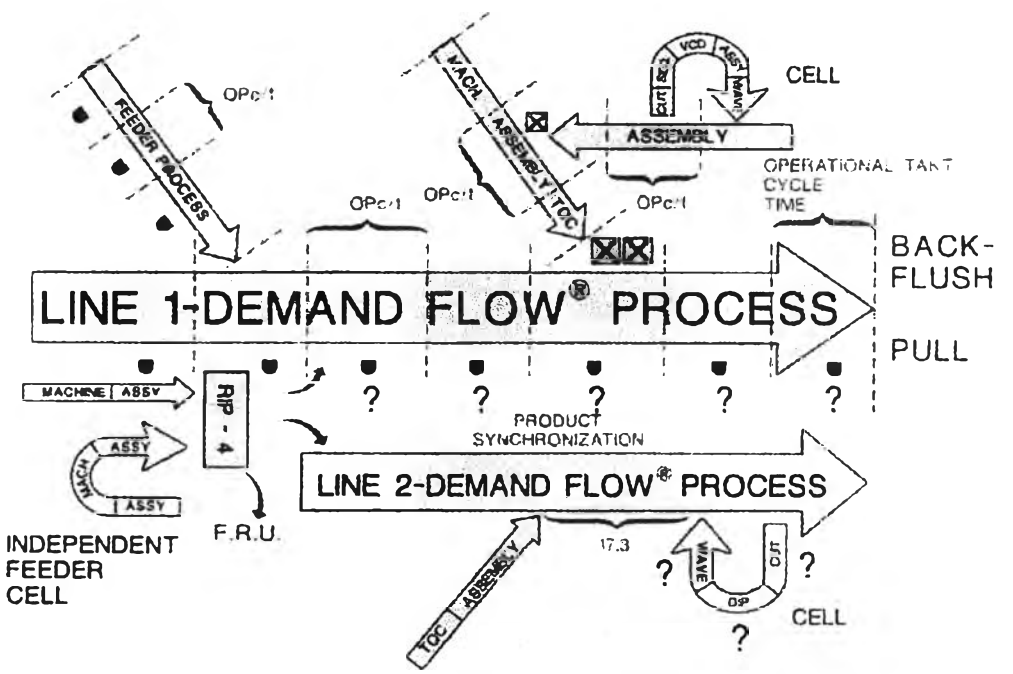
บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ระบบ Demand Flow Technology (DFT) เป็นกระบวนการผลิตที่เรียกว่า กระบวนการผลิตแบบดึง โดยจะถูกดึงย้อนหลังกลับมาจากสินค้าสำเร็จรูป โดยการดึงจะเริ่มต้นที่ปลายสายการผลิตต่อเนื่องไปตลอดสายการผลิตหลัก ตลอดจนสายการผลิตรอง และกลุ่มเครื่องจักร จนกระทั่งถึงจุดที่มีการใช้วัตถุดิบ ต่อจากนั้นจึงดึงวัตถุดิบจากซัพลายเอ่อร์ (Supplier) ชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบต่าง ๆ จะถูกดึง โดยใช้ความต้องการที่เกิดขึ้นที่ปลายสายผลิต โดยคำนึงถึงความต้องการในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละวัน เรียกว่าอัตราความต้องการสินค้าต่อวัน (Daily Rate)



รูปที่ 2-1 : สายการผลิตแบบ Demand Flow Technology (จากหนังสือ The Quantum Leap in speed to Market ของ Jc-I-T Institute of Technology, Inc USA)

2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบสายการผลิต

ผังแสดงลำดับกระบวนการผลิต (Product Synchronization) เป็นเทคนิคที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตต่าง ๆ โดยเฉพาะสายการผลิตรองจะป้อนชิ้นส่วนเข้ามาในสายการผลิตหลักในจุดที่ต้องการชิ้นส่วนนั้นเท่านั้น เมื่อ Product Synchronization ถูกกำหนดขึ้นมาแล้ว แต่ละกระบวนการก็จะต้องถูกศึกษาขั้นตอนการทำงาน (Sequence of Event) หรือเรียกว่า SOE (ดูตัวอย่าง Product Synchronization ในภาคผนวก ก แผนภาพที่ ก-1)

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิต (Processes Mapping) เป็นตารางเมทริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ กับกระบวนการผลิต เพื่อพิจารณาว่ากระบวนการผลิตใดควรจะเป็นกระบวนการผลิตหลัก และกระบวนการใดควรจะเป็นกระบวนการผลิตรอง (ดูตัวอย่าง Process Mapping ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1)

ขั้นตอนการทำงาน (Sequence of Event ; SOE) เป็นเอกสารที่แสดงกลุ่มลำดับของเนื้องาน และเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการในการผลิตชิ้นงานให้สมบูรณ์แต่ละชิ้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ในการสร้าง SOE นี้จะพิจารณาการทำงานที่เกิดขึ้นจริง ในสภาวะธรรมชาติ (ดูตัวอย่างแบบฟอร์ม SOE และตัวอย่าง SOE ในภาคผนวก ก แบบฟอร์ม ก-1, ตาราง ก-.2)

<u>การจำแนกงานต่าง ๆ ใน SOE</u>

งานต่างๆ ที่ระบุตามลำดับเนื้องานใน SOE สามารถจำแนกให้อยู่ใน 4 กลุ่มนี้ คือ

1. งานแรงงานที่ต้องการ
2. งานเครื่องจักรที่ต้องการ
3. เวลาเตรียมงาน
4. เวลาเคลื่อนย้าย

งานต่าง ๆ ที่ถูกแยกออกมาเป็น 4 ส่วนนั้น จะมีการระบุความต้องการด้านคุณภาพในแต่ละขั้นตอนการทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อที่จะผลิตผลิตภัณฑ์คุณภาพ คุณภาพดังกล่าวไม่

สามารถที่จะบรรลุได้จนกว่าผู้ที่ทำการผลิตจะเข้าใจถึงข้อกำหนดของงานที่ทำ และเข้าใจความเข้าใจด้านคุณภาพที่จำเป็นในการผลิตผลิตภัณฑ์ ความรับผิดชอบต่อผลิตภัณฑ์นี้จะต้องมอบหมายให้กับทั้งพนักงานภายในสายการผลิต และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เรียกว่าเป็นการตรวจสอบภายในสายการผลิต ซึ่งจะให้ผลดีกว่าการตรวจสอบด้วยวิธีการเดิม คือ การตรวจสอบภายนอกสายการผลิต ที่ขั้นตอนสุดท้ายในการผลิต เนื่องจากเป็นการลดโอกาสในการสร้างชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพตั้งแต่ต้นสายการผลิต (การตรวจสอบที่ขั้นสุดท้ายของสายการผลิต เป็นจุดที่ความสูญเสียได้เกิดขึ้นแล้ว และมีความเสียหายสูงกว่าการพบชิ้นงานที่ไม่มีคุณภาพภายในสายการผลิตก่อน)

<u>การเพิ่มคุณค่าในแต่ละขั้นตอนการทำงาน (Value Added Step: V.A.)</u>

เนื้องานแต่ละขั้นตอน ใน SOE จะต้องถูกจำแนกออกเป็นงานที่เพิ่มคุณค่า หรือไม่เพิ่มคุณค่า ขั้นตอนที่เพิ่มคุณค่าในสายการผลิตหมายถึงการทำงานที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในผลิตภัณฑ์ชิ้นนั้น ๆ ในการพิจารณา V.A. ผู้พิจารณาต้องมองงานนั้นในสายตาของลูกค้า และมีความจำเป็นที่ต้องเปรียบเทียบงานที่เป็น V.A. และ งานที่ไม่เป็น V.A. โดยเราสามารถเพิ่มอัตราส่วนของงานที่เป็น V.A. ต่องานที่ไม่เป็น V.A, ได้โดยการตัด/ลดงานที่ไม่เป็น V.A. ออกในส่วนที่สามารถทำได้ บางครั้งงานที่ไม่เป็น V.A. ก็ไม่สามารถตัดออกได้ เช่น การทดสอบข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ เป็นสิ่งที่ไม่เป็น V.A. แต่เป็นงานที่ต้องการให้มีในแง่ของธุรกิจ เรียกว่าเป็นความพึงพอใจ ซึ่งจำเป็นต้องให้มีอยู่อันเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอของกระบวนการ และวัตถุดิบ แต่ไม่เป็นงานที่เพิ่มคุณค่า การระบุงานที่เป็นการตรวจสอบจะต้องระบุให้เป็นการเตรียมงาน ในบางกรณีการทดสอบสามารถเป็นงาน V.A. ได้ หากเป็นข้อกำหนดของลูกค้าให้มีการทดสอบนั้น ๆ อยู่

- งานแรงงาน/เครื่องจักรที่ต้องการ คือขั้นตอนการทำงานที่ทำโดยแรงงาน/เครื่องจักร เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์นี้เป็นไปตามที่ได้แจ้งไว้แก่ลูกค้า โดยงานที่ต้องการนี้ ไม่จำเป็นต้องเป็น V.A. ทุก ๆงาน
- เวลาการเคลื่อนย้าย คือเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ หรือวัสดุ อาจจะเป็นเวลาที่ทำงานโดยแรงงาน หรือเครื่องจักรก็ได้ โดยเวลาการเคลื่อนย้ายนี้ต้องไม่เป็น V.A. เวลาการเคลื่อนย้ายที่มาก แสดงให้เห็นถึงผังโรงงานที่ไม่ดี
- เวลาการเตรียมงาน คืองานที่ต้องทำก่อนงานแรงงาน/เครื่องจักรที่ต้องการ ซึ่งเป็นงานที่ไม่เพิ่มคุณค่าด้วยเช่นกัน เวลาเตรียมงานเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนเครื่องมือ , การปรับเครื่องจักร การนำชิ้นงานออกจากหีบห่อ ฯลฯ การปรับปรุงงานในส่วนนี้ เช่น การเปลี่ยนหีบห่อใหม่, การปรับเปลี่ยนผังโรงงานใหม่ หรือการจัดทำระเบียบปฏิบัติงานในการเตรียม-ปรับเครื่องจักรใหม่ ซึ่งอาจจะลด Non V.A. ได้

งานภายในเวลาในสายการผลิต หรืองานภายนอกสายการผลิต (Internal Work or External Work)

ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดจะมีการนำมาพิจารณาว่าเป็นงานภายนอกสายการผลิต (External Work) หมายถึงการทำงานนั้น ไม่จำเป็นที่สายการผลิตจะต้องหยุดการทำงาน เช่น การปรับโมลด์ภายนอกสายการผลิตก่อนติดตั้ง หรือเป็นงานภายในสายการผลิต (Internal Work) เช่น การติดตั้งโมลด์ เข้าเครื่องฉีดพลาสติก การพิจารณาประเภทของงานลักษณะนี้จะช่วยในการพิจารณางานที่เป็น Internal Work ให้เป็น External Work เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องจักรเพิ่มขึ้นได้ รวมทั้งสามารถที่จะลด เวลาตอบสนองต่อลูกค้าให้เร็วขึ้นได้เช่นกัน

งานเป็นสถิตยศาสตร์ หรือพลศาสตร์ (Static Work or Dynamic Work)

ขั้นตอนการทำงานจะมีการพิจารณาถึงปริมาณงานที่ได้จากการทำงานแต่ละครั้ง เช่น การฉีดชิ้นส่วนพลาสติก ซึ่งได้ครั้งละ 2, 5, 10 ชิ้น ต่อ 1 รอบการฉีด งานลักษณะนี้จะเรียกว่า งานสถิตยศาสตร์ (Static Work) นั่นคือแม้เราจะต้องการชิ้นงานเพียง 1 ชิ้นจากการทำงานนี้ก็ยังคงต้องใช้เวลาเท่ากับการผลิตงานจำนวน 2, 5, 10 ชิ้นเช่นกัน ส่วนงานที่การทำงานครั้งหนึ่ง ๆ จะได้เพียงชิ้นงาน 1 ชิ้น เรียกว่า งานพลศาสตร์ (Dynamic Work) นั่นคือ หากเราต้องการจำนวนชิ้นงานมากขึ้น ก็ต้องใช้เวลาในการทำงานเพิ่มขึ้นตามจำนวนชิ้นงานที่ต้องการ

2.2 การออกแบบสายการผลิต

ปริมาณความต้องการของลูกค้าที่จะนำมาออกแบบเป็นกำลังการผลิตของโรงงาน สามารถเรียกว่า Designed Daily Rate (Dc) ซึ่งเป็นจำนวนที่ได้จากความเห็นพ้องต้องกันของฝ่ายบริหารระดับสูง และฝ่ายการตลาด โดยทั่วไป Designed Daily Rate (Dc) จะสูงกว่าปริมาณการผลิตอยู่ระดับหนึ่ง และต้องเป็นปริมาณที่เหมาะสม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยจนเกินไป เนื่องจากปริมาณดังกล่าวจะเป็น ปริมาณที่จะวางสายการผลิตให้สามารถผลิตชิ้นงานออกมาในแต่ละวัน เท่ากับ Designed Daily Rate ซึ่งจะมีการแบ่งการทำงาน หรือการสร้างภาพอธิบายการทำงาน(Method Sheet) ให้สอดคล้องกับสายการผลิตที่ออกแบบมา และในการควบคุมสายการผลิตสามารถทำได้โดยใช้ ค่าอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์ในการผลิต เพื่อตรวจสอบการทำงานในสายการผลิตได้ โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$Fr = \frac{Dr}{H(S)}$$

โดย ที่ Fr = อัตราการไหลในการผลิตต่อชั่วโมง

Dr = อัตราความต้องการต่อวัน (Daily Rate)

H = ชั่วโมงการทำงานจริงต่อกะ

S = จำนวนกะทำงานต่อวัน

เวลาเป้าหมาย หรือรอบเวลาการทำงาน (TAKT or Operational Cycle Time)

TAKT เป็นเวลาเป้าหมายในทางอุดมคติในการที่จะให้พนักงาน 1 คน หรือเครื่องจักร 1 เครื่องทำงานให้เสร็จสิ้น เพื่อให้เกิดเป็นสายการผลิตที่ต่อเนื่อง โดยมีสินค้าออกจากการผลิตห่างกันเป็นระยะเวลาเท่า ๆ กัน ซึ่งเท่ากับ TAKT

TAKT เป็นเหมือนจังหวะการทำงานของสายการผลิต โดยมีสูตรดังนี้

$$TAKT = \frac{H(S)}{Dcp}$$

โดยที่ H = ชั่วโมงการทำงานจริงต่อกะ

S = จำนวนกะทำงานต่อวัน

Dcp = อัตราความต้องการต่อวันที่กำลังการผลิต (Designed Daily Rate (capacity))

เช่น ในโรงงานแห่งหนึ่ง ต้องการออกแบบสายการผลิตที่กำลังการผลิต 500 ชิ้น/วัน มีกะทำงาน 2กะต่อวัน แต่ละกะมีชั่วโมงทำงานจริง เท่ากับ 7.5 ชั่วโมง เพราะฉะนั้น จะมี

TAKT = (7.5 x 60 x 2) / (500) = 1.8 นาที

ในการออกแบบสายการผลิตโดยการใช้ TAKT จะทำให้เนื้องาน ในแต่ละสถานีงานเท่ากับเวลา TAKT และไม่มีการเปลี่ยนแปลง ถึงแม้ว่าอัตราการผลิตในแต่ละวัน จะไม่เท่ากัน และไม่เท่ากับปริมาณการผลิตที่ออกแบบเอาไว้ แต่ในการปรับอัตราการผลิตต่อวันจะใช้การปรับขึ้น-ลงของจำนวนคนในสายการผลิตเป็นตัวปรับอัตราการผลิต

การปรับสมดุลสายการผลิต (Line & Flow Balancing)

เมื่อสายการผลิตถูกคำนวณ และจัดสรรงานลงในแต่ละสถานีงานโดยต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ TAKT แล้ว มีความเป็นไปได้ที่ เวลาการทำงานจริงที่ถูกจัดสรรอาจจะมากกว่า TAKT ซึ่งจะทำให้สายการผลิตเกิดความไม่สมดุลขึ้น ในการสมดุลสายการผลิต จะเลือกวิธีการตามลำดับดังนี้คือ

1. หากงานที่ทำเป็นการใช้แรงงานคน จะต้องพยายามกระจายให้กับ สถานีงานข้าง ๆ ให้เหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ TAKT
2. พิจารณางานในสถานีงานที่เกินนั้น เพื่อลดงานที่ไม่เพิ่มคุณค่า จนกระทั่งเวลาในสถานีงานนั้น น้อยกว่าหรือเท่ากับ TAKT
3. เพิ่มทรัพยากรแรงงาน หรือเครื่องจักรขึ้น
4. สร้างชิ้นงานระหว่างการผลิตขึ้นมาระหว่างสถานีงานที่เกิดความไม่สมดุลขึ้น

ถึงแม้ว่าการปรับสมดุลสายการผลิตในข้อ 1 และ 2 จะเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาที่สุด ก็มิใช่ว่าจะสามารถใช้ได้ง่าย ๆ ในเวลาอันรวดเร็ว ส่วนการเพิ่มเครื่องจักร เป็นแนวทางที่ง่ายที่สุด แต่ก็เกิดการลงทุนที่สูง ส่วนทางเลือกที่ 4 นั้น เป็นทางเลือกที่น่าสนใจทางหนึ่ง คือการสร้างชิ้นงานระหว่างสถานีงานขึ้นมา โดยมีจำนวนเท่ากับจำนวนที่สามารถชดเชยให้ในช่วงเวลาไม่สมดุลที่เกิดขึ้นได้ เรียกว่า คัมบังในกระบวนการผลิต (In processes Kanban; IPK) โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{In-process Kanban} = \frac{\text{เวลาที่ไม่สมดุล} \times \text{จำนวนรอบที่เกิดความไม่สมดุล}}{\text{TAKT}}$$

ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการคำนวณสายการผลิต

จากความต้องการที่กำหนดมาเป็นกำลังการผลิตของโรงงานนั้นเป็นความต้องการที่ปลายสายการผลิต หรือสินค้าสำเร็จรูป จึงต้องพิจารณาปัจจัยที่มีผลกระทบอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจริง ในการผลิตนั้น ๆ ได้แก่ เปอร์เซนต์ตัวเลือก, และเปอร์เซนต์ชิ้นงานดีที่ได้ และเปอร์เซนต์ความสูญเสีย

- <u>เปอร์เซนต์ความต้องการ หรือตัวเลือก (Require or Option)</u> เป็นค่าที่บอกถึงเปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ที่จะต้องผ่านกระบวนการนั้น ๆ หากค่า ในตารางดังกล่าวเป็น 100% จะหมายถึงว่า ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นจะต้องผ่านกระบวนการนั้น หากค่าต่ำกว่า 100% อาจหมายความว่า

กระบวนการนั้นเป็นตัวเลือกของผลิตภัณฑ์นั้น หรืออาจจะหมายถึง กระบวนการนั้น เป็นกระบวนการแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ในการ

- <u>เปอร์เซนต์ของชิ้นงานดีที่ได้ (%Yield)</u> เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของกระบวนการในการผลิตชิ้นงานที่ดีออกมา หากตัวเลขเป็นค่า 100% หมายความว่า กระบวนการนั้น ๆ ไม่มีชิ้นงานเสีย หรือชิ้นงานที่ต้องแก้ไขเกิดขึ้นเลย หากค่าที่เป็นตัวเลข ต่ำกว่า 100% ต้องพิจารณาจากค่า %Scrap ร่วมด้วยนั้นคือ หาก 100% - %Yield = %Scrap หมายความว่ากระบวนการนั้น ๆ มีชิ้นงานเสียเท่ากับ %Scrap โดยไม่มีชิ้นงานที่ต้องแก้ไขเลย และหาก 100% - %Yield มากกว่า %Scrap กระบวนการนั้น ๆ มีชิ้นงานเสียเท่ากับ %Scrap และมีชิ้นงานที่ต้องแก้ไข เท่ากับ 100% - %Yield - %Scrap

- <u>เปอร์เซนต์ของชิ้นงานเสีย (%Scrap or %Loss)</u> เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงเปอร์เซนต์ของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ ซึ่งเป็นของเสียที่ไม่สามารถนำกลับมาแก้ไขได้อีก

โดยทั่วไป ค่า %Yield และ %Scrap จะมีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\%Yield + \%Rework + \%Scrap = 100\%$$

เมื่อ %Rework = เปอร์เซนต์ของชิ้นงานที่มีจุดบกพร่อง แต่สามารถนำมาแก้ไขในกระบวนการเดิม หรือกระบวนการใหม่ได้ ดังนั้น หากชิ้นงานที่เป็น Rework สามารถนำมาแก้ไขที่กระบวนการเดิมได้ เราสามารถหาค่า % ดังกล่าวได้โดย

$$\%Rework = 100\% - \%Yield - \%Scrap$$

จากค่าปัจจัยที่มีผลกระทบที่กล่าวมานี้ มีลักษณะเฉพาะในแต่ละกระบวนการ ทำให้ปริมาณชิ้นงานที่ผ่านเข้าในกระบวนการต่า ง ๆ มีค่าแตกต่างกัน แต่ยังคงมีความสัมพันธ์กันที่ทำให้ความ

ต้องการที่ปลายสายการผลิต ยังคงเท่ากับ Designed Daily Rate อยู่ ซึ่งปริมาณที่ผ่านเข้าไปในแต่ละกระบวน เรียกว่า Dc process มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{Dc process } (i) = \frac{Dc(i+1) \times (2 - \%Yield - \%Scrap_i)}{(1 - \%Scrap_i)}$$

โดยที่ i = กระบวนการผลิตที่กำลังพิจารณาอยู่

Dc(i+1) = ปริมาณชิ้นงานที่ process ต่อจาก process i ต้องผลิตจริง

ตัวอย่างเช่น ที่สายการผลิตการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย ต้องการชิ้นผลิตภัณฑ์เท่ากับ 500 ชิ้น/วัน ชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบแล้วเป็นชิ้นงานดี = 80% , เป็นชิ้นงานเสียที่ซ่อมไม่ได้ = 5% ที่เหลือเป็นชิ้นงานที่ต้องนำไปซ่อมและผ่านการตรวจสอบใหม่ตั้งแต่ต้น เพราะฉะนั้น

Dc process	=	500 x (2 - 80% - 5%) / (1 – 5%)	=	605	ชิ้น
Dc i	=	500 / (1-5%)	=	527	ชิ้น

นั้นคือแผนกตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย จะต้องเตรียมทรัพยากรในการทำงานนี้ให้ได้เท่ากับ 605 ชิ้น จึงจะได้ชิ้นงานที่เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย เท่ากับ 500 ชิ้น แต่ในขณะที่ชิ้นงานจริง ๆ ที่ผ่านเข้ามาแผนกนี้เท่ากับ 527 ชิ้น ส่วนต่างที่เกิดขึ้น เท่ากับ 78 ชิ้น เป็นชิ้นงานเดิมที่กลับมาตรวจสอบซ้ำอีกครั้ง โดยตัวเลข 500 ชิ้น เป็นชิ้นงานดีที่ต้องการให้ออกจากปลายสายกระบวนการผลิต

ในสายการผลิตในแนวทางของ DFT จะเป็นสายการผลิตที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดในสายการผลิตเดียวกัน เรียกว่า Mixed Model Production Line ดังนั้นในการพิจารณาเวลาทำงานจริงของแต่ละกระบวนการจึงไม่สามารถที่จะกล่าวถึงโมเดลใด โมเดลหนึ่ง โดยเฉพาะ จึงใช้ค่ากลางที่เป็นตัวแทนของทุกผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต เรียกว่า เวลาการทำงานจริงแบบถ่วงน้ำหนัก (Average Time Weighted ; Atw) คือค่าเวลาการทำงานโดยเฉลี่ยของทั้งกระบวนการที่ถูกถ่วงน้ำหนักด้วย Dc process โดยมีสูตรดังนี้

$$Atw = \frac{\sum (Dc\ process\ i \times At\ i)}{\sum Dc\ process\ i}$$; At = เวลาการทำงานจริงของผลิตภัณฑ์ i

ตัวอย่างเช่น ในกระบวนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย โรงงานแห่งหนึ่งมีข้อมูลตามตารางดังนี้

โมเดล	Dc process	At (min.)	At x Dc process (min.)
AA	100	5	500
BB	150	12	1,800
CC	250	10	2,500
Total	500		4,800

Atw = 4,800 / 500 = 9.60 min.

การคำนวณทรัพยากรที่ใช้ในสายการผลิต

ในการคำนวณทรัพยากรในสายการผลิต ใช้หลักในการพิจารณาเวลาทำงานจริงแบบถ่วงน้ำหนัก (Atw) เป็นจุดที่เรียงต่อเนื่องกันแบบอนุกรม และคำนวณจำนวนทรัพยากรที่จะทำให้งานภายในเวลาทำงานจริงนี้สามารถทำชิ้นงานให้เสร็จสิ้นภายใน TAKT โดยสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Resource = \frac{Atw}{TAKT}$$

เมื่อ Resource = จำนวนทรัพยากรที่ต้องการใช้ในสายการผลิต

ในกรณีที่เป็นเครื่องจักรที่สามารถผลิตงานได้จำนวนมากใน 1 รอบการทำงาน ค่าทรัพยากรนี้ จะหมายถึงจำนวนชิ้นงานที่เครื่องจักรควรจะสามารถผลิตได้ใน 1 รอบการทำงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้ค่าเวลาทำงานจริง (At)

ตัวอย่างเช่น ในกระบวนการหนึ่งมี TAKT = 1.8 min., Atw = 6.50 min. เพราะฉะนั้น ทรัพยากร = 6.50 / 1.80 = 3.61 ~ 4 หมายความว่า ถ้าเป็นแรงงานคน จะต้องใช้มีพนักงาน / เครื่องจักร เท่ากับ 4 คน / เครื่อง หากเป็นเครื่องจักรที่ทำงานได้ทีละหลายชิ้น ควรซื้อเครื่องจักรที่มีขนาดการผลิต = 4 ชิ้น / รอบการทำงาน

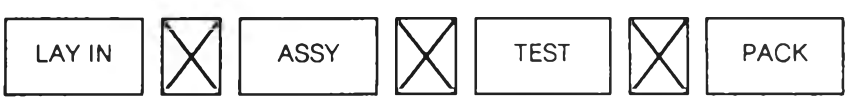
การพิจารณาทรัพยากรเพื่อความยืดหยุ่น

หากผลิตภัณฑ์ในสายการผลิต Mixed Model นี้มีเวลาการทำงานจริงที่แตกต่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อพิจารณาที่กระบวนการหนึ่ง ๆ แล้วเวลาการทำงานจริงที่สูงสุดในกลุ่มผลิตภัณฑ์นั้น หลังจากที่หารด้วยจำนวนทรัพยากรที่คำนวณ ได้แล้ว ยังมีค่าสูงกว่า TAKT มาก นั้นหมายความว่า หากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเข้าสู่สายการผลิตอาจจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นได้ ในการแก้ปัญหาเราสามารถทำได้โดยการเพิ่มทรัพยากรนั้นขึ้นอีก เพื่อให้เวลาใกล้เคียงกับ TAKT หรืออาจจะพิจารณาผลิตภัณฑ์กลุ่มดังกล่าวออกไปอีก สายการผลิตหนึ่ง

การจัดวางทรัพยากร

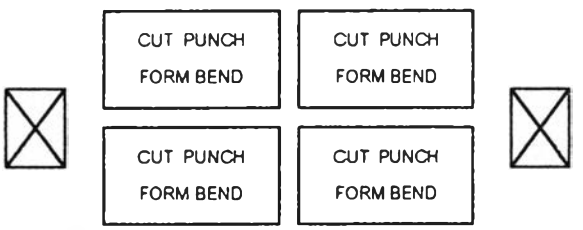
ในการจัดวางทรัพยากรที่ได้จากการคำนวณ สามารถทำได้ 3 รูปแบบขึ้นอยู่กับลักษณะของทรัพยากร คือ

ก. <u>การจัดวางทรัพยากรแบบลำดับ</u> คือ การจัดวางทรัพยากรเรียงต่อกันไป โดยแต่ละทรัพยากรจะทำงานในเนื้องานที่แตกต่างกันต่อเนื่องกันไป เช่น การจัดวางทรัพยากรแรงงาน หรือทรัพยากรเครื่องจักรที่เนื้องานสามารถเสร็จในเครื่องเดียวภายใน TAKT



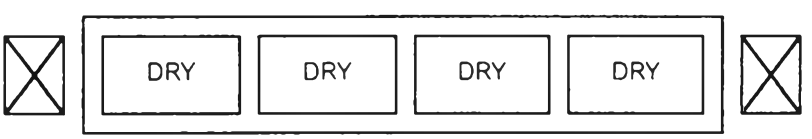
<u>รูปที่ 2-2</u> : การจัดเรียงทรัพยากรแบบลำดับ

ข. การจัดวางทรัพยากรแบบกลุ่ม คือ การจัดวางทรัพยากรรวมเป็นกลุ่ม ซึ่งแต่ละทรัพยากร จะทำงานเหมือนกัน และเสร็จสิ้นภายในทรัพยากรเอง เช่น การจัดกลุ่มเครื่อง CNC ที่ทำงานเหมือนกัน



รูปที่ 2-3 : การจัดเรียงทรัพยากรแบบกลุ่ม

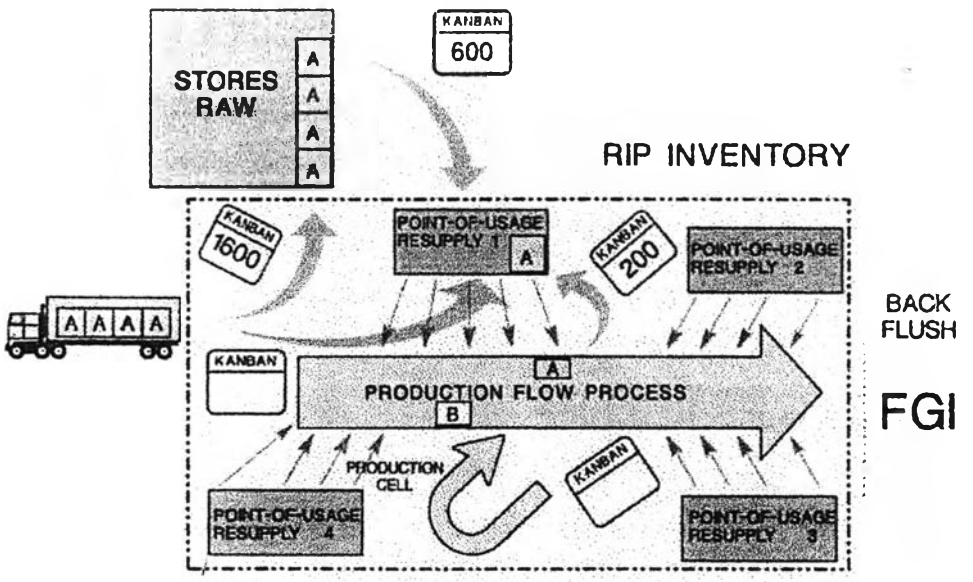
ค. การใช้ทรัพยากรที่สามารถผลิตชิ้นงานจำนวนมากได้ใน 1 รอบการทำงาน เช่น ห้องอบสุขภัณฑ์ เตาเผาสุขภัณฑ์



รูปที่ 2-4 : เครื่องจักรที่ผลิตได้ทีละหลายชิ้น (Batch Machine)

2.3 การควบคุมคงคลัง และวางแผนการผลิตด้วยคัมบัง

คัมบังเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก ซึ่งมากกว่าเพียงเครื่องมือที่ใช้ดึงวัสดุมาใช้งาน คัมบังมีความหมายมากกว่าเพียงคำว่า "สัญลักษณ์ที่ใช้ในการสื่อสาร" หรือ "บัตร" คัมบังเป็นห่วงโซ่ที่สำคัญอันดับแรกในระบบการดึงวัสดุตามความต้องการ บ่อยครั้งที่คัมบังถูกใช้เป็นกุญแจสำคัญที่ใช้ในการประหยัดเงินจำนวนหลายล้านดอลล่าร์ต่อปี อันเนื่องมาจาก การลดลงอย่างมากของเวลาที่วัสดุถูกเก็บเป็นวัสดุคงคลัง เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตตามกำหนดการ (Schedulizied Manufacturing) DFT หลีกเลี่ยงการใช้ศาสตร์ของการให้กำหนดการผลิต ไปเป็นการใช้ศาสตร์ด้านการดึงตามความต้องการของคัมบัง ซึ่งวัสดุจะถูกดึงมาใช้งาน ณ จุด และเวลาที่จำเป็นเท่านั้น ต้องไม่เร็วไปกว่านั้น



<u>รูปที่ 2-5</u> : แสดงคงคลังในจุดต่าง ๆ ของการผลิต (จากหนังสือ The Quantum Leap in speed to Market ของ Jc-I-T Institute of Technology, Inc USA)

คงคลังของวัสดุระหว่างกระบวนการผลิต

ในการผลิตของ DFT จะต้องมีจุดที่เติมวัสดุ พื้นที่ในการเก็บสินค้า และวัตถุดิบคงคลัง รถเข็น หรือสถานีที่ใกล้กับสายการผลิตที่ต้องใช้วัสดุนั้น ๆ โดยเน้นว่าพื้นที่ที่ใช้เก็บวัสดุควรจะอยู่ใกล้กับจุดที่ต้องการใช้ให้มากที่สุด เมื่อวัสดุ และชิ้นส่วนต่าง ๆ ถูกใช้ในสายการผลิต วัสดุเหล่านั้นจะถูกดึงจาก "จุดที่ใช้เติมวัสดุ") และวัสดุที่อยู่ใน "จุดที่ใช้เติมวัสดุ" นี้ จะถูกดึงจากคลังวัสดุ อีกทีหนึ่ง และสุดท้ายวัสดุในคลังวัสดุ ก็จะถูกดึงโดยตรงมาจากซัพพลายเอ่อร์ ภายนอกอีกที

ระหว่างจุดที่ใช้เติมคัมบัง และสายการผลิตที่ใช้วัสดุ ไม่ควรที่ต้องมีการใช้การคำนวณหรือ การใช้คอมพิวเตอร์ -ไม่ควรมีการนับชิ้นส่วนระหว่างจุดทั้งสอง จากหลักการบริหารวัสดุ และด้านบัญชีต้นทุน วัสดุที่อยู่ในสายการผลิต และอยู่ที่จุดเติมวัสดุ จะเป็นวัสดุระหว่างกระบวนการผลิต วัสดุหรือชิ้นส่วนทั้งหมดที่อยู่ในสายการผลิต หรืออยู่ในจุดเติมชิ้นส่วนใด ๆ ให้ถือว่าอยู่ในริพ (RIP) ส่วนวัสดุที่อยู่ในคลังวัสดุยังคงพิจารณาให้เป็นวัตถุดิบ (Raw Material) การเบิกจ่ายใด ๆ จากคลังวัตถุดิบ (RAW) สู่ RIP ยังต้องให้มีการนับ หรือการคำนวณอยู่

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการผลิตเสร็จไปเป็นสินค้าสำเร็จรูป และพร้อมที่จะส่งมอบได้ บัญชีรายการวัสดุ (Bill of Material; BOM) ของผลิตภัณฑ์จะถูกแตกแตกถอยกลับไป (Backflush) เพื่อดึงเอาชิ้นส่วนจากวัสดุใน RIP เทคนิคในการ Backflush นี้ เป็นการจัดการทางด้านคอมพิวเตอร์ และการเงิน ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ใช้เอกสารในการเบิกวัสดุน้อยที่สุด

คงคลังของวัสดุในคลังวัสดุ หรือคลังวัตถุดิบ

ในทางอุดมคติ เป้าหมายในการใช้คัมบัง คือการกระจายวัสดุเข้าสู่สายการผลิตเลย (เพื่อให้ระดับคงคลังอยู่ในระดับต่ำที่สุด) แต่ในทางปฏิบัติไม่ควรที่จะเป็นเช่นนั้น การให้ซัพพลายเอ่อร์ ส่งของตรงเข้า สายการผลิต โดยไม่มีคลังวัตถุดิบหรือ RIP เลยนั้น จะต้องอยู่บนความเชื่อใจกันอย่างมาก ชิ้นส่วนทุกชิ้นต้องได้คุณภาพ การจัดส่งต้องตรงเวลา 100 % ต้องมีระบบรับรองซัพพลายเอ่อร์ 100% และสายการผลิตต้องมี Yield 100% ถึงแม้สิ่งที่กล่าวมาจะสามารถเป็นไปได้ แต่โดยเบื้องต้นแล้วก็ยังควรที่จะส่งมอบเข้าสู่ RIP ก่อนแล้วจึงให้สายการผลิตดึงไปใช้ จนในที่สุด เมื่อสามารถจะได้ชิ้นส่วนที่มีคุณภาพควบคุมได้ ซัพพลายเอ่อร์ถูกรับรอง 100% และสายการผลิตต้องมี Yield 100% ชิ้นส่วนต่าง ๆ จึงจะถูกส่งโดยตรงจากซัพพลายเอ่อร์เข้าสู่สายการผลิตได้

แนวทางในการใช้สัญญาณคัมบัง

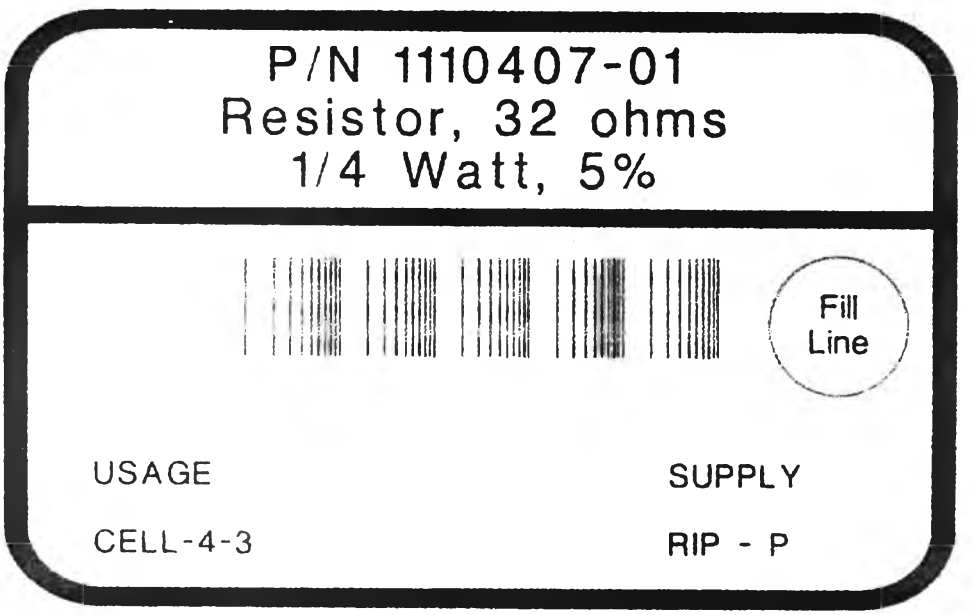
คัมบังเป็นเทคนิคที่ถูกใช้ในการให้สัญญาณในการเติมวัสดุ คัมบังจะเป็นบัตรที่มีรูปแบบง่าย ๆ เพียงแบบเดียว โดยสามารถจะมีหน้าที่หลาย ๆ อย่างได้ คัมบังสามารถเป็นได้ทั้งบัตรใบเดียว, การใช้สื่ออิเลคโทรนิค หรือการใช้บัตรคัมบังหลาย ๆ ใบรวม ๆ กัน ส่วนกล่องที่ติดบัตรคัมบังจะเรียกว่า "กล่องคัมบัง" ข้อมูลในบัตรคัมบังจะแสดง (ก) จุดที่ใช้วัสดุ, (ข) จุดที่เบิกวัสดุ, (ค) จำนวนชิ้นส่วนที่จะเบิก และ (ง) หมายเลขและรายการชิ้นส่วน

ข้อมูลที่สมบูรณ์บนบัตรคัมบัง จะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเติมชิ้นส่วน เพราะได้บรรยายอย่างละเอียด ว่าวัสดุอะไร จำนวนเท่าไร มาจากไหน และไปใช้ที่ไหน ขนาดของคัมบังที่คำนวณได้เป็นจำนวนชิ้นส่วนที่น้อยที่สุดที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการผลิต ที่อัตราการผลิตของสายการผลิตแบบผสม (Mixed Model Line Rate) ถึงแม้ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิต สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา แต่ก็เป็นไปได้ยากที่จะทำให้ ต้องเปลี่ยนขนาดของคัมบัง เทคนิคของ คัมบังใบเดียว (Single Card Kanban)

และ คัมบังหลายใบ (Dual Card Kanban) จะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแข่งขันกันของการทำธุรกิจระดับสากล

สัญญาณในการทดแทนวัสดุ

คัมบังเป็นเทคนิคที่ใช้ในการทดแทนวัสดุที่ DFT นำมาใช้ ในการใช้เทคนิคคัมบังการ์ดใบเดียว เมื่อกะบะใส่คัมบังว่างลง มีความหมายว่า ถึงเวลาที่ต้องเติมชิ้นส่วนนั้น แล้ว โดยเติมจากจุดที่เบิกที่มีการระบุไว้ในคัมบัง ด้วยจำนวนที่ระบุอยู่ในคัมบัง รวมถึงการนำกะบะกลับไปยังจุดที่ใช้งานชิ้นส่วนนั้น ซึ่งก็ระบุอยู่ในคัมบังเช่นเดียวกัน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่สำคัญได้มีการระบุลงในคัมบังเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 2-6 : สัญญาณคัมบัง (จากหนังสือ The Quantum Leap in speed to Market ของ Jc-I-T Institute of Technology, Inc USA)

พนักงานที่ทำหน้าที่เติมชิ้นส่วน จะเดินไป-มาระหว่าง สายการผลิต และ RIP และจะนำกะบะมาเติม โดยรู้ว่าช่วงเวลาที่จะต้องเติมคัมบังดังกล่าวนี้ โดยประมาณ ซึ่งเวลาดังกล่าวนี้เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดขนาดของคัมบัง

คัมบังจะต้องไม่ถูกออกแบบมาเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดใด ชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ แต่จะเป็นการออกแบบสำหรับจุดที่ใช้งาน ที่มีผลิตภัณฑ์หลายอย่างถูกผลิตในสายการผลิตเดียวกันนี้ ชิ้นส่วนที่ใช้ร่วมกันในผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ควรจะมีเพียงกะบะเดียว และนำขึ้นมาใช้ ไม่ว่าผลิตภัณฑ์นั้นจะเป็นอะไร ไม่ควรมีการแบ่งแยกว่า กะบะหนึ่ง สำหรับผลิตภัณฑ์หนึ่งเท่านั้น

ลำดับในการดึงคัมบัง

ลำดับในการดึงคัมบังมีอยู่หลายอย่าง ขึ้นอยู่กับจุดที่ใช้ชิ้นส่วน และจุดที่ชิ้นส่วนนั้นถูกดึง เช่น คัมบังที่ใช้ระหว่างสายการผลิต และ RIP เรียกว่า คัมบังในสายการผลิต (Line Kanban), คัมบังที่ใช้ระหว่าง RIP กับคลังวัตถุดิบ เรียกว่า คัมบังริพ (RIP Kanban) และคัมบังที่ใช้ระหว่าง คลังวัสดุ กับ ซัพพลายเออร์ เรียกว่า คัมบังสโตร์ (Store Kanban) โดยคัมบังจะเคลื่อนไป-มาระหว่างจุดที่ใช้ชิ้นส่วน และจุดที่ชิ้นส่วนถูกดึงเท่านั้น

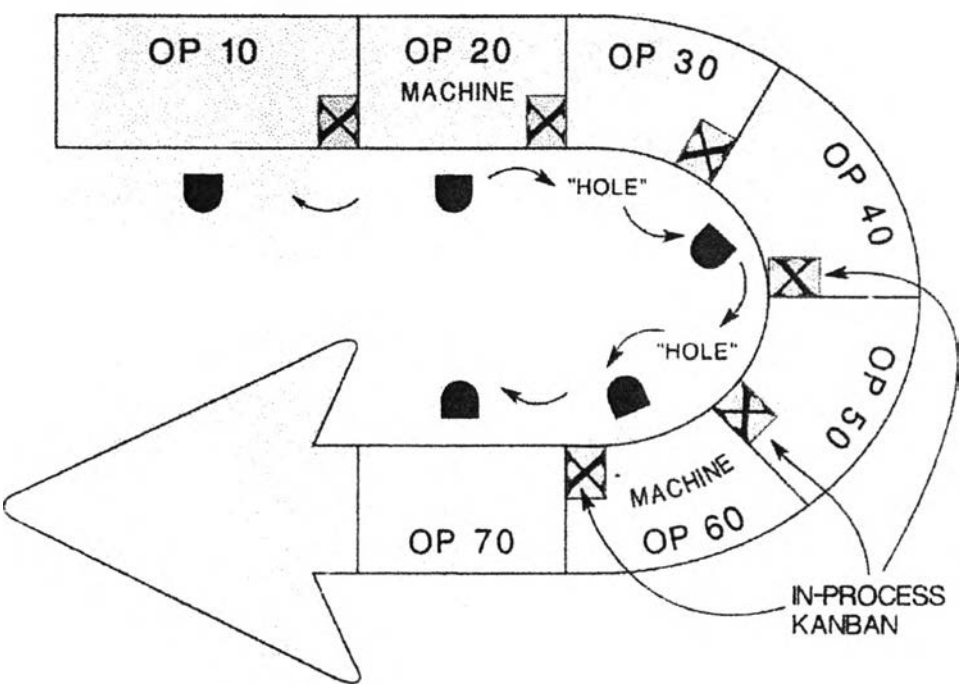
คัมบังในกระบวนการผลิต (In Process Kanban; IPK)

คัมบังในกระบวนการผลิต (IPK) ที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องความไม่สมดุลในสายการผลิต ก็เรียกได้ว่าเป็นคัมบังอีกประเภทหนึ่ง แต่ตัวมันเองจะไม่มีการระบุถึงชื่อ และจำนวนชิ้นส่วน หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่มีการกล่าวในบัตรคัมบัง เพียงจะแทนด้วยสัญลักษณ์ ☒ หรือการมีช่องว่างระหว่างสถานีงาน 2 สถานี ซึ่งหากช่องว่างระหว่าง 2 สถานีงานนี้ว่างลง จะมีความหมายให้สถานีงานก่อนหน้าทำการผลิตชิ้นงานเติม IPK นี้ และเมื่อ IPK เต็มจะเป็นสัญญาณให้หยุดการผลิตเติม IPK (ดูรูปที่ 2-7)

จำนวนที่ใช้ในการเติมคัมบัง

การนับ และการตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วนระหว่าง ซัพพลายเออร์ และ คลังวัตถุดิบ , ซัพพลายเออร์และ RIP และคลังวัตถุดิบไป RIP ยังนับว่ามีความจำเป็น เนื่องจากมีการย้ายเคลื่อนย้ายวัสดุ (ทางบัญชี) แต่ ในระหว่าง RIP และสายการผลิต เมื่อไม่มีการเคลื่อนย้ายวัสดุ (ทางบัญชี) ก็ไม่มีความจำเป็นอะไรที่จะใช้การนับ การนับที่เร็ว และง่ายที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ถือเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ลักษณะการใช้จำนวนที่ระบุในบัตรคัมบัง ควรจะอยู่ในรูปของบรรจุภัณฑ์ หรือ บรรจุภัณฑ์ย่อย เช่น 1 กล่อง, 1 พาลเลท, 2 หีบ, 3 ม้วน, 1 กำมือ, 2 ข้อนโต๊ะ หรือเติมจนเต็มเส้นที่ระบุเอาไว้ เป็นต้น

คัมบังที่ใช้ดึงชิ้นส่วนจากซัพพลายเอ่อร์ ควรจะเป็นจำนวนที่แน่นอน หรืออาจจะน้อยกว่าได้บ้าง แต่ไม่ควรที่จะมากกว่า ทั้งนี้จำนวนดังล่าวขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนที่ใช้, ลักษณะทางกายภาพ, จำนวนขั้นต่ำที่ซัพพลายเออร์กำหนด , การจัดส่ง และปัจจัยอื่น ๆ ขนาดของคัมบัง สามารถที่จะมีได้ตั้งแต่หลายๆ วัน, 1 วัน หรือเพียง 2-3 ชั่วโมง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสม , หีบห่อที่สามารถนำไปใช้ใหม่ได้ ก็ควรจะเป็นข้อพิจารณาในการกำหนดขนาดของคัมบังด้วยเช่นกัน โดยจะทำให้ได้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น มีจำนวนที่ง่ายต่อการนับ, ลดต้นทุนด้านหีบห่อให้กับซัพพลายเออร์ และลดความสูญเสียด้านบรรจุภัณฑ์ให้กับโรงงาน



<u>รูปที่ 2-7</u> : คัมบังในกระบวนการผลิต (จากหนังสือ The Quantum Leap in speed to Market ของ Jc-I-T Institute of Technology, Inc USA)

เทคนิคการใช้คัมบังการ์ดใบเดียว / กะบะ

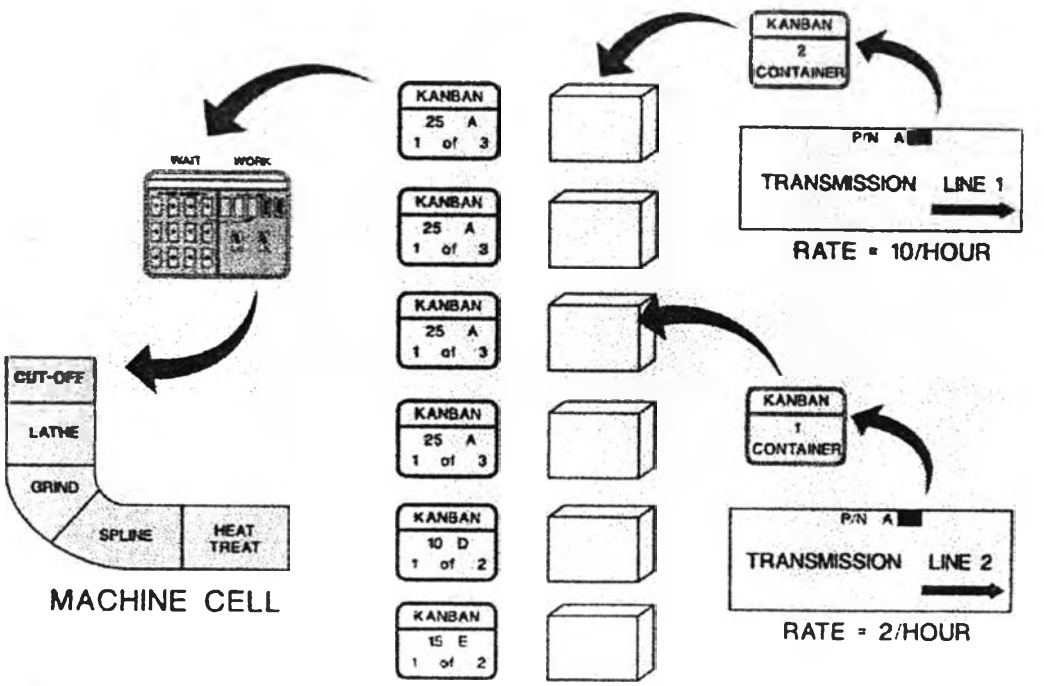
การใช้คัมบังการ์ดใบเดียวเป็นเทคนิคที่ง่ายที่สุดในการใช้คัมบัง นั้นคือเมื่อมีการใช้ชิ้นส่วนในคัมบังจนหมด คัมบังที่ว่างลงจะเป็นตัวส่งสัญญาณให้มีการเติมชิ้นส่วนดังกล่าวด้วยจำนวนที่กำหนดแน่นอนเอาไว้

ตัวอย่างเช่น เมื่อพนักงานผลิตใช้ชิ้นส่วนพลาสติก AAA จนหมด 1 คัมบัง ก็จะนำกะบะคัมบังนั้นเอาไว้ในจุดที่บ่งบอกว่าต้องการเติมคัมบัง ซึ่งอาจจะอยู่ด้านหลังของสถานีงาน และเขาจะนำกะบะชิ้นงานเดียวกันกะบะที่ 2 มาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อไปงานในทันที พนักงานที่ทำหน้าที่เติมชิ้นส่วนที่ทำงานอยู่ระหว่าง RIP และสายการผลิต จะนำกะบะที่ว่างดังกล่าว และอ่านข้อมูลบนบัตร ทำให้เขาสามารถที่จะไปดึงวัสดุดังกล่าวใน RIP ที่ถูกต้อง เติมชิ้นส่วนด้วยจำนวนที่ถูกต้อง และสามารถที่จะนำกลับมาคืนให้ในจุดที่ทำงาน โดยวางถัดจากกะบะที่กำลังใช้งานได้อย่างถูกต้อง และถ้าในกะบะนี้มีชิ้นส่วนที่สามารถใช้งานได้ภายใน 1.5 วัน ดังนั้นพนักงานเติมชิ้นส่วนควรจะมีเวลาสำหรับการเติมชิ้นส่วนนั้นเท่ากับ 1.5 วันเช่นเดียวกัน

ในตัวอย่างที่ให้ไว้ด้านบนเป็นตัวอย่างง่ายๆ ซึ่งในทางปฏิบัติ สามารถเพิ่มคัมบังขึ้นเป็นจำนวนหลายๆ กะบะได้ แต่เมื่อใช้หมด 1 กะบะ ก็ยังคงเป็นสัญญาณให้มีการเติมชิ้นส่วน หรืออาจจะมีเพียงกะบะเดียวในกรณีที่คนที่ทำงานที่สถานีงานนั้นเป็นคนเติมชิ้นส่วนเอง ซึ่งในกรณีหลังนี้ต้องไม่ลืมที่จะเพิ่มเวลาเข้าไปใน SOE ด้วย

เทคนิคในการใช้คัมบังการ์ดหลายใบ

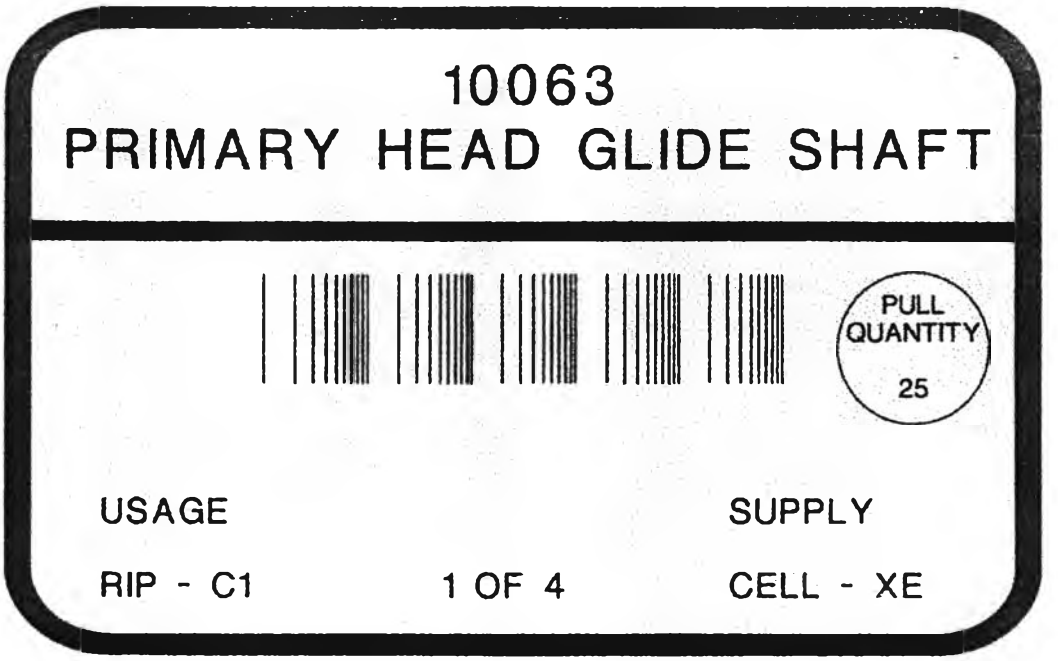
ในการใช้เทคนิคของคัมบังการ์ดหลายใบ (Dual Card Kanban) ถูกใช้จนหมดก็ยังไม่ถึงเวลาที่จะเติมชิ้นส่วนในทันที จะมีการใช้คัมบัง 2ส่วนคือ (1) คัมบังเคลื่อนย้าย (Move Kanban) และ (2) คัมบังสั่งผลิต (Produce Kanban) ซึ่งบัตรคัมบังเคลื่อนย้าย จะเป็นบัตรที่ใช้ในการดึงวัสดุจากจุดเติมชิ้นส่วนเข้าไปในสายการผลิต ส่วนบัตรคัมบังสั่งผลิตจะเป็นบัตรที่สั่งให้มีการผลิตชิ้นส่วนนั้นได้ วัสดุจะถูกดึงด้วยจำนวนที่ระบุไว้ในบัตรคัมบังเคลื่อนย้าย และถูกสั่งให้ผลิตด้วยจำนวนที่ระบุไว้ในบัตรคัมบังสั่งผลิต



รูปที่ 2-8 : เทคนิคการใช้คัมบังหลายใบ (Dual Card Kanban) (จากหนังสือ The Quantum Leap in speed to Market ของ Jc-I-T Institute of Technology, Inc USA)

Dual Card Kanban จะพบได้บ่อยในการผลิตที่มีหน่วยเครื่องจักร ที่ระยะเวลาการผลิตที่ค่อนข้างยาว, เปอร์เซนต์ชิ้นงานที่ออกมาดี หรือการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรทำให้ไม่สามารถที่จะผลิตชิ้นงานที่ละจำนวนน้อย ๆ ได้

ตัวอย่างเช่น ที่ หน่วยเครื่องจักร XE ทำการผลิตชิ้นส่วน หลาย ๆ ชนิด เพื่อป้อนให้กับสายการผลิตเนื่องจากหน่วยเครื่องจักรนี้ต้องใช้เวลาในการอุ่นเครื่องเป็นเวลานาน ดังนั้นในการผลิตครั้งหนึ่ง ๆ ไม่สามารถที่จะผลิตจำนวนน้อย ๆ ได้ สมมุติให้ผลิตชิ้นส่วน 10063 ทั้งสิ้น 100 ชิ้นต่อครั้ง โดยทั้ง 100 ชิ้นนี้จะถูกส่งไปไว้ที่ RIP-C1 โดยแบ่งออกเป็น 4 กะบะ บรรจุกะบะละ25 ชิ้น เมื่อชิ้นส่วน 10063 ถูกดึงไปใช้ในสายการผลิตทีละกะบะ (25 ชิ้น) บัตรนี้จะถูกดึงไปไว้ที่ Work/Wait Board ทางด้าน Wait เมื่อกะบะที่ 2 ถูกดึงไปใช้ในสายการผลิต บัตรใบที่ 2จะถูกแขวนไว้ที่ด้าน Wait ซึ่งในบัตรนี้จะมีข้อมูล 1 of 4 อยู่ เมื่อบัตรดังกล่าวถูกแขวนจนครบตามจำนวน 4 ใบ จะเป็นสัญญาณให้ทำการผลิตได้



รูปที่ 2-9 : สัญญาณคัมบังหลายใบ (จากหนังสือ The Quantum Leap in speed to Market ของ Jc-I-T Institute of Technology, Inc USA)

การคำนวณขนาดคัมบัง

ขนาดคัมบังจะถูกคำนวณเมื่อมีการออกแบบสายการผลิตแล้ว โดยจำนวนที่นำมาคำนวณขนาดของคัมบังจะเป็นจำนวนเดียวกับที่ใช้ในการออกแบบสายการผลิต (Dcp) โดยขนาดของคัมบังจะเท่ากับจำนวนชิ้นงานที่น้อยที่สุดที่สามารถรองรับกำลังการผลิตนี้ได้ หากชิ้นส่วนน้อยกว่าจำนวนนี้จะทำให้เกิดการขาดแคลนวัตถุดิบก่อนที่จะมีการเติมวัตถุดิบได้

- **การคำนวณขนาดของคัมบังการ์ดใบเดียว** (Single Card Kanban)

  สูตรคำนวณนี้จะสามารถใช้คำนวณได้ทั้งคัมบังในสายการผลิต, คัมบังรีพและคัมบังสโตร์ โดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการทดแทนชิ้นส่วน (R) โดยมีสูตรดังนี้

$$K = \frac{\sum (D \times Q) R}{H \times P}$$

โดย K = ขนาดของคัมบัง

D = อัตราการผลิตต่อผลิตภัณฑ์ต่อกะทำงาน

Q = จำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ต่อ 1 ชิ้นผลิตภัณฑ์

R = ระยะเวลาในการเติมชิ้นส่วน

H = ชั่วโมงทำงานต่อกะ

P = ขนาดของหีบห่อ

ในการคำนวณขนาดของคัมบังสโตร์ ระยะเวลา R คือ ระยะเวลาตั้งแต่สั่งชิ้นส่วนจนถึงเวลาที่ได้รับชิ้นส่วน ส่วนกรณีของคัมบังในลายการผลิต และคัมบังริฟ ขึ้นอยู่กับการกำหนดขึ้นมา จากสูตรการคำนวณจะพบว่า ขนาดของคัมบัง จะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการทดแทนชิ้นส่วน หากในการออกแบบ การกำหนดช่วงเวลาการทดแทนชิ้นส่วนยาว จะทำให้ชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการผลิตมีจำนวนมาก หรือหากกำหนดระยะการทดแทนน้อยเกินไป จะทำให้ชิ้นส่วนหมดเร็วจนพนักงานที่ทำหน้าที่เติมชิ้นส่วน ไม่สามารถทำหน้าที่ทัน หรือเกิดการเติมชิ้นส่วนบ่อยเกินไป ปริมาณชิ้นส่วนในระหว่างกระบวนการผลิต เมื่อใช้คัมบังในการควบคุมวัตถุดิบ จะเท่ากับ K/2

- **การคำนวณขนาดของคัมบังการ์ดหลายใบ**

คัมบังที่ใช้ในระบบคัมบังการ์ดหลายใบมี 2 ส่วนคือ **คัมบังสั่งผลิต** (Produce Kanban) เป็นปริมาณที่จะสั่งให้ผลิตต่อครั้ง ซึ่งได้จากสูตรการคำนวณดังนี้

$$Kc = \frac{Dc}{Dc\ avg.} \times \frac{SU}{(TAKT \times N - Atw)}$$

โดย Kc = ขนาดของคัมบังสั่งผลิต (Produce Kanban Quantity)

SU = เวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักรภายใน (Internal Set up time of machine)

TAKT = TAKT ของหน่วยเครื่องจักร (TAKT of Cell)

N = จำนวนเครื่องจักรชนิดเดียวกันใน Machine Cell นั้น

Atw = เวลาการทำงานเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average Time)

Dc avg. = ค่าปริมาณความต้องการโดยเฉลี่ยต่อผลิตภัณฑ์

คัมบังเคลื่อนย้าย (Move Kanban) ที่ใช้ในการดึงคัมบังไปใช้ในสายการผลิต ซึ่งเป็นสูตรเดียวกับคัมบังการ์ดใบ โดยระยะเวลาในการทดแทนชิ้นส่วน จะคำนวณได้จากสูตร

$$R = \Sigma (SU + Rt) + [Rtp \times (Kc-1)]$$

โดย R = ระยะเวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรบวกเวลาในการผลิตชิ้นส่วนจำนวน Kc ชิ้น

Rt = เวลาการทำงาน

Rtp = เวลาการทำงานสูงสุด

การระบุค่า 1 of X **บนบัตรคัมบัง และจำนวนบัตรคัมบังทั้งหมด** โดยปกติจำนวนชิ้นงานในกะบะคัมบังสามารถที่จะเท่ากับค่า K ที่คำนวณ หรือน้อยกว่าก็ได้ เช่น หาก K= 30 ชิ้น Kc = 120 ชิ้น และจำนวนชิ้นงานที่ใส่ในกะบะคัมบังเท่ากับ 30 ชิ้น จำนวนบัตรทั้งหมดจะเป็น

จำนวนบัตรคัมบังทั้งหมด = K/30 + Kc/30

= 30/30 + 120/30 = 1 + 4 = 5 ใบ

และบนบัตรคัมบังจะระบุเป็น 1 of 4 เมื่อคัมบังถูกใช้ไป 4 ใบ (120 ชิ้น) จึงทำการสั่งผลิต

และหาก จำนวนชิ้นงานที่ใส่ในกะบะคัมบังเท่ากับ 15 ชิ้น (อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของหีบห่อ)

จำนวนบัตรคัมบังทั้งหมด = K/15 + Kc/15

= 30/15 + 120/15 = 2 + 8 = 10 ใบ

และบนบัตรคัมบังจะระบุเป็น 1 of 8 เมื่อคัมบังถูกใช้ไป 8 ใบ (120 ชิ้น) จึงทำการสั่งผลิต

(แปลและเรียบเรียงจากหนังสือ "The Quantum Leap in Speed to Market : World Class Manufacturing", J-I-T Institute of Technology, Denver, Colorado, U.S.A., 1990.)