การจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน

FORKLIFT SCHEDULING FOR CROSS DOCKING IN DISTRIBUTION CENTER

นางสาวนิศาชล สุนทร
MS. NISACHON SOONTORN
นางสาวบุรัชกร สายชนะ
MS. BURACHAKORN SAICHANA

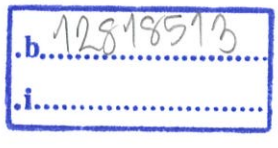
ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน

FORKLIFT SCHEDULING FOR CROSS DOCKING IN DISTRIBUTION CENTER

นางสาวนิศาชล สุนทร
MS. NISACHON SOONTORN
นางสาวบุรัชกร สายชนะ
MS. BURACHAKORN SAICHANA



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

FORKLIFT SCHEDULING FOR CROSS DOCKING IN DISTRIBUTION CENTER

MS. NISACHON SOONTORN
MS. BURACHAKORN SAICHANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

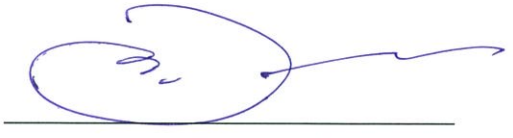
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน
FORKLIFT SCHEDULING FOR CROSS DOCKING IN DISTRIBUTION CENTER

นักศึกษา นางสาวนิศาชล สุนทร รหัสนักศึกษา 55010672
นางสาวบุรัชกร สายชนะ รหัสนักศึกษา 55010687

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์



(ดร.เชาวลิต หามนตรี)

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน
นักศึกษา	นางสาวนิศาชล สุนทร นางสาวบุรัชกร สายชนะ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.เชาวลิต หามนตรี

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันธุรกิจค้าปลีกมีการเติบโตอย่างรวดเร็วส่งผลให้ศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านในธุรกิจค้าปลีกประสบปัญหาในเรื่องการรอคอยสินค้า รวมทั้งการจัดสรรการทำงานของเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ภายในศูนย์กระจายสินค้าที่ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ศึกษาปัญหาการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน (Cross Docking) โดยจะมีการจัดลำดับการทำงานของรถรถโฟล์คลิฟท์ทั้งทางเข้า (Inbound) และทางออก (Outbound) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาการปฏิบัติงานแล้วเสร็จ (Makespan) น้อยที่สุด และเพื่อลดเวลาการล่าช้าโดยรวม (Minimize Tardiness) รวมทั้งการใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Machine Utilization) ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยในการศึกษานี้ได้นำเสนอวิธีการจัดลำดับโดยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) เปรียบเทียบการจัดลำดับการทำงานด้วยวิธีฮิวริสติกส์ ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเทียบกับวิธีการจัดลำดับด้วยวิธีฮิวริสติกส์

Thesis Title	Forklift Scheduling for Cross Docking in Distribution Center
Student	Ms. Nisachon Soontorn
	Ms. Burachakorn Saichana
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2015
Thesis Advisor	Dr. Chaowalit Hamontree

ABSTRACT

Due to the rapid growth of the retail shop trend recently, the goods distribution center had become more and more important and the following problem is it cannot be distribution to the retail client, also the ineffectual management of the machine usage in the goods distribution center. So in main objective of this thesis will be trying to study and solve the priority problem of the usage of the forklift in the Cross docking distribution center. And to do so is to managing the Inbound and Outbound to minimize the Make span Minimize Tardiness, also to maximize the efficiency of Machine Utilization. This study will provide the prioritization comparison from Genetic Algorithm method and heuristic method. As the result came out we found that the prioritization management by Genetic Algorithm method give the better management result better than heuristic method according to the indicator prior shown.

กิตติกรรมประกาศ

สำหรับข้อมูลและกระบวนการในการทำงานรวมทั้งขั้นตอนที่เกี่ยวกับปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ต้องขอขอบคุณ ดร.เชาวลิต หามนตรี ที่ได้ให้ความกรุณาช่วยเหลือและให้คำปรึกษาตลอดมา ทำให้งานสำเร็จไปได้ด้วยดีและทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ใหม่ๆอีกมาก

และขอขอบคุณผู้ให้ความอนุเคราะห์ และช่วยเหลือไม่ว่าจะเป็นเพื่อนๆหรือคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ตั้งใจฟัง และให้คำแนะนำเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์เล่มนี้ระหว่างการสอบปริญญานิพนธ์ช่วยชี้จุดบกพร่อง และเพิ่มเติมข้อเสนอแนะดีๆหลายประการให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้ทำให้ข้าพเจ้ามีโอกาสเรียนรู้และเก็บเกี่ยวประสบการณ์ที่จะนำไปสู่การใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป ทั้งยังมอบความรู้ให้ข้าพเจ้าได้นำไปต่อยอดสู่การทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้

สำหรับคุณงามความดีใดที่ได้จากการจัดทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่บิดามารดาและผู้มีพระคุณทุกท่านอันเป็นที่เคารพยิ่ง ตลอดจนคณะอาจารย์ทุกท่านที่ได้มอบวิชาความรู้ไว้ให้

นางสาวนิศาชล สุนทร

นางสาวบุรัชกร สายชนะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 การขนส่งหรือโลจิสติกส์ 3
2.1.1 ความหมายของโลจิสติกส์ 3
2.1.2 การวัดประสิทธิภาพ 4
2.1.3 กิจกรรมที่สำคัญของโลจิสติกส์ 4
2.1.4 ประโยชน์ของโลจิสติกส์ 4
2.2 ความสำคัญของคลังสินค้า 6
2.2.1 การแบ่งประเภทของคลังสินค้า 7
2.2.2 การแบ่งประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะงาน 7
2.3 ปัญหาในการจัดเก็บสินค้า 8
2.4 ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่าน 9
2.5 วิธีเชิงพันธุกรรม 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.1 หลักการของวิธีเชิงพันธุกรรม 13
2.5.2 กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม 14
2.6 วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Algorithm) 16
2.6.1 การเขียนโปรแกรมโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ 16
2.6.2 ปัญหาที่มักจะนำเอาวิธีฮิวริสติกส์มาใช้ 16
2.6.3 ข้อดีของวิธีฮิวริสติกส์ 16
2.6.4 ข้อจำกัดของวิธีฮิวริสติกส์ 17

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 18
3.1 การศึกษาสภาพการทำงานและการเก็บรวบรวมข้อมูล 18
3.2 การประยุกต์ใช้การจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ 21
3.3 การประยุกต์ใช้การจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์โดยวิธีเชิงพันธุกรรม 23
3.4 การกำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ 25

บทที่ 4 ผลการทดลอง 28
4.1 การจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบกำหนดส่งงานเร็วสุด (EDD) 29
4.2 การจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 34
4.3 การทดสอบพารามิเตอร์และการวิเคราะห์ผลการทดลอง 39
4.4 การเปรียบเทียบคำตอบระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม (GA) กับวิธีฮิวริสติกส์ (Hueristics) 45
4.5 การทดลองหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสมของพื้นที่ทางเข้าและทางออก ในศูนย์กระจายสินค้า 47

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 49
5.1 สรุปผลการทดลอง 49
5.2 ข้อเสนอแนะ 50

เอกสารอ้างอิง 51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก.....ผก 1

ภาคผนวก ข.....ผข 1

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลการจัดตารางที่การทำงาน....20
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าตัวแปรที่กำหนดขึ้นเพื่อนำมาศึกษาแต่ละปัจจัยจะมีการดำเนิน
การทดลองซ้ำ 3 ครั้ง....26
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบส่งงานเร็วสุด....29
ตารางที่ 4.2 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธี EDD....30
ตารางที่ 4.3 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธี EDD....31
ตารางที่ 4.4 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธี EDD....32
ตารางที่ 4.5 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธี EDD....33
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม....34
ตารางที่ 4.7 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม....35
ตารางที่ 4.8 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม....36
ตารางที่ 4.9 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม....37
ตารางที่ 4.10 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม....38
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าตัวแปรที่กำหนดขึ้นเพื่อนำมาศึกษา....39
ตารางที่ 4.12 แสดงการทดลองโดยดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง....39
ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของวิธีเชิงพันธุกรรมและฮิวริสติกส์....46
ตารางที่ 4.14 แสดงผลการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม....48

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบเมื่อนำศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านมาใช้ในกระบวนการจัดเก็บและขนส่ง 9
รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้า 11
รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน 12
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานแสดงขั้นตอนการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน 19
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเลือกงานในการจัดตารางการทำงาน 22
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานวิธีเชิงพันธุกรรม 23
รูปที่ 3.4 การผสมยีนของโครโมโซม 1 คู่ จะได้โครโมโซมใหม่อีก 1คู่ 24
รูปที่ 3.5 ผังงานแสดงขั้นตอนการหาคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 25
รูปที่ 4.1 แสดงเวลารวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวมและอัตราการใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธี EDD 29
รูปที่ 4.2 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธี EDD 30
รูปที่ 4.3 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธี EDD 31
รูปที่ 4.4 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธี EDD 32
รูปที่ 4.5 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธี EDD 33
รูปที่ 4.6 แสดงเวลารวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวมและอัตราการใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 34
รูปที่ 4.7 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 35
รูปที่ 4.8 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 36
รูปที่ 4.9 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 37
รูปที่ 4.10 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 38
รูปที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยหลักของวิธีการเชิงพันธุกรรม 43
รูปที่ 4.12 แสดงผลกระทบจากอิทธิพลหลัก (Main Effect Plot) 44
รูปที่ 4.13 แสดงผลกระทบจากอิทธิพลร่วม (Interaction Effect Plot) 44
รูปที่ 4.14 แสดงเวลารวมเฉลี่ยและเวลาล่าช้ารวมของวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีฮิวริสติกส์ 46
รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบอัตราการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ของวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีฮิวริสติกส์ 47
รูปที่ 4.16 แสดงเวลารวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวมและอัตราการใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม 48

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาปริญญานิพนธ์

เทคนิคศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน (Cross Docking) คือ กระบวนการจัดการสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบต่อเนื่องในการนำสินค้าจากผู้ผลิตเพื่อที่จะไปถึงจุดมุ่งหมายสุดท้าย โดยผ่านศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านโดยปราศจากการเก็บสินค้า และวัสดุภายในศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านเป็นวิธีการหนึ่งในระบบบริหารการจัดการเชิงโลจิสติกส์ โดยมีหลักการ คือ การนำสินค้าที่มาจากสถานที่ผลิตที่หลากหลายนำมารวบรวมไว้ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน และสินค้าจะถูกเคลื่อนย้ายจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุดมุ่งหมายในแต่ละแห่ง ซึ่งเป็นแนวคิดที่จะขนย้ายสินค้าโดยตรงจากการรับสินค้าเข้าและส่งสินค้าออกไปทันที ซึ่งโดยปกติสามารถอยู่ได้ไม่เกินช่วงเวลาหนึ่ง หรือโดยปกติน้อยกว่า 24 ชั่วโมงศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านเป็นวิธีอำนวยความสะดวกในการขนถ่ายสินค้า โดยเมื่อรถบรรทุกสินค้ามาถึงพร้อมกับสินค้าที่ต้องการการคัดแยกประเภทสินค้า การรวบรวมจำนวนเพื่อจัดส่งพร้อมกับสินค้าประเภทอื่น และการขนถ่ายสินค้าขึ้นรถบรรทุกสินค้าทางออก (Outbound Truck) อีกคันหนึ่ง โดยการขนสินค้าทางออกนี้อาจมุ่งหน้าไปยังโรงงานผู้ผลิต (Manufacturing Site) ร้านค้าส่ง/ปลีก (Retail Outlet) หรือไปอีกศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านหนึ่งแล้วแต่กรณี ในปัจจุบันการกระจายสินค้าในรูปแบบศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านกำลังได้รับความนิยมทำให้แนวโน้มของจำนวนสินค้าและรถที่ใช้ในการขนส่งที่เข้ามายังศูนย์กระจายสินค้ามีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะทำให้เกิดปัญหาการเคลื่อนย้ายสินค้าในศูนย์กระจายสินค้ามีความล่าช้าเนื่องจากมีการย้ายสินค้าเข้าออกอยู่ตลอดเวลา การวางแผนในการจัดการสินค้าที่จะเข้ามาและออกไปจึงเป็นสิ่งสำคัญ

เนื่องจากการแข่งขันในตลาดปัจจุบันมีการแข่งขันสูง ดังนั้นการจัดการการทำงานที่มีประสิทธิภาพใช้เวลาในการทำงานที่สั้นและการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบันเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าที่ทำให้สามารถได้เปรียบคู่แข่งได้ จึงเป็นเรื่องที่ควรตระหนักและควรให้ความสำคัญอย่างยิ่ง ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์ปัญหาการจัดการตารางที่การทำงานของรถโฟล์คลิฟท์เพื่อให้เกิดประสิทธิในการทำงานอย่างสูงสุด โดยมีการพิจารณาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ และเวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อลดเวลาแล้วเสร็จโดยรวม จำนวนการใช้รถ

โฟล์คลิฟท์ และลดต้นทุนรวม โดยจะนำวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) มาใช้ในการแก้ไขปัญหาในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและแก้ไขปัญหาการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์โดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้
2. เพื่อลดเวลาเฉลี่ยของงานแล้วเสร็จโดยรวมให้น้อยที่สุด
3. เพื่อหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสมและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. การศึกษาปัญหาการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน
2. แนวทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้าในรูปแบบศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน
3. ศึกษาเวลาการปฏิบัติงานของศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านที่มีการจัดส่งสินค้าทางเข้า (Inbound Dock) และขนส่งสินค้าทางออก (Outbound Dock)
4. เป็นการจัดลำดับการทำงานที่มีการทราบปริมาณรถขนส่งและปริมาณสินค้าล่วงหน้าและไม่มีการแทรกหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการดำเนินการ
5. การขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าแบบส่งผ่านไปยังรถขนส่งสินค้าทางออก สินค้าชนิดเดียวกันขนส่งได้เพียงลำดับเดียวไม่สามารถส่งพร้อมกันไปยังรถขนส่งสินค้าทางออกได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดปัญหาในการส่งสินค้าล่าช้า
2. สามารถใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ในการทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
3. สามารถลดต้นทุนในการดำเนินงานลงได้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่สองนี้จะได้กล่าวถึงทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านในศูนย์กระจายสินค้า ที่ผู้จัดทำได้นำมาช่วยการประกอบการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะได้แบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การขนส่งหรือโลจิสติกส์

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ (Logistics) นั้นครอบคลุมหลายฝ่าย ตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบ วิธีการบรรจุ ขนถ่าย กระบวนการส่ง-รับของ ผู้จัดสร้างโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งต่าง ๆ ทั้งระบบถนน ระบบราง ท่าเรือ ท่าอากาศยาน ศุลกากร และโรงเก็บสินค้า เป็นต้น ต้นทุนด้านการขนส่งจะต่ำได้ต่อเมื่อการขนถ่ายและนำส่งผลิตภัณฑ์ถึงจุดหมายโดยเร็ว สูญเสียน้อย สินค้าถึงมือผู้รับตามเวลาโดยเร็ว ขั้นตอนกระบวนการศุลกากรทั้งนำเข้า-ส่งออก สะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องเสียค่าเช่าโรงเก็บสินค้าหรือตู้คอนเทนเนอร์หลายวัน ลดดอกเบี้ยของต้นทุนลงได้อีกด้วย

2.1.1 ความหมายของโลจิสติกส์

คำว่าโลจิสติกส์ คือ ระบบการจัดการการส่งสินค้า ข้อมูล และทรัพยากรอย่างอื่นต่างๆ ทุกอย่างที่มีการขนส่ง หรือเคลื่อนย้ายจากจุดต้นทางไปยังจุดบริโภคตามความต้องการของลูกค้า โลจิสติกส์เกี่ยวข้องกับการผสมผสานของ ข้อมูล การขนส่ง การบริหารวัสดุคงคลัง การจัดการวัตถุดิบ การบรรจุหีบห่อ โลจิสติกส์เป็นช่องทางหนึ่งของห่วงโซ่อุปทานที่เพิ่มมูลค่าของการใช้ประโยชน์ของเวลาและสถานที่ สรุปง่ายๆก็คือ ทุกอย่างที่มีเกี่ยวกับการขนส่ง จะเกี่ยวข้องกับโลจิสติกส์ทั้งหมด เป้าหมายของโลจิสติกส์นั้นเพื่อลดค่าใช้จ่าย ลดระยะเวลาในการขนส่ง ลดปัญหาต่างๆ ทุกอย่างที่จะเกิดขึ้นโดยใช้ต้นทุนให้น้อยที่สุด

ครั้งแรกคำว่าโลจิสติกส์นั้นเกิดขึ้นจากวงการทหาร ที่ต้องมีการลำเลียงเสบียง อาวุธยุทธโธปกรณ์ต่างๆ รวมถึง กำลังพล เพื่อสนับสนุนการรบ หรือ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนย้าย จัดเก็บ จากอีกที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง อาจมีการจัดเก็บระยะเวลานานหรือระยะเวลาชั่วคราว เช่น เอกสาร สินค้าสำเร็จรูป วัตถุดิบ และอื่น ๆ จึงก่อให้เกิดการโลจิสติกส์ขึ้น แต่ไม่แน่ชัดว่าเริ่มต้นเกิดขึ้นในช่วงเวลาไหน แต่คร่าวๆ ประมาณช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง

2.1.2 การวัดประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพที่เกิดจากการดำเนินการในกิจกรรมโลจิสติกส์ได้แก่ปัจจัยต่างๆดังนี้

1. ต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมโลจิสติกส์

2. การตอบสนองอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็น อัตราการหมุนเวียนสินค้า รอบเวลาในการจัดส่งสินค้า เป็นต้น

3. ความพึงพอใจของลูกค้า

4. ความพึงพอใจของทีมงาน

2.1.3 กิจกรรมที่สำคัญของโลจิสติกส์

1. Order Management/Customer Service คือ การจัดการการรับหรือส่งสินค้า การบริการลูกค้า

2. Packaging คือ การคัดเลือกบรรจุภัณฑ์เพื่อมาใช้บรรจุสินค้า

3. Material Handling คือ การขนถ่ายวัสดุภายในโรงงาน หรือ ในคลังสินค้า

4. Transportations/Mode of Transportations (Domestic and International) คือ การขนส่งสินค้าระหว่างสถานที่ต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศ

5. Warehouse Management (Layout, Locations, Control Technology, Facility) คือ การจัดการเกี่ยวกับคลังสินค้า ไม่ว่าจะเป็นการวางผังสินค้า หรือ สถานที่จะตั้งคลังสินค้า

6. Inventory Control Systems (Qty)/ Material Management คือ ระบบในการบริหารสินค้าคงคลัง เพื่อให้เกิดการหมุนเวียน หรือ กระจายสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. Supplier Management/Material Management คือ การบริหารจัดการผู้ผลิตวัตถุดิบ (Supplier) เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ และเพียงพอต่อความต้องการในเวลาที่เหมาะสม

8. Distribution Center/Distribution Hub คือ การกำหนดแหล่งที่ตั้งในการกระจายสินค้า เพื่อให้เกิดการกระจายสินค้าได้อย่างทั่วถึง

9. Manufacturing/Production Control คือ ระบบควบคุมการผลิต

2.1.4 ประโยชน์ของโลจิสติกส์

1. ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบริษัทเพิ่มขึ้น

เป็นคุณประโยชน์ที่เห็นได้เด่นชัดมากที่สุดสำหรับการนำระบบโลจิสติกส์มาใช้งานภายในบริษัท เพราะจะช่วยให้การบริหารจัดการในเรื่องของการขนย้ายสินค้า การบริหารวัสดุคงคลัง การแบ่งระบบหน้าที่ความรับผิดชอบในสายงานและการผลิต การตรงต่อเวลา การบริหารจัดการต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านต่างๆ นั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะมีการทำงานที่มีระเบียบแบบแผนนั่นเอง ซึ่งพร้อมกันนี้ธุรกิจยังได้รับความ

น่าเชื่อถือจากลูกค้าของผู้ประกอบการเองอีกด้วย เพราะโลจิสติกส์เป็นระบบมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในเรื่องของคุณภาพที่ค่อนข้างสูงในสายตาผู้คนทั่วไป

2. เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

ปัจจุบันในวงการธุรกิจมีการแข่งขันช่วงชิงฐานลูกค้าระหว่างกันที่สูงมาก ธุรกิจที่มีบริการที่ทันสมัย สามารถเข้าถึงและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วโดยทันที จะเป็นผู้ที่ได้เปรียบในการแข่งขันที่สุด ซึ่งโลจิสติกส์ถือเป็นตัวช่วยที่มีประสิทธิภาพ เพราะตัวระบบการจัดการถูกออกแบบมาให้สามารถส่งสินค้าและเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้ในทุกๆที่ทั่วโลก บริษัทที่เอาระบบโลจิสติกส์มาใช้จึงได้เปรียบกว่าบริษัทอื่นตรงที่สามารถกระจายสินค้าได้ในอาณาเขตที่กว้างกว่า ไม่จำกัดเฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเท่านั้น

3. ลดภาระต้นทุนของธุรกิจ

โลจิสติกส์สามารถช่วยแบ่งเบาภาระต้นทุนของผู้ประกอบการได้อย่างมาก เพราะระบบนี้จะเข้ามากำกับดูแลการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังลูกค้ารวมถึงคลังสินค้าของผู้ประกอบการด้วย โดยมีเป้าหมายลดต้นทุนในเรื่องดังกล่าวให้มากที่สุดในขณะที่ประสิทธิภาพต่างๆยังคงอยู่และอาจเพิ่มขึ้นอีกด้วย ซึ่งอาจใช้วิธีการบรรจุสินค้าด้วยซองพลาสติกแทนที่การห่อด้วยกระดาษที่มีต้นทุนสูงกว่าและยังกินพื้นที่มากกว่า การปรับเปลี่ยนดังกล่าวจึงทำให้การส่งในแต่ละเที่ยวได้จำนวนที่มากขึ้น ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีผลกำไรที่เพิ่มสูงขึ้นนั่นเอง

4. ลดพื้นที่การจัดเก็บในคลังสินค้า

หากผู้ประกอบการนำโลจิสติกส์มาใช้อย่างตรงตามหลักการของมัน ผู้ประกอบการก็ไม่จำเป็นต้องไปนั่งกังวลเรื่องสินค้าตกค้างอยู่ในคลังอีกเลย เนื่องจากระบบการจัดการจะทำให้สินค้าทุกชนิดที่ผู้ประกอบการขายนั้นนำส่งไปถึงมือลูกค้าโดยทันทีและในเวลาที่น้อยที่สุด เงินทุนจึงไม่ไปจมอยู่กับสินค้าอีก ทั้งยังไม่ต้องเช่าอาคารหรือโกดังเพื่อสต็อกสินค้าเพิ่มเติมอีกด้วย จึงเป็นการประหยัดต้นทุนในทางอ้อมที่ดีและน่าสนใจมากอีกวิธีหนึ่ง

5. ทำให้อุปทานกับอุปสงค์มีจุดที่เหมาะสมร่วมกัน

เป็นคุณประโยชน์ที่เห็นได้ชัดมากในเรื่องนี้ของตัวระบบโลจิสติกส์ที่ช่วยให้สินค้าของผู้ประกอบการสามารถส่งไปถึงมือลูกค้าได้ในเวลาอันรวดเร็ว จึงจัดเป็นการรักษาผลประโยชน์และส่วนแบ่งทางการตลาดเอาไว้ไม่ให้ตกไปอยู่ในมือของคู่แข่ง เพราะต้องเข้าใจว่าลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าจากทางผู้ประกอบการนั้นจะให้ความสำคัญในเรื่องของเวลาการจัดส่งมากเป็นพิเศษ หากสินค้าที่สั่งไปเกิดมาส่งไม่ตรงตามเวลาผู้ประกอบการอาจจะโดนตำหนิจากทางลูกค้าได้ จนบางครั้งอาจถึงกับยกเลิกการสั่งสินค้าไปเลยก็ได้

6. สามารถใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการขาย

"งานบริการส่งถึงที่" ถูกนับเป็นเครื่องมือสนับสนุนการขายที่มีประสิทธิภาพมาก เพราะในความเป็นจริงก็อย่างที่ทราบดีว่าลูกค้าทุกคนมีทางเลือกมากกว่าคนขายและทางเลือกส่วนใหญ่มักจะไปจบลงที่ความสะดวกสบายของตัวลูกค้าเองเป็นหลัก หากธุรกิจไหนสามารถนำส่งสินค้าไปสู่ลูกค้าได้โดยตรง ธุรกิจนั้นจะมีความได้เปรียบที่สูงมาก และมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จและปิดการขายได้เร็วกว่าคู่แข่ง

7. บริหารงานได้ครอบคลุมและทั่วถึง

ระบบโลจิสติกส์จะลงไปจับในเนื้อหาข้อมูลที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยในทุกๆขั้นตอนที่เล็กมาก ทำให้ผู้ประกอบการสามารถทราบที่มาที่ไปในส่วนต่างๆได้ และเมื่อมองในภาพรวมที่กว้างขึ้นจะทำให้ผู้ประกอบการพบทั้งส่วนที่สำคัญกับส่วนที่ไม่สำคัญ ผู้ประกอบการจึงสามารถเพิ่มหรือลดทอนส่วนผสมที่ไม่เกิดประโยชน์ทิ้งไปได้ ยกตัวอย่าง กรณีที่ลูกค้าร้องเรียนว่าสินค้าไม่ได้มาตรฐานและไม่สะอาด ถ้าเป็นระบบเก่าผู้ประกอบการก็ต้องโละและเรียกคืนสินค้าทั้งหมดซึ่งจะสิ้นเปลืองงบประมาณในการลำเลียงคืนเป็นอย่างมากและทั้งยังต้องแบกรับภาระขาดทุนอีกด้วย แต่ถ้าผู้ประกอบการใช้ระบบโลจิสติกส์ ผู้ประกอบการจะทราบว่าสินค้าที่มีปัญหาเกิดขึ้นที่พื้นที่ใด สายส่งไหน และรหัสสินค้าคืออะไร แล้วจึงทำการเรียกคืนเฉพาะในล็อตนั้น ซึ่งนอกจากจะช่วยให้ประหยัดแล้วยังลดความเสี่ยงในการขาดทุนได้ ทั้งยังทำให้สามารถบริหารงานได้อย่างครอบคลุมและมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

2.2 ความสำคัญของคลังสินค้า

คลังสินค้ามีวัตถุประสงค์หลายประการด้วยกัน เช่น เพื่อทำหน้าที่รักษาระดับสินค้าคงคลัง รวบรวมสินค้าก่อนจัดส่ง ทำหน้าที่แยกหีบห่อ หรือทำหน้าที่เป็นศูนย์กระจายสินค้า เป็นต้น เนื่องจากคลังสินค้ามีหน้าที่หลากหลาย ประโยชน์ของคลังสินค้าจึงมีมากมาย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดประโยชน์ในเรื่องการขนส่ง
2. เพื่อให้เกิดการประหยัดในระบบการผลิต
3. เพื่อให้เกิดประโยชน์ในเรื่องการสั่งซื้อในปริมาณมาก
4. เพื่อใช้เป็นแหล่งของวัตถุดิบ เพื่อรองรับต่อความไม่แน่นอนของการซื้อวัตถุดิบ
5. เพื่อรองรับต่อความไม่แน่นอนของการขาย
6. เพื่อให้เกิดการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์ที่ต่ำ

2.2.1 การแบ่งประเภทของคลังสินค้า

การแบ่งประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะธุรกิจ แบ่งออกได้ 2 ประเภทตามลักษณะธุรกิจ คือ คลังสาธารณะ และคลังส่วนตัว ซึ่งแต่ละประเภทมีข้อดี ข้อเสีย ดังต่อไปนี้

1. คลังสาธารณะ คือ คลังที่เจ้าของธุรกิจเปิดขึ้นเพื่อรับเก็บสินค้าเป็นหลัก เป็นโกดังสินค้าแล้วเก็บค่าเช่าในการจัดเก็บสินค้า เช่น พวกคลังห้องเย็นต่างๆ ที่รับจัดเก็บปลาแช่แข็งที่มาจากเมืองนอก โดยที่โรงงานแปรรูปไม่ต้องการลงทุนสร้างคลังห้องเย็นเป็นของตัวเอง ก็จะจัดจ้างให้คลังห้องเย็นช่วยจัดเก็บให้ โดยคิดค่าจัดเก็บ เป็นต้น

2. คลังส่วนตัว คือ คลังโดยทั่วไปของบริษัทซึ่งบริษัทหลายๆแห่ง ได้สร้างคลังในพื้นที่ของตัวเอง เช่น คลังวัตถุดิบ คลังสินค้าสำเร็จรูป เป็นต้น และใช้ในการจัดเก็บวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูปของบริษัทเท่านั้น

2.2.2 การแบ่งประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะงาน

การแบ่งประเภทของคลังสินค้าสามารถทำได้โดยแบ่งตามลักษณะธุรกิจ แบ่งประเภทของคลังสินค้าตามลักษณะงานหรือแบ่งตามลักษณะสินค้าที่เก็บรักษาดังต่อไปนี้

1. คลังสินค้าสำหรับเก็บรักษาสินค้า

คลังสินค้าชนิดนี้มีหน้าที่หลักในการเก็บรักษาสินค้าซึ่งอาจจะอยู่ในรูปวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูป เพื่อทำหน้าที่ตอบสนองความต้องการของฝ่ายผลิต หรือร้านค้าตามลำดับ ดังนั้นการจัดการสินค้าประเภทนี้จะเน้นที่การรักษาสภาพสินค้า และการป้องกันการสูญหายของสินค้าเป็นสำคัญ

2. ศูนย์กระจายสินค้า

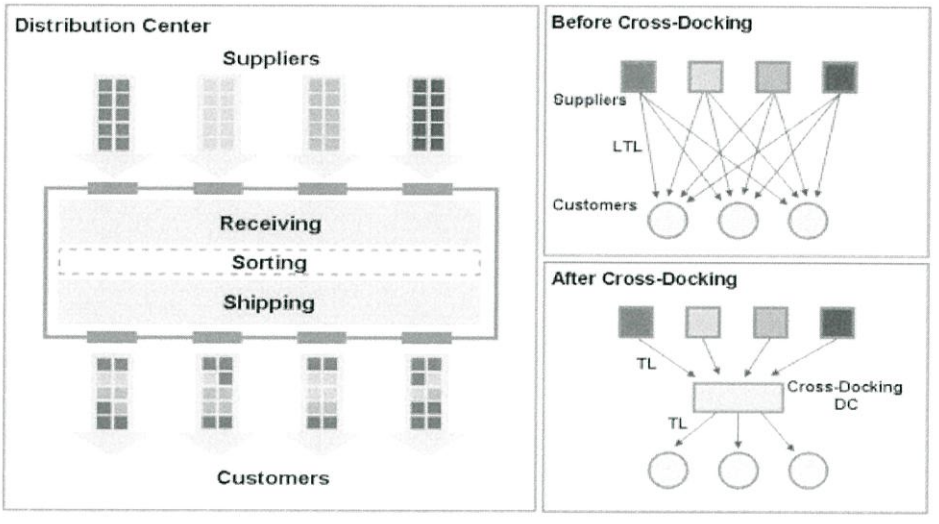
ศูนย์กระจายสินค้า หมายถึง คลังสินค้าที่ทำหน้าที่ทั้งในฐานะเป็นคลังสินค้า และเป็นหน่วยเชื่อมโยงระหว่างผู้ผลิตกับผู้ขายปลีก จะเป็นผู้ให้บริการทางด้านโลจิสติกส์ ในด้านการจัดเก็บสินค้า และการจัดการขนส่งสินค้าสำเร็จรูปให้กับลูกค้าได้อย่างทันเวลา และถูกต้องตรงตามความต้องการ ศูนย์กระจายสินค้าส่วนใหญ่จะเป็นผู้ให้บริการภายนอก จะทำหน้าที่รับสินค้าจากผู้ผลิตแต่ละรายมาเก็บในคลังสินค้าของตน โดยดำเนินการบริหารจัดการในการควบคุมปริมาณด้านเทคโนโลยีในการกระจายและจัดส่งสินค้าแทนเจ้าของสินค้าหรือผู้ผลิตสินค้าโดยรับผิดชอบงานขนส่งจนสินค้าไปสู่ผู้รับ ประโยชน์ที่เกิดขึ้นนี้ คือ การลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งของผู้ผลิตไปสู่ผู้ขายปลีก หรือ ลูกค้าแต่ละราย ผู้ผลิตสามารถขนส่งมาที่ศูนย์กระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว โดยศูนย์กระจายสินค้าจะทำการกระจายสินค้าสู่ผู้ขายปลีกตามความถี่ที่ผู้ขายปลีกต้องการทำให้ไม่จำเป็นต้องมีที่เก็บสินค้าคงคลังจำนวนมากที่ผู้ขายปลีกอีกต่อไป ค่าใช้จ่ายส่วนวัสดุคงคลังของร้านขายปลีกก็ลดลง ทำให้ต้นทุนรวมส่งผลให้มีความได้เปรียบในด้านการแข่งขันทั้งด้านราคาและความรวดเร็วในการบริการในปัจจุบันร้านขายปลีกหลายแห่งจึงสามารถรับประกันราคาต่ำสุดแก่ผู้บริโภคได้

3. ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า

ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า หมายถึง คลังสินค้าใช้สำหรับในการรับสินค้าและส่งสินค้าในเวลาเดียวกัน หรือเป็นคลังสินค้าซึ่งมีการออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อใช้ในการขนถ่ายจากพาหนะหนึ่งไปสู่อีกพาหนะหนึ่ง โดยศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านส่วนใหญ่แล้วเหมาะจะเป็นสถานที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า ซึ่งจะทำหน้าที่ในการบรรจุและคัดแยกสินค้า โดยศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านจะทำหน้าที่เป็นสถานีเปลี่ยนถ่ายสินค้าระหว่างรูปแบบการขนส่ง ซึ่งอาจเป็นจากแหล่งผลิตหลายราย แล้วนำมาคัดแยกรวมรวม บรรทุก เพื่อจัดส่งให้ลูกค้าแต่ละราย ซึ่งจะจัดส่งต่อให้ลูกค้าซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นร้านผู้ขายปลีก หรือร้านสะดวกซื้อ ซึ่งจะมีความต้องการสินค้าย่อยที่หลากหลาย (สมโรตม์ โกมลวนิช และอนันต์ ดีโรจนวงศ์, 2552)

2.3 ปัญหาในการจัดเก็บสินค้า

เรามักพบ 5 ปัญหาใหญ่ๆในคลังสินค้าแบบดั้งเดิมที่ยังไม่มีการนำเอาการจัดการแบบศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านมาใช้ ได้แก่ การรับสินค้าเข้า การจัดเรียงสินค้า การจัดเก็บสินค้า การเบิกสินค้า และการจัดส่งสินค้าออก โดยการเบิกสินค้าและการจัดเก็บสินค้าจะมีค่าใช้จ่ายมากที่สุด เนื่องจากค่าใช้จ่ายให้การการจัดเก็บสินค้าคงคลังนั้นมีราคาแพง และการรับสินค้าซึ่งมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของแรงงาน หากเราสามารถถ่ายโอนการจัดส่งโดยตรงได้โดยไม่ต้องจัดเก็บเอาไว้ในคลังสินค้าจนกว่าจะมีการสั่งซื้อของลูกค้าก็จะมีเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย ซึ่งการจัดเก็บระยะสั้นๆไม่เกิน 24 ชั่วโมงแบบศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านถือเป็นทางออกที่ดี สามารถทำให้การขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้เปรียบเทียบการจัดการแบบศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านและคลังสินค้าแบบดั้งเดิมไว้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบเมื่อนำเอาศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านมาใช้ในกระบวนการจัดเก็บและขนส่งสินค้า (Rob, 2012)

2.4 ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน

จากที่ได้กล่าวถึงไปแล้วในหัวข้อข้างต้น ก็จะได้นำศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านหรือศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้ามาอธิบายเพิ่มเติมในหัวข้อต่อไปนี้

ศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านคล้ายคลังสินค้าที่มี 2 ด้าน โดยด้านหนึ่งสำหรับใช้ในการรับสินค้า และอีกด้านหนึ่งใช้ในการจัดส่งสินค้า โดยสินค้าที่นำเข้ามาในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจะมีกระบวนการคัดแยก-บรรจุ และรวบรวมสินค้าเพื่อจัดส่งไปให้กับผู้รับ ซึ่งโดยปกติแล้วนำสินค้าเข้ามาเก็บและจัดส่งมักจะดำเนินการให้เสร็จสิ้นภายใน 24 ชั่วโมง ภารกิจสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจะเป็นตัวกลางในการรวบรวมสินค้าให้สามารถจัดส่งได้เต็มคันรถหรือใช้พื้นที่ในคอนเทนเนอร์ให้ได้เต็มพิกัดโดยศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้า ส่วนใหญ่แล้วศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าจะกระจายอยู่ตามภาคหรือจังหวัด ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการขนส่ง จึงมีส่วนช่วยแก้ปัญหารถบรรทุกที่ไม่มีสินค้าในเที่ยวกลับ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการขนส่งทางถนนในประเทศไทย ทั้งนี้ศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านอาจจะทำหน้าที่เป็นผู้เชื่อมโยงการขนส่งในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งทางรถไฟ ทางรถบรรทุกหรือขนส่งทางน้ำหรือท่าเรือ-สนามบิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านจะมีบทบาทและเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสนับสนุนรูปแบบการขนส่ง

โดยกระบวนการแบบศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจะได้อธิบายในรายละเอียดสำหรับกระบวนการทำงานให้ชัดเจนขึ้นในหัวข้อกิจกรรมศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านดังต่อไปนี้

กิจกรรมศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน หมายถึง กระบวนการการนำสินค้าจากผู้ผลิตเพื่อส่งผ่านไปยังปลายทางโดยปราศจากการเก็บสินค้าและวัสดุภายในคลังสินค้า ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านเป็นวิธีการหนึ่งในระบบบริหารการจัดการเชิงโลจิสติกส์ โดยมีหลักการ คือ การนำสินค้าที่มาจากสถานที่ผลิตที่หลากหลายนำมารวบรวมไว้ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน และสินค้าจะถูกเคลื่อนย้ายจากศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านไปยังปลายทางในแต่ละแห่งตามลำดับ

สำหรับประสิทธิภาพของกิจกรรมศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจะขึ้นอยู่กับกระบวนการขนถ่ายและกระบวนการจัดส่ง ซึ่งหลักการของกระบวนการขนถ่ายคือ การมาถึงพร้อมกันของรถขนส่งที่มาถึงศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน ดังนั้นก็จะต้องมีการพิจารณาถึงเส้นทางของรถขนส่งสินค้าและการวางแผนของเส้นทางสำหรับการมาถึงให้พร้อมกันของรถขนส่งสินค้า ภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านสินค้าที่มาถึงจะถูกทำการคัดแยกในแต่ละกลุ่มตามจุดหมายของแต่ละคัน

ดังนั้นจำนวนสินค้าที่มาถึงศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจะต้องเท่ากับสินค้าที่จะส่งจากศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านไปยังลูกค้า กระบวนการศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านไปยังลูกค้า เรียกว่า “กระบวนการจัดส่ง” โดยที่จะต้องมีการพิจารณาถึงการจัดเส้นทางของรถขนส่งสินค้าที่จะทำการจัดส่งให้กับลูกค้าด้วย ดังนั้นในการพัฒนาของกระบวนการไหลในห่วงโซ่อุปทานจะต้องมีความเข้าใจโดยการสังเคราะห์ผลที่ดีที่สุดของทุกกระบวนการทั้ง การขนถ่ายศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านและการจัดส่งเข้าด้วยกัน เพราะฉะนั้นจะต้องมีการจัดการปัญหาการวางแผนเส้นทางของรถขนส่งพร้อมกันกับศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านเพื่อที่จะพัฒนาการไหลในระบบบริหารการจัดการเชิงโลจิสติกส์ให้ดีขึ้น

ด้วยเหตุนี้ศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจึงเข้ามามีบทบาทและเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสนับสนุนรูปแบบการขนส่ง ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจะทำหน้าที่สำคัญดังต่อไปนี้

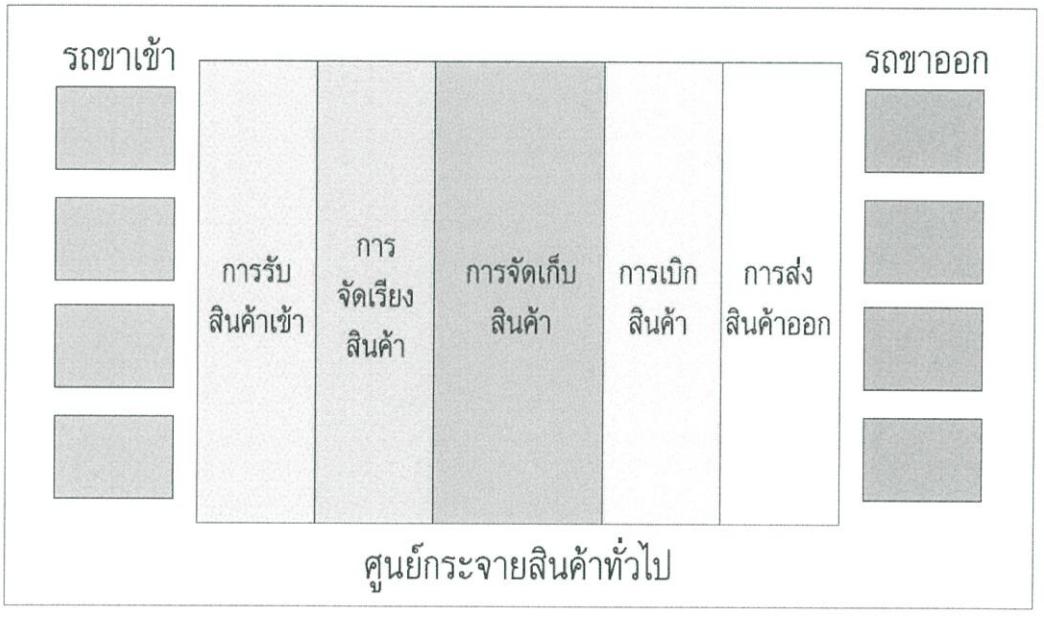
1. สถานีเปลี่ยนถ่ายสินค้าของรถบรรทุกสินค้า โดยจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนถ่ายสินค้าจากพาหนะหนึ่งไปอีกพาหนะหนึ่ง ในรูปแบบการขนส่งสินค้า ทั้งที่เป็นประเภทเดียวกันและต่างกัน เช่น จากรถบรรทุกหนึ่งไปอีกรถบรรทุกหนึ่ง หรือจากรถบรรทุกหนึ่งไปเป็นการขนส่งทางรถไฟหรือทางถนน หรือบรรจุสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อจัดส่งสินค้าไปทางเรือหรือทางอากาศ เป็นต้น กล่าวโดยสรุปคือ ทำหน้าที่เป็นสถานีในการขนถ่ายสินค้าระหว่างการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง

2. บรรทุกและขนถ่าย คือ ทำหน้าที่รวบรวม คัดแยกสินค้าและกระจายสินค้า ทั้งบริเวณต้นทาง หรือปลายทาง และทำหน้าที่ในการจัดเก็บชั่วคราวของสินค้าก่อนการส่งมอบ

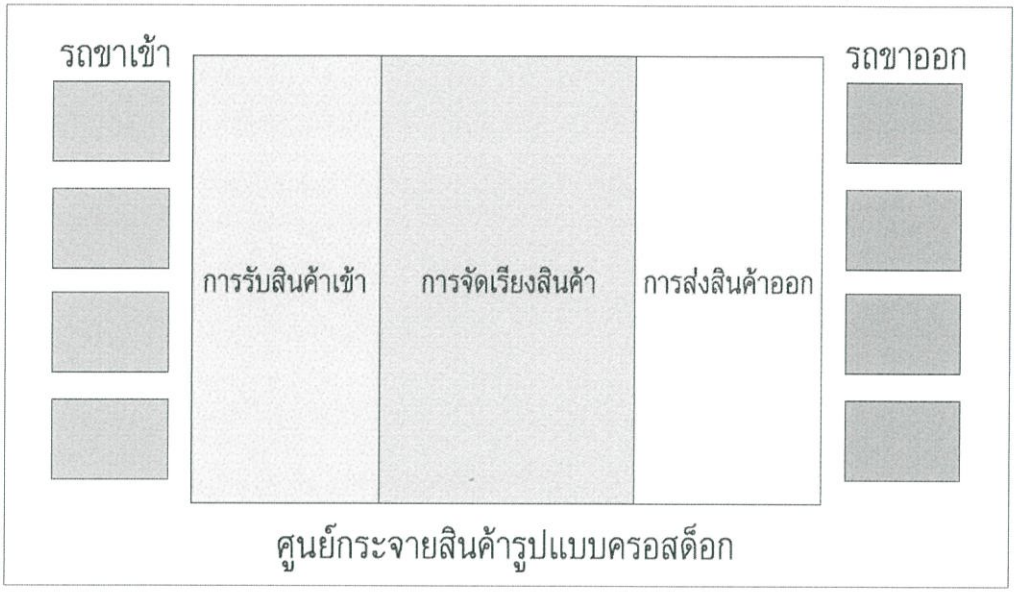
3. ทำหน้าที่เป็นสถานีในการรวบรวมข้อมูลข่าวสาร เพื่อเชื่อมโยงการผลิตและการส่งมอบสินค้าจากผู้ผลิต ไปสู่ผู้รับสินค้า

4. บางครั้งศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านจะทำหน้าที่เป็นศูนย์บรรจุและคัดแยกสินค้า เพื่อการนำเข้าและส่งออก โดยกรณีเช่นนี้จะมีการทำที่ศุลกากร คลังสินค้า เพื่อรอการส่งมอบ ซึ่งจะทำหน้าที่ในการรับสินค้าจากเรือหรือเครื่องบิน แล้วนำมาจัดเรียงกองหรือจัดเก็บเพื่อรอการขนส่งหรือส่งมอบ

5. ศูนย์รวมสินค้า ทำหน้าที่เป็นสถานีรวบรวมและกระจายสินค้าประจำภาค คือ เป็นสถานีเปลี่ยนถ่ายสินค้าจากพาหนะหนึ่งไปอีกพาหนะหนึ่ง โดยหน้าที่หลักจะทำหน้าที่เป็นศูนย์เปลี่ยนถ่ายและกระจายสินค้าเพื่อเชื่อมโยงระหว่างภาคหรือจังหวัด (ธนิต โสรัตน์, 2548)



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้า (กิตติพงศ์ กิตติถาวรกุล, 2555)



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน (กิตติพงศ์ กิตติถาวรกุล, 2555)

2.5 วิธีเชิงพันธุกรรม

วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) คือ วิธีแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่ใช้ในการค้นหาเพื่อให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุด (Optimum Point) ซึ่งเป็นการได้พัฒนาและจำลองวิธีการมาจากกระบวนการพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จากทฤษฎีวิวัฒนาการจอห์น ฮอลแลนด์ นักวิทยาศาสตร์สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้ทำการคิดค้นการลอกเลียนแบบขั้นตอนธรรมชาติของการพัฒนาสิ่งมีชีวิตขึ้นในปีคริสต์ศักราช 1970 โดยร่วมกับเพื่อนร่วมงานและนักศึกษาของมหาวิทยาลัยมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางธรรมชาติของพันธุกรรมและนำกลไกการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มาประยุกต์ใช้กับการเขียนโปรแกรม

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการค้นหา การเพิ่มประสิทธิภาพ และการเรียนรู้การเลียนแบบทฤษฎีการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีจุดเด่นในด้านความทนทานต่อความผิดพลาดในการค้นหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลที่มีความซับซ้อนและยากที่จะสร้างแบบจำลองด้วยสมการคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการค้นหาที่ไม่มีความเฉพาะเจาะจงกับแบบจำลองหรือลักษณะเฉพาะของข้อมูลแบบใดแบบหนึ่งด้วยเหตุนี้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่การจัดตารางเวลา การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบท่อส่งก๊าซ และการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่

สามารถเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมได้ เป็นต้นโดยหลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการตามธรรมชาติ เพื่อพัฒนาหรือทำการ “วิวัฒนาการ” คำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา

2.5.1 หลักการของวิธีเชิงพันธุกรรม

ความสำเร็จของกระบวนการวิวัฒนาการในธรรมชาติในการคัดเลือกสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม การกลายพันธุ์เพื่อเปิดโอกาสในการพัฒนาสายพันธุ์ และการอยู่รอดของเผ่าพันธุ์ด้วยการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงการส่งต่อลักษณะพันธุกรรมของเผ่าพันธุ์ที่เหมาะสมในลักษณะของการถ่ายทอดและผสมยีนของรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูกหลาน ได้กลายเป็นแรงบันดาลใจของมนุษย์ในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นแนวคิดที่ริเริ่มโดย John Holland ในการค้นหาคำตอบในการแก้ปัญหาด้วยการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ

จุดเด่นของการค้นหาด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม คือความยืดหยุ่นต่อการความผิดพลาดและความแตกต่างของแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ โดยทั่วไปแล้วการแก้ปัญหาและการค้นหาคำตอบจากชุดข้อมูลด้วยกระบวนการค้นหาและทำให้มีผลดีที่สุดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

1. การค้นหาด้วยหลักการแคลคูลัส (Calculus Based Search)
2. การค้นหาแบบแจกแจงทีละข้อมูล (Enumerative Search)
3. การค้นหาแบบสุ่ม (Random Search)

ซึ่งแต่ละแบบมีจุดแข็งและจุดอ่อนที่แตกต่างกันตามลักษณะเฉพาะสำหรับชุดข้อมูลที่ต้องการค้นหาคำตอบ

วิธีเชิงพันธุกรรม เป็นแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบด้วยการเลียนแบบกระบวนการทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างการค้นหาแบบสุ่มกับการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้คล้ายค้นหาแบบปีนเขา (Hill Climbing Technique) แต่ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมต่างจากการค้นหาแบบปีนเขาตรงที่ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมใช้การผสมชุดคำตอบที่มีความเหมาะสมและคัดเลือกคำตอบที่ดีกว่าเพื่อสร้างชุดคำตอบที่ดียิ่งขึ้น แทนการเปรียบเทียบคำตอบข้างเคียงเพื่อปรับทิศทางการค้นหา ทำให้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีจุดแข็งในการที่สามารถใช้ค้นหาคำตอบจากชุดข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่องได้ และการใช้ชุดคำตอบจำนวนหนึ่งแทนการเปรียบเทียบระหว่างคำตอบแต่ละคำตอบทำให้การค้นหาด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุด (Global Minima / Global Maxima) ได้โดยไม่ติดอยู่กับคำตอบที่ดีที่สุดอย่างไรก็ดี ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีที่ใช้การคำนวณค่อนข้างมากและใช้เวลานาน จึงทำให้เป็นวิธีการที่ไม่เป็นที่นิยมมากนัก แต่ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันทำให้สามารถลดเวลาในการดำเนินการตามกระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมได้เป็นอย่างมาก จนเป็นที่สนใจของนักวิจัยในปัจจุบัน

2.5.2 กระบวนการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีการหาคำตอบที่ช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนเนื่องจากคุณสมบัติการเลียนแบบการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมตามธรรมชาติ ซึ่งจะนำค่าที่เหมาะสมที่สุดจากประชากรรุ่นก่อนมาใช้พิจารณาในการหาคำตอบของประชากรรุ่นถัดมา ซึ่งมีการใช้ตัวดำเนินการ (Operator) คือ การเลือก (Selection) การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นตัวสุ่มในการหาคำตอบในบริเวณของปัญหาซึ่งจะช่วยให้มีความหลากหลาย (Diversity) ในการหาคำตอบทุกบริเวณของปัญหา แต่ละค่ามีรายละเอียดดังนี้

- รูปแบบโครโมโซม

รูปแบบโครโมโซม (Chromosome Encoding) คือ การถอดรหัสหรือการได้มาซึ่งโครโมโซม ปัญหาแรกที่จะเริ่มแก้ปัญหาโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมในการถอดรหัสนั้นจะขึ้นอยู่กับปัญหา และในปัจจุบันปัญหามีมากมายจึงทำให้รูปแบบของโครโมโซมมีความแตกต่างกันออกไปตามปัญหานั้นๆ

- ประชากรต้นแบบ

ประชากรต้นแบบ (Initial population) คือ การสุ่มเลือกเพื่อสร้างประชากรต้นแบบขึ้นมาเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการวิวัฒนาการขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนแรกที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเริ่มเข้ากระบวนการของวิธีเชิงพันธุกรรมโดยประชากรกลุ่มแรกหรือประชากรต้นกำเนิด จะเกิดจากการสุ่มเลือกขึ้นมาจากกลุ่มของประชากรทั้งหมดที่มีอยู่ โดยในการสุ่มเลือกจะทำการสุ่มตามจำนวนของประชากรที่ได้กำหนดไว้เป็นพารามิเตอร์ของกระบวนการ

- ฟังก์ชันความเหมาะสม

ฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness Function) คือ วิธีการสำหรับประเมินค่าความเหมาะสม เพื่อให้คะแนนสำหรับคำตอบต่างๆ ที่เป็นไปได้ของปัญหา โครโมโซมทุกตัวจะมีค่าความเหมาะสมของตัวเองเพื่อใช้สำหรับพิจารณาว่า โครโมโซมตัวนั้น เหมาะหรือไม่ที่จะนำมาใช้สืบทอดพันธุกรรมสำหรับสร้างโครโมโซมรุ่นใหม่ เช่น กำหนดให้ค่าความเหมาะสม = จำนวนของบิต 1 ทั้งหมดในโครโมโซม

1. ตัวดำเนินการ

ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ประกอบด้วยตัวดำเนินการหลัก ได้แก่ การคัดเลือกการผสมยีน และการกลายพันธุ์ โดยมีลำดับการนำไปใช้ในขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

2. การคัดเลือก

การคัดเลือก คือ การคัดเลือกเพื่อให้เกิดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตนั้น โดยคัดเลือกมาเป็นโครโมโซมพ่อและโครโมโซมแม่ หรือที่เรียกว่า Parents ในการสืบสายพันธุ์ ทำให้เกิดปัญหาว่าจะทำอย่างไรให้เกิดจาก

คัดเลือกโครโมโซมที่น่าพอใจเพื่อที่จะเกิดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตตามทฤษฎีของ Charles Darwin จึงทำให้เกิดรูปแบบมากมายในการเลือกโครโมโซมที่น่าพอใจที่สุดเพื่อนำไปสืบสายพันธ์ทำให้เกิดรูปแบบการคัดเลือกมากมายเพื่อให้เกิดผลลัพธ์น่าพอใจที่สุด

วิธีการทั่วไปที่ใช้สำหรับการคัดเลือกประชากรในกระบวนการสืบพันธุ์ของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ได้แก่ การคัดเลือกแบบ Roulette Wheel คือ การสุ่มเลือกด้วยการกำหนดความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกตามสัดส่วนของคะแนนความเหมาะสมของประชากรจากผลรวมคะแนนทั้งหมด การคัดเลือกแบบ Tournament คือ การสุ่มจับคู่เปรียบเทียบจากกลุ่มประชากรและคัดเลือกผู้ชนะจากการเปรียบเทียบนั้น และการคัดเลือกแบบ Linear Ranking คือ การจัดอันดับคะแนนความเหมาะสมของประชากรและกำหนดความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกตามการจัดอันดับนั้น

3. การผสมยีนส์

การผสมยีนส์เป็นกระบวนการที่สำคัญของวิธีเชิงพันธุกรรม ซึ่งเมื่อเกิดการผสมยีนขึ้นในทางพันธุศาสตร์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย ซึ่งการการผสมยีนจะต้องอาศัยวิวัฒนาการเป็นเวลานาน จึงสามารถเลือกเอาคำตอบที่เหมาะสมกับความต้องการได้มากที่สุด

ขั้นตอนในการการผสมยีน คือ นำสองโครโมโซม (Parent) มาผสมกันเพื่อให้ได้โครโมโซมใหม่ขึ้นมา จากนั้นใช้วิธีการที่ง่ายที่สุด คือ สุ่มตำแหน่งการผสมยีน และทำการคัดลอกทุกอย่างที่อยู่หน้าตำแน่ง การผสมยีนของพ่อ และคัดลอกทุกอย่างหลังตำแหน่งการผสมยีนของแม่รวมกันจะได้ลูกตัวแรกออกมา จากนั้นทำการคัดลอกทุกอย่างที่อยู่หน้าตำแหน่งการผสมยีนของแม่ และคัดลอกหลังตำแหน่งการผสมยีนของพ่อรวมกันจะได้ลูกตัวที่สองออกมา

4. การกลายพันธุ์

เป็นกระบวนการที่ช่วยเสริมความสมบูรณ์ของการสืบพันธุ์และการผสมยีน เนื่องจากถึงแม้ว่าการคัดเลือกโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสม ในกระบวนการสืบพันธุ์ และผสมแลกเปลี่ยนยีน จะสามารถสร้างโครโมโซมใหม่ที่มีค่าความเหมาะสมดีขึ้นกว่าเดิมได้ แต่กระบวนการดังกล่าวเป็นการอาศัยข้อมูลจากโครโมโซมเดิมที่มีอยู่แล้ว และอาจไม่สามารถค้นพบโครโมโซมที่ดีกว่าภายนอกข้อมูลในกลุ่มประชากรของโครโมโซมเดิมได้ การกลายพันธุ์จึงเป็นการช่วยให้สามารถค้นพบคำตอบที่อาจไม่มีข้อมูลอยู่ในกลุ่มประชากรของโครโมโซมเดิมได้ด้วยการสุ่มเปลี่ยนยีนในโครโมโซมในอัตราความน่าจะเป็นที่ค่อนข้างต่ำ

5. พารามิเตอร์

เป็นวิธีการที่ใช้ในการสร้างจำนวนโครโมโซมรุ่นถัดไป ถ้ากำหนดให้จำนวนโครโมโซมในแต่ละรุ่นมากจะทำให้วิธีเชิงพันธุกรรมประมวลผลได้ช้าลง เช่น ขนาดของประชากร ความน่าจะเป็นของการผสมยีน (Probability Crossover) ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ที่ 60% -95% ความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ (Probability

Mutation) ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ที่ 0%-1% และจำนวนโครโมโซมที่ใช้ในการสร้างรุ่นถัดไป ถ้ากำหนดให้จำนวนโครโมโซมในแต่ละรุ่นมากจะทำให้วิธีเชิงพันธุกรรมประมวลผลได้ช้าลง

2.6 วิธีฮิวริสติกส์

วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Algorithm) เป็นวิธีการที่ใช้สำหรับหาคำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน หรือเมื่อปัญหานั้นไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นแล้ว ระบบที่มีการใช้ Heuristic ได้แก่ ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) ใช้กับการวิเคราะห์ที่ต้องการคุณภาพ

2.6.1 การเขียนโปรแกรมโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์

ลักษณะของโปรแกรมจะเป็นวิธีในการค้นหา (Search) ซึ่งเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นที่น่าพอใจ ทำงานได้เร็วและใช้เวลาน้อย สามารถทำการค้นหากฎ (Rule) ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ เป็นแนวทางที่ดีพอสำหรับการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน

2.6.2 ปัญหาที่มักจะนำเอาวิธีฮิวริสติกส์มาใช้

1. ข้อมูลไม่ตรงหรือมีข้อจำกัดในการนำเข้าข้อมูล
2. ระบบงานจริงมีความซับซ้อน
3. ต้องการความน่าเชื่อถือที่วิธีการอื่นไม่สามารถทำได้
4. เมื่อวิธีอื่นใช้เวลาในการคำนวณที่มากเกินจำเป็น
5. ต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพให้ได้ผลที่ดีที่สุด
6. แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน
7. เพื่อการตัดสินใจที่รวดเร็ว

2.6.3 ข้อดีของวิธีฮิวริสติกส์

1. ง่ายต่อความเข้าใจรวมถึงการสร้างระบบและการแปลความหมาย
2. ฝึกให้ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์
3. ประหยัดเวลาเพราะไม่ต้องใช้สูตรคำนวณที่มากเกินไป
4. ประหยัดเวลาในการเขียนโปรแกรมและการจัดเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์
5. บ่อยครั้งอาจได้แนวทางในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งทาง

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

6. สามารถพัฒนาแนวทางการวัดคุณภาพได้
7. แบบจำลองสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากได้

2.6.4 ข้อจำกัดของวิธีฮิวริสติกส์

1. ไม่รับประกันว่าเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
2. ค่อนข้างมีกฎเกณฑ์ และมีข้อยกเว้นค่อนข้างมาก
3. การตัดสินใจมักจะไม่คำนึงถึงผลลัพธ์ของสภาพแวดล้อมอื่น
4. การพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันของระบบย่อย (subsystems) จะมีอิทธิพลต่อทั้งระบบ

144399

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่องการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านฉบับนี้มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. การศึกษาสภาพการทำงานและการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. สร้างตัวแบบการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์
3. สร้างตัวแบบการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม
4. กำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์

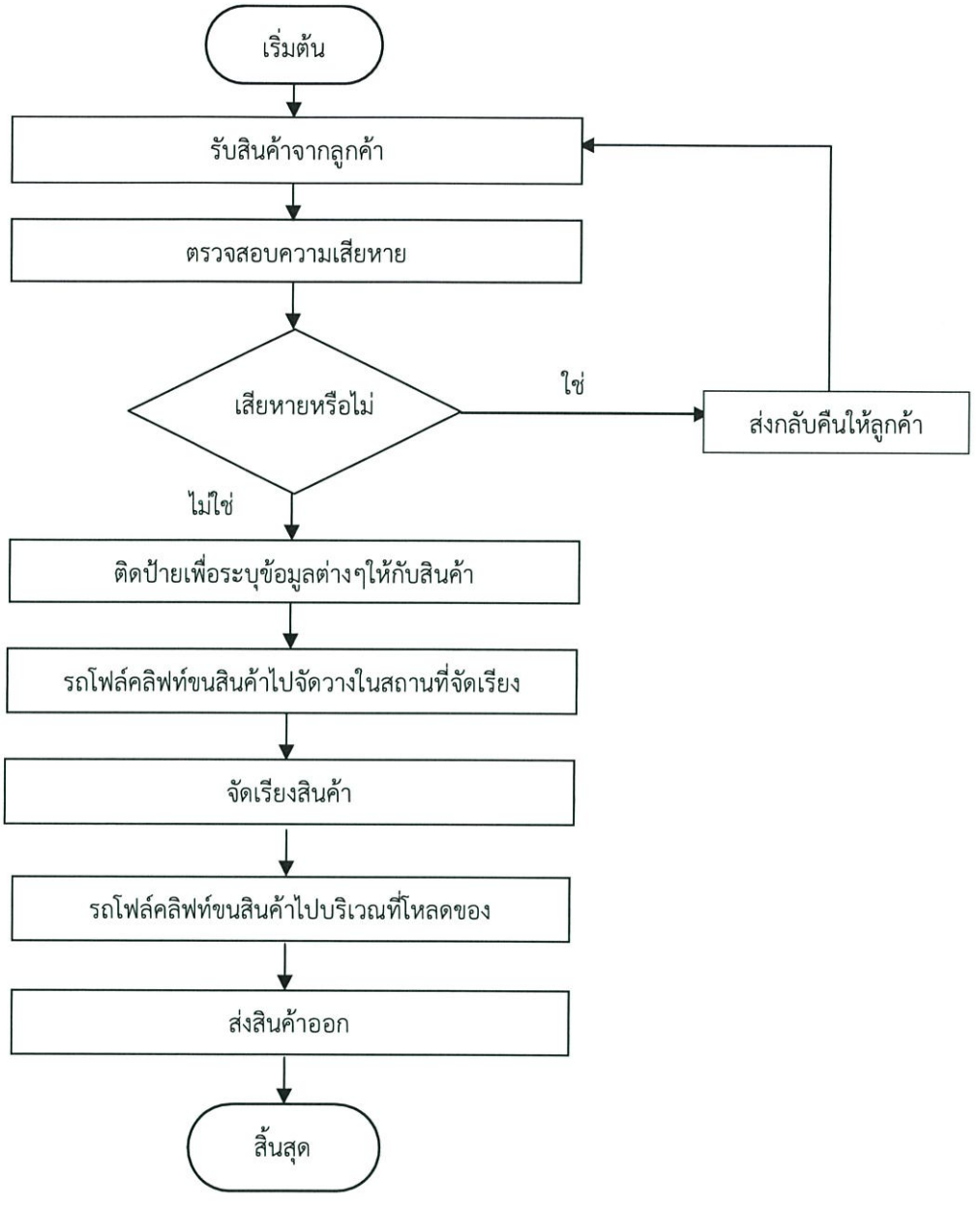
3.1 การศึกษาสภาพการทำงานและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาสภาพการทำงานของระบบคลังสินค้าแบบส่งผ่านเพื่อศึกษารูปแบบการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์และสามารถสรุปการศึกษาสภาพการทำงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

ก. ขั้นตอนการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน

ศูนย์กระจายสินค้าสินค้าแบบส่งผ่านเป็นการรวบรวมสินค้าทางเข้าจากผู้ค้าทั่วไป (Vendor) แหล่งต่างๆ ที่มีรายการสินค้า (Stock Keeping Unit, SKU) ที่แตกต่างกัน และจะถูกจัดส่งไปทันทีที่สินค้างวดสุดท้ายมาถึง และผ่านการรับสินค้าเรียบร้อยแล้ว ศูนย์กระจายสินค้าสินค้าแบบส่งผ่านมีขั้นตอนการดำเนินงานหลัก 3 ขั้นตอน คือ การรับสินค้าเข้า การจัดเรียงสินค้า และการส่งสินค้าออก การนำเทคนิคกระจายสินค้าแบบส่งผ่านมาใช้จะช่วยลดเวลาการปฏิบัติงานแล้วเสร็จให้น้อยที่สุด และเพื่อลดเวลาความล่าช้าโดยรวม รวมทั้งการใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านตั้งแต่การรับวัตถุดิบไปจนถึงการส่งสินค้าออกสามารถเขียนแผนผังเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านโดยเริ่มจาก
การรับสินค้าจนถึงการส่งสินค้าออก

จากรูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านโดยเริ่มจากการรับสินค้าจากโรงงานหรือลูกค้า เป็นสินค้าสำเร็จรูปซึ่งถูกห่อหุ้มด้วยแผ่นพลาสติกหรือกล่องกระดาษเพื่อป้องกันฝุ่น หลังจากนั้นจะมีการตรวจสอบความเสียหายอาทิ การแตกหัก การบุบสลาย เป็นต้น แล้วติดป้ายรายละเอียดสินค้ากำกับ หลังจากนั้นรถโฟล์คลิฟท์จะทำการขนสินค้าไปยังสถานที่จัดเรียงสินค้าโดยฝ่ายจัดเรียงจะทำการ

แกะห่อพลาสติก (Unpack) แล้วทำการคัดแยกและรวบรวมสินค้าที่ต้องส่งไปยังสถานที่เดียวกันไว้ด้วยกัน เมื่อจัดเรียงเสร็จจะมีการจัดใส่กล่องใหม่หรือการห่อพลาสติกใหม่ (Repack) แล้วรถโฟล์คลิฟท์จะขนสินค้าไปยังบริเวณที่โหลดของตามที่ป้ายของสินค้าระบุตำแหน่งไว้ เพื่อส่งสินค้าออกไปยังสถานที่ต่างๆต่อไป จะเห็นว่าหน้าที่ของรถโฟล์คลิฟท์ที่ผู้จัดทำต้องการจัดตารางการทำงานมีหน้าที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนก็คือ

1. การรับสินค้าเพื่อส่งไปยังสถานที่จัดเรียง
2. การรับสินค้าจากสถานที่จัดเรียงส่งไปยังสถานที่จัดส่งสินค้าออก

ข. <u>การรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์</u>

จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ทางผู้จัดทำจึงได้มีการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการทดลองโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 การทดลองดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยมีเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของกฎการจัดลำดับ 3 วิธีประกอบด้วย เวลาแล้วเสร็จของงานเฉลี่ย, จำนวนของงานที่ล่าช้า, อัตราการใช้ประโยชน์จากเครื่องจักร และเปรียบเทียบผลลัพธ์การจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟกับเกณฑ์วัดประสิทธิภาพเพื่อค้นหาวิธีการที่เหมาะสม

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลการจัดตารางที่การทำงาน

การทดลอง (Experiment)	จำนวนคอนเทนเนอร์ทางเข้า (Inbound)	จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ทางเข้า (Inbound)	จำนวนคอนเทนเนอร์ทางออก (Outbound)	จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ทางออก (Outbound)
1	15	1	-	-
2	15	1	14	1
3	15	2	-	-
4	15	2	14	2
5	15	2-5	14	2-5

จะเห็นได้ว่าข้อมูลจากตารางที่ 3.1 เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจำนวนตู้คอนเทนเนอร์ทางเข้า-ออก จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ทางเข้า-ออก นอกจากนี้ทางผู้จัดทำได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สำคัญเพิ่มเติม ได้แก่ เวลาในการส่งมอบสินค้า เวลาในการเริ่มทำงาน และเวลาในการทำงาน เป็นต้น

3.2 การประยุกต์ใช้การจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์

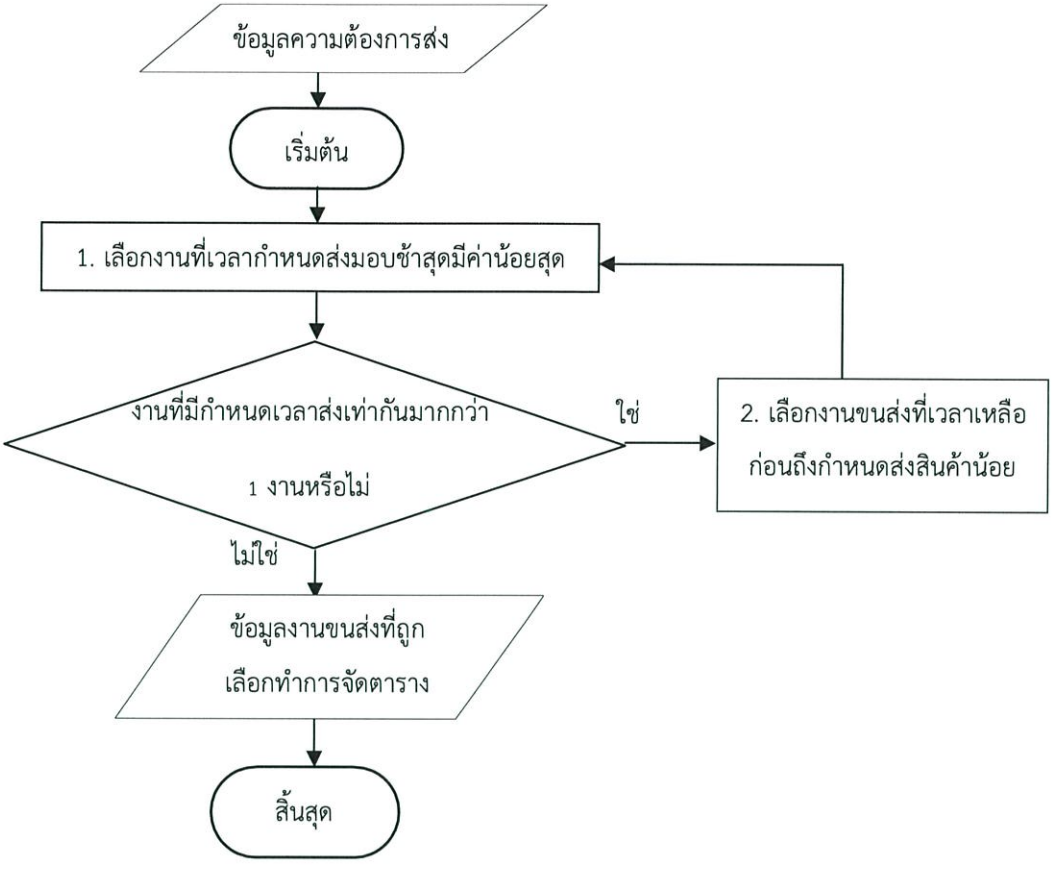
แนวความคิดในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์ มีวิธีการจัดตารางการทำงานได้หลายวิธี โดยมีวิธีที่นิยมใช้กันบ่อยมากที่สุด คือ วิธีการสุ่มอย่างมีเหตุผล วิธีนี้เป็นวิธีที่ดี โดยมีหลักเกณฑ์ที่นิยมใช้ก็คือ

1. งานมาก่อนให้ทำก่อน (First-come First-served, FCFS)
2. งานใช้เวลาทำสั้นที่สุดให้ทำก่อน (Shortest Processing Time, SPT)
3. งานใช้เวลาทำนานที่สุดให้ทำก่อน (Longest Processing Time, LPT)
4. งานที่ถึงกำหนดส่งงานก่อนให้ทำก่อน (Earliest Due Date, EDD)
5. งานที่มีเวลาที่ล่าช้าได้น้อยที่สุดให้ทำก่อน (SLACK)

หลักเกณฑ์ต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นมีความเหมาะสมกับการจัดตารางที่การทำงานที่แตกต่างกันไป ดังนี้

1. งานมาก่อนให้ทำก่อน เหมาะในกรณีที่มีกำลังการผลิตเหลือไม่เหมาะในกรณีมีเวลาจำกัด
2. งานใช้เวลาทำสั้นที่สุดให้ทำก่อน เหมาะในกรณีมีงานแออัดมาก โดยทำงานที่สั้นก่อน
3. งานใช้เวลาทำนานที่สุดให้ทำก่อน เหมาะในกรณีมีการคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า
4. งานที่ถึงกำหนดส่งงานก่อนให้ทำก่อน เหมาะในกรณีที่สามารถยอมรับการทำงานล่าช้าเล็กน้อย
5. งานที่มีเวลาที่ล่าช้าได้น้อยที่สุดให้ทำก่อน เหมาะในกรณีมีงานแออัดมาก โดยทำงานที่สั้นก่อน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางการทำงาน พบว่ามีงานวิจัยหลายเล่มได้นำหลักการฮิวริสติกส์มาใช้ในการจัดตารางการทำงาน และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ มีการคำนวณได้ง่าย ซึ่งแต่ละกฎจะให้ผลการจัดลำดับการทำงานที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วการส่งมอบงานที่ถึงกำหนดส่งงานก่อนให้ทำก่อนนั้น เป็นวิธีที่มุ่งเน้นการลดความล่าช้าจากกำหนดการส่งมอบงาน จากการที่ผู้จัดทำได้ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นผู้จัดทำจึงเห็นถึงความเหมาะสมในการเลือกวิธีงานที่ถึงกำหนดส่งงานก่อนให้ทำก่อน มาเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบกับวิธีเชิงพันธุกรรมในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ เพราะมีวัตถุประสงค์ในการลดความล่าช้าในการส่งมอบเหมือนกัน



รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเลือกงานในการจัดตารางการทำงานด้วยวิธี EDD

จากรูปที่ 3.2 ขั้นตอนการเลือกงานในการจัดตารางการทำงานด้วยวิธี EDD ผลจากการเลือกงานโดยพิจารณาเวลาส่งมอบสามารถเกิดได้ 2 กรณี คือ เลือกงานขนส่งได้จำนวน 1 งาน กรณีนี้งานขนส่งจะสามารถนำไปจัดตารางการทำงานต่อในกระบวนการถัดไปได้ทันที สำหรับในกรณีที่ 2 จากการพิจารณาเวลาส่งมอบเร็วสุดถ้าเกิดมีงานที่มีกำหนดส่งมอบเท่ากันมากกว่า 1 งาน จะต้องเลือกงานโดยใช้เกณฑ์รอง คือ กฎการจ่ายงานของเวลาเหลือก่อนจะถึงกำหนดส่งมอบน้อยสุดเพื่อคัดเลือกงานในการจัดตารางที่จำนวน 1 งานที่มีความเร่งด่วนมากกว่าไปทำการจัดตารางก่อน

เกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพของการจัดลำดับการทำงานที่ถึงกำหนดส่งงานก่อนให้ทำก่อนมีดังนี้

1. เวลาการปฏิบัติงานแล้วเสร็จ หมายถึง เวลาสุดท้ายที่งานทุกงานและทุกขั้นตอนเสร็จสมบูรณ์

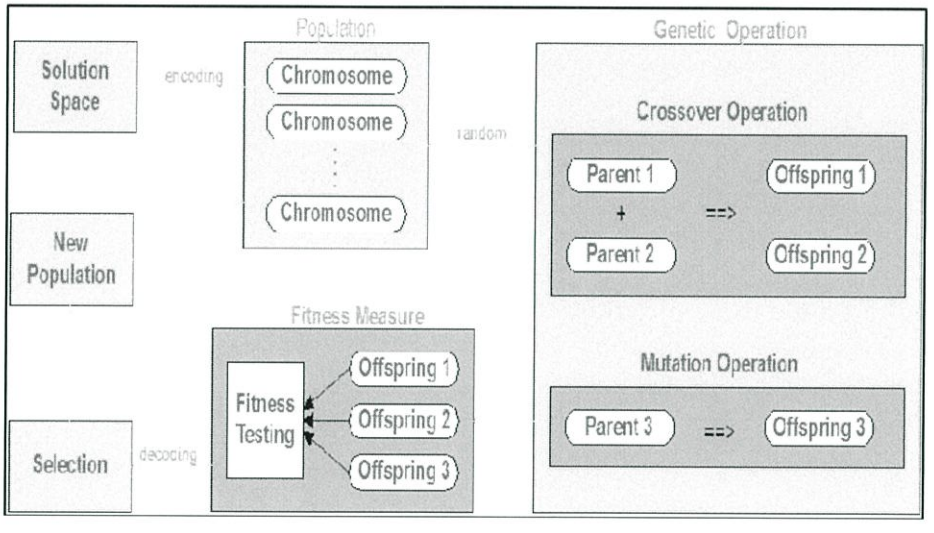
2. เวลาการล่าช้าโดยรวม หมายถึง เป็นเวลารวมทั้งหมดที่งานแต่ละงานไม่สามารถส่งให้ทันวันกำหนดส่งงานได้

3. การใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร ในที่นี้ หมายถึง การใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถคำนวณได้จาก

การใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร = (เวลาทำงานรวมเฉลี่ย – เวลาล่าช้ารวม) / เวลาทำงานรวมเฉลี่ย

3.3 การประยุกต์ใช้การจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์โดยวิธีเชิงพันธุกรรม

จากการศึกษาทฤษฎีเรื่องวิธีการหาคำตอบโดยวิธีเชิงพันธุกรรม ในบทที่ 2 ผู้จัดทำจึงได้กำหนดขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยใช้ลักษณะของปัญหาเป็นการหาค่าประมาณที่สูงสุด โดยเลียนแบบกระบวนการการถ่ายทอดพันธุกรรมของยีนโดยธรรมชาติ สิ่งมีชีวิตที่ปรับตัวได้ดีหรือมีลักษณะทางพันธุกรรมที่เหมาะสมจะดำรงอยู่ได้ดีกว่าสิ่งมีชีวิตที่ไม่เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ซึ่งก็คือการคัดเลือกโดยธรรมชาติ สิ่งใดที่ด้อยกว่าก็จะหมดไปเหลือไว้แต่กลุ่มที่มีคุณภาพ



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานวิธีเชิงพันธุกรรม

หลักการของวิธีเชิงพันธุกรรม

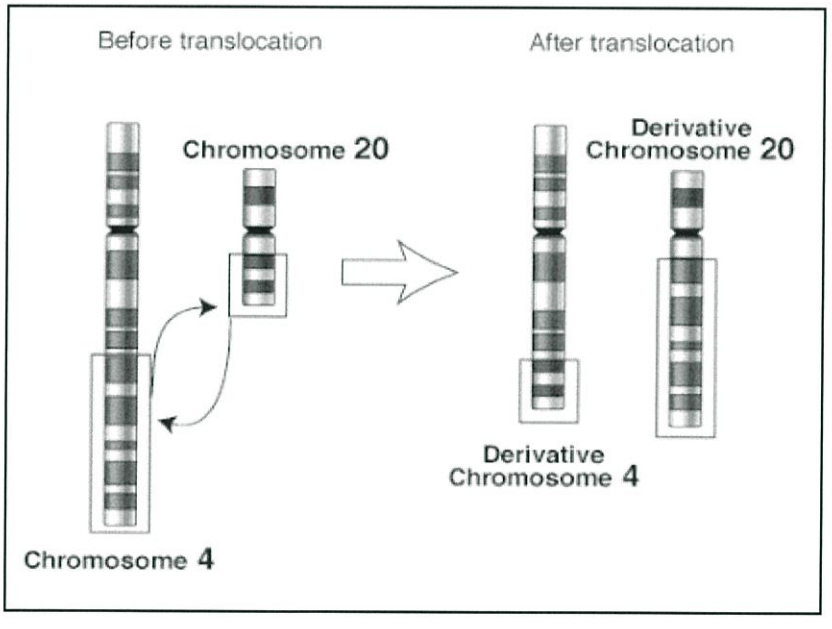
1. สร้างคำตอบ (Generate Solution) โดยวิธีสุ่มคำตอบที่เป็นไปได้ออกมามากๆ แต่ไม่จำเป็นต้องทั้งหมดของทุกรูปแบบคำตอบ

2. สร้าง Function สำหรับวัดค่าความดี (Cost Function) เพื่อคัดเลือกกลุ่มคำตอบที่ดีๆ เก็บไว้จำนวนหนึ่ง

3. นำคำตอบที่ได้คัดเลือกมาแล้วมาเป็นต้นแบบ (Parent) ในการสร้างคำตอบคำตอบรุ่นลูกต่อไปโดยการผสมคำตอบซึ่งเลียนแบบกระบวนการทางพันธุกรรมของยีน

4. นำคำตอบในรุ่นลูกมาคัดเลือกและผสมไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้คำตอบที่น่าพอใจ (อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดแต่เป็นคำตอบที่ใกล้เคียง และใช้เวลาในการค้นหาคำตอบไม่นานจนเกินไป)

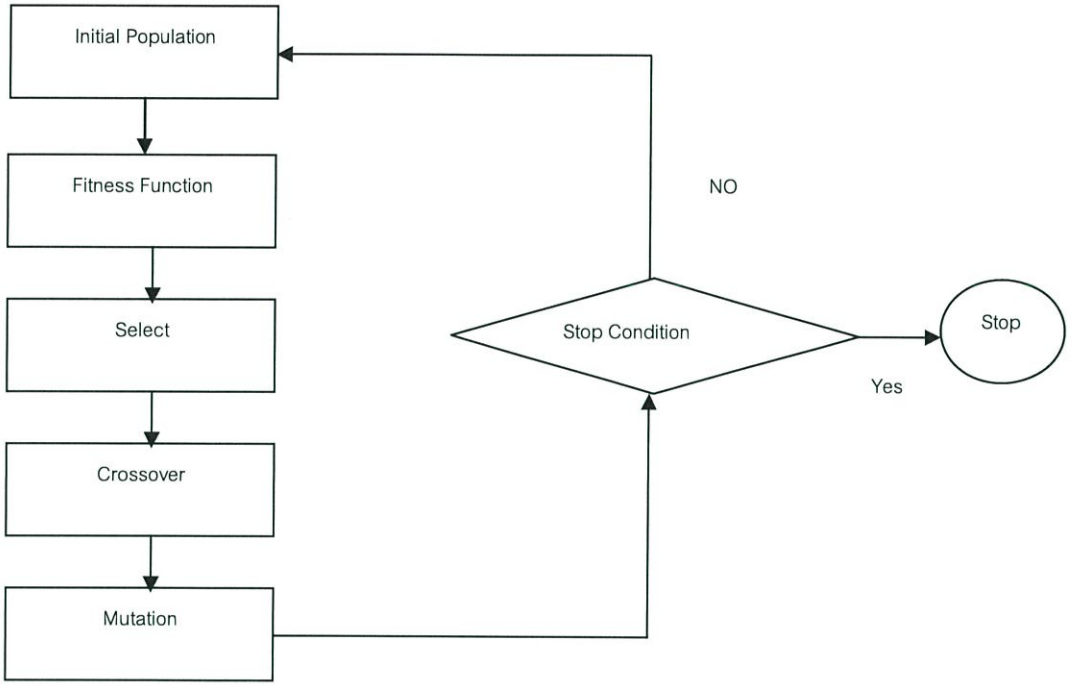
จากข้อเท็จจริงที่กล่าวมา ผู้จัดทำจึงนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ดังนี้ ขั้นตอนแรกของการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมในการหาคำตอบเพื่อจัดตารางการทำงาน คือ การกำหนดรูปแบบของคำตอบในลักษณะของโครโมโซมหรือแถวของยีนในธรรมชาติ โดยโครงสร้างของชุดคำตอบหรือโครโมโซมหนึ่ง ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยของคำตอบ แทนยีนแต่ละตัวในโครโมโซมนั้น ในส่วนของการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ เราสามารถกำหนดโครโมโซมเป็นแถวของลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ และโครโมโซมนี้เองจะนำไปใช้ในกระบวนการวิวัฒนาการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ชุดคำตอบในโครโมโซมที่ถูกกำหนดจะถูกนำไปผ่านตัวดำเนินการที่สำคัญ คือ การผสมยีน และการสืบพันธุ์ โดยโครโมโซมรุ่นพ่อ-แม่จะถูกคัดเลือกมาเพื่อสร้างโครโมโซมรุ่นลูก ด้วยการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างกัน ดังนั้นโครโมโซมรุ่นพ่อ-แม่ 1 คู่ ก็จะสร้างโครโมโซมรุ่นลูกขึ้นมาอีก 1 คู่ ซึ่งโครโมโซมทั้งหมดจะถูกนำไปทดสอบเพื่อประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Function)



รูปที่ 3.4 การผสมยีนของโครโมโซม 1 คู่ จะได้โครโมโซมใหม่อีก 1 คู่ (เทคโนโลยีทางทหาร, 2556)

เมื่อสร้างโครโมโซมชุดใหม่ขึ้นมาแล้ว จะใช้การประเมินโครโมโซมด้วยการประเมินค่าความเหมาะสมเพื่อคัดเลือกโครโมโซมที่จะอยู่รอดในรุ่นต่อไป ดังนั้นการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ (แต่ละยีนใน

โครโมโซม) จะถูกประเมินคะแนนขีดความสามารถแต่ละด้าน ตามน้ำหนักความสำคัญของแต่ละขีดความสามารถ นอกจากนี้การคิดคะแนนจะถูกถ่วงน้ำหนักด้วยเวลาในการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคัน โดยคะแนนของชุดคำตอบทั้งโครโมโซมจะคำนวณจากผลรวมของคะแนนของแต่ละยีนในโครโมโซมนั้น



รูปที่ 3.5 ผังงานแสดงขั้นตอนการหาคำตอบด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

3.4 การกำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์

ค่าตัวแปรของวิธีเชิงพันธุกรรมที่ถูกพิจารณาในปริญญานิพนธ์นี้ คือ ขนาดของประชากร (Population Size) จำนวนรอบในการเจเนอเรชั่น (Number of Generation) ความน่าจะเป็นในการสลับสายพันธ์ (Probability of Crossover) และความน่าจะเป็นในการกลายพันธ์ (Probability of Mutation) โดยผู้จัดทำได้ใช้วิธีการออกแบบแฟกทอเรียลในการศึกษา ซึ่งมีปัจจัยและระดับของปัจจัยแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าตัวแปรที่ใช้เพื่อนำมาศึกษาแต่ละปัจจัย

ตัวแปร	ค่าที่กำหนด
Number Generation	10,000 และ 50,000 รอบ
Experimental Population	500 และ 1000 รอบ
Crossover probability	0.4, 0.6 และ0.9
Mutation probability	0.05, 0.10 และ 0.25

เมื่อได้ผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้ข้างต้น สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ในรูปแบบการจำลองเชิงเส้นทั่วไป จะพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อค่าเป้าหมายนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งพิจารณาได้จากค่า P ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05

หลังจากวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนเสร็จแล้วนั้น จะนำค่าที่ได้ไปพล็อตกราฟ โดยกราฟที่ได้จะแสดงผลกระทบจากอิทธิพลหลัก (Main Effect Plot) และผลกระทบจากอิทธิพลร่วม (Interaction Effect Plot) ซึ่งจะช่วยทำให้ทราบถึงค่าตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัย ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่ามีอิทธิพลหลัก 1 ตัวแปร และอิทธิพลร่วม 1 ตัวแปร ที่มีผลต่อการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ซึ่งอิทธิพลหลักที่มีผลต่อการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ได้แก่ จำนวนรอบในการเจเนอเรชั่น และอิทธิลร่วม ได้แก่ จำนวนรอบในการเจเนอเรชั่นคูณจำนวนประชากร

จากผลการทดลองข้างต้นเป็นการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลเป็นวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในกรณีที่มีปัจจัย (Factor) ตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป โดยทุกๆการกระทำร่วมกัน (Treatment Combination) ของปัจจัยทุกตัวที่ศึกษาจะถูกพิจารณาไปพร้อมๆกัน ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก คือ ศึกษาผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัย หรือที่เรียกว่า “อันตรกิริยา” (Interactions) เช่น กรณีที่ศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A, B และ C ผลกระทบที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ

1. ผลกระทบหลัก หรือผลกระทบปัจจัยเดี่ยว (Main Effect) คือ ผลกระทบกรณีที่สนใจพิจารณาปัจจัยเดี่ยว ได้แก่ ผลกระทบของปัจจัย A ผลกระทบของปัจจัย B และผลกระทบของปัจจัย C

2. ผลกระทบร่วมระหว่าง 2 ปัจจัย (Two-Factor or 2-Ways Interactions) คือ ผลกระทบที่เกิดจากการพิจารณาปัจจัยพร้อมกันเป็นคู่ (ครั้งละ 2 ปัจจัย) ได้แก่ ผลกระทบของปัจจัยร่วม AB, AC และBC

3. ผลกระทบร่วม 3 ปัจจัย (Three-Factor or 3-Ways Interactions) คือ ผลกระทบที่เกิดจากการพิจารณาปัจจัยสามปัจจัยพร้อมกัน ในที่นี้ได้แก่ ผลกระทบร่วม ABC คือ “ความล้มเหลวของผลต่างของค่า

ตอบสนอง (Y) ที่จะมีค่าต่างเท่ากัน เมื่อผู้จัดทำทำการเปลี่ยนค่าระดับของปัจจัยที่หนึ่ง (จากระดับที่ 1 ไปสู่ระดับที่ 2 เป็นต้น) ภายใต้แต่ละระดับของปัจจัยที่สอง”

ข้อดีของการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล

1. ผู้วิจัยสามารถศึกษาผลกระทบปัจจัยหลักและผลกระทบร่วมของปัจจัย หรือ อันตรกิริยาระหว่างปัจจัยได้พร้อมกันในการทดลอง

2. กรณีที่ไม่พบผลกระทบร่วมผู้วิจัยสามารถใช้ผลยืนยันได้ว่าในการทดลองมีแต่ปัจจัยหลัก หรือผลกระทบหลักเท่านั้นที่มีผล เมื่อทดลองครั้งต่อไปจะสามารถลดจำนวนการทดลองลงโดยใช้วิธีการทดลองทีละปัจจัย (One-Factor At A Time) ได้

3. กรณีที่พบผลกระทบร่วมก็จะทำให้ผู้ทดลองสามารถทราบถึงรูปแบบอิทธิพลของผลกระทบนั้น

ข้อเสียของการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล

1. เนื่องจากมีการกระทำร่วมกันของปัจจัยจึงต้องใช้หน่วยทดลองมากขึ้น จึงอาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนหน่วยทดลอง

2. ถ้าจำนวนปัจจัยมีมากขนาดของการทดลองจะใหญ่ขึ้น ซึ่งเป็นการเสียค่าใช้จ่ายสูง และการหาวัตถุทดลองที่มีความสม่ำเสมอจำนวนมากก็เป็นไปได้ยาก

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการจัดตารางการทำงานของรถโฟลค์ลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบกำหนดส่งงานเร็วสุด และวิธีการเชิงพันธุกรรม โดยมีตัววัดผลประสิทธิภาพการดำเนินการ 3 ตัว ประกอบด้วย เวลาทำงานเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวม และอัตราการใช้งานของรถโฟลค์ลิฟท์ ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 5 การทดลอง โดยมีข้อกำหนดดังนี้

ปัญหาที่ 1 รถโฟล์คลิฟท์ 1 คัน เฉพาะทางเข้า (One-Phase Single-Machine)

ปัญหาที่ 2 รถโฟล์คลิฟท์ 1 คัน ทางเข้า 1 คัน ทางออก 1 คัน (Two-Phase Single-Machine)

ปัญหาที่ 3 รถโฟล์คลิฟท์ 2 คัน เฉพาะทางเข้า (One-Phase Parallel-Machine)

ปัญหาที่ 4 รถโฟล์คลิฟท์ 4 คัน ทางเข้า 2 คัน ทางออก 2 คัน (Two-Phase Parallel -Machine)

สำหรับการทดลองทั้ง 4 ปัญหาจะประกอบไปด้วย จำนวนรถขนส่งพื้นที่ทางเข้าและทางออกโดยแต่ละส่วนจะมีรถโฟล์คลิฟท์เคลื่อนย้ายสินค้าโดยไม่มีการทำงานซ้ำซ้อนกันทั้งสองพื้นที่ กล่าวคือ หากรถโฟล์คลิฟท์ทำงานในส่วนพื้นที่ทางเข้าก็จะไม่ทำงานในส่วนพื้นที่ทางออก ตู้คอนเทนเนอร์ที่เข้ามาในส่วนพื้นที่ทางเข้าจะถูกกำหนดเป็นค่าคงที่ หลังจากนั้นจะทำการคัดแยกและรวมสินค้าขึ้นใหม่เพื่อใส่ในตู้คอนเทนเนอร์ของพื้นที่ทางออกโดยจะกำหนดเป็นค่าคงที่เช่นกัน โดยผลการดำเนินงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

การจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบกำหนดส่งงานเร็วสุด (EDD)

4.1 การจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

4.2 การทดสอบพารามิเตอร์และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.3 การเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการทดลองด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์

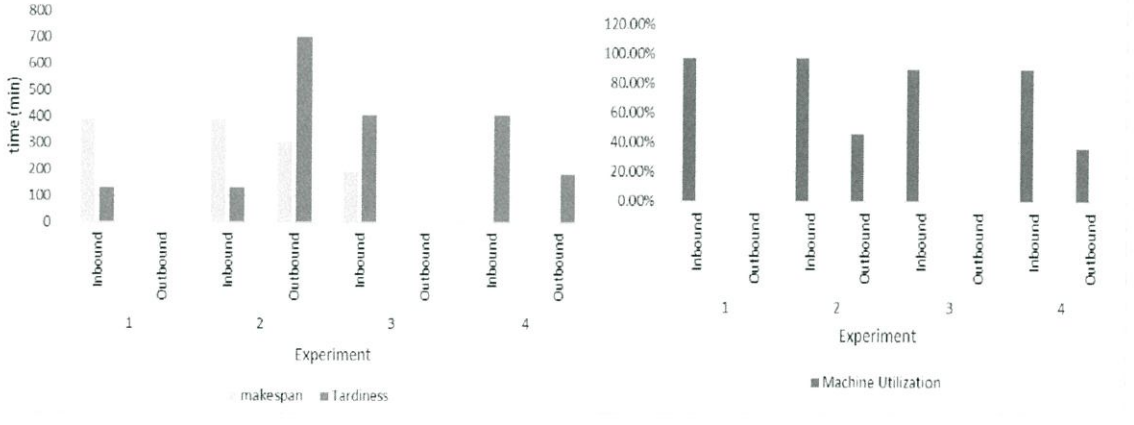
4.4 การทดลองหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสมของพื้นที่ทางเข้าและทางออกในศูนย์กระจายสินค้า

4.1 การจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบกำหนดส่งงานเร็วสุด (EDD)

ในการจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ของหัวข้อนี้จะจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์แบบกำหนดส่งงานเร็วสุด (EDD) โดยในกฎนี้จะทำการจัดลำดับงานให้กับคอนเทนเนอร์ที่มีเวลาส่งงานเร็วสุดเข้ามาจัดลำดับให้โฟล์คลิฟท์ทำงานก่อนโดยผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบส่งงานเร็วสุด (EDD)

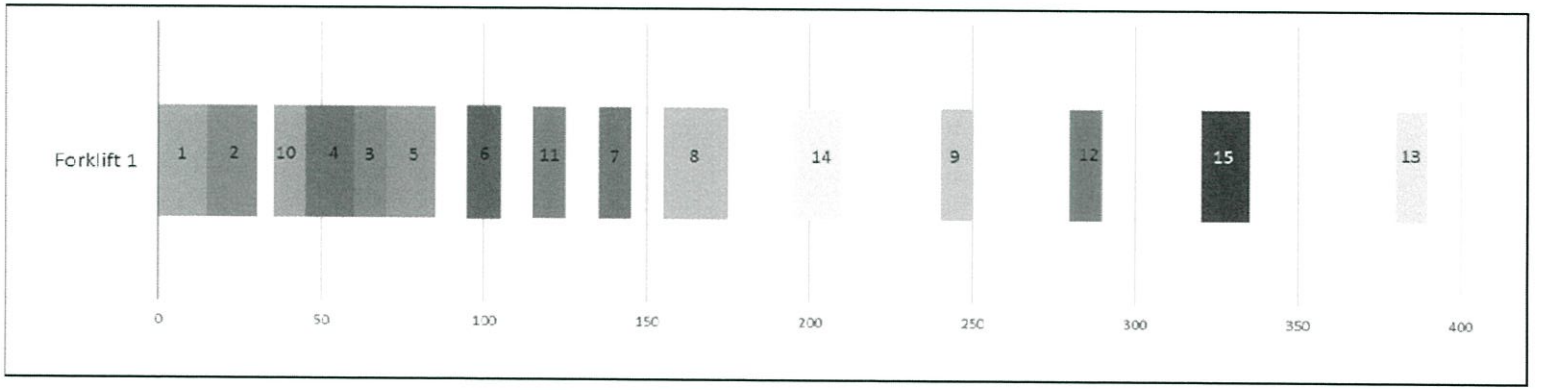
ปัญหา	เกณฑ์การวัดผล					
	เวลารวมเฉลี่ย		เวลาล่าช้ารวม		อัตราการใช้รถโฟล์คลิฟท์	
	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก
1	390	-	130	-	97.3%	-
2	390	304	130	697	97.3%	46.1%
3	195	-	405	-	90%	-
4	195	180	405	180	90%	36.1%



รูปที่ 4.1 แสดงเวลารวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวม และอัตราการใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธี EDD

ตารางที่ 4.2 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธี EDD

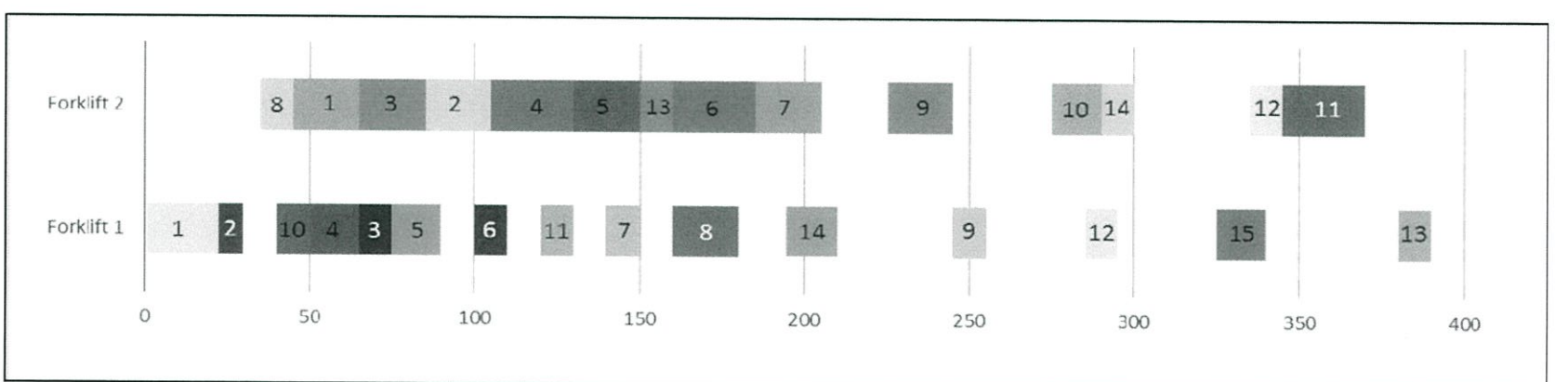
โฟล์คลิฟท์ คันที่		จัดลำดับการทำงาน														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	2	10	4	3	5	6	11	7	8	14	9	12	15	13
	เวลาสิ้นสุดของงาน	15	30	50	65	75	90	110	130	150	180	215	255	295	340	390



รูปที่ 4.2 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธี EDD

ตารางที่ 4.3 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธี EDD

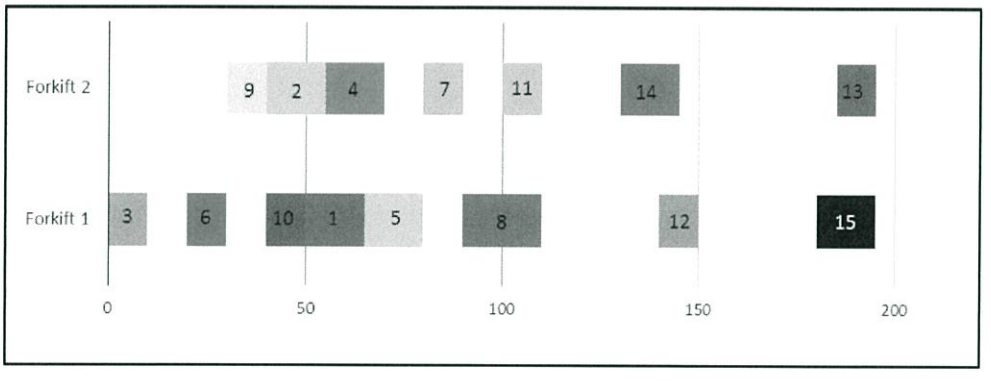
โฟล์คลิฟท์คันที่		จัดลำดับการทำงาน														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	2	10	4	3	5	6	11	7	8	14	9	12	115	15
	งาน	15	30	50	65	75	90	110	130	150	180	215	255	295	340	390
2 (ทางออก)	ตู้คอนเทนเนอร์	8	1	3	2	4	5	13	6	7	9	10	14	12	11	-
	งาน	45	65	85	105	125	145	155	180	200	240	285	295	355	370	-



รูปที่ 4.3 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธี EDD

ตารางที่ 4.4 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธี EDD

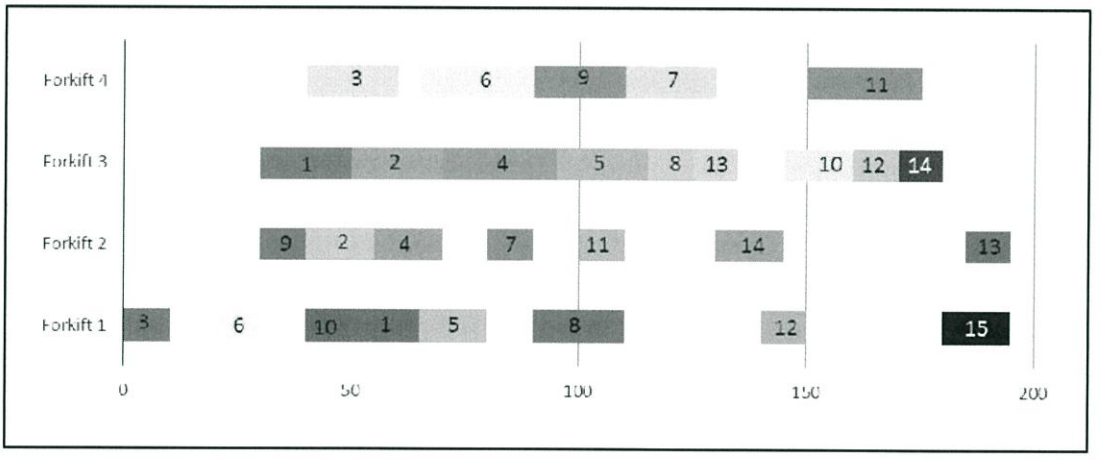
โฟล์คลิฟท์ คันที่		จัดลำดับการทำงาน							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	3	6	10	1	5	8	12	15
	เวลาสิ้นสุดของงาน	10	30	50	65	80	110	150	195
2 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	9	2	4	7	11	14	13	-
	เวลาสิ้นสุดของงาน	40	55	70	90	110	145	195	-



รูปที่ 4.4 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธี EDD

ตารางที่ 4.5 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธี EDD

โฟล์คลิฟท์ คันที่		ลำดับการจัดงาน								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	3	6	10	1	5	8	12	15	-
	เวลาสิ้นสุดของงาน	10	30	50	65	80	110	150	195	-
2 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	9	2	4	7	11	14	13	-	-
	เวลาสิ้นสุดของงาน	40	55	70	90	110	145	195	-	-
3 (ทางออก)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	2	4	5	8	13	10	12	14
	เวลาสิ้นสุดของงาน	50	70	95	115	125	135	160	170	180
4 (ทางออก)	ตู้คอนเทนเนอร์	3	6	9	7	11	-	-	-	-
	เวลาสิ้นสุดของงาน	60	90	110	130	175	-	-	-	-



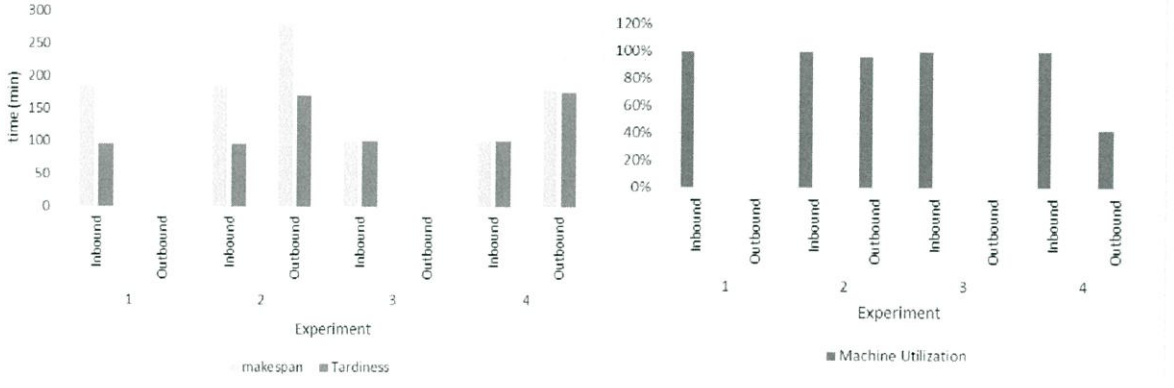
รูปที่ 4.5 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธี EDD

4.2 การจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

การจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรมได้นำค่าพารามิเตอร์ในหัวข้อ 4.3 มาใช้ในการทดลองเพื่อหาผลลัพธ์ของคำตอบทั้ง 4 ปัญหา แสดงผลดังนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

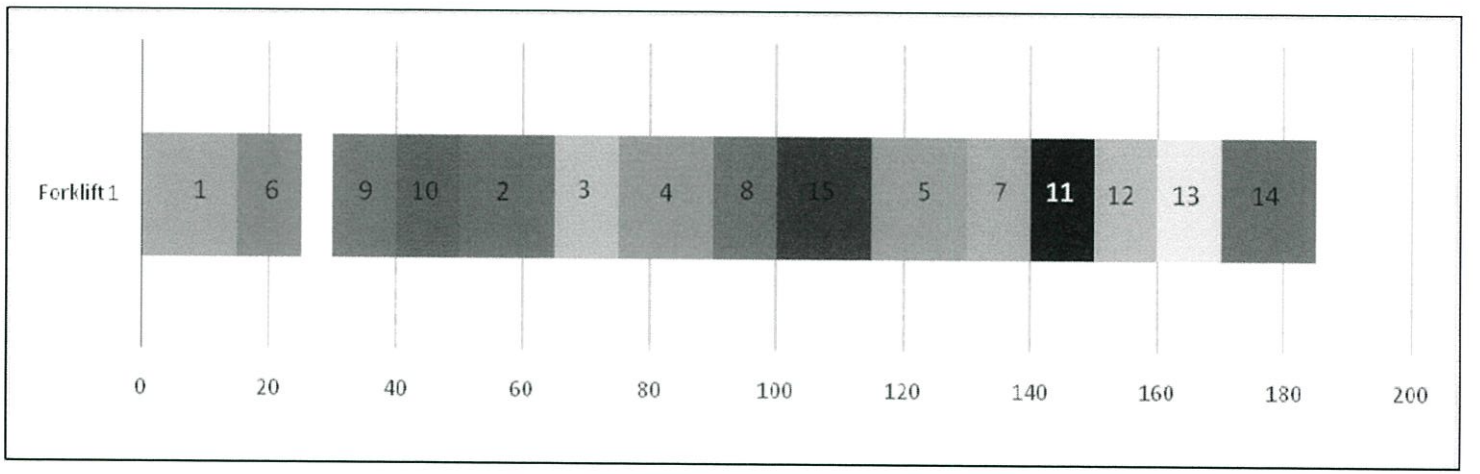
ปัญหา	เกณฑ์การวัดผล					
	เวลารวมเฉลี่ย		เวลาล่าช้ารวม		อัตราการใช้รถโฟล์คลิฟท์	
	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก
1	185	-	95	-	100%	-
2	185	280	95	170	100%	96.3%
3	100	-	100	-	100%	-
4	100	180	100	175	100%	42.4%



รูปที่ 4.6 แสดงเวลารวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวมและอัตราการใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

ตารางที่ 4.7 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธีพันธกรรม

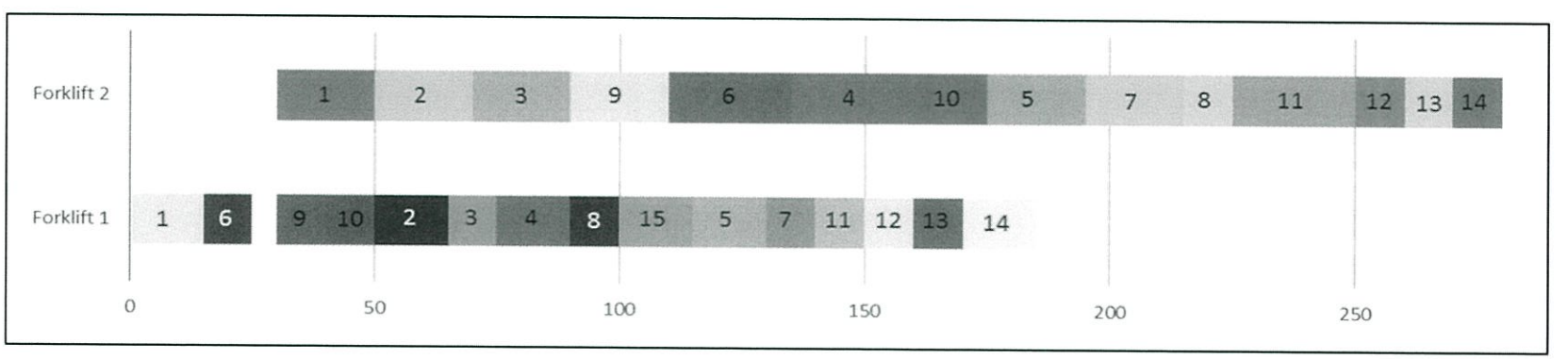
โฟล์คลิฟท์คันที่		จัดลำดับการทำงาน														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	6	9	10	2	3	4	8	15	5	7	11	12	13	14
	เวลาสิ้นสุดของงาน	15	25	40	50	65	75	90	100	115	130	140	150	160	170	185



รูปที่ 4.7 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 1 ด้วยวิธีพันธำรรม

ตารางที่ 4.8 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธีพันธกรรม

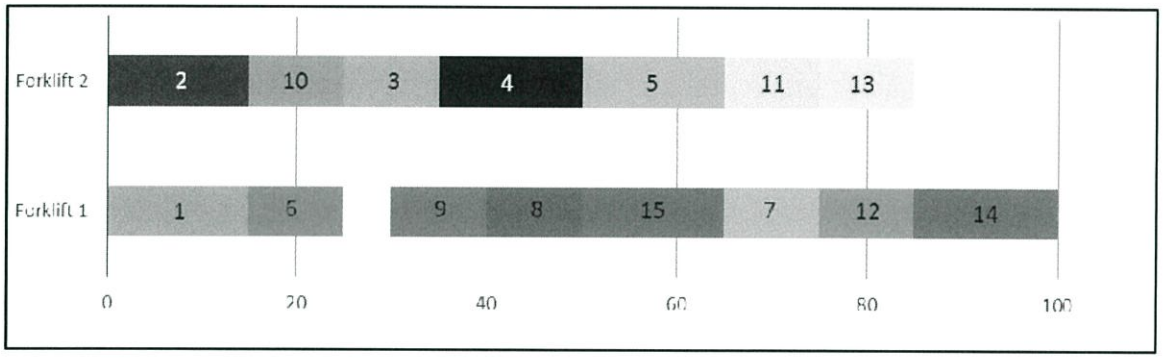
โฟล์คลิฟท์คันที่		จัดลำดับการทำงาน														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	6	9	10	2	3	4	8	15	5	7	11	12	13	14
	เวลาสิ้นสุดของงาน	15	25	40	50	65	75	90	100	115	130	140	150	160	170	185
2 (ทางออก)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	2	3	9	6	4	10	5	7	8	11	12	13	14	-
	เวลาสิ้นสุดของงาน	50	70	90	110	135	160	175	195	215	225	250	260	270	280	-



รูปที่ 4.8 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 2 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

ตารางที่ 4.9 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

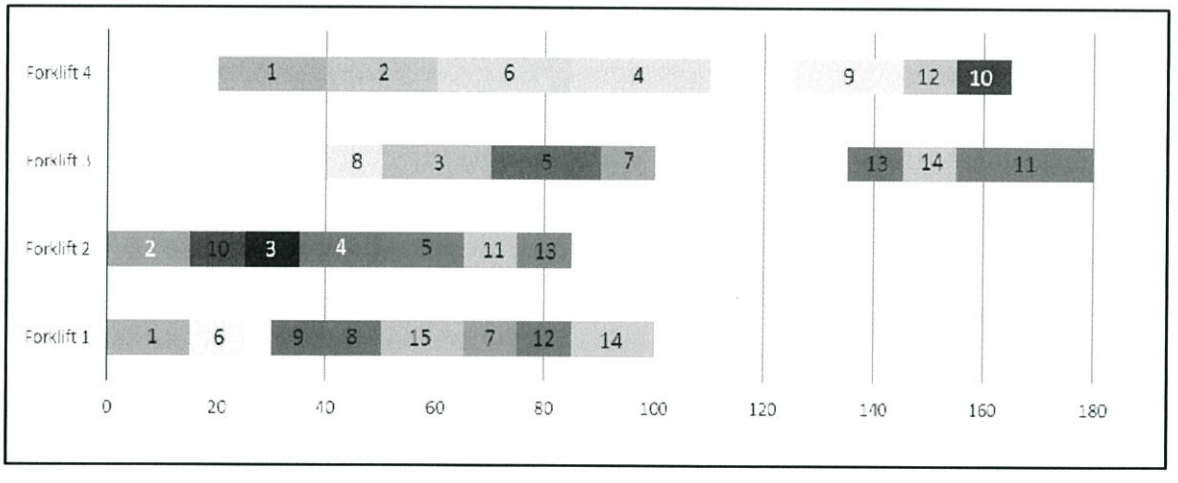
โฟล์คลิฟท์		ลำดับการจัดงาน							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1 (ทางเข้า)	ตู้คอน	1	6	9	8	15	7	12	14
	เวลา	15	25	40	50	65	75	85	100
2 (ทางเข้า)	ตู้คอน	2	10	3	4	5	11	13	-
	เวลา	15	25	35	50	65	75	85	-



รูปที่ 4.9 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 3 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

ตารางที่ 4.10 แสดงการจัดลำดับงานของตู้คอนเทนเนอร์ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

โฟล์คลิฟท์ คันที่		ลำดับการจัดงาน							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	6	9	8	15	7	12	14
	เวลาสิ้นสุดของงาน	15	25	40	50	65	75	85	100
2 (ทางเข้า)	ตู้คอนเทนเนอร์	2	10	3	4	5	11	13	-
	เวลาสิ้นสุดของงาน	15	25	35	50	65	75	85	-
3 (ทางออก)	ตู้คอนเทนเนอร์	8	3	5	7	13	14	11	8
	เวลาสิ้นสุดของงาน	50	70	90	100	145	155	180	50
4 (ทางออก)	ตู้คอนเทนเนอร์	1	2	6	4	9	12	10	1
	เวลาสิ้นสุดของงาน	40	60	85	110	145	155	165	40



รูปที่ 4.10 แสดงลำดับและเวลาการทำงาน (Gantt Chart) ของปัญหาที่ 4 ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

4.3 การทดสอบพารามิเตอร์และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในหัวข้อนี้เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ของวิธีเชิงพันธุกรรมโดยนำปัญหาที่ 4 มาทำการทดลองโดยกำหนดค่าตัวแปรทั้งหมด 4 ค่าได้แก่ ขนาดของประชากร จำนวนรอบในการเจเนอเรชั่น ความน่าจะเป็นในการสลับสายพันธ์ และความน่าจะเป็นในการกลายพันธ์ โดยผู้จัดทำใช้วิธีการออกแบบแฟกทอเรียลในการศึกษา มีปัจจัยและระดับของปัจจัยแสดงดังตารางที่ 4.11 และดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าตัวแปรที่กำหนดขึ้นเพื่อนำมาศึกษา

ตัวแปร	ค่าที่กำหนด
Number Generation	10,000 และ 50,000 รอบ
Population Size	500 และ 1000 รอบ
Crossover probability	0.4, 0.6และ0.9
Mutation probability	0.05, 0.10 และ 0.25

ตารางที่ 4.12 แสดงการทดลองโดยดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

Number	Generation	Popsize	Pc	Pm	Makespan
1	10000	500	0.4	0.05	105
2	10000	500	0.4	0.05	105
3	10000	500	0.4	0.05	100
4	10000	500	0.4	0.1	105
5	10000	500	0.4	0.1	105
6	10000	500	0.4	0.1	105
7	10000	500	0.4	0.25	105
8	10000	500	0.4	0.25	105
9	10000	500	0.4	0.25	105

ตารางที่ 4.12 แสดงการทดลองโดยดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (ต่อ)

Number	Generation	Popsize	Pc	Pm	Makespan
10	10000	500	0.6	0.05	105
11	10000	500	0.6	0.05	105
12	10000	500	0.6	0.05	105
13	10000	500	0.6	0.1	105
14	10000	500	0.6	0.1	105
15	10000	500	0.6	0.1	105
16	10000	500	0.6	0.25	105
17	10000	500	0.6	0.25	105
18	10000	500	0.6	0.25	105
19	10000	500	0.9	0.05	105
20	10000	500	0.9	0.05	105
21	10000	500	0.9	0.05	105
22	10000	500	0.9	0.1	105
23	10000	500	0.9	0.1	105
24	10000	500	0.9	0.1	105
25	10000	500	0.9	0.25	105
26	10000	500	0.9	0.25	100
27	10000	500	0.9	0.25	105
28	10000	1000	0.4	0.05	105
29	10000	1000	0.4	0.05	105
30	10000	1000	0.4	0.05	105
31	10000	1000	0.4	0.1	105
32	10000	1000	0.4	0.1	105
33	10000	1000	0.4	0.1	105
34	10000	1000	0.4	0.25	105
35	10000	1000	0.4	0.25	105
36	10000	1000	0.4	0.25	105
37	10000	1000	0.6	0.05	105
38	10000	1000	0.6	0.05	105

ตารางที่ 4.12 แสดงการทดลองโดยดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (ต่อ)

Number	Generation	Popsize	Pc	Pm	Makespan
39	10000	1000	0.6	0.05	110
40	10000	1000	0.6	0.1	105
41	10000	1000	0.6	0.1	105
42	10000	1000	0.6	0.1	105
43	10000	1000	0.6	0.25	105
44	10000	1000	0.6	0.25	105
45	10000	1000	0.6	0.25	105
46	10000	1000	0.9	0.05	105
47	10000	1000	0.9	0.05	105
48	10000	1000	0.9	0.05	105
49	10000	1000	0.9	0.1	105
50	10000	1000	0.9	0.1	105
51	10000	1000	0.9	0.1	105
52	10000	1000	0.9	0.25	105
53	10000	1000	0.9	0.25	105
54	10000	1000	0.9	0.25	105
55	5000	500	0.4	0.05	105
56	5000	500	0.4	0.05	105
57	5000	500	0.4	0.05	105
58	5000	500	0.4	0.1	105
59	5000	500	0.4	0.1	105
60	5000	500	0.4	0.1	105
61	5000	500	0.4	0.25	110
62	5000	500	0.4	0.25	105
63	5000	500	0.4	0.25	105
64	5000	500	0.6	0.05	105
65	5000	500	0.6	0.05	105
66	5000	500	0.6	0.05	105
67	5000	500	0.6	0.1	105
68	5000	500	0.6	0.1	105

ตารางที่ 4.12 แสดงการทดลองโดยดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (ต่อ)

Number	Generation	Popsize	Pc	Pm	Makespan
69	5000	500	0.6	0.1	105
70	5000	500	0.6	0.25	105
71	5000	500	0.6	0.25	105
72	5000	500	0.6	0.25	105
73	5000	500	0.9	0.05	110
74	5000	500	0.9	0.05	105
75	5000	500	0.9	0.05	105
76	5000	500	0.9	0.1	110
77	5000	500	0.9	0.1	105
78	5000	500	0.9	0.1	105
79	5000	500	0.9	0.25	105
80	5000	500	0.9	0.25	105
81	5000	500	0.9	0.25	110
82	5000	1000	0.4	0.05	105
83	5000	1000	0.4	0.05	105
84	5000	1000	0.4	0.05	105
85	5000	1000	0.4	0.1	105
86	5000	1000	0.4	0.1	105
87	5000	1000	0.4	0.1	105
88	5000	1000	0.4	0.25	110
89	5000	1000	0.4	0.25	105
90	5000	1000	0.4	0.25	105
91	5000	1000	0.6	0.05	105
92	5000	1000	0.6	0.05	105
93	5000	1000	0.6	0.05	105
94	5000	1000	0.6	0.1	105
95	5000	1000	0.6	0.1	105
96	5000	1000	0.6	0.1	105
97	5000	1000	0.6	0.25	105

ตารางที่ 4.12 แสดงการทดลองโดยดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (ต่อ)

Number	Generation	Popsize	Pc	Pm	Makespan
98	5000	1000	0.6	0.25	105
99	5000	1000	0.6	0.25	105
100	5000	1000	0.9	0.05	105
101	5000	1000	0.9	0.05	105
102	5000	1000	0.9	0.05	105
103	5000	1000	0.9	0.1	105
104	5000	1000	0.9	0.1	105
105	5000	1000	0.9	0.1	105
106	5000	1000	0.9	0.25	105
107	5000	1000	0.9	0.25	105
108	5000	1000	0.9	0.25	105

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ในรูปแบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อค่าเป้าหมายนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งพิจารณาได้จากค่า P ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05

General Linear Model: Makespan versus Trial, Popsize, Pc, Pm

Factor	Type	Levels	Values
Trial	fixed	2	5000, 10000
Popsize	fixed	2	500, 1000
Pc	fixed	3	0.4, 0.6, 0.9
Pm	fixed	3	0.05, 0.10, 0.25

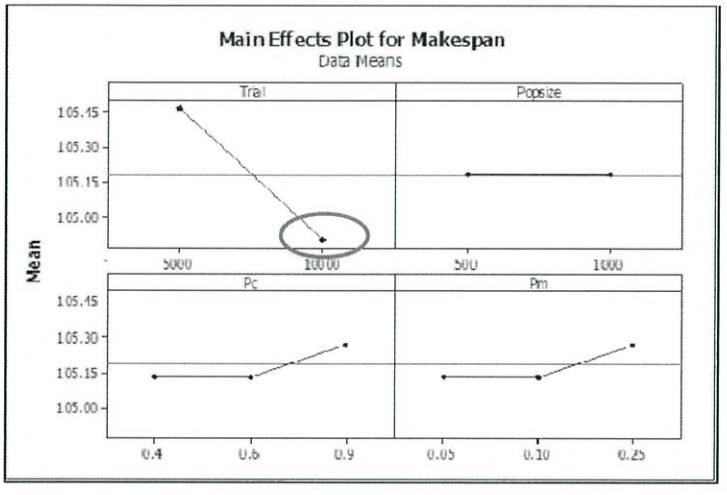
Analysis of Variance for Makespan, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Trial	1	8.333	8.333	8.333	4.50	0.037
Popsize	1	0.000	0.000	0.000	0.00	1.000
Pc	2	0.463	0.463	0.231	0.13	0.883
Pm	2	0.463	0.463	0.231	0.13	0.883
Trial*Popsize	1	8.333	8.333	8.333	4.50	0.037
Trial*Pc	2	9.722	9.722	4.861	2.63	0.079
Trial*Pm	2	4.167	4.167	2.083	1.13	0.330
Popsize*Pc	2	4.167	4.167	2.083	1.12	0.330
Popsize*Pm	2	1.389	1.389	0.694	0.37	0.689
Pc*Pm	4	12.037	12.037	3.009	1.63	0.177
Trial*Popsize*Pc	2	4.167	4.167	2.083	1.12	0.330
Trial*Popsize*Pm	2	1.389	1.389	0.694	0.38	0.689
Trial*Pc*Pm	4	2.778	2.778	0.694	0.37	0.826
Popsize*Pc*Pm	4	2.778	2.778	0.694	0.37	0.826
Trial*Popsize*Pc*Pm	4	2.778	2.778	0.694	0.37	0.826
Error	72	133.333	133.333	1.852		
Total	107	196.296				

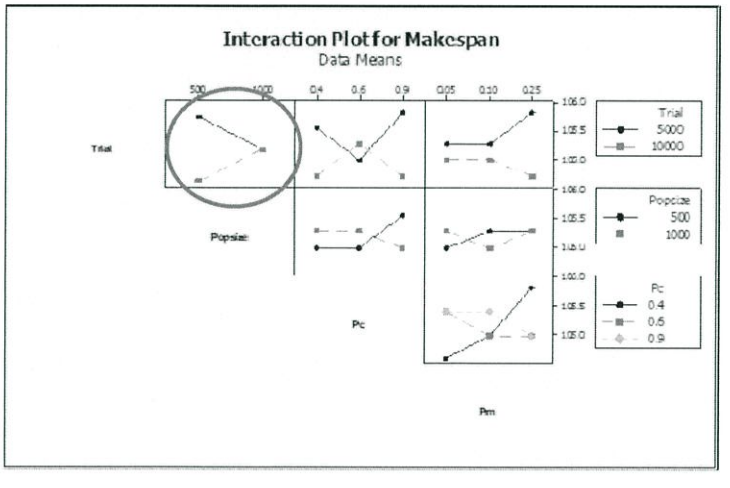
S = 1.36083 R-Sq = 32.08% R-Sq(adj) = 0.00%

รูปที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยหลักของวิธีการเชิงพันธุกรรม

กราฟแสดงผลกระทบจากอิทธิพลหลัก และผลกระทบจากอิทธิพลร่วม จะช่วยให้ทราบถึงค่าตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัย ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13 ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่ามีอิทธิพลหลัก 1 ตัวแปร และอิทธิพลร่วม 1 ตัวแปร ที่มีผลต่อการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ซึ่งอิทธิพลหลักที่มีผลต่อการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ได้แก่ จำนวนรอบในการเจเนอเรชั่น และอิทธิพลร่วม ได้แก่ จำนวนรอบในการเจเนอเรชั่น * จำนวนประชากร



รูปที่ 4.12 แสดงผลกระทบจากอิทธิพลหลัก (Main Effect Plot)



รูปที่ 4.13 แสดงผลกระทบจากอิทธิพลร่วม (Interaction Effect Plot)

4.4 การเปรียบเทียบคำตอบระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวริสติกส์

มีเกณฑ์การวัดผลทั้ง 3 ข้อดังต่อไปนี้

- เวลาทำงานเฉลี่ย

เวลารวมในการทำงานได้มาจากเวลาของรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุด โดยแยกส่วนระหว่างทางเข้ากับทางออก และไม่ได้คำนึงถึงปัญหารถโฟลค์ลิฟท์เสียหรือทำงานไม่ได้ นั่นก็คือสมมติว่าทุกคันพร้อมทำงานตลอดเวลายกเว้นว่าไม่ได้กำลังขนสินค้าออกจากตู้คอนเทนเนอร์อันใดอันหนึ่งอยู่

- เวลาล่าช้ารวม

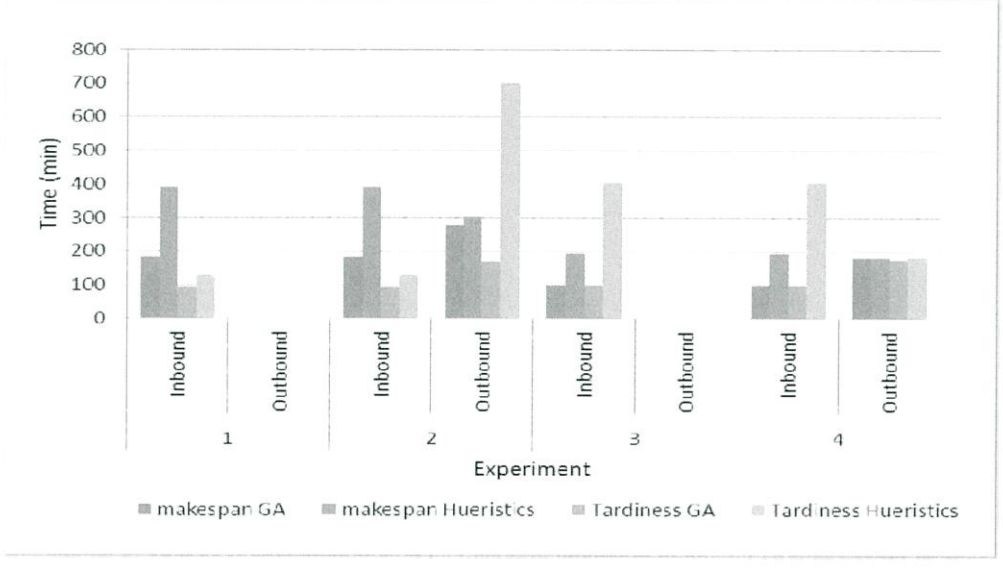
เวลาล่าช้ารวมในการทำงานได้มาจากเวลาล่าช้าของรถโฟล์คลิฟท์ทุกคันในการทำงาน โดยแยกส่วนทางเข้ากับทางออก และไม่ได้คำนึงถึงปัญหารถโฟลค์ลิฟท์เสียหรือทำงานไม่ได้ นั่นก็คือสมมติว่าทุกคันพร้อมทำงานตลอดเวลายกเว้นว่าไม่ได้กำลังขนสินค้าออกจากตู้คอนเทนเนอร์อันใดอันหนึ่งอยู่

- การใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์

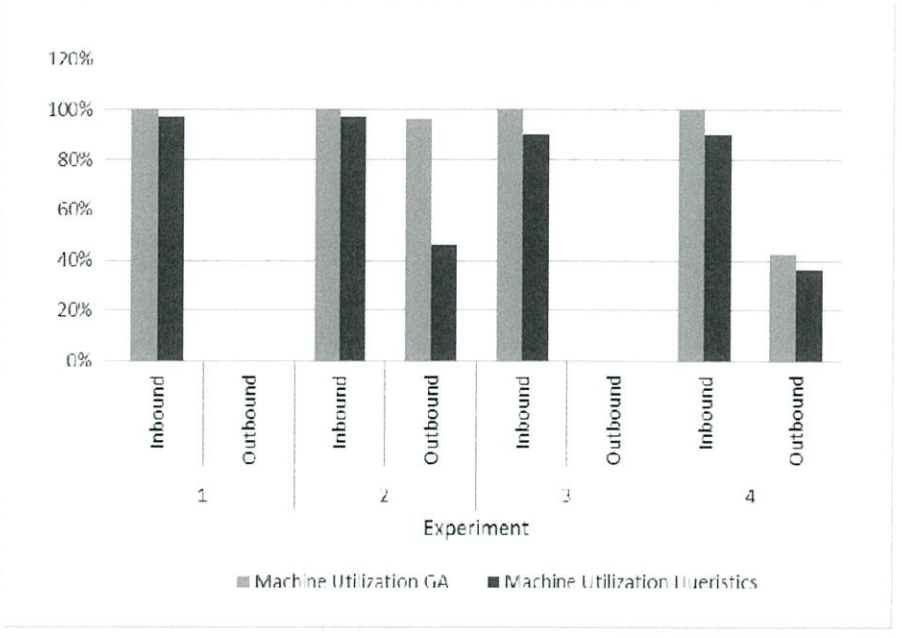
เวลาการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ได้มาจากเวลาทำงานจริงของรถโฟล์คลิฟท์โดยตัดเวลาว่างงานออกไป คิดเป็นสัดส่วนเทียบกับเวลาที่ใช้ทั้งหมด โดยแยกส่วนทางเข้ากับทางออก โดยไม่ได้คำนึงถึงปัญหารถโฟลค์ลิฟท์เสียหรือทำงานไม่ได้ นั่นก็คือสมมติว่าทุกคันพร้อมทำงานตลอดเวลาหากไม่ได้กำลังขนสินค้าออกจากตู้คอนเทนเนอร์อันใดอันหนึ่งอยู่

ตารางที่ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบเวลาทำงานเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวม และเวลาใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ของวิธีเชิงพันธุกรรมและฮิวริสติกส์

ปัญหา	วิธีการ	เกณฑ์การวัดผล					
		เวลารวมเฉลี่ย		เวลาล่าช้ารวม		อัตราการใช้รถโฟล์คลิฟท์	
		ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก
1	GA	185	-	95	-	100%	-
	Hueristics	390	-	130	-	97.3%	-
	Improve	52.6%	-	26.9%	-	2.7%	-
2	GA	185	280	95	170	100%	96.3%
	Heuristics	390	370	130	697	97.3%	46.1%
	Improve	52.6%	24.32%	26.9%	75.6%	2.7%	52.1%
3	GA	100	-	100	-	100%	-
	Heuristics	195	-	405	-	90%	-
	Improve	48.7%	-	75.3%	-	10%	-
4	GA	100	180	100	175	100%	42.4%
	Heuristics	195	180	405	180	90%	36.1%
	Improve	48.7%	0%	75.3%	2.7%	10%	14.9%



รูปที่ 4.14 แสดงเวลารวมเฉลี่ยและเวลาล่าช้ารวมของวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีฮิวริสติกส์



รูปที่ 4.15 แสดงการเปรียบอัตราการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ของวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีฮิวริสติกส์

เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีฮิวริสติกส์จะพบว่าวิธีเชิงพันธุกรรมให้ค่าที่ดีกว่า ไม่ว่าจะเป็นเวลารวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวม และการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ โดยเวลารวมเฉลี่ยที่ดีที่สุดได้แก่ 100 นาทีเวลาล่าช้ารวมที่น้อยที่สุดได้แก่ 95 นาที อัตราการใช้งานรถโฟล์คลิฟท์มากสุดได้แก่ 100% ส่วนเวลารวมเฉลี่ยแย่ที่สุด เวลาล่าช้ารวมมากสุดและอัตราการใช้งานโฟล์คลิฟท์น้อยสุดเป็น 390 697 และ 36% ตามลำดับ

4.5 การทดลองหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสมของพื้นที่ทางเข้าและทางออกในศูนย์กระจายสินค้า

การทดลองหาจำนวนที่เหมาะสมของจำนวนรถโฟล์คลิฟท์สำหรับพื้นที่ทางเข้าและทางออก ได้ทำการเปลี่ยนจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ 3 ครั้งด้วยกันได้แก่

ครั้งที่ 1 รถโฟล์คลิฟท์ 6 คันทางเข้า 3 คัน ทางออก 3 คัน

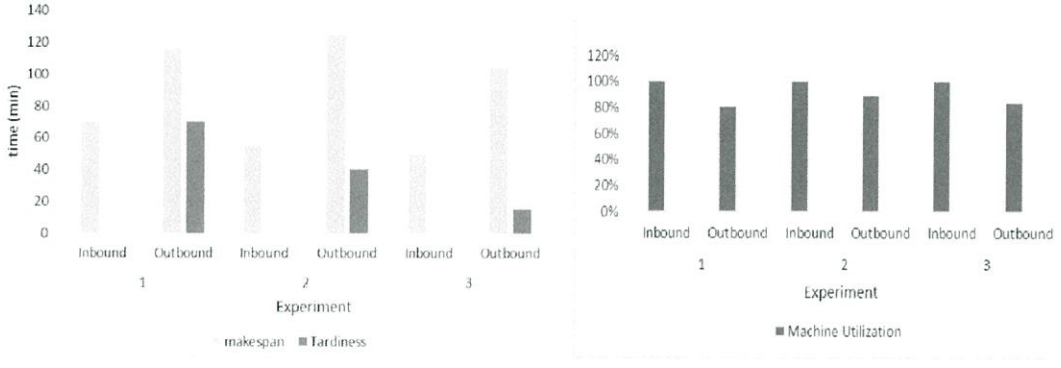
ครั้งที่ 2 รถโฟล์คลิฟท์ 8 คันทางเข้า 4 คัน ทางออก 4 คัน

ครั้งที่ 3 รถโฟล์คลิฟท์ 10 คันทางเข้า 5 คัน ทางออก 5 คัน

จากนั้นเปรียบเทียบเวลาการทำงานเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวม และอัตราการใช้รถโฟล์คลิฟท์ เพื่อสรุปหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์เหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหานี้

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

การทดลอง (ครั้งที่)	จำนวนรถโฟล์คลิฟท์	เกณฑ์การวัดผล					
		เวลารวมเฉลี่ย		เวลาล่าช้ารวม		อัตราการใช้รถโฟล์คลิฟท์	
		ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก	ทางเข้า	ทางออก
1	6	70	116	0	70	100%	81.11%
2	8	55	125	0	40	100%	89%
3	10	50	105	0	15	100%	83.81%



รูปที่ 4.16 แสดงเวลารวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวมและอัตราการใช้งานรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม

จากตาราง 4.14 จะพบว่าการทดลองครั้งที่ 3 ให้ผลที่ดีเมื่อวัดจากเวลารวมเฉลี่ยและเวลาล่าช้ารวมซึ่งมีค่าต่ำกว่าการทดลองอื่นดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.16 หากพิจารณาถึงอัตราการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ การทดลองที่ 3 มีค่าน้อยสุดเมื่อเทียบกับอีกสองการทดลองทั้งสาม แต่เมื่อสังเกตจากรูปที่ 4.16 แล้วพบว่าต่างกันไม่มากนัก ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้งานและเงื่อนไขของความคุ้มค่าอื่นๆ

สำหรับผลการทดลองในบทที่ 4 นี้พบว่าผลลัพธ์จากวิธีเชิงพันธุกรรมให้ค่าที่ดีกว่า ไม่ว่าจะเป็นการทดลองใด เมื่อนำปัญหาที่ 4 ซึ่งการทดลองในหัวข้อ 4.5 ทำให้สามารถจัดสรรรถโฟล์คลิฟท์ได้อย่างเหมาะสม พิจารณาถึงความคุ้มค่าเมื่อจะนำไปประยุกต์ใช้จริงได้ การทดลองนี้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านสำหรับผู้ที่ต้องการสนใจศึกษาและนำไปใช้ต่อไป

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้จัดทำได้นำเสนอการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน โดยแบ่งพื้นที่เป็นสองส่วน คือ พื้นที่ฝั่งทางเข้าและพื้นที่ฝั่งทางออก โดยพื้นที่รับสินค้าฝั่งทางเข้าได้กำหนดข้อพิจารณาทั้งหมด 3 ข้อ ได้แก่ เวลาในการยกของลง เวลาในการคัดแยก และกำหนดเวลาส่งมอบ ส่วนพื้นที่ส่งสินค้าฝั่งทางออกได้กำหนดข้อพิจารณา ได้แก่ จำนวนรถบรรทุกที่มาถึง เวลาในการบรรจุหีบห่อ และกำหนดเวลาส่งมอบ ซึ่งข้อพิจารณาข้างต้นนี้ผู้จัดทำได้ดำเนินการทดลองทั้งหมด 5 การทดลองเพื่อจัดหาลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ และหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสมกับการทำงาน

ในรูปแบบแรกมีเฉพาะพื้นที่ฝั่งทางเข้าและมีรถโฟล์คลิฟท์จำนวน 1 คันใช้รับสินค้า รูปแบบที่ 2 มีพื้นที่ทั้งฝั่งทางเข้าและฝั่งทางออกแต่ละฝั่งมีรถโฟล์คลิฟท์อย่างละ 1 คันรวมเป็น 2 คัน รูปแบบที่ 3 มีเฉพาะพื้นที่ฝั่งทางเข้าและมีรถโฟล์คลิฟท์ 2 คันใช้รับสินค้า รูปแบบที่ 4 มีพื้นที่ฝั่งทางเข้าและฝั่งทางออกมีรถโฟล์คลิฟท์อย่างละ 2 คันประจำพื้นที่ฝั่งทางเข้าและฝั่งทางออกรวมเป็นทั้งหมด 4 คัน

ทั้ง 4 รูปแบบนี้ได้กำหนดเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพผลการดำเนินงาน คือ เวลาทำงานรวมเฉลี่ย เวลาล่าช้ารวม และอัตราการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ โดยเปรียบเทียบผลลัพท์ระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมและวิธีฮิวริสติกส์

5.1 สรุปผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาผลการทดลองการทั้ง 4 ปัญหาภายใต้เกณฑ์การวัดผลพบว่า วิธีเชิงพันธุกรรมให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีฮิวริสติกส์ โดยมีค่าเวลาสิ้นสุดรวมของงานน้อย เวลาล่าช้าในการส่งงานน้อย และมีอัตราการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์สูง

ส่วนการทดลองเพื่อหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสมในปัญหาที่ 4 ผลลัพธ์ของการทดลอง (ใช้รถโฟล์คลิฟท์ในพื้นที่ทางเข้า 5 คันและพื้นที่ทางออก 5 คัน) ให้เวลาการทำงานเฉลี่ยและเวลาล่าช้ารวมดีที่สุด และอัตราการใช้งานของรถโฟล์คลิฟท์ดีที่สุด

จากการทดลองทั้งหมดเมื่อเทียบคำตอบของวิธีทางพันธุกรรมให้คำตอบดีกว่าวิธีฮิวริสติกส์ วิธีทางพันธุกรรมจึงเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์ภายในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันการจัดการคลังสินค้ามีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรมอย่างมาก และต้องการเวลาการดำเนินงานที่สั้น และประหยัดค่าใช้จ่าย ดังจะเห็นได้ว่าศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่านได้เข้ามาแทนที่ศูนย์กระจายสินค้าแบบเก่าเพื่อลดเวลาในการส่งมอบและลดพื้นที่ในการจัดเก็บ ทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในกระบวนการเหล่านั้นย่อมต้องการการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ได้มุ่งเน้นถึงการจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสมในศูนย์กระจายสินค้าแบบส่งผ่าน เช่น รถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า จำเป็นจะต้องทำงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความล่าช้าน้อยที่สุด และมีเวลาการทำงานเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งจะได้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมไว้ ดังนี้

1. ปัญหาของการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ควรมีการคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ เพิ่มเติมและมีการพิจารณาตัววัดผลแบบหลายวัตถุประสงค์

2. การหาคำตอบแบบวิธีทางพันธุกรรมยังค่อนข้างใช้เวลาในการหาคำตอบ และการเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ก็มีข้อจำกัด อาจมีการนำวิธีการหาค่าที่เหมาะสมวิธีอื่นๆเช่น เมต้าฮิวริสติกส์ (Meta Heuristic) มาใช้ในการหาคำตอบ และนำไปเปรียบเทียบผลลัพธ์ร่วมกับวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสม (Optimal solution) เพื่อทำให้เกิดการค้นหาที่ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. ธนิต โสรัตน์, "บทความเรื่อง Cross Dock"V-SERVE GROUP, 2548

2. อรุณ บริรักษ์, "Logistics case study"(กรุงเทพฯ : ส. พิจิตรการพิมพ์,2545)

3. 7republic, "คุณประโยชน์ของ" (ออนไลน์). แหล่งที่มา :http://incquity.com/articles/office-operation/benefit-logistic วันที่สืบค้น 28 เมษายน 2559

4. สมโรตม์ โกมลวนิช, และ อนันต์ ดีโรจนวงศ์, "ความสำคัญและประเภทของคลังสินค้า"โครงการพัฒนาหลักสูตรและการฝึกอบรมโลจิสติกส์และซัพพลายเชน โดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และเครือข่ายนักวิจัยด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในประเทศไทย, 2552

5. ณัฏภัทรศญา ทับทิมเทศ, "แบบจำลองและการวิเคราะห์"(ออนไลน์). แหล่งที่มา :http://www.no-poor.com/dssandos/Chapter4-dss.html วันที่สืบค้น 30 เมษายน 2559

6. ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ รศ.ดร.พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์ "การออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง" กรุงเทพมหานคร,2551

7. ปารเมศ ชุติมา, "การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม"(กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545)

8. Boysen N., Fliedner M., Scholl A. 2008. SchedulingInbound and Outbound Trucks at Cross-docking Terminals. Springer-Verlag.

9. Young Hae Lee, Jung Woo Jung, & Kyong Min Lee. (2006). Vehicle Routing Scheduling for Cross-docking in the Supply Chain. Computers & Industrial Engineering, 51, 247–256.

10. Apte U. M., & Viswanathan S. (2000). Effective Cross Docking for Improving Istribution Efficiencies. International Journal of Logistics, 3, 91–302.

11. Napolitano M (2002). Making the Move to Crossdocking - Practical Guide. Warehousing Education and Research Council.

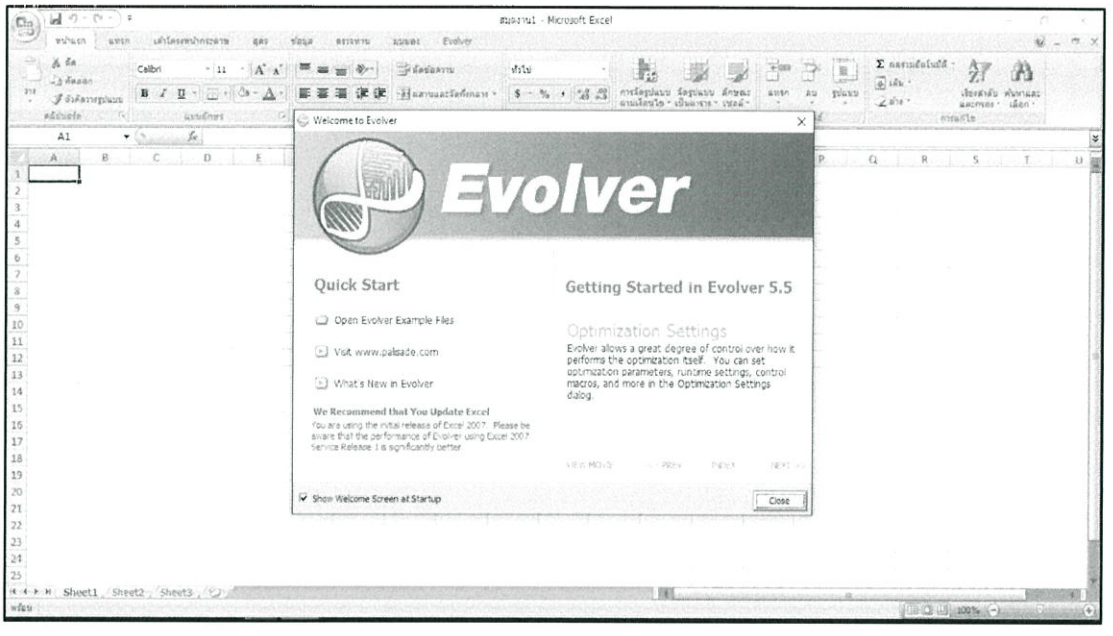
12. Goldberg, D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. (Massachusettes: Addison-Wesley Publishing, 1989), p.7.

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานโปรแกรม Evolver ในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์

การประยุกต์ใช้โปรแกรม Evolver ในการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์

สำหรับการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม ผู้จัดทำใช้โปรแกรม Evolver สำหรับใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์และยังช่วยในการวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยโปรแกรม Evolver เป็นโปรแกรมที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Microsoft Excel ดังรูปที่ ผก 1 ซึ่งจะ Add-in ไว้ใน Microsoft Excel



รูปที่ ผก 1 การประยุกต์ใช้โปรแกรม Evolver กับโปรแกรม Microsoft Excel

ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Evolver ซึ่งประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Microsoft Excel ในการจัดตารางที่การทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การรับข้อมูลเข้า จะเกี่ยวข้องกับการรับข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ทั้งฝั่งทางเข้า (Inbound) และฝั่งทางออก (Outbound) ได้แก่ จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ จำนวนตู้คอนเทนเนอร์ เวลาที่รถโฟล์คลิฟท์เริ่มทำงานได้ เวลาที่รถโฟล์คลิฟท์ใช้ในการทำงาน กำหนดเวลาในการส่งมอบ แสดงดังรูปที่ ผก 2

MC	Container	Release time	Proc.	Due date
1	1	0	11	71
2	2	0	12	72
3	3	0	13	73
4	4	0	14	74
5	5	0	15	75
	6	10	10	63
	7	10	12	85
	8	20	12	72
	9	30	12	54
	10	10	12	63
	11	10	10	85
	12	30	9	86
	13	40	8	88
	14	20	12	90
	15	30	13	74

Inbound

MC	Container	Number of source	Proc.	Due date	Time to start
1	1	2	21	81	15
2	2	4	22	81	32
3	3	3	23	83	15
4	4	1	24	85	15
5	5	5	20	90	32
	6	6	23	78	54
	7	8	21	105	56
	8	3	11	110	15
	9	9	18	69	56
	10	12	13	83	79
	11	13	23	107	79
	12	12	12	107	79
	13	6	13	110	54
	14	12	12	109	79

Outbound

รูปที่ ผก 2 แสดงตัวอย่างการรับข้อมูลของทดลองที่ 5 กรณีใช้จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ 5 คัน

2. การเลือกรถโฟล์คลิฟท์มาทำงาน กล่าวคือ การมอบหมายงานให้กับรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคันโดยกำหนดให้ตู้คอนเทนเนอร์ 1 ตู้ใช้รถโฟล์คลิฟท์ทำงานได้ 1 คัน และถ้ารถโฟล์คลิฟท์คันไหนทำงานเสร็จก่อนจะต้องทำงานให้ตู้คอนเทนเนอร์ตู้ถัดไปทันที สำหรับการเลือกรถโฟล์คลิฟท์มาทำงานในโปรแกรม Excel Spreadsheet สามารถแสดงได้ดังตารางที่ ผก 1

ตารางที่ ผก 1 แสดงรูปแบบการคำนวณของการเลือกใช้รถโฟล์คลิฟท์จำนวน 5 คันในการทำงานให้ตู้คอนเทนเนอร์แต่ละตู้ (Inbound)

Cell	Name of variables	Formula
H10	Release time	=INDEX(i_release_time,$G10,1)
I10	Proc.(Process time)	=INDEX(i_proc,$G10,1)
J10	Total	=$H10+$I10

ตารางที่ ผก 1 แสดงรูปแบบการคำนวณของการเลือกใช้รถโฟล์คลิฟท์จำนวน 5 คันในการทำงานให้ตู้คอนเทนเนอร์แต่ละตู้ (Inbound) (ต่อ)

K10	Due date	=INDEX(i_due_date,$G10,1)
L10	M/C	=IF(MIN(M28:Q28)=M28,1,IF(MIN(M28:Q28)
M10	M/C 1	=IF(i_mc=1,(i_Comp_Time1))
N10	M/C 2	=IF(i_mc=2,(i_Comp_Time2))
O10	M/C 3	=IF(i_mc=3,(i_Comp_Time3))
P10	M/C 4	=IF(i_mc=4,(i_Comp_Time4))
Q10	M/C 5	=IF(i_mc=5,(i_Comp_Time5))
R10	Start Time (M/C 1)	=IF(i_mc=1,MAX($M$10:$M16))
S10	Comp Time (M/C 1)	=IF(i_mc=1,R10+i_total)
T10	Idle Time (M/C 1)	=IF(R11-MAX($S$10:$S10)<=0,0,(R11-
U10	Start Time (M/C 2)	=IF(i_mc=2,MAX($N$10:$N10))
V10	Comp Time (M/C 2)	=IF(i_mc=2,U11+i_total)
W10	Idle Time (M/C 2)	=IF(U11-MAX($V$10:$V10)<=0,0,U11-
X10	Start Time (M/C 3)	=IF(i_mc=3,MAX($O$10:$O10))
Y10	Comp Time (M/C 3)	=IF(i_mc=3,X11+i_total)
Z10	Idle Time (M/C 3)	=IF(X11-MAX($Y$10:$Y10)<=0,0,(X11-MAX($Y$10:$Y10)))
AA10	Start Time (M/C 4)	=IF(i_mc=4,MAX($P$10:$P10))

Inbound

MC	Container	Release time	Proc.	Due date
1	1	0	11	71
2	2	0	12	72
3	3	0	13	73
4	4	0	14	74
5	5	0	15	75
	6	10	10	63
	7	10	12	85
	8	20	12	72
	9	30	12	54
	10	10	12	63
	11	10	10	85
	12	30	9	86
	13	40	8	88
	14	20	12	90
	15	30	13	74

	list	Release time	Proc.	Total	Due date	M/C	Available for Next Task Assignment				
							M/C 1	M/C 2	M/C 3	M/C 4	M/C 5
1	5	0	15	15	75	1	15	0	0	0	0
2	2	0	12	12	72	2	0	12	0	0	0
3	3	0	13	13	73	3	0	0	13	0	0
4	8	20	12	32	72	4	0	0	0	32	0
5	6	10	10	20	63	5	0	0	0	0	20
6	9	30	12	42	54	2	0	54	0	0	0
7	15	30	13	43	74	3	0	0	56	0	0
8	10	10	12	22	63	1	37	0	0	0	0
9	1	0	11	11	71	5	0	0	0	0	31
10	13	40	8	48	88	5	0	0	0	0	79
11	4	0	14	14	74	4	0	0	0	46	0
12	12	30	9	39	86	1	76	0	0	0	0
13	14	20	12	32	90	4	0	0	0	78	0
14	7	10	12	22	85	2	0	76	0	0	0
15	11	10	10	20	85	3	0	0	76	0	0

รูปที่ ผก 3 แสดงเวลาของรถโฟล์คลิฟท์ในการทำงานจนเสร็จและจะเริ่มทำงานถัดไปได้ของการทดลองที่ 5 กรณีใช้จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ 5 คัน (Inbound)

MAX(column)				
0	0	0	0	0
15	0	0	0	0
15	12	0	0	0
15	12	13	0	0
15	12	13	32	0
15	12	13	32	20
15	54	13	32	20
15	54	56	32	20
37	54	56	32	20
37	54	56	32	31
37	54	56	32	79
37	54	56	46	79
76	54	56	46	79
76	54	56	78	79
76	76	56	78	79
76	76	76	78	79

รูปที่ ผก 4 แสดงเวลาทำงานที่มากที่สุดของรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคันของการทดลองกรณีใช้จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ 5 คัน (Inbound)

	Machine 1			Machine 2			Machine 3			Machine 4			Machine 5			Late	complete time
	tart Tim	omp Tin	Idle Time	tart Tim	omp Tin	Idle Time	Start Time	Comp Time	Idle Time	Start Time	Comp Time	Idle Time	Start Time	Comp Time	Idle Time		
	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	32
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20
	0	0	0	12	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
	0	0	0	0	0	0	13	56	0	0	0	0	0	0	0	0	56
	15	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	31	0	0	31
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	79	0	0	79
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	46	0	0	0	0	0	46
	37	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	78	0	0	0	0	0	78
	0	0	0	54	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76
	0	0	0	0	0	0	56	76	0	0	0	0	0	0	0	0	76
			0			0			0			0			0	0	

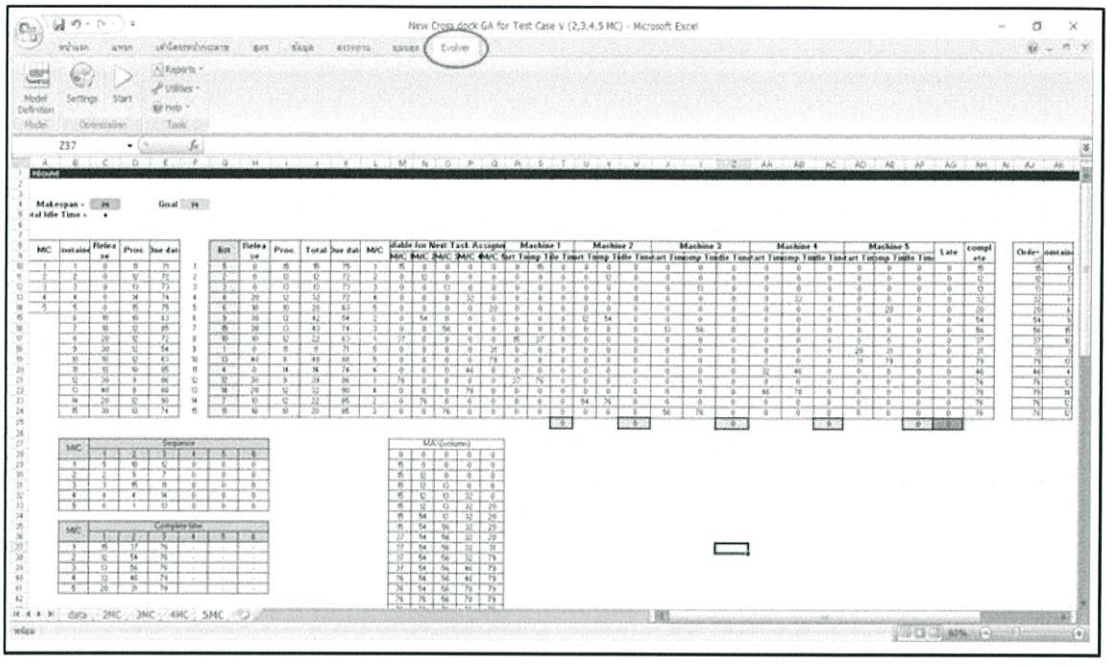
Order	Comtainer
13	5
12	2
13	3
32	8
20	6
54	9
56	15
37	10
31	1
79	13
46	4
76	12
78	14
76	12
76	12

รูปที่ ผก 5 แสดงเวลาที่เริ่มทำงาน เวลาที่ใช้ทำงานจนเสร็จ และเวลาว่างของรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคันของการทดลองกรณีใช้จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ 5 คัน (Inbound)

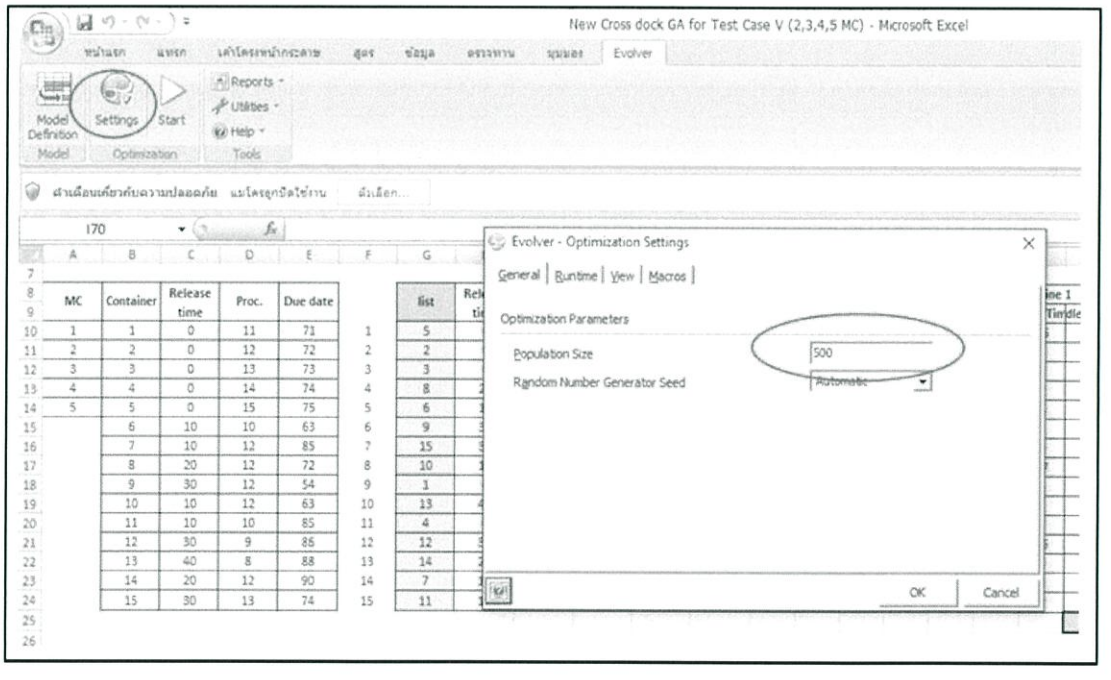
3. วิธีการประมวลผลของวิธีการเชิงพันธุกรรม สำหรับการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม ผู้จัดทำจะใช้โปรแกรม Evolver สำหรับการจัดตารางการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ดังรูปที่ ผก 6 และวิธีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการประมวลผลของวิธีการเชิงพันธุกรรม ตามตารางที่ ผก 2 ได้แก่ จำนวนรอบในการเจนเนอเรชั่น การกำหนดค่าจำนวนประชากร การกำหนดค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ และมิวเตชั่น

ตารางที่ ผก 2 แสดงค่าพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการประมวลผลโปรแกรม

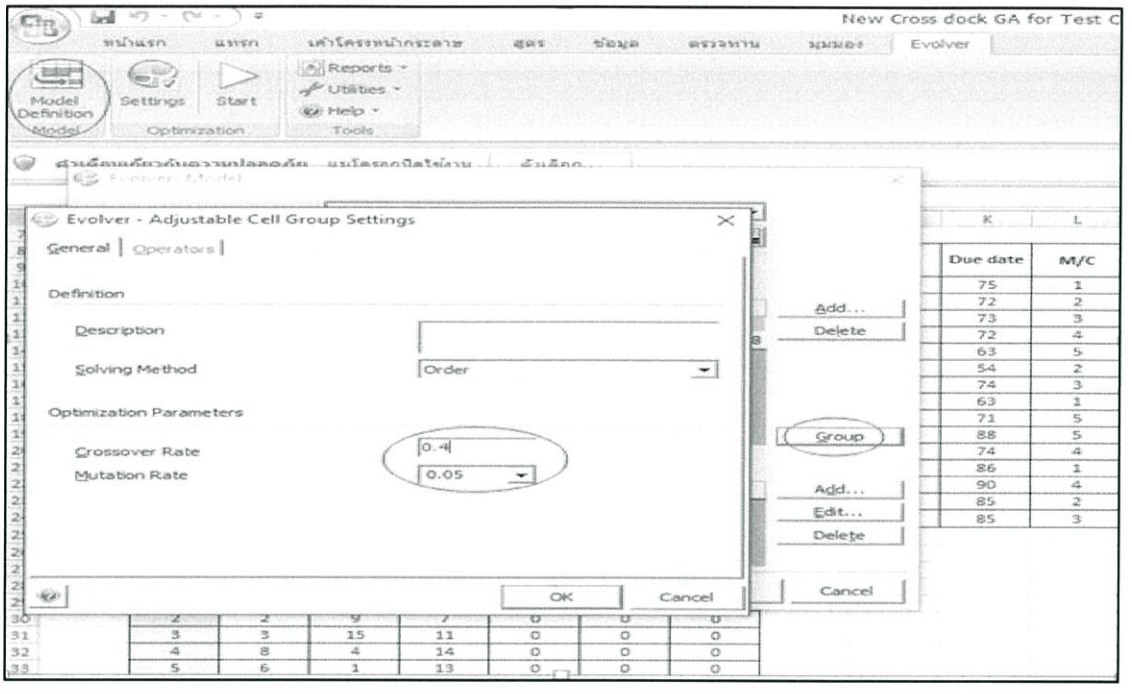
ตัวแปร	**ค่าที่กำหนด**
Number Generation	10,000 และ 50,000 รอบ
Experimental Population	500 และ 1000 รอบ
Crossover probability	0.4, 0.6และ0.9
Mutation probability	0.05, 0.10 และ 0.25



รูปที่ ผก 6 วิธีการประมวลผลด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรมโดยโปรแกรม Evolver

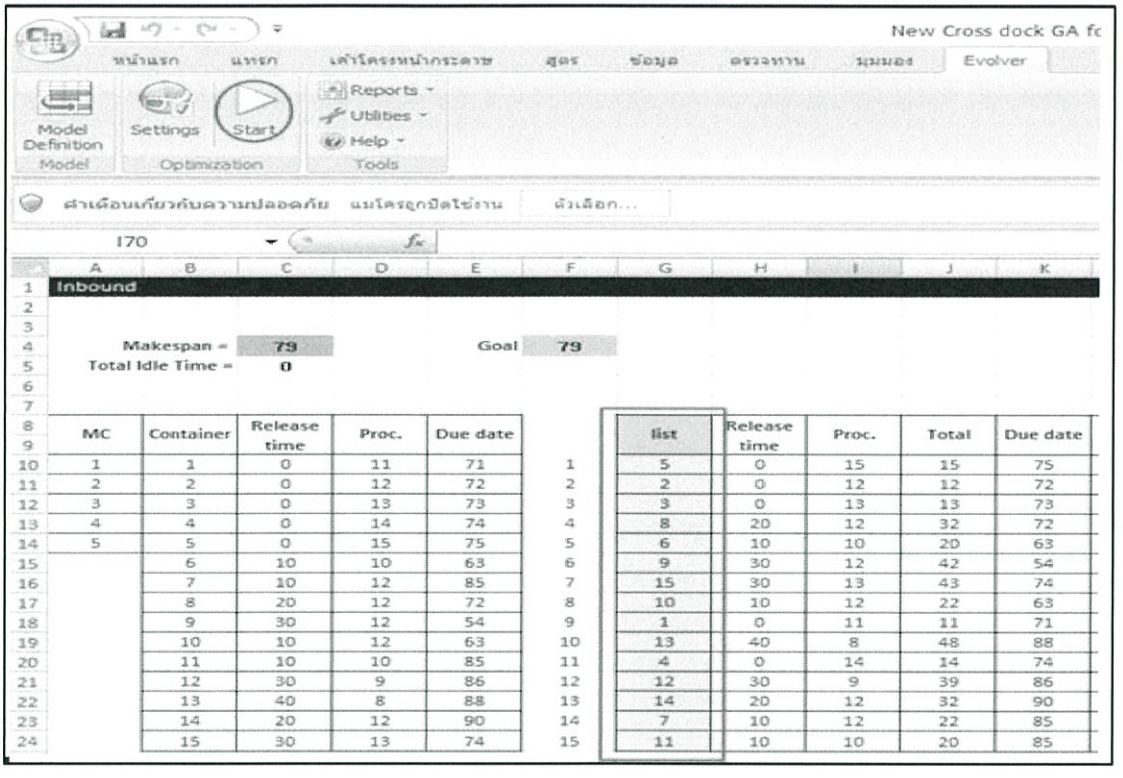


รูปที่ ผก 7 วิธีการกำหนดค่าจำนวนประชากรโดยโปรแกรม Evolver



รูปที่ ผก 8 วิธีการกำหนดค่าความน่าจะเป็นของการครอสโอเวอร์ และมิวเตชั่นโดยโปรแกรม Evolver

4. การแสดงผลลัพธ์ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลลัพธ์ของการจัดตารางที่การทำงานของรถโฟล์คลิฟท์ ซึ่งผลจะออกมาในรูปแบบของลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคัน ดังรูปที่ ผก 9 และเมื่อนำมาเรียบเรียงใหม่เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจจะได้ดังรูปที่ ผก 10



รูปที่ ผก 9 แสดงการจัดลำดับการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคัน

M/C	Sequence					
	1	2	3	4	5	6
1	5	10	12	0	0	0
2	2	9	7	0	0	0
3	3	15	11	0	0	0
4	8	4	14	0	0	0
5	6	1	13	0	0	0

M/C	Complete time					
	1	2	3	4	5	6
1	15	37	76	-	-	-
2	12	54	76	-	-	-
3	13	56	76	-	-	-
4	32	46	78	-	-	-
5	20	31	79	-	-	-

รูปที่ ผก 10 แสดงการจัดลำดับการทำงานและเวลาในการทำงานจนเสร็จของรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคัน

ภาคผนวก ข

ชุดของปัญหาตัวอย่างในการจัดตารางรถโฟล์คลิฟท์

ปัญหาที่ 1 รถโฟล์คลิฟท์ 1 คัน เฉพาะทางเข้า (One-Phase Single-Machine)

ตารางที่ ผข 1 แสดงเวลาการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์สำหรับปัญหาที่ 1

รถโฟล์คลิฟท์ คันที่	ตู้คอนเทนเนอร์	เวลาเริ่มงาน	เวลาทำงาน	กำหนดส่ง
1 (ทางเข้า)	1	0	15	70
	2	0	15	70
	3	0	10	10
	4	0	15	70
	5	0	15	80
	6	10	10	60
	7	10	10	90
	8	20	10	70
	9	30	10	50
	10	10	10	60
	11	10	10	90
	12	30	10	90
	13	40	10	90
	14	20	15	90
	15	30	15	70

ปัญหาที่ 2 รถโฟล์คลิฟท์ 2 คัน ทางเข้า 1 คันทาง ออก 1 คัน (Two-Phase Parallel -Machine)

ตารางที่ ผข 2 แสดงเวลาการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์สำหรับปัญหาที่ 2

รถโฟล์คลิฟท์	ตู้คอนเทนเนอร์	ทางเข้า			ทางออก		
		เวลาเริ่มงาน	เวลาทำงาน	กำหนดส่ง	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์จากทางเข้า	เวลาทำงาน	กำหนดส่ง
1 (ทางเข้า)	1	0	15	70	2	20	80
2 (ทางเข้า)	2	0	15	70	4	20	80
	3	0	10	10	3	20	80
	4	0	15	70	1	25	90
	5	0	15	80	5	20	90
	6	10	10	60	6	25	80
	7	10	10	90	8	20	110
	8	20	10	70	3	10	110
	9	30	10	50	9	20	70
	10	10	10	60	12	15	80
	11	10	10	90	13	25	110
	12	30	10	90	12	10	110
	13	40	10	90	6	10	110
	14	20	15	90	12	10	110
	15	30	15	70	-	-	-

ปัญหาที่ 3 รถโฟล์คลิฟท์ 2 คัน เฉพาะทางเข้า (One-Phase Parallel-Machine)

ตารางที่ ผข 3 แสดงเวลาการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์สำหรับปัญหาที่ 3

รถโฟล์คลิฟท์ คันที่	ตู้คอนเทนเนอร์	เวลาเริ่มงาน	เวลาทำงาน	กำหนดส่ง
1 (ทางเข้า)	1	0	15	70
2 (ทางเข้า)	2	0	15	70
	3	0	10	0
	4	0	15	70
	5	0	15	80
	6	10	10	60
	7	10	10	90
	8	20	10	70
	9	30	10	50
	10	10	10	60
	11	10	10	90
	12	30	10	90
	13	40	10	90
	14	20	15	90
	15	30	15	70

ปัญหาที่ 4 รถโฟล์คลิฟท์ 4 คัน ทางเข้า 2 คันทาง ออก 2 คัน (Two-Phase Parallel -Machine)

ตารางที่ ผข 4 แสดงเวลาการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์สำหรับปัญหาที่ 2

รถโฟล์คลิฟท์	ตู้คอนเทนเนอร์	ทางเข้า			ทางออก		
		เวลาเริ่มงาน	เวลาทำงาน	กำหนดส่ง	จำนวนตู้คอนเทนเนอร์จากทางเข้า	เวลาทำงาน	กำหนดส่ง
1 (ทางเข้า)	1	0	15	70	2	20	80
2 (ทางเข้า)	2	0	15	70	4	20	80
	3	0	10	10	3	20	80
	4	0	15	70	1	25	90
	5	0	15	80	5	20	90
	6	10	10	60	6	25	80
	7	10	10	90	8	20	110
	8	20	10	70	3	10	110
	9	30	10	50	9	20	70
	10	10	10	60	12	15	80
	11	10	10	90	13	25	110
	12	30	10	90	12	10	110
	13	40	10	90	6	10	110
	14	20	15	90	12	10	110
	15	30	15	70	-	-	-