พระมหากรุณาธิคุณ ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 3

# การศึกษาการผลิตของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบัน

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา โครงสร้างองค์กร ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และปัญหาที่พบ

## 3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษา ได้ดำเนินธุรกิจมามากกว่า 50 ปี และเป็นบริษัทชั้นนำของประเทศในการผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วหลากหลายรูปแบบ และมีฐานการผลิตอยู่ 2 แห่งคือ โรงงาน A ซึ่งเริ่มเปิดดำเนินการเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2496 และโรงงาน B เปิดดำเนินการเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2534 โดยมีกำลังการผลิตโดยเฉลี่ย 1,680 ตันต่อวัน

การใช้เทคโนโลยีการผลิตได้รับความช่วยเหลือจากบริษัท Australian Consolidated Industries (ACI) ประเทศออสเตรเลีย และบริษัท Owens-Illinois (OI) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วรายใหญ่รายหนึ่งในทวีปอเมริกาและทวีปยุโรป

## 3.2 ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา

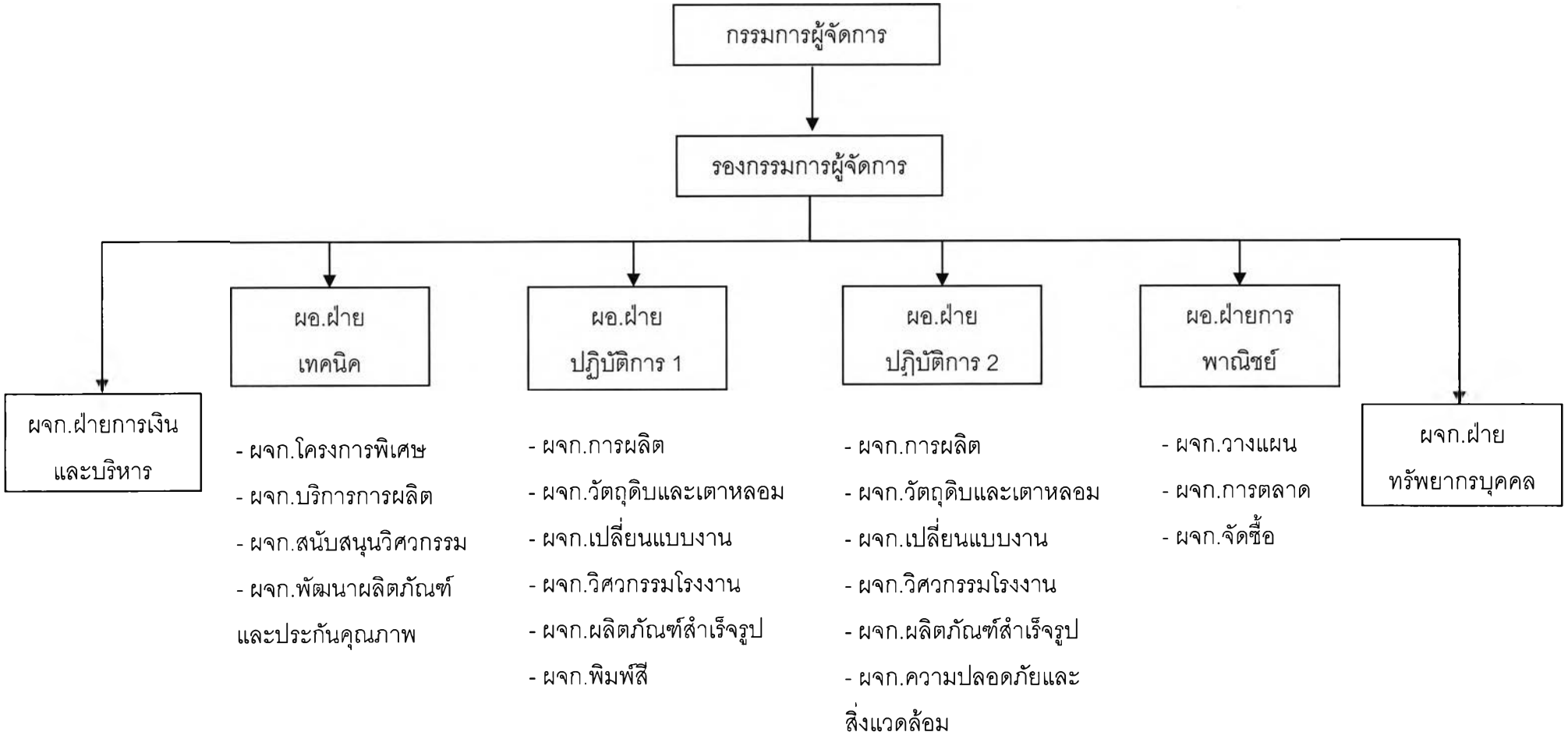
สำหรับผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานกรณีศึกษาเป็นขวดสำหรับบรรจุภัณฑ์ต่างๆ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเภทดังต่อไปนี้

- เครื่องดื่มบำรุงกำลัง
- เบียร์
- เหล้า
- ไวน์คูลเลอร์
- น้ำอัดลม
- อาหาร

สำหรับผลิตภัณฑ์ของโรงงาน มีทั้งหมด 3 สี คือ สีเขียว สีชา และสีขาว

## 3.3 โครงสร้างองค์กร

โครงสร้างองค์กรของโรงงานกรณีศึกษา มีการจัดผังโครงสร้างองค์กรตามภารกิจหน้าที่ ซึ่งโครงสร้างองค์กรแบ่งออกเป็น 6 ฝ่าย คือ ฝ่ายการพาณิชย์ ฝ่ายการเงินและธุรการ ฝ่ายเทคนิค ฝ่ายปฏิบัติการ 1 ฝ่ายปฏิบัติการ 2 ฝ่ายเทคนิค และฝ่ายทรัพยากรบุคคล




รูปที่ 3.1 โครงสร้างองค์กรของโรงงานกรณีศึกษา

## 3.4 กระบวนการผลิต

ขบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 9 ขบวนการผลิตหลักๆ โดยมีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

3.4.1 วัตถุดิบ (Raw material)

การจัดเก็บวัตถุดิบต่างๆและเศษแก้วที่ผ่านการตรวจรับและตรวจสอบคุณภาพไว้ในคอกและถังพักแยกตามชนิดของวัตถุดิบ โดยวัตถุดิบหลักมีดังต่อไปนี้ ทราย โซดาไฟ หินปูน แร่เฟลด์สปาร์ และส่วนผสมอื่นๆ และเศษแก้ว

3.4.2 การชั่งตวงวัตถุดิบ (Weighing)

การชั่งเพื่อเตรียมการผสมวัตถุดิบตามสูตรการผลิตด้วยอัตราส่วนที่กำหนดไว้โดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม

3.4.3 การผสมวัตถุดิบ (Mixing)

ผสมวัตถุดิบต่างๆให้เข้ากันในโม่ผสมโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม วัตถุดิบที่ผสมเข้ากันดีแล้วเรียกว่า ส่วนผสม (Batch) จะถูกลำเลียงพร้อมด้วยเศษแก้วเพื่อป้อนเข้าสู่เตาหลอมต่อไป

3.4.4 การหลอมแก้ว (Melting)

Batch จะถูกป้อนเข้าไปในเตาหลอม (Furnace) ซึ่งจะถูกหลอมละลาย และเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เป็นเนื้อแก้ว ความร้อนที่ใช้ในการหลอมแก้วจะมีอุณหภูมิประมาณ 1500 องศาเซลเซียสและเมื่อหลอมละลายได้ที่แล้ว น้ำแก้วจะไหลไปยังรางน้ำแก้ว (Foreheart) ของสายการผลิตแต่ละเครื่อง ซึ่งอุณหภูมิของน้ำแก้วจะถูกปรับแต่งให้มีความร้อนสม่ำเสมอทั่วกัน และน้ำแก้วจะถูกลดอุณหภูมิลงเหลือประมาณ 1100 องศาเซลเซียล เพื่อให้น้ำแก้วมีความหนืดพอเหมาะกับการขึ้นรูปขวดแต่ละชนิด

3.4.5 การขึ้นรูป (Forming)

น้ำแก้วที่มีความหนืดพอเหมาะจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องจักรผลิตขวด ในลักษณะเป็นก้อนรูปทรงกระบอก หรือที่เรียกว่า หยดน้ำแก้ว (Gob) จากอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้อนน้ำแก้วที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนปลายของเตาหลอมและรางน้ำแก้วที่มีชื่อเรียกว่า Feeder โดยจะไหลผ่านเข้าสู่แม่พิมพ์ และเป่าขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์แก้วด้วยเครื่องจักรผลิตขวดหรือเครื่องขึ้นรูป

3.4.6 การอบ (Annealing)

ขวดแก้วที่ผลิตออกมาจากเครื่องจักรผลิตขวดจะถูกลำเลียงนำมาเข้ารางอบ (Annealing Lehr) ซึ่งมีลักษณะเป็นซองตู้โลหะเรียงต่อกันยาว ภายในตู้จะมีสายพานรางอบเคลื่อนที่ไปอย่างช้า ๆ เพื่อลำเลียงขวดแก้วเลื่อนเข้าไปในรางอบ โดยจะค่อย ๆ ลด

อุณหภูมิของขวดแก้วจากประมาณ 600 องศาเซลเซียล ลงมาเหลือประมาณ 40 องศาเซลเซียล โดยใช้เวลาในการอบประมาณ 1 ชั่วโมง แต่ทั้งนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้โดยจะช้าหรือเร็วก็ขึ้นอยู่กับขนาดของรางอบ ขนาดของขวดแต่ละชนิด และความเร็วของสายพานลำเลียง โดยวัตถุประสงค์หลักของการอบก็เพื่อลดความเครียด (แรงดึงที่เกิดจากการหดตัวของเนื้อแก้วเมื่อขวดแก้วเย็นตัวลง) ทั้งนี้หากเราปล่อยให้ขวดแก้วเย็นตัวอย่างกะทันหัน โดยไม่ค่อย ๆ ลดอุณหภูมิของขวดแก้วลงอย่างช้า ๆ แรงเครียดที่เกิดขึ้นจะทำให้ขวดแก้วแตกระเบิดขึ้นเองได้ ซึ่งนอกจากจะสร้างความเสียหายให้กับบริษัทแล้วยังอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือผู้บริโภค

3.4.7 การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ

ตรวจสอบคุณภาพด้วยเครื่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งควบคุมคุณภาพในเรื่องต่อไปนี้

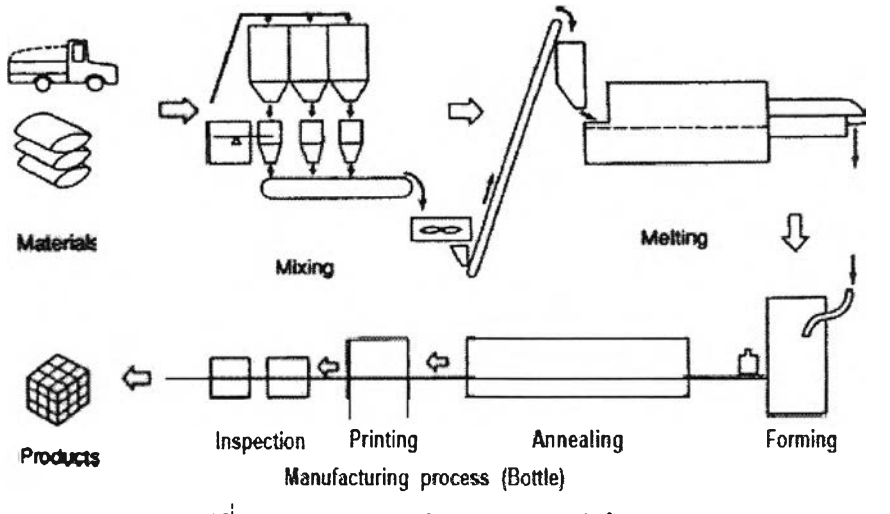
- น้ำหนักและปริมาตร
- ความทนทานต่อความร้อน
- การทดสอบแรงดันภายใน

3.4.8 การพิมพ์สี

พิมพ์สีโดยใช้สีเทอร์โมพลาสติก ซึ่งจะซึมเข้าไปในเนื้อแก้วหลังจากผ่านการอบแล้ว บรรจุภัณฑ์ที่พิมพ์สีแล้วจะผ่านการอบที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสก่อน และค่อย ๆ ปรับลดลงจนถึงอุณหภูมิปกติ ขบวนการนี้จะทำให้สีติดเนื้อแก้วอย่างถาวร

3.4.9 การบรรจุหีบห่อ

ใช้เครื่องอัตโนมัติในการบรรจุ และจะถูกลำเลียงด้วยรถขนส่ง (Shuttle car) ไปยังเครื่องพันฟิล์มก่อนที่จะนำไปเก็บในคลังสินค้าเพื่อรอการส่งจำหน่าย




รูปที่ 3.2 ขบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์แก้ว

## 3.5 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขวด (Raw Material Ingredients)

3.5.1 วัตถุดิบหลัก ( Major Ingredients)

1) ทราย ( Silica Sand) -โครงสร้างของแก้ว (Glass Former)

2) โซดาแอช ( Soda Ash) -ลดจุดหลอมเหลวในการหลอมแก้ว (Flux)

3) หินปูน ( Limestone) -เพิ่มความแข็งแรงของเนื้อแก้ว (Stabilizer)

4) เศษแก้ว ( Cullet ) -นำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling)

3.5.2 วัตถุดิบย่อย (Minor Ingredients)

1) หินฟันม้า (Feldspar) - เพิ่มความคงทนของเนื้อแก้ว (Stabilizer)

2) โซเดียมซัลเฟต (Sodium Sulphate) - ไล่ฟองอากาศ (Refining agent )

3) โซเดียมไนเตรด (Sodium Nitrate) - สารอ็อกซิไดซ์ (Oxidizing Agent )

4) ซิลิเนียม (Celenium) - ฟอกสีเนื้อแก้วให้ขาวขึ้น (Decolourant)

5) โคบอลท์ออกไซด์ (Cobalt Oxide) - ช่วยในการกลบสีในแก้ว (Decolourant)

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของแก้วที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์

| ส่วนประกอบของแก้วใช้ทำบรรจุภัณฑ์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ส่วนประกอบ (Component) | แก้วโปร่งใส (Flint) | แก้วสีชา (Amber) | แก้วสีเขียว (Green) | แก้วบอโรซิลิเกต (Borosilicate) |
| ซิลิกาออกไซด์ (Silica Oxide) | 72.6 | 72.7 | 72.0 | 80.2 |
| อะลูมินา (Alumina) | 1.6 | 1.9 | 1.1 | 2.6 |
| เหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) | 0.05 | 0.22 | 0.96 | 0.07 |
| แคลเซียมออกไซด์ (Calcium Oxide) | 11 | 10 | 8.4 | 0.1 |
| แมกนีเซียมออกไซด์ (Magnizium oxide) | 0.1 | - | 2.1 | - |
| โซเดียมออกไซด์ (Sodium Oxide) | 13.7 | 13.8 | 15.1 | 4.5 |
| โพแทสเซียมออกไซด์ (Potassium Oxide) | 0.5 | 1.0 | - | - |
| ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide) | 0.2 | 0.03 | - | 0.3 |
| ไทโทเนียมออกไซด์ (Titanium Oxide) | 0.1 | - | - | - |
| โครมิกออกไซด์ (Chromic Oxide) | - | - | 0.19 | - |
| บอริกออกไซด์ (Boric Oxide) | - | - | - | 12.3 |

### 3.6 กำลังการผลิต

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์แก้ว ซึ่งประกอบด้วยเตาหลอมหลายขนาด และแต่ละเตาหลอมก็ประกอบด้วยเครื่องจักรหลายเครื่อง โดยที่กำลังการผลิตแต่ละเครื่องจักรมีขนาดที่ไม่เท่ากัน และกำลังการผลิตในแต่ละช่วงเวลาก็ไม่เท่ากัน

ตารางที่ 3.2 กำลังการผลิตของแต่ละเตาหลอม

| เตา | ประเภทของเตา | พื้นที่ | กำลังการผลิตเต็มประสิทธิภาพ (ตัน/วัน) | ความลึกของแก้ว (ม.ม.) |
|---|---|---|---|---|
| A2 | Recuperative | 36.9 | 120 | 1170 |
| A3 | End Firing Regenerative | 50.67 | 200 | 1325 |
| A4 | Cross Firing Regenerative | 108 | 410 | 1350 |
| B1 | Cross Firing Regenerative | 85.65 | 230 | 1350 |
| B2 | Cross Firing Regenerative | 106.25 | 380 | 1350 |
| B3 | Cross Firing Regenerative | 113.61 | 400 | 1320 |
| B4 | Cross Firing Regenerative | 95.26 | 300 | 1350 |
| | กำลังการผลิตทั้งหมด (Total Capacity) | | 2040 | |

สำหรับการคิดกำลังการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาจะคำนวณมาจากจำนวนตันของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วที่มากที่สุดในแต่ละวันที่สามารถป้อนเข้าไปหลอมในเตาหลอมแล้วยังได้น้ำแก้วออกมาคือไม่แข็งเป็นก้อน และน้ำแก้วยังสามารถไหลไปยังกระบวนการผลิตอื่นๆ ต่อไปได้

3.6.1 อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการผลิต (Facility)

3.6.1.1 การใช้ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการหลอมของน้ำแก้วประมาณ 2,000 กิโลวัตต์ต่อเตา ที่สายการผลิตต่างๆ ดังนี้คือ A2, A3, A4, B2, B3 และ B4 และใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง (MEA)ในกระบวนการอื่นๆอีก รวม 466,000 บาทต่อวันสำหรับโรงงาน A และ 567,000 บาทต่อวันสำหรับโรงงาน B

3.6.1.2 ระบบลมประกอบด้วยลมแรงดันสูง (High-pressure air compressor) ประมาณ 85 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และลมแรงดันต่ำ (Low-pressure air compressor)

I22200410X

ประมาณ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สำหรับโรงงาน A มีการใช้ลมจากลมแรงดันสูงและลมแรงดันต่ำรวมทุกเตาหลอมเท่ากับ 4,331 และ 22,500 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ตามลำดับ ส่วนโรงงาน B มีการใช้ลมแรงดันสูงและลมแรงดันต่ำรวมทุกเตาหลอมเท่ากับ 5,340 และ 30,000 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ตามลำดับ

3.6.1.3 น้ำประปาสำหรับที่โรงงาน A มีการใช้เฉลี่ยอยู่ที่ 280 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ส่วนโรงงาน B มีการใช้เฉลี่ยอยู่ที่ 350 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยบันทึกค่าจากมิเตอร์น้ำซึ่งทำการติดตั้งไว้เพื่อวัดปริมาตรน้ำรวมทั้งหมดที่เข้ามาใช้ในโรงงานทั้งสอง

3.6.1.4 ปริมาณการใช้น้ำมันเตาที่โรงงาน A เฉลี่ยอยู่ที่ 67,000 ลิตรต่อวัน และที่โรงงาน B มีการใช้เฉลี่ยอยู่ที่ 72,000 ลิตรต่อวัน

3.6.2 ผลิตภัณฑ์และบริการ (Product and service)

เนื่องจากกระบวนการผลิตเป็นแบบ Intermittent ซึ่งมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด คือ

3.6.2.1 A2 เป็นเตาหลอมที่ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสีเขียว (Green)

- A21 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ไฮเนเก้น
- A26 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ไฮเนเก้น

3.6.2.2 A3 เป็นเตาหลอมที่ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสีชา (Amber)

- A31 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ช้าง
- A33 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ช้าง
- A34 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเอ็ม-150

3.6.2.3 A4 เป็นเตาหลอมที่ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสีชา (Amber)

- A41 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเอ็ม-150
- A42 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ช้าง
- A43 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดยา
- A44 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ช้าง

3.6.2.4 B1 เป็นเตาหลอมที่ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสีชา (Amber)

- B11 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดตะวันแดง
- B12 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเครื่องดื่มบำรุงกำลัง

3.6.2.5 B2 เป็นเตาหลอมที่ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสีชา (Amber)

- B21 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ช้าง
- B22 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ช้าง

- B23 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเบียร์ช้าง

3.6.2.6 B3 เป็นเตาหลอมที่ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสีใส (Flint)

- B31 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเป๊ปซี่ขนาดเล็ก
- B32 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดน้ำปลาทิพรส
- B33 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเหล้าแสงทิพย์
- B34 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดยาหอม

3.6.2.7 B4 เป็นเตาหลอมที่ผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วสีใส (Flint)

- B41 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดซอส
- B42 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดน้ำปลา
- B43 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดแยม
- B44 เป็นเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วที่กำลังผลิตขวดเหล้า

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าเตาหลอมสามารถเปลี่ยนสีของน้ำแก้วได้ในระหว่าง 3 สีนี้ และในขณะเดียวกันเครื่องขึ้นรูปขวดแก้วก็สามารถเปลี่ยนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นได้เช่นกัน โดยจะต้องเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ให้มีสีที่สัมพันธ์กับน้ำแก้วในเตาหลอมที่จ่ายให้เครื่องขึ้นรูปนั้นๆ

3.6.3 กระบวนการผลิต (Process)

3.6.3.1 การผลิตเกิดจากสายการผลิตทั้งหมด 7 เตาหลอม หรือ 22 เครื่องขึ้นรูปขวด หรืออาจกล่าวได้ว่าทุกเครื่องมีความพร้อมที่จะผลิต ไม่มีเครื่องใดๆ หยุดการผลิต

3.6.3.2 แต่ละเครื่องการขึ้นรูปแก้วมีการเดินด้วยความเร็ว (Speed) ไม่เท่ากันในแต่ละเครื่อง ซึ่งไม่ค่อยพบคอขวดที่สายการผลิต แต่ถ้าหากมีคอขวดเกิดขึ้น เช่น เนื่องจากมีขวดล้มบนสายพานลำเลียงก็สามารถแก้ไขได้ด้วยการกวาดขวดบริเวณนั้นทิ้งทั้งหมดหรือลดความเร็วลงมา เป็นต้น ส่วนในกระบวนการอื่นๆที่คาดว่าอาจจะเป็นคอขวดก็มีการทำสายพานลำเลียงขนานควบคู่กันไป

3.6.4 บุคคล (Human)

เนื่องจากกระบวนการผลิตมีการเดินเครื่องจักรตลอด 24 ชั่วโมง และมีการจัดคนทำงานเป็นกะถึง 4 กะด้วยกัน แม้ว่าจะเป็นช่วงวันหยุดก็ตาม ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการขาดคนในการผลิต

3.6.5 ขั้นตอนการปฏิบัติ (Operation)

แต่ละแผนกหรือแต่ละส่วนมีการทำงานโดยปฏิบัติตามข้อกำหนดที่เขียนขึ้นโดยแผนกหรือส่วนนั้นๆ หรือที่เรียกว่าข้อกำหนดในการทำงาน (Work instruction) ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนกับส่วนกลางในเวอร์ชันที่ล่าสุด และมีข้อปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับโรงงานกรณีศึกษา (Best Practice) ที่จัดทำขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ

3.6.6 แรงผลักดันจากภายนอก (External force)

มีการปล่อยน้ำเสียลงแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งขัดต่อข้อกำหนดในกฎหมาย แต่ในปัจจุบันได้มีการแก้ไขแล้วด้วยการนำน้ำเสียไปผ่านการบำบัดก่อนปล่อยทิ้ง และถ้าหากเป็นสารเคมีหรืออื่นๆที่มีพิษและทางโรงงานไม่สามารถบำบัดได้ ก็จะถูกส่งออกไปกำจัดภายนอกโดยผู้ที่เชี่ยวชาญด้านนี้โดยเฉพาะ

## 3.7 **คำนิยามเกี่ยวกับคำศัพท์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว** (Definition)

| | |
|---|---|
| Possible Machine Hours (PMH) | = 24 ชม.<br>= จำนวนชั่วโมงที่เป็นไปได้ของแต่ละเครื่องจักร คำนวณโดย 24 ชั่วโมงต่อวันคูณกับจำนวนวันต่อสัปดาห์และต่อเดือน รวมไปถึงการปิดเครื่องชั่วคราวในทุกๆกรณี |
| Machine Operating Hours (MOH) | = MHA - (JCH+PC)<br>= จำนวนชั่วโมงจริงที่เครื่องจักรผลิตขวด |
| Non Available Hours (NAH) | = Maintenance + MEA. Down + Color change + Scheduling M/C Shut down + ส่วนที่เกิน 2 ชั่วโมงของ M/C break down<br>= จำนวนเวลาที่เครื่องจักรขึ้นรูปไม่ถูกใช้โดยแผนกขึ้นรูป รวมถึงการหยุดการผลิตตามกำหนดการ, การซ่อมเตาหลอม, การเปลี่ยนสีแก้ว, ไม่มียอดการผลิต, ปรับปรุงหรือซ่อมแซมเครื่องจักรตามแผนงาน, สภาวะน้ำแก้วไม่ได้มาตรฐาน รวมถึงปัญหาจากไฟฟ้าที่รับการจ่ายจากภายนอกที่เวลาตั้งแต่เกิดปัญหาด้านไฟฟ้าจนสามารถเริ่มการผลิตได้มากกว่า1 ชั่วโมง หากเครื่องจักรหยุดกะทันหันเวลาส่วนที่เกิน 2 ชั่วโมงจะถูกบันทึกด้วย |
| Machine Hours Available (MHA) | = PMH – NAH |

| | |
|---|---|
| | = เวลาที่เครื่องจักรพร้อมให้แผนกขึ้นรูปใช้งาน MHA เท่ากับ PMH ลบด้วย NAH ซึ่งจะรวมเวลาจริงที่เครื่องจักรทำงาน (MOH), เวลาการเปลี่ยนแบบงาน (JCH), เวลาการเปลี่ยนกระบวนการผลิต (PCH) และเวลาการสูญเสียอื่นๆ (MLT) |
| Job Change Hours (JCH) | = เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแบบงาน โดยอ้างอิงตามมาตรฐานการตัดเวลาการเปลี่ยนแบบงาน |
| Process Change (PC) | = เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนกระบวนการผลิตในช่วงการเปลี่ยนแบบงาน โดยอ้างอิงตามมาตรฐานการตัดเวลาการเปลี่ยนแบบงาน |
| Speed (SPD) | = จำนวนการผลิตต่อนาที โดยใช้จำนวนเฉลี่ยของการจ่ายก้อนน้ำแก้วเข้าสู่เครื่องจักรในหนึ่งนาที |
| Possible Units | = MOH * SPD * 60<br>= จำนวนขวดที่ผลิตได้ตามเวลา MOH |
| Pulled Tonnes | = Possible units * Avg. Wt. of bottles<br>= น้ำหนักของก้อนน้ำแก้วที่ถูกจ่ายออกจากรางน้ำแก้ว (Forehearth Feeder) |
| Melted Tonnes | = Batch mixed + Opening stock – Closing stock<br>= น้ำหนักของ Batch ที่ถูกหลอมสำหรับน้ำแก้วที่จ่ายเข้าสู่เตาหลอม คำนวณจาก Batch ที่ผสมแล้วบวกกับยอดตอนเปิดลบด้วยยอดตอนปิดของ Batch hopper ไม่ยกเว้นแม้แต่เครื่องจักรหยุดหรือสภาวะน้ำแก้วไม่ได้มาตรฐาน |
| Melted Tonnes per Line Production | = Melted Tonnes per Furnace * (Pulled Tonnes on Line / Total Pulled Tonnes on Furnace)<br>= ค่าประเมินน้ำหนักของน้ำแก้วในแต่ละรางน้ำแก้ว |
| Packed Tonnes | = Packed unit * Avg. Weight of Bottle<br>= น้ำหนักของขวดที่ถูกบรรจุทั้งหมดที่ออกมาจากสายการบรรจุ คำนวณจากจำนวนของขวดคูณกับน้ำหนักที่แท้จริงในหน่วยกรัม และนำมาแปลงเป็นต้น สังเกตว่าจะต้องรวมทั้งขวด Hold และ ขวด Q |

| | |
|---|---|
| Packed K | = (Number of Pallets * Quantity per pallet)/1000<br>= จำนวนขวดที่ถูกบรรจุที่ออกมาจากสายการบรรจุ คำนวณจากจำนวนกระบะคูณด้วยจำนวนขวดต่อกระบะแล้วนำมาแปลงเป็นต่อหนึ่งพันขวด |
| Cavity Operating Hours (COH) | = MOH * Number of Cavity Operating<br>= MOH ของแต่ละเครื่องจักรคูณกับจำนวน cavity ที่ถูกใช้งานในเครื่องนั้นๆ เมื่อเครื่องจักรมีการ convert แล้ว MOH จะถูกปรับค่าสำหรับแต่ละเครื่องจักร |
| Pack per Melt % | = (Packed Tonnes / Melted Tonnes) * 100<br>= อัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของขวดที่ถูกบรรจุทั้งหมด (Packed Tonnes) ต่อน้ำหนักของ Batch ที่ถูกหลอม (Melted Tonnes) |
| Machine Utilization % | = (MOH/PMH) * 100<br>= อัตราส่วนร้อยละของชั่วโมงการผลิตของเครื่องจักร (MOH) ต่อชั่วโมงการผลิตที่เป็นไปได้ของเครื่องจักรนั้น (PMH) |
| Quality Loss per Melt % | = (จำนวนขวดที่ทิ้ง*น้ำหนักที่ขวด) *100 / (Melt Tonnes per line)<br>= อัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของขวดที่ถูกทิ้งทั้งหมดที่ออกมาจากสายการบรรจุ ต่อค่าประเมินน้ำหนักของน้ำแก้วในแต่ละรางน้ำแก้ว |
| Machine Loss per Melt % | = (Machine Loss Ton) *100 / (Melt Ton/ line)<br>= อัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของน้ำแก้วที่สูญเสียทั้งหมดจากการหยุดการผลิตทั้งเครื่องจักร ต่อค่าประเมินน้ำหนักของน้ำแก้วในแต่ละรางน้ำแก้ว |
| Forming Loss per Melt % | = (Machine Tonnes per line – Quality Loss – Machine Loss – Color Loss *100 / (Melt Tonnes per line)<br>= อัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของน้ำแก้วที่สูญเสียทั้งหมดจากการหยุดการผลิตในบาง Section และการ |

| | |
|---|---|
| | สูญเสียอื่นๆที่ไม่ใช่การหยุดทั้งเครื่องจักร ต่อค่าประเมินน้ำหนักของน้ำแก้วในแต่ละรางน้ำแก้ว |
| Color Change Loss per Melt % | = (Color Change Loss Tonnes) *100 / (Melt Tonnes per line)<br>= อัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของน้ำแก้วที่สูญเสียทั้งหมดจากการสีน้ำแก้ว ต่อค่าประเมินน้ำหนักของน้ำแก้วในแต่ละรางน้ำแก้ว |
| J/C Conversion per Melt % | = (Job Change Loss Tonnes) *100 / (Melt Tonnes per line)<br>= อัตราส่วนร้อยละของน้ำหนักของน้ำแก้วที่สูญเสียทั้งหมดจากการเปลี่ยนแบบงานและการ Convert เครื่องจักร ต่อค่าประเมินน้ำหนักของน้ำแก้วในแต่ละรางน้ำแก้ว |

### 3.8 ปัญหาที่พบ

อดีตที่ผ่านมาการวางแผนและควบคุมการทำงานมักอาศัยความนึกคิดและความจำของผู้บริหารซึ่งอาจใช้ได้กับโครงการขนาดเล็กที่ไม่ซับซ้อนมากนัก แต่ถ้างานที่มีความซับซ้อนมาก ๆ อาจมีปัญหาคือ อาจหลงลืมขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของแผนงาน หรือผู้บริหารอาจเปลี่ยนแปลงแผนแล้วลืมบอกผู้ร่วมงานหรือผู้ใต้บังคับบัญชา จึงทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาจนอาจเป็นสาเหตุทำให้งานล่าช้ากว่ากำหนด และในที่สุดก็ทำให้งานทั้งหมดในโครงการล่าช้าไปด้วย ต่อมาโรงงานกรณีศึกษามีการพัฒนามาใช้วิธีการวางแผนโดยการเขียนเป็นเส้นตรงในแนวระนาบเพื่อใช้แทนระยะเวลาและกำหนดเวลาเริ่มและเสร็จงานของโครงการ หรือที่เรียกว่าแผนภูมิเส้นหรือแท่งควบคุมงาน (Gantt chart) เส้นตรงในแผนภูมิจะใช้แทนงานต่าง ๆ ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของงานไว้ แต่ถึงกระนั้นแผนภูมินี้ก็ยังไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของกิจกรรมย่อย ๆ ในโครงการได้

ตัวอย่างของโครงการหนึ่งที่ตั้งงบประมาณไว้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น จนทำให้ต้องของบประมาณเพิ่มในระหว่างดำเนินโครงการในปี 2547 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงงบประมาณตลอดช่วงของโครงการถึง 4 ครั้ง ถึงแม้จะดูว่าเป็นการเพิ่มงบประมาณจากที่ตั้งไว้ในครั้งแรกเพียงไม่กี่เปอร์เซ็นต์ ดังนี้คือ งบประมาณครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้นจากงบประมาณครั้งแรกเท่ากับ 6.8 เปอร์เซ็นต์ งบประมาณครั้งที่ 3 เพิ่มขึ้นจากงบประมาณครั้งที่ 2 เท่ากับ 2.1 เปอร์เซ็นต์ และงบประมาณครั้งสุดท้ายที่ลงในระบบ SAP เพิ่มขึ้นจากงบประมาณครั้งที่ 3 เท่ากับ 1.2 เปอร์เซ็นต์ก็ตาม แต่

ท้ายที่สุดแล้วพบว่าบริษัทจะต้องหาแหล่งเงินทุนเพิ่มโดยที่ไม่ทราบแผนล่วงหน้าในการดำเนินโครงการนี้ต่อถึง 1,283,000,000 ลบด้วย 1,162,350,000 เท่ากับ 120,650,000 บาท นี้เป็นเพียงตัวเลขที่คิดมาจากโครงการเดียว แต่ในความเป็นจริงในแต่ละปีโรงงานกรณีศึกษาไม่ได้มีเพียงแค่โครงการเดียวที่เกิดขึ้น ยิ่งถ้าหากเกิดเหตุการณ์เช่นนี้กับทุกโครงการในทิศทางเดียวกัน จะสร้างความเดือดร้อนให้กับบริษัทได้มากอย่างไม่น่าเชื่อ เช่น ถ้ามีการวางแผนงบประมาณไว้เผื่อมากเกินไป จะทำให้ผู้บริหารพิจารณาตัดบางโครงการออก ซึ่งหนึ่งในโครงการที่ตัดออกนี้อาจจะเป็นโครงการที่น่าจะลงทุนหรือเป็นโครงการที่ให้ผลตอบแทนสูงก็ได้ และในทางกลับกันถ้ามีการวางแผนโดยตั้งงบประมาณต่ำกว่าที่ควรจะเป็น อาจจะทำให้บริษัทต้องขาดสภาพคล่องหรือหาเงินลงทุนไม่ทัน ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ที่ผิดพลาดจากการวางแผนในแนวทางอย่างไรก็ตามล้วนส่งผลกระทบต่อบริษัทอย่างแน่นอน

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างงบประมาณของโครงการสร้างเตาหลอมแก้วบางพลีที่ 4 ที่มีการเพิ่มขึ้นของงบประมาณตลอดช่วงดำเนินงานเนื่องจากการตั้งงบประมาณต่ำกว่าความเป็นจริง

หน่วย: พันบาท

| ลำดับ | รายละเอียด | งบประมาณ ครั้งที่ 1 | งบประมาณ ครั้งที่ 2 | งบประมาณ ครั้งที่ 3 | งบประมาณ ใน SAP |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | งานก่อสร้าง/โยธา | 30,000 | 86,500 | 93,688 | 94,000 |
| 2 | งานก่อสร้างเตาหลอม | 265,000 | 230,000 | 251,691 | 252,000 |
| 3 | งานก่อสร้างรางน้ำแก้ว | 40,000 | 71,000 | 72,509 | 73,500 |
| 4 | ระบบเครื่องขึ้นรูปขวด | 315,000 | 409,500 | 411,314 | 413,000 |
| 5 | งานรางอบ/ระบบตัดน้ำแก้ว | 36,000 | 35,000 | 35,261 | 36,000 |
| 6 | ระบบตรวจสอบและลำเลียง | 150,000 | 167,500 | 169,392 | 170,000 |
| 7 | ระบบบรรจุและจัดเก็บ | 130,000 | 101,000 | 97,259 | 97,500 |
| 8 | ระบบวัตถุดิบ | 25,000 | 35,000 | 35,049 | 35,500 |
| 9 | ระบบการนำเศษแก้วมาใช้ใหม่ | 20,000 | - | - | 0 |
| 10 | ระบบไฟฟ้า | 20,000 | 67,000 | 68,610 | 70,000 |
| 11 | ระบบลม | 15,000 | 12,000 | 10,923 | 12,000 |
| 12 | ระบบน้ำ | 5,000 | 5,000 | 4,500 | 4,500 |
| 13 | ระบบเชื้อเพลิง | 1,000 | 500 | - | 0 |
| 14 | เครื่องมือ | 5,000 | 2,000 | 3,000 | 3,000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | งานเช่าและประกัน | 50,000 | 10,000 | 14,008 | 14,000 |
| 16 | งานเพิ่มเติมและอื่นๆ | 55,350 | 8,850 | - | 8,000 |
| | Total | 1,162,350 | 1,240,850 | 1,267,204 | 1,283,000 |

ในปีหนึ่งๆ โรงงานกรณีศึกษามีโครงการที่จะดำเนินการอยู่หลายโครงการ และแต่ละโครงการก็ต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมากทั้งสิ้น ดังนั้นจึงต้องผ่านการพิจารณาจากหลายฝ่ายและหลายรอบ ซึ่งแต่ละฝ่ายก็พยายามจะผลักดันให้งานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับตนเองผ่านการอนุมัติโดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ที่โรงงานจะได้รับเป็นอันดับแรก และในขณะเดียวกันถึงแม้บางโครงการที่ผ่านการอนุมัติแล้ว ก็อาจจะมีสิทธิไม่ได้ดำเนินการในปีนั้นๆได้เช่นกัน ทำให้มีบางโครงการค้างการดำเนินงานมาจากปีก่อนหน้า หรือยกเลิกการทำไปเลยก็ได้

ตารางที่ 3.4 งบประมาณของโครงการทั้งหมดที่จะลงทุนดำเนินการในปี 2548

| **ลำดับ** | **ชื่อโครงการ** | ***สถานะ*** | **งบประมาณที่ตั้ง** | **งบที่อนุมัติ** |
|---|---|---|---|---|
| | ***โรงงาน B (ปฏิบัติการ1)*** | | | |
| | **โครงการที่โอนมาจากปี 2547** | | | |
| 1 | 2004 B Cold End Spare | อนุมัติ | 87,291,516 | 87,291,516 |
| 2 | 2004 B Failsafe | อนุมัติ | 8,308,484 | 8,308,484 |
| 3 | B11 Section Boxes Exchange | จบงาน | 91,426,557 | 91,426,557 |
| 4 | B-4 Spare Part & Unfinished Job | อนุมัติ | 1,162,350,000 | 1,283,000,000 |
| 5 | B-43 Mechanism Exchange | จบงาน | 19,431,889 | 19,431,889 |
| 6 | B-43 Improvement | จบงาน | 9,804,000 | 9,804,000 |
| 7 | High voltage cables Improvement | อนุมัติ | 5,500,000 | 5,500,000 |
| 8 | B-3 Machine Cooling Wind Control | อนุมัติ | 2,100,000 | 2,100,000 |
| 9 | Other Fixed Asset | อนุมัติ | 23,703,057 | 15,178,158 |
| 1 | B-12 Mechanism Exchange | อนุมัติ | 26,352,009 | 19,775,681 |
| 2 | B-1 Major Rebuild | อนุมัติ | 398,900,000 | 398,900,000 |
| 3 | B 115 kV Substation & High voltage | อนุมัติ | 68,720,000 | 100,000,000 |
| 4 | LPG Conversion for NG | อนุมัติ | 50,000,000 | 47,900,000 |
| | **รวม** | | 1,953,887,512 | 2,088,616,285 |
| | **โครงการปี 2548** | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | B-5 New Plant | อนุมัติ | 1,882,000,000 | 1,882,000,000 |
| 2 | B-33 Section Box Exchange | รออนุมัติ | 78,849,708 | 0 |
| 3 | B-31 Mechanism Exchange | อนุมัติ | 26,352,009 | 19,918,658 |
| 4 | B-34 Mechanism Exchange | อนุมัติ | 26,352,009 | 19,918,658 |
| 5 | Improve main Road | ยังไม่อนุมัติ | 18,000,000 | 0 |
| 7 | Renovate workshop and central Store | อนุมัติ | 5,000,000 | 5,000,000 |
| 8 | Renovate office and car park | อนุมัติ | 20,000,000 | 20,000,000 |
| 9 | 2005 B Cold End Upgrade | รออนุมัติ | 58,700,000 | 0 |
| 10 | VSD control m/c cooling fan at B3 | จัดนำเสนอ | 5,500,000 | 0 |
| 11 | Run Out / Cullet Drag Water cooling | จัดนำเสนอ | 5,000,000 | 0 |
| 12 | B High Low Pressure Alarm System | จัดนำเสนอ | 3,500,000 | 0 |
| 13 | Other Fixed Asset | ยังไม่อนุมัติ | 37,100,000 | 8,550,000 |
| 14 | Fixture and Fitting | ยังไม่อนุมัติ | 523,150 | 0 |
| | **รวม** | | **2,166,876,876** | **1,955,387,316** |
| | **งบประมาณรวมของโรงงาน B** | | **4,120,764,388** | **4,044,003,600** |
| | ***โรงงาน A (ปฏิบัติการ2)*** | | | |
| | **โครงการที่โอนมาจากปี 2547** | | | |
| 1 | 2004 A Cold End Spare | อนุมัติ | 67,296,785.88 | 67,296,786 |
| 2 | 2004 A Fail safe | อนุมัติ | 8,203,214 | 8,203,214 |
| 3 | Renovation Main Office Building | จบงาน | 17,000,000 | 17,000,000 |
| 4 | A3 Additional Work | จบงาน | 3,500,000 | 3,500,000 |
| 5 | Human Resource Management System | อนุมัติ | 3,417,600 | 3,417,600 |
| 6 | Other Fixed Asset | อนุมัติ | 44,262,235 | 10,837,639 |
| 1 | A-41 Section Boxes Exchange | อนุมัติ | 114,134,502 | 114,134,502 |
| 2 | A substation improvement | อนุมัติ | 18,375,000 | 18,375,000 |
| 3 | Renovate mould shop & work shop | อนุมัติ | 14,400,000 | 14,500,000 |
| | **รวม** | | **290,589,337** | **257,264,741** |
| | **โครงการปี 2548** | | | |
| 1 | A-43 Mechanism Exchange | รออนุมัติ | 19,431,889 | |
| 2 | Replace Old High Air Compressor | รออนุมัติ | 4,100,000 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Improve Fence & name plate | ยังไม่อนุมัติ | 3,500,000 | |
| 4 | Improve Lab A 2/3 and 4 | ยังไม่อนุมัติ | 2,500,000 | |
| 5 | 2005 A Cold End Upgrade | รออนุมัติ | 35,000,000 | |
| 6 | A High low pressure alarm system | จัดนำเสนอ | 3,500,000 | |
| 7 | A-4 Roof Ventilation | ยังไม่อนุมัติ | 7,000,000 | |
| 8 | A Storm Drainage System | จัดนำเสนอ | 4,000,000 | |
| 9 | Other Fixed Asset | ยังไม่อนุมัติ | 41,200,000 | 3,112,000 |
| 10 | Fixture and Fitting | ยังไม่อนุมัติ | 250,000 | |
| 11 | IT CAPEX | ยังไม่อนุมัติ | 9,458,000 | |
| | **รวม** | | 129,939,889 | 3,112,000 |
| | **งบประมาณรวมของโรงงาน A** | | 420,529,226 | 260,376,741 |
| | **รวมทั้งหมด** | | 4,541,293,614 | 4,304,380,342 |

จากตาราง 3.4 ข้างต้นโครงการที่น่าสนใจที่จะนำมาบริหารควรเป็นโครงการที่ใช้งบประมาณสูงเพื่อประโยชน์ที่จะได้รับสูงสุดตามไปด้วย และควรจะเป็นโครงการที่เริ่มต้นในปีนี้เป็นต้นไป เหตุผลที่ไม่ควรนำโครงการที่ค้างจากปีก่อนหน้ามาทำการบริหารเพราะมีบางกิจกรรมในโครงการได้มีการเริ่มต้นไปบ้างแล้ว ซึ่งพบว่าโครงการที่เหมาะสมอันดับแรกคือ โครงการสร้างโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วของโรงงาน B เตาหลอมที่ 5 (B5 new plant) ซึ่งใช้งบประมาณ 1,882 ล้านบาท แต่เนื่องจากโครงการนี้มีนโยบายที่ยังไม่ชัดเจน เช่น กฎหมายเกี่ยวกับการสร้างโรงงานในพื้นที่สีเขียว หรือความเห็นด้วยของชาวบ้านและอบต.ในละแวกนั้น เป็นต้น ทำให้เลือกโครงการที่มีความแน่นอนกว่าและน่าสนใจเป็นอันดับสองมาพิจารณาแทนนั้นก็คือโครงการสร้างเตาหลอมของโรงงาน B เตาหลอมที่ 1 ที่มีขอบเขตของงานน้อยกว่าโครงการแรกโดยเฉพาะในเรื่องของอาคารโรงงาน ระบบสนับสนุนการผลิต และระบบของเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบที่จะยังคงของเดิมไว้ทั้งหมด