บทที่ 4

ตัวชี้วัดการวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา และแผนผังกระบวนการผลิตในอนาคตของกรณีศึกษา

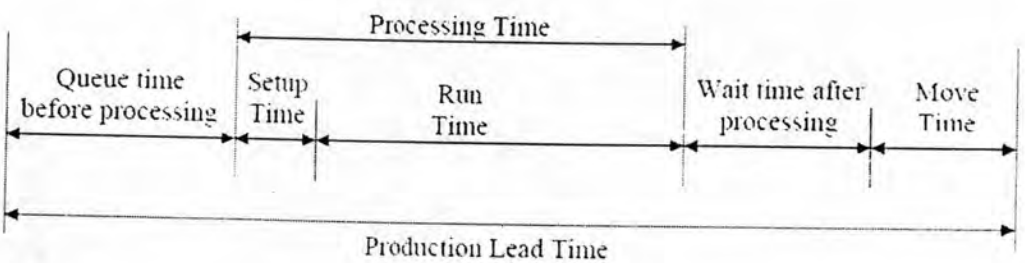
แนวคิดพื้นฐานของโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันควรผลิตสินค้าหลายชนิด หลายรูปแบบในจำนวนที่พอเหมาะด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด เพื่อสนองความต้องการของผู้ซื้อในราคาที่ไม่แตกต่างจากสินค้าคู่แข่งมากนักที่ระดับคุณภาพเท่ากัน ซึ่งต้องมีการควบคุมการผลิตเพื่อทำการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการผลิต ได้แก่ การพยากรณ์แผนการสำหรับอัตราการผลิต และการควบคุมระบบสินค้าคงคลัง การวางแผนการผลิตของกรณีศึกษานี้ได้มาจากการพยากรณ์ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นแผนรองรับปริมาณความต้องการตามที่คาดการณ์ไว้ โดยรวบรวมจากความเห็นของลูกค้า ผู้ขาย ผู้บริหาร การทดสอบตลาด การสำรวจตลาด และข้อมูลในอดีต ซึ่งยากในการกำหนดแผนการผลิตรวมให้ถูกต้องกับความเป็นจริงสำหรับการผลิตสินค้าสำเร็จรูป เพราะถ้าผลิตตามจำนวนสั่งซื้ออาจคลาดเคลื่อนจากความจริงได้ เนื่องจากจำนวนสั่งซื้อจะเกิดก่อนความต้องการจริงเป็นระยะเวลาเท่ากับเวลาการสั่งซื้อ หรือผลิต บางครั้งในช่วงระยะเวลานี้อาจเกิดความต้องการเพิ่มขึ้นอีก แต่ถ้าปริมาณผลิตเกินจำนวนสั่งซื้อ แผนการผลิตจะไม่สะท้อนถึงปริมาณที่แท้จริงแต่จะสะท้อนถึงจำนวนสินค้าคงเหลือที่เพิ่มขึ้น นอกจากจะแก้ปัญหาของกรณีศึกษานี้ด้วยการควบคุมสินค้าคงคลังแล้วยังสามารถแก้ปัญหาด้วยการลดต้นทุนในระบบได้โดยการใช้กลยุทธ์การลดต้นทุนด้วยระบบ (ECRS) ได้แก่

- E (Eliminate) ยกเลิกการผลิตในจุดที่ไม่จำเป็นออกไปโดยไม่ทำให้เสียคุณค่า
- C (Combine) คือ การรวม เช่น การรวมสายการผลิต หรือกระบวนการผลิตในโรงงานบางอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดต้นทุน ค่าแรงงานเนื่องจากลดจำนวนพนักงานลง
- R (Re - Arrange) เป็นการจัดแจงใหม่ ย้ายการผลิตที่อยู่ห่างกันให้มาอยู่ใกล้ๆ กัน เพื่อช่วยประหยัดค่าขนส่ง และสต็อกสินค้า
- S (Separate) คือ การแยก หมายความว่า ถ้ามีการเพิ่มชิ้นส่วนการผลิตบางอย่างเข้ามาซึ่งเป็นชิ้นส่วนเล็กที่เพิ่มเติม ไม่ควรนำมาเพิ่มในสายการผลิต ณ ปัจจุบัน ควรแยกส่งให้บริษัทข้างนอกผลิตส่งเข้ามาจะสะดวกกว่า

ลักษณะการผลิตในปัจจุบันของโรงงานเป็นแบบ (Lot Production) คือ ในแต่ละขั้นตอนการผลิตสินค้า จะทำการผลิตแบบอิสระ หมายถึง ทำการผลิตจนเสร็จในขั้นตอนแรกก่อนแล้วจึงทำการผลิตในขั้นตอนต่อไปทำให้ใช้เวลารวมในการผลิตนาน เมื่อพิจารณาถึงเวลารวมในการผลิตประกอบด้วย

- เวลาที่พนักงาน หรือวัตถุดิบต้องรอก่อนที่ทำการผลิต (Queue Time before processing)
- เวลาที่ใช้ในการผลิต (Processing Time) รวมถึงเวลาในการปรับตั้งเครื่อง (Setup Time) และเวลาการผลิต (Run Time)
- เวลาที่ต้องรอก่อนที่ส่งไปยังขั้นตอนต่อไป (Waiting Time after processing)
- เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายงานในกระบวนการต่อไป (Move Time)

แผนภาพที่ 4.1 แสดงถึงเส้นทางเดินของเวลานำในกระบวนการผลิต (Production Lead Time)



จะเห็นได้ว่าการผลิตสินค้าในแต่ละขั้นตอน ต้องมีการรอคอยจนกว่าพร้อมที่จะทำการผลิตในขั้นตอนต่อไป อาจจะมากกว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตก็ได้ ดังนั้นถ้าต้องการผลิตชิ้นงานที่มีขั้นตอนหลายๆขั้นตอน จำเป็นต้องมีการรอคอยในลักษณะเช่นนี้ทุกขั้นตอน

4.1 ตัวชี้วัดความสามารถในการแข่งขัน

เพื่อประเมินถึงปัญหา และโอกาสที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข พร้อมๆกับการพัฒนาโรงงานอย่างต่อเนื่องควรพิจารณา 4 ตัวชี้วัดความสามารถในการแข่งขัน ได้แก่ ต้นทุน (Cost) คุณภาพ (Quality) การบริการ (Service) หรือความเชื่อถือได้ (Dependability) และความยืดหยุ่น

คล่องตัว (Flexibility) หรือความรวดเร็วฉับไว (Speed) ปัจจุบันนี้ถ้าโรงงานใดมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ผลิตสินค้าหรือให้บริการที่มีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ และมีความรวดเร็วในการตอบสนองลูกค้ามากกว่า โอกาสที่โรงงานอุตสาหกรรมนั้นจะมีความได้เปรียบเหนือคู่แข่ง และต่อสู้แข่งขันในตลาดก็จะมากขึ้น ซึ่งสามารถสร้างคุณค่าให้กับองค์กร และลูกค้า โดยจัดคุณค่าตามสายการผลิต และยกระดับความคล่องตัวให้สูงขึ้นได้ ตัวชี้วัดความสามารถ คือ ต้นทุนต่ำ คุณภาพสูง การบริการ และความรวดเร็ว ควรสมดุลทั้ง 4 จุด

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวชี้วัดความสามารถในการแข่งขัน

ตัวชี้วัดความสามารถ	วัตถุประสงค์	ตัววัด
ด้านต้นทุน (Cost)	การทำให้มีต้นทุนรวมการผลิตลดลง	- ต้นทุนรวม (Total Cost)
	การทำให้มีการปรับปรุงผลิตภาพอย่างเหมาะสม	- ต้นทุนของเสียที่ต้องทิ้ง (Scrap Cost) - ต้นทุนจากงานซ่อม (Rework Cost)
	การทำให้ความสูญเปล่าและการเสียโอกาสลดลง	- ต้นทุนจากการทำงานล่วงเวลา (Overtime Cost) - ต้นทุนเสียโอกาส (Inopportunity Cost)
ด้านความยืดหยุ่นและการตอบสนองอย่างรวดเร็ว (Flexibility & Responsiveness)	ทำให้ระดับคงคลังลดลงและเพิ่มผลิตภาพให้สูงขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต	- ระดับของสินค้าคงคลัง (Level of Inventory) - ผลิตภาพ (Productivity)
	ทำให้เวลานำในการผลิตลดลง	- เวลานำในการผลิต (Dock To Dock)
	ทำให้เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรขัดข้องลดลง	- การขัดข้องของเครื่องจักร (Machine Breakdown)
	ทำให้เวลาสูญเปล่าจากการรอคอยวัตถุดิบ และ การเปลี่ยนโมเดลลดลง	- เวลาในการเปลี่ยนโมเดล (Change model time) - ขนาดจำนวนคัมบัง (Kanban Size)

ตัวชี้วัดความสามารถ	วัตถุประสงค์	ตัววัด
ด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability)	ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุด	- อัตราการผลิตได้ถูกต้องในครั้งแรก - อัตราของงานซ่อมในการผลิต (Rework Rate) - อัตราของงานเสียในการผลิต (Scrap Rate)
	ทำให้กระบวนการ และการใช้งานเครื่องจักรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น	- ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)
	ทำให้การผลิตเป็นไปตามแผนที่กำหนด	- การผลิตตามตารางการผลิต - ผลผลิต (ชิ้นงานดี) ต่อวัน (Throughput)
ด้านสินทรัพย์ (Asset)	ทำให้อัตราการใช้แรงงานในการผลิตเพิ่มขึ้น	- อัตราการใช้แรงงาน (Labor Productivity)
	ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรและทรัพยากรในการผลิตเพิ่มขึ้น	- การใช้ประโยชน์จากแรงงาน (Labor Utilization) - การใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร (Machine Utilization) - การใช้ประโยชน์จากทรัพยากร (Capacity Utilization)

4.2 การกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ

ต้นเหตุแห่งความเปลี่ยนแปลง และความสูญเสีย (Causes of Variation and Waste) มาจากหลายแหล่ง ได้แก่ การวางแผนผังที่ไม่ดีในโรงงาน (Poor Layout) ใช้ระยะเวลาในการติดตั้ง และปรับเปลี่ยนเครื่องจักรนาน (Long Setup Time) การจัดระเบียบสถานที่ทำงานไม่ดี (Poor Workplace Organization) ขั้นตอนการทำงานไม่ได้รับการปฏิบัติตาม (Not Following Procedures) การวางแผนที่ไม่รัดกุม (Poor Planning) และปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของผู้จัดหาวัตถุดิบสำหรับการผลิต (Supplier Quality Problems) ซึ่งปัจจุบันนี้มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ทำให้เพิ่มความกดดันทางด้านต้นทุนขณะที่ราคาขายถูกกำหนดโดยตลาด ฉะนั้นกำไรก็สามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการลด

ต้นทุนเท่านั้น ซึ่งจะพิจารณาจากการควบคุมความสูญเปล่า เนื่องจากต้นทุนการผลิตสินค้าหรือบริการส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความสูญเปล่า สามารถแบ่งสาเหตุของความสูญเปล่าได้หลักๆ 3 พวก ดังนี้

- ความสูญเปล่าที่มีสาเหตุมาจากบุคคลากร ได้แก่ การเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น (Motion) การรอคอย (Waiting) กระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น หรือไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing)
- ความสูญเปล่าที่มีสาเหตุมาจากปริมาณสินค้า ได้แก่ การผลิตเกินความจำเป็น (Over Production) ของคงคลัง (Inventory) การเคลื่อนย้าย (Transportation)
- ความสูญเปล่าที่มีสาเหตุมาจากคุณภาพสินค้า ได้แก่ ของเสีย (Defect หรือRework)

4.2.1 การผลิตเกินความจำเป็น (Overproduction) กระบวนการผลิตขั้นตอนท้ายสุดก่อนที่จะนำส่งไปให้ลูกค้า ความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้เป็นความสูญเปล่าที่ขจัดออกได้ยากที่สุด การลดความสูญเปล่าที่เกิดจากผลิตเผื่อไว้นี้ต้องขจัดส่วนประกอบของงานที่ไม่มีความจำเป็นออกไป โดยผลิตแบบ Pull รวมถึง การตรวจสอบชิ้นงานที่ใช้ระบบจิโดกะ (Jidoka) เข้ามาช่วย หรือการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation) เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตรวจหาข้อบกพร่องของชิ้นงาน (Defect) และช่วยเพิ่มความสะดวกให้แก่พนักงานในการปฏิบัติงานหลายๆ อย่างภายในเซลล์การทำงาน (Work Cells) การลดความสูญเปล่าจากการผลิตเกินความจำเป็น ได้แก่

- ลดเวลาในการตั้งเครื่อง (Reduce Setup Times) โดยปรับเวลาของกระบวนการให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิต (Synchronize time and amount of processes) และผลิตเฉพาะที่มีความจำเป็น (Make only what is needed now)

4.2.2 การรอคอย (Waiting) เป็นความสูญเปล่าโดยสังเกตจากการสำรวจขณะวาดแผนผังและเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ สาเหตุของปัญหาเกิดจากการใช้เวลาตั้งเครื่องนาน หรือเครื่องเสีย การลดความสูญเปล่าจากการรอคอย ได้แก่

- การปรับการไหลของงาน (Synchronize Workflow) ให้สอดคล้องกับกระบวนการ
- จัดปริมาณแรงงาน และเครื่องจักรเพื่อให้เกิดการสมดุลในสายการผลิต (Line Balancing) ซึ่งควรวางแผนการทำงานในลักษณะขนาน คือ การทำงานไปพร้อมๆ กัน

- จัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อลดปัญหาการเสียของเครื่องจักรซึ่งเป็นสาเหตุของการรอคอย

4.2.3 การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transport) อาจเกิดได้ทั้งในส่วนของพื้นที่ในการเก็บรักษาของคงคลัง และในระหว่างกระบวนการผลิต การลดความสูญเปล่าจากการขนย้าย ได้แก่

- การปรับปรุงผังโรงงานโดยยึดแนวทางความสัมพันธ์ระหว่างฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดสายการประกอบสุดท้าย (Final Assembly) ให้อยู่ใกล้กับคลังเก็บสินค้า เพื่อลดระยะทางในการขนส่ง
- คิดหาแนวทางปรับปรุงในการขนถ่ายวัสดุ เพื่อลดปริมาณในการขนถ่ายให้น้อย เช่น การจัดหาอุปกรณ์ในการขนย้ายที่มีความยืดหยุ่น
- การจัดทำกิจกรรม 5ส

4.2.4 การผลิตโดยใช้ขั้นตอนมากเกินไป หรือวิธีไม่ถูกต้อง (Over Processing / Incorrect Processing) เช่น ใช้เครื่องจักรใหญ่ที่มีความสามารถในการผลิตได้ทีละมากๆ มาผลิตจำนวนน้อย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น หรือกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองแรงงาน การลดความสูญเปล่าจากกระบวนการที่ไม่จำเป็น ได้แก่

- ศึกษา และวิเคราะห์ขั้นตอนของกิจกรรม หรือกระบวนการทั้งหมด โดยใช้ผังการไหลของกระบวนการ (Flow Process Chart) โดยหาแนวทางในการกำจัดความสูญเปล่าเพื่อปรับลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก
- ใช้หลักการวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Design Stage) เพื่อลดความซับซ้อนของชิ้นส่วน

4.2.5 สินค้าคงคลังเกินจำเป็น (Excess Inventory) แสดงให้เห็นในรูปสัญลักษณ์ รูปสามเหลี่ยมแทน Inventory แสดงของคงคลังที่เก็บรักษาไว้ และมีเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาแสดงไว้ที่เส้น Time Line ข้างล่าง สาเหตุที่ทำให้เกิดของคงคลัง คือ การขาดความสมดุล การลดความสูญเปล่าจากการเก็บวัสดุคงคลัง ได้แก่

- ปรับการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการ เพื่อลดการสะสมของงานระหว่างกระบวนการ (Work In Process)

- ลดช่วงเวลานำ (Lead Time) ในการจัดซื้อเพื่อลดปริมาณการจัดซื้อครั้งละมากๆ โดยการสร้างความสัมพันธ์กับคู่ค้า หรือการบริหารระบบห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Management)

- จัดทำแผนการจัดซื้อ ให้สอดคล้องกับกำหนดการผลิต สร้างระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT) เนื่องจากสภาวการณ์ในอุดมคติ (Ideal State) ของการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) คือ มีความสามารถในการเติมชิ้นงานเพียงหนึ่งชิ้นที่ถูกลูกค้า "ดึง" ไปได้ ซึ่งมีความหมายเหมือนกับคำว่า การไหลทีละชิ้น (One-Piece Flow)

4.2.6 การเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น (Unnecessary Movement) เกิดการดำเนินการที่ยาวเกินไป สาเหตุมาจากการวางแผนผังไม่ดี การเตรียมพร้อมในการทำงานไม่มีความสมบูรณ์แบบ การลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหว ได้แก่

- จัดวางผังกระบวนการ (Process Layout) ให้เหมาะสม เพื่อลดการเดิน
- ศึกษาหลักการเคลื่อนไหวอย่างประหยัด (Study motion for economy) หรือการนำหลักของเออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีผลิตภาพ และลดความเมื่อยล้าในการทำงาน
- ปรับปรุงการเคลื่อนไหว โดยการนำเครื่องอำนวยความสะดวกมาใช้
- ปรับลำดับขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้เป็นมาตรฐาน

4.2.7 ของเสีย (Defect หรือRework) การซ่อมงาน ปัญหาที่เกิดทำให้สูญเสียแรงงาน และวัตถุดิบ สาเหตุเกิดจากขาดการฝึกฝนที่มีมาตรฐาน การแก้ไขควรทำให้ผิดพลาดในการผลิตให้น้อยที่สุด และเมื่อเกิดในขั้นตอนใดควรแก้ไขทันที การลดความสูญเปล่าจากการทำของเสีย ได้แก่

- พัฒนาวิธีการทำงาน (Improve Method) เพื่อป้องกันการเกิดของเสียซ้ำ
- สร้างระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance) ให้กับทุกกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้เกิดการส่งต่อของเสีย ให้กับกระบวนการถัดไป
- ลดความซับซ้อน (Simplify) ของกระบวนการ โดยการพัฒนาเทคนิคในขั้นการออกแบบ (Design Stage)

ผลจากการกำจัดความสูญเปล่านอกจากจะทำให้บริษัทแข็งแกร่งขึ้น และสามารถแข่งขันได้มากขึ้นแล้ว ยังช่วยส่งผลให้เกิดการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต (Cost Reduction) เกิดการหมุนเวียนของสินค้าคงคลัง (Inventory Turns) ที่เพิ่มขึ้น เป็นการลดชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต และเวลาที่ใช้ไปในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลง (Changeover Time)

4.3 กำหนดมาตรวัดของลีน (Lean Metrics)

การกำหนดมาตรวัดของลีน (Lean Metrics) เป็นสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจ จัดเก็บรวบรวมได้ง่าย และมีความน่าเชื่อถือสำหรับการติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินไปสู่เป้าหมาย มาตรวัดพื้นฐานที่บริษัทส่วนใหญ่นำมาใช้มีดังนี้

4.3.1 ปริมาณสินค้าคงคลัง WIP ของสายธารคุณค่ารวม (Total Value Stream WIP Inventory) คือ จำนวนสินค้าคงคลังที่มีอยู่ระหว่างแต่ละจุดปฏิบัติงานทั้งหมด

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงปริมาณสินค้าคงคลัง (WIP) ของสายธารคุณค่ารวมในแต่ละกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิต	จำนวนสินค้าคงคลังในแต่ละจุดปฏิบัติงาน (วง)
ขั้นตอนระหว่างการหลอม (Aluminium Die Casting) และ การกลึง (Lathing 1&2)	5,930
ขั้นตอนระหว่างการกลึง (Lathing 1&2) และ การเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling)	2,218
ขั้นตอนระหว่างการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) และ การเจาะรูที่ล้อ (Perforation)	1,780
ขั้นตอนระหว่างการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) และ การทดสอบรั่ว (Water Leak Test)	1,500
ขั้นตอนระหว่างการทดสอบรั่ว (Water Leak Test) และ การตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness)	1,200

กระบวนการผลิต	จำนวนสินค้าคงคลังในแต่ละจุดปฏิบัติงาน (วง)
ขั้นตอนระหว่างการตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness) และ การพ่นสีฝุ่น (Color Dust)	890
ขั้นตอนระหว่างการพ่นสีฝุ่น (Color Dust) และการพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Spray painting & Lacquer Coating)	756
สินค้าสำเร็จรูปก่อนที่จะส่งมอบให้ลูกค้า	7,804
รวม	14,274

4.3.2 จำนวนวันที่จัดเก็บสินค้าคงคลัง (Days of Inventory On-hand) การคำนวณจำนวนวันที่จัดเก็บชิ้นงาน WIP ที่อยู่ระหว่างแต่ละจุดปฏิบัติงาน สามารถคำนวณโดยการหารปริมาณล้อที่มีอยู่จริง (Actual Quantity) ด้วยปริมาณล้อรวมที่ลูกค้าต้องการในแต่ละวัน (Daily total quantity required by the customer) ซึ่งจำนวนล้อที่ลูกค้าต้องการต่อเดือนเท่ากับ 4,800 วง ในเดือนนั้นๆมีการจัดส่งสินค้า 26 วัน ฉะนั้นปริมาณล้อรวมที่ลูกค้าต้องการในแต่ละวันเท่ากับ 185 วงต่อวัน

ตารางที่ 4.3 แสดงถึงจำนวนวันที่จัดเก็บสินค้าคงคลัง (Days of Inventory On-hand) ในแต่ละกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิต	จำนวนวันที่จัดเก็บชิ้นงานในแต่ละจุดปฏิบัติงาน (วัน)
ขั้นตอนระหว่างการหลอม (Aluminium Die Casting) และ การกลึง (Lathing 1&2)	32.1
ขั้นตอนระหว่างการกลึง (Lathing 1&2) และการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling)	12
ขั้นตอนระหว่างการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) และ การเจาะรูที่ล้อ (Perforation)	9.64
ขั้นตอนระหว่างการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) และ การทดสอบรั่ว (Water Leak Test)	8.13

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการผลิต	จำนวนวันที่จัดเก็บชิ้นงานในแต่ละจุดปฏิบัติงาน (วัน)
ขั้นตอนระหว่างการทดสอบรั่ว (Water Leak Test) และ การตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness)	6.5
ขั้นตอนระหว่างการตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness) และ การพ่นสีฝุ่น (Color Dust)	4.82
ขั้นตอนระหว่างการพ่นสีฝุ่น (Color Dust) และ การพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating)	4.1
ขั้นตอนก่อนที่จะส่งมอบให้ลูกค้า	42.3
รวม	119.59 หรือเท่ากับ 120

4.3.3 รอบเวลาในการผลิตสินค้ารวม (Total Product Cycle Time) คือ ผลรวมของรอบเวลาในการผลิตที่แต่ละจุดปฏิบัติงานในสายธารคุณค่า หมายถึงเวลารวมที่ใช้ในการสร้างมูลค่า (Total Value-Adding Time) เนื่องจากเป็นเวลาในช่วงที่มีการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าในขณะที่มันไหลผ่านไปตามกระบวนการอย่างแท้จริง สามารถเขียนรายการรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของแต่ละกิจกรรมปฏิบัติงานออกมาได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงถึงรอบเวลาในการผลิตสินค้า (Product cycle time) แต่ละกระบวนการ

กระบวนการผลิต	รอบเวลาในการผลิตสินค้า (วินาที)
ขั้นตอนการหลอม (Aluminium Die Casting)	600
ขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2)	600
ขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling)	360
ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation)	60
ขั้นตอนการทดสอบรั่ว (Water Leak Test)	180
ขั้นตอนการตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness)	1,200
ขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น (Color Dust)	150

กระบวนการผลิต	รอบเวลาในการผลิตสินค้า (วินาที)
ขั้นตอนการพ่นสีจริง และแล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating)	75.6
รวม	3,226

4.3.4 เวลานำรวมของสายธารคุณค่า (Total Value Stream Lead Time) จากแผนผังสภาวการณ์ในปัจจุบัน (Current-State Map) ดูว่าวัสดุใช้เวลานานเท่าไรในการไหลผ่านกระบวนการนับจากมีคำสั่งซื้อส่งมายังสถานที่ทำการผลิต ซึ่งตรงกันกับจำนวนวันที่จัดเก็บชิ้นงาน WIP ที่อยู่ระหว่างแต่ละจุดปฏิบัติงานพอดี

ตารางที่ 4.5 แสดงถึงเวลานำรวมของสายธารคุณค่า (Total Value Stream Lead Time) ในแต่ละกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิต	เวลานำรวมของสายธารคุณค่าในแต่ละขั้นตอนการผลิต (วัน)
ขั้นตอนระหว่างการหลอม (Aluminium Die Casting) และ การกลึง (Lathing 1&2)	32.1 เท่ากับ 32
ขั้นตอนระหว่างการกลึง (Lathing 1&2) และ การเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling)	12
ขั้นตอนระหว่างการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) และ การเจาะรูที่ล้อ (Perforation)	9.64 เท่ากับ 10
ขั้นตอนระหว่างการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) และ การทดสอบรั่ว (Water Leak Test)	8.13 เท่ากับ 8
ขั้นตอนระหว่างการทดสอบรั่ว (Water Leak Test) และ การตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness)	6.5 เท่ากับ 7
ขั้นตอนระหว่างการตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness) และ การพ่นสีฝุ่น (Color Dust)	4.82 เท่ากับ 5

กระบวนการผลิต	เวลานำรวมของสายธารคุณค่าในแต่ละขั้นตอนการผลิต (วัน)
ขั้นตอนระหว่างการพ่นสีฝุ่น (Color Dust) และการพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating)	4.1 เท่ากับ 4
ขั้นตอนก่อนที่จะส่งมอบให้ลูกค้าที่จุดจัดส่งสินค้า (Shipping)	42.3 เท่ากับ 42
รวม	119.59 หรือเท่ากับ 120

เวลานำรวมของสายธารคุณค่า (Total Value Stream Lead Time) 120 วัน หมายความว่า ต้องใช้เวลาอย่างน้อยที่สุด 120 วัน เพื่อให้สามารถผลิตได้ครบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า แต่มีเวลาที่ใช้ในการเพิ่มคุณค่า (Value Adding Time) หรือรอบเวลาในการผลิตสินค้ารวมของสายธารคุณค่า (Total Value Stream Cycle Time) 3,226 วินาที (53.76 นาที) ฉะนั้นโรงงานมีปัญหามาก และต้องมีการปรับปรุงครั้งใหญ่

4.3.5 ช่วงเวลาทำงาน(Uptime) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) คือ เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริง (Actual Operating Time) หารด้วยเวลาในการผลิตที่มีอยู่ (Available Production Time) การคำนวณเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริงต้องติดตามความสูญเสียทุกอย่างที่ทำให้เวลาในการผลิตที่มีอยู่ลดน้อยลง ความสูญเสีย ได้แก่ การเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeovers) เวลาว่าง (Idle Time) เนื่องจากมีการจัดส่งชิ้นงานจากจุดปฏิบัติงานต้นทางล่าช้า และการหยุดทำงานของเครื่องจักร (Breakdown) มาตรวัดช่วงเวลาทำงานนี้สามารถแสดงให้เห็นได้ทันทีว่าจุดปฏิบัติงานหรือกระบวนการหนึ่งๆ ใช้เวลาที่มีอยู่ได้คุ้มค่าแค่ไหน

ตารางที่ 4.6 คำนวณหาค่าช่วงเวลาทำงานสะสม (Cumulative Uptime) ของสายธารคุณค่าโดยใช้ค่าช่วงเวลาทำงาน (Uptime) ของแต่ละจุดปฏิบัติงานดังนี้

กระบวนการผลิต	ช่วงเวลาทำงานในแต่ละจุดปฏิบัติงาน (%)
ขั้นตอนการหลอม (Aluminium Die Casting)	98.95
ขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2)	93.75
ขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling)	95.83
ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation)	100
ขั้นตอนการทดสอบรั่ว (Water Leak Test)	100
ขั้นตอนการตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness)	100
ขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น (Color Dust)	100
ขั้นตอนการพ่นสีจริง และแล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating)	100

4.3.6 ค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นการแสดงค่าประสิทธิผลการทำงานของเครื่องจักรโดยคำนึงปัจจัยที่มีผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรลดลง เป็นดัชนีที่สำคัญในการชี้ความก้าวหน้า และความสำเร็จของกิจกรรม สามารถคำนวณจากผลคูณของปัจจัยทั้ง 3 คือ อัตราการเดินเครื่อง (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Rate) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate) ซึ่งทั้งหมดนี้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

แผนภาพที่ 4.2 เวลาในการหาอัตราเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ

4.3.6.1 เวลาทั้งหมด (Total Time) หมายถึง เวลาที่มีเครื่องจักรอยู่ในโรงงาน แต่เวลาที่ต้องการให้เครื่องจักรใช้งานได้ตลอดไม่ใช่เวลาทั้งหมด

4.3.6.2 เวลารับภาระงาน (Loading Time) หมายถึง เวลาที่มีการวางแผนไว้ว่าต้องใช้ในการผลิต โดยนำเวลาทั้งหมดมาหักออกด้วยเวลาหยุดตามแผน (เวลาหยุดเพื่อการบำรุงรักษาประจำวัน เวลาหยุดเพื่อการประชุมชี้แนะ เวลาหยุดเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ของโรงงาน เช่น กิจกรรม 5ส เวลาหยุดที่ตั้งใจทั้งหมด) และเวลารับภาระเป็นเวลาที่ต้องการให้เดินได้ตลอดเวลา

4.3.6.3 เวลาเดินเครื่อง คำนวณจากเวลารับภาระงานหักด้วยเวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง (Availability)} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง (Operating Time)}}{\text{เวลารับภาระงาน (Loading Time)}}$$

4.3.6.4 เวลาเดินเครื่องจะไม่เท่ากับเวลารับภาระงาน มีความสูญเสียที่ทำให้เครื่องเสียกำลัง เช่น ไฟตก เครื่องเดินไม่เรียบ เครื่องสะดุดหรือหยุดเล็กน้อย เรียกว่า เวลาเดินเครื่องสุทธิ คำนวณจากเวลาเดินเครื่องหักด้วยเวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง เวลามาตรฐานในการทำงานต่อชิ้นสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เพราะถ้ามีเวลามาตรฐาน ก็จะทราบว่าตามเวลาเดินเครื่องควรผลิตงานได้กี่ชิ้น และในความเป็นจริงผลิตงานได้กี่ชิ้น

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency)} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time)}}{\text{เวลาเดินเครื่อง (Operating Time)}}$$

$$\text{หรือ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้จริง}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ควรผลิตได้ตามเวลามาตรฐาน}}$$

4.3.6.5 เวลาเดินเครื่องสุทธิบางครั้งก็ไม่ได้เกิดมูลค่าทั้งหมด หมายถึง การผลิตของดีมีคุณภาพ เพราะเสียเวลาส่วนหนึ่งไปกับการผลิตของเสีย ฉะนั้นเวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า คำนวณจากเวลาเดินเครื่องสุทธิหักด้วยเวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย

$$\text{อัตราคุณภาพ (Quality Rate)} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า (Value Net Operating Time)}}{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time)}}$$

หรือ $= \frac{\text{(จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด – จำนวนชิ้นงานที่เสีย และที่ซ่อม)}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมดในการปรับปรุง}}$

นอกจากที่กล่าวข้างต้นยังมีมาตรวัดของลีนในหัวข้ออื่นๆ ได้แก่

- การจัดส่งสินค้าต้องตรงเวลา (On-Time Delivery) ในกรณีศึกษา นั้นมีเพียงแค่ 88 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (จากการสอบถามข้อมูลลูกค้า 50 รายทั่วประเทศ โดยวัดระดับความพึงพอใจของการตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้า จากคะแนนเต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ และนำมาเฉลี่ย) ซึ่งหลังจากการสำรวจ และสาเหตุของความผิดพลาดในการจัดส่งสินค้าไม่ตรงเวลาเกิดจากปัจจัยเหล่านี้ ปัญหาเกี่ยวกับช่วงเวลาทำงาน (Uptime) ที่กระบวนการหลอม และการกลึง มีการเปลี่ยนแผนการผลิตอยู่ตลอดเวลา
- ปริมาณของเสียต่อ 1 ล้านชิ้น (Defective Parts Per Million: DPPM) หรือระดับ Sigma (Sigma Level) เป้าหมายของวิสาหกิจแบบลีน (Lean Enterprise) นั้น คือ ของเสียในการผลิตเป็นศูนย์ (Zero Defects) ของเสียที่เกิดขึ้นนั้นส่วนใหญ่จะถูกผลิตมาจากจุดการหล่อ ต้องทำการตรวจติดตามทั้งอัตราการเกิดของเสียภายใน (Internal Defect Rate) และอัตราการเกิดของเสียภายนอก (External Defect Rate) ซึ่งเป็นภาพสะท้อนว่าบริษัท ดูแลลูกค้าได้ดีแค่ไหนที่ดีที่สุด
- ความสามารถในการผลิตให้ผ่านได้ตั้งแต่ครั้งแรก (First-Time-Through Capability: FTQ) คือ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนสินค้าที่มีแต่คุณภาพโดยปราศจากการนำกลับไปทำใหม่ การซ่อม หรือการตรวจสอบอีกครั้ง

$$FTQ = \left\{ \frac{\text{สินค้าที่ผลิตเสร็จ ณ กระบวนการนั้นๆ (Produced parts) – จำนวนสินค้าที่ผลิตไม่ผ่านในกระบวนการนั้น (No go parts)}}{\text{สินค้าที่ผลิตเสร็จ ณ กระบวนการนั้นทั้งหมด}} \right\} \times 100$$

เท่ากับเปอร์เซ็นต์ของดีที่ผลิตได้ ณ กระบวนการนั้นๆ ถ้าความสามารถในการผลิตให้ผ่านได้ตั้งแต่ครั้งแรกสูงแสดงว่าความสามารถในการผลิตได้ลดกระบวนการผลิตลง เพราะของเสียลดลง

4.4 กำหนดวิธีการปรับปรุงที่จะนำไปประยุกต์เขียนแผนผังสภาวการณ์อนาคต

แนวคิดการมุ่งไปในทางที่จะขจัดสินค้าคงคลังแบบ "เผื่อไว้ (Just-In-Case)" หรือทำให้ลดลงเหลือน้อยที่สุดนี้เป็นสิ่งสำคัญ แผนผังสภาวการณ์ในอนาคต (Future-State Map) รวมวิธีการและเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับปรุงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้สามารถผลิตได้ตามปริมาณความต้องการสินค้าได้ง่ายขึ้น

4.4.1 เทคนิคการเปลี่ยนรุ่นการผลิตอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover: QCO)

เวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร หรือรุ่นที่ผลิต (Changeover Time) คือ เวลาในช่วงระหว่างชิ้นงานดีชิ้นสุดท้ายถูกปล่อยออกมาจากการผลิตปัจจุบัน (Current Run) และชิ้นงานดีชิ้นแรกก็ออกมาจากการผลิตถัดไป (Next Run) หากมีการลดเวลาควรทำให้เป็นมาตรฐานระดับเดียวเพื่อให้เกิดความมั่นใจได้ว่าชิ้นงานดีชิ้นแรกจากการผลิตถัดไปจะสามารถผลิตได้ในระยะเวลาที่แน่นอน วิธีปรับปรุงซึ่งเห็นผลได้อย่างชัดเจนก็ คือ การนำเทคนิคการเปลี่ยนรุ่นการผลิตอย่างรวดเร็วมาใช้โดยการลดเวลาการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Quick Changeover) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Shingeo Shingo คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ตั้งแต่เครื่องจักรหยุดเพื่อทำการถอดเปลี่ยน ติดตั้งเครื่องมือต่างๆ รวมถึงการปรับค่าต่างๆให้ถูกต้อง จนเริ่มการผลิตได้อย่างปกติ โดยกำจัดการตั้งเครื่องภายในและลดส่วนประกอบภายนอก วิธีการลดเวลาการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร คือ เครื่องมือที่เรียกว่า Single Minute Exchange Of Die (SMED) Single Minute หมายถึง Single Digit 1-9 นาที โดยใช้เวลาปรับเปลี่ยนน้อยกว่า 10 นาที เนื่องจากถ้ามีการลด Setup Time จะลด Production Time ได้มาก เริ่มต้นจากการวิเคราะห์วิธีการติดตั้งที่ทำอยู่ในปัจจุบันอย่างละเอียด โดยมีลำดับขั้นตอนในการประยุกต์ใช้ 3 ขั้นตอนดังนี้

- แยกแยะระหว่างการตั้งเครื่องภายใน (Internal Setup) ที่สามารถจะตั้งเครื่องได้ในช่วงที่เครื่องจักรหยุดการผลิตเท่านั้น และการตั้งเครื่องภายนอก (External Setup) ที่สามารถตั้งเครื่องได้ในขณะที่เครื่องกำลังทำการผลิตอยู่
- เปลี่ยนแปลงงานภายในให้เป็นงานภายนอกเมื่อเป็นไปได้ และทำการปรับปรุงการจัดเก็บ การจัดการชิ้นงาน และเครื่องมือเพื่อปรับปรุงการดำเนินการตั้งเครื่องภายนอก (External Setup) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

- ปรับปรุงกิจกรรมการตั้งเครื่องทุกอย่างให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อให้มีขนาดรุ่นการผลิตที่เล็กลงโดยจัดให้มีการปฏิบัติงานแบบคู่ขนาน (Parallel Operation) คือ การแบ่งงานให้คน 2 คน หรือมากกว่านั้น การใช้วิธีการจับยึดตามหน้าที่ (Functional Clamping) และการนำเครื่องจักรมาใช้เมื่อจำเป็น

การเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่ใช้เวลานานแสดงให้เห็นอุปสรรคร้ายแรงในการผลิตแบบครั้งละน้อยๆ การนำวิธีการเปลี่ยนรุ่นการผลิตอย่างรวดเร็วเข้ามาใช้จะช่วยให้กระบวนการทำงานได้เร็วขึ้น และยืดหยุ่นพอที่จะตอบสนองต่อความต้องการได้ ผลจากการปรับปรุงเวลาการตั้งเครื่อง ได้แก่ ลดต้นทุนจากการเกิดของเสีย ปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร ประหยัดต้นทุนแรงงาน จากกรณีศึกษาช่วงที่เหมาะแก่การทำ (QCO) จะอยู่ใน 2 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนปริมาณความต้องการสินค้า (Demand Stage) การเปลี่ยนรุ่นการผลิตที่ใช้เวลานานๆ แสดงให้เห็นอุปสรรคสำคัญที่กีดขวางไม่ให้สามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า คือ ขั้นตอนการกลึง เพราะเครื่องจักรมีอายุการใช้งานนานมาก และเทคโนโลยีที่ใช้ไม่ทันสมัยเท่าที่ควร
- ขั้นตอนการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow Stage) การนำระบบการทำงานที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Work) มาใช้เน้นย้ำให้เห็นถึงความจำเป็นในการลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตให้เร็วขึ้น เพื่อช่วยลดรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และช่วยสร้างสมดุลให้กับจุดปฏิบัติงานต่างๆ

การลดเวลาในการติดตั้ง หรือปรับระบบ มีความสำคัญต่อการผลิตเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่น สามารถเปลี่ยนรุ่นการผลิตได้บ่อยยิ่งขึ้น และผลิตตามความต้องการของลูกค้า ส่งผลให้สามารถทำการผลิตด้วยปริมาณที่เล็กลงได้ แนวคิดการลดเวลาในการตั้งเครื่อง (Set up) คือ การแบ่งงานภายในกับงานภายนอกให้ชัดเจน ซึ่งการเปลี่ยนรุ่น Set Up ของกระบวนการกลึง (Lathing 1 & 2) จะเกิดการสูญเสียพลังงานมาก การเปลี่ยนรุ่นบ่อยเกินไปจะกระทบต้นทุนด้านพลังงาน ดังนั้นจำเป็นต้องผลิตด้วย Lot Size จำนวนหนึ่ง เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสินค้าคงคลังมีมากขึ้น

4.4.2 การผลิตแบบไหลทีละชิ้น (One-piece flow)

หมายถึง ชิ้นส่วนถูกผลิต และเคลื่อนที่ไปยังแผนกต่อไปคราวละหนึ่งชิ้น ทำให้งานคงค้างในสายการผลิต (Work-In-Progress) มีจำนวนน้อย ซึ่งก็จะเป็นการลดเวลานำ (Lead Time) เพิ่มความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนชิ้นงาน เป็นการประกันคุณภาพที่แหล่งต้นตอ (Quality at the source) เนื่องจากการเกิดชิ้นงานในสายการผลิตจะสามารถขจัดปัญหาการเกิดของเสียขึ้นอีก ซึ่งปัญหาจะถูกตรวจพบโดยแรงงานในสายการผลิตก่อนที่ชิ้นงานจะถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการถัดไป ก่อให้เกิดผล ดังนี้

4.4.2.1 ปริมาณงานมีความสมดุล มีการตอบสนองต่อความล้มเหลวของระบบ (System Failure) อย่างทันทีทันใด เกิดการปรับปรุงทางคุณภาพ

4.4.2.2 สามารถลดความสิ้นเปลืองจากอุปกรณ์ขนถ่าย รวมถึงการประหยัดแรงงาน และพื้นที่สำหรับจัดวาง

4.4.2.3 ก่อให้เกิดความพึงพอใจในงาน รวมทั้งการจูงใจให้เกิดกิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องซึ่งการผลิตแบบทีละชิ้นอย่างต่อเนื่องกัน (One by One System) บางทีเรียกว่า One Piece Production หรือ Single Unit Production สินค้าที่จะนำมาผลิตนั้นจะถูกให้ทำการปรับตั้งเครื่องจักรตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนจบขั้นตอนสุดท้ายภายในเวลาเดียวกัน และเริ่มทำการผลิตในเวลาเดียวกันโดยเมื่อทำการผลิตสินค้าชิ้นแรกในขั้นตอนแรกเสร็จ พนักงานจะทำการส่งชิ้นงานแรกนี้ให้แก่ขั้นตอนถัดไปทันที จะทำอย่างนี้เรื่อยไปจนกว่าจะถึงขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต วิธีนี้จะทำให้ช่วยลดเวลาในการเคลื่อนย้าย เพราะระบบการผลิตแบบนี้จะทำการส่งงานไปยังขั้นตอนต่อไปทีละชิ้น ข้อจำกัดของการผลิตแบบนี้ คือ งานที่จะนำมาจัดเรียงแบบ One by One จำเป็นต้องเป็นงานที่ใกล้เคียงกัน เพราะจะได้ไม่ต้องเกิดการรองานในขั้นตอนต่อไป

4.4.3 การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM)

เป็นกิจกรรมจะทำให้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรมีความสามารถในการผลิตมากที่สุดด้วยการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบของมาตรฐานการบำรุงรักษาปกติ ระหว่างการบำรุงรักษาการผลิต และวิศวกรรม เข้าสู่การกำจัดของเสียอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องจักร สาเหตุของปัญหา และปรับปรุงอย่างถาวร มีเป้าหมายสูงสุดอยู่ที่การปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ขององค์กร หรือ Company Performance ที่แสดงออกมาในรูปของคุณภาพของสินค้า (Product

Quality) การลด และควบคุมต้นทุน (Cost Reduction & Control) การส่งมอบที่ตรงเวลา (On Time Delivery) การส่งเสริมสิ่งแวดล้อม และความปลอดภัย (Safety and Environment) เมื่อเครื่องจักรสายการผลิตขัดข้องจะเกิดความสูญเปล่าในรูปเวลาว่าง (Idle Time) ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive equipment maintenance) เป็นปัจจัยสำคัญต่อการป้องกันความสูญเสียในสายการผลิต มีแนวทางดำเนินการ ดังนี้

- ฝึกอบรมแรงงาน หรือควบคุมเครื่องมือสำหรับแก้ปัญหา
- จัดตั้งทีมงานในสายการผลิตประกอบด้วยช่างบำรุงรักษา และพนักงานฝ่ายผลิต เพื่อมุ่งขจัดปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร และลดเวลาการหยุดเครื่องจักร
- ให้แรงงานสามารถรับผิดชอบดูแลงานบำรุงรักษาประจำวัน เช่น การทำความสะอาด การหล่อลื่น และการเก็บเครื่องมืออย่างเป็นระเบียบ
- ใช้การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ ด้วยการเฝ้าติดตามกระบวนการหลักเพื่อการแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุผิดปกติ

4.4.3.1 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Individual Improvement) คือ การปรับปรุงเพื่อลดความเสียหาย (Loss) แต่ละประเภทไปทีละเรื่องโดยเริ่มจาก ตัวที่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) มากที่สุด ซึ่งจะทำให้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนที่สุด จากกรณีศึกษานี้ควรใช้กับขั้นตอนการหล่อ เป็นการปรับปรุงเฉพาะเครื่องจักรต้นแบบก่อนจากนั้นจึงขยายการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต เพื่อให้ระบบการผลิตมีผลลัพธ์ออกมาให้ได้มากที่สุดขณะที่ใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยแบ่งออกเป็น

- การใช้ประโยชน์สูงสุดจากเครื่องจักร หรือการปรับปรุงอัตราการเดินเครื่อง
- การใช้ประโยชน์สูงสุดจากวิธีการทำงาน หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินเครื่อง
- การใช้ประโยชน์สูงสุดจากการใช้วัตถุดิบ หรือการปรับปรุงอัตราคุณภาพ

4.4.3.2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance: AM) โดยผู้ใช้เครื่องแต่ละคนสามารถทำการตรวจสอบประจำวัน สังเกตความผิดปกติของเครื่อง และ

ตรวจสอบอุปกรณ์ หรือเครื่องจักรที่ตนเป็นผู้ใช้งานได้อย่างละเอียด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องเครื่องจักรของตนเอง และผู้ใช้เครื่องต้องสามารถทำการปรับปรุงเครื่องจักรประจำวันได้ เช่น การพิจารณาออกแบบ หรือการหาระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยในการผลิต ซึ่งถือเป็นความจำเป็นที่ผู้ใช้เครื่องต้องพัฒนาต่อไป ผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องจักรของตนเอง อันดับแรกต้องสามารถ "ตรวจจับความผิดปกติได้" และอันดับที่สองต้องสามารถ "สัมผัสได้ถึงความผิดปกติที่กำลังจะเกิดขึ้น" โดยพิจารณาจากคุณภาพการใช้งานของเครื่องจักร ผู้ใช้เครื่องจะต้องมีความสามารถ ดังนี้ ความสามารถในการตั้งเกณฑ์วัดความผิดปกติ ความสามารถในการตรวจจับสิ่งผิดปกติ ความสามารถในการสังเกตสิ่งผิดปกติ และความสามารถในการแก้ไขสิ่งผิดปกติได้อย่างเหมาะสม

4.4.3.3 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance) เพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลา เพื่อให้เครื่องจักรมีอัตราการใช้งานสูง (Availability) และเพื่อเพิ่มพูนทักษะความสามารถในการซ่อมบำรุง (Maintainability) การบำรุงรักษาตามแผนจะทำกับเครื่องจักรต้นแบบ และชิ้นส่วนต้นแบบเป็นอันดับแรกก่อน มีขั้นตอนในการสร้างระบบ Planned Maintenance ดังนี้

- ประเมิน และทำความเข้าใจในสถานการณ์
- ฟื้นฟูความเสียหายของเครื่องจักร
- สร้างระบบการสื่อสารใหม่ภายในองค์กร
- สร้างระบบบำรุงรักษาเป็นช่วง
- สร้างระบบบำรุงรักษาโดยทำนายล่วงหน้า
- ประเมินแผนระบบบำรุงรักษา

ตารางที่ 4.7 แสดงถึงการบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance)

ลักษณะการป้องกันในเรื่องความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น	ลักษณะระบบการบำรุงรักษา
เพื่อหยุดความเสียหาย	-การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) - การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)
เพื่อป้องกันความเสียหาย	-การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) - การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)
เพื่อเตรียมพร้อมเมื่อเกิดการเสียหาย	-การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้อง (Breakdown Maintenance)

การบำรุงรักษาตามแผนโดยการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมดนั้นจะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ โดยการปรับปรุงผลิตผล (Output) ที่จะออกมาในรูปของความพยายามให้เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์ (Zero Failure) ของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect) และอุบัติเหตุเป็นศูนย์ (Zero Accident) ในขณะเดียวกันยังช่วยลดสิ่งต่างๆ ที่ใช้ในการบำรุงรักษา

4.4.3.4 การฝึกอบรมทางเทคนิค (Technical Training) สำหรับการบำรุงรักษา และการใช้งานเครื่องจักรอย่างถูกต้อง การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงาน เป็นกิจกรรมในเชิงโครงสร้างที่ต้องการความร่วมมือจากทั้งองค์การ เพื่อบรรยากาศที่ดี และมีการจัดการที่ทันสมัย ดังนั้น ทักษะและความชำนาญของพนักงานทุกคนในการปฏิบัติงาน และการบำรุงรักษาจึงเป็นสิ่งจำเป็น

4.4.3.5 การปรับปรุงเฉพาะเรื่องสำหรับเครื่องจักร (Equipment Improvement) หรือ Kobetsu Kaizen การคำนึงถึงการบำรุงรักษาตั้งแต่การออกแบบ (Initial-phase management) การออกผลิตภัณฑ์ใหม่ ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และประสิทธิภาพการลงทุนในตัวเครื่องจักร พร้อมกับการพัฒนากระบวนการผลิตให้ผลิตออกมาได้คราวละมากๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาต้องเป็นที่ต้องการของลูกค้า หรืออาจเรียกได้ว่า

บริษัทต้องการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขันด้วยกรรมวิธีการผลิตที่ง่ายภายใต้กระบวนการผลิตที่ปราศจากความสูญเสีย คือ การมีเครื่องจักรที่ใช้ง่าย ซ่อมแซมได้ง่าย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีของเสียหลุดออกมานั่นเอง

4.4.3.6 การบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ (Quality Maintenance) คือ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการประกันคุณภาพ และกิจกรรมการควบคุมเครื่องจักรเข้าด้วยกัน โดยการติดตามคุณลักษณะทางด้านคุณภาพของชิ้นงาน และการใช้งานของเครื่องจักรให้ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ การประกันคุณภาพ (Quality Assurance) หมายถึง กิจกรรมต่างๆ ที่กระทำเพื่อความมั่นใจว่า ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาจะต้องมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของลูกค้า โดยกระบวนการคุณภาพเริ่มตั้งแต่การออกแบบมาจนถึงการคัดเลือกปัจจัยในการผลิต การควบคุมกระบวนการผลิตและการป้องกัน ไม่ให้ชิ้นงานที่ไม่มีคุณภาพหลุดไปถึงมือลูกค้า ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบการประกันคุณภาพ ได้แก่ Jidoka "Built in Quality" Autonomation Visual Control การป้องกันความผิดพลาดล่วงหน้า (Poka-Yoke) แทนการยอมรับว่าต้องมีชิ้นส่วนชำรุดเป็นจำนวนกี่เปอร์เซ็นต์

4.4.3.7 กิจกรรม TPM ในสำนักงาน (TPM in Office) ต้องมีการกำหนดหน่วยวัด ดัชนีวัดความสำเร็จ และค่า มาตรฐานที่ยอมรับได้ เพื่อใช้ในการติดตามความคืบหน้าของการปรับปรุงงานในสำนักงาน

4.4.3.8 ระบบชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน (Safety Hygiene and Working Environment) ควรจะทำงานโดยระลึกอยู่เสมอว่า อุบัติเหตุ และมลพิษเป็นศูนย์ เพราะว่าในการทำงานมีโอกาสจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ตลอดเวลาส่วนการใช้เครื่องจักรได้ไม่เต็ม ประสิทธิภาพนั้นก็มีส่วนในการทำลายสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ขั้นตอนการบริหารความปลอดภัย

4.4.4 องค์ประกอบของงานมาตรฐาน (Standardized Work)

4.4.4.1 ตารางความสามารถของกระบวนการ (Process Capacity Table) มุ่งเน้นพิจารณาที่เครื่องจักร และกระบวนการทำงาน

4.4.4.2 ตารางรวมงานมาตรฐาน (Standard Work Combination Table) มุ่งเน้นพิจารณาที่การทำงานของคนที่ทำงานร่วมกับเครื่องจักร

4.4.4.3 ใบการทำงานมาตรฐาน (Standardized Work Table) มุ่งเน้นพิจารณาที่การจัดวาง และการไหลของกระบวนการทำงาน

4.4.4.4 วิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction: WI) แสดงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายต่อความเข้าใจ ใช้ฝึกอบรม และกำกับการทำงานของพนักงาน

มาตรฐานการทำงาน (Work Standardization) คือ การนำงานมาตรฐาน (การทำงานที่เกิดคุณค่ามากที่สุด โดยปราศจากความสูญเปล่าต่างๆ) กำหนดเป็นวิธีการทำงาน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือของกระบวนการให้แก่ลูกค้า ทั้งด้านคุณภาพ ปริมาณ และระยะเวลาของการส่งมอบ พร้อมกับพัฒนาแนวคิดไคเซ็นเพื่อปรับปรุงทั้ง 3 ส่วนนี้อย่างต่อเนื่อง สำหรับแนวทางในการนำระบบการทำงานที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Work) มาใช้มีดังนี้

- หากรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) มากกว่าค่า Takt Time ก็จะต้องมีการทำ "ไคเซ็น" ณ จุดปฏิบัติงานนั้นๆ เพื่อให้สามารถผลิตได้ตาม Takt Time
- ยึดมั่นต่อ Takt Time ซึ่งเป็นหน่วยวัดสำคัญของระบบที่มีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Work) ถ้าค่า Takt Time ลดลง ก็ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน และเพิ่มพนักงานตามความจำเป็น และถ้าค่า Takt Time เพิ่มขึ้น ก็ให้ลดจำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตนั้นลง

4.4.5 การผลิตล็อตขนาดเล็ก (Small Lot)

การกำหนด Lot Size ที่เหมาะสมกับสภาพการผลิต ควรคำนึงถึงเวลา Set Up รายการผลิตตามลำดับการรับใบสั่งซื้อ ซึ่งเป็นวิธีเร็วที่สุดที่จะแปลงวัตถุดิบไปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจะจำกัดวัตถุดิบที่จะใช้ในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนให้น้อยที่สุด แต่การผลิตทีละชิ้น (การไหลอย่างต่อเนื่อง) ไม่อาจปฏิบัติได้ในหลายๆกรณีโดยเฉพาะเครื่องจักรที่ต้องเปลี่ยนแม่พิมพ์ หรือการผลิตชิ้นส่วนที่ไม่เหมือนกัน ในสภาพเช่นนี้จำเป็นต้องออกแบบกระบวนการผลิตให้ใกล้เคียงกับกระบวนการผลิตที่มีการไหลอย่างต่อเนื่องเท่าที่จะทำได้ คือ การยึดถือขนาด Batch ขนาดใหญ่ แล้วพยายามทำให้ Batch เล็กลงเท่าทีจะทำได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแม่พิมพ์ปกติใช้เวลามาก จึงทำให้ผู้ผลิตต้องมีปริมาณการผลิต Batch ใหญ่ก่อให้เกิดวัสดุคงคลังมากในหน้างานก่อน และหลังกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถลดวัสดุคงคลัง และเพิ่มความยืดหยุ่นด้วยการใช้ Batch ที่มีขนาดเล็ก ประโยชน์ของ Small Lot Size

- ลดจำนวนสินค้าคงคลัง พื้นที่ในเก็บสินค้า และทำให้ Lead Time สั้นลง
- เวลาตั้งเครื่องสั้นลง เพิ่มความยืดหยุ่นต่อการตอบสนองความต้องการการเปลี่ยนแปลงของสินค้า
- ลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนเพื่อง่ายในการดำเนินการให้สมดุล

4.4.6 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement Process: Kaizen)

การผลิตแบบต่อเนื่อง คือ การผลิตเสร็จในแต่ละขั้นตอนแล้วส่งต่อไปยังกระบวนการผลิตต่อๆไปจนกระทั่งออกมาเป็นสินค้า จะทำให้ไม่เกิดสต็อกถ้าเราผลิตได้ในขนาดรุ่นเล็ก เมื่อมีชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพ ก็จะสามารถตรวจพบแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว เพื่อบรรลุความต้องการของแผนธุรกิจ ทุกคนภายในองค์กรจำเป็นต้องเน้นในการทำให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น คือ ต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบสภาพปัจจุบันกับสภาพที่สมบูรณ์ เพื่อ "ดูความแตกต่าง" กำหนดกลยุทธ์ที่จะเชื่อมความแตกต่างโดยการสร้างแนวคิดดำเนินการตามความคิดโดยเร็วติดตามยืนยันการปรับปรุงจริง กิจกรรมที่ควรเน้น คือ ปริมาณ คุณภาพ และต้นทุน ผลของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องที่มีประสิทธิผลจะลดต้นทุนให้กับธุรกิจ และเป็นการเพิ่มกำไร เป็นการลดของเสีย (Scrap) จากงานซ่อม การปรับปรุงคุณภาพ ลดการใช้พลังงาน เพิ่มความปลอดภัย ความพึงพอใจของลูกค้าอย่างต่อเนื่อง ช่วยลดสต็อกโดยตรง และลดระยะเวลานำของการผลิต โดยจะทำการผลิต และเคลื่อนย้ายที่ต่อเนื่องไม่มีการหยุด หรือไม่มีการหยุดสะสมงานระหว่างการผลิต การผลิตแบบต่อเนื่องจะเกิดขึ้นได้จำเป็นต้องมีการจัดสายการผลิตให้สมดุล (Line Balancing) ซึ่งช่วยให้ทุกขั้นตอนมีอัตราการผลิตเท่ากันไม่ต้องมีการหยุดรอ

ไคเซ็น (Kaizen) คือ การปรับปรุงการดำเนินธุรกิจอย่างต่อเนื่อง และผลักดันนวัตกรรมใหม่ และวิวัฒนาการอยู่ตลอดเวลา เพื่อขจัดความสูญเปล่าทั้งหมดออกไปเป็นการปรับปรุงบางจุดเท่านั้น ภายใต้กระบวนการ Plan-Do-Check-Act คือ การดูปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ทดลองแล้วตรวจสอบว่าแก้ปัญหาได้ หรือไม่ ถ้าเป็นวิธีที่ดีก็นำไปใช้ เพื่อให้เจ้าหน้าที่ทำงานง่ายขึ้น เป้าหมายของ Kaizen ได้แก่ พัฒนาคุณภาพ ลดต้นทุน ส่งเสริมความปลอดภัย ลดเวลานำ (Lead Time) และพัฒนาประสิทธิภาพการทำงาน (ลดความเมื่อยล้าจากการทำงาน) กุญแจแห่งความสำเร็จของ Kaizen จะประกอบด้วย

- หลัก 5 ส ถือเป็นพื้นฐานแห่งความสำเร็จ
- หลัก 5 Why คือ การถามคำถาม 5 ครั้ง จนกว่าจะเข้าใจ และสามารถตอบคำถามได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่แท้จริง นั่นคือ ถ้าเราถามว่า "ทำไม" ครบ 5 ครั้ง จะรู้ว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร
- หลัก Visualization คือ ทุกอย่างต้องมองเห็น เช่น การมีสัญญาณแสดงความก้าวหน้าของการผลิต หรือการทำงานในแต่ละวัน เพื่อช่วยเตือนสติ และควบคุมการทำงานให้เสร็จภายในกำหนด

4.4.7 หลักการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)

นำเสนอข้อมูลให้ง่ายต่อความเข้าใจ โดยการแปลงข้อมูล และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง สัญลักษณ์ ภาพ แผนภูมิ มีเป้าหมายเพื่อนำสารสนเทศมาใช้สำหรับติดตามงาน เช่น ทำรหัสจัดเก็บวัสดุเพื่อง่ายในการค้นหา การควบคุมการผลิตแบบ Visual Control ทำให้สามารถควบคุมปริมาณการผลิตที่ออกมาในแต่ละชั่วโมง แต่ละกะ และในแต่ละวันได้ตรงตามเป้าหมาย แต่ต้องทราบ Takt Time ในการผลิตชิ้นงานนั้น และนำไปเป็นมาตรฐานในการทำงาน จากนั้นจึงกำหนดเป็นเป้าผลิตต่อชั่วโมงที่ต้องผลิตให้ได้ ถ้าทำไม่ได้ต้องบอกสาเหตุเพื่อแก้ไขต่อไป

4.5 เขียนแผนผังสภาวการณ์อนาคต (Future State Mapping)

การสร้างแบบจำลอง เป็นการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอนในการผลิต และวิธีการทางธุรกิจ เหตุผลสร้างแบบจำลอง และการจำลองสถานการณ์ เพื่อค้นพบวิธีทางแก้ปัญหาที่เรียกว่า การผลิตที่ถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรก (Right the first time) และเป็นการหลีกเลี่ยงการเสียเวลาในการทำงานใหม่ ฉะนั้นการที่จะทำให้ประสิทธิภาพบริษัทดีขึ้นต้องมีการตัดสินใจที่ตรงต่อเวลา และมีความถูกต้องแม่นยำเสมอ การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนผ่านกระบวนการต่างๆ มีผลทำให้สามารถควบคุมการทำงานได้ง่ายขึ้น แบบจำลองสภาวการณ์อนาคตจึงอธิบายความต้องการของการดำเนินงานซึ่งจะบอกได้ถึงงานที่ไม่จำเป็น และกำจัดสิ่งที่เป็นปัญหาคอขวดออกไป จากนั้นนำแนวทางในการกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต และการปรับปรุงจากแผนภาพกระบวนการผลิตที่ยังไม่ได้นำมาใช้ในกระบวนการผลิตจริงในบางขั้นตอน มาเขียนแผนผังสภาวการณ์อนาคตจากโปรแกรม iGrafx® Process™ 2006 วิธีการเหมือนการเขียนแผนผัง

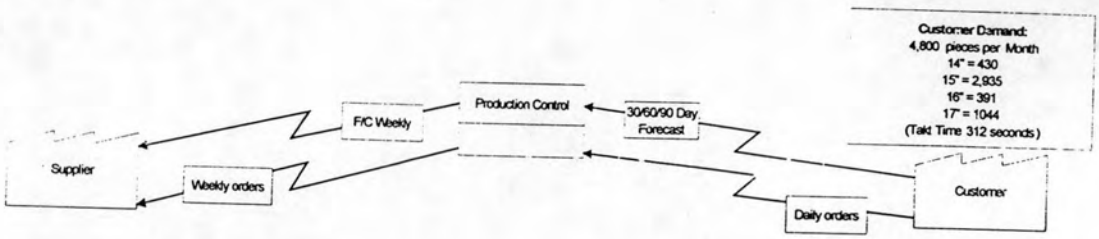
สภาวการณ์ปัจจุบัน กระบวนการการเขียนแผนผังสภาวการณ์ในอนาคต (Future State Mapping) เกิดขึ้นทั้งหมดใน 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า (Customer Demand Stage) คือ การทำความเข้าใจในความต้องการของลูกค้าเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ รวมถึงคุณลักษณะด้านคุณภาพ เวลานำ (Lead Time) และราคา
- ขั้นตอนการไหล (Flow Stage) คือ การนำระบบการผลิตแบบมีการไหลอย่างต่อเนื่องเข้ามาใช้ทั่วทั้งโรงงาน เพื่อให้ลูกค้าทั้งภายใน และภายนอกนั้นได้รับผลิตภัณฑ์ที่ถูกต้องในเวลาที่ถูกต้อง และในปริมาณที่ถูกต้อง
- ขั้นตอนการปรับเรียบการผลิต (Leveling Stage) คือ การกระจายงานให้มีปริมาณและความหลากหลายเท่าๆกัน เพื่อลดสินค้าคงคลัง และชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต (WIP) และเพื่อตอบรับกับปริมาณการสั่งซื้อที่มีขนาดเล็กลงของลูกค้า

จากกรณีศึกษามุ่งมั่นที่จะทำการผลิตให้ได้ตามค่า Takt Time และให้บรรลุฉันทามติทั้งของหัวหน้างาน และพนักงาน ลูกค้าตกลงให้มีการจัดส่งสินค้า 185 วงเป็นประจำทุกวัน ลูกค้ายังคงจัดส่งแผนคาดการณ์การผลิต (Forecast) สำหรับ 90 60 และ 30 วัน และยืนยันคำสั่งซื้อทุกวัน ขณะที่บริษัทเปลี่ยนแผนคาดการณ์การผลิต (Forecast) จากทุกเดือนเป็นทุกสัปดาห์ และจัดส่งคำสั่งซื้อจากทุกเดือนเป็นทุกสัปดาห์ไปให้ผู้จัดส่งวัตถุดิบ เริ่มต้นการเขียนแผนผังสภาวการณ์ในอนาคต (Future-state map) ด้วยการวาดรูปไอคอนลูกค้า ผู้จัดส่งวัตถุดิบ และฝ่ายควบคุมการผลิต พร้อมทั้งลูกศรการติดต่อสื่อสารระหว่างไอคอนเหล่านี้ในตำแหน่งเดียวกับที่เขียนในแผนผังสภาวการณ์ในปัจจุบัน (Current-state map) มีขั้นตอน ดังนี้

- วาดรูปไอคอนลูกค้าที่มุมขวาด้านบน
- วาดรูปไอคอนผู้จัดส่งวัตถุดิบที่มุมซ้ายด้านบน
- วาดรูปไอคอนฝ่ายควบคุมการผลิตไว้ระหว่างไอคอนลูกค้า และผู้จัดส่งวัตถุดิบ
- วาดลูกศรการติดต่อสื่อสารจากไอคอนลูกค้าไปยังไอคอนฝ่ายควบคุมการผลิต และจากไอคอนฝ่ายควบคุมการผลิตไปยังไอคอนผู้จัดส่งวัตถุดิบ
- ระบุความถี่ในการสั่งซื้อ และแผนคาดการณ์การผลิตที่ลูกศรระหว่างลูกค้ากับฝ่ายควบคุมการผลิต และระหว่างฝ่ายควบคุมการผลิตกับผู้จัดส่งวัตถุดิบ และได้ทำการปรับเปลี่ยนเพื่อสะท้อนการเปลี่ยนแปลงความถี่ในการคาดการณ์การผลิต หรือการสั่งซื้อในอนาคต

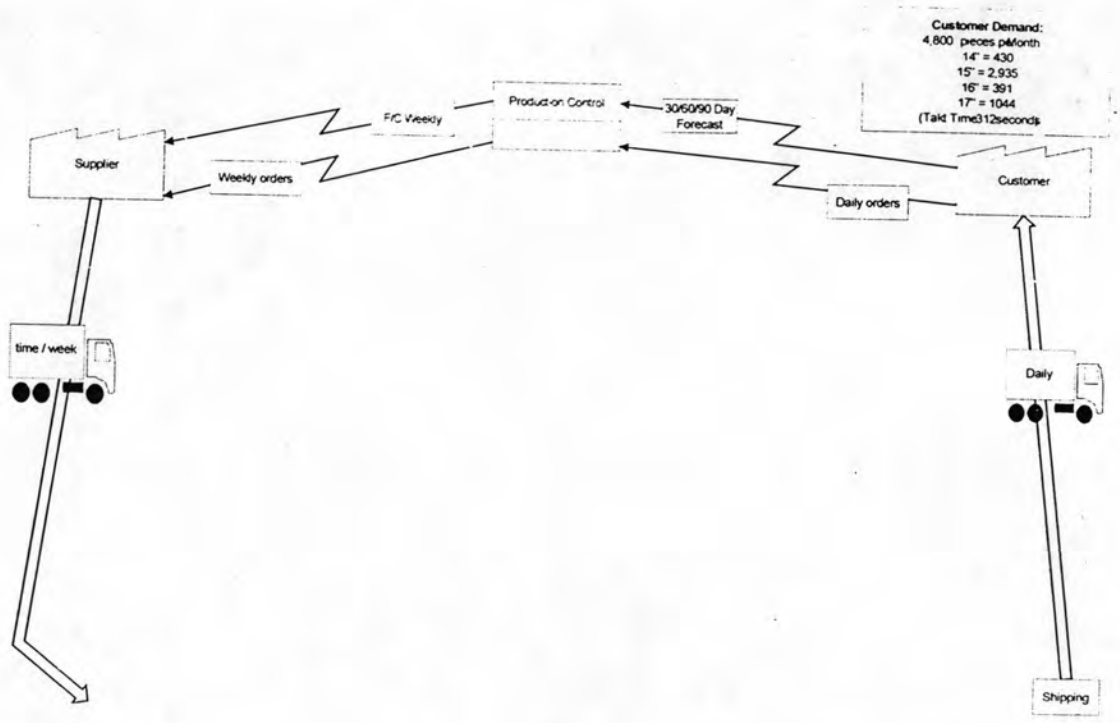
แผนภาพที่ 4.3 แสดงถึงความถี่ในการสั่งสินค้า และการพยากรณ์การผลิตทั้ง 3 ฝ่าย คือ ลูกค้า ฝ่ายควบคุมการผลิต และผู้จัดส่งวัตถุดิบ



ข้อมูลการจัดส่งสินค้า มีรายละเอียด ดังนี้

- วาดรูปไอคอนจุดจัดส่งสินค้าไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม
- วาดรูปไอคอนรถบรรทุกไว้ระหว่างไอคอนจุดจัดส่งสินค้ากับไอคอนลูกค้า โดยมีลูกศรแสดงการจัดส่งสินค้าวิ่งจากจุดจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้า ใส่ความถี่ที่สินค้าได้รับการจัดส่งไปยังลูกค้าไว้ข้างในไอคอนรถบรรทุก
- วาดรูปไอคอนรถบรรทุกไว้ระหว่างไอคอนผู้จัดส่งวัตถุดิบกับไอคอนที่เป็นสัญลักษณ์ของจุดปฏิบัติงานที่อยู่ต้นทาง (Upstream Operation) โดยมีลูกศรแสดงการจัดส่งสินค้าวิ่งจากไอคอนผู้จัดส่งวัตถุดิบไปยังจุดปฏิบัติงานนั้น ใส่ความถี่ที่ผู้จัดส่งวัตถุดิบทำการส่งวัตถุดิบไว้ในไอคอนรถบรรทุก

แผนภาพที่ 4.4 แสดงถึงข้อมูลในการจัดส่งสินค้า



ข้อแนะนำ และเครื่องมือในการเขียนแผนผังสภาวการณ์อนาคต (Future State) ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่

- ค่า Takt Time และการคิดคำนวณค่า Takt Time
- สามารถชี้จุด Bottleneck Process ได้ คือ กระบวนการดำเนินงานที่ใช้ Cycle Time นานที่สุด จุดนี้เป็นจุดสำคัญ เพราะเป็นขั้นตอนที่กำหนด Total System Output จากกรณีศึกษานี้ ขั้นตอนที่เป็น Bottleneck คือ ขั้นตอนการตะไบตกแต่ง (Scrub & Trimness)
- นำค่า Processing Time ทั้งหมด (3,226 วินาที) หารด้วย Takt Time (312 วินาที) จะได้เท่ากับจำนวนพนักงาน (Operators) ที่ควรจะมี ฉะนั้นจากกรณีศึกษานี้ควรจะมีพนักงานเท่ากับ 10.3 หรือเท่ากับ 11 คน ในกระบวนการผลิต
- การตั้งเครื่องใหม่ (Set Up Reduction) หรือการปรับขนาดการผลิต (Batch Size) ควรใช้ Kaizen Burst เขียนว่า Setup และ Lot Size ตามกระบวนการที่เกิด

- สร้าง Work Balance โดยการสร้างกราฟมีแกนตั้งเป็นเวลา และแกนนอนเป็นแต่ละแผนก แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ Work Cells ซึ่งกราฟแต่ละแท่งเป็น Cycle Time สามารถเปรียบเทียบว่าขั้นตอนไหนใกล้ Takt Time และขั้นตอนไหนไม่ถึง หรือมากกว่า Takt Time ถ้าขั้นตอนไหนห่างจาก Takt Time มาก ควรกำจัดให้หมดไป เพราะขั้นตอนพวกนี้มีประโยชน์น้อย ฉะนั้นแก้โดยใช้ Work Cells รวมทุกแผนกรวมกัน และมี Kaizen Burst เขียนว่า Design work cells
- กำหนดที่วาง Kanban ใช้ Kaizen Burst เขียนว่า Design Kanban ซึ่งวางไว้ 2 ที่ คือ ระหว่าง Cell & Supplier และ Cell & Customer ซึ่งเกี่ยวข้องกับสินค้าคงคลัง
- การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้รอบเวลาการผลิตไม่มากกว่า Takt Time และให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ทำโดยออกแบบ Jig ช่วยจับชิ้นงานให้เกิดการทำงานที่สะดวกขึ้น และทำระบบการผลิตให้เป็นการไหลอย่างต่อเนื่อง

4.5.1 มุ่งเน้นไปที่ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า (Customer Demand Stage)

จากการเขียนแผนผังสภาวการณ์ปัจจุบันที่ผ่านมาต้องตั้งคำถามโดยมุ่งเน้นไปที่ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า เพื่อนำมาเขียนแผนผังสภาวการณ์ในอนาคต ดังนี้

- ปริมาณความต้องการสินค้า (Demand) เป็นเท่าไร หมายถึง Takt Time เป็นเท่าไร และสามารถผลิตได้ตาม Takt Time ด้วยกำลังการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบัน หรือไม่
- มีการผลิตที่มากเกินไป (Overproduction) น้อยเกินไป (Underproduction) หรือผลิตตรงตามปริมาณความต้องการสินค้า
- จำเป็นต้องมีชิ้นงานสำรอง (Buffer Stock) และสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) หรือไม่ ที่ไหน และเท่าไร
- จะจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปโดยตรงหลังจากจุดปฏิบัติงานสุดท้าย หรือใช้จากซูเปอร์มาร์เก็ตชิ้นงานสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.8 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในขั้นตอนปริมาณความต้องการ (Demand Stage)

หน้าที่	ไอคอน
ชิ้นงานสำรอง (Buffer Inventory)	
สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Inventory)	
ซูเปอร์มาร์เก็ต	

แนวคิดพื้นฐานของลีนในขั้นแรก คือ หาสิ่งที่ต้องการจะผลิตเพื่อให้ได้ตามข้อกำหนดด้านคุณภาพและด้านการส่งมอบเฉพาะแบบของลูกค้า หรือคำนวณหาจำนวนชิ้นงานจริงที่ต้องการจะผลิตในแต่ละวัน และต้องทำความเข้าใจในรูปแบบการสั่งซื้อของลูกค้าด้วย สำหรับข้อมูลของรูปแบบการสั่งซื้อของกรณีศึกษานี้ได้มาจากหลายแหล่งซึ่งประกอบด้วย การคาดการณ์ยอดขาย ยอดการผลิต และการประชุมร่วมกับลูกค้า

4.5.1.1 Takt Time คือ เวลาในการผลิตที่มีอยู่ (Available Production Time) มีค่าเท่ากับ 480 นาที (เวลาที่มีอยู่ 540 นาที ลบออกด้วยเวลาพักปกติตามแผนที่วางไว้ 60 นาที) หรือ 28,800 วินาที ขณะเดียวกันลูกค้าต้องการสินค้าจำนวน 185 วงต่อวัน ใน 1 วันมีการทำงาน 2 ช่วงเวลา (เท่ากับ 4,800 วงต่อเดือน เนื่องจากมีการจัดส่งทั้งหมด 26 วันใน 1 เดือน) ค่า Takt Time เท่ากับ 312 วินาที ส่วน Takt Image คือ ภาพในจินตนาการของสภาวการณ์ในอุดมคติ (Ideal State) ที่ได้มีการขจัดความสูญเปล่า และปรับปรุงประสิทธิภาพของสายธารคุณค่า โดยมีจุดประสงค์เพื่อจะได้บรรลุสู่การผลิตแบบทีละชิ้น (One-Piece Flow) ที่ยึดตาม Takt Time เป็นหลัก การเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) กับค่า Takt Time ที่ดีควรต้องเท่ากัน เพราะ

- ถ้า Takt Time มากกว่า Cycle Time จะเกิดต้นทุนที่มากขึ้น เนื่องจากความต้องการสินค้าของลูกค้ามีระยะเวลาที่ยาวกว่าเวลาของกระบวนการผลิตนั้นสามารถผลิตได้ ทำให้สินค้าผลิตออกมาเกินกว่าความต้องการของลูกค้า เกิดต้นทุนที่สูงขึ้น
- ถ้า Takt Time น้อยกว่า Cycle Time จะผลิตไม่ทัน เนื่องจากความต้องการสินค้าของลูกค้ามีระยะเวลาที่สั้นกว่าเวลาของกระบวนการผลิตที่สามารถผลิตได้ทำให้สินค้าผลิตออกมาไม่ทันตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ

4.5.1.2 ชิ้นงานสำรอง (Buffer Inventory) คือ สินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) มีไว้เพื่อให้สามารถผลิตได้ตามปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า เมื่อรูปแบบการสั่งซื้อของลูกค้า หรือค่า Takt Time มีการเปลี่ยนแปลง จะถูกใช้เมื่อปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าเพิ่มขึ้นอย่างกะทันหัน และกระบวนการผลิตไม่สามารถผลิตได้ตามค่า Takt Time ที่ต่ำลงอย่างรวดเร็วได้

4.5.1.3 สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Inventory) คือ สินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) มีไว้เพื่อให้สามารถผลิตได้ตามปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า เมื่อมีข้อจำกัดภายในบริษัทที่ทำให้ไร้ประสิทธิภาพมาขัดขวางการไหลของกระบวนการ เช่น การปกป้องปัญหาภายในบริษัท (ปัญหาแรงงาน ปัญหาด้านคุณภาพ ปัญหาด้านความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของอุปกรณ์และการหยุดงาน) ซึ่งอาจไม่ให้สามารถผลิตได้ตามปริมาณความต้องการสินค้าได้

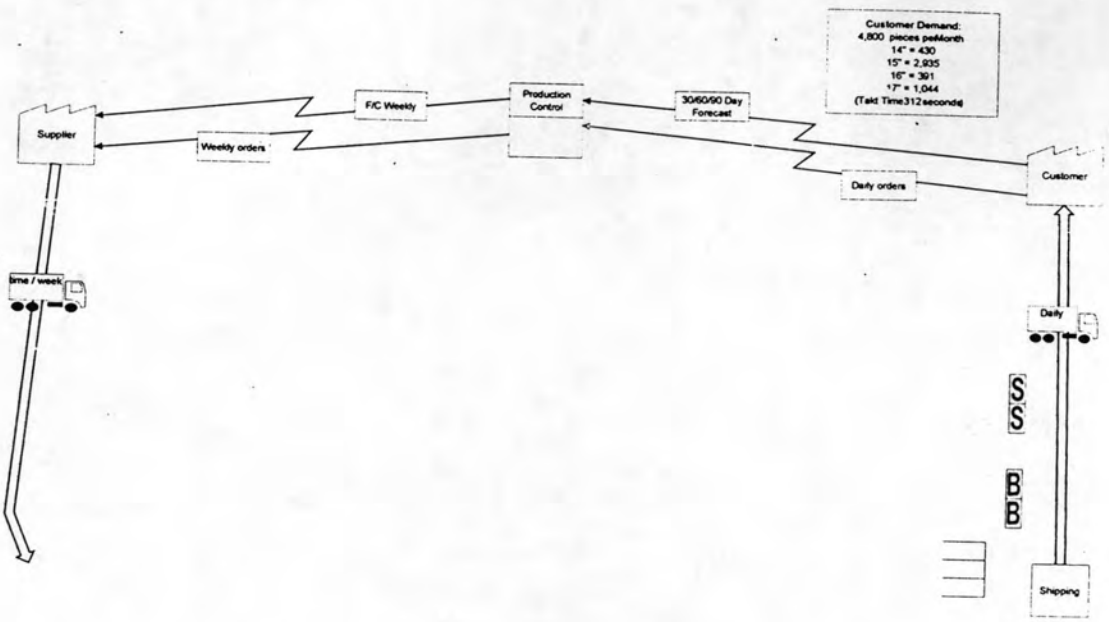
การกำหนดสต็อกสำรองให้กับสินค้าสำเร็จรูป ต้องพิจารณาความต้องการที่เกิดว่ามีจำนวนเท่าไหร่ จำนวนความต้องการแต่ละงวดต่างกันมากน้อยเพียงใด และจำนวนความต้องการที่วางแผน ต่างกับจำนวนความต้องการที่เกิดขึ้นจริงเพียงใด ถ้าความต้องการที่วางแผนไว้แตกต่างจากความต้องการจริง สต็อกสำรองควรมีค่าสูงมากขึ้น แต่ถ้าสต็อกสำรองมีน้อยสินค้าขาดมือจะมีมาก การกำหนดสต็อกสำรองถ้ามีจำนวนน้อยจะทำให้ต้นทุนสินค้าต่ำ แต่ถ้าหากลดความเสี่ยงสินค้าขาดมือให้น้อยลงต้องเพิ่มสต็อกสำรองให้มากขึ้น เป็นการเพิ่มต้นทุนสินค้า สิ่งที่ควรคำนึง คือ ควรกำหนดให้มีสต็อกสำรองให้กับลูกค้าเป็นจำนวนเท่าไหร่ จึงไม่ทำให้ต้นทุนสินค้ามากเกินไป และโอกาสสินค้าขาดมือก็มีน้อย ฉะนั้นควรลดต้นทุนสินค้าคงเหลือให้เร็ว และมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัย ดังนี้ สินค้าสำเร็จรูปตรงตามข้อกำหนดของการผลิต ปริมาณสินค้าสำเร็จรูปตรงตามความต้องการของแผนการผลิต และเวลาที่มาถึงของสินค้าสำเร็จรูปตรงตามแผนการผลิต นอกจากนี้การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิต และกำลังการผลิตจริงจะเพิ่มสูงขึ้นได้โดยการลดความสับสนในการทำแผนการผลิต และช่องว่างของแผนการผลิต ปัจจัยที่กำหนดระดับการลงทุนในสินค้าคงเหลือ ได้แก่

- ยอดขาย และความต้องการของลูกค้า ถ้าลูกค้ามีความต้องการสินค้าสูง ระดับสินค้าคงเหลือจะสูงตามไปด้วย
- ต้นทุนของการมีสินค้าคงเหลือ ถ้ากิจการต้องแบกรับภาระต้นทุน ในการเก็บรักษาเป็นจำนวนเงินสูง ไม่ควรมีสินค้าคงเหลือมากเกินไป

- ระยะเวลาในการสั่งซื้อ หรือระยะเวลาในการผลิต เช่าการสั่งซื้อ หรือผลิตสินค้ามีระยะเวลา (Lead Time) ยาวนาน ควรมีสินค้าคงเหลือในปริมาณมาก
- อายุของสินค้า สินค้าที่มีอายุการใช้งานนาน ความต้องการของลูกค้าจะต่ำไม่ควรลงทุนในสินค้าคงเหลือในปริมาณมาก

4.5.1.4 การคำนวณหาซูเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket) ซึ่งจะมีทั้งซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป และซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการ การจัดส่งสินค้าจากจุดสุดท้ายของกระบวนการโดยตรง ถ้ามีความเชื่อมั่นในกำลังการผลิตของกระบวนการผลิต 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่ต้องมีซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป แต่ในกรณีศึกษานี้ปัญหามากมายที่ทำให้เป็นเรื่องยาก เพราะความไม่แน่นอนในการสั่งสินค้าของลูกค้า หรือการปรับปรุงสายธารคุณค่าทำให้จำเป็นต้องมีการลดเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover Time) การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และการปรับเรียบการผลิต (Load Leveling) ฉะนั้นวิธีในการทำให้มั่นใจว่าจะสามารถทำได้ตามปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าก็ คือ การสร้างซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods Supermarket) ระบบนี้จะใช้กับชิ้นงานที่เตรียมจัดส่งในสายธารคุณค่า เพื่อจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปตามระดับที่ได้กำหนดไว้ และเติมเต็มสินค้าเหล่านี้เมื่อถูก "ดึง" ไปเพื่อเติมเต็มการสั่งซื้อของลูกค้า ระบบเช่นนี้จะถูกนำไปใช้เมื่อไม่สามารถจัดทำระบบที่มีการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) อย่างสมบูรณ์ได้ ระดับสินค้าคงคลังในซูเปอร์มาร์เก็ตนี้ไม่รวมถึงชิ้นงานสำรอง (Buffer) และ สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Inventory) วาดรูปไอคอนซูเปอร์มาร์เก็ตไว้ระหว่างจุดปฏิบัติงานสุดท้ายกับไอคอนจุดจัดส่งสินค้า

แผนภาพที่ 4.5 แสดงถึงการกำหนดซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป ชิ้นงานสำรอง และสินค้าคงคลังสำรอง



ตารางที่ 4.9 ตารางสรุปอุปสรรคหลักๆ ในการผลิตให้ได้ตามปริมาณความต้องการสินค้า และวิธีการจัดการกับอุปสรรคเหล่านั้น

อุปสรรค	วิธีแก้ไข
ความผันผวนของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า	ชิ้นงานสำรอง (Buffer Inventory)
ปัญหาภายในที่มีอยู่ตลอดทั้งกระบวนการ	สินค้าคงคลังสำรอง (Safety Inventory)
ไม่สามารถรักษาการไหลอย่างต่อเนื่องจากจุดปฏิบัติงานท้ายสุดไปยังลูกค้าไว้ได้	ซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket)

สินค้าคงคลังที่เกินมาทั้งหมดนี้ คือ ความสูญเปล่า ฉะนั้นควรมุ่งไปในทางที่จะขจัดชิ้นงานสำรอง (Buffer Inventory) และสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Inventory) หรือทำให้ลดลงเหลือน้อยที่สุด

และทำการสร้างกระบวนการที่มีการไหลแบบต่อเนื่องซึ่งจะเป็นกระบวนการที่ไม่จำเป็นต้องมีซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) หมายความว่า ในการจัดส่งสินค้าจะต้องสามารถเบิกสินค้าสำเร็จรูปเพื่อทำการขนส่งสินค้าจากจุดสุดท้ายของสายการผลิต หรือจากพื้นที่สำหรับจัดเก็บ สินค้าจะไม่ถูกแทนที่จนกว่าจะถูกขนย้ายออกไปซึ่งสินค้าเหล่านี้จะถูกย้ายไปก็ต่อเมื่อลูกค้าสั่งซื้อเท่านั้น เป็นจุดเริ่มต้นของระบบดึง (Pull System) ที่สินค้าจะได้รับการเติมเต็มจากจุดปฏิบัติงานก่อนหน้า (Upstream Operation) ซูเปอร์มาร์เก็ตจะถูกนำไปใช้เมื่อต้องการผลิตสินค้าหลายชนิดโดยใช้เครื่องจักรเพียงตัวเดียว หรือกระบวนการเพียงกระบวนการเดียว และระบบซูเปอร์มาร์เก็ตนั้นจะใช้การได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อสินค้าแต่ละตัวนั้นมีลักษณะร่วม (Commonality) ระหว่างกันในระดับสูง มีข้อดี และข้อเสีย ดังนี้

- ช่วยให้มีการไหลอยู่เมื่อมีการใช้อุปกรณ์ร่วมกัน
- ใช้เครื่องมือลงทุน (Capital Equipment) ได้ดีขึ้นแม้ว่าจะไม่ได้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ (State-Of-The-Art) เข้ามาใช้ และเครื่องจักรก็เน้นการเป็นลีน (Lean-Oriented) มากยิ่งขึ้น
- มีศักยภาพในการปรับปรุงความสมดุลของแรงงาน
- ควบคุม และแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้ยากแม้ว่าจะทำการผลิตแบบครั้งละน้อยๆ
- ต้องใช้พื้นที่สำหรับจัดเก็บชิ้นงานซึ่งไม่สามารถควบคุมได้

4.5.1.5 การผลิตแบบอัตโนมัติ (Lights-Out Manufacturing) หรือการผลิตที่ไม่ต้องให้คนเฝ้า (Unattended Manufacturing) เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้สามารถผลิตได้ตามปริมาณความต้องการของลูกค้า โดยการให้เครื่องจักรเดินเครื่องแบบอัตโนมัติเมื่อไม่มีพนักงานอยู่ในช่วงเวลานั้น ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มจำนวนการผลิตสินค้าได้ ถือเป็นแนวคิดใหม่ที่สามารถทำงานได้ประสบความสำเร็จพอสมควร เพียงแต่ต้องพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ก่อน

- คำนวณหาความสามารถของกระบวนการ (Process Capability)
- ตรวจสอบชนิดของวัตถุดิบ เพราะบางชนิดต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อรับประกันความน่าเชื่อถือ (Reliability)
- สินค้าที่ซับซ้อนมากไม่เหมาะกับการใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติ
- คำนวณหาขนาดรุ่น (Lot Size) ที่เหมาะสม

นอกจากนั้นต้องพิจารณาถึงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้กับการใช้เครื่องจักรแบบอัตโนมัติ (Lights-Out Machining) เช่น พนักงานอาจไม่เต็มใจกับการที่จะปล่อยให้เดินเครื่องจักรในขณะที่พวกเขาไม่อยู่ เพราะหากมีปัญหาด้านคุณภาพเกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นกับทั้งชุดที่ผลิตได้ และต้องใช้เวลาในการตรวจสอบชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด

4.5.2 มุ่งเน้นไปที่การไหล (Flow Stage)

วางแผน และเขียนแผนผังองค์ประกอบที่ช่วยสร้างการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) เป้าหมายในขั้นตอนนี้ คือ การวาดส่วนต่างๆ ของแผนผังสภาวการณ์ในอนาคต (Future-State Map) ซึ่งเป็นการหาข้อมูลว่า

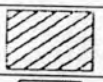
ก. สามารถประยุกต์ใช้การไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) ได้ที่ไหนบ้าง และต้องการระดับการไหล (Level of Flow) ที่ระดับใด โดยใช้เครื่องมือการไหลแบบทีละชิ้น (One-Piece Flow) ผลิตครั้งละน้อยๆ (Small Lot) และการออกแบบเซลล์ (Cell Design)

ข. จะควบคุมการผลิตที่ต้นทางได้ (Upstream) อย่างไร โดยใช้เครื่องมือซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการ (In-process Supermarket) คัมบัง (Kanban) และสินค้าเข้ามาก่อนออกไปก่อน (FIFO)

ค. วิธีการปรับปรุงที่ช่วยให้บรรลุสู่การไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) คือ การเปลี่ยนรุ่นการผลิตอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

ตารางที่ 4.10 แสดงไอคอนที่ใช้ในขั้นตอนการไหล (Flow Stage)

หน้าที่	ไอคอน
กล่องใส่คัมบัง	
คัมบังสั่งผลิต (Production Kanban)	
คัมบังเบิก (Withdrawal Kanban)	
คัมบังสัญญาณ (Signal Kanban)	

หน้าที่	ไอคอน
ชิ้นงานซูเปอร์มาร์เก็ต	
เซลล์รูปตัว U	
การดึงวัสดุทางกายภาพ	

4.5.2.1 จัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) คือ ขั้นตอนแรกในการสร้างการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) ซึ่งจะช่วยให้สามารถใช้บุคลากร และจัดสมดุลปริมาณงานได้อย่างเหมาะสมเพื่อบรรลุสู่การไหลที่ราบรื่นยิ่งขึ้น มีการกระจายองค์ประกอบของงานออกเท่าๆ กันตลอดทั้งสายธารคุณค่าเพื่อให้สามารถผลิตได้ตามค่า Takt Time เพื่อให้สายการผลิตมีความสมดุลจำเป็นต้องปฏิบัติ ดังนี้

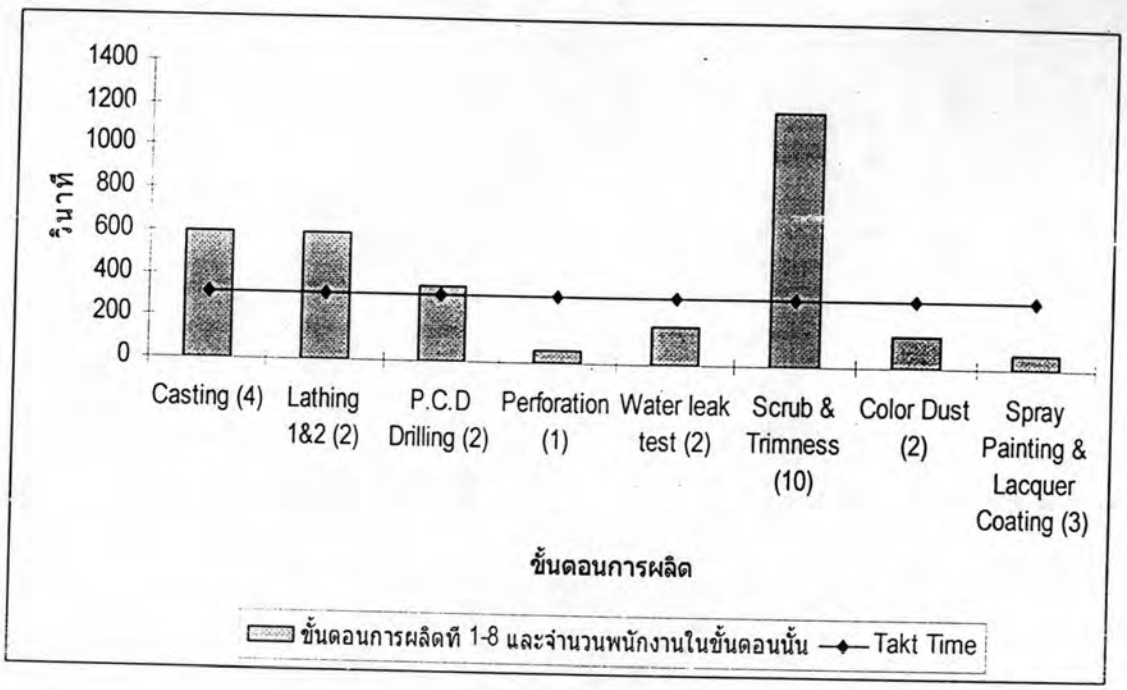
4.5.2.1.1 ทบทวนรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) และการมอบหมายองค์ประกอบของงานที่เป็นอยู่ปัจจุบัน

ตารางที่ 4.11 การทบทวนข้อมูลของสภาวการณ์ในปัจจุบัน (Current State)

ขั้นตอนการผลิต	หน่วย	1	2	3	4	5	6	7	8
รอบเวลาในการผลิต	วินาที	600	600	360	60	180	1,200	150	75.6
การเปลี่ยนรุ่นการผลิต	วินาที	300	1,800	1,200	0	0	0	0	0
พนักงาน	คน	4	2	2	1	2	10	2	3
ช่วงเวลาทำงาน	%	98.95	93.75	95.83	100	100	100	100	100
เวลาที่มีอยู่ต่อกะ (ช่วงเวลาการผลิต)	วินาที	28,800							

4.5.2.1.2 สร้างแผนภาพแสดงความสมดุลของพนักงาน (Operator balance chart) เพื่อเปรียบเทียบรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของจุดปฏิบัติงานแต่ละจุดกับ Takt Time แผนภาพแสดงให้เห็นว่าสายการผลิตนี้ไม่มีความสมดุลอย่างเห็นได้ชัด

แผนภาพที่ 4.6 แผนภาพแสดงรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของจุดปฏิบัติงานแต่ละจุด กับ Takt Time ในสภาวการณ์ปัจจุบัน



4.5.2.1.3 คำนวณหาจำนวนพนักงานที่จำเป็น เมื่อหารรอบเวลาในการผลิตรวม (Total cycle time) ที่ 3,226 วินาที ด้วยค่า Takt Time เท่ากับ 312 วินาที สามารถคำนวณได้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะผลิตได้ตาม Takt Time โดยใช้พนักงานแค่ 11 คน (ปัจจุบันมีพนักงาน 26 คน)

สูตรในการคำนวณหาจำนวนพนักงาน

$$\text{จำนวนพนักงาน} = \frac{\text{รอบเวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time)}}{\text{Takt Time}}$$

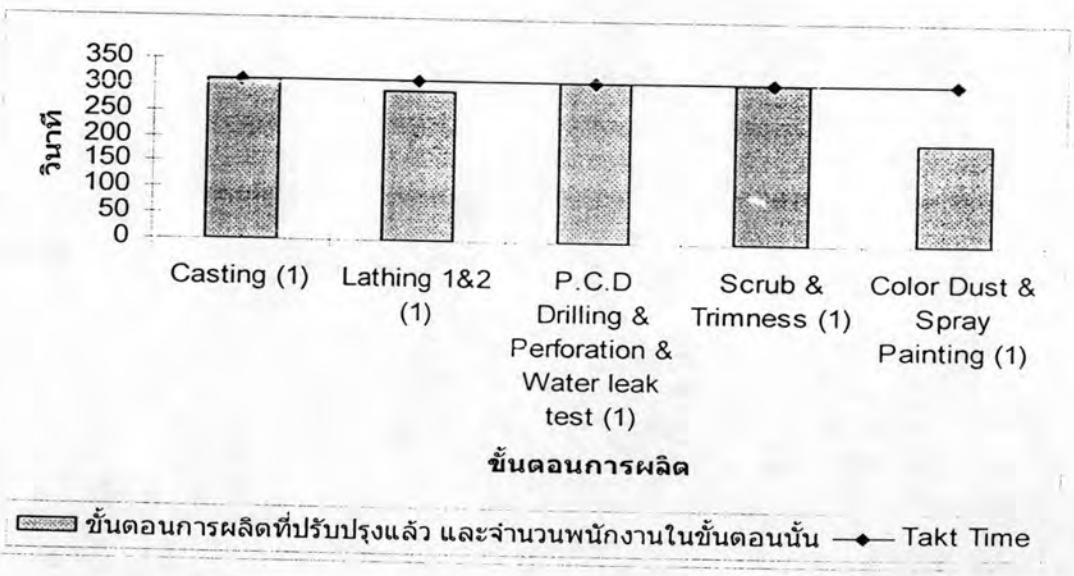
4.5.2.1.4 หลังจากที่ได้ทบทวนสภาวการณ์ในปัจจุบัน ลงไปที่จุดปฏิบัติงาน ทางผู้วิจัยได้ตัดสินใจที่จะกำหนดเป้าหมายของรอบเวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) ไว้ที่ 1,426 วินาที หากสามารถประสบผลสำเร็จที่รอบเวลาในการผลิตรวมเท่านี้ได้ จะต้องการพนักงานเพียงแค่ 4.57 คน เท่านั้น ฉะนั้นควรใช้พนักงาน 5 คนในการดำเนินการผลิต

ถึงแม้ว่าความต้องการบุคลากรที่คำนวณได้จะเท่ากับ 4.57 คน ณ รอบเวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) ที่ 1,426 วินาที แต่งานก็มากเกินไปสำหรับพนักงานเพียงแค่ 4 คน แผนภาพแสดงความสมดุลของพนักงาน (Operator Balance Chart) สำหรับสภาวการณ์ในอนาคต (Future State) ได้แสดงไว้ในแผนภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4.12 ตารางจำลองแสดงการปรับปรุงรอบเวลาการผลิตในอนาคต

ขั้นตอนการผลิต	หน่วย	1	2	3	4	5
รอบเวลาในการผลิต	วินาที	312	290	312	312	200
พนักงาน	คน	1	1	1	1	1

แผนภาพที่ 4.7 แผนภาพแสดงรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของจุดปฏิบัติงานแต่ละจุดกับ Takt Time ในสภาวการณ์อนาคต



การปฏิบัติเพื่อนำมาสู่วิธีการปรับปรุง ได้แก่ การเชื่อมโยงจุดปฏิบัติงาน การนำระบบการทำงานที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Work) เข้ามาใช้ การสร้างระบบการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) คือ "ย้ายหนึ่งชิ้น ผลิตหนึ่งชิ้น" ตามการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time) ทำให้มั่นใจได้ว่าจุดปฏิบัติงานก่อนหน้า (Upstream Operation) จะไม่ผลิตไปมากกว่าที่จุดปฏิบัติงานถัดไป (Downstream Operation) ต้องการ หรือเรียกอีกอย่างว่า ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System of

Production) การผลิตแบบดึงจะสามารถผลิตได้เร็วกว่าการผลิตแบบ "ผลัก" หรือแบบครั้งละมากๆ ระบบแบบดึงจะควบคุมการไหลระหว่างจุดปฏิบัติงาน และขจัดความจำเป็นในการวางแผนการผลิตแบบเก่า ข้อดีของการไหลแบบต่อเนื่องทำให้เวลานำ (Lead Time) ลดลง ลดสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการผลิตลงได้อย่างมากมาย และสามารถบ่งชี้ และแก้ไขปัญหาได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว

4.5.2.2 วางแผนสำหรับเซลล์การทำงาน (Work Cell) จะช่วยส่งเสริมการไหลแบบทีละชิ้น (One-Piece Flow) ให้ดีขึ้นได้ เพราะว่าอุปกรณ์ และบุคลากรในเซลล์การทำงาน (Work Cell) นั้นจะได้รับการจัดเรียงตามลำดับของกระบวนการ และในเซลล์นี้จะประกอบด้วยการปฏิบัติงานทั้งหมดที่จำเป็นต้องมีเพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งในขั้นตอนการวางแผนสภาวการณ์ในอนาคต (Future State) ของกรณีศึกษานี้ทบทวนการปฏิบัติงานในสายการผลิตที่ทำการออกแบบการจัดเรียงเซลล์การทำงานใหม่ ดังนี้

4.5.2.2.1 เซลล์ของสภาวการณ์ในอนาคต (Future-state Cell) 5 เซลล์ จาก 8 เซลล์ปัจจุบัน ดังนี้

- ขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium Die Casting)
- ขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2)
- ขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) / ขั้นตอนการเจาะรู (Perforation) / ขั้นตอนการทดสอบรั่ว (Water leak test)
- ขั้นตอนการตะไบตกแต่งล้อ (Scrub & Trimness)
- ขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น (Color Dust) / ขั้นตอนการพ่นสีจริง และแล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating)

4.5.2.2.2 คุณสมบัติใหม่สำหรับเซลล์แต่ละเซลล์ ดังนี้

ขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium Die Casting)

- เวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) 5.20 นาที (312 วินาที)
- การเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) 2 นาที (120 วินาที)
- ความพร้อมใช้งาน (Availability) 28,800 วินาที

- ช่วงเวลาทำงาน (Uptime) 99.58 %
- จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตมีจำนวน 1 คน

ขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2)

- เวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) 4.83 นาที (290 วินาที)
- การเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) 20 นาที (1,200 วินาที)
- ความพร้อมใช้งาน (Availability) 28,800 วินาที
- ช่วงเวลาทำงาน (Uptime) 95.83 %
- จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตมีจำนวน 1 คน

ขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) / ขั้นตอนการเจาะรู (Perforation) / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ (Water leak test)

- เวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) 5.2 นาที (312 วินาที)
- การเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover) 8 นาที (480 วินาที)
- ความพร้อมใช้งาน (Availability) 28,800 วินาที
- ช่วงเวลาทำงาน (Uptime) 98.33 %
- จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตมีจำนวน 1 คน

ขั้นตอนการตะไบตกแต่งล้อ (Scrub & Trimness)

- เวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) 5.2 นาที (312 วินาที)
- เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover Time) เท่ากับ 0 นาที เนื่องจากการเป็นการใช้แรงงานฝีมือ จึงไม่มีช่วงเวลาในการเปลี่ยนหัวจับ
- ความพร้อมใช้งาน (Availability) 28,800 วินาที
- ช่วงเวลาทำงาน (Uptime) 100 %
- จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตมีจำนวน 1 คน

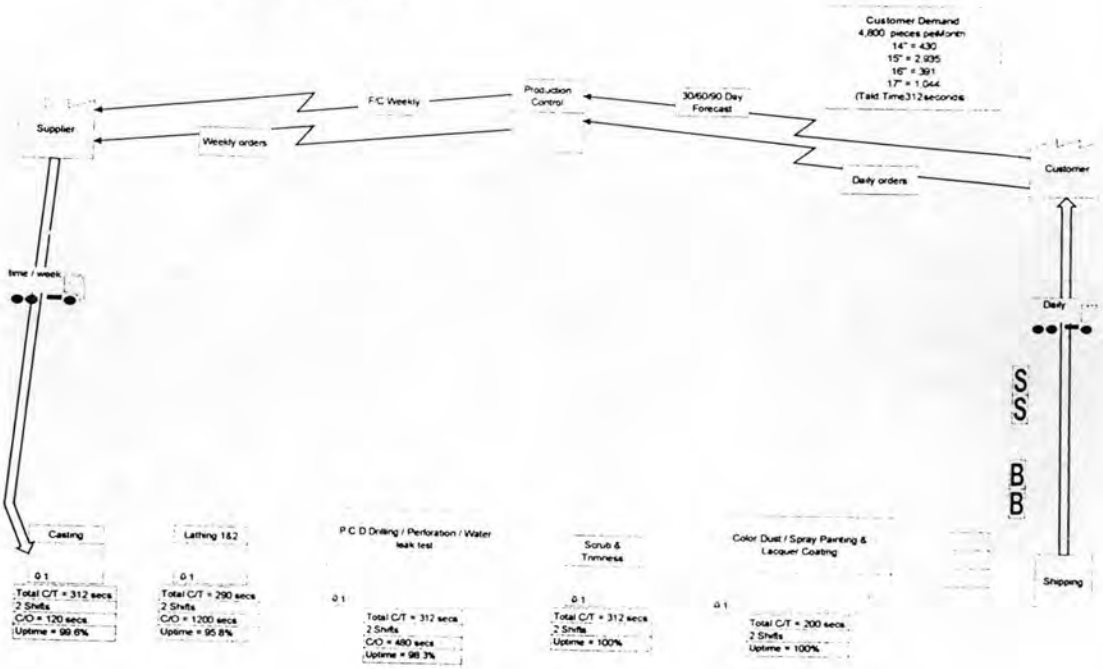
ขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น (Color Dust) / ขั้นตอนการพ่นสีจริง และแล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating)

- เวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) 3.33 นาที (200 วินาที)

- เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover Time) เท่ากับ 0 นาที เนื่องจากสามารถใส่ล้อทุกรุ่นเข้าไปในสายพานเพื่อทำการพ่นสีจริงในห้องพ่นสีได้ทั้งหมด
- ความพร้อมใช้งาน (Availability) 28,800 วินาที
- ช่วงเวลาทำงาน (Uptime) 100 %
- จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตมีจำนวน 1 คน

การออกแบบเซลล์ (Cell Design) จะประสบผลสำเร็จในการทำสายการผลิตให้มีความสมดุลได้นั้น จะต้องขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้หลักการเบื้องต้นของการออกแบบเซลล์ (Cell Design) แผนงาน คือ ให้ขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium Die Casting) และขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2) และขั้นตอนการตะไบตกแต่งล้อ (Scrub & Trimness) ปฏิบัติงานอย่างอิสระ (Stand-Alone) ขณะที่ขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) และขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ (Water leak test) ไว้ด้วยกันภายในหนึ่งเซลล์ และขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น (Color Dust) และขั้นตอนการพ่นสี แล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating) ไว้ด้วยกันภายในหนึ่งเซลล์เช่นเดียวกัน ฉะนั้นเพิ่มไอคอนที่เป็นสัญลักษณ์ข้างต้นลงในแผนผังแสดงปริมาณความต้องการสินค้าในสภาวการณ์ในอนาคต (Future-state Demand Map)

แผนภาพที่ 4.8 แสดงการออกแบบเซลล์ และข้อมูลแบบจำลองในสภาวการณ์อนาคต (Future-state Demand Map)



ข้อควรปฏิบัติเบื้องต้นในการวางแผนผังของเซลล์ (Cell Layout) ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- จัดเรียงกระบวนการอย่างเป็นลำดับ โดยวางตำแหน่งเครื่องจักรให้อยู่ใกล้ๆกันในขณะที่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับความปลอดภัยในเรื่องของการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ และเครื่องมือภายในพื้นที่ที่เล็กลง
- จัดวางจุดปฏิบัติงานสุดท้ายให้ใกล้กับจุดแรก
- สร้างเซลล์การทำงานรูปตัว U หรือ C หรืออาจเป็นรูปตัว L, S หรือ V ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ ข้อจำกัด และทรัพยากรที่มีอยู่

การผลิตแบบเซลลูล่าร์ (Cellular Manufacturing) คนงานสามารถเปลี่ยนงานไปอยู่ในลักษณะต่างๆได้ง่าย จำนวนคนงานในเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้มีความเป็นไปได้ในการผลิตสินค้าหลายๆรูปแบบในเซลล์ หรือในส่วนการผลิตเดียวกัน ทำให้ฝ่ายผลิตมีความยืดหยุ่นต่อปริมาณ และรูปแบบผลิตภัณฑ์สามารถปรับให้เข้ากับความต้องการหลากหลายของลูกค้าได้ จึงจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในการผลิตตามกลุ่มชิ้นงาน หมายถึง การรวบรวมประเภทของผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายกัน เช่น รูปร่าง ขนาด กระบวนการผลิต โดยจัดให้เข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เรียกว่า Product Family เพื่อสร้างความยืดหยุ่นต่อการตอบสนองที่หลากหลายของลูกค้า และลดเวลาสำหรับการตั้งเครื่อง ประโยชน์จากการผลิตแบบเซลล์

- สามารถลดต้นทุนจากความล่าช้าของการขนถ่าย ลดของเสียในสายการผลิต ทำให้ช่วงเวลานำการผลิตสั้นลง เกิดการประหยัดพื้นที่ และต้นทุนการจัดเก็บสต็อก ทำให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่ม และผลิตภาพให้กับองค์กร รวมทั้งยกระดับความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ
- สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว เมื่อแรงงานในสายการผลิตมีการประสานงานระหว่างกันอย่างใกล้ชิด ทำให้สามารถจำแนกปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ในขณะปฏิบัติงาน

4.5.2.3 กำหนดวิธีควบคุมต้นทาง (Upstream) สิ่งสำคัญสำหรับระบบที่ไม่สามารถประสบความสำเร็จกับการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) คือ ต้องกำหนดวิธีที่สามารถควบคุมการไหลของการผลิตได้ การปรับแต่งสายการผลิตเดิมในกระบวนการใหม่อีกครั้งด้วยการแบ่งเป็น 5 เซลล์นั้นเป็นวิธีการที่ดีที่จะสามารถช่วยรักษาการไหลให้ยั่งยืน ซึ่งเชื่อว่าการจะทำสิ่งนี้

ให้สำเร็จได้นั้น จะต้องมีการใช้ซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการผลิต (In-process Supermarket) ดังนี้

ก. ระหว่างซัพพลายเออร์มาส่งวัตถุดิบกับขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium Die Casting) เนื่องจากป้องกันความไม่แน่นอนในการส่งวัตถุดิบของซัพพลายเออร์

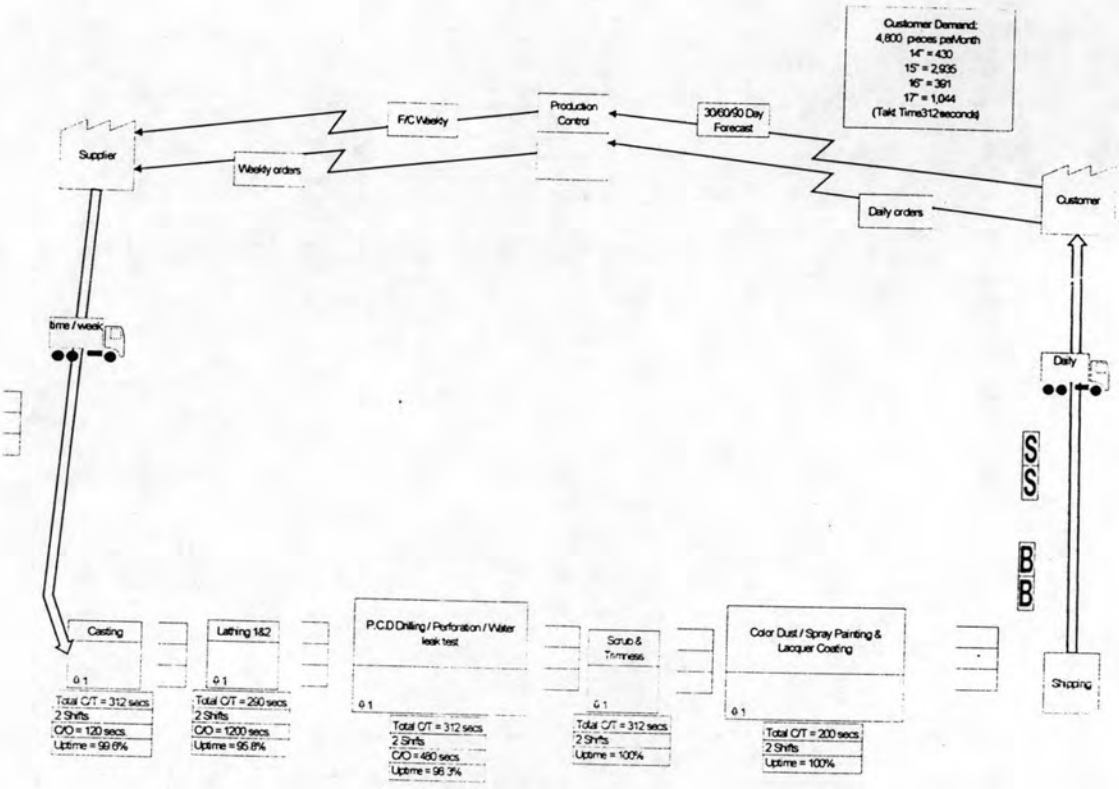
ข. ระหว่างขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium Die Casting) กับขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2) ถึงแม้ว่าจะมีการปรับปรุงโดยใช้ TPM หรือ Quick Changeover เพื่อให้เกิดการไหลที่ต่อเนื่องแล้วก็ตาม แต่เครื่องกลึงในขั้นตอนถัดไปไม่มีประสิทธิภาพที่เพียงพอ ฉะนั้นควรมีซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างนี้เพื่อรองรับความไม่แน่นอนของขั้นตอนการกลึงในการรับสินค้าต่อจากขั้นตอนการหล่อ

ค. ระหว่างขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2) กับขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ (Water leak test) เพราะการรวมขั้นตอนการผลิต 3 ขั้นตอนไว้ในเซลล์เดียวกัน แต่จำนวนพนักงานไม่ได้เพิ่มขึ้นแต่กลับน้อยลงตามแบบจำลองที่คำนวณเพื่อให้สอดคล้องกับ Takt Time ที่มี ฉะนั้นเพื่อให้เกิดความน่าจะเป็นมากที่สุดควรจะมีซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างนี้ เนื่องจากว่ากระบวนการจากขั้นตอนการกลึงไม่สามารถไหลไปสู่ขั้นตอนการรวมเซลล์ได้เต็มที่

ง. ระหว่างขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ (Water leak test) กับขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ (Scrub & Trimness) เนื่องจากว่าขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อใช้ความประณีต และความชำนาญของคน ฉะนั้นย่อมเกิดความไม่แน่นอนในแต่ละคนว่าทำได้เร็ว หรือช้าจึงควรมีซูเปอร์มาร์เก็ตมารองรับ แล้วค่อยดึงสินค้าจากซูเปอร์มาร์เก็ตต่อไป

จ. ระหว่างขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ (Scrub & Trimness) กับขั้นตอนการพ่นสี แล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating) วงล้อรถยนต์ที่ผลิตออกมามีหลายสี จึงต้องมีการทำซูเปอร์มาร์เก็ตก่อนที่จะเข้าสู่การพ่นสี เพราะจะนำสีที่ลูกค้าสั่งเหมือนกันเข้าสู่ในสายพาน (Conveyor) เดียวกัน

แผนภาพที่ 4.9 แสดงการวางตำแหน่งซูเปอร์มาร์เก็ตในกระบวนการผลิต



จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น ควรหาสินค้าคงคลังสำรองเผื่อไว้เพื่อรองรับกับความไม่แน่นอนของอุปสงค์ และช่วงเวลานำระหว่างการรอส่งมอบสินค้า และระหว่างขั้นตอนการผลิตในแต่ละขั้นตอน โดยใช้ข้อมูลการผลิตของโรงงาน และข้อมูลการขายตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2548 ถึงเมษายน 2549 ตามตารางที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ มาเป็นตัวกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังสำรองที่ควรจะมี ซึ่งยังมีปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราความต้องการ หรืออุปสงค์โดยเฉลี่ย ช่วงเวลานำโดยเฉลี่ย และความแปรปรวนของความต้องการ และช่วงเวลานำ ฉะนั้นถ้าอุปสงค์ และช่วงเวลานำมีความแปรปรวนมาก จำนวนของสินค้าคงคลังสำรองก็จะมีมากขึ้นด้วย โดยปริมาณสินค้าคงคลังสำรองสามารถคำนวณได้หลายวิธี แต่จากกรณีศึกษานี้ใช้วิธีการหาอัตราการเติมเต็มสินค้า (Fill Rate) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$f_r = 1 - ESC/Q = (Q - ESC)/Q \qquad (4.1)$$

เมื่อ f_r คือ อัตราการเติมเต็มสินค้า ซึ่งตามนโยบายการปรับปรุงของโรงงานมีการกำหนดให้เท่ากับ 0.99 หรือ 99 เปอร์เซ็นต์

ESC (Expected shortage per replenishment cycle) คือ การขาดสต็อกที่คาดหวังต่อรอบเวลาการเติมเต็ม หมายถึง ปริมาณเฉลี่ยของความต้องการที่ไม่ได้รับสินค้าครบถ้วนจากคลังสินค้าต่อรอบเวลาการหามาเติม

Q คือ ขนาดล็อตเฉลี่ย

ESC/Q คือ สัดส่วนของความต้องการที่ไม่ได้รับสินค้า

$$ESC = (1- f_r)Q \quad (4.2)$$

สามารถหา ESC ด้วยฟังก์ชั่นโปรแกรมเอ็กเซล (Chopra และ Meindl, 2003) ดังนี้

$$ESC = -SS[1-NORMDIST(SS/\sigma_L,0,1,1)] + \sigma_L NORMDIST(SS/\sigma_L,0,1,0) \quad (4.3)$$

σ_L คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ระหว่างช่วงเวลานำในช่วงเวลาที่มีความแปรปรวนทั้งอุปสงค์ และช่วงเวลานำ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\sigma_L = \sqrt{L\,\sigma_D^2 + D^2\,S_L^2} \quad (4.4)$$

เมื่อ L คือ ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานำ

S_L คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ

D คือ ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ต่อช่วงเวลานำ

σ_D คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อช่วงเวลานำ

การหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ โดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลานำของการส่งมอบวงล้อรถยนต์ตั้งแต่ขนาด 14 นิ้ว 15 นิ้ว 16 นิ้ว และ 17 นิ้ว ในเดือนพฤษภาคม 2548 ถึงเมษายน 2549 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งช่วงเวลานำในกรณีศึกษานี้สามารถเก็บรวบรวมได้จากช่วงเวลานำในการผลิต สำหรับกรณีศึกษานี้ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลทางโรงงานได้รับการสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าเป็นจำนวนมาก เนื่องจากลูกค้ามีการสั่งสินค้าเป็น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายวันแต่โรงงานมีการพยากรณ์ล่วงหน้าเป็นราย 3 เดือน 2 เดือน และ 1 เดือน และวางแผนการผลิตเป็นรายเดือน ขณะเดียวกันก็สั่งสินค้าไปที่โรงงานผลิตเป็นรายเดือนเช่นเดียวกันเป็นจำนวนทั้งสิ้น 12 ครั้ง และมีจำนวนในการสั่งผลิตสินค้าในแต่ละครั้งสูง จึงนับจำนวนของช่วงเวลานำของแต่ละใบสั่งผลิตสินค้าที่ใช้ในการศึกษานี้จะทำการนับเฉพาะการส่งมอบครั้งแรกของแต่ละใบสั่งซื้อสินค้าเท่านั้น ซึ่งสามารถสรุปความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำโดยหาปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูปที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่จะส่งมอบสินค้าไปให้ลูกค้า และย้อนกลับมาจบที่ขั้นตอนของซัพพลายเออร์ส่งวัตถุดิบเข้ามาที่โรงงานโดยการหาปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการ

ก. วิธีการคำนวณซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูปก่อนที่จะส่งมอบไปให้ลูกค้าเรียงตามลำดับของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงช่วงเวลานำ และความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำของสินค้าวงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว 15 นิ้ว 16 นิ้ว และ 17 นิ้ว

ช่วงเวลานำ (LT) วัน	ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ (f_i)
10	2
30	4
42	6

ตารางที่ 4.14 แสดงการคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ ระหว่างขั้นตอนสุดท้ายที่เป็นสินค้าสำเร็จรูป กับขั้นตอนที่จะส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า

(LT_i)	f_i	$(L)_i f_i$	$[LT_i - \overline{LT}]^2$	$[LT_i - \overline{LT}]^2 f_i$
10	2	20	513.78	1027.56
30	4	120	7.11	28.44
42	6	252	87.11	522.67
	12	**392**		**1578.67**

จะได้ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานำ (L) = 392/12 = 32.67 วัน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ (S_L) = $\sqrt{1,578.67/12}$ = 11.46 วัน เนื่องจากโรงงานได้มีการตกลงกับลูกค้าลดระยะเวลาการผลิตและส่งมอบสินค้าลงเหลือ 10 วัน เพราะฉะนั้นระยะเวลานำที่จะใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสินค้าคงคลังที่จะจัดเก็บในกรณีศึกษานี้จึงเท่ากับ 10 วัน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดตามสัดส่วนเท่ากับ 4 วัน การหาอุปสงค์เฉลี่ย (D) คำนวณได้จากข้อมูลอุปสงค์ความต้องการในรอบปี (Annual Demand) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2548 ถึงเมษายน 2549 เท่ากับ 5,156 วง ภายในช่วงเวลา 12 เดือน ดังนั้น อุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 5,156/12 = 430 วง การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนโดยใช้ข้อมูลยอดขายมาคำนวณโดยใช้โปรแกรมเอ็กเซล

σ_D = *STDEVA*(ยอดขายตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2548 ถึง เมษายน 2549 ของวงล้อขอบ 14 นิ้ว) = 49

ฉะนั้นการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ในช่วงเวลานำที่มีความแปรปรวนทั้งอุปสงค์ และช่วงเวลานำ โดยนำค่าต่างๆที่คำนวณได้มาแทนค่าในสมการที่ (4.4) ได้ ดังนี้

$$\sigma_L = \sqrt{(10/26)(49)^2 + (430)^2(4/26)^2}$$

$$= 73 \text{ วง}$$

ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำคิดเป็นเดือน ซึ่งภายใน 1 เดือนทำงาน 26 วัน กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 14 นิ้ว Q = 700 วง

$$\text{ค่า ESC} = (1\text{-}0.99) \times 700 = 7$$

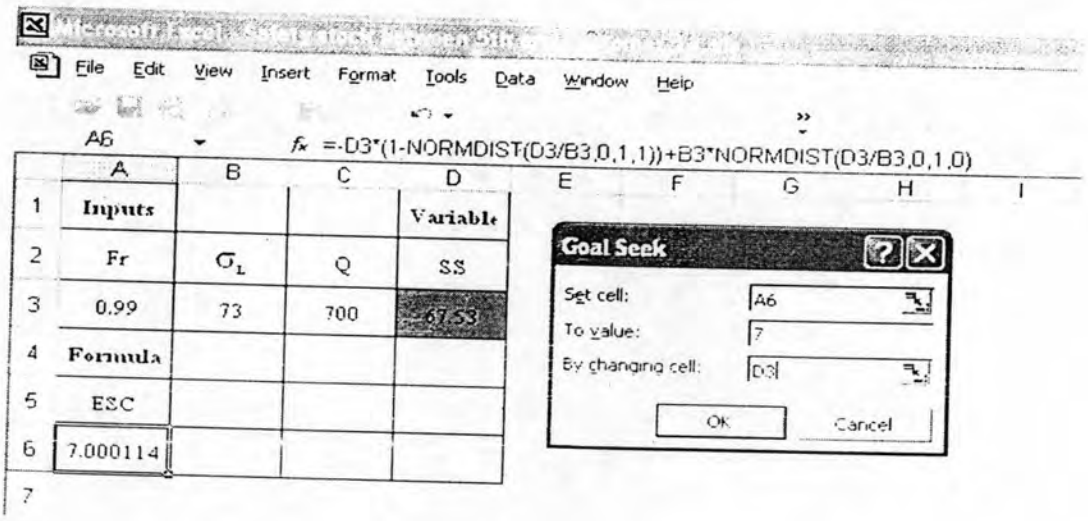
จากสมการข้างต้นสามารถเขียนได้ ดังนี้

$$7 = -SS[1\text{-}NORMDIST(SS/73,0,1,1)] + 73NORMDIST(SS/73,0,1,0)$$

สามารถหาค่า SS ในเอ็กเซลโดยการใช้ Tool เลือก Goal Seek ซึ่งในกล่องข้อความ Goal Seek ให้ใส่ค่า ดังนี้

- Set Cell : A6 (แทนสูตรที่จะถูกหาค่า)
- To Value : 7 (แทนค่าที่ต้องการของสูตร)
- By changing cell : D3 (แทนตัวแปรสำหรับที่สมการจะถูกหาค่า)

แผนภาพที่ 4.10 แสดงปริมาณสินค้าคงคลังที่ควรมีของวงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว ระหว่างขั้นตอนสุดท้ายที่เป็นสินค้าสำเร็จรูป กับขั้นตอนที่จะส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า



ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 14 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 68 วง เช่นเดียวกับขนาดวงล้อรถยนต์ที่เหลือก็ทำวิธีเดียวกัน

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 2,935 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 263 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 475 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 15 นิ้ว Q = 4,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 45 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 15 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 443 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 391 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 83 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 76 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 16 นิ้ว Q = 600 วง ค่า ESC เท่ากับ 6 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 16 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 78 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,044 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 150 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 181 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 17 นิ้ว Q = 1,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 15 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 17 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 182 วง

จากวิธีการคำนวณดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูปที่ควรจะมีระหว่างขั้นตอนสุดท้ายกับขั้นตอนที่จะส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าเท่ากับ 771 วง เพื่อให้ได้อัตราการเติมเต็มอยู่ที่ร้อยละ 99

ข. วิธีการคำนวณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ (Scrub & Trimness) กับขั้นตอนการพ่นสี แล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating) เรียงตามลำดับของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนี้

ตารางที่ 4.15 แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ กับขั้นตอนการพ่นสี แล็คเกอร์

(LT_i)	f_i	$(L)_i f_i$	$[LT_i - \overline{LT}]^2$	$[LT_i - \overline{LT}]^2 f_i$
5	1	5	7.11	7.11
7	6	42	0.44	2.67
9	5	45	1.78	8.89
	12	**92**		**18.67**

เนื่องจากโรงงานต้องการลดช่วงเวลานำในการผลิตจากเดิม 9 วัน ลงเหลือ 5 วัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเท่ากับ 1 วัน

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 430 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 49 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 27 โดยที่กำหนดให้

ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 14 นิ้ว Q = 700 วง ค่า ESC เท่ากับ 7 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 14 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 9 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 2,935 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 263 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 161 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 15 นิ้ว Q = 4,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 45 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 15 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 43 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 391 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 83 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 39 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 16 นิ้ว Q = 600 วง ค่า ESC เท่ากับ 6 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 16 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 26 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,044 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 150 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 77 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 17 นิ้ว Q = 1,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 15 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 17 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 39 วง

จากวิธีการคำนวณดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการที่ควรจะมีเท่ากับ 117 วง เพื่อให้ได้อัตราการเติมเต็มอยู่ที่ร้อยละ 99

ค. วิธีการคำนวณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ (Water leak test) กับขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ (Scrub & Trimness) เรียงตามลำดับของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนี้

ตารางที่ 4.16 แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการขั้นตอนการเจาะ P.C.D / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ กับขั้นตอนการตกแต่งตะไบล้อ

(LT_i)	f_i	$(L)_i f_i$	$[LT_i - \overline{LT}]^2$	$[LT_i - \overline{LT}]^2 f_i$
3	1	3	8.03	8.03
5	5	25	0.69	3.47
7	6	42	1.36	8.17
	12	**70**		**19.67**

เนื่องจากโรงงานต้องการลดช่วงเวลานำในการผลิตจากเดิม 7 วัน ลงเหลือ 3 วัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเท่ากับ 1 วัน

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 430 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 49 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 23 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 14 นิ้ว Q = 700 วง ค่า ESC เท่ากับ 7 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 14 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 5 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 2,935 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 263 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 144 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 15 นิ้ว Q = 4,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 45 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 15 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 27 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 391 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 83 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 32 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 16 นิ้ว Q = 600 วง ค่า ESC เท่ากับ 6 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 16 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 17 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,044 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 150 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 65 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 17 นิ้ว Q = 1,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 15 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 17 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 26 วง

จากวิธีการคำนวณดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการที่ควรจะมีเท่ากับ 75 วง เพื่อให้ได้อัตราการเติมเต็มอยู่ที่ร้อยละ 99

ง. วิธีการคำนวณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2) กับขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ (Water leak test) เรียงตามลำดับของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนี้

ตารางที่ 4.17 แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการกลึง กับขั้นตอนการเจาะ P.C.D / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ

(LT_i)	f_i	$(L)_i f_i$	$[LT_i - \overline{LT}]^2$	$[LT_i - \overline{LT}]^2 f_i$
10	1	10	277.78	277.78
20	2	40	44.44	88.89
30	9	270	11.11	100.00
	12	**320**		**466.67**

เนื่องจากโรงงานต้องการลดช่วงเวลานำในการผลิตจากเดิม 30 วัน ลงเหลือ 10 วัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงตามสัดส่วนจะเท่ากับ 2 วัน

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 430 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 49 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 45 โดยที่กำหนดให้ขนาด

ล็อตของวงล้อรถยนต์ 14 นิ้ว Q = 700 วง ค่า ESC เท่ากับ 7 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 14 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 29 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 2,935 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 263 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 279 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 15 นิ้ว Q = 4,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 45 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 15 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 175 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 391 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 83 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 60 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 16 นิ้ว Q = 600 วง ค่า ESC เท่ากับ 6 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 16 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 54 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,044 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 150 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 123 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 17 นิ้ว Q = 1,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 15 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 17 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 97 วง

จากวิธีการคำนวณดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการที่ควรจะมีเท่ากับ 356 วง เพื่อให้ได้อัตราการเติมเต็มอยู่ที่ร้อยละ 99

จ. วิธีการคำนวณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium die casting) กับขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2) เรียงตามลำดับของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนี้

ตารางที่ 4.18 แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม กับขั้นตอนการกลึง

(LT_i)	f_i	$(L)_i f_i$	$[LT_i - \overline{LT}]^2$	$[LT_i - \overline{LT}]^2 f_i$
8	2	16	289.00	578.00
20	3	60	25.00	75.00
32	7	224	49.00	343.00
	12	**300**		**996.00**

เนื่องจากโรงงานต้องการลดช่วงเวลานำในการผลิตจากเดิม 32 วัน ลงเหลือ 8 วัน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงตามสัดส่วนจะเท่ากับ 3 วัน

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 430 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 49 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 56 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 14 นิ้ว Q = 700 วง ค่า ESC เท่ากับ 7 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 14 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 44 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 2,935 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 263 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 369 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 15 นิ้ว Q = 4,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 45 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 15 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 292 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 391 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 83 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 65 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 16 นิ้ว Q = 600 วง ค่า ESC เท่ากับ 6 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 16 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 62 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,044 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 150 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 146 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 17 นิ้ว Q = 1,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 15 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 17 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 130 วง

จากวิธีการคำนวณดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการที่ควรจะมีเท่ากับ 527 วง เพื่อให้ได้อัตราการเติมเต็มอยู่ที่ร้อยละ 99

ฉ. วิธีการคำนวณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างขั้นตอนซัพพลายเออร์มาส่งวัตถุดิบ กับขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium die casting) เรียงตามลำดับของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังนี้

ตารางที่ 4.19 แสดงช่วงเวลานำ ความถี่ที่เกิดขึ้นของช่วงเวลานำ การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำของสินค้าทุกขนาด ระหว่างขั้นตอนซัพพลายเออร์มาส่งวัตถุดิบ กับขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม

(LT_i)	f_i	$(L)_i f_i$	$[LT_i - \overline{LT}]^2$	$[LT_i - \overline{LT}]^2 f_i$
10	3	30	41.71	125.13
15	15	225	2.13	31.90
20	4	80	12.54	50.17
30	2	60	183.38	366.75
	24	**395**		**573.96**

เนื่องจากโรงงานต้องการลดช่วงเวลานำในการส่งสินค้าจากเดิม 30 วัน ลงเหลือ 10 วัน และความถี่เท่ากับ 24 เพราะ 1 เดือน มีการจัดส่งสินค้า 2 ครั้ง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงตามสัดส่วนจะเท่ากับ 3 วัน

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 430 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 49 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 58 โดยที่กำหนดให้

ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 14 นิ้ว Q = 700 วง ค่า ESC เท่ากับ 7 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 14 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 46 วง

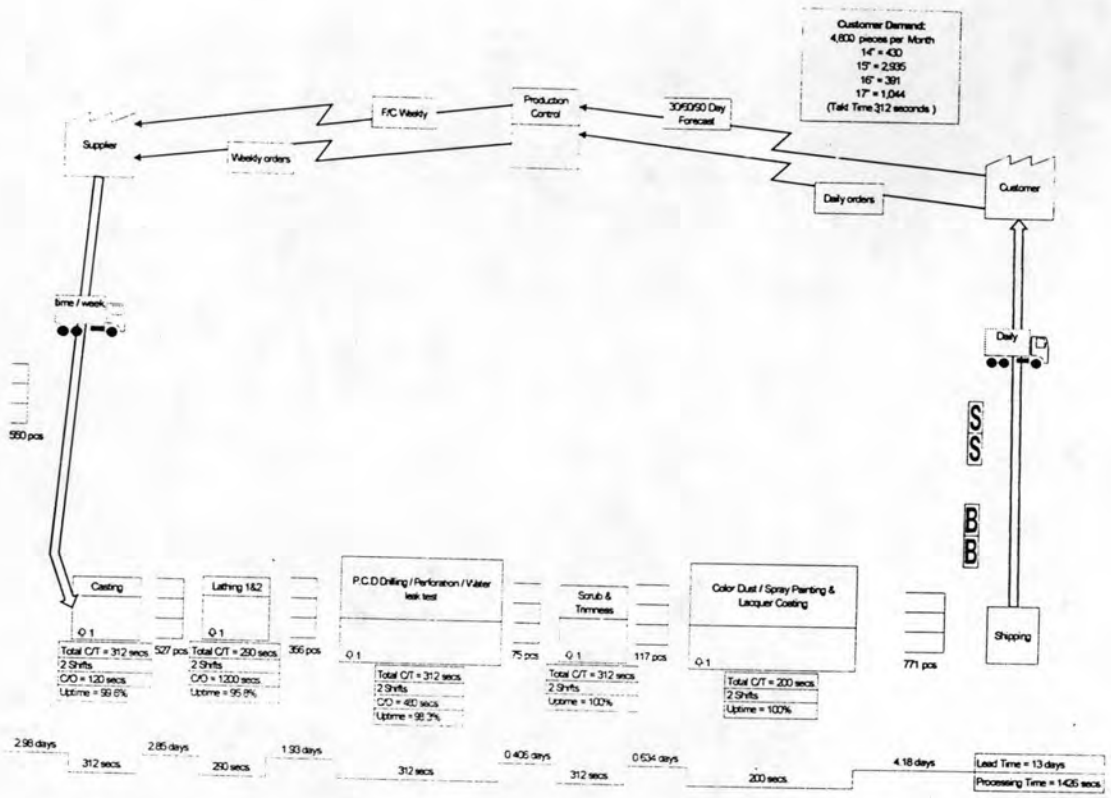
- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 2,935 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 263 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 376 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 15 นิ้ว Q = 4,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 45 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 15 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 300 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 391 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 83 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 68 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 16 นิ้ว Q = 600 วง ค่า ESC เท่ากับ 6 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 16 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 66 วง

- วงล้อรถยนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว มีอุปสงค์เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,044 วง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์ต่อเดือนเท่ากับ 150 ได้ค่า σ_L เท่ากับ 152 โดยที่กำหนดให้ขนาดล็อตของวงล้อรถยนต์ 17 นิ้ว Q = 1,500 วง ค่า ESC เท่ากับ 15 ฉะนั้นวงล้อรถยนต์ขอบ 17 นิ้ว ควรจะมีสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเท่ากับ 138 วง

จากวิธีการคำนวณดังกล่าวสามารถบอกได้ว่าปริมาณซูเปอร์มาร์เก็ตระหว่างกระบวนการที่ควรจะมีเท่ากับ 550 วง เพื่อให้ได้อัตราการเติมเต็มอยู่ที่ร้อยละ 99

แผนภาพที่ 4.11 แสดงเวลานำที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิต



ระบบ Just In Time (JIT) เป็นปรัชญาที่มุ่งหมายให้ผลิตสิ่งที่ต้องการ ส่งมอบได้ตามเวลาที่ต้องการ ในปริมาณที่ต้องการ และมีสินค้าคงคลังเหลือน้อยที่สุด ที่เรียกว่า การผลิตแบบลีน (Lean Production) หรือเรียกว่าการผลิตแบบยืดหยุ่น จะเป็นการผลิตด้วยการประหยัดด้วยความเร็ว (Economy of Speed Base) ซึ่งจะต้องอาศัยการบูรณาการของข้อมูลข่าวสาร (Integrated Information) ซึ่งจะพัฒนามาถึงจุดนี้ได้จะต้องมีการพัฒนาเป็น Just in Time Value สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันได้ โดยการกำหนดการผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Customer Order) และการจัดวางผังโรงงาน และเครื่องจักร แบบเซลล์หรือตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Families) การจัดเก็บสต็อกในระดับที่ต่ำ หรือเป็นศูนย์ โดยให้มีรอบการหมุนของสต็อกสูง (Zero Stock Management) เพื่อเปลี่ยนแปลงการผลิตตามความยืดหยุ่น และง่ายต่อการปรับเปลี่ยน มุ่งให้เกิดการไหลเวียนของสินค้าอย่างต่อเนื่อง โดยยึดถืออุปสงค์ของลูกค้าอย่างแท้จริง (Pull from Demand) รวมทั้งการผลิตแบบมูลค่าเพิ่ม ในการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าเป็นสำคัญ (Value Added Production) หลักการที่นำมาใช้ใน JIT ได้แก่

- ระบบดึง (Pull System) เป็นการควบคุมเวลา และปริมาณการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ ชิ้นส่วน หรือสินค้าโดยใช้ "Kanban"
- กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow Processing) เพื่อให้ปริมาณสำรองคงคลังในแต่ละรอบของกระบวนการเหลือน้อยที่สุด
- รอบการผลิต (Takt Time) ปรับปรุงกระบวนการให้ใช้เวลาในการผลิตต่ำที่สุด
- การสร้างมาตรฐานการทำงาน (Standardized Operation)
- การลดเวลาในการติดตั้งเครื่อง (Reduction in Setup Time)
- การจัดผังการผลิตเป็นแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing)

ธุรกิจที่จะนำระบบ JIT Value มาใช้ จะต้องจัดโครงสร้างองค์กร และสั่งงานแบบแบนราบ (Flat Structure) ซึ่งจะก่อให้เกิดความยืดหยุ่นต่อความเปลี่ยนแปลง บทบาทของพนักงานจะต้องเน้นการทำงานเป็นทีม รวมทั้งจะต้องสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationship Management: CRM) ให้เกิดความพึงพอใจ อย่างไรก็ดีการที่จะให้เกิดระบบปฏิบัติการ Just in Time Value ต้องเกิดจากความร่วมมือของทุกองค์กร หรือคู่ค้า (Suppliers) รวมถึงผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานที่เรียกว่า "Chain Collaborate" โดยธุรกิจจะต้องมีการสัมพันธ์ทั้งในส่วนที่เป็นคู่ค้าที่เรียกว่า (Suppliers Relationship Management: SRM) และส่วนที่เกี่ยวกับลูกค้าให้มีความสัมพันธ์กันตอบสนองตรงตามความต้องการ โดยจะต้องค้นหาจุดดุลยภาพร่วมกันว่าช่วงเวลาในการส่งมอบที่เหมาะสม ควรจะมีช่วงเวลาที่ยอมรับได้ (Buffer Time) ว่าควรอยู่ในระดับที่เท่าใด เพราะถ้าช่วงว่างของช่วงเวลาที่ยอมรับได้ ว่างมากก็จะมีผลต่อต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า ดังนั้น จะต้องมีการกำหนดจุดดุลยภาพของ JIT ให้เหมาะสม จะทำให้ต้นทุนรวม (Total Logistics Cost) ต่ำสุด และก่อให้เกิดดุลยภาพที่ทั้งคู่ค้า องค์กร และลูกค้า ต่างได้รับประโยชน์สูงสุดร่วมกัน ดังนั้น การนำระบบการจัดการแบบ Just In Time จะต้องนำมาใช้ทั้งห่วงโซ่อุปทานที่เรียกว่า "Supply Chain Collaboration"

4.5.2.4 ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) ต้องมีการวางแผนการผลิต และควบคุมสินค้าคงคลังโดยยึดหลักตามความต้องการของจุดปฏิบัติงานปลายทาง (Downstream Operation) ซึ่งใกล้ชิดกับลูกค้ามากที่สุด และใช้วิธีการดึง และการไหลแบบต่อเนื่องเพื่อเริ่มต้น และส่งสัญญาณไปยังกิจกรรมอื่นทั้งหมด อาจจะต้องเพิ่มซูเปอร์มาร์เก็ตเข้าไปในสายธารคุณค่าเพื่อทำให้ระบบการผลิตสามารถจัดการกับความแปรปรวน และความผิดพลาดได้ ทุกชิ้นส่วนจะป้อนมายังพื้นที่ และเวลาเฉพาะที่ต้องการ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่สุดของระบบดึง เพราะเชื่อมทุกกิจกรรมการ

ผลิตไปยังความต้องการจริง ทุกสิ่งที่เกิดขึ้นในระบบเกิดขึ้นเฉพาะเพื่อเติมเต็มใบสั่งซื้อจริงจากลูกค้าเท่านั้น ก่อให้เกิดเวลานำที่สั้น พัสดุคงคลังต่ำ คำสั่งที่ชัดเจน ไม่ขาดแคลนเมื่อความต้องการเปลี่ยน และเสียหายน้อย การนำระบบดึงมาใช้จะเกื้อหนุนแนวคิดของขนาดล็อตที่มีขนาดเล็กตลอดจนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ และเครื่องมืออย่างรวดเร็ว

ในระบบแบบดึงนั้น การผลิตถูกควบคุมโดยการดึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปออกไปให้แก่ลูกค้าหรือไว้ใช้ในกระบวนการอื่นๆ โดยใช้คัมบังการ์ด (Kanban Card) เมื่อผลิตภัณฑ์ถูกดึงออกไป คัมบังการ์ดถูกส่งไปยังสายการผลิตก่อนหน้าเพื่อบอกว่าให้ผลิตเพิ่มตามจำนวนที่กำหนด โดยมีจำนวนสินค้าคงค้างมาตรฐาน (Standard WIP หรือ SWIP) ไว้จำนวนเล็กน้อยเพื่อสามารถถูกดึงไปใช้เมื่อต้องการ การผลิตสินค้าแบบผสมในระบบดึงจะถูกควบคุมโดยการใช้กล่องที่เรียกว่า "Heijunka" ซึ่งเปรียบเสมือนตารางการผลิตที่มีช่องให้ใส่คัมบังการ์ด ช่องใส่การ์ดนี้สอดคล้องกับเวลาที่กำหนดว่าคัมบังการ์ดจะถูกดึงออกจากกล่องเมื่อใด และสินค้าใดจะถูกดึงไปใช้ ช่วงเวลาระหว่างช่อง 2 ช่องควรเท่ากับ Takt Time

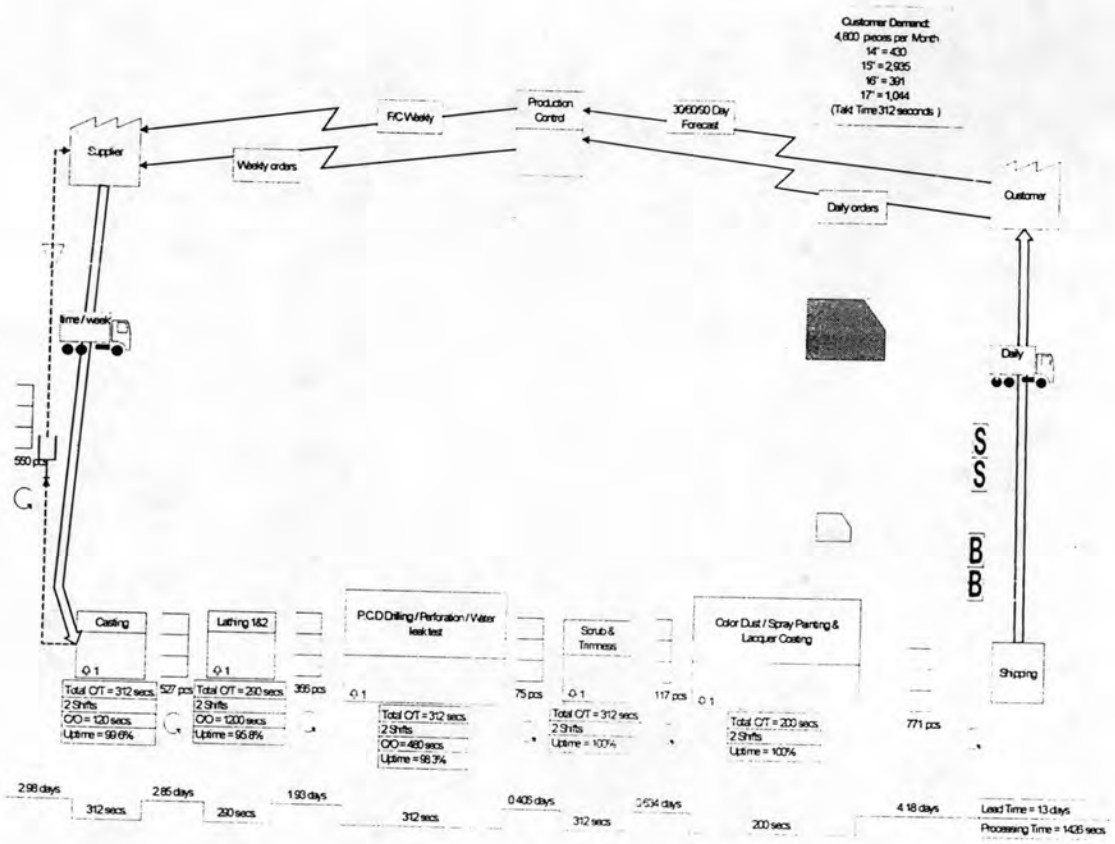
4.5.2.5 ระบบคัมบัง (Kanban) เป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) คัมบัง คือ บัตรที่ติดอยู่กับภาชนะที่ใช้จัดเก็บสินค้าที่มีขนาดรุ่น (Lot Size) ตามมาตรฐาน เมื่อสินค้าคงคลังตามรายละเอียดในบัตรนั้นถูกใช้ไป บัตรจะทำตัวเหมือนเป็นสัญญาณที่จะบ่งชี้ให้เห็นว่าต้องการสินค้าคงคลังเพิ่ม ในวิธีนี้สินค้าคงคลังจะถูกจัดหามาก็ต่อเมื่อมีความต้องการเท่านั้น และในปริมาณที่ต้องการอย่างแท้จริงด้วย ดังนั้น คัมบังถูกใช้เรียกบัตรควบคุมสินค้าคงคลังที่ใช้ในระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) คัมบัง (Kanban) ยังช่วยจัดการการไหลเข้าไหลออกของวัสดุในซูเปอร์มาร์เก็ต สายการผลิต และเซลล์ และยังสามารถใช้ควบคุมการสั่งซื้อจากโรงงานไปยังผู้จัดส่งวัตถุดิบ (Supplier) ได้ด้วย วิธีควบคุมการไหลของวัสดุ (Material Flow) ในระบบคัมบัง (Kanban System) คัมบังมีทั้งหมด 3 ชนิดดังนี้

- คัมบังสั่งผลิต (Production Kanban) คือ บัตรพิมพ์ที่ระบุจำนวนชิ้นงานที่ต้องดำเนินการผลิตเพื่อเติมเต็มสินค้าที่ถูกลูกค้าดึงไป
- คัมบังเบิก (Withdrawal Kanban) คือ บัตรพิมพ์ที่ระบุจำนวนชิ้นงานที่ถูกเคลื่อนย้ายออกจากซูเปอร์มาร์เก็ตเพื่อจัดส่งให้แก่จุดปฏิบัติงานถัดไป
- คัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) คือ บัตรพิมพ์ที่ระบุจำนวนชิ้นงานที่ต้องทำการผลิตแบบครั้งละมากๆ (Batch Operation) เพื่อเติมเต็มชิ้นงานที่ถูกดึงไปจากซูเปอร์มาร์เก็ตถัดไป

บัตรคัมบังนี้ หรือใบควบคุมการไหลของสินค้าที่ผลิต คือ ถ้าสินค้ายังไม่ออกไป สินค้าใหม่อย่าเพิ่งเข้ามา เพราะการผลิตแบบ JIT เป็นแบบดึง ถ้ากระบวนการ หรือสถานีผลิตใด เห็นบัตรคัมบังค้างมากๆ แสดงว่าสถานีผลิตนั้นกำลังมีปัญหา การวางระบบของกระบวนการผลิตให้มีการสต็อกสินค้าท้ายหน่วยผลิต และรักษาระดับของปริมาณให้คงที่ เพื่อรองรับต่อปริมาณความต้องการที่คงที่ ดังนั้นทุกๆขั้นตอนการผลิตจะมีสต็อกสินค้าที่ขั้นตอนนั้นๆผลิตออกมา เพื่อรองรับให้ขั้นตอนต่อไปเบิกไปใช้แล้วหน่วยผลิตนั้นก็จะผลิตสินค้าเติมเข้าสู่สต็อกท้ายหน่วยผลิตของตน ฉะนั้นการผลิตวิธีนี้สามารถผลิตด้วยขนาดรุ่นเล็กได้โดยยังคงมีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตสูง

การจัดการแบบ Supermarket กับ Kanban คล้ายกันตรงที่ว่า Supermarket คือ การทำให้สินค้าทุกชิ้นอยู่ข้างสายการผลิต เผื่อต้องการใช้สินค้าจะมีความพร้อมอยู่ในกระบวนการเสมอ ส่วนคัมบังคาร์ดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อชิ้นส่วนนั้นถูกดึงไปแล้วเท่านั้น ฉะนั้นกำหนดเป็นมาตรฐานว่าเมื่อชิ้นส่วนถูกดึงไป แผ่น Kanban จะหมุนไปให้ผู้จัดเตรียมทราบ และนำกลับมาเติมตามระบบ ในบริษัทโตโยต้า เรียก Part Withdrawal Kanban หรือ Kanban เบิกของ ใช้ในการดึงกันระหว่างกระบวนการ และคลังสินค้า หรือเชื่อมระหว่างคลังสินค้าของโรงงานเองกับซัพพลายเออร์ ส่วนการเชื่อมระหว่างสินค้าคงคลังกับกระบวนการ เรียกว่า Production Ordering Kanban หรือKanban สั่งผลิต

แผนภาพที่ 4.12 แสดงถึงวิธีการใช้ Withdrawal Kanban และProduction Kanban



คัมบังเบิก (Withdrawal Kanban) จะเป็นตัวบอกจำนวนชิ้นงานที่ถูกดึงจากซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) และถูกจัดเตรียมไว้ที่จุดส่งสินค้า (Shipping) เมื่อแผนกจัดส่งทำการเบิกสินค้าสำเร็จรูปจากสต็อก ก็จะดึงเอาการ์ดคัมบังที่ติดมากับซูเปอร์มาร์เก็ต คืนให้กับขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น และการพ่นสีจริง เพื่อแจ้งให้ทราบว่าขณะนี้สินค้าในสต็อกขาดไป ให้ผลิตสินค้าเพิ่มตามจำนวนที่ขาดไปแต่ไม่ควรเกินจำนวน SWIP ที่กำหนดไว้ตามคัมบังสั่งผลิต (Production Kanban) ซึ่งเป็นตัวบอกจำนวนชิ้นงานที่ต้องผลิตเพื่อเติมเต็มชิ้นงานที่ถูกดึงจากซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) ฉะนั้นขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น และสีจริง ก็จะดึงชิ้นส่วนมากจากพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนของขั้นตอนการตะไบตกแต่งล้อ และคืนคัมบังการ์ดให้แก่ขั้นตอนนี้ เพื่อเตือนให้ผลิตตามจำนวนที่ขาดไป เป็นเช่นนี้จนถึงการจัดซื้อวัตถุดิบจากผู้จัดส่ง (Supplier) ภายนอก ตามคัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) ที่ต้นทาง (Upstream) ของขั้นตอนการหล่อ (Casting) ซึ่งจะเป็นตัวบอกจำนวนวัสดุที่ถูกดึงจากสินค้าคงคลังที่เป็นวัตถุดิบ (Raw Material Inventory) ให้แก่ผู้จัดส่งวัตถุดิบ

เมื่อได้มีการกำหนดสิ่งที่จำเป็นต้องปรับปรุงเพื่อให้บรรลุผลสู่เป้าหมายที่วางไว้เรียบร้อยแล้วก็ต้องกลับมาพิจารณาวิธีการปรับปรุงอีกครั้ง และวาดไอคอนลงตรงที่ที่เหมาะสมในแผนผังสภาวการณ์ในอนาคต (Future State Map) ซึ่งเชื่อว่าจะจำเป็นสำหรับการสร้างการไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) และการรักษาให้ยั่งยืนไว้ได้ ดังนี้

- 5ส การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) และการเปลี่ยนรุ่นการผลิตอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) ที่ขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium Die Casting)
- การเปลี่ยนรุ่นการผลิตอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) และการปรับขนาดการผลิต (Lot Size) ที่ขั้นตอนการกลึง (Lathing 1&2)
- การรวมเป็นเซลล์เดียวกัน (Work Cell) และการเปลี่ยนเปลี่ยนรุ่นการผลิตอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) ที่ขั้นตอนการเจาะ P.C.D (P.C.D Drilling) / ขั้นตอนการเจาะรูที่ล้อ (Perforation) / ขั้นตอนการทดสอบรั่วด้วยแรงดันน้ำ (Water leak test)
- การทำงานที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Work) และ5ส ที่ขั้นตอนตะไบตกแต่งล้อ (Scrub & Trimness)
- การรวมเป็นเซลล์เดียวกัน (Work Cell) ที่ขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น (Color Dust) และขั้นตอนการพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Spray Painting & Lacquer Coating)

4.5.3 ขั้นตอนการปรับเรียบการผลิต

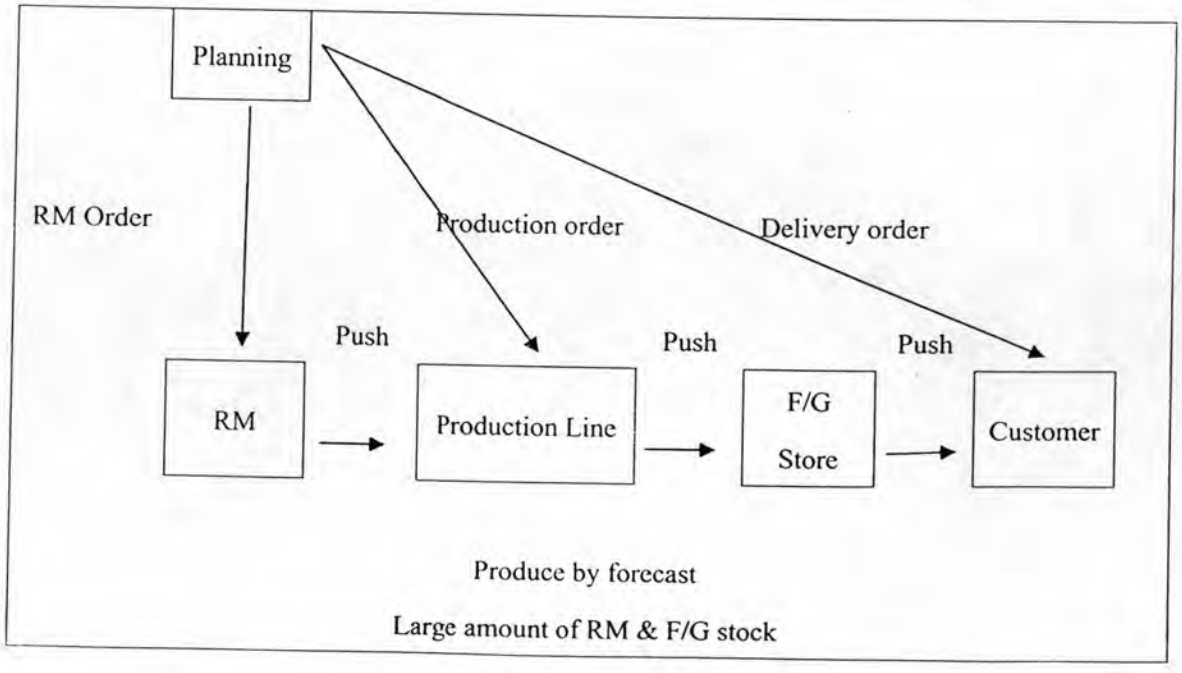
การปรับเรียบการผลิต (Leveling Production) หมายถึง การกระจายงานที่ต้องการนำไปเติมเต็มปริมาณความต้องการของลูกค้า หากไม่มีการปรับเรียบการผลิตอาจทำให้บางเซลล์ไม่สามารถผลิตได้ทันเซลล์อื่น เป็นสาเหตุให้เกิดเวลาว่าง (Idle Time) ที่จุดถัดไป (Downstream) และอาจจะต้องมีการรอคอยงานจากที่อื่น เครื่องมือที่นำมาใช้เพื่อปรับระดับการผลิตประกอบด้วย

- การควบคุมการเบิกชิ้นงานให้เป็นไปตามจังหวะ (Paced Withdrawal)
- เฮอิจุงกะ (Load Leveling)
- กล่องเฮอิจุงกะ (Heijunka Box)
- ผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner)

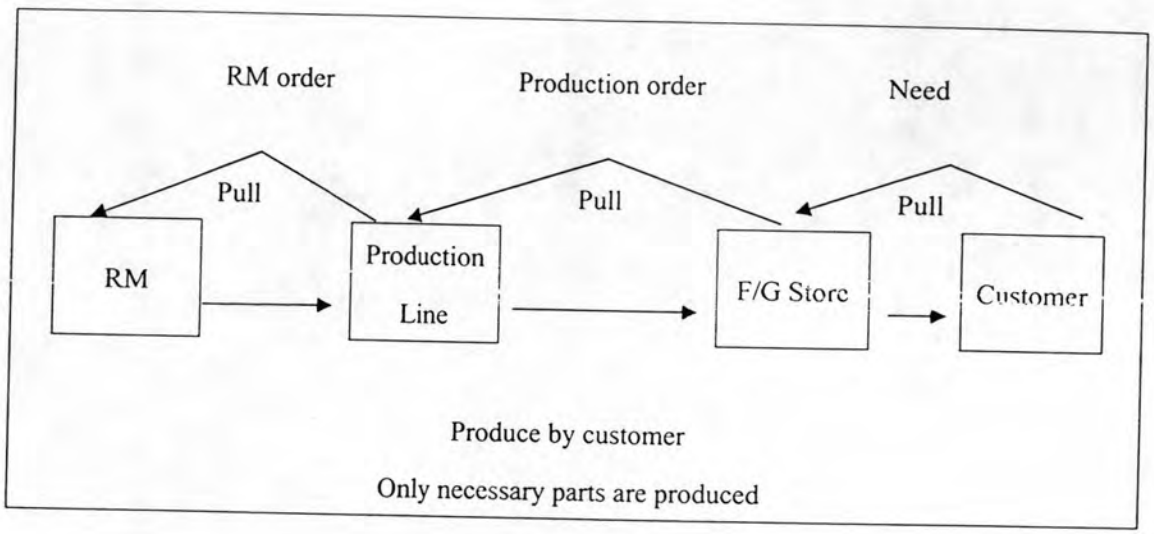
เพื่อคงรักษา Takt Image ต้องหาวิธีที่จะทำให้สามารถสร้างสมดุลให้กับจังหวะของการผลิตกับจังหวะในการขาย หรือ Takt Time ให้ได้ ซึ่งมีอยู่สองวิธีที่จะทำให้บรรลุ คือ การควบคุมการเบิกชิ้นงานให้เป็นไปตามจังหวะ (Paced Withdrawal) และเฮอิจุงกะ (Heijunka) ปัจจัยสำคัญของการปรับเรียบการผลิต คือ ขนาดการผลิต เพราะถ้าขนาดเล็กทำให้การปรับเรียบการผลิตดีขึ้น คือ ช่วงการผลิตหนึ่งอาจผลิตชิ้นงานได้หลากหลายรุ่น และหากมีคำสั่งซื้อเร่งด่วนจากลูกค้าเข้ามาแทรกระหว่างวัน ก็สามารถแทรกลำดับในการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการผลิตมากนัก ประโยชน์การปรับเรียบการผลิต คือ กระบวนการผลิตมีความยืดหยุ่น ตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้เร็ว มีอัตราการใช้วัตถุดิบสม่ำเสมอ ไม่ต้องมีการจัดเก็บสินค้ามากในเวลาที่มีความต้องการผลิตสูง และสามารถลดต้นทุนในการเตรียมทรัพยากรได้ นอกจากนี้ถ้าสินค้ามีปัญหาด้านคุณภาพสามารถตรวจพบได้ง่าย เนื่องจากเป็นการผลิตขนาดรุ่นเล็ก ลักษณะการปรับเรียบการผลิต (Leveled Production: Heijunka) ได้แก่

ก. ปรับเรียบปริมาณการผลิต (Production Volume) เป็นการขจัดความสูญเสียจากการจัดเก็บสินค้าในปริมาณมาก ด้วยการมุ่งการผลิตตามปริมาณความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นแนวทางระบบการผลิตแบบดึง (Pull Manufacturing System) ส่งผลต่อการลดระดับสินค้าคงคลังระหว่างผลิตลง

แผนภาพที่ 4.13 แสดงถึงระบบการผลิตแบบผลัก (Push Manufacturing System)



แผนภาพที่ 4.14 แสดงถึงระบบการผลิตแบบดึง (Pull Manufacturing System)



ข. ปรับเรียบลำดับการผลิต (Production Sequence)

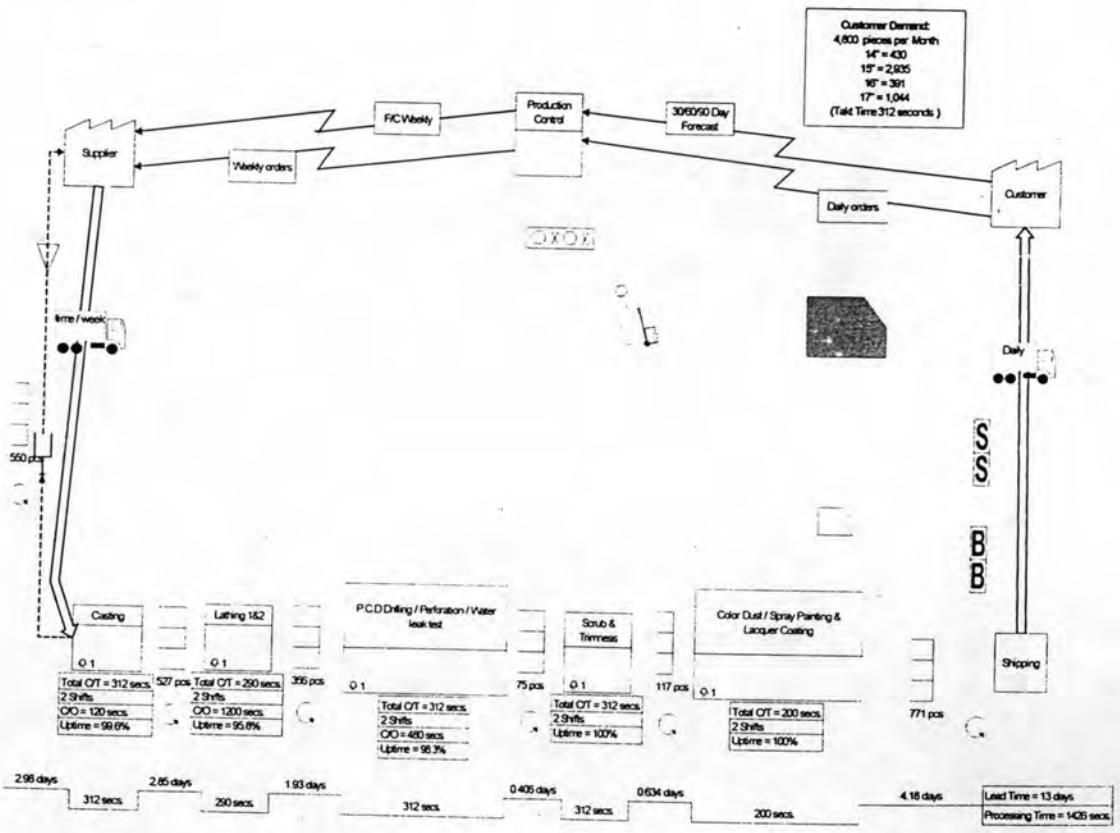
- เลือกวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตเทียบกับอัตราการขาย อาจเป็นระบบการเบิกชิ้นงานให้เป็นไปตามจังหวะ (Paced Withdrawal) หรือระบบเฮอิจุงกะ (Heijunka) และหากจำเป็นอาจมีการออกแบบ หรือปรับปรุงระบบคัมบัง (Kanban System) ให้ดีขึ้น
- กำหนดเส้นทางของผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner หรือMaterial Handler) และเขียนแผนผังการไหลของวัตถุดิบ และการไหลของข้อมูลทั้งหมด
- กำหนดวิธีการปรับปรุงที่จะนำไปใช้ และเพิ่มเติมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ลงในแผนผังอนาคต

ตารางที่ 4.20 แสดงถึงสัญลักษณ์ของกล่องเฮอิจุงกะ และเส้นทางของผู้ควบคุมวัตถุดิบ

หน้าที่	ไอคอน
กล่องเฮอิจุงกะ (Heijunka Box)	
เส้นทางของผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner Route)	

4.5.3.1 เฮอิจุงกะ (Heijunka หรือ Load Leveling) การทำสมดุลงานที่จะต้องทำในระหว่างช่วงเวลาการผลิตโดยมีกำลังการผลิต (Capacity) ที่สามารถทำงานได้เสร็จสมบูรณ์ ระบบเฮอิจุงกะจะมีการแจกจ่ายงานในสัดส่วนที่ยึดตามปริมาณความต้องการสินค้า โดยมีปัจจัย คือ ปริมาณ และชนิดของผลิตภัณฑ์ สำหรับการวางแผน และทำการปรับเรียบความต้องการสินค้าของลูกค้าตลอดทั้งวัน ในเรื่องของปริมาณ และความหลากหลายของสินค้า หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ หรือมีเพียงเล็กน้อย ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการที่ซับซ้อน ดังนี้ วาดไอคอนกล่องเฮอิจุงกะ (Heijunka Box) ไว้ข้างล่างไอคอนฝ่ายควบคุมการผลิต ระบบการดึงทั้งหมดเริ่มต้นที่ตรงนี้ฝ่ายควบคุมการผลิตจะใส่บัตรคัมบัง (Kanban Card) ไว้ในกล่องเฮอิจุงกะ (Heijunka Box)

แผนภาพที่ 4.15 แสดงตำแหน่งของการปรับเรียบการผลิต (Load Leveling)



กำหนดเส้นทางของผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner หรือMaterial Handler) ซึ่งเป็นผู้ที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายสิ่งของต่างๆ และวางแผนวิธีการไหลของวัตถุดิบ และการไหลของข้อมูลที่จะทำงานตลอดทั้งระบบที่จะมีการจัดทำระบบดึง โดยมีการเขียนเส้นทางของผู้ควบคุมวัตถุดิบ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

- เขียนภาพคนที่เป็นสัญลักษณ์แสดงถึงผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner) ไว้ข้างล่างไอคอนกล่องเฮอิจุงกะ (Heijunka Box)
- วาดไอคอนคัมบังเบิก (Withdrawal Kanban) ไว้ตรงกลางระหว่างไอคอนที่เป็นสัญลักษณ์แสดงถึงผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner) และไอคอนที่เป็นสัญลักษณ์แสดงถึงซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) เพิ่มลูกศรที่เป็นเส้นประเข้าไปโดยลากจากไอคอนผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner) ไปยังไอคอนซูเปอร์มาร์เก็ต โดยลูกศรจะแบ่งไอคอนคัมบังเบิก (Withdrawal Kanban) ออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน

ขั้นตอนที่ 2

- ลากลูกศรที่เป็นเส้นประจากไอคอนซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) ไปยังไอคอนจุดจัดส่งสินค้าเพื่อแสดงให้เห็นจุดต่อไปของเส้นทางเดินของผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner)
- ใต้ลูกศรที่เป็นเส้นประนั้น วาดไอคอนชิ้นงานซูเปอร์มาร์เก็ต และไอคอนการดึงวัตถุดิบทางกายภาพเพื่อแสดงว่าผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner) ดึงชิ้นงานจากซูเปอร์มาร์เก็ตเพื่อไปจัดเตรียมไว้สำหรับจัดส่ง

ขั้นตอนที่ 3

- วาดไอคอนคัมบังสั่งผลิต (Production Kanban) ไว้ด้านบนของขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น และพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Color Dust & Spra Painting & Lacquer Coating)
- ลากลูกศรที่เป็นเส้นประจากไอคอนจุดจัดส่งสินค้าไปยังขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น และพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Color Dust & Spra Painting & Lacquer Coating)

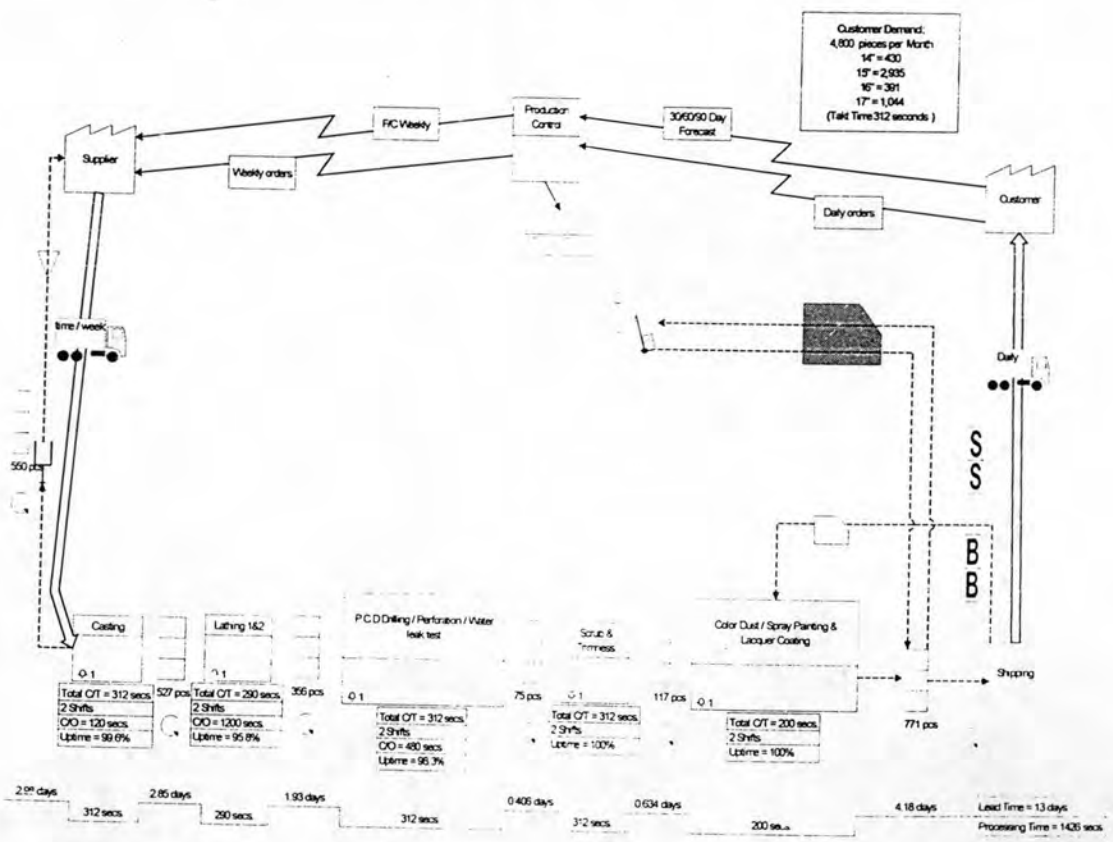
ขั้นตอนที่ 4

- วาดลูกศรที่เป็นเส้นประจากขั้นตอนการพ่นสีฝุ่น และพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Color Dust & Spra Painting & Lacquer Coating) ไปยังไอคอนซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) ซึ่งต้องการแสดงให้เห็นการขนถ่ายสินค้าสำเร็จรูปจากขั้นตอนการพ่นสีฝุ่นและพ่นสีจริง แล็คเกอร์ (Color Dust & Spra Painting & Lacquer Coating) ไปยังซูเปอร์มาร์เก็ตของผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner)

ขั้นตอนที่ 5

- หลังจากผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner) ขนถ่ายสินค้าสำเร็จรูปไปยังซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) ก็จะกลับไปยังกล่องเฮอิจุงกะ (Heijunka Box) เพื่อเอาคัมบังเบิก (Withdrawal Kanban) กลับมาคืนจากช่องถัดไป
- วาดลูกศรที่เป็นเส้นประจากไอคอนซูเปอร์มาร์เก็ตสินค้าสำเร็จรูป (Finished-Goods Supermarket) ไปยังไอคอนกล่องเฮอิจุงกะ (Heijunka Box / Load Leveling) เพื่อเป็นเอกสารยืนยันจากจุดสุดท้ายของเส้นทางของผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner)

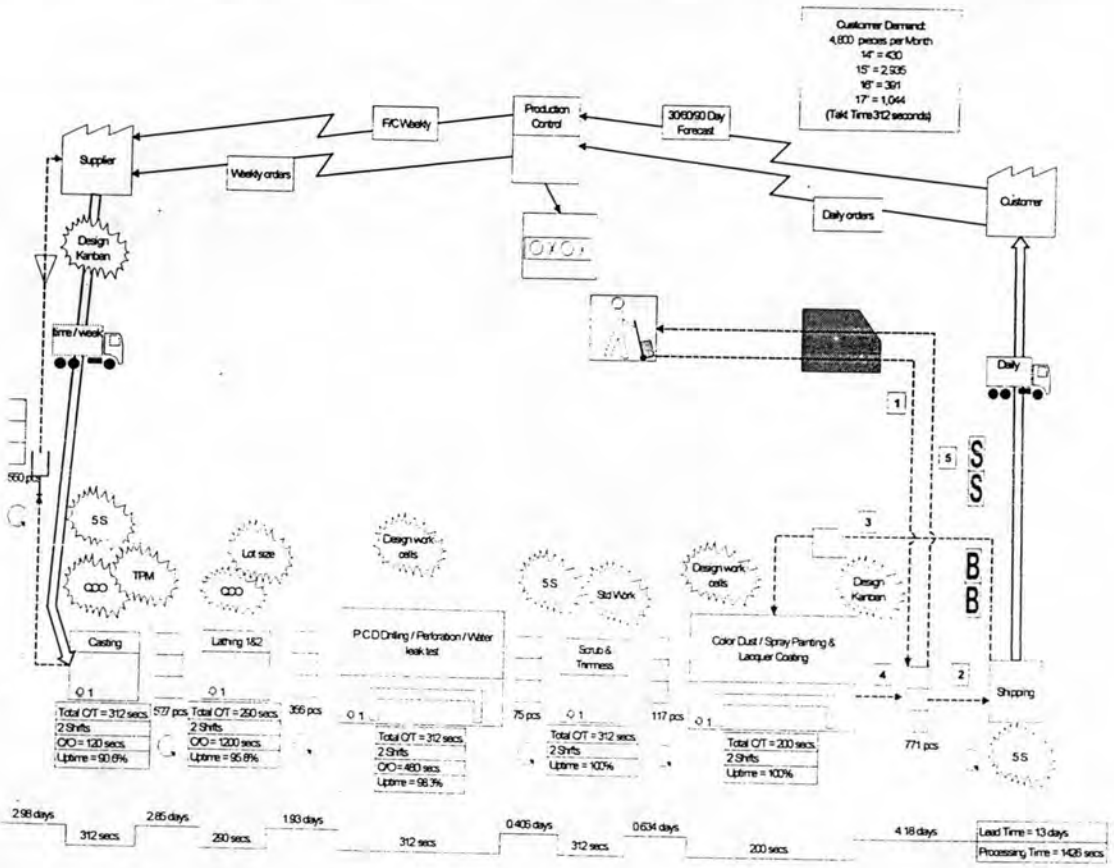
แผนภาพที่ 4.16 แสดงเส้นทางการเดินของผู้ควบคุมวัตถุดิบ



คัมบังสั่งผลิตจะถูกติดมากับภาชนะที่บรรจุสินค้าสำเร็จรูปมา เมื่อผู้ควบคุมวัตถุดิบ (Runner) ดึงภาชนะที่บรรจุสินค้าสำเร็จรูปจากซูเปอร์มาร์เก็ตเพื่อนำมาเตรียมส่ง ก็จะต้องดึงคัมบังสั่งผลิตออกจากภาชนะที่บรรจุมาด้วย และคัมบังสั่งผลิตก็จะถูกใช้เพื่อเริ่มต้นเติมสินค้าคงคลังที่เพิ่งจะถูกดึงออกไปให้เต็ม พนักงานที่ขั้นตอนการหล่ออลูมิเนียม (Aluminium Die Casting) จะเป็นผู้รับผิดชอบ

ในการดึงคัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) จากภาชนะบรรจุวัตถุดิบ และใส่คัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) ไว้ในกล่องใส่คัมบัง (Kanban Post) คนขับรถบรรทุกของผู้จัดส่งวัตถุดิบจะเป็นผู้รับผิดชอบในการเก็บคัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) และนำกลับไปยังผู้จัดส่งวัตถุดิบ

แผนภาพที่ 4.17 แสดงสภาวการณ์อนาคตหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงแล้ว



จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสภาวการณ์อนาคตใช้เวลานำในการผลิตเท่ากับ 25 วัน และระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 1,426 วินาที ซึ่งดีกว่าสภาวการณ์ปัจจุบัน การปรับปรุงการผลิตเพื่อเติมเต็มปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า และส่งเสริมการไหลให้ดีขึ้น แต่การปรับเรียบการผลิตนั้นยังไม่เพียงพอที่จะทำให้มั่นใจได้ว่าการเปลี่ยนแปลงไปสู่ลีนนั้นจะประสบความสำเร็จ เพราะความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็วเป็นอย่างมาก แสดงให้เห็นว่าระบบการผลิตที่รวดเร็ว และมีความยืดหยุ่นจะเป็นระบบที่สามารถตรวจพบ และแก้ไขข้อบกพร่อง และความแปรปรวนอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

4.6 เปรียบเทียบแผนผังสภาวการณ์ปัจจุบัน และอนาคต

ลักษณะเด่นของการผลิตแบบลีนที่แตกต่างจากการผลิตอย่างเดิม ได้แก่ การเน้นลูกค้าเป็นหัวใจสำคัญ ใส่ใจกับการแก้ปัญหา หรือการปรับปรุงที่การกำจัดความสูญเปล่าเป็นหลัก (Attack Wastes) เพื่อเป็นการกำจัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น เน้นให้คนทำงานง่ายไม่ซับซ้อน มีวิธีการที่เหมาะสม สะดวก ทำให้ลดความผิดพลาดในการทำงาน เป็นการให้เรียนรู้จากการทดลองการกระทำแล้วนำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงแก้ไข และป้องกันความผิดพลาดต่อไป

ตารางที่ 4.21 ตารางเปรียบเทียบลักษณะองค์กรที่ทำลีน และยังไม่ได้ทำลีน

ลักษณะขององค์กรที่ยังไม่ได้ทำลีน	ลักษณะขององค์กรที่ทำลีน
ทำงานตามหน้าที่ที่กำหนด แต่ละขบวนการขาดการเชื่อมต่อกันจากแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนก	หน้าที่การทำงานขององค์กรจะวางตามพื้นฐานของกระบวนการ
ระดับสินค้าคงคลังสูง	ระดับสินค้าคงคลังต่ำ
ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเป็นแบบแบทช์	เปลี่ยนมาใช้รูปแบบการไหลแบบชิ้นเดียว
สินค้าได้จากการพยากรณ์ มีผลให้ไม่แม่นยำในการผลิต และระยะรอบเวลาสูง	ระยะรอบเวลาสั้น ทำให้สินค้าสามารถผลิตตามใบคำสั่งซื้อ
การตัดสินใจของผู้จัดการที่มีความอิสระจากการผลิตในแต่ละวัน	เกิดไหวพริบก่อต่อเมื่อผู้ปฏิบัติงานภูมิใจในผลงานที่ทำ ทำให้งานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และมุ่งเน้นสร้างคุณค่าเพิ่มให้กับลูกค้า
การแสดงความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานจะไม่ถูกพิจารณา และสนับสนุนการปรับปรุงกิจกรรม	ให้ความไว้ใจกับผู้ปฏิบัติงานเรื่องการตัดสินใจ

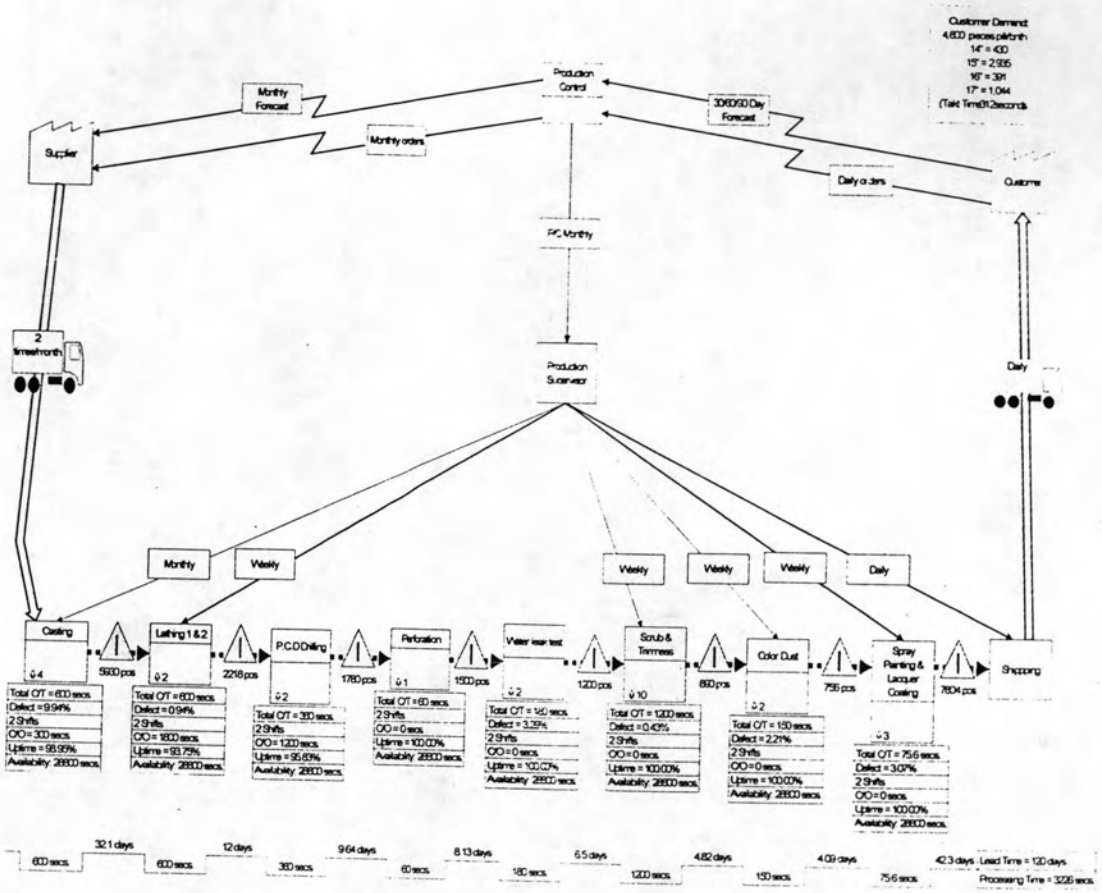
ตารางที่ 4.22 ตารางเปรียบเทียบกลยุทธ์ธุรกิจ ความพอใจของลูกค้า โครงสร้างองค์กร นโยบายกำหนดการผลิต และระบบสารสนเทศของการผลิตแบบเดิม และแบบลีน

หัวข้อที่พิจารณา	การผลิตแบบเดิม	การผลิตแบบลีน
กลยุทธ์ธุรกิจ	แนวคิดประหยัดจากขนาด	มุ่งความต้องการลูกค้า เพื่อสร้างความสามารถการแข่งขันระยะยาว
ความพึงพอใจของลูกค้า	ออกแบบตามความต้องการของผู้ผลิต ผลิตแต่ละรุ่นปริมาณมาก ไม่คำนึงถึงความต้องการลูกค้า	สนองความต้องการลูกค้า ผลิตในสิ่งที่ลูกค้าคาดหวังด้วยปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสม
โครงสร้างองค์กร	จัดโครงสร้าง และสั่งงานเป็นไปตามลำดับชั้น	จัดโครงสร้างแนวราบ เกิดความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลง
นโยบายกำหนดการผลิต	เน้นการผลิตแบบผลัก	เน้นการผลิตแบบดึง
ระบบสารสนเทศ	เน้นแสดงผลทางรายงานเกิดความล่าช้าทางสารสนเทศ	ใช้ระบบการควบคุมด้วยสายตา

เปรียบเทียบแผนผังสภาวการณ์ปัจจุบัน กับแผนผังสภาวการณ์อนาคต สังเกตค่าที่แสดงประสิทธิภาพการผลิต เช่น ค่าเวลานำ เวลารอบการผลิตที่ได้จากภาพกระบวนการผลิต ในสถานการณ์อนาคต มีค่าแสดงประสิทธิภาพดีขึ้นจากกระบวนการผลิตแบบเดิม ซึ่งสามารถนำกระบวนการผลิตใหม่ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงได้ต่อไป

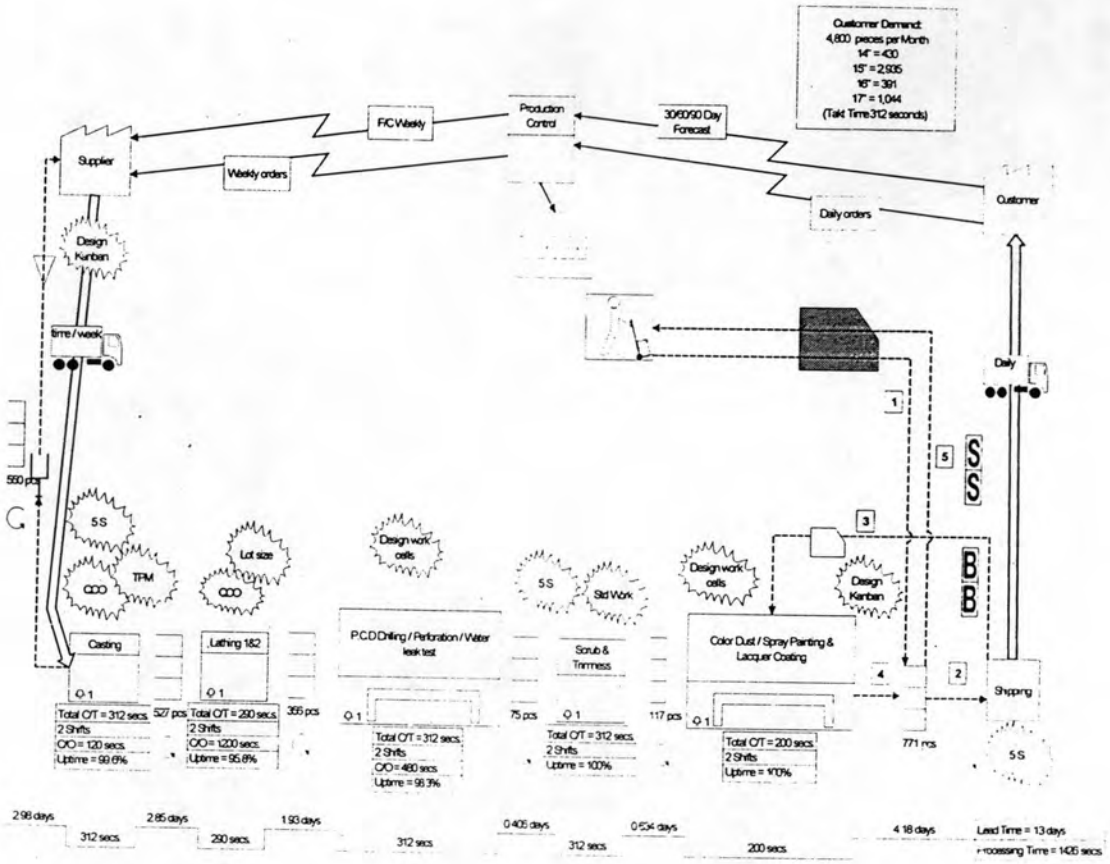
ตามแผนภาพ และตารางที่ 4.19 และ4.20 เป็นการเปรียบเทียบแผนผังสภาวการณ์ปัจจุบันกับแผนผังสภาวการณ์อนาคต ตามตัวชี้วัดลีน (Lean Metrics) ดังที่ได้นำเสนอแล้วข้างต้น ซึ่งจะเห็นว่าหากสามารถนำแนวความคิดในการปรับปรุงไปดำเนินการให้เกิดผลในทางปฏิบัติแล้ว การดำเนินงานในด้านต่างๆก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นจากที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยช่วงเวลานำคาดว่าจะลดลงได้ 89.16 เปอร์เซ็นต์ เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมดลดลง 55.79 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณสินค้าระหว่างทางคงคลังลดลง 88.60 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสินค้าสำเร็จรูปคงคลังลดลง 90.12 เปอร์เซ็นต์

แผนภาพที่ 4.18 แผนภาพ และตารางสรุปสภาวการณ์ปัจจุบัน



หัวข้อที่ใช้เปรียบเทียบแผนผัง	ตัวเลขที่เกิดในสภาวการณ์ปัจจุบัน	หน่วย
Lead Time	120	วัน
Processing Time	3,226	วินาที
ปริมาณสินค้าระหว่างทางคงคลัง	14,274	วง
ปริมาณสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง	7,804	วง

แผนภาพที่ 4.19 แผนภาพ และตารางสรุปสภาวการณ์อนาคต



หัวข้อที่ใช้เปรียบเทียบแผนผัง	ตัวเลขที่เกิดในสภาวการณ์อนาคต	หน่วย
Lead Time	13	วัน
Processing Time	1,426	วินาที
ปริมาณสินค้าระหว่างทางคงคลัง	1,625	วง
ปริมาณสินค้าสำเร็จรูปคงคลัง	771	วง