แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าที่ได้จากการวางแผนร่วมกัน

นายปรเมษฐ์ เรืองรัติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-14-2098-6
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SIMULATION MODEL FOR DETERMINING THE VALUE OF SYNCHRONIZED PLANNING

Mr. Poramate Ruangrat

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Logistics Management
(Inter-Department)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-14-2098-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าที่ได้จากการวางแผนร่วมกัน
โดย	นายปรเมษฐ์ เรืองรัติ
สาขาวิชา	การจัดการด้านโลจิสติกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศรีสะอาด ตั้งประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

..... กรรมการ
(ศาสตราภิชาน ปรีชา พันธุมสินชัย)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายปรเมษฐ์ เรืองรัติ : แบบจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าที่ได้จากการวางแผนร่วมกัน. (SIMULATION MODEL FOR DETERMINING THE VALUE OF SYNCHRONIZED PLANNING) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์, 86 หน้า. ISBN 974-14-2098-6.

งานวิจัยได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์คุณค่าของการวางแผนแบบร่วมมือกัน (Synchronized Planning) ในโซ่อุปทาน ด้วยการจำลองการจัดตารางการผลิตของโรงงาน 2 แห่ง ซึ่งโรงงานหนึ่งจะเป็นผู้ผลิตสินค้าเพื่อส่งให้กับอีกโรงงานหนึ่ง แล้วเปรียบเทียบต้นทุนรวมที่เกิดจากการจัดตารางการผลิตแบบ ร่วมมือกันกับแบบต่างคนต่างทำ ต้นทุนรวมประกอบด้วยต้นทุน ต้นทุนผันแปร, ต้นทุนคงที่, ต้นทุนสินค้าคงคลัง, ต้นทุนปรับสายการผลิต และ ต้นทุนค่าปรับ แบบจำลองได้พัฒนาบนโปรแกรม Spreadsheet โดยใช้ Visual Basic for Application (VBA) ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ผลการทดสอบที่ได้แสดงให้เห็นว่า การวางแผนจัดตารางการผลิตแบบร่วมมือกันจะก่อให้เกิดต้นทุนน้อยกว่าการจัดตารางการผลิตแบบไม่ร่วมมือกัน และผลประโยชน์ที่ได้จากการจัดตารางการผลิตแบบร่วมกันจะสูงขึ้น หากปริมาณความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกำลังการผลิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา การจัดการด้านโลจิสติกส์(สหสาขาวิชา) ลายมือชื่อ.....
ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4589103320 : MAJOR LOGISTICS MANAGEMENT

KEY WORD: SYNCHRONIZATION / SIMULATION MODEL / COORDINATION / SCHEDULING / PLANNING

PORAMATE RUANGRAT : SIMULATION MODEL FOR DETERMINING THE VALUE OF SYNCHRONIZED PLANNING. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SOMPONG SIRISOPOLSIN, 86 pp. ISBN 974-14-2098-6.

This thesis develops a computerized model for determining the value of synchronized planning by simulating the development of production schedules for two production facilities which are interrelated in such a way that the output of the upstream facility becomes the input for the downstream facility. The total cost resulting from the synchronization of the scheduling of the production at the two facilities is calculated and compared with the cost experienced when the production activities at the two facilities are independently scheduled. The relevant total cost includes variable cost, fix cost, inventory cost, changeover cost and penalty cost. The model is developed on the Spreadsheet platform with the application of Visual Basic for Application (VBA) to control the operation of the program.

The test results show that synchronized production schedules would result in a lower total cost than the unsynchronized ones. The cost saving derived from the synchronization appears to increase with the rise in the production demand with respect to the production capacity.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of study Logistics Management Student's signature.....

Academic year 2005 Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ก็ด้วยความกรุณา และ คำแนะนำ ทั้งแง่แนวความคิด และ การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ จาก ผศ.ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ผู้อำนวยการสถาบันการขนส่ง และ อาจารย์ประจำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาภาควิชาโยธาวิศวกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับแนวทางในการวิจัย พร้อมทั้งช่วยขัดเกลาและแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับข้อความ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้อย่างสมบูรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... **ง**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... **จ**
กิตติกรรมประกาศ ..... **ฉ**
สารบัญ ..... **ช**
สารบัญตาราง ..... **ฌ**
สารบัญภาพ ..... **ญ**

บทที่ 1 บทนำ **1**
ความเป็นมา 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
ขอบเขตของงานวิจัย 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **4**
ความหมายของ Synchronization 4
การวิเคราะห์คุณค่าของ Synchronization ในโซ่อุปทาน 10

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย **28**
ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย 28
การพัฒนาแบบจำลอง 30
1. สภาพแวดล้อมการผลิต 30
2. สถานการณ์การจัดตารางการผลิต 32
3. องค์ประกอบของแบบจำลอง 35

บทที่ 4 การพัฒนา Simulation Program **54**
โครงสร้างและส่วนประกอบ Simulation Program 55
ขั้นตอนใช้งาน Simulation Program 65

บทที่ 5 ผลการทดสอบและการประเมินผล **69**
ผลเปรียบเทียบต้นทุนของการจัดตารางการผลิต 70

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ผลการลดต้นทุนเมื่อปริมาณคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น..... 78
ผลการลดต้นทุนเมื่อกำลังการผลิตลดลง..... 81

บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 83

รายการอ้างอิง 84
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 86

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์กิจกรรมทาง Supply Chain การทำงานแบบ Coordination ในระดับต่างๆ 5
ตารางที่ 2 แสดงผลการลดต้นทุนของข้อมูลชุดที่ 1 19
ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์แบบ Factorial ของข้อมูลชุดที่ 1 21
ตารางที่ 4 ตาราง Production Parameter 56
ตารางที่ 5 แสดงค่า Order Constraints 57
ตารางที่ 6 แสดงตาราง Order 60
ตารางที่ 7 แสดงกำหนดส่งสินค้า 60
ตารางที่ 8 แสดงตารางการผลิต 61
ตารางที่ 9 แสดงตารางต้นทุน 61
ตารางที่ 10 ตารางเงื่อนไขการผลิตสำหรับการทดสอบที่ 1 70
ตารางที่ 11 ตารางเงื่อนไขคำสั่งซื้อสำหรับการทดสอบที่ 1 70
ตารางที่ 12 คำสั่งซื้อชุดที่ 1 71
ตารางที่ 13 ตารางผลการทดสอบคำสั่งซื้อชุดที่ 1 72
ตารางที่ 14 คำสั่งซื้อชุดที่ 2 73
ตารางที่ 15 ตารางผลการทดสอบคำสั่งซื้อ ชุดที่ 2 74
ตารางที่ 16 คำสั่งซื้อชุดที่ 3 76
ตารางที่ 17 ตารางผลการทดสอบคำสั่งซื้อ ชุดที่ 3 77
ตารางที่ 18 ตารางเงื่อนไขการผลิตสำหรับการทดสอบที่ 2 78
ตารางที่ 19 ตารางเงื่อนไขการสุ่มคำสั่งซื้อสำหรับการทดสอบที่ 2 79
ตารางที่ 20 ตารางคำสั่งซื้อทั้ง 3 ชุดสำหรับการทดสอบที่ 2 79
ตารางที่ 21 ตารางคำสั่งซื้อการทดสอบที่ 3 81
ตารางที่ 22 ตารางเงื่อนไขการผลิตชุดที่ 1 การทดสอบที่ 3 81
ตารางที่ 23 ตารางเงื่อนไขการผลิตชุดที่ 2 การทดสอบที่ 3 82

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงความซับซ้อนของระบบโซ่อุปทานปัจจุบัน 2
รูปที่ 2 Non-Cooperative transportation planning..... 3
รูปที่ 3 Cooperative transportation planning 11
รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมของ SCOptimizer 12
รูปที่ 5 แสดงกราฟิกของการแผนงานกระจายแบบ Cooperative 13
รูปที่ 6 แสดงกราฟิกของแผนการกระจายแบบ Non-cooperative 13
รูปที่ 7 แสดงกระบวนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์.....29
รูปที่ 8 แสดงสภาพการทำงานจัดตารางของระบบจำลองที่ศึกษา 31
รูปที่ 9 แสดงกลไกการจัดตารางการผลิตแบบ Unsynchronization.....33
รูปที่ 10 แสดงกลไกการทำงานของการจัดตารางการผลิตแบบ Synchronization.....34
รูปที่ 11 แสดงกลไกการจัดตาราง Unsynchronized Scheduling 42
รูปที่ 12 ขั้นตอนที่ 1 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 43
รูปที่ 13 ขั้นตอนที่ 2 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 43
รูปที่ 14 ขั้นตอนที่ 3 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 44
รูปที่ 15 ขั้นตอนที่ 4 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 44
รูปที่ 16 ขั้นตอนที่ 5 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 45
รูปที่ 17 ขั้นตอนที่ 6 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 45
รูปที่ 18 ขั้นตอนที่ 7 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 46
รูปที่ 19 ขั้นตอนที่ 8 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 46
รูปที่ 20 ขั้นตอนที่ 9 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 47
รูปที่ 21 ขั้นตอนที่ 10 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 47
รูปที่ 22 ขั้นตอนที่ 11 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 48
รูปที่ 23 ขั้นตอนที่ 12 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 48
รูปที่ 24 ขั้นตอนที่ 13 ของกลไก Unsynchronized Scheduling 49
รูปที่ 25 แสดงกลไกการจัดตาราง Synchronized Scheduling 50
รูปที่ 26 ขั้นตอนที่ 1 ของกลไก Synchronized Scheduling 51
รูปที่ 27 ขั้นตอนที่ 2 ของกลไก Synchronized Scheduling 51

หน้า

รูปที่ 28 ขั้นตอนที่ 3 ของกลไก Synchronized Scheduling 52
รูปที่ 29 ขั้นตอนที่ 4 ของกลไก Synchronized Scheduling 52
รูปที่ 30 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของ Simulation Program 55
รูปที่ 31 แสดง UnSynchronized Scheduling Sheet 58
รูปที่ 32 แสดง Synchronized Scheduling Sheet 62
รูปที่ 33 แสดง Evaluation Sheet 63
รูปที่ 34 แสดงส่วนประกอบของ ByDay Sheet 64
รูปที่ 35 แสดง Solver Window 1 66
รูปที่ 36 แสดง Solver Window 2 66
รูปที่ 37 แสดง Solver Window 3 67
รูปที่ 38 แสดง Solver Window 4 66
รูปที่ 39 แสดงต้นทุนของวันที่ใช้ในการรวมต้นทุนการผลิต 69
รูปที่ 40 แสดงกราฟผลการลดต้นทุน คำสั่งซื้อชุดที่ 1 72
รูปที่ 41 แสดงกราฟผลการลดต้นทุน คำสั่งซื้อชุดที่ 2 75
รูปที่ 42 แสดงกราฟผลการลดต้นทุน คำสั่งซื้อชุดที่ 3 78
รูปที่ 43 แสดงกราฟการลดต้นทุนเมื่อปริมาณคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น 80
รูปที่ 44 แสดงผลการลดต้นทุน เมื่อลดกำลังการผลิต 82

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

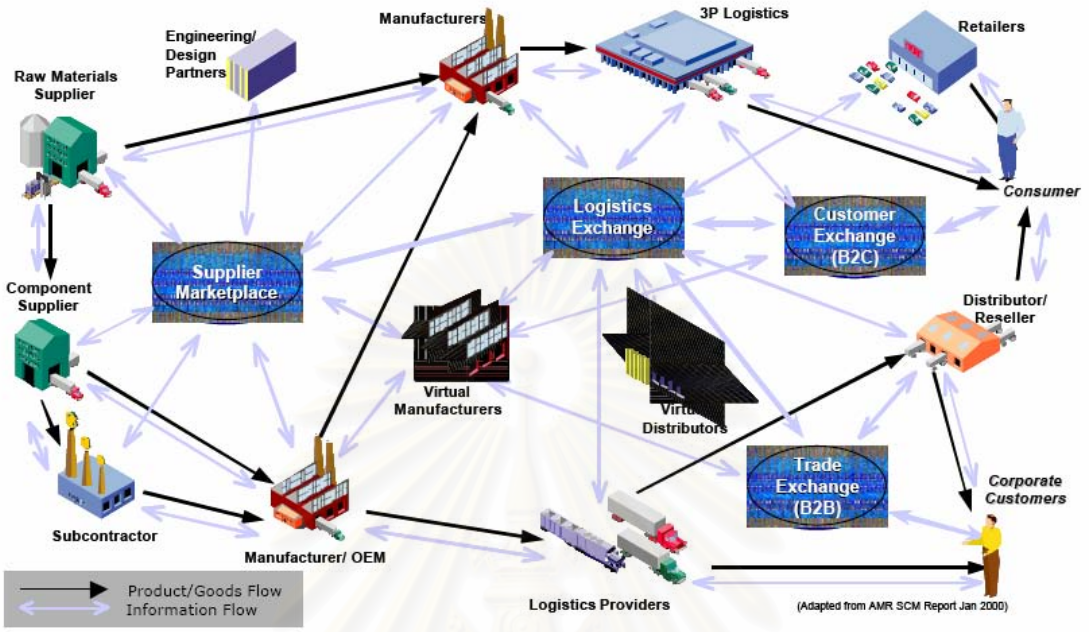
ความเป็นมา

เนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตในยุคเริ่มแรกนั้น ส่วนใหญ่เป็นการผลิตสินค้าที่เสร็จในหน่วยงานการผลิตหน่วยเดียว หรือ โรงงานเดียว ดังนั้นระบบโลจิสติกส์ (Logistics) หรือ โซ่อุปทาน (Supply Chain Management) จึงมีลักษณะที่ไม่ซับซ้อนนัก รวมทั้ง ขนาดของระบบก็ไม่ใหญ่มากนัก แต่ด้วยสภาพของธุรกิจ และ อุตสาหกรรมการผลิต ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งๆ และ นำสินค้าเหล่านั้นสู่มือผู้บริโภค อาจจำเป็นต้องใช้หน่วยงานหลายหน่วย ซึ่งมีปัจจัย อาทิเช่น เทคโนโลยี ต้นทุน หรือ สถานที่ตั้ง ของหน่วยงานแต่ละหน่วยเป็นตัวกำหนด ทำให้เกิดการรวมกลุ่ม และ สร้างเครือข่ายทางธุรกิจและการผลิต เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อันนำมาซึ่ง ระบบโซ่อุปทานที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนมากขึ้น กิจกรรมโลจิสติกส์เปลี่ยนเป็นไปในรูปของส่งต่อสินค้าและกิจกรรมระหว่างหน่วยงาน ดังนั้นการบริหารงานที่ทำกันมา ที่มีลักษณะหน่วยงานย่อยต่างๆ บริหารงานอย่างเป็นอิสระแก่กัน ทำให้เกิดความสูญเสียขึ้นในกระบวนการโซ่อุปทาน เพราะการวางแผนขาดการประสานงานกันหรือมีทิศทางการวางแผนงานที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะระบบงานโลจิสติกส์ ซึ่งจำเป็นจะต้องบริหารกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระบบให้มีความสอดคล้องกัน มิฉะนั้นจะเกิดความสูญเสียในระบบอย่างมาก

แผนภาพด้านล่างเป็นตัวอย่างหนึ่ง ที่แสดงให้เห็นถึงความซับซ้อนในงาน Supply Chain ในปัจจุบัน ซึ่งจะเห็นว่า การดำเนินงานใน Supply Chain นั้นจะมีผู้เกี่ยวข้องจำนวนมาก และมีการเคลื่อนไหวและเชื่อมโยงของสินค้าและข้อมูลข่าวสารที่ค่อนข้างซับซ้อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่มา Nokkentved and Hedaa.2000. Collaborative processes in e-supply networks.P.8)



รูปที่ 1 ภาพแสดงความซับซ้อนของระบบโซ่อุปทานในปัจจุบัน

ทฤษฎีการจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) ได้ให้ความสำคัญกับการบริหารงานแบบร่วมมือกัน (Coordination) เพื่อให้เกิดการบริหารงานโซ่อุปทานแบบองค์รวมที่ให้ความสำคัญของผลประกอบการของทั้งโซ่อุปทาน มากกว่าผลประกอบการของหน่วยใดหน่วยหนึ่งในโซ่อุปทาน จากแนวความคิดการบริหารงานแบบร่วมมือกันนี่เอง ทำให้องค์กรหลายองค์กรมีความคิดจะปรับเปลี่ยนการบริหารของตนเองให้เป็นไปตามแนวความคิดนี้ แต่การลงทุนในการปรับเปลี่ยนที่สูงนั้น อาจทำให้ผู้บริหารองค์กรเหล่านั้นไม่แน่ใจถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่จะได้รับกลับมา ตัวอย่างเช่น การวิจัยของ Diaz and Buxmann (2002) ได้ทำการศึกษาบริษัทที่อยู่ในอุตสาหกรรมรถยนต์กว่า 1,000 แห่งในยุโรป โดยส่งแบบสอบถามผ่านทาง อีเมลหรือแฟกซ์ และมีผู้ตอบกลับมาประมาณ 17.8% และพบว่าเพียง 20% ของบริษัทเหล่านี้ที่ตอบสอบถาม ได้ประยุกต์ใช้การบริหารโซ่อุปทานในองค์กร แต่ 14% กำลังดำเนินโครงการอยู่ ขณะที่ 14.6% มีแผนที่จะริเริ่มโครงการนี้แต่ยังไม่ได้เริ่มต้น โดย 62.4% ของบริษัทที่ยังไม่ได้ประยุกต์ใช้ได้ให้เหตุผลว่าเนื่องจากยังไม่สามารถที่ประเมินผลลัพธ์ที่ได้จะโปรแกรมดังกล่าวได้ และพบอีกว่า 50% ของบริษัทที่ตอบแบบสอบถาม ยังไม่แน่ใจในผลตอบแทนการลงทุนของโปรแกรมที่ว่านี้ พวกเขาต้องการหลักฐานที่ทำให้แน่ใจ ถึงคุณค่าของ โปรแกรมบริหารงานโซ่อุปทานนี้

ด้วยเหตุนี้เราจึงจำเป็นจะต้องมีสิ่งที่จะสามารถประเมินว่าผลจากการบริหารแบบร่วมมือนี้จะให้ผลอย่างไร ก่อนที่ผู้บริหารจะตัดสินใจลงทุน และ ขับเคลื่อนโครงการต่อไป งานวิจัยนี้จึงได้พยายามที่จะพัฒนา Simulation Model เพื่อใช้ในการประเมินผลการทำงานของ Synchronization เพื่อให้ผู้ลงทุนได้มองเห็นศักยภาพในการประยุกต์เอา Synchronization มาใช้ในงาน Supply Chain และ เป็นแนวทางที่จะใช้พัฒนาแบบจำลองที่มีความซับซ้อนกว่านี้ เพื่อใช้ในการประเมินผลที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เป็นจริงมากขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถแสดงให้เห็นถึงประโยชน์และคุณค่าที่ธุรกิจจะได้รับจากการวางแผนร่วมกัน (Synchronized Planning) ภายใต้การบริหารงานแบบ Multi-site Scheduling

ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยนี้จะจำลองสถานการณ์การผลิตของโรงงานสองแห่งที่มีการส่งมอบงานต่อเนื่องกัน โดยจะทำการเปรียบเทียบต้นทุนรวมที่เป็นผลจากการจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) ระหว่างการจัดตารางการผลิตที่มีการสอดประสานกัน (Synchronized Planning) กับการจัดตารางการผลิตที่ขาดการสอดประสานกันระหว่างโรงงานทั้งสอง (Unsynchronized Planning)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แบบจำลองที่ได้พัฒนาจะมีประโยชน์ ดังนี้

- เพื่อใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินสำหรับผู้บริหาร ที่จะลงทุนทำให้เกิด Supply Chain Synchronization ในองค์กร
- เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนา Simulation Model ที่มีความซับซ้อนกว่านี้ในการประเมินผลของการทำ Supply Chain Synchronization

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การทบทวนความหมายของ Synchronization และ การทบทวนเอกสารงานวิจัยที่แสดงถึงคุณค่าของ Synchronization ในโซ่อุปทาน

ความหมายของ Synchornization

Synchronization เป็นการทำงานร่วมกันแบบหนึ่ง และเป็นหนึ่งในรูปแบบของการงานแบบ Coordination เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ Malone and Crowston (1994) ได้จำแนก Coordination ออกตามระดับของ Dependency คือ

- การใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Shared Resources)
- ความสัมพันธ์ ผู้ผลิต/ผู้บริโภค (Producer/consumer relationships)
- เงื่อนไขของสถานการณ์ (Simultaneity constraints)
- ความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้ผลิตและผู้ซื้อ

ดังแสดงตามตารางด้านล่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่มา Malone and Crownston

Dependency	Examples of Coordination Processes for Managing Dependency	Supply Network Coordination Activity	Potential Logistics Coordination Processes
Shared resources – Task assignments	"First come/first serve", Priority order, Budgets, Managerial decision, Market-like bidding	Financial and system level tradeoffs; costs, benefits, risks	Budgets, Managerial decision, Decision rules
Producer/consumer relationships – Prerequisite constraints, Transfer	Notification, sequencing, tracking; Inventory management (e.g., "Just-In-Time", "Economic Order Quantity"); Standardization, ask users, participatory design; Concurrent engineering	Coordinating logistics processes and operations across the supply network	Inventory management, JIT, Sequencing, Tracking of material flows across the supply network
Simultaneity constraints	Scheduling, synchronization	Coordinating logistics processes and operations into and out of one organization	Scheduling, synchronization across parties supplying to or buying from one entity
Producer/consumer relationships – Usability		Coordinating connected information and information systems	Standardization, Participatory Design

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์กิจกรรมทาง Supply Chain กับ การทำงานแบบ Coordination ในระดับต่าง ๆ

จากตารางนี้จะเห็นว่า Synchronization เป็นการทำงานร่วมกันในระดับการทำงานที่ลึกระหว่างองค์กร โดยที่มีลักษณะของการพิจารณาเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่มีอยู่ร่วมกัน และได้ประยุกต์ลงไปถึง การจัดตารางการทำงาน และ กระบวนการทำงาน

เพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้นเราลองมาพิจารณาความหมายของ Synchronization ที่ได้มีผู้ให้คำนิยามไว้ ดังนี้

Anderson and Lee (1999) ได้ให้ความหมายของ การทำ "Synchronized" ในโซ่อุปทานไว้ว่าเป็นการทำงานที่ต้องการความร่วมมือ (Coordinated) และ การตัดสินใจร่วมกัน (Decision-Making) ของหน่วยงานต่างๆ (Multiple Partner) ที่มีส่วนร่วมอยู่ในกระบวนการโซ่อุปทาน

Ashcroft (2001) ได้ให้ความหมายของ Supply Chain Synchronization ว่าเป็นการประสานการส่งข้อมูลที่มีความหลากหลาย การติดต่อระหว่างหน่วยงาน กระบวนการการทำงาน และ การจัดตารางการดำเนินกิจกรรม ร่วมกันของสมาชิกในกลุ่มของโซ่อุปทาน

เมื่อทราบถึงความหมายของ Synchronization แล้ว คำถามที่ตามมาคือ จะสร้างการบริหารแบบร่วมมือนี้ให้เกิดในองค์กรได้อย่างไร จะต้องมีการปรับเปลี่ยนและเตรียมพร้อมองค์กรในส่วนใดบ้าง

เครื่องมือหลักที่ใช้ในการพัฒนากิจกรรมความร่วมมือระหว่างคู่ค้า หรือ Synchronize คือ การวางแผนแบบรวมศูนย์ (Centralized planning), การวางแผนแบบหลายหน่วย (Multi-agent planning), ทฤษฎีเกมส์, และ การต่อรอง (Nwana etal., 1996; Jennings, 1996; Ferber, 1999; Shen et al., 2001; Wooldridge, 2002)

1. การวางแผนแบบรวมศูนย์ การทำงานแบบนี้จะมีหน่วยงานกลางเป็นผู้จัดทำแผนทั้งหมดสำหรับทุกหน่วยงานในระบบ แล้วกระจายแผนให้กับหน่วยงานอื่นที่มีข้อจำกัดในการดำเนินงาน หน่วยงานกลางนี้ จะเป็นผู้ประสานหน่วยงานอื่น โดยที่หน่วยงานอื่นจะต้องรายงานผลงาน ให้หน่วยงานกลางรับทราบ Nwana et al. (1996) และ Ferber (1999) ชี้ให้เห็นการวางแผนรวมศูนย์ที่มีโครงสร้างการทำงานที่แข็งแกร่งผ่าน MAS (Master Agent Schedule). โดยการสมมติให้ มีหน่วยงานกลางที่สามารถรับรู้การทำงานของหน่วยงานอื่นอย่างสมบูรณ์ การวางแผนแบบรวมศูนย์จะเป็นการวางแผนที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้

2. การวางแผนแบบหลายหน่วยงาน หน่วยงานที่เป็นสมาชิกในระบบจะทำการสร้างระบบการวางแผนแบบหลายหน่วยงานขึ้น โดยคำนึงถึงกิจกรรมของแต่ละหน่วยงาน และการทำงานร่วมกันที่เกิดขึ้นในอนาคต เพื่อมุ่งไปยังเป้าหมายของทุกหน่วย รวมถึงการมีส่วนร่วมการวางแผน และ การปรับแผนงานมากขึ้น การวางแผนแบบหลายหน่วยงานเป็นแบบที่จะหลีกเลี่ยงความขัดแย้งกัน ด้วยวิธีการนี้ หน่วยงานต่างๆ จะรู้ล่วงหน้าว่าควรจะปฏิบัติงานอย่างไร และ ผลสะท้อนกลับจากหน่วยอื่นเป็นอย่างไร การวางแผนแบบหลายหน่วยมีสองวิธี คือ การรวมศูนย์ และ การกระจาย

ในการวางแผนแบบหลายหน่วยงานรวมศูนย์ (Centralized multi-agent) มักจะมีหน่วยงานที่รับแผนงานบางส่วนจากแต่ละหน่วยงาน และวิเคราะห์หาข้อขัดแย้งต่างๆ โดยมีการรวมกลุ่ม เพื่อกำหนด จุดวิกฤต ต่างๆ หน่วยงานที่เป็นผู้ประสานนี้ จะพยายามปรับแผนเหล่านี้ และ รวมเข้ากับแผนงานจากหลายๆหน่วย ข้อขัดแย้งต่างๆจะถูกกำจัดออก ทั้งโดยวิธีการทบทวนแผนใหม่ (re-planning) หรือ ปรับเข้าไปในแผนงานของแต่ละหน่วยงานเลย มีการจัดการการสื่อสารระหว่างกันเพื่อจัดการทำงานให้เหมาะสมสำหรับแต่ละหน่วยงาน

สำหรับการวางแผนแบบหลายหน่วยงานกระจาย (Decentralized multi-agent) โดยจะมีการเตรียมรูปแบบการวางแผนของหน่วยงานหนึ่งให้กับอีกหน่วยงานหนึ่งที่มีการทำงานที่ต้องเกี่ยวเนื่องกัน แล้วให้แต่ละหน่วยงานทำการสื่อสารและส่งข้อมูลการทำงานกันจนกระทั่ง ข้อขัดแย้งต่างๆถูกกำจัดออกไป

ข้อเสียเปรียบของการวางแผนแบบหลายหน่วยคือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงานมีค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้ การวางแผนแบบหลายหน่วยงานรวมศูนย์ (Centralized multi-agent) ยังมีข้อจำกัดของการจัดโครงสร้างแบบรวมศูนย์ การวางแผนแบบหลายหน่วยกระจายเองก็ ยังมีข้อกัดของความซับซ้อนในการจัดทำแผนเพื่อหลีกเลี่ยงข้อขัดแย้งระหว่างหน่วยงาน

3. การต่อรอง (negotiation) การต่อรองเป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการแก้ปัญหาข้อขัดแย้งของระบบการทำงานแบบหลายหน่วยงาน มันเป็นการกลไกขั้นพื้นฐาน และ มีพลังมากที่สุดสำหรับการบริหารจัดการหน่วยงานที่เป็นอิสระต่อกัน Bussman and Muller (1992) ได้ให้นิยามของการต่อรองไว้ว่า เป็นกระบวนการสื่อสารของหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้เกิดการยอมรับในประเด็นสำคัญ สำหรับ Wooldridge (2002) กล่าวว่าการต่อรองจะเกิดขึ้นในทุกอนุกรม (series) ของรอบการทำงานที่หน่วยงานมี การทำข้อเสนอ, ทางเลือกการค้า และ ข้อตกลงระหว่างกัน ข้อเสนอที่หน่วยงานจัดทำขึ้นจะอยู่ภายใต้กลยุทธ์ของหน่วยงาน รวมทั้งต้องอยู่ภายใต้ เงื่อนไขการต่อรอง และตามกติกาที่วางไว้

นอกจากนี้ Ashcroft (2001) ได้นำเสนอว่าการจัดเตรียมองค์กรให้พร้อมสำหรับการสร้างการทำงานแบบ Synchronization จะต้องให้ความสำคัญกับปัจจัย 7 ประการ คือ

1. **การติดต่อสื่อสาร ความร่วมมือ และ ความรู้ ของบุคลากร**

การสร้างแรงกระตุ้น ให้เกิดความสนใจ และ การให้การความรู้ในเกี่ยวกับวิธีการทำงาน แบบ Synchronization แก่บุคลากรของหน่วยงาน เป็นสิ่งพื้นฐานอันดับแรกที่จำเป็นต้องทำให้เกิดในองค์กรก่อน และมีความสำคัญมากกว่าความรู้ใหม่ๆทางโซ่อุปทานหรือระบบโลจิสติกส์ เพราะบุคลากรที่มีคุณภาพเหล่านี้ จำเป็นในการทำงานแบบ Synchronization เป็นอย่างมาก

- **การให้ความรู้แก่บุคลากร** การอธิบายให้อยู่รูปแบบที่เข้าใจง่าย ว่า synchronization คืออะไร อะไรที่ต้องการทำให้สำเร็จ ทำอย่างไรให้บรรลุผลสำเร็จนั้น และ บุคลากรต่างๆจะมีส่วนร่วมอย่างไร
- **การสื่อสารโดยตรงอย่างต่อเนื่อง** การสื่อสารผ่านโครงการต่างๆที่จะช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างพนักงานขององค์กรที่เกี่ยวข้อง เมื่อต้องเผชิญกับเหตุการณ์ที่ยากจะคาดเดา ความเข้มแข็งของการติดต่อระหว่างบุคลากร, การมีวิสัยทัศน์ที่มี

ทิศทางเดียวกัน และ ความกระตือรือร้นของบุคลกรจะเกื้อหนุนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการดำเนินงานตามแนวทางที่วางไว้

- **การส่งเสริมการสื่อสารข้อมูลระหว่างกัน** การสื่อสารที่แม่นยำเป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะทำให้แน่ใจได้ว่า ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ และ ระบบสารสนเทศ ที่ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อที่จะสนับสนุนการจัดตารางทำงานที่ร่วมมือกันที่ตั้งอยู่บนฐานของ Supply Chain Synchronization

2. **เวลาใน กระบวนการ และ การขนส่ง**
    - **พัฒนาตารางการทำงานในระบบงานโซ่อุปทาน** เรียนรู้ถึงความแตกต่างของแต่ละโซ่อุปทาน และ ทำความเข้าใจการเคลื่อนไหว และ เวลา ของระบบงานโซ่อุปทานที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน แล้วจึงพัฒนาและOptimization แบบจำลอง ของ Supply chain synchronization
    - **ตั้งความคาดหวังบนพื้นฐานของความเป็นจริง** โดยปกติ การร่วมมือกันระหว่างหลายองค์กรเป็นเรื่องยาก เพราะขีดความสามารถและข้อจำกัดของแต่ละองค์การไม่เหมือนกัน ดังนั้นตารางการทำงานย่อมหลากหลายไปตามผู้เกี่ยวข้องด้วย
    - **จัดทำแผนงานกระบวนการปัจจุบัน** โดยจัดทำตั้งแต่ต้นกระบวนการจนจบ รวมถึงพิจารณา ปริมาณ และ เวลา ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แนวโน้มและระดับของความสามารถของผู้เกี่ยวข้องที่จะชัดเจน การใช้ตารางเวลาที่ปัจจุบันของโซ่อุปทาน เพื่อเปรียบเทียบกับตารางเวลาที่นำเสนอ
    - **เผื่อความผันผวน** กระบวนการใหม่ๆ และตารางเวลาใหม่ที่พัฒนาขึ้นนี้ ควรจะถูกเผื่อความผันผวนไว้สำหรับผู้เกี่ยวข้องในระบบด้วย
    - **เผื่อความผิดพลาดเพื่อความปลอดภัย** ให้จัดเวลาการส่งสินค้าโดยเผื่อเวลาไว้ก่อนในช่วงเริ่มต้น เพื่อให้ตารางการทำงานเป็นไปอย่างเรียบร้อย เวลานำการทำงานที่น้อยลง ค่อยจัดทำที่หลัง เมื่อความสามารถของระบบได้รับการปรับปรุงดีขึ้นแล้ว
    - **ครอบคลุมปริมาณและความหนาแน่นของข้อมูลข่าวสาร** พัฒนาตารางการทำงานสำหรับผู้เล่นแต่ละคนที่ครอบคลุมปริมาณและความหนาแน่น เพื่อให้ครอบคลุมระบบโซ่อุปทานทั้งหมดและสร้างแบบจำลองจากความถี่ของการส่งสินค้า
    - **สื่อสารผู้เกี่ยวข้อง** การหาความต้องการที่แท้จริง เป็นส่วนสำคัญของในกระบวนการ Synchronization โดยเฉพาะสำหรับผู้เกี่ยวข้องแต่ละคน

3. **การเชื่อมโยง ผลิตภัณฑ์ และ ข้อมูล** การเก็บข้อมูลควบคู่ไปกับความพยายามของการที่จะลดงานเพิ่มให้น้อยที่สุด การเก็บข้อมูลควรจะเก็บจากตัวผลิตภัณฑ์ ของกระบวนการโซ่อุปทาน ไม่ใช่โดยกิจกรรมของมัน

4. **ข้อมูลการเคลื่อนไหว และ** Synchronization สองปัจจัยที่เป็นส่วนส่งเสริมความสมบูรณ์ของการพัฒนา Synchronization คือ ระบบบาร์โค้ด และ คำสั่งซื้อ ข้อมูลหลักจากสองปัจจัยนี้ถูกทำให้ง่ายในการที่จะรวมเข้ากับกระบวนการ supply chain synchronization การรวมระบบการ scan เข้าไปที่กระบวนการเคลื่อนย้าย และ การเก็บข้อมูลอิเลคทรอนิกส์

5. **กระบวนการติดตาม** (Monitoring) **และ การรายงาน** (Reporting) การพัฒนาหลักในการทดสอบสินค้าที่ผ่านกระบวนการ โดยการสร้างหัวข้อที่ต้องการทดสอบผ่านกระบวนการ และ หาจุดขัดแย้งที่จำเป็นต้องปรับปรุง ถ้าองค์ประกอบทุกอย่างได้รับการ Synchronization จุดขัดแย้งเหล่านั้นต้องได้รับการบริหารจัดการ ข้อผิดพลาดในระบบข้อมูลที่เคยใช้ในการสร้างระบบ Synchronization จะต้องได้รับการแก้ไขไปในแนวทางที่ถูกต้อง การหาข้อขัดแย้งโดยทันที และรายงานต่อผู้ร่วมงานเพื่อหาทางแก้ไข การรายงานถือเป็นเรื่องสำคัญเพื่อเป็นการหาประเด็นที่สามารถบ่งบอกได้ว่าสมาชิกระบบคนใดที่ไม่ทำตามจุดประสงค์ของการทำงาน

6. Physical Movement **และ** Modal Optimization โดยปกติ ลูกค้าจะจดจำผลการดำเนินงานที่เกิดล่าสุด การทำงานที่เกิดขึ้นจริง และ Modal Optimization จะต้องถูก Synchronization ไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือโดยผู้ช่วยงานอื่น ผลของกระบวนการ Synchronization จะทำให้การวัดการขนส่งแม่นยำยิ่งขึ้น ขั้นตอนแรกที่จะสร้างภาพของกระบวนการทางกายภาพคือการหาความต้องการของระดับการบริการ หรือ เวลานำในการส่งสินค้า ที่สามารถทำได้ ซึ่งนี่คือฐานของความต้องการบริการ จากนั้นจึงทำการเลือกวิธีการขนส่ง และเมื่อได้วิธีการขนส่งแล้ว มาถึงการตัดสินใจในการบรรทุกที่ใช้เนื้อที่ภายในรถและน้ำหนักบรรทุกให้คุ้มค่าที่สุดการเลือกวิธีการบรรทุกที่สมบูรณ์ให้เป็นเป้าหมายของการกระบวนการ Optimization และเป็นวิธีการที่จะสร้าง load-building algorithms ให้กับผู้บริการขนส่ง โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของ ปริมาณคำสั่งซื้อทั้งหมด ความหนาแน่น และ คุณภาพในการเคลื่อนสินค้าสู่จุดหมายในกรอบเวลาเดียวกัน

7. Dynamic Process Adjustment and Optimization พัฒนาวิธีการที่จะปรับตัว (adjustment) และ optimization ของกระบวนการตอบสนองต่อความผันผวนที่ส่งผลกระทบต่อโซ่อุปทาน

จากข้อเขียนที่ได้กล่าวมา แสดงให้เห็นถึงว่าการพัฒนา Synchronization ภายในโซ่อุปทานขององค์กรใดๆนั้น จำเป็นต้องเตรียมทรัพยากรต่างๆให้พร้อม ไม่ว่าจะเป็น บุคลากร กระบวนการทำงาน รวมถึง ระบบข้อมูลข่าวสาร ดังนั้น ผู้บริหารควรพิจารณาถึงความคุ้มค่าที่จะได้ตอบแทนจากการลงทุนและทรัพยากรเพื่อพัฒนาให้เกิด Synchronization ดังนั้น การมีเครื่องมือที่จะใช้การประเมินคุณค่าที่ได้จากการวางแผนแบบร่วมมือ จึงจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้บริหารที่ประสงค์ตัดสินใจดำเนินการให้เกิด Synchronization

การวิเคราะห์คุณค่าของ Synchronization ในโซ่อุปทาน

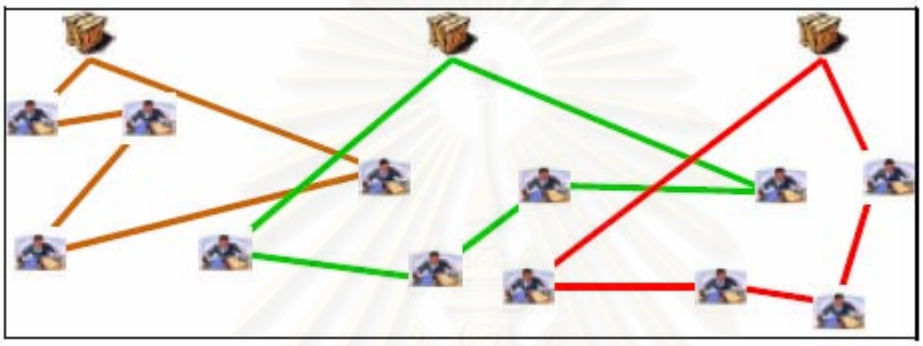
งานวิจัยที่มีการศึกษา Synchronization ในระบบโซ่อุปทานส่วนใหญ่จะมุ่งเน้น Synchronization ระหว่างหน่วยงานที่มีหน้าที่กันของสมาชิกในระบบโซ่อุปทาน เช่น ระหว่างผู้ส่งวัตถุดิบ (vendor) กับ โรงงานผลิต (manufacturing) ระหว่างโรงงานผลิต กับ ผู้ขนส่ง ระหว่างศูนย์กระจายสินค้า กับ โรงงานผลิต ภายใต้เงื่อนไขการตัดสินร่วมกัน เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดของโซ่อุปทาน

ในส่วนของการวิเคราะห์ประเมินประโยชน์ที่จะได้รับจากการวางแผนร่วมกันนั้น Luis D และ Buxmann P (2002) ได้ใช้ Simulation เป็นเครื่องมือในการได้ให้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจาก การเลือกแผนงานทางโซ่อุปทานหลายๆแผนงาน โดยใช้ต้นแบบ XML ที่พัฒนาขึ้นเป็นพื้นฐานในการสร้างแบบจำลอง และ Optimizing ระบบงานโซ่อุปทาน

งานวิจัยชิ้นนี้จะใช้การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ จากการทำงาน ของ Simulation ที่จำลองแผนงานจากแต่ละหน่วยงานที่อยู่ในระบบ แล้วนำมารวมกันโดยผ่านบริบทของ โซ่อุปทาน โดยเป็นการจำลองปัญหาด้านการขนส่งที่เกิดขึ้นในระบบโซ่อุปทาน กล่าวคือ การที่มีผู้กระจายสินค้า (distributors) ส่งสินค้าไปยังลูกค้า (customers) จะต้องมีการวางแผนเส้นทางการวิ่งรถ (route) และ การแบ่งน้ำหนักบรรทุก (load allocation) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการขนส่ง

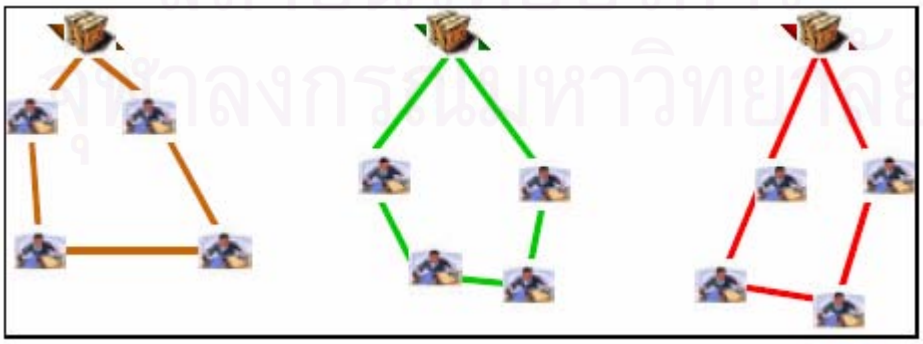
แบบจำลองจะแสดงผลลัพธ์ของวิธีการวางแผนงานสองแบบคือ การวางแผนที่ร่วมมือกัน (cooperative) เป็นการวางแผนที่หน่วยงานในระบบจะมาวางแผนร่วมกันแบบรวมศูนย์ (centralized way) และ การวางแผนที่ไม่ร่วมมือกัน (non-cooperative) จะเป็นการวางแผนที่ไม่มีการแบ่งปันข้อมูลข่าวสารระหว่างกันเลย ผลลัพธ์ของความแตกต่างระหว่างการวางแผนสองแบบนี้จะถูกนำเสนอในรูปของ ต้นทุนรวม(total cost) ของโซ่อุปทาน ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้จะศึกษาการขนส่งในอุตสาหกรรมรถยนต์

ในสถานการณ์ที่ขาดความร่วมมือระหว่างกันนั้น ผู้กระจายสินค้าแต่ละหน่วยงาน มีเป้าหมายของการส่งสินค้าคือ การหาต้นทุนรวมการขนส่งที่น้อยที่สุด เมื่อเราพิจารณาทางเลือกของสถานการณ์ ของศูนย์กระจายสินค้า 3 แห่ง โดยที่แต่ละแห่งจะส่งสินค้าให้กับลูกค้า 4 ราย การวางแผนที่ขาดความร่วมมือกันจะส่งให้ศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งของตนเองเพื่อรองรับความต้องการลูกค้าของตนเท่านั้น เป็นผลให้เกิดเส้นทางการขนส่งดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 Non-cooperative transportation planning

จาก รูปข้างต้นจะเห็นว่าศูนย์กระจายแต่ละที่จะส่งสินค้าไปยังลูกค้าที่อาจตั้งอยู่ไกลในเขตพื้นที่บริการของศูนย์กระจายสินค้ารายอื่นได้ ดังนั้นเราสามารลดระยะทางในการขนส่งลงได้ ถ้าสามารถส่งสินค้าไปยังลูกค้าจากศูนย์กระจายที่ใกล้กว่า ด้วยการ การวางแผนแบบร่วมมือ ซึ่งจะใช้วิธีการแลกเปลี่ยนลูกค้า (customer exchange) ระหว่างศูนย์กระจายที่มีความร่วมมือกัน โดยที่ทุกลูกค้าสามารถรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าที่อยู่ใกล้ที่สุดได้ ซึ่งผลของความร่วมมือจะนำไปสู่เส้นทางการขนส่งที่ ดังแสดงในรูปที่ 3

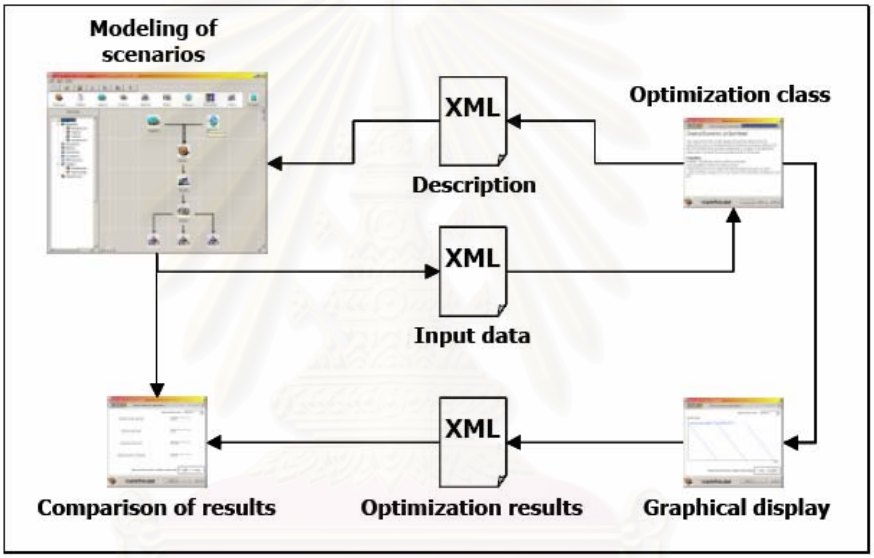


รูปที่ 3 Cooperative transportation planning

การวิจัยนี้ได้พยายามแสดงถึงคุณค่าของความร่วมมือกันในการขนส่งด้วยระบบ SCOpitmizer ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบที่เรียกว่า SIMPLEX (Supply Chain Management Platform Enabled by XML) ขณะที่โมดูลอื่นของ SIMPLEX จะสนับสนุนการปฏิบัติงานของ SCM โดยทำงานเหมือนกับการแลกเปลี่ยนเอกสารธุรกิจระหว่างคู่ค้าในระบบโซ่อุปทาน

สถาปัตยกรรมของ SCOptimizer

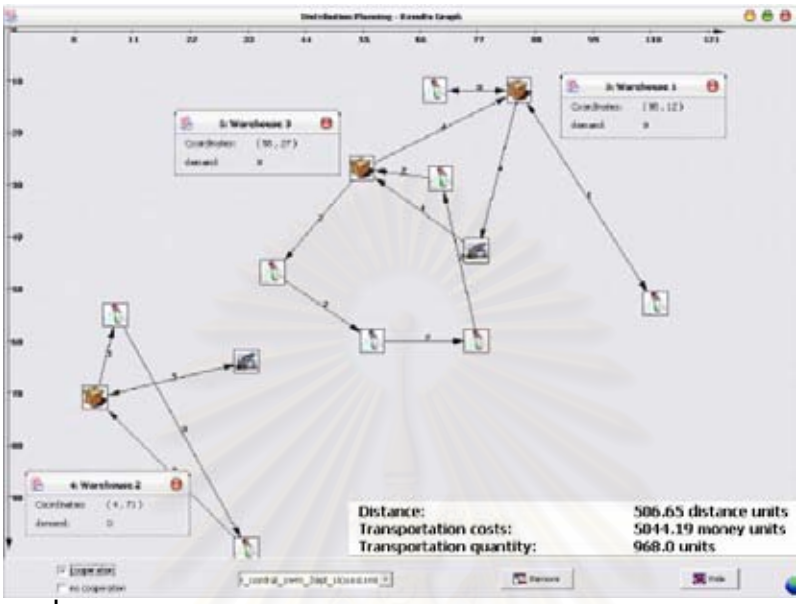
SCOptimizer เป็นระบบที่ไม่ยึดติดกับมาตรฐาน เป็นโปรแกรมเปิด และ เป็นโปรแกรมที่ไม่มีลิขสิทธิ์ ถูกเขียนโดยใช้ Java และใช้ XML สำหรับการเชื่อมต่อและจำลองทางเลือกของสถานการณ์ โดยทำให้อยู่ในรูปของต้นแบบอิสระ รูปที่ 4 แสดงถึงสถาปัตยกรรมของ SCOptimizer



รูปที่ 4 **สถาปัตยกรรมของ** SCOptimizer

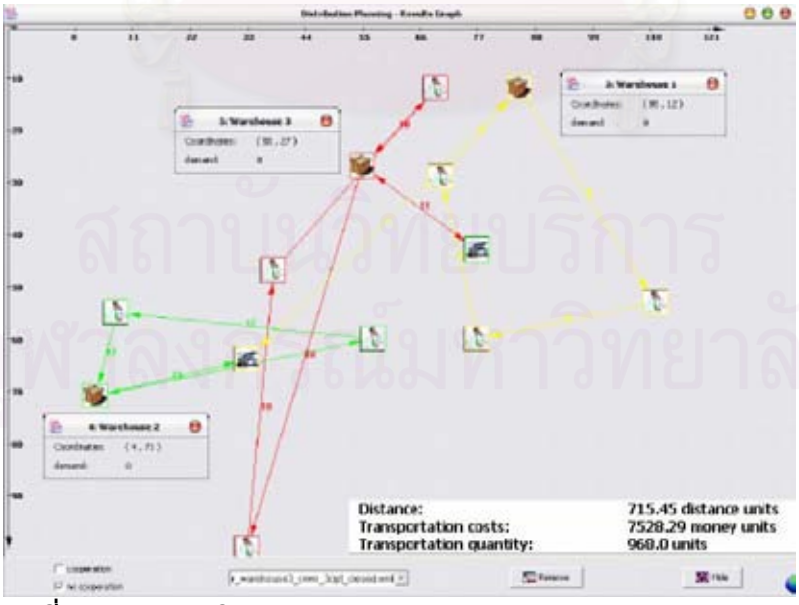
แนวคิดคือการจับคู่แบบจำลองของทางเลือกในการจัดตาราง (หมายถึง ขั้นตอนการทำงาน (description) ของactors และ ความสัมพันธ์ผู้เกี่ยวข้องอื่นในระบบ) จากส่วนที่ใช้วิธี Optimization และ ส่วนที่ใช้ Planning Model โดยในงานต้นแบบนี้จะใช้ XML เป็นตัวเชื่อม XMLจะทำหน้าที่เหมือนเป็นสื่อกลางระหว่างส่วนที่เป็น ทางเลือก (scenario) และ Planning methods ที่ใช้ได้ หลังจากออกแบบทางเลือกมาแล้ว ผู้วางแผนจะกำหนดลักษณะแผนงานที่ต้องการ ซึ่ง SCOptimizer จะพิจารณาแผนงานที่อยู่ในความต้องการตามที่กำหนดหรือออกแบบมา และ แสดงรายการออกมาเพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกแบบจำลองและวิธีการสำหรับการจำลองสถานการณ์ แบบจำลองของแผนงานแต่ละแผน และ วิธีการแต่ละวิธี จะถูกอธิบายใน XML file ที่เก็บไว้ในระบบ ขั้นตอนการทำงานนี้จะได้รับการอ่านตอนที่โปรแกรมทำงานและถูกใช้เพื่อสร้าง input masks และ instantiate the optimization class

รูปที่ 5 แสดงเส้นทางที่ได้จากการคำนวณโปรแกรมซึ่งเป็นการกระจายสินค้าแบบ Cooperative Planning



รูปที่ 5 แสดงกราฟิกของการแผนงานกระจายแบบ Cooperative

รูปที่ 6 แสดงเส้นทางที่ได้จากการคำนวณโปรแกรมซึ่งเป็นการกระจายสินค้าแบบ non-Cooperative Planning



รูปที่ 6 แสดงกราฟิกของแผนการกระจายแบบ non-cooperative

การแปลผลจากการจำลองสถานการณ์ อย่างที่ได้กล่าวมาข้างต้น ว่าผลของการทำงานของ Simulation ที่เก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลของ XML นำผลที่ได้มาเปรียบ เพื่อที่จะวิเคราะห์ว่าผลของการวางแผนแบบร่วมมือให้ผลดีแค่ไหน

ใน scenario ของเราสถานการณ์ที่มีความร่วมมือกันได้จัดทำแผนการขนส่งที่มีต้นทุนรวมที่ 5044.19 ส่วนการวางแผนแบบไม่ร่วมมือจะได้ผลรวมของต้นทุนที่ 7528.29 นั้นหมายความว่าความร่วมมือจากการกระจายสินค้าให้ผลที่ดีกว่า

ต้นทุน 2484.1 ที่ลดลงนั้นเราลดได้จากการทำงานแบบร่วมมือกัน ถือเป็นคุณค่าที่เพิ่มขึ้นของการใช้โปรแกรมสำหรับการวางแผนขนส่ง

จากตัวอย่างการจัดตารางร่วมของการขนส่งจาก 3 คลังสินค้า ทีนี้ลองมาดูงานวิจัยที่พยายามหาคุณค่าจากการจัดตารางที่มีลักษณะต่างกันจากสองหน่วยงานในระบบโซ่อุปทาน นั่นคือ ตารางการผลิต (Production Schedule) และ ตารางการกระจายสินค้า (Distribution Schedule)

Pankaj and Marshall (2001) ได้ศึกษาคุณค่าของการวางแผนแบบร่วมมือ ในระบบโซ่อุปทาน โดยพิจารณาความร่วมมือในการวางแผนจัดตารางงานผลิต และ แผนการกระจายสินค้า การศึกษานี้ได้พิจารณาเห็นว่าสินค้าอุปโภคบริโภคส่วนใหญ่จากโรงงานผลิตจะถูกส่งผ่านช่องทางจัดจำหน่ายเพื่อนำสินค้าไปสู่ร้านค้าปลีก ซึ่งเป็นสถานที่ที่ลูกค้าจะไปซื้อสินค้า หรือ อาจใช้ส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้า องค์กรส่วนใหญ่จะบริหารสองหน่วยงานนี้แยกเป็นอิสระต่อกัน โดยอาจมีความประสานสัมพันธ์กันเพียงเล็กน้อยระหว่างแผนการผลิต และ แผนการจัดส่งสินค้า จึงได้เกิดสินค้าสำเร็จรูปคงคลังไว้เป็นกันชนระหว่างการผลิตและการกระจายสินค้า อย่างไรก็ตาม การเริ่มตระหนักถึงต้นทุนที่เกิดจากการถือครองสินค้าคงคลัง และ กระแสการดำเนินงานในรูปแบบ Just-in-time ได้ก่อให้เกิดแรงกดดันให้มีความพยายามลดสินค้าคงคลังลง ซึ่งส่งผลให้บริษัทต่างๆหาทางสร้างความร่วมมือกันระหว่างโรงงาน และ ช่องทางการกระจายสินค้า เช่น Johnson & Johnson ทำการทดสอบความเชื่อมโยงระหว่างโรงงานที่ผลิตสินค้าของบริษัทในเมือง North Brunswick รัฐ New Jersey และร้านค้าปลีก (Fortune, 1990) หรือในกรณีของ Procter and Gamble และ Walmart ที่ได้ร่วมกันจัดตั้งคณะทำงานบริหารการเคลื่อนย้ายของสินค้าระหว่างกันให้ดียิ่งขึ้น เป็นต้น

การศึกษาจึงได้พยายามวิเคราะห์ถึงคุณค่าของความร่วมมือหรือการประสานสัมพันธ์กันระหว่างกำหนดการผลิตและกำหนดการกระจายสินค้า ภายใต้สถานการณ์ที่โรงงานผลิตสินค้าหลายประเภทและเก็บสินค้าคงคลังสำเร็จรูปไว้ที่โรงงาน สินค้าถูกกระจายโดยรถบรรทุกไปยังร้านค้าปลีก ในการวางแผนแต่ละครั้งจะมีข้อมูลความต้องการสินค้าแต่ละชนิดสำหรับร้านแต่ละร้าน

และพิจารณาถึงความเป็นไปได้การส่งสินค้า โดยที่ต้องไม่มีสินค้าค้างส่ง โดยเราจะสมมติว่าการปฏิบัติงานของโรงงานสามารถจำลองได้ในรูปของ ปัญหาความสามารถในการผลิตแบบล็อต และการปฏิบัติงานของรถขนส่งสามารถจำลองออกมาเป็น Standard multiperiod local delivery routing problem.

การศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบกระบวนการวางแผนใน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบแรกเป็นการนำปัญหาในการจัดตารางการผลิตและการจัดตารางการขนส่งมาพิจารณาพร้อมกัน ส่วนรูปแบบที่สองเป็นการวางแผนที่พบเห็นทั่วไปที่ตารางการผลิตและตารางการขนส่งถูกจัดทำแยกเป็นอิสระต่อกัน

แบบจำลองพิจารณาตารางการผลิตและการกระจายสินค้าพร้อมกัน

แบบจำลองนี้จะถูกพัฒนาขึ้นอยู่ภายใต้ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาดังนี้

1. มีการผลิตสินค้าหลายชนิดในโรงงานเดียว
2. รถขนส่งจะขนสินค้าจากโรงงานไปยังร้านค้าปลีกหลายๆร้าน
3. ความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลาสำหรับแต่ละร้านค้าปลีกจะรู้ได้ล่วงหน้า
4. ผลลัพธ์ที่ต้องการคือ การทำให้ต้นทุนรวมที่เกิดจากการ setups เครื่องจักร การขนส่ง และ การถือครองสินค้าคงคลัง ต่ำที่สุด

งานวิจัยนี้เรียกปัญหาในการจัดแผนการผลิตและแผนการกระจายสินค้าร่วมกันว่า The Production Scheduling and Distribution problem (PSD) โดยมีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ของปัญหา ดังนี้

$$Min \sum_{tj} s_j y_{jt} + \sum_{tjk} hI_{jkt} + \sum_{tlk} c_{lk} r_{lkt} + \sum_{lt} v_t r_{l0t} \qquad 1$$

Subject to

$$\sum_j p_j x_{jt} \le B, t = 1,\ldots\ldots,T, \qquad 2$$

$$x_{jt} \le My_{jt} \quad \textit{for all } j,t \qquad 3$$

$$I_{j0t} = I_{j0t-1} + x_{jt} - \sum_{k=1}^{n} q_{jkt} \quad \textit{for all } j,t \qquad 4$$

$$I_{jkt} = I_{jkt-1} + q_{jkt} - d_{jkt} \quad \textit{for all } j,t;\ k=1,\ldots\ldots,n, \qquad 5$$

$$\sum_{\substack{l=0 \\ l\neq k}}^{n} r_{lkt} = \sum_{\substack{l=0 \\ l\neq k}}^{n} r_{klt} \quad k=0,\ldots\ldots,n;\ t=1,\ldots\ldots T, \qquad 6$$

$$\sum_{l\in s}\sum_{k\in s} r_{lkt} \geq \sum_{j}\sum_{k\in s} q_{jkt} / C \quad \text{for all} \quad S \subseteq \{1,\ldots\ldots,n\}, t = 1,\ldots\ldots,T, \qquad 7$$

$$y_{jt} \in \{0,1\}, \quad x_{jt} \geq 0 \quad \text{for all } jt, \qquad 8$$

$$q_{jkt} \geq 0, \quad I_{jkt} \geq 0 \quad \text{for all } jkt, \qquad 9$$

$$r_{lkt} \geq 0 \text{ and integer for all } lkt \qquad 10$$

พารามิเตอร์

T = จำนวนช่วงเวลา

m = จำนวนสินค้า

n = ลำดับของตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้า จาก 1 ถึง n ; 0 แทนฝ่ายผลิตหรือจุดพักสินค้า (Depot)

d_{Jkt} = ความต้องการสินค้า j ที่ตำแหน่ง k ในช่วงเวลา t

I_{jk0} = สินค้าคงคลังเริ่มต้นของสินค้า j ที่ตำแหน่งลูกค้า k

P_j = เวลาสำหรับการผลิตสินค้าหนึ่งหน่วยของสินค้า j

B = จำนวนหน่วยเวลาที่เหลือให้กับการผลิตในแต่ละช่วงเวลา (Time units available for production in any given period)

C = ความสามารถในการขนส่งของรถแต่ละคัน

Sj = ต้นทุนคงที่ของการ setups เครื่องจักรเพื่อผลิตสินค้า j

H_{jk} = ต้นทุนต่อหน่วยต่อช่วงเวลา ของการถือครองสินค้าคงคลัง ของสินค้า j ที่ตำแหน่ง k

C_{lk} = ต้นทุนตรงของการขนส่งจากตำแหน่ง l ไปยังตำแหน่ง k (สมมติให้ $C_{lk} = C_{kl}$)

v_t = ต้นทุนคงที่ของรถ ต่อเที่ยวของการเดินรถในช่วงเวลา t

ต้นทุนคงที่ของรถจะประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคารถ ต้นทุนเงินสด ค่าแรงคนขับรถ ต้นทุนคำสั่งซื้อ ประกัน และ อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละเที่ยวของเดินรถ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปร

X_{jt} = ปริมาณของสินค้า j ที่ผลิตในช่วงเวลา t

Y_{jt} = 1 เมื่อมีการ set up เพื่อผลิตสินค้า j ที่คาบเวลา t และ เท่ากับในกรณีอื่น

q_{ikt} = ปริมาณสินค้า j ที่ส่งไปยังตำแหน่ง k ในช่วงเวลา t

r_{lkt} = จำนวนของเที่ยวส่งจากตำแหน่ง l ไปยังตำแหน่ง k ในช่วงเวลา t

I_{jkt} = สินค้าคงคลังของสินค้า j ที่ตำแหน่ง k ในช่วง t

เงื่อนไขที่ 1 แสดงถึงข้อจำกัดด้านเวลาที่มีให้กับการผลิตสินค้า เงื่อนไขที่ 2 กำหนดว่า ต้องมีการ setups สำหรับทุกสินค้าทุกครั้งที่มีการผลิตสินค้า เงื่อนไขที่ 3 และ 4 รักษาความสมดุลของปริมาณสินค้าที่โรงงานและที่ลูกค้า โดยเงื่อนไขที่ 3 กำหนดว่า ปริมาณสินค้าที่จะนำมาจัดส่งให้กับลูกค้าได้ในแต่ละช่วงเวลานั้นจะเป็นสินค้าที่นำมาจากสินค้าคงคลัง อันเป็นผลจากการผลิตในช่วงเวลาก่อนหน้านี้ รวมกับสินค้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลาปัจจุบัน เงื่อนไขที่ 4 แสดงถึงสินค้าคงค้างที่ลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา

เงื่อนไข 5-7 มาจากปัญหาการขนส่งที่เราต้องส่งสินค้าในปริมาณ q ไปยังลูกค้า k ที่เวลา t โดยเราสมมติว่าการขนส่งในหลายรูปแบบ ไปให้ลูกค้าเดียวกัน สามารถทำได้ เงื่อนไขที่ 5 เป็นเงื่อนไขการกำหนดของเที่ยวรถ โดยที่จำนวนรถที่ออกจากตำแหน่งใดต้องเท่ากับจำนวนรถที่ไปยังตำแหน่งนั้น เงื่อนไขที่ 6 เป็นเงื่อนไขว่ารถที่มีความสามารถในการบรรทุกที่เพียงพอเท่านั้นที่จะได้รับการเลือกในการบรรทุกสินค้า

ผลการวิเคราะห์

อย่างที่ทราบว่าจุดประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้ เพื่อหาคุณค่าของการวางแผนร่วมกันของแผนการผลิต และ แผนการขนส่ง ดังนั้นจึงจะต้องมีการเปรียบเทียบการวางแผนภายใต้สถานการณ์ทั้งสอง ซึ่งเราได้ทราบแล้วว่า การวางแผนแบบร่วมมือ จะเป็นการจัดตารางร่วม โดยใช้สมการสำหรับการจัดตารางพร้อมกัน ดังที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่แล้ว

สำหรับการวางแผนแบบไม่ร่วมมือในที่นี้ จะมีลักษณะเป็นการจัดตารางที่ไม่พร้อมกัน โดยผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการจัดตารางจากที่อุตสาหกรรมทั่วๆไปทำกันอยู่คือ จะทำการจัดตารางการผลิตก่อน โดยมีจุดประสงค์ให้มี setups และ ต้นทุนสินค้าคงคลังน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขให้ผลิตได้เพียงพอกันความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลา หลังจากนั้นจึงจัดตารางการขนส่งโดยอิงกับสินค้าคงคลังที่มีอยู่ซึ่งเป็นผลจากตารางการผลิตนั้น

- **การจัดตารางการผลิต**

ในที่นี้จะใช้สมการ

$$Min \qquad \sum_{jt}(s_j y_{jt} + h_{jk} I_{j0t}) \qquad 11$$

Subject to

$$\sum_{l} p_j x_{jt} \le B \qquad 12$$

$$x_{jt} \le M y_{jt} \text{ for all } jt, \qquad 13$$

$$I_{j0t} = I_{j0t-1} + x_{jt} - D_{jt} \text{ for all } jt, \qquad 14$$

$$x_{jr} \ge 0, I_{j0r} \ge 0, y_{jt} = 0 or 1 \text{ for all } jt, \qquad 15$$

สมการนี้เป็นการอ้างอิงจากงานวิจัยของ Barany, Van Roy และ Wolsey (1984) โดยมีลักษณะของปัญหา ขนาดของการผลิตที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

- **การจัดตารางการกระจายสินค้า** ปัญหาการกระจายสินค้าคือ การจัดรถ สำหรับแต่ละความจุ C ที่ต้องสินค้าในปริมาณ $\sum_j d_{jkt}$ ภายในหรือก่อนเวลา t ไปให้ลูกค้า k โดยที่ผลรวมของสินค้า j ที่ถูกส่งไปในช่วงเวลาใดๆต้องไม่เกินปริมาณสินค้าที่ผลิตในช่วงเวลาก่อนหน้า เพื่อแก้ปัญหาการจัดสายการเดินรถแบบนี้ ต้องสมมติ ก่อนว่า ปริมาณสินค้าที่เต็มคันรถ $\sum_j d_{jkt} / C$ จะถูกส่งไปก่อน ส่วนที่เหลือคือ $O_{kt} = \sum_j d_{jkt} - C\left[\sum_j d_{jkt} / C\right]$ จะถูกนำส่งไปที่หลังในรูปแบบ partial load กำหนดให้ W_{kt} แทนจำนวนสินค้าที่ถูกส่งให้ลูกค้า k ณ ช่วงเวลา t ในรูปของ partial load และ ให้มีค่าตั้งต้นที่ $W_{kt} = O_{kt}$

การเริ่มต้นตารางการจัดรถ (Vehicle Schedule) ในแต่ละวัน จะได้รับการจัดตามหลักตามลำดับ (heuristics) สามอย่างคือ Sweep (Gillette and Miller, 1974), nearest neighbour rule (Rosencrantz, Steams and Lewis, 1974) และ Feasible insertion rule (Chandra, 1989) นอกจากนี้งานวิจัยชิ้นนี้ยังใช้ 3-opt (Lin and Kemighan, 1973) เป็นในการปรับเปลี่ยนแต่ละสายการเดินรถในแต่ละตาราง

ผู้วิจัยได้ใช้สมการดังกล่าวจากทั้งสองวิธีการจัดตาราง ในการทดสอบผลเปรียบเทียบของการจัดตารางทั้งสองวิธี ตารางการผลิตและตารางการขนส่ง โดยวิธีการที่ผู้วิจัยคือการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้เปลี่ยนไปในทิศทางที่ต้องการทดสอบ ดังนี้

Table 1										
Coordination Benefits for Data Set 1										
Prob. No.	*T*	*m*	*n*	*s*	*h*	*c*	*v*	% Cost Decrease from Coordination		
								x	*y*	*z*
1	5	5	25	20	0.25	1	5	3.1	5.9	8.5
2	5	5	25	100	0.50	4	15	3.2	6.0	8.1
3	5	5	25	20	0.75	3	25	3.4	6.3	8.5
4	5	5	25	100	1.00	2	50	2.3	5.5	7.8
5	5	8	50	20	0.50	2	15	5.7	10.0	12.5
6	5	8	50	80	1.00	1	25	4.6	9.4	11.6
7	5	8	50	50	0.75	4	50	6.2	11.6	14.6
8	5	8	50	100	0.25	3	5	3.6	7.5	10.3
9	5	8	50	80	0.50	3	5	5.0	8.4	11.6
10	5	8	50	20	1.00	4	50	5.9	10.1	13.0
11	5	8	50	100	0.75	1	25	4.6	8.6	11.3
12	5	8	50	50	0.25	2	15	6.4	10.8	14.6
13	5	10	25	80	0.75	2	50	5.1	8.9	11.6
14	5	10	25	50	1.00	3	25	4.1	7.5	11.3
15	5	10	25	80	0.25	4	15	5.6	9.1	11.9
16	5	10	25	50	0.50	1	5	4.7	8.3	11.3
17	10	8	25	50	0.50	4	25	6.9	10.9	14.9
18	10	8	25	100	1.00	3	15	5.8	8.5	12.2
19	10	8	25	20	0.75	2	5	6.5	8.9	13.5
20	10	8	25	80	0.25	1	50	7.9	11.7	15.2
21	10	8	25	100	0.50	1	50	6.5	9.2	14.4
22	10	8	25	50	1.00	2	5	4.7	8.9	12.5
23	10	8	25	80	0.75	3	15	6.7	10.0	13.3
24	10	8	25	20	0.25	4	25	9.4	15.9	17.7
25	10	5	50	50	0.25	3	50	8.4	13.4	17.2
26	10	5	50	80	0.50	2	25	6.9	9.4	13.8
27	10	5	50	50	0.75	1	15	8.0	11.5	15.2
28	10	5	50	80	1.00	4	5	6.9	10.3	15.3
29	10	10	50	100	0.75	4	5	7.4	10.6	14.4
30	10	10	50	20	1.00	1	15	10.5	15.2	18.1
31	10	10	50	100	0.25	2	25	9.6	12.8	17.5
32	10	10	50	20	0.50	3	50	12.7	16.9	20.1
	x	= Constrained case (maximum demand = 0.85 * production capacity).								
	y	= Less constrained case (maximum demand = 0.60 * production capacity).								
	z	Unconstrained case (no restriction on production capacity).								

ตารางที่ 2 แสดงผลการลดต้นทุนของข้อมูลชุดที่ 1

จากตารางจะเห็นว่าผู้วิจัยกำหนดอนุกรมตัวเลขที่แน่นอนให้กับพารามิเตอร์ T, m, n, s, h, c และ v ภายใต้สถานการณ์ 3 สถานการณ์ที่กำหนดโดย ปริมาณความต้องการดังนี้คือ

X กำหนดให้ ความต้องการสูงสุด = 0.85 * ความสามารถในการผลิต

Y กำหนดให้ ความต้องการสูงสุด = 0.60 * ความสามารถในการผลิต

Z ไม่มีการกำหนดความต้องการสูงสุดที่อ้างอิงความสามารถในการผลิต

ผลจากตารางเราจะอาจสรุปได้ว่า

- การวางแผนรวมกันระหว่างสองตาราง ทำให้ต้นทุนรวมลดลงอย่างมีนัย
- การลดลงของต้นทุนรวมจะเพิ่มขึ้น เมื่อความต้องการเพิ่มขึ้น

ข้อสรุปสองข้อนี้ก็พอเพียงที่จะแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการวางแผนร่วมกันแล้ว ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยชิ้นนี้ แต่ผู้วิจัยยังได้เพิ่มการวิเคราะห์ที่มากกว่านั้นคือ การพิจารณาผลของการลดลงของต้นทุนรวมมีความสัมพันธ์อย่างไรกับค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนไปแต่ละตัว โดยผู้วิจัยได้เลือกเอา ปัญหาที่ 8 และ 16 เป็นสถานการณ์ ที่ใช้แสดงผลเปรียบเทียบเมื่อเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์แต่ละตัวดังตารางที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Factorial analysis for Data set 1

T	*m*	*n*	*s*	*h*	*v*	*c*	No. of problems	% Cost Decrease from Coordination		
								x	*y*	*z*
5							16	4.6	8.4	11.2
10							16	7.8	11.5	15.4
	5						8	5.3	8.5	11.8
	8						16	6.0	10.0	13.4
	10						8	7.5	11.2	14.6
		25					16	5.4	8.8	12.1
		50					16	7.0	11.0	14.5
			20				8	7.2	11.2	14.0
			50				8	6.2	10.4	14.0
			80				8	6.1	9.7	13.1
			100				8	5.4	8.6	12.0
				0.25			8	6.8	10.9	14.1
				0.50			8	6.5	9.9	13.4
				0.75			8	6.0	9.5	12.8
				1.00			8	5.6	9.4	12.7
					5		8	5.2	8.6	12.2
					15		8	6.5	10.1	13.3
					25		8	6.2	10.1	13.4
					50		8	6.9	10.9	14.2
						1	8	6.2	10.0	13.2
						2	8	5.9	9.4	13.0
						3	8	6.2	9.8	13.1
						4	8	6.4	10.6	13.8

x = Constrained

y = Less constrained

z = Unconstrained

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์แบบ Factorial ของข้อมูลชุดที่ 1

จากตารางเราอาจแบ่งพารามิเตอร์ออกเป็นสามประเภท คือประเภทที่เมื่อมีค่าเพิ่มขึ้นแล้วทำให้การจัดตารางแบบร่วมกันประหยัดต้นทุนได้เพิ่มขึ้น นั้นคือ

- จำนวนช่วงเวลา(T) เวลาที่ยาวนานขึ้นของการจัดตารางร่วมกัน
- จำนวนสินค้า(m) จำนวนสินค้าที่มากขึ้นในระบบ
- จำนวนลูกค้า(n) นั้นหมายถึงจุดกระจายสินค้าที่มากขึ้น
- ต้นทุนคงที่ของรถ(v)

ประเภทที่สองคือ เมื่อพารามิเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ประหยัดต้นทุนได้น้อยลงนั้นคือต้นทุนการSetups(s) ต้นทุนสินค้าคงคลัง (h)

ประเภทสุดท้ายคือ ต้นทุนค่าตรงผันแปรของค่าขนส่ง (c) ซึ่งยังไม่สามารถสรุปได้ถึงความสัมพันธ์ของต้นทุนตัวนี้กับการลดลงของต้นทุนรวมเมื่อมีการจัดตารางการทำงานแบบร่วมมือกัน อาจจำเป็นต้องใช้ตัวอย่างในการจำลองสถานการณ์มากกว่านี้

นอกจากงานวิจัยสองตัวอย่างที่ได้ยกมาอธิบายอย่างละเอียดและแสดงให้เห็นถึงคุณค่าของการใช้การวางแผนร่วมกันของหน่วยในระบบโซ่อุปทานแล้ว ยังมีงานอีกจำนวนหนึ่งที่ได้มีผู้รวบรวมไว้แต่ มิได้ให้รายละเอียดมากนัก

Rohit B และ Pankaj C (2002) ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินผล ของการทำ Synchronized Planning ระหว่างหน่วยงานต่างๆ ซึ่งเป็นการนำเสนอ Supply Chain Synchronized ในรูปการทำงานแบบ Multi-Plant เป็นการทำงานในลักษณะหลายโรงงานทำงานร่วมกันในแนวดิ่ง นั้นคือ Output ของโรงงานหนึ่งจะเป็น Input ของโรงงานถัดไป วัตถุประสงค์ของการร่วมมือเพื่อให้บรรลุ ผลงานที่ดีที่สุด โดยอาจมีวัดในรูปของ ต้นทุนรวม, เวลานำของโรงงาน ขององค์กรในภาพรวม

Williams (1981) ได้พิจารณาปัญหาของการทำงานร่วมกันระหว่าง การจัดตารางงานผลิต และ การกระจายสินค้าในเครือข่ายที่ซับซ้อน ผลงานที่ได้จากโปรแกรมพลวัต (dynamic programming) ที่อยู่บนฐานของ อัลกอริธึม (algorithm) ถูกเปรียบเทียบกับการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า (heuristics) ที่มีอยู่ จุดประสงค์ของปัญหาคือ การหาต้นทุนที่น้อยที่สุดของการผลิตและกระจายสินค้าต่อช่วงเวลาหนึ่งๆ อย่างไรก็ตามผู้เขียนได้ สมมติให้ อัตราความต้องการมีค่าคงที่ และ ข้อจำกัดนี้ เป็นค่าที่ปรับได้ (applicability) ของงานชิ้นนี้

Blumenfeld eat al. (1987) ได้พิจารณาปัญหาของการจัดตารางแบบสัมพันธ์ (synchronized scheduling) ของการผลิต และ การกระจาย สินค้า ของผู้ผลิตที่ส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงานประกอบสุดท้าย ทางเลือกที่ผู้วิจัยพิจารณาคือ การสมมติให้ค่าขนส่งต่อการส่งแต่ล่ะครั้งคงที่ และ มีหนึ่งปลายทางต่อหนึ่งประเภทชิ้นส่วน

Blumenfeld et al. (1987) รายงานความสำเร็จของการปรับใช้งานวิจัยชิ้นนี้ที่ Delco electronics ซึ่งอยู่ในเครือของ General Motors โดยผลลัพธ์ที่ได้คือ การลดลง 26% ต้นทุนโลจิสติกส์ Ishii, Takahashi และ Muramatsu (1988) อธิบายแบบจำลองของการหาต้นทุนที่น้อยที่สุด ของสินค้าคงคลังที่ไม่เคลื่อนไหว (dead stock) โดยสินค้าคงคลังประเภทนี้จะสะท้อนไปถึง สินค้าคงคลังรวมที่

เกินกว่าที่กำหนด ณ จุดที่หมดวงจรของสินค้า (product life cycle) ประเด็นนี้มีความสำคัญในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของสินค้าอย่างรวดเร็ว

Cohen and Lee (1988) นำเสนอ แบบจำลองของการตัดสินใจร่วมกัน ในโซ่อุปทาน พวกเขาได้เสนอ กรอบสำหรับการประเมินโซ่อุปทาน ในรูปแบบของการประเมินผลงานในแบบของต้นทุน, เวลานำการผลิต และ อื่นๆ แบบจำลองการวิเคราะห์ ค้นหาหนทางที่นำไปสู่ ประเด็นดังต่อไปนี้

1. ทำอย่างไรให้ นโยบายการควบคุมของการผลิต และ การกระจายสินค้า สามารถที่จะทำงานร่วมกันโดยบรรลุผลงานที่ดีพร้อมกัน
2. ระดับการบริการที่ต้องการ สำหรับ วัตถุดิบ, งานในกระบวนการผลิต และ สินค้าสำเร็จรูป มีผลต่อ ต้นทุน, เวลานำในการผลิต และ ความยืดหยุ่น อย่างไร

ผู้วิจัยได้แบ่งปัญหาของ ออกเป็น สี่แบบจำลองย่อย โดยแทนกิจกรรมหลักๆใน โซ่อุปทาน คือ การควบคุมวัตถุดิบ, การผลิต, สินค้าสำเร็จรูปคงคลัง แต่ละแบบจำลองย่อย มีต้นทุนมีประกอบด้วย ต้นทุน set up, ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า(holding cost) และ ต้นทุนการขาดสินค้า(shortage cost) จุดประสงค์ของปัญหานี้คือการทำให้ต้นทุนรวมของ แบบจำลองย่อย น้อยที่สุด แบบจำลองย่อยมีการเชื่อมโยงกันโดย เป้าหมายการบริการ

Chandra and Fisher (1992) ได้พัฒนาแบบจำลองที่เป็นการทำงานร่วมกันระหว่าง การจัดสายการเดินรถ (Vehicle Routing) และ แผนการผลิต (production planning) โดยการนำเอาตาราง การผลิต และ ที่ตั้งของลูกค้าที่ต้องสินค้า มารวมในการพัฒนาแบบจำลองนี้

งานวิจัยนี้ แบ่งงานออก เป็นสองส่วนงาน หนึ่งคือ พิจารณาโรงงานในภาพของ สินค้าสำเร็จรูปคงคลัง ส่วนที่สอง คือ ตำแหน่งของร้านค้าที่มีที่ตั้งกระจายอยู่ในพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆผ่านการทำงานร่วมกันระหว่างการผลิตและการกระจายสินค้า ดังนี้

1. การผลิตปริมาณที่ยังคงคำนึงถึง เป้าหมายการผลิต ที่มีการ set up น้อยครั้ง และผลักสินค้าคงคลังของสินค้าสำเร็จรูปไปที่ คลังสินค้า
2. การรวมสินค้าส่ง (Consolidating load) ในสินค้าที่มีความแตกต่างกันเพื่อลดต้นทุนการขนส่ง โดยการเพิ่มของต้นทุนการปรับเปลี่ยนการผลิต (set up) หรือ ต้นทุนสินค้าคงคลัง
3. ความถี่ในการขนส่งสินค้า ที่อาจเพิ่มค่าขนส่งให้สูงขึ้น และ เพิ่มต้นทุนการปรับการผลิต ผ่านทางระดับสินค้าคงคลังที่จะลดลง

ผู้วิจัยได้รายงานว่า สามารถ ลดต้นทุนการทำงาน ลงได้ 3%-20% เมื่อเปรียบเทียบกับ การทำงานแบบไม่ร่วมมือกัน โดยที่การจัดตารางการผลิต และ การจัดสายการเดินรถ มีการตัดสินใจที่ไม่ขึ้นต่อกัน และยังได้แนะนำด้วยว่า ประโยชน์ของการร่วมมือนี้ จะเพิ่มขึ้นตามปัจจัย เหล่านี้

1. ความยาวของสายแผนงาน
2. จำนวนของผลิตภัณฑ์ และ ร้านค้า
3. ความสามารถในการขนส่ง

นอกจากนี้ ยังรวมถึง โรงงานที่มีกิจกรรมในการผลิตมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก และ การกระจายสินค้าที่มีต้นทุนเพิ่มขึ้นเมื่อ ต้นทุนการผลิตเพิ่ม

นอกจากงานนี้ยังมีงานวิจัยที่มองไปยัง การทำงานร่วมกันระหว่าง แผนงานระดับสินค้าคงคลัง และ แผนการกระจายสินค้า โดยที่รูปแบบของการตัดสินใจในปัญหา คือ นโยบายของการเติมเต็มสินค้า (Replenishment) ที่คลังสินค้า และ ตารางการกระจายสินค้าสำหรับแต่ละร้านค้า ที่ทำให้ต้นทุนสินค้าคงคลัง และ การกระจายสินค้า น้อยที่สุด เป็นการถ่วงดุล (Trade-off) ระหว่างการลดลงของระดับต้นทุนสินค้าคงคลัง และ การเพิ่มขึ้นของต้นทุนการขนส่ง ตัวอย่างเช่น การขนส่งในปริมาณน้อย และ การเพิ่มความถี่ในการขนส่ง จะช่วยลดระดับสินค้าคงคลัง ในคลังสินค้าได้ แต่ในขณะเดียวกันก็จะไปทำให้ ต้นทุนการขนส่งเพิ่มขึ้น

Federgruen and Zipkin (1984) พิจารณาระบบ หนึ่งคลังสินค้า - หลายร้านค้า และแผนการผลิตเดียว โดยให้มีการสุ่มยอดความต้องการสินค้าที่ร้านค้า ซึ่งแบบจำลองนี้ แสดงให้เห็นถึงการลดต้นทุน อย่างมาก

นอกจากนี้บทความนี้ยังได้แยกวิจัย ที่ศึกษาเกี่ยวกับ Mutil-Plant coordination ซึ่งเป็นการทำงานแบบ Multi-Plant จะมีลักษณะปัญหาที่การเชื่อมการผลิตระหว่างสองโรงงาน และ เชื่อมการทำงานกันในแนวดิ่ง โดย Output ของโรงงานหนึ่ง จะเป็น Input ของในโรงงานถัดไป วัตถุประสงค์ของการร่วมกัน คือการบรรลุซึ่งความใกล้เคียงผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยการวัดผลการทำงานเช่น ต้นทุนรวม, เวลาในการผลิตของทั้งองค์กรรวม ความร่วมมือนั้น จะถูกออกแบบโดยที่แผนการผลิตของโรงงานหนึ่งจะส่งผลกระทบไปยังอีกแผนการผลิตอีกโรงงานหนึ่ง แบบจำลองนี้จะต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอนขององค์ประกอบทั้ง ความต้องการ (demand) และ กระบวนการผลิต (Production process) งานวิจัยทางด้านนี้ส่วนใหญ่จะไม่ได้เจาะจงชี้ชัดให้เห็นถึงปัญหาเอาไว้ ความเป็นไปได้ที่จะเข้าถึงปัญหาของความร่วมมือ สามารถเห็นได้จากงานวิจัยของ Cohen and Lee (1988) ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้

ออกแบบ serial multi-stage บนกระบวนการผลิตแบบ batch ตัวผลิตภัณฑ์ สามารถถูกผลิตได้มากกว่าหนึ่งสายการผลิต แต่ละ batch ของกระบวนการผลิตที่จุดทำงาน ผู้วิจัยจะประมาณเวลาการผลิตโดย กระจายตามสัดส่วนของเวลา set up, เวลาในกระบวนการผลิต, ความล่าช้าของเครื่องจักร และ เวลาค่อย ณ จุดทำงาน ที่จุดทำงานจะกำหนดให้ คิวของผลิตภัณฑ์ อยู่ในรูปแบบ M/G/1 ซึ่งเวลาค่อยนี้ ยังถูกนำไปใช้ในงานวิจัยของ Karmarkar, Kekre and Kekre(1983) และ Zipkin (1986) ผู้วิจัยยังได้ประมาณกระบวนการที่ผลิตภัณฑ์เคลื่อนออกจากจุดทำงานในลักษณะการกระจายตัวของ poisson งานวิจัยพิจารณาการส่งผ่าน batch การผลิต ระหว่างจุดทำงานของหนึ่งหน่วย การสมมตินี้จะสำคัญอย่างมาก เมื่อเราพิจารณาการส่งผ่านระหว่างสองโรงงาน งานวิจัยดังกล่าวยังไม่ได้พิจารณาข้อจำกัดของกำลังการผลิตของแต่ละสายการผลิต

Beek, Bremer and Putten(1985) ได้ศึกษาถึงประเด็นของความยืดหยุ่น และ ออกแบบระบบการประกอบหลายระดับ(Multi-Level assembly systems) ซึ่งความยืดหยุ่นนี้สามารถทำสำเร็จได้โดยการลด ต้นทุน set up, ลดขนาดการผลิต, และ เวลาการประกอบ โดยออกแบบให้สัมพันธ์ กับโครงสร้างทางกายภาพของโครงข่ายการประกอบ โดยถูกนำไปใช้ที่อุตสาหกรรมของ Philips ใน Eindhoven แบบจำลองนี้ถูกใช้ในการเปรียบเทียบผลต่างของโครงสร้างการสายการประกอบ สำหรับผลิตภัณฑ์ ที่มีการประกอบที่ซับซ้อน ขนาดของ batch จะถูกคำนวณในการพิจารณาต้นทุนสินค้าคงคลัง, ต้นทุน set up และ เวลาการประกอบ งานวิจัยนี้มีความสำคัญในแง่ แบบจำลองของความร่วมมือ โดยมีปัจจัยสนับสนุนอยู่มาก ด้วยวัตถุประสงค์การลดเวลาการผลิต ผู้วิจัยได้สมมติให้ความต้องการคงที่ และ งานวิจัยในอนาคต จะขยายผลต่อไปยังความต้องการที่หลากหลายมากขึ้น

Kumar et al.(1990) พิจารณา ความหลากหลายที่มากกว่าปัญหาของแผนการผลิต โดยพิจารณาไปถึงด้านของ Supplier-Buyer scenario ในแง่ความไม่แน่นอน แต่กำหนดสภาพของ ความต้องการ ผู้วิจัยได้สมมติให้มีการส่งวัตถุดิบในแต่ละช่วงเวลาให้ขึ้นกับปริมาณที่ถูกกำหนดภายใต้เงื่อนขอบจำกัดบน (upper bound, U) และ ขอบจำกัดล่าง (lower bound, L) ที่จุดเริ่มต้นของแต่ละช่วงเวลาผู้ซื้อจะเป็นผู้กำหนดปริมาณที่ต้องการจะซื้อจริง และ ปริมาณนี้ถูกกำหนดโดยสัญญาการจัดซื้อที่มีค่า ขอบจำกัดบน และ ขอบจำกัดล่าง จำกัดปริมาณจัดซื้อของแต่ละช่วงเวลา บางครั้งการอธิบายความต้องการโดยใช้เพียงแค่ U และ L ง่ายกว่าการประมาณการกระจายตัวของปริมาณความต้องการ

นักวิจัยยังได้ปรับให้เข้าบางอุตสาหกรรมที่มีวงจรชีวิตสั้น มันอาจเป็นการยากที่จะรวบรวมข้อมูลที่มีความสำคัญทั้งหมดเพื่อลดการกระจายตัวของความต้องการที่มีความเชื่อในระดับสูง และความต้องการก็อาจแสดงถึงความไม่คงตัว (nonstationarity) นักวิจัยจำเป็นต้องเลือกระหว่าง ค่าของตัวแปรที่สมบูรณ์ และ ความง่ายในการแก้ปัญหา

การให้เงื่อนไขแบบนี้กับโรงงานผู้ส่งวัตถุดิบ ผู้จัดการโรงงานนั้นจำเป็นจะต้องตัดสินใจว่าจะต้องทำการผลิตในแต่ละช่วงเวลาอย่างไร ให้มีต้นทุนน้อยที่สุด แบบจำลองจะต้องคำนึงถึง ต้นทุนสินค้าคงคลัง สัมพันธ์อย่างสวนทางกันกับ ค่าปรับในกรณีที่ส่ง สินค้าล่าช้า ชุดของตัวแปรเหล่านี้ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ซึ่งจะเป็นตัวตัดสินปริมาณความต้องการที่แท้จริงที่สำหรับ ผลิตภัณฑ์ I ในช่วงเวลา t ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจคือ ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิตในแต่ละช่วงเวลา การตัดสินใจแต่ละครั้งจะถูกประเมิน จากความต้องการที่แท้จริงโดยชุดของตัวแปร จุดประสงค์คือการเลือกค่าที่น้อยที่สุดของค่าที่มากที่สุดของต้นทุนในทุกการตัดสินใจ (Minmax Problem) โดยจะพิจารณาปัญหาในแบบของ Multi-period, Mutli-product, Single stage one ด้วย เงื่อนไขความสามารถในการผลิตงานวิจัยชิ้นนี้ยังขึ้นอยู่กับประเภทของข้อผูกมัดที่ทำกับผู้จัดส่งวัตถุดิบที่ถูกกำหนดโดย ผู้วิจัยเอง อีกทั้งยังกำหนดประเภทของอุตสาหกรรมด้วย

จากงานวิจัยนี้ทำให้เราพบปัญหาที่ชัดเจนเมื่อเราพยายามที่จะบริหารงานแบบ Multiple plants เช่น ขนาดของการผลิต (Lotsizing) ซึ่งในการทำงานแบบนี้ขนาดของการผลิตของโรงงานหนึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของการผลิตอีกโรงงานหนึ่ง ทางเลือกหนึ่งที่จะอยู่เหนือปัญหานี้ได้คือการทำงานโดยไม่สนใจระดับของสินค้าคงคลัง แต่ในแง่ของโซ่อุปทานแล้ว การเพิ่มต้นทุนสินค้าคงคลังและ การเพิ่มเวลาการผลิต ถือเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสม ยังมีอีกวิธีหนึ่งที่จะเข้าจัดการแผนการผลิตสำหรับระดับโรงงาน นั้นคือการจัดการแนวราบหรือแนวดิ่ง เริ่มต้นที่โรงงานส่งสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วไปยังคลังสินค้า แผนการผลิตจะถูกเตรียมตามความต้องการของโรงงานที่อยู่เหนือขึ้นไป ขั้นตอนนี้จะดำเนินจนกระทั่งแผนการผลิตทุกโรงงานที่เกี่ยวข้องถูกจัดเตรียมแล้ว แบบจำลองขนาดของการผลิตใน การทำงานแบบ Multi-Plant จะต้องเป็นตัวเลขที่แม่นยำสำหรับโรงงานที่มีความเป็นอิสระต่อกัน อีกประเด็นที่สำคัญก้อคือการสร้าง อัลกอริธึมของขนาดของการผลิต ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกพัฒนาโดยวิธี “rolling horizon” ซึ่งวิธีเป็นการแก้ปัญหาซ้ำอีกครั้งหนึ่งที่จุดเริ่มต้นแต่ละช่วงเวลาที่สะดุดโดยแผนการผลิตของโรงงานในลำดับก่อนหน้า และถูกเรียกกันว่า ‘nervousness’ เพื่อที่จะให้เป็นผลสำเร็จ การบริหารงานแบบ multi-plant จะพิจารณาถึง ผลกระทบของ nervousness บนต้นทุนและเวลานำ ดังนั้น การพิจารณาความต้องการทำให้ผู้บริหารจำเป็นต้องหา ระดับของ safety stock ที่สามารถรองรับระดับการบริการลูกค้าได้ ความสำเร็จของการทำงานแบบ multi-plant จะต้องสามารถรวมประเด็นเรื่องของ ขนาดการผลิต, nervousness, และ safety stock ไว้ในกรอบความคิดเดียวกันได้

Johnson(1954) ได้ทำงานวิจัยที่เป็นการรวมเอาตารางการทำงานของ เครื่องจักรสองตัวภายใต้การทำงานแบบ Flow-shop เพื่อหาค่าที่ดีที่สุด (optimally) โดยนักวิจัยพยายามที่จะแก้ปัญหาเดียวกันคือ การพิจารณา Material handling time, equipment availability และ

capacity constraints นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Maggu et al.(1981), Stern and Vitner (1990), Panwalker(1991) และ Levner (1992). ที่ศึกษา ปัญหาในหาทำให้ makespan น้อยที่สุด

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกจำนวนหนึ่งที่ศึกษาการ Synchronized ระหว่าง การผลิต และ Material Handling ของ Bilge and Ulusoy (1995) ได้ศึกษาการรวมปัญหาของการรวม ตารางการผลิต และ Material handling โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้มี Makespan น้อยที่สุดใน FMS. ไม่เหมือนกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการพัฒนา Simulation Model เพื่อใช้สำหรับการประเมินคุณค่าของ Synchronized Planning โดยจะพิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้จาก แบบจำลองสถานการณ์ที่พัฒนาขึ้น แล้วประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง เปรียบเทียบ การวางแผนแบบ Synchronized และ Unsynchronized ภายใต้ สถานการณ์ ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

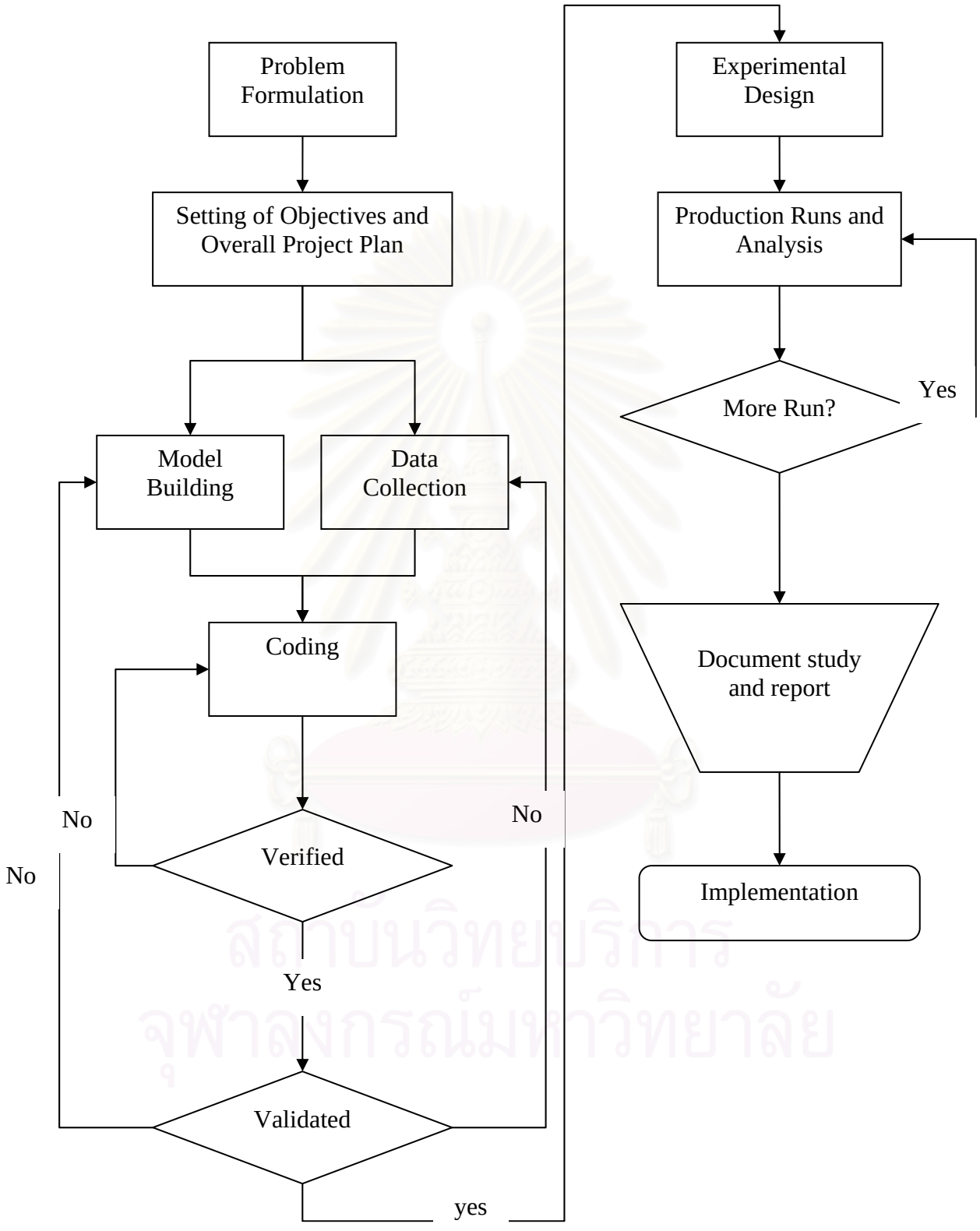
ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

โดยทั่วไปการพัฒนาโปรแกรม Simulation ประกอบด้วยขั้นตอนจำนวนมาก (Bordin,1998) โดยจุดประสงค์ของการใช้งาน Simulation นั้นอาจใช้เพื่อศึกษาระบบการทำงานจริงที่มีอยู่แล้ว เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในระบบ หรือ เป็นการออกแบบระบบใหม่ทั้งหมด การสร้าง Simulation Model ประกอบด้วยขั้นตอนลำดับดังนี้ (Centeno,1996)

1. กำหนดของปัญหา (Problem formulation)
2. กำหนดจุดประสงค์ของการนำไปใช้ simulation (Setting objective)
3. เก็บข้อมูล (Data collection)
4. สร้างแบบจำลอง (Model building and coding)
5. ตรวจสอบและประเมินผลแบบจำลอง (Model verification and validation)
6. ทดลองและวิเคราะห์ (Experimentation and Analysis)
7. จัดทำรายงานและคำเสนอแนะ (Making a report and recommendation)

โดยสามารถอธิบายในรูปแบบของแผนภาพได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7 แสดงกระบวนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นขั้นตอนกำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ ได้ถูกกล่าวถึงในบทที่ 1 แล้วดังนั้นจึงของไม่อธิบายซ้ำอีกครั้งในบทนี้

ขั้นตอนถัดมา คือการเก็บข้อมูล ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้จะไม่มีการเก็บข้อมูลจริงเพราะจุดประสงค์ของงานวิจัยมิได้ต้องการจำลองระบบจริง หรือ แก้ปัญหาจากระบบการทำงานจริง เป็นเพียงแค่เปรียบเทียบผลของวิธีวางแผนการผลิตที่แตกต่างกันจากระบบการผลิตจำลองขึ้นเองเท่านั้น

การพัฒนาแบบจำลอง (Model Building)

ขั้นตอนถัดมาคือการออกแบบ Simulation Model ซึ่งเป็นการใช้ในระบบการทำงานจำลองที่เลียนแบบการทำงานปกติในสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยมีองค์ประกอบและขั้นตอนดังนี้

1 สภาพแวดล้อมของการผลิต

2 สถานการณ์การจัดตารางการผลิต

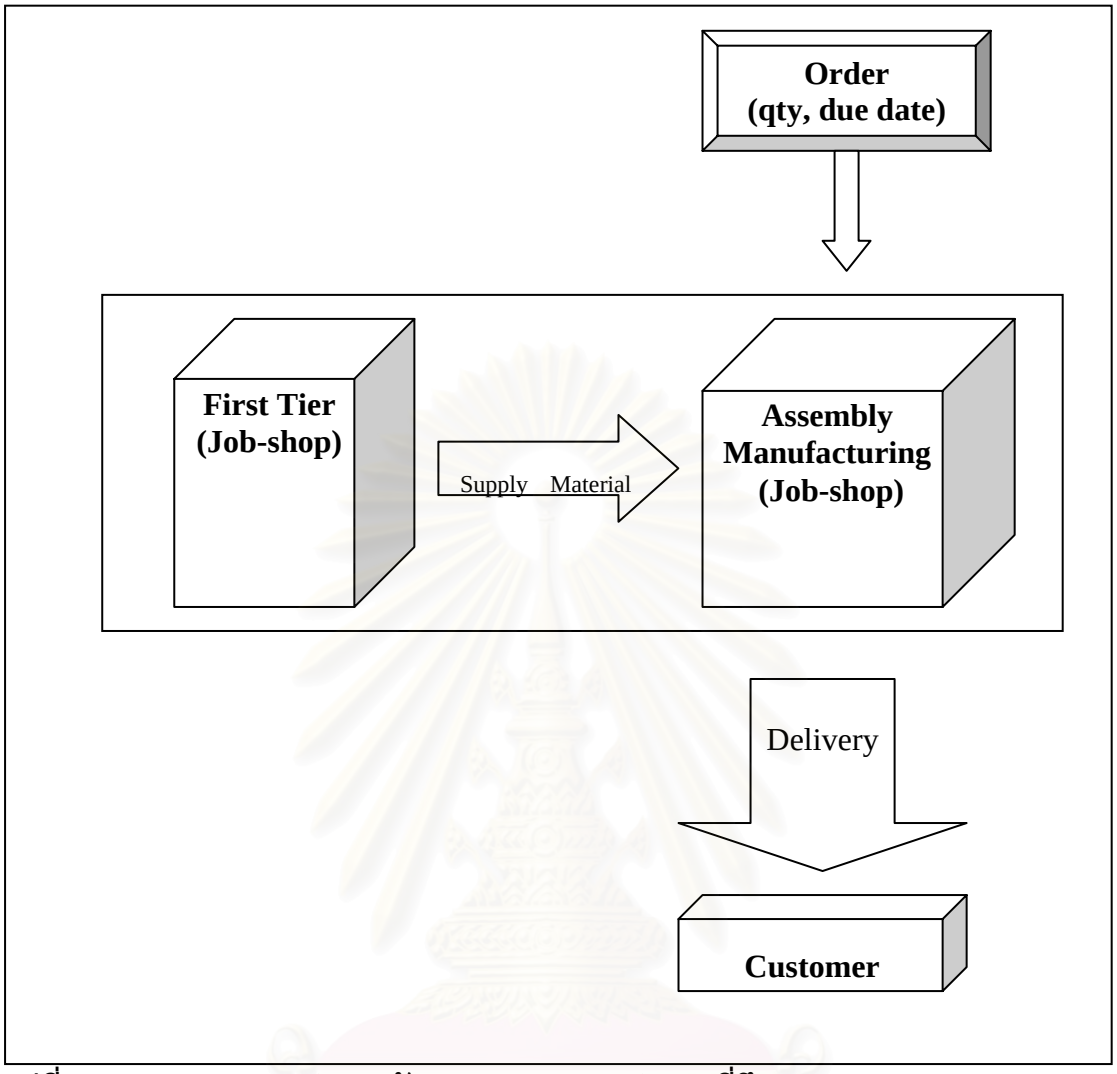
3 องค์ประกอบของแบบจำลอง

- Optimization Model
- Simulation Mechanism (กลไกการทำงานแบบจำลอง)

1. **สภาพแวดล้อมการผลิต**

เพื่อให้เข้าใจขั้นตอนการทำงาน Simulation Model ที่ออกแบบ จำเป็นต้องทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมการผลิตที่จำลองในแบบจำลองนี้ อยู่ก่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8 แสดงสภาพการทำงานจัดตารางของระบบจำลองที่ศึกษา

เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น จึงขอเสนอสภาพแวดล้อมนี้ ตามลำดับดังนี้

- เป็นระบบที่มีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสองหน่วยงาน คือ โรงงานประกอบ (Assembly Manufacturing) และโรงงาน First tier เป็นผู้ผลิตและส่งชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบให้กับโรงงานประกอบ
- ลักษณะของสินค้าเป็นการผลิตแบบ Make to order คือ ผลิตตามคำสั่งซื้อ และไม่มีการเก็บสต๊อกสินค้า
- โรงงานประกอบจะส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ณ โรงงาน จึงไม่คิดเวลาในการส่งสินค้าให้กับลูกค้า
- มีสินค้าที่ผลิตอยู่ 2 ชนิด คือ สินค้า ชนิด A และ B โดย 1 ชิ้นส่วนที่ผลิตจาก First tier ของสินค้าทั้ง 2 ชนิดสามารถประกอบเป็นสินค้าสำเร็จรูปได้ 1 ชิ้นที่โรงงานประกอบ

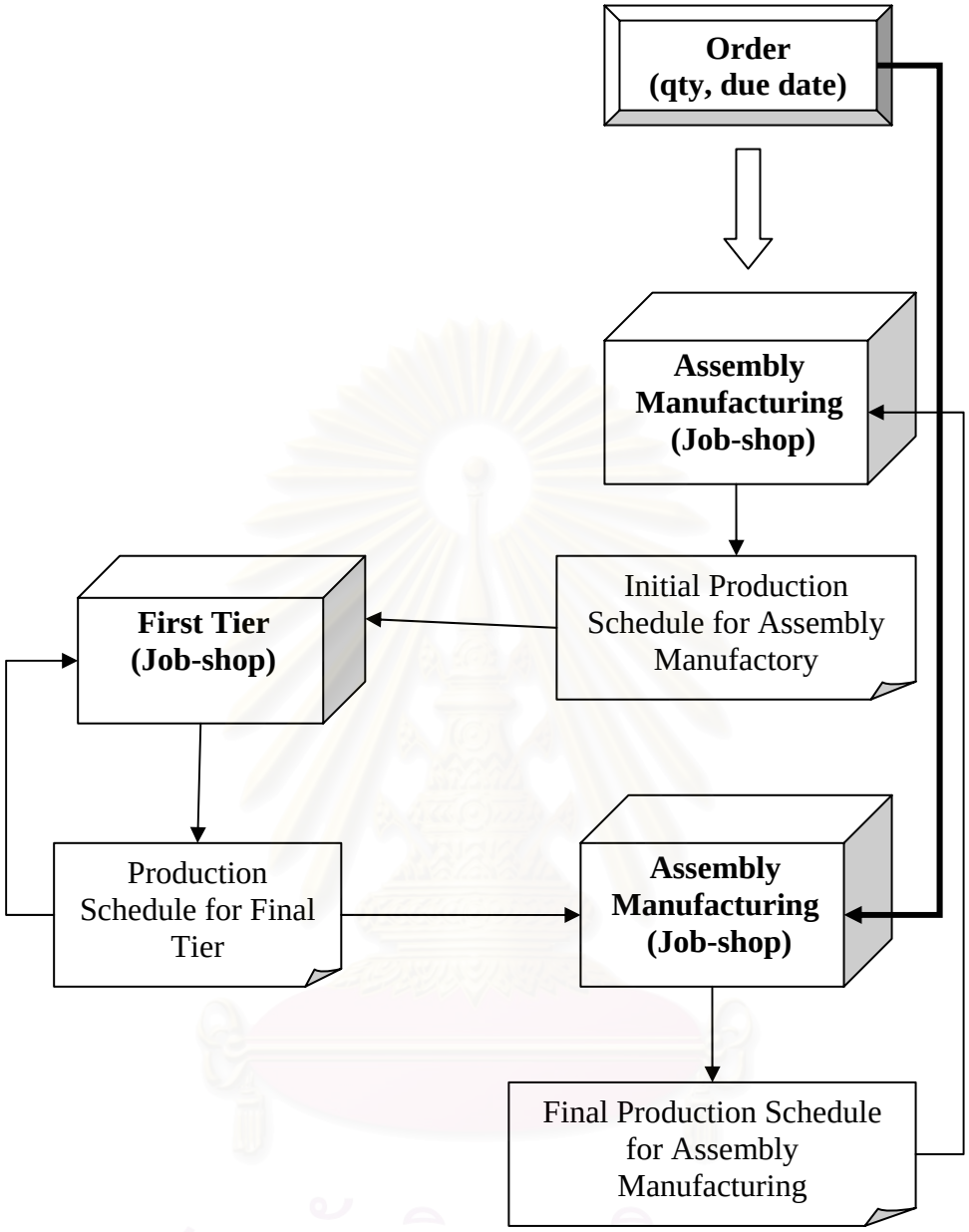
- ทั้งสองโรงงานจะมีสายการผลิต (Production Line) อยู่โรงงานละ 2 สายการผลิต ซึ่งแต่ละสายการผลิตสามารถผลิตสินค้าได้ทั้ง 2 ชนิด
- ไม่คิดระยะเวลาในการนำส่งสินค้าจากโรงงาน First tier มาที่ โรงงานประกอบ
- คำสั่งซื้อจะประกอบด้วย ปริมาณสินค้า และ กำหนดวันส่งสินค้า
- หากไม่สมารถส่งมอบสินค้าสำเร็จรูปได้ทันกำหนด ณ โรงงานประกอบจะเสียค่าปรับตามจำนวนวันที่ส่งสินค้าล่าช้า
- โรงงาน First Tier จะส่งสินค้าให้ตามกำลังความสามารถที่ผลิตได้เท่านั้น
- ทั้งสองโรงงานจะจัดตารางการผลิตล่วงหน้าเป็นเวลา (Time Horizon) 6 วัน นับจากวันที่รับคำสั่งซื้อ

2. **สถานการณ์การจัดตารางการผลิต**

2.1 **การจัดตารางผลิตแบบ** Unsynchronization

เป็นลักษณะการจัดตารางการผลิตทั่วไป คือ ทั้งสองโรงงานจะทำการจัดตารางแบบต่างคนต่างจัดทำตารางการผลิตของตัวเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



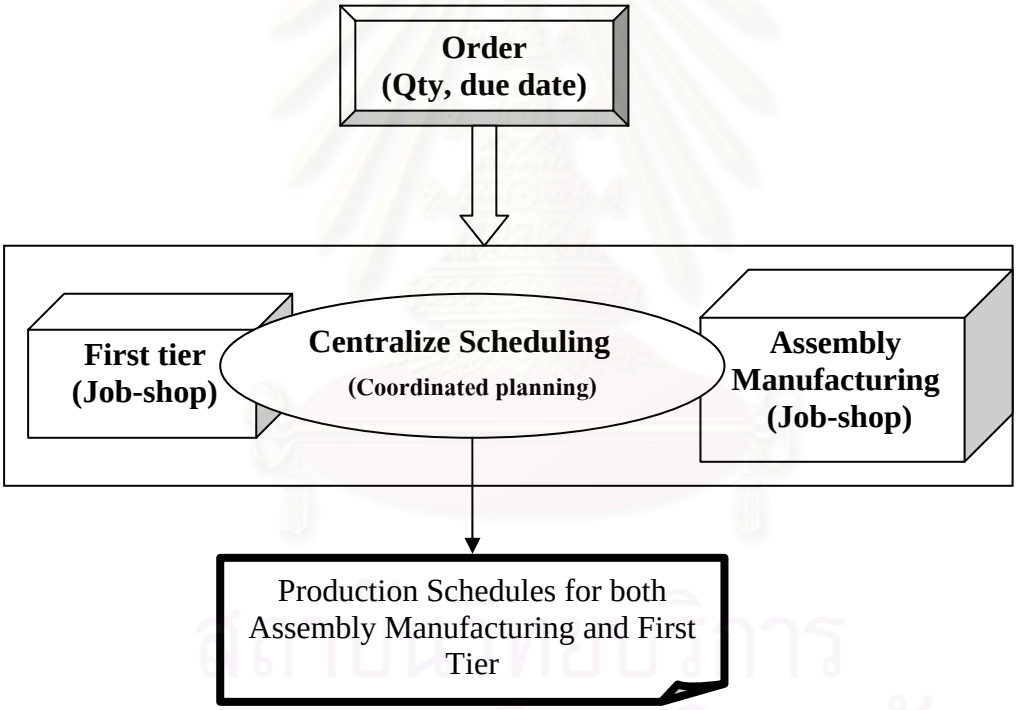
รูปที่ 9 แสดงกลไกการจัดตารางการผลิตแบบ Unsynchronization

จากภาพแสดงขั้นตอนการจัดตารางการผลิตของโรงงานทั้งสอง เมื่อโรงงานประกอบรับคำสั่งซื้อของลูกค้า ประกอบด้วยปริมาณสินค้าและกำหนดการส่งมอบ โรงงานประกอบจะทำการจัดตารางการผลิตของตัวเอง โดยที่คำนึงถึงแต่เพียงปัจจัยความสามารถในการผลิตของตัวเองก่อน โดยถือว่าโรงงาน First Tier สามารถผลิตชิ้นส่วนป้อนได้ทันความต้องการ แล้วจึงส่งคำสั่งความต้องการไปหาโรงงาน First Tier จากนั้นโรงงาน First Tier จะจัดตารางการผลิตของตัวเองโดยพิจารณาความสามารถในการผลิตของตัวเอง และ ความต้องการชิ้นส่วนที่ได้จากโรงงานประกอบ แล้วจึงส่ง

ตารางส่งมอบชิ้นส่วนกลับไปให้กับโรงงานประกอบ ในขั้นนี้เองจะมีการจัดตารางการผลิตอีกครั้งหนึ่งโดยโรงงานประกอบ ภายใต้เงื่อนไขของ คำสั่งซื้อ และ ปริมาณชิ้นส่วนที่สามารถส่งมอบได้จริง ที่ใช้ในการประกอบสินค้าในแต่ละวัน ซึ่งตารางการผลิตที่จัดครั้งที่สองอาจมีความแตกต่างตารางการผลิตในครั้งแรก เพราะต้องคำนึงถึงความพร้อมของชิ้นส่วน

2.2 **การจัดตารางแบบ** Synchronization

การจัดตารางแบบ Synchronization จะคิดเสมือนทั้งสองโรงงานเป็นสายการผลิตต่อเนื่องในโรงงานเดียวกัน ตารางการผลิตที่ได้จะครอบคลุม การผลิตของสายการผลิตจากโรงงานทั้งสอง ภายใต้จุดประสงค์เดียวกันที่ต้องการลดต้นทุนรวมขององค์กรให้เหลือน้อยที่สุด



รูปที่ 10 **แสดงกลไกการทำงานของการจัดตารางการผลิตแบบ** Synchronization

คำสั่งซื้อจะถูกส่งมาหน่วยวางแผนกลาง (Centralized Scheduling) ซึ่งจะทำการประมวลผลจากทรัพยากรที่โรงงานทั้งสองมีอยู่ในขณะนั้น ไม่ว่าจะเป็นกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่เหลือ และความพร้อมของวัตถุดิบ แล้วจึงจัดตารางการผลิตของทั้งสองโรงงานออกมาพร้อมกัน

3. องค์ประกอบของแบบจำลอง

การนำเสนอในส่วนนี้เป็นการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักของ Simulation Model ที่ประกอบด้วย สองส่วนหลัก คือ Optimization model และ Simulation Mechanism

3.1 Optimization Model เป็นส่วนของความพยายามจัดตารางการผลิตเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ภายใต้เป้าหมายที่กำหนดการจัดตารางการผลิตแบบ (Job Shop Scheduling Problem – JSP) ประกอบด้วยจำนวนงาน(n) และ จำนวนทรัพยากร(m) โดยที่แต่ละกิจกรรมการผลิตจะต้องมีการบริหารจัดการเวลา และ ทรัพยากรที่ใช้ โดยเป็นการเรียงลำดับกิจกรรมการผลิต ต้องไม่มีกิจกรรมใดที่ต้องใช้ทรัพยากรอย่างเดียวกัน ณ เวลาเดียวกัน

แบบจำลองจะจัดการผลิตให้เกิดต้นทุนรวมของการผลิตต่ำสุด นี้ประกอบด้วย ต้นทุนย่อยทั้ง 4 ดังนี้

1. ต้นทุนผันแปร (Variable cost) คือ ต้นทุนที่เป็นผลจากการผลิตสินค้านั้นโดยตรง อาจประกอบด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนแรงงาน โดยต้นทุนนี้จะแปรผันตรงกับจำนวนสินตามปริมาณการผลิต

2. ต้นทุนคงที่(Fixed Cost) คือ ต้นทุนที่เกิดจากการใช้เครื่องจักรซึ่งจะคิดเป็นค่าคงที่ต่อหน่วยเวลา โดยคิดจาก ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร เป็นต้น

3. ต้นทุนถือครองสินค้าคงคลัง (Inventory carrying cost) คือ ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้า ซึ่งประกอบด้วยมา ค่าเช่าพื้นที่คลังสินค้า ค่าแรงพนักงานคลังสินค้า ดอกเบี้ยที่เกิดจากมูลค่าของสินค้า เป็นต้นทุนที่แปรผันตรงกับจำนวนสินค้าคงคลัง และ เวลาที่เก็บ

4. ต้นทุน Change Over คือต้นทุนที่เกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนการผลิต จำเป็นจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการปรับแต่งเครื่องจักร ทดสอบ หรือ เดินเครื่องจักรเปล่า เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการผลิตสินค้าชนิดใหม่ โดยต้นทุนนี้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของสินค้า

5. ต้นทุนค่าปรับ (Penalty Cost) คือค่าปรับที่ผู้ผลิตจะต้องจ่ายให้กับลูกค้า เมื่อมีการส่งสินค้าล่าช้ากว่ากำหนด

จากสภาพแวดล้อมของระบบการผลิตดังกล่าว และ เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องเราสามารถเขียน Optimization Model สามารถกำหนดได้ดังนี้

สมการ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในสมการ

M คือ จำนวนโรงงานที่อยู่ในระบบที่พิจารณา

N คือ ประเภทของผลิตภัณฑ์

L คือ จำนวนสายการผลิต

T คือ คาบเวลาสิ้นสุด (Time Rolling)

D คือ ปริมาณคำสั่งซื้อ

H คือ จำนวนสินค้าคงคลัง

P คือ จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

X คือ จำนวนสินค้าที่ผลิตไม่ทันตามกำหนดคำสั่งซื้อ (Back Order)

k คือ ลำดับของโรงงาน

i คือ ลำดับของผลิตภัณฑ์

j คือ ลำดับของสายการผลิต

t คือ ลำดับของคาบเวลา

M_k คือ โรงงานลำดับที่ k

N_i คือ ผลิตภัณฑ์ลำดับที่ i

$PMAX_{jtk}$ คือ กำลังการผลิตสูงสุดของสายการผลิต j ในโรงงาน k ณ เวลา t

P_{ijtk} คือ จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ของผลิตภัณฑ์ i บนสายการผลิต j ที่เวลา t ของโรงงาน k

L_{jk} คือ สายการผลิตลำดับที่ j ของโรงงาน k

H_{itk} คือ จำนวนสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์ i ที่เวลา t ของโรงงาน k

B_{itk} คือ จำนวนสินค้าที่ผลิตไม่ทันกำหนดส่งของสินค้า i ในเวลา ณ โรงงาน k

V_{ijk} คือ ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ i สายการผลิตที่ j ของโรงงาน k

C_{jk} คือ ต้นทุนการเปลี่ยนการผลิตแต่ละครั้งที่สายการผลิต j ของโรงงาน k

R_{ik} คือ ต้นทุนสินค้าคงคลังต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ i ที่โรงงาน k

X_{ik} คือ ต้นทุนสินค้าที่ผลิตไม่ทันกำหนดส่ง ต่อหน่วยของสินค้า i ที่โรงงาน k

O_{jk} คือ ต้นทุนการเดินเครื่องจักรต่อหน่วยเวลาของสายการผลิต j ของโรงงาน k

W_{ijtk} = { 1, เมื่อมีการผลิตภัณฑ์ i บนสายการผลิต j ที่เวลา t ของโรงงาน k
0, เมื่อเป็นอย่างอื่น

Y_{ijtk} = { 1, เมื่อมีการเริ่มผลิต ผลิตภัณฑ์ i บนสายการผลิต j ที่เวลา t ของโรงงาน k
0, เมื่อเป็นอย่างอื่น

Unsynchronized Schedule

สมการสำหรับการจัดตาราง ของ First Tier Plant และ Assembly Plant ในกรณีที่ไม่คำนึงถึงความพร้อมของชิ้นส่วน

Minimize : $$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{L}\sum_{t=1}^{T}(V_{ij1}P_{ij1t}+C_{j1}Y_{ijt1})+\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(R_{i1}H_{it1}+X_{i1}B_{it1})+\sum_{j=1}^{L}\sum_{t=1}^{T}W_{ijt1}O_{j1} \quad (1)$$

Decision Variables $W_{ijt1,}\ P_{ijt1},\ Y_{ijt1,}\ H_{it1\ ,}\ B_{it1}$

Subject to

$$W_{ijtk} \in Binary \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{N} W_{ijtk} \le 1 \quad (3)$$

$$Y_{ijtk} \ge W_{ijtk} - W_{ij(t-1)k} \quad (4)$$

$$Y_{ijtk} \ge 0 \quad (5)$$

$$H_{itk} \ge \sum_{t=1}^{T} P_{itk} - \sum_{t=1}^{T} D_{itk} \quad (6)$$

$$B_{itk} \ge \sum_{t=1}^{T} D_{itk} - \sum_{t=1}^{T} P_{itk} \quad (7)$$

$$P_{ijtk} \le PMAX_{ijtk} \quad (8)$$

สมการสำหรับจัดตารางสำหรับ Assembly Plant ในกรณีที่พิจารณาความพร้อมของชิ้นส่วน

Minimize : $$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{L}\sum_{t=1}^{T}(V_{ij2}P_{ij2t}+C_{j2}Y_{ijt2})+\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(R_{i2}H_{it2}+X_{i2}B_{it2})+\sum_{j=1}^{L}\sum_{t=1}^{T}W_{ijt2}O_{j2} \quad (9)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Decision Variable $W_{ijt2}, P_{ijt2}, Y_{ijt2}, H_{it2}, B_{it2}$

Subject to

$$W_{ijtk} \in Binary \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{N} W_{ijtk} \leq 1 \quad (11)$$

$$Y_{ijtk} \geq W_{ijtk} - W_{ij(t-1)k} \quad (12)$$

$$Y_{ijtk} \geq 0 \quad (13)$$

$$H_{itk} \geq \sum_{t=1}^{T} P_{itk} - \sum_{t=1}^{T} D_{itk} \quad (14)$$

$$B_{itk} \geq \sum_{t=1}^{T} D_{itk} - \sum_{t=1}^{T} P_{itk} \quad (15)$$

$$P_{ijtk} \leq PMAX_{ijtk} \quad (16)$$

$\sum_{t=1}^{T} P_{it1} \geq \sum_{t=2}^{T+1} P_{it2}$ เป็นสมการที่เชื่อมการส่งมอบชิ้นส่วนระหว่างสองโรงงาน (17)

<u>Synchronized Schedule</u>

สมการสำหรับการจัดตารางรวมทั้งสองโรงงาน

Minimize :

$$\sum_{k=1}^{M}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{L}\sum_{t=1}^{T}(V_{ijk}P_{ijkt} + C_{jk}Y_{ijtk}) + \sum_{k=1}^{M}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(R_{ik}H_{itk} + X_{ik}B_{itk}) + \sum_{k=1}^{M}\sum_{j=1}^{L}\sum_{t=1}^{T}W_{ijtk}O_{jk} \quad (18)$$

Decision Variable $W_{ijtk}, P_{ijtk}, Y_{ijtk}, H_{itk}, B_{itk}$

Subject to

$$W_{ijtk} \in Binary \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^{N} W_{ijtk} \leq 1 \quad (20)$$

$$Y_{ijtk} \geq W_{ijtk} - W_{ij(t-1)k} \quad (21)$$

$$Y_{ijtk} \geq 0 \quad (22)$$

$$H_{itk} \geq \sum_{t=1}^{T} P_{itk} - \sum_{t=1}^{T} D_{itk} \quad (23)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$B_{itk} \geq \sum_{t=1}^{T} D_{itk} - \sum_{t=1}^{T} P_{itk} \quad (24)$$

$$P_{ijtk} \leq PMAX_{ijtk} \quad (25)$$

$\sum_{t=1}^{T} P_{it1} \geq \sum_{t=2}^{T+1} P_{it2}$ เป็นสมการที่เชื่อมการส่งมอบชิ้นส่วนระหว่างสองโรงงาน (26)

คำอธิบายสมการ

<u>First Tier Plant และ Assembly Plant ในกรณีที่ไม่พิจารณาความพร้อมของชิ้นส่วน</u>

โปรแกรมจะจำลองรูปแบบการวางแผนการผลิตของโรงงานสองแห่ง ซึ่งผลิตสินค้าที่มีความแตกต่างกันสองชนิด มีการส่งต่อสินค้าที่ผลิตได้จากโรงงานแรก เพื่อนำมาผลิตต่อในโรงงานที่สอง สมการที่ (1)-(8) แทนเงื่อนไขการวางแผนการผลิตของโรงงานแรก สมการที่(9)-(17) แทนเงื่อนไขการทำงานของโรงงานที่สอง โดยมีความหมายของแต่ละสมการดังนี้

สมการ (1) เป็นสมการวัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิตในโรงงานแรก คือ ต้นทุนการผลิตที่น้อยที่สุด

สมการ (2) แทนค่าการทำงานของเครื่องจักร โดยกำหนดให้เป็น เลขฐานสอง 1 หมายถึงเครื่องจักรกำลังทำงานและ 0 หมายถึงเครื่องจักรหยุดทำงาน

สมการ (3) เป็นการกำหนดให้ เครื่องจักรผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียวในแต่ละช่วงเวลา โดยในสภาพการทำงานจริง เครื่องจักรจะไม่สามารถผลิตสินค้าสองชนิดได้ในเวลาเดียวกัน

สมการ (4) และ (5) เป็นสมการที่กำหนดให้เมื่อมีการปรับเปลี่ยนการผลิต ที่สายการผลิตใดๆ มีการ set up เครื่องจักรใหม่

สมการ (6) เป็นสมการที่คำนวณ จำนวนสินค้าคงคลัง ในแต่ละช่วงเวลา

สมการ (7) เป็นสมการจำนวนสินค้าที่ค้างส่งในแต่ละช่วงเวลา

สมการ (8) เป็นสมการที่กำหนดให้ปริมาณการผลิตจริงจะต้องไม่สูงกว่ากำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องจักร

<u>Assembly Plant ในกรณีที่พิจารณาความพร้อมของชิ้นส่วน</u>

สมการ (9) แทน เป็นสมการวัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิตในโรงงานสอง คือ ต้นทุนการผลิตที่น้อยที่สุด เช่นเดียวกับโรงงานแรก

สมการที่ (10)-(16) เป็นเงื่อนไขในการวางแผนการผลิตที่เหมือนกับสมการ (2)-(8) ของโรงงานแรกตามลำดับ

สมการที่ (17) เป็นสมการที่ใช้เป็นตัวเชื่อมโรงงานทั้งสองเข้าด้วยกัน ภายใต้เงื่อนไขว่าโรงงานที่สองจะผลิตสินค้าไม่ได้ ถ้าโรงงานที่หนึ่งยังผลิตสินค้าที่ใช้เป็นชิ้นส่วนสำหรับโรงงานที่สองไม่เสร็จ

Synchronized Schedule

สมการ (18) เป็นสมการวัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิตในโรงงานแรก คือ ต้นทุนการผลิตที่น้อยที่สุด

สมการ (19) แทนค่าการทำงานของเครื่องจักร โดยกำหนดให้เป็น เลขฐานสอง 1 หมายถึงเครื่องจักรกำลังทำงานและ 0 หมายถึงเครื่องจักรหยุดทำงาน

สมการ (20) เป็นการกำหนดให้ เครื่องจักรผลิตสินค้าเพียงชนิดเดียวในแต่ละช่วงเวลา โดยในสภาพการทำงานจริง เครื่องจักรจะไม่สามารถผลิตสินค้าสองชนิดได้ในเวลาเดียวกัน

สมการ (21) และ (22) เป็นสมการที่กำหนดให้เมื่อมีการปรับเปลี่ยนการผลิต ที่สายการผลิตใดๆ มีการ set up เครื่องจักรใหม่

สมการ (23) เป็นสมการที่คำนวณ จำนวนสินค้าคงคลัง ในแต่ละช่วงเวลา

สมการ (24) เป็นสมการจำนวนสินค้าที่ค้างส่งในแต่ละช่วงเวลา

สมการ (25) เป็นสมการที่กำหนดให้ปริมาณการผลิตจริงจะต้องไม่สูงกว่ากำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องจักร

สมการ (26) เป็นสมการที่ใช้เป็นตัวเชื่อมโรงงานทั้งสองเข้าด้วยกัน ภายใต้เงื่อนไขว่าโรงงานที่สองจะผลิตสินค้าไม่ได้ ถ้าโรงงานที่หนึ่งยังผลิตสินค้าที่ใช้เป็นชิ้นส่วนสำหรับโรงงานที่สองไม่เสร็จ

3.2 **กลไกของสถานการณ์** (Simulation Mechanism) เนื้อหาส่วนนี้จะเป็นการอธิบายถึงกลไกการทำงานของสถานการณ์ที่เราสร้างขึ้น ดังที่ทราบแล้วว่าจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลของการวางแผนสองสถานการณ์คือ สถานการณ์ที่วางแผนร่วมกัน หรือสถานการณ์ที่ต่างคนต่างวางแผน ซึ่งมีกลไกการทำงานของแบบจำลองที่ของแตกต่างกัน ก่อนที่จะกล่าวถึงกลไกของการทำงาน จะขอกำหนดและอธิบายส่วนประกอบของระบบการวางแผนก่อน โดยที่ทั้งสองสถานการณ์ ต่างมีส่วนประกอบหลักสำคัญๆที่เหมือนกัน แตกต่างกันเพียงกลไกการทำงานของส่วนประกอบย่อยเท่านั้น ดังนี้

1. Input เป็นส่วนของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในสถานการณ์ที่จำลองขึ้น ประกอบด้วย
    1.1. ค่าคงที่ของระบบการผลิต เป็นค่าคงที่กำหนดสภาวะของระบบการผลิต ประกอบด้วย
        1.1.1. กำลังการผลิตของสินค้าแต่ละชนิดของแต่ละสายการผลิต
        1.1.2. ต้นทุนต่อหน่วยการผลิต ของหมวดต้นทุนต่างๆ

1.2. คำสั่งซื้อ ซึ่งกำหนดมาจากการสุ่มตัวเลขความน่าจะเป็น (Random Number) หรือ จากการป้อนข้อมูลเข้าไปโดยตรง

2. กระบวนการคำนวณ

2.1. Optimization Model เป็นส่วนของการจำลองปัญหาการจัดตารางการผลิตดังที่ได้อธิบายในหัวข้อก่อนหน้านี้

2.2. Solving Part โปรแกรมพิเศษ สำหรับใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดตาม Optimization Model

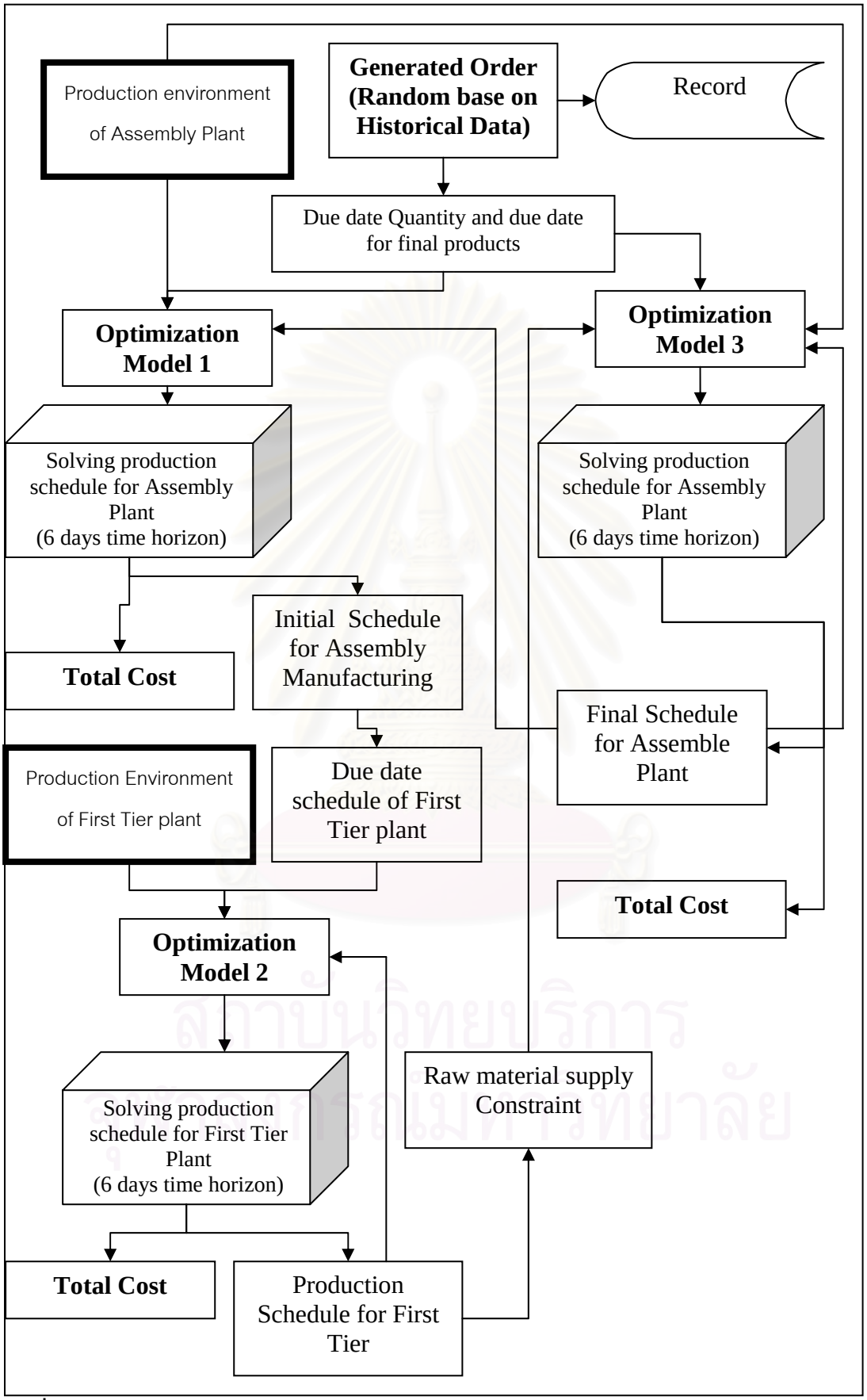
3. Output

3.1. ตารางการผลิต โดยตารางการผลิตที่ได้จากโปรแกรมนี้ ประกอบด้วยตารางการผลิตของทั้งสองโรงงาน ภายใต้ Synchronization และ Unsynchronization

3.2. ตารางเปรียบเทียบต้นทุน เป็นการเปรียบเทียบต้นทุนรวมภายใต้การวางแผนทั้งสองแบบ

- **Unsynchronized Scheduling Mechanism** กลไกของการจัดทำแผนการผลิตสามารถนำเสนอภาพรวมของระบบในรูปภายใต้ Process Flow ดังรูปที่ 11

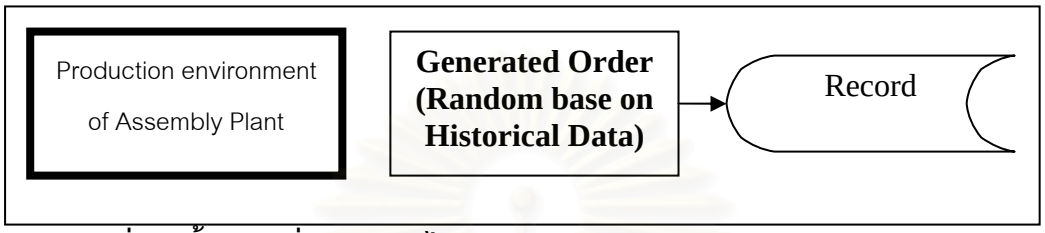
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 11 **แสดงกลไกการทำงานของ** Simulation Program **ภายใต้** Unsynchronized Scheduling

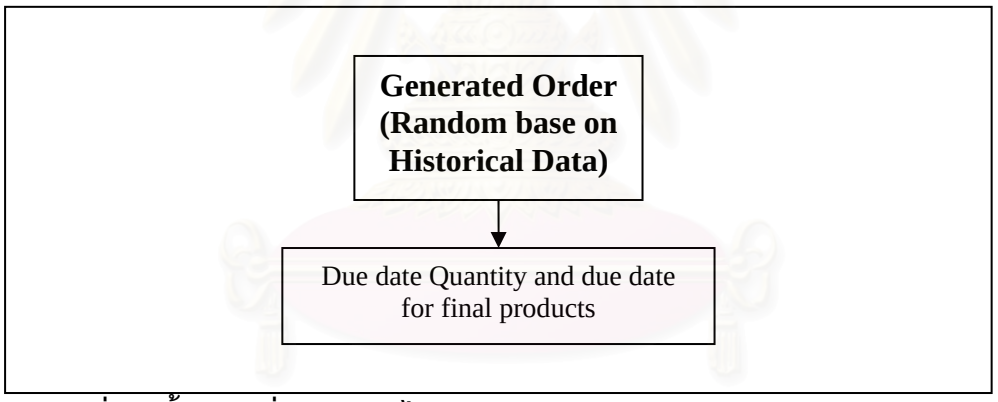
เพื่อให้ง่ายในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการทำงานทั้งหมด จึงได้แยกอธิบายออกเป็นส่วนๆตามลำดับขั้นดังนี้

1. ป้อนข้อมูล ของค่าคงที่เกี่ยวกับการผลิต และ คำสั่งซื้อ โดยที่คำสั่งซื้อจะถูกบันทึกไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งจะนำมาใช้อีกครั้งในการวางแผน แบบ Synchronization



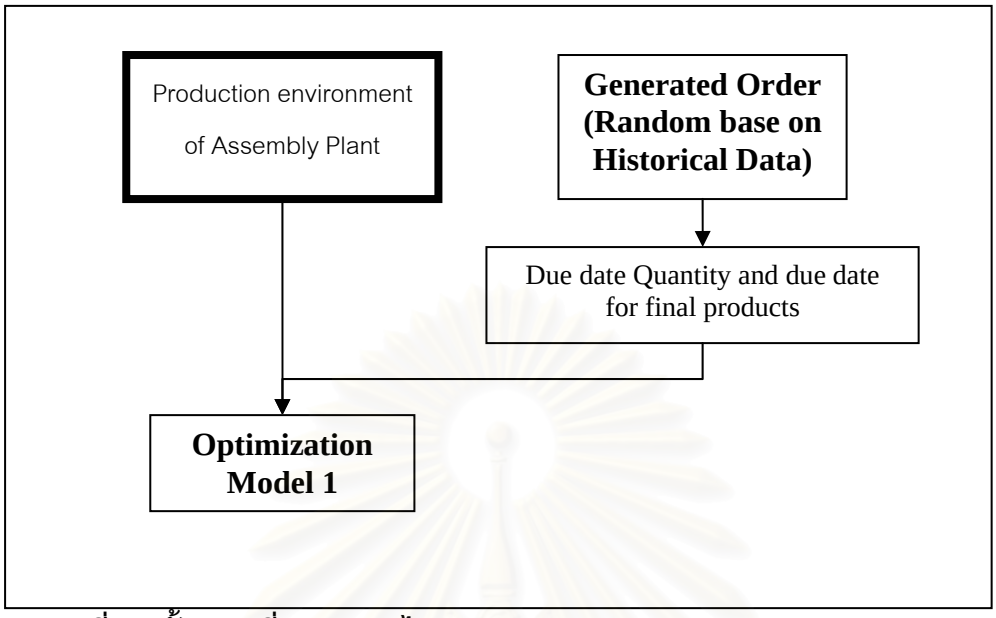
รูปที่ 12 **ขั้นตอนที่** 1 **ของกลไก** Unsynchronized Scheduling

2. คำสั่งซื้อซึ่งประกอบด้วย ปริมาณ และ กำหนดส่งสินค้า จะถูกแปลงเป็นตารางการส่งสินค้าให้กับลูกค้า



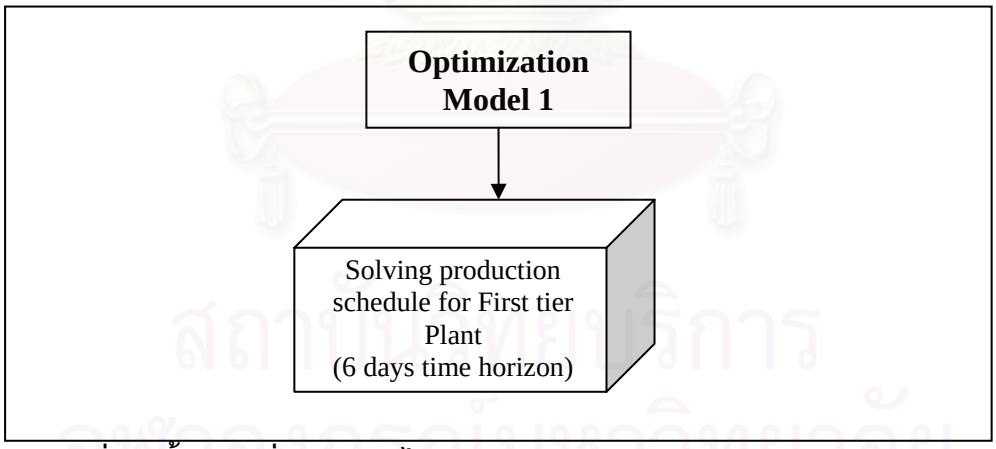
รูปที่ 13 **ขั้นตอนที่** 2 **ของกลไก** Unsynchronized Scheduling

3. ส่งข้อมูลเหล่านี้เข้าสู่ Optimization Model 1 ซึ่งเป็น Model ที่ยังไม่พิจารณาข้อจำกัดของจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ใน Assembly Manufacturing



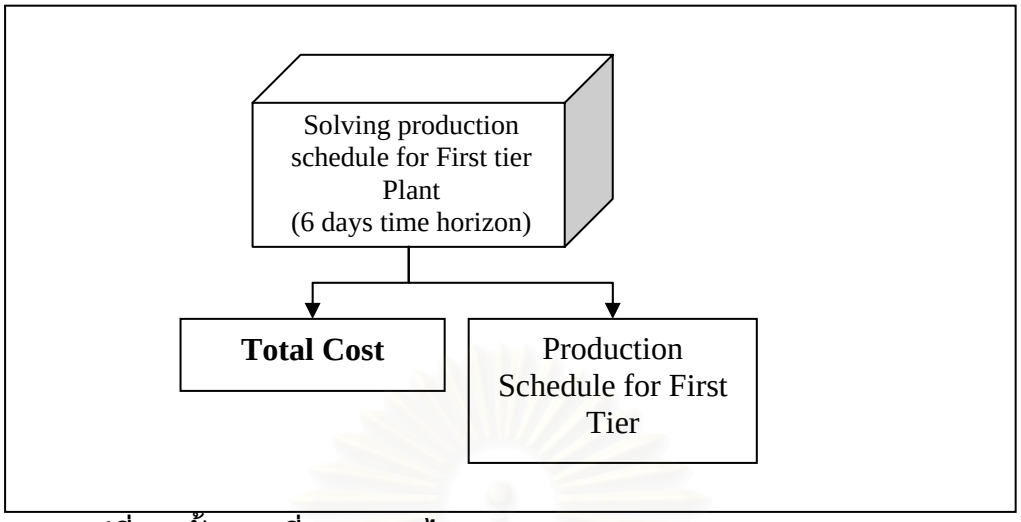
รูปที่ 14 **ขั้นตอนที่** 3 **ของกลไก** Unsynchronized Scheduling

4. คำนวณหาแผนการผลิตของโรงงานประกอบคือ พยายามผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อเพื่อให้เกิดต้นทุนการผลิตรวมที่น้อยที่สุด โดยจะเป็นจัดทำตารางการผลิตไปล่วงหน้า 6 วัน



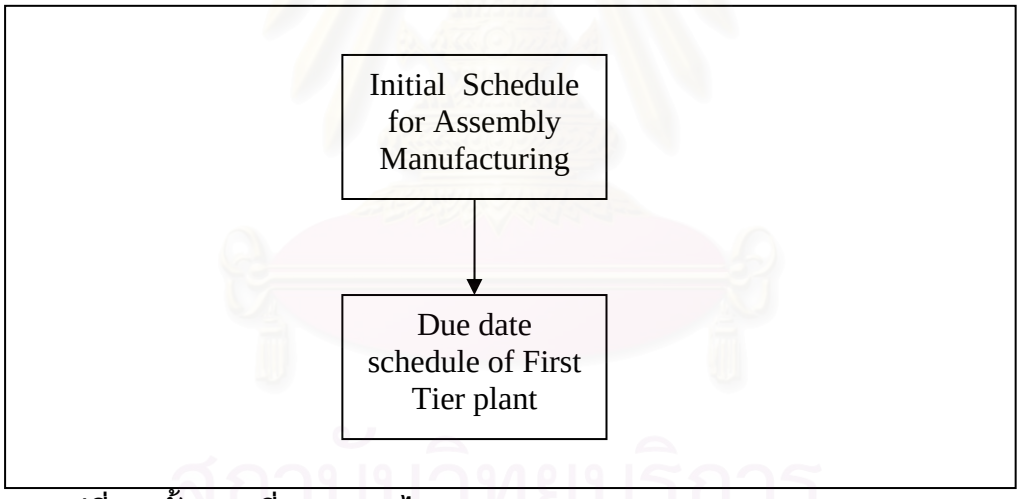
รูปที่ 15 **ขั้นตอนที่** 4 **ของกลไก** Unsynchronized Scheduling

5. ผลที่ได้คือ ตารางการผลิต และ ต้นทุนรวมของโรงงานประกอบ ซึ่งตารางการผลิตของโรงงานประกอบที่ได้จากขั้นตอนนี้ ยังไม่ใช่ตารางการผลิตที่สมบูรณ์ เนื่องจากยังมิได้คำนึงถึงความพร้อมของชิ้นส่วน



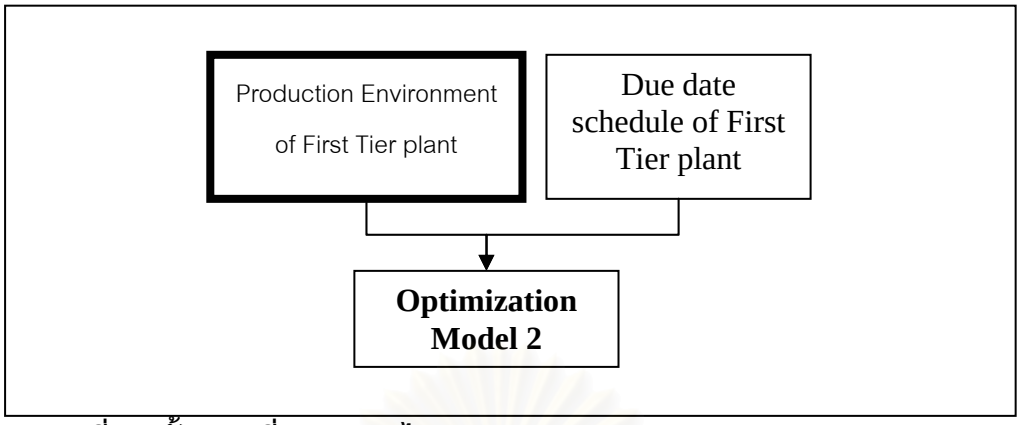
รูปที่ 16 ขั้นตอนที่ 5 ของกลไก Unsynchronized Scheduling

6. ตารางการผลิตของโรงงานประกอบที่ได้จากลำดับขั้นที่แล้ว จะนำมาจัดทำ ความต้องการชิ้นส่วนซึ่งโรงงาน First Tier จะต้องผลิต



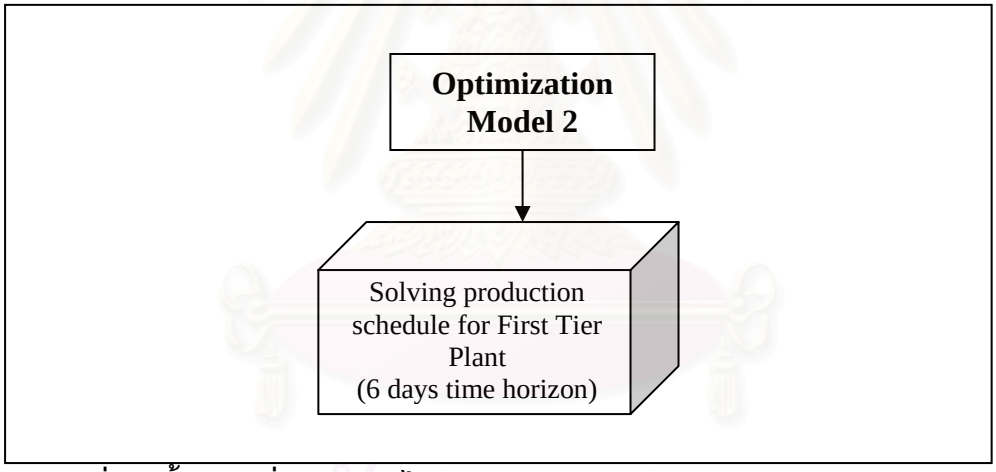
รูปที่ 17 ขั้นตอนที่ 6 ของกลไก Unsynchronized Scheduling

7. ค่าคงที่ในการผลิต และ ความต้องการการใช้ชิ้นส่วนของ Assembly Manufacturing ถูกป้อนเข้าสู่ Optimization Model 2 ของโรงงาน First Tier



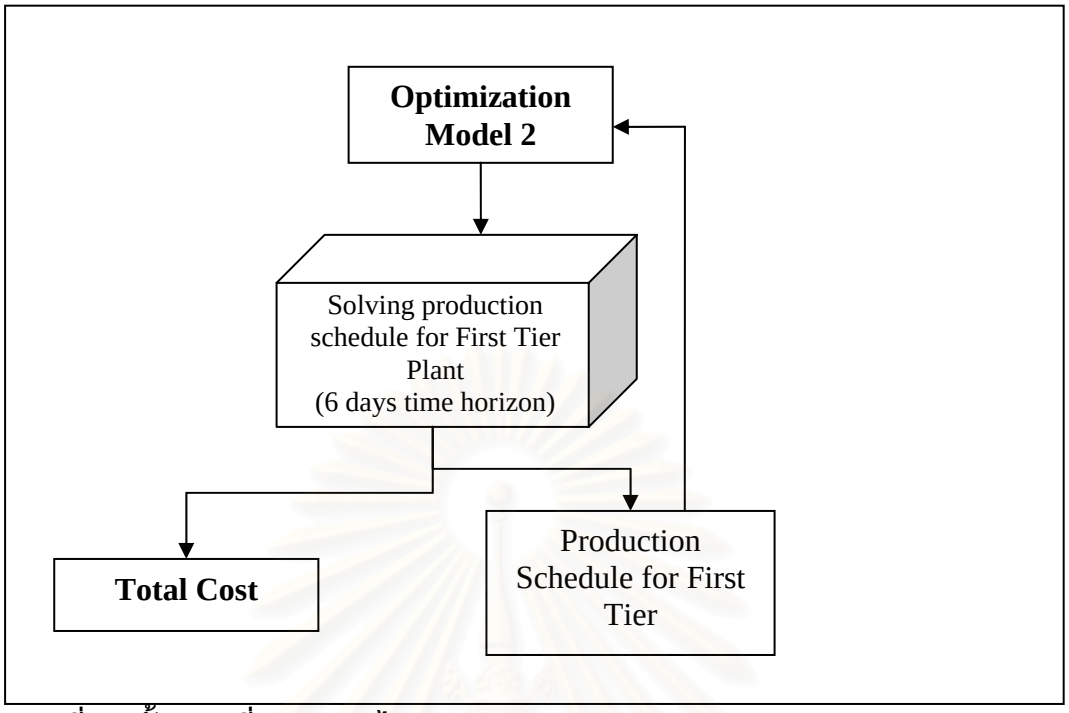
รูปที่ 18 ขั้นตอนที่ 7 ของกลไก Unsynchronized Scheduling

8. คำนวณหาแผนการผลิตของโรงงาน First Tier คือ พยายามผลิตสินค้าตามความต้องการชิ้นส่วนจากโรงงานประกอบให้เกิดต้นทุนการผลิตรวมที่น้อยที่สุด โดยจะจัดทำตารางการผลิตไปล่วงหน้า 6 วัน



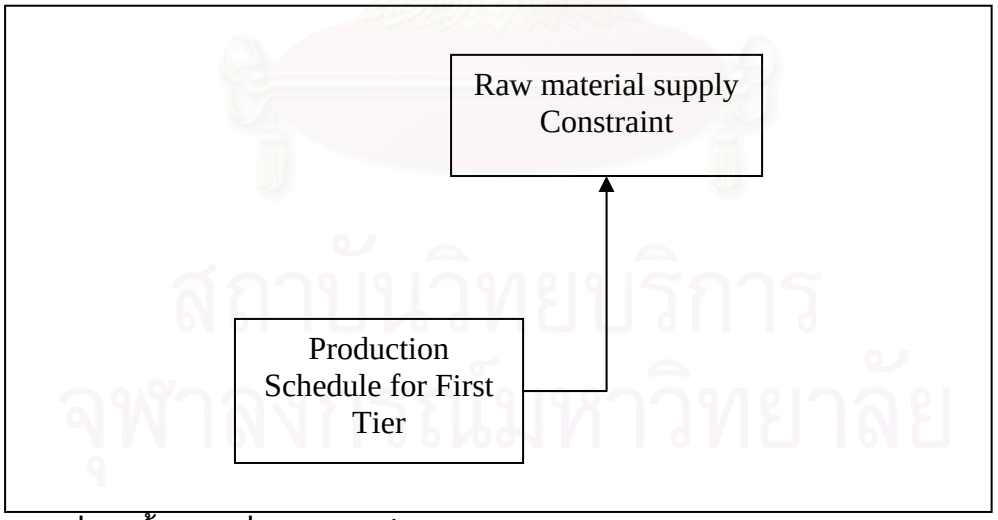
รูปที่ 19 ขั้นตอนที่ 8 ของกลไก Unsynchronized Scheduling

9. ผลลัพธ์ที่ได้คือ ตารางการผลิต และ ต้นทุนรวมของโรงงาน First Tier โดยตารางการผลิตที่ได้จะถูกป้อนเข้าสู่ Optimization Model 2 เพื่อจัดตารางการผลิตของโรงงานประกอบในรอบการวางแผนถัดไป



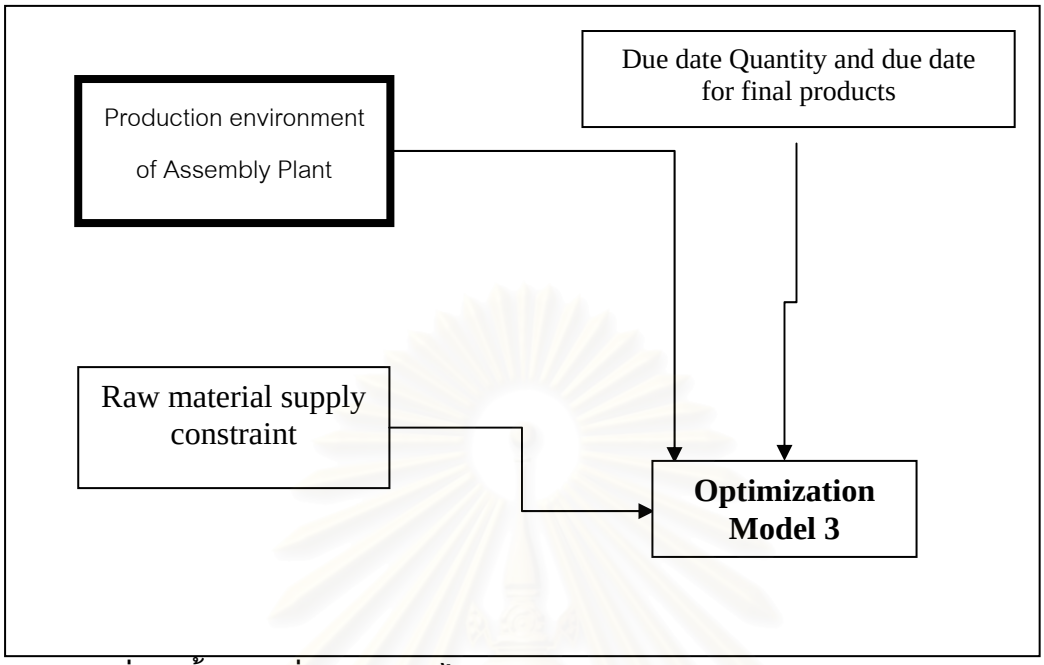
รูปที่ 20 ขั้นตอนที่ 9 ของกลไก Unsynchronized Scheduling

10. ตารางการผลิตของโรงงาน First Tier จะถูกแปลงเป็นความพร้อมของชิ้นส่วนสำหรับโรงงานประกอบ



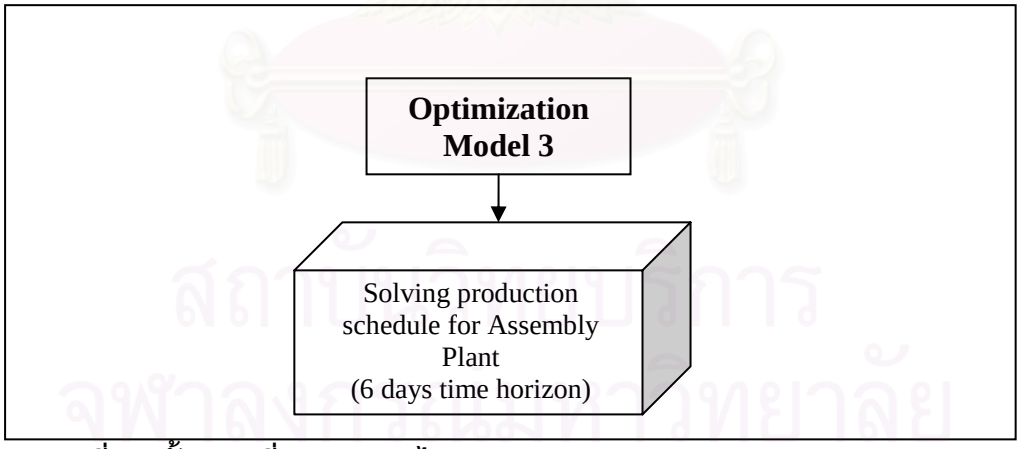
รูปที่ 21 ขั้นตอนที่ 10 ของกลไก Unsynchronized Scheduling

11. จากข้อมูล 3 ส่วนคือ ค่าคงที่ คำสั่งซื้อจากลูกค้า และ ความพร้อมของชิ้นส่วน ที่ได้รับจากโรงงาน First Tier ถูกจัดทำตารางการผลิตของโรงงานประกอบอีกครั้ง



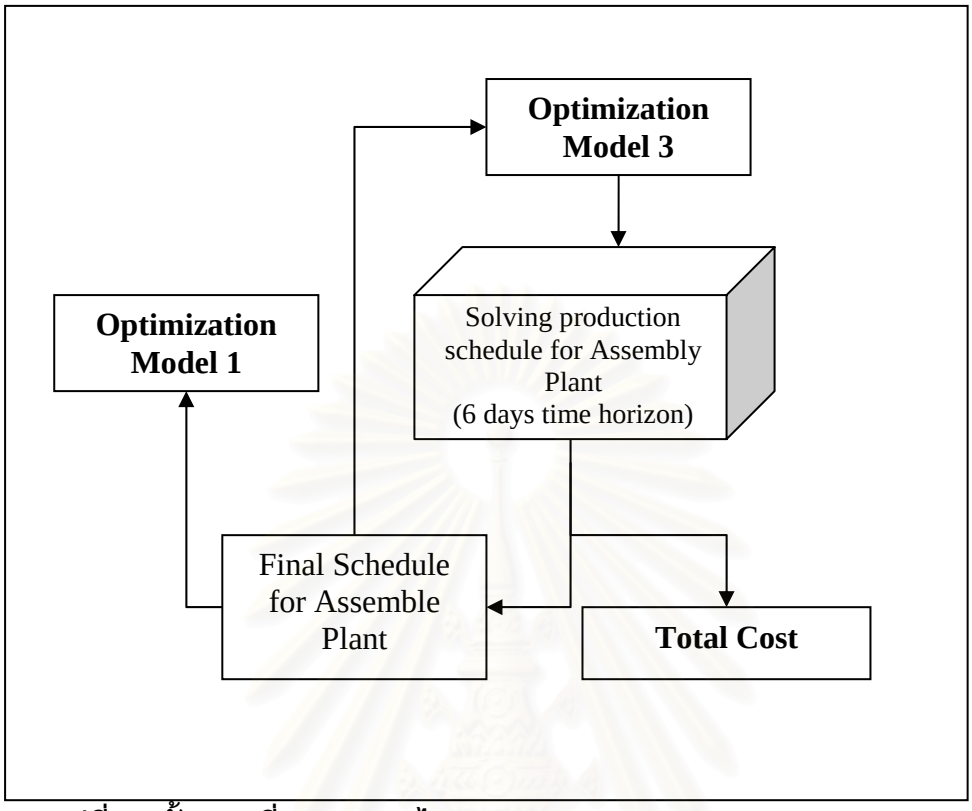
รูปที่ 22 **ขั้นตอนที่** 11 **ของกลไก** Unsynchronized Scheduling

12. คำนวณหาแผนการผลิตของโรงงานประกอบคือ ผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อให้เกิดต้นทุนการผลิตรวมที่น้อยที่สุด โดยเป็นการจัดทำตารางการผลิตไปล่วงหน้า 6 วัน



รูปที่ 23 **ขั้นตอนที่** 12 **ของกลไก** Unsynchronized Scheduling

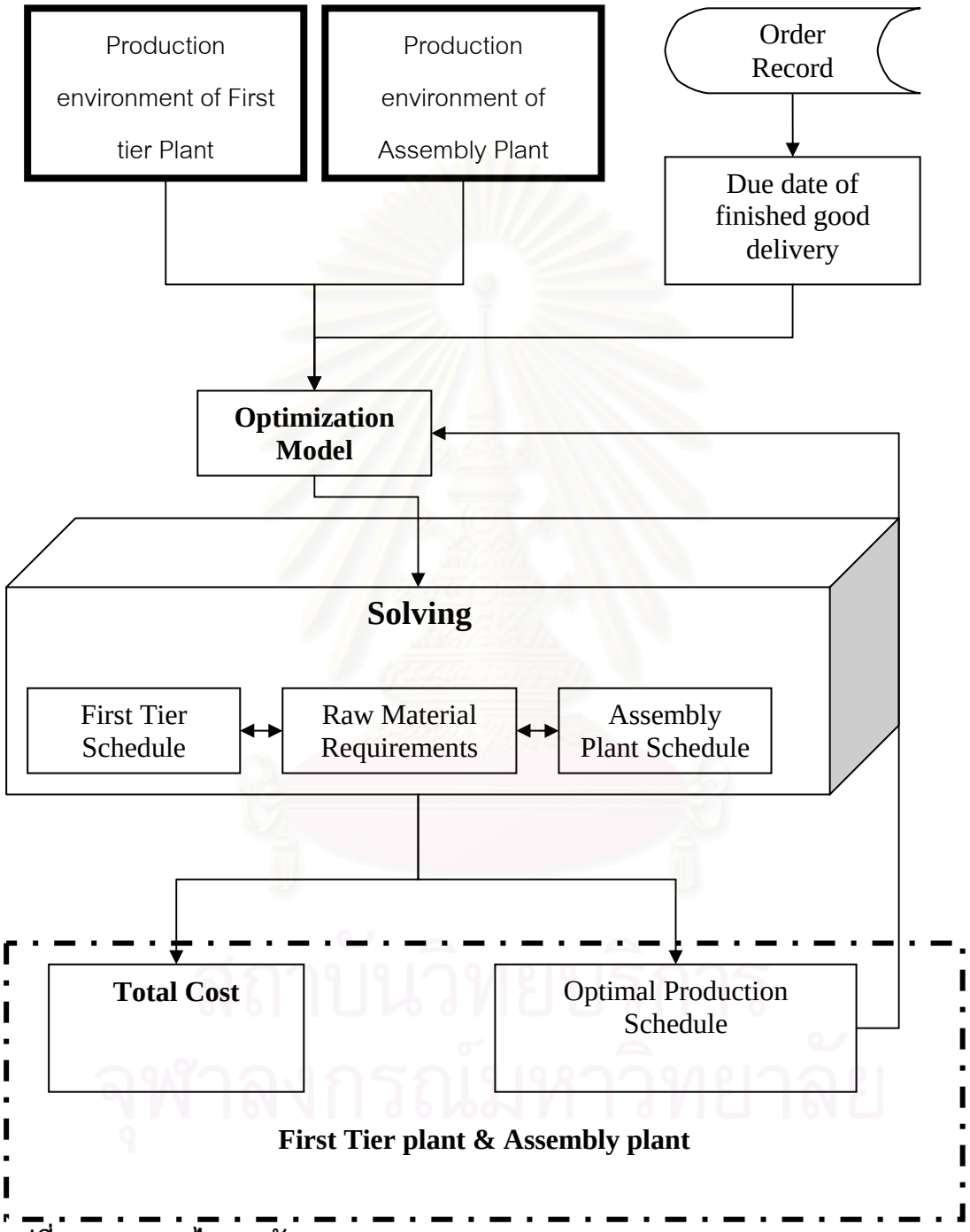
13. ผลลัพธ์คือ ตารางการผลิต และ ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นที่โรงงานประกอบ



รูปที่ 24 ขั้นตอนที่ 13 ของกลไก Unsynchronized Scheduling

- Synchronization Planning Mechanism กลไกของการจัดทำแผนสามารถนำเสนอภาพรวมของระบบในรูปของ Process Flow ดังภาพ

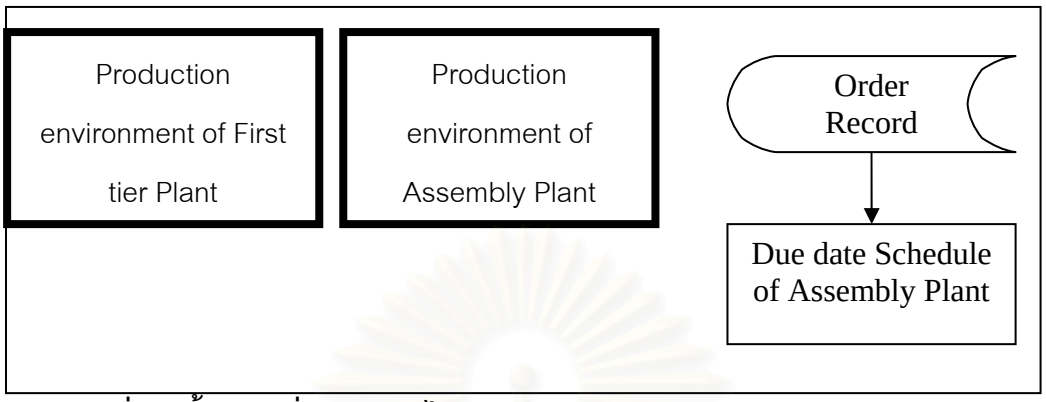
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 25 **แสดงกลไกการจัดตาราง** Synchronized Scheduling

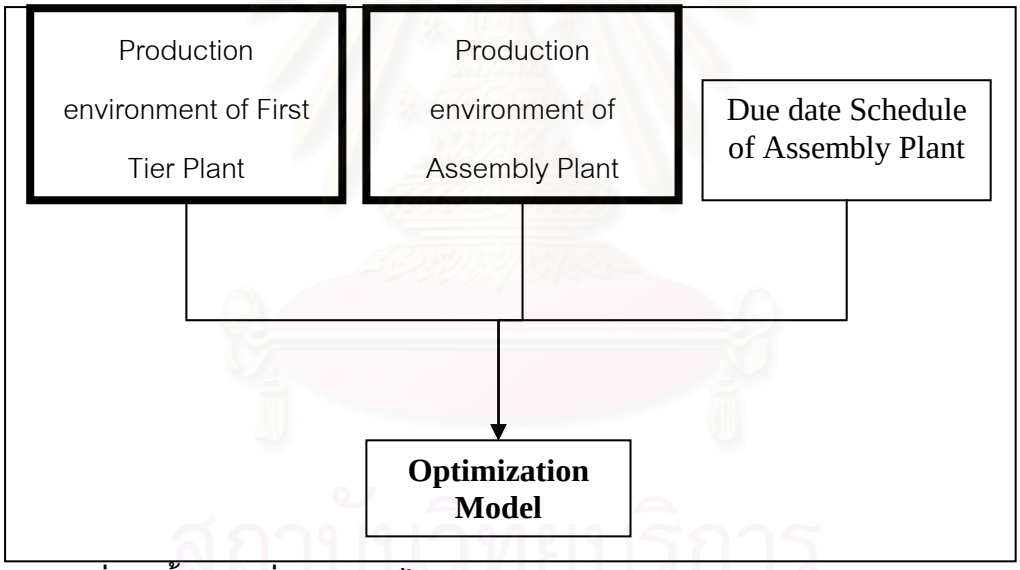
เพื่อให้ง่ายสำหรับการทำความเข้าใจกลไกการทำงานทั้งหมด จึงได้แยกอธิบายออกเป็นส่วนไว้ตามลำดับขั้นดังนี้

1. กำหนดค่าคงที่ในการผลิตของทั้งสองโรงงาน และ ตารางการส่งมอบสินค้าที่ได้จากบันทึกไว้แล้วในสถานการณ์ Unsynchronization



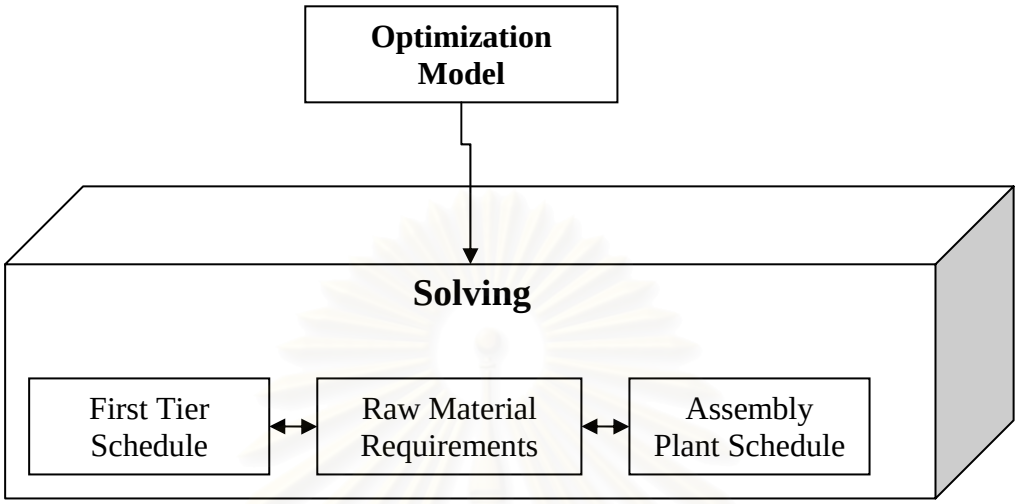
รูปที่ 26 ขั้นตอนที่ 1 ของกลไก Synchronized Scheduling

2. ป้อนข้อมูลเหล่านี้เข้าสู่ Optimization Model ซึ่งพิจารณาโรงงานทั้ง 2 พร้อมกัน



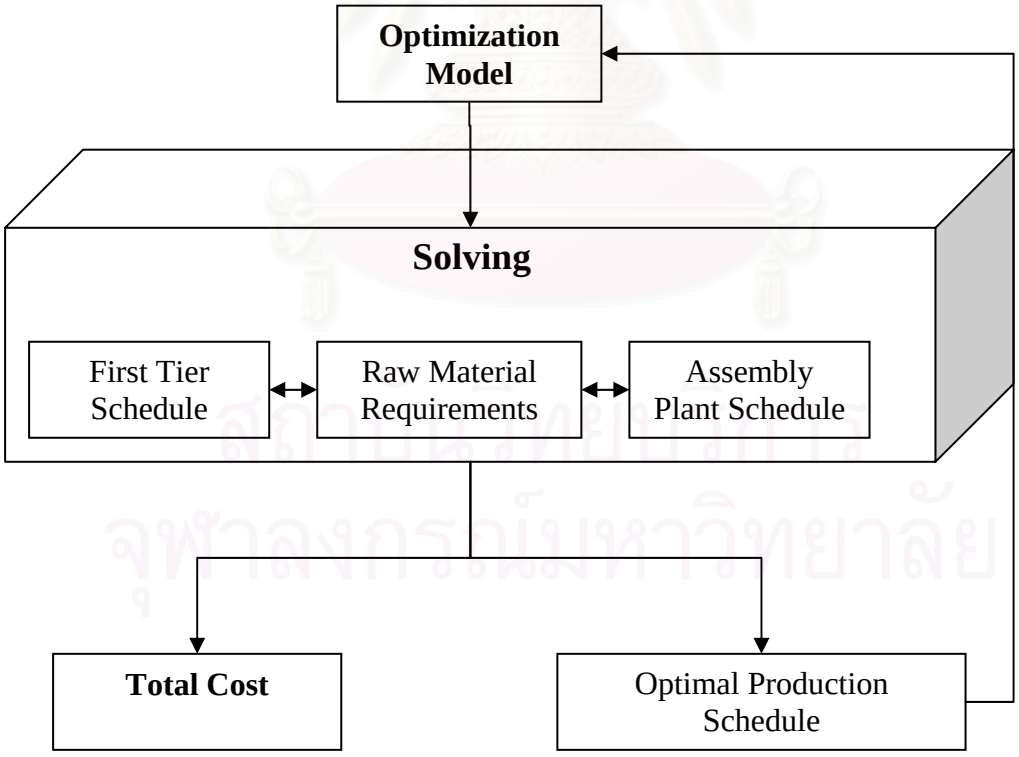
รูปที่ 27 ขั้นตอนที่ 2 ของกลไก Synchronized Scheduling

3. คำนวณหาแผนการผลิตของทั้งสองโรงงาน คือ ผลิตสินค้าให้ตามคำสั่งซื้อให้เกิดต้นทุนการผลิตรวมทั้งระบบที่น้อยที่สุด โดยมีเงื่อนไขความพร้อมของชิ้นส่วนที่โรงงานที่ 1 จะต้องส่งมอบให้โรงงานที่ 2 โดยเป็นการจัดทำตารางการผลิตไปล่วงหน้า 6 วัน



รูปที่ 28 **ขั้นตอนที่** 3 **ของกลไก** Synchronized Scheduling

4. ผลลัพธ์ที่ได้คือ ตารางการผลิต และ ต้นทุนรวมของทั้งสองโรงงานพร้อมกัน



รูปที่ 29 **ขั้นตอนที่** 4 **ของกลไก** Synchronized Scheduling

เนื้อหาในบทนี้ เป็นการนำเสนอที่มา และ กลไกการทำงาน ของ Simulation Model ซึ่งเป็นกรอบการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการพัฒนา Simulation Program ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดในบทที่ 4 ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การพัฒนา Simulation Program

จากเนื้อหาในบทที่ 3 ที่แสดงให้เห็น กรอบแนวคิด ที่มา และ กลไกการทำงาน ของ Simulation Model ซึ่งเป็นกรอบการวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา Simulation Program เพื่อจัดตารางการผลิตดังกล่าว ทั้งนี้มี Platform จำนวนมากในปัจจุบันที่ใช้เป็นฐานในการพัฒนา Simulation Program แต่สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกเอา Spreadsheet เป็นพื้นฐานในสร้างโปรแกรม เพราะคุณลักษณะพิเศษของ Excel Spreadsheet (Kleijnen ,2005) เอง คือ

- มีฟังก์ชั่นมากมายที่สามารถเลือกใช้ได้ทั้ง สูตรทางคณิตศาสตร์ สถิติ ฐานข้อมูล เวลา สูตรทางการเงิน รวมทั้งมีฟังก์ชั่น Solver เพื่อแก้ปัญหา Optimization ได้
- การจัดการฐานข้อมูล
- สามารถแสดงข้อมูลในรูปของแผนภูมิ และกราฟ
- มีฟังก์ชั่นให้เลือกใช้ในการแสดงผล
- สั่งงานอัตโนมัติ ด้วยการเขียนโปรแกรมพิเศษ เช่น Visual Basic Application (VBA)

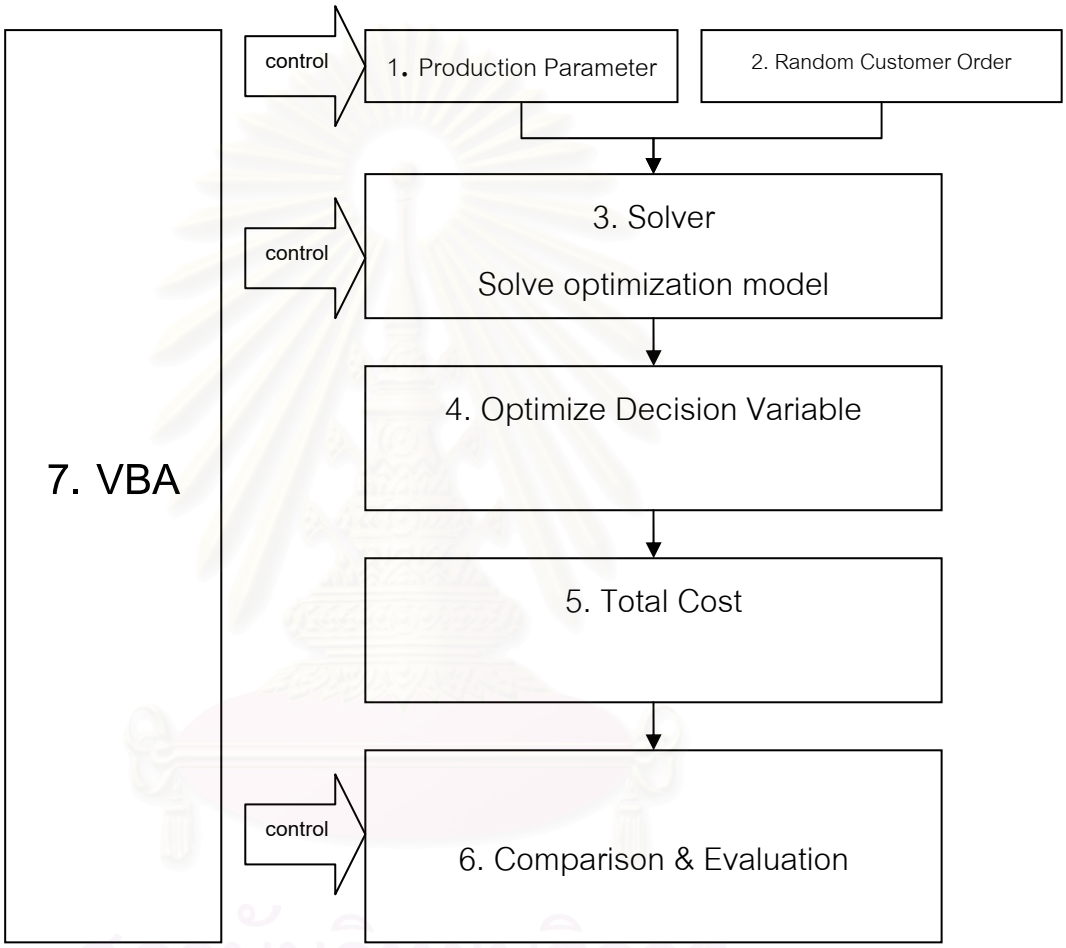
นอกจากนี้โครงสร้างของ Spreadsheet ยังยอมให้ นักพัฒนาโปรแกรมสามารถจัดการทำงานและการประเมินผล ได้อย่างสะดวก อีกทั้งยังง่ายต่อการพัฒนาต่อไป

ภายใต้ Platform ของ Spreadsheet การพัฒนาในลำดับต่อไปจะเริ่มที่ โครงสร้างและส่วนประกอบ ของ Simulation Program วิธีการทำงาน และ วิธีการใช้งาน Simulation Program ที่พัฒนาขึ้นมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงสร้างและส่วนประกอบ Simulation Program เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายโครงสร้างและส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมแบบจำลองนี้

รูปที่ 30 แสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของ Simulation Program



ส่วนประกอบต่างๆเหล่านี้จะนำเสนออยู่ในรูปแบบของ Spread Sheet ทั้ง 6 อันประกอบด้วย

1. Manual sheet
2. Input Data sheet
3. Unsynchronized scheduling sheet
4. Synchronized scheduling sheet

5. Evaluation sheet

6. ByDay Sheet

ทั้ง 6 ส่วนต่างมีรายละเอียดดังนี้

1. **Manual Sheet** เป็นการนำเสนอคู่มือการใช้งานโปรแกรม

2. **Data Sheet** ถือเป็นส่วนที่ใช้บรรจุข้อมูลนำเข้าของโปรแกรม ประกอบด้วยตาราง 2 ตาราง

2.1 **Production Parameter** เป็นเงื่อนไขต่างที่เกี่ยวข้องกับการของโรงงานแต่ละแห่ง

Production Parameter

	Line1		Line2			Line1		Line2	
	Product A	Product B	Product A	Product B		Product A	Product B	Product A	Product B
Capacity (Unit/time)-Pij	25	15	20	12		25	15	20	12
Variable cost (B/Unit)-Cij	3	2	3	2		3	2	3	2
Carrying Cost (B/Unit)-Ri	2	3	2	3		2	3	2	3
Penalty Cost (B/Unit/Period)-Xi	15	15	15	15		10	10	10	10
ChangeOverRate-Qj	5	6	5	6		5	6	5	6
Running Cost-Oj	2	2	2	2		2	2	2	2

ตารางที่ 4 ตาราง Production Parameter

ประกอบด้วยเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรแต่ละตัว และ ต้นทุนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยค่าต่างๆ เหล่านี้ โปรแกรมอนุญาตให้ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการในระดับหนึ่งเท่านั้น เราจำเป็นต้องจำกัดตัวเลขที่ปรับเปลี่ยนได้ เพราะตัวโปรแกรม Spreadsheet เองมีข้อจำกัดในการคำนวณ ถ้าหากค่าที่ใส่ไม่อยู่ในขอบเขตที่กำหนด โปรแกรมจะไม่สามารถทำงานได้ ค่าต่างๆ ประกอบด้วย

2.2.1 **Capacity** (units/time) - P_{ij} คือ ปริมาณสินค้าที่แต่ละสายการผลิตสามารถผลิตสินค้าแต่ละชนิดได้ในหนึ่งคาบเวลา

2.2.2 **Variable Cost** (Baht/unit) - C_{ij} คือ ต้นทุนการผลิตสินค้าแต่ละชนิดหนึ่งชิ้นสำหรับเครื่องแต่ละสายการผลิต

2.2.3 **Inventory Carrying Cost** (Baht/unit) - H_i คือ ต้นทุนการเก็บสินค้าแต่ละชนิดต่อหนึ่งคาบเวลา

2.2.4 **Penalty Cost** (Baht/Unit) - X_i คือ ค่าปรับเมื่อไม่สามารถผลิตสินค้าส่งมอบตามเวลาที่กำหนดได้ ต่อหนึ่งคาบเวลา

2.2.5 **Change Over Rate** (Baht/Line) –Q คือ ต้นทุนการปรับแต่งเครื่องจักรในแต่ละสายการผลิต เมื่อมีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต

2.2.6 **Fixed Cost** (Baht/time) - R_i คือ ต้นทุนสำหรับการเดินเครื่องจักรแต่ละเครื่องต่อหนึ่งคาบเวลา

2.3 Order Constrain คำสั่งซื้อจะถูกสร้างขึ้น โดยการสุ่มตัวเลข 3 ค่าสำหรับหนึ่งคำสั่งซื้อ

Order Constraints

	Product A		Product B	
Probability of order arrival	60%		60%	
Probability of unit per order	15 units =	15%	9 units =	15%
	20 units =	20%	12 units =	20%
	25 units =	30%	15 units =	30%
	30 units =	20%	18 units =	20%
	35 units =	15%	21 units =	15%
Probability of due date	2 days	50%	2 days	50%
	3 days	25%	3 days	25%
	4 days	25%	4 days	25%

ตารางที่ 5 แสดงค่า Order Constraints

โดยที่ ตัวเลขสุ่มของแต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน (Independent) ซึ่งในการใช้งานจริงจะถูกควบคุมและใช้งานผ่าน VBA เพื่อให้แน่ใจว่าการสุ่มตัวเลขทุกครั้ง เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน โดยตัวเลขสุ่มจะนำไปใช้กำหนดข้อมูลใน 3 ส่วนคือ

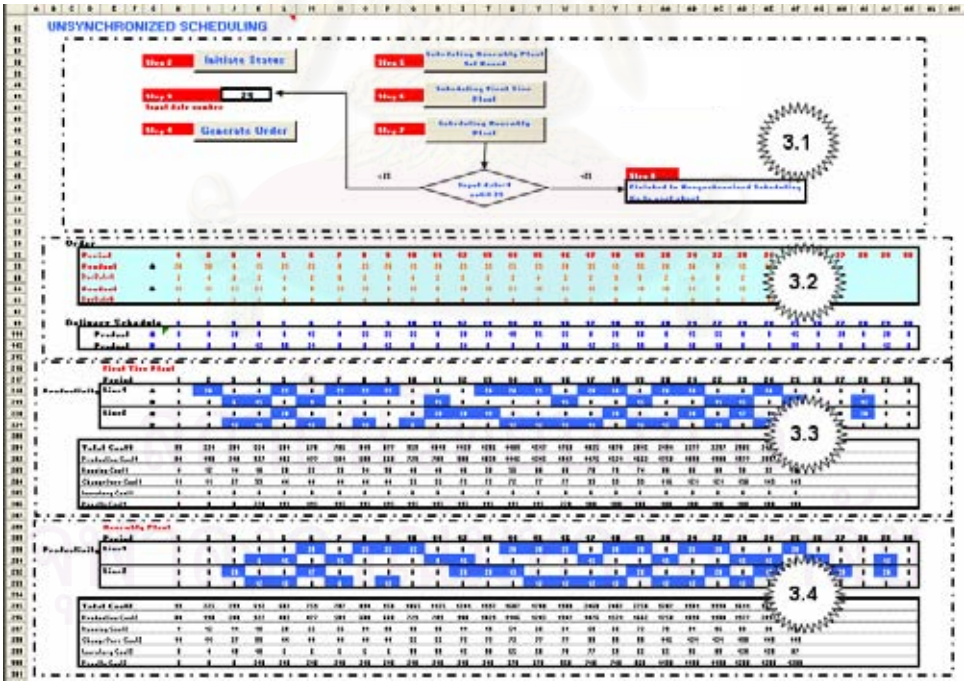
2.3.1 การเข้ามาของคำสั่งซื้อแต่ละช่วงเวลา (Order arrival) สถานการณ์ที่เป็นไปได้มีเพียงสอง สถานการณ์ คือ มีคำสั่งซื้อ หรือ ไม่มีคำสั่งซื้อ ในแต่ละช่วงเวลาที่ว่านี้ จากตัวอย่างนี้กำหนดให้ ความน่าจะเป็นที่จะมี Order ในวันหนึ่งๆ เท่ากับ 60% หมายความว่า มีความน่าจะเป็นที่จะมีคำสั่งซื้อเข้ามา 60% และมีความน่าจะเป็นที่จะไม่คำสั่งซื้อเข้ามา 40%

2.3.2 ปริมาณสินค้าของแต่ละคำสั่งซื้อ (Lot size) เมื่อทราบว่ามีคำสั่งซื้อแล้ว สิ่งที่ต้องทราบในลำดับต่อมาคือ ปริมาณของสินค้าในแต่ละคำสั่งซื้อ โดยปริมาณสินค้าจะถูกกำหนดจากการกระจายตัว (Distribution) ของปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อ จากตัวอย่างนี้กำหนดให้เมื่อมีคำสั่งซื้อสินค้า A เข้ามา มีความน่าจะเป็นที่คำสั่งซื้อหนึ่งๆ จะมี

จำนวนเท่ากับ 15 หน่วยอยู่ 15%, เท่ากับ 20 หน่วยอยู่ที่ 20%, เท่ากับ 25 หน่วยอยู่ที่ 30%, เท่ากับ 30 หน่วยอยู่ที่ 20% และ เท่ากับ 35 หน่วยอยู่ที่ 15% โดยที่ผู้ใช้งานแบบจำลองจะต้องกำหนดให้ผลรวมของความน่าจะเป็นทั้งเท่ากับ 100% สำหรับสินค้า B มีความน่าจะเป็นของปริมาณสินค้าสำหรับหนึ่งคำสั่งซื้อ เท่ากับ 9 หน่วยอยู่ที่ 15 %เท่ากับ 12 หน่วยอยู่ที่ 20%, เท่ากับ 15 หน่วยอยู่ที่ 30%, เท่ากับ 18 หน่วยอยู่ที่ 20% และ เท่ากับ 21 หน่วยอยู่ที่ 15% โดยที่ผู้ใช้งานแบบจำลองจะต้องกำหนดให้ผลรวมของความน่าจะเป็นทั้งหมดเท่ากับ 100% เช่นเดียวกับสินค้า A

2.3.3 ระยะเวลาในการส่งมอบสินค้า (Lead time) ระยะเวลาในการส่งมอบสินค้า เป็นข้อมูลตัวสุดท้าย โดยระยะเวลา จะกำหนดจากข้อมูลการกระจายตัว (Distribution) ส่งมอบ

3. **Unsynchronized Scheduling Sheet** โปรแกรมกำหนดให้ทำการจัดตารางโดยวิธี Unsynchronization ก่อน โดย Sheet นี้ ประกอบด้วย 4 ส่วนประกอบย่อยคือ



รูปที่ 31 แสดง Unsynchronized Scheduling Sheet

3.1 **พื้นที่คำสั่ง** เป็นพื้นที่ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ Unsynchronized Sheet ทั้งหมด ประกอบด้วยปุ่มที่ใช้สั่งการทำงานของ VBA 6 งานด้วยกัน

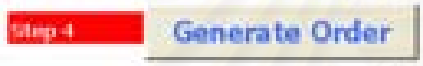
3.1.1 ปุ่ม Initial Status

หน้าที่ของปุ่มนี้คือสั่งให้ VBA ลบข้อมูลในบางเซลของ Spreadsheet เพื่อเตรียมการจัดตารางการผลิตในรอบใหม่ เป็นปรับสภาพโปรแกรมให้กลับสู่สภาวะเริ่มต้น

3.1.2 ช่องว่างสำหรับป้อนใส่ค่า วันที่เริ่มต้นจัดการผลิต

เป็นช่องว่างที่ให้ผู้ใช้งานโปรแกรม ได้ป้อน ตัวเลขวันที่ เพื่อให้ โปรแกรมใช้เป็นวันเริ่มต้นจัดตารางการผลิต

3.1.3 ปุ่มสร้างคำสั่งซื้อ



ปุ่มจะทำหน้าที่สร้างชุดคำสั่งซื้อ ซึ่ง VBA ที่ผูกกับปุ่มคำสั่งนี้จะใช้ข้อมูลจากตาราง Order Constraints ในการสร้างชุดคำสั่งซื้อ

3.1.4 ปุ่มจัดตารางการผลิตโรงงานประกอบ รอบที่ 1

เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มนี้ VBA จะทำหน้าที่ป้อน Optimization Model ที่กำหนดไว้ เข้าสู่ Solver เพื่อจัดตารางการผลิต โดยที่ตารางการผลิตที่ได้จะเป็นของโรงงานประกอบในรอบแรก โดยไม่พิจารณาความพร้อมของชิ้นส่วน

3.1.5 ปุ่มจัดตารางการผลิตโรงงาน First Tier

ปุ่มนี้จะทำหน้าที่ป้อน Optimization Model สำหรับการจัดตาราง First Tier เข้าสู่ Solver เพื่อจัดตารางผลิต โดยรับคำสั่งความต้องการชิ้นส่วนจากโรงงานประกอบอีกทีหนึ่ง

3.1.6 ปุ่มจัดตารางการผลิตโรงงานประกอบ รอบที่ 2

ลักษณะการทำงานของปุ่มจะเหมือนกับปุ่มการทำงานในข้อ 3.1.4 แต่จะเพิ่มเงื่อนไขนั้นคือ ความพร้อมของชิ้นส่วน ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จาก โรงงาน First Tier

3.2 **พื้นที่คำสั่งซื้อ** ประกอบตารางสองตาราง

3.2.1 ตาราง Order

Order

Period		1	2	3
Product	A	20	30	0
DueDateA		2	4	0
Product	B	12	12	21
DueDateB		4	2	2

ตารางที่ 6 แสดงตาราง Order

คำสั่งซื้อที่สร้างจากการสุ่ม จะถูกป้อนลงในตารางนี้ ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างชุดคำสั่งซื้อเพียง 3 วันแรก เพื่อง่ายในการทำนำเสนอ จากรูปแสดงให้เห็นว่า

- ในวันที่ 1 มีคำสั่งซื้อสินค้า A เข้ามา 20 ชิ้น มีกำหนดส่งในอีก 2 วันถัดไป สินค้า B เข้ามา 12 ชิ้น มีกำหนดส่งในอีก 4 วันถัดไป
- ในวันที่ 2 มีคำสั่งซื้อสินค้า A เข้ามา 30 ชิ้น มีกำหนดส่งในอีก 4 วันถัดไป สินค้า B มีคำสั่งซื้อเข้ามา 12 ชิ้น มีกำหนดส่งในอีก 2 วันถัดไป
- ในวันที่ 3 ไม่มีคำสั่งซื้อสินค้า A เข้ามา แต่มีคำสั่งซื้อสินค้า B จำนวน 21 ชิ้น และมีกำหนดส่งในอีก 2 วันถัดไป

จากนั้นโปรแกรมจะทำการเปลี่ยนตารางคำสั่งสินค้านี้ให้เป็น ตารางการส่งมอบสินค้า (Delivery Schedule)

3.2.2 **ตาราง** Delivery Schedule ตารางการส่งมอบสินค้าเป็นตารางกำหนดวันที่โรงงานประกอบต้องผลิตสินค้าสำเร็จรูปให้เสร็จ จากตัวอย่างคำสั่งซื้อในข้อ 3.2.1 สามารถแปลงเป็นตารางการส่งมอบสินค้าได้ดังนี้

Delivery Schedule

		1	2	3	4	5	6
Product	A	0	0	20	0	0	30
Product	B	0	0	0	12	33	0

ตารางที่ 7 แสดงกำหนดส่งสินค้า

- วันที่ 1 และ 2 ยังไม่มีสินค้าที่มีกำหนดส่งมอบ
- วันที่ 3 มีสินค้า A ที่ต้องผลิตเสร็จ และ ส่งให้ลูกค้า จำนวน 20 ชิ้น ซึ่งเป็นผลจากคำสั่งซื้อสินค้า A ในวันที่ 1 นั้นเอง
- วันที่ 4 มีสินค้า B ที่ต้องผลิตเสร็จ จำนวน 12 ชิ้น โดยเป็นผลจากคำสั่งซื้อในวันที่ 2
- วันที่ 5 มีสินค้า B ที่ต้องผลิตเสร็จ จำนวน 33 ชิ้น โดยเป็นผลจากคำสั่งซื้อในวันที่ 1 จำนวน 12 ชิ้น และ คำสั่งซื้อในวันที่ 3 จำนวน 21 ชิ้น
- วันที่ 6 มีสินค้า A ที่ต้องผลิตเสร็จ จำนวน 30 ชิ้น โดยเป็นผลจากคำสั่งซื้อในวันที่ 2

3.3 พื้นที่โรงงาน First Tier นำเสนอตารางการผลิตที่เป็นผลลัพธ์จาก Optimization Model และตารางต้นทุนต่างๆ ที่เป็นผลจากการจัดตารางการผลิต

3.3.1 ตารางการผลิต

First Tier Plant

Productivity	Period		1	2	3	4	5	6
	Line1	A	0	20	0	0	25	0
		B	0	0	6	15	0	9
	Line2	A	0	0	0	0	20	0
		B	0	0	12	12	0	12

ตารางที่ 8 แสดงตารางการผลิต

ตารางการผลิตนี้แบ่งเป็น 2 สายการผลิต โดยแต่ละสายการผลิตสามารถผลิตสินค้าได้ทั้ง A และ B ตัวเลขที่ปรากฏในตารางการผลิต คือ จำนวนสินค้าที่ผลิตในแต่ละวัน โดยมีค่าไม่เกินกำลังกำลังการผลิตของสายการผลิต

3.3.2 ตารางต้นทุน

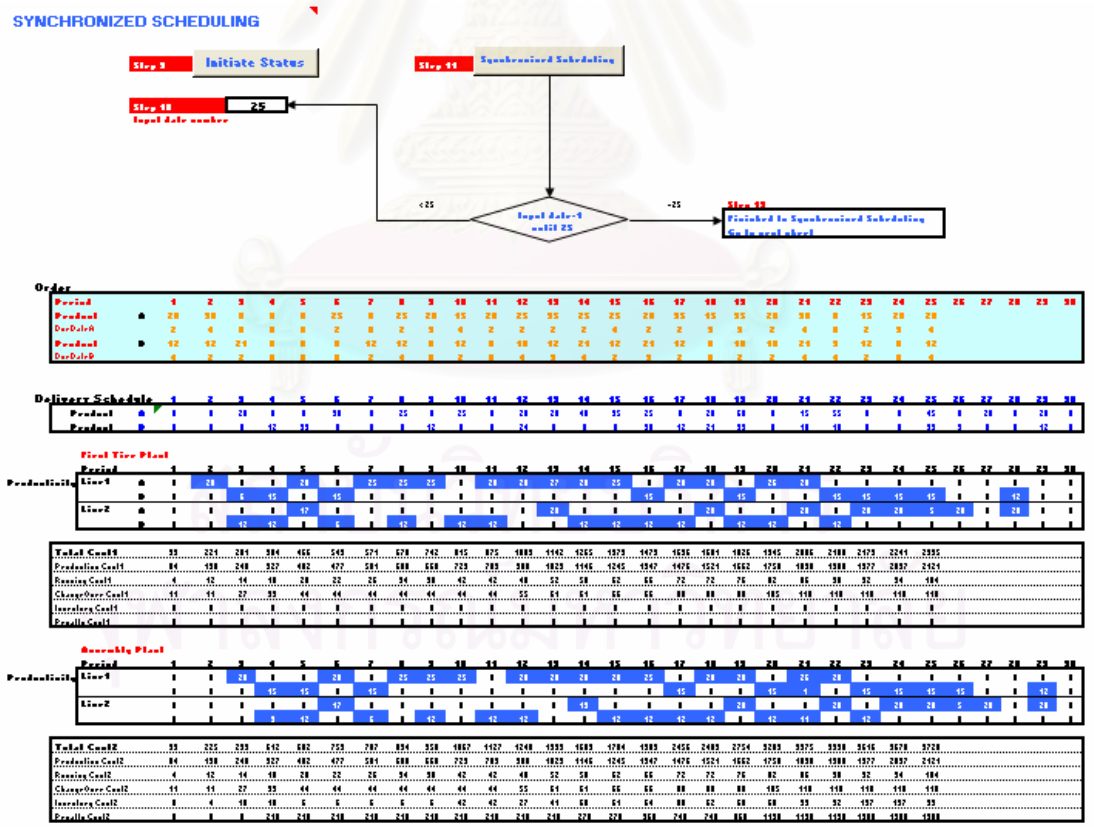
Total Cost1	99	221	281	654	601	678
Production Cost1	84	198	240	327	402	477
Running Cost1	4	12	14	18	20	22
ChangeOver Cost1	11	11	27	39	44	44
Inventory Cost1	0	0	0	0	0	0
Penalty Cost1	0	0	0	270	135	135

ตารางที่ 9 แสดงตารางต้นทุน

เป็นตารางที่แสดงต้นทุนต่างๆ ดังที่ได้กล่าวรายละเอียดไว้ก่อนหน้านี้ โดยต้นทุนนี้ เป็นผลรวมจากต้นทุนในวันเริ่มต้น จนถึง 6 วันข้างหน้านับจากวันที่จัดตารางการผลิต เช่น ถ้ามีการจัดตารางในวันที่ 5 ผลรวมของต้นทุนจะนับจากวันที่ 1 จนถึงวันที่ 10

3.4 พื้นที่โรงงานประกอบ ประกอบด้วยตาราง 2 ตารางที่มีรายละเอียดเช่นเดียวกับโรงงาน First Tier จึงไม่ขอกล่าวในรายละเอียดอีกครั้ง

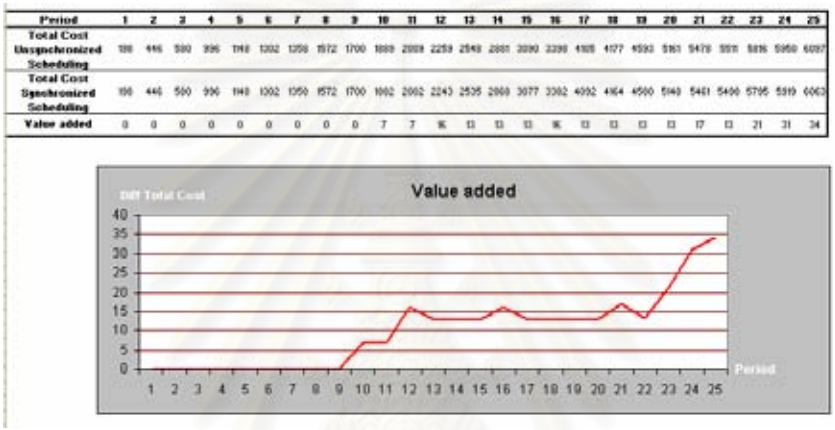
4. Synchronized scheduling Sheet



รูปที่ 32 แสดง Synchronized Scheduling Sheet

จากรูปจะเห็นว่าส่วนประกอบส่วนใหญ่ ของ Sheet นี้จะมีลักษณะคล้ายกับ Unsynchronized scheduling sheet มีเพียง 2 ปุ่มเท่านั้นที่ไม่เหมือนกัน นั้นคือ ไม่มี ปุ่ม Generate Order เพราะ sheet นี้จะใช้ชุดคำสั่งซื้อเดียวกับ Unsynchronized scheduling sheet และ ปุ่มคำสั่งจัดตารางที่แตกต่างกัน โดยจะเหลือเพียงปุ่มเดียวเท่านั้นโดยเป็นการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานทั้งสองพร้อมกันในคราวเดียวกัน

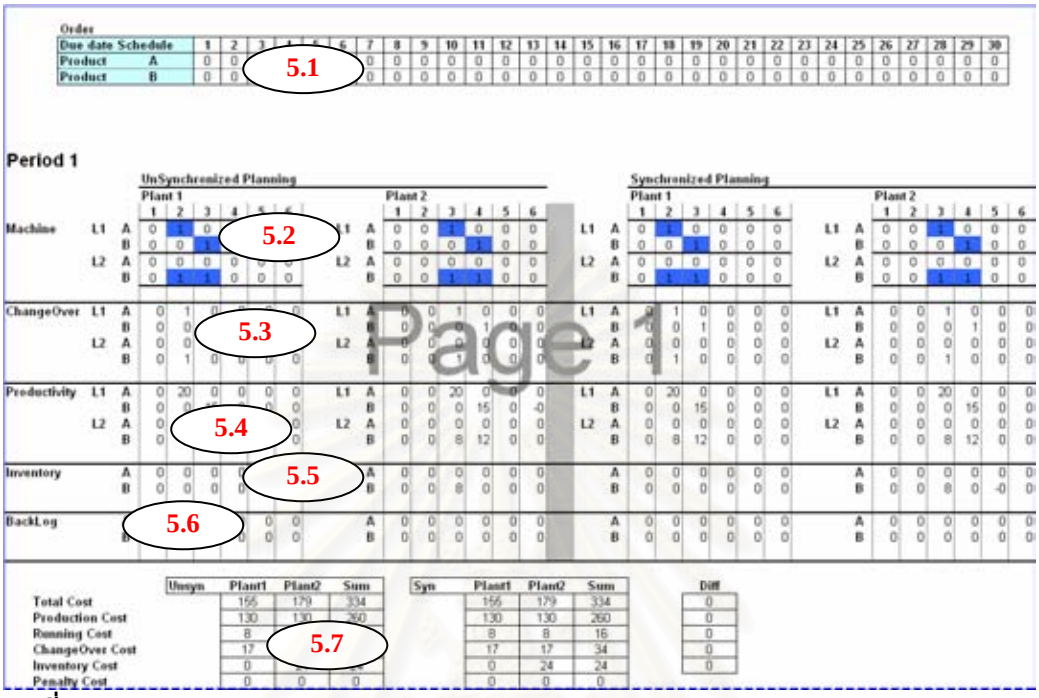
5. **Evaluation sheet** เป็น Sheet ที่เปรียบเทียบผลจากการจัดตารางทั้งสองลักษณะโดยมีส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ



รูปที่ 33 **แสดง** Evaluation Sheet

ส่วนแรกเป็นตารางเปรียบเทียบผลต่างของต้นทุนรวม ระหว่างการจัดตารางแบบ Unsynchronization และ Synchronization สามารถนำเสนอในรูปของด้วย

6. **ByDay Sheet** เป็น Sheet ที่แสดงรายละเอียดการจัดตารางการผลิตของทั้ง 2 โรงงานภายใต้ทั้ง 2 สถานการณ์ วัตถุประสงค์ของ Sheet นี้คือการให้ผู้ใช้งานได้พิจารณารายละเอียดและเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตทั้งสองสถานการณ์ในแต่ละวัน



รูปที่ 34 แสดงส่วนประกอบของ ByDay Sheet

Sheet นี้จะประกอบด้วย 25 หน้า ซึ่งเท่ากับ จำนวนของวันที่จัดตารางผลิตคือ 25 วัน โดยหน้าที่ 1 (page 1) จะหมายถึง การจัดตารางในวันที่ 1 แต่ละหน้าจะมีส่วนประกอบที่เหมือนกันหมด ประกอบด้วย 7 ตาราง คือ

6.1 ตารางการส่งมอบสินค้า (Order Delivery Table) เป็นตารางที่แสดงข้อมูลกำหนดการส่งสินค้าในแต่ละวันว่ามีจำนวนเท่าไหร่ โดยนับคำสั่งซื้อที่เข้ามาตั้งวันเริ่มต้นของการจัดตารางจนถึงวันที่จัดตารางการผลิตล่าสุด

6.2 ตารางการทำงานของเครื่องจักร (Machine Schedule Table) ตารางงานที่ใช้ในการสั่งผลิต จะถูกนำเสนอในรูปแบบตัวเลขฐานสอง (Binary) 0 และ 1 ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณค่าการสั่งผลิตเลขลงในแต่ละช่วงเวลา เพื่อแทนการทำงานของเครื่องจักร (1) หรือ ไม่ทำงานของเครื่องจักรมีค่าเท่ากับ (0) ในแต่ละช่วงเวลา

6.3 ตารางการเปลี่ยนงานของเครื่องจักร (Change Over Table) ตารางกำหนดการเริ่มงาน ณ เวลาต่างของเครื่องจักร จะถูกนำเสนอในรูปแบบตัวเลขฐานสอง 0 และ 1 ซึ่งโปรแกรมจะคำนวณค่าการเปลี่ยนงานลงในแต่ละช่วงเวลา เพื่อแทนการเริ่มงาน

ของเครื่องจักรมีค่าเท่ากับ (1) หรือ ไม่มีการเริ่มงานของเครื่องจักร (0) ในแต่ละช่วงเวลา โดยมีส่วนสัมพันธ์กับตารางการทำงานของเครื่องจักร

6.4 จำนวนการผลิตของสินค้า (Productivity Table) โปรแกรมจะทำการคำนวณจำนวนผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่จะถูกผลิตโดยเครื่องจักรแต่ละเครื่องในแต่ละช่วงเวลา

6.5 สินค้าคงคลัง (Inventory Table) โปรแกรมจะวิเคราะห์ปริมาณสินค้าคงคลังแต่ละชนิดแต่ละช่วงเวลาว่าควรจะมีอยู่เท่าใด เพื่อให้ต้นทุนรวมน้อยที่สุด

6.6 สินค้าค้างส่ง (Backlog Order Table) โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ปริมาณว่าจะให้มีสินค้าค้างส่งของสินค้าแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา

6.7 Costing Table เป็นตารางที่แสดงต้นทุนทั้งหมดที่เป็นผลลัพธ์จากการจัดตารางการผลิตในแต่ละสถานการณ์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเปรียบเทียบต้นทุนรายวันได้

ขั้นตอนใช้งาน Simulation Program

1. กำหนดเงื่อนไขการผลิต (Production Parameter)
2. กำหนดเงื่อนไขคำสั่งซื้อ (Order Constraints)
3. Unsynchronized Scheduling

3.1. กดปุ่ม

เพื่อปรับสภาพโปรแกรมให้กลับสู่สภาวะเริ่มต้น

3.2. ใส่เลข 1 ที่ช่อง

เพื่อกำหนดวันเริ่มต้นการผลิต

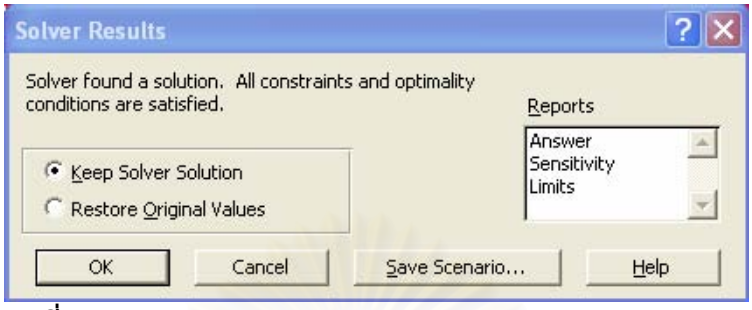
3.3. สุ่มตัวเลข ปริมาณ คำสั่งซื้อ และ กำหนดการส่งมอบสินค้า โดยการกดปุ่ม

โปรแกรมจากสร้างตัวเลขสองค่าออกมาดังแสดงไปแล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้

3.4. โปรแกรมจะทำการแปลงคำสั่งซื้อ ลงเป็นกำหนดส่งมอบสินค้า โดยจะเป็นนำปริมาณสินค้าตามคำสั่งซื้อในวันนั้น มาแยกลงตามวันที่ต้องส่งมอบสินค้า ซึ่งตารางกำหนดส่งมอบสินค้าจะเป็นข้อมูลส่งมอบสินค้าสำหรับโรงงานประกอบเท่านั้น

3.5. จากนั้น สั่งให้ program จัดทำตารางการผลิตของโรงงานประกอบ โดยใช้ Solver โดยการกดปุ่ม

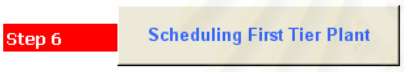
ที่ขั้นตอนนี้ VBA จะทำหน้าที่ในการโหลดสมการ Objective ที่ (9) และ สมการเงื่อนไขที่ (10)-(16) เข้าสู่ Solver เพื่อให้ Solver หาวิธีการจัดตารางที่ดีที่สุด ภายใต้ Optimization Model ที่กำหนดมาให้ เมื่อสิ้นสุดการทำงานจะปรากฏภาพ Window (รูปที่ 35)



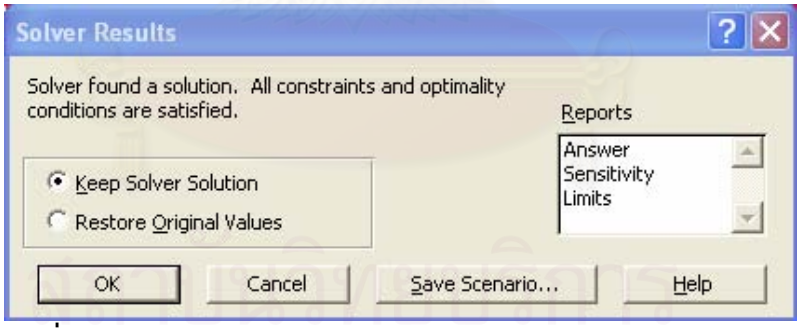
รูปที่ 35 **แสดง** Solver Window 1

ให้ผู้ใช้งาน คลิกที่ปุ่ม "OK" ก็จะได้ผลการจัดตารางการผลิตของโรงงานประกอบ ซึ่งจะกำหนดการส่งมอบชิ้นส่วน สำหรับโรงงาน First Tier

3.6. สั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณตารางการผลิตสำหรับโรงงาน First Tier โดยการกดปุ่ม



เหมือนขั้นตอนที่ 3.5 VBA จะทำหน้าที่ในการป้อนสมการที่(1) และ สมการเงื่อนไขที่ (2)-(8) เข้าสู่ Solver เพื่อทำการจัดตารางการผลิต เมื่อสิ้นสุดการคำนวณจะปรากฏภาพ Window (รูปที่ 36)



รูปที่ 36 **แสดง** Solver Window 2

ให้ผู้ใช้งาน คลิก ที่ปุ่ม "OK" ผลลัพธ์ที่ได้นอกจากจะเป็นตารางการผลิตสำหรับโรงงาน First Tier แล้ว ยังจะได้กำหนดการส่งมอบชิ้นส่วนที่จะป้อนให้กับโรงงานประกอบ ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่สำคัญของการจัดตารางงานครั้งที่สองของโรงงานที่สอง

3.7. สั่งให้ โปรแกรมคำนวณการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานประกอบรอบที่สอง โดยการกดปุ่ม

โดยการแก้ปัญหานี้จะมีสมการเพิ่มเติมขึ้นมา คือ

(10)-(17) โดยสมการที่ (17) ซึ่งเป็นสมการที่เชื่อมการทำงานของโรงงาน First Tier และโรงงานประกอบ ดังที่ได้ กล่าวมาแล้วในบทที่ 3

3.8. ย้อนกลับ ทำตามขั้นตอนที่ 3.2 ถึง 3.7 โดยใส่เลขวันเริ่มต้นวางแผนการผลิตที่ 2 เรื่อยไปจนกระทั่งถึงวันที่ 25 เป็นวันสุดท้าย

4. Synchronized Scheduling

4.1. กดปุ่ม

เพื่อปรับสภาพโปรแกรมให้กลับสู่สภาวะเริ่มต้น

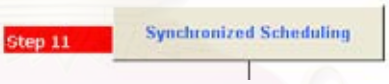
4.2. ใส่เลข 1 ที่ช่อง

เพื่อกำหนดวันเริ่มต้นการผลิต

4.3. สุ่มตัวเลข ปริมาณ คำสั่งซื้อ และ กำหนดการส่งมอบสินค้า โดยการกดปุ่ม

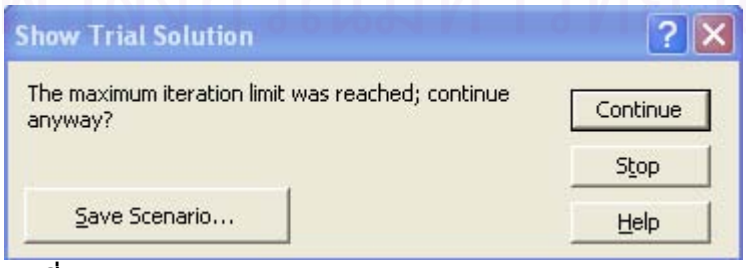
โปรแกรมจากสร้างตัวเลขสองค่าออกมาดังแสดงไปแล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้

โปรแกรมจะทำการแปลง คำสั่งซื้อ ลงเป็นกำหนดส่งมอบสินค้า โดยจะเป็นนำปริมาณสินค้าตามคำสั่งซื้อในวันนั้น มาแยกลงตามวันที่ต้องส่งมอบสินค้า ซึ่งตารางกำหนดส่งมอบสินค้าจะเป็นข้อมูลส่งมอบสินค้าสำหรับโรงงานประกอบเท่านั้น

4.4. ขั้นตอนต่อไป ผู้เล่นจะทำหน้าที่สั่งให้ program คำนวณตารางการผลิตในโรงงานประกอบโดยใช้ solver โดยการกดปุ่ม 

ขั้นตอนนี้ VBA จะทำหน้าที่ในการโหลด สมการ objective ที่ป้อนเข้าสู่ Solver เพื่อให้ Solver คำนวณการจัดตารางที่ดีสุดสำหรับ Optimization Model ที่กำหนดให้

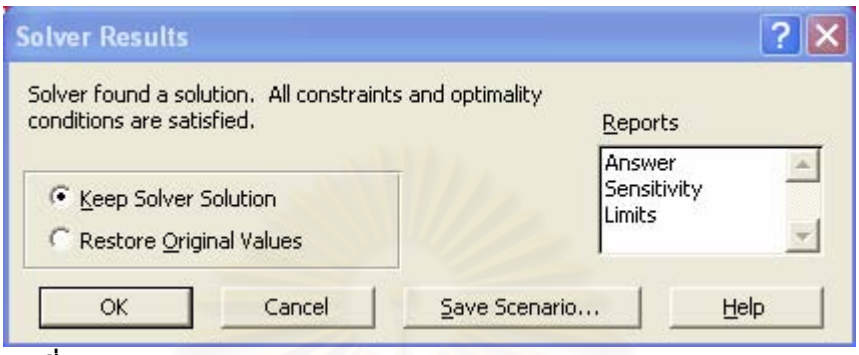
4.5. โปรแกรมจะพิจารณาหาค่า Decision Variable ต่างๆของทั้งสองโรงงาน เพื่อให้ได้ต้นทุนน้อยที่สุด นำมาป้อนในตารางต่างๆ โดยอัตโนมัติ โดยระหว่างการคำนวณอาจปรากฏหน้าต่างดังรูป



รูปที่ 37 แสดง Solver Window 3

ให้ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Continue” เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณให้จบกระบวนการ

4.6. เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณเสร็จ จะปรากฏหน้าต่างดังรูป



รูปที่ 38 แสดง Solver Window 4

ให้ผู้ใช้งาน กดปุ่ม “OK” เป็นอันเสร็จสิ้นการจัดตารางการผลิตสำหรับ โรงงานทั้งสอง

4.7. ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการบันทึกผลที่ได้จากจัดตารางผลิตในวันนั้น โดยโปรแกรมจะทำการบันทึกผลของตารางที่เป็นค่า Decision Variable ทั้งหมดของ Optimization Model รวมทั้งต้นทุนทุกชนิดของ โรงงาน First Tier และ โรงงานประกอบ

4.8. ย้อนกลับ ทำตามขั้นตอนที่ 4.2 ถึง 4.6 จนกระทั่งถึงวันที่ 25 เป็นอันเสร็จสิ้นการทำงาน

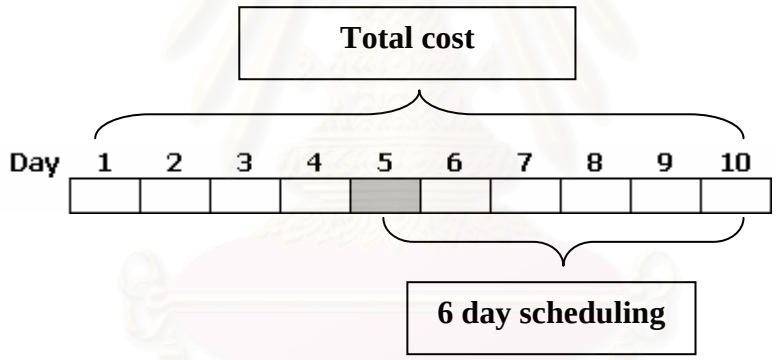
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการทดสอบ และ การประเมินผล

เนื้อหาในบทนี้เป็นการนำเสนอการทดสอบ Simulation Program ที่พัฒนาขึ้น เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ตารางการผลิตภายใต้ Synchronization กับ Unsynchronization

ต้นทุนรวมที่นำมาเปรียบเทียบจะเป็นผลรวมที่นับจากวันเริ่มต้นของการจัดตารางการผลิตครอบคลุมไปหกวันข้างหน้า โดยนับวันที่ทำการจัดตารางการผลิตเป็นวันที่ 1 เช่น ถ้าเป็นการเปรียบเทียบผลการจัดตารางที่ทำขึ้นในวันที่ 5 ของการผลิต ต้นทุนรวมของการจัดตารางจะมาจากผลรวมของต้นทุนทั้งหมด ตั้งแต่วันเริ่มต้นวันที่ 1 จนถึง วันที่ 10 ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นการจัดตารางการผลิต 25 วันทำงาน



รูปที่ 39 แสดงต้นทุนของวันที่ใช้ในการรวมต้นทุนการผลิต

โดยการทดสอบจะมุ่งใน 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. การจัดตารางแบบ Synchronization จะลดต้นทุนรวมในการผลิตดีกว่าการจัดตารางแบบ Unsynchronization
2. ผลการลดต้นทุนเมื่อปริมาณคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น
3. ผลการลดต้นทุนเมื่อกำลังการผลิตลดลง

ซึ่งผลการทดสอบในแต่ละประเด็นเป็นดังนี้

ผลการเปรียบเทียบกับต้นทุนจากการจัดตารางการผลิต

ผลการทดสอบ

การทดสอบค่าเป็นการจัดตารางการผลิตภายใต้ข้อมูลที่แตกต่างกัน 3 ชุด ดังนี้

Production Parameter

	Line1		Line2			Line1		Line2	
	Product A	Product B	Product A	Product B		Product A	Product B	Product A	Product B
Capacity (Unit/time)-Pij	24	12	16	9		24	12	16	9
Variable cost (B/Unit)-Cij	3	2	3	2		3	2	3	2
Carrying Cost (B/Unit)-Ri	2	3	2	3		2	3	2	3
Penalty Cost (B/Unit/Period)-Xi	15	15	15	15		15	15	15	15
ChangeOverRate-Qj	5	6	5	6		5	6	5	6
Running Cost-Oj	2	2	2	2		2	2	2	2

ตารางที่ 10 ตารางเงื่อนไขการผลิตสำหรับการทดสอบที่ 1

และการสุ่มคำสั่งซื้อภายใต้เงื่อนไข

Order Constraints

	Product A		Product B	
Probability of order arrival	60%		60%	
Probability of unit per order	15 units =	15%	9 units =	15%
	20 units =	20%	12 units =	20%
	25 units =	30%	15 units =	30%
	30 units =	20%	18 units =	20%
	35 units =	15%	21 units =	15%
Probability of due date	2 days	50%	2 days	50%
	3 days	25%	3 days	25%
	4 days	25%	4 days	25%

ตารางที่ 11 ตารางเงื่อนไขคำสั่งซื้อสำหรับการทดสอบที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำสั่งซื้อชุดที่ 1

ผลของการสุ่มคำสั่งซื้อ ชุดที่ 1 ทั้ง 25 วันทำงาน เป็นดังนี้

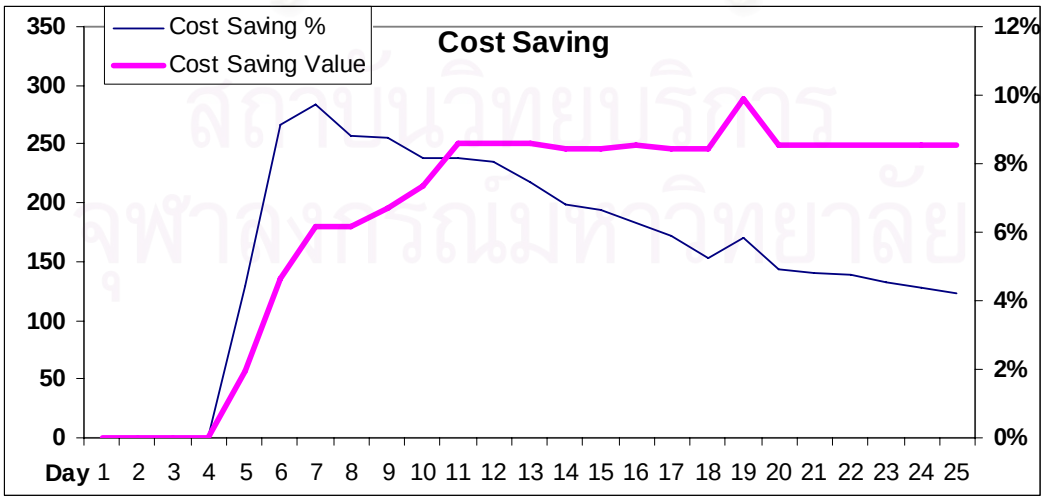
Day	A		B	
	QTY.	DueDateA	QTY.	DueDateB
1	0	0	12	2
2	30	2	0	0
3	25	4	0	0
4	35	4	21	2
5	30	2	12	2
6	20	4	0	0
7	35	4	18	4
8	25	2	0	0
9	0	0	12	2
10	30	2	12	2
11	25	2	18	2
12	0	0	12	3
13	25	4	18	2
14	35	3	0	0
15	15	3	0	0
16	25	4	18	3
17	25	2	12	2
18	35	2	12	2
19	25	2	0	0
20	20	4	0	0
21	25	2	0	0
22	0	0	9	4
23	25	2	12	2
24	20	4	12	2
25	30	2	9	2

ตารางที่ 12 **คำสั่งซื้อชุดที่** 1

เมื่อทำการทดสอบตามขั้นตอนการงานใช้โปรแกรม ผลที่ได้จากการผลิตเป็นดังตาราง

Period	Total Cost Unsynchronized Scheduling	Total Cost Synchronized Scheduling	Cost Saving	
			Value	%
1	64	64	0	0%
2	266	266	0	0%
3	428	428	0	0%
4	770	770	0	0%
5	1283	1226	57	4%
6	1490	1354	136	9%
7	1848	1668	180	10%
8	2046	1866	180	9%
9	2234	2038	196	9%
10	2616	2402	214	8%
11	3055	2805	250	8%
12	3107	2857	250	8%
13	3356	3106	250	7%
14	3604	3358	246	7%
15	3692	3446	246	7%
16	3960	3711	249	6%
17	4193	3947	246	6%
18	4715	4469	246	5%
19	4967	4678	289	6%
20	5055	4806	249	5%
21	5205	4956	249	5%
22	5257	5008	249	5%
23	5463	5214	249	5%
24	5661	5412	249	4%
25	5905	5656	249	4%

ตารางที่ 13 ตารางผลการทดสอบคำสั่งซื้อ ชุดที่ 1



รูปที่ 40 แสดงกราฟผลการลดต้นทุน คำสั่งซื้อชุดที่ 1

คำสั่งซื้อชุดที่ 2

ผลของการสุ่มคำสั่งซื้อ ชุดที่ 2 ทั้ง 25 วันทำงาน เป็นดังนี้

Day	A		B	
	QTY.	DueDateA	QTY.	DueDateB
1	35	4	21	2
2	35	4	18	4
3	25	2	0	0
4	30	2	12	2
5	35	4	12	2
6	25	2	18	2
7	0	0	12	3
8	25	4	18	2
9	35	3	0	0
10	25	4	18	3
11	25	2	12	2
12	35	2	12	2
13	25	2	0	0
14	20	4	0	0
15	25	2	0	0
16	30	3	0	0
17	20	2	12	2
18	25	3	18	2
19	30	2	9	3
20	25	2	12	2
21	0	0	0	0
22	15	2	21	2
23	20	3	0	0
24	25	4	0	0
25	0	0	0	0

ตารางที่ 14 ตารางคำสั่งซื้อชุดที่ 2

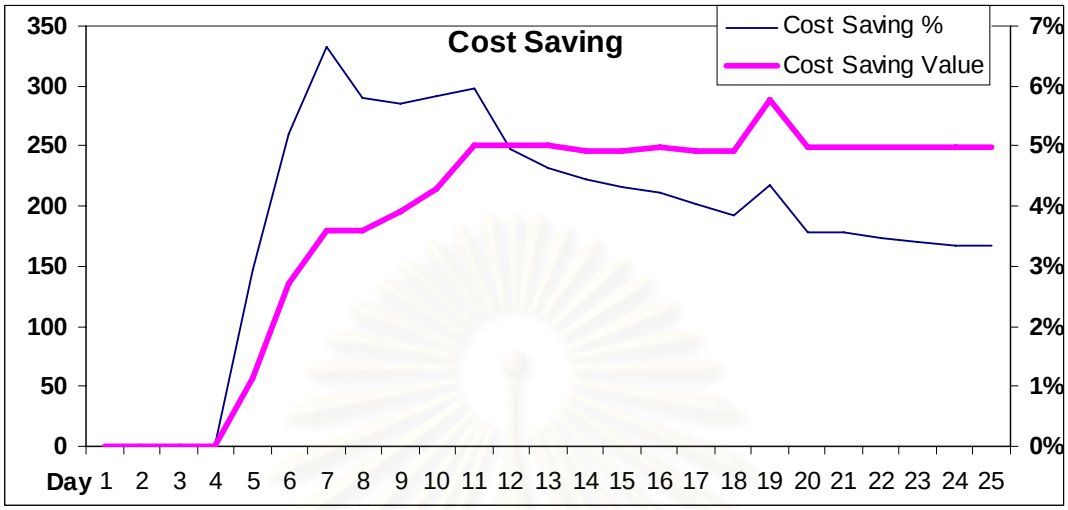
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อทำการทดสอบตามขั้นตอนการงานใช้โปรแกรม ผลที่ได้จากการผลิตเป็นดังตาราง

Period	Total Cost Unsynchronized Scheduling	Total Cost Synchronized Scheduling	Cost Saving	
			Value	%
1	354	354	0	0%
2	710	702	0	0%
3	902	902	0	0%
4	1586	1572	0	0%
5	1943	1943	57	3%
6	2614	2532	136	5%
7	2702	2596	180	7%
8	3108	3020	180	6%
9	3425	3344	196	6%
10	3677	3596	214	6%
11	4203	4066	250	6%
12	5049	4853	250	5%
13	5403	5199	250	5%
14	5531	5322	246	4%
15	5691	5484	246	4%
16	5885	5672	249	4%
17	6113	5894	246	4%
18	6381	6162	246	4%
19	6653	6434	289	4%
20	6979	6745	249	4%
21	6972	6738	249	4%
22	7198	6979	249	3%
23	7326	7082	249	3%
24	7478	7236	249	3%
25	7478	7236	249	3%

ตารางที่ 15 **ตารางผลการทดสอบคำสั่งซื้อ ชุดที่** 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 41 แสดงกราฟผลการลดต้นทุน คำสั่งซื้อชุดที่ 2

คำสั่งซื้อชุดที่ 3

ผลของการสุ่มคำสั่งซื้อ ชุดที่ 3 ทั้ง 25 วันทำงาน เป็นดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Day	A		B	
	QTY.	DueDateA	QTY.	DueDateB
1	20	2	12	2
2	25	3	18	2
3	30	2	9	3
4	0	0	9	4
5	25	2	12	2
6	20	4	12	2
7	0	0	0	0
8	30	2	9	2
9	0	0	12	2
10	20	2	12	4
11	30	4	12	2
12	15	2	21	2
13	20	3	0	0
14	25	4	0	0
15	25	2	12	4
16	25	2	18	4
17	35	3	12	3
18	25	2	21	4
19	0	0	18	2
20	25	4	12	2
21	20	2	21	3
22	35	2	12	2
23	15	3	0	0
24	35	3	18	2
25	20	2	18	2

ตารางที่ 16 คำสั่งซื้อชุดที่ 3

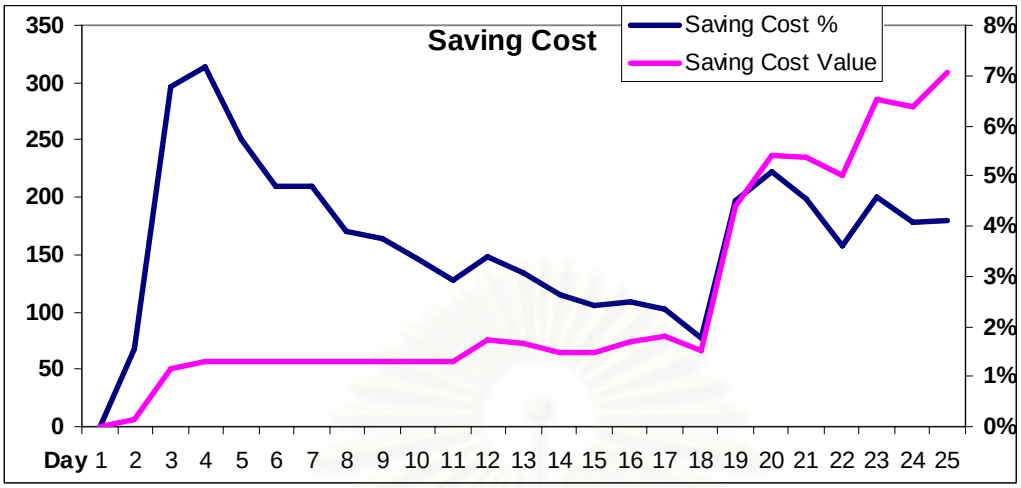
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อทำการทดสอบตามขั้นตอนการงานใช้โปรแกรม ผลที่ได้จากการผลิตเป็นดังตาราง

Period	Total Cost Unsynchronized Scheduling	Total Cost Synchronized Scheduling	Cost Saving	
			Value	%
1	198	198	0	0%
2	454	447	7	2%
3	752	701	51	7%
4	796	739	57	7%
5	995	938	57	6%
6	1193	1136	57	5%
7	1193	1136	57	5%
8	1462	1405	57	4%
9	1526	1469	57	4%
10	1694	1637	57	3%
11	1943	1886	57	3%
12	2239	2163	76	3%
13	2359	2287	72	3%
14	2487	2422	65	3%
15	2699	2634	65	2%
16	2961	2887	74	2%
17	3386	3307	79	2%
18	3796	3729	67	2%
19	4298	4105	193	4%
20	4660	4423	237	5%
21	5164	4929	235	5%
22	6048	5829	219	4%
23	6204	5919	285	5%
24	6824	6545	279	4%
25	7538	7229	309	4%

ตารางที่ 17 **ผลการทดสอบคำสั่งซื้อชุดที่** 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 42 แสดงกราฟผลการลดต้นทุน คำสั่งซื้อชุดที่ 3

การประเมินผล

- เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการจัดตารางการผลิต ทั้ง 3 ชุดคำสั่งซื้อ จะเห็นว่าสิ่งที่เหมือนกัน นั้นคือ ต้นทุนรวมลดลง ซึ่งเป็นผลประโยชน์ที่ได้จากการใช้ Synchronization ในการจัดตาราง มูลค่าของต้นทุนที่ลดอาจไม่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา แต่อาจมีบางช่วงที่ต้นทุนรวมไม่มีความแตกต่างระหว่างการจัดตารางทั้งสองสถานการณ์

การลดต้นทุนเมื่อปริมาณคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น

ผลทดสอบ

ในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มคำสั่งซื้อ ขึ้นมา 1 ชุด แล้วเพิ่มปริมาณของแต่ละคำสั่งซื้อด้วยสัดส่วนคงที่ 2 ค่า คือ 4/3 และ 5/4 เพื่อให้ได้คำสั่งซื้อเพิ่มเติมอีก 2 ชุดคำสั่งซื้อ ภายใต้เงื่อนไขการผลิตดังนี้

Production Constraint

	Plant 1				Plant 2			
	Line1		Line2		Line1		Line2	
	Product A	Product B	Product A	Product B	Product A	Product B	Product A	Product B
Capacity (Unit/time)-Pij	28	20	20	12	28	20	20	12
Variable cost (B/Unit)-Cij	3	2	3	2	3	2	3	2
Carrying Cost (B/Unit)-Ri	2	3	2	3	2	3	2	3
Penalty Cost (B/Unit/Period)-Xi	15	15	15	15	10	10	10	10
ChangeOverRate-Qj	5	6	5	6	5	6	5	6
Running Cost-Oj	2	2	2	2	2	2	2	2

ตารางที่ 18 ตารางเงื่อนไขการผลิตสำหรับการทดสอบที่ 2

และการสุ่มคำสั่งซื้อภายใต้เงื่อนไข

Order Constraint

	Product A	Product B
Probability of order arrival	60%	60%
Probability of unit per order	16 units = 15%	8 units = 15%
	20 units = 20%	12 units = 20%
	24 units = 30%	16 units = 30%
	28 units = 20%	20 units = 20%
	32 units = 15%	24 units = 15%
Probability of due date	2 days 50%	2 days 50%
	3 days 25%	3 days 25%
	4 days 25%	4 days 25%

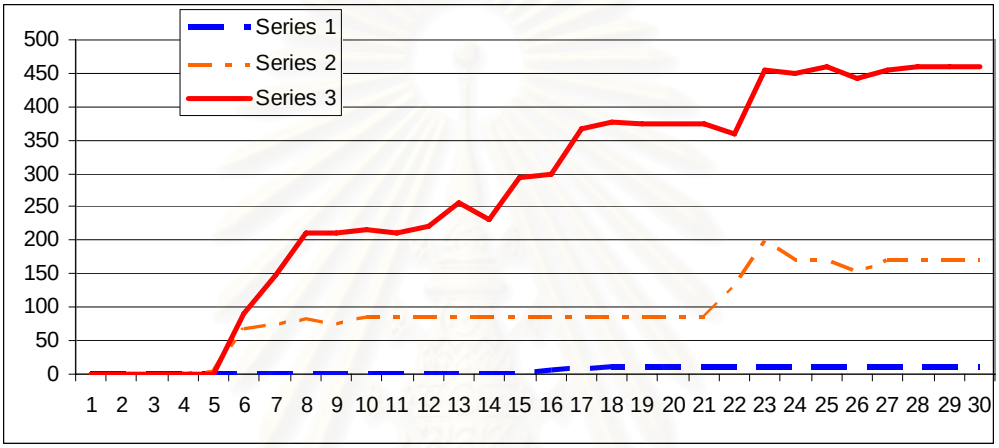
ตารางที่ 19 ตารางเงื่อนไขการสุ่มคำสั่งซื้อสำหรับการทดสอบที่ 2

Day	Series One				4/3(Series One)		5/4(Series Two)	
	A		B		Series Two		Series Three	
	QTY.	DueDateA	QTY.	DueDateB	A	B	A	B
1	0	0	9	2	0	12	0	15
2	21	2	0	0	28	0	35	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	18	4	0	0	24	0	30	0
5	24	4	18	2	32	24	40	30
6	21	2	9	2	28	12	35	15
7	0	0	0	0	0	0	0	0
8	15	4	0	0	20	0	25	0
9	24	4	15	4	32	20	40	25
10	18	2	0	0	24	0	30	0
11	0	0	9	2	0	12	0	15
12	21	2	9	2	28	12	35	15
13	24	4	9	2	32	12	40	15
14	18	2	15	2	24	20	30	25
15	0	0	9	2	0	12	0	15
16	18	4	15	2	24	20	30	25
17	24	3	0	0	32	0	40	0
18	12	2	0	0	16	0	20	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0
20	18	4	15	2	24	20	30	25
21	18	2	9	2	24	12	30	15
22	24	2	9	2	32	12	40	15
23	18	2	0	0	24	0	30	0
24	15	4	0	0	20	0	25	0
25	18	2	0	0	24	0	30	0

ตารางที่ 20 ตารางคำสั่งซื้อทั้ง 3 ชุดสำหรับการทดสอบที่ 2

จากตารางข้อมูลนี้ จะเห็นจากชุดคำสั่งซื้อ ชุดแรก (Series 1) นำค่า เศษส่วน 4/3 คูณกับชุดคำสั่งซื้อที่ 1 เพื่อให้ได้ ชุดคำสั่งซื้อที่ 2 (Series 2) ซึ่งจะเพิ่ม ปริมาณคำสั่งซื้อแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง กำหนดการส่งสินค้า และ นำ 5/4 คูณชุดคำสั่งซื้อที่ 1 เพื่อให้ได้ชุดคำสั่งซื้อที่ 3 (Series 3) ผลที่ได้คือปริมาณคำสั่ง.ซื้อที่เพิ่มขึ้นไปอีกจากคำสั่งซื้อที่ 2

ผลการวิเคราะห์ จากข้อมูลทั้งสามชุดเป็นดังกราฟนี้



รูปที่ 43 แสดงกราฟการลดต้นทุนเมื่อปริมาณคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น

การประเมินผล

จากกราฟ แสดงให้เห็นว่าเมื่อปริมาณคำสั่งซื้อเพิ่มขึ้น Synchronization จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้มากขึ้นตามไปด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การลดต้นทุนเมื่อกำลังการผลิตลดลง

ผลการทดสอบ

ในการทดสอบครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มคำสั่งซื้อ ขึ้นมา 1 ชุด ดังนี้

Day	A		B	
	QTY.	DueDateA	QTY.	DueDateB
1	0	0	12	2
2	35	4	21	2
3	30	2	12	2
4	20	4	0	0
5	35	4	18	4
6	25	2	0	0
7	30	2	12	2
8	35	4	12	2
9	25	2	18	2
10	0	0	12	3
11	25	4	18	2
12	35	3	0	0
13	15	3	0	0
14	25	4	18	3
15	25	2	12	2
16	35	2	12	2
17	25	2	0	0
18	20	4	0	0
19	25	2	0	0
20	20	2	12	2
21	25	3	18	2
22	30	2	9	3
23	25	2	12	2
24	20	4	12	2
25	30	2	9	2

ตารางที่ 21 ตารางคำสั่งซื้อการทดสอบที่ 3

และกำหนดเงื่อนไขการผลิตที่แตกต่างกันที่กำลังการผลิตของเครื่องจักร 2 ชุดคือ

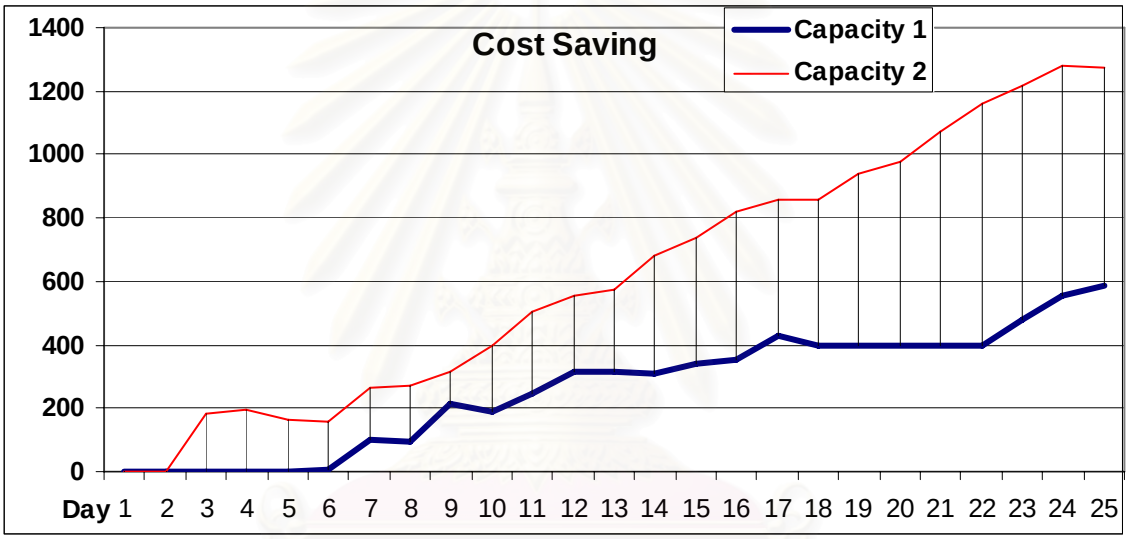
	Plant 1				Plant 2			
	Line1		Line2		Line1		Line2	
	Product A	Product B	Product A	Product B	Product A	Product B	Product A	Product B
Capacity (Unit/time)-Pij	28	15	20	12	28	15	20	12
Variable cost (B/Unit)-Cij	3	2	3	2	3	2	3	2
Carrying Cost (B/Unit)-Ri	2	3	2	3	2	3	2	3
Penalty Cost (B/Unit/Period)-Xi	15	15	15	15	10	10	10	10
ChangeOverRate-Qj	5	6	5	6	5	6	5	6
Running Cost-Oj	2	2	2	2	2	2	2	2

ตารางที่ 22 ตารางเงื่อนไขการผลิตชุดที่ 1 การทดสอบที่ 3

	Plant 1					Plant 2			
	Line1		Line2			Line1		Line2	
	Product A	Product B	Product A	Product B		Product A	Product B	Product A	Product B
Capacity (Unit/time)-Pij	24	12	16	9		24	12	16	9
Variable cost (B/Unit)-Cij	3	2	3	2		3	2	3	2
Carrying Cost (B/Unit)-Ri	2	3	2	3		2	3	2	3
Penalty Cost (B/Unit/Period)-Xi	15	15	15	15		10	10	10	10
ChangeOverRate-Qj	5	6	5	6		5	6	5	6
Running Cost-Oj	2	2	2	2		2	2	2	2

ตารางที่ 23 ตารางเงื่อนไขการผลิตชุดที่ 2 การทดสอบที่ 3

ผู้ศึกษาจะเห็นว่ากำลังการผลิตของเงื่อนไขการผลิตชุดที่ 2 จะน้อยกว่ากำลังการผลิตของเงื่อนไขการผลิตชุดที่ 1 ซึ่งผลการใช้โปรแกรมจัดตารางการผลิตได้ผลดังนี้



รูปที่ 44 แสดงกราฟผลการลดต้นทุน เมื่อลดกำลังการผลิต

การประเมินผล

จากกราฟสามารถสรุปผลได้ ดังนี้

เมื่อมีการลดกำลังการผลิตลง การจัดตารางการผลิตแบบ Synchronization ช่วยลดต้นทุนได้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลที่ได้คล้ายกับการเพิ่มปริมาณคำสั่งซื้อดังที่ได้ทดสอบมาแล้ว

จากผลการทดสอบและการประเมินทั้ง 3 การทดสอบ แสดงให้เห็นว่าการจัดตารางแบบ Synchronization สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้และการลดต้นทุนจะเพิ่มขึ้น หากมีข้อจำกัดในการผลิตสูงขึ้น

บทที่ 6

สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยชิ้นเป็น การพัฒนา Simulation Program ที่เป็นเครื่องมือในการจำลองสถานการณ์การวางแผนการผลิตของ โรงงาน 2 โรงงานที่ผลผลิตเกี่ยวเนื่องกัน โดยได้จำลองวิธีการวางแผนการผลิตที่แตกต่างกัน ระหว่าง Unsynchronization และ Synchronization ผลลัพธ์ที่ได้จาก Program นี้เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่พิสูจน์คุณค่าของการวางแผนแบบ Synchronization ในระบบ Supply Chain Management

ข้อเสนอแนะ

1. ผลการทดสอบจากงานวิจัยชิ้นนี้ ได้แสดงให้เห็นถึงการลดต้นทุนที่เกิดจาก Synchronized Scheduling เท่านั้น ในบางแง่มุม งานวิจัยในอนาคตอาจทดสอบ ระบบการผลิตที่มีปัจจัยต่างๆเกี่ยวข้องเช่น เครื่องจักรเสีย(Machine Breakdown), ลูกค้าระงับคำสั่งซื้อ(Order Cancellation) หรือ การขาดแคลนวัตถุดิบ (Material Shortage) เพื่อให้เน้นถึงประโยชน์ของ Synchronized Scheduling ในแง่มุมที่หลากหลายยิ่งขึ้น

2. งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาการผลิต แบบ Job Shop Scheduling ซึ่งเป็นการผลิตที่ผลิตตามปริมาณที่สั่งซื้อ(Made to Order) อาจพัฒนาแบบจำลองสำหรับการผลิตประเภทอื่นต่อไป

3. แม้จะมีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่พัฒนา Simulation Model ในการพิจารณา ผลการทำ Synchronization ในระบบย่อยต่างๆของ ระบบโซ่อุปทาน แต่ส่วนใหญ่ยังทำใน Platform ที่เข้าถึงได้ยาก ข้อได้เปรียบของงานวิจัยชิ้นนี้คือการพัฒนา Simulation Model ในรูปแบบของ Spreadsheet ที่ง่ายต่อการใช้งานและทำความเข้าใจ แต่อย่างไรก็ดี Simulation Model ที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นแค่เพียงการจำลอง การผลิตระหว่างสองโรงงานเท่านั้น ดังนั้น ถ้าสามารถพัฒนา Simulation Model และใช้งานบน Platform ของ Spreadsheet สำหรับความสัมพันธ์ของหน่วยงานอื่นๆ เช่น การกระจายสินค้ากับการผลิต, การขนส่งและคลังสินค้า หรือ ขยายขนาดของระบบ ให้ประกอบด้วย 3 หน่วยงานขึ้นไป เช่น 2 โรงงาน และ มีการขนส่งระหว่างโรงงาน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษา Synchronized Planning เป็นอย่างมาก

รายการอ้างอิง

Blumenfeld, D.E., Burns, L.D., Daganzo, C.F., Frick, M.C., and Hall, R.W. 1987. Reducing logistics cost at General Motors. Interfaces 17: 26-47.

Burns, L.D., Hall, R.W., Blumenfeld, D.E., and Daganzo, C.F. 1985. Distribution strategies that minimize transportation and inventory costs. Operations Research 31: 469-490.

Chandra P. and Fisher M.1994. Coordination of production and distribution planning, European Journal of Operation Research (1994): 91-106

Cohen, M.A., and Lee, H.L. 1988. Strategic analysis of integrated production distribution systems: Models and methods. Operations Research 36: 216-228.

Cohen, M.A., and Lee, H.L. 1989. Resource deployment analysis of global manufacturing and distribution networks .Journal of Manufacturing and Operations Management 2: 81-104.

Federgruen, A., and Zipkin, P. 1984. A combined vehicle routing and inventory allocation problem.Operations Research 32: 1019-1037.

Jack P.C. Kleijnen. 2005. Supply Chain simulation tools and techniques. International Journal of Simulation & Process Modelling, Volume 1 : 82

James B. Rice, Jr. and Richard M. Hoppe. 2001. Network Master & Three dimensions of supply network coordination. Working Paper. Master of Science, Transportation and Logistics of the Massachusetts Institute of Technology.

Ashcroft ,J. 2001. Eight Dimensions of Supply Chain Synchronization. 249 West 17th Street, New York, NY,10011 : About.com

King, R.H., and Love, R.R. 1980, Coordinating decisions for increased profits. Interfaces 10: 4-19.

Kropp, D.H., and Carlson, R.C. 1984. A lot sizing algorithm for reducing nervousness in MRP systems.Management Science 30: 240-244.

Kumar, A., Akella, R., and Cornuejols, G. 1990. Inventory /production decisions under uncertain but bounded demand conditions with implications for supply contracts. Working Paper, Graduate School of Industrial Administration, Carnegie Mellon University.

Daiz, L and Buxmann, P. 2003. The Value of Cooperative Planning in Supply Chains, Proceedings of the 11th European Conference on Information Systems (ECIS 2003)

Sangarayakul, B. 1998. Use of Simulation to Analyze Block Manufacturing Methods. MS of Civil Engineer, Virginia Polytechnic Institute and State University.

Williams,J.F. 1981.Heuristic techniques for simultaneous scheduling of production and distribution in multi-echelon structures. Theory and empirical comparisons. Management Science 27: 336-352.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ - สกุล นายปรเมษฐ์ เรืองรัติ

วันเดือนปีเกิด 4 ตุลาคม พ.ศ. 2515

สถานที่เกิด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2536-พ.ศ.2540: สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวอุตสาหการ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน พ.ศ.2540-พ.ศ.2541: วิศวกรการผลิต บริษัท จีน่า ฟอร์ม จำกัด

พ.ศ.2541-พ.ศ.2542: วิศวกรการผลิต บริษัท กระจกไทยอาซาฮี (มหาชน) จำกัด

พ.ศ.2542-พ.ศ.2545: นักวิเคราะห์ระบบงานโลจิสติกส์ บริษัท ทีเอ็นที ลอจีสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

พ.ศ.2545-พ.ศ.2546: ผู้จัดการฝ่ายขนส่ง บริษัท ทีเอ็นที ลอจีสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด

พ.ศ.2546-พ.ศ.2548: ผู้จักการฝ่ายปฏิบัติการ บริษัท ไอดีเอส โลจิสติกส์ จำกัด

พ.ศ.2549-ปัจจุบัน: ผู้ช่วยผู้อำนวยการแผนก Alliances (BD & CRM) บริษัท Eternity Grand Logistics Public จำกัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย