระหว่างระยะเวลาการขึ้นรูปฯจริงกับเวลาที่คำนวณได้ พบว่ามีข้อมูลเวลาขึ้นรูปฯจริงสูงกว่าเวลาที่คำนวณได้ สูงที่สุดอยู่ในช่วง 40 นาที และมีข้อมูลเวลาขึ้นรูปฯจริงต่ำกว่าเวลาที่คำนวณได้ ต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 30 นาที และมีจำนวนเพียง 1 ข้อมูลเท่านั้น



รูปที่ 7 ผลต่างระหว่างระยะเวลาการขึ้นรูปฯจริงกับเวลาที่คำนวณได้ (จากทั้งหมด 3,960 ข้อมูล ซึ่งเก็บข้อมูล ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2554 – 30 มิถุนายน 2554)

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถกำหนดค่าความเผื่อของเวลาส่งยางที่จัดเตรียมเสร็จเข้าสู่ตู้เก็บยางเพื่อรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ คือ 30 นาที ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาเวลาในกระบวนการจัดเตรียมยางเป็นหน่วยชั่วโมง

นั่นคือ $R_3 = 1\ Hours$ (5)

ดังนั้นเวลานำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์คือ ก่อนทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ล็อต ก่อนหน้าเสร็จ 1 ชั่วโมง

ดังนั้น $T_3 = X - 1\ Hours$ (6)

2.3 กำหนดเวลาเริ่มการจัดเตรียมยาง (T_2)

เพื่อป้องกันปัญหาการส่งยางไม่ทันเวลา อันมีสาเหตุมาจากการจัดลำดับการจัดเตรียมยางไม่มีประสิทธิภาพทำให้เริ่มจัดเตรียมยางล่าช้า รวมถึงการจัดเตรียมยางต้องใช้เวลาในการดำเนินการ

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำหนดค่าความเผื่อของเวลาเริ่มการจัดเตรียมยางค่าหนึ่งที่จะสามารถจัดเตรียมยางได้แล้วเสร็จทันเวลานำยางส่งเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

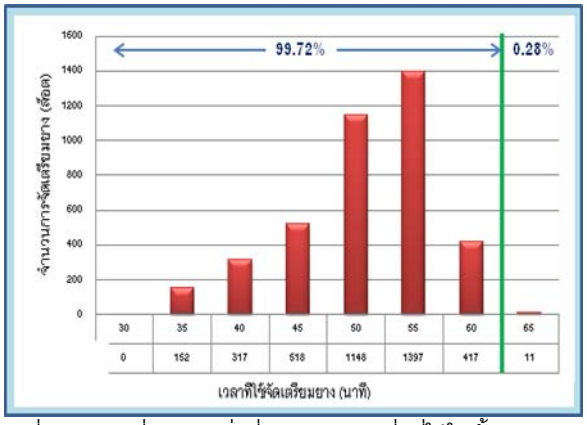
นั่นคือ $T_2 = T_3 - R_2$ (7)

กระบวนการจัดเตรียมยางมีมาตรฐานในการปฏิบัติงานหลายขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งเวลารวมในการจัดเตรียมยาง คือ 60 นาที

ขั้นตอน	เวลา (นาที)
ทำความสะอาดเครื่องจักร	10
เบิกวัตถุดิบยางสังเคราะห์	10
จัดเตรียมยาง	30
ตรวจสอบคุณภาพ	10
เวลารวม	**60**

รูปที่ 8 เวลามาตรฐานที่ใช้ในขั้นตอนการจัดเตรียมยาง

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการจัดเตรียมยาง (จากทั้งหมด 3,960 ข้อมูล ซึ่งเก็บข้อมูล ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2554 – 30 มิถุนายน 2554) ดังแสดงในรูปที่ 9 พบว่าเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการจัดเตรียมยางน้อยกว่า 60 นาที ถึง 3,949 ครั้ง หรือ ร้อยละ 99.72 ของการจัดเตรียมยางทั้งหมดในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2554 ในขณะที่เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการจัดเตรียมยางมากกว่า 60 นาที มีเพียง 11 ครั้ง หรือร้อยละ 0.28 ของการจัดเตรียมยางทั้งหมดในเดือนมิถุนายน พ.ศ.2554



รูปที่ 9 เวลาสูงที่สุด เวลาต่ำที่สุดและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในขั้นตอนการจัดเตรียมยาง (จากทั้งหมด 3,960 ข้อมูล ซึ่งเก็บข้อมูล ณ วันที่ 1 มิถุนายน 2554 – 30 มิถุนายน 2554)

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ค่าความเผื่อของเวลาเริ่มการจัดเตรียมยางก่อนถึงเวลาส่งยางที่จัดเตรียมเสร็จเข้าสู่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ คือ 60 นาที หรือ 1 ชั่วโมง

นั่นคือ $R_2 = 1\ Hours$ (8)

จากสมการที่ (6) $T_3 = X - 1\ Hours$

แทนค่า T_3 และ R_2 ใน (7)

นั่นคือ $T_2 = (X - 1) - 1$ (9)

ดังนั้น $T_2 = X - 2\ Hours$ (10)

2.4 กำหนดเวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง (T_1)

เพื่อป้องกันปัญหาการส่งยางไม่ทันเวลา อันมีสาเหตุมาจากพนักงานจัดลำดับการจัดเตรียมยางไม่นำใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์มาทำการจัดลำดับการเตรียมยางหรือนำมาจัดลำดับการเตรียมยางล่าช้า ทำให้ไม่ได้จัดเตรียมยางหรือเริ่มจัดเตรียมยางล่าช้า ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดค่าความเผื่อเวลาให้พนักงานจัดลำดับการเตรียมยางเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง ก่อนถึงเวลาการจัดเตรียมยางช่วงระยะเวลาหนึ่ง

นั่นคือ $T_1 = T_2 - R_1$ (11)

แทนค่า T_2 จาก (10) ใน (11)

จะได้ $T_1 = (X - 2) - R_1$ (12)

จาก (1) กรอบเวลาสูงที่สุดของกระบวนการจัดเตรียมยาง ที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาการส่งยางไม่ทันเวลา คือ 4 ชั่วโมง ดังนั้นเวลาเริ่มต้นของกระบวนการจัดเตรียมยางหรือเวลาจัดลำดับการจัดเตรียมยาง จึงจะต้องเริ่มขึ้นก่อนเวลาจบการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ล็อตก่อนหน้า 4 ชั่วโมงด้วย

นั่นคือ $T_1 \leq X - 4\ Hours$ (13)

แทนค่า T1 จาก (12) ใน (13)

จะได้ $(X - 2) - R_1 \leq X - 4\ Hours$ (14)

ค่าความเผื่อของเวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง (R_1) ที่ทำให้ (14) เป็นไปได้ คือ 1 ชั่วโมงและ 2 ชั่วโมง แต่ค่าที่น้อยที่สุด คือ 1 ชั่วโมง

นั่นคือ $R_1 = 1\ Hours$ (15)

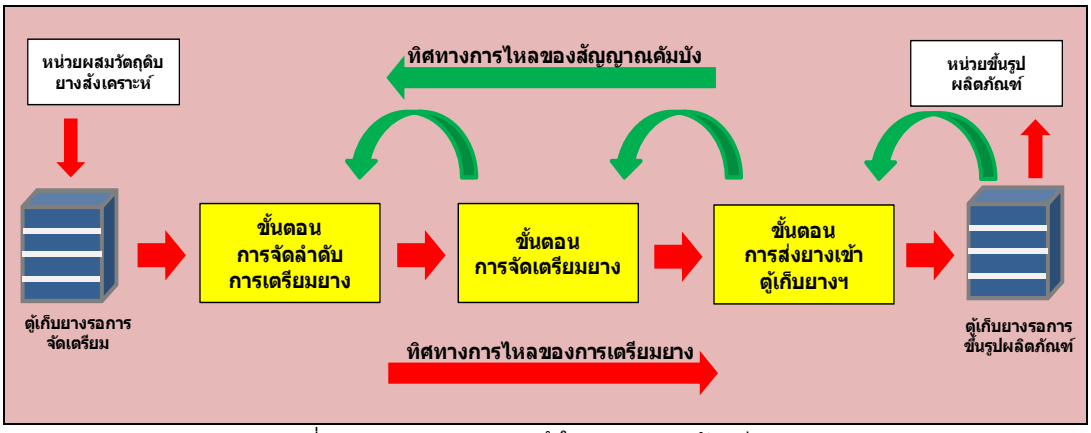
แทนค่า T_2 และ R_1 ใน (11)

จะได้ $T_1 = (X - 2) - 1$ (16)

ดังนั้น $T_1 = X - 3\ Hours$ (17)

3. ออกแบบการจัดการข้อมูลของกระบวนการจัดเตรียมยางด้วยระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-kanban)

ระบบดึง (pull system) ของกระบวนการจัดเตรียมยาง เริ่มจากเมื่อหน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นำยางออกจากตู้เก็บยางฯเพื่อไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พร้อมส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ใบใหม่แทนที่ ข้อมูลการดึงจะถูกส่งผ่านระบบเครือข่าย แบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันในระยะจำกัด (Local Area Network :LAN) ไปยังขั้นตอนการนำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยาง



รูปที่ 10 การทำงานของระบบดึงในกระบวนการจัดเตรียมยาง

รอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการจัดเตรียมยาง และขั้นตอนการจัดลำดับการเตรียมยางตามลำดับ ส่วนการจัดเตรียมยางจะเริ่มจากขั้นตอนการจัดลำดับการเตรียมยาง ขั้นตอนการจัดเตรียมยางและสิ้นสุดที่ขั้นตอนการนำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 10

3.1 ออกแบบแนวคิดการเชื่อมโยงข้อมูลของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการจัดเตรียมยาง

จากรูปที่ 10 ซึ่งแสดงการทำงานของระบบดึงในกระบวนการจัดเตรียมยาง ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเชื่อมโยงข้อมูลของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการจัดเตรียมยาง ดังนี้

3.1.1 ขั้นตอนการส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการจัดเตรียมยาง จึงมีความสำคัญต่อการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้ทันเวลาอย่างยิ่ง ดังนั้นการส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จะต้องดำเนินการโดยเร็วที่สุด การปฏิบัติงานเริ่มจากเมื่อพนักงานนำยางออกจากตู้เก็บยางฯเพื่อไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ระบบจะประมวลผลข้อมูลจากฝ่ายวางแผนการผลิต กรณียังมีงานที่ต้องผลิตเหลืออยู่ ระบบจะสั่งการให้ส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ลำดับถัดไปแทนที่ทันที ทำให้ระบบสามารถประมวลผลออกมาเป็นกำหนดเวลาในขั้นตอนต่างๆ แสดงผลในตารางแสดงสถานะการจัดเตรียมยาง ให้หน่วยจัดเตรียมยางรับทราบได้ทันทีเช่นกัน โดยมีข้อมูลเข้า-ออกในส่วนนี้ดังนี้

ข้อมูลเข้า : เวลาที่ส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์, กำหนดเวลาที่ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ล็อตก่อนหน้าแล้วเสร็จ, วิธีการประมวลผลกำหนดเวลาในกระบวนการจัดเตรียมยาง

ข้อมูลออก : กำหนดเวลาส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์, กำหนดเวลาจัดเตรียมยาง, กำหนดเวลาจัดลำดับการเตรียมยาง

3.1.2 ขั้นตอนการรับใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

พนักงานจัดลำดับการเตรียมยางรับทราบข้อมูลการส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากตารางแสดงสถานะของตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ พนักงานต้องไปรับใบคัมบังสั่งขึ้นรูปฯมาเพื่อจัดลำดับการเตรียมยาง ซึ่งหากพนักงานไม่ไปรับใบคัมบังสั่งขึ้นรูปฯ ระบบจะควบคุมโดยการแจ้งเตือนเมื่อยังไม่มีข้อมูลการจัดลำดับการเตรียมยางตามเวลาที่กำหนด โดยมีข้อมูลเข้า-ออกในส่วนนี้ดังนี้

ข้อมูลเข้า : ข้อมูลการสั่งเตรียมยาง , กำหนดเวลาจัดลำดับการเตรียมยาง

ข้อมูลออก : เวลารับใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

3.1.3 ขั้นตอนการจัดลำดับการเตรียมยาง

เมื่อพนักงานรับใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์มา ต้องนำไปทำการจัดลำดับการเตรียมยางทันทีหรือให้ทันกำหนดเวลาการจัดลำดับการเตรียมยาง โดยเรียงลำดับตามวิธีการจัดลำดับการเตรียมยาง แสดงผลออกในตารางแสดงลำดับการจัดเตรียมยาง โดยมีข้อมูลเข้า-ออกในส่วนนี้ดังนี้

ข้อมูลเข้า : กำหนดเวลาการจัดลำดับการเตรียมยาง , กำหนดเวลาที่ต้องจัดเตรียมยาง, วิธีการจัดลำดับการเตรียมยาง

ข้อมูลออก : เวลาจัดลำดับการเตรียมยาง , ลำดับการจัดเตรียมยาง

3.1.4 ขั้นตอนการจัดเตรียมยาง

พนักงานจัดเตรียมยางปฏิบัติงานต่อเนื่องตามลำดับจากตารางแสดงลำดับการจัดเตรียมยาง โดยมีข้อมูลเข้า-ออกในส่วนนี้ดังนี้

ข้อมูลเข้า : กำหนดเวลาการจัดเตรียมยาง , ลำดับการจัดเตรียมยาง

ข้อมูลออก : เวลาจัดเตรียมยาง , ผลการจัดเตรียมยาง

3.1.5 ขั้นตอนการนำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดยมีข้อมูลเข้า-ออกในส่วนนี้ดังนี้

ข้อมูลเข้า : กำหนดเวลาที่ต้องส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ข้อมูลออก : เวลาส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

3.1.6 ขั้นตอนการนำยางออกไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการนำยางออกไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จัดเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการจัดเตรียมยาง เมื่อมีข้อมูลบันทึกเวลานำยางออกไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ระบบจะทำการย้ายรายการดังกล่าวออกจากตารางแสดงสถานะของตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ไปจัดเก็บอยู่ในส่วนข้อมูลตู้เก็บยาง (actual data) โดยมีข้อมูลเข้า-ออกในส่วนนี้ดังนี้

ข้อมูลเข้า : เวลาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แล้วเสร็จ

ข้อมูลออก : เวลานำยางออกไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

3.2 แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ (process modeling)

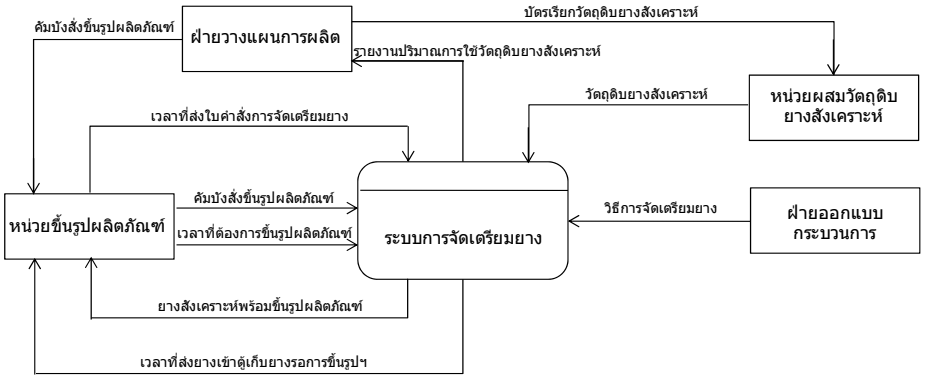
เนื่องจากข้อมูลที่จำเป็นต่อความต้องการของระบบฐานข้อมูล และขั้นตอนในการทำงานแต่ละส่วน มีเป็นจำนวนมาก เช่น ข้อมูลที่นำเข้าระบบ ข้อมูลขาออกและรายงานที่ได้จากการประมวลผลในแต่ละขั้นตอน บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ แหล่งจัดเก็บข้อมูล เป็นต้น ดังนั้นจึงสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยการใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (data flow diagram: DFD) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ ข้อมูลที่เข้าและออกจากระบบ ฟังก์ชั่นการทำงานที่มีในระบบ รวมถึงข้อมูลที่ไหลอยู่ภายในระบบจากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอน เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

3.2.1 การสร้างแผนภาพของบริบท (context diagram)

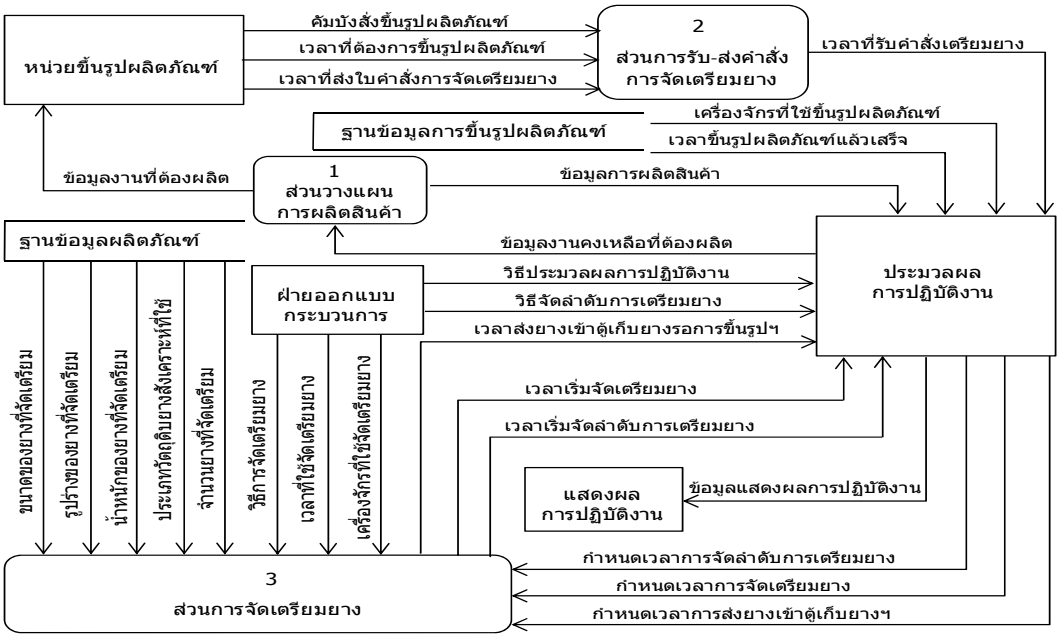
แผนภาพของบริบท คือแผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุดที่แสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ ทั้งยังแสดงให้เห็นถึงขอบเขตและเส้นแบ่งขอบเขตของระบบที่ศึกษาและพัฒนา โดยระบบการจัดเตรียมยางที่ทำการศึกษาเกี่ยวข้องกับฝ่ายวางแผนการผลิต ฝ่ายออกแบบกระบวนการและฝ่ายผลิต ซึ่งประกอบด้วยหน่วยผสมวัตถุดิบยางสังเคราะห์ หน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และหน่วยจัดเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 11

3.2.2 การสร้างแผนภาพระดับ 0 ของระบบการจัดเตรียมยาง (level-0 diagram)

แผนภาพระดับ 0 ถูกนำมาใช้ในการแสดงถึงรายละเอียดขั้นตอนการทำงานหลักของระบบ แสดงทิศทางการไหลของข้อมูล และแสดงรายละเอียดของแหล่งจัดเก็บข้อมูล โดยแผนภาพระดับ 0 ของระบบการจัดเตรียมยาง แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือส่วนการรับ - ส่ง คำสั่งการจัดเตรียมยางและส่วนการจัดเตรียมยาง โดยมีส่วนสนับสนุนการทำงานอีก 2 ส่วนคือส่วนประมวลผลการปฏิบัติงานและส่วนแสดงผลการปฏิบัติงาน ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 11 แผนภาพบริบทของระบบการจัดเตรียมยาง



รูปที่ 12 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 ของระบบการจัดเตรียมยาง (DFD Level-0)

3.2.3 การแบ่งย่อยแผนภาพ (decomposition of DFD)

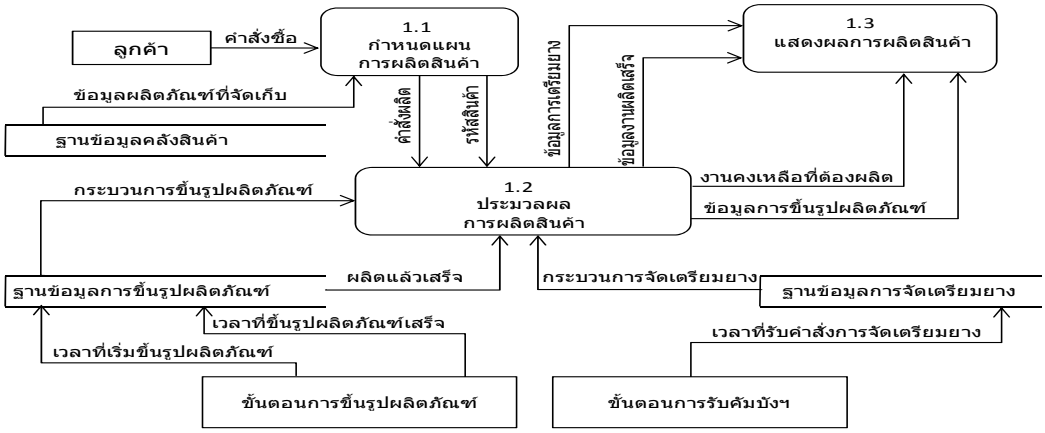
เนื่องจากระบบมีความซับซ้อนและมีข้อมูลจำนวนมาก แผนภาพหลักไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของกระบวนการได้ครบถ้วน ดังนั้นจึงจำแนกระบบใหญ่หนึ่งระบบ ออกเป็นระบบย่อยเพื่อให้สามารถอธิบายรายละเอียดการทำงานได้ครบถ้วน ดังนี้

3.2.3.1 แผนภาพระดับ 1 ส่วนการวางแผนการผลิตสินค้า

ในแผนภาพระดับ 1 ส่วนการวางแผนการผลิตสินค้านี้จะแสดงความสัมพันธ์ข้อมูลคำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บเป็นสินค้าคงคลังและข้อมูลการผลิตสินค้า เพื่อประมวลผลและแสดงผลการผลิตสินค้าให้ฝ่ายวางแผนการผลิตรับทราบและรายงานข้อมูลงานคงเหลือที่ต้องผลิตให้หน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ทำการสั่งเตรียมยาง ดังแสดงในรูปที่13 ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ซึ่งอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

(1) ขั้นตอนกำหนดแผนการผลิตสินค้า ดำเนินงานเมื่อรับข้อมูลคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าและข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บเป็นสินค้าคงคลัง ทำให้ทราบว่าต้องผลิตสินค้าเพิ่มเติมเท่าไร จากนั้นจึงออกคำสั่งผลิตสินค้า

(2) ขั้นตอนประมวลผลการผลิตสินค้า ทำการประมวลผลข้อมูลคำสั่งผลิตสินค้า ข้อมูลการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และข้อมูลการจัดเตรียมยาง เพื่อหาจำนวนงานคงเหลือที่ต้องผลิต โดยข้อมูลงานคงเหลือที่ต้องผลิตจะช่วยให้กระบวนการปฏิบัติงานในระบบการจัดเตรียมยางเป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วนและมีความต่อเนื่อง



รูปที่ 13 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 (DFD Level-1) ส่วนการวางแผนการผลิตสินค้า

(3) ขั้นตอนแสดงผลการผลิตสินค้า ใช้สำหรับแสดงผลให้ฝ่ายวางแผนการผลิตรับทราบสถานะการผลิตสินค้า โดยการทำงานเริ่มจากรับข้อมูลมาจากขั้นตอนประมวลผลการผลิตสินค้า ได้แก่ข้อมูลการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ข้อมูลการจัดเตรียมยาง ข้อมูลงานที่ผลิตเสร็จและข้อมูลงานคงเหลือที่ต้องผลิต จัดเก็บในฐานข้อมูลตารางแสดงผลการผลิตสินค้า จำแนกข้อมูลตามรหัสช่องเก็บยางและรหัสสินค้า

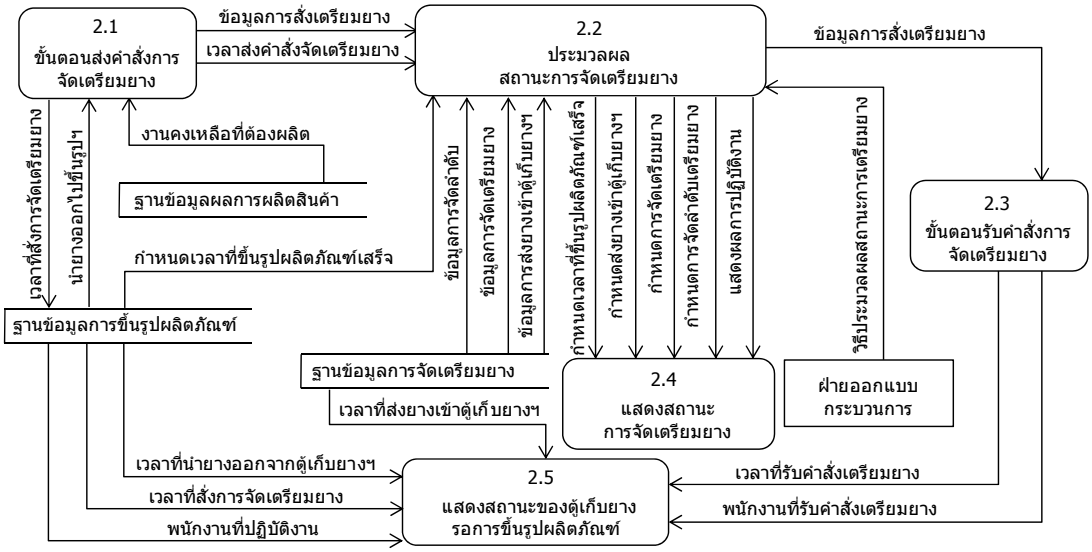
3.2.3.2 แผนภาพระดับ 1 ส่วนการรับ-ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง

ในแผนภาพระดับ 1 ส่วนการรับ-ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง เป็นส่วนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากหน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไปสู่หน่วยจัดเตรียมยาง พร้อมทั้งประมวลผลและแสดงผลแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดเตรียมยาง ดังแสดงในรูปที่ 14 ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอนซึ่งอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

(1) ขั้นตอนการส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง เป็นส่วนงานเริ่มต้นของระบบการจัดเตรียมยาง โดยหลังจากที่พนักงานนำยางออกจากตู้เก็บยางฯไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ระบบจะส่งข้อมูลงานคงเหลือที่ต้องผลิตมาจากฐานข้อมูลการผลิตสินค้า หากพบข้อมูลงานคงเหลือที่ต้องผลิต ระบบจะสั่งให้ส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ลำดับถัดไปทันที ซึ่งข้อมูลที่ส่งให้ระบบได้แก่ข้อมูลการสั่งเตรียมยางและเวลาที่ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง

(2) ขั้นตอนการประมวลผลสถานะการจัดเตรียมยาง เป็นส่วนประมวลผลที่อยู่ในขั้นตอนการรับ – ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง มีการปฏิบัติงาน 2 ส่วน ได้แก่

- ส่วนประมวลผลกำหนดเวลาในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการจัดเตรียมยาง เพื่อให้การจัดเตรียมยางเป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วนและทันเวลา เริ่มจากรับข้อมูลเวลาที่รับคำสั่งการจัดเตรียมยางจากขั้นตอนการรับคำสั่งการจัดเตรียมยางและข้อมูลชื่อเครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พร้อมทั้งเวลาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ล็อตก่อนหน้าแล้วเสร็จจากฐานข้อมูลการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ มาทำการประมวลผลโดยวิธีประมวลผลสถานะการจัดเตรียมยางจากฝ่ายออกแบบกระบวนการ ข้อมูลที่ได้ ได้แก่กำหนดเวลาการจัดลำดับการจัดเตรียมยาง กำหนดเวลาการจัดเตรียมยางและกำหนดเวลาส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
- ส่วนประมวลผลสถานะการจัดเตรียมยาง ทำการประมวลผลข้อมูลการจัดเตรียมยางแต่ละขั้นตอนเพื่อแสดงสถานะการทำงานว่าปกติหรือผิดปกติ เริ่มจากรับข้อมูลเวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง เวลาเริ่มจัดเตรียมยางและเวลาส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากฐานข้อมูลสถานะการจัดเตรียมยาง มาทำการประมวลผลโดยวิธีประมวลผลสถานะการจัดเตรียมยางจากฝ่ายออกแบบกระบวนการ ข้อมูลที่ได้ ได้แก่ผลการปฏิบัติงานปกติ แสดงข้อความ “OK” พร้อมแถบสีเขียวและผลการปฏิบัติงานผิดปกติ แสดงแถบสีแดงที่ข้อมูล



รูปที่ 14 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 (DFD Level-1) ส่วนการรับ-ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง

(3) ขั้นตอนการรับคำสั่งการจัดเตรียมยาง เป็นส่วนประสานงานระหว่างหน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และหน่วยจัดเตรียมยาง เพื่อนำใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไปดำเนินการจัดเตรียมยางต่อไป ข้อมูลที่ได้จากตารางแสดงสถานะการจัดเตรียมยางหลังจากการส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง ได้แก่ ข้อมูลการสั่งเตรียมยางและกำหนดการจัดเตรียมยาง เมื่อรับใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ข้อมูลที่ส่งให้ระบบ ได้แก่ข้อมูลเวลาที่รับคำสั่งการจัดเตรียมยาง

(4) ขั้นตอนแสดงสถานะการจัดเตรียมยาง รับข้อมูลจากส่วนประมวลผลสถานะการจัดเตรียมยาง ใช้สำหรับแสดงผลให้พนักงานจัดลำดับการเตรียมยางและหัวหน้างานได้รับทราบข้อมูลสถานะการจัดเตรียมยาง เพื่อนำ ไปดำเนินการและแก้ไขให้การจัดเตรียมยางเป็นไปอย่างถูกต้องและทันเวลา ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 15

(5) ขั้นตอนแสดงสถานะของตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ใช้สำหรับแสดงผลให้พนักงานสั่งการจัดเตรียมยางและพนักงานจัดลำดับการเตรียมรับทราบสถานะของการรับ-ส่งใบคัมบังสั่งขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และการรับ-ส่งยางที่ผ่านการจัดเตรียมแล้ว ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 16

ตารางแสดงสถานะการจัดเตรียมยาง

Excel Output Date: 14-May-2012 Time : 15.32.11

เครื่องจักร	ล็อตปัจจุบัน			ล็อตถัดไป									
	รหัสคัมบัง	ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เสร็จ		รหัสคัมบัง	ประเภทยาง	การสั่งเตรียมยาง		กำหนดส่งยาง		กำหนดการจัดเตรียมยาง		กำหนดการจัดลำดับ	
		วันที่	เวลา			วันที่	เวลา	วันที่	เวลา	วันที่	เวลา	วันที่	เวลา
100/A	K0015	14-May-12	16.25	K0016	A1111	14-May-12	10.43	14-May-12	15.25	14-May-12	14.25	14-May-12	12.25
100/B	K0017	14-May-12	16.42	K0018	C4444	14-May-12	9.55	14-May-12	15.42	14-May-12	14.42	14-May-12	12.42
100/C	K1004	14-May-12	17.45	K1010	A7777	14-May-12	11.15	14-May-12	16.45	14-May-12	15.45	14-May-12	13.45
100/D	K1038	14-May-12	18.06	K1039	G4444	14-May-12	10.38	14-May-12	17.06	14-May-12	16.06	OK	OK
101/A	K1040	14-May-12	18.33	K1041	H8888	14-May-12	9.42	14-May-12	17.33	14-May-12	16.33	OK	OK
102/A	Noplan	-	-	K2000	V2222	13-May-12	22.45	OK	OK	OK	OK	OK	OK
102/B	Noplan	-	-	-	-	-	-	OK	OK	OK	OK	OK	OK
102/C	K0001	14-May-12	16.55	K0021	G4444	14-May-12	8.42	OK	OK	OK	OK	OK	OK
102/D	K0002	14-May-12	17.42	K0022	G4444	14-May-12	8.26	OK	OK	OK	OK	OK	OK
102/E	K0003	14-May-12	19.35	K0023	G4444	14-May-12	10.53	OK	OK	OK	OK	OK	OK
102/F	K0004	14-May-12	19.43	K0024	G5555	14-May-12	10.11	OK	OK	OK	OK	OK	OK
200/A	K0005	14-May-12	17.51	K0025	G5555	14-May-12	9.58	OK	OK	OK	OK	OK	OK
200/B	K0006	14-May-12	20.06	K0026	G5555	14-May-12	13.48	14-May-12	19.06	14-May-12	18.06	14-May-12	16.06
200/C	K0007	14-May-12	15.47	K0027	G6666	14-May-12	8.18	OK	OK	OK	OK	OK	OK

COLOR STATUS : On Plan Successful Delay REFRESH EXIT

รูปที่ 15 ตัวอย่างตารางแสดงสถานการณ์จัดเตรียมยาง

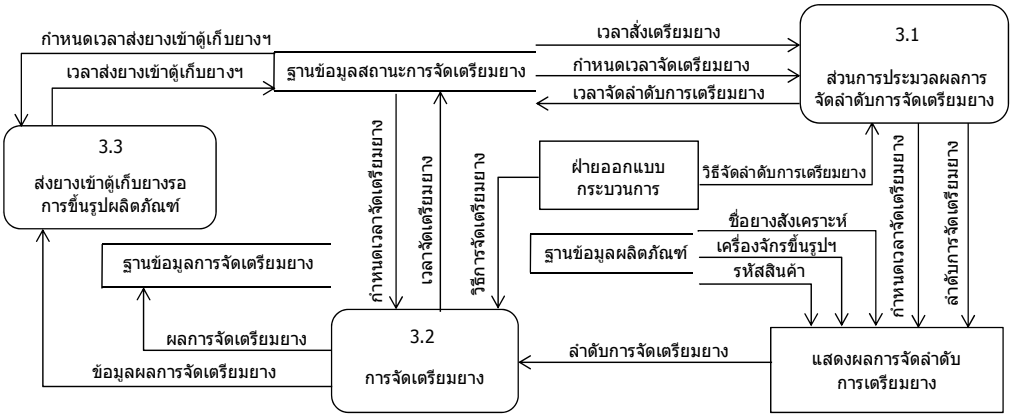
ตารางแสดงผลสถานะของตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

Excel Output 14/5/2012 10.50.23

ช่องเก็บยาง	การสั่งเตรียมยาง			การรับคำสั่งเตรียมยาง			การส่งยางเข้าตู้เก็บยางฯ			การนำยางออกจากตู้เก็บยางฯ		
	รหัสคัมบัง	เวลา	พนักงาน	รหัสคัมบัง	เวลา	พนักงาน	รหัสคัมบัง	เวลา	พนักงาน	รหัสคัมบัง	เวลา	พนักงาน
R0001	K0001	10.00	suwat	K0001	10.45	sompong	K0001	16.40	105003	K0001	18.00	105003
R0002	K0002	10.30	suwat	K0002	10.45	sompong	K0002	17.00	105003	K0002	19.15	105003
R0003	K0003	10.45	suwat	K0003	11.30	sompong	K0003	17.00	101051	-	-	-
R0004	K0004	11.00	suwat	K0004	11.30	sompong	K0004	17.30	101051	-	-	-
R0005	K0005	11.00	suwat	K0005	11.30	sompong	-	-	-	-	-	-
R0006	K0006	11.15	suwat	K0006	11.30	sompong	-	-	-	-	-	-
R0007	K0007	11.50	suwat	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R0008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

REFRESH EXIT

รูปที่ 16 ตัวอย่างตารางแสดงสถานะของตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์



รูปที่ 17 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 1 (DFD Level-1) ส่วนการจัดเตรียมยาง

3.2.3.3 แผนภาพระดับ 1: ส่วนการจัดเตรียมยาง

ในแผนภาพระดับ 1 ส่วนการจัดเตรียมยางนี้จะแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในขั้นตอนการจัดเตรียมยาง เมื่อได้รับข้อมูลคำสั่งการจัดเตรียมยาง กำหนดเวลาจัดลำดับการเตรียมยาง กำหนดเวลาจัดเตรียมยางและกำหนดเวลาส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ระบบจะทำการประมวลผลหาลำดับการจัดเตรียมยางให้สามารถดำเนินการได้ทันตามกำหนดเวลาของขั้นตอนต่างๆในส่วนการจัดเตรียมยาง ดังแสดงในรูปที่ 17

ในแผนภาพระดับ 1 ของส่วนการจัดเตรียมยางนี้ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นตอนการประมวลผลการจัดลำดับการจัดเตรียมยาง ทำการประมวลผลข้อมูลเวลาสั่งเตรียมยางและกำหนดเวลาจัดเตรียมยาง เพื่อหาลำดับการจัดเตรียมยาง โดยการเรียงลำดับการจัดเตรียมยางมีวิธีการและลำดับความสำคัญ ดังนี้

- กรณีไม่มีลำดับการจัดเตรียมยางใดๆแสดงอยู่ เมื่อมีการจัดลำดับการจัดเตรียมยาง ให้ข้อมูลนั้นแสดงในลำดับที่ 1
- กรณีมีลำดับการจัดเตรียมยางอื่นแสดงอยู่ก่อน เมื่อมีการจัดลำดับการจัดเตรียมยาง ให้ลำดับความสำคัญตามข้อมูลที่มีกำหนดเวลาการจัดเตรียมยางก่อน โดยแสดงข้อมูลนั้นอยู่ในลำดับก่อน
- กรณีข้อมูลมีกำหนดเวลาจัดเตรียมยางเท่ากัน ให้ลำดับความสำคัญตามข้อมูลที่มีการส่งคำสั่งการจัดเตรียมยางก่อน
- กรณีการประมวลผลการจัดลำดับการจัดเตรียมยางรายงานว่าเครื่องจักรไม่สามารถจัดเตรียมยางได้ทันกำหนดเวลาการจัดเตรียมยาง กล่าวคือลำดับการจัดเตรียมยางเหลือเวลาไม่เพียงพอสำหรับการจัดเตรียมยาง (กำหนดเวลาการจัดเตรียมยาง น้อยกว่า ผลรวมของเวลาปัจจุบันกับเวลารวมของลำดับก่อนหน้า) ระบบจะแสดงสัญญาณเตือนด้วยแถบสีแดงที่ข้อมูลแสดงผลการจัดลำดับการจัดเตรียมยางนั้นและไม่สามารถจบขั้นตอนการจัดลำดับการจัดเตรียมยางได้
- กรณีขณะปฏิบัติงาน การประมวลผลการจัดลำดับการจัดเตรียมยางพบว่าเครื่องจักรไม่สามารถจัดเตรียมยางได้ทันกำหนดเวลาการจัดเตรียมยาง ระบบจะแสดงสัญญาณเตือนด้วยแถบสีแดงที่ข้อมูลแสดงผลการจัดลำดับการจัดเตรียมยางนั้น ซึ่งหัวหน้างานจะต้องย้ายข้อมูลลำดับการจัดเตรียมยางดังกล่าวออกไปจัดลำดับการจัดเตรียมยางที่เครื่องจักรอื่นแทน

เมื่อการจัดลำดับการจัดเตรียมยางและประมวลผลการจัดลำดับการจัดเตรียมยางเสร็จ จะแสดงผลข้อมูลในตารางจัดลำดับการจัดเตรียมยาง ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 18

(2) ขั้นตอนการจัดเตรียมยาง รับข้อมูลกำหนดเวลาจัดเตรียมยางมาจากฐานข้อมูลสถานะการจัดเตรียมยางและข้อมูลลำดับการจัดเตรียมยางมาจากขั้นตอนประมวลผลการจัดลำดับการจัดเตรียมยาง จากนั้นจึงเริ่มจัดเตรียมยางพร้อมกับส่งข้อมูลเวลาจัดเตรียมยางเข้าสู่ระบบ เมื่อแล้วเสร็จจะส่งข้อมูลผลการจัดเตรียมยางเข้าสู่ฐานข้อมูลการจัดเตรียมยางและขั้นตอนส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นกระบวนการลำดับถัดไป

ตารางการจัดลำดับการจัดเตรียมยาง

Excel Output 14/5/2012 10.50.23

เครื่องจักร M0001

ลำดับ	เครื่องจักร	รหัสสินค้า	ชื่อยางสังเคราะห์	เครื่องจักรที่ใช้ขึ้นรูปฯ	เวลาสั่งเตรียมยาง	กำหนดเวลาจัดเตรียมยาง
1	M0001	A000000-010	A0000	100/A	10.45	12.00
2	M0001	A000000-011	A1111	100/B	10.45	12.45
3	M0001	B000000-010	A2222	102/A	11.30	14.00
4	M0001	B000000-011	B0000	102/B	11.30	14.05
5	M0001	B000000-012	B1111	102/C	11.30	14.20
6	M0001	C000000-010	B2222	600/A	11.30	15.10
7	M0001	D000000-010	C0000	600/B	11.30	16.00
8	M0001	E000000-010	C1111	600/C	11.30	16.00

REFRESH EXIT

รูปที่ 18 ตัวอย่างตารางการจัดลำดับการจัดเตรียมยาง

(3) ขั้นตอนการส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ รับข้อมูลกำหนดเวลาส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์มาจากฐานข้อมูลสถานะการจัดเตรียมยางและข้อมูลการจัดเตรียมยางมาจากขั้นตอนการจัดเตรียมยาง จากนั้นจึงส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ พร้อมกับส่งข้อมูลเวลาส่งยางเข้าตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เข้าสู่ระบบ

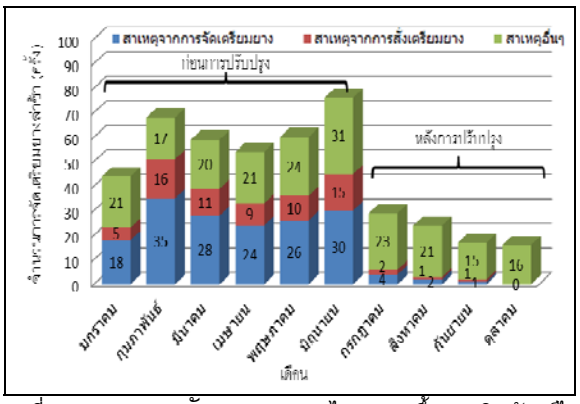
4. การอภิปรายผล

เพื่อปรับปรุงระบบการจัดเตรียมยางให้สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ทันเวลา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดเตรียมยาง ซึ่งผลที่ได้ได้แก่ กรอบเวลาสูงที่สุดของกระบวนการจัดเตรียมยาง คือ 4 ชั่วโมง กำหนดเวลาส่งยางที่จัดเตรียมเสร็จเข้าสู่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ คือ ก่อนทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ลำดับก่อนหน้าแล้วเสร็จ 1 ชั่วโมง กำหนดเวลาเริ่มการจัดเตรียมยาง คือ ก่อนทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ลำดับก่อนหน้าแล้วเสร็จ 2 ชั่วโมง และกำหนดเวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง คือ ก่อนทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ลำดับก่อนหน้าแล้วเสร็จ 3 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำข้อมูลเวลาดังกล่าวมาใช้ในส่วนประมวลผลการจัดเตรียมยางของระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์

ผลที่ได้รับจากการออกแบบระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ฐานข้อมูลและตารางแสดงผลการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งวิธีการจัดการข้อมูลในกระบวนการจัดเตรียมยาง ซึ่งนำเสนอโดยแผนภาพกระแสข้อมูล เพื่อนำไปเขียนโปรแกรม

งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม visual c++ 6.0 ในการเขียนโปรแกรม ใช้ postgresql เป็นระบบการจัดการฐานข้อมูล ปฏิบัติงานบนเครือข่ายแบบ LAN เนื่องจากข้อมูลการจัดเตรียมยางเป็นการปฏิบัติงานเฉพาะภายในหน่วยงาน ติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบ จำนวน 9 เครื่อง ได้แก่ฝ่ายวางแผนการผลิต 1 เครื่อง ตู้เก็บยางฯ 1 เครื่อง เครื่องจักรจัดเตรียมยาง 6 เครื่องและหัวหน้างาน 1 เครื่อง

หลังจากติดตั้งระบบและติดตามผลการใช้งานระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์กับทุกเครื่องจักรจัดเตรียมยางในกระบวนการจัดเตรียมยาง เป็นเวลา 4 เดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2555 พบปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลา 86 ครั้ง โดยเกิดจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ - ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยาง เหลือเพียง 11 ครั้งหรือร้อยละ 12.79 ของการจัดเตรียมยางล่าช้า ดังแสดงในรูปที่ 19



รูปที่ 19 จำนวนของปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาของหน่วยจัดเตรียมยางเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนมกราคม – ตุลาคม พ.ศ.2555 จำแนกตามสาเหตุของปัญหา

สำหรับประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักร (machine performance efficiency) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2555 คือ ร้อยละ 79.5 ส่วนเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2554 คือร้อยละ 75.5 ซึ่งถือได้ว่าปริมาณการผลิตและประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักรในช่วงที่เปรียบเทียบผลการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

5. สรุป

ในบทความนี้เสนอแนวคิดการออกแบบระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับกระบวนการจัดเตรียมการผลิตซีลยางเพื่อปรับปรุงระบบการจัดเตรียมยางให้สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ทันเวลา โดยทำการศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดเตรียมยาง ประกอบด้วย (1) กรอบเวลาของกระบวนการจัดเตรียมยางที่สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปได้ทันเวลา (2) กำหนดเวลานำยางที่จัดเตรียมเสร็จแล้วมาส่งที่ตู้เก็บยางรอการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (3) กำหนดเวลาเริ่มการจัดเตรียมยาง และ (4) กำหนดเวลาเริ่มจัดลำดับการเตรียมยาง พร้อมทั้งออกแบบการจัดการข้อมูลของกระบวนการจัดเตรียมยางด้วยระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-kanban) ประกอบด้วย (1) ออกแบบการเชื่อมโยงข้อมูลของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการจัดเตรียมยาง (2) แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ นำเสนอโดยแผนภาพกระแสข้อมูล (data flow diagram: DFD) เพื่อนำไปเขียนโปรแกรม โดยโปรแกรม visual c++ 6.0 ซึ่งมีข้อดีคือรองรับการทำงานในระบบปฏิบัติการ windows และไม่มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง รวมถึงเหมือนกับโปรแกรมอื่นๆของโรงงานกรณีศึกษา ทำให้สามารถพัฒนาและแก้ไขได้สะดวก ใช้ postgresql เป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลซึ่งมีข้อดีคือ ไม่มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายและสามารถพัฒนาได้ง่าย เนื่องจากมีลักษณะเป็น open source รวมทั้งปฏิบัติงานบนระบบปฏิบัติการ windows ได้ โดยการเชื่อมโยงข้อมูลของระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบขึ้นนี้ใช้เครือข่ายแบบ LAN เนื่องจากข้อมูลการจัดเตรียมยางเป็นการปฏิบัติงานเฉพาะภายในหน่วยงาน จึงจำกัดการใช้งานโดยการติดตั้งโปรแกรมและเชื่อมต่อเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดเตรียมยางโดยระบบคัมบังแบบเดิมกับระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบขึ้นพบว่าระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ช่วยปรับปรุงระบบการจัดเตรียมยางให้สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนและทันเวลามากยิ่งขึ้น โดยปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาอันมีสาเหตุมาจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ - ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยางที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ปีพ.ศ.2555 ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 12.79 ของการจัดเตรียมยางล่าช้า ในขณะที่ปีพ.ศ.2554 เกิดปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาอันมีสาเหตุมาจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ - ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยางถึงร้อยละ 75.11 ของการจัดเตรียมยางล่าช้า นั่นคือระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบขึ้นสามารถลดปัญหาการส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไม่ทันเวลาอันมีสาเหตุมาจากขั้นตอนการจัดเตรียมยางและขั้นตอนการรับ – ส่งคำสั่งการจัดเตรียมยางลงได้ร้อยละ 62.32 ของการจัดเตรียมยางล่าช้า ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องจักรยังคงเดิม

ระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบขึ้นนี้สามารถช่วยลดความสูญเปล่า ที่เกิดจากเวลารอคอยยางของหน่วยขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของการจัดลำดับการเตรียมยางและการสั่งการเตรียมยางและช่วยลดความยุ่งยากและซับซ้อนในการจัดลำดับการเตรียมยาง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มศักยภาพการไหลเวียนของวัตถุดิบในกระบวนการผลิตด้วย ในขณะที่ข้อจำกัดของระบบที่พบจากการทดลองได้แก่ กรณีมีคัมบังด่วนพิเศษที่ต้องการสินค้าก่อนเป็นลำดับแรก จะส่งผลให้ระบบประมวลผลการปฏิบัติงาน ประมวลผลกำหนดเวลาการจัดเตรียมยางคลาดเคลื่อนไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Chan F.T.S. 2001. Effect of kanban size on just-in-time manufacturing systems. Journal of Materials Processing Technology, 116 : 146-160.

[2] Reda H.M. 1987.A review of “KANBAN” the Japanese “JUST-IN-TIME” production system.

Engineering Management International, 4: 143-150.

[3] Al-Tahat M.D. and Mukattash A.M. 2006. Design and analysis of production control scheme for kanban-based JIT environment. Journal of the Flanklin Institute, 343: 521-531.

[4] Muris L.J. and Moacir G.F. 2010. Variations of the kanban system: literature review and classification. Int. J. Production Economics, 125 : 13-21.

[5] Tardif V. and Masseidvaag L. 2001. An adaptive approach to controlling kanban systems. European Journal of Operation Research, 132 : 411-424.

[6] Yang L. and Zhang X.P. 2009. Design and application of kanban control system in a multi-stage, Mixed-Model Assembly Line. Systems Engineering – Theory & Practice, 29(9): 64-72.

[7] B. Vernyi and T. Vinas. 2005. Easing into e-kanban, Industry Week, vol. 254: p.32.

[8] A.Ansari and B.Modarress.1995. Wireless kanban, Production and Inventory Management Journal, vol.36. pp. 60-64.

[9] Kouri,I.A., et al. 2009. The principle and planning process of an electronic kanban system . Cited date : 29 September 2012, From http://link.Springer.com/content/pdf.

[10] ดนุวศิน เจริญ, อรรถพล จันทร์ทักษิโณภาส, ธัชยุทธ์ อังเกิดโชค และ สุวดี คงเทพ. 2555. การนำระบบอิเล็กทรอนิกส์-คัมบังมาใช้ในกระบวนการผลิตรถยนต์. วันที่อ้างอิง 29 กันยายน 2555, จากเว็บไซต์http:/www.its.in.th/index.php/component.

[11] ยรรยงค์ ศรีสม และ ณรงค์ โมกขวิสุทธิ์. 2552. โครงการระบบบริหารการจัดส่งชิ้นส่วนด้วย e-Kanban กรณีศึกษา บริษัทไทยซัมมิท โอโตพาร์ท อินดัสตรี จำกัด. อ้างอิงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2555, http:/www.docstoc.com/docs/112297766/Report-TSA.

[12] สาวิตรี ตั้งติรวัฒน์ และ วิภู ศรีสืบสาย. 2554. การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ยาง. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2554, กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย, 20-21 ตุลาคม 2554.

[13] หัทยา สุทธิจรัสโรจน์, 2552. การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตตามคำสั่งซื้อสำหรับโรงงานเครื่องนุ่งห่ม.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[14] สุภีจรรย์ หุ่นธานี. 2552. การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจ่ายงานให้พนักงานในงานเย็บผ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.