

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพการปฏิบัติงานโดยทั่วไป ในสายการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหารตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ความสมดุลของสายการผลิตเดิมที่พบปัญหาจากการสังเกต เพื่อเก็บ ข้อมูลจากตัวอย่างในสายการผลิตมาทำการวิเคราะห์ และปรับปรุงสายการผลิตตัวอย่างให้เกิดความสมดุล โดยการจัดสรรทรัพยากร ทั้งในด้านแรงงาน และเครื่องจักรให้เหมาะสม ให้สามารถเพิ่มอัตราผลผลิต (Productivity) ได้ และเพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการต่อไป โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

##### 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิต

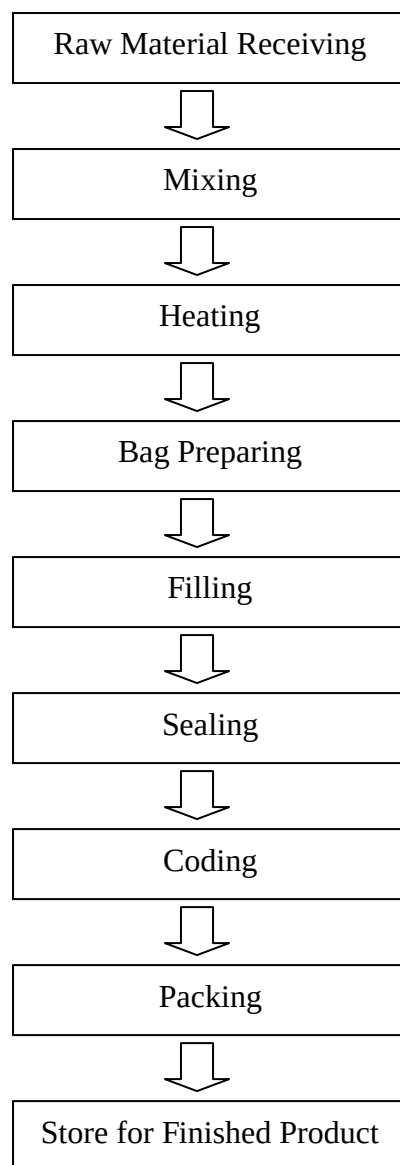
##### 3.2 ข้อมูลกระบวนการผลิตทั่วไป ประกอบด้วย

- ศึกษาและเก็บข้อมูลลักษณะจำเพาะของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษา
- ศึกษาและเก็บข้อมูลงานย่อย และเวลาในกระบวนการผลิตของแต่ละกระบวนการ

##### 3.3 ศึกษาเพื่อหาแนวทางการดำเนินการทดลองเพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต และการจัดสรรกำลังแรงงานให้เหมาะสม

#### 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิต

การดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการศึกษากับกระบวนการผลิตไส้เบเกอรี่ ครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอนการปั่นผสมวัตถุดิบ (Mixing) จนถึงการบรรจุกล่อง (Packing) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยสังเกตพบปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิตได้อย่างเด่นชัด โดยการไหลของกระบวนการผลิตแสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1

ผังแสดงการไหลของกระบวนการผลิตได้เบเกอรี่

### 3.1.1 การปั่นผสม (Mixing)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทได้เบเกอรี่มีวัตถุดิบหลัก คือ ผงแป้ง (Starch) และน้ำ ดังนั้นก่อนเข้ากระบวนการถัดไป จะต้องมีการปั่นผสมวัตถุดิบหลักนี้ให้เข้ากันก่อน ซึ่งอาจจะมี การเติมส่วนผสมอื่นที่แตกต่างกันขึ้นกับแต่ละประเภทของได้เบเกอรี่ โดยในขั้นตอนนี้มีเครื่องจักร สำหรับปั่นผสม (Mixing Tank) เพียงชุดเดียว และ พนักงานฝ่ายผลิต 1 คน ทำหน้าที่ทั้งเติม ส่วนผสมลงถังปั่น แล้วส่งส่วนผสมที่ปั่นเรียบร้อยแล้วไปยังกระบวนการถัดไปทั้ง 3 สายการผลิต

### 3.1.2 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Heating)

การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน จะกระทำโดย ต้มส่วนผสมด้วยหม้อต้มไอน้ำ (Steam Kettle Tank) ให้ได้อุณหภูมิระดับพาสเจอร์ไรส์ แล้วคงอุณหภูมินั้นเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งไสเบเกอร์แต่ละประเภทจะใช้อุณหภูมิและเวลาระดับเดียวกัน โดยในขั้นตอนนี้จะใช้ พนักงานฝ่ายผลิตสายการผลิตละ 1 คน ทำหน้าที่ตรวจวัด อุณหภูมิและจับเวลาให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ ก่อนปล่อยให้ผลิตภัณฑ์ในหม้อต้มนั้นผ่านเข้าสู่กระบวนการถัดไป

### 3.1.3 การเตรียมถุงบรรจุ (Bag Preparing)

จากมาตรฐานการบรรจุผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้านั้น จะต้อง ใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทถุงพลาสติกลามิเนตที่รับมาจากผู้ส่งมอบซึ่งมีการซีลปิด 3 ด้านเรียบร้อยแล้ว และเหลือด้านบนให้เป็นช่องสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ลงไป ซึ่งมีการเตรียมไว้เป็นกองในตะกร้า ทำให้ต้องหยิบถุงขึ้น เพื่อทำการเปิดปากถุง แล้วสวมเข้ากับปลายท่อบรรจุ เพื่อทำการบรรจุผลิตภัณฑ์

### 3.1.4 การบรรจุ (Filling)

การบรรจุจะควบคุมน้ำหนักการบรรจุผ่านตัวหน่วยจับเวลาให้น้ำหนักถุงละ 1 กิโลกรัม โดยใช้การถือถุงรอจนกระทั่งการบรรจุเสร็จสิ้น และ ส่งถุงที่บรรจุผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้วไปยังพนักงานในกระบวนการต่อไป

### 3.1.5 การปิดผนึก (Sealing)

การปิดผนึกจะใช้เครื่องรีดปิดปากถุงด้วยความร้อนร้อนใช้เท้าเหยียบเพื่อให้แผ่นรีดทับลงบนปากถุงให้สนิทพอดีกับรอยวัด (รอยวัดที่มีเพื่อให้ลูกค้าสามารถฉีกเปิดปากถุงได้โดยง่าย) ซึ่งต้องรอให้แผ่นรีดทับลงบนปากถุงเป็นระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้ถุงนั้นปิดสนิท จากนั้นจึงนำถุงที่ซีลเสร็จแล้วออกจากเครื่องมือ และส่งไปยังกระบวนการถัดไป

### 3.1.6 การระบุเลขที่ถุง (Coding)

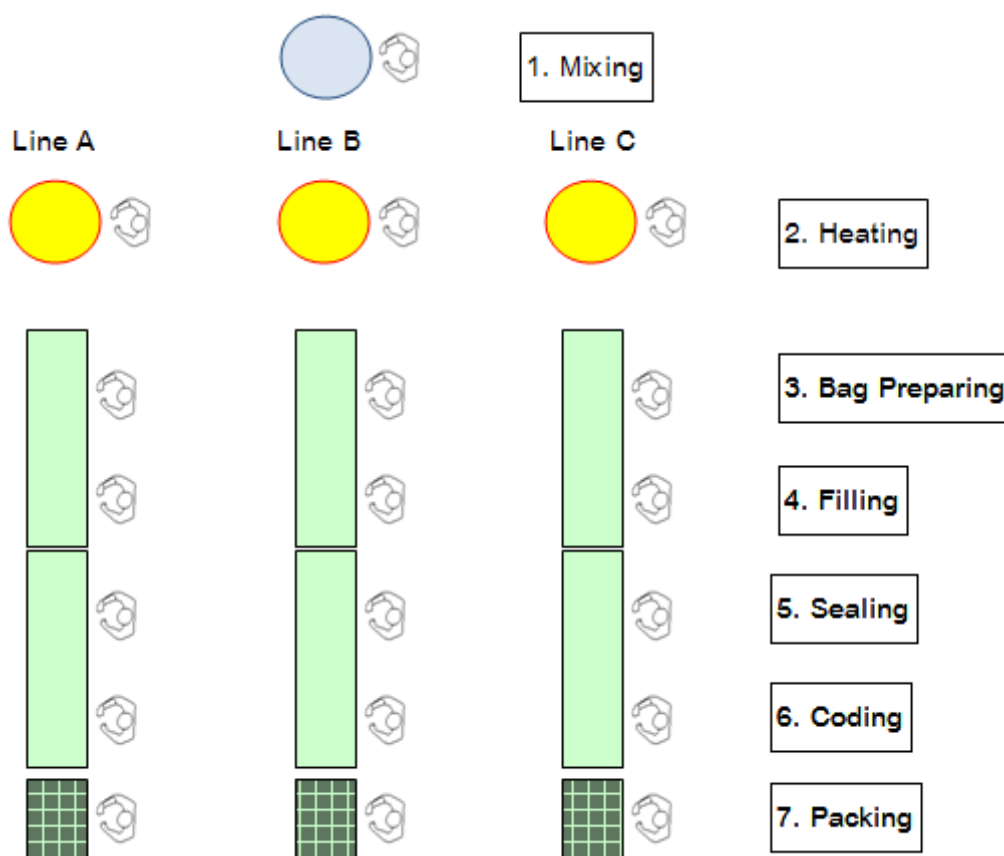
เพื่อเป็นการสอบกลับได้ของผลิตภัณฑ์ หากพบผลิตภัณฑ์มีปัญหาไม่ได้ตามมาตรฐานคุณภาพตามที่ได้ตกลงไว้กับลูกค้า จึงต้องมีการระบุเลขที่ซองผลิตภัณฑ์ โดยการใช้ปากกาหมึกถาวรเขียนลงบนผิวของถุงโดยตรง และมีการกดลงบนถุงเพื่อตรวจสอบการรั่วของรอยซีล ซึ่งหากพบข้อบกพร่องก็จะคืนกลับไปยัง ขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน เพื่อเทกลับลงหม้อต้ม และทำการบรรจุใหม่

### 3.1.7 การบรรจุกล่อง (Packing)

ผลิตภัณฑ์ที่มีสภาพพร้อมส่งให้ลูกค้า ซึ่งต่อไปจะขอเรียกว่า สินค้าสำเร็จรูปเมื่อมาถึงกระบวนการนี้ จะเกิดการนับจำนวนเพื่อจัดเรียงลงในกล่อง กล่องละ 6 ถุง แล้วเขียน

หมายเลขกล่อง และจัดเรียงลงบนพัลเลตอีกทีหนึ่ง พัลเลตละ 50 กล่อง และนำเข้าเก็บที่คลังสินค้าเพื่อรอจำหน่ายต่อไป

ลักษณะการวางผังของสายการผลิตไส้เบเกอร์ของโรงงานกรณีศึกษา สามารถแบ่งได้เป็น 7 สถานีงาน แสดงได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2

สายการผลิตไส้เบเกอร์ของโรงงานกรณีศึกษา

### 3.2 ข้อมูลกระบวนการผลิตทั่วไป

ก่อนเริ่มต้นการดำเนินการวิจัยนั้น ทางผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการดำเนินการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงสภาพปัจจุบันของการปฏิบัติงานในสายการผลิตผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสังเกต ทั้งในด้านจำนวนทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งข้อจำกัดหรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ

กระบวนการในสายการผลิตนั้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ในการทำวิจัยเพื่อสร้างสมดุลสายการผลิตต่อไป โดยการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

### 3.2.1 ข้อมูลลักษณะจำเพาะของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษา

ผลิตภัณฑ์ไส้เบเกอร์ในแต่ละชนิดนั้น จะมีความแตกต่างกันในด้านส่วนผสมที่ใช้ในสูตร และลักษณะของผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านกายภาพ (สี และเนื้อสัมผัส) ลักษณะทางเคมี (ค่า pH และค่า Brix) และลักษณะทางประสาทสัมผัส ซึ่งลักษณะทั้งหมดนี้ขึ้นกับความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก โดยโรงงานกรณีศึกษาจะทำการออกแบบกระบวนการผลิตให้สามารถผลิตได้กับเครื่องจักร รวมถึงเครื่องมือเดิมที่มีอยู่ โดยยังคงมาตรฐานของสินค้าสำเร็จรูปตามที่ได้ตกลงร่วมกับลูกค้าไว้ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ไส้เบเกอร์ชนิด A, B และ C ที่ดำเนินการศึกษาในงานวิจัยนี้จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มการผลิตเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

#### ลักษณะจำเพาะของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษา

| รายการ                                            | ไส้เบเกอร์<br>ชนิด A | ไส้เบเกอร์<br>ชนิด B | ไส้เบเกอร์<br>ชนิด C |
|---------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| การปั่นผสม (วินาที/ถุง)                           | 2.5                  | 2.5                  | 2.5                  |
| ระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (°C) | 85                   | 85                   | 85                   |
| การทำความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat) (วินาที/ถุง)    | 5.25                 | 5.25                 | 5.25                 |
| การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (วินาที/ถุง)              | 3.75                 | 3.75                 | 3.75                 |
| น้ำหนักการบรรจุ (กิโลกรัม) / ถุง                  | 1                    | 1                    | 1                    |
| ปริมาณการบรรจุ (ถุง) / กล่อง                      | 6                    | 6                    | 6                    |

### 3.2.2 ข้อมูลงานย่อย และเวลาในกระบวนการผลิตของแต่ละกระบวนการ

เนื่องจากกระบวนการผลิตในส่วนขั้นตอนการปั่นผสม (Mixing) ในถังผสม (Mixing Tank) และการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Heating) ในหม้อต้มไอน้ำ (Steam Kettle Tank) นั้น เป็นลักษณะกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกัน โดยผลิตภัณฑ์จะไหลจาก Mixing Tank ที่มีเพียงชุดเดียว เข้าสู่ Steam Kettle Tank ที่มีอยู่ 3 ชุดในแต่ละสายการผลิต ผ่านการปฏิบัติงานของ

พนักงานที่ประจำแต่ละสายการผลิต โดยข้อมูลงานย่อยของแต่ละสายการผลิตมีลักษณะเหมือนกันดังจะกล่าวต่อไป

1. ศึกษาข้อมูลงานย่อยในแต่ละกระบวนการ เพื่อใช้สำหรับหาเวลา  
มาตรฐานในการทำงานของแต่ละกระบวนการ แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

รายละเอียดงานย่อยในแต่ละสถานีงาน

| สถานีงาน | งานย่อย | รายละเอียดงานย่อย                                 |
|----------|---------|---------------------------------------------------|
| 1        | 1       | ปั่นผสมวัตถุดิบด้วย Mixing Tank                   |
| 2        | 2       | ต้ม Pre-heat ด้วย Steam Kettle Tank               |
|          | 3       | ต้มฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ด้วย Steam Kettle Tank    |
| 3        | 4       | การหยิบถุงเปล่าจากตะกร้า                          |
|          | 5       | สวมถุงเข้ากับปลายท่อบรรจุจาก Steam Kettle Tank    |
| 4        | 6       | ถือถุงรอ ระหว่างเกิดการบรรจุผลิตภัณฑ์ จนเสร็จสิ้น |
| 5        | 7       | นำถุงวางบนแท่นรีด                                 |
|          | 8       | เหยียบแป้นเครื่อง เพื่อปิดผนึกปากถุง              |
| 6        | 9       | เขียนหมายเลขถุง                                   |
|          | 10      | กดถุงเพื่อทดสอบความแน่นของรอยซีล                  |
| 7        | 11      | หยิบถุงสินค้าสำเร็จรูป                            |
|          | 12      | ปิดกล่อง + ติดเทป + เขียนหมายเลขกล่อง             |
|          | 13      | ยกกล่องวางบน Pallet                               |

2. ศึกษาเวลาในการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการ โดยการจับเวลาในแต่ละงานย่อยต่อการปฏิบัติงานแต่ละชิ้น (ถุง) พร้อมทั้งวิเคราะห์จำนวนข้อมูลหรือจำนวนครั้งที่จับเวลาที่ได้ทดลองไปนั้น ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95 % โดยสมการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาจำนวนข้อมูล คือ

$$N = \left[ \frac{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}}{40 \sum_{i=1}^n x_i} \right]^2 \quad (3.1)$$

$N$  = จำนวนข้อมูลนำเข้าที่ต้องการ ที่ได้จากการคำนวณ

$x$  = ข้อมูลเวลาการทำงานจริงแต่ละค่าที่ได้จากการจับเวลา

$n$  = จำนวนข้อมูลที่ได้ทดลองจับเวลาไว้แล้ว

นอกจากนี้ ยังมีการหาเวลามาตรฐาน ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + \text{ค่าเผื่อต่างๆ} \quad (3.2)$$

Standard Time / Unit = Normal Time / Unit + Allowances / Unit

โดยเวลาปกติ ( Normal Time ) เป็นเวลาที่พนักงานแต่

ละคนใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งแม้ในการปฏิบัติงานแบบเดียวกัน ก็อาจใช้เวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น จำเป็นต้องมีการคำนวณค่า ปรับอัตราความเร็ว (Rating Factor) ซึ่งในที่นี้ ใช้วิธี สปีดเรตติง เนื่องจากในขณะที่จับเวลา พนักงานจะปฏิบัติงานด้วยอัตราเร็วที่สูงกว่า ปกติประมาณ 5% จึง กำหนดให้ค่าปรับอัตราความเร็ว มีค่าเท่ากับ 105%

เวลาปกติ = เวลาการทำงานจริงที่จับได้ x ค่าปรับอัตราความเร็ว

Normal Time / Unit = Observed Time / Unit x Rating Factor / Unit

ดังนั้น เวลาปกติ = เวลาการทำงานจริงที่จับได้ x Rating Factor (105%)

ส่วนเวลาเผื่อ (Allowance time) เป็นเวลาเผื่อต่างๆ 3 กรณี คือ เวลาเผื่อส่วนบุคคล เวลาเผื่อสำหรับความเครียด และเวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า โดยทางโรงงานกรณีศึกษาใช้ ค่าเหล่านี้ในการอ้างอิง

เวลาเผื่อส่วนบุคคล = 4 %

เวลาเผื่อสำหรับความเครียด = 3 %

เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า = 5 %

ดังนั้น เวลาเผื่อทั้งหมด = ส่วนบุคคล + ความเครียด + ความล่าช้า = 12 %

จึงสามารถเขียนสมการการหาเวลามาตรฐานใหม่ได้ ดังนี้

เวลามาตรฐาน = เวลาปกติ + เวลาเผื่อรวม 12% (3.3)

ในที่นี้ เวลามาตรฐานของงานในสถานีนงานที่ 1 และ 2 ใช้เวลาการทำงานของ เครื่องจักรกำหนด เนื่องจากเวลาการทำงานของพนักงานในสถานีนทั้งสองนี้ มีค่า น้อยกว่าเวลาการทำงานของเครื่องจักร และไม่ได้คำนวณค่าเวลาเผื่อรวมเข้าไปด้วยเหมือนกับสถานีนงานอื่น

เนื่องจากเป็นค่าเวลาที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรที่มีก ารตั้งค่าไว้อย่างแน่นอนแล้วตาม  
มาตรฐานของผลิตภัณฑ์

ดังนั้น จึงขอยกตัวอย่างการคำนวณเวลามาตรฐานจากงานย่อยที่ 4 ใน  
สถานีงานที่ 3 โดยต้องคำนวณหา จำนวนข้อมูล การจับเวลา ว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอในการ  
นำไปหาเวลามาตรฐานต่อไปได้หรือไม่ก่อน ซึ่งในที่นี้ต้องการความเชื่ อมั่นที่ 95 % คือ  $A$  เท่ากับ  
1.96 แต่ขอใช้ค่าเป็นจำนวนเต็ม ดังนั้น  $A$  จึงเท่ากับ 2 และค่าความคลาดเคลื่อนเป็น  $\pm 5\%$   
ดังนั้น จึงเท่ากับ 0.05 โดยข้อมูลและผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 3.3





เมื่อแทนค่าตามสูตร (3.1) จะได้คำตอบ  $N$  เท่ากับ  $20.32 \approx 21$  จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับจำนวนข้อมูลที่เก็บมา ( $n$ ) และให้พิจารณาเป็น 2 กรณีดังนี้

-  $N > n$  ข้อมูลที่เก็บมายังไม่เพียงพอ ให้ทำการเก็บข้อมูลเพิ่มหรือ ตัดข้อมูลที่มีความแตกต่างมากๆ ออกไป และคำนวณหาค่า  $N$  ใหม่

-  $N \leq n$  ข้อมูลที่เก็บมาเพียงพอ สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ต่อไปได้

ซึ่งค่า  $N$  ที่ได้จากตัวอย่างการคำนวณข้างต้นนี้มีค่าน้อยกว่า  $n$  ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าจำนวนข้อมูลการจับเวลาในงานย่อยที่ 4 นี้มีความน่าเชื่อถือ เพียงพอในการนำไปหาเวลามาตรฐานได้

สำหรับงานย่อยอื่นๆ จะมีการคำนวณในแนวทางเดียวกัน สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จากภาคผนวก ก และ สามารถสรุปเวลามาตรฐานของทุกงานย่อยได้แสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4  
เวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการ

| ขั้นตอนงานหลัก             | ขั้นตอนและรายละเอียดงานย่อย                           | เวลามาตรฐานในการทำงาน<br>(วินาที/ชิ้น) |        |        |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------|--------|
| 1. การปั่นผสม              | 1. ปั่นผสมวัตถุดิบด้วย Mixing Tank                    | 7.50                                   |        |        |
|                            |                                                       | Line A                                 | Line B | Line C |
| 2. การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน | 2. ต้ม Pre-heat ด้วย Steam Kettle Tank                | 5.25                                   | 5.25   | 5.25   |
|                            | 3. ต้มฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ด้วย Steam Kettle Tank     | 3.75                                   | 3.75   | 3.75   |
| 3. การเตรียมถุงบรรจุ       | 4. หยิบถุงเปล่าจากตะกร้า                              | 1.79                                   | 1.79   | 1.79   |
|                            | 5. สวมถุงเข้ากับปลายท่อบรรจุจาก Steam Kettle Tank     | 0.92                                   | 0.92   | 0.92   |
| 4. การบรรจุ                | 6. ถีบถุงรอ ระหว่างเกิดการบรรจุ ผลิตภัณฑ์ จนเสร็จสิ้น | 3.45                                   | 3.45   | 3.45   |
| 5. การปิดผนึก              | 7. นำถุงวางบนแท่นรีด                                  | 2.16                                   | 2.16   | 2.16   |
|                            | 8. เขี่ยบแป้นเครื่อง เพื่อปิดผนึกปากถุง               | 4.13                                   | 4.13   | 4.13   |
| 6. การระบุเลขที่ถุง        | 9. เขียนหมายเลขถุง                                    | 3.56                                   | 3.56   | 3.56   |
|                            | 10. กดถุงเพื่อทดสอบความแน่นของรอยซีล                  | 0.72                                   | 0.72   | 0.72   |
| 7. การบรรจุกล่อง           | 11. หยิบถุงสินค้าสำเร็จรูป                            | 0.95                                   | 0.95   | 0.95   |
|                            | 12. ปิดกล่อง + ติดเทป + เขียนหมายเลขกล่อง             | 0.48                                   | 0.48   | 0.48   |
|                            | 13. ยกกล่องวางบน Pallet                               | 0.10                                   | 0.10   | 0.10   |

โดยเวลามาตรฐานของขั้นตอนงานหลักที่ 1 การปั่นผสม ใช้เวลาต่อชิ้นงาน คือ 2.5 วินาที แต่ต้องส่งงานต่อให้ 3 สายการผลิต คือ สายการผลิต A, B และ C ดังแสดงตามภาพที่ 3.2 ดังนั้น จึงใช้เวลาต่อชิ้นงานจำนวน 3 ชิ้นในการคำนวณ ทั้งนี้ ในตอนเริ่มต้นกระบวนการจะเกิดการรอคอยงานในสายการผลิต เนื่องจากในขั้นตอนงานหลักที่ 1 จะทำการปั่นผสมครั้งละ 10 นาที (ต่อ 240 ถุง โดยอ้างอิงปริมาณการผลิต ต่อครั้ง และ % Yield ของโรงงานกรณีศึกษา ที่ผลิตปริมาณ 300 กิโลกรัม ต่อ 1 ครั้งการผลิต และได้ 80% Yield) แล้วจึงส่งต่อไปยัง

สายการผลิต A, B และ C ตามลำดับ และในขั้นตอนงานหลักที่ 2 ก็เช่นกัน จะมีขั้นตอนงานย่อยที่ 2 การต้ม Pre-heat ก่อน โดยแต่ละครั้งใช้เวลา 21 นาที (240 ฤง) และมีขั้นตอนงานย่อยที่ 3 การต้มฆ่าเชื้อด้วยความร้อน แต่ละครั้งใช้เวลาอีก 15 นาที (240 ฤง) ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ต้องมีกา รดำเนินการให้ครบรอบก่อน จึงจะสามารถเริ่มงานใหม่เข้ามาได้ และจากนั้นสายการผลิตก็จะเข้าสู่การทำงานอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นแบบรุ่นต่อรุ่น หรือ Batch ต่อ Batch ต่อไป

และจากเวลามาตรฐานในการทำงานของแต่ละขั้นตอนงานย่อย ทำให้สามารถคำนวณหา Takt Time ได้จากสมการดังนี้

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาการทำงานต่อวัน (ชั่วโมง/วัน)}}{\text{จำนวนสินค้าที่ลูกค้าต้องการเฉลี่ยต่อวัน (ฤง/วัน)}} \quad (3.4)$$

โดยจำนวนชั่วโมงการทำงานของโรงงานกรณีศึกษา คือ 8 ชั่วโมง/วัน แต่มีการใช้ครึ่งชั่วโมงการทำงานแรกของวันในการประชุมแถว และครึ่งชั่วโมงการทำงานสุดท้ายของวันในการล้างทำความสะอาดเครื่องจักร อุปกรณ์ และพื้นที่ และยังใช้เวลา 5% ของเวลาการทำงานที่เหลือในการปรับตั้งเครื่องจักร และเตรียมอุปกรณ์ จึงเหลือชั่วโมงการทำงานเป็น 6.65 ชั่วโมง / วัน และจะทำการผลิตไส้เบเกอร์เป็นเวลา 3 วัน/สัปดาห์ เนื่องจากวันที่เหลือทางโรงงานจะทำการผลิตผลิตภัณฑ์อื่น

และเนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาจำเป็นต้องเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อ รองรับปริมาณความต้องการของลูกค้าในผลิตภัณฑ์ประเภทไส้เบเกอร์ ที่คาดว่าจะเพิ่มมากขึ้นในปี 2553 เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดเดิม (สัปดาห์ที่ 1 – สัปดาห์ที่ 26 ของปี 2552) อีกประมาณ 10% จึงมีแผนการเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อรองรับปริมาณคำสั่งซื้อดังกล่าว โดยจากปริมาณคำสั่งซื้อสูงสุดของช่วงสัปดาห์ที่ 1 – สัปดาห์ที่ 26 (มกราคม – มิถุนายน 2552) ซึ่งอยู่ที่ระดับ 4,900 ฤง/สัปดาห์ ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1 นั้น จะทำให้ได้ปริมาณคำสั่งซื้อประมาณการอยู่ที่ 5,390 ฤง/สัปดาห์ หรือ 1,797 ฤง/วัน ดังนั้น จึงสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Takt Time เฉลี่ย} &= \frac{6.65 (\text{ชั่วโมง/วัน})}{1,797 (\text{ฤง/วัน})} \\ &= 13.32 \text{ วินาทีต่อชิ้น (ฤง)} \end{aligned}$$

### 3.3 ศึกษาเพื่อหาแนวทางการดำเนินการทดลองเพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต และการจัดสรรกำลังแรงงานให้เหมาะสม

ในที่นี้ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองโดยใช้การจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม ProModel ซึ่งจะต้องมีการทดสอบประเภทของการกระจายของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Stat::Fit เพื่อวิเคราะห์หาประเภทของการกระจายของข้อมูล ก่อน นำไปใช้จำลองสถานการณ์ในโปรแกรม ProModel เนื่องจากหากใช้ค่าคงที่เพียงค่าเดียวไปจำลองสถานการณ์ จะได้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนไปจากค่าที่เกิดขึ้นในความเป็นจริงมาก การหาประเภทของการกระจายข้อมูลที่เหมาะสมจะช่วยให้เราทราบถึงแนวโน้มของข้อมูล แล้วทำให้การจำลองสถานการณ์มีความใกล้เคียงกับการทำงานจริงมากขึ้น โดยข้อมูลเวลามาตรฐานของงานย่อยแต่ละขั้นตอน และผลการวิเคราะห์ข้อมูลของสายการผลิตก่อนการปรับปรุง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5

แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของงานย่อยแต่ละขั้นตอน และผลการวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนการปรับปรุง

| สถานี<br>งานที่ | งานย่อย | รายละเอียดงาน                   | Std T | ความ<br>เชื่อมั่น<br>95% | Test of<br>Independence | Test of<br>Homogeneity | Goodness<br>Test | Parameter        |
|-----------------|---------|---------------------------------|-------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|------------------|
| 1               | 1       | ปั่นผสมวัตถุดิบด้วย Mixing Tank | 7.50  | -                        | -                       | -                      | Constant         | -                |
|                 |         | - เวลาการทำงานของพนักงาน *      | 7.50  | -                        | -                       | -                      | -                | -                |
|                 |         | - เวลาการทำงานของเครื่องจักร    | 7.50  | -                        | -                       | -                      | Constant         | -                |
| 2               | 2       | ต้ม Pre-heat                    | 5.25  | -                        | -                       | -                      | Constant         | -                |
|                 |         | - เวลาการทำงานของพนักงาน *      | 5.25  | -                        | -                       | -                      | -                | -                |
|                 |         | - เวลาการทำงานของเครื่องจักร    | 5.25  | -                        | -                       | -                      | Constant         | -                |
|                 | 3       | ต้มฆ่าเชื้อด้วยความร้อน         | 3.75  | -                        | -                       | -                      | Constant         | -                |
|                 |         | - เวลาการทำงานของพนักงาน *      | 3.75  | -                        | -                       | -                      | -                | -                |
|                 |         | - เวลาการทำงานของเครื่องจักร    | 3.75  | -                        | -                       | -                      | Constant         | -                |
| 3               | 4       | หยิบถุงเปล่าจากตะกร้า           | 1.79  | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Inverse Weibull  | (1., 7.89, 1.4)  |
|                 | 5       | สวมถุงเข้ากับปลายท่อบรรจุ       | 0.92  | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Inverse Weibull  | (0., 14.7, 1.15) |

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

แสดงข้อมูลเวลามาตรฐานของงานย่อยแต่ละขั้นตอน และผลการวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนการปรับปรุง

| สถานี<br>งานที่ | งานย่อย | รายละเอียดงาน                         | Std T  | ความ<br>เชื่อมั่น<br>95% | Test of<br>Independence | Test of<br>Homogeneity | Goodness<br>Test | Parameter         |
|-----------------|---------|---------------------------------------|--------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|-------------------|
| 4               | 6       | ถือถุงรอ ระหว่างเกิดการบรรจุ          | 3.45   | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Weibull          | (3., 4.01, 0.499) |
| 5               | 7       | นำถุงวางบนแท่นรีด                     | 2.16   | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Inverse Weibull  | (1., 7.23, 0.962) |
|                 | 8       | เหยียบแป้นเครื่องเพื่อปิดผนึกปากถุง   | 4.13   | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Weibull          | (3., 4.16, 1.24)  |
| 6               | 9       | เขียนหมายเลขถุง                       | 3.56   | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Weibull          | (3., 4.65, 0.618) |
|                 | 10      | กดถุงเพื่อทดสอบความแน่นของรอยซีล      | 0.72   | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Inverse Weibull  | (0., 21.2, 1.43)  |
| 7               | 11      | หยิบถุงสินค้าสำเร็จรูป                | 0.95   | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Weibull          | (0., 25.4, 0.971) |
|                 | 12      | ปิดกล่อง + ตัดเทป + เขียนหมายเลขกล่อง | 0.48** | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Weibull          | (2., 8.38, 0.938) |
|                 | 13      | ยกกล่องวางบน Pallet                   | 0.10** | ผ่าน                     | ผ่าน                    | ผ่าน                   | Inverse Weibull  | (0., 15.6, 1.82)  |

- \* เป็นเวลาการทำงานของพนักงานที่ทำไปพร้อมกับเครื่องจักร ซึ่งมีค่าเท่ากับเวลาการทำงานของเครื่องจักร เนื่องจากต้องควบคุมการทำงานของเครื่องจักรตลอดเวลาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์คุณภาพมาตรฐาน
- \*\* เป็นเวลาต่อ 1 ชิ้นงาน
- Weibull (min,  $\alpha$ ,  $\beta$ ), Inverse Weibull (min,  $\alpha$ ,  $\beta$ )
- Test of Independence คือ การทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล โดยใช้ Runs Test (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)
- Test of Homogeneity คือ การทดสอบความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของข้อมูล โดยดูจากโค้งของกราฟ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)
- Goodness Test คือ การทดสอบหาลักษณะการกระจายของข้อมูล (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)



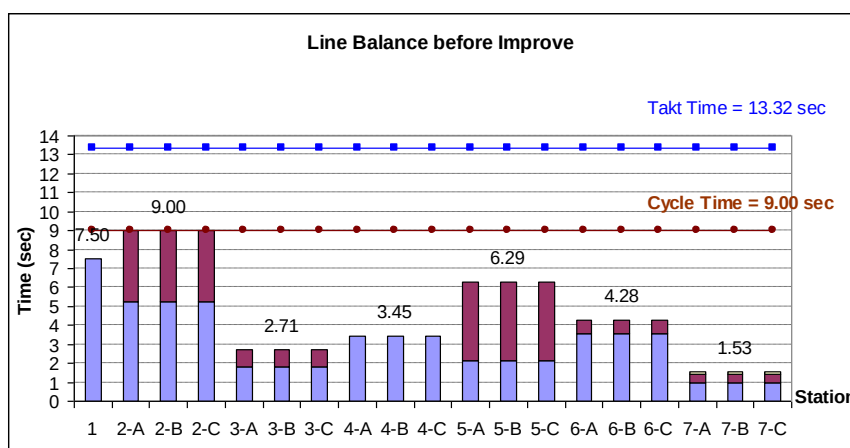
จากเวลามาตรฐานของงานย่อยที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับเวลามาตรฐาน ของสถานีงานที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เนื่องจากเป็นเวลาที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรที่มีการตั้ง ค่าไว้ อย่างแน่นอนแล้วตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่ต้องคิด ค่าปรับอัตราความเร็ว และ เวลา เพื่อเหมือนการทำงานของพนักงาน โดยในขณะที่เครื่องจักรทำงานนั้น พนักงานก็ทำงานไปพร้อม กัน และใช้เวลาเท่ากัน ดังนั้น จึงใช้เวลาการทำงานของเครื่องจักรเป็นตัวกำหนดเวลามาตรฐาน ใน ขั้นตอนนั้นๆ และไม่สามารถปรับปรุงโดยการลดจำนวนพนักงานที่สถานีงานทั้งสองนี้ ลงได้ เพราะ อาจให้ผลที่ไม่แตกต่างจากสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง

สำหรับ ในการวิเคราะห์การปรับปรุงสายการผลิตจะใช้ค่าต่อไปนี้ในการวัดผลที่เกิดขึ้น เพื่อใช้เปรียบเทียบผลจากการปรับปรุง ดังนี้

1. การวิเคราะห์อัตราผลผลิต (Productivity)
2. การวิเคราะห์ค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร (Utilization)
3. การประเมินประสิทธิภาพ (Efficiency, E) ของสายการผลิต

### 3.3.1 การวิเคราะห์สายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง

จากข้อมูลเวลามาตรฐานที่คำนวณได้นั้น จะสามารถสร้างเป็นกราฟการจัด สมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง ได้ดังภาพที่ 3.3 โดยตัวเลข แสดงถึงลำดับสถานีงาน ส่วนตัวอักษรภาษาอังกฤษแสดงถึงสายการผลิต และเวลาของสถานีงาน ที่ใช้เวลามากที่สุด (Cycle Time) คือ เวลาของสถานีงานที่ 2 ซึ่งเท่ากับ 9 วินาที



ภาพที่ 3.3

กราฟการจัดสมดุลสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง และสามารถวิเคราะห์ค่าต่างๆ เพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบสายการผลิตหลังการปรับปรุง ได้ดังนี้

### 1. การวิเคราะห์อัตราผลผลิต (Productivity)

โดยในที่นี้จะใช้การหาอัตราผลผลิตด้านแรงงาน (Labor Productivity) ซึ่งใช้ข้อมูลจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ 720 ชิ้น / วัน ซึ่งใช้เวลาในการผลิตเท่ากับ 2.85 ชั่วโมง หรือ 171 นาที ดังนั้น การวิเคราะห์จึงเป็น ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราผลผลิต (Productivity)} &= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้/ วัน}}{\text{เวลาในการผลิต / วัน} * \text{จำนวนพนักงาน}} \quad (3.5) \\
 &= \frac{720 \text{ ชิ้น / วัน}}{2.85 \text{ ชั่วโมง / วัน} * 19 \text{ คน}} \\
 &= 13.30 \approx 13 \text{ ชิ้น / ชั่วโมง / คน}
 \end{aligned}$$

### 2. การวิเคราะห์ค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร (Utilization)

$$\begin{aligned}
 \%Utilization &= (\text{output} / \text{input}) * 100 \quad (3.6) \\
 &= \frac{\text{เวลาที่ทรัพยากรใช้ในการทำงานจริง} * 100}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด}} \\
 &= \frac{\text{เวลามาตรฐาน} * \text{จำนวนชิ้นงาน/รุ่น} * 100}{\text{เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด}}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณ %Utilization ของพนักงานในสถานีงานที่ 3 การเตรียมถุงบรรจุซึ่งใช้เวลาการทำงาน 2.71 วินาที/ชิ้น/สายการผลิต ปริมาณการผลิตเท่ากับ 720 ชิ้น โดยผลิต 3 รุ่น (Batch) โดย 1 สายการผลิตจะผลิต 1 Batch และใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 171 นาที ดังนั้น การคำนวณจึงเป็นดังนี้

$$\%Utilization = \frac{(2.71/60) * (720/3) * 100}{171} = 6.34$$

ซึ่งผลของค่า Utilization ของพนักงานในแต่ละสถานีงานในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6  
ค่าการใช้ประโยชน์ของพนักงานในปัจจุบัน

| ทรัพยากร               | % Utilization |
|------------------------|---------------|
| พนักงานในสถานีงานที่ 1 | 83.33         |
| พนักงานในสถานีงานที่ 2 | 100.00        |
| พนักงานในสถานีงานที่ 3 | 6.34          |
| พนักงานในสถานีงานที่ 4 | 8.07          |
| พนักงานในสถานีงานที่ 5 | 14.71         |
| พนักงานในสถานีงานที่ 6 | 10.01         |
| พนักงานในสถานีงานที่ 7 | 3.58          |

จากตาราง จะได้ %Utilization ของพนักงานในปัจจุบันเฉลี่ยเท่ากับ 32.29% และยังพบอีกว่า %Utilization ของพนักงานในหลายสถานีมีค่าค่อนข้างต่ำ แสดงว่ามีการว่างงานของพนักงานเกิดขึ้น จึงควรปรับปรุงค่า %Utilization ของแต่ละสถานีให้มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีแนวทาง คือ ให้มีค่าใกล้เคียง Cycle Time มากที่สุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของสายการผลิต โดยใช้ทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัดได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งลดการรอนระหว่างกระบวนการผลิตอีกด้วย

3. การประเมินประสิทธิภาพ (Efficiency, E) ของสายการผลิต  
การคำนวณประสิทธิภาพ สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$E = \frac{\sum_{i=1}^j t_i}{nC_a} \quad (3.7)$$

เมื่อ  $t_i$  = เวลาของงานย่อย  $i$

$j$  = จำนวนงานย่อยทั้งหมด

$n$  = จำนวนสถานีงาน

$C_a$  = รอบเวลาจริง (เวลามากสุดในสายการผลิตที่ขึ้นงานแต่ละชิ้น จะทำการผลิตออกมา)

$$E = ((2.5 \times 3) + 9 + 2.71 + 3.45 + 6.29 + 4.28 + 1.53) / (7 \times 9)$$

$$E = 0.5517$$

จะเห็นว่าในการคำนวณค่าเวลาในสถานีแรกคูณ 3 เนื่องจากทำการป้อน

วัตถุดิบเข้าสู่สายการผลิต 3 สายการผลิตที่มีลักษณะเหมือนกันในสถานีนงานที่ 2-7 และจากค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากสายการผลิต ในปัจจุบัน ก่อนการ ปรับปรุง ซึ่งนิยมกล่าวเป็น เปอร์เซนต์นั้น ได้ค่าเท่ากับ 55.17% และยัง แสดงให้เห็นถึงเวลาว่างงานที่เกิดขึ้นซึ่ง เรียกว่า การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay, d) ซึ่งคำนวณได้จาก  $(1 - E)$  มีค่าเท่ากับ 44.83%

จากการวิเคราะห์สายการผลิตในปัจจุบันก่อนปรับปรุง ทางผู้วิจัยพบว่า จากอัตราผลผลิตต่อชั่วโมงต่อคนที่มีค่าค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รวมถึงค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรประเภทพนักงานที่ค่อนข้างน้อยด้วยเช่นกัน จึงมีความคิดเห็นว่า ควร ปรับปรุงสายการผลิตใหม่ โดยรวมงานเพื่อลดจำนวนสถานีนงานลงให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิตที่ต้องการที่ระดับต่างๆ กัน โดยจะมุ่งเน้นที่สถานีนงานที่ 3 เป็นต้นไป เนื่องจากในสถานีนงานที่ 1 และ 2 นั้น เวลาของเครื่องจักรเป็นตัวกำหนดเวลาการทำงานของพนักงาน ดังนั้น การป ปรับปรุงที่สถานีนงานดังกล่าวนี้ จะ ให้ผลที่ไม่ชัดเจน ทางผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า ควรจะทำการปรับปรุงในครั้งต่อไป

### 3.3.2 การวิเคราะห์สายการผลิตเพื่อการปรับปรุง

จากวิธีการอย่างง่ายวิธีการหนึ่งในการจัดสมดุลสายการผลิตก็คือ วิธีการหาจำนวนสถานีนงานที่น้อยที่สุด ( $N$ ) จากสมการ

$$N = \frac{\sum_{i=1}^j t_i}{C_d} \quad (3.8)$$

เมื่อ  $t_i$  = เวลาของงานย่อย  $i$

$j$  = จำนวนงานย่อยทั้งหมด

$C_d$  = รอบเวลาที่กำหนด (Cycle Time)

จากข้อมูลเวลามาตรฐาน ของงานย่อย ตามตารางที่ 3.5 และค่า Cycle Time ที่ได้จากภาพที่ 3.3 สามารถคำนวณหาจำนวนสถานีนงานที่น้อยที่สุดได้ ดังนี้

$$N = (2.5 \times 3) + 9 + 2.71 + 3.45 + 6.29 + 4.28 + 1.53 / 9$$

$$N = 3.86 \approx 4$$

จะเห็นได้ว่า จำนวนสถานีนงานที่น้อยที่สุดที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าจำนวนสถานีนงานปัจจุบัน จึงควรปรับลดจำนวนสถานีนงานลงเหลือเพียง 4 สถานีนงานนั้น ซึ่งสามารถปรับปรุงตามหลักการ ECRS ได้ดังนี้

1. การรวมขั้นตอนการทำงานหลายส่วนเข้าด้วยกัน (Combine)

1.1 งานย่อยที่ 9 การเขียนหมายเลขถุงสามารถยุบรวมกับงานย่อยที่ 8 ได้ โดยให้พนักงานเขียนหมายเลขถุงระหว่างรอเครื่องจักรทำการปิดผนึกปากถุง

1.2 งานย่อยที่ 11 จากเดิมเป็นการหยิบถุงสินค้าสำเร็จรูป หากมีการรวมงานซึ่งทำให้การปฏิบัติงานในขั้นตอนนี้ เกิดจากพนักงานคนเดียวกัน จะทำให้เวลานี้กลายเป็นการวางถุงเพื่อบรรจุลงกล่อง ซึ่งจะใช้เวลาน้อยกว่าเดิม

## 2. การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify)

จากข้อมูลงานย่อยตามตารางที่ 3.4 จะเห็นว่า ในงานย่อยที่ 7 การนำถุงวางบนแท่นรีดสามารถปรับปรุงลักษณะการทำงานของพนักงานให้ง่ายขึ้นได้ โดยใช้หลักอุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาดในงานจากการทำงานของพนักงาน (Poka Yoke) โดยการกำหนดระยะการปิดผนึกปากถุงที่แน่นอน ลดการใช้เวลาในการปรับทิศทางถุงเพื่อทำการปิดผนึกได้

และจากการคำนวณสถานีนงานที่น้อยที่สุดที่ได้ผลลัพธ์ คือ 4 สถานีนั้น การปรับปรุงดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามกรณีที่ต้องการ ดังนั้นสายการผลิตหลังการปรับปรุงจะมีรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 3.7 โดยตัวอักษรหนาขีดเส้นใต้ คือ งานย่อย และเวลามาตรฐานใหม่ของสายการผลิตที่ปรับปรุงแล้ว

## ตารางที่ 3.7

เวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการหลังการปรับปรุง

| ขั้นตอนงานหลัก             | ขั้นตอนและรายละเอียดงานย่อย                                         | เวลามาตรฐาน<br>หลังปรับปรุง<br>(วินาที/ชิ้น) | เวลา<br>มาตรฐาน<br>รวม<br>(วินาที/ชิ้น) |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. การปั่นผสม              | 1. ปั่นผสมวัตถุดิบด้วย Mixing Tank                                  | 2.50                                         | 7.50**                                  |
|                            | - เวลาการทำงานของพนักงาน (พร้อมเครื่องจักร) *                       | 2.50                                         |                                         |
| 2. การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน | 2. ต้ม Pre-heat ด้วย Steam Kettle Tank                              | 5.25                                         | 9.00                                    |
|                            | - เวลาการทำงานของพนักงาน (พร้อมเครื่องจักร) *                       | 5.25                                         |                                         |
|                            | 3. ต้มฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ด้วย Steam Kettle Tank                   | 3.75                                         |                                         |
|                            | - เวลาการทำงานของพนักงาน (พร้อมเครื่องจักร) *                       | 3.75                                         |                                         |
| 3. การบรรจุ                | 4. หยิบถุงเปล่าจากตะกร้า                                            | 1.79                                         | 7.36                                    |
|                            | 5. สวมถุงเข้ากับปลายท่อบรรจุจาก Steam Kettle Tank                   | 0.92                                         |                                         |
|                            | 6. ถือถุงรอ ระหว่างเกิดการบรรจุผลิตภัณฑ์ จนเสร็จสิ้น                | 3.45                                         |                                         |
|                            | <u>7. นำถุงวางบนตะกร้า</u>                                          | <u>1.20</u>                                  |                                         |
| 4. การปิดผนึก              | 8. หยิบถุงวางบนแท่นรีด                                              | <u>1.50</u>                                  | 7.46                                    |
|                            | <u>9. เขี่ยแบ่แป้นเครื่อง เพื่อปิดผนึกปากถุง และเขียนหมายเลขถุง</u> | 4.13                                         |                                         |
|                            | 10. กดถุงเพื่อทดสอบความแน่นของรอยซีล                                | 0.72                                         |                                         |
|                            | 11. วางถุงสินค้าสำเร็จรูปลงกล่อง                                    | <u>0.53</u>                                  |                                         |
|                            | 12. ปิดกล่อง + ติดเทป + เขียนหมายเลขกล่อง                           | 0.48                                         |                                         |
|                            | 13. ยกกล่องวางบน Pallet                                             | 0.10                                         |                                         |

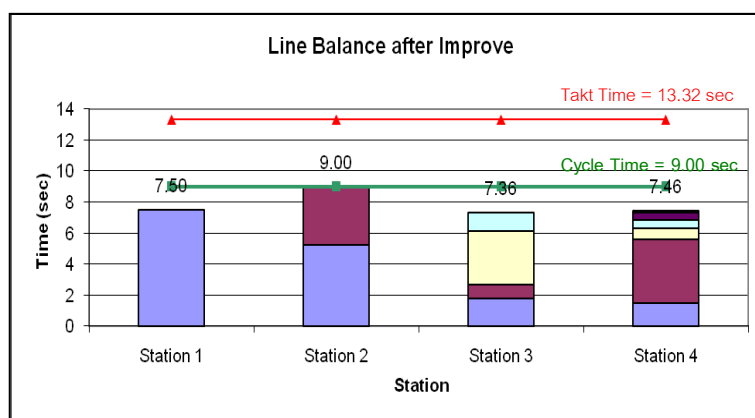
\*เป็นเวลาการทำงานของพนักงานที่ทำไปพร้อมกับเครื่องจักร ซึ่งมีค่าเท่ากับเวลาการทำงานของเครื่องจักร เนื่องจากต้องควบคุมการทำงานของเครื่องจักรตลอดเวลา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์คุณภาพมาตรฐาน และไม่ได้คิดเวลาการเคลื่อนที่ของพนักงานระหว่างเครื่องจักร เนื่องจากระยะห่างระหว่างเครื่องจักรสามารถปฏิบัติงานได้โดยการเอื้อมหรือหันตัว ซึ่งใช้เวลาอันน้อยมากจึงไม่นำมาคิดคำนวณด้วย

\*\*เวลามาตรฐานของขั้นตอนงานหลักที่ 1 การปั่นผสม ใช้เวลา 2.5 วินาที/ชิ้น แต่ต้องส่งงานต่อไปให้ 3 สายการผลิต คือ สายการผลิต A, B และ C ดังนั้น เวลามาตรฐานรวมจึงเป็น 7.5 วินาที

ทั้งนี้ เวลามาตรฐานในการทำงานหลังการปรับปรุง ในงานย่อยที่ 8 การนำถุงวางบนแท่นรีด ที่คาดว่าจะลดลงจาก 2.16 วินาที เป็น 1.50 วินาทีนั้น ก็เนื่องมาจากการประยุกต์ใช้หลัก Simplify ของ ECRS โดยการใช้เครื่องมือ Poka Yoke ส่วนในงานย่อยที่ 11 การวางถุงสินค้าสำเร็จรูปลงกล่อง จากเดิมที่เป็นงานการหยิบ ถุงสินค้าสำเร็จรูปลงกล่องที่มีเวลามาตรฐานเป็น 0.95 วินาที เปลี่ยนเป็นงานการวางถุงสำเร็จรูปลงกล่องที่กระทำโดยพนักงานคนเดียวกันกับขั้นตอนงานย่อยก่อนหน้า ซึ่งไม่ต้องให้การส่ง งานต่อให้พนักงานในกระบวนการถัดไปเหมือนในสายการผลิตก่อนการปรับปรุง จึงใช้เวลามาตรฐานลดลงเป็น 0.53 วินาที

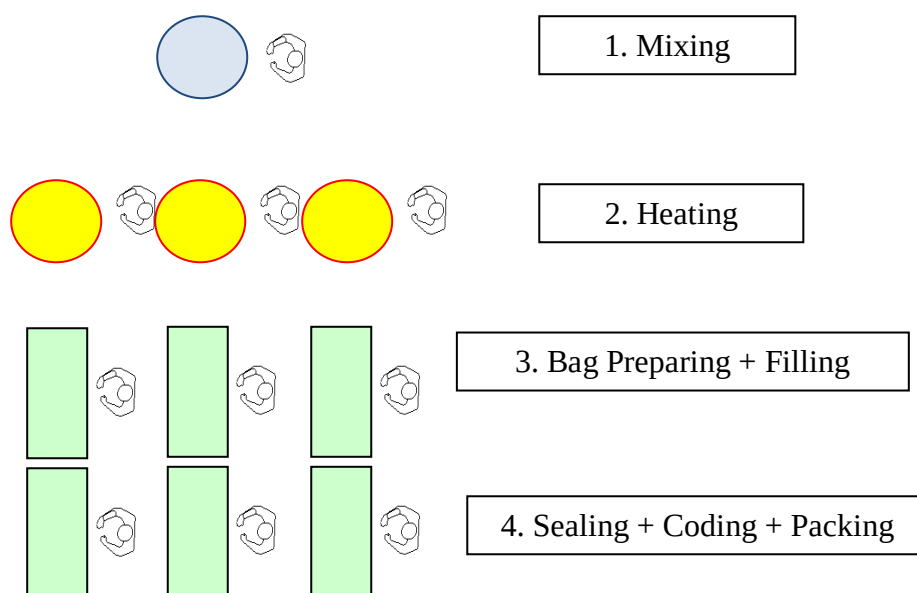
และเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการผลิต หรือ รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time,  $C_a$ ) ซึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่มีค่าเวลาสูงสุดนั้น จาก สายการผลิตก่อนการปรับปรุง คือ สถานการณ์ที่ 2 การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (Heating) ซึ่งใช้เวลาเท่ากับ 9 วินาทีต่อถุง และเป็นสถานการณ์เดียวกันกับสายการผลิตหลังการปรับปรุง แต่เวลาที่ใช้ในแต่ละสถานการณ์ในสายการผลิตหลังปรับปรุงนั้นใช้เวลาใกล้เคียงกับ Cycle Time มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสายการผลิตก่อนการปรับปรุง

จากข้อมูลเวลามาตรฐานของแต่ละกระบวนการหลังการปรับปรุง ตามตารางที่ 3.7 สามารถสร้างเป็นกราฟการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) หลังการปรับปรุง และลักษณะของสายการผลิตหลังการปรับปรุงได้ดังภาพที่ 3.5 และ 3.6 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.4

กราฟการจัดสมดุลสายการผลิตหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 3.5

ลักษณะของสายการผลิตหลังการปรับปรุง

สามารถวัดผลการปรับปรุงสายการผลิตได้จากการวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

#### 1. การวิเคราะห์อัตราผลผลิต (Productivity)

โดยในที่นี้จะใช้การหาอัตราผลผลิตด้านแรงงาน (Labor Productivity) ซึ่งใช้ข้อมูลจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ 720 ชิ้น / วัน ซึ่งใช้เวลาในการผลิตเท่ากับ 2.96 ชั่วโมง หรือ 178 นาที ดังนั้น การวิเคราะห์จึงเป็น ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราผลผลิต (Productivity)} &= \frac{720 \text{ ชิ้น / วัน}}{2.96 \text{ ชั่วโมง / วัน} \times 10 \text{ คน}} \\ &= 24.32 \approx 24 \text{ ชิ้น / ชั่วโมง / คน} \end{aligned}$$

#### 2. การวิเคราะห์ค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร (Utilization)

ผลของค่า Utilization ของแต่ละสถานงานหลังการปรับปรุง สามารถสรุปได้ดัง

ตารางที่ 3.8



ตารางที่ 3.8

ค่าการใช้ประโยชน์ของพนักงานหลังการปรับปรุง

| ทรัพยากร               | % Utilization |
|------------------------|---------------|
| พนักงานในสถานีงานที่ 1 | 83.33         |
| พนักงานในสถานีงานที่ 2 | 100.00        |
| พนักงานในสถานีงานที่ 3 | 16.54         |
| พนักงานในสถานีงานที่ 4 | 16.76         |

จากตาราง จะได้ %Utilization ของพนักงานหลังการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 54.16%

3. การประเมินประสิทธิภาพ (Efficiency, E) ของสายการผลิต

ประสิทธิภาพของสายการผลิตหลังการปรับปรุง สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$E = ((2.5 \times 3) + 9 + 7.36 + 7.46) / (4 \times 9)$$

$$E = 0.87$$

นั่นคือ ค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้จากสายการผลิตหลังการปรับปรุงเท่ากับ 87% และการสูญเสียความสมดุล (Balance Delay, d) มีค่าเท่ากับ 13%

จากการปรับปรุงสายการผลิต ที่ยังคงสามารถผลิตได้จำนวนงานเท่าเดิม แต่ใช้จำนวนพนักงานลดลง ซึ่งแสดงถึงผลการปรับปรุงที่ดีขึ้น สามารถสรุปได้แสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9

ค่าจากการวัดผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

| การวัดผล                            | ก่อนปรับปรุง | หลังปรับปรุง | Gain (%) |
|-------------------------------------|--------------|--------------|----------|
| จำนวนพนักงานที่ใช้ในสายการผลิต (คน) | 19           | 10           | 47.37    |
| Productivity (ชิ้น/ชั่วโมง/คน)      | 13           | 24           | 84.62    |
| % Utilization เฉลี่ยของพนักงาน      | 32.29        | 54.16        | 21.87    |
| % Efficiency ของสายการผลิต          | 55.17        | 87.00        | 31.83    |

ทั้งนี้ การวัดผลการวิเคราะห์สายการผลิตเพื่อการปรับปรุงข้างต้นนั้น ได้

กระทำโดยใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งยังไม่ได้ใช้ข้อมูลที่มีลักษณะการกระจาย เนื่องจากมีความแปรปรวนเข้ามาเกี่ยวข้อง โดย หากใช้ข้อมูลที่มีการกระจายแล้ว อาจจะทำให้ได้ผลที่แตกต่างออกไป ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการทดสอบโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อยืนยันความถูกต้องสอดคล้องของผลการทดลอง อีกทั้งการจำลองดังกล่าวนี้ยังช่วยในการวิเคราะห์ในเรื่องอื่นๆ ที่การวิเคราะห์ข้างต้นยังไม่สามารถทำให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจนเพียงพอ อันได้แก่ การวิเคราะห์งานค้างระหว่างกระบวนการ (Work in Process, WIP) การเห็นภาพการกระจุกตัวของงานหรือคอขวดในสายการผลิตที่ชัดเจน ว่าเกิดขึ้นในขั้นตอนใดมากที่สุด และยังสามารถทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อให้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจ และเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการ หรือผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับสายการผลิต โดยอาศัยการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบสายการผลิต ผ่านตัวแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีผลช่วยลดต้นทุนการผลิต ช่วยการประเมินผลการทำงาน และช่วยหาแนวทางในการปฏิบัติงานที่เหมาะสมอีกด้วย