การออกแบบระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้า ในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

นาย ภีรพล ทำเสมอดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PLANNING AND CONTROL SYSTEM DESIGN FOR SPREADING AND CUTTING IN APPAREL INDUSTRY

Mr. Peerapol Thamsamerdee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้าในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม
โดย	นาย ภีรพล ทำเสมอดี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภีรพล ทำเสมอดี : การออกแบบระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้าในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม. (PLANNING AND CONTROL SYSTEM DESIGN FOR SPEADING AND CUTTING IN APPAREL INDUSTRY) อ. ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์, 159 หน้า.

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการออกแบบระบบการวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้าในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการวางแผนที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดในการวางแผนด้วยประสบการณ์ของบุคคลเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังสามารถติดตามสถานะการทำงานต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและทันต่อการเปลี่ยนแปลง ระบบที่นำเสนอได้แบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า ส่วนการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า และส่วนการติดตามผลการปูผ้าและตัดผ้า

งานในส่วนแรก คือ ระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า ซึ่งได้แปลงรูปแบบของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ประเภท Mixed Integer Programming (MIP) โดยมีตัวชี้วัดประสิทธิภาพเป็น ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาชิ้นส่วน ส่วนที่ 2 คือ ระบบการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า เป็นการแปลงปัญหาและสภาพการทำงานให้อยู่ในรูปของขั้นตอนการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าที่เป็นระบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นเพียงผลลัพธ์หนึ่งที่สามารถนำไปใช้ได้เท่านั้น โดยมีตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า คือ ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time), เวลาปิดงาน(Make Span), เวลาสายของงาน (Tardiness) และจำนวนงานสาย (Amount of Tardiness Job) และส่วนที่ 3 คือ การติดตามผลการปูผ้าและตัดผ้า เป็นการเก็บข้อมูลสถานะการทำงานของการปูผ้าและการตัดผ้าของแต่ละงาน

จากการทดสอบระบบที่ได้ออกแบบกับพนักงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับงานวางแผนของโรงงานตัวอย่าง พบว่าระบบที่ได้ออกแบบให้ผลลัพธ์ตรงตามความต้องการของการทำงานในโรงงานตัวอย่าง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในการวางแผนการตัดผ้าและการจัดตารางการทำงานได้

ภาควิชา.....วิศวกรรมศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....ภีรพล ทำเสมอดี.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ปวีณา.....

ปีการศึกษา 2550

4970502121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: LINEAR PROGRAMMING/ SCHEDULING / APPAREL INDUSTRY

PEERAPOL THAMSAMERDEE: PLANNING AND CONTROL SYSTEM DESIGN FOR SPREADING AND CUTTING IN APPAREL INDUSTRY. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. PAVEENA CHAOVALITWONGSE, Ph.D., 159 pp.

This thesis represents a design of planning and controlling system for spreading and cutting operation in apparel industry. The objective is to design an efficient and effective planning and controlling system which decrease human error in planning and be able to monitor the operation in the production line. The proposed system comprises 3 parts: Cutting Due Date Determined System, Spreading and Cutting Scheduling System, and Shop Floor Control System.

In Cutting Due Date Determined System problems are transformed into Linear Programming which is Mixed Integer Programming type (MIP). The objective is to minimize holding cost. In Spreading and Cutting Scheduling System, problems are solved as systematic scheduling that able to be used. The result comes with some indicators such as performance of cutting time, Make Span, Tardiness and Amount of Tardiness Job. Shop Floor Control System is a design for forms, reports and user interfaces (UI) which collect status of spreading and cutting in each operation.

The system is tested by workers who involve in planning and controlling operations. The result shows that the system can give an efficient and effective output and can be used in cutting planning and scheduling.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department.....Engineering..... Student's signature.....

Field of study....Industrial..Engineering..... Advisor's signature.....

Academic year 2007

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา รวมทั้งได้สละเวลาในการตรวจ และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างมาก รวมถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เหรียญ บุญดีสกุลโชค กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะให้งานวิจัยชิ้นนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลเขตอุดมศักดิ์ โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กมล พรหมหล้าวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรพล พนมพรสุวรรณ อ.วิภาดา กระจ่างโพธิ์ และ อ.พจนา นูมหันต์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความรู้ในเรื่องของการตัดเย็บเสื้อผ้าที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างมาก

โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณ คุณกฤษดา พัวสกุล (พี่เป้) หัวหน้าโครงการวางแผนและควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม (SAM-g3, ระยะที่ 3) ที่ค่อยแนะนำ ควมคุมดูแล และช่วยเป็นกำลังใจเป็นอย่างดีเยี่ยมในการทำการวิจัย จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณ คุณศุภกัญญา ชินประทีป (พี่จ๋า) ที่ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาในการทำวิจัย ขอขอบคุณพี่ๆ ห้องวิจัย Resource and Operation Management (ROM) ที่ให้การต้อนรับและช่วยเหลือตลอดช่วงการทำวิจัย ตลอดจนเพื่อนๆ ที่คอย ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน

และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ บริษัท วี.ที. การ์เม้นท์ จำกัด, บริษัท ธนูลักษณ์ จำกัด (มหาชน) และ บริษัท ไนซ์ แอพพาเรล จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำงานวิจัยนี้ รวมทั้งวิศวกรและเจ้าหน้าที่โรงงาน ที่สละเวลาในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่เป็นอย่างสูงที่ได้สนับสนุนดูแลเป็นกำลังใจ และเอาใจใส่ผู้วิจัยด้วยความรัก และความเมตตา ช่วยทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3. ขอบเขตการดำเนินงาน 2
1.4. แนวทางการทำวิจัย 3
1.5. ขั้นตอนการดำเนินงาน 4
1.6. ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1. การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) 6
2.2. การจัดตาราง (Scheduling) 10
2.3. การกำหนดความต้องการของ 14
2.4. แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process Modeling) 17
2.5. วิธีการสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบด้วย 22
2.6. การออกแบบ แบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design) 23
2.7. การออกแบบ User Interface 27
2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
บทที่ 3 การวิเคราะห์สภาพปัญหา 35
3.1. การศึกษาขั้นตอนการวางแผนการตัดผ้าและการจัดตารางการทำงาน 35
3.2. การวิเคราะห์สภาพปัญหาจากระบบเดิม 37
3.3. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบใหม่ 38

หน้า

3.4. แนวคิดในการออกแบบระบบโดยรวม 39
บทที่ 4 การออกแบบแนวคิดหลักของระบบ (Conceptual Design) 41
4.1. การออกแบบระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า 41
4.2. การออกแบบระบบการจัดตารางการทำงาน 45
4.3. การทดสอบระบบที่ได้ออกแบบ 50
บทที่ 5 การออกแบบรายละเอียดของระบบ (Detailed Design) 61
5.1. แนวทางการออกแบบรายละเอียดของระบบ 61
5.2. การออกแบบแผนผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) 62
5.3. การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ (Logic of Process) 65
5.4. การออกแบบแบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design) 70
5.5. การออกแบบหน้าจอการทำงาน (User Interface) 76
5.6. การออกแบบหน้าจอการทำงานส่วนตั้งค่าก่อนการใช้งาน (Set Up) 77
5.7. การออกแบบหน้าจอการทำงานส่วนปฏิบัติการ (Operation) 84
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 95
6.1. สรุปผลการวิจัย 95
6.2. ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย 96
6.3. การประเมินผลระบบ 96
รายการอ้างอิง 99
ภาคผนวก 100
ภาคผนวก ก 101
ภาคผนวก ข 140
ภาคผนวก ค 151
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 159

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เส้นทางการไหลของงาน 11
ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล 18
ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของการแสดงผลแบบมีสี 26
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงตัวอย่างและการใช้งานของ GUI Input Control 32
ตารางที่ 4.1. ปริมาณการผลิต 50
ตารางที่ 4.2. รายละเอียด Color way 51
ตารางที่ 4.3. ค่าเก็บรักษาแต่ละชิ้นส่วน 51
ตารางที่ 4.4. รายละเอียดกำหนดการเย็บ 51
ตารางที่ 4.5. รายละเอียดมาร์คเกอร์ 52
ตารางที่ 4.6. กำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า 55
ตารางที่ 4.7. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลา 55
ตารางที่ 4.8. ข้อมูลกำหนดส่ง ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปูผ้าและตัดผ้าของแต่ละมาร์คเกอร์ 57
ตารางที่ 4.9. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม 58
ตารางที่ 4.10. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางด้วยทีมปูผ้า 2 และทีมตัดผ้า 3 ทีม 59
ตารางที่ 4.11. สรุปผลการทดสอบแสดงค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพ 59
ตาราง ก-2. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 1 102
ตาราง ก-3. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 1 102
ตาราง ก-4. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1 102
ตาราง ก-5. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 1 104
ตาราง ก-6. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1 108
ตาราง ก-7. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนด
ส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1 108
ตาราง ก-8. ปริมาณการผลิตโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2 110

หน้า

ตาราง ก-9. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 2 110
ตาราง ก-10. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 2 110
ตาราง ก-11. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2 110
ตาราง ก-12. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 2 111
ตาราง ก-13. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2 114
ตาราง ก-14. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนด
ส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2 115
ตาราง ก-15. ปริมาณการผลิตโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3 116
ตาราง ก-16. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 3 116
ตาราง ก-17. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 3 116
ตาราง ก-18. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3 116
ตาราง ก-19. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 3 118
ตาราง ก-20. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3 122
ตาราง ก-21. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนด
ส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3 123
ตาราง ก-22. ปริมาณการผลิตโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4 124
ตาราง ก-23. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 4 125
ตาราง ก-24. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 4 125
ตาราง ก-25. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4 125

หน้า

ตาราง ก-26. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
ตัวอย่างที่ 4 128
ตาราง ก-27. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4 137
ตาราง ก-28. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนด
ส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4 137
ตาราง ข-1. ข้อมูลกำหนดส่ง ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปูผ้าและตัดผ้าของแต่ละมาร์คเกอร์ 140
ตาราง ข-2. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม 141
ตาราง ข-3. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 1 และทีมตัดผ้า 1 141
ตาราง ข-4. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม 142
ตาราง ข-5. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 1 และทีมตัดผ้า 2 142
ตาราง ข-6. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม 143
ตาราง ข-7. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม 143
ตาราง ข-8. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม 144
ตาราง ข-9. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม 144
ตาราง ข-10. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม 145
ตาราง ข-11. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม 145
ตาราง ข-12. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม 146
ตาราง ข-13. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม 146
ตาราง ข-14. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม 147
ตาราง ข-15. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม 147
ตาราง ข-16. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม 148

หน้า

ตาราง ข-17. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม.....148
ตาราง ข-18. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม 149
ตาราง ข-19. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า
ด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม.....149
ตาราง ข-20. สรุปผลการทดสอบแสดงค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพ.....150

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1แผนผังการไหลของงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม 1
รูปที่ 2.1 OR Models 7
รูปที่ 2.2 แผนภูมิแกนต์แสดงตารางสำหรับ 2 ทรัพยากร 3 งาน โดยที่ทรัพยากรอยู่ในแนวตั้ง 11
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของงานในระบบผลิตแบบไหลเลื่อน 12
รูปที่ 2.4 การไหลของงานในระบบผลิตแบบไหลเลื่อนบริสุทธิ์ (Pure Flow Shop) 13
รูปที่ 2.5 การไหลของงานในระบบผลิตแบบไหลเลื่อนทั่วไป (General Flow Shop) 13
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของ Composite Flow 20
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของ Control Flow 21
รูปที่ 5.1 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับที่ 0 ของระบบวางแผนและควบคุมการตัดผ้า 63
รูปที่ 5.2 ขั้นตอนการทำงานโดยรวมของระบบวางแผนและควบคุมการตัดผ้า 65
รูปที่ 5.3 ขั้นตอนการตั้งค่าวันทำงาน 66
รูปที่ 5.4 ขั้นตอนการตั้งค่าทรัพยากร 67
รูปที่ 5.5 ขั้นตอนการตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ 68
รูปที่ 5.6 ขั้นตอนกำหนดการวางแบบตัด 69
รูปที่ 5.7 ขั้นตอนการเลือกทรัพยากร 70
รูปที่ 5.8 แบบฟอร์มกำหนดการวางแบบตัด 71
รูปที่ 5.9 ใบรายงานกำหนดการปูผ้าและการตัดผ้า 72
รูปที่ 5.10 แบบฟอร์มการติดตามผลการวางแบบตัด 73
รูปที่ 5.11 แบบฟอร์มการติดตามผลการปูผ้าและการตัดผ้า 74
รูปที่ 5.12 แบบฟอร์มภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน 75
รูปที่ 5.13 หน้าจอตั้งค่าช่วงการทำงาน 77
รูปที่ 5.14 หน้าจอป้อนวันหยุดของโรงงาน 78
รูปที่ 5.15 หน้าจอตั้งค่าชั่วโมงการทำงาน 79
รูปที่ 5.16 หน้าจอทีมวางแบบตัด 80
รูปที่ 5.17 หน้าจอทีมปูผ้า 81
รูปที่ 5.18 หน้าจอทีมตัดผ้า 81
รูปที่ 5.19 หน้าจอสร้างโต๊ะตัด 82

หน้า

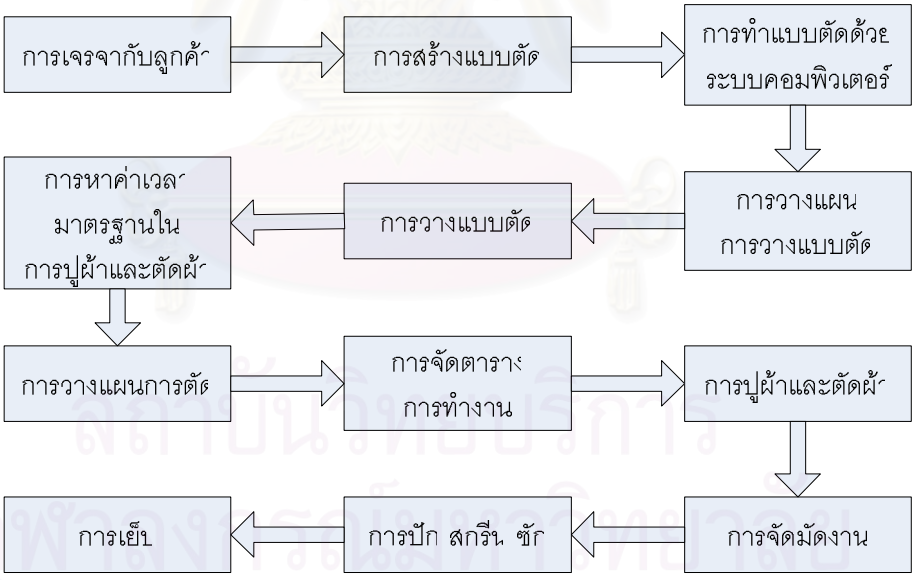
รูปที่ 5.20 หน้าจอตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ 83
รูปที่ 5.21 หน้าจอป้อนเวลากิจกรรม 83
รูปที่ 5.22 หน้าจอกำหนดการวางแบบตัด 84
รูปที่ 5.23 หน้าจอค้นหาJOB 85
รูปที่ 5.24 หน้าจอค้นหาLOT และหน้าจอ ค้นหาP/O 85
รูปที่ 5.25 หน้าจอเลือกทีมวางแบบตัด 86
รูปที่ 5.26 หน้าจอตารางการวางแบบตัด 87
รูปที่ 5.27 หน้าจอการหาลำดับการตัดของมาร์คเกอร์ 88
รูปที่ 5.28 หน้าจอเลือกทรัพยากรที่ใช้ 89
รูปที่ 5.29 หน้าจอเลือกทีมปูผ้า 90
รูปที่ 5.30 หน้าจอเลือกทีมตัดผ้า 90
รูปที่ 5.31 หน้าจอเลือกโต๊ะตัด 91
รูปที่ 5.32 หน้าจอตารางการปูผ้าและตัดผ้า 91
รูปที่ 5.33 หน้าจอเพิ่มOT 92
รูปที่ 5.34 หน้าจอการติดตามผลการวางแบบตัด 93
รูปที่ 5.35 หน้าจอการติดตามผลการปูผ้า 94
รูปที่ 5.36 หน้าจอการติดตามผลการตัดผ้า 94
รูปที่ 5.20 หน้าจอตารางการปูผ้าและตัดผ้า 66
รูปที่ 5.21 หน้าจอเพิ่มOT 67
รูปที่ 5.22 หน้าจอการติดตามผลการวางแบบตัด 67
รูปที่ 5.23 หน้าจอการติดตามผลการปูผ้า 68
รูปที่ 5.24 หน้าจอการติดตามผลการตัดผ้า 68
รูปที่ 5.25 แบบฟอร์มกำหนดการวางแบบตัด 69
รูปที่ 5.26 ใบรายงานกำหนดการปูผ้าและการตัดผ้า 70
รูปที่ 5.27 แบบฟอร์มการติดตามผลการวางแบบตัด 71
รูปที่ 5.28 แบบฟอร์มการติดตามผลการปูผ้าและการตัดผ้า 72
รูปที่ 5.29 แบบฟอร์มภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน 73

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัจจุบันมีการแข่งขันในตลาดโลกเพิ่มมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มไทยควรพัฒนาศักยภาพทางด้านการผลิตให้เครื่องนุ่งห่มของไทยสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้มากขึ้น โดยจะต้องพัฒนาทั้งศักยภายในส่วนที่มีอยู่เดิมและพัฒนาสิ่งใหม่ๆ ที่สามารถสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันของไทยให้สูงขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการควรมีการปรับตัวทั้งด้านวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ต้นทุนในการผลิต คุณภาพของเครื่องนุ่งห่ม รวมทั้งการทำการตลาดในเชิงรุกมากขึ้น กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มแบ่งออกเป็น 12 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 1.1 แผนผังการไหลของงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

ที่ผ่านมาการปรับปรุงทางด้านกระบวนการผลิต (ดูรูปที่ 1.1 แผนผังการไหลของงานในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม) ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในขั้นตอนการเย็บ ซึ่งเป็นการนำชิ้นส่วนต่างๆ นำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นผลิตภัณฑ์ เมื่อทำการ

เย็บแล้ว ตรวจสอบความเรียบร้อย ก่อนจะบรรจุลงหีบห่อ พร้อมจัดจำหน่าย ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่เพิ่มมูลค่า (Value added) ให้กับผลิตภัณฑ์ที่ชัดเจนที่สุด จึงถูกมองว่าเป็นขั้นตอนหลักที่มีความสำคัญมากที่สุด โดยที่มีขั้นตอนอื่นๆ เป็นขั้นตอนสนับสนุน ซึ่งก็เป็นสิ่งที่ดีที่ให้ความสำคัญกับส่วนงานหลักมาเป็นอันดับแรก แต่หากการมุ่งเน้นที่จะพัฒนาส่วนงานใดเพียงส่วนงานเดียวโดยละทิ้งส่วนงานอื่น อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดและส่งผลกระทบโดยตรงกับส่วนงานหลัก ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมลดลงได้ ดังนั้นจึงควรที่จะพัฒนาส่วนงานต่างๆ ควบคู่กันไป

เมื่อพิจารณาการไหลของงานในกระบวนการผลิตจะเห็นได้ว่า ขั้นตอนที่ส่งผลต่อการเย็บในเชิงการบริหารและการควบคุมการผลิตมากที่สุด คือ ขั้นตอนการวางแผนการตัดและการจัดตารางการทำงาน โดยจะเป็นการวางแผนการทำงานของขั้นตอนการปูผ้าและการตัดผ้า ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนี้จะทำงานร่วมกันก่อนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่การเย็บ หากมีการเตรียมพร้อมชิ้นส่วนที่ดีแล้ว การเย็บก็สามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่นและเป็นไปตามแผนการผลิต ในปัจจุบันการทำงานในขั้นตอนดังกล่าวอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงาน เป็นผู้วางแผนและจัดการ โดยการคาดคะเนปริมาณทรัพยากรที่ใช้และเวลาการทำงานต่างๆ จากประสบการณ์ ทำให้ในบางครั้งก็อาจเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานได้ โดยหากเกิดปัญหาในขั้นตอนดังกล่าวแล้วอาจทำให้ชิ้นส่วนที่ต้องตัดออกมาไม่ครบหรือไม่ถูกต้องตามที่การเย็บต้องการ ส่งผลให้ไม่สามารถเย็บผลิตภัณฑ์ได้ตามที่วางแผนไว้ ดังนั้นการทำงานในขั้นตอนดังกล่าวสามารถที่จะปรับปรุงและพัฒนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานขึ้นได้อีก

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อออกแบบระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและการตัดผ้าในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม

1.3. ขอบเขตการดำเนินงาน

1.3.1. ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ศึกษาและเก็บรวบรวมมาจากหลายส่วนดังนี้

- ข้อมูลภาคสนาม
  - (1) โรงงานตัวอย่างที่เข้าไปศึกษาไม่น้อยกว่า 3 โรงงาน
  - (2) สถาบันการศึกษาไม่น้อยกว่า 1 หน่วยงาน

- ข้อมูลในส่วนของทฤษฎีและหลักการจะมาจาก บทความวิชาการ หนังสือวิชาการ และผลงานวิจัย

1.3.2. รายละเอียดของระบบ

- ระบบการวางแผนและควบคุมการตัดผ้า เป็นระบบตัวอย่างที่ออกแบบขึ้นมาจากข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มตัวอย่าง 3 แห่งเท่านั้น ดังนั้นหากมีการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในบางโรงงานอาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนข้อมูลบางอย่าง เนื่องจากการทำงานในบ้างขั้นตอนที่อาจมีความแตกต่างกันในแต่ละโรงงาน เพื่อให้สามารถที่จะใช้งานระบบให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด
- รายละเอียดของการออกแบบ เป็นการออกแบบระบบและรูปแบบหน้าจอการทำงาน (User Interface) ทั้งนี้ไม่รวมถึงการเขียนโปรแกรมและการนำไปติดตั้งเพื่อใช้งานจริง (Implementation)

1.4. แนวทางการทำวิจัย

จากรายละเอียดที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงได้มีแนวคิดในการออกแบบระบบที่ช่วยสนับสนุนการทำงานดังกล่าว โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) ระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า เป็นการหากำหนดส่งมอบงานที่ทำให้มีชิ้นส่วนที่เพียงพอ เพื่อตอบสนองตามความต้องการของการเย็บ ซึ่งในแต่ละคำสั่งผลิตนั้น มักจะมีมาร์คเกอร์ที่ใช้หลายมาร์คเกอร์และมาร์คเกอร์เหล่านี้มีความหลากหลายในเรื่องของชนิดชิ้นส่วนและจำนวน อีกทั้งยังมีหลายกำหนดการที่จะต้องส่งให้กับการเย็บ
2) ระบบการจัดตารางการทำงานของขั้นตอนการวางแบบตัด การปูผ้า และการตัดผ้า โดยจะใช้รายละเอียดของมาร์คเกอร์และค่าเวลามาตรฐานของการปูผ้าและการตัดผ้าไปแสดงกำหนดการต่างๆ ในรูปแบบของแผนภูมิแกนท์ (Gantt's Chart) เพื่อความสะดวกในการมองเห็นภาพโดยรวมของการผลิตและง่ายต่อการจัดสรรงาน
3) ระบบติดตามผลการทำงาน หลังจากการจัดตารางการทำงานในการวางแผนการผลิตแล้ว ระหว่างการผลิตอาจมีปัญหาเกิดขึ้นในสายการผลิตทำให้อัตราการผลิตเปลี่ยนแปลง ซึ่งถ้าสามารถรับรู้สถานะการทำงานที่ผิดปกติก็สามารถที่จะเข้าไปแก้ไขปัญหาได้เร็วขึ้น ซึ่งช่วยลดโอกาสที่จะทำให้งานล่าช้าไม่ทันกำหนดส่ง

1.5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1) ศึกษาข้อมูลและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม
   - ศึกษาภาพรวมของอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มจากการฝึกอบรมจากสถานศึกษาทางด้านอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม
   - ศึกษาผลงานทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2) ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มตัวอย่าง
   - ศึกษาขั้นตอนการทำงาน และหลักเกณฑ์การตัดสินใจในการทำงาน
   - เก็บรวบรวมประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อค้นหาสาเหตุที่เกิดขึ้น
3) วิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบระบบโดยรวม (Conceptual Design)
   - การออกแบบตรรกะ (Logic Design) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและกระบวนการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ของการวางแบบตัด และการตัด
   - ออกแบบผลลัพธ์ (Output Design) ของระบบที่เกี่ยวข้องกับการวางแบบตัดและการตัด
   - การออกแบบระบบโดยรวม ซึ่งเป็นแนวคิดโดยรวมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบที่ช่วยในการทำงานของขั้นตอนการวางแบบตัด และการตัด
4) การออกแบบรายละเอียดของระบบ (Detailed Design) ซึ่งเป็นการออกแบบรายละเอียดต่างๆของระบบ เช่น การปรับแต่ง การจัดรูปแบบให้ใช้ง่าย เป็นต้น
   - ทดสอบการใช้งานของระบบโดยการนำไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง
   - ทำการปรับแก้ระบบตามข้อผิดพลาดที่ได้บันทึกมาจากการทดสอบ
   - สรุปและประเมินผลงานวิจัย
   - จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.6. ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบการวางแผนและควบคุมการตัดผ้า ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1) ระบบการหากำหนดการส่งมอบงานของการตัด
2) ระบบการจัดตารางการทำงานของการปูผ้า และการตัดผ้า
3) ระบบติดตามผลการทำงานของการวางแบบตัด การปูผ้า และการตัดผ้า

1.7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์จากผู้เชี่ยญชาญ
2) ช่วยทำให้การวางแผนการทำงานในขั้นตอนการปูผ้าและการตัดผ้า มีความชัดเจนและน่าเชื่อถือมากขึ้น
3) ช่วยทำให้ทราบสถานะการทำงานหรือปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถเข้าไปแก้ไขปัญหาที่เกิดได้อย่างทันท่วงที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

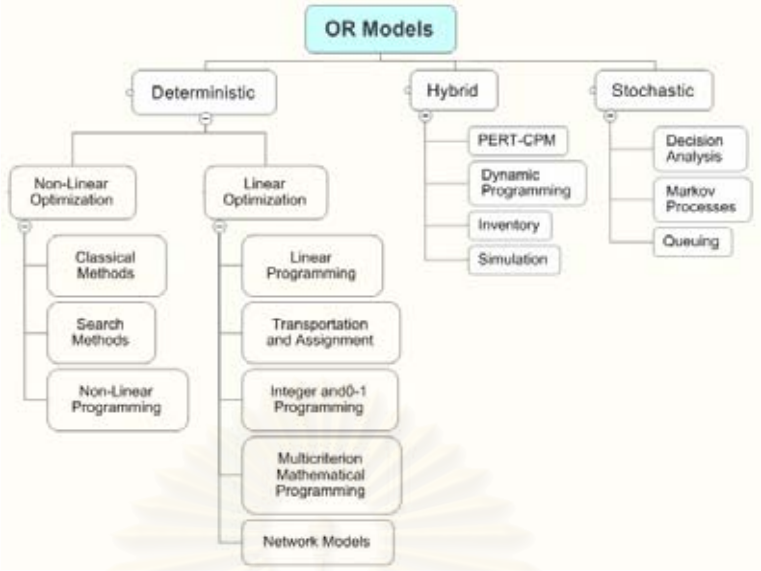
งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเอาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเข้ามาเป็นความรู้พื้นฐานประกอบการดำเนินการวิจัย ซึ่งทฤษฎีต่างๆที่นำมาใช้ในงานวิจัยฉบับนี้มีดังต่อไปนี้

- การวิจัยดำเนินงาน (Operation Research)
- การจัดตาราง (Scheduling)
- การกำหนดความต้องการของระบบ
- แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process Modeling)
- วิธีการสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบด้วย DFD
- การออกแบบ แบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design)
- การออกแบบ User Interface

2.1. การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research)

การวิจัยดำเนินงานอาจกล่าวได้ว่า เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในระบบองค์การต่างๆ ว่าควรจะดำเนินการอย่างไร แก้ปัญหาการร่วมมือกันระหว่างองค์การปัญหาของงานต่างๆในองค์การอย่างไร นอกจากนี้ยังนำไปใช้กันมากในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานราชการ โรงพยาบาล ฯลฯ หน้าที่อันดับแรกของการวิจัยกำเนินงานคือ พยายามแก้ไขข้อขัดข้องระหว่างองค์ประกอบขององค์การให้เป็นผลดีที่สุดสำหรับองค์การ ดังนั้นการหาแนวปฏิบัติที่ดีให้ผลดีที่สุด (Search for Optimality) จึงเป็นหัวใจหลักของการวิจัยดำเนินงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 OR Models

ชนิดของรูปแบบแทนระบบของปัญหาในทางการวิจัยดำเนินงานมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันและถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางนั้นก็คือ การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) และการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming)

2.1.1. การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) (วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2527)

การโปรแกรมเชิงเส้นตรง เป็นเทคนิคที่รู้จักกันแพร่หลายในส่วนงานของการวิจัยดำเนินงาน ทั้งนี้เพราะว่าในหลายๆ วงการได้นำวิธีการนี้ออกใช้และประสบความสำเร็จมาแล้วอย่างมากมาย นักบริหาร วิศวกรหรือนักวิทยาศาสตร์ในหลายๆ หน่วยงานได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางการโปรแกรมเชิงเส้นตรง ในการแก้ปัญหาทางการจัดสรรปัจจัยหรือทรัพยากร (Allocating Resource) ปัจจัยหรือทรัพยากรมีความหมายรวมถึงวัตถุดิบ กำลังคน เครื่องจักร เวลา สถานที่ เงินตรา หรือความรู้ความสามารถต่างๆ (Technology) ปัญหาการจัดสรรปัจจัยและทรัพยากรเกิดขึ้นเมื่อเราต้องการจัดสรรทรัพยกรที่มีอยู่จำกัดทั้งขนาด ปริมาณ และขอบเขตของการใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่การตัดสินใจให้เกิดผลดังกล่าวอาจทำได้หลายๆ ทาง และหลายๆ รูปแบบซึ่งมักจะให้ผลลัพธ์ออกมาเหมือนกัน

รูปแบบแทนระบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming Model) มีโครงสร้างดังนี้

1) มีสมการกำหนดเป้าหมาย (Objective Function) คือ สมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุนกำไร ฯลฯ เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด (Maximize, Minimize)
2) มีสมการแสดงขอบข่าย (Constraints) ซึ่งแสดงความจำกัดของปัจจัยหรือทรัพยากรในรูปสมการหรืออสมการ (Inequality)
3) ความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการต่างๆ ของรูปแบบแทนระบบต้องมีลักษณเชิงเส้นตรง (Linear From) คือ ตัวแปรทุกตัวในสมการเป้าหมายและสมการหรืออสมการของขอบข่ายจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเป็นกำลังเดียวกัน (โดยมากเป็นกำลังหนึ่ง)
4) ตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (All Positive Value)

จากรูปแบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรงนี้ จะเห็นได้ว่าตัวค่าวัดผลการดำเนินงาน (Measure of effectiveness) จะได้จากสมการกำหนดเป้าหมายซึ่งเราจะต้องพยายามหาค่าเป็นไปตามเป้าหมายโดยเทคนิคที่มีอยู่ ตัวแปรต่างๆ จะเป็นตัวแทนจำนวน ปริมาณหรือค่าของปัจจัยที่มีอยู่จำกัดโดยการกำหนดของสมการหรืออสมการในขอบข่ายของปัญหา ผลการวิเคราะห์จะได้เป็นค่าของตัวแปรที่จะนำไปตัวสินใจเพื่อดำเนินการให้ได้ตามเป็นหมาย การกำหนดขอบข่ายของปัญหาด้วยสมการหรืออสมการนั้นเรากำหนดขึ้นตามความเป็นจริง ซึ่งจะมีโอกาสอยู่ในแบบของอสมการมากกว่า เช่น การกำหนดให้สินค้าต้องใช้วัตถุดิบชนิดหนึ่ง ปริมาณที่มีอยู่จำกัดในจำนวน 10 ตัน จะได้สมการขอบข่ายเป็น “น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 ตัน” สำหรับปริมาณวัตถุที่ใช้นั้นๆ หรือกำหนดว่าปริมาณการขายสำหรับสินค้าชนิดนั้นต่ำสุดเป็น 20,000 ชิ้น ทำให้เกิดอสมการ “มากกว่าหรือเท่ากับ 20,000 ชิ้น” สำหรับปริมาณการขายเป็นตัน

ตัวอย่างรูปแบบแทนระบบของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง เพื่อให้หาค่าของตัวแปร เช่น $X_1, X_2, \ldots, X_n$ ที่ให้ผลการดำเนินงานที่มีค่าสูงสุดตามสมการเป้าหมายดังนี้

สมการเป้าหมาย : Max Z = $C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots + C_nX_n$

สมการหรืออสมการขอบข่าย :

$$a_{11}X_1 + C_{12}X_2 + C_{13}X_3 + \ldots + C_{1n}X_n \le b_1$$
$$a_{21}X_1 + C_{22}X_2 + C_{23}X_3 + \ldots + C_{2n}X_n \le b_2$$
$$a_{31}X_1 + C_{32}X_2 + C_{33}X_3 + \ldots + C_{3n}X_n \le b_3$$
$$\vdots$$
$$a_{m1}X_1 + C_{m2}X_2 + C_{m3}X_3 + \ldots + C_{mn}X_n \le b_m$$

$X_i \geq 0$; $i = 1,2,3,\ldots,n$

โดยมี $Z = F(X_i)$ เป็นสมการเป้าหมาย

X_i เป็นค่าตัวแปรที่แทนค่าของปัจจัย

a_{ij} , C_j เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีค่าคงที่

b_j เป็นปริมาณทรัพยากรที่จะนำมาใช้ในแต่ละกิจการซึ่งมีค่าคงที่ ในตัวอย่างนี้เรามีตัวแปรที่จะสามารถเลือกเปลี่ยนได้อยู่ n ตัว การเพิ่มตัวแปรตัวหนึ่งตัวใดมีผลทำให้ตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกันลดค่าลงไปด้วยภายใต้ขอบข่ายที่กำหนดเป็นสมการหรืออสมการโดยเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ คือ = (เท่ากับ), ≤ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ) และ ≥ (มากกว่าหรือเท่ากับ)

2.1.2. การโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Goel and Mittal, 1979)

ในการโปรแกรมเชิงเส้นตรงที่มีตัวแปร ($X_1, X_2, \ldots, X_n$) เป็นจำนวนเต็มบางตัวหรือทั้งหมดนั้นจะเรียกว่า การโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming Problem) โดยมีรูปแบบแทนระบบ ดังนี้

สมการเป้าหมาย : Max Z = $C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots + C_nX_n$

สมการหรืออสมการขอบข่าย :

$$\begin{aligned} a_{11}X_1 + C_{12}X_2 + C_{13}X_3 + \ldots + C_{1n}X_n &\leq b_1 \\ a_{21}X_1 + C_{22}X_2 + C_{23}X_3 + \ldots + C_{2n}X_n &\leq b_2 \\ a_{31}X_1 + C_{32}X_2 + C_{33}X_3 + \ldots + C_{3n}X_n &\leq b_3 \\ &\vdots \\ a_{m1}X_1 + C_{m2}X_2 + C_{m3}X_3 + \ldots + C_{mn}X_n &\leq b_m \end{aligned}$$

$X_i \geq 0$; $i = 1,2,3,\ldots,n$

X_i Integer valued ; $i = 1,2,3,\ldots p \leq n$

รูปแบบแทนระบบของการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มเกือบทั้งหมดจะมีรูปแบบเดียวกันกับการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เพียงแต่มีสมการขอบข่ายที่ระบุเพิ่มว่ามีตัวแปรบางตัวหรือทั้งหมดที่เป็นจำนวนเต็ม (integer valued)

การโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม จะถูกเรียกว่า Pure Integer Programming ถ้าตัวแปรทั้งหมดเป็นจำนวนเต็ม ($p = n$) แต่ถ้าตัวแปรเพียงบางตัว ($p < n$) เป็นจำนวนเต็มและตัวแปรที่เหลือ ($n - p$) เป็นตัวแปรที่ไม่ติดลบ (non-negative value) จะเรียกการโปรแกรมดังกล่าวว่า การโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มผสม (Mixed Integer Programming) หากตัวแปรเป็นเลขฐานสอง

($i = 0,1$) จะถูกเรียกว่า Binary หรือ Zero-One Programming และจากที่ได้กล่าวถึงโปรแกรมเชิงเส้นในข้างต้น อย่างไรก็ตามก็ยังมีโปรแกรมไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง จึงทำให้มีความซับซ้อนของรูปแบบแทนระบบที่มากขึ้น (Budnick McLeavey and Mojena, 1988)

2.2. การจัดตาราง (Scheduling) (ปารเมศ ชุติมา, 2551)

การจัดตาราง (Scheduling) เป็นกระบวนการตัดสินใจอย่างหนึ่งทีมีความสำคัญอย่างมากต่อทั้งอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมการบริการ โดยที่ผลลัพธ์ของกระบวนการตัดสินในในที่นี้ก็คือ ตารางหรือกำหนดการ (Schedule)

“การจัดตาราง” หมายถึง การจัดสรรทรัพยากร (Resource) ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้กับภารกิจ (Task) จำนวนหนึ่งภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดให้ เพื่อที่จะทำให้องค์กรสามารถบรรลุถึงเป้าหมาย (Goal) หรือวัตถุประสงค์ (Objective) สูงสุดที่องค์กรกำหนดเอาไว้ที่เวลานั้นได้

“ทรัพยากร” หมายถึง คนหรือสิ่งของที่มีอยู่เป็นจำหนวนจำกัด ซึ่งสมารถนำมาใช้ในการทำให้เกิดผลผลิตที่ต้องการขึ้นได้ เนื่องจากความจำกัดของพรัพยากรนี้เอง ทำให้เกิดการแย่งชิงทรัพยากรขึ้น ดังนั้นทรัพยากรจึงต้องถูกจัดสรรให้กับกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องการใช้ทรัพยากรดังกล่าวที่เวลาเดียวกัน

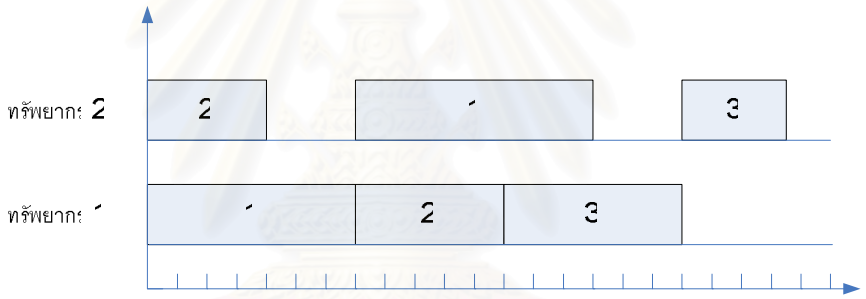
แผนภมิแกนต์ (Gantt Chart) ถูกพัฒนาขึ้นประมาณปี ค.ศ. 1917 โดย Henry L. Gantt ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้บุกเบิกทางด้านวิทยาการจัดการ แผนภูมิแกนต์เป็นหนึ่งในเครื่องมือช่วยทางกราฟิกที่เก่าแก่ที่สุด ใช้งานง่ายที่สุด แพร่หลายที่สุด และมีประโยชน์ที่สุด ในการที่จะทำให้ผู้ตัดสินใจเกิดความความเข้าใจเกี่ยวกับลำดับของงาน และสถานะของการดำเนินงาน นอกจากนั้นยังแสดงให้เป็นถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตารางอีกด้วย รูปแบบพื้นฐานของแผนภูมิแกนต์อาจจะแสดงให้ลักษณะของกราฟที่จะแสดงให้เห็นถึงการจัดสรรทรัพยากรให้กับงานต่างๆ ภายใต้เวลาที่กำหนดให้ โดยที่แผนภูมิแกนต์จะแสดงทรัพยากรอยู่ในแกนแนวตั้ง ซึ่งถ้าจำนวนของทรัพยากรมีมากกว่า 1 ก็ให้วางทรัพยากรเรียงซ้อนกันขึ้นไปในแนวตั้ง ส่วนเวลาจะแสดงอยู่ในแกนแนวนอนของแผนภูมิแกนต์ สเกลของเวลาที่ใช้อาจจะอยู่ในหน่วยของวินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน หรือปี ก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม โดยให้พิจารณาจากหน่วยเวลาที่น้อยที่สุดของ

งานทั้งหมดที่กำลังพิจารณาอยู่ เช่น ถ้างานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดมีหน่วยเป็นนาที สเกลของเวลาที่ใช้ในแผนภูมิแกนต์ก็ควรจะมีหน่วยเป็นนาที

ตัวอย่างการใช้งานแผนภูมิแกนต์ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 เส้นทางการไหลของงาน

งานที่ (ลูกค้ารายที่)	ลำดับของงานการดำเนินงาน	
	ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
1	ทรัพยากร 1 7 หน่วยเวลา	ทรัพยากร 2 8 หน่วยเวลา
2	ทรัพยากร 2 4 หน่วยเวลา	ทรัพยากร 1 5 หน่วยเวลา
3	ทรัพยากร 1 6 หน่วยเวลา	ทรัพยากร 2 4 หน่วยเวลา

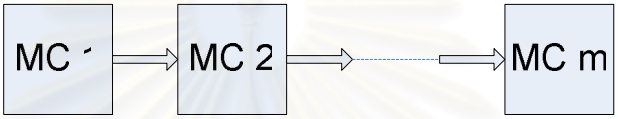


รูปที่ 2.2 แผนภูมิแกนต์แสดงตารางสำหรับ 2 ทรัพยากร 3 งาน โดยที่ทรัพยากรอยู่ในแนวตั้ง

2.2.1. แบบจำลองระบบผลิตแบบไหลเลื่อน (Flow Shop)

แบบจำลองระบบผลิตแบบไหลเลื่อนเป็นแบบจำลองซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรจำนวนหลายเครื่องที่นำมาต่อกันอย่างอนุกรม โดยจะพิจารณาถึงระบบที่มีการจัดเรียงแบบอนุกรมก็ต่อเมื่อธรรมชาติของงานที่ทำอยู่ระบบจะต้องประกอบด้วยหลายขั้นตอนเท่านั้น กล่าวคือ เราสามารถแยกแยะความแต่กต่างระหว่างงาน (Job) และการดำเนินงาน (Operation) ต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นงานๆ หนึ่งได้อย่างชัดเจน

โครงสร้างของแต่ละงานที่อยู่ในระบบผลิตแบบไหลเลื่อนจะมีลักษณะพิเศษ คือ การดำเนินงานแรกจะไม่มีการดำเนินงานที่ต้องทำก่อนหน้า และมีการดำเนินงานที่ตามมาโดยตรงเพียงการดำเนินงานเดียวเท่านั้น การดำเนินงานหลังจากนี้จะมีการดำเนินงานที่ต้องทำก่อนหน้าโดยตรงและการดำเนินงานที่ตามมาโดยตรงอย่างละหนึ่งเท่านั้น สำหรับการดำเนินงานสุดท้ายจะมีการดำเนินงานก่อนหน้าโดยตรงเพียงหนึ่งงานและจะไม่มีการดำเนินงานที่ตามมาโดยตรง การที่จะทำงานๆ หนึ่งให้สำเร็จได้นั้น เราจะต้องทำการดำเนินงานทั้งหมดตามลำดับที่กำหนดให้จนหมด ในบางครั้งเราเรียกโครงสร้างเช่นนี้ว่า โครงสร้างลำดับก่อนหลังของการดำเนินงานแบบเชิงเส้น (Linear Precedence Structure)

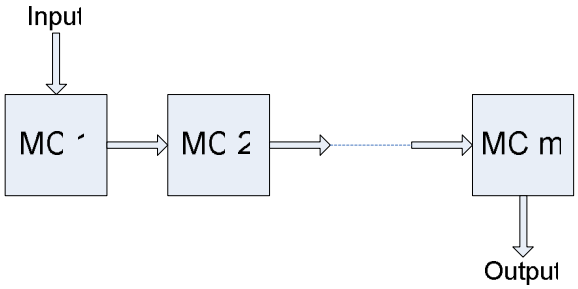


รูปที่ 2.3 โครงสร้างของงานในระบบผลิตแบบไหลเลื่อน

ระบบผลิตแบบไหลเลื่อนจะประกอบด้วย m เครื่องจักรที่แตกต่างกัน แต่ละงานจะประกอบด้วย n การดำเนินงาน ซึ่งต้องทำบน m เครื่องจักรที่แตกต่างกัน การไหลของงานในระบบผลิตแบบไหลเลื่อนจะเป็นไปในทิศทางเดียว (Unidirectional Flow) เท่านั้น ซึ่งหมายความว่า เราสามารถกำหนดหมายเลขให้กับเครื่องจักรโดยที่ ถ้าการดำเนินงานที่ j อยู่ก่อนหน้าการดำเนินงานที่ k แล้ว หมายเลขของเครื่องจักรที่จะใช้ในการทำการดำเนินงานที j จะต้องน้อยกว่าหมายเลขเครื่องจักรที่ใช้สำหรับทำการดำเนินงานที่ k กำหนดให้เครื่องจักรในระบบผลิตแบบไหลเลื่อนถูกกำหนดหมายเลขเป็น 1,2,…,m และการดำเนินงานของงาน i จะถูกกำหนดหมายเลขเป็น (i,1),(i,2),…,(i,m) ตามลำดับ ดังนั้นเราสามารถพิจารณาให้แต่ละงานเสมือนว่าประกอบด้วย m การดำเนินงาน ถ้าพลว่างานนั้นมีจำนวนของการดำเนินงานน้อยกว่า m แล้ว เราจะแก้ปัญหานี้ได้โดยกำหนดให้เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานตรงนั้นมีค่าเท่ากับศูนย์

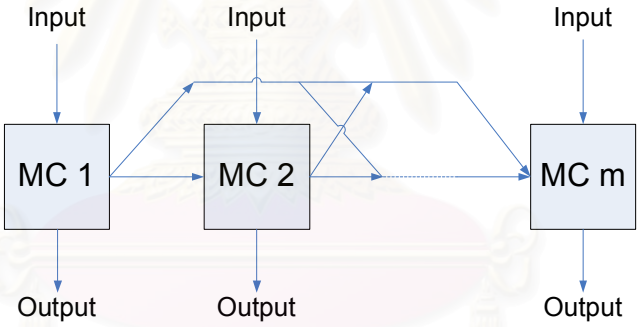
ระบบการผลิตแบบไหลเลื่อนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) ระบบผลิตแลลไหลเลื่อนบริสุทธิ์ (Pure Flow Shop): งานทุกงานในระบบนี้จะมีหนึ่งการดำเนินงานที่จะต้องทำบนแต่ละเครื่องจักร (1 งานประกอบด้วย m การดำเนินงานที่ต้องทำบน m เครื่องจักรที่แตกต่างกัน)



รูปที่ 2.4 การไหลของงานในระบบผลิตแบบไหลเลื่อนบริสุทธิ์ (Pure Flow Shop)

2) ระบบผลิตแบบไหลเลื่อนทั่วไป (General Flow Shop): งานแต่ละงานอาจจะมีการดำเนินงานน้อยกว่า m ก็ได้ ดังนั้นเครื่องจักรที่ใช้ในการทำการดำเนินงานที่อยู่ถัดมาโดยตรงอาจจะไม่ใช่เครื่องจักรที่ถูกกำหนดหมายเลขให้มีค่าถัดไปก็ได้ (การดำเนินงานที่ k ใช้เครื่องจักรหมายเลข m แต่การดำเนินงานที่ k+1 ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องจักรหมายเลข m+1 ก็ได้) นอกจากนั้นแล้วการดำเนินงานเริ่มต้อนและการดำเนินงานสุดท้ายอาจจะไม่เกิดขึ้นที่เครื่องจักรหมายเลข 1 และ m ก็ได้



รูปที่ 2.5 การไหลของงานในระบบผลิตแบบไหลเลื่อนทั่วไป (General Flow Shop)

ภายใต้เงื่อนไขการทำงานใหม่สำหรับระบบผลิตแบบไหลเลื่อน สมมุติฐานที่ใช้ก็คือ

1) เซตของงานที่แต่ละงานประกอบด้วย n การดำเนินงานซึ่งมีความสัมพันธ์ทำที่เวลา t=0 (แต่ละงานประกอบด้วย m การดำเนินงาน ซึ่งต้องทำบน m เครื่องจักรที่แตกต่างกัน)
2) เวลาปรับตั้งเครื่องที่เกิดขึ้นกับการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ จะมีความเป็นอิสระต่องานที่ทำอยู่ในลำดับก่อนหน้า และกำหนดให้เวลาปรับตั้งเครื่องถูกรวมเอาไว้ในเวลาปฏิบัติงานเรียบร้อยแล้ว (เวลาดำเนินงาน = เวลาปรับตั้งเครื่อง + เวลาปฏิบัติงาน)
3) เราทราบข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับลักษณะสมบัติของแต่ละงานแล้ว
4) เครื่องจักร m เครื่องมีความพร้อมในการทำงานอยู่ตลอดเวลาที่ใช้ในการจัดตาราง

5) ไม่มีการแทรกงานเกิดขึ้นในแต่ละการดำเนินงาน

คุณสมบัติที่ 1 สำหรับทุกตัววัดสมรรถนะ จะเป็นการเพียงพอที่จะพิจารณาเฉพาะตารางที่มีลำดับงานที่เหมือนกันทุกประการบนเครื่องจักรหมายเลข 1 และ 2 ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด

คุณสมบัติที่ 2 ถ้าตัววัดสมรรถนะของตาราง คือ เวลาปิดงานของระบบ จะเป็นการเพียงพอที่จะพิจารณาเฉพาะตารางที่มีลำดับงานที่เหมือนกันทุกประการบนเครื่องจักรหมายเลข m-1 และ m ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด

จากคุณสมบัติเด่นที่ 1 และ 2 ทำให้เราทราบว่า

1) สำหรับทุกตัววัดสมรรถนะ จะเป็นการเพียงพอที่จะพิจารณาเฉพาะตารางที่มีลำดับงานที่เหมือนกันทุกประการบนเครื่องจักรหมายเลข 1 และ 2 ดังนั้นตารางจำนวน $(n!)^{m-1}$ ตารางจะเป็นเซตเด่น
2) สำหรับเวลาปิดงานของระบบ จะเป็นการเพียงพอที่จะพิจารณาเฉพาะตารางที่มีลำดับงานที่เหมือนกันทุกประการบนเครื่องจักรหมายเลข m-1 และ m ดังนั้นตารางจำนวน $(n!)^{m-2}$ ตารางจะเป็นเซตเด่นสำหรับกรณี m>2

จากข้อความที่กล่าวมานี้ทำให้เราสามารถสรุปได้ว่า จะเป็นการพอเพียงที่จะพิจารณาเฉพาะการสลับลำดับของงานในกรณีดังต่อไปนี้

1) สำหรับทุกตัววัดสมรรถนะ ในกรณีที่มี m=2
2) สำหรับเวลาปิดงานของระบบ ในกรณีที่มี m=2 หรือ m=3

2.3. การกำหนดความต้องการของระบบ (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล, 2546)

การกำหนดความต้องการของระบบ คือ การวิเคราะห์การทำงานของระบบเดิมเพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆ เพื่อนำไปสู่แนวทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป ดังนั้นจึงต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริงของระบบเดิม จากผู้ที่ใช้ระบบนั้นภายในองค์กรเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

สิ่งที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลคือ แบบฟอร์ม รายงาน รายละเอียดในการทำงาน และเอกสารต่างที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลที่ได้รวบรวมอาจจะมีรายละเอียดค่อนข้างมาก และ ซับซ้อน

ยากแก่การเข้าใจ รวมถึงการมองเห็นภาพรวมของระบบ ดังนั้นจึงต้องมีการจำลองความต้องการต่างๆ ด้วยแผนภาพข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้เข้าใจภาพรวมของการทำงานระบบได้ชัดเจนและ รวดเร็วขึ้น ซึ่งกระบวนการในการเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงทั้งหมดของระบบที่ต้องการพัฒนา (Fact- Finding) สามารถใช้วิธีการต่างๆได้ดังต่อไปนี้

2.3.1. ตัวอย่างเอกสาร แบบฟอร์ม และ ฐานข้อมูลที่ใช้งานในปัจจุบัน

โดยทั่วไปนักวิเคราะห์ระบบควรเริ่มจากการศึกษา หรือ หาข้อมูลจากสิ่งที่มีอยู่แล้ว เช่น เอกสารต่างๆ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบที่จะทำการศึกษาในเบื้องต้นก่อนที่จะเข้าไปทำการเข้าไปสัมภาษณ์ ทำแบบสอบถาม หรือ ค้นหว้าหารายละเอียดจากแหล่งข้อมูลอื่น

ในการเก็บรวบรวมข้อเท็จจริงจากเอกสารที่มีอยู่แล้ว อาจทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1) การรวบรวมข้อเท็จจริงจากเอกสารที่มีอยู่ เอกสารต่างๆที่ควรศึกษา เช่น แผนภูมิองค์กร , บันทึกต่างๆ, คำแนะนำ, แบบแสดงความคิดเห็นจากลูกค้า, นโยบายองค์กร, แผนกลยุทธ์การดำเนินธุรกิจ, คู่มือการใช้งานจอภาพ เป็นต้น นอกจากนี้ผู้วิเคราะห์ระบบควรตรวจสอบเอกสารของระบบสารสนเทศที่เคยดำเนินการมาก่อนหน้านี้ด้วย ได้แก่ ผังงาน (Flow Chart) และ แผนภาพ (Diagrams), พจนานุกรม หรือ แหล่งเก็บข้อมูลของโครงการ (Dictionary or Repository), เอกสารการออกแบบ และ คู่มือการใช้งาน และการอบรม
2) การสุ่มตัวอย่าง คือ กระบวนการรวบรวมข้อมูลโดยการเลือกตัวอย่างเอกสาร แบบฟอร์ม หรือ แหล่งข้อมูลอื่นๆเพียงบางส่วนจากทั้งหมดที่มีในองค์กร ซึ่งควรมีขนาด หรือ จำนวนของตัวอย่างมากพอที่จะทำให้ทราบถึงขั้นตอน และ เงื่อนไขในการดำเนินงานได้

2.3.2. การค้นคว้าข้อมูล

นักวิเคราะห์ระบบสามารถค้นคว้าข้อมูลของหน่วยงาน หรือ องค์กรอื่นที่ประสบปัญหาการดำเนินงานเช่นเดียวกัน หรือ มีความต้องการตรงกันได้ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ หรือ เปรียบเทียบกับปัญหา หรือ ความต้องการขององค์กรตัวเองว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ เช่นหาข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต, นิตยสาร, หนังสือพิมพ์ธุรกิจต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้นักวิเคราะห์ระบบ ยังสามารถค้นคว้าข้อมูลของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปสำหรับธุรกิจต่างๆ ได้จากเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบต่อไป

2.3.3. การสังเกตการณ์

นักวิเคราะห์ระบบสามารถหาข้อมูลได้โดยการสังเกตการณ์เจ้าหน้าที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินการ หรือ กิจกรรมต่างๆของระบบ การหาข้อมูลด้วยวิธีการนี้มักใช้เมื่อข้อมูลที่นักวิเคราะห์ระบบรวบรวมมาได้ยังไม่ละเอียดเพียงพอ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการใช้วิธีการนี้มีความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูง ครบถ้วน และ ถูกต้อง

ในการสังเกตการณ์นั้นผู้วิเคราะห์ระบบควรใช้วิธีการของ Work sampling กล่าวคือในการหาข้อมูลการดำเนินงาน ควรจะมีการสุ่มช่วงเวลาใดๆ เพื่อสังเกตการณ์การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ โดยการสุ่มตัวอย่างการดำเนินการนี้จะทำให้เจ้าหน้าที่ไม่รู้สึกกดดันขณะทำงานเนื่องจากไม่ถูกจับตามองตลอดเวลา

2.3.4. การจัดทำแบบสอบถาม

แบบสอบถาม คือ เอกสารที่สร้างขึ้นเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริง หรือสารสนเทศของระบบจากผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งจะทำให้นักวิเคราะห์ระบบสามารถวิเคราะห์หาความต้องการในระบบใหม่ของผู้ใช้ได้

โดยทั่วไปนักวิเคราะห์ระบบไม่ค่อยใช้แบบสอบถาม เนื่องจาก ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือน้อยหรือแทบไม่มีเลย และ มักได้ข้อมูลที่ไม่ค่อยมีประโยชน์มากนัก ประเภทของแบบสอบถามแบ่งได้ดังนี้

1) Free Format เป็นแบบสอบถามอิสระในการตอบ โดยผู้ตอบแบบสอบถามเขียนคำตอบเอง แบบสอบถามประเภทนี้ค่อนข้างจะทำการประมวลผลได้ยาก เนื่องจากผู้ตอบคำถามตอบไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
2) Fixed Format คำถามในแบบสอบถามประเภทนี้ต้องการคำตอบที่เจาะจงลงไป โดยจะมีคำตอบให้ผู้ตอบเลือก แบบสอบถามประเภทนี้ประมวลผลได้ง่าย แต่ไม่สามารถเสนอข้อมูลหรือข้อคิดเห็นใดเพิ่มเติมได้ นอกเหนือไปจากคำตอบที่เตรียมไว้ แบบสอบถามประเภทนี้สามารถจำแนกย่อยได้ 3 ประเภท ได้แก่

- Multiple Choices คือ คำถามประเภทนี้จะมีคำตอบให้เลือกได้หลายข้อ และผู้ตอบสามารถเลือกคำตอบได้มากกว่า 1 ข้อ หรือมีตัวเลือกให้ผู้ตอบสามารเพิ่มเติมข้อความได้บ้างเล็กน้อย
- Rating Question คือ มีความตอบเป็นตัวเลือกเพื่อให้แสดงความคิดเห็น โดยการกำหนดระดับความคิดเห็นของผู้ตอบในแต่ละข้อว่ามากเพียงใด เช่น ดีมาก, ดี, ปานกลาง, แย่ และ แย่มาก เป็นต้น
- Ranking Question เป็นการจัดลำดับความสำคัญของคำตอบต่างๆในแต่ละคำถาม

2.3.5. การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นการรวบรวมข้อมูลจากบุคคลต่างๆที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานของระบบ แบบตัวต่อตัว จากการสัมภาษณ์จะทำให้นักวิเคราะห์ระบบได้รับข้อเท็จจริง สามารถตรวจสอบข้อเท็จจริงได้ มีความเข้าใจกันมากขึ้น และรับทราบความต้องการที่แท้จริงของผู้ใช้งาน รวมทั้งความคิดเห็นต่างๆได้ ประเภทของการสัมภาษณ์ แบ่งได้ดังนี้

1) การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เป็นลักษณะการสัมภาษณ์ในหัวข้อทั่วๆไปเกี่ยวกับองค์กร ไม่เจาะจงหัวข้อของการสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์ประเภทนี้ไม่เหมาะสมกับการวิเคราะห์และการออกแบบระบบสารสนเทศ
2) การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ผู้สัมภาษณ์จะต้องเตรียมข้อมูล และคำถามเพื่อสอบถามข้อเท็จจริงต่างๆจากผู้สัมภาษณ์ โดยสามารถสอบถามข้อสงสัยต่างๆเพิ่มเติมได้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้สัมภาษณ์ว่าถูกต้องหรือไม่

2.4. แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process Modeling) (**กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล**, 2546)

เมื่อเก็บรวมรวมข้อเท็จจริงและสารสนเทศที่จำเป็นต่อความต้องการของระบบแล้ว สิ่งที่ได้คือข้อเท็จจริงและสารสนเทศของระบบเดิม และ ความต้องการของระบบใหม่ (เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบเดิม) ซึ่งข้อมูลต่างๆของระบบใหม่มักมีเป็นจำนวนมาก เช่น ข้อมูลที่นำเข้าระบบ, ข้อมูลขาออกและรายงานที่ได้จากการประมวลผลในแต่ละขั้นตอน บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ แหล่งจัดเก็บข้อมูล เป็นต้น ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบอาจจะทำได้ยาก ดังนั้นจึงต้องใช้การจำลอง

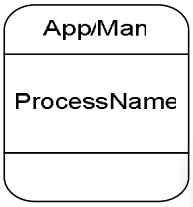
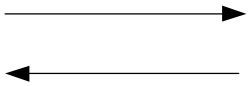
ข้อเท็จจริงให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย โดยการใช้แผนภาพ ชนิดต่างๆในการจำลอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ และ เจ้าของระบบสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ในการจำลองข้อเท็จจริงที่ได้ อาจจะเริ่มต้นจากการจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยในที่นี้จะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) โดยแผนภาพนี้จะแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ, ข้อมูลที่เข้า และ ออกจากระบบ รวมถึงข้อมูลที่ไหลอยู่ภายในระบบจากขั้นตอนหนึ่งไปยังอีกขั้นตอน

2.4.1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล

ในที่นี้จะใช้มาตรฐานสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูลที่พัฒนาโดย Gane and Sarson (1979) โดยมีสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เป็นสัญลักษณ์แสดงถึง Process หรือ ขั้นตอนการทำงานภายในระบบ
	เป็นสัญลักษณ์แสดงถึง Data Store หรือ แหล่งข้อมูลสามารถเป็นได้ทั้งไฟล์ข้อมูล หรือ ฐานข้อมูล
	เป็นสัญลักษณ์แสดงถึง External Agent เป็น ปัจจัย หรือ สภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อระบบ
	เป็นสัญลักษณ์แสดงถึง Data Flows หรือ เส้นทางการไหลของข้อมูล แสดงทิศทางของข้อมูลจากทิศทางการทำงานจากขั้นตอนการทำงานหนึ่งไปยังอีกขั้นตอนหนึ่ง โดยหัวลูกศรตรงปลายบอกทิศทางการเดินทางหรือการไหลของข้อมูล

2.4.2. แนวคิดของแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ

การสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบโดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) มีแนวคิดต่างๆได้แก่ ขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process) เส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flow) ตัวแทนข้อมูล (External Agent) และแหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store)

1) ขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process)

ขั้นตอนการดำเนินงาน (Process) คืองานที่ดำเนินการ/ตอบสนองข้อมูลที่รับเข้า หรือดำเนินการ/ ตอบสนองต่อเงื่อนไข/ สภาวะใดๆที่เกิดขึ้น ไม่ว่าขั้นตอนการดำเนินงานนั้นจะทำโดยบุคคล หน่วยงาน หุ่นยนต์ เครื่องจักร หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ตาม

จะสังเกตเห็นว่าขั้นตอนการทำงานที่เกิดขึ้นในระบบนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อเปลี่ยนแปลง หรือ ประมวลผลข้อมูลที่เข้าสู่ระบบให้กลายเป็นสารสนเทศที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ เป็นการตอบสนองต่อการดำเนินงานที่มีเงื่อนไข และเหตุการณ์ต่างๆ เกิดขึ้นมากมาย หรือเรียกว่าเป็นการตอบสนองต่อการดำเนินงานนั่นเอง กฎของ Process มีดังนี้

- ต้องไม่มีข้อมูลรับเข้าเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีการส่งข้อมูลออกจากขั้นตอนการทำงาน หรือเป็นความผิดพลาดเนื่องจากข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเกิดการสูญหายนั่นเอง
- ต้องไม่มีข้อมูลออกเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีข้อมูลเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานเลย
- ข้อมูลรับเข้าจะต้องเพียงพอกับการสร้างข้อมูลส่งออก อาจเกิดจากการรวบรวมข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ไม่ครบ หรือใช้ชื่อข้อมูลรับเข้า หรือ ข้อมูลส่งออกผิด
- การตั้งชื่อ Process ต้องใช้คำกริยา

2) เส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flow)

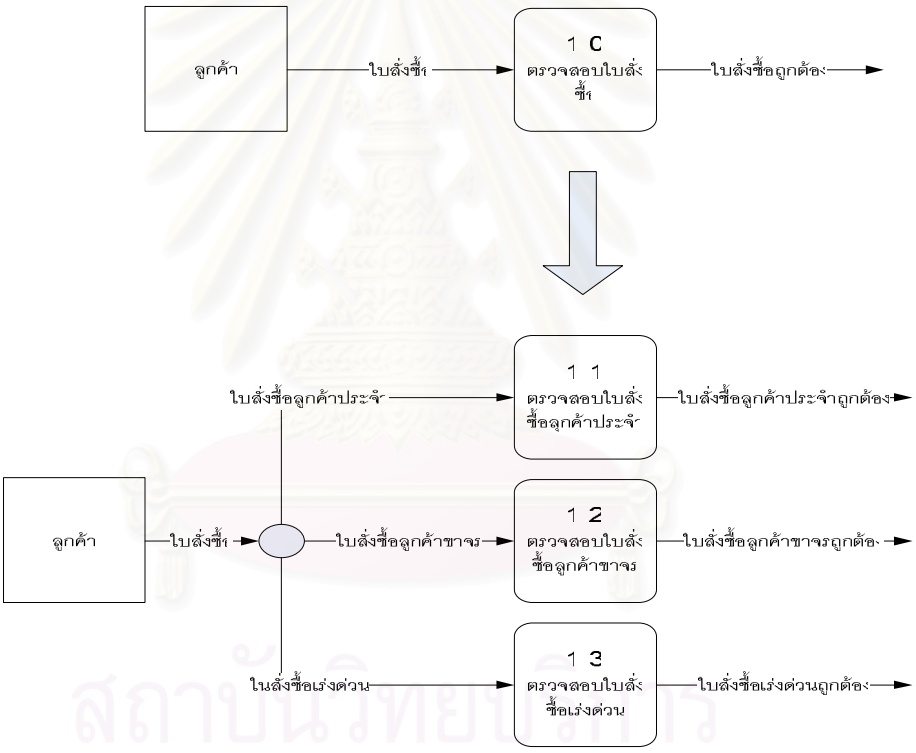
เส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flow) เป็นการสื่อสารระหว่างขั้นตอนการทำงานต่างๆ และสภาพแวดล้อมภายในหรือภายนอกระบบ โดยแสดงถึงข้อมูลที่นำเข้า หรือ ส่งออกจาก Process ใช้ในการแสดงถึงการบันทึกข้อมูล การลบข้อมูล การแก้ไขข้อมูลต่างๆในไฟล์ หรือฐานข้อมูล ซึ่งใน Data Flow Diagram เรียกว่า Data Store กฎของ Data Flow มีดังนี้

- ชื่อของ Data Flow ควรเป็นชื่อของข้อมูลที่ส่ง โดยที่ไม่ต้องอธิบายว่าส่งอย่างไร ทำงานอย่างไร
- Data Flow ต้องมีจุดเริ่มต้น และ สิ้นสุดที่ Process เพราะ Data Flow คือ ข้อมูลนำเข้า (Input) และ ข้อมูลส่งออก (Output) จาก Process

- Data Flow จะเดินทางระหว่าง External Agent กับ External Agent ไม่ได้
- Data Flow จะเดินทางจาก Data Store ไป External Agent ไม่ได้
- Data Flow จะเดินทางจาก External Agent ไป Data Store ไม่ได้
- Data Flow จะเดินทางจาก Data Store ไป Data Store ไม่ได้
- การตั้งชื่อของ Data Flow จะต้องใช้คำนาม

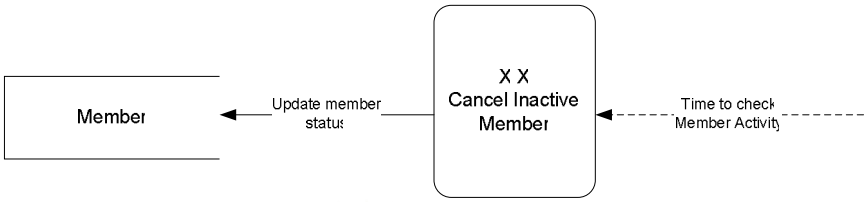
ชนิดของ Data Flow แบ่งได้ดังนี้

- Composite Flowคือ เส้นทางการไหลของข้อมูลที่ประกอบด้วยเส้นทางอื่นๆเพื่อรวบรวมข้อมูลที่เหมือนกัน ไปในเส้นทางเดียวกันใน Data Flow Diagram ระดับบน



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของ Composite Flow

- Control Flow ใช้แสดงทิศทางการส่งเงื่อนไขโดยจะไม่มีการส่งข้อมูลไปด้วย การส่งเงื่อนไขมีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นกระบวนการให้มีการทำงาน



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของ Control Flow

3) ตัวแทนข้อมูล (External Agent)

ตัวแทนข้อมูล (External Agent) หมายถึงบุคคล หน่วยงานในองค์กร องค์กรอื่นๆ หรือระบบงานอื่นๆ ที่อยู่ภายนอกขอบเขตของระบบ แต่มีความสัมพันธ์ของระบบ โดยมีการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อดำเนินงาน และรับข้อมูลผ่านการดำเนินงานเรียบร้อยแล้วจากระบบ กฎของ External Agent มีดังนี้

- ข้อมูลจาก External Agent จะวิ่งไปสู่อีก External Agent ไม่ได้ จะต้องผ่าน Process ก่อน เพื่อประมวลผลข้อมูลนั้น จึงจะได้ข้อมูลออกไปสู่อีก External Agent และอยู่ภายนอกขอบเขตระบบ เป็นต้น
- การตั้งชื่อ External Agent ต้องใช้คำนาม

4) แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store)

แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) เป็นแหล่งเก็บ บันทึกข้อมูล เปรียบเหมือนคลังข้อมูล โดยอธิบายรายละเอียด และ คุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่ต้องการเก็บ หรือ บันทึก กฎของ Data Store มีดังนี้

- ข้อมูลจาก Data Store หนึ่งจะวิ่งไปสู่อีก Data Store ไม่ได้ จะต้องผ่านการประมวลผลจาก Process ก่อน
- ข้อมูลจาก External Agent จะวิ่งเข้าสู่ External Agent โดยตรงไม่ได้
- การตั้งชื่อ Data Store จะต้องใช้คำนาม

2.5. วิธีการสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบด้วย DFD (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล, 2546)

วิธีการสร้างแบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบด้วย DFD สามารถทำตามขั้นตอนได้ดังนี้ สร้างแผนภาพของบริบท (Context Diagram) สร้างแผนภาพระดับ 0 (Level-0 Diagram) แบ่งย่อยแผนภาพ (Decomposition of DFD) และตรวจสอบความสมดุลของ DFD (Balancing DFD)

1) สร้างแผนภาพของบริบท (Context Diagram) คือแผนภาพกระแสข้อมูลระดับบนสุดที่แสดงภาพรวมการทำงานของระบบที่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมภายนอกระบบ ทั้งยังแสดงให้เห็นถึงขอบเขต และเส้นแบ่งขอบเขตของระบบที่ศึกษา และ พัฒนา ซึ่งการสร้างสร้างแผนภาพของบริบทนี้จะช่วยให้เข้าใจภาพรวมของระบบได้ดียิ่งขึ้น

2) สร้างแผนภาพระดับ 0 (Level-0 Diagram) คือแผนภาพกระแสข้อมูลในระดับที่แสดงขั้นตอนการทำงานหลัก (Process หลัก) ของระบบ แสดงทิศทางการไหลของ Data Flow และแสดงรายละเอียดของแหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) Data Flow Diagram Level-0 เป็นการแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของ Process การทำงานหลักๆ ที่มีอยู่ในภาพรวมของระบบ (Context Diagram) ว่ามีขั้นตอนใดบ้าง

3) แบ่งย่อยแผนภาพ (Decomposition of DFD) ถ้าระบบใดมีความซับซ้อนมาก นักวิเคราะห์ระบบไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานทั้งหมดได้ภายในขั้นตอนเดียวใน Context Diagram ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบจึงสามารถจำแนกระบบใหญ่หนึ่งระบบ ออกเป็นระบบย่อยๆได้หลายระบบโดยแบ่งให้เป็นระบบย่อยเล็กลงเรื่อยๆ จนสามารถอธิบายการทำงานทั้งหมด เรียกว่า Decomposition

Decomposition คือการแบ่ง/แยก/ย่อยระบบและขั้นตอนการทำงานออกเป็นส่วนย่อย โดยในแต่ละขั้นตอนที่แยกออกมา จะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดในการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น

การแบ่งย่อย Process สามารถแบ่งย่อยลงไปได้เรื่อยๆจนไม่สามารถแบ่งย่อยได้อีกแล้ว เรียกแผนภาพที่ไม่สามารถแบ่งย่อย Process ได้อีกแล้วว่า Primitive DFD

โดยในการแบ่งย่อย Process จะสามารถทราบได้ว่าเมื่อไรควรหยุดการแบ่งย่อย Process ได้เมื่อ

- เมื่อแบ่งย่อยแล้วปรากฏว่ามี Process น้อยกว่า 2 Process
- เมื่อมี Process ที่เป็นการดำเนินการใดๆ กับข้อมูลเพื่อบำรุงรักษาข้อมูล เช่น การลบ เพิ่ม แก้ไข ปรับปรุงข้อมูล เป็นต้น กรณีดังกล่าวนักวิเคราะห์ระบบอาจจะไม่จำเป็นต้องแบ่งย่อยแผนภาพอีกก็เป็นได้
- เมื่อผู้ใช้ระบบเห็นว่าไม่มีรายละเอียดใดๆที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบแล้ว
- เมื่อแต่ละ Data Store ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล มีการจัดเก็บข้อมูลเพียงไฟล์เดียว

ถึงแม้ว่าจะมีแผนภาพกี่ Level ก็ตาม ในแต่ละ Level ควรจะอยู่ในหนึ่งหน้ากระดาษ และในแต่ละ Level ไม่ควรมีมากกว่าเจ็ด Process เพราะจะทำให้ขั้นตอนการทำงานดูซับซ้อนและยากแก่การทำความเข้าใจ

4) ตรวจสอบความสมดุลของ DFD (Balancing DFD)

การแบ่งย่อยแผนภาพจากระดับบนลงไประดับล่างจะต้องมีการตรวจสอบความสมดุลของแผนภาพ (Balancing DFD) ด้วย

Balancing DFD คือความ สมดุลของแผนภาพกระแสข้อมูลที่จะต้องมี Input Data Flow ที่เข้าสู่ระบบ และ Output Data Flow ที่ออกจากระบบใน DFD ระดับล่างครบทุก Input Data Flow และ Output Data Flow ที่ปรากฏอยู่ใน DFD ระดับบน แต่ในระดับล่างอาจจะมีมากกว่าได้ โดยมีเงื่อนไขว่า Input Data Flow และ Output Data Flow นั้นจะต้องเกิดจาก Process ในระดับล่างเท่านั้น และจะนำไปใช้ในการตรวจความสมดุลของแผนภาพอีกระดับ หากมีการแบ่งย่อยแผนภาพในระดับล่างลงไปอีก

2.6. การออกแบบ แบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design) (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล, 2546)

แบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design) ถือเป็นแหล่งเอกสาร (Source Document) ที่สำคัญของบริษัทซึ่งไว้ใช้ในการที่จะนำข้อมูลกลับเข้าสู่ระบบอีกครั้งหนึ่ง หรือรวมทั้งเป็นข้อมูลที่พิมพ์ออกมาเพื่อช่วยให้ผู้บริหารได้เห็นข้อมูลและทำการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเหมาะสมกับบุคคลที่ต้องการใช้งาน ด้วยรูปแบบที่ใช้งานง่าย และเวลาในการทำงานที่รวดเร็ว

ในระบบนั้นเมื่อมีการดำเนินงานย่อมมีข้อมูลที่จะไหลเข้าระบบ (Input) เพื่อประมวลผลและส่งเป็นข้อมูลที่ได้ออกจากระบบ (Output) ซึ่งข้อมูลเข้าและออกนั้นจะสามารถวิเคราะห์ได้จากแผนภาพกระแสข้อมูล (DFD) ที่จะแสดงให้ทราบถึงข้อมูลที่ไหลเข้าและออกในแต่ละ Process และทำให้ผู้ออกแบบได้ทราบว่ารายงานที่ตนกำลังออกแบบนั้นควรจะมีข้อมูลอะไรแสดงบ้าง

2.6.1. กระบวนการออกแบบ แบบฟอร์มและรายงาน

การออกแบบ แบบฟอร์มและรายงานนั้นควรออกแบบโดยมีขั้นตอนเป็นระบบ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้นั้นครบถ้วนและมีความน่าเชื่อถือ โดยขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1) เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานแบบฟอร์มและรายงาน ซึ่งผู้ออกแบบควรศึกษาให้รอบคอบเกี่ยวกับส่วนที่กำลังออกแบบ เช่น วัตถุประสงค์ ระดับทักษะของผู้ใช้ ผู้ใดใช้และส่งต่อให้ฝ่ายใด และข้อมูลรวมทั้งความระเอียดที่ผู้ใช้ต้องการ
2) ร่างแบบของแบบฟอร์มและรานงาน กล่าวคือ หลังจากรวบรวมข้อมูลต้องการได้ครบแล้ว ผู้ออกแบบระบบควรที่จะร่างแบบของแบบฟอร์มและรายงานแบบคร่าวๆเสียก่อนที่จะนำไปสร้างตัวต้นแบบ (Prototype) และนำไปสอบถามกับผู้ใช้ (User) ว่าถูกต้องหรือไม่ ควรแก้ไขหรือเพิ่มเติมส่วนใดหรือไม่ จนผู้ใช้พอใจกับแบบนั้นๆ
3) สร้างตัวต้นแบบ (Prototyping) ซึ่งการสร้างตัวต้นแบบเดิมทีจะทำด้วยการร่างลงบนกระดาษที่เรียกว่า “Coding Sheets” แต่ในปัจจุบันมี Software “CASE Tools” ต่างๆมากมายที่ช่วยสนับสนุนผู้ออกแบบ เช่น Power Designer, Visible System, Rational Rose และ System Architect รวมทั้งโปรแกรมสร้างจอภาพง่ายอย่าง Visual Basic เป็นต้น

2.6.2. การจัดรูปแบบของฟอร์มและรายงาน

การจัดรูปแบบของแบบฟอร์มและรายงานนั้น เป็นส่วนที่สำคัญเนื่องจากหากนักออกแบบออกแบบไม่คำนึงถึงรูปแบบที่ดี ส่งผลให้แบบฟอร์มนั้นๆใช้ยากเกินไป อาจส่งผลให้ผู้กรอกแบบฟอร์มนั้นเข้าใจผิดได้ง่ายและทำการกรอกข้อมูลผิดและก่อให้เกิดความเสียหาย ในลักษณะเดียวกัน หากรายงานนั้นถูกออกแบบมาโดยไม่คำนึงถึงผู้อ่าน ทำให้ผู้อ่านสับสนและอ่านลำบาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบไปยังการตัดสินใจที่ผิดพลาดอีกด้วย

- ชนิดของสารสนเทศ

ทั้งนี้การออกแบบฟอร์มและรายงานที่ดีผู้ออกแบบจึงควรเข้าใจชนิดของสารสนเทศนั้นๆ ก่อน ซึ่งจะนำไปสู่การการเข้าใจถึงข้อมูลที่สมควรแสดงในฟอร์มและรายงานที่ครบถ้วนและถูกต้อง ชนิดของสารสนเทศหลักๆอาจถูกแบ่งได้ดังนี้

1) สารสนเทศภายในองค์กร (Internal Information) หมายถึง สารสนเทศที่ใช้กันเพียงแค่ภายในองค์กรได้แก่ รายงานสรุปผลการดำเนินงาน รายงานกำลังผลิตของเครื่องจักร เป็นต้น
2) สารสนเทศภายนอกองค์กร (External Information) หมายถึง สารสนเทศที่ใช้กระจายสู่ภายนอกองค์กร ได้แก่ ลูกค้า ผู้จัดจำหน่าย ซึ่งตัวอย่างข้อมูลภายนอนองค์กร เช่น ใบเสร็จรับเงิน ใบแสดงรายการสินค้า
3) สารสนเทศแบบผสม (Hybrid Information) หมายถึง สารสนเทศที่อาจจะใช้ผสมระหว่างภายในและภายนอกองค์กร หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เอกสารส่งกลับ (Turnaround Document) เช่น เอกสารที่ต้องออกให้ผู้จ่ายเงินและให้ผู้จ่ายเงินลงชื่อและส่งกลับมา

- สื่อที่ใช้ในการแสดงผล

สื่อที่ใช้ในการแสดงผล ได้แก่ ทางกระดาษ (Hard Copy) และทางจอคอมพิวเตอร์ (Soft Copy) ซึ่งผู้ออกแบบควรคำนึงถึงผู้ใช้ว่าแบบฟอร์มแบบใดเหมาะสมกับการใช้งานมากกว่ากัน

- หลักในการจัดรูปแบบการแสดงผลข้อมูลบนแบบฟอร์มและรายงาน

แบบฟอร์มและรายงานนั้นควรถูกออกแบบมาให้ดูง่าย และถูกต้องแม่นยำ เพื่อที่กันความผิดพลาดในการกรอกข้อมูล หรืออ่านเพื่อตัดสินใจ โดยหลักการออกแบบควรคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

1) หัวเรื่องควรชัดเจนและสื่อวัตถุประสงค์ของแบบฟอร์มและรายงานนั้นได้อย่างถูกต้อง และจะต้องแสดงวันที่จัดทำรายงานกำกับไว้เสมอ
2) มีข้อมูลที่สำคัญครบถ้วน และพยายามตัดข้อมูลที่ไม่จำเป็นเพราะอาจทำให้ดูลายตา
3) ระยะห่างของการวางบนกระดาษหรือหน้าจอควรมีความสมดุล และมีการแสดงช่องที่ต้องป้อนข้อมูลชัดเจน
4) ควรออกแบบให้ง่ายต่อการอ่าน เช่นหากสามารถทำเป็นตารางหรือกราฟได้จะดีกว่าแสดงข้อมูลเป็นตัวอักษร และกรณีที่มีเอกสารหลายหน้าควรมีเลขหน้ากำกับไว้ด้วย

- รูปแบบการแสดงผลแบบมีสี และขาวดำ

การแสดงผลแบบฟอร์มและรายงานแบบมีสีและขาวดำ จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้ระบบแตกต่างกัน เนื่องจากข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน การแสดงผลแบบมีสีกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการแสดงผลแบบมีสีมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของการแสดงผลแบบมีสี

ข้อดีของการแสดงผลแบบมีสี	ข้อเสียของการแสดงผลแบบมีสี
1) ให้ความรู้สึกอ่อนโยนเวลามอง	1) เป็นปัญหาต่อผู้ใช้งานที่มีอาการตาบอดสี
2) สามารถแสดงให้เห็นถึงการเน้นข้อความได้	2) ความละเอียดของสีอาจแตกต่างกันไปตามอุปกรณ์ที่ต่างชนิดกัน
3) ช่วยแบ่งแยกรายละเอียดที่ซับซ้อนให้ดูได้ง่ายขึ้น	3) ความถูกต้องของสีอาจคลาดเคลื่อนเมื่อใช้อุปกรณ์ที่ต่างชนิดกัน
4) สามารถเน้นส่วนที่เป็นข้อความเตือนได้เด่นชัดขึ้น	

- รูปแบบการแสดงผลแบบข้อความ (Text)

การแสดงแบบ Text นั้นนิยมใช้ในส่วนแสดงความช่วยเหลือ (Help) เสียโดยมากเพราะถ้าเป็นการแสดงแบบตารางและกราฟจะสามารถดูง่ายและสบายตากว่า แต่ทั้งนี้บางส่วนของรายงานผู้ใช้อาจจำเป็นต้องการข้อมูลแบบข้อความมากกว่า โดยวิธีการแสดงผลแบบข้อความให้ดูง่ายขึ้น อาจมีจำแนกดังต่อไปนี้

1) ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เมื่อขึ้นประโยค และเครื่องหมายวรรคตอน (Punctuation) ที่ถูกต้อง
2) ควรเว้นระยะห่างระหว่างย่อหน้า
3) ควรจัดอักษรให้ชนขอบพอสวยงาม
4) ใช้คำย่อสำหรับคำที่ยาวเกินไป

- รูปแบบการแสดงแบบตาราง และ รายการ (Table/List)

การแสดงแบบตารางและรายการ (Table/List) สามารถแสดงข้อมูลได้ง่ายและป้องกันการป้อนหรืออ่านผิดได้ดีที่สุด โดยหลักการออกแบบโดยสังเขปมีดังต่อไปนี้

1) เน้นหัวข้อตารางให้เด่นชัดจากข้อมูลธรรมดา
2) ควรมีการแสดงหัวตารางทุกครั้งที่มีการขึ้นหน้าใหม่
3) ชื่อคอลัมน์ และ แถวควรสื่อความหมายได้ดี
4) มีการเรียงลำดับที่ดี เช่น จากน้อยไปมาก หรือ มากไปน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) เว้นระยะห่างระหว่างคอลัมน์พอสมควร
6) ไม่ควรใช้แบบตัวอักษร (Fonts) หลายแบบบนเอกสารเดียวกัน
7) สำหรับตัวเลขควรจัดให้ชิดขวาและจุดทศนิยมควรตรงกันทุกบรรทัด

2.7. การออกแบบ User Interface (กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล, 2546)

การออกแบบ User Interface หมายถึง การออกแบบส่วนติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อการเตรียมสารสนเทศและการนำสารสนเทศนั้นไปใช้ด้วยการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การออกแบบจอภาพ (Screen Design)

2.7.1. กระบวนการในการออกแบบ User Interface

กระบวนการในการออกแบบ User Interface มีขั้นตอน ดังนี้

1) เก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานหน้าจอการทำงานส่วนต่างๆ
2) ร่างแบบของหน้าจอการทำงานส่วนต่างๆ
3) สร้างตัวต้นแบบ (Prototype)

กระบวนการในการออกแบบ User Interface จะคล้ายกับการออกแบบ Forms และ Reports โดยจะมีส่วนที่แตกต่างกันคือ ต้องออกแบบลำดับการเชื่อมโยงจอภาพ หรือการออกแบบ Dialogue ซึ่งเป็นการออกแบบลำดับการเชื่อมโยงจากจอภาพหนึ่งไปยังอีกจอภาพหนึ่ง ที่จะทำให้ซอฟต์แวร์ของระบบสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกที่สุด

2.7.2. รูปแบบของ User Interface

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface Design) เป็นการออกแบบจอภาพเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับระบบได้ตามความต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ แต่เดิมส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม ในปัจจุบันนิยมใช้การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphic User Interface) ซึ่งสามารถสื่อสารกับผู้ใช้ในรูปแบบข้อความและรูปภาพต่างๆ ทำให้ใช้งานง่าย และเรียนรู้ได้รวดเร็ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแบบการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีหลายประเภท แต่ละประเภทจะถูกนำมาทำงานร่วมกัน ซึ่งผู้ใช้งานแต่ละคนอาจจะมีพื้นฐานการใช้งานคำสั่งหรือยังไม่เคยมีพื้นฐานมาก่อนก็สามารถเรียนรู้การใช้งานนั้นได้อย่างรวดเร็ว สำหรับรูปแบบการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แสดงได้ดังต่อไปนี้

- การโต้ตอบด้วยคำสั่ง (Command Language Interaction)

เป็นการโต้ตอบกับระบบโดยผู้ใช้จะต้องพิมพ์คำสั่งลงในช่องป้อนคำสั่ง เพื่อกระตุ้นให้เกิดการทำงานในระบบ

- การโต้ตอบด้วยเมนูคำสั่ง (Manu Interaction)

เป็นการโต้ตอบกับระบบด้วยการแสดงเมนูคำสั่งให้ผู้ใช้เลือกคำสั่งใดๆ เพื่อติดต่อกับระบบ โดยผู้ใช้ไม่ต้องป้อนคำสั่งเอง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาการออกแบบส่วนการติดต่อกับผู้ใช้ด้วยเมนูคำสั่งแบบกราฟิก (GUI Manu) ซึ่งเป็นการพัฒนาด้วยภาษาโปรแกรมในยุคที่ 4 (4GLs) และภาษาเชิงวัตถุ (Objected-oriented Language) ที่สามารถทำงานได้บนพื้นฐานระบบปฏิบัติการวินโดว์ โดยมีรูปแบบของเมนูดังต่อไปนี้

1) Pull-down Manu เป็นเมนูที่แสดงตัวเลือกของรายการคำสั่ง โดยรายการคำสั่งจะปรากฏทันทีที่ผู้ใช้งานได้เลือกจากแถบเมนู ซึ่งตัวเลือกนั้นจะเรียงจากบนลงล่าง
2) Pop-up Manu เป็นเมนูคำสั่งอีกชนิดหนึ่งที่แสดงรายการคำสั่ง โดยที่ผู้ใช้เป็นผู้ทำให้เกิดขึ้น โดยการนำเมาส์ไปวางที่ข้อความออบเจ็กต์ หรือบริเวณใดก็ได้ที่ผู้ใช้สนใจในจอภาพ จากนั้นคลิดเมาส์ขวาจะปรากฏ Pop-up Manu ซึ่งภายในจะประกอบด้วยคำสั่งและคุณสมบัติที่เกี่ยวกับข้อความหรือออบเจ็กต์ที่ผู้ใช้ต้องการทำงาน

การออกแบบระบบจะต้องมีการเลือกใช้การโต้ตอบกับระบบด้วยเมนูคำสั่ง ดังนั้นจึงควรมีหลักเกณฑ์ในการออกแบบเมนูคำสั่ง เพื่อให้เป็นเมนูคำสั่งที่สามารถสื่อสารกับผู้ใช้เพื่อการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลักเกณฑ์ในการออกแบบเมนูคำสั่งมีดังต่อไปนี้

1) แต่ละเมนูคำสั่งควรเลือกใช้คำที่สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน
2) ควรมีการใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กตามความเหมาะสม
3) ควรมีการจัดกลุ่มคำสั่งที่มีความเกี่ยวข้องกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน
4) ไม่ควรมีเมนูคำสั่งมากเกินไป
5) ควรมีเมนูย่อยสำหรับเมนูคำสั่งที่มีการทำงานย่อยภายในมากเกินไป
6) เมื่อมีการเลือกเมนูคำสั่ง ควรออกแบบให้มีแถบสีปรากฏที่เมนูคำสั่งที่ถูกเลือก

- การโต้ตอบด้วยแบบฟอร์ม (Form Interaction)

เป็นการโต้ตอบที่ผู้ใช้ระบบจะต้องป้อนข้อมูลลงในช่องว่างที่อยู่ในแบบฟอร์มที่แสดงทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการกรอกแบบฟอร์มลงในกระดาษ

การโต้ตอบประเภทนี้เป็นแบบฟอร์มเพื่อการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบหรือเพื่อการนำเสนอสารสนเทศที่ได้จากระบบ การออกแบบแบบฟอร์มที่ดี ควรจะมีชื่อของช่องป้อนข้อมูลที่สื่อความหมายชัดเจน มีการแบ่งส่วนของข้อมูลบนแบบฟอร์ม ควรแสดงค่าข้อมูลเริ่มต้นให้กับช่องป้อนข้อมูลที่ต้องใช้ข้อมูลนั้นบ่อยครั้ง ช่องป้อนข้อมูลของแบบฟอร์มไม่ควรมีความยาวมากเกินไป

- การโต้ตอบเชิงวัตถุ (Object-Based Interaction)

เป็นการโต้ตอบกับระบบที่ใช้สัญลักษณ์ เป็นตัวแทนคำสั่งที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เช่น ใช้สัญลักษณ์รูปภาพแทนคำสั่งการทำงานหรือที่เรียกว่า ไอคอน (Icon) โดยผู้ใช้สามารถคลิกเมาส์ที่ Icon เพื่อสั่งให้โปรแกรมทำงานตามต้องการได้

- การโต้ตอบด้วยภาษามนุษย์ (Natural Language Interaction)

เป็นการโต้ตอบกับระบบด้วยการใช้เสียงพูดของผู้ใช้ระบบ ไม่ว่าจะเป็นการนำข้อมูลเข้าหรือออกจากระบบ ภาษาที่ใช้เช่น ภาษาอังกฤษ เป็นต้น

2.7.3. การออกแบบ Interface

จากแบบฟอร์มและรายงานที่เกี่ยวข้อง นักวิเคราะห์และออกแบบระบบจะนำเอกสารต่างๆเหล่านั้นมาออกแบบ Interfaces สำหรับระบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์ในการทำงาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานแบบฟอร์มนั้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการออกแบบ ดังต่อไปนี้

- การออกแบบ Layouts ของหน้าจอ

การออกแบบ Layouts ของแบบฟอร์มและรายงานสำหรับการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการออกแบบหน้าจอของแบบฟอร์มและรายงาน ซึ่งจะต้องมีการจัดวางด้วยรูปแบบเดียวกันกับที่ปรากฏอยู่บนเอกสารใช้งานจริง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้เรียนรู้ระบบงานใหม่ได้อย่างรวดเร็วและง่ายในการป้อนข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ เนื่องจากแบบฟอร์มดังกล่าวมีรูปแบบที่คุ้นเคย โดยแบบฟอร์มหรือรายงานโดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการจัดวางแบ่งเป็นส่วนๆ ดังนี้

1) ส่วนหัวเรื่องของแบบฟอร์ม (Header Information) ใช้แสดงชื่อของ เอกสารหรือแบบฟอร์มนั้นๆ
2) ส่วนแสดงลำดับแบบฟอร์ม และ แสดงวันเวลาที่ใช้แบบฟอร์ม (Sequence and Time-related Information) ใช้แสดงเลขลำดับของแบบฟอร์มและแสดงวันที่หรือเวลาในการออกเอกสารหรือแบบฟอร์มนั้น
3) ส่วนแนะนำหรือแนวทางในการใช้แบบฟอร์ม (Instruction or Formatting Information) ใช้อธิบายข้อแนะนำการใช้แบบฟอร์ม
4) ส่วนรายละเอียดของข้อมูล (Body or Data Details) ใช้แสดงสาระสำคัญของสารสนเทศบนเอกสารหรือแบบฟอร์ม
5) ส่วนแสดงผลรวมของสารสนเทศ (Totals or Data Summary) ใช้แสดงค่าผลรวมของสารสนเทศ กรณีที่เป็นตัวเลข ยอดเงินหรือยอดขาย เป็นต้น
6) ส่วนการลงนามผู้มีอำนาจ (Authorization or Signatures) ใช้แสดงนามของผู้มีอำนาจในการออกแบบฟอร์มหรือเอกสารฉบับนั้น
7) ส่วนแสดงความคิดเห็น (Comments) ใช้ในการเขียนข้อความที่เป็นความคิดเห็นบางประการ ในส่วนนี้เอกสารหรือแบบฟอร์มบางอย่างไม่อนุญาตให้แสดงลงบนเอกสาร

ในระหว่างการออกแบบการเชื่อมโยงการป้อนข้อมูล นักวิเคราะห์ระบบควรคำนึงถึงความยืดหยุ่นและความสอดคล้องในการทำงาน โดยในระหว่างการป้อนข้อมูล ผู้ใช้จะต้องสามารถย้าย Cursor ไปมาระหว่าง Fields ที่ต้องการแก้ไขหรือต้องการป้อนข้อมูลได้ รวมทั้งความสามารถอื่นๆ ในระหว่างการป้อนข้อมูลลงบนแบบฟอร์มที่แสดงทางหน้าจอ ซึ่งนักวิเคราะห์และออกแบบระบบจะต้องเตรียมความสามารถของหน้าจอป้อนข้อมูลไว้ด้วย

2.7.4. โครงสร้างของการป้อนข้อมูล (Structure Data Entry)

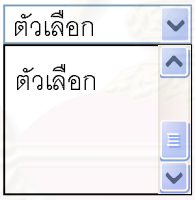
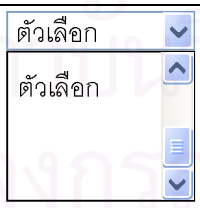
การออกแบบโครงสร้างของการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นการออกแบบเพื่อกำหนดรูปแบบ หรือลักษณะของช่องที่จะใช้ในการป้อนข้อมูล เช่น ควรออกแบบช่องป้อนข้อมูลในลักษณะใดให้เหมาะสมกับชนิดของข้อมูลรวมทั้งเป็นการกำหนดลักษณะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับช่องป้อนข้อมูล เพื่อเตรียมความสะดวกแก่ผู้ใช้ในระหว่างการทำงาน โดยมีหลักเกณฑ์ในการออกแบบดังนี้

1) การป้อนข้อมูล (Entry) กล่าวคือ สำหรับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลแล้วไม่ต้องทำการป้อนใหม่ ควรจะดึงข้อมูลส่วนนั้นมาจากฐานข้อมูล จะทำให้ลดความผิดพลาดอัน

เนื่องมาจากเจ้าหน้าที่ป้อนข้อมูล และลดระยะเวลาในการป้อนข้อมูลได้ เช่นข้อมูลชื่อที่อยู่ของลูกค้า ซึ่งได้รับการเก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูลแล้ว เป็นต้น

2) ค่าเริ่มต้น (Default) กล่าวคือ กรณีที่ช่องป้อนข้อมูลนั้นสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ Fields ได้ ระบบควรแสดงค่าเริ่มต้นนั้นทันที เพื่อความสะดวกต่อผู้ใช้งาน เช่นวันที่ปัจจุบันที่ออกเอกสาร เป็นต้น นอกจากนี้ควรกำหนดการทำงานที่ช่วยลดระยะเวลาให้กับผู้ใช้งาน
3) หน่วยของข้อมูล (Unit) กล่าวคือ ควรระบุหน่วยของข้อมูลให้ชัดเจน สำหรับช่องป้อนข้อมูลที่จำเป็นต้องระบุ เช่น บาท ดอลลาร์ กิโลกรัม กล่อง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้ได้มีการตรวจสอบหน่วยข้อมูลที่จะป้อนเข้าสู่ระบบว่าถูกต้องหรือไม่ ส่งผลให้ลดความผิดพลาดของข้อมูลได้
4) คำอธิบาย Fields หรือคำอธิบายช่องป้อนข้อมูล (Caption) กล่าวคือ การแสดงคำอธิบาย Fields ควรเลือกรูปแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการจัดวาง Layoutsโดยรูปแบบ Caption จะได้แก่ Line Caption , Drop Caption , Boxed Caption , Delimited Caption และ Check-off Boxes
5) รูปแบบของข้อมูล (Format) กล่าวคือ รูปแบบของข้อมูลที่จะต้องมีสัญลักษณ์พิเศษต่างๆ ปรากฏรวมอยู่ด้วย นักวิเคราะห์และออกแบบระบบควรกำหนดให้โปรแกรมเตรียมสัญลักษณ์พิเศษเหล่านั้นอัตโนมัติ เช่น เครื่องหมายทางการเงิน หรือเครื่องหมายจุดทศนิยม เป็นต้น
6) การจัดวางข้อมูล (Justify)กล่าวคือ ควรออกแบบให้มีการจัดวางข้อมูลโดยอัตโนมัติสำหรับทุกข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบ
7) การติดต่อกับผู้ใช้ในการป้อนข้อมูลด้วยกราฟิก (Graphic User Interface : GUI) กล่าวคือ นักวิเคราะห์และออกแบบระบบได้มีการนำเทคโนโลยีการติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphic User Interface : GUI) มาใช้ในการออกแบบการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบที่เรียกว่า GUI Input Control ซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบนั้นมีรูปแบบเดียวกันทำให้สามารถป้องกันความผิดพลาดในระหว่างการป้อนข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงตัวอย่างและการใช้งานของ GUI Input Control

ชื่อของ GUI Input Control	รูปตัวอย่าง	การใช้งาน
Text Box	ข้อความ	เป็นกล่องสี่เหลี่ยมสำหรับป้อนข้อมูล โดยมีข้อความ (Caption/Label) อยู่ด้านหน้ากล่อง เพื่อสื่อความหมายของข้อมูลที่จะป้อนลงไป เหมาะสำหรับข้อมูลนำเข้าที่เป็นตัวอักษรที่มีความยาวมาก ไม่สามารถจำกัดความยาวได้
Radio Button		เป็นวงกลมเล็กๆ ด้านซ้ายมือและมีคำตอบอยู่ด้านขวามือ เลือกคำตอบได้ด้วยการคลิก (Click) ที่คำตอบได้เพียงคำตอบเดียว จากนั้นสถานะของวงกลมจะกลายเป็นเปิด (On) ส่วนวงกลมที่ไม่ได้เลือกจะกลายเป็นปิด (Off)
Check Box		คล้ายกับ Radio Button แต่ Check Box ใช้สี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กแทน และเลือกตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ ถ้าผู้ใช้เลือกคำตอบใดจะปรากฏเครื่องหมายถูกที่ Check Box นั้น
List Box		เป็นกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉากที่บรรจุคำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ มีแถบเลื่อน (Scroll Bar) ทางด้านขวาของกล่อง เพื่อเคลื่อนดูคำตอบทั้งหมด สามารถเลือกคำตอบได้เพียงคำตอบเดียว (นิยมใช้ในกรณีคำตอบมีมากและมีพื้นที่ของจอภาพจำกัด)
Drop-Down List Box		ใกล้เคียงกับ List Box แต่ Drop-Down List Box จะปรากฏคำตอบให้เห็นในกล่องคำตอบเดียว ส่วนคำตอบที่เหลือจะให้ผู้ใช้คลิกเมาส์ที่ปุ่มด้านขวา (แสดงสัญลักษณ์ด้วยรูปลูกศรชี้ลง) เพื่อแสดงให้เห็นคำตอบทั้งหมด โดยมีแถบเลื่อนให้ผู้ใช้สามารถดูคำตอบทั้งหมดได้โดยสะดวก การใช้ Drop-Down List Box ผู้ใช้สามารถเลือกคำตอบได้เพียงคำตอบเดียว
Combination (Combo) Box		Combo Box จะคล้ายกับ Drop-Down List Box คือ ภายในกล่อง Combo บรรจุคำตอบได้จำนวนมาก แต่จะปรากฏให้ผู้เห็นคำตอบเดียว ส่วนคำตอบที่เหลือสามารถคลิกที่ปุ่มด้านขวามือ เพื่อแสดงรายการคำตอบทั้งหมดได้ ซึ่งจะมีแถบเลื่อนให้สามารถเลื่อนคำตอบดูได้ โดยเลือกตอบได้เพียงคำตอบเดียว แต่ลักษณะพิเศษของ Combo Box คือผู้ใช้สามารถป้อนค่าคำตอบนอกเหนือจากที่มีในกล่องได้
Spin (Spinner) Box		เป็นกล่องสี่เหลี่ยมและปุ่มรูปลูกศรชี้ขึ้น-ลง ทางด้านขวามือ เพื่อเปลี่ยนค่าข้อมูลที่เป็นตัวเลขเพิ่มขึ้นหรือลดค่าลงได้ตามหน่วยวัด เหมาะสำหรับการป้อนข้อมูลที่มีพื้นที่ของจอภาพจำกัด และเปลี่ยนแปลงค่าคำตอบได้จากการป้อนข้อมูล

2.8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) และการจัดตาราง (Scheduling) ซึ่งได้กล่าวถึงความสำคัญ ตัวอย่างงานวิจัย และแนวคิดที่ได้จากงานวิจัย ดังนี้

การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) เป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ทั้งปัญหาทั่วไปและปัญหาเฉพาะเจาะจง ทำให้มีการนำวิธีการนี้ไปใช้ในหลายๆ องค์กรและประสบความสำเร็จอย่างมากมาย ดังนั้นจึงมีการพัฒนางานวิจัยทางด้านนี้มาอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 2002 Saroj Aungsumalin ได้ใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เข้ามาประยุกต์ช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อประเมินความต้องการสินเชื่อของครัวเรือนชนบทเพื่อเสนอแนะแนวนโยบายที่เหมาะสม ทำให้ได้คำแนะนำแก่สถาบันการเงินในการกำหนดวงเงินกู้ที่เหมาะสม ต่อมาในปี พ.ศ.2549 ฑิตยรัตน์ มงคลรังสฤฎ์ ได้ใช้การโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) เข้าไปช่วยในการจัดตารางการทำงานของพยาบาล เพื่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างภาระงานของพยาบาลแต่ละคนให้น้อยที่สุด โดยแบ่งงานดังกล่าวออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การจัดตารางในสภาวะปกติ มีเป้าหมายในการกระจายภาระการทำงานให้พยาบาลทุกคนอย่างเท่าเทียม และส่วนที่ 2 การจัดตารางเมื่อมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้น ความต้องการพยาบาลจะเพิ่มขึ้น จึงต้องปรับตารางการทำงานใหม่ จากการทดสอบการจัดตารางการทำงานของพยาบาล 10-50 คน พบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอสามารถแก้ไขปัญหาการจัดตารางทั้งสองรูปแบบได้เป็นที่น่าพอใจและใช้เวลาในการหาคำตอบไม่เกิน 5 นาที ซึ่งเป็นเวลาในการหาคำตอบที่สามารถยอมรับได้ จากงานวิจัยต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงนี้ ทำให้ได้แนวคิดในการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาแก้ไขปัญหาที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนั้น สามารถที่จะหาคำตอบได้ภายในเวลาที่เหมาะสมและคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) อีกด้วย

การจัดตาราง (Scheduling) เป็นกระบวนการตัดสินใจอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อทั้งอุตสาหกรรมการผลิตและอุตสาหกรรมการบริการ ถึงแม้ว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีดังกล่าวนี้ ทำให้ได้คำตอบที่อาจจะยังไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) แต่สามารถหาคำตอบได้ในเวลาที่น้อย จึงเหมาะกับการแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ในปี พ.ศ.2549 สุนิสา กุลพนาภินันท์ ได้นำการโปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Programming) เข้าไปจัดตารางงานให้กับเครื่องจักรในขั้นตอนการผสมของโรงงานผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผม โดยมีเป้าหมายเพื่อทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมมีค่าน้อยที่สุด แต่เนื่องจากการโปรแกรมดังกล่าวใช้เวลานานมากในการหา

คำตอบสำหรับปัญหาขนาดใหญ่ จึงได้พัฒนาฮิวริสติกขึ้นมาเพื่อช่วยในการหาคำตอบที่ดีภายในเวลาอันเหมาะสม โดยส่วนงานฮิวริสติกนี้ได้กำหนดกลยุทธ์ไว้ 3 แบบ คือ 1. เริ่มต้นจัดตารางงานด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังไฟฟ้ามากที่สุดก่อนแล้วตามด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังไฟฟ้าน้อยกว่า 2. เริ่มต้นจัดตารางงานด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังไฟฟ้าน้อยที่สุดก่อนแล้วตามด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังไฟฟ้าที่มากกว่า และแบบที่ 3. เป็นการจัดตารางงานโดยการเลือกเครื่องจักรแบบสุ่ม ผลการทำสอบพบว่าวิธีฮิวริสติกสามารถให้คำตอบที่ดีและใช้เวลาในการหาคำตอบไม่เกิน 5 วินาที จากงานวิจัยนี้ทำให้ได้แนวคิดที่ว่า ในการแก้ไขปัญหาบ้างอย่างด้วยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) นั้น อาจไม่ใช้วิธีที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานจริงเสมอไป ถ้าปัญหามีขนาดใหญ่ การหาคำตอบก็จะต้องใช้เวลาที่มากขึ้น ซึ่งในบ้างครั้งอาจไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ทันต่อเวลา ดังนั้นการนำฮิวริสติกมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบที่อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่สามารถหาคำตอบได้ภายในเวลาที่เหมาะสมนั้น อาจเป็นทางเลือกที่ดีกว่าในทางปฏิบัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การวิเคราะห์สภาพปัญหา

ในการออกแบบระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้านั้น จำเป็นที่ต้องทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน โดยการเข้าไปศึกษาและสำรวจขั้นตอนการทำงานในโรงงานตัวอย่าง เพื่อให้ทราบถึงสภาพการทำงานในปัจจุบันและปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อรวบรวมความต้องการที่จะนำไปออกแบบระบบใหม่ เนื้อหาในบทนี้แบ่งออกเป็น

- การศึกษาขั้นตอนการวางแผนการตัดผ้าและการจัดตารางการทำงาน
- การวิเคราะห์สภาพปัญหาจากระบบเดิม
- การวิเคราะห์ความต้องการของระบบใหม่
- ภาพรวมการออกแบบระบบตามแนวความคิด

3.1. การศึกษาขั้นตอนการวางแผนการตัดผ้าและการจัดตารางการทำงาน

เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานโดยทั่วไปและข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานในส่วนงานที่ทำการศึกษา จึงต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ โดยวิธีการที่นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยฉบับนี้ ได้แก่ การศึกษาจากตัวอย่างเอกสาร แบบฟอร์ม และฐานข้อมูลที่ใช้งานเดิม การค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม การสังเกตการณ์วิธีการทำงานของคนงาน และการสัมภาษณ์คนงาน ส่วนงานที่ได้เข้าไปศึกษาประกอบด้วย ขั้นตอนการวางแผนการตัดและขั้นตอนการจัดตารางการทำงาน ซึ่งส่วนงานทั้งสองนี้จะมีการทำงานที่เชื่อมโยงกัน มีการส่งข้อมูลผลลัพธ์จากส่วนงานหนึ่งไปเป็นข้อมูลนำเข้าของอีกส่วนงานหนึ่ง โดยสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

3.1.1. ขั้นตอนการวางแผนการตัด

การวางแผนการตัดจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าและการจัดทรัพยากรที่ใช้ในการตัด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า ในแต่ละคำสั่งผลิตนั้น มักจะมีมาร์คเกอร์ที่ใช้หลายมาร์คเกอร์และมาร์คเกอร์เหล่านี้มีความหลากหลายในเรื่องของชนิดชิ้นส่วนและจำนวน อีกทั้งยังมีหลายกำหนดการที่จะต้องส่งให้กับการเย็บ ดังนั้นขั้นตอนการวางแผนการตัดนี้จะเป็นการพิจารณาหากำหนดส่งมอบงานของการตัด เพื่อให้มีชิ้นส่วนที่เพียงพอตามความต้องการของการเย็บ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณามีดังต่อไปนี้
    - เมื่อนำกำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้ารวมกับระยะเวลาที่ชิ้นส่วนจะต้องไปผ่านขั้นตอนการจัดมัดงานและการปัก ซัก สรีนแล้ว ต้องไม่ช้าไปกว่ากำหนดการเย็บ
    - ในขั้นตอนการปูผ้าและตัดผ้านั้น คนปูผ้าจะนำม้วนผ้ามาทำการปูให้ได้ความยาวและจำนวนชั้นตามที่กำหนด และนำมาร์คเกอร์ซึ่งเป็นแบบของชิ้นส่วนที่จะตัดวางบนชั้นผ้าดังกล่าว จากนั้นคนตัดผ้าจะทำการตัดออกมาให้เป็นชิ้นส่วนต่างๆ ตามแบบที่ต้องการ ซึ่งเมื่อชิ้นส่วนถูกตัดแยกออกแล้วจะทำให้การเก็บรักษาจะมีความยุ่งยากมากขึ้น ดังนั้นกำหนดส่งมอบงานของการตัดจึงควรช้าที่สุด แต่ต้องไม่ช้าเกินไปจนทำให้การเย็บขาดความต่อเนื่องในการผลิต
    - จากความหลากหลายของชิ้นส่วนในแต่ละมาร์คเกอร์ ทำให้กำหนดส่งมอบงานของการตัดในแต่ละคำสั่งผลิตมีได้หลายรูปแบบ และการเก็บรักษาชิ้นส่วนหลังการตัดมีความยุ่งยากมากกว่าก่อนการตัด ดังนั้นจึงควรเลือกรูปแบบที่ทำให้มีปริมาณชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษารวมทั้งคำสั่งผลิตที่น้อยที่สุด

2) การจัดทรัพยากรที่ใช้ในการตัด ทรัพยากรที่ต้องเลือกใช้ในการตัดนั้นได้แก่ จำนวนคนปูผ้าและจำนวนคนตัดผ้า ซึ่งพิจารณาจากเวลามาตรฐานที่ใช้ในการปูผ้าและการตัดผ้าของแต่ละมาร์คเกอร์ในคำสั่งผลิตนั้นๆ หากมาร์คเกอร์ส่วนใหญ่ใช้เวลาการปูผ้ามากกว่าการตัดผ้าก็อาจจะต้องใช้จำนวนคนปูผ้ามากกว่าคนตัดผ้า ในทางกลับกันหากมาร์คเกอร์ส่วนใหญ่ใช้เวลาการปูผ้าน้อยกว่าการตัดผ้าก็อาจจะต้องใช้จำนวนคนปูผ้าที่น้อยกว่าคนตัดผ้า นอกจากนี้จะต้องทำการจัดทีมของคนปูผ้าและคนตัดผ้าว่าจะแบ่งเป็นทั้งหมดกี่ทีม ทีมละกี่คน ซึ่งก็จะพิจารณาจากลักษณะของงานว่ามีเวลามาตรฐานที่ใช้ในการปูผ้าและการตัดผ้าเป็นอย่างไร

3.1.2. การจัดตารางการทำงาน

การจัดตารางการทำงานเป็นการจัดตารางการทำงานของการปูผ้าและการตัดผ้า ซึ่งเป็นการจัดลำดับของงานกับทรัพยากรที่ได้มาจากการวางแผนการตัด เพื่อให้ได้กำหนดการเริ่มต้นและ

สิ้นสุดทั้งการปูผ้าและการตัดผ้าของแต่ละมาร์คเกอร์ และสามารถบรรลุเป้าหมายต่างๆได้ ซึ่งในการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้านี้จะถือเอาเป้าหมายในเรื่องของการส่งมอบที่ตรงเวลาเป็นหลัก และมีเป้าหมายรองอื่นๆ เช่น ประสิทธิภาพในการใช้เวลาของการทำงาน เวลาปิดงาน เป็นต้น โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้ามีต่อไปนี้

- กำหนดสิ้นสุดการตัดผ้าในแต่ละมาร์คเกอร์นั้นจะต้องไม่ช้ากว่ากำหนดส่งมอบงานของการตัด
- เวลาเดินเปล่า (Idle Time) ในการทำงานของคนงานที่เกิดขึ้นระหว่างช่วงการทำงานก็เป็นค่าใช้จ่ายที่สูญเปล่าไป ดังนั้นจึงควรให้มีเวลาเดินเปล่า (Idle Time) เกิดขึ้นให้น้อยที่สุด
- เวลาปิดงาน (Make span) ก็เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานอีกตัวหนึ่ง เวลาปิดงานมีค่าน้อยแสดงถึงการจัดตารางที่ดี และทำให้ได้ปริมาณงานที่มากอีกด้วย

3.2. การวิเคราะห์สภาพปัญหาจากระบบเดิม

จากการเก็บรวมรวมข้อมูลที่ได้เข้าไปศึกษาในโรงงานตัวอย่าง ทำให้สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานของขั้นตอนการวางแผนการตัดผ้าและการจัดตารางการทำงาน สามารถสรุปปัญหาดังกล่าวได้ดังนี้

1) ปัญหาที่เกิดจากการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ การพึ่งพาความชำนาญและประสบการณ์การทำงานของผู้เชี่ยวชาญด้วยการลงมือทำซ้ำๆ จนสามารถจดจำลักษณะของงานต่างๆ และนำข้อมูลดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับงานที่กำลังพิจารณา เพื่อคาดคะเนผลของการวางแผนที่จะเกิดขึ้น ทำให้เกิดปัญหาที่แบ่งออกได้ดังนี้
    - การทำงานในลักษณะดังกล่าวอาจไม่ได้มีความยุ่งยากซับซ้อน แต่ถ้าหากผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถทำงานได้ ผู้ที่ต้องเข้ามาทำหน้าที่แทนอาจทำการวางแผนได้ไม่ดีพอและอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ง่าย
    - หากต้องการฝึกฝนผู้ทำการวางแผนที่ยังใหม่และไม่มีประสบการณ์หรือมีประสบการณ์น้อยอาจต้องใช้เวลาในการศึกษางานและเก็บเกี่ยวประสบการณ์ค่อนข้างมาก

2) ปัญหาที่เกิดจากการคาดคะเนด้วยประสบการณ์ ในการวางแผนด้วยตัวบุคคลเป็นการคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นของงาน โดยอาจไม่ได้ทำการคำนวณให้มีผลที่แสดงออกมาอย่างชัดเจน สามารถแบ่งปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

- การคาดคะเนที่เกิดขึ้นในความคิดของผู้วางแผนเพียงอย่างเดียว ยากที่จะนำเสนอความคิดดังกล่าวให้ผู้อื่นได้รับทราบ อีกทั้งยังไม่สามารถแสดงให้เห็นได้ว่าการวางแผนที่ได้ออกมานั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด
- การคาดคะเนด้วยตัวบุคคล โดยไม่ได้มีการคำนวณให้มีผลลัพธ์ที่แน่นอนและชัดเจน เมื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจวางแผน ทำให้มีความไม่แน่นอนของผลลัพธ์และอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ง่าย

3) ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานะการทำงาน
   - ไม่สามารถที่จะทราบสถานะการทำงานปัจจุบันของงานต่างๆ ได้ ในกรณีที่ต้องเปลี่ยนแปลงแผนการผลิต อาจทำให้การปรับเปลี่ยนแผนการผลิตล่าช้าไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้
   - หากต้องการทราบสถานะของงานต้องเข้าไปตรวจสอบในสายการผลิต เพื่อให้ทราบถึงสถานะของงานในปัจจุบัน ซึ่งอาจยุ่งยากและเสียเวลาตรวจสอบมาก

3.3. การวิเคราะห์ความต้องการของระบบใหม่

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำงานและนำมาทำการวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพการทำงานเดิม ทำให้ทราบข้อมูลความต้องการของระบบใหม่ที่จะทำการออกแบบ โดยสามารถสรุปความต้องการดังกล่าวได้ดังนี้

1) ความต้องการในการลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ
   - เพื่อลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นหากผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถทำงานได้ จึงต้องการการคำนวณหรือการประมวลผลที่สามารถทดแทนหรือช่วยสนับสนุนการทำงานเดิมได้ เพื่อให้สามารถทำการวางแผนการทำงานได้ง่ายขึ้น โดยอาศัยประสบการณ์การทำงานของผู้เชี่ยวชาญที่น้อยลง

2) ความต้องการในการวางแผนที่มีผลลัพธ์ที่ชัดเจนและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น
   - เพื่อทำให้ง่ายและสะดวกต่อการถ่ายทอดการวางแผน จึงต้องการการนำเสนอการวางแผนดังกล่าวที่ชัดเจนและทำให้เป็นภาพของการวางแผนที่เกิดขึ้นได้ง่าย

- เพื่อลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคาดคะเนด้วยประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญเพียงอย่างเดียว จึงต้องการระบบที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ของการวางแผนที่มีความแน่นอนและน่าเชื่อถือที่มากขึ้น
- เพื่อทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการวางแผนที่จะนำไปใช้งาน จึงต้องการระบบที่สามารถแสดงตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการวางแผนได้

3) ความต้องการในการทราบสถานะการทำงานปัจจุบัน
   - เพื่อลดการสูญเสียเวลาที่ต้องเข้าไปทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของงานที่ต้องการทราบ จึงต้องการการเก็บข้อมูลที่ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลสถานะการทำงานได้
   - เพื่อทำให้ทราบสถานะการทำงานที่ช่วยในการตัดสินใจ หากต้องทำการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตที่ได้วางไว้ จึงต้องการการแสดงสถานะการทำงานปัจจุบันที่ทำให้เห็นภาพของสถานะการทำงานของงานต่างๆ เพื่อช่วยตัดสินใจได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

3.4. แนวคิดในการออกแบบระบบโดยรวม

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำงาน มาทำการวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพการทำงานเดิม ทำให้ทราบข้อมูลความต้องการของระบบใหม่ที่จะทำการออกแบบ ส่งผลทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบระบบ ซึ่งสามารถที่จะแบ่งออกตามลักษณะของงานได้ 3 ส่วน ได้แก่ การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า การจัดตารางการทำงาน และการติดตามผลการทำงาน

1) การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า (ดูบทที่ 4 การออกแบบแนวคิดหลักของระบบ)

ในการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้านั้น เป็นการคาดคะเนผลลัพธ์ของการวางแผนโดยการเปรียบเทียบงานจากประสบการณ์การทำงานของผู้เชี่ยวชาญที่เคยทำมา ซึ่งอาจมีความไม่แน่นอนและไม่ชัดเจน ในความเป็นจริงแล้วการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าดังกล่าวสามารถที่จะหาได้ด้วยการคำนวณจากข้อมูลของกำหนดการเย็บและข้อมูลของมาร์คเกอร์ เพื่อให้มีชิ้นส่วนที่เพียงพอตามความต้องการของการเย็บ แต่ในทางปฏิบัติในกรณีของคำสั่งผลิตที่มีจำนวนมาร์คเกอร์มากและความหลากหลายของชิ้นส่วนมีสูงนั้น แทบจะเป็นไปไม่ได้ที่จะทำการคำนวณหากำหนดส่งมอบงานของการตัดจากการคำนวณด้วยตัวบุคคลเพียงอย่างเดียว จาก

การศึกษาการเบื้องต้นพบว่า มีเครื่องมือทางด้านการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ที่สามารถนำมาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยเครื่องมือดังกล่าว เป็นการแปลงความต้องการและเงื่อนไขต่างๆ ของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อที่จะสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ออกมาได้ อีกทั้งในปัจจุบันมีโปรแกรมช่วยในการคำนวณหาผลลัพธ์จากรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์มากมาย เช่น Microsoft Excel, Lingo ฯลฯ ซึ่งทำให้ง่ายและสะดวกต่อการหาคำตอบมากขึ้น การออกแบบระบบในส่วนนี้ช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคาดคะเนด้วยตัวบุคคลเพียงอย่างเดียว เพิ่มความแน่นอนและความน่าเชื่อถือของการวางแผนให้มากขึ้น อีกทั้งยังทำให้สามารถนำเสนอการวางแผนเพื่อถ่ายทอดให้กับผู้อื่นได้ง่ายขึ้น

2) การจัดตารางการทำงาน (ดูบทที่ 4 การออกแบบแนวคิดหลักของระบบ)

ในการจัดตารางการทำงานนั้นเป็นการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า เพื่อให้ได้กำหนดการต่างๆ ของการทำงาน โดยทฤษฎีการจัดตารางมีเทคนิคที่ใช้ในการจัดตารางการทำงานมากมาย ที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาการจัดตาราง ซึ่งการเลือกใช้เทคนิคให้เหมาะสมนั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา ลักษณะของการทำงาน และวัตถุประสงค์ในการจัด ซึ่งงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ออกแบบ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่ใช้ในการจัดตาราง เป็นการออกแบบการวิเคราะห์ธรรมชาติของขั้นตอนการทำงาน โดยใช้กฎและทฤษฎีพื้นฐานของการจัดตาราง (Scheduling) เข้ามาประยุกต์ใช้ ซึ่งเหมาะสำหรับการจัดตารางการทำงานที่มีขนาดใหญ่และสามารถหาตอบได้เร็ว รวมถึงการคำนวณหาตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตาราง เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งาน อีกทั้งยังเป็นช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ และลดความผิดที่อาจเกิดขึ้นจากการคาดคะแนด้วยตัวบุคคลเพียงอย่างเดียว

3) การติดตามผลการทำงาน (ดูบทที่ 5 การออกแบบรายละเอียดของระบบ)

การออกแบบการติดตามผลการทำงานนั้น เป็นการออกแบบรูปแบบและวิธีการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานะการทำงานของการวางแบบตัด การปูผ้า และการตัดผ้า เพื่อรวบรวมและจัดเก็บข้อมูล โดยได้ทำการออกแบบแบบฟอร์มและรายงานที่ใช้ในการบันทึกสถานะการทำงาน รวมถึงหน้าจอการทำงานที่ใช้ในการป้อนข้อมูลสถานะดังกล่าว เพื่อที่จะบันทึกลงฐานข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์และสามารถนำกลับมาแสดงผลได้ง่ายและสะดวก ซึ่งทำให้ทราบถึงสถานะการทำงานปัจจุบันที่ช่วยในการตัดสินใจให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และลดการสูญเสียเวลาที่ต้องเข้าไปทำการตรวจสอบสถานะการทำงานในสายการผลิต

บทที่ 4

การออกแบบแนวคิดหลักของระบบ (Conceptual Design)

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำงาน มาวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพการทำงานเดิม จนทำให้ทราบข้อมูลความต้องการของระบบใหม่ที่จะทำการออกแบบ และทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบระบบโดยรวมซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 จนทำให้เห็นภาพรวมของงานที่จะเข้าไปพัฒนาและปรับปรุง ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบแนวคิดหลักของระบบ เพื่อทำให้เห็นที่มาและวิธีการที่ใช้ในการประมวลข้อมูลภายในระบบ โดยสามารถแบ่งออกตามลักษณะของงานเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- การออกแบบระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า (ในหัวข้อ 4.1)
- การออกแบบระบบการจัดตารางการทำงาน (ในหัวข้อ 4.2)

4.1. การออกแบบระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า

4.1.1. ลักษณะของปัญหา

ในแต่ละคำสั่งผลิตนั้น มักจะมีมาร์คเกอร์ที่ใช้หลายมาร์คเกอร์และมาร์คเกอร์เหล่านี้มีความหลากหลายในเรื่องของชนิดชิ้นส่วนและจำนวน อีกทั้งยังมีหลายกำหนดการที่จะต้องส่งให้กับการเย็บ กำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าที่ช้าเกินไป อาจทำให้ชิ้นส่วนไม่เพียงพอกับความต้องการของการเย็บ ทำให้การเย็บขาดความต่อเนื่องซึ่งถือเป็นปัญหาหลักที่ถูกให้ความสำคัญมาเป็นอันดับแรก เนื่องจากการเก็บรักษาชิ้นส่วนภายหลังการตัดนั้นจะมีความยุ่งยากกว่าการเก็บรักษาม้วนผ้าก่อนการตัด ดังนั้นกำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าที่เร็วเกินไปก็จะทำให้การตัดเกิดขึ้นเร็วตามไปด้วย ส่งผลทำให้ภาระในการเก็บรักษาชิ้นส่วนดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาขั้นตอนการวางแผนการตัดพบว่าเป้าหมาย และเงื่อนไขของการทำงานมีดังต่อไปนี้

- เป้าหมาย

จากการศึกษาข้อมูลการทำงานของการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าในบทที่ 3 พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อเลือกรูปแบบของกำหนดส่งมอบงานของการตัดมาใช้งานนั้น คือ ภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน ดังนั้น เป้าหมายของปัญหาจึงเป็นการหากำหนดส่งมอบงานที่

ทำให้มีภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วนที่น้อยที่สุด ภายในขอบเขตของเงื่อนไขต่างๆ การคิดภาระการเก็บรักษานั้นมีปัจจัยสำคัญ 2 ปัจจัย ได้แก่ ชนิดชิ้นส่วนและชนิดผ้า ซึ่งจะมีค่าภาระการเก็บรักษาแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการคิดค่าภาระการเก็บรักษาจึงต้องคิดจากผลรวมของปริมาณชิ้นส่วนที่เก็บรักษาในทุกๆ คาบเวลาของทุกๆ ชิ้นส่วน

- เงื่อนไขในการหากำหนดส่งมอบงานของการตัด

เงื่อนไขที่สำคัญอยู่หลายประการดังนี้

1) ในแต่ละมาร์คเกอร์ จะมีกำหนดส่งมอบงานของการตัดเพียง 1 กำหนดการ ต่อ 1 มาร์คเกอร์เท่านั้น
2) หากมาร์คเกอร์มีกำหนดส่งมอบงานของการตัดในวันใดก็ตามจะทำให้ปริมาณชิ้นส่วนของทั้งคำสั่งผลิตในวันดังกล่าวเพิ่มขึ้นไปตามปริมาณชิ้นส่วนในแต่ละชนิดที่มีในมาร์คเกอร์นั้นๆ
3) ชิ้นส่วนที่ถูกเก็บจากคาบเวลาก่อนหน้าจะนำมารวมกับชิ้นส่วนที่ผลิตได้ในคาบเวลาปัจจุบัน เพื่อนำไปใช้ในคาบเวลาปัจจุบัน และเมื่อชิ้นส่วนถูกใช้ไม่หมด ชิ้นส่วนที่เหลือจะถูกเก็บไป เพื่อนำไปใช้ในคาบเวลาถัดไป

4.1.2. แนวคิดในการออกแบบระบบการหากำหนดการส่งมอบงานของการตัดผ้า

จากลักษณะของปัญหาที่มีเป้าหมายและเงื่อนไขที่ได้กล่าวในหัวข้อ 4.1.1 เป็นปัญหาที่มีเป้าหมายในการหาค่าภาระการเก็บรักษาที่ต่ำที่สุด (Minimize) มีความจำกัดของทรัพยากรที่ใช้ คือ คนปูผ้าและคนตัดผ้า อีกทั้งตัวแปรในปัญหาดังกล่าว ได้แก่ ปริมาณชิ้นส่วนที่ตัดออกมา ปริมาณชิ้นส่วนที่ต้องการใช้ ปริมาณชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษา ค่าเก็บรักษาชิ้นส่วน และสถานะกำหนดส่งมอบงานของมาร์คเกอร์ เป็นตัวแปรของปัญหาที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและตัวแปรทุกตัวมีค่ามากกว่าศูนย์ (All Positive Value) ทำให้ปัญหาดังกล่าวสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ของการโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ได้ แต่เนื่องจากเงื่อนไขของกำหนดส่งมอบงานของการตัดในแต่ละมาร์คเกอร์มีได้เพียง 1 กำหนดการต่อ 1 มาร์คเกอร์ ทำให้ตัวแปรในเงื่อนไขดังกล่าวเป็นตัวแปรประเภทจำนวนเต็ม ดังนั้นจึงต้องเขียนเงื่อนไขดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบของการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) จึงเรียกสมการทางคณิตศาสตร์ของเป้าหมายและเงื่อนไขในการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า นี้ว่าการโปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Programming)

ซึ่งเหมาะกับการแปลงปัญหาที่มีความซับซ้อนมากให้อยู่ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถคำนวณหาคำตอบได้ง่าย

4.1.3. ข้อมูลนำเข้าประกอบด้วย

1) รายละเอียดกำหนดส่ง ได้แก่ ชนิด สี ไซส์และจำนวนของชิ้นส่วน
2) รายละเอียดของมาร์คเกอร์ ได้แก่ ชนิด สี ไซส์และจำนวนของชิ้นส่วน
3) ค่าภาระการเก็บรักษาของแต่ละชิ้นส่วน

4.1.4. ผลลัพธ์ที่ได้

กำหนดส่งมอบงานของการตัดที่ทำให้มีชิ้นส่วนต่างๆ เพียงพอตามความต้องการของการเย็บ และมีค่าภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วนที่น้อยที่สุด

4.1.5. รูปแบบทางคณิตศาสตร์

การหากำหนดส่งมอบงานของการตัด เพื่อให้ค่าภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วนมีค่าน้อยที่สุด สามารถเขียนในอยู่ในรูปแบบคณิตศาสตร์ของการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Programming) โดยมีสัญลักษณ์และความหมายดังต่อไปนี้

- กำหนดตัวแปร (Variable) และพารามิเตอร์ (Parameter)

t = ดัชนีของกำหนดส่ง; $(t = 1,2,3,\ldots,i)$

m = ดัชนีของมาร์คเกอร์; $(m = 1,2,3,\ldots,j)$

p = ดัชนีของชนิดชิ้นส่วน; $(p = 1,2,3,\ldots,k)$

x_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ตัดออกมาในกำหนดส่ง t

d_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องการในกำหนดส่ง t

s_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องเก็บรักษาในกำหนดส่ง t

h^p = ภาระการเก็บรักษาของชิ้นส่วน p

c_p^m = จำนวนชิ้นส่วน p ที่มีในมาร์คเกอร์ m

Z = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาชิ้นส่วน

y_t^m = 1; กำหนดส่งมอบงานของมาร์คเกอร์ m คือ กำหนดส่ง t

= 0; กรณีอื่นๆ

- รูปแบบสมการ

Objective Function: $$MinZ = \sum_p \sum_t (h^p \cdot s_t^p) \quad (1)$$

(1) การวางแผนการตัดต้องการกำหนดการสิ้นสุดการตัดที่ทำให้มีภาระการเก็บรักษาน้อยที่สุด ดังนั้นสมการเป้าหมาย (Objective) จึงเป็น สมการการหาค่าที่น้อยที่สุด (Minimize) ระหว่างผลคูณของภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน p (h^p) และจำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องเก็บรักษา (s_t^p) ในทุกชิ้นส่วนที่เกิดขึ้นในทุกๆ คาบเวลา

Constraint 1: $$s_{t-1}^p + x_t^p = d_t^p + s_t^p \qquad \forall p,t \quad (2)$$

(2) สมการเงื่อนไขที่ 1 แสดงถึงความสมดุลของจำนวนชิ้นส่วนใดๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละคาบเวลา โดยสำหรับทุกๆ ชิ้นส่วน p และคาบเวลา t ใดๆ เมื่อนำจำนวนชิ้นส่วน p ที่เก็บมาจากคาบเวลา t-1 (s_{t-1}^p) หรือ คาบเวลาก่อนหน้า รวมกับจำนวนชิ้นส่วน p ที่ตัดในคาบเวลา t (x_t^p) แล้วจะมีจำนวนเท่ากับ จำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องการใช้ในคาบเวลา t (d_t^p) รวมกับจำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องเก็บในคาบเวลา t ดังกล่าว

Constraint 2: $$x_t^p = \sum_m (c_p^m \cdot y_t^m) \qquad \forall p,t \quad (3)$$

(3) สมการเงื่อนไขที่ 2 แสดงถึงสถานะกำหนดส่งมอบงานของมาร์คเกอร์ สำหรับทุกๆ มาร์คเกอร์ ทุกๆ ชิ้นส่วน และทุกๆ คาบเวลา หากกำหนอส่งมอบงานของมาร์คเกอร์ m คือ คาบเวลา t ($y_t^m = 1$) จะทำให้จำนวนชิ้นส่วน p ที่ตัดออกมาในคาบเวลา t (x_t^p) เท่ากับ จำนวนชิ้นส่วน p ที่ได้จากมาร์คเกอร์ m (c_p^m)

Constraint 3: $$\sum_t y_t^m \le 1 \qquad \forall m \quad (4)$$

(4) สมการเงื่อนไขที่ 3 ในการตัด มาร์คเกอร์จะถูกตัดออกมาเป็นชิ้นส่วนทั้งมาร์คเกอร์ ซึ่งทำให้มีการตัดเกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวสำหรับมาร์คเกอร์หนึ่งๆ เท่านั้น ดังนั้นสำหรับทุกๆ มาร์คเกอร์และทุกๆ คาบเวลาแล้ว ผลรวมสถานะกำหนดส่งมอบงานของมาร์คเกอร์ m (y_t^m) ในทุกๆ คาบเวลาจะมีค่าไม่เกิน 1 เสมอ

$$y_t^m \text{ integer valued} \qquad \forall m,t \qquad (5)$$

(5) เป็นปัญหาในการตัดสินใจว่ากำหนดส่งมอบงานของมาร์คเกอร์ m คือ คาบเวลา t หรือไม่ ดังนั้นค่า y_t^m จึงต้องเป็นจำนวนเต็ม (Integer valued)

ทำให้ได้รูปแบบโมเดลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Objective Function: $MinZ = \sum_p \sum_t (h^p \cdot s_t^p)$

Constraint 1: $s_{t-1}^p + x_t^p = d_t^p + s_t^p \qquad \forall p,t \qquad (2)$

Constraint 2: $x_t^p = \sum_m (c_p^m \cdot y_t^m) \qquad \forall p,t \qquad (3)$

Constraint 3: $\sum_t y_t^m \le 1 \qquad \forall m \qquad (4)$

y_t^m integer valued $\qquad \forall m,t \qquad (5)$

and $h^p, s_t^p, x_t^p, d_t^p, c_p^m, y_t^m \ge 0 \qquad \forall m, p, t \qquad (6)$

4.2. การออกแบบระบบการจัดตารางการทำงาน

4.2.1. สภาพปัญหาที่พิจารณา

ในขั้นตอนการปูผ้าและตัดผ้าเป็นขั้นตอนที่ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนการเย็บ โดยมีวัตถุดิบเป็นม้วนผ้า ขั้นตอนการทำงานประกอบด้วย การปูผ้าและการตัดผ้า ซึ่งอาจมีทีมปูผ้าและทีมตัดผ้ามากกว่า 1 ทีม เข้ามาทำในคำสั่งผลิตเดียวกัน ดังนั้นการทำงานดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องมีการจัดตารางการทำงาน เพื่อให้ทราบกำหนดการและทรัพยากรที่ใช้ (ทีมปูผ้าและทีมตัดผ้า) โดยไม่มีการแบ่งแยกงานระหว่างการทำงาน ใน 1 มาร์คเกอร์มีทีมปูผ้าและทีมตัดผ้าได้อย่างละ 1 ทีมเท่านั้น และมีพื้นที่ใช้งาน (โต๊ะตัด) ที่เพียงพออยู่ตลอดเวลา เนื่องจากขั้นตอนการปูผ้าและการตัดผ้าเป็นส่วนงานที่ผลิตชิ้นส่วนเพื่อสนับสนุนขั้นตอนการเย็บที่เป็นส่วนงานหลักของอุตสาหกรรม การส่งงานล่าช้าจะทำให้เกิดผลกระทบต่อ

การเย็บ ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการจัดตารางการทำงานนี้ก็ คือ การจัดตารางการทำงานที่มีจำนวนงานสายน้อยที่สุด ในการทำงานหากทีมปูผ้าหรือทีมตัดผ้ามีเวลาว่างงานเนื่องจากต้องรองานที่ยังไม่เสร็จทำให้สูญเสียเวลาในการทำงาน และการทำงานให้เสร็จได้เร็วก็ทำให้สามารถเริ่มงานใหม่ได้เร็วส่งผลทำให้ปริมาณงานเพิ่มขึ้น ดังนี้วัตถุประสงค์รองอีกสองประการก็ คือ การจัดตารางการทำงานเพื่อทำให้เวลาเดินเปล่า (Idle Time) เกิดขึ้นน้อยที่สุดและเวลาปิดงานของระบบมีค่าน้อยที่สุด จากสภาพปัญหาที่พิจารณาทำให้สามารถสรุปหลักที่ใช้ในการจัดตารางการทำงานได้ดังต่อไปนี้

1) เนื่องจากการส่งงานล่าช้าของขั้นตอนการปูผ้าและตัดผ้านี้จะส่งผลกระทบต่อการเย็บซึ่งเป็นส่วนงานหลักและประสิทธิภาพการผลิตโดยรวม ทำให้การจัดตารางที่จะนำไปใช้นั้นต้องมีจำนวนงานที่ล่าช้าเกิดขึ้นน้อยที่สุด ดังนั้นในการจัดตารางการทำงานนี้จึงใช้กฎ EDD (Earliest Due Date) เพื่อจัดลำดับของงาน โดยเป็นวิธีเลือกงานที่มีกำหนดส่งมอบงานใกล้ที่สุดมาทำก่อน ทำให้งานที่เสร็จล่าช้ากว่ากำหนดมีจำนวนน้อยที่สุด
2) ในกรณีที่กำหนดส่งมอบงานใกล้ที่สุดมีมากกว่า 1 งาน ต้องนำงานดังกล่าวมาทำการทดสอบหากำหนดการสิ้นสุดการปูผ้าของแต่ละงาน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเวลาที่ทีมตัดสามารถเริ่มทำงานได้ จากนั้นจึงเลือกทีมที่มีผลต่างของเวลาดังกล่าวน้อยที่สุด เนื่องจากผลต่างของเวลาดังกล่าว คือ เวลาเดินเปล่า (Idle Time) ที่จะเกิดขึ้นในการทำงาน ดังนั้นจึงพยายามที่จะทำให้เวลาเดินเปล่าดังกล่าวเกิดขึ้นน้อยที่สุด
3) การเลือกทีมปูผ้าและทีมตัดผ้าที่ใช้ในแต่ละงานจะพิจารณาจากเวลาสิ้นสุดการทำงานล่าสุดของแต่ละทีม ว่าทีมใดมีเวลาดังกล่าวน้อยที่สุด ก็จะเลือกทีมนั้นมาทำงานที่พิจารณาอยู่
4) เวลาสิ้นสุดการทำงาน (การปูผ้าและการตัดผ้า) จะหาได้จากผลรวมของเวลาเริ่มต้นการทำงานกับเวลามาตรฐานที่ใช้ในการทำงาน

4.2.2. แนวคิดในการออกแบบการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า

จากสภาพปัญหาที่พิจารณาในหัวข้อ 4.2.1 เป็นปัญหาในการจัดตารางที่มีวัตถุประสงค์หลัก คือการจัดตารางที่ทำให้มีจำนวนงานล่าช้าที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด และมีวัตถุประสงค์รองอีก 2 ประการ คือ การจัดตารางที่ทำให้มีเวลาเดินเปล่า (Idle Time) เกิดขึ้นน้อยที่สุด และทำให้เวลาปิดงานของระบบมีค่าน้อยที่สุด ปัญหาดังกล่าวสามารถหาผลลัพธ์ของการจัดตารางได้จากการออกแบบขั้นตอนการจัดตาราง ซึ่งวิเคราะห์จากธรรมชาติการทำงานของการปูผ้าและตัดผ้า โดยประยุกต์รูปแบบและกฎพื้นฐานของการจัดตาราง (Scheduling) เข้ามาใช้ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้

อาจไม่ใช้คำตอบที่ดีสุด (Optimal Solution) ดังนั้นจึงต้องมีการคำนวณหาตัวชี้วัดประสิทธิภาพออกมาพร้อมกับผลลัพธ์ของการจัดตารางดังกล่าว เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งาน ในทางปฏิบัติการออกแบบขั้นตอนการจัดตารางดังกล่าวนี้สามารถนำไปหาผลลัพธ์ได้โดยใช้เวลาที่น้อย ถึงแม้ว่าจะเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงมักไม่พบปัญหาในเรื่องของการใช้เวลาที่มากเกินไปในการหาผลลัพธ์จากวิธีดังกล่าว

4.2.3. สมมติฐาน

จากการพิจารณาสภาพปัญหาในหัวข้อ 4.2.1 ทำให้ได้สมมติฐานที่ใช้ในการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า ดังนี้

1) ไม่มีการแบ่งแยกงานระหว่างการผลิตของทุกๆ งาน
2) ทีมปูผ้าและทีมตัดผ้าสามารถทำงานได้ทีละงานเท่านั้น
3) มีทรัพยากรของโต๊ะตัดอย่างไม่จำกัด

4.2.4. สัญลักษณ์ของตัวแปรพารามิเตอร์

i = ดัชนีของมาร์คเกอร์

j = ดัชนีของทีมปูผ้า

k = ดัชนีของทีมตัดผ้า

Q = เซตของงานที่ยังไม่ถูกจัด

R = เซตของงานที่จัดตารางการปูผ้าแล้ว แต่ยังไม่จัดตารางการตัด

S = เซตของงานที่จัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าแล้ว

n = จำนวนของมาร์คเกอร์ในเซต Q เมื่อเริ่มต้นการจัด

x = จำนวนของทีมปูผ้าที่ใช้

y = จำนวนของทีมตัดผ้าที่ใช้

4.2.5. สัญลักษณ์ของตัวแปรตัดสินใจ

$DD_{(i)}$ = กำหนดส่งมอบมาร์คเกอร์ i

$AS_{(j)}$ = เวลาเริ่มว่างงานของทีมปูผ้า j

$AC_{(k)}$ = เวลาเริ่มว่างงานของทีมตัดผ้า k

$ST_{(i)}$ = เวลามาตรฐานการปูผ้าของมาร์คเกอร์ i

$SS_{(i,j)}$ = เวลาเริ่มต้นการปูผ้าของมาร์คเกอร์ i ด้วยทีมปูผ้า j

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$SF_{(i,j)}$ = เวลาสิ้นสุดการปูผ้าของมาร์คเกอร์ i ด้วยทีมปูผ้า j

$CT_{(i)}$ = เวลามาตรฐานการตัดผ้าของมาร์คเกอร์ i

$CS_{(i,j)}$ = เวลาเริ่มต้นการตัดผ้าของมาร์คเกอร์ i ด้วยทีมตัดผ้า j

$CF_{(i,k)}$ = เวลาสิ้นสุดการตัดผ้าของมาร์คเกอร์ i ด้วยทีมตัดผ้า k

$Utilization$ = ประสิทธิภาพการทำงาน

$Make_Span$ = เวลาปิดงานของระบบ

$Tardiness$ = เวลาสายของงาน

$Amount_of_Tardiness_Job$ = จำนวนของงานสาย

4.2.6. ขั้นตอนการหาคำตอบ

สามารถแบ่งออกได้ 15 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จัดตารางการปูผ้า

1) หาเวลาเริ่มว่างงานของทีมปูผ้าและตัดผ้า

$AS_{(j)} = Max\{SF_{(i,j)}\}; i \in R, S$

$AC_{(k)} = Max\{CF_{(i,k)}\}; i \in S$

2) หาเวลาเริ่มต้นการปูผ้า โดย $SS_{(i,j)} = Min\{AS_{(j)}\}$

3) เลือกงานที่จะนำมาจัด

เลือกงานที่มี $DD_{(i)}$ น้อยที่สุดมาจัดก่อน

ถ้า $DD_{(i)}$ เท่ากันให้เลือกงานที่ทำให้ $\left|SF_{(i,j)} - Min\{AC_{(k)}\}\right|$ มีค่าน้อยที่สุด โดย

$SF_{(i,j)} = SS_{(i,j)} + ST_{(i)}; i \in Q$

4) หาเวลาสิ้นสุดการปูผ้า โดย $SF_{(i,j)} = SS_{(i,j)} + ST_{(i)}$

5) พิจาณาเซต $R = x$ หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปพิจารณาขั้นตอนที่ 7 ถ้าไม่ใช่ให้พิจารณาในขั้นตอนที่ 6 ต่อไป

6) พิจาณาเซต $Q = \phi$ หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปพิจารณาขั้นตอนที่ 7 ถ้าไม่ใช่ให้พิจารณาในขั้นตอนที่ 1 ต่อไป

จัดตารางการตัดผ้า

7) เลือกงานที่มี $SF_{(i,j)}; i \in R$ น้อยที่สุด

8) หาเวลาเริ่มต้นการตัดผ้า โดย $CS_{(i,k)} = Max\{SF_{(i,j)}, AC_{(k)}\}$

9) หาเวลาสิ้นสุดการตัดผ้าโดย $CF_{(i,k)} = CS_{(i,k)} + CT_{(i)}$

10) พิจาณาเซต $R = \phi$ หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปพิจารณาขั้นตอนที่ 11 ถ้าไม่ใช่ให้พิจารณาในขั้นตอนที่ 7 ต่อไป

11) พิจาณาเซต $Q = \phi$ หรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปพิจารณาขั้นตอนที่ 12 ถ้าไม่ใช่ให้พิจารณาในขั้นตอนที่ 1 ต่อไป

การคำนวนตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

12) คำนวณหาประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด โดย

$$Performance_of_Cutting_Time = \frac{\sum_{i=1}^{n} CT_{(i)}}{\sum_{k=1}^{y} Max\{CF_{(i,k)}\}}$$

13) คำนวนหาเวลาปิดงานของระบบ โดย

$$Make_Span = Max\{CF_{(i,k)}\}$$

14) คำนวนหาเวลาสาย โดย

$$Tardiness = \sum_{i=1}^{n} Max\{CF_{(i,k)} - DD_{(i)}, 0\}$$

15) คำนวนหาจำนวนงานสาย โดย

$$Amount_of_Tardiness_Job = \sum_{i=1}^{n} \frac{Max\{CF_{(i,k)} - DD_{(i)}, 0\}}{CF_{(i,k)} - DD_{(i)}}$$

และสิ้นสุดการหาคำตอบ

4.2.7. คำอธิบายเพิ่มเติมของขั้นตอนการหาคำตอบ

1) เลือกเวลาสิ้นสุดการทำงานล่าสุดมาเป็นเวลาเริ่มว่างงานของแต่ละทีมทั้งการปูผ้าและการตัดผ้า 2) ใช้กฎ EDD (Earliest Due Date) เอามาใช้ในการเลือกเวลาเริ่มปูผ้าจากเวลาเริ่มว่างงานของทีมที่น้อยที่สุด 3) เลือกงานที่จะนำมาจัดจากกฎ EDD และหากมีงานที่มี Due Date เดียวกัน จึงทำการพิจารณาโดยการหาเวลาสิ้นสุดการปูที่จะเกิดขึ้นจากทุกๆงานที่มี Due Date เท่ากัน แล้วเลือกงานที่มีเวลาสิ้นสุดการปูใกล้เคียงกับเวลาเริ่มต้นการตัดผ้ามากที่สุด 4) หาเวลาสิ้นสุดการปูผ้าจาก เวลาเริ่มต้น + เวลาที่ใช้ = เวลาสิ้นสุด 5) ตรวจสอบว่าได้จัดการปูผ้าได้เท่ากับจำนวนที่กำหนดไว้แล้วหรือยัง 6) ตรวจสอบว่ายังมีงานที่ยังไม่ได้จัดการปูผ้าอีกหรือไม่ 7) เป็นการเลือกงานที่สามารถเริ่มการตัดได้เร็วที่สุดเป็นงานที่จะทำการตัดผ้าเป็นงานถัดไป 8) หาเวลาเริ่มต้นการตัดผ้าจากการพิจารณาเวลาที่มากกว่าระหว่างเวลาสิ้นสุดการปูผ้ากับเวลาเริ่มว่างงานของทีมตัดผ้าที่ได้เลือก 9) หาเวลาสิ้นสุดการตัดผ้าจาก เวลาเริ่มต้น + เวลาที่ใช้ = เวลาสิ้นสุด 10) ตรวจสอบว่ายังมีงานที่ทำการปูผ้าแล้วแต่ยังไม่ได้ตัดผ้าอีกหรือไม่ 11) ตรวจสอบว่ายังมีงานที่ยังไม่ถูกจัดหลงเหลืออีกหรือไม่ 12) คำนวณหาประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัดจากผลรวมของเวลามาตรฐานที่ใช้ในการตัดต่อเวลาทั้งหมดที่ใช้ในระบบ 13) คำนวณหาเวลาปิดงานของระบบจากเวลาสิ้นสุดการตัดที่มากที่สุด 14) คำนวนหาเวลาสายจากผลรวมของ เวลาสิ้นสุดการตัด-

กำหนดส่งมอบงาน ในทุกๆงานที่มีค่าดังกล่าวเป็นบวกเท่านั้น 15) คำนวนหาจำนวนงานสายจากการนับจำนวนของงานที่มีค่า เวลาสิ้นสุดการตัด-กำหนดส่งมอบงาน ที่มีค่าเป็นบวก

4.3. การทดสอบระบบที่ได้ออกแบบ

เมื่อได้ออกแบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าและการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าในหัวข้อ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับแล้ว จึงทำการทดสอบระบบที่ได้ออกแบบ โดยวัตถุประสงค์ในการทดสอบ คือ เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลนำเข้า (Input Data) ว่าเพียงพอหรือไม่ และเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ (Output Data) ว่าถูกต้อง สามารถนำไปใช้งานได้หรือไม่ การทดสอบระบบที่ได้ออกแบบนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การทดสอบระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า และการทดสอบระบบการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า

4.3.1. การทดสอบระบบการหากำหนดการส่งมอบงานของการตัดผ้า

เป็นการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า (Input Data) และผลลัพธ์ที่ได้ (Out Data) โดยทดสอบกับตัวอย่างทั้งสิ้น 4 ตัวอย่าง ซึ่งต่อไปนี้เป็นรายละเอียดการทดสอบในตัวอย่างที่ 1 (สามารถดูการทดสอบอย่างละเอียดและการทดสอบในตัวอย่างอื่นๆ ได้ในภาคผนวก ก)

ตัวอย่างที่ 1 มีรายละเอียดของงาน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1. ปริมาณการผลิต

Size / Color Way	S	M	L	XL	รวม
1	66	287	665	712	1730
2	45	288	836	724	1893
3	50	286	734	714	1784
4	55	235	836	785	1911
รวม	216	1096	3071	2935	7318

ตารางที่ 4.2. รายละเอียด Color way

ชนิดชิ้นส่วน / Color Way	A	B	C	D
1	น้ำเงิน	น้ำเงิน	น้ำเงิน	น้ำเงิน
2	เทา	เทา	เทา	เทา
3	ชมพู	ชมพู	ชมพู	ชมพู
4	เหลือง	เหลือง	เหลือง	เหลือง

ตารางที่ 4.3. ค่าเก็บรักษาแต่ละชิ้นส่วน

ชิ้นส่วน	A	B	C	D
ค่าเก็บรักษา(หน่วย/ชิ้น)	1	2	2	3

ตารางที่ 4.4. รายละเอียดกำหนดการเย็บ

Size	S															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	66	66	66	66												
2					45	45	45	45								
3									50	50	50	50				
4													55	55	55	55
5																
รวม	66	66	66	66	45	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55

Size	M															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	287	287	287	287												
2					288	288	288	288								
3									286	286	286	286				
4													235	235	235	235
5																
รวม	287	287	287	287	288	288	288	288	286	286	286	286	235	235	235	235

Size	L															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	665	665	665	665												
2					836	836	836	836								
3									541	541	541	541				
4									193	193	193	193	303	303	303	303
5													533	533	533	533
รวม	665	665	665	665	836	836	836	836	734	734	734	734	836	836	836	836

Size	XL															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1	482	482	482	482												
2	230	230	230	230	101	101	101	101								
3					623	623	623	623								
4									714	714	714	714				
5													785	785	785	785
รวม	712	712	712	712	724	724	724	724	714	714	714	714	785	785	785	785

ตารางที่ 4.5. รายละเอียดมาร์คเกอร์

Size	S															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	66	66	66	66	48	48	48	48	54	54	54	54	60	60	60	60
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
รวม	66	66	66	66	48	48	48	48	54	54	54	54	60	60	60	60

Size	M															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1																
2	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	240	240	240	240
3																
4																
5																
6																
7																
8																
รวม	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	240	240	240	240

Size	L															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1																
2																
3	360	360	360	360	840	840	840	840								
4	306	306	306	306									840	840	840	840
5									738	738	738	738				
6																
7																
8																
รวม	666	666	666	666	840	840	840	840	738	738	738	738	840	840	840	840

Size	XL															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1																
2																
3																
4																
5																

6	414	414	414	414									786	786	786	786
7	300	300	300	300	726	726	726	726								
8									714	714	714	714				
รวม	714	714	714	714	726	726	726	726	714	714	714	714	786	786	786	786

- ตัวแปร (Variable) และพารามิเตอร์ (Parameter)

t = ดัชนีของกำหนดส่ง; $(t = 1,2,3,\ldots,i)$

m = ดัชนีของมาร์คเกอร์; $(m = 1,2,3,\ldots, j)$

p = ดัชนีของชนิดชิ้นส่วน; $(p = 1,2,3,\ldots,k)$

x_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ตัดออกมาในกำหนดส่ง t

d_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องการในกำหนดส่ง t

s_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องเก็บรักษาในกำหนดส่ง t

h^p = ภาระการเก็บรักษาของชิ้นส่วน p

c_p^m = จำนวนชิ้นส่วน p ที่มีในมาร์คเกอร์ m

Z = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาชิ้นส่วน

y_t^m = 1; กำหนดสิ้นสุดการตัดของมาร์คเกอร์ m คือ กำหนดส่ง t

= 0; กรณีอื่นๆ

รูปแบบสมการ

Objective Function: $$MinZ = \sum_p \sum_t (h^p \cdot s_t^p) \qquad (1)$$

Constraint 1: $$s_{t-1}^p + x_t^p = d_t^p + s_t^p \quad ;\forall p,t \qquad (2)$$

Constraint 2: $$x_t^p = \sum_m (c_p^m \cdot y_t^m) \quad ;\forall p,t \qquad (3)$$

Constraint 3: $$\sum_t y_t^m \le 1 \quad ;\forall m \qquad (4)$$

$$h^p, s_t^p, x_t^p, d_t^p, c_p^m, y_t^m \ge 0 \quad ;\forall m, p, t \qquad (5)$$

and y_t^m integer valued $;\forall m,t$ (6)

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นนำมาประมวลผลเพื่อหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo ทำให้ได้ผลลัพธ์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1) กำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า

ตารางที่ 4.6. กำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า

m \ t	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0
6	1	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0

จากตารางที่ 4.6 ทำให้ทราบว่าแต่ละมาร์คเกอร์มีกำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าเมื่อใด เช่น ในวันที่ 3 (t=3) ของมาร์คเกอร์ที่ 5 (m=5) มีสถานะกำหนดส่งมอบงานเท่ากับ 1 ดังนั้น มาร์คเกอร์ที่ 5 มีกำหนดส่งมอบงานของการตัด คือ วันที่ 3

2) จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลา

ตารางที่ 4.7. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลา

p \ t	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	48	3	3	3	3
6	48	3	3	3	3
7	48	3	3	3	3
8	48	3	3	3	3
9	54	54	4	4	4
10	54	54	4	4	4
11	54	54	4	4	4
12	54	54	4	4	4
13	60	60	60	5	5
14	60	60	60	5	5
15	60	60	60	5	5
16	60	60	60	5	5
17	1	1	1	1	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1
21	288	0	0	0	0
22	288	0	0	0	0
23	288	0	0	0	0
24	288	0	0	0	0
25	288	288	2	2	2
26	288	288	2	2	2
27	288	288	2	2	2
28	288	288	2	2	2
29	240	240	240	5	5
30	240	240	240	5	5
31	240	240	240	5	5
32	240	240	240	5	5
33	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
37	840	4	4	4	4
38	840	4	4	4	4
39	840	4	4	4	4
40	840	4	4	4	4
41	0	0	197	4	4
42	0	0	197	4	4
43	0	0	197	4	4
44	0	0	197	4	4
45	840	840	840	537	4
46	840	840	840	537	4
47	840	840	840	537	4
48	840	840	840	537	4
49	232	2	2	2	2
50	232	2	2	2	2
51	232	2	2	2	2
52	232	2	2	2	2
53	726	625	2	2	2
54	726	625	2	2	2
55	726	625	2	2	2
56	726	625	2	2	2
57	0	0	0	0	0

58	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0
61	786	786	786	786	1
62	786	786	786	786	1
63	786	786	786	786	1
64	786	786	786	786	1

จากตารางที่ 4.7 ทำให้ทราบว่าในแต่ละคาบเวลามีชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาเป็นจำนวนเท่าไรในแต่ละชนิด เช่น ในชิ้นส่วนที่ 10 (p=10) มีชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในวันที่ 1-5 (t=1-5) เท่ากับ 54, 54, 4, 4 และ 4 ชิ้นส่วนตามลำดับ

3) ค่าภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน

Objective value = 86,752 หน่วย ทำให้ทราบว่าถ้านำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ จะทำให้มีค่าภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วนรวมทั้งคำสั่งผลิตเท่ากับ 86,752 หน่วย

- สรุปการทดสอบระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า

จากการทดสอบระบบการหากำหนดการส่งมอบงานของการตัดผ้า พบว่าข้อมูลนำเข้า (Input Data) และผลลัพธ์ที่ได้ (Output Data) ถูกต้องครบถ้วนตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน เพื่อสนับสนุนการทำงานแก่ผู้ใช้งานในการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าได้ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ และทำให้การวางแผนมีผลลัพธ์ที่ชัดเจนและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

4.3.2. การทดสอบระบบการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า

เป็นการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลนำเข้า (Input Data) และผลลัพธ์ที่ได้ (Output Data) โดยจะทดสอบกับโจทย์เดียวกันจำนวน 9 ครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะปรับเปลี่ยนทรัพยากรที่ใช้ เพื่อให้เห็นความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ทรัพยากรที่เปลี่ยนไป

ตารางที่ 4.8. ข้อมูลกำหนดส่ง ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปูผ้าและตัดผ้าของแต่ละมาร์คเกอร์

หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กำหนดส่ง $\{DD_{(i)}\}$	100	100	100	100	100	100	100	140	140	140	140	140
เวลาที่ใช้ในการปูผ้า $\{ST_{(i)}\}$	24	19	13	23	13	22	21	23	8	13	22	10
เวลาที่ใช้ในการตัดผ้า $\{CT_{(i)}\}$	9	23	7	9	6	28	26	19	27	14	25	28

ทำการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยระบบที่ได้ออกแบบกับโจทย์ดังกล่าว กำหนดทีมปูผ้าและทีมตัดผ้าที่ใช้ สามารถเริ่มทำงานได้ที่ t=0 ทุกทีมและได้ทดสอบกับการจัดทรัพยากรที่ใช้ทั้งสิ้น 9 รูปแบบดังนี้

(1) ทีมปูผ้า 1 ทีมตัดผ้า 1

(2) ทีมปูผ้า 1 ทีมตัดผ้า 2

(3) ทีมปูผ้า 1 ทีมตัดผ้า 3

(4) ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 1

(5) ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 2

(6) ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 3

(7) ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 1

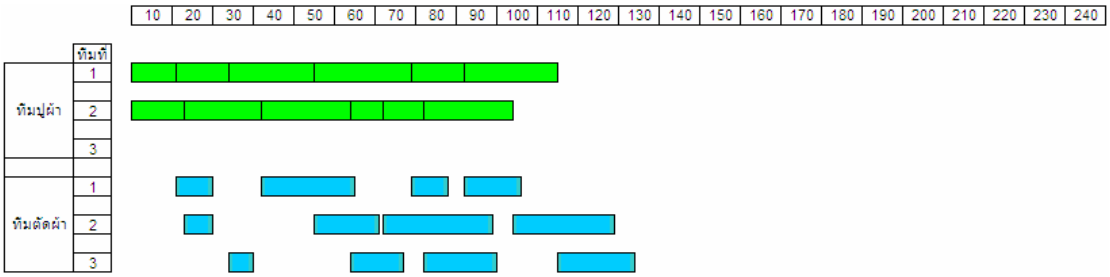
(8) ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 2

(9) ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 3

ต่อไปเป็นตัวอย่างการจัดตารางด้วยรูปแบบที่ 6 ใช้ทีมปูผ้า 2 ทีม ทีมตัดผ้า 3 ทีม (สามารถดูการทดสอบในรูปแบบการจัดทรัพยากรอื่นๆ อย่างละเอียดได้ในภาคผนวก ข)

ตารางที่ 4.9. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ปูผ้า	2	3	0	13
3	ตัดผ้า	1	4	11	20
4	ตัดผ้า	2	3	13	20
5	ปูผ้า	1	5	11	24
6	ปูผ้า	2	2	13	32
7	ตัดผ้า	3	5	24	30
8	ตัดผ้า	1	2	32	55
9	ปูผ้า	1	7	24	45
10	ปูผ้า	2	6	32	54
11	ตัดผ้า	2	7	45	61
12	ตัดผ้า	3	6	54	67
13	ปูผ้า	1	1	45	69
14	ตัดผ้า	1	1	69	78
15	ปูผ้า	2	9	54	62
16	ปูผ้า	2	12	62	72
17	ตัดผ้า	2	9	62	89
18	ตัดผ้า	3	12	72	90
19	ปูผ้า	1	10	69	82
20	ปูผ้า	2	11	72	94
21	ตัดผ้า	1	10	82	96
22	ตัดผ้า	2	11	94	119
23	ปูผ้า	1	8	82	105
24	ตัดผ้า	3	8	105	124



รูปที่ 4.1 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตารางที่ 4.10. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางด้วยทีมปูผ้า 2 ทีมและทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)	
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	71.56%
เวลาปิดงาน (Make Span)	124
เวลาสาย (Tardiness)	0
จำนวนงานสาย (Amount of Tardiness Job)	0

เมื่อทดสอบของรูปแบบการจัดตารางการทำงานทั้ง 9 รูปแบบแล้ว สามารถสรุปค่าตัวชี้วัดประสิทธิ์ของรูปแบบต่างๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.11. สรุปผลการทดสอบแสดงค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

จำนวนทีมปูผ้า	1			2			3		
จำนวนทีมตัดผ้า	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time, %)	88.71	62.30	48.98	88.71	85.94	71.56	97.22	89.95	80.54
เวลาปิดงาน (Make Span, min)	235	218	218	197	125	124	197	120	95
เวลาสาย (Tardiness, min)	322	252	248	121	0	0	108	0	0
จำนวนงานสาย (Amount of Tardiness Job)	7	7	7	3	0	0	3	0	0

จากตารางที่ 4.11 ทำให้ได้ตัวชี้วัดประสิทธภาพของการจัดตารางการทำงานทั้ง 9 รูปแบบ ซึ่งในทางปฏิบัติผู้ใช้งานสามารถใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเหล่านี้ช่วยในการตัดสินใจได้ ซึ่งการเลือกรูปแบบใดไปใช้งานนั้นก็อาจจะขึ้นอยู่กับการให้ความสำคัญของแต่ละตัวชี้วัดในแต่ละโรงงาน ซึ่ง

ต่อไปจะเป็นตัวอย่างการพิจารณาเลือกรูปแบบการจัดตารางโดยใช้ตัววัดชี้ประสิทธิภาพเป็นตัวสนับสนุนการตัดใจสิน

1) การปูผ้าและการตัดผ้าเป็นส่วนสนับสนุนการเย็บ ดังนั้นการจัดตารางการทำงานจึงพยายามทำให้มีจำนวนงานสายหรือเวลาสายน้อยที่สุด ทำให้รูปแบบการจัดตารางที่มีจำนวนงานสายหรือเวลาสายถูกตัดออก เหลือเพียงรูปแบบการจัดตารางที่มีจำนวนงานสายและเวลาสายเท่ากับ 0 ซึ่งมีทั้งสิ้น 4 รูปแบบ ได้แก่
   (1) ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 2
   (2) ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 3
   (3) ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 2
   (4) ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 3
2) จากตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่เหลืออีก 2 ตัว คือ ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด และเวลาปิดงาน ซึ่งการจัดตารางที่ดีนั้นควรมี ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัดที่มีค่ามาก และเวลาปิดงานที่มีค่าน้อย หากผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับเวลาปิดงานมากกว่าประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด ทำให้ต้องเลือกรูปแบบที่มีเวลาปิดงานน้อยที่สุด ซึ่งก็คือ รูปแบบที่ใช้ทีมปูผ้า 3 คน และทีมตัดผ้า 3 คน ที่ใช้เวลาปิดงานเท่ากับ 95 นาที

- สรุปการทดสอบระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า

จากการทดสอบระบบการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า พบว่าข้อมูลนำเข้า (Input Data) และผลลัพธ์ที่ได้ (Output Data) ถูกต้องครบถ้วนตามที่ได้วิเคราะห์และออกแบบ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน เพื่อสนับสนุนการทำงานแก่ผู้ใช้งานในการจัดตารางการทำงานของขั้นตอนการปูผ้าและตัดผ้าได้ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ และทำให้การวางแผนมีผลลัพธ์ที่ชัดเจนและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การออกแบบรายละเอียดของระบบ (Detailed Design)

หลังจากที่ได้วิเคราะห์สภาพปัญหา เพื่อออกแบบแนวคิดหลักของระบบ (Conceptual Design) ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบรายละเอียดของระบบ (Detailed Design) ที่จะทำให้เห็นภาพรวมและทิศทางของการทำงานภายในระบบ ซึ่งประกอบด้วย แนวทางการออกแบบรายละเอียดของระบบ การออกแบบแผนผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ (Logic of Process) การออกแบบแบบฟอร์มและรายงาน (Form/ Report Design) และการออกแบบหน้าจอการทำงาน (User Interface)

5.1. แนวทางการออกแบบรายละเอียดของระบบ

ในการออกแบบรายละเอียดของระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้านั้น จะต้องทำความเข้าใจในรายละเอียดที่จะทำการออกแบบ และต้องทำให้ระบบสามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงตามความต้องการที่ได้วิเคราะห์เอาไว้ การวิเคราะห์ระบบจะเริ่มจากการจำลองข้อมูลและความต้องการ เพื่อให้เห็นรายละเอียดการทำงานขั้นต้น โดยเครื่องมือที่ได้เลือกมาใช้สำหรับการออกแบบรายละเอียดของระบบ คือ

- การออกแบบแผนผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นการออกแบบเพื่อให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานของระบบและทิศทางการไหลของข้อมูลอย่างชัดเจน โดยออกแบบข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละส่วน เช่น มีข้อมูลใดบ้างที่ต้องใช้ในการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า ส่วนงานนี้ให้ผลลัพธ์เป็นอะไร และส่วนงานใดที่จะนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้บ้าง เป็นต้น
- การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ (Logic of Process) เป็นการออกแบบเพื่อให้เห็นถึงลักษณะการทำงานภายในแต่ละขั้นตอน และให้เห็นความเชื่อมโยงของการทำงานในส่วนต่างๆ ของระบบ ที่จะนำมาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น แผนผังแสดงขั้นตอนการจัดตารางการทำงาน

เมื่อได้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลและเข้าใจขั้นตอนการทำงานต่างๆ ภายในระบบแล้ว ต่อไปเป็นการออกแบบรายละเอียดของระบบที่ลงลึกให้เห็นว่าระบบมีการเชื่อมโยงกับผู้ใช้งาน

อย่างไร รวมถึงข้อมูลต่างๆ นั้นได้มาอย่างไร ซึ่งได้แก่ การออกแบบแบบฟอร์ม รายงานและการออกแบบหน้าจอการทำงาน

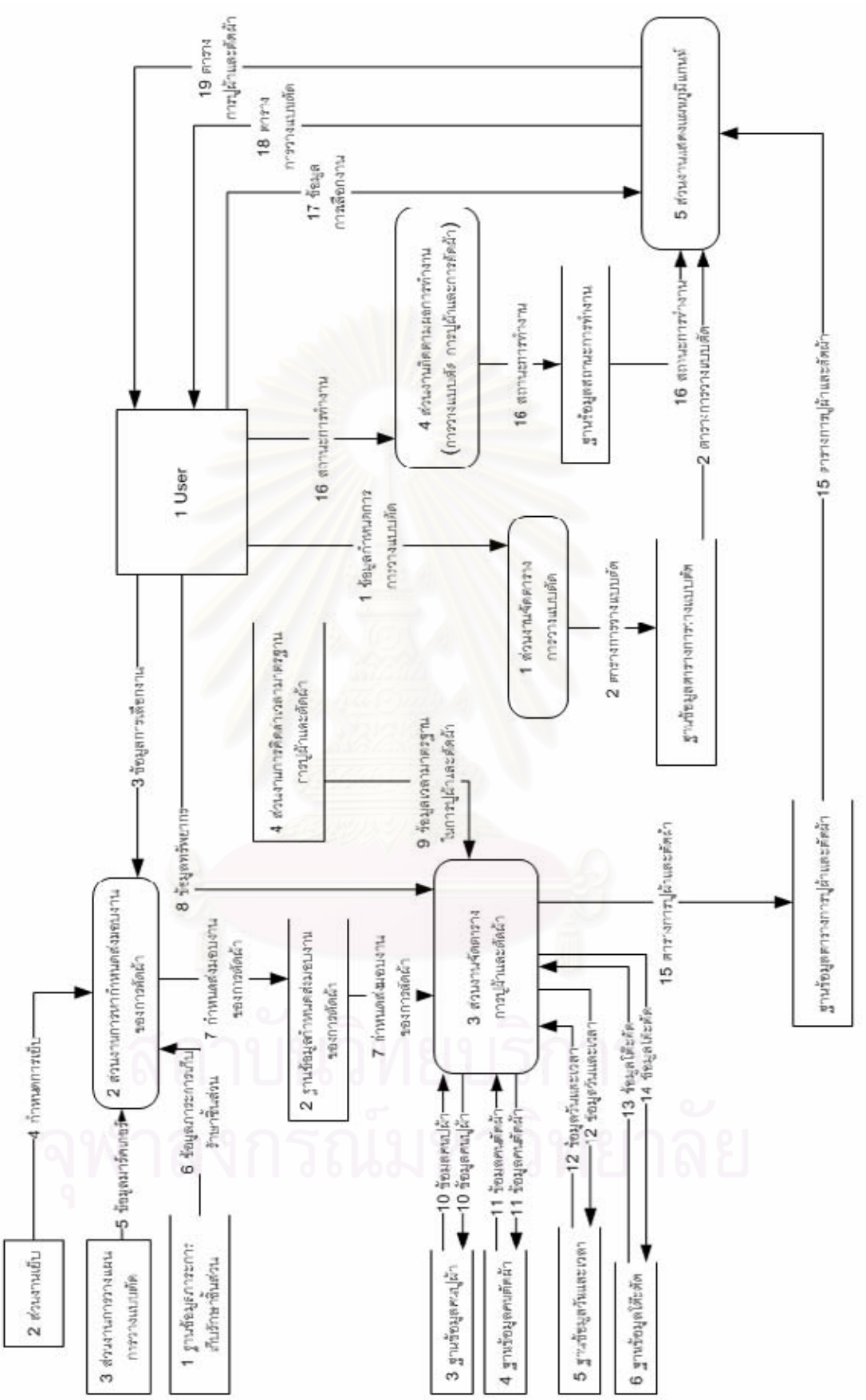
- การออกแบบแบบฟอร์มและรายงาน (Form/ Report Design) เป็นการออกแบบเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลนำเข้า (Input Data) และผลลัพธ์ของระบบ (Output Data)
- การออกแบบหน้าจอการทำงาน (User Interface) เป็นการออกแบบเพื่อให้ทราบถึงการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับการแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับแบบฟอร์มและรายงานที่ได้ออกแบบไว้ โดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการตั้งค่าก่อนการใช้งาน (Set Up) และส่วนการปฏิบัติการ (Operation)

5.2. การออกแบบแผนผังการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD)

การออกแบบแผนผังการไหลของข้อมูลจะเริ่มจากการออกแบบ DFD Level-0 เป็นการแสดงขั้นตอนการทำงานหลักของระบบ แสดงทิศทางการไหลของข้อมูล (Data Flow) และแสดงรายละเอียดของแหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store) ถ้าระบบมีความซับซ้อนมากจนไม่สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ภายในครั้งเดียว ก็สามารถจำแนกระบบใหญ่หนึ่งระบบออกเป็นระบบย่อยๆ ได้หลายระบบ ซึ่งระบบที่ถูกจำแนกออกมาจะมีระดับ (Level) ที่เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ

เนื่องจากรายละเอียดของระบบวางแผนและควบคุมการตัดในงานวิจัยฉบับนี้ไม่ได้มีขั้นตอนการทำงานที่มีความซับซ้อน ทำให้เมื่อออกแบบ DFD Level-0 แล้วพบว่าสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ครบถ้วน ดังนั้นการออกแบบ DFD Level-0 เพียง Level เดียวก็สามารถใช้แสดงรายละเอียดที่ต้องการได้อย่างเพียงพอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับที่ 0 ของระบบวางแผนและควบคุมการตัดผ้า

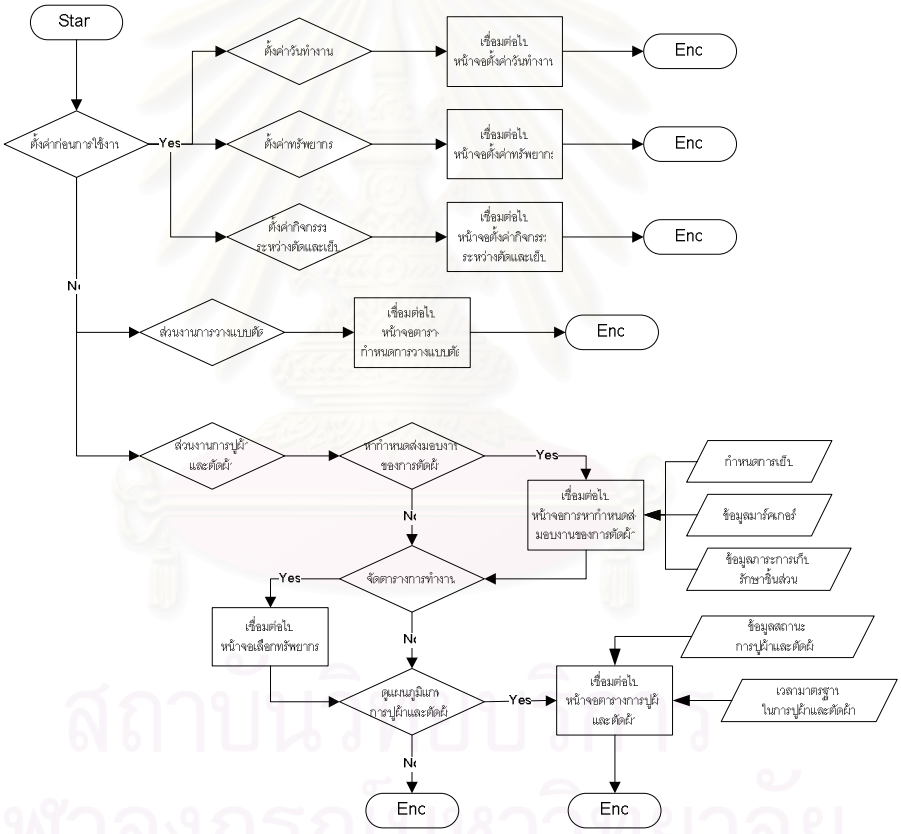
จากรูปที่ 5.1 แผนผังการไหลของข้อมูลระดับที่ 0 ของระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้า สามารถแสดงรายละเอียดการทำงานได้ดังนี้

1) ผู้ใช้งาน (User) ป้อนข้อมูลกำหนดการการวางแบบตัดลงในส่วนงานจัดตารางการวางแบบตัด เพื่อให้ได้ข้อมูลตารางการวางแบบตัด ระบบจะบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลตารางการวางแบบตัด
2) ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลการเลือกงานลงในส่วนงานการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า ระบบจะดึงข้อมูลกำหนดการเย็บ ข้อมูลมาร์คเกอร์ และข้อมูลภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วนมาประมวลผลหากำหนดส่งมอบงานของการตัดให้
3) เมื่อได้กำหนดการส่งมอบงานของการตัดแล้ว ระบบจะทำการบันทึกลงในฐานข้อมูลกำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า
4) ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลทรัพยากรลงในส่วนงานจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า ได้แก่ คนปูผ้า คนตัดผ้า และโต๊ะตัด โดยระบบดึงข้อมูลคนปูผ้า ข้อมูลคนตัดผ้า ข้อมูลวันและเวลา ข้อมูลโต๊ะตัด กำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า และข้อมูลเวลามาตรฐานในการปูผ้าและตัดผ้า มาประมวลผลหาตารางการปูผ้าและตัดผ้า
5) เมื่อได้ตารางการปูผ้าและตัดผ้าแล้ว ระบบจะบันทึกลงในฐานข้อมูลตารางการปูผ้าและตัดผ้า
6) ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลสถานะการทำงานของการวางแบบตัด การปูผ้าและการตัดผ้า ลงในส่วนงานติดตามผลการทำงาน ระบบจะบันทึกลงในฐานข้อมูลสถานะการทำงาน
7) ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลการเลือกงานลงในส่วนงานแสดงแผนภูมิแกนท์ ระบบจะดึงข้อมูลตารางการปูผ้าและตัดผ้าพร้อมสถานะการทำงาน หรือข้อมูลตารางการวางแบบตัดพร้อมสถานะการทำงาน มาแสดงบนหน้าจอการทำงานให้กับผู้ใช้งาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3. การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบ (Logic of Process)

การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบจะทำให้เห็นขั้นตอนการทำงานทั้งหมด และการเชื่อมโยงของหน้าจอการทำงาน ทั้งในส่วนการตั้งค่าก่อนใช้งาน (Set Up) และส่วนปฏิบัติการ (Operation) การทำงานของระบบวางแผนและควบคุมการตัดผ้าจะเริ่มจากการตั้งค่าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ขั้นตอนตั้งค่าวันทำงาน ขั้นตอนตั้งค่าทรัพยากร และขั้นตอนตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการทำงานของส่วนปฏิบัติการ ได้แก่ กำหนดการวางแบบตัด การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า การจัดตารางการทำงาน และการติดตามผลการทำงาน ขั้นตอนการทำงานโดยรวม แสดงได้ดังนี้

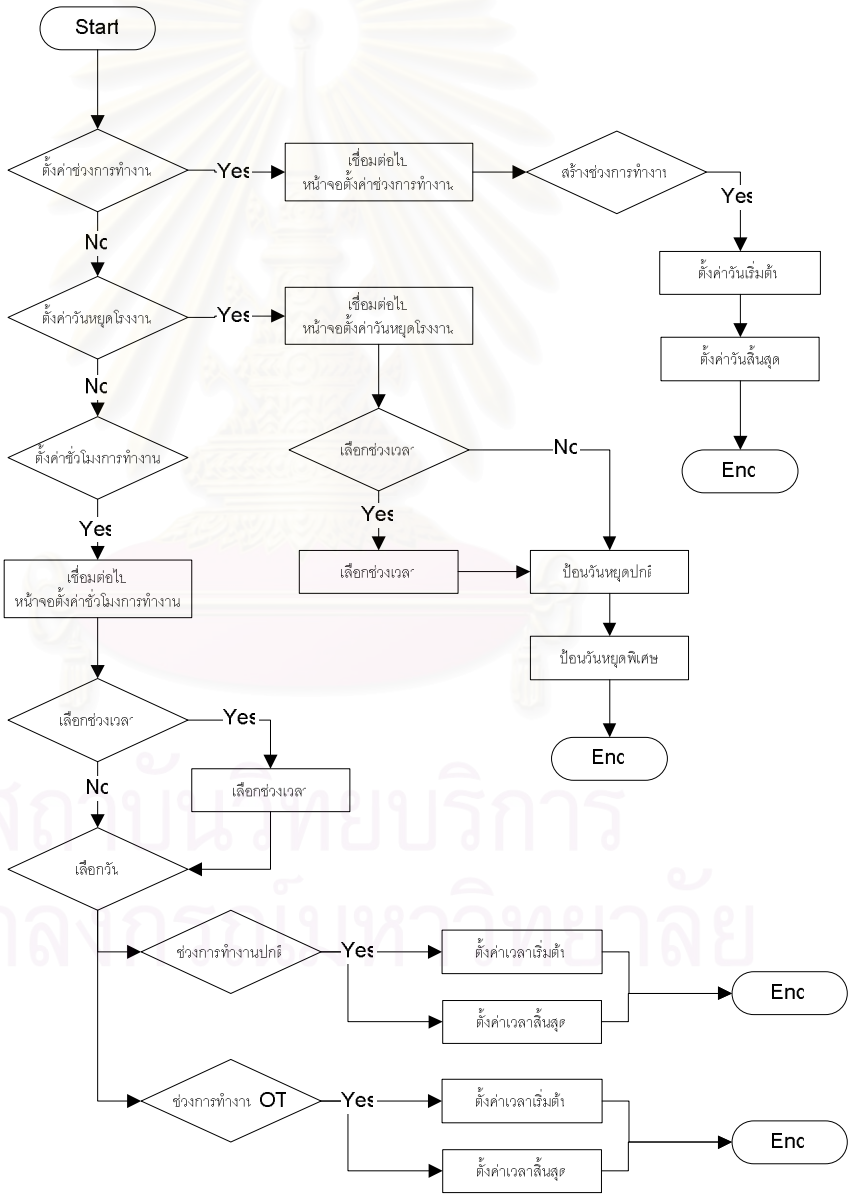


รูปที่ 5.2 ขั้นตอนการทำงานโดยรวมของระบบวางแผนและควบคุมการตัดผ้า

เมื่อได้เห็นขั้นตอนการทำงานโดยรวมแล้ว ต่อไปจะจำแนกลงไปในขั้นตอนการทำงานของส่วนต่างๆ เพื่อให้เห็นถึงรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานทั้งหมด ขั้นตอนการทำงานที่ได้จำแนกออกมาได้แก่ ขั้นตอนการตั้งค่าวันทำงาน ขั้นตอนการตั้งค่าทรัพยากร ขั้นตอนการตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ ขั้นตอนกำหนดการวางแบบตัด และขั้นตอนการเลือกทรัพยากร

5.3.1. ขั้นตอนการตั้งค่าวันทำงาน

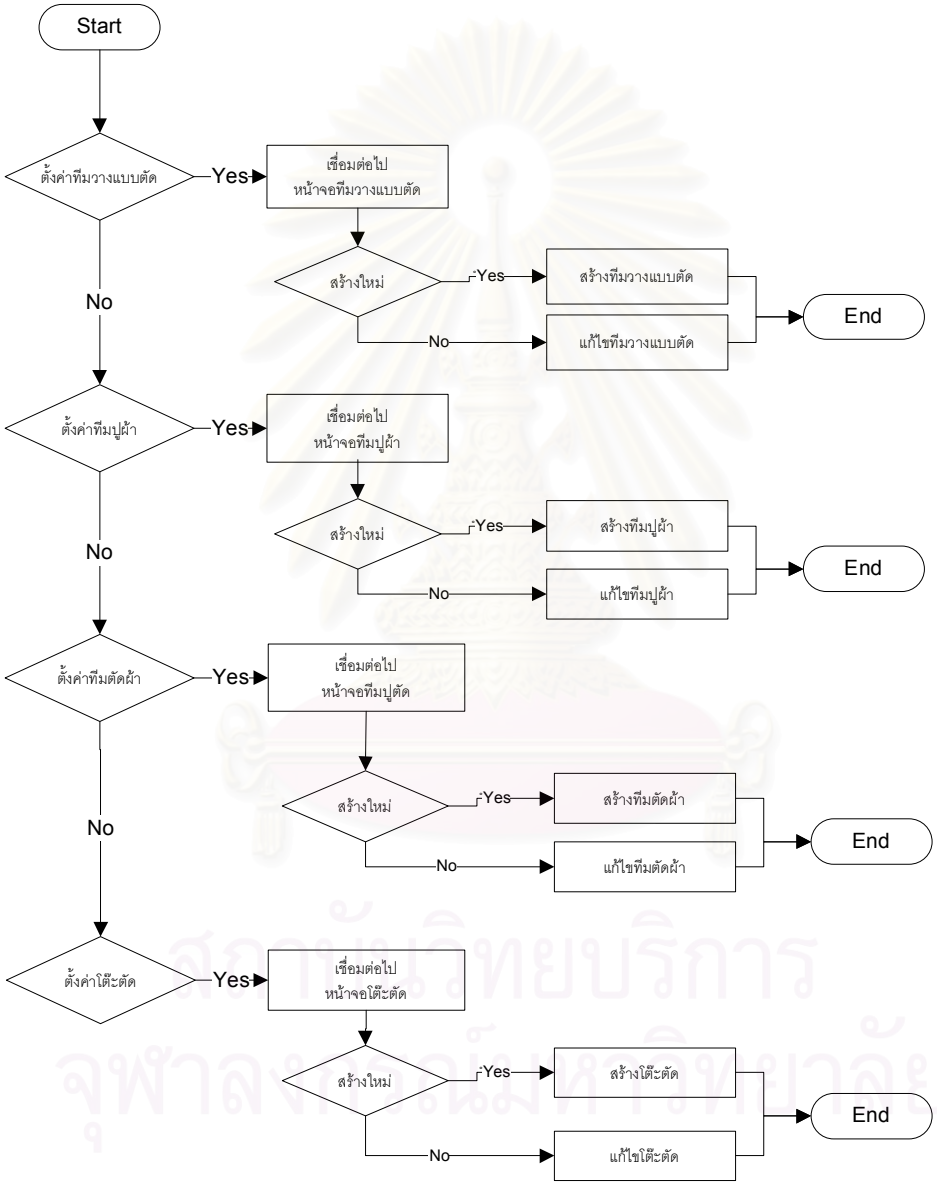
ขั้นตอนการตั้งค่าวันทำงานประกอบไปด้วย ขั้นตอนการตั้งค่าช่วงการทำงานเป็นการแบ่งวันทำงานออกเป็นช่วงวันทำงานเพื่อความสะดวก หากต้องการตั้งค่าที่มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงวันทำงาน ขั้นตอนการตั้งค่าวันหยุดโรงงานเป็นการกำหนดวันหยุดต่างๆ ที่ต้องมีของโรงงาน ทั้งวันหยุดธรรมดาและวันหยุดพิเศษ และสุดท้ายขั้นตอนการตั้งค่าชั่วโมงการทำงาน ว่าจะต้องมีเวลาทำงานกี่ชั่วโมง เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของการทำงานในแต่ละวัน



รูปที่ 5.3 ขั้นตอนการตั้งค่าวันทำงาน

5.3.2. ขั้นตอนการตั้งค่าทรัพยากร

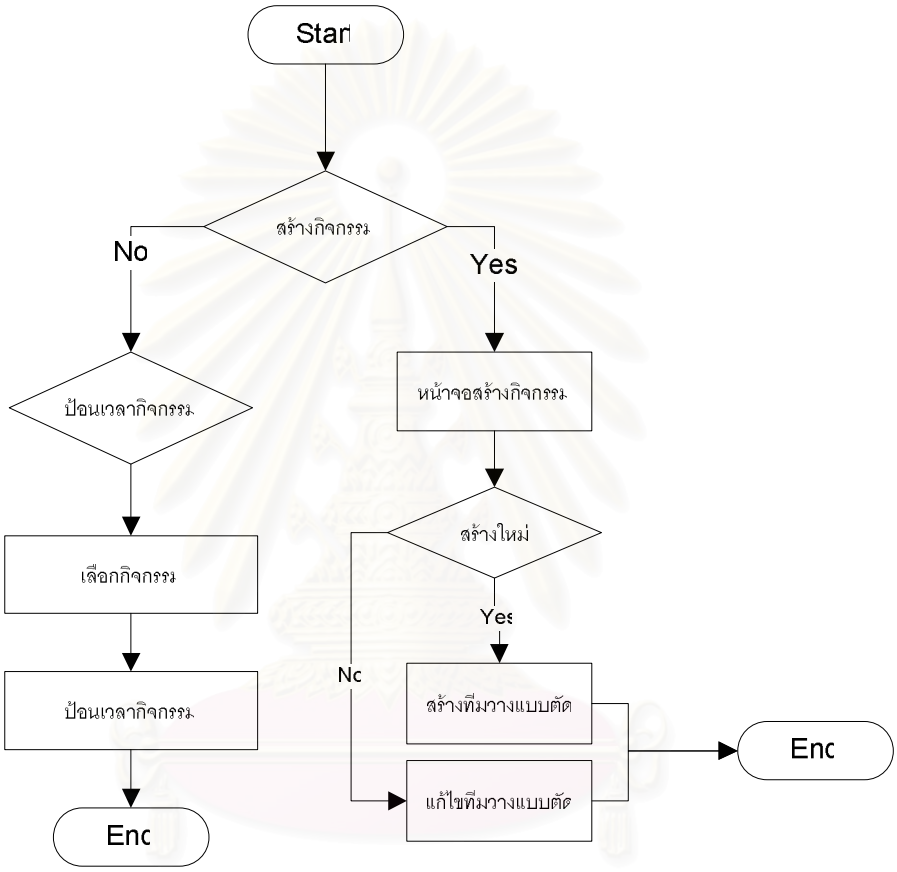
ขั้นตอนการตั้งค่าทรัพยากรประกอบไปด้วย การตั้งค่าทีมวางแบบตัด ทีมปูผ้า และทีมตัดผ้า แบ่งเป็นกี่ทีม ทีมละกี่คน สามารถสร้างทีมใหม่หรือแก้ไขข้อมูลของทีมเก่าได้ รวมถึงการตั้งค่าโต๊ะตัดเพื่อเป็นข้อมูลในเรื่องของตำแหน่งในการทำงาน



รูปที่ 5.4 ขั้นตอนการตั้งค่าทรัพยากร

5.3.3. ขั้นตอนการตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ

ขั้นตอนการตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บประกอบไปด้วย ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมที่เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีทั้งหมดในเกิดขึ้นระหว่างการตัดและการเย็บ เมื่อได้สร้างกิจกรรมแล้วจึงทำการระบุระยะเวลาของกิจกรรมนั้นๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการหากำหนดส่งมอบงานของการตัด

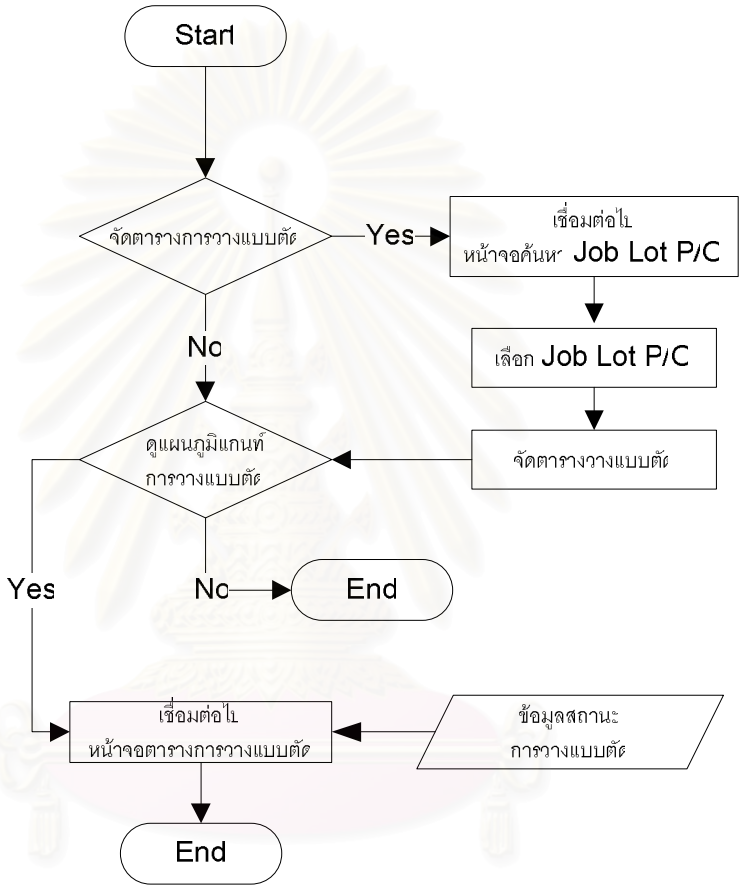


รูปที่ 5.5 ขั้นตอนการตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.4. ขั้นตอนกำหนดการวางแบบตัด

ขั้นตอนกำหนดการวางแบบตัดประกอบด้วย ขั้นตอนการค้นหา Job Lot P/O เพื่อเลือกงานที่ต้องการกำหนดการวางแบบตัด และขั้นตอนการแสดงตารางการวางแบบตัด ซึ่งทำให้ทราบถึงกำหนดการวางแบบตัดที่ได้วางแผนไว้กับสถานะการทำงานของการวางแบบตัด ณ ปัจจุบัน

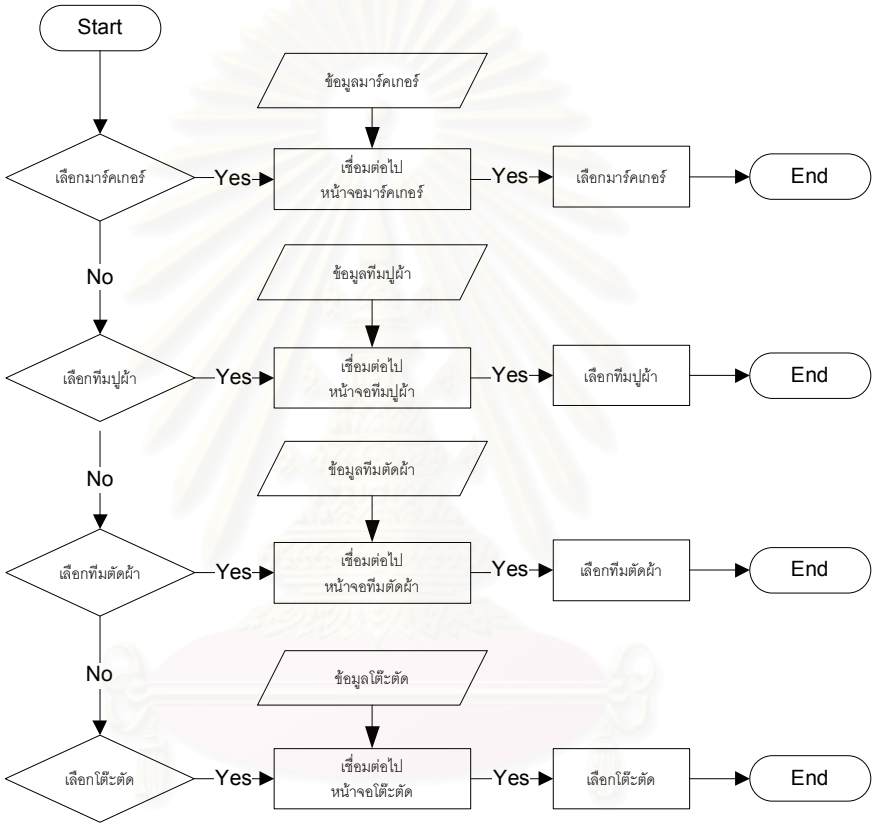


รูปที่ 5.6 ขั้นตอนกำหนดการวางแบบตัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.5. ขั้นตอนการเลือกทรัพยากร

ขั้นตอนการเลือกทรัพยากรประกอบด้วย ขั้นตอนการเลือกมาร์คเกอร์ ขั้นตอนการเลือกทีมปูผ้า ขั้นตอนการเลือกทีมตัดผ้า และขั้นตอนการเลือกโต๊ะตัด ซึ่งเป็นการเลือกข้อมูลในการประมวลผลการจัดตารางการทำงานของการปูผ้าและการตัดผ้า โดยเป็นการเลือกจากฐานข้อมูลที่ได้ตั้งค่าก่อนการใช้งาน (Set up) เอาไว้แล้ว



รูปที่ 5.7 ขั้นตอนการเลือกทรัพยากร

5.4. การออกแบบแบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report Design)

หลังจากที่ได้แนวคิดในการออกแบบผลลัพธ์ที่ควรจะออกมาในรูปแบบของแบบฟอร์มและรายงานแล้ว ในส่วนนี้ได้ทำการออกแบบแบบฟอร์มและรายงานให้ตรงกับแนวคิดที่กำหนดไว้ แบบฟอร์มและรายงานที่ได้ออกแบบประกอบด้วย แบบฟอร์มกำหนดการวางแบบตัด ใบรายงานกำหนดการปูผ้าและการตัดผ้า แบบฟอร์มการติดตามผลการวางแบบตัด แบบฟอร์มการติดตามผลการปูผ้าและการตัดผ้า และแบบฟอร์มภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน

5.4.1. รายงานกำหนดการวางแบบตัด

เป็นใบรายงานแสดงข้อมูลของการวางแบบตัด โดยข้อมูลบนใบรายงานนี้ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของงาน ข้อมูลกำหนดวันเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด ระยะเวลาที่ และผู้รับผิดชอบ

บริษัท G-GARMENT CO., LTD

กำหนดการวางแบบตัด

ส่วนงาน : MARK SCHEDULING วันที่ออกเอกสาร : 11/11/50 หน้าที่ : 1/.....

JOB NO. : 11111 ชื่อ STYLE : BABI SEASON : RAINY

CUSTOMER : PAEW ผลิตภัณฑ์ : SHIRT รหัสผลิตภัณฑ์ : 11

กำหนดส่งงานที่เร็วที่สุด : 12/11/50 ปริมาณการสั่งซื้อทั้งหมด : 380 ตัว จำนวนมาร์คเกอร์ : 34

LOT NO.	P/O	กำหนด เริ่มต้น	เวลา เริ่มต้น	กำหนด สิ้นสุด	เวลาสิ้นสุด	ระยะเวลา	ผู้รับผิดชอบ

ผู้สร้าง : _____

ผู้แก้ไข : _____

วันที่แก้ไขข้อมูลล่าสุด : _____

รูปที่ 5.8 แบบฟอร์มกำหนดการวางแบบตัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.2. รายงานกำหนดการปูผ้าและการตัดผ้า

เป็นใบรายงานแสดงข้อมูลของการปูผ้าและการตัดผ้า โดยข้อมูลบนใบรายงานนี้ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของงาน ข้อมูลกำหนดวันเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด ทีมปูผ้าที่ใช้ ทีมตัดผ้าที่ใช้ และตำแหน่งที่จะปฏิบัติงาน

บริษัท G-GARMENT CO., LTD

กำหนดการปูผ้าและการตัดผ้า

ส่วนงาน : SPEAD&CUT SCHEDULING วันที่ออกเอกสาร : 11/11/50 หน้าที่ : 1/.....

JOB NO. : 11111 ชื่อ STYLE : BABI SEASON : RAINY

CUSTOMER : PAEW ผลิตภัณฑ์ : SHIRT รหัสผลิตภัณฑ์ : 11

กำหนดส่งงานที่เร็วที่สุด : 12/11/50 ปริมาณการสั่งซื้อทั้งหมด : 380 ตัว จำนวนมาร์คเกอร์ : 34

LOT NO. : 11111 P/O. : 11111

MARKER NO.	กำหนดเริ่มต้น	เวลาเริ่มต้น	กำหนดสิ้นสุด	เวลาสิ้นสุด	ทีมปูผ้า	ทีมตัดผ้า	ตำแหน่งการปูผ้า

ผู้สร้าง : _____

ผู้แก้ไข : _____

วันที่แก้ไขข้อมูลล่าสุด : _____

รูปที่ 5.9 ใบรายงานกำหนดการปูผ้าและการตัดผ้า

5.4.3. แบบฟอร์มการติดตามผลการวางแบบตัด

เป็นแบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกและติดตามผลการวางแบบตัด โดยแบบฟอร์มจะมีข้อมูลพื้นฐานของงาน ข้อมูลวันเวลาที่ได้เริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงาน รวมทั้งผู้รับผิดชอบ

บริษัท G-GARMENT CO., LTD

การติดตามผลการวางแบบตัด

ส่วนงาน : MARK SCHEDULING วันที่ออกเอกสาร : 11/11/50 หน้าที่ : 1/.....

JOB NO. : 11111 ชื่อ STYLE : BABI SEASON : RAINY

CUSTOMER : PAEW ผลิตภัณฑ์ : SHIRT รหัสผลิตภัณฑ์ : 11

กำหนดส่งงานที่เร็วที่สุด : 12/11/50 ปริมาณการสั่งซื้อทั้งหมด : 380 ตัว จำนวนมาร์คเกอร์ : 34

LOT NO.	P/O	วันเริ่มต้น	เวลาริ่มต้น	วันสิ้นสุด	เวลาสิ้นสุด	ระยะเวลา	ผู้รับผิดชอบ

ผู้สร้าง : _____

ผู้แก้ไข : _____

วันที่แก้ไขข้อมูลล่าสุด : _____

รูปที่ 5.10 แบบฟอร์มการติดตามผลการวางแบบตัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4.4. แบบฟอร์มการติดตามผลการปูผ้าและการตัดผ้า

เป็นแบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกและติดตามผลการปูผ้าและการตัดผ้า โดยแบบฟอร์มจะมีข้อมูลพื้นฐานของงาน ข้อมูลวันเวลาที่ได้เริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงาน รวมทั้งผู้รับผิดชอบ ของทั้งการปูผ้าและการตัดผ้า

บริษัท G-GARMENT CO., LTD

การติดตามผลการปูผ้าและการตัดผ้า

ส่วนงาน : SPEAD&CUT SCHEDULING วันที่ออกเอกสาร : 11/11/50 หน้าที่ : 1/.....

JOB NO. : 11111 ชื่อ STYLE : BABI SEASON : RAINY

CUSTOMER : PAEW ผลิตภัณฑ์ : SHIRT รหัสผลิตภัณฑ์ : 11

กำหนดส่งงานที่เร็วที่สุด : 12/11/50 ปริมาณการสั่งซื้อทั้งหมด : 380 ตัว จำนวนมาร์คเกอร์ : 34

LOT NO. : 11111 P/O. : 11111

MARKER NO.	กำหนดเริ่มต้น	เวลาเริ่มต้น	กำหนดสิ้นสุด	เวลาสิ้นสุด	ทีมปูผ้า	ทีมตัดผ้า	ตำแหน่งการปูผ้า

ผู้สร้าง : _____

ผู้แก้ไข : _____

วันที่แก้ไขข้อมูลล่าสุด : _____

รูปที่ 5.11 แบบฟอร์มการติดตามผลการปูผ้าและการตัดผ้า

5.4.5. แบบฟอร์มภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน

เป็นแบบฟอร์มระบุค่าภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วนต่างๆ โดยแบ่งเป็นการระบุด้วยชนิดชิ้นส่วน (ตารางด้านซ้าย) และการระบุด้วยชนิดผ้า (ตารางด้านขวา)

บริษัท G-GARMENT CO., LTD

ภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน

ส่วนงาน : CUT PLANNING วันที่ออกเอกสาร : 11/11/50 หน้าที่ : 1/.....

ชนิดชิ้นส่วน	ค่าภาระการเก็บรักษา (หน่วย/ชิ้น/วัน)

ชนิดผ้า	ค่าภาระการเก็บรักษา (หน่วย/ชิ้น/วัน)

ผู้สร้าง : _____

ผู้แก้ไข : _____

วันที่แก้ไขข้อมูลล่าสุด : _____

รูปที่ 5.12 แบบฟอร์มภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน

5.5. การออกแบบหน้าจอการทำงาน (User Interface)

เมื่อได้ทำการออกแบบแบบฟอร์มและรายงาน (Form/Report) จึงทำให้ทราบถึงข้อมูลที่ต้องนำเข้าระบบ และข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ของระบบแล้ว ต่อไปเป็นการออกแบบหน้าจอการทำงาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการทำงานโดยละเอียดระหว่างผู้ใช้งาน (User) กับหน้าจอการทำงาน โดยการออกแบบหน้าจอการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนตั้งค่าก่อนการใช้งาน (Set Up) ส่วนปฏิบัติการ (Operation) ซึ่งแต่ละส่วนประกอบด้วย

- ส่วนตั้งค่าข้อมูลก่อนการใช้งาน (Set Up)

1) ตั้งค่าช่วงการทำงาน
2) ป้อนวันหยุดของโรงงาน
3) ตั้งค่าชั่วโมงการทำงาน
4) ทีมวางแบบตัด
5) ทีมปูผ้า
6) ทีมตัดผ้า
7) สร้างโต๊ะตัด
8) ตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ
9) โครงสร้างปัญหา

- ส่วนปฏิบัติการ (Operation)

1) กำหนดการวางแบบตัด
2) ค้นหาJOB
3) ค้นหา LOT และค้นหาP/O
4) เลือกทีมวางแบบตัด
5) ตารางการวางแบบตัด
6) ภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน
7) การหาลำดับการตัดของมาร์คเกอร์
8) เลือกทรัพยากรที่ใช้
9) เลือกทีมปูผ้า เลือกทีมตัดผ้า และเลือกโต๊ะตัด
10) ตารางการปูผ้าและตัดผ้า
11) เพิ่มOT

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

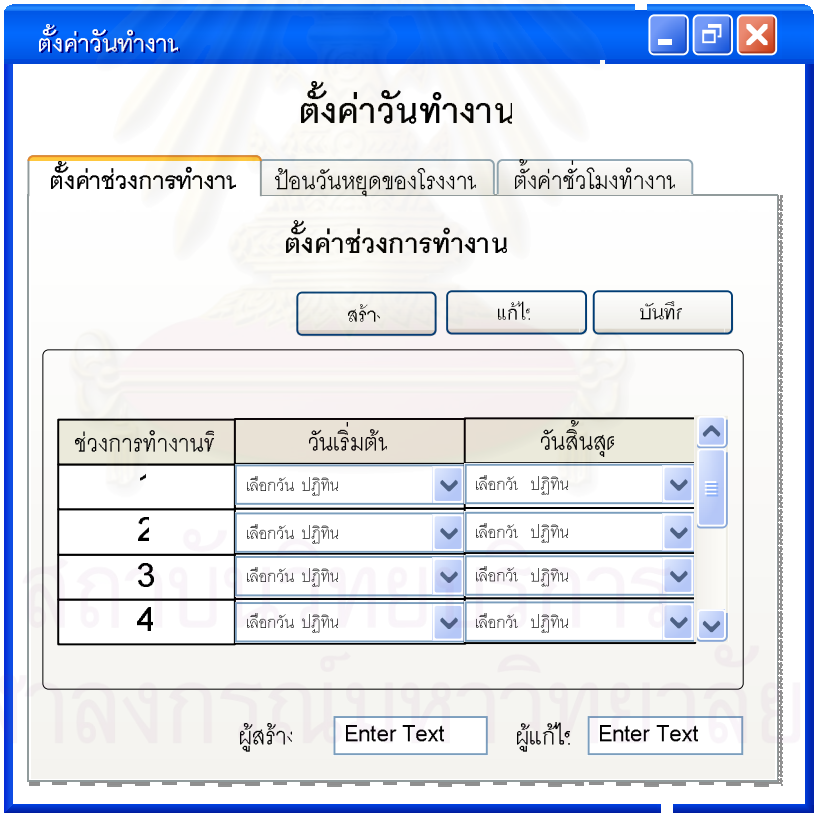
12) การติดตามผลการวางแบบตัด

13) การติดตามผลการปูผ้าและการติดตามผลการตัดผ้า

5.6. การออกแบบหน้าจอการทำงานส่วนตั้งค่าก่อนการใช้งาน (Set Up)

5.6.1. ตั้งค่าช่วงการทำงาน

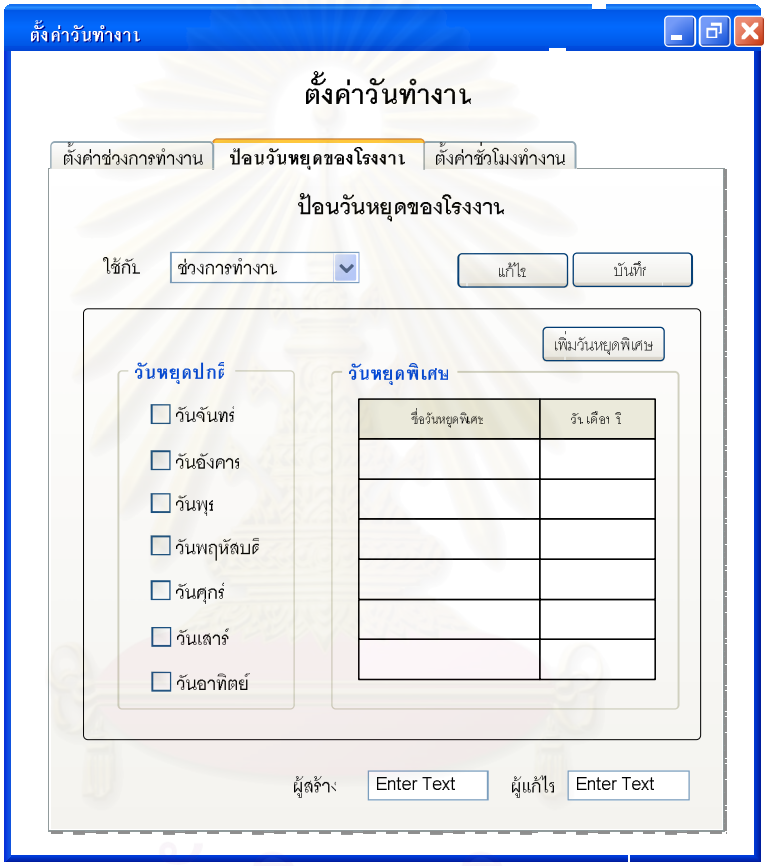
หน้าจอการตั้งค่าช่วงการทำงานเป็นการแบ่งวันทำงานต่างๆออกเป็นช่วงๆ เพื่อที่จะเข้าไประบุรายละเอียดในแต่ละช่วงเวลาในกรณีที่ต้องการระบุรายละเอียดในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันออกไป การใช้งาน โดยเลือกเวลาที่เริ่มต้นและสิ้นสุดของช่วงการทำงานต่างๆ ที่ต้องการระบุในช่องวันเริ่มต้นและวันสิ้นสุด



รูปที่ 5.13 หน้าจอตั้งค่าช่วงการทำงาน

5.6.2. ป้อนวันหยุดของโรงงาน

หน้าจอป้อนวันหยุดของโรงงานเป็นหน้าจอการทำงานที่ต่อเนื่องกับการตั้งค่าช่วงการทำงาน โดยหลังจากตั้งค่าช่วงการทำงานแล้ว ในหน้าจอนี้จะสามารถเลือกช่วงการทำงานที่ได้ตั้งไว้แล้ว จากนั้นก็จะสามารถระบุวันหยุดปกติและวันหยุดพิเศษในช่องและตารางด้านล่าง โดยช่องวันหยุดปกตินั้นจะมีผลกับทุกสัปดาห์ในช่วงเวลาที่ได้เลือก ส่วนวันหยุดพิเศษนั้นจะมีผลกับวันที่ระบุเท่านั้น

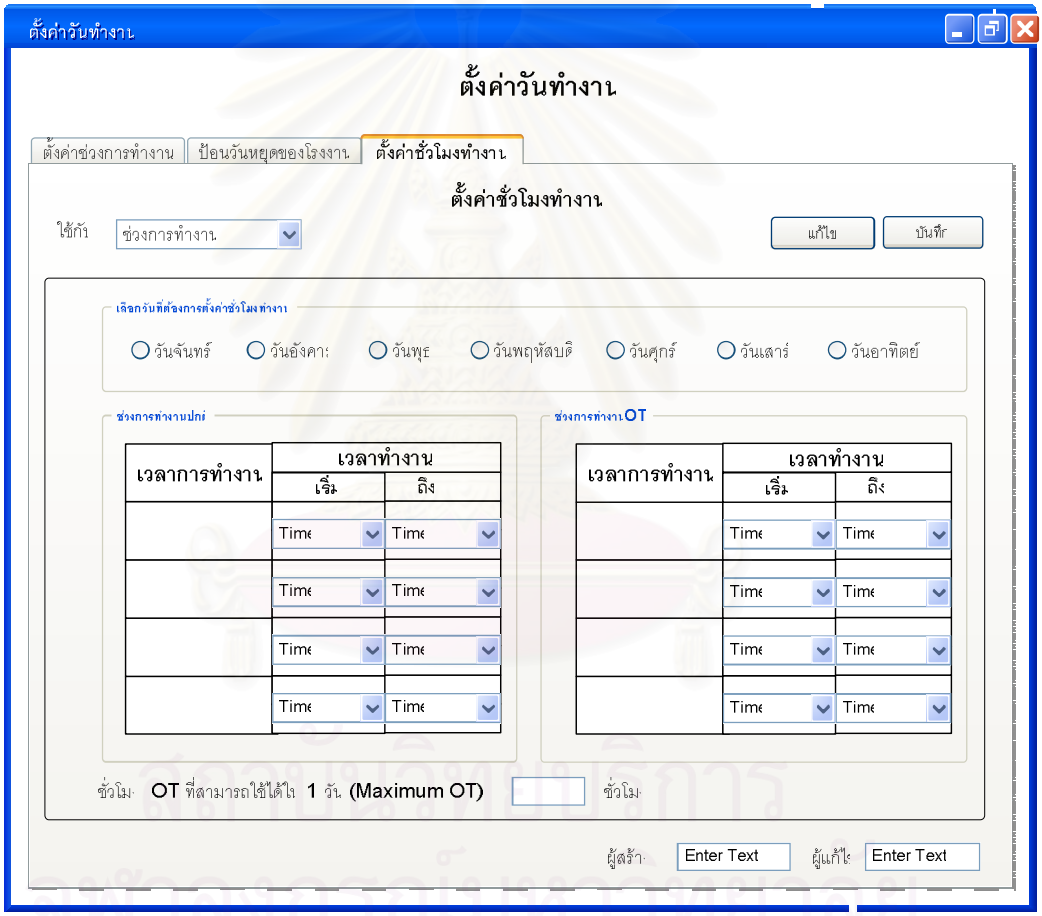


รูปที่ 5.14 หน้าจอป้อนวันหยุดของโรงงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6.3. ตั้งค่าชั่วโมงการทำงาน

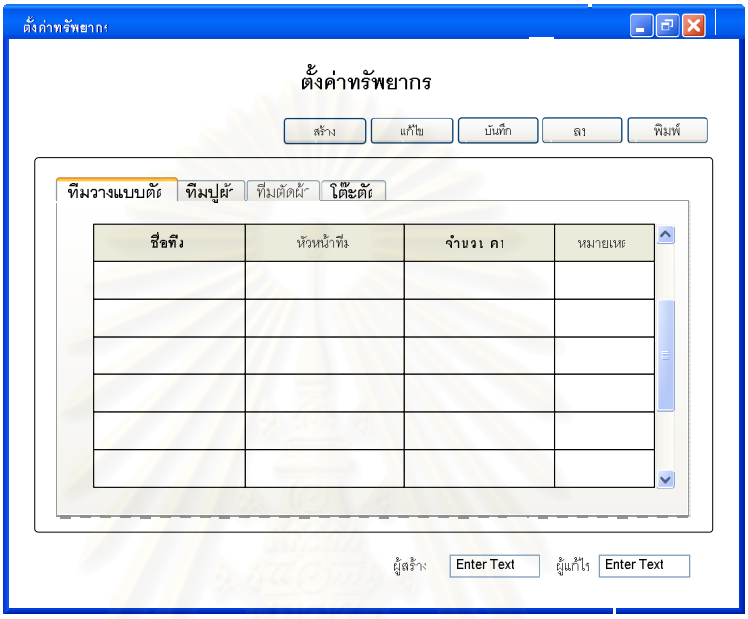
หน้าจอการตั้งค่าชั่วโมงการทำงาน เป็นการกำหนดช่วงเวลาทำงานปกติและช่วงเวลาทำงานOT ในแต่ละวันทำงาน และกำหนดชั่วโมงการทำ OT สูงสุดที่สามารถมีได้ในแต่ละวันทำงาน โดยการเลือกวันทำงานในสัปดาห์จาก Ration Button ด้านบน แล้วจึงระบุชื่อเวลาการทำงาน เวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของการทำงาน ทั้งช่วงเวลาทำงานปกติและช่วงเวลาทำงานOT ในตารางด้านล้าง ระบุชั่วโมงการทำงานOT สูงสุดที่สามารถมีได้ในแต่ละวันในช่องด้านล่างของหน้าจอ



รูปที่ 5.15 หน้าจอตั้งค่าชั่วโมงการทำงาน

5.6.4. ทีมวางแบบตัด

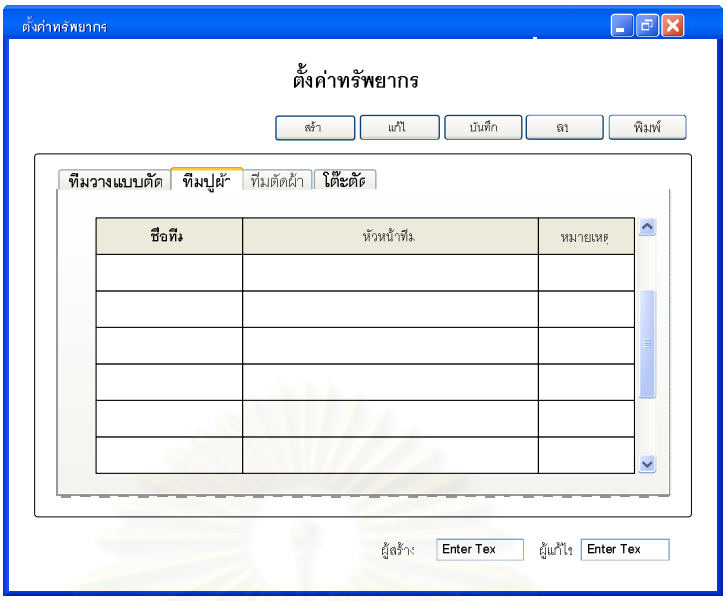
หน้าจอทีมวางแบบตัด เป็นการแสดง หรือ สร้าง หรือ ลบทีมงานที่จะมาทำการวางแบบตัดโดยรายละเอียดของทีมวางแบบตัด ได้แก่ ชื่อทีม ชื่อหัวหน้าทีม จำนวนคนในทีม และหมายเหตุ



รูปที่ 5.16 หน้าจอทีมวางแบบตัด

5.6.5. ทีมปูผ้า

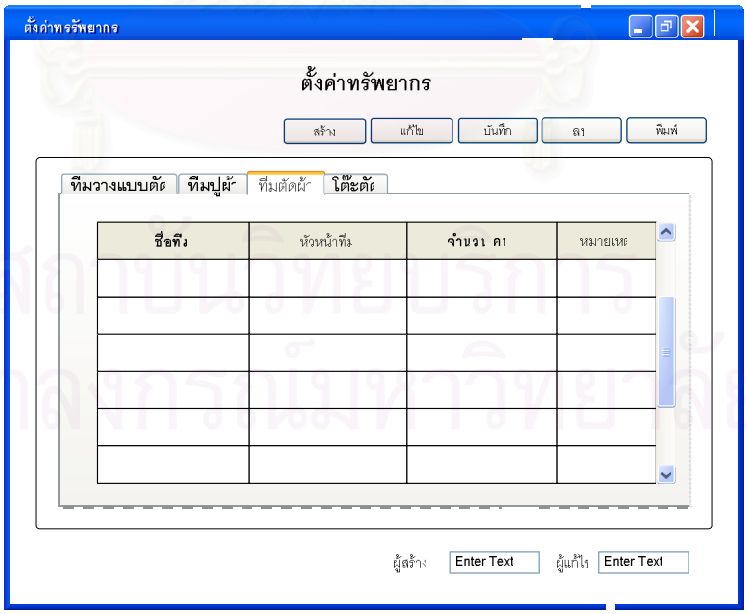
หน้าจอทีมปูผ้า เป็นการแสดง หรือ สร้าง หรือ ลบทีมงานที่จะมาทำการปูผ้าโดยรายละเอียดของทีมวางแบบตัด ได้แก่ ชื่อทีม ชื่อหัวหน้าทีม และหมายเหตุ (เนื่องจากรปูผ้านั้นมีจำนวนคนมาตรฐานที่จะต้องใช้ในการปูผ้าอยู่แล้ว คือ 2 คน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องระบุจำนวน)



รูปที่ 5.17 หน้าจอทีมปูผ้า

5.6.6. ทีมตัดผ้า

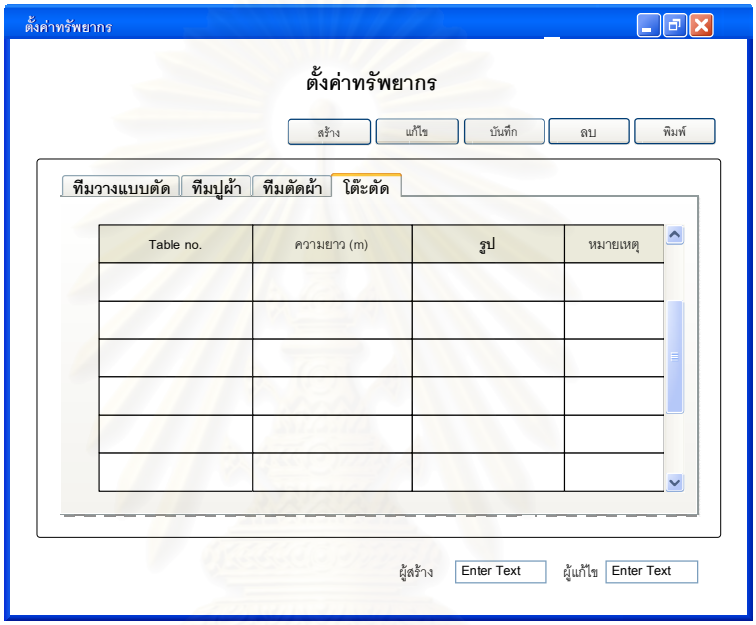
หน้าจอทีมตัดผ้า เป็นการแสดง หรือ สร้าง หรือ ลบทีมงานที่จะมาทำการตัดผ้าโดยรายละเอียดของทีมวางแบบตัด ได้แก่ ชื่อทีม ชื่อหัวหน้าทีม จำนวนคนในทีม และหมายเหตุ



รูปที่ 5.18 หน้าจอทีมตัดผ้า

5.6.7. โต๊ะตัด

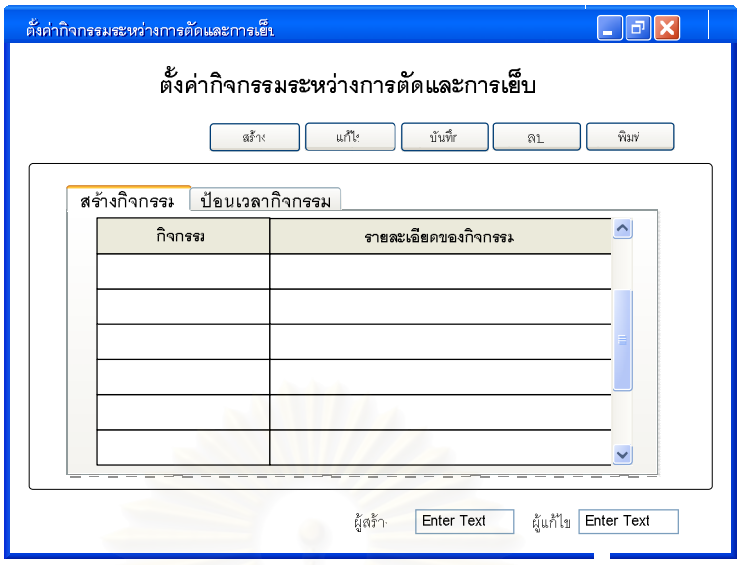
หน้าจอการสร้างโต๊ะตัด เป็นการแสดง สร้าง หรือลบหมายเลขโต๊ะตัดที่มีอยู่ เพื่อสามารถระบุตำแหน่งที่จะทำงานได้ โดยรายละเอียดของสร้างตัด ได้แก่ Table No. ความยาวของโต๊ะ รูปประกอบ และหมายเหตุ



รูปที่ 5.19 หน้าจอสร้างโต๊ะตัด

5.6.8. ตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ

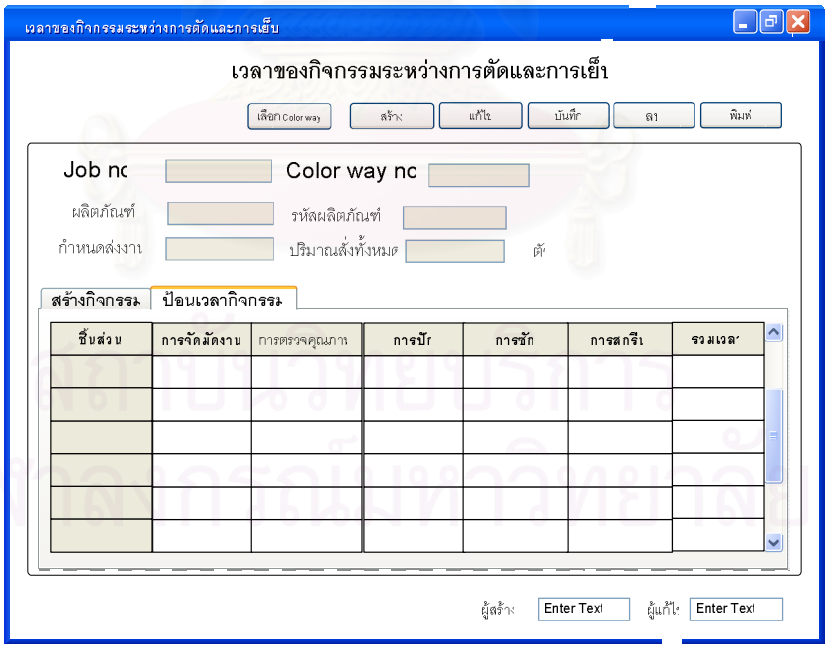
หน้าจอการตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บสร้างกิจกรรมและระบุรายละเอียดที่แสดงถึงวัตถุประสงค์ของกิจกรรมดังกล่าว



รูปที่ 5.20 หน้าจอตั้งค่ากิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บ

5.6.9. ป้อนเวลากิจกรรม

หน้าจอป้อนเวลากิจกรรมเป็นการระบุระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมระหว่างการตัดและการเย็บของแต่ละชิ้นส่วน โดยการเลือกชิ้นส่วนที่ต้องการและระบุระยะเวลาลงในแต่ละกิจกรรม

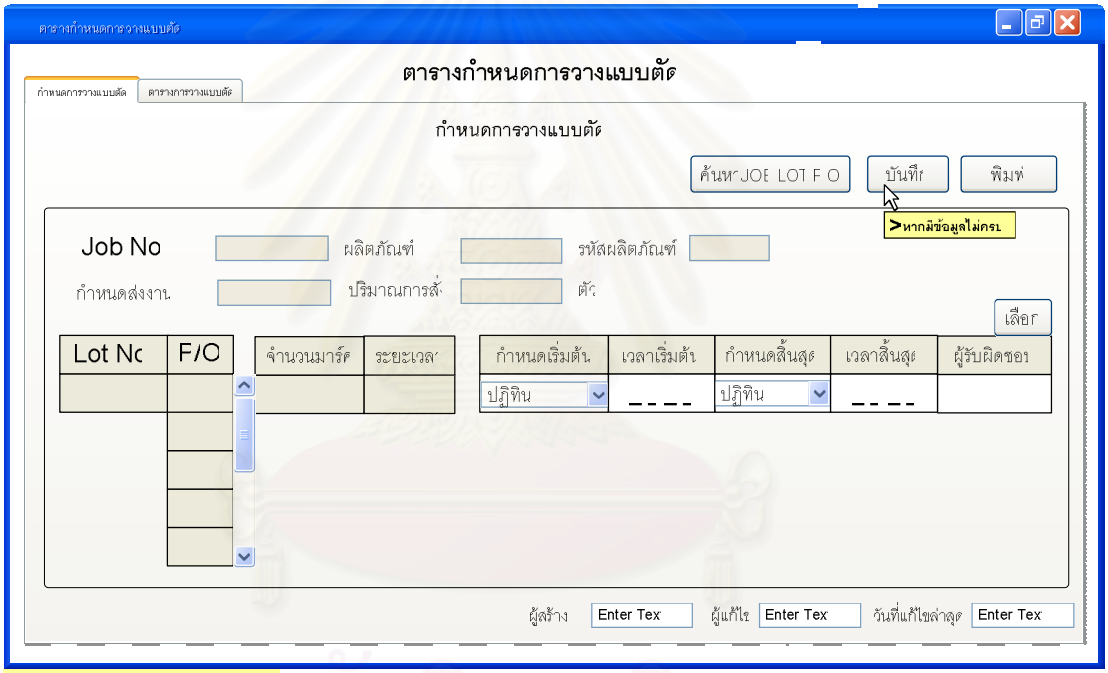


รูปที่ 5.21 หน้าจอป้อนเวลากิจกรรม

5.7. การออกแบบหน้าจอการทำงานส่วนปฏิบัติการ (Operation)

5.7.1. กำหนดการวางแบบตัด

หน้าจอกำหนดการวางแบบตัด เป็นหน้าจอที่ใช้ในการวางแผนการวางแบบตัด โดยเลือกงานจากการค้นหา JOB, LOT, P/O เมื่อเลือกงานแล้ว ข้อมูลพื้นฐานของงานดังกล่าวก็จะมาแสดงในบนหน้าจอ โดยรายละเอียดที่แสดง ได้แก่ Job no. ชนิดผลิตภัณฑ์ รหัสผลิตภัณฑ์ กำหนดส่งงานลูกค้า ปริมาณการสั่ง Lot no. P/O และจำนวนมาร์คเกอร์ จากนั้นจึงทำการระบุกำหนดการต่างๆ ซึ่งได้แก่ กำหนดวันที่และเวลาทั้งเริ่มต้นและสิ้น รวมทั้งชื่อผู้รับผิดชอบสำหรับงานนั้นๆ



รูปที่ 5.22 หน้าจอกำหนดการวางแบบตัด

5.7.2. ค้นหาJOB

หน้าจอค้นหา Job เป็นหน้าจอที่ใช้ในการค้นหางานโดยการเลือก Job no. เพื่อเข้าไปเลือกค้นหา Lot หรือ P/O ใน Job นั้นๆ

รูปที่ 5.23 หน้าจอค้นหาJOB

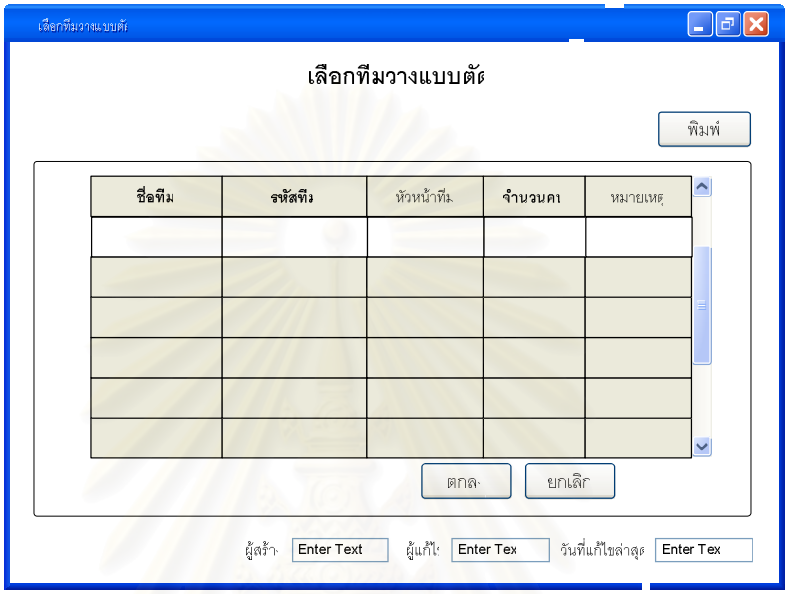
5.7.3. ค้นหาLOT และค้นหาP/O

เมื่อได้เลือกประเภทการค้นหาจากหน้าจอ ค้นหา JOB แล้วจะเข้ามาเลือกในหน้าจอที่ได้แสดง ได้แก่ หน้าจอค้นหา LOT และ หน้าจอค้นหา P/O

รูปที่ 5.24 หน้าจอค้นหาLOT และหน้าจอ ค้นหาP/O

5.7.4. เลือกทีมวางแบบตัด

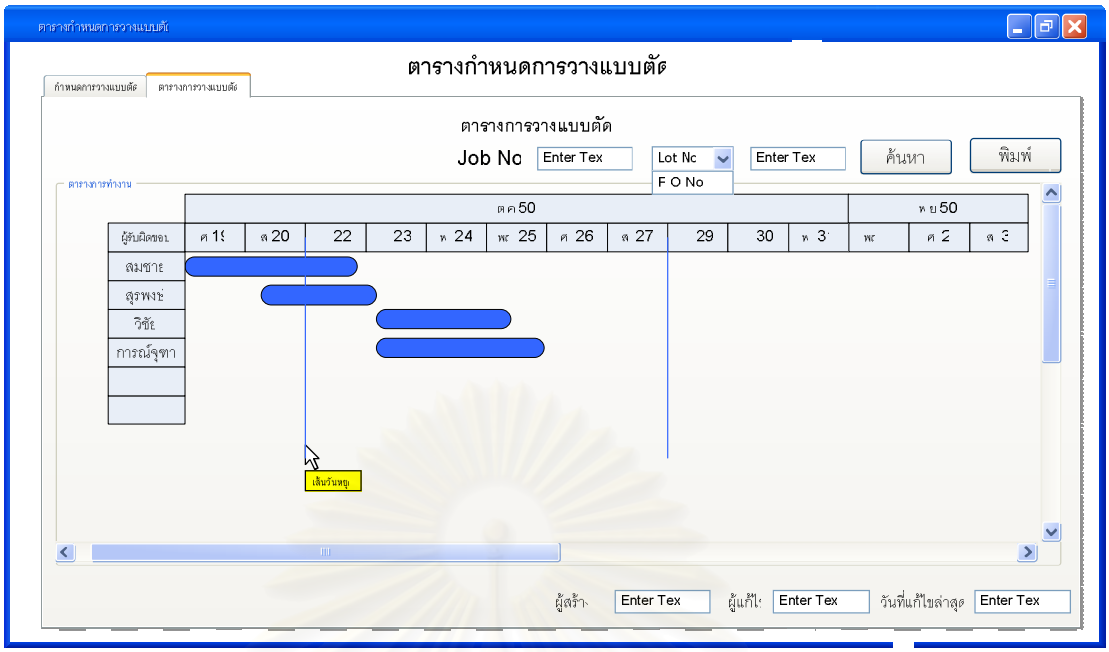
หน้าจอเลือกทีมวางแบบตัด เป็นหน้าจอที่แสดงรายชื่อของทีมวางแบบตัดได้สร้างขึ้น และรายละเอียดของแต่ละทีม เพื่อเป็นข้อมูลในผู้ใช้งานได้เลือกไปใช้ได้



รูปที่ 5.25 หน้าจอเลือกทีมวางแบบตัด

5.7.5. ตารางการวางแบบตัด

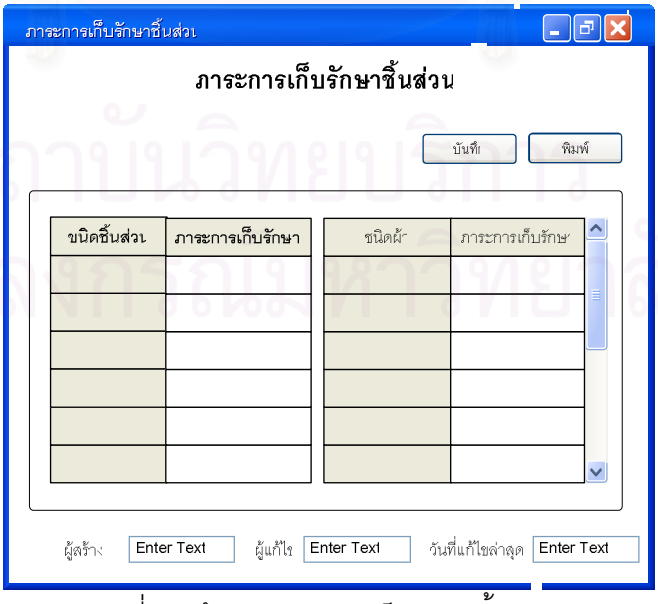
หน้าจอตารางการวางแบบตัด เป็นหน้าจอแสดงผลของการกำหนดรายละเอียดของงานต่างๆ ว่าควรมีเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานเมื่อใด รวมถึงผู้รับผิดชอบ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เห็นถึงแผนการทำงานที่ได้รับมอบหมายได้ โดยหน้าจอนี้ยังสามารถที่จะทำการค้นหาจาก Lot no. หรือ P/O no. ของงานที่ผู้ใช้งานต้องการที่จะทราบรายละเอียดของกำหนดการได้อีกด้วย



รูปที่ 5.26 หน้าจอตารางการวางแบบตัด

5.7.6. ภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน

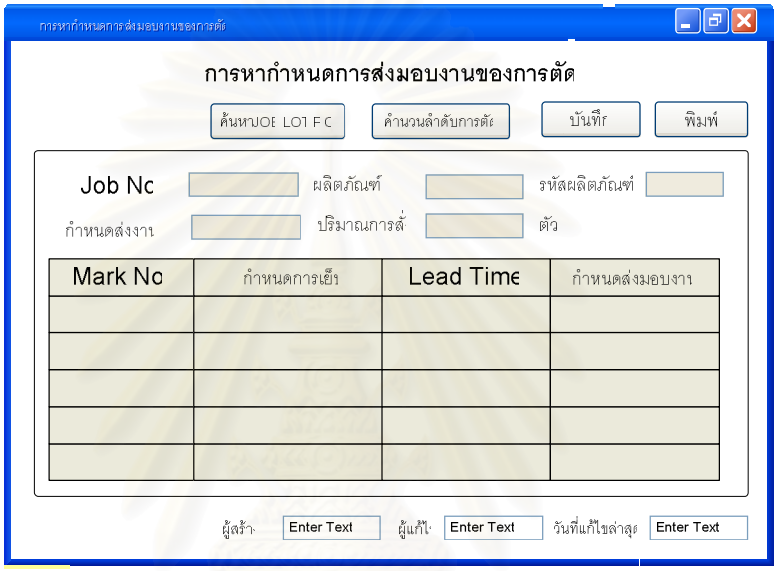
หน้าจอภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน เป็นหน้าจอที่แสดงชนิดชิ้นส่วนและชนิดผ้าต่างๆ ที่มีในงาน เพื่อให้ผู้จัดสามารถที่จะระบุค่าภาระการเก็บรักษาแต่ละชนิดชิ้นส่วนและชนิดผ้า เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะไปทำคำนวณหากำหนดส่งมอบงานของการตัด ต่อไป



รูปที่ 6 หน้าจอภาระการเก็บรักษาชิ้นส่วน

5.7.7. การหากำหนดการตัดส่งมอบงานของการตัด

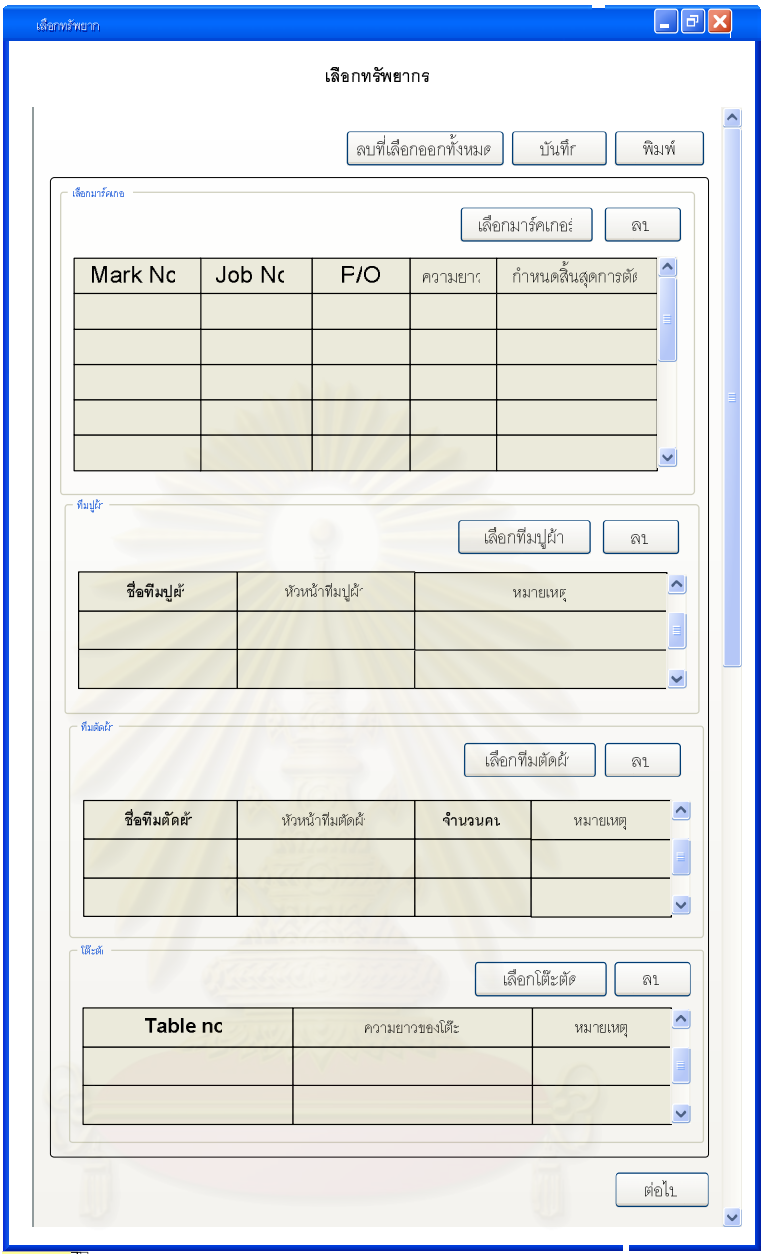
หน้าจอการหาลำดับการตัดของมาร์คเกอร์ เป็นหน้าจอแสดงข้อมูลต่างๆของงาน เมื่อเลือกจากที่ต้องการมาแล้ว จากนั้นจึงทำการคำนวณลำดับการตัด จะทำให้ได้กำหนดส่งมอบงานของการตัดของแต่ละมาร์คเกอร์ออกมาในตารางด้านขวาสุด ซึ่งการคำนวณต่างๆ จะอยู่ภายใต้หน้าจอ โดยไม่มีการแสดงรายละเอียดการคำนวณดังกล่าวแต่อย่างใด



รูปที่ 5.27 หน้าจอการหาลำดับการตัดของมาร์คเกอร์

5.7.8. เลือกทรัพยากรที่ใช้

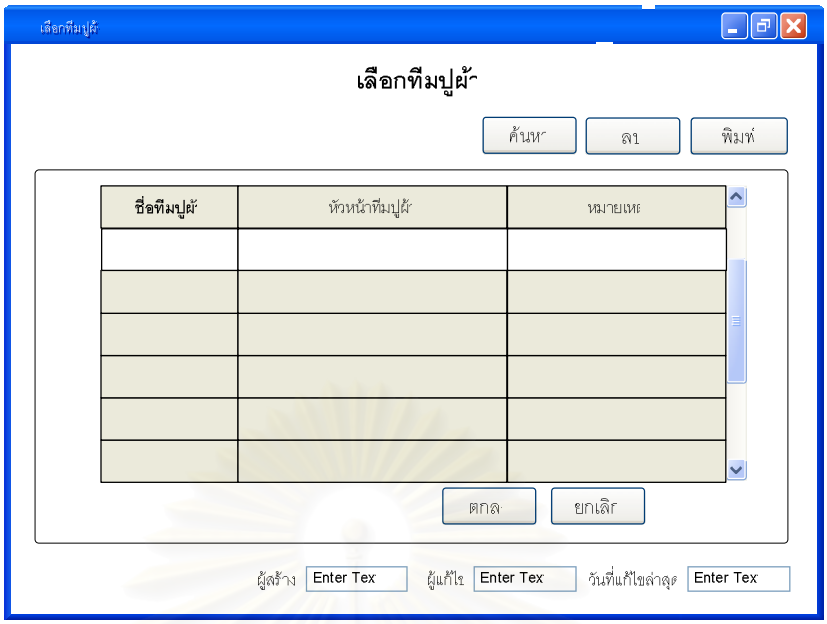
หน้าจอเลือกทรัพยากรที่ใช้ เป็นหน้าจอที่ใช้ทำงานแสดงรายละเอียดต่างๆ ก่อนการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้ รายละเอียดมาร์คเกอร์ รายละเอียดทีมปูผ้า รายละเอียดทีมตัดผ้า และTable no. โดยการเลือกรายละเอียดในแต่ละหัวข้อเมื่อต้องการเลือกหรือเปลี่ยนแปลงในหัวข้อในก็จะทำการเปิดหน้าจอของหัวข้อนั้นๆ เพื่อทำการเลือกข้อมูลดังกล่าวออกมาแสดงยังหน้าจอรวมนี้



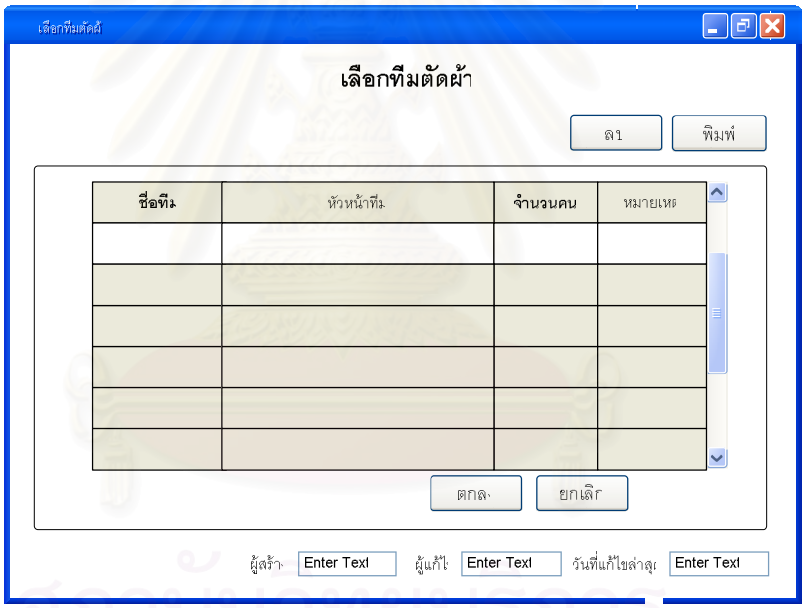
รูปที่ 5.28 หน้าจอเลือกทรัพยากรที่ใช้

5.7.9. เลือกทีมปูผ้า เลือกทีมตัดผ้า และเลือกโต๊ะตัด

หน้าจอเลือกทีมปูผ้า หน้าจอเลือกทีมตัดผ้า และหน้าจอเลือกโต๊ะตัด เป็นหน้าจอที่มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน คือ เป็นหน้าจอการทำงานที่ใช้แสดงข้อมูลต่างๆ ที่มีอยู่จากการตั้งค่าก่อนการทำงาน ให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะพิจารณาจะเลือกข้อมูลที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานได้

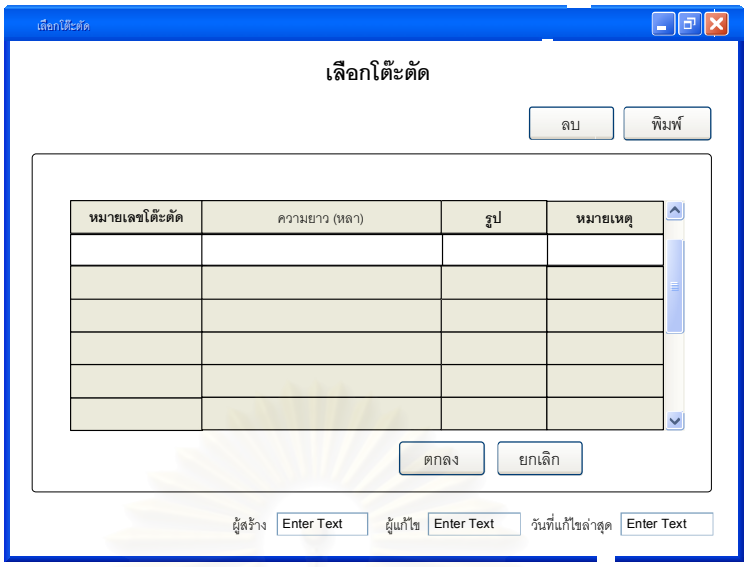


รูปที่ 5.29 หน้าจอเลือกทีมปูผ้า



รูปที่ 5.30 หน้าจอเลือกทีมตัดผ้า

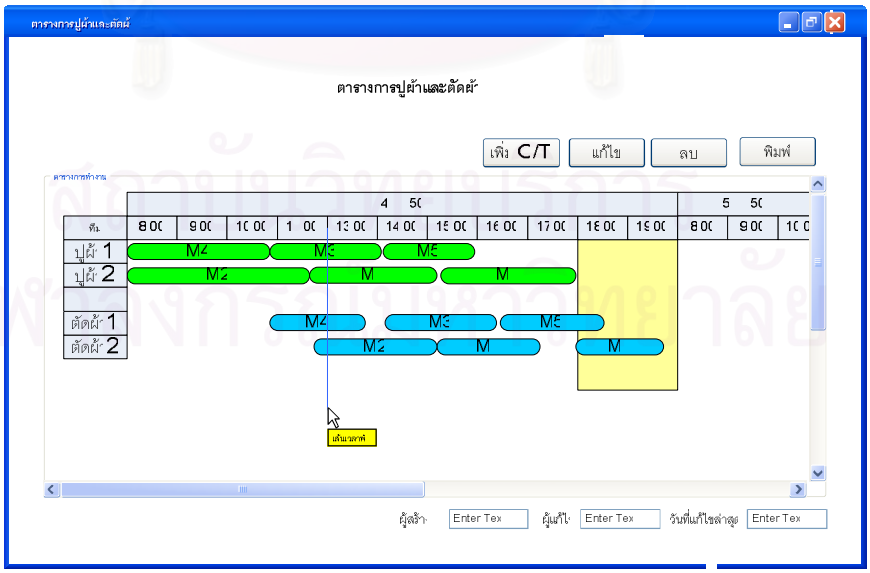
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.31 หน้าจอเลือกโต๊ะตัด

5.7.10. ตารางการปูผ้าและตัดผ้า

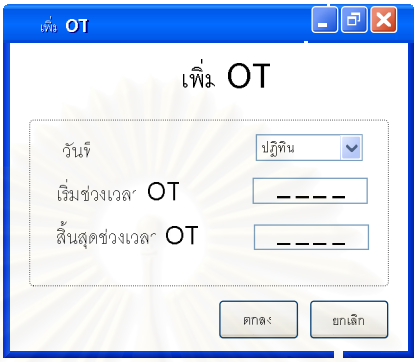
หน้าจอตารางการปูผ้าและการตัดผ้า เป็นหน้าจอแสดงผลของการกำหนดรายละเอียดของงานทั้งการปูผ้าและการตัดผ้า ว่าควรมีเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานเมื่อใด รวมถึงผู้รับผิดชอบ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เห็นถึงแผนการทำงานที่ได้รับมอบหมายได้ โดยแสดงในรูปแบบของแผนภูมิแกนท์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถที่จะทราบถึงตารางการทำงานต่างๆ ได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 5.32 หน้าจอตารางการปูผ้าและตัดผ้า

5.7.11. เพิ่มOT

หน้าจอเพิ่ม OT เป็นหน้าจอที่ใช้ระบุช่วงเวลาที่ต้องการเพิ่มOT ในวันที่ต้องการ โดยการระบุวันที่ที่ต้องการเพิ่ม OT และระบุเวลาเริ่มและสิ้นสุดของช่วงเวลาดังกล่าว

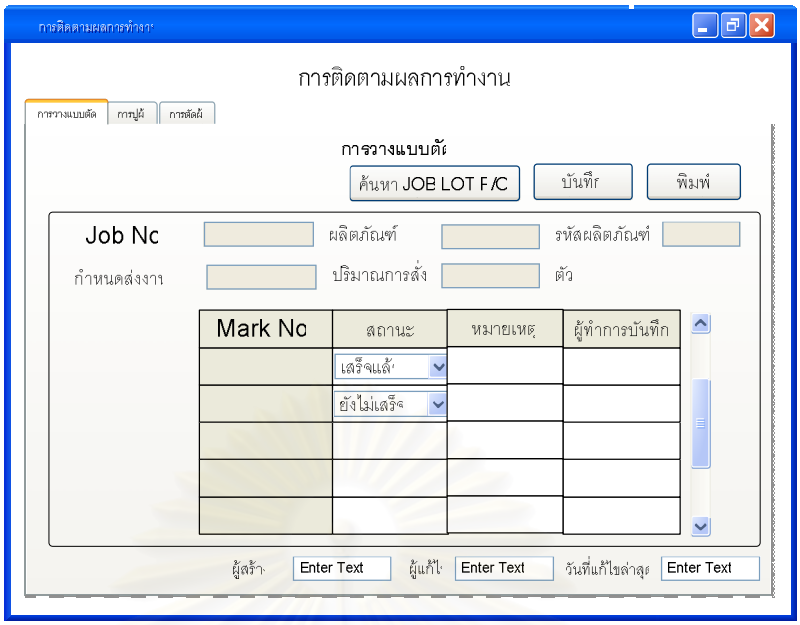


รูปที่ 5.33 หน้าจอเพิ่มOT

5.7.12. การติดตามผลการวางแบบตัด

หน้าจอการติดตามผลการวางแบบตัด เป็นหน้าจอที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสถานะการทำงานของแต่ละมาร์คเกอร์ว่าการวางแบบตัดเสร็จสิ้นแล้วหรือยัง โดยเมื่อผู้ใช้งานได้ข้อมูลสถานะการวางแบบตัดมาจากส่วนงานวางแบบตัดก็จะทำการหา Job no. ของงานและเลือก Mark no. ที่ต้องการบันทึกสถานะการทำงาน เมื่อทำการบันทึกแล้วสถานะการทำงานของจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งผู้ใช้งานก็จะสามารถเข้าไปดูความคืบหน้าของการวางแบบตัดได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

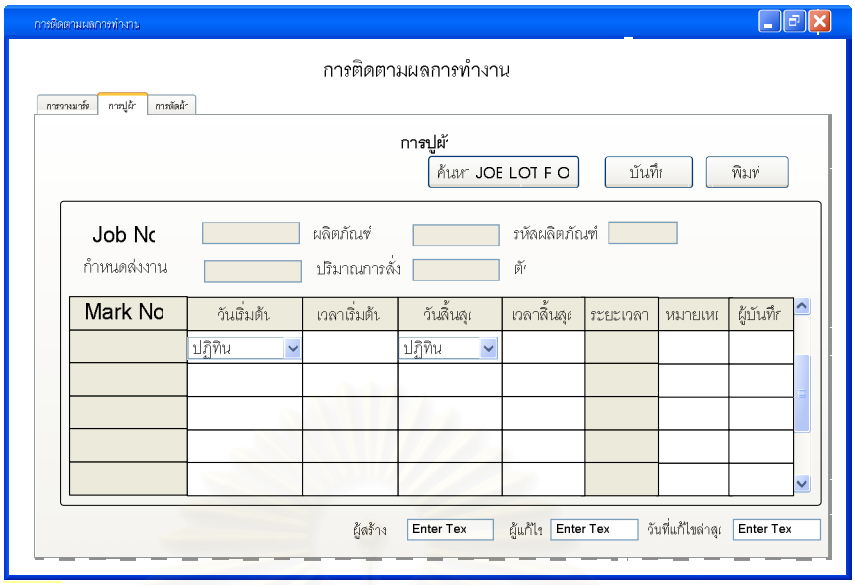


รูปที่ 5.34 หน้าจอการติดตามผลการวางแบบตัด

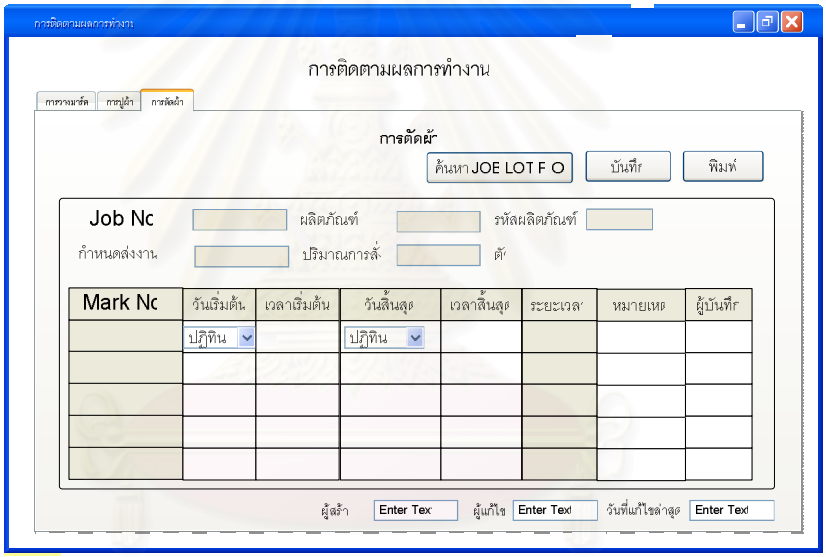
5.7.13. การติดตามผลการปูผ้าและการติดตามผลการตัดผ้า

หน้าจอการติดตามผลการปูผ้าและการติดตามผลการตัดผ้า เป็นหน้าจอที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสถานะการทำงานของแต่ละมาร์คเกอร์ ซึ่งรายละเอียดของข้อมูล ได้แก่ วันเวลาเริ่มต้นของการตัดผ้าและปูผ้าในแต่ละมาร์คเกอร์ หมายเหตุ แล้วจะหน้าจอจะแสดงคำนวณกำหนดการดังกล่าว เพื่อแสดงระยะเวลาที่ใช้ในช่อง “ระยะเวลา” โดยเมื่อผู้ใช้งานได้ข้อมูลสถานะการปูผ้าและตัดผ้ามาจากส่วนงานทั้งสองก็จะทำการหา Job no. ของงานและเลือก Mark no. ที่ต้องการบันทึกสถานะการทำงาน เมื่อทำการบันทึกแล้วสถานะการทำงานของจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งผู้ใช้งานก็จะสามารถเข้าไปดูความคืบหน้าของการทำงานดังกล่าวได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.35 หน้าจอการติดตามผลการปูผ้า



รูปที่ 5.36 หน้าจอการติดตามผลการตัดผ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาขั้นตอนการวางแผนการตัดผ้าและการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความซับซ้อน เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามามีผลต่อการตัดสินใจในการทำงาน เช่น จำนวนคำสั่งผลิต จำนวนชนิดชิ้นส่วน จำนวนกำหนดการส่งมอบงาน จำนวนมาร์คเกอร์ในการตัด จำนวนทรัพยากรที่ใช้ในการตัดผ้า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยประกอบด้วย

1) การออกแบบระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้า

เป็นการนำเอาเครื่องมือทางด้านการวิจัยดำเนินงาน (Operations Research) ประเภทการโปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Programming) เข้ามาแปลงเป้าหมายและเงื่อนไขต่างๆ ของปัญหาที่มีความซับซ้อนให้อยู่ในรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Medel) เพื่อสามารถคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุด (Optimization) ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคาดคะเนด้วยตัวบุคคลเพียงอย่างเดียว เพิ่มความแน่นอนและความน่าเชื่อถือของการวางแผนให้มากขึ้น อีกทั้งยังทำให้สามารถนำเสนอการวางแผนเพื่อถ่ายทอดให้กับผู้อื่นได้ง่ายขึ้น

2) การออกแบบระบบการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า

เป็นการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่ใช้ในการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า โดยการวิเคราะห์ธรรมชาติของการปูผ้าและตัดผ้า ใช้กฎและทฤษฎีพื้นฐานในการจัดตาราง (Scheduling) เข้ามาประยุกต์ใช้ อีกทั้งยังคำนวณหาตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ได้แก่ ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time) เวลาปิดงาน (Make Span, min) เวลาสาย (Tardiness, min) และจำนวนงานสาย (Amount of Tardiness Job) เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งาน ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญ และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการคาดคะแนด้วยตัวบุคคลเพียงอย่างเดียว

3) การออกแบบระบบการติดตามผลการทำงาน

เป็นการออกแบบรูปแบบและวิธีการเก็บข้อมูลสถานะการทำงานของการวางแบบตัด การปูผ้า และการตัดผ้า เพื่อรวบรวมและจัดเก็บข้อมูล โดยได้ออกแบบแบบฟอร์มและรายงานที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล รวมทั้งได้ออกแบบหน้าจอการทำงานที่ใช้ในการป้อนข้อมูลดังกล่าว เพื่อบันทึก

ลงฐานข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์และสามารถนำกลับมาแสดงผลได้ง่ายและสะดวก ซึ่งทำให้ทราบถึงสถานะการทำงานปัจจุบันที่ช่วยในการตัดสินใจให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และลดการสูญเสียเวลาที่ต้องเข้าไปทำการตรวจสอบสถานะการทำงานในสายการผลิต

6.2. ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย

1) ปัญหาของผู้ทำวิจัย

ในการออกแบบระบบวางแผนและควบคุมการปูผ้าและตัดผ้านั้น จะต้องเข้าใจและทราบถึงขั้นตอนการทำงานทั้งในส่วนการวางแผนและส่วนปฏิบัติการของการปูผ้าและตัดผ้า รวมถึงเหตุผลในการตัดสินใจและปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องในการทำงานเพื่อที่จะสามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทำให้ผู้วิจัยต้องใช้เวลาในการศึกษาข้อมูลดังกล่าว ทั้งจากการค้นคว้าหาข้อมูล สัมภาษณ์คนงาน และสังเกตการณ์จากโรงงานตัวอย่าง โดยไม่ได้ลงมือฝึกปฏิบัติในขั้นตอนต่างๆ จึงเป็นอุปสรรคในการออกแบบการทำวิจัย

2) ปัญหาในการออกแบบหน้าจอการทำงาน

ในการออกแบบหน้าจอการทำงาน ให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องคำนึงถึงธรรมชาติการทำงานของผู้ใช้งาน ความถูกต้องและครบถ้วนของรายละเอียดบนหน้าจอ ซึ่งทำให้ต้องศึกษาความรู้พื้นฐานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง และบ่อยครั้งที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนและแก้ไขหน้าจอที่ได้ออกแบบ เพื่อให้ถูกต้องและตรงกับความต้องการในการใช้งานให้มากที่สุด ทำให้ต้องใช้เวลามากในการศึกษาและแก้ไข

3) ปัญหาในการทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบการหากำหนดการส่งมอบงานของการตัดผ้าและระบบการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้า โปรแกรมที่นำมาใช้ช่วยในการทดสอบ ได้แก่ Microsoft Excel และ Lingo ซึ่งต้องศึกษาและเริ่มรู้การใช้งานโปรแกรมดังกล่าวอย่างเพียงพอสำหรับการทดสอบระบบ ทำให้ต้องใช้เวลามากในการศึกษาการใช้โปรแกรมโดยเฉพาะในส่วนที่มีความซับซ้อน

6.3. การประเมินผลระบบ

การประเมินผลระบบได้ทำการนำระบบที่ได้ออกแบบมาทำการทดสอบใช้งาน เพื่อให้เห็นผลลัพธ์ของการใช้งานระบบว่ามีรูปแบบเป็นอย่างไร สามารถใช้งานได้จริงหรือไม่

6.3.1. ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้

ระบบการทำงานที่ได้ออกแบบไว้สามารถให้ผลลัพธ์ได้ตรงตามที่ได้วิเคราะห์ และเป็นประโยชน์ในการช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งาน มีการเชื่อมโยงข้อมูลในส่วนต่างๆได้ดี มีการป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน หรือ การใช้งานระบบได้ดี ส่งผลให้แต่ละส่วนงานมีจุดประสงค์ในการใช้งานที่ชัดเจนและถูกต้อง เมื่อผู้ใช้งานเข้ามาใช้ก็สามารถเริ่มต้นใช้งานได้ง่ายและมีความผิดพลาดน้อย

6.3.2. ประโยชน์จากการใช้งานระบบ

จากการทดสอบระบบในหัวข้อที่ 4.3 ทำให้ทราบว่าระบบการหากำหนดส่งมอบงานของการตัดและระบบการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้ามีความถูกต้องและครบถ้วนตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งข้อมูลนำเข้า (Input Data) และผลลัพธ์ที่ได้ (Out Data) ทำให้สามารถนำระบบที่ได้ทดสอบดังกล่าวไปใช้งาน เพื่อช่วยสนันสนุนการทำงาน ซึ่งเป็นประโยชน์กับผู้ใช้งาน ดังนี้

1) ช่วยลดการพึ่งพาประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญที่อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นหากผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถทำงานได้
2) ช่วยทำให้การวางแผนมีผลลัพธ์ที่ชัดเจนและมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ง่ายและสะดวกต่อการถ่ายทอด และทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการวางแผนที่จะนำไปใช้งาน
3) ช่วยทำให้ทราบสถานะการทำงานปัจจุบัน ลดการสูญเสียเวลาที่ต้องเข้าไปทำการตรวจสอบสถานะการทำงาน และช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้

6.3.3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย

1) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากระบบการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าที่ได้ออกแบบ อาจยังไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นจึงยังสามารถที่จะนำเอาระบบการจัดตารางดังกล่าวไปพัฒนาจนให้ได้วิธีการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าที่เป็นคำตอบที่ดีขึ้นได้อีก
2) อาจเพิ่มปัจจัยหรือขอบเขตอื่นๆ ที่มีผลต่อการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า เช่น ปัจจัยพื้นที่การตัดผ้า เพื่อให้ได้คำตอบที่ตรงกับการนำไปใช้งานจริงมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) สามารถนำงานที่ได้ออกแบบไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมที่มีรูปแบบหรือขั้นตอนการทำงานที่ใกล้เคียงกัน เช่น อุตสาหกรรมเครื่องหนัง เป็นต้น
4) สามารถปรับปรุงและพัฒนาแบบฟอร์ม รายงาน และรูปแบบหน้าจอการทำงานให้ง่ายและใช้งานได้อย่างสะดวกมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมล พรหมหล้าวรรณ. อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2534.

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และ พนิดา พานิชกุล. คัมภีร์การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 2546.

ฑิตยรัตน์ มงคลรังสฤฎ์. การพัฒนาวิธีการจัดตารางการทำงานของพยาบาลในสถาวะความต้องการกำลังคนผันแปร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ไตรภูมิ บั่นกิติ. ฮิวริสติกสำหรับการหาเส้นทางการรับและส่งสินค้าให้ส่งทันภายในระยะเวลารับประกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

นราศรี ไววนิชกุล. การวิจัยขั้นดำเนินงาน 1. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ปารเมศ ชุติมา. การประยุกต์เทคนิคการจัดตารางในอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ปารเมศ ชุติมา. เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ริชาร์ด บรอนสัน และ โกวินดาซามิ นาดิมูทู. ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์การวิจัยการดำเนินงาน. แปลโดย วิชาญ คงเกียรติไพบูลย์. กรุงเทพมหานคร : แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชั่นเนล เอ็นเตอร์ไพรส์, 2536.

วรพรรณ นีรนาถภูวดล. การออกแบบระบบการติดตามแผนการผลิต ในกระบวนการเย็บ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. การวิจัยดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2527.

สุนิสา กุลพนาภินันท์. การวางแผนการผลิตและการดำเนินงานเพื่อลดต้นทุนค่าไฟฟ้ากรณีศึกษาโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์บำรุงผม วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ศศิกาญจน์ พุทธลา และ กาญจนา เศรษฐนันท์. การจัดตารางการผลิตบนเครื่องจักรเดี่ยวในกรณีที่ระยะเวลาของการเตรียมงานไม่เป็นอิสระต่อกันเพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด. การประชุมวิชาการเทคโนโลยี และนวัตกรรมสำหรับการพัฒนาอย่างยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

ภาษาอังกฤษ

A.S. Narag. Linear Programming and Desion Marking. New Delhi: Sultan Chand & Sons and R.K Printers

B. S. Goel and S. K. Mittal. Operation Research. 4th ed. India: K. K. Mittal for pragati prakashan, 1979-80.

Frank S. Budnick, Dennis McLeavey and Richard Mojena. Principles of Operations Research for Management. 2nd ed. United States of America: R. R. Donnelley & Sons Company, 1988.

Herbert moskowitz and Gordon P. Wright. Operation Research Techniques for Management. United States of America: Prentice-Hall, Inc., 1979-80.

Nicolai Siemens, C.H. Marting and Frank Greenwood. Operation Research: Planning,Operating and Information Systems. United States of America: The Free Press A Division of Macmillan Publishing Co.,Inc, 1973.

Saroj Aungsumalin. Demand for credit of rural households in Thailand. Thailand Research Fund (2000): 1-8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการทดสอบระบบการหากำหนดส่งมอบของการตัดผ้า

ตัวอย่างที่ 1 มีรายละเอียดของงาน ดังต่อไปนี้

ตาราง ก-1.ปริมาณการผลิตโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1

Size / Color Way	S	M	L	XL	รวม
1	66	287	665	712	1730
2	45	288	836	724	1893
3	50	286	734	714	1784
4	55	235	836	785	1911
รวม	216	1096	3071	2935	7318

ตาราง ก-2. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1

ชนิดชิ้นส่วน / Color Way	A	B	C	D
1	น้ำเงิน	น้ำเงิน	น้ำเงิน	น้ำเงิน
2	เทา	เทา	เทา	เทา
3	ชมพู	ชมพู	ชมพู	ชมพู
4	เหลือง	เหลือง	เหลือง	เหลือง

ตาราง ก-3. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1

ชิ้นส่วน	A	B	C	D
ค่าเก็บรักษา(หน่วย/ชิ้น)	1	2	2	3

ตาราง ก-4. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1

Size	S															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	66	66	66	66												

2					45	45	45	45								
3									50	50	50	50				
4													55	55	55	55
5																
รวม	66	66	66	66	45	45	45	45	50	50	50	50	55	55	55	55

Size	M															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	287	287	287	287												
2					288	288	288	288								
3									286	286	286	286				
4													235	235	235	235
5																
รวม	287	287	287	287	288	288	288	288	286	286	286	286	235	235	235	235

Size	L															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	665	665	665	665												
2					836	836	836	836								
3									541	541	541	541				
4									193	193	193	193	303	303	303	303
5													533	533	533	533
รวม	665	665	665	665	836	836	836	836	734	734	734	734	836	836	836	836

Size	XL															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1	482	482	482	482												
2	230	230	230	230	101	101	101	101								
3					623	623	623	623								
4									714	714	714	714				
5													785	785	785	785
รวม	712	712	712	712	724	724	724	724	714	714	714	714	785	785	785	785

ตาราง ก-5. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1

Size	S															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	66	66	66	66	48	48	48	48	54	54	54	54	60	60	60	60
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
รวม	66	66	66	66	48	48	48	48	54	54	54	54	60	60	60	60

Size	M															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1																
2	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	240	240	240	240
3																
4																
5																
6																
7																
8																
รวม	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	240	240	240	240

Size	L															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1																

2																
3	360	360	360	360	840	840	840	840								
4	306	306	306	306									840	840	840	840
5									738	738	738	738				
6																
7																
8																
รวม	666	666	666	666	840	840	840	840	738	738	738	738	840	840	840	840

Size	XL															
สี	น้ำเงิน				เทา				ชมพู				เหลือง			
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1																
2																
3																
4																
5																
6	414	414	414	414									786	786	786	786
7	300	300	300	300	726	726	726	726								
8									714	714	714	714				
รวม	714	714	714	714	726	726	726	726	714	714	714	714	786	786	786	786

ตัวแปร (Variable) และพารามิเตอร์ (Parameter)

t = ดัชนีของกำหนดส่ง; $(t = 1,2,3,\ldots,i)$

m = ดัชนีของมาร์คเกอร์; $(m = 1,2,3,\ldots, j)$

p = ดัชนีของชนิดชิ้นส่วน; $(p = 1,2,3,\ldots,k)$

x_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ตัดออกมาในกำหนดส่ง t

d_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องการในกำหนดส่ง t

s_t^p = จำนวนชิ้นส่วน p ที่ต้องเก็บรักษาในกำหนดส่ง t

h^p = ภาระการเก็บรักษาของชิ้นส่วน p

c_p^m = จำนวนชิ้นส่วน p ที่มีในมาร์คเกอร์ m

Z = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาชิ้นส่วน

y_t^m = 1; กำหนดสิ้นสุดการตัดของมาร์คเกอร์ m คือ กำหนดส่ง t

= 0; กรณีอื่นๆ

รูปแบบสมการ

Objective Function: $$MinZ = \sum_{p}\sum_{t}(h^{p} \cdot s_{t}^{p}) \quad (1)$$

Constraint 1: $$s_{t-1}^{p} + x_{t}^{p} = d_{t}^{p} + s_{t}^{p} \quad ;\forall p,t \quad (2)$$

Constraint 2: $$x_{t}^{p} = \sum_{m}(c_{p}^{m} \cdot y_{t}^{m}) \quad ;\forall p,t \quad (3)$$

Constraint 3: $$\sum_{t} y_{t}^{m} \le 1 \quad ;\forall m \quad (4)$$

$$h^{p}, s_{t}^{p}, x_{t}^{p}, d_{t}^{p}, c_{p}^{m}, y_{t}^{m} \ge 0 \quad ;\forall m, p, t \quad (5)$$

and $$y_{t}^{m} \text{ integer valued} \quad ;\forall m,t \quad (6)$$

สมการเป้าหมาย (Objective Function; h^{p}, s_{t}^{p})

$$\begin{aligned}
&h^{1} \cdot (s_{1}^{1} + s_{2}^{1} + s_{3}^{1} + \ldots + s_{5}^{1}) + \\
&h^{2} \cdot (s_{1}^{2} + s_{2}^{2} + s_{3}^{2} + \ldots + s_{5}^{2}) + \\
&h^{3} \cdot (s_{1}^{3} + s_{2}^{3} + s_{3}^{3} + \ldots + s_{5}^{3}) + \\
&\vdots \\
&h^{64} \cdot (s_{1}^{64} + s_{2}^{64} + s_{3}^{64} + \ldots + s_{5}^{64})
\end{aligned}$$

Subject to

สมการเงื่อนไขที่ 1 (Constrain 1, $s_{t}^{p}, x_{t}^{p}, d_{t}^{p}$)

$$\begin{aligned}
&x_{1}^{1} = d_{1}^{1} + s_{1}^{1} \\
&s_{1}^{1} + x_{2}^{1} = d_{2}^{1} + s_{2}^{1} \\
&s_{2}^{1} + x_{3}^{1} = d_{3}^{1} + s_{3}^{1} \\
&s_{3}^{1} + x_{4}^{1} = d_{4}^{1} + s_{4}^{1} \\
&s_{4}^{1} + x_{5}^{1} = d_{5}^{1} + s_{5}^{1} \\
&x_{1}^{2} = d_{1}^{2} + s_{1}^{2} \\
&s_{1}^{2} + x_{2}^{2} = d_{2}^{2} + s_{2}^{2} \\
&s_{2}^{2} + x_{3}^{2} = d_{3}^{2} + s_{3}^{2} \\
&s_{3}^{2} + x_{4}^{2} = d_{4}^{2} + s_{4}^{2} \\
&s_{4}^{2} + x_{5}^{2} = d_{5}^{2} + s_{5}^{2} \\
&\vdots \\
&x_{1}^{64} = d_{1}^{64} + s_{1}^{64} \\
&s_{1}^{64} + x_{2}^{64} = d_{2}^{64} + s_{2}^{64} \\
&s_{2}^{64} + x_{3}^{64} = d_{3}^{64} + s_{3}^{64} \\
&s_{3}^{64} + x_{4}^{64} = d_{4}^{64} + s_{4}^{64} \\
&s_{4}^{64} + x_{5}^{64} = d_{5}^{64} + s_{5}^{64}
\end{aligned}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการเงื่อนไขที่ 2 (Constrain 2, x_t^p, c_p^m, y_t^m)

$$
\begin{aligned}
x_1^1 &= c_1^1 \cdot y_1^1 + c_1^2 \cdot y_1^2 + c_1^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_1^8 \cdot y_1^8 \\
x_2^1 &= c_1^1 \cdot y_2^1 + c_1^2 \cdot y_2^2 + c_1^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_1^8 \cdot y_2^8 \\
x_3^1 &= c_1^1 \cdot y_3^1 + c_1^2 \cdot y_3^2 + c_1^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_1^8 \cdot y_3^8 \\
x_4^1 &= c_1^1 \cdot y_4^1 + c_1^2 \cdot y_4^2 + c_1^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_1^8 \cdot y_4^8 \\
x_5^1 &= c_1^1 \cdot y_5^1 + c_1^2 \cdot y_5^2 + c_1^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_1^8 \cdot y_5^8 \\
x_1^2 &= c_2^1 \cdot y_1^1 + c_2^2 \cdot y_1^2 + c_2^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_2^8 \cdot y_1^8 \\
x_2^2 &= c_2^1 \cdot y_2^1 + c_2^2 \cdot y_2^2 + c_2^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_2^8 \cdot y_2^8 \\
x_3^2 &= c_2^1 \cdot y_3^1 + c_2^2 \cdot y_3^2 + c_2^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_2^8 \cdot y_3^8 \\
x_4^2 &= c_2^1 \cdot y_4^1 + c_2^2 \cdot y_4^2 + c_2^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_2^8 \cdot y_4^8 \\
x_5^2 &= c_2^1 \cdot y_5^1 + c_2^2 \cdot y_5^2 + c_2^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_2^8 \cdot y_5^8 \\
&\vdots \\
x_1^{64} &= c_{64}^1 \cdot y_1^1 + c_{64}^2 \cdot y_1^2 + c_{64}^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_{64}^8 \cdot y_1^8 \\
x_2^{64} &= c_{64}^1 \cdot y_2^1 + c_{64}^2 \cdot y_2^2 + c_{64}^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_{64}^8 \cdot y_2^8 \\
x_3^{64} &= c_{64}^1 \cdot y_3^1 + c_{64}^2 \cdot y_3^2 + c_{64}^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_{64}^8 \cdot y_3^8 \\
x_4^{64} &= c_{64}^1 \cdot y_4^1 + c_{64}^2 \cdot y_4^2 + c_{64}^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_{64}^8 \cdot y_4^8 \\
x_5^{64} &= c_{64}^1 \cdot y_5^1 + c_{64}^2 \cdot y_5^2 + c_{64}^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_{64}^8 \cdot y_5^8
\end{aligned}
$$

สมการเงื่อนไขที่ 3 (Constrain 3; y_t^m)

$$
\begin{aligned}
y_1^1 + y_2^1 + y_3^1 + y_4^1 + y_5^1 &\le 1 \\
y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2 &\le 1 \\
y_1^3 + y_2^3 + y_3^3 + y_4^3 + y_5^3 &\le 1 \\
y_1^4 + y_2^4 + y_3^4 + y_4^4 + y_5^4 &\le 1 \\
y_1^5 + y_2^5 + y_3^5 + y_4^5 + y_5^5 &\le 1 \\
y_1^6 + y_2^6 + y_3^6 + y_4^6 + y_5^6 &\le 1 \\
y_1^7 + y_2^7 + y_3^7 + y_4^7 + y_5^7 &\le 1 \\
y_1^8 + y_2^8 + y_3^8 + y_4^8 + y_5^8 &\le 1
\end{aligned}
$$

ทำการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo ทำให้ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ค่าเก็บรักษารวมทั้งหมด (Objective value) = 86,752 หน่วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก-6. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1

m \ t	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0
5	0	0	1	0	0
6	1	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0

ตาราง ก-7. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 1

p \ t	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	48	3	3	3	3
6	48	3	3	3	3
7	48	3	3	3	3
8	48	3	3	3	3
9	54	54	4	4	4
10	54	54	4	4	4
11	54	54	4	4	4
12	54	54	4	4	4
13	60	60	60	5	5
14	60	60	60	5	5
15	60	60	60	5	5
16	60	60	60	5	5
17	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1

21	288	0	0	0	0
22	288	0	0	0	0
23	288	0	0	0	0
24	288	0	0	0	0
25	288	288	2	2	2
26	288	288	2	2	2
27	288	288	2	2	2
28	288	288	2	2	2
29	240	240	240	5	5
30	240	240	240	5	5
31	240	240	240	5	5
32	240	240	240	5	5
33	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1
37	840	4	4	4	4
38	840	4	4	4	4
39	840	4	4	4	4
40	840	4	4	4	4
41	0	0	197	4	4
42	0	0	197	4	4
43	0	0	197	4	4
44	0	0	197	4	4
45	840	840	840	537	4
46	840	840	840	537	4
47	840	840	840	537	4
48	840	840	840	537	4
49	232	2	2	2	2
50	232	2	2	2	2
51	232	2	2	2	2
52	232	2	2	2	2
53	726	625	2	2	2
54	726	625	2	2	2
55	726	625	2	2	2
56	726	625	2	2	2
57	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

61	786	786	786	786	1
62	786	786	786	786	1
63	786	786	786	786	1
64	786	786	786	786	1

ตัวอย่างที่ 2 มีรายละเอียดของงาน ดังต่อไปนี้

ตาราง ก-8. ปริมาณการผลิตโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2

Size / Color Way	S	M	L	XL	รวม
1	287	460	289	331	1367
2	340	536	306	423	1605
รวม	627	996	595	754	2972

ตาราง ก-9. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2

ชนิดชิ้นส่วน / Color Way	A	B	C	D
1	ชมพู	ฟ้า	ฟ้า	ขาว
2	ชมพู	ชมพู	ชมพู	ขาว

ตาราง ก-10. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2

ชิ้นส่วน	A	B	C	D
ค่าเก็บรักษา(หน่วย/ชิ้น)	1	2	2	3

ตาราง ก-11. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2

Size	S						M					
สี	ชมพู			ฟ้า		ขาว	ชมพู			ฟ้า		ขาว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	600	313	313	287	287	600						
2	27	27	27			27	573	113	113	460	460	573

3							423	423	423			423
4												
5												
รวม	627	340	340	287	287	627	996	536	536	460	460	996

Size	L						XL					
สี	ชมพู			ฟ้า		ขาว	ชมพู			ฟ้า		ขาว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C	B	C	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1												
2												
3	177			177	177	177						
4	418	306	306	112	112	418	182			182	182	182
5							572	423	423	149	149	572
รวม	595	306	306	289	289	595	754	423	423	331	331	754

ตาราง ก-12. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2

Size	S						M					
สี	ชมพู			ฟ้า		ขาว	ชมพู			ฟ้า		ขาว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C	A	B	A
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	280						440					
2	10						20					
3						630						
4												1005
5												
6												
7				240	240					400	400	
8				40	40					60	60	
9				10	10							
10	320						520					
11	20						20					
12		320	320					480	480			
13								40	40			
14		20	20					20	20			
รวม	630	340	340	290	290	630	1000	540	540	460	460	1005

Size	L						XL					
สี	ชมพู			ฟ้า		ขาว	ชมพู			ฟ้า		ขาว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	A	B	A	A	B	C	A	B	A
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	280						320					
2	10						20					
3												
4												
5						600						
6												765
7				240	240					320	320	
8				40	40					10	10	
9				10	10					10	10	
10	280						400					
11	30						30					
12		160	160					320	320			
13		120	120					80	80			
14		30	30					30	30			
รวม	600	310	310	290	290	600	770	430	430	340	340	765

สมการเป้าหมาย (Objective Function; h^p, s_t^p)

$$
\begin{aligned}
& h^1 \cdot (s_1^1 + s_2^1 + s_3^1 + \ldots + s_5^1) + \\
& h^2 \cdot (s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \ldots + s_5^2) + \\
& h^3 \cdot (s_1^3 + s_2^3 + s_3^3 + \ldots + s_5^3) + \\
& \vdots \\
& h^{24} \cdot (s_1^{24} + s_2^{24} + s_3^{24} + \ldots + s_5^{24})
\end{aligned}
$$

Subject to

สมการเงื่อนไขที่ 1 (Constrain 1, s_t^p, x_t^p, d_t^p)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$
\begin{aligned}
x_1^1 &= d_1^1 + s_1^1 \\
s_1^1 + x_2^1 &= d_2^1 + s_2^1 \\
s_2^1 + x_3^1 &= d_3^1 + s_3^1 \\
s_3^1 + x_4^1 &= d_4^1 + s_4^1 \\
s_4^1 + x_5^1 &= d_5^1 + s_5^1 \\
x_1^2 &= d_1^2 + s_1^2 \\
s_1^2 + x_2^2 &= d_2^2 + s_2^2 \\
s_2^2 + x_3^2 &= d_3^2 + s_3^2 \\
s_3^2 + x_4^2 &= d_4^2 + s_4^2 \\
s_4^2 + x_5^2 &= d_5^2 + s_5^2 \\
&\vdots \\
x_1^{24} &= d_1^{24} + s_1^{24} \\
s_1^{24} + x_2^{24} &= d_2^{24} + s_2^{24} \\
s_2^{24} + x_3^{24} &= d_3^{24} + s_3^{24} \\
s_3^{24} + x_4^{24} &= d_4^{24} + s_4^{24} \\
s_4^{24} + x_5^{24} &= d_5^{24} + s_5^{24}
\end{aligned}
$$

สมการเงื่อนไขที่ 2 (Constrain 2, x_t^p, c_p^m, y_t^m)

$$
\begin{aligned}
x_1^1 &= c_1^1 \cdot y_1^1 + c_1^2 \cdot y_1^2 + c_1^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_1^{14} \cdot y_1^{14} \\
x_2^1 &= c_1^1 \cdot y_2^1 + c_1^2 \cdot y_2^2 + c_1^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_1^{14} \cdot y_2^{14} \\
x_3^1 &= c_1^1 \cdot y_3^1 + c_1^2 \cdot y_3^2 + c_1^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_1^{14} \cdot y_3^{14} \\
x_4^1 &= c_1^1 \cdot y_4^1 + c_1^2 \cdot y_4^2 + c_1^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_1^{14} \cdot y_4^{14} \\
x_5^1 &= c_1^1 \cdot y_5^1 + c_1^2 \cdot y_5^2 + c_1^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_1^{14} \cdot y_5^{14} \\
x_1^2 &= c_2^1 \cdot y_1^1 + c_2^2 \cdot y_1^2 + c_2^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_2^{14} \cdot y_1^{14} \\
x_2^2 &= c_2^1 \cdot y_2^1 + c_2^2 \cdot y_2^2 + c_2^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_2^{14} \cdot y_2^{14} \\
x_3^2 &= c_2^1 \cdot y_3^1 + c_2^2 \cdot y_3^2 + c_2^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_2^{14} \cdot y_3^{14} \\
x_4^2 &= c_2^1 \cdot y_4^1 + c_2^2 \cdot y_4^2 + c_2^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_2^{14} \cdot y_4^{14} \\
x_5^2 &= c_2^1 \cdot y_5^1 + c_2^2 \cdot y_5^2 + c_2^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_2^{14} \cdot y_5^{14} \\
&\vdots \\
x_1^{24} &= c_{24}^1 \cdot y_1^1 + c_{24}^2 \cdot y_1^2 + c_{24}^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_{24}^{14} \cdot y_1^{14} \\
x_2^{24} &= c_{24}^1 \cdot y_2^1 + c_{24}^2 \cdot y_2^2 + c_{24}^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_{24}^{14} \cdot y_2^{14} \\
x_3^{24} &= c_{24}^1 \cdot y_3^1 + c_{24}^2 \cdot y_3^2 + c_{24}^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_{24}^{14} \cdot y_3^{14} \\
x_4^{24} &= c_{24}^1 \cdot y_4^1 + c_{24}^2 \cdot y_4^2 + c_{24}^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_{24}^{14} \cdot y_4^{14} \\
x_5^{24} &= c_{24}^1 \cdot y_5^1 + c_{24}^2 \cdot y_5^2 + c_{24}^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_{24}^{14} \cdot y_5^{14}
\end{aligned}
$$

สมการเงื่อนไขที่ 3 (Constrain 3; y_t^m)

$$y_1^1 + y_2^1 + y_3^1 + y_4^1 + y_5^1 \le 1$$
$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2 \le 1$$
$$y_1^3 + y_2^3 + y_3^3 + y_4^3 + y_5^3 \le 1$$
$$y_1^4 + y_2^4 + y_3^4 + y_4^4 + y_5^4 \le 1$$
$$y_1^5 + y_2^5 + y_3^5 + y_4^5 + y_5^5 \le 1$$
$$y_1^6 + y_2^6 + y_3^6 + y_4^6 + y_5^6 \le 1$$
$$y_1^7 + y_2^7 + y_3^7 + y_4^7 + y_5^7 \le 1$$
$$y_1^8 + y_2^8 + y_3^8 + y_4^8 + y_5^8 \le 1$$
$$y_1^9 + y_2^9 + y_3^9 + y_4^9 + y_5^9 \le 1$$
$$y_1^{10} + y_2^{10} + y_3^{10} + y_4^{10} + y_5^{10} \le 1$$
$$y_1^{11} + y_2^{11} + y_3^{11} + y_4^{11} + y_5^{11} \le 1$$
$$y_1^{12} + y_2^{12} + y_3^{12} + y_4^{12} + y_5^{12} \le 1$$
$$y_1^{13} + y_2^{13} + y_3^{13} + y_4^{13} + y_5^{13} \le 1$$
$$y_1^{14} + y_2^{14} + y_3^{14} + y_4^{14} + y_5^{14} \le 1$$

ทำการจัดรูปแบบสมการและหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo ทำให้ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ค่าเก็บรักษารวมทั้งหมด (Objective value) = 26,930 หน่วย

ตาราง ก-13. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2

m \ t	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0
5	0	0	1	0	0
6	0	0	0	1	0
7	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0

12	1	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0
14	0	1	0	0	0

ตาราง ก-14. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 2

p \ t	1	2	3	4	5
1	0	3	3	3	3
2	7	0	0	0	0
3	7	0	0	0	0
4	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3
6	30	3	3	3	3
7	960	427	4	4	4
8	480	387	4	4	4
9	480	387	4	4	4
10	460	0	0	0	0
11	460	0	0	0	0
12	0	432	9	9	9
13	560	600	423	5	5
14	160	190	310	4	4
15	160	190	310	4	4
16	290	290	113	1	1
17	290	290	113	1	1
18	0	0	423	5	5
19	720	770	770	588	16
20	320	350	430	430	7
21	320	350	430	430	7
22	340	340	340	158	9
23	340	340	340	158	9
24	0	0	0	583	11

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างที่ 3 มีรายละเอียดของงาน ดังต่อไปนี้

ตาราง ก-15. ปริมาณการผลิตโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3

Size / Color Way	S	M	L	XL	รวม
1	150	750	800	250	1950
2	700	600	500	270	2070
3	180	900	400	450	1930
รวม	1030	2250	1700	970	5950

ตาราง ก-16. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3

ชนิดชิ้นส่วน / Color Way	A	B	C	D	E
1	ชมพู	ชมพู	ชมพู	ม่วง	แดง
2	น้ำเงิน	ม่วง	ม่วง	-	ชมพู
3	เขียว	น้ำเงิน	น้ำเงิน	-	แดง

ตาราง ก-17. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3

ชิ้นส่วน	A	B	C	D	E
ค่าเก็บรักษา(หน่วย/ชิ้น)	1	2	2	2	3

ตาราง ก-18. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3

Size	S											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	150	150	150	700	700	700	150	330	700	180	180	180
2												
3												
4												
5												
รวม	150	150	150	700	700	700	150	330	700	180	180	180

Size	M											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	170	170	170				170	170				
2	580	580	580	600	600	600	580	600	600	20	20	20
3								880		880	880	880
4												
5												
รวม	750	750	750	600	600	600	750	1650	600	900	900	900

Size	L											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1												
2												
3	320	320	320				320	320				
4	480	480	480	500	500	500	480	700	500	220	220	220
5								180		180	180	180
รวม	800	800	800	500	500	500	800	1200	500	400	400	400

Size	XL											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1												
2												
3												
4												
5	250	250	250	270	270	270	250	700	270	450	450	450
รวม	250	250	250	270	270	270	250	700	270	450	450	450

ตาราง ก-19. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3

Size	S											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2	160	160	160									
3				700								
4												
5												
6												
7								336				
8												
9												
10												
11					640	640						
12					80	80	160					
13									640	160	160	
14									80	40	40	
15												160
16												20
รวม	160	160	160	700	720	720	160	336	720	200	200	180

Size	M											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	640	640	640									
2	120	120	120									
3												
4				602								
5												
6												
7												

8								1652				
9												
10												
11					480	480	640					
12					120	120	120					
13									480	800	800	
14									120	120	120	
15												880
16												20
รวม	760	760	760	602	600	600	760	1652	600	920	920	900

Size	L											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	800	800	800									
2												
3												
4												
5				504								
6												
7												
8												
9								1204				
10												
11					480	480	800					
12					40	40						
13									480	320	320	
14									40	80	80	
15												400
16												
รวม	800	800	800	504	520	520	800	1204	520	400	400	400

Size	XL											
สี	ชมพู				ม่วง			แดง	น้ำเงิน			เขียว
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	E	B	C	D	E	A	B	C	A
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1	160	160	160									
2	120	120	120									
3												
4												
5												
6				280								
7												
8												
9												
10								700				
11					160	160	160					
12					120	120	120					
13									160	320	320	
14									120	160	160	
15												400
16												50
รวม	280	280	280	280	280	280	280	700	280	480	480	450

สมการเป้าหมาย (Objective Function; h^p, s_t^p)

$$h^1 \cdot (s_1^1 + s_2^1 + s_3^1 + \ldots + s_5^1) +$$
$$h^2 \cdot (s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \ldots + s_5^2) +$$
$$h^3 \cdot (s_1^3 + s_2^3 + s_3^3 + \ldots + s_5^3) +$$
$$\vdots$$
$$h^{48} \cdot (s_1^{48} + s_2^{48} + s_3^{48} + \ldots + s_5^{48})$$

Subject to

สมการเงื่อนไขที่ 1 (Constrain 1, s_t^p, x_t^p, d_t^p)

$$
\begin{aligned}
x_1^1 &= d_1^1 + s_1^1 \\
s_1^1 + x_2^1 &= d_2^1 + s_2^1 \\
s_2^1 + x_3^1 &= d_3^1 + s_3^1 \\
s_3^1 + x_4^1 &= d_4^1 + s_4^1 \\
s_4^1 + x_5^1 &= d_5^1 + s_5^1 \\
x_1^2 &= d_1^2 + s_1^2 \\
s_1^2 + x_2^2 &= d_2^2 + s_2^2 \\
s_2^2 + x_3^2 &= d_3^2 + s_3^2 \\
s_3^2 + x_4^2 &= d_4^2 + s_4^2 \\
s_4^2 + x_5^2 &= d_5^2 + s_5^2 \\
&\vdots \\
x_1^{48} &= d_1^{48} + s_1^{48} \\
s_1^{48} + x_2^{48} &= d_2^{48} + s_2^{48} \\
s_2^{48} + x_3^{48} &= d_3^{48} + s_3^{48} \\
s_3^{48} + x_4^{48} &= d_4^{48} + s_4^{48} \\
s_4^{48} + x_5^{48} &= d_5^{48} + s_5^{48}
\end{aligned}
$$

สมการเงื่อนไขที่ 2 (Constrain 2, x_t^p, c_p^m, y_t^m)

$$
\begin{aligned}
x_1^1 &= c_1^1 \cdot y_1^1 + c_1^2 \cdot y_1^2 + c_1^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_1^{16} \cdot y_1^{16} \\
x_2^1 &= c_1^1 \cdot y_2^1 + c_1^2 \cdot y_2^2 + c_1^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_1^{16} \cdot y_2^{16} \\
x_3^1 &= c_1^1 \cdot y_3^1 + c_1^2 \cdot y_3^2 + c_1^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_1^{16} \cdot y_3^{16} \\
x_4^1 &= c_1^1 \cdot y_4^1 + c_1^2 \cdot y_4^2 + c_1^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_1^{16} \cdot y_4^{16} \\
x_5^1 &= c_1^1 \cdot y_5^1 + c_1^2 \cdot y_5^2 + c_1^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_1^{16} \cdot y_5^{16} \\
x_1^2 &= c_2^1 \cdot y_1^1 + c_2^2 \cdot y_1^2 + c_2^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_2^{16} \cdot y_1^{16} \\
x_2^2 &= c_2^1 \cdot y_2^1 + c_2^2 \cdot y_2^2 + c_2^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_2^{16} \cdot y_2^{16} \\
x_3^2 &= c_2^1 \cdot y_3^1 + c_2^2 \cdot y_3^2 + c_2^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_2^{16} \cdot y_3^{16} \\
x_4^2 &= c_2^1 \cdot y_4^1 + c_2^2 \cdot y_4^2 + c_2^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_2^{16} \cdot y_4^{16} \\
x_5^2 &= c_2^1 \cdot y_5^1 + c_2^2 \cdot y_5^2 + c_2^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_2^{16} \cdot y_5^{16} \\
&\vdots \\
x_1^{48} &= c_{48}^1 \cdot y_1^1 + c_{48}^2 \cdot y_1^2 + c_{48}^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_{48}^{16} \cdot y_1^{16} \\
x_2^{48} &= c_{48}^1 \cdot y_2^1 + c_{48}^2 \cdot y_2^2 + c_{48}^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_{48}^{16} \cdot y_2^{16} \\
x_3^{48} &= c_{48}^1 \cdot y_3^1 + c_{48}^2 \cdot y_3^2 + c_{48}^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_{48}^{16} \cdot y_3^{16} \\
x_4^{48} &= c_{48}^1 \cdot y_4^1 + c_{48}^2 \cdot y_4^2 + c_{48}^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_{48}^{16} \cdot y_4^{16} \\
x_5^{48} &= c_{48}^1 \cdot y_5^1 + c_{48}^2 \cdot y_5^2 + c_{48}^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_{48}^{16} \cdot y_5^{16}
\end{aligned}
$$

สมการเงื่อนไขที่ 3 (Constrain 3; y_t^m)

$$y_1^1 + y_2^1 + y_3^1 + y_4^1 + y_5^1 \le 1$$
$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2 \le 1$$
$$y_1^3 + y_2^3 + y_3^3 + y_4^3 + y_5^3 \le 1$$
$$y_1^4 + y_2^4 + y_3^4 + y_4^4 + y_5^4 \le 1$$
$$y_1^5 + y_2^5 + y_3^5 + y_4^5 + y_5^5 \le 1$$
$$y_1^6 + y_2^6 + y_3^6 + y_4^6 + y_5^6 \le 1$$
$$y_1^7 + y_2^7 + y_3^7 + y_4^7 + y_5^7 \le 1$$
$$y_1^8 + y_2^8 + y_3^8 + y_4^8 + y_5^8 \le 1$$
$$y_1^9 + y_2^9 + y_3^9 + y_4^9 + y_5^9 \le 1$$
$$y_1^{10} + y_2^{10} + y_3^{10} + y_4^{10} + y_5^{10} \le 1$$
$$y_1^{11} + y_2^{11} + y_3^{11} + y_4^{11} + y_5^{11} \le 1$$
$$y_1^{12} + y_2^{12} + y_3^{12} + y_4^{12} + y_5^{12} \le 1$$
$$y_1^{13} + y_2^{13} + y_3^{13} + y_4^{13} + y_5^{13} \le 1$$
$$y_1^{14} + y_2^{14} + y_3^{14} + y_4^{14} + y_5^{14} \le 1$$
$$y_1^{15} + y_2^{15} + y_3^{15} + y_4^{15} + y_5^{15} \le 1$$
$$y_1^{16} + y_2^{16} + y_3^{16} + y_4^{16} + y_5^{16} \le 1$$

ทำการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo ทำให้ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ค่าเก็บรักษารวมทั้งหมด (Objective value) = 77,304 หน่วย

ตาราง ก-20. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3

m \ t	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0
9	0	0	1	0	0
10	0	0	0	0	1

11	1	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0

ตาราง ก-21. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 3

p \ t	1	2	3	4	5
1	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10
3	10	10	10	10	10
4	0	0	0	0	0
5	20	20	20	20	20
6	20	20	20	20	20
7	10	10	10	10	10
8	6	6	6	6	6
9	20	20	20	20	20
10	20	20	20	20	20
11	20	20	20	20	20
12	0	0	0	0	0
13	590	10	10	10	10
14	590	10	10	10	10
15	590	10	10	10	10
16	0	2	2	2	2
17	600	0	0	0	0
18	600	0	0	0	0
19	590	10	10	10	10
20	1482	882	2	2	2
21	600	0	0	0	0
22	920	900	20	20	20
23	920	900	20	20	20
24	900	880	0	0	0
25	800	800	480	0	0
26	800	800	480	0	0

27	800	800	480	0	0
28	0	0	0	4	4
29	520	520	520	20	20
30	520	520	520	20	20
31	800	800	480	0	0
32	0	0	884	184	4
33	520	520	520	20	20
34	400	400	400	180	0
35	400	400	400	180	0
36	400	400	400	180	0
37	280	280	280	280	30
38	280	280	280	280	30
39	280	280	280	280	30
40	0	0	0	0	10
41	280	280	280	280	10
42	280	280	280	280	10
43	280	280	280	280	30
44	0	0	0	0	0
45	280	280	280	280	10
46	480	480	480	480	30
47	480	480	480	480	30
48	450	450	450	450	0

ตัวอย่างที่ 4 มีรายละเอียดของงาน ดังต่อไปนี้

ตาราง ก-22. ปริมาณการผลิตโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4

Size / Color Way	S	M	L	XL	รวม
1	150	750	800	250	1950
2	700	600	500	270	2070
3	180	900	400	450	1930
4	270	800	360	620	2050
5	360	1000	540	350	2250
รวม	1660	4050	2600	1940	10250

ตาราง ก-23. รายละเอียดColor wayโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4

ชนิดชิ้นส่วน / Color Way	A	B	C	D
1	ฟ้า	ฟ้า	ฟ้า	ฟ้า
2	แดง	แดง	แดง	แดง
3	ชมพู	ม่วง	ม่วง	เขียว
4	เหลือง	เขียว	เขียว	ชมพู
5	ม่วง	เหลือง	เหลือง	ชมพู

ตาราง ก-24. ค่าภาระการเก็บรักษาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4

ชิ้นส่วน	A	B	C	D
ค่าเก็บรักษา(หน่วย/ชิ้น)	1	2	2	3

ตาราง ก-25. กำหนดการเย็บโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4

Size	S									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	150	150	700	700	700	700	180	630
2										
3										
4										
5										
รวม	150	150	150	150	700	700	700	700	180	630

Size	S								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	360	180	180	270	270	180	270	360	360
2									
3									

4									
5									
รวม	360	180	180	270	270	180	270	360	360

Size	M									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	340	340	340	340						
2	410	410	410	410	600	600	600	600	900	90
3										1710
4										
5										
รวม	750	750	750	750	600	600	600	600	900	1800

Size	M								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1									
2		900	900	90	90	900	90		
3	1000			710	710		710	1000	1000
4									
5									
รวม	1000	900	900	800	800	900	800	1000	1000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Size	L									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1										
2										
3	290	290	290	290						
4	510	510	510	510	500	500	500	500	400	590
5										310
รวม	800	800	800	800	500	500	500	500	400	900

Size	L								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	49	50	51	52	53	54	55	56	57
1									
2									
3									
4	230	400	400	360	360	400	360	230	230
5	310							310	310
รวม	540	400	400	360	360	400	360	540	540

Size	XL									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
1										
2										
3										
4										
5	250	250	250	250	270	270	270	270	450	970
รวม	250	250	250	250	270	270	270	270	450	970

Size	XL								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / กำหนดเย็บ	68	69	70	71	72	73	74	75	76
1									
2									
3									
4									
5	350	450	450	620	620	450	620	350	350
รวม	350	450	450	620	620	450	620	350	350

ตาราง ก-26. รายละเอียดมาร์คเกอร์โจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4

Size	S									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	150	150	150	150	702	702	702	702		
2										
3										
4										
5										
6									160	
7									20	
8										630
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

19										
20										
21										
22										
23										
รวม	150	150	150	150	702	702	702	702	180	630

Size	S								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12	320	160	160						
13	40	40	40						
14						180			
15									
16									
17									
18				160	160				
19				120	120				
20								180	180
21								140	140
22							240		
23							40	40	40
รวม	360	200	200	280	280	180	280	360	360

Size	M									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1										
2	750	750	750	750	450	450	450	450		
3					150	150	150	150		
4										
5										
6									880	
7									20	
8										
9										1806
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
รวม	750	750	750	750	600	600	600	600	900	1806

Size	M								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1									
2									
3									

4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12	960	800	800						
13	40	120	120						
14									
15						900			
16									
17									
18				800	800				
19									
20							360	540	540
21							280	420	420
22							160		
23								40	40
รวม	1000	920	920	800	800	900	800	1000	1000

Size	L									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1										
2										
3										
4	804	804	804	804	504	504	504	504		
5										
6									400	
7										
8										
9										
10										910
11										
12										
13										

14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
รวม	804	804	804	804	504	504	504	504	400	910

Size	L								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	49	50	51	52	53	54	55	56	57
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12	480	320	320						
13	80	80	80						
14									
15									
16						408			
17									
18				320	320				
19				40	40				
20							180	180	180
21							140	140	140
22								160	160
23							40	60	60

รวม	560	400	400	360	360	408	360	540	540	

Size	XL									
สี	ฟ้า				แดง				ชมพู	
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	D	A	B	C	D	A	D
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
1										
2										
3										
4										
5	252	252	252	252	270	270	270	270		
6									400	
7									50	
8										
9										
10										
11										980
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
รวม	252	252	252	252	270	270	270	270	450	980

Size	XL								
สี	ม่วง			เขียว			เหลือง		
ชนิดชิ้นส่วน	A	B	C	B	C	D	A	B	C
ชิ้นส่วนที่ / Marker No.	68	69	70	71	72	73	74	75	76
1									
2									

3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12	320	320	320						
13	40	160	160						
14									
15									
16									
17						456			
18				480	480				
19				140	140				
20							180	180	180
21							140	140	140
22							240		
23							60	40	40
รวม	360	480	480	620	620	456	620	360	360

สมการเป้าหมาย (Objective Function; h^p, s_t^p)

$$h^1 \cdot (s_1^1 + s_2^1 + s_3^1 + \ldots + s_5^1) +$$
$$h^2 \cdot (s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \ldots + s_5^2) +$$
$$h^3 \cdot (s_1^3 + s_2^3 + s_3^3 + \ldots + s_5^3) +$$
$$\vdots$$
$$h^{76} \cdot (s_1^{76} + s_2^{76} + s_3^{76} + \ldots + s_5^{76})$$

Subject to

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการเงื่อนไขที่ 1 (Constrain 1, s_t^p, x_t^p, d_t^p)

$$
\begin{aligned}
x_1^1 &= d_1^1 + s_1^1 \\
s_1^1 + x_2^1 &= d_2^1 + s_2^1 \\
s_2^1 + x_3^1 &= d_3^1 + s_3^1 \\
s_3^1 + x_4^1 &= d_4^1 + s_4^1 \\
s_4^1 + x_5^1 &= d_5^1 + s_5^1 \\
x_1^2 &= d_1^2 + s_1^2 \\
s_1^2 + x_2^2 &= d_2^2 + s_2^2 \\
s_2^2 + x_3^2 &= d_3^2 + s_3^2 \\
s_3^2 + x_4^2 &= d_4^2 + s_4^2 \\
s_4^2 + x_5^2 &= d_5^2 + s_5^2 \\
&\vdots \\
x_1^{76} &= d_1^{76} + s_1^{76} \\
s_1^{76} + x_2^{76} &= d_2^{76} + s_2^{76} \\
s_2^{76} + x_3^{76} &= d_3^{76} + s_3^{76} \\
s_3^{76} + x_4^{76} &= d_4^{76} + s_4^{76} \\
s_4^{76} + x_5^{76} &= d_5^{76} + s_5^{76}
\end{aligned}
$$

สมการเงื่อนไขที่ 2 (Constrain 2, x_t^p, c_p^m, y_t^m)

$$
\begin{aligned}
x_1^1 &= c_1^1 \cdot y_1^1 + c_1^2 \cdot y_1^2 + c_1^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_1^{23} \cdot y_1^{23} \\
x_2^1 &= c_1^1 \cdot y_2^1 + c_1^2 \cdot y_2^2 + c_1^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_1^{23} \cdot y_2^{23} \\
x_3^1 &= c_1^1 \cdot y_3^1 + c_1^2 \cdot y_3^2 + c_1^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_1^{23} \cdot y_3^{23} \\
x_4^1 &= c_1^1 \cdot y_4^1 + c_1^2 \cdot y_4^2 + c_1^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_1^{23} \cdot y_4^{23} \\
x_5^1 &= c_1^1 \cdot y_5^1 + c_1^2 \cdot y_5^2 + c_1^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_1^{23} \cdot y_5^{23} \\
x_1^2 &= c_2^1 \cdot y_1^1 + c_2^2 \cdot y_1^2 + c_2^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_2^{23} \cdot y_1^{23} \\
x_2^2 &= c_2^1 \cdot y_2^1 + c_2^2 \cdot y_2^2 + c_2^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_2^{23} \cdot y_2^{23} \\
x_3^2 &= c_2^1 \cdot y_3^1 + c_2^2 \cdot y_3^2 + c_2^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_2^{23} \cdot y_3^{23} \\
x_4^2 &= c_2^1 \cdot y_4^1 + c_2^2 \cdot y_4^2 + c_2^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_2^{23} \cdot y_4^{23} \\
x_5^2 &= c_2^1 \cdot y_5^1 + c_2^2 \cdot y_5^2 + c_2^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_2^{23} \cdot y_5^{23} \\
&\vdots \\
x_1^{76} &= c_{76}^1 \cdot y_1^1 + c_{76}^2 \cdot y_1^2 + c_{76}^3 \cdot y_1^3 + \ldots + c_{76}^{23} \cdot y_1^{23} \\
x_2^{76} &= c_{76}^1 \cdot y_2^1 + c_{76}^2 \cdot y_2^2 + c_{76}^3 \cdot y_2^3 + \ldots + c_{76}^{23} \cdot y_2^{23} \\
x_3^{76} &= c_{76}^1 \cdot y_3^1 + c_{76}^2 \cdot y_3^2 + c_{76}^3 \cdot y_3^3 + \ldots + c_{76}^{23} \cdot y_3^{23} \\
x_4^{76} &= c_{76}^1 \cdot y_4^1 + c_{76}^2 \cdot y_4^2 + c_{76}^3 \cdot y_4^3 + \ldots + c_{76}^{23} \cdot y_4^{23} \\
x_5^{76} &= c_{76}^1 \cdot y_5^1 + c_{76}^2 \cdot y_5^2 + c_{76}^3 \cdot y_5^3 + \ldots + c_{76}^{23} \cdot y_5^{23}
\end{aligned}
$$

สมการเงื่อนไขที่ 3 (Constrain 3; y_t^m)

$$y_1^1 + y_2^1 + y_3^1 + y_4^1 + y_5^1 \le 1$$
$$y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2 + y_5^2 \le 1$$
$$y_1^3 + y_2^3 + y_3^3 + y_4^3 + y_5^3 \le 1$$
$$y_1^4 + y_2^4 + y_3^4 + y_4^4 + y_5^4 \le 1$$
$$y_1^5 + y_2^5 + y_3^5 + y_4^5 + y_5^5 \le 1$$
$$y_1^6 + y_2^6 + y_3^6 + y_4^6 + y_5^6 \le 1$$
$$y_1^7 + y_2^7 + y_3^7 + y_4^7 + y_5^7 \le 1$$
$$y_1^8 + y_2^8 + y_3^8 + y_4^8 + y_5^8 \le 1$$
$$y_1^9 + y_2^9 + y_3^9 + y_4^9 + y_5^9 \le 1$$
$$y_1^{10} + y_2^{10} + y_3^{10} + y_4^{10} + y_5^{10} \le 1$$
$$y_1^{11} + y_2^{11} + y_3^{11} + y_4^{11} + y_5^{11} \le 1$$
$$y_1^{12} + y_2^{12} + y_3^{12} + y_4^{12} + y_5^{12} \le 1$$
$$y_1^{13} + y_2^{13} + y_3^{13} + y_4^{13} + y_5^{13} \le 1$$
$$y_1^{14} + y_2^{14} + y_3^{14} + y_4^{14} + y_5^{14} \le 1$$
$$y_1^{15} + y_2^{15} + y_3^{15} + y_4^{15} + y_5^{15} \le 1$$
$$y_1^{16} + y_2^{16} + y_3^{16} + y_4^{16} + y_5^{16} \le 1$$
$$y_1^{17} + y_2^{17} + y_3^{17} + y_4^{17} + y_5^{17} \le 1$$
$$y_1^{18} + y_2^{18} + y_3^{18} + y_4^{18} + y_5^{18} \le 1$$
$$y_1^{19} + y_2^{19} + y_3^{19} + y_4^{19} + y_5^{19} \le 1$$
$$y_1^{20} + y_2^{20} + y_3^{20} + y_4^{20} + y_5^{20} \le 1$$
$$y_1^{21} + y_2^{21} + y_3^{21} + y_4^{21} + y_5^{21} \le 1$$
$$y_1^{22} + y_2^{22} + y_3^{22} + y_4^{22} + y_5^{22} \le 1$$
$$y_1^{23} + y_2^{23} + y_3^{23} + y_4^{23} + y_5^{23} \le 1$$

ทำการหาคำตอบด้วยโปรแกรม Lingo ทำให้ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ค่าเก็บรักษารวมทั้งหมด (Objective value) = 95,036หน่วย

ตาราง ก-27. กำหนดการตัดผ้าโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4

m \ t	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0
4	0	0	1	0	0
5	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0
10	0	0	0	1	0
11	0	0	0	0	1
12	1	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0
14	1	0	0	0	0
15	0	1	0	0	0
16	0	0	0	1	0
17	0	0	0	0	1
18	1	0	0	0	0
19	1	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0
22	1	0	0	0	0
23	1	0	0	0	0

ตาราง ก-28. จำนวนชิ้นส่วนที่ต้องเก็บรักษาในแต่ละคาบเวลาโจทย์การหากำหนดส่งมอบงานของการตัดผ้าตัวอย่างที่ 4

p \ t	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	2	2	2	2	2
6	2	2	2	2	2

7	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	20	20	20	20	20
13	20	20	20	20	20
14	10	10	10	10	10
15	10	10	10	10	10
16	0	0	0	0	0
17	10	10	10	10	10
18	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0
20	410	0	0	0	0
21	410	0	0	0	0
22	410	0	0	0	0
23	410	0	0	0	0
24	450	0	0	0	0
25	450	0	0	0	0
26	450	0	0	0	0
27	450	0	0	0	0
28	900	0	0	0	0
29	0	1716	6	6	6
30	1000	1000	0	0	0
31	920	20	20	20	20
32	920	20	20	20	20
33	800	710	0	0	0
34	800	710	0	0	0
35	0	0	0	0	0
36	800	710	0	0	0
37	1000	1000	0	0	0
38	1000	1000	0	0	0
39	0	0	514	4	4
40	0	0	514	4	4
41	0	0	514	4	4
42	0	0	514	4	4
43	0	0	504	4	4
44	0	0	504	4	4
45	0	0	504	4	4
46	0	0	504	4	4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

47	400	400	400	0	0
48	0	0	0	320	10
49	560	560	560	330	20
50	400	400	400	0	0
51	400	400	400	0	0
52	360	360	360	0	0
53	360	360	360	0	0
54	0	0	0	8	8
55	360	360	360	0	0
56	540	540	540	310	0
57	540	540	540	310	0
58	0	0	0	0	2
59	0	0	0	0	2
60	0	0	0	0	2
61	0	0	0	0	2
62	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0
66	450	450	450	450	0
67	0	0	0	0	10
68	360	360	360	360	10
69	480	480	480	480	30
70	480	480	480	480	30
71	620	620	620	620	0
72	620	620	620	620	0
73	0	0	0	0	6
74	620	620	620	620	0
75	360	360	360	360	10
76	360	360	360	360	10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการทดสอบระบบการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้า

ตาราง ข-1. ข้อมูลกำหนดส่ง ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการปูผ้าและตัดผ้าของแต่ละมาร์คเกอร์

หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
กำหนดส่ง $\{DD_{(i)}\}$	100	100	100	100	100	100	100	140	140	140	140	140
เวลาที่ใช้ในการปูผ้า $\{ST_{(i)}\}$	24	19	13	23	13	22	21	23	8	13	22	10
เวลาที่ใช้ในการตัดผ้า $\{CT_{(i)}\}$	9	23	7	9	6	28	26	19	27	14	25	28

ทำการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยระบบที่ได้ออกแบบกับโจทย์ดังกล่าว กำหนดทีมปูผ้าและทีมตัดผ้าที่ใช้ สามารถเริ่มทำงานได้ที่ t=0 ทุกทีมและได้ทำการทดสอบกับการจัดทรัพยากรที่ใช้ทั้งสิ้น 9 รูปแบบดังนี้

1. ทีมปูผ้า 1 ทีมตัดผ้า 1
2. ทีมปูผ้า 1 ทีมตัดผ้า 2
3. ทีมปูผ้า 1 ทีมตัดผ้า 3
4. ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 1
5. ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 2
6. ทีมปูผ้า 2 ทีมตัดผ้า 3
7. ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 1
8. ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 2
9. ทีมปูผ้า 3 ทีมตัดผ้า 3

ซึ่งได้ผลลัพธ์จากการทดสอบ ดังต่อไปนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข-2. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ตัดผ้า	1	4	11	20
3	ปูผ้า	1	3	11	24
4	ตัดผ้า	1	3	24	31
5	ปูผ้า	1	5	24	37
6	ตัดผ้า	1	5	37	43
7	ปูผ้า	1	2	37	56
8	ตัดผ้า	1	2	56	79
9	ปูผ้า	1	7	56	77
10	ตัดผ้า	1	7	79	95
11	ปูผ้า	1	6	77	99
12	ตัดผ้า	1	6	99	112
13	ปูผ้า	1	1	99	123
14	ตัดผ้า	1	1	123	132
15	ปูผ้า	1	9	123	131
16	ตัดผ้า	1	9	132	159
17	ปูผ้า	1	12	131	141
18	ตัดผ้า	1	12	159	177
19	ปูผ้า	1	10	141	154
20	ตัดผ้า	1	10	177	191
21	ปูผ้า	1	11	154	176
22	ตัดผ้า	1	11	191	216
23	ปูผ้า	1	8	176	199
24	ตัดผ้า	1	8	216	235

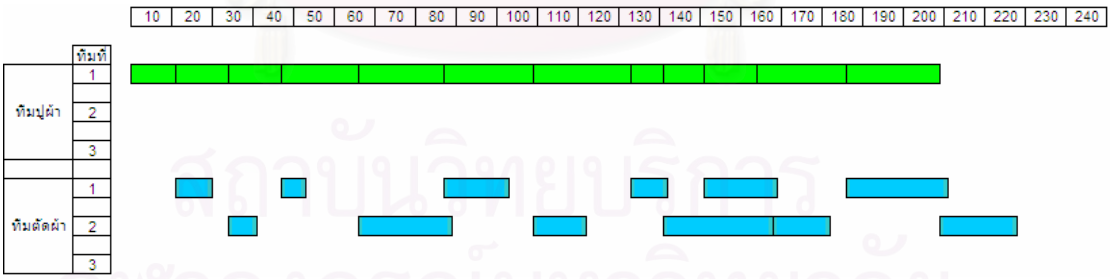
รูปที่ ข-1แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

ตาราง ข-3. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 และทีมตัดผ้า 1

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	88.71%	**เวลาสาย(Tardiness)**	322
เวลาปิดงาน(Make Span)	235	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	7

ตาราง ข-4. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ตัดผ้า	1	4	11	20
3	ปูผ้า	1	3	11	24
4	ตัดผ้า	2	3	24	31
5	ปูผ้า	1	5	24	37
6	ตัดผ้า	1	5	37	43
7	ปูผ้า	1	2	37	56
8	ตัดผ้า	2	2	56	79
9	ปูผ้า	1	7	56	77
10	ตัดผ้า	1	7	77	93
11	ปูผ้า	1	6	77	99
12	ตัดผ้า	2	6	99	112
13	ปูผ้า	1	1	99	123
14	ตัดผ้า	1	1	123	132
15	ปูผ้า	1	9	123	131
16	ตัดผ้า	2	9	131	158
17	ปูผ้า	1	12	131	141
18	ตัดผ้า	1	12	141	159
19	ปูผ้า	1	10	141	154
20	ตัดผ้า	2	10	158	172
21	ปูผ้า	1	11	154	176
22	ตัดผ้า	1	11	176	201
23	ปูผ้า	1	8	176	199
24	ตัดผ้า	2	8	199	218



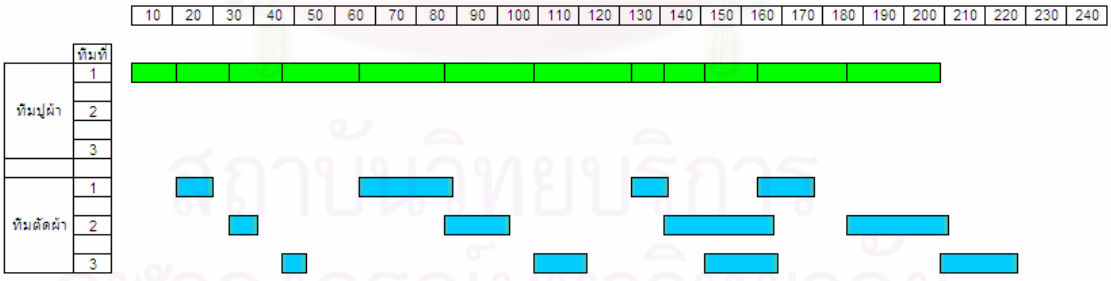
รูปที่ ข-2 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

ตาราง ข-5. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 และทีมตัดผ้า 2

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	62.30%	**เวลาสาย(Tardiness)**	252
เวลาปิดงาน(Make Span)	218	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	7

ตาราง ข-6. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ตัดผ้า	1	4	11	20
3	ปูผ้า	1	3	11	24
4	ตัดผ้า	2	3	24	31
5	ปูผ้า	1	5	24	37
6	ตัดผ้า	3	5	37	43
7	ปูผ้า	1	2	37	56
8	ตัดผ้า	1	2	56	79
9	ปูผ้า	1	7	56	77
10	ตัดผ้า	2	7	77	93
11	ปูผ้า	1	6	77	99
12	ตัดผ้า	3	6	99	112
13	ปูผ้า	1	1	99	123
14	ตัดผ้า	1	1	123	132
15	ปูผ้า	1	9	123	131
16	ตัดผ้า	2	9	131	158
17	ปูผ้า	1	12	131	141
18	ตัดผ้า	3	12	141	159
19	ปูผ้า	1	10	141	154
20	ตัดผ้า	1	10	154	168
21	ปูผ้า	1	11	154	176
22	ตัดผ้า	2	11	176	201
23	ปูผ้า	1	8	176	199
24	ตัดผ้า	3	8	199	218



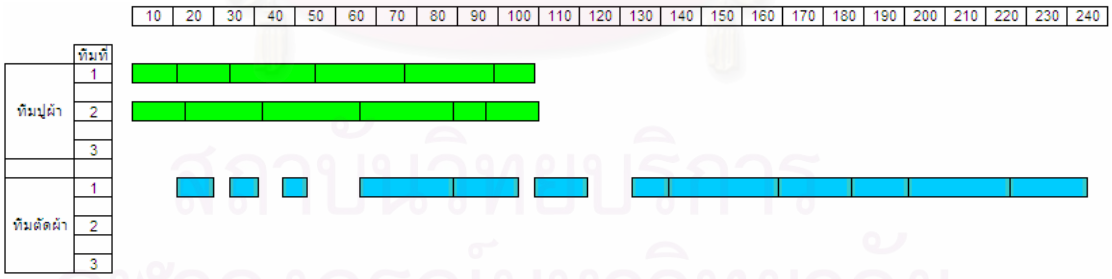
รูปที่ ข-3 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตาราง ข-7. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 1 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	48.98%	**เวลาสาย(Tardiness)**	248
เวลาปิดงาน(Make Span)	218	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	7

ตาราง ข-8. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ปูผ้า	2	3	0	13
3	ตัดผ้า	1	4	11	20
4	ตัดผ้า	1	3	20	27
5	ปูผ้า	1	5	11	24
6	ปูผ้า	2	2	13	32
7	ตัดผ้า	1	5	27	33
8	ตัดผ้า	1	2	33	56
9	ปูผ้า	1	7	24	45
10	ปูผ้า	2	1	32	56
11	ตัดผ้า	1	7	56	72
12	ตัดผ้า	1	1	72	81
13	ปูผ้า	1	6	45	67
14	ตัดผ้า	1	6	81	94
15	ปูผ้า	2	8	56	79
16	ปูผ้า	1	11	67	89
17	ตัดผ้า	1	8	94	113
18	ตัดผ้า	1	11	113	138
19	ปูผ้า	2	9	79	87
20	ปูผ้า	2	10	87	100
21	ตัดผ้า	1	9	138	165
22	ตัดผ้า	1	10	165	179
23	ปูผ้า	1	12	89	99
24	ตัดผ้า	1	12	179	197



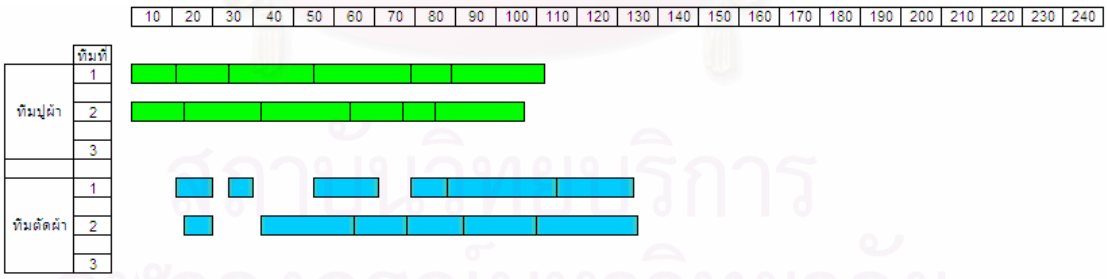
รูปที่ ข-4 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

ตาราง ข-9. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	88.71%	**เวลาสาย(Tardiness)**	121
เวลาปิดงาน(Make Span)	197	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	3

ตาราง ข-10. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ปูผ้า	2	3	0	13
3	ตัดผ้า	1	4	11	20
4	ตัดผ้า	2	3	13	20
5	ปูผ้า	1	5	11	24
6	ปูผ้า	2	2	13	32
7	ตัดผ้า	1	5	24	30
8	ตัดผ้า	2	2	32	55
9	ปูผ้า	1	7	24	45
10	ปูผ้า	2	6	32	54
11	ตัดผ้า	1	7	45	61
12	ตัดผ้า	2	6	55	68
13	ปูผ้า	1	1	45	69
14	ตัดผ้า	1	1	69	78
15	ปูผ้า	2	10	54	67
16	ปูผ้า	2	9	67	75
17	ตัดผ้า	2	10	68	82
18	ตัดผ้า	1	9	78	105
19	ปูผ้า	1	12	69	79
20	ปูผ้า	2	11	75	97
21	ตัดผ้า	2	12	82	100
22	ตัดผ้า	2	11	100	125
23	ปูผ้า	1	8	79	102
24	ตัดผ้า	1	8	105	124



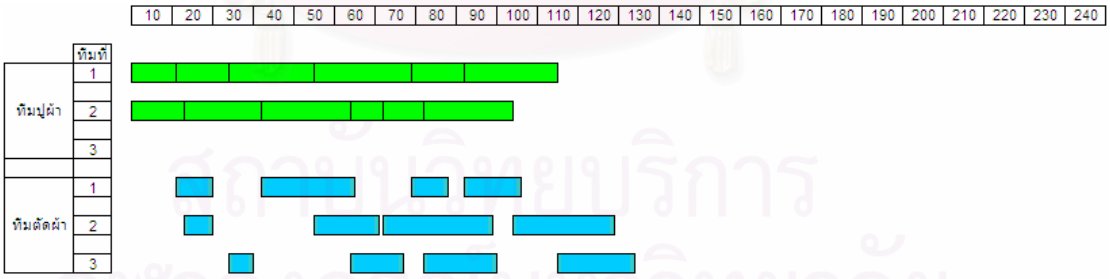
รูปที่ ข-5 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

ตาราง ข-11. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	85.94%	**เวลาสาย(Tardiness)**	0
เวลาปิดงาน(Make Span)	125	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	0

ตาราง ข-12. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ปูผ้า	2	3	0	13
3	ตัดผ้า	1	4	11	20
4	ตัดผ้า	2	3	13	20
5	ปูผ้า	1	5	11	24
6	ปูผ้า	2	2	13	32
7	ตัดผ้า	3	5	24	30
8	ตัดผ้า	1	2	32	55
9	ปูผ้า	1	7	24	45
10	ปูผ้า	2	6	32	54
11	ตัดผ้า	2	7	45	61
12	ตัดผ้า	3	6	54	67
13	ปูผ้า	1	1	45	69
14	ตัดผ้า	1	1	69	78
15	ปูผ้า	2	9	54	62
16	ปูผ้า	2	12	62	72
17	ตัดผ้า	2	9	62	89
18	ตัดผ้า	3	12	72	90
19	ปูผ้า	1	10	69	82
20	ปูผ้า	2	11	72	94
21	ตัดผ้า	1	10	82	96
22	ตัดผ้า	2	11	94	119
23	ปูผ้า	1	8	82	105
24	ตัดผ้า	3	8	105	124



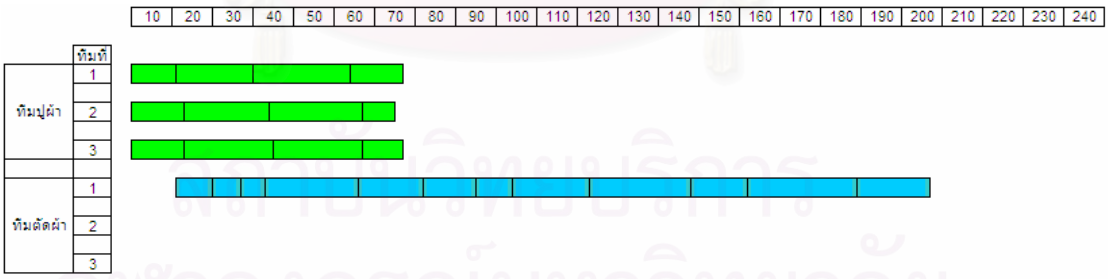
รูปที่ ข-6 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตาราง ข-13. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 2 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	71.56%	**เวลาสาย(Tardiness)**	0
เวลาปิดงาน(Make Span)	124	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	0

ตาราง ข-14. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ปูผ้า	2	3	0	13
3	ปูผ้า	3	5	0	13
4	ตัดผ้า	1	4	11	20
5	ตัดผ้า	1	3	20	27
6	ตัดผ้า	1	5	27	33
7	ปูผ้า	1	2	11	30
8	ปูผ้า	2	7	13	34
9	ปูผ้า	3	6	13	35
10	ตัดผ้า	1	2	33	56
11	ตัดผ้า	1	7	56	72
12	ตัดผ้า	1	6	72	85
13	ปูผ้า	1	1	30	54
14	ตัดผ้า	1	1	85	94
15	ปูผ้า	2	8	34	57
16	ปูผ้า	3	11	35	57
17	ปูผ้า	1	10	54	67
18	ตัดผ้า	1	8	94	113
19	ตัดผ้า	1	11	113	138
20	ตัดผ้า	1	10	138	152
21	ปูผ้า	2	9	57	65
22	ปูผ้า	3	12	57	67
23	ตัดผ้า	1	9	152	179
24	ตัดผ้า	1	12	179	197



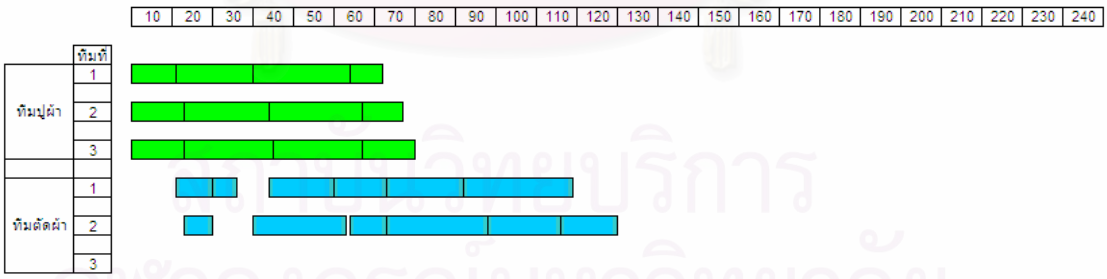
รูปที่ ข-7 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

ตาราง ข-15. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 1 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	97.22%	**เวลาสาย(Tardiness)**	108
เวลาปิดงาน(Make Span)	197	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	3

ตาราง ข-16. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ปูผ้า	2	3	0	13
3	ปูผ้า	3	5	0	13
4	ตัดผ้า	1	4	11	20
5	ตัดผ้า	2	3	13	20
6	ตัดผ้า	1	5	20	26
7	ปูผ้า	1	2	11	30
8	ปูผ้า	2	7	13	34
9	ปูผ้า	3	6	13	35
10	ตัดผ้า	2	2	30	53
11	ตัดผ้า	1	7	34	50
12	ตัดผ้า	1	6	50	63
13	ปูผ้า	1	1	30	54
14	ตัดผ้า	2	1	54	63
15	ปูผ้า	2	8	34	57
16	ปูผ้า	3	11	35	57
17	ปูผ้า	1	9	54	62
18	ตัดผ้า	1	8	63	82
19	ตัดผ้า	2	11	63	88
20	ตัดผ้า	1	9	82	109
21	ปูผ้า	2	12	57	67
22	ปูผ้า	3	10	57	70
23	ตัดผ้า	2	12	88	106
24	ตัดผ้า	2	10	106	120



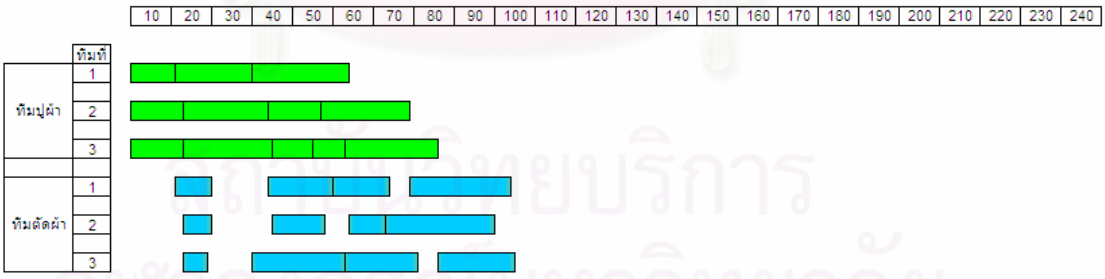
รูปที่ ข-8 แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

ตาราง ข-17. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 2 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	89.95%	เวลาสาย(Tardiness)	0
เวลาปิดงาน(Make Span)	120	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	0

ตาราง ข-18. การจัดตารางการปูผ้าและตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

รอบการจัดที่	ประเภทการจัด	ทีม	หมายเลขมาร์คเกอร์ {i}	เวลาเริ่มงานการทำงาน	เวลาสิ้นสุดการทำงาน
1	ปูผ้า	1	4	0	11
2	ปูผ้า	2	3	0	13
3	ปูผ้า	3	5	0	13
4	ตัดผ้า	1	4	11	20
5	ตัดผ้า	2	3	13	20
6	ตัดผ้า	3	5	13	19
7	ปูผ้า	1	2	11	30
8	ปูผ้า	2	7	13	34
9	ปูผ้า	3	6	13	35
10	ตัดผ้า	3	2	30	53
11	ตัดผ้า	1	7	34	50
12	ตัดผ้า	2	6	35	48
13	ปูผ้า	1	1	30	54
14	ตัดผ้า	2	1	54	63
15	ปูผ้า	2	10	34	47
16	ปูผ้า	3	12	35	45
17	ปูผ้า	3	9	45	53
18	ตัดผ้า	1	10	50	64
19	ตัดผ้า	3	12	53	71
20	ตัดผ้า	2	9	63	90
21	ปูผ้า	2	11	47	69
22	ปูผ้า	3	8	53	76
23	ตัดผ้า	1	11	69	94
24	ตัดผ้า	3	8	76	95



รูปที่ ข-9แผนภูมิแกนท์การจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตาราง ข-19. ค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการปูผ้าและการตัดผ้าด้วยทีมปูผ้า 3 ทีม และทีมตัดผ้า 3 ทีม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ (Indicator)			
ประสิทธิภาพการใช้เวลาของทีมตัด (Performance of Cutting Time)	80.54%	**เวลาสาย(Tardiness)**	0
เวลาปิดงาน(Make Span)	95	**จำนวนงานสาย(Amount of Tardiness Job)**	0

ตาราง ข-20. สรุปผลการทดสอบแสดงค่าตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

จำนวนทีมปูผ้า	1			2			3		
จำนวนทีมตัดผ้า	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ประสิทธิภาพการทำงาน (Utilization, %)	88.71	62.30	48.98	88.71	85.94	71.56	97.22	89.95	80.54
เวลาปิดงาน (Make Span, min)	235	218	218	197	125	124	197	120	95
เวลาสาย (Tardiness, min)	322	252	248	121	0	0	108	0	0
จำนวนงานสาย (Amount of Tardiness Job)	7	7	7	3	0	0	3	0	0

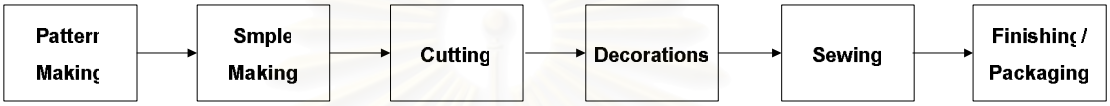
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การศึกษาข้อมูลจากโรงงานตัวอย่าง

การศึกษาข้อมูลจากโรงงานที่ 1

ขั้นตอนการผลิตโดยทั่วไปของโรงงานที่ 1 จะเริ่มตั้งแต่การรับคำสั่งซื้อ (order) จากลูกค้า จนถึงกระบวนการบรรจุภัณฑ์ (Finishing/Packaging) ดังรูปที่ 8.7



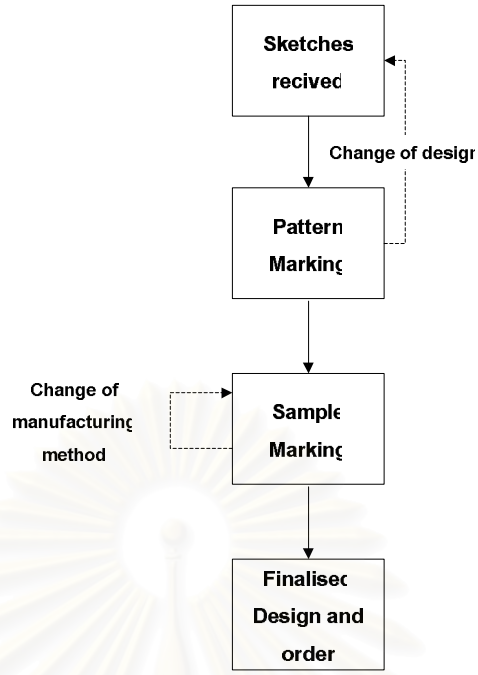
รูปที่ ค-1 แสดงแผนผังการผลิตโดยรวม

รายละเอียดของแต่ละกระบวนการเป็นดังนี้

กระบวนการวางแบบตัดสำหรับการสั่งวัตถุดิบ (Pattern Marking)

เมื่อลูกค้าตัดสินใจผลิตกับทางโรงงานแล้ว ทางโรงงานจะการผลิตสินค้าตัวอย่าง เพื่อให้ลูกค้าดูแบบว่าตรงตามที่ลูกค้าต้องการหรือไม่ ต้องมีการปรับแก้ตรงจุดใดบ้าง หลังจากผ่านขั้นตอนนี้แล้ว จะทำการวางแบบตัด ในการวางแบบตัดครั้งนี้ อาจจะยังไม่ได้ร้อยละของการใช้ผ้าสูงที่สุด (Percent of utilization) เหตุที่ต้องมีการวางแบบตัดลักษณะนี้ เพื่อที่จะทำการสั่งวัตถุดิบเผื่อไว้สำหรับการสูญเสียสำหรับการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค-2 แสดงแผนผังการผลิตของกระบวนการวางแบบตัด

กระบวนการวางแบบตัดเพื่อทำการผลิต (Sample Marking)

การวางแบบตัดในครั้งนี้จะนำเอาแบบตัดที่วางเพื่อสั่งวัตถุดิบมาทำการปรับแก้ให้มีร้อยละของการใช้ผ้าสูงที่สุด (Percent of utilization) โดยจะเป็นการวางสำหรับการผลิต ก่อนที่จะมีการตัดผ้าแต่ละมาร์คจริงในแต่ละครั้ง ต้องมีการวางแผนการวางแบบตัดก่อนด้วยว่าในแต่ละคำสั่งซื้อต้องทำการวางแบบตัดทั้งหมดกี่มาร์ค จะต้องปูผ้ากี่ชั้นสำหรับการตัดในแต่ละมาร์คเกอร์

เมื่อทำการวางแบบตัดเรียบร้อยแล้ว จะทำการพิมพ์ (print) ลงบนกระดาษแข็งแผ่นใหญ่ และนำแบบที่พิมพ์นั้นมาทำการตัด และวาดลงบนกระดาษที่จะใช้ในการตัดผ้าอีกครั้ง การที่พิมพ์แบบลงบนกระดาษแข็ง เนื่องจาก ประการที่หนึ่งคือในการสั่งทำเสื้อผ้าของลูกค้าในแต่ละครั้งนั้น เสื้อผ้ามีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป มีรูปแบบที่หลากหลาย ไม่ค่อยมีแบบเดิม แต่บางชิ้นส่วน (part) ที่เคยทำมาแล้วนั้นอาจเป็นชิ้นส่วนของงานใหม่ก็ได้ จึงเก็บแบบกระดาษแข็งไว้เป็นต้นแบบ (block) สำหรับใช้งานในครั้งต่อไป ประการที่สอง คือ ในการพิมพ์แบบนั้นในแต่ละครั้ง ใช้เวลานาน ทำให้สูญเสียเวลาในการพิมพ์แบบมาก และประการสุดท้าย คือ น้ำหมึกที่ใช้ในการพิมพ์แบบแต่ละครั้งนั้น มีราคาต้นทุนสูง สองประการหลังนี้ ถ้ามีการเก็บแม่แบบไว้ จะทำให้ประหยัดเวลา และต้นทุนในการวาดแบบลงได้

กระบวนการตัดผ้า (Cutting)

แผนกตัดจะรับข้อมูล เรื่องของจำนวนมาร์คเกอร์ จำนวนชั้นผ้าที่ปู จากแผนกมาร์คเกอร์ แล้วทำการวางแผนในเรื่องของลักษณะการตัดว่าจะทำการตัดด้วยมือ หรือทำการตัดด้วยเครื่อง

ตัดอัตโนมัติ ถ้าทำการตัดด้วยมือจะทำการจัดสรรทีงานสำหรับการปูผ้าในแต่ละคำสั่งซื้อว่าต้องใช้พนักงานกี่คนในการปู และตัด ใช้โต๊ะตัดผ้ากี่โต๊ะ โต๊ะที่เท่าไรบ้าง หลังจากนั้นจึงทำการตัดจริงตามการวางแผนที่กำหนด

ในการปูผ้า จะมีวิธีการปูผ้า 2 วิธีคือ การปูผ้าโดยใช้พนักงานในการปู การปูผ้าโดยใช้เครื่องปูผ้าอัตโนมัติ และในทำนองเดียวกัน การตัดผ้า จะมีวิธีการตัดผ้าอยู่ 2 วิธีคือ Manual Cutting เป็นเครื่องตัดผ้าแบบใช้มือช่วยและ Computerized Cutting เป็นการตัดโดยเครื่องตัดผ้าอัตโนมัติ สำหรับการตัดผ้าแบบใช้มือ จะตัดโดยพนักงานที่มีทักษะทางด้านนี้พอสมควร เพราะพนักงานจะต้องทราบว่า ผ้าที่จะทำการตัดนั้น จะต้องใช้ลักษณะใบมีดแบบใดที่เหมาะสมกับผ้าชนิดนั้นๆ พนักงานจะต้องรู้วิธีการตัดที่ถูกต้อง ใช้ผ้าอย่างคุ้มค่ามากที่สุด ถ้านำพนักงานที่ไม่มีทักษะมาทำการตัดผ้า อาจเกิดอันตรายจากการใช้ใบมีด และอาจทำให้ผ้าเสียหายได้

กระบวนการตกแต่งผ้า (Decorations)

หลังจากที่ตัดผ้าเป็นชิ้นส่วนต่างๆ แล้ว จะนำผ้าแต่ละชิ้นส่วนมาตกแต่งลายตามแบบที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งจะมีทั้งการปักลาย (Embroidery) การสกรีนลายผ้า และการใช้แสงเลเซอร์ตัดสลักผ้า

การปักลาย จะมีเครื่องปักลายอัตโนมัติ ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ทางโรงงานจะมีการทำกระบวนการนี้เอง ไม่ได้จ้างจากบริษัทอื่นทำ เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่าย และเวลาในการขนย้ายในแต่ละครั้ง และอาจทำให้ชิ้นส่วนของผ้าเสียหาย หรือหล่นหายได้

การสกรีนลายผ้า หรือที่เรียกกันว่า การฟิวส์ เป็นการให้ความร้อนเพื่อให้ผ้าชิ้นเล็กซึ่งเป็นแผ่นติดบนผ้าชิ้นใหญ่ เพื่อให้เกิดลวดลาย หรือรูปภาพต่างๆ ลงบนเสื้อผ้า ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในกระบวนการนี้ คือ ระดับของความร้อน ระยะเวลาในการให้ความร้อนในการพิมพ์แผ่นลายลงบนผ้า

การใช้แสงเลเซอร์ตัด สลักผ้า เพื่อตกแต่งลายผ้าให้มีความสวยงาม หรือไว้ตัดตกแต่งขอบเสื้อ กางเกง เนื่องจากการตัดลักษณะนี้เป็นการตัดที่ละเอียด และค่อนข้างเล็ก จึงตัดด้วยแสงเลเซอร์ ไม่สามารถตัดโดยเครื่องตัดได้

กระบวนการเย็บผ้า (Sewing)

เป็นแผนกที่สำคัญ เพราะเป็นแผนกที่จะนำชิ้นส่วนต่างๆ ของเสื้อผ้ามาเย็บติดกันทำให้สามารถสวมใส่ได้ โดยเป็นลักษณะของสายงานประกอบ (Assembly Line) พนักงานแต่ละคนจะเย็บชิ้นส่วนที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น โดยดูได้จากใบสั่งงานที่จะบอกขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียด แผนกนี้ยังมีการใช้เทคนิคเวลามาตรฐานมาใช้ในการเย็บแต่ละขั้นตอน โดยใช้โปรแกรม GSD (General Sewing Data) ในการคำนวณค่าเวลามาตรฐานในการเย็บ เพื่อให้งานเสร็จ

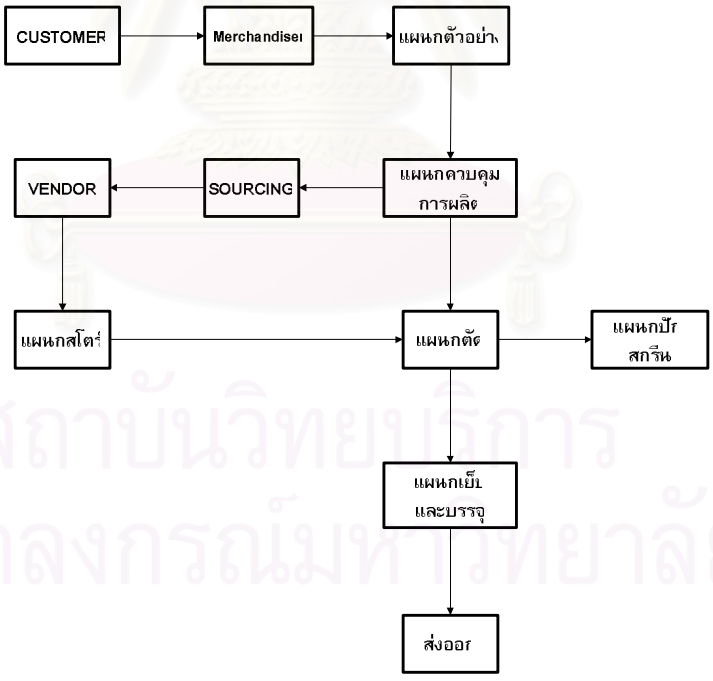
ภายในเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีการใช้ Visual Control เพื่อเป็นตัวช่วยให้การแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับการเคลื่อนย้ายชิ้นงานในสายการประกอบหนึ่งไปสายการประกอบต่อไปจะเคลื่อนย้ายโดยใช้ Switchtrack ช่วยในการเคลื่อนย้าย

กระบวนการเก็บรายละเอียดและการบรรจุหีบห่อ (Finishing/Packaging)

กระบวนการนี้จะทำการเก็บความเรียบร้อย ใส่รายละเอียดที่เหลืออยู่เพียงเล็กน้อยลงบนเสื้อผ้า ได้แก่ การติดกระดุม (Buttoning) การติดตราสินค้า หรือติดป้าย (Ticketing) การรีดผ้า (Pressing) การซัก อบผ้า (laundry) และการบรรจุหีบห่อ (Packing) โดยนำเสื้อผ้าแต่ละตัวใส่ถุงพลาสติก และบรรจุลงกล่องรวมกัน เพื่อทำการจัดส่งต่อไป

การศึกษาข้อมูลจากโรงงานที่ 2

โรงงานนี้จะเป็นโรงงานที่ส่วนใหญ่ทำการผลิตเสื้อผ้ากีฬา และทำการส่งออกต่างประเทศไม่มีการจำหน่ายในประเทศไทย จากการเข้าไปศึกษาสามารถสรุปผังการไหลของการทำงานได้ดังนี้



รูปที่ ค-3 แสดงผังการไหลของการทำงาน

รายละเอียดของผังการไหลของการทำงานมีดังนี้

บริษัทได้รับแบบเสื้อผ้าจากลูกค้า ซึ่งทางลูกค้าจะให้แบบเสื้อผ้าผ่าน Merchandiser มาในลักษณะต่างๆกัน ดังนี้

1) ลูกค้าให้แบบมาเป็นไฟล์ กำหนดรายละเอียดมาให้ทั้งหมด
2) ลูกค้าให้ข้อมูลมาในลักษณะของเอกสารและให้รูปมาคร่าวๆ แล้วให้ทางโรงงานปรับแบบและกำหนดรายละเอียดเอง
3) ลูกค้าให้ผลิตสินค้าที่คล้ายลักษณะเดิมโดยให้ทางโรงงานปรับแบบเอง
4) เมื่อได้รับแบบจาก Merchandiser แผนกตัวอย่างจะลองทำการผลิตเพื่อให้ลูกค้าพิจารณาว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ เมื่อยังไม่เป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการต้องกลับมาทำการแก้ไขแล้วส่งกลับไปให้ลูกค้า จนกระทั่งลูกค้ายอมรับสินค้านั้น แล้วจึงเริ่มทำการผลิตจริง
5) หลังจากที่ลูกค้ายอมรับแบบเสื้อผ้าแล้ว แผนกควบคุมการผลิตจะทราบจำนวนของสินค้าวัตถุดิบที่ใช้ต่อ 1 ตัว จะทำให้สามารถกำหนดวัตถุดิบที่ใช้ทั้งวัตถุดิบหลักและรอง ขั้นตอนของการผลิต วางแผนการผลิต จ่ายงานให้กับแต่ละแผนกงาน ในบางครั้งแผนกควบคุมการผลิตนี้อาจจะต้องมีการพยากรณ์จำนวนสินค้าที่ลูกค้าสั่งเพื่อเตรียมการในการผลิตเมื่อมีการสั่งผลิตจริง
6) หลังจากทราบวัตถุดิบหลักและรอง รวมถึงปริมาณที่ใช้ ทางบริษัทจะต้องจัดหาแหล่งของวัตถุดิบนั้น โดยที่วัตถุดิบนั้นจะต้องมีคุณภาพและลักษณะตามที่กำหนดในแบบทุกประการ และต้องคำนึงถึงต้นทุนของวัตถุดิบนั้นๆด้วย บางครั้งบริษัทจะเสนอวัตถุดิบที่มีในประเทศให้กับลูกค้า ซึ่งจะทำให้ลูกค้าประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และภาษีในการนำเข้าวัตถุดิบ รวมทั้งคุณภาพอยู่ในระดับที่ยอมรับได้
7) ในส่วนของแผนกสโตร์ เมื่อสั่งซื้อวัตถุดิบแล้ว จะต้องนำวัตถุดิบเหล่านั้นมายังแผนกนี้ ภายในแผนกนี้จะมี ส่วนงานที่เรียกว่า MU (Material Utilization) จะทำหน้าที่ในการเก็บวัตถุดิบที่เหลือใช้จากการผลิตในการสั่งครั้งนั้นๆ ของลูกค้าเพื่อนำมาใช้ในเวลาต่อมา เนื่องจากว่าใน season เดียวกันลูกค้าจะมี style ของเสื้อผ้าที่วัตถุดิบใช้ด้วยกันได้ ทำให้สามารถประหยัดต้นทุนในการซื้อวัตถุดิบในการผลิต เมื่อทำการผลิต (1 season เวลาประมาณ 4 เดือน)
8) เมื่อทำการผลิตจะเริ่มจากการทำแบบตัด หลังจากนั้นจะนำแบบตัดมาวางแบบ ซึ่งทั้งสองขั้นตอนนี้จะทำในแผนกตัวอย่าง เมื่อเสร็จสิ้นทั้งสองขั้นตอนแล้วจะได้ marker ที่จะนำไปใช้ในส่วนของการตัดผ้าต่อไป

9) หลังจากแผนกการควบคุมการผลิตกำหนดรายละเอียดในการผลิต เบิกวัตถุดิบจากแผนกสโตร์ รวมทั้งได้ marker แล้ว จะเข้าสู่แผนกตัด ดังนั้นแผนกตัดจึงมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

10) รับเอกสารจากแผนกควบคุมการผลิตตรวจความครบถ้วนของ marker และจำนวนของชิ้นส่วนของแบบใน marker กำหนดรายละเอียดของแต่ละชิ้นส่วนใน marker รวมถึงการบอกรายละเอียดของแต่ละชิ้นส่วนนั้นๆว่าถ้าตัดเสร็จแล้วจะนำไปทำขั้นตอนใดต่อ เช่น ปัก สกรีน เป็นต้นวัดหน้าผ้าที่ใช้จริงและตรวจสอบกับหน้าผ้าที่กำหนดไว้

11) ปูผ้า โดยถ้าผ้าที่ไม่บอบบางมากเกินไป (ผ้าหยาบ) จะปูผ้าโดยใช้เครื่องปูผ้า ในขณะที่ผ้าที่บอบบางมาก จะปูผ้าด้วยมือ ในแต่ละโต๊ะปูผ้าจะมีข้อมูลที่บอกว่าผ้าแต่ละชนิด ควรปูผ้ากี่ชั้น โดยที่จำนวนชั้นของผ้าที่ปูขึ้นกับความยาวของใบมีดของแต่ละเครื่องตัด

12) นำ marker วางบนผ้าที่ปูและตัดตาม marker หลังจากนั้นทำการจัดมัดผ้าตาม marker ที่ตัดเป็นชิ้นๆ

13) งานบางงาน หลังจากที่ตัดแล้ว จะต้องนำไปปัก หรือ สกรีน ก่อนที่จะส่งไปยังแผนกเย็บ

14) หลังจากตัดเสร็จแล้ว งานจะถูกส่งไปยังแผนกเย็บ ในแผนกเย็บจะใช้ระบบ Lean เข้ามาช่วยในการบริหารการผลิต เช่น มัดผ้าที่ได้จากการตัดจะใช้ระบบ pull และ kanban เข้ามาช่วย นั่นคือ ถ้าต้องการงานจากแผนกตัด หัวหน้าหมวดจะไปเบิกตามจำนวนที่สามารถผลิตได้ในแต่ละวันมาไว้ที่สายการผลิต จึงทำให้ไม่มีงานมารอที่หน้าสายการผลิตมากจนเกินไป

15) การคิดอัตราค่าแรงในส่วนของการเย็บจะคิดจากมูลค่าของเสื้อผ้าที่ทำ 1 ตัว คูณกับจำนวนตัวที่สามารถทำได้ใน 1 วัน แล้วหารด้วยจำนวนคน แต่ยังคงใช้ค่าแรงขั้นต่ำเป็นฐานในการคิดอัตราค่าแรง เนื่องจากถ้าการคิดอัตราค่าแรงดังกล่าวข้างต้นต่ำกว่าค่าแรงขั้นต่ำ ทางบริษัทจะจ่ายค่าแรงให้กับพนักงานในอัตราค่าแรงขั้นต่ำ

16) หลังจากการบรรจุจะส่งออกสินค้าไปยังต่างประเทศ

การศึกษาข้อมูลจากโรงงานที่ 3

สำหรับโรงงานที่ 3 ได้ศึกษาเฉพาะการทำงานของแผนกตัดผ้า ที่ประกอบด้วยการทำงานของการปูผ้า และการตัดผ้า สามารถสรุปได้ดังนี้

ในแผนกตัดผ้า จะมีการทำงาน 2 ส่วนคือ การทำงานของการปูผ้า และการทำงานของการตัด สามารถสรุปขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

1) หลังจากวางแบบตัด แผนกตัดจะได้รับแผ่น Marker ทราบข้อมูลเกี่ยวกับ จำนวนชั้นในการปูผ้าของแต่ละ Marker (งาน 1 งานอาจมี Marker หลายอัน เช่น งานที่ 1

ประกอบด้วย Marker A Marker B และ Marker C เป็นต้น) ความยาวเฉลี่ยของผ้าที่ใช้ของแบบตัด 1 ตัว รายละเอียดในการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ และรายละเอียดของใบสั่งผลิตของแผนกตัด

2) แผนกตัดจะทำการตรวจสอบ Marker และจำนวนผ้าที่ได้รับว่าเพียงพอกับที่จะต้องใช้หรือไม่ เนื่องจากว่าการวางแบบตัดอาจจะทำให้ต้องใช้ผ้าที่มากกว่าที่ได้รับมา แล้วส่งเรื่องขึ้นไปยังแผนกที่ส่งวัตถุดิบมาให้เพื่อพิจารณาต่อไปว่า จะต้องเบิกวัตถุดิบเพิ่มหรือจะปรับแก้อย่างไร

3) ทำการปูผ้าโดยจะเริ่มปูจาก Marker ที่จำนวนชั้นผ้าในการปูน้อยที่สุดก่อน แล้วจึงไล่ระดับขึ้นมาจนกระทั่งถึงจำนวนชั้นที่ปูผ้ามากที่สุด (Marker ที่จำนวนชั้นในการปูผ้าที่น้อยที่สุดอยู่ที่ท้ายโต๊ะของการปูผ้า และ Marker ที่จำนวนชั้นในการปูผ้ามากที่สุดจะอยู่ที่หัวโต๊ะของการปูผ้า)

4) หลังจากปูผ้าเสร็จแล้ว สำหรับผ้าลายจะต้องมีการตรวจ CL (บริเวณกลางแผ่นหน้าที่เจาะรังดุม) ของแบบตัดกับลายของผ้า

5) ทำการตัดผ้า ซึ่งการตัดนี้จะตัดเป็นส่วนๆก่อน แล้วจึงมาตัดเก็บรายละเอียดสำหรับชิ้นส่วนเล็กๆ อีกทีหนึ่ง แต่สำหรับชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่อยู่แล้ว เช่น แผ่นหน้าหรือแผ่นหลังจะตัดตามแนวของเส้นของแบบได้เลย แต่ในกรณีที่เป็นผ้าลายจะตัดตามเส้นนอก คือเส้นที่มีการเผื่อระยะในการตัดไว้แล้ว

6) หลังจากการตัดแล้ว จะทำการตรวจสอบคุณภาพของผ้า โดยที่ผ้าพื้น ทำการตรวจสอบชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดตามชิ้นส่วนของแบบตัด ซึ่งถ้าชิ้นส่วนใดมีจุดบกพร่อง (defect) ที่เกิดจากผ้า หรือ สกปรกจนทำความสะอาดไม่ได้ จะต้องทำการตัดเพิ่ม จากนั้นทำการปั๊มหมายเลขของผ้า เพื่อบอกว่าชิ้นส่วนนั้นตัดมาจาก Marker ใดของงานใด (ป้องกันปัญหาที่เกิดจากเฉดสี) หลังจากนั้นทำการจัดมัดชิ้นงานตาม Marker รวมทั้งมีการระบุข้อมูลจำนวนชิ้น ระบุงาน ซึ่งใบข้อมูลที่ระบุข้อมูลนี้จะได้มาจากแผนกควบคุมการผลิต (หลังจากตรวจสอบ Marker กับลายผ้าแล้วจะส่งข้อมูลไปยังแผนกควบคุมการผลิตเพื่อให้ทำใบข้อมูลกำหนดรายละเอียดมาให้)

7) สำหรับผ้าลาย ทำการตรวจสอบชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดตามชิ้นส่วนของแบบตัด ซึ่งถ้าชิ้นส่วนใดมีจุดบกพร่อง (defect) ที่เกิดจากผ้า หรือ เลอะเทอะจนทำความสะอาดไม่ได้ จะต้องทำการตัดเพิ่ม ทำการปั๊มหมายเลขของผ้า เพื่อบอกว่าชิ้นส่วนนั้นตัดมาจาก Marker ใดของงานใด แล้วทำการ pin ลาย หลังจากนั้นทำการจัดมัดชิ้นงานตาม Marker รวมทั้งมีการระบุข้อมูลจำนวนชิ้น ระบุงาน

8) สำหรับชิ้นงานบางส่วนที่จะต้องทำการปักหรือสกรีน จะต้องส่งมัดงานนั้นไปทำการปักหรือสกรีนแล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพของการปักหรือสกรีนว่าเป็นไปตามแบบที่กำหนดหรือไม่
9) ในส่วนของปก ขอบข้อมือ ภายในจะมีผ้ากาว ซึ่งวิธีทำมีดังนี้
10) ทางบริษัทจะมีแบบตัดของปก และขอบของข้อมือในแต่ละขนาดและในแต่ละ style ของเสื้อที่เป็นกระดาษแข็งอยู่แล้ว
11) สำหรับการวางแบบตัดจะวางแบบตัดด้วยมือและวาดด้วยมือออกมาเป็น Marker โดยที่ลักษณะของแบบที่วางจะวางในลักษณะเกรนเฉลียงที่มุมที่แตกต่างกัน แต่ได้มีการกำหนดไว้อยู่แล้วว่า 1 Marker ควรจะมีผ้ากาวกี่อัน แล้วนำผ้ากาวประกบกับผ้าปกแล้วนำไปฟิวส์แล้วจัดมัดงานเช่นเดิม
12) นำชิ้นงานที่ผ่านการจัดมัดงานเรียบร้อยแล้วส่งไปให้กับแผนกเย็บต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ภีรพล ทำเสมอดี เกิดเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2524 ที่โรงพยาบาลลพบุรี จังหวัด ลพบุรี สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย นนทบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปีการศึกษา 2547 และเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549

ระหว่างศึกษาในหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต ได้รับหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัยในศูนย์วิจัย ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ (Resource and Operation Management, ROM) ในโครงการวางแผนและควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม (SAM-g3, ระยะที่ 3) ซึ่งอยู่ภายใต้โครงการเชื่อมโยงอุตสาหกรรมของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย