การจัดสรรช่องจอดรถบรรทุกในระบบปฏิบัติการแบบมิลค์รัน

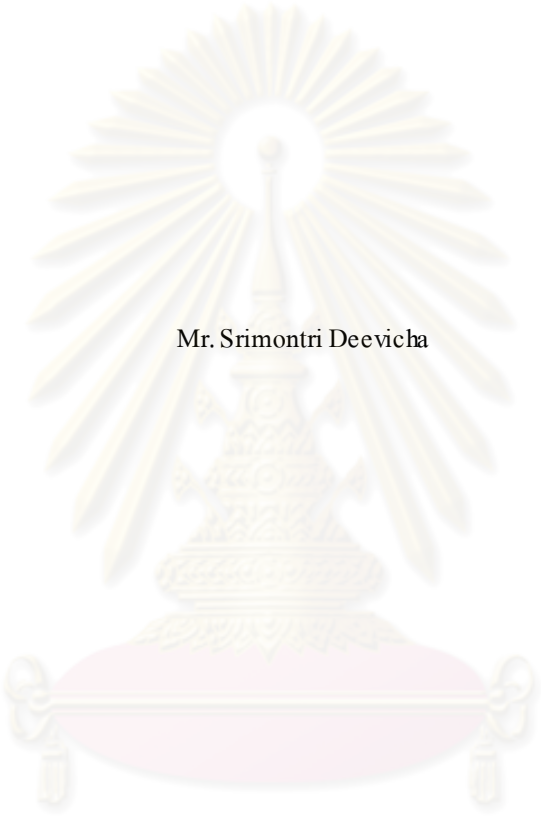
นายศรีมนตรี ดีวิชา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TRUCK DOCK ALLOCATION IN MILK-RUN OPERATION

Mr. Srimontri Deevicha



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Logistics Management
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดสรรช่องจอดรถบรรทุกในระบบปฏิบัติการแบบมิลค์รัน
โดย	นายศรีมนตรี ดีวิชา
สาขาวิชา	การจัดการด้านโลจิสติกส์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาโนช โลหเตปานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรพจน์ เปี่ยมสมบูรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาโนช โลหเตปานนท์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศรีมนตรี ดีวิชา : การจัดสรรช่องจอดรถบรรทุกในระบบปฏิบัติการแบบมิลค์รัน. (TRUCK DOCK ALLOCATION IN MILK-RUN OPERATION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร. มาโนช โลหเตปานนท์, 111 หน้า.

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าช่องจอดรถบรรทุกภายในโรงงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาการทำงานจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถ รวมถึงการเพิ่มผลิตผลการทำงานในจุดจอดรถ

ขั้นตอนการทำงานวิจัย ผู้จัดทำศึกษาระบบการทำงานในปัจจุบันอย่างละเอียด รวมทั้งศึกษาบททฤษฎี และผลงานที่ผ่านมาที่มีความเกี่ยวข้องกับการวางแผนการจัดตารางงานรูปแบบต่างๆ รูปแบบวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการฮิวริสติกส์แบบต่างๆ เพื่อออกแบบสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะของปัญหาในงานวิจัย

ผลการทดสอบงานวิจัย ผู้จัดทำใช้ข้อมูลการวางแผนงานด้วยวิธีการในปัจจุบันย้อนหลัง 3 เดือนมาใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบผลกับคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น ผลการศึกษาพบว่าการวางแผนด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้คำตอบที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนด้วยวิธีการในปัจจุบันทั้งในเรื่องของความรวดเร็วในการวางแผน ประสิทธิภาพของการใช้งานจุดจอดรวมทั้งค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการวางแผน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา การจัดการด้านโลจิสติกส์ ลายมือชื่อนิสิต ศรีมนตรี ดีวิชา

ปีการศึกษา 2551 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

4889139220 : MAJOR LOGISTICS MANAGEMENT

KEYWORDS : SCHEDULING PROBLEM / ASSIGNMENT PROBLEM / HEURISTIC

SRIMONTRI DEEVICHA : TRUCK DOCK ALLOCATION IN MILK-RUN OPERATION.ADVISOR : ASSOC. PROF. MANOJ LOHATEPANONT, Ph.D., 111 pp.

The objective of the study is to create mathematic model for solving the problem of truck dock allocation in factory. Moreover to improve the efficiency and reduce working time of truck dock allocation and especially to increase productivity of work in truck terminal.

Step of study, initially writer carefully study working system of schedule planning and solving model of Heuristic method including relative theory and previous researches. This is in order to create mathematic model for solving the problem of truck dock allocation.

Result of study, Writer applied collected 3 months data by using the best result and compare with the result which comes from created mathematic model and found that the result by using model is better in time, cost and efficiency.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of Study : Logistics Management Student's Signature .....

Academic Year : 2008 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. มาโนช โลหเตปานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง และคณาจารย์ในภาควิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และให้คำแนะนำต่างๆตลอดระยะเวลาที่ศึกษา นอกจากนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ประธานคณะกรรมการและคณะกรรมการทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ อาจารย์ ดร. ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ท่านผู้จัดการและพนักงานบริษัทตัวอย่าง ที่ให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลเป็นอย่างดี พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในภาคการศึกษา ที่ให้กำลังใจและคำแนะนำ รวมทั้งขอขอบคุณน้อง วิรุฬ คงเสริมทรัพย์ ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องของการเขียนซอฟท์แวร์เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับงานวิจัย

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติๆ ซึ่งเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้และสนันสนุนในทุกๆสิ่งมาโดยตลอดจนขาพเจ้าสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้ขอมอบคุณงามความดีและคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์นี้ ให้เป็นสิ่งตอบแทนต่อผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฎ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 บท 1

ทั่วไป..... 2

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 4

1.3 โจทย์ปัญหาของการวิจัย..... 4

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำงานวิจัย.....

1.6 ขอบเขตของการวิจัยข้อตกลงเบื้องต้นข้อจำกัดของการวิจัยคำจำกัดความที่ใช้ในการ 5

วิจัย..... 5

1.7 วิธีดำเนินการวิจัยและลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย..... 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....

2.1 ระบบปฏิบัติการของบริษัทตัวอย่างในปัจจุบัน..... 6

2.1.1 คำจำกัดความของคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย..... 6

2.1.2 ระบบการทำงานในปัจจุบัน..... 10

2.2 คำนิยามและคำอธิบายความหมายของคำศัพท์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 22

2.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 22

2.2.1.1 การจัดตารางการทำงาน (Scheduling)..... 22

2.2.1.2 ทฤษฎีอัลกอริทึ่มที่นิยมนำมาใช้แก้ปัญหา..... 33

2.2.2 การทบทวนวรรณกรรม..... 38

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 46

3.1 ขั้นตอนการวิจัย..... 46

บทที่ หน้า

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน…….…….…….. 47
3.1.2 ระบุปัญหาและลักษณะปัญหา…….…….……... 50
3.1.3 กำหนดขอบเขตที่จะทำการศึกษา…….…….…….. 55
3.1.4 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….…….…….. 57
3.1.5 รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ทำการศึกษา…….…… 57
3.1.6 กำหนดเครื่องมือที่นำมาใช้ในการทำงานวิจัย…….…….…… 62
3.1.7 ออกแบบอัลกอริทึ่มเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา…….…… 72
3.1.8 ทดสอบและวัดผลอัลกอริทึ่ม…….…….…….. 78
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล…… 90
4.1 วิธีและขั้นตอนการวิเคราะห์ผลงานวิจัย…….…….…….. 90
4.2 ผลการวิเคราะห์ผลงานวิจัย…….…….…….…. 91
4.2.1 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาและต้นทุนที่ใช้ในการทำงาน…….…... 91
4.2.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งาน…….……... 92
4.2.3 การเปรียบเทียบต้นทุนจากการวางแผนระหว่างวิธีการปัจจุบันกับการใช้โปรแกรมต้นแบบ…… 96
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ…….…….…….. 102
5.1 สรุปผลการวิจัย…….…….…….…….…… 102
5.2 การทบททวนทฤษฎีที่เกี่ยวของกับงานวิจัยและศึกษารูปแบบปัญหาในลักษณะต่างๆ…….…….…….…….……..…... 102
5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล…….…….…….…….. 105
5.4 กำหนดเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในงานวิจัย…….…….…… 106
5.5 การทดสอบระบบและวิเคราะห์ผล…….…….…….…….. 106
5.6 ข้อเสนอแนะ…….…….…… 107
รายการอ้างอิง…….…….…….…….…….…. 108
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์…… 111

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ข้อมูลจำนวนรถบรรทุกในระบบมิลค์รันที่ใช้วิ่งในโรงงาน A ของบริษัทตัวอย่าง……..	61
3.2	ข้อมูลจำนวนช่องจอดที่สามารถเปิดใช้งานได้ในแต่ละจุดจอด……	61
3.3	ช่วงเวลาการทำงานของจุดจอดรถแต่ละจุดในโรงงาน……..	62
3.4	ช่วงเวลาการเข้าจอดรถเพื่อทำการขนถ่ายชิ้นส่วนในแต่ละจุดจอด……...	64
3.5	ตารางการจัดเข้าสู่จุดจอดด้วยการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver….	65
3.6	ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอดรถในแต่ละจุดจอดรถ……	66
3.7	ต้นทุนการดำเนินงานของรถบรรทุกในการเข้าจอดเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนในแต่ละจุดจอด……...	66
3.8	ข้อมูลการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเดือนธันวาคม 2551……...	80
3.9	ข้อมูลการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเดือนมกราคม 2552…….....	83
3.10	ข้อมูลการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเดือนกุมภาพันธ์ 2552…….	87
4.1	การเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานและจำนวนการใช้เจ้าหน้าที่วางแผน……...	91
4.2	ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดและช่องจอดรถ……	92
4.3	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดและช่องจอดรถระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบันกับวิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ……	95
4.4	การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบันกับวิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ……	100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แผนผังอธิบายระบบการทำงานในปัจจุบัน……	9
2.2	แสดงขั้นตอนการคำนวณหาปริมาณความต้องการชิ้นส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายเพื่อนำมาใช้ในการวางแผน……	10
2.3	โปรแกรมที่เป็นฐานข้อมูลที่ใช้ดึงข้อมูลปริมาณความต้องการชิ้นส่วนเพื่อผลิตรถยนต์……	12
2.4	แสดงขั้นตอนการนำเอาข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์……	13
2.5	การแบ่งกลุ่มโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนออกตามเขตพื้นที่……	14
2.6	ตัวอย่างการสร้างแผนภาพการเดินรถ……	18
2.7	การกำหนดขอบเขตของงานวิจัย (Scope of the research)……	21
2.8	ผลการทดสอบอัลกอริทึ่ม ที่นำเอาวิธีการหาคำตอบทางพันธุกรรมมาใช้แก้ปัญหา Flexible Job Shop……	40
2.9	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึ่ม……	42
2.10	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึ่ม……	43
2.11	ตารางการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่างวิธีการแบบ GENACE กับ hybridization of evolutionary algorithms and fuzzy logic……	44
2.12	ตารางการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่างวิธีการแบบ GENACE กับวิธีฮิวริสติกส์แบบทาบู (Tabu Search)……	45
3.1	ขั้นตอนการทำวิจัย……	46
3.2	ตัวอย่างแผนภาพการวิ่งรถในระบบมิลค์รันที่วางแผนจากทางฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง……	47
3.3	ตัวอย่างแผนภาพจุดจอดรถ……	48
3.4	ขั้นตอนที่หนึ่ง การจัดเรียงลำดับเวลาของรถบรรทุกที่จะเข้าสู่จุดจอดรถในโรงงาน (Sequencing Truck Arrival Time)……	49
3.5	ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดเส้นทางเดินรถ และการจัดรถเข้าสู่ช่องจอดรถในระบบมิลค์รัน……	50
3.6	โครงสร้างสมการปัญหา……	51
3.7	ขอบเขตของงานวิจัย……	56

ภาพที่		หน้า
3.8	แผนภาพการวิ่งรถในระบบมิลค์รัน	58
3.9	แผนภาพช่องจอดรถในแต่ละจุดจอดในโรงงาน	59
3.10	แผนภาพเส้นทางการเดินรถเข้าสู่ช่องจอด	60
3.11	การใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver ในการหาคำตอบโมเดลสมการปัญหาต้นแบบ	63
3.12	คำตอบที่ดีที่สุดของสมการปัญหาต้นแบบจากการใช้การใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver	65
3.13	การสร้างโมเดลสมการปัญหาโดยใช้โปรแกรมต้นแบบ	69
3.14	ผลการหาคำตอบสมการปัญหาที่ได้จากโปรแกรมต้นแบบ	70
3.15	ผลการหาคำตอบสมการปัญหาที่ได้จากโปรแกรมต้นแบบ	71
3.16	ผลเขียนโมเดลสมการปัญหาลงในโปรแกรมต้นแบบ	73
3.17	การใส่ข้อมูลใน Init_Data	74
3.18	การใส่ข้อมูลใน pdelta	75
3.19	การใส่ข้อมูลใน ctij	76
3.20	การใส่ข้อมูลใน pdelta0	77
3.21	การใส่ข้อมูลใน pcvj	78
3.22	ผลคำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบหาคำตอบจากการใช้ข้อมูลเดือนธันวาคม 2551	80
3.23	สรุปผลการหาคำตอบเดือนธันวาคม	81
3.24	ผลคำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบหาคำตอบจากการใช้ข้อมูลเดือนมกราคม 2552	84
3.25	สรุปผลการหาคำตอบเดือนมกราคม	85
3.26	ผลคำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบหาคำตอบจากการใช้ข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์ 2552	87
3.27	สรุปผลการหาคำตอบเดือนกุมภาพันธ์	88
4.1	แผนผังเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดเดือนธันวาคม	93
4.2	แผนผังเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดเดือนมกราคม	94
4.3	แผนผังเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดเดือนกุมภาพันธ์	95
4.4	จำนวนรถบรรทุกที่รอคอยเข้าใช้ช่องจอดในแต่ละเดือน	96

ภาพที่		หน้า
4.5	สรุปจำนวนช่วงเวลาที่รถบรรทุกรอคอยเข้าใช้ช่องจอดในเดือนธันวาคม…….	97
4.6	ภาพแสดงระยะเวลาการรอของรถบรรทุกแต่ละคันในเดือนธันวาคม……...	97
4.7	สรุปจำนวนช่วงเวลาที่รถบรรทุกรอคอยเข้าใช้ช่องจอดในเดือนมกราคม…….	98
4.8	ภาพแสดงระยะเวลาการรอของรถบรรทุกแต่ละคันในเดือนมกราคม……...	98
4.9	สรุปจำนวนช่วงเวลาที่รถบรรทุกรอคอยเข้าใช้ช่องจอดในเดือนกุมภาพันธ์…….	99
4.10	ภาพแสดงระยะเวลาการรอของรถบรรทุกแต่ละคันในเดือนกุมภาพันธ์…….	99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บททั่วไป

ในปัจจุบันภายใต้สภาวะการแข่งขันอย่างรุนแรงในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ ทำให้กลุ่มบริษัทประกอบรถยนต์ มีความตื่นตัว และพยายามปรับตัวเองให้เข้ากับสถานการณ์ที่เป็นอยู่ เพื่อชิงความได้เปรียบในเชิงการแข่งขัน (Competitive Advantage) ส่งผลให้การบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ (Logistics Management) เข้ามามีส่วนสำคัญในการบริหารการผลิต เริ่มตั้งแต่การนำชิ้นส่วนเข้าสู่ระบบการผลิตผ่านกระบวนการต่างๆไปจนถึงขั้นสุดท้าย นอกจากการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์แล้ว การบริหารโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) เป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์ซึ่งเป็นการร่วมมือกันระหว่างบริษัทผู้ประกอบรถยนต์และบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน (Suppliers) ตลอดจนบริษัทผู้ผลิตวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตชิ้นส่วน ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นสมาชิกในโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์

บริษัทตัวอย่างได้พัฒนาระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน (Milkrun) ขึ้นมาเพื่อทำการรับขนชิ้นส่วนจากผู้รับจ้างผลิตชิ้นส่วน โดยมีการติดตั้งระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเชื่อมโยงและโอนถ่ายข้อมูลข้อมูลระหว่างบริษัทตัวอย่างกับผู้ผลิตชิ้นส่วน เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลในการจัดเตรียมชิ้นส่วน ที่ทางบริษัทตัวอย่างจะเข้าไปรับในแต่ละวัน โดยจะวางแผนล่วงหน้า เพื่อให้บริษัทผลิตชิ้นส่วนได้เตรียมการผลิตชิ้นส่วนตามแผนที่บริษัทตัวอย่างส่งข้อมูลให้ รวมทั้งชี้แจงข่าวสารต่างๆ ไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนผ่านทางระบบ บริษัทตัวอย่างจะเป็นผู้ออกแบบเส้นทางการเดินรถเพื่อไปรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วน โดยแบ่งกลุ่มของผู้ผลิตชิ้นส่วนออกเป็น 5 โซน (Zone) คือ A, B, C, D และ E

ระบบมิลค์รัน ช่วยลดระดับของปริมาณชิ้นส่วนที่รอเข้าสู่ระบบการผลิต ในขณะที่ความถี่ของชิ้นส่วนที่เข้าสู่ระบบการผลิตเพิ่มสูงขึ้นทำให้ระยะเวลาในการรอชิ้นส่วนเข้าสู่ระบบการผลิตต่ำลง เพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งชิ้นส่วนโดยสามารถใช้พื้นที่ในรถได้อย่างมี

ประสิทธิภาพมากขึ้น ลดพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนขณะรอการผลิต ลดปัญหาการจราจรภายในบริษัท เนื่องจากปริมาณของรถขนชิ้นส่วนของแต่ละบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนที่เข้ามาพร้อมๆกัน ส่งผลทำให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลังจากเริ่มดำเนินการขนส่งโดยใช้ระบบมิลค์รัน เพื่อรับขนชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วน บริษัทตัวอย่างได้พยายามพัฒนาระบบมิลค์รัน ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นตามหลักการ ไคเซน (Kaizen) หรือการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) เช่น การคิดค้นภาชนะมาตรฐาน (Standard Packaging) สำหรับใส่ชิ้นส่วนให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ของรถขนส่งชิ้นส่วน เป็นต้น

เรื่องของต้นทุนในการขนส่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญ เนื่องจากเมื่อเทียบอัตราส่วนของต้นทุนของกิจกรรมโลจิสติกส์ทั้งหมดแล้วเป็นกิจกรรมที่มีต้นทุนสูงที่สุด หากสามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ลงได้จะทำให้ต้นทุนรวมทั้งกิจกรรมลดลง ส่งผลให้เกิดความได้เปรียบในเชิงการแข่งขัน (Competitive Advantage) การลดต้นทุนของการขนส่ง นอกจากการวางแผนเส้นทางเดินรถให้มีประสิทธิภาพแล้ว การวางแผนการใช้ทรัพยากรในกิจกรรมการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ สามารถช่วยลดต้นทุนของค่าขนส่งได้อีกทางหนึ่ง

ในปัจจุบันบริษัทตัวอย่างบริหารระบบมิลค์รัน โดยใช้บริการจากบริษัทผู้ให้บริการโลจิสติกส์บุคคลที่สาม (Third Party Logistics Provider) ซึ่งเป็นบริษัทให้บริการขนส่ง ในแต่ละเดือนบริษัทตัวอย่างจะส่งข้อมูลการวางแผนเส้นทางในการวิ่งรถเพื่อรับขนชิ้นส่วนจากโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วน และปริมาณของชิ้นส่วนในแต่ละเที่ยวที่ต้องไปรับ บริษัทผู้ให้บริการขนส่ง (Logistics Provider) จะทำหน้าที่ในการจัดเตรียมรถ คนขับ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้พร้อมก่อนจะไปรับขนชิ้นส่วน

ขั้นตอนการวางแผนโดยสังเขปมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ ทุกๆเดือนฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง (Logistics Planning) จะวางแผนเส้นทางการเดินรถเพื่อให้บริษัทขนส่งไปรับชิ้นส่วนตามที่ได้วางแผนไว้ โดยนำเอาข้อมูลความต้องการใช้ชิ้นส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายเพื่อนำมาประกอบรถยนต์ในระบบการผลิตในแต่ละเดือน มาใช้ในการวางแผน ว่าผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายต้องส่งชิ้นส่วนใดให้กับบริษัทตัวอย่าง เพื่อเข้าสู่ระบบการผลิตเป็นจำนวนเท่าไหร่ในแต่ละเดือน และ แบ่งย่อยออกเป็นความต้องการชิ้นส่วนเพื่อการผลิตในแต่ละวัน แล้วทำการแบ่งกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนตามเขตพื้นที่ สาเหตุที่จะต้องทำการแบ่ง และจัดกลุ่มผู้ผลิตออกเป็นเขตนั้น เนื่องจากจำนวนของผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ให้กับโตโยต้ามีจำนวนมาก จึงต้องมีการแบ่งเขตพื้นที่อย่างชัดเจน เพื่อง่ายต่อการจัดเส้นทางในการวิ่ง

เมื่อรู้ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละราย และแบ่งกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนตามพื้นที่อย่างชัดเจนแล้ว จะจัดเส้นทางเดินรถ คำนวณว่าในแต่ละเส้นทาง มีความต้องการใช้รถเพื่อไปรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตในเส้นทางนั้นๆ เป็นจำนวนเท่าไหร่ เพื่อส่งขอมูลให้กับบริษัทขนส่งจัดเตรียมรถในปริมาณที่เหมาะสมกับแต่ละเส้นทาง เมื่อได้จำนวนรถที่แน่นอนแล้ว จะนำข้อมูลการวางแผนทั้งหมดมาตรวจสอบอีกครั้งว่าสามารถวิ่งได้จริงหรือไม่ หากการวางแผนไม่มีปัญหาอะไร ก็จะติดต่อไปยังผู้ผลิตแต่ละรายเพื่อแจ้งข้อมูลความต้องการชิ้นส่วน และเวลาในการไปรับชิ้นส่วนในแต่ละวัน ว่าสามารถผลิตและจัดเตรียมชิ้นส่วนได้ตามที่ต้องการในแต่ละวันหรือไม่ หากไม่สามารถทำได้จะต้องการแก้ไขเส้นทางการวิ่งให้เหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง

เมื่อได้เส้นทางที่แน่นอนแล้ว ทางฝ่ายวางแผนการบริหารการจัดส่ง จะนำเอาเส้นทางที่วางแผนทั้งหมดมาเขียนเป็นแผนภาพเส้นทางเดินรถ (Truck Diagram) เพื่อไปรับชิ้นส่วนจากโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนของแต่ละเส้นทางออกมา แล้วนำเอาแผนผังเส้นทางการเดินรถมาจัดตารางรถบรรทุกที่จะเข้าสู่จุดจอดรถ (Truck Terminal) ในโรงงานของบริษัทตัวอย่าง เพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนเข้าพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนเพื่อรอเข้าสู่ระบบการผลิต

เนื่องจากจุดจอดรถในโรงงานบริษัทตัวอย่างมีปริมาณจำกัด ทำให้จำเป็นต้องจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด ให้จอดรอน้อยที่สุดเพื่อไม่ให้สูญเสียพื้นที่ และเวลาที่รถบรรทุกต้อง

จอดรอเข้าสู่ช่องจอดเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน จากตรงจุดนี้ผู้เขียนเห็นว่า การจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด (Truck Terminal Scheduling) มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการวางแผนเส้นทางการเดินรถเพื่อรับส่งชิ้นส่วน แม้ว่าเราทำการวางแผนเส้นทางเดินรถได้มีประสิทธิภาพ แต่จัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดไม่มีประสิทธิภาพก็จะทำให้เสียเวลา และเกิดต้นทุนจากการจอดรอของรถบรรทุก ทำให้การวางแผนเส้นทางเดินรถไม่มีความหมาย ดังนั้นนอกจากการวางแผนเส้นทางการเดินรถที่มีประสิทธิภาพแล้วยังต้องมีการบริหารการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถอย่างมีประสิทธิภาพควบคู่ไปด้วย

ในปัจจุบันการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ระบบและขั้นตอนในการวางแผนค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน ใช้เวลานาน และผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ผู้เขียนจึงต้องการที่จะพัฒนาระบบบริหารและวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดให้มีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนการวางแผนเส้นทางเดินรถให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งลดต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการจอดรอ และไม่ให้สูญเสียเวลาจากการจอดรอมากจนเกินไป

1.3 โจทย์ปัญหาของการวิจัย

ปัญหาที่ศึกษาในงานวิจัยคือ ปัญหาการวางแผนจัดการตารางรถบรรทุกในระบบมิลค์รัน ที่รับชิ้นส่วนจากโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนตามตารางเดินรถที่ฝ่ายบริหารการจัดส่งได้กำหนดไว้ เข้าสู่ช่องจอดรถบรรทุกในโรงงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยนำเอาหลักการแก้ปัญหาการจัดตารางงานล่วงหน้า (Scheduling Problem) มาประยุกต์ใช้ เพื่อการวางแผนจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่ช่องจอดรถบรรทุกในโรงงานอย่างมีระเบียบ

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษา และพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ในการแก้ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าช่องจอดรถบรรทุกภายในโรงงาน

2) พัฒนาเครื่องมือต้นแบบ (Prototype) เพื่อนำมาใช้ในการจัดตารางรถบรรทุกเข้าช่องจอดรถบรรทุกภายในโรงงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำงานวิจัย

1) องค์ความรู้ในการพัฒนาแบบจำลองทางคริตศาสตร์เพื่อการวางแผนและแก้ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่ช่องจอดรถภายในโรงงาน

2) ซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ต้นแบบเพื่อการวางแผนและแก้ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่ช่องจอดรถภายในโรงงาน

3) การเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาการทำงานจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถของผู้ปฏิบัติงาน

1.6 ขอบเขตของการวิจัยข้อตกลงเบื้องต้นข้อจำกัดของการวิจัยคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ขอบเขตการศึกษานี้ จะมุ่งเน้นเฉพาะการแก้ปัญหาการจัดตางรางการเข้าจอดรถบรรทุกในช่องจอดรถในระบบมิลค์รันเท่านั้น ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของกระบวนการทำงานทั้งหมดของ ฝ่ายบริหารการวางแผนงานจัดส่งในปัจจุบัน

1.7 วิธีดำเนินการวิจัยและลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย

งานวิจัยในส่วนต่อจากนี้ประกอบด้วยเนื้อหาอีก 4 บท บทที่ 2 อธิบายระบบการทำงานในปัจจุบัน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ลักษณะปัญหาการจัดตารางงานล่วงหน้า หลักการแก้ปัญหาของวิธี ฮิวริสติกส์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา และเนื้อหางานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัย ในส่วนของการนำเอาวิธีฮิวริสติกส์แบบต่างๆมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา และการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา

บทที่ 3 อธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการทำวิจัย ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การศึกษาขั้นตอนการทำงานทั้งหมดในปัจจุบัน ระบุปัญหา ลักษณะของปัญหา กำหนดขอบเขตของการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ ระบุเครื่องมือที่จะนำมาแก้ปัญหา การออกแบบแบบจำลองคณิตศาสตร์ การวัดผล การวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4 อธิบายผลการวิเคราะห์งานวิจัยจากโมเดลสมการปัญหาที่สร้างขึ้น กับผลการทำงานในปัจจุบัน เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการวิจัย การอธิบายผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาพรวมระบบการทำงานจัดส่งชิ้นส่วน ทฤษฎี และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบปฏิบัติการของบริษัทตัวอย่างในปัจจุบัน

บทนี้อธิบายภาพรวมของระบบการทำงานในปัจจุบันของบริษัทตัวอย่าง เนื้อหาของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นิยาม ทฤษฎี และทบทวนวรรณกรรมที่มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัย วิธีการที่นำมาใช้แก้ปัญหา

2.1.1 คำจำกัดความของคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

ผู้ผลิตชิ้นส่วน (Suppliers) หมายถึง ผู้ที่ได้รับการว่าจ้างหรือได้รับสิทธิจากบริษัทตัวอย่าง ให้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ เพื่อเข้าสู่ระบบการประกอบรถยนต์ของบริษัทตัวอย่าง

ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน (Milkrun) หมายถึง ระบบการขนส่งเพื่อขนชิ้นส่วนรถยนต์จากโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยให้รถบรรทุกแต่ละคันวิ่งรวบรวมชิ้นส่วนรถยนต์จากหลายๆ ผู้ผลิต แล้วนำมาส่งยังโรงงานประกอบรถยนต์ของบริษัทตัวอย่าง เพื่อนำชิ้นส่วนเข้าสู่ระบบการประกอบรถยนต์

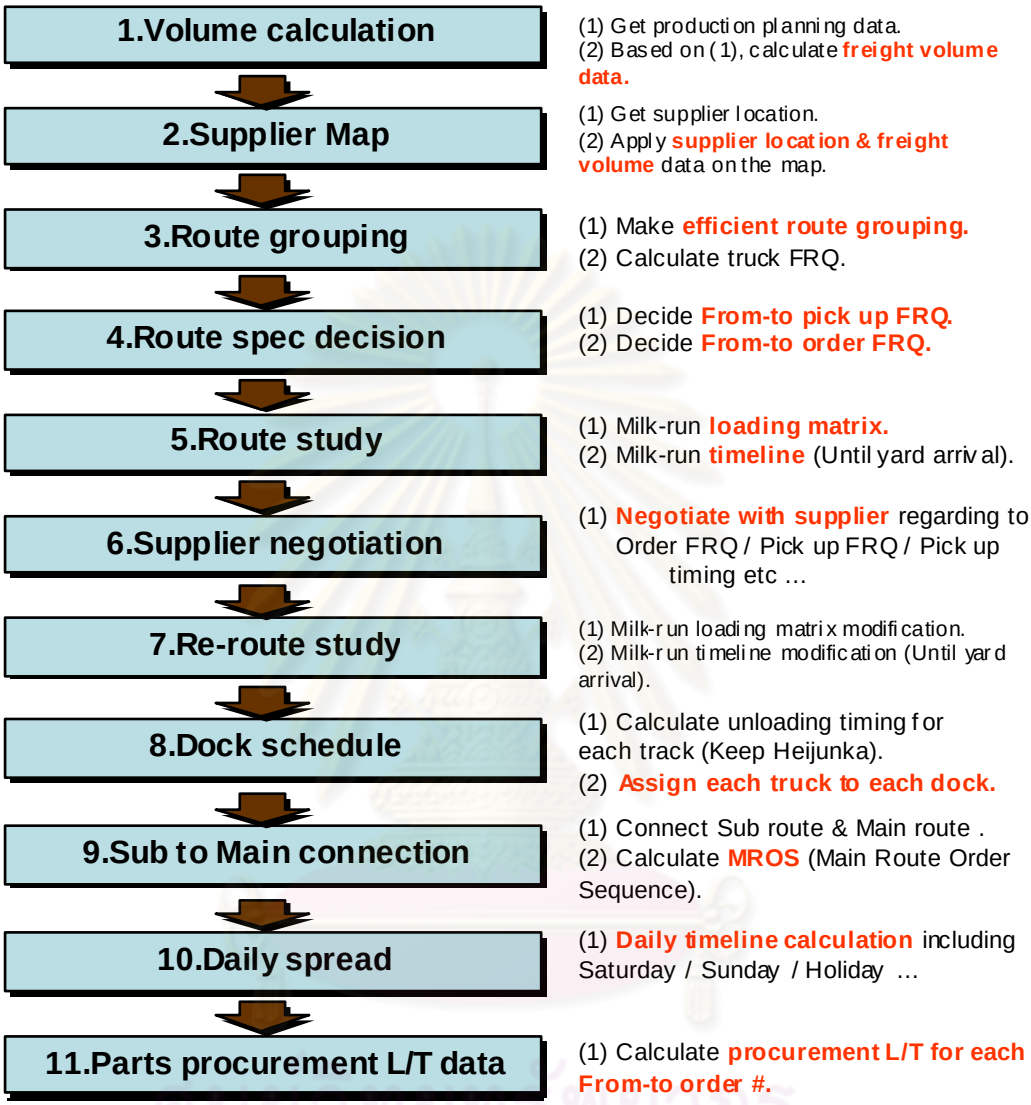
การขนส่ง (Transportation) หมายถึง การขนส่งเฉพาะส่วนที่เป็น Inbound logistics ของโรงงานประกอบรถยนต์ตัวอย่าง จะขอจำกัดขอบเขตของการขนส่งไว้เพียงแค่ การรับขนชิ้นส่วนรถยนต์จากบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มายังบริษัทประกอบรถยนต์เท่านั้น

รถบรรทุก (Truck) หมายถึง รถบรรทุกขนาด 6 ล้อ ที่ใช้ในการขนชิ้นส่วนรถยนต์

อาคารจอดรถบรรทุก (Truck Terminal) เป็นจุดจอดรถบบรทุกที่เตรียมไว้สำหรับรถบรรทุกในระบบมิลค์รัน เข้าจอดเพื่อทำการขนถ่ายชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ROUTE PLANNING FLOW JOB



รูปที่ 2.1 แผนผังอธิบายระบบการทำงานในปัจจุบัน

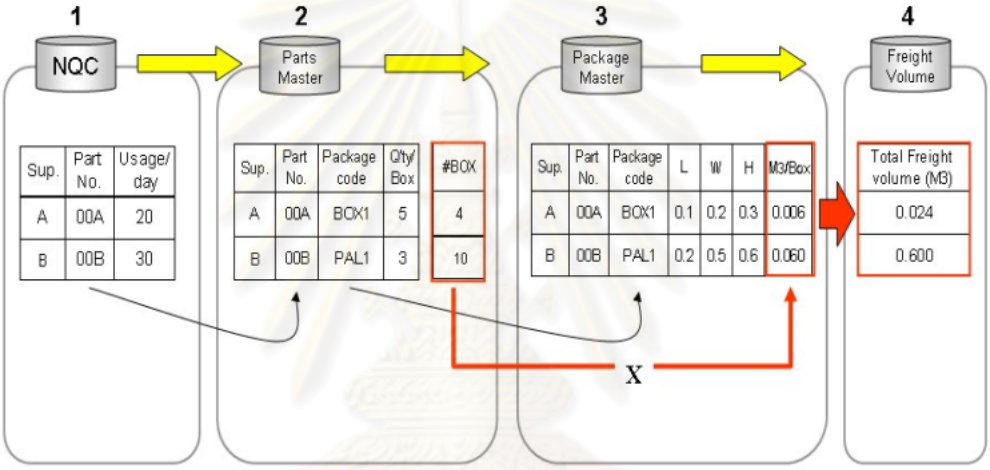
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 ระบบการทำงานในปัจจุบัน

ต่อไปผู้เขียนจะอธิบายขั้นตอนกระบวนการวางแผนเส้นทางเดินรถในระบบมิลค์รัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (รูปที่ 2.1)

1) การคำนวณหาความต้องการชิ้นส่วนในแต่ละเดือน (Volume Calculation)

1.1) NQC Import & Volume Execution



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการคำนวณหาปริมาณความต้องการชิ้นส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายเพื่อนำมาใช้ในการวางแผน

จากรูปที่ 2.2 จะอธิบายขั้นตอนในการหาความต้องการชิ้นส่วนเพื่อนำมาผลิตรถยนต์ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนแรก ฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่งจะดึงข้อมูลความต้องการปริมาณชิ้นส่วนเพื่อใช้ในการผลิตรถจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเก็บข้อมูลของ NQC (Necessary Part Quantity Calculation) ที่ระบุความต้องการชิ้นส่วนที่จะนำมาผลิตรถในแต่ละเดือน ในรูปที่ 3. จะแสดงภาพของโปรแกรมที่ใช้ดึงข้อมูลความต้องการชิ้นส่วน โดยข้อมูลจะบอกความต้องการ

ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนจากแต่ละผู้ผลิต ว่ามีความต้องการเป็นจำนวนเท่าไหร่ในแต่ละวัน ซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาณการผลิตรถในแต่ละเดือน

ขั้นตอนที่สอง เมื่อรู้ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนแต่ละชิ้นแล้ว จะต้องมาพิจารณาว่าชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ใช้ภาชนะมาตรฐานแบบใดบรรจุ และในหนึ่งภาชนะสามารถบรรจุชิ้นส่วนได้ในปริมาณเท่าใด โดยสามารถดึงข้อมูลของ Part Master ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่แสดงในรูปที่ 2.3

ขั้นตอนที่สาม เมื่อรู้ว่าชิ้นส่วนแต่ละชิ้นใช้ภาชนะชนิดใดในการบรรจุ และทราบปริมาณของภาชนะที่ต้องใช้บรรจุแล้ว จะเอาจำนวนภาชนะที่ต้องใช้มาคำนวณให้ออกมาเป็นรูปแบบของปริมาตรพื้นที่ในการบรรทุก ซึ่งคิดเป็น ลูกบาศก์เมตร ทำให้รู้ว่าชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเมื่อบรรจุใส่ภาชนะแล้วมีปริมาตรในการบรรทุกเป็นเท่าใด เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณความต้องการใช้รถในภายหลัง

ขั้นตอนที่สี่ เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการคำนวณ ผลลัพธ์ที่ได้คือ จำนวนความต้องการชิ้นส่วนในแต่ละเดือนที่คิดออกมาในรูปแบบของปริมาตรแล้ว โดยจะใช้คำนวณปริมาณรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่งอีกครั้งหนึ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.3 โปรแกรมที่เป็นฐานข้อมูลที่ใช้ดึงข้อมูลปริมาณความต้องการชิ้นส่วนเพื่อผลิตรถยนต์

การวางแผนเส้นทางสำหรับยานพาหนะนั้น ทางฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง จะต้องวางแผนเส้นทางเดินรถในระบบมิลค์รัน ก่อนล่วงหน้าหนึ่งเดือน นั่นก็คือ ณ เดือนปัจจุบันที่ N-1 นั้นข้อมูลปริมาณการใช้ชิ้นส่วนของเดือนที่ N (เดือนหน้า) จะถูกดึงข้อมูลออกมาเพื่อวางแผนสำหรับใช้ในระบบมิลค์รัน ในเดือนถัดไป (เดือนที่ N) ซึ่งช่วงระยะเวลาที่วางแผนเพื่อให้รถในระบบมิลค์รัน วิ่งไปรับชิ้นส่วนจากโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนจะเรียกว่า Planning Term

1.2) Volume Efficiency Check & Route Modification

เมื่อได้ข้อมูลจาก NQC แล้ว จะนำเอาข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณชิ้นส่วนของเดือนที่ผ่านมาว่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2.4 รวมทั้งสามารถเอาผลของการวางแผนในเดือนที่ผ่านมา (N-1) นั่นคือปริมาณของชิ้นส่วนในเดือนที่ N มาวิเคราะห์ว่าการวางแผนมีประสิทธิภาพอย่างไร เพื่อนำเอามาเป็นข้อมูลและส่วนประกอบในการวางแผนสำหรับใช้ในในเดือนถัดไป (N+1) หากปริมาณความต้องการชิ้นส่วนไม่แตกต่างกันกับ

ปริมาณความต้องการชิ้นส่วนในเดือนที่ผ่านมา สามารถใช้การวางแผนในเดือนที่ผ่านมา นำมาเป็นรูปแบบในการวางแผนสำหรับเดือนถัดไปได้

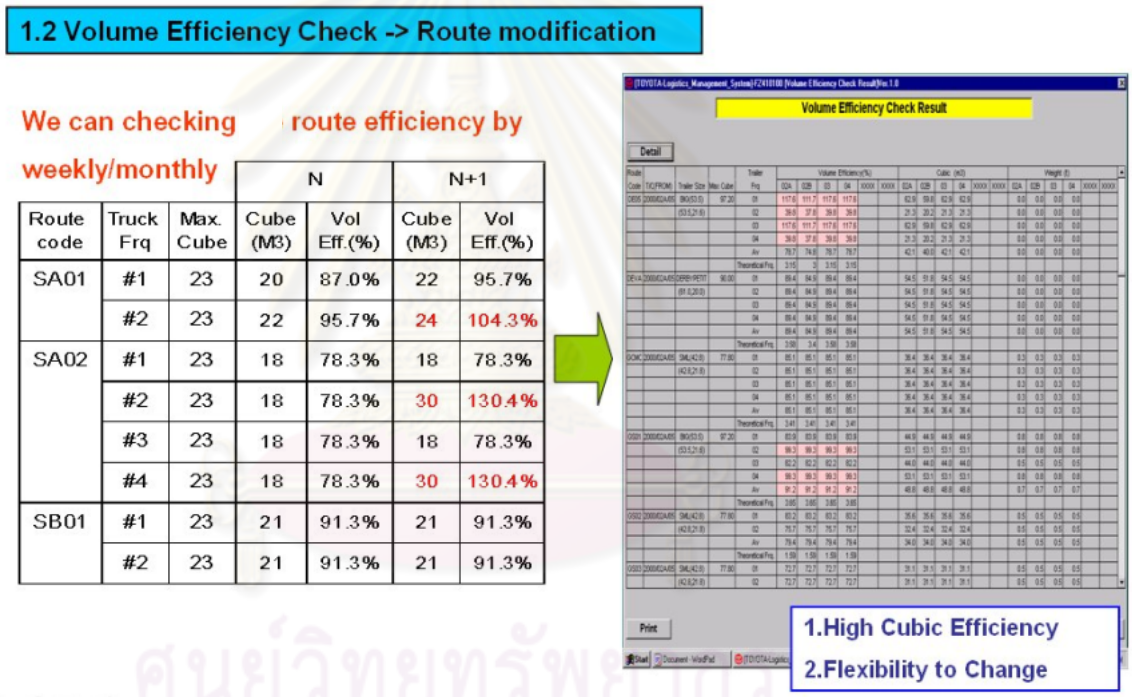
ประเด็นสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงในการวางแผน มี 2 ประเด็นก็คือ

1. พยายามวางแผนให้ใช้พื้นที่ในการบรรทุกอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

(High Cubic Efficiency)

2. พยายามวางแผนให้สามารถปรับเปลี่ยน แก้ไข รูปแบบได้ง่าย

(Flexibility to Change)



Route code	Truck Frq	Max. Cube	N Cube (M3)	N Vol Eff.(%)	N+1 Cube (M3)	N+1 Vol Eff.(%)
SA01	#1	23	20	87.0%	22	95.7%
	#2	23	22	95.7%	24	104.3%
SA02	#1	23	18	78.3%	18	78.3%
	#2	23	18	78.3%	30	130.4%
	#3	23	18	78.3%	18	78.3%
	#4	23	18	78.3%	30	130.4%
SB01	#1	23	21	91.3%	21	91.3%
	#2	23	21	91.3%	21	91.3%

รูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการนำเอาข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์

2) ขั้นตอนการจัดกลุ่มโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนเพื่อทำการสร้างเส้นทางการเดินรถ (Supplier Map)

2.1) Group Suppliers Location

เมื่อได้ข้อมูลปริมาณความต้องการชิ้นส่วนจากแต่ละผู้ผลิตชิ้นส่วนแล้ว จำเป็นที่จะต้องแบ่งกลุ่มของผู้ผลิตชิ้นส่วนออกตามพื้นที่ตั้งโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละราย ลักษณะการแบ่งกลุ่มของผู้ผลิตชิ้นส่วนนั้นทาง ฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่งได้แบ่งกลุ่มของผู้ผลิตชิ้นส่วนออกเป็น 5 กลุ่มตามเขตพื้นที่ ตามที่แสดงในรูปที่ 2.5 ดังต่อไปนี้

โซน A: อยุธยา สระบุรี และปทุมธานี

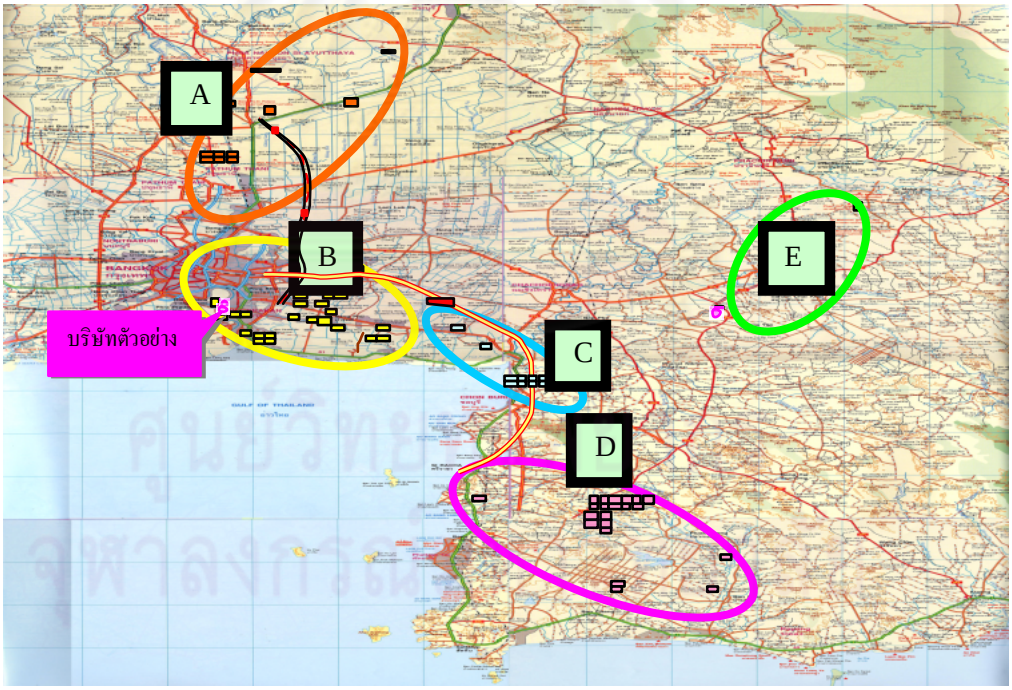
โซน B: กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

โซน C: ชลบุรี (นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร)

โซน D: ระยอง (นิคมอุตสาหกรรม Eastern seaboard)

โซน E: ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี

ทำให้สามารถมองภาพรวมได้อย่างชัดเจน ว่าในแต่ละโซนพื้นที่ตั้งของโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนตั้งอยู่ในตำแหน่งใดเพื่อง่ายต่อการวางแผน และทำให้การวางแผนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.5 การแบ่งกลุ่มโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนออกตามเขตพื้นที่

2.2) Stick Suppliers Location and Freight Volume Data on the Map

นำเอาข้อมูลปริมาณความต้องการชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนมารวมเข้าด้วยกันในแผนที่ว่าแต่ละผู้ผลิตชิ้นส่วนต้องส่งชิ้นส่วนให้กับบริษัทตัวอย่างเป็นจำนวนเท่าไหร่ในแผนที่ที่มีระบุพื้นที่ตั้งของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนซึ่งแบ่งตามเขตพื้นที่

3) ขั้นตอนการสร้างเส้นทางเดินรถ (Route Grouping)

3.1) Make Efficient Route Grouping

ทำการสร้างเส้นทางเพื่อรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนโดยการจับกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนโดยสิ่งที่นำมาพิจารณาในการสร้างเส้นทางเดินรถ ก็คือ

1. พื้นที่ตั้งของโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนในเส้นทางเดินรถที่สร้างนั้นจะต้องอยู่ในพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันไม่ห่างกันมากจนเกินไปเพื่อไม่ทำให้เสียเวลาในการเดินทางเพื่อไปรับชิ้นส่วนมากจนเกินไป

2. ปริมาณของกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนที่จัดเข้าในเส้นทางเดินรถนั้นจะต้องมีจำนวนไม่มากจนเกินไปเพื่อให้สามารถนำชิ้นส่วนมาส่งให้กับฝ่ายผลิตได้ทันเวลาการผลิต

3. นำเอาผลการวางแผนของเดือนที่ผ่านมาดูเป็นตัวอย่างในการพิจารณาจัดกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนลงในเส้นทางเพื่อทำการปรับเปลี่ยนแก้ไขให้เส้นทางมีประสิทธิภาพมากขึ้นในกรณีที่มีปริมาณความต้องการชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายใกล้เคียงกัน

3.2) Calculate Truck FRQ

เมื่อทำการจัดผู้ผลิตชิ้นส่วนเข้าสู่เส้นทางการเดินรถแล้วขั้นตอนต่อไปในการทำงานก็คือการนำเอาปริมาณความต้องการชิ้นส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายที่เราได้ทำการจัดเข้าในเส้นทางการเดินรถแล้วนั้น มาทำการคำนวนหาปริมาณความต้องการใช้รถในเส้นทางนั้นๆว่าจำเป็นจะต้องในรถเพื่อไปรับชิ้นส่วนในปริมาณเท่าไรในแต่ละเส้นทาง ซึ่งรถแต่ละคันนั้นสามารถบรรทุกทุกส่วนได้ไม่เกิน 20ลูกบาศก์เมตร

4) ขั้นตอนการพิจารณาถึงรายละเอียดของเส้นทางที่สร้าง (Route Spec. Decision)

เมื่อได้ความถี่และปริมาณการใช้รถของแต่ละเส้นทางแล้วเราสามารถที่จะพิจารณาความเหมาะสมของเส้นทางที่ได้ทำการสร้างขึ้นมาว่าควรจะออกแบบรายละเอียดของเส้นทางอย่างไรเพื่อไปรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีความสอดคล้องกับ ระบบการผลิตและพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วนก่อนที่จะนำเข้าระบบการผลิตในโรงงานของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งจะต้องพิจารณาจากสองส่วนคือ

4.1) Decide From-to Pick Up FRQ

พิจารณาถึงความถี่ที่เหมาะสมในการเข้าไปรับชิ้นส่วนจากโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนว่าควรจะเข้าไปรับในปริมาณเท่าไหร่ในหนึ่งรอบการรับ ซึ่งสิ่งที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจก็คือต้องคำนึงถึงความสามารถในการบรรทุกของรถที่จะเข้าไปรับว่าในเส้นทางนั้นมีปริมาณรถที่จะใช้วิ่งเท่าใดจากหัวข้อที่กล่าวมาข้างต้น

4.2) Decide From-to Order FRQ

พิจารณาถึงปริมาณการสั่งซึ่งต้องมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ในการเก็บชิ้นส่วนในโรงงานก่อนที่จะเข้าระบบการผลิต

5) ขั้นตอนการศึกษาเส้นทางที่ทำการวางแผนรวมทั้งความสามารถนำเอามาใช้ได้จริง (Route study)

5.1) Milkrun Loading Matrix

เมื่อทำการกำหนดรายละเอียดของเส้นทางเรียบร้อยแล้วจะเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบความเป็นไปได้ในเส้นทางที่ทำการสร้างขึ้นว่าจำนวนชิ้นส่วนที่ออกแบบให้รถไป

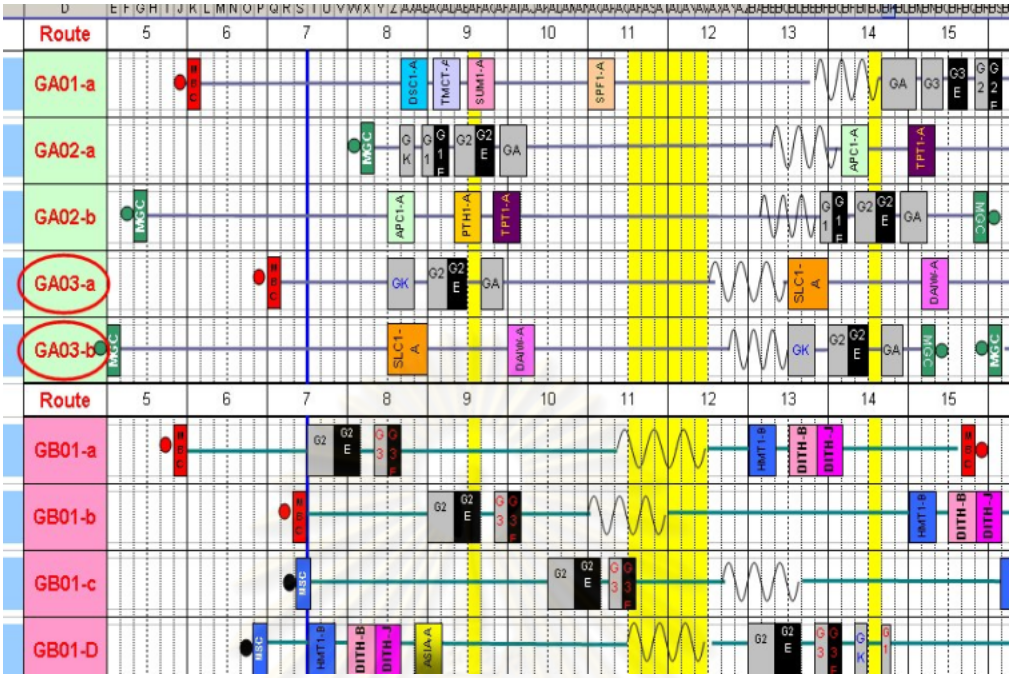
รับจากโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนนั้นสามารถบรรทุกในรถได้ตามที่วางแผนหรือไม่ พื้นที่ในการบรรทุกของรถแต่ละคันมีความเหมาะสมหรือไม่

5.2) Milkrun Timeline(Until Yard Arrival)

สิ่งที่จำเป็นที่จะต้องพิจารณาก็คือเรื่องของระยะเวลาตั้งแต่รถออกจากจุดจอดเพื่อไปรับชิ้นส่วนจากโรงงานผู้ผลิตรายแรกจนถึงรายสุดท้ายแล้วนำไปส่งยังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนก่อนที่จะนำเข้าสู่ระบบการผลิตของบริษัทตัวอย่างนั้นใช้เวลาเท่าไร เกินเวลาที่กำหนดไว้หรือไม่ กล่าวคือโรงงานของบริษัทตัวอย่างนั้นจะทำงาน 2กะคือกลางวัน และกลางคืน ซึ่งระยะเวลาทำงานในหนึ่งกะนั้นคือ 8ชั่วโมงดังนั้นระยะเวลาในการรับ และนำชิ้นส่วนมาส่งจะต้องไม่เกินระยะเวลาการทำงานต่อ 1กะรวมทั้งจะต้องทำการจัดระยะเวลาการขนส่งให้มีรอบการส่งเท่าๆ กันทั้ง 2กะการทำงานเพื่อทำให้ปริมาณชิ้นส่วนที่เข้าสู่ระบบการผลิตนั้นมีความคงที่ตลอดทั้งรอบการผลิตใน 1วันทำงาน

เมื่อพิจารณาจากทั้ง 2 ส่วนที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้ว จะถึงขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการสร้างเส้นทางนั่นคือ สามารถนำเอาแผนการสร้างเส้นทางที่ได้ทำการสร้างแล้วมาเขียนเป็นแผนภาพการเดินรถ ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 6. เพื่อไปรับชิ้นส่วนจากแต่ละผู้ผลิตชิ้นส่วนโดยแบ่งตามจำนวนเส้นทางที่เราสร้างขึ้นได้ โดยข้อมูลนี้จะถูกส่งให้กับ บริษัทขนส่งเพื่อทำการจัดเตรียมรถเพื่อไปรับชิ้นส่วนตามแผนผังการเดินรถที่เรากำหนดเอาไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการสร้างแผนภาพการเดินรถ

6) ขั้นตอนการแจ้งรายละเอียดของเส้นทางที่สร้างให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วน ทราบ(Supplier Negotiation)

เป็นขั้นตอนที่จะนำเอาเส้นทางที่ได้สร้างขึ้นในรายละเอียดทั้งหมดแจ้งให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายทราบถึงรายละเอียดในเรื่องของ ปริมาณการสั่งชิ้นส่วนในแต่ละวัน จำนวนรอบที่จะเข้าไปรับชิ้นส่วน เวลาในการเข้ารับชิ้นส่วน โดยต้องคำนึงความพร้อมแล้วความสามารถของผู้ผลิตชิ้นส่วนว่าสามารถทำตามที่เราออกแบบเส้นทางได้หรือไม่ หากไม่สามารถทำได้ตามที่เรากำหนด ก็จำเป็นต้องมีการแก้ไขรายละเอียดในแต่ละเส้นทางให้สอดคล้องกับความสามารถ และกำลังการผลิตของผู้ผลิตชิ้นส่วนด้วย

7) ขั้นตอนการนำเอาเส้นทางที่วางแผนมาปรับปรุงแก้ไข (Re-Route Study)

ในกรณีที่ต้องการปรับเปลี่ยนแก้ไขรายละเอียดของเส้นทางที่ทำการวางแผนไว้แล้วจำเป็นที่จะต้องกลับไปทำการปรับในส่วนของขั้นตอนที่เคยทำมาแล้วในข้อ 5.นั่น

คือ Milkrun Loading Matrix Modification และ Milkrun Timeline Modification เพื่อปรับให้แต่ละเส้นทางมีความเหมาะสมและสามารถนำเอาไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

8) ขั้นตอนการจัดรถเข้าจุดจอด (Dock Schedule)

ขั้นตอนการจัดรถเข้าสู่พื้นที่จอดรถเพื่อทำการนำชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนก่อนเข้าระบบการผลิต ต้องคำนึงถึงจำนวนช่องจอดที่มี กับจำนวนรถที่จะเข้ามา จัดรถเข้าจุดจอดโดยพยายามไม่ให้เกิด หรือเกิดช่วงเวลาการจอดรอน้อยที่สุด ดังนั้นจึงมจำเป็นที่จะต้องบริหารเวลาในการเข้าส่งชิ้นส่วน และจัดช่องจอดให้เหมาะสมกับช่วงเวลาที่รถจะเข้าอย่างเหมาะสม ทางฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง จะพิจารณาช่องจอดที่ว่างจาก แผนภาพช่องจอด (Terminal Diagram) โดยพิจารณาว่าช่วงใดบ้างที่ช่องจอดว่าง แล้วจัดรถเข้าให้เข้าช่องจอดที่ว่างในช่วงเวลานั้น หากไม่มีช่องจอดว่างจะต้องจอดรอในจุดจอดรอที่เตรียมไว้ หรือจอดรอที่จุดจอดพักรถของบริษัทขนส่ง เพื่อรอให้มีจุดจอดในโรงงานว่าง จึงขับรถเข้ามาเพื่อทำการขนถ่ายชิ้นส่วน โดยเวลาการจอดรอของรถเพื่อเข้าช่องจอดจะต้องไม่กระทบกับเวลาที่ใช้สำหรับการขนส่งชิ้นส่วนของแต่ละเส้นทางที่ทำการวางแผนเอาไว้

9) Sub to Main Connection

เป็นขั้นตอนในการจัดเรียงชิ้นส่วนเข้าสู่ระบบการผลิต เพื่อทำให้ระบบการผลิตราบรื่นทางบริษัทตัวอย่าง จึงพัฒนาระบบ P-Lane ขึ้นเพื่อทำการปรับชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนเข้าสู่ระบบการผลิตทำให้ชิ้นส่วนเข้าสู่ระบบการผลิตในปริมาณเท่าๆ กันกับปริมาณความต้องการชิ้นส่วน ส่งผลให้ระบบการผลิตมีความราบรื่น ไม่มีชิ้นส่วนเกินความต้องการในการผลิต โดยจำนวนการสั่งชิ้นส่วน กับจำนวนชิ้นส่วนที่จะไปรับจะต้องออกแบบให้สัมพันธ์กับพื้นที่ในช่องเก็บชิ้นส่วนของ P-Lane ด้วย

10) ขั้นตอนการจัดเส้นทางการวิ่งในแต่ละวัน (Daily Spread)

เมื่อวางแผนเส้นทางเสร็จแล้ว โดยปกติแล้วการวางแผนจะวางแผนเป็นรายเดือน แล้วจึงมาดูอีกครั้งว่ามีวันทำงาน และวันหยุดกี่วัน ปกติแล้วรูปแบบของการวางแผนในแต่ละ

Planning Term จะมีลักษณะการวิ่งที่เหมือนกันทุกวัน ดังนั้นเมื่อวางแผนเสร็จแล้วจึงเพียงดูว่าวันใดเป็นวันหยุดเท่านั้น

11) ขั้นตอนการส่งข้อมูลการวางแผนเข้าสู่ระบบเพื่อเตรียมใช้งาน (Parts Procurement L/T Data)

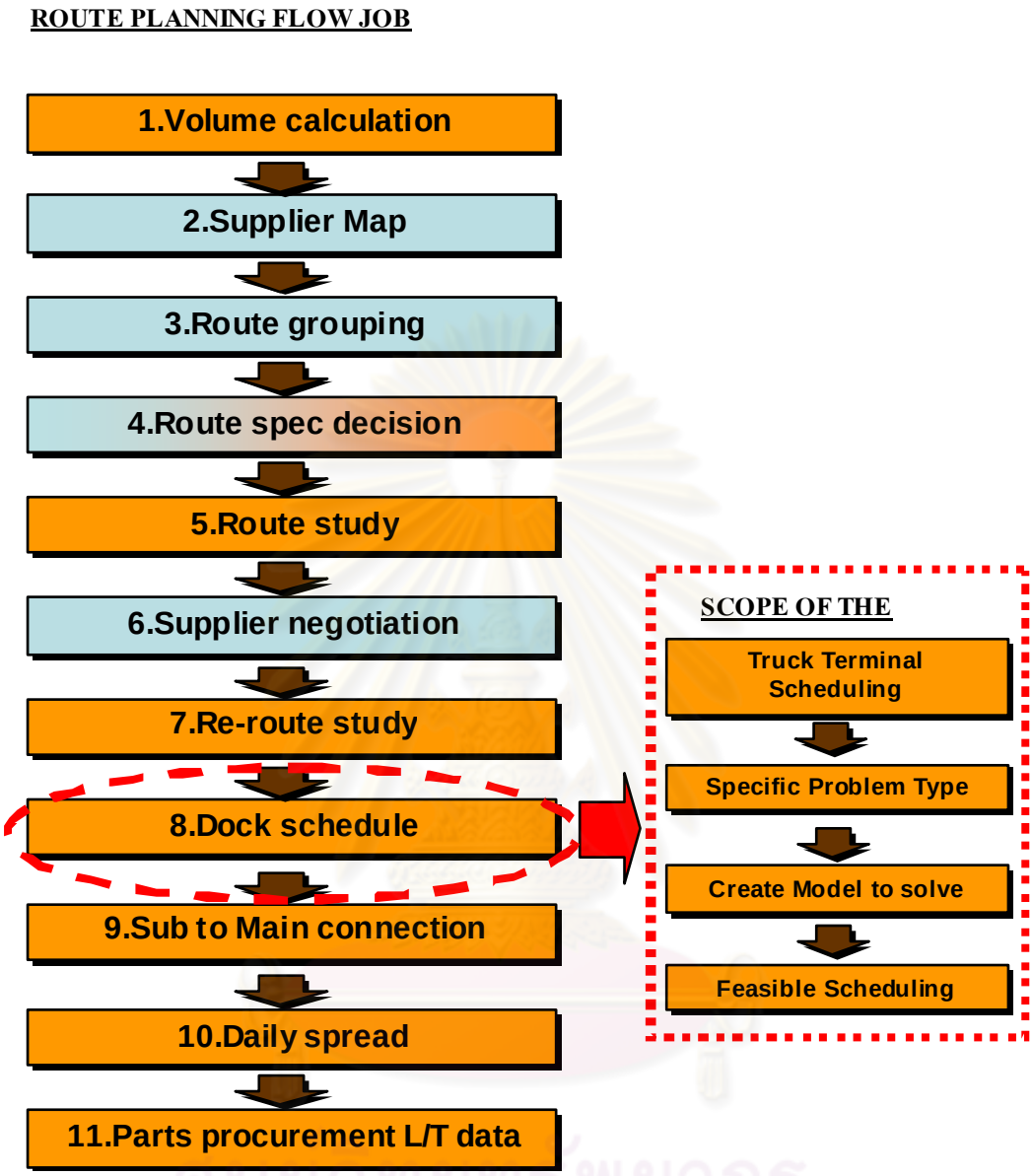
เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวางแผน จะนำข้อมูลที่วางแผนเสร็จแล้วเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลเพื่อแปลงข้อมูล และส่งข้อมูลการสั่งชิ้นส่วนไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วน เพื่อจัดเตรียมชิ้นส่วนตามรอบที่วางแผนเอาไว้และส่งข้อมูลให้กับบริษัทผู้ขนส่ง เพื่อจัดเตรียมรถไปรับชิ้นส่วนจากโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนมาส่งยังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนก่อนเข้าระบบการผลิตในโรงงานประกอบรถยนต์ตัวอย่าง

โจทย์และขอบเขตของงานวิจัย

จากภาพรวมของรายละเอียดงานทั้งหมดข้างต้น ขอบเขตของงานวิจัยที่ผู้เขียนจะใช้ในงานวิจัยจะอยู่ใน กระบวนการข้อที่ 8. ซึ่งเป็นกระบวนการการวางแผนเพื่อจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่โรงงานเพื่อทำการขนถ่ายชิ้นส่วน ให้รถบรรทุกเข้าสู่ช่องจอดรถที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างเหมาะสม ดังที่แสดงอยู่ในรูปที่ 2.7

เนื่องจากรถบรรทุกที่วิ่งเข้ามาในโรงงานนั้นมีจำนวนมาก การวางแผนการจัดตารางที่ไม่มีประสิทธิภาพ จะส่งผลให้เกิด การจราจรติดขัดภายในโรงงาน ทำให้พื้นที่ใช้สอยในโรงงานลดลง เวลาที่เสียไปในการจอดรอของรถบรรทุก ก็เป็นต้นทุนที่ไม่เกิดเช่นเดียวกัน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ คิดค้นวิธีวางแผนการจัดตารางของรถบรรทุกที่จะเข้าสู่จุดจอดในโรงงานของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การนำเอาตารางเส้นทางการเดินรถที่ทางฝ่ายวางแผนงานบริหารการจัดส่ง ได้วางแผนเสร็จสิ้นแล้ว และตารางเวลาของช่องจอดรถมาทำการปรับปรุงเพื่อให้ การเข้าสู่จุดจอดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น



รูปที่ 2.7 การกำหนดขอบเขตของงานวิจัย (Scope of the research)

2.2 คำนิยามและคำอธิบายความหมายของคำศัพท์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ในส่วนนี้จะอธิบายคำนิยามและความหมายของคำศัพท์ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยตรง รวมถึงคำจำกัดความ ลักษณะ และรูปแบบของวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) แบบต่างๆ ที่ถูกเอามาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางงานล่วงหน้า ที่ผู้เขียนได้ศึกษาจากงานวิจัยหลายๆ งานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของผู้เขียน โดยสามารถแบ่งเนื้อหาออกได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.2.1.1 การจัดตารางการทำงาน (Scheduling)

Pinedo M. (1994) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียงลำดับ (Sequencing) และการจัดตารางงาน (Scheduling) เป็นรูปแบบของกระบวนการตัดสินใจที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิต และการให้บริการ เนื่องจากในปัจจุบันภาวะและสภาพแวดล้อมของการแข่งขันในตลาดนั้นสูงมาก บริษัทที่กำหนดวันส่งของให้กับลูกค้าแต่ไม่สามารถส่งสินค้าได้ตามที่ตกลงไว้ จะมีผลกระทบร้ายแรงกับบริษัท ทำให้ลูกค้าไม่ไว้วางใจ และเลิกใช้บริการได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดตารางแผนงานสำหรับกิจกรรม และงานให้กับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างเหมาะสม และเกิดประโยชน์มากที่สุด

การจัดตารางงานล่วงหน้า เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้เข้ารับงานที่มีอยู่เป็นจำนวนมากอย่างเหมาะสมมากที่สุด Bitran G. R. (1983) ให้คำจำกัดความของ การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) ไว้ว่า เป็นหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการแจกจ่ายทรัพยากร และความถี่ของงาน เพื่อทำการผลิตสินค้าและบริการ

ถึงแม้ว่าการตัดสินใจในการแจกจ่ายทรัพยากรกับความถี่ของงานจะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดก็ตาม ก็เป็นสิ่งที่ยากในการที่จะสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาทั้งสองสิ่งนี้พร้อมกัน วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบ จัดลำดับขั้น (Hierarchical Approach) ปัญหาการแจกจ่ายทรัพยากร และความถี่ของงาน จะถูกแยกออกจากกันเพื่อแก้ปัญหา โดยปัญหาการแจกจ่ายจะถูกแก้ก่อนในอันดับแรก และนำผลของการแก้ปัญหาที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดความถี่ของงาน ในบางครั้งปัญหาการแจกจ่ายทรัพยากรนั้นสามารถ

นำเอาวิธีการแบบ Aggregate Production Planning Technique มาใช้ในการแก้ปัญหาเมื่อสามารถระบุข้อมูลแล้วทำการใส่ข้อมูลเข้าไปในปัญหาในเรื่องของความถี่ของงาน รายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้รวมทั้งสิ่งที่วางแผนไว้นั้นสามารถจะนำมาใช้ในการอ้างอิงเป็นตารางหลักได้ แม้ว่ายังไม่ได้ทำการสรุป โดยรายละเอียดของส่วนประกอบที่จำเป็นต้องใช้ทำการผลิตนั้นสามารถหาได้จากการใช้ระบบ Material Requirement Planning(MRP) คำนวณออกมา แม้ว่าจะเป็นวิธีการที่ง่ายและใช้อย่างแพร่หลาย แต่ในหลายๆงานวิจัยผู้ที่ทำการศึกษามักจะถูกทำการแก้ไขอีกครั้งเพื่อทำให้การวางแผนการผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากการจัดตารางการผลิตมีความซับซ้อนมากจึงสามารถมองได้หลายมุมมองดังต่อไปนี้ (Hermann 2006)

1) มุมมองแบบการแก้ปัญหา (Problem Solving Perspective) เป็นมุมมองที่มองว่า การจัดตารางงานนั้นเป็นปัญหาการทำให้งานมีประสิทธิภาพสูงสุด เป็นการนำเอาทฤษฎีของการจัดตารางงานมาใช้แก้ปัญหา ทำให้งานมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งแยกออกจากการวางแผนและควบคุมการผลิต

2) มุมมองแบบกระบวนการตัดสินใจ (Decision Making Perspective) เป็นมุมมองที่มองว่าการจัดตารางงาน เป็นสิ่งที่จะต้องกระทำตามแผนงานที่กำหนดเอาไว้ ผู้วางแผน (Scheduler) จะต้องทำหน้าที่ในการจัดการงานต่างๆ โดยใช้ข้อมูลทั้งแบบที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการเข้ามาใช้ เพื่อประกอบการกำหนดแผนงานล่วงหน้าให้สำเร็จ ผู้วางแผนจะทำหน้าที่กำหนดว่าสิ่งใดไม่จำเป็นต่อกระบวนการ การบริหารจัดการคอขวด (Bottlenecks) และคาดการณ์ถึงปัญหาที่มีสาเหตุมาจากพนักงานก่อนที่จะเกิดล่วงหน้าได้

3) มุมมองแบบองค์กร (Organizational Perspective) เป็นมุมมองที่มองว่าการจัดตารางงาน เป็นส่วนหนึ่งที่ความความซับซ้อนในระบบการไหลเวียนของข้อมูลข่าวสาร (Information Flow) และการตัดสินใจที่มีรูปแบบมาจาก การวางแผนและควบคุมการผลิต ซึ่งระบบแต่ละระบบนั้นจะถูกแยกออกเป็นหน่วยๆ ประกอบด้วยหลายหน้าที่ที่แตกต่างกัน เช่นการวางแผนสรุปรวม (Aggregate Planning) และการวางแผนวัตถุดิบที่มีความจำเป็นต้องใช้ (Material Requirement Planning)

Pinedo (1994) ได้ให้คำจำกัดความของการจัดตารางงานไว้ว่า การจัดตารางงานเป็นการทำงานเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรอย่างมีอยู่อย่างจำกัดเข้ากับงานที่มีอยู่มากมายอย่างเหมาะสม เป็นกระบวนการการตัดสินใจที่มีจุดมุ่งหมายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสิ่งที่กำหนดเอาไว้

ทรัพยากร และ งานในองค์กรนั้นสามารถจัดออกได้เป็นหลากหลายรูปแบบ โดยที่ทรัพยากรอาจอาจหมายถึง เครื่องจักร (Machine) ที่อยู่ในห้องทำงานในโรงงาน ทางขึ้นลงของเครื่องบิน (Runway) ในสนามบิน คนงานในเขตพื้นที่ก่อสร้าง หน่วยการประมวลผล (Processing Unit) ในพื้นที่การคำนวณ และ อาจมีความหมายอื่นๆ ในขณะที่งานอาจจะหมายความถึง การปฏิบัติการในกระบวนการผลิต การขึ้น (Take-Off) หรือลง (Landing) ของเครื่องบินที่สนามบิน พื้นที่ในเขตก่อสร้าง การปฏิบัติงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Program) และอาจมีความหมายอื่นๆ งานแต่ละงานนั้นจะมีลำดับความความสำคัญที่ชัดเจน เวลาเร็วที่สุดที่สามารถจะเริ่มงานได้ และกำหนดเวลาสิ้นสุดของงาน โดยวัตถุประสงค์นั้นอาจจะมีได้มากกว่าหนึ่งวัตถุประสงค์ เช่น วัตถุประสงค์แรกต้องการทำให้ระยะเวลาการทำงานของงานสุดท้ายใช้เวลาน้อยที่สุด และวัตถุประสงค์ที่สองคือ ต้องการทำให้จำนวนของงานที่ทำเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนดมีจำนวนน้อยที่สุด

การจัดตารางงาน เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีบทบาทสำคัญมากต่อโรงงานอุตสาหกรรมและ ระบบการผลิต กระบวนการถ่ายทอดข่าวสาร ระบบการขนส่งและ ระบบการกระจายสินค้า ไปจนถึงธุรกิจการให้บริการอื่นๆอีกด้วย ในที่นี้จะยกตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกับลักษณะของงานการศึกษาของผู้เขียน

ตัวอย่างของการจัดตารางงาน การแก้ปัญหาการจัดเครื่องบินเข้าและออกประตูสนามบิน (Gate Assignment at an Airport)

การกำหนดเทอมินอล (Terminal) ของแต่ละสายการบินในสนามบินหลัก เนื่องจากมีประตูอยู่เป็นจำนวนมาก รวมทั้งเครื่องบินที่เข้ามาในสนามบินและออกจากสนามบินเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน ประตูแต่ละประตู เครื่องบินแต่ละลำมีความแตกต่างกัน ประตูบางประตูอยู่ในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ และมีพื้นที่เพียงพอที่เครื่องบินขนาดใหญ่ (Wide bodies) สามารถเข้าได้อย่างง่ายดาย บางประตูอาจอยู่ในที่ที่มีพื้นที่ค่อนข้างลำบากในการเข้าจอดของเครื่องบิน

เครื่องบินแต่ละลำจะมาถึง และออกจากสนามบินตรงเวลาตามตารางของสายการบิน แต่อย่างไรก็ตามในบางครั้งก็อาจจะมีความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดจากสภาพอากาศ หรือเหตุการณ์อื่นๆที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละสนามบินได้ เมื่อเครื่องบินได้เข้าสู่ประตูแล้วผู้โดยสารขาเข้าจะลงจากเครื่อง และผู้โดยสารขาออกก็จะขึ้นเครื่อง โดยสามารถใช้ตารางเวลาเดินทางแทนกำหนดเวลาสิ้นสุดของงาน ซึ่งความสามารถในการดำเนินงานของแต่ละสายการบินจะถูกวัดจากตรงจุดนี้ อย่างไรก้อตามหากได้รับแจ้งล่วงหน้าว่าไม่สามารถลงจอดที่สนามบินได้เนื่องจากความแออัดของเครื่องบินที่มาถึงสนามบิน หากเครื่องไม่ได้รับอนุญาตให้ลงจอด ก็จะทำให้ตารางต่างๆที่ถูกกำหนดเอาไว้ต้องเลื่อนออกไป ทำให้แครื่องบินลำอื่นๆที่จะต้องใช้ประตูถูกเลื่อนเวลาออกไปด้วย

ผู้วางแผนจะต้องจัดลำดับเครื่องบินที่จะทำการเข้าและออกประตู อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเป็นไปได้ และอำนวยความสะดวกสูงสุดตามจุดประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ นั่นคือผู้วางแผนล่วงหน้าจะต้องจัดเครื่องบินแต่ละลำให้สัมพันธ์กันกับประตูแต่ละประตูที่ว่างอยู่ ณ ขณะเวลาที่เครื่องบินลงจอดที่สนามบิน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะลดเวลาการทำงานของพนักงานของสายการบิน และลดจำนวนการล่าช้าของเครื่องบินในสายการบิน ในตัวอย่างที่ยกมานี้ ประตูมีความหมายถึง ทรัพยากร (Resource) และ การจัดการและให้บริการบนเครื่องบินหมายถึงงาน (Task) เวลาที่เครื่องบินลงจากที่สนามบินหมายถึง เวลาเริ่มต้นของงาน (Starting Time of Task) และเวลาออกของเครื่องบินจะหมายถึงเวลาสิ้นสุดของงาน (Completion Time)

โดยส่วนใหญ่แล้วปัญหาการจัดตารางงานนั้นจะคำนึงถึง จำนวนของงาน (Jobs) และเครื่องจักร (Machines) ซึ่งสมมติให้มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งจำนวนงาน (Jobs) ทั้งหมดจะแทนด้วย n และ จำนวนของเครื่องจักร (Machines) ทั้งหมดจะแทนด้วย m โดยที่ j หมายถึงงาน (Job) แต่ละงาน และ i จะหมายถึงเครื่องจักร (Machine) หากงานแต่ละงานมีการกำหนดลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ดังนั้น (i,j) จะหมายถึงขั้นตอนของกระบวนการทำงานของงาน j บนเครื่องจักร i ซึ่งรายละเอียดด้านล่างจะอธิบายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับงาน j

1) Processing time (pij) หมายถึง เวลาในการทำงานของงาน j บนเครื่องจักร i ซึ่งสนใจ i เมื่อเวลาที่ใช้ในการทำงานของงาน j ไม่ขึ้นอยู่กับเครื่องจักรหรืองาน j นั้นผ่านกระบวนการบนเครื่องจักรเครื่องเดียวเท่านั้น

2) Release date (rj) หมายถึงเวลาที่งานเข้าสู่ระบบการทำงาน (เวลาที่เร็วที่สุดที่งาน j สามารถเริ่มกระบวนการได้)

3) Due date (dj) หมายถึงวันที่งาน j ถูกกำหนดและให้คำสัญญาว่าจะแล้วเสดหรือส่งให้กับลูกค้า ซึ่งกำหนดเวลาแล้วเสร็จของงานสามารถอนุญาตให้เกิดขึ้นได้ แต่จะมีการลงโทษเกิดขึ้น และเมื่อต้องมีการกำหนดระยะเวลาสิ้นสุดของงานที่แน่นอน จะหมายถึงวันสุดท้าย (Deadline) และแทนด้วย dj

4) Weight (wj) หมายถึงลำดับความสำคัญของงาน j ในปัจจัยปกติ ซึ่งจะแทนถึงความสำคัญของงาน j ที่เกี่ยวข้องกับงานอื่นๆในระบบ

ปัญหาการจัดตารางงาน สามารถแบ่งลักษณะออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ $\alpha|\beta|\gamma$ ในส่วนของ α อธิบายถึงสภาพแวดล้อมของเครื่องจักร β แสดงรายละเอียดของลักษณะของข้อจำกัดต่างๆ และไม่สามารถเริ่มต้นทั้งหมดพร้อมกันได้หรือไม่สามารถเริ่มทีละหลายๆงานได้ ส่วน γ จะอธิบายถึงจุดประสงค์ที่ต้องการทำให้บรรลุซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะมุ่งเน้นเพียงวัตถุประสงค์เดียว

ลักษณะของเครื่องจักรในส่วนของ α ที่มีความเป็นไปได้สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ในที่นี้จะยกตัวอย่างกรณีของสภาวะเครื่องจักรที่ใช้เครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวในการทำงาน สภาวะที่มีเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว (Single Machine) เป็นกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาวะของเครื่องจักรทั่วไป และเป็นกรณีพิเศษที่สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาวะของเครื่องจักรที่มีความซับซ้อน

1) Identical Machines in Parallel (Pm) เป็นกรณีที่มีเครื่องจักรชนิดเดียวกันจำนวน m เครื่องในสายการผลิต โดยที่งาน j ถูกกำหนดให้เป็นการปฏิบัติงานแบบเดี่ยวและทำงานผ่านเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งในจำนวน m เครื่อง

2) Machines in Parallel with Different Speed (Qm) เป็นกรณีที่มีเครื่องจักร m เครื่องในสายการผลิต โดยมีความเร็วในการทำงานที่แตกต่างกัน โดยที่ความเร็วของเครื่องจักร i

แทนค่าด้วย vi ดังนั้นเวลา pij ที่งาน j ใช้เวลาในการทำงานบนเครื่องจักร i จะมีค่าเท่ากับ pj/vi (โดยสมมติให้งาน j นั้นจะมีกระบวนการทำงานผ่านเครื่องจักร i เพียงเครื่องเดียว)

3) Unrelated Machines in Parallel (Rm) เป็นกรณีที่มีเครื่องจักร m เครื่อง ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปในสายการผลิต โดยที่เครื่องจักร i สามารถทำงาน j ที่ระดับความเร็ว vij เวลา pij ที่งาน j ใช้บนเครื่องจักร (Machine) i เท่ากับ pj/vij (โดยสมมติให้งาน j นั้นจะมีกระบวนการทำงานผ่านเครื่องจักร i เพียงเครื่องเดียว)

4) Flow Shop (Fm) เป็นกรณีที่มีเครื่องจักร m เครื่องเรียงลำดับกัน โดยงานแต่ละงานจำเป็นต้องผ่านกระบวนการในเครื่องจักรแต่ละเครื่อง งานทุกๆงานจะทำตามแบบแผนที่วางเอาไว้ตั้งแต่ต้น เช่น งานทุกงานจะต้องดำเนินการผ่านเครื่องจักรเครื่องที่หนึ่ง แล้วผ่านไปยังเครื่องที่สอง เป็นต้น หลังจากเสร็จกระบวนการของเครื่องจักรเครื่องที่หนึ่ง งานนั้นจะต้องไปรอยังเครื่องจักรเครื่องต่อไปตามขั้นตอนที่ได้ถูกตั้งเอาไว้ โดยส่วนใหญ่จะสมมติให้ดำเนินงานภายใต้รูปแบบ First In First Out (FIFO) คืองานทุกงานไม่สามารถที่จะผ่านกระบวนการต่อๆไปได้จำเป็นต้องต่อคิว

5) Flexible Flow Shop (FFc) เป็นกรณีที่มีการผสมผสานระหว่าง Flow Shop และ Parallel Machine นั่นคือ มีเครื่องจักร m เครื่องเรียงลำดับกัน และในแต่ละขั้นตอน (Stage) นั้นมีเครื่องจักรที่มีลักษณะเหมือนกันเรียงกันในแนวขนาน โดยที่งานแต่ละงานจะต้องทำผ่านเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน (Stage) ที่หนึ่ง แล้วจะผ่านไปยังขั้นตอนที่สองได้ โดยที่ในแต่ละขั้นตอนจะมีเครื่องจักรในลักษณะเดียวกันอยู่ โดยงานแต่ละงานนั้นจะต้องทำงานผ่านทางเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งเท่านั้นในแต่ละขั้นตอน ซึ่งเครื่องจักรทุกๆเครื่องในแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถทำงานได้เหมือนกัน โดยคิวของแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถใช้หรือไม่ใช้หลักการของ First Come First Serve (FCFS) ก็ได้

6) Job Shop (Jm) เป็นกรณีที่มีเครื่องจักร m เครื่อง โดยที่งานแต่ละงานนั้นได้ถูกกำหนดเอาไว้ล่วงหน้าแล้วว่ากระบวนการทำงานจะต้องเป็นอย่างไร ลักษณะเด่นก็คืองานที่ทำระหว่าง Job Shops นั้น จะต้องเข้ากระบวนการของเครื่องจักรได้เพียงครั้งเดียว และงานแต่ละงานนั้นสามารถเข้ากระบวนการของเครื่องจักรได้มากกว่าหนึ่งเครื่อง

7) Flexible Job Shop (FJc) เป็นกรณีที่ผสมผสานระหว่าง Job Shop (Jm) และ สภาวะเครื่องจักรแบบ Parallel นั่นคือมีเครื่องจัก m เครื่อง แล้วมีศูนย์การทำงานอยู่ c ศูนย์ โดยที่แต่ละศูนย์จะมีจำนวนเครื่องจักรที่มีลักษณะการทำงานเหมือนกันอยู่ในโรงงาน ซึ่งงานแต่ละงานนั้นจะถูกวางในแนวขนาน โดยงานแต่ละงานสามารถใช้เครื่องจักรเครื่องใดก็ได้จากในโรงงาน โดยงานแต่ละงานจะผ่านกระบวนการทำงานของเครื่องจักรได้เพียงครั้งเดียว

8) Open Shop (Om) เป็นกรณีที่มีเครื่องจักร m เครื่อง และงานแต่ละงานจะต้องเข้ากระบวนการของเครื่องจักรเครื่องเดิมหรือ เครื่องจักร m เครื่องซ้ำอีกครั้ง และในบางครั้งบางกระบวนการจะใช้เวลาเท่ากับ 0 ซึ่งไม่มีการบังคับว่างานแต่ละงานจำเป็นที่จะต้องเข้าสู่เครื่องจักรเครื่องเดิมอีกครั้ง

การจัดตารางงานสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายชนิดดังต่อไปนี้ (Bayindir 2005)

1) แบ่งตามลักษณะการไหลของงาน (Flow Pattern)

1.1) Flow Shop งานแต่ละงานนั้นถูกกำหนดรูปแบบของกระบวนการทำงานเอาไว้เรียบร้อยแล้ว และจะต้องปฏิบัติตามรูปแบบกระบวนการที่กำหนดเอาไว้

1.2) Job Shop งานแต่ละงานมีรูปแบบกระบวนการทำงานไม่เหมือนกัน และอาจมีลำดับเวลาในการเริ่มงานที่แตกต่างกัน

2) แบ่งตามลักษณะของกระบวนการทำงาน (Processing Mode)

2.1) Unit Processing งานแต่ละงานจะต้องเริ่มทีละงาน

2.2) Batch Processing งานแต่ละงานสามารถเริ่มงานพร้อมๆกันเป็นหมู่ด้วย

3) แบ่งตามลักษณะของการเริ่มงาน (Job Release)

3.1) Static งานแต่ละงานถูกสมมุติให้เริ่มต้อนที่เวลา 0

3.2) Dynamic งานแต่ละงานสามารถเริ่มงานได้ทุกเวลา

4) แบ่งตามลักษณะการทำงานของเครื่องจักร (Work Center Configuration)

4.1) Single Machine งานผ่านกระบวนการโดยเครื่องจักรเครื่องเดียว

4.2) Identical Parallel Machines งานสามารถผ่านกระบวนการของเครื่องจักรที่มีความสามารถในการทำงานเหมือนกัน ซึ่งตั้งอยู่ในลักษณะขนานกันเครื่องใดก็ได้

4.3) Uniform Parallel Machine เครื่องจักรที่ตั้งอยู่ในลักษณะขนานกันและจัดรูปแบบในลักษณะเดียวกัน

4.4) Related Parallel Machines เครื่องจักรที่ตั้งอยู่ในลักษณะขนานกันแต่ว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องไม่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน

ในส่วนของข้อบังคับและข้อจำกัดที่ถูกระบุไว้ในส่วนของ β ซึ่งจะระบุข้อจำกัดหรือข้อบังคับก่อนที่งานสามารถเริ่มต้นได้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) Release Date (r_j) หากเครื่องหมายนี้ถูกระบุอยู่ในส่วนของ β แสดงว่างาน j จะไม่สามารถเริ่มกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะถึงเวลาที่กำหนดให้สามารถเริ่มงานได้ [Release Date (r_j)]

2) Sequence Dependent Setup Time (s_{jk}) หมายถึง เวลาที่ใช้ในการติดตั้งก่อนที่งาน j และ k จะสามารถทำงานได้ โดยที่ s_{0k} หมายถึงเวลาที่ใช้ในการติดตั้งสำหรับงาน k ในกรณีที่งาน k เป็นงานแรกที่เริ่มต้น และ s_{j0} หมายถึงเวลาในการสะสางหลังจากที่งาน j เสร็จสิ้นแล้วกรณีที่งาน j เป็นงานสุดท้ายในลำดับ หากเวลาในการติดตั้งงาน j และงาน k นั้นขึ้นอยู่กับ ตัวเครื่องจักรแล้ว จำเป็นจะต้องเพิ่ม i เข้าไปด้วยเป็น s_{ijk}

3) Preemptions (Prmp) หมายถึง การที่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องนำงานที่ไม่มีความสำคัญเข้าสู่กระบวนการของเครื่องจักร ตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงจบกระบวนการ โดยที่ผู้วางแผนสามารถที่จะหยุดงานที่ไม่มีความสำคัญ และจำเป็นต่อระบบการผลิตได้ และเพิ่มเติมเอางานอื่นเข้าไปใส่แทนในกระบวนการในเครื่องจักรนั้น โดยที่ปริมาณของงานที่ถูกตัดออกไปนั้นไม่

ถูกทำให้สูญเสียไป และเมื่องานที่ไม่มีความสำคัญนั้นถูกใส่เข้ามาในเครื่องจักรอีกครั้ง สามารถที่จะทำต่อจากขั้นตอนเดิมที่ถูกระงับไว้ได้เลย

4) Precedence constraints (Prec) ข้อบังคับในเรื่องของลำดับขั้น โดยส่วนใหญ่แล้วนั้นจะเกิดในกรณีที่มีกระบวนการทำงานผ่านเครื่องจักรเพียงเครื่องจักรเดียว หรือสภาวะที่เครื่องจักรอยู่ในลักษณะขนานกัน ซึ่งจะกำหนดว่างานที่เข้าสู่กระบวนการของเครื่องจักรใดๆ จะต้องเสร็จสิ้นกระบวนการเสียก่อน งานต่อไปที่รออยู่จึงจะสามารถเริ่มกระบวนการได้

5) Breakdowns (Brkdwn) หมายถึง เครื่องจักรที่ไม่สามารถทำงานต่อไปได้

6) Machine Eligibility Restrictions (M_j) เมื่อ M_j ถูกใส่เข้าในข้อจำกัดจะหมายถึง ทุกเครื่องจักร m เครื่องนั้นไม่สามารถที่จะทำงาน j ได้หมดทั้ง m เครื่อง ซึ่งกลุ่มเครื่องจักรใน M_j เท่านั้นที่สามารถจะทำงาน j ได้

7) Permutation (Prmu) เป็นข้อจำกัดที่ระบุในเรื่องของหลักการ First In First Out (FIFO) ซึ่งจะเกิดขึ้นในสภาวะของเครื่องจักรชนิด Flow Shop (Fm) ซึ่งงานที่มาถึงที่หลังจะต้องรอให้งานที่มาถึงก่อทำเสร็จสิ้นเสียก่อน

8) Blocking (Block) เป็นกรณีที่อาจจะเกิดขึ้นใน Flow Shop ซึ่งถ้าหาก Flow Shop มีตัวรองรับ (Buffer) ระหว่างเครื่องจักรสองเครื่องจักรที่ต่อเนื่องในจำนวนที่จำกัด จะเกิดขึ้นจากเครื่องจักรที่อยู่ในขั้นตอนต่อไปข้างหน้ามีตัวรองรับ ที่มีจำกัดและไม่สามารถผลิตงานที่สำเร็จออกมาได้ จะทำให้เกิดการขัดขวาง (Blocking) งานที่ทำเสร็จสิ้นแล้วที่ค้างอยู่ที่เครื่องจักรในขั้นตอนถัดไปจะเป็นตัวขัดขวางและป้องกันทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานอื่นๆ ได้ โดยส่วนใหญ่แล้วสาเหตุที่ก่อให้เกิดการขัดขวาง มีสาเหตุมาจากการที่ตัวรองรับระหว่างเครื่องจักรสองเครื่องนั้นมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นจึงทำให้งานที่ทำสำเร็จแล้วไม่สามารถไปยังเครื่องจักรในขั้นตอนถัดไปได้ หากเครื่องจักรในขั้นตอนถัดไปยังมีกระบวนการทำงานค้างอยู่

9) No-Wait (Nwt) เป็นอีกหนึ่งกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้ในการไหลของสายการผลิต โดยหมายถึง งานที่ไม่สามารถที่จะรออยู่ระหว่างเครื่องจักรสองเครื่องจักรได้ ซึ่งหมายความว่าเวลาในการเริ่มทำงานในเครื่องจักรเครื่องแรกจะต้องล่าช้าออกไปเพื่อทำให้งานที่สำเร็จออกจากเครื่องจักรเครื่องแรกไปยังเครื่องจักรต่อๆไปอย่างไม่มีการหยุดรอ

10) Recirculation (recrc) กรณีนี้จะเกิดขึ้นกับสภาวะของเครื่องจักรแบบ Job Shop และ Flexible Job Shop โดยที่งานแต่ละงานนั้นอาจจะเข้ากระบวนการในเครื่องจักรมากกว่าหนึ่งครั้ง

ในส่วนสุดท้ายนั้นแทนด้วย γ ซึ่งเป็นส่วนที่เป็นการระบุจุดประสงค์ที่จะทำให้ต่ำที่สุด ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะเกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทำงานให้เสร็จสิ้น โดยระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน j ให้เสร็จบนเครื่องจักร i จะแทนด้วย c_{ij} โดยเวลาของงาน j ที่ออกจากระบบ (หมายความถึงระยะเวลาที่สิ้นสุดของงาน j บนเครื่องจักรตัวสุดท้ายที่ได้รับมอบหมายให้ทำงานในระบบ) จะแทนด้วย c_j ซึ่งจุดประสงค์จะออกมาในรูปแบบของระยะเวลาสิ้นสุด สามารถเขียนสมการของความล่าช้า (Lateness) ของงาน j ได้ดังนี้

$$L_j = C_j - d_j$$

ซึ่งผลลัพธ์จะมีค่าเป็นบวกหากงาน j ทำเสร็จช้ากว่ากำหนด และผลลัพธ์จะมีค่าเป็นลบหากงาน j ทำเสร็จเร็วกว่ากำหนด โดยสามารถเขียนสมการความเฉื่อยช้า (Tardiness) ของงาน j ได้ดังนี้

$$T_j = \max(C_j - d_j, 0) = \max(L_j, 0)$$

ซึ่งความแตกต่างระหว่าง ความล่าช้า (Lateness) และความเฉื่อยช้า (Tardiness) ก็คือผลลัพธ์ของค่าความเฉื่อยช้าจะมีค่าเป็นบวกเสมอ บทลงโทษ (Unit Penalty) ของงาน j สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$U_j = \begin{cases} 1 \text{ if } C_j > d_j \\ 0 \text{ เป็นอย่างอื่น} \end{cases}$$

ความล่าช้า (Lateness) ความเฉื่อยช้า (Tardiness) และ บทลงโทษ (Unit penalty) เป็นสิ่งพื้นฐานสามประการที่ใช้เป็นตัวกำหนดบทลงโทษที่มีความเกี่ยวข้องกำกำหนดการเสร็จของงาน (Due Date-Related Penalty Functions)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดประสงค์หลักที่มุ่งเน้นที่จะทำให้ต่ำลง (Objective Functions to be Minimized)

1) Makespan (C_{max}) แทนค่าด้วย $\max(C_1,\ldots,C_n)$ หมายถึงค่าที่สูงที่สุดของงานที่เสร็จออกจากระบบการผลิต ซึ่งการทำให้ค่าของระยะเวลาการทำงานของงานมีค่าต่ำที่สุดจะส่งผลทำให้การใช้ประโยชน์เครื่องจักรได้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด

2) Maximum Lateness (L_{max}) แทนค่าด้วย $\max(L_1,\ldots,L_n)$ ใช้ในการวัดค่าความล่าช้าที่เกิดระยะเวลาที่กำหนด

3) Total Weighted Completion Time ($\sum w_jC_j$) ผลรวมของการถ่วงน้ำหนักของระยะเวลาการเสร็จสิ้นของจำนวนงาน n งาน ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นทิศทางต้นทุนของสินค้าที่ถืออยู่ (Holding) และ สินค้าคงคลัง (Inventory) ที่เกิดขึ้นจากการวางแผน

4) Discounted Total Weighted Completion Time ($\sum w_j(1-e^{-rCj})$) ในส่วนนี้จุดประสงค์จะค่อนข้างเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนมากกว่าจุดประสงค์ข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยที่ต้นทุนจะลดลงจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของ r โดยที่ $0 < r < 1$ ต่อหน่วยระยะเวลา นั่นหมายถึงถ้าหากงาน j ไม่สามารถทำเสร็จภายในเวลาที่กำหนดเอาไว้ t จะเกิดต้นทุนส่วนเพิ่ม $w_jre^{-rt}d_t$ ซึ่งเกิดจากระยะเวลาที่เกินจากช่วง $[t,t+d_t]$ แต่หากว่างาน j ทำเสร็จภายในเวลา t ต้นทุนที่เกิดจากการใช่เวลาที่เกินกำหนดในช่วง $[0,t]$ จะมีค่าเป็น $w_j(1-e^{-rt})$ โดยที่ค่าของ r จะมีค่าเข้าใกล้ 0

5) Total Weighted Tardiness ($\sum w_jT_j$) เป็นการเน้นนำหนักไปกับความเฉื่อยช้าของงานซึ่งมีระบบของต้นทุนที่ชัดเจนกว่าการเน้นน้ำหนักไปที่ระยะเวลาที่งานเสร็จ

6) Weighted Number of Tardy Jobs เป็นการเน้นน้ำหนักไปที่การนับจำนวนของงานที่เกิดความเฉื่อยช้าซึ่งนอกจากจะเป็นการวัดในเชิงวิชาการแล้วยังง่ายต่อการบันทึกและเก็บข้อมูลอีกด้วย

จากฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้นเรียกว่า การวัดประสิทธิภาพแบบทั่วไป ซึ่งเป็นการวัดที่ไม่ส่งผลทำให้ระยะเวลาในการเสร็จสิ้น

ของงาน $C_1,\ldots, C_n$ ลดลง แต่ในปัจจุบันนั้นได้มีการคิดค้นและพยายามพัฒนาฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ที่สามารถลดระยะเวลาในการเสร็จสิ้นของงานได้

2.2.1.2 ทฤษฎีอัลกอริทึ่มที่นิยมนำมาใช้แก้ปัญหา

ในส่วนต่อไปผู้ทำวิจัยจะขออธิบายถึงวิธีการฮิวริสติกส์ (Heuristic Method) แบบต่างๆ โดยสังเขป เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจ คำจำกัดความ ความเป็นมา รูปแบบ และลักษณะในการแก้ปัญหาของวิธี ฮิวริสติกส์แบบต่างๆ

เทคนิคที่นำมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาการจัดตารางงาน นั้นได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หลังจากที่ผู้เขียนได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปเทคนิคต่างๆที่ได้ถูกคิดค้นเพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางงาน โดยสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆตามวิวัฒนาการดังรายละเอียดต่อไปนี้

ณกร (2548) วิธีฮิวริสติกส์ เป็นวิธีการหาคำตอบที่ดีเพียงพอภายในเวลาที่กำหนดเอาไว้ สำหรับปัญหาการตัดสินใจที่จัดอยู่ในชนิด NP-สมบูรณ์ นั้นจะมีตัวแปรและเงื่อนไขที่มีความซับซ้อนมากทำให้เวลาในการหาคำตอบของปัญหาต้องใช้เวลาในการหาคำตอบที่ดีที่สุดนานมากขึ้น ทำให้การใช้วิธีการหาคำตอบแบบที่ดีที่สุดทำได้ยาก ดังนั้นวิธีฮิวริสติกส์ จึงถูกนำมาใช้เพื่อหาคำตอบที่ดีเพียงพอภายในเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งโดยทั่วไปนั้นวิธีฮิวริสติกส์จะถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการหาคำตอบของแต่ละปัญหาแบบเจาะจงเท่านั้น ดังนั้นวิธีฮิวริสติกส์ของปัญหาหนึ่งจึงไม่สามารถนำเอาไปใช้แก้ปัญหาอีกปัญหาหนึ่งได้ และบางครั้งปัญหาบางปัญหาไม่สามารถจะเขียนให้อยู่ในรูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)ได้ เนื่องจากเป็นปัญหาที่มีตัวแปรและเงื่อนไขที่มีความซับซ้อน ซึ่งปัญหาแบบ Job Shop Scheduling ของผู้ทำงานวิจัยก็ถือเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนมากเช่นกัน ซึ่งไม่สามารถใช้วิธีการ Branch and Bound หรือวิธีกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming Technique) ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาได้

1) วิธีการหาคำตอบแบบเนเบอร์ฮูด (Neighborhood Search)

เป็นการหาคำตอบโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขแล้วใช้ขั้นตอนการคำนวณซ้ำ (Iterative Improvement) เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด วิธีการหาคำตอบแบบเนเบอร์ฮูด อาจเรียกอีกชื่อคือ วิธีการหาคำตอบแบบโลคอล (Local Search) ในแต่ละรอบการกระทำซ้ำ (Iteration) วิธีการหาคำตอบแบบเนเบอร์ฮูด จะทำการหาคำตอบที่ดีขึ้นภายในเนเบอร์ฮูดที่กำหนด สมมุติว่าเรากำลังพิจารณาปัญหาที่ต้องการคำตอบที่มีค่าน้อยที่สุด วิธีการหาคำตอบแบบเนเบอร์ฮูดจะเริ่มการค้นหาคำตอบจากคำตอบเริ่มต้นที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข (Initial Feasible Solution) ซึ่งคำตอบเริ่มต้นสามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ S^1 สำหรับแต่ละคำตอบ S (Solution S) ที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข กลุ่มคำตอบที่อยู่ภายในเนเบอร์ฮูด S สามารถเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ N(S) ซึ่งกลุ่มคำตอบภายในเนเบอร์ฮูด S สามารถหาได้โดยการดัดแปลง เปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุง (Perturbation) คำตอบ x ตามกฎเกณฑ์ที่ผู้ออกแบบอัลกอริทึ่มตั้งขึ้นมา โดยกลุ่มคำตอบที่อยู่ภายใน N(s) เราจะเรียกว่า เนเบอร์ (Neighbor) ของ s" หลังจากนั้นอัลกอริทึ่มจะหาคำตอบแบบซ้ำไปซ้ำมาจนได้คำตอบ $S_1,S_2,S_3,\ldots S_{k+1}$ ที่เป็นคำตอบที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข อัลกอริทึ่มจะให้คำตอบ S_{k+1} ซึ่งมีค่าฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ที่ดีกว่า(น้อยกว่า) คำตอบ S_k ที่มีอยู่ ณ เวลานั้น อัลกอริทึ่มจะหยุดหาคำตอบเมื่อไม่สามารถหาคำตอบที่ดีกว่าคำตอบที่มีอยู่ภายในเนเบอร์ของมัน ซึ่งเราจะเรียกคำตอบนี้ว่า "Local Optima" สำหรับปัญหาการตัดสินใจที่ต้องการค่าสูงสุดเราเรียกว่า "Local Maxima" และสำหรับปัญหาการหาค่าต่ำสุดเราเรียกว่า "Local Minima" หลังจากนั้น อัลกอริทึ่มจะเริ่มทำการหาคำตอบใหม่ที่มีจุดเริ่มต้นของคำตอบที่แตกต่างกัน (Different Starting Points) และดำเนินการหาคำตอบจนถึงระยะเวลาหรือรอบกระทำซ้ำ ทั้งหมดที่กำหนด ซึ่งเราจะได้คำตอบที่เป็น Local Optima เป็นจำนวนมาก โดยที่ค่า Local Optima ที่มีค่าน้อยที่สุดคือคำตอบสุดท้ายของวิธีนี้

วิธีเมต้าฮิวริสติกส์ (Meta-Heuristic Method) เป็นวิธีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อหาคำตอบสำหรับปัญหาการตัดสินใจ ในแต่ละปัญหาเท่านั้น (Domain-dependent method) นั่นคือ เราไม่มามารถนำเอาวิธีฮิวริสติกส์ที่ใช้ในการตอบปัญหาของอีกปัญหาหนึ่งได้ หรือแม้กระทั่งนำไปใช้ในการหาคำตอบของปัญหาเดิมที่มีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไขของปัญหาที่เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น เราจึงสนใจวิธีฮิวริสติกส์ที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น และสามารถถูกดัดแปลงเพื่อใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจใดๆได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีฮิวริสติกส์มาตรฐานที่เรียกว่าเมต้าฮิวริสติกส์ ได้รับความนิยมและถูกใช้กันมากในปัจจุบัน ได้แก่ วิธีการหาคำตอบที่เลียนแบบการตกผลึกทางเคมี (Simulated Annealing: SA) วิธีการหาคำตอบที่ป้องกันการเข้าสู่ค่าเดิมหรือวิธีทาบู (Tabu Search) รวมทั้งวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ซึ่งจะอธิบายหลักการโดยสังเขบดังนี้

2) วิธีการหาคำตอบแบบ Simulated Annealing (SA)

การใช้วิธี SA ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจเริ่มต้นครั้งแรกเมื่อประมาณช่วงปี ค.ศ. 1980 ลักษณะเด่นของวิธีนี้คือ วิธี SA มีอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถหาคำตอบที่ดีได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว แนวคิดพื้นฐานของวิธี SA ได้ถูกตีพิมพ์ครั้งแรกในวารสารวิชาการโดย Metropolis et al (1953) ซึ่งเป็นการใช้อัลกอริทึมในการจำลองการควบคุมการเย็นตัวลงของวัตถุในอ่างความร้อน (Heat Bath) ซึ่งเรียกขั้นตอนนี้ว่า Annealing วัตถุจะถูกให้ความร้อนจนกระทั่งถึงจุดหลอมเหลว ต่อจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไปอุณหภูมิของวัตถุจะค่อย ๆ ลดลงและทำให้วัตถุมีความแข็งเมื่อเย็นตัวลง โครงสร้างคุณสมบัติของวัตถุที่เย็นตัวลงนี้จะขึ้นอยู่กับอัตราการทำให้วัตถุนั้นเย็นตัวลง (Rate of Cooling หรือ Cooling Schedule) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อวัตถุถูกให้ความร้อนจนกระทั่งถึงจุดหลอมเหลวแล้ว ถ้าเรายิ่งทำให้วัตถุเย็นตัวลงช้ามากเท่าไร เราก็จะได้วัตถุที่มีความแข็งแรงมากขึ้นเท่านั้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าวัตถุนั้นถูกทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วก็จะทำให้วัตถุนั้นเปราะ แตกง่าย และมีคุณสมบัติที่ไม่ดี

ขั้นตอนวิธีของ Metropolis ได้จำลองการเปลี่ยนแปลงในพลังงานของระบบที่แปรผัน โดยขั้นตอนการเย็นตัว (Cooling Process) จนกระทั่งการเปลี่ยนแปลงนั้นลู่เข้าสู่สภาวะคงที่ (Steady Frozen State) ประมาณ 30 ปีต่อมา Kirkpatrick et al (1983) ได้นำวิธีการจำลองดังกล่าวนี้มาใช้ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจที่ต้องการค่าต่ำสุด หรือค่าสูงสุด (Optimization Problem) ซึ่งเปรียบเสมือนว่า คำตอบที่หาได้โดยวิธี SA จะค่อย ๆ ลู่เข้าสู่คำตอบที่ดีที่สุดเหมือนในช่วงเวลาการเย็นตัวลงของวัตถุ

3) วิธีการหาคำตอบแบบทาบู (Tabu search)

วิธีการหาคำตอบแบบทาบูเป็นวิธีที่ค่อนข้างได้รับความนิยมมาก เพราะมีโครงสร้างของอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน และผลการทดลองจากนักวิจัยหลาย ๆ คนได้สรุปว่าวิธีทาบูนั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธี SA ข้อแตกต่างที่เด่นชัดระหว่าง 2 วิธี คือ วิธีทาบูเรียนรู้จาก

ประสบการณ์ในจำนวนของรอบการกระทำซ้ำที่ผ่านมา (Search History) โดยการใช้หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้วิธีทาบูนั้นอาจให้คำตอบที่ดีกว่าวิธี SA เพราะว่าวิธีทาบูมีการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดอีกประการหนึ่งก็คือ วิธีทาบูแก้ปัญหา Local optima แบบ Proactive นั้นคือ วิธีทาบูป้องกันไม่ให้ปัญหา Local Optima เกิดขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามวิธี SA เป็นการแก้ปัญหา Local Optima แบบ Post-Active นั่นคือ เมื่อปัญหา Local Optima เกิดขึ้นแล้ว วิธี SA จะสามารถหนีออกจุด Local Optima โดยการยอมรับคำตอบที่แย่กว่าคำตอบในปัจจุบันที่มีอยู่ (Non-Improving Move) ด้วยความน่าจะเป็น(Probability) ค่าหนึ่ง

วิธีทาบูเป็นวิธีเมต้าฮิวริสติกส์ซึ่งใช้ในการหาคำตอบของปัญหาที่มีความสลับซับซ้อน และมีตัวแปรในการตัดสินใจจำนวนมาก ซึ่งเราไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดหรือประกันการหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในทุก ๆ ครั้งของการรันโปรแกรม ดังนั้น วิธีทาบูจึงเหมือนกับวิธี SA และวิธีเชิงพันธุกรรม รวมทั้งวิธี ฮิวริสติกส์อื่น ๆ ที่สามารถหาคำตอบที่ดีได้ภายในเวลาจำกัด (Good Enough Quick Enough Solution)

วิธี SA และวิธีทาบู ได้ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงแรก ๆ เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่มีความซับซ้อน รวมทั้งมีตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหาเป็นจำนวนมาก เมื่อลองพิจารณาเปรียบเทียบวิธี SA และวิธีทาบู กับวิธีการหาคำตอบแบบเนเบอร์ฮูด จะเห็นว่าวิธีทั้งสามนี้มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน และมีจุดกำเนิดจากแนวความคิดเดียวกัน อย่างไรก็ตาม วิธี SA และวิธีทาบูมีลักษณะเด่นที่สำคัญ 2 ประการคือ การหลีกเลี่ยงปัญหาของอัลกอริทึมในการตกอยู่ในคำตอบที่ไม่ขัดแย้งต่อเงื่อนไข แต่มีค่าฟังก์ชันวัตุประสงค์ที่ไม่ดี (Poor Feasible Solution) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ คำตอบที่ได้นั้นอยู่ห่างจากคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งเราเรียกปัญหานี้ว่า “Local Optima” ในประเด็นนี้วิธี SA แตกต่างจากวิธีทาบูตรงที่ว่า SA จะแก้ปัญหา Local optima เมื่อเกิดปัญหา Local Optima ได้เกิดขึ้นแล้ว ซึ่งจะอนุญาตให้อัลกอริทึมออกจากจุด Local Optimal ด้วยการประยุกต์ใช้ค่าความน่าจะเป็น (Probability) อย่างหนึ่ง ในทางตรงกันข้าม วิธีทาบูจะป้องกันไม่ให้เกิดปัญหา Local Optima (Proactive) นั่นคือ กลุ่มของตัวแปรใด ๆ ในรอบการกระทำซ้ำที่ผ่านมาที่ถูกกำหนดค่าแล้วให้คำตอบที่ไม่ดีจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำเพื่อป้องกันไม่ให้อัลกอริทึมย้อนกลับไปที่คำตอบที่ไม่ดีนั้นอีก

ลักษณะประการที่สองของทั้ง 2 วิธีคือ การสู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุด (Convergence to Optimal Solution) สำหรับวิธี SA เมื่อจำนวนรอบการกระทำซ้ำในการหาคำตอบ

เพิ่มมากขึ้น คำตอบที่ได้ในปัจจุบัน (Current Feasible Solution) จะค่อย ๆ ลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยอาศัยพื้นฐานของทฤษฎีความน่าจะเป็น สำหรับวิธีทาบู การลู่เข้าหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยการกำหนดค่าตัวตาย (Fix Value) ของตัวแปรที่เคยให้คำตอบที่ดีไว้ในหน่วยความจำที่เรียกว่า หน่วยความทรงจำทาบู (Tabu List) เมื่ออัลกอริทึมเจอคำตอบที่ดีกว่า ตัวแปรที่เก็บค่าคำตอบที่ดีน้อยกว่าก็จะถูกลบออกจากหน่วยความจำ ทำให้คำตอบที่ได้ ณ รอบการกระทำซ้ำปัจจุบันลู่เข้าสู่คำตอบที่ดีที่สุด

4) วิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

เป็นวิธีเมต้าฮิวริสติกส์ที่ถูกพัฒนาขึ้นหลังจากวิธี SA และ ทาบู โดยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm : GA) ได้ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกเมื่อประมาณปี ค.ศ. 1975 โดย John Holland แนวคิดของวิธีนี้เลียนแบบขั้นตอนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ (Natural Evolution) ตามคำกล่าวของนักวิทยาศาสตร์ที่ชื่อ Charles Darwin "เผ่าพันธุ์ที่มีความแข็งแรงที่สุดเท่านั้นที่สามารถจะดำรงชีวิตอยู่ต่อไปได้ (Survival of the Fittest)" ดังนั้น วิธีเชิงพันธุกรรมนั้นก็เป็นวิธีการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจอันหนึ่งที่เลียนแบบลักษณะของการวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm) โดยตั้งอยู่บนแนวคิดของการเลือกเผ่าพันธุ์ธรรมชาติ (Natural Selection) และวิธีการทางพันธุกรรม (Genetics) นอกจากนี้ วิธีเชิงพันธุกรรมอาจถูกพิจารณาว่าเป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่มีความฉลาดมากขึ้น (Intelligent Search)

วิธีเชิงพันธุกรรมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจที่มีความสลับซับซ้อนและมีตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหาเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นวิธีเมต้าฮิวริสติกส์อันหนึ่ง นอกเหนือจากวิธี SA และวิธีทาบู ที่เคยกล่าวมาแล้ว จากที่เราทราบกันดีอยู่แล้วว่าวิธีฮิวริสติกส์ใด ๆ จะให้คำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดเท่านั้น ซึ่งเราไม่สามารถประกันหรือพิสูจน์ได้ว่าคำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดหรือไม่ ดังนั้น วิธีเชิงพันธุกรรมก็ไม่สามารถประกันว่าจะสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ หรือหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในทุกครั้งของการรันโปรแกรม

เนื่องจากวิธีทางพันธุกรรมนี้เลียนแบบวิธีทางพันธุกรรมทางธรรมชาติได้อย่างค่อนข้างสมเหตุผล (หรือค่อนข้างดูน่าเชื่อถือ) วิธีนี้จึงอาจนับได้ว่าเป็นวิธีที่ค่อนข้างแพร่หลายและถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจในวงการธุรกิจและอุตสาหกรรม

ต่าง ๆ มากมาย อาทิเช่น การแยก DNA ในวงการแพทย์ การออกแบบขั้นตอนการตกผลึกทางอุตสาหกรรมเคมี การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมผลิตการขนส่งและลอจิสติกส์ เป็นต้น เหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งเหมือนกับวิธี SA และวิธีทาบู นั่นก็คือ วิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมนี้มีโครงสร้างที่ไม่สลับซับซ้อน และมีความยืดหยุ่นมาก (Generalization) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจใดๆได้ทันที หรือเพียงแค่ดัดแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.2.2 การทบทวนวรรณกรรม

ในส่วนนี้ผู้เขียนจะอธิบายรายละเอียดของงานวิจัยก่อนหน้าที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหางานวิจัยของผู้เขียน รวมถึงการนำวิธีการฮิวริสติกส์แบบต่างๆ ที่ผู้เขียนได้อธิบายหลักการในข้างต้น มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา และผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาที่ได้ว่าออกมาในรูปแบบใด สามารถนำเอามาประยุกต์ให้กับงานวิจัยของผู้เขียนให้มีประสิทธิภาพ และประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ของงานวิจัยที่ผู้เขียนต้องการ

หลังจากที่ผู้เขียนได้ศึกษาถึงลักษณะ และรูปแบบของการกำหนดแผนงานล่วงหน้า โดยได้อธิบายไว้ในข้างต้นแล้ว ทำให้สามารถเข้าใจลักษณะปัญหาของผู้เขียน และสามารถสรุปได้ว่าปัญหาการวางแผนงานล่วงหน้าของผู้เขียนจัดเป็นปัญหารูปแบบ Flexible Job Shop และได้ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวของเพื่อศึกษาว่าปัญหาในลักษณะ Flexible Job Shop มีลักษณะอย่างไร ใช้วิธีการใดเพื่อแก้ปัญหาในลักษณะนี้

ปัญหาการจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วผู้เขียนสามารถสรุปและให้คำนิยามของ การจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop ได้เป็นรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปัญหาการจัดตารางงานให้กับเครื่องจักร (Machine Scheduling Problem) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดการทำงาน n ให้กับเครื่องจักร m โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้มีต้นทุนการทำงานต่ำที่สุด (France 1982) ซึ่งปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าแบบ Flexible Job Shopก็มีลักษณะเช่นเดียวกันคือ เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน และจัดการ งานที่มีอยู่ทั้งหมดให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Brandimarte 1993) (Brucker and Ncycr 1998) (Dauzere and Paulli 1997) (Kacem 2003) (Mcsghouni 1999)

ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก (N.B. Ho and J.C. Tay 2004) คือ

1. การมอบหมายงานให้กับเครื่องจักรที่มีอยู่อย่างเหมาะสม
2. การจัดลำดับการทำงานแต่ละงาน รวมทั้งเวลาในการทำงาน ของเครื่องจักรที่ถูกมอบหมายงาน

โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ (Kacem et al. 2001)

1. เพื่อทำให้ระยะเวลาการทำงานแต่ละงานของเครื่องจักรที่ได้รับมอบหมายงานต่ำที่สุด (Minimize Makespan)
2. เพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ให้เครื่องจักรรับงานในปริมาณที่เหมาะสม (Minimize Workload of the Most Critical Machine)

3. เพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องจักรทั้งหมด ให้เครื่องจักรโดยรวมรับงานในปริมาณที่เหมาะสม (Minimize Total Workload of Machines)

ปัญหาแบบ Job Shop Flow Shop และ Open Shop จัดเป็นปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าให้กับเครื่องจักรซึ่งมีความซับซ้อนเป็นพิเศษ โดยส่วนใหญ่แล้วลักษณะของปัญหาการตัดสินใจในคลาส NP-Hard ซึ่งจำเป็นอาศัยวิธีฮิวริสติกส์เข้ามาแก้ปัญหา (France 1982) ซึ่งผู้ทำวิจัยจะขออธิบายในช่วงต่อไป

งานค้นคว้าแรกที่มีการคิดค้นวิธีการเพื่อนำมาแก้ปัญหาการจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop นั้นถูกคิดค้นและนำเสนอโดย Brucker and Schlie (1990) ซึ่งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้อัลกอริทึมแบบ Polynomial (Polynomial Algorithm) และต่อมาในปี ค.ศ. 1993 Brandimarte ได้เป็นผู้นำเสนอวิธี ฮิวริสติกส์แบบทาบู เพื่อแก้ปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าแบบ Flexible Job Shop โดยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการทำให้ระยะเวลาของการทำงานในเครื่องจักรน้อยลงได้สำเร็จเป็นคนแรก

ในงานวิจัยของ Kim and Lee (1995) นั้นได้นำเอาหลักการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม มาเพื่อเป็นเครื่องมือในการคิดค้นและพัฒนาฮิวริสติกส์พื้นฐานสำหรับใช้ในการเรียนรู้

และแก้ปัญหาการจัดตารางงานของเครื่องจักร (Learning-Based Heuristic for Machine Scheduling Problem) เรียกว่า EVIS (Evolutionary Intracell Scheduler) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อมุ่งเน้นการนำเอาฮิวริสติกส์นี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าของเครื่องจักรในหลากหลายลักษณะพร้อมๆกัน เช่นปัญหาแบบ Job Shop Scheduling, Flow Shop Scheduling และ Open Shop Scheduling ซึ่งหลังจากนำเอาฮิวริสติกส์ที่คิดค้นไปทำการทดแล้วผลการทดสอบที่ออกมานั้นเป็นที่น่าพอใจ ผลทดสอบได้แสดงอยู่ในรูปที่ 2.8 ซึ่งการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถทำให้ Makespan ลดลง โดยฮิวริสติกส์ที่คิดค้นนั้นสามารถที่จะแก้ปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าในหลายๆลักษณะได้อย่างมีประสิทธิภาพ และต่อมาในปี ค.ศ. 1999 Chen et al. ได้พยายามนำเอาวิธีเมต้าฮิวริสติกส์ การหาคำตอบเชิงพันธุ์กรรม มาประยุกต์ใช้กับปัญหาการจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop โดยจุดสงค์ของการหาคำตอบจะมุ่งเน้นไปที่การทำให้ระยะเวลาการทำงานของงานทั้งหมดมีระยะเวลาต่ำที่สุด (Minimize Makespan of All Jobs) โดยทำการศึกษาในงานวิจัยต่างๆที่นำเอาวิธีการหาคำตอบทางพันธุกรรม ไปใช้แก้ปัญหาการจัดตารางงานแบบ Job Shop ซึ่งประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาและหาคำตอบ แล้วนำมาประยุกต์ใช้

ปัญหาการจัดตารางงานแบบ Job Shop และปัญหาการจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop นั้นจะมีลักษณะการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน แต่ปัญหาแบบ Flexible Job Shop นั้นจะมีความซับซ้อนกว่าปัญหาแบบ Job Shop เนื่องจาก ปัญหาแบบ Flexible Job Shop นั้นงานแต่ละงานจะสามารถเลือกเครื่องจักรที่จะผ่านกระบวนการทำงานได้มากกว่าแบบ JSP โดยจากเดิมที่งานแต่ละงานจะผ่านกระบวนการแต่ละกระบวนการของเครื่องจักรจนจบกระบวนการ เมื่อมาเป็นปัญหาแบบ Flexible Job Shop แล้วตัวเครื่องจักรที่มีเพียงเครื่องเดียวในแต่ละกระบวนการจะเปลี่ยนเป็น Shop ซึ่งในแต่ละ Shop นั้นจะประกอบไปด้วยเครื่องจักรชนิดเดียวกันหลายเครื่องซึ่งแต่ละเครื่องนั้นสามารถทำงานได้ทั้งหมด จึงทำให้กระบวนการในการจัดตารางงานให้สอดคล้องกับเครื่องจักรมีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งผลของงานวิจัยนั้นตัวอัลกอริทึ่มนั้นสามารถแก้ปัญหาแบบ Job Shop, Flexible Job Shop และTotal Flexible Job Shop ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	Example		
Parameter	1	2	3
Num. of jobs	10	10	20
Num. of machines	10	10	10
Num. of operations	30	35	60
Initial population	100	50	50
Num. of generations	300	300	300
Computation time	20 min	13 min	18 min
Best init. makespan	66	84	2861
Best makespan	8	29	170

Minimize Makespan

Table 1: Parameters for tested examples

รูปที่ 2.8 ผลการทดสอบอัลกอริทึ่ม ที่นำเอาวิธีการหาคำตอบทางพันธุกรรมมาใช้แก้ปัญหา Flexible Job Shop

ที่มา: Chen et al. (1999)

Kacem et al. (2001) ได้นำเสนอวิธีการใหม่ในการแก้ปัญหาการจัดตารางงาน 2 วิธี ด้วยกันคือ

1 วิธีการ Approach by Localization (AL) ซึ่งวิธีการนี้จะแบ่งปัญหาออกเป็นสองปัญหาหลักคือ

1.1 ปัญหาการจัดสรรเครื่องจักร (Machine Assignment) และ

1.2 ปัญหาการคำนวณเวลาเริ่มต้นของงาน

2 วิธีการ Manipulation Generic Algorithm มาแก้ปัญหาโดยมีจุดประสงค์มากกว่าหนึ่งจุดประสงค์คือ การลดระยะเวลาในการทำงาน ของงานแต่ละงาน และลดปริมาณงาน (Workload) ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในปริมาณงานที่เหมาะสม สม่ำเสมอ

ภายหลังจากนั้น Kacem (2003) ได้นำเอาวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าแบบ Flexible Job Shop โดยการมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่มีวัตถุประสงค์มากกว่าหนึ่งวัตถุประสงค์ (Multi Objective to be Optimized) ศึกษาถึงลักษณะของคำตอบที่เป็นไปได้ของแต่ละปัญหา ในหลายๆวัตถุประสงค์ เช่น ระยะเวลาของงาน

ตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการจนจบกระบวนการ ปริมาณงานที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องได้รับมอบหมายงานแต่ละเครื่อง (Workload of Machine) และการรับภาระของเครื่องจักรทั้งหมดในการทำงาน (Total Workload of All Machines)

ขั้นตอนในการแก้ปัญหาจะถูกแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ

1. ขั้นตอนการแบ่งกระบวนการต่างๆของงานแต่ละงานไปสู่เครื่องจักรแต่ละเครื่องอย่างเหมาะสม (Assignment Problem) และ

2. ขั้นตอนที่สองจะทำการจัดเรียงลำดับกระบวนการต่างๆของงานแต่ละงานที่เครื่องจักรจะต้องลงมือทำตามเวลาเริ่มต้นของกระบวนการนั้นๆ (Sequencing Problem)

หลังจากนั้นจะนำเอาวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม เข้ามาช่วยในการคำนวณเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งคำตอบที่เป็นไปได้นั้นเป็นคำตอบที่น่าพอใจ นั่นคือได้คำตอบของแผนงานล่วงหน้าที่มีประสิทธิภาพ ระยะเวลาของงานตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการจนจบกระบวนการ เสร็จในเวลาที่สั้นลงดังที่แสดงในรูปที่ 2.9 และเครื่องจักรแต่ละตัวได้รับงานอย่างเหมาะสมดังที่แสดงในรูปที่ 2.10

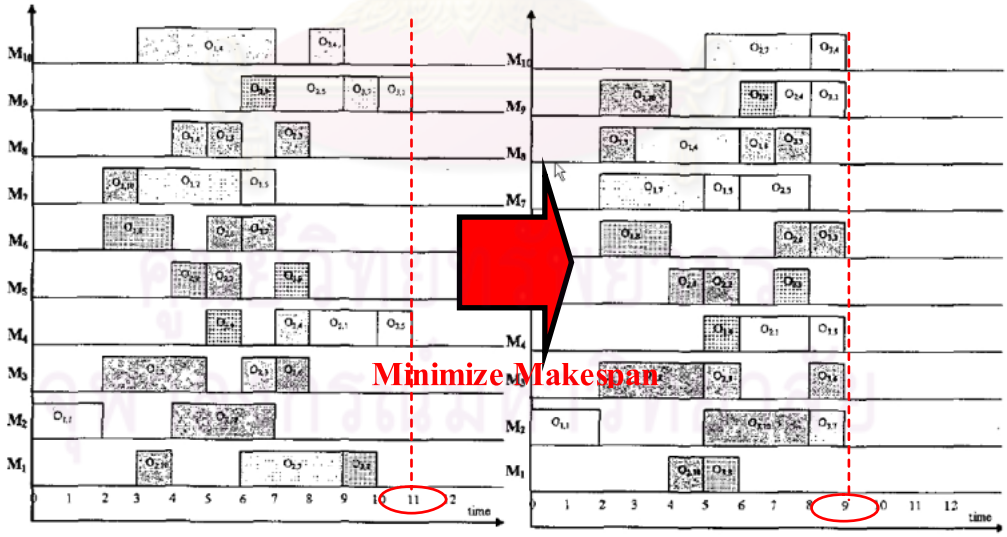


Fig. 14. Second instance: 2nd solution

Fig. 16. Second instance: 4th solution

รูปที่ 2.9 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

ที่มา: Kacem (2003)

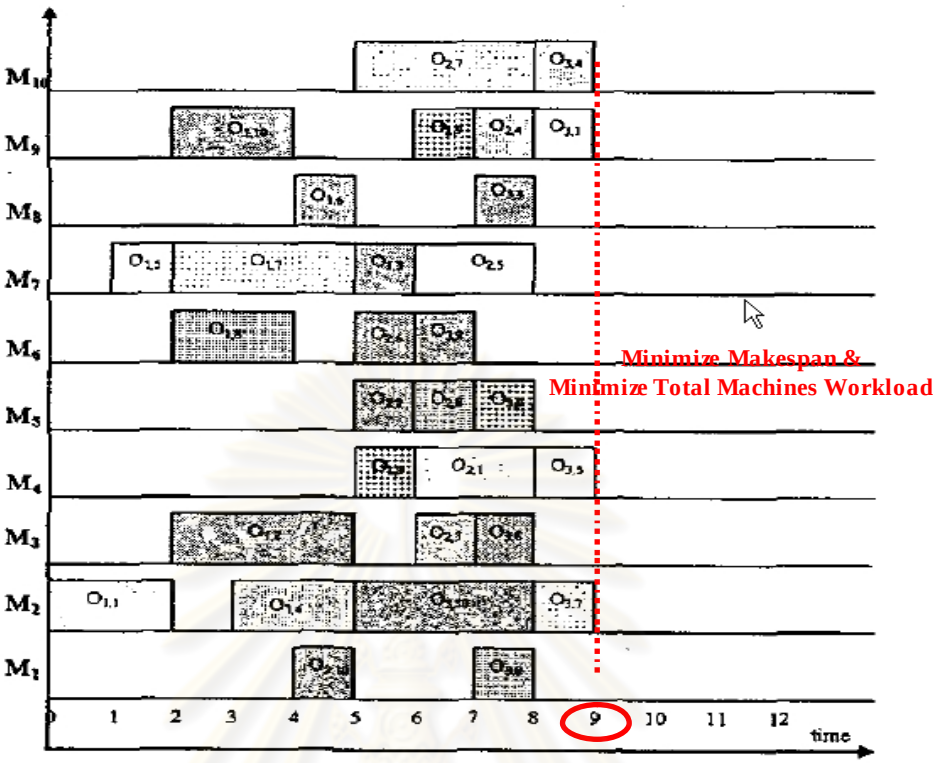


Fig. 15. Second instance: 3rd solution

รูปที่ 2.10 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่มา: Kacem (2003)

Mati et al. (2001) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาแบบ Greedy ฮิวริสติกส์ มาใช้หาคำตอบของปัญหาการจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop และ Job Shop โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการลดระยะเวลาการทำงานของงานแต่ละงาน (Minimize Makespan) ซึ่งผลที่ได้นั้นเป็นที่น่าพอใจ

Najid et al. (2002) นำเอาวิธี Simulated Annealing (SA) มาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop โดยจุดประสงค์ของการแก้ปัญหาคือ การทำให้ระยะเวลาการทำงานของงานทั้งหมดใช้เวลาทำงานสั้นที่สุด ซึ่งมีการนำเอาฮิวริสติกส์ที่ใช้แก้ปัญหาไปทำการทดสอบ และเปรียบเทียบกับวิธีการของ Dauzere and Paulli (1997) ซึ่งใช้วิธีฮิวริสติกส์แบบทาบูมาใช้ในการแก้ปัญหารการกำหนดแผนงานล่วงหน้าแบบ Flexible Job Shop ซึ่งผลการทดสอบนั้นวิธีฮิวริสติกส์ที่ Najid นำเสนอนั้นสามารถแก้ปัญหาและหาคำตอบได้ดีกว่าวิธีฮิวริสติกส์ที่ Dauzere นำเสนอ

N. B. Ho and J. C. Tay (2004) ได้นำเสนอวิธีการเพื่อนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดตารางงาน แบบ Flexible Job Shop ซึ่งใช้ชื่อว่า GENACE อัลกอริทึ่ม โดยการนำเอาหลักการของวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรม เข้ามาประยุกต์กับหลักการ Composite Dispatching Rules (CDR) เพื่อสร้างอัลกอรึทึ่มโดยมีจุดประสงค์เพื่อในการทำการจัดตารางงาน และเครื่องจักร ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพโดยวัดประสิทธิภาพจากระยะเวลารวมของงาน ที่เข้าสู่กระบวนการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งเรียกว่า Makespan ซึ่งเมื่อทำการทดสอบและนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการแบบเดิม อัลกอริทึ่มแบบ GENACE นั้นสามารถที่จะลดระยะเวลาการทำงานทั้งกระบวนการของงานแต่ละงานได้สูงสุดถึง 47 เปอร์เซ็นต์ ในที่นี้ผู้ค้นคว้าได้ใช้ วิธีการแบบ hybridization of evolutionary algorithms ของ Kacem (2002) ดังรายละเอียดในรูปที่ 2.11 และ วิธีการแก้ปัญหา Flexible Job Shop โดยวิธีฮิวริสติกส์แบบทาบู ของ Brandimart (1993) ดังรายละเอียดตามรูปที่ 2.12

TABLE II. MAKESPAN OF 4 T-FJSP INSTANCES

JobxMach	Kacem *et al.* [10]	CDR	GENACE	Improve
4x5	16	11	11	31.25%
10x7	15	13	12	20%
10x10	7	9	7	0%
15x10	23	12	12	47.82%

รูปที่ 2.11 ตารางการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่างวิธีการแบบ GENACE กับ hybridization of evolutionary algorithms and fuzzy logic

ที่มา: N. B. Ho and J. C. Tay

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE III. MAKESPAN OF 9 P-FJSP INSTANCES

Name	Size	Brandimarte [11]	GENACE	Improve
Mk1	10x6	42	41	2.38%
Mk2	10x6	32	29	9.37%
Mk4	15x8	81	67	17.28%
Mk5	15x4	186	176	5.37%
Mk6	10x15	86	68	20.93%
Mk7	20x5	157	148	5.73%
Mk8	20x10	523	523	0%
Mk9	20x10	369	328	11.11%
Mk10	20x15	296	231	21.95%

รูปที่ 2.12 ตารางการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่างวิธีการแบบ GENACE กับวิธีฮิวริสติกส์แบบทาบู (Tabu Search)
ที่มา: N. B. Ho and J. C. Tay

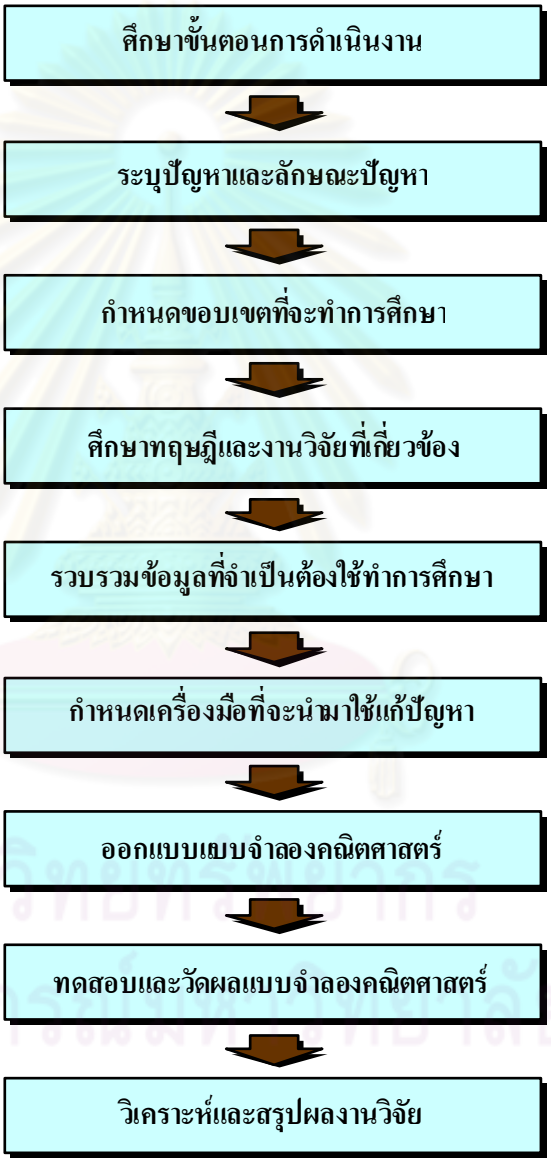
ในปี 2005 Zribi et al. พยายามเอาหลักการต่างๆที่งานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำเสนอเอาไว้มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางงาน โดยมีการนำเอาหลักการ Hierarchical Approach มาใช้โดยการแก้ปัญหาจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนนั่นคือ ส่วนแรกจะเป็นการแบ่งงานให้กับเครื่องจักรอย่างเหมาะสม (Assignment of Operation) และส่วนที่สองจะเป็นการกำหนดเวลาเริ่มงานและการจัดเรียงงานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง หลังจากทำการแบ่งแล้วจะพิจารณาทั้งสองส่วนควบคู่กันไปในการแก้ปัญหา โดยที่นำเอาวิธีการหาคำตอบเชิงพันธุกรรมและทาบูมาประยุกต์ใช้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่มีประสิทธิภาพ โดยที่ Ho and Tay (2005) นั้นได้นำเสนอวิธีการแบบ Dispatching Rules มาใช้แก้ปัญหาแบบ Flexible Job Shop โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความล่าช้าของงานทั้งหมด (Minimize Total Tardiness) ซึ่งมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่รวดเร็วกว่าการใช้คนในการคำนวน โดยทำการหลักการของ Dispatching Rules แบบต่างๆ รวมทั้งงานวิจัยเก่าที่ได้เคยนำเสนอมาแล้วเพื่อพัฒนาวิธีการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

Zhang et al. (2005) ได้ใช้วิธีการ Shifting Bottleneck เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางงานแบบ Flexible Job Shop โดยที่มุ่งเน้นการลดเวลาในการเริ่มงาน และเวลาในการทำงาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

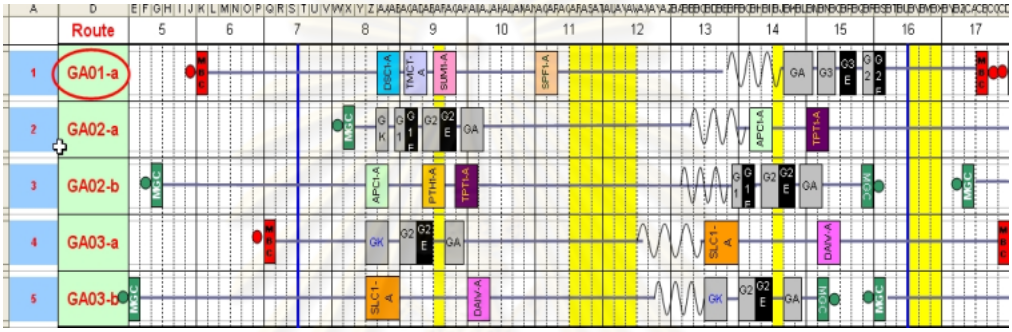
3.1 ขั้นตอนการวิจัย



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน

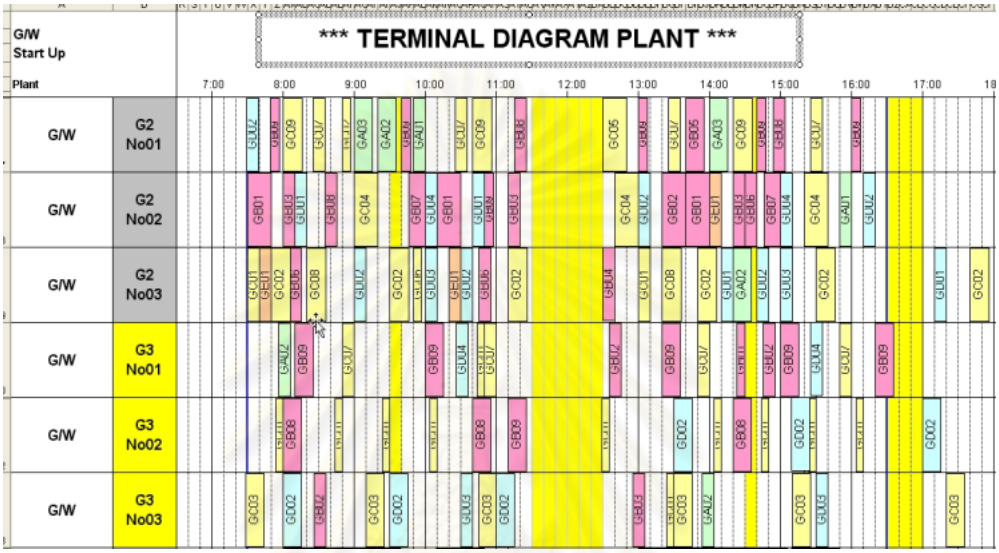
ในส่วนของขั้นตอนการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่โรงงานในปัจจุบันของฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง ผู้เขียนได้อธิบายในข้างต้นโดยสังเขป เพื่อให้เข้าใจถึงภาพรวมของลักษณะ และวิธีการวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถในระบบมิลค์รัน ในส่วนนี้จะกล่าวถึงลักษณะการทำงาน รวมถึงขั้นตอนการทำงานอย่างละเอียดในปัจจุบัน ในส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัย นั่นคือขั้นตอนของการวางแผนการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกเพื่อเข้าสู่ช่องจอดในโรงงาน



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแผนภาพการวิ่งรถในระบบมิลค์รันที่วางแผนจากทางฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง

รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างแผนภาพการวิ่งรถ ที่มีการวางแผนเสร็จแล้ว ซึ่งจะบอกรายละเอียดเกี่ยวกับรถในแต่ละเส้นทางว่าจะต้องวิ่งไปรับชิ้นส่วนจากโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนใดในเวลาใดและจะต้องเข้ามาส่งชิ้นส่วนในโรงงานของบริษัทตัวอย่างในเวลาใด ที่จุดจอดใด ระยะเวลาที่รถแต่ละคันต้องใช้ในการขนถ่ายชิ้นส่วนลงจากรถและนำภาชนะมาตฐาน เปล่าขึ้นรถเพื่อขนกลับไปคืนยังโรงงานผู้ผลิต เพื่อเป็นการทำความเข้าใจ พิจารณาเส้นทางการวิ่งรถบรรทุกในเส้นทาง (Route) GA01-a ตามวงกลมเริ่มต้นจาก จุดจอดรถของบริษัทขนส่ง แล้ววิ่งไปรับชิ้นส่วนจากโรงงานของ DSC1-A แล้ววิ่งไปรับชิ้นส่วนยังโรงงานของ TMCT-A SUM1-A และ SPF1-A ตามลำดับ แล้วนำชิ้นส่วนทั้งหมดมาส่งที่โรงงานตัวอย่าง เมื่อดูจากแผนภาพแล้ว จุดจอดเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนจุดแรกที่กำหนดไว้คือ จุด GA เมื่อขนถ่ายชิ้นส่วนที่กำหนดไว้แล้วรถบรรทุกจะต้องวิ่งไปยังจุด G3 G3E G2 และG2E ตามลำดับ เพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนเป็นจุดถัดไปจนจบ แล้ววิ่งกลับสู่จุดจอดรถของบริษัทขนส่ง โดยมีรายละเอียดระบุเอาไว้ว่าชิ้นส่วนใดต้องขนถ่ายลงยังจุดใด

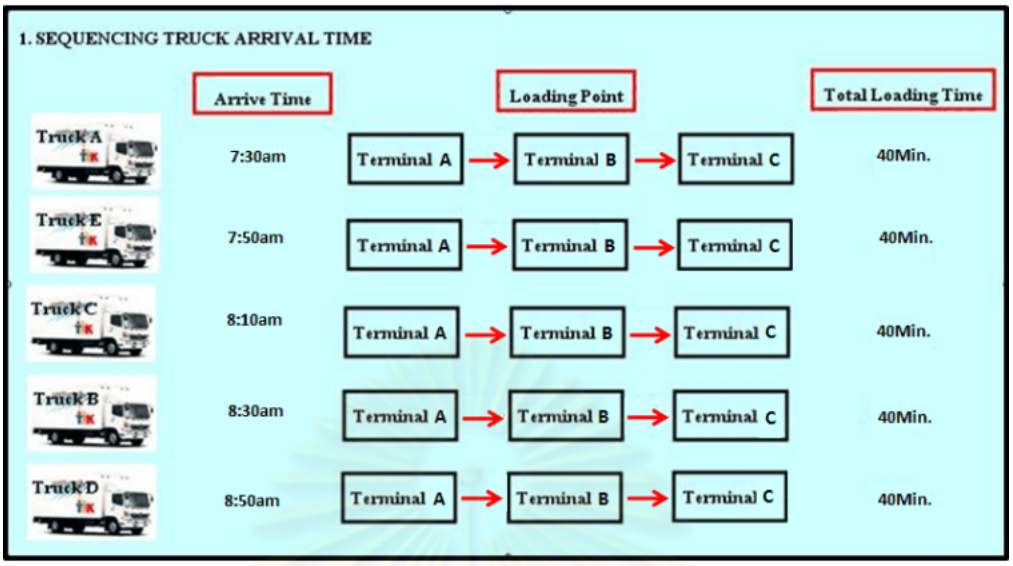
ในแต่ละวันรถบรรทุกที่เข้ามาขนถ่ายชิ้นส่วนสู่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนมีจำนวนมาก จำเป็นต้องนำเอาตารางเวลาของจุดจอดรถมาพิจารณาควบคู่กัน ว่าจุดจอดแต่ละจุดจะมีรถเข้าในช่วงเวลาใด เพื่อไม่ให้รถบรรทุกวิ่งเข้าสู่จุดจอดซ้อนคันกัน ดังตัวอย่างแผนภาพจุดจอดรถที่แสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแผนภาพจุดจอดรถ

ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนหลักได้ดังนี้

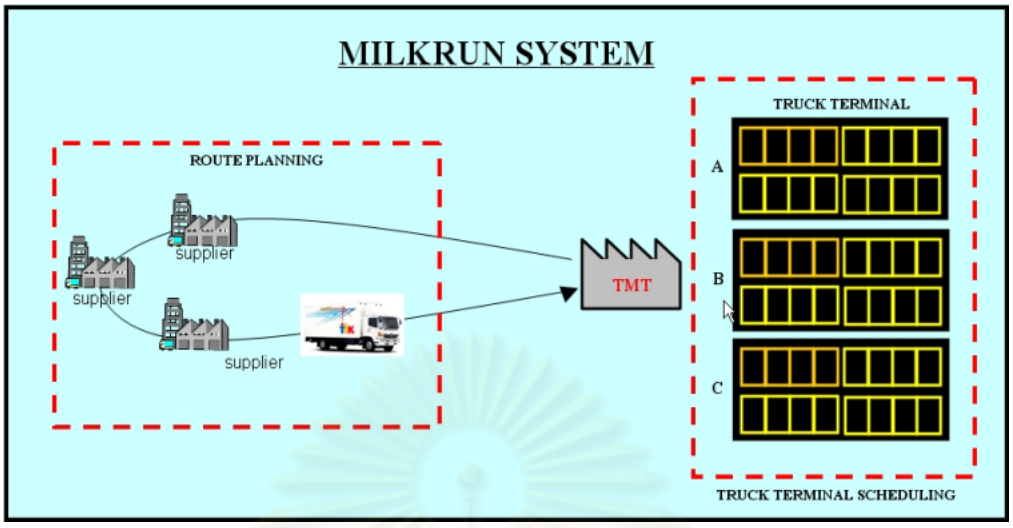
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนในการจัดเรียงลำดับเวลาที่รถบรรทุกแต่ละคันจะเข้าสู่จุดจอดตามตารางการวิ่งรถในหนึ่งวันทำงาน รวมทั้งพิจารณาถึงลำดับการวิ่งของรถบรรทุกแต่ละคันในการไปยังจุดจอดแต่ละจุดภายในในโรงงาน รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายชิ้นส่วนลงจากรถและรับภาชนะมาตรฐานขึ้นรถเพื่อนำกลับไปคืนยังโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วน โดยที่รถบรรทุกแต่ละคันนั้นจะถูกกำหนดเส้นทางในการวิ่งเข้าสู่จุดจอดเอาไว้แล้วว่าจะต้องไปยังจุดจอดใดเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนใดลงยังจุดจอดนั้นๆ ซึ่งแต่ละจุดจอดจะมีการขนถ่ายชิ้นส่วนลงไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณของชิ้นส่วนนั้นๆ ทำให้ระยะเวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วนในแต่จุดจอดแตกต่างกันออกไป ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วทางฝ่ายจะให้เวลาในการขนถ่ายชิ้นส่วน ณ แต่ละจุดจอดประมาณ 1ลูกบาศก์เมตรต่อ 1 นาที ดังตัวอย่างในรูปภาพที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนที่หนึ่ง การจัดเรียงลำดับเวลาของรถบรรทุกที่จะเข้าสู่จุดจอดรถในโรงงาน (Sequencing Truck Arrival Time)

ขั้นตอนที่สอง เมื่อทำการจัดเรียงลำดับเวลาในการเข้าจุดจอดของรถแต่ละคันแล้ว จะทำให้รู้ว่ารถจะเข้ามาแต่ละจุดจอดเวลาใดละทำการขนถ่ายชิ้นส่วน รวมทั้งนำเอาภาชนะมาตรฐานเปล่าขนขึ้นรถใช้เวลาเท่าใดในแต่ละจุดและจะไปยังจุดต่อไปในเวลาใด รวมทั้งทราบระยะเวลาทั้งหมดในการขนถ่ายชิ้นส่วนตั้งแต่จุดจอดแรกไปจนถึงจุดจอดสุดท้าย ขั้นตอนต่อจากการเรียงลำดับคือการนำเอาลำดับของรถแต่ละคับที่จะเข้าสู่จุดจอดมาจัดช่องจอดเพื่อให้รถเข้าสู่จุดจอด โดยที่รถแต่ละคันนั้นเข้าสู่จุดจอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดเส้นทางเดินรถ และการจัดรถเข้าสู่ช่องจอดรถในระบบมิลค์รัน

รูปภาพที่3.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถ และการวางแผนเส้นทางเดินรถ การวางแผนจะต้องสัมพันธ์กัน เพื่อสนับสนุนให้ระบบมิลค์รันมีประสิทธิภาพมากที่สุด

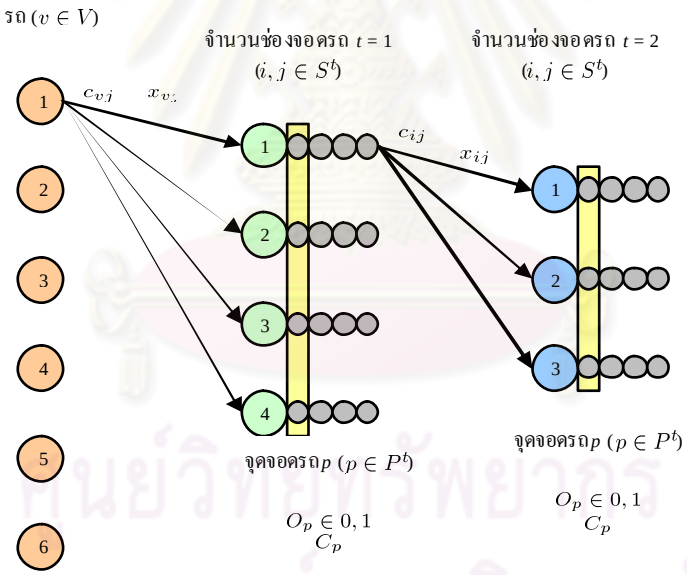
3.1.2 ระบุปัญหาและลักษณะปัญหา

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงาน ในการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถของฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง อย่างละเอียดแล้วพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือความล่าช้าในการจัดตารางเนื่องจากไม่มีเครื่องมือมาช่วยในการจัดตาราง ใช้เพียงโปรแกรม Microsoft Excel ช่วยในการทำงานเท่านั้น ทำให้ใช้ระยะเวลาในการจัดตารางและผลการจัดตารางที่ออกมายังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ผู้จัดทำต้องการคิดวิธีเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการกำหนดแผนงานล่วงหน้าให้ระยะเวลาในการวางแผนสั้นลง และการวางแผนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปัญหาการกำหนดแผนงานล่วงหน้าแบบ Flexible Job Shop เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกับงาน n งานบนเครื่องจักร m เครื่อง จากเซตของเครื่องจักร U เซต ปัญหาในส่วนของการจัดตารางการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถนั้น

สามารถนำเอาหลักการของปัญหาแบบ Flexible Job Shop มาประยุกต์ใช้ในการจัดตารางโดยกำหนดให้รถแต่ละคันที่เข้ามาในโรงงานเป็นงานหนึ่งงาน โดยมีจำนวนรถที่จะเข้าโรงงานทั้งหมด V คัน ดังนั้นจะมีงานทั้งหมด คือ V={1,…, v} และกำหนดให้จุดจอดรถในโรงงานเป็นเครื่องจักร โดยมีจำนวนจุดจอด T จุด แต่ละจุดจอดจะเป็นจุดที่รถจะต้องเข้าไปขนถ่ายชิ้นส่วนลงจากรถ และขนภาชนะมาตรฐานขึ้นรถเพื่อขนกลับไปโรงงานของผู้ผลิต ซึ่งแต่ละจุดจอดจะประกอบด้วยช่องจอดรถบรรทุกที่จะเข้ามาทำการขนถ่ายชิ้นส่วน เปรียบเหมือนกับ เครื่องจักรแต่ละเครื่องที่มีหน้าที่ในการทำงาน โดยที่ในจุดจอดแต่ละจุดจะประกอบไปด้วยจำนวนช่องจอด P ช่อง ซึ่งช่องจอดแต่ละช่องจะทำงานในลักษณะเดียวกันเหมือนกับลักษณะของเครื่องจักรแบบ Parallel ที่ได้อธิบายไว้ในเบื้องต้นแล้ว ซึ่งรถบรรทุกแต่ละคันจะถูกกำหนดเอาไว้แล้วว่าจะต้องเข้าที่จุดจอดใดบ้าง นั่นหมายความว่า การที่รถไปเข้าสู่จุดจอดแต่ละจุดจอดเปรียบเหมือนจำนวนของการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของงานนั้นๆ

สามารถเขียนโครงสร้างของสมการปัญหาได้ดังนี้



รูปที่ 3.6 โครงสร้างสมการปัญหา

ความหมายของกลุ่มตัวอย่างสมการปัญหา (Sets)
จากรูปที่ 3.6 ผู้เขียนได้ศึกษาระบบและขั้นตอนการปฏิบัติงาน และออกแบบโครงสร้างสมการปัญหามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เซตของจำนวนรถแทนด้วย V มีจำนวนรถทั้งหมด v คัน ซึ่งเซตของรถสามารถเขียนแทนด้วย $V=\{1,2,\ldots,v\}$ ซึ่งจะเขียนแทนรถใดๆเป็น v โดยที่ $v \in V$
- เซตของจำนวนจุดจอดรถแทนด้วย T มีจำนวนจุดจอดรถทั้งหมด t จุด ซึ่งเซตของจุดจอดสามารถเขียนแทนด้วย $T=\{1,2,\ldots,t\}$ ซึ่งจะเขียนแทนจุดจอดรถใดๆเป็น t โดยที่ $t \in T$, แทนด้วย t^- ในกรณีที่จุดจอดรถ t เป็นจุดจอดที่รถจะวิ่งออกจากจุดจอดรถเพื่อไปยังจุดจอดถัดไป และ t^+ ในกรณีที่ t เป็นจุดจอดรถที่รถวิ่งมาจากอีกจุดจอดหนึ่งเพื่อเข้าจุดจอดรถ
- เซตของจำนวนช่องจอดรถของแต่ละจุดจอดรถ t แทนด้วย P^t มีจำนวนช่องจอดรถทั้งหมด p ช่อง ซึ่งเซตของช่องจอดรถสามารถเขียนแทนด้วย $P^t=\{1,2,\ldots,p\}$ ซึ่งจะเขียนแทนช่องจอดรถใดๆเป็น p โดยที่ $p \in P^t$
- เซตของจำนวนช่วงเวลาที่รถสามารถเข้าจอดได้ ของแต่ละช่องจอด P^t ในกรณีที่จุดจอดรถ t เป็นจุดจอดที่รถจะวิ่งออกจากจุดจอดรถเพื่อไปยังจุดจอดถัดไป ในแต่ละจุดจอดรถ t แทนด้วย S^{t-} มีจำนวนช่วงเวลาทั้งหมด i ช่วง
- เซตของจำนวนช่วงเวลาที่รถสามารถเข้าจอดรถได้ ของแต่ละช่องจอด P^t ในกรณีที่จุดจอดรถ t เป็นจุดจอดรถที่รถวิ่งมาจากอีกจุดจอดหนึ่งเพื่อเข้าจุดจอดรถ ในแต่ละจุดจอดรถ t แทนด้วย S^{t+} มีจำนวนช่วงเวลาทั้งหมด j ช่วง
- เซตของช่วงเวลาการทำงานใน 1 วัน ของช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนด้วย R^t_p มีช่วงเวลาทั้งหมด r ช่วง
- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งไปยังจุดจอดรถจุดแรก แทนค่าด้วย x_{vj} โดยที่ $v \in V, j \in S^{t+}$
- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งระหว่างจุดจอดรถไปยังจุดจอดรถถัดไปแทนค่าด้วย x_{ij} โดยที่ $i \in S^{t-}, j \in S^{t+}$
- การเปิดให้มีการใช้งานช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนค่าด้วย O^t_p

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าตัวแปรของสมการปัญหา (Variables)
จากการขั้นตอนการปฏิบัติงานผู้เขียนสามารถเขียนค่าตัวแปรของสมการปัญหาได้ดังต่อไปนี้

- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งไปยัง ช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ จุดแรก x_{vj} มีค่าเท่ากับ 1 ถ้า รถคันที่ v เข้าจอดที่ช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ และ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น
- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งระหว่างจุดจอดรถไปยังจุดจอดรถถัดไป x_{ij} มีค่าเท่ากับ 1 ถ้ารถจากช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ช่วงเวลา $i \in S^{t-}$ เข้าจอดที่จุดจอดรถถัดไปที่ช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ และ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น
- การเปิดให้มีการใช้งานช่องจอดรถ O^t_p มีค่าเท่ากับ 1 ถ้ามีการเปิดใช้งานช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ และ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น
- จำนวนของการปฏิบัติงานที่ถูกกำหนดไว้ของช่วงเวลาการทำงาน ทำงาน $r \in R$ ในช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$

ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดสมการปัญหา

- ต้นทุนที่เกิดจากการปฏิบัติงานของรถ $v \in V$ ที่วิ่งไปยังช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ในช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ เป็นจุดแรก แทนค่าด้วย c_{vj}
- ต้นทุนที่เกิดจากการปฏิบัติงานของรถ $v \in V$ ที่วิ่งระหว่างจุดจอดรถ จากช่องจอด $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ช่วงเวลา $i \in S^{t-}$ ไปยังจุดจอดรถถัดไปที่ช่องจอด $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ในช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ แทนค่าด้วย c_{ij}
- ต้นทุนที่เกิดจากการเปิดให้มีการใช้งานช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนค่าด้วย C^t_p
- ต้นทุนที่เกิดจากความไม่สัมพันธ์กันของช่วงเวลาการทำงาน $r \in R$ ในช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนค่าด้วย $I^t_{p,r}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Min } z = \sum_{v \in V} \sum_{j \in S^{t+}} c_{vj} x_{vj} + \sum_{(i,j)|i \in S^{t-}, j \in S^{t+}} c_{ij} x_{ij} + \sum_{t \in T} \sum_{p \in P^t} C_p^t O_p^t + \sum_{t \in T} \sum_{p \in P^t} \sum_{r \in R_p^t} I_{p,r}^t u_{p,r}^t$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{j \in S^{t+}} x_{vj} = 1 \quad \forall v \in V$$

$$\sum_{v \in V} x_{vj} - \sum_{k \in S^{t+}} x_{jk} = 0 \quad \forall j \in S^t$$

$$\sum_{i \in S^{t-}} x_{ij} - \sum_{k \in S^{t+}} x_{jk} = 0 \quad \forall j \in S^t, t \in T$$

$$\sum_{v \in V} x_{vj} \leq \sum_{p \in P^t} O_p^t \quad \forall j \in S^t, t = 1$$

$$\sum_{i \in S^{t-}} x_{ij} \leq \sum_{p \in P^{t+}} O_p^{t+} \quad \forall j \in S^{t+}, t^+ \in T$$

$$\sum \delta_{ij,p,r}^t x_{ij} + u_{p,r}^t \geq N_{p,r}^t \forall t \in T, p \in P^t, r \in R_p^t$$

$$x_{vj}, x_{ij}, O_p^t \in 0, 1$$

$$u_{p,r}^t \geq 0$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งจากสมปัญหาที่สรุปข้างต้นเราตั้งสมมติฐานไว้ดังต่อไปนี้

- ช่องจอด $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ สามารถทำงานได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้นในแต่ละช่วงเวลา $i \in S^t$ ซึ่งจะสามารถรับรถเข้าปฏิบัติการในช่วงจอดได้ก็ต่อเมื่อเริ่มต้นช่วงเวลาใหม่เท่านั้น
- กระบวนการทำงานไม่สามารถถูกขัดจังหวะหรือแทรกในขณะที่ทำงานอยู่ได้

ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถ จะแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนแรกจะเป็นมอบหมายการปฏิบัติงานของรถ $v \in V$ ให้กับ ช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ช่วงเวลา $i \in S^t$ เพื่อทำงานขนส่งชิ้นส่วนเข้าสู่กระบวนการผลิตรถยนต์ในโรงงาน ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการคำนวณปริมาณการใช้งานช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ช่วงเวลา $i \in S^t$ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีการคำนวณเรื่องต้นทุนที่เกิดจากการเปิดใช้งาน ช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ช่วงเวลา $i \in S^t$ โดยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการทำเพื่อสิ่งต่อไปนี้

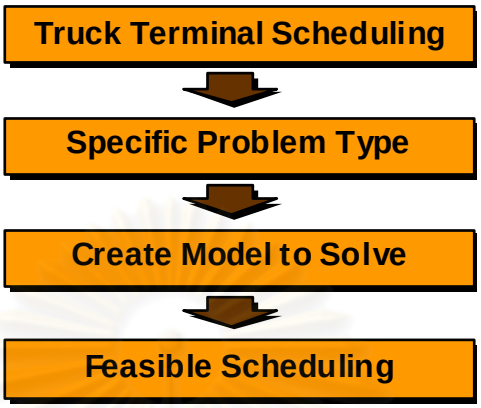
- เพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน ช่องจอดรถ ในแต่ละจุดจอดรถ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด
- ลดต้นทุนรวมที่เกิดจากการใช้งาน ช่องจอดรถ ในแต่ละจุดจอดรถให้ต่ำที่สุด
- ลดเวลาการทำงานให้กับฝ่ายวางแผนงานจัดส่ง

3.1.3 กำหนดขอบเขตที่จะทำการศึกษา

ขอบเขตของปัญหาที่จะศึกษาผู้เขียนได้กล่าวไว้แล้วในข้างต้น ในที่นี้จะขออธิบายถึงรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ตามรูปภาพที่ 3.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SCOPE OF THE RESEARCH



รูปที่ 3.7 ขอบเขตของงานวิจัย

1) Truck Terminal Scheduling

ผู้วิจัยจะศึกษาค้นคว้า และพัฒนาวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการจัดตารางรถบรรทุกเข้าจุดจอดรถ ด้วยการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีการแก้ปัญหา งานวิจัยที่มีลักษณะเดียวกับงานของผู้เขียน เพื่อเอามาประยุกต์ใช้กับงานของผู้เขียน

2) Specific Problem Type

หลักจากศึกษาหลัก ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยละเอียดแล้ว ผู้เขียนจะต้องวิเคราะห์ว่า ปัญหาของผู้เขียน เป็นปัญหาการจัดตารางในลักษณะใด ควรนำเอาเครื่องมือแบบใดมาใช้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3) Create Model to Solve

เมื่อสามารถระบุลักษณะปัญหาได้อย่างชัดเจนแล้ว ผู้เขียนจะเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะกับลักษณะปัญหาของผู้เขียน มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยต้องมีการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกับลักษณะปัญหามากที่สุด

4) Feasible Scheduling

เมื่อกำหนดวิธีการแก้ปัญหาและออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้แก้ปัญหาแล้วจะต้องนำ อัลกอริทึ่มที่ออกแบบมาทดสอบผลการคำนวณ ทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด นำผลการคำนวณมาเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีแก้ปัญหาในปัจจุบัน กับวิธีแก้ปัญหาด้วยการใช้เครื่องมือต้นแบบ เพื่อวัดผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาว่าสามารถแก้ ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.4 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

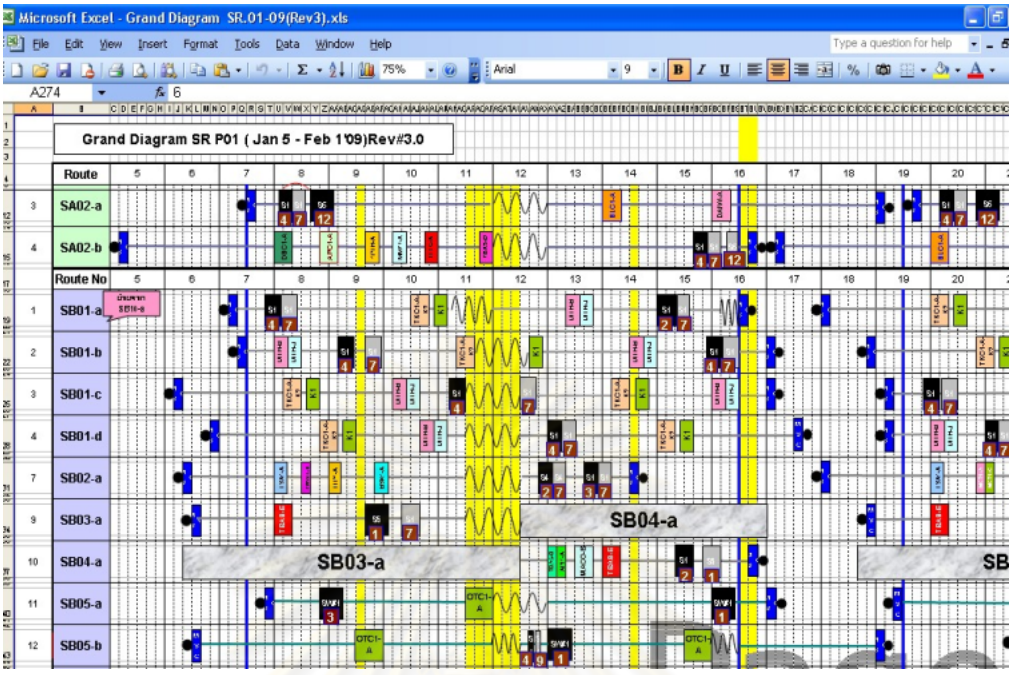
ในขั้นตอนต่อไปผู้เขียน จะศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเกี่ยวกับการกำหนดแผนงานล่วงหน้า ลักษณะของปัญหา ชนิดของปัญหา วิธีการต่างๆที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการต่างๆ ผู้เขียนได้อธิบายรายละเอียดของทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาการจัดตารางงานในแต่ละรูปแบบเอาไว้ในบทที่ 2

3.1.5 รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ทำการศึกษา

ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ทำการศึกษามีดังต่อไปนี้

1) แผนภาพการวิ่งรถในระบบมิลค์รัน เพื่อนำมาพิจารณาเวลาของรถบรรทุกที่จะเข้าสู่โรงงานในแต่ละเส้นทาง ในแต่ละวัน ว่ามีลักษณะใด ต้องเข้าสู่จุดจอดใดเป็นจุดแรก และต้องไปยังจุดจอดใดต่อไป เพื่อพิจารณาถึงความถี่ของช่วงเวลาที่จะเข้าสู่โรงงานเพื่อนำมาใช้วิเคราะห์และออกแบบแนวทางในการแก้ปัญหาและทำการวางแผนการจัดตารางการจัดรถเข้าสู่ช่องจอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 แผนภาพการวิ่งรถในระบบมิลค์รัน

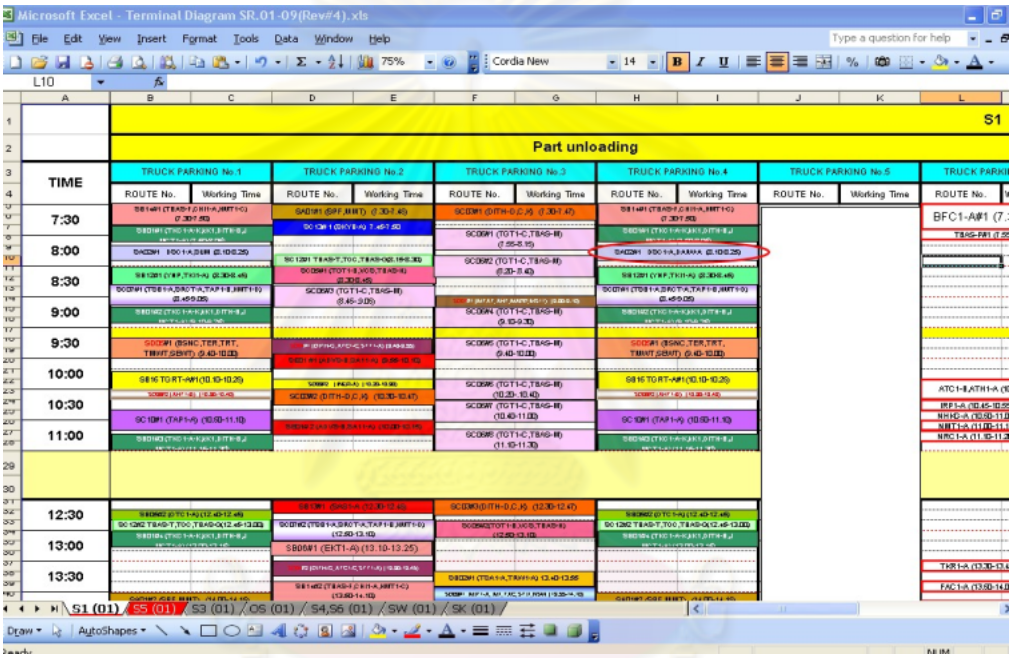
จากรูปที่ 3.8 เป็นตัวอย่างของข้อมูลการวางแผนเส้นทางการวิ่งรถในระบบมิลค์รัน ที่ทางฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่ง ทำการวางแผนเพื่อใช้วิ่งรถในแต่ละเดือน ซึ่งจะมีรายละเอียดของเวลาในการวิ่งเข้ารับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตแต่ละรายจนมาถึงการวิ่งเข้าจอดส่งชิ้นส่วนเข้าระบบการผลิตในแต่ละจุดของโรงงานซึ่งใช้ดูควบคู่กับ แผนภาพช่องจอดรถในโรงงาน ในตัวอย่างรูปที่ 3.9 เพื่อดูว่าช่องจอดใดในจุดจอดรถที่ว่างและสามารถเข้าใช้งานได้ เพื่อวางแผนการเข้าใช้จุดจอดรถโดยใช้แผนภาพจากโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล โดยผู้เขียนนำข้อมูลการวางแผนเส้นทางการวิ่งรถในระบบระบบมิลค์รันย้อนหลัง 3 เดือน มาใช้ทำการคำนวณผ่านโปแกรม เพื่อทดสอบระบบการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คิดค้นขึ้น และเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับการวางแผนจริงในปัจจุบัน

2) ระยะเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายชิ้นส่วนลงสู่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนที่ต้องใช้ในแต่ละช่องจอดของรถบรรทุกแต่ละคัน

จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการขนถ่ายชิ้นส่วนลงจากรถบรรทุกเพื่อเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนในแตละช่องจอดนั้นจะมีระยะเวลามาตรฐานที่อนุญาตให้ใช้ได้ อยู่ที่คันละ 20นาทีต่อการขนถ่ายชิ้นส่วนของรถบรรทุก 1 คัน โดยขั้นตอนการขนถ่ายชิ้นส่วนทั้งหมดจะทำโดยพนักงานขับรถบรรทุก ซึ่งพนักงานขับรถบรรทุกจะมีหน้าที่ ขับรถรถยก ฟอร์คลิฟ ที่ทาง

โรงงานเตรียมไว้ให้ เพื่อตักชิ้นส่วนลงจากรถและขนไปยังจุดรับชิ้นส่วนที่ทางโรงงานเตรียมไว้ให้ ทางโรงงานจะมีพนักงานคอยตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วน โดยเช็กจากใบสั่งชิ้นส่วนของทางโรงงาน กับใบเช็กชีทของพนักงานขับรถ

3) แผนภาพจุดจอดรถในแต่ละจุดจอด เพื่อมาใช้พิจารณาควบคู่กับแผนภาพการวิ่งรถบรรทุก ว่ารถบรรทุกจะเข้ามาในช่วงเวลาใด แล้วต้องเข้ามาในช่องจอดใดในช่วงเวลาใด และต้องวิ่งไปยังช่องจอดใดต่อไป

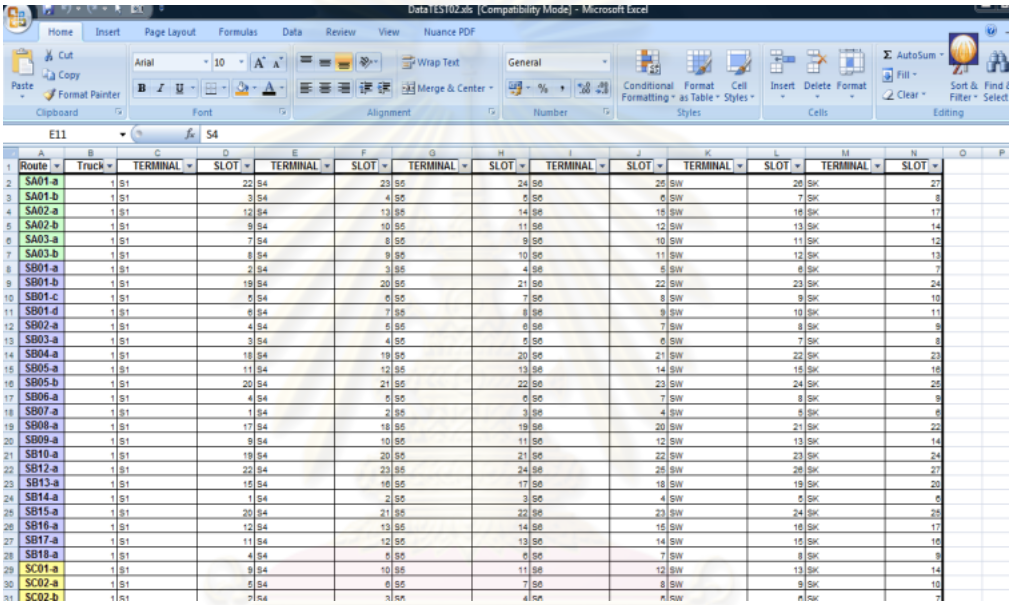


รูปที่ 3.9 แผนภาพช่องจอดรถในแต่ละจุดจอดในโรงงาน

4) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากบริษัทตัวอย่างมีโรงงานที่ใช้ในการผลิตถึง 4 โรงงาน ซึ่งแต่ละโรงงานแบ่งแยกการวางแผนการจัดเส้นทางวิ่งรถในระบบมิลค์รันและการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกแยกกันอย่างชัดเจน โดยใช้หลักการเดียวกันในการวางแผนแต่ละโรงงาน โดยฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่งจะมีเจ้าหน้าที่วางแผนงานดูแลงานวางแผนในแต่ละโรงงาน 1-2 คน ผู้จัดทำเลือกใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 เดือน จากโรงงาน A มาใช้ในการหาคำตอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยข้อมูลทั้งหมดจะประกอบด้วย

ตารางเส้นทางการวิ่งรถในระบบมิลค์รัน เพื่อดูว่ารถแต่ละคันจะวิ่งมาถึงโรงงานในเวลาใด ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.8

ตารางเวลาการเข้าจอดรถในแต่ละจุดจอดรถเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนเข้าสู่กระบวนการผลิต เพื่อนำมาใส่ในโมเดลสมการปัญหา ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.9 เมื่อได้ตารางเส้นทางการวิ่งรถและตารางเวลาการเข้าจอดรถในแต่ละจุดจอดรถแล้ว ผู้จัดทำจะต้องนำเอาทั้ง 2 ตารางมาสร้างเป็นตารางเส้นทางการเดินรถเพื่อเข้าสู่จุดจอดแต่ละจอดเพื่อง่ายต่อการทำงานและวางแผนงานต่อไป ดังรูปที่ 3.10



Route	Truck	TERMINAL	SLOT	TERMINAL	SLOT	TERMINAL	SLOT	TERMINAL	SLOT	TERMINAL	SLOT	TERMINAL	SLOT
SA01-a	1	S1	22	S4	23	S5	24	S6	25	SW	26	SK	27
SA01-b	1	S1	3	S4	4	S5	5	S6	6	SW	7	SK	8
SA02-a	1	S1	12	S4	13	S5	14	S6	15	SW	16	SK	17
SA02-b	1	S1	9	S4	10	S5	11	S6	12	SW	13	SK	14
SA03-a	1	S1	7	S4	8	S5	9	S6	10	SW	11	SK	12
SA03-b	1	S1	8	S4	9	S5	10	S6	11	SW	12	SK	13
SB01-a	1	S1	2	S4	3	S5	4	S6	5	SW	6	SK	7
SB01-b	1	S1	19	S4	20	S5	21	S6	22	SW	23	SK	24
SB01-c	1	S1	5	S4	6	S5	7	S6	8	SW	9	SK	10
SB01-d	1	S1	6	S4	7	S5	8	S6	9	SW	10	SK	11
SB02-a	1	S1	4	S4	5	S5	6	S6	7	SW	8	SK	9
SB03-a	1	S1	3	S4	4	S5	5	S6	6	SW	7	SK	8
SB04-a	1	S1	18	S4	19	S5	20	S6	21	SW	22	SK	23
SB05-a	1	S1	11	S4	12	S5	13	S6	14	SW	15	SK	16
SB05-b	1	S1	20	S4	21	S5	22	S6	23	SW	24	SK	25
SB06-a	1	S1	4	S4	5	S5	6	S6	7	SW	8	SK	9
SB07-a	1	S1	1	S4	2	S5	3	S6	4	SW	5	SK	6
SB08-a	1	S1	17	S4	18	S5	19	S6	20	SW	21	SK	22
SB09-a	1	S1	9	S4	10	S5	11	S6	12	SW	13	SK	14
SB10-a	1	S1	19	S4	20	S5	21	S6	22	SW	23	SK	24
SB12-a	1	S1	22	S4	23	S5	24	S6	25	SW	26	SK	27
SB13-a	1	S1	15	S4	16	S5	17	S6	18	SW	19	SK	20
SB14-a	1	S1	1	S4	2	S5	3	S6	4	SW	5	SK	6
SB15-a	1	S1	20	S4	21	S5	22	S6	23	SW	24	SK	25
SB16-a	1	S1	12	S4	13	S5	14	S6	15	SW	16	SK	17
SB17-a	1	S1	11	S4	12	S5	13	S6	14	SW	15	SK	16
SB18-a	1	S1	4	S4	5	S5	6	S6	7	SW	8	SK	9
SC01-a	1	S1	9	S4	10	S5	11	S6	12	SW	13	SK	14
SC02-a	1	S1	6	S4	6	S5	7	S6	8	SW	9	SK	10
SC02-b	1	S1	7	S4	7	S5	4	S6	5	SW	6	SK	7

รูปที่ 3.10 แผนภาพเส้นทางการเดินรถเข้าสู่ช่องจอด

จำนวนรถบรรทุกในระบบมิลค์รันที่ใช้วิ่งในโรงงาน A จากจำนวนตัวอย่างการวางแผน 3เดือนที่นำมาใช้หาคำตอบมีปริมาณรถที่ใช้งานในระบบดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูล	จำนวนรถบรรทุก(คัน)
ธันวาคม 2551	97
มกราคม 2552	89
กุมภาพันธ์ 2552	91

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจำนวนรถบรรทุกในระบบมิลค์รันที่ใช้วิ่งในโรงงาน A ของบริษัทตัวอย่าง

จำนวนช่องจอดที่สามารถเปิดใช้งานในแต่ละจุดจอดรถ จำนวนช่องจอดรถที่สามารถเปิดใช้งานได้ของแต่ละจุดจอดรถในโรงงาน A มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

จุดจอดรถบรรทุก	จำนวนช่องจอดที่สามารถเปิดให้ใช้งานได้
จุดจอดที่ 1	6
จุดจอดที่ 2	5
จุดจอดที่ 3	5
จุดจอดที่ 4	5
จุดจอดที่ 5	5
จุดจอดที่ 6	5

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลจำนวนช่องจอดที่สามารถเปิดใช้งานได้ในแต่ละจุดจอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางเวลาของจุดจอดรถแต่ละจุดในโรงงาน จุดจอดรถจะเปิดทำงานตามเวลาของโรงงานซึ่งจะแบ่งระยะเวลาในการทำงานออกเป็นช่วงเวลาสำหรับรถบรรทุกในการเข้าใช้งานเป็น 3ช่วงเวลา คือ ช่วงเช้า, ช่วงบ่าย และ ช่วงล่วงเวลา โดยแต่ละช่วงเวลาการใช้งานจะกินเวลา 20 นาทีต่อหนึ่งช่วงเวลา ดังต่อไปนี้

ช่วงเวลาการทำงาน		ระยะเวลา
ช่วงเช้า	1	7:30 AM
	2	7:50 AM
	3	8:10 AM
	4	8:30 AM
	5	8:50 AM
	6	9:10 AM
	7	9:30 AM
	8	9:50 AM
	9	10:10 AM
	10	10:30 AM
	11	10:50 AM
	12	11:10 AM
	พัก	11:30 AM

ช่วงเวลาการทำงาน		ระยะเวลา
ช่วงบ่าย	13	12:30 PM
	14	12:50 PM
	15	1:10 PM
	16	1:30 PM
	17	1:50 PM
	18	2:10 PM
	19	2:30 PM
	20	2:50 PM
	21	3:10 PM
	22	3:30 AM
	23	3:50 PM
	24	4:10 PM

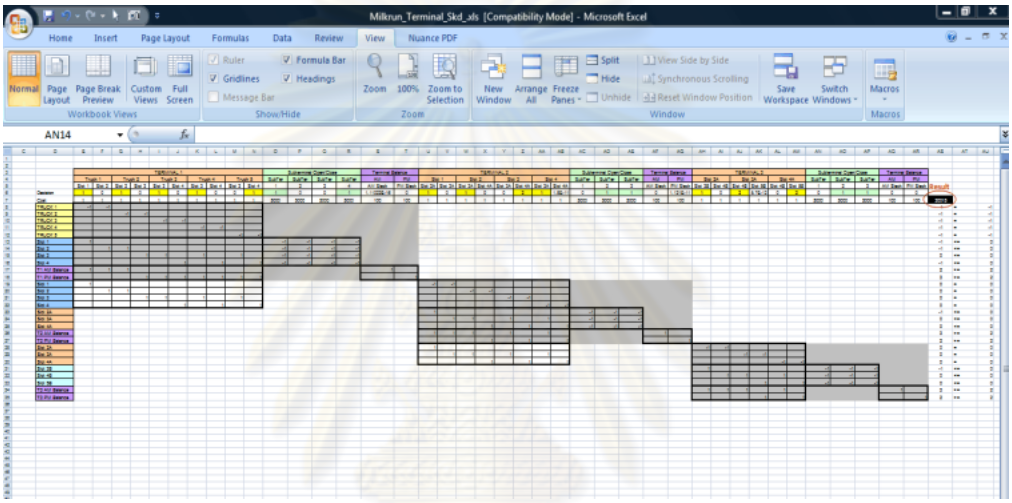
ช่วงเวลาการทำงาน		ระยะเวลา
ช่วงล่วงเวลา	25	4:30 PM
	26	4:50 PM
	27	5:10 PM
	28	5:30 PM
	29	5:50 PM
	28	6:10 PM
	29	6:30 PM

ตารางที่ 3.3 ช่วงเวลาการทำงานของจุดจอดรถแต่ละจุดในโรงงาน

3.1.6 กำหนดเครื่องมือที่นำมาใช้ในการทำงานวิจัย

เนื่องจากลักษณะงานวิจัยของผู้ทำวิจัยนั้นเป็นงานวิจัยแบบกรณีศึกษา (Case study) ซึ่งทำการเลือกบริษัทประกอบรถยนต์มาเป็นตัวอย่างการศึกษา โดยจะศึกษาในเรื่องปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อเข้าจุดจอดรถ เมื่อทำการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้เขียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์มาใช้แก้ปัญหา เนื่องจากปัญหาของผู้เขียนจัดเป็นปัญหาประเภท NP-Hard ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลาในการหาคำตอบที่ดีที่สุดนาน ซึ่งผู้เขียนคิดว่าวิธีแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกส์เป็นวิธีแก้ปัญหาที่ เหมาะสมกับงานวิจัยของผู้เขียนมากที่สุด

ในเบื้องต้นผู้วิจัยเริ่มออกแบบสมการปัญหาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น และทำการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นด้วยการเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากรถบรรทุกในระบบระบบมิลค์รัน เพื่อทำการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้นแบบ เมื่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้นแบบเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงนำเอาข้อมูลมาใส่ในโปรแกรมกระดาษคำนวณเพื่อให้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver ดำเนินการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น



รูปที่ 3.11 การใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver ในการหาคำตอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้นแบบ

จากรูปที่ 3.11 เป็นการทดสอบโมเดลสมการปัญหาด้วยการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver โดยผู้จัดทำใช้ตัวอย่างกลุ่มเล็กในการสร้างและเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้จัดทำสร้างขึ้นมีจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ใช้ดังต่อไปนี้

จำนวนรถบรรทุก : 5 คัน

จำนวนจุดจอด : 3 จุด

จำนวนช่องจอดในแต่ละจุดจอด : 4 ช่อง

จำนวนช่วงเวลของแต่ละช่องจอดที่รถสามารถเข้าจอดได้ : 8 ช่วงเวลา

เพื่อเป็นการง่ายต่อการสร้างโมเดล ผู้จัดทำได้กำหนดต้นทุนในแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

ต้นทุนการเข้าจอดรถเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนมีค่าเท่ากับ 1บาท

ต้นทุนการเปิดใช่ช่องจอดในแต่ละจุดจอดรถมีค่าเท่ากับ 5000บาท

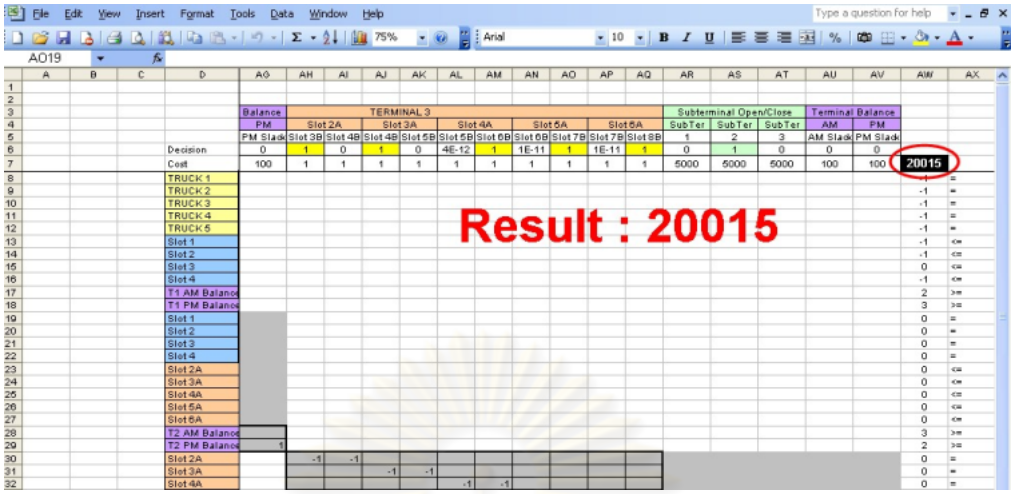
ช่วงเวลาที่รถบรรทุกสามารถวิ่งเข้าสู่จุดจอดรถแต่ละจุดดังมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4

รถบรรทุก	จุดจอดรถที่ 1	จุดจอดรถที่ 2	จุดจอดรถที่ 3
คันที่ 1	ช่วงเวลาที่ 1,2	ช่วงเวลาที่ 2,3,4	ช่วงเวลาที่ 4,5,6
คันที่ 2	ช่วงเวลาที่ 2,3	ช่วงเวลาที่ 3,4,5	ช่วงเวลาที่ 4,5,6
คันที่ 3	ช่วงเวลาที่ 3,4	ช่วงเวลาที่ 4,5,6	ช่วงเวลาที่ 5,6,7
คันที่ 4	ช่วงเวลาที่ 3,4	ช่วงเวลาที่ 4,5,6	ช่วงเวลาที่ 5,6,7
คันที่ 5	ช่วงเวลาที่ 3,4	ช่วงเวลาที่ 4,5,6	ช่วงเวลาที่ 5,6,7

ตารางที่ 3.4 ช่วงเวลาการเข้าจอดรถเพื่อทำการขนถ่ายชิ้นส่วนในแต่ละจุดจอด

ผลของการทดสอบโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น แสดงผลการหาคำตอบจากในรูปที่ 3.12 ซึ่งจุดประสงค์ของสมการปัญหาคือการใช้ประโยชน์จากช่องจอดรถของแต่ละจุดจอดรถอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และมีต้นทุนรวมต่ำที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.12 คำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้นแบบจากการใช้การใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver

จากคำตอบที่ได้โปร โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver จัดตารางการใช้งานรถบรรทุกตามข้อมูลตัวอย่างได้ดังตารางที่ 3.5 ต่อไปนี้

รถบรรทุก	จุดจอดรถที่ 1	จุดจอดรถที่ 2	จุดจอดรถที่ 3
คันที่ 1	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 1	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 2	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 3
คันที่ 2	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 2	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 3	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 4
คันที่ 3	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 4	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 6	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 8
คันที่ 4	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 3	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 4	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 6
คันที่ 5	ช่องจอดที่ 2 ช่วงเวลาที่ 3	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 5	ช่องจอดที่ 1 ช่วงเวลาที่ 7

ตารางที่ 3.5 ตารางการจัดเข้าสู่จุดจอดด้วยการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดจอดรถที่	ช่องจอดรถที่เปิดใช้งาน	ค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งาน	ค่าใช้จ่ายรวม
1	2	5,000	10,000
2	1	5,000	5,000
3	1	5,000	5,000
รวมค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอดรถ(บาท)			20,000

ตารางที่ 3.6 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอดรถในแต่ละจุดจอดรถ

รถคันที่	จุดจอดที่ 1	จุดจอดที่ 2	จุดจอดที่ 3	รวม
1	1	1	1	3
2	1	1	1	3
3	1	1	1	3
4	1	1	1	3
5	1	1	1	3
รวมค่าใช้จ่ายในการเข้าจอด(บาท)				15

ตารางที่ 3.7 ต้นทุนการดำเนินงานของรถบรรทุกในการเข้าจอดเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนในแต่ละจุดจอด

จากคำตอบที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล solver ตามตารางที่ 3.5, 3.6 และ 3.7 สามารถอธิบายได้ดังนี้

ในจุดจอดรถที่ 1 เปิดใช้งานจำนวนช่องจอดเป็นจำนวน 2ช่อง มีต้นทุนการเปิดใช้ช่องจอดเท่ากับ 5,000บาท ต่อหนึ่งช่องจอด รถคันที่ 1 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 1 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 1 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 2 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 1 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 3 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 1 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 4 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 4 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 1 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 3 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 5 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 1 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 2

ในช่วงเวลาที่ 3 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับจุดจอดที่ 1 เท่ากับ 10,005บาท

ในจุดจอดรถที่ 2 เปิดใช้งานจำนวนช่องจอดเป็นจำนวน 1ช่อง มีต้นทุนการเปิดใช้ช่องจอดเท่ากับ 5,000บาท ต่อหนึ่งช่องจอด รถคันที่ 1 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 2 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 2 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 2 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 3 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 2 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 6 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 4 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 2 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 4 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 5 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 2 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 5 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับจุดจอดที่ 1 เท่ากับ 5,005บาท

ในจุดจอดรถที่ 3 เปิดใช้งานจำนวนช่องจอดเป็นจำนวน 1ช่อง มีต้นทุนการเปิดใช้ช่องจอดเท่ากับ 5,000บาท ต่อหนึ่งช่องจอด รถคันที่ 1 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 3 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 3 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 2 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 3 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 4 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 3 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 3 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 8 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 4 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 3 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 6 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รถคันที่ 5 ถูกจัดให้เข้าสู่จุดจอดที่ 3 เข้าใช้งานช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 7 มีค่าใช้จ่ายในการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดสำหรับจุดจอดที่ 3 เท่ากับ 5,005บาท

สรุปต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เกิดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ปัญหาการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อเข้าจุดจอดรถเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล solver มีค่าใช้จ่ายรวมเท่ากับ 20,015บาท

ผู้วิจัยพบว่าการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล solver ในการแก้ปัญหาไม่เหมาะที่จะนำมาใช้งานเพื่อเป็นโปรแกรมที่ติดต่อกับผู้ใช้งานโดยตรง(User Interface) เนื่องจากหากผู้ใช้งานจริงไม่มีความรู้ความเข้าใจถึงโมเดลสมการปัญหาและรูปแบบของการใส่ข้อมูลของ

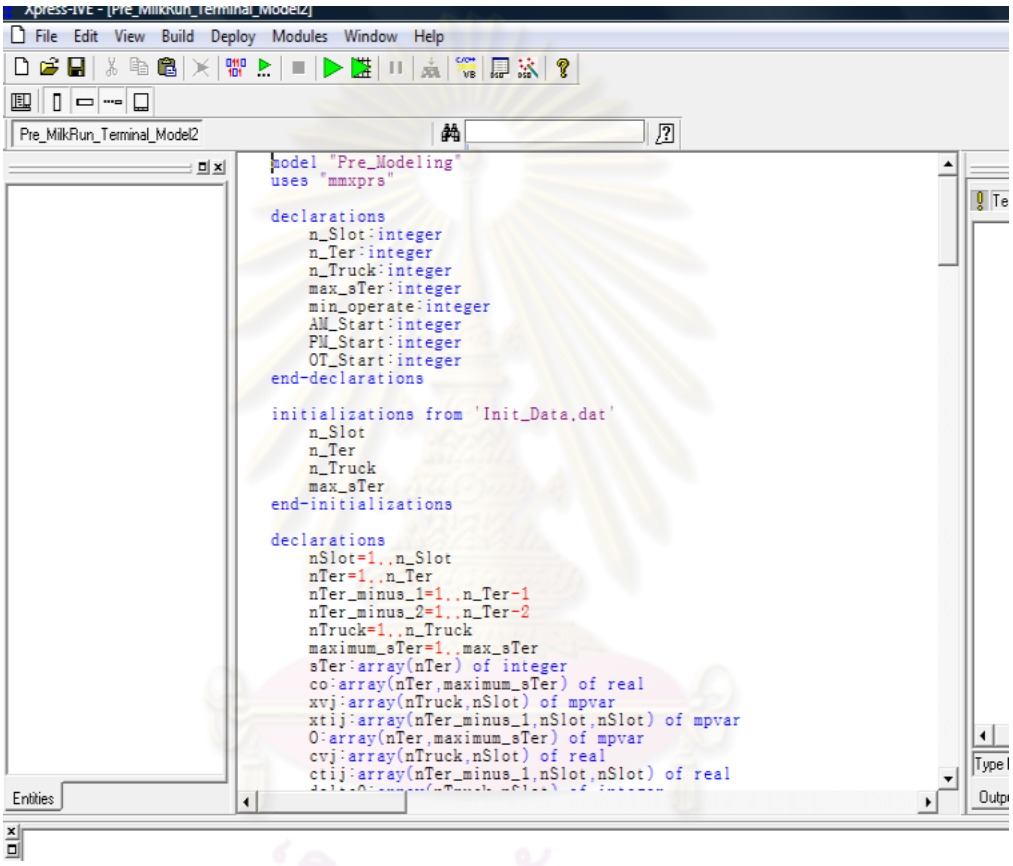
รถบรรทุกและจำนวนจุดจอดต่างๆลงในโปรแกรมกระดาษคำนวณเพื่อให้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล solver ทำการดำเนินการหาคำตอบที่ดีที่สุดจะทำได้ยากและใช้เวลานานมากกว่าการวางแผนในปัจจุบัน เนื่องจากข้อมูลของรถบรรทุกและจุดจอดรถในระบบมิลค์รันทั้งหมดมีปริมาณมาก จะส่งผลทำให้การใส่ข้อมูลกินระยะเวลายาวนานและสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้งาน

ผู้เขียนเลือกใช้โปรแกรมต้นแบบ มาใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานวิจัยเนื่องจากโปรแกรม ตัวอย่าง สามารถรองรับตัวแปรของสมการปัญหาได้เป็นจำนวนมากและมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายไม่ซับซ้อนในขั้นตอนการใส่ข้อมูลต่างๆเพื่อให้โปรแกรมต้นแบบ หาคำตอบที่ดีที่สุดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในขั้นแรกเพื่อเป็นการทดสอบตัวโปรแกรมต้นแบบและเพื่อเป็นการฝึกและทำความเข้าใจในระบบการทำงานของโปรแกรม รูปแบบและลักษณะการเขียนโค้ดคำสั่งเพื่อให้โปรแกรมทำงานตามที่ผู้วิจัยต้องการ เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเอาตัวอย่างของแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ออกแบบขึ้น มาใช้ทำการเขียนคำสั่งเพื่อทำให้โปรแกรมต้นแบบ สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ โดยใช้ตัวอย่างเดียวกันกับที่ใช้ในโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver เพื่อสามารถตรวจเช็กผลของคำตอบที่ได้และความถูกต้องในการเขียนโค้ดคำสั่งลงบนโปรแกรมต้นแบบด้วยอีกครั้ง โดยผู้จัดทำใช้โปรแกรมต้นแบบ เวอร์ชั่นสำหรับนักศึกษามาทดสอบการเขียนคำสั่งและสร้างโมเดล ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นที่อนุญาตให้นักศึกษาสามารถดาวน์โหลดนำมาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด แต่โปรแกรมเวอร์ชั่นสำหรับนักศึกษานั้นจะมีข้อจำกัดในการใช้งานคือ

จำนวนสูงสุดของจำกัด (แถว): 400
จำนวนสูงสุดของตัวแปร (คอลัมน์): 800
จำนวนสูงสุดของค่าสัมประสิทธิ์ (องค์ประกอบ): 5000
จำนวนสูงสุดของไบนารีและจำนวนเต็มตัวแปรฯลฯ (Global Element): 400

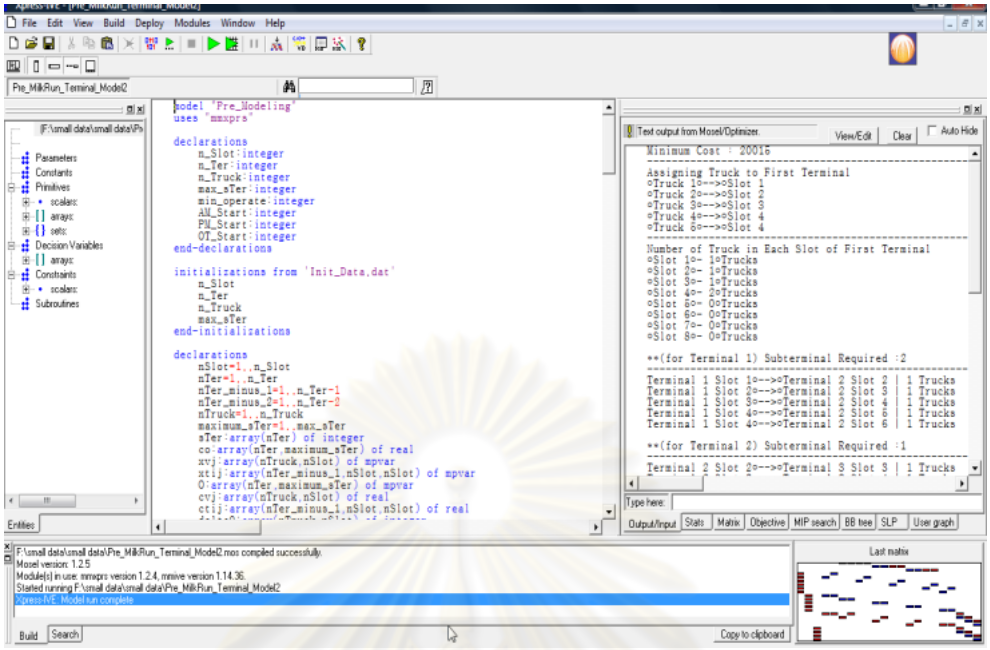
ซึ่งหากนำมาใช้งานในแบบจำลองคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อมูลจริงทั้งหมดจะไม่สามารถทำได้เนื่องจาก ตัวแปรของข้อมูลรถบรรทุกและจุดจอดรถทั้งหมดในระบบมิลค์รันมีจำนวนตัวแปรมากเกินกว่าที่โปรแกรมต้นแบบเวอร์ชั่นสำหรับนักศึกษาอนุญาตให้ใช้ได้ ผู้จัดทำจึงใช้เพียงเพื่อศึกษาระบบการทำงานของโปรแกรมและทดสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์เท่านั้น โดยใช้ข้อมูลตัวอย่างชุดเดียวกับที่ใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver แล้วนำเอาผลการหาคำตอบมาเปรียบเทียบเพื่อความถูกต้อง

การร่างแบบจำลองคณิตศาสตร์ลงในโปรแกรมต้นแบบ เพื่อให้โปรแกรมทำตามคำสั่งและแก้ปัญหาตามที่ต้องการได้ ดังตัวอย่างโครงสร้างภาษาที่เขียนใน โปรแกรมต้นแบบ โดยผู้จัดทำเขียนโครงสร้างของแบบจำลองคณิตศาสตร์แบบเดียวกันกับที่ใช้ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล solver เพื่อมีจุดประสงค์ในการทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองคณิตศาสตร์และคำตอบที่ได้จากการคำนวณผ่านทาง 2 โปรแกรมว่ามีคำตอบตรงกันหรือไม่ ในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การสร้างโมเดลสมการปัญหาโดยใช้โปรแกรมต้นแบบ

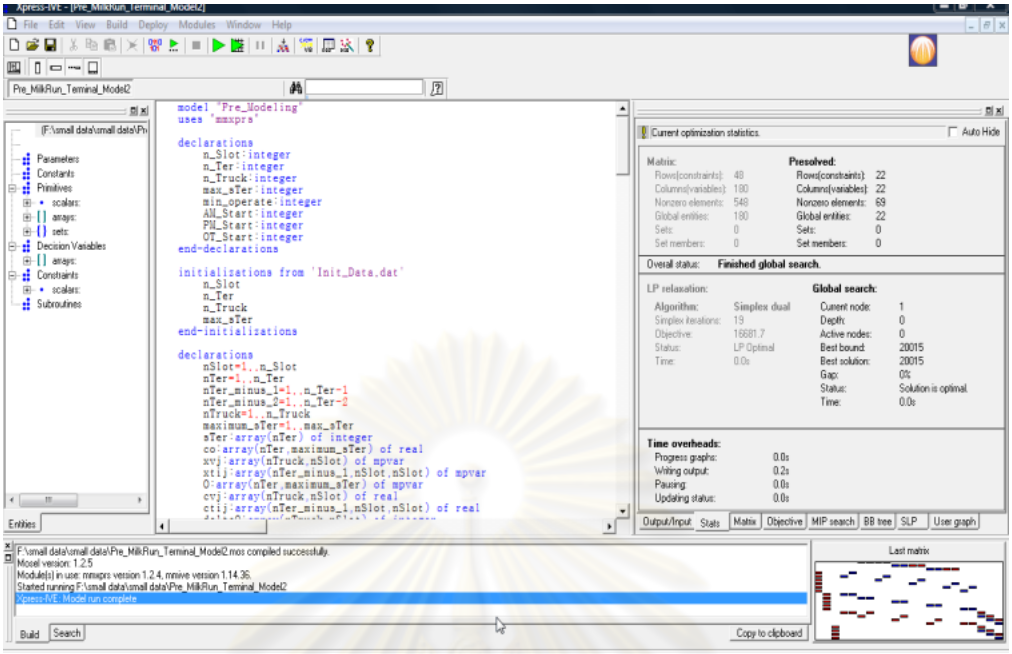
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.14 ผลการหาคำตอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากโปรแกรมต้นแบบ

หลังจากการตรวจสอบความถูกต้องของตัวโครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เขียนลงในโปรแกรมต้นแบบ แล้ว ผู้จัดการทดสอบสมการปัญหาโดยใช้ข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลที่ใช้ทดสอบในโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver ซึ่งผลการหาคำตอบจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ นั้นได้คำตอบเดียวกับการคำนวณด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver คำตอบที่ดีที่สุดคือ 20,015 ดูคำตอบได้จากรูปที่ 3.14 และ 3.15 โดยมีผลจากการคำนวณและคำตอบจากโปรแกรมต้นแบบ ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.15 ผลการหาคำตอบสมการปัญหาที่ได้จากโปรแกรมต้นแบบ

คำตอบที่ได้จากโปรแกรมต้นแบบ สามารถสรุปคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

สำหรับจุดจอดที่1 เปิดให้ใช้ช่องจอดเป็นจำนวน 2ช่อง โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้ช่องจอด 5,000บาท ต่อหนึ่งช่องจอด รถคันที่ 1 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 1 รถคันที่ 2 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 2 รถคันที่ 3 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 3 รถคันที่ 4 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 4 และ รถคันที่ 5 เข้าใช้ช่องจอดที่ 2 ในช่วงเวลาที่ 4 ซึ่งมีต้นทุนการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1บาท ต่อหนึ่งช่องจอด ค่าใช้จ่ายรวมสำหรับจุดจอดรถที่ 1 เท่ากับ 10,005บาท

สำหรับจุดจอดรถที่2 เปิดให้ใช้ช่องจอดรถเป็นจำนวน 1ช่อง โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้ช่องจอด 5,000ต่อหนึ่งช่องจอด รถคันที่ 1 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 2 รถคันที่ 2 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 3 รถคันที่ 3 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 4 รถคันที่ 4 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 5 และ รถคันที่ 5 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 6 ซึ่งมีต้นทุนการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1ต่อหนึ่งช่องจอด ค่าใช้จ่ายรวมสำหรับจุดจอดรถที่ 1 เท่ากับ 5,005

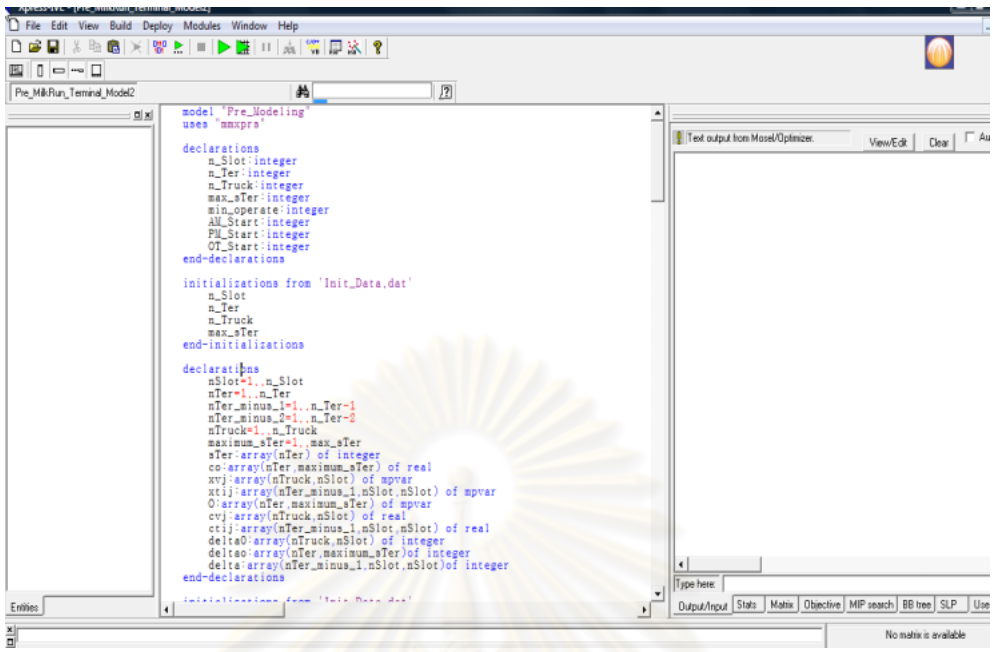
สำหรับจุดจอดรถที่3 เปิดให้ใช้ช่องจอดรถเป็นจำนวน 1ช่อง โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้ช่องจอด 5,000ต่อหนึ่งช่องจอด รถคันที่ 1 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 3 รถคันที่ 2 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 4 รถคันที่ 3 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 6 รถคันที่ 4 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 7 และ รถคันที่ 5 เข้าใช้ช่องจอดที่ 1 ในช่วงเวลาที่ 8 ซึ่งมีต้นทุนการเข้าใช้ช่องจอดเท่ากับ 1ต่อหนึ่งช่องจอด ค่าใช้จ่ายรวมสำหรับจุดจอดรถที่ 1 เท่ากับ 5,005

สรุปค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากคำตอบที่ดีที่สุดมีค่าเท่ากับ 20,015บาท ซึ่งผลการคำนวณและการวางแผนจัดตารางรถเข้าสู่จุดจอด ได้คำตอบตรงกันกับการใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกซ์เซล solver ซึ่งระยะเวลาการคำนวณและการใส่ข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณตลอดจนรูปการใช้งานที่เข้าใจง่ายทำให้ผู้จัดทำตัดสินใจเลือกใช้โปรแกรมต้นแบบ มาใช้ในการแก้ปัญหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และใส่ข้อมูลชุดใหญ่ที่ซับซ้อนเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

3.1.7 ออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาของผู้เขียน โดยนำหลักการของวิธีการหาคำตอบแบบฮิวริสติกส์มาใช้ การออกแบบจะต้องสัมพันธ์กับลักษณะของปัญหา เพื่อสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด และสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาที่ต้องการแก้ตรงตามวัตถุประสงค์ได้จากที่ผู้เขียนได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1.2 ในเรื่องของการออกแบบโครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการระบุลักษณะปัญหาเพื่อหาสมการวัตถุประสงค์นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

หลังจากทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดที่ตรงตามที่ผู้จัดทำต้องการแล้ว ผู้วิจัยสามารถนำเอาโครงสร้างที่ทำการทดสอบมาเขียนขึ้นในโปรแกรมต้นแบบ เวอร์ชั่นเต็มที่สามารถใช้หาคำตอบจากข้อมูลที่มีความซับซ้อนในปริมาณมากได้โดยมีการละเอียดของการเขียนโปรแกรมดังรูปที่ 3.16 ซึ่งโครงสร้างของคำสั่งใช้โครงสร้างเดียวกับคำสั่งที่เขียนลงในเวอร์ชั่นนักศึกษา โดยมีส่วนเพิ่มเติมคือการออกแบบเมทริกซ์ของช่องใส่ข้อมูลที่มากขึ้นเพื่อรองรับการข้อมูลขนาดใหญ่ของการวางแผนจริงในปัจจุบัน



รูปที่ 3.16 การเขียนโมเดลสมการปัญหาลงในโปรแกรมต้นแบบ

เมทริกซ์ที่ผู้วิจัยทำการออกแบบเพื่อใช้ในการหาคำตอบด้วยโปรแกรตัวอย่างประกอบด้วยเมทริกซ์หลัก 5 เมทริกซ์ ประกอบด้วย

1) เมทริกซ์ Init_Data เป็นเมทริกซ์ที่ใส่ข้อมูลตามรูปที่ 3.17

จำนวนรถบรรทุก(n_Truck) ใส่ข้อมูลจำนวนรถบรรทุก

จำนวนจุดจอด(n_Ter) ใส่ข้อมูลจำนวนจุดจอดรถ

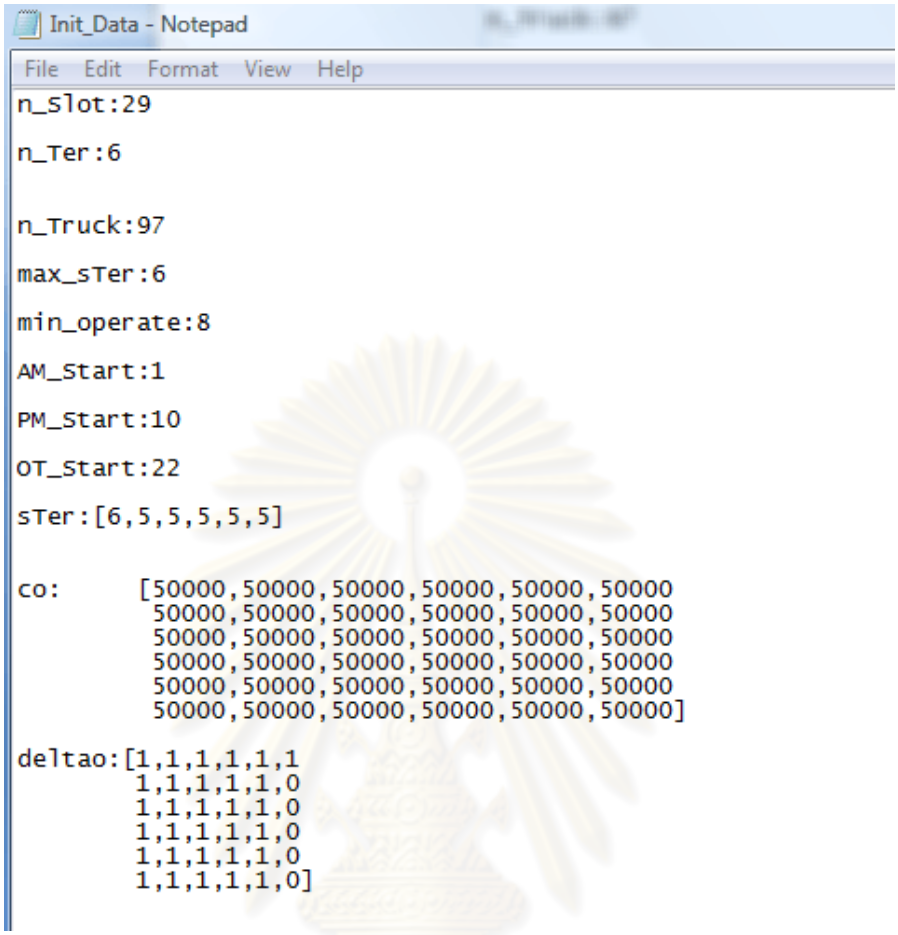
จำนวนช่องจอดในแต่ละจุดจอด(STer) ใส่ข้อมูลจำนวนช่องจอดรถ

ช่วงเวลาการทำงาน(AM_Start,PM_Start,OT_Start) ระบุช่วงเวลาต่างๆ

จำนวนสูงสุดของช่องจอดที่สามารถเปิดใช้งานได้(max_sTer)

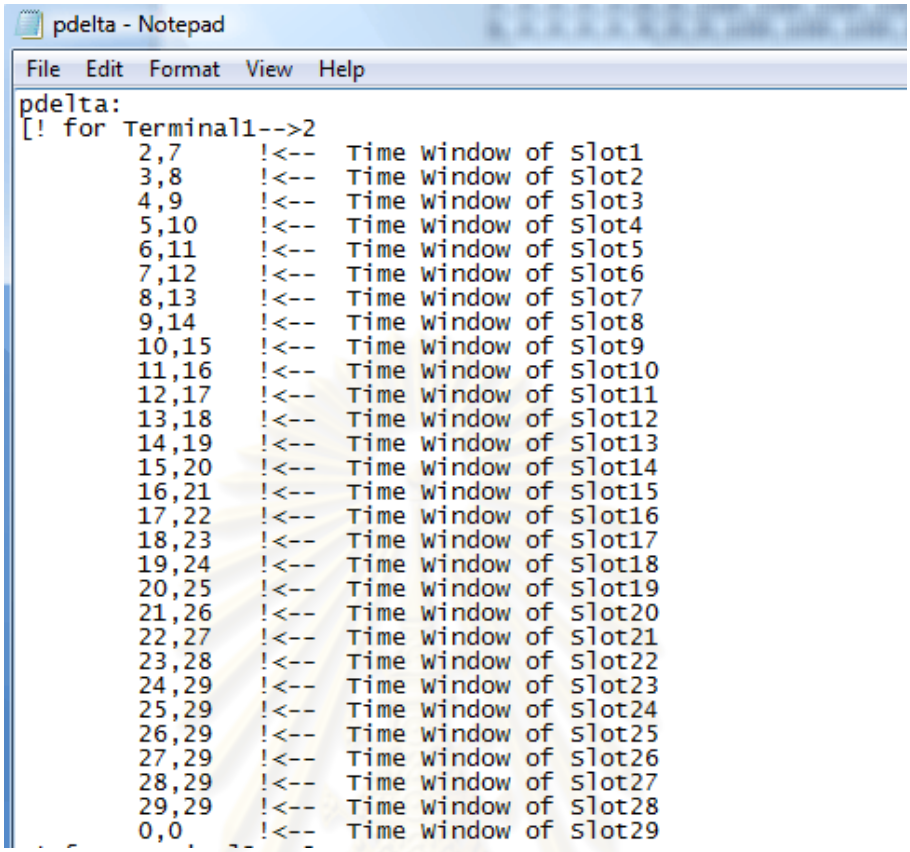
ต้นทุนการใช้งานของแต่ละช่องจอด(CO) ใส่ต้นทุนในการเปิดใช้ช่องจอด

จำนวนช่องจอดแต่ละจุดจอดที่รถบรรทุกสามารถสามารถเข้าจอดได้ (Deltao)



รูปที่ 3.17 การใส่ข้อมูลใน Init_Data

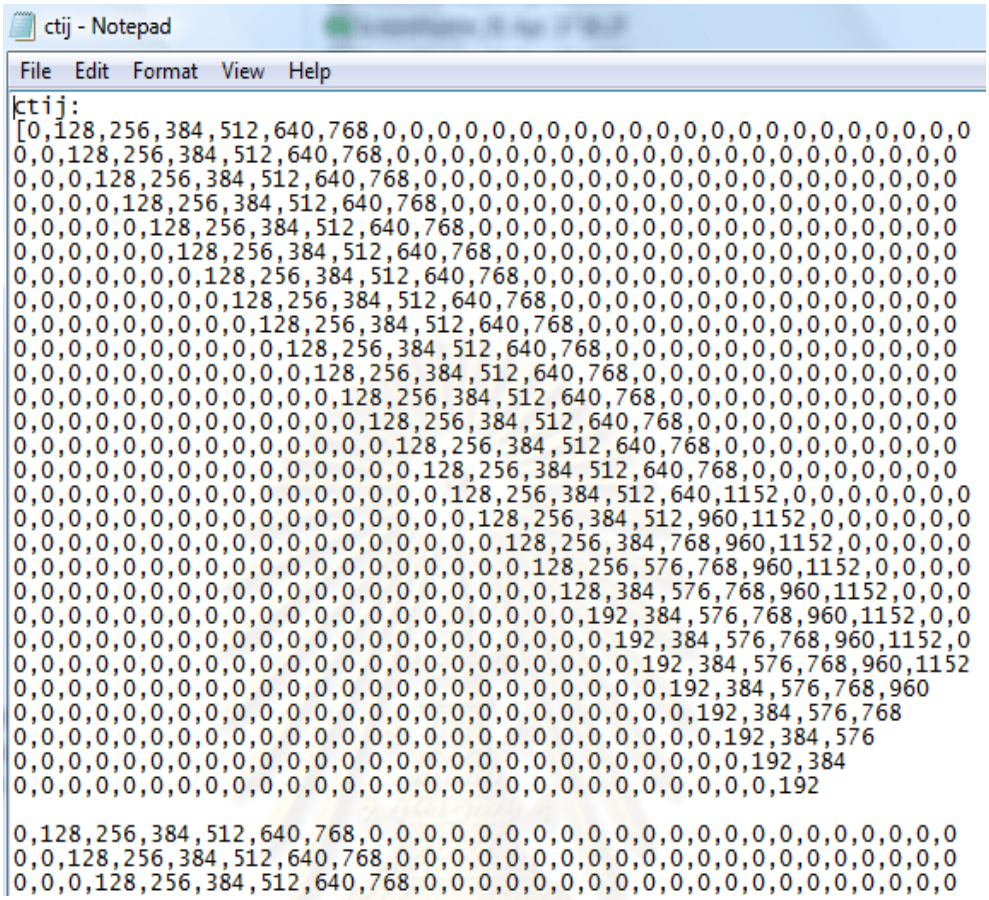
2) เมทริกซ์ pdelta เป็นเมทริกซ์การปฏิบัติงานของรถบรรทุกตั้งแต่เข้าจุดจอดแรกไปจนถึงจุดจอดสุดท้ายที่ ใส่ข้อมูลของจำนวนรถที่ใช้ในระบบ และจำนวนช่วงเวลาทั้งหมดของจุดจอด ซึ่งทำงานต่อเนื่องกัน ระหว่างจุดจอดทั้งหมดที่มี ซึ่งรถจำต้องวิ่งผ่านตั้งแต่จุดจอดแรกไปจนถึงจุดจอดสุดท้ายเป็นเมทริกซ์ขนาดเท่ากับ จำนวนจุดจอด x ช่วงเวลา x ช่วงเวลา จากโครงสร้างของเมทริกซ์ซึ่งดูยากและ ค่อนข้างเสียเวลาในการใส่ข้อมูล ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบเมทริกซ์ให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นด้วยการออกแบบ การใส่ข้อมูล pdelta ในรูปที่ 3.18 ซึ่งผู้ใช้งานใส่เพียงช่วงเวลาที่สามารถเข้าช่องจอดในจุดจอดถัดไปของรถบรรทุกเท่านั้น



รูปที่ 3.18 การใส่ข้อมูลใน pdelta

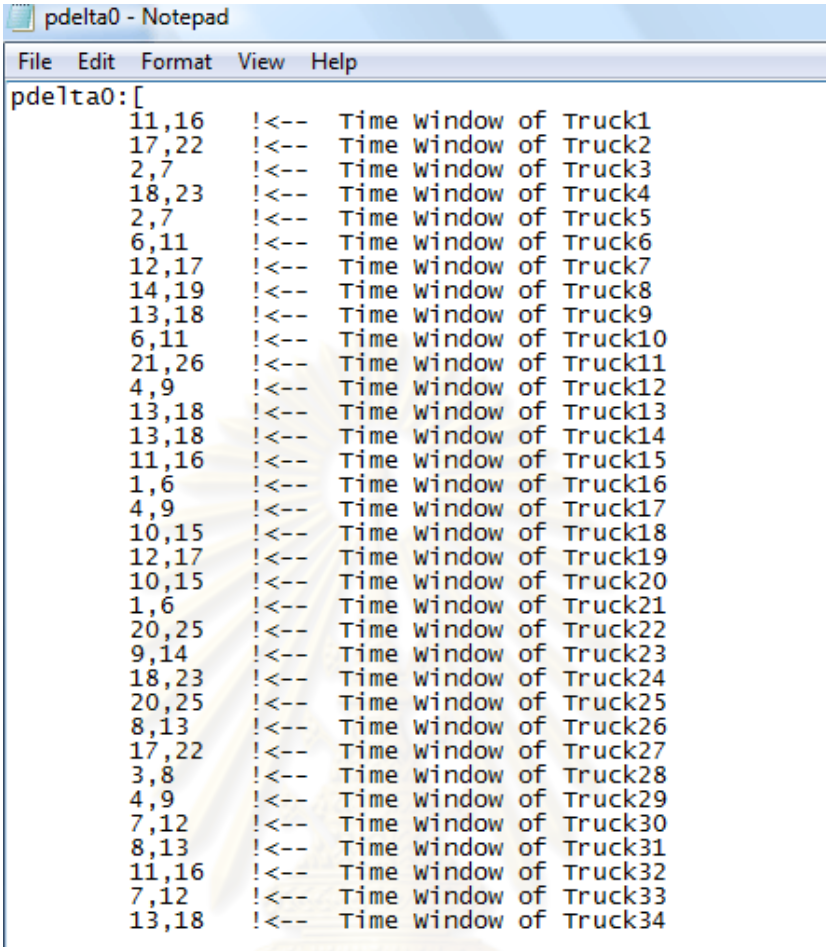
3) เมทริกซ์ tcij เป็นเมทริกซ์ของต้นทุนการปฏิบัติงานของรถบรรทุกตั้งแต่เข้าจุดจอดแรกไปจนถึงจุดจอดสุดท้ายที่ โดยใส่ข้อมูลต้นทุนการใช้งานของรถในแต่ละจุดจอดรถต้องแต่จุดจอดแรกไปจนถึงจุดจอดสุดท้าย เป็นเมทริกซ์ขนาดเท่ากับ จำนวนจุดจอด x ช่วงเวลา x ช่วงเวลา รูปที่ 3.19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



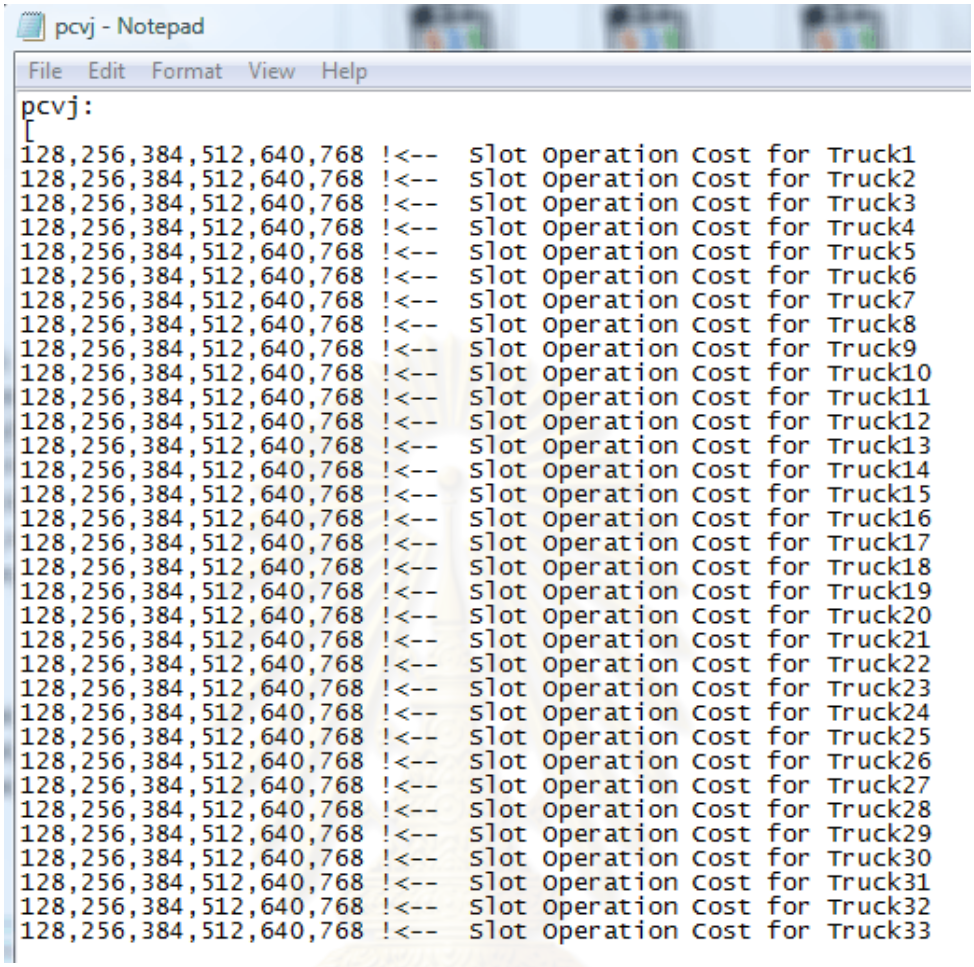
รูปที่ 3.19 การใส่ข้อมูลใน ctij

4) เมทริกซ์ pdelta0 เป็นเมทริกซ์ที่ใส่ข้อมูลของรถแต่ละคันว่าจะต้องเข้าจอดในช่วงเวลาใดบ้าง เป็นเมทริกซ์ขนาด จำนวนรถบรรทุก x จำนวนช่วงเวลา โดยช่วงเวลาที่รถบรรทุกจะเข้าใช้งานช่องจอดมีค่าเท่ากับหนึ่ง และอนุญาตให้รถบรรทุกสามารถรอเข้าจอดได้ในช่วงเวลถัดไปในกรณีที่ช่องจอดของแต่ละจุดจอดรถมีไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ผู้จัดทำเห็นว่า การใส่ข้อมูลยังยุ่งยากและไม่สะดวกต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่วางแผน ผู้จัดทำได้พยายามออกแบบรูปแบบการใส่ข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมต้นแบบ คำนวณเพื่อหาคำตอบโดยคำนึงถึงผู้ใช้งานให้เข้าใจง่ายและทำงานได้รวดเร็วขึ้นจึงได้ออกแบบรูปแบบของการใส่ข้อมูลใน pdelta0 โดยออกแบบให้ใส่ข้อมูลเพียงช่วงเวลาที่รถบรรทุกจะเข้าช่องจอดของรถแต่ละคันเท่านั้นดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การออกแบบรูปแบบการใส่ข้อมูลใน pdelta0

5) เมทริกซ์ pcvj เป็นเมทริกซ์ที่ใส่ข้อมูลต้นทุนของรถแต่ละคันในการเข้าจอดรถในแต่ละช่วงเวลาเป็นเมทริกซ์ขนาด จำนวนรถบรรทุก x จำนวนช่วงเวลา โดยช่วงเวลาที่รถบรรทุกจะเข้าใช้งานช่องจอดมีต้นทุนการใช้งานเกิดขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้งาน ผู้จัดทำได้ทำการแก้ไขรูปแบบการใส่ข้อมูลเพื่อทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้สะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น และเข้าใจการใช้งานโปรแกรมต้นแบบได้ดียิ่งขึ้น ในรูปที่ 3.21 เป็นการจัดรูปแบบการใส่ข้อมูลต้นทุนของการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลา pcvj



รูปที่ 3.21 การใส่ข้อมูลใน pcvj

3.1.8 ทดสอบและวัดผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ออกแบบในเรื่อง ความถูกต้อง รวดเร็ว ในการหาคำตอบ รวมทั้งแก้ไข ปรับปรุง เพื่อทำให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถหาคำตอบได้อย่างที่ผู้เขียนต้องการ และคำตอบที่ได้สามารถตอบโจทย์ของผู้เขียนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ผู้เขียนได้ทำการทดสอบความถูกต้องของโครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากที่ได้อธิบายมาในเบื้องต้นแล้ว ว่าโครงสร้างสมการที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานและหาคำตอบที่ดีที่สุดได้จริงด้วยการ หาคำตอบที่ดีที่สุดจากโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver เพื่อเป็นการตรวจสอบความ

ถูกต้องและความพร้อมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะทำการใช้งานจริงในการใส่ข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และสรุปผลงานวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยการใช้ข้อมูลการวางแผนของฝ่ายวางแผนการบริหารงานจัดส่งย้อนหลัง 3เดือนโดยใส่ข้อมูลลงในรูปแบบและวิธีที่กล่าวไว้ในข้อ 3.1.7 และทำการแก้ปัญหาด้วยการสั่งให้โปรแกรมต้นแบบ หาคำตอบที่ดีที่สุดโดยใช้สมการวัตถุประสงค์ที่ออกแบบไว้ ในข้อ 3.1.2 พร้อมทั้งใส่ข้อจำกัดต่างๆลงในโปรแกรม โดยมีการใส่ต้นทุนค่าใช้จ่ายในแต่ละส่วนที่จะเกิดขึ้นจากการดำเนินงานดังต่อไปนี้

- ต้นทุนการเปิดใช้งานช่องจอดรถประกอบมีต้นทุนการใช้งานทั้งหมดเท่ากับ 50,000บาท ประกอบด้วยต้นทุนค่าไฟฟ้า, ค่าแรงพนักงานในการดูแลช่องจอด, ค่ารถยกฟอร์คลิฟ
- ต้นทุนการใช้ช่องจอดในแต่ละจุดจอด ช่วงเวลาในการจอดรถเพื่อขนถ่ายชิ้นส่วนมีค่าใช้จ่าย
    - ช่วงเวลาทำงานปกติ ช่วงเวลาที่1 ถึง 24 มีต้นทุนการใช้งานเท่ากับ 128บาท ต่อหนึ่งช่วงเวลา ประกอบด้วยต้นทุนค่ารถบรรทุก, ค่าแรงคนขับรถบรรทุก
    - ช่วงเวลาทำงานล่วงเวลา ช่วงเวลาที่ 25 ถึง 29 มีต้นทุนการใช้งานเท่ากับ 192บาทต่อหนึ่งช่วงเวลา ประกอบด้วยต้นทุนค่ารถบรรทุก, ค่าแรงพนักงานขับรถบรรทุก, ค่าล่วงเวลาพนักงานขับรถบรรทุก
- ต้นทุนจากการรอเข้าใช้ช่องจอดของรถบรรทุกในกรณีที่ช่องจอดไม่ว่างซึ่งอนุญาตให้รอเข้าใช้ได้ 5ช่วงเวลาการรอคอย โดยจะมีต้นทุนในการรอคอยดังต่อไปนี้
    - การรอคอยในช่วงเวลาทำงานปกติ มีต้นทุนการรอคอย 128บาทต่อหนึ่งช่วงเวลาการรอคอย ประกอบด้วยต้นทุนค่ารถบรรทุก, ค่าแรงคนขับรถบรรทุก
    - การรอคอยในช่วงเวลาทำงานล่วงเวลา มีต้นทุนการรอคอย 192บาทต่อหนึ่งช่วงเวลา ประกอบด้วยต้นทุนค่ารถบรรทุก, ค่าแรงพนักงานขับรถบรรทุก, ค่าล่วงเวลาพนักงานขับรถบรรทุก

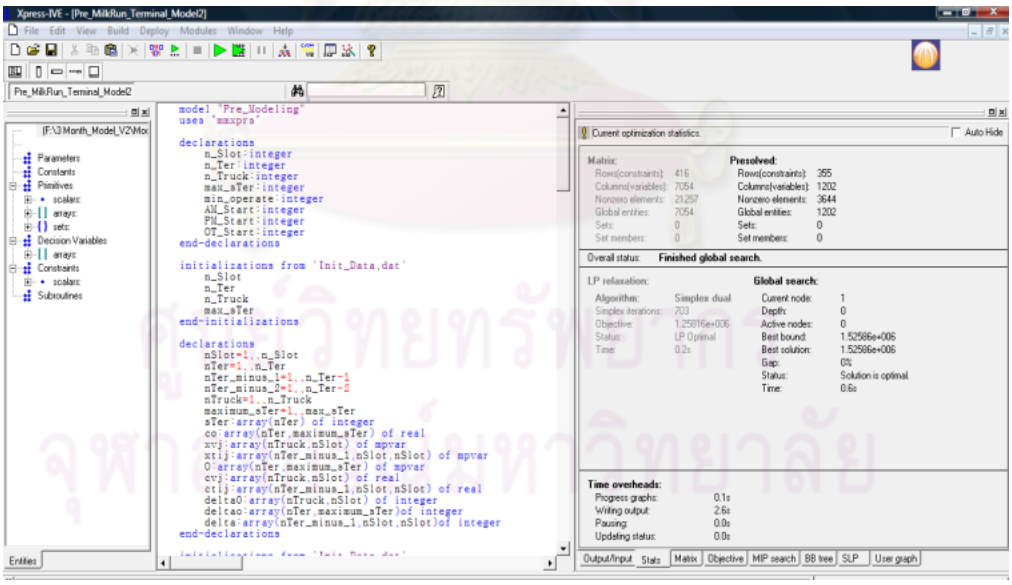
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยออกแบบโดยใช้โปรแกรมต้นแบบ จากข้อมูลทั้ง 3เดือนตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2551 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2552 ได้ผลดังต่อไปนี้

ผลคำตอบที่ดีที่สุดในการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกโดยใช้ข้อมูลเดือนธันวาคม 2551 ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆดังตารางที่ 3.8 ได้คำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ ในรูปที่ 3.22

ข้อมูลเดือนธันวาคม 2551	จำนวน(หน่วย)
จำนวนรถบรรทุก	97 คัน
จำนวนจุดจอด	6 จุด
จำนวนช่องจอดในแต่ละจุดจอด	6,5,5,5,5,5 ช่อง
จำนวนช่วงเวลาของแต่ละช่องจอดที่รถสามารถเข้าจอดได้	29 ช่วงเวลา

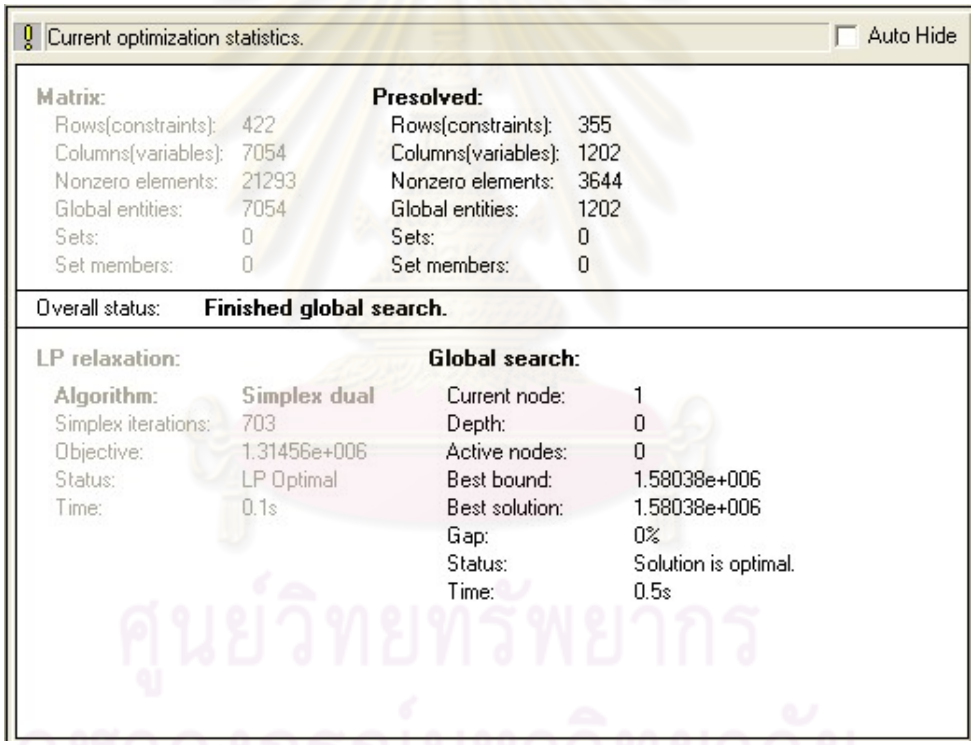
ตารางที่ 3.8 ข้อมูลการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเดือนธันวาคม 2551



รูปที่ 3.22 ผลคำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบหาคำตอบจากการใช้ข้อมูลเดือนธันวาคม 2551

การสรุปผลการคำนวนเป็นค่าทางสถิติของผลการหาคำตอบจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ ในการคำนวณ โดยเมทริกซ์ของปัญหาประกอบด้วย

จำนวนจำกัด (แถว): 422
จำนวนตัวแปรตัดสินใจ (คอลัมน์): 7,054
จำนวนตัวแปรที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ : 21,293
จำนวน Global Entities: 7,054
ระยะเวลาในการคำนวณหาคำตอบ 0.5วินาที
ผลการหาคำตอบ : ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution)
คำตอบที่ดีที่สุด : 1.58038e+006



รูปที่ 3.23 สรุปผลการหาคำตอบเดือนธันวาคม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 3.23 มีผลของคำตอบที่ดีที่สุดจากโปรแกรมต้นแบบดังต่อไปนี้

สำหรับจุดจอดที่ 1 จะเปิดให้ใช้ช่องจอดทั้งหมด 5ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 97คันเป็นจำนวน 12,672บาท โดยมีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้าจำนวน 2คัน ในช่วงเวลาปกติ มีค่าใช้จ่ายจากการรอเป็นจำนวน 128ต่อคัน รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 97คันในจุดจอดที่ 1 เท่ากับ 262,928บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 2 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 5ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 97คันเป็นจำนวน 12,928บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 97คันในจุดจอดรถที่ 2 เท่ากับ 262,928บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 3 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 5ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 97คันเป็นจำนวน 13,248บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 97คันในจุดจอดรถที่ 3 เท่ากับ 263,248บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 4 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 5ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 97คันเป็นจำนวน 13,504บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 97คันในจุดจอดรถที่ 4 เท่ากับ 263,504บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 5 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 5ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 97คันเป็นจำนวน 13,760บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 97คันในจุดจอดรถที่ 5 เท่ากับ 263,760บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 6 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 5ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละ

ช่วงเวลาของรถทั้งหมด 97คันเป็นจำนวน 14,016บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 97คันในจุดจอดรถที่ 6 เท่ากับ 264,016บาท

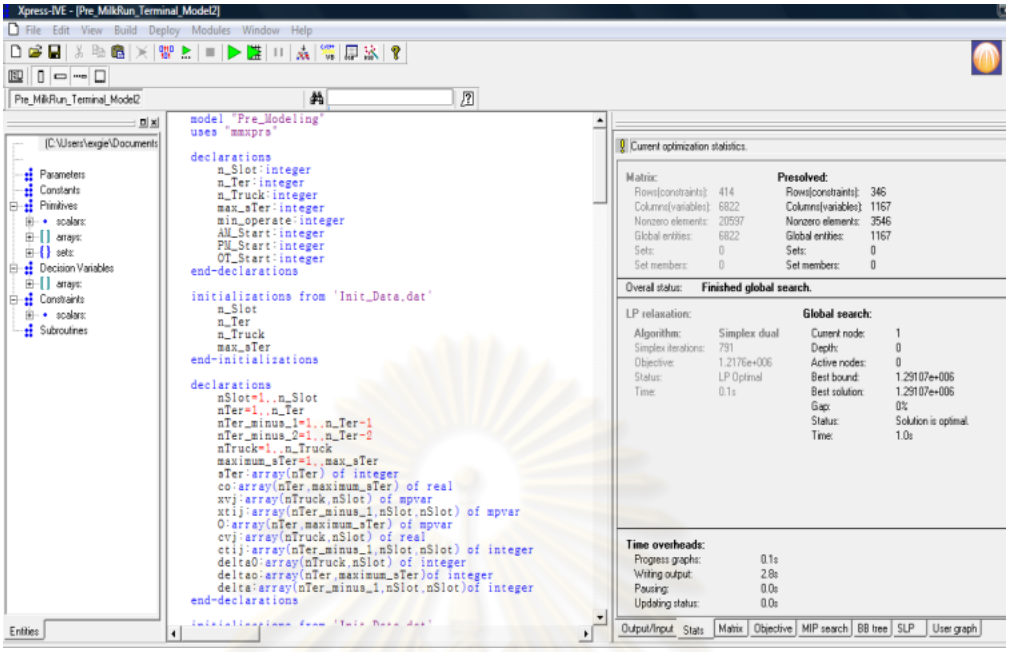
สรุปรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าจุดจอดรถในเดือนธันวาคม 2551 มีจำนวนรถบรรทุก 97คันจำนวนจุดจอดรถที่ทั้งหมด 6จุด เปิดใช้งานช่องจอดรถ 5 ช่องในแต่ละจุดจอดรถ มีค่าใช้จ่ายทั้งหมดเท่ากับ 1,580,384บาท

ผลคำตอบที่ดีที่สุดในการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกโดยใช้ข้อมูลเดือนมกราคม 2552 ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆดังตารางที่ 3.9 ได้คำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ ในรูปที่ 3.24

ข้อมูลเดือนมกราคม 2552	จำนวน(หน่วย)
จำนวนรถบรรทุก	89 คัน
จำนวนจุดจอด	6 จุด
จำนวนช่องจอดในแต่ละจุดจอด	6,5,5 ,5,5,5 ช่อง
จำนวนช่วงเวลของแต่ละช่องจอดที่รถสามารถเข้าจอดได้	29 ช่วงเวลา

ตารางที่ 3.9 ข้อมูลการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเดือนมกราคม 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.24 ผลคำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ หาคำตอบจากการใช้ข้อมูลเดือนมกราคม 2552

การสรุปผลการคำนวนเป็นค่าทางสถิติของผลการหาคำตอบจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ ในการคำนวณ โดยเมทริกซ์ของปัญหาประกอบด้วย

จำนวนจำกัด (แถว): 414

จำนวนตัวแปรตัดสินใจ (คอลัมน์): 6,822

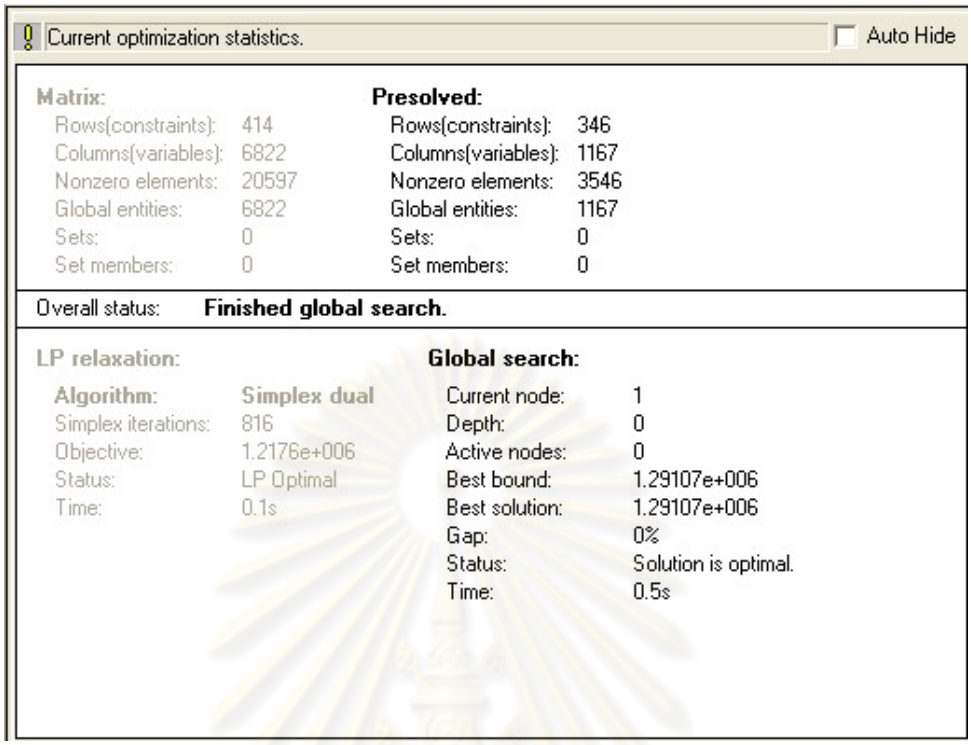
จำนวนตัวแปรที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ : 20,597

จำนวน Global Entities: 6,822

ระยะเวลาในการคำนวณหาคำตอบ 0.5วินาที

ผลการหาคำตอบ : ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution)

คำตอบที่ดีที่สุด : 1.29107e+006



รูปที่ 3.25 สรุปผลการหาคำตอบเดือนมกราคม

จากรูปที่ 3.25 มีผลของคำตอบที่ดีที่สุดจากโปรแกรมต้นแบบดังต่อไปนี้

สำหรับจุดจอดที่ 1 จะเปิดให้ใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000ต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 89คันเป็นจำนวน 11,712บาท โดยมีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้าจำนวน 48คัน ล่าช้าในช่วงเวลาปกติ 44คัน มีค่าใช้จ่ายจากการรอเป็นจำนวน 15,616บาท ล่าช้าในช่วงเวลาล่วงเวลา 4คัน มีค่าใช้จ่ายจากการรอเป็นจำนวน 1,344บาท รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 89คันในจุดจอดที่ 1 เท่ากับ 228,672บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 2 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 89คันเป็นจำนวน 11,968บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 89คันในจุดจอดรถที่ 2 เท่ากับ 211,968บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 3 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 89คันเป็นจำนวน 12,224บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 89คันในจุดจอดรถที่ 3 เท่ากับ 212,224บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 4 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 89คันเป็นจำนวน 12,480บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 89คันในจุดจอดรถที่ 4 เท่ากับ 212,480บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 5 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 89คันเป็นจำนวน 12,736บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 89คันในจุดจอดรถที่ 5 เท่ากับ 212,736บาท

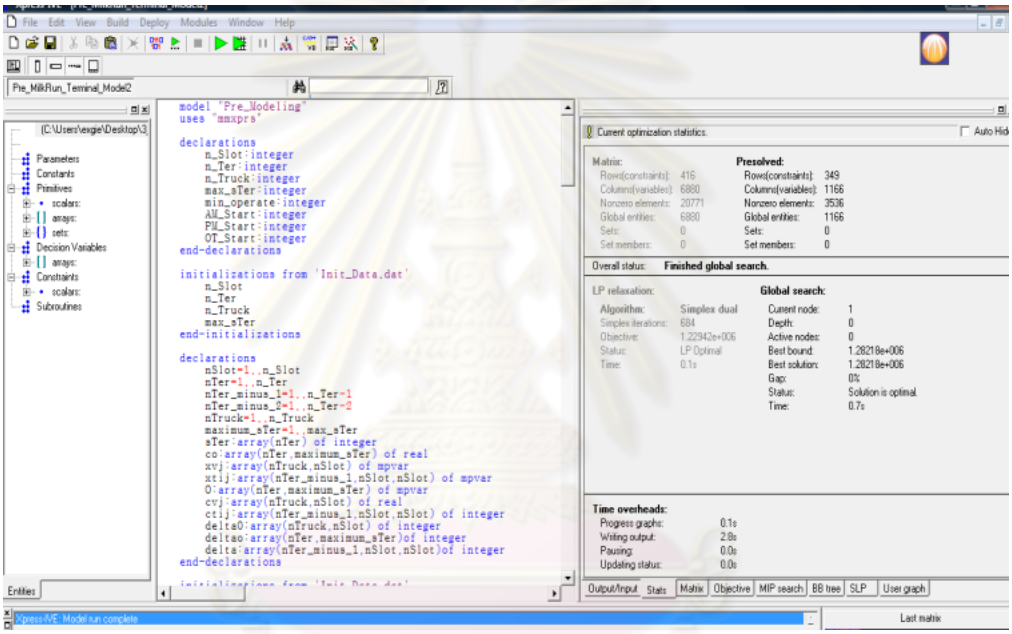
สำหรับจุดจอดรถที่ 6 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 89คันเป็นจำนวน 12,992บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 89คันในจุดจอดรถที่ 6 เท่ากับ 212,992บาท

สรุปรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าจุดจอดรถในเดือนมกราคม 2552 มีจำนวนรถบรรทุก 89คันจำนวนจุดจอดรถที่ทั้งหมด 6จุด เปิดใช้งานช่องจอดรถ 4 ช่องในแต่ละจุดจอดรถ มีค่าใช้จ่ายทั้งหมดเท่ากับ 1,291,072บาท

ผลคำตอบที่ดีที่สุดในการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกโดยใช้ข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ประกอบด้วยข้อมูลต่างๆดังตารางที่ 3.10 ได้คำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ ในรูปที่ 3.26

ข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์ 2552	จำนวน(หน่วย)
จำนวนรถบรรทุก	91 คัน
จำนวนจุดจอด	6 จุด
จำนวนช่องจอดในแต่ละจุดจอด	6,5,5 ,5,5,5 ช่อง
จำนวนช่วงเวลาของแต่ละช่องจอดที่รถสามารถเข้าจอดได้	29 ช่วงเวลา

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลการวางแผนการจัดตารางรถบรรทุกเดือนกุมภาพันธ์ 2552



รูปที่ 3.26 ผลคำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบหาคำตอบจากการใช้ข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์ 2552

การสรุปผลการคำนวนเป็นค่าทางสถิติของผลการหาคำตอบจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ ในการคำนวณ โดยเมทริกซ์ของปัญหาประกอบด้วย

จำนวนจำกัด (แถว): 416

จำนวนตัวแปรตัดสินใจ (คอลัมน์): 6,880

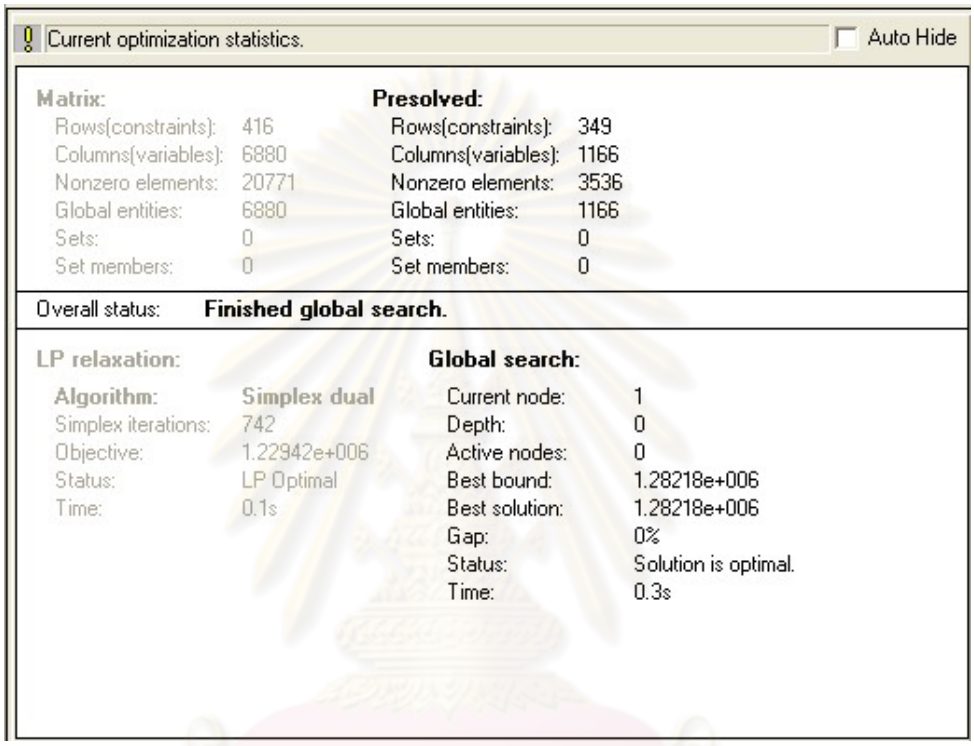
จำนวนตัวแปรที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์ : 20,771

จำนวน Global Entities: 6,880

ระยะเวลาในการคำนวณหาคำตอบ 0.3วินาที

ผลการหาคำตอบ : ได้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution)

คำตอบที่ดีที่สุด : 1.28218e+006



รูปที่ 3.27 สรุปผลการหาคำตอบเดือนกุมภาพันธ์

จากรูปที่ 3.27 มีผลของคำตอบที่ดีที่สุดจากโปรแกรมต้นแบบ ดังต่อไปนี้

สำหรับจุดจอดที่ 1 จะเปิดให้ใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 91คันเป็นจำนวน 12,096บาท โดยมีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้าจำนวน 26คัน ล่าช้าในช่วงเวลาปกติ 22คัน มีค่าใช้จ่ายจากการรอเป็นจำนวน 4,608บาท ล่าช้าในช่วงเวลาล่วงเวลา 4คัน มีค่าใช้จ่ายจากการรอเป็นจำนวน 1,152บาท รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 91คันในจุดจอดที่ 1 เท่ากับ 212,096บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 2 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 91คันเป็นจำนวน 12,352บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 91คันในจุดจอดรถที่ 2 เท่ากับ 212,352บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 3 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 91คันเป็นจำนวน 12,608บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 91คันในจุดจอดรถที่ 3 เท่ากับ 212,608บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 4 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 91คันเป็นจำนวน 12,864บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 91คันในจุดจอดรถที่ 4 เท่ากับ 212,864บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 5 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 91คันเป็นจำนวน 13,120บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 91คันในจุดจอดรถที่ 5 เท่ากับ 213,120บาท

สำหรับจุดจอดรถที่ 6 จะเปิดใช้ช่องจอดทั้งหมด 4ช่องจอด โดยมีค่าใช้จ่ายในการเปิดใช้งานช่องจอด 50,000บาทต่อหนึ่งช่องจอด มีค่าใช้จ่ายการเข้าใช้งานช่องจอดในแต่ละช่วงเวลาของรถทั้งหมด 91คันเป็นจำนวน 13,376บาท โดยไม่มีจำนวนรถเข้าจอดล่าช้า รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดของรถ 91คันในจุดจอดรถที่ 6 เท่ากับ 213,376บาท

สรุปรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าจุดจอดรถในเดือนกุมภาพันธ์ 2552 มีจำนวนรถบรรทุก 91คันจำนวนจุดจอดรถที่ทั้งหมด 6จุด เปิดใช้งานช่องจอดรถ 4ช่องในแต่ละจุดจอดรถ มีค่าใช้จ่ายทั้งหมดเท่ากับ 1,282,176บาท

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิธีและขั้นตอนการวิเคราะห์ผลงานวิจัย

ผู้เขียนจะเอาผลการจัดตางรางรถบรรทุกด้วยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับการจัดตารางแบบเดิมในปัจจุบัน ว่าสามารถจัดตารางได้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วกว่าการจัดตารางด้วยวิธีการในปัจจุบันหรือไม่ และมีข้อด้อยตรงจุดใดเพื่อหาวิธีการแก้ไข และปรับปรุงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยมีวิธีการและขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการแก้ปัญหาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นดังนี้

- นำเอาข้อมูลย้อนหลังในการวางแผนงานจริงของฝ่ายบริหารวางแผนงานจัดส่งมาใช้ในการคำนวณหาคำตอบด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น
- นำคำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หาคำตอบมาเปรียบเทียบกับวิธีการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดในปัจจุบัน โดยมีหัวข้อในการใช้วิเคราะห์ดังต่อไปนี้

  จำนวนพนักงานที่ใช้ในการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด

  ระยะเวลาที่ใช้การวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด

  ต้นทุนการใช้งานทรัพยากรทั้งหมดที่เกิดจากการแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด

  รถบรรทุก

  จุดจอดรถ

  ช่องจอดรถ

  ช่วงเวลาที่ใช้ในการเข้าจอดรถบรรทุก

  ระยะเวลาการรอคอยของรถบรรทุกในการเข้าช่องจอด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สรุปผลการวิเคราะห์ ผลการเปรียบเทียบระหว่างการใช้วิธีการในปัจจุบันกับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด

4.2 ผลการวิเคราะห์ผลงานวิจัย

หลังจากที่ผู้วิจัยได้คำตอบที่ดีที่สุดจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ ประมวลผลข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์มีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน

ผลการเปรียบเทียบระหว่างระยะเวลาการหาคำตอบด้วยวิธีการทำงานในปัจจุบันกับระยะเวลาการหาคำตอบด้วยวิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ นั้นมีผลการเปรียบเทียบในตารางต่อไปนี้

หัวข้อ	วิธีการปัจจุบัน	วิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ
จำนวนเจ้าหน้าที่วางแผน	2คน	1คน
ระยะเวลาการวางแผน	3วัน	1วัน

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานและจำนวนการใช้เจ้าหน้าที่วางแผน

จากตารางที่ 4.1 สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนในเรื่องของการใช้จำนวนเจ้าหน้าวางแผน และระยะเวลาที่ใช้ในการวางแผนที่ลดลง จากตารางเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานและจำนวนการใช้เจ้าหน้าที่วางแผน หากเปลี่ยนมาใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยออกแบบ จะสามารถลดระยะเวลาในการวางแผนลงจากเดิมใช้เวลาการทำงาน 3วัน เหลือเพียง 1วัน และสามารถลดจำนวนเจ้าหน้าที่ในการวางแผนงานจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดได้จากจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ใช้ในการวางแผนจากเดิมใช้เจ้าหน้าที่วางแผนงาน 2คนในการวางแผนงานเหลือเพียง 1คน

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งาน

จากการเปรียบเทียบผลการใช้งานช่องจอดของแต่ละจุดจอดระหว่างวิธีการ วางแผนในปัจจุบันกับวิธีการวางแผนด้วยการใช้โปรแกรมต้นแบบ มีผลการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

ข้อมูลที่ใช้ศึกษา	เดือน	ธันวาคม		มกราคม		กุมภาพันธ์	
	จำนวนรถ(คัน)	97		89		91	
	วิธีการวางแผน	ปัจจุบัน	ใหม่	ปัจจุบัน	ใหม่	ปัจจุบัน	ใหม่
จุดจอด1	จำนวนช่องจอด	6	6	6	6	6	6
	จำนวนที่เปิดใช้งาน	6	5	6	4	5	4
	ประสิทธิภาพ	73%	88%	71%	97%	83%	99%
จุดจอด2	จำนวนช่องจอด	5	5	5	5	5	5
	จำนวนที่เปิดใช้งาน	5	5	5	4	5	4
	ประสิทธิภาพ	88%	88%	85%	97%	83%	99%
จุดจอด3	จำนวนช่องจอด	5	5	5	5	5	5
	จำนวนที่เปิดใช้งาน	5	5	5	4	5	4
	ประสิทธิภาพ	88%	88%	85%	97%	83%	99%
จุดจอด4	จำนวนช่องจอด	5	5	5	5	5	5
	จำนวนที่เปิดใช้งาน	5	5	5	4	5	4
	ประสิทธิภาพ	88%	88%	85%	97%	83%	99%
จุดจอด5	จำนวนช่องจอด	5	5	5	5	5	5
	จำนวนที่เปิดใช้งาน	5	5	5	4	5	4
	ประสิทธิภาพ	88%	88%	85%	97%	83%	99%
จุดจอด6	จำนวนช่องจอด	5	5	5	5	5	5
	จำนวนที่เปิดใช้งาน	5	5	5	4	5	4
	ประสิทธิภาพ	88%	88%	85%	97%	83%	99%

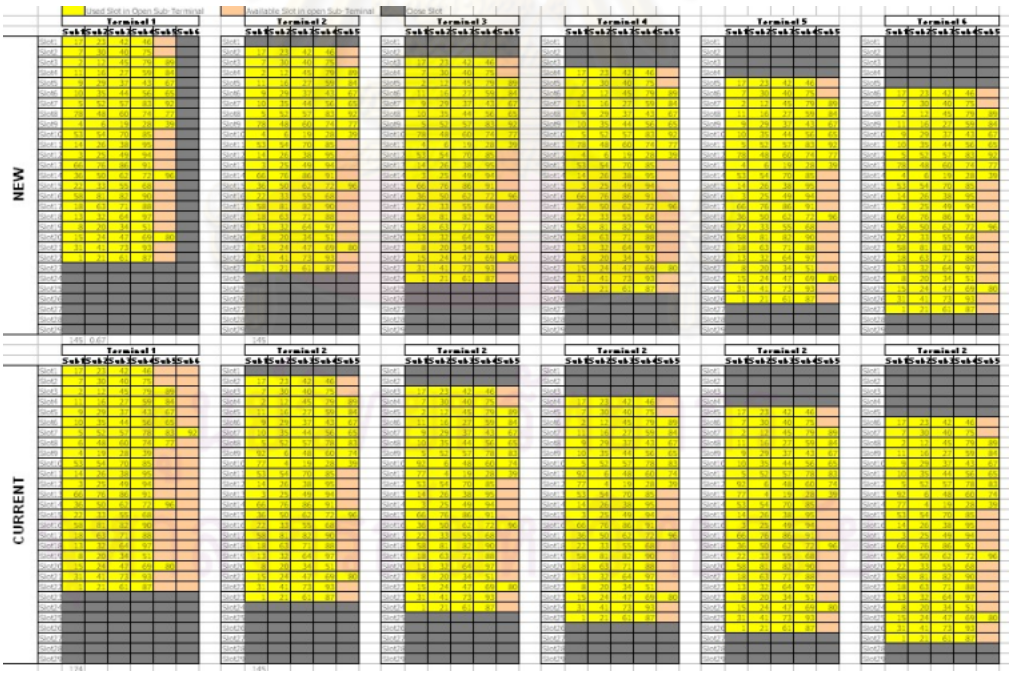
ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดและช่องจอดรถ

จากตารางการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานช่องจอดระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบันกับวิธีการวางแผนด้วยการใช้โปรแกรมต้นแบบ วิธีการคิดประสิทธิภาพการใช้งานของจุดจอดแต่ละจุดจอดโดย

ประสิทธิภาพการทำงานของจุดจอด = $\frac{\text{จำนวนช่องจอดที่เปิดใช้งาน x ช่วงเวลาที่สามารถใช้งานได้}}{\text{จำนวนช่วงเวลาที่ใช้งานจริงทั้งหมด}}$

โดยการเปรียบเทียบจาก ตารางเวลาในการใช้งานช่องจอดในแต่ละจุดจอดแต่ละเดือน มีผลดังนี้

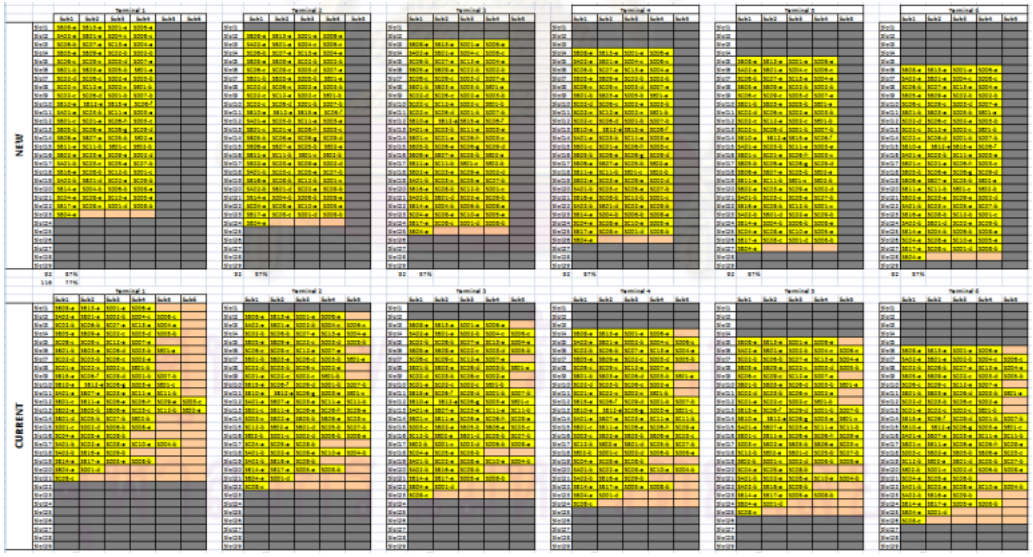
ตารางเวลาในการใช้งานช่องจอดรถในแต่จุดจอดรถในเดือนธันวาคม สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวางแผนในปัจจุบัน และการวางแผนด้วยโปรแกรมต้นแบบ โดยช่องสีเหลืองแทนช่วงเวลาที่มีการใช้งานช่องจอด ช่องสีชมพูเป็นช่วงเวลาที่ช่องจอดว่างไม่มีการใช้งาน และช่องสีเท่าเป็นช่วงที่ไม่มีการเปิดใช้งานช่องจอด ประสิทธิภาพการวางแผนในปัจจุบันเทียบกับการใช้โปรแกรมต้นแบบ สามารถดูได้จากรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนผังเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดเดือนธันวาคม

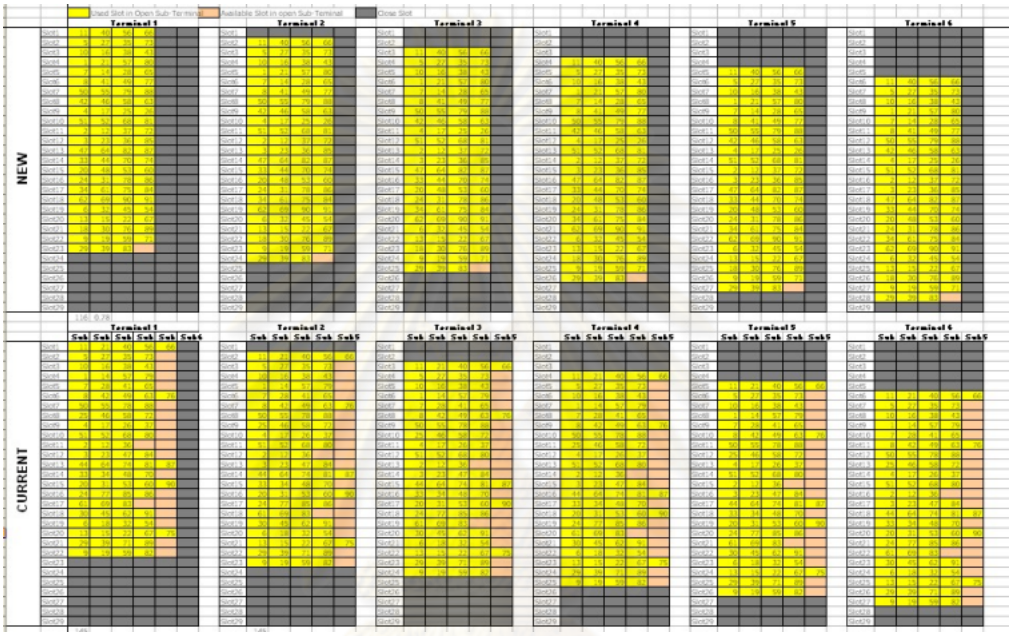
จากในรูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานของช่องจอดในแต่ละจุดจอด โดยแผนผังจุดจอดทางด้านล่างจะแสดงผลการวางแผนในปัจจุบัน และแผนผังการใช้งานจุดจอดทางด้านบนจะแสดงผลการวางแผนที่ใช้โปรแกรมต้นแบบช่วยในการวางแผน และการเรียงลำดับของจุดจอดรถจะเรียงลำดับจากขวาไปซ้ายเริ่มจากจุดจอดรถที่ 1 จนถึงจุดจอดรถที่ 6 จากจากแผนผังจะเห็นได้ว่าการเปิดใช้งานช่องจอดในแต่ละจุดจอดในวิธีการวางแผนในปัจจุบันมีการเปิดใช้จำนวนช่องจอดมากกว่าการวางแผนด้วยโปรแกรม ตัวอย่าง ในจุดจอดที่ 1 อยู่ 1ช่องจอด และจำนวนการใช้งานในแต่ละช่วงเวลาไม่มีความเป็นระเบียบและต่อเนื่อง เมื่อเทียบกับการวางแผนด้วยการใช้โปรแกรมต้นแบบ ส่วนในช่องจอดที่ 2 ถึง 6 ประสิทธิภาพในการวางแผนใกล้เคียงกัน

ตารางเวลาในการใช้งานช่องจอดรถในแต่จุดจอดรถในเดือนมกราคม สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวางแผนในปัจจุบัน และการวางแผนด้วยโปรแกรมต้นแบบ โดยการวางแผนแบบปัจจุบันมีการเปิดใช้ช่องจอดทุกช่องในแต่ละจุดจอด และช่วงเวลาว่างของการใช้งานในแต่ละช่วงเวลายังเหลือเป็นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนด้วยการใช้โปรแกรมต้นแบบช่วย แสดงผลการเปรียบเทียบตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนผังเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดเดือนมกราคม

รูปที่ 4.3 แสดงตารางเวลาในการใช้งานช่องจอดรถในแต่จุดจอดรถในเดือนกุมภาพันธ์ สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวางแผนในปัจจุบัน และการวางแผนด้วยโปรแกรมต้นแบบ โดยประสิทธิภาพการทำงานของช่องจอดในแต่ละจุดจอดที่ใช้การวางแผนด้วยวิธีในปัจจุบันใช้ประสิทธิภาพเพียง 83% เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการวางแผนด้วยโปรแกรมต้นแบบ สามารถใช้ประสิทธิภาพช่องจอดรถได้ถึง 99%



รูปที่ 4.3 แผนผังเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดเดือนกุมภาพันธ์

หัวข้อ	วิธีการปัจจุบัน	วิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ
จำนวนช่องจอดที่เปิดใช้งาน	เปิดใช้งานเต็มจำนวน	เปิดใช้งาน 85%
ประสิทธิภาพในการใช้งานช่องจอด	80-85%	85-99%

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานจุดจอดและช่องจอดรถระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบันกับวิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานช่องจอดที่เปิดใช้งานในแต่ละจุดจอดจากข้อมูลการวางแผน 3เดือนที่นำมาใช้ทำการศึกษา พบว่าในการวางแผนด้วยวิธีการ

ปัจจุบันนั้นช่องจอดทุกช่องจอดในแต่ละจุดจอดที่อนุญาตให้เปิดใช้งานได้ถูกเปิดใช้งานทุกช่องจอด แต่ประสิทธิภาพของการใช้งานแต่ละช่องจอดในแต่ละจุดจอดนั้นยังใช้งานเพียง 80-85% ซึ่งยังเหลือช่วงเวลาและพื้นที่ในการใช้งานที่สามารถใช้งานได้ในทุกช่องจอด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนด้วยการใช้โปรแกรมต้นแบบแล้ว จำนวนช่องจอดในแต่ละจุดจอดที่เปิดให้ใช้งานถูกเปิดใช้งานเพียง 85% แล้วประสิทธิภาพการใช้งานของช่องจอดแต่ละช่องสูงถึง 85-99%

4.2.2 ผลการวิเคราะห์การรอคอยเข้าใช้ช่องจอด

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เขียนออกแบบอนุญาตให้มีการรอเข้าใช้ช่องจอดของรถแต่ละคันได้ไม่เกิน 5ช่วงเวลา โดยหนึ่งช่วงเวลาจะกินระยะเวลาการรอคอย 20นาที ดังนั้นเวลาการรอคอยที่อนุญาตให้รอเข้าใช้ช่องจอดได้ 1ชั่วโมง 40นาที ซึ่งในกระบวนการผลิตของบริษัทตัวอย่างอนุญาตให้มีการรอคอยได้เป็นระยะเวลา 2ชั่วโมง 30นาที ซึ่งการรอคอยจะไม่มีผลกระทบต่อระบบการผลิตของบริษัทตัวอย่าง ผลคำตอบของการใช้โปรแกรมต้นแบบคำนวณหาคำตอบสามารถสรุปการรอคอยเพื่อเข้าใช้ช่องจอดได้ดังรูปที่ 4.4 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

Summary Data

- Number of Truck

December	January	February
97	89	91

- Number of waiting Truck

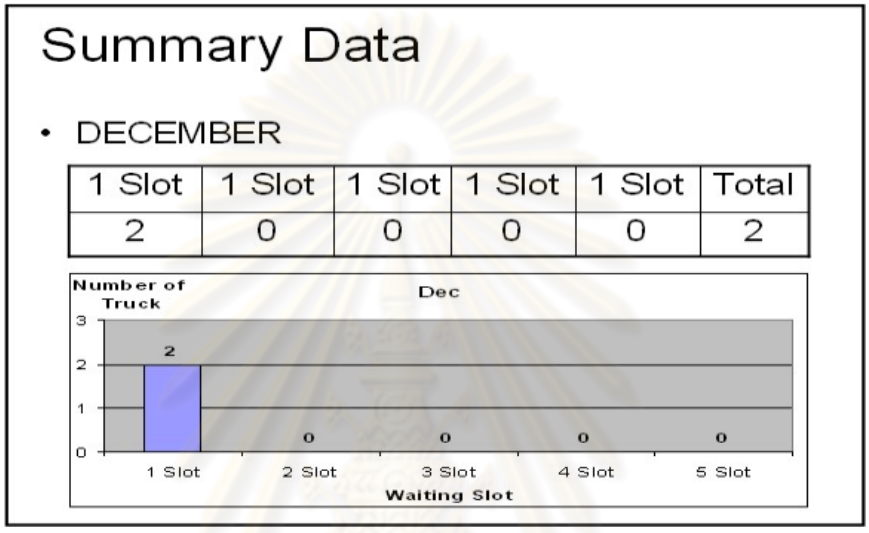
December	January	February
2	48	26

รูปที่ 4.4 สรุปจำนวนรถบรรทุกที่รอคอยเข้าใช้ช่องจอดในแต่ละเดือน

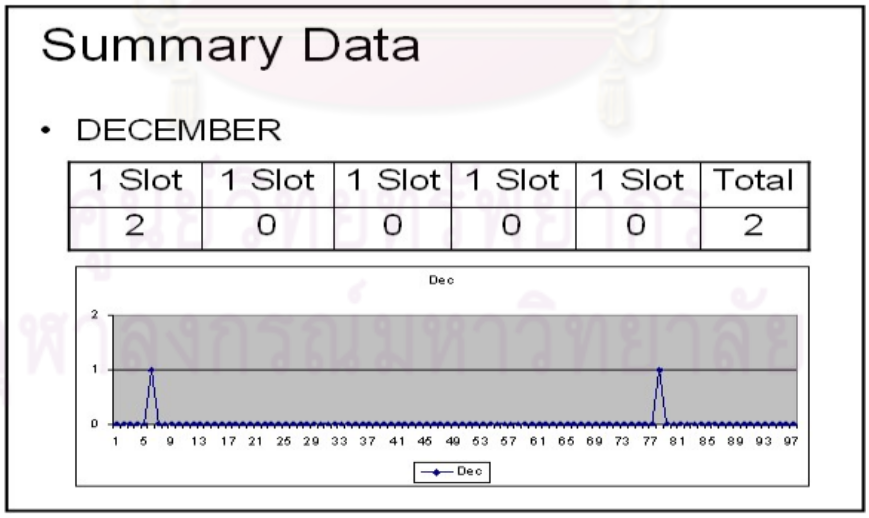
จำนวนรถบรรทุกทั้งหมดในเดือนธันวาคมมีจำนวน 97คัน มีจำนวนรถบรรทุกที่รอคอยการเข้าใช้ช่องจอดเป็นจำนวน 2คัน จำนวนรถบรรทุกทั้งหมดในเดือนมกราคมมีจำนวน 89คัน มีจำนวนรถบรรทุกที่รอคอยการเข้าใช้ช่องจอดเป็นจำนวน 48คัน และจำนวนรถบรรทุกทั้งหมดใน

เดือนกุมภาพันธ์มีจำนวน 91คัน มีจำนวนรถบรรทุกที่รอคอยการเข้าใช้ช่องจอดเป็นจำนวน 26คัน ซึ่งสามารถอธิบายโดยละเอียดดังต่อไปนี้

ในเดือนธันวาคม มีจำนวนรถบรรทุกที่รอการใช้ช่องจอดเป็นจำนวน 2คัน โดยทั้ง 2 คัน มีระยะเวลาการรอเข้าใช้ช่องจอด 1ช่วงเวลา ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6

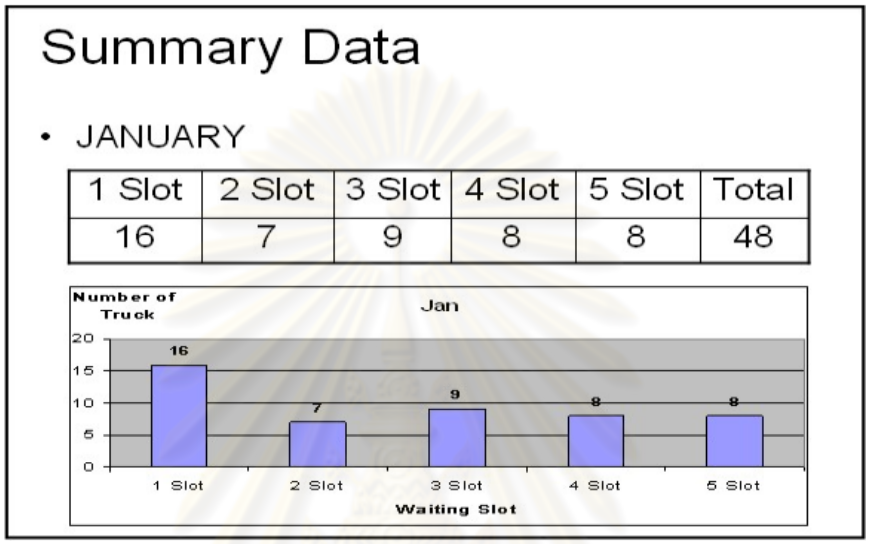


รูปที่ 4.5 สรุปจำนวนช่วงเวลาที่รถบรรทุกรอคอยเข้าใช้ช่องจอดในเดือนธันวาคม

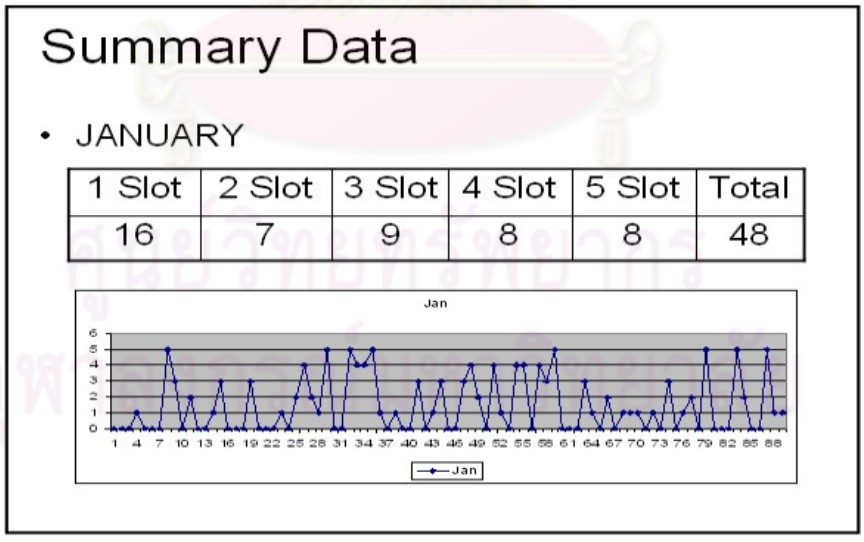


รูปที่ 4.6 ภาพแสดงระยะเวลาการรอของรถบรรทุกแต่ละคันในเดือนธันวาคม

ในเดือนมกราคมมีจำนวนรถบรรทุกที่รอเข้าใช้ช่องจอดเป็นจำนวน 48คัน โดยมีรถบรรทุกจำนวน 16คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 1ช่วงเวลา รถบรรทุกจำนวน 7คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 2 ช่วงเวลา รถบรรทุกจำนวน 9คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 3ช่วงเวลา รถบรรทุกจำนวน 8คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 4ช่วงเวลาและ รถบรรทุกจำนวน 8คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 5ช่วงเวลา ดังรูปที่ 4.7 และ 4.8

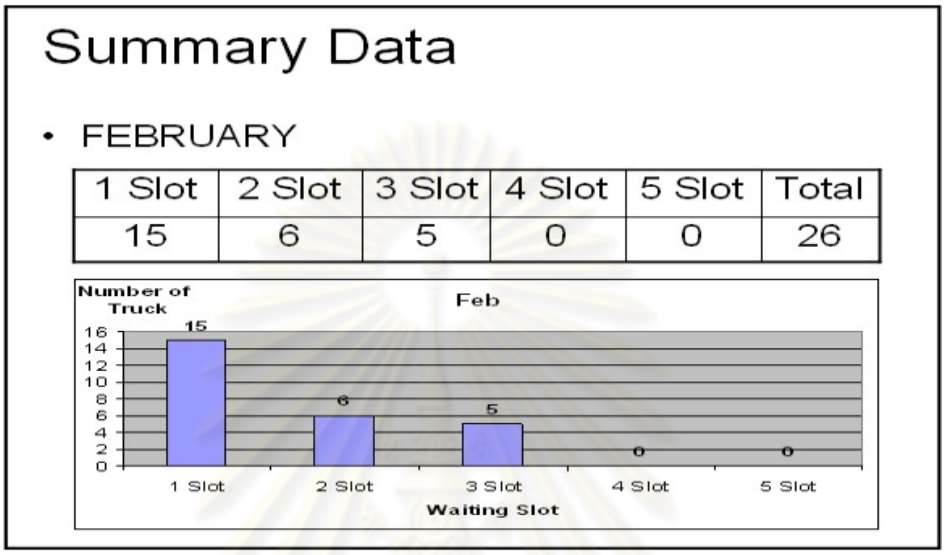


รูปที่ 4.7 สรุปจำนวนช่วงเวลาที่รถบรรทุกรอคอยเข้าใช้ช่องจอดในเดือนมกราคม

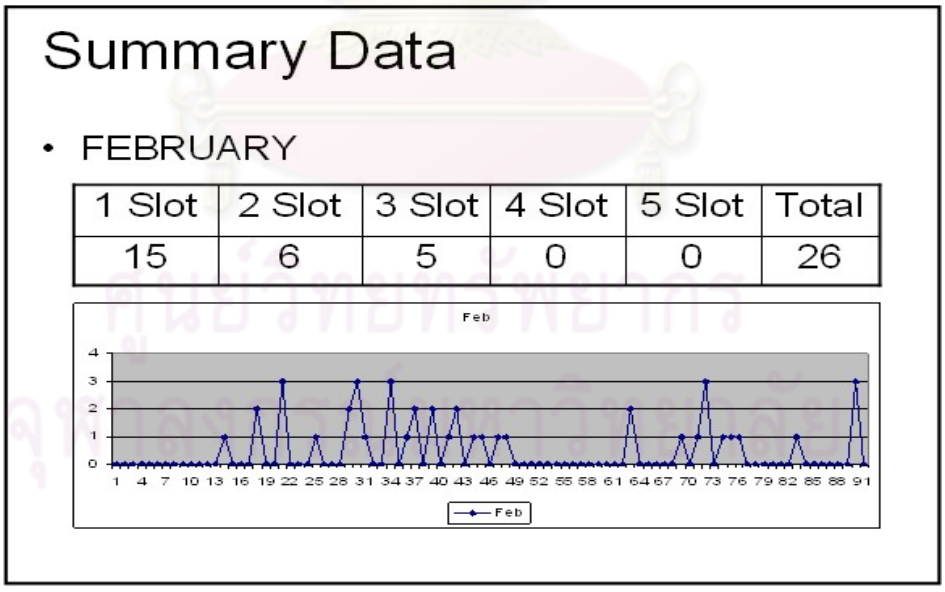


รูปที่ 4.8 ภาพแสดงระยะเวลาการรอของรถบรรทุกแต่ละคันในเดือนมกราคม

ในเดือนกุมภาพันธ์มีจำนวนรถบรรทุกที่รอเข้าใช้ช่องจอดเป็นจำนวน 26คัน โดยมีรถบรรทุกจำนวน 15คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 1ช่วงเวลา รถบรรทุกจำนวน 6คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 2 ช่วงเวลา รถบรรทุกจำนวน 5คัน รอเข้าใช้ช่องจอด 3ช่วงเวลาดังรูปที่ 4.9 และ 4.10



รูปที่ 4.9 สรุปจำนวนช่วงเวลาที่รถบรรทุกรอคอยเข้าใช้ช่องจอดในเดือนกุมภาพันธ์



รูปที่ 4.10 ภาพแสดงระยะเวลาการรอของรถบรรทุกแต่ละคันในเดือนกุมภาพันธ์

4.2.3 การเปรียบเทียบต้นทุนจากการวางแผนระหว่างวิธีการปัจจุบัน กับการใช้โปรแกรมต้นแบบ

ข้อมูลที่ใช้ศึกษา	เดือน	ธันวาคม		มกราคม		กุมภาพันธ์	
	จำนวนรถ(คัน)	97		89		91	
	วิธีการวางแผน	ปัจจุบัน	ใหม่	ปัจจุบัน	ใหม่	ปัจจุบัน	ใหม่
จุดจอด1	เปิดใช้ช่องจอด	6	5	5	4	5	4
	ค่าใช้จ่าย	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
	รวม	300,000	250,000	250,000	200,000	250,000	200,000
จุดจอด2	เปิดใช้ช่องจอด	5	5	5	4	5	4
	ค่าใช้จ่าย	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
	รวม	250,000	250,000	250,000	200,000	250,000	200,000
จุดจอด3	เปิดใช้ช่องจอด	5	5	5	4	5	4
	ค่าใช้จ่าย	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
	รวม	250,000	250,000	250,000	200,000	250,000	200,000
จุดจอด4	เปิดใช้ช่องจอด	5	5	5	4	5	4
	ค่าใช้จ่าย	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
	รวม	250,000	250,000	250,000	200,000	250,000	200,000
จุดจอด5	เปิดใช้ช่องจอด	5	5	5	4	5	4
	ค่าใช้จ่าย	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
	รวม	250,000	250,000	250,000	200,000	250,000	200,000
จุดจอด6	เปิดใช้ช่องจอด	5	5	5	4	5	4
	ค่าใช้จ่าย	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
	รวม	250,000	250,000	250,000	200,000	250,000	200,000
ค่าใช้จ่ายรวม(บาท)		1,550,000	1,500,000	1,500,000	1,200,000	1,500,000	1,200,000

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างวิธีการวางแผนในปัจจุบันกับวิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ

จากการตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ผลของการวางแผนด้วยโปรแกรมต้นแบบสามารถช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการใช้ช่องจอด ในเดือน ธันวาคม 50,000บาท เดือนมกราคา 300,000บาท และเดือนกุมภาพันธ์ 300,000บาท ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการวางแผนด้วยการใช้โมเดลสมการปัญหาที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้งานได้จริงและสามารถลดค่าใช้จ่ายในการวางแผนการจัดรถบบรทุกเข้าสู่จุดจอดรถให้ต่ำลงได้

ข้อสรุปผลการวิเคราะห์งานวิจัยจากการเปรียบเทียบ ระยะเวลาในการวางแผน ประสิทธิภาพในการวางแผน และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการวางแผน ระหว่างการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดรถในระบบมิลค์รันด้วยวิธีการในปัจจุบัน กับวิธีการใช้โปรแกรมต้นแบบ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3หัวข้อ ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ว่าการใช้โปรแกรมต้นแบบ ที่ผู้วิจัยพัฒนาโดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถนำมาใช้งานได้จริง ตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัยโดยสามารถใช้แก้ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าช่องจอดรถบรรทุกภายในโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดระยะเวลาในการทำงานและ ค่าใช้จ่ายในการวางแผนงานเมื่อเปรียบเทียบกับ วิธีการวางแผนในปัจจุบัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ปัญหาที่ศึกษาในงานวิจัยคือ ปัญหาการวางแผนจัดการตารางรถบรรทุกในระบบมิลค์รันที่รับชิ้นส่วนจากโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนตามตารางเดินรถที่ฝ่ายบริหารการจัดส่งได้กำหนดไว้เข้าสู่ช่องจอดรถบรรทุกในโรงงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยนำเอาหลักการแก้ปัญหาการจัดตารางงานล่วงหน้า (Scheduling Problem) มาประยุกต์ใช้ เพื่อการวางแผนจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่ช่องจอดรถบรรทุกในโรงงานอย่างมีระเบียบ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อ

1) เพื่อศึกษาและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ในการแก้ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าช่องจอด รถบรรทุกภายในโรงงาน

2) พัฒนาเครื่องมือต้นแบบเพื่อนำมาใช้ในการจัดตารางรถบรรทุกเข้าช่องจอดรถบรรทุกภายในโรงงาน

โดยมีขอบเขตของการศึกษาปัญหาอยู่ที่การ ออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้ในการวางแผนเพื่อจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่โรงงานเพื่อทำการขนถ่ายชิ้นส่วน ให้รถบรรทุกเข้าสู่ช่องจอดรถที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ

5.2 การทบททวนทฤษฎีที่เกี่ยวของกับงานวิจัยและศึกษารูปแบบปัญหาในลักษณะต่างๆ

การทบทวบทฤษฎีและผลงานที่ผ่านมาที่มีความเกี่ยวข้องกับการการวางแผนการจัดตารางงานรูปแบบต่างๆ รูปแบบวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการฮิวริสติกส์ แบบต่างๆที่ผ่านมา

ผู้วิจัยทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันอย่างละเอียด ระบุลักษณะของปัญหาของงานวิจัย ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามลักษณะของปัญหาในงานวิจัยได้ดังนี้

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Min } z = \sum_{v \in V} \sum_{j \in S^{t+}} c_{vj} x_{vj} + \sum_{(i,j)|i \in S^{t-}, j \in S^{t+}} c_{ij} x_{ij} + \sum_{t \in T} \sum_{p \in P^t} C_p^t O_p^t + \sum_{t \in T} \sum_{p \in P^t} \sum_{r \in R_p^t} I_{p,r}^t u_{p,r}^t$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$\sum_{j \in S^{t+}} x_{vj} = 1 \quad \forall v \in V$$

$$\sum_{v \in V} x_{vj} - \sum_{k \in S^{t+}} x_{jk} = 0 \quad \forall j \in S^t$$

$$\sum_{i \in S^{t-}} x_{ij} - \sum_{k \in S^{t+}} x_{jk} = 0 \quad \forall j \in S^t, t \in T$$

$$\sum_{v \in V} x_{vj} \leq \sum_{p \in P^t} O_p^t \quad \forall j \in S^t, t = 1$$

$$\sum_{i \in S^{t-}} x_{ij} \leq \sum_{p \in P^{t+}} O_p^{t+} \quad \forall j \in S^{t+}, t^+ \in T$$

$$\sum \delta_{ij,p,r}^t x_{ij} + u_{p,r}^t \geq N_{p,r}^t \forall t \in T, p \in P^t, r \in R_p^t$$

$$x_{vj}, x_{ij}, O_p^t \in 0, 1$$

$$u_{p,r}^t \geq 0$$

โดยโครงสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เซตของจำนวนรถแทนด้วย V มีจำนวนรถทั้งหมด v คัน ซึ่งเซตของรถสามารถเขียนแทนด้วย V={1, 2,…, v} ซึ่งจะเขียนแทนรถใดๆเป็น v โดยที่ v∈V

- เซตของจำนวนจุดจอดรถแทนด้วย T มีจำนวนจุดจอดรถทั้งหมด t จุด ซึ่งเซตของจุดจอดสามารถเขียนแทนด้วย $T=\{1,2,\ldots,t\}$ ซึ่งจะเขียนแทนจุดจอดรถใดๆเป็น t โดยที่ $t \in T$, แทนด้วย t^- ในกรณีที่จุดจอดรถ t เป็นจุดจอดที่รถจะวิ่งออกจากจุดจอดรถเพื่อไปยังจุดจอดถัดไป และ t^+ ในกรณีที่ t เป็นจุดจอดรถที่รถวิ่งมาจากอีกจุดจอดหนึ่งเพื่อเข้าจุดจอดรถ
- เซตของจำนวนช่องจอดรถของแต่ละจุดจอดรถ t แทนด้วย P^t มีจำนวนช่องจอดรถทั้งหมด p ช่อง ซึ่งเซตของช่องจอดรถสามารถเขียนแทนด้วย $P^t=\{1,2,\ldots,p\}$ ซึ่งจะเขียนแทนช่องจอดรถใดๆเป็น p โดยที่ $p \in P^t$
- เซตของจำนวนช่วงเวลาที่รถสามารถเข้าจอดได้ ของแต่ละช่องจอด P^t ในกรณีที่จุดจอดรถ t เป็นจุดจอดที่รถจะวิ่งออกจากจุดจอดรถเพื่อไปยังจุดจอดถัดไป ในแต่ละจุดจอดรถ t แทนด้วย S^{t-} มีจำนวนช่วงเวลาทั้งหมด i ช่วง
- เซตของจำนวนช่วงเวลาที่รถสามารถเข้าจอดรถได้ ของแต่ละช่องจอด P^t ในกรณีที่จุดจอดรถ t เป็นจุดจอดรถที่รถวิ่งมาจากอีกจุดจอดหนึ่งเพื่อเข้าจุดจอดรถ ในแต่ละจุดจอดรถ t แทนด้วย S^{t+} มีจำนวนช่วงเวลาทั้งหมด j ช่วง
- เซตของช่วงเวลาการทำงานใน 1 วัน ของช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนด้วย R^t_p มีช่วงเวลาทั้งหมด r ช่วง
- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งไปยังจุดจอดรถจุดแรก แทนค่าด้วย x_{vj} โดยที่ $v \in V, j \in S^{t+}$
- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งระหว่างจุดจอดรถไปยังจุดจอดรถถัดไปแทนค่าด้วย x_{ij} โดยที่ $i \in S^{t-}, j \in S^{t+}$
- การเปิดให้มีการใช้งานช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนค่าด้วย O^t_p

ค่าตัวแปรของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Variables)

จากการขั้นตอนการปฏิบัติงานผู้เขียนสามารถเขียนค่าตัวแปรของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งไปยัง ช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ จุดแรก x_{vj} มีค่าเท่ากับ 1 ถ้า รถคันที่ v เข้าจอดที่ช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ และ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น
- งานของรถแต่ละคันที่เกิดจากการปฏิบัติงานที่รถวิ่งระหว่างจุดจอดรถไปยังจุดจอดรถถัดไป x_{ij} มีค่าเท่ากับ 1 ถ้ารถจากช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ช่วงเวลา $i \in S^{t-}$ เข้าจอดที่จุดจอดรถถัดไปที่ช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ และ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น
- การเปิดให้มีการใช้งานช่องจอดรถ O^t_p มีค่าเท่ากับ 1 ถ้ามีการเปิดใช้งานช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ และ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อเป็นอย่างอื่น
- จำนวนของการปฏิบัติงานที่ถูกกำหนดไว้ของช่วงเวลาการทำงาน ทำงาน $r \in R$ ในช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$

ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

- ต้นทุนที่เกิดจากการปฏิบัติงานของรถ $v \in V$ ที่วิ่งไปยังช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ในช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ เป็นจุดแรก แทนค่าด้วย c_{vj}
- ต้นทุนที่เกิดจากการปฏิบัติงานของรถ $v \in V$ ที่วิ่งระหว่างจุดจอดรถ จากช่องจอด $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ช่วงเวลา $i \in S^{t-}$ ไปยังจุดจอดรถถัดไปที่ช่องจอด $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ ในช่วงเวลา $j \in S^{t+}$ แทนค่าด้วย c_{ij}
- ต้นทุนที่เกิดจากการเปิดให้มีการใช้งานช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนค่าด้วย C^t_p
- ต้นทุนที่เกิดจากความไม่สัมพันธ์กันของช่วงเวลาการทำงาน $r \in R$ ในช่องจอดรถ $p \in P^t$ ของจุดจอดรถ $t \in T$ แทนค่าด้วย I^t_{pr}

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลการวางแผนของฝ่ายบริหารการวางแผนงานจัดส่งย้อนหลัง 3 เดือน มาใช้ในการหาคำตอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยข้อมูลทั้งหมดจะประกอบด้วย

ตารางเส้นทางการวิ่งรถในระบบมิลค์รัน
ตารางเวลาการเข้าจอดรถบรรทุกในแต่ละจุดจอด
จำนวนรถบรรทุกในระบบมิลค์รันที่ใช้วิ่งในโรงงาน
จำนวนช่องจอดที่สามารถเปิดใช้งานในแต่ละจุดจอดรถ
ช่วงเวลาของจุดจอดรถแต่ละจุดในโรงงาน

5.4 กำหนดเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในงานวิจัย

ผู้เขียนเลือกใช้โปรแกรมต้นแบบ มาใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานวิจัยเนื่องจากโปรแกรมต้นแบบ สามารถรองรับตัวแปรของสมการปัญหาได้เป็นจำนวนมากและมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายไม่ซับซ้อนในขั้นตอนการใส่ข้อมูลต่างๆเพื่อให้โปรแกรมต้นแบบ หาคำตอบที่ดีที่สุดจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

5.5 การทดสอบระบบและวิเคราะห์ผล

ในเบื้องต้นผู้วิจัยทำการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นด้วยการ เขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver เพื่อทำการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้นแบบ เมื่อแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต้นแบบเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงนำเอาข้อมูลมาใส่ในโปรแกรมกระดาษคำนวณเพื่อให้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver ดำเนินการหาคำตอบที่ดีที่สุดจากโมเดลของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น และเขียนลงในโปรแกรมต้นแบบ และทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อมูลเดียวกันกับข้อมูลที่ใช้ทดสอบในโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver ซึ่งผลการหาคำตอบจากการใช้โปรแกรมต้นแบบ นั้นได้คำตอบเดียวกับการคำนวณด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล solver

เมื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เรียบร้อย ผู้จัดทำได้ทำการหาคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้ตัวอย่างย้อนหลัง 3เดือน ด้วยการใช้โปรแกรมต้นแบบ ซึ่งผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการวางแผนในปัจจุบัน โดยมีหัวข้อในการใช้วิเคราะห์ดังต่อไปนี้

จำนวนพนักงานที่ใช้ในการวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด
ระยะเวลาที่ใช้การวางแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด

ต้นทุนการใช้งานทรัพยากรทั้งหมดที่เกิดจากการแผนการจัดรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอด

รถบรรทุก

จุดจอดรถ

ช่องจอดรถ

ช่วงเวลาที่ใช้ในการเข้าจอดรถบรรทุก

ระยะเวลาการรอคอยของรถบรรทุกในการเข้าช่องจอด

ซึ่งผลการวิเคราะห์โมเดลสมการปัญหาที่ออกแบบขึ้นสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการจัดตารางรถบรรทุกเข้าสู่จุดจอดได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำเอามาใช้งานได้จริง

5.6 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบการใช้งานโปรแกรมต้นแบบนั้นต้องคำนึงถึงระบบการผลิตเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากการจัดส่งในระบบมิลค์รันนั้นมีความสำคัญมากต่อระบบการผลิตในโรงงาน หากการออกแบบไม่คำนึงถึงระบบการผลิตและระยะเวลาที่ต้องการใช้ชิ้นส่วนในระบบการผลิตจะมีผลกระทบต่อการผลิตได้

การออกแบบและการสร้างเครื่องมือต้นแบบเพื่อใช้แก้ปัญหาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้สามารถใช้งานได้จริงนั้นต้องคำนึงถึง รูปแบบการนำเสนอ ลักษณะการทำงานที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในด้านการใส่ข้อมูลเพื่อประมวลผล และการแสดงผล ควรสอบถามความต้องการและขอข้อเสนอความคิดเห็นจากผู้ใช้งานจริงด้วย

ควรออกแบบวิธีการใส่ข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผน ให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบการทำงานในปัจจุบันเพื่อความสะดวกในการเรียกใช้ข้อมูลของผู้วางแผนและเพื่อเป็นการย่นระเวลาในการทำงาน

นำเอาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในส่วนการวางแผนการวิ่งรถบรรทุกในระบบมิลค์รัน และระบบการวางแผนงานที่เกี่ยวข้อง พยายามเชื่อมโยงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบการทำงานลักษณะเดียวกันเพื่อลดระยะเวลาการทำงานและง่ายต่อการบริหารงานการวางแผนงานจัดส่ง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ณกร อิทธร์พยุง. การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์. กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

ภาษาอังกฤษ

Bayindir, Z. P. EIN 4333 Production and distribution systems class notes., 2005

Bitran, G. R., Maqbool, D., and Sison, L. O. A simulation model for job shop modeling. (n.p.): Massachusetts Institute of Technology., 1983

Brandimarte, P. Routing and scheduling in Flexible job shop by tabu search. Annals of Operations Research 41 (1993): 157-183.

Brucker, P. and Ncycr, J. Tabu search for the multi-mode job-shop problem. ORSpektrum 20 (1998): 21-28.

Brucker, P. and Schlie, R. Job-shop scheduling with multi-purpose machines. Computing vol.45 (1990): 369-375.

Chen, H., Ihlow, J., and Lehmann, C. A genetic algorithm for flexible job-shop scheduling. Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation vol.2 (1999): 1120-1125.

Dauzere, S., and Paulli, J., An integrated approach for modeling and solving the general multiprocessor job-shop scheduling problem using tabu search. Annals of Operations Research 70 (1997): 281-306.

Defu, Z., Tangqiu, L. and Shaozi, L. An improved shifting bottleneck algorithm for job shop scheduling problem. Proceedings of the Ninth International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design Vol.2 (2005): 1112-1116.

French, S. Sequencing and scheduling: An introduction to the mathematics of the job-shop. Chichester: Ellis Horwood., 1982

Godard, D., Laborie, P., and Nuijten, W. Randomized large neighborhood search for Cumulative Scheduling. Proceedings of the 15th International Conference on Automated Planning& Scheduling ICAPS-05 (2005): 81-89.

Hermann, J. W. Improving production scheduling: Integrating organizational, decision-making, and problem-solving perspectives. Industrial engineering research conference. Florida: (n.p.), 2006.

Ho, N. B. and Tay, J. C. Evolving Dispatching Rules for solving the Flexible Job-Shop Problem. Evolutionary Computation Vol.3 (2005): 2848-2855.

Ho, N. B. and Tay, J.C. GENACE: An efficient cultural algorithm solving the Flexible Job-Shop Problem. Evolutionary Computation Vol.2 (2004): 1759-1766.

Kacem, I., Hammadi, S., and Borne, P. Approach by localization and genetic manipulation algorithm for flexible job-shop scheduling problems. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Vol.4 (2001): 2599-2604.

Kacem, I., Hammadi, S., and Borne, P. Pareto-optimlity approach for flexible job-shop scheduling problems: Hybridization of evolutionary algorithms and fuzzy logic. Mathematics and computers in simulation Vol. 60 (2002): 245-276.

Kacem, I. Genetic Algorithm for the Flexible Job shop Scheduling Problem. IEEE International Conference on Systems, man and Cybernetics Vol.4 (2003): 3464-3469.

Kacem I., Ordonancement multicritere des job-shops flexibles: Formulation,bornes inferieureset approche evolutionniste cooperative. Doctoral dissertation, Control and computer science: Flexible job-shop scheduling, Ecolc Centrale de Lille, France, 2003.

Kim, G. H., and Lee, C. S. G. Genetic reinforcement learning approach to the machine scheduling problem. IEEE International Conference on Robotics and Automation (1995): 196-201.

Mastrolilli, G., L. M. Effective neighborhood function for the Flexible job shop problem. Journal of Scheduling Vol. 3 (1998): 3-20.

Mati, Y., Rezg, N., and Xiaolan, X. An integrated greedy heuristic for a flexible job shop scheduling problem. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics Vol.4 (2001): 2534-2539.

Mesghouni, K. Application des algorithmes evolutionnistes dans les problemes d'optimisationen ordonnancement de production. Doctoral dissertation, Université de Lille 1, France, 1999.

Najid, N. M., Dauzere-Peres, S., and Zaidat, S. A modified simulated annealing method for flexible job shop scheduling problem. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics Vol.5 (2002): 5-6.

Pinedo, M. Scheduling: Theory, algorithms, and systems. New Jersey: Prentice-Hall, 1995.

Shaw, P. Using constraint programming and local search methods to solve vehicle routing problems. Lecture Notes in Computer Science Vol.1520 (1998): 417-431.

Zribi, N., Kacem, I., El-Kamel, A., and Born, P. Minimizing the total tardiness in a flexible job-shop. E-STA Vol.2 (2005): x-x.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย ศรีมนตรี ดีวิชา เกิดวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2523 สถานที่เกิดจังหวัดปทุมธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการขนส่งระหว่างประเทศ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย