การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าในอุตสาหกรรมการผลิต

โดย

อัมพิกา ไกรฤทธิ์

โครงการวิจัย เลขที่ 62-IR-2523
ทุนส่งเสริมการวิจัยวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ

มกุมภาพันธ์ 2526

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ไม่รับผิดชอบต่อผลเสียใด ๆ อันอาจเกิดจากการนำความคิดเห็นในเอกสารฉบับนี้ไปใช้ ความคิดเห็นที่ปรากฏในเอกสารเป็นความคิดเห็นของผู้เขียนซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นความคิดเห็นของสถาบัน ฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มิ.ย. 2527

การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าในอุตสาหกรรมการผลิต

โดย

รองศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์

วุฒิ วศ.บ (จุฬา) M.S. Engineering Management (Missouri)

โครงการวิจัยเลขที่ 82 - IR - 2523

ทุนส่งเสริมการวิจัยวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ

ธันวาคม 2525

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อเรื่อง การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าในอุตสาหกรรมการผลิต

ผู้วิจัย รองศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ์

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของการวิจัยนี้ เพื่อจะนำเทคนิคของวิศวกรรมคุณค่าไปใช้กับอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อลดต้นทุนการผลิตโดยไม่ลดคุณภาพ

ผลของการวิจัยพบว่า :-

๑. สำหรับอุตสาหกรรมเกี่ยวกับวัสดุหีบห่อตู้เย็นสามารถลดต้นทุนได้ ๒๐.๗๓% คิดเป็นมูลค่าประมาณ ๓ ล้านบาท/ปี

๒. เกี่ยวกับอุตสาหกรรมพ่อกย้อม สามารถลดต้นทุนได้คิดเป็นมูลค่าประมาณ ๒.๐ ล้านบาท/ปี

๓. ในระบบลำเลียงขนส่ง สามารถประหยัดเงินได้ ๔๖๐,๐๐๐ บาท/ปี

ผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อโรงงานต่าง ๆ และเป็นตัวอย่างในการนำเทคนิควิศวกรรมคุณค่าไปใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TITLE APPLY VALUE ENGINEERING IN MANUFACTURING

NAME AMPIKA KRAIRIT, ASSOCIATE PROFESSOR

ABSTRACT

The purpose of this research project is to apply the technique of value engineering to the manufacturing industry, in order to reduce production cost and without reducing the product quality.

It is found from the study that

1. For the refrigeration packaging industry 20.73% cost reduction is possible amounting to a saving of 3 million bahts per annum.

2. For the textile bleaching and dyeing industry a saving of 2.0 million bahts per annum is acheived.

3. For the material handling system a saving of 460,000 bahts per annum is acheived.

The result of this study will be of use to all factories and is good example for an application of the value engineering technique in reducing the cost of production.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีของทีมงานวิศวกรรมคุณค่า ของโรงงานประกอบตู้เย็น โรงงานฟอกย้อมสี และโรงงานผลิตท่อระบายน้ำคอนกรีต ผู้เขียนขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณ สุกิจ ธีพิพัฒนกุล คุณกำพล ชัยรัตนไชย และคุณดำนิง ศุภสิทธิ์ ที่อนุญาตให้ใช้โรงงานเป็นตัวอย่างเพื่อการศึกษา

ท้ายที่สุดขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้กรุณาสนับสนุนด้านการเงินในการทำวิจัยครั้งนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		ง
รายการตาราง		จ
รายการรูปประกอบ		ฉ
รายการรูปประกอบ		ช
บทที่		
๑	บทนำ	๑
๒	ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า	๔
๓	การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่ากับโรงงานประกอบตู้เย็น	๑๙
๔	การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่ากับโรงงานฟอกย้อม	๕๑
๕	การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่ากับโรงงานท่อระบายน้ำคอนกรีต	๗๖
๖	สรุปและข้อเสนอแนะ	๙๙
บรรณานุกรม		๑๐๔
ภาคผนวก		
ก		๑๐๕
ข		๑๐๖

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ วศ
จศ 15
เลขทะเบียน 001836
วัน.เดือน.ปี 13 ม.ค. 27

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
๓.๑	ต้นทุนค่าวัสดุชุด Packing	๑๗
๓.๒	เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ Packing	๑๘
๓.๓	Specification ของวัสดุที่ใช้	๑๙
๓.๔	กระจายต้นทุนตามหน้าที่ต่าง ๆ (ชุด Packing ปัจจุบัน)	๓๘
๓.๕	กระจายต้นทุนตามหน้าที่ชุด Packing ใหม่	๓๘
๓.๖	หาค่า Value Index และผลต่างต้นทุน	๓๙
๓.๗	ต้นทุนชุด Packing ใหม่	๔๘
๓.๘	ต้นทุนและเปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้	๔๙
๔.๑	ต้นทุนการผลิตต่อปี (โรงงานฟอกย้อม)	๕๒
๔.๒	น้ำทิ้งจากเครื่องเมอร์เซอไรส์	๖๕
๕.๑	ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนัก ขนาด และเวลาที่ใช้ผลิตท่อ	๘๒
๕.๒	การวิเคราะห์เวลาในการหล่อท่อ	๘๓
๕.๓	ข้อมูลเกี่ยวกับรถเข็น	๘๕
๕.๔	อัตราการผลิต	๘๖
๕.๕	เปรียบเทียบระบบขนถ่ายวัสดุของโรงงานตัวอย่างกับโรงงานอื่น	๘๗
๕.๖	ระบบขนถ่ายวัสดุที่จุดต่าง ๆ	๙๑
๕.๗	วิเคราะห์การเพิ่มผลผลิต เมื่อใช้ระบบขนถ่ายวัสดุใหม่	๙๔
๖.๑	สรุปผลการลดต้นทุนด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าในโรงงานต่าง ๆ	๙๙

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
๓.๑	วัสดุที่ใช้กับชุด Packing ตู้เย็น	๑๖
๓.๒	ขบวนการผลิตชุด Packing	๒๐
๓.๓	แบบฟอร์มวิเคราะห์หน้าที่	๒๑
๓.๔	การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข	๒๖
๓.๕	ชุด Packing แบบที่ ๑	๓๑
๓.๖	ชุด Packing แบบที่ ๒	๓๒
๓.๗	ชุด Packing แบบที่ ๓	๓๓
๓.๘	ชุด Packing แบบที่ ๔	๓๔
๓.๙	แนวความคิดใหม่ในการพัฒนาชุด Packing (๑ , ๒)	๓๖
๓.๑๐	แนวความคิดใหม่ในการพัฒนาชุด Packing (๓ , ๔)	๓๗
๓.๑๑	การประเมินผลแบบ Matrix	๔๐
๓.๑๒	รูปสเก็ตชุด Packing ที่พัฒนาแล้ว I	๔๒
๓.๑๓	รูปสเก็ตชุด Packing ที่พัฒนาแล้ว II	๔๓
๓.๑๔	แบบฟอร์มทดสอบชุด Packing ปัจจุบัน	๔๔
๓.๑๕	ผลการทดสอบแบบพัฒนา I	๔๕
๓.๑๖	ผลการทดสอบแบบพัฒนา II	๔๖
๓.๑๗	ชุด Packing ขั้นสุดท้ายที่เสนอแนะ	๔๗
๓.๑๘	ขั้นตอนการผลิตชุด Packing ใหม่	๕๐
๔.๑	เครื่องเผาขน	๕๔
๔.๒	หม้อเกียร์ต้มผ้าความดันสูง	๕๔
๔.๓	เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง	๕๕
๔.๔	เครื่องเมอร์เซอร์ไรส์	๕๗
๔.๕	เครื่องย้อมจิกเกอร์ความดันสูง	๕๘
๔.๖	เครื่องตกแต่งสำเร็จ	๖๐
๔.๗	แผนภูมิกระบวนการทำผ้าสี	๖๑

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

๔.๘ วิเคราะห์หน้าที่โซดาไฟ ๖๓

๔.๙ บริเวณเครื่องเมอร์เซอร์ไรส์ที่ปรับปรุงแล้ว ๗๐

๔.๑๐ บริเวณถังย้อมที่ปรับปรุง ๗๔

๕.๑ ท่อระบายน้ำ ๗๗

๕.๒ ผังเครื่องมือทำท่อคอนกรีต ๗๙

๕.๓ กระบวนการทำท่อ เครื่องที่ ๑ ๘๐

๕.๔ กระบวนการทำท่อ เครื่องที่ ๒, ๓ ๘๑

๕.๕ ผังระบบขนถ่ายวัสดุ ๘๗ ก.

๕.๖ วิเคราะห์หน้าที่ระบบขนถ่ายวัสดุ ๘๘

๕.๗ Evaluation Matrix ๙๒

๕.๘ ผังระบบขนถ่ายวัสดุที่เสนอแนะ ๙๖

๕.๙ ลักษณะการติดตั้ง Overhead Crane ๙๗

๖.๑ เปรียบเทียบชุด Packing ปัจจุบันและเสนอแนะ ๑๐๐

๖.๒ เปรียบเทียบบริเวณเครื่องเมอร์เซอร์ไรส์ก่อนปรับปรุงและที่เสนอแนะ ๑๐๑

๖.๓ เปรียบเทียบระบบขนถ่ายวัสดุก่อนปรับปรุงและที่เสนอแนะ ๑๐๒

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ความเป็นมาของปัญหา

การลดต้นทุนการผลิตเป็นภาระและหน้าที่อย่างหนึ่งของวงการอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในช่วงที่เศรษฐกิจรัดตัวเช่นปัจจุบันนี้ การนำทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering , VE) มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการที่จะลดต้นทุนการผลิต โดยไม่ทำให้คุณภาพ หรือความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ลดลง จึงเป็นเรื่องที่น่าศึกษาและท้าทายต่อวิชาการแขนงนี้เป็นอย่างมาก

๑.๒ วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

เพื่อศึกษา วิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง และนำเทคนิคทางวิศวกรรมคุณค่าเข้ามาช่วยลดต้นทุนของโรงงาน ตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้เลือกอุตสาหกรรม ๓ ประเภท ได้แก่

ก. อุตสาหกรรมประกอบ

ข. อุตสาหกรรมสิ่งทอ

ค. อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง

สำหรับอุตสาหกรรมประกอบนั้น ได้เลือกโรงงานผลิตตู้เย็น เป็นโรงงานตัวอย่าง และประยุกต์ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่าในเรื่องของวัสดุหีบห่อตู้เย็น ซึ่งมีต้นทุนการผลิตสูง และลูกค้ามิได้รับประโยชน์จากวัสดุหีบห่อนั้น

อุตสาหกรรมสิ่งทอ ได้เลือกโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ และประยุกต์ทฤษฎี VE เพื่อลดต้นทุนเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในขบวนการผลิตซึ่งได้แก่ โซดาไฟ และสีย้อม

อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง ได้เลือกโรงงานผลิตท่อระบายน้ำโดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าปรับปรุงระบบการลำเลียงแบบไปยังเครื่องผลิต และลำเลียงท่อออกจากเครื่องผลิต

๑.๓ ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

การวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ถ้าหากนำทฤษฎีของวิศวกรรมคุณค่าเข้ามาใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมีระบบและมีขั้นตอนแล้วจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ทั้งยังนำไปใช้กับโรงงานอื่น ๆ ได้ทุกประเภทอีกด้วย

ผู้วิจัยได้รับผลประโยชน์ทางวิชาการจากการประยุกต์ VE เปรียบเทียบกับทฤษฎีรวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑.๔ แผนการวิจัย

แนะนำ
(Orientation)

วิธีการ
- เสนอความคิดสำหรับโครงการ
- เวลาในการปฏิบัติ
- เลือกโครงการ
- วางแผนทีมงานและตั้งวัตถุประสงค์
- ย้ำยืดความสามารถของโครงการ
- กำหนดลำดับก่อนหลัง
- เริ่มโครงการ

๑. รวบรวมข้อมูล
(Information)

คำถาม
มันคืออะไร?
มันทำอะไร?
ทำไมต้องทำ?
ต้นทุนเท่าไร?
คุ้มค่าไหม?

วิธีการ
- ใช้มนุษย์สัมพันธ์ที่ดี
- **รวบรวมข้อเท็จจริง** ทั้งหมด
- ข้อมูลที่สมบูรณ์ที่สุด
- ประเมินหน้าที่การทำงาน หาต้นทุน หาราคาที่คุ้มค่า
- คำนวณดัชนีของคุณค่า (Value Index)

๒. การนึกคิด
(Speculation)

คำถาม
มีทางอื่นอีกไหมที่จะทำงานนี้?

เทคนิค
หลอม-สร้าง-กลั่นกรอง เปรียบเทียบหน้าที่ทำงานค้นหาทางวิทยาศาสตร์

วิธีการ
- ปล่อยความคิดอิสระเสรี
- พยายามทุกสิ่งให้ง่าย
- ดัดแปลง กลั่นกรอง กำจัด

๓. วิเคราะห์
(Analysis)

คำถาม
ต้นทุนแต่ละชิ้นเป็นเท่าไร?
สามารถให้หน้าที่พื้นฐานได้ไหม?

เทคนิค
ประเมินผลโดย
- เปรียบเทียบ
- ข้อดี / ข้อเสีย
- จัดลำดับ
- ดูความเป็นไปได้
- ใช้ความคิดสร้างสรรค์

วิธีการ
- สร้างหลักเกณฑ์
- ประเมินผลความคิดหาต้นทุนแต่ละความคิด ใช้บริการหรือผู้เชี่ยวชาญ ใช้การตัดสินใจด้วยตนเอง
- กลั่นกรองความคิด

๔. พัฒนา
(Development)

คำถาม
มันจะทำงานได้ไหม?
ครบตามความต้องการหรือไม่?
ใครจะเป็นผู้ปรับปรุง?
ปัญหาในการนำไปปฏิบัติ?
ต้นทุนเป็นเท่าไร?

วิธีการ
- ใช้หลักมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี
- หาข้อมูลที่จะสนับสนุน
- ทำงานเฉพาะด้านมิใช่โดยทั่วไป
- แปลงข้อเท็จจริงเพื่อนำไปปฏิบัติ
- เลือกโอกาสแรกและทางเลือกอื่น ๆ

๕. แถลงผลงาน
(Presentation)

วิธีการ
- เสนอผลงานเขียนข้อเสนอด้วยวาจาพร้อมทั้งตัวอย่าง (สั้น ๆ และตรงปัญหา)
- เสนอปัญหา
- อธิบายก่อน / หลัง
- อธิบายข้อดีและข้อเสีย
- ข้อเท็จจริงในปัจจุบัน
- เสนอแผนการนำไปปฏิบัติ
- ให้เกียรติผู้ร่วมมือ
- ขอไปแก้ไขปรับปรุง

๖. นำไปปฏิบัติ
(Implementation)

วิธีการ
- ใช้เงินที่ได้รับ
- แปลงแนวคิดนำไปปฏิบัติ
- รีบด่วนในการใช้ทีม
- แก้ปัญหาขัดอุปสรรค
- ตรวจความก้าวหน้ากำหนดวัน
- ความรับผิดชอบ

๗. ติดตามผล
(Follow-up)

วิธีการ
- ตรวจสอบผล
- เตรียมรายงาน
- ต้นทุนที่ประหยัดได้
- เทคนิค
- ประเมินผลโครงการ
- ให้รางวัล

บทที่ ๒

ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า

๒.๑ ประวัติ

เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า (VE) เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรมในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ ๒ (ค.ศ. ๑๙๓๘-๑๙๔๕) สืบเนื่องมาจากการขาดแคลนวัตถุดิบที่สำคัญ ๆ อันเป็นหัวใจของอุตสาหกรรมซึ่งได้แก่ เหล็กทุกชนิด ทองแดง บรอนซ์ ดีบุก นิเกล บอลล์แบริ่ง รวมทั้งพวกสารตัวนำไฟฟ้าต่าง ๆ นอกจากจะขาดแคลนแล้วราคาก็สูงอีกด้วย

นาย Lawrence Miles เป็นวิศวกรจัดซื้อของบริษัท GE (General Electric Company) สหรัฐอเมริกาได้รับคำสั่งให้ทำการจัดหาวัตถุดิบที่สำคัญ เพื่อใช้ในการผลิตเครื่อง Turbo-Supercharger จาก ๕๐ เครื่อง/สัปดาห์ ให้ได้ ๑๐๐๐ เครื่อง/สัปดาห์ สำหรับเครื่องบิน B-๒๙ และชิ้นส่วนที่สำคัญในการเพิ่มการผลิตของเครื่องบิน B-๒๙ ในสถานะการณ์เช่นนั้น ย่อมเป็นไปไม่ได้ในการที่จะประสบความสำเร็จ แต่ Miles ก็มิได้ท้อถอย เขาได้ตั้งปณิธานว่า "ถ้าไม่สามารถผลิตภัณฑ์ได้ จะต้องหาหน้าที่การทำงาน (Function) ของมันให้ได้ จะทำอย่างไรที่จะให้ได้หน้าที่การทำงานที่เหมือนกันโดยใช้เครื่องจักรหรือคนหรือวัสดุ ซึ่งเราสามารถจะหาได้" เมื่อได้ใช้ความพยายามอย่างหนักหลาย ๆ ครั้ง ก็มีทางที่จะทำได้ ผลการทดสอบทางวิศวกรรมผ่านการพิสูจน์และทันเวลาตามหมายกำหนดการ ดังนั้น คำว่า "หน้าที่การทำงาน (Function) จึงเป็นคำที่สำคัญในการพัฒนาเทคนิคทาง (VE)"

ในระหว่างสงครามนี้ Miles พบว่าหลายสิ่งหลายอย่างที่นำมาแทนที่ให้สมรรถนะที่เท่าเดิมหรือดีกว่าเดิมในราคาที่ต่ำกว่าการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน จึงพิสูจน์ได้ว่าให้ผลดีอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างที่มิได้คาดคิดมาก่อน

ในปี ค.ศ. ๑๙๔๗ Miles ได้จัดตั้งหน่วยงานวิจัยกิจกรรมฝ่ายจัดซื้อขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนจากรองประธานบริษัท GE เพื่อที่จะพัฒนา ศึกษารายละเอียด และใช้ VE อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในครั้งแรกนั้นเรียกว่า "การวิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis, VA) "

เมื่อบริษัท GE ได้รับความสำเร็จอย่างมาก แนวความคิดอันนี้ก็แพร่หลายเข้าสู่วงการอุตสาหกรรมอื่น ๆ อย่างรวดเร็ว สำหรับในภาครัฐบาลนั้น กระทรวงกลาโหม ได้นำไปใช้ในโปรแกรมการต่อเรือในปี ค.ศ. ๑๙๕๔ ซึ่งเรียกชื่อใหม่ว่า "วิศวกรรมคุณค่า" (Value Engineering)

ชื่อนี้ได้เป็นที่ยอมรับและใช้ในสมาคมวิศวกรรมคุณค่า ของสหรัฐอเมริกา ในปี ๑๙๕๙ อย่างไรก็ดีในปี ค.ศ. ๑๙๖๑ กระทรวงกลาโหมได้นำหลักการของ VE ไปใช้ในทุกหน่วยงาน ก่อนปี ค.ศ. ๑๙๖๑ VE ถูกนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น ต่อมาระหว่าง ค.ศ. ๑๙๖๓-๑๙๖๕ ทั้งสามเหล่าทัพของกลาโหมได้นำเทคนิคของ VE ไปใช้ในการก่อสร้างรวมทั้งฝึกอบรมให้ผู้รับเหมาได้รับทราบเทคนิคนี้ด้วย

ในประเทศญี่ปุ่นเริ่มรู้จัก VE ประมาณปี ค.ศ. ๑๙๕๕ และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมในปี ค.ศ. ๑๙๖๐ โดย S.F. Heinritz จากสมาคมผู้บริหารด้านการจัดซื้อ แห่งสหรัฐอเมริกา ได้เดินทางมาประเทศญี่ปุ่น และได้เปิดให้มีการสัมมนาจัดซื้อทางวิศวกรรม (Purchasing Engineering Seminar) ขึ้นทั่วประเทศ เพื่อแนะนำการนำเทคนิคของ VE ไปประยุกต์ในการบริหารการจัดซื้อ

ในช่วงที่ Heinritz มานั้น เป็นช่วงที่ญี่ปุ่นมีการลงทุนด้านเครื่องจักรจนเกินความพอดี ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และทางรัฐบาลมีนโยบายที่จะเปิดตลาดภายในประเทศมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างในอุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องจักรไฟฟ้ากำลัง ด้วยการหาทางลดต้นทุนการผลิตอุตสาหกรรมเหล่านี้ ให้ความสนใจต่อเทคนิคของ VE ซึ่งแตกต่างจากวิธีการอื่นที่เคยใช้กันมา จึงได้ลองนำไปใช้ในแผนกจัดซื้อเป็นหลักทำให้วิศวกรรมคุณค่าค่อย ๆ พัฒนาจนถึงปัจจุบันนี้

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ ใช้ในอุตสาหกรรมต่อเรือ, ต่อรถตู้, อุตสาหกรรมไฟฟ้าและเครื่องมือสื่อสาร
ค.ศ. ๑๙๖๔ อุตสาหกรรมเครื่องจักรทั่วไป
ค.ศ. ๑๙๖๕ อุตสาหกรรมประกอบ, เครื่องจักรกล, โลหะสิ่งทอ, อาหาร, ผลิตภัณฑ์เคมี และเหล็กกล้า

๒.๒ จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า (VE)

จุดมุ่งหมายหลักคือ การลดต้นทุนการผลิตหรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นหรือไม่จำเป็นออกไป โดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพและความน่าเชื่อถือได้อยู่

การลดต้นทุนด้วยการทำให้คุณภาพนั้นลดลงมิใช่ VE ดังที่สมาคมวิศวกรรมคุณค่าแห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้นิยาม VE ไว้ดังนี้

"วิศวกรรมคุณค่าคือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบโดยเน้น การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์ หรือบริการ เป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุดและคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้"

ในขณะที่การใช้เทคนิคของ VE แพร่หลายนั้น ได้เกิดศัพท์ใหม่ซึ่งเรียกต่าง ๆ กันไปตามชนิดของธุรกิจอันได้แก่ :-

VC = Value Control มุ่งการศึกษาไปที่การควบคุมคุณภาพ และต้นทุนการผลิต

VB = Value Buying มุ่งไปที่การจัดซื้อ วัสดุ และผลิตภัณฑ์จากผู้ขาย

VR = Value Research ใช้ในห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือทดสอบ

VI = Value Improvement เมื่อบริษัทมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และแนะนำเข้าสู่ตลาด จะเรียกว่า การปรับปรุงคุณค่า

VM = Value Management ศัพท์คำนี้เริ่มใช้แพร่หลายเพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหาร ไม่ว่าจะใช้ศัพท์คำไหนก็ตาม จุดประสงค์ดงมุ่งที่หน้าที่การทำงาน (Function)ของมัน ไม่ว่าจะประยุกต์ไปที่หน่วยงานใด งานที่มีคุณค่าจะช่วยประหยัดเงินตรา VE ได้พิสูจน์แล้วว่า สามารถคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้ การบำรุงรักษา และสมรรถนะ นอกจากนี้ยังใช้ VE ไปประยุกต์ในโปรแกรมความปลอดภัย การอนุรักษ์พลังงาน, การควบคุมและช่วยลดปัญหาที่เกิดจากมนุษย์ (Human Factors)

กล่าวโดยสรุป เมื่อองค์การใดตั้งโปรแกรม VE วัตถุประสงค์หลัก จะประกอบด้วย :-

- เพื่อใช้ทรัพยากร (เงินตรา, กำลังคน และวัสดุ) อย่างเหมาะสม ด้วยการจำกัดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกไป โดยไม่ทำให้คุณภาพหรือสมรรถนะลดลง
- เพื่อสร้างคุณภาพที่ดีในการเปลี่ยนแปลงในองค์การ
- เพื่อพัฒนาพนักงานให้พอใจในงาน ด้วยการฝึกทักษะในการประหยัด มีจิตสำนึกในเรื่องต้นทุนการผลิต ตลอดจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

๒.๓ ขอบข่ายงาน VE

ในสหรัฐอเมริกา ขอบข่ายงานที่ VE ถูกนำไปใช้:-

- งานออกแบบ หรือปรับปรุงเครื่องจักร
- งานบำรุงรักษาเครื่องจักร
- งานติดตั้ง
- งานก่อสร้าง

- งานบำรุงรักษาทั่วไป
- งานซ่อมแซมและทดแทน
- ขบวนการผลิต
- ระบบการขนถ่ายวัสดุ
- ระบบการบรรจุหีบห่อ
- ระบบการจัดซื้อ
- ระบบการพิมพ์
- ระบบควบคุมคุณภาพ
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์
- การบริหาร

สำหรับเปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้เมื่อใช้ VE ในสหรัฐอเมริกา

- ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี	๒๓%
- สิ่งที่ต้นทุนสูงมาก	๒๒%
- ข้อกำหนดที่มีปัญหา	๑๘%
- เปลี่ยนแปลงตามความต้องการของลูกค้า	๑๒%
- ออกแบบเพิ่มเติม	๑๕%

ในประเทศญี่ปุ่นเมื่อใช้ VE ประสิทธิผลในการลดต้นทุนสามารถประหยัดได้ ๓๐% - ๗๐% ซึ่งนับว่าเป็นความสำเร็จอันยิ่งใหญ่ของญี่ปุ่นที่เดียว

๒.๔ ความหมายในเรื่องคุณค่า

คำว่า "คุณค่า" มีความหมายได้หลายประการ แต่ที่เราตั้งเป็นวัตถุประสงค์คือ คุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกได้กว้าง ๆ ดังนี้

- คุณค่าในการใช้งาน (Use Value) เป็นคุณค่าที่มีผลประโยชน์ต่อการใช้งานหรือบริการ
- คุณค่าในจุดเด่น (Esteem Value) เป็นคุณค่าที่มีลักษณะเด่น ที่ทำให้เกิดความต้องการที่จะเป็นเจ้าของ
- คุณค่าในการแลกเปลี่ยน (Exchange Value)

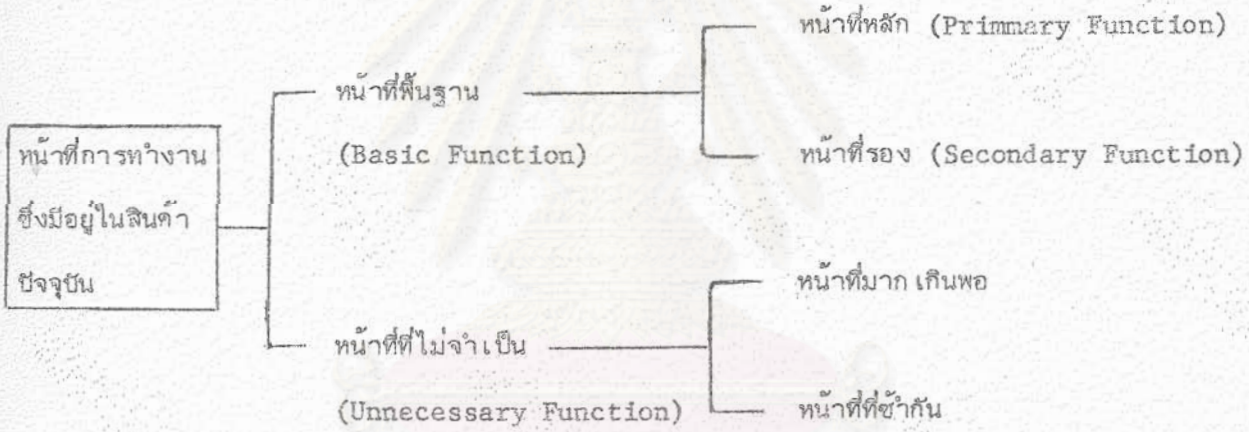
ลักษณะพิเศษซึ่งสามารถที่จะนำมาแทนหรือแลกเปลี่ยนกันได้

ในทางวิศวกรรมคุณค่านั้น จะเกี่ยวข้องอย่างมาก กับคุณค่าในการใช้งาน (Use Value) และคุณค่าทางจุดเด่น (Esteem Value) รวมกับคุณค่าของต้นทุน (Cost Value) ที่จำเป็นในการผลิต

๒.๕ ความหมายของหน้าที่การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์

หน้าที่การทำงาน (Function) ในวิศวกรรมคุณค่าหมายถึงความสามารถของผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งาน (Use Value) ได้หรือขายได้ ขายได้คือการยอมรับของคนทั่วไป

โดยทั่วไปหน้าที่การทำงานสามารถจำแนกได้ดังนี้



หน้าที่พื้นฐาน หมายถึงหน้าที่ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นบรรลุสมความมุ่งหมายในด้านการทำงาน

หน้าที่หลัก หมายถึงการทำงานซึ่งจำเป็นสำหรับการบรรลุผลตามเป้าหมายของหน้าที่พื้นฐาน

หน้าที่รอง เป็นหน้าที่ซึ่งช่วยให้หน้าที่พื้นฐานบรรลุเป้าหมาย เช่น หน้าที่การทำงาน ซึ่งจะทำให้เกิดความสังเกตใจต่อผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

หน้าที่ที่ไม่จำเป็น เป็นหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นต่อผลิตภัณฑ์นั้น

๒.๖ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า (Value) หน้าที่การทำงาน (Function)และต้นทุน (Cost)

สำหรับวิศวกรรมคุณค่านั้นถือว่า คุณค่าเป็นสัดส่วนระหว่างหน้าที่การทำงานกับต้นทุน สามารถแทนโดย

$$V\ (\text{Value}) = \frac{F(\text{Function})}{C(\text{Cost})}$$

ทั้งนี้มิใช่เป็นสูตรสำหรับคำนวณแต่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าหน้าที่การทำงานและต้นทุน หมายความว่าถ้าหน้าที่การทำงานเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของต้นทุน คุณค่าจะลดลง แต่ถ้าผลของหน้าที่การทำงาน ที่เท่ากันสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกเสีย ถือว่าคุณค่าเพิ่มขึ้น

จากความสัมพันธ์นี้ทำให้มองเห็นว่าหลักการขั้นต้นของวิศวกรรมคุณค่าถือการขจัดหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นออกไป ซึ่งเท่ากับตัดต้นทุนออกไปนั่นเอง แล้วค้นหาวิธีซึ่งทำให้ได้มาซึ่งหน้าที่การทำงานที่จำเป็นด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือการรู้และเข้าใจถึงหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้ต้องการอย่างถ่องแท้ แล้วจึงทำการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณค่าสูงที่สุด

๒.๗ แผนงานวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering Job Plan)

การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าให้ได้ผลอย่างจริงจังต้องทำตามแผนงาน ๗ ขั้นตอนตามลำดับคือ

ก. การเลือกโครงการ หรือเป้าหมาย
(Project selection phase)

ข. การรวบรวมข้อมูล
(Information phase)

ค. การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน
(Functional analysis phase)

ง. การทำข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์
(Creative phase)

จ. การประเมินข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง
(Evaluation phase)

ฉ. การทดสอบและการพิสูจน์
(Test and verification phase)

ช. การเสนอผลงานและติดตามผล
(Implementation and follow up)

ก. การเลือกโครงการ

การเริ่มต้นใช้วิศวกรรมคุณค่าต้องทราบว่าเป้าหมายที่จะทำคืออะไร แต่ถ้ายังไม่มีเป้าหมายที่แน่นอน มีแนวทางทั่ว ๆ ไป ให้พิจารณาเลือกดังนี้

๑. สิ่งที่มีต้นทุนในการผลิตสูง

๒. สิ่งที่ผลิตเป็นปริมาณมาก ๆ

๓. สิ่งที่มีส่วนประกอบมากและซับซ้อน

๔. สิ่งที่ไม่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขมานาน

๕. สิ่งที่ใช้อุปกรณ์และแรงงานมากเกินจำเป็น

๖. ชิ้นส่วนซึ่งมีรูปร่าง ขนาด รูปทรงที่ไม่ได้มาตรฐาน

๗. ชิ้นส่วนที่บอบบางหรือต้องการการบำรุงรักษาเป็นพิเศษ

๘. ชิ้นส่วนที่ทำการผลิตจากวัตถุดิบที่มีราคาแพงหรือมีปัญหามาก

ชนิดของโครงการ

โครงการแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทคือ Hardware Project และ Software Project

Hardware Project เป็นโครงการซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบและพลังงานที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

Software Project เป็นโครงการซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบการทำงานมากกว่าลักษณะทางกายภาพ ได้แก่การวางแผนการขนส่ง การผลิตผลิตภัณฑ์ การขาย ระบบสารบรรณ เป็นต้น

ข. การรวบรวมข้อมูล

วัตถุประสงค์หลักของขั้นตอนนี้คือ การรวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการดำเนินงานหรือของชิ้นงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ข้อมูลที่สำคัญสำหรับงานวิศวกรรมคุณค่า ได้แก่ ข้อมูลในการขาย การผลิต การออกแบบ ต้นทุนการผลิต คุณภาพ การจัดซื้อ เป็นต้น

ค. <u>การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน</u>

วัตถุประสงค์หลักของขั้นตอนนี้คือ ทำการวิเคราะห์ให้คำจำกัดความและจัดประเภทของหน้าที่การทำงาน เพื่อค้นหาหน้าที่การทำงานพื้นฐาน (Basic function) การให้คำจำกัดความของหน้าที่การทำงานที่ถูกต้อง ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นทำงาน (work) ได้หรือสามารถขายได้ (sell) ได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด

ง. <u>การทำข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์</u>

วัตถุประสงค์หลักของขั้นนี้คือ การหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อทำให้ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์มีหน้าที่การทำงานพื้นฐานตามเป้าหมายด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด

การเสนอความคิดเห็นใด ๆ ผู้เสนอจะต้องเข้าใจหน้าที่การทำงานต่าง ๆ อย่างถ่องแท้ แล้วเสนอความเห็นโดยถือหน้าที่การทำงานนั้นเป็นเป้าหมาย

ลำดับขั้นตอนการทำข้อเสนอในการปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์

๑. ออกความคิดเห็นให้มาก ๆ โดยมีหน้าที่การทำงานพื้นฐานเป็นเป้าหมาย ทุกคนมีสิทธิออกความคิดเห็นได้โดยเสรี ต่อเติมความคิดเห็นของผู้อื่นได้ แต่ไม่มีสิทธิที่จะไปตัดสินว่าความคิดของใครดีหรือเลว

๒. แยกประเภทของความคิดเห็นเหล่านั้น

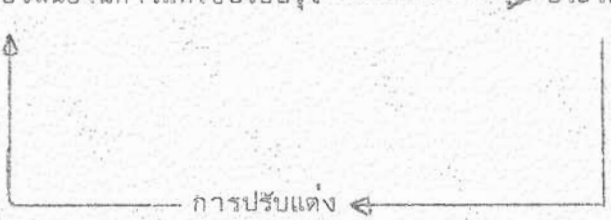
๓. พิจารณาและประเมินผลความคิดเห็นเหล่านั้น

๔. เลือกและจัดความคิดเห็นที่รวมกันได้

๕. จัดระเบียบเพื่อทำเป็นข้อเสนอแนะแก้ไขปรับปรุง

จ. <u>การประเมินข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง</u>

วัตถุประสงค์หลักของขั้นนี้คือ การวิเคราะห์และกลั่นกรองความคิดเห็นต่าง ๆ แก้ไขข้อเสนอให้ดีขึ้น การทำข้อเสนอและการประเมินผลที่มีความสัมพันธ์กันดังนี้



การพิจารณาการประเมินผล

ในการพิจารณาหรือประเมินผลของความคิดเห็นนั้นจะต้องพิจารณาถึงผลและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ แล้วเลือกสิ่งที่เป็นไปได้สูง

ต้นทุน ในขั้นทำข้อเสนอแก้ไขปรับปรุง ตอนแรกทำเพียงการประเมินโดยคร่าว ๆ แล้วค่อยทำให้ละเอียดยิ่งขึ้นเมื่อใกล้ปฏิบัติจริง

ฉ. <u>การทดสอบและพิสูจน์</u>

หลังจากได้ประเมินข้อเสนอแก้ไขปรับปรุงแล้ว จะมีข้อเสนอที่ต้องทดสอบและพิสูจน์กับข้อเสนอที่สามารถปฏิบัติตามได้ทันที สำหรับข้อเสนอที่ต้องพิสูจน์จะพิจารณาว่า

๑. ได้คุณภาพและหน้าที่ที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

๒. สามารถหาได้เพียงพอหรือไม่

๓. ปลอดภัยหรือไม่ ราคาถูกลงหรือไม่ ดีขึ้นหรือไม่

๔. ผู้ใช้พอใจหรือขายได้หรือไม่

๕. ความเชื่อถือได้เป็นอย่างไรบ้าง

ช. <u>การนำเสนอผลงานและติดตามผล</u>

เมื่อได้แก้ไขข้อเสนอแนะพร้อมทั้งทดสอบแล้ว ทำรายงานเสนอผลงานการรายงานผลงานประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

๑. รวบรวมเรื่องทั้งหมด ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงานและผลที่ได้

๒. ตารางหมายกำหนดการทำงาน

๓. ข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้

๔. แผนภาพแสดงระบบการทำงานของหน้าที่การทำงาน

๕. ตารางแสดงผลที่ได้ทั้งหมด (อัตราการลดต้นทุน อัตราการบรรลุผล การประหยัดต่อปี ค่าใช้จ่ายในการลงทุน)

๖. ตารางแสดงข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง (ร่าง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๗. คำอธิบายเกี่ยวกับข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง

เมื่อได้ส่งข้อเสนอการแก้ไขปรับปรุงไปแล้ว ต้องส่งเสริมให้งานเดินไปตามแผนด้วยความรับผิดชอบของทุกคน ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้ความพยายามที่ทำมาตั้งแต่ต้นสูญเปล่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๓

การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่ากับโรงงานประกอบตู้เย็น

๓.๑ ขั้นเลือกโครงการ

โรงงานประกอบตู้เย็นที่เข้าไปศึกษาวิจัยนี้ ได้ทำการเลือกโครงการเกี่ยวกับวัสดุหีบห่อตู้เย็น (Refrigeration Packaging) เพราะเล็งเห็นว่า:-

๑. ต้นทุนการผลิตของชุด Packing นี้ ราคาค่อนข้างสูง

๒. ลูกค้ามิได้ใช้ประโยชน์จากชุด Packing นี้

๓. ชุด Packing นี้ มิได้ปรับปรุงมานานแล้ว และมีปัญหามากมาย

เป้าหมายสำหรับโครงการนี้ คือ:-

๑. ลดต้นทุนวัสดุลงให้ได้ ๑๕ - ๒๐%

๒. ลดกรรมวิธีการผลิต

๓. ลดพื้นที่เก็บรักษา

๔. เพิ่มคุณภาพให้ดีขึ้น

๕. เพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการทำงาน

๓.๒ ขั้นรวบรวมข้อมูล

๑. ต้นทุนของชุด Packing ตู้เย็น ประกอบด้วย

ค่าวัสดุ	๑๓๖.๔๐	บาท
ค่าแรงงาน	๓.๘๐	บาท
ค่า Overhead	๘.๖๐	บาท
รวม	๑๔๘.๘๐	บาท

๒. ปริมาณการผลิต = ๑๕๐,๐๐๐ ตู้/ปี

๓. คนงานประกอบชุด Packing จำนวน ๒๔ คน

๔. วัสดุที่ใช้ (รูปที่ ๓.๑)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๕. ต้นทุนค่าวัสดุ (ตารางที่ ๓.๑

๖. เครื่องจักรและอุปกรณ์ (ตารางที่ ๓.๒)

๗. Specification ของวัสดุ (ตารางที่ ๓.๓)

๘. ขบวนการผลิต (รูปที่ ๓.๒)

๙. ปัญหาที่เกิดจากชุด Packing ปัจจุบัน แยกตามลักษณะงาน :-

ปัญหาเกี่ยวกับการรับกล่องกระดาษ

๑. ช่องมือจับที่กล่องกระดาษผิด

๒. พิมพ์ตัวหนังสือที่กล่องกระดาษผิด

๓. ขนาดความสูงที่กล่องผิด

๔. ส่งของมาผิด Model

๕. ไม้ตอกตะปูมาไม่แน่น

๖. เสากระดาษร่องเล็กบ้าง, ร่องกว้างบ้าง

๗. ไม้หนาเกินไป

๘. พื้นที่เก็บไม่พอเพียง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัญหาเกี่ยวกับสายงานผลิต

๑. ยกกล่องสวมตู้ลำบาก

๒. เกิดความสับสนในการทำงานเมื่อมีตู้หลาย Model แต่ขนาดเท่ากัน

๓. การปั๊ม Serial No. มีดผิดพลาด

๔. ไม่สะดวกในการยก ขนย้าย

๕. บริเวณที่ทำงานแออัดไปด้วยชุด Packing ทำให้ไม่ปลอดภัยในการทำงาน

ปัญหาเกี่ยวกับการขนย้าย

๑. กล่องขาด

๒. สายรัดหลุดง่าย - ไม่แน่น

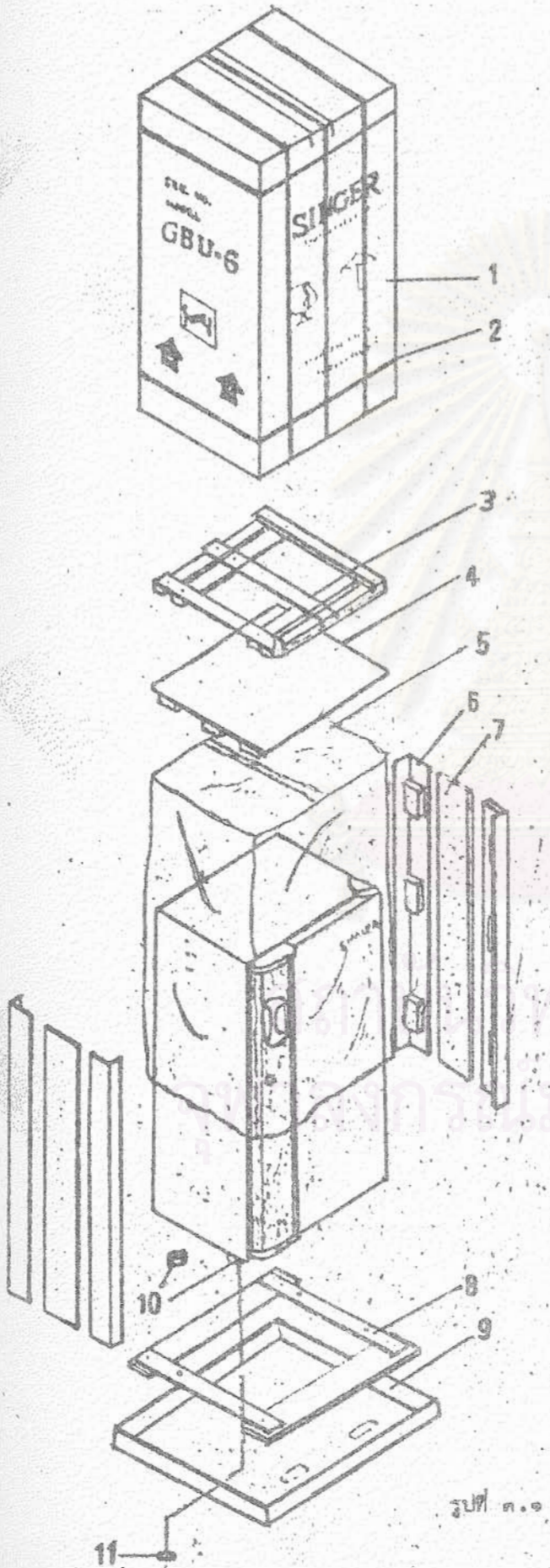
๓. กล่องยุบ เนื่องจากต้องซ้อนกัน

๔. ไม้มอดกินและปลวกกิน

๕. เกิดความชื้น กล่องขาด เมื่อฝนตก

๖. รับแรงกระแทกไม่ดี

๗. การขนย้ายลำบาก



เลขที่	ชื่อชิ้นส่วน	ปริมาณ
๑	กล่องกระดาษ	๑
๒	สายรัดกล่อง	๔
๓	ฝาไม้ปิดด้านบน	๑
๔	กระดาษปิดด้านบน	๑
	ข้างใต้ติดโฟม	๔
๕	ถุงหุ้มตัวตู้เป็นพลาสติก	๑
๖	เสากระดาษ	๔
	ติดโฟมชิ้นเล็ก ๆ	๑๒
๗	โฟมด้านข้าง	๒
๘	ไม้ด้านล่าง	๑
๙	กระดาษครอบล่าง	๑
๑๐	น็อต และ สกรู	๘
๑๑	แหวน	๔

รูปที่ ๓.๑ วัสดุที่ใช้กับชุด Packing ตู้เย็น

บรรณานุกรมวิทยาลัย

ตารางที่ ๓.๑ ต้นทุนค่าวัสดุชุด Packing

รายการ	ชื่อชิ้นส่วน	ปริมาณ	จำนวนเงิน (บาท)
๑	กล่องกระดาษ	๑	๔๕.๖๐
๒	กระดาษครอบด้านล่าง	๑	๖.๓๐
๓	เสากระดาษ	๔	๔๔.๐๐
๔	กระดาษครอบด้านบน	๑	๑.๗๐
๕	ไม้ปิดด้านบน	๑	๘.๒๕
๖	ไม้ปิดด้านล่าง	๑	๘.๒๕
๗	น็อต + สกรู + แหวน	ชุด	๒.๘๐
๘	ลวดเย็บกล่องกระดาษ	๔	๐.๑๖
๙	พลาสติคสำหรับคลุมตู้	๑	๔.๑๐
๑๐	สายรัดกล่อง	ม้วน	๓.๗๘
๑๑	โฟมแผ่น ๑"x๒'x๔' STYROFOAM		๓.๕๐
๑๒	โฟมแผ่น $\frac{๑}{๒}$" x ๖" x ๔๖"	๒	๕.๐๐
๑๓	กระดาษกาว ๒"x ๓๐๐		๐.๑๑
๑๔	กาว LATEX		๒.๘๕
	รวม		๑๓๖.๔๐

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

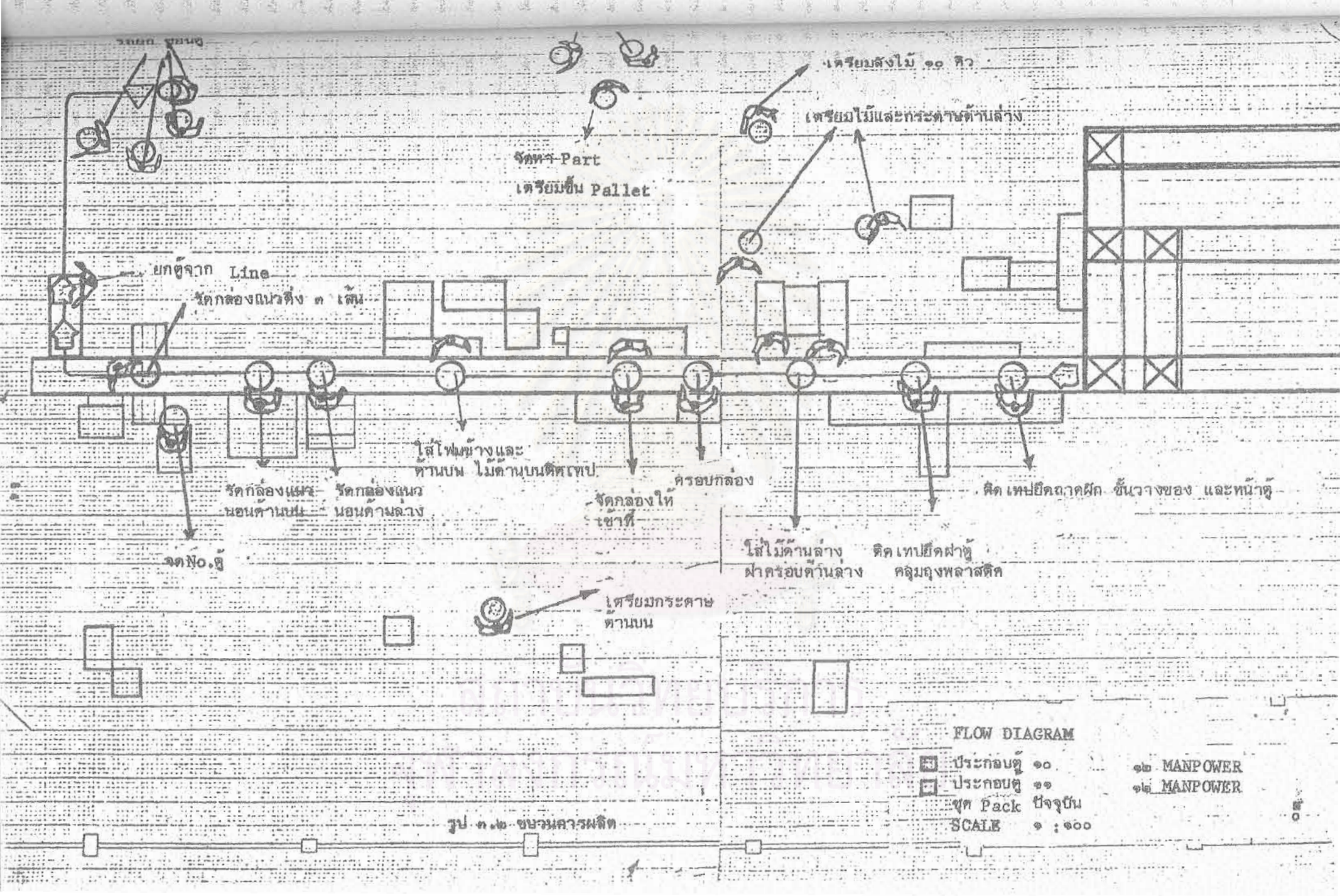
ตาราง ๓.๒ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ Packing

หน่วย	เครื่องจักรและอุปกรณ์	จำนวน
๑. ชุดเตรียมกล่องล่าง	- เครื่องตัดเทปขนาด ๒ นิ้ว	๑
	- ถุงมือผ้า	๑
๒. ชุดกล่องตู้เย็น	- เครื่องปั๊มเบอร์ ๗ ตัว	๓
	- เครื่องปั๊มเบอร์ ๖ ตัว	๑
	- Stamp Pad ๓ นิ้ว	๓
	- ink pot	๑๐
	- Export Sticker	
	- Mark number	
๓. ชุดด้านบน	- กาว Latex	
	- ถังใส่กาว	
๔. ชุดขาไม้	- AIR NUT Driver	๒
	- Socket Wrench 14 mm	๒
	- Packing table	๑
	- Drilling table	๑
	½ HP 1200 rpm x 4 ตัว	
๕. ชุดเสากระดาษ	- โต๊ะติดโฟม	
	- กล่องใส่โฟม	
	- กระป๋องใส่กาว	
๖. ชุด Packing	- เครื่องรัดพลาสติคไฟฟ้าเล็ก	๒
	- เครื่องรัดพลาสติคไฟฟ้าใหญ่	๑
	- เครื่องรัดเหล็ก	๒
	- Balancer	๒
	- เครื่องดึงเทป	๑
๗. Coveyor	- roller Free conveyor ๑๕ เมตร	

ตาราง ๓.๓ Specification ของวัสดุที่ใช้

ชิ้นส่วน	วัสดุ
กล่องกระดาษ	กระดาษ AL - 186/M/186 I
เสากระดาษ	กระดาษ IL - 186/m/m/m186 I
ฐานกระดาษ	กระดาษ IL - 186/m/186 I
กระดาษปิดบน	กระดาษ IL - 127/m/127-I
ถุงพลาสติค	PE, t = 0.025 inch
โฟม ๑"	Density 1 lb/ft^2
ไม้บน ล่าง	ไม้ยาง
Nut, Bolt, Washer	Ø 5/16" x 13/14"

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ๓.๒ ขบวนการผลิต

๓.๓ ขั้นวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน

ทำการวิเคราะห์หาหน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนของชุด Packing ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อหาหน้าที่หลักของชุด Packing การหาหน้าที่นั้นใช้คำกริยา-นาม ดังแบบฟอร์มรูปที่ ๓.๓

ชุด Packing ตู้เย็น		คำจำกัดความของหน้าที่การทำงาน (FUNCTION)				
ปริมาณ	ชื่อชิ้นส่วน	FUNCTION		จำแนก FUNCTION		หมายเหตุ
		กริยา	นาม	หลัก	รอง	
๑	๑. กล่องกระดาษ (CARTON BOX)	ป้องกัน	บุบ	/		กระดาษต้องไม่น้อยกว่า ๓ ชั้น
			รอยขีดข่วน	/		
			สกปรก		/	
		บอก	MODEL	/		
			SERIAL No	/		
			ตำแหน่ง	/		
			การตั้ง	/		
		ให้	สวยงาม		/	
			มั่นใจ		/	
		รับ	น้ำหนัก	/		
		บังคับ	โครงสร้าง	/		
		เคลื่อนย้าย	สะดวก		/	
		ส่งเสริม	การขาย		/	
๕	๒. สายรัดกล่อง (CARTON BOX FXG BAND A AND B)	บังคับ	กล่อง (รูปร่าง)	/		เพื่อการขนย้ายสะดวก สีบอกส่งต่างประเทศ
		บอก	ความแตกต่าง		/	
			การตรวจ		/	
		ให้	ความมั่นใจ		/	
		รับ	น.น.ตู้	/		
๑	๓. ไม้ปิดด้านบน (WOODEN CRATE UP)	ส่งผ่าน	แรง	/		
		ป้องกัน	การกระแทก	/		
			รูปร่าง			
		ยึด	โฟม		/	

รูปที่ ๓.๓ แบบฟอร์มวิเคราะห์หน้าที่

ชุด Packing ตู้เย็น		คำจำกัดความของหน้าที่การทำงาน (Function)				
ปริมาณ	ชื่อชิ้นส่วน	FUNCTION		จำแนก FUNCTION		หมายเหตุ
		กริยา	นาม	หลัก	รอง	
๑	๔. กระดาษปิดบน	ยึด	โฟม		/	
	PAPER COVER	ป้องกัน	รอยขีด	/		
๓	๕. โฟมด้านบน	ป้องกัน	แรงกระแทก	/		
๑	๖. ถุงพลาสติก	ป้องกัน	ฝุ่น	/		โพลีเอทีลีน
	PT COVER	ป้องกัน	น้ำ		/	หนา ๐.๐๒๕"
		ดู	สวยงาม		/	
๔	๗. เสากระดาษ					
	(PAPER CORNER	รับ	น.น.	/		กระดาษ ๕
		ส่งผ่าน	แรง (สายรัด)		/	ชั้น
		ปังคับ	ตู้, กล่อง		/	
		ยึด	โฟม		/	
		เพิ่ม	ความแข็งแรง (กล่อง)		/	
		ป้องกัน	มือจับ, แผง		/	
๑๒	๘. โฟมติดเสากระดาษ	ส่งผ่าน	แรง		/	
		เกิด	ช่องว่าง	/		
		ป้องกัน	การกระแทก		/	
๒	๙. โฟมด้านข้าง	ป้องกัน	แรงกระแทก	/		
๔	๑๐. สกรู	ควบคุม	ตำแหน่ง		/	
๔	๑๑. น็อต	เกิด	การต่อ	/		
		ควบคุม	ตำแหน่ง		/	
๔	๑๒. แหวน	ก่อให้	แรงเสียด		/	
		เกิด	ทาน			
		ต้านทาน	การเคลื่อนที่	/		

รูปที่ ๓.๓ ต่อ

ชุด Packing ตู้เย็น		คำจำกัดความของหน้าที่การทำงาน (Function)				
ปริมาณ	ชื่อชิ้นส่วน	FUNCTION		จำแนก FUNCTION		หมายเหตุ
		กริยา	นาม	หลัก	รอง	
๑	๑๓. ไม้ด้านล่าง (Wooden Crate Lo)	ป้องกัน	แรงกระแทก	/		
		ส่งผ่าน	แรง	/		
		รองรับ	ขาตู้		/	
			ถาดเครื่อง		/	
		รับ	แรง(สายรัด)		/	
			เสากระดาษ	/		
			น.น. ตู้		/	
			น.น. ม้วน กระดาษ		/	
		บังคับ	เสากระดาษ		/	
			กระดาษครอบล่าง		/	
		เป็น	ที่จับขนย้าย	/		เวลายกตู้
๑	๑๔. กระดาษครอบล่าง	ป้องกัน	ความชื้น		/	
			ฝุ่น	/		
		รองรับ	ไม้ด้านล่าง		/	
		สอด	มือ		/	เวลายกตู้
		บังคับ	เสากระดาษ	/		

รูป ๓.๓ ต่อ

การวิเคราะห์หน้าลงในแบบฟอร์มนี้จะทำให้ทราบถึงหน้าที่หลักและหน้าที่รองของชิ้นส่วน รวมทั้งหน้าที่ที่ซ้ำซ้อนกัน อันทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นขึ้น นอกจากนี้จะเป็นข้อมูลในการออกแบบชุด Packing ใหม่ โดยให้รักษาหน้าที่หลักของชุด Packing เดิมทุกประการ

หน้าที่หลักของชิ้นส่วน

๑. กล่องกระดาษ (CARTON BOX)
- ป้องกันรอยขีด
- ป้องกันแรกกระแทก
- บอกรายละเอียด
- บังคับโครงสร้าง

๒. สายรัดกล่อง (CARTON BOX FXG BAND A AND B)
- บังคับโครงสร้าง
- รับ น.น. ตู้ขณะยก

๓. ไม้ปิดด้านบน (WOODEN CRATE UP)
- ส่งผ่านแรก
- ป้องกันแรงกระแทก
- บังคับโครงสร้าง

๔. กระดาษปิดบน (PAPER COVER)
- ป้องกันรอยขีด

๕. โฟมด้านบน (STYRO FOAM)
- ป้องกันแรงกระแทก

๖. ถุงพลาสติก (PT COVER)
- ป้องกันฝุ่น

๗. เสากระดาษ (PAPER CORNER PACK)
- รับ น.น. ตู้

๘. โฟมติดเสากระดาษ (STYRO FOAM)
- เกิดช่องว่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๙. โฟมด้านข้าง (STYRO FOAM)

- ป้องกันแรงกระแทก

๑๐. สกรู (HEX BOLL M8 x 40)

- เกิดการต่อ
- ให้ความแข็งแรง

๑๑. น็อต (NUT)

- เกิดการต่อ

๑๒. แหวน (WA)

- ต้านทานการเคลื่อนที่

๑๓. ไม้ด้านล่าง (WOODEN CRATE LO)

- ป้องกันแรงกระแทก
- ส่งผ่านแรง
- ยึงคับโครงสร้าง
- ที่จับขณะขนย้าย

๑๔. กระดาษครอบล่าง (UNDER PAD)

- ป้องกันฝุ่น
- ยึงคับโครงสร้าง

เมื่อได้หน้าที่หลักของชิ้นส่วนแล้ว นำมาเปรียบเทียบระดับความสำคัญ เพื่อจะได้ออกแบบตามความสำคัญของการประเมินผลเชิงเลข ดังรูป ๓.๔

การประเมินผลหน้าที่

โครงการ พัฒนาการบรรจุหีบห่อตู้เย็น เลขที่แบบแปลน.....

สรุปการประเมิน

อักษร	หน้าที่	น้ำหนัก
A	ป้องกันรอยขีด	๔
B	ป้องกันแรงกระแทก	๒๐
C	บอกรายละเอียด	๑๙
D	บังคับโครงสร้าง	๑๘
E	ป้องกันฝุ่น	๑๒
F	รับ น.น. ตู้	๒๗
G	ส่งผ่านแรง	๑๐
H	เกิดช่องว่าง	๓
I	เกิดการต่อ	๑
J	ต้านทานการเคลื่อนที่	๐
K	เป็นที่จับขณะขนย้าย	๑๑

การประเมินเชิงเลข

น้ำหนักการประเมิน

๑. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย

๒. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง

๓. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	B-๓	C-๓	D-๒	E-๒	F-๓	C-๒	H-๑	A-๒	A-๒	K-๒
B	B-๒	D-๒	B-๓	F-๓	B-๒	B-๒	B-๓	B-๓	B-๒	
C	C-๒	C-๒	F-๒	C-๒	C-๒	C-๓	C-๓	C-๒		
D	D-๒	F-๓	D-๑	D-๓	D-๓	D-๓	D-๒			
E	F-๓	G-๑	E-๓	E-๓	E-๓	E-๑				
F	F-๒	F-๓	F-๓	F-๓	F-๒					
G	G-๑	G-๓	G-๓	K-๑						
H	H-๑	H-๑	K-๒							
I	I-๑	K-๓								
J	K-๓									

รูปที่ ๓.๔ การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

ลำดับน้ำหนักของหน้าที่จากมากไปหาน้อย

๑. รับน้ำหนักตู้	๒๗
๒. ป้องกันแรงกระแทก	๒๐
๓. บอกรายละเอียด	๑๙
๔. ยึงคับโครงสร้าง	๑๘
๕. ป้องกันฝุ่น	๑๒
๖. เป็นที่จับขณะขนย้าย	๑๑
๗. ส่งผ่านแรง	๑๐
๘. ป้องกันรอยขีด	๙
๙. เกิดช่องว่าง	๓
๑๐. เกิดการต่อ	๑
๑๑. ต้านทานการเคลื่อนที่	๐

เลือกเฉพาะหน้าที่ที่มีน้ำหนักตั้งแต่ ๑๐ ขึ้นไป โดยถือว่าเป็นหน้าที่ที่สำคัญ เพื่อการพิจารณาออกแบบใหม่

๓.๔ ขั้นสร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง

พิจารณาหน้าที่หลักที่ได้จากการประเมินเชิงเลขตามลำดับ โดยคำนึงว่า ควรจะใช้วัสดุอะไรมาทำหน้าที่เหล่านี้โดยการระดมความคิด

Function ที่ ๑ รับน้ำหนักตู้ (ขณะซ้อน)

๑. ไม้
๒. โฟม
๓. กระดาษซึ่งมีความหนาและแข็งแรง
๔. เหล็ก
๕. ตัวของตู้เองในการรับน้ำหนัก
๖. พลาสติก
๗. ลวด
๘. เยื่อกที่ทำจากกระดาษหรือปอ
๙. ไม้ก๊อก
๑๐. ยาง
๑๑. ท่อ P.V.C.
๑๒. ไม้ไผ่
๑๓. คอนกรีต
๑๔. ไม้อัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑๕. อลูมิเนียม
๑๖. เหล็กฉาก
๑๗. เสากระดาษ
๑๘. สังกะสี
๑๙. ไฟเบอร์กลาส
๒๐. เซลโลกรีต
๒๑. อาร์บอร์ด
๒๒. สปริง

Function ที่ ๒ ป้องกันแรงกระแทก

๑. กระดาษแข็ง
๒. โฟม
๓. ไม้
๔. ยาง
๕. พลาสติก
๖. ไม้ก๊อก
๗. ฝอยกระดาษ
๘. ฟาง
๙. ใยมะพร้าว
๑๐. กระดาษฮัด
๑๑. ฟองน้ำ
๑๒. ไฟเบอร์กลาส
๑๓. สปริง
๑๔. เศษผ้า
๑๕. นุ่น
๑๖. สำลี
๑๗. ใบไม้แห้ง
๑๘. หญ้าแห้ง
๑๙. ขี้เลื่อย
๒๐. แกลบ
๒๑. ถุงลม

Function ที่ ๓ บอกรายละเอียด

๑. สี (หมึกพิมพ์)
๒. สติกเกอร์
๓. ตรายาง
๔. สัญญลักษณ์
๕. กระดาษ
๖. พลาสติก
๗. เครื่องหมาย
๘. การ์ด
๙. แผ่นกระดาษ
๑๐. แผ่นพลาสติก
๑๑. แผ่นไม้
๑๒. ผ้า
๑๓. บนกล่องกระดาษ
๑๔. อลูมิเนียม
๑๕. คู่มือ
๑๖. ถุงพลาสติก
๑๗. กระดาษแก้ว
๑๘. แผ่นโฟม
๑๙. อาร์คบอร์ด
๒๐. สังกะสี

Function ที่ ๔ ยึงดับโครงสร้าง

๑. สายรัดพลาสติก
๒. เชือก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓. ตะปู
๔. กระดาษแข็ง
๕. โฟม
๖. ยาง
๗. ไม้
๘. ลวด
๙. กาว - เทป - กระดาษกาว
๑๐. เหล็ก
๑๑. ใยแก้ว
๑๒. อลูมิเนียม
๑๓. เหล็กฟิด
๑๔. สกรู
๑๕. เชือกพลาสติก
๑๖. พลาสติก
๑๗. สังกะสี
๑๘. ผ้า
๑๙. เหล็กฉาก
๒๐. หมุด
๒๑. Rivet
๒๒. Max
๒๓. สลัก
๒๔. คลิป

Function ที่ ๕ ป้องกันฝุ่น

๑. กระดาษ
๒. ถุงพลาสติก - พลาสติก
๓. ไม้
๔. ผ้า
๕. กระดาษอัด (แผ่น)
๖. กระจก
๗. เหล็ก
๘. ผ้าหนังเทียม
๙. ยาง
๑๐. สารเคมี (สเปร์) น้ำ
๑๑. ถุงกระดาษ
๑๒. กระดาษแก้ว
๑๓. แก้ว
๑๔. แผ่นไฟเบอร์
๑๕. ไม้อัด
๑๖. กระดาษเคลือบโลหะ
๑๗. กระดาษเคลือบไข
๑๘. หนังสือพิมพ์
๑๙. ไนล่อน
๒๐. กระดาษฟาง
๒๑. โฟม
๒๒. แผ่นอลูมิเนียม

Function ที่ ๖ เป็นที่จับขณะขนย้าย

๑. ไม้
๒. พลาสติก
๓. กล่องกระดาษ
๔. อลูมิเนียม

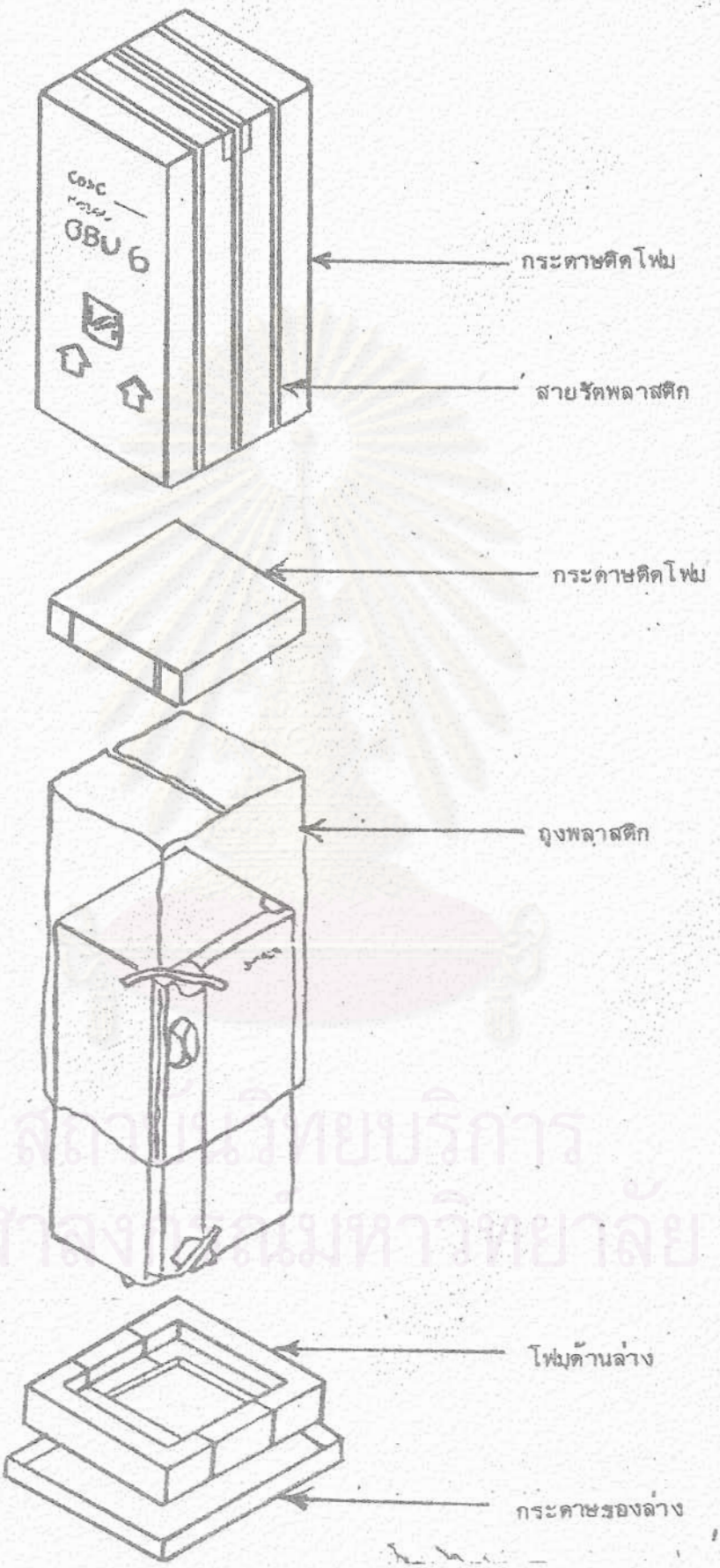
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๕. เหล็ก
๖. สังกะสี
๗. ทองเหลือง
๘. เชือก - ปอ
๙. โฟม
๑๐. กาว กระดาษกาว เทป
๑๑. ลวด
๑๒. ผ้า
๑๓. ยาง
๑๔. ท่อ P.V.C.
๑๕. ไม้ไผ่
๑๖. โซ่
๑๗. อะลูมิเนียม
๑๘. คอนกรีต
๑๙. ท่อแป๊ป
๒๐. อิฐ
๒๑. ทองแดง
๒๒. ไม้อัด
๒๓. สายหนัง

Function ที่ ๗ ส่งผ่านแรง

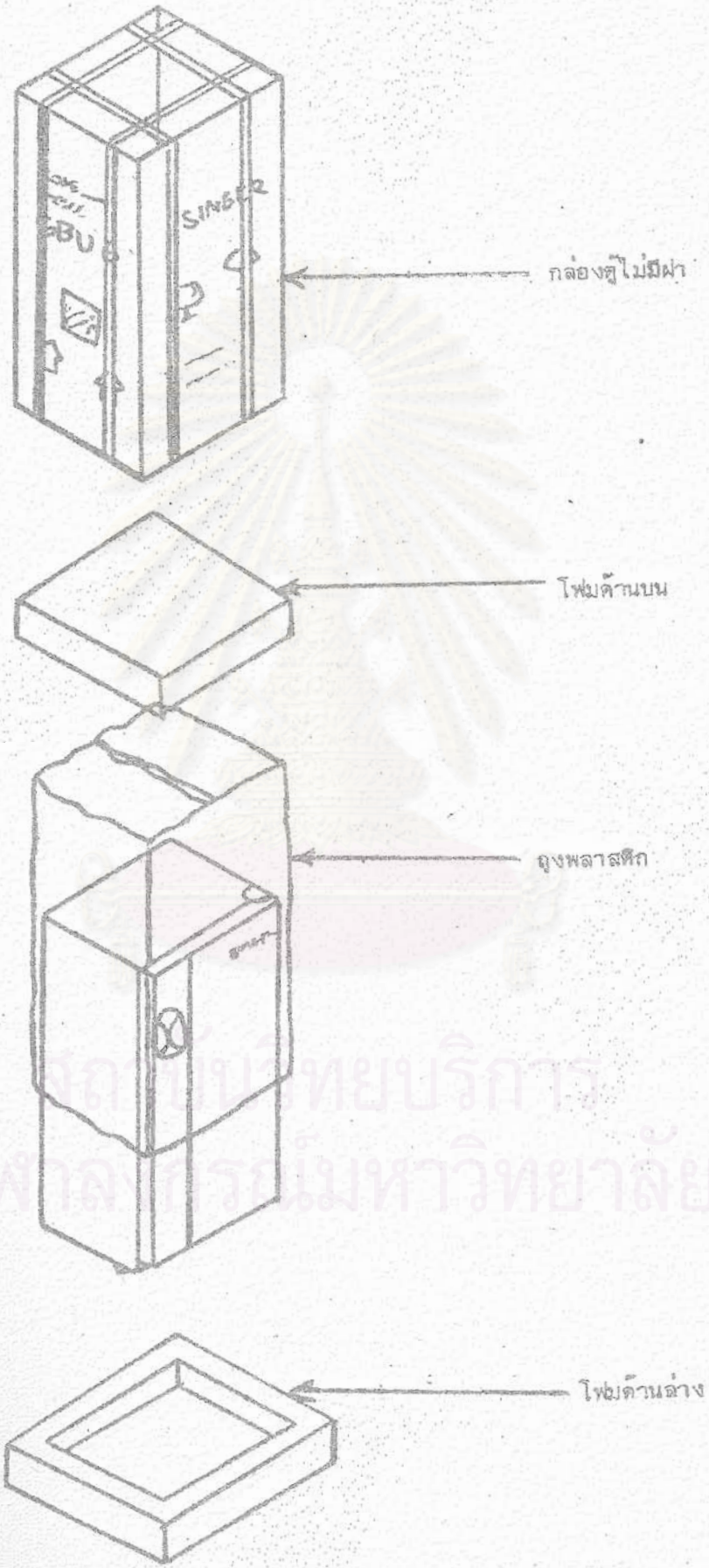
๑. กระดาษ
๒. ไม้
๓. พลาสติก
๔. โฟม
๕. เหล็ก
๖. ยาง
๗. กระดาษอัด
๘. ฟองน้ำ
๙. อลูมิเนียม
๑๐. สังกะสี
๑๑. แผ่นไฟเบอร์
๑๒. ไม้ก๊อก
๑๓. อิฐ
๑๔. กระดาษ
๑๕. กระจก
๑๖. ท่อนยาง
๑๗. ทองเหลือง
๑๘. สปริง
๑๙. เศษผ้า
๒๐. เศษกระดาษ

หลังจากที่ได้ช่วยกันระดมความคิดว่าจะใช้วัตถุอะไรกับชุด Packing ใหม่แล้ว ทีมงานได้ช่วยกันทำการออกแบบทั้งหมดรวม ๔ แบบ ด้วยกัน ดังรูป ๓.๕ , รูป ๓.๖ , รูป ๓.๗ และ รูป ๓.๘



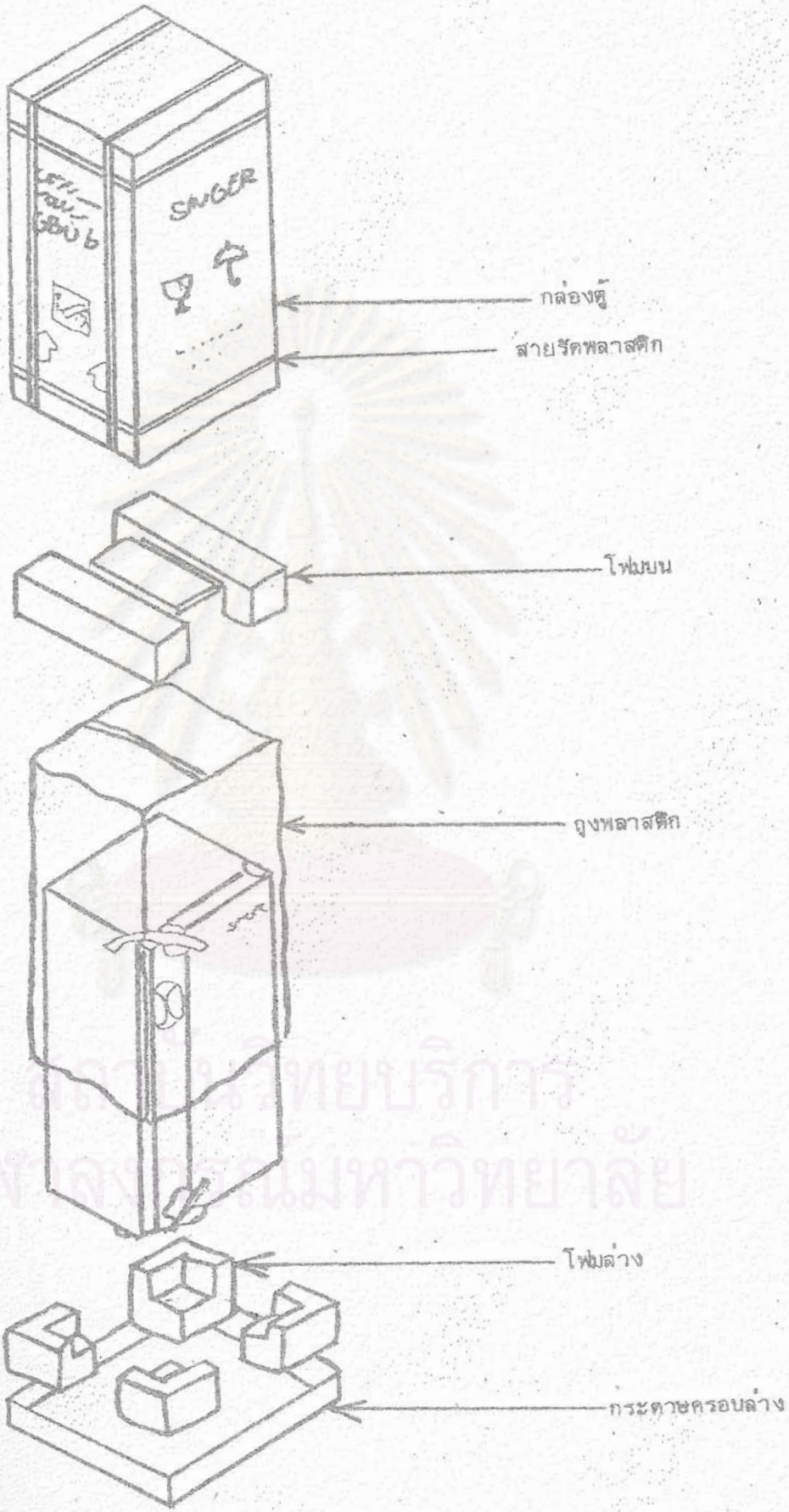
รูป ๓.๕ ชุด Packing แบบที่ ๑

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



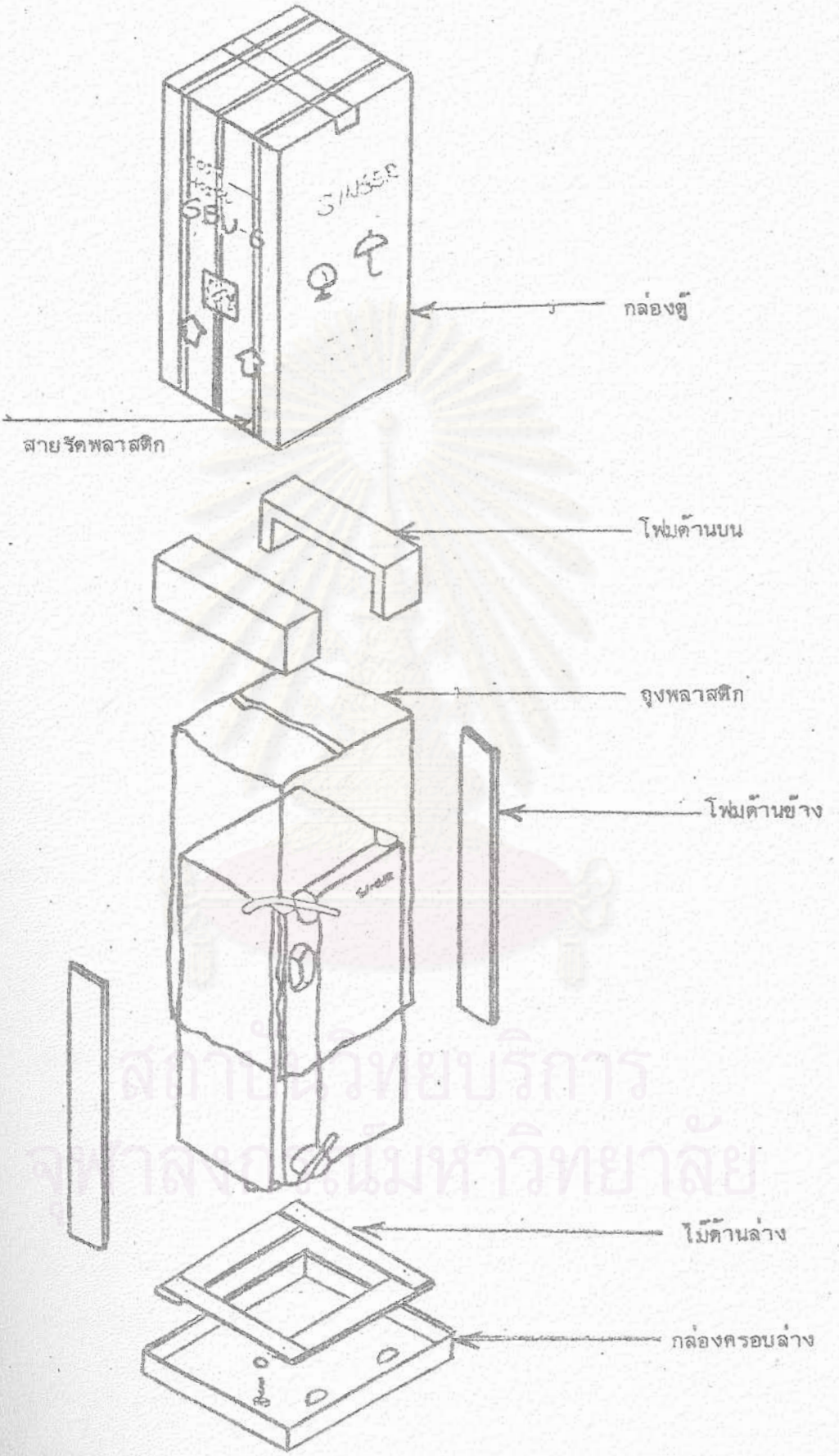
รูป ๓.๖ ชุด Packing แบบที่ ๒

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๓.๗ ชุด Packing แบบที่ ๓

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๓.๘ ชุด Packing แบบที่ ๕

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จะเห็นได้ว่าขบวนความคิดในการออกแบบทั้ง ๔ แบบนี้ ยังยึดติดกับของเก่าอยู่มาก เช่น ยังคงใช้ กระดาษ ไม้ และโฟม ความคิดสร้างสรรค์ยังไม่เกิดเท่าที่ควร จึงต้องทำการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ต่อไป ด้วยการตั้งคำถามดังนี้

๑. ไม่มีหนทางอื่นเลยหรือ
๒. ไม่สามารถใช้สิ่งของที่คล้ายกันมาประยุกต์แทนหรือ
๓. ไม่มีสิ่งทดแทนหรือ
๔. ถ้าหากเปลี่ยนแปลงรูปร่างแล้วจะเป็นอย่างไร
๕. ถ้าหากทำให้ใหญ่ขึ้นแล้วจะเป็นอย่างไร
๖. ถ้าหากทำให้เล็กลงแล้วจะเป็นอย่างไร
๗. ถ้าประกอบกันเข้าอีกแบบจะเป็นอย่างไร
๘. ถ้าหากทำกลับกันแล้วจะเป็นอย่างไร
๙. ถ้าหากนำมาผสมกันแล้วจะเป็นอย่างไร

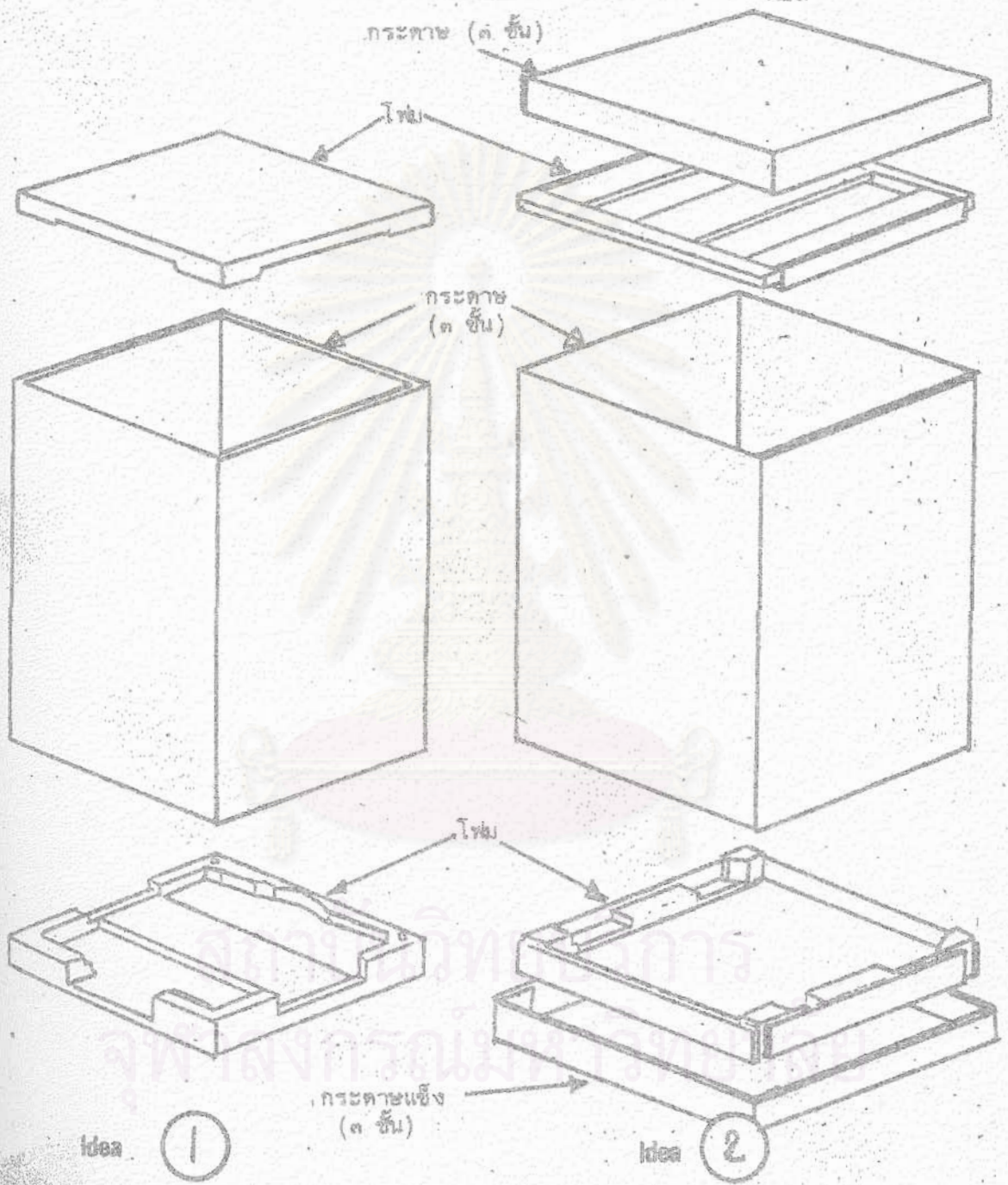
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิ่งที่ต้องเน้นอย่างมากคือ ให้ออกแบบตามหน้าที่การทำงานอย่านึกถึงชุด **Packing** ปัจจุบันจะทำให้ความคิดติดแน่นอยู่กับของเดิม

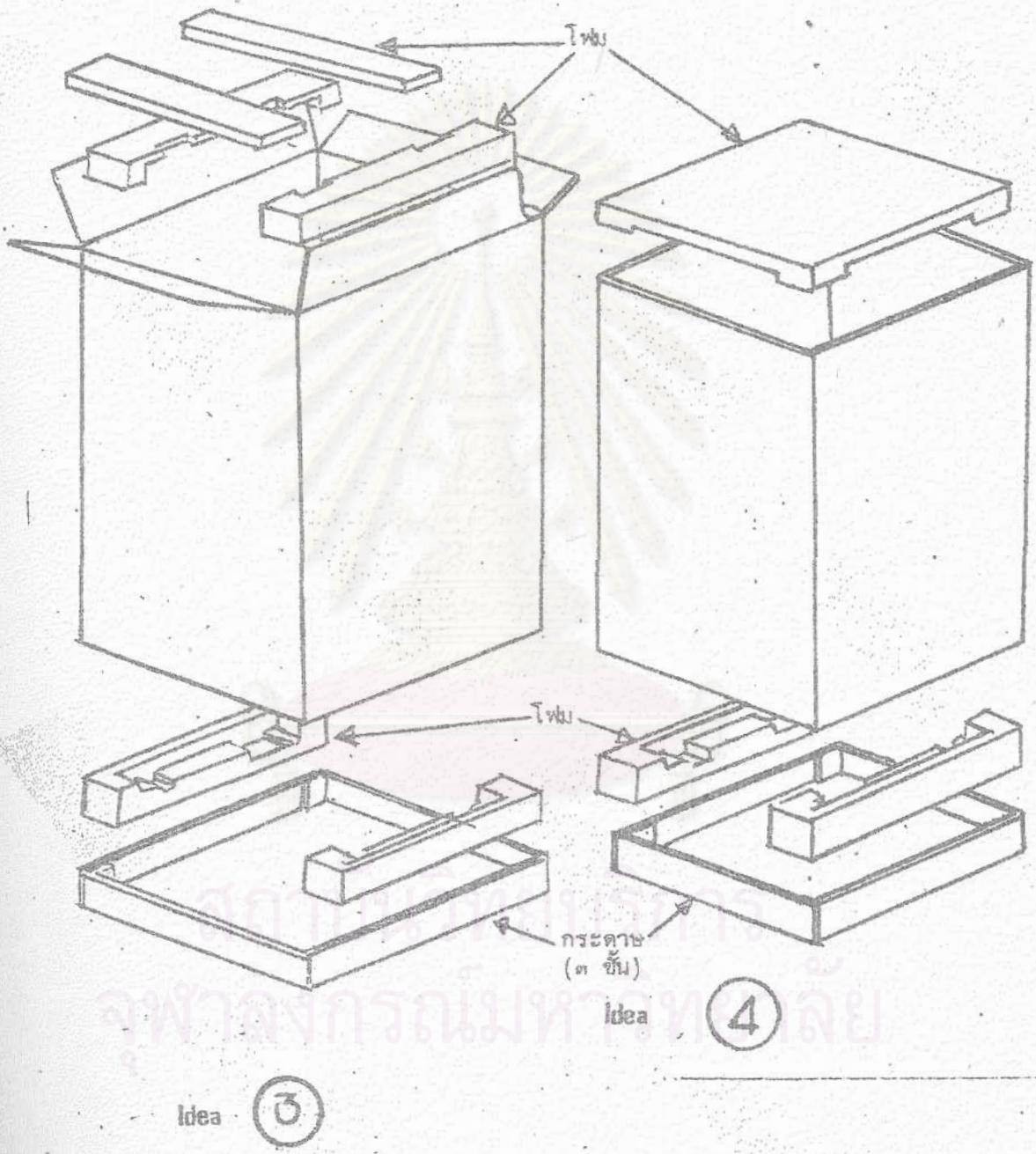
สำหรับหน้าที่รับน้ำหนักขณะซ้อนตู้นั้น เลือกความคิดที่ ๕ ใน Function ที่ ๑ ได้แก่ตัวตู้
ส่วนหน้าที่รับแรงกระแทก เลือกความคิดที่ ๒ ใน Function ที่ ๒ ได้แก่โฟม
หน้าที่บอกรายละเอียด เลือกความคิดที่ ๑๓ ใน Function ที่ ๓ ได้แก่ กล่องกระดาษ
หน้าที่ยึดรัดโครงสร้าง เลือกความคิดที่ ๑ , ๔ ใน Function ที่ ๔ ได้แก่ สายรัดพลาสติกและกระดาษแข็ง
หน้าที่ป้องกันฝุ่น เลือกความคิดที่ ๒ ใน Function ที่ ๕ ได้แก่ ถุงพลาสติก
หน้าที่เป็นที่จับขณะขนย้าย เลือกความคิดที่ ๓ ใน Function ที่ ๖ ได้แก่ กล่องกระดาษ
หน้าที่ส่งผ่านแรง เลือกความคิดที่ ๔ ใน Function ที่ ๗ ได้แก่ โฟม

เมื่อได้วัสดุสำหรับหน้าที่ต่าง ๆ แล้ว ได้ช่วยกันออกแบบใหม่ ซึ่งคราวนี้แนวความคิดได้พัฒนาไปพอสมควร ดังรูปที่ ๓.๙ และ รูป ๓.๑๐

020688



รูปที่ ๓.๔ แนวความคิดใหม่ในการพัฒนาชุด Packing



รูปที่ ๓.๑๐ แนวความคิดใหม่ในการพัฒนาชุด Packing

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓.๕ การประเมินผลการออกแบบ

ได้พิจารณาหาต้นทุนของทุก ๆ แนวความคิด และเปรียบเทียบกับต้นทุนของชุด Packing ปัจจุบัน ด้วยการกระจายต้นทุนไปตามหน้าที่ต่าง ๆ ดังตารางที่ ๓.๔

ตารางที่ ๓.๔ กระจายต้นทุนตามหน้าที่ต่าง ๆ (ชุด Packing ปัจจุบัน)

หน้าที่ (Function)	ต้นทุน (บาท)
๑. รับน้ำหนัก	๔๔.๐๐
๒. ป้องกันแรงกระแทก	๒๕.๐๐
๓. บอกรายละเอียด	๔๕.๖๐
๔. บังศับโครงสร้าง	๑๗.๗๐
๕. ป้องกันฝุ่น	๔.๑๐
รวม	๑๓๖.๔๐

สำหรับชุด Packing ใหม่ ทีมงานได้กระจายต้นทุนไปตามหน้าที่เช่นกัน ดูตารางที่ ๓.๕

ตารางที่ ๓.๕ กระจายต้นทุนตามหน้าที่ชุด Packing ใหม่

ต้นทุน (บาท) / หน้าที่	แบบ ๑	แบบ ๒	แบบ ๓	แบบ ที่ ๔
๑. รับน้ำหนัก (ตัวตู้เอง)	-	-	-	-
๒. ป้องกันแรงกระแทก	๔๔.๕๐	๔๔.๒๕	๔๒.๓๐	๓๘.๓๐
๓. บอกรายละเอียด	๓๘.๐๐	๓๘.๐๐	๔๖.๖๐	๓๘.๐๐
๔. บังศับโครงสร้าง	๓.๖๙	๗.๐๑	๓.๘๔	๓.๘๕
๕. ป้องกันฝุ่น	๔.๑๐	๔.๑๐	๔.๑๐	๔.๑๐
รวม	๙๐.๒๙	๙๓.๓๖	๙๖.๘๕	๘๔.๒๕

เปรียบเทียบต้นทุนของชุด Packing ปัจจุบัน(Cost) กับต้นทุนชุด Packing ใหม่ (Worth) พร้อมทั้งหาค่า Value Index (VI) และผลต่าง ดังตารางที่ ๓.๖

ตารางที่ ๓.๖ หาค่า Value Index และผลต่างต้นทุน

รายละเอียด	แบบปัจจุบัน	แบบที่ ๑	แบบที่ ๒	แบบที่ ๓	แบบที่ ๔
ต้นทุนปัจจุบัน C (บาท)	๑๓๖.๔๐	-	-	-	-
ต้นทุนชุด Packing ใหม่ W (บาท)	-	๙๐.๒๙	๙๓.๓๖	๙๖.๘๕	๘๔.๒๙
VI = Cost/Worth	-	๑.๕๑	๑.๔๖	๑.๔๐	๑.๖๑
ผลต่าง (C - W) (บาท)	-	๔๖.๑๑	๔๓.๐๔	๓๙.๕๕	๕๒.๑๕

จากการเปรียบเทียบต้นทุนและหาค่า Value Index นี้ ทำให้เห็นได้ว่า แนวโน้มในการออกแบบใหม่ น่าจะเป็นแนวความคิดที่ ๑ และที่ ๔ แต่เพื่อจะให้การประเมินผลเป็นไปอย่างละเอียดที่สุด จึงใช้การประเมินผลแบบ Evaluation Matrix โดยพิจารณาดูจากแฟคเตอร์ต่าง ๆ พร้อมทั้งกำหนดคุณค่า (Assigned Value) ดังนี้

	Assigned Value
๑. ต้นทุนวัสดุ (Material Cost)	๑๐
๒. คุณภาพ (Quality)	๙
๓. ความน่าเชื่อถือ (Reliability)	๘
๔. การปฏิบัติ - ขั้นตอน (Operation)	๘
๕. ความสวยงาม (Aesthetics)	๖
๖. ค่าแรงงาน (Labor Cost)	๕
๗. พื้นที่เก็บรักษา (Storage)	๔
๘. การโยกย้าย (Handling)	๔
๙. พลังงานที่ใช้ (Energy Usage)	๓
๑๐. สามารถหาได้ (Availability)	๓

ผลการประเมินอยู่ในรูปที่ ๓.๑๑

	น้ำหนัก	ต้นทุนรวมใช้	คุณภาพ	ความน่าเชื่อถือ	การปฏิบัติงาน	ความสวยงาม	ค่าแรงงาน	พื้นที่เก็บรักษา	การโยกย้าย	พลังงานที่ใช้	ความสามารถในการหา		
		กำหนดคุณค่า											
		๑๐	๙	๘	๘	๖	๕	๔	๔	๓	๓	Total	Rank
แบบที่ ๑	๕				X		X			X			
	๔	X	X	X		X		X	X		X		
	๓											๒๕๖	๑
	๒												
	๑												
SUB		๔๐	๓๖	๓๒	๔๐	๒๔	๒๕	๑๖	๑๖	๑๕	๑๒		
แบบที่ ๒	๕												
	๔								X				
	๓	X	X	X		X						๑๖๑	๔
	๒				X		X	X		X	X		
	๑												
SUB		๓๐	๒๗	๒๔	๑๖	๑๘	๑๐	๘	๑๖	๖	๖		
แบบที่ ๓	๕					X							
	๔			X					X		X		
	๓									X		๑๗๓	๓
	๒	X	X		X		X	X					
	๑												
SUB		๒๐	๑๘	๓๒	๑๖	๓๐	๑๐	๘	๑๖	๘	๑๒		
แบบที่ ๔	๕	X								X			
	๔					X			X		X		
	๓			X	X		X	X				๒๑๐	๒
	๒		X										
	๑												
SUB		๕๐	๑๘	๒๔	๒๔	๒๔	๑๕	๑๒	๑๖	๑๕	๑๒		

รูปที่ ๓.๑๑ การประเมินผลแบบ Matrix

เมื่อได้พิจารณาชุด Packing ของแบบต่าง ๆ อย่างละเอียดแล้วได้ลงมติเลือกแบบที่ ๑ และแบบที่ ๔ ซึ่งมีคะแนนมาก ไปทำตัวอย่างเพื่อเสนอต่อผู้บริหารต่อไป

ก่อนที่จะนำเสนอต่อผู้บริหารนั้น ได้พิจารณาข้อดีและข้อเสียของชุด Packing ของแบบที่ ๑ และแบบที่ ๔ อีกครั้ง

แบบที่ ๑	ข้อดี	ข้อเสีย
	๑. ราคาถูก	๑. สกปรกง่าย
	๒. กรรมวิธีในการประกอบง่าย	๒. ด้านบนแตกง่าย
	๓. คุณภาพดีที่สุด	
	๔. ชิ้นส่วนหาได้ง่าย	

แบบที่ ๔	ข้อดี	ข้อเสีย
	๑. ราคาถูก	๑. รับแรงกระแทกด้านล่างไม่ดี
	๒. ชิ้นส่วนหาได้ง่าย	๒. ค่าแรงงานสูง
		๓. เปียกน้ำด้านล่างได้ง่าย
		๔. ด้านบนแตกง่าย

ทำการออกแบบอีกครั้งโดยผสมผสานความคิดของแบบที่ ๑ และแบบที่ ๔ ด้วยการขจัดข้อเสียของทั้งสองแบบออกไป ชุด Packing ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาแล้ว ดังรูปสเก็ตที่ ๓.๑๒ และรูป ๓.๑๓

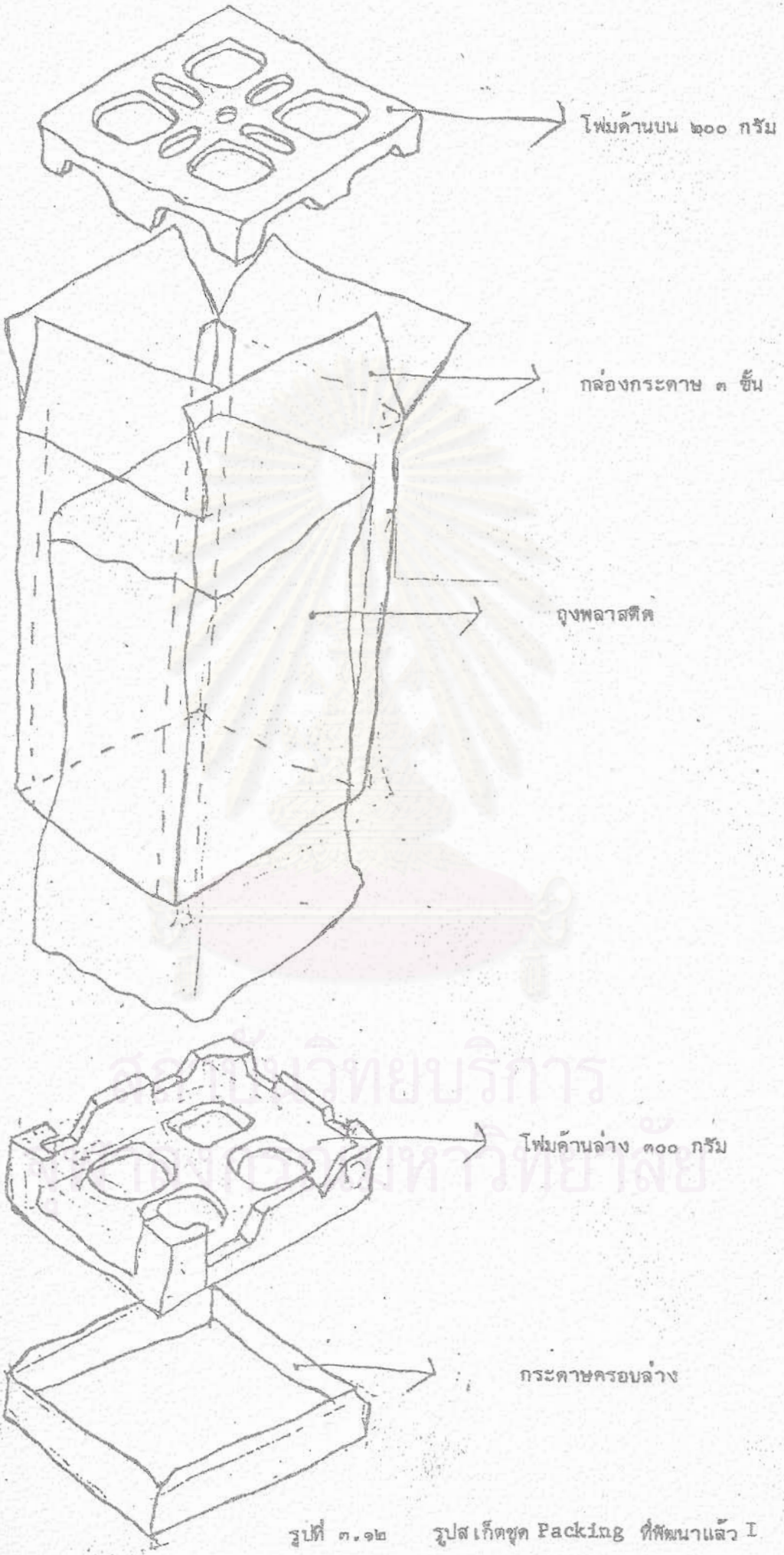
๓.๖ ขั้นทดสอบและพิสูจน์

รายการทดสอบประกอบด้วย

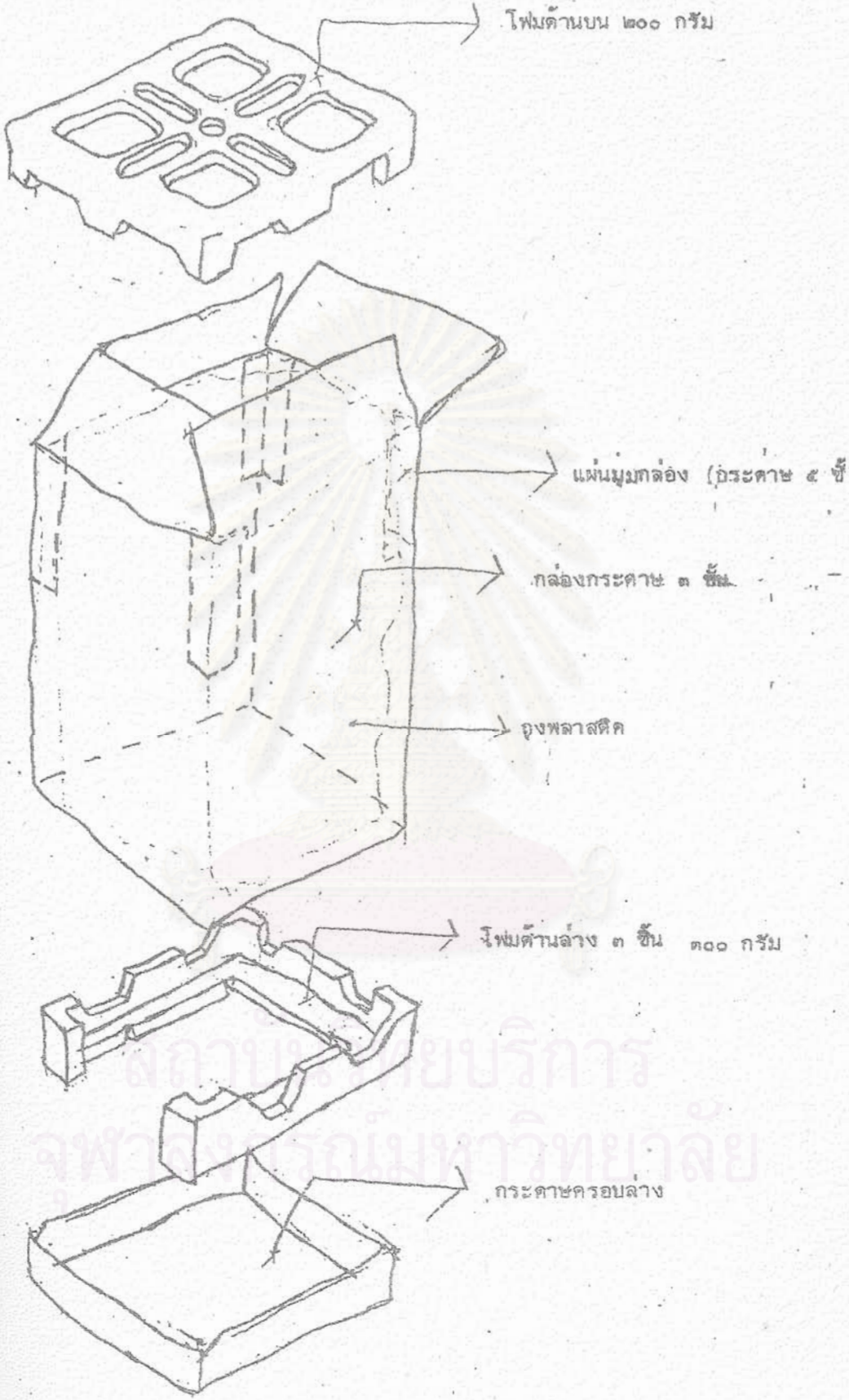
๑. Stacking test ยกตู้ซ้อน ๔ ชั้น เป็นเวลา ๗ วัน

๒. Drop test ให้พนักงาน ๒ คน ยกชุด Packing ที่บรรจุตู้เย็นขึ้นสูง ๑ ฟุต จากระดับพื้น แล้วปล่อยให้กระแทกกับพื้น ๓ ครั้ง

๓. Corner test ให้พนักงานยกตู้ที่ซ้อน ๔ ชั้น เป็นเวลา ๗ วัน แล้วยกสูง ๑ ฟุต ปล่อยให้มุมกระแทกพื้น ๓ ครั้ง



รูปที่ ๓.๑๒ รูปสเก็ตชุด Packing ที่พัฒนาแล้ว I



รูปที่ ๓.๑๓ รูปสเก็ตชุด Packing ที่พัฒนาแล้ว II

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดตรวจหลังการทดสอบ

๑. ขาตู้

๒. ฝาตู้ (ตรวจ Torque ที่สกรูยึดบานพับ)

๓. ถาดเครื่อง

๔. ฝาใน - ช่องกุญแจ

ได้ทำการทดสอบชุด Packing ปัจจุบัน ผลการทดสอบอยู่ในแบบฟอร์มรูปที่ ๓.๑๔

แผนกควบคุมคุณภาพ	ทดสอบ ๑. Stacking ๓. Corner ๒. Drop
วันที่ ๒๗ - ๑๐ ๒๔	แบบ ปัจจุบัน
จุดตรวจ	ผลการทดสอบ
๑. ไม้รองล่าง	ปกติ
๒. ฝาตู้	สูงขึ้นเล็กน้อย
๓. ฝาใน	แตกตรงช่องกุญแจ
๔. บานพับบน	แอ่นขึ้นเล็กน้อย
๕. ขาตู้	ยุบมาก
๖. ถาดเครื่อง	ยุบมาก
สรุปผลการทดสอบ ตู้อยู่ในสภาพเสียหาย ชุด Packing ปัจจุบันทนแรงกระแทกไม่ดี ในการทดลอง Drop test	

รูปที่ ๓.๑๔ แบบฟอร์มทดสอบชุด Packing ปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดสอบชุด Packing ซึ่งพัฒนาแล้วทั้ง ๒ แบบ ซึ่งสรุปผลการทดสอบดังรูปที่ ๓.๑๕ และ รูปที่ ๓.๑๖

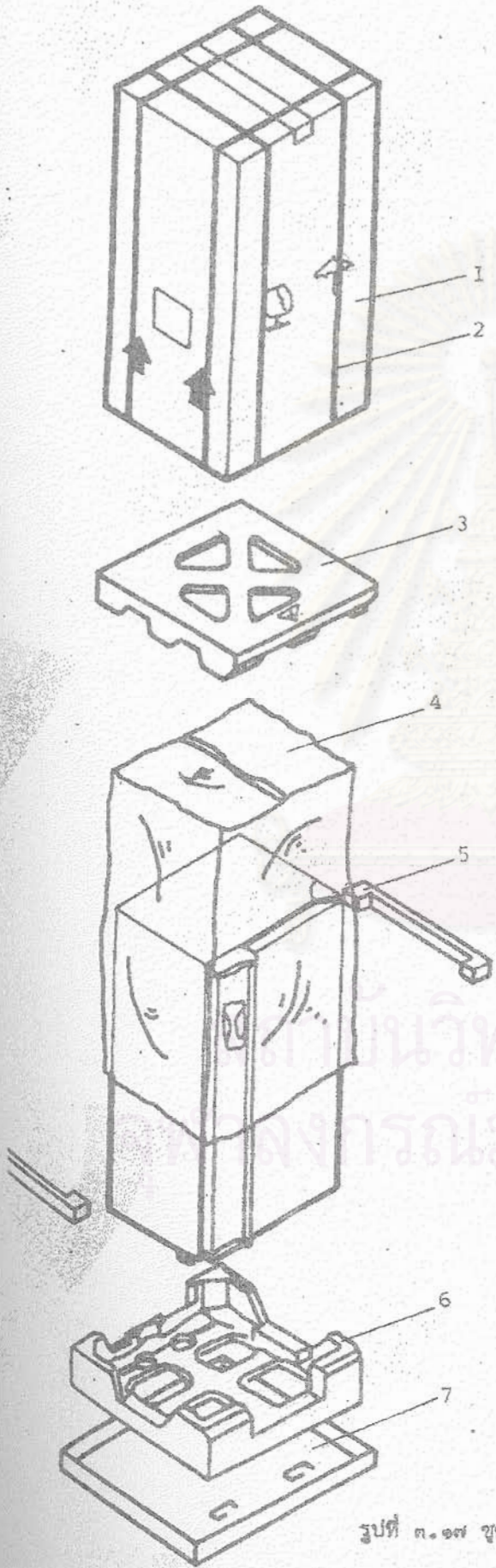
แผนก ควบคุมคุณภาพ	ทดสอบ ๑. Stacking ๒. Drop ๓. Corner
วันที่ ๒๗ - ๑๐ - ๒๔	แบบ พัฒนา I
จุดตรวจ	ผลการทดสอบ
๑. โฟมล่าง ๒. โฟมบน ๓. ฝาตู้ ๔. บานพับบน ๕. ขาตู้ ๖. ถาดเครื่อง	ปกติ ปกติ สูงขึ้นเล็กน้อย แอ่นขึ้นเล็กน้อย ปกติ ปกติ
สรุปผลการทดสอบ ตู้อยู่ในสภาพคงเดิม หลังจากทดสอบแล้ว ไม่มีปัญหานำไปใช้ได้ โฟมด้านบนและด้านล่าง ไม่มีผลต่อการจับเกาะของสี	

รูปที่ ๓.๑๕ ผลการทดสอบแบบพัฒนา I

แผนก ควบคุมคุณภาพ	ทดสอบ ๑. Stacking ๓. Corner ๒. Drop
วันที่ ๒๗ - ๑๐ - ๒๔	แบบ พัฒนา II
จุดตรวจ	ผลการทดสอบ
๑. โฟมล่าง	ปกติ
๒. โฟมบน	ปกติ
๓. ฝาตู้	สูงขึ้นเล็กน้อย
๔. บานพับบน	แอ่นขึ้นเล็กน้อย
๕. ขาตู้	ยุบเล็กน้อย
๖. ถาดเครื่อง	ยุบเล็กน้อย
สรุปผลการทดสอบ ตู้อยู่ในสภาพคงเดิมหลังจากทดสอบแล้ว ชุด Packing นี้ดีพอใช้ ถ้าสามารถแก้ปัญหาการรับแรงกระแทกที่ฐานล่างได้ดีกว่านี้ สามารถนำไปใช้ได้	

รูปที่ ๓.๑๖ ผลการทดสอบแบบพัฒนา II

ทำการออกแบบชุดพัฒนา I ใหม่ จนได้ชุด Packing ที่จะนำเสนอผู้บริหาร ดังรูปที่ ๓.๑๗



เลขที่	ชิ้นส่วน	ปริมาณ
๑	กล่องกระดาษ	๑
๒	สายรัดกล่อง	๔
๓	โฟมด้านบน	๑
๔	ถุงพลาสติค	๑
๕	โฟมด้านข้าง	๒
๖	โฟมด้านล่าง	๑
๗	กระดาษครอบล่าง	๑

รูปที่ ๓.๑๗ ชุด Packing ขั้นสุดท้ายที่เสนอแนะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ๓.๗ ต้นทุนชุด Packing ใหม่

รายการชิ้นส่วน	ปริมาณ	ราคา (บาท)
๑. กล่องกระดาษ	๑	๔๓.๑๕
๒. สายรัดกล่อง	๔	๓.๖๐
๓. โฟมด้านบน, ล่าง	ชุด	๔๘.๐๐
๔. โฟมด้านข้าง	๒	๑.๗๔
๕. ถุงพลาสติก	๑	๔.๑๐
๖. กระดาษครอบล่าง	๑	๕.๗๕
๗. ลวดเย็บกล่อง	๔	๐.๑๖
๘. เทปกระดาษกาว		๐.๑๑
รวม		๑๐๖.๖๑

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓.๗ ขั้นเสนอแนะเพื่อปรับปรุง

๑. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับต้นทุน (ต่อชุด) ดูตาราง ๓.๘

ตาราง ๓.๘ ต้นทุนและเปอร์เซนต์ที่ประหยัดได้

ชุด Packing	วัสดุ (บาท)	แรงงาน (บาท)	Overhead (บาท)	รวม (บาท)
แบบปัจจุบัน	๑๓๖.๔๐	๓.๘๐	๘.๖๐	๑๔๘.๘๙
แบบเสนอแนะ	๑๐๖.๖๑	๒.๗๓	๘.๖๐	๑๑๗.๙๔
ประหยัดได้	๒๙.๗๙	๑.๐๗	-	๓๐.๘๖
% ประหยัด	๒๑.๘๔%	๒๘.๑๕%	-	๒๐.๗๔%

๒. น้ำหนักลดลงประมาณ ๖๖ %

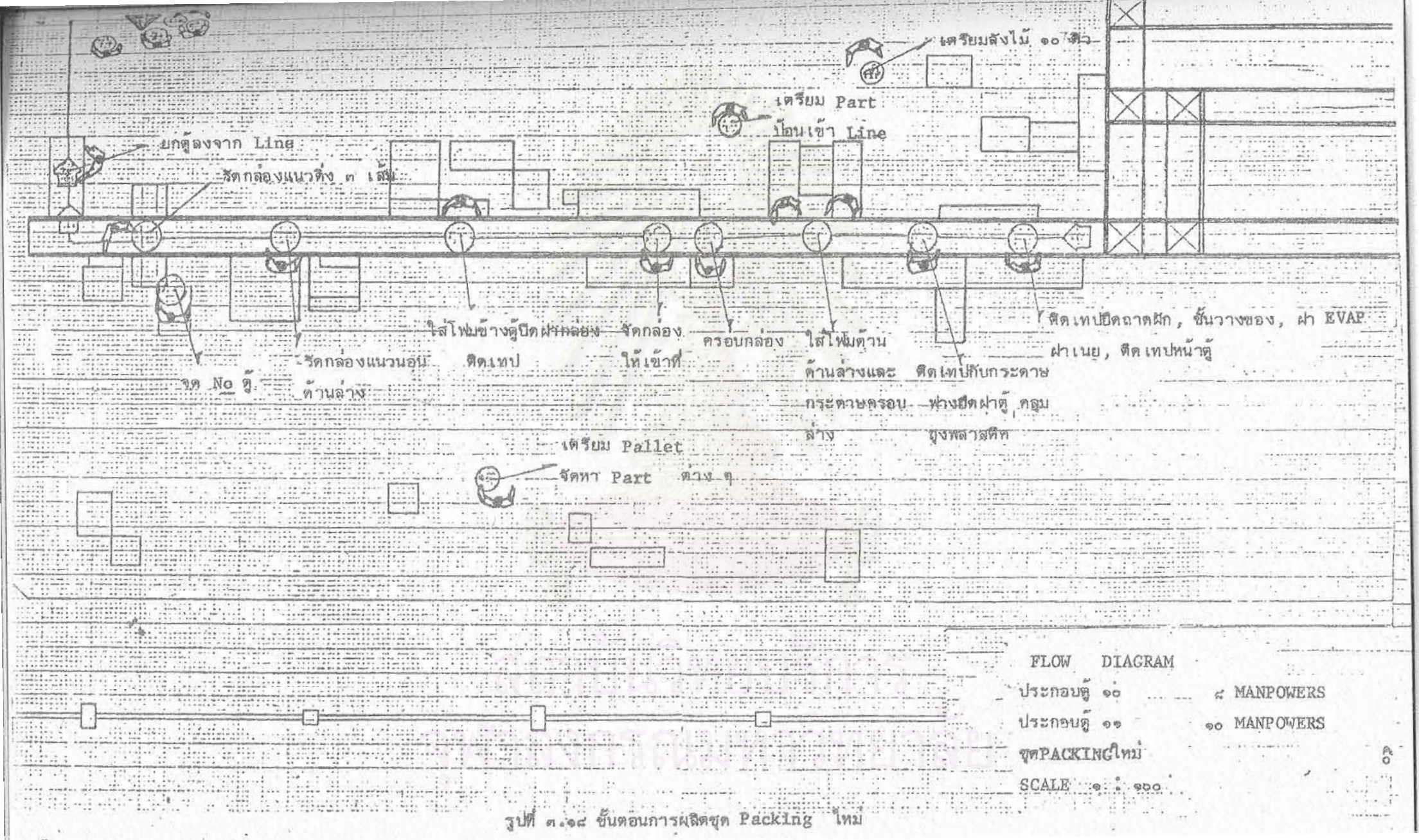
๓. ชิ้นส่วนลดลงจาก ๑๑ รายการ เหลือ ๗ รายการ ดังรูป ๓.๑๗

๔. ลดขั้นตอนการผลิตง่ายขึ้นและปลอดภัย ลดคนประกอบจาก ๒๔ คน เหลือ ๑๘ คน ดังรูป ๓.๑๘

๕. คุณภาพ ดีกว่าของเดิม

สรุป มูลค่าวัสดุที่ประหยัดได้ ประมาณ ๓,๐๐๐,๐๐๐ บาท (สามล้านบาท/ปี)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๓.๑๘ ขั้นตอนการผลิตชุด Packing ใหม่

บทที่ ๔

การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่ากับโรงงานฟอกย้อม

๔.๑ ขั้นเลือกโครงการ

โรงงานตัวอย่างเป็นโรงงานรับจ้างฟอกผ้าและย้อมผ้า ต้นทุนในการผลิตนอกจากค่าแรงแล้ว มีค่าใช้จ่ายสูงสุดอีก ๔ อันดับดังนี้:-

๑. ค่าพลังงาน	๔๐%	คิดเป็นเงิน	๔,๓๗๒,๒๘๘	บาท/ปี
๒. สารเคมีต่าง ๆ	๒๒.๕%	"	๒,๔๖๘,๙๕๙	บาท/ปี
๓. โซดาไฟ	๑๘.๔%	"	๒,๐๑๖,๘๑๖	บาท/ปี
๔. สีย้อม	๑๐.๗%	"	๑,๑๗๖,๒๗๘	บาท/ปี

เนื่องจากโรงงานนี้เก่ามาก ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานสูง การปรับปรุงต้องลงทุน เจ้าของกิจการไม่ต้องการลงทุนมาก การทำ VE ในเรื่องนี้จึงต้องยุติ

สำหรับสารเคมีต่าง ๆ นั้น มีอยู่หลายสิบชนิดและใช้อยู่เกือบทุกกระบวนการผลิตยากต่อการพิจารณา ดังนั้นจึงเลือกเป้าหมายในการลดต้นทุนเพียง ๒ รายการ คือ โซดาไฟ และสีย้อม

๔.๒ ขั้นรวบรวมข้อมูล

๑. ข้อมูลกำลังผลิต ฟอกย้อมผ้าได้ทั้งสิ้น ๙,๗๕๘,๔๖๙ หลาต่อปี

๒. ข้อมูลต้นทุนการผลิตดูตารางที่ ๔.๑

๓. ข้อมูลเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต

๓.๑ เครื่องเผาขน ๑ ชุด

๓.๒ หม้อต้มผ้า ๒ ชุด

๓.๓ เครื่องล้างผ้า ๒ เครื่อง

๓.๔ เครื่องฟอกขาว ๒ เครื่อง

๓.๕ เครื่องอบผ้า ๓ เครื่อง

๓.๖ เครื่องเมอเซอไรส์ ๑ ชุด

๓.๗ เครื่องย้อมจิกเกอร์ ๑๖ เครื่อง

๓.๘ เครื่องย้อมจิกเกอร์ความดันสูง ๔ เครื่อง

๓.๙ เครื่องต้มผ้าจิกเกอร์ ๑ เครื่อง

๓.๑๐ เครื่องม้วนผ้าสำหรับย้อม ๑ เครื่อง

๓.๑๑ เครื่องคลี่ผ้าที่ย้อมแล้ว ๑ เครื่อง

๓.๑๒ เครื่องลงสารเคมี อบ และยืดผ้า ๑ ชุด

๓.๑๓ เครื่องรีดผ้าให้มัน ๑ เครื่อง

๓.๑๔ เครื่องวัดหลาผ้า ๒ เครื่อง

๓.๑๕ เครื่องม้วนผ้าสำเร็จรูป ๕ เครื่อง

๓.๑๖ หม้อน้ำ ๒ หม้อ

ชนิดของต้นทุน	จำนวนหน่วย	จำนวนเงิน	%	รวม
พลังงาน				
น้ำมันเตา (ลิตร)	๑,๐๔๔,๔๑๖	๒,๗๗๔,๗๒๗	๒๕.๓	
น้ำมันดีเซล (ลิตร)	๒๐๖,๕๔๘	๘๒๘,๘๐๘	๗.๖	
น้ำมันหล่อลื่น แก๊ส และอื่น ๆ	-	๑๔๕,๖๖๗	๑.๔	
ไฟฟ้า	-	๖๒๓,๐๘๖	๕.๗	
				๔,๓๗๒,๒๘๙
สารเคมี				
โซดาไฟ (ก.ก.)	๕๒๖,๓๘๙	๒,๐๑๖,๘๑๖	๑๘.๓	
สารเคมีต่าง ๆ	-	๒,๔๖๘,๙๕๙	๒๒.๕	
				๔,๔๘๕,๗๗๕
สีย้อม	-	๑,๑๗๖,๒๗๘	๑๐.๗	๑,๑๗๖,๒๗๘
ค่าซ่อมแซม	-	๖๕๒,๕๑๙	๖.๐	๖๕๒,๕๑๙
เบ็ดเตล็ด	-	๒๗๘,๗๔๘	๒.๕	๒๗๘,๗๔๘
		รวม	๑๐๐%	๑๐,๙๖๕,๖๐๘

ตารางที่ ๔.๑ ต้นทุนการผลิตต่อปี

๔. ข้อมูลกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตเริ่มจากนำผ้าดิบแต่ละผืนมาต่อปลายเข้าด้วยกัน เพื่อให้เป็นผ้ายาวผืนเดียว กรรมวิธีแบ่งเป็น ๗ ขั้นตอนคือ

๑. เผาขน

๒. ต้มทำความสะอาด

๓. ฟอกขาว

๔. ทำเมอร์เซอไรส์

๕. ย้อมสี

๖. ตกแต่ง สำเร็จ

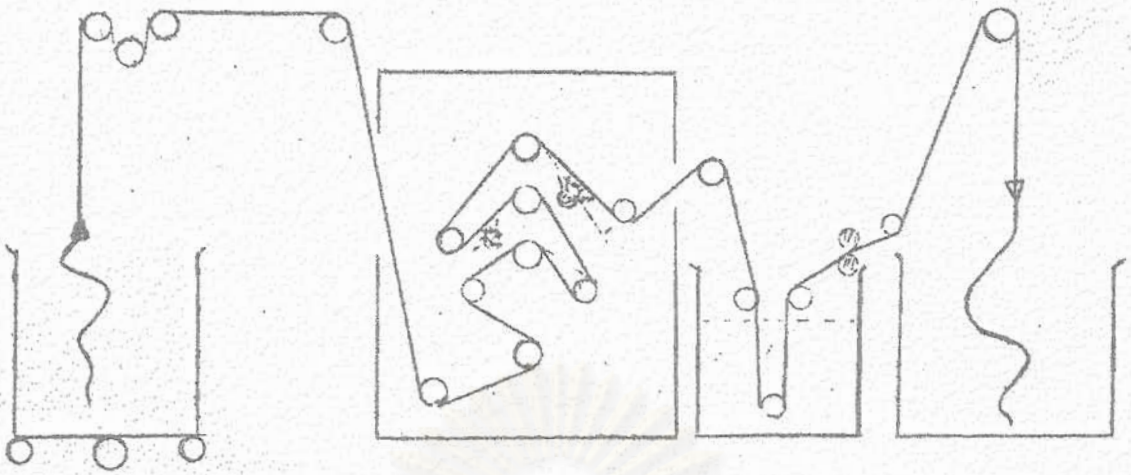
๗. การบรรจุหีบห่อ

๑. เผาขน

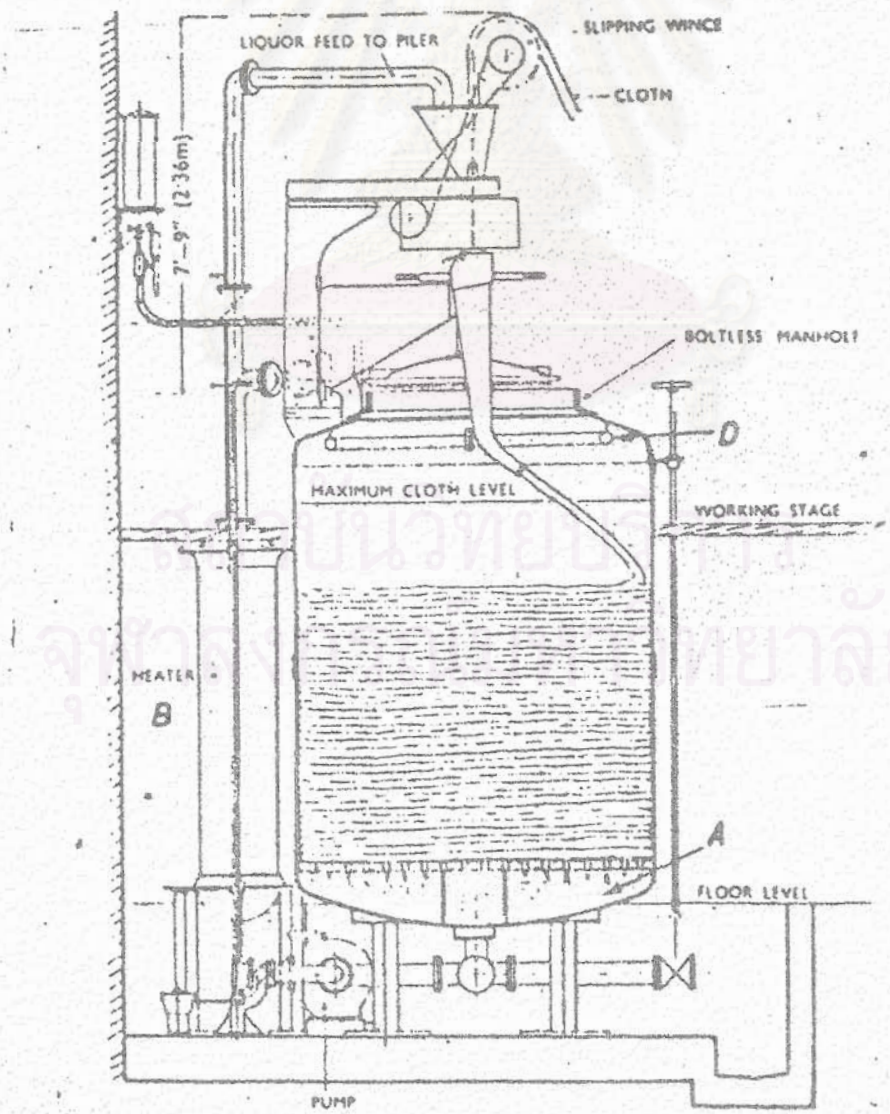
กำจัดขนที่โผล่ขึ้นมาจากผิวผ้าให้เรียบ เพื่อย้อมสีได้สม่ำเสมอ เครื่องเผาขนมีลักษณะดังรูปที่ ๔.๑ ผ้าดิบที่ต่อปลายแล้วจะเรียงอยู่บนรถเข็น ๔ ล้อ ผ้าที่เข้าสู่เครื่องเผาต้องปรับให้ตึงและเข้าเครื่องเต็มความก้าวของหน้าผ้าตั้งได้ฉากกับเปลวไฟ ความร้อนของเปลวไฟทำให้ขนไหม้แต่ไม่ทำให้ผ้าไหม้ เมื่อผ่านเปลวไฟแล้วผ้าจะผ่านอ่างน้ำเพื่อดับเปลวไฟ ผ้าขึ้นจากน้ำผ่านลูกกลิ้ง เก็บไว้ในอ่างเก็บผ้า

๒. ต้มทำความสะอาด

ต้มผ้าเพื่อขจัดไขมัน ขี้ฝุ้ง เพื่อให้เส้นใยสะอาดและดูดความชื้นได้ดี ต้มผ้าในหม้อเกียร์ภายใต้ความดัน ๒-๓ กก/ซม^2 ที่อุณหภูมิ ๑๒๐-๑๓๐ °ซ. (ดูรูปที่ ๔.๒) หม้อหนึ่งจะใส่ผ้าได้ ๑๕๐ พับ ๆ ละ ๑๒๐ หลา มีน้ำหนักประมาณ ๒๕๐๐ กิโลกรัม น้ำยาเคมีที่ใช้ต้มผ้าคือ สารละลายโซดาไฟ โซดาแอชและสบู่เหลว โซดาไฟต้องมีความเข้มข้น ๓-๕ °โบเม่ แล้วแต่ชนิดของผ้าว่าหนาหรือบาง



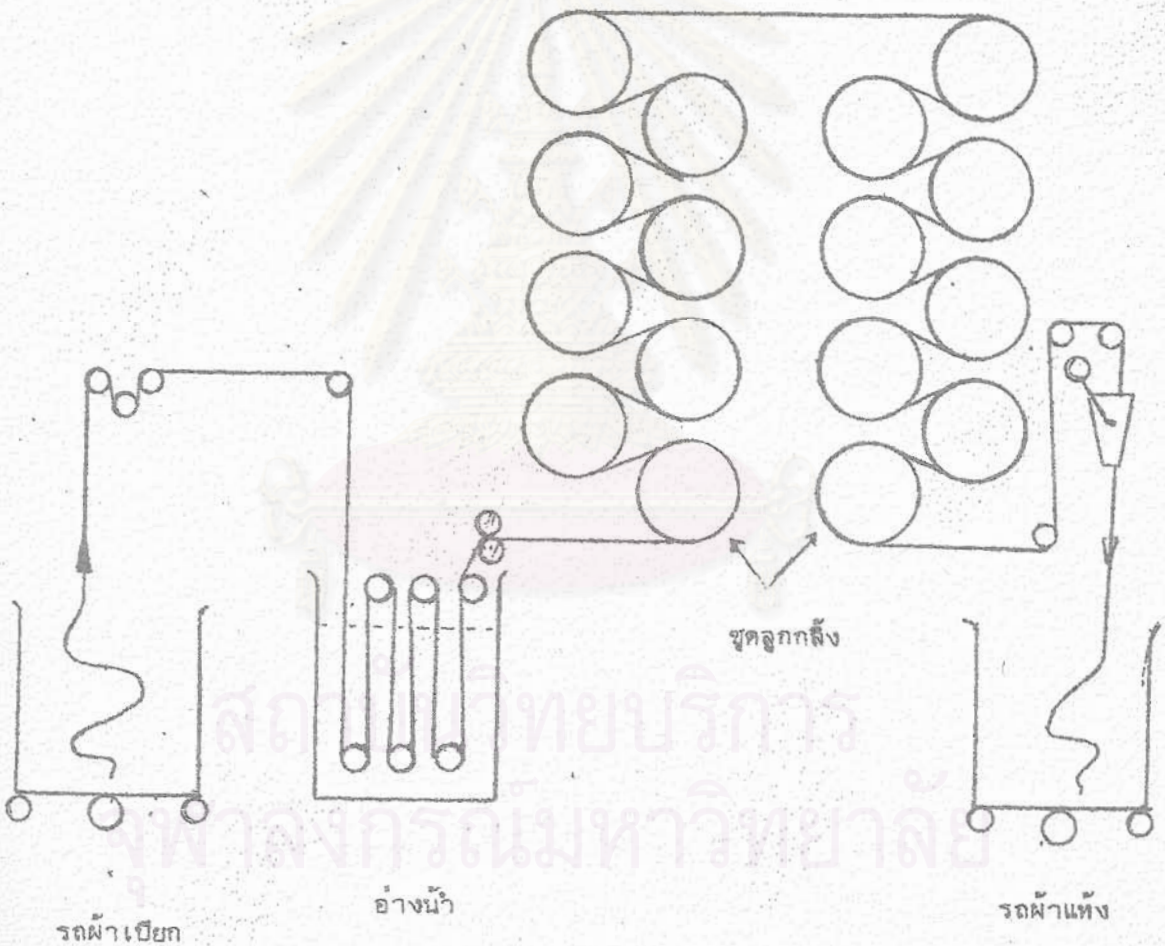
รูปที่ ๔.๑ เครื่องเผาขน



รูปที่ ๔.๒ หม้อเทียร์ต้มผ้าความดันสูง

๓. ฟอกขาว

ฟอกด้วยน้ำยาฟอกขาว เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรด์, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ผ้า ๑ หม้อ ใช้เวลาฟอกประมาณ ๑ ชั่วโมง จากนั้นนำผ้าไปล้างน้ำจนสะอาด แล้วจึงนำไปอบแห้งด้วยเครื่องแบบลูกกลิ้ง (ดูรูปที่ ๔.๓) ลูกกลิ้งมี ๒ ชุด โดยได้รับความร้อนจากไอน้ำ ผ้าที่ผ่านเครื่องอบนี้จะแห้งสนิททั้ง ๒ ด้าน แล้วเก็บไว้บนรถเข็น ๔ ล้อ



รูปที่ ๔.๓ เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง

๔. ทำเมอร์เซอไรส์

เป็นขบวนการนำผ้าไปจุ่มในสารละลายโซดาไฟเข้มข้น เพื่อให้ผ้ามันเงา และดูดสีย้อมได้ดีขึ้น (ดูรูปที่ ๔.๔) ผ้าแห้งที่ผ่านการฟอกขาวแล้วจะนำไปลงอ่างน้ำยาโซดาไฟเข้มข้น (๒๕ °โบเม่) อ่างที่ ๑ โดยมีลูกกลิ้ง A จับผ้ามิให้พับ เมื่อผ่านโซดาไฟแล้วจะมีลูกกลิ้ง B บีบน้ำยาส่วนเกิน อ่างนี้จะมีการเติมโซดาไฟตลอดเวลา ผ่านผ้าไปยังลูกกลิ้ง D ชุดที่ ๑ เพื่อดึงผ้าให้ยืดตามยาว ผ่านอ่างโซดาไฟอ่างที่ ๒ บีบน้ำยาส่วนเกินออก ผ่านลูกกลิ้ง D ชุดที่ ๒ ผ่านเข้าเครื่องยืดหน้าผ้า เพราะการทำเมอร์เซอไรส์ผ้าจะหดตัว ระหว่างนี้จะมีน้ำพ่นเพื่อให้โซดาไฟบนผ้าเจือจาง มีเครื่องดูดน้ำ E ดูดน้ำบนผ้าลงในอ่างน้ำล้น ซึ่งเปิดน้ำสะอาดออกมาผสมตลอดเวลา เมื่อผ่านออกมาถึงท้ายเครื่องผ้าที่สะอาดไม่มีโซดาไฟเหลืออยู่ เก็บผ้าไว้บนรถเข็น ๔ ล้อ ถ้าเป็นผ้าย้อมจะนำไปยังเครื่องม้วนผ้า แต่ถ้าเป็นผ้าขาวจะนำไปอบแห้ง

๕. ย้อมสี

เครื่องย้อมสีเป็นแบบจิกเกอร์ มีหลักการทำงานโดยให้ผ้าที่ม้วนไว้ทางปลายด้านหนึ่งเคลื่อนผ่านสีย้อมซึ่งอยู่กับที่ไปเก็บยังเครื่องม้วนอีกด้านหนึ่ง แล้วให้ผ้าผ่านกลับไปกลับมาจนผ้ามีสีเข้มตามต้องการ (ดูรูป ๔.๕)

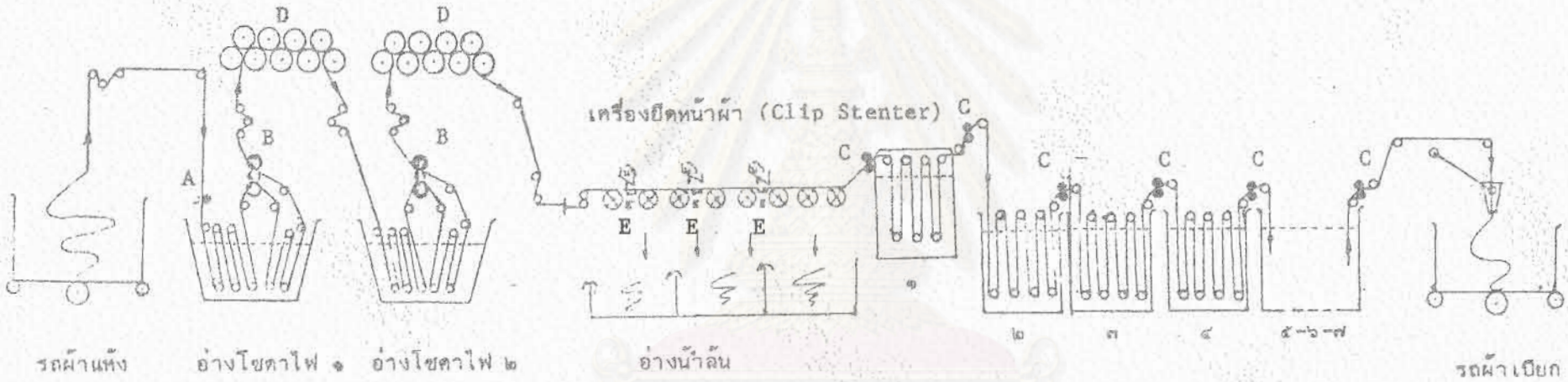
ผ้าฝ้ายย้อมสีดำใช้สีซิลเฟอร์สีดำ ซึ่งทนทานต่อการซัก สีไม่ตก และราคาถูก เมื่อย้อมเสร็จแล้ว ล้างผ้าให้สะอาดแล้วนำไปอบแห้งด้วยลูกกลิ้ง

๖. ตกแต่งสำเร็จ

ผ้าที่อบแห้งแล้วจะถูกส่งมายังเครื่องตกแต่งผ้าซึ่งทางโรงงานเรียกว่า เครื่องฟามาเท็กซ์ ประกอบด้วยอ่างน้ำยาเคมี ห้องอบ และเครื่องยืดหน้าผ้า (ดูรูปที่ ๔.๖) ผ้าที่ผ่านเข้ามายังเครื่องนี้จะลงน้ำยาเคมีตามความต้องการของลูกค้า เช่น ผ้าขาวที่จะนำไปพิมพ์ลวดลายจะลงคราม เพื่อให้ดูขาว ลงแป้งเพื่อให้ดูผ้าแข็ง หรือจะลงเรซิ่นเพื่อกันผ้ายับ

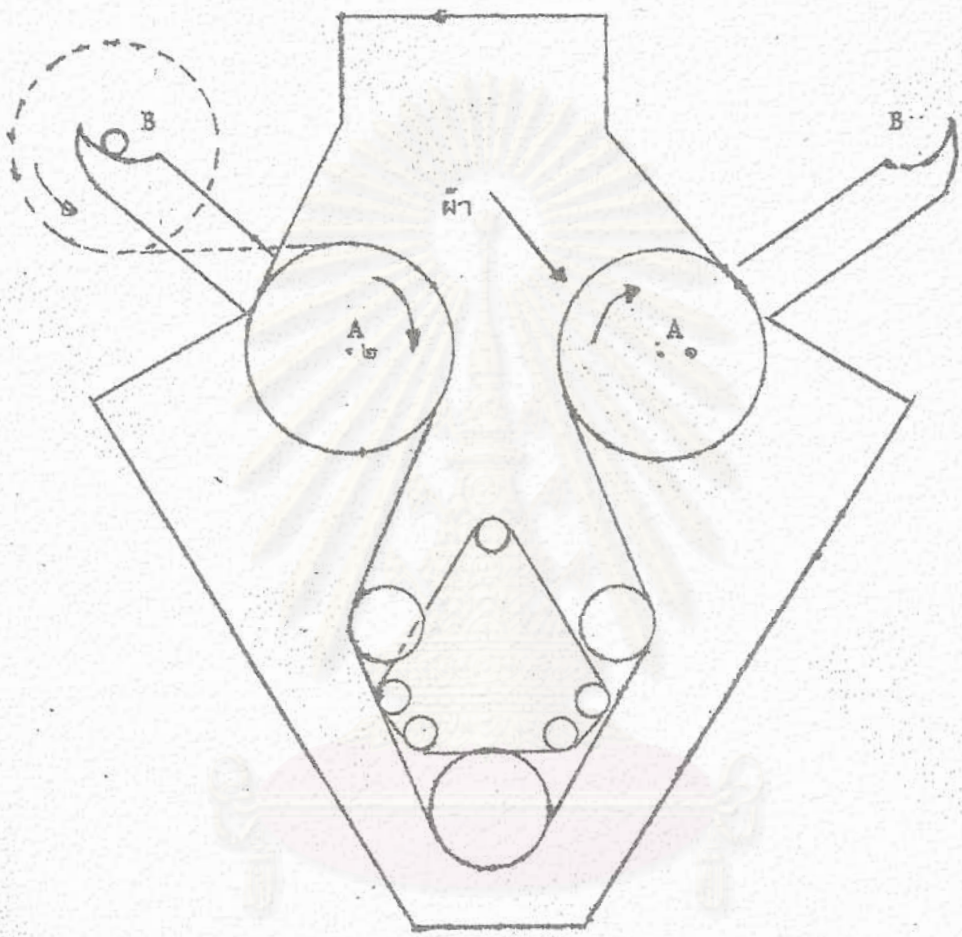
เมื่อลงน้ำยาเคมีแล้วผ้าจะเข้าห้องอบและเครื่องยืด เพื่อยืดให้หน้าผ้ามีความกว้างตามต้องการ แล้วผ่านเข้าห้องอบชุดที่ ๒ เพื่ออบผ้าให้แห้งสนิท เก็บผ้าไว้ในรถเข็น ๔ ล้อ เพื่อส่งต่อไปยังหน่วยบรรจุหีบห่อ

รูปที่ ๔. ๔ เครื่องเมอร์เซอร์ไรส์ (Mercerize M/C)



A : ลูกกลิ้งนำผ้า
B : ลูกกลิ้งบีบโซดาไฟส่วนเกินออก
C : ลูกกลิ้งบีบน้ำส่วนเกินออก
D : ลูกกลิ้งดึงผ้าให้ตึง
E : เครื่องดูดน้ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๔.๕ เครื่องย้อมจิกเก้อร์ความดันสูง

(High pressure Jigger)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๗. การบรรจุทีบห่อ

ในขั้นนี้นำผ้าที่ตกแต่งสำเร็จแล้วมาวัดความยาวเป็นหลาเพื่อที่จะตัดแบ่งเป็นพับเล็ก ๆ ตามความต้องการ ขนาด ๓๐ หลา และ ๖๐ หลา คนวัดผ้าจะเป็นผู้ตรวจว่าผ้ามีตำหนิหรือไม่ จากนั้นประทับตราเครื่องหมายการค้า ม้วนเป็นพับนำไปเก็บยังห้องผ้าสำเร็จรูป

ผ้าย้อมสีอื่นต้องผ่านกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ยกเว้นสีดำไม่ต้องผ่านขั้นฟอกขาว ส่วนผ้าขาวไม่ต้องผ่านขั้นย้อมสี สรุปกระบวนการผลิตผ้าสีอยู่ในรูปที่ ๔.๗

๕. ข้อมูลการควบคุมคุณภาพ

๑. โซดาไฟ ควบคุมความเข้มข้นด้วยการวัดความถ่วงจำเพาะโดยไฮโดรมิเตอร์

๒. ย้อมสี**เข้าเพียบว่า**เหมือนของจริงหรือไม่ ด้วยสายตา

๓. ตรวจสอบความเรียบร้อยด้วยสายตา

๖. ข้อมูล เกี่ยวกับโซดาไฟ

๑. ปริมาณที่ต้องการ ๕๒๗,๐๐๐ กิโลกรัมต่อปี

๒. ลักษณะทั่วไป เป็นของเหลวใส ความถ่วงจำเพาะ ๕๐° โบเม่ (สารละลายโซดาไฟเข้มข้น ๕๐ โบเม่ ๑ กิโลกรัม มีเนื้อโซดาไฟอยู่ ๕๐๑ กรัม หรือ ๕๐% โดยน้ำหนัก) ละลายน้ำได้ดี

๓. ด้านการใช้งาน มีที่ใช้อยู่ ๓ แห่ง

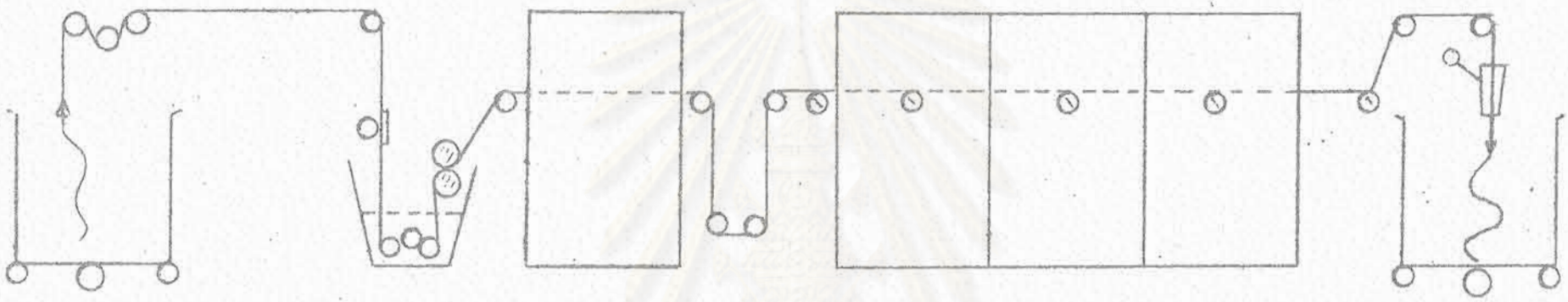
ก. กระบวนการเมอร์เซอไรส์ ใช้โซดาไฟเข้มข้น ๒๕° โบเม่ ปริมาณการใช้ทั้งหมด ๖๘%

ข. กระบวนการต้มผ้าใช้โซดาไฟเข้มข้น ๓-๕° โบเม่ ปริมาณการใช้ ๒๗%

ค. กระบวนการย้อมสี ใช้โซดาไฟเข้มข้น ๒๕° โบเม่ ปริมาณการใช้ ๕%

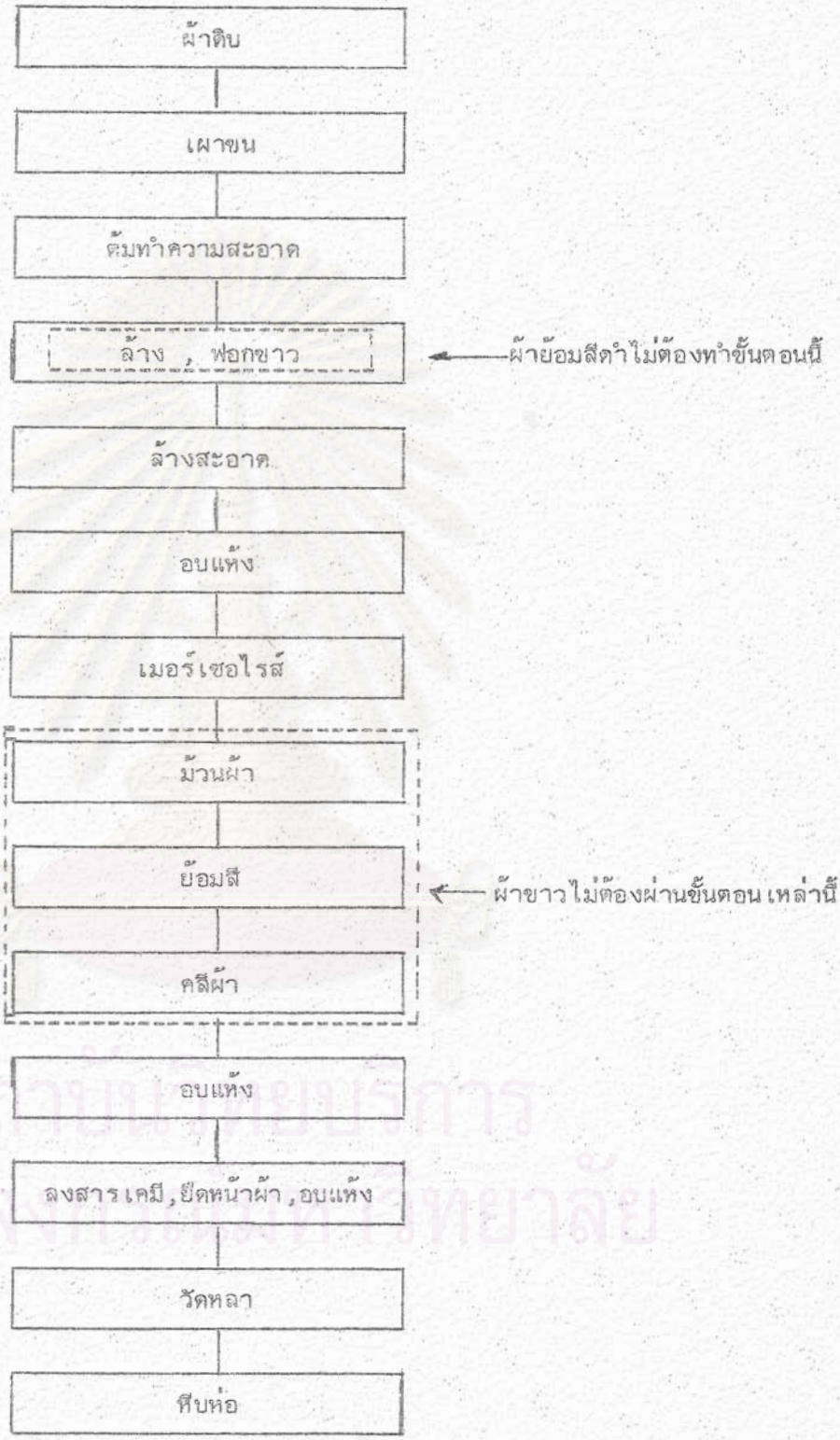
โซดาไฟเข้มข้น ๕๐° โบเม่ ถูกนำมาผสมน้ำเป็นครั้งแรกให้เหลือความเข้มข้น ๒๕° โบเม่ เก็บไว้ กระบวนการผลิตใดต้องการโซดาไฟที่เจือจางกว่านี้ ก็จะนำโซดาไฟ ๒๕° โบเม่ นี้ไปผสมน้ำเป็นครั้งที่ ๒ ให้เหลือความเข้มข้นตามต้องการ

กระบวนการเมอร์เซอไรส์ใช้โซดาไฟเข้มข้น ๒๕° โบเม่ ประมาณวันละ ๖๕๐๐ ลิตร



รูปที่ ๔.๖ เครื่องตกแต่งสำเร็จ (Famatex)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๔.๗ แผนภูมิกระบวนการทำผ้าสี

กระบวนการต้มผ้าใช้โซดาไฟเข้มข้น ๓-๕ โบเม่ ประมาณวันละ ๑๙,๕๐๐ ลิตร

๔. ด้านการจัดซื้อ

โรงงานจัดซื้อโดยตรงจากบริษัทอาซาฮีโซดาไฟ (ไทย) จำกัด ในลักษณะเป็นของเหลวเข้มข้น ๕๐° โบเม่ ในราคากิโลกรัมละ ๔.๙๐ บาท

๗. ข้อมูลเกี่ยวกับสีย้อม

สีซัลเฟอร์ดำ โรงงานนี้ใช้มากที่สุด

๑. ปริมาณที่ต้องการ ๑๑,๐๐๐ กิโลกรัมต่อปี

๒. ลักษณะทั่วไป สีซัลเฟอร์ดำเป็นผงแข็งสีดำ ไม่ละลายน้ำ ละลายได้ดีในด่างที่มีรีดิวซิ่งเอเจนต์อยู่ด้วย เมื่อละลายแล้ว ย้อมติดผ้าฝ้ายได้ดี

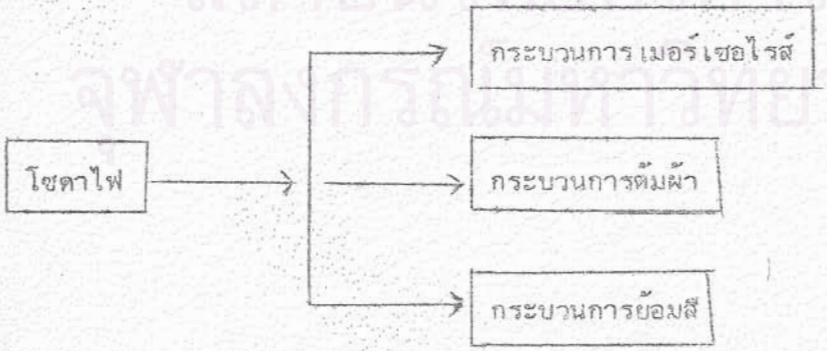
๓. ด้านการใช้งาน สีซัลเฟอร์ดำใช้ย้อมผ้าฝ้าย ผ้าผสมเทโตรอน/คอตตอน สามารถทนทานต่อการซักและทนต่อแสงได้ดี สีค่อนข้างทึบ

๔. ด้านการจัดซื้อ โรงงานซื้อโดยตรงจากผู้แทนจำหน่ายในประเทศ ปัจจุบันใช้สีจากประเทศสาธารณประชาชนจีน และประเทศโปแลนด์ผสมกัน ทั้งนี้เนื่องจากมีราคาถูกและคุณภาพดี

สีซัลเฟอร์ดำจากประเทศจีนราคากิโลกรัมละ ๕๐ บาท

สีซัลเฟอร์ดำจากประเทศโปแลนด์ราคากิโลกรัมละ ๓๙ บาท

๔.๓ <u>ขั้นวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน</u>



โซดาไฟมีที่ใช้อยู่ ๓ กระบวนการดังแผนภูมิ การวิเคราะห์หน้าที่จะวิเคราะห์ที่กระบวนการต่าง ๆ ดังรูป ๔.๘

เลขที่	องค์ประกอบ	หน้าที่		จำแนกหน้าที่		หมายเหตุ
		คำกริยา	คำนาม	หลัก	รอง	
๑	โซดาไฟในกระบวนการเมอร์เซอไรส์	ดูดซึม เพิ่ม เพิ่ม	สีย้อม ความเหนียว ความเงา	/	/ /	
๒	โซดาไฟในกระบวนการต้มผ้า	กำจัด	ไขมัน สิ่งสกปรก	/	/	
๓	โซดาไฟในกระบวนการย้อมสี	เปลี่ยน แตกตัว	ความเป็นกรด-ด่าง สีย้อม	/	/	

รูปที่ ๔.๘ วิเคราะห์หน้าที่โซดาไฟ

<u>สีย้อม</u>

ผ้าที่นำมาย้อมที่โรงงานนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผ้าย้อมสีดำ ส่วนผสมของสีย้อมประกอบด้วย

๑. สีซัลเฟอร์ดำ
๒. โซเดียมซัลไฟด์
๓. โซดาแอช
๔. เกลือแกง
๕. น้ำร้อน

ตัวที่จะทำให้ผ้าย้อมเป็นสีดำ ได้แก่ สีซัลเฟอร์ดำ ดังนั้นหน้าที่หลักของสีซัลเฟอร์ดำคือย้อมผ้าให้เป็นสีดำ ส่วนทนต่อการซักนั้นเป็นหน้าที่รอง

๔.๔ ขั้นสร้างสรรค์ความคิด เพื่อปรับปรุง

หน้าที่หลักของโซดาไฟนั้น ได้แก่

๑. ดูดซึมสีย้อม

๒. กำจัดไขมัน

๓. เปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (p - H)

หน้าที่หลักทั้ง ๓ นี้ หน้าที่ที่สำคัญที่สุดได้แก่ การดูดซึมสีย้อมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้จะต้องช่วยกันระดมความคิดว่า มีวัสดุหรือหนทางอื่นอีกไหมที่จะทำให้การดูดซึมสีย้อมดีขึ้น

หน้าที่ดูดซึมสีย้อม

๑. โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์
๒. แอมโมเนียเหลว
๓. เกลือแกง
๔. เกลือโกลเมอร์
๕. ความร้อน
๖. ความเข้มข้นโซดาไฟที่เหมาะสม
๗. โซดาไฟที่ใช้แล้ว

สำหรับหน้าที่หลักของสีซัลเฟอร์ดำคือ ย้อมผ้าให้เป็นสีดำนั้น ต้องคิดว่าจะมีสิ่งใดมาทดแทนหน้าที่นี้ได้หรือไม่

หน้าที่ย้อมผ้าให้เป็นสีดำ

๑. ผงถ่าน
๒. สีไดเร็กท์
๓. สีซัลเฟอร์ดำ, ที่มีราคาถูกกว่า
๔. สีวัตต์
๕. สีแอสิด
๖. น้ำสีที่ใช้แล้ว
๗. สีดิสเพิส
๘. มะเกลือ

เมื่อได้สิ่งที่จะมาทำหน้าที่ดูดซึมสีย้อม และย้อมผ้าให้เป็นสีดำแล้ว จะนำมาประเมินผลต่อไป

๔.๕ ขั้นประเมินผลข้อเสนอ

เมื่อได้พิจารณาข้อเสนอในขั้นความคิดสร้างสรรค์ ประกอบกับการพิจารณากระบวนการผลิตของโรงงานแล้ว ได้ลงมติว่า หน้าที่ดูดซึมสีย้อมนั้นเลือกความคิดที่ ๗ คือโซดาไฟที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้อีก

การทำเมอร์เซอไรส์ โดยการนำผ้าฝ้ายไปจุ่มสารละลายโซดาไฟเข้มข้นภายใต้แรงดึง หลังจากผ้าทำปฏิกริยากับโซดาไฟแล้ว ต้องล้างเอาโซดาไฟที่ค้างอยู่บนผ้าออกให้หมด น้ำล้างผ้ามีโซดาไฟเหลืออยู่ ทางโรงงานได้ทิ้งน้ำส่วนนี้ลงท่อระบายน้ำซึ่งถือว่าเป็นของเสียของโรงงาน กลุ่ม VE มีความเห็นว่า น่าจะพิจารณานำน้ำล้างผ้าเมอร์เซอไรส์ที่มีโซดาไฟปนอยู่กลับมาใช้ใหม่ ได้ทำการศึกษาปริมาณโซดาไฟที่ทิ้ง รายละเอียดอยู่ในตารางที่ ๔.๒

ตารางที่ ๔.๒ น้ำทิ้งจากเครื่องเมอร์เซอไรส์

แหล่งน้ำทิ้ง	อุณหภูมิน้ำทิ้ง (°ซ)	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลิตร/ชม.)	ปริมาณโซดาไฟ (กรัม/ลิตร)	ปริมาณโซดาไฟที่ทิ้งต่อชั่วโมง (กิโลกรัม)
บ่อน้ำล้น	๓๕	๔๒๒๔	๔.๖๗๓๘	๑๙.๗๔
อ่างล้าง ๑	๗๗	๗๒๐	๒๑.๗๕๓๖	๑๕.๖๖
อ่างล้าง ๒	๖๕	๑๔๔	๒.๗๑๓๘	๐.๓๙
อ่างล้าง ๓	๓๕	๗๒๐	๐.๘๓๗๖	๐.๖๐

อ่างน้ำล้าง ๒ และ ๓ มีโซดาไฟอยู่น้อย ไม่นำมาพิจารณาสำหรับบ่อน้ำล้นและอ่างน้ำล้าง ๑ นั้น ปริมาณโซดาไฟที่ทิ้งรวมกันได้ ๓๕.๔๐ กิโลกรัมต่อชั่วโมง

เครื่องเมอร์เซอไรส์ทำงานวันละ ๑๘ ชั่วโมง ปีละ ๓๐๐ วัน

โรงงานทิ้งโซดาไฟไป ๓๕.๔๐ x ๑๘ x ๓๐๐ = ๑๙๑,๑๖๐ กก./ปี

โซดาไฟที่ทางโรงงานซื้อเป็นแบบของเหลวข้น ๕๐ โบเม่

มีเนื้อโซดาไฟ ๕๐% โดยน้ำหนัก ราคากิโลกรัมละ ๔.๔๐ บาท

โซดาไฟที่ทิ้งไปกับน้ำล้างคิดแบบ ๕๐ โบเม่

$$= \quad ๑๙๑,๑๖๐ \times \frac{๑๐๐}{๕๐} = ๓๘๒,๓๒๐ \quad กก./ปี$$

$$= \quad ๓๘๓,๓๒๐ \times ๔.๙๐ \quad บาท/ปี$$

$$= \quad ๑,๘๗๓,๓๖๘ \quad บาท/ปี$$

สำหรับหน้าที่ย้อมผ้าให้เป็นสีดำนั้น จากการสังเกตุของกลุ่ม VE พบว่า หลังจากย้อมผ้าเสร็จแล้ว น้ำย้อมยังมีสีดำมากน่าจะนำกลับมาใช้ได้ใหม่อีก จึงพิจารณาข้อเสนอในข้อ ๖ คือ การนำน้ำสีที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่

โรงงานนี้ใช้เครื่องย้อมแบบจิกเกอร์ ย้อมผ้าม้วนละ ๖๐๐ หลา หนักประมาณ ๖๘ กิโลกรัม เมื่อย้อมเสร็จแล้วมีน้ำย้อมเหลือ ๑๕๐ ลิตร เครื่องย้อมจิกเกอร์มี ๑๖ เครื่อง ดังนั้น

น้ำย้อมที่ต้องการถ่ายออก = ๑๖ x ๑๕๐ = ๒,๔๐๐ ลิตร หรือ ๒.๔๐ $ม^{๓}$

ถ้าสามารถนำน้ำสีที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยการเติมสีซัลเฟอร์ดำลงไปอีก ก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีก ทั้งนี้จะต้องทำการทดสอบดูในขั้นตอนต่อไป

๔.๖ <u>ขั้นทดสอบพิสูจน์</u>

โซดาไฟที่อยู่ในน้ำทิ้งมีสีใสและค่อนข้างบริสุทธิ์มีเศษด้ายเจือปนบ้างเล็กน้อย การนำกลับมาใช้ใหม่ทำได้ง่าย โดยการทำให้น้ำทิ้งมีโซดาไฟเข้มข้นขึ้นและนำไปผ่านเครื่องกรองก็จะได้โซดาไฟที่สะอาดกลับมาใช้ใหม่ได้

จากตารางที่ ๔.๒ คิดปริมาณน้ำทิ้งและโซดาไฟเฉพาะบ่อน้ำล้นและอ่างที่ ๑

แหล่งน้ำทิ้ง	ปริมาณน้ำทิ้ง (ลิตร/ชั่วโมง)	ปริมาณโซดาไฟ (กก./ชม.)
บ่อน้ำล้น	๔๒๒๔	๑๙.๗๔
อ่างล้าง ๑	๗๒๐	๑๕.๖๖
รวม	๔๙๔๔	๓๕.๔๐

ปริมาณโซดาไฟที่ทิ้งเฉลี่ย = $\frac{๓๕,๔๐๐}{๔,๙๔๔}$ = ๗.๑๖ กรัม/ลิตร

โซดาไฟที่จะนำกลับมาใช้ใหม่นี้สามารถนำมาใช้ในกระบวนการเมอร์เซอไรส์โดยผสมกับโซดาไฟเข้มข้น ๔๐ โบเม่ หรือจะนำไปใช้ในกระบวนการต้มผ้าก็ได้ ซึ่งจะสามารถประหยัดการใช้โซดาไฟทั้งสิ้น

โรงงานใช้โซดาไฟในการต้มผ้าเข้มข้น ๓-๕° โบเม่ ขนาด ๖.๕ ม^{๓} จำนวน ๓ ถังต่อวัน

โซดาไฟในการเมอร์เซอไรส์เข้มข้น ๒๕° โบเม่ จำนวน ๖.๕ ม^{๓} ต่อวัน

จากตารางโซดาไฟในภาคผนวก

๕° โบเม่ = ๓๒.๖ กรัม/ลิตร

๓๓ กรัม/ลิตร

น้ำทิ้งโซดาไฟ ๗.๑๖ กรัม/ลิตร จะทำให้เข้มข้นเป็น ๓๓ กรัม/ลิตร ต้องลดปริมาณน้ำลง

เนื้อโซดาไฟ ๓๓ กรัม อยู่ในน้ำ ๑.๐๐๐ ลิตร

" ๗.๑๖ " " $\frac{๗.๑๖}{๓๓}$ x ๑.๐๐๐

= ๐.๒๑๗ ลิตร

∴ ต้องลดปริมาณน้ำ ๑ ลิตร ให้เหลือ ๐.๒๑๗ ลิตร

<u>การคำนวณหาปริมาณน้ำเพื่อให้ได้เนื้อโซดาไฟกลับมาเท่าเดิม</u>

เนื้อโซดาไฟ ๗.๑๖ กรัม มีน้ำอยู่ ๐.๒๑๗ ลิตร

" (ที่ทิ้ง) ๓๕,๔๐๐ " " $\frac{๐.๒๑๗ \times ๓๕,๔๐๐๐}{๗.๑๖}$

∴ น้ำที่ปล่อยล้างผ้าควรเป็น = ๑๐๗๓ ลิตร/ชั่วโมง

เครื่องเมอร์เซอไรส์ทำงานวันละ ๑๘ ชั่วโมง ปีละ ๓๐๐ วัน

คิดเป็นปริมาณน้ำ = ๑๐๗๓ x ๑๘ = ๑๙,๓๑๔ ลิตร/วัน

ปริมาณน้ำที่ปล่อยล้างผ้า ๔๙๔๔ ลิตร/ชั่วโมง

" " ควรเป็น ๑๐๗๓ ลิตร/ชั่วโมง

∴ ลดปริมาณการใช้ผ้า = ๔๙๔๔ - ๑๐๗๓ = ๓๘๗๑ ลิตร/ชั่วโมง

= ๓๘๗๑ x ๑๘ x ๓๐๐ = ๒๐,๙๐๓,๔๐๐ ลิตร

= ๒๐,๙๐๐ ม^{๓}/ปี

น้ำ ๑ ม^{๓} ราคา ๑ บาท

จะประหยัดค่าน้ำได้ = ๒๐,๙๐๐ บาท/ปี

การทำให้โซดาไฟในน้ำทิ้งมีความเข้มข้นขึ้น

เมื่อต้องการให้น้ำทิ้งมีโซดาไฟเข้มข้น ๕° โบเม่ หรือประมาณ ๓๓ กรัม/ลิตร ต้องใช้น้ำล้างในบ่อน้ำล้นและอ่างน้ำล้าง ๑ เพียง ๑,๐๗๓ ลิตร/ชั่วโมง จึงต้องมีการปรับปรุงการล้างผ้าของเครื่องเมอร์เซอไรส์ใหม่ดังนี้:-

เชื่อมอ่างน้ำล้าง ๑ และบ่อน้ำล้นเข้าด้วยกันแล้วปล่อยน้ำล้างของอ่าง ๑ ลงยังบ่อน้ำล้น เพิ่มปริมาณน้ำของอ่างล้าง ๑ จาก ๗๒๐ ลิตรต่อชั่วโมงเป็น ๑,๐๗๓ ลิตร/ชั่วโมง ส่วนบ่อน้ำล้นปิดน้ำทั้งหมด เมื่อน้ำไหลลงมาอยู่ในบ่อน้ำล้นซึ่งความเข้มข้นยังไม่ถึงระดับที่ต้องการ จะถูกปั๊มไปเป็นน้ำสเปร์ไปล้างผ้าที่เข้ามาใหม่ ทำให้น้ำนี้มีความเข้มข้นขึ้น เครื่องซัคชั่นที่อยู่ใต้ผ้าจะดูดน้ำที่ค้างบนผ้าออก แทนที่จะให้ปล่อยลงมายังบ่อน้ำล้นเหมือนเดิม ดูดไปปล่อยยังบ่อพักน้ำ A ที่สร้างขึ้นมาใหม่ บรรจุได้ ๒ ม^{๓} เป็นบ่อซีเมนต์ที่ขุดลงไปได้ระดับพื้นดิน ซึ่งทำให้ได้น้ำทิ้งโซดาไฟมีความเข้มข้นตามที่ต้องการ (๕° โบเม่) สร้างถังกรองและพักโซดาไฟ B ขนาด ๓ ม^{๓} จำนวน ๓ ถัง เพื่อกรองโซดาไฟให้สะอาดขึ้นและพักรอการนำไปใช้ต่อไป โซดาไฟที่เก็บไว้นี้ สามารถใช้ในการต้มผ้าได้เลย หรือจะนำไปผสมกับโซดาไฟเข้มข้น (๕๐° โบเม่) เพื่อนำไปทำเมอร์เซอไรส์ใหม่ก็ได้ ดูรูปที่ ๔.๙ ผังบริเวณเครื่องเมอร์เซอไรส์ที่ปรับปรุงใหม่ จากการประเมินราคาค่าก่อสร้างโดยผู้รับเหมาคิดเงินประมาณ ๓๐,๐๐๐ บาท

แต่การปรับปรุงครั้งนี้ได้โซดาไฟกลับมาคิดเป็นเงิน	๑,๘๗๓,๓๖๘	บาท/ปี
สามารถประหยัดค่าน้ำได้อีก	๒๐,๙๐๐	บาท/ปี
รวมเงินที่สามารถประหยัดได้	๑,๘๙๔,๒๖๘	บาท/ปี

ต้นทุนโซดาไฟต่อปี = ๒,๐๑๖,๘๑๖ บาท/ปี

ปรับปรุงได้โซดาไฟกลับคืนมา = ๑,๘๗๓,๓๖๘ บาท/ปี

∴ เปอร์เซนต์ที่ประหยัดได้ = $\frac{๑,๘๗๓,๓๖๘}{๒,๐๑๖,๘๑๖} \times ๑๐๐$

= ๙๒.๘๘%

แต่ต้องลงทุนเพิ่มคิดเป็นเงินประมาณ ๓๐,๐๐๐ บาท

ระยะเวลาคืนทุน = $\frac{\text{เงินลงทุนเริ่มแรก}}{\text{เงินที่ประหยัดได้ต่อปี}}$

= $\frac{๓๐,๐๐๐}{๑,๘๙๔,๒๖๘}$ = ๐.๐๑๕๘ ปี

= ๕.๗๕ วัน

ประมาณ = ๕ วัน

การย้อมสีซัลเฟอร์ดำในโรงงาน ใช้เครื่องย้อมแบบจิกเกอร์ ย้อมผ้าม้วนละ ๖๐๐ หลา โดยใช้อัตราส่วนสีย้อมและสารเคมีดังนี้

สีซัลเฟอร์ดำ	๑	๒.๐	กิโลกรัม
สีซัลเฟอร์ดำ	๒	๑.๕	กิโลกรัม
โซเดียมซัลไฟด์		๖.๐	กิโลกรัม
โซดาแอช		๑.๐	กิโลกรัม
เกลือแกง		๑๒.๐	กิโลกรัม
อุณหภูมิ	๙๕°ซ - ๑๐๐°ซ		

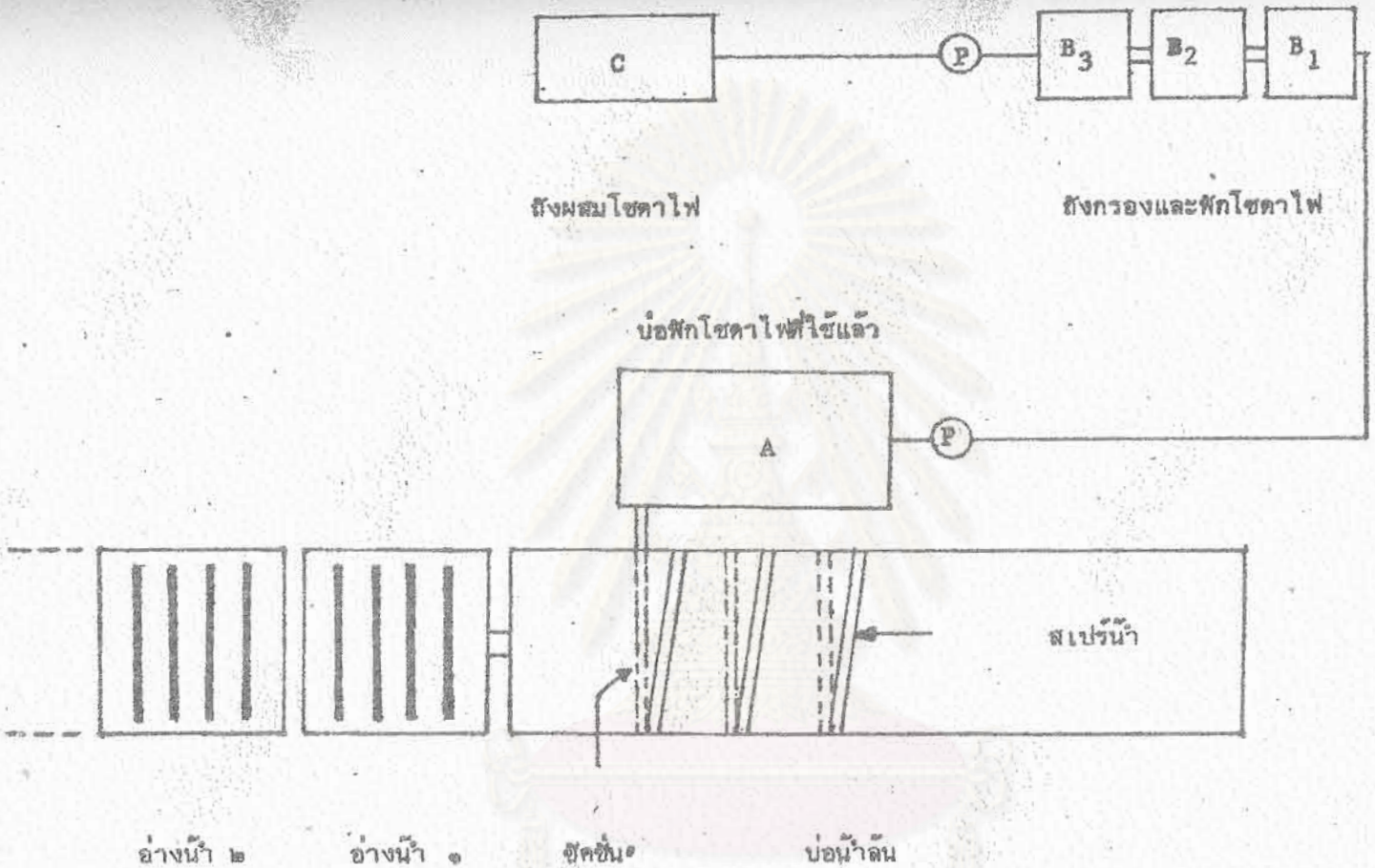
เมื่อย้อมเสร็จแล้วมีน้ำย้อมเหลือ ๑๕๐ ลิตร

เมื่อทำการย้อมเสร็จแล้วทำการออกซิไดส์ด้วย

โปตัสเซียมไดโครเมท	๐.๘	กิโลกรัม
กรดน้ำส้ม	๒.๐	ลิตร

แล้วล้างผ้าจนสะอาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๔.๔ บริเวณเครื่องเมอร์เซอไรส์ที่ปรับปรุงแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแนวความคิดที่ว่าสีซัลเฟอร์ดำมีความสามารถในการดูดซึมเส้นใยไม่ดี ทำให้มีสีเหลืออยู่ในน้ำย้อมเป็นปริมาณมาก สามารถนำน้ำย้อมที่ย้อมแล้วมาใช้ใหม่โดยเพิ่มสีเพียง ๕๐-๗๕% ของสีเดิม ได้ทำการทดลองย้อมดังนี้

ใช้ผ้าฝ้ายไม่ฟอก	๕	กรัม
สีซัลเฟอร์ดำ	๕%	ของน้ำหนักผ้า
โซเดียมซัลไฟด์	๗.๕%	ของน้ำหนักผ้า
โซดาแอช	๑.๕%	ของน้ำหนักผ้า
เกลือแกง	๑๗.๕%	ของน้ำหนักผ้า
อัตราส่วนน้ำ:ผ้า	๓๐:๑	
ย้อมที่อุณหภูมิ ๑๐๐ °ซ	๕	นาที

นำผ้าไปล้างน้ำแล้วออกซิไดซ์ด้วย

โปแตสเซี่ยมไดโครเมท	๕.๐	กรัม/ลิตร
กรดน้ำส้ม	๑๓.๐	กรัม/ลิตร
อัตราส่วนน้ำต่อผ้า	๓๐:๑	
อุณหภูมิห้อง		

เมื่อออกซิไดส์แล้วนำผ้าไปต้มด้วยสารละลายสบู่ ๒ กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ ๑๐๐ °ซ ๑๕ นาที นำผ้าไปฝึงให้แห้ง นำน้ำย้อมของผ้าผืนแรกมาเป็นน้ำย้อมของผ้าผืนที่สอง โดยการเติมสีลงไป ๔๐% ของสีที่ใช้ย้อมผืนแรก นอกนั้นเติมเหมือนผ้าผืนแรกทุกอย่าง

ทำการทดลองย้อมเช่นนี้โดยเปลี่ยนเปอร์เซนต์ของสีย้อมโดยเติม ๔๐, ๖๐, ๗๐ และ ๘๐% ของสีเดิมลงไปในน้ำย้อมถ้วยแรก ผลการทดลองปรากฏว่าผ้าที่เติมสี ๗๐% ลงในน้ำย้อมมีความเข้มของสีเท่ากับผ้าผืนแรก แสดงว่าเมื่อนำผ้าย้อมของครั้งแรกมาใช้สามารถลดปริมาณของสีย้อมลง ๓๐%

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการบพว่าสามารถนำน้ำย้อมของสีซัลเฟอร์ดำที่ใช้แล้วมาใช้ได้อีก สามารถลดปริมาณของสีย้อมครั้งต่อไปได้ ๓๐% จึงลองนำผลการทดลองนี้ไปย้อมในโรงงาน **ผ้าม้วนแรก**ได้ย้อมเสร็จตามสูตรเดิม ใช้น้ำย้อมที่เหลือมาย้อมผ้าม้วนที่ ๒ โดยเติมสีและสารเคมีดังนี้

สีซัลเฟอร์ดำ ๑	๑.๕	กิโลกรัม
สีซัลเฟอร์ดำ ๒	๑.๐	"
โซเดียมซัลไฟด์	๔.๐	"
โซดาแอซ	๑.๐	
เกลือแกง	๑๒.๐	"

เงื่อนไขการย้อมเหมือนผ้าม้วนแรกทุกประการ ผลปรากฏว่าผ้าม้วนที่สอง ย้อมได้สีดำสนิทเหมือนผ้าม้วนแรก

จะเห็นได้ว่า การย้อมโดยใช้น้ำย้อมที่ใช้แล้วมาใช้อีก ทำให้ลดต้นทุนได้ดังนี้ :-

สีซัลเฟอร์ดำ ๑ ๐.๕ ก.ก. @ ๕๐.๐๐ บาท

= ๐.๕ x ๕๐.๐๐ = ๒๕.๐๐ บาท

สีซัลเฟอร์ดำ ๒ ๐.๕ ก.ก. @ ๓๙.๐๐ บาท

= ๐.๕ x ๓๙.๐๐ = ๑๙.๕๐

โซเดียมซัลไฟด์ ๒ ก.ก. ๑๐.๕๐ บาท

= ๒ x ๑๐.๕๐ = ๒๑.๐๐ บาท

รวม ๖๕.๕๐ บาท/ม้วน

โรงงานย้อมผ้าดำปีละ ๓๒๐๐ ม้วน

∴ เงินที่ประหยัดได้ปีละ = ๓๒๐๐ x ๖๕.๕๐ = ๒๐๙,๖๐๐ บาท

เปอร์เซนต์ที่ประหยัดได้ = $\frac{\text{เงินที่ประหยัดได้}}{\text{ต้นทุนย้อม}}$ x ๑๐๐

= $\frac{๒๐๙,๖๐๐}{๑,๑๗๖,๒๗๘}$

= ๑๗.๘๒%

เมื่อย้อมผ้าได้สีเข้มตามที่ต้องการ ถ่ายน้ำสีทิ้งท่อระบายน้ำแล้วจึงทำการออ๊กซิไดส์และล้างผ้าในถังย้อม แต่ถ้าต้องการเก็บน้ำย้อม จะต้องถ่ายผ้าม้วนที่ย้อมเสร็จไปออ๊กซิไดส์และล้างยังถังย้อมอื่น ทำให้ไม่สะดวกในการทำงานและเสียเวลาถ่ายผ้า ต้องแก้ไขโดยการสร้างถังเก็บผ้าย้อมต่างหาก เมื่อย้อมผ้าเสร็จแล้วถ่ายน้ำสีไปเก็บยังถังพักโดยไม่จำเป็นต้องถ่ายผ้าออก จึงต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้น

เครื่องย้อมจิกเกอร์มีอยู่ ๑๖ เครื่อง เมื่อย้อมเสร็จแล้วมีผ้าย้อมเหลือ ๑๕๐ ลิตร/เครื่อง

ผ้าย้อมที่ต้องถ่ายออก = ๑๕๐ x ๑๖ = ๒,๔๐๐

= ๒.๔ $ม^{๓}$

ขุดบ่อพักผ้าย้อมทำด้วยซีเมนต์ขนาด ๑.๕ x ๒ x ๑ = ๓ $ม^{๓}$ ให้ระดับต่ำกว่าพื้นดิน โดยมีฝาปิดด้านบนด้วย ต่อท่อจากถังย้อมแต่ละถัง ให้ไหลมารวมกันที่บ่อนี้ ผ้าย้อมจะไหลลงมายังบ่อด้วยแรงดึงดูดของโลก บ่อพักนี้สามารถรับผ้าย้อมได้หมดจากเครื่องย้อม

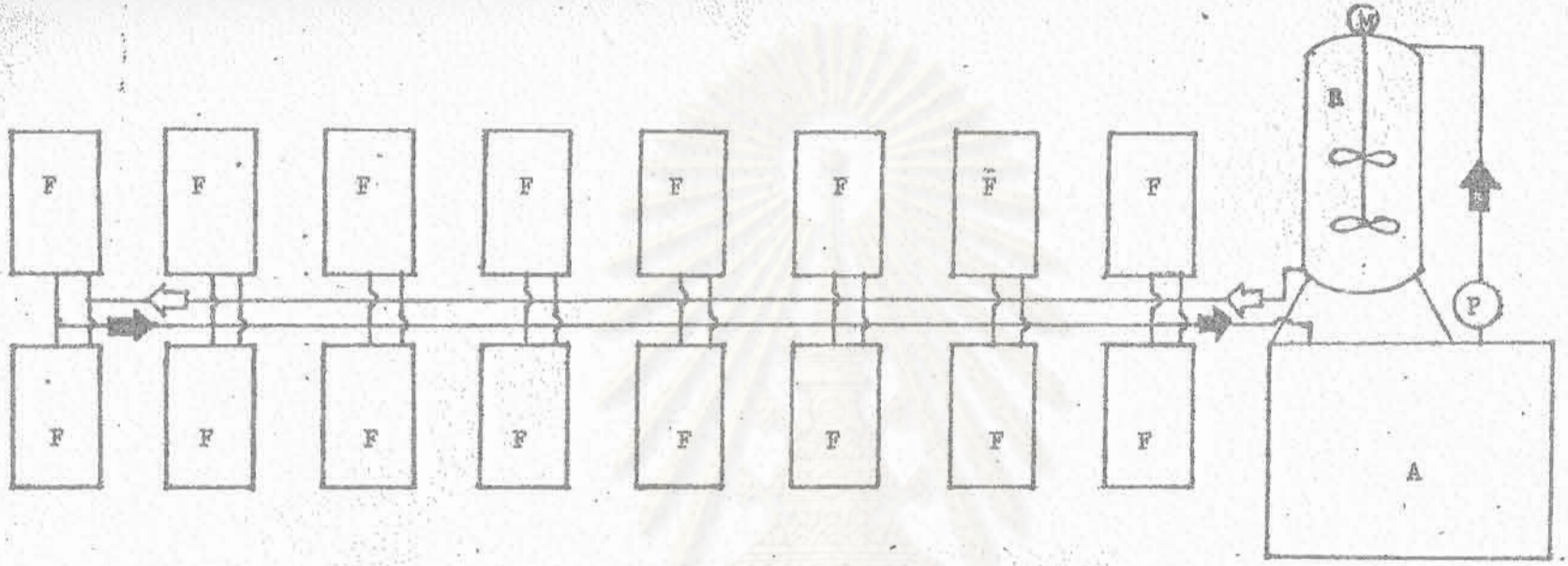
ตั้งถังพักผ้าย้อม B ขนาด ๓ $ม^{๓}$ ไว้เหนือบ่อพัก A โดยให้สูงกว่าระดับพื้น ๑ เมตร (ถังย้อมสูงกว่าระดับพื้น ๑/๒ เมตร) ใช้ปั๊ม P ปั๊มผ้าย้อมจากบ่อพัก A ไปเก็บไว้ในถังพัก B เพื่อเตรียมปล่อยลงถังย้อม ต่อท่อจากถัง B ไปยังถังย้อมต่าง ๆ พร้อมทั้งมีวาวล์เปิด-ปิดด้วย เมื่อจะย้อมผ้าม้วนต่อไปเปิดเอาผ้าย้อมจากถังพัก B ไปใช้ ผ้าย้อมไหลโดยอาศัยโดยอาศัยแรงดันจากผ้าย้อมในถัง ซึ่งมีระดับสูงกว่าถังย้อม ในถังพัก B ติดตั้งมอเตอร์ M และใบพัดเพื่อกวนผ้าย้อมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ผังการติดตั้งอุปกรณ์ดูรูป ๔.๑๐ เงินลงทุน ๒๐,๐๐๐ บาท

ระยะเวลาคืนทุน = $\frac{\text{เงินลงทุนเริ่มแรก}}{\text{เงินที่ประหยัดได้}}$

= $\frac{๒๐,๐๐๐}{๒๐๔,๖๐๐}$ = ๐.๐๙๕๔ ปี

= ๐.๐๙๕๔ X ๓๐๐ = ๒๙ วัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



A: บ่อพักน้ำย้อมต่ำกว่าระดับพื้นดิน

B: บ่อพักน้ำย้อมสูงกว่าระดับพื้นดิน

F: ถังย้อม

P: ปั๊มน้ำ

M: มอเตอร์

รูปที่ ๔.๑๐ บริเวณถังย้อมที่ปรับปรุง

ขั้นทดสอบและพิสูจน์นี้ได้ปรึกษากับเจ้าหน้าที่กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมแล้วว่า มีความเป็นไปได้ในทางเทคนิคและการปฏิบัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๔.๗ ขั้นเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์โซดาไฟ

ปริมาณที่ต้องการ ๕๒๗,๐๐๐ กิโลกรัม/ปี

ปัจจุบัน โซดาไฟใช้มากในกระบวนการเมอร์เซอไรส์ ประมาณ ๖๘% ความเข้มข้น ๒๕ °โบเม่

เสนอแนะ นำโซดาไฟที่มีอยู่ในน้ำล้างผ้าเมอร์เซอไรส์กลับมาใช้ใหม่ โดยนำมาทำให้เข้มข้นอีก ๕ °โบเม่ สามารถใช้ในกระบวนการต้มผ้า หรือนำมาผสมกับโซดาไฟเข้มข้นกลับมาใช้ในกระบวนการเมอร์เซอไรส์ใหม่ จะประหยัดเงินได้ ๑,๘๗๓,๓๖๘ บาท/ปี ทั้งนี้ต้องปรับปรุงกระบวนการผลิตอีกเล็กน้อย และสร้างบ่อพักผ้าเป็นเงินประมาณ ๓๐,๐๐๐ บาท ระยะเวลาคืนทุน ๔ วัน

ผลิตภัณฑ์สีซัลเฟอร์ดำ

ปริมาณที่ต้องการ ๑๑,๐๐๐ กิโลกรัม/ปี

ปัจจุบัน ใช้สีซัลเฟอร์ดำจากประเทศจีนและโปแลนด์ เป็นสีย้อมผ้าดำ

ข้อเสนอแนะ นำผ้าย้อมที่ใช้แล้วกลับมาใช้อีก จากการตรวจสอบพบว่า ในการย้อมผ้าฝ้ายดำด้วยสีซัลเฟอร์ ผ้าย้อมที่เหลือหลังจากย้อมผ้าเสร็จแล้ว ยังมีสีย้อมเหลืออยู่อีกปริมาณมาก สมควรที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งจะทำให้ประหยัดค่าสีและสารเคมีได้ ๒๐๔,๖๐๐ บาท/ปี ทั้งนี้ต้องลงทุนสร้างบ่อพักน้ำย้อมที่ใช้แล้วเป็นเงิน ๒๐,๐๐๐ บาท ระยะคืนทุน ๒๔ วัน

จากข้อเสนอแนะทั้ง ๒ รายการ นอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตแล้วยังช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายในการขจัดน้ำเสียอีกด้วย ซึ่งค่าใช้จ่ายทางด้านนี้ยังไม่สามารถคิดออกมาเป็นตัวเงิน เนื่องจากเครื่องกำจัดน้ำเสียของโรงงานยังอยู่ในขั้นทดลองใช้

บทที่ ๕

การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่ากับโรงงานท่อระบายน้ำคอนกรีต

๕.๑ ขั้นเลือกโครงการ

โรงงานท่อระบายน้ำคอนกรีตได้ใช้ VE ในโครงการเกี่ยวกับเครื่องอำนวยความสะดวก ซึ่งได้แก่ระบบการขนถ่ายวัสดุ โดยได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

๑. เพื่อลดต้นทุนการผลิต

๒. เพิ่มอัตราการผลิตและความสดวกในการทำงาน

๓. ลดโอกาสที่ท่อจะชำรุดและลดอุบัติเหตุ

๕.๒ ขั้นรวบรวมข้อมูล

๑. ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

โรงงานนี้ผลิตท่อระบายน้ำคอนกรีต ๒ ประเภท คือ

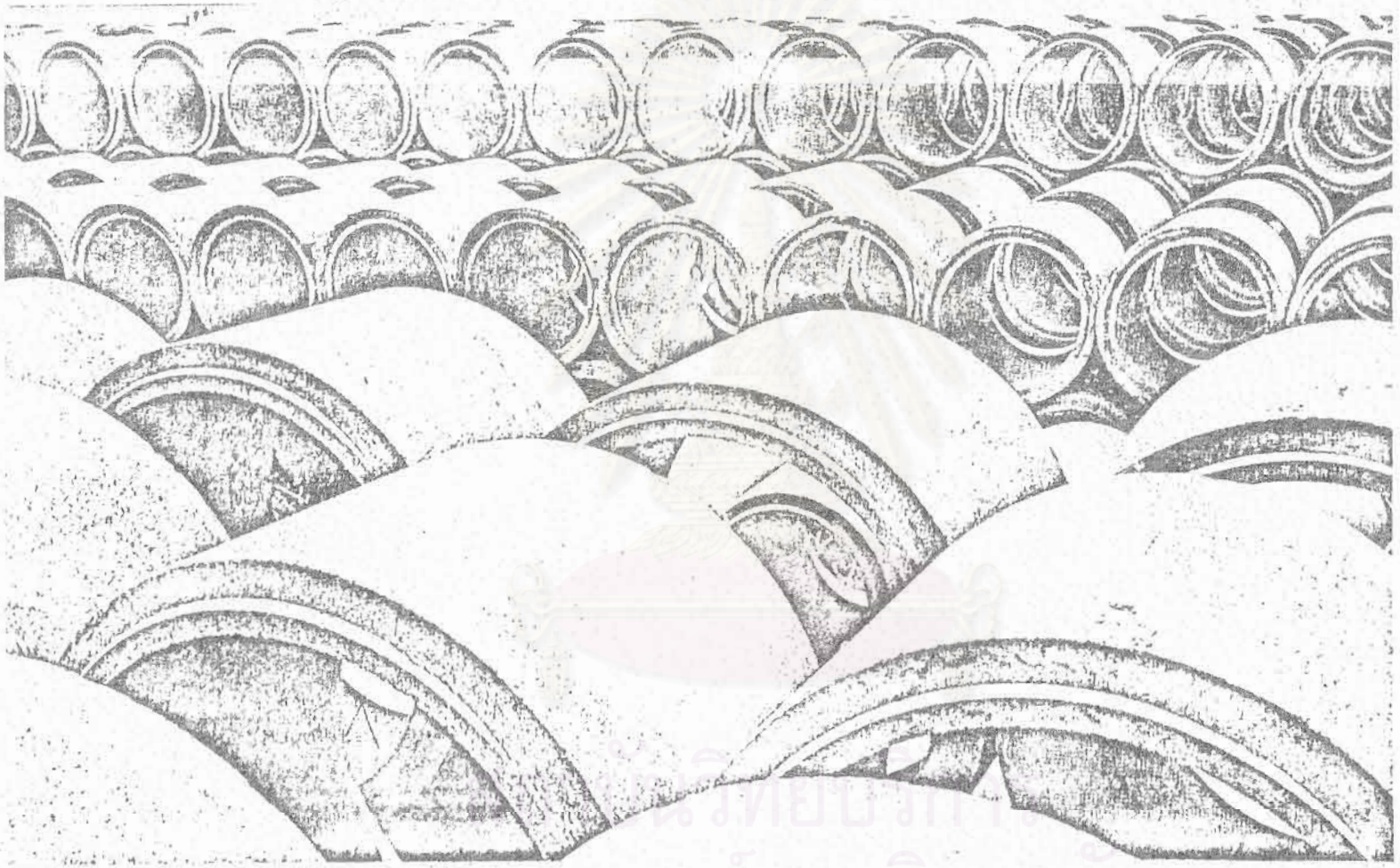
ประเภทเสริมเหล็ก และไม่เสริมเหล็ก ประเภทเสริมเหล็กผลิตตามความต้องการของท้องตลาด สำหรับงาน กทม. และการเคหะฯ

ประเภทไม่เสริมเหล็ก ใช้กับงานที่ไม่รับน้ำหนักบรรทุกสูง โดยมากเป็นท่อระบายน้ำข้างถนน ซึ่งไม่มียวดยานผ่าน

ท่อมีความยาว ๑ เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในตั้งแต่ ๔๐, ๕๐, ๖๐, ๘๐, ๑๐๐, ๑๒๐ และ ๑๕๐ ซ.ม. เสริมเหล็กผลิตตามมาตรฐานอเมริกา AASHTO และมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย ชนิดไม่เสริมเหล็กมีขนาดตั้งแต่ ๑๐, ๑๕, ๒๐, ๒๕, ๓๐, ๔๐, ๕๐, ๖๐, ๘๐, ๑๐๐, ๑๒๐, และ ๑๕๐ ซ.ม. ดูรูปที่ ๕.๑

๒. ข้อมูลด้านการผลิต

ท่อคอนกรีตประกอบด้วยวัตถุดิบที่สำคัญ คือ หิน ทราย ซีเมนต์ น้ำ และ เหล็กเสริมคอนกรีต



รูปที่ ๔.๑ ท่อระบายน้ำ

ชั่งน้ำหนักของหิน, ทราย, ซีเมนต์ และน้ำ ตามอัตราส่วนน้ำหนักที่ออกแบบไว้ ส่งผ่านวัตถุดิบทั้งหมดนี้เข้าเครื่องผสมคอนกรีต (Concrete Mixer)

ขณะเดียวกันโครงเหล็กเสริมคอนกรีตซึ่งถูกทำเป็นรูปหล่อเตรียมไว้แล้วจะถูกนำไปหย่อนลงในแบบเหล็กซึ่งประกอบไว้พร้อมที่เครื่องผลิตท่อ

มวลผสมที่เข้ากันแล้วจากเครื่องผสมคอนกรีต จะถูกส่งไปยังแบบเหล็กที่เตรียมไว้โดย Bucket Elevator (รูปที่ ๕.๒)

เครื่องจักรจะทำการอัดและเขย่าเพื่อให้คอนกรีตแน่น เมื่อคอนกรีตแน่นตามต้องการแล้วจะทำการแกะแบบเหล็กออกโดยทิ้งแหวนรองไว้ดังเดิม ท่อที่ออกมาจะคงรูปตามแบบในลักษณะเปียก ดูรูปขบวนการผลิต ๕.๒ และ ๕.๓

ทิ้งท่อไว้ประมาณ ๑ วัน ในที่ร่ม แล้วจึงทำการล้มท่อ นำแหวนรองออก ส่งท่อไปเก็บกลางแจ้งโดยใช้น้ำบ่มต่อไปจนครบ ๗ วัน นับแต่ผสมออกมาจากเครื่อง ดูรูป ๕.๓ และ ๕.๔ เกี่ยวกับขบวนการทำท่อ

๓. ข้อมูลเกี่ยวกับกำลังคน

กำลังคนที่ใช้ในการผลิตท่อจะกระจายอยู่ตามสถานที่ต่าง ๆ ดังนี้

เครื่องท่อ ๑

หล่อท่อขนาด ϕ ๑๐ ซ.ม. - ϕ ๓๐ ซ.ม. มีพนักงานประจำเครื่อง ๕ คน ทำหน้าที่

๑. หล่อท่อ (คุมสวิทช์) ๑ คน

๒. ใช้รถเล็กเข็นท่อจากเครื่องหล่อไปตั้งที่ที่กำหนด ๑ คน

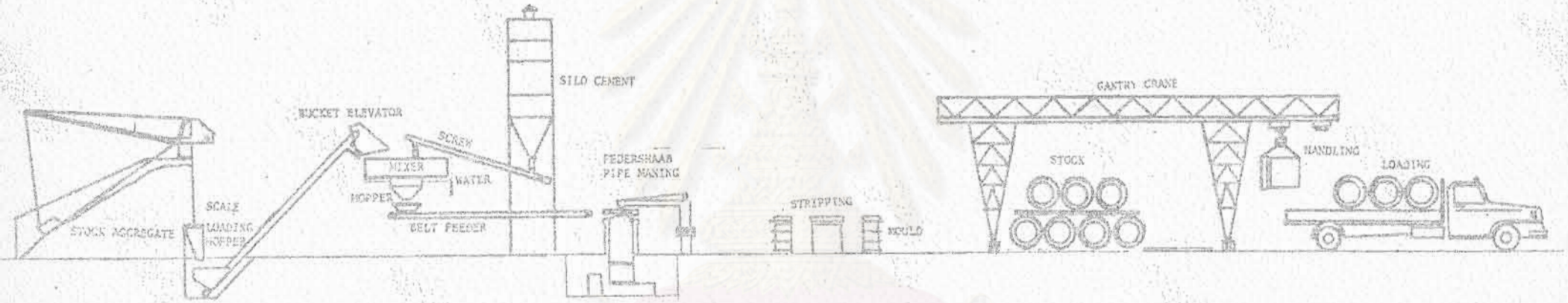
๓. ช่างปูนตกแต่งท่อที่หล่อเสร็จแล้ว ๑ คน

๔. ลำเลียงปูนจาก Mixer มายังเครื่องหล่อ (ใช้รถเข็นถังปูน) ๒ คน

งานที่ทำนอกเหนือจากนี้ คือ

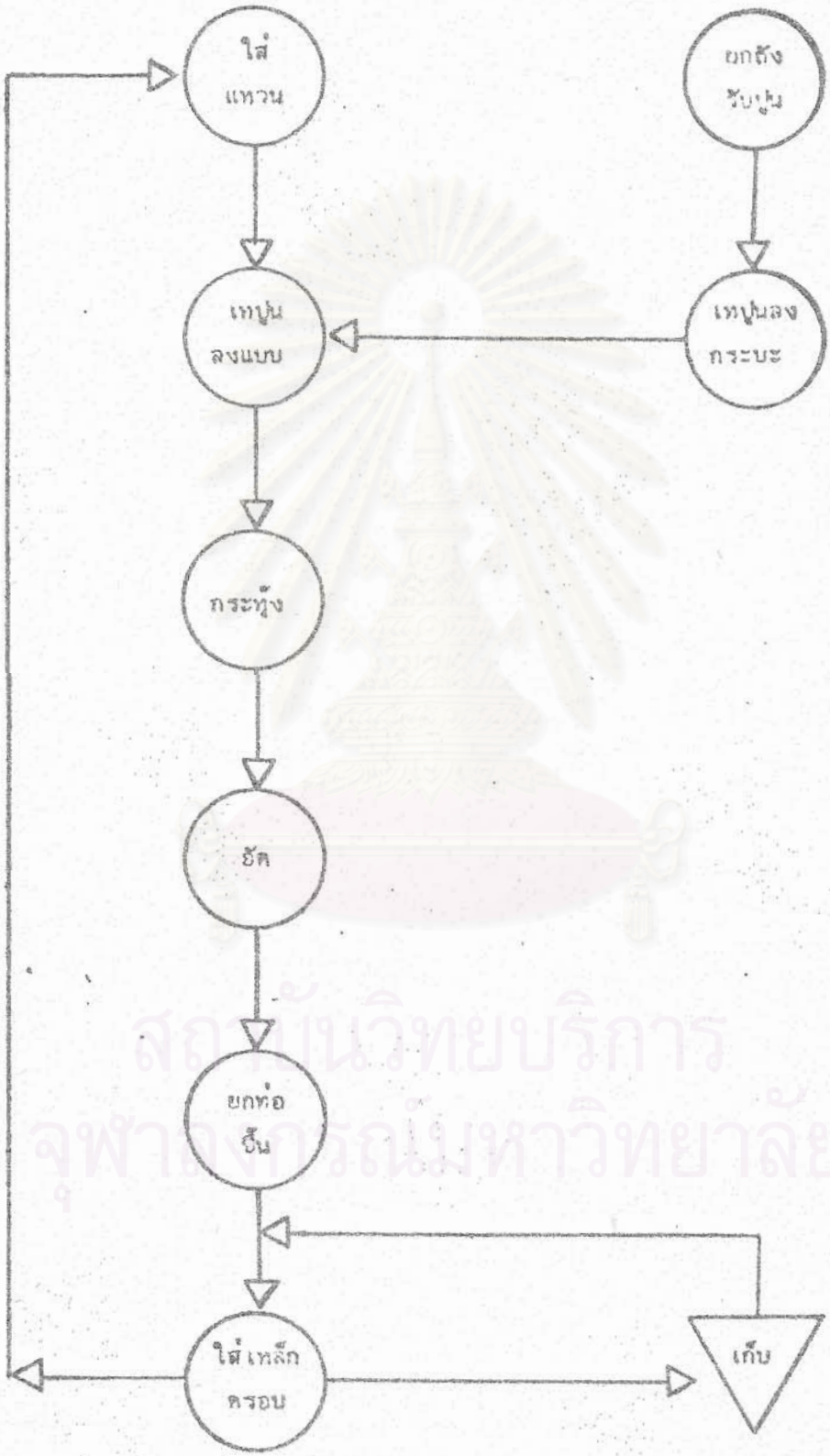
๐๗.๐๐-๐๘.๐๐ น. ล้มท่อที่หล่อไว้เมื่อวันก่อน

๑๕.๐๐-๑๖.๓๐ น. ทำความสะอาดเครื่องท่อและบริเวณรอบเครื่อง ช่วยกันทุกคน ยกเว้นช่างปูน



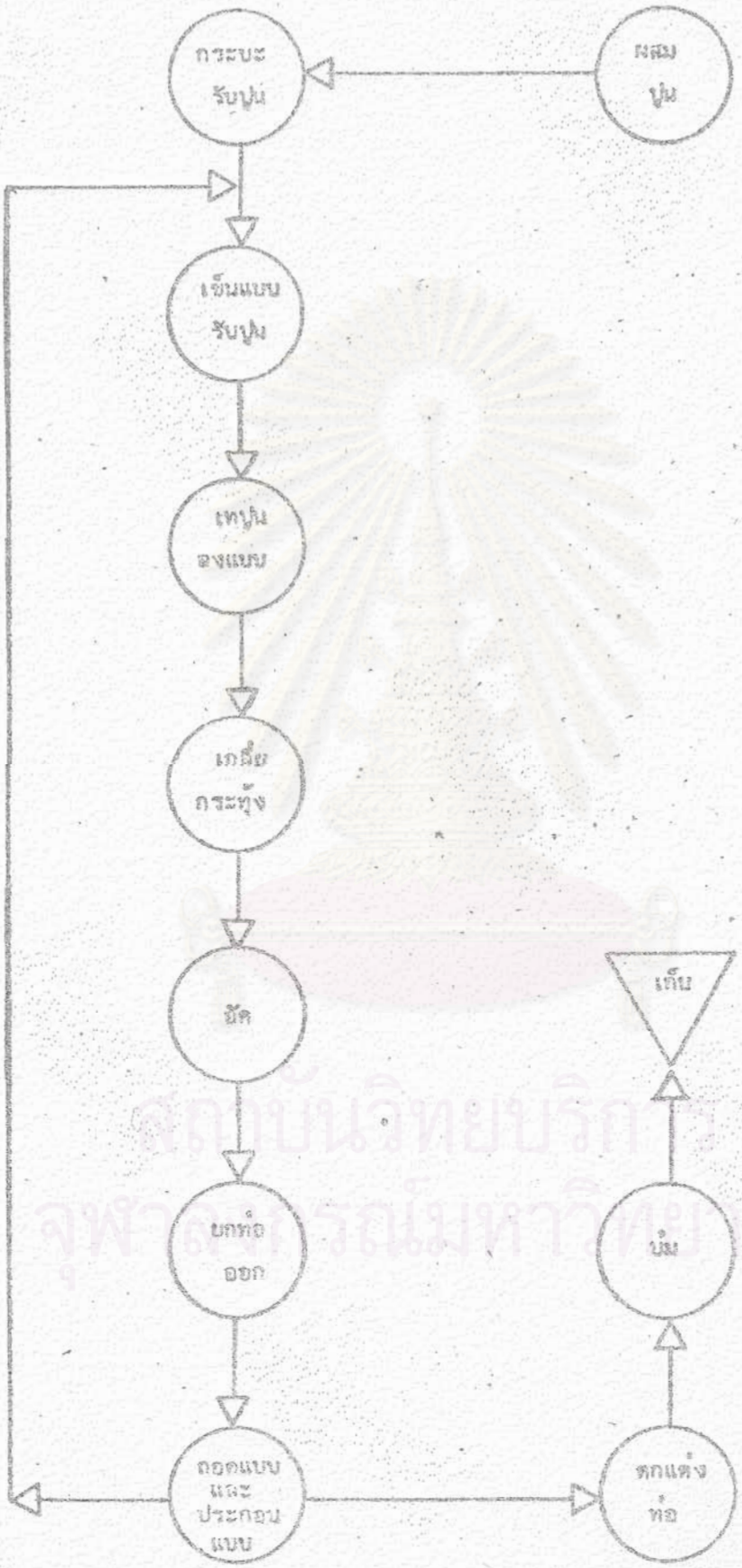
รูปที่ ๕.๒ ผังเครื่องมือทำท่อคอนกรีต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๔.๓ กระบวนการทำท่อ เครื่องที่ ๑

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๕.๔ กระบวนการทำท่อ เครื่องที่ ๒, ๓

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ๕.๑ ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนัก, ขนาด, และเวลาที่ใช้ผลิตท่อ

Size Ø (cm)	out-side Dia (cm)	Weight/piece		Capacity(peices/hr)			Remark
		AASHTO	TIS	time study	std.	Actual	
Plain							
๔๐	๕๒	๒๐๗.๔๖	-	๓๐.๐	๒๗.๐		
๕๐	๖๒	๒๕๒.๕๖	-	๒๖.๔	๒๔.๐		
๖๐	๗๔	๓๕๒.๗๑	-	๒๕.๖	๒๓.๐		
๘๐	๙๗	๕๖๔.๔๑	-	๒๐.๔	๑๗.๐		
๑๐๐	๑๑๔	๗๘๑.๔๐	-	๑๖.๘	๑๔.๐		
๑๒๐	๑๔๑.๖	๑๐๖๐.๖๓	-	๑๒.๐	๑๐.๕	-	
๑๕๐	๑๘๐	๑๘๕๘.๗๑	-	๖.๐	๕.๐	-	
Reinf.							
๔๐	๕๒	๒๐๔.๔๕	๒๑๐.๓๕	๒๔.๔	๒๒.๐	๒๒.๐	
๕๐	๖๔	๒๕๖.๖๖	๓๐๔.๒๓	๒๓.๖	๒๑.๐	๑๙.๒	
๖๐	๗๕	๓๖๐.๓๔	๓๘๗.๕๒	๒๒.๙	๒๐.๕	๑๙.๒	
๘๐	๙๙	๖๕๒.๒๙	๖๕๕.๙๗	๑๗.๙	๑๕.๐	๑๕.๐	
๑๐๐	๑๒๒	๙๘๔.๕๙	๙๔๔.๔๓	๑๕.๓	๑๓.๐	๑๑.๐	
๑๒๐	๑๔๕	๑๒๗๙.๘๒	๑๒๘๓.๕๓	๑๑.๖	๑๐.๐	๑๐.๐	
๑๕๐	๑๘๐	๑๙๐๖.๙๕	๑๙๒๒.๔๓	๕.๘	๕.๐	๕.๐	

รายการ	ϕ๔๐	ϕ๕๐	ϕ๖๐	ϕ๘๐	ϕ๑๐๐	ϕ๑๒๐	ϕ๑๕๐	Remark
๑) แกะแบบออก & ประกอบแบบ	-	-	-	-	-		๑.๖๐	
๒) เข็นแบบเข้าเครื่อง	๐.๑๑	๐.๑๖	๐.๑๖	๐.๑๓	๐.๑๗		๑.๘๐	
๓) ปรับแบบ & เปิดสวิสท์	๐.๒๔	๐.๑๒	๐.๑๑	๐.๑๕	๐.๑๔		๐.๓๕	
๔) เทคอนกรีต	๐.๑๘	๐.๑๔	๐.๓๔	๑.๒๔	๐.๕๐		๑.๓๒	
๕) เกลี่ยคอนกรีต	๐.๘๔	๐.๘๘	๐.๘๔	๐.๗๔	๑.๔๘		๑.๗๐	ข้อ ๔,๕,๖,๗ เป็นส่วนที่เกี่ยวกับเครื่อง
๖) อัดคอนกรีต	๐.๖๖	๐.๔๐	๐.๘๗	๐.๗๒	๑.๑๓		๒.๖๐	ผลิตโดยตรงที่เหลือเป็นเรื่องของ
๗) รอแกนท่อลง	๐.๒๐	๐.๑๗	๐.๑๖	๐.๒๐	๐.๑๘		๑.๖๔	Facilites
๘) ยกแบบให้พ้นฐาน	๐.๑๐	๐.๑๖	๐.๑๔	๐.๑๗	๐.๑๘		๐.๔๖	
๙) เข็นแบบออก	-	-	-	-	๐.๑๔		๐.๒๘	
๑๐) เข็นไปวางที่กอง - แกะแบบ	-	-	-	-	-		๐.๙๐	

ตาราง ๔.๒ การวิเคราะห์เวลาในการหล่อท่อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เป็นที่สังเกตุว่างานหล่ออาจเริ่มช้ากว่า ๐๘.๐๐ น. เป็น ๐๘.๑๕-๐๘.๒๐ น. ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรถยก (Fork-Lift) ที่ลำเลียงท่อที่หล่อแล้วออกจากโรงงานได้ช้า-เร็วแค่ไหน

เครื่องท่อ ๒ และ ๓

หล่อท่อขนาด ϕ ๔๐ ซ.ม. ถึง ϕ ๑๕๐ ซ.ม. มีพนักงานประจำเครื่องละ ๙ คน ทำหน้าที่

๑. หล่อท่อ (คุมสวิทช์) ๑ คน

๒. ช่วยให้การหล่อเร็วขึ้น ด้วยการใช้เหล็กแผงในแบบ ๑ (หรือ ๒) คน

๓. เข็นรถยกแบบท่อ นำท่อที่หล่อแล้วออกจากเครื่อง ๕ (หรือ ๔) คน

๔. ช่างปูนตกแต่งท่อ ๒ คน

งานที่ทำนอกเหนือจากนี้ก็คือ

๐๗.๓๐ - ๐๘.๐๐ น. ล้มท่อที่หล่อไว้เมื่อวันก่อน (๙ คน)

ถ้าเป็นท่อขนาด ϕ ๘๐ ซม.-๑๐๐ ซม. เอาพนักงานยกย้ายมาช่วย ๓-๔ คน

ถ้าเป็นท่อขนาด ϕ ๑๒๐ ซม.-๑๕๐ ซม. ต้องใช้พนักงานยกย้าย ๔-๖ คน

ส่วนใหญ่ถ้าเป็นท่อขนาด ϕ ๑๕๐ ซม. ใช้รถ Fork-Lift ช่วยล้ม

เมื่อล้มท่อเสร็จ ต้องกวาดเศษปูนบริเวณที่ตั้งท่อให้สะอาดก่อนไปทำงานอื่น

๑๕.๓๐ - ๑๖.๓๐ น. ทำความสะอาดเครื่อง ยกเว้นช่างปูน

ยกย้าย - ขายท่อ

มีพนักงานทั้งหมด ๑๐ คน

๑. ขับรถ Fork-Lift ๒ คัน ๒ คน

๒. ควบคุมเครนไฟฟ้า ๒ ตัว ๒ คน

๓. รถน้ำท่อก่อนไปเก็บที่สต๊อค ๑ คน

๔. ตีตราบริษัทที่ท่อ ๑ คน

๕. ร้อยและปลดสลิงยกท่อ ๔ คน

ที่จัดเก็บหรือขาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องทำโครงท่อ มีพนักงาน ๓ คน

เชื่อมโครงท่อ มีพนักงาน ๑ คน

กองหิน-ทราย ลากหินทรายมาใช้หล่อท่อ ๑ คน

เครื่องผสมปูน ดูน้ำที่เครื่องผสมปูน ๑ คน

ทำหน้าที่ทั่วไป มีพนักงาน ๕ คน

๑) ทำความสะอาดแหวนรอบท่อเครื่อง ๑, ๒, ๓, ๓ คน

นอกจากนี้ทำความสะอาดพื้นโรงงาน และดูแลห้องน้ำ-ห้องส้วม

๒) ตรวจ ซ่อม ท่อที่มีรอยร้าว ๑ คน

๓) ทำงานด้านเอกสาร การใช้วัตถุดิบในการผลิต ช่วยงานซ่อมเล็กน้อย ดูแลรักษาเครื่องมือ ๑ คน

เมื่อรวมพนักงานทุกตำแหน่งแล้ว รวม ๔๖ คน (หัวหน้าโรงงาน ๑ , หัวหน้างาน ๑ , และพนักงาน ๔๔ คน)

ตาราง ๕.๓ ข้อมูลเกี่ยวกับรถเข็น

ชนิด	จำนวน (คัน)	ขนาดท่อ (ø ซ.ม.)	กำลังคน	หมายเหตุ
ใหญ่ ๑	๑	๑๐๐-๑๕๐	๕	ใช้ Hydraulic
ใหญ่ ๒	๓	๑๐๐-๑๒๐	๔	
เล็ก	๔	๔๐-๘๐	๓	ไม่มี Hydraulic
เล็ก ๒	๑	๑๐-๓๐	๑	

ดูการวางผังระบบการขนถ่ายวัสดุ รูป ๕.๔

๔) ข้อมูลต้นทุนการผลิตและอัตราการผลิต เปอร์เซนต์ของต้นทุนการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

๑. วัตถุดิบ ๗๑%

๒. แรงงาน ๓๒%

๓. โสหุ้ย ๖%

รวม ๑๐๐%

(อัตราการผลิตอยู่ในตารางที่ ๕.๔)

ชนิด ϕ	จำนวน (ท่อน/ตัน)			รวม (ท่อน/ตัน)	เทียบเป็นวันผลิต (วัน)	% (เทียบตัน)	% เทียบวัน (ผลิต)	Remark
		AASHTO	Special+plain					
๔๐	๔๕๖ ๗๒.๕๒๕	๒,๑๔๕ ๔๔๗.๘๕๖	๒๙ ๖.๐๕๔	๒,๖๓๐ ๕๒๖.๔๓๕	๑๘	๓.๙๗	๗.๖๙	เทียบเป็นวันผลิต ใช้อัตราการผลิตดังนี้ ϕ ๔๐ ๑๔๓ ท่อน/ ϕ ๕๐ ๑๓๗ " ϕ ๖๐ ๑๓๓ "
๕๐	๘๗ ๒๖.๓๖๖	๑,๒๔๓ ๓๑๖.๕๖๔	๒๖๑ ๖๖.๓๑๘	๑,๕๔๑ ๔๐๔.๖๔๘	๑๒	๓.๐๙	๕.๑๓	
๖๐	๗๖๗ ๒๔๕.๖๐๑	๖๖๕๖ ๒๓๖๑.๕๗๘	๑,๐๖๘ ๓๗๘.๔๑๕	๘,๔๔๑ ๓๐๓๖.๐๔๔	๖๔	๒๒.๔๑	๒๗.๓๕	ϕ ๘๐ ๙๘ " ϕ ๑๐๐ ๘๔ " ϕ ๑๒๐ ๖๕ " ϕ ๑๕๐ ๓๓ "
๘๐	๑,๒๐๒ ๗๘๐.๒๕๔	๓,๕๔๙ ๒๐๓๒.๕๒๐	๑๗๑ ๔๗.๑๒๕	๔,๗๒๒ ๒๔๐๙.๘๙๙	๕๐	๒๑.๙๕	๒๑.๓๗	
๑๐๐	๑,๘๘๙ ๑๗๖๖.๔๑๓	๓,๓๖๘ ๒๗๑๐.๔๔๑	๘๐๖ ๖๓๒.๖๕๓	๖,๐๖๓ ๕๑๑๐.๐๐๗	๗๒	๓๘.๕๕	๓๐.๗๗	
๑๒๐	๒๘๘ ๓๖๕.๘๐๖	๔๒๑ ๔๕๗.๑๐๘	๔๑ ๔๓.๖๕๐	๗๕๐ ๘๖๖.๕๖๕	๑๒	๖.๕๔	๕.๑๓	
๑๕๐	๑๐๔ ๑๔๗.๑๐๑	๑๐๕ ๑๙๔.๒๘๖	- -	๒๐๙ ๓๙๖.๓๘๗	๖	๒.๙๙	๒.๕๖	
			รวม	๒๔,๖๕๖				
				๑๓,๒๕๔.๖๓๙	๒๓๙	๑๐๐	๑๐๐	

จากตารางจะเห็นได้ว่า ทำการผลิตท่อขนาด ϕ ๑๐๐ ซม. มากที่สุด อันดับถัดไปคือขนาด ϕ ๖๐ ซม. และ ๘๐ ซม. ทั้งนี้เนื่องจากตลาดมีความต้องการมาก

ระบบ Material Handling	โรงงานตัวอย่าง	PCON	STP	KRUNGTONG	CCM
- เข็นแบบเข้าเครื่อง	ใช้รถมี Hydraulic Jack สำหรับยกแบบให้ลอยจากพื้นแล้วยกเข้าติดตั้ง หล่อเสร็จ Jack ขึ้นแล้วลากรถออกมา	Overhead Crane	Overhead Crane	Overhead Crane	แบบอยู่ที่เครื่องเลื่อนขึ้นลง
- เข็นแบบไปยังจุดวาง	มีรถ Hydraulic Jack ทำงานโดยคน ๕ คน (ϕ ๑๕๐)	Overhead Crane ทำงานโดยคน ๒ คน	Overhead Crane ทำงานโดยคน ๑ คน	Overhead Crane ทำงานโดยคน ๑ คน	รถเข็นมี ทำงานโดยคน ๓ คน
- แกะแบบ,ประกอบแบบ	ใช้คนแกะแบบและประกอบแบบ ทำงานโดยคน ๕ คน(ϕ ๑๕๐)แบบเป็นลักษณะ ๒ ชั้น	ถอดโดย Overhead Crane ทำงานโดยคน ๒ คน แบบเป็นลักษณะชั้นเดียวแกะโดยปลด Lock แล้วดึงแบบขึ้นข้างบน	ใช้ Overhead Crane ทำงานโดยคน ๑ คน แบบเป็นชั้นเดียว ปลดLockแล้วดึงแบบขึ้นข้างบน Lock ทำได้ดีกว่า PCON	ใช้ Overhead Crane ทำงานโดยคน ๑ คน แบบเป็นชั้นเดียวปลด Lock แล้วดึงขึ้นข้างบน Lock ทำได้ดีปลดง่าย	เป็นแบบชั้นเดียว ถอดแบบที่จุดหล่อ
- การล้มท่อ	-ใช้คานงัดแล้วผลักให้ล้มใช้คน ๑๒-๑๕ คน -ท่อเล็กผลักท่อให้ล้ม	-ใช้รถงัดท่อขนาดใหญ่ -ท่อขนาดเล็กใช้ไม้งัดด้านบน(-ϕ๖๐)	-ใช้ Overhead Crane โดยทำตะขอเกี่ยวท่อแล้วดึงขึ้น ใช้คนงาน ๕ คน	-	-ใช้รถงัดสำหรับท่อขนาดใหญ่ -ท่อขนาดเล็กผลักให้ล้ม
Man Power (ต่อเครื่อง)	ใช้คนทั้งหมด ๗ คน : เป็นคนหล่อ ๒ คน และเข็นรถไปแกะแบบ ๕ คน	ใช้คนทั้งหมด ๖ คน: โดยใช้ crane ๒ ตัว ๆ ละ ๒ คนและเป็นคนหล่อท่อ ๒ คน	ใช้คนทั้งหมด ๔ คน: ทำงานที่จุดหล่อ ๓ คนและใช้ over-head crane ๑ คน	ใช้คนทั้งหมด ๔ คน: ทำงานที่จุดหล่อ ๓ คน และใช้ overhead crane ๑ คน	ใช้คนทั้งหมด ๘ คน:อยู่จุดหล่อ ๕ คน, เข็นรถ ๓ คน

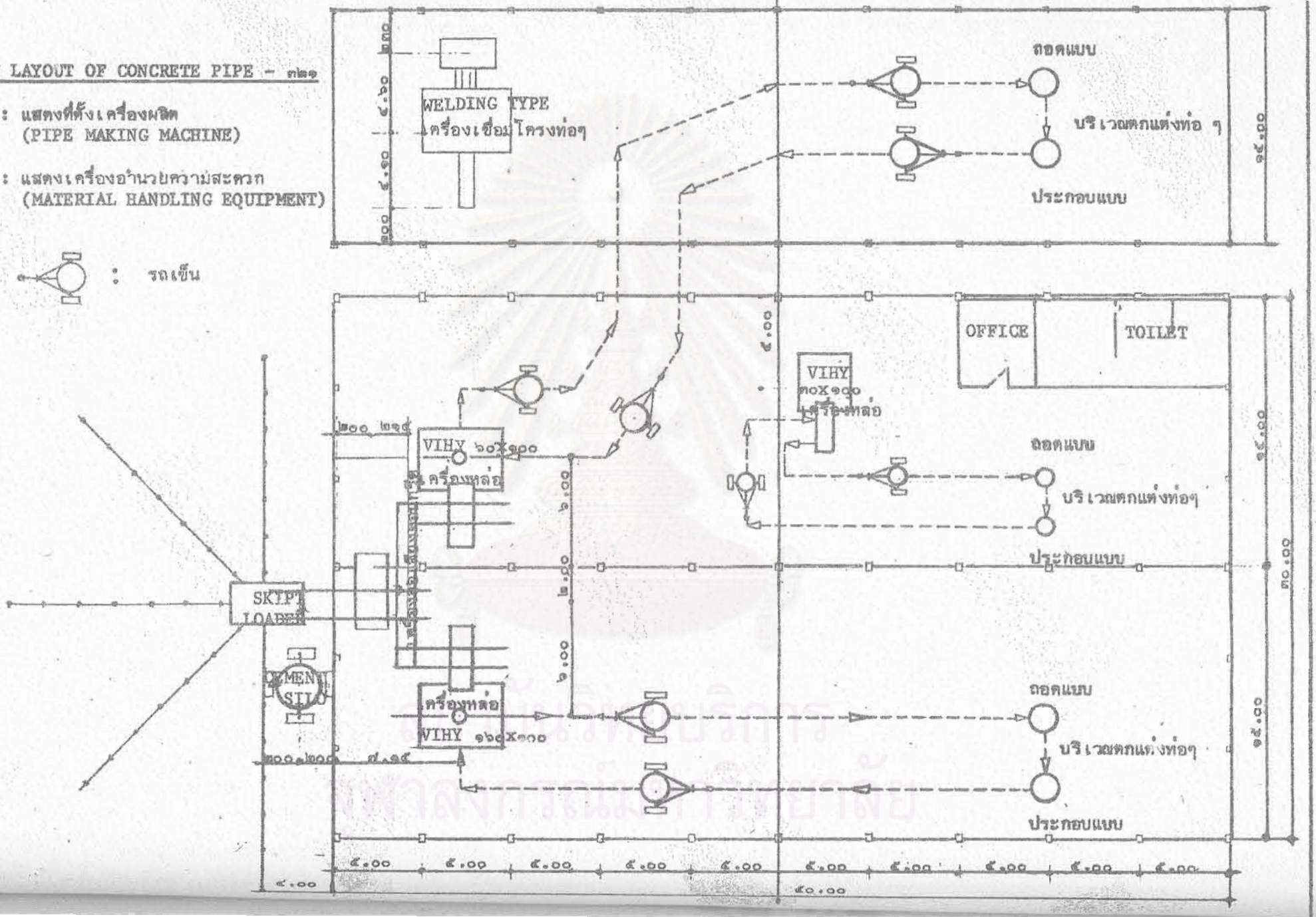
ตาราง ๕.๕ ตารางเปรียบเทียบระบบขนถ่ายวัสดุของโรงงานตัวอย่างกับโรงงานอื่น ๆ

PLANT LAYOUT OF CONCRETE PIPE - ๓๒๑

: แสดงที่ตั้งเครื่องผลิต
(PIPE MAKING MACHINE)

: แสดงเครื่องอำนวยความสะดวก
(MATERIAL HANDLING EQUIPMENT)

: รถเข็น



๕.๓ ขั้นวิเคราะห์หน้าที่

กลุ่ม VE ได้ทำการวิเคราะห์หน้าที่ของระบบขนถ่ายวัสดุ ณ จุดต่าง ๆ ดังรูปที่ ๕.๕

รายละเอียด	หน้าที่		หน้าที่		ข้อจำกัด	หมายเหตุ
	คำกริยา	คำนาม	หลัก	รอง		
๑. จุดหล่อ	ยก	แบบท่อ	/		Min. ๑ ตัน	ปัจจุบันใช้คน ๓ คน
	ยก	ท่อที่หล่อ	/		Min.๒.๕ ตัน	ปัจจุบันใช้คน ๔ คน
๒. จุดหล่อไป จุดตกแต่ง	ลำเลียง	ท่อ	/		Min.๒.๕ ตัน	ปัจจุบันใช้คน ๕ คน
	ลำเลียง	ท่อกลับจุดหล่อ	/		Min. ๑ ตัน	ปัจจุบันใช้คน ๓ คน
๓. จุดตกแต่ง	วาง	ท่อ	/		Min.๒.๕ ตัน	ปัจจุบันมีปัญหาขั้นตอนมากคือ
	แกะ	แบบท่อจากคอนกรีต		/		๑. วางท่อ
	ประกอบ	แบบ แหวนโครงเหล็ก				๒. ถอยรถ
						๓. แกะสลัก ๖ ตัว
						๔. เหยียบแบบลง
	ยก	แบบท่อ	/			๕. แกะแบบออกจากท่อ
	แกะ	แหวนออกจากท่อ	/		Min. ๒ ตัน	๖. ประกอบแบบ
						๗. ใส่โครงเหล็ก
						ปัญหาในการแกะแหวน (ล้มท่อ)
						๑. คนงานช่วยล้มท่อ ๗-๑๔ คน แล้วแต่ขนาด
						๒. อุปกรณ์ล้มท่อมีมาก, ยางรถยนต์, ไม้, ชะแลง, คานงัด รถยก คนประกอบท่อ
						๓. เสียเวลามาก ๓๐ นาที คนงาน ๘ คน จากฝ่ายขายมาช่วย
๔. จุดตกแต่งในสต๊อก	ลำเลียง	ท่อ	/		Min. ๔ ตัน	๔. ออกแรงมากเกินจำเป็นทำให้ล้า
						๕. ขาดความปลอดภัย

รูปที่ ๕.๖ วิเคราะห์หน้าที่ระบบขนถ่ายวัสดุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้าที่ของจุดหล่อคือ

๑) ยกแบบเข้าเครื่องหล่อ

๒) ยกท่อออกหลังจากหล่อเสร็จแล้ว

หน้าที่ของจุดหล่อไปยังจุดตกแต่ง คือ

๑) ลำเลียงท่อไปแกะ

๒) ลำเลียงแบบท่อมาหล่อใหม่

หน้าที่ของจุดตกแต่ง

๑) แกะแบบ

๒) ประกอบแบบ

๓) แกะแหวนจากท่อ

หน้าที่จุดตกแต่งไปจุดสต๊อค

ลำเลียงท่อไปเก็บยังสต๊อค

เมื่อได้หน้าที่ของทุกจุดแล้ว นำเข้าสู่ขั้นตอนสร้างสรรค์ความคิดว่าจะใช้ระบบการขนถ่ายวัสดุแบบไหนที่จุดต่าง ๆ

๔.๔ <u>ขั้นสร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง</u>

ทีมงานได้ช่วยกันระดมความคิดเกี่ยวกับระบบขนถ่ายวัสดุตามหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

<u>จุดหล่อ</u> ๑. ยกแบบเข้าเครื่องหล่อ

๒. ยกท่อเมื่อหล่อเสร็จ

๑. รถเข็น	๖. Conveyor
๒. Forklift	๗. Truck Crane
๓. Overhead Crane	๘. Motor Crane
๔. Jib Crane	๙. Monorial
๕. Roller	๑๐. Hand Lift Truck

จุดหล่อไปจุดตกแต่ง

๑) ลำเลียงท่อไปแกะ

๒) ลำเลียงแบบท่อมาหล่อใหม่

๑. รถเข็น
๒. Forklift
๓. Overhead Crane
๔. Roller
๕. Conveyer
๖. Dolly (รถลำเลียง)
๗. Truck Crane
๘. Motor Crane
๙. Hand Lift Truck
๑๐. รถติด Hiab

จุดตกแต่ง

๑) แกะแบบ

๒) ประกอบแบบ

๓) แกะแหวนจากท่อ

๑. รถเข็น
๒. Forklift
๓. Overhead Crane
๔. คน
๕. Hydrotile
๖. Attachment with Forklift
๗. Monorial
๘. คานงัด
๙. แปลงล้อ

จุดตกแต่งไปจุดสต๊อค

ลำเลียงท่อไปเก็บจุดสต๊อค

๑. Overhead Crane
๒. Forklift
๓. รถ
๔. Attachment with Forklift
๕. Dolly
๖. Conveyor
๗. ใช้คนกลิ้ง
๘. ใช้คนแบก (ท่อϕ ๑๐ - ϕ ๒๐ cm.)
๙. Monorial

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทีมงานได้ช่วยกันออกความคิดต่อไปอีกว่า จากจุดหล่อจนถึงจุดสต๊อคนั้นควรใช้การขนถ่ายวัสดุแบบใดที่เหมาะสม เมื่อเทียบกับระบบปัจจุบัน ได้ความคิดออกมารวม ๙ ความคิดด้วยกันดังตารางที่ ๔.๖

ตารางที่ ๔.๖ ระบบขนถ่ายวัสดุที่จุดต่าง ๆ

ลำดับที่	จุดหล่อ	จุดหล่อไปจุดตกแต่ง	จุดตกแต่ง	จุดตกแต่งไปจุดสต๊อค	หมายเหตุ
๑	รถเข็น	รถเข็น	รถเข็น	Forklift	สภาพการทำงานปัจจุบัน
๒	รถเข็น	Overhead Crane	Overhead Crane	Forklift	
๓	Jib Crane	Overhead Crane	Overhead Crane	Forklift	
๔	Overhead Crane	Overhead Crane	Overhead Crane	Forklift	
๕	Roller	Roller	รถเข็น	Forklift	
๖	Roller	Roller	Roller	Forklift	
๗	รถเข็น	Overhead Crane	Overhead Crane	Hiab	
๘	Roller	Gantry Crane	Gantry Crane	Forklift	
๙	Monorial	Monorial	Forklift + รถเข็น	Forklift	
๑๐	Monorial	Monorial	Handlift Truck +	Forklift	

๔.๕ ขั้นประเมินผลความคิด

เนื่องจากความคิดในการใช้ระบบขนถ่ายวัสดุมีถึง ๙ ความคิดด้วยกัน จึงต้องมีการประเมินความคิดว่าอันไหนดีที่สุด ทีมงานได้ทบทวน ตารางที่ ๔.๖ และยกเลิกอันดับที่ ๔ เนื่องจากมีปัญหาในการทำงานมาก

นอกจากนี้ได้ช่วยกันพัฒนาความคิดใหม่ ๆ อีก และประเมินผลแบบ matrix เพื่อหาความคิดที่ดีที่สุด เพื่อปรับปรุงผลการประเมินอยู่ในรูปที่ ๔.๗

IDEAS	อุปกรณ์	Initial Cost	Labour Cost	Maintenance Cost	Safety	Convenience	Energy Usage	Aesthetics	Total	Rank
		ASSIGNED VALUE								
		๑๐	๑๐	๘	๖	๖	๕	๒		
IDEA I										
จุดหล่อ	รถเข็น									
หล่อ - ตกแต่ง	รถเข็น	๕	๑.๕	๔	๒	๒	๕	๒.๕		แบบปัจจุบัน
ตกแต่ง	รถเข็น									
ตกแต่ง-	F/L									
	Sub total	๕๐	๑๕	๔๐	๑๒	๑๒	๒๕	๕	๑๕๙	๘
IDEA II										
จุดหล่อ	รถเข็น									
หล่อ - ตกแต่ง	O/C									
ตกแต่ง	O/C	๓.๕	๕	๔	๓	๔	๔	๓		
ตกแต่ง-Stock	F/L									
	Sub total	๓๕	๕๐	๓๒	๑๘	๒๔	๒๐	๖	๑๘๕	๒
IDEA III										
จุดหล่อ	Jib Crane									
หล่อ - ตกแต่ง	O/C									
ตกแต่ง	O/C	๓.๕	๕	๓.๕	๓.๕	๔	๔	๔.๕		
ตกแต่ง-Stock	F/L									
	Sub total	๓๕	๕๐	๒๘	๒๑	๒๔	๒๐	๙	๑๘๗	๑
IDEA IV										
จุดหล่อ	รถเข็น									
หล่อ - ตกแต่ง	O/C									
ตกแต่ง	O/C	๒	๔	๔.๕	๓	๓.๕	๔	๓		
ตกแต่ง-	Hiab									
	Sub total	๒๐	๔๐	๓๖	๑๘	๒๑	๒๐	๖	๑๖๑	๗
IDEA V										
จุดหล่อ	Roller									
หล่อ - ตกแต่ง	Gantry Crane									
ตกแต่ง	Gantry Crane	๔	๔.๕	๓.๕	๓	๓	๔	๓		
ตกแต่ง-Stock	Attachment									
	Sub total	๔๐	๔๕	๒๘	๑๘	๑๘	๒๐	๖	๑๗๕	๔

รูปที่ ๔.๗ Evaluation Matrix

IDEAS	อุปกรณ์	Initial Cost	Labour Cost	Maintenance Cost	Safety	Convenience	Energy Usage	Aesthetics	Total	Bank
		ASSIGNED VALUE								
		๑๐	๑๐	๘	๖	๖	๕	๒		
IDEA VI จุดหล่อ หล่อ - ตกแต่ง ตกแต่ง ตกแต่ง-Stock	Monorial Monorial รถเข็น F/L	๔.๔	๓.๕	๓.๕	๓	๓	๔	๓		
	Sub total	๔๔	๓๕	๒๘	๑๘	๑๘	๒๐	๖	๑๘๐	๕
IDEA VII จุดหล่อ หล่อ - ตกแต่ง ตกแต่ง ตกแต่ง-	Monrial Monorial Handlift + F/L	๔	๔.๕	๓.๕	๓	๓	๔	๓		
	Sub total	๔๐	๔๕	๒๘	๑๘	๑๘	๒๐	๖	๑๗๕	๔
IDEA VIII จุดหล่อ หล่อ - ตกแต่ง ตกแต่ง ตกแต่ง-	Roller Forklift Forklift Forklift	๓.๕	๔.๕	๓	๒.๕	๓.๕	๓	๔		
	Sub total	๓๕	๔๕	๒๔	๑๕	๒๑	๑๕	๘	๑๖๓	๖
IDEA IX จุดหล่อ หล่อ - ตกแต่ง ตกแต่ง ตกแต่ง-Stock	Jib crane รถเข็น (Modified) รถเข็น (Modified) รถเข็น (Modified)	๕	๓	๓.๔	๕	๓	๓.๕	๓.๕		
	Sub total	๕๐	๓๐	๒๘	๓๐	๒๑	๑๗.๕	๗	๑๘๓.๕	๓

รูปที่ ๔.๗ Evaluation Matrix (ต่อ)

จากการประเมินผลพบว่า ความคิดที่ ๓ เป็นความคิดที่ได้คะแนนมากที่สุด ความคิดที่ ๒ ได้คะแนนรองลงมา ครั้งแรกทีมงานคิดจะผสมผสานความคิดที่ ๒ และ ๓ เข้าด้วยกัน เพื่อจะได้พัฒนาความคิดออกไปอีก แต่เนื่องด้วยมีเวลาจำกัด จึงขอเสนอแนะเพียงความคิดที่ ๓ เท่านั้น ทีมงานได้กลับไปสำรวจพื้นที่อีกครั้ง เพื่อวางผังการติดตั้ง Jib Crane และ Overhead Crane (รายละเอียดอยู่ในรูปที่ ๔.๘ และ รูปที่ ๔.๙)

๔.๖ ขั้นทดสอบพิสูจน์

เนื่องจากยังมิได้ติดตั้งระบบขนถ่ายวัสดุใหม่ ในช่วงที่ทำการวิจัย จึงได้ไปทดสอบที่โรงงานอื่น โดยการเปรียบเทียบเวลาในการผลิตท่อ ขนาด ∅ ๑๐๐ ซม. ปรากฏว่าใช้เวลาน้อยกว่าเดิม ๐.๒๐ นาที

ทีมงานได้ทำการวิเคราะห์การลงทุนเมื่อใช้ Jib Crane และ Overhead Crane ดังตารางที่ ๔.๗

ตารางที่ ๔.๗ วิเคราะห์การเพิ่มผลผลิตเมื่อใช้ระบบขนถ่ายวัสดุใหม่

รายละเอียด	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	หมายเหตุ
๑. เพิ่มอัตราการผลิต			
๑.๑ อัตราการผลิต (ตัน/วัน)	๖๗.๐๙	๗๑.๐๙	ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ ๖% ท่อขนาด ∅ ๑๐๐ - ๑๕๐ ซม.
๑.๒ จำนวนวันผลิต (วัน/ปี)	๒๓๒	๒๑๙	
๑.๓ วันที่ประหยัดได้ (วัน/ปี)	-	๑๓	
๑.๔ โอกาสเพิ่มผลผลิต (ตัน/ปี)	-	๙๒๔	เอาเวลาที่เหลือมาผลิตท่อ = ๑๓ $\frac{\text{วัน}}{\text{ปี}}$ x ๗๑.๐๙ $\frac{\text{ตัน}}{\text{วัน}}$
๑.๕ โอกาสเพิ่มรายได้ (บาท/ปี)		๕๑,๗๔๔	ต้นทุนโอกาสเพิ่มผลผลิต ๕๖ บาท/ตัน

ตารางที่ ๔.๗ (ต่อ)

รายละเอียด	ปัจจุบัน	เสนอแนะ	หมายเหตุ
๒. เพิ่มเวลาที่เครื่องหล่อท่อ ๓ (๑๕ นาที)			
๒.๑ โอกาสเพิ่มผลผลิต (ตัน/ปี)	-	๘๑๗	เพิ่มเวลาในการผลิตท่อ ๑๕ นาที/วัน $= \frac{๐.๒๕}{๖.๕}$ (๒๔๔ วัน)(๗๑.๐๔ ตัน/วัน) = ๘๑๗
๒.๒ โอกาสเพิ่มรายได้ (บาท/ปี)		๔๕,๗๕๒	
๓. ลดคนงานที่เครื่องหล่อท่อ (บาท/ปี)	-	๓๑๕,๓๑๒	ลดคนงานที่เครื่องหล่อท่อได้ ๔ คน รายได้/คน = ๖,๕๖๔ บาท
๔. เพิ่มเวลาพนักงานขาย โยกย้าย ๓๐ นาที ประหยัดรายได้ (บาท/ปี)	-	๔๗,๗๗๓	ฝ่ายขายที่มาช่วย ๘ คน
รวมต้นทุนที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	-	๔๖๐,๕๔๕	

ต้นทุนของระบบขนถ่ายวัสดุใหม่ ประกอบด้วย

๑. Overhead Crane	=	๑๒๗,๐๐๐ บาท
๒. Gear Motor ๒ ตัน	=	๖๐,๐๐๐ "
๓. เสา T ๒๕๐ x ๒๔.๖ x ๓.๘๐ ม. ๒๐ ต้น	=	๓๐,๐๐๐ "
๔. คาน T ๒๕๐ x ๒๔.๖ ยาว ๔๐ ม.	=	๒๔,๐๐๐ "
๕. Power Rail ยาว ๔๕ ม.	=	๑๘,๐๐๐ "
๖. Monld	=	๑๓๐,๐๐๐ "
๗. ค่าติดตั้งอุปกรณ์	=	๒๐,๐๐๐ "
		๔๑๔,๐๐๐ "

ระยะคืนทุน = $\frac{๔๑๔,๐๐๐}{๔๖๐,๕๔๕}$ = ๐.๘๙๘ ปี = ๑๐.๗๘ เดือน

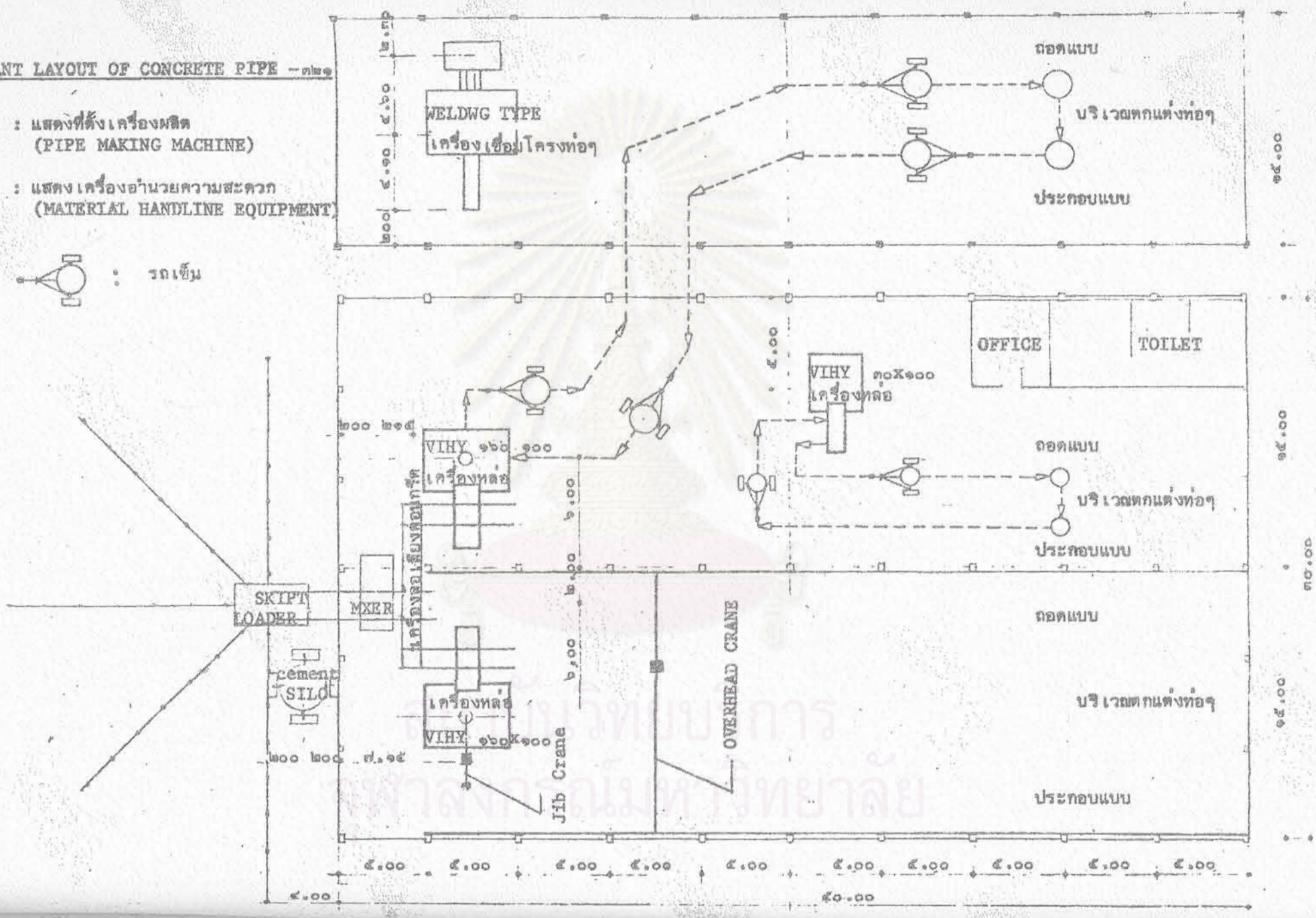
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

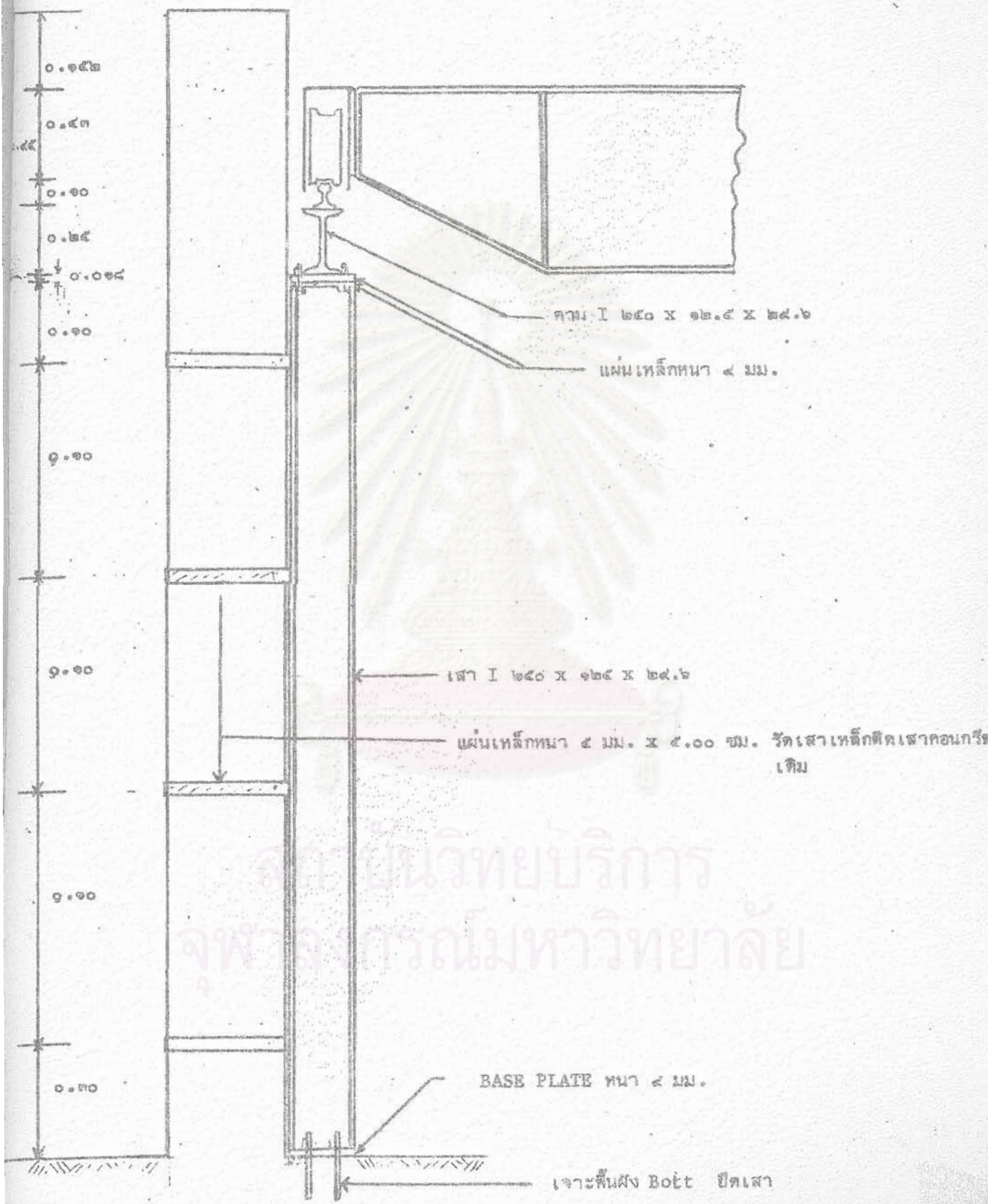
PLANT LAYOUT OF CONCRETE PIPE – แสดง

: แสดงที่ตั้งเครื่องผลิต
(PIPE MAKING MACHINE)

: แสดงเครื่องอำนวยความสะดวก
(MATERIAL HANDLINE EQUIPMENT)

: รถเข็น





รูปที่ ๔.๔ ลักษณะการติดตั้ง Overhead Crane

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๔.๗ ขั้นเสนอแนะเพื่อปรับปรุง

จากการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานและผลที่ประหยัดได้ ประกอบกับสภาพการตลาดปัจจุบัน ทีม VE ได้เสนอแนะให้ใช้ระบบการขนถ่ายวัสดุใหม่เป็น Jib Crane และ Overhead Crane แทนรถเข็นในปัจจุบัน เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ทั้งยังเป็นการรักษาภาพพจน์ที่ดีของบริษัท ในด้านการนำเทคนิคและเครื่องมือที่เหมาะสมมาใช้ในการผลิตอุปกรณ์การก่อสร้างด้วย

นอกจากนี้ประโยชน์ที่ได้รับ คือ

๑. ด้านผลผลิต สามารถเพิ่มผลผลิตท่อขนาด ϕ ๑๐๐ ซม. - ϕ ๑๕๐ ซม. ได้ประมาณ ๖% คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ ๕๒,๐๐๐ บาท/ปี

๒. เพิ่มเวลาของเครื่องหล่อท่อ ๓ ได้ประมาณ ๑๕ นาที/วัน คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ ๔๖,๐๐๐ บาท/ปี

๓. ลดพนักงานที่เครื่องหล่อท่อได้ ๔ คน คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ ๓๑๔,๐๐๐ บาท/ปี

๔. เพิ่มเวลาของฝ่ายขายได้ ๓๐ นาที/วัน ทำให้ประหยัดแรงงานได้ประมาณ ๔๘,๐๐๐ บาท/ปี

๕. พนักงานทำงานสดวกสบายขึ้น และมีความปลอดภัยกว่าปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๖

สรุปและข้อเสนอแนะ

๖.๑ <u>วัตถุประสงค์</u> ของการวิจัยนี้เพื่อประยุกต์ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่า เข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ และศึกษาว่าจะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้จริงตามทฤษฎีหรือไม่

โรงงานที่ศึกษามีอยู่ ๓ ประเภท คือ

๑. โรงงานประกอบตู้เย็น ได้ใช้ทฤษฎีของวิศวกรรมคุณค่าประยุกต์กับการบรรจุหีบห่อ

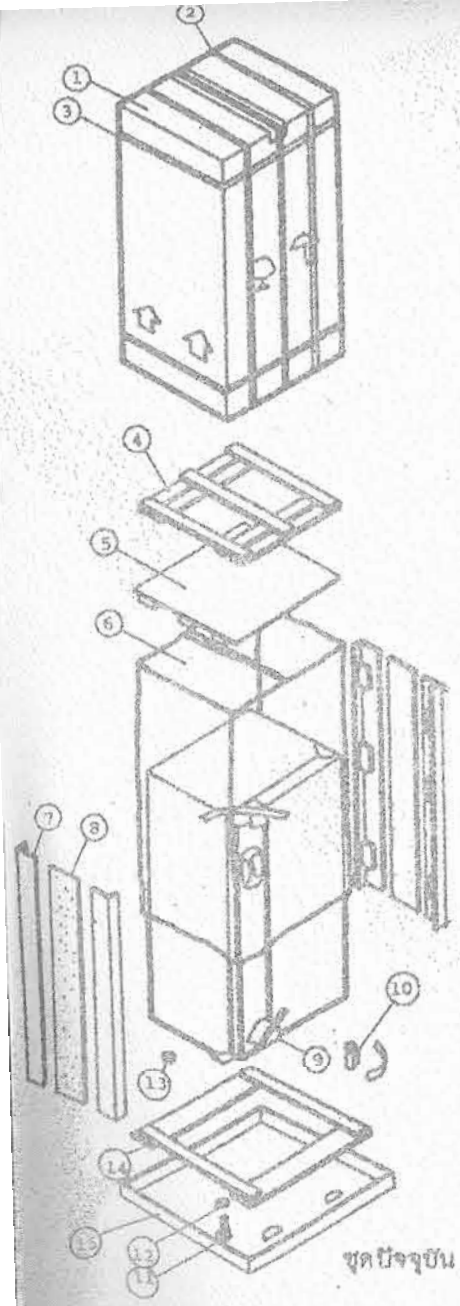
๒. โรงงานฟอกย่อม ได้ใช้ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่าประยุกต์กับกระบวนการผลิตด้วยการนำสารเคมีกลับมาใช้ใหม่

๓. โรงงานผลิตท่อระบายน้ำคอนกรีต ได้ใช้ทฤษฎีวิศวกรรมคุณค่ากับระบบขนถ่ายวัสดุ

สรุปผลได้ดังนี้

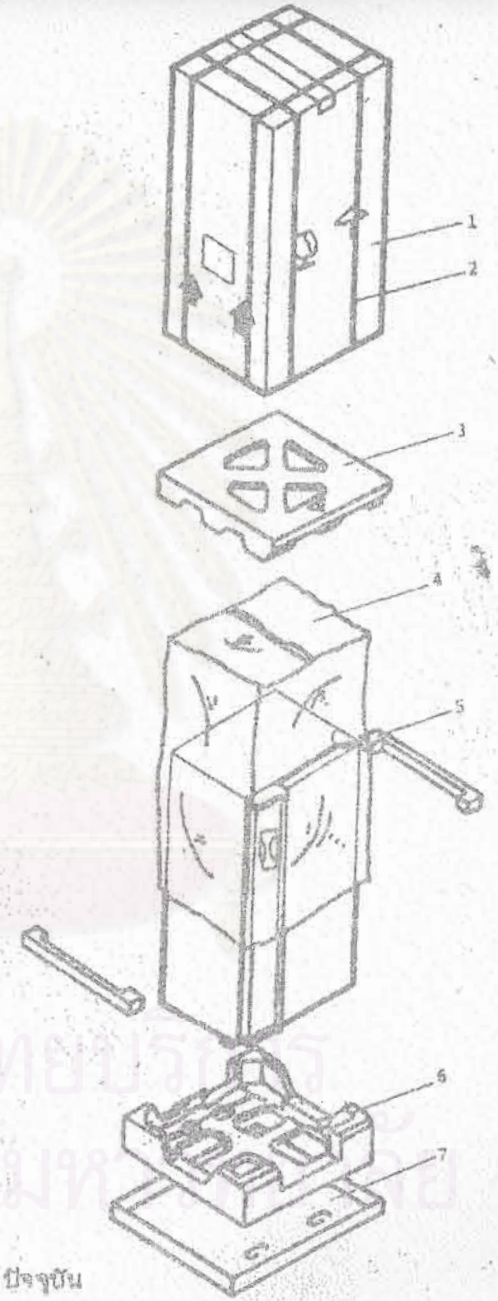
ตารางที่ ๖.๑ สรุปผลการลดต้นทุนด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่าในโรงงานต่าง ๆ

โรงงาน	เงินที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	เงินลงทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน	หมายเหตุ
๑) ประกอบตู้เย็น	๓,๐๐๐,๐๐๐	-	-	เฉพาะค่าวัสดุเท่านั้น ไม่รวมค่าแรงงานและค่า Freight ส่งต่างประเทศ
๒) ฟอกย้อมสี				
๒.๑ โซดาไฟกลับมาใช้	๑,๘๙๔,๒๖๘	๓๐,๐๐๐	๕ วัน	
๒.๒ สีซัลเฟอร์ดำ	๒๐๔,๖๐๐	๒๐,๐๐๐	๒๔ วัน	
๓) ผลิตท่อระบายน้ำคอนกรีต	๔๖๐,๕๔๕	๔๑๔,๐๐๐	๑๐.๘ เดือน	



ชุดปัจจุบัน

เลขที่	ชื่อชิ้นส่วน	ปริมาณ
๑	กล่องกระดาษ	๑
๒	สายรัดกล่อง	๔
๓	ฝาไม้ปิดด้านบน	๑
๔	กระดาษรัดด้านบน-	๑
	ข้างโรงฟิตโฟม	๔
๕	ถุงหุ้มตัวตู้เป็นพลาสติก	๑
๖	เสากระดาษ	๔
	ฟิตโฟมชิ้นเล็ก ๆ	๑๒
๗	โฟมด้านข้าง	๒
๘	ไม้ด้านล่าง	๑
๙	กระดาษลระบล่าง	๑
๑๐	น็อต และ แหวน	๘
๑๑	แหวน	๔



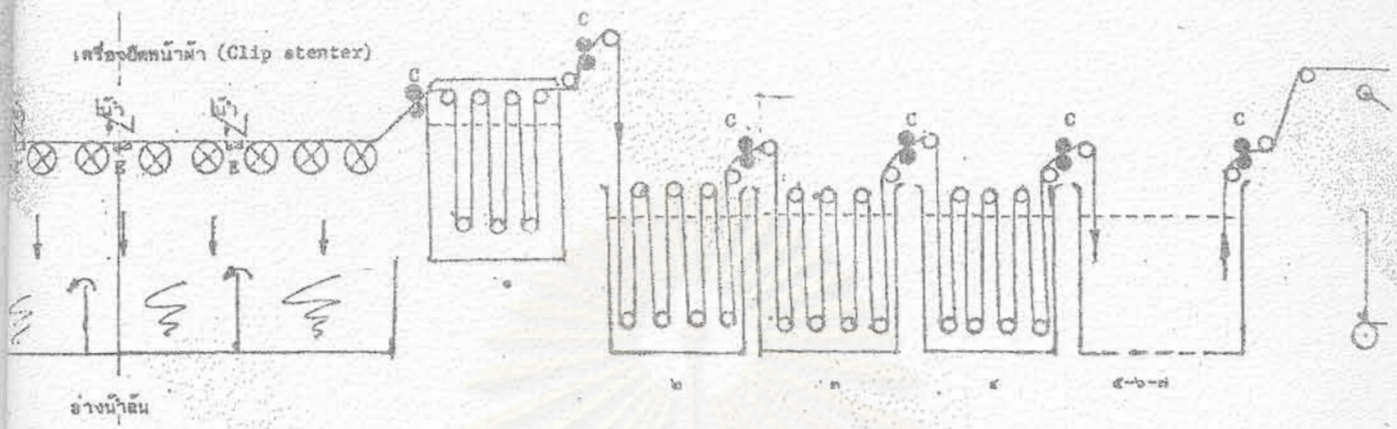
ชุด เสนอแนะ

เลขที่	ชื่นส่วน	ปริมาณ
๑	กล่องกระดาษ	๑
๒	สายรัดกล่อง	๔
๓	โฟมด้านบน	๑
๔	ถุงพลาสติก	๑
๕	โฟมด้านข้าง	๒
๖	โฟมด้านล่าง	๑
๗	กระดาษลอนล่าง	๑

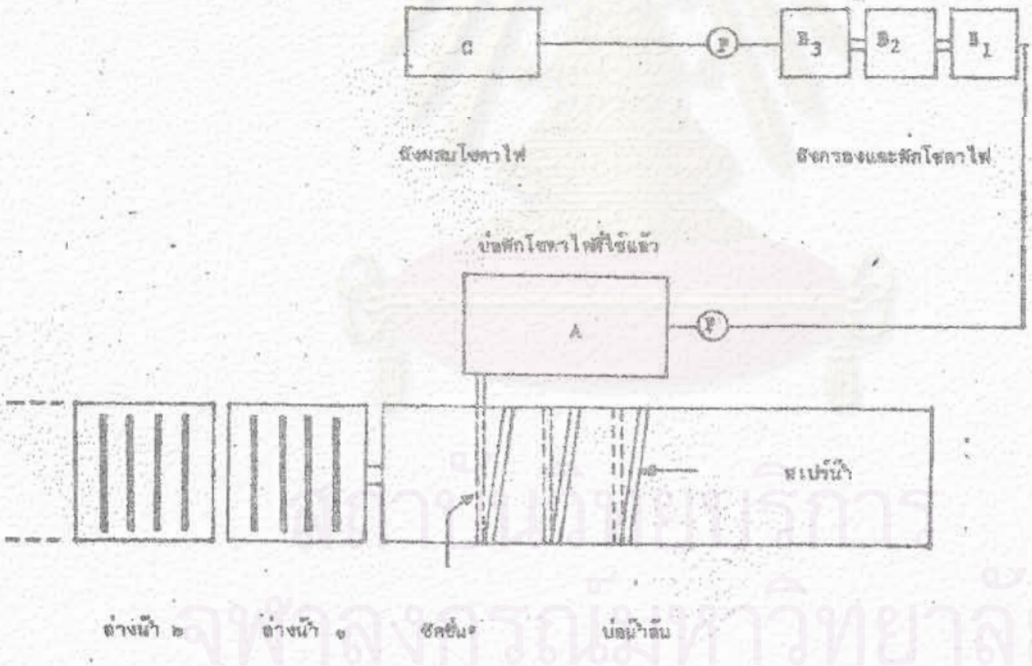
หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๖.๑ เปรียบเทียบชุด Packing ปัจจุบัน และเสนอแนะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

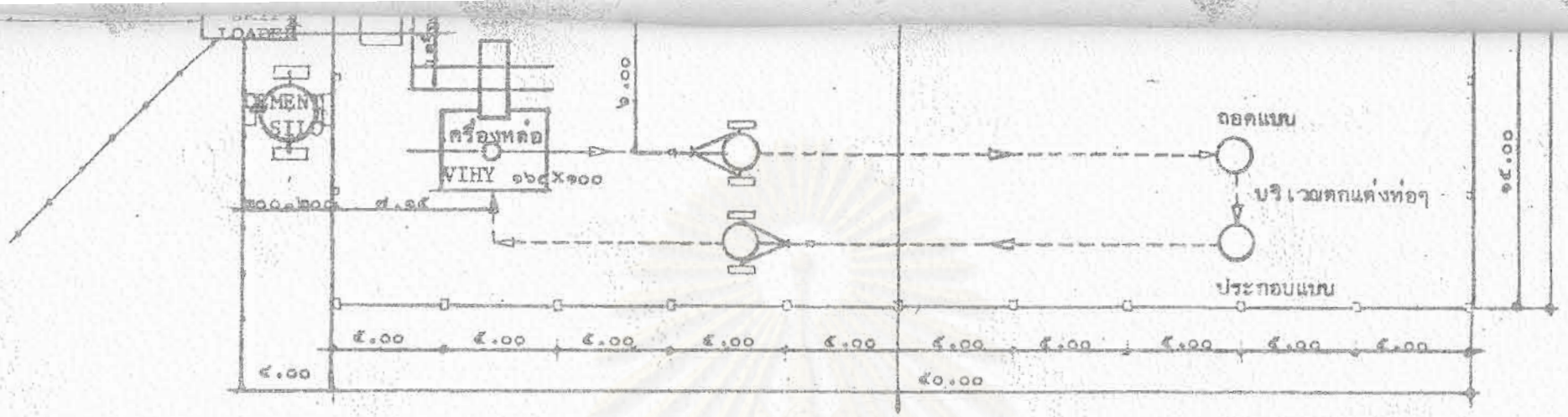


ก่อนการปรับปรุง

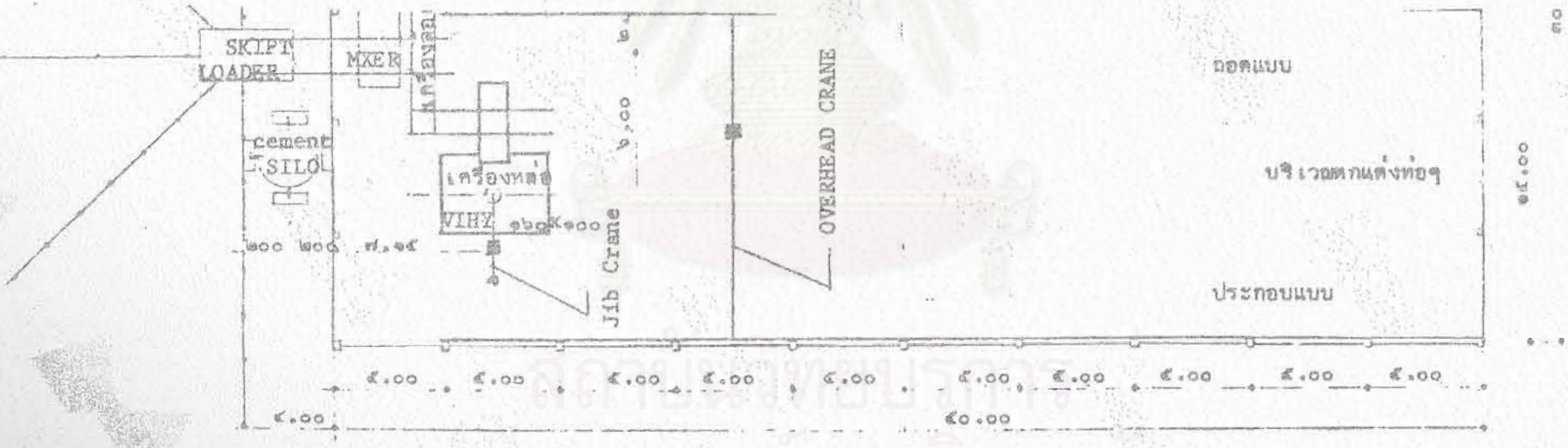


เสนอแนะ

รูปที่ ๖.๒ เปรียบเทียบการปรับปรุงบริเวณเครื่อง เมอร์เซอไรส์



ก่อนการปรับปรุง



เสนอแนะ

รูปที่ ๖.๓ เปรียบเทียบระบบขนถ่ายวัสดุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๖.๒ ข้อเสนอแนะ การวิจัยครั้งนี้พบว่า การใช้ทฤษฎีและเทคนิคของวิศวกรรมคุณค่านั้น สามารถใช้ได้กับงานทางด้าน Hardware ทุกประเภท แต่ต้องปฏิบัติตามขั้นตอนของ VE ทุกขั้นตอน จึงจะสามารถลดต้นทุนได้มาก โดยเฉพาะขั้นตอนการสร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง ส่วนใหญ่แล้วทีมงาน VE ยังยึดติดกับความคิดเก่า ๆ อยู่มาก

วิศวกรรมคุณค่าจะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในโรงงานอุตสาหกรรมต่อเมื่อ

๑. ทีมงานคิดว่าไม่มีอะไรที่สมบูรณ์ในโรงงานของเรา ต้องการปรับปรุงอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการผลิตวัสดุ ผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ หรือพลังงาน

๒. ผู้บริหารจะต้องคอยให้กำลังใจ ด้วยการให้รางวัล เมื่อทีมงาน VE สามารถลดต้นทุนในโรงงานได้ พร้อมกันนี้จะต้องส่งเสริมให้พนักงานมีจิตสำนึกอยู่เสมอว่า การลดต้นทุนการผลิตเป็นหน้าที่ของทุกคน

๖.๓ งานวิจัยที่ควรดำเนินต่อไป

ควรจะประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าไปในงานทางด้าน Software บ้าง เช่น ระบบงานสารบรรณ ระบบการจัดจำหน่าย ระบบการขนส่ง และระบบการเงิน

๖.๔ ประโยชน์ของการประยุกต์การวิจัยนี้

๑. ผู้บริหารและพนักงานได้เริ่มตระหนักว่า การนำวิชาการมาใช้สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๒. โรงงานอุตสาหกรรมได้เรียนรู้เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า

๓. การวิจัยนี้จะเป็นตัวอย่างให้กับโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ

บรรณานุกรม

1. Arthur E. Mudge; Value Engineering; A Systematic Approach; McGraw-Hill, New York, 1971
2. J.W. Greve & F.W. Wilsong Editors; Value Engineering in Manufacturing; American Society of Tool and Manufacturing Engineers, Prentice Hall, 1967
3. Donald E. Parker; Value Engineering Theory; Socicty of American Value Engineering Triangle Press, 1977
4. Harold G. Tufty; Value Engineering; The Indo-American Socicty, 1980
5. Edward D. Heller; Value Management; Addision-Wesley Publishing Co., Reading, Mass; 1971
6. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น) "วิศวกรรมคุณค่า" จุลสารฉบับพิเศษ , พฤษภาคม ๒๕๒๓

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การบรรจุตู้เย็น GBU-6 ลง CONTAINER

CONTAINER ขนาด 20 บรรจุตู้เย็น GBU-6 ได้ = 52 ตู้

ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับความเข้มข้นของโซดาไฟ

Conversion Table for Caustic Soda 15°C (Lunge)

Degrees Baumé	Degrees Twaddel	Spec. gravity	1 kg contains grams NaOH	1 l contains grams NaOH	1 l corresponds to litres acetic acid 50%	acetic acid 60%	formic acid 85%	1 l caustic soda 38° Bé = litres caustic soda
1	1.4	1.007	5.9	6.0	0.018	0.016	0.009	73.50
2	2.8	1.014	12.0	12.0	0.036	0.033	0.017	36.75
3	4.4	1.022	18.3	18.9	0.057	0.051	0.027	23.33
4	5.8	1.029	25.0	25.7	0.078	0.070	0.037	17.16
5	7.2	1.036	31.5	32.6	0.099	0.089	0.046	13.53
6	9.0	1.045	37.9	39.6	0.120	0.108	0.056	11.14
7	10.4	1.052	45.0	47.3	0.144	0.129	0.067	9.32
8	12.0	1.060	52.0	55.0	0.167	0.150	0.078	8.02
9	13.4	1.067	58.6	62.5	0.190	0.170	0.089	7.06
10	15.0	1.075	65.8	70.7	0.215	0.192	0.100	6.24
11	16.6	1.083	73.0	79.1	0.240	0.215	0.112	5.45
12	18.2	1.091	80.7	88.0	0.267	0.239	0.125	5.01
13	20.0	1.100	87.8	96.6	0.294	0.263	0.137	4.57
14	21.6	1.108	95.0	105.3	0.320	0.287	0.150	4.19
15	23.2	1.116	103.0	114.9	0.349	0.313	0.163	3.83
16	25.0	1.125	110.8	124.6	0.378	0.339	0.177	3.54
17	26.8	1.134	118.4	134.0	0.407	0.365	0.190	3.27
18	28.4	1.142	126.0	143.0	0.441	0.395	0.206	3.04
19	30.4	1.152	135.0	155.5	0.473	0.423	0.221	2.83
20	32.4	1.162	143.5	166.7	0.507	0.454	0.237	2.64
21	34.2	1.171	151.5	177.4	0.539	0.483	0.252	2.48
22	36.0	1.180	160.0	188.8	0.574	0.516	0.268	2.33
23	38.0	1.190	169.1	201.2	0.611	0.547	0.286	2.19
24	40.0	1.200	178.1	213.7	0.649	0.581	0.303	2.06
25	42.0	1.210	187.1	226.4	0.688	0.616	0.321	1.94
26	44.0	1.220	196.5	239.7	0.728	0.652	0.340	1.84
27	46.2	1.231	206.0	253.6	0.771	0.690	0.360	1.74
28	48.2	1.241	215.5	267.4	0.813	0.728	0.380	1.65
29	50.4	1.252	225.0	281.7	0.856	0.767	0.400	1.56
30	52.6	1.263	235.0	296.8	0.901	0.808	0.421	1.48
31	54.6	1.274	244.8	311.9	0.948	0.849	0.443	1.41
32	57.0	1.285	255.0	327.7	0.996	0.892	0.466	1.34
33	59.4	1.297	265.8	344.7	1.047	0.938	0.490	1.28
34	61.6	1.308	276.5	361.7	1.099	0.984	0.514	1.22
35	64.0	1.320	288.3	380.6	1.156	1.036	0.540	1.16
36	66.4	1.332	300.0	399.6	1.214	1.087	0.567	1.10
37	69.0	1.345	312.0	419.6	1.275	1.142	0.596	1.05
38	71.4	1.357	325.0	441.0	1.340	1.200	0.626	1.00
39	74.0	1.370	337.3	462.1	1.404	1.257	0.656	0.95
40	76.6	1.383	350.0	484.1	1.470	1.317	0.687	0.91
41	79.4	1.397	363.6	507.9	1.543	1.382	0.721	0.87
42	82.0	1.410	376.5	530.9	1.613	1.443	0.757	0.83
43	84.8	1.424	390.6	556.2	1.690	1.513	0.789	0.79
44	87.6	1.438	404.7	582.0	1.768	1.584	0.826	0.75
45	90.6	1.453	420.2	610.6	1.855	1.661	0.867	0.72
46	93.6	1.468	435.8	639.8	1.944	1.741	0.908	0.69
47	96.6	1.483	451.6	669.7	2.035	1.822	0.951	0.66
48	99.6	1.498	467.3	700.0	2.127	1.905	0.994	0.63
49	102.8	1.514	484.1	732.9	2.227	1.994	1.040	0.60
50	106.0	1.530	501.0	766.5	2.329	2.086	1.088	0.57

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย