# การปรับปรุงประสิทธิภาพของการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันสำหรับโรงงานประกอบรถยนต์

นางสาว สิรินทรา เงินเย็น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# EFFICIENCY IMPROVEMENT OF VEHICLE PART SUPPLY BY MILK RUN FOR VEHICLE ASSEMBLY PLANT

Miss Sirinthra Ngernyen

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การปรับปรุงประสิทธิภาพของการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันสำหรับโรงงานประกอบรถยนต์ |
| โดย | นางสาว สิรินทรา เงินเย็น |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช |

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช )

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ก่อเกียรติ บุญชูกุศล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิรินทรา เงินเย็น : การปรับปรุงประสิทธิภาพของการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันสำหรับโรงงานประกอบรถยนต์. (EFFICIENCY IMPROVEMENT OF VEHICLE PART SUPPLY BY MILK RUN FOR VEHICLE ASSEMBLY PLANT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช, 172 หน้า.

การจัดส่งแบบมิลค์รัน เป็นการจัดส่งที่ทำการรวบรวมชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตหลายๆ แห่งที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันแล้วดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนดังกล่าวให้กับทางโรงงานประกอบรถยนต์ โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งให้ดีขึ้น แต่ปัจจุบันประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันสำหรับโรงงานประกอบรถยนต์ให้ดีขึ้น โดยการดำเนินงานวิจัย มี 3 ส่วน ในส่วนแรกเป็นการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ส่วนที่สองเป็นการจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์ และส่วนที่สามเป็นการสร้างมาตรฐานจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก ผลที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น จะใช้วิธีการหาค่าประหยัดในการจัดเส้นทางเดินรถ โดยดำเนินการปรับปรุงเส้นทางเดินรถตามรูปแบบที่ได้จากวิธีการหาค่าประหยัด พร้อมกับการปรับปรุงการจัดเรียงงานและซ้อนงานบนรถบรรทุก ผลที่ได้คือ สามารถลดจำนวนเที่ยวรถในพื้นที่จังหวัดระยองลดลง 340 เที่ยวต่อเดือน และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีลดลง 199 เที่ยวต่อเดือน และสามารถเพิ่มความสามารถในการใช้พื้นที่ในรถบรรทุกในพื้นที่จังหวัดระยองจากเดิม 19.20 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว เพิ่มขึ้นเป็น 26.01 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และพื้นที่จังหวัดชลบุรีจากเดิม 15.97 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว เพิ่มขึ้นเป็น 23.41 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งตรงเวลาของลูกค้าในพื้นที่จังหวัดระยองจาก 72.73% เป็น 88.64% เพิ่มขึ้น 15.91% และพื้นที่จังหวัดชลบุรีจาก 79.63% เป็น 92.59% เพิ่มขึ้น 12.96%

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต สิรินทรา เงินเย็น

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

## 5171446421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : MILK RUN SYSTEM / ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) / HEURISTICS

SIRINTHRA NGERNYEN : EFFICIENCY IMPROVEMENT OF VEHICLE PART SUPPLY BY MILK RUN FOR VEHICLE ASSEMBLY PLANT. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH, Ph.D, 172 pp.

Milk Run is a system that collects vehicle parts from various manufacturers in the similar area and delivery parts to vehicle assembly plant for improve the efficiency of delivery. However, the current delivery efficiency of Milk Run for the vehicle parts did not meet the target of vehicle assembly plant. The purpose of this research was to improve the efficiency of vehicle part supply by Milk Run for vehicle assembly plant. The research procedures are three parts: The first part is selecting vehicle routes method based on the Analytical Hierarchy Process (AHP). The second part is organizing vehicle route based on heuristic method. And the third is set up standard stacking part condition on truck. The result from the Analytical Hierarchy Process (AHP) that can be used the Saving Method to find the vehicle routes. Then improve vehicle route base on pattern from the Saving Method parallel with improve stacking part condition on truck. The result is shown that amount of trips for Rayong province area decreases 340 trips per month and for Chonburi province area decreases 199 trips per month. Truck utilization for Rayong province area increases from 19.20 to 26.01 Cubic meters and for Chonburi province area increases from 15.97 to 23.41 Cubic meters. An efficiency for on-time delivery of supplier for Rayong province area increases from 72.73% to 88.64% all increase 15.91% and for Chonburi province area increases from 79.63% to 92.59% all increase 12.96%.

Department : Industrial Engineering Student's Signature สิรินทรา เงินเย็น

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2010

# กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ตลอดจนแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ พูลพร แสงบางปลา รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ก่อเกียรติ บุญชูกุศล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาช่วยให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย รวมถึงขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการอบรมสั่งสอนและให้ความรู้แก่ผู้วิจัย

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้งานกับสถานที่ทำงานในปัจจุบัน และนอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่มีส่วนร่วมและให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ช่วยเป็นกำลังใจและสนับสนุนให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฑ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……..…….. 3

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……...…… 6

1.3 ขอบเขตของการวิจัย……..……...…….. 6

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย……..…… 7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……..……. 8

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 9

2.1 การประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีกับระบบมิลค์รัน……..……..…….. 10

2.2 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับ……... 19

2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ……..…….. 23

2.4 เทคนิคในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ……..……..…….. 27

2.4.1 เทคนิคในการหาคำตอบด้วยการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด…... 27

2.4.2 เทคนิคการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์…… 27

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..……. 30

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3. | วิธีการดำเนินงานวิจัย…….. | 37 |
| | 3.1 สภาพปัจจุบันของปัญหาการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน……..…… | 37 |
| | 3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา…… | 37 |
| | 3.1.2 วิธีการจัดการสินค้าขาเข้าในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา…… | 38 |
| | 3.2 การศึกษาสภาพของปัญหาการขนส่งแบบมิลค์รันในปัจจุบัน…….. | 43 |
| | 3.3 หลักการและแนวคิดในการแก้ปัญหา……..…… | 44 |
| | 3.3.1 การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ…….. | 44 |
| | 3.3.2 การจัดเส้นทางเดินรถ……..….. | 45 |
| | 3.3.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานของลูกค้า……... | 45 |
| | 3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย…… | 46 |
| | 3.4.1 การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ โดยวิธีการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น……..…… | 46 |
| | 3.4.2 การปรับเส้นทางเดินรถด้วยเทคนิคการหาค่าประหยัด…….. | 51 |
| | 3.4.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก…… | 63 |
| 4. | ผลการดำเนินงานวิจัย…….. | 73 |
| | 4.1 การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ ด้วยวิธีการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น……. | 73 |
| | 4.1.1 การวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ…..…... | 73 |
| | 4.1.2 การวิเคราะห์คัดเลือกเทคนิคการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธี AHP……..…… | 79 |
| | 4.2 การจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์.....…… | 82 |

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 5. | ผลการดำเนินการปรับปรุง..... | 96 |
| | 5.1 ผลการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ..... | 96 |
| | 5.2 ผลการปรับปรุงการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก..... | 110 |
| 6. | สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... | 117 |
| | 6.1 สรุปผลการวิจัย..... | 117 |
| | 6.2 ข้อเสนอแนะ..... | 119 |
| | 6.3 อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น..... | 120 |
| รายการอ้างอิง..... | | 122 |
| ภาคผนวก..... | | 124 |
| | ภาคผนวก ก : การหาเทคนิคการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP)..... | 125 |
| | ภาคผนวก ข : การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีการหาค่าประหยัด..... | 148 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | | 172 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 2.1 | เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการขนส่งแบบเดิมและระบบมิลค์รัน... | 10 |
| ตารางที่ 2.2 | ปัญหา อุปสรรค และผลประโยชน์ที่ได้รับ..... | 13 |
| ตารางที่ 2.3 | ตัวอย่างตารางเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่…….. | 22 |
| ตารางที่ 2.4 | ลักษณะเฉพาะของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง…….. | 25 |
| ตารางที่ 3.1 | ตารางแสดงมาตราเปรียบเทียบน้ำหนักของปัจจัย…….. | 47 |
| ตารางที่ 3.2 | ผลรวมของลำดับความสำคัญของแต่ละเทคนิค…….. | 49 |
| ตารางที่ 3.3 | ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง…….. | 51 |
| ตารางที่ 3.4 | อัตราส่วนของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในแต่ละวัน..... | 65 |
| ตารางที่ 4.1 | น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่ที่ได้จากการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ……..... | 74 |
| ตารางที่ 4.2 | เมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบรายคู่…… | 75 |
| ตารางที่ 4.3 | ผลรวมในแต่ละแนวตั้ง……..... | 75 |
| ตารางที่ 4.4 | ผลการคำนวณเมื่อนำสมาชิกแต่ละตัวหารด้วยผลรวมตามแนวตั้ง…… | 76 |
| ตารางที่ 4.5 | การคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแนวนอน…… | 76 |
| ตารางที่ 4.6 | น้ำหนักความสำคัญของทางเลือกแต่ละคู่ที่ได้จากการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ…….. | 79 |
| ตารางที่ 4.7 | ลำดับความสำคัญของทางเลือกตามเกณฑ์ต่างๆ……... | 80 |
| ตารางที่ 4.8 | ผลรวมของลำดับความสำคัญของแต่ละวิธี…… | 81 |
| ตารางที่ 4.9 | เมตริกซ์ระยะทางของพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 82 |
| ตารางที่ 4.10 | เมตริกซ์ค่าประหยัดของพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 84 |
| ตารางที่ 4.11 | เส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดระยอง……..... | 87 |
| ตารางที่ 4.12 | เส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดชลบุรี……..…….. | 88 |
| ตารางที่ 4.13 | การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Sweep สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง..... | 89 |
| ตารางที่ 4.14 | การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Sweep สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี..... | 90 |
| ตารางที่ 4.15 | การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Nearest Neighbor Approach สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง..... | 91 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 4.16 | การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Nearest Neighbor Approach สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี…… | 92 |
| ตารางที่ 4.17 | การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Cluster First-Route Second สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 93 |
| ตารางที่ 4.18 | การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Cluster First-Route Second สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี…… | 94 |
| ตารางที่ 4.19 | การเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติกส์ในแต่ละวิธีสำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 95 |
| ตารางที่ 4.20 | การเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติกส์ในแต่ละวิธีสำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี…… | 95 |
| ตารางที่ 5.1 | เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 96 |
| ตารางที่ 5.2 | เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดชลบุรี…… | 98 |
| ตารางที่ 5.3 | ข้อมูลก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนเมษายน 2553….. | 99 |
| ตารางที่ 5.4 | ข้อมูลก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนพฤษภาคม 2553.. | 100 |
| ตารางที่ 5.5 | ข้อมูลหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนมิถุนายน 2553….. | 101 |
| ตารางที่ 5.6 | ข้อมูลหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนกรกฎาคม 2553… | 102 |
| ตารางที่ 5.7 | เปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างวิธีการเดิมกับวิธี Saving ในเดือนพฤษภาคม 2553…….... | 103 |
| ตารางที่ 5.8 | เปรียบเทียบปริมาตรของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 104 |
| ตารางที่ 5.9 | เปรียบเทียบปริมาตรของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี…….. | 105 |
| ตารางที่ 5.10 | เปรียบเทียบน้ำหนักของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 106 |
| ตารางที่ 5.11 | เปรียบเทียบน้ำหนักของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี…… | 106 |
| ตารางที่ 5.12 | เปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง…… | 108 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 5.13 | เปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี…… | 108 |
| ตารางที่ 5.14 | เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการล่าช้าในการจัดส่งชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถขนส่ง (พื้นที่จังหวัดระยอง)…… | 110 |
| ตารางที่ 5.15 | เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการล่าช้าในการจัดส่งชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถขนส่ง (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)…….. | 111 |
| ตารางที่ 5.16 | ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา…….. | 112 |
| ตารางที่ 5.17 | ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา……..…….. | 115 |
| ตารางที่ ก.1 | เปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย……. | 130 |
| ตารางที่ ข.1 | ที่ตั้งและระยะทางของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในส่วนจังหวัดระยอง…….. | 149 |
| ตารางที่ ข.2 | ที่ตั้งและระยะทางของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในส่วนจังหวัดชลบุรี……. | 150 |
| ตารางที่ ข.3 | ฐานข้อมูลระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า (พื้นที่จังหวัดระยอง)…… | 151 |
| ตารางที่ ข.4 | ฐานข้อมูลระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า (จังหวัดพื้นที่ชลบุรี)……. | 152 |
| ตารางที่ ข.5 | ตารางค่าประหยัด (พื้นที่จังหวัดระยอง)……..... | 153 |
| ตารางที่ ข.6 | ตารางค่าประหยัด (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)…… | 154 |
| ตารางที่ ข.7 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รันแบบเดิม (พื้นที่จังหวัดระยอง)…….. | 155 |
| ตารางที่ ข.8 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รันแบบเดิม (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)…… | 157 |
| ตารางที่ ข.9 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธีการหาค่าประหยัด (พื้นที่จังหวัดระยอง)…….... | 158 |
| ตารางที่ ข.10 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธีการหาค่าประหยัด (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)…… | 160 |
| ตารางที่ ข.11 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Sweep (พื้นที่จังหวัดระยอง)…….. | 161 |
| ตารางที่ ข.12 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Sweep (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)……. | 163 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ ข.13 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Nearest Neighbor Approach (พื้นที่จังหวัดระยอง)..... | 164 |
| ตารางที่ ข.14 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Nearest Neighbor Approach (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)..... | 166 |
| ตารางที่ ข.15 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Cluster First-Route Second (พื้นที่จังหวัดระยอง)..... | 167 |
| ตารางที่ ข.16 | เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Cluster First-Route Second (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)..... | 169 |
| ตารางที่ ข.17 | ข้อมูลการจัดส่งสินค้าของลูกค้า (พื้นที่จังหวัดระยอง)..... | 170 |
| ตารางที่ ข.18 | ข้อมูลการจัดส่งสินค้าของลูกค้า (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)..... | 171 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| รูปที่ 1.1 | ลักษณะการขนส่งแบบดั้งเดิมและแบบมิลค์รัน…….. | 2 |
| รูปที่ 1.2 | ประสิทธิภาพการจัดส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศ (ม.ค.52 – เม.ย.53)…….. | 3 |
| รูปที่ 1.3 | ประสิทธิภาพการจัดส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รัน (ก.ค. 52 – เม.ย. 53)…… | 4 |
| รูปที่ 1.4 | ปัญหาการจัดส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รัน (ก.ค. 52 – เม.ย. 53)…… | 4 |
| รูปที่ 2.1 | การจัดส่งชิ้นส่วนแบบระบบมิลค์รัน ของบริษัทมาสด้า..... | 16 |
| รูปที่ 2.2 | ตัวอย่างของแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ…… | 21 |
| รูปที่ 2.3 | ตัวอย่างการจัดเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวไปยังลูกค้าต่างๆ… | 23 |
| รูปที่ 2.4 | ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง…….…….. | 24 |
| รูปที่ 2.5 | ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถหลายเส้นทาง……..…….. | 25 |
| รูปที่ 2.6 | การแก้ไขปัญหาด้วยวิธี Sweep Approach…… | 28 |
| รูปที่ 2.7 | การไหลของวัสดุและสารสนเทศ…….. | 30 |
| รูปที่ 2.8 | กลยุทธ์การขนส่งขาเข้าทั้ง 4 แบบ…….. | 34 |
| รูปที่ 3.1 | แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการของการประกอบรถยนต์…… | 37 |
| รูปที่ 3.2 | การจัดการสินค้าขาเข้าสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการขนส่งแบบดั้งเดิม…….. | 40 |
| รูปที่ 3.3 | การจัดการสินค้าขาเข้าสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการขนส่งแบบมิลค์รัน…….. | 42 |
| รูปที่ 3.4 | ความสามารถในการใช้พื้นที่ในรถบรรทุก (Truck Utilization) ของการขนส่งชิ้นส่วนแบบมิลค์รันในช่วงเดือน กรกฎาคม 2552-เมษายน 2553…… | 43 |
| รูปที่ 3.5 | โครงสร้างการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น AHP สำหรับการวิเคราะห์เลือกเทคนิคการจัดเส้นทางเดินรถ…….. | 48 |
| รูปที่ 3.6 | รูปแบบการหาจุดรับสินค้าที่เหมาะสมสำหรับการหาค่าการประหยัด…….. | 53 |
| รูปที่ 3.7 | ลักษณะของการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา…… | 55 |
| รูปที่ 3.8 | กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการศึกษา…….. | 56 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| รูปที่ 3.9 | ขั้นตอนการจัดเส้นทางด้วยการหาค่าการประหยัด..... | 59 |
| รูปที่ 3.10 | ตัวอย่าง Trip Sheet ที่ได้จากระบบของบริษัทรับจ้างขนส่ง..... | 62 |
| รูปที่ 3.11 | บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในโรงงาน..... | 64 |
| รูปที่ 3.12 | ตัวอย่างการวางชิ้นงานก่อนปรับปรุง..... | 66 |
| รูปที่ 3.13 | วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่งมิลค์รันที่ไม่ถูกต้อง..... | 66 |
| รูปที่ 3.14 | วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่งมิลค์รันที่ถูกต้อง..... | 68 |
| รูปที่ 3.15 | การจัดและการซ้อนงานที่ถูกต้อง..... | 69 |
| รูปที่ 3.16 | ตัวอย่างการจัดงานงานก่อนการปรับปรุง..... | 70 |
| รูปที่ 3.17 | วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่ง..... | 70 |
| รูปที่ 5.1 | เปรียบเทียบปัญหาการจัดส่งก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง..... | 114 |
| รูปที่ 5.2 | เปรียบเทียบปัญหาการจัดส่งก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี..... | 114 |


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

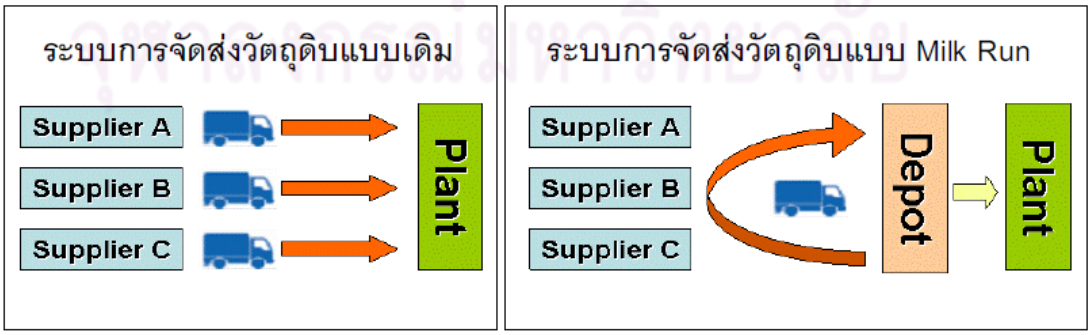
# บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมยานยนต์มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ทั้งด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์การแข่งขันและราคาสินค้า จากสภาวะเศรษฐกิจทั่วโลกถดถอย ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์หลายรายได้รับผลกระทบอย่างมาก โดยเฉพาะปัญหาทางด้านต้นทุน ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงมีมาตรการดำเนินงานในการลดค่าใช้จ่ายในการผลิตลง โดยไม่กระทบต่อคุณภาพของรถยนต์และความปลอดภัยของลูกค้า โดยบริษัทผู้ผลิตรถยนต์จะต้องปรับตัวเพื่อการอยู่รอดด้วยการหาทางปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อลดต้นทุนการดำเนินงาน โดยมีการปรับปรุงการผลิตด้วยการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เพื่อลดเวลานำในการผลิตให้น้อยลงและสามารถตอบสนองต่อการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make-to-Order) ได้รวดเร็วมากขึ้น ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ต่างพยายามปรับปรุงการทำงานให้มุ่งสู่ระบบการผลิตแบบ Just-in-Time อย่างสมบูรณ์ที่สุด เพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการผลิตและสามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าได้ดีกว่าคู่แข่ง โดยผู้ผลิตรถยนต์ต้องให้ความสำคัญกับการจัดการสินค้าขาเข้า (Inbound Logistic) เพื่อให้โรงงานประกอบรถยนต์มีชิ้นส่วนครบทุกชิ้นส่วนตรงตามเวลาที่ต้องการใช้ เพราะหากใช้ระบบการจัดการที่ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้มีชิ้นส่วนที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เก็บในคลังสินค้ามากเกินไป หรือเกิดเหตุการณ์ไม่มีชิ้นส่วนที่ต้องการใช้ในบางช่วงเวลา ทำให้ต้องหยุดการผลิตเพื่อรอชิ้นส่วน การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการสินค้าขาเข้าจึงเป็นสิ่งที่ผู้ผลิตรถยนต์ต้องให้ความสำคัญ โดยหาวิธีทำการปรับปรุง ระบบการทำงานเพื่อลดต้นทุนในการจัดการ และลดปริมาณวัสดุคงคลังให้น้อยที่สุด

ในอุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์มีผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จำนวนมาก จะต้องทำการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ให้กับผู้ประกอบรถยนต์เพื่อให้ทันต่อกระบวนการผลิต ในบางครั้งอาจไม่สามารถจัดส่งชิ้นส่วนได้ทันตามกำหนดระยะเวลาอาจเนื่องมาจากปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาด้านการจัดส่งชิ้นส่วน ปัญหาด้านการผลิตชิ้นส่วน รวมทั้งปัญหาด้านอื่นๆ ที่เกิดขึ้นย่อมเป็นอุปสรรคต่อปริมาณการผลิตรถยนต์ ดังนั้นผู้ผลิตรถยนต์หลายแห่งพยายามดำเนินการแก้ไขปัญหาต่างๆอย่างต่อเนื่อง โดยการเพิ่มระดับปริมาณชิ้นส่วนคงคลัง (Safety Stock) ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาระยะสั้นและทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น แต่การจัดการระบบการจัดส่งชิ้นส่วนมายังผู้ผลิตรถยนต์ถือได้ว่าเป็นระบบหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาระยะยาวได้อีกวิธีหนึ่ง

ปัจจุบันการจัดส่งชิ้นส่วนมายังโรงงานผู้ผลิตรถยนต์จะมีรูปแบบการขนส่งชิ้นส่วนที่แตกต่างกันไป แบบแรกคือ การขนส่งแบบดั้งเดิม (Conventional System) คือการขนส่งที่ผู้ผลิตแต่ละรายจะดำเนินการขนส่งสินค้าและบริการด้วยตนเอง ค่าขนส่งชิ้นส่วนจะเป็นค่าใช้จ่ายที่มีผลกระทบต่อต้นทุนรวมต่อหน่วยของชิ้นส่วนนั้นๆ แต่การขนส่งแบบนี้มีข้อเสียคือ ต้นทุนในการขนส่งจะสูง เนื่องจากปริมาณการจัดส่งชิ้นส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายอาจจะไม่ใช่จำนวนที่ทำให้ค่าขนส่งต่อหน่วยต่ำที่สุด เนื่องจากไม่สามารถขนส่งชิ้นส่วนมาเต็มคันรถได้ การขนส่งแบบนี้จะทำให้มีคงคลังเป็นจำนวนมากเกินความจำเป็น และยังมีความเสี่ยงในเรื่องการส่งชิ้นส่วนไม่ตรงเวลา ซึ่งอาจจะส่งผลต่อกระบวนการผลิตได้

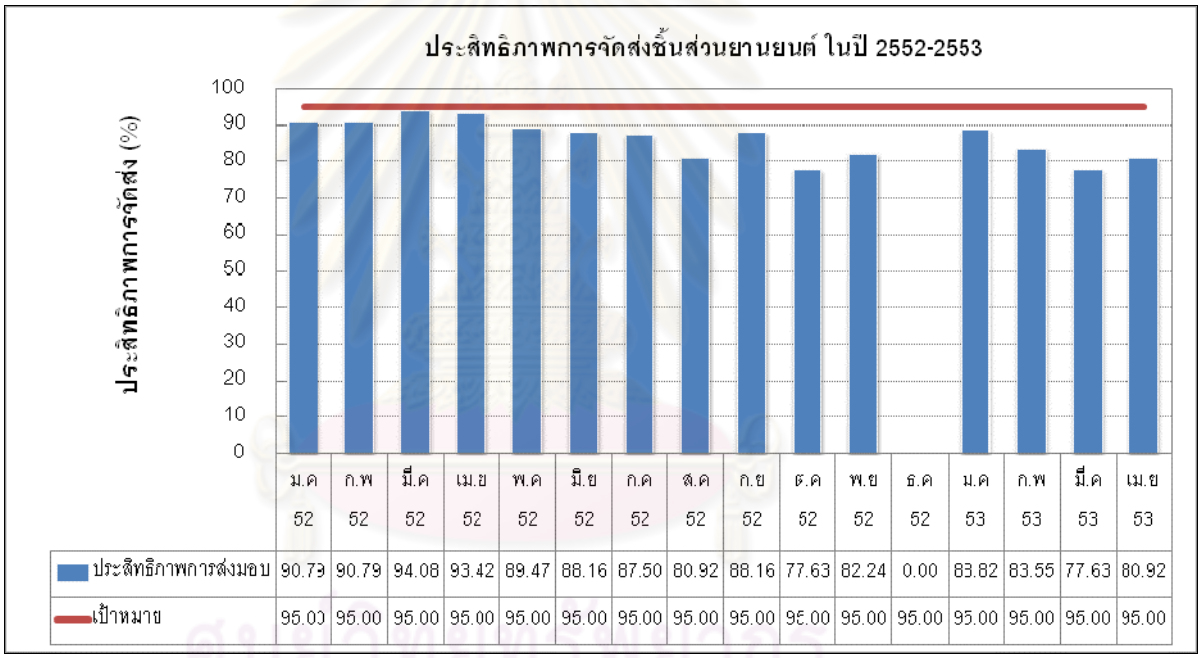
แบบที่สอง คือ การขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk Run System) ในปัจจุบันได้มีการนำระบบการจัดการในการรับชิ้นส่วนเข้าโรงงานแบบมิลค์รันมาใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งการจัดส่งชิ้นส่วนด้วยระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน คือ การกำหนดรูปแบบการรวบรวมและการจัดส่งชิ้นส่วนจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน (Supplier) หลายๆ แห่ง ที่อยู่ในอาณาบริเวณใกล้เคียงกันแล้วดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนดังกล่าวให้กับบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ ภายใต้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time) หรือระบบการผลิตแบบ Lean โดยบริษัทผู้จัดส่งชิ้นส่วนจะดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนตามระยะเวลาที่กำหนด รวมทั้งกำหนดเส้นทางการจัดส่งที่รวดเร็วและเหมาะสม ซึ่งจะพิจารณาจากการออกแบบขนาดบรรจุหีบห่อของชิ้นส่วน การใช้พื้นที่การบรรทุก จำนวนรถบรรทุก และประเภทของรถบรรทุก เพื่อการขนถ่ายชิ้นส่วนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งกำหนดต้นทุนการขนส่งชิ้นส่วนที่สร้างความพึงพอใจสูงสุดแก่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ ภายใต้ความถี่ในการจัดส่งชิ้นส่วนที่มากขึ้น เพื่อรักษาชิ้นส่วนคงคลังที่เหมาะสม รวมทั้งชิ้นส่วนดังกล่าวมีคุณภาพและปริมาณตามที่ต้องการใช้ในการผลิต ซึ่งระบบดังกล่าวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการจัดส่งชิ้นส่วน




รูปที่ 1.1 ลักษณะการขนส่งแบบดั้งเดิมและแบบมิลค์รัน

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

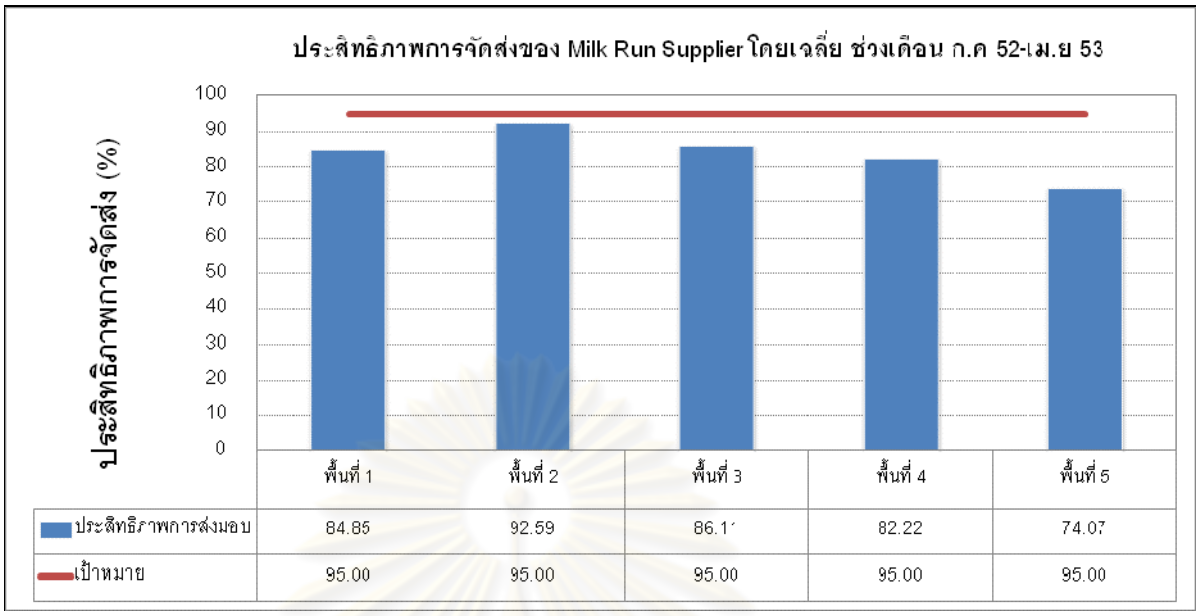
ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ทำการจัดส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงาน โดยมีทั้งที่ตั้งอยู่ทั้งภายในประเทศ และภายนอกประเทศ จากเดิมผู้ผลิตชิ้นส่วนที่อยู่ภายในประเทศจะมีการจัดส่งชิ้นส่วนมาให้กับโรงงานกรณีศึกษาเป็นแบบดั้งเดิม และปัจจุบันทางโรงงานได้มีการนำรูปแบบการจัดส่งแบบมิลค์รัน มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งให้ดีขึ้น และทางบริษัทได้มีการกำหนดประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตไว้ที่ 95.00 % แต่ประสิทธิภาพการจัดส่งก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นการจัดส่งแบบมิลค์รันเฉลี่ยอยู่ที่ 86.27% (ก่อนเดือน ก.ค. 52) และประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันเฉลี่ยอยู่ที่ 83.97% (ก.ค. 52 เม.ย. 53) ดังแสดงดังรูปที่ 1.2 และ 1.3 ตามลำดับ




| | ม.ค 52 | ก.พ 52 | มี.ค 52 | เม.ย 52 | พ.ค 52 | มิ.ย 52 | ก.ค 52 | ส.ค 52 | ก.ย 52 | ต.ค 52 | พ.ย 52 | ธ.ค 52 | ม.ค 53 | ก.พ 53 | มี.ค 53 | เม.ย 53 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ประสิทธิภาพการส่งมอบ | 90.79 | 90.79 | 94.08 | 93.42 | 89.47 | 88.16 | 87.50 | 80.92 | 88.16 | 77.63 | 82.24 | 0.00 | 83.82 | 83.55 | 77.63 | 80.92 |
| เป้าหมาย | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 | 95.00 |

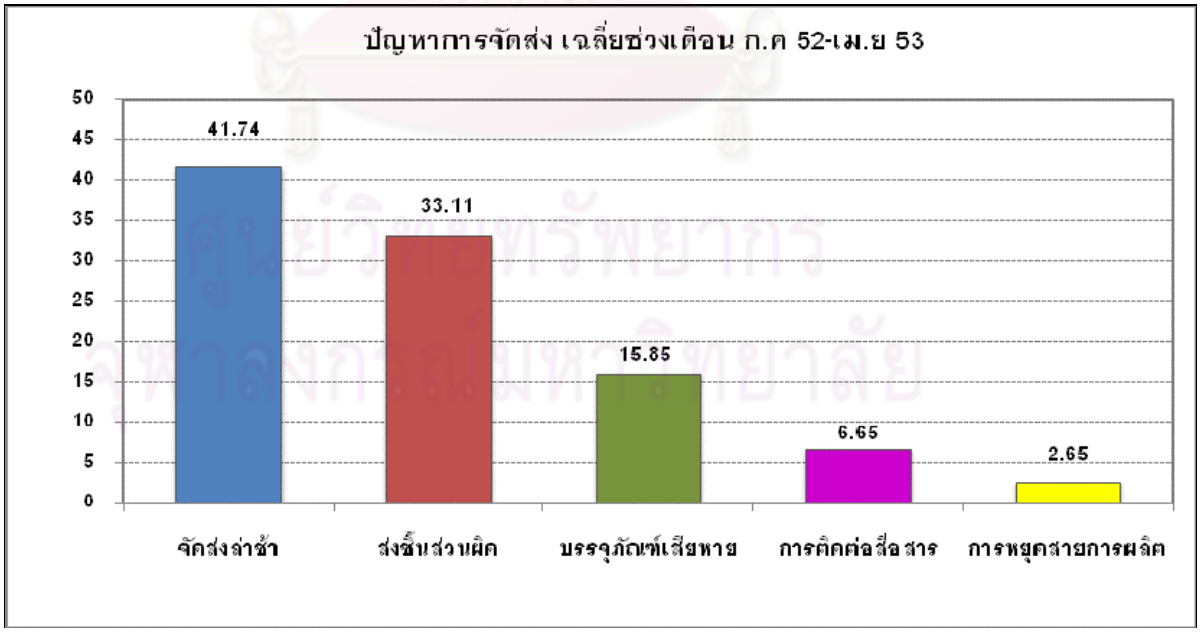
รูปที่ 1.2 ประสิทธิภาพการจัดส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศ (ม.ค.52 – เม.ย.53)

หมายเหตุ : ในเดือนธันวาคมไม่มีการผลิตรถยนต์ เนื่องจากมีปัญหาสหภาพแรงงาน จึงทำการปิดโรงงานชั่วคราว




รูปที่ 1.3 ประสิทธิภาพการจัดส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รัน (ก.ค. 52 – เม.ย. 53)

เมื่อนำข้อมูลจากฝ่ายวางแผนการผลิตมาวิเคราะห์พบว่าปัญหาการจัดส่งที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากความล่าช้าในการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตมายังโรงงานประกอบรถยนต์เป็นปัญหาหลัก (โดยคิดเป็น 42% ของปัญหาที่เกิดขึ้น) สำหรับโรงงานกรณีศึกษาดังข้อมูลในรูปที่ 1.4




รูปที่ 1.4 ปัญหาการจัดส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รัน (ก.ค. 52 – เม.ย. 53)

จากการวิเคราะห์พบว่าการจัดส่งที่ล่าช้าส่วนใหญ่เกิดเนื่องมาจากวิธีการทำงานในระบบการขนส่งแบบมิลค์รันของโรงงานกรณีศึกษายังมีปัญหา และจากการศึกษาพบว่าตั้งแต่โรงงานได้มีการนำระบบการขนส่งแบบมิลค์รันมาใช้ ยังไม่ได้มีการปรับปรุงการดำเนินงานเลย ไม่ว่าจะเป็นการจัดการประสิทธิภาพการจัดส่งที่ล่าช้า การจัดการด้านบรรจุภัณฑ์หรือการจัดรถขนส่งแบบมิลค์รัน ที่ยังคงใช้รูปแบบเดิมเหมือนกับที่ได้มีการจัดไว้ตั้งแต่เริ่มดำเนินงานในระบบมิลค์รัน ถึงแม้ว่าปัจจุบันทางบริษัทจะได้มีการเพิ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ อย่างเช่น รถยนต์นั่งขนาดเล็ก หรือการที่ทางบริษัทมีผู้ผลิตชิ้นส่วนรายใหม่เข้ามา ก็ยังคงใช้การดำเนินงานในรูปแบบเดิมที่ได้มีการกำหนดเอาไว้ จะเห็นได้ว่าการทำงานในระบบมิลค์รันของโรงงานกรณีศึกษายังไม่มีความยืดหยุ่นมากพอ ซึ่งปัญหาทั้งหมดมีผลต่อต้นทุนของการขนส่งชิ้นส่วนในระบบมิลค์รันเป็นอย่างมาก

เมื่อพิจารณาระดับของปัญหา จะเห็นได้ว่ามีปัญหาหลักอยู่ 2 ประเด็น คือ การจัดรถและการใช้ประโยชน์พื้นที่ในรถ ซึ่งการจัดรถเป็นปัญหาในระดับปฏิบัติการที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นงานพื้นฐานที่เกิดขึ้นเกือบทุกวันและมีผลโดยตรงต่อต้นทุนการขนส่ง และจากการศึกษาถึงการใช้เส้นทางการขนส่งแบบเดิมยังส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในรถ (Truck Utilization) ยังไม่ได้ตามที่ได้วางเป้าหมายเอาไว้จึงทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ในรถบรรทุกโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากในแต่ละวันปริมาณการสั่งซื้อชิ้นส่วนจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา หากมีการปรับปรุงในเรื่องของการจัดรถและการวางแผนการขนส่งชิ้นส่วนให้มีความยืดหยุ่นหรือสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานขนส่งแบบมิลค์รัน และยังส่งผลให้ต้นทุนขององค์กรลดลงได้

จะเห็นว่าปัญหาการจัดการด้านการขนส่งมีความซับซ้อนค่อนข้างมากเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่จะต้องนำมาพิจารณา ไม่ว่าจะเป็น ระยะทาง ขนาดของรถบรรทุก ขนาดของบรรจุภัณฑ์ ความสามารถในการขนส่ง ความสามารถในการรับน้ำหนัก เป็นต้น การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดจะนิยมใช้วิธีที่เรียกว่า การวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) แต่วิธีการในการวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดนี้ แต่มักประสบปัญหาเนื่องจากต้องใช้ศักยภาพในการวิเคราะห์ที่สูง และใช้เวลาในการวิเคราะห์นานมาก และที่สำคัญคือไม่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนในเวลาที่จำกัดได้ และจากการศึกษาพบว่า การแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดการปัญหาด้านการขนส่งมักนิยมใช้ ศึกษาสำนึก (Heuristics) ในการช่วยหาคำตอบ ซึ่งวิธีนี้เป็นที่นิยมในการนำมาพิจารณาหาทางเลือกที่เหมาะสมให้กับปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน ที่เกี่ยวข้องกับข้อจำกัดด้านเวลาและค่าใช้จ่าย วิธีนี้เป็นวิธีที่ทำการทดลองค้นคว้าหากฎด้วยตัวเอง (ใช้ดุลพินิจ วิจารณญาณ) ในการเลือกตัดสินใจ

อาจจะได้ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญหรือได้จากการใช้วิธีลองผิดลองถูก ศึกษาสำนึก (Heuristic) มักถูกใช้ในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ดีนัก และสามารถใช้ในการหาทางแก้ปัญหาที่น่าพึงพอใจสำหรับปัญหาที่ซับซ้อนได้เร็วกว่าและถูกกว่าการใช้อัลกอลิทึม อย่างไรก็ตามคำตอบที่ได้ไม่ได้ถูกประกันว่าเป็นคำตอบของการตัดสินใจที่ดีที่สุด ในงานวิจัยนี้จึงได้มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีศึกษาสำนึกเพื่อใช้ในการจัดรถร่วมกับการใช้ทฤษฎีที่เรียกว่าการตัดสินใจแบบลำดับชั้น (AHP: Analytic Hierarchy Process) มาช่วยในการวิเคราะห์และช่วยตัดสินใจเลือกรูปแบบที่เหมาะสมของการจัดการด้านการขนส่งแบบมิลค์รันและเป็นตัวช่วยในการวางแผนด้านการขนส่งแบบมิลค์รันต่อไป

## 1.2 **วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันสำหรับโรงงานประกอบรถยนต์

## 1.3 **ขอบเขตของการวิจัย**

1. งานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้วิธีศึกษาสำนึก (Heuristic) และ การตัดสินใจแบบลำดับชั้น (AHP) เพื่อการวางแผนการขนส่งชิ้นส่วนยานยนต์ สำหรับโรงงานประกอบรถยนต์ด้วยระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน จากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ลำดับที่ 1 (First Tier) ที่ผลิตชิ้นส่วนให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ตัวอย่าง ในพื้นที่ที่ 1 (พื้นที่ในจังหวัดระยอง) และ พื้นที่ที่ 2 (พื้นที่ในจังหวัดชลบุรี) เพื่อเป็นต้นแบบการประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

2. การดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ มายังโรงงานกรณีศึกษา รถขนส่งที่ใช้ในการศึกษาจะพิจารณาเฉพาะรถบรรทุกขนาด 6 ล้อที่มีปริมาตรบรรทุกภายใน เท่ากับ 2.3 เมตร x 2.3 เมตร x 7 เมตร เท่านั้น

**1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย**

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการด้านการขนส่งภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ รวมทั้งการพิจารณาถึงผลงานที่ผ่านมาเพื่อนำแนวคิดและความรู้พื้นฐานมาประยุกต์ใช้กับปัญหาที่จะทำวิจัย
2. ศึกษาสภาพปัจจุบันของปัญหาของกระบวนการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน
3. รวบรวมปัญหาและสาเหตุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขนส่งแบบมิลค์รันและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน
4. ทำการกำหนดรูปแบบของปัญหาที่จะทำการวิจัย
5. พัฒนาวิธีการหาคำตอบของปัญหาที่จะทำการวิจัยโดยอาศัยเทคนิคการตัดสินใจตามลำดับชั้น (AHP: Analytic Hierarchy Process) มาช่วยในการวิเคราะห์เลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ โดยอาศัยหลักการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติกส์
6. ทำการจัดเส้นทางเดินรถของโรงงานใหม่ตามวิธีการที่ได้จากการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
7. ทดลองแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่พัฒนาขึ้น โดยทำการดำเนินงานวิจัยตามเส้นทางเดินรถแบบใหม่ที่ได้ พร้อมกับการกำหนดรูปแบบการจัดเรียงงานบนรถบรรทุก
8. เก็บข้อมูลผลการดำเนินการปรับปรุงงานวิจัย
9. สรุปผลและข้อเสนอแนะแนวทางในการทำวิจัยต่อไป
10. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยลดระยะเวลาในการจัดการการขนส่งแบบมิลค์รันและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น
2. สามารถช่วยประหยัดต้นทุนในการขนส่งสินค้า
3. ผลจากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางในการออกแบบปรับปรุงระบบงานจัดส่งสินค้าเพื่อให้เกิดความเหมาะสมได้
4. นำไปปรับใช้กับเส้นทางการขนส่งในพื้นที่อื่นๆ ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีกับระบบมิลค์รัน

การผสมผสานระหว่างแนวคิดและทฤษฎีทางด้านโลจิสติกส์กับการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-Time) ทั้ง 2 แนวคิดมีความเหมือนกันคือ จะเริ่มจาก การจัดซื้อจัดหาชิ้นส่วน การผลิต การตรวจสอบคุณภาพการผลิต การบรรจุหีบห่อ การขนส่ง การให้บริการลูกค้า ข่าวสารและความเคลื่อนไหวของผลิตภัณฑ์ การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งกิจกรรมอื่นๆ ที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่เน้นการจัดการด้านโลจิสติกส์ ภายใต้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี เพื่อบริหารจัดการชิ้นส่วนหรือชิ้นส่วน ถือเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตรถยนต์ โดยปกติแล้วรถยนต์ 1 คันจะใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตจากผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต่างๆ มาประกอบกันประมาณ 25,000 ชิ้น ดังนั้นการจัดส่งชิ้นส่วนจึงมีความสำคัญอย่างมาก และเป็นกิจกรรมหลักที่ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และผู้ผลิตรถยนต์ให้ความสำคัญเพราะค่าขนส่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิต จากความพยายามในการลดต้นทุนการผลิต ทำให้ผู้ผลิตรถยนต์ได้นำระบบมิลค์รัน มาใช้เพื่อลดค่าจัดส่งและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดส่ง

### แนวคิดระบบมิลค์รัน

#### ความเป็นมาของแนวคิด

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ กล่าวไว้ว่า ระบบมิลค์รันเป็นระบบการขนส่งที่เกิดขึ้นครั้งแรกในอุตสาหกรรมการจัดส่งผลิตภัณฑ์นม โดยเป็นการจัดการรถจากผู้ผลิตไปรับชิ้นส่วนต่างๆ เช่น นมสด จากเกษตรกรหลายๆ ที่แล้วนำมาส่งให้กับกลุ่มสหกรณ์ การที่ผู้ผลิตไปรับนมสดเองสามารถป้องกันการเน่าเสียและรักษาความสดใหม่ของน้ำนมได้ รวมทั้งสามารถควบคุมเวลาในการจัดส่งได้ จากแนวคิดนี้ต่อมาได้พัฒนาระบบนี้จนเป็นที่ยอมรับและนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดส่งชิ้นส่วนเข้าโรงงานในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย

สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์นั้นระบบมิลค์รันเป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศแคนาดา ประเภทต่างๆ ในแถบยุโรป และประเทศญี่ปุ่น ส่วนประเทศไทย บริษัทโตโยต้า

มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ได้เริ่มนำระบบมิลค์รันมาใช้ใช้เมื่อ กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544 ได้มีการปรับปรุงและพัฒนาระบบมาจนถึงทุกวันนี้

**คำจำกัดความของระบบ มิลค์ รัน**

ระบบมิลค์รันคือ ระบบการจัดการงานขนส่งสินค้าซึ่งยึดหลักการทางด้านโลจิสติกส์มาใช้ โดยมีรูปแบบการจัดส่งเป็นวงรอบ สามารถหมุนเวียนได้ ใช้เวลาในการจัดส่งสินค้าน้อย แต่แม่นยำ รวมทั้งมีขีดความสามารถสูงในการบรรทุกสินค้า ซึ่งมีระบบการรับชิ้นส่วนจากผู้ขายชิ้นส่วน โดยผู้ซื้อเป็นผู้รับชิ้นส่วนที่โรงงานผู้ขายเอง เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการขนส่งชิ้นส่วนมายังโรงงาน ซึ่งต่างจากเดิมที่ผู้ขายแต่ละรายจะมีหน้าที่ในการนำชิ้นส่วนมาส่งยังโรงงานของผู้ซื้อเอง ดังแสดงในรูปที่ 1.1 (แสดงในบทที่ 1)

ระบบการรับชิ้นส่วนเข้าโรงงานแบบมิลค์รัน มุ่งเน้นให้เกิดการประหยัดต้นทุนการขนส่งชิ้นส่วนเป็นหลัก นอกจากนี้ก็ยังมีผลประโยชน์ทางอ้อมอื่นๆ อีกด้วย โดยเราสามารถสรุปเป็นข้อดีและข้อเสียของการนำระบบการรับชิ้นส่วนเข้าโรงงานแบบมิลค์รัน เปรียบเทียบกับวิธีการแบบเดิมได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการขนส่งแบบเดิมและระบบมิลค์รัน

| **ระบบการส่งชิ้นส่วนแบบเดิม** | **ระบบการส่งชิ้นส่วนแบบมิลค์รัน** |
|---|---|
| **ข้อเสีย** | **ข้อเสีย** |
| - ผู้ขายต้องมาส่งของเองซึ่งปริมาณการส่งแต่ละครั้งอาจไม่ใช่ปริมาณที่จะทำให้ค่าขนส่งต่ำสุด จึงมีค่าขนส่งสูง<br>- การจราจรติดขัดเนื่องจากมีรถจากผู้ขายจำนวนมากมาส่งของ<br>- มีการจัดเก็บชิ้นส่วนมากเกินความต้องการเนื่องจากผู้ขายต้องพยายามส่งของปริมาณมากเพื่อประหยัดค่าขนส่ง<br>- อาจมีการจัดส่งล่าช้าเนื่องจากความล่าช้าของผู้ขาย<br>- สร้างมลพิษทางอากาศมาก | - ผู้ซื้อต้องทำการดูแลเรื่องการขนส่งชิ้นส่วนเอง |

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการขนส่งแบบเดิมและระบบมิลค์รัน (ต่อ)

| ระบบการส่งชิ้นส่วนแบบเดิม | ระบบการส่งชิ้นส่วนแบบมิลค์รัน |
|---|---|
| **ข้อดี** | **ข้อดี** |
| - ผู้ซื้อไม่ต้องดูแลเรื่องการขนส่งชิ้นส่วน | - สามารถลดต้นทุนการขนส่งชิ้นส่วนได้ เนื่องจากสามารถรับของจากผู้ขายหลายรายในเวลาเดียวกันทำให้สามารถมีปริมาณของที่รับมาแต่ละเที่ยวที่ทำให้ค่าขนส่งต่อหน่วยต่ำลง<br>- ลดการจราจรติดขัดในโรงงานลงได้<br>- ลดปริมาณการจัดเก็บชิ้นส่วนและพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนลง เนื่องจากสามารถให้มีการส่งของถี่ขึ้น<br>- ทำให้การจัดส่งตรงเวลามากขึ้น<br>- ลดมลพิษทางอากาศได้ เนื่องจากมีการลดปริมาณรถขนส่งที่ต้องมาส่งของได้ |

**วิธีบริหารจัดการระบบการรับ-ส่งชิ้นส่วนยานยนต์เข้าโรงงานแบบมิลค์รัน**

ในระบบการรับชิ้นส่วนเข้าโรงงานแบบมิลค์รันนี้ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. เจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดการบริหารจัดการชิ้นส่วนของบริษัท จะเป็นผู้ส่งจำนวน และกำหนดความต้องการชิ้นส่วนไปให้ผู้ขายชิ้นส่วนเป็นประจำทุกสัปดาห์ เพื่อแจ้งว่าแต่ละสัปดาห์บริษัทมีความต้องการชิ้นส่วนแต่ละชนิดเป็นจำนวนเท่าใด เพื่อให้ผู้ขายทำการจัดเตรียมชิ้นส่วนตามจำนวนที่ทางบริษัทต้องการ ขั้นตอนนี้จะเหมือนกับระบบการรับชิ้นส่วนแบบเดิม

2. เจ้าหน้าที่ดูแลการรับชิ้นส่วนแบบมิลค์รันจะเป็นผู้แจ้งรายละเอียดกับบริษัทผู้ขายชิ้นส่วนแต่ละแห่งอีกครั้งว่าในสัปดาห์นั้นๆ จะมีการไปรับชิ้นส่วนในเวลาใดบ้าง เป็นจำนวนเท่าไหร่ และจะเป็นผู้ติดตามกับผู้ขายชิ้นส่วนในกรณีที่ผู้ขายชิ้นส่วนไม่สามารถส่งชิ้นส่วนได้ตามที่ตกลงกันเอาไว้

3. พนักงานขับรถจะเป็นผู้ทำหน้าที่ขับรถขนส่งเพื่อไปรับชิ้นส่วนจากผู้ขายชิ้นส่วนตามกำหนดการที่เจ้าหน้าที่ดูแลการรับชิ้นส่วนแบบมิลค์รันได้วางแผนเอาไว้ โดยมีพนักงานประจำ

รถทำหน้าที่ในการตรวจสอบชนิดและจำนวนของชิ้นส่วนที่ไปรับในแต่ละจุดว่าตรงตามกำหนดการหรือไม่ เพื่อส่งข้อมูลให้กับเจ้าหน้าที่ดูแลการรับชิ้นส่วนทุกวัน

4. การขนของขึ้น-ลงรถขนส่งในแต่ละจุดจะเป็นหน้าที่ของเจ้าที่ฝ่ายคลังสินค้าของผู้ขายชิ้นส่วนแต่ละราย และเจ้าหน้าที่ฝ่ายคลังสินค้าของบริษัท ซึ่งเป็นการทำงานเช่นเดียวกับการรับชิ้นส่วนในแบบเดิม

5. เจ้าหน้าที่ดูแลการรับชิ้นส่วนแบบมิลค์รัน จะต้องทำการตรวจสอบการขนส่งของวันที่ผ่านมาเป็นประจำทุกวัน เพื่อสามารถปรับเปลี่ยนแผนงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์ได้ ในกรณีที่การขนส่งในวันที่ผ่านมาไม่เป็นไปตามกำหนดการ

6. ในกรณีที่ผู้ขายชิ้นส่วนไม่สามารถเตรียมชิ้นส่วนได้ตรงกับแผนการที่กำหนดไว้ อันเนื่องมาจากความผิดพลาดของผู้ขายชิ้นส่วนเองนั้น ผู้ขายชิ้นส่วนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดส่งชิ้นส่วนนั้นๆ มายังบริษัทผู้ซื้อเอง

**องค์กรตัวอย่างที่ใช้ระบบมิลค์รัน**

a. โรงงาน Toyota Motor Manufacturing plant at Georgetown, Kentucky ได้ศึกษาวิวัฒนาการและประสิทธิภาพของระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน กับระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี โดยการจัดส่งชิ้นส่วนและวัตถุดิบต่างๆ จากแหล่งผลิตส่งตรงเข้าโรงงานประกอบรถยนต์ ทั้งหมดนี้บริหารและจัดการโดยโรงงานประกอบรถยนต์ เพื่อต้องการลดปริมาณสินค้าคงคลังในระดับต่ำสุด โดยมีวิธีการปฏิบัติดังนี้

กำหนดรูปแบบต่างๆ ของระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน

- สร้างแบบจำลอง และหาจุดที่เหมาะสมของแต่ละเส้นทาง
- การรับชิ้นส่วน จากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต่างๆ แล้วส่งตรงเข้าโรงงานประกอบรถยนต์ จะช่วยลดพื้นที่การจัดเก็บชิ้นส่วนคงคลัง และปริมาณชิ้นส่วนคงคลัง รวมทั้งลดต้นทุนการจัดส่ง ภายใต้การจัดส่งหลายเที่ยวต่อวัน และลดขนาดการบรรจุหีบห่อที่เล็กลง

ความสำเร็จของการนำระบบมิลค์รัน มาใช้ของบริษัทโตโยต้ามีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ประการ คือ

1) การจัดเตรียมบุคลากร เพื่อการจัดส่งแบบมิลค์รัน นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนวางแผน และส่วนปฏิบัติการ โดยทั้ง 2 กลุ่มจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันอยู่เสมอ

2) การออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยทำการปรับปรุงรูปแบบการจัดเรียงบรรจุภัณฑ์เพื่อให้แต่ละ Pallet สามารถเรียงซ้อนกันได้ โดยกำหนดความสูงและ Skid ของแต่ละผู้จัดส่งให้มีมาตรฐานเดียวกัน นอกจากนี้การเปลี่ยนมาใช้บรรจุภัณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางได้เป็นอย่างดี

3) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ ในการขนส่งแบบมิลค์รัน โตโยต้า ได้มีการนำเทคโนโลยีและระบบต่างๆ เข้ามาใช้ในการสั่งซื้อสินค้าไปยังผู้จัดส่ง ทำให้ข้อมูลมีความแม่นยำและรวดเร็วขึ้น โดยที่ระบบต่างๆ เหล่านี้จะต้องมีการเชื่อมต่อและเกี่ยวข้องกัน

ตารางที่ 2.2 ปัญหา อุปสรรค และผลประโยชน์ที่ได้รับ

| ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น | ผลประโยชน์ที่ได้รับ |
|---|---|
| - ในบางกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักค่อนข้างสูงจะทำให้ไม่สามารถบรรทุกสินค้าได้เต็มประสิทธิภาพ ทางโตโยต้า ได้ทำการแก้ไขโดย ผสมการวิ่งระหว่างสินค้าที่มีน้ำหนักมากและน้ำหนักเบา แต่ในบางกรณีอาจทำให้เสียระยะทางในการวิ่งมากขึ้น<br>- การจัดส่งชิ้นส่วนจะต้องมีการควบคุมทุกขั้นตอน โดยเป้าหมายของการเกิดอุบัติเหตุจะต้องเป็น 0 %<br>- เนื่องจากโรงงานตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีการจราจรแออัด ดังนั้นต้องมีมาตรการควบคุมการเข้าออกของรถที่ดี เนื่องจากรถบรรทุก 6 ล้อไม่สามารถวิ่งผ่านพื้นที่นั้นได้ในบางเวลา ถึงแม้ว่าจะใช้เส้นทางอื่นชดเชยได้ แต่ความแม่นยำเรื่องเวลาก็จะขาดหายไป<br>- ชิ้นส่วนที่ผลิตจากซัพพลายเออร์บางราย ยังมีขนาดแตกต่างจากบรรจุภัณฑ์มาก | - สามารถเพิ่มความถี่การจัดส่งชิ้นส่วนซึ่งทำให้สินค้าคงคลัง ของทางผู้ผลิต และโตโยต้ามีปริมาณที่ลดลง<br>- เพิ่มความสามารถในการบรรทุก ทำให้ต้นทุนทางด้านการจัดส่งลดลง ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้ซื้อและผู้ขาย<br>- รักษาสมดุลของเวลาในการจัดส่งได้ เนื่องจากการส่งชิ้นส่วน มีความสม่ำเสมอ สามารถกำหนดเวลาได้ ทำให้จุดรับสินค้าสามารถแบ่งปริมาณงานได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งทำให้เวลาได้สมดุลทั้งในส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนและบริษัท โตโยต้า<br>- ต้นทุนทั้งในด้านการจัดส่ง และในด้านการผลิตลดลง ได้รับประโยชน์ทั้ง 2 ฝ่าย<br>- ความสามารถในการรับการบรรทุกเพิ่มขึ้น ลดความถี่และจำนวนรถที่มาส่งชิ้นส่วนน้อยลงทำให้ลดปริมาณ $CO_2$ ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ เป็นการช่วยลดปัญหาโลกร้อน |

ระบบมิลค์รัน ทำให้ บริษัท โตโยต้า มีระบบการจัดส่งที่ดีขึ้น และมีประโยชน์ในด้านกระบวนการจัดการทั้งในส่วนของผู้ซื้อและผู้ขาย อีกทั้งยังทำให้การผลิตมีความแม่นยำ สร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคผลประโยชน์ที่ได้รับทั้งหลายยังเป็นผลก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ด้านพลังงานอีกด้วย

b. บริษัท Saab Automobile (Karlson และ Norr, 1993) ได้ศึกษาประสิทธิผลโดยรวมของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีที่ปรับใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศสวีเดน โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ (Supplier) และผู้ผลิตรถยนต์ หลังจากทางบริษัทได้ปรับใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี กับระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ หลายแห่งต้องปรับตัว และเรียนรู้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี และระบบการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วน (Total Quality Control) ซึ่งในระยะแรกส่งผลกระทบต่อผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จากเดิมที่เคยส่งชิ้นส่วนในปริมาณมากต่อเที่ยวต่อวัน เป็นปริมาณที่น้อยลงและส่งหลายเที่ยวต่อวัน วิธีปฏิบัติดังกล่าวจะต้องอาศัยความร่วมมือที่ดีระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และผู้ผลิตรถยนต์ โดยเฉพาะฝ่ายจัดซื้อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

c. บริษัท Sunwind (Karlson และ Norr, 1993) ได้ทำการศึกษาระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีกับระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน โดยบริษัททำหน้าที่ดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนต่างๆ ให้กับบริษัท Volvo Automobile ภายหลังจากการปรับใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี สามารถวิเคราะห์ผลกระทบได้ ดังนี้

i. มุมมองของบริษัท Volvo Automobile

- ลดระดับชิ้นส่วนคงคลัง (Safety Stock) จาก 4 วันเหลือ 0 วัน โดยเพิ่มความถี่ในการจัดส่งชิ้นส่วน และลดพื้นที่ในการจัดเก็บชิ้นส่วน
- ยกระดับคุณภาพของชิ้นส่วน และเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต
- ต้นทุนการจัดส่งเพิ่มขึ้น

ii. มุมมองของบริษัท Sunwind

- เพิ่มระดับความร่วมมือระหว่างบริษัท เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชิ้นส่วน
- เพิ่มเงินลงทุนหมุนเวียน จากการเปลี่ยนระบบเดิมเป็นระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี
- การโฆษณาในฐานะบริษัทแรกที่ปรับใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี

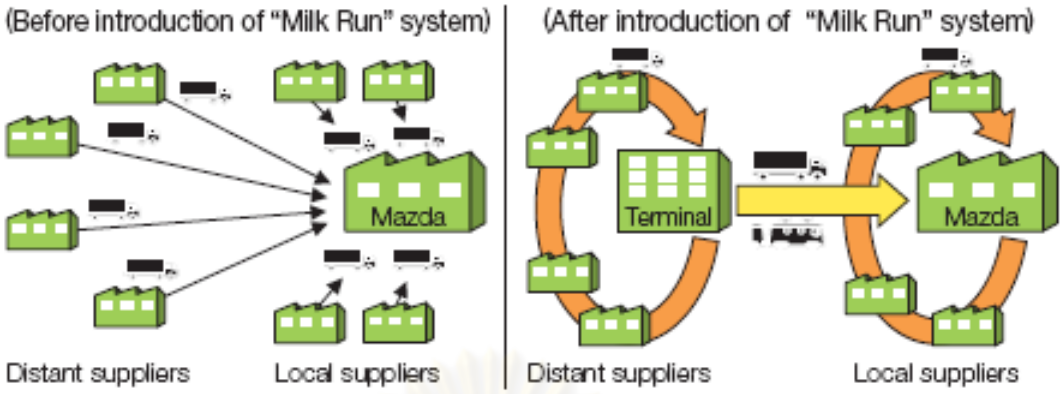
- ต้นทุนชิ้นส่วนคงคลังเพิ่มขึ้น

d. บริษัท Johnson Controls (Liker และ Wu, 2000) ได้ศึกษาผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของประเทศญี่ปุ่น และประเทศสหรัฐอเมริกา ในส่วนของห่วงโซ่อุปทานของบริษัท และเป็นบริษัทผลิตเบาะรถยนต์ ภายหลังจากการใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี กับระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน ซึ่งการจัดส่งชิ้นส่วนให้กับผู้ผลิตรถยนต์ที่มาจากประเทศญี่ปุ่นที่มีมาตรฐานการผลิตในประเทศสหรัฐอเมริกา และผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะบริษัทโตโยต้า ปรากฏว่าบริษัทสามารถ ลดระดับชิ้นส่วนคงคลังจาก 32 วัน เป็น 4.1 วัน รวมทั้งลดเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ เพื่อผลิตชิ้นส่วนจาก 6 ชั่วโมง เป็น 17 นาที

e. บริษัท Isuzu แห่งประเทศญี่ปุ่น (Isuzu Motor Corporation, 2002) ได้กล่าวว่า การริเริ่มนำแนวคิดระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน มาประยุกต์ใช้เป็นบริษัทแรกในประเทศญี่ปุ่น โดยใช้แนวคิดการจัดส่ง และการควบคุมจำนวนรถขนส่ง รวมทั้งลดมลพิษทางอากาศและประหยัดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในภาคการขนส่ง ในปัจจุบันนี้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ประมาณร้อยละ 90 ได้ร่วมโครงการนี้

f. บริษัท General Motor แห่งประเทศไทย (วิทยา สุหฤทดำรง, 2542) ได้กล่าวว่า การจัดตั้งบริษัทเดลล์ไฟท์ออโตโมทีฟซิสเต็ม เพื่อการผลิต การจัดหาอุปกรณ์ และชิ้นส่วนต่างๆ ในการผลิตรถยนต์ จากแนวคิดระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี กับระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน โดยบริษัทนี้ให้บริการ การจัดการทางด้านโลจิสติกส์ หรือ 3PL (Third Party Logistics) ภายใต้การแข่งขันและความกดดันในอุตสาหกรรมยานยนต์นั้นเกิดมาจาก “ความต้องการ” ที่แปรเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว โดยมีองค์ประกอบทางด้านต้นทุน คุณภาพ และความเร็วในการผลิตรถยนต์สู่ตลาด ด้วยโครงสร้างของอุตสาหกรรมและธุรกิจที่ถูกกดดันด้วยต้นทุนจากผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ทำให้บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ได้รับผลกระทบตามไปด้วย

g. บริษัท Mazda แห่งประเทศญี่ปุ่น (Mazda Motor Corporation, 2008) ได้กล่าวว่า ทางบริษัทได้นำระบบ Mazda Milk-Run System มาใช้ในปี ค.ศ. 2003 ได้ลดจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในการจัดส่งชิ้นส่วน รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ของรถบรรทุกในการจัดส่งชิ้นส่วน ผลจากการใช้ระบบนี้ทำให้สามารถลดปัญหามลพิษทางอากาศ ($CO_2$) ที่เกิดจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงได้ 1,491 ตัน ในปี ค.ศ. 2007




รูปที่ 2.1 การจัดส่งชิ้นส่วนแบบระบบมิลค์รัน ของบริษัทมาสด้า

สรุปได้ว่า การนำระบบมิลค์รัน เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วนเป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในอุตสาหกรรมยานยนต์ สำหรับประเทศไทย ผู้ผลิตรถยนต์ส่วนใหญ่ได้นำระบบนี้มาใช้ เพราะว่าสามารถบริหารและจัดการกับชิ้นส่วนจำนวนมากที่ใช้ในการผลิตและสามารถตอบสนองต่อการผลิตแบบทันเวลาพอดี เหตุผลหลักที่สำคัญที่สุด คือ การลดต้นทุนการผลิตและการประหยัดพลังงานน้ำมันในภาคการขนส่ง

รายชื่อบริษัทที่นำระบบนี้มาใช้ มีดังนี้

1. บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด และบริษัทในเครือ
2. บริษัท สยามโตโยต้าอุตสาหกรรม จำกัด
3. บริษัท ฮีโน่ มอเตอร์ แมนูแฟคเจอริ่ง ประเทศไทย จำกัด
4. บริษัท อีซูซุ มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
5. บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ จำกัด
6. บริษัท ออโต้ อัลลาย แอนซ์ ประเทศไทย จำกัด
7. บริษัท สยามนิสสันออโตโมบิล จำกัด
8. บริษัท มิตซูบิชิ มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ผลกระทบจากการใช้ระบบมิลค์รัน**

บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จะได้รับผลกระทบมากที่สุด ในการเก็บรักษาปริมาณชิ้นส่วนคงคลังแทนผู้ผลิตรถยนต์ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคขั้นสุดท้ายมีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนจมเกิดขึ้น ภายใต้การแข่งขันอย่างรุนแรง ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กหลายแห่งตัดสินใจที่จะใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี ซึ่งสามารถลดปริมาณของเสีย การพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ โดยอาศัยความสัมพันธ์ภาพระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และผู้ผลิตรถยนต์ (Stamm และ Golhar, 1991) ที่ดีระหว่างลูกค้าและผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ของธุรกิจขนาดเล็กที่ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี รวมทั้งกำหนดหลักการประเมินผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งดังนี้

- ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จะต้องผลิตสินค้าหรือชิ้นส่วนที่มีคุณภาพ
- ต้นทุนสินค้าหรือชิ้นส่วนต่ำ
- ความไว้ใจในการจัดส่งสินค้าหรือชิ้นส่วน
- ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์จะต้องมีความเชี่ยวชาญและเทคนิคการผลิตแบบใหม่ๆ
- จำนวนเที่ยวในการจัดส่งสินค้าหรือชิ้นส่วนต่อวัน
- ระยะทางระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และผู้ผลิตรถยนต์

บริษัทผู้ดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นองค์กรกลางอิสระ ที่ทำหน้าที่จัดส่งสินค้าและบริการต่างๆ จากผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ มายังผู้ผลิตรถยนต์ ซึ่งภายหลังจากการปรับใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี มีแนวคิดที่คล้ายคลึงกับระบบเดิม เพียงแต่เปลี่ยนขนาดการสั่งซื้อจากขนาดใหญ่ เป็นขนาดเล็ก และความถี่ในการจัดส่งมากขึ้น (Karlsson และ Norr, 1993) จากการศึกษาประสิทธิผลโดยรวมของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี ที่ปรับใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ในประเทศสวีเดน ถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และผู้ประกอบการการผลิต สามารถสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

- การจัดส่งจะต้องอาศัยความร่วมมือกันภายในองค์กรของผู้ประกอบการการผลิตและผู้ผลิต
- การเพิ่มความถี่ในการจัดส่ง และช่วยลดการจัดส่งที่ไม่ตรงตามเวลาที่กำหนด แต่ความเป็นจริงแล้วสภาพการจราจรที่ติดขัดเป็นอุปสรรคที่สำคัญที่สุด

- ระบบข้อมูลข่าวสารต่างๆ จะต้องมีความต่อเนื่องและมีความถูกต้องเพื่อใช้ในการจัดส่ง
- ระบบการจัดส่งที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความยืดหยุ่นสูง โดยพิจารณาจากขนาดของรถบรรทุก และประเภทของรถบรรทุกที่สามารถปรับเข้ากับขนาดของสินค้าและจำนวนของสินค้า
- การใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีไม่ได้ง่ายอย่างที่คิด เพราะว่าชิ้นส่วนที่ใช้ในกระบวนการผลิต ขึ้นอยู่กับสภาพการจัดส่ง

บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยานยนต์ ผู้ผลิตรถยนต์ส่วนใหญ่หลายแห่งได้ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Liker และ Wu, 2000) ได้ทำการศึกษาชิ้นส่วนยานยนต์ของประเทศญี่ปุ่น และประเทศสหรัฐอเมริกา ในส่วนของห่วงโซ่อุปทานของบริษัท พบว่าผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศญี่ปุ่น ใช้หลักการ การพัฒนาความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์และผู้ผลิตรถยนต์ โดยจัดตั้งโรงงานประกอบในอาณาบริเวณเดียวกัน เพื่อผลประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และการพัฒนาระบบการผลิตและการจัดส่งชิ้นส่วนแบบทันเวลาพอดี จากหลักการดังกล่าวได้ใช้กับผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ดังนี้

- ชิ้นส่วนคงคลังในระดับต่ำ ปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดความสำเร็จในการใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี คือ การปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตแบบ Lot Size เป็นการผลิตแบบรายชิ้นงาน หรือ รายคัน โดยขึ้นอยู่กับปริมาณการสั่งซื้อ ข้อดีของการผลิตแบบรายชิ้นงาน คือ ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์สามารถตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิต และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งเป็นการลดปริมาณของของเสียที่เกิดจากการผลิต

- การรักษาระดับการผลิตที่เหมาะสม ผู้ผลิตรถยนต์จะต้องใช้แผนการผลิตแบบปรับเรียบ และมีความสม่ำเสมอของแผน เพื่อลดความผันผวนในการผลิตชิ้นส่วนของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ดังนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์พยายามเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนคงคลังในระดับที่มากกว่าปกติ เพื่อการจัดส่งได้ทันตามที่ผู้ผลิตรถยนต์ต้องการชิ้นส่วนนั้นๆ ผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศญี่ปุ่นได้พยายามไม่ปรับแผนการผลิต เพราะการปรับแผนการผลิต จะส่งผลกระทบต่อการผลิตชิ้นส่วนโดยเฉพาะบริษัท โตโยต้า ให้ความสำคัญกับแผนการผลิตเป็นอย่างมาก ในการรักษาระดับการผลิตที่เหมาะสม เพื่อช่วยเหลือระบบการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

- การพัฒนาคุณภาพของชิ้นส่วน ถ้าพบชิ้นส่วนมีปัญหาจะต้องหาทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างเร่งด่วน ผู้ผลิตรถยนต์ของประเทศญี่ปุ่น ได้พยายามให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์สร้างคุณภาพของชิ้นส่วน แทนการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นส่วน เพราะว่าการสร้างคุณภาพของชิ้นส่วนสามารถแก้ไขปัญหาที่แท้จริงได้

## 2.2 **กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น** (Analytic Hierarchy Process, AHP)

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process , AHP) เป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multi – Criteria Decision Making Method) นั่นคือการตัดสินใจเลือกทางเลือก หรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ โดย AHP เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ และมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญและช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจดีที่สุด ซึ่งสามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ AHP ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ที่ทำการตัดสินใจได้ตัดสินใจในสิ่งที่ดีที่สุดแล้วยังแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจนว่าทำไมสิ่งที่เลือกนั้นถึงดีที่สุด AHP ได้ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2513 โดย Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย และเป็นทฤษฎีที่นิยมใช้ในการตัดสินใจอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

ตั้งแต่กระบวนการนี้ได้รับการคิดค้นขึ้นมา ก็มีการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการตัดสินใจต่างๆ มากมาย เช่น การตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานทางธุรกิจ ได้แก่ การสั่งซื้อชิ้นส่วน การเลือกสถานที่ในการประกอบการ การกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด ฯลฯ รวมถึงการประยุกต์ใช้ในเรื่องของการบริหารทรัพยากรบุคคลในองค์กร เช่น การจัดลำดับความสามารถของพนักงาน การประเมินทางเลือกของสายอาชีพ การสำรวจทัศนคติของพนักงาน ฯลฯ ซึ่งจุดเด่นของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีดังนี้

- ให้ผลการสำรวจน่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากใช้วิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจก่อนที่จะลงมือตอบคำถาม

- มีโครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับขั้น เลียนแบบกระบวนความคิดของมนุษย์ ทำให้ง่ายต่อการใช้และการทำความเข้าใจ

- ผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ และยังสามารถนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปเปรียบเทียบ (Benchmarking) กับหน่วยงานอื่นๆ ได้

- สามารถขจัดการตัดสินใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้
- ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจแบบคนเดียวและแบบที่เป็นกลุ่มหรือหมู่คณะ
- ก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชามติ
- ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม

การที่จะตัดสินใจโดยใช้กระบวนวิเคราะห์ตามระดับชั้นได้นั้น ต้องใช้สิ่งต่างๆ มาวิเคราะห์และคำนวณ ดังนี้

- เกณฑ์ (กำหนดโดยผู้ตัดสินใจ)
- การเปรียบเทียบตามเกณฑ์ (พิจารณาโดยผู้ตัดสินใจ)
- ตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ

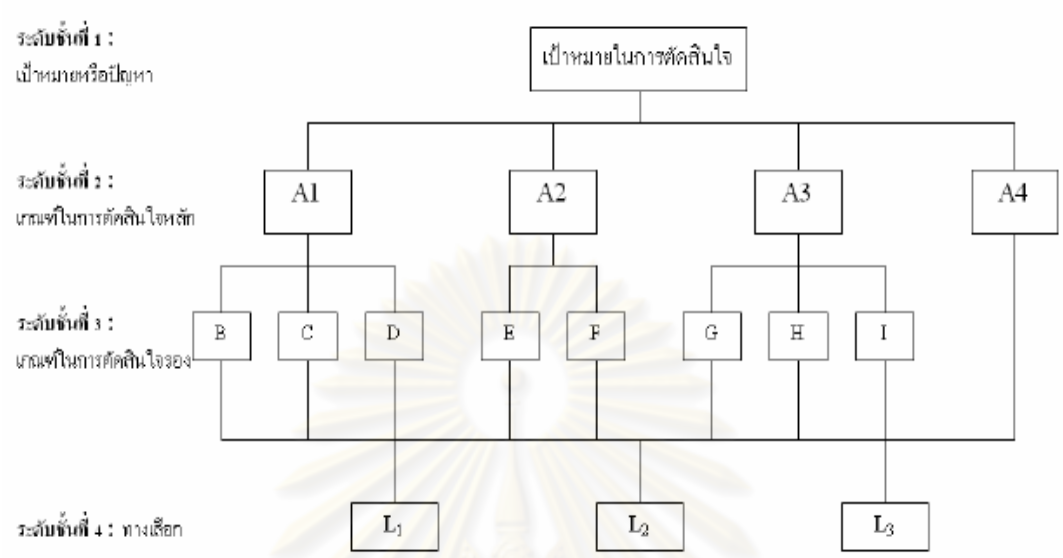
AHP จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นระดับชั้น คือ เป้าหมาย เกณฑ์ เกณฑ์ย่อย และทางเลือก จากนั้นให้วิเคราะห์เปรียบเทียบเกณฑ์หรือทางเลือกทีละคู่โดยให้ความสำคัญตามตารางระดับความสำคัญหรือความชอบ และคำนวณหาลำดับความสำคัญของแต่ละชั้น

**ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์**

AHP เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมาก เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบ “ความสำคัญ” ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อหา “น้ำหนัก” ของแต่ละเกณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจึงนำ “ทางเลือก” ที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้




รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของแผนภูมิตามลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ

รูปที่ 2.2 เป็นการแสดงแบบจำลองหรือแผนภูมิตามลำดับชั้นของ “กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น” ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ช่วยในการตัดสินใจ โครงสร้างของแผนภูมินี้ประกอบไปด้วย “องค์ประกอบ” หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจต่างๆ แผนภูมินี้มีลักษณะเป็นระดับชั้น จำนวนของลำดับชั้นจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของการตัดสินใจ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

- ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ
- ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น
- ระดับชั้นที่ 3 ลงมา แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนเพียงพอ)
- ส่วนระดับชั้นล่างสุด หรือระดับชั้นสุดท้าย คือทางเลือกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์นั้น มีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่เราจะต้องหาน้ำหนัก “ความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือก โดยมีขั้นตอนดังนี้

- สร้างตารางเมตริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างตารางเมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่

| เกณฑ์ตัดสินใจ | | ปัจจัย | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | A1 | A2 | A3 | A4 |
| ปัจจัย | A1 | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $a_{13}$ | $a_{14}$ |
| | A2 | $a_{21}$ | $a_{22}$ | $a_{23}$ | $a_{24}$ |
| | A3 | $a_{31}$ | $a_{32}$ | $a_{33}$ | $a_{34}$ |
| | A4 | $a_{41}$ | $a_{42}$ | $a_{43}$ | $a_{44}$ |

โดยที่ $a_{ij}$ คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมตริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย $A_i$ และ $A_j$

- กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เช่น

ถ้า $a_{ij} = 1$ หมายถึง ปัจจัย $A_i$ และ $A_j$ มีความสำคัญเท่ากัน

ถ้า $a_{ij} = 3$ หมายถึง ปัจจัย $A_i$ มีความสำคัญมากกว่า $A_j$ เล็กน้อย

ถ้า $a_{ij} = 5$ หมายถึง ปัจจัย $A_i$ มีความสำคัญมากกว่า $A_j$ ปานกลาง

ถ้า $a_{ij} = 7$ หมายถึง ปัจจัย $A_i$ มีความสำคัญมากกว่า $A_j$ มากที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

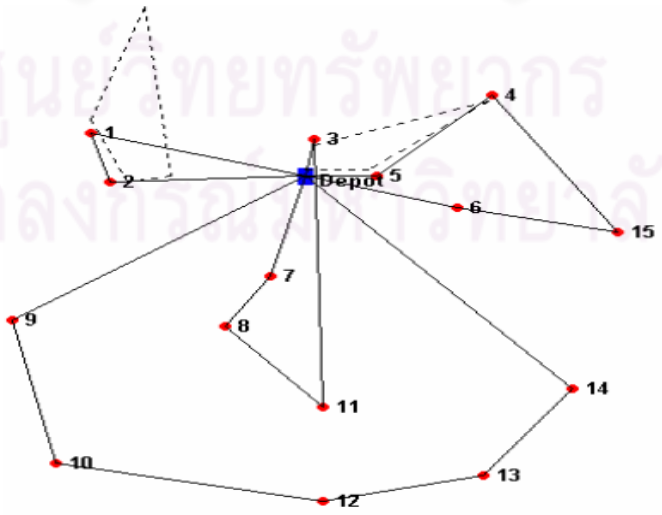
จำนวนระดับของมาตราส่วนในการเปรียบเทียบนี้ ขึ้นอยู่กับตัวผู้ทำการวิเคราะห์เองว่าต้องการรายละเอียดในการเปรียบเทียบมากแค่ไหน ถ้าต้องการรายละเอียดมากขึ้น ก็อาจจะกำหนดระดับการเปรียบเทียบหลายระดับมากขึ้น เช่น อาจจะเพิ่มจำนวนระดับขึ้นไปอีก คือ ถ้า $a_{ij}$ = 9 หมายถึง ปัจจัย $A_i$ มีความสำคัญมากกว่า $A_j$ อย่างยิ่งยวด หรือถ้าคิดว่าระดับของมาตราส่วนดังกล่าวมีความแตกต่างเกินไป ก็อาจจะกำหนดใหม่ ให้มาตราส่วนในการเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยลงก็ได้ เช่น ให้ $a_{ij}$ = 2 หมายถึง ปัจจัย $A_i$ มีความสำคัญมากกว่า $A_j$ เล็กน้อย และ $a_{ij}$ = 3 หมายถึง ปัจจัย $A_i$ มีความสำคัญมากกว่า $A_j$ ปานกลาง เป็นต้น

- คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมิน
- วัดค่าอคติของเกณฑ์การประเมิน

3. นำ “ทางเลือก” ที่กำหนดไว้ในตอนแรกมาทำการประเมินผ่าน “เกณฑ์” ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น

## 2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาของการจัดการเพื่อหาจำนวนเส้นทางและลำดับของการเดินรถที่มีความเหมาะสมไปยังลูกค้าต่างๆ ในแต่ละเส้นทางและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายทางธุรกิจดังรูปที่ 2.3 ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่สำคัญต่อการจัดเส้นทางเดินรถ ได้แก่

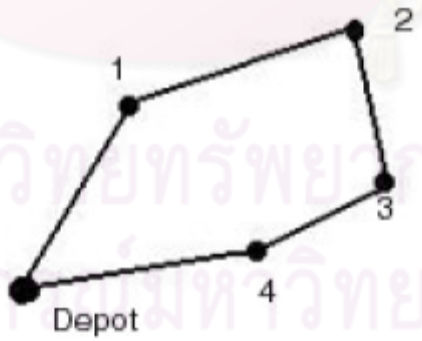



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการจัดเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวไปยังลูกค้าต่างๆ

- ข้อจำกัดในเส้นทาง (Route Capacities) ซึ่งสะท้อนถึงขนาดของรถหรือเงื่อนไขของเวลาในการขับขี่รถบรรทุกที่กฎหมายอนุญาต
- กรอบของเวลา (Time Window) เป็นการกำหนดช่วงเวลาของวันที่จะลงสินค้าในแต่ละร้านค้าโดยข้อกำหนดนี้อาจเป็นได้ทั้งข้อกำหนดที่เข้มงวด คือหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Hard time window) และข้อกำหนดที่ไม่เข้มงวด (Soft time window) คือผ่อนปรนได้บ้าง แต่อาจจะมีบทปรับหรือลงโทษ

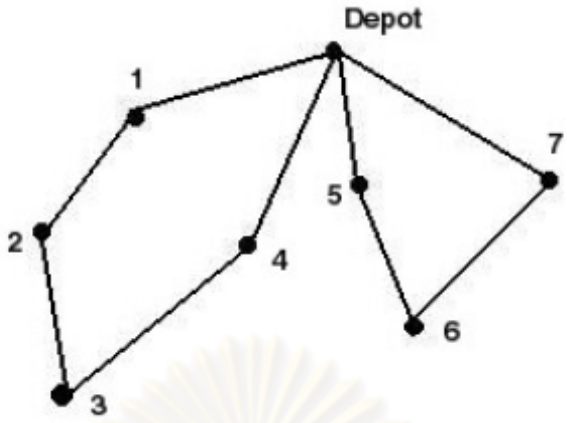
แนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถจะมีความซับซ้อนและแปลเปลี่ยนไปตามรายละเอียดขององค์ประกอบของปัญหาดังตารางที่ 2.3 ซึ่งงานวิจัยนี้จะเน้นการวางแผนเส้นทางของรถบรรทุกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว ซึ่งมีวิธีการจำลองปัญหานี้อยู่ 3 รูปแบบเรียงลำดับจากปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยไปมาก คือ

- การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (Traveling Salesman Problem ,TSP) เป็นปัญหาในระดับง่ายสุด เนื่องจากเป็นการจัดลำดับการส่งสินค้าที่ใช้เส้นทางเดียวให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียว และไม่มีข้อจำกัดของเวลาและความจุของรถ โดยผลลัพธ์ของเส้นทางที่จัดได้จะเริ่มและสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้าและผ่านลูกค้าแต่ละรายเพียงครั้งเดียวดังรูปที่ 2.4




รูปที่ 2.4 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถเพียง 1 เส้นทาง (TSP)

- การจัดเส้นทางการเดินรถแบบหลายเส้นทาง (Multiple Traveling Salesmen Problem , MTSP) เป็นปัญหาในการจัดลำดับการส่งสินค้าโดยใช้เส้นทางหลายเส้นทางให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความจุของรถ ดังรูปที่ 2.5




รูปที่ 2.5 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถหลายเส้นทาง (MTSP)

ตารางที่ 2.4 ลักษณะเฉพาะของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง

| **ลักษณะเฉพาะ** | **ทางเลือกที่เป็นไปได้** |
|---|---|
| 1. ขนาดของยานพาหนะที่มี | - ขนาดเดียว |
| | - หลายขนาด |
| 2. ประเภทของยานพาหนะที่มี | - เหมือนกัน (มียานพาหนะแบบเดียว) |
| | - ต่างกัน (มียานพาหนะหลายแบบ) |
| | - ไม่เจาะจง |
| 3. ที่จอดยานพาหนะ | - คลังสินค้ากลาง 1 แห่ง |
| | - คลังสินค้ากลางมากกว่า 1 แห่ง |
| 4. รูปแบบของความต้องการ | - ความต้องการแบบดีเทอมินิสติกส์ |
| | - ความต้องการแบบสโตแคสติก |
| | - ขึ้นกับความเหมาะสม |
| 5. ตำแหน่งของความต้องการ | - ที่ปม |
| | - ที่กิ่ง |
| | - ผสมผสาน |
| 6. โครงข่ายพื้นฐาน | - ทางอ้อม |
| | - ทางตรง |
| | - ผสมผสาน |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 ลักษณะเฉพาะของปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (ต่อ)

| ลักษณะเฉพาะ | ทางเลือกที่เป็นไปได้ |
|---|---|
| 7. ขีดจำกัดความจุของยานพาหนะ | - กำหนด (เท่ากันทุกเส้นทาง) |
| | - กำหนด (ต่างกันตามเส้นทาง) |
| | - ไม่กำหนด (ไม่จำกัดความจุ) |
| 8. เวลาสูงสุดในเส้นทาง | - กำหนด (เท่ากันทุกเส้นทาง) |
| | - กำหนด (ต่างกันตามเส้นทาง) |
| | - ไม่กำหนด (ไม่จำกัดความจุ) |
| 9. การปฏิบัติงาน | - บรรทุกอย่างเดียว |
| | - ส่งอย่างเดียว |
| | - ผสมผสาน (ทั้งบรรทุกและส่ง) |
| 10. ต้นทุน | - ต้นทุนผันแปรหรือต้นทุนเส้นทาง |
| | - ต้นทุนคงที่หรือต้นทุนยานพาหนะ |
| | - ต้นทุนขนส่งรวม |
| 11. วัตถุประสงค์ | - ลดต้นทุนรวมของเส้นทาง |
| | - ลดต้นทุนที่ต้องการของยานพาหนะ |
| | - ลดฟังก์ชันที่จะใช้ที่ขึ้นกับการบริการหรือความน่าเชื่อถือ |
| | - ลดฟังก์ชันที่จะใช้ที่ขึ้นกับลำดับความสำคัญของลูกค้า |

- ปัญหาการจัดเส้นทางแบบ Classical Vehicle Routing Problem (Classical VRP) ปัญหาในระดับนี้จะเป็นการหาจำนวนเส้นทางและลำดับในการส่งสินค้าให้กับลูกค้าต่างๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยทราบปริมาณสินค้าของแต่ละลูกค้า ภายใต้ข้อจำกัดของรถซึ่งบรรทุกสินค้าได้ไม่เกินความจุที่กำหนดไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.4 เทคนิคในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

เทคนิคในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว สามารถจำแนกได้ 2 แนวทาง ดังนี้

- เทคนิคในการหาคำตอบด้วยการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)
- เทคนิคการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics)

### 2.4.1 เทคนิคในการหาคำตอบด้วยการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization)

การแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด เป็นวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบที่ดีสุด ทั้งนี้ปัญหาของการจัดเส้นทางเป็นปัญหา Integer Programming เนื่องจากคำตอบที่เป็นไปได้จะประกอบด้วยค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะนี้มีหลายวิธี เช่น เทคนิคการแตกกิ่งและจำกัดเขต (Branch and Bound) เป็นต้น แต่วิธีในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดมักประสบปัญหา เนื่องจากต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์นานมาก จึงไม่สามารถแก้ปัญหาซึ่งมีความสลับซับซ้อนในเวลาที่จำกัดได้

### 2.4.2 เทคนิคการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics)

วิธีการฮิวริสติกส์ เป็นวิธีการที่อาศัยการกำหนดกฎเกณฑ์บางประการขึ้นมา เพื่อหาคำตอบที่ดีและเหมาะสมในระดับหนึ่งถึงแม้ไม่ใช่คำตอบที่ดีสุด แต่สามารถให้คำตอบได้ภายในเวลาที่เหมาะสมไม่นานเกินไป โดยสามารถแบ่งวิธีการวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบได้ 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่ม Classical heuristics
- กลุ่ม Metaheuristics

*ก. เทคนิคในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถกลุ่ม Classical heuristics*

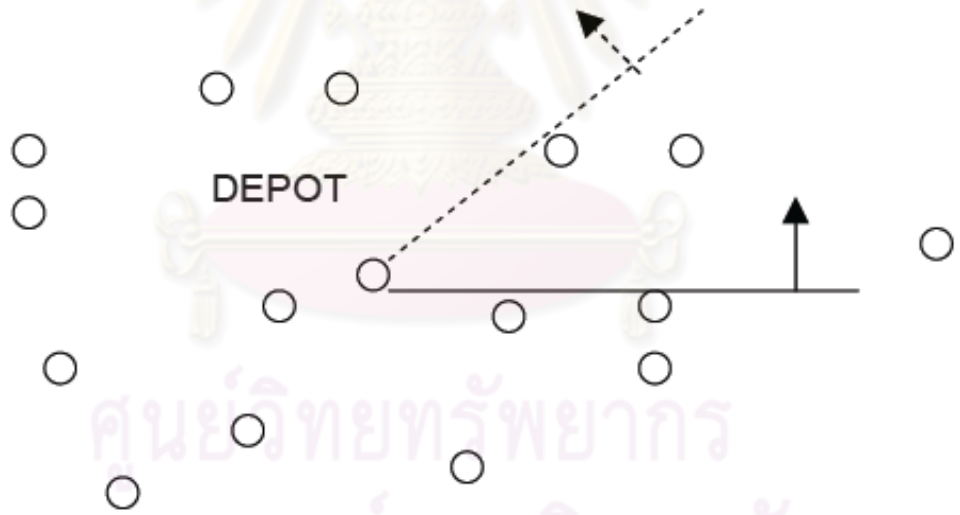
เทคนิคที่นิยมใช้สำหรับการจัดเส้นทางแบบนี้ ได้แก่

1 Saving หรือ Insertion Procedure โดยการหาค่าประหยัดค่าใช้จ่ายแล้วจึงเรียงค่าการประหยัดได้จากมากไปน้อยเพื่อสร้างเส้นทางที่ทำให้เกิดการประหยัดสูงสุด โดยยังไม่เกินเงื่อนไขเกี่ยวกับความจุของรถ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจมีข้อบกพร่องเพราะเส้นทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ได้จากการวิเคราะห์อาจมีพื้นที่รับผิดชอบในการขนส่งแตกต่างกันมาก และทำให้ระยะเวลาในการเดินรถไม่เท่ากัน นอกจากนี้ผลลัพธ์ของการจัดเส้นทางอาจทำให้ใช้ยวดยานมากกว่าวิธีอื่นๆ

2 Sweep Approach เป็นวิธีการหาจำนวนเส้นทางและลำดับการส่งสินค้า โดยการแบ่งเส้นทางเป็นพื้นที่รับผิดชอบด้วยการหมุนเส้นสมมติในทิศทวนเข็มหรือตามเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 2.6 และรวมปริมาณสินค้าที่เส้นดังกล่าวผ่านร้านต่างๆ จนกระทั่งผลรวมของปริมาณสินค้าใกล้ถึงความจุของรถบรรทุก จึงเปลี่ยนรถใหม่เข้ามาเพิ่มจนกระทั่งหมุนเส้นครบรอบ หลังจากนั้นจึงใช้เทคนิคการแก้ปัญหา TSP สำหรับรถแต่ละคัน แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจมีข้อบกพร่อง คือ ถ้าศูนย์กระจายสินค้าไม่ได้อยู่ ณ ศูนย์กลางของพื้นที่ให้บริการ จะทำให้รูปร่างของเส้นทางการเดินรถมีขนาดที่ไม่สมดุล และทำให้ระยะเวลาในการเดินทางของรถแต่ละคันมากกว่าวิธีการอื่นๆ นอกจากนี้แล้ววิธีการแบบนี้ไม่ได้คำนึงถึงลักษณะการวางแนวของถนน ทำให้ร้านค้าที่อยู่ในถนนเดียวกัน อาจอยู่คนละเส้นทางก็ได้ซึ่งไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง




รูปที่ 2.6 การแก้ไขปัญหาด้วยวิธี Sweep Approach

3 Nearest Neighbor Approach เป็นวิธีการค้นหาจุดรับสินค้าที่อยู่ใกล้กับจุดรับสินค้าจุดสุดท้ายมากที่สุด โดยมีปริมาณสินค้าไม่เกินความจุของรถขนส่งสินค้าและเริ่มทำการสร้างทัวร์ใหม่เมื่อปริมาณสินค้าของจุดรับสินค้าเกินความจุของรถ ทั้งนี้ความใกล้อาจพิจารณาจากระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางได้ตามแต่ความเหมาะสม วิธีการสร้างทัวร์เริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นทาง โดยเป็นจุดที่ใกล้กับคลังสินค้ามากที่สุด จากนั้นค้นหาจุดที่

อยู่ใกล้จุดสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด เพิ่มจุดเข้าเส้นทาง และทำวนซ้ำจนจุดทุกจุดอยู่ในเส้นทาง จากนั้นลากเส้นจากจุดสุดท้ายไปยังจุดเริ่มต้น

4 Cluster First - Route Second เป็นการหาเส้นทางในการเดินรถโดยแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบในการส่งสินค้าก่อน หลังจากนั้นจึงหาลำดับในการส่งสินค้าในลำดับต่อไป

5 Route First - Cluster Second วิธีการนี้จะเริ่มจากการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่ผ่านลูกค้าทุกราย ซึ่งเรียกเส้นทางนี้ว่า Giant Tour หลังจากนั้นจึงแบ่งออกเป็นเส้นทางย่อยๆ เนื่องจากรถเพียงคันเดียวไม่สามารถเดินทางได้ครบทุกจุด ดังนั้นจึงต้องแบ่งเป็นเส้นทางย่อยโดยคำนึงถึงความจุของรถ และข้อจำกัดระยะเวลาการขนส่ง

6 Improvement หรือ Exchange Procedure เป็นวิธีในการปรับปรุงเส้นทางที่มีอยู่ด้วยการหาเส้นทางที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากการแลกเปลี่ยนเส้นทางที่มีอยู่แล้ว จนกระทั่งไม่สามารถปรับปรุงเส้นทางได้

*ข. เทคนิคในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถกลุ่ม Metaheuristics*

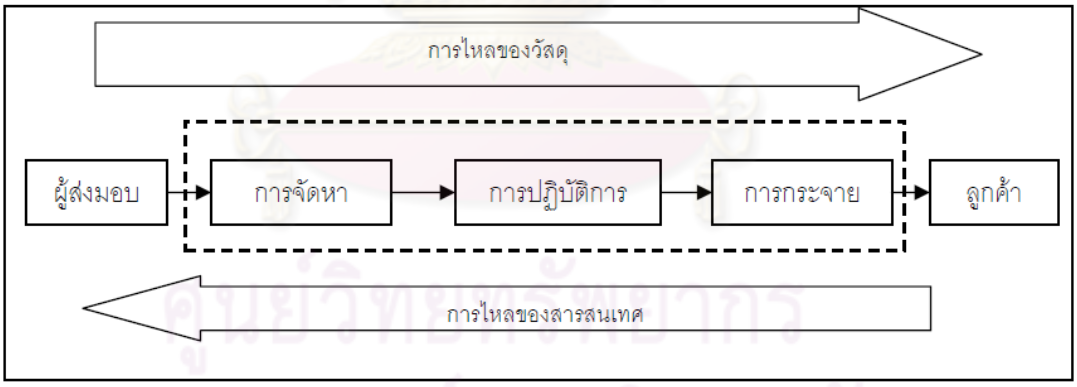
เทคนิคที่นิยมใช้สำหรับการจัดเส้นทางแบบนี้ ได้แก่ Tabu Search และการประยุกต์ใช้วิธีการเลียนแบบขบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติของยีนส์ที่เรียกว่าGenetic Algorithms ซึ่งทั้ง 2 วิธีเป็นกรอบวิธีสำหรับการหาคำตอบที่เหมาะสม โดยออกแบบสำหรับเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้กับร่วมวิธีการอื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาผลการวิเคราะห์ที่มักจะได้ Local Optimality ซึ่งเทคนิคดังกล่าวได้มีการประยุกต์ใช้หลายวงการ รวมทั้งปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ นอกจากนี้ยังมีวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีอื่นๆ ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ อาทิ การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) วิธีการ Simulated Annealing Algorithm วิธีการ Ant Colony System เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**1. การบริหารแบบโลจิสติกส์ ปัจจัยการแข่งขันในยุคน้ำมันแพง** (โกศล ดีศีลธรรม, 2548)

การบริหารโลจิสติกส์ (Logistics management) เป็นการบริหารในส่วนปฏิบัติการ (Operational management) และมักเป็นคำที่ถูกเรียกแทนการบริหารห่วงโซ่อุปทาน Council of Logistics management ได้นิยามความหมายของ Logistic management ไว้ว่า เป็นกระบวนการเกี่ยวข้องกับ การวางแผน การดำเนินการ และการควบคุมเพื่อให้เกิดการไหลของทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งรวมถึงประสิทธิผลทางต้นทุน การจัดเก็บสินค้าคงคลัง และการไหลของสารสนเทศ โดยทั่วไปกิจกรรมทางโลจิสติกส์จะเกี่ยวข้องกับการขนส่งหรือนำเข้า (Inbound Transportation) และการกระจายสินค้าสู่ภายนอก (Outbound distribution) หรือหมายถึงการบริหารโลจิสติกส์ เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งมีการเชื่อมโยงสารสนเทศกับภายนอก เพื่อใช้สำหรับการวางแผนจัดหาจัดซื้อ และกิจกรรมการผลิต กระบวนการต่างๆ ถูกเชื่อมโยงด้วยความสัมพันธ์ของการไหลที่ประกอบด้วย ส่วนประกอบคือ ผู้จัดส่ง การจัดหาจัดซื้อ การปฏิบัติการผลิต การกระจายสินค้า และลูกค้า




รูปที่ 2.7 การไหลของวัสดุและสารสนเทศ

การไหลของวัสดุ คือ การเคลื่อนย้ายวัสดุหรือสินค้าสำเร็จรูป โดยเริ่มจากผู้จัดส่งดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนและวัตถุดิบ เพื่อจัดส่งให้กับผู้ผลิตโดยในแต่ละกระบวนการของระบบโลจิสติกส์จะมุ่งการเพิ่มคุณค่า (Value-added) ด้วยการแปรรูปชิ้นส่วนให้สินค้าสำเร็จรูปและทำการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น

- การกระจายสินค้า เป็นกิจกรรมที่เคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์เพื่อจัดส่งให้กับลูกค้าด้วยระบบกระจายสินค้า ซึ่งมีการเชื่อมโยงกับผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่าย และผู้ค้าปลีก

- การปฏิบัติการผลิต เป็นกิจกรรมในช่วงของการผลิตโดยมุ่งการบริหารระดับของสินค้าคงคลังในรูปของงานระหว่างทำ (Work-in-process) ด้วยการวางแผนกำหนดการผลิตหลัก (Master production schedule) สำหรับการจัดเตรียมวัสดุและชิ้นส่วนให้พร้อมในกิจกรรมการผลิต

- การจัดหาจัดซื้อ เป็นกระบวนการโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound logistics) ประกอบด้วยกิจกรรมการจัดซื้อและดำเนินการเคลื่อนย้ายทรัพยากรจากผู้จัดส่งเข้าสู่องค์กรเพื่อดำเนินการแปรรูป

- การไหลของสารสนเทศ ความแม่นยำของสารสนเทศคือปัจจัยความสำเร็จหลักที่สนับสนุนการวางแผนและการควบคุมการดำเนินงาน หากการไหลของสารสนเทศที่ถูกใช้สนับสนุนการตัดสินใจทางกลยุทธ์เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันให้กับองค์กร ดังนั้นการไหลของสารสนเทศจึงมีบทบาทต่อการเชื่อมโยงระบบโลจิสติกส์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. **การวัดประสิทธิภาพในระบบโลจิสติกส์** (วิทยา สุหฤทดำรง, 2546)

ได้ทำการศึกษาถึงการวัดประสิทธิภาพในเชิงโลจิสติกส์ไว้ว่า

1. บริษัททั่วไปไม่ได้มีการวัดประสิทธิภาพเชิงโลจิสติกส์แบบรวบยอดหรือภาพรวม
2. แม้ว่าบริษัทที่มีผลการดำเนินงานดีเลิศแต่ก็ล้มเหลว จึงจะรู้ว่าศักยภาพของการบริการและผลิตภาพเป็นผลมาจากการจัดการวัดประสิทธิภาพของโลจิสติกส์
3. ความสามารถเชิงโลจิสติกส์ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในฐานะสิ่งที่สร้างความแตกต่างเชิงการแข่งขันและเป็นทรัพยากรหลักเชิงกลยุทธ์ โดยทั่วไปมีเหตุผลหลัก 3 ประการในการทำการวัดประสิทธิภาพเชิงโลจิสติกส์คือ

    - ต้องการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
    - ผลักดันการสร้างผลกำไร

- การเพิ่มมูลค่าหุ้น

การจัดการโลจิสติกส์ในปัจจุบัน มีการวัดประสิทธิภาพด้วยตัววัดต่างๆ ดังนี้

1. การวัดในเชิงหน้าที่การใช้งาน เช่น ในด้านต้นทุน คุณภาพ ผลิตภาพ การจัดการทรัพย์สิน การบริการลูกค้า โดยทั้ง 5 ตัวจะเป็นหัวข้อหลักในการพิจารณาซึ่งสามารถแตกย่อยลงรายละเอียดในแต่ละหัวข้อได้

2. การวัดการอำนวยความสะดวกต่อลูกค้า เช่น คำสั่งซื้อที่สมบูรณ์แบบ สมรรถนะแบบสมบูรณ์ และการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

3. การวัดความสามารถของโซ่อุปทาน จะมุ่งเน้นไปที่ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลโดยรวมของโซ่อุปทาน เช่นระยะเวลาการเปลี่ยนมือของเงิน ระดับสินค้าคงคลังในโซ่อุปทาน ต้นทุนของโซ่อุปทาน และเวลาของการตอบสนองของโซ่อุปทาน

4. การเทียบเคียง หลายๆ บริษัทได้นำการเทียบเคียงมาใช้โดยการดูจากคู่แข่งขันในอุตสาหกรรมเดียวกัน หรือที่ไม่ใช่คู่แข่งขันในอุตสาหกรรมอื่น

**3.Miemczyk and Holweg; 2004**: ได้ทำการสำรวจการดำเนินการด้านสินค้าขาเข้าในอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศอังกฤษ พบว่าอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงจากการใช้ระบบ Push มาสู่ระบบ Pull โดยทำการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Build to order) เพื่อเพิ่มการตอบสนองต่อลูกค้า ซึ่งผู้ผลิตรถยนต์ทุกรายต่างพยายามที่จะลดระยะเวลานำในการผลิต (Order to delivery lead time) จากกว่า 6-8 สัปดาห์จนเหลือ 2-3 สัปดาห์ อันเป็นผลมาจากการใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าและระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing)

ระบบโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ outbound logistics ซึ่งคือการจัดส่งรถยนต์ที่ผลิตเสร็จจากโรงงานผลิตไปยังผู้แทนขายซึ่งเวลาในการจัดส่งคือ เวลานำจากโรงงานผลิตถึงมือลูกค้า และ Inbound logistics คือ ห่วงโซ่ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนและโรงงานประกอบรถยนต์ ซึ่งแม้ว่าเวลาของ Inbound logistics จะกระทบต่อเวลานำในการผลิตไม่มาก แต่หากความสามารถในการจัดส่งของผู้ผลิตชิ้นส่วนไม่ดี ทำให้โรงงานผลิตไม่สามารถมีชิ้นส่วนในเวลาที่ต้องการได้ก็จะต้องทำการเก็บชิ้นส่วนในคลังสินค้า หรือหากผู้ผลิตรถยนต์ไม่

สามารถประมาณการยอดการผลิตและรุ่นของรถได้ถูกต้อง ก็จำเป็นต้องมีวัสดุคงคลังสำหรับการผลิตแบบตามคำสั่งของลูกค้า

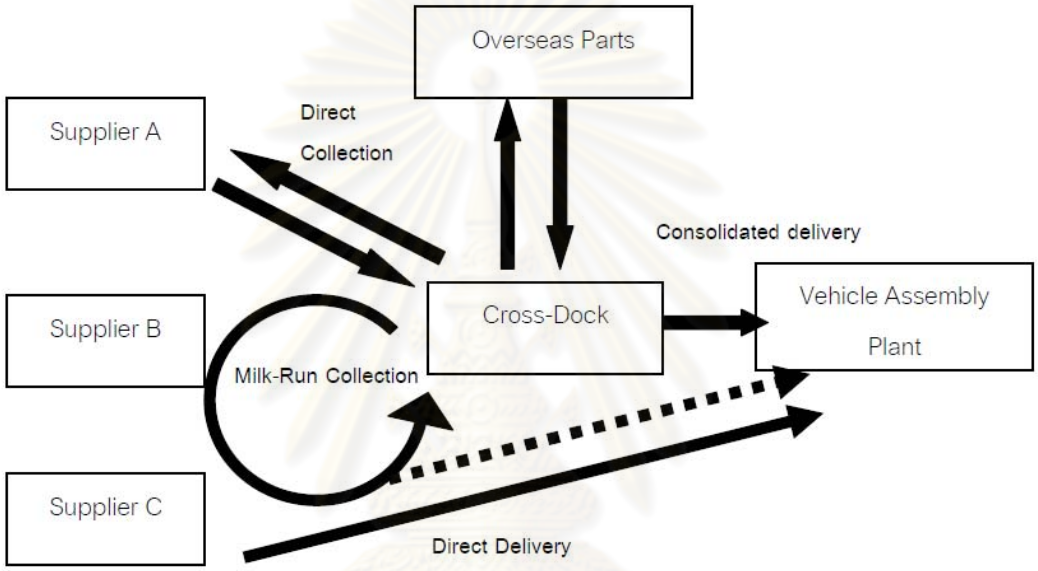
การวิจัยได้พบว่าปัจจัยหลักโครงสร้างของการจัดการสินค้าขาเข้า คือ จำนวนผู้ผลิตชิ้นส่วนต่อโรงงานผลิตและระยะทางเฉลี่ยระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนและโรงงานประกอบรถยนต์ มีการรายงานรูปแบบของระบบโลจิสติกส์ขาเข้าในอุตสาหกรรมยานยนต์ พบว่าการผลิตรถยนต์ มีหลากหลายรุ่นและรูปแบบทำให้เกิดการตัดสินใจนำกลยุทธ์ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี มาใช้เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในระบบการผลิต ซึ่งการใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีจะทำให้เกิดการจัดส่งชิ้นส่วนด้วยความถี่มากกว่า 1 ครั้งต่อวัน และทำให้เกิดการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ส่งต่อครั้ง ซึ่งสุดท้ายแล้วอาจทำให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าขาเข้าเพิ่มขึ้น เพื่อแลกกับความยืดหยุ่นในการผลิต ผู้ผลิตรถยนต์จึงได้พัฒนากลยุทธ์ด้านการจัดการสินค้าขาเข้าเพื่อควบคุมต้นทุนการผลิต โดยการสำรวจได้พบว่ารูปแบบของกลยุทธ์การขนส่งแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบดังนี้

1. การรับสินค้าโดยตรงจากผู้ผลิตชิ้นส่วน (Direct collection from supplier) เป็นระบบที่โรงงานประกอบรถยนต์ จัดรถบรรทุกไปรับชิ้นส่วนโดยตรงจากโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วน หลังจากจัดเก็บมาแล้วอาจใช้วิธีส่งตรงถึงโรงงานประกอบโดยตรงหรือ ทำการส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งวิธีนี้มักจะใช้กับกรณีที่ปริมาณชิ้นส่วนมีจำนวนมากๆ หรือระยะทางจากผู้ผลิตชิ้นส่วนถึงโรงงานประกอบรถยนต์อยู่ห่างกันมาก

2. การจัดส่งสินค้าโดยผู้ผลิตชิ้นส่วนโดยตรง (Direct delivery-Supplier to assembly plant) ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะทำการจัดส่งชิ้นส่วนที่ทำการผลิตส่งตรงถึงโรงงานประกอบรถยนต์โดยตรงตามเวลาและปริมาณที่ต้องการ มักไม่ค่อยพบและมีการใช้กับผู้ผลิตชิ้นส่วนบางรายที่มีปริมาณการส่งชิ้นส่วนทีละมากๆ

3. การจัดส่งสินค้าโดยเก็บรวบรวมจากผู้ผลิตชิ้นส่วน (Milk Run supplier collection) เป็นการใช้บุคคลที่สามที่ให้บริการด้านการจัดส่ง โดยนำรถบรรทุกไปเก็บรวบรวมชิ้นส่วนจาก ผู้ผลิตชิ้นส่วนมากกว่า 1 ราย และรวบรวมไปส่งยังโรงงานประกอบรถยนต์หรือจุดขนถ่าย การจัดเก็บแบบมิลค์รัน สามารถใช้ได้ทั้งในกรณีส่งตรงไปยังโรงงานประกอบรถยนต์หรือผ่านศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่สามารถตอบสนองระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี เพื่อลดต้นทุนการขนส่งของการส่งแบบคราวละน้อยๆ นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมยานยนต์

4. การจัดส่งแบบรวบรวมผ่านศูนย์กระจายสินค้า (Cross-dock consolidation and delivery) เป็นการจัดเก็บชิ้นส่วนจากโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนแล้วไปพักไว้ยังศูนย์รวมสินค้า ซึ่งอาจมีกิจกรรมการจัดเรียงชิ้นส่วนใหม่ตามลำดับการผลิตของโรงงานประกอบรถยนต์ โดยรวมกับชิ้นส่วนที่เก็บมาจากพื้นที่อื่นๆ ตามลำดับการใช้งานแล้วจึงค่อยส่งเข้าไปยังโรงงานประกอบรถยนต์ ซึ่งวิธีนี้จะใช้ร่วมกับการจัดเก็บโดยตรงและการจัดเก็บแบบมิลค์รัน เมื่อต้องการรวบรวมชิ้นส่วนไม่มากจากผู้ผลิตชิ้นส่วนหลายราย




รูปที่ 2.8 กลยุทธ์การขนส่งขาเข้าทั้ง 4 แบบ

จากการศึกษายังพบอีกว่าในการจัดการสินค้าขาเข้านั้น ต้องทำการบริหารระหว่างต้นทุนการขนส่งและความถี่ในการขนส่ง ให้เหมาะสมกับความสามารถในการตอบสนองต่อลูกค้าของโรงงานประกอบรถยนต์ในปัจจุบันและรวมถึงระดับการตอบสนองในอนาคต

4.Chuah and Yingling; 2001: ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวัสดุคงคลังและต้นทุนการขนส่งสินค้าขาเข้า สำหรับระบบการจัดส่งชิ้นส่วนแบบมิลค์รัน ไปยังโรงงานผลิตรถยนต์ที่ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีที่มีขนาดใหญ่ โดยใช้การศึกษาจากปริมาณสินค้าคงคลังที่ลดลงจะทำให้เกิดการเพิ่มความถี่ของการจัดเก็บชิ้นส่วนจากผู้ผลิต และเพิ่มจำนวนของผู้ผลิตที่จะต้องเก็บใน 1 เที่ยว ดังนั้นจึงทำให้เกิดการเพิ่มของต้นทุนการขนส่ง ซึ่งในการศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าขนส่งในขั้นต้นจะทำให้ปริมาณสินค้าคงคลัง

ลดลง ลดปริมาณสินค้าคงคลังไปเรื่อยๆ จนถึงจุดๆ หนึ่ง การเพิ่มของต้นทุนค่าขนส่งจะเพิ่มสูงขึ้นแบบ Exponential จึงได้สรุปผลการวิเคราะห์ว่าโรงงานประกอบรถยนต์ควรจะทำการกำหนดระดับของปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม โดยที่มีต้นทุนการขนส่งในระดับที่ยอมรับได้

5.**ปรีชา ศุภชลาลัย**; 2549: ผลกระทบของระบบ “มิลค์ รัน” เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน

ได้ทำการศึกษาภาพรวมของวิธีการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์และผลกระทบที่เกิดจากการจัดส่งแบบระบบมิลค์รัน ที่มีต่อบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ตัวอย่าง โดยกำหนดเลือกบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ จำนวน 75 บริษัท การศึกษานี้ได้ตรวจสอบผลกระทบของการใช้ระบบมิลค์รัน ที่อาจมีต่อบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ ทั้งด้านการผลิต ประกอบด้วย ระบบการผลิต การบริหารจัดการชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิต การบริหารจัดการชิ้นส่วนที่ผลิตเสร็จ ต้นทุนชิ้นส่วนและต้นทุนการผลิต ข้อมูลข่าวสารและระบบการติดต่อสื่อสาร การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต และในด้านการจัดส่ง อันประกอบด้วย ขนาดบรรจุภัณฑ์ ความถี่ในการส่ง ต้นทุนการจัดส่ง ความตรงต่อเวลา การรับประกันคุณภาพ และการติดต่อสื่อสารระหว่างการจัดส่ง

ในส่วนของบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ตัวอย่าง การศึกษาได้ประเมินการเปลี่ยนแปลงที่น่าจะเกิดขึ้น อันประกอบด้วย การเพิ่มความถี่ของการจัดส่ง การลดระยะเวลาในการขนถ่าย การใช้พื้นที่ในการบรรทุกให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การปรับเรียบระยะเวลาในการจัดส่ง การลดต้นทุนการจัดส่ง การลดพื้นที่ในการจัดเก็บ การลดปัญหาการจราจร การลดปัญหามลพิษ และการประหยัดพลังงาน ผลการศึกษาพบว่า บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ บางรายได้รับผลกระทบจากต้นทุนชิ้นส่วน และต้นทุนการผลิตที่ปรับเพิ่มขึ้น ส่วนในด้านการจัดส่ง ได้รับผลกระทบจากการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดมาตรฐาน และเนื่องจากภายใต้ระบบมิลค์รัน การจัดส่งดำเนินการโดยบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ ผู้ผลิตชิ้นส่วนบางรายจึงต้องเลิกจ้างพนักงานขับรถ หรือเสียค่าปรับจากการยกเลิกสัญญาการจัดส่ง

6.**จิรพัฒน์ วาณิชวัฒนะโกศล**; 2550: ระบบการจัดรถขนส่งสำหรับผู้ประกอบการรถบรรทุกขนส่ง

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาส่วนงานจัดส่งสินค้าที่สำนักงานใหญ่ของบริษัทรับจ้างขนส่งสินค้าแห่งหนึ่ง เพื่อใช้จัดทำรายงานการขนส่งสินค้า ปริมาตรและน้ำหนักสินค้าและอัตรา

การบรรทุก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดความผิดพลาดของการจัดสินค้าขึ้นรถบรรทุกและสร้างแผนการจัดส่งที่เหมาะสมสำหรับรถบรรทุก

การพัฒนาระบบโดยเริ่มจากการสำรวจการทำงานเดิมของบริษัทและพัฒนาซอฟต์แวร์และได้ทดสอบระบบเป็นเวลา 1 เดือน ระบบงานที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานกับกระแสข้อมูลและซอฟต์แวร์ สำหรับสนับสนุนขั้นตอนการทำงานต่างๆ เช่น การจัดเก็บข้อมูลพื้นฐาน การบันทึกคำสั่งส่งสินค้า การวางแผนการจัดส่งสินค้าและการปิดงานการขนส่ง จากการทดลองปรากฏว่า สามารถลดปัญหาความผิดพลาดในการทำงานการจัดแผนการขนส่งลงได้ 26% และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้รถบรรทุกทั้งในส่วนของปริมาตรเพิ่มขึ้น 20% และในส่วนน้ำหนักเพิ่มขึ้น 16% ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งลดลง ส่วนในระบบงานเอกสารพบว่าเวลาที่ใช้ลดลง 154 นาทีต่อการจัดรถแต่ละเที่ยว คิดเป็น 44% การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานก็ได้ผลเป็นที่พอใจ

7.**นพพล ภคพงศ์พันธุ์**; 2551: การเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจัดส่งสินค้า กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กแผ่นและเหล็กม้วน

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจัดส่งสินค้าของโรงงานแผ่นเหล็กและแผ่นม้วนเพื่อจำหน่ายต่อไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนโลหะต่างๆ ทั่วประเทศ โดยได้เพิ่มประสิทธิภาพในส่วนงานจัดส่ง ดังนี้คือ 1) ส่วนวางแผนการจัดส่งสินค้า ได้ประยุกต์การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งด้วยวิธีการประหยัดร่วมกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดเส้นทาง ซึ่งผลที่ได้สามารถลดระยะทางขนส่งรวมทั้งหมดลงได้ ประมาณ 2.73% ของระยะทางเดิม 2) ส่วนจัดเตรียมรถบรรทุก ได้ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานและวิธีการทำงานโดยใช้หลักการ 6W-1H และ ECRS ร่วมกัน ซึ่งผลที่ได้สามารถลดเวลาในการขึ้นสินค้าเฉลี่ยของรถบรรทุกแต่ละประเภทดังนี้ รถบรรทุกใหญ่จากเดิม 44.5 นาทีต่อคัน เหลือ 27.67 นาทีต่อคัน รถบรรทุกกลางจากเดิม 39.55 นาทีต่อคัน เหลือ 24.18 นาทีต่อคัน และรถบรรทุกเล็กจากเดิม 35.79 นาทีต่อคัน เหลือ 20.61 นาทีต่อคัน 3) ส่วนจัดสินค้าขึ้นรถบรรทุกและตรวจปล่อยรถบรรทุก ได้ประยุกต์ใช้บาร์โค้ด สำหรับการตรวจสอบสินค้าก่อนขึ้นรถบรรทุกและตรวจสอบสินค้าก่อนยืนยันการตรวจปล่อยรถบรรทุก ซึ่งผลที่ได้สามารถลดจำนวนการขึ้นสินค้าผิดพลาดได้ 100% และช่วยให้พนักงานทำงานได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

# บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

## 3.1 สภาพปัจจุบันของปัญหาการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน

### 3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานประกอบรถยนต์ โดยจะทำการผลิตสินค้าเมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าเท่านั้น เนื่องจากความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่ต้องเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ทำให้โรงงานต้องสามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิดในสายการผลิตเดียวกัน เพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทั้งในเชิงรูปแบบและเชิงปริมาณ สำหรับลักษณะของสายงานของโรงงานนี้เป็นแบบสายงานประกอบ (Assembly Line) คือจะมีการนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์หรือรถยนต์ โดยผ่านสถานีงานตามลำดับขั้นของการประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ และมีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนจากสถานีงานหนึ่งไปอีกสถานีงานหนึ่งโดยใช้สายพานลำเลียง

โรงงานตัวอย่างนี้เป็นโรงงานประกอบรถยนต์แบบครบวงจร ซึ่งประกอบด้วยแผนกต่างๆ ดังนี้ คือ แผนกขึ้นรูปตัวถังรถยนต์ แผนกประกอบตัวถัง แผนกพ่นสี แผนกประกอบเครื่องยนต์ และแผนกประกอบขั้นสุดท้าย

รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนกระบวนการของการประกอบรถยนต์

1. แผนกขึ้นรูปตัวถังรถยนต์ (Stamping Shop) : ซึ่งจะดำเนินการผลิตชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ที่ทำจากโลหะ โดยใช้เครื่องปั๊มขึ้นรูป ซึ่งปั๊มชิ้นส่วนออกมาทีละชิ้น กระบวนการผลิตจะประกอบไปด้วยสายการผลิตแบบอัตโนมัติ และกึ่งอัตโนมัติ 2 สายการผลิต ใช้ Robot 12 จุด จึงทำให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นมีคุณภาพที่เป็นเลิศ

2. แผนกประกอบตัวถัง (Body Shop) : หน้าที่หลักของแผนกนี้คือ ประกอบตัวถังรถยนต์และรถกระบะ ด้วยชิ้นส่วนที่ส่งมาจากแผนกขึ้นรูปตัวถังของบริษัทฯ เอง และจากผู้ประกอบการภายนอก เนื่องจากขั้นตอนในการประกอบตัวถังรถยนต์ มีความละเอียดและซับซ้อนในการเชื่อมจุดต่างๆ มาก จึงต้องมีเครื่องเชื่อมมากกว่า 200 เครื่อง พร้อมหุ่นยนต์ในการเชื่อมจุดต่างๆ มากกว่า 3,000 จุดต่อคัน

3. แผนกพ่นสี (Paint Shop) : แผนกสีของโรงงานตัวอย่าง ทำการพ่นสีตัวถังรถยนต์และตัวกระบะที่ส่งมาจากแผนกประกอบตัวถังรถยนต์ภายในโรงงาน จะควบคุมด้วยระบบ CCS ในการชุบสี E-coating ด้วยไฟฟ้าและเทคนิคการปิดรอยตะเข็บของตัวถังรถยนต์ เพื่อช่วยป้องกันสนิม และน้ำได้อย่างดีเยี่ยม ส่วนสีที่ใช้พ่นนั้น ใช้สีที่มีมาตรฐานระดับโลก เพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับรถยนต์อีกด้วย

4. แผนกประกอบเครื่องยนต์ (Powertrain Shop) : จะทำหน้าที่ประกอบเครื่องยนต์ โดยจะมีการทดสอบสมรรถนะ ทดสอบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ก่อนที่จะนำไปประกอบกับรถยนต์ ในแผนกประกอบขั้นสุดท้าย

5. แผนกประกอบขั้นสุดท้าย (Trim & Final Shop) : จะทำการประกอบชิ้นส่วนภายในห้องผู้โดยสาร, ประกอบช่วงล่าง(แชสซี), ประกอบเครื่องยนต์เข้ากับแชสซีและหัวเก๋งเข้ากับแชสซี และจะทำการประกอบขั้นสุดท้ายจนเป็นรถยนต์ที่สมบูรณ์ออกจากสายการผลิต

### 3.1.2 วิธีการจัดการสินค้าขาเข้าในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา

ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาใช้ระบบการผลิตแบบผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าจากทั้งในประเทศและลูกค้าต่างประเทศ มีการบริหารการผลิตด้วยการใช้โปรแกรม MRP และมีการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในการจัดการผลิต ทั้งในด้านการจัดการตารางการผลิต การจัดการ Bill of Material การออกคำสั่งซื้อชิ้นส่วนยานยนต์ ตลอดจนการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง ซึ่งในด้านการบริหารจัดการผลิตมีกระบวนการโดยย่อดังนี้

โรงงานกรณีศึกษาจะทำการวางแผนการผลิตรายปี โดยจะรับยอดประมาณความต้องการจากลูกค้าในปีถัดไป ในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคมของทุกปี เพื่อจัดทำประมาณ

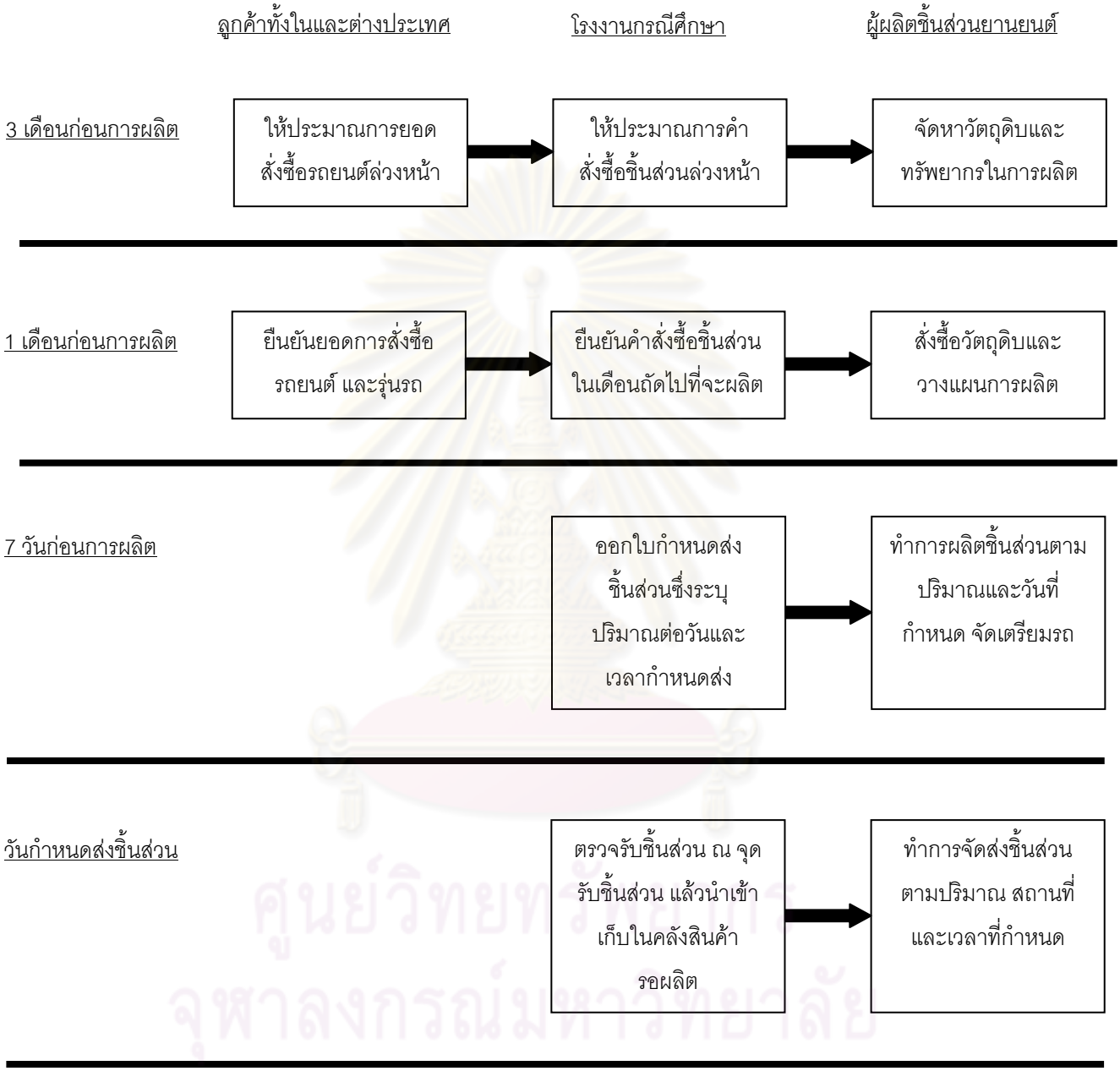
การงบประมาณการผลิต จัดปฏิทินการทำงาน การศึกษากำลังการผลิตและ Cycle time รวมถึงศึกษากำลังการผลิตของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วน จากนั้นโรงงานกรณีศึกษาจะทำแผนการผลิตรายเดือนโดยบริษัทจะรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าล่วงหน้า 3 เดือนก่อนการผลิต ซึ่งลูกค้าจะให้ประมาณการความต้องการที่ต้องการเพื่อนำไปสั่งซื้อชิ้นส่วนที่ต้องจัดซื้อจากต่างประเทศ ก่อนทำการผลิต 1 เดือน โรงงานกรณีศึกษาจะจัดทำแผนการผลิตรายสัปดาห์ ซึ่งลูกค้าจะทำการยืนยันรูปแบบของรถที่ต้องการตั้งแต่ เครื่องยนต์ สีภายนอกและภายใน และอุปกรณ์ต่างๆ ของรถล่วงหน้า บริษัทจะนำข้อมูลการยืนยันคำสั่งซื้อ นำไปใช้ยืนยัน และออกคำสั่งซื้อชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศ

ในการวางแผนการผลิตรายเดือนและรายสัปดาห์ จะเริ่มต้นเมื่อลูกค้าทำการยืนยันคำสั่งซื้อก่อนการผลิต 1 เดือนแล้ว ฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตจะทำการปรับปรุงข้อมูล Bill of Material ของรถรุ่นที่จะทำการผลิตในโปรแกรม MRP หลังจากนั้น จะทำการป้อนคำสั่งซื้อของลูกค้าเข้าในฐานข้อมูลการผลิต โปรแกรม MRP จะทำการคำนวณปริมาณความต้องการชิ้นส่วนยานยนต์และระบุวันที่ต้องการใช้ผลิตโดยคำนึงถึงกำหนดจัดส่งถึงลูกค้า แล้วทำการออกแผนการจัดชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเพื่อส่งให้ผู้ผลิตชิ้นส่วน นำไปจัดตารางการผลิต

ฝ่ายวางแผนและควบคุมจะทำการออกใบกำหนดส่งซึ่งระบุจำนวนชิ้นส่วน และตารางระบุเวลาจัดส่งสินค้าให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละราย จัดตารางการผลิตและจัดเตรียมรถสำหรับส่งสินค้าล่วงหน้า เมื่อถึงวันกำหนดส่งสินค้าผู้ผลิตชิ้นส่วน จะทำการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้พาหนะคือ รถกระบะปิกอัพ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ จนถึงรถบรรทุกหัวลาก 18 ล้อ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วน และปริมาณการใช้ชิ้นส่วนต่อวัน ความถี่ในการจัดส่งสินค้ามีตั้งแต่ 2 วันต่อครั้ง จนถึงวันละ 4 ครั้ง ตามขนาดของชิ้นส่วนและความต้องการชิ้นส่วน ผู้ผลิตแต่ละรายจะจัดส่งสินค้า โดยมีการใช้พื้นที่บนรถขนส่งเมื่อเทียบกับปริมาณสินค้าที่จัดส่งให้โรงงานกรณีศึกษาต่อเที่ยวแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 20% จนถึง 80% ซึ่งโดยเฉลี่ยจะใช้พื้นที่บนรถบรรทุกน้อยกว่า 50% เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดความถี่ในการส่งขั้นต่ำและผู้ผลิตชิ้นส่วนก็มีการกำหนดปริมาณขั้นต่ำในการจัดส่งต่อเที่ยว

ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละราย จะนำชิ้นส่วนมาส่งยังจุดรับชิ้นส่วนภายในโรงงาน ตามจำนวนที่ต้องการและเวลาที่กำหนด โดยบางรายอาจใช้บริการจัดส่งของผู้รับจ้างช่วงในการจัดการนำสินค้ามาส่งแทน เมื่อชิ้นส่วนถูกนำมาส่งยังจุดรับชิ้นส่วนแล้ว พนักงานที่จุดรับ

ชิ้นส่วนจะทำการตรวจสอบเอกสารและชิ้นส่วนก่อนนำเข้าไปเก็บในคลังสินค้า เพื่อรอการเบิกไปใช้ในสายการผลิตต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 3.2



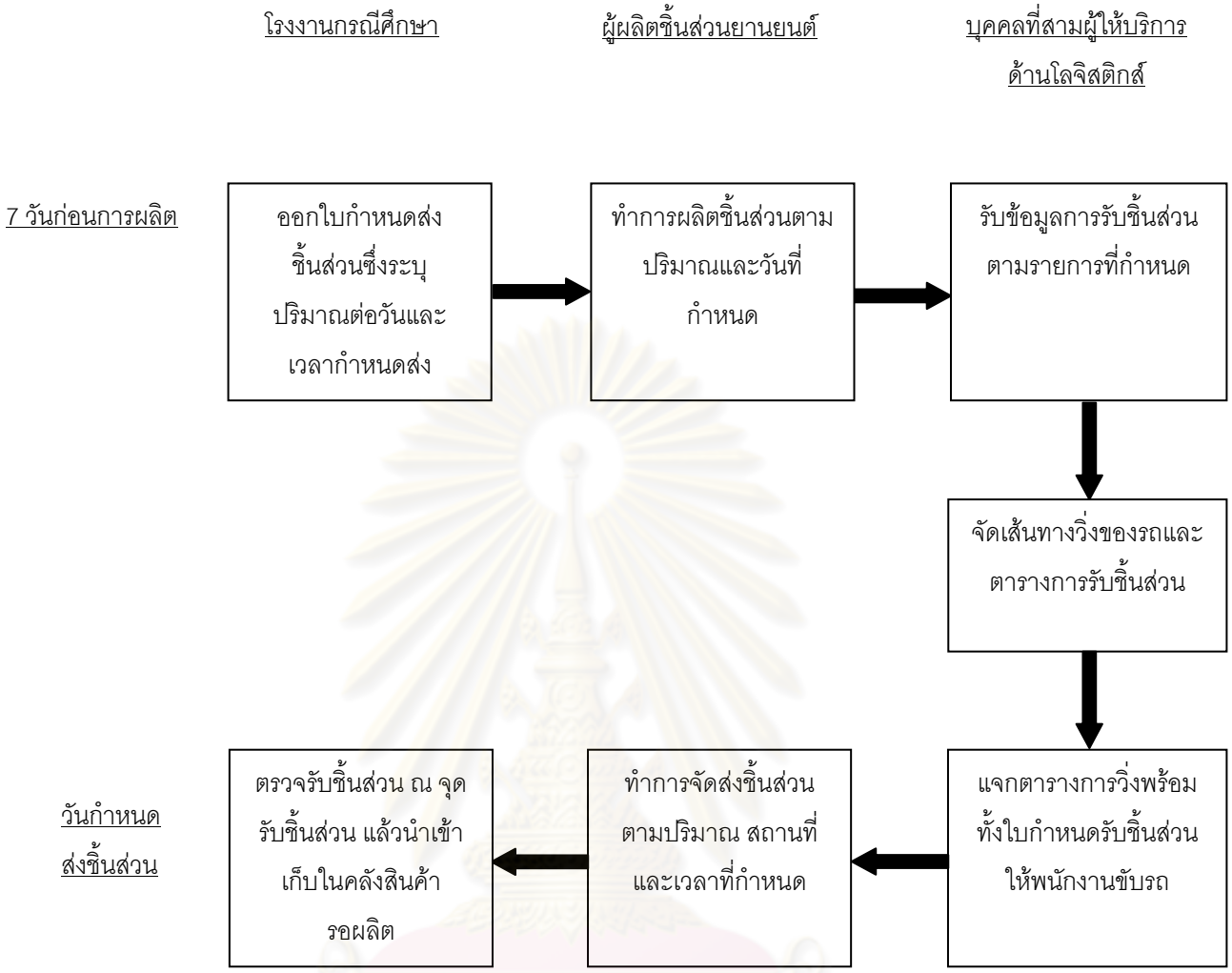

รูปที่ 3.2 การจัดการสินค้าขาเข้าสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการขนส่งแบบดั้งเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจุบันทางโรงงานกรณีศึกษาได้มีการนำการจัดการสินค้าขาเข้าของโรงงานด้วยการนำการจัดส่งแบบมิลค์รันมาใช้ และได้ดำเนินการว่าจ้างให้บุคคลที่สามเข้ามาดำเนินงานดังนี้

หลังจากที่บริษัทรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าและให้ประมาณการยอดการผลิตล่วงหน้า 3 เดือนก่อนการผลิต และ 1 เดือนก่อนการผลิตแล้ว ฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตจะทำการออกใบกำหนดส่งชิ้นส่วนซึ่งระบุปริมาณ และเวลาที่จัดส่งชิ้นส่วนให้กับผู้ผลิตชิ้นส่วนก่อนกำหนดส่งชิ้นส่วนและวันผลิตเป็นเวลา 7 วัน ในขั้นตอนการดำเนินงานในปัจจุบัน ผู้ผลิตชิ้นส่วนจะต้องรับผิดชอบในการดำเนินการจัดส่งให้ถึงจุดรับชิ้นส่วนในบริษัทตามรายการ จำนวนและเวลาที่กำหนด ซึ่งการขนส่งแบบมิลค์รันโดยว่าจ้างบริษัทขนส่ง ซึ่งเป็นบุคคลที่สามเข้ามาดำเนินงานแทนผู้ผลิตชิ้นส่วนนั้น จะเริ่มจากการรับข้อมูลรายการและจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องการ พร้อมกับเวลาที่ต้องส่งชิ้นส่วนถึงโรงงานเพื่อนำไปทำการจัดกลุ่มเส้นทางวิ่งของรถด้วยซอฟต์แวร์ทางโลจิสติกส์เพื่อกำหนดเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด จากนั้นบุคคลที่สามซึ่งเป็นบริษัทผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์จะทำการ จัดตารางวิ่งของรถบรรทุก โดยทำการจัดเส้นทางการวิ่งของรถบรรทุกไปรับชิ้นส่วนจากบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรอบละ 1-5 ราย โดยจำนวนผู้ผลิตที่จะต้องแวะรับชิ้นส่วนในแต่ละเส้นทาง จะขึ้นอยู่กับระยะทางและปริมาณชิ้นส่วนของผู้ผลิตแต่ละราย จากนั้นจะนำชิ้นส่วนกลับมาส่งยังจุดรับชิ้นส่วนในโรงงานตามรายการและเวลาที่กำหนด

การใช้บริการจากบุคคลที่สามผู้ให้บริการด้านสินค้าขาเข้า จะใช้รถบรรทุก 6 ล้อทั้งหมด ในการรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิต เนื่องจากรถบรรทุก 6 ล้อ มีความสามารถในการบรรทุกได้คราวละมากกว่ารถปิกอัพ ซึ่งรถปิกอัพมีความสามารถในการบรรทุกสูงสุด 1.2 เมตร x 1.4 เมตร x 2.4 เมตร เท่ากับ 4.03 ลูกบาศก์เมตรต่อคัน ขณะที่รถบรรทุก 6 ล้อมีความจุสูงสุด 2.3 เมตร x 2.3 เมตร x 7 เมตร เท่ากับ 37.03 ลูกบาศก์เมตรต่อคัน มากกว่ารถปิกอัพถึงเกือบ 10 เท่า และยังสามารถประหยัดค่าแรงงาน จากการใช้รอบการบรรทุกน้อยกว่า ในขณะเดียวกันบุคคลที่สามยังมีซอฟแวร์ที่ช่วยบริหารจัดการปริมาณการบรรทุกในรถแต่ละคันให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยหลังจากฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตส่งมอบแผนการจัดส่งให้กับบุคคลที่สามแล้ว บุคคลที่สามจะนำข้อมูลป้อนเข้าสู่ซอฟต์แวร์ด้านการจัดการขนส่งเพื่อกำหนดตารางการรับชิ้นส่วนและนำกลับมาส่งยังโรงงาน ให้กับคนขับรถ เพื่อที่จะนำไปปฏิบัติการในแต่ละวัน ดังแสดงในรูปที่ 3.3

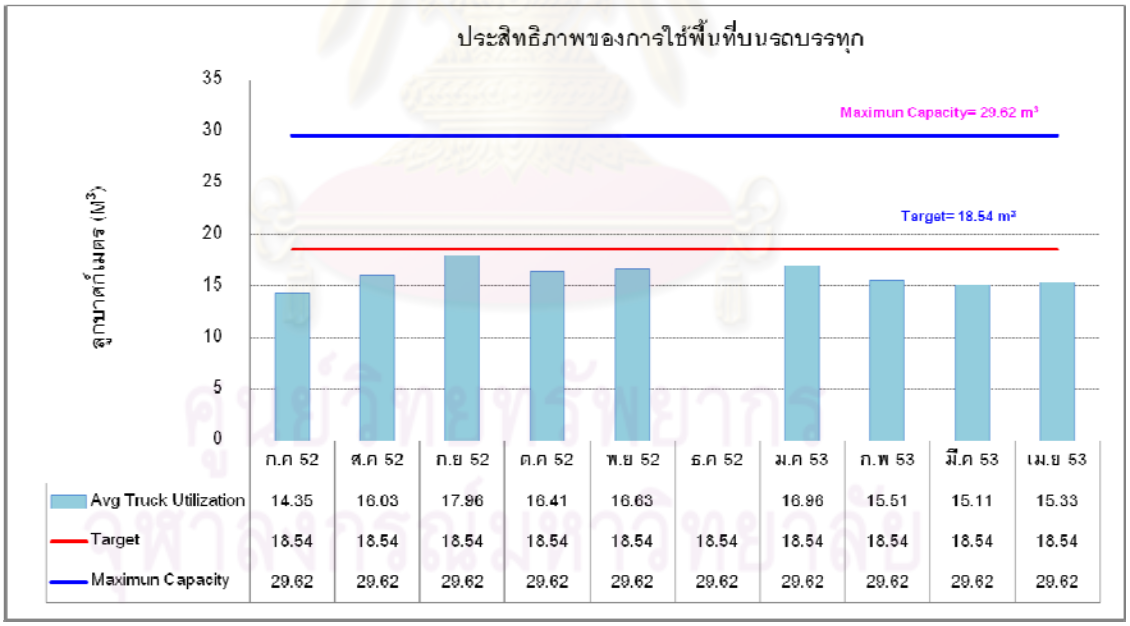



รูปที่ 3.3 การจัดการสินค้าขาเข้าสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการขนส่งแบบมิลค์รัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.2 การศึกษาสภาพของปัญหาการขนส่งแบบมิลค์รันในปัจจุบัน

จากการศึกษาสภาพปัญหาที่พบคือ พบว่าเกิดปัญหาการจัดส่งสินค้าล่าช้า จากข้อมูลพบว่าความล่าช้าในการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตมายังโรงงานประกอบรถยนต์ คิดเป็น 42% ของปัญหาที่เกิดขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 (รูปที่ 1.4) ซึ่งมีสาเหตุจากการรองานบรรจุภัณฑ์ที่บริษัทลูกค้า การรอเรียงงานที่ลูกค้า และจากการเก็บข้อมูลความสามารถในการใช้พื้นที่ในรถบรรทุก (Truck Utilization) ของการขนส่งชิ้นส่วนแบบมิลค์รันในช่วงเดือน กรกฎาคม 2552 – เมษายน 2553 แสดงดังรูปที่ 3.4 พบว่าประสิทธิภาพของการใช้พื้นที่บนรถบรรทุกโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 16 ลูกบาศก์เมตร ถือว่ายังต่ำกว่าเป้าหมายที่ทางบริษัทได้วางเอาไว้ที่ 18.54 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งความสามารถสูงสุดที่รถบรรทุกสามารถทำการบรรทุกชิ้นส่วนได้มากที่สุดถึง 29.62 ลูกบาศก์เมตร (คิดที่ 80%) เมื่อพิจารณาจากข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าวแล้ว หากมีการปรับปรุงในเรื่องของการจัดรถและการวางแผนการขนส่งชิ้นส่วนให้มีความยืดหยุ่นหรือสามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานขนส่งแบบมิลค์รัน และยังส่งผลให้ต้นทุนขององค์กรลดลงได้




รูปที่ 3.4 ความสามารถในการใช้พื้นที่ในรถบรรทุก (Truck Utilization) ของการขนส่งชิ้นส่วนแบบมิลค์รันในช่วงเดือน กรกฎาคม 2552 - เมษายน 2553

หมายเหตุ : ในเดือนธันวาคมไม่มีการผลิตรถยนต์ เนื่องจากมีปัญหาสหภาพแรงงาน จึงทำการปิดโรงงานชั่วคราว

## 3.3 หลักการและแนวคิดในการแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์สภาพการทำงานปัจจุบัน และสภาพปัญหาการจัดการขนส่ง ผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รัน ด้วยการปรับปรุงวิธีการจัดเส้นทางเดินรถและการปรับปรุงมาตรฐานการจัดเรียงงานบนรถบรรทุก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในรถบรรทุกให้เพิ่มมากขึ้นและยังเป็นการช่วยปรับปรุงกระบวนการหรือกิจกรรมการขนส่งเพื่อลดและป้องกันการจัดส่งสินค้าล่าช้าได้อีกด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้แบ่งกระบวนการปรับปรุงออกเป็น 3 ส่วนคือ การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยวิธีการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) การจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์มาช่วยในการปรับปรุง และการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก

### 3.3.1 การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ

จากการศึกษาพบว่า การใช้วิธีทั่วๆ ไปและการใช้ฮิวริสติกส์จะทำให้เกิดการผิดพลาดได้เพราะวิธีเหล่านี้ไม่มีข้อกำหนดตายตัว คือไม่มีข้อจำกัดว่าต้องเริ่มที่จุดไหน ลำดับขั้นตอนการทำงานต้องเป็นอย่างไร หรือไม่จำกัดว่าต้องสร้างตัวเลือกในการตัดสินใจหรือไม่ ไม่เจาะจงด้านข้อจำกัดของการแก้ปัญหา ทางเลือกของเกณฑ์ที่ใช้ในการระบุกระบวนการทำงานระดับของค่าใช้จ่ายในการหาผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้เป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจริงๆ ผลลัพธ์เป็นพฤติกรรมที่ไม่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัดและไม่สามารถคาดเดาได้ ผลลัพธ์อาจดีในการนำไปใช้กับระบบงานหนึ่งแต่อาจดีในการนำไปใช้กับอีกระบบงานอื่นก็ได้

ซึ่งเทคนิคการหาคำตอบของการจัดเส้นทางเดินรถมีหลายวิธีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ซึ่งเป็นวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ นั่นคือการตัดสินใจเลือกทางเลือก หรือจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ โดย AHP เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญและช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจดีที่สุด ซึ่งสามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบ และ AHP ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้ที่ทำการตัดสินใจได้ตัดสินใจในสิ่งที่ดีที่สุดแล้วยังแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจนว่าทำไมสิ่งที่เลือกนั้นถึงดีที่สุด มาช่วยในการตัดสินเลือกวิธีการจัดเส้นทางที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ต่อไป

### 3.3.2 การจัดเส้นทางเดินรถ

จากการทบทวนทฤษฎีและผลงานในอดีตได้ข้อสรุปว่า วิธีการที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้คือวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์ โดยฮิวริสติกส์จะถูกใช้ในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ดีนัก และสามารถใช้ในการหาทางแก้ปัญหาที่น่าพอใจสำหรับปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่มีโครงสร้าง ได้เร็วกว่าและถูกกว่าการใช้อัลกอลิธึม ปัญหาที่เกิดขึ้นในการใช้ฮิวริสติกส์คือทางแก้ปัญหาที่ได้จากการใช้ฮิวริสติกส์อาจไม่ใช่ทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเหมือนการใช้อัลกอลิธึมอื่น แต่เป็นเพียงทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และดีเพียงพอ โดยคำว่าดีเพียงพอ มักจะอยู่ในช่วง 90-99% ของทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมจริงๆ สถานการณ์ซึ่งเหมาะสมในการนำฮิวริสติกส์มาใช้ ได้แก่ ข้อมูลเข้าไม่แน่นอน หรือมีจำกัด ระบบจริงๆ มีความซับซ้อนมากจนกระทั่งไม่สามารถใช้วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด หรือเป็นปัญหาที่ต้องใช้เวลามาก

ข้อดีของวิธีฮิวริสติกส์ได้แก่ ง่ายในการทำความเข้าใจ และง่ายในการนำไปใช้และการอธิบาย ช่วยในการอบรมคนให้มีความคิดสร้างสรรค์และก่อให้เกิดการสร้างฮิวริสติกส์กับปัญหาอื่นๆ ได้ด้วย ประหยัดเวลาในการสร้างตัวแบบ ลดเวลาในการทำงานของคอมพิวเตอร์ จึงทำการตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว และสามารถประยุกต์ใช้ฮิวริสติกส์ที่มีประสิทธิภาพ เข้ากับตัวแบบซึ่งสามารถแก้ปัญหาด้านการโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ได้ สำหรับข้อจำกัดของการแก้ปัญหาโดยวิธีฮิวริสติกส์ที่สำคัญคือ ไม่สามารถรับประกันได้ว่าทางแก้ปัญหาที่ได้จะเป็นทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดและผลลัพธ์ที่ได้จากทางเลือกในการตัดสินใจ อาจไม่เป็นไปตามที่คาดไว้

### 3.3.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานของลูกค้า

จากการศึกษากระบวนการขนส่งก่อนการปรับปรุง จะเห็นได้ว่า กระบวนการขนส่ง หรือกิจกรรมในการขนส่งของรถมิลค์รัน พบว่าเกิดปัญหาการจัดส่งสินค้าจาก บริษัทลูกค้ามายังโรงงานกรณีศึกษาล่าช้า เนื่องจากการสังเกตที่หน้างานจริงการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานของลูกค้าบางราย บนรถบรรทุกไม่เต็มประสิทธิภาพ และจำนวนรถที่จัดเข้าไปรับงานที่บริษัทลูกค้าไม่เพียงพอ จึงทำการปรับปรุงโดยการศึกษาและทดลองวิธีการจัดเรียงและซ้อนงานบนรถบรรทุกใหม่ และปรับปรุงปัญหาการจัดเรียงงานบนรถไม่พอดีกับจำนวนรถที่จัดมารับสินค้า โดยการจัดทำมาตรฐานและข้อกำหนดการจัดวางสินค้า/ซ้อนสินค้าบนรถบรรทุก ทดสอบเงื่อนไขการจัดวางสินค้า/ซ้อนสินค้าระหว่างการขนส่ง และสุดท้ายเป็นการสรุปและติดตามผลลัพธ์ของกระบวนการปรับปรุง จากนั้นเราจะนำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการปรับปรุงไปคำนวณในการคิดประสิทธิภาพการจัดส่งสินค้า และผลจากการปรับปรุงประสิทธิภาพส่งผลกระทบต่อการจัดส่ง

สินค้ามากน้อยเพียงใด สำหรับกระบวนการและผลการปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือต่างๆ เข้ามาช่วยในการประยุกต์ ใช้ในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด ดังจะนำเสนออย่างละเอียดในขั้นตอนต่อไป

### 3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในส่วนของวิธีการดำเนินการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่

1) การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยวิธีการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

2) การจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์มาช่วยในการปรับปรุง

3) การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก

### 3.4.1 การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ โดยวิธีการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

ในงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมาใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกเพื่อประเมินหาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันของโรงงานกรณีศึกษา โดยเกณฑ์ที่ใช้สำหรับการพิจารณานั้น ได้จากการศึกษาค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับการสัมภาษณ์จากผู้มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญในการตัดสินใจโดยตรง ตลอดจนให้ผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจนั้นทำการให้น้ำหนักคะแนนเพื่อทำการเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละวิธีการที่เป็นทางเลือก โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. การวิเคราะห์เบื้องต้น
2. การสร้างแบบสอบถามในการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในการตัดสินใจเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ
3. การวิเคราะห์คัดเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ โดยใช้วิธี AHP
4. การตรวจสอบความสอดคล้องความคิดเห็นในการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ

**3.4.1.1 การวิเคราะห์เบื้องต้น**

กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาการตัดสินใจคัดเลือกใช้เทคนิคการจัดเส้นทางเดินรถ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ปัจจัยการจัดเส้นทางเดินรถ โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่มีอำนาจในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รันของโรงงานกรณีศึกษาโดยตรง โดยนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนต่อไปจากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล

**3.4.1.2 การสร้างแบบสอบถามในการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย**

แบบสอบถามในการให้น้ำหนักความสำคัญแก่ปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการจัดเส้นทางเดินรถ ซึ่งสร้างจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดเส้นทางเดินรถในขั้นตอนแรก โดยเปรียบเทียบปัจจัยในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รันของโรงงานกรณีศึกษาทีละคู่ (ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก) โดยแบบสอบถามจะมี 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามการให้น้ำหนักความสำคัญของทางเลือก

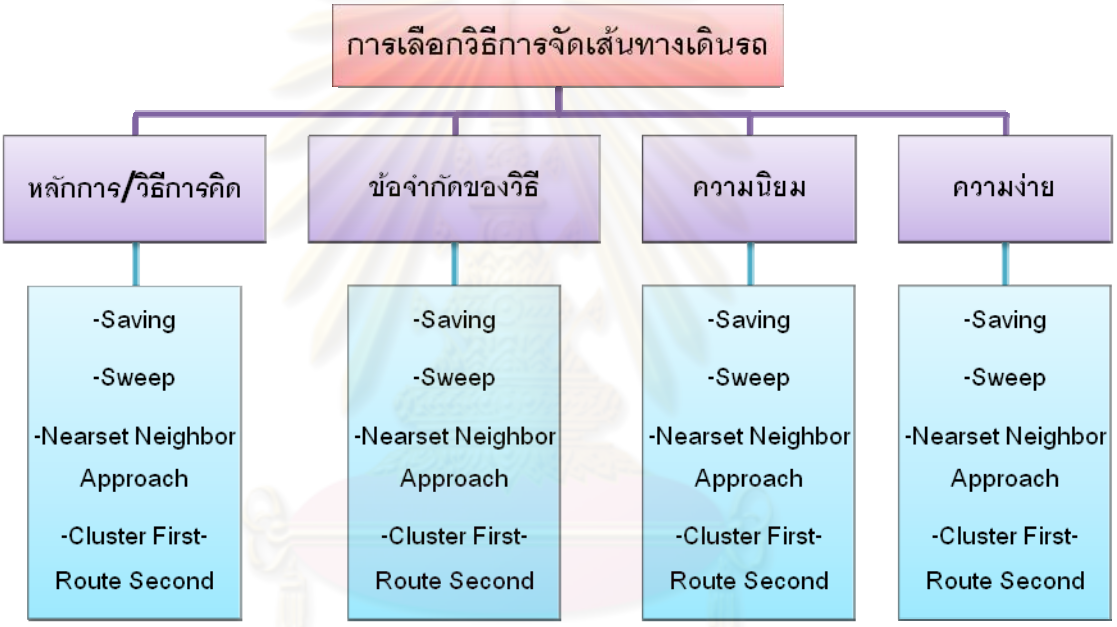
โดยทำการเปรียบเทียบปัจจัย ทางเลือก และมาตรวัดประมาณค่าเป็นรายคู่ เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ AHP โดยใช้ชุดตัวเลขสำหรับการเปรียบเทียบ AHP ดังตาราง 3.1

ตารางที่ 3.1 มาตราเปรียบเทียบน้ำหนักของปัจจัย

| ระดับความสำคัญ หรือความชอบ ( Preference Level ) | ค่าแสดงเป็นตัวเลข ( Numerical Valve ) |
|---|---|
| เท่ากัน ( Equally Preferred ) | 1 |
| เท่ากันถึงปานกลาง ( Equally to Moderately Preferred ) | 2 |
| ปานกลาง ( Moderately Preferred) | 3 |
| ปานกลางถึงค่อนข้างมาก ( Moderately to Strongly Preferred ) | 4 |
| ค่อนข้างมาก ( Strongly Preferred ) | 5 |
| ค่อนข้างมากถึงมากกว่า ( Strongly to Very Strongly Preferred ) | 6 |
| มากกว่า ( Very Strongly Preferred ) | 7 |
| มากกว่าถึงมากที่สุด ( Very Strongly to Extremely Preferred ) | 8 |
| มากที่สุด ( Extremely Preferred ) | 9 |

### 3.4.1.3 การวิเคราะห์คัดเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ โดยใช้วิธี AHP

งานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างในการหาค่าน้ำหนักความสำคัญซึ่งจะต้องนำค่าน้ำหนักที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ก่อน และนำค่าน้ำหนักที่ได้ใส่ลงในเมตริกซ์แล้วทำการเปรียบเทียบทีละคู่ จะได้ลำดับความสำคัญของปัจจัย โดยการหาลำดับความสำคัญของวิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ภายใต้เกณฑ์ของปัจจัยที่กำหนดจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดเส้นทางเดินรถโดยตรง ได้โครงสร้างลำดับชั้นดังรูปที่ 3.5




รูปที่ 3.5 โครงสร้างการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น AHP สำหรับการวิเคราะห์เลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ

เมื่อทราบเป้าหมายคือการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม ขั้นตอนต่อไปคือ

1. การกำหนดเกณฑ์ปัจจัย (Criteria) สำหรับกระบวนการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ได้กำหนดปัจจัยไว้ 4 เกณฑ์คือ (1) หลักการ/วิธีการคิด (2) ข้อจำกัดของวิธี (3) ความนิยม (4) ความง่าย

2. หาลำดับความสำคัญ (Priorities) ของแต่ละปัจจัยในแผนภูมิลำดับชั้น โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์กันแต่ละคู่ของปัจจัย จากนั้นเปลี่ยนการตัดสินใจจากคำพูด ให้อยู่ในรูปตัวเลขโดยใช้ระดับคะแนน 1-9 ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ลำดับความสำคัญของวิธีทั้ง 4 วิธีที่ได้จากการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น AHP ตามเกณฑ์การพิจารณาตามปัจจัย ดังโครงสร้างการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น สำหรับการวิเคราะห์เลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถตามรูปที่ 3.5 ได้ลำดับความสำคัญหรือความพึงพอใจที่โรงงานและผู้ให้บริการด้านขนส่งมีต่อวิธีเหล่านั้น ดังตารางที่ 3.2 (รายละเอียดในการคำนวณแสดงในบทที่ 4)

ตารางที่ 3.2 ผลรวมของลำดับความสำคัญของแต่ละวิธี

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด (0.54) | ข้อจำกัดของวิธี (0.27) | ความนิยม (0.01) | ความง่าย (0.09) | ลำดับความสำคัญ |
|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.3186 | 0.1539 | 0.0056 | 0.0058 | **0.48** |
| Sweep | 0.0324 | 0.0189 | 0.0004 | 0.0117 | 0.06 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.0594 | 0.0351 | 0.0027 | 0.0499 | 0.15 |
| Cluster First-Route Second | 0.1242 | 0.0594 | 0.0013 | 0.0226 | 0.21 |

### 3.4.1.4 การตรวจสอบความสอดคล้องความคิดเห็นในการเลือกวิธีจัดเส้นทางเดินรถ

ถึงแม้ว่าการเปรียบเทียบเพื่อจัดลำดับปัจจัยแบบ Pairwise Comparison จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถหาข้อสรุปของการจัดลำดับปัจจัยที่มีอยู่มากกว่า 1 ข้อ ได้อย่างลงตัว แต่เนื่องจากการให้ค่าน้ำหนักต่อปัจจัยแต่ละข้อนั้นเกิดจากการสอบถามความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจเองว่า ปัจจัยข้อใดมีความสำคัญมากกว่าข้อใด ซึ่งในขณะให้ค่าน้ำหนักผู้ตัดสินใจอาจจะไขว้เขวหรือไม่แน่ใจได้ จึงอาจส่งผลให้คำตอบที่ได้มีความไม่สอดคล้องหรือไม่ถูกต้องก็เป็นไปได้ ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่

การตรวจสอบความสอดคล้องจะใช้ค่าที่วัดได้จากอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล (Consistency Index: C.I.) และดัชนีความสอดคล้องของข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index: R.I.) โดยค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (CR) ที่ยอมรับได้ คือ 0.1 หรือน้อยกว่า หากค่าความสอดคล้องสูงกว่าที่ยอมรับได้ต้องมีการวิเคราะห์เปรียบเทียบใหม่ โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

- คำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล

1. สัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (3.1)$$

CR = ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

CI = ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

RI = ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Index)

2. ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \qquad (3.2)$$

การคำนวณค่า $\lambda_{max}$ คือการนำเอาผลรวมของค่าวินิจฉัยของแต่ละปัจจัยในแถวตั้งแต่ละแถวมาคูณด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ยในแถวนอนแต่ละแถว แล้วนำเอาผลคูณที่ได้มารวมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับจำนวนปัจจัยทั้งหมดที่ถูกนำมาเปรียบเทียบซึ่งในกรณีที่การวินิจฉัยในปัจจัยนั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์ จะทำให้ค่า $\lambda_{max}$= n

(โดยที่ n = ขนาดของสแควร์เมตริกซ์ หรือจำนวนเกณฑ์)

3. ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง ( Random Index ,RI )

RI เป็นค่าที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง สามารถหาได้ดังนี้

ตารางที่ 3.3 ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง ( Random Index ,RI )

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 | 1.51 | 1.48 | 1.56 | 1.57 | 1.59 |

### 3.4.2 การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีการหาค่าประหยัด

ในการจัดเส้นทางเดินรถด้วยการหาค่าประหยัด จะมีวิธีพื้นฐานดังนี้คือ

1. คำนวณหาระยะทางที่สามารถประหยัดได้จากการเลือกเส้นทางในการเดินทางจากจุดตั้งต้นใดๆ ไปยังจุดปลายใดๆ

2.เรียงค่าการประหยัดจากมากไปน้อย โดยค่าประหยัดที่มีค่ามากจะมีโอกาสถูกนำเข้ามาอยู่ในเส้นทาง

3.สร้างเส้นทางโดยพิจารณาคู่ลำดับของค่าประหยัด ให้เข้ามาอยู่ในเส้นทางจนกระทั่งจัดเส้นทางได้ครบและสอดคล้องกับข้อจำกัดต่างๆ

ในปัจจุบันวิธีการหาค่าการประหยัดมีวิธีการเลือกเส้นทางให้เข้ามาอยู่ในเส้นทางอยู่ 3 ประเภท คือ

1. Sequential Saving Heuristic (SS) เป็นวิธีหาเส้นทางเดินรถทีละเส้นทางโดยการเพิ่มจุดที่ไม่ได้อยู่ในเส้นทาง ให้เข้ามาอยู่ที่ปลายของเส้นทางด้วยค่าการประหยัดโดยเรียงลำดับจากค่ามากไปน้อย ทั้งนี้เส้นทางที่ได้ต้องคำนึงถึงข้อกำหนดต่างๆ วิธีการนี้มีข้อดีเนื่องจากเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละเส้นทางจะมีการใช้รถอย่างคุ้มค่า เพราะรถจะมีการเพิ่มขึ้นใหม่ก็ต่อเมื่อสินค้าจะเกือบเต็มคันรถเท่านั้น แต่วิธีการดังกล่าวอาจมีข้อด้อยเนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางอาจไม่ได้คำตอบที่มีค่าน้อยที่สุด

2. Parallel Saving Heuristic (PS) เป็นวิธีการสร้างเส้นทางโดยเริ่มจากการนำจุดรับสองจุดที่ไม่อยู่ในเส้นทางแต่ทำให้มีค่าการประหยัดสูงสุดเข้ามาอยู่ในเส้นทางก่อน หลังจากนั้นจึงพิจารณาหาจุดรับสินค้าสองจุดถัดไปที่มีค่าการประหยัดรองลงมาเข้ามาอยู่ในเส้นทาง โดยถ้าจุดรับสินค้าทั้งสองไม่เคยถูกจัดอยู่ในเส้นทางมาก่อนก็ให้สร้างเป็นเส้นทางใหม่ แต่ถ้าหากมีจุด

รับสินค้าใดที่อยู่ในเส้นทางแล้วให้นำเส้นทางดังกล่าวมารวมกันโดยเส้นทางจะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด วิธีดังกล่าวมีข้อดีคือ เส้นทางที่ได้จะมีความยุติธรรมเพราะมีการกระจายร้านค้าดีและไม่กระจุกตัวกันแน่นจนทำให้เส้นทางบางเส้นทางมีจุดรับสินค้าแน่นหรือน้อยเกินไป

3. Generalized Saving Heuristic (GS) เป็นวิธีการที่พัฒนามาจากวิธี PS โดยพิจารณาว่านอกจากจะนำจุดรับสินค้าสองจุดที่ไม่อยู่ในเส้นทางรวมเป็นเส้นทางเดียวกันได้แล้ว ยังมองว่า เส้นทางที่ได้จากวิธี PS อาจสามารถนำมารวมกันเพื่อสร้างเป็นเส้นทางใหม่ได้ถ้าระยะทางในการขนส่งลดลงจากเดิม ดังนั้นวิธีการนี้จะต้องตรวจสอบการประหยัดที่เกิดขึ้นทุกครั้งจึงทำให้วิธีการนี้ใช้ระยะเวลาวิเคราะห์มากขึ้น

จากการเปรียบเทียบวิธีการในการออกแบบแบบจำลองและความสามารถของแต่ละแบบ พบว่าวิธีที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้คือ วิธี SS เพราะว่าวิธี SS สามารถช่วยให้ระบุจำนวนรถที่สามารถให้บริการได้ง่ายกว่า ขณะที่วิธี PS ไม่สามารถควบคุมจำนวนรถที่จะใช้ในการจัดเส้นทางที่แน่นอนได้ จึงทำให้ไม่สามารถบริหารจำนวนรถได้อย่างเต็มที่ แม้ว่าวิธีการ SS อาจก่อให้เกิดความไม่ยุติธรรมในการจัดเส้นทางให้รถแต่ละคันก็ตาม

### 3.4.2.1 **การสร้างเมตริกซ์ระยะทาง**

เมตริกซ์ระยะทางเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถและมีผลต่อความถูกต้องของคำตอบ โดยจากการทบทวนผลงานที่ผ่านมาพบว่าเมตริกซ์ระยะทางมี 2 รูปแบบ คือ เมตริกซ์แบบครึ่งชุด (Half-Matrix) และเมตริกซ์แบบเต็มชุด (Full Matrix) ซึ่งเมตริกซ์แบบครึ่งชุดเป็นเมตริกซ์ที่กำหนดให้ระยะทางจากจุดตั้งต้นใดๆ ไปยังจุดปลายใดๆ มีค่าเท่ากับระยะทางในทิศทางกลับกันคือ จากจุดตั้งต้นใดๆ ไปยังจุดปลายใดๆ โดยเมตริกซ์แบบครึ่งชุดนี้จะช่วยลดขั้นตอนการคำนวณเส้นทางและการจัดเส้นทางลงครึ่งหนึ่ง และการศึกษานี้ได้กำหนดให้เมตริกซ์ที่จะใช้วิเคราะห์เป็นเมตริกซ์แบบครึ่งชุด (Half-Matrix) มาใช้ในการคำนวณ

**<u>การเลือกจุดรับสินค้าชุดแรก</u>**

ในการเลือกจุดรับสินค้าชุดแรกให้เข้ามาอยู่ในเส้นทาง สามารถยึดหลักเกณฑ์ใดหลักเกณฑ์หนึ่งดังนี้

- เลือกจุดรับสินค้าเพียงจุดเดียวที่อยู่ไกลจากศูนย์ฯ มากที่สุด

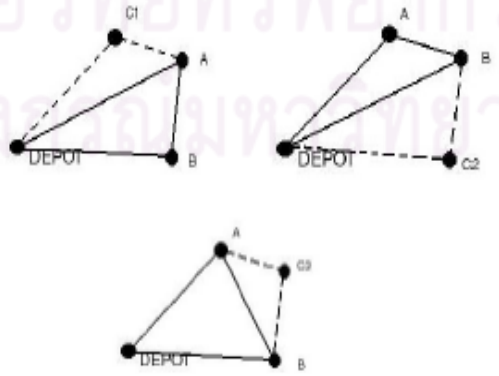
- เลือกจุดรับสินค้าเพียงจุดเดียวที่อยู่ใกล้ศูนย์ฯ มากที่สุด
- เลือกจุดรับสินค้าสองจุดที่มีค่าการประหยัดมากที่สุด

จากการเปรียบเทียบความเหมาะสมทั้ง 3 แบบจะพบว่า การเลือกคู่จุดรับสินค้าที่ให้ค่าการประหยัดสูงสุดจะเป็นวิธีที่ดีสุด เนื่องจากได้ผสมผสานทั้งแนวคิดทั้งสองข้อแรกเข้าด้วยกัน คือ ค่าการประหยัดที่มีค่ามากมักอาจเกิดขึ้นจากจุดที่อยู่ไกลจากศูนย์ฯ ก็ได้ หรือระยะทางที่ใกล้ศูนย์ฯ ก็อาจทำให้เกิดการประหยัดที่มีค่ามากได้หากคู่ลำดับทั้งสองอยู่ใกล้กัน การลำดับการส่งภายในเส้นทาง การหาลำดับการส่งสินค้าในเส้นทางด้วยวิธีค่าการประหยัด เริ่มต้นด้วยการหาจุดรับสินค้าสองจุดที่ทำให้เกิดค่าการประหยัดสูงสุด ซึ่งสมมติให้เป็น A และ B หลังจากนั้นจึงหาจุดรับสินค้าในลำดับถัดไปให้เข้ามาอยู่ในเส้นทาง ซึ่งสมมติให้เป็น C โดยวิธีในการหาจุดรับสินค้า C ที่เหมาะสมที่สุดที่ควรจะจัดเข้ามาอยู่ในเส้นทาง ด้วยการพิจารณาเปรียบเทียบหาค่าการประหยัดที่มากที่สุดจากสามกรณี ดังนี้

1. หาค่าการประหยัดจากการหาจุดรับสินค้า C1 เข้ามาอยู่ในเส้นทางที่ปลาย A ที่มีค่ามากที่สุด

2.หาค่าการประหยัดได้จากการหาจุดรับสินค้า C2 เข้ามาอยู่ในเส้นทางที่ปลาย B ที่มีค่ามากที่สุด

3. หาค่าการประหยัดได้จากการหาจุดรับสินค้า C3 เข้ามาอยู่ระหว่างปลาย A กับปลาย B ที่มีค่ามากที่สุด




รูปที่ 3.6 รูปแบบการหาจุดรับสินค้าที่เหมาะสมสำหรับการหาค่าการประหยัด

จากการศึกษาผลงานที่ผ่านมาพบว่า การศึกษาส่วนใหญ่จะพิจารณาจัดเส้นทางด้วยปลายข้างใดข้างหนึ่งเท่านั้น โดยมักจะให้จุดรับสินค้าเข้ามาอยู่ที่ปลายที่อยู่ห่างจากศูนย์ฯ น้อยที่สุด และให้ปลายที่อยู่ห่างจากศูนย์มากที่สุดเป็นลำดับการส่งแรก เนื่องจาก รถสามารถทำความเร็วในช่วงระยะทางไกลได้ดีกว่าในช่วงสั้น

**แนวคิดการเลือกใช้รถ**

โดยทั่วไปวิธีในการจัดเส้นทางเดินรถมักกำหนดให้สามารถนำรถเข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางได้โดยไม่จำกัดจำนวนรถ โดยถ้ารถคันเดิมมีปริมาณบรรทุกถึงขอบเขตหรือข้อจำกัดในการจัดเส้นทางก็จะให้เปลี่ยนรถคันใหม่ทันที วิธีดังกล่าวมีข้อเสียเนื่องจากในบางครั้งจำนวนรถที่ใช้อาจมีมากกว่าจำนวนรถที่มีอยู่จริง ดังนั้นการศึกษานี้จึงกำหนดให้ใช้จำนวนรถได้ไม่เกินจำนวนที่มีอยู่จริง

3.4.2.2 **ลำดับขั้นตอนการจัดเส้นทางเดินรถ**

3.4.2.2.1 **ข้อมูล**

ข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดเส้นทางเดินรถ ได้แก่

- **ตำแหน่งของพื้นที่ส่งสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า**

โดยปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีบริษัทที่ทำการจัดส่งชิ้นส่วนให้กับโรงงาน มีทั้งผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ตั้งอยู่ทั้งภายในประเทศ และภายนอกประเทศ โดยผู้ผลิตชิ้นส่วนที่อยู่ภายในประเทศจะมีการจัดส่งชิ้นส่วนมาให้กับโรงงานกรณีศึกษามีทั้งแบบดั้งเดิมและแบบมิลค์รัน

ทางโรงงานกรณีศึกษาได้ทำการแบ่งพื้นที่ในการขนส่งออกเป็น 5 เขต ตามพื้นที่ตั้ง คือ

พื้นที่ 1 : พื้นที่ในจังหวัดระยอง (49 บริษัท)

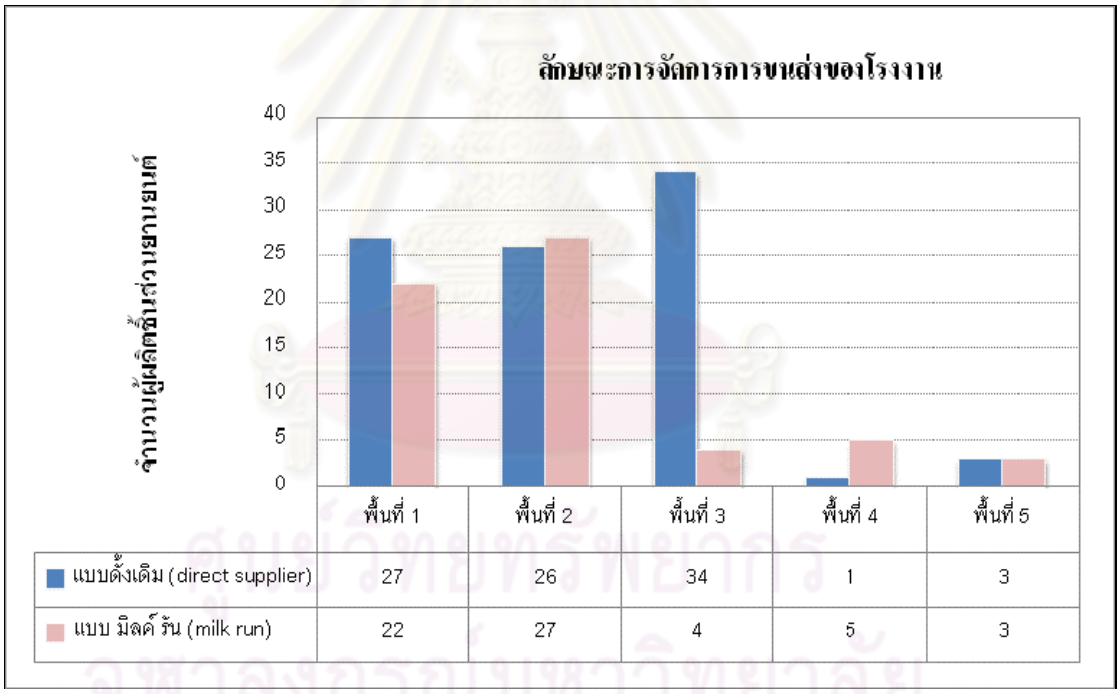
พื้นที่ 2 : พื้นที่ในจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา (53 บริษัท)

พื้นที่ 3 : พื้นที่ในจังหวัดกรุงเทพฯ สมุทรปราการ สมุทรสาคร ปทุมธานี (38 บริษัท)

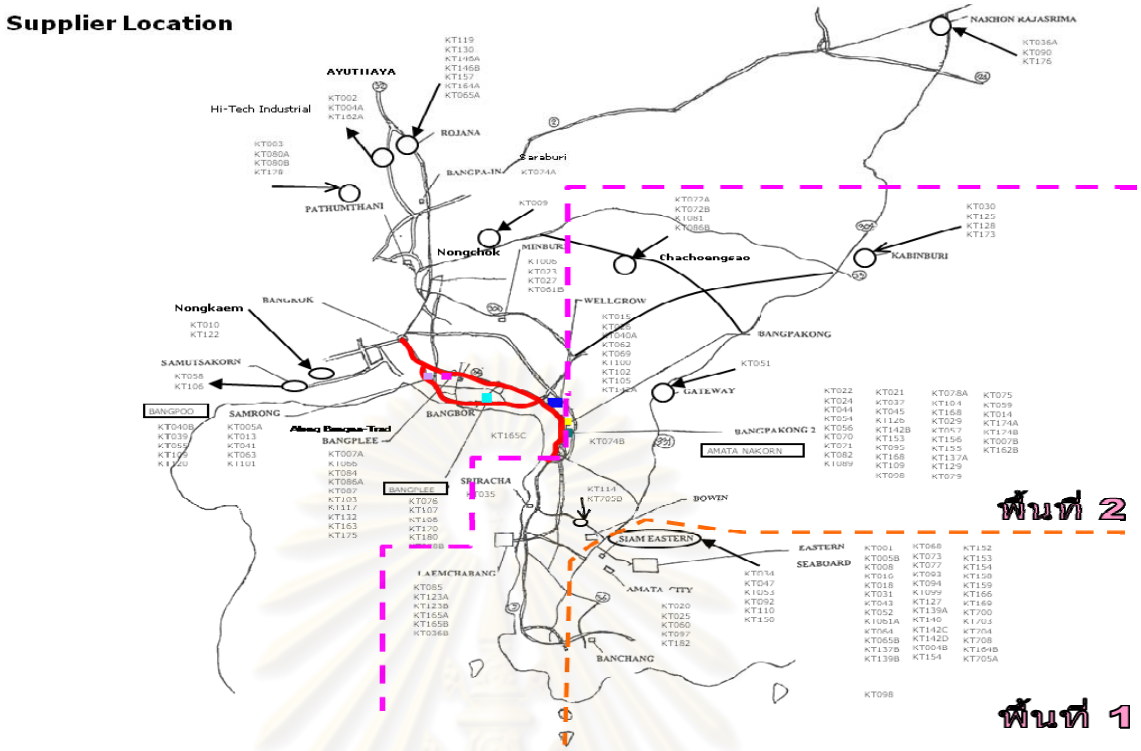
พื้นที่ 4 : พื้นที่ในจังหวัดปราจีนบุรี สระบุรี นครราชสีมา (6 บริษัท)

พื้นที่ 5 : พื้นที่ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (6 บริษัท)

โดยในแต่ละพื้นที่แบ่งลักษณะการขนส่งเป็นแบบดั้งเดิมและแบบมิลค์รัน ดังรูปที่ 3.7 หลังจากทำการแบ่งกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ตามพื้นที่ตั้งแล้ว ได้ทำการพิจารณาจัดสายการเดินรถเพื่อรับชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตชิ้นส่วนหลายๆ รายในคราวเดียวกัน โดยพิจารณาจากการรับชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตชิ้นส่วนที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน หรืออยู่ในเส้นทางเดียวกัน โดยงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนส่งแบบมิลค์รันของผู้ผลิตชิ้นส่วนในพื้นที่ที่ 1 และ 2 จำนวน 49 ราย ซึ่งเป็นผู้ผลิตกลุ่มที่มีที่ตั้งอยู่ในเขตรอบนิคมอุตสาหกรรมอิสเทิร์นซีบอร์ด (จังหวัดระยอง) ในรัศมีประมาณ 20 กิโลเมตรห่างจากบริษัท และอยู่ในเขตจังหวัดใกล้เคียงคือ จังหวัดชลบุรี และฉะเชิงเทรา ในรัศมี 100 กิโลเมตร โดยแสดงที่ตั้งของแต่ละพื้นที่ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาเป็นลูกค้ารายใหญ่ มีปริมาณการจัดส่งต่อวันรวมกันคิดเป็นปริมาตรวันละประมาณ 2,100 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นจำนวนเที่ยวในการจัดส่งต่อวันประมาณ 100 เที่ยว โดยมีรายชื่อ และรายละเอียดที่ตั้งดังแสดงในภาคผนวก ข.1




รูปที่ 3.7 ลักษณะของการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา




รูปที่ 3.8 กลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ที่ทำการศึกษา

### 3.4.2.2.2 กระบวนการทำงาน

กระบวนการจัดเส้นทางสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการหาค่าประหยัดได้ของทุกๆ จุดรับสินค้าเพื่อสร้างเมตริกซ์การประหยัด

- เลือกจุดรับ i และจุดรับ j ที่ต้องการรับสินค้าโดยเริ่มต้นจากจุดแรกที่นำเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์จนครบทุกจุด เพื่อคำนวณหาค่าการประหยัดของการผนวกจุดรับเข้าสู่เส้นทางเดียวกันในสมการที่ (3.3)

$$S_{ij} = \lfloor d_{1i} + d_{1j} - d_{ij} \rfloor \qquad (3.3)$$

โดยที่

$S_{ij}$ = ค่าการประหยัดของคู่จุด i ไปยัง j

$d_{1i}$, $d_{1j}$ = ระยะทางในการเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุด i และจุด j ตามลำดับ

$d_{ij}$ = ระยะทางในการเดินทางจากจุด i ไปยังจุด j

- ตรวจสอบและปรับค่าการประหยัดดังนี้

1.ให้ค่า $S_{ij} = 0$ ถ้าจุดรับ i เป็นจุดรับเดียวกับ j

2.ให้ค่า $S_{ij} = 0$ ถ้าค่าการประหยัดที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าศูนย์

2. ขั้นตอนการจัดจุดรับชุดแรกลงในเส้นทาง

- ตรวจสอบหาจุดรับที่ยังไม่ได้ถูกจัดอยู่ในเส้นทางและมีค่าการประหยัดที่มากสุด เพื่อตรวจสอบปริมาณสินค้าของจุดทั้งสองเทียบกับความจุของรถและน้ำหนัก หากคู่จุดรับไม่ทำให้เส้นทางขัดแย้งกับข้อจำกัดของการรับส่งสินค้า ให้นำจุดทั้งสองเข้ามาไว้ในเส้นทาง และทำตามขั้นตอนต่อไป แต่กรณีที่คู่จุดรับทำให้ปริมาณสินค้ามากกว่า ความจุของรถ ให้ตรวจสอบปริมาณสินค้าของจุดรับทั้งสองเทียบกับความจุของรถ หากปริมาณสินค้าของจุดรับน้อยกว่าความจุให้ผนวกจุดดังกล่าวให้เข้ามาอยู่ในเส้นทาง และกำหนดให้จุดรับที่ได้เป็นจุดที่ได้รับการจัดลงในเส้นทาง แต่ถ้าไม่มีจุดใดที่สามารถนำเข้ามาอยู่ในเส้นทางได้ให้ ปฏิเสธจุดทั้งสอง

- กำหนดลำดับในการเดินทางของคู่ลำดับโดยพิจารณาจากระยะห่างในการเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุดรับโดยใช้จุดรับที่มีระยะห่างจากศูนย์กระจายสินค้ามากสุดเป็นจุดรับในลำดับแรกสุด

3. การจัดจุดรับในลำดับถัดไป

- หาค่าการประหยัดที่มีค่ามากสุด โดยจุดที่จะนำมาหาค่าการประหยัดมากสุดจะต้องเป็นคู่จุดรับที่มีจุดรับจุดหนึ่งเป็นจุดที่เป็นปลายของเส้นทางที่ได้รับการจัดลงในเส้นทางแล้ว ขณะที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

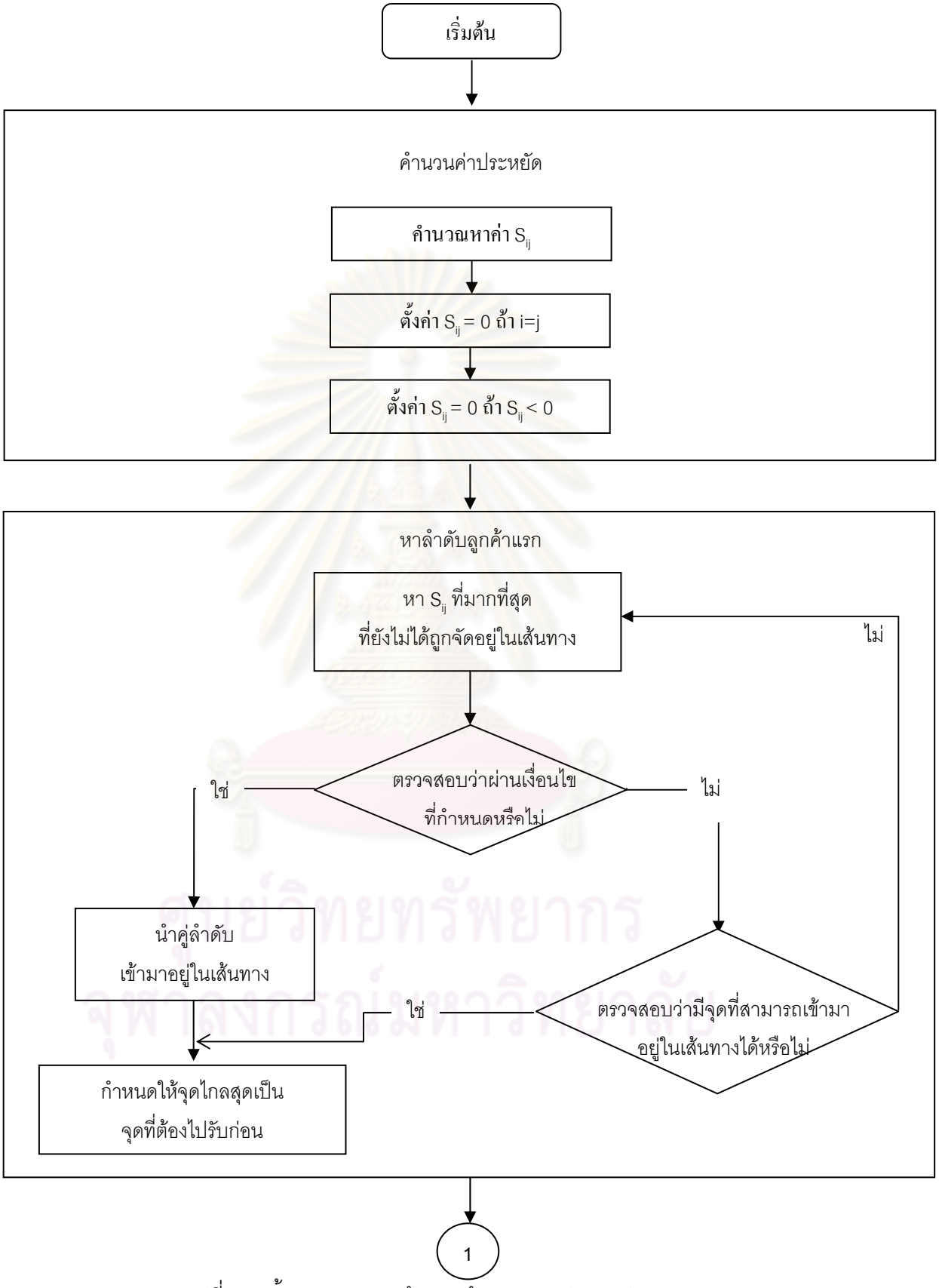
ปลายอีกข้างหนึ่งเป็นจุดใหม่ที่ไม่ได้จัดลงในเส้นทาง โดยจุดรับที่เหมาะสมได้จากสมการที่ (3.3)

- ทำการตรวจสอบค่าการประหยัดจากทั้ง 2 กรณีโดยเปรียบเทียบคู่จุดรับที่มากที่สุดของแต่ละปลายเพื่อหาจุดใหม่ที่ทำให้มีค่าการประหยัดมากสุดเพื่อเป็นจุดรับที่จะถูกเลือกให้นำเข้าไปอยู่ในเส้นทาง

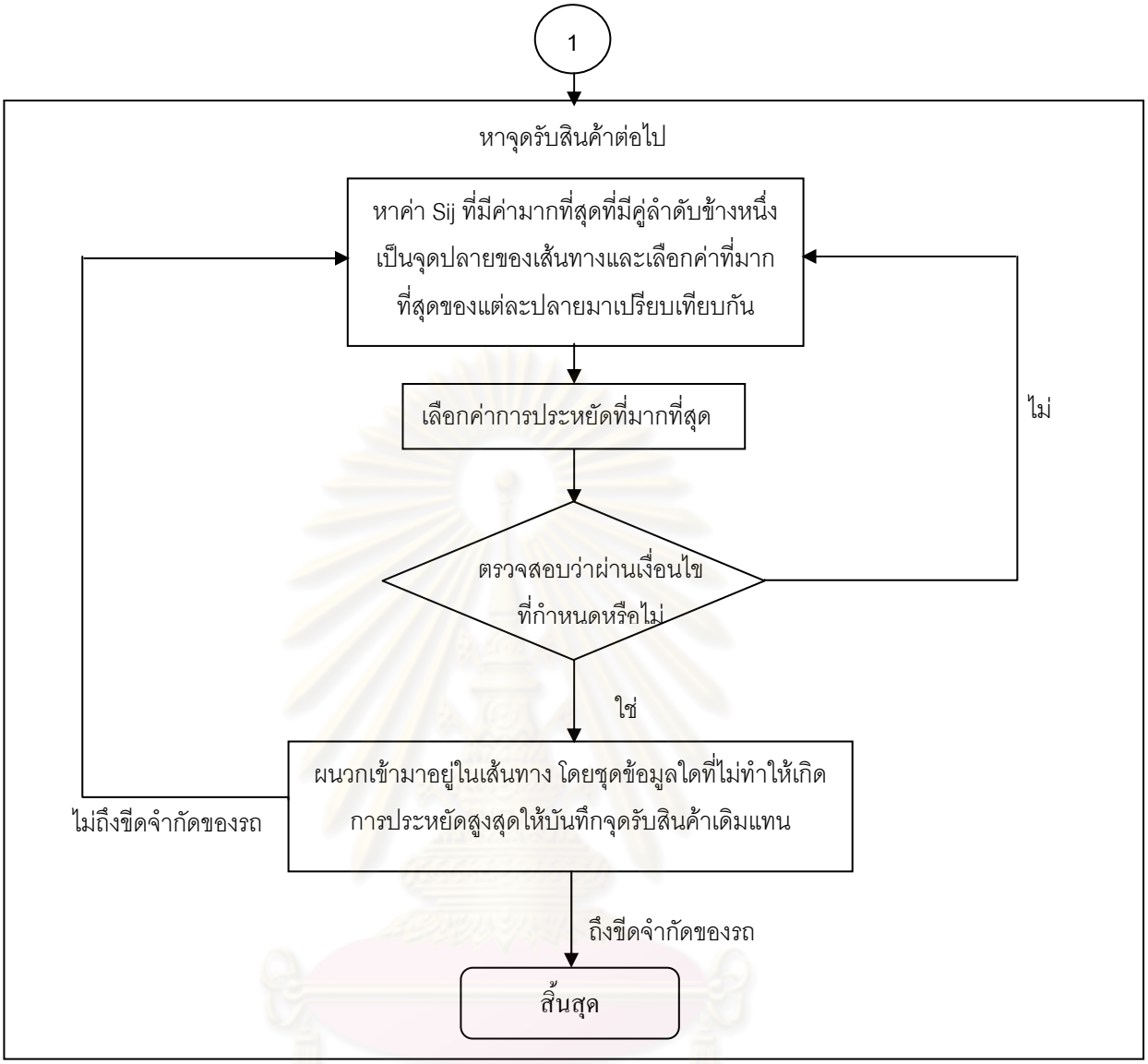
- ตรวจสอบว่าจุดที่จะนำเข้ามีข้อขัดแย้งกับเงื่อนไขของความจุของรถหรือไม่ ถ้าจุดที่เลือกไม่ก่อให้เกิดข้อขัดแย้งให้ผนวกจุดนั้นเข้าไปในเส้นทางและดำเนินงานตามขั้นตอนนี้ต่อไปจนกระทั่งถึงขีดจำกัดในการจัดส่ง จึงเปลี่ยนรถคันใหม่เข้ามาแทน

ขั้นตอนในการวิเคราะห์เส้นทางเบื้องต้นสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 3.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการจัดเส้นทางด้วยการหาค่าการประหยัด




รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการจัดเส้นทางด้วยการหาค่าการประหยัด (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.2.2.3 **ผลลัพธ์**

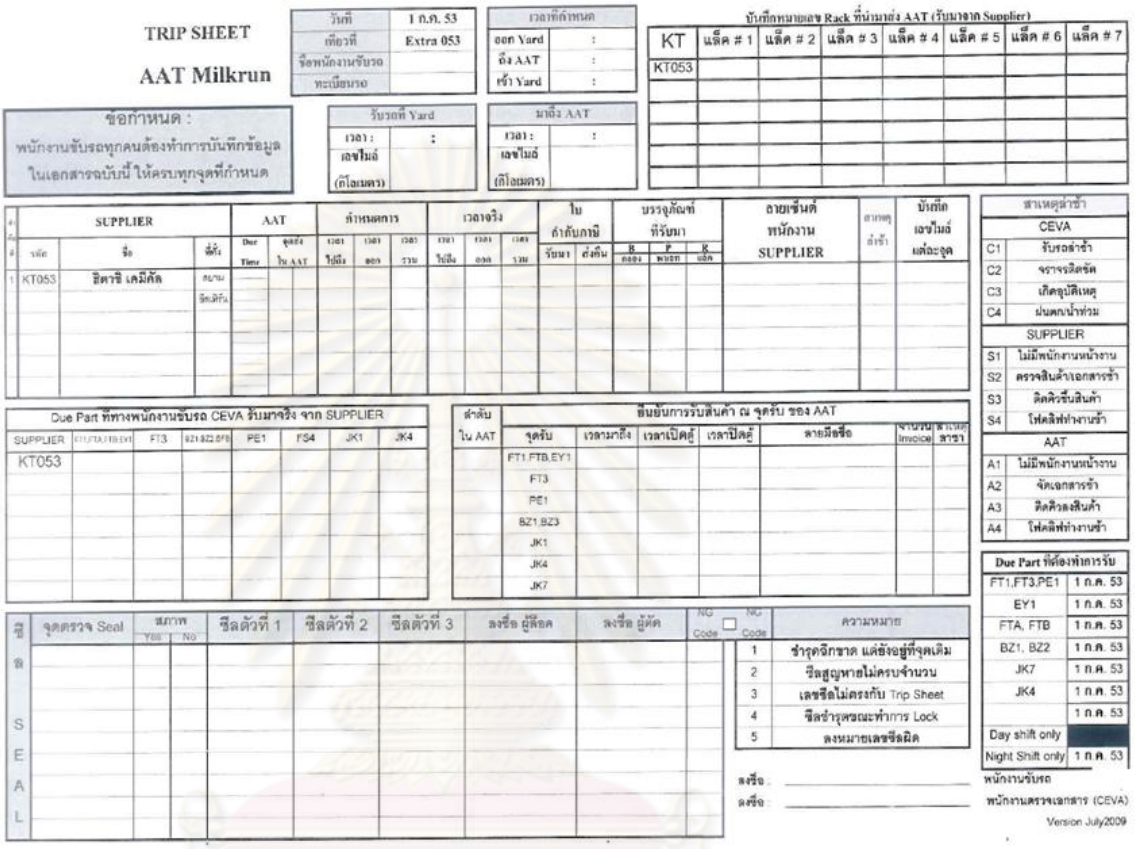
ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางประกอบด้วย

- ลำดับในการรับสินค้าออกจากปลายของเส้นทางทั้งสองด้านซึ่งมีจำนวน 2 ชุด โดยผลลัพธ์ทั้งสองจะต้องถูกนำมาเชื่อมต่อกันเป็นลำดับการรับสินค้าในแต่ละรอบ
- ปริมาณสินค้าที่มีอยู่ในรถ ความจุ น้ำหนัก และระยะทางในการขนส่งของรถในรถแต่ละคัน

จากวิธีการจัดเส้นทางเดินรถด้วยการหาค่าประหยัดตามวิธีการข้างต้น และอาศัยข้อมูลการสั่งสินค้าจากฝ่ายวางแผนการผลิต ทำให้สามารถจัดเส้นทางเดินรถได้ จากนั้นนำข้อมูลการจัดเส้นทางเดินรถรูปแบบใหม่ที่ได้ เสนอให้กับทางบริษัทผู้ให้บริการขนส่งและดำเนินการจัดการขนส่งมิลค์รันของทางโรงงาน นำไปดำเนินการทำการปรับปรุงเส้นทางการเดินรถในระบบของบริษัทผู้ให้บริการขนส่ง เพื่อทำการดำเนินงานจัดการด้านการขนส่งแบบมิลค์รัน ตามที่ทางโรงงานกำหนดต่อไป ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานของบริษัทผู้ให้บริการขนส่งมีดังนี้

1. บริษัทผู้ให้บริการขนส่งจะรับข้อมูลการรับชิ้นส่วนตามรายการที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้
2. บริษัทผู้ให้บริการขนส่งทำการตรวจสอบข้อมูล แล้วทำการจัดเส้นทางวิ่งของรถและตารางการรับชิ้นส่วน ตามที่ได้กำหนดเส้นทางไว้ โดยอาศัยโปรแกรม Milk Run System v.1.0 R1 ช่วยในการจัดการข้อมูล
3. บริษัทผู้ให้บริการขนส่งทำการแจกตารางการวิ่งพร้อมทั้งใบกำหนดรับชิ้นส่วน (Trip Sheet) ที่ได้จากโปรแกรม ให้พนักงานขับรถล่วงหน้า 1 วันก่อนที่จะถึงกำหนดส่งงานจริงให้กับทางโรงงาน โดยพนักงานขับรถจะไปรับสินค้าตามลำดับลูกค้า และเวลาที่กำหนดในใบกำหนดรับชิ้นส่วน (Trip Sheet) ดังตัวอย่างรูปที่ 3.10
4. พนักงานขับรถทำการรับชิ้นส่วนตามปริมาณ สถานที่และเวลาที่กำหนด และทำการจดบันทึกข้อมูลลงใน Trip Sheet และตามข้อตกลงของทางโรงงาน ผู้ให้บริการขนส่งจะต้องรับผิดชอบสินค้าทั้งหมดตั้งแต่ลูกค้าจนกระทั่งมาถึง

โรงงาน โดยต้องตรวจรับสินค้าทั้งจำนวนและคุณภาพ รับผิดชอบการจัดส่งล่าช้า สินค้าสูญหาย หรือ เสียหายอันเกิดจากการละเลยของผู้ให้บริการขนส่ง แล้วนำชิ้นส่วนกลับมาส่งยังโรงงาน




รูปที่ 3.10 ตัวอย่าง Trip Sheet ที่ได้จากระบบของบริษัทรับจ้างขนส่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3.4.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก

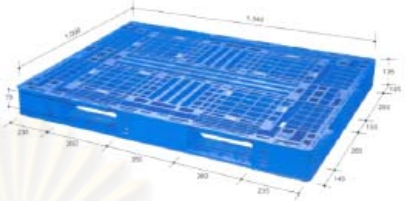
จากปัญหาประสิทธิภาพการจัดส่งของโรงงานกรณีศึกษายังไม่บรรลุตามเป้าหมายที่ทางบริษัทได้กำหนดไว้ และปัญหาการใช้พื้นที่ในรถบรรทุกของการจัดการขนส่งแบบมิลค์รันยังไม่มีประสิทธิภาพและยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่ทางบริษัทได้กำหนดเอาไว้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงกระบวนการหรือกิจกรรมการขนส่งโดยทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถขนส่งให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

ปัญหาเรื่องการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานของลูกค้า บนรถบรรทุกไม่เต็มประสิทธิภาพ และจำนวนรถที่จัดเข้าไปรับงานไม่พอดีกับจำนวนชิ้นส่วนที่สั่งไว้ ได้ทำการปรับปรุงโดยการ

1. ศึกษาและทดลองวิธีการจัดเรียงและซ้อนงานบนรถขนส่งใหม่ และปัญหาการจัดเรียงงานบนรถไม่พอดีกับจำนวนรถที่จัดมารับสินค้า โดยการเพิ่มปริมาณสินค้าบนรถ
2. จัดทำข้อกำหนดการจัดวางสินค้า/ซ้อนสินค้าบนรถบรรทุกตามวิธีปฏิบัติที่ทางทีมงานกำหนด
3. ทดสอบเงื่อนไขการจัดวางสินค้า/ซ้อนสินค้าระหว่างการขนส่งตามวิธีปฏิบัติที่ทางทีมงานกำหนด
4. สรุปและติดตามผลลัพธ์ของกระบวนการปรับปรุง นำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการปรับปรุงไปคำนวณในการคิดประสิทธิภาพการจัดส่งสินค้า และผลการปรับปรุงประสิทธิภาพส่งผลต่อการจัดส่งสินค้ามากน้อยเพียงใด

#### 3.4.3.1 ประเภทบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน

เนื่องจากชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละชิ้นที่นำมาใช้ในการทำการประกอบรถยนต์มีหลายรูปร่างและหลายขนาดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนแต่ละประเภท ดังนั้นทางโรงงานจึงต้องมีการกำหนดรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการใส่ชิ้นส่วนที่จะนำมาส่งให้กับทางโรงงานเพื่อความสะดวกในด้านการจัดการบรรจุ จัดเรียง และการขนส่ง ซึ่งในปัจจุบันทางโรงงานได้มีแบ่งประเภทบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในโรงงานดังนี้คือ

| | |
|---|---|
| Plastics Container | |
| Pallet |  ขนาด Pallet มาตรฐาน ยาว= 1340 mm. x กว้าง= 1000 mm. x สูง= 135 mm. |
| Carton Box | |
| Steel Rack | |
| Dolly | |
| Returnable package of JS | |
| Wire mesh | |
| อื่นๆ<br>(ถุง ถาด ไม่มี package และอื่นๆ) | |

รูปที่ 3.11 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในโรงงาน

### 3.4.3.2 วิธีการจัดวางสินค้าและการซ้อนสินค้า

ในการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก สำหรับการขนส่งแบบมิลค์รันนั้นจะมีบรรจุภัณฑ์ที่ใช้อยู่ 2 ประเภทที่นำมาทำการปรับปรุงลักษณะของการจัดวางหรือการซ้อนงาน คือ ชิ้นส่วนที่สามารถใส่ในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถวางซ้อนกันได้บนพาเลท และชิ้นส่วนที่ต้องบรรจุในแร็คเหล็ก เพื่อทำการจัดส่งให้กับทางโรงงาน จากข้อมูลในเรื่องพาเลทและแร็คเหล็กที่ใช้ในการบรรจุชิ้นส่วนมาให้กับทางโรงงานในแต่ละวัน พบว่าในพื้นที่จังหวัดระยอง ชิ้นส่วนที่ต้องบรรจุในพาเลท คิดเป็น 44.63% ของปริมาตรโดยรวมทั้งหมด และชิ้นส่วนที่ต้องบรรจุลงในแร็คเหล็ก คิดเป็น 55.37% และในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ชิ้นส่วนที่ต้องบรรจุในพาเลท คิดเป็น 39.60% ของปริมาตรโดยรวมทั้งหมด และชิ้นส่วนที่ต้องบรรจุลงในแร็คเหล็ก คิดเป็น 60.40% รายละเอียดดังตาราง 3.4

ตารางที่ 3.4 อัตราส่วนของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในแต่ละวัน

| พื้นที่ | ระยอง | ชลบุรี |
|---|---|---|
| ปริมาตรรวม (ลบ.ม) | 1105.83 | 531.26 |
| ปริมาตรชิ้นส่วนที่บรรจุใน Pallet (ลบ.ม) | 493.48 | 210.38 |
| ปริมาตรชิ้นส่วนที่บรรจุใน Steel Rack (ลบ.ม) | 612.35 | 320.88 |
| % การบรรจุชิ้นส่วนใน Pallet | 44.63 | 39.60 |
| % การบรรจุชิ้นส่วนใน Steel Rack | 55.37 | 60.40 |

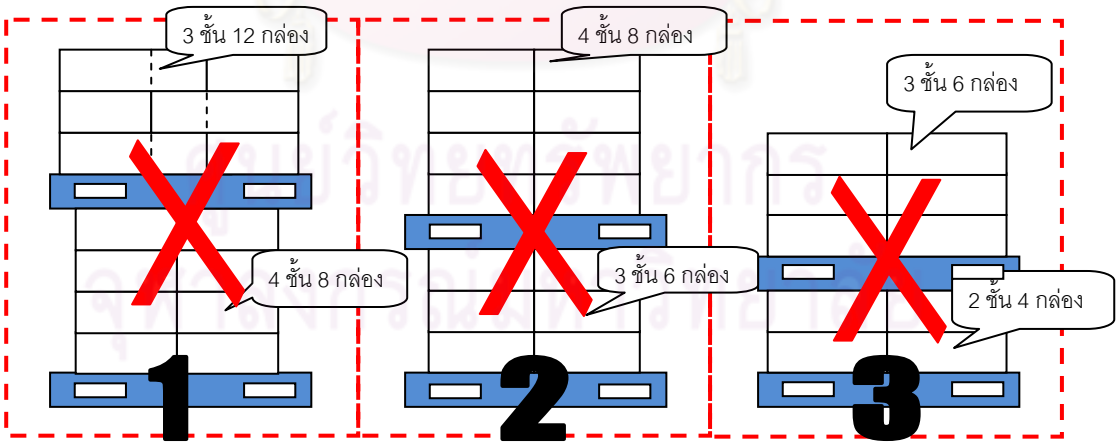
จากข้อมูลจะเห็นว่าในแต่ละวันปริมาตรของชิ้นส่วนที่บรรจุในแร็คเหล็กจะมีมากกว่าปริมาตรของชิ้นส่วนที่จัดลงในพาเลท ซึ่งการใช้บรรจุภัณฑ์ประเภทแร็คเหล็กจะใช้พื้นที่ในรถบรรทุกมากกว่าเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ที่เป็นพาเลท ซึ่งในบางครั้งอาจจะทำให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ในรถโดยเปล่าประโยชน์ได้ และทำให้การใช้พื้นที่ในรถไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยทางโรงงานจึงได้ทำการปรับปรุงลักษณะการจัดวางชิ้นงานบนรถบรรทุกดังนี้

วิธีการจัดวางหรือซ้อนสินค้าบนรถขนส่ง (Standard Stacking Part Conditions)

- **การวางสินค้าบน** Pallet

จากการศึกษาปัญหาการจัดวางหรือการซ้อนงานที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่ทางโรงงานกำหนดจากลูกค้า ทำให้ส่งผลต่อความล่าช้า และยังส่งผลทำให้ชิ้นส่วนเกิดความเสียหาย ดังตัวอย่างในรูป 3.12

รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการวางชิ้นงานก่อนปรับปรุง




รูปที่ 3.13 วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่งมิลค์รันที่ไม่ถูกต้อง

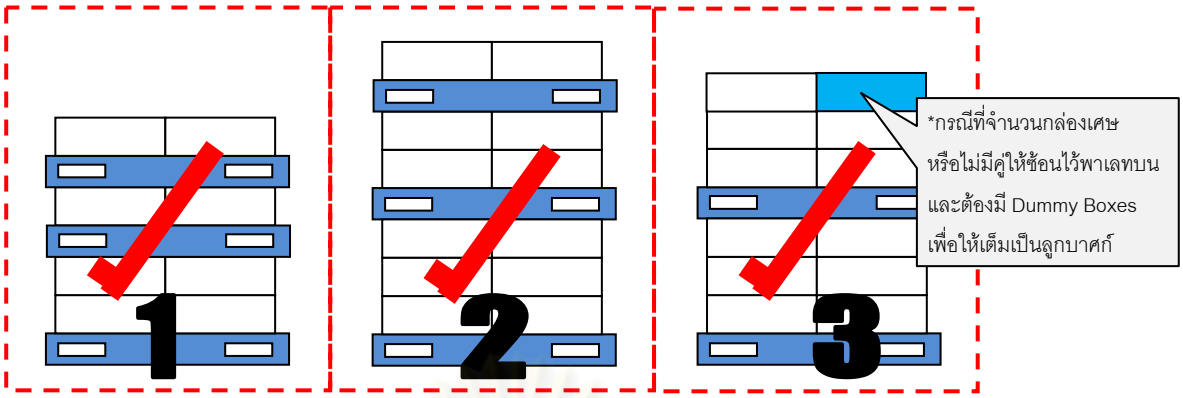
จากรูป 3.13 เป็นการแสดงวิธีการซ้อนงานบนรถขนส่งมิลค์รันที่ไม่ถูกต้องของการวางงานหรือซ้อนงาน ที่ทางลูกค้าใช้ในการส่งสินค้า คือ

- หมายเลข 1 แสดงถึง กล่องสินค้าชั้นล่างมีน้ำหนักน้อยกว่ากล่องสินค้าชั้นบน เช่น ชั้นล่างวางงานบนพาเลท สูง 4 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 8 กล่อง และถูกวางซ้อนทับด้วยงานพาเลทบน สูง 3 ชั้น ชั้นละ 4 กล่อง จำนวน 12 กล่อง ซึ่งถือว่า ผิดข้อตกลงในการซ้อนสินค้า
- หมายเลข 2 แสดงถึง กล่องสินค้าชั้นล่าง มีน้ำหนักน้อยกว่ากล่องสินค้าชั้นบน เช่น ชั้นล่างวางงานบนพาเลทล่าง สูง 3 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 6 กล่อง ถูกวางซ้อนทับด้วยงาน พาเลทบน สูง 4 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 8 กล่อง ซึ่งถือว่า ผิดข้อตกลงการในซ้อนสินค้า
- หมายเลข 3 แสดงถึง กล่องสินค้าชั้นล่าง มีน้ำหนักน้อยกว่ากล่องสินค้า ชั้นบน เช่น ชั้นล่าง วางงานบนพาเลทล่าง สูง 2 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 4 กล่อง ถูกวางซ้อนทับด้วยงานพาเลทบน สูง 3 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 6 กล่อง ซึ่งถือว่า ผิดข้อตกลงในการซ้อนสินค้า

*ในกรณีที่มีกล่องเศษ ต้องวางชั้นบนอย่างเดียวเท่านั้น และไม่สามารถถูกวางชั้นล่างเพื่อถูกซ้อนทับได้ โดยที่น้ำหนักงานชั้นบนต้องน้อยกว่าน้ำหนักงานชั้นล่าง เนื่องจากตามหลักการ งานที่มีน้ำหนักน้อยจะสามารถวางบนงานที่มีน้ำหนักมากโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายของงานชั้นที่ถูกซ้อนทับ

และทางโรงงาน รวมทั้งบริษัทขนส่ง และบริษัทลูกค้า ตกลงร่วมกันว่า ในการซ้อนงานบนพาเลท ความสูงโดยรวมทั้งหมดของสินค้าต้องไม่เกิน 1.00 เมตร โดยไม่รวมฐานของพาเลท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




รูปที่ 3.14 วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่งมิลค์รันที่ถูกต้อง

จากรูป 3.14 เป็นการแสดง วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่งมิลค์รันที่ถูกต้องของการวางงานหรือซ้อนงาน ที่ทาง โรงงาน รวมทั้งบริษัทขนส่ง และบริษัทลูกค้า ตกลงร่วมกันที่จะใช้ คือ

- หมายเลข 1 แสดงถึง กล่องสินค้าชั้นล่าง ต้องมีน้ำหนักมากกว่ากล่องสินค้าชั้นบน เช่น กรณีวางงาน 3 ชั้น โดยชั้นล่างวางงานบนพาเลทล่าง สูง 2 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 4 กล่อง ถูกวางซ้อนทับด้วยงานพาเลทที่ 2 มี 2 กล่อง และ ถูกวางซ้อนทับด้วยงานพาเลทที่ 3 มี 2 กล่อง ซึ่งถือว่า ถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติของทีมงานในการซ้อนสินค้า

- หมายเลข 2 แสดงถึง กล่องสินค้าชั้นล่าง ต้องมีน้ำหนักมากกว่ากล่องสินค้าชั้นบน เช่น กรณีวางงาน 3 ชั้น โดยชั้นล่างวางงานบนพาเลทล่าง สูง 3 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 6 กล่อง ถูกวางซ้อนทับด้วยงานพาเลทที่ 2 มีความสูง 2 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 4 กล่อง และ ถูกวางซ้อนทับด้วยงานพาเลทที่ 3 มี 2 กล่อง ซึ่งถือว่า ถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติของทีมงานในการซ้อนสินค้า

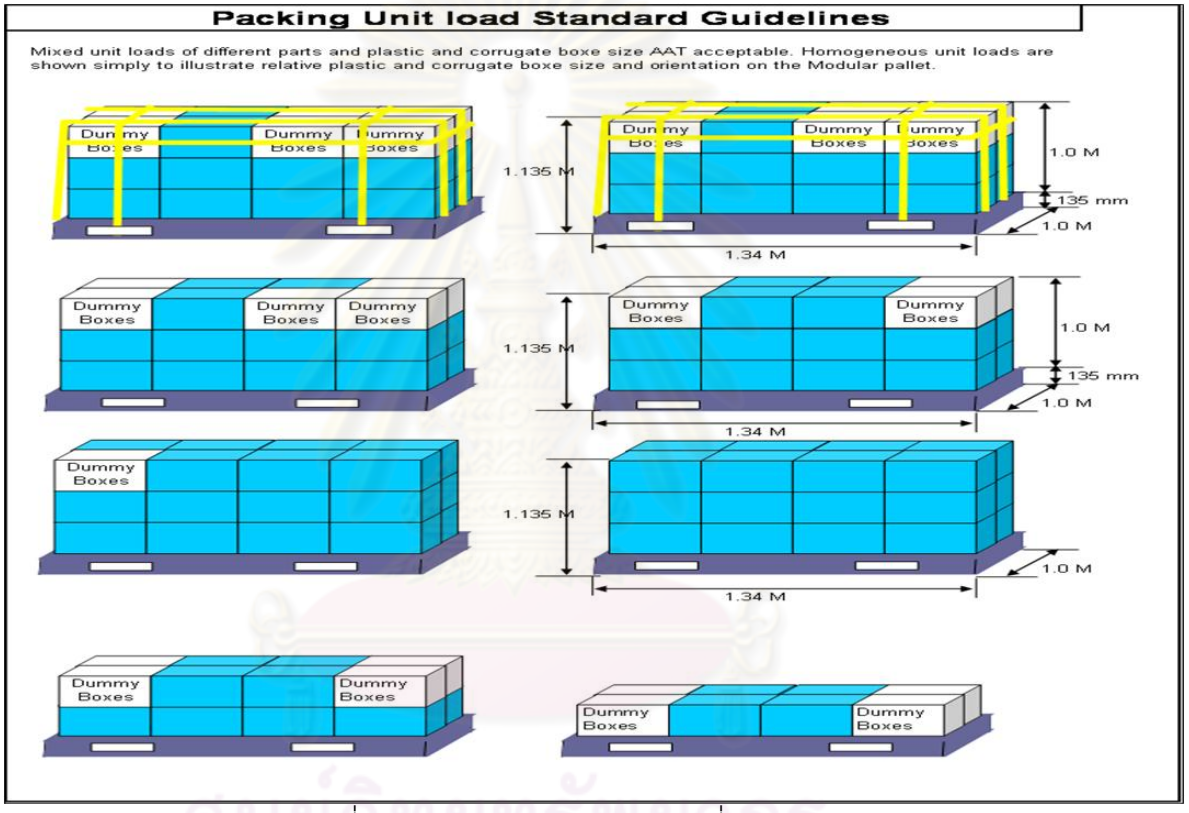
- หมายเลข 3 แสดงถึง กล่องสินค้าชั้นล่าง ต้องมีน้ำหนักมากกว่ากล่องสินค้าชั้นบน เช่น ชั้นล่าง วางงานบนพาเลทล่าง สูง 3 ชั้น ชั้นละ 2 กล่อง จำนวน 6 ถูกวางซ้อนทับด้วยงานพาเลทบน 5 กล่อง ชั้นละ 2 กล่อง มีเศษ 1 กล่อง และต้องมีกล่องเปล่า (Dummy Boxes) วางให้เต็มปริมาตร ซึ่งถือว่าถูกต้องตามวิธีการปฏิบัติของทีมงานในการซ้อนสินค้า

*แต่รถขนส่งทุกคันต้องรัดเข็มขัดนิรภัย เพื่อป้องกันการกระแทกระหว่างการขนส่ง ทำให้สินค้ามีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

*ถ้ากรณีที่มีกล่องเศษ ต้องวางชั้นบนอย่างเดียวเท่านั้น และไม่สามารถถูกวางชั้นล่างเพื่อถูกซ้อนทับได้ โดยที่น้ำหนักงานชั้นบนต้องน้อยกว่าน้ำหนักงานชั้นล่าง เนื่องจากตามหลักการ งานที่มีน้ำหนักน้อยจะสามารถวางบนงานที่มีน้ำหนักมากโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความ

เสียหายของงานชั้นที่ถูกซ้อนทับ และในกรณีที่มีกล่องเศษจะต้องมีกล่องเปล่า (Dummy Box) มาวางเพื่อปริมาตรเต็มเป็นลูกบาศก์เมตร

ทางโรงงาน บริษัทขนส่ง และบริษัทลูกค้า ตกลงร่วมกันว่า ในการซ้อนงานบนพาเลท ความสูงโดยรวมทั้งหมดของสินค้าต้องไม่เกิน 1.00 เมตร โดยไม่รวมฐานของพาเลท ดังรูปที่ 3.15




รูปที่ 3.15 การจัดและการซ้อนงานที่ถูกต้อง

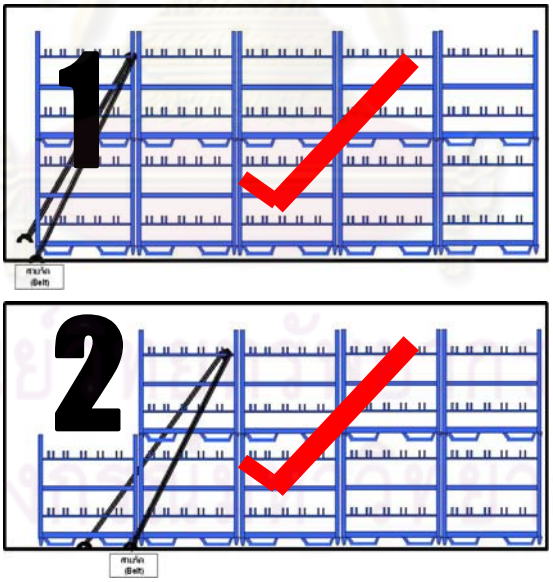
จากนั้นทำการเก็บข้อมูลในด้านการจัดเรียงงานที่บริษัทลูกค้าแล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาประสิทธิภาพการขนส่งของการจัดส่งสินค้าโดยรวมของโรงงานต่อไป

- **การวางสินค้าบน** Steel Rack

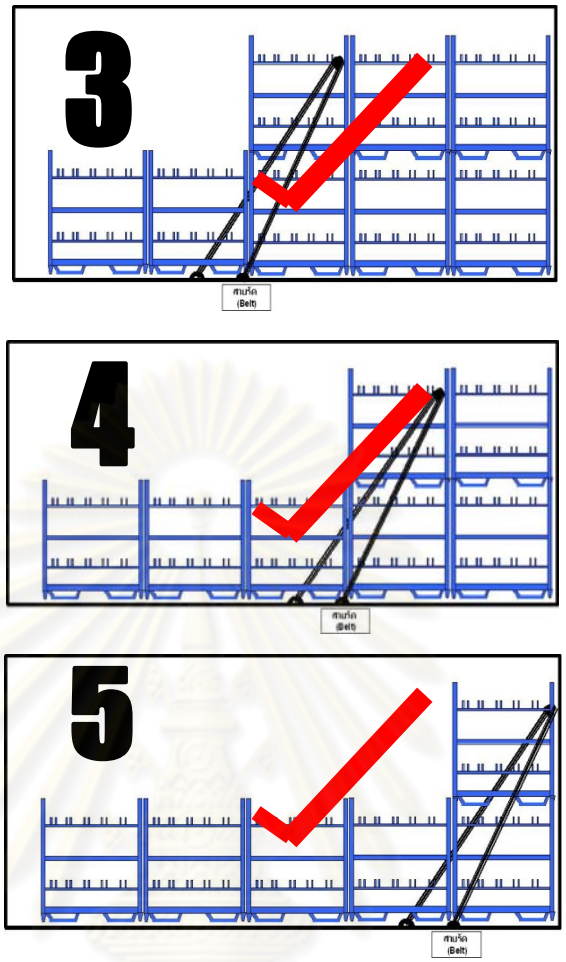
เนื่องจากก่อนการปรับปรุง งานที่ใส่ในแร็กเหล็ก จะไม่ถูกซ้อนกันบนรถบรรทุกทำให้มีพื้นที่ว่างเหลือบนรถค่อนข้างมาก ดังแสดงในรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการจัดงานงานก่อนการปรับปรุง

ทางโรงงานจึงทำการกำหนดรูปแบบการจัดวางงานใหม่ โดยใช้วิธีการใช้ซ้อนบรรจุภัณฑ์ชนิดเดียวกัน โดยที่ความสูงของบรรจุภัณฑ์ไม่สูงเกินคานรถขนส่ง




รูปที่ 3.17 วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่ง




รูปที่ 3.17 วิธีการซ้อนงานบนรถขนส่ง (ต่อ)

จากรูปเป็นการแสดง วิธีการซ้อนงานที่ถูกต้องของการวางงานหรือซ้อนงานของโรงงาน บริษัทขนส่ง และบริษัทลูกค้า ตกลงร่วมกันที่จะใช้ในการจัดเรียงงานบนรถ คือ

รูปที่ 3.17 แสดงถึงสินค้าจะถูกวางเรียงในแร็กเหล็กชั้นบนและถูกวางซ้อนทับด้วยแร็กเหล็กชั้นล่าง ซึ่งถือว่าเป็นวิธีปฏิบัติในการซ้อนงานบนรถขนส่งที่ถูกต้อง ซึ่งวิธีปฏิบัติในการวางแต่ละแบบ 1 ถึง 5 ต้องวางตามวิธีปฏิบัติที่ทางทีมงานกำหนดและรถขนส่งทุกคันต้องรัดเข็มขัดนิรภัยที่แร็กเหล็กชั้นบนตัวสุดท้ายเสมอ เพื่อป้องกันการกระแทกระหว่างการขนส่ง ทำให้สินค้าและแร็กเหล็กมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น เช่น

- หมายเลข 1 กรณีที่วางซ้อนงานเต็มคันทั้งหมด 5 แถว จะต้องรัดเข็มขัดนิรภัยที่แร็กเหล็กชั้นบนตัวสุดท้ายเสมอ เพื่อป้องกันสินค้าล้มและเสียหายจากการกระแทก

- หมายเลข 2 กรณีที่วางซ้อนงานเต็มคันทั้งหมด 5 แถว แต่แถวสุดท้ายชั้นบน ไม่มีการซ้อนจะต้องรัดเข็มขัดนิรภัยที่แร็กเหล็กชั้นบนตัวสุดท้ายในแถวที่ 4 เสมอ เพื่อป้องกันสินค้าล้มและเสียหายจากการกระแทก

- หมายเลข 3 กรณีที่วางซ้อนงานเต็มคันทั้งหมด 5 แถว แต่ 2 แถวสุดท้ายชั้นบน ไม่มีการซ้อนจะต้องรัดเข็มขัดนิรภัยที่แร็กเหล็กชั้นบนตัวสุดท้ายในแถวที่ 3 เสมอ เพื่อป้องกันสินค้าล้มและเสียหายจากการกระแทก

- หมายเลข 4 กรณีที่วางซ้อนงานเต็มคันทั้งหมด 5 แถว แต่ 3 แถวสุดท้ายชั้นบน ไม่มีการซ้อนจะต้องรัดเข็มขัดนิรภัยที่แร็กเหล็กชั้นบนตัวสุดท้ายในแถวที่ 2 เสมอ เพื่อป้องกันสินค้าล้มและเสียหายจากการกระแทก

- หมายเลขที่ 5 กรณีที่วางซ้อนงานเต็มคันทั้งหมด 5 แถว แต่ 4 แถวสุดท้ายชั้นบน ไม่มีการซ้อนจะต้องรัดเข็มขัดนิรภัยที่แร็กเหล็กชั้นบนตัวสุดท้ายในแถวที่ 1 เสมอ เพื่อป้องกันสินค้าล้มและเสียหายจากการกระแทก

ทางโรงงาน บริษัทขนส่ง และบริษัทลูกค้า ตกลงร่วมกันว่าในการซ้อนแร็กเหล็กความสูงโดยรวมจากการซ้อนต้องไม่เกินความสูงของคานรถขนส่ง

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลในด้านการจัดเรียงงานที่บริษัทลูกค้าแล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาประสิทธิภาพการขนส่งของการจัดส่งสินค้าโดยรวมของโรงงานต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4

# ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการดำเนินการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ของทางโรงงานกรณีศึกษา ได้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดส่งด้วยการจัดเส้นทางเดินรถแบบมิลค์รันและการสร้างมาตรฐานการจัดเรียงงานบนรถบรรทุก ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงานวิจัย 2 ส่วนคือ

4) การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการตัดสินใจด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

5) การจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์

ส่วนผลการดำเนินงานปรับปรุงการจัดเส้นทางและการจัดเรียงงานบนรถจะกล่าวในบทถัดไป

## 4.1 การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ ด้วยวิธีการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

### 4.1.1 การวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ

จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่มีอำนาจในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รันของโรงงานกรณีศึกษาโดยตรง จำนวน 4 ราย จนได้ผลสรุปในการคัดเลือกปัจจัยเพื่อเป็นเกณฑ์ในการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ 4 ปัจจัย และได้อาศัยวิธีการฮิวริสติกส์ จำนวน 4 วิธี มาใช้เป็นตัวเลือก

เกณฑ์ปัจจัยหลักที่นำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ มีดังนี้

1) หลักการ/วิธีการคิด

2) ข้อจำกัดของวิธี

3) ความนิยม

4) ความง่าย

โดยเกณฑ์ทั้ง 4 เกณฑ์จะเป็นปัจจัยหลักที่ทางผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดเส้นทางรถ ให้ความสำคัญกับปัจจัยเหล่านี้ โดยพิจารณาปัจจัยทั้งหมดร่วมกันเพื่อได้วิธีที่เหมาะสมกับการดำเนินงานขนส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานมากให้ที่มากสุด

โดยผลของการวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดส่งแบบมิลค์รันของโรงงาน ประกอบด้วยผู้จัดการแผนกโลจิสติกส์ วิศวกรที่ควบคุมการขนส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน หัวหน้างานบริษัทผู้รับจ้างจัดส่งมิลค์รัน และพนักงานที่ดำเนินงานด้านมิลค์รันของบริษัทรับจ้างจัดส่ง นำคะแนนที่ได้มาทำการเฉลี่ย ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 (รายละเอียดของแต่ละท่านแสดงในภาคผนวก ก.1)

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่ที่ได้จากการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ

| **คู่ที่** | **ปัจจัยแรก** | **ปัจจัยหลัง** | **คะแนน** |
|---|---|---|---|
| 1 | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | 2 |
| 2 | หลักการ/วิธีการคิด | ความนิยม | 5 |
| 3 | หลักการ/วิธีการคิด | ความง่าย | 7 |
| 4 | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | 3 |
| 5 | ข้อจำกัดของวิธี | ความง่าย | 3 |
| 6 | ความนิยม | ความง่าย | 1 |

นำผลคะแนนที่ได้มาทำการคำนวณหาวิธีการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น โดยแสดงตัวอย่างการคำนวณดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตัวอย่างการคำนวณหาลำดับความสำคัญของเกณฑ์**

ขั้นแรกทำการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญทีละคู่แล้วนำค่าที่ได้ใส่ลงในตารางเมตริกซ์ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เมตริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบรายคู่

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 1 | 2 | 5 | 7 |
| ข้อจำกัดของวิธี | 1/2 | 1 | 3 | 3 |
| ความนิยม | 1/5 | 1/3 | 1 | 1 |
| ความง่าย | 1/7 | 1/3 | 1/1 | 1 |

ขั้นตอนต่อไปเป็นการหาผลรวมในแต่ละแนวตั้ง โดยแต่ละแนวตั้งจะหมายถึงปัจจัยที่ต้องการหาลำดับความสำคัญ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลรวมในแต่ละแนวตั้ง

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 7.00 |
| ข้อจำกัดของวิธี | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 3.00 |
| ความนิยม | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 1.00 |
| ความง่าย | 0.14 | 0.33 | 1.00 | 1.00 |
| **รวม** | **1.84** | **3.66** | **10.00** | **12.00** |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนต่อไป เมื่อได้ผลรวมจากตารางที่ 4.3 แล้ว นำสมาชิกทุกตัวในแต่ละแนวตั้ง หารด้วยผลรวมของแต่ละแนวตั้ง จะได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการคำนวณเมื่อนำสมาชิกแต่ละตัวหารด้วยผลรวมตามแนวตั้ง

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | (1.0/1.84) = 0.54 | (2.0/3.66) = 0.55 | (5.0/10) = 0.50 | (7.0/12) = 0.58 |
| ข้อจำกัดของวิธี | (0.5/1.84) = 0.27 | (1.0/3.66) = 0.27 | (3.0/10) = 0.30 | (3.0/12) = 0.25 |
| ความนิยม | (0.2/1.84) = 0.11 | (0.33/3.66) = 0.09 | (1.0/10) = 0.10 | (1.0/12) = 0.08 |
| ความง่าย | (0.14/1.84) = 0.08 | (0.33/3.66) = 0.09 | (1.0/10) = 0.10 | (1.0/12) = 0.08 |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** |

ขั้นตอนต่อไป เป็นการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแนวนอน โดยการคำนวณจากผลรวมของสมาชิกในแต่ละแนวนอนทุกตัวรวมกัน หารด้วยจำนวนของสมาชิก จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแนวนอน

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย | รวม | **ลำดับความสำคัญ** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 0.54 | 0.55 | 0.50 | 0.58 | 2.17 | (2.17/4) = **0.54** |
| ข้อจำกัดของวิธี | 0.27 | 0.27 | 0.30 | 0.25 | 1.09 | (1.09/4) = **0.27** |
| ความนิยม | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.38 | (0.38/4) = **0.10** |
| ความง่าย | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.35 | (0.35/4) = **0.09** |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **4.00** | **1.000** |

การคำนวณในขั้นตอนนี้จะได้ค่าลำดับความสำคัญซึ่งทำให้ สามารถเปรียบเทียบลำดับของความสำคัญของแต่ละปัจจัยได้

ขั้นตอนต่อไปเป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

ขั้นที่ 1.

$$0.54\begin{bmatrix}1\\1/2\\1/5\\1/7\end{bmatrix}+0.27\begin{bmatrix}2\\1\\1/3\\1/3\end{bmatrix}+0.10\begin{bmatrix}5\\3\\1\\1/1\end{bmatrix}+0.09\begin{bmatrix}7\\3\\1\\1\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}0.54\\0.27\\0.11\\0.08\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.54\\0.27\\0.09\\0.09\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.50\\0.30\\0.10\\0.10\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.63\\0.27\\0.09\\0.09\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2.21\\1.11\\0.39\\0.36\end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 2.

หลักการ/วิธีการคิด = 2.21/0.54 = 4.09

ข้อจำกัดของวิธี = 1.11/0.27 = 4.11

ความนิยม = 0.39/0.10 = 3.88

ความง่าย = 0.36/0.09 = 3.97

ขั้นที่ 3.

$\lambda_{max}$ = (4.09+4.11+3.88+3.97)/4

= 4.01

ขั้นที่ 4.

CI = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

= (4.196 – 4) / (4-1)

= 0.004

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 5.

CR = CI/RI

= 0.004/0.90

= 0.0048

จากค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio) ที่หาได้เท่ากับ 0.0048 ซึ่งน้อยกว่า 0.1 แสดงถึงความสอดคล้องของข้อมูลว่ายอมรับได้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามเรื่องปัจจัยในการเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบมิลค์รันของทางโรงงาน โดยการเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละปัจจัย อีกทั้งการวิเคราะห์ถึงความสอดคล้องกันของข้อมูลซึ่งได้ผลออกมาว่า ข้อมูลที่ได้จากการเก็บแบบสอบถามดังกล่าวข้างต้น มีความสอดคล้องกันของข้อมูล ต่อจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกต่างๆ ต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 4.1.2 การวิเคราะห์คัดเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ โดยใช้วิธี AHP

งานวิจัยนี้ได้กำหนดโครงสร้างการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกต่างๆ ดังแสดงรายละเอียดตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.4 รูปที่ 3.6 และจากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักความสำคัญของทางเลือกแต่ละคู่ที่ได้จากการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ

| **ปัจจัยด้านหลักการ/วิธีการคิด** | | | |
|---|---|---|---|
| **คู่ที่** | **วิธีแรก** | **วิธีหลัง** | **คะแนน** |
| 1 | Saving | Sweep | 7 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 5 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 4 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 1/2 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 1/4 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 1/3 |
| **ข้อจำกัดของวิธี** | | | |
| **คู่ที่** | **วิธีแรก** | **วิธีหลัง** | **คะแนน** |
| 1 | Saving | Sweep | 7 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 4 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 3 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 1/2 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 1/3 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 1/2 |
| **ความนิยม** | | | |
| **คู่ที่** | **วิธีแรก** | **วิธีหลัง** | **คะแนน** |
| 1 | Saving | Sweep | 9 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 3 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 5 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 1/7 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 1/5 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 3 |

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักความสำคัญของทางเลือกแต่ละคู่ที่ได้จากการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

| **ความง่าย** | | | |
|---|---|---|---|
| **คู่ที่** | **วิธีแรก** | **วิธีหลัง** | **คะแนน** |
| 1 | Saving | Sweep | 1/2 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 1/7 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 1/5 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 1/4 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 1/2 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 3 |

ทำการคำนวณหาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแต่ละวิธี เช่นเดียวกับการหาความสำคัญของเกณฑ์ตามที่แสดงไว้ข้างต้น ได้ผลของการวิเคราะห์ในการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกดังนี้

ตารางที่ 4.7 ลำดับความสำคัญของทางเลือกตามเกณฑ์ต่างๆ

| วิธี | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| Saving | **0.59** | **0.57** | **0.56** | 0.06 |
| Sweep | 0.06 | 0.07 | 0.04 | 0.13 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.11 | 0.13 | 0.27 | **0.55** |
| Cluster First-Route Second | 0.23 | 0.22 | 0.13 | 0.25 |

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าวิธี Saving จะให้ผลของลำดับความสำคัญของหลักการ/วิธีการคิด ข้อจำกัดของวิธี และความนิยม มากกว่าวิธีการจัดเส้นทางด้วยวิธีอื่นๆ แต่ในด้านของความง่ายของวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ จะมีผลต่อวิธี Nearest Neighbor Approach มากที่สุด

นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แต่ละส่วนมาทำการหาลำดับความสำคัญรวมระหว่างเกณฑ์ที่ใช้กับวิธีที่นำมาเป็นตัวเลือก ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลรวมของลำดับความสำคัญของแต่ละวิธี

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด (0.54) | ข้อจำกัดของวิธี(0.27) | ความนิยม (0.01) | ความง่าย (0.09) | ลำดับความสำคัญ |
|---|---|---|---|---|---|
| Saving | (0.54x0.59) =0.3186 | (0.27x0.57) =0.1539 | (0.01x0.56) =0.0056 | (0.09x0.06) =0.0058 | **0.48** |
| Sweep | (0.54x0.06) =0.0324 | (0.27x0.07) =0.0189 | (0.01x0.04) =0.0004 | (0.09x0.13) =0.0117 | 0.06 |
| Nearest Neighbor Approach | (0.54x0.11) =0.0594 | (0.27x0.13) =0.0351 | (0.01x0.27) =0.0027 | (0.09x0.55) =0.0499 | 0.15 |
| Cluster First-Route Second | (0.54x0.23) =0.1242 | (0.27x0.22) =0.0594 | (0.01x0.13) =0.0013 | (0.09x0.25) =0.0226 | 0.21 |

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า วิธี Saving มีลำดับความสำคัญมากกว่าวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบอื่นๆ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า จากการวิเคราะห์โดยใช้ AHP ผลลัพธ์ที่ได้ควรเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยหลักการของวิธีที่เรียกว่า Saving งานวิจัยนี้จึงเลือกวิธี Saving หรือ การหาค่าประหยัดมาใช้ในการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถแบบมิลค์รันของทางโรงงานต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.2 การจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์

จากการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น ผลที่ได้คือ วิธีการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Saving ซึ่งส่วนสำคัญที่มีผลต่อการจัดเส้นทางเดินรถ คือการสร้างเมตริกซ์ระยะทาง ซึ่งเมตริกซ์ระยะทางเป็นข้อมูลนำเข้าที่สำคัญและมีผลต่อความถูกต้องของคำตอบที่จะนำมาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถ จากที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ว่าการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้เมตริกซ์ที่จะใช้วิเคราะห์เป็นเมตริกซ์แบบครึ่งชุดมาใช้ในการคำนวณ โดยการสร้างเมตริกซ์ระยะทางจะอาศัยข้อมูลในส่วนของระยะทางจากลูกค้าแต่ละรายจากฝ่ายโลจิสติกส์ของทางบริษัท ที่ได้มีการเก็บข้อมูลเอาไว้แล้ว ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4.9 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง (รายละเอียดของระยะทางแสดงดังภาคผนวก ข.1)

ตารางที่ 4.9 เมตริกซ์ระยะทางของพื้นที่จังหวัดระยอง (กิโลเมตร)

| | DC | KT018 | KT073 | KT093 | KT703 | KT094 | KT052 | KT016 | KT166 | KT099 | KT005 | KT140 | KT047 | KT152 | KT700 | KT077 | KT053 | KT127 | KT034 | KT025 | KT097 | KT114 | KT704 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DC | | 1 | 9 | 9 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 11 | 11 | 10 | 20 | 3 |
| KT018 | 1 | | 9 | 9 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 11 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT073 | 9 | 9 | | 0.3 | 11 | 11 | 12 | 14 | 14 | 14 | 3 | 5 | 9 | 14 | 14 | 9 | 9 | 19 | 19 | 19 | 19 | 23 | 12 |
| KT093 | 9 | 9 | 0.3 | | 10 | 11 | 11 | 13 | 13 | 13 | 3 | 6 | 9 | 13 | 13 | 10 | 9 | 18 | 18 | 18 | 18 | 22 | 11 |
| KT703 | 2 | 2 | 11 | 10 | | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT094 | 3 | 3 | 11 | 11 | 3 | | 3 | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT052 | 3 | 3 | 12 | 11 | 3 | 3 | | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT016 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT166 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT099 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 40 |
| KT005 | 8 | 11 | 3 | 3 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | 5 | 11 | 14 | 14 | 11 | 11 | 19 | 19 | 19 | 19 | 24 | 12 |
| KT140 | 13 | 13 | 5 | 6 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 5 | | 10 | 17 | 17 | 10 | 10 | 22 | 22 | 22 | 22 | 26 | 15 |
| KT047 | 13 | 13 | 9 | 9 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 10 | | 18 | 18 | 1 | 1 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 16 |
| KT152 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 14 | 17 | 18 | | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT700 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 14 | 17 | 18 | 5 | | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT077 | 14 | 14 | 9 | 10 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 11 | 10 | 1 | 14 | 14 | | 1 | 23 | 24 | 24 | 23 | 23 | 16 |
| KT053 | 13 | 13 | 9 | 9 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 10 | 1 | 13 | 13 | 1 | | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 16 |
| KT127 | 10 | 10 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 23 | 23 | | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT034 | 11 | 11 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 24 | 23 | 10 | | 10 | 11 | 20 | 4 |
| KT025 | 11 | 10 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 24 | 23 | 10 | 10 | | 11 | 20 | 4 |
| KT097 | 10 | 10 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 23 | 23 | 10 | 11 | 11 | | 20 | 3 |
| KT114 | 20 | 20 | 23 | 22 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 24 | 26 | 23 | 20 | 20 | 23 | 23 | 20 | 20 | 20 | 20 | | 23 |
| KT704 | 3 | 3 | 12 | 11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 40 | 12 | 15 | 16 | 3 | 3 | 16 | 16 | 3 | 4 | 4 | 3 | 23 | |

ส่วนตารางเมตริกซ์ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีแสดงไว้ในภาคผนวก ข (ตารางที่ ข.4)

จากข้อมูลเมตริกซ์ระยะทางของแต่ละพื้นที่ สามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาเมตริกซ์ค่าประหยัดโดยใช้สมการการหาค่าประหยัดดังนี้คือ

$$S_{ij} = \lfloor d_{1i} + d_{1j} - d_{ij} \rfloor \quad (4.1)$$

โดยที่

$S_{ij}$ = ค่าการประหยัดของคู่จุด i ไปยัง j

$d_{1i}$, $d_{1j}$ = ระยะทางในการเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุด i และจุด j ตามลำดับ

$d_{ij}$ = ระยะทางในการเดินทางจากจุด i ไปยังจุด j

**<u>ตัวอย่างการหาค่าประหยัด</u>**

หาค่าประหยัดระหว่างจุด KT018 กับจุด KT073

| | | |
|---|---|---|
| ระยะทางจากโรงงาน (DC) ไปจุด KT018 | = 1 | กิโลเมตร |
| ระยะทางจากโรงงาน (DC) ไปจุด KT073 | = 9 | กิโลเมตร |
| ระยะทางจาก KT018 ไปจุด KT073 | = 9 | กิโลเมตร |
| หาค่าการประหยัด ($S_{KT018-KT073}$) | = 1+9-9 | กิโลเมตร |
| จะได้ค่าการประหยัดระหว่าง KT018 กับ KT073 | = 1 | กิโลเมตร |

ทำการคำนวณค่าการประหยัดตามวิธีการข้างต้นจนครบทุกจุด จะได้ผลของการคำนวณหาเมตริกซ์ค่าประหยัด ดังตัวอย่างตารางที่ 4.10 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 เมตริกซ์ค่าประหยัดของพื้นที่จังหวัดระยอง (กิโลเมตร)

| DC | KT018 | KT073 | KT093 | KT703 | KT094 | KT052 | KT016 | KT166 | KT099 | KT005 | KT140 | KT047 | KT152 | KT700 | KT077 | KT053 | KT127 | KT034 | KT025 | KT097 | KT114 | KT704 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KT018 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| KT073 | 1 | | 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 17 | 14 | 1 | 1 | 14 | 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 1 |
| KT093 | 1 | 18 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 16 | 13 | 1 | 1 | 13 | 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 1 |
| KT703 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| KT094 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| KT052 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| KT016 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT166 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT099 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 0 |
| KT005 | 0 | 15 | 15 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | | 16 | 11 | 0 | 0 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| KT140 | 1 | 17 | 16 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 16 | | 17 | 1 | 1 | 17 | 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 |
| KT047 | 1 | 14 | 13 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 17 | | 0 | 0 | 26 | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| KT152 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT700 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT077 | 1 | 14 | 13 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 17 | 26 | 5 | 5 | | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| KT053 | 1 | 14 | 13 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 16 | 26 | 5 | 5 | 26 | | 0 | 1 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| KT127 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| KT034 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 11 | | 11 | 10 | 11 | 10 |
| KT025 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 11 | 11 | | 10 | 11 | 10 |
| KT097 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | | 10 | 10 |
| KT114 | 1 | 7 | 7 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 6 | 11 | 5 | 5 | 11 | 11 | 10 | 11 | 11 | 10 | | 0 |
| KT704 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | |

หมายเหตุ : DC หมายถึงโรงงานประกอบรถยนต์

นำตารางที่ได้จากเมตริกซ์ค่าประหยัดมาใช้ในการจัดจุดรับสินค้าลงไปในเส้นทาง โดยมีตัวอย่างการหาเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Saving ดังนี้

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 1** หาค่าที่มากที่สุดเป็นลำดับแรกโดยใช้ตารางเมตริกซ์ค่าประหยัดตารางที่ 4.10 สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดระยอง ตรวจสอบค่าประหยัดที่มากที่สุด จะได้จุดรับสินค้า 2 จุดคือคือ S(KT077,KT047) = 26 กม. ดังนั้น จุดที่ KT077 และ KT047 จะถูกกำหนดให้อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 2** ตรวจสอบเงื่อนไขของจุดรับสินค้า โดยจุดรับสินค้าทั้งสองจุดจะสามารถรวมกันจะต้องไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขการจัดส่ง ทั้งในด้านของปริมาตรและในด้านของน้ำหนักที่บรรทุกได้ต่อเที่ยว ซึ่งกำหนดให้ปริมาตรสูงสุดที่สามารถบรรทุกได้ต่อเที่ยวต้องไม่เกิน 29.62 ลูกบาศก์เมตร และน้ำหนักรวมที่บรรทุกได้ต้องไม่เกิน 7 ตัน ต่อการบรรทุก 1 เที่ยว โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากฝ่ายวางแผนการผลิตที่ได้มีการพยากรณ์ปริมาณสินค้าที่จะต้องรับจากลูกค้าไว้ล่วงหน้า จากการตรวจสอบด้วยการรวมจุดรับสินค้า KT077 และ KT047 พบว่าอยู่ในเงื่อนไขที่กำหนด คือ ปริมาตรรวมของ 2 จุด = 22.05 ลูกบาศก์เมตร (3.22+18.83) และน้ำหนักรวม = 1,318.21 กิโลกรัม (951.70+366.51) ดังนั้นสามารถรวมจุดรับสินค้าทั้ง 2 จุดเข้าด้วยกันได้

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 3** การกำหนดลำดับในการส่ง จะพิจารณาจากจุดรับสินค้าที่ที่มีระยะห่างจากศูนย์กระจายสินค้ามากสุดเป็นจุดรับสินค้าในลำดับแรกสุด โดย KT077 มีระยะห่างจากโรงงาน 14 กิโลเมตร และ KT047 มีระยะห่างจากโรงงาน 13 กิโลเมตร ดังนั้นจุด KT077 จะเป็นจุดรับสินค้าแรกเนื่องจากมีระยะทางห่างจากโรงงานมากกว่าจุดรับสินค้า KT047

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 4** หาจุดต่อไปเพื่อเพิ่มเข้าในเส้นทาง โดยใช้ KT047 เป็นจุดตั้งต้น โดยหาค่า Saving ที่มากที่สุดที่เกิดขึ้นระหว่างจุด KT047 กับจุดรับสินค้าอื่นๆ จากตารางเมตริกซ์ค่าประหยัด จะได้จุด S(KT047, KT140) มีค่าประหยัดมากที่สุด ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบว่าการรวมจุด KT140 เข้ามาในเส้นทาง แล้วยังอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 5** ตรวจสอบเงื่อนไขของจุดรับสินค้า KT140 มีปริมาตรบรรทุก 0.55 ลูกบาศก์เมตร และน้ำหนัก 42.36 กิโลกรัม ซึ่งสามารถเอามารวมเข้ากับเส้นทางที่มีอยู่ได้ โดยปริมาตรรวมรวมของทั้ง 3 จุดเท่ากับ 22.60 ลูกบาศก์เมตร และน้ำหนักรวมเท่ากับ 1360.57 กิโลกรัม โดยไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขการจัดส่ง

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 6** หาจุดต่อไปเพื่อเพิ่มเข้าในเส้นทาง โดยใช้ KT140 เป็นจุดตั้งต้น โดยหาค่า Saving ที่มากที่สุดที่เกิดขึ้นระหว่างจุด KT140 กับจุดรับสินค้าอื่นๆ จากตารางเมตริกซ์ค่าประหยัด จะได้จุด S(KT140, KT073) มีค่าประหยัดมากที่สุด ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบว่าการรวมจุด KT073 เข้ามาในเส้นทาง แล้วยังอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 7** ตรวจสอบเงื่อนไขของจุดรับสินค้า KT073 มีปริมาตรบรรทุก 6.00 ลูกบาศก์เมตร และน้ำหนัก 3261.41 กิโลกรัม ซึ่งสามารถเอามารวมเข้ากับเส้นทางที่มีอยู่ได้ โดยปริมาตรรวมรวมของทั้ง 3 จุดเท่ากับ 28.60 ลูกบาศก์เมตร และน้ำหนักรวมเท่ากับ 4622 กิโลกรัม โดยไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขการจัดส่ง

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 8** หาจุดต่อไปเพื่อเพิ่มเข้าในเส้นทาง โดยใช้ KT073 เป็นจุดตั้งต้น โดยหาค่า Saving ที่มากที่สุดที่เกิดขึ้นระหว่างจุด KT073 กับจุดรับสินค้าอื่นๆ จากตารางเมตริกซ์ค่าประหยัด จะได้จุด S(KT073, KT018) มีค่าประหยัดมากที่สุด ดังนั้นจึงทำการตรวจสอบว่าการรวมจุด KT018 เข้ามาในเส้นทาง แล้วยังอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่

**ตัวอย่างขั้นตอนที่ 9** ตรวจสอบเงื่อนไขของจุดรับสินค้า KT018 มีปริมาตรบรรทุก 261.19 ลูกบาศก์เมตร และน้ำหนัก 3823.26 กิโลกรัม ซึ่งไม่สามารถเอามารวมเข้ากับเส้นทางที่มีอยู่ได้ เนื่องจากขัดแย้งกับเงื่อนไขที่กำหนดเอาไว้

ดังนั้นจึงทำการรวมเส้นทางเดินรถได้เป็น DC-KT077-KT047-KT140-KT073-DC

โดยมีปริมาตรในการบรรทุกรวม = 28.60 ลูกบาศก์เมตร

และมีน้ำหนักในการบรรทุกรวม = 4,622 กิโลกรัม

จากนั้นทำการหาเส้นทางเดินรถใหม่ด้วยการตัดเส้นทางที่ถูกจัดไว้แล้วออกแล้วดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้น จนหมดทุกจุด และทำเช่นเดียวกันนี้ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดเส้นทางประกอบด้วย

- ลำดับในการส่งสินค้าออกจากปลายของเส้นทางทั้งสองด้านซึ่งมีจำนวน 2 ชุด โดยผลลัพธ์ทั้งสองจะต้องถูกนำมาเชื่อมต่อกันเป็นลำดับการส่งสินค้าในแต่ละรอบการส่ง
- ปริมาณสินค้าที่มีอยู่ในรถ ความจุ น้ำหนัก และระยะทางในการขนส่งของรถในรถแต่ละคัน

จากวิธีการจัดเส้นทางเดินรถด้วยการหาค่าประหยัดตามวิธีการข้างต้น และอาศัยข้อมูลการสั่งสินค้าจากฝ่ายวางแผนการผลิต ทำให้สามารถจัดเส้นทางได้ดังตารางที่ 4.11 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง และ ตารางที่ 4.12 สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

(สำหรับเมตริกซ์ค่าประหยัดของพื้นที่จังหวัดชลบุรีแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.6)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 เส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดระยอง

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT077-KT047-KT140-KT073-DC | 1 | 47 | 28.60 | 4,622 |
| 2 | DC-KT093-KT005-KT166-KT016-DC | 1 | 30 | 19.77 | 4,441 |
| 3 | DC-KT016-DC | 8 | 10 | 26.95 | 25 |
| 4 | DC-KT025-DC | 2 | 22 | 23.29 | 331 |
| 5 | DC-KT114-KT053-DC | 1 | 56 | 17.81 | 632 |
| 6 | DC-KT053-DC | 12 | 26 | 27.19 | 86 |
| 7 | DC-KT034-DC | 1 | 22 | 28.89 | 284 |
| 8 | DC-KT034-KT127-KT700-KT152-DC | 1 | 52 | 28.49 | 5,244 |
| 9 | DC-KT704-KT097-KT099-KT052-DC | 1 | 24 | 28.61 | 4,198 |
| 10 | DC-KT052-DC | 1 | 6 | 25.13 | 1,208 |
| 11 | DC-KT094-DC | 5 | 6 | 27.89 | 1,350 |
| 12 | DC-KT703-DC | 1 | 4 | 24.33 | 1,992 |
| 13 | DC-KT018-DC | 10 | 2 | 26.12 | 382 |
| รวม | | 45 | 727 | 1,191 | 35,094 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 เส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT142-DC | 2 | 170 | 27.92 | 178 |
| 2 | DC -KT142-KT078-KT054-KT044-DC | 1 | 204 | 18.19 | 1,824 |
| 3 | DC-KT196-DC | 1 | 160 | 27.84 | 679 |
| 4 | DC-KT098-KT196-KT082-DC | 1 | 162 | 26.78 | 2,863 |
| 5 | DC-KT059-DC | 2 | 170 | 21.07 | 1,555 |
| 6 | DC-KT057-KT168-KT020-KT162-KT079-DC | 1 | 197 | 25.49 | 5,982 |
| 7 | DC-KT045-KT075-KT156-KT021-DC | 1 | 122 | 27.65 | 3,804 |
| 8 | DC-KT075-DC | 1 | 122 | 26.61 | 5,835 |
| 9 | DC-KT014-DC | 4 | 122 | 27.42 | 651 |
| 10 | DC-KT022-KT126-DC | 1 | 93 | 19.73 | 1,077 |
| 11 | DC-KT126-DC | 2 | 84 | 21.62 | 473 |
| 12 | DC-KT207-KT181-KT104-KT153-KT024-DC | 1 | 104 | 15.55 | 1,360 |
| 13 | DC-KT207-DC | 4 | 68 | 18.57 | 756 |
| 14 | DC-KT035-KT089-DC | 1 | 124 | 24.26 | 3,385 |
| รวม | | 23 | 2,896 | 537 | 36,846 |

เมื่อได้ลำดับการรับสินค้าของเส้นทางเดินรถแบบใหม่ที่ได้จากวิธี Saving แล้วนำลำดับการรับสินค้าของเส้นทางเดินรถที่ได้ เสนอให้กับบริษัทผู้รับจ้างจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ให้กับโรงงานไปดำเนินการปรับเส้นทางเดินรถใหม่ตามลำดับการรับสินค้าใหม่ โดยเริ่มดำเนินการปรับปรุงเส้นทางเดินรถแบบใหม่ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2553 และได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือน มิถุนายนและกรกฎาคม 2553 โดยจะแสดงผลการดำเนินการปรับปรุงในบทถัดไป

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าการจัดเส้นทางเดินรถแบบฮิวริสติกส์มีวิธีการจัดเส้นทางได้หลายวิธี ดังนั้นจึงได้มีการทำการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีอื่นๆ เพิ่มได้แก่ วิธี Sweep, วิธี Nearest Neighbor Approach และวิธี Cluster First-Route Second โดยแสดงผลดังต่อไปนี้

1) วิธี Sweep การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีนี้จะเป็นการจัดเส้นทางเดินรถโดยแบ่งเส้นทางเป็นพื้นที่ที่รับผิดชอบ คือพื้นที่จังหวัดระยอง และพื้นที่จังหวัดชลบุรี แล้วทำการจัดเส้นทางเดินรถด้วยการหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกาให้ผ่านจุดรับสินค้าต่างๆตามที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่ จากนั้นทำการคำนวณหาผลรวมของปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าในแต่ละจุดรับสินค้านั้นๆ ถ้าถึงขีดจำกัดที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้ ให้ทำการเปลี่ยนเส้นทางเดินรถใหม่ และทำจนครบทุกจุด โดยผลการจัดเส้นทางเดินรถที่ได้ตามวิธี Sweep ที่ได้สามารถแสดงดังตารางที่ 4.13 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง และ ตารางที่ 4.14 สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 4.13 การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Sweep สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT700-KT703-DC | 1 | 21 | 27.07 | 3,098.11 |
| 2 | DC-KT152-KT047-DC | 1 | 36 | 22.84 | 397.45 |
| 3 | DC-KT018-DC | 10 | 2 | 26.12 | 382.33 |
| 4 | DC-KT099-KT166-KT016-DC | 1 | 20 | 19.97 | 4,552.87 |
| 5 | DC-KT016-DC | 8 | 10 | 26.95 | 25.35 |
| 6 | DC-KT704-KT097-KT025-DC | 1 | 28 | 28.94 | 709.51 |
| 7 | DC-KT025-DC | 1 | 22 | 23.37 | 163.94 |
| 8 | DC-KT114-KT052-DC | 1 | 43 | 12.29 | 960.87 |
| 9 | DC-KT052-DC | 1 | 6 | 25.13 | 1,207.54 |
| 10 | DC-KT034-DC | 2 | 22 | 48.57 | 562.93 |
| 11 | DC-KT094-DC | 5 | 6 | 27.89 | 1,349.90 |
| 12 | DC-KT127-KT077-DC | 1 | 47 | 5.29 | 3,960.70 |
| 13 | DC-KT005-KT073-KT093-DC | 1 | 20.3 | 13.51 | 6,711.20 |
| 14 | DC-KT053-KT140-DC | 13 | 36 | 27.98 | 89.99 |
| | **รวม** | **47** | **885.3** | **1,255** | **34,833** |
| | **เฉลี่ย** | - | - | **26.71** | **741.14** |

ตารางที่ 4.14 การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Sweep สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT045-KT021-DC | 1 | 122 | 20.98 | 263.36 |
| 2 | DC-KT075-DC | 2 | 122 | 15.93 | 4,609.12 |
| 3 | DC-KT156-KT022-KT020-DC | 1 | 141 | 17.38 | 2,187.74 |
| 4 | DC-KT014-DC | 4 | 122 | 27.42 | 650.74 |
| 5 | DC-KT126-DC | 2 | 84 | 23.65 | 503.73 |
| 6 | DC-KT168-KT057-KT153-KT089-DC | 1 | 124 | 15.07 | 939.00 |
| 7 | DC-KT196-DC | 2 | 160 | 22.22 | 488.04 |
| 8 | DC-KT024-KT104-KT035-KT181-DC | 1 | 125 | 20.80 | 4,127.64 |
| 9 | DC-KT207-DC | 4 | 68 | 20.27 | 830.77 |
| 10 | DC-KT079-KT162-DC | 1 | 168 | 22.34 | 4,345.30 |
| 11 | DC-KT082-KT098-KT044-KT054-DC | 1 | 101 | 17.28 | 4,022.50 |
| 12 | DC-KT059-DC | 3 | 170 | 14.05 | 1,036.36 |
| 13 | DC-KT142-KT078-DC | 3 | 186 | 24.65 | 241.28 |
| | **รวม** | 26 | 3,341 | 544 | 36,846 |
| | **เฉลี่ย** | - | - | 20.93 | 1,417.17 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) วิธี Nearest Neighbor Approach การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีนี้ เป็นวิธีการหาจุดรับสินค้าที่อยู่ใกล้กับจุดรับสินค้าจุดสุดท้ายมากที่สุด โดยเริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นทางที่เป็นจุดที่ใกล้กับโรงงานมากที่สุด จากนั้นหาจุดที่อยู่ใกล้จุดสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด และทำการเพิ่มจุดเข้ามาในเส้นทาง โดยปริมาตรและน้ำหนักของสินค้าโดยรวมของทุกจุดในแต่ละเส้นทางนั้นต้องไม่เกินข้อจำกัดที่กำหนด และทำวนซ้ำจนครบทุกจุด โดยผลการจัดเส้นทางเดินรถที่ได้ตามวิธี Nearest Neighbor Approach ที่ได้สามารถแสดงดังตารางที่ 4.15 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง และ ตารางที่ 4.16 สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 4.15 การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Nearest Neighbor Approach สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT018-DC | 10 | 2 | 26.12 | 382.33 |
| 2 | DC-KT703-DC | 1 | 18 | 24.33 | 1,991.83 |
| 3 | DC-KT094-DC | 5 | 6 | 27.89 | 1,349.90 |
| 4 | DC-KT052-DC | 1 | 6 | 25.13 | 1,207.54 |
| 5 | DC-KT052-KT704-KT016DC | 1 | 17 | 16.66 | 622.10 |
| 6 | DC-KT016-DC | 8 | 10 | 28.35 | 26.55 |
| 7 | DC-KT099-KT152-KT166-KT700-DC | 1 | 25 | 15.18 | 5,678.01 |
| 8 | DC-KT005-KT093-KT073-KT097-DC | 1 | 40.3 | 14.09 | 6,723.74 |
| 9 | DC-KT127-KT025-DC | 1 | 31 | 25.28 | 3,506.78 |
| 10 | DC-KT025-DC | 1 | 22 | 23.37 | 163.94 |
| 11 | DC-KT034-DC | 2 | 22 | 48.57 | 562.93 |
| 12 | DC-KT140-KT053-DC | 13 | 36 | 27.98 | 89.99 |
| 13 | DC-KT047-KT077-KT114-DC | 1 | 57 | 23.16 | 1,858.69 |
| | **รวม** | **46** | **858.3** | **1,265** | **34,833** |
| | **เฉลี่ย** | - | - | **27.49** | **757.25** |

ตารางที่ 4.16 การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Nearest Neighbor Approach สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT024-KT089-DC | 1 | 64 | 13.30 | 853.31 |
| 2 | DC-KT207-DC | 4 | 68 | 20.27 | 830.77 |
| 3 | DC-KT181-KT104-KT126-DC | 2 | 145 | 26.14 | 663.56 |
| 4 | DC-KT153-KT035-DC | 1 | 134 | 14.77 | 3,272.52 |
| 5 | DC-KT014-DC | 4 | 122 | 27.42 | 650.74 |
| 6 | DC-KT021-KT022-DC | 1 | 122 | 22.34 | 1,190.02 |
| 7 | DC-KT045-KT057-KT075-DC | 1 | 122 | 26.60 | 4,775.60 |
| 8 | DC-KT075-DC | 1 | 122 | 20.59 | 4,992.44 |
| 9 | DC-KT156-KT168-KT082-KT162-KT098-KT020-DC | 1 | 244 | 18.26 | 4,038.27 |
| 10 | DC-KT196-DC | 2 | 160 | 22.22 | 488.04 |
| 11 | DC-KT044-KT054-KT059-DC | 2 | 170 | 23.12 | 2,282.51 |
| 12 | DC-KT079-DC | 1 | 170 | 20.81 | 4,206.04 |
| 13 | DC-KT142-KT078-DC | 3 | 186 | 24.65 | 241.28 |
| | **รวม** | 24 | 3,246 | 544 | 36,846 |
| | **เฉลี่ย** | - | - | 22.68 | 1,535.26 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) วิธี Cluster First-Route Second การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีนี้ เป็นการหาเส้นทางในการเดินรถโดยแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบในการส่งสินค้าก่อน โดยทำการแบ่งพื้นที่ตามที่ตั้งหรือแยกตามนิคมอุตสาหกรรมที่จุดรับสินค้านั้นๆตั้งอยู่ หลังจากนั้นจึงหาลำดับในการส่งสินค้าในลำดับต่อไป โดยผลการจัดเส้นทางเดินรถที่ได้ตามวิธี Cluster First-Route Second ที่ได้สามารถแสดงดังตารางที่ 4.17 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง และ ตารางที่ 4.18 สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 4.17 การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Cluster First-Route Second สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT018-DC | 10 | 2 | 26.12 | 382.33 |
| 2 | DC-KT703-DC | 1 | 18 | 24.33 | 1,991.83 |
| 3 | DC-KT094-DC | 5 | 6 | 27.89 | 1,349.90 |
| 4 | DC-KT052-DC | 1 | 6 | 25.13 | 1,207.54 |
| 5 | DC-KT052-KT704-KT016DC | 1 | 17 | 16.66 | 622.10 |
| 6 | DC-KT016-DC | 8 | 10 | 28.35 | 26.55 |
| 7 | DC-KT099-KT152-KT166-KT700-DC | 1 | 25 | 15.18 | 5,678.01 |
| 8 | DC-KT005-KT093-KT073-DC | 1 | 20.3 | 13.51 | 6,711.20 |
| 9 | DC-KT034-DC | 2 | 22 | 48.57 | 562.93 |
| 10 | DC-KT053-DC | 13 | 26 | 27.93 | 86.73 |
| 11 | DC-KT047-KT077-DC | 2 | 28 | 22.05 | 1,318.21 |
| 12 | DC-KT097-KT025DC | 1 | 32 | 23.79 | 510.32 |
| 13 | DC-KT025DC | 1 | 22 | 23.37 | 163.94 |
| | **รวม** | **47** | **708.3** | **1,283** | **32,560** |
| | **เฉลี่ย** | - | - | **27.29** | **692.76** |

ตารางที่ 4.18 การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Cluster First-Route Second สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | ปริมาตร (ลบ.ม) ต่อเที่ยว | น้ำหนัก (กก.) ต่อเที่ยว |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | DC-KT024-KT089-KT104-DC | 1 | 105 | 17.45 | 929.12 |
| 2 | DC-KT126-DC | 2 | 84 | 23.65 | 503.73 |
| 3 | DC-KT014-DC | 4 | 122 | 27.42 | 650.74 |
| 4 | DC-KT021-KT022-DC | 1 | 122 | 22.34 | 1,190.02 |
| 5 | DC-KT045-KT-057-KT075-DC | 1 | 122 | 26.60 | 4,775.60 |
| 6 | DC-KT075-DC | 1 | 122 | 20.59 | 4,992.44 |
| 7 | DC-KT156-KT168-KT082-KT162-KT098-KT020-DC | 1 | 226 | 17.95 | 3,022.36 |
| 8 | DC-KT196-DC | 2 | 160 | 22.22 | 488.04 |
| 9 | DC-KT044-KT054-KT059-DC | 2 | 170 | 23.12 | 2,282.51 |
| 10 | DC-KT079-DC | 1 | 170 | 20.81 | 4,206.04 |
| 11 | DC-KT142-DC | 2 | 170 | 24.65 | 241.28 |
| 12 | DC-KT142-KT078-DC | 5 | 186 | 24.65 | 241.28 |
| 13 | DC-KT153-KT035-DC | 1 | 134 | 14.77 | 3,272.52 |
| | **รวม** | 24 | 3,115.4 | 544 | 35,830 |
| | **เฉลี่ย** | - | - | 22.67 | 1,492.93 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลที่ได้จากการจำลองการจัดเส้นทางเดินรถในแต่ละวิธีสามารถทำการเปรียบเทียบผลการจำลองได้ดังตารางที่ 4.19 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง และตารางที่ 4.20 สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 4.19 การเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติกส์ในแต่ละวิธี สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง

| **วิธี** | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| จำนวนเส้นทางเดินรถ (เส้นทาง) | 45 | 47 | 46 | 47 |
| ระยะทาง (กม.) | 727 | 885.3 | 858.3 | 708.3 |
| ปริมาตรเฉลี่ยที่บรรทุกในแต่ละเที่ยว (กก.) | 26.46 | 26.71 | 27.49 | 27.29 |
| น้ำหนักเฉลี่ยที่บรรทุกในแต่ละเที่ยว (ลบ.ม) | 780 | 741 | 757 | 693 |

ตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติกส์ในแต่ละวิธี สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| **วิธี** | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| จำนวนเส้นทางเดินรถ (เส้นทาง) | 23 | 26 | 24 | 24 |
| ระยะทาง (กม.) | 2,896 | 3,341 | 3,246 | 3,115.4 |
| ปริมาตรเฉลี่ยที่บรรทุกในแต่ละเที่ยว (กก.) | 23.36 | 20.93 | 22.68 | 22.67 |
| น้ำหนักเฉลี่ยที่บรรทุกในแต่ละเที่ยว (ลบ.ม) | 1,602 | 1,417 | 1,535 | 1,493 |

ผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางเดินรถแต่ละวิธี จะเห็นว่าวิธี Saving สามารถให้ผลการจัดเส้นทางเดินรถที่ดีกว่าวิธีอื่นๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำวิธีการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธี Saving มาใช้ในการปรับปรุงการดำเนินงานทางด้านการขนส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานต่อไป

# บทที่ 5

# ผลการดำเนินการปรับปรุง

หลังจากที่ได้เส้นทางเดินรถแบบใหม่แล้ว จึงได้ดำเนินการปรับปรุงการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน โดยการดำเนินงานปรับปรุงของโรงงานกรณีศึกษาเป็นการทดสอบการปฏิบัติงานจริงและเก็บผลจากงานที่ได้ทำการปรับปรุง ได้ผลการดำเนินการปรับปรุงงานวิจัยดังต่อไปนี้

1) ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์
2) ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก

## 5.1 ผลปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยวิธีการฮิวริสติกส์

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุงในช่วงเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม 2553 และได้ทำการดำเนินการปรับปรุงการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน โดยใช้เส้นทางเดินรถแบบใหม่ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2553 ได้ผลตังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดระยอง

| เส้นทางเดินรถแบบเดิม | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | เส้นทางเดินรถด้วยวิธี Saving | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| DC-KT053-DC | 10 | 26 | DC -KT077-KT047-KT140-KT073-DC | 1 | 47 |
| DC-KT016-DC | 10 | 10 | DC -KT093-KT005-KT166-KT016-DC | 1 | 30 |
| DC-KT018-DC | 9 | 2 | DC -KT016-DC | 8 | 10 |
| DC-KT166-KT099-KT018-DC | 1 | 16 | DC -KT025-DC | 2 | 22 |
| DC-KT018-KT073-DC | 1 | 19 | DC -KT114-KT053-DC | 1 | 56 |
| DC-KT704-KT127-KT005-KT018-DC | 1 | 37 | DC -KT053-DC | 12 | 26 |
| DC-KT094-DC | 3 | 6 | DC -KT034-DC | 1 | 22 |

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดระยอง (ต่อ)

| เส้นทางเดินรถแบบเดิม | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) | เส้นทางเดินรถด้วยวิธี Saving | จำนวนเที่ยว (ต่อวัน) | ระยะทาง (กม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| DC-KT094-KT140-DC | 1 | 29 | DC -KT034-KT127-KT700-KT152-DC | 1 | 52 |
| DC-KT047-KT034-DC | 1 | 47 | DC -KT704-KT097-KT099-KT052-DC | 1 | 24 |
| DC-KT166-KT052-DC | 1 | 13 | DC-KT052-DC | 1 | 6 |
| DC-KT053-DC | 2 | 26 | DC -KT094-DC | 5 | 6 |
| DC-KT047-KT034-DC | 1 | 47 | DC -KT703-DC | 1 | 4 |
| DC-KT052-DC | 1 | 6 | DC -KT018-DC | 10 | 2 |
| DC-KT005-KT142-KT073-KT152-DC | 1 | 43 | | | |
| DC-KT097-KT703-KT142-DC | 1 | 40 | | | |
| DC-KT703-KT142-KT005-KT073-DC | 1 | 42 | | | |
| DC-KT703-KT142-KT097-KT077-DC | 1 | 67 | | | |
| DC-KT114-KT700-KT093-KT127-KT704-KT099-DC | 1 | 119 | | | |
| DC-KT142-KT094-KT703-DC | 1 | 25 | | | |
| DC-KT016-DC | 1 | 10 | | | |
| DC-KT094-KT052-KT093-DC | 1 | 26 | | | |
| DC-KT097-KT034-KT047-KT077-DC | 1 | 59 | | | |
| DC-KT025-DC | 2 | 22 | | | |
| **รวม** | **53** | **1,137** | **รวม** | **45** | **727** |

จากตารางที่ 5.1 การจัดเส้นทางเดินรถแบบใหม่ในพื้นที่จังหวัดระยอง สามารถทำการจัดเส้นทางได้ทั้งหมด 13 เส้นทาง และใช้จำนวนเที่ยวในการเดินรถเฉลี่ย 45 เที่ยวต่อวัน มีระยะทางรวมเท่ากับ 727 กิโลเมตรต่อวัน ซึ่งจากเส้นทางของการเดินรถแบบเดิมนั้นจะใช้จำนวนเที่ยวในการเดินรถเฉลี่ย 53 เที่ยวต่อวัน มีระยะทางรวมเท่ากับ 1,137 กิโลเมตรต่อวัน

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบเส้นทางเดินรถในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เส้นทางเดินรถแบบเดิม | จำนวนเที่ยว | ระยะทาง (กม.) | เส้นทางเดินรถด้วยวิธี Saving | จำนวนเที่ยว | ระยะทาง (กม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| DC-KT126-KT024-KT089-KT098-DC | 1 | 194 | DC-KT142-DC | 2 | 170 |
| DC-KT089-KT126-KT024-DC | 1 | 126 | DC -KT142-KT078-KT054-KT044-DC | 1 | 204 |
| DC-KT054-KT059-KT156-KT075-KT082-DC | 1 | 253 | DC-KT196-DC | 1 | 160 |
| DC-KT054-KT059-KT082-KT075-DC | 1 | 198 | DC-KT098-KT196-KT082-DC | 1 | 162 |
| DC-KT021-KT142-KT059-DC | 1 | 248 | DC-KT059-DC | 2 | 170 |
| DC-KT162-KT059-KT142-DC | 1 | 199 | DC-KT057-KT168-KT020-KT162-KT079-DC | 1 | 197 |
| DC-KT142-KT022-DC | 2 | 224 | DC-KT045-KT075-KT156-KT021-DC | 1 | 122 |
| DC-KT057-KT021-KT098-KT078-DC | 1 | 240 | DC-KT075-DC | 1 | 122 |
| DC-KT045-KT153-KT044-KT168-KT104-DC | 1 | 284 | DC-KT014-DC | 4 | 122 |
| DC-KT057-KT078-KT045-KT153-KT044-KT168-KT104-DC | 1 | 445 | DC-KT022-KT126-DC | 1 | 93 |
| DC-KT075-KT126-DC | 2 | 103 | DC-KT126-DC | 2 | 84 |
| DC-KT196-DC | 1 | 160 | DC-KT207-KT181-KT104-KT153-KT024-DC | 1 | 104 |
| DC-KT035-KT181-DC | 1 | 89 | DC-KT207-DC | 4 | 68 |
| DC-KT014-DC | 4 | 122 | DC-KT035-KT089-DC | 1 | 124 |
| DC-KT196-KT020-DC | 1 | 277 | | | |
| DC-KT079-KT014-DC | 2 | 197 | | | |
| DC-KT207-DC | 8 | 68 | | | |
| **รวม** | **30** | **4,793** | **รวม** | **23** | **2,896** |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 5.2 การจัดเส้นทางเดินรถแบบใหม่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี สามารถทำการจัดเส้นทางการเดินรถได้ทั้งหมด 14 เส้นทาง และใช้จำนวนเที่ยวในการเดินรถเฉลี่ย 23 เที่ยวต่อวัน มีระยะทางรวมเท่ากับ 2,896 กิโลเมตรต่อวัน ซึ่งจากเส้นทางการเดินรถแบบเดิมนั้นจะใช้จำนวนเที่ยวในการเดินรถเฉลี่ย 30 เที่ยวต่อวัน มีระยะทางรวมเท่ากับ 4,793 กิโลเมตรต่อวัน

**ก่อนการดำเนินปรับปรุง**

ทำการเก็บข้อมูลการเดินรถของโรงงานแบบเดิมในช่วงเดือน เมษายน และ พฤษภาคม 2553 ก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.3 และ ตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนเมษายน 2553

| วันที่ | ระยอง | | | ชลบุรี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว |
| 01/04/2010 | 75 | 19.79 | 486 | 39 | 16.89 | 1,112 |
| 02/04/2010 | 80 | 19.43 | 489 | 39 | 16.51 | 1,085 |
| 05/04/2010 | 55 | 21.32 | 594 | 35 | 16.89 | 1,126 |
| 06/04/2010 | 65 | 20.63 | 527 | 35 | 18.00 | 1,178 |
| 07/04/2010 | 79 | 19.93 | 508 | 39 | 17.70 | 1,202 |
| 08/04/2010 | 99 | 20.79 | 411 | 39 | 17.72 | 1,156 |
| 09/04/2010 | 70 | 19.54 | 480 | 35 | 17.33 | 1,171 |
| 19/04/2010 | 68 | 21.82 | 142 | 36 | 18.76 | 1,212 |
| 20/04/2010 | 55 | 6.97 | 176 | 39 | 4.08 | 296 |
| 21/04/2010 | 79 | 18.27 | 477 | 39 | 16.59 | 1,102 |
| 22/04/2010 | 72 | 19.61 | 497 | 39 | 16.20 | 1,075 |
| 23/04/2010 | 79 | 19.17 | 496 | 39 | 17.51 | 1,161 |
| 26/04/2010 | 76 | 15.35 | 389 | 37 | 15.55 | 998 |
| 27/04/2010 | 55 | 22.87 | 560 | 35 | 17.04 | 1,057 |
| 28/04/2010 | 53 | 21.31 | 581 | 33 | 16.64 | 1,108 |
| 29/04/2010 | 78 | 18.59 | 478 | 39 | 16.95 | 1,096 |
| 30/04/2010 | 63 | 20.77 | 515 | 39 | 15.24 | 958 |
| **เฉลี่ย** | **71** | **19.19** | **490** | **38** | **16.21** | **1,060** |

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนพฤษภาคม 2553

| วันที่ | ระยอง | | | ชลบุรี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว |
| 04/05/2010 | 53 | 23.77 | 576 | 39 | 13.84 | 830 |
| 05/05/2010 | 77 | 19.16 | 493 | 39 | 16.36 | 1,007 |
| 06/05/2010 | 73 | 17.83 | 460 | 39 | 14.41 | 878 |
| 07/05/2010 | 88 | 17.10 | 436 | 39 | 16.51 | 1,019 |
| 08/05/2010 | 56 | 21.95 | 538 | 39 | 13.24 | 813 |
| 10/05/2010 | 59 | 22.47 | 524 | 39 | 13.34 | 823 |
| 11/05/2010 | 82 | 18.63 | 477 | 41 | 15.69 | 986 |
| 12/05/2010 | 78 | 18.15 | 460 | 39 | 15.02 | 911 |
| 13/05/2010 | 79 | 20.00 | 488 | 39 | 16.04 | 989 |
| 14/05/2010 | 73 | 16.43 | 403 | 37 | 13.22 | 790 |
| 17/05/2010 | 66 | 20.02 | 481 | 39 | 15.55 | 883 |
| 18/05/2010 | 78 | 19.37 | 497 | 39 | 18.16 | 1,094 |
| 19/05/2010 | 80 | 18.23 | 450 | 39 | 17.02 | 1,029 |
| 20/05/2010 | 79 | 19.71 | 486 | 41 | 17.83 | 1,100 |
| 21/05/2010 | 68 | 19.16 | 484 | 39 | 15.15 | 895 |
| 22/05/2010 | 78 | 15.79 | 411 | 39 | 16.44 | 968 |
| 24/05/2010 | 54 | 24.53 | 601 | 35 | 16.88 | 1,057 |
| 25/05/2010 | 88 | 17.49 | 466 | 39 | 17.69 | 1,130 |
| 26/05/2010 | 87 | 17.79 | 458 | 39 | 16.85 | 1,103 |
| 27/05/2010 | 73 | 16.41 | 409 | 34 | 15.14 | 956 |
| เฉลี่ย | 73 | 19.20 | 480 | 39 | 15.72 | 963 |

**<u>หลังการดำเนินปรับปรุง</u>**

หลังจากที่ได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สามารถใช้ในการปรับปรุงเส้นทางเดินรถแบบมิลค์รันของทางโรงงานแล้ว ทำการดำเนินการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ตามลำดับการรับสินค้าที่ได้จากวิธี Saving และทำการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถใหม่ในช่วงเดือนมิถุนายน

และกรกฎาคม 2553 เป็นเวลา 2 เดือน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 5.5 และ ตารางที่ 5.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.5 ข้อมูลหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนมิถุนายน 2553

| วันที่ | ระยอง | | | ชลบุรี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว |
| 02/06/2010 | 51 | 25.93 | 650 | 28 | 23.88 | 1,427 |
| 03/06/2010 | 55 | 27.16 | 735 | 33 | 22.76 | 1,337 |
| 04/06/2010 | 55 | 28.02 | 754 | 33 | 22.08 | 1,414 |
| 05/06/2010 | 52 | 24.22 | 589 | 23 | 24.28 | 1,439 |
| 09/06/2010 | 50 | 27.54 | 713 | 26 | 23.70 | 1,502 |
| 10/06/2010 | 54 | 27.56 | 710 | 28 | 23.53 | 1,500 |
| 11/06/2010 | 53 | 23.50 | 604 | 24 | 21.61 | 1,256 |
| 12/06/2010 | 47 | 24.30 | 624 | 26 | 23.20 | 1,443 |
| 14/06/2010 | 49 | 24.25 | 653 | 25 | 24.51 | 1,532 |
| 15/06/2010 | 57 | 26.29 | 723 | 28 | 25.79 | 1,602 |
| 16/06/2010 | 52 | 26.21 | 709 | 25 | 25.74 | 1,552 |
| 17/06/2010 | 57 | 26.99 | 715 | 30 | 23.54 | 1,454 |
| 18/06/2010 | 50 | 25.31 | 684 | 26 | 24.37 | 1,525 |
| 19/06/2010 | 48 | 24.11 | 656 | 27 | 19.46 | 1,143 |
| 21/06/2010 | 50 | 24.45 | 651 | 24 | 25.50 | 1,566 |
| 22/06/2010 | 54 | 25.60 | 739 | 31 | 23.33 | 1,348 |
| 23/06/2010 | 52 | 25.08 | 690 | 27 | 24.45 | 1,378 |
| 24/06/2010 | 55 | 26.68 | 721 | 30 | 22.69 | 1,388 |
| 25/06/2010 | 49 | 22.11 | 659 | 26 | 23.91 | 1,499 |
| 26/06/2010 | 50 | 23.31 | 615 | 26 | 20.38 | 1,162 |
| 28/06/2010 | 53 | 25.11 | 693 | 25 | 26.16 | 1,585 |
| 29/06/2010 | 57 | 27.02 | 761 | 31 | 23.97 | 1,511 |
| 30/06/2010 | 57 | 25.59 | 707 | 29 | 24.45 | 1,446 |
| **เฉลี่ย** | **53** | **25.49** | **685** | **28** | **23.62** | **1,435** |

ตารางที่ 5.6 ข้อมูลหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ในเดือนกรกฎาคม 2553

| วันที่ | ระยอง | | | ชลบุรี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว | จำนวนเที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/เที่ยว |
| 01/07/2010 | 55 | 26.80 | 729 | 30 | 23.17 | 1,456 |
| 02/07/2010 | 49 | 25.80 | 754 | 28 | 24.99 | 1,728 |
| 02/07/2010 | 51 | 26.62 | 716 | 28 | 20.41 | 1,261 |
| 05/07/2010 | 51 | 26.19 | 691 | 28 | 23.41 | 1,454 |
| 06/07/2010 | 55 | 26.84 | 779 | 33 | 21.94 | 1,460 |
| 07/07/2010 | 55 | 28.83 | 707 | 28 | 24.12 | 1,527 |
| 08/07/2010 | 55 | 27.00 | 739 | 30 | 23.51 | 1,452 |
| 09/07/2010 | 48 | 24.55 | 700 | 25 | 22.66 | 1,455 |
| 12/07/2010 | 51 | 26.15 | 701 | 25 | 25.41 | 1,648 |
| 13/07/2010 | 54 | 27.95 | 803 | 32 | 23.01 | 1,443 |
| 14/07/2010 | 54 | 28.81 | 733 | 31 | 21.83 | 1,487 |
| 15/07/2010 | 56 | 27.86 | 760 | 33 | 22.42 | 1,495 |
| 16/07/2010 | 50 | 23.39 | 685 | 26 | 24.55 | 1,646 |
| 17/07/2010 | 51 | 26.59 | 715 | 28 | 20.87 | 1,263 |
| 19/07/2010 | 51 | 26.34 | 710 | 27 | 23.99 | 1,528 |
| 20/07/2010 | 54 | 27.08 | 778 | 31 | 23.60 | 1,471 |
| 21/07/2010 | 57 | 28.43 | 705 | 30 | 22.59 | 1,527 |
| 22/07/2010 | 58 | 27.10 | 720 | 30 | 24.25 | 1,485 |
| 23/07/2010 | 49 | 23.91 | 683 | 24 | 23.64 | 1,447 |
| 27/07/2010 | 51 | 26.64 | 720 | 28 | 23.33 | 1,579 |
| 28/07/2010 | 56 | 26.43 | 760 | 32 | 22.71 | 1,432 |
| 29/07/2010 | 53 | 26.70 | 674 | 25 | 24.80 | 1,553 |
| 30/07/2010 | 49 | 25.61 | 718 | 27 | 22.85 | 1,451 |
| 31/07/2010 | 49 | 24.96 | 721 | 26 | 22.95 | 1,489 |
| **เฉลี่ย** | **53** | **26.52** | **725** | **29** | **23.21** | **1,489** |

และสามารถแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จริงจากวิธีการเดิม เทียบกับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีการใหม่ที่ได้จากการ วิธี Saving ในเดือน พฤษภาคม 2553 ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 เปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างวิธีการเดิมกับวิธี Saving ในเดือนพฤษภาคม 2553

| วันที่ | ระยอง | | | | ชลบุรี | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | วิธีการเดิม | | วิธี Saving | | วิธีการเดิม | | วิธี Saving | |
| | ปริมาตร (ลบ.ม)/ เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/ เที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/ เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/ เที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/ เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/ เที่ยว | ปริมาตร (ลบ.ม)/ เที่ยว | น้ำหนัก (กก.)/ เที่ยว |
| 04/05/2010 | 23.77 | 576 | 27.99 | 679 | 13.84 | 830 | 23.73 | 1,363 |
| 05/05/2010 | 19.16 | 493 | 30.22 | 844 | 16.36 | 1,007 | 23.44 | 1,664 |
| 06/05/2010 | 17.83 | 460 | 24.48 | 746 | 14.41 | 878 | 24.43 | 1,445 |
| 07/05/2010 | 17.10 | 436 | 26.78 | 853 | 16.51 | 1,019 | 24.09 | 1,684 |
| 08/05/2010 | 21.95 | 538 | 25.09 | 670 | 13.24 | 813 | 21.97 | 1,378 |
| 10/05/2010 | 22.47 | 524 | 25.01 | 687 | 13.34 | 823 | 22.62 | 1,396 |
| 11/05/2010 | 18.63 | 477 | 25.06 | 868 | 15.69 | 986 | 23.62 | 1,757 |
| 12/05/2010 | 18.15 | 460 | 24.80 | 797 | 15.02 | 911 | 23.87 | 1,545 |
| 13/05/2010 | 20.00 | 488 | 27.99 | 856 | 16.04 | 989 | 23.29 | 1,677 |
| 14/05/2010 | 16.43 | 403 | 26.65 | 654 | 13.22 | 790 | 21.26 | 1,271 |
| 17/05/2010 | 20.02 | 481 | 27.14 | 705 | 15.55 | 883 | 23.17 | 1,498 |
| 18/05/2010 | 19.37 | 497 | 26.92 | 862 | 18.16 | 1,094 | 25.15 | 1,811 |
| 19/05/2010 | 18.23 | 450 | 25.07 | 800 | 17.02 | 1,029 | 20.59 | 1,744 |
| 20/05/2010 | 19.71 | 486 | 27.93 | 854 | 17.83 | 1,100 | 21.79 | 1,918 |
| 21/05/2010 | 19.16 | 484 | 24.72 | 732 | 15.15 | 895 | 24.38 | 1,518 |
| 22/05/2010 | 15.79 | 411 | 27.37 | 712 | 16.44 | 968 | 24.84 | 1,641 |
| 24/05/2010 | 24.53 | 601 | 27.21 | 722 | 16.88 | 1,057 | 25.12 | 1,609 |
| 25/05/2010 | 17.49 | 466 | 25.31 | 918 | 17.69 | 1,130 | 23.87 | 1,872 |
| 26/05/2010 | 17.79 | 458 | 26.84 | 885 | 16.85 | 1,103 | 24.05 | 1,836 |
| 27/05/2010 | 16.41 | 409 | 26.63 | 753 | 15.14 | 956 | 21.94 | 1,413 |
| เฉลี่ย | 19.20 | 480 | 26.46 | 780 | 15.72 | 963 | 23.36 | 1,602 |

การเก็บข้อมูลจะอาศัยข้อมูลจากรายงานจากบริษัทผู้ให้บริการขนส่งที่ทำการดำเนินงานขนส่งแบบมิลค์รันให้กับทางโรงงาน และจะมีการรายงานผลการดำเนินงานให้กับทางโรงงานในวันถัดไปหลังจากที่ได้มีการดำเนินงานเรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจากข้อมูลสามารถสรุปการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางเดินรถโดยวิธีการแบบเดิมกับวิธีการใหม่หลังปรับปรุงสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.8 เปรียบเทียบปริมาตรของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง

| เดือน / รายละเอียด | ก่อนปรับปรุง | | | หลังปรับปรุง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เม.ย | พ.ค | **เฉลี่ย** | มิ.ย | ก.ค | **เฉลี่ย** |
| (1) ปริมาตรจริงโดยวิธีการเดิม (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 19.19 | 19.20 | **19.20** | - | - | - |
| (2) ปริมาตรคำนวณโดยวิธีการเดิม (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 22.12 | 24.27 | **23.20** | 23.88 | 23.00 | **23.44** |
| (3) ปริมาตรจริงโดยวิธีการใหม่ (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | - | - | | 25.49 | 26.52 | **26.01** |
| (4) ปริมาตรคำนวณโดยวิธีการใหม่ (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 24.65 | 26.46 | **25.55** | 26.56 | 26.72 | **26.64** |
| ผลต่างระหว่าง (1) กับ (4) (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 5.46 | 7.26 | **6.36** | - | - | - |
| ผลต่างระหว่าง (2) กับ (3) (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | - | - | - | 1.61 | 3.53 | **2.57** |
| ผลต่างระหว่าง (3) กับ (4) (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | - | - | - | 1.06 | 0.20 | **0.63** |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 เปรียบเทียบปริมาตรของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เดือน / รายละเอียด | ก่อนปรับปรุง | | | หลังปรับปรุง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เม.ย | พ.ค | **เฉลี่ย** | พ.ค | เม.ย | **เฉลี่ย** |
| (1) ปริมาตรจริงโดยวิธีการเดิม (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 16.21 | 15.72 | **15.97** | - | - | - |
| (2) ปริมาตรคำนวณโดยวิธีการเดิม (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 17.42 | 17.83 | **17.63** | 18.35 | 18.27 | **18.31** |
| (3) ปริมาตรจริงโดยวิธีการใหม่ (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | - | - | | 23.62 | 23.21 | **23.41** |
| (4) ปริมาตรคำนวณโดยวิธีการใหม่ (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 23.10 | 23.36 | **25.55** | 24.63 | 24.53 | **24.58** |
| ผลต่างระหว่าง (1) กับ (4) (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | 6.89 | 7.64 | **7.26** | - | - | - |
| ผลต่างระหว่าง (2) กับ (3) (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | - | - | - | 5.27 | 4.94 | **5.10** |
| ผลต่างระหว่าง (3) กับ (4) (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | - | - | - | 1.01 | 1.32 | **1.17** |

จากตารางที่ 5.8 และ 5.9 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบปริมาตรจริงของสินค้าที่บรรทุกในรถ กับปริมาตรของสินค้าที่บรรทุกในรถที่ได้จากการคำนวณพบว่าปริมาตรจริงที่บรรทุกได้มีค่าน้อยกว่าปริมาตรที่ได้จากการคำนวณ ทั้งในส่วนของก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงและทั้งในพื้นที่จังหวัดระยอง และพื้นที่จังหวัดชลบุรี

2) ในช่วงก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ ผลของปริมาตรสินค้าในรถบรรทุกจริงโดยวิธีการเดิมมีปริมาตรน้อยกว่าปริมาตรสินค้าในรถบรรทุกที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีการใหม่ ในพื้นที่จังหวัดระยองเฉลี่ย = (5.46+7.26)/2 = 6.36 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเฉลี่ย = (6.89+7.64)/2 = 7.26 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว

3) จากการเปรียบเทียบปริมาตรสินค้าในรถบรรทุกจริงโดยวิธีการใหม่กับปริมาตรสินค้าในรถบรรทุกโดยการคำนวณด้วยวิธีการใหม่ พบว่าปริมาตรสินค้าในรถบรรทุกจริงโดยวิธีการใหม่จะน้อยกว่าปริมาตรสินค้าในรถบรรทุกโดยการคำนวณด้วยวิธีการใหม่ ในพื้นที่จังหวัดระยองเฉลี่ย = (1.06+0.20)/2 = 0.63 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเฉลี่ย= (1.01+1.32)/2 = 1.17 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว

4) จากข้อ 2 และ 3 จะสามารถสรุปยืนยันผลได้คือ หลังจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มปริมาตรการบรรทุกสินค้าในรถบรรทุก ในพื้นที่จังหวัดระยองได้เฉลี่ย 0.63 – 6.36 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีได้เฉลี่ย 1.17 – 7.26 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว

ตารางที่ 5.10 เปรียบเทียบน้ำหนักของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง

| เดือน / รายละเอียด | ก่อนปรับปรุง | | | ก่อนปรับปรุง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เม.ย | พ.ค | **เฉลี่ย** | พ.ค | เม.ย | **เฉลี่ย** |
| (1) น้ำหนักจริงโดยวิธีการเดิม (กก. ต่อเที่ยว) | 490 | 480 | **485** | - | - | - |
| (2) น้ำหนักคำนวณโดยวิธีการเดิม (กก. ต่อเที่ยว) | 602 | 691 | **647** | 670 | 690 | **680** |
| (3) น้ำหนักจริงโดยวิธีการใหม่ (กก.ต่อเที่ยว) | - | - | - | 685 | 725 | **705** |
| (4) น้ำหนักคำนวณโดยวิธีการใหม่ (กก. ต่อเที่ยว) | 681 | 780 | **731** | 758 | 778 | **768** |
| ผลต่างระหว่าง (1) กับ (4) (กก. ต่อเที่ยว) | 191 | 300 | **246** | - | - | - |
| ผลต่างระหว่าง (2) กับ (3) (กก. ต่อเที่ยว) | - | - | - | 15 | 36 | **25** |
| ผลต่างระหว่าง (3) กับ (4) (กก. ต่อเที่ยว) | - | - | - | 73 | 53 | **63** |

ตารางที่ 5.11 เปรียบเทียบน้ำหนักของสินค้าในรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เดือน / รายละเอียด | ก่อนปรับปรุง | | | ก่อนปรับปรุง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เม.ย | พ.ค | **เฉลี่ย** | พ.ค | เม.ย | **เฉลี่ย** |
| (1) น้ำหนักจริงโดยวิธีการเดิม (กก. ต่อเที่ยว) | 1060 | 963 | **1012** | - | - | - |
| (2) น้ำหนักคำนวณโดยวิธีการเดิม (กก. ต่อเที่ยว) | 1218 | 1219 | **1219** | 1275 | 1321 | **1298** |
| (3) น้ำหนักจริงโดยวิธีการใหม่ (กก.ต่อเที่ยว) | - | - | | 1435 | 1489 | **1462** |
| (4) น้ำหนักคำนวณโดยวิธีการใหม่ (กก. ต่อเที่ยว) | 1597 | 1602 | **1599** | 1684 | 1687 | **1685** |
| ผลต่างระหว่าง (1) กับ (4) (กก. ต่อเที่ยว) | 536 | 639 | **588** | - | - | - |
| ผลต่างระหว่าง (2) กับ (3) (กก. ต่อเที่ยว) | - | - | | 160 | 168 | **164** |
| ผลต่างระหว่าง (3) กับ (4) (กก. ต่อเที่ยว) | - | - | | 249 | 198 | **223** |

จากตารางที่ 5.10 และ 5.11 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบน้ำหนักจริงของสินค้าที่บรรทุกในรถที่ได้กับน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณของสินค้าที่บรรทุกในรถพบว่าน้ำหนักจริงที่ได้มีค่าน้อยกว่าน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณ ทั้งในส่วนของก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงและทั้งในพื้นที่จังหวัดระยอง และพื้นที่จังหวัดชลบุรี

2) ในช่วงก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ ผลของน้ำหนักสินค้าในรถบรรทุกจริงโดยวิธีการเดิมมีน้ำหนักน้อยกว่าน้ำหนักสินค้าในรถบรรทุกที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีการใหม่ ในพื้นที่จังหวัดระยองเฉลี่ย= (191+300)/2 = 246 กิโลกรัมต่อเที่ยว และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเฉลี่ย= (536+639)/2 = 588 กิโลกรัมต่อเที่ยว

3) จากการเปรียบเทียบน้ำหนักสินค้าในรถบรรทุกจริงโดยวิธีการใหม่กับน้ำหนักสินค้าในรถบรรทุกโดยการคำนวณด้วยวิธีการใหม่ พบว่าน้ำหนักสินค้าในรถบรรทุกจริงโดยวิธีการใหม่จะน้อยกว่าน้ำหนักสินค้าในรถบรรทุกโดยการคำนวณด้วยวิธีการใหม่ ในพื้นที่จังหวัดระยองเฉลี่ย= (73+53)/2 = 63 กิโลกรัมต่อเที่ยว และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเฉลี่ย= (249+198)/2 = 223 กิโลกรัมต่อเที่ยว

4) จากข้อ 2 และ 3 จะสามารถสรุปยืนยันผลได้คือ หลังจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มน้ำหนักการบรรทุกสินค้าในรถบรรทุก ในพื้นที่จังหวัดระยองได้เฉลี่ย 63 – 246 กิโลกรัมต่อเที่ยว และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีได้เฉลี่ย 223 – 588 กิโลกรัมต่อเที่ยว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.12 เปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง

| เดือน / รายละเอียด | ก่อนปรับปรุง | | | หลังปรับปรุง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เม.ย | พ.ค | **เฉลี่ย** | พ.ค | เม.ย | **เฉลี่ย** |
| (1) จำนวนเที่ยวรถจริงโดยวิธีการเดิม (เที่ยว ต่อเดือน) | 1201 | 1469 | **1335** | - | - | - |
| (2) จำนวนเที่ยวรถคำนวณโดยวิธีการเดิม (เที่ยว ต่อเดือน) | 901 | 1060 | **981** | 1219 | 1272 | **1246** |
| (3) จำนวนเที่ยวรถจริงโดยวิธีการใหม่ (เที่ยว ต่อเดือน) | - | - | - | 1207 | 1262 | **1235** |
| (4) จำนวนเที่ยวรถคำนวณโดยวิธีการใหม่ (เที่ยว ต่อเดือน) | 765 | 900 | **833** | 1035 | 1080 | **1058** |
| ผลต่างระหว่าง (1) กับ (4) (เที่ยว ต่อเดือน) | 436 | 569 | **503** | - | - | - |
| ผลต่างระหว่าง (2) กับ (3) (เที่ยว ต่อเดือน) | - | - | - | 12 | 10 | **11** |
| ผลต่างระหว่าง (3) กับ (4) (เที่ยว ต่อเดือน) | - | - | - | 172 | 182 | **177** |

ตารางที่ 5.13 เปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถบรรทุกก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

| เดือน / รายละเอียด | ก่อนปรับปรุง | | | หลังปรับปรุง | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เม.ย | พ.ค | **เฉลี่ย** | พ.ค | เม.ย | **เฉลี่ย** |
| (1) จำนวนเที่ยวรถจริงโดยวิธีการเดิม (เที่ยว ต่อเดือน) | 636 | 773 | **705** | - | - | - |
| (2) จำนวนเที่ยวรถคำนวณโดยวิธีการเดิม (เที่ยว ต่อเดือน) | 510 | 600 | **555** | 690 | 720 | **705** |
| (3) จำนวนเที่ยวรถจริงโดยวิธีการใหม่ (เที่ยว ต่อเดือน) | - | - | - | 631 | 685 | **658** |
| (4) จำนวนเที่ยวรถคำนวณโดยวิธีการใหม่ (เที่ยว ต่อเดือน) | 391 | 460 | **426** | 529 | 552 | **541** |
| ผลต่างระหว่าง (1) กับ (4) (เที่ยว ต่อเดือน) | 245 | 313 | **279** | - | - | - |
| ผลต่างระหว่าง (2) กับ (3) (เที่ยว ต่อเดือน) | - | - | - | 59 | 35 | **47** |
| ผลต่างระหว่าง (3) กับ (4) (เที่ยว ต่อเดือน) | - | - | - | 102 | 133 | **118** |

จากตารางที่ 5.12 และ 5.13 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถบรรทุกจริงกับจำนวนเที่ยวรถบรรทุกที่ได้จากการคำนวณ พบว่าจำนวนเที่ยวรถบรรทุกจริงมีค่ามากกว่าจำนวนเที่ยวรถบรรทุกที่ได้จาก

การคำนวณ ทั้งในส่วนของก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงและทั้งในพื้นที่จังหวัดระยอง และพื้นที่จังหวัดชลบุรี

2) ในช่วงก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ ผลของจำนวนเที่ยวรถบรรทุกจริงโดยวิธีการเดิมมีจำนวนเที่ยวรถบรรทุกมากกว่าจำนวนเที่ยวรถบรรทุกที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีการใหม่ ในพื้นที่จังหวัดระยอง= (436+569)/2 = 503 เที่ยวต่อเดือน และในพื้นที่จังหวัดชลบุรี = (245+313)/2 = 279 เที่ยวต่อเดือน

3) จากการเปรียบเทียบจำนวนเที่ยวรถบรรทุกจริงโดยวิธีการใหม่กับจำนวนเที่ยวรถบรรทุกโดยการคำนวณด้วยวิธีการใหม่ พบว่าจำนวนเที่ยวรถบรรทุกจริงโดยวิธีการใหม่จะมากกว่าจำนวนเที่ยวรถบรรทุกโดยการคำนวณด้วยวิธีการใหม่ ในพื้นที่จังหวัดระยอง = (172+182)/2 = 177 เที่ยวต่อเดือน และในพื้นที่จังหวัดชลบุรี = (102+133)/2 = 118 เที่ยวต่อเดือน

4) จากข้อ 2 และ 3 จะสามารถสรุปยืนยันผลได้คือ หลังจากการปรับปรุงสามารถลดจำนวนเที่ยวรถบรรทุก ในพื้นที่จังหวัดระยองได้ 177 – 503 เที่ยวต่อเดือน เฉลี่ย 340 เที่ยวต่อเดือน และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีได้เฉลี่ย 118 – 279 เที่ยวต่อเดือน เฉลี่ย 199 เที่ยวต่อเดือน

สรุปผลเป็นค่าใช้จ่ายค่าขนส่งที่ลดลงต่อเดือนหลังการปรับปรุงเท่ากับ อัตราค่าขนส่งสินค้าต่อหนึ่งเที่ยว X จำนวนเที่ยวรถบรรทุกที่สามารถลดลงได้ แสดงดังนี้

อัตราค่าส่งสินค้าปัจจุบัน = 1,368.34 บาทต่อเที่ยว

จำนวนเที่ยวรถบรรทุกที่สามารถลดลงได้หลังการปรับปรุง

ในพื้นที่จังหวัดระยองเฉลี่ย = 340 เที่ยวต่อเดือน

ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีเฉลี่ย = 199 เที่ยวต่อเดือน

ดังนั้น ในพื้นที่จังหวัดระยองสามารถลดลงค่าใช้จ่ายได้ = 465,236 บาทต่อเดือน

ดังนั้น ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีสามารถลดลงค่าใช้จ่ายได้ = 272,300 บาทต่อเดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 5.2 การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นส่วนหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก

จากปัญหาประสิทธิภาพการจัดส่งของโรงงานกรณีศึกษายังไม่บรรลุตามเป้าหมายที่ทางบริษัทได้กำหนดไว้ โดยได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถขนส่งให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยกำหนดให้ลูกค้าทำตามวิธีการที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้ และได้ทำการเก็บข้อมูลจาก Trip Sheet ที่ทางพนักงานขับรถได้ทำการจดบันทึกไว้ในช่วงเดือนเมษายน – กรกฎาคม 2553 ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลสาเหตุการล่าช้าในการจัดส่งชิ้นงานของการดำเนินงานขนส่งแบบมิลค์รัน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.14 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง และตารางที่ 5.15 สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 5.14 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการล่าช้าในการจัดส่งชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถขนส่ง (พื้นที่จังหวัดระยอง)

| สาเหตุล่าช้า | | ก่อนปรับปรุง | | หลังปรับปรุง | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| ลูกค้า | ไม่มีพนักงานหน้างาน | 7 | 10 | 4 | 7 |
| | ตรวจสินค้า/เอกสารช้า | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | ติดคิวขึ้นสินค้า | 17 | 23 | 14 | 11 |
| | โฟล์คลิฟท์ทำงานช้า | 9 | 2 | 0 | 0 |
| ผู้ให้บริการขนส่ง | รับรถล่าช้า | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | การจราจรติดขัด | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | เกิดอุบัติเหตุ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | ฝนตกน้ำท่วม | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **รวม** | | 35 | 37 | 20 | 19 |

จากตารางที่ 5.14 เป็นข้อมูลที่ได้จาก Trip Sheet ที่ทางบริษัทผู้ให้บริการขนส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานทำการเก็บข้อมูลสาเหตุการล่าช้าในพื้นที่จังหวัดระยอง โดยแบ่งสาเหตุเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ล่าช้าจากลูกค้า และส่วนที่ล้าช้าจากผู้ให้บริการขนส่ง โดยสาเหตุการล่าช้าส่วนใหญ่เกิดจากติดคิวขึ้นสินค้า ซึ่งมีสาเหตุจากการรอบรรจุภัณฑ์ รอเรียงชิ้นงาน และชิ้นงานไม่พร้อมที่จะบรรจุที่บริษัทลูกค้า จากข้อมูลก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ ในเดือน

เมษายนและพฤษภาคม 2553 มีจำนวนครั้งที่ล่าช้า เท่ากับ 17 และ 23 ครั้งต่อเดือน และหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถใหม่และปรับปรุงวิธีการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก ในเดือน มิถุนายนและกรกฎาคม 2553 พบว่าสามารถลดจำนวนครั้งในการล่าช้าลงเหลือ 14 และ 11 ครั้งต่อเดือน

ตารางที่ 5.15 เปรียบเทียบจำนวนครั้งในการล่าช้าในการจัดส่งชิ้นงานก่อนและหลังการปรับปรุงการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถขนส่ง (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)

| สาเหตุล่าช้า | | ก่อนปรับปรุง | | หลังปรับปรุง | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| ลูกค้า | ไม่มีพนักงานหน้างาน | 4 | 7 | 3 | 3 |
| | ตรวจสินค้า/เอกสารช้า | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | ติดคิวขึ้นสินค้า | 16 | 18 | 10 | 8 |
| | โฟล์คลิฟท์ทำงานช้า | 6 | 0 | 0 | 0 |
| ผู้ให้บริการขนส่ง | รับรถล่าช้า | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | การจราจรติดขัด | 1 | 2 | 0 | 1 |
| | เกิดอุบัติเหตุ | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | ฝนตกน้ำท่วม | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **รวม** | | 30 | 29 | 14 | 13 |

จากตารางที่ 5.15 เป็นข้อมูลที่ได้จาก Trip Sheet ที่ทางบริษัทผู้ให้บริการขนส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานทำการเก็บข้อมูลสาเหตุการล่าช้าในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ได้ผลดังนี้คือ ก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ ในเดือนเมษายนและพฤษภาคม 2553 มีจำนวนครั้งที่ล่าช้าเท่ากับ 16 และ 18 ครั้งต่อเดือน และหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถใหม่และปรับปรุงวิธีการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุก ในเดือน มิถุนายนและกรกฎาคม 2553 พบว่าสามารถลดจำนวนครั้งในการล่าช้าลงเหลือ 10 และ 8 ครั้งต่อเดือน

นำข้อมูลที่ได้มาทำการคิดประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน โดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา เทียบกับจำนวนเที่ยวทั้งหมดที่ได้ทำการจัดส่ง ได้ผลดังตารางที่ 5.16

**<u>การคำนวณประสิทธิภาพการจัดส่งคิดจากจำนวนเที่ยว</u>**

ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน = $\frac{\text{จำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา}}{\text{จำนวนเที่ยวการจัดส่งทั้งหมด}}$

ตารางที่ 5.16 ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา

| พื้นที่ / เดือน | ระยอง | | | ชลบุรี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนเที่ยว (ต่อเดือน) | จัดส่งตรงเวลา (เที่ยว) | ประสิทธิภาพการจัดส่ง (%) | จำนวนเที่ยว (ต่อเดือน) | จัดส่งตรงเวลา (เที่ยว) | ประสิทธิภาพการจัดส่ง (%) |
| เม.ย 53 | 1,201 | 1,166 | 97.09 | 636 | 606 | 95.28 |
| พ.ค 53 | 1,469 | 1,432 | 97.48 | 773 | 744 | 96.25 |
| มิ.ย 53 | 1,207 | 1,187 | 98.34 | 631 | 617 | 97.78 |
| ก.ค 53 | 1,262 | 1,243 | 98.49 | 685 | 672 | 98.10 |

จากตารางที่ 5.16 ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานมีค่าเพิ่มขึ้นดังนี้

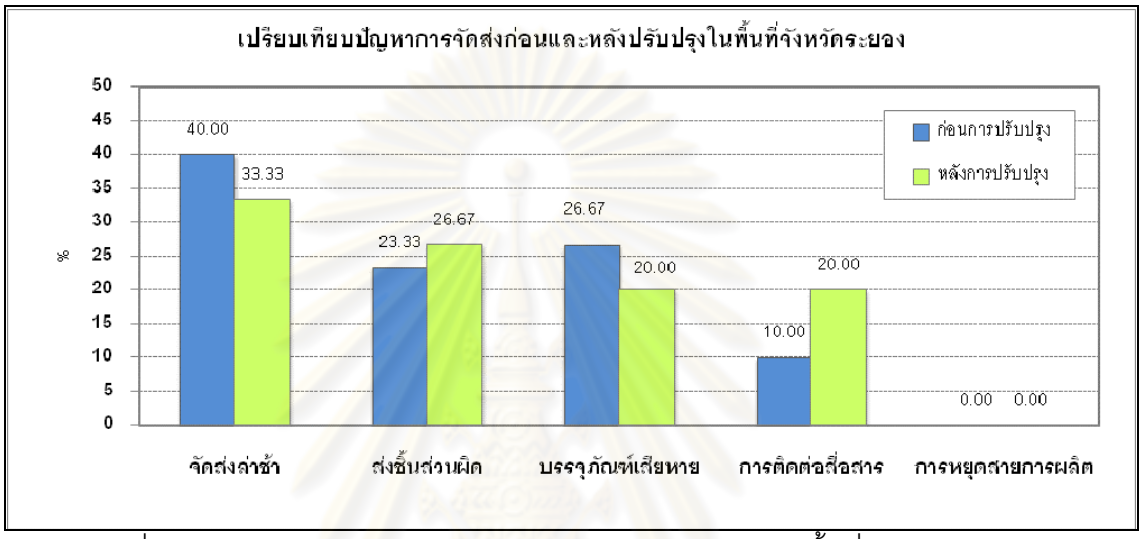
ในพื้นที่จังหวัดระยอง ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา ก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงาน จำนวนเที่ยวรถที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนเมษายนอยู่ที่ 1,166 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 1,201 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 97.09% และจำนวนเที่ยวรถที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนพฤษภาคมอยู่ที่ 1,432 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 1,469 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 97.48% เฉลี่ยอยู่ที่ 97.28 % และประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาหลังปรับปรุงเส้นทางเดินรถและการจัดเรียงชิ้นงานใน

เดือนมิถุนายนอยู่ที่ 1,187 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 1,207 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 98.34% และจำนวนเที่ยวรถที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนกรกฎาคมอยู่ที่ 1,243 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 1,262 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 98.49% เฉลี่ยอยู่ที่ 98.42% โดยประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน โดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.14 %

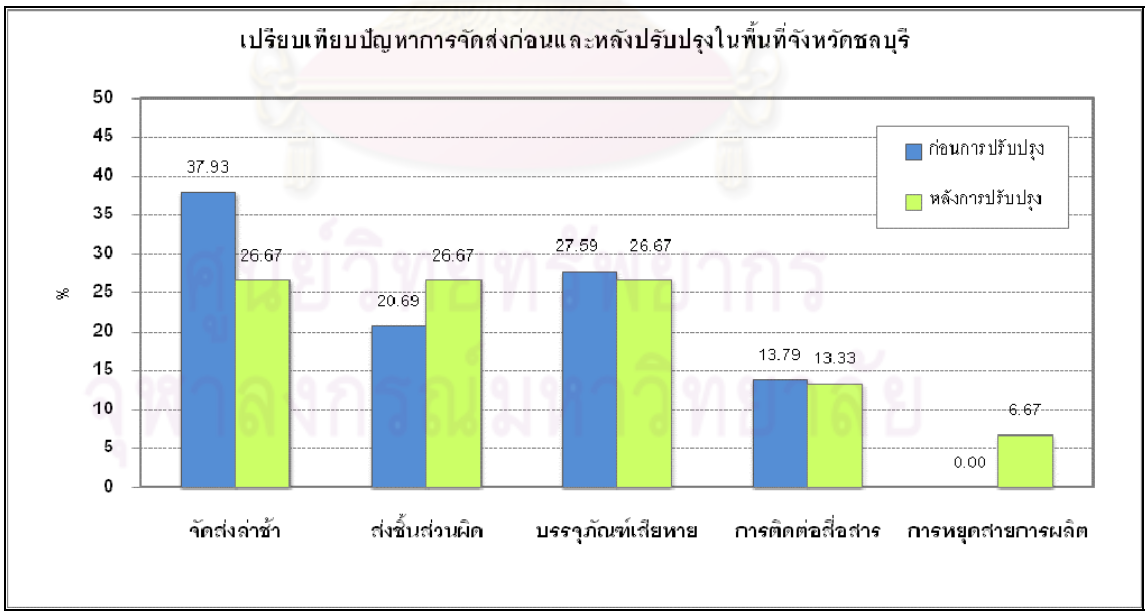
ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา ก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงาน จำนวนเที่ยวรถที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนเมษายนอยู่ที่ 606 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 636 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 95.28% และจำนวนเที่ยวรถที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนพฤษภาคมอยู่ที่ 744 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 773 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 96.25% เฉลี่ยอยู่ที่ 95.77 % และประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาหลังปรับปรุงเส้นทางเดินรถและการจัดเรียงชิ้นงานในเดือนมิถุนายนอยู่ที่ 617 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 631 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 97.78% และจำนวนเที่ยวรถที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนกรกฎาคมอยู่ที่ 672 เที่ยวต่อเดือน จากจำนวนเที่ยวรถทั้งหมด 685 เที่ยวต่อเดือน โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 98.10% เฉลี่ยอยู่ที่ 97.94% โดยประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน โดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 2.18 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการอาศัยข้อมูลที่ได้จากฝ่ายวางแผนการผลิตทำการเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน ที่ทำให้ประสิทธิภาพการจัดส่งไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ ได้แก่ปัญหาที่เกิดจากการจัดส่งที่ล่าช้า การส่งชิ้นส่วนผิด ปัญหาทางด้านบรรจุภัณฑ์เสียหาย ปัญหาด้านการติดต่อสื่อสารที่ผิดพลาด และปัญหาการหยุดสายการผลิตสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.1 สำหรับพื้นที่จังหวัดระยอง และรูปที่ 5.2 สำหรับพื้นที่จังหวัดชลบุรี




รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบปัญหาการจัดส่งก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดระยอง




รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบปัญหาการจัดส่งก่อนและหลังปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี

จากข้อมูลพบว่าในเรื่องของปัญหาการจัดส่งที่ล่าช้าและในเรื่องของบรรจุภัณฑ์เกิดความเสียหาย ผลการดำเนินงานสามารถทำการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลที่ได้จากก่อนการปรับปรุง แต่ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดส่งชิ้นส่วนผิดพลาด และในเรื่องของการติดต่อสื่อสารทางโรงงานยังไม่ได้ทำการปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้น จึงอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดส่งโดยรวมของทางโรงงานได้

**<u>การคำนวณประสิทธิภาพการจัดส่งคิดจากจากจำนวนลูกค้า</u>**

จากการที่โรงงานได้มีการกำหนดเป้าหมายของการดำเนินงานด้านการจัดส่ง ให้ประสิทธิภาพการจัดส่งของลูกค้าโดยรวมในแต่ละเดือนไว้ที่ 95.00% โดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ให้กับทางโรงงานได้ตรงเวลา เทียบกับจำนวนลูกค้าทั้งหมด จากข้อมูลที่ได้จากฝ่ายวางแผนการผลิตที่ทำการเก็บข้อมูลการจัดส่งของลูกค้า ได้ผลดังตารางที่ 5.17

$$\text{ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงาน} = \frac{\text{จำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา}}{\text{จำนวนลูกค้าทั้งหมด}}$$

ตารางที่ 5.17 ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลา

| พื้นที่ / เดือน | ระยอง | | | ชลบุรี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวนลูกค้า (ราย) | จัดส่งตรงเวลา (ราย) | ประสิทธิภาพการจัดส่ง (%) | จำนวนลูกค้า (ราย) | จัดส่งตรงเวลา (ราย) | ประสิทธิภาพการจัดส่ง (%) |
| เม.ย 53 | 22 | 18 | 81.82 | 27 | 23 | 85.19 |
| พ.ค 53 | 22 | 14 | 63.64 | 27 | 20 | 74.07 |
| มิ.ย 53 | 22 | 20 | 90.91 | 27 | 25 | 92.59 |
| ก.ค 53 | 22 | 19 | 86.36 | 27 | 25 | 92.59 |

จากตารางที่ 5.17 ในพื้นที่จังหวัดระยอง ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงานในเดือนเมษายนอยู่ที่ 18 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 22 รายโดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 81.82% และจำนวนลูกค้าที่สามารถจัดส่งได้ตรง

เวลาในเดือนพฤษภาคมอยู่ที่ 14 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 22 ราย โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 63.64% เฉลี่ยอยู่ที่ 72.73 % และประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาหลังปรับปรุงเส้นทางเดินรถและการจัดเรียงชิ้นงานในเดือนมิถุนายนอยู่ที่ 20 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 22 รายโดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 90.91% และจำนวนลูกค้าที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนกรกฎาคมอยู่ที่ 19 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 22 รายต่อเดือนโดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 86.36% เฉลี่ยอยู่ที่ 88.64% โดยประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 15.91%

ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงานในเดือนเมษายนอยู่ที่ 23 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 27 รายโดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 85.19% และจำนวนลูกค้าที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนพฤษภาคมอยู่ที่ 20 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 27 ราย โดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 74.05% เฉลี่ยอยู่ที่ 79.63% และประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาหลังปรับปรุงเส้นทางเดินรถและการจัดเรียงชิ้นงานในเดือนมิถุนายนอยู่ที่ 25 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 27 รายโดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 92.59% และจำนวนลูกค้าที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลาในเดือนกรกฎาคมอยู่ที่ 25 รายต่อเดือนจากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 27 รายต่อเดือนโดยสามารถคิดประสิทธิภาพการจัดส่งเป็น 92.59% เฉลี่ยอยู่ที่ 92.59% โดยประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาเพิ่มขึ้นจากเดิม 12.96%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 6

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์แบบมิลค์รันสำหรับโรงงานประกอบรถยนต์ของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งประสบปัญหาการมีประสิทธิภาพของการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตมาให้กับโรงงานไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้ โดยได้ทำการศึกษาวิธีการหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของโรงงาน และการสร้างมาตรฐานการจัดเรียงงานหรือซ้อนงานบนรถบรรทุก ซึ่งสามารถสรุปรายละเอียดในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะจากการดำเนินงาน ดังนี้

## 6.1 สรุปผลการวิจัย

1) การเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถ ด้วยวิธีการตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น งานวิจัยนี้ได้นำวิธีการจัดเส้นทางเดินรถแบบฮิวริสติกส์มาใช้เป็นตัวเลือกในการหาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถและนำวิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมาช่วยในการคัดเลือกวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถแบบมิลค์รัน โดยผลที่ได้จาก AHP คือวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธี Saving มาใช้ในการปรับปรุงเส้นทางเดินรถของทางโรงงานกรณีศึกษา

2) ผลจากการนำวิธี Saving มาทำการจัดเส้นทางเดินรถของโรงงานโดยอาศัยข้อมูลการพยากรณ์การสั่งซื้อชิ้นส่วนล่วงหน้าจากฝ่ายวางแผนการผลิต พบว่า สามารถช่วยลดจำนวนเที่ยวรถที่จะต้องเข้าไปรับงานที่ลูกค้าจากเดิมลงได้ ดังนี้ พื้นที่จังหวัดระยองจากเดิมต้องใช้เที่ยวรถในการดำเนินงานจัดส่ง 53 เที่ยวต่อวัน สามารถลดลงได้เหลือ 45 เที่ยวต่อวัน และในพื้นที่จังหวัดชลบุรีจากเดิมต้องใช้เที่ยวรถในการดำเนินงานจัดส่ง 30 เที่ยว สามารถลดลงได้เหลือ 23 เที่ยว

3) ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถแบบมิลค์รันตามลำดับการรับสินค้าที่ได้จากวิธี Saving และสามารถทำการเพิ่มความสามารถในการใช้พื้นที่ในรถของแต่ละพื้นที่ดังนี้ พื้นที่จังหวัดระยอง ก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถปริมาตรที่บรรทุกในรถบรรทุกเฉลี่ยอยู่ที่ 19.20 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถปริมาตรที่บรรทุกในรถบรรทุกเฉลี่ยอยู่ที่ 26.01 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และผลการปรับปรุงในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ก่อนการปรับปรุง

เส้นทางเดินรถปริมาตรที่บรรทุกในรถบรรทุกเฉลี่ยอยู่ที่ 15.97 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว และหลังการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ ปริมาตรที่บรรทุกในรถบรรทุกเฉลี่ยอยู่ที่ 23.41 ลูกบาศก์เมตรต่อเที่ยว

4) ผลการปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถสามารถลดจำนวนเที่ยวรถที่ต้องจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ให้กับโรงงาน ดังนี้คือพื้นที่จังหวัดระยอง สามารถลดจำนวนเที่ยวรถลงได้เฉลี่ย 340 เที่ยวต่อเดือน และในพื้นที่จังหวัดชลบุรี สามารถลดจำนวนเที่ยวรถลงได้เฉลี่ย 199 เที่ยวต่อเดือน คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถลดได้ คือ ในพื้นที่จังหวัดระยองสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 465,236 บาทต่อเดือน ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 272,300 บาทต่อเดือน

5) ผลการปรับปรุงการจัดวางชิ้นงานหรือการซ้อนงานบนรถบรรทุกที่ทำควบคู่ไปพร้อมกับการดำเนินงานทางด้านการปรับปรุงเส้นทางเดินรถ สามารถลดจำนวนครั้งในการจัดส่งล่าช้าเนื่องจากการรอบรรจุภัณฑ์ รอเรียงชิ้นงานที่บริษัทลูกค้า ได้ผลดังนี้คือ ในพื้นที่จังหวัดระยอง จำนวนครั้งในการล่าช้าลดลงเฉลี่ยจาก 20 ครั้ง เหลือ 13 ครั้งต่อเดือน และในพื้นที่จังหวัดชลบุรี จำนวนครั้งในการล่าช้าลดลงเฉลี่ยจาก 17 ครั้ง เหลือ 9 ครั้งต่อเดือน

6) ผลการดำเนินงานวิจัยสามารถนำผลที่ได้มาคิดประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของโรงงานได้ดังนี้

ประสิทธิภาพการจัดส่งจาก**<u>จำนวนครั้ง</u>**ในการจัดส่งที่สามารถส่งได้ตรงเวลา ได้ผลดังนี้

ในพื้นที่จังหวัดระยอง ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงาน เฉลี่ยอยู่ที่ 97.28 % และหลังการปรับปรุง เฉลี่ยอยู่ที่ 98.42 % สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันจากจำนวนครั้งในการจัดส่งตรงเวลาจากเดิม = 98.42- 97.28 = 1.14 %

ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนเที่ยวที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงาน เฉลี่ยอยู่ที่ 95.77 % และหลังการปรับปรุง เฉลี่ยอยู่ที่ 97.94 % สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันจากจำนวนครั้งในการจัดส่งตรงเวลาจากเดิม = 97.94- 95.77 = 2.18 %

ประสิทธิภาพการจัดส่งจาก**จำนวนลูกค้า**ที่สามารถจัดส่งได้ตรงเวลา ได้ผลดังนี้

ในพื้นที่จังหวัดระยอง ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงาน เฉลี่ยอยู่ที่ 72.73 % และหลังการปรับปรุง เฉลี่ยอยู่ที่ 88.64 % สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันจากจำนวนลูกค้าที่จัดส่งตรงเวลาจากเดิม = 88.64- 72.73 = 15.91 %

ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันของทางโรงงานโดยคิดจากจำนวนลูกค้าที่สามารถส่งมอบได้ตรงเวลาก่อนการปรับปรุงเส้นทางเดินรถและก่อนการจัดเรียงชิ้นงาน เฉลี่ยอยู่ที่ 79.63 % และหลังการปรับปรุง เฉลี่ยอยู่ที่ 92.59 % สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดส่งแบบมิลค์รันจากจำนวนลูกค้าที่จัดส่งตรงเวลาจากเดิม = 92.59- 79.63 = 12.96 %

จากผลการวิจัยที่ได้ทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการจัดเส้นทางเดินรถโดยวิธี Saving และการจัดเรียงชิ้นงานและการซ้องงานใหม่ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านการจัดส่งของทางโรงงานได้ ทั้งในเรื่องของความสามารถในการใช้พื้นที่ในรถบรรทุกที่เพิ่มขึ้น เรื่องค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้จากการดำเนินงานหลังปรับปรุงเส้นทางเดินรถ และในเรื่องของคุณภาพและความปลอดภัยของการจัดส่งสินค้าที่ไม่เกิดการล้มเสียหายในรถบรรทุก และงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับปรุงปัญหาเรื่องการจัดส่งในด้านที่เกี่ยวข้องกับการจัดส่งที่ล่าช้า แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านอื่นๆ อย่างเช่นปัญหาทางด้าน การจัดส่งชิ้นส่วนผิดพลาดและการติดต่อสื่อสารที่ผิดพลาดนั้น ทางโรงงานจะทำการดำเนินปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป

## 6.2 **ข้อเสนอแนะ**

1) จากผลการดำเนินงานวิจัยพบว่า ผลที่ได้จากการจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีฮิวริสติกส์จะมีจำนวนเที่ยวรถที่ได้จากการคำนวณกับจำนวนเที่ยวที่ได้จากการดำเนินงานจริงจะมีจำนวนที่แตกต่างกัน เนื่องจากผลการวิจัยที่ได้จากการคำนวณนั้น อาศัยข้อมูลการพยากรณ์คำสั่งจากฝ่ายวางแผนการผลิตที่มีการพยากรณ์ไว้ล่วงหน้าเป็นเดือน ซึ่งถือได้ว่ายังไม่มีความแม่นยำมากนัก แต่ผลที่ได้จากการดำเนินงานจริงเป็นข้อมูลที่ทางโรงงานได้มีการยืนยันคำสั่งซื้อให้กับผู้ผลิตแล้ว และคำสั่งซื้อในแต่ละวันจะไม่เท่ากัน โดยขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตในสายการผลิตแต่ละวัน ทำให้ผลที่ได้จากการคำนวณกับผลการดำเนินงานจริงค่อนข้างจะมีความแตกต่างกัน ดังนั้น

ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเส้นทางเดินรถ จะต้องหมั่นตรวจสอบเส้นทางเดินรถอยู่เสมอ และควรที่จะมีการจัดเส้นทางเดินรถใหม่ทุกๆ 3 เดือน เพื่อให้เส้นทางเดินรถ มีความสอดคล้องกับปริมาณการผลิตของโรงงานอยู่ตลอด

2) ผลของการวัดประสิทธิภาพการจัดส่งโดยรวมของทางบริษัทที่คิดจากความสามารถในการส่งมอบของผู้ผลิตที่ทำการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ให้กับทางโรงงานได้ตรงเวลานั้น ยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่ทางโรงงานได้กำหนดเอาไว้ เนื่องจากปัญหาด้านการจัดส่งที่ล่าช้ายังมีปัจจัยอื่นๆที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะเกิดจากผู้ผลิตมีการวางแผนการผลิตไม่เป็นไปตามที่ได้วางแผนไว้ หรืออาจจะเกิดเนื่องจากทางโรงงานมีการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ทำให้เกิดการผลิตที่ล่าช้าขึ้นที่โรงงาน ทำให้ต้องมีการปรับแผนการผลิตอยู่ตลอด และส่งผลต่อการดำเนินงานของผู้ผลิตชิ้นส่วน ทำให้เกิดความผิดพลาดในการวางแผนและส่งผลต่อการจัดส่งด้วย จากเป้าหมายที่ทางโรงงานได้มีการกำหนดไว้ จะเห็นว่ามีเป้าหมายที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นควรมีการกำหนดเป้าหมายการวัดประสิทธิภาพการจัดส่งใหม่ โดยให้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์การดำเนินงานในปัจจุบัน

3) จากปัญหาทางด้านประสิทธิภาพการจัดส่งของทางโรงงานไม่ได้ตามเป้าหมายที่ทางโรงงานได้กำหนดเอาไว้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการปรับปรุงปัญหาในส่วนที่เกิดจากการจัดส่งที่ล่าช้าที่ถือว่าเป็นปัญหาหลักที่ทำให้ประสิทธิภาพการจัดส่งไม่ได้ตามเป้าหมาย โดยยังได้นำปัญหาอื่นๆ ที่เกิดขึ้นมาทำการพิจารณา ทั้งในส่วนของปัญหาที่เกิดจากการจัดส่งชิ้นส่วนผิดพลาดจากทางผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และปัญหาทางด้านการติดต่อสื่อสารที่ผิดพลาด ถ้าสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้จะทำให้ประสิทธิภาพจัดส่งชิ้นส่วนแบบมิลค์รันของทางโรงงานเพิ่มขึ้นได้

### 6.3 **อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น**

สำหรับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้ คือ ในการดำเนินทางด้านการจัดส่งแบบมิลค์รันในปัจจุบันนั้น ทางโรงงานมีข้อกำหนดให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์รายใหม่ต้องดำเนินงานจัดส่งแบบมิลค์รัน แต่ผู้ผลิตชิ้นส่วนรายใหม่ยังมีปัญหาทางด้านการจัดการสินค้าภายในโรงงานของผู้ผลิตชิ้นส่วนเอง เช่น ปัญหาทางด้านความสามารถในการผลิตไม่เป็นไปตามที่ได้วางแผนไว้ ปัญหาทางด้านการจัดการภายในโรงงาน รวมถึงปัญหาทางด้านการจัดส่งด้วย ซึ่งปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้การจัดส่งเกิดการล่าช้าตามไปด้วย และยังส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการจัดส่งโดยรวมของทางโรงงานอีกด้วย

และอีกปัญหาคือ เรื่องระบบที่นำมาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถ เนื่องจากทางโรงงานได้มีการว่าจ้างบุคคลที่สามที่ให้บริการทางด้านการขนส่ง เป็นผู้รับผิดชอบการดำเนินงานทางด้านการจัดส่งสินค้าแบบมิลค์รันของทางโรงงานทั้งหมด รวมถึงระบบที่จะนำมาใช้ในการจัดเส้นทางด้วย จึงทำให้เกิดข้อจำกัดทางด้านระบบที่นำมาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถ เพราะทางโรงงานต้องทำตามข้อจำกัดทางด้านระบบของผู้ให้บริการด้านขนส่ง ถ้าในกรณีที่ทางโรงงานต้องการที่จะเปลี่ยนระบบจะต้องมีการตกลงเรื่องค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงระบบใหม่ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# รายการอ้างอิง


**ภาษาไทย**

กรมการขนส่งทางบก. ลดต้นทุนการขนส่ง. คู่มือพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการขนส่งด้วยรถบรรทุก : หน้า 12-15.

โกศล ดีศีลธรรม. การบริหารแบบโลจิสติกส์ ปัจจัยกลยุทธ์การแข่งขันในยุคน้ำมันแพง. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ผู้จัดการ, 2548.

จิรพัฒน์ วาณิชวัฒนะโกศล. ระบบการจัดรถขนส่งสำหรับผู้ประกอบการรถบรรทุกขนส่ง. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ณกร อินทรพยุง. การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

นพพล ภคพงศ์พันธุ์. การเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจัดส่งสินค้า กรณีศึกษาโรงงานผลิตเหล็กแผ่นและเหล็กม้วน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ปรีชา ศุภชลาลัย. ผลกระทบของระบบ “มิลค์ รัน” เพื่อการจัดส่งชิ้นส่วน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

วิทยา สุหฤทดำรง. วิถีแห่งลอจิสติกส์และโซ่อุปทาน.กรุงเทพฯ : ซันตาการพิมพ์, 2546.

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. Productivity World. สำรวจทัศนคติของพนักงานด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, 2547.

**ภาษาอังกฤษ**

Chuah, K.H. JIT Supply Pickup and Delivery System. USA : University of Kentucky 1990.

Karlsson, C. and Norr, C. Total effectiveness in a Just-In-Time system. International Journal of Operations & Production Management 1994 : 46-65.

Liker, J. K. and Wu, Y. C. Total Japanese automakers, U.S. Suppliers and supply-chain superiority. Sloan Management Review 2004 : 81-93.

Mazda Motor Corporation. Social & Environmental Report 2008 [Online]. 2008. Available from: http://www.mazda.com/environment/2008/pdf/e2008all.pdf.

Joe Miemczyk and Matthias Holweg. Building cars to customer order-What does it mean for Inbound Logistics operations?. Journal of business logistics, vol25, no2 2004.

Keng Hoo Chuah and Jon C. Yingling. Analyzing inventory/Transportation cost tradeoffs for Milkrun parts delivery system to large JIT assembly plans. Society of Automotive Engineers,Inc 2001.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

การหาวิธีการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**แบบสอบถามเพื่องานวิจัย**

**เรื่อง การคัดเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รัน โดยใช้เทคนิค AHP**

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานขนส่งแบบมิลค์รัน ในเรื่องการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัยในการคัดเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รัน ข้อมูลที่ได้จากท่านจะเป็นแนวทางในการกำหนดน้ำหนักของปัจจัยเพื่อคัดเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รัน โดยแบบสอบถามมี 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของวิธีการจัดเส้นทางเดินรถมิลค์รัน แต่ละคู่ตามเกณฑ์ปัจจัยแต่ละปัจจัย

โปรดเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่ โดยแต่ละข้อจะมีขั้นตอนในการตอบดังนี้

1. พิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยแรกกับปัจจัยหลังว่าปัจจัยแรกมีความสำคัญมากกว่าหรือมีความสำคัญเท่ากันกับ หรือมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยหลัง (เลือกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น) ถ้ามีความสำคัญเท่ากันให้วงกลมล้อมรอบหมายเลข 1 ในช่องเท่ากับ

2. ในกรณีที่ปัจจัยคู่นั้นๆ มีความสำคัญไม่เท่ากัน โปรดระบุระดับความสำคัญว่าปัจจัยแรกมีความสำคัญ มากกว่า ปัจจัยหลัง หรือ ปัจจัยแรกมีความสำคัญ น้อยกว่า ปัจจัยหลัง โดยให้เลือกตอบเพียงช่องเดียว จากนั้นให้ระบุน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแรกและปัจจัยหลังว่าปัจจัยคู่นี้มีความสำคัญแตกต่างกันในระดับใด ซึ่งน้ำหนักความสำคัญแบ่งออกเป็น 9 ระดับ โดยมีความหมายดังต่อไปนี้

ระดับที่ 1 มีความสำคัญเท่ากัน

ระดับที่ 2

ระดับที่ 3 มีความสำคัญน้อยกว่าหรือมากกว่ากันเล็กน้อย

ระดับที่ 4

ระดับที่ 5 มีความสำคัญน้อยกว่าหรือมากกว่าในระดับปานกลาง

ระดับที่ 6

ระดับที่ 7 มีความสำคัญน้อยกว่าหรือมากกว่าในระดับค่อนข้างมาก

ระดับที่ 8

ระดับที่ 9 มีความสำคัญน้อยกว่าหรือมากกว่าในระดับมากที่สุด

<u>ตัวอย่าง</u> โปรดวงกลมบนคำตอบตามความคิดเห็นของท่านในการเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่

น้อยกว่า มากกว่า

มากที่สุด ◄——► เล็กน้อย เล็กน้อย ◄——► มากที่สุด

| คู่ที่ | ปัจจัยแรก | ปัจจัยหลัง | ปัจจัยแรกมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | | เท่ากัน | ปัจจัยแรกมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | (1) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | หลักการ/วิธีการคิด | ความนิยม | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | (5) | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | หลักการ/วิธีการคิด | ความง่าย | 9 | 8 | (7) | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

จากตัวอย่างแสดงว่า

คู่ที่ 1 ปัจจัยหลักการ/วิธีการคิด มีความสำคัญเท่ากัน กับปัจจัยข้อจำกัดของวิธี (ระดับความสำคัญเท่ากับ 1)

คู่ที่ 2 ปัจจัยหลักการ/วิธีการคิด มีความสำคัญมากกว่า ปัจจัยความนิยมของวิธีในระดับปานกลาง (ระดับความสำคัญเท่ากับ 5)

คู่ที่ 3 ปัจจัยหลักการ/วิธีการคิด มีความสำคัญน้อยกว่า ปัจจัยความง่ายของวิธีในระดับค่อนข้างมาก (ระดับความสำคัญเท่ากับ 7)

## ตอนที่ 1 กรุณาเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแต่ละคู่ต่อไปนี้

น้อยกว่า มากกว่า

มากที่สุด ◄——► เล็กน้อย เล็กน้อย ◄——► มากที่สุด

| คู่ที่ | ปัจจัยแรก | ปัจจัยหลัง | ปัจจัยแรกมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | | เท่ากัน | ปัจจัยแรกมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | หลักการ/วิธีการคิด | ความนิยม | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | หลักการ/วิธีการคิด | ความง่าย | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 4 | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | ข้อจำกัดของวิธี | ความง่าย | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | ความนิยม | ความง่าย | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

**ตอนที่ 2 กรุณาเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของวิธีแต่ละคู่**

น้อยกว่า มากกว่า

มากที่สุด ◄——► เล็กน้อย เล็กน้อย ◄——► มากที่สุด

| ปัจจัยด้านหลักการ/วิธีการคิด | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| คู่ที่ | วิธีแรก | วิธีหลัง | ปัจจัยแรกมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | | เท่ากัน | ปัจจัยแรกมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | |
| 1 | Saving | Sweep | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ข้อจำกัดของวิธี | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Saving | Sweep | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

น้อยกว่า มากกว่า

มากที่สุด ◄——► เล็กน้อย เล็กน้อย ◄——► มากที่สุด

| ความนิยม | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| คู่ที่ | วิธีแรก | วิธีหลัง | ปัจจัยแรกมีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | | เท่ากัน | ปัจจัยแรกมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยหลังในระดับ | | | | | | | |
| 1 | Saving | Sweep | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ความง่าย | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Saving | Sweep | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 เปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

| คู่ที่ | ปัจจัยแรก | ปัจจัยหลัง | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | เฉลี่ย | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | 1 | 2 | 3 | 2 | 2.00 | 2 |
| 2 | หลักการ/วิธีการคิด | ความนิยม | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.75 | 5 |
| 3 | หลักการ/วิธีการคิด | ความง่าย | 7 | 6 | 6 | 7 | 6.50 | 7 |
| 4 | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | 3 | 3 | 3 | 3 | 3.00 | 3 |
| 5 | ข้อจำกัดของวิธี | ความง่าย | 3 | 4 | 3 | 3 | 3.25 | 3 |
| 6 | ความนิยม | ความง่าย | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.00 | 1 |
| **ปัจจัยด้านหลักการ/วิธีการคิด** | | | | | | | | |
| **คู่ที่** | **วิธีแรก** | **วิธีหลัง** | **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** | **คนที่ 4** | **เฉลี่ย** | |
| 1 | Saving | Sweep | 8 | 6 | 7 | 8 | 7.25 | 7 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 6 | 5 | 5 | 5 | 5.25 | 5 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 3 | 4 | 4 | 4 | 3.75 | 4 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 0.50 | 0.33 | 0.50 | 0.50 | 0.46 | 1/2 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 0.33 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.27 | 1/4 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 0.25 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.31 | 1/3 |
| **ข้อจำกัดของวิธี** | | | | | | | | |
| 1 | Saving | Sweep | 6 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 0.33 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.54 | 1/2 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 0.33 | 0.25 | 0.33 | 0.33 | 0.31 | 1/3 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 1/2 |
| **ความนิยม** | | | | | | | | |
| 1 | Saving | Sweep | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 0.17 | 0.14 | 0.14 | 0.13 | 0.14 | 1/7 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 0.20 | 0.25 | 0.20 | 0.20 | 0.21 | 1/5 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

ตารางภาคผนวก ก.1 เปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย (ต่อ)

| **ความง่าย** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **คู่ที่** | **วิธีแรก** | **วิธีหลัง** | **คนที่ 1** | **คนที่ 2** | **คนที่ 3** | **คนที่ 4** | **เฉลี่ย** | |
| 1 | Saving | Sweep | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 1/2 |
| 2 | Saving | Nearest Neighbor Approach | 0.17 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.15 | 1/7 |
| 3 | Saving | Cluster First-Route Second | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 1/5 |
| 4 | Sweep | Nearest Neighbor Approach | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 1/4 |
| 5 | Sweep | Cluster First-Route Second | 0.33 | 0.50 | 0.33 | 0.50 | 0.42 | 1/2 |
| 6 | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณหาวิธีการจัดเส้นทางด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

1. **การคำนวณหาลำดับความสำคัญของเกณฑ์**

- สร้างตารางให้คะแนนเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 1 | 2 | 5 | 7 |
| ข้อจำกัดของวิธี | 1/2 | 1 | 3 | 3 |
| ความนิยม | 1/5 | 1/3 | 1 | 1 |
| ความง่าย | 1/7 | 1/3 | 1/1 | 1 |

- หาผลรวมในแต่ละแนวตั้ง

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 1.00 | 2.00 | 5.00 | 7.00 |
| ข้อจำกัดของวิธี | 0.50 | 1.00 | 3.00 | 3.00 |
| ความนิยม | 0.20 | 0.33 | 1.00 | 1.00 |
| ความง่าย | 0.14 | 0.33 | 1.00 | 1.00 |
| **รวม** | **1.84** | **3.66** | **10.00** | **12.00** |

- นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์หารด้วยผลรวมของทุกคอลัมน์นั้นๆ

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 0.54 | 0.55 | 0.50 | 0.58 |
| ข้อจำกัดของวิธี | 0.27 | 0.27 | 0.30 | 0.25 |
| ความนิยม | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.08 |
| ความง่าย | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.08 |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** |

การคำนวณหาลำดับความสำคัญของเกณฑ์ (ต่อ)

- หาผลรวมในแต่ละแถว

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย | **รวม** |
|---|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 0.54 | 0.55 | 0.50 | 0.58 | 2.17 |
| ข้อจำกัดของวิธี | 0.27 | 0.27 | 0.30 | 0.25 | 1.09 |
| ความนิยม | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.38 |
| ความง่าย | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.35 |
| **รวม** | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 4.00 |

- หาลำดับความสำคัญ โดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย | รวม | **ลำดับความสำคัญ** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| หลักการ/วิธีการคิด | 0.54 | 0.55 | 0.50 | 0.58 | 2.17 | 0.54 |
| ข้อจำกัดของวิธี | 0.27 | 0.27 | 0.30 | 0.25 | 1.09 | 0.27 |
| ความนิยม | 0.11 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.38 | 0.10 |
| ความง่าย | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.35 | 0.09 |
| **รวม** | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 4.00 | 1.000 |

- คำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล

ขั้นที่ 1.

$$0.54\begin{bmatrix}1\\1/2\\1/5\\1/7\end{bmatrix}+0.27\begin{bmatrix}2\\1\\1/3\\1/3\end{bmatrix}+0.10\begin{bmatrix}5\\3\\1\\1/1\end{bmatrix}+0.09\begin{bmatrix}7\\3\\1\\1\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}0.54\\0.27\\0.11\\0.08\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.54\\0.27\\0.09\\0.09\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.50\\0.30\\0.10\\0.10\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.63\\0.27\\0.09\\0.09\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2.21\\1.11\\0.39\\0.36\end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 2.

หลักการ/วิธีการคิด = 2.21/0.54 = 4.09

ข้อจำกัดของวิธี = 1.11/0.27 = 4.11

ความนิยม = 0.39/0.10 = 3.88

ความง่าย = 0.36/0.09 = 3.97

ขั้นที่ 3.

$\lambda_{max}$ = (4.09+4.11+3.88+3.97)/4

= 4.01

ขั้นที่ 4.

CI = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

= (4.01 – 4) / (4-1)

= 0.004

ขั้นที่ 5.

CR = CI/RI

= 0.004/0.90

= 0.0048

***สรุปการวินิจฉัยมีความสอดคล้องกันของเหตุผล***

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. **หาลำดับความสำคัญของทางเลือกโดยแยกตามเกณฑ์ต่าง ๆ**

**2.1 หลักการ/วิธีการคิด**

- สร้างตารางให้คะแนนเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

| หลักการ/วิธีการคิด | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1 | 7 | 5 | 4 |
| Sweep | 1/7 | 1 | 1/2 | 1/4 |
| Nearest Neighbor Approach | 1/5 | 2 | 1 | 1/3 |
| Cluster First-Route Second | 1/4 | 4 | 3 | 1 |

- หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์

| หลักการ/วิธีการคิด | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1.00 | 7.00 | 5.00 | 4.00 |
| Sweep | 0.14 | 1.00 | 0.50 | 0.25 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.20 | 2.00 | 1.00 | 0.33 |
| Cluster First-Route Second | 0.25 | 4.00 | 3.00 | 1.00 |
| **รวม** | **1.59** | **14.00** | **9.50** | **5.58** |

- นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์หารด้วยผลรวมของทุกคอลัมน์นั้นๆ

| หลักการ/วิธีการคิด | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.63 | 0.50 | 0.53 | 0.716 |
| Sweep | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.045 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.060 |
| Cluster First-Route Second | 0.16 | 0.29 | 0.32 | 0.179 |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** |

- หาผลรวมในแต่ละแถว

| หลักการ/วิธีการคิด | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | **รวม** |
|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.63 | 0.50 | 0.53 | 0.72 | **2.37** |
| Sweep | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | **0.26** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.06 | **0.43** |
| Cluster First-Route Second | 0.16 | 0.29 | 0.32 | 0.18 | **0.94** |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **4.00** |

- หาลำดับความสำคัญ โดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว

| หลักการ/วิธีการคิด | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | รวม | **ลำดับความสำคัญ** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.63 | 0.50 | 0.53 | 0.72 | 2.37 | **0.59** |
| Sweep | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.26 | **0.06** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.06 | 0.43 | **0.11** |
| Cluster First-Route Second | 0.16 | 0.29 | 0.32 | 0.18 | 0.94 | **0.23** |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **4.00** | **1.00** |

- คำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล

<u>ขั้นที่ 1.</u>

$$0.59\begin{bmatrix}1\\1/7\\1/5\\1/4\end{bmatrix}+0.06\begin{bmatrix}7\\1\\1/2\\1/4\end{bmatrix}+0.11\begin{bmatrix}5\\1/2\\1\\3\end{bmatrix}+0.23\begin{bmatrix}4\\1/4\\1/3\\1\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}0.59\\0.08\\0.12\\0.15\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.42\\0.06\\0.12\\0.24\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.55\\0.06\\0.11\\0.33\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.92\\0.06\\0.08\\0.23\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2.48\\0.26\\0.42\\0.95\end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 2.

หลักการ/วิธีการคิด = 2.48/0.59 = 4.20

ข้อจำกัดของวิธี = 0.26/0.06 =4.28

ความนิยม = 0.42/0.11 = 3.86

ความง่าย = 0.95/0.23 = 4.12

ขั้นที่ 3.

$\lambda_{max}$ = (4.20+4.28+3.86+4.12)/4

= 4.116

ขั้นที่ 4.

CI = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

= (4.116 – 4) / (4-1)

= 0.039

ขั้นที่ 5.

CR = CI/RI

= 0.039/0.90

= 0.043

***สรุปการวินิจฉัยมีความสอดคล้องกันของเหตุผล***

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**2.2 ข้อจำกัดของวิธี**

- สร้างตารางให้คะแนนเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

| ข้อจำกัดของวิธี | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1 | 7 | 4 | 3 |
| Sweep | 1/7 | 1 | 1/2 | 1/3 |
| Nearest Neighbor Approach | 1/4 | 2 | 1 | 1/2 |
| Cluster First-Route Second | 1/3 | 3 | 2 | 1 |

- หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์

| ข้อจำกัดของวิธี | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1.00 | 7.00 | 4.00 | 3.00 |
| Sweep | 0.14 | 1.00 | 0.50 | 0.33 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.25 | 2.00 | 1.00 | 0.50 |
| Cluster First-Route Second | 0.33 | 3.00 | 2.00 | 1.00 |
| **รวม** | **1.73** | **13.00** | **7.50** | **4.83** |

- นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์หารด้วยผลรวมของทุกคอลัมน์นั้นๆ

| ข้อจำกัดของวิธี | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.58 | 0.54 | 0.53 | 0.62 |
| Sweep | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.10 |
| Cluster First-Route Second | 0.19 | 0.23 | 0.27 | 0.21 |
| **รวม** | **1.00** | 1.00 | 1.00 | **1.00** |

- หาผลรวมในแต่ละแถว

| ข้อจำกัดของวิธี | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | **รวม** |
|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.58 | 0.54 | 0.53 | 0.62 | **2.27** |
| Sweep | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | **0.30** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.10 | **0.54** |
| Cluster First-Route Second | 0.19 | 0.23 | 0.27 | 0.21 | **0.90** |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **4.00** |

- หาลำดับความสำคัญ โดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว

| ข้อจำกัดของวิธี | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | รวม | **ลำดับความสำคัญ** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.58 | 0.54 | 0.53 | 0.62 | 2.27 | **0.57** |
| Sweep | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.30 | **0.07** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.14 | 0.15 | 0.13 | 0.10 | 0.54 | **0.13** |
| Cluster First-Route Second | 0.19 | 0.23 | 0.27 | 0.21 | 0.90 | **0.22** |
| **รวม** | 1 | 1 | 1 | 1 | **4.00** | 1.00 |

- คำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล

<u>ขั้นที่ 1.</u>

$$0.57\begin{bmatrix}1\\1/7\\1/4\\1/3\end{bmatrix}+0.07\begin{bmatrix}7\\1\\2\\3\end{bmatrix}+0.13\begin{bmatrix}4\\1/2\\1\\2\end{bmatrix}+0.22\begin{bmatrix}3\\1/3\\1/2\\1\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}0.57\\0.08\\0.14\\0.19\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.49\\0.07\\0.14\\0.21\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.52\\0.07\\0.11\\0.26\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.66\\0.07\\0.11\\0.22\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2.24\\0.29\\0.52\\0.88\end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 2.

หลักการ/วิธีการคิด = 2.24/0.57 = 3.93

ข้อจำกัดของวิธี = 0.29/0.07 =4.14

ความนิยม = 0.52/0.13 = 4.02

ความง่าย = 0.88/0.22 = 4.00

ขั้นที่ 3.

$\lambda_{max}$ = (3.93+4.14+4.02+4.00)/4

= 4.022

ขั้นที่ 4.

CI = ($\lambda_{max}$ – n) / (n-1)

= (4.022 – 4) / (4-1)

= 0.007

ขั้นที่ 5.

CR = CI/RI

= 0.007/0.90

= 0.008

***<u>สรุปการวินิจฉัยมีความสอดคล้องกันของเหตุผล</u>***

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ความนิยม**

- สร้างตารางให้คะแนนเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

| ความนิยม | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1 | 9 | 3 | 5 |
| Sweep | 1/9 | 1 | 1/7 | 1/5 |
| Nearest Neighbor Approach | 1/3 | 7 | 1 | 3 |
| Cluster First-Route Second | 1/5 | 5 | 1/3 | 1 |

- หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์

| ความนิยม | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1.00 | 9.00 | 3.00 | 5.00 |
| Sweep | 0.11 | 1.00 | 0.14 | 0.20 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.33 | 7.00 | 1.00 | 3.00 |
| Cluster First-Route Second | 0.20 | 5.00 | 0.33 | 1.00 |
| **รวม** | **1.64** | **22.00** | **4.48** | **9.20** |

- นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์หารด้วยผลรวมของทุกคอลัมน์นั้นๆ

| ความนิยม | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.61 | 0.41 | 0.67 | 0.54 |
| Sweep | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.02 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.20 | 0.32 | 0.22 | 0.33 |
| Cluster First-Route Second | 0.12 | 0.23 | 0.07 | 0.11 |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** |

- หาผลรวมในแต่ละแถว

| ความนิยม | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | **รวม** |
|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.61 | 0.41 | 0.67 | 0.54 | **2.23** |
| Sweep | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | **0.17** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.20 | 0.32 | 0.22 | 0.33 | **1.07** |
| Cluster First-Route Second | 0.12 | 0.23 | 0.07 | 0.11 | **0.53** |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **4.00** |

- หาลำดับความสำคัญ โดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว

| ความนิยม | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | รวม | **ลำดับความสำคัญ** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.61 | 0.41 | 0.67 | 0.54 | 2.23 | **0.56** |
| Sweep | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.17 | **0.04** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.20 | 0.32 | 0.22 | 0.33 | 1.07 | **0.27** |
| Cluster First-Route Second | 0.12 | 0.23 | 0.07 | 0.11 | 0.53 | **0.13** |
| **รวม** | 1 | 1 | 1 | 1 | **4.00** | **1.00** |

- คำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล

<u>ขั้นที่ 1.</u>

$$0.56\begin{bmatrix}1\\1/9\\1/3\\1/5\end{bmatrix}+0.04\begin{bmatrix}9\\1\\7\\5\end{bmatrix}+0.27\begin{bmatrix}3\\1/7\\1\\1/3\end{bmatrix}+0.13\begin{bmatrix}5\\1/5\\3\\1\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}0.56\\0.06\\0.19\\0.11\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.36\\0.04\\0.28\\0.20\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.81\\0.04\\0.27\\0.09\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.65\\0.03\\0.39\\0.13\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}2.38\\0.17\\1.13\\0.53\end{bmatrix}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 2.

หลักการ/วิธีการคิด = 2.38/0.56 = 4.25

ข้อจำกัดของวิธี = 0.17/0.04 =4.17

ความนิยม = 1.13/0.27 = 4.17

ความง่าย = 0.53/0.13 = 4.09

ขั้นที่ 3.

$\lambda_{max}$ = (4.25+4.17+4.17+3.95)/4

= 4.171

ขั้นที่ 4.

CI = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

= (4.171 – 4) / (4-1)

= 0.057

ขั้นที่ 5.

CR = CI/RI

= 0.057/0.90

= 0.06

***สรุปการวินิจฉัยมีความสอดคล้องกันของเหตุผล***

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ความง่าย**

- สร้างตารางให้คะแนนเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

| ความง่าย | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1 | 1/2 | 1/7 | 1/5 |
| Sweep | 2 | 1 | 1/4 | 1/2 |
| Nearest Neighbor Approach | 7 | 4 | 1 | 3 |
| Cluster First-Route Second | 5 | 2 | 1/3 | 1 |

- หาผลรวมในแต่ละคอลัมน์

| ความง่าย | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 1.00 | 0.50 | 0.14 | 0.20 |
| Sweep | 2.00 | 1.00 | 0.25 | 0.50 |
| Nearest Neighbor Approach | 7.00 | 4.00 | 1.00 | 3.00 |
| Cluster First-Route Second | 5.00 | 2.00 | 0.33 | 1.00 |
| **รวม** | **15.00** | **7.50** | **1.73** | **4.70** |

- นำตัวเลขในแต่ละคอลัมน์หารด้วยผลรวมของทุกคอลัมน์นั้นๆ

| ความง่าย | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.04 |
| Sweep | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.11 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.47 | 0.53 | 0.58 | 0.64 |
| Cluster First-Route Second | 0.33 | 0.27 | 0.19 | 0.21 |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** |

- หาผลรวมในแต่ละแถว

| ความง่าย | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | **รวม** |
|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | **0.26** |
| Sweep | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.11 | **0.52** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.47 | 0.53 | 0.58 | 0.64 | **2.22** |
| Cluster First-Route Second | 0.33 | 0.27 | 0.19 | 0.21 | **1.01** |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **4.00** |

- หาลำดับความสำคัญ โดยหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแต่ละแถว

| ความง่าย | Saving | Sweep | Nearest Neighbor Approach | Cluster First-Route Second | รวม | **ลำดับความสำคัญ** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.07 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.26 | **0.06** |
| Sweep | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.11 | 0.52 | **0.13** |
| Nearest Neighbor Approach | 0.47 | 0.53 | 0.58 | 0.64 | 2.22 | **0.55** |
| Cluster First-Route Second | 0.33 | 0.27 | 0.19 | 0.21 | 1.01 | **0.25** |
| **รวม** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **4.00** | **1.00** |

- คำนวณหาความสอดคล้องกันของเหตุผล

<u>ขั้นที่ 1.</u>

$$0.06\begin{bmatrix}1\\2\\7\\5\end{bmatrix}+0.13\begin{bmatrix}1/2\\1\\4\\2\end{bmatrix}+0.55\begin{bmatrix}1/7\\1/4\\1\\1/3\end{bmatrix}+0.25\begin{bmatrix}1/5\\1/2\\3\\1\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}0.06\\0.12\\0.42\\0.30\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.07\\0.13\\0.52\\0.26\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.08\\0.14\\0.55\\0.18\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}0.05\\0.13\\0.75\\0.25\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}0.25\\0.51\\2.24\\0.99\end{bmatrix}$$

ขั้นที่ 2.

หลักการ/วิธีการคิด = 0.25/0.06 = 4.23

ข้อจำกัดของวิธี = 0.51/0.13 = 3.94

ความนิยม = 2.24/0.55 = 4.07

ความง่าย = 0.99/0.25 = 3.97

ขั้นที่ 3.

$\lambda_{max}$ = (4.23+3.94+4.07+3.97)/4

= 4.054

ขั้นที่ 4.

CI = $(\lambda_{max} - n) / (n-1)$

= (4.054 – 4) / (4-1)

= 0.018

ขั้นที่ 5.

CR = CI/RI

= 0.018/0.90

= 0.02

***สรุปการวินิจฉัยมีความสอดคล้องกันของเหตุผล***

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**สรุปลำดับความสำคัญของทางเลือกตามเกณฑ์ต่าง ๆ**

| เกณฑ์ | หลักการ/วิธีการคิด | ข้อจำกัดของวิธี | ความนิยม | ความง่าย |
|---|---|---|---|---|
| Saving | 0.59 | 0.57 | 0.56 | 0.06 |
| Sweep | 0.06 | 0.07 | 0.04 | 0.13 |
| Nearest Neighbor Approach | 0.11 | 0.13 | 0.27 | 0.55 |
| Cluster First-Route Second | 0.23 | 0.22 | 0.13 | 0.25 |

3. **หาลำดับความสำคัญรวม**

| เกณฑ์ | หลักการ/ วิธีการคิด (0.54) | ข้อจำกัดของ วิธี(0.27) | ความนิยม (0.01) | ความง่าย (0.09) | ลำดับ ความ สำคัญ |
|---|---|---|---|---|---|
| Saving | (0.54x0.59) =0.3186 | (0.27x0.57) =0.1539 | (0.01x0.56) =0.0056 | (0.09x0.06) =0.0058 | **0.48** |
| Sweep | (0.54x0.06) =0.0324 | (0.27x0.07) =0.0189 | (0.01x0.04) =0.0004 | (0.09x0.13) =0.0117 | 0.06 |
| Nearest Neighbor Approach | (0.54x0.11) =0.0594 | (0.27x0.13) =0.0351 | (0.01x0.27) =0.0027 | (0.09x0.55) =0.0499 | 0.15 |
| Cluster First-Route Second | (0.54x0.23) =0.1242 | (0.27x0.22) =0.0594 | (0.01x0.13) =0.0013 | (0.09x0.25) =0.0226 | 0.21 |

สรุป จากการวิเคราะห์โดยใช้ AHP ผลลัพธ์ที่ได้คือ ควรเลือกวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยอาศัยหลักการของวิธีที่เรียกว่า Saving

# ภาคผนวก ข

การจัดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีการหาค่าประหยัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 ที่ตั้งและระยะทางของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในส่วนจังหวัดระยอง

| ลำดับ | รหัสผู้ผลิต | ที่ตั้ง | จังหวัด | ระยะทาง (กิโลเมตร) | ปริมาตร (ลบ.ม) | ชิ้นส่วน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | KT005 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 8 | 131 | Chassis |
| 2 | KT016 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 5 | 5,458 | Exterior/plastic |
| 3 | KT018 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 1 | 6,304 | A/C system |
| 4 | KT025 | Amata City | ระยอง | 11 | 988 | Chassis |
| 5 | KT034 | Siam Eastren Industrial | ระยอง | 11 | 1,000 | Exterior |
| 6 | KT047 | Siam Eastren Industrial | ระยอง | 13 | 404 | Engine &P/T |
| 7 | KT052 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 3 | 891 | Exterior |
| 8 | KT053 | Siam Eastren Industrial | ระยอง | 13 | 8,211 | Exterior/plastic |
| 9 | KT073 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 9 | 124 | Engine & P/T |
| 10 | KT077 | Siam Eastren Industrial | ระยอง | 14 | 72 | Engine & P/T |
| 11 | KT093 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 9 | 23 | Rubber Part |
| 12 | KT094 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 3 | 2,831 | Stamping |
| 13 | KT097 | Amata City | ระยอง | 10 | 415 | Stamping |
| 14 | KT099 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 5 | 189 | Stamping |
| 15 | KT114 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 20 | 26 | Rubber Part |
| 16 | KT127 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 10 | 52 | Exterior |
| 17 | KT140 | Eastern Seaboard  Industrial Estate | ระยอง | 13 | 12 | Engine & P/T |
| 18 | KT152 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 5 | 71 | Engine & P/T |
| 19 | KT166 | Eastern Seaboard  Industrial Estate | ระยอง | 5 | 16 | Engine & P/T |
| 20 | KT700 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 5 | 63 | Chassis |
| 21 | KT703 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 2 | 568 | Chassis |
| 22 | KT704 | Eastern Seaboard Industrial Estate | ระยอง | 3 | 119 | Exterior |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 ที่ตั้งและระยะทางของผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในส่วนจังหวัดชลบุรี

| ลำดับ | รหัสผู้ผลิต | ที่ตั้ง | จังหวัด | ระยะทาง (กิโลเมตร) | ปริมาตร (ลบ.ม) | ชิ้นส่วน |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | KT014 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 2,407 | Interior |
| 2 | KT020 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 80 | 7 | Fastener |
| 3 | KT021 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 179 | Engine & P/T |
| 4 | KT022 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 369 | Engine & P/T |
| 5 | KT024 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 32 | 88 | Engine & P/T |
| 6 | KT035 | Sriracha Chonburi | ชลบุรี | 44 | 252 | Exterior/plastic |
| 7 | KT044 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 85 | 42 | Engine & P/T |
| 8 | KT045 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 292 | Engine & P/T |
| 9 | KT054 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 85 | 76 | Engine & P/T |
| 10 | KT057 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 24 | Engine & P/T |
| 11 | KT059 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 85 | 1,004 | Interior |
| 12 | KT075 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 755 | Engine & P/T |
| 13 | KT078 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 95 | 5 | Engine & P/T |
| 14 | KT079 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 85 | 460 | Exterior |
| 15 | KT082 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 73 | 226 | Chassis |
| 16 | KT089 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 32 | 269 | Exterior |
| 17 | KT098 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 76 | 26 | Engine & P/T |
| 18 | KT104 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 42 | 96 | Chassis |
| 19 | KT126 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 42 | 1,037 | Engine & P/T |
| 20 | KT142 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 85 | 1,625 | Electrical |
| 21 | KT153 | Muang Chonburi, Chonburi | ชลบุรี | 42 | 30 | Engine & P/T |
| 22 | KT156 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 26 | Engine & P/T |
| 23 | KT162 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 73 | 33 | Rubber Part |
| 24 | KT168 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 61 | 38 | Engine & P/T |
| 25 | KT181 | Pinthong Industrial Estate | ชลบุรี | 34 | 18 | Rubber Part |
| 26 | KT196 | Amata Nakorn Industrial Estate | ชลบุรี | 80 | 964 | Interior/Exterior |
| 27 | KT207 | Pinthong2 industrial Estate | ชลบุรี | 34 | 2,630 | Stamping |

ตารางที่ ข.3 ฐานข้อมูลระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า (พื้นที่จังหวัดระยอง) : หน่วยเป็น กิโลเมตร

| | DC | KT018 | KT073 | KT093 | KT703 | KT094 | KT052 | KT016 | KT166 | KT099 | KT005 | KT140 | KT047 | KT152 | KT700 | KT077 | KT053 | KT127 | KT034 | KT025 | KT097 | KT114 | KT704 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DC | | 1 | 9 | 9 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 11 | 11 | 10 | 20 | 3 |
| KT018 | 1 | | 9 | 9 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 11 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT073 | 9 | 9 | | 0.3 | 11 | 11 | 12 | 14 | 14 | 14 | 3 | 5 | 9 | 14 | 14 | 9 | 9 | 19 | 19 | 19 | 19 | 23 | 12 |
| KT093 | 9 | 9 | 0.3 | | 10 | 11 | 11 | 13 | 13 | 13 | 3 | 6 | 9 | 13 | 13 | 10 | 9 | 18 | 18 | 18 | 18 | 22 | 11 |
| KT703 | 2 | 2 | 11 | 10 | | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT094 | 3 | 3 | 11 | 11 | 3 | | 3 | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT052 | 3 | 3 | 12 | 11 | 3 | 3 | | 5 | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT016 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT166 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT099 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 8 | 13 | 13 | 5 | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 40 |
| KT005 | 8 | 11 | 3 | 3 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | 5 | 11 | 14 | 14 | 11 | 11 | 19 | 19 | 19 | 19 | 24 | 12 |
| KT140 | 13 | 13 | 5 | 6 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 5 | | 10 | 17 | 17 | 10 | 10 | 22 | 22 | 22 | 22 | 26 | 15 |
| KT047 | 13 | 13 | 9 | 9 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 10 | | 18 | 18 | 1 | 1 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 16 |
| KT152 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 14 | 17 | 18 | | 5 | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT700 | 5 | 5 | 14 | 13 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 14 | 17 | 18 | 5 | | 14 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT077 | 14 | 14 | 9 | 10 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 11 | 10 | 1 | 14 | 14 | | 1 | 23 | 24 | 24 | 23 | 23 | 16 |
| KT053 | 13 | 13 | 9 | 9 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 10 | 1 | 13 | 13 | 1 | | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 16 |
| KT127 | 10 | 10 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 23 | 23 | | 10 | 10 | 10 | 20 | 3 |
| KT034 | 11 | 11 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 24 | 23 | 10 | | 10 | 11 | 20 | 4 |
| KT025 | 11 | 10 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 24 | 23 | 10 | 10 | | 11 | 20 | 4 |
| KT097 | 10 | 10 | 19 | 18 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 19 | 22 | 23 | 10 | 10 | 23 | 23 | 10 | 11 | 11 | | 20 | 3 |
| KT114 | 20 | 20 | 23 | 22 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 24 | 26 | 23 | 20 | 20 | 23 | 23 | 20 | 20 | 20 | 20 | | 23 |
| KT704 | 3 | 3 | 12 | 11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 40 | 12 | 15 | 16 | 3 | 3 | 16 | 16 | 3 | 4 | 4 | 3 | 23 | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 ฐานข้อมูลระยะทางระหว่างจุดส่งสินค้า (จังหวัดพื้นที่ชลบุรี) : หน่วยเป็น กิโลเมตร

| | DC | KT181 | KT207 | KT035 | KT126 | KT022 | KT044 | KT098 | KT021 | KT057 | KT168 | KT014 | KT079 | KT024 | KT054 | KT059 | KT153 | KT104 | KT020 | KT089 | KT082 | KT156 | KT075 | KT078 | KT045 | KT196 | KT162 | KT142 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DC | | 34 | 34 | 44 | 42 | 61 | 85 | 76 | 61 | 61 | 61 | 61 | 85 | 32 | 85 | 85 | 42 | 42 | 80 | 32 | 73 | 61 | 61 | 95 | 61 | 80 | 73 | 85 |
| KT181 | 34 | | 0.1 | 11 | 56 | 56 | 58 | 51 | 56 | 56 | 56 | 56 | 39 | 38 | 58 | 58 | 38 | 38 | 56 | 38 | 61 | 56 | 56 | 85 | 56 | 62 | 46 | 81 |
| KT207 | 34 | 0.1 | | 11 | 56 | 56 | 58 | 51 | 56 | 56 | 56 | 56 | 39 | 38 | 58 | 58 | 38 | 38 | 56 | 38 | 61 | 56 | 56 | 85 | 56 | 62 | 46 | 81 |
| KT035 | 44 | 11 | 11 | | 48 | 67 | 56 | 46 | 67 | 67 | 67 | 67 | 56 | 48 | 56 | 56 | 48 | 48 | 67 | 48 | 56 | 67 | 67 | 84 | 67 | 58 | 42 | 79 |
| KT126 | 42 | 56 | 56 | 48 | | 0 | 64 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 31 | 64 | 64 | 31 | 31 | 0 | 31 | 35 | 0 | 0 | 79 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT022 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | | 64 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 31 | 64 | 64 | 31 | 31 | 0 | 31 | 35 | 0 | 0 | 79 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT044 | 85 | 58 | 58 | 56 | 64 | 64 | | 16 | 61 | 61 | 61 | 61 | 0 | 58 | 0 | 0 | 58 | 58 | 61 | 58 | 18 | 61 | 61 | 28 | 61 | 24 | 17 | 24 |
| KT098 | 76 | 51 | 51 | 46 | 41 | 41 | 16 | | 40 | 40 | 40 | 40 | 16 | 45 | 16 | 16 | 45 | 45 | 40 | 45 | 9 | 40 | 40 | 44 | 40 | 11 | 10 | 40 |
| KT021 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | | 0 | 0 | 0 | 51 | 31 | 64 | 64 | 31 | 31 | 0 | 31 | 35 | 0 | 0 | 79 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT057 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | 0 | | 0 | 0 | 51 | 31 | 64 | 64 | 31 | 31 | 0 | 31 | 35 | 0 | 0 | 79 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT168 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | 0 | 0 | | 0 | 51 | 31 | 64 | 64 | 31 | 31 | 0 | 31 | 35 | 0 | 0 | 79 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT014 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | 0 | 0 | 0 | | 51 | 31 | 64 | 64 | 31 | 31 | 0 | 31 | 35 | 0 | 0 | 79 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT079 | 85 | 39 | 39 | 56 | 51 | 51 | 0 | 16 | 51 | 51 | 51 | 51 | | 38 | 19 | 19 | 38 | 38 | 50 | 38 | 25 | 45 | 45 | 47 | 50 | 27 | 10 | 42 |
| KT024 | 32 | 38 | 38 | 48 | 31 | 31 | 58 | 45 | 31 | 31 | 31 | 31 | 38 | | 55 | 55 | 0 | 0 | 31 | 0 | 49 | 31 | 31 | 83 | 31 | 50 | 44 | 79 |
| KT054 | 85 | 58 | 58 | 56 | 64 | 64 | 0 | 16 | 64 | 64 | 64 | 64 | 19 | 55 | | 0 | 58 | 58 | 61 | 58 | 18 | 61 | 61 | 28 | 61 | 24 | 17 | 24 |
| KT059 | 85 | 58 | 58 | 56 | 64 | 64 | 0 | 16 | 64 | 64 | 64 | 64 | 19 | 55 | 0 | | 58 | 58 | 61 | 58 | 18 | 61 | 61 | 28 | 61 | 24 | 17 | 24 |
| KT153 | 42 | 38 | 38 | 48 | 31 | 31 | 58 | 45 | 31 | 31 | 31 | 31 | 38 | 0 | 58 | 58 | | 0 | 31 | 0 | 49 | 31 | 31 | 83 | 31 | 50 | 44 | 79 |
| KT104 | 42 | 38 | 38 | 48 | 31 | 31 | 58 | 45 | 31 | 31 | 31 | 31 | 38 | 0 | 58 | 58 | 0 | | 31 | 0 | 49 | 31 | 31 | 83 | 31 | 50 | 44 | 79 |
| KT020 | 80 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 31 | 61 | 61 | 31 | 31 | | 31 | 35 | 0 | 0 | 79 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT089 | 32 | 38 | 38 | 48 | 31 | 31 | 58 | 45 | 31 | 31 | 31 | 31 | 38 | 0 | 58 | 58 | 0 | 0 | 31 | | 49 | 31 | 31 | 83 | 31 | 50 | 44 | 79 |
| KT082 | 73 | 61 | 61 | 56 | 35 | 35 | 18 | 9 | 35 | 35 | 35 | 35 | 25 | 49 | 18 | 18 | 49 | 49 | 35 | 49 | | 34 | 34 | 50 | 34 | 2 | 18 | 46 |
| KT156 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 31 | 61 | 61 | 31 | 31 | 0 | 31 | 34 | | 0 | 82 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT075 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45 | 31 | 61 | 61 | 31 | 31 | 0 | 31 | 34 | 0 | | 82 | 0 | 37 | 41 | 78 |
| KT078 | 95 | 85 | 85 | 84 | 79 | 79 | 28 | 44 | 79 | 79 | 79 | 79 | 47 | 83 | 28 | 28 | 83 | 83 | 79 | 83 | 50 | 82 | 82 | | 82 | 52 | 46 | 6 |
| KT045 | 61 | 56 | 56 | 67 | 0 | 0 | 61 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 31 | 61 | 61 | 31 | 31 | 0 | 31 | 34 | 0 | 0 | 82 | | 37 | 41 | 78 |
| KT196 | 80 | 62 | 62 | 58 | 37 | 37 | 24 | 11 | 37 | 37 | 37 | 37 | 27 | 50 | 24 | 24 | 50 | 50 | 37 | 50 | 2 | 37 | 37 | 52 | 37 | | 18 | 46 |
| KT162 | 73 | 46 | 46 | 42 | 41 | 41 | 17 | 10 | 41 | 41 | 41 | 41 | 10 | 44 | 17 | 17 | 44 | 44 | 41 | 44 | 18 | 41 | 41 | 46 | 41 | 18 | | 40 |
| KT142 | 85 | 81 | 81 | 79 | 78 | 78 | 24 | 40 | 78 | 78 | 78 | 78 | 42 | 79 | 24 | 24 | 79 | 79 | 78 | 79 | 46 | 78 | 78 | 6 | 78 | 46 | 40 | |

ตารางที่ ข.5 ตารางค่าประหยัด (Saving Matrix) (พื้นที่จังหวัดระยอง) : หน่วยเป็น กิโลเมตร

| DC | KT018 | KT073 | KT093 | KT703 | KT094 | KT052 | KT016 | KT166 | KT099 | KT005 | KT140 | KT047 | KT152 | KT700 | KT077 | KT053 | KT127 | KT034 | KT025 | KT097 | KT114 | KT704 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KT018 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| KT073 | 1 | | 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 17 | 14 | 1 | 1 | 14 | 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 1 |
| KT093 | 1 | 18 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 15 | 16 | 13 | 1 | 1 | 13 | 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | 1 |
| KT703 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| KT094 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| KT052 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| KT016 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT166 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT099 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 0 |
| KT005 | 0 | 15 | 15 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | | 16 | 11 | 0 | 0 | 11 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| KT140 | 1 | 17 | 16 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 16 | | 17 | 1 | 1 | 17 | 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 |
| KT047 | 1 | 14 | 13 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 17 | | 0 | 0 | 26 | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| KT152 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT700 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| KT077 | 1 | 14 | 13 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 17 | 26 | 5 | 5 | | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| KT053 | 1 | 14 | 13 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 11 | 16 | 26 | 5 | 5 | 26 | | 0 | 1 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| KT127 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| KT034 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 11 | | 11 | 10 | 11 | 10 |
| KT025 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 1 | 6 | 6 | 1 | 1 | 11 | 11 | | 10 | 11 | 10 |
| KT097 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | | 10 | 10 |
| KT114 | 1 | 7 | 7 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 4 | 6 | 11 | 5 | 5 | 11 | 11 | 10 | 11 | 11 | 10 | | 0 |
| KT704 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | |

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.6 ตารางค่าประหยัด (Saving Matrix) (พื้นที่จังหวัดชลบุรี) : หน่วยเป็นกิโลเมตร

| DC | KT181 | KT207 | KT035 | KT126 | KT022 | KT044 | KT098 | KT021 | KT057 | KT168 | KT014 | KT079 | KT024 | KT054 | KT059 | KT153 | KT104 | KT020 | KT089 | KT082 | KT156 | KT075 | KT078 | KT045 | KT196 | KT162 | KT142 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| KT181 | | 68 | 67 | 20 | 38 | 61 | 59 | 38 | 38 | 38 | 38 | 80 | 28 | 61 | 61 | 38 | 38 | 58 | 28 | 47 | 38 | 38 | 44 | 38 | 52 | 61 | 38 |
| KT207 | 68 | | 67 | 20 | 38 | 61 | 59 | 38 | 38 | 38 | 38 | 80 | 28 | 61 | 61 | 38 | 38 | 58 | 28 | 47 | 38 | 38 | 44 | 38 | 52 | 61 | 38 |
| KT035 | 67 | 67 | | 38 | 38 | 73 | 74 | 38 | 38 | 38 | 38 | 73 | 28 | 73 | 73 | 38 | 38 | 58 | 28 | 61 | 38 | 38 | 56 | 38 | 66 | 76 | 50 |
| KT126 | 20 | 20 | 38 | | 103 | 64 | 77 | 103 | 103 | 103 | 103 | 76 | 43 | 64 | 64 | 54 | 54 | 122 | 43 | 81 | 103 | 103 | 58 | 103 | 86 | 75 | 50 |
| KT022 | 38 | 38 | 38 | 103 | | 82 | 95 | 121 | 121 | 121 | 121 | 95 | 62 | 82 | 82 | 72 | 72 | 141 | 62 | 99 | 121 | 121 | 77 | 121 | 104 | 93 | 68 |
| KT044 | 61 | 61 | 73 | 64 | 82 | | 145 | 85 | 85 | 85 | 85 | 170 | 59 | 170 | 170 | 69 | 69 | 104 | 59 | 140 | 85 | 85 | 152 | 85 | 141 | 141 | 146 |
| KT098 | 59 | 59 | 74 | 77 | 95 | 145 | | 96 | 96 | 96 | 96 | 144 | 62 | 144 | 144 | 73 | 73 | 115 | 62 | 140 | 96 | 96 | 127 | 96 | 145 | 139 | 121 |
| KT021 | 38 | 38 | 38 | 103 | 121 | 85 | 96 | | 121 | 121 | 121 | 95 | 62 | 82 | 82 | 72 | 72 | 141 | 62 | 99 | 121 | 121 | 77 | 121 | 104 | 93 | 68 |
| KT057 | 38 | 38 | 38 | 103 | 121 | 85 | 96 | 121 | | 121 | 121 | 95 | 62 | 82 | 82 | 72 | 72 | 141 | 62 | 99 | 121 | 121 | 77 | 121 | 104 | 93 | 68 |
| KT168 | 38 | 38 | 38 | 103 | 121 | 85 | 96 | 121 | 121 | | 121 | 95 | 62 | 82 | 82 | 72 | 72 | 141 | 62 | 99 | 121 | 121 | 77 | 121 | 104 | 93 | 68 |
| KT014 | 38 | 38 | 38 | 103 | 121 | 85 | 96 | 121 | 121 | 121 | | 95 | 62 | 82 | 82 | 72 | 72 | 141 | 62 | 99 | 121 | 121 | 77 | 121 | 104 | 93 | 68 |
| KT079 | 80 | 80 | 73 | 76 | 95 | 170 | 144 | 95 | 95 | 95 | 95 | | 79 | 151 | 151 | 89 | 89 | 115 | 79 | 133 | 101 | 101 | 133 | 95 | 138 | 148 | 128 |
| KT024 | 28 | 28 | 28 | 43 | 62 | 59 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 79 | | 62 | 62 | 74 | 74 | 81 | 64 | 57 | 62 | 62 | 44 | 62 | 62 | 62 | 38 |
| KT054 | 61 | 61 | 73 | 64 | 82 | 170 | 144 | 82 | 82 | 82 | 82 | 151 | 62 | | 170 | 69 | 69 | 104 | 59 | 140 | 85 | 85 | 152 | 85 | 141 | 141 | 146 |
| KT059 | 61 | 61 | 73 | 64 | 82 | 170 | 144 | 82 | 82 | 82 | 82 | 151 | 62 | 170 | | 69 | 69 | 104 | 59 | 140 | 85 | 85 | 152 | 85 | 141 | 141 | 146 |
| KT153 | 38 | 38 | 38 | 54 | 72 | 69 | 73 | 72 | 72 | 72 | 72 | 89 | 74 | 69 | 69 | | 84 | 91 | 74 | 67 | 72 | 72 | 54 | 72 | 72 | 72 | 48 |
| KT104 | 38 | 38 | 38 | 54 | 72 | 69 | 73 | 72 | 72 | 72 | 72 | 89 | 74 | 69 | 69 | 84 | | 91 | 74 | 67 | 72 | 72 | 54 | 72 | 72 | 72 | 48 |
| KT020 | 58 | 58 | 58 | 122 | 141 | 104 | 115 | 141 | 141 | 141 | 141 | 115 | 81 | 104 | 104 | 91 | 91 | | 81 | 119 | 141 | 141 | 96 | 141 | 124 | 113 | 87 |
| KT089 | 28 | 28 | 28 | 43 | 62 | 59 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 79 | 64 | 59 | 59 | 74 | 74 | 81 | | 57 | 62 | 62 | 44 | 62 | 62 | 62 | 38 |
| KT082 | 47 | 47 | 61 | 81 | 99 | 140 | 140 | 99 | 99 | 99 | 99 | 133 | 57 | 140 | 140 | 67 | 67 | 119 | 57 | | 100 | 100 | 118 | 100 | 151 | 128 | 113 |
| KT156 | 38 | 38 | 38 | 103 | 121 | 85 | 96 | 121 | 121 | 121 | 121 | 101 | 62 | 85 | 85 | 72 | 72 | 141 | 62 | 100 | | 121 | 74 | 121 | 104 | 93 | 68 |
| KT075 | 38 | 38 | 38 | 103 | 121 | 85 | 96 | 121 | 121 | 121 | 121 | 101 | 62 | 85 | 85 | 72 | 72 | 141 | 62 | 100 | 121 | | 74 | 121 | 104 | 93 | 68 |
| KT078 | 44 | 44 | 56 | 58 | 77 | 152 | 127 | 77 | 77 | 77 | 77 | 133 | 44 | 152 | 152 | 54 | 54 | 96 | 44 | 118 | 74 | 74 | | 74 | 123 | 122 | 174 |
| KT045 | 38 | 38 | 38 | 103 | 121 | 85 | 96 | 121 | 121 | 121 | 121 | 95 | 62 | 85 | 85 | 72 | 72 | 141 | 62 | 100 | 121 | 121 | 74 | | 104 | 93 | 68 |
| KT196 | 52 | 52 | 66 | 86 | 104 | 141 | 145 | 104 | 104 | 104 | 104 | 138 | 62 | 141 | 141 | 72 | 72 | 124 | 62 | 151 | 104 | 104 | 123 | 104 | | 136 | 119 |
| KT162 | 61 | 61 | 76 | 75 | 93 | 141 | 139 | 93 | 93 | 93 | 93 | 148 | 62 | 141 | 141 | 72 | 72 | 113 | 62 | 128 | 93 | 93 | 122 | 93 | 136 | | 118 |
| KT142 | 38 | 38 | 50 | 50 | 68 | 146 | 121 | 68 | 68 | 68 | 68 | 128 | 38 | 146 | 146 | 48 | 48 | 87 | 38 | 113 | 68 | 68 | 174 | 68 | 119 | 118 | |

ตารางที่ ข.7 เส้นทางการเดินรถมิลค์รันแบบเดิม (พื้นที่จังหวัดระยอง)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 2 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 3 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 4 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 5 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 6 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 7 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 8 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 9 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 10 | DC-KT053-DC | 30.30 | 31.52 | 31.46 | 31.98 | 99 | 104 | 103 | 105 |
| 11 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 12 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 13 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 14 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 15 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 16 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 17 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 18 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 19 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 20 | DC-KT016-DC | 20.81 | 23.56 | 21.68 | 22.17 | 18 | 20 | 19 | 19 |
| 21 | DC-KT018-DC | 8.24 | 15.58 | 14.81 | 19.20 | 108 | 247 | 235 | 277 |
| 22 | DC-KT166-KT099-KT018-DC | 8.34 | 8.69 | 9.04 | 11.39 | 423 | 581 | 582 | 739 |
| 23 | DC-KT018-KT073-DC | 8.63 | 16.33 | 15.51 | 19.55 | 349 | 872 | 834 | 822 |
| 24 | DC-KT704-KT127-KT005-KT018-DC | 8.85 | 9.90 | 10.11 | 12.85 | 787 | 1,465 | 1,379 | 1,769 |
| 25 | DC-KT018-DC | 29.19 | 29.74 | 29.28 | 29.39 | 382 | 401 | 386 | 379 |
| 26 | DC-KT018-DC | 23.77 | 24.04 | 23.95 | 24.25 | 356 | 374 | 360 | 354 |
| 27 | DC-KT018-DC | 29.19 | 29.74 | 29.28 | 29.39 | 382 | 401 | 386 | 379 |
| 28 | DC-KT018-DC | 23.77 | 24.04 | 23.95 | 24.25 | 356 | 374 | 360 | 354 |
| 29 | DC-KT018-DC | 29.19 | 29.74 | 29.28 | 29.39 | 382 | 401 | 386 | 379 |
| 30 | DC-KT018-DC | 23.77 | 24.04 | 23.95 | 24.25 | 356 | 374 | 360 | 354 |
| 31 | DC-KT018-DC | 29.19 | 29.74 | 29.28 | 29.39 | 382 | 401 | 386 | 379 |

ตารางที่ ข.7 เส้นทางการเดินรถมิลค์รันแบบเดิม (พื้นที่จังหวัดระยอง) (ต่อ)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 32 | DC-KT018-DC | 23.77 | 24.04 | 23.95 | 24.25 | 356 | 374 | 360 | 354 |
| 33 | DC-KT094-DC | 27.71 | 29.63 | 29.21 | 27.69 | 1,377 | 1,435 | 1,405 | 1,388 |
| 34 | DC-KT094-DC | 28.00 | 29.94 | 29.51 | 27.98 | 1,436 | 1,499 | 1,467 | 1,446 |
| 35 | DC-KT094-DC | 27.71 | 29.63 | 29.21 | 27.69 | 1,377 | 1,435 | 1,405 | 1,388 |
| 36 | DC-KT094-KT140-DC | 28.17 | 30.18 | 29.74 | 28.21 | 1,413 | 1,478 | 1,446 | 1,428 |
| 37 | DC-KT047-KT034-DC | 27.02 | 29.07 | 28.13 | 27.78 | 578 | 619 | 608 | 611 |
| 38 | DC-KT166-KT052-DC | 17.76 | 17.29 | 15.99 | 17.68 | 1,503 | 1,614 | 1,559 | 1,482 |
| 39 | DC-KT053-DC | 12.63 | 13.85 | 17.90 | 18.63 | 41 | 46 | 59 | 61 |
| 40 | DC-KT047-KT034-DC | 27.02 | 29.07 | 28.13 | 27.78 | 578 | 619 | 608 | 611 |
| 41 | DC-KT052-DC | 17.21 | 16.69 | 15.42 | 17.12 | 717 | 759 | 729 | 690 |
| 42 | DC-KT053-DC | 12.63 | 13.85 | 17.90 | 18.63 | 41 | 46 | 59 | 61 |
| 43 | DC-KT005-KT142-KT073-KT152-DC | 27.09 | 29.67 | 28.27 | 16.73 | 3,706 | 3,960 | 3,917 | 3,963 |
| 44 | DC-KT097-KT703-KT142-DC | 19.44 | 21.24 | 20.35 | 9.36 | 477 | 512 | 496 | 490 |
| 45 | DC-KT703-KT142-KT005-KT073-DC | 23.52 | 25.19 | 24.27 | 13.16 | 2,174 | 2,324 | 2,290 | 2,283 |
| 46 | DC-KT703-KT142-KT097-KT077-DC | 22.46 | 24.65 | 23.64 | 12.58 | 1,032 | 1,146 | 1,103 | 1,081 |
| 47 | DC-KT114-KT700-KT093-KT127-KT704-KT099-DC | 18.36 | 19.61 | 19.33 | 20.25 | 7,806 | 8,540 | 8,205 | 8,330 |
| 48 | DC-KT142-KT094-KT703-DC | 14.36 | 27.30 | 27.10 | 13.41 | 507 | 1,055 | 988 | 1,180 |
| 49 | DC-KT016-DC | 12.10 | 11.53 | 18.58 | 15.63 | 12 | 12 | 18 | 16 |
| 50 | DC-KT094-KT052-KT093-DC | 6.70 | 13.45 | 13.40 | 10.73 | 399 | 597 | 606 | 777 |
| 51 | DC-KT097-KT034-KT047-KT077-DC | 6.24 | 11.62 | 11.25 | 5.92 | 411 | 763 | 730 | 941 |
| 52 | DC-KT025-DC | 26.01 | 30.35 | 28.04 | 26.89 | 436 | 539 | 480 | 434 |
| 53 | DC-KT025-DC | 13.36 | 16.22 | 16.57 | 16.08 | 97 | 123 | 117 | 108 |
| **รวม (ต่อวัน)** | | 1,173 | 1,287 | 1,266 | 1,219 | 31,910 | 36,626 | 35,527 | 36,546 |
| **รวม (ต่อเดือน)** | | 19,933 | 25,730 | 29,112 | 29,254 | 542,467 | 732,528 | 817,126 | 877,115 |
| **จำนวนเที่ยว (ต่อเดือน)** | | 901 | 1060 | 1219 | 1272 | 901 | 1060 | 1219 | 1272 |
| **เฉลี่ย (ลบ.ม ต่อเที่ยว)** | | 22.12 | 24.27 | 23.88 | 23.00 | 602.07 | 691.06 | 670.32 | 689.56 |

ตารางที่ ข.8 เส้นทางการเดินรถมิลค์รันแบบเดิม (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT126-KT024-KT089-KT098-DC | 17.81 | 19.21 | 19.19 | 19.65 | 1,791 | 1,816 | 1,923 | 2,023 |
| 2 | DC-KT089-KT126-KT024-DC | 17.23 | 18.55 | 18.54 | 19.07 | 668 | 680 | 771 | 862 |
| 3 | DC-KT054-KT059-KT156-KT075-KT082-DC | 8.98 | 9.49 | 9.68 | 10.69 | 1,481 | 1,030 | 1,216 | 1,703 |
| 4 | DC-KT054-KT059-KT082-KT075-DC | 7.79 | 8.08 | 8.43 | 9.54 | 1,355 | 872 | 1,077 | 1,579 |
| 5 | DC-KT021-KT142-KT059-DC | 32.97 | 34.67 | 33.71 | 33.57 | 1,616 | 1,618 | 1,614 | 1,587 |
| 6 | DC-KT162-KT059-KT142-DC | 30.28 | 32.21 | 31.29 | 31.00 | 1,635 | 1,653 | 1,652 | 1,628 |
| 7 | DC-KT142-KT022-DC | 29.51 | 34.59 | 32.97 | 33.50 | 561 | 676 | 636 | 692 |
| 8 | DC-KT142-KT022-DC | 29.51 | 34.59 | 32.97 | 33.50 | 561 | 676 | 636 | 692 |
| 9 | DC-KT057-KT021-KT098-KT078-DC | 3.93 | 4.06 | 4.10 | 4.25 | 1,487 | 1,555 | 1,560 | 1,570 |
| 10 | DC-KT045-KT153-KT044-KT168-KT104-DC | 10.38 | 12.81 | 11.65 | 10.83 | 608 | 719 | 698 | 690 |
| 11 | DC-KT057-KT078-KT045-KT153-KT044-KT168-KT104-DC | 10.91 | 13.43 | 12.27 | 11.46 | 898 | 1,062 | 1,030 | 1,019 |
| 12 | DC-KT075-KT126-DC | 24.00 | 24.67 | 24.60 | 24.58 | 4,353 | 4,438 | 4,441 | 4,597 |
| 13 | DC-KT196-DC | 14.73 | 15.91 | 15.25 | 13.85 | 319 | 345 | 331 | 302 |
| 14 | DC-KT075-KT126-DC | 24.00 | 24.67 | 24.60 | 24.58 | 4,353 | 4,438 | 4,441 | 4,597 |
| 15 | DC-KT035-KT181-DC | 12.15 | 14.21 | 13.70 | 11.71 | 2,585 | 3,414 | 3,394 | 3,081 |
| 16 | DC-KT014-DC | 25.11 | 26.92 | 25.27 | 24.34 | 594 | 631 | 602 | 575 |
| 17 | DC-KT014-DC | 25.11 | 26.92 | 25.27 | 24.34 | 594 | 631 | 602 | 575 |
| 18 | DC-KT014-DC | 25.11 | 26.92 | 25.27 | 24.34 | 594 | 631 | 602 | 575 |
| 19 | DC-KT014-DC | 25.11 | 26.92 | 25.27 | 24.34 | 594 | 631 | 602 | 575 |
| 20 | DC-KT196-KT020-DC | 20.13 | 25.19 | 24.33 | 24.82 | 1,318 | 1,581 | 1,515 | 1,535 |
| 21 | DC-KT079-KT014-DC | 17.12 | 11.97 | 13.86 | 16.97 | 2,191 | 2,157 | 2,197 | 2,367 |
| 22 | DC-KT079-KT014-DC | 9.80 | 10.84 | 10.45 | 10.29 | 2,041 | 2,127 | 2,114 | 2,203 |
| 23 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |
| 24 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |
| 25 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |
| 26 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |
| 27 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |
| 28 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |
| 29 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |

ตารางที่ ข.8 เส้นทางการเดินรถมิลค์รันแบบเดิม (พื้นที่จังหวัดชลบุรี) (ต่อ)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 30 | DC-KT207-DC | 12.63 | 9.77 | 13.47 | 13.37 | 542 | 400 | 576 | 575 |
| **รวม (ต่อวัน)** | | 523 | 535 | 550 | 548 | 36,535 | 36,582 | 38,262 | 39,628 |
| **รวม (ต่อเดือน)** | | 8,886 | 10,701 | 12,660 | 13,156 | 621,093 | 731,647 | 880,031 | 951,064 |
| **จำนวนเที่ยว (ต่อเดือน)** | | 510 | 600 | 690 | 720 | 510 | 600 | 690 | 720 |
| **เฉลี่ย (ลบ.ม ต่อเที่ยว)** | | 17.42 | 17.83 | 18.35 | 18.27 | 1217.83 | 1219.41 | 1275.41 | 1320.92 |

ตารางที่ ข.9 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธีการหาค่าประหยัด (พื้นที่จังหวัดระยอง)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC -KT077-KT047-KT140-KT073-DC | 24.65 | 28.60 | 27.67 | 26.62 | 3,692 | 4,622 | 4,505 | 4,614 |
| 2 | DC -KT093-KT005-KT166-KT016-DC | 19.44 | 19.77 | 26.61 | 23.02 | 3,816 | 4,441 | 4,375 | 4,572 |
| 3 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 4 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 5 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 6 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 7 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 8 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 9 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 10 | DC -KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 11 | DC -KT025-DC | 19.68 | 23.29 | 22.36 | 21.48 | 266 | 331 | 299 | 271 |
| 12 | DC -KT025-DC | 19.68 | 23.29 | 22.36 | 21.48 | 266 | 331 | 299 | 271 |
| 13 | DC -KT114-KT053-DC | 26.27 | 17.81 | 25.89 | 27.39 | 568 | 632 | 646 | 665 |
| 14 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 15 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 16 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 17 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 18 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 19 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 20 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 21 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 22 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |

ตารางที่ ข.9 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธีการหาค่าประหยัด (พื้นที่จังหวัดระยอง) (ต่อ)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 23 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 24 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 25 | DC -KT053-DC | 25.25 | 27.19 | 27.13 | 27.56 | 83 | 86 | 86 | 87 |
| 26 | DC -KT034-DC | 27.14 | 28.89 | 27.73 | 27.79 | 268 | 284 | 273 | 270 |
| 27 | DC -KT034-KT127-KT700-KT152-DC | 23.32 | 28.49 | 29.25 | 23.76 | 4,468 | 5,244 | 5,041 | 5,348 |
| 28 | DC -KT704-KT097-KT099-KT052-DC | 25.43 | 28.61 | 28.73 | 28.45 | 3,944 | 4,198 | 4,117 | 4,195 |
| 29 | DC-KT052-DC | 26.76 | 25.13 | 23.15 | 28.13 | 1,150 | 1,208 | 1,171 | 1,150 |
| 30 | DC -KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 31 | DC -KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 32 | DC -KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 33 | DC -KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 34 | DC -KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 35 | DC -KT703-DC | 21.72 | 24.33 | 23.99 | 24.71 | 1,670 | 1,992 | 1,908 | 1,973 |
| 36 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 37 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 38 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 39 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 40 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 41 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 42 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 43 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 44 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 45 | DC -KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| **รวม (ต่อวัน)** | | 1,109 | 1,191 | 1,195 | 1,202 | 30,654 | 35,094 | 34,107 | 35,022 |
| **รวม (ต่อเดือน)** | | 18,856 | 23,814 | 27,485 | 28,858 | 521,120 | 701,877 | 784,470 | 840,520 |
| **จำนวนเที่ยว (ต่อเดือน)** | | 765 | 900 | 1035 | 1080 | 765 | 900 | 1035 | 1080 |
| **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | | 24.65 | 26.46 | 26.56 | 26.72 | 681.20 | 779.86 | 757.94 | 778.26 |

ตารางที่ ข.10 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธีการหาค่าประหยัด (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT142-DC | 27.65 | 27.92 | 28.55 | 26.76 | 168 | 178 | 172 | 167 |
| 2 | DC-KT142-DC | 27.65 | 27.92 | 28.55 | 26.76 | 168 | 178 | 172 | 167 |
| 3 | DC -KT142-KT078-KT054-KT044-DC | 12.08 | 18.19 | 18.84 | 22.48 | 1,622 | 1,824 | 1,919 | 2,069 |
| 4 | DC-KT196-DC | 28.61 | 27.84 | 29.51 | 26.71 | 629 | 679 | 650 | 591 |
| 5 | DC-KT098-KT196-KT082-DC | 20.65 | 26.78 | 25.84 | 26.15 | 2,663 | 2,863 | 2,797 | 2,919 |
| 6 | DC-KT059-DC | 22.77 | 21.07 | 21.18 | 21.83 | 2,324 | 1,555 | 1,829 | 1,512 |
| 7 | DC-KT059-DC | 22.77 | 21.07 | 21.18 | 21.83 | 2,324 | 1,555 | 1,829 | 1,512 |
| 8 | DC-KT057-KT168-KT020-KT162-KT079-DC | 23.35 | 25.49 | 24.37 | 24.43 | 5,596 | 5,982 | 5,893 | 6,106 |
| 9 | DC-KT045-KT075-KT156-KT021-DC | 26.04 | 27.65 | 27.87 | 27.43 | 3,707 | 3,804 | 3,717 | 4,111 |
| 10 | DC-KT075-DC | 23.97 | 26.61 | 26.25 | 27.07 | 5,244 | 5,835 | 5,706 | 5,714 |
| 11 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 12 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 13 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 14 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 15 | DC-KT022-KT126-DC | 16.55 | 19.73 | 18.58 | 21.71 | 892 | 1,077 | 1,008 | 1,132 |
| 16 | DC-KT126-DC | 20.08 | 21.62 | 21.08 | 19.70 | 440 | 473 | 465 | 437 |
| 17 | DC-KT126-DC | 20.08 | 21.62 | 21.08 | 19.70 | 440 | 473 | 465 | 437 |
| 18 | DC-KT207-KT181-KT104-KT153-KT024-DC | 15.48 | 15.55 | 24.39 | 28.81 | 1,368 | 1,360 | 1,925 | 2,270 |
| 19 | DC-KT207-DC | 23.53 | 18.57 | 25.03 | 23.90 | 1,006 | 756 | 1,066 | 1,021 |
| 20 | DC-KT207-DC | 23.53 | 18.57 | 25.03 | 23.90 | 1,006 | 756 | 1,066 | 1,021 |
| 21 | DC-KT207-DC | 23.53 | 18.57 | 25.03 | 23.90 | 1,006 | 756 | 1,066 | 1,021 |
| 22 | DC-KT207-DC | 23.53 | 18.57 | 25.03 | 23.90 | 1,006 | 756 | 1,066 | 1,021 |
| 23 | DC-KT035-KT089-DC | 21.42 | 24.26 | 23.52 | 22.64 | 2,578 | 3,385 | 3,366 | 3,081 |
| **รวม (ต่อวัน)** | | 531 | 537 | 566 | 564 | 36,722 | 36,846 | 38,724 | 38,805 |
| **รวม (ต่อเดือน)** | | 9,031 | 10,746 | 13,028 | 13,542 | 624,281 | 736,926 | 890,641 | 931,324 |
| **จำนวนเที่ยว (ต่อเดือน)** | | 391 | 460 | 529 | 552 | 391 | 460 | 529 | 552 |
| **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | | 23.10 | 23.36 | 24.63 | 24.53 | 1,596.63 | 1,602.01 | 1,683.63 | 1,687.18 |

ตารางที่ ข.11 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Sweep (พื้นที่จังหวัดระยอง)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT700-KT703-DC | 23.94 | 27.07 | 26.47 | 27.43 | 2,570 | 3,098 | 2,923 | 3,080 |
| 2 | DC-KT152-KT047-DC | 19.41 | 22.84 | 21.75 | 20.69 | 339 | 397 | 383 | 369 |
| 3 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 4 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 5 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 6 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 7 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 8 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 9 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 10 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 11 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 12 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 13 | DC-KT099-KT166-KT016-DC | 20.33 | 19.97 | 27.44 | 24.54 | 4,192 | 4,553 | 4,453 | 4,492 |
| 14 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 15 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 16 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 17 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 18 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 19 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 20 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 21 | DC-KT016-DC | 26.01 | 26.95 | 27.10 | 27.71 | 22 | 25 | 23 | 24 |
| 22 | DC-KT704-KT097-KT025-DC | 21.76 | 28.94 | 27.58 | 26.85 | 557 | 710 | 649 | 626 |
| 23 | DC-KT025-DC | 22.01 | 23.37 | 22.46 | 21.76 | 145 | 164 | 148 | 131 |
| 24 | DC-KT114-KT052-DC | 10.43 | 12.29 | 12.24 | 11.74 | 936 | 961 | 959 | 996 |
| 25 | DC-KT052-DC | 26.76 | 25.13 | 23.15 | 28.13 | 1,150 | 1,208 | 1,171 | 1,150 |
| 26 | DC-KT034-DC | 21.91 | 48.57 | 46.88 | 21.73 | 484 | 563 | 552 | 588 |
| 27 | DC-KT034-DC | 21.91 | 48.57 | 46.88 | 21.73 | 484 | 563 | 552 | 588 |
| 28 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |

ตารางที่ ข.11 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Sweep (พื้นที่จังหวัดระยอง) (ต่อ)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 29 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 30 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 31 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 32 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 33 | DC-KT127-KT077-DC | 4.69 | 5.29 | 5.17 | 5.40 | 3,282 | 3,961 | 3,837 | 4,127 |
| 34 | DC-KT005-KT073-KT093-DC | 11.88 | 13.51 | 13.14 | 12.06 | 5,606 | 6,711 | 6,598 | 6,773 |
| 35 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 36 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 37 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 38 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 39 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 40 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 41 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 42 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 43 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 44 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 45 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 46 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 47 | DC-KT053-KT140-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| | **รวม (ต่อวัน)** | 1,106 | 1,255 | 1,249 | 1,198 | 30,410 | 34,833 | 33,858 | 34,776 |
| | **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | 23.53 | 26.71 | 26.56 | 25.50 | 647 | 741 | 720 | 740 |

ตารางที่ ข.12 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Sweep (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT045-KT021-DC | 19.63 | 20.98 | 21.44 | 20.52 | 244 | 263 | 262 | 269 |
| 2 | DC-KT075-DC | 14.60 | 15.93 | 15.71 | 16.42 | 4,291 | 4,609 | 4,511 | 4,716 |
| 3 | DC-KT075-DC | 14.60 | 15.93 | 15.71 | 16.42 | 4,291 | 4,609 | 4,511 | 4,716 |
| 4 | DC-KT156-KT022-KT020-DC | 14.18 | 17.38 | 15.88 | 17.47 | 1,833 | 2,188 | 2,054 | 2,150 |
| 5 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 6 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 7 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 8 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 9 | DC-KT126-DC | 22.00 | 23.65 | 23.20 | 22.54 | 470 | 504 | 497 | 481 |
| 10 | DC-KT126-DC | 22.00 | 23.65 | 23.20 | 22.54 | 470 | 504 | 497 | 481 |
| 11 | DC-KT168-KT057-KT153-KT089-DC | 13.48 | 15.07 | 14.69 | 15.69 | 814 | 939 | 921 | 938 |
| 12 | DC-KT196-DC | 19.03 | 22.22 | 21.43 | 20.95 | 413 | 488 | 469 | 460 |
| 13 | DC-KT196-DC | 19.03 | 22.22 | 21.43 | 20.95 | 413 | 488 | 469 | 460 |
| 14 | DC-KT024-KT104-KT035-KT181-DC | 18.27 | 20.80 | 20.86 | 19.69 | 3,318 | 4,128 | 4,300 | 4,168 |
| 15 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 16 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 17 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 18 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 19 | DC-KT079-KT162-DC | 20.71 | 22.34 | 21.33 | 21.46 | 4,195 | 4,345 | 4,311 | 4,520 |
| 20 | DC-KT082-KT098-KT044-KT054-DC | 15.08 | 17.28 | 17.08 | 16.10 | 3,810 | 4,022 | 4,075 | 4,284 |
| 21 | DC-KT059-DC | 15.18 | 14.05 | 14.12 | 14.56 | 1,550 | 1,036 | 1,219 | 1,477 |
| 22 | DC-KT059-DC | 15.18 | 14.05 | 14.12 | 14.56 | 1,550 | 1,036 | 1,219 | 1,477 |
| 23 | DC-KT059-DC | 15.18 | 14.05 | 14.12 | 14.56 | 1,550 | 1,036 | 1,219 | 1,477 |
| 24 | DC-KT142-KT078-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| 25 | DC-KT142-KT078-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| 26 | DC-KT142-KT078-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| | **รวม (ต่อวัน)** | 531 | 544 | 566 | 564 | 36,722 | 36,846 | 38,724 | 40,212 |
| | **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | 20.43 | 20.93 | 21.79 | 21.70 | 1,412 | 1,417 | 1,489 | 1,547 |

ตารางที่ ข.13 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Nearest Neighbor Approach (พื้นที่จังหวัดระยอง)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 2 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 3 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 4 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 5 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 6 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 7 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 8 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 9 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 10 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 11 | DC-KT703-DC | 21.72 | 24.33 | 23.99 | 24.71 | 1,670 | 1,992 | 1,908 | 1,973 |
| 12 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 13 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 14 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 15 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 16 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 17 | DC-KT052-DC | 26.76 | 25.13 | 23.15 | 28.13 | 1,150 | 1,208 | 1,171 | 1,150 |
| 18 | DC-KT052-KT704-KT016DC | 14.05 | 16.66 | 16.35 | 16.07 | 621 | 622 | 625 | 660 |
| 19 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 20 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 21 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 22 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 23 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 24 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 25 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 26 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 27 | DC-KT099-KT152-KT166-KT700-DC | 13.58 | 15.18 | 14.87 | 14.74 | 5,106 | 5,678 | 5,478 | 5,607 |

ตารางที่ ข.13 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Nearest Neighbor Approach (พื้นที่จังหวัดระยอง) (ต่อ)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 28 | DC-KT005-KT093-KT073-kt097-DC | 11.88 | 14.09 | 13.63 | 12.55 | 5,606 | 6,724 | 6,606 | 6,784 |
| 29 | DC-KT127-kt025-DC | 19.30 | 25.28 | 24.23 | 23.46 | 2,990 | 3,507 | 3,372 | 3,480 |
| 30 | DC-KT025-DC | 22.01 | 23.37 | 22.46 | 21.76 | 145 | 164 | 148 | 131 |
| 31 | DC-KT034-DC | 21.91 | 48.57 | 46.88 | 21.73 | 484 | 563 | 552 | 588 |
| 32 | DC-KT034-DC | 21.91 | 48.57 | 46.88 | 21.73 | 484 | 563 | 552 | 588 |
| 33 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 34 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 35 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 36 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 37 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 38 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 39 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 40 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 41 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 42 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 43 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 44 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 45 | DC-KT140-KT053-DC | 25.29 | 27.98 | 27.97 | 27.50 | 86 | 90 | 92 | 93 |
| 46 | DC-KT047-KT077-KT114-DC | 20.05 | 23.16 | 22.42 | 21.86 | 1,480 | 1,859 | 1,798 | 1,946 |
| | **รวม (ต่อวัน)** | 1,127 | 1,265 | 1,260 | 1,198 | 30,410 | 34,833 | 33,858 | 34,776 |
| | **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | 24.51 | 27.49 | 27.38 | 26.05 | 661 | 757 | 736 | 756 |

ตารางที่ ข.14 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Nearest Neighbor Approach (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT024-KT089-DC | 12.47 | 13.30 | 13.78 | 15.52 | 866 | 853 | 1,044 | 1,242 |
| 2 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 3 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 4 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 5 | DC-KT207-DC | 25.41 | 20.27 | 28.80 | 28.58 | 1,091 | 831 | 1,236 | 1,233 |
| 6 | DC-KT181-KT104-KT126-DC | 24.14 | 26.14 | 25.59 | 25.01 | 606 | 664 | 652 | 637 |
| 7 | DC-KT181-KT104-KT126-DC | 24.14 | 26.14 | 25.59 | 25.01 | 606 | 664 | 652 | 637 |
| 8 | DC-KT153-KT035-DC | 12.63 | 14.77 | 14.24 | 12.25 | 2,466 | 3,273 | 3,257 | 2,948 |
| 9 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 10 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 11 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 12 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 13 | DC-KT021-KT022-DC | 19.51 | 22.34 | 21.41 | 23.83 | 1,008 | 1,190 | 1,128 | 1,247 |
| 14 | DC-KT045-KT057-KT075-DC | 22.11 | 26.60 | 25.90 | 25.63 | 4,144 | 4,776 | 4,485 | 4,954 |
| 15 | DC-KT075-DC | 20.78 | 20.59 | 20.92 | 20.95 | 4,898 | 4,992 | 5,069 | 4,998 |
| 16 | DC-KT156-KT168-KT082-KT162-KT098-KT020-DC | 15.46 | 18.26 | 17.22 | 15.50 | 3,721 | 4,038 | 3,915 | 3,993 |
| 17 | DC-KT196-DC | 19.03 | 22.22 | 21.43 | 20.95 | 413 | 488 | 469 | 460 |
| 18 | DC-KT196-DC | 19.03 | 22.22 | 21.43 | 20.95 | 413 | 488 | 469 | 460 |
| 19 | DC-KT044-KT054-KT059-DC | 24.71 | 23.12 | 23.48 | 24.40 | 2,996 | 2,283 | 2,611 | 3,063 |
| 20 | DC-KT044-KT054-KT059-DC | 24.71 | 23.12 | 23.48 | 24.40 | 2,996 | 2,283 | 2,611 | 3,063 |
| 21 | DC-KT079-DC | 19.41 | 20.81 | 19.87 | 20.01 | 4,074 | 4,206 | 4,172 | 4,375 |
| 22 | DC-KT142-KT078-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| 23 | DC-KT142-KT078-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| 24 | DC-KT142-KT078-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| | **รวม (ต่อวัน)** | 531 | 544 | 566 | 564 | 36,722 | 36,846 | 38,724 | 40,212 |
| | **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | 22.14 | 22.68 | 23.60 | 23.51 | 1,530 | 1,535 | 1,613 | 1,676 |

ตารางที่ ข.15 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Cluster First-Route Second
(พื้นที่จังหวัดระยอง)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 2 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 3 | DC-KT018-DC | 24.31 | 26.12 | 25.81 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 4 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 5 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 6 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 7 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 8 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 9 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 10 | DC-KT018-DC | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 27.41 | 335 | 382 | 367 | 377 |
| 11 | DC-KT703-DC | 21.72 | 24.33 | 23.99 | 24.71 | 1,670 | 1,992 | 1,908 | 1,973 |
| 12 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 13 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 14 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 15 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 16 | DC-KT094-DC | 24.16 | 27.89 | 27.35 | 24.61 | 1,204 | 1,350 | 1,317 | 1,337 |
| 17 | DC-KT052-DC | 26.76 | 25.13 | 23.15 | 28.13 | 1,150 | 1,208 | 1,171 | 1,150 |
| 18 | DC-KT052-KT704-KT016DC | 14.05 | 16.66 | 16.35 | 16.07 | 621 | 622 | 625 | 660 |
| 19 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 20 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 21 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 22 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 23 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 24 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 25 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |
| 26 | DC-KT016-DC | 27.50 | 28.35 | 29.39 | 29.62 | 24 | 27 | 25 | 26 |

ตารางที่ ข.15 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Cluster First-Route Second (พื้นที่จังหวัดระยอง) (ต่อ)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 27 | DC-KT099-KT152-KT166-KT700-DC | 13.58 | 15.18 | 14.87 | 14.74 | 5,106 | 5,678 | 5,478 | 5,607 |
| 28 | DC-KT005-KT093-KT073-DC | 11.88 | 13.51 | 13.14 | 12.06 | 5,606 | 6,711 | 6,598 | 6,773 |
| 29 | DC-KT034-DC | 21.91 | 48.57 | 46.88 | 21.73 | 484 | 563 | 552 | 588 |
| 30 | DC-KT034-DC | 21.91 | 48.57 | 46.88 | 21.73 | 484 | 563 | 552 | 588 |
| 31 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 32 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 33 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 34 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 35 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 36 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 37 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 38 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 39 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 40 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 41 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 42 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 43 | DC-KT053-DC | 25.25 | 27.93 | 27.93 | 27.46 | 83 | 87 | 89 | 90 |
| 44 | DC-KT047-KT077-DC | 19.03 | 22.05 | 21.32 | 20.73 | 994 | 1,318 | 1,270 | 1,404 |
| 45 | DC-KT047-KT077-DC | 19.03 | 22.05 | 21.32 | 20.73 | 994 | 1,318 | 1,270 | 1,404 |
| 46 | DC-KT097-KT025DC | 17.35 | 23.79 | 22.64 | 21.70 | 388 | 510 | 457 | 422 |
| 47 | DC-KT025DC | 22.01 | 23.37 | 22.46 | 21.76 | 145 | 164 | 148 | 131 |
| | **รวม (ต่อวัน)** | **1,143** | **1,283** | **1,277** | **1,215** | **28,281** | **32,560** | **31,635** | **32,529** |
| | **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | **24.32** | **27.29** | **27.18** | **25.86** | **602** | **693** | **673** | **692** |

ตารางที่ ข.16 เส้นทางการเดินรถมิลค์รัน โดยใช้วิธี Cluster First-Route Second (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)

| เส้นทาง | ลำดับการรับสินค้า | ปริมาตร (ลบ.ม ต่อเที่ยว) | | | | น้ำหนัก (กก. ต่อเที่ยว) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค | เม.ย | พ.ค | มิ.ย | ก.ค |
| 1 | DC-KT024-KT089-KT104-DC | 16.07 | 17.45 | 17.77 | 19.68 | 933 | 929 | 1,116 | 1,320 |
| 2 | DC-KT126-DC | 22.00 | 23.65 | 23.20 | 22.54 | 470 | 504 | 497 | 481 |
| 3 | DC-KT126-DC | 22.00 | 23.65 | 23.20 | 22.54 | 470 | 504 | 497 | 481 |
| 4 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 5 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 6 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 7 | DC-KT014-DC | 26.99 | 27.42 | 26.38 | 26.16 | 634 | 651 | 637 | 624 |
| 8 | DC-KT021-KT022DC | 19.51 | 22.34 | 21.41 | 23.83 | 1,008 | 1,190 | 1,128 | 1,247 |
| 9 | DC-KT045-KT-057-KT075-DC | 22.11 | 26.60 | 25.90 | 25.63 | 4,144 | 4,776 | 4,485 | 4,954 |
| 10 | DC-KT075-DC | 20.78 | 20.59 | 20.92 | 20.95 | 4,898 | 4,992 | 5,069 | 4,998 |
| 11 | DC-KT156-KT168-KT082-KT162-KT098-KT020DC | 15.19 | 17.95 | 16.93 | 15.50 | 2,847 | 3,022 | 2,943 | 3,013 |
| 12 | DC-KT196-DC | 19.03 | 22.22 | 21.43 | 20.95 | 413 | 488 | 469 | 460 |
| 13 | DC-KT196-DC | 19.03 | 22.22 | 21.43 | 20.95 | 413 | 488 | 469 | 460 |
| 14 | DC-KT044-KT054-KT059-DC | 24.71 | 23.12 | 23.48 | 24.40 | 2,996 | 2,283 | 2,611 | 3,063 |
| 15 | DC-KT044-KT054-KT059-DC | 24.71 | 23.12 | 23.48 | 24.40 | 2,996 | 2,283 | 2,611 | 3,063 |
| 16 | DC-KT079-DC | 19.41 | 20.81 | 19.87 | 20.01 | 4,074 | 4,206 | 4,172 | 4,375 |
| 17 | DC-KT142-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| 18 | DC-KT142-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| 19 | DC-KT142-KT078-DC | 21.17 | 24.65 | 23.79 | 23.62 | 204 | 241 | 233 | 236 |
| 20 | DC-KT207-KT181-DC | 25.58 | 20.47 | 29.00 | 28.78 | 1,143 | 892 | 1,295 | 1,292 |
| 21 | DC-KT207-KT181-DC | 25.58 | 20.47 | 29.00 | 28.78 | 1,143 | 892 | 1,295 | 1,292 |
| 22 | DC-KT207-KT181-DC | 25.58 | 20.47 | 29.00 | 28.78 | 1,143 | 892 | 1,295 | 1,292 |
| 23 | DC-KT207-KT181-DC | 25.58 | 20.47 | 29.00 | 28.78 | 1,143 | 892 | 1,295 | 1,292 |
| 24 | DC-KT153-KT035-DC | 12.63 | 14.77 | 14.24 | 12.25 | 2,466 | 3,273 | 3,257 | 2,948 |
| | **รวม (ต่อวัน)** | **531** | **544** | **566** | **564** | **35,848** | **35,830** | **37,752** | **39,231** |
| | **เฉลี่ย (ต่อเที่ยว)** | **22.12** | **22.67** | **23.59** | **23.51** | **1,494** | **1,493** | **1,573** | **1,635** |

ตารางที่ ข.17 ข้อมูลการจัดส่งสินค้าของลูกค้า (พื้นที่จังหวัดระยอง)

| ลำดับ | รหัสผู้ผลิต | จังหวัด | เม.ย 53 | พ.ค 53 | มิ.ย 53 | ก.ค 53 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | KT005 | ระยอง | O | O | O | O |
| 2 | KT016 | ระยอง | O | X | O | O |
| 3 | KT018 | ระยอง | O | X | X | X |
| 4 | KT025 | ระยอง | O | X | O | O |
| 5 | KT034 | ระยอง | O | O | O | O |
| 6 | KT047 | ระยอง | O | O | O | O |
| 7 | KT052 | ระยอง | O | O | O | O |
| 8 | KT053 | ระยอง | O | O | O | O |
| 9 | KT073 | ระยอง | O | O | O | O |
| 10 | KT077 | ระยอง | X | X | X | X |
| 11 | KT093 | ระยอง | O | X | O | O |
| 12 | KT094 | ระยอง | X | X | O | O |
| 13 | KT097 | ระยอง | O | O | O | O |
| 14 | KT099 | ระยอง | O | X | O | X |
| 15 | KT114 | ระยอง | O | X | O | O |
| 16 | KT127 | ระยอง | O | O | O | O |
| 17 | KT140 | ระยอง | O | O | O | O |
| 18 | KT152 | ระยอง | O | O | O | O |
| 19 | KT166 | ระยอง | O | O | O | O |
| 20 | KT700 | ระยอง | X | X | O | O |
| 21 | KT703 | ระยอง | O | O | O | O |
| 22 | KT704 | ระยอง | X | O | O | O |

หมายเหตุ: O = จัดส่งตรงเวลา X = จัดส่งล่าช้า

ตารางที่ ข.18 ข้อมูลการจัดส่งสินค้าของลูกค้า (พื้นที่จังหวัดชลบุรี)

| ลำดับ | รหัสผู้ผลิต | จังหวัด | เม.ย 53 | พ.ค 53 | มิ.ย 53 | ก.ค 53 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | KT014 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 2 | KT020 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 3 | KT021 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 4 | KT022 | ชลบุรี | X | X | X | X |
| 5 | KT024 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 6 | KT035 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 7 | KT044 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 8 | KT045 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 9 | KT054 | ชลบุรี | X | O | O | O |
| 10 | KT057 | ชลบุรี | O | X | O | O |
| 11 | KT059 | ชลบุรี | O | O | X | O |
| 12 | KT075 | ชลบุรี | O | X | O | O |
| 13 | KT078 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 14 | KT079 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 15 | KT082 | ชลบุรี | O | X | O | X |
| 16 | KT089 | ชลบุรี | O | X | O | O |
| 17 | KT098 | ชลบุรี | X | X | O | O |
| 18 | KT104 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 19 | KT126 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 20 | KT142 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 21 | KT153 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 22 | KT156 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 23 | KT162 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 24 | KT168 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 25 | KT181 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 26 | KT196 | ชลบุรี | O | O | O | O |
| 27 | KT207 | ชลบุรี | X | X | O | O |

หมายเหตุ: O = จัดส่งตรงเวลา X = จัดส่งล่าช้า

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสิรินทรา เงินเย็น เกิดเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2525 ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตจากคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2548 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย