บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยเพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตในสายการประกอบนั้น จำเป็นต้องทำการศึกษาและมีความเข้าใจในทฤษฎีและเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มอัตราผลผลิตซึ่งประกอบด้วย ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี ระบบการผลิตแบบโตโยต้า รวมถึงเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการอื่นๆ ตลอดจนการศึกษางานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถนำทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆดังกล่าวนั้น มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ได้เลือกนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มอัตราผลผลิต เช่นระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี เพราะเป็นทฤษฎีที่มีบทบาทสำคัญในการลดของเสียลงได้ เพิ่มประสิทธิผลและประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ตลอดจนทำให้เกิดการทำงานที่เป็นระบบมากขึ้น

กรอบและแนวคิดพื้นฐาน

ระบบการผลิตแบบโตโยต้าเป็นวิธีการผลิตสินค้าที่มีเหตุและผลระบบหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเป็นระบบที่มุ่งขจัดองค์ประกอบที่ไม่จำเป็นในการผลิตออกไปอย่างชิ้นเชิง โดยมีเป้าหมายหลักที่จะลดต้นทุนการผลิต ความคิดพื้นฐานของระบบคือผลิตสินค้าเฉพาะชนิดที่ต้องการ เมื่อเวลาที่ต้องการ และด้วยจำนวนที่ต้องการเท่านั้น ซึ่งถ้าทำได้ตามแนวคิดนี้แล้ว วัสดุคงเหลือที่ไม่จำเป็นในรูปของสินค้ากึ่งสำเร็จรูปและสินค้าสำเร็จรูปจะถูกขจัดออกไปจนหมดสิ้น

ถึงแม้ว่าการลดต้นทุนจะเป็นวัตถุประสงค์หลักเบื้องต้นสำคัญที่สุดของระบบ ยังมีวัตถุประสงค์ประกอบอีกสามประการที่จะต้องบรรลุให้ได้เช่นกัน เพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์เบื้องต้นดังกล่าวด้วย วัตถุประสงค์ประกอบสามประการมีดังนี้

1) การควบคุมปริมาณ (Quantity Control) ซึ่งทำให้ระบบสามารถปรับตัวเองให้สอดคล้องกับความแปรปรวนของความต้องการสินค้าในแต่ละวันในแต่ละเดือนได้ ทั้งในแง่ปริมาณและชนิดของสินค้า

2) *การประกันคุณภาพ (Quality Assurance)* ซึ่งรับประกันว่าในแต่ละกระบวนการผลิตจะส่งผลผลิตที่ดีเท่านั้นไปยังกระบวนการผลิตถัดไป

3) *เคารพความเป็นมนุษย์ (Respect-For-Humanity)* ซึ่งจะต้องได้รับการปลูกฝังไปพร้อมกับที่ระบบผลิตได้ใช้ทรัพยากรมนุษย์ในการบรรลุวัตถุประสงค์ของการลดต้นทุน

วัตถุประสงค์ประกอบอันใดอันหนึ่งข้างต้น ไม่สามารถมีขึ้นโดยโดดเดี่ยวหรือบรรลุได้โดยลำพังโดยไม่กระทบกระเทือนซึ่งกันและกัน และกระทบกระเทือนวัตถุประสงค์หลักในการลดต้นทุน และระบบนี้ไม่สามารถบรรลุถึง วัตถุประสงค์หลักได้หากไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ประกอบทั้งสามประการเสียก่อน

วัตถุประสงค์ทั้งหมดเป็นผลผลิต (Outputs) ของระบบเดียวกัน ซึ่งมีผลิตผล (Productivity) เป็นจุดหมายสูงสุดและวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังกล่าวเป็นแนวคิดชี้นำในการที่ระบบจะพยายามบรรลุถึงวัตถุประสงค์แต่ละประการที่ได้ตั้งไว้

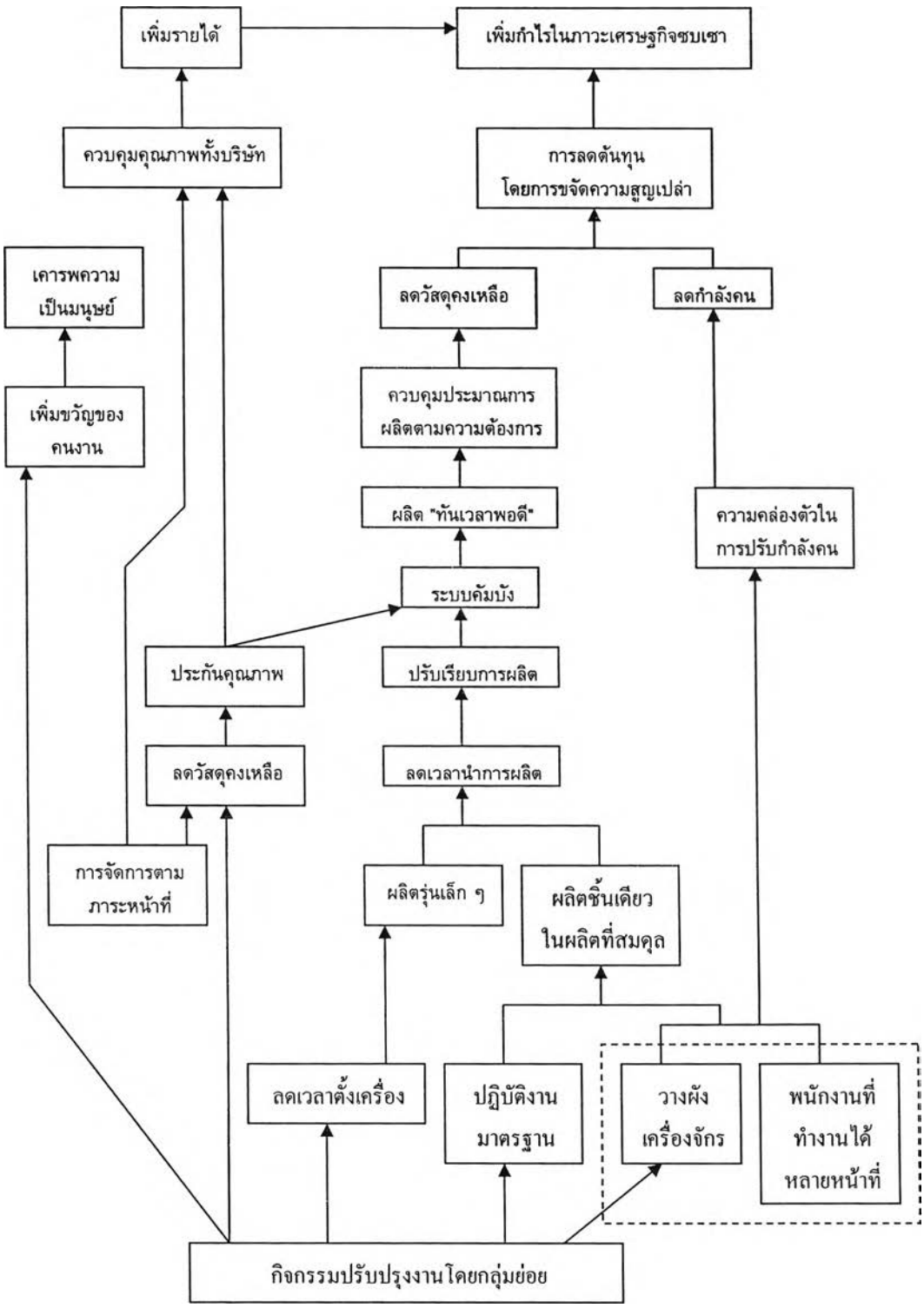
รูปที่ 2.1 แสดงถึงกรอบและภาพรวมของระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยแสดงถึงผลผลิตหรือผลลัพธ์ระบบทางด้านต้นทุน คุณภาพ และความเป็นมนุษย์ พร้อมทั้งปัจจัยและส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบผลิตนี้

การไหลอย่างต่อเนื่องของการผลิต โดยมีการปรับระดับการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการทั้งทางด้านปริมาณและชนิดของสินค้าที่ผลิตนั้น เป็นไปได้โดยอาศัยแนวคิดสองประการ คือ "ทันเวลาพอดี" (Just-In-Time) และ "การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ" (Autonomation) แนวคิดสองประการนี้เปรียบได้เหมือนกับเสาหลักที่ค้ำจุนระบบการผลิตแบบโตโยต้า "ทันเวลาพอดี" หมายถึง การผลิตชนิดของสินค้าที่จำเป็นในปริมาณที่จำเป็นเมื่อเวลาที่จำเป็น ส่วน "การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ" หมายความอย่างคร่าว ๆ ถึงการควบคุมของเสียไม่ให้เกิดขึ้นมาด้วยตัวเอง ซึ่งสนับสนุนสภาพ "ทันเวลาพอดี" โดยไม่ยอมให้ของเสียถูกส่งผ่านจากกระบวนการผลิตก่อนหน้า (Preceding Process) ไปยังกระบวนการผลิตหลังหรือถัดมา (Subsequent Process) อันจะก่อให้เกิดการติดขัดที่กระบวนการผลิตนั้น

แนวคิดอีกสองประการที่เป็นส่วนสำคัญของระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้แก่ แรงงานยืดหยุ่น ซึ่งหมายถึง การปรับระดับจำนวนคนงานให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของสินค้า และความคิดสร้างสรรค์หรือแนวคิดประดิษฐกรรมซึ่งใช้ประโยชน์จากการแนะนำหรือเสนอแนะของคนงาน

โตโยต้าได้สร้างระบบและวิธีการดังต่อไปนี้ ตามแนวทางของแนวคิดทั้งสี่ข้างต้น

- ระบบคัมบัง (Kanban System) เพื่อที่จะมีการผลิตแบบ "ทันเวลาพอดี"
- วิธีการปรับเรียบการผลิต (Smoothing Of Production) เพื่อปรับตัวให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการสินค้า
- ลดเวลาตั้งเครื่อง (Setup Time) เพื่อลดเวลานำการผลิต (Production Lead Time)
- กำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standardization Of Operations) เพื่อความสมดุลของสายการผลิต (Line Balancing)
- การวางผังติดตั้งเครื่องจักร และมีคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่ (Multi-Function Workers) เพื่อสนับสนุนแนวคิดแรงงานยืดหยุ่น (Flexible Workforce)
- กิจกรรมปรับปรุงงานโดยกลุ่มคนขนาดเล็ก และระบบการเสนอความคิดเห็น เพื่อที่จะลดจำนวนคนงานและเพิ่มขวัญและกำลังใจของคนงานไปพร้อม ๆ กัน
- ระบบควบคุมแบบมองเห็นได้ (Visual Control System) เพื่อให้บรรลุแนวคิดการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation)
- ระบบการจัดการตามภาระหน้าที่ (Functional Managements) เพื่อสนับสนุนการควบคุมคุณภาพแบบทั้งบริษัท (Company-Wide Quality Control) และอื่น ๆ



รูปที่ 2.1 การปรับปรุงเรื่องต้นทุน คุณภาพ และความเป็นมนุษย์
ของระบบการผลิตแบบโตโยต้า

2.1.1 การผลิตแบบ "ทันเวลาพอดี"

แนวคิดที่จะผลิตชนิดของสินค้าที่จำเป็น ในปริมาณที่จำเป็น เมื่อถึงเวลาที่จำเป็น จะเรียกสั้น ๆ ว่าการผลิตแบบทันเวลาพอดี ยกตัวอย่าง เช่น ในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อผลิตรถยนต์คันหนึ่งนั้น สายการประกอบย่อย (Subassemblies) ที่จำเป็นจากกระบวนการก่อนหน้าจะต้องมาถึงสายการประกอบรถยนต์ เมื่อถึงเวลาที่จะทำการประกอบด้วยปริมาณที่ต้องการพอดี ถ้าสภาพ "ทันเวลาพอดี" ได้รับการปฏิบัติอย่างทั่วถึงในบริษัทแล้ว วัสดุคงเหลือต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็นในโรงงานจะถูกขจัดไปอย่างสิ้นเชิง และทำให้ไม่จำเป็นต้องมีโกดังหรือสโตร์เก็บของอีกต่อไป ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัสดุคงเหลือก็แทบจะไม่ต้องเสีย ส่งผลให้อัตราการหมุนเวียนของทุนเพิ่มสูงขึ้น

อย่างไรก็ดี การที่จะใช้แนวทางการวางแผนการผลิตแบบส่วนกลาง ที่ออกคำสั่งผลิตไปยังหน่วยผลิตต่าง ๆ พร้อมกัน จะทำให้เป็นการยากที่จะบรรลุถึงสภาพ "ทันเวลาพอดี" ในแต่ละกระบวนการผลิตสินค้า เช่น รถยนต์ซึ่งมีชิ้นส่วนเป็นพัน ๆ ชิ้น ดังนั้นในระบบโตโยต้าจึงจำเป็นที่จะต้อง "มอง" ระบบการผลิตที่มีการไหลในทางตรงกันข้าม นั่นคือให้พนักงานในกระบวนการผลิตหลังไปที่กระบวนการผลิตหน้า เพื่อ "ดึง" ของหรือชิ้นส่วนที่จำเป็น ในปริมาณที่จำเป็น เมื่อถึงเวลาที่จำเป็น กระบวนการผลิตหน้าที่ถูกดึงของไปก็เพียงแต่ทำหน้าที่ผลิตสิ่งนั้นด้วยปริมาณที่เพียงพอกับจำนวนที่ถูกดึงไปเท่านั้น

ในระบบนี้ชนิดของสินค้าและจำนวนหน่วยที่ต้องการจะปรากฏอยู่บนบัตรซึ่งเรียกว่า คัมบัง คัมบังนี้จะถูกส่งจากกระบวนการหลังไปยังคนงานที่กระบวนการหน้า ดังนั้นหน่วยผลิตต่าง ๆ ในโรงงานจะถูกต่อกันหมดเป็นลำดับ ซึ่งการต่อในลักษณะดังกล่าว ทำให้มีการควบคุมปริมาณที่จำเป็นของสินค้าต่าง ๆ ภายในโรงงานได้ง่ายและดีขึ้น

ในระบบการผลิตแบบโตโยต้า ระบบคัมบังจะต้องได้รับการสนับสนุนด้วยวิธีการต่าง ๆ 6 ประการ

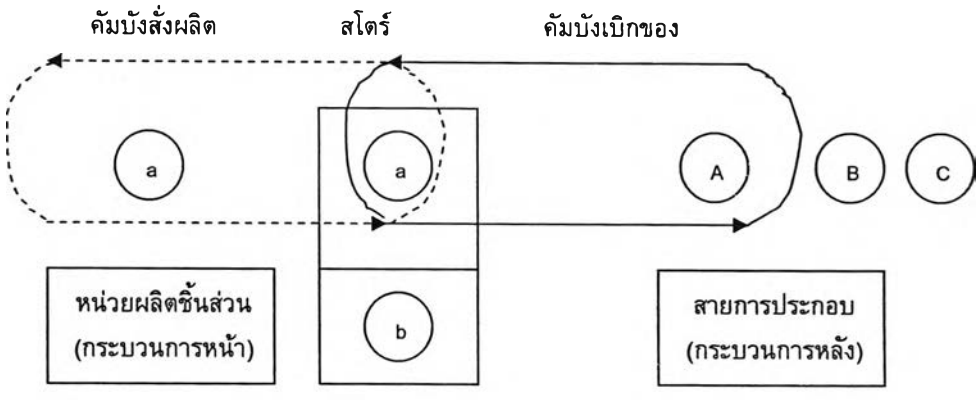
- การปรับเรียบการผลิต (Smoothing Of Production)
- การลดเวลาการตั้งเครื่องจักร (Reduction Of Setup Time)
- การวางผังติดตั้งเครื่องจักร (Design Of Machine Layout)
- การกำหนดมาตรฐานของงาน (Standardization Of Jobs)
- กิจกรรมปรับปรุงงาน (Improvement Activities)
- การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation)

2.1.2 ระบบคัมบัง

มีหลายคนเข้าใจผิด เรียกระบบการผลิตแบบโตโยต้าว่าเป็นระบบคัมบัง ความจริงระบบการผลิตแบบโตโยต้าเป็นวิธีการผลิตสินค้า ในขณะที่ระบบคัมบังเป็นวิธีการที่จะจัดการให้มีการผลิตแบบ "ทันเวลาพอดี" กล่าวอย่างสั้น ๆ ระบบคัมบังคือระบบข่าวสารที่ช่วยควบคุมปริมาณการผลิตในทุกกระบวนการให้สอดคล้องสมดุลกัน แต่ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ระบบคัมบังในระบบผลิต การบรรลุถึงสภาพ "ทันเวลาพอดี" จะเป็นไปได้ยากหากไม่มีการสนับสนุนจากวิธีการทั้งหกที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

คัมบัง เป็นบัตรซึ่งปกติใส่ไว้ในซองพลาสติก ที่ใช้กันอยู่มีสองชนิด คือ คัมบังเบิกของ (Withdrawal Kanban) และคัมบังสั่งผลิต (Production-Ordering Kanban) คัมบังเบิกของจะมีรายละเอียดของจำนวนชิ้นของสินค้าที่กระบวนการหลังจะดึงจากกระบวนการหน้า ในขณะที่คัมบังสั่งผลิตจะแสดงถึงปริมาณที่กระบวนการหน้าจะต้องผลิตในลักษณะดังกล่าว คัมบังจะเป็นสื่อให้ข่าวสารทางด้านจำนวนชิ้นของสินค้าที่จะถูกดึงและผลิต เพื่อให้บรรลุถึงสภาพ"ทันเวลาพอดี"

สมมุติว่าเราผลิตสินค้าชนิด A,B และ C ในสายประกอบสายหนึ่ง ชิ้นส่วนที่จำเป็นในการผลิตมี ชิ้นส่วน a และชิ้นส่วน b ซึ่งผลิตโดยกระบวนการหน้า ดังปรากฏในรูปที่ 2.2 ชิ้นส่วน a และชิ้นส่วน b เมื่อถูกผลิตขึ้นแล้วจะเก็บไว้ที่สโตร์ข้างหน่วยผลิต และคัมบังสั่งผลิตจะถูกติดไว้กับชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นนี้ ผู้ขนส่งจากสายการประกอบซึ่งกำลังประกอบผลิตภัณฑ์ A จะไปยังสโตร์ของหน่วยผลิตเพื่อเบิกถอนชิ้นส่วน a เท่าที่จำเป็น โดยนำคัมบังเบิกของไปด้วย และที่สโตร์ของชิ้นส่วน a เขาจะหยิบกล่องบรรจุชิ้นส่วน a ตามจำนวนของคัมบังเบิกของ และจะปลดคัมบังสั่งผลิตที่ติดอยู่กับชิ้นส่วน a ออกจากกล่องเหล่านี้ไว้ที่สโตร์ จากนั้นเขาก็จะนำกล่องชิ้นส่วน a ไปยังสายการประกอบพร้อมกับคัมบังเบิกของ และจะปลดคัมบังสั่งผลิตที่ติดอยู่กับชิ้นส่วน a ออกจากกล่องเหล่านี้ไว้ที่สโตร์ จากนั้นเขาก็จะนำกล่องชิ้นส่วน a ไปยังสายการประกอบพร้อมกับคัมบังเบิกของ



รูปที่ 2.2 การไหลของคัมบังสองชนิด

ในเวลาเดียวกัน คัมบังสั่งผลิตที่โดนปลดไว้ที่สโตร์ชิ้นส่วน a ของหน่วยผลิตจะแสดงถึงจำนวนหน่วยของชิ้นส่วนที่โดนเบิกไป บัตรคัมบังเหล่านี้จะเป็นเสมือนคำสั่งผลิตให้แก่หน่วยผลิตในกระบวนการหน้า ซึ่งชิ้นส่วน a ก็จะถูกผลิตขึ้นตามปริมาณที่ระบุไว้ตามจำนวนบัตรคัมบังสั่งผลิต ตามปกติในหน่วยผลิตดังกล่าว ชิ้นส่วน a และชิ้นส่วน b จะถูกเบิกไปทั้งคู่ แต่ชิ้นส่วนเหล่านี้จะถูกผลิตขึ้นตามลำดับการโดยปลดออกจากคัมบังสั่งผลิต หรืออีกนัยคือตามลำดับการเบิกถอนของชิ้นส่วนโดยสายการประกอบ

2.1.3 การปรับระดับการผลิต

เรามาพิจารณาการปรับระดับการผลิตโดยใช้คัมบัง สมมุติว่าในกระบวนการผลิตเครื่องยนต์ ซึ่งจะต้องผลิต 100 เครื่องต่อวัน กระบวนการหลังหรือถัดมาต้องการรุ่นละ 5 เครื่อง โดยใช้คัมบังเบิกถอนในแต่ละครั้งซึ่งจะมีการเบิกถอนกันวันละ 20 รุ่น ซึ่งหมายถึงว่ามีการผลิตเครื่องยนต์วันละ 100 เครื่องพอดี

ในแผนการผลิตดังกล่าว ถ้าหากมีความจำเป็นที่จะต้องลดระดับการผลิตลง 10 % ในทุกกระบวนการเพื่อที่จะปรับระดับการผลิตในการวางแผน กระบวนการสุดท้ายในตัวอย่างนี้ก็จะเบิกถอนเครื่องยนต์ 18 รุ่น หรือ ครั้งในหนึ่งวัน ดังนั้นหน่วยผลิตเครื่องยนต์จะผลิตเพียง 90 เครื่องต่อวัน สำหรับเวลาที่เหลือในแต่ละวัน เนื่องจากไม่ได้ผลิตเครื่องยนต์อีก 10 เครื่อง จะเป็นการหยุดพักของคนงานในหน่วยผลิตนี้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าเผื่อว่ามีความจำเป็นจะต้องเพิ่มอัตราการผลิตขึ้น 10 % กระบวนการท้ายสุดจะเบิกถอนเครื่องยนต์ 22 รุ่นหรือครั้งต่อวันซึ่งหน่วยผลิตเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นกระบวนการหน้าจะต้องผลิตให้ได้ 110 เครื่องต่อวัน ซึ่ง 10 เครื่องที่เพิ่มขึ้นจะผลิตในช่วงล่วงเวลา (Overtime)

ถึงแม้ว่าระบบการผลิตแบบโตโยต้า มีปรัชญาในการบริหารการผลิตว่าหน่วยของสินค้าจะถูกผลิตขึ้นโดยไม่มีเวลาเผื่อหรือเผื่อสินค้าคงเหลือไว้เลย โดยถือว่าทรัพยากรมนุษย์ เครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ใช้ในการผลิตจะอยู่ในสภาพสมบูรณ์ครบถ้วนอยู่ตลอดเวลา แต่ความเสี่ยงและปัญหาซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในการผลิตก็ยังมีอยู่ ซึ่งแก้ไขได้โดยการใช้การทำงานล่วงเวลา และการปรับปรุงงาน กรรมวิธีการผลิต อุปกรณ์และเครื่องจักร ในทุกกระบวนการผลิต

2.1.4 การปรับเรียบการผลิต

การปรับเรียบการผลิตเป็นเงื่อนไขที่สำคัญในการผลิตให้ "ทันเวลาพอดี" และเพื่อเป็นการลดเวลาว่างของคนงาน ลดปริมาณเครื่องจักรและชิ้นส่วนที่อยู่ระหว่างผลิต (Work in Process) ดังนั้น ถือได้ว่าการปรับเรียบการผลิตเป็นหัวใจที่สำคัญของระบบการผลิตแบบโตโยต้า

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า กระบวนการหลังจะต้องไปยังกระบวนการหน้าเพื่อเบิกของชนิดที่จำเป็น ในเวลาที่จำเป็น ตามจำนวนที่จำเป็น ภายใต้กฎการผลิตดังกล่าว ถ้ากระบวนการหลังดึงชิ้นส่วนในลักษณะที่ไม่แน่นอนทั้งเวลาที่ดึงและปริมาณที่ดึงแล้ว จะทำให้กระบวนการหน้ามีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมของคงเหลือ เครื่องจักรและคนงานเผื่อไว้มากมายเพื่อให้สามารถปรับได้กับอัตราการเปลี่ยนแปลงของจำนวนของที่ต้องการ และถ้าหากมีกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องเป็นลำดับหลาย ๆ กระบวนการ ยอดแปรผันของปริมาณที่ถูกดึงโดยกระบวนการหลังจะยิ่งเพิ่มขึ้นทุกที เมื่อเรา "มอง" ย้อนกลับไปยังกระบวนการผลิตที่มาก่อนหน้าตามลำดับ เพื่อเป็นการป้องกันยอดการแปรผันมาก ๆ ดังกล่าวในสายการผลิต รวมทั้งบริษัทภายนอกซึ่งส่งของให้โรงานด้วย เราจะต้องมีความพยายามที่จะลดการเปลี่ยนแปลงในระดับการผลิตในสายการประกอบขั้นสุดท้าย (Final Assembly Line) ดังนั้น ในสายการประกอบรถยนต์สำเร็จรูป ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายของโรงงานโตโยต้า จะทำการผลิตรถยนต์แต่ละชนิดด้วยรุ่นที่มีขนาดเล็กที่สุด ถ้าเป็นไปได้จะบรรลุถึงสภาพของการผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อ (One Piece Production and Conveyance) โดยสายการประกอบรถยนต์จะได้รับชิ้นส่วนที่จำเป็นด้วยรุ่นที่มีขนาดเล็กสุด (หนึ่งชิ้น) จากกระบวนการหน้าทั้งหลาย หรืออีกนัยหนึ่ง การปรับเรียบการผลิตเป็นการลดความแปรผันในจำนวนของชิ้นส่วนที่ถูกดึง ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ถูกผลิตขึ้นโดยสายการประกอบย่อย (Subassemblies) ซึ่งจะทำให้สายการประกอบย่อยผลิตชิ้นส่วนด้วยอัตราที่คงที่หรือด้วยจำนวนที่คงที่ในแต่ละชั่วโมง การปรับเรียบการผลิตดังกล่าวจะยกตัวอย่างได้ดังนี้ สมมุติว่ามีสายการผลิตหนึ่งซึ่งจะต้องผลิตรถโคโรน่า 10000 คัน โดยใช้เวลาทำการ 20วันในหนึ่งเดือน และวันหนึ่งมีเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง ภายในจำนวนรถโคโรน่า 10000 คันแบ่งออกเป็น ซีดาน 5000 คัน ฮาร์ดท้อป 2500 คันและแวกกอน 2500 คัน หารตัวเลขเหล่านี้ด้วยวันทำการ 20 วัน

จะได้ซีดาน 250 คัน/วัน ฮาร์ดท้อป 125 คัน/วัน และแวกกอน 125 คัน/วัน ดังนั้น ในแต่ละวันก็จะประกอบรถทั้งแบบ ซีดาน ฮาร์ดท้อปและแวกกอนคละกันไปตามอัตราดังกล่าว นี่คือตัวอย่างการปรับเรียบการผลิตโดยเฉลี่ยตามจำนวนวันตาม แต่ละชนิดของรถยนต์ที่จะต้องผลิตในแต่ละวัน การปรับเรียบการผลิตในขั้นต่อไป คือ เปรียบเทียบสัดส่วนของอัตราการผลิตต่อวันที่ต้องการของรถทั้งสามชนิด ได้แก่ 250:125:125 หารด้วย"ตัวหารร่วมมาก" ก็จะได้สัดส่วน 2:1:1 ซึ่งหมายความว่ารถโคโรน่าทุก ๆ สี่คันที่ผลิตขึ้นจะประกอบด้วย ซีดาน 2 คัน ฮาร์ท้อป 1 คัน และแวกกอน 1 คัน

ภายในวันทำงาน ซึ่งมีเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง (480 นาที) จะต้องผลิตรถโคโรน่าทั้ง 500 คัน ดังนั้นรอบเวลาต่อหน่วย (Unit Cycle time) หรือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการที่ใช้ในการผลิตรถโคโรน่าชนิดใดก็ตามได้หนึ่งคัน คือ 0.96 นาที (480/500) หรือประมาณ 57.5 วินาที

การผสมที่ถูกส่วนหรือการจัดลำดับการผลิตของรถทั้งสามชนิดสามารถพิจารณาได้จากการเปรียบเทียบรอบเวลา (Cycle Time) ในการผลิตรถแต่ละชนิดจำนวนหนึ่งคัน กับเวลาที่กำหนดให้สูงสุดที่จะผลิตรถโคโรน่าชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่นตัวอย่าง เวลาสูงสุดที่กำหนดให้ผลิตรถโคโรน่าชนิดซีดาน พิจารณาได้โดยการหารเวลาทำงาน (480 นาที) ด้วยจำนวนรถซีดานที่จะต้องผลิตในหนึ่งวันทำงาน (250 คัน) ซึ่งในกรณีนี้เวลาสูงสุดเท่ากับ 1 นาที 55 วินาที ซึ่งหมายความว่ารถซีดานหนึ่งคันจะต้องถูกผลิตขึ้นทุก ๆ 1 นาที 55 วินาที เปรียบเทียบช่วงเวลาดังกล่าวกับรอบเวลา 57.5 วินาที จะเห็นว่าสามารถผลิตรถอีกชนิดหนึ่งได้จำนวนหนึ่งคันระหว่างเวลาที่ผลิตรถซีดานเสร็จหนึ่งคันกับเวลาที่จะต้องเริ่มผลิตรถซีดานอีกหนึ่งคัน ดังนั้นลำดับการผลิตควรเป็น ซีดาน-ชนิดอื่น-ซีดาน-ชนิดอื่น-ฯลฯ

เวลาสูงสุดที่จะผลิตรถแวกกอนหรือฮาร์ดท้อป คือ 3 นาที 50 วินาที (480/125) เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขนี้กับรอบเวลา 57.5 วินาที จะเห็นว่าสามารถผลิตรถชนิดอื่นใดก็ได้อีก 3 คันระหว่างการผลิตแวกกอนหรือ ฮาร์ดท้อป ถ้าหากว่ารถแวกกอนได้รับการจัดลำดับต่อจากการผลิตรถซีดานคันแรก ลำดับของการผลิตของรถทั้งสามชนิดก็จะเป็น ซีดาน-แวกกอน-ซีดาน-ฮาร์ดท้อป-ซีดาน-แวกกอน-ซีดาน-ฮาร์ดท้อป-ซีดาน ฯลฯ และนี่คือตัวอย่างของการปรับเรียบการผลิตในแง่ของการผลิตสินค้าหลาย ๆ ชนิด

ทีนี้มาพิจารณาถึงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตจริง ๆ ซึ่งจะเห็นว่าเกิดการขัดแย้งกันระหว่างชนิดหลากหลายของสินค้าที่ผลิต กับวิธีการปรับเรียบการผลิต ถ้าในกรณีที่ไม่ต้องผลิตสินค้าหลายชนิด การมีเครื่องจักรจำเพาะสำหรับผลิตสินค้าชนิดเดียวจำนวนมาก (Mass Production) จะเป็นอาวุธที่ทรงพลังในการลดต้นทุนการผลิตได้อย่างแน่นอน แต่ที่โตโยต้ามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผลิตรถออกมาหลายชนิด ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในแง่

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของแบบ ยาง อุปกรณ์เผื่อเลือก (Options) สีและอื่น ๆ จากตัวอย่างจริงจะมีโคโรน่าประมาณสามถึงสี่พันชนิดที่ถูกผลิตขึ้น ดังนั้นการที่จะส่งเสริมการปรับเรียบการผลิตให้สอดคล้องกับความหลากหลายของชนิดของสินค้า จึงจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องจักรที่ยืดหยุ่นได้ หรือ "Flexible Machines" โตโยต้าได้กำหนดกระบวนการผลิตที่สามารถทำให้เครื่องจักรดังกล่าวทำประโยชน์ได้อย่างกว้างหลายอย่างด้วยกัน โดยการติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์เพิ่มเท่าที่จำเป็นบนเครื่องจักรเหล่านั้น

ข้อดีประการหนึ่งของการปรับเรียบการผลิต ที่จะตอบสนองความหลากหลายของชนิดของสินค้าที่ผลิตคือ เป็นระบบที่สามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับความแปรผันในความต้องการของลูกค้า โดยการค่อย ๆ เปลี่ยนจำนวนครั้งที่ผลิต/เบิกของ โดยไม่ต้องเปลี่ยนขนาดของรุ่นที่ผลิต/เบิกของในแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งก็คือการปรับระดับการผลิต (Fine-Tuning Production) โดยใช้คัมบัง

ในการที่จะปรับเรียบการผลิตดังกล่าวได้ จะต้องมีการลดเวลานำการผลิตให้สั้นลง เพื่อที่จะสามารถผลิตสินค้าชนิดต่าง ๆ ได้อย่างทันเวลาและรวดเร็ว ซึ่งการลดเวลานำการผลิตดังกล่าวจะต้องมีการลดเวลาตั้งเครื่องให้สั้นลงเพื่อที่จะทำให้ขนาดของรุ่นที่จะผลิตเล็กลงด้วย

2.1.5 ปัญหาการตั้งเครื่อง

ประเด็นหรือจุดที่ยากที่สุดในการส่งเสริมการผลิตแบบปรับเรียบการผลิต คือ ปัญหาการตั้งเครื่องในกระบวนการขึ้นรูปโดยการอัด (Pressing Process) สามัญสำนึกจะบอกเราว่าการลดต้นทุนการผลิตจะทำได้โดยการใช้แบบแม่พิมพ์ (Die) ชนิดเดียวไปนาน ๆ ซึ่งจะทำให้มีการผลิตทีเดียวได้รุ่นขนาดใหญ่ที่สุด เพื่อจะได้ไม่ต้องตั้งเครื่องบ่อย เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่อง (Setup Costs) แต่ว่าภายใต้สภาวการณ์ที่กระบวนการสุดท้ายได้ปรับเรียบการผลิตและลดสต๊อคหรือของคงเหลือระหว่างตัดและอัดขึ้นรูป (Punch Press) กับสายการประกอบตัวถังที่อยู่ถัดมา แผนกตัดและอัดขึ้นรูปซึ่งเป็นกระบวนการหน้าจะต้องทำการตั้งเครื่องได้เร็วและทำบ่อยครั้งซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแบบแม่พิมพ์บนเครื่องตัด และอัดขึ้นรูปให้สอดคล้องกับความหลากหลายของชนิดสินค้าซึ่งถูกเบิกหรือดึงโดยกระบวนการหลัง

ที่โรงงานโตโยต้าในญี่ปุ่น เวลาในการตั้งเครื่องในแผนกตัดและอัดขึ้นรูป เคยใช้ประมาณ 2-3 ชั่วโมงในช่วง พ.ศ. 2488-2497 เวลาดังกล่าวได้ถูกลดลงมาเหลือเพียง 15 นาที ในระหว่างปี 2498-2507 และหลังจากปี 2513 เวลาในการตั้งเครื่องแต่ละครั้งเหลือเพียง 3 นาทีเท่านั้น

2.1.6 การออกแบบกระบวนการผลิต

แต่เดิมมาในโรงงานจะมีกาจัดให้เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจาะ อยู่กันเป็นเฉพาะกลุ่มของตัวเองโดยเครื่องชนิดเดียวกัน จะเรียงอยู่ใกล้ ๆ กัน และเครื่องหนึ่งจะมีคนงานประจำอยู่หนึ่งคน อย่างเช่นช่างกลึงแต่ละคนจะรับผิดชอบทำงานอยู่กับเครื่องกลึงแต่ละเครื่อง

ตามแนวคิดของระบบการผลิตแบบโตโยต้า การวางผังเครื่องจักรจะถูกจัดใหม่หมดเพื่อที่จะทำให้การไหลในกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างราบรื่น ดังนั้นคนงานแต่ละคนจะสามารถปฏิบัติการได้กับเครื่องจักรทั้งสามชนิดคือคนงานคนหนึ่งจะรับผิดชอบทั้งเครื่องกลึง เครื่องกลัดและเครื่องเจาะในเวลาเดียวกัน หรืออีกนัยหนึ่ง คนงานที่ทำงานได้หน้าที่เดียว ซึ่งเป็นแนวคิดเดิมที่โตโยต้าเคยยึดถือได้ถูกเปลี่ยนให้เป็น คนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่

ในสายการผลิตแบบโตโยต้านี้ คนงานหนึ่งคนจะรับผิดชอบปฏิบัติงานกับเครื่องจักรหลายเครื่องของกระบวนการต่าง ๆ ทีละเครื่อง และจะปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการเป็นลำดับไปจนกระทั่งเสร็จภายในหนึ่งรอบเวลา ผลที่ได้คือการนำชิ้นงานใหม่เข้าสายการผลิตจะสมดุลกับเวลาเสร็จของสินค้ารูปหนึ่งหน่วย ซึ่งได้รับการสั่งให้ผลิตให้เสร็จในหนึ่งรอบเวลา การผลิตแบบนี้เรียกว่า"การผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อ" ซึ่งการจัดผังเครื่องจักรใหม่แบบนี้จะทำให้เกิดประโยชน์หลายประการดังนี้

- ของคงเหลือที่ไม่จำเป็นระหว่างกระบวนการผลิตจะถูกขจัดออกไป
- แนวคิด"คนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่" จะช่วยลดจำนวนคนงานที่ต้องการจริงลง เป็นการเพิ่มผลิตผล
- เมื่อคนงานทำงานได้หลายหน้าที่ เขาเหล่านั้นสามารถมีส่วนร่วมในระบบของโรงงาน ซึ่งทำให้มีความรู้สึกที่ดีต่องานของเขา
- เมื่อมีคนงานทำงานได้หลายหน้าที่ ทำให้มีการทำงานเป็นทีม และช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้

แนวคิด"คนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่" เป็นวิธีการของญี่ปุ่นโดยเฉพาะ เพราะแต่ละบริษัทในญี่ปุ่นมีสหภาพบริษัทอยู่สหภาพเดียว ซึ่งทำให้การเคลื่อนย้ายคนงานไปทำงานกับเครื่องจักรต่าง ๆ นั้น ทำได้ง่ายไม่ค่อยมีปัญหา สำหรับบริษัทในยุโรปและอเมริกาที่มีสหภาพหลายสหภาพ ซึ่งแบ่งตามความชำนาญของคนงานในโรงงานเดียวกัน เช่น ช่างกลึงจะทำงานกลึงบนเครื่องกลึงโดยเฉพาะเท่านั้น และปกติจะไม่ยอมทำงานอย่างอื่น การที่บริษัทเหล่านั้นจะนำระบบการผลิตแบบโตโยต้าไปใช้ อาจจะเกิดอุปสรรคและปัญหาในจุดนี้ได้

2.1.7 การกำหนดมาตรฐานของงาน

การปฏิบัติงานมาตรฐานของโตโยต้าจะแตกต่างไปเล็กน้อย จากการปฏิบัติงานธรรมดาทั่วไป โดยจะมีการแสดงถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานตามลำดับของคนงานคนหนึ่ง ซึ่งรับผิดชอบกับเครื่องจักรหลายชนิด ในฐานะที่เป็นคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่

แผ่นป้ายที่บอกมาตรฐานการปฏิบัติงานจะมีอยู่สองชนิด คือแผ่นป้ายขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operations Routine Sheet) ซึ่งเหมือนกับผังแสดงการทำงานของคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart) และแผ่นป้ายการปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Operations Sheet) ซึ่งจะติดไว้ในโรงงานให้ทุกคนได้เห็น ในแผ่นป้ายการปฏิบัติงานมาตรฐานจะระบุถึงรอบเวลา ขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐาน และจำนวนมาตรฐานของชิ้นงานระหว่างผลิต

รอบเวลา (Cycle Time or Tact Time) เป็นจำนวนนาทีและวินาทีที่ระบุไว้เป็นมาตรฐานว่าทุกสายการผลิตจะต้องผลิตให้ได้สินค้าหนึ่งชิ้นภายในช่วงเวลานั้น เวลาของรอบเวลาคำนวณโดยใช้สูตรสองสูตรจะต้องกำหนดผลิผลิตที่จำเป็นต่อเดือนจากด้านความต้องการสินค้า จากนั้นก็ใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{ผลผลิตที่จำเป็นต่อวัน} = \frac{\text{ผลผลิตที่จำเป็นต่อเดือน}}{\text{จำนวนวันทำการในหนึ่งเดือน}} \qquad (2.1)$$

$$\text{รอบเวลา} = \frac{\text{จำนวนชั่วโมงทำงานในหนึ่งวัน}}{\text{ผลิตผลที่จำเป็นต่อวัน}} \qquad (2.2)$$

แผนกผลิตทุกแผนกจะได้รับการแจ้งถึงผลผลิตที่จำเป็นต่อวัน และรอบเวลาจากสำนักวางแผนกลางเพียงครั้งเดียวเป็นการล่วงหน้าหนึ่งเดือน ผู้จัดการในแต่ละแปนกผลิตจะพิจารณาถึงจำนวนคนงานที่จำเป็นต้องใช้ในแปนกในการที่จะผลิตสินค้าในส่วนที่แผนกรับผิดชอบได้หนึ่งหน่วยในแต่ละรอบเวลา คนงานในโรงงานทั้งหมดจะได้รับการจัดวางตำแหน่งใหม่โดยที่แต่ละกระบวนการจะผลิตได้โดยใช้จำนวนคนงานน้อยที่สุด

ข่าวสารการผลิตของแต่ละกระบวนการ จะไม่มาจากคัมบังเพียงแหล่งเดียวเท่านั้น กล่าวคือคัมบังเป็นชนิดของข่าวสารการผลิตที่ให้ในระหว่างเดือนที่ทำการผลิต ในขณะที่ปริมาณผลิตประจำวันและรอบเวลา จะเป็นของข่าวสารที่ให้ล่วงหน้าเพื่อที่จะได้มีการเตรียมแผนลำดับการผลิตแม่บท (Master Production Schedule) ทั่วทั้งโรงงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐานบ่งบอกถึงลำดับของการปฏิบัติงาน ซึ่งคนงานแต่ละคนจะต้องปฏิบัติในกระบวนการทั้งหลายในแผนกผลิตของตน นั่นคือเป็นคำสั่งให้คนงานหยิบชิ้นงาน ใส่ชิ้นงานเข้าเครื่อง และปลดชิ้นงานออกหลังจากที่เครื่องจักรได้ทำงานของมันเสร็จแล้ว คำสั่งการปฏิบัติงานนี้จะมีสำหรับเครื่องจักรทั้งหลายที่เขารับผิดชอบอยู่ การสมดุลของสายการผลิต (Line balancing) จะมีได้ระหว่างคนงานแผนกเดียวกัน เนื่องจากคนงานแต่ละคนจะปฏิบัติงานในส่วนของตนให้เสร็จภายในนึ่งรอบเวลา

จำนวนมาตรฐานของชิ้นงานระหว่างผลิต คือจำนวนต่ำสุดที่จำเป็นของชิ้นงานระหว่างผลิต ซึ่งรวมถึงชิ้นงานซึ่งอยู่ในเครื่องจักรด้วย ถ้าไม่มีจำนวนชิ้นงานนี้ไว้ในสายผลิต ลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ในสายผลิตทั้งหมดจะไม่สามารถปฏิบัติงานไปพร้อม ๆ กันได้ ในทางทฤษฎีเราสามารถจะได้สภาพของสายผลิตที่เป็นแบบระบบสายพานที่มองไม่เห็นตัว (Invisible Conveyor) ที่ไม่มีความจำเป็นจะต้องมีชิ้นงานซึ่งถือเป็นของคงเหลือระหว่างกระบวนการผลิตต่าง ๆ

2.1.8 การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า เสาซึ่งค้ำจุนสนับสนุนระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้แก่"ทันเวลาพอดี" (Just-In-Time) และการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Autonomation) ในการที่จะบรรลุถึงสภาพ"ทันเวลาพอดี" อย่างสมบูรณ์ หน่วยสินค้าที่ดี 100% จะต้องไหลไปยังกระบวนการหลังและการไหลนี้จะต้องเป็นไปตามจังหวะและโดยไม่มีการติดขัด เพราะฉะนั้นการควบคุมคุณภาพเป็นสิ่งสำคัญมากที่จะต้องมีไปพร้อมกับการปฏิบัติงานแบบ"ทันเวลาพอดี" อย่างทั่วถึงภายใต้ระบบคัมบัง การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ หมายถึง การสร้างกลไกที่สามารถจะป้องกันการผลิตของเสียเป็นจำนวนมากในเครื่องจักรหรือสายการผลิตได้อย่างชะงัด คำว่า Autonomation ไม่ใช่คำเดียวกับ Automation แต่หมายถึงการตรวจเช็คโดยตัวเองถึงจุดผิดปกติในกระบวนการผลิต

เครื่องจักรที่ควบคุมตัวเอง คือเครื่องจักรที่มีกลไกที่จะหยุดตัวเองได้โดยอัตโนมัติติดอยู่ด้วย ในโรงงานของโตโยต้านั้น เครื่องจักรส่วนใหญ่จะควบคุมตัวเองได้ เพื่อป้องกันการผลิตของเสียออกมาเป็นจำนวนมาก สามารถตรวจเช็คเครื่องจักรที่เสียได้โดยอัตโนมัติ สิ่งที่เรียกว่า Foolproof คือ กลไกชนิดหนึ่งที่ป้องกันชิ้นงานที่เสียหายไม่ให้เกิดขึ้น โดยการติดตั้งเครื่องตรวจเช็คทั้งหลายเข้ากับอุปกรณ์และเครื่องวัดต่าง ๆ ของเครื่องจักร

แนวคิดเรื่องการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ ยังถูกนำไปใช้กับสายการผลิตซึ่งใช้คนงานด้วย คือถ้าหากเกิดสิ่งผิดปกติในสายผลิต คนงานจะต้องกดปุ่มให้สายผลิตหยุดทั้งหมด แผงไฟอันดง (Andon) ในระบบโตโยต้ามีบทบาทสำคัญอันนี้และเป็นตัวอย่างหนึ่งของระบบการควบคุมโดยการมองเห็น (Visual Control System) ของโตโยต้า

แผงหลอดไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า อันดง จะถูกแขวนไว้สูงในที่ที่ทุกคนจะมองเห็นได้ เพื่อแสดงให้รู้ว่ามีการหยุดในสายการผลิต เพื่อประโยชน์ในการหาจุดที่เกิดปัญหาในกระบวนการผลิต เมื่อคนงานคนใดในสายการผลิตต้องการความช่วยเหลือเพื่อช่วยให้เขาทำงานได้ทันเวลาของรอบเวลาทำงาน เขาจะกดปุ่มไฟเหลืองให้ปรากฏบนอันดง ถ้าหากเขาต้องการจะให้หยุดสายการผลิตเพื่อแก้ปัญหาเครื่องจักรของเขา เขาจะกดปุ่มไฟแดงให้ปรากฏบนอันดง

โดยสรุปแล้ว การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ คือกลไกอันหนึ่งที่ตรวจเช็คโดยอัตโนมัติถึงสิ่งที่ผิดปกติในกระบวนการผลิตนั่นเอง

2.1.9 กิจกรรมปรับปรุงงาน

ระบบการผลิตแบบโตโยต้าผสมผสานเป้าหมาย เพื่อที่จะบรรลุหลายเป้าหมายไปพร้อม ๆ กัน ได้แก่ การควบคุมปริมาณ การประกันคุณภาพ และการเคารพความเป็นมนุษย์ ในขณะที่ต้องการจะบรรลุเป้าหมายสูงสุดทางด้านการลดต้นทุน เป้าหมายทั้งหมดดังกล่าวบรรลุได้โดยกระบวนการของการมีกิจกรรมปรับปรุงงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของระบบการผลิตแบบโตโยต้า และเป็นสิ่งที่ทำให้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า "เดินหน้า" ไปได้โดยแท้จริง คนงานทุกคนจะได้รับโอกาสที่จะออกความคิดเห็น และเสนอแนะข้อปรับปรุงโดยผ่านกลุ่มย่อยที่เรียกว่า "กลุ่มสร้างคุณภาพงาน" หรือกลุ่มคิวซี (QC Circle) กระบวนการการออกความเห็นและเสนอแนะจะทำให้มีการปรับปรุงวิธีการผลิตดังนี้

- *ในด้านการควบคุมปริมาณการผลิต* โดยการปรับขั้นตอนการปฏิบัติงานมาตรฐานไปตามการเปลี่ยนแปลงของรอบเวลา
- *ในด้านการประกันคุณภาพ* จะมีการป้องกันไม่ให้ของเสียหรือเครื่องจักรที่เสียเกิดขึ้นซ้ำกันอีก
- *และในด้านการเคารพความเป็นมนุษย์* คนงานทุกคนมีส่วนร่วมในกระบวนการผลิต

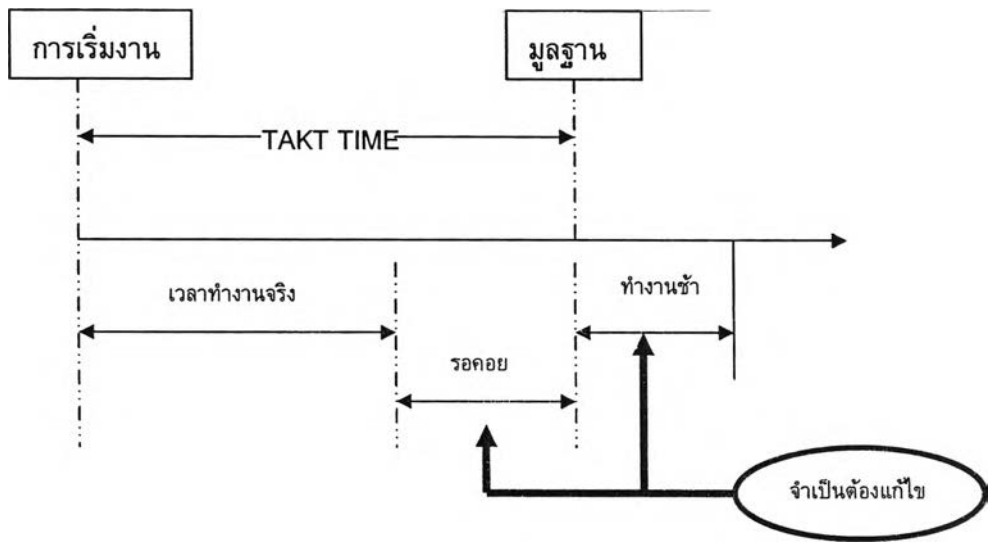
จุดประสงค์พื้นฐานของระบบการผลิตแบบโตโยต้า คือ เพิ่มกำไรโดยการลดต้นทุน กล่าวคือ โดยการขจัดความสูญเปล่า ซึ่งได้แก่ สต๊อคและกำลังคนที่เกินความจำเป็น แนวคิดเรื่อง "ต้นทุน" ในที่นี้มีความหมายคลุมกว้างไปถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั้งในอดีต ปัจจุบัน หรือที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แล้วนำมาหักออกจากยอดขาย ออกมาเป็นกำไร ดังนั้น "ต้นทุน" จะไม่รวมถึงเฉพาะต้นทุนการผลิตเท่านั้น (ซึ่งลดได้โดยการลดกำลังคน) แต่ยังรวมไปถึงต้นทุนการบริหารงาน ต้นทุนของเงินลงทุน (ซึ่งลดได้โดยการลดวัสดุคงเหลือ) และต้นทุนการขายสินค้าด้วย

ในการที่จะลดต้นทุน ฝ่ายผลิตจะต้องมีความล่องตัวที่จะปรับตัวอย่างรวดเร็วไปตามการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของตลาด โดยปราศจากความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็น สภาพดังกล่าวบรรลุได้โดยใช้แนวคิด "ทันเวลาพอดี" คือ ผลิตชนิดของสินค้าที่จำเป็น ในปริมาณที่จำเป็น เมื่อเวลาที่จำเป็น ในระบบการผลิตแบบโตโยต้า ระบบคัมบัง ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นสื่อในการส่งคำสั่งผลิตภายในระหว่างเดือน และเป็นระบบจัดการสภาพ "ทันเวลาพอดี" ในขณะเดียวกันในการที่จะใช้ระบบคัมบังให้ได้ผล จะต้องมีการปรับเรียบการผลิต เพื่อให้การดึงชิ้นส่วนโดยสายการประกอบขั้นสุดท้ายเป็นไปโดยสม่ำเสมอทั้งทางด้านปริมาณ และชนิดของชิ้นส่วนที่ถูกดึง การปรับเรียบดังกล่าวจะทำได้ก็ต้องมีการลดเวลานำการผลิต เนื่องจากชิ้นส่วนทั้งหลายแหล่จะต้องถูกผลิตขึ้นอย่างรวดเร็วในแต่ละวัน ซึ่งจะทำได้ก็ต่อเมื่อมีการผลิตรุ่นเล็ก ๆ หรือการผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อ การผลิตรุ่นขนาดเล็ก ๆ จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีการลดเวลาการตั้งเครื่อง และการผลิตชิ้นเดียวและส่งต่อจะทำได้โดยมีคนงานที่ทำงานได้หลายหน้าที่ ปฏิบัติงานตามขั้นตอนงานมาตรฐานให้เสร็จตามกระบวนที่จะผลิตสินค้า ขึ้นมาหนึ่งหน่วยภายในหนึ่งรอบเวลา

การสนับสนุนให้มีสภาพ "ทันเวลาพอดี" โดยการผลิตสินค้าที่ดี 100% ได้รับการประกันจากระบบการควบคุมของเสียด้วยตัวเองโดยอัตโนมัติ และในท้ายสุด กิจกรรมปรับปรุงงานจะช่วยในด้านการปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงาน การแก้ปัญหาในเรื่องของเสียหาย และเป็นการเพิ่มขวัญและกำลังใจของคนงานไปพร้อมกันด้วย

มูลฐานของการปรับปรุงงาน

จะใช้ TAKT Time เป็นมูลฐานในการปรับปรุง โดยหากว่าการทำงานของพนักงานในแต่ละ cycle มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า TAKT Time ก็จะเข้าปรับปรุงงานนั้น ๆ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 หลักการปรับปรุงโดยพิจารณาเปรียบเทียบ Cycle Time กับ TAKT Time

หลักการปรับปรุงงาน จะทำให้งานของพนักงานแต่ละคนถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอนตายตัว ปราศจากการสูญเสียเวลาเนื่องจากการรอคอย การทำงานของคนหลัง ๆ จะมีโดยปราศจากคนข้างหน้าไม่ได้ ดังนั้นจึงเท่ากับเป็นการเร่งให้คนที่ทำงานในช่วงแรก ๆ พยายามทำงานของตัวเองให้เสร็จทันเวลาโดยเร็วที่สุด และหากเกิดปัญหาขึ้นก็จะทำให้สายการผลิตทั้งหมดหยุดชะงัก พนักงานที่ทำงานทั้งหมดในสายการผลิตนั้น ๆ ก็จะมาช่วยกันตรวจสอบเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องนั้น ๆ เมื่อทุกคนเข้าใจถึงสภาพของปัญหาและได้ร่วมมือกันช่วยแก้ไขและตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ ก็จะทำให้ข้อผิดพลาดนั้นเกิดขึ้นน้อยลง หรือไม่เกิดขึ้นอีก

การแบ่งงานนี้จะพยายามให้พนักงานคนสุดท้ายมีเวลาเหลือ เพื่อให้เขาทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพของงานทุกชิ้นก่อนที่จะส่งไปยังสายการผลิตต่อ ๆ ไป พนักงานคนนี้นับว่าเป็นคนสำคัญของกลุ่มเพราะเขาจะมีหน้าที่ในการรับผิดชอบและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงานของกลุ่มทั้งหมดด้วยตัวเอง ซึ่งเรียกว่า Group leader

หากปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น Group leader ไม่สามารถที่จะแก้ไขได้ ก็จะเป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมงานในฝ่ายผลิตมาช่วยแก้ไข หากผู้ควบคุมงานในฝ่ายผลิตไม่สามารถแก้ไขได้ ผู้ที่มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบสูงยิ่ง ๆ ขึ้นไปมาช่วยดำเนินการ ทั้งนี้เมื่อเกิดปัญหาใด ๆ ขึ้นนั้นจะต้อง

หยุดสายการผลิตที่ส่วนนั้น ๆ อย่างทันท่วงที เพื่อทำการแก้ไขสิ่งบกพร่องต่าง ๆ ให้เรียบร้อย ทั้งนี้วิธีการป้องกันอาจจะกระทำได้โดยการใช้ระบบการซ่อมบำรุงแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อป้องกันมิให้เกิด Work in process (WIP) ขึ้น

2.1.10 การทำงานให้ทันเวลาพอดี

ในระบบการผลิตแบบโตโยต้า ได้มีการกำหนดรอบเวลาในการผลิต ซึ่งเรียกกันว่า TAKT Time หรือเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานแต่ละชิ้นให้เสร็จทันเวลาพอดีตามกำหนด โดยจะต้องจัดการทำงานของพนักงานแต่ละคนให้ใกล้เคียงกับเวลานี้มากที่สุด ก็จะสามารถทำให้การทำงานทันเวลาพอดี โดยค่าของ TAKT Timeนี้จะคิดจากเวลาสุทธิทั้งหมดที่ใช้ในการทำงานแต่ละวัน หารด้วยจำนวนชิ้นงานที่ต้องการผลิตต่อวัน ซึ่งการหา TAKT Time สามารถเขียนได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{TAKT Time} = \frac{\text{เวลาทำงานต่อวัน (เวลาปกติ)}}{\text{จำนวนที่ต้องการผลิตต่อวัน}} \qquad (2.3)$$

โดย เวลาทำงาน/วัน = เวลาทั้งหมด – เวลาลดหย่อน

เวลาลดหย่อน = เวลาพัก + เวลาเตรียมตัวก่อนและหลังทำงาน + เวลาทำความสะอาด + อื่นๆ

จำนวนชิ้นที่ต้องการผลิต/วัน = จำนวนความต้องการของลูกค้า (โดยดูจากแผนการผลิต)

ซึ่งเราจะใช้ TAKT Time นี้เป็นมูลฐานของการปรับปรุงงาน โดยการพยายามที่จะจัดสรรงานย่อยให้กับพนักงานแต่ละคนอย่างเท่าเทียมกัน เพื่อไม่ให้เกิดการรอคอยขึ้น และเกิดงานระหว่างทำ (Work in process) ตกค้าง เป็นการลดงานที่ไร้ประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง และหากพบว่าในงานนั้น ๆ ใช้พนักงานที่เกินความจำเป็น ก็สามารถจะลดจำนวนพนักงานลงได้ เพื่อให้ใช้พนักงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยพนักงานที่เอาออกไปนั้นก็จะเป็นการมอบหมายให้ทำงานในหน้าที่อื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ได้ เช่น ย้ายไปทำที่ line อื่น ๆ กระบวนการอื่น ๆ ได้

ข้อแตกต่างระหว่าง TAKT Time และ Cycle Time

TAKT Time ต่างจาก Cycle Time ตรงที่ Cycle Time เป็นรอบเวลาการทำงานของพนักงานในสายการผลิตที่เขาสามารถทำได้ ส่วน TAKT Time นั้นเป็นรอบการผลิตที่กำหนดขึ้นจากความต้องการในการผลิตที่แท้จริง

ปกติ Cycle Time $\leq$ TAKT Time

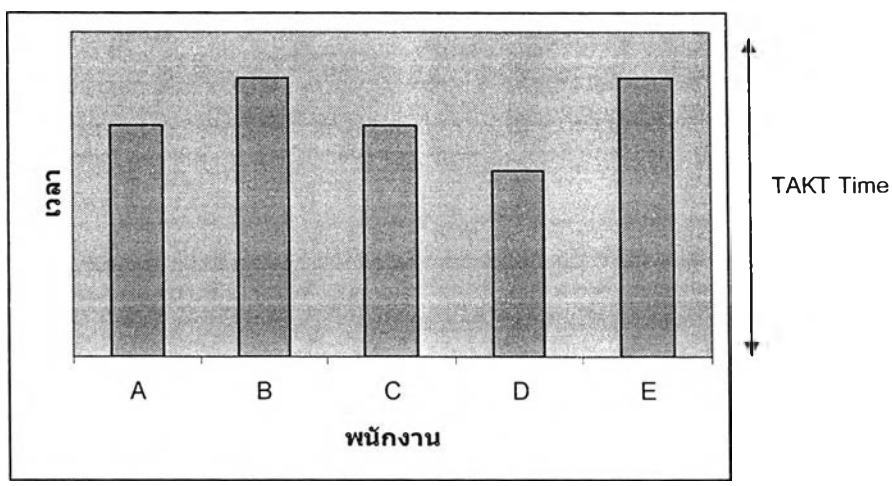
หากเกิดปัญหา Bottle neck Cycle Time $\geq$ TAKT Time

ตามปกติแล้ว การที่ Cycle Time น้อยกว่าหรือมากกว่า TAKT Time มาก ๆ จะไม่เป็นการดีต่อสายการผลิตทั้งสิ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องการการปรับปรุงแก้ไข ดังจะได้กล่าวต่อไป

Cycle Time คือ เวลาในการทำงาน 1 รอบที่เร็วที่สุดและทำงานได้ปกติตามการทำงานตามมาตรฐานของพนักงาน 1 คน (รวมเวลาที่เดิน แต่ไม่รวมการรองาน)

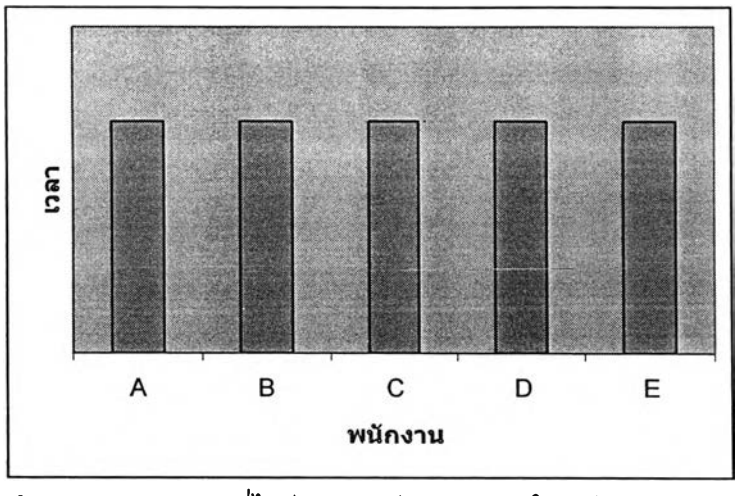
การอ้างอิงโดยการใช้ TAKT Time เป็นเกณฑ์

พิจารณารูปกราฟข้างล่างดังต่อไปนี้ รูปที่ 2.4 จะให้แกนตั้งเป็นแกนเวลาที่ใช้ในการทำงานของพนักงานแต่ละคน คือ A, B, C, D, E โดยกำหนด TAKT Time ให้ จะเห็นว่าลักษณะการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่จะมีเวลาเหลือมาก และเวลาที่แต่ละคนทำจะใช้เวลาในการทำงานไม่เท่ากัน



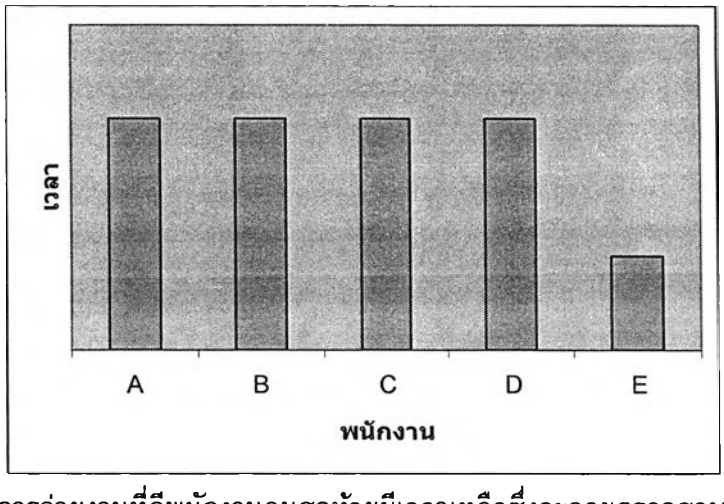
รูปที่ 2.4 ลักษณะการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่ใช้เวลาไม่เท่ากัน

ดังนั้นเราจะปรับปรุงการทำงาน โดยการแบ่งงานให้พนักงานแต่ละคนทำให้เท่า ๆ กัน โดยให้พนักงานคนสุดท้ายมีเวลาเหลือมากที่สุด รูปข้างล่างนี้ รูปที่ 2.5 เป็นตัวอย่างของการจ่ายงานที่ไม่ดี คือ พนักงานทุก ๆ คนมีเวลาทำงานใกล้เคียงกัน และทุก ๆ คนจะมีเวลาเหลือ



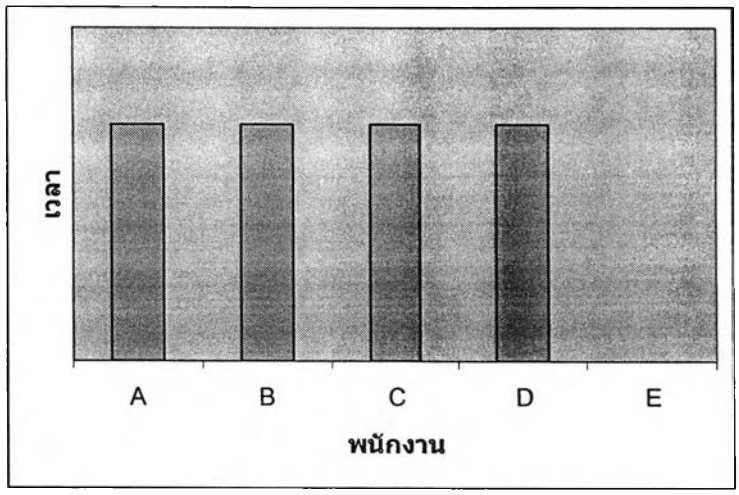
รูปที่ 2.5 ลักษณะการจ่ายงานที่ไม่ดีทุก ๆคนมีเวลาทำงานใกล้เคียงกันและมีเวลาเหลือ

ลักษณะของการจ่ายงานที่ดีควรจะจัดให้พนักงานคนสุดท้ายมีเวลาเหลือ เพื่อที่จะให้พนักงานคนนี้ทำหน้าที่เป็น Group Leader ซึ่งมีหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพของการผลิตที่ออกจากหน่วยผลิตนั้น ๆ ก่อนที่จะส่งไปยังกระบวนการต่อ ๆ ไป ส่วนพนักงานคนแรก ๆ ให้เขาทำงานอย่างเต็มที่ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การจ่ายงานที่ดีพนักงานคนสุดท้ายมีเวลาเหลือซึ่งจะคอยตรวจสอบผลิตภัณฑ์

เมื่อจ่ายงานไปแล้วก็ยังคงต้องมีการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้งานมาตรฐานที่ทำให้ชิ้นงานมีคุณภาพ พนักงานมีความปลอดภัยในการทำงาน สะดวกสบาย และมีลำดับขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้องแน่นอน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการทำงานก็จะสามารถลดลงได้อีก เราก็จะทำการแบ่งงานใหม่อีกครั้ง ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการลดจำนวนพนักงานลง

นั่นคือจะเห็นได้ว่า การนำระบบการผลิตแบบโตโยต้าเขามาใช้จะทำให้สามารถลดจำนวนของพนักงานลงได้ นั่งก็คือทำให้สามารถลดต้นทุนลงได้ ส่วนพนักงานที่เอาออกนั้นเราอาจจะมอบหมายงานใหม่ให้ก็ได้

หลังการปรับปรุงงาน จะทำให้งานของพนักงานแต่ละคนถูกกำหนดไว้อย่างแน่นอนตายตัว ปราศจากการสูญเสียเวลาเนื่องจากการรอคอย การทำงานของคนหลัง ๆ จะมีโดยปราศจากคนข้างหน้าไม่ได้ ดังนั้นจึงเท่ากับเป็นการเร่งให้คนที่ทำงานในช่วงแรก ๆ พยายามทำงานของตัวเองให้เสร็จทันเวลาโดยเร็วที่สุด และหากเกิดปัญหาขึ้น ก็จะทำให้สายการผลิตทั้งหมดหยุดชะงัก พนักงานที่ทำงานทั้งหมดในสายการผลิตนั้น ๆ ก็จะมาช่วยกันตรวจสอบเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องนั้น ๆ เมื่อทุกคนเข้าใจถึงสภาพของปัญหาและได้ร่วมมือกันช่วยแก้ไขและตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุ ก็จะทำให้ข้อผิดพลาดนั้นเกิดขึ้นน้อยลง หรือไม่เกิดขึ้นอีกเลย

การแบ่งงานกันนี้จะพยายามให้พนักงานคนสุดท้ายมีเวลาเหลือ เพื่อให้เขาทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพของงานทุกชิ้นก่อนที่จะส่งไปยังสายการผลิตต่อ ๆ ไป พนักงานคนนี้นับว่าเป็นคนสำคัญของกลุ่มเพราะเขาจะมีหน้าที่รับผิดชอบและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงานของกลุ่มทั้งหมดด้วยตัวเอง ซึ่งเรียกว่า Group leader

หากปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น Group leader ไม่สามารถที่จะแก้ไขได้ ก็จะเป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมงานในฝ่ายผลิตมาช่วยแก้ไข หากผู้ควบคุมงานในฝ่ายผลิตไม่สามารถแก้ไขได้ ผู้ที่มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบมาช่วยดำเนินการ ทั้งนี้เมื่อมีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้นนั้นจะต้องมีการหยุดสายการผลิตที่ส่วนนั้น ๆ อย่างทันท่วงที เพื่อทำการแก้ไขสิ่งที่บกพร่องต่าง ๆ ให้เรียบร้อย ทั้งนี้วิธีการป้องกันอาจจะกระทำได้โดย การใช้ระบบการซ่อมบำรุงแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อป้องกันมิให้เกิด Work in process ขึ้นได้

2.1.11 การขจัดความสูญเปล่าทางการผลิต

การขจัดความสูญเปล่าทางการผลิตเป็นหลักการพื้นฐานของระบบ JIT การขจัดความสูญเปล่าในส่วนของแรงงานจะถูกพิจารณาเป็นอันดับแรก

- การขจัดความสูญเปล่าของแรงงาน

ระบบ JIT มาตรฐานของการทำงานมาเป็นตัวกำหนดในการขจัดความสูญเปล่าของแรงงาน มาตรฐานของการทำงานจะมาจากความต้องการผลิตภัณฑ์ของตลาดและจะกำหนดเป็นอัตราผลิตต่อวัน เมื่อกำหนดปริมาณการผลิตในช่วงเวลาหนึ่งของตลาดจะสามารถปรับเป็นอัตราการผลิตต่อวันดังนี้

$$\text{อัตราการผลิตต่อวัน} = \frac{\text{อัตราการผลิตต่อช่วงเวลา}}{\text{จำนวนวันทำงานต่อช่วงเวลา}} \qquad (2.4)$$

รอบระยะเวลาการผลิตสามารถหาได้จากชั่วโมงการทำงานต่อวันหารด้วยอัตราการผลิตต่อวันดังนี้

$$\text{รอบระยะเวลาการผลิต} = \frac{\text{ชั่วโมงการทำงานต่อวัน}}{\text{อัตราการผลิตต่อวัน}} \qquad (2.5)$$

รอบระยะเวลาการผลิตจะใช้เป็นแนวทาง ในการกำหนดจำนวนแรงงานพื้นฐานที่ต้องการ และสามารถขจัดความสูญเปล่าทางด้านแรงงานด้วยกระบวนนี้ ถ้าพบว่าจากการคำนวณรอบระยะเวลาการผลิตสามารถได้อัตราการผลิตต่อวัน โดยที่ไม่จำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา หรือต้องการจำนวนแรงงานเพิ่มขึ้น แสดงว่ามีการใช้งานในส่วนของแรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ หากเวลาทำงานต่อวันยังเหลือในปริมาณการผลิตต่อวันที่ต้องการแสดงว่าเกิดความสูญเปล่าในสถานีทำงานใดสถานีหนึ่ง

สมมติว่าในสถานีทำงานหนึ่งต้องการจำนวนแรงงาน 4 คน ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน ถ้าในสถานีทำงานนี้ สามารถทำงานได้เสร็จสิ้นตามปริมาณที่กำหนดก่อนจะหมดเวลาทำงาน 2 ชั่วโมง เวลา 2 ชั่วโมงนี้ถือว่าเป็นเวลาสูญเปล่า โดยความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ(2 ชั่วโมง x 4 แรงงาน) หากคำนวณหารอบระยะเวลาการผลิตของสถานีทำงานนี้เทียบกับปริมาณการผลิตต่อวันที่ต้องการ สถานีทำงานนี้จะต้องการแรงงานเพียง 3 คน ถามว่าแรงงาน 1 คน ที่เกินในสถานีทำงานนี้ ใครจะถูกปรับเปลี่ยนแรงงานที่จะถูกปรับเปลี่ยนพิจารราว่าคนทั้ง 4 คนนี้ หากคนใดสามารถทำงานใดตามรอบระยะเวลาการผลิตที่กำหนดให้คงอยู่ไว้ในสถานีทำงานเดิม ส่วนคนที่ถูกปรับเปลี่ยนจะเป็นคนที่ทำงานได้มากหรือน้อยกว่าที่กำหนด โดยจะต้องถูกย้ายไป

ทำงานอื่นที่ใกล้เคียงหรืออบรมฝึกฝนใหม่ หากคนนี้มีความสามารถสูงกว่าปกติให้สนับสนุนขึ้นเป็นหัวหน้างานได้ จะทำให้แรงงาน 3 คนที่เหลือพยายามทำงานอย่างเต็มที่เพื่อที่จะได้มีโอกาสก้าวหน้าขึ้นสู่ตำแหน่งในการทำงานที่สูงกว่า

ส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยในการขจัดความสูญเปล่าทางด้านแรงงานได คือ การใช้ระบบความยืดหยุ่นของแรงงานในบางสถานีทำงานสามารถทำงานให้เสร็จตามเป้าหมายก่อนเลา แต่ในบางสถานีทำงานไม่สามารถทำงานให้เสร็จสิ้นได้ตามกำหนด ระบบ JIT แนะนำให้มีการอบรมพนักงานในส่วนที่ทำงานเสร็จก่อน (ว่างงาน) ให้สามารถทำงานหรือช่วยงานในสถานีทำงานที่ไม่สามารถทำงานได้เสร็จสิ้นตามกำหนด การพิจารณาว่าสถานีทำงานใดจะสามารถช่วยงานในสถานีทำงานใดได้บ้าง ให้พิจารณาเวลามาตรฐานการผลิตต่ำกว่ารอบระยะเวลาการผลิตแสดงว่าสถานีทำงานนั้นมีเวลาว่างในการทำงานต่อกัน ขณะเดียวกันสถานีทำงานใดที่มีเวลามาตรฐานการผลิตเท่ากับหรือมากกว่ารอบระยะเวลาการผลิต แสดงว่าสถานีทำงานนั้นไม่มีเวลาว่างในการทำงานหรือ อาจจะไม่สามารถผลิตได้ตามอัตราการผลิตต่อวันที่กำหนด

- การขจัดความสูญเปล่าในส่วนของเครื่องมือเครื่องจักร, คุณภาพ และการขนถ่ายวัสดุ

การลดต้นทุนด้วยระบบอัตโนมัติ(Low Cost Automation, LCA) คือ คำตอบของการขจัดความสูญเปล่าของเครื่องจักร การใช้ต้นทุนของการผลิตในส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักรจะต้องใช้เทคนิคและเทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงการทำงาน การลดจำนวนของการหยุดชะงักของเครื่องจักร และลดเวลาการซ่อมแซมปรับตั้งเครื่องจักรจะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรได้

การควบคุมคุณภาพจะต้องสารถทำให้บรรลุถึงระดับของคุณภาพสูงสุด การป้องกันการเกิดข้อบกพร่องหรือความเสียหายของผลิตภัณฑ์จะต้องถูกกำหนดขึ้นมาอย่างทันที และจะต้องมีการขจัดขั้นตอนที่เสียหายหรือมีข้อบกพร่องให้ออกจากสายการผลิต จะไม่มีการส่งของเสียให้ต่อไปในสถานีทำงานต่อ ๆ ไป และจะต้องไม่มีการรับของเสียจากสถานีทำงานก่อนหน้าไม่ว่าจะด้วยกรณีใด ๆ การขนถ่ายวัสดุจริง ๆ แล้วเป็นส่วนนึ่งของความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในสายการผลิตหากการผลิตใดไม่มีการขนถ่ายวัสดุเลย จะเป็นสายการผลิตที่ค่อนข้างจะสมบรูณ์ถ้าหากจำเป็นต้องมีการขนถ่ายวัสดุจะมีให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น และเหมาะสมกับขนถ่ายวัสดุจากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่งตามความต้องการของวัสดุที่ถูกกำหนดขึ้น ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการขนถ่ายวัสดุภายในสายการผลิตในระบบ JIT จะใช้ระบบ Kanban เป็นตัวดำเนินการ และยังมีผลต่อการลดระดับของการจัดเก็บวัสดุในสายการผลิต

- การวัดอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักร (Machine Utilization)

สูตรการคำนวณหาอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรทั่วไปมีดังนี้

$$\text{อัตราการใช้ประโยชน์} = \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องจักร}}{\text{เวลาที่มีทั้งหมดสำหรับการทำงานของเครื่องจักร}} \quad (2.6)$$

ผลจากการใช้สูตรคำนวณหาอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักร ได้ค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ รายงานผลของการวัดอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรโดยทั่วไปใช้ใน 2 วัตถุประสงค์ คือประการแรกเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโรงงานได้มีการวางแผนการใช้เครื่องจักรได้ถูกต้องหรือไม่ ประการที่ 2 อัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรจะบอกถึงแนวโน้มการใช้เครื่องจักรต่อไปในอนาคต จากรูปที่ แสดงอัตราการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรในแต่ละเดือนในส่วนที่มีอัตราการใช้เครื่องจักรมากกว่า 100 % หมายถึงการทำงานล่วงเวลา, ผลัดพิเศษ หรือการทำงานในวันหยุดโดยในกรณีนี้ต้องมีการจ่ายค่าจ้างเพิ่มขึ้น บริษัทสามารถเห็นถึงแนวโน้มของการใช้เครื่องจักรในเดือนต่อไปได้และจะสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการซื้อเครื่องจักรเพิ่มหรือการทำงานล่วงเวลาได้

- การวัดการใช้ประโยชน์ของแรงงาน

นอกจากจะมีการวัดการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรแล้ว การจัดการใช้ประโยชน์ของแรงงานเป็นอีกส่วนหนึ่งที่หลายบริษัทนิยมใช้เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการผลิต เวลาความสูญเปล่าของแรงงานอยู่ในหลายรูปแบบเช่น การรอคอย, การจับป่วย, การมาทำงานสาย, การสร้าง, การชุมนุมประท้วง เป็นต้น เวลาเหล่านี้เป็นตัวลดการใช้ประโยชน์ของการใช้แรงงาน อ้างถึงสูตรการคำนวณหาการใช้ประโยชน์ของเครื่องจักร การคำนวณการใช้แรงงานให้เป็นประโยชน์มีสูตรคล้ายคลึงกัน คือ

$$\text{การใช้ประโยชน์ของแรงงาน} = \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการทำงานของแรงงาน}}{\text{เวลาที่มีทั้งหมดสำหรับการทำงานของแรงงงาน}} \quad (2.7)$$

ตัวอย่างเช่น เวลาการทำงานของแรงงานเพื่อให้ได้มาซึ่งอัตราการผลิตตามต้องการเป็น 2,000 นาที โดยใช้แรงงานจำนวน10 คน ในขณะมีเวลาในการทำงานจริง 2,400 นาที การใช้ประโยชน์ของแรงงานจะมีค่าเท่ากับ 1,000/2,400 = 0.83 หรือ 83 % เปอร์เซ็นต์ที่หายไปในการใช้ประโยชน์ของแรงงานก็คือในส่วนของเวลา 400 นาทีที่เป็นความสูญเปล่าในการทำงาน คือ ประมาณ 17 %

2.1.12 พื้นฐานของการทำงานและอัตราผลผลิต

การทำงานของระบบต่าง ๆ ในองค์การ ประกอบด้วยอย่างน้อย 7 องค์ประกอบคือ

1) *ประสิทธิภาพ (Effectiveness) :* การกระทำที่ตรงตามเวลาด้วยวิธีการที่ถูกต้องในรูปของเป้าหมาย, วัตถุประสงค์, กิจกรรม, ผลิตภัณฑ์, บริการ ฯลฯ

หากจะมองถึงประสิทธิผลอย่างง่าย ๆ ก็คือ จะต้องทำอะไรให้สำเร็จสิ้น ประสิทธิผลจะมองถึงผลของการทำงานที่สำเร็จเสร็จสิ้น หรือได้รับจากการทำงานของระบบต่าง ๆ ในองค์การประสิทธิผลถูกนิยามเป็นหัวข้อแรกเพราะเป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่สุด ในการทำงานขององค์กร

2) *ประสิทธิภาพ (Efficiency) :* อัตราส่วนของคาดหวังการใช้ทรัพยากรกับการใช้ทรัพยากรที่แท้จริงประสิทธิภาพจะเป็นข้อมูลที่เน้นในส่วนของป้อนเข้าระบบ

3) *คุณภาพ (Quality) :* การคงไว้ซึ่งข้อกำหนดและความเหมาะสำหรับการใช้งาน

คุณภาพจะเป็นเกณฑ์ที่จะแสดงถึงข้อกำหนดของสินค้า, บริการ ฯลฯ ที่ได้จากระบบ คุณภาพจะเป็นตัววัดการทำงานในด้านของส่วนที่ป้อนของระบบ หลายองค์การในปัจจุบันจะเป็นใจในประเด็นของคุณภาพเป็นพิเศษโดยให้ความสำคัญของคุณภาพในการทำงาน, คุณภาพของชีวิตการทำงานและคุณภาพของการบริหาร

4) *อัตราผลผลิต (Productivity):* อัตราส่วนระหว่างผลที่ได้จากระบบ (สินค้าหรือบริการ ฯลฯ)ขององค์การกับปริมาณใช้ทรัพยากรของระบบขององค์การในช่วงระยะเวลาทำงานหนึ่ง หรืออัตราส่วนของปริมาณ ณ ระดับคุณภาพที่พึงพอใจต่อการใช้ทรัพยากรที่แท้จริง

ดังนั้นอัตราผลผลิตจะเกี่ยวข้องทั้งสิ่งที่ป้อนเข้าระบบ และผลที่ได้รับจากระบบ ซึ่งเป็นการรวมระหว่างประสิทธิผลและประสิทธิภาพและคุณภาพให้อยู่ในรูปลักษณะเดียวกัน

5) *คุณภาพชีวิตจากการทำงาน (Quality of work life):* ผลของทุกคนในองค์การในการตรวจสอบ การรับผิดชอบต่อการทำงานและการใช้ชีวิตในระบบองค์กร

I92011353

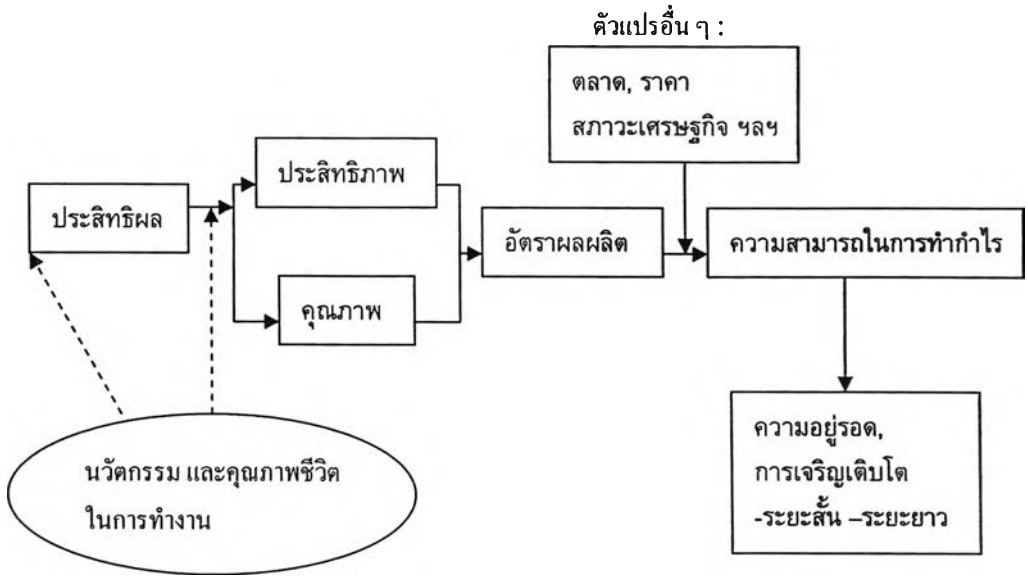
คุณภาพชีวิตการทำงาน จะถูกนำมาทำการวัดอยู่บ่อยครั้ง เพื่อให้ทราบถึงผลของคุณภาพชีวิตการทำงาน ว่าจะแสดงผลออกมาทางด้านบวกหรือทางด้านลบ

6) *นวัตกรรม (Innovation):* กระบวนการสร้างสรรค์ของการพัฒนาของผลิตภัณฑ์, บริการ, ตระเวน, การผลิต, โครงสร้าง ฯลฯ ในส่วนของความรับผิดชอบภายในองค์การเพื่อที่จะสนองตอบต่อความต้องการ , ความเปลี่ยนแปลง ฯลฯ ของปัจจัยภายนอกของเอกสาร นวัตกรรมจะแตกต่างต่อการสร้างสรรค์หรือการคิดค้นสิ่งใหม่ คือนวัตกรรมจะต้องนำความคิดสร้างสรรค์หรือการคิดค้นสิ่งใหม่ไปประยุกต์ใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิผล โดยที่นวัตกรรมยากต่อการวัดและการบริการ

7) ความสามารถในการทำกำไรและการบริหารงบประมาณ (Profitability/ Budget ability): การวัดการใช้ประโยชน์ของแหล่งเงินทุน

แน่นอนที่สุดว่าความสามารถในการทำกำไรขององค์การ จะขึ้นอยู่กับทุกคนในองค์การให้มีการพัฒนาอย่างสูงเกี่ยวกับเกณฑ์การวัด, การประเมิน และมาตรฐาน ความสามารถในการทำกำไร

เกณฑ์ทั้ง 7 ข้างต้นไม่ได้อิสระต่อกัน แต่ความเป็นจริงแล้วมีความสัมพันธ์กันโดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.8 แสดงถึงแนวความคิดของความสัมพันธ์ของเกณฑ์ทั้ง 7 สิ่งที่สำคัญสิ่งแรกที่เราจะพิจารณาดังคือ ประสิทธิผล เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการทั้งหมด หากไม่สามารถทำงานให้ได้มีประสิทธิผลแล้ว เราก็ไม่สามารถที่จะดำเนินการใด ๆ ในเกณฑ์อื่นได้ เป็นไปไม่ได้เลยที่จะทำงานได้มีประสิทธิภาพโดยปราศจากประสิทธิผล จากรูปที่ 2.8 จะทำการอ่านและวิเคราะห์จากซ้ายไปขวา หากเป็นองค์การในประเทศญี่ปุ่น แต่องค์กรในสหรัฐอเมริกาจะอ่านจากขวาไปซ้าย เพราะองค์กรอเมริกันจะสนใจที่กำไรเป็นสิ่งแรกแล้วมองป้อนกลับไปในระบบขององค์กรว่าจะทำอย่างไร เพื่อให้ได้มาซึ่งกำไรนั้น ๆ (กรณีเป็นการวางแผนระยะสั้น) หากจะทำการวางแผนระยะยาวก็ยังคงต้องเริ่มต้นที่ประสิทธิผลเช่นกัน



รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์พื้นฐานในการทำงาน

2.1.13 การวัดอัตราผลผลิต

ในปี ค.ศ. 1990 Frederick W. Taylor Frank และ Lillian Gilbreth ได้ทำการศึกษาการทำงานเพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของคนงาน จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพ (Efficiency) จะถูกว่าในรูปของอัตราส่วนของเวลาที่ต้องการใช้ในการทำงานโดยจะถูกกำหนดเป็น "เวลามาตรฐาน(Standard Time)" ตัวอย่างเช่น ถ้าคนงานจะต้องทำการผลิตให้ได้ 100 หน่วยในเวลา 8 ชั่วโมง แต่สามารถทำการผลิตได้ผลิต 96 หน่วย อาจกล่าวได้ว่าคนงานมีประสิทธิภาพการทำงาน 96 % เมื่อเทียบกับมาตรฐานการทำงานที่มีอยู่ (100 หน่วย)

อัตราผลผลิตมักจะถูเรียกและถูกนไปใช้สับสนกับประสิทธิภาพเสมอ อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับอัตราผลผลิตจะเป็นไปในแนวทางเดียวกัน คนงานจะตระหนักว่างานอะไรก็ตามที่ทำแล้วทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นก็จะทำให้อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน อัตราผลผลิตยังต้องพิจารณาถึงประสิทธิผลด้วย (การทำงานในสิ่งที่ถูกต้องอย่างมีประสิทธิภาพ) ซึ่งเป็นที่เป็นผลลัพธ์ของการทำงาน อัตราผลผลิตสามารถเขียนในรูปของสมการง่ายได้คือ

$$\text{อัตราผลผลิต} = \frac{\text{ผลที่ได้รับ (Output)}}{\text{สิ่งที่ป้อนเข้า (Input)}} \qquad (2.8)$$

การเพิ่มอัตราผลผลิตจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของผลที่ได้รับและสิ่งที่ป้อนเข้า ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.9

Output	→	↑	↑	⇑	↓	⇑	⇑
Input	↓	→	↓	↑	⇓	→	⇓

รูปที่ 2.9 การเปลี่ยนแปลงของ Output และ Input ต่อการเพิ่มผลผลิต

การวัด Output และ Input ที่แตกต่างกันก็จะทำให้การวัดอัตราผลผลิตมีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปเช่นเดียวกัน ทั่วไปอันตราผลผลติจะถูกวัดใน 3 รูปแบบ คือ

1) อัตราผลผลิตเบ็ดเสร็จ (Total Productivity)
2) อัตราผลผลิตหลายปัจจัย (Multifactor Productivity)
3) อัตราผลผลิตปัจจัยบางส่วน (Partial Factor Productivity)

อัตราผลผลิตเบ็ดเสร็จ – เป็นการวัดอัตราส่วนของผลที่ได้รับทั้งหมดกัน สิ่งที่ป้อมเข้าทั้งหมด ด้วยสมการ

$$\text{Total Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} \qquad (2.9)$$

สิ่งที่ป้อนเข้าทั้งหมดจะประกอบด้วยทรัพยากรทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ ตัวอย่างเช่น ทรัพยากรทั้งหมดที่ต้องการใช้ประกอบด้วย แรงงาน , เงินทุน, วัตถุดับและพลังงาน ทรัพยากรทั้งหมดนี้จะถูกแปลงเป็นข้อมูลของตัวเงิน (ดอลล่าร์ หรือบาท) ผลที่ได้รับถูกแปลงจากจำนวนหน่วยผลิตที่ได้เป็นมูลค่าของสินค้าหรือบริการ และนำทั้ง 2 ส่วนมาเทียบส่วนกัน การเปลี่ยนแปลงของอัตราผลผลิตเบ็ดเตล็ดจะเป้ฯไปพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของ Input และ/หรือ Output

อัตราผลผลิตหลายปัจจัย – เกิดจากการวัดอัตราส่วนของผลที่ได้รับทั้งหมดกับส่วนของสิ่งที่ป้อนเข้าถึงสมการ

$$\text{Multifactor productivity} = \frac{\text{Total output}}{\text{Subset of inputs}} \qquad (2.10)$$

ตัวอย่างเช่น ส่วนของสิ่งที่ป้อนเข้า (Subset of inputs) ประกอบด้วย แรงงานและวัสดุเท่านั้น หรือ มีเพียงแรงงานและเงินทุน การใช้อัตราผลผลิตหลายปัจจัยจะวัดอยู่ในรูปของดัชนีของอัตราผลผลิต อย่างไรก็ตามการวัดอัตราผลผลิตหลายปัจจัยอาจจะไม่สะท้อนให้เห็นถึงอัตราผลผลิตทั้งหมดได้อย่างแม่นยำ

อัตราผลผลิตบางปัจจัย – คืออัตราส่วนของผลที่ได้รับทั้งหมดกับสิ่งที่ป้อนเข้าเพียงอย่างเดียว ด้วยสมการ

$$\text{Partial factor productivity} = \frac{\text{Total output}}{\text{Single output}} \qquad (2.11)$$

การวัดอัตราผลผลิตปัจจัยบางส่วนนี้จะเป็นการประเมินการทำงาน ของส่วนใดส่วนหนึ่งต่อผลที่ได้รับทั้งหมดเช่น เทียบการจ่ายค่าแรงงานทางตรงกับผลผลิตที่ได้ทั้งหมด แต่ถ้าได้มีการวัดอัตราผลผลิตเบ็ดเสร็จหรืออัตราปัจจัยไว้ก่อนแล้ว อย่างไรก็ตามการวัดอัตราผลผลิตในทุก ๆ แบบจะนำการวัดทางด้านแรงงานพื้นฐานในทุกรูปแบบ เพราะหากทำการวัดเป็นอัตราผลผลิตโดยไม่รวมถึงการใช้แรงงาน อาจทำให้ผลที่แสดงผลผลิตไม่สะท้อนความเป็นจริงในองค์การ

2.1.14 การศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา (Time Study) คือการหาเวลามาตรฐานในการทำงานของคนงาน ซึ่งได้รับการฝึกงานนั้นมาดีแล้ว ทำงานนั้นในอัตราปรกติ (Normal pace) ด้วยวิธีการที่กำหนดให้ (specified method)

จากคำนิยามข้างต้นจะเห็นว่าการศึกษาเวลาแตกต่างจากการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิธีการทำงานและการออกแบบวิธีที่ปรับปรุงแล้ว การศึกษาเวลา (Time Study) เกี่ยวกับการวัดผลงานซึ่งผลที่ได้จะมีหน่วยเป็นนาทีหรือวินาทีที่คนงานหนึ่ง ๆ สามารถทำงานนั้น ๆ ได้ตามวิธีการที่ได้กำหนดให้ เวลาที่ได้นี้ก็คือ เวลามาตรฐานหรือ Time Standard นั่นเอง อาจอธิบายความหมายของเวลามาตรฐานของงานโดยแสดงเป็นสมการความสัมพันธ์กับผลผลิตได้ดังนี้

$$\text{EXPECTED OUTPUT (PIECES)} = \frac{\text{TOTAL TIME SPENT ON OPERATION}}{\text{STANDARD TIME PER PIECE}} \qquad (2.12)$$

สมการข้างต้นนี้แสดงให้เห็นว่า เวลามาตรฐานของชิ้นงานควรรวมเอาเวลาเผื่อต่าง ๆ สำหรับการทำงาน เช่น การล่าช้า การพักเหนื่อย เข้าเป็นส่วนหนึ่งของเวลาที่ใช้ในการผลิต เวลามาตรฐานจะช่วยให้เราสามารถคำนวณผลผลิตมาตรฐานของงาน เมื่อคนงานทำงานด้วยประสิทธิภาพ 100% ดังนั้น ถ้าอัตราผลผลิตของคนงานต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เราอาจคำนวณค่าประสิทธิภาพในการทำงานได้จากสูตร

$$\text{EFFICIENCY} = \frac{\text{ACTUAL OUTPUT}}{\text{STANDARD OUTPUT}} \qquad (2.13)$$

ซึ่งเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงความมีประสิทธิภาพของการทำงานภายในโรงงานว่าได้เปลี่ยนแปลงไปในทางบวกหรือลบ

ประเภทของการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลามีอยู่ 4 วิธี

1) *Direct time study* คือการศึกษาเวลาโดยการใช้ เครื่องมือจับเวลาโดยตรงจากการทำงานของคนงานอาจมีการใช้กล้องถ่ายภาพยนตร์ช่วย
2) *Predetermined motion-time systems* คือการหาเวลาโดยใช้ตารางการคำนวณมาตรฐานต่าง ๆ ตามวิธีที่มีผู้คิดค้นขึ้น เช่น
   - Motion time analysis (MTA)
   - Body member movements
   - Motion-time data for assembly work
   - The Work-factor system
   - Elemental time standard for basic manual work
   - Methods time motion-time study (MTM)
   - Basic motion-time study (BMT)
   - Dimensional motion time (DMT)
   - Predetermined human work times.
   - Master standard data (MSD)
3) *Work sampling* คือการศึกษาเวลาโดยอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างเชิงสถิติในการหาสัดส่วนของการทำงาน และเวลามาตรฐาน
4) *Standard time data and formular* คือ การศึกษาเวลาโดยอาศัยข้อมูลจากอดีตและสูตรบางสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลา

ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

แม้ว่าการศึกษาเวลาจะมีประโยชน์โดยตรงในการหาเวลามาตรฐานเพื่อนำมาใช้ในแผนการให้รางวัลแก่คนงานก็ตาม แต่ประโยชน์อื่น ๆ ซึ่งอาจได้จากการศึกษาก็มีอีกมากมาย ได้แก่

1. *Labour Cost Control* ใช้หาเวลาทำงานของคนงานในงานชิ้นหนึ่ง ๆ เพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุน และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ
2. *Budgeting* ใช้ในการประเมินอัตราค่าใช้จ่าย (Overhead rate) ของชิ้นงานหรือสินค้าที่ผลิตโดยใช้สูตร

$$\text{Overhead rate} = \frac{\text{Estimated Overhead Cost}}{\text{Standard labour cost for the estimated volume.}} \qquad (2.14)$$

3. *Cost Estimation* ใช้ในการประเมินค่าใช้จ่ายของงานหรือสินค้าที่อาจจะผลิตในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาเวลาในอดีต เพื่อใช้ในการกำหนดราคาสินค้า
4. *Manpower planning* ใช้ในการช่วยตัดสินใจว่าแต่ละหน่วยงานต่าง ๆ ต้องการกำลังคนในการทำงานเท่าใด
5. *Training* ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดฝึกคนงานใหม่และเป็นมาตราเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพการทำงาน
6. *Production Line Balancing* ใช้ช่วยในการกระจาย load การทำงานให้สม่ำเสมอกัน นั่นคือ คนงานทุกคนควรมีเวลาทำงานและพักผ่อนเท่ากัน ไม่ใช่คิดจากจำนวนงาน
7. *Incentive Scheme Based on Output* ใช้ในการตั้งผลงานมาตรฐาน เพื่อเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบผลงานของคนแต่ละคน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการให้รางวัล หรือโบนัสที่ยุติธรรม
8. *Evaluation of Alternative Methods* ใช้เปรียบเทียบเพื่อหาวิธีการทำงานที่ดีกว่าโดยการหาเวลาของวิธีต่าง ๆ ซึ่งยังช่วยในการหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าได้อีกด้วย
9. *Production Scheduling* เวลามาตรฐานช่วยในการกำหนดเวลาของการผลิตได้อย่างแน่นอน ทำให้การตั้งเป้าหมายการผลิตเป็นไปตามต้องการและช่วยในการคำนวณหาวิถีวิกฤตในเรื่อง Critical path analysis.
10. *Plant Layout* ช่วยในการประมาณพื้นที่ที่จะใช้ในการทำงานชิ้นหนึ่ง ๆ ว่า ถ้าต้องการผลผลิตเท่านี้ต่อวันต้องใช้คนงานจำนวนเท่าใด เครื่องจักรกี่เครื่องและเส้นทางของการเคลื่อนของ Production line.
11. *Maximum Plant Capacity* ช่วยในการคำนวณหาระดับกำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตและขยายกำลังการผลิตในอนาคต

ขั้นตอนของการศึกษาเวลา มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับคนงาน และหัวหน้าคนงาน และศึกษาพร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของงานที่ต้องการ
2. แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อย (Elements) และเขียนบรรยายงานย่อยไว้ให้ละเอียด
3. สังเกต และบันทึกเวลาการทำงานของคนงาน
4. คำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาที่เหมาะสม

1. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับคนงานและหัวหน้าคนงาน

การศึกษาเวลาโดยอาศัยการจับเวลามักมีผลโดยตรงต่อคนงานทางด้านจิตใจ ทำให้เวลาที่ได้เร็วไปหรือช้าไปเสมอ ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจ และอธิบายให้คนงานทราบถึงเหตุผลของการจับเวลาว่าต้องการศึกษาดูเวลาเฉลี่ยของการทำงานไม่ใช่จับความเร็วของการทำงานของเขา หัวหน้าคนงานจะช่วยได้มากในการอธิบายให้คนงานเข้าใจ และดูว่างานที่ทำนั้นถูกต้องตามวิธี และความเร็วตามที่ต้องการ

ก่อนทำการศึกษาเวลา ต้องมั่นใจว่างานนั้นพร้อมที่จะถูกศึกษา นั่นคือ

ก. วิธีใช้อยู่เป็นวิธีที่ดีที่สุด
ข. การวางเครื่องมือเครื่องจักรอยู่ในลักษณะที่เหมาะสม
ค. วัดถุที่ใช้ทำงานเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ
ง. สภาพการทำงานดีและไม่มีปัญหาของความปลอดภัย
จ. คุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตเป็นไปตามที่ต้องการ
ฉ. ความเร็วของเครื่องจักรเป็นไปตามที่ตั้งไว้
ช. คนงานมีความชำนาญ หรือประสบการณ์พอสมควร

2. แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นงานย่อย

การแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อย เพื่อความสะดวกในการจับเวลา และเพื่อความละเอียด

นิยาม ของ "งานย่อย" (element) ในที่นี้หมายถึง หน่วยย่อยของงาน ซึ่งเห็นได้ชัดเจนสามารถอธิบายและจับเวลาได้

ดังนั้นจะเห็นว่าหน่วยงานย่อยนี้ต้องไม่เล็กเกินไป หรือใหญ่เกินไปจนซับซ้อน หน่วยย่อยของงานนี้ต่างจากหน่วยย่อยของการเคลื่อนในเรื่องของ Motion study เหตุผลที่ต้องแบ่งงานออกเป็นงานย่อย (Elements) เพราะ

ก. เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของ "regular element" ซึ่งเกิดขึ้นทุก ๆ cycle กับ intermittent element ซึ่งเกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ

ข. งานย่อยบางอันอาจถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการหาเวลามาตรฐานของงานชนิดอื่น โดยไม่ต้องเสียเวลาบันทึกใหม่

ค. เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบการทำงานโดยอาจมีการเปลี่ยนแบบ หรือขั้นตอนเวลามาตรฐานอาจหาได้ง่าย โดยการเปลี่ยนงานย่อยเพียงบางตัวเท่านั้น

ง. ชี้ให้เห็นถึงการเสียเวลาในการปฏิบัติงาน เช่น "Inspection element" ใช้เวลานานเกินควรเป็นต้น

จ. สามารถให้ค่าอัตราเร็วต่าง ๆ กันกับงานย่อยต่าง ๆ ได้เพราะคนงานบางคนอาจทำงานช่วงหนึ่งเร็วกว่าอีกช่วงหนึ่ง

ฉ. สามารถให้ค่าเผื่อสำหรับความเครียดกับงานย่อยต่างๆ ได้

ช. ใช้ในการสับเปลี่ยนงานของคนงานในสายการผลิตได้ โดยย้ายหน่วยงานย่อยก่อนหลังได้เพื่อให้ผลลัพธ์เท่าเดิม เช่น การประกอบรถยนต์

หลักเกณฑ์ในการแบ่งงานย่อยเพื่อจับเวลา มีดังนี้

ก. งานย่อยควรสั้นพอที่จับเวลาได้อย่างแม่นยำโดยปกติแล้วงานย่อยจะไม่สั้นกว่า 0.04 นาที หรือนานกว่า 0.35 นาที

ข. งานย่อยทุกงานควรมีจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดที่แน่นอนเพื่อสะดวกแก่การแยกจับเวลา จุดที่งานย่อยหนึ่งสิ้นสุดและเริ่มงานย่อย ต่อไปจะมีการแยกแยะอย่างเห็นได้ชัด (โดยมีสัญญาณหรือเสียงบอก)

ค. การจับเวลาของเครื่องจักรควรแยกออกจากการจับเวลาการทำงานของคนงาน เพราะเวลาการทำงานของเครื่องจักรคงที่จึงสามารถตรวจสอบกับเวลาที่จับได้ว่าตรงกันหรือไม่ นอกจากนี้จุดสิ้นสุดของเวลาของเครื่องจักรมักจะเป็นจุดเริ่มต้นของงานย่อยต่อไปของคนงาน

ง. แยกงานย่อยของคนส่วนที่ทำขณะเครื่องจักรกำลังเดิน (Inside Work Element) ออกจากงานย่อยของคนงานส่วนที่ทำขณะเครื่องจักรหยุด (Outside Work Element)

จ. ควรแยก "constant element" ออกจาก "variable element"

Constant Element คือ หน่วยงานย่อยซึ่งเวลาของการทำงานไม่ขึ้นกับขนาด น้ำหนัก ระยะทาง หรือรูปร่างของชิ้นงาน เวลาของมันจะคงที่ และสามารถใช้กับการปฏิบัติงานอื่น ๆ ได้ มักเกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมเครื่องมือ การจัดชิ้นงานให้เข้าที่หรือเอาออกจากที่

Variable Element คือ หน่วยงานย่อย ซึ่งเวลาของการทำงานขึ้นกับขนาด, รูปร่าง, น้ำหนัก ระยะทางของการทำงาน มักเกี่ยวข้องกับงาน ซึ่งต้องทำการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางสรีระของวัตถุ variable element time จะเปลี่ยนไปสำหรับงานชิ้นต่าง ๆ กัน จะต้องทำการศึกษาและเก็บข้อมูลให้ละเอียด ตัวอย่าง เช่น การกลึงท่อนเหล็กบนเครื่องกลึง

ระยะเวลาการหยิบท่อนเหล็กใส่บนเครื่องกลึง และเอาออกเมื่อเสร็จแล้วเป็น Constant element ส่วนระยะเวลาในการกลึงขึ้นกับขนาดความยาวของท่อนเหล็ก ความเร็วและการป้อนของเครื่องกลึง จึงนับเป็น Variable element

3. การสังเกตและการบันทึกเวลา

นาฬิกาที่ใช้จับเวลาควรเป็นแบบทศนิยมของนาทีหรือชั่วโมง นั่นคือ 1 รอบ แบ่งเป็น 100 ช่อง ดังนั้น 1 ช่อง = 0.01 นาที หรือ 0.0001 ชม. และ 1 รอบ = 1 นาที หรือ 0.01 ชม. เพื่อความสะดวกในการคำนวณ

การจับเวลาสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

ก. *การบันทึกเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous timing)* คือการจับเวลาแบบติดต่อกันไปโดยไม่หยุด นั่นคือ เริ่มจับเวลาตั้งแต่ 0 เมื่อเริ่มงานย่อยงานแรก และเวลาของงานย่อยต่อ ๆ ไป ก็ดูจากเข็มนาฬิกาจนจบวัฏจักร เวลาของงานย่อยที่แท้จริงจะได้จากเวลาเริ่มต้นของงานย่อยถัดไปลบออกด้วยเวลาเริ่มต้นของมัน

ข. *การบันทึกเวลาแบบย้อนกลับ (Repetitive timing หรือ Snapback timing)* คือการจับเวลาของแต่ละงานย่อย โดยเริ่มต้นที่ 0 ดังนั้นเวลาที่อ่านได้ก็จะเป็นเวลาจริงของแต่ละงานย่อย โดยไม่ต้องหักออก วิธีนี้มีประโยชน์ตรงที่ว่าคนจับเวลาสามารถหักพวกความล่าช้าหรือ motion ที่ผิดพลาดไปได้ และไม่ต้องเสียเวลามาคำนวณเวลาจริงของแต่ละงานย่อย

ยังมีวิธี Accumulating timing ซึ่งคล้ายกับวิธีที่ 2 เพียงแต่ใช้นาฬิกา 2 หรือ 3 เรือนช่วยโดยทั้ง 2 เรือนนี้มีกลไกที่เชื่อมโยงถึงกันในลักษณะที่ ถ้าเรือนที่ 1 เริ่มเดินอีกเรือนหนึ่งจะหยุด ถ้าเรือนที่ 2 เริ่มเรือนที่ 1 จะหยุด ดังนั้นทำให้เราอ่านเวลาของงานย่อยแต่ละอันได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการกดนาฬิกาให้กลับไปที่ 0 ใหม่ และเมื่อบันทึกเวลาเสร็จแล้วจึงกดให้เข็มกลับไปที่ 0

<u>*ข้อสังเกต*</u> การบันทึกเวลาที่ต้องการควรบันทึกเหตุการณ์ทุกอย่างที่เกิดขึ้น เช่น ในการห่อน Hamburger ต้องมีการทำความสะอาดโต๊ะทุก ๆ 30 นาที ต้องเดินไปหยิบกระดาษห่อใหม่ทุก 1 ชม. เป็นต้น

4. คำนวณหาจำนวนรอบในการจับเวลา

เหตุที่ต้องหาจำนวนรอบที่เหมาะสม เพราะการจับเวลาย่อมมีการคลาดเคลื่อน และอาจมีงานย่อยแปลกปลอม (Foreign element) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้น การจับเวลาเพียงรอบเดียว หรือ 2-3 รอบ ย่อมไม่ใช่ค่าที่แน่นอนพอที่จะใช้เวลามาตรฐานได้ การจับเวลานอนพอสมควร นอกจากจะให้ค่าแน่นอนแล้วยังทำให้เรารู้ถึงความคลาดเคลื่อน (Variance) ของการจับเวลาด้วย

เราจะสมมติว่า ค่าแตกต่างในการบันทึกเวลาแต่ละครั้งนั้นเกิดจากสาเหตุของโอกาส (Chance) เพียงอย่างเดียว

ดังนั้น ค่า Standard error ของ mean ของแต่ละงานย่อย ย่อมเท่ากับ

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma'^2 + \sigma'^2 \ldots\ldots \sigma'^2}{N'^2}$$

$$= \frac{N'\sigma'^2}{N'^2}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma'}{\sqrt{N'}} \qquad (2.15)$$

โดยที่ $\sigma_{\bar{x}}$ = standard deviation of distribution of means

σ' = standard deviation of universe of each element

N' = actual number of observation of the element

แต่ค่า Standard deviation (σ) ก็คือค่า root-mean-square deviation ของค่าที่อ่านได้จากค่าเฉลี่ยของมันนั่นคือ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}} \qquad (2.16)$$

แต่ $\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$

แทนค่า $\bar{x}$ ในสูตร 2.16 จะได้

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\sum x^2}{N} - (\frac{\sum x}{N})^2\right)}$$

$$\sigma = \frac{1}{N}\sqrt{(N\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

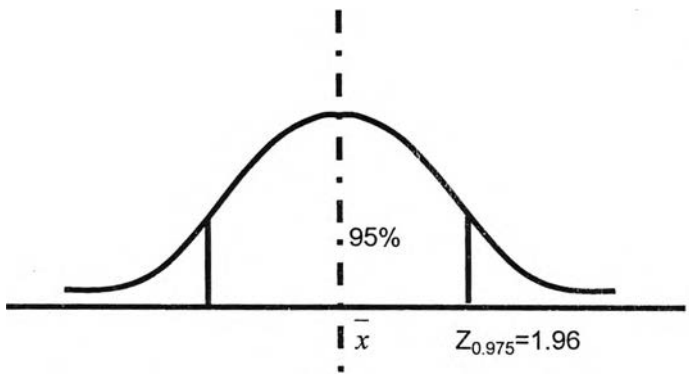
ถ้า $\sigma = \sigma'$

แทนค่า σ ในสูตร 2.15 จะได้

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sqrt{N'}} \qquad (2.16)$$

ในการจับเวลาของงานชิ้นหนึ่ง ๆ ผู้ทำการจับเวลาจะต้องตัดสินใจว่าจะให้ข้อมูลที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่าใด โดยปกติแล้วในเรื่องของการศึกษาเวลา เรามักจะตั้งค่าความคลาดเคลื่อนไว้ ±5% โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% นั่นก็คือเรามีโอกาสอย่างน้อย 95 จาก 100 ที่ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±5% จากค่าที่เป็นจริง

จากการสมมติว่าข้อมูลที่ได้มีลักษณะของการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normal distribution) ดังนั้น จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้



$$0.05\,\bar{x} = Z_{0.975} * \sigma_{\bar{x}}$$

$$0.05\,\frac{\sum x}{N} = 1.96 * \sigma_{\bar{x}}$$

แทนค่า จากสูตร 2.16 จะได้

$$0.05\frac{\sum x}{N} = 2\frac{\frac{1}{N}\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sqrt{N'}}$$

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}}{\sum x}\right]^2 \qquad (2.17)$$

การพิจารณาในการจับเวลาของการดำเนินการวิจัยนี้ จะทำการจับเวลาในแต่ละงานย่อยเป็นจำนวน 10 ครั้ง แล้วนำค่าที่จับเวลาได้ทั้ง 10 ค่า มาคำนวณแทนค่าโดยใช้ สูตร (4) ข้างต้น สำหรับพิจารณาหาจำนวนครั้งที่จำเป็นต้องจับเวลาเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ค่าเวลามาตรฐานที่มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องของแต่ละงานย่อย

2.2 งานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐานันดร์ แก้วทอง (2538) ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต และหาแนวทางในการประยุกต์ใช้วิชาการด้านวิศวกรรมอุตสาหการในการแก้ปัญหา โดยจะนำเอาระบบการผลิตที่เรียกว่า ระบบการจัดสมดุลการผลิต/การผลิตทันเวลาพอดี เข้ามาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้กับโรงงานตัวอย่างซึ่งเป็นโรงงานผลิตพัดลม

จากการศึกษาและวิเคราะห์พบว่ามีปัญหาต่าง ๆ มากมายภายในโรงงาน ซึ่งประกอบด้วย การวางผังโรงงานไม่เหมาะสม ความไม่สมดุลของสายการผลิต ความล้มเหลวของการจัดการระบบชิ้นส่วน การขาดข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผนและควบ คุมการผลิต และความสูญเปล่าอันเนื่องมาจากวิธีการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ ในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการใช้ความพยายามเป็นอย่างมากเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมา จากการจัดวางผังโรงงานใหม่ทำให้สามารถเพิ่มสายการผลิตจาก 3 เป็น 4 สายการผลิต ซึ่งหมายถึงผลผลิตจะเพิ่มขึ้นประมาณ 33% การนำเทคนิคการจัดสมดุลการผลิต มาพัฒนาใช้ร่วมกับโปรแกรมการทำงานของระบบทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตสูงขึ้นถึง 36% โดยพิจารณาจากค่าดัชนีผลผลิตของแรงงาน การออกแบบระบบรหัสชิ้นส่วน และการพัฒนาฐานข้อมูลชิ้นส่วนทำให้สามารถปรับปรุงระบบการจัดหาและจัดการชิ้นส่วนตลอดจนวัตถุดิบให้ดีขึ้น ซึ่งส่งผลให้การวางแผนและการคบคุมการผลิตสามารถดำเนินไปได้ด้วยดี จากการปรับปรุงข้างต้นทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานแห่งนี้เพิ่มขึ้นอย่างมากมาย เมื่อเปรียบเทียบผลผิดในช่วง 6 เดือนของช่วงเวลาก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุงระบบพบว่าผลผลิตของโรงงานเพิ่มขึ้นจาก 198,901 หน่วย เป็น 373,108 หน่วย

ผจญ ภักดีกุล (2531) ในระบบการดำเนินงานอุตสาหกรรมการผลิตแบบต่อเนื่องนั้น โดยทั่วไปแล้วจะพบปัญหาด้านการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ตามกระบวนการ ซึ่งสามารถแบ่งแยกส่วนของกิจกรรมการทำงานได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ กิจกรรมของการประกอบ (Assembling Activity) และกิจกรรมของเครื่องจักร (Machining Activity) โดยในส่วนการทำงานทั้งสองนี้ จะดำเนินได้ด้วยคนงานเป็นผู้ควบคุมขั้นตอนตามกระบวนการเหล่านี้ หากกิจกรรมของงานในบางกระบวนการมีความสูญเปล่าอยู่ เช่น การรอคอย ความล่าช้า และการขนส่ง เป็นต้น จะมีผลทำให้เกิดสภาพความไม่สมดุลของการผลิต (Imbalance of Process) เกิดขึ้นการจัดการของเทคนิคในการบริหารควบคุมงานการผลิตที่ดี จะทำให้เกิดสภาพความสมดุลและต่อเนื่องในทุก ๆ กระบวนการตามขั้นตอนกรรมวิธี

จากผลการดำเนินงานการจัดสมดุลสายงานการประกอบ และปรับปรุงระบบงานการจัดส่งชิ้นส่วนหลักเข้าสายงานการประกอบ ดังกล่าว จะมีผลทำให้ผลผลิตของแรงงานเพิ่มขึ้น 6.38% และผลผลิตของชั่วโมงแรงงาน (Man-hour Productivity) เพิ่มขึ้น 7.69

ประเสริฐ ธัญจรูญ (2536) ได้ทดลองเอาระบบการจ่ายวัสดุแบบทันเวลาพอดีไปใช้กับสายการประกอบหลังคาไฟเบอร์กลาสสำหรับรถยนต์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากวัสดุเสียหายหรือสูญเสียในสายการประกอบ ผู้วิจัยได้ออกแบบสายการประกอบหลังคาไฟเบอร์กลาสสำหรับรถยนต์ขึ้นใหม่ โดยศึกษาขั้นตอนการประกอบ, เวลาที่ใช้, การปรับปรุงการทำงานและการจัดสมดุลยของสายการประกอบ (Line Balance) จากนั้นจึงออกแบบระบบการจ่ายวัสดุแบบทันเวลาพอดีโดยใช้บัตรเรียกชิ้นส่วน จากการเก็บข้อมูลและเปรียบเทียบกันระบบเดิมพบว่าหลังจากการปรับปรุงสายการประกอบตลอดเวลาระยะแรก โดยใช้ระบบการใช้บัตรเรียกชิ้นส่วนมีผลทำให้การควบคุมวัสดุดีขึ้น หัวหน้างานสามารถความเสียหายได้อย่างชัดเจน โดยเปรียบเทียบกับวัสดุประเภทยางความเสียหายลดลง 4.69%, กระจก 4.83% โลหะ 2.8% โดยสาเหตุหลักของความเสียหายเนื่องจากการเบิกวัสดุในปริมาณมากทำให้เกิดความเสียหายและสูญหาย

เพชรชรินทร์ พรนภดล (2541) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของการสายการผลิตกระป๋อง โดยการวิเคราะห์หาจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค เพื่อทำการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม ผู้วิจัยได้ปรับปรุงสายกระบวนการผลิตและพบว่าการใช้การบำรุงรักษาและทวีผล ที่ทุกคนมีส่วนร่วมสำหรับกระบวนการเคลือบแลคเกอร์เพื่อลดเวลาสูญเปล่าที่เกิดจากเครื่องจักรเสียหรือเกิดเหตุขัดข้องปอย สามารถลดเวลาความสูญเปล่าได้ 3.65% และกลวิธีลดเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์สำหรับกระบวนการพิมพ์สีลง 38% ลดเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์กระบวนการขึ้นรูปกระป๋องลง 53%

ศิริพงษ์ โพธิลักษณ์ (2543) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดดัชนีเพื่อปรับปรุงสายการผลิต จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตมีความเกี่ยวข้องกับ 5 กลุ่มปัจจัยคือ พนักงาน ชิ้นส่วน เครื่องจักร อุปกรณ์ และวัตถุดิบ โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการผลิต นอกจากนี้ยังกำหนดดัชนีวัดประสิทธิภาพ 7 ดัชนี สำหรับสายการผลิตรถยนต์เชิงพาณิชย์ หลังจากได้ปรับปรุงดัชนีและนำดัชนีเหล่านั้นไปใช้พบว่า

เพิ่มอัตราพนักงานที่ผ่านการฝึกประกอบระดับเป้าหมายเพิ่มขึ้นจากร้อยล่ะ 11.87 เป็นร้อยละ 95 ปรับปรุงการลดเวลาการทำงานลง 61.5 นาที อัตราการเกิดปัญหาชิ้นส่วนลดลงร้อยละ 88 อัตราการเกิดปัญหาหารเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมลดลงร้อยละ 93.2 อัตราการบกพร่องของเครื่องจักรลดลงร้อยละ 87.2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ชั้นวางแบบไหลได้ร้อยละ 20.9 และชั้นวางแบบเบาว์ได้ร้อยละ 25.6

นอกจากนี้ในขั้นตอนการติดตามผลในขั้นตอนผลิตปริมาณมากสามารถลด ความสูญเสียต้นทุนโดยรวมร้อยละ 54

อนวัชช์ จรปัญญานนท์ (2538) งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการผลิตในการประกอบแบตเอรรี่ สำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล เป็นการนำระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีมาใช้โดยมีเทคนิคทำงานแบบยืดหยุ่น พร้อมระบบคัมบัง ใช้เพื่อบริหารวัสดุระหว่างผลิตและมีการทำเอกสารมาตรฐานการทำงาน ตลอดทุกขั้นตอน ผลการประยุกต์ใช้และพัฒนาระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี ในการปรับปรุงสายงานประกอบแบตเตอรี่ ทำให้วัสดุคงคลังและพื้นที่ในการจัดเก็บลดลง

ฮิราโน่ ฮิโรยูคิ (สุรชัย ธรรทวีธิกุล และวิเชียร เบญวัฒนาผล,ผู้เรียบเรียง, 2537) กล่าวว่าการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time) คือการผลิตหรือการส่งมอบสิ่งของที่ต้องการในเวลาที่ต้องการด้วยจำนวนที่ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น เวลาที่ส่งมอบคือวันศุกร์ สัปดาห์หน้า เพียงให้มีสิ่งของทันวันศุกร์หน้าก็เป็นอันทันเวลา แต่ลักษณะของการผลิตแบบทันเวลาพอดี คือ เมื่อคิดว่าจะอัดขึ้นรูปชิ้นงาน 1 ชิ้น ก็จะปรากฏว่ามีชิ้นส่วน 1 ชิ้น ส่งจากระบวนก่อนหน้า ซึ่งนำมาทำการอัดขึ้นรูป และเมื่อคิดอีกว่า จะอัดขึ้นรูปอีก 1 ชิ้น ก็จะปรากฏว่ามีชิ้นส่วนอีก 1 ชิ้น ส่งมาจากระบวนก่อนหน้า ซึ่งลักษณะนี้เรียกว่า ทันเวลาพอดี

ธิษณย์ สฤษฏ์ผล (2538) เป็นการวิจัยเพื่อหาแนวทางลดความสูญเปล่าเครื่องจักรของเครื่องจักรในสายการผลิตตัวอย่างให้กับอุตสาหกรรมผลิตกระป๋องบรรจุอาหาร การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาต่าง ๆที่พบในสายการผลิตตัวอย่าง ของโรงงานผลิตกระป๋องบรรจุอาหารตัวอย่างและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้น โดยมีแนวทางต่าง ๆดังต่อไปนี้

1. จัดทำแผนปฏิบัติการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
2. จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน
3. จัดทำ 3 ส
4. จัดทำระบบเอกสารในการปฏิบัติงาน
5.จัดทำหน้าที่และความรับผิดชอบของพนักงาน

สุนันท์ วิเศษสรรโชค (2534) ได้ทำการวิจัยโดยเสนอ การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์ โดยศึกษาสภาพปัญหาในการผลิตชิ้นส่วนของรถยนต์ในประเทศ พร้อมทั้งประยุกต์ใช้วิชาการทางวิศวอุตสาหการด้านการศึกษาการทำงาน และการวางแผนการผลิตเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตโดยมุ่งหวังว่า ผลจากการศึกษาใช้เป็นแบบอย่างแก่โรงงานอุตสาหกรรมประเภทเดียวกันในประเทศ

จากการศึกษาและวิจัยพบว่า ภายหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางต่าง ๆที่เสนอแนะทำให้เวลาความสูญเปล่าของเครื่องจักรลดลง ทำให้กำลังการผลิตในส่วนของการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆเพิ่มขึ้นและทำให้ระบบการวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น อันเป็นผลผลิตของการผลิตชิ้นส่วนโลหะของรถยนต์สูงขึ้นด้วย

มุกริน สุตันตปฤดา (2537) งานวิจัยได้ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ชนิดพลาสติก ได้แก่ ระบบบริหารการผลิต กระบวนการผลิต และระบบเอกสารทางการผลิต นอกจากนี้ได้พยากรณ์ แนวโน้มความต้องการพลาสติกชนิดนี้ของอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นบรรทัดฐานการนำระบบการผลิตสำหรับโรงงานผลิตชิ้นส่วนอะไหล่ต่าง ๆไว้ดังนี้ การจัดการองค์กร การกำหนดจำนวนเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต การออกแบบผังโรงงาน การวางแผนการผลิต การวางแผนพัสดุคงคลังการออกแบบระบบเอกสารสำหรับการบริหารการผลิต

ธนวรรณ อัศวไพบูลย์ (2535) นำเสนอการเพิ่มผลผลิตโรงงานผลิตของเล่นที่ใช้ขับขี่และเฟอร์นิเจอร์โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและการวางแผนการผลิต โดยศึกษาเพื่อวางแผนการผลิตและปรับปรุงการทำงาน โดยเลือกศึกษาจากผลิตภัณฑ์หลักที่มีมูลค่าสูง 5 ชนิดในโรงงานผลิตของเล่นเด็กที่ใช้ขับขี่ และเฟอร์นิเจอร์เหล็กที่มีการบริหารงานแบบครอบครัว คาดว่าจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการปัญหาของโรงงานที่คล้ายคลึงกัน หรือมีสายการผลิตประเภทเดียวกันโดยได้มีการทำเวลามาตรฐานกับผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการทำเวลามาตรฐานของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ และการปรับปรุงวิธีการทำงาน เพื่อลดความไร้ประสิทธิภาพจัดวางผังโรงงานเพื่อใช้เกิดความสะดวก ลดเวลาและการสูญเสียที่เกิดจากการเคลื่อนย้าย จัดระบบควบคุมคุณภาพ การจัดลำดับงาน และการจัดลำดับงานเข้ากับเครื่องจักรเพื่อให้มีเวลาน้อยที่สุด การวางแผนความต้องการใช้วัสดุ และการวางระบบเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงานเพื่อช่วยให้ระบบการผลิตรวดเร็วขึ้น

ภัทรา หิตตราวัฒน์ (2542) ได้วิจัยการการนำระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตในบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ของโรงงงานผลิตท่อไอเสียรถยนต์ ผลการวิจัยจากการปรับปรุงสายการผลิตโดยใช้งานมาตรฐาน ศึกษาลำดับการทำงานและระดมสมอง เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงาน ปรับปรุงวิธีการวางตำแหน่งเครื่องจักร จัดลำดับการทำงานในสายการผลิต ผลคือสามารถลดรอบระยะเวลาการผลิต และชั่วโมงการทำงานต่อชิ้นในแต่ละสายการผลิตประกอบท่อ ลดลง 25 เปอร์เซ็นต์ จากเดิม นอกจากนี้ยังปรับปรุงระบบการผลิตโดยใช้คัมบัง ซึ่งปรับปรุงการขนส่งโดยจัดพนักงานเดินจ่ายชิ้นงานทำการเดิน 1 ชั่วโมงต่อครั้ง แทนการให้พนักงานไปเบิกชิ้นงานเอง นอกจากนั้นยังปรับปรุงการสั่งการผลิตโดยจัดทำอุปกรณ์ในการผลิตแบบทันเวลาพอดี ทำให้การควบคุมระบบคุมบังมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และลดขนาดล็อตของงาน 20 ชิ้นต่อ 1 คัมบังเหลือ 10 ชิ้นต่อ 1 คัมบัง ซึ่งมีผลทำให้จำนวนชิ้นงานสำเร็จรูปลดลง 33.3 เปอร์เซ็นต์

จากการประเมินผลการถ่ายทอดเทคโนโลยี การผลิตแบบทันเวลาพอดี โดยใช้แบบทดสอบ และแบบสอบถามความคิดเห็น พบว่า จากการทดสอบสถิติ (T-Test) ระดับคะแนนหลังจากทำการอบรมมีระดับสูงกว่าก่อนทำการอบรม ระดับนัยสำคัญ 0.01 และผู้ที่ได้รับการอบรมสามารถมาประยุกต์ใช้ในงานประจำวันได้ดี ส่วนการติดตามผลหลังจากทำกิจกรรมเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า สามารถรักษารอบระยะเวลาการผลิต และ ชิ้นงานสำเร็จรูปได้ใกล้เคียงกับผลที่ได้หลังการปรับปรุงในช่วงแรก

จิตอารีย์ แก้วยส (2532) ศึกษาถึงการผลิตรถยนต์ของบริษัทอีซูซุในประเทศไทยที่มีการนำระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีของญี่ปุ่น แต่การผลิตของบริษัทอีซูซุจะมีความแตกต่างกับบริษัท โตโยต้าคือ ระบบการผลิตของบริษัท อีซูซุจะมีลักษณะของการปรับเรียบการผลิตทันทีที่สภาพตลาดเปลี่ยนแปลง ในขณะที่โตโยต้าจะปรับเปลี่ยนตามความต้องการในแต่ละช่วงการวางแผนการผลิตหนึ่งๆ โดยอิงกำลังการผลิตที่มีอยู่เป็นเกณฑ์

ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงระบบและวิธีการนำเอาไปใช้งานจริง ของการผลิตรถยนต์และรถบรรทุกของบริษัทอีซูซุโดยได้มีการปรับปรุงผังการทำงาน เพื่อลดระยะทางในการเดินหยิบชิ้นส่วนในสายการประกอบรวมทั้งการอำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือ โดยผลที่ได้รับปรากฏว่าการจัดระบบงานให้เป็นมาตรฐานสามารถลดความสูญเสีย โดยงานยังคงมีคุณภาพ และพบว่าพนักงานมีความปลอดภัยและมั่นใจในการทำงานมากขึ้น โดยใช้ผังงานมาตรฐานเป็นเกณฑ์ในการปฏิบัติงานต่อๆไปภายหลังจากการเข้าปรับปรุงงานแล้ว

อลงกต กาญจนคช (2546) ศึกษาเพื่อปรับปรุงความแข็งแรงของแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ใช้ในการผลิตกล่องกระดาษ โดยใช้ประยุกต์วิธีการออกแบบการทดลองเพื่อปรับปรุงค่าความสามารถในการด้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความแข็งแรงของแผ่นกระดาษลูกฟูกที่มีความสำคัญมาก โดยก่อนปรับปรุงกระบวนการมีค่าความสามารถในการด้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush) เฉลี่ยที่ 891 kg/33.2cm^2 และมีค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะสั้น (C_{pk}) เท่ากับ 0.63 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี โดยขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยจะมีการนำเครื่องมือต่าง ๆเข้ามาวิเคราะห์และกลั่นกรองปัจจัยก่อนที่จะไปทำการออกแบบการทดลองซึ่งประกอบด้วย แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ผังกลุ่มความคิด (Affinity Diagram) การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผล (Cause and Effect Matrix) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) และการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Test) ตามลำดับและผลที่ได้จากการวิเคราะห์เหลือปัจจัยทั้งหมด 9 ปัจจัย สำหรับนำไปออกแบบการทดลองเพื่อกรองปัจจัย (Screening DOE) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบการทดลองเพื่อกรองปัจจัย พบว่า มีปัจจัยที่มีนัยสำคัญแบบอันตรกิริยา 6 ปัจจัย รวมทั้งรูปแบบสมการมีลักษณะของส่วนโค้งเกิดขึ้น (Curvature) จึงนำทั้ง 6 ปัจจัยดังกล่าว ไปทำการออกแบบการทดลองพื้นผิวตอบ (Response Surface Method) เพื่อหาการกำหนดค่าระดับของปัจจัยที่เหมาะสม จากการวิเคราะห์พบว่าค่าความสามารถในการต้านแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush) ที่เหมาะสมสูงสุดคือ 1165.22 kg/33.2 cm^2 แล้วทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลการทดลองก่อนนำไปใช้งานจริงในกระบวนการผลิต หลังจากการปรับปรุงกระบวนการแล้วพบว่ามีค่าความสามารถในการด้านทานแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush) เฉลี่ยที่ 1102 kg/33.2cm^2 และค่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการแบบระยะสั้น (C_{pk}) เท่ากับ 1.49 เพิ่มสูงขึ้นจากเดิมก่อนการปรับปรุง 0.86 นอกจากนี้ยังส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการต้านแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush) สูงขึ้นด้วย

เขมิกา วันทอง (2546) เป็นการวิจัยเกี่ยวกับการลดของเสียของกระบวนการพ่นสีของผลิตภัณฑ์โช้คอัพรถจักรยานยนต์ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) โดยสามารถวิเคราะห์สาเหตุของความบกพร่องหลัก ๆ อาทิ สีเป็นเม็ด สีพอง สีเป็นรอย เป็นต้นด้วย ค่าดัชนี 3 ค่า ซึ่งได้แก่ ระดับความรุนแรงของของเสีย (S), ความถี่หรือโอกาสในการเกิด (O), และความสามารถในการตรวจจับของเสีย (V) ผลจากการปรับปรุง พบว่า ข้อบกพร่องที่เกิดจากกระบวนการพ่นสี ที่เกิดจากสีเป็นเม็ด จากก่อนปรับปรุง 8.23% ลดลงเหลือ 0.66% ส่วนสีพองก่อนปรับปรุง 5.83% ลดลงเหลือ 0.75% และสีเป็นรอยก่อนปรับปรุง 4.48% ลดลงเหลือ 1.06%

2.2.2 บทความที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

***ICE Final Data Q2 (August 2000)*: A different way of doing business**

ได้ศึกษาถึงหลักการประกอบธุรกิจของบริษัท Dell ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตและจำนวนคอมพิวเตอร์รายใหญ่ของโลกที่เน้นการจำหน่าย และให้บริการหลังจากขายคอมพิวเตอร์แก่ลูกค้ารายย่อยโดยตรง ในราคาที่ถูกกว่าผู้ผลิตคอมพิวเตอร์รายอื่น Dell ได้มีการนำระบบ JIT มาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตม ลดของเสีย และการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่ง Dell ได้ใช้วิธีการซื้อชิ้นส่วนประกอบจากผู้ผลิตในพื้นที่เพื่อควบคุมเวลาการขนส่ง และเลือกผู้ผลิตรายใหญ่เพื่อการผลิตที่มากขึ้นและราคาถูกลง โดยได้ลดผู้ผลิตชิ้นส่วนให้ Dell จาก 204 รายเหลือ 47 ราย โดย 40 เปอร์เซ็นต์ของผู้ผลิตมีการใช้ระบบ JIT ซึ่ง Dell จะยังไม่มีคำสั่งในการสั่งซื้อชิ้นส่วนและประกอบหากไม่มีคำสั่งซื้อจากลูกค้า นอกจากนี้ผู้ผลิตชิ้นส่วนให้ Dell จะต้องสามารถส่งชิ้นส่วนให้ Dell ได้ในครึ่งวัน

ผลที่ Dell ได้รับจากระบบ JIT คือ ลดพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า สามารถควบคุมสินค้าที่ผลิตค้างคลังและขายราคาลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ลดพนักงานในการดูแลสินค้าคงคลัง ลดการลงทุนในการซื้อสถานที่จัดเก็บสินค้าคงคลัง สามารถจำหน่ายสินค้าราคาประหยัดให้กับลูกค้าได้เนื่องจากต้นทุนที่ต่ำ และสามารถแจ้งราคาลูกค้าได้ทันทีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านราคา

***Mahesh Gupta, Heather Holladay (2001)* The Human factor in JIT implementation: a case study of Ambrake Corporation**

ได้ศึกษาผลกระทบและการปรับปรุงด้านทรัพยากรบุคคลเมื่อมีการนำระบบ JIT ในโรงงานโดยใช้การหลักการดังนี้

1) การใช้การความรู้และการฝึกฝนโดยแบ่งออกเป็นระดับผู้บริหารและระดับพนักงาน โดยระดับผู้บริหารจะเน้นการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบ JIT ระดับพนักงานในสายการผลิตจะเน้นการฝึกงานโดยมีการออกแบบมาตรฐาน ในการทำงานเพื่อการฝึกให้พนักงานที่เริ่มเข้าทำงาน

2) สิ่งแวดล้อมในองค์กร โดยถือหลักของความร่วมมือและการมีส่วนร่วมในการทำงาน งานวิจัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมในที่ทำงานโดย การรวบรวมและแก้ปัญหาเรื่องร้องเรียน การเปิดโอกาสให้พนักงานมีส่วนร่วมในกิจกรรมของบริษัท การสร้างความรู้สึกในการมีส่วนหนึ่งขององค์กร

3) การให้รางวัลและสิ่งจูงใจ การให้รางวัลแก่พนักงานที่ถือเป็นการสร้างแรงจูงใจที่ดีและรวดเร็วมาก อย่างไรก็ตามรางวัลเพื่อแรงจูงใจควรจะให้ในลักษณะของทีมที่ประสบความสำเร็จในการทำงานมากกว่าการให้เป็นรายบุคคล

4) การเปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นและเสนอแนวทางความร่วมมือ พนักงานควรจะมีความรู้สึกภาคภูมิใจในงานที่ทำและเห็นความสำคัญของพนักงานในการทำงาน โดยเปิดโอกาสให้พนักงานได้เสนอความคิด และความร่วมมือในการปรับปรุงในสายงานที่ทำระบบ JIT ซึ่งหลักการเหล่านี้จะทำให้ระบบ JIT ที่ในบริษัทนำไปใช้ประสบความสำเร็จในระยะเวลาอันสั้น

Joseph Damiano (2001) : **Just In Time Inventory : A Financial Perspective**

บทความนี้กล่าวการควบคุมสินค้าคงคลังของระบบ JIT โดยนำมาวิเคราะห์ในหลักของการจัดการทางด้านการเงิน โดยกล่าวว่า ความสามารถในการควบคุมสินค้าคงคลังได้จะได้ให้ผู้บริหารทางการเงินสามารถควบคุมต้นทุน การลงทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ การสั่งของมาใช้เพื่อการผลิต ระยะเวลาการชำระเงินค่าสินค้าที่เหมาะสม โดยกล่าวถึงกรณีตัวอย่างของ Wal Mart ผู้จำหน่ายสินค้าปลีกรายใหญ่ในประเทศอเมริกา ได้นำระบบ JIT มาใช้ในการคำนวณในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้งอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ต้นทุนต่ำลง ซึ่งเป็นผลให้สามารถจำหน่ายสินค้าให้กับผู้บริโภคได้ถูกลง อย่างไรก็ตามได้กล่าวถึงความล้มเหลวของระบบ JIT ในเหตุการณ์ 11 กันยาในประเทศอเมริกา เนื่องจากหลังเหตุการณ์นี้ได้มีมาตรการณ์ในเรื่องความปลอดภัยที่สูงขึ้น ทำให้สินค้าต้องเสียเวลาในการตรวจนานขึ้น จนกระทั่ง ทำให้ไม่สามารถคำนวณระยะเวลาการส่งสินค้าที่แน่นอนได้แน่นอน ซึ่งผู้บริหารทางการเงินจะต้องคำนวณความเสียหายที่เกิดขึ้นด้วย

Patrick W. Picardo, MAJ, USA (2003) : **The effectiveness of just in time (JIT) Medical Logistics in Supporting the Warfighter**

ได้เสนอการวิจัยเกี่ยวกับส่งเวชภัณฑ์ในภาวะสงคราม หรือมีเหตุการณ์ฉุกเฉินโดนใช้ระบบ JIT โดยเสนอกลยุทธ์หลักคือ

1) การขนส่ง การเตรียมอุปกรณ์ เช่น รถยนต์ เครื่องบินในการขนส่งมีบทบาทสำคัญโดยอาจจะมีการเพิ่มขนาดของเครื่องบินที่ในการขนส่งเวชภัณฑ์ อย่างไรก็ตามต้นทุนในการขนส่งถือเป็นปัจจัยในการเลือกวิธีการขนส่งที่เหมาะสม

2) การบริหารเวชภัณฑ์ที่คงเหลือ การจัดการสินค้าคงเหลือ โดยดูอัตราการหมุนเวียนของเวชภัณฑ์ โดยมีการคงเหลือเวชภัณฑ์ในภาวการณ์ฉุกเฉิน อย่างไรก็ตามปัจจุบันทุกวันนี้มีการลดต้นทุนสำหรับการจัดเก็บสินค้าคงเหลือ

3) สถานที่จัดเก็บ การออกแบบสถานที่จัดเก็บเวชภัณฑ์ การเตรียมพื้นที่ที่เหมาะสมในการใช้ระบบ JIT ที่ยังเหลืออยู่ ซึ่งต้องออกแบบให้สามารถลดเวลาในการค้นหาเวชภัณฑ์ และทราบที่ตั้งของเวชภัณฑ์ที่มีอยู่

4) เทคโนโลยีด้านข้อมูล-ข่าวสาร โดยส่วนใหญ่แล้วระบบ JIT ขึ้นอยู่กับระบบข้อมูลข่าวสาร โดยงานวิจัยกล่าวความสามารถในการลดเวลาที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลข่าวสารว่าได้รับรวดเร็วเพียงใดในการสั่งซื้อเวชภัณฑ์ในครั้งต่อไป

งานวิจัยกล่าวว่า ระบบ JIT เป็นระบบที่ดีที่ทำให้สามารถลดต้นทุน และสามารถตอบสนองต่อความต้องการเวชภัณฑ์ได้รวดเร็ว

Chung Myeong-Kee : **Transforming the subcontracting system and changes of industrial organization in the Korean automobile industry**

งานวิจัยนี้เป็นบทความงานวิจัยถึงกลยุทธ์ที่จะนำ อุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์ของเกาหลีไปสู่ความสำเร็จซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนหลักคือ

1) การนำระบบ JIT มาใช้
2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์
3) ผลิตภัณฑ์ใหม่
4) นโยบายการจัดซื้อที่มีประสิทธิภาพ
5) การขยายการผลิตออกต่างประเทศเพื่อลดต้นทุนเรื่องแรงงานในการผลิต และลดการนำเข้าชิ้นส่วนอุปกรณ์

ซึ่งงานวิจัยกล่าวว่า บริษัทที่ผลิตรถยนต์เช่น Hyndai, Kia, Daewoo ในประเทศเกาหลีมีการนำระบบ JIT มาใช้ตามอย่างอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ในประเทศญี่ปุ่น ระบบJIT ที่นำมาใช้ในปี 1980 มาจากการนำระบบ JIT เพื่อการพัฒนาคุณภาพและการผลิตโดยใช้ระยะเวลาที่สั้นที่สุด โดยให้ความสนใจที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนให้กับบริษัท ซึ่งระยะเวลาในการจัดส่งนั้นมีการปรับปรุงอย่างรวดเร็วจากระยะเวลาเป็นเดือน เป็นสัปดาห์และเป็นวัน

ในปี 1989 มีการประเมินว่า 60% ของการสั่งซื้อชิ้นส่วนประกอบระยนต์ทั้งหมดมีการส่งภายใน 1 วันและ 1 ชั่วโมง และ 50% ของ ผู้ส่งส่วนประกอบระยนต์ใช้ระบบ JIT ในปี 1993

Hyundai ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตรถยนต์รายใหญ่ มีการเฉลี่ยสินค้าคงคลังไว้ที่ 2 วันของการผลิตในกระบวนการของการผลิตจนเสร็จ เปรียบเทียบกับสินค้าเฉลี่ยคงคลังที่เหลือเพียง 0.5 วันของ Kai ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวบริษัทขนาดเล็กและกลางก็ยังไม่สามารถทำระบบ JIT ได้ ซึ่งเกี่ยวข้อง เวลาการทำงาน การทำงานล่วงเวลา การปรับปรุงการทำงานซึ่งเกี่ยวข้องการกระบวนการผลิต ในปี 1990 Hyundai ได้ทำเทคโนโลยีการสื่อสาร เรียกว่า Value Added Network ซึ่งจะมีความยืดหยุ่นในการตารางเวลาขนส่ง ซึ่งลดผลกระทบโดยการรวมการผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรายย่อย แต่อย่างไรก็ตามปัญหาแรงงานของประเทศก็เป็นปัญหาสำคัญของผู้ผลิตรายย่อย ซึ่งส่วนใหญ่มีการผลิตชิ้นส่วนมากกว่า 2 ชิ้นส่วน ซึ่งเริ่มมีการนำแนะนำให้ใช้ระบบ JIT มาใช้ในกระบวนการผลิต

ระบบ JIT มีส่วนอย่างมากมีส่วนอย่างมากในการควบคุมคุณภาพ อย่างไรก็ตามเงื่อนไขต่างๆก็เกี่ยวข้องกับ ขนาดของบริษัท สถานะภาพของบริษัท และสายการผลิต ซึ่งแต่ละบริษัทจะต้องดูถึงเครื่องจักรและนโยบายทางการบริหารของแต่ละบริษัท ซึ่งแต่ละบริษัทจะต้องมีหลักของการควบคุมคุณภาพ ระยะเวลาการผลิตและความยืดหยุ่นในกระบวนการผลิต

Balakrishan , R: **The Toyota Production System: A case study of creativity and Innovation in Automotive Engineering**

บทความนี้กล่าวถึงการศึกษากระบวนการผลิตของ บริษัท Toyota ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตรถยนต์รายใหญ่ ซึ่งกระบวนการผลิตของบริษัทนั้นมีการนำระบบ JIT มาใช้เพื่อควบคุมสินค้าคงคลังเพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยคำนึงถึงหลัก 3 ประการคือ

- การควบคุมคุณภาพ
- การประกันคุณภาพ
- การปรับปรุงคุณภาพของบุคลากร

โดย TOYOTA มีหลักแนวความคิด 8 ประการดังนี้

1) ใช้ระบบ คัมบังในการปรับปรุงระบบ JIT
2) การปรับเปลี่ยนสายการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการ
3) ใช้เวลาที่สั้นที่สุดในการเตรียมพร้อมสำหรับการผลิตเพื่อลดระยะเวลาในการผลิต
4) จัดทำมาตรฐานในการผลิต

5) มีความยืดหยุ่นในการทำงาน

6) มีการรวมกลุ่มของพนักงานเพื่อการพัฒนาสายการผลิต

7) สามารถให้ระบบหลักการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ

8) สามารถควบคุมการแบ่งสายการผลิตเพื่อควบคุมคุณภาพ

ในระยะเริ่มแรกของการใช้ระบบคัมบังนั้น หลายคนมองว่าจะเป็นปัญหาในการผลิต ซึ่งจะตัวบอกลำดับวิธีและขั้นตอนของกระบวนการผลิต ซึ่งพบว่าระบบคัมบังช่วยในเรื่องของความไหลลื่นในการผลิต, การกำหนดมาตรฐานในการทำงาน ลดเวลาในการติดตั้งเครื่องในการเริ่มทำงาน และทำให้การทำงานแต่ละขั้นตอนเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ : ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time System)

การผลิตแบบ JIT คือ การที่ชิ้นส่วนที่จำเป็นเข้ามาถึงกระบวนการผลิตในเวลาที่จำเป็นและด้วยจำนวนที่จำเป็นหรืออาจกล่าวได้ว่า JIT คือ การผลิตหรือการส่งมอบ " สิ่งของที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ ด้วยจำนวนที่ต้องการ" ใช้ความต้องการของลูกค้าเป็นเครื่องกำหนดปริมาณการผลิตและการใช้วัตถุดิบ ซึ่งลูกค้าในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะลูกค้าผู้ซื้อสินค้าเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงบุคลากรในส่วนงานอื่นที่ต้องการงานระหว่างทำ หรือวัตถุดิบเพื่อทำการผลิตต่อเนื่องด้วย โดยใช้วิธีดึง (Pull Method of Material Flow) ควบคุมวัสดุคงคลังและการผลิต ณ สถานีที่ทำการผลิตนั้นๆ ซึ่งถ้าทำได้ตามแนวคิดนี้แล้ววัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นในรูปของวัตถุดิบ งานระหว่างทำและสินค้าสำเร็จรูปจะถูกขจัดออกไปอย่างสิ้นเชิง

วัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี

1) ควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุดหรือให้เท่ากับศูนย์ (Zero inventory)
2) ลดเวลานำหรือระยะเวลารอคอยในกระบวนการผลิต (Zero lead time)
3) ขจัดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต (Zero failures)
4) ขจัดความสูญเปล่าในการผลิต (Eliminate 7 Types of Waste) ดังต่อไปนี้

- การผลิตมากเกินไป (Overproduction) : ชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ถูกผลิตมากเกินความต้องการ
- การรอคอย (Waiting) : วัสดุหรือข้อมูลสารสนเทศ หยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหวหรือติดขัดเคลื่อนไหวไม่สะดวก
- การขนส่ง (Transportation) : มีการเคลื่อนไหวหรือมีการขนย้ายวัสดุในระยะทางที่มากเกินไป
- กระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ (Processing itself) : มีการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็น

- การมีวัสดุหรือสินค้าคงคลัง (Stocks) : วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีเก็บไว้มากเกินความจำเป็น
- การเคลื่อนไหว (Motion) : มีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของผู้ปฏิบัติงาน
- การผลิตของเสีย (Making defect): วัสดุและข้อมูลสารสนเทศไม่ได้มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณภาพ

ผลกระทบจากการผลิตแบบทันเวลาพอดี

1) ปริมาณการผลิตขนาดเล็ก (Small lot size) ระบบ JIT จะพยายามควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุด เพื่อไม่ก่อให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บและต้นทุนค่าเสียโอกาส จึงผลิตในปริมาณที่ต้องการ

2) ระยะเวลาการติดตั้งและเริ่มดำเนินงานสั้น (Short setup time) ผลจากการลดขนาดการผลิตให้เล็กลง ทำให้ฝ่ายผลิตต้องเพิ่มความถี่ในการจัดการขึ้น ดังนั้นผู้ควบคุมกระบวนการผลิตจึงต้องลดเวลาการติดตั้งให้สั้นลงเพื่อไม่ให้เกิดเวลาว่างเปล่าของพนักงาน และอุปกรณ์และให้เกิดประสิทธิภาพเต็มที่

3) วัสดุคงคลังในระบบการผลิตลดลง (Reduce WIP inventory) เหตุผลที่จำเป็นต้องมีวัสดุคงคลังสำรองเกิดจากความไม่แน่นอน ไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ระบบ JIT มีนโยบายที่จะขจัดวัสดุคงคลังสำรองออกไปจากกระบวนการผลิตให้หมด โดยให้คนงานช่วยกันแก้ไขปัญหาความไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้น

4) สามารถควบคุมคุณภาพสินค้าได้อย่างทั่วถึง - ในระบบ JIT ผู้ปฏิบัติงานจะเป็นผู้ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพด้วยตนเอง หรือที่เรียกว่า "คุณภาพ ณ แหล่งกำเนิด (Quality at the source)"

ประโยชน์ที่เกิดจากการผลิตแบบทันเวลาพอดี

1) เป็นการยกระดับคุณภาพสินค้าให้สูงขึ้นและลดของเสียจากการผลิตให้น้อยลง : เมื่อคนงานผลิตชิ้นส่วนเสร็จก็จะส่งต่อไปให้กับคนงานคนต่อไปทันที ถ้าพบข้อบกพร่องคนงานที่รับชิ้นส่วนมาก็จะรีบแจ้งให้คนงานที่ผลิตทราบทันทีเพื่อหาสาเหตุและแก้ไขให้ถูกต้อง คุณภาพสินค้าจึงดีขึ้น ต่างจากการผลิตครั้งละมากๆ คนงานที่รับชิ้นส่วนมามักไม่สนใจข้อบกพร่องแต่จะรีบผลิตต่อทันทีเพราะยังมีชิ้นส่วนที่ต้องผลิตต่ออีกมาก

2) ตอบสนองความต้องการของตลาดได้เร็ว : เนื่องจากการผลิตมีความคล่องตัวสูง การเตรียมการผลิตใช้เวลาน้อยและสายการผลิตก็สามารถผลิตสินค้าได้หลายอย่างในเวลาเดียวกัน จึงทำให้สินค้าสำเร็จรูปคงคลังเหลืออยู่น้อยมาก เพราะเป็นไปตามความต้องการของตลาดอย่างแท้จริง การพยากรณ์การผลิตแม่นยำขึ้นเพราะเป็นการพยากรณ์ระยะสั้น ผู้บริหารไม่ต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆในโรงงาน ทำให้มีเวลาสำหรับการกำหนดนโยบาย วางแผนการตลาด และเรื่องอื่น ๆได้มากขึ้น

3) คนงานจะมีความรับผิดชอบต่องานของตนเองและงานของส่วนรวมสูงมาก : ความรับผิดชอบต่อตนเองก็คือจะต้องผลิตสินค้าที่ดี มีคุณภาพสูง ส่งต่อให้คนงานคนต่อไปโดยถือเหมือนว่าเป็นลูกค้า ด้านความรับผิดชอบต่อส่วนรวมก็คือคนงานทุกคนจะต้องช่วยกันแก้ปัญหาเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นในการผลิต เพื่อไม่ให้การผลิตหยุดชะงักเป็นเวลานาน

ระบบคัมบัง (Kanban System)

ระบบคัมบัง ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ JIT ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยให้การทำงานมีการประสานงานที่ดีและมีประสิทธิภาพ ระบบคัมบังของโตโยต้าใช้แผ่นกระดาษเพื่อเป็นสัญญาณแสดงความต้องการให้มีการ"ส่ง" ชิ้นส่วนเพิ่มเติม (Conveyance Kanban : C-card) และใช้แผ่นกระดาษเดียวกันหรือที่มีลักษณะ เหมือนกันเพื่อเป็นสัญญาณแสดงความต้องการให้ "ผลิต" ชิ้นส่วนเพิ่มขึ้น (Production Kanban : P-card) ซึ่งบัตรนี้จะติดไปกับภาชนะ (Container) ที่ใส่วัตถุดิบ หรือระบบบัตรสองใบ(Two-card System) โดยมีเกณฑ์สำหรับการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- ในแต่ละภาชนะจะต้องมีบัตรอยู่ด้วยเสมอ
- หน่วยงานประกอบจะเป็นผู้เบิกจ่ายชิ้นส่วนจากหน่วยผลิตโดยระบบดึง
- ถ้าไม่มีใบเบิกที่มีคำสั่งอนุมัติ จะไม่มีการเคลื่อนภาชนะออกจากที่เก็บ
- ภาชนะจะต้องบรรจุชิ้นส่วนในปริมาณที่ถูกต้องและมีคุณภาพที่ดีเท่านั้น
- ชิ้นส่วนที่ดีเท่านั้นที่จะถูกจัดส่งและใช้งานในสายการผลิต
- ผลผลิตรวมจะไม่มากเกินไปกว่าคำสั่งการผลิตที่ได้บันทึกลงใน P-card และวัตถุดิบที่เบิกใช้จะต้องไม่มากเกินกว่าจำนวนชิ้นส่วนที่บันทึกลงใน C-card