การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต ในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า

นาย สาทิต เต็มนาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544
ISBN 974-03-1334-5
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PACKAGE IMPROVEMENT FOR REDUCING PRODUCTION COST IN POWER TRANSFORMER FACTORY

Mr. Sathit Temnatee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2001
ISBN 974-03-1334-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต ในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า
โดย	นาย สาทิต เต็มนาที
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นางสาว จรัญญา เหลืองสะอาด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นางสาว จรัญญา เหลืองสะอาด)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาทิต เต็มนาที : การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิตในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า (PACKAGE IMPROVEMENT FOR REDUCING PRODUCTION COSTS IN POWER TRANSFORMER FACTORY) อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, ที่ปรึกษาร่วม : นางสาว จรัญญา เหลืองสะอาด , 192 หน้า. ISBN 974-03-1334-5.

การที่อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างทางด้านกายภาพรูปร่างภายนอกของแต่ละแบบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น มีวัสดุที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์จำนวนมาก ทำให้เกิดความสับสนในวิธีการบรรจุ, สิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บวัสดุเหล่านี้ และที่สำคัญที่สุด คือ ต้นทุนค่าวัสดุที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์มีค่าสูงเกินความจำเป็น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ในกลุ่มขดลวดต้านทานของแผนก Electric Range Large (ERL) ให้ต้นทุนค่าวัสดุที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์ลดลง โดยได้นำหลักการของวิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ในการลดต้นทุนอย่างเป็นระบบ ภายใต้ข้อจำกัดและความต้องการของระบบ หลังจากศึกษาต้นทุนค่าวัสดุของบรรจุภัณฑ์, จัดกลุ่มวัสดุเหล่านั้น และ ศึกษาข้อจำกัดและความต้องการของระบบ แล้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หน้าที่การทำงานของวัสดุที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์ทุกชิ้นเพื่อหาหน้าที่หลักของบรรจุภัณฑ์ ทำให้พบว่าวัสดุบางรายการทำหน้าที่ซ้ำกัน หน้าที่หลักของบรรจุภัณฑ์มีเพียง 6 หน้าที่ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. บรรจุสินค้า
2. ป้องกันการชนกันของสายไฟ
3. ป้องกันความชื้น
4. กำหนดตำแหน่งของผลิตภัณฑ์
5. รับน้ำหนัก
6. ป้องกันการกระแทก

นอกจาก 6 หน้าที่หลักแล้ว สิ่งที่นำมาพิจารณาในการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ คือ ข้อจำกัดและความต้องการของระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ข้อจำกัดด้านการขนส่ง
2. ข้อจำกัดด้านการเคลื่อนย้าย
3. ความสามารถในการปกป้องผลิตภัณฑ์
4. ความต้องการของลูกค้า

หลังจากปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ พบว่า ต้นทุนค่าวัสดุที่ใช้ในบรรจุภัณฑ์ลดลง 29% และบรรจุภัณฑ์ที่ปรับปรุงแล้ว ตอบสนองข้อจำกัดและความต้องการของระบบทั้ง 4 ด้าน

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4370554221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORDS: PACKAGING / DESIGN/ IMPROVEMENT / COST REDUCTION / VALUE ENGINEERING

SATHIT TEMNATEE: PACKAGE IMPROVEMENT FOR REDUCING PRODUCTION COSTS IN POWER TRANSFORMER FACTORY. THESIS ADVISOR: PROF.SIRICHAN THONGPRASERT, Ph.D., THESIS COADVISOR: Ms. JARUNYA LUANGSA-ARD. 192 pp. ISBN 974-03-1334-5.

Electrical parts, which are the products with little difference in physical appearance for each model, have too many packaging materials. This leads to confusion of packaging methods, use of large warehouse area to store these materials and, most important, unnecessary cost of packaging materials.

Therefore, the objective of this thesis is to improve packaging of reactor in the Electric Range Large (ERL) department for material cost reduction by applying Value Engineering techniques to reduce material costs systematically. After discussing material costs, grouping of materials and studying system requirements, the researcher performed a functional analysis of every part of packaging to indicate the main functions of the packaging. The analysis concluded that the main functions of the packaging consist of :

1. Containing products
2. Protecting products from wire shorting
3. Protecting products from moisture
4. Positioning products to avoid moveme
5. Carrying weight
6. Protecting from impact

Beyond these main factors, the following system requirements are considered :

1. Transportability
2. Handling operations
3. Protection capacity
4. Customer needs

After the recommended improvements, the material costs of the packaging were potentially reduced by 29% and the improved packaging meets all the system requirements.

Department Industrial engineering
Field of study Industrial engineering
Academic year 2001

Student 's signature ……..
Advisor 's signature ……..
Co-advisor's signature ……..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ ซึ่งได้สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะสำเร็จไม่ได้เลยหากไม่ได้รับ ความช่วยเหลือ คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิด และแรงสนับสนุนอย่างเต็มที่ จาก คุณ จรัญญา เหลืองสะอาด ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมไปถึงคณาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานและคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา และรองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์

ขอขอบพระคุณ คุณนิพนธ์ สุรพงษ์รักเจริญ รองประธานบริษัทไทยตาบูชิอีเลคทริค จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ต่างๆ ในการทำงานให้ประสบความสำเร็จ ขอขอบพระคุณทีมงานที่เกี่ยวข้องในทีมงานวิศวกรรมคุณค่า ได้แก่ คุณพรพรหม พรหมดี ฝ่ายจัดซื้อ คุณเสนาะ อุดมพัน ฝ่ายวิศวกรรม คุณไพรัช พูลทวี หัวหน้าสายการบรรจุแผนก ERL และที่สำคัญที่สุด คุณพลาวุธ วงศ์วิวัฒน์ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นรูปเป็นร่าง และเสร็จสมบูรณ์ในที่สุด

ขอมอบคำขอบคุณแด่ Mr.Jim Hutton คุณ ชนินทร์ มหารักษ์ และ คุณ ณฤทัย ชื่นคุ้ม ที่ให้ความช่วยเหลือ รวมไปถึงเพื่อนๆพี่ๆ ทุกคน ที่เป็นกำลังใจให้กันมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สำหรับกำลังใจอย่างต่อเนื่อง และให้การสนับสนุน ช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สาทิต เต็มนาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ หน้า

1 **บทนำ** 1

1.1 ที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 3

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

2 **ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** 5

2.1 การบรรจุหีบห่อ(Package Management)..... 5

2.1.1 รูปลักษณ์ภายนอกของหีบห่อบรรจุ(Appearance)..... 6

2.1.2 การปกป้อง(Protection)..... 7

2.1.2.1 อันตรายทางเคมี (Chemical Hazards)..... 7

2.1.2.2 อันตรายทางกายภาพ (Physical Hazards)..... 8

2.1.3 หน้าที่การทำงาน(Functions)..... 9

2.1.4 ต้นทุน (Cost)..... 9

2.1.4.1 Unit Pack Cost..... 9

2.1.4.2 Storage/Handling..... 10

2.1.4.3 Production Operation..... 10

2.1.4.4 Warehousing..... 11

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

2.1.4.5 Distribution..... 11

2.1.4.6 Selling Operation..... 12

2.1.5 ความสามารถในการทำลายได้ของหีบห่อบรรจุ (Disposability)..... 13

2.1.5.1 การใช้วัสดุหีบห่อมากเกินความจำเป็น..... 13

2.1.5.2 หีบห่อบรรจุที่ใช้ได้ครั้งเดียว..... 13

2.1.5.3 ความสามารถในการทำลายได้ของวัสดุหีบห่อ... 13

2.2 วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)..... 14

2.2.1 ประวัติ..... 14

2.2.2 จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า..... 15

2.2.3 ขอบข่ายของงาน VE..... 16

2.2.4 ความหมายในเรื่องคุณค่า..... 17

2.2.5 ความหมายของหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์..... 18

2.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่า หน้าที่การทำงานและต้นทุน.. 18

2.2.7 แผนงานวิศวกรรมคุณค่า..... 19

2.2.7.1 การเลือกโครงการหรือเป้าหมาย..... 19

2.2.7.2 การรวบรวมข้อมูล..... 20

2.2.7.3 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน..... 20

2.2.7.4 การทำข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์..... 20

2.2.7.5 การประเมินข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง..... 21

2.2.7.6 การทดสอบพิสูจน์..... 21

2.2.7.7 การเสนอผลงานและติดตามผล..... 21

2.3 System Engineering..... 22

2.4 สำรวจวรรณกรรม..... 23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3 **การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของโรงงานตัวอย่าง**..... 25

3.1 ความเป็นมาและลักษณะทั่วไปของแผนก ERL..... 25

3.2 ผลิตภัณฑ์..... 25

3.3 กระบวนการผลิต..... 28

3.4 การจัดโครงสร้างองค์กร..... 31

3.5 ลักษณะการบรรจุหีบห่อ..... 32

3.6 กำลังการผลิต..... 33

3.7 รายการวัสดุในการบรรจุหีบห่อ..... 35

3.8 ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อ..... 35

3.9 การออกแบบหีบห่อบรรจุ..... 35

3.10 การจัดซื้อวัสดุในการบรรจุหีบห่อ..... 35

4 **การออกแบบเพื่อปรับปรุงหีบห่อบรรจุ**..... 38

4.1 การจัดกลุ่มวัสดุที่ใช้ในการบรรจุ..... 38

4.1.1 Partition..... 38

4.1.2 Box..... 39

4.1.3 Accessories..... 39

4.2 ข้อจำกัดและความต้องการของระบบ..... 40

4.2.1 ข้อจำกัดทางด้านการขนส่ง..... 41

4.2.2 ข้อจำกัดทางด้านการเคลื่อนย้าย..... 41

4.2.3 ความต้องการในการปกป้องผลิตภัณฑ์..... 42

4.2.4 ความต้องการของลูกค้า..... 42

4.3 วิศวกรรมคุณค่ากับการปรับปรุงหีบห่อบรรจุ..... 43

4.3.1 การเลือกโครงการ..... 43

4.3.2 การรวบรวมข้อมูล..... 44

4.3.3 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน..... 45

4.3.4 การสร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง..... 54

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่

หน้า

4.4 แนวความคิดของบรรจุภัณฑ์หลังการวิเคราะห์..... 57

- แบบที่ 1..... 60
- แบบที่ 2..... 61
- แบบที่ 3..... 62
- แบบที่ 4..... 63
- แบบที่ 5..... 64
- แบบที่ 6..... 66
- แบบที่ 7..... 67
- แบบที่ 8..... 68
- แบบที่ 9..... 69
- แบบที่ 10..... 71
- แบบที่ 11..... 72

4.5 การประเมินผลการออกแบบ..... 75

4.6 การทดสอบพิสูจน์..... 78

4.6.1 บรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง..... 78

4.6.2 ขั้นตอนการบรรจุ..... 81

4.6.3 การเคลื่อนย้ายหีบห่อบรรจุหลังการปรับปรุง..... 83

4.6.4 ความสามารถในการปกป้องผลิตภัณฑ์..... 84

4.6.5 การขนส่งหลังการปรับปรุง..... 85

4.6.6 ความต้องการของลูกค้า..... 85

4.7 สรุปผลงาน..... 86

4.7.1 ข้อสรุปทางด้านต้นทุน..... 86

4.7.2 ข้อสรุปทางด้านรายการวัสดุ..... 88

4.7.3 ข้อจำกัดทางด้านข้อจำกัดและความต้องการของระบบ.... 88

4.8 จุดอ่อนและข้อจำกัดของวิศวกรรมคุณค่า..... 89

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่
หน้า
5. **การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์**..... 90
5.1 โมเดลทางการเงิน..... 90
5.2 การวิเคราะห์ความไว..... 92
5.2.1 อัตราดอกเบี้ย..... 92
5.2.2 ยอดการสั่ง..... 92
5.2.3 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....93
5.2.4 เงินที่ประหยัดได้ต่อหน่วย..... 94
6. **บทสรุปของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ**..... 95
6.1 บทสรุปงานวิจัย..... 95
6.2 ข้อเสนอแนะ..... 97
6.3 งานวิจัยที่ควรดำเนินต่อไป..... 97
6.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย..... 98
รายการอ้างอิง..... 99
ภาคผนวก..... 101
ภาคผนวก ก. ต้นทุนค่าวัสดุและรูปแบบการบรรจุแบบปัจจุบัน..... 102
ภาคผนวก ข. รายละเอียดของรถ Fork Lift และตู้คอนเทนเนอร์..... 145
ภาคผนวก ค. ใบประเมินราคาค่าวัสดุ..... 147
ภาคผนวก ง. หลักการของค่าปัจจุบันสุทธิและตัวอย่างการคำนวณ..... 151
ภาคผนวก จ. ตารางดอกเบี้ยทบต้น..... 153
ภาคผนวก ฉ. ลักษณะทางกายภาพของขดลวดต้านทานที่ทำการศึกษา.....
180
ภาคผนวก ช. แบบสอบถามการประเมินผลหน้าที่เชิงเลข..... 186
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 192

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงรายการวัสดุทั้งหมดโดยแบ่งตามกลุ่ม..... 32

ตารางที่ 3.2 กำลังการผลิตตลอดปี 2001..... 34

ตารางที่ 3.3 รายการวัสดุในการบรรจุหีบห่อ แยกตามกลุ่ม..... 36

ตารางที่ 3.4 ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อ..... 37

ตารางที่ 4.1 วัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อปัจจุบัน..... 40

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของอุปกรณ์เคลื่อนย้าย..... 42

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน..... 45

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 1..... 60

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 2..... 61

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 3..... 62

ตารางที่ 4.7 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 4..... 63

ตารางที่ 4.8 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 5..... 65

ตารางที่ 4.9 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 6..... 66

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 7..... 68

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 8..... 68

ตารางที่ 4.12 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 9..... 70

ตารางที่ 4.13 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 10..... 72

ตารางที่ 4.14 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 11..... 73

ตารางที่ 4.15 ลักษณะเด่น/ด้อยของแบบเสนอแต่ละแบบ..... 73

ตารางที่ 4.16 การประเมินผลแบบ Metrix..... 76

ตารางที่ 4.17 ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหลังการปรับปรุง..... 80

ตารางที่ 4.18 แสดงรายละเอียดที่มาของต้นทุนที่ลดลง..... 87

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบต้นทุนค่าวัสดุก่อนและหลังปรับปรุง
ของโมเดล DE65T468H01-T..... 87

ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบต้นทุนค่าวัสดุก่อนและหลังปรับปรุง
ของโมเดลในกลุ่มขดลวดเหนี่ยวนำ..... 87

ตารางที่ 5.1 กระแสเงินสด, ค่าปัจจุบัน และค่าปัจจุบันสุทธิ..... 91

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 5.2	ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย	92
ตารางที่ 5.3	ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงยอดการสั่ง.....	93
ตารางที่ 5.4	ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์.....	93
ตารางที่ 5.5	ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงเงินที่ประหยัดได้ต่อหน่วยบรรจุภัณฑ์.....	94

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อ และ ความสูญเสียที่มาจากสินค้าเสียหาย..... 12

รูปที่ 2.2 top-down/bottom-up..... 22

รูปที่ 3.1 แสดงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์..... 26

รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์..... 27

รูปที่ 3.3 Layout ของแผนก ERL..... 29

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตหม้อแปลง ERL..... 30

รูปที่ 3.5 โครงสร้างองค์กร..... 31

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างลักษณะการบรรจุหีบห่อในปัจจุบันบางรูปแบบ..... 33

รูปที่ 4.1 การประเมินผลหน้าที่..... 51

รูปที่ 4.2 Paretto แสดงน้ำหนักคะแนนของแต่ละหน้าที่ หลังการประเมินเชิงเลข..... 54

รูปที่ 4.3 Partition แบบต่างๆ ที่ได้นำเสนอ..... 59

รูปที่ 4.4 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 1..... 61

รูปที่ 4.5 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 2..... 62

รูปที่ 4.6 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 3..... 63

รูปที่ 4.7 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 4..... 64

รูปที่ 4.8 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 5..... 65

รูปที่ 4.9 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 6..... 66

รูปที่ 4.10 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 7..... 67

รูปที่ 4.11 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 8..... 69

รูปที่ 4.12 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 9..... 70

รูปที่ 4.13 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 10..... 71

รูปที่ 4.14 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 11..... 72

รูปที่ 4.15 ส่วนประกอบของบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง..... 79

รูปที่ 4.16 ลักษณะ Partition ที่ใช้หลังการปรับปรุง..... 80

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 4.17 ลักษณะการจัดวางผลิตภัณฑ์.....	81
รูปที่ 4.18 ขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์หลังปรับปรุง.....	82
รูปที่ 4.19 การเคลื่อนย้ายด้วย Hand Lift.....	83
รูปที่ 4.20 การเคลื่อนย้ายด้วย Power Lift.....	83
รูปที่ 4.21 การเคลื่อนย้ายด้วย Fork Lift.....	83
รูปที่ 4.22 การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ด้วย Fork Lift.....	84
รูปที่ 4.23 ผลิตภัณฑ์หลังการทดลองเคลื่อนย้าย.....	84
รูปที่ 4.24 มิติตู้คอนเทนเนอร์เมื่อทำการขนส่ง.....	85

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

อุตสาหกรรมทุกประเภทภายใต้สภาวะเศรษฐกิจปัจจุบัน ต่างมีการแข่งขันกันมากในทุกรูปแบบ เพื่อให้ก้าวไปสู่ระดับสากล ไม่ว่าจะเป็น ในเรื่องของการโฆษณาประชาสัมพันธ์ การควบคุมการผลิต การจัดส่งและการกระจายสินค้า การควบคุมคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การแข่งขันด้านราคา ดังจะเห็นได้จากทฤษฎีการจัดการการผลิตทั้งจากทางด้านอเมริกา และญี่ปุ่น ในยุคหลังๆ ต่างก็มุ่งเน้นให้การดำเนินงานในอุตสาหกรรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด ดังนั้นอุตสาหกรรมสมัยใหม่จำเป็นต้องพัฒนาการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าภายใต้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด

ในกระบวนการผลิตนั้น การบรรจุหีบห่อเป็นขั้นตอนสุดท้าย ก่อนที่จะส่งสินค้าไปจัดเก็บเพื่อรอการส่งมอบให้ลูกค้า มักจะถูกมองว่าเป็นส่วนที่ไม่สำคัญ เมื่อเทียบกับกระบวนการผลิตทั้งหมด แต่แท้ที่จริงแล้ว การบรรจุหีบห่อมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าตัวผลิตภัณฑ์เลย การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะเป็นการลดต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อแล้ว ยังทำให้เวลาในการดำเนินงานลดลง และของเสียในกระบวนการผลิตลดลง

หากประเทศไทยของเราต้องการให้ภาคอุตสาหกรรมมีความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกได้อย่างแท้จริงจึงเป็นเรื่องจำเป็นที่ผู้ประกอบการ ควรหันมาให้ความสำคัญกับการบรรจุหีบห่อและบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่การออกแบบ การใช้งาน ตลอดไปจนถึงการทำลาย ไม่เพียงแต่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิตในการการลดต้นทุนการผลิต เป็นประโยชน์ต่อลูกค้า ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้า แต่ยังเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมอีกด้วย

1.1 ที่มาของปัญหา

ปัจจุบันทางแผนก ERL ได้ทำการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า และขดลวดต้านทาน สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า หลายแบบ(Model) โดยแต่ละแบบ ก็จะมีวิธีการบรรจุหีบห่อ และวัสดุชิ้นส่วน รวมทั้งวิธีการจัดวางตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ในบรรจุภัณฑ์ แตกต่างกัน ปัญหาที่ตามมาได้แก่

- มีวัสดุชิ้นส่วนในการบรรจุหีบห่อที่แตกต่างกันจำนวนมาก
- ทำให้เกิดความสับสนในวิธีการบรรจุ
- สิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บวัสดุเหล่านี้
- ที่สำคัญคือทำให้ต้นทุนค่าวัสดุหีบห่อมีค่าสูงเกินความจำเป็น ยกตัวอย่างเช่น

DE65T468H01	มีต้นทุนค่าวัสดุหีบห่อ	2.80 บาท/1 ตัว
RTRN-A576WREO-T	มีต้นทุนค่าวัสดุหีบห่อ	5.79 บาท/ 1 ตัว

เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับแผนการผลิตจะพบว่าต้นทุนค่าวัสดุหีบห่อเฉลี่ยของ 2 โมเดลนี้มีค่าถึง 2,853,500 บาท/เดือน หรือ 4.29 บาท/ชิ้น ทีเดียว ทั้งที่จริงๆแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่แผนก ERLทำการผลิตจัดอยู่ในกลุ่มของอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ ซึ่งในแต่ละแบบ (Model) จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Minor product change)

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่จัดทำขึ้นโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์ ให้การบรรจุหีบห่อในแผนก ERL เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้ต้นทุนการบรรจุหีบห่อที่ต่ำลง

1.2 วัตถุประสงค์

ออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อ ปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ของแผนก ERL ให้ต้นทุนค่าวัสดุของบรรจุภัณฑ์ในกลุ่มที่ทำการศึกษาลดลง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ทำการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ของแผนก ERL เฉพาะผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของขดลวดต้านทาน (Reactor) ที่แสดงไว้ในภาคผนวก ฉ.
2. *ต้นทุน* ในที่นี้หมายถึง ต้นทุนค่าวัสดุบรรจุภัณฑ์
3. ในการพิจารณาปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ จะคำนึงถึง ความต้องการและข้อจำกัดของระบบ ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. น้ำหนักรวมของบรรจุภัณฑ์เมื่อทำการบรรจุสินค้าแล้ว จะต้องมีน้ำหนักรวมในการขนส่งไม่เกินตามที่กฎหมายการขนส่งทางบกกำหนดไว้ 20 ตัน
2. น้ำหนักรวมของบรรจุภัณฑ์เมื่อทำการบรรจุสินค้าแล้ว จะต้องสามารถเคลื่อนย้ายด้วย fork lift , power lift และ hand lift ที่ทางโรงงานตัวอย่างใช้อยู่ได้
3. ผลิตภัณฑ์ จะต้องไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการเคลื่อนย้าย และการขนส่งที่ถูกวิธี
4. บรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุงแล้ว จะต้องไม่ไปกระทบกระเทือนในการจัดเก็บของลูกค้าทุกรายที่เกี่ยวข้องกับแบบที่ทำการศึกษา

4. จะนำเทคนิค การวิเคราะห์ลดต้นทุนอย่างเป็นระบบ ตามแนวทางของการวิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis/Engineering) มาใช้ในการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์
5. การเลือกใช้วัสดุจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงจากวัสดุกลุ่มเดิมที่มีอยู่ก่อน และจะใช้วัสดุที่ผลิตจากที่เดียวกันกับวัสดุกลุ่มเดิม
6. การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์จะสิ้นสุดลงเมื่อ ต้นทุนค่าวัสดุลดลงอย่างต่ำ 10% หรือเมื่อได้รับความเห็นชอบจากสมาชิกในทีม Value Analysis ซึ่งประกอบไปด้วย
    1. หัวหน้าแผนก ERL
    2. ผู้ช่วยหัวหน้าแผนก ERL
    3. ตัวแทนจากฝ่ายออกแบบ
    4. ตัวแทนจากฝ่ายจัดซื้อ
    5. หัวหน้าสายการบรรจุหีบห่อ
    6. ผู้ทำการวิจัยเอง
7. เมื่อได้ต้นแบบของบรรจุภัณฑ์จนเป็นที่ต้องการแล้ว จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ในการใช้งานต่อไป

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

สำหรับขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินงานจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ 8 ขั้นตอนดังนี้

ระยะที่ 1 : การวางแผนและรวบรวมข้อมูล

1. สำรวจงานวิจัย และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และการบรรจุหีบห่อ รวมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์และศึกษารายละเอียดของแบบ (Model) ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ศึกษาต้นทุน ของการบรรจุหีบห่อของแบบ (Model) ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา
3. ศึกษาและพิจารณาถึงข้อจำกัด และ ความต้องการ ของระบบการบรรจุหีบห่อ (System Requirements) ทางด้านต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์
4. จัดกลุ่มวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อของแบบ (Model) ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์หาหน้าที่การทำงาน

ระยะที่ 2 : การดำเนินการและประเมินสรุปผล

5. ทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยนำหลักการการลดต้นทุนอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน ตามแนวทางของวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)มาใช้
6. วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์
7. ประเมินและสรุปผลการวิจัย
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ต้นทุนวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อของผลิตภัณฑ์ในแผนก ERL ลดลง
2. ปริมาณวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อลดลง
3. การดำเนินงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
4. เป็นแนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ในประเภทเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อปรับปรุงลดต้นทุนค่าวัสดุขอบรรจุภัณฑ์ในงานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วยทฤษฎีและหลักการหลัก 3 ทฤษฎี ได้แก่

1. การบริหารงานบรรจุหีบห่อ (Package Management)
2. การวิเคราะห์คุณค่า หรือ วิศวกรรมคุณค่า (Value Analysis/Engineering)
3. System/Concurrent Engineering

2.1 **การบรรจุหีบห่อ** (Package Management)

มีผู้ให้คำจำกัดความของการบรรจุหีบห่อไว้มากมาย สองคำจำกัดความที่ครอบคลุม ได้แก่ *"การบรรจุหีบห่อคือ ศาสตร์ ศิลป์ และเทคโนโลยี ของการจัดเตรียมสินค้า สำหรับ การขนส่งและการขาย"* และ *"การบรรจุหีบห่ออาจจะหมายถึง วิธีการของการรับประกันถึงความปลอดภัยของสินค้าขณะขนส่งไปยังลูกค้าในสภาพที่สมบูรณ์ ภายใต้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด"*

การบรรจุหีบห่อ ที่ศึกษากันอยู่ปัจจุบันอาจจะถูกมองว่าเป็นศาสตร์ที่เกิดขึ้นค่อนข้างใหม่ แต่แท้ที่จริงแล้วศิลปะการบรรจุหีบห่อมีมานานแล้ว ตั้งแต่ในยุคที่มนุษย์ใช้ใบไม้ห่ออาหารที่ยังไม่ได้กินและสามารถพกพาไปไหนมาไหนได้ ส่วนของเหลว ก็มีการใช้หนังสัตว์ ตะกร้าสาน ในขณะที่ต่อๆมาก็มีการใช้วัสดุอื่น ๆ เช่น ผ้า กระดาษ ไม้ และแก้ว โลหะเป็นวัสดุที่ใช้กันในยุคหลังๆ ใช้กันมากในการบรรจุอาหาร ส่วนพลาสติกเป็นวัสดุยุคหลังสุดที่มีการใช้ในการบรรจุหีบห่อ

จากคำจำกัดความข้างต้น ความสำคัญของหน้าที่ของการบรรจุหีบห่อ คือ เพื่อปกป้องผลิตภัณฑ์และส่งมอบไปยังจุดที่มีการขายในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด นอกจากนั้นยังอาจจะมีการเพิ่มจุดสนใจอื่นๆ เพื่อส่งเสริมการขาย ถ้าจะให้การบรรจุหีบห่อทำหน้าที่ที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาการบรรจุหีบห่อตั้งแต่ในช่วงของการออกแบบ หากได้มีการพิจารณาถึงหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์โดยทำการพิจารณาควบคู่กันไปก็จะเป็นการลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดตามมา ได้แก่ ปัญหา

อุปกรณ์ที่ใช้ทำการผลิต และปัญหาต้นทุนการบรรจุหีบห่อที่สูงเกิดไป การพิจารณาให้ครบถ้วนตั้งแต่ช่วงการออกแบบผลิตภัณฑ์จึงเป็นวิธีการที่ดีที่สุด ที่จะหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆที่จะเกิดตามมา

ในการออกแบบหีบห่อบรรจุ จะต้องคำนึงถึงเกณฑ์ต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็น เกณฑ์หลัก ๆ 5 ข้อ

1. รูปลักษณ์ภายนอกของหีบห่อบรรจุ (Appearance)
2. การปกป้อง (Protection)
3. หน้าที่การทำงาน (Function)
4. ต้นทุน (Cost)
5. ความสามารถในการทำลายได้ของหีบห่อบรรจุ (Disposability)

2.1.1 รูปลักษณ์ภายนอกของหีบห่อบรรจุ (Appearance)

รูปลักษณ์ภายนอกของหีบห่อบรรจุมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นตามความเจริญเติบโตของตลาดสรรพสินค้าขนาดใหญ่ และการแข่งขันทางโฆษณา รูปลักษณ์ภายนอกของหีบห่อบรรจุมีความสำคัญด้วยเหตุผลต่างๆ ดังนี้

1. เพื่อระบุประเภทและชนิดของผลิตภัณฑ์ตลอดห่วงโซ่การส่งมอบโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อถูกส่งมอบไปยังลูกค้าที่ปลายทาง
2. เพื่อแสดงวิธีการใช้งานของผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆ
3. เพื่อแสดงข้อมูลของสิ่งที่บรรจุ และปริมาณที่บรรจุ ของผลิตภัณฑ์เนื่องจากข้อกำหนดทางกฎหมาย
4. เพื่อแสดงยี่ห้อ หรือชื่อ ของผลิตภัณฑ์และผู้ผลิต หรือทั้งสองอย่าง
5. เพื่อเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการขาย

รูปลักษณ์ภายนอกของหีบห่อบรรจุขึ้นอยู่กับ 2 องค์ประกอบที่ขึ้นต่อกันคือ *รูปร่างและรูปทรงของหีบห่อบรรจุ* และ *การตกแต่งพื้นผิวหีบห่อบรรจุ* และมักจะมีความขัดแย้งระหว่าง 2 องค์ประกอบนี้อยู่เสมอ ๆ เนื่องจากตลาดหรือว่าลูกค้า ต้องการให้รูปร่างของหีบห่อบรรจุ และ บรรจุภัณฑ์ มีความสวยงาม แปลกใหม่ และสลับซับซ้อน ในขณะที่ผู้ผลิตต้องการให้หีบห่อบรรจุมีรูปร่าง

และรูปทรงของหีบห่อบรรจุมีลักษณะง่ายๆ ไม่ยุ่งย่าง ง่ายต่อการจัดเก็บและประหยัดพื้นที่จัดเก็บ ส่วนในเรื่องของการตกแต่งพื้นผิวหีบห่อบรรจุนั้นอาจจะมีการติดฉลากหรืออาจจพิมพ์ติดลงไปที่ตัวหีบห่อบรรจุ และบรรจุภัณฑ์เลยก็ได้โดยมักจะเน้นเพื่อให้การตกแต่งเป็นเครื่องมือทางการตลาด

นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งคือความคงทนของฉลากที่ติดหรือข้อความที่พิมพ์ลงไปบนตัวหีบห่อบรรจุ นั่นคือรูปร่างภายนอกจะต้องดึงดูดสายตาของลูกค้าควบคู่ไปกับการระบุชนิดของผลิตภัณฑ์ได้อย่างดีและคงทน ควบคู่กันไป ปัจจัยใดจะสำคัญมากกว่ากันก็แล้วแต่วัตถุประสงค์การใช้งานและประเภทของผลิตภัณฑ์

2.1.2 การปกป้อง (Protection)

ความสามารถในการปกป้องผลิตภัณฑ์จะแปรผันขึ้นอยู่กับธรรมชาติของผลิตภัณฑ์นั้นเอง เช่น จุดหมายปลายทาง วิธีการกระจายสินค้า และระยะเวลาที่ต้องการการปกป้อง โดยอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับตัวผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์แบ่งได้เป็น 2 สาเหตุหลักคืออันตรายทางเคมีและอันตรายทางกายภาพ

2.1.2.1 **อันตรายทางเคมี** (Chemical Hazards)

อันตรายทางเคมีในที่นี้รวมถึงอันตรายจากสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเช่นพวกปรสิตด้วยความสามรถในการเข้ากันได้ของผลิตภัณฑ์และวัสดุบรรจุภัณฑ์ (Product/Packaging Material Compatibility) ความไม่เข้ากันของผลิตภัณฑ์และวัสดุบรรจุภัณฑ์ นอกจากจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์แล้วยังทำให้บรรจุภัณฑ์ไม่แข็งแรงด้วย

- การเข้าถึงของของเหลวและไอ (Ingress of Liquids and Vapors) สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดที่ทำให้หีบห่อบรรจุเสื่อสภาพคือน้ำ ทั้งในรูปที่เป็นของเหลวและไอ อันตรายจากน้ำยิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อผลิตภัณฑ์ถูกลำเลียงไปโดยอยู่ด้านบนสุดของเรือบรรทุกโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณประเทศแถบร้อนชื้น ในกรณีนี้จึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดหาวัสดุที่สามารถป้องกันน้ำหรือความชื้นได้ โลหะและแก้วทำหน้าที่ป้องกันความชื้นได้ดีกว่ากระดาษ ไม้และพลาสติก

- การสูญเสียของเหลว หรือ ไอ (Loss of Liquid or Vapors) อาจจะนำไปสู่การเปลี่ยนสภาพของผลิตภัณฑ์ ลักษณะปัญหาเช่นเดียวกับการเข้าถึงของของเหลวและไอ จากที่กล่าวมาหัวข้อข้างต้น
- จุลชีวิต และ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (Micro-organism) เมื่อผลิตภัณฑ์เป็นอาหารที่เวชภัณฑ์ที่จะต้องมีการผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือในระหว่างการบรรจุหีบห่อ หน้าที่ของบรรจุภัณฑ์คือต้องป้องกันการเข้าถึงของจุลชีวิตและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก วัสดุที่เหมาะสมในกรณีนี้คือ แผ่นดีบุก อลูมิเนียม แก้ว และพลาสติกบางชนิด ส่วนอาหารแห้งที่ไม่ต้องมีการฆ่าเชื้อ หีบห่อบรรจุต้องทำหน้าที่ป้องกันการเข้าถึงของความชื้นที่จะเป็นต้นเหตุของเชื้อโรคและแบคทีเรียต่างๆ นอกจากนี้ตัววัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ก็อาจเป็นสาเหตุของเชื้อโรคต่างๆได้เช่นเดียวกัน

2.1.2.2 **อันตรายทางกายภาพ** (Physical Hazards)

อันตรายทางกายภาพ ได้แก่

- การบีบอัด (Compression) เมื่อมีการกองซ้อนกันของหีบห่อบรรจุ ขณะขนส่งหรือขณะจัดเก็บ
- การกระแทก (impact) หีบห่อบรรจุอาจจะได้รับความเสียหายจากการกระแทกผ่านการขนส่ง การโยนหรือกระแทก
- การเจาะ (Puncturing) เป็นสาเหตุที่ทำให้หีบห่อบรรจุเกิดรอยรั่ว ซึ่งทำให้ของเหลวที่อยู่ภายในและภายนอกไหลผ่านเข้าและออกได้ เกิดความเสียหายต่างๆตามมา
- การสั่นสะเทือน (Vibration) อาจเป็นสาเหตุให้เกิดรอยสึกและรอยข่วนที่ตัวหีบห่อบรรจุหรือผลิตภัณฑ์ ควรจะให้ความสนใจเป็นพิเศษเมื่อสินค้าเป็นประเภทเปราะบาง
- ผลกระทบจากอุณหภูมิ (Effect of Temperature) ปกติอุณหภูมิสูงมักส่งผลต่อผลิตภัณฑ์รุนแรงกว่าอุณหภูมิต่ำ เช่นอาหาร ของหวาน ช็อกโกแลต และเวชภัณฑ์
- ผลกระทบจากแสง (Effect of light) แสงอาจจะส่งผลต่อตัวผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไป อาจจะทำให้สีจางลง เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในพลาสติกบางชนิด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ เวชภัณฑ์
- ปลวกและแมลง (Rodents and Insects)

- การลักขโมย (Pilferage) ถึงแม้ว่าการบรรจุหีบห่อส่วนใหญ่ไม่ได้มีการป้องกันการลักขโมย แต่การกระทำบางอย่างก็สามารถช่วยให้การขโมยเป็นไปได้ยากขึ้นโดยวิธี containerization*

2.1.3 หน้าที่การทำงาน (Functions)

หน้าที่การทำงานพื้นฐานของหีบห่อบรรจุ 3 ข้อคือ

- บรรจุ (Contain) ในการเคลื่อนย้ายสินค้าที่ผลิตได้จากผู้ผลิตไปยังผู้ค้ารายย่อย หรือลูกค้า ก็ต้องใช้อะไรสักอย่างที่สามารถแบ่งสินค้าที่ผลิตได้จำนวนมากๆนั้นให้มีจำนวนหน่วยที่เล็กลงเพื่อสะดวกในการขนส่งและเคลื่อนย้าย หากไม่มีการบรรจุสินค้าที่ผลิตได้นั้นก็ไม่สามารถที่จะเคลื่อนย้ายไปจำหน่ายได้
- ลำเลียง(Carry) เมื่อสินค้าจำนวนมากที่ผลิตได้มีจำนวนมากก็ต้องมีการบรรจุเพื่อสะดวกในการขนส่ง จัดการ และการลำเลียงไปยังผู้ค้ารายย่อยและลูกค้าต่อไป
- แจกจ่าย (Dispense) เมื่อสินค้าอยู่ในมือผู้บริโภคแล้ว สินค้านั้นอาจจะไม่ได้ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ดังนั้นหีบห่อบรรจุก็ต้องทำหน้าที่ในการแจกจ่ายให้ผู้บริโภคใช้สินค้านั้นไปจนหมด

เมื่อเวลาผ่านไปหน้าที่การทำงานของหีบห่อบรรจุก็ได้เพิ่มความต้องการต่างๆ เข้าไปอีก ได้แก่ เพื่อสงวน(Preserve) เพื่อวัด (Measure) เพื่อสื่อสาร(Communicate) และเพื่อแสดง (Display)

2.1.4 ต้นทุน (Cost)

2.1.4.1 Unit pack cost

ในส่วนนี้เป็นต้นทุนที่หาได้ง่ายที่สุดเนื่องจากราคาของวัสดุต่างๆ จะระบุไว้ในใบเสนอราคาโดยราคาที่ระบุไว้ในใบเสนอราคาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ *ปริมาณ* ราคาของวัสดุที่สั่งจาก

---

* เป็นหลักการในการรวมหีบห่อบรรจุเข้าไว้ด้วยกันจำนวนมากในคอนเทนเนอร์ขนาดใหญ่ ที่อาจจะทำด้วยเหล็ก , ไม้อัด , อลูมิเนียม หรือพลาสติก แล้วจึงลำเลียงหรือเคลื่อนย้าย ประโยชน์ของวิธีนี้ เพื่อป้องกันการสูญหายจากการลักขโมย ลดความยุ่งยากในงานเอกสาร และเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายด้วย

ผู้ขายจะขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่ง หากสั่งเป็นจำนวนมากๆ ยิ่งทำให้ราคาถูกลง *วิธีการบรรจุเพื่อการขนส่ง* ใบเสนอราคาของผู้ขายขึ้นอยู่กับวิธีการในการจัดส่งและการบรรจุไปยังโรงงานของผู้ใช้ซึ่งวิธีการในการขนส่งและการบรรจุจะต้องได้รับความเห็นชอบจากทั้งสองฝ่าย *ค่าขนส่งสินค้า* แน่นอนว่าขึ้นอยู่กับระยะทางจากผู้ขายไปยังโรงงานของผู้ใช้ ต้นทุนการพัฒนา เมื่อวัสดุหีบห่อบรรจุที่จะทำการผลิตต้องมีการพัฒนาขึ้นมาใหม่

2.1.4.2 Storage/handling

ในส่วนที่ผ่านมาจะเห็นว่าการสั่งซื้อในปริมาณมากๆ จะทำให้ราคาถูกลง แต่อย่างไรก็ตามการสั่งวัสดุมาเก็บไว้มากๆ จะต้องคำนึงถึงปัจจัย 2 ข้อด้วย คือ เงินลงทุนจำนวนมากที่จะต้องเสียไปในการเก็บวัสดุไว้ในคลังจำนวนมากๆ และ ค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานและจัดหาเนื้อที่จัดเก็บและจัดการกับวัสดุเหล่านั้น ดังนั้นผู้ผลิตจึงต้องหาสัดส่วนที่เหมาะสมในการจัดหาวัสดุมาเก็บไว้ในคลังและค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น ค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดขึ้นได้ในส่วนนี้คือความเสียหายที่อาจจะมีขึ้นกับวัสดุจากการจัดเก็บไม่ดี

2.1.4.3 Production Operation

ในส่วนของต้นทุนในการดำเนินงานมีอยู่ด้วยกัน 3 ส่วนหลักๆ คือ ค่าวัสดุ แรงงาน และ ค่าโสหุ้ย โดยมักจะพิจารณาเป็น ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ต้นทุนคงที่ประกอบไปด้วยเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุ แรงงานทางตรงในสายการบรรจุ และสัดส่วนของโสหุ้ย ส่วนต้นทุนผันแปร ประกอบไปด้วยค่าวัตถุดิบและหีบห่อบรรจุที่ใช้ ต้นทุนคงที่สามารถลดลงได้โดยการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ ใช้เครื่องจักรอย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดจำนวนแรงงานและโสหุ้ยลง ส่วนต้นทุนผันแปรสามารถลดลงได้โดยการใช้วัตถุดิบและวัสดุในการบรรจุหีบห่อให้ลดลง

- *ประสิทธิภาพของเครื่องจักร* สิ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักรคือ ความเร็วของเครื่องจักร การใช้เนื้อที่ของเครื่องจักร แรงงาน และรวมไปถึงต้นทุนวัสดุในการบรรจุหีบห่อด้วย การพัฒนาทั้งวัสดุในการบรรจุหีบห่อ และ เครื่องไม้เครื่องมืออุปกรณ์ในการบรรจุหีบห่อ จะทำให้ต้นทุนในส่วนนี้ลดลงได้ รวมไปถึงการลด down time ด้วย
- *ค่าแรงงาน* สิ่งหนึ่งที่ทำให้คนงานมี out put ออกมามากๆ คือการจัดวางเครื่องจักรและการทำงานในสายงานบรรจุหีบห่อ การใช้สายพานช่วยจะทำให้การทำงานมีประ

สิทธิ-ภาพมากขึ้น นอกจากนี้ยังรวมไปถึงระบบแรงจูงใจ การให้โบนัสตามจำนวนผลผลิตที่ทำได้อีกด้วย

- *ความสูญเสียจากการบรรจุหีบห่อ* ความสูญเสียหลักๆ ประการแรกเกิดขึ้นในระหว่างการจัดเก็บและการเคลื่อนย้าย ประการที่สองเป็นของเสียที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเริ่มเดินเครื่องจักรครั้งแรก หรือเปลี่ยนแบบครั้งแรก ประการสุดท้ายเกิดจากความบกพร่องและความผิดปกติของเครื่องจักรเอง

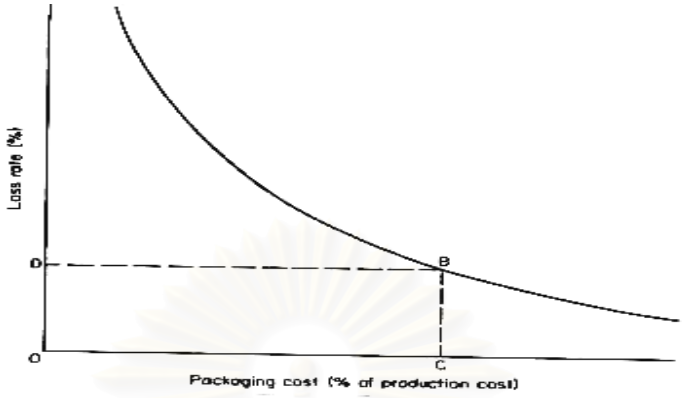
2.1.4.4 Warehousing

หลังจากการดำเนินการผลิต สินค้าที่ผ่านการบรรจุหีบห่อแล้วจะถูกลำเลียงไปเก็บไว้ในคลังซึ่งเป็นต้นทุนอีกส่วนหนึ่งของการบรรจุหีบห่อ ในบางกรณีสินค้าอาจจะต้องการสภาพการเก็บรักษาที่พิเศษ เช่นการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น ของสินค้าประเภทผักและผลไม้ตามฤดูกาล ที่มีช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวสั้น ในกรณีเช่นนี้ ค่าเก็บรักษาสิ้นค้าก็จะมีราคาแพงขึ้น นอกจากนี้รูปร่างและความแข็งแรงของหีบห่อบรรจุก็ส่งผลต่อต้นทุนในส่วนนี้เช่นเดียวกัน

2.1.4.5 Distribution

ค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าจะเริ่มตั้งแต่การย้ายสินค้าจากคลังสินค้าโดยวิธีการขนส่งต่างๆ เช่น ทางถนน รถไฟ หรือ ทางเรือก็ได้ พบว่าสมรรถภาพและคุณสมบัติทางกายภาพของหีบห่อบรรจุส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าอย่างมากทีเดียว

- *ค่าขนส่ง* โดยส่วนใหญ่คิดจาก น้ำหนักรวม หรือไม่ก็ปริมาตรรวม ระยะทางในการขนส่ง และประเภทของสินค้าที่ทำการขนส่งด้วย
- *การบรรจุหีบห่อเพื่อปกป้องสินค้า* ความสูญเสียที่เกิดขึ้นอาจจะมาจากการที่สินค้าเสียหายหรือไม่ก็การสูญหายไปของสินค้า แต่การที่จะป้องกันความสูญเสียที่เกิดขึ้นในทุกๆ ทาง ย่อมเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากความคุ้มค่าในทางเศรษฐศาสตร์ นั่นคือ ในทางปฏิบัติยอมให้เกิดความสูญเสียขึ้นได้ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งผู้บริหารมีหน้าที่ทำให้สมดุลระหว่างความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นและค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อเพื่อป้องกันความเสียหาย ในรูปที่ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อและความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการที่สินค้าเสียหาย



รูปที่ 2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อ
และความสูญเสียที่เกิดจากสินค้าเสียหาย

ค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิต และความสูญเสียแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของสินค้าที่มีการขนส่ง จะเห็นว่าจากจุด A ความสูญเสียลดลงเมื่อค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อเพิ่มขึ้น เมื่อถึงจุด B จะเห็นว่าการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อไม่ได้ทำให้ความสูญเสียลดลงมากเท่าไรนัก ในกรณีนี้จะได้ว่าที่จุด C เป็นค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อ และจุด D แทนความสูญเสียเฉลี่ยที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ในการพิจารณาหาค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อผู้บริหารยังจะต้องมองไปถึงผลกระทบต่อลูกค้าด้วย

2.1.4.6 Selling Operation

ในส่วนต้นๆ ได้กล่าวถึงค่าใช้จ่ายในการบรรจุหีบห่อในส่วนของการออกแบบผ่านการผลิตและการกระจายสินค้า แต่บรรจุภัณฑ์ก็ส่งผลต่อการขายอย่างมากทีเดียว สินค้าบางประเภทถือว่าเป็นเครื่องมือทางการตลาดที่สำคัญมาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.5 ความสามารถในการทำลายได้ของหีบห่อบรรจุ (Disposability)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการบรรจุหีบห่อถูกโจมตีอย่างมากจากนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและจากกลุ่มผู้บริโภค ที่ห่วงใยในสิ่งแวดล้อม การให้ความสำคัญกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (การใช้วัสดุหีบห่อมากเกินความจำเป็น , ความสามารถในการทำลายได้ของวัสดุหีบห่อ และ ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ของวัสดุหีบห่อ) ตั้งแต่การออกแบบจะเป็นการป้องกันปัญหาที่จะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

2.1.5.1 การใช้วัสดุหีบห่อมากเกินความจำเป็น

วัสดุหีบห่อสามารถลดได้โดยการเปลี่ยนแบบของหีบห่อบรรจุ การลดความหนาของกล่องกระดาษลงอาจจะเห็นว่าเป็นจำนวนเล็กน้อยเพียงไม่กี่แกรม แต่เมื่อลองพิจารณาถึงจำนวนกระดาษทั้งปี จะพบว่าสามารถลดปริมาณกระดาษได้เป็นจำนวนมากทีเดียว และนอกจากจะเป็นการลดปริมาณการขยะแล้วยังเป็นการลดต้นทุนในการผลิตอีกด้วย

2.1.5.2 หีบห่อบรรจุที่ใช้ได้ครั้งเดียว

หนึ่งในปัจจัยที่เพิ่มปริมาณขยะคือการใช้หีบห่อบรรจุที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนจากหีบห่อบรรจุที่ใช้ได้ครั้งเดียวมาเป็นหีบห่อบรรจุที่สามารถย้อนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่ว่าในบางกรณีเราก็ไม่สามารถรับประกันได้ว่าหีบห่อบรรจุนั้นจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้จริงๆ ทั้งที่ในปัจจุบันผู้ผลิตต้องการให้ผู้จัดหาสินค้าของตนใช้หีบห่อบรรจุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหา ในการจัดการกับหีบห่อบรรจุที่ใช้บรรจุวัตถุดิบจากโรงงานผู้จัดหาสินค้านั้นๆมายังโรงงานผู้ผลิต แต่ทั้งนี้หากเป็นสินค้าประเภทเวชภัณฑ์และอาหาร ผู้ผลิตก็ยังนิยมใช้หีบห่อบรรจุที่ใช้ครั้งเดียวทิ้งมากกว่าเพื่อป้องกันการติดเชื้อจากเชื้อโรคต่างๆ

2.1.5.3 ความสามารถในการทำลายได้ของวัสดุหีบห่อ

ความสามารถในการทำลายได้ของวัสดุหีบห่อในที่นี้หมายถึงวิธีการใดๆที่วัสดุหีบห่อบรรจุสามารถทำลายหรือเปลี่ยนสภาพได้ การรีไซเคิลเป็นวิธีที่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง การรีไซเคิลหมายถึงการนำหีบห่อบรรจุที่ไม่ใช้แล้วนำมาใช้บรรจุหีบห่อใหม่ แนวคิดเรื่องการรีไซเคิลหีบห่อบรรจุไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่เป็นที่รู้จักกันมานานแล้วโดยเฉพาะกล่องกระดาษ อลูมิเนียม แม้กระทั่งเหล็ก

ถึงแม้ว่าจะไม่ค่อยคุ้มค่านักแต่ก็ยังนิยมทำ ในอุตสาหกรรมทำแก้วก็มีการนำเศษแก้วที่แตกหัก (Cullet) นำกลับมาหลอมเป็นส่วนประกอบในการเป่าแก้วต่อไปได้อีก แต่วัสดุที่เป็นที่กล่าวถึงกันมากในการรีไซเคิลก็คือพลาสติก เนื่องจากมีหลายชนิดหลายประเภท และกระบวนการขึ้นรูปที่แตกต่างกันทำให้การรีไซเคิลมีความซับซ้อนกว่า

2.2 วิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)

2.2.1 ประวัติและความเป็นมา

เทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า เกิดขึ้นในวงการอุตสาหกรรม ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่2 (ค.ศ.1938-1945) สืบเนื่องมาจากการขาดแคลนวัตถุดิบที่สำคัญๆ อันเป็นหัวใจของอุตสาหกรรมซึ่งได้แก่ เหล็กทุกชนิด ทองแดง บรอนซ์ ดีบุก นิกเกิล บอลล์แบริ่ง รวมทั้งพวกสารตัวนำไฟฟ้าต่างๆ นอกจากจะขาดแคลนแล้วราคายังสูงอีกด้วย

นาย Lawrence Miles เป็นวิศวกรจัดซื้อของบริษัท GE (General Electric Company) สหรัฐอเมริกา ได้รับคำสั่งให้ทำการจัดหาวัตถุดิบที่สำคัญ เพื่อใช้ในการผลิตเครื่อง Turbo-Supercharger จาก 50 เครื่อง/สัปดาห์ ให้ได้ 1000 เครื่อง/สัปดาห์ สำหรับเครื่องบิน B-29 และชิ้นส่วนที่สำคัญในการเพิ่มการผลิตของเครื่องบิน B-29 ในสถานการณ์เช่นนั้นย่อมเป็นไปไม่ได้ในการที่จะประสบความสำเร็จแต่ Miles ก็มิได้ท้อถอย เขาได้ตั้งปณิธานว่า “ ถ้าไม่สามารถผลิตได้ จะต้องหาหน้าที่การทำงาน(Function) ของมันให้ได้ จะทำอย่างไรที่จะให้ได้หน้าที่การทำงานที่เหมือนกันโดยใช้เครื่องจักรหรือคน หรือวัสดุ ซึ่งเราสามารถหาได้” เมื่อได้ใช้ความพยายามอย่างหนักหลายๆครั้งก็มีทางที่จะทำได้ ผลการทดสอบทางวิศวกรรมผ่านการพิสูจน์และทันเวลาตามหมายกำหนดการ ดังนั้น คำว่า “หน้าที่การทำงาน (Function) จึงเป็นคำที่สำคัญในการพัฒนาเทคนิคทาง VE

ในระหว่างสงครามนี้ Miles พบว่าหลายสิ่งหลายอย่างที่นำมาแทนที่ให้สมรรถนะที่เท่าเดิมหรือดีกว่าเดิมในรคาที่ต่ำกว่า การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน จึงพิสูจน์ได้ว่าให้ผลดีอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างที่มิได้คาดคิดมาก่อน

ในปี ค.ศ.1947 Miles ได้จัดตั้งหน่วยงานวิจัยกิจกรรมฝ่ายจัดซื้อ โดยได้รับการสนับสนุนจากรองประธานบริษัท GE เพื่อที่จะพัฒนา ศึกษารายละเอียดและใช้ VE อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในครั้งแรกนั้นเรียกว่า “การวิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis, VA)”

เมื่อบริษัทGE ได้รับความสำเร็จอย่างมาก แนวความคิดอันนี้ก็เริ่มแพร่หลายเข้าสู่วงการอุตสาหกรรมอื่นๆ อย่างรวดเร็ว สำหรับในภาครัฐบาลนั้น กระทรวงกลาโหม ได้นำไปใช้ในโปรแกรมการต่อเรือในปี ค.ศ.1954 ซึ่งเรียกชื่อใหม่ว่า “วิศวกรรมคุณค่า” (Value Engineering) ชื่อนี้ได้เป็นที่ยอมรับและใช้ในสมาคมวิศวกรรมคุณค่า ของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.1959 อย่างไรก็ดีในปี ค.ศ.1961 กระทรวงกลาโหมได้นำหลักการของ VE ไปใช้ในทุกหน่วยงาน ก่อนปี ค.ศ.1961 VE ถูกนำไปใช้ในวงการอุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น ต่อมาระหว่าง ค.ศ.1963-1965 ทั้งสามเหล่าทัพของกลาโหมได้นำเทคนิคของ VE ไปใช้ในการก่อสร้างรวมทั้งฝึกอบรมให้ผู้รับเหมาได้รับทราบเทคนิคนี้ด้วย

ในประเทศญี่ปุ่นเริ่มรู้จัก VE ประมาณปี ค.ศ. 1955 และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมในปี ค.ศ.1960 โดย S.F Heinritz จากสมคมผู้บริหารด้านการจัดซื้อแห่งสหรัฐอเมริกา ได้เดินทางมาประเทศญี่ปุ่นและได้เปิดให้มีการสัมมนาจัดซื้อทางวิศวกรรม (Purchasing Engineering Seminar) ขึ้นทั่วประเทศเพื่อแนะนำการนำเทคนิคของ VE ไปประยุกต์ในการบริหารการจัดซื้อ

ในช่วงที่ Heinritz มานั้น เป็นช่วงที่ญี่ปุ่นมีการลงทุนด้านเครื่องจักรจนเกินความพอดี ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และทางรัฐบาลมีนโยบายที่จะเปิดตลาดภายในประเทศมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างในอุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องจักรไฟฟ้ากำลัง ด้วยการหาทางลดต้นทุนการผลิตอุตสาหกรรมเหล่านี้ ให้ความสนใจต่อเทคนิคของ VE ซึ่งแตกต่างจากวิธีการอื่นที่เคยใช้กันมา จึงได้ลองนำไปใช้ในแผนกจัดซื้อเป็นหลักทำให้วิศวกรรมคุณค่าค่อยๆ พัฒนามาจนถึงปัจจุบัน

2.2.2 จุดมุ่งหมายของวิศวกรรมคุณค่า

จุดมุ่งหมายหลักคือ การลดต้นทุนการผลิตหรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นหรือไม่จำเป็นออกไปโดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพและความน่าเชื่อถือได้อยู่

การลดต้นทุนด้วยการทำให้คุณภาพนั้นลดลงมิใช่ VE ดังที่สามคมวิศวกรรมคุณค่าแห่งสหรัฐอเมริกาได้ให้นิยามไว้ดังนี้ *“วิศวกรรมคุณค่าคือ การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบโดยเน้นการทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์ หรือบริการ เป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุดและคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้”*

ในขณะที่การใช้เทคนิคของ VE แพร่หลายนั้น ได้เกิดศัพท์ใหม่ซึ่งเรียกต่างๆ กันไปตามชนิดของธุรกิจได้แก่

VC = Value Control มุ่งการศึกษาไปที่การควบคุมคุณภาพ และต้นทุนการผลิต

VB = Value Buying มุ่งไปที่การจัดซื้อ วัสดุ และผลิตภัณฑ์จากผู้ขาย

VR = Value Research ใช้ในห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือทดสอบ

VI = Value Improvement เมื่อบริษัทมีการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และแนะนะเข้าสู่ตลาด จะเรียกว่าการปรับปรุงคุณค่า

VM = Value Management ศัพท์คำนี้เริ่มใช้แพร่หลายเพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหาร ไม่ว่าจะใช้ศัพท์คำไหนก็ตาม จุดประสงค์ คงมุ่งที่หน้าที่การทำงาน (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
- เพื่อสร้างคุณภาพที่ดีในการเปลี่ยนแปลงในองค์กร
- เพื่อพัฒนาพนักงานให้พอใจในงาน ด้วยการฝึกทักษะในการประหยัด มีจิตสำนึกในเรื่องต้นทุนการผลิต ตลอดจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

2.2.3 **ขอบข่ายงาน** VE

ในสหรัฐอเมริกา ขอบข่ายงาน VE ถูกนำไปใช้

- งานออกแบบ หรือปรับปรุงเครื่องจักร
- งานบำรุงรักษาเครื่องจักร
- งานติดตั้ง
- งานก่อสร้าง
- งานบำรุงรักษาทั่วไป
- งานซ่อมแซมและทดแทน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กระบวนการผลิต
- ระบบการขนถ่ายวัสดุ
- ระบบการบรรจุหีบห่อ
- ระบบการจัดซื้อ
- ระบบการพิมพ์
- ระบบควบคุมคุณภาพ
- โปรแกรมคอมพิวเตอร์
- การบริหาร

สำหรับเปอร์เซ็นต์ที่ประหยัดได้เมื่อใช้ VE ในสหรัฐอเมริกา

ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี	23%
สิ่งที่ต้นทุนสูงมาก	22%
ข้อกำหนดที่มีปัญหา	18%
ออกดแบบเพิ่มเติม	15%
เปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้า	12%

ในประเทศญี่ปุ่นเมื่อใช้ VE ประสิทธิผลในการลดต้นทุนสามารถประหยัดได้ 30-70% ซึ่งนับว่าเป็นความสำเร็จอันยิ่งใหญ่ของญี่ปุ่นทีเดียว

2.2.4 ความหมายในเรื่องคุณค่า

คำว่า "คุณค่า" มีความหมายได้หลายประการ แต่ที่เราตั้งเป็นวัตถุประสงค์คือ คุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกกว้างๆ ดังนี้

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

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

2.2.5 ความหมายของหน้าที่การทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์

หน้าที่การทำงาน (Function) ในวิศวกรรมคุณค่าหมายถึงความสามารถของผลิตภัณฑ์ในด้านการใช้งาน (Use Value) ได้หรือขายได้ ขายได้คือการยอมรับของคนทั่วไป

โดยทั่วไปหน้าที่การทำงานสามารถจำแนกได้ดังนี้

- หน้าที่พื้นฐาน หมายถึง หน้าที่ที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้น บรรลุสมความมุ่งหมายในด้านการทำงาน
- หน้าที่หลัก หมายถึง การทำงานซึ่งจำเป็น สำหรับการบรรลุผลตามเป้าหมาย ของหน้าที่พื้นฐาน
- หน้าที่รอง เป็นหน้าที่ซึ่งช่วยให้หน้าที่พื้นฐานบรรลุเป้าหมาย เช่น หน้าที่การทำงาน ซึ่งจะทำให้เกิดความดึงดูดใจต่อผลิตภัณฑ์นั้นๆ
- หน้าที่ที่ไม่จำเป็น เป็นหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นต่อผลิตภัณฑ์นั้น

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

สำหรับวิศวกรรมคุณค่านั้นถือว่า คุณค่าเป็นสัดส่วนระหว่างหน้าที่การทำงานกับต้นทุน สามารถแทนโดย

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

ทั้งนี้มิใช่สูตรสำหรับคำนวณ แต่เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าหน้าที่การทำงานและต้นทุน หมายความว่า ถ้าหน้าที่การทำงาน เพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของต้นทุน คุณค่าจะลดลง แต่ถ้า ผลของหน้าที่การทำงานที่เท่ากันสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นออกเสีย ถือว่าคุณค่าเพิ่มขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากความสัมพันธ์นี้ทำให้มองเห็นว่าหลักการขั้นต้นของวิศวกรรมคุณค่าถือการขจัดหน้าที่การทำงานที่ไม่จำเป็นออกไป ซึ่งเท่ากับตัดต้นทุนออกไปนั่นเอง แล้วค้นหาวิธีซึ่งทำให้ได้มาซึ่งหน้าที่การทำงานที่จำเป็นด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือการรู้และเข้าใจถึงหน้าที่การทำงานของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ใช้ต้องการอย่างถ่องแท้ แล้วจึงทำการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณค่าสูงสุด

2.2.7 **แผนงานวิศวกรรมคุณค่า** (Value Engineering Job Plan)

การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าให้ได้ผลอย่างจริงจังต้องทำตามแผนงาน 7 ขั้นตอนตามลำดับคือ

2.2.7.1 **การเลือกโครงการหรือเป้าหมาย**

การเริ่มต้นใช้วิศวกรรมคุณค่า ต้องทราบว่าเป้าหมายที่จะทำคืออะไร แต่ถ้ายังไม่มีเป้าหมายที่แน่นอน มีแนวทางทั่วๆไปให้พิจารณาเลือกดังนี้

1. สิ่งที่มีต้นทุนในการผลิตสูง
2. สิ่งที่ผลิตเป็นปริมาณมากๆ
3. สิ่งที่มีส่วนประกอบมากและซับซ้อน
4. สิ่งที่ไม่ได้มีการปรับปรุงแก้ไขมานาน
5. สิ่งที่ใช้แรงงานและอุปกรณ์มากเกินความจำเป็น
6. ชิ้นส่วนที่มีรูปร่าง ขนาด รูปทรงที่ไม่ได้มาตรฐาน
7. ชิ้นส่วนที่บอบบางหรือต้องการการบำรุงรักษาเป็นพิเศษ
8. ชิ้นส่วนที่ทำการผลิตจากวัตถุดิบที่มีราคาแพงหรือมีปัญหามาก

โครงการแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ Hardware Project และ Software Project

1. Hardware Project เป็นโครงการซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบ และพลังงานที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ

2. Software Project เป็นโครงการซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบการทำงานมากกว่าลักษณะทางภายภาพ ได้แก่ การวางแผนการขนส่ง การผลิตผลิตภัณฑ์ การขาย ระบบสารบรรณ เป็นต้น

2.2.7.2 การรวบรามข้อมูล

วัตถุประสงค์หลักของขั้นตอนนี้คือ การรวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการดำเนินงานหรือของชิ้นงาน เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ ข้อมูลที่สำคัญสำหรับงานวิศวกรรมคุณค่าได้แก่ ข้อมูลในการขาย การผลิต การออกแบบ ต้นทุนการผลิต คุณภาพ การจัดซื้อ เป็นต้น

2.2.7.3 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน

วัตถุประสงค์หลักของขั้นตอนนี้คือ ทำการวิเคราะห์ให้คำจำกัดความและจัดประเภทของหน้าที่การทำงาน เพื่อค้นหาหน้าที่การทำงานพื้นฐาน (Basic function) การให้คำจำกัดความของหน้าที่การทำงานที่ถูกต้อง ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นทำงาน (Work) ได้หรือสามารถขายได้ (Sell) ได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด

2.2.7.4 การทำข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์

วัตถุประสงค์หลักของขั้นนี้คือ การหาวิธีการต่างๆ เพื่อทำให้ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์หน้าที่การทำงานพื้นฐานตามเป้าหมายด้วยต้นทุนต่ำที่สุด

การเสนอความคิดเห็นใดๆ ผู้เสนอจะต้องเข้าใจหน้าที่การทำงานต่างๆ อย่างถ่องแท้แล้วเสนอความเห็นโดยถือหน้าที่การทำงานนั้นเป็นเป้าหมาย ลำดับขั้นตอนการทำข้อเสนอในการปรับปรุงโดยความคิดสร้างสรรค์

1. ออกแบบความคิดเห็นให้มากๆ โดยมีหน้าที่การทำงานพื้นฐานเป็นเป้าหมาย ทุกคนมีสิทธิ์ออกความเห็นได้โดยเสรี ต่อเติมความคิดเห็นของผู้อื่นได้ แต่ไม่มีสิทธิ์ที่จะไปตัดสินว่าความคิดของใครดีหรือเลว
2. แยกประเภทของความคิดเห็นเหล่านั้น
3. พิจารณาและประเมินผลความคิดเห็นเหล่านั้น
4. เลือกและจัดความคิดเห็นที่รวมกันได้
5. จัดระเบียบเพื่อทำเป็นข้อเสนอแนะแก้ไขปรับปรุง

2.2.7.5 การประเมินข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง

วัตถุประสงค์หลักของขั้นนี้คือ การวิเคราะห์และกลั่นกรองความเห็นต่างๆ แก้ไขข้อเสนอให้ดีขึ้นในการพิจารณาการประเมินผลความคิดนั้นจะต้องพิจารณาถึงผลและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ แล้วเลือกสิ่งที่เป็นไปได้สูง

ต้นทุนในขั้นทำข้อเสนอแก้ไขปรับปรุง ตอนแรกทำเพียงการประเมินโดยคร่าวๆ แล้วค่อยทำให้ละเอียดยิ่งขึ้นเมื่อใกล้ปฏิบัติจริง

2.2.7.6 การทดสอบและการพิสูจน์

หลังจากได้ประเมินข้อเสนอแก้ไขปรับปรุงแล้วจะมีข้อเสนอที่ต้องทดสอบและพิสูจน์กับข้อเสนอที่สามารถปฏิบัติตามได้ทันทีสำหรับข้อเสนอที่ต้องพิสูจน์จะพิจารณาว่า

1. ได้คุณภาพและหน้าที่ที่ต้องการตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งค่าไว้หรือไม่
2. สามารถหาได้เพียงพอหรือไม่
3. ปลอดภัยหรือไม่ ราคาถูกลงหรือไม่ ดีขึ้นหรือไม่
4. ผู้ใช้พอใจหรือขายได้หรือไม่
5. ความเชื่อถือได้เป็นอย่างไรบ้าง

2.2.7.7 การเสนอผลงานและติดตามผล

เมื่อได้ข้อเสนอแนะพร้อมทั้งทดสอบแล้ว ทำรายงานเสนอผลงานการรายงานผลงานประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. รวบรวมเรื่องทั้งหมด ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงานและผลที่ได้
2. ตารางหมายกำหนดการทำงาน
3. ข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้
4. แผนภาพแสดงระบบการทำงานของหน้าที่การทำงาน
5. ตารางแสดงผลที่ได้ทั้งหมด (อัตราการลดต้นทุน อัตราการบรรลุผล การประหยัดต่อปี ค่าใช้จ่ายในการลงทุน)

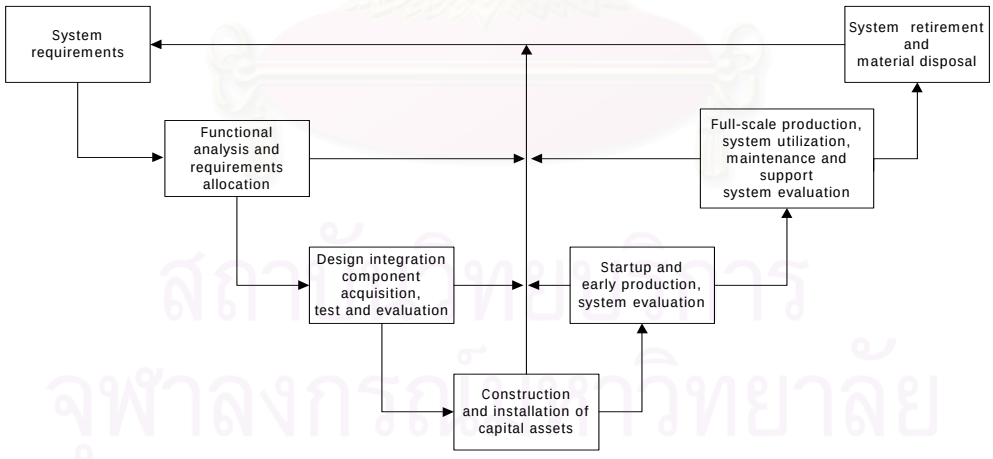
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ตารางข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง
7. อธิบายเกี่ยวกับข้อเสนอในการแก้ไขปรับปรุง

เมื่อได้ส่งข้อเสนอการแก้ไขปรับปรุงไปแล้ว ต้องส่งเสริมให้งานเดินไปตามแผนด้วยความรับผิดชอบของทุกคน ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้ความพยายามที่ทำมาตั้งแต่ต้นสูญเปล่า

2.3 System Engineering

ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของ System Engineering ไว้อย่างกว้างๆ ดังนี้ *" System Engineering is an effective application of scientific and engineering efforts to transform an operational need into a defined system configuration through the top-down interactive process of requirements analysis, functional analysis and allocation, synthesis, design optimization, test and evaluation and validation"* โดยลักษณะการดำเนินการของ System engineering เป็นแบบ "top-down/bottom-up" แสดงไว้ในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 top-down/bottom-up

2.4 สำรวจวรรณกรรม

นิพนธ์ ชวนะปราณี , 2543

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการออกแบบและการผลิตสายไฟฟ้า โดยมีการใช้เครื่องมือทั้ง 7 ทางสถิติ (The seven new tools) มีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ และวิเคราะห์แขนงความบกพร่องโดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็น 5 ขั้นตอน ตั้งแต่การวางแผนเพื่อวิเคราะห์เบื้องต้น , การทำ FTA และ New 7 tools , การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA , ปรับปรุงและตรวจติดตามผล และสุดท้ายการกำหนดมาตรฐานการทำงาน

โดยผลการวิจัยนั้น ผู้วิจัย พบว่า หากประยุกต์ใช้เทคนิควิเคราะห์แขนงความบกพร่อง (FTA) และการวิเคราะห์ข้อบกพร่อง (FMEA) จะทำให้สามารถประเมินผลความรุนแรง , ความถี่ของการเกิด และโอกาสในการตรวจจับ ได้ดีขึ้น ทำให้มุมมองในการควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการหนึ่งๆ มีความสมบูรณ์ โดยสามารถสรุปปัจจัยต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความบกพร่องได้เป็น 5 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน , ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร และอุปกรณ์ , ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับวัตถุดิบ , ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัด และได้มีการเสนอวิธีการในการควบคุมปัจจัยต่างๆ ไว้เป็นข้อๆทุกปัจจัยด้วย

พงศธร คุ้มชนะ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ในที่นี้คือ รถยนต์นั่งขับเคลื่อน 4 ล้อ เพื่อนตอบสนองต่อความต้องการและพึงพอใจของลูกค้า และมีการคำนึงถึงการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ด้วย โดยมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD) , เทคนิควิศวกรรมคุณค่า , DFMEA มาวิเคราะห์ข้อบกพร่อง และ มีการแจกแบบสอบถามเพื่อนำข้อมูลมาแปลงเป็นกิจกรรมดำเนินงานในเชิงผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาพัฒนาปรับปรุงออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยผลที่ได้จากการวิจัยพบว่าการพัฒนารถยนต์นั่งขับเคลื่อน 4 ล้อ ทั้งในส่วนการออกแบบ พัฒนา และการลดต้นทุนสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจต่อตัวผลิตภัณฑ์ขึ้น

วิภายุ บุญเจริญสุข , 2539

เป็นงานวิจัยที่มุ่งทดลอง ทดสอบหาวัสดุที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับวัสดุกันกระแทกในระหว่างการขนส่ง จากโพลียูรีเทนที่มีราคาประหยัดและสามรถย่อยสบายได้ทางชีวภาพ โดยผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารเติมและโมลาส จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับบรรจุภัณฑ์ โดยสัดส่วนของส่วนผสมในวัสดุก็จะแตกต่างกัน ระหว่างบรรจุภัณฑ์สำหรับวัตถุที่มีน้ำหนักเบาและน้ำหนักมาก

สมหวัง วิทยาปัญญานนท์ , 2529

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการพัฒนาวิธีการออกแบบโดยใช้โปรแกรมไดนามิคมาใช้ให้ผลการออกแบบโดยประยุกต์ใช้กับการออกแบบขอบเขต และจัดลำดับการทำบ่อเหมืองแร่ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิจัยตั้งแต่ค้นหาข้อบกพร่องจากการออกแบบโดยโปรแกรมไดนามิค สร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ทดสอบความเป็นไปได้ของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วจึงทำการเขียนโปรแกรม ซึ่งผลจากการวิจัยชิ้นนี้ก็ทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบขอบเขต และจัดลำดับการทำบ่อเหมืองแร่ โดยยังรักษาเงื่อนไขเสถียรภาพความลาดแบบ 3 มิติได้

เลิศชัย ระตะนะอาพร , 2528

เป็นการศึกษาการออกแบบที่เหมาะสมของกล่องกระดาษลูกฟูกสำหรับเครื่องกระป๋อง โดยเป็นการศึกษาถึงปัญหาต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อกล่องกระดาษลูกฟูก ซึ่งจะส่งผลไปยังผลิตภัณฑ์ที่บรรจุภายในโดยตรง โดยเน้นที่การทดสอบทางกายกายภาพ เมื่อกล่องกระดาษ หรือว่าในงานวิจัยนี้คือบรรจุภัณฑ์ ผ่านการขนส่งมาแล้ว ทดสอบหาความแข็งแรงที่เหลืออยู่ของคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ ความต้านแรงดันทะลุ , ความต้านแรงทิ่มทะลุ , ความต้านทางแรงกดวงแหวน , ความต้านทางแรงกดลอนลูกฟูก , ความต้านทางแรงกดตามแนวตั้ง และความสามารถในการรับแรงกดบนตัวกล่อง เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์และพิจารณาออกแบบกล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุปลาซาร์ดีนกระป๋อง โดยผลจากการวิจัยพบว่าความถี่ของการขนย้ายกล่องกระดาษลูกฟูก ระยะเวลาของการเก็บรักษาไว้ในคลังสินค้า และระยะทางของการขนส่งจากโรงงานผู้ผลิตจนถึงที่หมาย ทั้ง 3 ปัจจัยนี้มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล่องกระดาษลูกฟูก

บทที่ 3

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของโรงงานตัวอย่าง

เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหา ของโรงงานตัวอย่าง ในการวิจัยจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงสภาพการทำงานทั่วไป ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต แผนผังการไหลของงานในสายการผลิตที่สนใจจะทำการศึกษา หรือแม้กระทั่ง ความเป็นมาการก่อตั้งของโรงงาน

3.1 ความเป็นมาและลักษณะทั่วไปของแผนก ERL

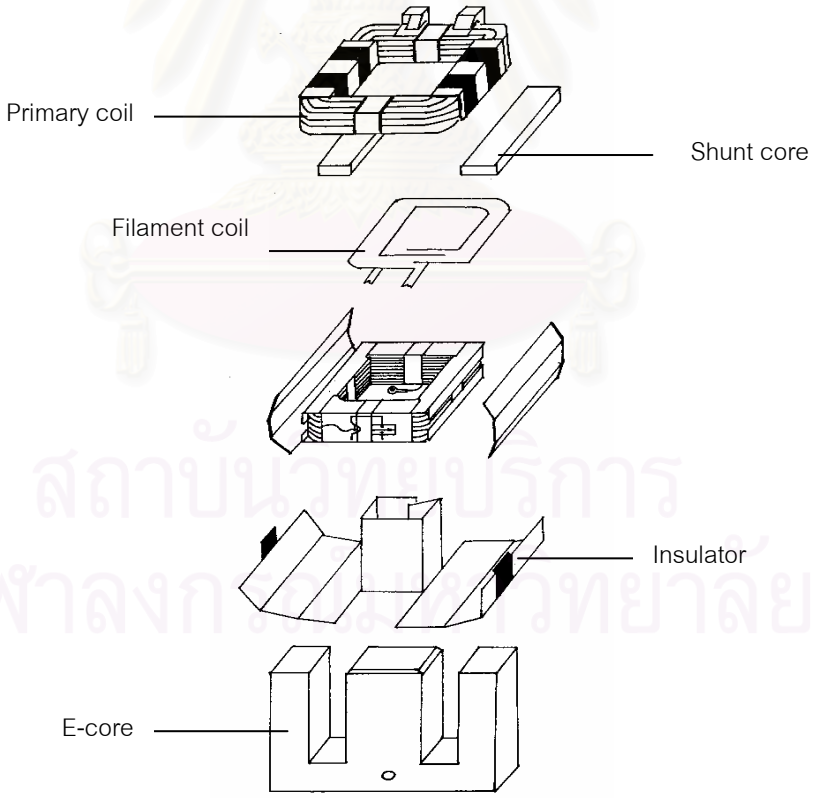
โรงงานตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเป็นโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าชั้นนำแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยมีบริษัทแม่อยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น และยังมีบริษัทลูกในเครือตามประเทศต่างๆ อีกหลายประเทศ เช่น เกาหลี, จีน, อังกฤษ และ เม็กซิโก เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่โรงงานแห่งนี้ได้ผลิตส่งออกทั้งในประเทศและต่างประเทศ คือ หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในเตาอบไมโครเวฟ และ หม้อแปลงที่ใช้ในอุปกรณ์อิเลคทรอนิคต่างๆ เช่น วิทยุ, เครื่องเสียง, เครื่องถ่ายเอกสาร, พรินเตอร์ และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น โรงงานนี้ได้ก่อตั้งในประเทศไทยเป็นระยะเวลากว่า 15 ปี ปัจจุบันมีพนักงานทั้งหมดประมาณ 2,100 คน

แผนก ERL เป็นแผนกที่ทำหน้าผลิตหม้อแปลง ERL (Electric Range Large) ซึ่งเป็นหม้อแปลงไฟขึ้น (Step up) และเป็นส่วนประกอบสำคัญหนึ่งของเตาอบไมโครเวฟ มียอดการผลิตและการจำหน่ายสูงสุดในโรงงาน จึงเป็นเหตุแผนก ERL ที่มีความสำคัญ และมีกำลังคนสูงที่สุด ปัจจุบันมีพนักงานในแผนกประมาณ 1 ใน 4 ของพนักงานทั้งหมดในโรงงาน

3.2 ผลิตภัณฑ์

หม้อแปลง ERL เป็นหม้อแปลงที่แปลงไฟขึ้น จาก 100/110 หรือ 220/240 โวล์ท (Volt) ไปเป็น 2200 โวล์ท สำหรับใช้ในเตาอบไมโครเวฟ ขดลวดต้านทาน (Reactor) เป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องปรับอากาศ ผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1. ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Coil)
2. ขดลวดทุติยภูมิ (Secondary Coil)
3. ขดลวดฮีตเตอร์ (Heater Coil)
4. ชั้นคอร์ (Shunt Core)
5. แกนเหล็ก E-I (E-I Core)
6. กระดาษฉนวน (Insulator)
7. กระดาษไมกา (Mica Sheet)
8. ขั้วต่อสาย (Terminal)
9. ตัวจับยึดขั้วต่อสาย (Terminal Support)
10. ขั้วต่อสายลงดิน (Rivet)
11. ฐาน (Base Bracket)



รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลิตภัณฑ์หม้อแปลงไฟฟ้า และขดลวดต้านทาน ประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักๆ 11 ส่วนประกอบดังที่ได้กล่าวมาแล้ว หม้อแปลงไฟฟ้า จะมีทั้งขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ ทำหน้าที่แปลงไฟให้มีขนาด โวลต์สูงขึ้น หรือต่ำลงขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวด ทางด้านทุติยภูมิ และทางด้านปฐมภูมิ หากขดลวดทางด้านทุติยภูมิมีจำนวนรอบมากกว่าขดลวดทางด้านปฐมภูมิ แสดงว่า หม้อแปลงไฟฟ้าตัวนั้นแปลงไฟขึ้น และเช่นเดียวกันในทางตรงกันข้าม หากขดลวดทางด้านทุติยภูมิ น้อยกว่า ขดลวดทางด้านปฐมภูมิ ก็แสดงว่า หม้อแปลงไฟฟ้า ทำหน้าที่แปลงไฟลง

รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์

หม้อแปลงไฟฟ้าและขดลวดต้านทาน มีความแตกต่างกันตรงที่ขดลวด คือ หากเป็นหม้อแปลงไฟฟ้า จะต้องมีขดลวด 2 ด้าน คือ ต้องมีขดลวดปฐมภูมิ ทำหน้าที่รับไฟเข้า และขดลวดทุติยภูมิ ทำหน้าที่แปลงไฟออก จะแปลงไฟ ขึ้นหรือลง ก็แล้วแต่จำนวนรอบของขดลวดแต่ละด้านดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนขดลวดต้านทาน จะมีขดลวดเพียงด้านเดียวเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า (R) ดังนั้นน้ำหนักและขนาดของขดลวดต้านทานจะมีน้ำหนักและขนาด เล็กและเบากว่า หม้อแปลงไฟฟ้าเล็กน้อย แต่โดยทั่วๆ ไปแล้ว รูปร่างลักษณะภายนอก ก็จะคล้ายๆ กัน

โดยผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักต่างกัน ตั้งแต่ 2 – 6 กิโลกรัมขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดแต่ละด้าน หากเป็นหม้อแปลงไฟฟ้า จะมีน้ำหนักมากกว่าขดลวดต้านทานเล็กน้อย เนื่องจากมีขดลวดเพียงด้านเดียว น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 3.5 กิโลกรัม มีความสูงตั้งแต่ 70 – 115 มิลลิเมตร ความสูงเฉลี่ย ประมาณ 86.68 มิลลิเมตร ซึ่งความสูงและความกว้างของฐานผลิตภัณฑ์ จะขึ้นอยู่กับขนาดของ EI Core หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่า EI Core ของ โมเดลที่ทำการศึกษาสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ 4 ขนาดคือ 66.0 มิลลิเมตร 76.2 มิลลิเมตร 82.0 มิลลิเมตร และ 86.0 มิลลิเมตร

3.3 กระบวนการผลิต

แผนก ERL แบ่งการผลิตออกเป็นส่วนกระบวนการผลิตย่อย 6 ส่วน ได้แก่

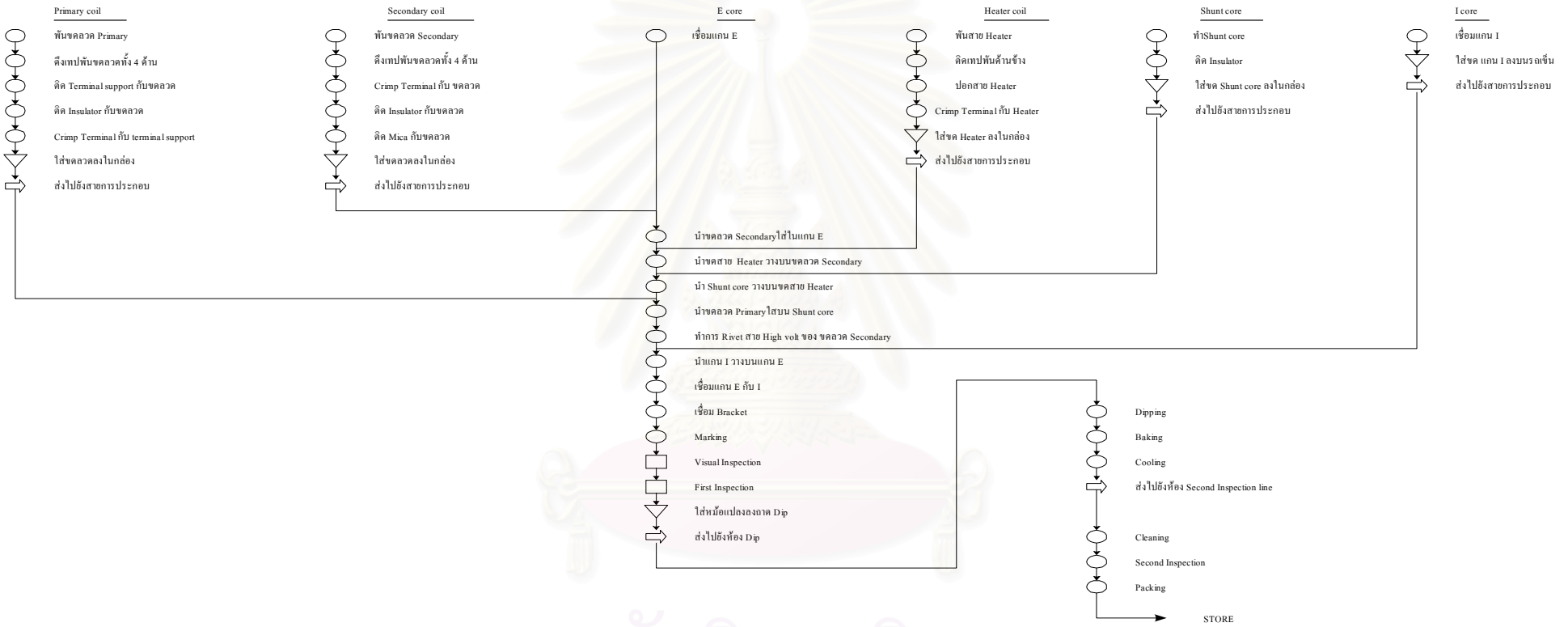
1. Sub room area : ทำหน้าที่เตรียมส่วนประกอบย่อย
2. Primary coil area : ทำหน้าที่เตรียมขดลวด Primary
3. Secondary coil area : ทำหน้าที่เตรียมขดลวด Secondary
4. First line assembly area : ประกอบตัวหม้อแปลง
5. Dipping area : ชุบและอบวานิชให้กับหม้อแปลง
6. Second inspection line area : ทำความสะอาดและตรวจสอบหม้อแปลง

สำหรับLayout และ ขั้นตอนการผลิตของแผนก ERL ได้แสดงในรูปที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.3 Layout ของแผนก ERL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

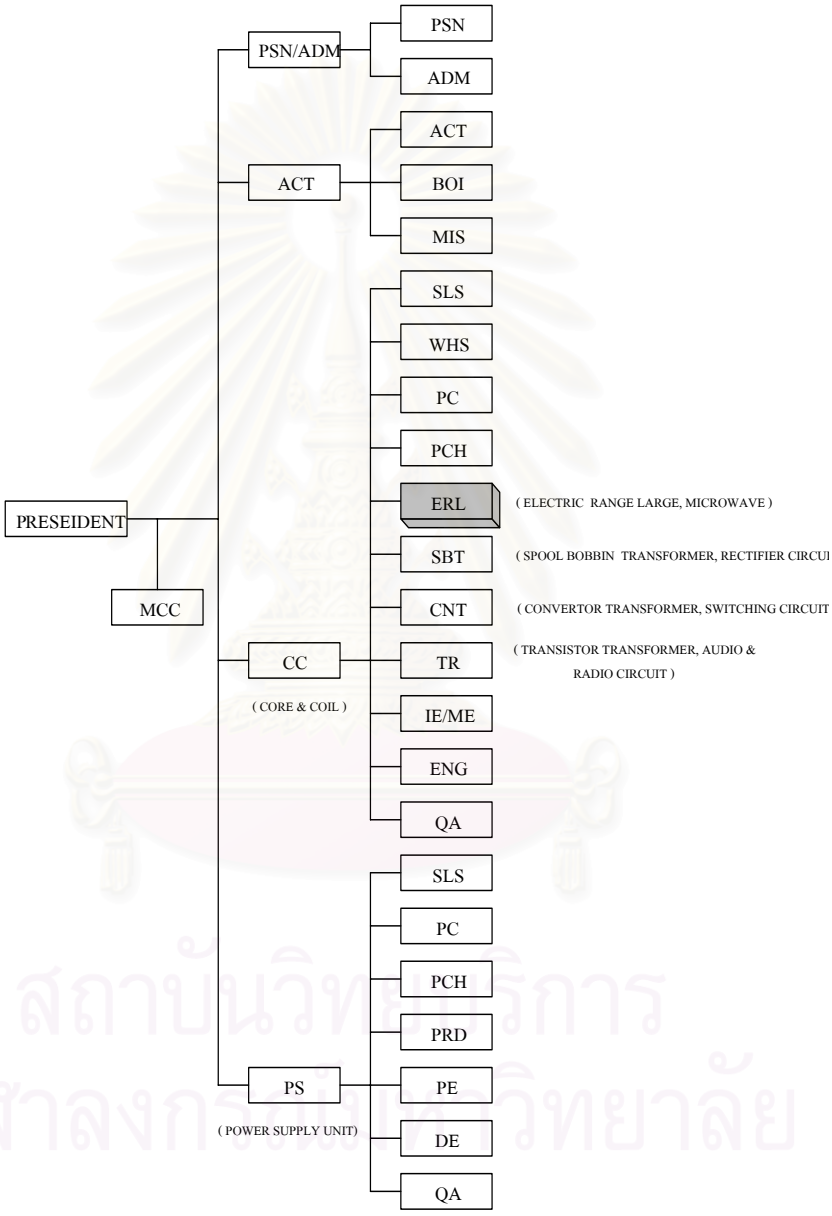


รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ของแผนก ERL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 การจัดโครงสร้างองค์กร

ERL เป็นแผนกใหญ่แผนกหนึ่งในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งมีการจัดโครงสร้างองค์กรดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โครงสร้างองค์กร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนก ERL เป็นแผนกที่มีกำลังการผลิตที่สูงที่สุด 4 แผนก ที่ทำการผลิตอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ ประเภทหม้อแปลง ตัวต้านทาน ขดลวดเหนี่ยวนำ อันประกอบไปด้วย

1. แผนก ERL (Electric Range Large, Microwave)
2. แผนก SBT (Spool Bobbin Transformer, Rectifier Circuit)
3. แผนก CNT (Converter Transformers, Switching Circuit)
4. แผนก TR (Transistor Transformers, Audio and Radio Circuit)

โดยทรัพยากรต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตทุกๆ แผนก จะถูกจัดสรรมาจากฝ่ายวางแผนการผลิตซึ่งทำหน้าที่วางแผนการผลิตของทั้ง 4 แผนก

วัสดุ และวัตถุดิบ ในการผลิต รวมไปถึงวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ จัดซื้อโดยแผนกจัดซื้อเดียวกัน คือ แผนกจัดซื้อ ทำหน้าที่จัดซื้อ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ วัตถุดิบ รวมถึงวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อให้ทั้ง 4 แผนกการออกแบบผลิตภัณฑ์ ครอบคลุมถึงการออกแบบวิธีการบรรจุ และวัสดุที่ใช้ในการบรรจุ ทำโดยแผนกวิศวกรรม คือ แผนก วิศวกรรม ทำหน้าที่รับผิดชอบของทั้ง 4 แผนก

3.5 ลักษณะการบรรจุหีบห่อ

จากการศึกษาพบว่าในการบรรจุหีบห่อ มีวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบของหีบห่อจำนวนมาก สามารถจัดกลุ่ม แสดงรายละเอียดและชื่อรายการวัสดุที่อยู่ในกลุ่มนั้นๆ ได้ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรายการวัสดุทั้งหมด โดยแบ่งตามกลุ่ม

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Block partition		Plainpaper	Long narrow paper at edge	Long narrow paper between row	Long narrow ANGLE paper at edge	Box wall	Wooden box	Packing box	Palette	Plastic bag	Grip clamp	Plastic binder Steel binder	Angle board Angle steel	Packing tape
TZT0055ZZ	TZZA034TT	TZT0012ZZ	TZT0024TT	TZT0026ZZ	TZZF022TT	TZT0011ZZ	TATWJ01TT	TAAA002TT	TAAP004TT	TBZ0002TT	TZZ0003TT	TZZ0005TT	TZZ0008TT	HAA015ZA
TZT0063TT	TZZA035TT	TZT0030ZZ	TZT0025ZZ	TZT0027ZZ		TZT0015ZZ	TATWJ03TT	TAAA007TT	TAFP003TT	TBZ0004TT	TZZ0006TT	TZZ0010TT	TZZF001TT	HEA0480TC
TZT0067ZZ	TZZA036TT	TZT0042ZZ	TZT0033ZZ			TZT0028ZZ	TATWS02TT	TAAA008TT	TATP011TT	TBZ0006TT		TZZ0002TT	TZZF003TT	HEA0760TC
TZZA009TT	TZZA037TT	TZT0062ZZ	TZT0035ZZ			TZT0029TT	TATWS04TT	TAAA009TT		TBZ0007TT			TZZF004TT	
TZZA014TT	TZZB014TT	TZZF011TT				TZT0037ZZ		TAAA010TT		TBZ0010TT			TZZF012TT	
TZZA015TT	TZZB015TT					TZT0038ZZ		TAFA005TT					TZZF014TT	
TZZA021TT	TZZB017TT					TZT0041TT		TAFA007TT					TZZF018TT	
TZZA024TT	TZZF006TT					TZT0043ZZ		TAFA008TT					TZZF019TT	
TZZA025TT	TZZF007TT					TZZA040TT		TAT0026ZZ					TZZF022TT	
TZZA026TT	TZZF010TT					TZZA041TT								
TZZA028TT	TZZF020TT													
TZZA030TT	TZZF021TT													
TZZA033TT	TZZF024TT													

รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างลักษณะการบรรจุหีบห่อในปัจจุบันบางรูปแบบ

3.6 กำลังการผลิต

ในการวางแผนการผลิต จะทำโดยฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิต ซึ่งทำหน้าที่รับผิดชอบทั้งหมด 4 แผนกการผลิตหลักของโรงงาน ได้แก่

1. แผนก ERL (Electric Range Large, Microwave)
2. แผนก SBT (Spool Bobbin Transformer, Rectifier Circuit)
3. แผนก CNT (Converter Transformers, Switching Circuit)
4. แผนก TR (Transistor Transformers, Audio and Radio Circuit)

โดยกำหนดไว้ว่า 1 ปีงบประมาณ จะเริ่มจาดเดือน เมษายน ไปสิ้นสุดที่สิ้นเดือนมีนาคม ของปีถัดไป

ในงานวิจัยฉบับนี้ ได้เริ่มทำตั้งแต่ต้นปีงบประมาณของปี 2001 คือตั้งแต่ต้นเดือน เมษายน ของปี 2001 จนสิ้นสุดที่เดือน มีนาคม ของปี 2002 จากตารางที่ 3.2 เป็นยอดการผลิตทำการผลิตจริง ตั้งแต่เดือนมกรคม 2544 ไปจนถึงสิ้นเดือน ธันวาคม 2544 โดยดึงมาบางส่วน เฉพาะโมเดลที่สนใจศึกษาในขั้นต้นเท่านั้น แสดงตามโมเดล แยกตามลูกค้า บางโมเดลมียอดการผลิตสูง บางโมเดลมียอดการผลิตต่ำ บางโมเดลทำการผลิตตลอดทั้งปี ส่วนบางโมเดลทำการผลิตเป็นฤดูการ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นหม้อแปลงในเตาอบไมโครเวฟ ก็จะมียอดการผลิตตลอดทั้งปี ส่วนขดลวดต้านทานที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ ก็จะมียอดการผลิตสูงเฉพาะ ในช่วงฤดูร้อน เป็นต้น

สำหรับแผนการผลิตของโมเดลแต่ละแบบ ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือน ธันวาคม ปี 2544 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 กำลังการผลิตตลอดปี 2001

CUSTOMER	PRODUCT MODEL	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Sum.
SHARP	RTRN-A560WREO	34	52,696	12,278		9,992								*75,000*
	RTRN-A561WREO	53,481	31,203											*84,684*
	RTRN-A566WREO	16,339	14,118	18,131	5,203	7,436	3,684	5,193	8,171		8,929	13,354	9,663	*110,221*
	RTRN-A571WREO	9,876	8,836	2,544	2,692	14,419	3,946	7,282	2,912		8,925	4,867	4,328	*70,627*
	RTRN-A576WREO	49,333	47,360	35,092	17,867		585	5,696	16,615	22,366	18,308	34,696	69,693	*317,611*
	RTRN-A585WREO	4,630		1,845	1,040	430		147		299	297	578	228	*9,494*
	RTRN-A590WREO	246												*246*
	RTRN-A595WREO	930			256		261		299			283		*2,029*
	RTRN-A601WREO				765	185	382	767		555	393	369	368	*3,784*
	RTRN-A603WRZZ	26,405					84	469			296			*27,254*
	RTRN-A604WRZZ	15,242	23,067	60,515	87,843	56,462	4		2,145	6,760	4,480		440	*256,958*
	RTRN-A606WRZZ	4,749	982	1,496					503		2			*7,732*
	RTRN-A609WRZZ				5,569	4,231			10					*9,810*
	RTRN-A610WRZZ	1,801	14,892	12,589	5,543	6,708	1,426	764	47		25	550	446	*44,791*
	RTRN-A613WRZZ	2,928		4,892		1,517	8	5,056	2,081	2,123		3,045		*21,650*
	RTRN-A616WRZZ	6,679	1,360	1,735	2,110	977	1,634	97		449				*15,041*
	RTRN-A617WRZZ	4,483	600	860			611							*6,554*
	RTRN-A619WRZZ	2,224	1,903	4,096		1,081	1,234		870	350		598	299	*12,655*
	RTRN-A626WRZZ	10,447	1,486	10,384						3,698	5,948	3,714	11,160	*46,837*
	RTRN-A638WRZZ		12,684	20,177	11,710	15,689	28,500		21,576	19,397	22,855	10,017		*162,605*
ACME	NS00002	8,225		6,852	8,143	1,372	5,781	5,152	12,315	1,372	5,467	8,207	3,907	*66,793*
	NS97005X									784				*784*
	NS98003X	13,354	21,160	26,524	27,534	46,986	31,930		29,167	39,406	16,283	14,538	14,770	*281,652*
	NS99001	5,402	4,714	13,083	9,464	19,245		24,875	9,363	2,734	4,116	2,725	1,560	*97,281*
SANYO	HT-1501	1,635	1,001		195	1,637			1,120	375	1,132	1,628		*8,723*
	HT-MR1	2,056	1,540	5,080	4,887	4,116	5,419	1,945	6,457		1,159	5,096	2,911	*40,666*
	HT-VA4	3,774		1,859	1,993	1,642		888	2,012	2,003	2,006	2,230	2,238	*20,645*
	N5T-N108SAP			2,099	87							850		*3,036*
	N6T-N101S			395	4,257			3,782	2,539	2,973	5,087	2,539	2,101	*23,673*
	N6T-V3400		1,778	12		10,593	6,409	11,760	5,184	4,829	8,366	1,838	1,649	*52,418*
	N6T-V3405	28,535	6,174	15,950	16,109		16,840	2,641	21,526	1,979	1,329	4,054	1,643	*116,780*
	NTT-S1050		12,960		4,307	4,311	8,621	17,269	16,385	7,272				*71,125*
HITACHI	NH104883-01			560	780	982								*2,322*
	NH105134-01					150								*150*
	NH105203-01	19,130	23,040			3,791	3,904	9,080		3,875	19,188	15,345	11,415	*108,768*
TOSHIBA	PX-HX2	4,982	25,001		14,976									*44,959*
	PX-QB50		4,955	3,840		1,300	1,338							*11,433*
MITSUBISHI	ZT638B094H01	7,863	800											*8,663*
	ZT638B096H01							982	7,552	6,871	6,693	15,398	3,360	*40,856*
	ZT638B103H01						6,669			33				*6,702*
	ZT638B104H01						824		2,009	8	4,019	1,680		*8,540*
	Sum.	304,783	314,310	262,888	233,330	215,252	130,094	103,845	170,858	130,511	145,303	148,199	142,179	*2,301,552*

3.7 รายการวัสดุในการบรรจุหีบห่อ

จากแบบ (Model) ที่ทำการศึกษาเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา ประกอบไปด้วยรายการวัสดุที่ใช้ในการบรรจุเป็นจำนวนมาก บางรายการเป็นมาตรฐาน บางรายการใช้ซ้ำกัน บางรายการแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย บางรายการอาจจะมีการใช้เพียงแค่แบบ (Model) เดียว ผู้วิจัยจึงได้ทำการจัดกลุ่มรายการวัสดุในการบรรจุหีบห่อ เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ในภาพรวม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

3.8 ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อ

ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อของทุกแบบ(Model) ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา แสดงไว้ในตารางที่ 3.4 โดยรายละเอียดวัสดุและส่วนประกอบต่างๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

3.9 การออกแบบหีบห่อบรรจุ

ในกระบวนการออกแบบปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของโรงงานรวมทั้งหม้อแปลง ERL ขดลวดต้านทานของแผนก ERL รวมทั้งหีบห่อบรรจุและวัสดุในการบรรจุหีบห่อ ก็จะถูกออกแบบโดยฝ่ายวิศวกรรม (Engineering Department) ทั้งหมด

โดยกระบวนการออกแบบหีบห่อบรรจุ เริ่มตั้งแต่การรับใบสั่งซื้อจากลูกค้าเพื่อมาพิจารณาเปรียบเทียบกับแผนการผลิตเดิมว่าเคยมีการผลิตหม้อแปลง/ขดลวดต้านทานของโมเดลนั้นๆมาแล้วหรือว่าเป็นโมเดลของผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อดูว่าจะสามารถประยุกต์ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงลักษณะของหีบห่อบรรจุเดิมได้หรือไม่ หากสามารถใช้แบบเก่าที่มีอยู่แล้วได้ ก็จะใช้แบบเก่า แต่หากต้องมีการปรับปรุง หรือแม้กระทั่งออกแบบใหม่ ก็จะต้องผ่านความเห็นชอบจากลูกค้าเสียก่อนแล้วจึงดำเนินการผลิตได้ เนื่องจากลักษณะของหีบห่อบรรจุจะส่งผลกระทบไปถึงการจัดการพื้นที่ในการจัดเก็บของลูกค้ารายนั้นๆ

3.10 การจัดซื้อวัสดุในการบรรจุหีบห่อ

ในส่วนของการจัดซื้อ เริ่มตั้งแต่การรับ Drawing ของหีบห่อบรรจุจากแผนก Engineer เพื่อนำมาพิจารณาแยกแยะรายการวัสดุพิจารณาเลือก Supplier โดยจะทำการเปรียบเทียบราคาที่ประเมินโดย Supplier แต่ละราย แล้วเลือกรายที่มีการเสนอราคาสมเหตุสมผลที่สุด เมื่อตกลง

เลือก Supplier ได้แล้ว ทางแผนกจัดซื้อก็จะขอรับตัวอย่างวัสดุจาก Supplier รายนั้นมาให้แผนก Engineer พิจารณาให้ตรงตามข้อกำหนดเสียก่อน แล้วจึงดำเนินการออกใบสั่งซื้อต่อไป

ตารางที่ 3.3 รายการวัสดุในการบรรจุหีบห่อ แยกตามกลุ่ม

GROUP	ชิ้นส่วน (PARTS)	SPE (mm.)		รวม(แบบ)
Partition	แผ่นกระดาษเจาะรูเป็นบล็อก	520x1050	680x880	
	(Block Partition)	585x695	730x880	
		635x935		5
	กระดาษเรียบๆ	500x500	635x935	
	(Plain Paper)	520x1050	680x880	
		585x695		5
	กระดาษคั่นระหว่างแถว	110x875		
	(Long Narrow Paper Between Row)	85x875		2
	แผ่นกระดาษยาว อัดที่ขอบกล่อง	35x640	70x875	
	(Long Narrow Paper at Edge)	35x875	85x640	4
	กระดาษมุมแข็ง (Long Narrow ANGLE Paper at Edge)	50x50x850	540x885	2
	กระดาษบุผนังกล่อง(Box Wall)	490x640	590x1050	
		490x940	590x515	
		530x640	610x680	
		530x940	610x885	
		540x680		11
Box	กล่องกระดาษ(Paper Box)	350x1060x600	585x695x535	
		530x1060x560	585x695x690	
		530x1060x640	585x695x830	
		530x1060x650	735x885x480	
		530x1060x685		9
	พัลเล็ต(Palette)	550x1080x124	750x900x120	
		635x740x140		3
	ลังไม้(Wooden Box)	J01 710x1010x670	S02 750x910x670	
		J03	S04 750x910x585	4
Accessories	ถุงพลาสติก(Plastic Bag)	720x940x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		785x940x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		650x950x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		570x1100x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		590x700x1500	Thickness = 0.07 mm.	5
	แคลมป์(Grip Clamp)	ตัวติดสายรัดกับกล่องกระดาษ		1
	สายรัดกล่อง (Plastic/Steel Binder)	15 mm.		3
	ตัวมุมกล่อง(Angle Board/Steel)	50x50x530	Thickness = 5 mm.	
		50x50x580	Thickness = 5 mm.	
		38x38x1050	Thickness = 1.8 mm.	
		38x38x600	Thickness = 1.8 mm.	
		38x38x680	Thickness = 1.8 mm.	
		38x38x880	Thickness = 1.8 mm.	6
	เทป(Packing Tape)	เทปกาวปิดฝากล่อง		3

ตารางที่ 3.4 ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อ

CUSTOMER	PRODUCT MODEL	ORIGINAL MODEL		
		Total Cost	Quantity	Cost/Pcs.
SHARP	RTRN-A560WREO	680.150	250	2.721
	RTRN-A561WREO	671.460	280	2.398
	RTRN-A566WREO	659.960	224	2.946
	RTRN-A571WREO	658.260	224	2.939
	RTRN-A576WREO	959.495	192	4.997
	RTRN-A585WREO	627.230	140	4.480
	RTRN-A590WREO	722.040	192	3.761
	RTRN-A595WREO	728.840	192	3.796
	RTRN-A601WREO	665.030	140	4.750
	RTRN-A603WRZZ	895.043	140	6.393
	RTRN-A604WRZZ	713.000	224	3.183
	RTRN-A606WRZZ	842.345	250	3.369
	RTRN-A609WRZZ	708.960	168	4.220
	RTRN-A610WRZZ	882.293	140	6.302
	RTRN-A613WRZZ	697.530	224	3.114
	RTRN-A616WRZZ	742.210	224	3.313
	RTRN-A617WRZZ	657.160	224	2.934
	RTRN-A619WRZZ	828.840	168	4.934
	RTRN-A626WRZZ	698.650	224	3.119
	RTRN-A638WRZZ	682.563	168	4.063
ACME	NS00002	698.650	196	3.565
	NS97005X	689.200	196	3.516
	NS98003X	711.840	168	4.237
	NS99001	853.560	196	4.355
SANYO	HT-1501	791.040	126	6.278
	HT-MR1	1,022.690	196	5.218
	HT-VA4	801.940	224	3.580
	N5T-N108SAP	696.890	216	3.226
	N6T-N101S	684.840	216	3.171
	N6TV3400	1,140.450	180	6.336
	N6T-V3405	685.780	150	4.572
	NTT-S1050	1,006.160	240	4.192
HITACHI	NH104883-01	922.990	196	4.709
	NH105134-01	703.790	168	4.189
	NH105203-01	874.100	192	4.553
TOSHIBA	PX-HX2	690.840	240	2.879
	PX-QB50	690.840	196	3.525
MITSUBISHI	2T638B094H01	880.985	196	4.495
	2T638B096H01	859.025	168	5.113
	2T638B103H01	956.890	168	5.696
	2T638B104H01	1,334.890	168	7.946
	Sum.	32,418.449	Avg.	4.222

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การออกแบบเพื่อปรับปรุงหีบห่อบรรจุ

ในการปรับปรุงหีบห่อบรรจุเพื่อให้ต้นทุนค่าวัสดุ ในการบรรจุลดลงนั้น ผู้วิจัยได้ประยุกต์ทฤษฎีและหลักการ ในการวิเคราะห์ตามแนวทางของวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering)

เนื่องจากการบรรจุหีบห่อในปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง มีวัสดุที่ใช้ในการบรรจุเป็นจำนวนมาก และผลิตภัณฑ์ที่แผนก ERL ทำการผลิต ถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์จะมีความแตกต่างกันทางด้านกายภาพไม่มากนัก แต่ก็มีจำนวนแบบ จากลูกค้าหลายราย ที่แผนก ERL ได้ทำการผลิตอยู่ ดังนั้นในขั้นตอนแรกจึงจำเป็นต้องจัดกลุ่ม แบ่งแยกประเภทของวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ ในทุกๆ แบบที่ทำการศึกษาเสียก่อน เพื่อให้มองเห็นภาพรวม และสะดวกในการประยุกต์วิศวกรรมคุณค่า ในการวิเคราะห์ต่อไป แต่สิ่งที่จำเป็นอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบพัฒนาหีบห่อบรรจุ หรือไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใดๆ ก็ตาม นั่นคือ ข้อจำกัดและความต้องการของระบบ (System Requirements) ที่ทำการศึกษา ซึ่งในที่นี้ระบบที่ทำการศึกษา คือ การบรรจุหีบห่อนั่นเอง ข้อจำกัดและความต้องการของระบบ (System Requirements) จะเป็นกรอบความคิดในการออกแบบ เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้ตอบสนองความต้องการของระบบมากที่สุด

4.1 การจัดกลุ่มวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ

4.1.1 Partition

ในส่วนของ Partition เป็นวัสดุที่ทำหน้าที่ ล็อค/กำหนด ตำแหน่งของผลิตภัณฑ์และแบ่งแยกผลิตภัณฑ์เป็นชั้นๆ ออกจากกันซึ่งเป็นส่วนที่สร้างความสับสนและความยุ่งยากในการบรรจุมากที่สุด รวมทั้งยังมีปริมาณมากและหลายขนาดหลายรายการ แต่ละแบบก็จะมี partition ที่ค่อนข้างจะต่างๆกัน สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มๆ ดังนี้

- Block Partition หรือ แผ่นกระดาษเจาะรูออกเป็นบล็อกๆ ลักษณะต่างๆ มีทั้งหมด 5 ขนาด
- Plain Paper หรือ แผ่นกระดาษเรียบๆ ใช้กั้นระหว่างชั้นของผลิตภัณฑ์ มีทั้งหมด 5 ขนาด

- Long Narrow Paper between Row หรือ กระดาษคั่นระหว่างแถว ใช้กั้นที่ฐานของผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันสายไฟของผลิตภัณฑ์มาชนกัน
- Long Narrow Paper at Edge หรือ แผ่นกระดาษอัดที่ขอบกล่อง สำหรับบางแบบที่เมื่อบรรจุผลิตภัณฑ์ลงกล่องแล้วยังหลวมอยู่ จึงใช้กระดาษบางๆ ยาวๆ อัดที่ขอบกล่อง มีทั้งหมด 4 ขนาด
- Long Narrow Angle Paper at Edge หรือกระดาษมุมแข็ง สำหรับเพิ่มความมั่นใจว่ากระดาษแต่ละชั้นสามารถรองรับน้ำหนักได้ดีขึ้น มีทั้งหมด 2 ขนาด
- Box Wall หรือ กระดาษบุผนังกล่อง ใช้บุที่ผนังลังไม้ มี 11 ขนาด

4.1.2 Box

กล่องในที่นี้หมายถึง กล่องกระดาษ และ ลังไม้ที่ทำหน้าที่ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงพัลเล็ตด้วย โดยกล่องกระดาษมีทั้งหมด 9 ขนาด พัลเล็ต มี 3 ขนาด และ ลังไม้ มี 4 ขนาด

4.1.3 Accessories

- ถุงพลาสติก (Plastic Bag) มี 5 ขนาด เพื่อป้องกันความชื้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ต้องขนส่งไปทางเรือ ความชื้นและ ไอระเหยจากน้ำทะเล อาจทำให้อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ เกิดความชำรุดเสียหายได้
- แคลมป์ (Clamp) เป็นตัวติดสายรัดกับกล่องกระดาษมี 1 ขนาด
- สายรัดกล่อง (Binder) มี 3 ขนาด
- ตัวมุมกล่อง (Angle Board) ใช้วางที่มุมกล่องเพื่อเพิ่มความแข็งแรงที่มุมกล่องมี 6 ขนาด
- เทป (Packing Tape) ใช้ปิดฝากล่อง มี 3 ขนาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 วัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อปัจจุบัน

GROUP	ชิ้นส่วน (PARTS)	SPE (mm.)		รวม(แบบ)
Partition	แผ่นกระดาษเจาะรูเป็นบล็อก	520x1050	680x880	
	(Block Partition)	585x695	730x880	
		635x935		5
	กระดาษเรียบๆ	500x500	635x935	
	(Plain Paper)	520x1050	680x880	
		585x695		5
	กระดาษคั่นระหว่างแถว	110x875		
	(Long Narrow Paper Between Row)	85x875		2
	แผ่นกระดาษยาว อัดที่ขอบกล่อง	35x640	70x875	
	(Long Narrow Paper at Edge)	35x875	85x640	4
	กระดาษมุมแข็ง (Long Narrow ANGLE Paper at Edge)	50x50x850	540x885	2
	กระดาษบุผนังกล่อง(Box Wall)	490x640	590x1050	
		490x940	590x515	
		530x640	610x680	
		530x940	610x885	
		540x680		11
Box	กล่องกระดาษ(Paper Box)	350x1060x600	585x695x535	
		530x1060x560	585x695x690	
		530x1060x640	585x695x830	
		530x1060x650	735x885x480	
		530x1060x685		9
	พัลเล็ต(Palette)	550x1080x124	750x900x120	
		635x740x140		3
	ลังไม้(Wooden Box)	J01 710x1010x670	S02 750x910x670	
		J03	S04 750x910x585	4
Accessories	ถุงพลาสติก(Plastic Bag)	720x940x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		785x940x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		650x950x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		570x1100x1000	Thickness = 0.07 mm.	
		590x700x1500	Thickness = 0.07 mm.	5
	แคลมป์(Grip Clamp)	ตัวติดสายรัดกับกล่องกระดาษ		1
	สายรัดกล่อง (Plastic/Steel Binder)	15 mm.		3
	ตัวมุมกล่อง(Angle Board/Steel)	50x50x530	Thickness = 5 mm.	
		50x50x580	Thickness = 5 mm.	
		38x38x1050	Thickness = 1.8 mm.	
		38x38x600	Thickness = 1.8 mm.	
		38x38x680	Thickness = 1.8 mm.	
		38x38x880	Thickness = 1.8 mm.	6
	เทป(Packing Tape)	เทปกาวปิดฝากล่อง		3

4.2 ข้อจำกัดและความต้องการของระบบ (System Requirements)

สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งในการออกแบบและพัฒนาหีบห่อบรรจุ หรือการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใดๆ นั่นคือ ข้อจำกัดและความต้องการของระบบ (System Requirements) ที่กำลังออกแบบและพัฒนาอยู่ เพราะข้อจำกัดและความต้องการของระบบ (System Requirements) จะเป็นกรอบความคิด ให้ผลลัพธ์ที่ได้ ตอบสนองความต้องการของระบบมากที่สุด ในงานวิจัยฉบับนี้การออกแบบ

พัฒนาปรับปรุงหีบห่อบรรจุของผลิตภัณฑ์ขดลวดต้านทานได้คำนึงถึงข้อจำกัดและความต้องการของระบบ (System Requirements)ทางด้านต่างๆ ดังนี้

4.2.1 ข้อจำกัดทางด้านการขนส่ง

น้ำหนักรวมของหีบห่อบรรจุเมื่อทำการบรรจุผลิตภัณฑ์แล้ว จะต้องมีน้ำหนักรวมในการขนส่งไม่เกินตามที่กฎหมายกำหนดไว้ โดยน้ำหนักของตู้คอนเทนเนอร์จะต้องบรรจุสินค้าได้ไม่เกิน 20 ตัน โดยตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ในการขนส่งมีความสูงประมาณ 8 ฟุต มีน้ำหนัก 1,630 กิโลกรัม สามารถบรรจุสินค้าได้น้ำหนักสูงสุด 18,690 กิโลกรัม ภายในมีความกว้าง 2,336 มิลลิเมตร (ประมาณ 8 ฟุต) ความยาว 5,933 มิลลิเมตร (ประมาณ 20 ฟุต) ความสูง 2,399 (ประมาณ 8 ฟุต)

ซึ่งมิติของตู้คอนเทนเนอร์และน้ำหนักสูงสุดที่บรรทุกได้ จะเป็นข้อจำกัดในการออกแบบพัฒนาหีบห่อบรรจุ ดังนั้นตัวแปรที่ส่งผลต่อน้ำหนักและมิติของหีบห่อบรรจุเมื่อทำการบรรจุแล้ว นั่นคือ น้ำหนักและความสูงของตัวผลิตภัณฑ์นั่นเอง ซึ่งความสูงและความกว้างของฐานผลิตภัณฑ์ จะขึ้นอยู่กับขนาดของ EI Core หลังจากที่ได้ทำการศึกษาแล้วพบว่า EI Core ของ แบบที่ทำการศึกษาสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ 4 ขนาดคือ 66.0, 76.2, 82.0 และ 86.0 มิลลิเมตร

4.2.2 ข้อจำกัดทางด้านการเคลื่อนย้าย

ผลิตภัณฑ์เมื่อทำการบรรจุรวมกันในหีบห่อบรรจุ สามารถบรรจุได้ประมาณ 300 ชิ้น น้ำหนักรวมหลังการบรรจุจึงมีน้ำหนักมาก ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยมือเปล่าของพนักงาน ต้องมีรถ Fork lift, Power lift และ Hand lift ช่วยในการเคลื่อนย้าย

ดังนั้นน้ำหนักรวมของหีบห่อบรรจุเมื่อทำการบรรจุสินค้าแล้ว จะต้องสามารถเคลื่อนย้ายด้วยรถ Fork lift, Power lift และ Hand lift ได้ โดยน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของ Fork lift, Power lift และ Hand lift แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของอุปกรณ์เคลื่อนย้าย

Categories	Maximum Loads (1,000 kg.)
Fork Lift	2.5
Hand Lift	1.5
Power Lift	1.0

4.2.3 ความต้องการในการปกป้องผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์จะต้องไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการเคลื่อนย้ายและการขนส่งที่ถูกวิธี เนื่องจากผลิตภัณฑ์ เป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ ตัวการสำคัญที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดารชำรุดเสียหาย ใช้การไม่ได้คือความชื้นและฝุ่นละออง ยิ่งการขนส่งทางทะเล ไอน้ำจึงเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ชำรุดเสียหาย

ส่วนการกระแทกเนื่องจากการขนส่ง เมื่อสันนิษฐานว่า มีการเคลื่อนย้ายที่ระมัดระวังในแนวระนาบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์แต่ละตัวมีน้ำหนักมาก การซ้อนกันของผลิตภัณฑ์เมื่อถูกบรรจุจะมีน้ำหนักเพียงพอที่จะสามารถควบคุมตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ได้เองในระดับหนึ่งแต่แม้กระนั้นก็ตามการชนกันจนทำให้เกิดการช๊อตกันของสายไฟก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ชำรุดเสียหายในระหว่งการขนส่ง

4.2.4 ความต้องการของลูกค้า

นอกจากความต้องการให้สินค้าที่บรรจุมาถึงมือโดยไม่ได้รับความชำรุดเสียหายแล้ว สิ่งหนึ่งที่ลูกค้ากำหนดมา นั่นคือ หีบห่อบรรจุหลังการปรับปรุงแล้ว จะต้องไม่ไปกระทบกระเทือนในการจัดเก็บ เนื่องจากระบบการบรรจุของโรงงานตัวอย่างนี้ ได้ปฏิบัติแบบนี้มานานแล้ว จนลูกค้าทุกรายได้จัดตั้งระบบการจัดเก็บไว้ตายตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว หากจะแก้ไขปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแบบของหีบห่อบรรจุจะต้องแจ้งให้ลูกค้าทุกรายทราบเพื่อประเมิน เปรียบเทียบ แก้ไข และอนุมัติเสียก่อน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ในขั้นต้นของการพัฒนาปรับปรุงหีบห่อบรรจุ ผู้วิจัยจึงพยายามที่จะรักษามิติขนาดความกว้าง ความยาว ให้เป็นไปตามแบบเดิม โดยมีการเปลี่ยนแปลงให้น้อยที่สุด ส่วนความต้องการทางด้านอื่นๆ ที่ความสำคัญรองลงมาอีก 2 ข้อได้แก่

1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย เช่นเดียวกับข้อจำกัดทางด้านการเคลื่อนย้าย เนื่องจากหีบห่อบรรจุที่บรรจุผลิตภัณฑ์แล้ว มีน้ำหนักมากจนการเคลื่อนย้ายไม่สะดวก ดังนั้น การปรับปรุงหีบห่อบรรจุนี้ จึงพยายามให้น้ำหนักของหีบห่อบรรจุหลังการบรรจุผลิตภัณฑ์แล้ว มีน้ำหนักไม่มากนัก ถึงแม้ว่ารถ Fork lift, Power lift และ Hand lift บรรทุกน้ำหนักได้มากก็ตาม
2. ความสะดวกในการใช้งาน ลูกค้ามักกล่าวว่า จะเป็นการดีกว่าถ้าวัสดุที่ทำการบรรจุมานั้นสะดวกในการแกะออกเพื่อใช้งานผลิตภัณฑ์และสะดวกในการหยิบผลิตภัณฑ์ออกไปใช้งาน ดังนั้นวัสดุ และการห่อรัดหีบห่อบรรจุ ที่มากเกินความจำเป็น ก็ควรที่จะตัดทิ้ง

เมื่อได้ทำการจัดกลุ่มและหาข้อจำกัดของระบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในส่วนต่อไปเป็นประยุกต์วิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อช่วยในการปรับปรุงลดต้นทุนค่าวัสดุที่ไม่จำเป็นออกไป โดยที่ฟังก์ชัน หน้าที่การทำงานยังคง เหมือนเดิม หรืออาจจะดีกว่าเดิม

4.3 วิศวกรรมคุณค่ากับการปรับปรุงหีบห่อบรรจุ

จุดมุ่งหมายหลักของวิศวกรรมคุณค่า คือ การลดต้นทุนการผลิตหรือขจัดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็นหรือไม่จำเป็นออกไป โดยที่ผลิตภัณฑ์นั้นยังคงมีคุณภาพ และ ความน่าเชื่อถือได้อยู่ ผู้วิจัยได้ประยุกต์แผนงานของวิศวกรรมคุณค่ามาช่วยในการปรับปรุงหีบห่อบรรจุ โดยจะกล่าวเป็นลำดับขั้นตอนของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.1 การเลือกโครงการ

จากการศึกษากระบวนการผลิตในแผนก ERL ในการทำการวิจัยนี้ ได้ทำการเลือกโครงการเกี่ยวกับหีบห่อบรรจุเนื่องจาก

1. ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อมีราคาค่อนข้างสูง
2. แผนก ERL เป็นแผนกที่มีการผลิตในปริมาณมาก
3. การบรรจุหีบห่อปัจจุบันมีลักษณะยุ่งยากซับซ้อน
4. หีบห่อบรรจุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังคงใช้ต่อๆ กันมาจากรูปแบบเดิม
5. ในการบรรจุหีบห่อมีการใช้วัสดุมากเกินความจำเป็น

เมื่อเลือกโครงการที่จะนำมาปรับปรุงโยใช้เทคนิคของวิศกรรมคุณค่าได้แล้ว ในแผนงานของวิศวกรรมคุณค่าขั้นต่อไปคือ การรวบรวมข้อมูล วัตถุประสงค์หลักของขั้นตอนนี้คือ การรวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบการดำเนินงานหรือของชิ้นส่วนนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ ข้อมูลที่สำคัญสำหรับงานวิศวกรรมคุณค่าได้แก่ ข้อมูลในการขาย การผลิต การออกแบบ ต้นทุนการผลิต คุณภาพ การจัดซื้อเป็นต้น

4.3.2 การรวบรวมข้อมูล

วัตถุประสงค์ของการรวบรวมก็เพื่อที่จะทำความเข้าใจ ในระบบวิธีปฏิบัติของระบบในปัจจุบันชนิดของข้อมูลประกอบไปด้วย

1. ข้อมูลด้านกายภาพ
2. ข้อมูลวิธีปฏิบัติ
3. ข้อมูลสมรรถนะ
4. ข้อมูลเกี่ยวกับข้อจำกัด
5. ข้อมูลต้นทุน
6. ข้อมูลปริมาณ

ซึ่งรายละเอียดของข้อมูล ได้กล่าวไว้แล้วทั้งหมดใน บทที่ 3 และ หัวห้อ 4.1 และ 4.2 ซึ่งอยู่ในตอนต้นของบทที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.3 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน

เมื่อได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบแล้ว หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนที่ประกอบกันเป็นบรรจุภัณฑ์ โดยการวิเคราะห์หน้าที่ของชิ้นส่วนนี้เป็นการระดมความคิดจากสมาชิกในทีม Value Analysis ที่สมาชิกเป็นตัวแทนจากแผนกต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. หัวหน้าแผนก ERL
2. ผู้ช่วยหัวหน้าแผนก ERL
3. ตัวแทนจากฝ่ายออกแบบ
4. ตัวแทนจากฝ่ายจัดซื้อ
5. หัวหน้าสายการบรรจุหีบห่อ
6. ผู้ทำการวิจัยเอง

ขั้นตอนเริ่มตั้งแต่การแยกส่วนประกอบทั้งหมดของตัวบรรจุภัณฑ์ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของผลิตภัณฑ์ แล้วพิจารณาหน้าที่ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของชิ้นส่วนนั้น โดยใช้คำ กริยา-นาม พยายามเขียนหน้าที่ทุกหน้าที่จากทุกแนวความคิดของทุกๆ คนในทีม เมื่อเขียนหน้าที่ทั้งหมดที่เป็นไปได้แล้ว ในขั้นตอนสุดท้ายของส่วนนี้ คือตัดสินว่าหน้าที่ใดเป็นหน้าที่หลัก และหน้าที่ใดเป็นหน้าที่รอง

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน

กลุ่ม (Group)	ชื่อชิ้นส่วน (Parts)	คำอธิบาย	หน้าที่ (Function)		จำแนกหน้าที่		ข้อสังเกต/ หมายเหตุ
			กริยา	นาม	หลัก	รอง	
Partition	Block Partition	แผ่นกระดาษ	ป้องกัน	การขยับ		✓	
		เจาะรูเป็นบล็อก	ให้ ป้องกัน	ในแนวนอน เป็นระเบียบ การชนกัน	✓	✓	

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การวิเคราะห์หน้าที่การ

กลุ่ม (Group)	ชื่อชิ้นส่วน (Parts)	คำอธิบาย	หน้าที่ (Function)		จำแนกหน้าที่		ข้อสังเกต/ หมายเหตุ
			กริยา	นาม	หลัก	รอง	
	Plain Paper	แผ่นกระดาษเรียบๆ	ล็อค (กำหนด)	ของสายไฟตำแหน่ง	✓		
			ลด	พื้นที่ทางด้านบนของกล่อง	✓		
			รองรับ	น้ำหนักของผลิตภัณฑ์	✓		
			แบ่ง	ชั้น		✓	
			ป้องกัน	การขยับในแนวดิ่ง	✓		
			ล็อค	ทางด้านบน		✓	
	Long Narrow Paper Between Row	กระดาษคั่นระหว่างแถว	ล็อค	ตำแหน่ง	✓		
			ป้องกัน	การกระแทก	✓		
			ป้องกัน	การชนกันของสายไฟ	✓		
	Long Narrow Paper at Edge	แผ่นกระดาษอัดที่ขอบกล่อง	ป้องกัน	การกระแทก	✓		
			อัด	ให้แน่น		✓	
			ป้องกัน	การขยับ		✓	
			ล็อค (กำหนด)	ตำแหน่งในแนวนอน	✓		
			ลด	พื้นที่ทางด้านข้าง	✓		
	Long Narrow Angle Paper at Edge	กระดาษมุมแข็ง	รับ	น้ำหนักของแต่ละชั้นที่ตกลงในแนวดิ่ง	✓		
			ป้องกัน	การกระแทกด้านข้าง		✓	

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การวิเคราะห์หน้าที่การ

กลุ่ม (Group)	ชื่อชิ้นส่วน (Parts)	คำอธิบาย	หน้าที่ (Function)		จำแนกหน้าที่		ข้อสังเกต/ หมายเหตุ
			กริยา	นาม	หลัก	รอง	
Box	Box Wall	กระดาษบุผนังกล่อง	ป้องกัน	แนวตะปูและการทิ่มแทงทางด้านข้าง	✓		
			คั่น	ระหว่างถุงพลาสติกและผลิตภัณฑ์		✓	
			ป้องกัน	การกระแทก	✓		
			ป้องกัน	ถุงพลาสติกขาด		✓	
	Paper Box	กล่องกระดาษ	รับ	น้ำหนัก	✓		กล่องกระดาษบรรจุสินค้าส่งภายนอกประเทศเป็นส่วนใหญ่
			บังคับ	โครงสร้าง		✓	
			เคลื่อนย้าย	สะดวก	✓		
			จัดเก็บ	สะดวก	✓		
			บรรจุ	สินค้า	✓		
			ป้องกัน	รอยขีดข่วน		✓	
			ป้องกัน	ความสกปรก		✓	
			ป้องกัน	การกระแทก	✓		
			บอก	รายละเอียดเกี่ยวกับสินค้า		✓	
	Wooden Box	ลังไม้	รับ	น้ำหนัก	✓		ลังไม้ ใช้บรรจุสินค้าส่งภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่สามารถนำกลับมาใช้
			เคลื่อนย้าย	สะดวก	✓		
			จัดเก็บ	สะดวก	✓		
			ป้องกัน	รอยขีดข่วน		✓	

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) การวิเคราะห์หน้าที่การ

กลุ่ม (Group)	ชื่อชิ้นส่วน (Parts)	คำอธิบาย	หน้าที่ (Function)		จำแนกหน้าที่		ข้อสังเกต/ หมายเหตุ
			กริยา	นาม	หลัก	รอง	
			ป้องกัน	ความสกปรก		✓	ใหม่ได้
			ป้องกัน	การกระแทก	✓		
			บอก	รายละเอียดเกี่ยวกับสินค้า		✓	
			บรรจุ	สินค้า	✓		
	Palette	พัลเล็ต	เคลื่อนย้าย	สะดวก	✓		
			จัดเก็บ	สะดวก		✓	
			รับ	น้ำหนักกล่อง		✓	
			ป้องกัน	การกระแทกจากก้นกล่อง		✓	
Accessories	Plastic Bag	ถุงพลาสติก	ป้องกัน	น้ำ	✓		
			ป้องกัน	ฝุ่น		✓	
			ป้องกัน	แมลง		✓	
	Grip Clamp	แคลมป์	ก่อให้เกิด	การติดกันระหว่างลังกับสายรัด	✓		
	Plastic/Steel	สายรัดกล่อง/ลัง	บังคับ	กล่อง(รูปร่าง)		✓	
	Binder		ให้	ความมั่นใจ		✓	
			รัด	ให้แน่น	✓		
	Angle Board/	ตัวมุมกล่อง	เพิ่ม	ความแข็งแรง	✓		
	Steel		ป้องกัน	การยุบตัวของมุมกล่อง		✓	
			ให้	ความมั่นใจ		✓	
	Packing Tape	เทป	ปิดผนึก	ฝากล่อง	✓		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์หน้าที่การทำงานโดยใช้แบบฟอร์มการวิเคราะห์หน้าที่นี้ จะทำให้ทราบถึงหน้าที่หลักและหน้าที่รองของชิ้นส่วนต่างๆ ของหีบห่อบรรจุ รวมทั้งมองเห็นหน้าที่ที่ซ้ำซ้อนกัน อันเป็นสาเหตุของค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น นอกจากนี้จะเป็นข้อมูลในการออกแบบหีบห่อบรรจุใหม่ โดยรักษาหน้าที่หลักของหีบห่อบรรจุ เดิมทุกประการ สามารถสรุปหน้าที่หลักของชิ้นส่วนได้ดังนี้

1. Block Partition (แผ่นกระดาษเจาะรูเป็นบล็อก)
   - ป้องกันการชนกันของสายไฟ
   - ล็อค (กำหนด) ตำแหน่ง
2. Plain Paper (แผ่นกระดาษเรียบๆ)
   - ลดพื้นที่ทางด้านบนของกล่อง
   - รองรับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์
   - ป้องกันการขยับในแนวดิ่ง
3. Long Narrow Paper between Row (กระดาษคั่นระหว่างแถว)
   - ล็อค (กำหนด) ตำแหน่ง
   - ป้องกันการกระแทก
   - ป้องกันการชนกันของสายไฟ
4. Long Narrow Paper at Edge (แผ่นกระดาษอัดที่ขอบกล่อง)
   - ป้องกันการกระแทก
   - ล็อค (กำหนด) ตำแหน่งในแนวนอน
   - ลดพื้นที่ ของกล่องทางด้านข้าง
5. Long Narrow Angle Paper at Edge (กระดาษมุมแข็ง)
   - รับน้ำหนัก
6. Box Wall (กระดาษบุผนังกล่อง)
   - ป้องกันแนวตะปูและการทิ่มแทงทางด้านข้าง
   - ป้องกันการกระแทก
7. Paper Box (กล่องกระดาษ)
   - รับน้ำหนัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- เคลื่อนย้ายสะดวก
- จัดเก็บสะดวก
- บรรจุสินค้า
- ป้องกันการกระแทก

8. Wooden Box (ลังไม้)
   - รับน้ำหนัก
   - เคลื่อนย้ายสะดวก
   - จัดเก็บสะดวก
   - บรรจุสินค้า
   - ป้องกันการกระแทก
9. Palette (พัลเล็ต)
   - เคลื่อนย้ายสะดวก
10. Plastic Bag (ถุงพลาสติก)
    - ป้องกันน้ำ
11. Grip Clamp (แคลมป์)
    - ก่อให้เกิดการติดกันระหว่างลังกับสายรัด
12. Plastic/Steel Binder (สายรัดกล่อง/ลัง)
    - รัดให้แน่น
13. Angle Board/Steel (ตัวมุมกล่อง)
    - เพิ่มความแข็งแรง
14. Packing Tape (เทป)
    - ปิดผนึกฝากล่อง

เมื่อได้หน้าที่หลักของชิ้นส่วนแล้ว นำหน้าที่เหล่านั้น มาประเมินหาความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่โดย เป็นการหาความสัมพันธ์ ระหว่างหน้าที่หลักของแต่ละชิ้นส่วน ใช้เทคนิคที่เรียกว่า “การประเมินเชิงเลข”

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

โครงการ : การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

อักษร	หน้าที่	น้ำหนัก
A	ป้องกันการชนกันของสายไฟ	25
B	ล็อค (กำหนด) ตำแหน่งหม้อแปลง	24
C	ลดพื้นที่ว่างของกล่อง	8
D	รับน้ำหนัก	24
E	ป้องกันการขยับในแนวดิ่ง	15
F	ป้องกันการกระแทก	23
G	ป้องกันแนวตะปูและการทิ่มแทงทางด้านข้าง	5
H	เคลื่อนย้ายสะดวก	19
I	จัดเก็บสะดวก	15
J	บรรจุสินค้า	30
K	ปรับความสูงกล่อง	4
L	ป้องกันน้ำ/ความชื้น	25
M	ก่อให้เกิดการติดกันระหว่างลังกับสายรัด	0
N	รัดกล่อง/ลังให้แน่น	10
O	เพิ่มความแข็งแรง	3
P	ปิดผนึกฝากล่อง	6

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	A-2	A-3	D-1	A-1	A-1	A-3	A-2	A-2	J-1	A-3	L-1	A-3	A-3	A-2	P-1
B		B-3	B-1	B-1	B-1	B-3	B-1	B-1	J-1	B-3	B-2	B-3	B-2	B-3	P-1
C			D-3	E-3	F-3	C-1	H-3	I-3	J-3	C-3	L-3	C-3	N-2	C-1	P-3
D				D-2	D-1	D-3	D-1	D-1	J-1	D-3	D-1	D-3	D-2	D-2	D-1
E					F-1	E-3	H-1	I-1	J-3	E-3	L-2	E-3	E-1	E-2	P-1
F						F-2	F-3	F-3	F-1	F-3	L-1	F-3	N-1	F-2	F-1
G							H-3	I-3	J-3	K-1	L-3	G-2	N-1	G-3	P-1
H								H-1	J-2	H-3	L-3	H-3	H-2	H-3	P-1
I									J-2	I-3	L-2	I-3	N-1	I-2	P-1
J										J-3	J-2	J-3	J-2	J-2	J-2
K											L-3	K-2	N-1	K-1	P-1
L												L-2	L-3	L-2	P-1
M													N-3	O-3	P-3
N														N-1	P-1
O														O	P-1

น้ำหนักการประเมิน**

1. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย
2. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง
3. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก

รูปที่ 4.1 การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

** น้ำหนักของการประเมินเชิงเลข กำหนดตามหลักการประเมินของวิศวกรรมคุณค่า ,Value Engineering Theory : Society of American Value Engineering

ขั้นตอนการประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

ขั้นตอนการประเมินผลหน้าที่เชิงเลขเริ่มจาก

1. กำหนดอักษรให้หน้าที่แต่ละหน้าที่ ทั้ง 16 หน้าที่ ตั้งแต่ A ถึง P
2. ทำการประเมินเปรียบเทียบหน้าที่แต่ละหน้าที่เป็นคู่ๆ เช่นช่องแรกด้านบนซ้ายมือสุดของรูปที่ 4.1 เป็นการเปรียบเทียบระหว่างหน้าที่ A คือ ป้องกันการชนกันของสายไฟ กับหน้าที่ B คือ ล็อค(กำหนด) ตำแหน่งผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบแล้วทางทีมงานลงความเห็นว่าหน้าที่ A มีความสำคัญกว่า หน้าที่ B อยู่ ปานกลาง จึงใส่สัญลักษณ์ A-2
3. แล้วทำเช่นนี้ไปจนครบทุกช่องในตารางด้านล่างของรูปที่ 4.1
4. ทำการรวมคะแนนของหน้าที่แต่ละหน้าที่ เช่นหน้าที่ A ป้องกันการชนกันของสายไฟ นำน้ำหนักที่ประเมินได้ของหน้าที่ A ทั้งหมดมารวมกันจะได้ 2+3+1+1+3+2+2+3+3+2 = 25 คะแนน แล้วทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทั้ง 16 หน้าที่เพื่อจัดลำดับความสำคัญของหน้าที่ทั้ง 16 หน้าที่

โดยการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่มีจุดประสงค์เพื่อ

1. กำหนดลำดับความสำคัญ
2. หาข้อสรุปหน้าที่หลักที่แท้จริง (คะแนนสูง)
3. หน้าที่รองตามลำดับความสำคัญ

จากการดำเนินการวิเคราะห์ ตามแนวทาง ของ “วิศวกรรมคุณค่า” โดยเทคนิคประเมินผลหน้าที่เชิงเลข ข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปผลจากการวิเคราะห์ และพบจุดสำคัญๆ ดังนี้

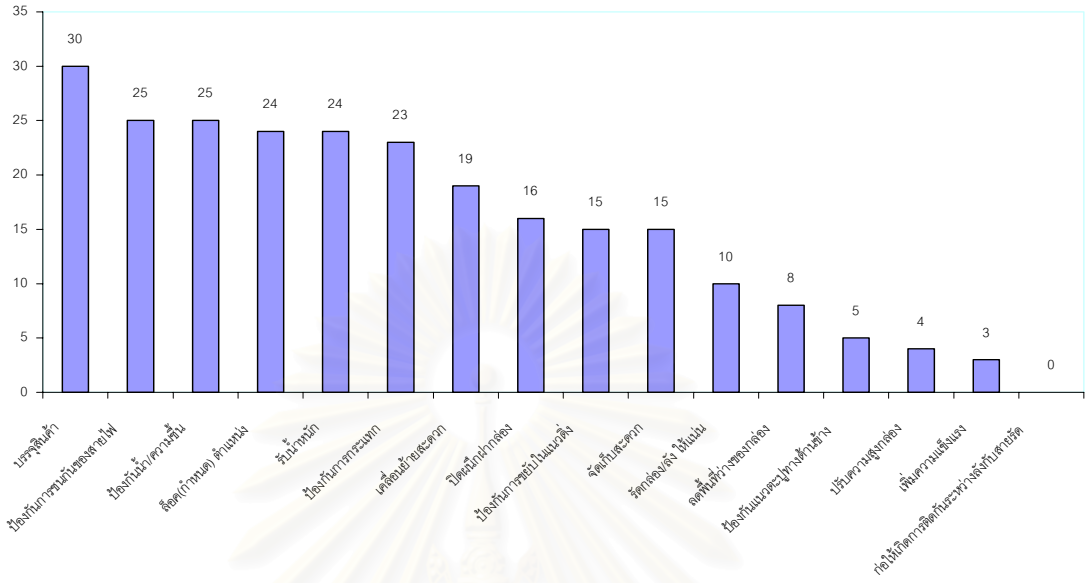
1. พบชิ้นส่วนเดียว ทำหน้าที่หลายอย่าง
2. พบความซ้ำซ้อนของหน้าที่ คือ มีชิ้นส่วนหลายชิ้น ทำหน้าที่ซ้ำซ้อนกัน
3. หน้าที่ซ้ำๆ กัน ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น อันเป็นสาเหตุของต้นทุนที่สูง

4. เป็นแนวทางและเป็นข้อมูล ทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ ๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ หรือแม้กระทั่งเป็นข้อมูลที่ช่วยในการตัดสินใจ เมื่อทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในครั้งต่อๆ ไป นั่นคือ การเกิดแนวความคิดสร้างสรรค์ในสมองนั่นเอง

จากการประเมินผลหน้าที่โดยใช้เทคนิค การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข ทำให้สามารถจัดลำดับน้ำหนักของหน้าที่ทั้งหมด 16 หน้าที่หลัก จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

1. บรรจุสินค้า	***30***	
2. ป้องกันการชนกันของสายไฟ		***25***
3. ป้องกันน้ำ/ความชื้น		***25***
4. ล็อค (กำหนด) ตำแหน่งผลิตภัณฑ์	***24***	
5. รับน้ำหนัก	***24***	
6. ป้องกันการกระแทก		***23***
7. เคลื่อนย้ายสะดวก	19	
8. ปิดผนึกฝากล่อง	16	
9. ป้องกันการขยับในแนวดิ่ง	15	
10. จัดเก็บสะดวก	15	
11. รัดกล่อง/ลังให้แน่น	10	
12. ลดพื้นที่ว่างของกล่อง/ลัง	8	
13. ป้องกันแนวตะปูและการทิ่มแทงทางด้านข้าง	5	
14. ปรับความสูงกล่อง	4	
15. เพิ่มความแข็งแรง	3	
16. ก่อให้เกิดการติดกันระหว่างลังกับสายรัด	0	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 Paretto แสดงน้ำหนักคะแนนของแต่ละหน้าที่
หลังการประเมินเชิงเลข

จาก Paretto จะเห็นว่า หน้าที่ที่มีคะแนนสูงสุด คือ หน้าที่การบรรจุสินค้า ซึ่งเป็นหน้าที่พื้นฐานของบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดอยู่แล้ว ส่วนหน้าที่ที่มีคะแนนใกล้เคียงกันอีก 5 หน้าที่คือ ป้องกันการชนกันของสายไฟ , ป้องกันน้ำ/ความชื้น , ล็อค (กำหนด) ตำแหน่ง , รับน้ำหนัก และ ป้องกันการกระแทก ดังนั้นจึงเลือกเฉพาะหน้าที่หลักที่มีคะแนนตั้งแต่ 20 คะแนนขึ้นไป นั่นคือ หน้าที่ ที่ 1 ถึง 6 ได้แก่ หน้าที่การบรรจุสินค้า, ป้องกันการชนกันของสายไฟ , ป้องกันน้ำ/ความชื้น , ล็อค (กำหนด) ตำแหน่ง , รับน้ำหนัก และป้องกันการกระแทกโดยถือว่าหน้าที่หลักเหล่านี้ เป็นหน้าที่ที่สำคัญเพื่อการพิจารณาในการออกแบบและปรับปรุงหีบห่อบรรจุใหม่

4.3.4 การสร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง

พิจารณาหน้าที่หลักที่มีคะแนนตั้งแต่ 20 คะแนนขึ้นไป 6 หน้าที่ ที่ได้จากการประเมินเชิงเลข โดยคำนึงว่าจะใช้วัสดุอะไรมาทำหน้าที่เหล่านี้ โดยพยายามจดทุกรายการวัสดุที่ได้รับการเสนอมาถึง แม้ว่าบางรายการอาจจะยังมองไม่เห็นถึงความเป็นไปได้ในตอนแรกก็ตาม

Function ที่ 1 บรรจุสินค้า

1. กล่องกระดาษ
2. กล่องพลาสติก
3. ลังไม้
4. ถุงพลาสติก
5. กล่อง/ลัง โลหะ

Function ที่ 2 ป้องกันการชนกันของสายไฟ

1. แผ่นกระดาษ
2. แผ่นโฟม
3. เศษกระดาษ
4. พลาสติกฟองอากาศ
5. Partition แบบเจาะรูตามขนาดของผลิตภัณฑ์

Function ที่ 3 ป้องกันน้ำ/ความชื้น

1. ถุงพลาสติก
2. กระจก
3. เหล็ก
4. ยาง
5. โฟม
6. แผ่นอลูมิเนียม
7. กระดาษเคลือบโลหะ
8. กระดาษเคลือบไข
9. ไม้อัด
10. แก้ว
11. แผ่นไฟเบอร์
12. กระดาษแก้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Function ที่ 4 ล็อค (กำหนด) ตำแหน่งผลิตภัณฑ์

1. ใช้น้ำหนักกดของผลิตภัณฑ์เอง
2. แผ่นกระดาษเจาะรู
3. แผ่นกระดาษ
4. กาว
5. เทป
6. นอต
7. ยาง
8. ผ้า
9. โฟม
10. เศษกระดาษ
11. เศษผ้า

Function ที่ 5 รับน้ำหนัก

1. ตัวผลิตภัณฑ์เอง
2. พัลเล็ต
3. ลังกระดาษ
4. ลังไม้
5. ฟองน้ำ
6. โฟม
7. โครงกระดาษ

Function ที่ 6 ป้องกันการกระแทก

1. กระดาษแข็ง
2. โฟม
3. ไม้
4. ยาง
5. พลาสติก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ไม้ก็อก
7. ฝอยเศษกระดาษ
8. ฟาง
9. ใยมะพร้าว
10. กระดาษอัด
11. ฟองน้ำ
12. ไฟเบอร์กลาส
13. สปริง
14. Partition เจาะรูตามขนาดของผลิตภัณฑ์
15. นุ่น
16. สำลี
17. ถุงลม

การสร้างสรรค์แนวความคิดเพื่อปรับปรุงเป็นเพียงแนวทางเพื่อให้เกิดแนวความคิดหาความคิดใหม่ๆ เท่านั้น เราสามารถที่จะทำตามหรือไม่ทำตามแนวความคิดที่ช่วยกันสร้างสรรค์ขึ้นมาก็ได้ หรืออาจจะนำแนวความคิดที่ช่วยกันสร้างสรรค์ขึ้นมานี้ไปประยุกต์เพิ่มเติมเพื่อให้เกิดแนวทางที่ดีที่สุด ตามความคิดเห็นของสมาชิกในทีมก็ได้

4.4 แนวความคิดของบรรจุภัณฑ์หลังจากการวิเคราะห์

ในการปรับปรุงหีบห่อบรรจุภัณฑ์นั้น ได้ทำการออกแบบให้ตรงตาม Function หลักของหีบห่อบรรจุที่ได้ทำการวิเคราะห์มาแล้ว ตามแนวทางของวิศวกรรมคุณค่า ซึ่งสรุปว่า หน้าที่หลักของหีบห่อบรรจุ 6 หน้าที่ ประกอบไปด้วย

1. หน้าที่บรรจุสินค้า
2. หน้าที่ป้องกันการชนกันของสายไฟ
3. หน้าที่ป้องกันน้ำ / ความชื้น
4. หน้าที่รับน้ำหนัก

5. **หน้าที่ล็อค/กำหนดตำแหน่ง**
6. **หน้าที่ป้องกันการกระแทก**

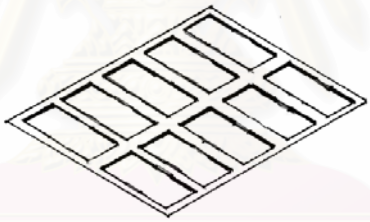
นอกจากหน้าที่หลัก 6 หน้าที่นี้แล้ว สิ่งสำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณา นั่นคือ ข้อจำกัดของระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ข้อจำกัดด้านการขนส่ง คือน้ำหนักรวมของหีบห่อบรรจุ เมื่อ ทำการบรรจุสินค้าแล้ว จะต้องมีน้ำหนักรวม ไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด นั่นคือ 20 ตัน ต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์
2. ข้อจำกัดด้านการเคลื่อนย้าย (Material Handling) น้ำหนักรวม ความกว้าง ความยาว และความสูง ของหีบห่อบรรจุหลังจากการบรรจุสินค้าแล้ว จะต้องสามารถเคลื่อนย้ายด้วย Folk Lift, Power Lift และ Hand Lift ของโรงงานได้ ผลิตภัณฑ์จะต้องไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการเคลื่อนย้าย และการขนส่งที่ถูกวิธี ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยภายใต้สมมุติฐานที่ว่า พนักงานที่ทำหน้าที่ขนส่งและเคลื่อนย้าย หีบห่อบรรจุที่บรรจุสินค้าแล้ว ได้ทำการขนส่งและเคลื่อนย้ายที่ถูกวิธี
3. การปกป้องผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาเป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ ดังนั้น ความชื้นและฝุ่นละอองเป็นตัวการสำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์ชำรุดเสียหาย ถุงพลาสติก และ ซิลิกอนหรือสารดูดความชื้น จึงถูกนำมาใช้ในการรับประกันว่าความชื้นและฝุ่นละอองจะไม่ทำอันตรายต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้ถุงพลาสติกและสารดูดความชื้นแบบเดียวกันกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน
4. หีบห่อบรรจุหลังการปรับปรุงแล้ว จะต้องไม่ไปกระทบกระเทือนในการจัดเก็บของลูกค้าทุกรายที่เกี่ยวข้องกับแบบ (แบบ) ที่ทำการศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงพยายามที่จะกำหนด specification ของหีบห่อบรรจุ ให้เป็นไปตามรูปแบบเดิมทุกประการ

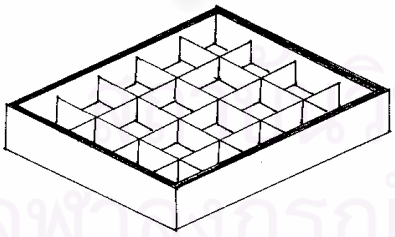
จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ลักษณะของผลิตภัณฑ์ประเภทอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ มีลักษณะเป็นแบบ Minor Change คือ แต่ละรุ่นแต่ละแบบมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หลักการ Standardization จึงมีบทบาทในการพัฒนาออกแบบหีบห่อบรรจุของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มาก

หากชิ้นส่วนมีลักษณะเป็นมาตรฐานเดียวกันนอกจาก จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตหรือการสั่งซื้อ (เนื่องจากการสั่งซื้อ หรือการผลิตวัสดุชนิดเดียวกันจำนวนมากๆ ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยของวัสดุต่ำลง) แล้ว การใช้ชิ้นส่วนที่เป็นมาตรฐานเดียวกันยังทำให้การการดำเนินการต่างๆ เป็นไปได้อย่างรวดเร็วขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ช่วยลดเวลาในการออกแบบหีบห่อบรรจุใหม่ เมื่อมีแบบ ตัวใหม่ๆ เข้ามา, การจัดการวัสดุในคงคลังเป็นไปได้อย่างสะดวกขึ้น การสั่งจ่ายวัสดุเพื่อการผลิตจะเป็นไปได้อย่างรวดเร็วขึ้น หรือ แม้กระทั่งการทำงานของพนักงานที่ทำหน้าที่บรรจุหีบห่อ หากชิ้นส่วนหรือวัสดุที่ที่ใช้เป็นมาตรฐานเดียวกัน พนักงานก็จะมีความชำนาญ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น

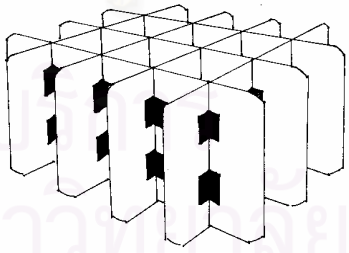
จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพยายามปรับปรุงหีบห่อบรรจุให้มีมาตรฐานเดียวกันมากที่สุด วิธีการหนึ่งคือ การทำให้การจัดวางผลิตภัณฑ์เป็นแบบเดียวกัน วิธีที่จะทำให้การจัดวางผลิตภัณฑ์เป็นแบบเดียวกัน ทางทีมงาน Value Engineering ได้ออกแบบตัว Partition ไว้ทั้งหมด 3 แบบ



แบบที่ 1



แบบที่ 2



แบบที่ 3

รูปที่ 4.3 Partition แบบต่างๆ ที่ได้นำเสนอ

จาก Partition ที่ที่มงานนำเสนอ สมารถทำการออกแบบลักษณะการบรรจุหีบห่อได้เป็น 11 แบบ ดังจะแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

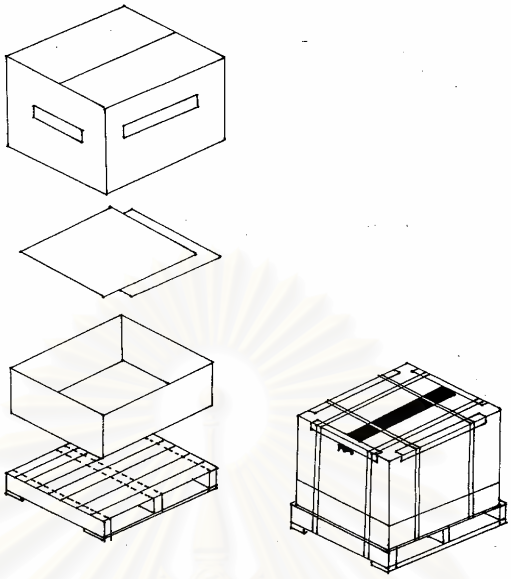
<u>แบบที่ 1</u>

หลักการและแนวความคิด : แนวความคิดนี้เป็นแนวความคิดขั้นต้นของการทำหีบห่อบรรจุให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน คือชิ้นส่วนหรือวัสดุในการบรรจุหีบห่อเดียวกันสามารถใช้บรรจุได้กับหลายแบบ (แบบ) โดยออกแบบให้กล่องด้านนอกสามารถปรับความสูงได้ โดยแยกกล่องให้เป็น 2 ส่วนคือตัวกล่อง และฐานกล่อง

- โดยหน้าที่บรรจุสินค้ายังคงเป็นกล่องกระดาษอยู่ แต่ได้รวมหน้าที่การป้องกัน น้ำ/ความชื้นเข้าไปกับกล่องกระดาษด้วย เพื่อลดขั้นตอนการบรรจุลง
- หน้าที่การกำหนดตำแหน่งและป้องกันการชนกันของสายไฟ เป็นตัว partition แบบที่ 1
- หน้าที่รับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เป็นการให้ผลิตภัณฑ์รับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ด้วยกันเอง โดยผลิตภัณฑ์ในชั้นล่างจะรับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ด้านบนโดยมีตัว partitionเป็นตัวคั่นระหว่างชั้น

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 1

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
ฐานกล่องบุพลาสติก	610x720x150	1	51.6	51.6
กล่องกระดาษบุพลาสติก	585X695X690	1	108.7	108.7
Partition แบบที่1	585x695	10	27	270
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
ตัวมุมกล่อง	50x50x530	8	7	56
แคลมป์		8	5	40
รวม				736.55



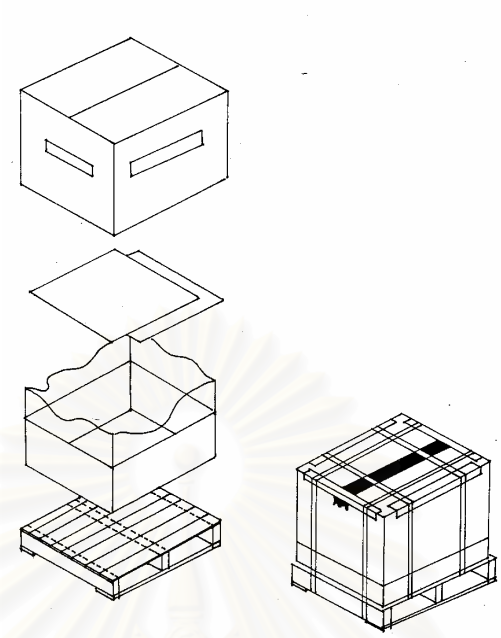
รูปที่ 4.4 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 1

แบบที่ 2

หลักการและแนวความคิด : หลักการและแนวความคิดยังคงเป็นเช่นเดียวกับแบบที่ 1 เพียงแต่แยกถุงพลาสติกออกมาต่างหากเพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุลง เนื่องจากกล่องที่บุพลาสติกมีราคาสูงกว่ากล่องกระดาษธรรมดา

ตารางที่ 4.5 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 2

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
ฐานกล่อง	610x720x150	1	31.6	31.6
กล่องกระดาษ	585X695X690	1	88.7	88.7
Partition แบบที่1	585x695	10	27	270
ถุงพลาสติก	590x700x1500	1	18.5	18.5
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
ตัวมุมกล่อง	16 mm.	8	7	56
แคลมป์		8	5	40
รวม				715.05



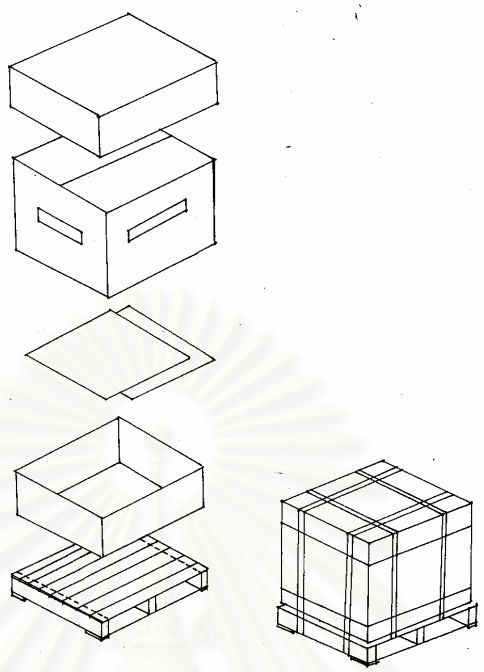
รูปที่ 4.5 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 2

แบบที่ 3

หลักการและแนวความคิด : แบบที่ 3 นี้ ยังคงมีหลักการและแนวความคิดเดียวกันกับ 2 แนวความคิดแรก แต่แนวความคิดนี้เป็นการช่วยเพิ่มความแข็งแรงในการบรรจุให้แข็งแรงมากขึ้นโดยการเพิ่มฝากล่องเคลือบพลาสติกเข้าไป นอกจากจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงแล้วยังช่วยป้องกันฝุ่นและความชื้น ทางด้านบนได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.6 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 3

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
ฐานกล่อง	610x720x150	1	31.6	31.6
กล่องกระดาษบุพลาสติก	585X695X690	1	108.7	108.7
Partition แบบที่1	585x695	10	27	270
ฝากล่องบุพลาสติก	590x700	1	51.6	51.6
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
ตัวมุมกล่อง	16 mm.	8	7	56
แคลมป์		8	5	40
รวม				768.15



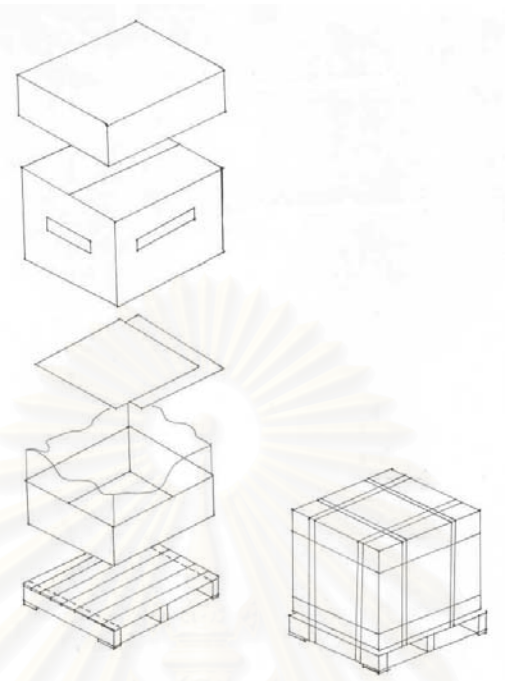
รูปที่ 4.6 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 3

แบบที่ 4

หลักการและแนวความคิด : เช่นเดียวกันกับแบบที่ 3 เพียงแต่แยกถุงพลาสติกออกมาตางหาก เพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุลง เนื่องจาก กล่องกระดาษธรรมดามีราคาถูกว่ากล่องกระดาษบุพลาสติก

ตารางที่ 4.7 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 4

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
ฐานกล่อง	610x720x150	1	31.6	31.6
กล่องกระดาษ	585X695X690	1	88.7	88.7
Partitionแบบที่1	585x695	10	27	270
ฝากล่อง	590x700	1	31.6	31.6
ถุงพลาสติก	590x700x1500	1	18.5	18.5
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
ตัวมุมกล่อง	50x50x530	8	7	56
แคลมป์		8	5	40
รวม				746.65



รูปที่ 4.7 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 4

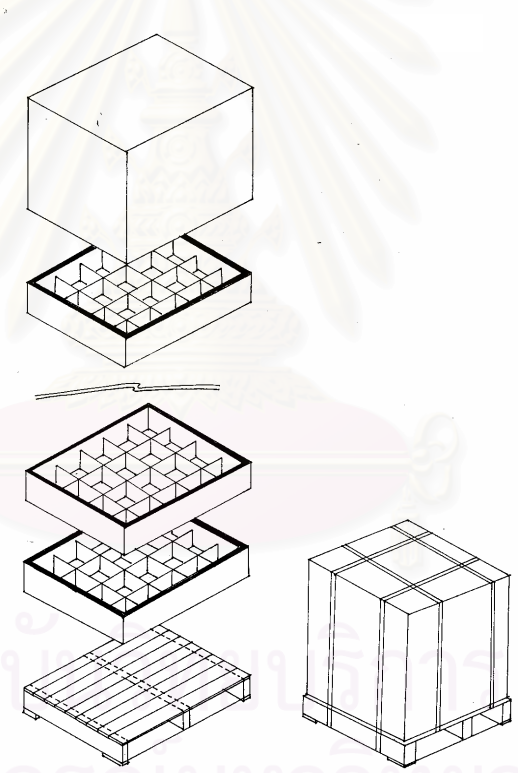
แบบที่ 5

หลักการและแนวความคิด : แนวความคิดนี้เป็นการพัฒนาขึ้นมาอีกระดับ โดยพยายามรวมหน้าที่ต่างๆ ของบรรจุภัณฑ์ เข้าไว้ในวัสดุชนิดเดียวกันให้มากที่สุด และพยายามเพิ่มความแข็งแรงให้หีบห่อบรรจุ โดยตัว partition มีลักษณะเป็นแบที่ 2 คือมีลักษณะเป็น cell ข้อดีของแบบนี้คือ สามารถหยิบตัวผลิตภัณฑ์ใช้งานได้สะดวก

- โดยหน้าที่บรรจุสินค้ายังคงเป็นกล่องกระดาษอยู่ แต่ได้รวมหน้าที่ป้องกันน้ำ/ความชื้นเข้าไปด้วย คือ เลือกใช้กล่องกระดาษเคลือบพลาสติกแทนกล่องกระดาษธรรมดา
- หน้าที่การกำหนดตำแหน่ง และ ป้องกันการชนกันของสายไฟเข้าไว้ด้วยกัน เป็นตัว partition แบบที่ 2
- หน้าที่รับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ จะใช้ตัว partition แบบที่ 2 ซึ่งมีความแข็งแรงมากเป็นตัวรับน้ำหนัก

ตารางที่ 4.8 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 5

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
กล่องกระดาษบุพลาสติก	585X695X1000	1	110	110
Partitionแบบที่2	585X695X100	10	58.7	587
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
แคลมป์		8	5	40
รวม				947.25



รูปที่ 4.8 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 5

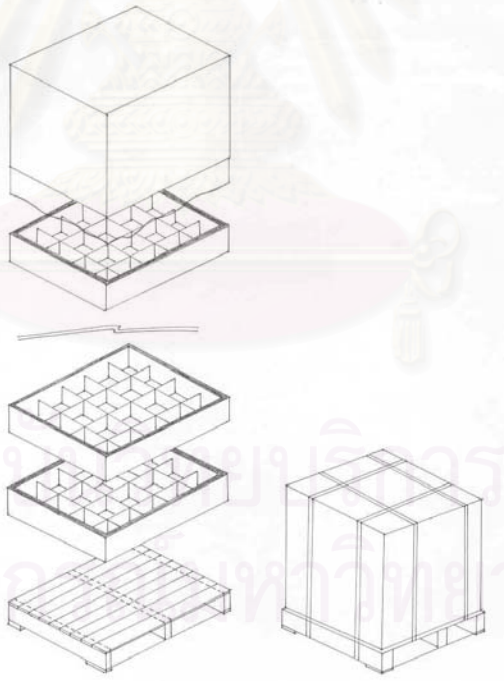
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบที่ 6

หลักการและแนวความคิด : เช่นเดียวกันกับแบบที่ 5 แต่แยกถุงพลาสติกออกมาจากกล่องกระดาษ เนื่องจากกล่องกระดาษธรรมดามีราคาถูกว่ากล่องกระดาษเคลือบพลาสติก

ตารางที่ 4.9 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 6

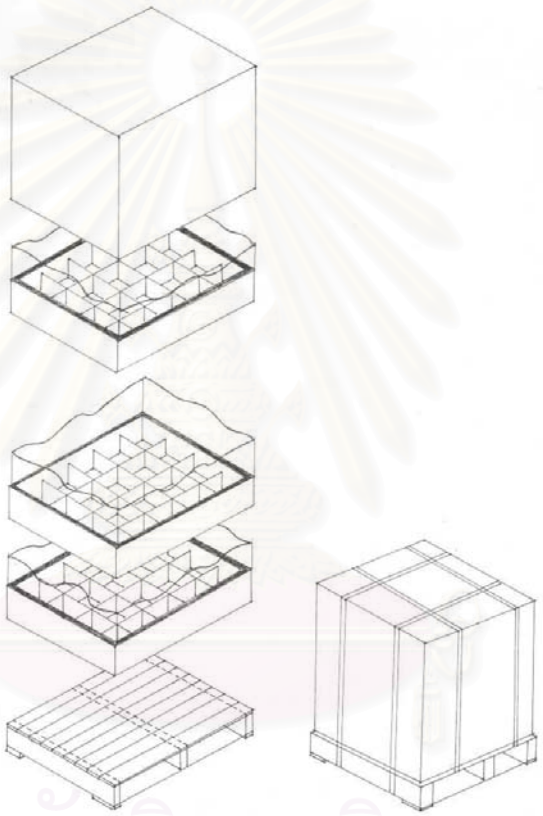
รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
กล่องกระดาษ	585X695X1000	1	88.7	88.7
Partitionแบบที่2	585X695X100	10	58.7	587
ถุงพลาสติก	590x700x1500	1	25	25
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
แคลมป์		8	5	40
รวม				950.95



รูปที่ 4.9 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 6

แบบที่ 7

หลักการและแนวความคิด : ทำการลดขนาดถุงพลาสติกในแบบที่ 6 ลง ไปที่แต่ละ cell ของ partition เพื่อให้การป้องกันน้ำและความชื้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ข้อเสียคือ สิ้นเปลืองวัสดุ นั่นคือ ถุงพลาสติก ต้องเพิ่มเข้ามาในทุกๆ ชั้นของ partition



รูปที่ 4.10 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 7

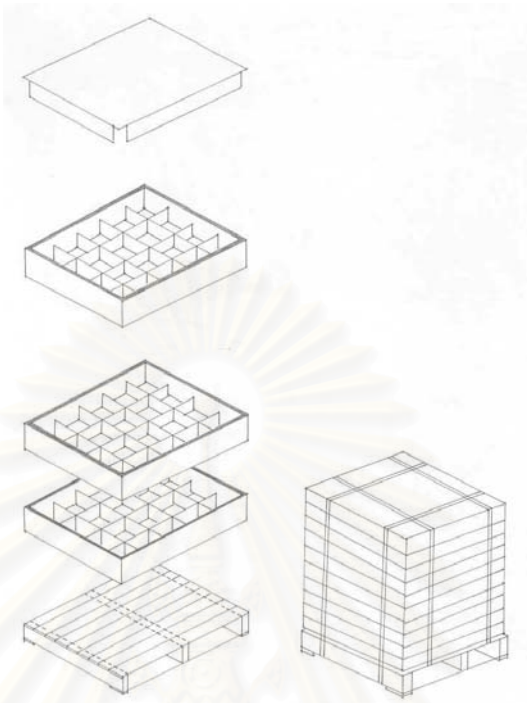
รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
กล่องกระดาษ	585X695X1000	1	88.7	88.7
Partitionแบบที่2	585X695X100	10	58.7	587
ถุงพลาสติก	585X695X750	10	18	180
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
แคลมป์		8	5	40
รวม				1105.95

แบบที่ 8

หลักการและแนวความคิด : หลักการเช่นเดียวกับแบบที่ 5,6 และ 7 เพียงแต่แนวความคิดนี้ ได้พยายามที่จะทำให้การบรรจุ มีความยืดหยุ่นมากที่สุด โดยแยก partition ให้เป็น cell ที่อิสระต่อกัน โดยมีฝาไว้ปิดที่ด้านบนสุดเพียงชิ้นเดียว กล่องกระดาษและฝา บุพลาสติกกันน้ำและความชื้น จึงทำให้สามรถปรับความสูง และปริมาณที่จะบรรจุใน 1 กล่องได้อย่างสะดวกขึ้น

ตารางที่ 4.11 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 8

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
Partitionแบบที่2	585X695X100	10	58.7	587
แผ่นพลาสติก	590x700	1	1.36	25
ฝากล่อง	585X695	1	11.1	11.1
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
แคลมป์		8	5	40
รวม				873.35

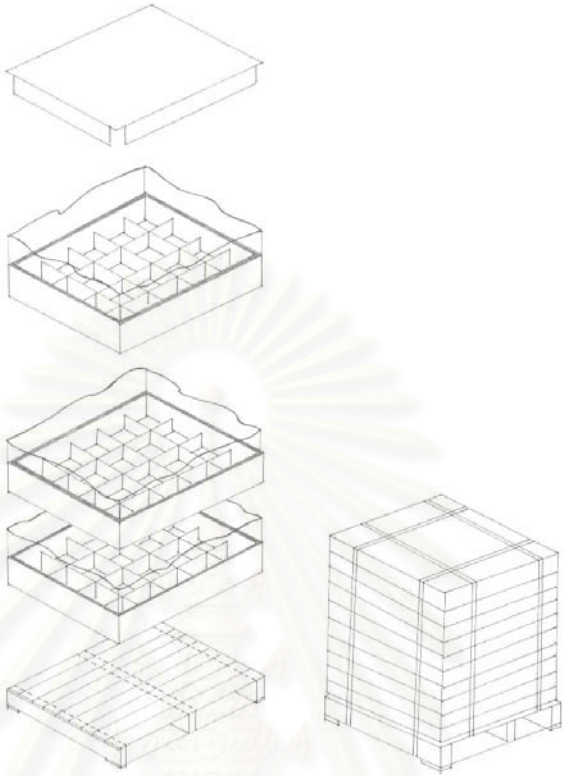


รูปที่ 4.11 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 8

แบบที่ 9

หลักการและแนวความคิด : เช่นเดียวกันกับแบบที่ 8 เพียงแต่เพิ่มถุงพลาสติกไปที่แต่ละชั้นของ partition เพื่อเพิ่มความสามารถในการป้องกันน้ำและความชื้น แต่ข้อเสียคือ ทำให้ขั้นตอนการทำงานมากขึ้น และมีวัสดุเพิ่มมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 9

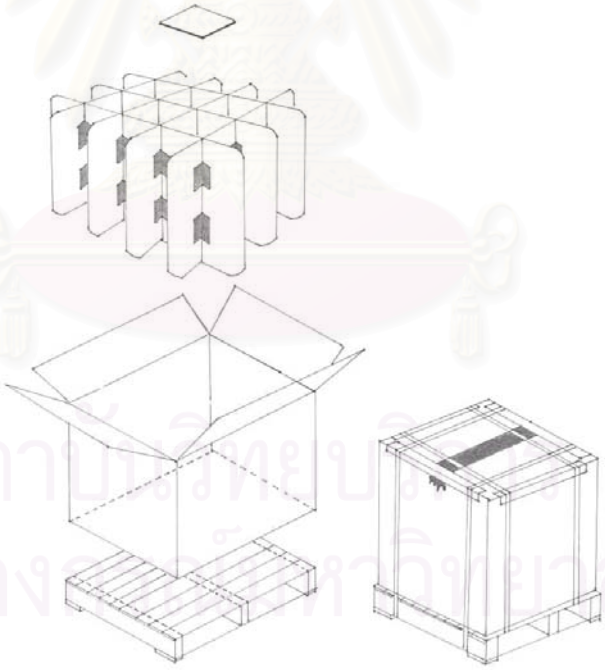
ตารางที่ 4.12 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 9

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
Partitionแบบที่2	585X695X100	10	58.7	587
ถุงพลาสติก	585X695X750	10	18	180
ฝากล่อง	585X695	1	11.1	11.1
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
แคลมป์		8	5	40
รวม				1028.35

แบบที่ 10

หลักการและแนวความคิด : เป็นแนวความคิดคล้ายๆ กับแบบที่ 1 และ 2 เพียงแต่เปลี่ยนตัว partition เป็นแบบที่ 3 เพื่อลดจำนวนวัสดุลง ให้เป็นแบบเดียวซึ่งต่างจากแบบที่ 1 และ 2 แล้วเพิ่มแผ่นกระดาษมาคั่นระหว่างชั้นเพื่อป้องกันรอยขีดข่วนของผลิตภัณฑ์ตัวบนกับตัวล่าง

- โดยหน้าที่บรรจุสินค้ายังคงเป็นกล่องกระดาษอยู่ แต่รวมเอาหน้าที่ป้องกันน้ำและความชื้นเข้าไปด้วย โดยเลือกใช้กล่องกระดาษที่บุพลาสติก
- หน้าที่การกำหนดตำแหน่งและป้องกันการชนกันของสายไฟ เป็นตัว partition แบบที่ 3
- หน้าที่รับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ เป็นการให้ผลิตภัณฑ์รับน้ำหนักผลิตภัณฑ์ด้วยกันเอง โดยผลิตภัณฑ์ในชั้นล่างจะรับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ด้านบน โดยมีแผ่นกระดาษเป็นตัวคั่นระหว่างชั้น



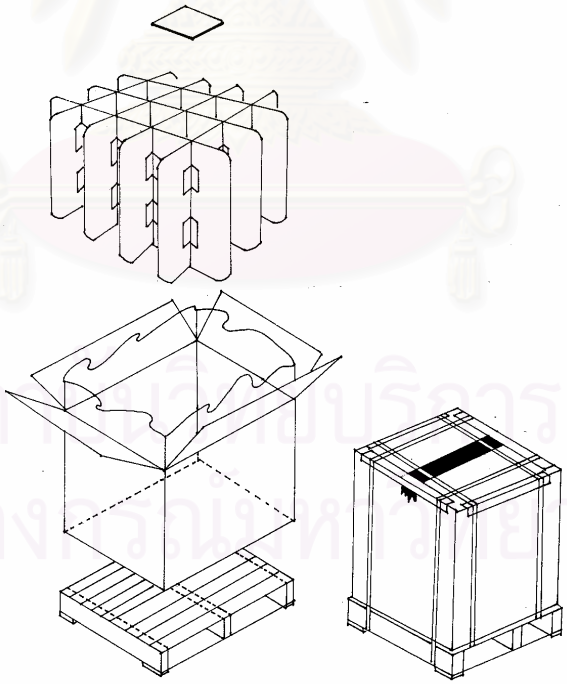
รูปที่ 4.13 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 10

ตารางที่ 4.13 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 10

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
กล่องกระดาษบุพลาสติก	585X695X1000	1	110	110
Partitionแบบที่3	585X695X100	1	37.25	37.25
แผ่นกระดาษกั้นระหว่างชั้น	140X133	180	4.25	765
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
แคลมป์		8	5	40
รวม				1162.5

แบบที่ 11

หลักการและแนวความคิด : เช่นเดียวกับแบบที่ 10 เพียงแต่แยกถุงพลาสติกออกมาเพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุลง



รูปที่ 4.14 บรรจุภัณฑ์แบบเสนอที่ 11

ตารางที่ 4.14 ต้นทุนวัสดุของแบบเสนอที่ 11

รายการวัสดุ	ขนาด(mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย(บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน(บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
กล่องกระดาษ	585X695X1000	1	88.7	88.7
Partitionแบบที่3	585X695X100	1	37.25	37.25
แผ่นกระดาษกั้นระหว่างชั้น	140X133	180	4.25	765
ถุงพลาสติก	590x700x1500	1	25	25
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
แคลมป์		8	5	40
รวม				1166.2

บรรจุภัณฑ์แต่ละแบบที่เสนอขึ้นมานี้ ต่างก็มีข้อดีข้อเสียในด้านต่างๆ ก่อนที่จะวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกแบบใดแบบหนึ่งนั้น ได้ทำการสรุปเปรียบเทียบเฉพาะลักษณะที่เด่นๆ ของข้อดี – ข้อเสียแต่ละแบบไว้ ดังตารางที่ 4.15 เพื่อความสะดวกในการประเมินเลือกแบบที่จะนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ลักษณะเด่นและด้วยของแบบเสนอแต่ละแบบ

ลักษณะที่	***แบบที่***	***ข้อดี***	***ข้อเสีย***
1	1	เนื่องจากมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบของการบรรจุหีบห่อปัจจุบันมากที่สุด ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และยังช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ต้นทุนค่าวัสดุยังถูกที่สุดใน 5 ลักษณะที่ได้ออกแบบมาอีกด้วย และเมื่อมองในแง่ของการบรรจุจะเห็นว่า ลักษณะการบรรจุแบบที่ 1 นี้ มีความ flexible มากทีเดียว	เกิดวัสดุ Partition จำนวนมาก สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการที่การจัดเก็บและการขนย้าย
	2		

ตารางที่ 4.15 (ต่อ) ลักษณะเด่นและด้อยของแบบเสนอแต่ละแบบ

ลักษณะที่	แบบที่	ข้อดี	ข้อเสีย
2	3	ลักษณะเด่นและข้อดีของ ลักษณะหีบห่อบรรจุแบบแบบที่ 2 นี้คล้ายกับแบบที่ 1 แต่จะมีความแข็งแรงมากกว่า และเป็นการกำจัดวัสดุเล็กๆ น้อยๆ ที่ใช้แพ็ค เช่นเทป และตัวมุมกล่อง	เกิดความสิ้นเปลืองในการจัดเก็บและการขนย้าย มากกว่าแบบแบบที่ 1 เนื่องจากมีฝากล่องด้วย
	4		
3	5	ลักษณะการบรรจุในกลุ่มที่ 3 นี้ ถ้ามองในมุมมองของผู้ใช้งานแล้วจะเห็นว่ามีความสะดวกในการใช้งานมากทีเดียว เนื่องจากการแบ่ง Partition แต่ละชั้นออกจากกันโดยเด็ดขาด	การปรับความสูงของกล่อง ยังไม่ flexible เพียงพอ เนื่องจากติดขนาดความสูงของกล่องใบนอกสุด ต้นทุนค่าวัสดุมีราคาสูง ยังต้องใช้เวลานานในการพัฒนาปรับปรุง เพื่อพิจารณาหาวัสดุที่มีราคาถูกที่สุด
	6		
	7		
4	8	Flexible มากที่สุดใน 5 ลักษณะที่ทำการออกแบบพัฒนาขึ้นมา เนื่องจากการแยก Partition ออกเป็น cell ในแง่ของผู้ผลิตจะเห็นว่าสะดวกในการใช้งาน การบรรจุ และ การเคลื่อนย้าย ในแง่ของผู้ผู้ใช้ ก็สะดวกในการใช้เช่นกัน	เช่นเดียวกับลักษณะที่ 3 คือ ค่าวัสดุยังมีราคาค่อนข้างสูง และยังต้องใช้เวลานานในการพัฒนาปรับปรุง
	9		
5	10	Partition มีชิ้นเดียว ทำให้จำนวนวัสดุในการบรรจุมีจำนวนไม่มาก ถึงแม้ว่าจะต้องมีแผ่นกระดาษคั่นระหว่างชั้น แต่ก็เป็นเพียงชิ้นเล็กๆ เท่านั้น กินเนื้อที่ในการจัดเก็บไม่มากนัก	แม้ว่าผลิตภัณฑ์ จะมีน้ำหนักมากพอที่จะสามารถกำหนดและล็อคตำแหน่งได้เองก็ตาม แต่เนื่องไม่สามารถรับประกันได้ว่าการเคลื่อนย้ายหีบห่อบรรจุจะกระทำอย่างถูกวิธี ตลอดระยะทางการเคลื่อนย้ายและขนย้าย
	11		

4.5 การประเมินผลการออกแบบ

เพื่อให้การประเมินเป็นไปอย่างละเอียดที่สุด จึงใช้การประเมินผลแบบ Evaluation Matrix โดยพิจารณาจากแฟคเตอร์ต่างๆ พร้อมทั้งกำหนดคุณค่า (Assign Value) ดังนี้

	Assigned Value
ต้นทุนวัสดุ	10
จำนวนชิ้นส่วนวัสดุ	9
ความสามารถในการรักษาผลิตภัณฑ์เมื่อบรรจุ	9
ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงได้	9
ความแข็งแรงของหีบห่อหลังบรรจุ	8
ความสะดวกในการบรรจุ	8
ความสะดวกในการโยกย้าย	7
พื้นที่เก็บรักษาวัสดุ	7
ความสะดวกในการใช้งาน	6

แฟคเตอร์ต่างๆที่กำหนดขึ้นมา ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินเลือกบรรจุภัณฑ์แบบเสนอทั้ง 11 แบบข้างต้น โดยคะแนนการกำหนดคุณค่า (Assign Value) ที่ได้นี้ ได้มาจากการกำหนดสมมุติฐานโดยสมาชิกในทีมงานวิศวกรรมคุณค่าที่เกี่ยวข้องในงานปรับปรุงหีบห่อบรรจุนี้เท่านั้น บนฐานคะแนน 10 คะแนน โดยให้ความสำคัญกับต้นทุนค่าวัสดุมากที่สุดคือ ให้คะแนน 10 คะแนน แล้วลดหลั่นกันลงไปจน ถึง 6 คะแนน คือความสะดวกในการใช้งาน การประเมินผลแบบ Matrix แสดงในตารางที่ 4.16

เมื่อได้พิจารณาชุด บรรจุภัณฑ์ ทั้ง 5 แบบที่ได้ทำการออกแบบมาอย่างละเอียดแล้ว ผู้วิจัยและสมาชิกในทีม Value Analysis ได้ทำการเลือกหีบห่อบรรจุแบบที่ 2 เพื่อเป็นทางเลือก ในการพัฒนาปรับปรุงการบรรจุต่อไป สังเกตว่าคะแนนที่ได้กำหนดขึ้นมานี้เป็นคะแนนที่กำหนดมาจากสมาชิกในทีมนี้เท่านั้น ซึ่งคะแนนนี้ส่งผลต่อการเลือกหีบห่อบรรจุที่จะใช้พัฒนาต่อไป

	คะแนนน้ำหนัก	ต้นทุนวัสดุ	จำนวนชิ้นส่วน	ความสามารถในการรักษาสินค้า	ความสามารถในการปรับเปลี่ยนได้	ความแข็งแรงของทีบห่อหลังบรรจุ	ความสะดวกในการบรรจุ	ความสะดวกในการขนย้าย	พื้นที่เก็บรักษา	ความสะดวกในการใช้งาน		
		10	9	9	9	8	8	7	6	6	Total	Rank
แบบที่1	5 4 3 2 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Sub.	50	45	36	36	32	40	35	30	30	334	2
แบบที่2	5 4 3 2 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Sub.	50	45	45	36	32	40	35	30	30	343	1
แบบที่3	5 4 3 2 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Sub.	50	36	36	36	32	40	35	30	30	325	4
แบบที่4	5 4 3 2 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Sub.	50	36	45	36	32	40	35	30	30	334	3
แบบที่5	5 4 3 2 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Sub.	20	45	36	28	40	40	35	18	30	292	7

ตารางที่ 4.16 (ต่อ) การประเมินผลแบบ Matrix

	คะแนนน้ำหนัก	ต้นทุนวัสดุ	จำนวนชิ้นส่วน	ความสามารถในการรักษาสินค้า	ความสามารถในการปรับเปลี่ยนได้	ความแข็งแรงของที่พักพิงบรรจุ	ความสะดวกในการบรรจุ	ความสะดวกในการโยกย้าย	พื้นที่เก็บรักษา	ความสะดวกในการใช้งาน		
		10	9	9	9	8	8	7	6	6	Total	Rank
แบบที่6	5		X	X		X	X	X		X		
	4											
	3								X			
	2	X			X							
	1											
	Sub.	20	45	45	18	40	40	35	18	30	291	8
แบบที่7	5			X		X	X	X		X		
	4		X									
	3								X			
	2				X							
	1	X										
	Sub.	10	36	45	18	40	40	35	18	30	272	9
แบบที่8	5		X	X	X	X	X	X		X		
	4								X			
	3											
	2	X										
	1											
	Sub.	20	45	45	45	40	40	35	24	30	324	5
แบบที่9	5			X	X	X	X	X		X		
	4		X						X			
	3											
	2											
	1	X										
	Sub.	10	36	45	45	40	40	35	24	30	305	6
แบบที่10	5		X					X	X			
	4					X	X					
	3											
	2			X						X		
	1	X			X							
	Sub.	10	45	18	9	32	32	35	30	12	223	11
แบบที่11	5		X					X	X			
	4					X	X					
	3			X								
	2									X		
	1	X			X							
	Sub.	10	45	27	9	32	32	35	30	12	232	10

4.6 การทดสอบพิสูจน์

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีต่างๆ อย่างละเอียดเพื่อหารูปแบบของของหีบห่อบรรจุที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด และจากการลงความเห็นของสมาชิกในทีม Value Analysis แล้ว สรุปได้ว่าหีบห่อบรรจุหลังการปรับปรุงแบบที่ 2 มีความเป็นไปได้มากที่สุดในช่วงแรกของการปรับปรุง เนื่องจากมีต้นทุนค่าวัสดุต่ำที่สุด และคาดว่าตอบสนองความต้องการทางด้านต่างๆ ของระบบ การทดลองและปรับปรุงหีบห่อบรรจุ ได้ทำการทดลองใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทขดลวดต้านทาน (Reactor) ของ Mitsubishi Electric แบบ DE65T468H01-T ซึ่งเป็นขดลวดต้านทานในเครื่องปรับอากาศ

นอกจากวัตถุประสงค์ของการออกแบบเพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุลงแล้ว ยังมีข้อจำกัดและความต้องการของระบบ (System Requirements) ที่เป็นกรอบความคิดในการออกแบบ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นในขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์นี้ เพื่อเป็นการยืนยันรูปแบบของการบรรจุหีบห่อดังที่ได้ออกแบบมาแล้ว จึงต้องมีการทดลองเพื่อประเมินข้อจำกัดและความต้องการเหล่านั้น โดยรายการการทดลองเพื่อประเมินข้อจำกัดประกอบไปด้วย

1. ทดลองบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อพิจารณาการจัดเรียงของผลิตภัณฑ์และสายไฟ
2. ทดลองบรรจุผลิตภัณฑ์และทำการเคลื่อนย้ายเพื่อพิจารณาน้ำหนัก และความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
3. ทดลองบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อประเมินขนาดรูปร่าง รูปทรง และน้ำหนัก เมื่อทำการบรรทุกในตู้คอนเทนเนอร์
4. ทดลองบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อประเมินขนาดรูปร่างและรูปทรง เปรียบเทียบกับแบบเดิมเพื่อประเมินผลกระทบต่อการจัดเก็บของลูกค้า

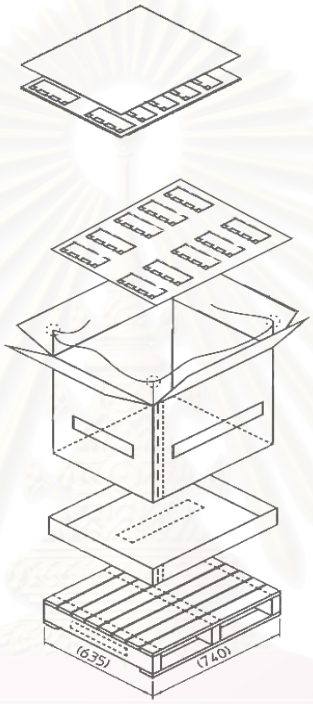
4.6.1 บรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง

วัสดุหลักๆ ที่ใช้ในการบรรจุ ประกอบไปด้วย

1. พัลเล็ต
2. ฐานกล่อง
3. กล่องกระดาษ
4. ถุงพลาสติก

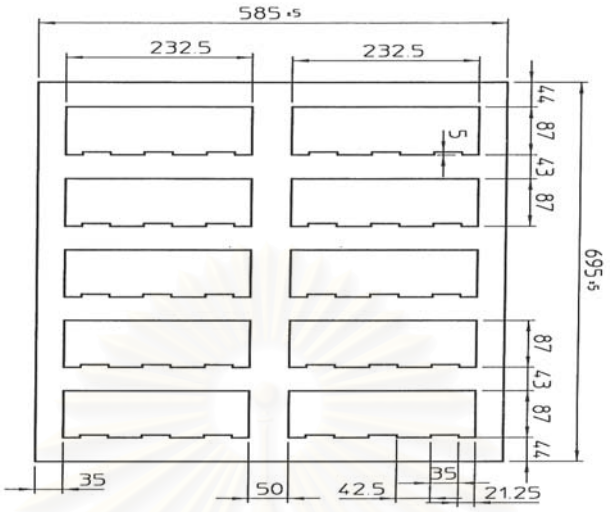
5. Partition หรือ แผ่นกระดาษล็อคตำแหน่งของผลิตภัณฑ์

6. วัสดุที่ใช้เสริมการบรรจุ เช่น สายรัด เทปกาว และสารดูดความชื้น เป็นต้น



รูปที่ 4.15 ส่วนประกอบของบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง

โดยลักษณะการจัดเรียงของผลิตภัณฑ์ จะบรรจุผลิตภัณฑ์เป็นแบบ บล็อกละ 3 ตัว โดยใน 1 layer มี 10 บล็อก ดังนั้น ใน 1 layer จะบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ 30 ตัว ดังแสดงในภาพ



รูปที่ 4.16 ลักษณะ Partition ที่ใช้หลังการปรับปรุง

รายการวัสดุที่ใช้ในการบรรจุสำหรับหีบห่อบรรจุแบบที่ 2 ประกอบไปด้วยวัสดุรายการต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.17 ต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหลังการปรับปรุง

รายการวัสดุ	ขนาด (mm.)	จำนวน	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวมเป็นจำนวนเงิน (บาท)
พัลเล็ต	635x740x140	1	190	190
ฐานกล่อง	610x720x150	1	31.60	31.60
กล่องกระดาษ	585X695X690	1	88.70	88.70
Partition	585x695	10	27	270
Plain Paper	585x695	1	7.89	7.89
ถุงพลาสติก	590x700x1500	1	18.50	18.50
สายรัดกล่อง	15 mm.	15 m.	1.35	20.25
ตัวมุมกล่อง	50x50x530	8	7	56
แคลมป์		8	5	40
			รวม	722.94

4.6.2 **ขั้นตอนการบรรจุ**

ขั้นตอนที่1

นำฐานกล่องและกล่องกระดาษมาสวมประกอบกัน การมีฐานกล่องจะทำให้สามารถปรับความสูงของบรรจุภัณฑ์ได้ โดยการยกตัวกล่องขึ้น แต่จะต้องไม่เกินความสูงของฐานกล่อง

ขั้นตอนที่2

เมื่อประกอบฐานกล่องและกล่องกระดาษเรียบร้อยแล้ว นำถุงพลาสติกมาบุที่ผนังโดยม้วนปากถุงพลาสติก ไปไว้ที่ขอบของกล่องเพื่อความสะดวกในการบรรจุ ถุงพลาสติกจะช่วยป้องกันความชื้นและไอน้ำจากภายนอกไม่ให้เข้ามาในกล่อง

ขั้นตอนที่3

นำกล่องที่ประกอบฐาน และบุถุงพลาสติก จากขั้นตอนที่ 1 และ 2 นั้น ไปวางเตรียมไว้บนพัลเล็ต เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายได้ทันทีหลังจากบรรจุผลิตภัณฑ์เสร็จ นอกจากนั้นพัลเล็ต ยังทำหน้าที่เป็นตัวรองรับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

ขั้นตอนที่ 4

นำ Partition ชั้นที่ 1 มาวางไว้ที่ฐานกล่อง การนำ Partition มาวางไว้ที่ฐานกล่อง จะทำให้ถุงพลาสติกที่บุผนังกล่องไว้ตึง และเรียบขึ้น

ขั้นตอนที่ 5

จัดวางผลิตภัณฑ์ โดยใส่บล็อกละ 3 ตัว ในแต่ละชั้นจะมี 10 บล็อก ดังนั้นในแต่ละชั้นจะบรรจุได้ 30 ตัว โดยบิดสายไฟ 3 สายไปทางด้านหนึ่ง และอีก 3 สายที่เหลือไปในทิศทาง ตรงกันข้าม โดยไม่หักหรือบิดงอสายไฟ

รูปที่ 4.17 ลักษณะการจัดวางผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 6

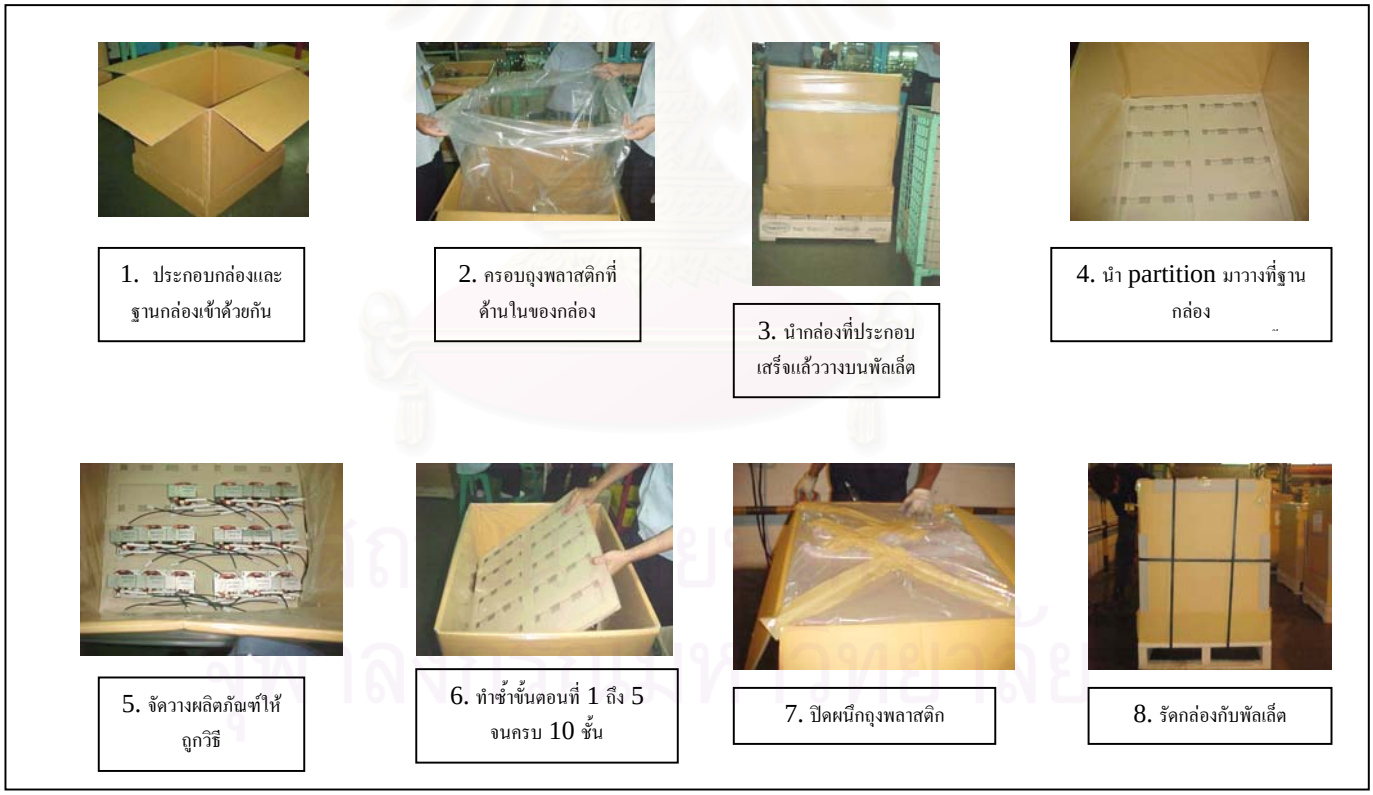
เมื่อครบจำนวน 30 ตัวในแต่ละชั้น ก็ทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนครบจำนวนชั้นที่ต้องการ หากต้องการเพิ่มปริมาณชั้น ก็สามารถทำได้โดยการยกกล่องกระดาษขึ้นให้พอดีกับความสูงที่ต้องการแต่ทั้งนี้จะสามรถเพิ่มความสูงได้อีก ไม่เกินความสูงของฐานกล่อง แต่หากมีความสูงมากเกินไปก็จะทำให้บรรจุภัณฑ์ไม่มั่นคงได้

ขั้นตอนที่ 7

เมื่อบรรจุผลิตภัณฑ์ครบตามจำนวนที่ต้องการ ก็จะทราบความสูงของบรรจุภัณฑ์ที่ทำการบรรจุผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว ทำให้สามารถปรับความสูงของกล่องกระดาษจนเหมาะสม แล้วจึงรวบปากถุงพลาสติกปิดที่ด้านบนให้สนิท แล้วปิดด้วยเทปกาว

ขั้นตอนที่ 8

ปิดผนึกและรัดกล่องกับพัลเล็ตให้ติดกัน เป็นขั้นตอนสุดท้าย



รูปที่ 4.18 ขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง

4.6.3 การเคลื่อนย้ายหีบห่อบรรจุหลังการปรับปรุง

ได้ทดลองโดยการใช้อุปกรณ์การเคลื่อนย้ายทั้ง 3 ชนิด ประกอบไปด้วยรถ Fork lift, Power lift และ Hand lift

รูปที่ 4.19 แสดงการเคลื่อนย้ายด้วย Hand Lift

รูปที่ 4.20 การเคลื่อนย้ายด้วย Power lift

รูปที่ 4.21 การเคลื่อนย้ายด้วยรถ Fork lift

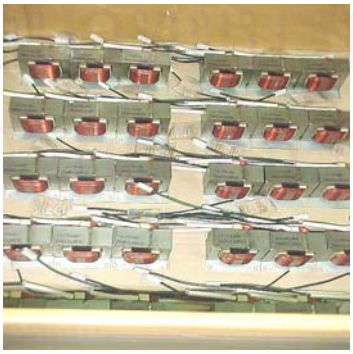
รูปที่ 4.22 การจัดเก็บบรรจุภัณฑ์ด้วยรถ Fork lift

หลังจากที่ได้ทดลองทำการเคลื่อนย้ายด้วยรถทั้ง 3 ชนิด พบว่าบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุงสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยรถทั้ง 3 ชนิด ตลอดไปจนถึงการเคลื่อนย้ายเพื่อจัดเก็บรอการขนส่ง

4.6.4 ความสามารถในการปกป้องผลิตภัณฑ์

หลังจากทำการบรรจุ ปิดผนึก และทดลองทำการเคลื่อนย้ายภายใน ได้แกะผนึกบรรจุภัณฑ์ออกมาพิจารณาเพื่อดูความชำรุดเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในตำแหน่งที่ได้จัดวางไว้ตั้งแต่แรก สายไฟไม่เกิดการชำรุดเสียหาย

ส่วนความสามารถในการป้องกันความชื้นนั้น ผู้วิจัยได้เลือกใช้ถุงพลาสติกและ กล่องกระดาษจากวัสดุประเภทเดียวกับหีบห่อบรรจุแบบเดิม ดังนั้นหากการบรรจุแบบเดิมสามารถป้องกันความชื้นได้ หีบห่อบรรจุแบบใหม่ที่พัฒนาขึ้น ก็สามารถป้องกันความชื้นได้เช่นกัน



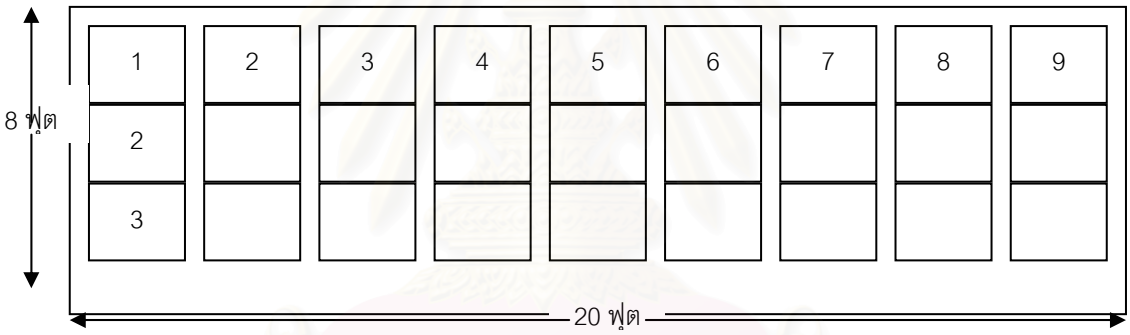
รูปที่ 4.23 ผลิตภัณฑ์หลังการทดลองเคลื่อนย้าย

4.6.5 การขนส่งหลังการปรับปรุง

ตู้คอนเทนเนอร์ที่ใช้ในการขนส่งมีความสูงประมาณ 8 ฟุต มีน้ำหนัก 1,630 กิโลกรัม สามารถบรรจุสินค้าได้น้ำหนักสูงสุด 18,690 กิโลกรัม ภายในมีความกว้าง ประมาณ 8 ฟุต ความยาวประมาณ 20 ฟุต 5,933 ความสูงประมาณ 8 ฟุต

บรรจุภัณฑ์หลังจากการบรรจุมีความกว้าง 635 มิลลิเมตร ความยาว 740 มิลลิเมตร ความสูงเมื่อรวมพัลเล็ตแล้ว 880 มิลลิเมตร เมื่อบรรทุกโดยตู้คอนเทนเนอร์ ขนาดดังกล่าว จะได้ 3 column 9 row หรือ 27 พัลเล็ต ต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์ โดยไม่มีการซ้อนกันของบรรจุภัณฑ์

โดยพัลเล็ต มีน้ำหนัก 12 กิโลกรัม ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนัก 1.86 กิโลกรัม ดังนั้นบรรจุภัณฑ์ 1 หน่วยเมื่อบรรจุผลิตภัณฑ์จำนวน 300 ตัว จะมีน้ำหนักประมาณ 570 กิโลกรัม ดังนั้นน้ำหนักบรรจุทุกต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์ประมาณ 15,390 กิโลกรัม หรือประมาณ 15.39 ตัน



รูปที่ 4.24 แสดงมิติตู้คอนเทนเนอร์เมื่อทำการขนส่ง

4.6.6 ความต้องการของลูกค้า

การพัฒนาปรับปรุงหีบห่อบรรจุ ผู้วิจัยจึงพยายามที่จะรักษามิติขนาดความกว้าง ความยาว ให้เป็นไปตามแบบเดิม โดยมีการเปลี่ยนแปลงให้น้อยที่สุด โดยพัลเล็ตที่ใช้มีขนาดและชนิดเดียวกับแบบเดิม รวมไปถึงวัสดุที่ใช้ด้วย สิ่งที่เปลี่ยนแปลงมากที่สุดในการพัฒนาปรับปรุงหีบห่อบรรจุในงานวิจัยฉบับนี้ คือ Partition และวิธีการบรรจุและวัสดุภายในมากกว่ารูปร่างลักษณะภายนอกและวัสดุที่ใช้บรรจุ จึงไม่กระทบกระเทือนกับการจัดเก็บของลูกค้า หรือแม้กระทั่งการจัดเก็บของโรงงานตัวอย่างเองก็ตาม

ในเรื่องของความสะดวกในการเคลื่อนย้ายนั้น น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์หลังทำการบรรจุแล้วมีน้ำหนักประมาณ 570 กิโลกรัม ถึงแม้จะเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์เป็น 360 ตัว ตามความสูงสูงสุดที่กล่องสามารถจะปรับไปสูงได้ 12 ชั้น น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ก็จะเพิ่มขึ้นอีกเพียง 111.6 กิโลกรัมเท่านั้น ยังไม่เกินขีดความสามารถในการบรรทุกของรถ Hand Lift, Power lift และ ForkLift

4.7 สรุปผลงาน

ลักษณะของหีบห่อบรรจุที่ได้พัฒนาปรับปรุงเพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุ ได้ประยุกต์ใช้กับแบบ DE65T468H01-T ของบริษัท Mitsubishi Electric ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของขดลวดต้านทาน (Reactor) สาเหตุที่ผู้วิจัยไม่ได้ประยุกต์ใช้หีบห่อบรรจุที่ได้ปรับปรุงแล้วกับแบบในกลุ่มของผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า ERL เนื่องจาก

1. ต้นทุนค่าวัสดุของสินค้าในกลุ่มผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า ถึงแม้ว่าจะมีราคาค่อนข้างสูง แต่ราคาที่สูงเนื่องมาจากการใช้ลังไม้ ขนส่งภายในประเทศ ลังไม้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หากมีการควบคุมการติดตามกลับคืนมาของลังไม้เหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้มาก
2. ถึงแม้ว่าต้นทุนค่าวัสดุของหีบห่อบรรจุบางรายการของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มหม้อแปลงไฟฟ้าและในกลุ่มของขดลวดต้านทานจะมีราคาทั้งสูงกว่า และต่ำกว่า ต้นทุนค่าวัสดุของหีบห่อบรรจุที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วต้นทุนค่าวัสดุของหีบห่อบรรจุในผลิตภัณฑ์กลุ่มหม้อแปลงไฟฟ้าจะมีราคาต่ำกว่าต้นทุนค่าวัสดุของหีบห่อบรรจุที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ หากจะนำหีบห่อบรรจุแบบใหม่มาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้ก็จะเป็นการดึงให้ต้นทุนเฉลี่ยสูงขึ้นมาโดยใช่เหตุ
3. รายการวัสดุในกลุ่มของหม้อแปลงไฟฟ้ามีลักษณะค่อนข้างจะเป็นมาตรฐาน ตามขนาดของลังไม้อยู่แล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับรายการวัสดุในกลุ่มของขดลวดต้านทาน ซึ่งมีรายการวัสดุมากมายและสับสนกว่า

4.7.1 ข้อสรุปทางด้านต้นทุน

ต้นทุนที่ลดลงเนื่องมาจาก จำนวน Partition และ Plain Paper ที่ใช้คั่นระหว่างชั้น ในบรรจุภัณฑ์ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับแบบเดิม ถึงแม้จะมีฐานกล่องเพิ่มขึ้นมา แต่ราคาของแบบ

เสนอแนะก็ยังคงมีราคาถูกกว่าแบบปัจจุบันมาก รายละเอียดเปรียบเทียบส่วนต่างของต้นทุน ของแบบปัจจุบัน และแบบเสนอแนะ แสดงในตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 แสดงรายละเอียดที่มาของต้นทุนที่ลดลง

	แบบปัจจุบัน(บาท)	แบบเสนอแนะ(บาท)	ผลต่าง(บาท)
Partition	324.00	270.00	54.00
Plain Paper	102.57	7.89	94.68
ฐานกล่อง	0.00	31.60	-31.60
ต้นทุนที่ลดลง			***117.08***

เมื่อทำการเปรียบเทียบต้นทุนค่าวัสดุของ วัสดุในการบรรจุหีบห่อ ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง เฉพาะแบบ DE65T468H01-T ของบริษัท Mitsubishi Electric สรุปได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบต้นทุนค่าวัสดุก่อนและหลังปรับปรุงของแบบ DE65T468H01-T

	ต้นทุนค่าวัสดุ	ประหยัดได้	%ที่ประหยัด
แบบปัจจุบัน	840.02(2.8 บาท/1 ตัว)		
แบบเสนอแนะ	722.94(2.4 บาท/1 ตัว)	117.08(0.4 บาท/1 ตัว)	14.29 %

หากเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ในกลุ่มขดลวดต้านทานทั้งหมดที่ทำการศึกษานี้ ซึ่งมีต้นทุนค่าวัสดุเฉลี่ย 939.43 บาท หรือประมาณ 3.385 บาท/ชิ้น มาเป็นแบบที่นำเสนอหลังการปรับปรุง หากพิจารณากำลังการผลิตในปีงบประมาณ 2001 ซึ่งมีการผลิต 2,116,763 ตัว จะมีมูลค่าที่ประหยัดได้ประมาณ 207,527.74 บาท/ปี

ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบต้นทุนค่าวัสดุก่อนและหลังปรับปรุงของแบบในกลุ่มขดลวดต้านทาน

	ต้นทุนค่าวัสดุ	ประหยัดได้	%ที่ประหยัด
แบบปัจจุบัน	3.38 บาท/1 ตัว		
แบบเสนอแนะ	2.40 บาท/1 ตัว	0.98 บาท/1 ตัว	29 %

4.7.2 ข้อสรุปทางด้านรายการวัสดุ

หากพิจารณาเฉพาะแบบที่ได้ทำการทดลองบรรจุ คือแบบ DE65T468H01-T ของ Mitsubishi Electric วัสดุที่ลดลงได้อย่างเห็นได้ชัดคือ Partition จาก 12 ชั้น เหลือ 10 ชั้น โดยที่ยังสามารถบรรจุได้ 300 ชิ้นเท่าเดิม

หากประยุกต์ใช้กับทุกแบบในกลุ่มขดลวดต้านทาน จากเดิมจะมีกล่องกระดาษหลายขนาดตามขนาดของผลิตภัณฑ์และจำนวนที่ต้องการจะบรรจุ เมื่อได้นำหลักการ Standardization พยายามทำให้วัสดุมีความเป็น Common Parts และ Flexible มาใช้ โดยได้เพิ่มฐานกล่อง ทำให้สามารถกล่องกระดาษปรับความสูงได้ตั้งแต่ 690 มิลลิเมตร ไปจนถึง 840 มิลลิเมตร รองรับกับความสูงของผลิตภัณฑ์

4.7.3 ข้อสรุปทางด้านข้อจำกัดและความต้องการของระบบ

- การขนส่ง

น้ำหนักรวมของหีบห่อบรรจุหลังการบรรจุผลิตภัณฑ์แล้วมีน้ำหนักประมาณ 570 กิโลกรัม โดยพัลเล็ต ขนาด 635X740X140 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 12 กิโลกรัม บรรจุภัณฑ์สามารถ บรรจุผิตภัณฑ์ได้ 300 ตัว แต่ละตัวมีน้ำหนัก 1.86 กิโลกรัม ดังนั้น 1 ตู้คอนเทนเนอร์สามารถบรรทุกได้ 27 พัลเล็ต น้ำหนักบรรจุทุกต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์ประมาณ 15,390 กิโลกรัม หรือประมาณ 15.39 ตัน

- การเคลื่อนย้าย

สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนย้ายได้แก่ Fork Lift, Hand Lift และ Power Lift ได้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการเคลื่อนย้าย

- ความสามารถในการปกป้องผลิตภัณฑ์

สามารถป้องกันความชื้นและฝุ่นละอองได้ เนื่องจากเลือกใช้วัสดุแบบเดียวกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

- ความต้องการของลูกค้า

หีบห่อบรรจุหลักการปรับปรุงไม่กระทบกระเทือนการจัดเก็บและการเคลื่อนย้ายของลูกค้า เนื่องจาก ใช้พัลเล็ตที่มีมิติขนาดเท่าเดิม ความสูงของหีบห่อบรรจุสามารถปรับได้ และ น้ำหนักของหีบห่อบรรจุหลังการบรรจุมีน้ำหนักไม่เกินขีดจำกัดของอุปกรณ์เคลื่อนย้าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8 ข้อจำกัดของวิศวกรรมคุณค่าในงานวิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าเพื่อลดต้นทุนอย่างเป็นระบบนั้นพบว่า วิธีการของวิศวกรรมคุณค่า มุ่งที่จะลดต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ โดยการวิเคราะห์หาหน้าที่ที่จำเป็นและสำคัญที่สุดของบรรจุภัณฑ์ แล้วพยายามลดหน้าที่ที่ไม่จำเป็นและความซ้ำซ้อนของหน้าที่ออกไป โดยที่ยังคงรักษาคุณค่าและหน้าที่หลักของบรรจุภัณฑ์ไว้ ซึ่งมีต้นทุนค่าวัสดุเป็นตัวแปรสำคัญในการวิเคราะห์ โดยมิได้มีการคำนึงถึงข้อจำกัด และความต้องการทางด้านอื่นๆ ของระบบเลย ถึงแม้ผู้วิจัยได้นำข้อจำกัดและความต้องการของระบบมาเป็นกรอบความคิดในการพิจารณาออกแบบ ได้แก่ ข้อจำกัดทางด้านการขนส่ง, ข้อจำกัดทางด้านการเคลื่อนย้าย, ความต้องการในการปกป้องผลิตภัณฑ์ และความต้องการของลูกค้า เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของระบบมากที่สุดแล้วก็ตาม แต่ความต้องการทางด้านอื่นๆ เช่น ความสะดวก ความยากง่ายในการบรรจุ รวมไปถึงข้อพิจารณาต่างๆ ตามหลักการยศาสตร์ ตลอดวงจรการใช้งาน มิได้นำมาวิเคราะห์อย่างจริงจัง

จุดอ่อน หรือข้อจำกัดอีกข้อหนึ่งที่เห็นได้ชัดคือ ในส่วนของการวิเคราะห์หน้าที่โดยการประเมินให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญ รวมถึงแนวความคิดสร้างสรรค์ต่างๆ ตลอดวิธีการของวิศวกรรมคุณค่า ตั้งอยู่บนแนวความคิดและสมมุติฐานของสมาชิกในทีมที่เกี่ยวข้องเท่านั้น โดยผลของการวิเคราะห์หน้าที่นี้ ส่งผลอย่างมากต่อรูปแบบลักษณะของบรรจุเช่น หากทีมงานวิศวกรรมคุณค่า วิเคราะห์ออกมาว่า หน้าที่การป้องกันน้ำและความชื้น มีคะแนนมากที่สุด ลักษณะของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา ก็จะสอดคล้องตามนั้น หากสมาชิกเกิดความลำเอียงในการวิเคราะห์ หรือว่าไม่มีวิสัยทัศน์กว้างพอ ก็จะทำให้ผลที่ได้สะท้อนออกมาในมุมแคบ

ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มโครงการลดต้นทุนโดยเทคนิคของวิศวกรรมคุณค่า การเลือกสมาชิกในทีมจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญ ที่ส่งผลต่อลักษณะของบรรจุภัณฑ์หลังการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เมื่อได้รูปแบบของหีบห่อบรรจุที่ทางทีมงานวิศวกรรมคุณค่า หรืออาจจะเรียกว่าทีมพัฒนาบรรจุภัณฑ์แล้ว ในส่วนนี้จะเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ หรือในที่นี้อาจจะหมายถึงวิเคราะห์ทางเศรษฐ-ศาสตร์ เพื่อพยากรณ์ความคุ้มค่า หรือจำนวนเงินที่สามารถประหยัดลงได้ หากนำแบบของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานี้ไปใช้งาน เพื่อนำเสนอฝ่ายบริหารให้เกิดภาพรวมของต้นทุนที่สามารถประหยัดลงไปได้ และยังเป็นการช่วยให้มีข้อมูลประกอบในการตัดสินใจที่ละเอียดขึ้น

5.1 โมเดลทางการเงิน

ในส่วนนี้เป็นการสร้างโมเดลทางการเงิน นั่นก็คือ แผนภาพกระแสเงินสด (Cash Flow Diagram) นั่นเอง โดยวิธีการประมาณช่วงเวลา และ จำนวนเงินเพื่อนำมาคำนวณหาค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV: Net Present Value) ของแผนภาพกระแสเงินสด เหล่านั้น กระแสเงินเข้า และ กระแสเงินออก ที่ประกอบกันในแผนภาพกระแสเงินสดที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้ประกอบไปด้วย

1. Development Cost ต้นทุนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในที่นี้หมายถึง ต้นทุนที่ใช้ในการพัฒนา สร้างแบบจำลองตัวอย่างหีบห่อบรรจุ
2. Supporting Cost เป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการสั่งซื้อวัสดุ หรือการดำเนินการอื่นๆ ที่ไม่ใช่ค่าวัสดุ
3. Unit Cost เป็นต้นทุนต่อหน่วยของบรรจุภัณฑ์ โดยรวมต้นทุนราคาวัสดุทุกชิ้นที่ประกอบกันเป็นหีบห่อบรรจุนั้นขึ้นมา
4. Ordered Volume หมายถึงจำนวนหน่วยของบรรจุภัณฑ์ที่สั่งซื้อ

เนื่องจากหีบห่อบรรจุเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้กำไร การพิจารณาจึงพิจารณาจำนวนเงินที่ประหยัดได้ ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการปรับปรุงหีบห่อบรรจุในงานวิจัยฉบับนี้มาจากค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการสร้างแบบจำลอง

1.	Development Cost	10,000	บาท
2.	Unit Saved Cost	94.32	บาท/หน่วย
3.	Order Volume	7,000	หน่วย/ปี

ในการสร้าง Cash Flow เพื่อพยากรณ์ศึกษาถึงความเป็นไปได้นั้น ได้ project ช่วงเวลาออกไปเป็น 4 ปี โดยแบ่งเป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ 1 ปี และเป็นช่วงเวลาที่คาดการณ์ว่าจะใช้หีบห่อบรรจุที่ได้พัฒนาขึ้นมาต่อไปอีก 3 ปี ก่อนที่จะมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอีกครั้ง แล้วแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นปีละ 4 ไตรมาส ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 กระแสเงินสด, ค่าปัจจุบัน และค่าปัจจุบันสุทธิ

	Year1				Year2				Year3				Year4			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Development Cost	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500												
Saved Cost					165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060
Ordered Volume					1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750
Unit Saved Cost					94.32	94.32	94.32	94.32	94.32	94.32	94.32	94.32	94.32	94.32	94.32	94.32
Period Cash Flow	-2,500	-2,500	-2,500	-2,500	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060	165,060
PV Year 1, r=10%	-2,500	-2,439	-2,380	-2,321	149,536	145,889	142,331	138,859	135,472	132,168	128,945	125,800	122,731	119,738	116,817	113,968
Project NPV	1,562,615															

หลังจากพยากรณ์ Cash Flow ดังแสดงในตารางที่ 5.1 แล้ว ในส่วนต่อไปทำการคำนวณค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) โดยการหาค่า NPV ต้องมีค่า Net Cash Flow ของแต่ละช่วงเวลาซึ่งในที่นี้คือ 1 ไตรมาส แล้วจึงแปลงกลับไปเป็นค่าปัจจุบัน (Present Value) ในที่นี้จะใช้อัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปี (2.5% ต่อ 1 ไตรมาส) เป็นฐานการคำนวณ แล้วใช้ Spread Sheet ใน Microsoft Excel ทำการคำนวณ หลักการของค่าปัจจุบันสุทธิและตัวอย่างการคำนวณแสดงไว้ในภาคผนวก ง.

5.2 การวิเคราะห์ความไว

การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เป็นการจัดการกับความไม่แน่นอนที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดวิธีหนึ่ง แนวคิดหลักของวิธีนี้เป็นการตอนคำถามเกี่ยวกับ "อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า..." เช่น ค่าปัจจุบันสุทธิจะเป็นอย่างไร ถ้าอัตราดอกเบี้ยเพิ่มขึ้น เป็น 20% ต่อปี โครงการยังคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ถ้าสภาพเศรษฐกิจตกต่ำในช่วง 4 ปีข้างหน้า เป็นต้น นอกจากนี้ยังช่วยชี้ให้เห็นอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการในเชิงเปรียบเทียบอีกด้วย

5.2.1 อัตราดอกเบี้ย

พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าปัจจุบันสุทธิ หากมีการเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย (r) โดยที่ปัจจัยตัวอื่นๆ คงที่

ตารางที่ 5.2 ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงอัตราดอกเบี้ย

Interest Rate,%	Change in NPV,%	NPV	Change in NPV
30	-34.80	1,018,760	-543,855
20	-19.72	1,254,459	-308,156
base	0.00	1,562,615	0
-10	61.17	2,518,538	955,923
-20	108.90	3,264,365	1,701,750

พบว่าหากอัตราดอกเบี้ยเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าปัจจุบันสุทธิลดลง แต่หากอัตราดอกเบี้ยลดลง จะทำให้ค่าปัจจุบันสุทธิเพิ่มขึ้น เช่น หากอัตราดอกเบี้ยเพิ่มขึ้นเป็น 20% จะทำให้ค่าปัจจุบันสุทธิลดลงจากเดิม 308,156 บาท

5.2.2 ยอดการสั่ง

พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าปัจจุบันสุทธิ หากมีการเปลี่ยนแปลงยอดการสั่งบรรจุภัณฑ์ โดยที่ปัจจัยตัวอื่นๆ คงที่

ตารางที่ 5.3 ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงยอดการสั่ง

Change in Ordered Volume,%	Ordered Volume	Change in NPV,%	NPV	Change in NPV
20	8400	20.12	1,877,066	314,451
10	7700	10.06	1,719,840	157,225
base	base	0.00	1,562,615	0
-10	6300	-10.06	1,405,389	-157,226
-20	5600	-20.12	1,248,164	-314,451

พบว่าหากมียอดการสั่งมากขึ้น ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะมากขึ้น แต่หากยอดการสั่งลดลง ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะมีค่าลดลงด้วย เช่น หากยอดการสั่งเพิ่มจาก 7,000 หน่วย เป็น 7,700 หน่วย ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 10% (157,225 บาท)

5.2.3 ค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าปัจจุบันสุทธิ หากมีการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Development Cost) โดยที่ปัจจัยตัวอื่นๆ คงที่

ตารางที่ 5.4 ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

Change in Development Cost,%	Devepment Cost	Change in NPV,%	NPV	Change in NPV
20	12000	-0.12	1,560,687	-1,928
10	11000	-0.06	1,561,651	-964
base	base	0.00	1,562,615	0
-10	9000	0.06	1,563,579	964
-20	8000	0.12	1,564,543	1,928

พบว่า หากค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มากขึ้น ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะลดลง แต่หากค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดลง ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะมีค่ามากขึ้น เช่น หากค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดลงอีก 10% ค่าปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มขึ้น 0.06% แต่จะเห็นว่าถึงแม้ว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ลงถึง 20% ก็ไม่ได้ส่งผลต่อค่าปัจจุบันสุทธิมากนัก ค่าปัจจุบันสุทธิจะเพิ่มขึ้นเพียง 0.12% เท่านั้น

5.2.4 เงินที่ประหยัดได้ต่อหน่วย

พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของค่าปัจจุบันสุทธิ หากสามารถประหยัดเงินได้ที่จำนวนต่างๆ โดยที่ปัจจัยตัวอื่นๆ คงที่

ตารางที่ 5.5 ค่าปัจจุบันสุทธิเมื่อเปลี่ยนแปลงเงินที่ประหยัดได้ต่อหน่วยบรรจุภัณฑ์

Change in Saved Cost,%	Saved Cost	Change in NPV,%	NPV	Change in NPV
20	12000	20.12	1,877,066	314,451
10	11000	10.06	1,719,840	157,225
base	base	0.00	1,562,615	0
-10	9000	-10.06	1,405,389	-157,226
-20	8000	-20.12	1,248,164	-314,451

พบว่า หากสามารถประหยัดเงินต่อหน่วยบรรจุภัณฑ์ลงได้มากขึ้น ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะมีค่ามากขึ้น แต่หากสามารถประหยัดเงินต่อหน่วยบรรจุภัณฑ์ได้น้อยลง ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะมีค่าลดลง เช่น หากสามารถประหยัดค่าวัสดุในการบรรจุลงได้อีก 10% ค่าปัจจุบันสุทธิก็จะเพิ่มขึ้นประมาณ 10% เช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

บทสรุปของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุปงานวิจัย

ในกระบวนการผลิตนั้น การบรรจุหีบห่อเป็นขั้นตอนสุดท้าย ก่อนที่จะส่งสินค้าไปจัดเก็บเพื่อรอการส่งมอบให้ลูกค้า มักจะถูกมองว่าเป็นส่วนที่ไม่สำคัญ เมื่อเทียบกับกระบวนการผลิตทั้งหมด แต่แท้ที่จริงแล้ว การบรรจุหีบห่อมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าตัวผลิตภัณฑ์เลย การออกแบบหีบห่อบรรจุที่มีประสิทธิภาพ นอกจากจะเป็นการลดต้นทุนค่าวัสดุในการบรรจุหีบห่อแล้ว ยังทำให้เวลาในการดำเนินงานลดลง และของเสียในกระบวนการผลิตลดลง

ในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ให้ความสำคัญกับการบรรจุหีบห่อ โดยมุ่งให้ความสนใจกับวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ และวิธีในการบรรจุหีบห่อเป็นสำคัญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ ภายใต้ข้อจำกัดและความต้องการของระบบทางด้านต่างๆ คือ

1. ข้อจำกัดด้านการขนส่ง คือน้ำหนักรวมของหีบห่อบรรจุ เมื่อ ทำการบรรจุสินค้าแล้วจะต้องมีน้ำหนักรวม ไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด นั่นคือ 20 ตัน ต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์
2. ข้อจำกัดด้านการเคลื่อนย้าย (Material Handling) น้ำหนักรวม ความกว้าง ความยาว และความสูง ของหีบห่อบรรจุหลังจากการบรรจุสินค้าแล้ว จะต้องสามารถเคลื่อนย้ายด้วย Folk Lift, Power Lift และ Hand Lift ของโรงงานได้ ผลิตภัณฑ์จะต้องไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการเคลื่อนย้าย และการขนส่งที่ถูกวิธี ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยภายใต้สมมุติฐานที่ว่า พนักงานที่ทำหน้าที่ขนส่งและเคลื่อนย้ายหีบห่อบรรจุที่บรรจุสินค้าแล้ว ได้ทำการขนส่งและเคลื่อนย้ายที่ถูกวิธี
3. การปกป้องผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาเป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ ดังนั้น ความชื้นและฝุ่นละอองเป็นตัวการสำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์ชำรุดเสียหาย ถุงพลาสติก และ ซิลิกอนหรือสารดูดความชื้น จึงถูกนำมาใช้ในการรับประกันว่าความชื้นและฝุ่นละอองจะไม่ทำอันตรายต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้ถุงพลาสติกและสารดูดความชื้นแบบเดียวกันกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

4. หีบห่อบรรจุหลังการปรับปรุงแล้ว จะต้องไม่ไปกระทบกระเทือนในการจัดเก็บของลูกค้าทุกรายที่เกี่ยวข้องกับแบบ (Model) ที่ทำการศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนด specification ของหีบห่อบรรจุ ให้เป็นไปตามรูปแบบเดิมทุกประการ

หลังจากได้นำหลักการและแนวทางของวิศวกรรมคุณค่ามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อปรับปรุงลดต้นทุนค่าวัสดุของ วัสดุในการบรรจุหีบห่อ มีต้นทุนค่าวัสดุของโมเดล ในกลุ่มขดลวดเหนี่ยวนำ ลดลง 29% หากเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ในกลุ่มขดลวดเหนี่ยวนำทั้งหมดที่ทำการศึกษานี้ ซึ่งมีต้นทุนค่าวัสดุเฉลี่ย 939.43 บาท หรือประมาณ 3.385 บาท/ชิ้น มาเป็นแบบที่นำเสนอหลังการปรับปรุง หากพิจารณากำลังการผลิตในปีงบประมาณ 2001 ซึ่งมีการผลิต 2,116,763 ตัว จะมีมูลค่าที่ประหยัดได้ประมาณ 207,527.74 บาท/ปี

หากพิจารณาเฉพาะโมเดลที่ได้ทำการทดลองบรรจุ คือโมเดล DE65T468H01-T ของ Mitsubishi Electric วัสดุที่ลดลงได้อย่างเห็นได้ชัดคือ Partition จาก 12 ชั้น เหลือ 10 ชั้น โดยที่ยังสามารถบรรจุได้ 300 ชิ้นเท่าเดิม

หากประยุกต์ใช้กับทุกโมเดลในกลุ่มขดลวดเหนี่ยวนำ จากเดิมจะมีกล่องกระดาษหลายขนาดตามขนาดของผลิตภัณฑ์และจำนวนที่ต้องการจะบรรจุ เมื่อได้นำหลักการ Standardization พยายามทำให้วัสดุมีความเป็น Common Parts และ Flexible มาใช้ โดยได้เพิ่มฐานกล่อง ทำให้สามารถกล่องกระดาษปรับความสูงได้ตั้งแต่ 690 มิลลิเมตรไปจนถึง840 มิลลิเมตรรองรับกับความสูงของผลิตภัณฑ์

น้ำหนักรวมของหีบห่อบรรจุหลังการบรรจุผลิตภัณฑ์แล้วมีน้ำหนักประมาณ 570 กิโลกรัม โดยพัลเล็ต ขนาด 635X740X140 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 12 กิโลกรัม บรรจุภัณฑ์สามารถ บรรจุผิตภัณฑ์ได้ 300 ตัว แต่ละตัวมีน้ำหนัก 1.86 กิโลกรัม ดังนั้น 1 ตู้คอนเทนเนอร์สามารถบรรทุกได้ 27 พัลเล็ต น้ำหนักบรรจุทุกต่อ 1 ตู้คอนเทนเนอร์ประมาณ 15,390 กิโลกรัม หรือประมาณ 15.39 ตัน

เมื่อพิจารณาทางด้านข้อจำกัดและความต้องการของระบบพบว่า บรรจุภัณฑ์สามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยอุปกรณ์เคลื่อนย้ายได้แก่ Fork Lift, Hand Lift และ Power Lift ได้ ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการเคลื่อนย้าย สามารถป้องกันความชื้นและฝุ่นละอองได้ เนื่องจากเลือกใช้วัสดุแบบเดียวกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน หีบห่อบรรจุหลักการปรับปรุงไม่กระทบกระเทือนการจัดเก็บและการเคลื่อนย้ายของลูกค้าเนื่องจาก ใช้พัลเล็ตที่มีมิติขนาดเท่าเดิม ความสูงของหีบห่อบรรจุสามารถปรับได้ และ น้ำหนักของหีบห่อบรรจุ หลังการบรรจุมีน้ำหนักไม่เกินขีดจำกัด ของอุปกรณ์เคลื่อนย้าย

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยฉบับนี้ ได้นำเอาเทคนิคการวิเคราะห์ตามแนวทางของวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ทุกขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยวิศวกรรมคุณค่าสามารถประสบผลสำเร็จได้นั้น ขึ้นอยู่กับ “คน” เป็นสำคัญ

1. ฝ่ายบริหาร จะเป็นตัวขับที่สำคัญในการดำเนินกิจการของวิศวกรรคุณค่า ผู้บริหารจะต้องเรียนรู้เรื่องของวิศวกรรมคุณค่า เอาใจใส่ต่อกิจกรรมที่กระทำอยู่ ส่งเสริมให้พนักงานคิดอยู่เสมอว่า การลดต้นทุนเป็นหน้าที่ของทุกคน ทุกฝ่าย คอยให้ความสนับสนุน รางวัล เพื่อทำให้ทีมงานเห็นว่าสิ่งทำนั้นเป็นสิ่งที่ดี และได้รับการเอาใจใส่
2. ทีมงาน จะต้องประกอบไปด้วยตัวแทนจากหลายๆ ส่วน หลายๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่จะทำการลดต้นทุน การเลือกบุคคลมาร่วมทีมงานนั้นสำคัญมาก หากเราเลือกบุคคลที่ไม่เหมาะสมมาแล้ว นอกจากงานประจำที่ทำอยู่จะเสียแล้ว โครงการวิศวกรรมคุณค่าก็จะไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรด้วย บุคคลที่นำมาร่วมทีมควรมีคุณสมบัติเบื้องต้น คือ เป็นคนมีมนุษยสัมพันธ์ดี มีความคิดสร้างสรรค์ และพร้อมที่จะทำงานเพื่อส่วนรวม และที่สำคัญที่สุด ทุกๆ คนในทีมงานต้องให้ความสำคัญกับ กิจกรรมนี้ และมีเวลาเพื่อมาทำกิจกรรมนี้ร่วมกันจึงจะบังเกิดผลสูงสุด

6.3 งานวิจัยที่ควรดำเนินต่อไป

เนื่องจากหากจะทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะการบรรจุ และรูปร่างของหีบห่อบรรจุจะต้องแจ้งให้ลูกค้ารับทราบเพื่อประเมินผลกระทบต่อการจัดเก็บ การขนส่งและการเคลื่อนย้าย ซึ่งต้องใช้เวลานานในการประเมินทดสอบ ผลกระทบทางด้านต่างๆ เหล้านี้ ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ทำการพัฒนาปรับปรุงหีบห่อบรรจุ ให้ใกล้เคียงกับรูปแบบและขนาดในปัจจุบันที่ใช้อยู่ เพื่อไม่ให้กระทบกระเทือนต่อการจัดเก็บ การขนส่งและเคลื่อนย้ายของลูกค้า และมีความเป็นไปได้ในการดำเนินการมากที่สุด การวิจัยที่ควรดำเนินการต่อไปในอนาคตคือ

1. การดำเนินการต่อไปของทีมงานวิศวกรรมคุณค่า เพื่อพิจารณาปรับปรุงลดหน้าที่ที่ไม่จำเป็นในการบรรจุหีบห่อ พยายามหาวัสดุอื่นๆ ที่ทำหน้าที่เดียวกัน แต่ราคาถูกกว่ามาใช้แทนวัสดุเดิมที่ใช้อยู่ โดยจะต้องขอความร่วมมือจากลูกค้าในกิจกรรมลดต้นทุนนี้ด้วย

2. การจัดการควบคุมในเรื่องการตรวจติดตามลังไม้ หรือวัสดุอื่นๆ ที่ยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น ลังไม้ กล่องกระดาษ และ Partition บางส่วน

6.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

นอกจากต้นทุนค่าวัสดุที่ลดลง 29% ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านการเคลื่อนย้าย การขนส่ง การป้องกันผลิตภัณฑ์ และความต้องการของลูกค้าแล้ว ประโยชน์ทางด้านอื่นๆได้แก่

1. ปริมาณวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อลดลง
2. การดำเนินงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. เป็นแนวทาง ในการออกแบบหีบห่อบรรจุ สำหรับผลิตภัณฑ์ ในประเภทเดียวกัน
4. ทางโรงงานอุตสาหกรรมได้เรียนรู้ เทคนิควิศวกรรมคุณค่า และได้ตระหนักถึงประโยชน์ของการลดต้นทุนอย่างเป็นระบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

หนังสือภาษาไทย

ชูเวช ชาญสง่าเวช. การวิเคราะห์ผลกำไร: หลักการวิเคราะห์การลงทุนทางธุรกิจและอุตสาหกรรม.กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538

ประชิด ทิณบุตร. การออกแบบบรรจุภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์

อัมพิกาไกรฤทธิ์. การวิเคราะห์คุณค่า. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2539.

หนังสือภาษาอังกฤษ

Blanchard, and Benjamin S. System engineering and management. Singapore: Wiley-Interscience, 1998.

Donald E. Parker. Value Engineering Theory. Society of American Value Engineering Triangle Press,1977.

J.H. Briston ,T.J. Neill. Packaging management. Great Britain : Gower Press Limited Epping, Essex, 1972.

J.W. Greve, and F.W. Wilson Editors. Value Engineering in Manufacturing. American Society of Tool and Manufacturing Engineering: Prentice Hall, 1967.

Joseph F.Hanlon. Handbook of package engineering. USA: McGraw-Hill Book , 1971.

Karl T. Ulrich, and Steven D, Eppinger. Product design and development. 2nd ed. USA: McGraw – Hill, 2000.

Leland T. Blank, P.E., and Anthony J. Tarquin, P.E. Engineering Economy. 3rd ed. Singapore: McGraw – Hill, 1989.

Stern Walter. Handbook of package design research. Canada: John Wiley & Son, 1981.

บทความจากวารสาร

Dowlatshi S. A modeling approach to logistics in concurrent enginnering. European Journal of Operation Research 115 (1999): 59-76.

Mahajan R.,Brown K.,and Atluri V. The Evaluation of Microprocessor Packaging. Intel Technology Journal (Q3,2000): 1-10.

Meroni A. Active Packaging as an Opportunity to Create Package Design that Reflects the Communicational, Functional and Logistical Requirements of Food Products. Packaging Technology and Science 13(2000): 243-248.

งานวิจัย

อัมพิกา ไกรฤทธิ์. การประยุกต์วิศวกรรมคุณค่าในอุตสาหกรรมการผลิต. สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

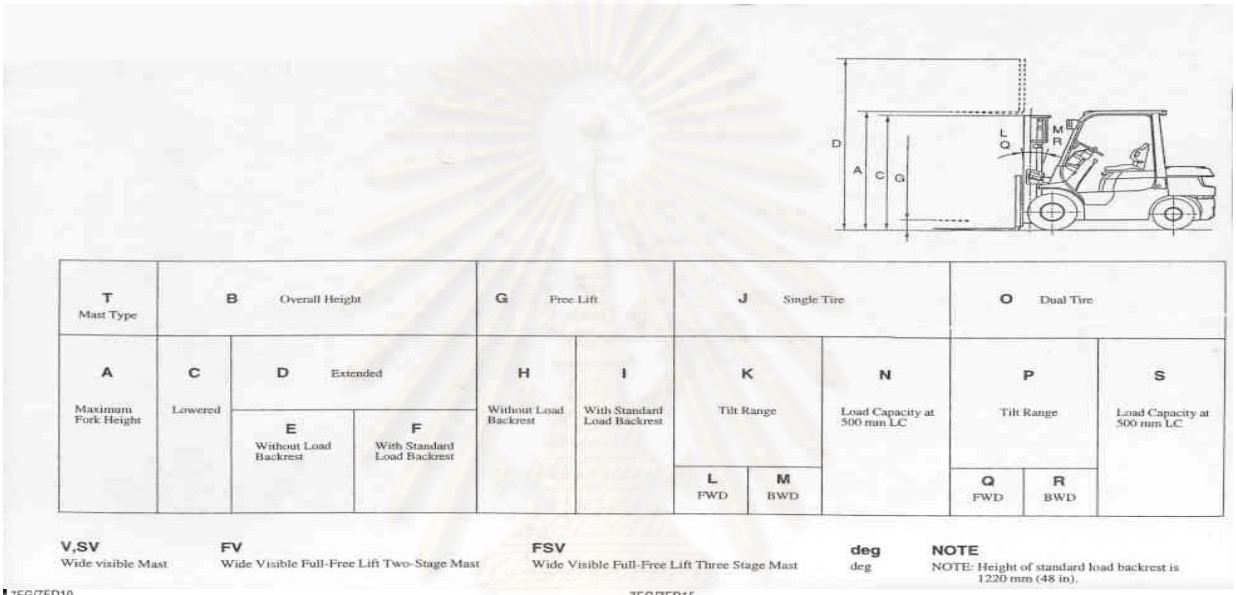
ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

รายละเอียดของรถ Fork Lift และตู้คอนเทนเนอร์

รายละเอียดของรถ Fork Lift



T Mast Type	B Overall Height		G Free Lift		J Single Tire		O Dual Tire	
A Maximum Fork Height	C Lowered	D Extended: E Without Load Backrest / F With Standard Load Backrest	H Without Load Backrest	I With Standard Load Backrest	K Tilt Range: L FWD / M BWD	N Load Capacity at 500 mm LC	P Tilt Range: Q FWD / R BWD	S Load Capacity at 500 mm LC

V,SV Wide visible Mast

FV Wide Visible Full-Free Lift Two-Stage Mast

FSV Wide Visible Full-Free Lift Three Stage Mast

deg deg

NOTE NOTE: Height of standard load backrest is 1220 mm (48 in).

7FG/7FD10

T	A	B C*	B D E	B D F	G H	G I	J K L deg	J K M deg	J N	O P Q deg	O P R deg	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1479 (57.9)	2610 (102.8)	3220 (126.8)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	9	1000 (2000)	7	9	1000 (2000)
	2500 (98.5)	1729 (67.7)	3110 (122.4)	3720 (154.3)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	2700 (106)	1829 (71.7)	3310 (130.3)	3920 (154)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3000 (118)	1979 (77.6)	3610 (142.1)	4220 (166.1)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3300 (130)	2120 (83.5)	3910 (153.9)	4520 (178)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3500 (138)	2220 (87.4)	4110 (161.8)	4720 (185.8)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3700 (145)	2380 (93.7)	4310 (169.7)	4920 (193.7)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	4000 (157.5)	2570 (101.2)	4610 (181.5)	5220 (205.5)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	4500 (177)	2820 (111)	5110 (201.2)	5720 (225.2)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	5	950 (2000)	7	5	950 (2000)
	5000 (197)	3070 (120.9)	5610 (220.9)	6220 (244.9)	140 (5.5)	140 (5.5)	7	5	950 (2000)	7	5	950 (2000)
	5500 (216.5)	3326 (130.7)	6110 (240.6)	6720 (264.5)	140 (5.5)	140 (5.5)	—	—	—	7	5	850 (1900)
	6000 (236)	3610 (142.1)	6610 (260.2)	7220 (284.3)	140 (5.5)	140 (5.5)	—	—	—	7	5	800 (1750)
SV	2000 (79)	1476 (57.9)	2648 (104.1)	3220 (126.8)	380 (15)	380 (15)	7	9	1000 (2000)	7	9	1000 (2000)
	2500 (98.5)	1726 (67.7)	3145 (123.8)	3720 (146.5)	380 (15)	380 (15)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	2700 (106)	1826 (71.7)	3345 (131.7)	3920 (154.3)	380 (15)	380 (15)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3000 (118)	1976 (77.6)	3645 (143.5)	4220 (166.1)	380 (15)	380 (15)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3300 (130)	2126 (83.5)	3945 (155.5)	4520 (178)	380 (15)	380 (15)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3500 (138)	2226 (87.4)	4145 (163.2)	4720 (185.8)	380 (15)	380 (15)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3700 (145)	2380 (93.7)	4345 (171.1)	4920 (193.7)	380 (15)	380 (15)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	4000 (157.5)	2570 (101.2)	4645 (182.9)	5220 (205.5)	380 (15)	380 (15)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	4500 (177)	2820 (111)	5145 (202.6)	5720 (225.2)	380 (15)	380 (15)	7	5	950 (2000)	7	5	950 (2000)
	5000 (197)	3070 (120.9)	5645 (222.2)	6220 (244.9)	380 (15)	380 (15)	7	5	950 (2000)	7	5	950 (2000)
FV	2000 (79)	1479 (57.9)	2650 (104.4)	3220 (126.8)	920 (36.2)	250 (9.8)	7	9	1000 (2000)	7	9	1000 (2000)
	2500 (98.5)	1729 (67.7)	3050 (120.1)	3720 (146.5)	1170 (46.1)	500 (19.7)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	2700 (106)	1829 (71.7)	3250 (128)	3920 (154.3)	1270 (50)	600 (23.6)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3000 (118)	1979 (77.6)	3550 (139.8)	4220 (166.1)	1420 (55.9)	750 (29.5)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3300 (130)	2129 (83.5)	3850 (151.6)	4520 (178)	1570 (61.8)	900 (35.4)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3500 (138)	2220 (87.4)	4050 (159.4)	4720 (185.8)	1670 (65.7)	1000 (39.4)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	3700 (145)	2380 (93.7)	4250 (167.3)	4920 (193.7)	1830 (72)	1160 (45.7)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
	4000 (157.5)	2570 (101.2)	4550 (179.1)	5220 (205.5)	2020 (79.5)	1350 (53.1)	7	11	1000 (2000)	7	11	1000 (2000)
FSV	3700 (145)	1770 (69.7)	4245 (167.1)	4920 (193.7)	1230 (48.4)	550 (21.7)	7	5	950 (1900)	7	5	950 (1900)
	4000 (157.5)	1870 (73.6)	4545 (178.9)	5220 (205.5)	1330 (52.4)	650 (25.6)	7	5	900 (1850)	7	5	900 (1850)
	4300 (169)	1970 (77.6)	4845 (190.7)	5520 (217.3)	1430 (56.3)	750 (29.5)	7	5	900 (1850)	7	5	900 (1850)
	4500 (177)	2040 (80.3)	5045 (198.6)	5720 (225.2)	1500 (59.1)	820 (32.3)	7	5	900 (1800)	7	5	900 (1850)
	4700 (185)	2120 (83.5)	5245 (206.5)	5920 (233.1)	1580 (62.2)	900 (35.4)	7	5	900 (1800)	7	5	900 (1850)
	5000 (197)	2220 (87.4)	5545 (218.3)	6220 (244.9)	1680 (66.1)	1000 (39.4)	7	5	850 (1750)	7	5	850 (1800)
	5500 (216.5)	2380 (93.7)	6045 (238)	6720 (264.6)	1840 (72.4)	1160 (45.7)	7	5	850 (1750)	7	5	850 (1750)
	6000 (236)	2570 (101.2)	6545 (257.7)	7220 (284.3)	2030 (79.9)	1350 (53.1)	7	5	700 (1600)	7	5	700 (1650)
	6500 (256)	2820 (111)	7045 (277.4)	7720 (303.9)	2280 (89.8)	1600 (63)	—	—	—	7	5	700 (1550)
	7000 (275.5)	3070 (120.9)	7545 (297)	8220 (323.6)	2530 (99.6)	1850 (72.8)	—	—	—	7	5	650 (1450)

7FG/7FD15

T	A	B C	B D E	B D F	G H	G I	J K L deg	J K M deg	J N	O P Q deg	O P R deg	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1495 (58.9)	2605 (102.6)	3220 (126.8)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	10	1500 (3000)	7	9	1500 (3000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3105 (122.2)	3720 (146.5)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3305 (130.1)	3920 (154.3)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3605 (141.9)	4220 (166.1)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3905 (153.7)	4520 (178)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4105 (161.6)	4720 (185.8)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4305 (169.5)	4920 (193.7)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4605 (181.3)	5220 (205.5)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	4500 (177)	2845 (112)	5105 (201)	5720 (225.2)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5605 (220.7)	6220 (244.9)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	6	1300 (2800)	7	5	1350 (3000)
	5500 (216.5)	3345 (131.7)	6105 (240.4)	6720 (264.6)	145 (5.7)	145 (5.7)	—	—	—	7	5	1300 (2650)
	6000 (236)	3635 (143.1)	6605 (260)	7220 (284.3)	145 (5.7)	145 (5.7)	—	—	—	7	5	1200 (2550)
SV	2000 (79)	1495 (58.9)	2640 (103.9)	3220 (126.8)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	10	1500 (3000)	7	9	1500 (3000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3140 (123.6)	3720 (146.5)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3340 (131.5)	3920 (154.3)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3640 (143.3)	4220 (166.1)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3940 (155.1)	4520 (178)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4140 (163)	4720 (185.8)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4340 (170.9)	4920 (193.7)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4640 (182.7)	5220 (205.5)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	4500 (177)	2845 (112)	5140 (202.4)	5729 (225.2)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1450 (3000)	7	11	1450 (3000)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5640 (222)	6220 (244.9)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	6	1350 (2800)	7	5	1350 (3000)
FV	2000 (79)	1495 (58.9)	3565 (101)	3220 (126.8)	930 (36.6)	275 (10.8)	6	10	1500 (3000)	7	9	1500 (3000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3065 (120.7)	3720 (146.5)	1180 (46.5)	525 (20.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3265 (128.5)	3920 (154.3)	1280 (50.4)	625 (24.6)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3565 (140.4)	4220 (166.1)	1430 (56.3)	775 (30.5)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3865 (152.2)	4520 (178)	1580 (62.2)	925 (36.4)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4065 (160)	4720 (185.8)	1680 (66.2)	1025 (40.4)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4265 (167.9)	4920 (193.7)	1840 (72.4)	1185 (46.7)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4565 (179.7)	5220 (205.5)	2030 (79.9)	1375 (54.1)	6	12	1500 (3000)	7	11	1500 (3000)
FSV	3700 (145)	1795 (70.7)	4240 (166.9)	4920 (193.7)	1260 (49.6)	575 (22.6)	6	6	1400 (2850)	7	5	1400 (2850)
	4000 (157.5)	1895 (74.6)	4540 (178.7)	5220 (205.5)	1360 (53.5)	675 (26.6)	6	6	1400 (2850)	7	5	1400 (2850)
	4300 (169)	1995 (78.5)	4840 (190.6)	5520 (217.3)	1460 (57.5)	775 (30.5)	6	6	1400 (2800)	7	5	1400 (2800)
	4500 (177)	2065 (81.3)	5040 (198.4)	5720 (225.2)	1530 (60.2)	845 (33.3)	6	6	1350 (2750)	7	5	1350 (2750)
	4700 (185)	2145 (84.4)	5240 (206.3)	5920 (233.1)	1610 (63.4)	925 (36.4)	6	6	1350 (2750)	7	5	1350 (2750)
	5000 (197)	2245 (88.4)	5540 (218.1)	6220 (244.9)	1710 (67.3)	1025 (40.4)	6	6	1250 (2650)	7	5	1300 (2700)
	5500 (216.5)	2405 (94.7)	6040 (237.8)	6720 (264.6)	1870 (73.6)	1185 (46.7)	6	6	950 (2050)	7	5	1250 (2600)
	6000 (236)	2595 (102.2)	6540 (257.5)	7220 (284.3)	2060 (81.1)	1375 (54.1)	6	6	700 (1600)	7	5	1100 (2400)
	6500 (256)	2845 (112)	7040 (277.2)	7720 (303.9)	2310 (90.9)	1625 (64)	—	—	—	7	5	900 (2050)
	7000 (275.5)	3095 (121.9)	7540 (296.9)	8220 (323.6)	2560 (100.8)	1875 (73.8)	—	—	—	7	5	650 (1600)

7FG/7FD18

T	A	B C	B D E	B D F	G H	G I	J K L deg	J K M deg	J N	O P Q deg	O P R deg	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1495 (58.9)	2605 (102.6)	3220 (126.8)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	10	1750 (3500)	7	9	1750 (3500)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3105 (122.2)	3720 (146.5)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3305 (130.1)	3920 (154.3)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3605 (141.9)	4220 (166.1)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3905 (153.7)	4520 (178)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4105 (161.6)	4720 (185.8)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4305 (169.5)	4920 (193.7)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4605 (181.3)	5220 (205.5)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	12	1650 (3400)	7	11	1650 (3400)
	4500 (177)	2845 (112)	5105 (201)	5720 (225.2)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	6	1600 (3250)	7	5	1600 (3250)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5605 (220.7)	6220 (244.9)	145 (5.7)	145 (5.7)	6	6	1550 (3150)	7	5	1550 (3150)
	5500 (216.5)	3345 (131.7)	6105 (240.4)	6720 (264.6)	145 (5.7)	145 (5.7)	—	—	—	7	5	1450 (3000)
	6000 (236)	3635 (143.1)	6605 (260)	7220 (284.3)	145 (5.7)	145 (5.7)	—	—	—	7	5	1200 (2750)
SV	2000 (79)	1495 (58.9)	2640 (103.9)	3220 (126.8)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	10	1750 (3500)	7	9	1750 (3500)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3140 (123.6)	3720 (146.5)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3340 (131.5)	3920 (154.3)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3640 (143.3)	4220 (166.1)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3940 (155.1)	4520 (178)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4140 (163)	4720 (185.8)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4340 (170.9)	4920 (193.7)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4640 (182.7)	5220 (205.5)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	12	1650 (3400)	7	11	1650 (3400)
	4500 (177)	2845 (112)	5140 (202.4)	5729 (225.2)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	6	1600 (3250)	7	11	1600 (3250)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5640 (222)	6220 (244.9)	385 (15.2)	385 (15.2)	6	6	1550 (3150)	7	5	1550 (3150)
FV	2000 (79)	1495 (58.9)	2565 (101)	3220 (126.8)	930 (36.6)	275 (10.8)	6	10	1750 (3500)	7	9	1750 (3500)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3065 (120.7)	3720 (146.5)	1180 (46.5)	525 (20.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3265 (128.5)	3920 (154.3)	1280 (50.4)	625 (24.6)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3565 (140.4)	4220 (166.1)	1430 (56.3)	775 (30.5)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3865 (152.2)	4520 (178)	1580 (62.2)	925 (36.4)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4065 (160)	4720 (185.8)	1680 (66.2)	1025 (40.4)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4265 (167.9)	4920 (193.7)	1840 (72.4)	1185 (46.7)	6	12	1750 (3500)	7	11	1750 (3500)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4565 (179.7)	5229 (205.5)	2030 (79.9)	1375 (54.1)	6	12	1650 (3400)	7	11	1650 (3400)
FSV	3700 (145)	1795 (70.7)	4240 (166.9)	4920 (193.7)	1260 (49.6)	575 (22.6)	6	6	1600 (3250)	7	5	1600 (3250)
	4000 (157.5)	1895 (74.6)	4540 (178.7)	5220 (205.5)	1360 (53.5)	675 (26.6)	6	6	1600 (3200)	7	5	1600 (3200)
	4300 (169)	1995 (78.5)	4840 (190.6)	5520 (217.3)	1460 (57.5)	775 (30.5)	6	6	1550 (3150)	7	5	1550 (3150)
	4500 (177)	2065 (81.3)	5040 (198.4)	5720 (225.2)	1530 (60.2)	845 (33.3)	6	6	1500 (3050)	7	5	1500 (3050)
	4700 (185)	2145 (84.4)	5240 (206.3)	5920 (233.1)	1610 (63.4)	925 (36.4)	6	6	1500 (3050)	7	5	1500 (3050)
	5000 (197)	2245 (88.4)	5540 (218.1)	6220 (244.9)	1710 (67.3)	1025 (40.4)	6	6	1450 (3000)	7	5	1450 (3000)
	5500 (216.5)	2405 (94.7)	6040 (237.8)	6720 (264.6)	1870 (73.6)	1185 (46.7)	6	6	1400 (2900)	7	5	1400 (2900)
	6000 (236)	2595 (102.2)	6540 (257.5)	7220 (284.3)	2060 (81.1)	1375 (54.1)	6	6	1200 (2400)	7	5	1200 (2400)
	6500 (256)	2845 (112)	7040 (277.2)	7720 (303.9)	2310 (90.9)	1625 (64)	—	—	—	7	5	850 (2050)
	7000 (275.5)	3095 (121.9)	7540 (296.9)	8220 (323.6)	2560 (100.8)	1875 (73.8)	—	—	—	7	5	650 (1500)

7FG/7FD20

T	A	B C	B D E	B D F	G H	G I	J K L deg	J K M deg	J N	O P Q deg	O P R deg	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1495 (58.9)	2660 (104.7)	3220 (126.8)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	10	2000 (4000)	6	10	2000 (4000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3160 (124.4)	3720 (146.5)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3360 (132.3)	3920 (154.3)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3660 (144.1)	4220 (166.1)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3960 (156.9)	4520 (178)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4160 (163.8)	4720 (185.8)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4360 (171.7)	4920 (193.7)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4660 (183.5)	5220 (205.5)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	4500 (177)	2845 (112)	5160 (203.1)	5720 (225.2)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	6	1950 (4000)	6	12	1950 (4000)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5660 (222.8)	6220 (244.9)	150 (5.9)	150 (5.9)	6	6	1850 (3900)	6	6	1900 (3900)
	5500 (216.5)	3345 (131.7)	6160 (242.5)	6720 (264.6)	150 (5.9)	150 (5.9)	—	—	—	6	6	1800 (3700)
	6000 (236)	3635 (143.1)	6660 (262.2)	7220 (284.3)	150 (5.9)	150 (5.9)	—	—	—	6	6	1750 (3600)
SV	2000 (79)	1495 (58.9)	2675 (105.3)	3220 (126.8)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	10	2000 (4000)	6	10	2000 (4000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3175 (125)	3720 (146.5)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3375 (132.9)	3920 (154.3)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3675 (144.7)	4220 (166.1)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3975 (156.5)	4520 (178)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4175 (164.5)	4726 (185.8)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4375 (172.2)	4920 (193.7)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4675 (184.1)	5220 (205.5)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	4500 (177)	2845 (112)	5175 (203.7)	5720 (225.2)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	6	1950 (4000)	6	12	1950 (4000)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5675 (223.4)	6220 (244.9)	375 (14.8)	375 (14.8)	6	6	1850 (3900)	6	6	1900 (3900)
FV	2000 (79)	1495 (58.9)	2680 (102.4)	3220 (126.8)	895 (35.2)	278 (10.8)	6	10	2000 (4000)	6	10	2000 (4000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3100 (122)	3726 (146.5)	1145 (45.1)	525 (20.7)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3300 (129.9)	3920 (154.3)	1245 (49)	625 (24.6)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3600 (141.7)	4220 (166.1)	1395 (54.9)	775 (30.5)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3900 (153.5)	4520 (178)	1545 (60.8)	925 (36.4)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4100 (161.4)	4720 (185.8)	1645 (64.8)	1025 (40.4)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4300 (169.3)	4920 (193.7)	1805 (71.7)	1185 (46.7)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4600 (181.1)	5220 (205.5)	1995 (78.5)	1375 (54.1)	6	12	2000 (4000)	6	12	2000 (4000)
FSV	3700 (145)	1795 (70.7)	4270 (168.1)	4920 (193.7)	1225 (48.2)	575 (22.6)	6	6	2000 (4000)	6	6	2000 (4000)
	4000 (157.5)	1895 (74.6)	4570 (179.9)	5220 (205.5)	1325 (52.2)	675 (26.6)	6	6	1950 (4000)	6	6	1950 (4000)
	4300 (169)	1995 (78.5)	4870 (191.7)	5520 (217.3)	1425 (56.1)	775 (30.5)	6	6	1900 (3900)	6	6	1950 (3950)
	4500 (177)	2065 (81.3)	5070 (199.6)	5720 (225.2)	1495 (58.9)	845 (33.3)	6	6	1850 (3800)	6	6	1900 (3900)
	4700 (185)	2145 (84.4)	5270 (207.5)	5920 (233.1)	1575 (62)	925 (36.4)	6	6	1850 (3800)	6	6	1900 (3900)
	5000 (197)	2245 (88.4)	5570 (219.3)	6220 (244.9)	1675 (65.9)	1025 (40.4)	6	6	1450 (3200)	6	6	1850 (3850)
	5500 (216.5)	2405 (94.7)	6070 (239)	6720 (264.6)	1835 (72.2)	1185 (46.7)	6	6	1200 (2650)	6	6	1800 (3750)
	6000 (236)	2595 (102.2)	6570 (258.7)	7220 (284.3)	2025 (79.7)	1375 (54.1)	6	6	850 (1950)	6	6	1600 (3300)
	6500 (256)	2845 (112)	7070 (278.3)	7720 (303.9)	2275 (89.6)	1625 (64)	—	—	—	6	6	1550 (3200)
	7000 (275.5)	3095 (121.9)	7570 (298)	8220 (323.6)	2525 (99.4)	1875 (73.8)	—	—	—	6	6	1200 (2650)

7FGK/7FDK20

T	A	B C	B D E	B D F	G H	G I	J K L	J K M	J N	O P Q	O P R	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1475 (58)	2670 (105)	3220 (127)	125 (5)	125 (5)	7	9	2000 (4000)			
	2500 (98.5)	1725 (68)	3170 (125)	3720 (146.5)	125 (5)	125 (5)	7	11	2000 (4000)			
	2700 (106)	1825 (72)	3370 (132.5)	3920 (154)	125 (5)	125 (5)	7	11	2000 (4000)			
	3000 (118)	1975 (78)	3670 (144.5)	4220 (166)	125 (5)	125 (5)	7	11	2000 (4000)			
	3300 (130)	2125 (83.5)	3970 (156.5)	4520 (178)	125 (5)	125 (5)	7	11	2000 (4000)			
	3500 (138)	2225 (87.5)	4170 (164)	4720 (186)	125 (5)	125 (5)	7	11	2000 (4000)			
	3700 (145)	2385 (94)	4370 (172)	4920 (193.5)	125 (5)	125 (5)	7	11	2000 (4000)			
	4000 (157.5)	2575 (101.5)	4670 (184)	5220 (205.5)	125 (5)	125 (5)	7	11	2000 (4000)			
	4500 (177)	2825 (111)	5170 (203.5)	5720 (225)	125 (5)	125 (5)	7	5	1950 (4300)			
	5000 (197)	3075 (121)	5670 (223)	6220 (245)	125 (5)	125 (5)	7	5	1850 (3900)			
							—	—	—			
							—	—	—			
SV	2000 (79)	1475 (58)	2695 (106)	3220 (127)	375 (15)	375 (15)	7	9	2000 (4000)			
	2500 (98.5)	1725 (68)	3195 (126)	3720 (146.5)	375 (15)	375 (15)	7	11	2000 (4000)			
	2700 (106)	1825 (72)	3395 (133.5)	3920 (154)	375 (15)	375 (15)	7	11	2000 (4000)			
	3000 (118)	1975 (78)	3695 (145.5)	4220 (166)	375 (15)	375 (15)	7	11	2000 (4000)			
	3300 (130)	2125 (83.5)	3995 (157.5)	4520 (178)	375 (15)	375 (15)	7	11	2000 (4000)			
	3500 (138)	2225 (87.5)	4195 (165)	4720 (186)	375 (15)	375 (15)	7	11	2000 (4000)			
	3700 (145)	2385 (94)	4395 (173)	4920 (193.5)	375 (15)	375 (15)	7	11	2000 (4000)			
	4000 (157.5)	2575 (101.5)	4695 (185)	5220 (205.5)	375 (15)	375 (15)	7	11	2000 (4000)			
	4500 (177)	2825 (111)	5195 (204.5)	5720 (225)	375 (15)	375 (15)	7	5	1950 (4300)			
	5000 (197)	3075 (121)	5695 (224)	6220 (245)	375 (15)	375 (15)	7	5	1850 (3900)			
FV	2000 (79)	1475 (58)	2605 (102.5)	3220 (127)	870 (34.5)	255 (10)	7	9	2000 (4000)			
	2500 (98.5)	1725 (68)	3105 (122)	3720 (146.5)	1120 (44)	505 (20)	7	11	2000 (4000)			
	2700 (106)	1825 (72)	3305 (130)	3920 (154)	1220 (48)	605 (24)	7	11	2000 (4000)			
	3000 (118)	1975 (78)	3605 (142)	4220 (166)	1370 (54)	755 (29.5)	7	11	2000 (4000)			
	3300 (130)	2125 (83.5)	3905 (153.5)	4520 (178)	1520 (60)	905 (35.5)	7	11	2000 (4000)			
	3500 (138)	2225 (87.5)	4105 (161.5)	4720 (186)	1620 (64)	1005 (39.5)	7	11	2000 (4000)			
	3700 (145)	2385 (94)	4305 (169.5)	4920 (193.5)	1780 (70)	1165 (46)	7	11	2000 (4000)			
	4000 (157.5)	2575 (101.5)	4605 (181.5)	5220 (205.5)	1970 (77.5)	1355 (53.5)	7	11	2000 (4000)			
FSV	3700 (145)	1775 (70)	4345 (171)	4920 (193.5)	1130 (44.5)	555 (22)	7	5	2000 (4000)			
	4000 (157.5)	1875 (74)	4645 (183)	5220 (205.5)	1230 (48.5)	655 (26)	7	5	1950 (4000)			
	4300 (169)	1975 (78)	4945 (194.5)	5520 (217.5)	1330 (52.5)	755 (29.5)	7	5	1900 (3900)			
	4500 (177)	2045 (80.5)	5145 (202.5)	5720 (225)	1400 (55)	825 (32.5)	7	5	1850 (3800)			
	4700 (185)	2125 (83.5)	5345 (210.5)	5920 (233)	1480 (58.5)	905 (35.5)	7	5	1850 (3800)			
	5000 (197)	2225 (87.5)	5645 (222)	6220 (245)	1580 (62)	1005 (39.5)	7	5	1450 (3200)			
	5500 (216.5)	2385 (94)	6145 (242)	6720 (264.5)	1740 (68.5)	1165 (46)	7	5	1200 (2650)			
	6000 (236)	2575 (101.5)	6645 (261.5)	7220 (284.5)	1930 (76)	1355 (53.5)	7	5	850 (1950)			
							—	—	—			
							—	—	—			

7FGK/7FDK25

T	A	B C	B D E	B D F	G H	G I	J K L	J K M	J N	O P Q	O P R	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1475 (58)	2665 (105)	3220 (127)	130 (5)	130 (5)	7	9	2500 (5000)			
	2500 (98.5)	1725 (68)	3165 (124.5)	3720 (146.5)	130 (5)	130 (5)	7	11	2500 (5000)			
	2700 (106)	1825 (72)	3365 (132.5)	3920 (154)	130 (5)	130 (5)	7	11	2500 (5000)			
	3000 (118)	1975 (78)	3665 (144.5)	4220 (166)	130 (5)	130 (5)	7	11	2500 (5000)			
	3300 (130)	2125 (83.5)	3965 (156)	4520 (178)	130 (5)	130 (5)	7	11	2500 (5000)			
	3500 (138)	2225 (87.5)	4165 (164)	4720 (186)	130 (5)	130 (5)	7	11	2500 (5000)			
	3700 (145)	2385 (94)	4365 (172)	4920 (193.5)	130 (5)	130 (5)	7	11	2500 (5000)			
	4000 (157.5)	2575 (101.5)	4665 (183.5)	5220 (205.5)	130 (5)	130 (5)	7	5	2500 (5000)			
	4500 (177)	2895 (111)	5165 (203.5)	5720 (225)	130 (5)	130 (5)	7	5	2150 (4700)			
	5000 (197)	3075 (121)	5665 (223)	6220 (245)	130 (5)	130 (5)	7	5	1700 (3600)			
							—	—	—			
SV	2000 (79)	1475 (58)	2690 (106)	3220 (127)	380 (15)	380 (15)	7	9	2500 (5000)			
	2500 (98.5)	1725 (68)	3190 (125.5)	3720 (146.5)	380 (15)	380 (15)	7	11	2500 (5000)			
	2700 (106)	1825 (72)	3390 (133.5)	3920 (154)	380 (15)	380 (15)	7	11	2500 (5000)			
	3000 (118)	1975 (78)	3690 (145.5)	4220 (166)	380 (15)	380 (15)	7	11	2500 (5000)			
	3300 (130)	2125 (83.5)	3990 (157)	4520 (178)	380 (15)	380 (15)	7	11	2500 (5000)			
	3500 (138)	2225 (87.5)	4190 (165)	4720 (186)	380 (15)	380 (15)	7	11	2500 (5000)			
	3700 (145)	2385 (94)	4390 (173)	4920 (193.5)	380 (15)	380 (15)	7	11	2500 (5000)			
	4000 (157.5)	2575 (101.5)	4690 (184.5)	5220 (205.5)	380 (15)	380 (15)	7	5	2500 (5000)			
	4500 (177)	2825 (111)	5190 (204.5)	5720 (225)	380 (15)	380 (15)	7	5	2150 (4700)			
	5000 (197)	3075 (121)	5690 (224)	6220 (245)	380 (15)	380 (15)	7	5	1700 (3600)			
FV	2000 (79)	1475 (58)	2600 (102.5)	3220 (127)	875 (34.5)	255 (10)	7	9	2500 (5000)			
	2500 (98.5)	1725 (68)	3100 (122)	3720 (146.5)	1125 (44.5)	505 (20)	7	11	2500 (5000)			
	2700 (106)	1825 (72)	3300 (130)	3920 (154)	1225 (48)	605 (24)	7	11	2500 (5000)			
	3000 (118)	1975 (78)	3600 (141.5)	4220 (166)	1375 (54)	755 (29.5)	7	11	2500 (5000)			
	3300 (130)	2125 (83.5)	3900 (153.5)	4520 (178)	1525 (60)	905 (35.5)	7	11	2500 (5000)			
	3500 (138)	2225 (87.5)	4100 (161.5)	4720 (186)	1625 (64)	1005 (39.5)	7	11	2500 (5000)			
	3700 (145)	2385 (94)	4300 (169.5)	4920 (193.5)	1785 (70.5)	1165 (46)	7	11	2500 (5000)			
	4000 (157.5)	2575 (101.5)	4600 (181)	5220 (205.5)	1975 (78)	1355 (53.5)	7	5	2500 (5000)			
FSV	3700 (145)	1775 (70)	4340 (171)	4920 (193.5)	1135 (44.5)	555 (22)	7	5	2500 (5000)			
	4000 (157.5)	1875 (74)	4640 (182.5)	5220 (205.5)	1235 (48.5)	655 (26.5)	7	5	2500 (5000)			
	4300 (169)	1975 (78)	4940 (194.5)	5520 (217.5)	1665 (65.5)	755 (29.5)	7	5	2300 (4800)			
	4500 (177)	2045 (80.5)	5140 (202.5)	5720 (225)	1405 (55.5)	825 (32.5)	7	5	2000 (4300)			
	4700 (185)	2125 (83.5)	5340 (210)	5920 (233)	1485 (58.5)	905 (35.5)	7	5	2000 (4300)			
	5000 (197)	2225 (87.5)	5640 (222)	6220 (245)	1585 (62.5)	1005 (39.5)	7	5	1500 (3300)			
	5500 (216.5)	2385 (94)	6140 (241.5)	6720 (264.5)	1745 (68.5)	1165 (46)	7	5	1250 (2850)			
	6000 (236)	2575 (101.5)	6640 (261.5)	7220 (284.5)	1935 (76)	1355 (53.5)	7	5	850 (1850)			
							—	—	—			
							—	—	—			

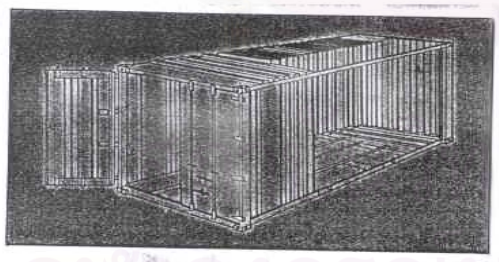
7FG/7FD25

T	A	B C	B D E	B D F	G H	G I	J K L	J K M	J N	O P Q	O P R	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1495 (58.9)	2660 (104.7)	3220 (126.8)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	10	2500 (5000)	6	10	2500 (5000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3160 (124.4)	3720 (146.5)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3360 (132.3)	3920 (154.3)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3660 (144.1)	4220 (166.1)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3960 (155.9)	4520 (178)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4160 (163.8)	4720 (185.8)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4360 (171.7)	4920 (193.7)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4660 (183.5)	5220 (205.5)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	10	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	4500 (177)	2845 (112)	5160 (203.1)	5720 (225.2)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	6	2150 (4700)	6	12	2450 (5000)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5660 (222.8)	6220 (244.9)	155 (6.1)	155 (6.1)	6	6	1700 (3600)	6	6	2400 (4850)
	5500 (216.5)	3345 (131.7)	6160 (242.5)	6720 (264.6)	155 (6.1)	155 (6.1)	—	—	—	6	6	2300 (4700)
	6000 (236)	3635 (143.1)	6660 (262.2)	7220 (284.3)	155 (6.1)	155 (6.1)	—	—	—	6	6	2000 (4150)
SV	2000 (79)	1495 (58.9)	2675 (105.3)	3220 (126.8)	380 (15)	380 (15)	6	10	2500 (5000)	6	10	2500 (5000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3175 (125)	3720 (146.5)	380 (15)	380 (15)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3375 (132.9)	3920 (154.3)	380 (15)	380 (15)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3675 (144.7)	4220 (166.1)	380 (15)	380 (15)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3975 (156.5)	4520 (178)	380 (15)	380 (15)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4175 (164.4)	4720 (185.8)	380 (15)	380 (15)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4375 (172.2)	4920 (193.7)	380 (15)	380 (15)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4675 (184.1)	5220 (205.5)	380 (15)	380 (15)	6	10	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	4500 (177)	2845 (112)	5175 (203.7)	5720 (225.2)	380 (15)	380 (15)	6	6	2150 (4700)	6	12	2450 (5000)
	5000 (197)	3095 (121.9)	5675 (223.4)	6220 (244.9)	380 (15)	380 (15)	6	6	1750 (3600)	6	6	2400 (4850)
FV	2000 (79)	1495 (58.9)	2595 (102.2)	3220 (126.8)	900 (35.4)	275 (10.8)	6	10	2500 (5000)	6	10	2500 (5000)
	2500 (98.5)	1745 (68.7)	3095 (121.9)	3720 (146.5)	1150 (45.3)	525 (20.7)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	2700 (106)	1845 (72.6)	3295 (129.7)	3920 (154.3)	1250 (49.2)	625 (24.6)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3000 (118)	1995 (78.5)	3595 (141.5)	4220 (166.1)	1400 (55.1)	775 (30.5)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3300 (130)	2145 (84.4)	3895 (153.3)	4520 (178)	1550 (61)	925 (36.4)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3500 (138)	2245 (88.4)	4095 (161.2)	4720 (185.8)	1650 (65)	1025 (40.4)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	3700 (145)	2405 (94.7)	4295 (169.1)	4920 (193.7)	1810 (71.3)	1185 (46.7)	6	12	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
	4000 (157.5)	2595 (102.2)	4595 (180.9)	5220 (205.5)	2000 (78.7)	1375 (54.1)	6	10	2500 (5000)	6	12	2500 (5000)
FSV	3700 (145)	1795 (70.7)	4265 (167.9)	4920 (193.7)	1230 (48.4)	575 (22.6)	6	6	2500 (5000)	6	6	2500 (5000)
	4000 (157.5)	1895 (74.6)	4565 (179.7)	5220 (205.5)	1330 (52.4)	675 (26.6)	6	6	2500 (5000)	6	6	2500 (5000)
	4300 (169)	1995 (78.5)	4865 (191.5)	5520 (217.3)	1430 (56.3)	775 (30.5)	6	6	2300 (4800)	6	6	2500 (5000)
	4500 (177)	2065 (81.3)	5065 (199.4)	5720 (225.2)	1500 (59.1)	845 (33.3)	6	6	2000 (4300)	6	6	2450 (4950)
	4700 (185)	2145 (84.4)	5265 (207.3)	5920 (233.1)	1580 (62.2)	925 (36.4)	6	6	2000 (4300)	6	6	2450 (4950)
	5000 (197)	2245 (88.4)	5565 (219.1)	6220 (244.9)	1680 (66.1)	1025 (40.4)	6	6	1500 (3300)	6	6	2400 (4850)
	5500 (216.5)	2405 (94.7)	6065 (238.8)	6720 (264.4)	1840 (72.4)	1185 (46.7)	6	6	1250 (2850)	6	6	2050 (4500)
	6000 (236)	2595 (102.2)	6565 (258.5)	7220 (284.3)	2030 (79.9)	1375 (54.1)	6	6	900 (2000)	6	6	1700 (3500)
	6500 (256)	2845 (112)	7065 (278.1)	7720 (303.9)	2280 (89.8)	1625 (64)	—	—	—	6	6	1550 (3200)
	7000 (275.5)	3095 (121.9)	7565 (297.8)	8220 (323.6)	2530 (99.4)	1875 (73.8)	—	—	—	6	6	1200 (2500)

7FG/7FD30

T	A	B C	B D E	B D F	G H	G I	J K L	J K M	J N	O P Q	O P R	O S
	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	mm (in)	deg	deg	kg (lb)	deg	deg	kg (lb)
V	2000 (79)	1520 (59.8)	2720 (107.1)	3220 (126.8)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	10	3000 (6000)	6	10	3000 (6000)
	2500 (98.5)	1770 (69.7)	3220 (126.8)	3720 (146.5)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	2700 (106)	1870 (73.6)	3420 (134.6)	3920 (154.3)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3000 (118)	2020 (79.5)	3720 (146.5)	4220 (166.1)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3300 (130)	2170 (85.4)	4020 (158.3)	4520 (178)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3500 (138)	2270 (89.4)	4220 (166.1)	4720 (185.8)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3700 (145)	2430 (95.7)	4420 (174)	4920 (193.7)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	4000 (157.5)	2620 (103.1)	4720 (185.8)	5220 (205.5)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	4500 (177)	2870 (113)	5220 (205.5)	5720 (225.2)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	6	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	5000 (197)	3120 (122.8)	5720 (225.2)	6220 (244.9)	135 (5.3)	135 (5.3)	6	6	2600 (5600)	6	6	3000 (6000)
	5500 (216.5)	3370 (132.7)	6220 (244.9)	6720 (264.6)	135 (5.3)	135 (5.3)	—	—	—	6	6	2550 (5650)
	6000 (236)	3660 (144.1)	6720 (264.6)	7220 (284.3)	135 (5.3)	135 (5.3)	—	—	—	6	6	2050 (4550)
SV	2000 (79)	1520 (59.8)	2750 (108.3)	3220 (126.8)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	10	3000 (6000)	6	10	3000 (6000)
	2500 (98.5)	1770 (69.7)	3250 (128)	3720 (146.5)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	2700 (106)	1870 (73.6)	3450 (135.8)	3920 (154.3)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3000 (118)	2020 (79.5)	3750 (147.6)	4220 (166.1)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3300 (130)	2170 (85.4)	4050 (159.4)	4520 (178)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3500 (138)	2270 (89.4)	4250 (167.3)	4720 (185.8)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3700 (145)	2430 (95.7)	4450 (175.2)	4920 (193.7)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	4000 (157.5)	2620 (103.1)	4750 (187)	5220 (205.5)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	4500 (177)	2870 (113)	5250 (206.7)	5720 (225.2)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	6	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	5000 (197)	3120 (122.8)	5750 (226.4)	6220 (244.9)	365 (14.5)	365 (14.5)	6	6	2600 (5600)	6	6	3000 (6000)
FV	2000 (79)	1520 (59.8)	2615 (103)	3220 (126.8)	1035 (35.6)	300 (11.8)	6	10	3000 (6000)	6	10	3000 (6000)
	2500 (98.5)	1770 (69.7)	3115 (122.6)	3720 (146.5)	1155 (45.5)	550 (21.7)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	2700 (106)	1870 (73.6)	3315 (130.5)	3920 (154.3)	1255 (49.4)	650 (25.6)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3000 (118)	2020 (79.5)	3615 (142.3)	4220 (166.1)	1405 (55.3)	800 (31.5)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3300 (130)	2170 (85.4)	3915 (154.1)	4520 (178)	1555 (61.2)	950 (37.4)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3500 (138)	2270 (89.4)	4115 (162)	4720 (185.8)	1655 (65.2)	1050 (41.3)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	3700 (145)	2430 (95.7)	4315 (169.9)	4920 (193.7)	1815 (71.5)	1210 (47.6)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
	4000 (157.5)	2620 (103.1)	4615 (181.7)	5220 (205.5)	2005 (78.9)	1400 (55.1)	6	12	3000 (6000)	6	12	3000 (6000)
FSV	3700 (145)	1920 (75.6)	4315 (169.9)	4920 (193.7)	1305 (51.4)	700 (27.6)	6	6	3000 (6000)	6	6	3000 (6000)
	4000 (157.5)	2020 (79.5)	4615 (181.7)	5220 (205.5)	1405 (55.3)	800 (31.5)	6	6	3000 (6000)	6	6	3000 (6000)
	4300 (169)	2170 (85.4)	4915 (193.5)	5520 (217.3)	1555 (61.2)	950 (37.4)	6	6	3000 (6000)	6	6	3000 (6000)
	4500 (177)	2220 (87.4)	5115 (201.4)	5720 (225.2)	1605 (63.2)	1000 (39.4)	6	6	3000 (6000)	6	6	3000 (6000)
	4700 (185)	2270 (89.4)	5315 (209.3)	5920 (233.1)	1655 (65.2)	1050 (41.3)	6	6	3000 (6000)	6	6	3000 (6000)
	5000 (197)	2430 (95.7)	5615 (221.1)	6220 (244.9)	1815 (71.5)	1210 (47.6)	6	6	2600 (5400)	6	6	2950(6000)
	5500 (216.5)	2620 (103.1)	6115 (240.7)	6720 (264.6)	2005 (78.9)	1400 (55.1)	6	6	1900 (4100)	6	6	2650 (5600)
	6000 (236)	2870 (113)	6615 (260.4)	7220 (284.3)	2255 (88.8)	1650 (65)	6	6	1500 (3050)	6	6	2050 (4300)
	6500 (256)	3120 (122.8)	7115 (280.1)	7720 (303.9)	2505 (98.6)	1900 (74.8)	—	—	—	6	6	1600 (3500)
	7000 (275.5)	3370 (132.7)	7615 (299.8)	8220 (323.6)	2755 (108.5)	2150 (84.6)	—	—	—	6	6	1200 (2600)

รายละเอียดของตู้คอนเทนเนอร์



Dimensions

Height	Material	Tare Weight (kg/lbs)	Max* Cargo Cap. (kg/lbs)	Door Opening Width (mm/ft)	Door Opening Height (mm/ft)	Interior Dimensions Length (mm/ft)	Interior Dimensions Width (mm/ft)	Interior Dimensions Height (mm/ft)	Interior Cube (m³/cft)
8'- 6"	Aluminium	1,630 3,594	18,690 41,204	2,343 7'8"	2,303 7'7"	5,933 19'6"	2,336 7'8"	2,399 7'10"	33.2 1,172
8'- 6"	Steel	2,300 5,071	21,700 47,840	2,340 7'8"	2,280 7'6"	5,905 19'4"	2,350 7'9"	2,392 7'10"	33.2 1,172

Remarks * : Subject to road and rail weight limitations.
: Above are typical figures for this type of containers.

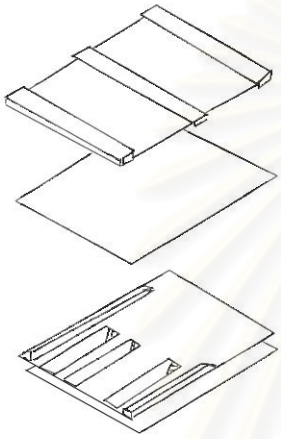
ภาคผนวก ก.
ต้นทุนและรูปแบบการบรรจุของโมเดลที่ทำการศึกษา

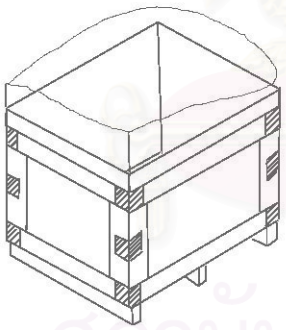
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

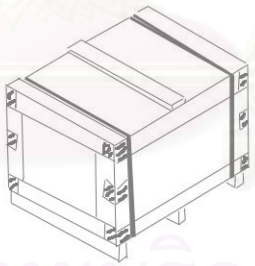
CUSTOMER: ACME

MODEL: NS00002

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	9	85.05
TZT0024ZZ	0.85	70	59.5
TZT0027ZZ	2.22	21	46.62
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
Total			698.65







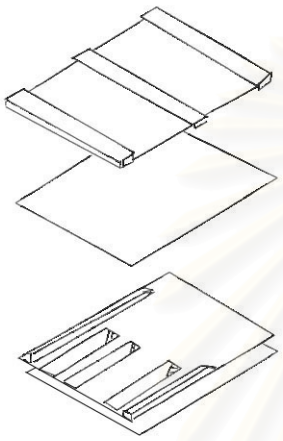
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

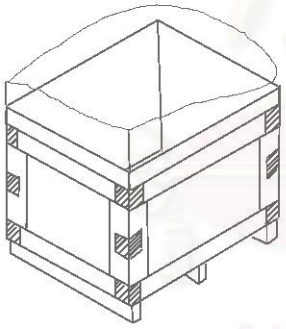
รูปที่ ก.-1 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

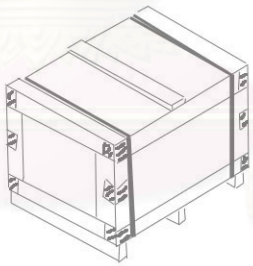
ของโมเดล NS00002

CUSTOMET: ACME
MODEL: NS97005X

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	8	75.6
TZT0024ZZ	0.85	70	59.5
TZT0027ZZ	2.22	21	46.62
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
Total			689.2







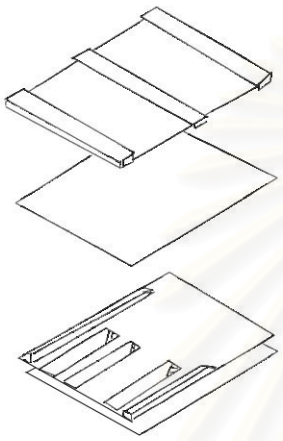
รูปที่ ก.-2 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

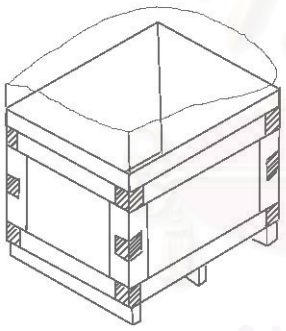
ของโมเดล NS97005X

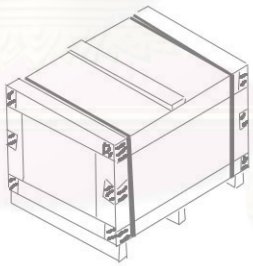
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: ACME
MODEL: NS98003X

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	12	113.4
TZT0024ZZ	0.85	60	51
TZT0027ZZ	2.22	18	39.96
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
Total			711.84







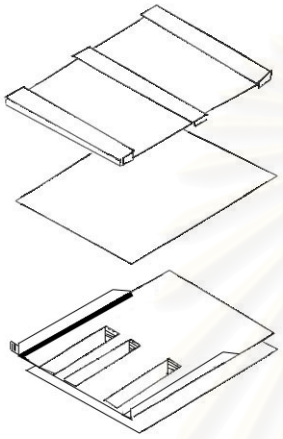
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

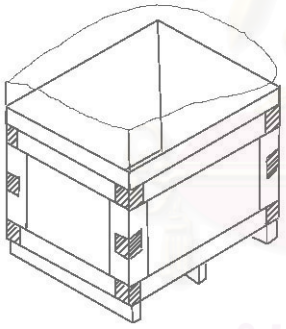
รูปที่ ก.-3 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

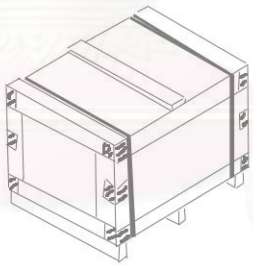
ของโมเดล NS98003X

CUSTOMER: ACME
MODEL: NS99001

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	12	113.4
TZT0025ZZ	1.58	35	55.3
TZT0026ZZ	2.06	14	28.84
TZT0027ZZ	2.22	7	15.54
TZZF022TT	9.5	14	133
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
Total			853.56





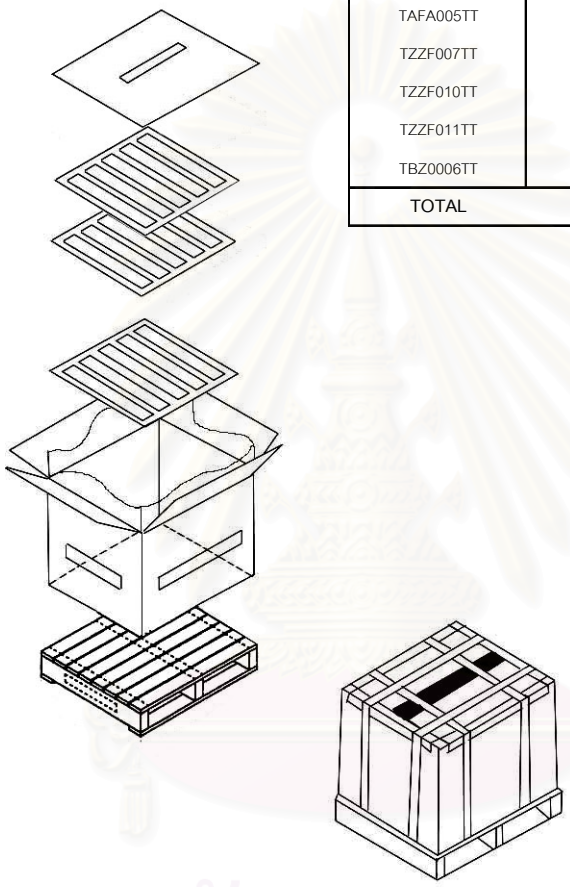


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-4 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล NS99001

CUSTOMER: DAIKIN
MODEL: 3EB5074-1

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA005TT	58.32	1	58.32
TZZF007TT	22.86	8	182.88
TZZF010TT	11.7	8	93.6
TZZF011TT	7.89	1	7.89
TBZ0006TT	17	1	17
TOTAL			581.29



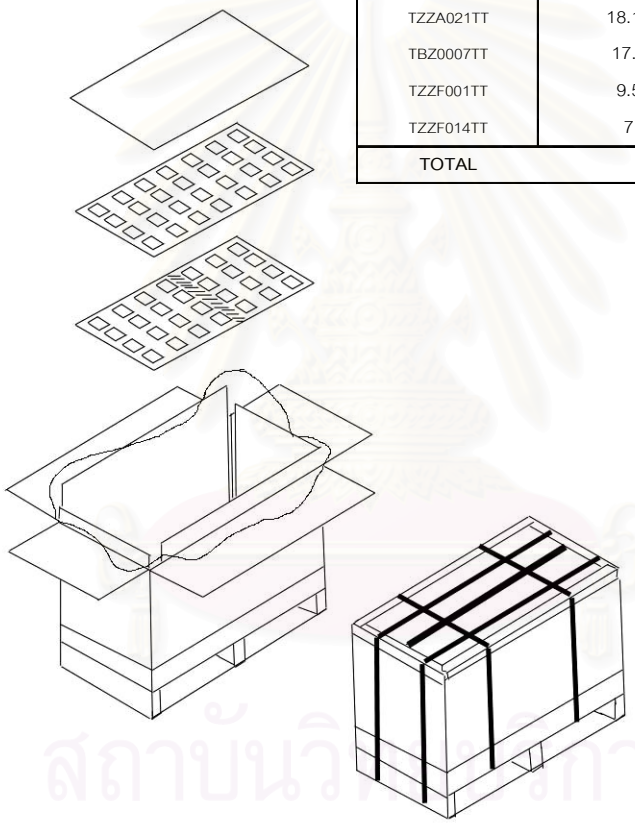
รูปที่ ก.-5 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล 3EB5074-1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: HITACHI
MODEL: NH104883-01

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAAA006TT	40.96	1	40.96
TAAA008TT	104.72	1	104.72
TATP011TT	185	1	185
TZT0041ZZ	13.77	2	27.54
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TAT0043ZZ	6.21	2	12.42
TZZA014TT	51.62	7	361.34
TZZA021TT	18.11	7	126.77
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TZZF001TT	9.5	2	19
TZZF014TT	7	2	14
TOTAL			922.99



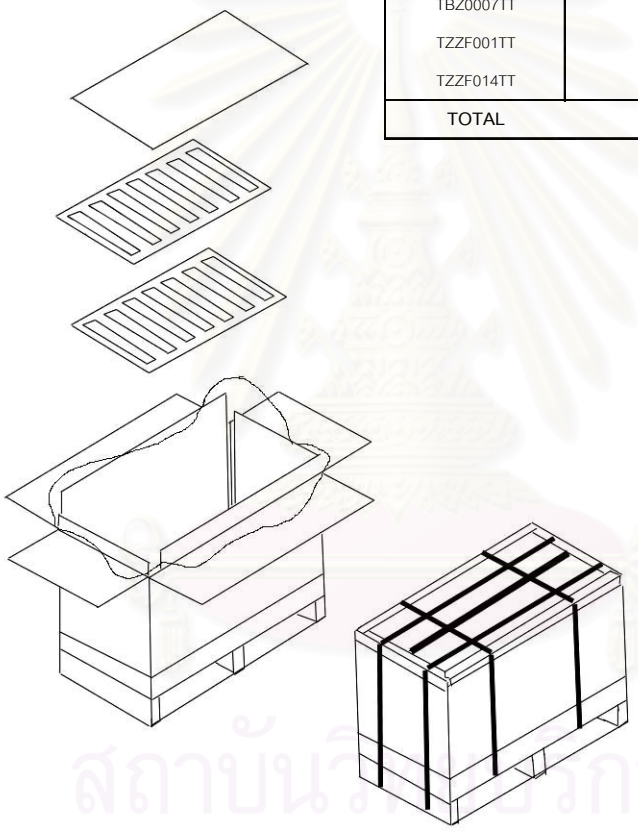
รูปที่ ก.-6 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล NH104883-01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: HITACHI
MODEL: NH105134-01

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAAA006TT	40.96	1	40.96
TAAA009TT	90.55	1	90.55
TATP011TT	185	1	185
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TZZA036TT	35.73	6	214.38
TZZA037TT	18.11	6	108.66
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TZZF001TT	9.5	2	19
TZZF014TT	7	2	14
TOTAL			703.79



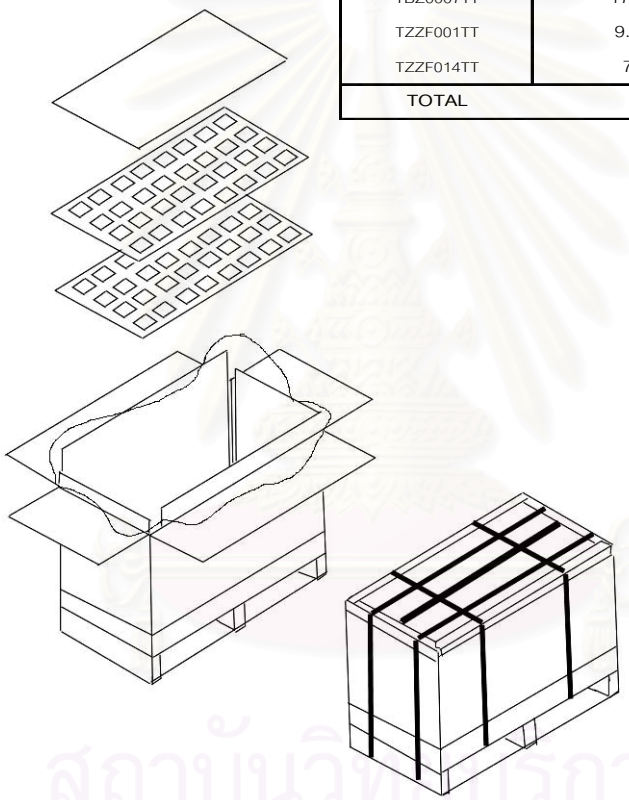
รูปที่ ก.-7 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล NH105134-01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: HITACHI
MODEL: NH105203-01

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAAA006TT	40.96	1	40.96
TAAA007TT	98.56	1	98.56
TATP011TT	185	1	185
TZT0041ZZ	13.77	2	27.54
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TZT0043ZZ	6.21	2	12.42
TZT0067ZZ	51.62	6	309.72
TZZA023TT	18.11	6	108.66
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TZZF001TT	9.5	2	19
TZZF014TT	7	2	14
TOTAL			847.1



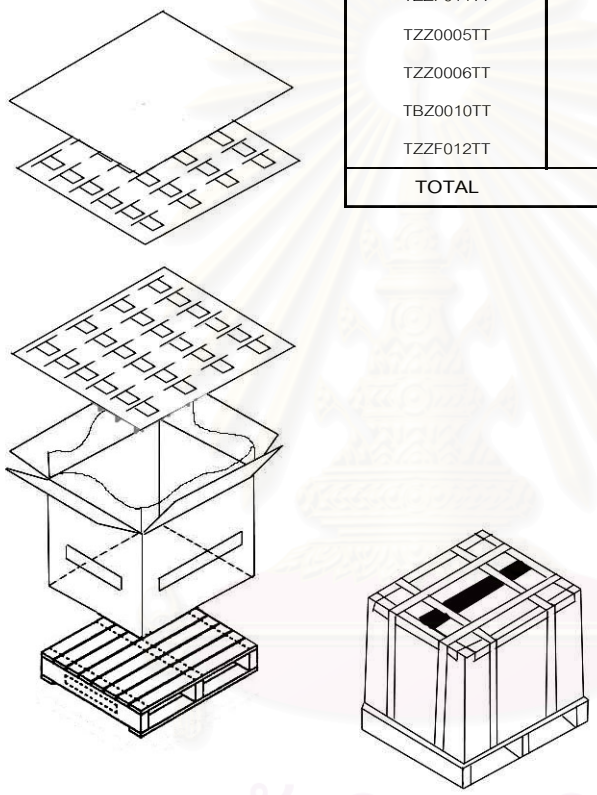
รูปที่ ก.-8 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล NH105203-01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: MATSUSHITA
MODEL: A421029

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF024TT	22.86	9	205.74
TZZF011TT	7.89	1	7.89
TZZ0005TT	1.35	15	20.25
TZZ0006TT	40	4	160
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TZZF012TT	6.5	4	26
TOTAL			748.68



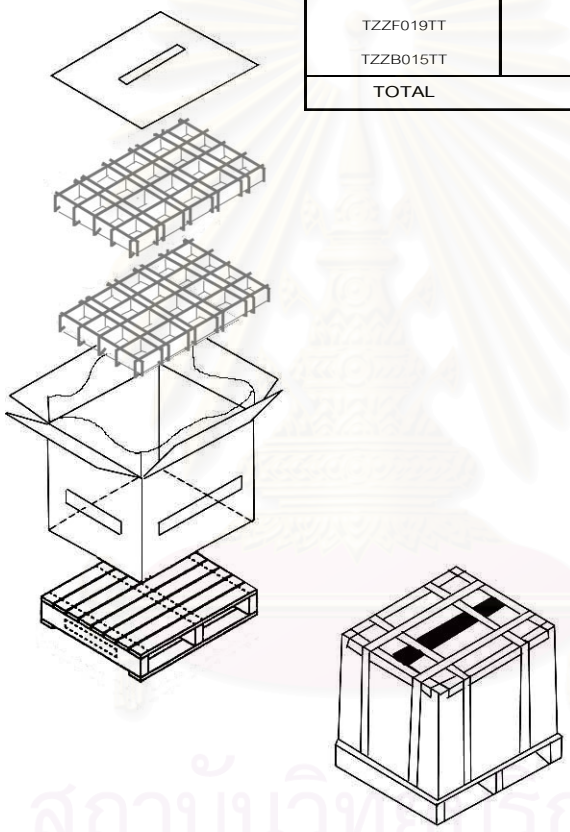
รูปที่ ก.-9 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล A421029

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: MATSUSHITA
MODEL: A42C1010

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA007TT	80.87	1	80.87
TZZB014TT	26.5	8	212
TZZF011TT	7.89	10	78.9
TBZ0010TT	18.5	10	185
TZZF003TT	27	2	54
TZZF004TT	33.48	2	66.96
TZZF019TT	37.8	4	151.2
TZZB015TT	0.9	200	180
TOTAL			1230.53



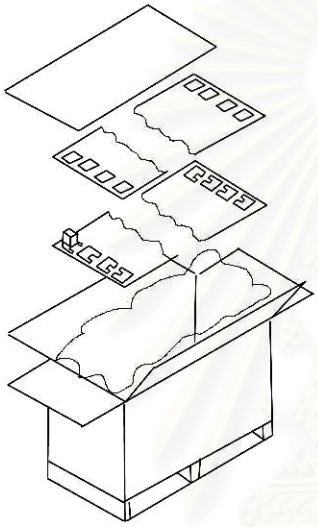
รูปที่ ก.-10 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

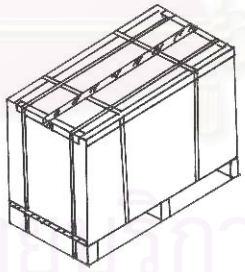
ของโมเดล A42C1010

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: MITSUBISHI
MODEL: 2T638B094H01

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0063ZZ	14.04	7	98.28
TZT0055ZZ	35.97	7	251.79
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TZT0062ZZ	6.65	1	6.65
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TAAA002TT	113.4	1	113.4
TATP011TT	185	1	185
TZZ0004TT	0.45	196	88.2
TZZ0005TT	1.35	5.5	7.425
TZZ0006TT	40	2	80
TZZF001TT	9.5	2	19
TOTAL			880.985



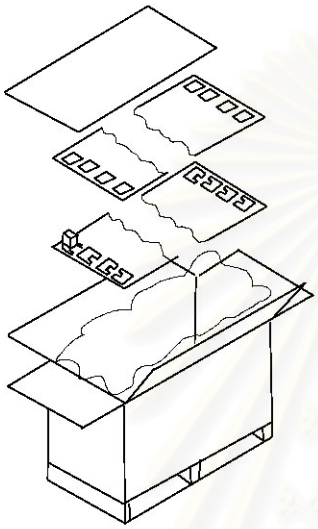


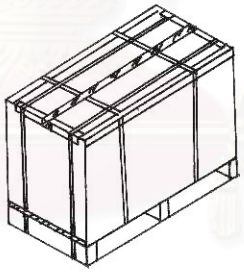
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-11 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล 2T638B094H01

CUSTOMER: MITSUBISHI
MODEL: 2T638096H01

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZZA015TT	15.34	6	92.04
TZT0055ZZ	35.97	6	215.82
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TZT0062ZZ	6.65	1	6.65
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TAT0028ZZ	132.25	1	132.25
TATP011TT	185	1	185
TZZ0004TT	0.45	168	75.6
TZZ0005TT	1.35	5.5	7.425
TZZ0006TT	40	2	80
TZZF001TT	9.5	2	19
TZZF014TT	7	2	14
TOTAL			859.025



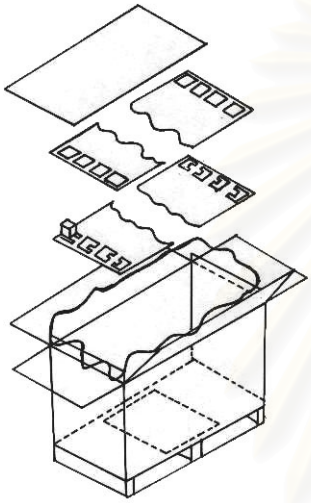


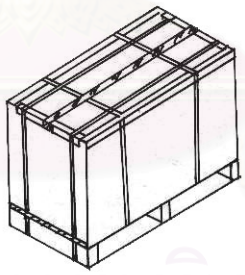
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-12 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล 2T638096H01

CUSTOMER: MITSUBISHI
MODEL: 2T638B103H01

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZZA026TT	16.63	6	99.78
TZT0055ZZ	35.97	6	215.82
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TZT0062ZZ	6.65	1	6.65
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TAT0028ZZ	132.25	1	132.25
TATP011TT	185	1	185
TZZ0004TT	0.45	168	75.6
TZZ0005TT	1.35	13	17.55
TZZ0006TT	40	4	160
TZZF001TT	9.5	2	19
TZZF014TT	7	2	14
TZT0041TT		2	0
TZT0043TT		2	0
TOTAL			956.89



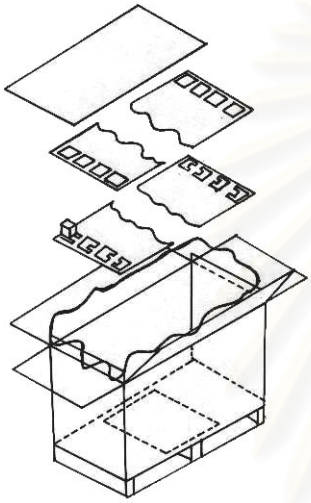


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

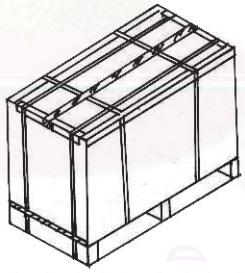
รูปที่ ก.-13 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล 2T638B103H01

CUSTOMER: MITSUBISHI
MODEL: 2T638B104H01



Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZZA026TT	16.63	6	99.78
TZT0055ZZ	35.97	6	215.82
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TZT0062ZZ	6.65	1	6.65
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TAT0028ZZ	132.25	1	132.25
TATP011TT	185	1	185
TZZ0004TT	0.45	168	453.6
TZZ0005TT	1.35	13	17.55
TZZ0006TT	40	4	160
TZZF001TT	9.5	2	19
TZZF014TT	7	2	14
TZT0041TT		2	0
TZT0043TT		2	0
TOTAL			1334.89



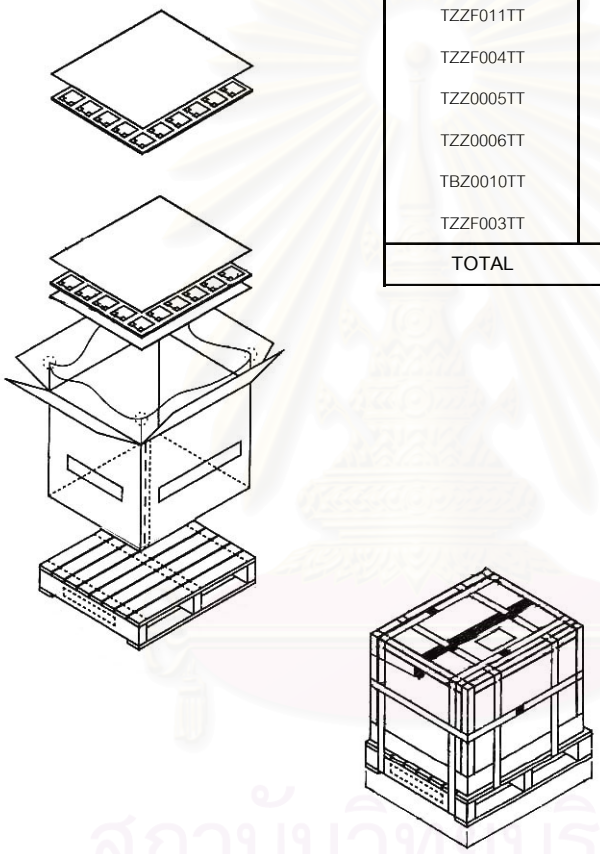
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-14 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล 2T638B104H01

CUSTOMER: MITSUBISHI
MODEL: DE65T390H01

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF021TT	27	11	297
TZZF011TT	7.89	12	94.68
TZZF004TT	33.48	6	200.88
TZZ0005TT	1.35	15	20.25
TZZ0006TT	40	5	200
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TZZF003TT	27	2	54
TOTAL			1195.61



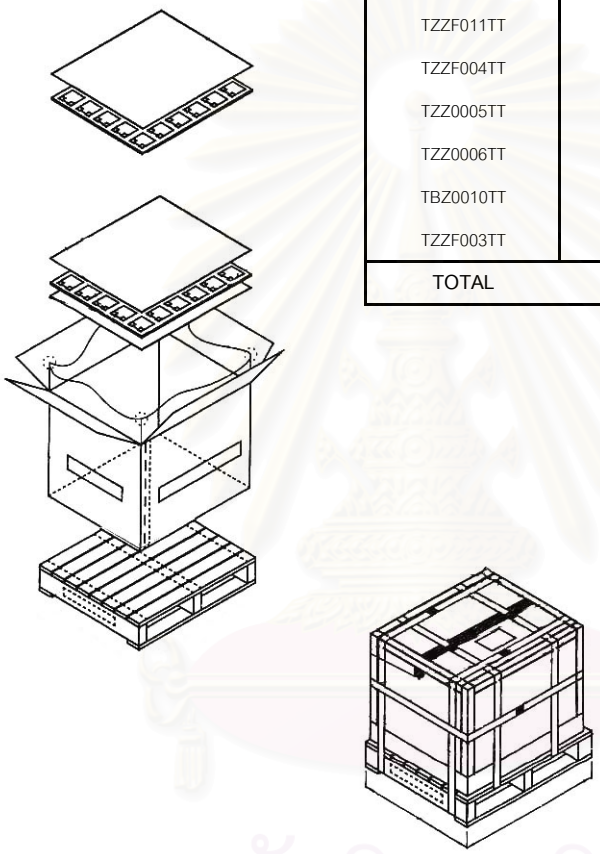
รูปที่ ก.-15 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล DE65T390H01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: MITSUBISHI
MODEL: DE65T390H02

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF021TT	27	11	297
TZZF011TT	7.89	12	94.68
TZZF004TT	33.48	6	200.88
TZZ0005TT	1.35	15	20.25
TZZ0006TT	40	5	200
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TZZF003TT	27	2	54
TOTAL			1195.61



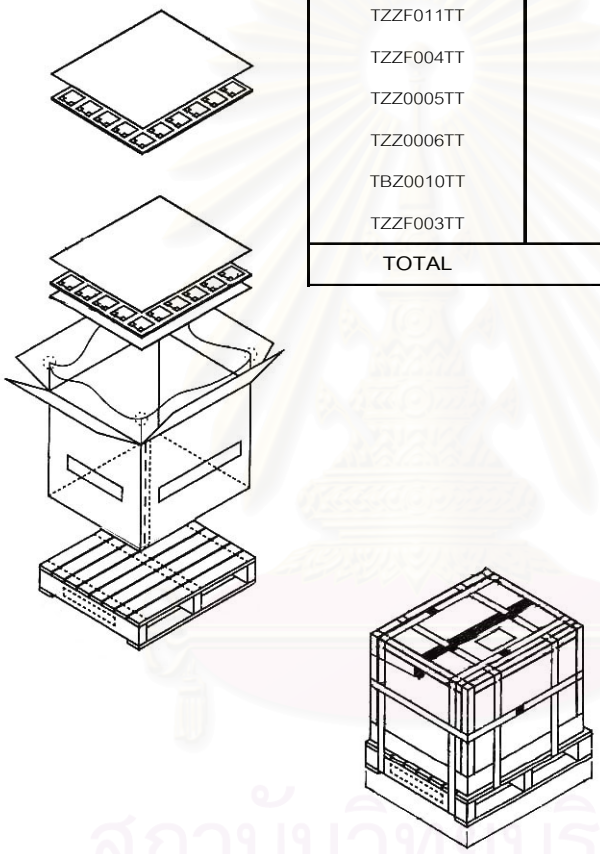
รูปที่ ก.-16 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล DE65T390H02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: MITSUBISHI
MODEL: DE65T390H03

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF021TT	27	11	297
TZZF011TT	7.89	12	94.68
TZZF004TT	33.48	6	200.88
TZZ0005TT	1.35	15	20.25
TZZ0006TT	40	5	200
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TZZF003TT	27	2	54
TOTAL			1195.61

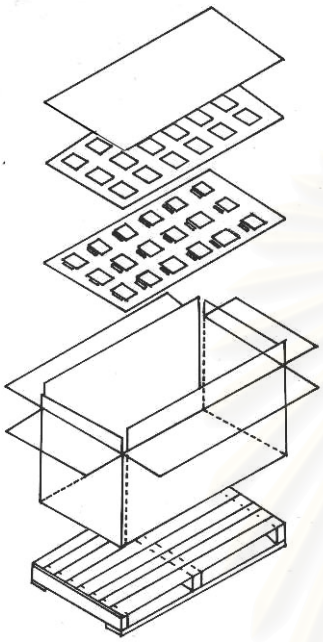


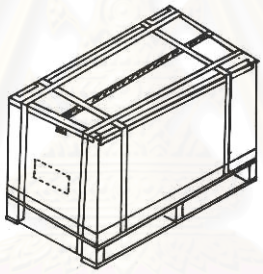
รูปที่ ก.-17 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล DE65T390H03

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SANYO
MODEL: HT-1501





Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAAA008TT	104.72	1	104.72
TAAA006TT	40.96	1	40.96
TATP011TT	185	1	185
TZT0041ZZ	13.77	2	27.54
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TAT0043ZZ	6.21	2	12.42
TTZA024TT	16.63	7	116.41
TTZA025TT	34.25	7	239.75
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TZZF014TT	7	2	14
TZZF001TT	9.5	2	19
TOTAL			791.04

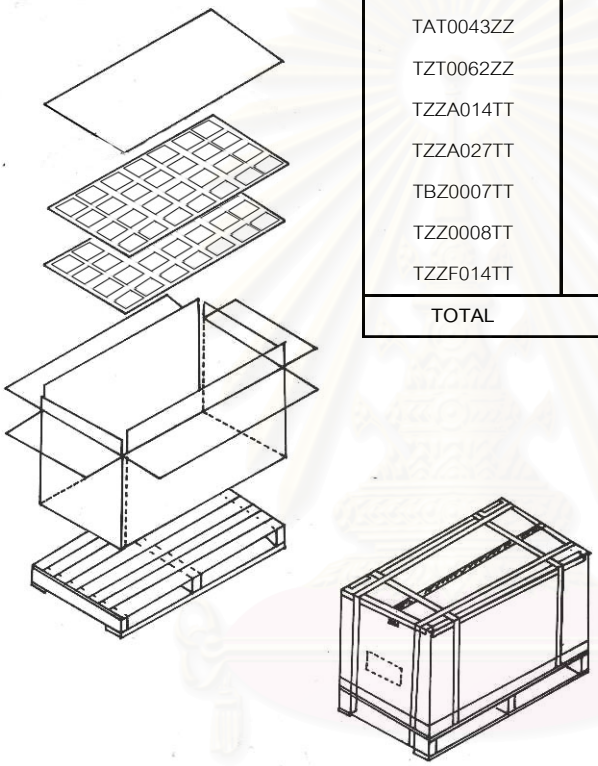
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-18 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล HT-1501

CUSTOMER: SANYO
MODEL: HT-MR1

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAT0028ZZ	132.25	1	132.25
TATP011TT	185	1	185
TZT0041ZZ	13.77	2	27.54
TZT0042ZZ	13.74	3	41.22
TAT0043ZZ	6.21	2	12.42
TZT0062ZZ	6.65	1	6.65
TZZA014TT	51.62	7	361.34
TZZA027TT	18.11	7	126.77
TBZ0007TT	17.5	1	17.5
TZZ0008TT	49	2	98
TZZF014TT	7	2	14
TOTAL			1022.69

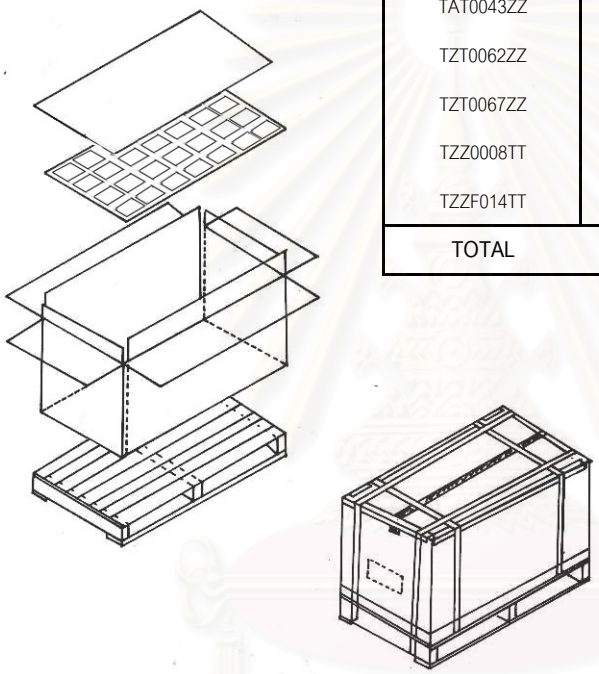


รูปที่ ก.-19 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล HT-MR1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SANYO
MODEL: HT-VA4

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAT0028ZZ	132.25	1	132.25
TATP011TT	185	1	185
TZT0041ZZ	13.77	2	27.54
TZT0042ZZ	13.74	1	13.74
TAT0043ZZ	6.21	2	12.42
TZT0062ZZ	6.65	1	6.65
TZT0067ZZ	51.62	7	361.34
TZZ0008TT	49	1	49
TZZF014TT	7	2	14
TOTAL			801.94

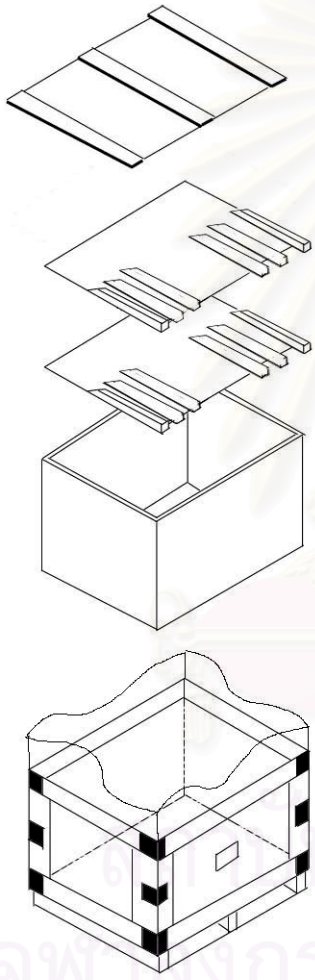


รูปที่ ก.-20 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล HT-VA4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SANYO
MODEL: N5TN-108SAP

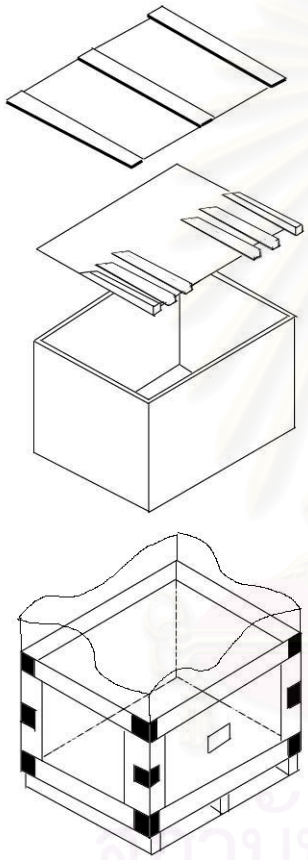


Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0028ZZ	5.62	4	22.48
TZT0029ZZ	4.27	4	17.08
TZT0030ZZ	9.56	8	76.48
TZT0033ZZ	0.77	50	38.5
TZT0035ZZ	1.5	30	45
TBZ0006TT	17	1	17
TZZ0002TT	3.45	3	10.35
TATW00JTT	470.00	1	470
TOTAL			696.89

รูปที่ ก.-21 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล N5TN-108SAP

CUSTOMER: SANYO
MODEL: N6T-V3400

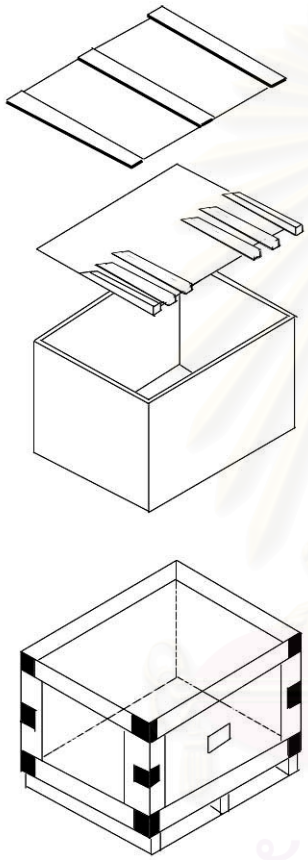


Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0037ZZ	6.78	4	27.12
TZT0038ZZ	4.74	4	18.96
TZT0030ZZ	9.56	7	66.92
TZT0033ZZ	4.27	35	149.45
TZT0035ZZ	1.5	15	22.5
TZT0036ZZ	1.68	10	16.8
TATWJ03TT	460	1	460
TBZ0006TT	17	1	17
TZZ0002TT	3.45	6	20.7
TZZ0003TT	130	2	260
TZZ0004TT	0.45	180	81
TOTAL			1140.45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-22 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล N6T-V3400

CUSTOMER: SANYO
MODEL: N6T-V3405



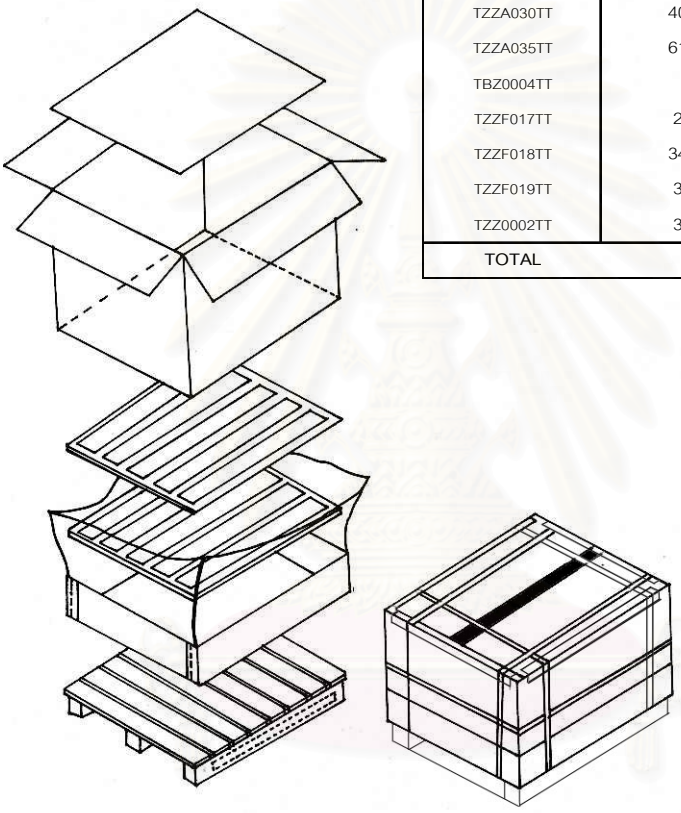
Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0028ZZ	5.62	4	22.48
TZT0029ZZ	4.27	4	17.08
TZT0030ZZ	9.56	2	19.12
TZZA033TT	33.48	5	167.4
TZZA034TT	18.9	5	94.5
TBZ0006TT	17	1	17
TZZ0002TT	3.45	6	20.7
TZZ0003TT	130	2	260
TZZ0004TT	0.45	150	67.5
TOTAL			685.78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-23 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล N6T-V3405

CUSTOMER: SANYO
MODEL: NTT-S1050

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAAP004TT	245	1	245
TAAA010TT	70.2	1	70.2
TAAA011TT	34.83	1	34.83
TZT0012ZZ	9.45	1	9.45
TZZA030TT	40.66	1	40.66
TZZA035TT	61.23	5	306.15
TBZ0004TT	17	1	17
TZZF017TT	21.6	4	86.4
TZZF018TT	34.56	2	69.12
TZZF019TT	37.8	2	75.6
TZZ0002TT	3.45	15	51.75
TOTAL			1006.16



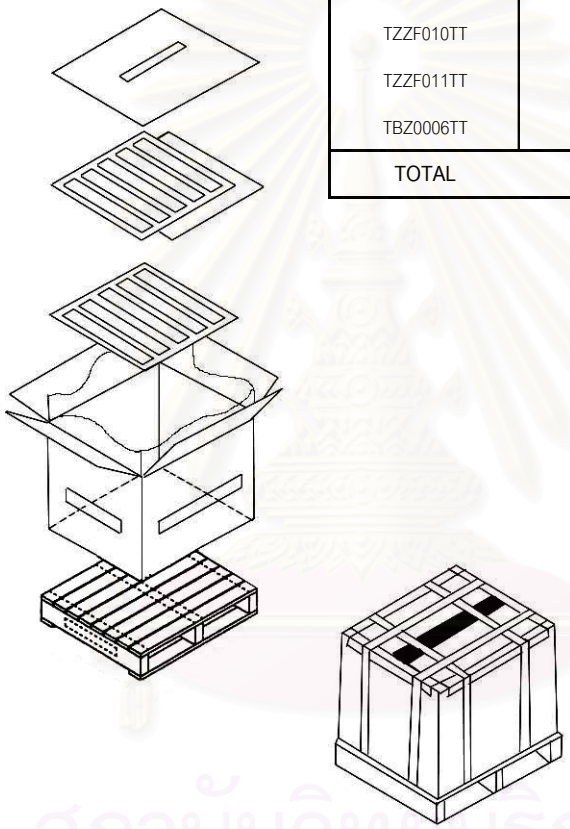
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-24 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล NTT-S1050

CUSTOMER: SANYO
MODEL: R502AD-TB

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA005TT	58.32	1	58.32
TZZF007TT	22.86	8	182.88
TZZF010TT	11.7	8	93.6
TZZF011TT	7.89	1	7.89
TBZ0006TT	17	1	17
TOTAL			581.29

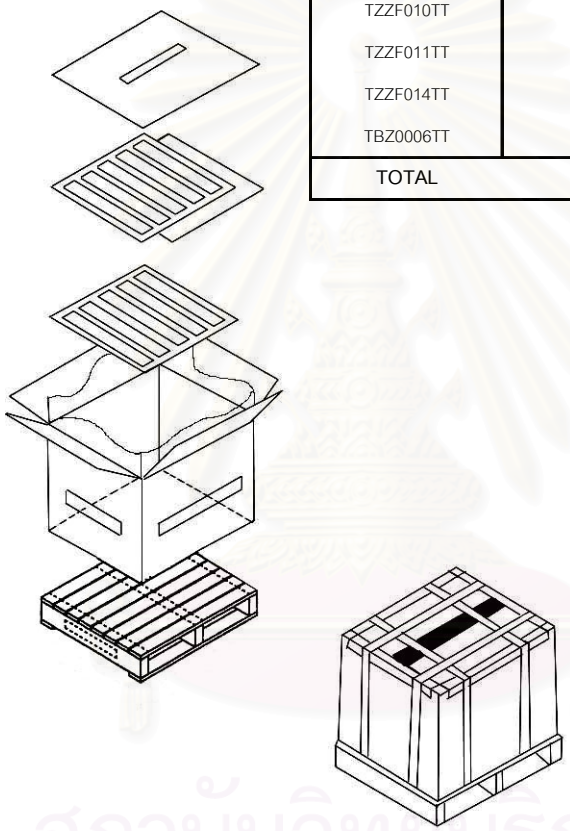


รูปที่ ก.-25 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล R502AD-TB

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SANYO
MODEL: R502AG-TB

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA005TT	58.32	1	58.32
TZZF008TT	22.86	7	160.02
TZZF010TT	11.7	7	81.9
TZZF011TT	7.89	1	7.89
TZZF014TT	7	4	28
TBZ0006TT	17	1	17
TOTAL			574.73



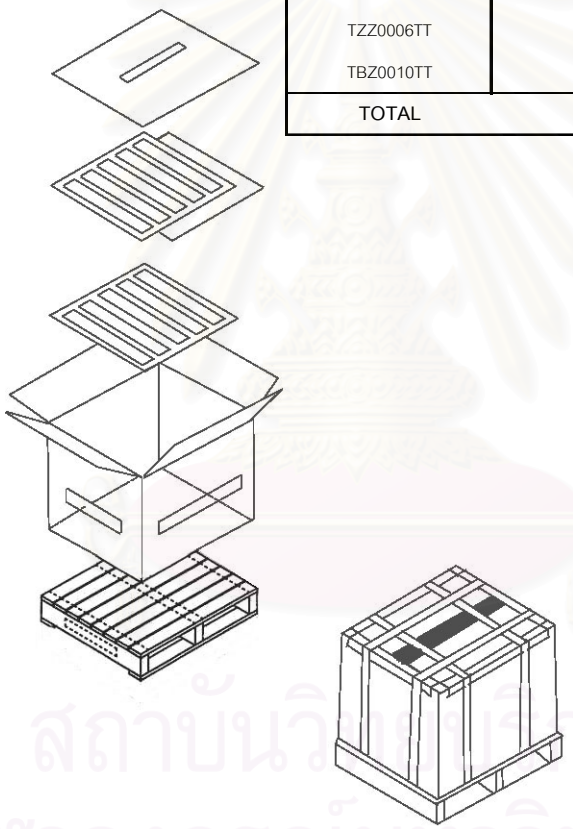
รูปที่ ก.-26 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล R502AG-TB

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RCILZA002JBZZ

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF006TT	22.86	8	182.88
TZZF011TT	7.89	10	78.9
TZZF014TT	7	4	28
TZZ0005TT	1.35	10	13.5
TZZ0006TT	40	4	160
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TOTAL			792.08



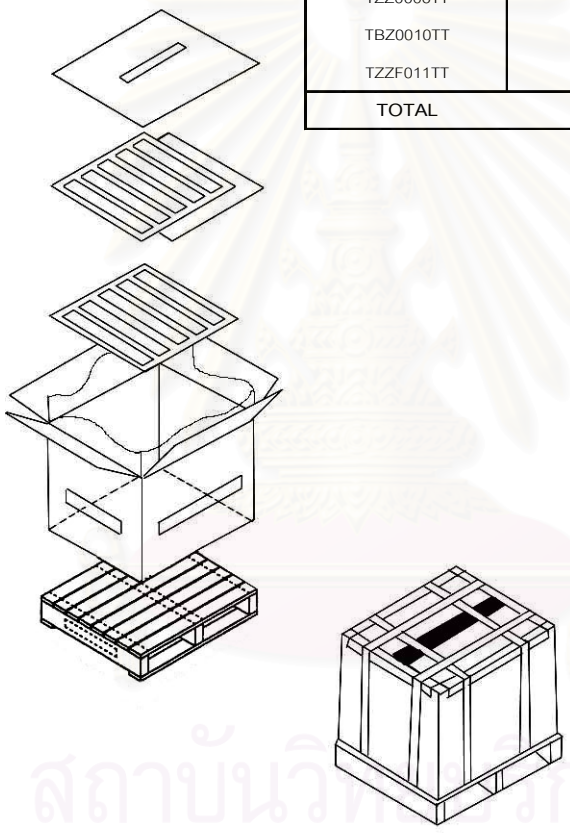
รูปที่ ก.-27 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

ของโมเดล RCILZA002JBZZ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A195JBEO

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF006TT	22.86	11	251.46
TZZF003TT	27	2	54
TZZF004TT	33.48	6	200.88
TZZ0005TT	1.35	15	20.25
TZZ0006TT	40	5	200
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TZZF011TT	7.89	2	15.78
TOTAL			1071.17

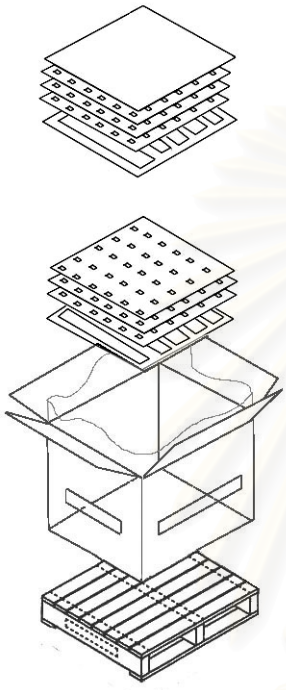


รูปที่ ก.-28 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

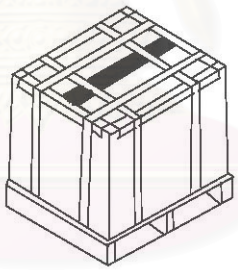
ของโมเดล RTRN-A195JBEO

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A203JBEO



Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF006TT	22.86	9	205.74
TZZF020TT	11	27	297
TZZF011TT	7.89	1	7.89
TZZF004TT	33.48	6	200.88
TZZ0005TT	1.35	15	20.25
TZZ0006TT	40	5	200
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TZZF003TT	27	2	54
TOTAL			1314.56

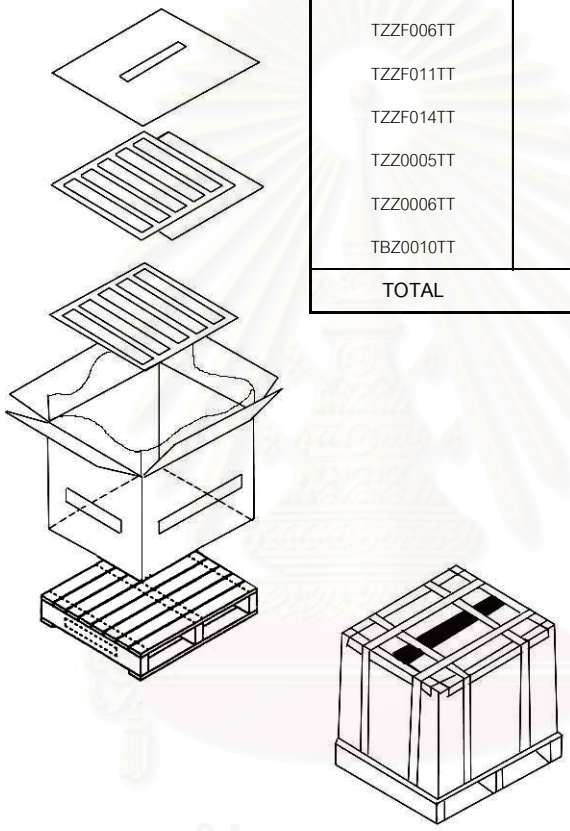


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-29 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A203JBEO

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A279JBEO

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TAFP003TT	190	1	190
TAFA004TT	31.6	1	31.6
TAFA008TT	88.7	1	88.7
TZZF006TT	22.86	8	182.88
TZZF011TT	7.89	10	78.9
TZZF014TT	7	4	28
TZZ0005TT	1.35	10	13.5
TZZ0006TT	40	4	160
TBZ0010TT	18.5	1	18.5
TOTAL			792.08

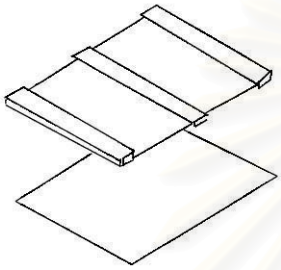


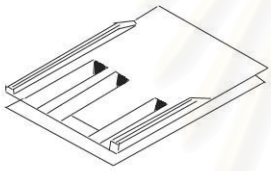
รูปที่ ก.-30 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

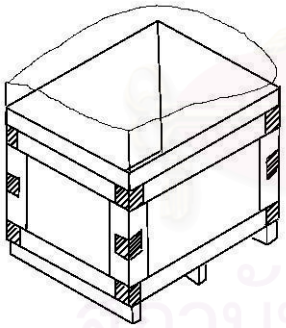
ของโมเดล RTRN-A279JBEO

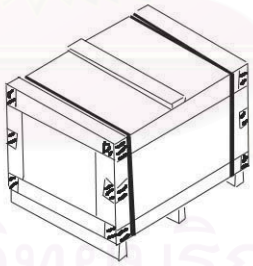
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A590WREO







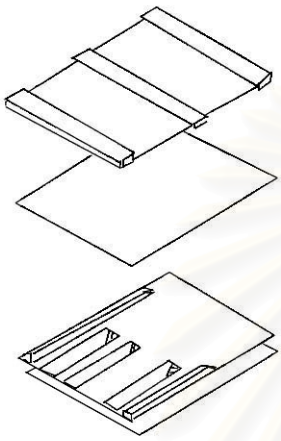


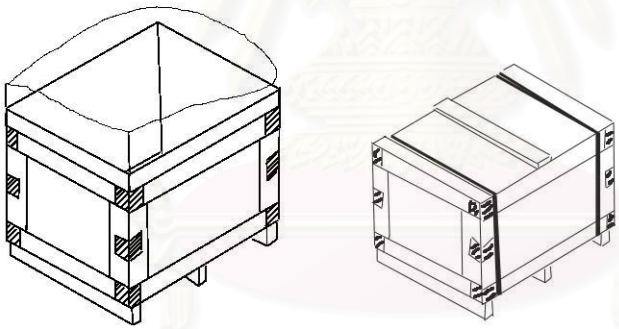
Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	12	113.4
TZT0024ZZ	0.85	72	61.2
TZT0027ZZ	2.22	18	39.96
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TOTAL			722.04

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-31 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A590WREO

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A601WREO



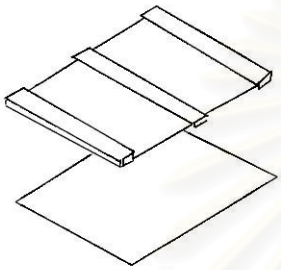


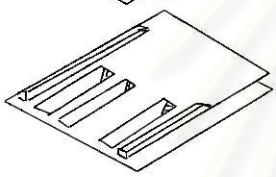
Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	10	94.5
TZT0024ZZ	0.85	35	29.75
TZT0027ZZ	2.22	15	33.3
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TOTAL			665.03

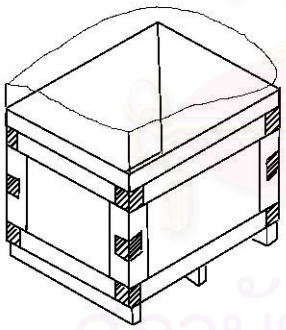
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

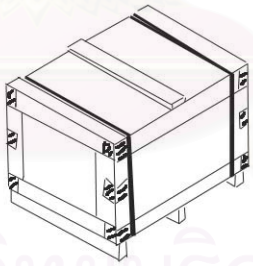
รูปที่ ก.-32 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A601WREO

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A603WRZZ









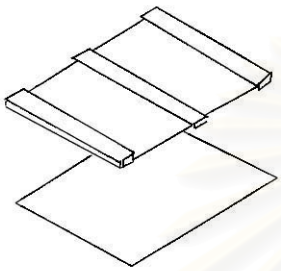
Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZZA040TT	60.68	2	121.36
TZZA041TT	52.66	2	105.32
TZT0012ZZ	9.45	11	103.95
TZT0024ZZ	0.85	50	42.5
TZT0027ZZ	2.22	15	33.3
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS04TT	470	1	470
TZZ0010TT	0.21	5.3	1.113
TOTAL			895.043

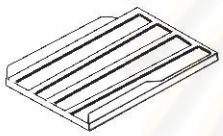
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

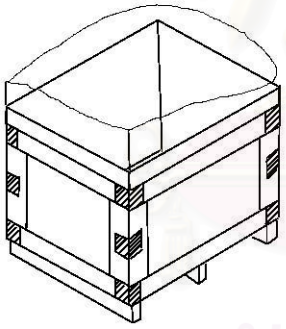
รูปที่ ก.-33 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A603WRZZ

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A606WRZZ

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZZA009TT	19.17	8	153.36
TZT0012ZZ	9.45	3	28.35
TZZF022TT	9.5	16	152
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TZZ0010TT	0.21	5.5	1.155
TOTAL			842.345





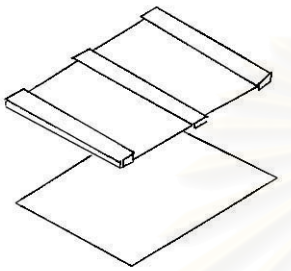


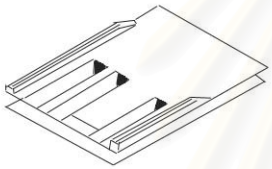
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

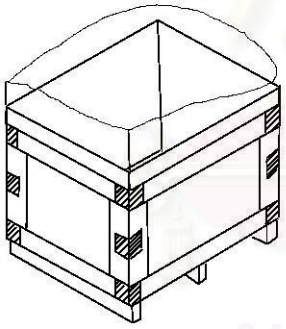
รูปที่ ก.-34 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A606WRZZ

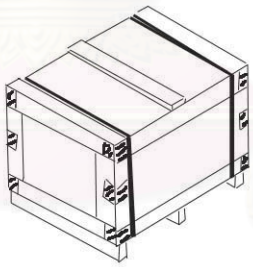
CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A609WRZZ

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	12	113.4
TZT0024ZZ	0.85	60	51
TZT0026ZZ	2.06	18	37.08
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TOTAL			708.96







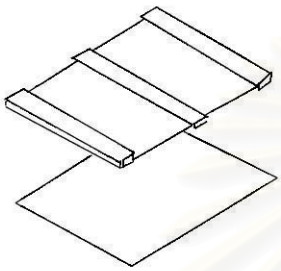


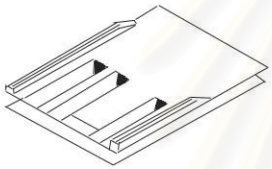
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

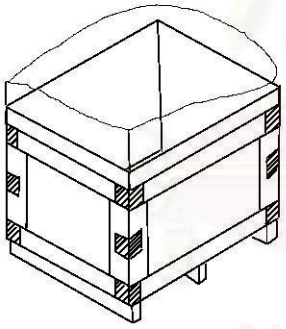
รูปที่ ก.-35 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A609WRZZ

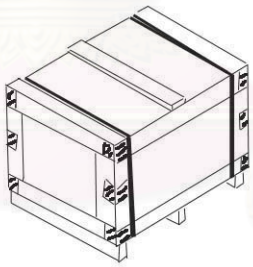
CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A610WRZZ

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZZA040TT	60.68	2	121.36
TZZA041TT	52.66	2	105.32
TZT0012ZZ	9.45	11	103.95
TZT0024ZZ	0.85	35	29.75
TZT0027ZZ	2.22	15	33.3
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS04TT	470	1	470
TZZ0010TT	0.21	5.3	1.113
TOTAL			882.293







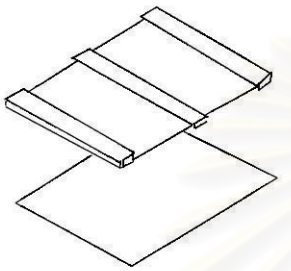


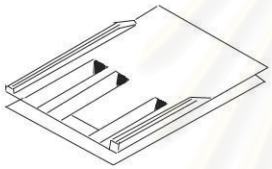
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

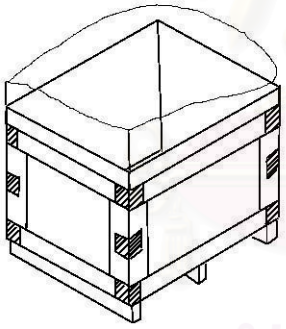
รูปที่ ก.-36 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A610WRZZ

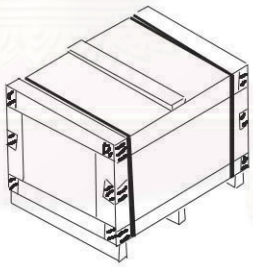
CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A613WRZZ

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	9	85.05
TZT0024ZZ	0.85	70	59.5
TZT0026ZZ	2.06	7	14.42
TZT0027ZZ	2.22	14	31.08
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TOTAL			697.53





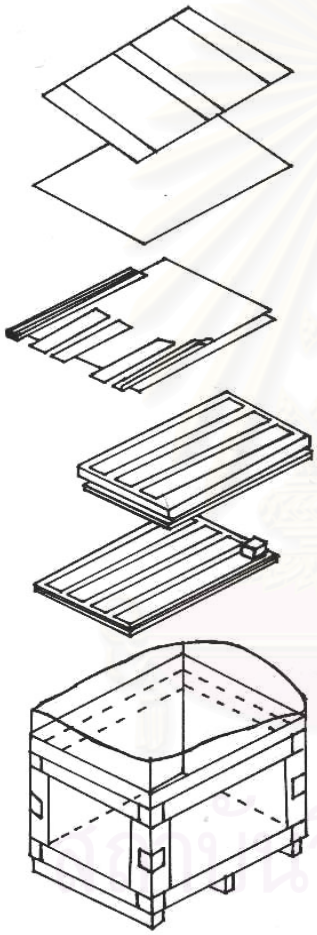




สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-37 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A613WRZZ

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A616WRZZ

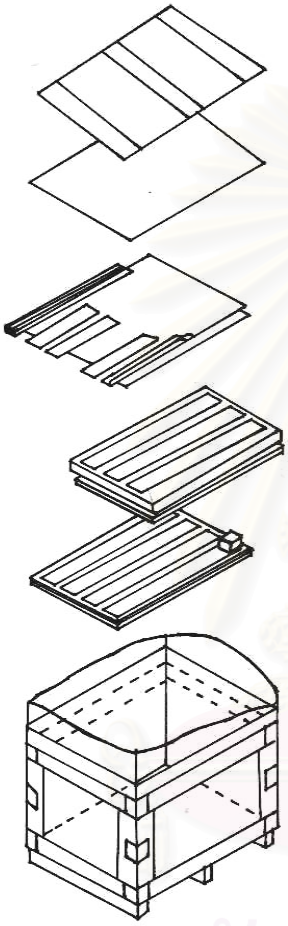


Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZZA009TT	19.17	6	115.02
TZT0025ZZ	1.58	6	9.48
TZZF022TT	9.5	2	19
TZT0026ZZ	2.06	3	6.18
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TZT0012ZZ	9.45	9	85.05
TOTAL			742.21

รูปที่ ก.-38 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A616WRZZ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A617WRZZ



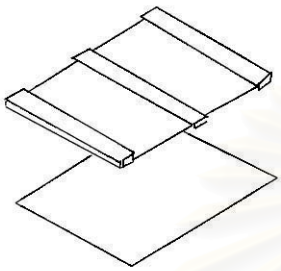
Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZZA009TT	19.17	6	115.02
TZT0025ZZ	1.58	6	9.48
TZZF022TT	9.5	2	19
TZT0026ZZ	2.06	3	6.18
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TOTAL			657.16

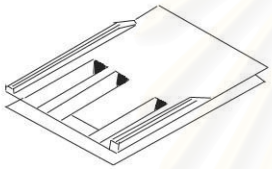
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

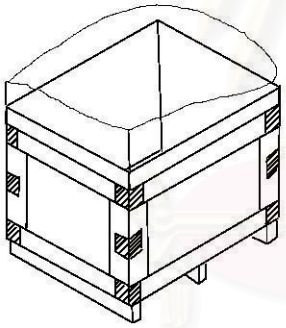
รูปที่ ก.-39 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ

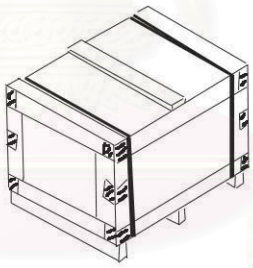
ของโมเดล RTRN-A617WRZZ

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A619WRZZ







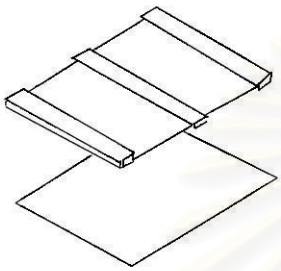


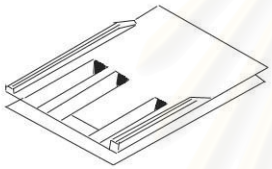
Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	12	113.4
TZT0025ZZ	1.58	36	56.88
TZT0026ZZ	2.06	18	37.08
TZZF022TT	9.5	12	114
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TOTAL			828.84

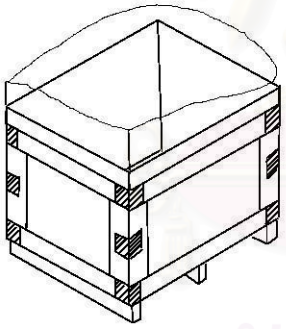
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

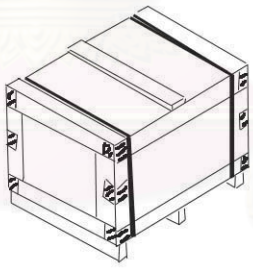
รูปที่ ก.-40 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A619WRZZ

CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A626WRZZ









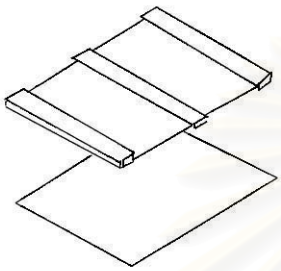
Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZT0011ZZ	5.4	2	10.8
TZT0015ZZ	4.59	2	9.18
TZT0012ZZ	9.45	9	85.05
TZT0024ZZ	0.85	70	59.5
TZT0027ZZ	2.22	21	46.62
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS02TT	470	1	470
TOTAL			698.65

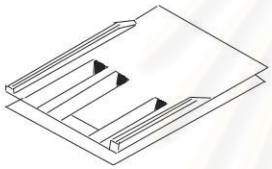
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

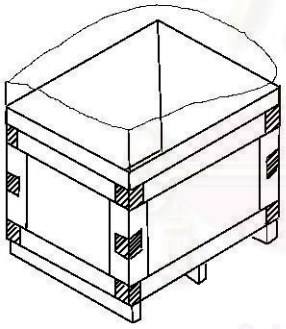
รูปที่ ก.-41 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A626WRZZ

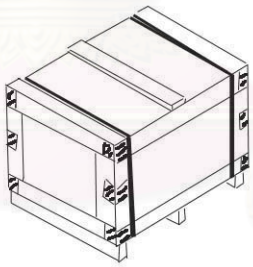
CUSTOMER: SHARP
MODEL: RTRN-A638WRZZ

Part	Price per unit	Amount	Total cost
TZZA040TT	60.68	2	121.36
TZZA041TT	52.66	2	105.32
TZT0012ZZ	9.45	11	103.95
TZT0024ZZ	0.85	60	51
TZT0026ZZ	2.06	6	12.36
TZT0027ZZ	2.22	12	26.64
TBZ0002TT	17.5	1	17.5
TATWS04TT	470	1	470
TZZ0010TT	0.21	5.3	1.113
TOTAL			682.563









สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.-42 ลักษณะหีบห่อบรรจุและต้นทุนค่าวัสดุ
ของโมเดล RTRN-A638WRZZ

ภาคผนวก ค.

ใบประเมินราคาค่าวัสดุ

TEL: 315-2319 21 FAX: 315-1482

QUOTATION

FAX :
ATTN :
TO : THAI TABUCHI ELECTRIC CO.,LTD.

Quotation No. TAT157REVISED
Credit Term : 30 Days

NO.	Description - รายการ	Inside Measurement (mm) LxWxH (ยxกxส) - WxL (กxย)			Spec. ชั้น	ลอน	กระดาษ	Unit Price	
1	แบบที่ 1 / 1 ชุด								
	แผ่นรอง D/C เจาะรู x 2	530	700		3	CF	M125/M125	5.95	
	กล่องมีฝาไม่มีก้น x 1 PC	700	530	550	5	BC	A185/A185	45.10	
	กล่องมีก้นไม่มีฝา x 1 PC	700	530	350	5	BC	A185/A185	34.15	
2	แบบที่2 / 1 ชุด								
	ฝาครอบ x 1 PCS	700	530	50	5	BC	A185/A185	11.10	
3	แบบที่ 3 / 1 ชุด								
	ถาดกระดาษ D/C x 1 PC	900	730		5	BC	A150/A150	16.65	16.65
	ไส้ยาว 4ร่อง D/C x 3 PCS	100	700		3	CF	M125/M125	1.25	3.75
	ไส้สั้น 3 ร่อง D/C x 4 PC	100	530		3	CF	M125/M125	1.00	4.00
							TOTAL		24.00
	กล่องมีก้นไม่มีฝา x 1 PC	700	530	1000	5	BC	A185/A185	84.70	
4	แบบที่ 4 / 1ชุด								
	ฝาครอบ x1 PC	700	530		5	BC	A185/A185	11.10	
5	แบบที่ 4 / 1ชุด [illegible]								
	ถาดกระดาษ D/C x 1 PC	900	730		5	BC	A150/A150	16.65	
	ไส้ยาว 4ร่อง D/C x 3 PCS	100	700		3	CF	M125/M125	1.25	
	ไส้สั้น 3 ร่อง D/C x 4 PC	100	530		3	CF	M125/M125	1.00	
							TOTAL		

** Price do not include 7% Value-Added tax.
** Delivery Lead Time 15 Days for Your First Order. 12 Days for Your Repeat Order.

Approved By

รูปที่ ค.-1 ตัวอย่างใบประเมินราคาวัสดุ

PHONE NO. : 02 3151482 02:28PM P2

TEL: 315 2314 21 FAX: 315-1482

QUOTATION

FAX :
ATTN :
TO : THAI TABUCHI ELECTRIC CO.,LTD.

Quotation No. TAT157
Credit Term : 30 Days

NO.	Description - รายการ	Inside Measurement (mm) LxWxH (ยxกxส) - WxL (กxย)			Spec. ชิ้น	ลอน	กระดาษ	Unit Price	PRICE SE*
1	แบบที่ 5 / ชุด								
	ไส้สั้น 3 ร่อง D/C x4 PCS	800	530		3	CF	M125/M125	4.70	18.80
	ไส้ยาว 4 ร่อง D/C x 3 PCS	800	700		3	CF	M125/M125	6.15	18.45
							TOTAL		37.25
	กล่องมีฝาไม่มีก้น x 1 PC	700	530	800	5	BC	A185/A185	34.15	

** Price do not include 7% Value-Added tax.
** Delivery Lead Time 15 Days for Your First Order. 12 Days for Your Repeat Order.

Approved By

CHUSAK DEETRAKUNWATTANAPOEN

รูปที่ ค.-2 ตัวอย่างใบประเมินราคาวัสดุ

Quotation

Buyer :

Division :

Attention :

Delivery (Domestic)

- ☒ To your factory
- ☐ To your office
- ☐ Self collect
- ☐ Through forwarder , freight collect
- ☐ Others.....

Terms of payment (days)	Effective date	Validity (days)	Salesman
30	March 04, 2002	20	Aroonwan

We have pleasure to submit you the quotation of products enumerated hereunder :

Description	Dimension				Minimum Order	Price / Unit (Baht)
	Width	Length	Height	Thickness		
	cm.	cm.	-	mm. / sheet		
Plastic Single Sheet (LDPE) Color : Clear **Spec. LDPE 900** Tolerance : Width + 0.5 , -0.5 cm. : Length + 1.0 , -1.0 cm. : Thickness ± 0.01 mm.	53	70	-	0.07	5,000 pcs.	1.36.-/pc.

Please recheck our selling price before issuing your P/O.

Remarks : 1. Price is not inclusive of VAT.

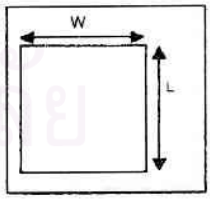
2. We shall not accept any P/O of delivery required over 30 days after date of order.

3. Lead time : ...7...days after receiving your order.

FM-SA-001-12 แก้ไขครั้งที่ : 03

We thank you for your enquiry and interested in our products, and do hope to hearing from you soon.

Yours faithfully,



รูปที่ ค.-3 ตัวอย่างใบประเมินราคาวัสดุ

Quotation

Buyer :

Division :

Attention :

Delivery (Domestic)

- ☒ To your factory
- ☐ To your office
- ☐ Self collect
- ☐ Through forwarder , freight collect
- ☐ Others.....

Terms of payment (days)	Effective date	Validity (days)	Salesman
30	March 04, 2002	20	Aroonwan

We have pleasure to submit you the quotation of products enumerated hereunder :

Description	Dimension				Minimum Order	Price / Unit (Baht)
	Width cm.	Length cm.	Height cm.	Thickness mm. / sheet		
Plastic Cover (LDPE) Color : Clear (คุณภาพดีมาก ?) **Spec. LDPE 900**	53	70	100	0.07	500 pcs.	25.00.-/pc.
Tolerance : Width + 0.5 , -0.5 cm. : Length + 1.0 , -1.0 cm. : Height + 1.0 , -1.0 cm. : Thickness ± 0.01 mm.						

Please recheck our selling price before issuing your P/O.

Remarks : 1. Price is not inclusive of VAT.

2. We shall not accept any P/O of delivery required over 30 days after date of order.

3. Lead time : ...7...days after receiving your order.

FM-SA-001-12 แก้ไขครั้งที่ : 03

We thank you for your enquiry and interested in our products, and do hope to hearing from you soon.

Yours faithfully,

รูปที่ ค.-4 ตัวอย่างใบประเมินราคาวัสดุ

ภาคผนวก ง.

หลักการของค่าปัจจุบันสุทธิและตัวอย่างการคำนวณ

ค่าเวลาของเงินและเทคนิค “ค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)”

ค่าปัจจุบันสุทธิมาจากแนวความคิดที่ว่าค่าของเงินในปัจจุบันย่อมมีค่ามากกว่าเงินในอนาคต ค่าปัจจุบันสุทธิเป็นการคำนวณค่าปัจจุบันของรายได้ หรือรายจ่ายในอนาคต สมมุติว่าถ้าเรานำเงิน 100 บาทไปฝากธนาคารโดยที่ธนาคารให้อัตราดอกเบี้ย 8% ต่อหนึ่งช่วงเวลาหรือว่า 1 period (1 ช่วงเวลาหรือว่า 1 period นี้อาจจะหมายถึง 1 เดือน, 1 ควอเตอร์ หรือ 1 ปีก็ได้) คำถามคือธนาคารจะต้องจ่ายเงินเราเป็นจำนวนเท่าไรหรือเราจะได้รับเงินเป็นจำนวนเท่าไหร่จากธนาคาร หลังจากครบกำหนด 1 ช่วงเวลา หรือว่า 1 period

กำหนดให้ r แทนอัตราดอกเบี้ย

C แทนจำนวนเงินลงทุน

ดังนั้นจำนวนเงินที่จะได้รับคืนหลังจากครบกำหนด 1 period คือ :

$$(1 + r) \times C = (1 + 0.08) \times 100 = 108 \text{ บาท} \qquad (ง\text{-}1)$$

สรุปว่าถ้าเรานำเงินฝากธนาคารเป็นจำนวน 100 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 8% เราจะได้รับเงินเป็นจำนวน 108 บาท เมื่อสิ้นช่วงเวลา หรือ อาจจะกล่าวว่า *เงิน 100 บาทในปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 108 บาทในช่วงเวลาถัดไป* นั่นเอง

เมื่อพิจารณาในทางกลับกัน ถ้าเราอยากได้เงินจากธนาคารเมื่อสิ้นช่วงเวลาเป็นจำนวนเงิน 100 บาทแล้ว เราควรจะต้องฝากเงินไว้กับธนาคารเป็นจำนวนเงินเท่าไร ที่อัตราดอกเบี้ย 8% เท่าเดิม

กำหนดให้ C’ แทนเงินลงทุนแรกเริ่ม

โดยวิธีเดียวกันกับตัวอย่างข้างต้นแต่ในทางตรงกันข้ามกันจะได้ :

$$(1 + r) \times C' = 100 \quad \text{(ง-2)}$$

$$C' = \frac{100}{1+r} = \frac{100}{1+0.08} = 92.59 \text{ บาท} \quad \text{(ง-3)}$$

ดังนั้นหากเราลงทุน 92.59 บาทในปัจจุบันในหนึ่งช่วงเวลากันธนาคารที่ให้อัตราดอกเบี้ย 8% เราก็จะได้รับเงิน 100 บาทเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา หรืออาจจะกล่าวว่า *เงิน 92.59 บาทในปัจจุบัน มีค่า 100 บาท ในช่วงเวลาถัดไป* นั่นเอง เมื่อพิจารณาการลงทุนในจำนวนเงิน 100 บาท ที่อัตราดอกเบี้ย 8% ในช่วงเวลาที่ยาวขึ้นจะได้

1 Period $(1 + r) \times C = (1 + 0.08) \times 100 = 108$ (ง-4)

2 Period $(1 + r) \times (1 + r) \times C = (1 + 0.08)^2 \times 100 = 116.64$ (ง-5)

3 Period $(1 + r) \times (1 + r) \times (1 + r) C = (1 + 0.08)^3 \times 100 = 125.97$ (ง-6)

เช่นเดียวกับที่แสดงให้เห็นก่อนหน้านี้ หาค่าปัจจุบันของเงินที่ได้รับ 100 บาท เมื่อสิ้นช่วงเวลาต่างๆ คือ 1, 2 และ 3 period

1 Period C' = 92.59

2 Period C' = 85.73

3 Period C' = 79.38

ผลรวมของค่าปัจจุบันที่ช่วงเวลาต่างๆ เหล่านี้เรียกว่าค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) นั่นคือ 257.70 บาท โดยถ้าให้ C แทนจำนวนเงินที่ได้รับหรือว่าจ่ายออกไป, t แทนช่วงเวลาเราก็สามารถสรุปเป็นสูตรการคำนวณค่าปัจจุบัน (Present Value) ได้ดังนี้คือ

$$PV = \frac{C}{(1 + r)^t} \quad \text{(ง-7)}$$

โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้อาศัยหลักการและแนวความคิดในการคำนวณดังที่ได้อธิบายมาทั้งหมด แต่เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ผู้วิจัยได้ใช้ Spreadsheet ใน Microsoft Excel ในการคำนวณ

ภาคผนวก จ.

ตารางดอกเบี้ยทบต้น

สัญลักษณ์

N หมายถึง จำนวนคาบเวลาที่กำหนด (จำนวนวัน เดือน ปี)

P หมายถึง จำนวนเงินเริ่มต้นเมื่อมีการกู้ยืม เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าค่าปัจจุบัน

F หมายถึง จำนวนเงินรวม ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นเงินต้น อีกส่วนหนึ่งเป็นผลประโยชน์หรือดอกเบี้ยที่คิดในอัตราที่กำหนด และเงินรวมนี้จะได้รับเมื่อครบกำหนดคาบเวลา N แล้ว เงินรวมเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าค่าอนาคต

A หมายถึง จำนวนเงินซึ่งส่วนหนึ่งเป็นเงินต้น และอีกส่วนหนึ่งเป็นดอกเบี้ยที่คิดในอัตราที่กำหนด แต่เงินจำนวนนี้จะจ่ายหรือรับทุกๆช่วงคาบเวลา (วัน เดือน ปี) และจะมีค่าเท่ากับตลอดคาบเวลาที่กำหนด เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า ค่ารายปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.25% .25%

อัตราดอกเบี้ย .25%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.00250	0.997506	1.000000	1.002500	1.0000	0.9975	1
2	1.00501	0.995019	0.499376	0.501876	2.0025	1.9925	2
3	1.00752	0.992537	0.332501	0.335001	3.0075	2.9851	3
4	1.01004	0.990062	0.249064	0.251564	4.0150	3.9751	4
5	1.01256	0.987593	0.199003	0.201503	5.0251	4.9627	5
6	1.01509	0.985130	0.165628	0.168128	6.0376	5.9478	6
7	1.01763	0.982674	0.141789	0.144289	7.0527	6.9305	7
8	1.02018	0.980223	0.123910	0.126410	8.0704	7.9107	8
9	1.02273	0.977779	0.110005	0.112505	9.0905	8.8885	9
10	1.02528	0.975340	0.098880	0.101380	10.1133	9.8639	10
11	1.02785	0.972908	0.089778	0.092278	11.1385	10.8368	11
12	1.03042	0.970482	0.082194	0.084694	12.1664	11.8073	12
13	1.03299	0.968062	0.075776	0.078276	13.1968	12.7753	13
14	1.03557	0.965648	0.070275	0.072775	14.2298	13.7410	14
15	1.03816	0.963239	0.065508	0.068008	15.2654	14.7042	15
16	1.04076	0.960837	0.061336	0.063836	16.3035	15.6650	16
17	1.04336	0.958441	0.057656	0.060156	17.3443	16.6235	17
18	1.04597	0.956051	0.054384	0.056884	18.3876	17.5795	18
19	1.04858	0.953667	0.051457	0.053957	19.4336	18.5332	19
20	1.05121	0.951289	0.048823	0.051323	20.4822	19.4845	20
25	1.06441	0.939486	0.038813	0.041313	25.7646	24.2055	25
30	1.07778	0.927830	0.032141	0.034641	31.1133	28.8679	30
35	1.09132	0.916319	0.027375	0.029875	36.5292	33.4724	35
40	1.10503	0.904950	0.023802	0.026302	42.0132	38.0199	40
45	1.11892	0.893723	0.021023	0.023523	47.5661	42.5109	45
50	1.13297	0.882635	0.018801	0.021301	53.1887	46.9462	50
55	1.14720	0.871684	0.016983	0.019483	58.8819	51.3264	55
60	1.16162	0.860869	0.015469	0.017969	64.6467	55.6524	60
65	1.17621	0.850188	0.014168	0.016668	70.4839	59.9246	65
70	1.19099	0.839640	0.013090	0.015590	76.3944	64.1439	70
75	1.20595	0.829223	0.012139	0.014639	82.3792	68.3108	75
80	1.22110	0.818935	0.011307	0.013807	88.4392	72.4259	80
85	1.23644	0.808775	0.010574	0.013074	94.5753	76.4901	85
90	1.25197	0.798740	0.009922	0.012422	100.7885	80.5038	90
95	1.26770	0.788831	0.009339	0.011839	107.0797	84.4677	95
100	1.28362	0.779044	0.008814	0.011314	113.4500	88.3825	100
105	1.29975	0.769378	0.008340	0.010840	119.9003	92.2487	105
110	1.31608	0.759833	0.007909	0.010409	126.4316	96.0669	110
115	1.33261	0.750406	0.007516	0.010016	133.0450	99.8377	115
120	1.34935	0.741096	0.007156	0.009656	139.7414	103.5618	120
132	1.39040	0.719220	0.006404	0.008904	156.1582	112.3121	132
144	1.43269	0.697990	0.005778	0.008278	173.0742	120.8041	144
156	1.47626	0.677386	0.005249	0.007749	190.5049	129.0454	156
168	1.52116	0.657391	0.004797	0.007297	208.4656	137.0435	168
180	1.56743	0.637986	0.004406	0.006906	226.9727	144.8055	180
192	1.61511	0.619154	0.004064	0.006564	246.0427	152.3383	192
204	1.66423	0.600878	0.003764	0.006264	265.6927	159.6488	204
216	1.71485	0.583141	0.003497	0.005997	285.9403	166.7436	216
228	1.76701	0.565928	0.003259	0.005759	306.8039	173.6289	228
240	1.82076	0.549223	0.003046	0.005546	328.3020	180.3109	240

.5% .5%

อัตราดอกเบี้ย .5%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.00500	0.995025	1.000000	1.005000	1.0000	0.9950	1
2	1.01003	0.990074	0.498753	0.503753	2.0050	1.9851	2
3	1.01508	0.985149	0.331672	0.336672	3.0150	2.9702	3
4	1.02015	0.980247	0.248133	0.253133	4.0301	3.9505	4
5	1.02525	0.975371	0.198010	0.203010	5.0503	4.9259	5
6	1.03038	0.970518	0.164595	0.169595	6.0755	5.8964	6
7	1.03553	0.965690	0.140729	0.145729	7.1059	6.8621	7
8	1.04071	0.960885	0.122829	0.127829	8.1414	7.8230	8
9	1.04591	0.956105	0.108907	0.113907	9.1821	8.7791	9
10	1.05114	0.951348	0.097771	0.102771	10.2280	9.7304	10
11	1.05640	0.946615	0.088659	0.093659	11.2792	10.6770	11
12	1.06168	0.941905	0.081066	0.086066	12.3356	11.6189	12
13	1.06699	0.937219	0.074642	0.079642	13.3972	12.5562	13
14	1.07232	0.932556	0.069136	0.074136	14.4642	13.4887	14
15	1.07768	0.927917	0.064364	0.069364	15.5365	14.4166	15
16	1.08307	0.923300	0.060189	0.065189	16.6142	15.3399	16
17	1.08849	0.918707	0.056506	0.061506	17.6973	16.2586	17
18	1.09393	0.914136	0.053232	0.058232	18.7858	17.1728	18
19	1.09940	0.909588	0.050303	0.055303	19.8797	18.0824	19
20	1.10490	0.905063	0.047666	0.052666	20.9791	18.9874	20
25	1.13280	0.882772	0.037652	0.042652	26.5591	23.4456	25
30	1.16140	0.861030	0.030979	0.035979	32.2800	27.7941	30
35	1.19073	0.839823	0.026215	0.031215	38.1454	32.0354	35
40	1.22079	0.819139	0.022646	0.027646	44.1588	36.1722	40
45	1.25162	0.798964	0.019871	0.024871	50.3242	40.2072	45
50	1.28323	0.779286	0.017654	0.022654	56.6452	44.1428	50
55	1.31563	0.760093	0.015841	0.020841	63.1258	47.9814	55
60	1.34885	0.741372	0.014333	0.019333	69.7700	51.7256	60
65	1.38291	0.723113	0.013058	0.018058	76.5821	55.3775	65
70	1.41783	0.705303	0.011987	0.016987	83.5661	58.9394	70
75	1.45363	0.687932	0.011022	0.016022	90.7265	62.4136	75
80	1.49034	0.670989	0.010197	0.015197	98.0677	65.8023	80
85	1.52797	0.654462	0.009470	0.014470	105.5943	69.1075	85
90	1.56655	0.638344	0.008825	0.013825	113.3109	72.3313	90
95	1.60611	0.622622	0.008249	0.013249	121.2224	75.4757	95
100	1.64667	0.607287	0.007732	0.012732	129.3337	78.5426	100
105	1.68825	0.592330	0.007265	0.012265	137.6498	81.5341	105
110	1.73088	0.577741	0.006841	0.011841	146.1759	84.4518	110
115	1.77459	0.563512	0.006455	0.011455	154.9172	87.2977	115
120	1.81940	0.549633	0.006102	0.011102	163.8793	90.0735	120
132	1.93161	0.517702	0.005367	0.010367	186.3226	96.4596	132
144	2.05075	0.487626	0.004759	0.009759	210.1502	102.4747	144
156	2.17724	0.459298	0.004247	0.009247	235.4473	108.1404	156
168	2.31152	0.432615	0.003812	0.008812	262.3047	113.4770	168
180	2.45409	0.407482	0.003439	0.008439	290.8187	118.5035	180
192	2.60546	0.383810	0.003114	0.008114	321.0913	123.2380	192
204	2.76616	0.361513	0.002831	0.007831	353.2311	127.6975	204
216	2.93677	0.340511	0.002582	0.007582	387.3532	131.8979	216
228	3.11790	0.320729	0.002361	0.007361	423.5798	135.8542	228
240	3.31020	0.302096	0.002164	0.007164	462.0409	139.5808	240

.75% .75%

อัตราดอกเบี้ย .75%

N	SINGLE PAYMENT Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	UNIFORM SERIES Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.00750	0.992556	1.000000	1.007500	1.0000	0.9926	1
2	1.01506	0.985167	0.498132	0.505632	2.0075	1.9777	2
3	1.02267	0.977833	0.330846	0.338346	3.0226	2.9556	3
4	1.03034	0.970554	0.247205	0.254705	4.0452	3.9261	4
5	1.03807	0.963329	0.197022	0.204522	5.0756	4.8894	5
6	1.04585	0.956158	0.163569	0.171069	6.1136	5.8456	6
7	1.05370	0.949040	0.139675	0.147175	7.1595	6.7946	7
8	1.06160	0.941975	0.121756	0.129256	8.2132	7.7366	8
9	1.06956	0.934963	0.107819	0.115319	9.2748	8.6716	9
10	1.07758	0.928003	0.096671	0.104171	10.3443	9.5996	10
11	1.08566	0.921095	0.087551	0.095051	11.4219	10.5207	11
12	1.09381	0.914238	0.079951	0.087451	12.5076	11.4349	12
13	1.10201	0.907432	0.073522	0.081022	13.6014	12.3423	13
14	1.11028	0.900677	0.068011	0.075511	14.7034	13.2430	14
15	1.11860	0.893973	0.063236	0.070736	15.8137	14.1370	15
16	1.12699	0.887318	0.059059	0.066559	16.9323	15.0243	16
17	1.13544	0.880712	0.055373	0.062873	18.0593	15.9050	17
18	1.14396	0.874156	0.052098	0.059598	19.1947	16.7792	18
19	1.15254	0.867649	0.049167	0.056667	20.3387	17.6468	19
20	1.16118	0.861190	0.046531	0.054031	21.4912	18.5080	20
25	1.20539	0.829609	0.036516	0.044016	27.3849	22.7186	25
30	1.25127	0.799187	0.029848	0.037348	33.5029	26.7751	30
35	1.29890	0.769880	0.025092	0.032592	39.8538	30.6827	35
40	1.34835	0.741648	0.021530	0.029030	46.4465	34.4469	40
45	1.39968	0.714451	0.018785	0.026285	53.2901	38.0732	45
50	1.45296	0.688252	0.016558	0.024058	60.3943	41.5664	50
55	1.50827	0.663013	0.014756	0.022256	67.7688	44.9316	55
60	1.56568	0.638700	0.013258	0.020758	75.4241	48.1734	60
65	1.62528	0.615278	0.011995	0.019495	83.3708	51.2963	65
70	1.68715	0.592715	0.010915	0.018415	91.6201	54.3046	70
75	1.75137	0.570980	0.009982	0.017482	100.1833	57.2027	75
80	1.81804	0.550042	0.009168	0.016668	109.0725	59.9944	80
85	1.88725	0.529871	0.008453	0.015953	118.3001	62.6838	85
90	1.95909	0.510440	0.007820	0.015320	127.8790	65.2746	90
95	2.03367	0.491722	0.007256	0.014756	137.8225	67.7704	95
100	2.11108	0.473690	0.006750	0.014250	148.1445	70.1746	100
105	2.19145	0.456320	0.006295	0.013795	158.8595	72.4907	105
110	2.27487	0.439586	0.005883	0.013383	169.9823	74.7218	110
115	2.36146	0.423466	0.005509	0.013009	181.5285	76.8712	115
120	2.45136	0.407937	0.005168	0.012668	193.5143	78.9417	120
132	2.58131	0.372952	0.004461	0.011961	224.1748	83.6064	132
144	2.93284	0.340967	0.003880	0.011380	257.7116	87.8711	144
156	3.20796	0.311725	0.003397	0.010897	294.3943	91.7700	156
168	3.50889	0.284991	0.002989	0.010489	334.5181	95.3346	168
180	3.83804	0.260549	0.002643	0.010143	378.4058	98.5934	180
192	4.19808	0.238204	0.002345	0.009845	426.4104	101.5728	192
204	4.59189	0.217775	0.002088	0.009588	478.9182	104.2966	204
216	5.02264	0.199099	0.001864	0.009364	536.3517	106.7869	216
228	5.49380	0.182024	0.001669	0.009169	599.1727	109.0635	228
240	6.00915	0.166413	0.001497	0.008997	667.8868	111.1450	240

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1%

1%

อัตราดอกเบี้ย 1%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.01000	0.990099	1.000000	1.010000	1.0000	0.9901	1
2	1.02010	0.980296	0.497512	0.507512	2.0100	1.9704	2
3	1.03030	0.970590	0.330022	0.340022	3.0301	2.9410	3
4	1.04060	0.960980	0.246281	0.256281	4.0604	3.9020	4
5	1.05101	0.951466	0.196040	0.206040	5.1010	4.8534	5
6	1.06152	0.942045	0.162548	0.172548	6.1520	5.7955	6
7	1.07214	0.932718	0.138628	0.148628	7.2135	6.7282	7
8	1.08286	0.923483	0.120690	0.130690	8.2857	7.6517	8
9	1.09369	0.914340	0.106740	0.116740	9.3685	8.5660	9
10	1.10462	0.905287	0.095582	0.105582	10.4622	9.4713	10
11	1.11567	0.896324	0.086454	0.096454	11.5668	10.3676	11
12	1.12682	0.887449	0.078849	0.088849	12.6825	11.2551	12
13	1.13809	0.878663	0.072415	0.082415	13.8093	12.1337	13
14	1.14947	0.869963	0.066901	0.076901	14.9474	13.0037	14
15	1.16097	0.861350	0.062124	0.072124	16.0969	13.8651	15
16	1.17258	0.852821	0.057945	0.067945	17.2579	14.7179	16
17	1.18430	0.844377	0.054258	0.064258	18.4304	15.5623	17
18	1.19615	0.836017	0.050982	0.060982	19.6147	16.3983	18
19	1.20811	0.827740	0.048052	0.058052	20.8109	17.2260	19
20	1.22019	0.819544	0.045415	0.055415	22.0190	18.0456	20
25	1.28243	0.779768	0.035407	0.045407	28.2432	22.0232	25
30	1.34785	0.741923	0.028748	0.038748	34.7849	25.8077	30
35	1.41660	0.705914	0.024004	0.034004	41.6603	29.4086	35
40	1.48886	0.671653	0.020456	0.030456	48.8864	32.8347	40
45	1.56481	0.639055	0.017705	0.027705	56.4811	36.0945	45
50	1.64463	0.608039	0.015513	0.025513	64.4632	39.1961	50
55	1.72852	0.578526	0.013726	0.023726	72.8525	42.1472	55
60	1.81670	0.550450	0.012244	0.022244	81.6697	44.9550	60
65	1.90937	0.523734	0.010997	0.020997	90.9366	47.6266	65
70	2.00676	0.498315	0.009933	0.019933	100.6763	50.1685	70
75	2.10913	0.474129	0.009016	0.019016	110.9128	52.5871	75
80	2.21672	0.451116	0.008219	0.018219	121.6715	54.8882	80
85	2.32979	0.429223	0.007520	0.017520	132.9790	57.0777	85
90	2.44863	0.408391	0.006903	0.016903	144.8633	59.1609	90
95	2.57354	0.388570	0.006355	0.016355	157.3538	61.1430	95
100	2.70481	0.369711	0.005866	0.015866	170.4814	63.0289	100
105	2.84279	0.351768	0.005427	0.015427	184.2787	64.8232	105
110	2.98780	0.334695	0.005031	0.015031	198.7797	66.5305	110
115	3.14020	0.318451	0.004672	0.014672	214.0205	68.1549	115
120	3.30039	0.302995	0.004347	0.014347	230.0387	69.7005	120
132	3.71896	0.268892	0.003678	0.013678	271.8958	73.1108	132
144	4.19062	0.238628	0.003134	0.013134	319.0616	76.1372	144
156	4.72209	0.211771	0.002687	0.012687	372.2090	78.8229	156
168	5.32097	0.187936	0.002314	0.012314	432.0970	81.2064	168
180	5.99580	0.166783	0.002002	0.012002	499.5802	83.3217	180
192	6.75622	0.148012	0.001737	0.011737	575.6219	85.1988	192
204	7.61308	0.131353	0.001512	0.011512	661.3077	86.8647	204
216	8.57861	0.116569	0.001320	0.011320	757.8606	88.3431	216
228	9.66659	0.103449	0.001154	0.011154	866.6588	89.6551	228
240	10.89255	0.091806	0.001011	0.011011	989.2553	90.8194	240

1.25%

1.25%

อัตราดอกเบี้ย 1.25%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.01250	0.987654	1.000000	1.012500	1.0000	0.9877	1
2	1.02516	0.975461	0.496894	0.509394	2.0125	1.9631	2
3	1.03797	0.963418	0.329201	0.341701	3.0377	2.9265	3
4	1.05095	0.951524	0.245361	0.257861	4.0756	3.8781	4
5	1.06408	0.939777	0.195062	0.207562	5.1266	4.8178	5
6	1.07738	0.928175	0.161534	0.174034	6.1907	5.7460	6
7	1.09085	0.916716	0.137589	0.150089	7.2680	6.6627	7
8	1.10449	0.905398	0.119633	0.132133	8.3589	7.5681	8
9	1.11829	0.894221	0.105671	0.118171	9.4634	8.4623	9
10	1.13227	0.883181	0.094503	0.107003	10.5817	9.3455	10
11	1.14642	0.872277	0.085368	0.097868	11.7139	10.2178	11
12	1.16075	0.861509	0.077758	0.090258	12.8604	11.0793	12
13	1.17526	0.850873	0.071321	0.083821	14.0211	11.9302	13
14	1.18995	0.840368	0.065805	0.078305	15.1964	12.7706	14
15	1.20483	0.829993	0.061026	0.073526	16.3863	13.6005	15
16	1.21989	0.819746	0.056847	0.069347	17.5912	14.4203	16
17	1.23514	0.809626	0.053160	0.065660	18.8111	15.2299	17
18	1.25058	0.799631	0.049885	0.062385	20.0462	16.0295	18
19	1.26621	0.789759	0.046955	0.059455	21.2968	16.8193	19
20	1.28204	0.780009	0.044320	0.056820	22.5630	17.5993	20
25	1.36419	0.733034	0.034322	0.046822	29.1354	21.3573	25
30	1.45161	0.688889	0.027679	0.040179	36.1291	24.8869	30
35	1.54464	0.647402	0.022951	0.035451	43.5709	28.2079	35
40	1.64362	0.608413	0.019421	0.031921	51.4896	31.3269	40
45	1.74895	0.571773	0.016690	0.029190	59.9157	34.2582	45
50	1.86102	0.537339	0.014518	0.027018	68.8818	37.0129	50
55	1.98028	0.504979	0.012751	0.025251	78.4225	39.6017	55
60	2.10718	0.474568	0.011290	0.023790	88.5745	42.0346	60
65	2.24221	0.445988	0.010063	0.022563	99.3771	44.3210	65
70	2.38590	0.419129	0.009019	0.021519	110.8720	46.4697	70
75	2.53879	0.393888	0.008123	0.020623	123.1035	48.4890	75
80	2.70148	0.370167	0.007347	0.019847	136.1188	50.3867	80
85	2.87460	0.347874	0.006668	0.019168	149.9682	52.1701	85
90	3.05881	0.326924	0.006071	0.018571	164.7050	53.8461	90
95	3.25483	0.307236	0.005544	0.018044	180.3862	55.4211	95
100	3.46340	0.288733	0.005074	0.017574	197.0723	56.9013	100
105	3.68535	0.271345	0.004655	0.017155	214.8277	58.2924	105
110	3.92151	0.255004	0.004279	0.016779	233.7209	59.5997	110
115	4.17281	0.239647	0.003940	0.016440	253.8248	60.8283	115
120	4.44021	0.225214	0.003633	0.016133	275.2171	61.9828	120
132	5.15400	0.194024	0.003009	0.015509	332.3198	64.4781	132
144	5.98253	0.167153	0.002509	0.015009	398.6021	66.6277	144
156	6.94424	0.144004	0.002103	0.014603	475.5395	68.4797	156
168	8.06056	0.124061	0.001770	0.014270	564.8450	70.0751	168
180	9.35533	0.106879	0.001495	0.013996	668.5068	71.4496	180
192	10.86041	0.092078	0.001268	0.013768	788.8326	72.6338	192
204	12.60627	0.079326	0.001077	0.013577	928.5014	73.6539	204
216	14.63278	0.068340	0.000917	0.013417	1090.6226	74.5328	216
228	16.98507	0.058875	0.000782	0.013282	1278.8054	75.2900	228
240	19.71549	0.050722	0.000668	0.013168	1497.2395	75.9423	240

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5% 1.5%

อัตราดอกเบี้ย 1.5%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.01500	0.985222	1.000000	1.015000	1.0000	0.9852	1
2	1.03023	0.970662	0.496278	0.511278	2.0150	1.9559	2
3	1.04568	0.956317	0.328383	0.343383	3.0452	2.9122	3
4	1.06136	0.942184	0.244445	0.259445	4.0909	3.8544	4
5	1.07728	0.928260	0.194089	0.209089	5.1523	4.7826	5
6	1.09344	0.914542	0.160525	0.175525	6.2296	5.6972	6
7	1.10984	0.901027	0.136556	0.151556	7.3230	6.5982	7
8	1.12649	0.887711	0.118584	0.133584	8.4328	7.4859	8
9	1.14339	0.874592	0.104610	0.119610	9.5593	8.3605	9
10	1.16054	0.861667	0.093434	0.108434	10.7027	9.2222	10
11	1.17795	0.848933	0.084294	0.099294	11.8633	10.0711	11
12	1.19562	0.836387	0.076680	0.091680	13.0412	10.9075	12
13	1.21355	0.824027	0.070240	0.085240	14.2368	11.7315	13
14	1.23176	0.811849	0.064723	0.079723	15.4504	12.5434	14
15	1.25023	0.799851	0.059944	0.074944	16.6821	13.3432	15
16	1.26899	0.788031	0.055765	0.070765	17.9324	14.1313	16
17	1.28802	0.776385	0.052080	0.067080	19.2014	14.9076	17
18	1.30734	0.764912	0.048806	0.063806	20.4894	15.6726	18
19	1.32695	0.753607	0.045878	0.060878	21.7967	16.4262	19
20	1.34686	0.742470	0.043246	0.058246	23.1237	17.1686	20
25	1.45095	0.689206	0.033263	0.048263	30.0630	20.7196	25
30	1.56308	0.639762	0.026639	0.041639	37.5387	24.0158	30
35	1.68388	0.593866	0.021934	0.036934	45.5921	27.0756	35
40	1.81402	0.551262	0.018427	0.033427	54.2679	29.9158	40
45	1.95421	0.511715	0.015720	0.030720	63.6142	32.5523	45
50	2.10524	0.475005	0.013572	0.028572	73.6828	34.9997	50
55	2.26794	0.440928	0.011830	0.026830	84.5296	37.2715	55
60	2.44322	0.409296	0.010393	0.025393	96.2147	39.3803	60
65	2.63204	0.379933	0.009191	0.024191	108.8028	41.3378	65
70	2.83546	0.352677	0.008172	0.023172	122.3638	43.1549	70
75	3.05459	0.327376	0.007301	0.022301	136.9728	44.8416	75
80	3.29066	0.303890	0.006548	0.021548	152.7108	46.4073	80
85	3.54498	0.282089	0.005894	0.020894	169.6652	47.8607	85
90	3.81895	0.261852	0.005321	0.020321	187.9299	49.2099	90
95	4.11409	0.243067	0.004817	0.019817	207.6061	50.4622	95
100	4.43205	0.225629	0.004371	0.019371	228.8030	51.6247	100
105	4.77457	0.209443	0.003974	0.018974	251.6381	52.7038	105
110	5.14357	0.194417	0.003620	0.018620	276.2380	53.7055	110
115	5.54109	0.180470	0.003303	0.018303	302.7390	54.6353	115
120	5.96932	0.167523	0.003019	0.018019	331.2882	55.4985	120
132	7.13703	0.140114	0.002444	0.017444	409.1354	57.3257	132
144	8.53316	0.117190	0.001991	0.016991	502.2109	58.8540	144
156	10.20240	0.098016	0.001630	0.016630	613.4937	60.1323	156
168	12.19818	0.081979	0.001340	0.016340	746.5454	61.2014	168
180	14.58437	0.068567	0.001104	0.016104	905.6245	62.0956	180
192	17.43733	0.057348	0.000913	0.015913	1095.8223	62.8435	192
204	20.84839	0.047965	0.000756	0.015756	1323.2262	63.4690	204
216	24.92672	0.040118	0.000627	0.015627	1595.1145	63.9922	216
228	29.80284	0.033554	0.000521	0.015521	1920.1891	64.4297	228
240	35.63281	0.028064	0.000433	0.015433	2308.8542	64.7957	240

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.75% 1.75%

อัตราดอกเบี้ย 1.75%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.01750	0.982801	1.000000	1.017500	1.0000	0.9828	1
2	1.03531	0.965898	0.495663	0.513163	2.0175	1.9487	2
3	1.05342	0.949285	0.327567	0.345067	3.0528	2.8980	3
4	1.07186	0.932959	0.243532	0.261032	4.1062	3.8309	4
5	1.09062	0.916912	0.193121	0.210621	5.1781	4.7479	5
6	1.10970	0.901143	0.159523	0.177023	6.2687	5.6490	6
7	1.12912	0.885644	0.135531	0.153031	7.3784	6.5346	7
8	1.14888	0.870412	0.117543	0.135043	8.5075	7.4051	8
9	1.16899	0.855441	0.103558	0.121058	9.6564	8.2605	9
10	1.18944	0.840729	0.092375	0.109875	10.8254	9.1012	10
11	1.21026	0.826269	0.083230	0.100730	12.0148	9.9275	11
12	1.23144	0.812058	0.075614	0.093114	13.2251	10.7395	12
13	1.25299	0.798091	0.069173	0.086673	14.4565	11.5376	13
14	1.27492	0.784365	0.063656	0.081156	15.7095	12.3220	14
15	1.29723	0.770875	0.058877	0.076377	16.9844	13.0929	15
16	1.31993	0.757616	0.054700	0.072200	18.2817	13.8505	16
17	1.34303	0.744586	0.051016	0.068516	19.6016	14.5951	17
18	1.36653	0.731780	0.047745	0.065245	20.9446	15.3269	18
19	1.39045	0.719194	0.044821	0.062321	22.3112	16.0461	19
20	1.41478	0.706825	0.042191	0.059691	23.7016	16.7529	20
25	1.54298	0.648095	0.032230	0.049730	31.0275	20.1088	25
30	1.68280	0.594248	0.025630	0.043130	39.0172	23.1859	30
35	1.83529	0.544873	0.020951	0.038451	47.7308	26.0073	35
40	2.00160	0.499601	0.017472	0.034972	57.2341	28.5942	40
45	2.18298	0.458090	0.014793	0.032293	67.5985	30.9653	45
50	2.38079	0.420029	0.012674	0.030174	78.9022	33.1412	50
55	2.59653	0.385130	0.010961	0.028461	91.2302	35.1354	55
60	2.83182	0.353130	0.009553	0.027053	104.6752	36.9640	60
65	3.08843	0.323790	0.008380	0.025880	119.3386	38.6406	65
70	3.36829	0.296887	0.007389	0.024889	135.3308	40.1779	70
75	3.67351	0.272219	0.006546	0.024046	152.7720	41.5875	75
80	4.00639	0.249601	0.005821	0.023321	171.7938	42.8799	80
85	4.36944	0.228862	0.005194	0.022694	192.5393	44.0650	85
90	4.76538	0.209847	0.004648	0.022148	215.1646	45.1516	90
95	5.19720	0.192411	0.004169	0.021669	239.8402	46.1479	95
100	5.66816	0.176424	0.003749	0.021249	266.7518	47.0615	100
105	6.18178	0.161766	0.003377	0.020877	296.1020	47.8991	105
110	6.74196	0.148325	0.003048	0.020548	328.1118	48.6671	110
115	7.35289	0.136001	0.002755	0.020255	363.0223	49.3714	115
120	8.01918	0.124701	0.002493	0.019993	401.0962	50.0171	120
132	9.87514	0.101264	0.001972	0.019472	507.1507	51.3563	132
144	12.16063	0.082233	0.001568	0.019068	637.7504	52.4439	144
156	14.97508	0.066778	0.001252	0.018752	798.5761	53.3270	156
168	18.44090	0.054227	0.001003	0.018503	996.6231	54.0442	168
180	22.70885	0.044036	0.000806	0.018306	1240.5060	54.6265	180
192	27.96458	0.035760	0.000649	0.018149	1540.8329	55.0995	192
204	34.43668	0.029039	0.000523	0.018023	1910.6674	55.4835	204
216	42.40668	0.023581	0.000423	0.017923	2366.0959	55.7954	216
228	52.22125	0.019149	0.000342	0.017842	2926.9287	56.0486	228
240	64.30730	0.015550	0.000276	0.017776	3617.5603	56.2543	240

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2%

2%

อัตราดอกเบี้ย 2%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.02000	0.980392	1.000000	1.020000	1.0000	0.9804	1
2	1.04040	0.961169	0.495050	0.515050	2.0200	1.9416	2
3	1.06121	0.942322	0.326755	0.346755	3.0604	2.8839	3
4	1.08243	0.923845	0.242624	0.262624	4.1216	3.8077	4
5	1.10408	0.905731	0.192158	0.212158	5.2040	4.7135	5
6	1.12616	0.887971	0.158526	0.178526	6.3081	5.6014	6
7	1.14869	0.870560	0.134512	0.154512	7.4343	6.4720	7
8	1.17166	0.853490	0.116510	0.136510	8.5830	7.3255	8
9	1.19509	0.836755	0.102515	0.122515	9.7546	8.1622	9
10	1.21899	0.820348	0.091327	0.111327	10.9497	8.9826	10
11	1.24337	0.804263	0.082178	0.102178	12.1687	9.7868	11
12	1.26824	0.788493	0.074560	0.094560	13.4121	10.5753	12
13	1.29361	0.773033	0.068118	0.088118	14.6803	11.3484	13
14	1.31948	0.757875	0.062602	0.082602	15.9739	12.1062	14
15	1.34587	0.743015	0.057825	0.077825	17.2934	12.8493	15
16	1.37279	0.728446	0.053650	0.073650	18.6393	13.5777	16
17	1.40024	0.714163	0.049970	0.069970	20.0121	14.2919	17
18	1.42825	0.700159	0.046702	0.066702	21.4123	14.9920	18
19	1.45681	0.686431	0.043782	0.063782	22.8406	15.6785	19
20	1.48595	0.672971	0.041157	0.061157	24.2974	16.3514	20
25	1.64061	0.609531	0.031220	0.051220	32.0303	19.5235	25
30	1.81136	0.552071	0.024650	0.044650	40.5681	22.3965	30
35	1.99989	0.500028	0.020002	0.040002	49.9945	24.9986	35
40	2.20804	0.452890	0.016556	0.036556	60.4020	27.3555	40
45	2.43785	0.410197	0.013910	0.033910	71.8927	29.4902	45
50	2.69159	0.371528	0.011823	0.031823	84.5794	31.4236	50
55	2.97173	0.336504	0.010143	0.030143	98.5865	33.1748	55
60	3.28103	0.304782	0.008768	0.028768	114.0515	34.7609	60
65	3.62252	0.276051	0.007626	0.027626	131.1262	36.1975	65
70	3.99956	0.250028	0.006668	0.026668	149.9779	37.4986	70
75	4.41584	0.226458	0.005855	0.025855	170.7918	38.6771	75
80	4.87544	0.205110	0.005161	0.025161	193.7720	39.7445	80
85	5.38288	0.185774	0.004563	0.024563	219.1439	40.7113	85
90	5.94313	0.168261	0.004046	0.024046	247.1566	41.5869	90
95	6.56170	0.152400	0.003596	0.023596	278.0850	42.3800	95
100	7.24465	0.138033	0.003203	0.023203	312.2323	43.0984	100
105	7.99867	0.125021	0.002858	0.022858	349.9337	43.7490	105
110	8.83118	0.113235	0.002554	0.022554	391.5591	44.3382	110
115	9.75034	0.102561	0.002286	0.022286	437.5170	44.8720	115
120	10.76516	0.092892	0.002048	0.022048	488.2581	45.3554	120
132	13.65283	0.073245	0.001581	0.021581	632.6415	46.3378	132
144	17.31509	0.057753	0.001226	0.021226	815.7544	47.1123	144
156	21.95972	0.045538	0.000954	0.020954	1047.9860	47.7231	156
168	27.85023	0.035906	0.000745	0.020745	1342.5116	48.2047	168
180	35.32083	0.028312	0.000583	0.020583	1716.0415	48.5844	180
192	44.79535	0.022324	0.000457	0.020457	2189.7676	48.8838	192
204	56.81134	0.017602	0.000358	0.020358	2790.5669	49.1199	204
216	72.05051	0.013879	0.000281	0.020281	3552.5256	49.3060	216
228	91.37746	0.010944	0.000221	0.020221	4518.8735	49.4528	228
240	115.88873	0.008629	0.000174	0.020174	5744.4360	49.5686	240

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3%

3%

อัตราดอกเบี้ย 3%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.03000	0.970874	1.000000	1.030000	1.0000	0.9709	1
2	1.06090	0.942596	0.492611	0.522611	2.0300	1.9135	2
3	1.09273	0.915142	0.323530	0.353530	3.0909	2.8286	3
4	1.12551	0.888487	0.239027	0.269027	4.1836	3.7171	4
5	1.15927	0.862609	0.188355	0.218355	5.3091	4.5797	5
6	1.19405	0.837484	0.154597	0.184597	6.4684	5.4172	6
7	1.22987	0.813092	0.130506	0.160506	7.6625	6.2303	7
8	1.26677	0.789409	0.112456	0.142456	8.8923	7.0197	8
9	1.30477	0.766417	0.098434	0.128434	10.1591	7.7861	9
10	1.34392	0.744094	0.087231	0.117231	11.4639	8.5302	10
11	1.38423	0.722421	0.078077	0.108077	12.8078	9.2526	11
12	1.42576	0.701380	0.070462	0.100462	14.1920	9.9540	12
13	1.46853	0.680951	0.064030	0.094030	15.6178	10.6350	13
14	1.51259	0.661118	0.058526	0.088526	17.0863	11.2961	14
15	1.55797	0.641862	0.053767	0.083767	18.5989	11.9379	15
16	1.60471	0.623167	0.049611	0.079611	20.1569	12.5611	16
17	1.65285	0.605016	0.045953	0.075953	21.7616	13.1661	17
18	1.70243	0.587395	0.042709	0.072709	23.4144	13.7535	18
19	1.75351	0.570286	0.039814	0.069814	25.1169	14.3238	19
20	1.80611	0.553676	0.037216	0.067216	26.8704	14.8775	20
25	2.09378	0.477606	0.027428	0.057428	36.4593	17.4131	25
30	2.42726	0.411987	0.021019	0.051019	47.5754	19.6004	30
35	2.81386	0.355383	0.016539	0.046539	60.4621	21.4872	35
40	3.26204	0.306557	0.013262	0.043262	75.4013	23.1148	40
45	3.78160	0.264439	0.010785	0.040785	92.7199	24.5187	45
50	4.38391	0.228107	0.008865	0.038865	112.7969	25.7298	50
55	5.08215	0.196767	0.007349	0.037349	136.0716	26.7744	55
60	5.89160	0.169733	0.006133	0.036133	163.0534	27.6756	60
65	6.82998	0.146413	0.005146	0.035146	194.3327	28.4529	65
70	7.91782	0.126297	0.004337	0.034337	230.5941	29.1234	70
75	9.17893	0.108945	0.003668	0.033668	272.6309	29.7018	75
80	10.64089	0.093977	0.003112	0.033112	321.3630	30.2008	80
85	12.33571	0.081065	0.002647	0.032647	377.8569	30.6312	85
90	14.30047	0.069926	0.002256	0.032256	443.3489	31.0024	90
95	16.57816	0.060320	0.001926	0.031926	519.2720	31.3227	95
100	19.21863	0.052033	0.001647	0.031647	607.2877	31.5989	100
105	22.27966	0.044884	0.001410	0.031410	709.3220	31.8372	105
110	25.82623	0.038717	0.001208	0.031208	827.5078	32.0428	110
115	29.94200	0.033398	0.001037	0.031037	964.7333	32.2201	115
120	34.71098	0.028809	0.000890	0.030890	1123.6995	32.3730	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4%

4%

อัตราดอกเบี้ย 4%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
2	1.08160	0.924556	0.490196	0.530196	2.0400	1.8861	2
3	1.12486	0.888996	0.320349	0.360349	3.1216	2.7751	3
4	1.16986	0.854804	0.235490	0.275490	4.2465	3.6299	4
5	1.21665	0.821927	0.184627	0.224627	5.4163	4.4518	5
6	1.26532	0.790315	0.150762	0.190762	6.6330	5.2421	6
7	1.31593	0.759918	0.126610	0.166610	7.8983	6.0021	7
8	1.36857	0.730690	0.108528	0.148528	9.2142	6.7327	8
9	1.42331	0.702587	0.094493	0.134493	10.5828	7.4353	9
10	1.48024	0.675564	0.083291	0.123291	12.0061	8.1109	10
11	1.53945	0.649581	0.074149	0.114149	13.4865	8.7605	11
12	1.60103	0.624597	0.066552	0.106552	15.0258	9.3851	12
13	1.66507	0.600574	0.060144	0.100144	16.6268	9.9856	13
14	1.73168	0.577475	0.054669	0.094669	18.2919	10.5631	14
15	1.80094	0.555265	0.049941	0.089941	20.0236	11.1184	15
16	1.87298	0.533908	0.045820	0.085820	21.8245	11.6523	16
17	1.94790	0.513373	0.042199	0.082199	23.6975	12.1657	17
18	2.02582	0.493628	0.038993	0.078993	25.6454	12.6593	18
19	2.10685	0.474642	0.036139	0.076139	27.6712	13.1339	19
20	2.19112	0.456387	0.033582	0.073582	29.7781	13.5903	20
25	2.66584	0.375117	0.024012	0.064012	41.6459	15.6221	25
30	3.24340	0.308319	0.017830	0.057830	56.0849	17.2920	30
35	3.94609	0.253415	0.013577	0.053577	73.6522	18.6646	35
40	4.80102	0.208289	0.010523	0.050523	95.0255	19.7928	40
45	5.84118	0.171198	0.008262	0.048262	121.0294	20.7200	45
50	7.10668	0.140713	0.006550	0.046550	152.6671	21.4822	50
55	8.64637	0.115656	0.005231	0.045231	191.1592	22.1086	55
60	10.51963	0.095060	0.004202	0.044202	237.9907	22.6235	60
65	12.79873	0.078133	0.003390	0.043390	294.9684	23.0467	65
70	15.57162	0.064219	0.002745	0.042745	364.2904	23.3945	70
75	18.94525	0.052784	0.002229	0.042229	448.6313	23.6804	75
80	23.04980	0.043384	0.001814	0.041814	551.2449	23.9154	80
85	28.04360	0.035659	0.001479	0.041479	676.0901	24.1085	85
90	34.11933	0.029309	0.001208	0.041208	827.9833	24.2673	90
95	41.51138	0.024090	0.000987	0.040987	1012.7846	24.3978	95
100	50.50494	0.019800	0.000808	0.040808	1237.6237	24.5050	100
105	61.44699	0.016274	0.000662	0.040662	1511.1747	24.5931	105
110	74.75965	0.013376	0.000542	0.040542	1843.9913	24.6656	110
115	90.95655	0.010994	0.000445	0.040445	2248.9138	24.7251	115
120	110.66255	0.009036	0.000365	0.040365	2741.5637	24.7741	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5%

5%

อัตราดอกเบี้ย 5%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.05000	0.952381	1.000000	1.050000	1.0000	0.9524	1
2	1.10250	0.907030	0.487805	0.537805	2.0500	1.8594	2
3	1.15762	0.863838	0.317209	0.367209	3.1525	2.7232	3
4	1.21551	0.822703	0.232012	0.282012	4.3101	3.5460	4
5	1.27628	0.783526	0.180975	0.230975	5.5256	4.3295	5
6	1.34010	0.746215	0.147017	0.197017	6.8019	5.0757	6
7	1.40710	0.710681	0.122820	0.172820	8.1420	5.7864	7
8	1.47746	0.676839	0.104722	0.154722	9.5491	6.4632	8
9	1.55133	0.644609	0.090690	0.140690	11.0266	7.1078	9
10	1.62889	0.613913	0.079505	0.129505	12.5779	7.7217	10
11	1.71034	0.584679	0.070389	0.120389	14.2068	8.3064	11
12	1.79586	0.556837	0.062825	0.112825	15.9171	8.8633	12
13	1.88565	0.530321	0.056456	0.106456	17.7130	9.3936	13
14	1.97993	0.505068	0.051024	0.101024	19.5986	9.8986	14
15	2.07893	0.481017	0.046342	0.096342	21.5786	10.3797	15
16	2.18287	0.458111	0.042270	0.092270	23.6575	10.8378	16
17	2.29202	0.436297	0.038699	0.088699	25.8404	11.2741	17
18	2.40662	0.415521	0.035546	0.085546	28.1324	11.6896	18
19	2.52695	0.395734	0.032745	0.082745	30.5390	12.0853	19
20	2.65330	0.376889	0.030243	0.080243	33.0660	12.4622	20
25	3.38635	0.295303	0.020952	0.070952	47.7271	14.0939	25
30	4.32194	0.231377	0.015051	0.065051	66.4389	15.3725	30
35	5.51602	0.181290	0.011072	0.061072	90.3203	16.3742	35
40	7.03999	0.142046	0.008278	0.058278	120.7998	17.1591	40
45	8.98501	0.111297	0.006262	0.056262	159.7002	17.7741	45
50	11.46740	0.087204	0.004777	0.054777	209.3480	18.2559	50
55	14.63563	0.068326	0.003667	0.053667	272.7126	18.6335	55
60	18.67919	0.053536	0.002828	0.052828	353.5837	18.9293	60
65	23.83990	0.041946	0.002189	0.052189	456.7980	19.1611	65
70	30.42643	0.032866	0.001699	0.051699	588.5285	19.3427	70
75	38.83269	0.025752	0.001322	0.051322	756.6537	19.4850	75
80	49.56144	0.020177	0.001030	0.051030	971.2289	19.5965	80
85	63.25436	0.015809	0.000803	0.050803	1245.0872	19.6838	85
90	80.73037	0.012387	0.000627	0.050627	1594.6074	19.7523	90
95	103.03468	0.009705	0.000490	0.050490	2040.6936	19.8059	95
100	131.50127	0.007604	0.000383	0.050383	2610.0254	19.8479	100
105	167.83264	0.005958	0.000300	0.050300	3336.6528	19.8808	105
110	214.20171	0.004668	0.000235	0.050235	4264.0342	19.9066	110
115	273.38168	0.003658	0.000184	0.050184	5447.6338	19.9268	115
120	348.91202	0.002866	0.000144	0.050144	6958.2402	19.9427	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6%

6%

อัตราดอกเบี้ย 6%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.06000	0.943396	1.000000	1.060000	1.0000	0.9434	1
2	1.12360	0.889996	0.485437	0.545437	2.0600	1.8334	2
3	1.19102	0.839619	0.314110	0.374110	3.1836	2.6730	3
4	1.26248	0.792094	0.228591	0.288592	4.3746	3.4651	4
5	1.33823	0.747258	0.177396	0.237396	5.6371	4.2124	5
6	1.41852	0.704961	0.143363	0.203363	6.9753	4.9173	6
7	1.50363	0.665057	0.119135	0.179135	8.3938	5.5824	7
8	1.59385	0.627412	0.101036	0.161036	9.8975	6.2098	8
9	1.68948	0.591898	0.087022	0.147022	11.4913	6.8017	9
10	1.79085	0.558395	0.075868	0.135868	13.1808	7.3601	10
11	1.89830	0.526788	0.066793	0.126793	14.9716	7.8869	11
12	2.01220	0.496969	0.059277	0.119277	16.8699	8.3838	12
13	2.13293	0.468839	0.052960	0.112960	18.8821	8.8527	13
14	2.26090	0.442301	0.047585	0.107585	21.0151	9.2950	14
15	2.39656	0.417265	0.042963	0.102963	23.2760	9.7122	15
16	2.54035	0.393646	0.038952	0.098952	25.6725	10.1059	16
17	2.69277	0.371364	0.035445	0.095445	28.2129	10.4773	17
18	2.85434	0.350344	0.032357	0.092357	30.9057	10.8276	18
19	3.02560	0.330513	0.029621	0.089621	33.7600	11.1581	19
20	3.20714	0.311805	0.027185	0.087185	36.7856	11.4699	20
25	4.29187	0.232999	0.018227	0.078227	54.8645	12.7834	25
30	5.74349	0.174110	0.012649	0.072649	79.0582	13.7648	30
35	7.68609	0.130105	0.008974	0.068974	111.4348	14.4982	35
40	10.28572	0.097222	0.006462	0.066462	154.7620	15.0463	40
45	13.76461	0.072650	0.004700	0.064700	212.7435	15.4558	45
50	18.42015	0.054288	0.003444	0.063444	290.3359	15.7619	50
55	24.65032	0.040567	0.002537	0.062537	394.1720	15.9905	55
60	32.98769	0.030314	0.001876	0.061876	533.1282	16.1614	60
65	44.14497	0.022653	0.001391	0.061391	719.0828	16.2891	65
70	59.07592	0.016927	0.001033	0.061033	967.9321	16.3845	70
75	79.05692	0.012649	0.000769	0.060769	1300.9486	16.4558	75
80	105.79598	0.009452	0.000573	0.060573	1746.5997	16.5091	80
85	141.57589	0.007063	0.000427	0.060427	2342.9814	16.5489	85
90	189.46449	0.005278	0.000318	0.060318	3141.0750	16.5787	90
95	253.54622	0.003944	0.000238	0.060238	4209.1040	16.6009	95
100	339.30203	0.002947	0.000177	0.060177	5638.3677	16.6175	100
105	454.06265	0.002202	0.000132	0.060132	7551.0444	16.6300	105
110	607.63824	0.001646	0.000099	0.060099	10110.6377	16.6392	110
115	813.15704	0.001230	0.000074	0.060074	13535.9512	16.6462	115
120	1088.18762	0.000919	0.000055	0.060055	18119.7930	16.6514	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7%

7%

อัตราดอกเบี้ย 7%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.07000	0.934579	1.000000	1.070000	1.0000	0.9346	1
2	1.14490	0.873439	0.483092	0.553092	2.0700	1.8080	2
3	1.22504	0.816298	0.311052	0.381052	3.2149	2.6243	3
4	1.31080	0.762895	0.225228	0.295228	4.4399	3.3872	4
5	1.40255	0.712986	0.173891	0.243891	5.7507	4.1002	5
6	1.50073	0.666342	0.139796	0.209796	7.1533	4.7665	6
7	1.60578	0.622750	0.115553	0.185553	8.6540	5.3893	7
8	1.71819	0.582009	0.097468	0.167468	10.2598	5.9713	8
9	1.83846	0.543934	0.083486	0.153486	11.9780	6.5152	9
10	1.96715	0.508349	0.072378	0.142378	13.8164	7.0236	10
11	2.10485	0.475093	0.063357	0.133357	15.7836	7.4987	11
12	2.25219	0.444012	0.055902	0.125902	17.8885	7.9427	12
13	2.40985	0.414964	0.049651	0.119651	20.1406	8.3577	13
14	2.57853	0.387817	0.044345	0.114345	22.5505	8.7455	14
15	2.75903	0.362446	0.039795	0.109795	25.1290	9.1079	15
16	2.95216	0.338735	0.035858	0.105858	27.8881	9.4466	16
17	3.15882	0.316574	0.032425	0.102425	30.8402	9.7632	17
18	3.37993	0.295864	0.029413	0.099413	33.9990	10.0591	18
19	3.61653	0.276508	0.026753	0.096753	37.3790	10.3356	19
20	3.86968	0.258419	0.024393	0.094393	40.9955	10.5940	20
25	5.42743	0.184249	0.015811	0.085811	63.2490	11.6536	25
30	7.61226	0.131367	0.010586	0.080586	94.4608	12.4090	30
35	10.67658	0.093663	0.007234	0.077234	138.2369	12.9477	35
40	14.97446	0.066780	0.005009	0.075009	199.6351	13.3317	40
45	21.00245	0.047613	0.003500	0.073500	285.7493	13.6055	45
50	29.45703	0.033948	0.002460	0.072460	406.5289	13.8007	50
55	41.31500	0.024204	0.001736	0.071736	575.9286	13.9399	55
60	57.94643	0.017257	0.001229	0.071229	813.5204	14.0392	60
65	81.27287	0.012304	0.000872	0.070872	1146.7551	14.1099	65
70	113.98940	0.008773	0.000620	0.070620	1614.1342	14.1604	70
75	159.87602	0.006255	0.000441	0.070441	2269.6575	14.1964	75
80	224.23439	0.004460	0.000314	0.070314	3189.0627	14.2220	80
85	314.50034	0.003180	0.000223	0.070223	4478.5762	14.2403	85
90	441.10300	0.002267	0.000159	0.070159	6287.1855	14.2533	90
95	618.66974	0.001616	0.000113	0.070113	8823.8535	14.2626	95
100	867.71637	0.001152	0.000081	0.070081	12381.6621	14.2693	100
105	1217.01709	0.000822	0.000058	0.070058	17371.6719	14.2740	105
110	1706.92944	0.000586	0.000041	0.070041	24370.4199	14.2773	110
115	2394.05686	0.000418	0.000029	0.070029	34186.5234	14.2797	115
120	3357.78857	0.000298	0.000021	0.070021	47954.1211	14.2815	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8%

8%

อัตราดอกเบี้ย 8%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.08000	0.925926	1.000000	1.080000	1.0000	0.9259	1
2	1.16640	0.857339	0.480769	0.560769	2.0800	1.7833	2
3	1.25971	0.793832	0.308034	0.388034	3.2464	2.5771	3
4	1.36049	0.735030	0.221921	0.301921	4.5061	3.3121	4
5	1.46933	0.680583	0.170456	0.250456	5.8666	3.9927	5
6	1.58687	0.630170	0.136315	0.216315	7.3359	4.6229	6
7	1.71382	0.583490	0.112072	0.192072	8.9228	5.2064	7
8	1.85093	0.540269	0.094015	0.174015	10.6366	5.7466	8
9	1.99900	0.500249	0.080080	0.160080	12.4875	6.2469	9
10	2.15893	0.463193	0.069029	0.149029	14.4866	6.7101	10
11	2.33164	0.428883	0.060076	0.140076	16.6455	7.1390	11
12	2.51817	0.397114	0.052695	0.132695	18.9771	7.5361	12
13	2.71962	0.367698	0.046522	0.126522	21.4953	7.9038	13
14	2.93719	0.340461	0.041297	0.121297	24.2149	8.2442	14
15	3.17217	0.315242	0.036830	0.116830	27.1521	8.5595	15
16	3.42594	0.291890	0.032977	0.112977	30.3243	8.8514	16
17	3.70002	0.270269	0.029629	0.109629	33.7502	9.1216	17
18	3.99602	0.250249	0.026702	0.106702	37.4502	9.3719	18
19	4.31570	0.231712	0.024128	0.104128	41.4463	9.6036	19
20	4.66096	0.214548	0.021852	0.101852	45.7620	9.8181	20
25	6.84847	0.146018	0.013679	0.093679	73.1059	10.6748	25
30	10.06266	0.099377	0.008827	0.088827	113.2832	11.2578	30
35	14.78534	0.067635	0.005803	0.085803	172.3168	11.6546	35
40	21.72452	0.046031	0.003860	0.083860	259.0565	11.9246	40
45	31.92045	0.031328	0.002587	0.082587	386.5056	12.1084	45
50	46.90161	0.021321	0.001743	0.081743	573.7701	12.2335	50
55	68.91385	0.014511	0.001178	0.081178	848.9232	12.3186	55
60	101.25706	0.009876	0.000798	0.080798	1253.2133	12.3766	60
65	148.77983	0.006721	0.000541	0.080541	1847.2479	12.4160	65
70	218.60638	0.004574	0.000368	0.080368	2720.0798	12.4428	70
75	321.20450	0.003113	0.000250	0.080250	4002.5562	12.4611	75
80	471.95477	0.002119	0.000170	0.080170	5886.9346	12.4735	80
85	693.45642	0.001442	0.000116	0.080116	8655.7051	12.4820	85
90	1018.91492	0.000981	0.000079	0.080079	12723.9365	12.4877	90
95	1497.12036	0.000668	0.000053	0.080053	18701.5039	12.4917	95
100	2199.76099	0.000455	0.000036	0.080036	27484.5117	12.4943	100
105	3232.17041	0.000309	0.000025	0.080025	40389.6328	12.4961	105
110	4749.11865	0.000211	0.000017	0.080017	59351.4844	12.4974	110
115	6978.01318	0.000143	0.000011	0.080011	87212.6719	12.4982	115
120	10252.99121	0.000098	0.000008	0.080008	128149.8906	12.4988	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9%

9%

อัตราดอกเบี้ย 9%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.09000	0.917431	1.000000	1.090000	1.0000	0.9174	1
2	1.18810	0.841680	0.478469	0.568469	2.0900	1.7591	2
3	1.29503	0.772183	0.305055	0.395055	3.2781	2.5313	3
4	1.41158	0.708425	0.218669	0.308669	4.5731	3.2397	4
5	1.53862	0.649931	0.167092	0.257092	5.9847	3.8897	5
6	1.67710	0.596267	0.132920	0.222920	7.5233	4.4859	6
7	1.82804	0.547034	0.108691	0.198691	9.2004	5.0330	7
8	1.99256	0.501866	0.090674	0.180674	11.0285	5.5348	8
9	2.17189	0.460428	0.076799	0.166799	13.0210	5.9952	9
10	2.36736	0.422411	0.065820	0.155820	15.1929	6.4177	10
11	2.58043	0.387533	0.056947	0.146947	17.5603	6.8052	11
12	2.81266	0.355535	0.049651	0.139651	20.1407	7.1607	12
13	3.06580	0.326179	0.043567	0.133567	22.9534	7.4869	13
14	3.34173	0.299246	0.038433	0.128433	26.0192	7.7862	14
15	3.64248	0.274538	0.034059	0.124059	29.3609	8.0607	15
16	3.97031	0.251870	0.030300	0.120300	33.0034	8.3126	16
17	4.32763	0.231073	0.027046	0.117046	36.9737	8.5436	17
18	4.71712	0.211994	0.024212	0.114212	41.3013	8.7556	18
19	5.14166	0.194490	0.021730	0.111730	46.0185	8.9501	19
20	5.60441	0.178431	0.019546	0.109546	51.1601	9.1285	20
25	8.62308	0.115968	0.011806	0.101806	84.7009	9.8226	25
30	13.26768	0.075371	0.007336	0.097336	136.3075	10.2737	30
35	20.41397	0.048986	0.004636	0.094636	215.7108	10.5668	35
40	31.40942	0.031838	0.002960	0.092960	337.8825	10.7574	40
45	48.32729	0.020692	1.001902	0.091902	525.8588	10.8812	45
50	74.35753	0.013449	0.001227	0.091227	815.0837	10.9617	50
55	114.40828	0.008741	0.000794	0.090794	1260.0919	11.0140	55
60	176.03133	0.005681	0.000514	0.090514	1944.7925	11.0480	60
65	270.84601	0.003692	0.000334	0.090334	2998.2891	11.0701	65
70	416.73019	0.002400	0.000216	0.090216	4619.2241	11.0844	70
75	641.19104	0.001560	0.000141	0.090141	7113.2334	11.0938	75
80	986.55194	0.001014	0.000091	0.090091	10950.5762	11.0998	80
85	1517.93250	0.000659	0.000059	0.090059	16854.8047	11.1038	85
90	2335.52734	0.000428	0.000039	0.090039	25939.1914	11.1064	90
95	3593.49829	0.000278	0.000025	0.090025	39916.6445	11.1080	95
100	5529.04248	0.000181	0.000016	0.090016	61422.6914	11.1091	100
105	8507.11719	0.000118	0.000011	0.090011	94512.4141	11.1098	105
110	13089.25488	0.000076	0.000007	0.090007	145425.0469	11.1103	110
115	20139.44141	0.000050	0.000004	0.090004	223760.4531	11.1106	115
120	30987.02734	0.000032	0.000003	0.090003	344289.1875	11.1108	120

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10% 10%

อัตราดอกเบี้ย 10%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.10000	0.909091	1.000000	1.100000	1.0000	0.9091	1
2	1.21000	0.826446	0.476191	0.576190	2.1000	1.7355	2
3	1.33100	0.751315	0.302115	0.402115	3.3100	2.4869	3
4	1.46410	0.683013	0.215471	0.315471	4.6410	3.1699	4
5	1.61051	0.620921	0.163797	0.263797	6.1051	3.7908	5
6	1.77156	0.564474	0.129607	0.229607	7.7156	4.3553	6
7	1.94872	0.513158	0.105405	0.205406	9.4872	4.8684	7
8	2.14359	0.466507	0.087444	0.187444	11.4359	5.3349	8
9	2.35795	0.424098	0.073641	0.173641	13.5795	5.7590	9
10	2.59374	0.385543	0.062745	0.162745	15.9374	6.1446	10
11	2.85312	0.350494	0.053963	0.153963	18.5312	6.4951	11
12	3.13843	0.318631	0.046763	0.146763	21.3843	6.8137	12
13	3.45227	0.289664	0.040779	0.140779	24.5227	7.1034	13
14	3.79750	0.263331	0.035746	0.135746	27.9750	7.3667	14
15	4.17725	0.239392	0.031474	0.131474	31.7725	7.6061	15
16	4.59497	0.217629	0.027817	0.127817	35.9497	7.8237	16
17	5.05447	0.197845	0.024664	0.124664	40.5447	8.0216	17
18	5.55992	0.179859	0.021980	0.121930	45.5992	8.2014	18
19	6.11591	0.163508	0.019547	0.119547	51.1591	8.3649	19
20	6.72750	0.148644	0.017460	0.117460	57.2750	8.5136	20
25	10.83471	0.092296	0.010168	0.110168	98.3471	9.0770	25
30	17.44940	0.057309	0.006079	0.106079	164.4940	9.4269	30
35	28.10244	0.035584	0.003690	0.103690	271.0244	9.6442	35
40	45.25926	0.022095	0.002259	0.102259	442.5926	9.7791	40
45	72.89049	0.013719	0.001391	0.101391	718.9048	9.8628	45
50	117.39086	0.008519	0.000859	0.100859	1163.9086	9.9148	50
55	189.05916	0.005289	0.000532	0.100532	1880.5916	9.9471	55
60	304.48166	0.003284	0.000330	0.100330	3034.8167	9.9672	60
65	490.37076	0.002039	0.000204	0.100204	4893.7075	9.9796	65
70	789.74701	0.001266	0.000127	0.100127	7887.4702	9.9873	70
75	1271.89551	0.000786	0.000079	0.100079	12708.9551	9.9921	75
80	2048.40039	0.000488	0.000049	0.100049	20474.0039	9.9951	80
85	3298.96948	0.000303	0.000030	0.100030	32979.6953	9.9970	85
90	5313.02344	0.000188	0.000019	0.100019	53120.2305	9.9981	90
95	8556.67676	0.000117	0.000012	0.100012	85556.7734	9.9988	95
100	13780.61426	0.000073	0.000007	0.100007	137796.1406	9.9993	100
105	22193.81641	0.000045	0.000005	0.100005	221928.1719	9.9995	105
110	35743.36328	0.000028	0.000003	0.100003	357423.6563	9.9997	110
115	57565.04688	0.000017	0.000002	0.100002	575640.4375	9.9998	115
120	92709.08594	0.000011	0.000001	0.100001	927080.8125	9.9999	120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11%

11%

อัตราดอกเบี้ย 11%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.11000	0.900901	1.000000	1.110000	1.0000	0.9009	1
2	1.23210	0.811622	0.473934	0.583934	2.1100	1.7125	2
3	1.36763	0.731191	0.299213	0.409213	3.3421	2.4437	3
4	1.51807	0.658731	0.212326	0.322326	4.7097	3.1024	4
5	1.68506	0.593451	0.160570	0.270570	6.2278	3.6959	5
6	1.87041	0.534641	0.126377	0.236377	7.9129	4.2305	6
7	2.07616	0.481658	0.102215	0.212215	9.7833	4.7122	7
8	2.30454	0.433926	0.084321	0.194321	11.8594	5.1461	8
9	2.55804	0.390925	0.070602	0.180602	14.1640	5.5370	9
10	2.83942	0.352184	0.059801	0.169801	16.7220	5.8892	10
11	3.15176	0.317283	0.051121	0.161121	19.5614	6.2065	11
12	3.49845	0.285841	0.044027	0.154027	22.7132	6.4924	12
13	3.88328	0.257514	0.038151	0.148151	26.2116	6.7499	13
14	4.31044	0.231995	0.033228	0.143228	30.0949	6.9819	14
15	4.78459	0.209004	0.029065	0.139065	34.4054	7.1909	15
16	5.31089	0.188292	0.025517	0.135517	39.1899	7.3792	16
17	5.89509	0.169633	0.022471	0.132471	44.5008	7.5488	17
18	6.54355	0.152822	0.019843	0.129843	50.3959	7.7016	18
19	7.26334	0.137678	0.017563	0.127562	56.9395	7.8393	19
20	8.06231	0.124034	0.015576	0.125576	64.2028	7.9633	20
25	13.58546	0.073608	0.008740	0.118740	114.4133	8.4217	25
30	22.89230	0.043683	0.005025	0.115025	199.0209	8.6938	30
35	38.57485	0.025924	0.002927	0.112927	341.5895	8.8552	35
40	65.00086	0.015384	0.001719	0.111719	581.8260	8.9511	40
45	109.53024	0.009130	0.001014	0.111014	986.6385	9.0079	45
50	184.56482	0.005418	0.000599	0.110599	1668.7711	9.0417	50
55	311.00247	0.003215	0.000355	0.110355	2818.2041	9.0617	55
60	524.05725	0.001908	0.000210	0.110210	4755.0659	9.0736	60
65	883.06689	0.001132	0.000125	0.110125	8018.7900	9.0806	65
70	1488.01904	0.000672	0.000074	0.110074	13518.3555	9.0848	70
75	2507.39868	0.000399	0.000044	0.110044	22785.4434	9.0873	75
80	4225.11279	0.000237	0.000026	0.110026	38401.0234	9.0888	80
85	7119.56055	0.000140	0.000015	0.110015	64714.1636	9.0898	85
90	11996.87305	0.000083	0.000009	0.110009	109053.3906	9.0902	90
95	20215.42969	0.000049	0.000005	0.110005	183767.5313	9.0905	95
100	34064.17188	0.000029	0.000003	0.110003	309665.2188	9.0906	100
105	57400.11328	0.000017	0.000002	0.110002	521810.1250	9.0908	105
110	96722.53125	0.000010	0.000001	0.110001	879266.6250	9.0908	110
115	162983.07813	0.000006	0.000001	0.110001	1481655.3750	9.0909	115
120	274635.96875	0.000004	0.000000	0.110000	2496681.5000	9.0909	120

12%

12%

อัตราดอกเบี้ย 12%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.12000	0.892857	1.000000	1.120000	1.0000	0.8929	1
2	1.25440	0.797194	0.471698	0.591698	2.1200	1.6901	2
3	1.40493	0.711780	0.296349	0.416349	3.3744	2.4018	3
4	1.57352	0.635518	0.209234	0.329234	4.7793	3.0373	4
5	1.76234	0.567427	0.157410	0.277410	6.3528	3.6048	5
6	1.97382	0.506631	0.123226	0.243226	8.1152	4.1114	6
7	2.21068	0.452349	0.099118	0.219118	10.0890	4.5638	7
8	2.47596	0.403883	0.081303	0.201303	12.2997	4.9676	8
9	2.77308	0.360610	0.067679	0.187679	14.7757	5.3282	9
10	3.10585	0.321973	0.056984	0.176984	17.5487	5.6502	10
11	3.47855	0.287476	0.048415	0.168415	20.6546	5.9377	11
12	3.89598	0.256675	0.041437	0.161437	24.1331	6.1944	12
13	4.36349	0.229174	0.035677	0.155677	28.0291	6.4235	13
14	4.88711	0.204620	0.030871	0.150871	32.3926	6.6282	14
15	5.47357	0.182696	0.026824	0.146824	37.2797	6.8109	15
16	6.13039	0.163122	0.023390	0.143390	42.7533	6.9740	16
17	6.86604	0.145644	0.020457	0.140457	48.8837	7.1196	17
18	7.68997	0.130040	0.017937	0.137937	55.7497	7.2497	18
19	8.61276	0.116107	0.015763	0.135763	63.4397	7.3658	19
20	9.64629	0.103667	0.013879	0.133879	72.0524	7.4694	20
25	17.00006	0.058823	0.007500	0.127500	133.3339	7.8431	25
30	29.95992	0.033378	0.004144	0.124144	241.3327	8.0552	30
35	52.79961	0.018940	0.002317	0.122317	431.6635	8.1755	35
40	93.05096	0.010747	0.001304	0.121304	767.0914	8.2438	40
45	163.98758	0.006098	0.000736	0.120736	1358.2299	8.2825	45
50	289.00217	0.003460	0.000417	0.120417	2400.0181	8.3045	50
55	509.32053	0.001963	0.000236	0.120236	4236.0044	8.3170	55
60	897.59680	0.001114	0.000134	0.120134	7471.6401	8.3240	60
65	1581.87219	0.000632	0.000076	0.120076	13173.9355	8.3281	65
70	2787.79932	0.000359	0.000043	0.120043	23223.3281	8.3303	70
75	4913.05518	0.000204	0.000024	0.120024	40933.7930	8.3316	75
80	8658.48145	0.000115	0.000014	0.120014	72145.6797	8.3324	80
85	15259.20215	0.000066	0.000008	0.120008	127151.6875	8.3328	85
90	26891.92773	0.000037	0.000004	0.120004	224091.0781	8.3330	90
95	47392.76563	0.000021	0.000003	0.120003	394931.4063	8.3332	95
100	83522.24219	0.000012	0.000001	0.120001	696010.3750	8.3332	100
105	147194.73438	0.000007	0.000001	0.120001	1226614.5000	8.3333	105
110	259407.40625	0.000004	0.000000	0.120000	2161720.2500	8.3333	110
115	457164.50000	0.000002	0.000000	0.120000	3809695.7500	8.3333	115
120	805680.00000	0.000001	0.000000	0.120000	671392.0000	8.3333	120

13%

13%

อัตราดอกเบี้ย 13%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.13000	0.884956	1.000000	1.130000	1.0000	0.8850	1
2	1.27690	0.783147	0.469484	0.599484	2.1300	1.6681	2
3	1.44290	0.693050	0.293522	0.423522	3.4069	2.3612	3
4	1.63047	0.613319	0.205194	0.336194	4.8498	2.9745	4
5	1.84244	0.542760	0.154315	0.284315	6.4803	3.5172	5
6	2.08195	0.480319	0.120153	0.250153	8.3227	3.9975	6
7	2.35261	0.425061	0.096111	0.226111	10.4047	4.4226	7
8	2.65844	0.376160	0.076387	0.206387	12.7573	4.7988	8
9	3.00404	0.332885	0.064869	0.194869	15.4157	5.1317	9
10	3.39457	0.294588	0.054290	0.184290	18.4197	5.4262	10
11	3.83586	0.260698	0.045841	0.175841	21.8143	5.6869	11
12	4.33452	0.230706	0.038986	0.168986	25.6502	5.9176	12
13	4.89801	0.204165	0.033350	0.163350	29.9847	6.1218	13
14	5.53475	0.180677	0.028667	0.158667	34.8827	6.3025	14
15	6.25427	0.159891	0.024742	0.154742	40.4175	6.4624	15
16	7.06733	0.141496	0.021426	0.151426	46.6717	6.6039	16
17	7.98608	0.125218	0.018608	0.148608	53.7391	6.7291	17
18	9.02427	0.110812	0.016201	0.146201	61.7251	6.8399	18
19	10.19742	0.098064	0.014134	0.144134	70.7494	6.9380	19
20	11.52309	0.086782	0.012354	0.142354	80.9468	7.0248	20
25	21.23054	0.047102	0.006426	0.136426	155.6195	7.3300	25
30	39.11589	0.025565	0.003411	0.133411	293.1992	7.4957	30
35	72.06850	0.013876	0.001829	0.131829	546.6808	7.5856	35
40	132.78152	0.007531	0.000986	0.130986	1013.7041	7.6344	40
45	244.64136	0.004088	0.000534	0.130534	1874.1643	7.6609	45
50	450.73584	0.002219	0.000289	0.130289	3459.5066	7.6752	50
55	830.45154	0.001204	0.000157	0.130157	6380.3965	7.6830	55
60	1530.05310	0.000654	0.000085	0.130085	11761.9473	7.6873	60
65	2819.02368	0.000355	0.000046	0.130046	21677.1055	7.6896	65
70	5193.86816	0.000193	0.000025	0.130025	39945.1406	7.6906	70
75	9569.36523	0.000105	0.000014	0.130014	73602.8125	7.6915	75
80	17630.93359	0.000057	0.000007	0.130007	135614.8906	7.6919	80
85	32483.85352	0.000031	0.000004	0.130004	249868.1094	7.6921	85
90	59849.39453	0.000017	0.000002	0.130002	460372.2813	7.6922	90
95	110268.62500	0.000009	0.000001	0.130001	848212.5000	7.6922	95
100	203162.78125	0.000005	0.000001	0.130001	1562783.0000	7.6923	100
105	374314.25000	0.000003	0.000000	0.130000	2879333.0000	7.6923	105
110	689649.75000	0.000001	0.000000	0.130000	5304990.5000	7.6923	110
115	1270634.87500	0.000001	0.000000	0.130000	9774108.0000	7.6923	115
120	2341062.50000	0.000000	0.000000	0.130000	18008166.0000	7.6923	120

14%

14%

อัตราดอกเบี้ย 14%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.14000	0.877193	1.000000	1.140000	1.0000	0.8772	1
2	1.29960	0.769468	0.467290	0.607290	2.1400	1.6467	2
3	1.48154	0.674972	0.290731	0.430732	3.4396	2.3216	3
4	1.68896	0.592080	0.203205	0.343205	4.9211	2.9137	4
5	1.92541	0.519369	0.151284	0.291284	6.6101	3.4331	5
6	2.19497	0.455587	0.117157	0.257158	8.5355	3.8887	6
7	2.50227	0.399637	0.093192	0.233192	10.7305	4.2883	7
8	2.85259	0.350559	0.075570	0.215570	13.2328	4.6389	8
9	3.25195	0.307508	0.062168	0.202168	16.0853	4.9464	9
10	3.70722	0.269744	0.051714	0.191714	19.3373	5.2161	10
11	4.22823	0.236617	0.043394	0.183394	23.0445	5.4527	11
12	4.81790	0.207559	0.036669	0.176669	27.2707	5.6603	12
13	5.49241	0.182069	0.031164	0.171164	32.0887	5.8424	13
14	6.26135	0.159710	0.026609	0.166609	37.5811	6.0021	14
15	7.13794	0.140096	0.022809	0.162809	43.8424	6.1422	15
16	8.13725	0.122892	0.019615	0.159615	50.9804	6.2651	16
17	9.27646	0.107800	0.016915	0.156915	59.1176	6.3729	17
18	10.57517	0.094561	0.014621	0.154621	68.3941	6.4674	18
19	12.05569	0.082948	0.012663	0.152663	78.9692	6.5504	19
20	13.74349	0.072762	0.010986	0.150986	91.0249	6.6231	20
25	26.46192	0.037790	0.005498	0.145498	181.8708	6.8729	25
30	50.95016	0.019627	0.002803	0.142803	356.7869	7.0027	30
35	98.10018	0.010194	0.001442	0.141442	693.5727	7.0700	35
40	188.88351	0.005294	0.000745	0.140745	1342.0251	7.1050	40
45	363.67908	0.002750	0.000386	0.140386	2590.5649	7.1232	45
50	700.23303	0.001428	0.000200	0.140200	4994.5215	7.1327	50
55	1348.23889	0.000742	0.000104	0.140104	9623.1348	7.1376	55
60	2595.91870	0.000385	0.000054	0.140054	18535.1328	7.1401	60
65	4998.21973	0.000200	0.000028	0.140028	35694.4258	7.1414	65
70	9623.64551	0.000104	0.000015	0.140015	68733.1797	7.1421	70
75	18529.50781	0.000054	0.000008	0.140008	132346.4844	7.1425	75
80	35676.98438	0.000028	0.000004	0.140004	254828.4531	7.1427	80
85	68692.98438	0.000015	0.000002	0.140002	490657.0313	7.1428	85
90	132262.46875	0.000008	0.000001	0.140001	944724.8125	7.1428	90
95	254660.09375	0.000004	0.000001	0.140001	1818993.5000	7.1428	95
100	490326.25000	0.000002	0.000000	0.140000	3502323.2500	7.1428	100
105	944081.31250	0.000001	0.000000	0.140000	6743431.0000	7.1428	105
110	1817748.00000	0.000001	0.000000	0.140000	12983907.0000	7.1429	110
115	3499918.50000	0.000000	0.000000	0.140000	24999410.0000	7.1429	115
120	6738794.00000	0.000000	0.000000	0.140000	48134236.0000	7.1429	120

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

15%

15%

อัตราดอกเบี้ย 15%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.15000	0.869565	1.000000	1.150000	1.0000	0.8696	1
2	1.32250	0.756144	0.465116	0.615116	2.1500	1.6257	2
3	1.52087	0.657516	0.287977	0.437977	3.4725	2.2832	3
4	1.74901	0.571753	0.200265	0.350265	4.9934	2.8550	4
5	2.01136	0.497177	0.148316	0.298316	6.7424	3.3522	5
6	2.31306	0.432328	0.114237	0.264237	8.7537	3.7845	6
7	2.66002	0.375937	0.090360	0.240360	11.0668	4.1604	7
8	3.05902	0.326902	0.072850	0.222850	13.7268	4.4873	8
9	3.51788	0.284262	0.059574	0.209574	16.7858	4.7716	9
10	4.04556	0.247185	0.049252	0.199252	20.3037	5.0188	10
11	4.65239	0.214943	0.041069	0.191069	24.3493	5.2337	11
12	5.35025	0.186907	0.034481	0.184481	29.0017	5.4206	12
13	6.15279	0.162528	0.029110	0.179110	34.3519	5.5831	13
14	7.07571	0.141329	0.024688	0.174689	40.5047	5.7245	14
15	8.13706	0.122894	0.021017	0.171017	47.5804	5.8474	15
16	9.35762	0.106865	0.017948	0.167948	55.7175	5.9542	16
17	10.76126	0.092926	0.015367	0.165367	65.0751	6.0472	17
18	12.37545	0.080805	0.013186	0.163186	75.8364	6.1280	18
19	14.23177	0.070265	0.011336	0.161336	88.2118	6.1982	19
20	16.36654	0.061100	0.009761	0.159761	102.4436	6.2593	20
21	18.82152	0.053131	0.008417	0.158417	118.8101	6.3125	21
22	21.64475	0.046201	0.007266	0.157266	137.6317	6.3587	22
23	24.89146	0.040174	0.006278	0.156278	159.2764	6.3988	23
24	28.62518	0.034934	0.005430	0.155430	184.1679	6.4338	24
25	32.91896	0.030378	0.004699	0.154699	212.7930	6.4641	25
30	66.21178	0.015103	0.002300	0.152300	434.7452	6.5660	30
35	133.17555	0.007509	0.001135	0.151135	881.1703	6.6166	35
40	267.86362	0.003733	0.000562	0.150562	1779.0906	6.6418	40
45	538.76941	0.001856	0.000279	0.150279	3585.1292	6.6543	45
50	1083.65771	0.000923	0.000139	0.150139	7217.7178	6.6605	50
55	2179.62260	0.000459	0.000069	0.150069	14524.1514	6.6636	55
60	4384.00000	0.000228	0.000034	0.150034	29220.0000	6.6651	60
65	8817.79004	0.000113	0.000017	0.150017	58778.6016	6.6659	65
70	17735.72656	0.000056	0.000008	0.150008	118231.5078	6.6663	70
75	35672.88281	0.000028	0.000004	0.150004	237812.5313	6.6665	75
80	71750.90625	0.000014	0.000002	0.150002	478332.7188	6.6666	80
85	144316.70313	0.000007	0.000001	0.150001	962104.6875	6.6666	85
90	290272.46875	0.000003	0.000001	0.150001	1935143.0000	6.6666	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

16% 16%

อัตราดอกเบี้ย 16%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.16000	0.862069	1.000000	1.160000	1.0000	0.8621	1
2	1.34560	0.743163	0.462963	0.622963	2.1600	1.6052	2
3	1.56090	0.640658	0.285258	0.445258	3.5056	2.2459	3
4	1.81064	0.552291	0.197375	0.357375	5.0665	2.7982	4
5	2.10034	0.476113	0.145409	0.305409	6.8771	3.2743	5
6	2.43640	0.410442	0.111390	0.271390	8.9775	3.6847	6
7	2.82622	0.353830	0.087613	0.247613	11.4139	4.0386	7
8	3.27841	0.305025	0.070224	0.230224	14.2401	4.3436	8
9	3.80296	0.262953	0.057082	0.217082	17.5185	4.6065	9
10	4.41144	0.226684	0.046901	0.206901	21.3215	4.8332	10
11	5.11726	0.195417	0.038861	0.198861	25.7329	5.0286	11
12	5.93603	0.168463	0.032415	0.192415	30.8502	5.1971	12
13	6.88579	0.145227	0.027184	0.187184	36.7862	5.3423	13
14	7.98752	0.125195	0.022898	0.182898	43.6720	5.4675	14
15	9.26552	0.107927	0.019358	0.179358	51.6595	5.5755	15
16	10.74800	0.093041	0.016414	0.176414	60.9250	5.6685	16
17	12.46768	0.080207	0.013952	0.173952	71.6730	5.7487	17
18	14.46251	0.069144	0.011885	0.171885	84.1407	5.8178	18
19	16.77652	0.059607	0.010142	0.170142	98.6032	5.8775	19
20	19.46076	0.051385	0.008667	0.168667	115.3797	5.9288	20
21	22.57448	0.044298	0.007416	0.167416	134.8405	5.9731	21
22	26.18640	0.038188	0.006353	0.166353	157.4150	6.0113	22
23	30.37622	0.032920	0.005447	0.165447	183.6014	6.0442	23
24	35.23642	0.028380	0.004673	0.164673	213.9776	6.0726	24
25	40.87424	0.024465	0.004013	0.164013	249.2140	6.0971	25
30	85.84987	0.011648	0.001886	0.161886	530.3117	6.1772	30
35	180.31406	0.005546	0.000892	0.160892	1120.7129	6.2153	35
40	378.72110	0.002640	0.000424	0.160424	2360.7571	6.2335	40
45	795.44373	0.001257	0.000201	0.160201	4965.2734	6.2421	45
50	1670.70349	0.000599	0.000096	0.160096	10435.6475	6.2463	50
55	3509.04810	0.000285	0.000046	0.160046	21925.3008	6.2482	55
60	7370.20020	0.000136	0.000022	0.160022	46057.5000	6.2492	60
65	15479.93750	0.000065	0.000010	0.160010	96743.3672	6.2496	65
70	32513.15820	0.000031	0.000005	0.160005	203200.9844	6.2498	70
75	68288.74219	0.000015	0.000002	0.160002	426798.3750	6.2499	75
80	143429.68750	0.000007	0.000001	0.160001	896429.2500	6.2500	80
85	301251.34375	0.000003	0.000001	0.160001	1882814.6250	6.2500	85
90	632730.68750	0.000002	0.000000	0.160000	3954560.7500	6.2500	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

17%

17%

อัตราดอกเบี้ย 17%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.17000	0.854701	1.000000	1.170000	1.0000	0.8547	1
2	1.36890	0.730514	0.460829	0.630830	2.1700	1.5852	2
3	1.60161	0.624371	0.282574	0.452574	3.5389	2.2096	3
4	1.87389	0.533650	0.194533	0.364533	5.1405	2.7432	4
5	2.19245	0.456111	0.142564	0.312564	7.0144	3.1993	5
6	2.56516	0.389839	0.108615	0.278615	9.2068	3.5892	6
7	3.00124	0.333195	0.084947	0.254947	11.7720	3.9224	7
8	3.51145	0.284782	0.067690	0.237690	14.7733	4.2072	8
9	4.10840	0.243404	0.054691	0.224691	18.2847	4.4506	9
10	4.80683	0.208037	0.044657	0.214657	22.3931	4.6586	10
11	5.62399	0.177810	0.036765	0.206765	27.1999	4.8364	11
12	6.58007	0.151974	0.030466	0.200466	32.8239	4.9884	12
13	7.69868	0.129892	0.025378	0.195378	39.4040	5.1183	13
14	9.00745	0.111019	0.021230	0.191230	47.1027	5.2293	14
15	10.53872	0.094888	0.017822	0.187822	56.1101	5.3242	15
16	12.33030	0.081101	0.015004	0.185004	66.6488	5.4053	16
17	14.42646	0.069317	0.012662	0.182662	78.9792	5.4746	17
18	16.87895	0.059245	0.010706	0.180706	93.4056	5.5339	18
19	19.74838	0.050637	0.009067	0.179067	110.2846	5.5845	19
20	23.10560	0.043280	0.007690	0.177690	130.0329	5.6278	20
21	27.03355	0.036991	0.006530	0.176530	153.1385	5.6648	21
22	31.62926	0.031616	0.005550	0.175550	180.1721	5.6964	22
23	37.00623	0.027022	0.004721	0.174721	211.8013	5.7234	23
24	43.29729	0.023096	0.004019	0.174019	248.8076	5.7465	24
25	50.65783	0.019740	0.003423	0.173423	292.1049	5.7662	25
30	111.06465	0.009004	0.001545	0.171545	647.4391	5.8294	30
35	243.50349	0.004107	0.000701	0.170701	1426.4911	5.8582	35
40	533.86677	0.001873	0.000319	0.170319	3134.5220	5.8713	40
45	1170.47949	0.000854	0.000145	0.170145	6879.2910	5.8773	45
50	2566.21558	0.000390	0.000066	0.170066	15089.5029	5.8801	50
55	5626.29395	0.000178	0.000030	0.170030	33089.9648	5.8813	55
60	12335.35742	0.000081	0.000014	0.170014	72555.0469	5.8819	60
65	27044.63086	0.000037	0.000006	0.170006	159080.1719	5.8821	65
70	59293.94922	0.000017	0.000003	0.170003	348782.0313	5.8823	70
75	129998.89844	0.000008	0.000001	0.170001	764693.5000	5.8823	75
80	285015.84375	0.000004	0.000001	0.170001	1676557.8750	5.8823	80
85	624882.43750	0.000002	0.000000	0.170000	3675773.0000	5.8823	85
90	1370022.25000	0.000001	0.000000	0.170000	8058948.5000	5.8823	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18% 18%

อัตราดอกเบี้ย 18%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.18000	0.847458	1.000000	1.180000	1.0000	0.8475	1
2	1.39240	0.718184	0.458716	0.638716	2.1800	1.5656	2
3	1.64303	0.608631	0.279924	0.459924	3.5724	2.1743	3
4	1.93878	0.515789	0.191739	0.371739	5.2154	2.6901	4
5	2.28776	0.437109	0.139778	0.319778	7.1542	3.1272	5
6	2.69955	0.370432	0.105910	0.285910	9.4420	3.4976	6
7	3.18547	0.313925	0.082362	0.262362	12.1415	3.8115	7
8	3.75886	0.266038	0.065244	0.245244	15.3270	4.0776	8
9	4.43545	0.225456	0.052395	0.232395	19.0859	4.3030	9
10	5.23384	0.191064	0.042515	0.222515	23.5213	4.4941	10
11	6.17593	0.161919	0.034776	0.214776	28.7551	4.6560	11
12	7.28759	0.137220	0.028628	0.208628	34.9311	4.7932	12
13	8.59936	0.116288	0.023686	0.203686	42.2187	4.9095	13
14	10.14724	0.098549	0.019678	0.199678	50.8180	5.0081	14
15	11.97375	0.083516	0.016403	0.196403	60.9653	5.0916	15
16	14.12902	0.070776	0.013710	0.193710	72.9390	5.1624	16
17	16.67225	0.059980	0.011485	0.191485	87.0680	5.2223	17
18	19.67325	0.050830	0.009639	0.189639	103.7403	5.2732	18
19	23.21444	0.043077	0.008103	0.188103	123.4135	5.3162	19
20	27.39304	0.036506	0.006820	0.186820	146.6280	5.3527	20
21	32.32378	0.030937	0.005746	0.185746	174.0210	5.3837	21
22	38.14207	0.026218	0.004846	0.184846	206.3448	5.4099	22
23	45.00764	0.022218	0.004090	0.184090	244.4869	5.4321	23
24	53.10901	0.018829	0.003454	0.183454	289.4945	5.4509	24
25	62.66864	0.015957	0.002919	0.182919	342.6035	5.4669	25
30	143.37067	0.006975	0.001264	0.181264	790.9481	5.5168	30
35	327.99734	0.003049	0.000550	0.180550	1816.6520	5.5386	35
40	750.37854	0.001333	0.000240	0.180240	4163.2139	5.5482	40
45	1716.68433	0.000583	0.000105	0.180105	9531.5791	5.5523	45
50	3927.35815	0.000255	0.000046	0.180046	21813.0996	5.5541	50
55	8984.84375	0.000111	0.000020	0.180020	49910.2422	5.5549	55
60	20555.14648	0.000049	0.000009	0.180009	114189.7031	5.5553	60
65	47025.19922	0.000021	0.000004	0.180004	261245.5469	5.5554	65
70	107582.26563	0.000009	0.000002	0.180002	597673.6875	5.5555	70
75	246122.17188	0.000004	0.000001	0.180001	1367339.7500	5.5555	75
80	563067.93750	0.000002	0.000000	0.180000	3128149.5000	5.5555	80
85	1288163.12500	0.000001	0.000000	0.180000	7156455.5000	5.5556	85
90	2947005.25000	0.000000	0.000000	0.180000	16372245.0000	5.5556	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

19%

19%

อัตราดอกเบี้ย 19%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.19000	0.840336	1.000000	1.190000	1.0000	0.8403	1
2	1.41610	0.706165	0.456621	0.646621	2.1900	1.5465	2
3	1.68516	0.593416	0.277308	0.467308	3.6061	2.1399	3
4	2.00534	0.498669	0.188991	0.378991	5.2913	2.6386	4
5	2.38635	0.419049	0.137050	0.327050	7.2956	3.0576	5
6	2.83976	0.352142	0.103274	0.293274	9.6830	3.4098	6
7	3.37932	0.295918	0.079855	0.269855	12.5227	3.7057	7
8	4.02139	0.248671	0.062885	0.252885	15.9020	3.9544	8
9	4.78545	0.208967	0.050192	0.240192	19.9234	4.1633	9
10	5.69468	0.175602	0.040471	0.230471	24.7089	4.3389	10
11	6.77667	0.147565	0.032891	0.222891	30.4035	4.4865	11
12	8.06424	0.124004	0.026896	0.216896	37.1802	4.6105	12
13	9.59645	0.104205	0.022102	0.212102	45.2445	4.7147	13
14	11.41977	0.087567	0.018235	0.208235	54.8409	4.8023	14
15	13.58953	0.073586	0.015092	0.205092	66.2607	4.8759	15
16	16.17154	0.061837	0.012523	0.202523	79.8502	4.9377	16
17	19.24413	0.051964	0.010414	0.200414	96.0218	4.9897	17
18	22.90052	0.043667	0.008676	0.198676	115.2659	5.0333	18
19	27.25162	0.036695	0.007238	0.197238	138.1664	5.0700	19
20	32.42942	0.030836	0.006045	0.196045	165.4180	5.1009	20
21	38.59101	0.025913	0.005054	0.195054	197.8474	5.1268	21
22	45.92331	0.021775	0.004229	0.194229	236.4384	5.1486	22
23	54.64873	0.018299	0.003542	0.193542	282.3618	5.1668	23
24	65.03199	0.015377	0.002967	0.192967	337.0105	5.1822	24
25	77.38807	0.012922	0.002487	0.192487	402.0425	5.1951	25
30	184.67531	0.005415	0.001034	0.191034	966.7121	5.2347	30
35	440.70056	0.002269	0.000432	0.190432	2314.2136	5.2512	35
40	1051.66748	0.000951	0.000181	0.190181	5529.8286	5.2582	40
45	2509.65039	0.000398	0.000076	0.190076	13203.4229	5.2611	45
50	5988.91309	0.000167	0.000032	0.190032	31515.3340	5.2623	50
55	14291.66504	0.000070	0.000013	0.190013	75214.0313	5.2628	55
60	34104.96875	0.000029	0.000006	0.190006	179494.5625	5.2630	60
65	81386.50781	0.000012	0.000002	0.190002	428344.8125	5.2631	65
70	194217.00000	0.000005	0.000001	0.190001	1022189.5000	5.2631	70
75	463470.43750	0.000002	0.000000	0.190000	2439312.7500	5.2631	75
80	1106004.37500	0.000001	0.000000	0.190000	5821070.5000	5.2632	80
85	2639317.50000	0.000000	0.000000	0.190000	13891140.0000	5.2632	85
90	6298345.00000	0.000000	0.000000	0.190000	33149180.0000	5.2632	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

20%

20%

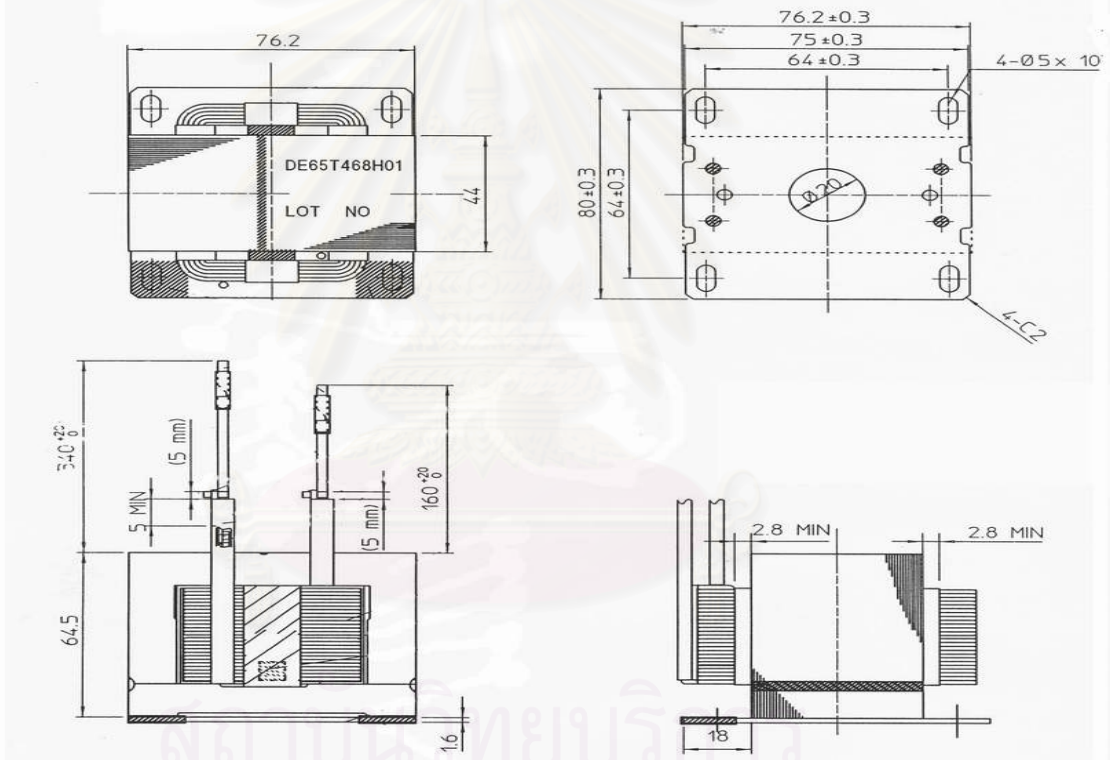
อัตราดอกเบี้ย 20%

	SINGLE PAYMENT		UNIFORM SERIES				
N	Compound Amount Factor (F/P)	Present Worth Factor (P/F)	Sinking Fund Factor (A/F)	Capital Recovery Factor (A/P)	Compound Amount Factor (F/A)	Present Worth Factor (P/A)	N
1	1.20000	0.833333	1.000000	1.200000	1.0000	0.8333	1
2	1.44000	0.694444	0.454545	0.654545	2.2000	1.5278	2
3	1.72800	0.578704	0.274725	0.474725	3.6400	2.1065	3
4	2.07360	0.482253	0.186289	0.386289	5.3680	2.5887	4
5	2.48832	0.401878	0.134380	0.334380	7.4416	2.9906	5
6	2.98598	0.334898	0.100706	0.300706	9.9299	3.3255	6
7	3.58318	0.279082	0.077424	0.277424	12.9159	3.6046	7
8	4.29982	0.232568	0.060609	0.260609	16.4991	3.8372	8
9	5.15978	0.193807	0.048079	0.248079	20.7989	4.0310	9
10	6.19174	0.161506	0.038523	0.238523	25.9587	4.1925	10
11	7.43008	0.134588	0.031104	0.231104	32.1504	4.3271	11
12	8.91610	0.112157	0.025265	0.225265	39.5805	4.4392	12
13	10.69932	0.093464	0.020620	0.220620	48.4966	4.5327	13
14	12.83918	0.077887	0.016893	0.216893	59.1959	4.6106	14
15	15.40702	0.064905	0.013882	0.213882	72.0351	4.6755	15
16	18.48843	0.054088	0.011436	0.211436	87.4421	4.7296	16
17	22.18611	0.045073	0.009440	0.209440	105.9306	4.7746	17
18	26.62333	0.037561	0.007805	0.207805	128.1167	4.8122	18
19	31.94800	0.031301	0.006462	0.206462	154.7400	4.8435	19
20	38.33760	0.026084	0.005357	0.205357	186.6880	4.8696	20
21	46.00512	0.021737	0.004444	0.204444	225.0256	4.8913	21
22	55.20615	0.018114	0.003690	0.203690	271.0307	4.9094	22
23	66.24738	0.015095	0.003065	0.203065	326.2369	4.9245	23
24	79.49685	0.012579	0.002548	0.202548	392.4843	4.9371	24
25	95.39622	0.010483	0.002119	0.202119	471.9811	4.9476	25
30	237.37633	0.004213	0.000846	0.200846	1181.8816	4.9789	30
35	590.66827	0.001693	0.000339	0.200339	2948.3413	4.9915	35
40	1469.77173	0.000680	0.000136	0.200136	7343.8584	4.9966	40
45	3657.26245	0.000273	0.000055	0.200055	18281.3125	4.9986	45
50	9100.43945	0.000110	0.000022	0.200022	45497.1953	4.9995	50
55	22644.80469	0.000044	0.000009	0.200009	113219.0234	4.9998	55
60	56347.52344	0.000018	0.000004	0.200004	281732.6250	4.9999	60
65	140210.67188	0.000007	0.000001	0.200001	701048.3125	5.0000	65
70	348889.03125	0.000003	0.000001	0.200001	1744440.0000	5.0000	70
75	868147.50000	0.000001	0.000000	0.200000	4340732.5000	5.0000	75
80	2160229.00000	0.000000	0.000000	0.200000	10801139.0000	5.0000	80
85	5375341.00000	0.000000	0.000000	0.200000	26876698.0000	5.0000	85
90	13375568.00000	0.000000	0.000000	0.200000	66877836.0000	5.0000	90

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

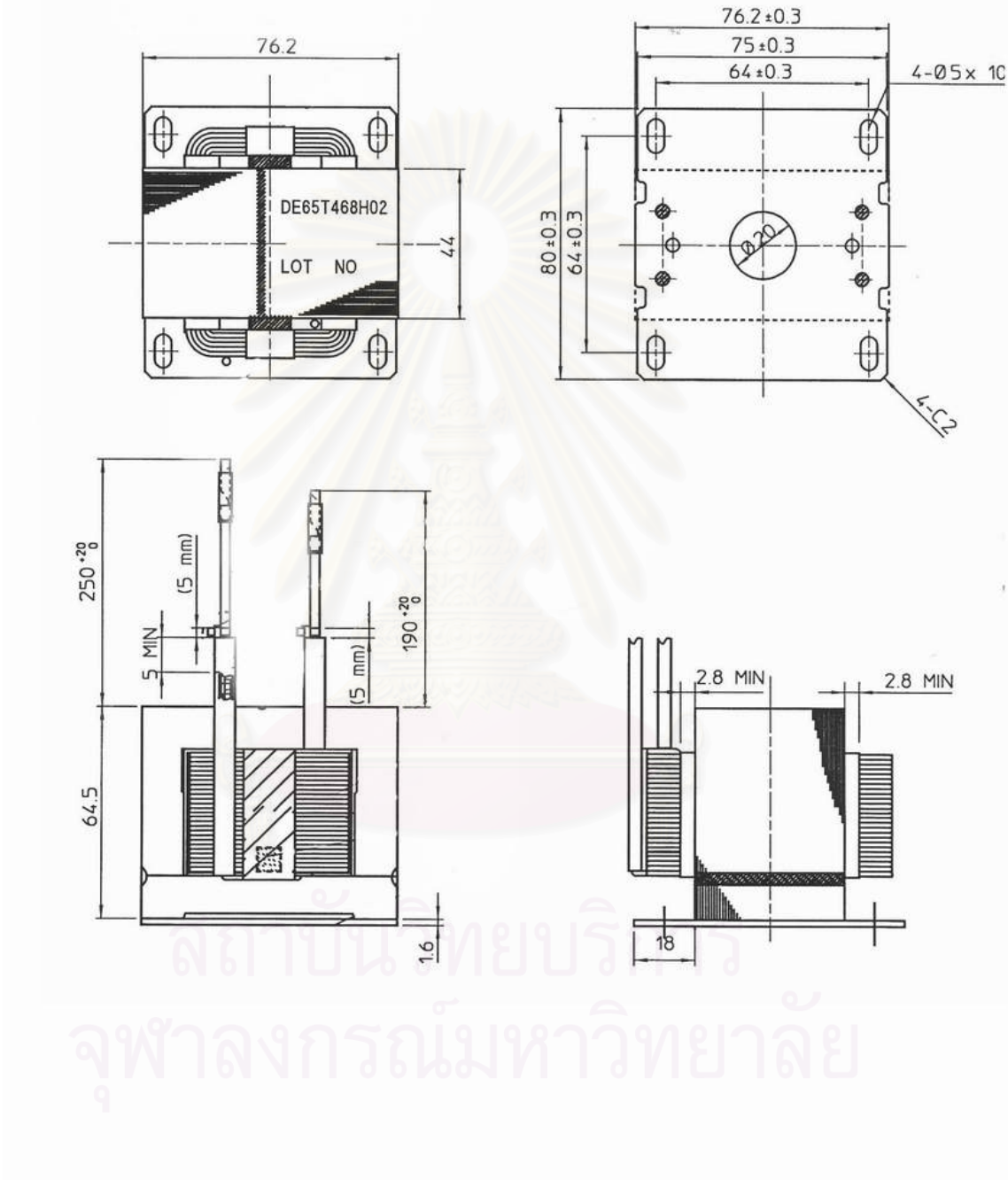
ภาคผนวก ฉ.

ลักษณะทางกายภาพของขดลวดต้านทานที่ทำการศึกษา

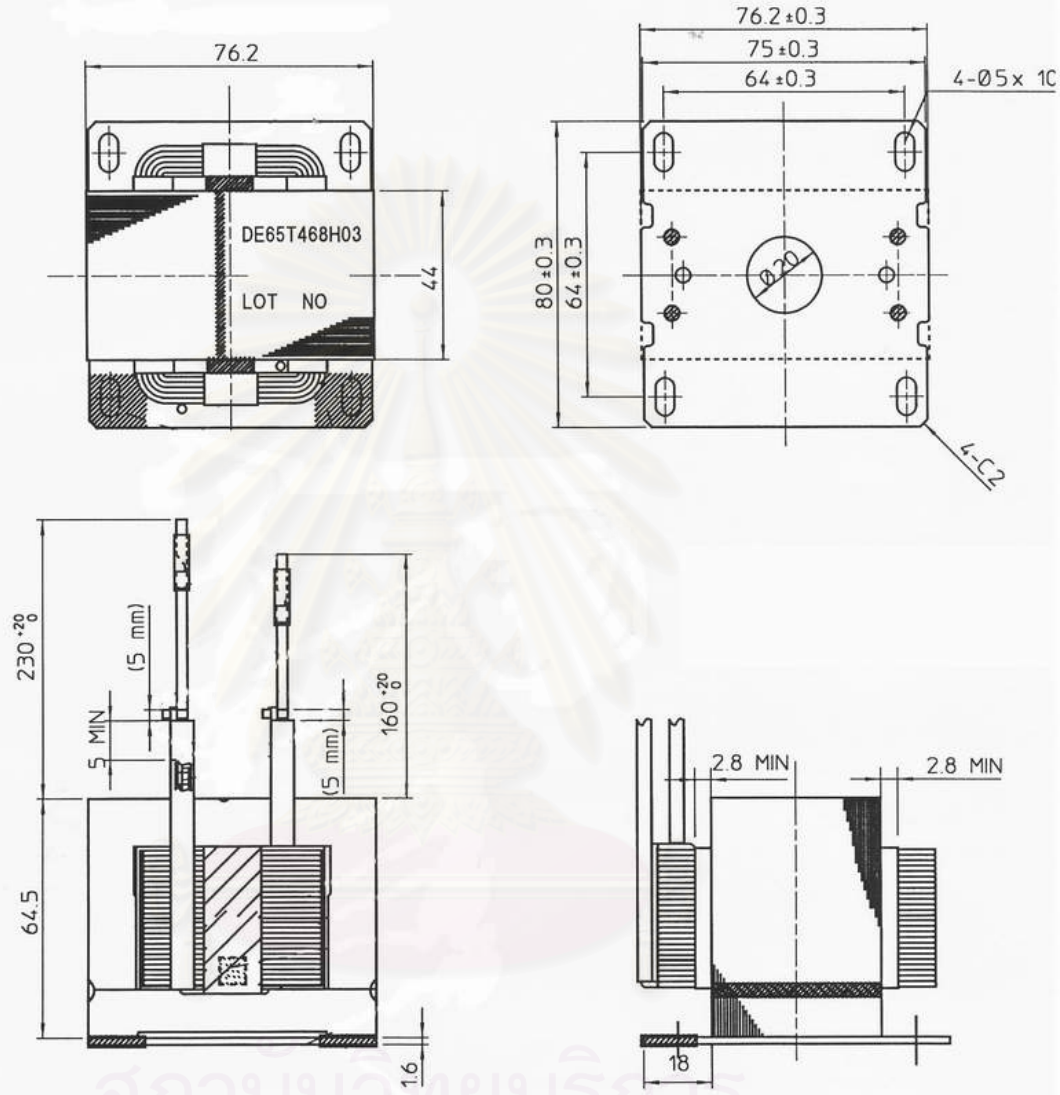


รูปที่ ฉ.-1 ลักษณะทางกายภาพของโมเดล DE65T468H01-T

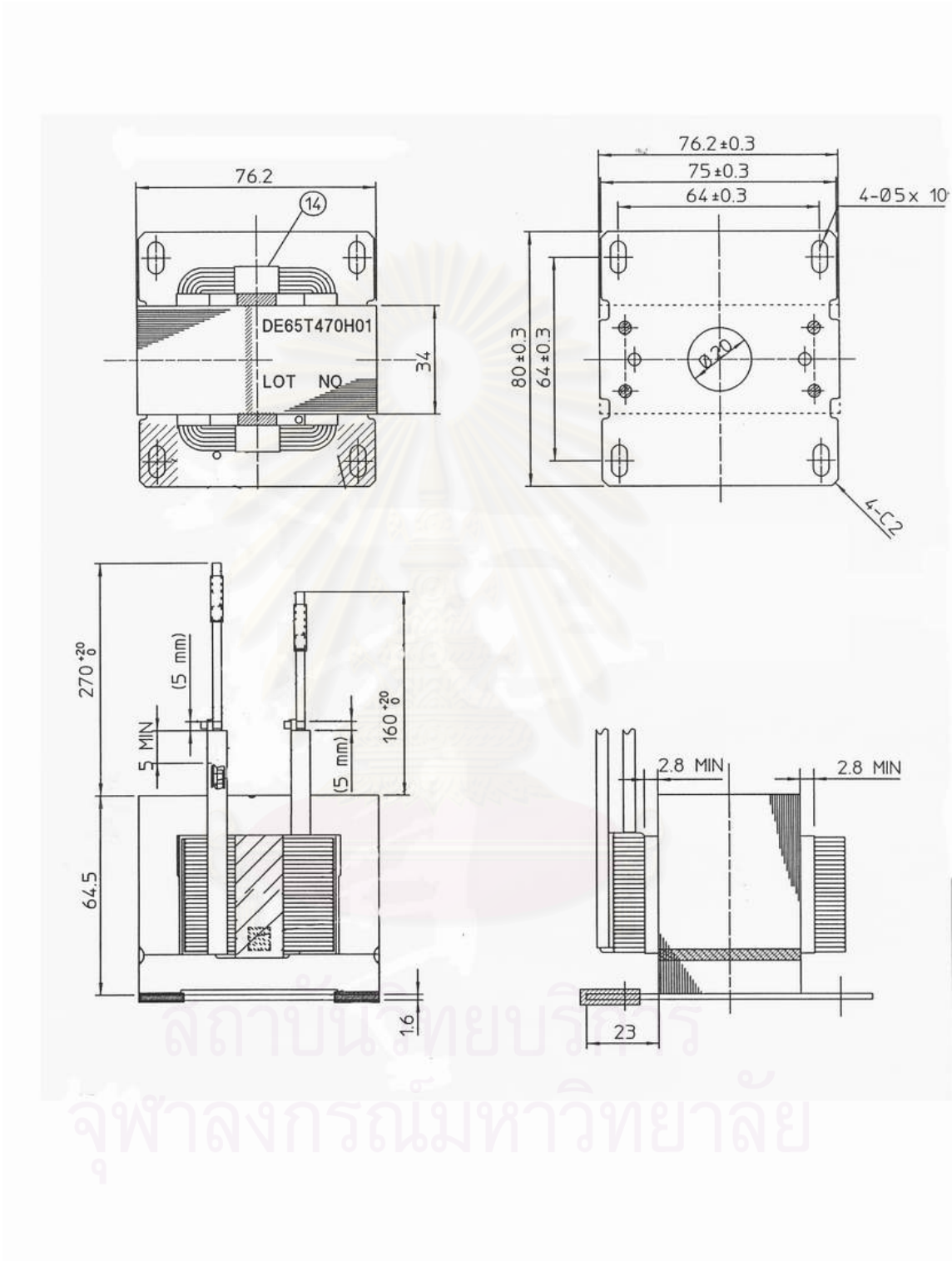
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



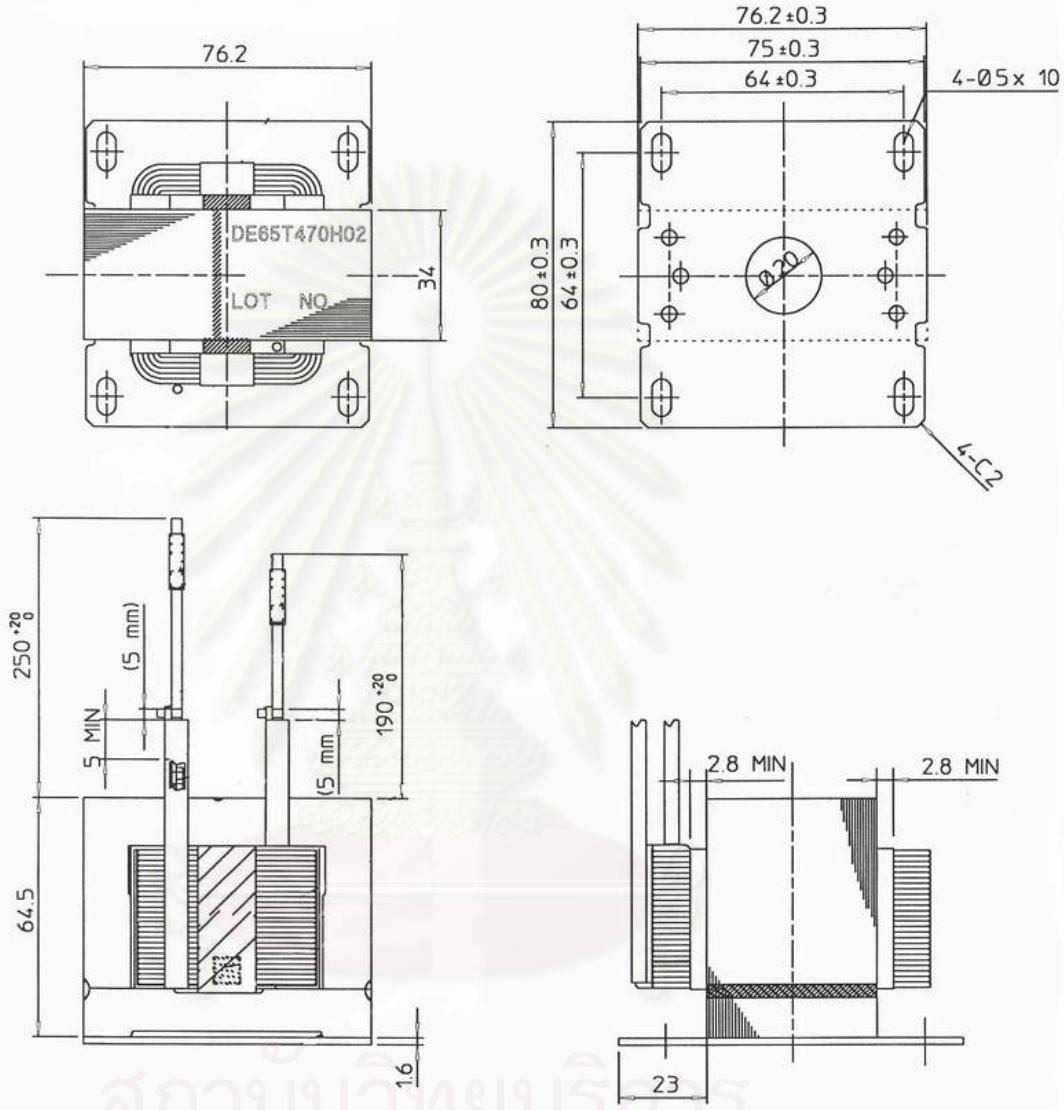
รูปที่ ฉ.-2 ลักษณะทางกายภาพของโมเดล DE65T468H02-T



รูปที่ ฉ.-3 ลักษณะทางกายภาพของโมเดล DE65T468H03-T

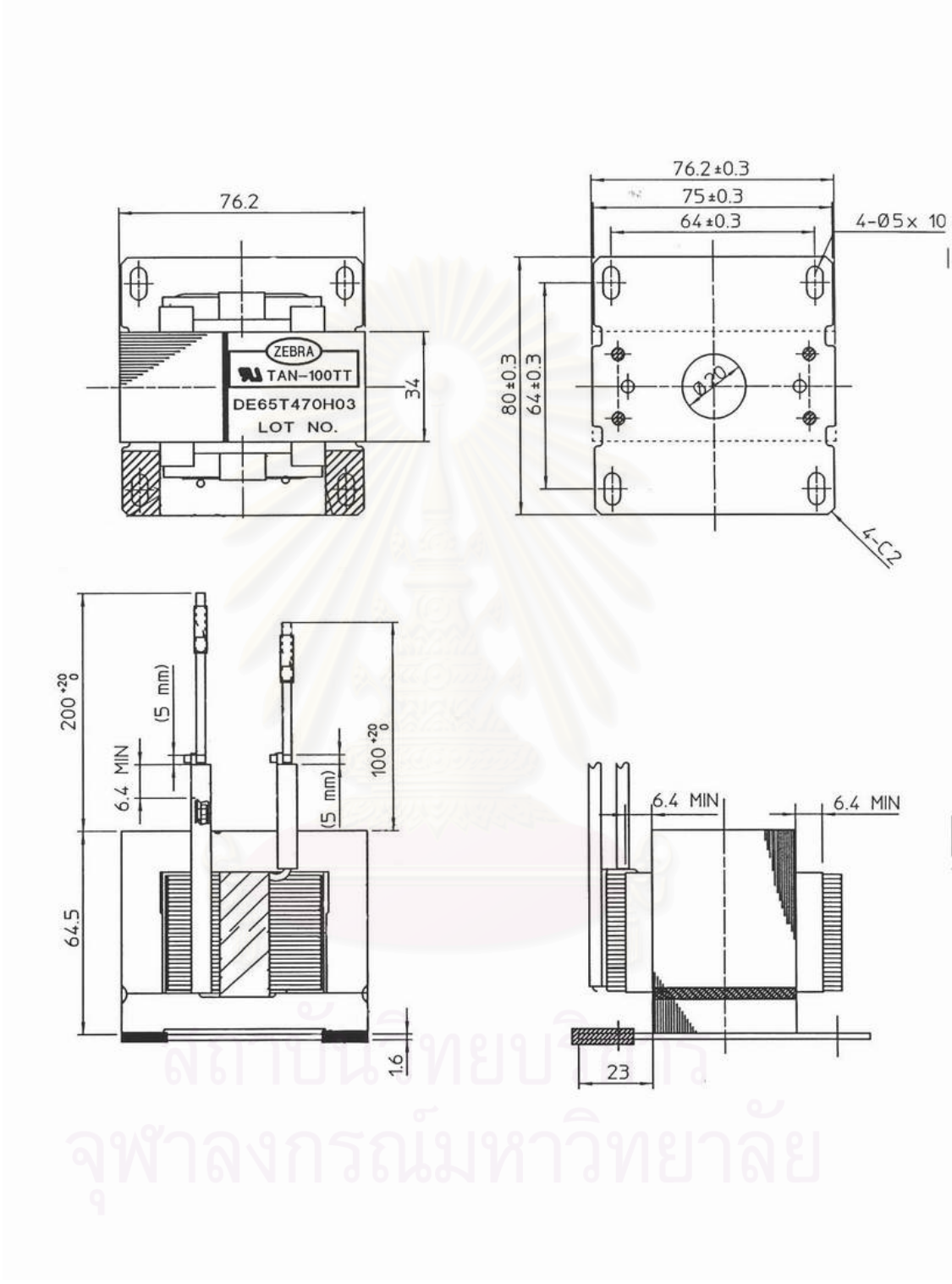


รูปที่ ฉ.-4 ลักษณะทางกายภาพของโมเดล DE65T470H01-T



รูปที่ ฉ.-5 ลักษณะทางกายภาพของโมเดล DE65T470H02-T

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ฉ.-6 ลักษณะทางกายภาพของโมเดล DE65T470H03-T

ภาคผนวก ช.

แบบสอบถามการประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

อักษร	หน้าที่
A	ป้องกันการชนกันของสายไฟ
B	ล็อค (กำหนด) ตำแหน่ง
C	ลดพื้นที่ว่างของกล่อง
D	รับน้ำหนัก
E	ป้องกันการขยับในแนวดิ่ง
F	ป้องกันการกระแทก
G	ป้องกันแนวตะปูและการทิ่มแทงทางด้านข้าง
H	เคลื่อนย้ายสะดวก
I	จัดเก็บสะดวก
J	บรรจุสินค้า
K	ปรับความสูงกล่อง
L	ป้องกันน้ำ/ความชื้น
M	ก่อให้เกิดการติดกันระหว่างลังกับสายรัด
N	รัดกล่อง/ลังให้แน่น
O	เพิ่มความแข็งแรง
P	ปิดผนึกฝากล่อง

ตารางที่ ช.-1 หน้าที่บรรจุภัณฑ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

โครงการ : การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

ผู้ประเมิน : หัวหน้าแผนก ERL

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	A-2	A-3	D-2	A-1	A-1	A-3	A-2	A-1	J-1	A-3	L-1	A-3	A-3	A-2	P-1
	B	B-3	B-1	B-1	B-1	B-3	B-1	B-2	J-1	B-2	B-2	B-3	B-2	B-3	P-1
		C	D-2	E-2	F-3	C-2	H-3	I-3	J-3	C-3	L-3	C-3	N-1	C-1	P-2
			D	D-2	D-2	D-3	D-1	D-2	J-2	D-3	D-1	D-3	D-2	D-2	D-2
				E	F-1	E-2	H-1	I-1	J-3	E-3	L-2	E-3	E-1	E-2	P-1
					F	F-1	F-1	F-3	F-1	F-3	L-2	F-3	N-1	F-2	F-2
						G	H-2	I-3	J-3	K-2	L-3	G-3	N-1	G-2	P-1
							H	H-2	J-2	H-3	L-3	H-3	H-2	H-3	P-2
								I	J-2	I-3	L-2	I-2	N-1	I-3	P-2
									J	J-2	J-2	J-3	J-2	J-2	J-3
										K	L-3	K-3	N-1	K-1	P-1
											L	L-2	L-3	L-3	P-1
												M	N-3	O-3	P-3
													N	N-1	P-1
														O	P-3

น้ำหนักการประเมิน

1. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย
2. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง
3. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ช-1 การประเมินหน้าที่เชิงเลขโดยหัวหน้าแผนก ERL

การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

โครงการ : การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

ผู้ประเมิน : ผู้ช่วยหัวหน้าแผนก ERL

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	A-2	A-3	D-2	A-1	A-1	A-3	A-2	A-1	J-1	A-3	L-1	A-3	A-3	A-2	P-1
	B	B-3	B-1	B-1	B-1	B-3	B-1	B-2	J-1	B-2	B-2	B-3	B-2	B-3	P-1
		C	D-2	E-2	F-3	C-2	H-3	I-3	J-3	C-3	L-3	C-3	N-1	C-1	P-2
			D	D-2	D-2	D-3	D-1	D-2	J-2	D-3	D-1	D-3	D-2	D-2	D-2
				E	F-1	E-2	H-1	I-1	J-3	E-3	L-2	E-3	E-1	E-2	P-1
					F	F-1	F-1	F-3	F-1	F-3	L-2	F-3	N-1	F-2	F-2
						G	H-2	I-3	J-3	K-2	L-3	G-3	N-1	G-2	P-1
							H	H-2	J-2	H-3	L-3	H-3	H-2	H-3	P-2
								I	J-2	I-3	L-2	I-2	N-1	I-3	P-2
									J	J-2	J-2	J-3	J-2	J-2	J-3
										K	L-3	K-3	N-1	K-1	P-1
											L	L-2	L-3	L-3	P-1
												M	N-3	O-3	P-3
													N	N-1	P-1
														O	P-3

น้ำหนักการประเมิน

1. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย
2. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง
3. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก

รูปที่ ช-2 การประเมินหน้าที่เชิงเลขโดยผู้ช่วยหัวหน้าแผนก ERL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

โครงการ : การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

ผู้ประเมิน : ฝ่ายวิศวกรรม

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	A-3	A-3	D-2	A-2	A-1	A-3	A-1	A-2	J-3	A-3	L-2	A-3	A-3	A-2	P-1
B		B-3	B-1	B-1	B-1	B-3	B-1	B-1	J-1	B-3	B-2	B-3	B-2	B-3	P-1
		C	D-3	E-3	F-3	C-1	H-3	I-3	J-3	C-3	L-3	C-3	N-2	C-1	P-3
			D	D-2	D-1	D-3	D-2	D-1	J-2	D-2	D-1	D-3	D-2	D-2	D-2
				E	F-3	E-3	H-1	I-1	J-3	E-3	L-2	E-3	E-1	E-2	P-1
					F	F-2	F-3	F-3	F-1	F-3	L-1	F-3	N-1	F-2	F-1
						G	H-3	I-1	J-3	K-1	L-3	G-2	N-1	G-3	P-2
							H	H-3	J-2	H-3	L-3	H-3	H-2	H-3	P-1
								I	J-2	I-3	L-2	I-3	N-1	I-2	P-3
									J	J-1	J-2	J-3	J-2	J-2	J-2
										K	L-2	K-2	N-1	K-1	P-1
											L	L-2	L-3	L-1	P-1
												M	N-3	O-3	P-3
													N	N-3	P-1
														O	P-2

น้ำหนักการประเมิน

1. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย
2. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง
3. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ช-3 การประเมินหน้าที่เชิงเลขโดยฝ่ายวิศวกรรม

การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

โครงการ : การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

ผู้ประเมิน : ฝ่ายจัดซื้อ

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	B-1	A-2	D-1	E-2	F-1	A-2	A-3	A-1	A-1	L-1	A-3	A-3	A-1	A-1	P-1
	B	B-2	B-1	B-1	B-1	B-3	B-1	B-1	J-1	B-3	B-2	B-3	B-2	B-1	B-3
		C	D-1	E-2	F-3	C-1	H-3	I-3	J-3	C-3	L-3	C-3	N-2	O-1	C-3
			D	D-2	D-1	D-3	D-1	D-1	J-1	D-3	D-1	D-3	D-2	D-3	D-2
				E	F-2	E-3	H-1	I-1	J-3	E-3	L-2	E-3	E-1	E-1	E-3
					F	F-2	F-3	F-3	F-1	F-3	L-1	F-3	N-1	F-1	F-3
						G	H-3	I-1	J-2	K-1	L-3	G-2	N-1	O-1	G-3
							H	H-1	J-2	H-3	L-3	H-3	H-2	O-1	H-3
								I	J-3	I-3	L-2	I-3	N-1	O-1	I-3
									J	J-1	J-2	J-3	J-2	O-1	J-3
										K	L-3	K-2	N-1	O-1	K-3
											L	L-2	L-3	O-1	L-1
												M	N-3	O-3	P-1
													N	N-1	N-3
														O	O-3

น้ำหนักการประเมิน

1. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย
2. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง
3. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก

รูปที่ ช-4 การประเมินหน้าที่เชิงเลขโดยฝ่ายจัดซื้อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินผลหน้าที่เชิงเลข

โครงการ : การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิต

ผู้ประเมิน : หัวหน้าสายการบรรจุ

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
A	A-3	A-3	D-2	A-2	A-1	A-3	A-2	A-2	J-3	A-3	L-2	A-3	A-3	A-2	P-1
	B	B-3	B-1	B-1	B-1	B-3	B-1	B-1	J-1	B-3	B-2	B-3	B-2	B-3	P-1
		C	D-3	E-3	F-3	C-1	H-3	I-3	J-3	C-3	L-3	C-3	N-2	C-1	P-3
			D	D-2	D-1	D-3	D-1	D-1	J-2	D-2	D-1	D-3	D-2	D-2	D-1
				E	F-2	E-3	H-1	I-1	J-3	E-3	L-2	E-3	E-1	E-2	P-1
					F	F-2	F-3	F-3	F-1	F-3	L-1	F-3	N-1	F-2	F-1
						G	H-3	I-1	J-3	K-1	L-3	G-2	N-1	G-3	P-2
							H	H-1	J-2	H-3	L-3	H-3	H-2	H-3	P-1
								I	J-2	I-3	L-2	I-3	N-1	I-2	P-1
									J	J-1	J-2	J-3	J-2	J-2	J-2
										K	L-3	K-2	N-1	K-1	P-1
											L	L-2	L-3	L-1	P-1
												M	N-3	O-3	P-3
													N	N-3	P-1
														O	P-2

น้ำหนักการประเมิน

1. ระดับความแตกต่างความสำคัญน้อย
2. ระดับความแตกต่างความสำคัญปานกลาง
3. ระดับความแตกต่างความสำคัญมาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ช-5 การประเมินหน้าที่เชิงเลขโดยหัวหน้าสายการบรรจุ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย สาทิต เต็มนาที เกิดเมื่อเดือน มีนาคม 2522 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี 2543 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีเดียวกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย