การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

นางสาวนิตยา สมยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Supplier Selection for Milk-Run Logistics of an Automotive Parts Manufacturer

Miss Nidtaya Somying

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 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์
โดย	นางสาวนิตยา สมยิ่ง
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เหรียญ บุญดีสกุลโชค)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นิตยา สมยิ่ง : การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ (Supplier Selection for Milk-Run Logistics of an Automotive Parts Manufacturer) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี, 187 หน้า.

ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทยลำดับที่ 2 และ 3 ส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีอำนาจในการควบคุมการขนส่งวัตถุดิบของผู้จัดหาวัตถุดิบแบบทันเวลาพอดี และความต้องการสินค้าของลูกค้าที่มีการแกว่งตัวสูงทำให้ผู้ประกอบการเหล่านี้ต้องแบกรับภาระต้นทุนการเก็บสินค้าสูง ดังนั้น ผู้ผลิตชิ้นส่วนจึงมีแนวคิดที่นำระบบมิลค์รันมาใช้เพื่อลดการเก็บสินค้าลง แต่จากลักษณะที่แตกต่างของผู้จัดหาวัตถุดิบทำให้การวนรถขนส่งเพื่อไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายไม่คุ้มค่าต่อการดำเนินการ งานวิจัยนี้จึงทำการนำเสนอขั้นตอนวิธีการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์และเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี เพื่อให้ต้นทุนรวมจากการดำเนินการต่ำ โดยเมื่อเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันและเลือกจำนวนรถขนส่งแล้วการวางแผนจัดเส้นทางรายวันที่ดีก็เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ต้นทุนรวมการดำเนินการต่ำ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) กระบวนการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี 2) กระบวนการวางแผนการขนส่งรายวัน ซึ่งในส่วนที่ 1 ของงานวิจัยนี้ได้ทำการเสนอวิธีการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งขึ้นมา 3 วิธี คือ วิธีแจงนับ (T) ฮิวริสติก (AH) และวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (BH) เพื่อให้ต้นทุนรวมรายปีของการดำเนินการต่ำ และในส่วนที่ 2 การวางแผนจัดเส้นทางรายวันจะทำการจัดเส้นทางขนส่งด้วยวิธี Nearest Neighbor เพื่อให้ต้นทุนการดำเนินการรายวันต่ำ จากการวัดผลพบว่า ทั้ง 3 วิธีสามารถนำไปใช้งานได้จริงเนื่องจากสามารถลดต้นทุนรวมลงเมื่อเทียบกับกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยวิธีแจงนับให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกประมาณ 1.66% และฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีในสถานการณ์ที่ 1) ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 2) ราคาสินค้าที่ลดลงจากการไปรับสินค้าด้วยระบบมิลค์รันไม่มากนัก 3) สถานการณ์ที่ต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปีต่ำและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้น และ 4) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยฮิวริสติกทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานประมาณ 24.66% สำหรับด้านของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีพบว่าวิธีฮิวริสติกทำให้เกิดจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีต่ำกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเสมอ

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5570262421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS: AUTOMOBILE INDUSTRY / MILK-RUN OPERATION / VEHICLE ROUTING

NIDTAYA SOMYING: Supplier Selection for Milk-Run Logistics of an Automotive Parts Manufacturer. ADVISOR: ASST. PROF. NARAGAIN PHUMCHUSRI, Ph.D., 187 pp.

Most of 2nd and 3rd tier in Thai automobile manufacturers have less authority fo controlling just-in-time raw material transportation. High variation of customer demands forces these manufacturers to keep high inventory cost. Thus manufacturers are interested in applying milk-run logistics into their organizations to reduce stock. However, most manufacturers have variety of suppliers' characteristics and it may not be worthwhile to include all of them in the milk-run system. Therefore, this research presents algorithms for supplier selection for Milk-run logistics of an automotive parts manufacturer and choosing a number of vehicles for yearly plan in order to minimize the total operating cost per year. After selecting supplier and determining the number of vehicles, the daily route planning decision is an important part of minimizing operating cost. Therefore, this research is composed of 2 parts: 1) Supplier selection and the number of vehicles determination process. 2) Daily route planning process. In the first part, we propose 3 methods: Total Enumeration (T), Advance Heuristic (AH) and Basic Heuristic method (BH). The objective of this process is to minimize total operating cost per year. And the second part, we apply Nearest Neighbor Algorithm to construct the daily route in order to minimize daily operating cost. From results, it shows that 3 methods are well used in real situations, they can reduce overall cost. T is better than AH around 1.66%. AH's performance is high when 1) the variation of daily transportation demand is high, 2) the reduced price from using milk-run system is low, 3) annual rental vehicle is increased and daily rental outsourced vehicle is decreased and 4) suppliers have clustered location. For those cases, AH performs better than BH method around 24.66%. In aspect of the average number of outsourced vehicle per year, AH is always lower than BH method.

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผศ. ดร.นระเกณฑ์ พุ่มชูศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ให้คำแนะนำในการศึกษา และดำเนินงานวิจัยฉบับนี้ที่จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ. ดร.ปวีณา เชาวลิตวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ. ดร. เหรียญ บุญดีสกุลโชค กรรมการจากภายนอก ที่ได้กรุณาสละเวลา และให้คำแนะนำแนวทางในการทำงานวิจัย รวมถึงให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้เป็นอย่างมาก ซึ่งคำแนะนำจากคณาจารย์ทุกท่านทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

นอกจากนี้ผู้วิจัยของขอบคุณบริษัท และองค์กรต่างๆ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้สละเวลาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้ และให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยด้วยดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณอนวัช อริยสัจจากร คุณขวัญแก้ว มีทรัพย์ทวีกูล คุณกฤษฎา พัวสกุล คุณสำเริง ปัญจ-คุณาธร คุณสิรวิชญ์ สว่างนพ คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงดูแลการทำงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณผู้ช่วยวิจัย SAM9 SAM10 ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจในการทำงานวิจัยนี้มาโดยตลอดจนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยนี้อย่างดียิ่ง รวมถึงให้กำลังใจในการดำเนินงานมาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มต้นจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฏ
สารบัญรูป ..... ณ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 รูปแบบปัญหางานวิจัย 6
1.3 วัตถุประสงค์ในการตัดสินใจ 7
1.3.1 ตัวแปรในการตัดสินใจ 7
1.3.2 สมมติฐาน 8
1.3.3 พารามิเตอร์ 8
1.3.4 ข้อจำกัด 9
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 10
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย 10
1.5.1 ขอบเขตด้านปัญหาของงานวิจัย 10
1.5.2 ขอบเขตด้านคำตอบของปัญหางานวิจัย 11
1.5.3 ขอบเขตด้านผลลัพธ์ของงานวิจัย 11
1.6 ผลที่ได้รับ 11
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ 12
1.8 บทสรุป 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง 13
2.2 รูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk Run) 15
2.3 อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ 19
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21
บทที่ 3 หลักการและแนวคิด 25
3.1 รายละเอียดของปัญหา สมมติฐานและภาพรวมของงานวิจัย 25
3.2 การวางแผนตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และประมาณจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมในระดับรายปี 31
3.2.1 หลักการและแนวคิดของกระบวนการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ (Total Enumeration) 31
3.2.2 หลักการและแนวคิดของกระบวนการหาคำตอบด้วยฮิวริสติก (Heuristic Method) 38
3.2.3 หลักการและแนวคิดของกระบวนการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic) 52
3.3 การวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน 56
3.3.1 หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกความต้องการขนส่ง 58
3.3.2 หลักการและแนวคิดของกระบวนการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน 58
3.4 สรุป 59
บทที่ 4 รายละเอียดของระบบ 60
4.1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี 63
4.1.1 ข้อมูลนำเข้าของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเองและประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี 65

หน้า

4.1.2 การประมาณการต้นทุน 68
1) การประมาณจำนวนการเก็บสินค้า 68
a) จำนวนการเก็บสินค้ากรณีผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ที่บริษัท 69
b) จำนวนการเก็บสินค้ากรณีผู้บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง 70
2) การประมาณต้นทุนการขนส่ง 70
4.1.3 วิธีการหาคำตอบของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเองและประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี 73
1) วิธีแจงนับ (Total Enumeration) 74
2) ฮิวริสติกในการหาคำตอบ (Advance Heuristic Algorithm) ของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี 91
3) วิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic Algorithm) 115
4.2 การจัดเส้นทางขนส่งรายวัน 118
4.2.1 ข้อมูลนำเข้าของการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน 119
4.2.2 ฮิวริสติกของการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน 121
4.3 สรุป 126
บทที่ 5 การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 128
5.1 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1 132
5.1.1 การทดลองหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ และฮิวริสติกในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1 โดยผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งโรงงานที่กระจายตัวอย่างสุ่ม (Random Location) 134
5.1.2 การทดลองหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ และฮิวริสติกในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1 โดยผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งโรงงานแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Cluster Location) 136

หน้า

5.1.3 ภาพรวมการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติกในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1 ... 138
5.2 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2 (เพิ่มลักษณะความต้องการสินค้าให้มีการแกว่งตัวสูง) ... 139
5.2.1 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2 เมื่อความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ ... 141
5.2.2 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2 เมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง ... 146
5.3 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 3 (เพิ่มจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบ) ... 152
5.3.1 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 3 เมื่อความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ ... 153
5.3.2 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 3 เมื่อความต้องการสินค้ามีความการแกว่งตัวสูง ... 158
5.4 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 4 โดยทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ที่พิจารณาในระบบ ... 169
5.4.1 การทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงต้นทุนค่าเช่ารถขนส่งรายปี ... 170
5.4.2 การทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าเช่ารถภายนอก ... 172
5.4.3 การทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงต้นทุนราคาสินค้า ... 174
บทที่ 6 สรุปผลงานวิจัย ... 178
6.1 ผลการวิจัย ... 178
6.2 ข้อสรุปจากการวิจัย ... 180
6.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย ... 180
6.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต ... 181
รายการอ้างอิง ... 183
ภาคผนวก ... 186

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 187

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงการสรุปรูปแบบลักษณะสินค้า ความต้องการสินค้าและตำแหน่งที่ตั้งของจุดขนส่งที่ทำให้การนำระบบมิลค์รันไปใช้ประสบความสำเร็จ 18

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการแจกแจงกรณีการขนส่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในแต่ละวันของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ 1 เข้าสู่ระบบมิลค์รัน 35

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางการทดลองเลือกจำนวนรถ 37

ตารางที่ 4.1 เซต และความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 60

ตารางที่ 4.2 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งและความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 61

ตารางที่ 4.3 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสินค้าและความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 62

ตารางที่ 4.4 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของบริษัทและความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 63

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างแผนความต้องการวัตถุดิบรายปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย 65

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างข้อมูลสินค้า 66

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์การขนส่งในแต่ละวัน 67

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างข้อมูลรถขนส่ง 67

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่ 68

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการคำนวณเพื่อประมาณการต้นทุนค่าขนส่ง 71

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นไปได้ 77

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างข้อมูลราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย 78

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย 78

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนราคาสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน 79

ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างข้อมูลจำนวนสินค้าขั้นต่ำที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจะยอมทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน 81

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน 81
ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างข้อมูลระยะห่างระหว่างแต่ละสถานที่ 83
ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างข้อมูลน้ำหนักสินค้าต่อล็อตของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย 83
ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างการจัดเส้นทางการขนส่ง 84
ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนค่าขนส่งรายเดือน 86
ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างการคำนวณจำนวนรถขนส่งภายนอกที่จ้างเพิ่ม 87
ตารางที่ 4.22 ตัวอย่างตารางการคำนวณต้นทุนรวมรายปีที่เกิดจากการเลือกผู้จัดหาแต่ละกลุ่ม 90
ตารางที่ 4.23 ตัวอย่างข้อมูลราคาสินค้าสำหรับการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก 96
ตารางที่ 4.24 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนสำหรับการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก 97
ตารางที่ 4.25 ตัวอย่างตารางการคำนวณ $Marginij$ 97
ตารางที่ 4.26 ตัวอย่างข้อมูลน้ำหนักการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในแต่ละวัน 98
ตารางที่ 4.27 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $FixiTr$ 99
ตารางที่ 4.28 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $Marginij - FixiTr$ 100
ตารางที่ 4.29 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $Margini$ 102
ตารางที่ 4.30 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $Fixi$ 103
ตารางที่ 4.31 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $Margini - Fixi$ 103
ตารางที่ 4.32 ตัวอย่างการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบของเซตปรับที่ 1 104
ตารางที่ 4.33 ตัวอย่างการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบของเซตปรับที่ 2 105
ตารางที่ 4.34 ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเลือกเซตคำตอบของการปรับเซตเป็นคำตอบปัจจุบัน 106
ตารางที่ 4.35 ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเลือกเซตคำตอบของการปรับเซตเป็นคำตอบปัจจุบัน 107
ตารางที่ 4.36 ตัวอย่างข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ขนส่งแต่ละเหตุการณ์ 109
ตารางที่ 4.37 ตัวอย่างผลการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่ง 111
ตารางที่ 4.38 ตัวอย่างผลลัพธ์การเลือกจำนวนรถในแต่ละเดือน 112

ตารางที่ 4.39 ตัวอย่างการทดลองเลือกจำนวนรถและคำนวณต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกของเดือนที่ 1 113

ตารางที่ 4.40 ตัวอย่างการทดลองเลือกจำนวนรถและคำนวณต้นทุนรวมรายปีการเช่ารถและจ้างรถขนส่งภายนอก 114

ตารางที่ 4.41 ตัวอย่างข้อมูลเส้นทาง และรถขนส่งในการวางแผนการขนส่งรายวัน 120

ตารางที่ 4.42 ตัวอย่างข้อมูลระยะทาง และระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่ 120

ตารางที่ 4.43 ตัวอย่างข้อมูลสินค้าเพื่อการวางแผนการขนส่งรายวัน 121

ตารางที่ 4.44 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้าในการวางแผนจัดเส้นทางรายวัน 121

ตารางที่ 4.45 ตัวอย่างข้อมูลแผนความต้องการขนส่งรายวัน 123

ตารางที่ 4.46 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่ (มีหน่วยเป็นกิโลเมตร) 124

ตารางที่ 4.47 ตัวอย่างข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่ (มีหน่วยเป็นนาที) 124

ตารางที่ 4.48 ตัวอย่างการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน 125

ตารางที่ 4.49 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนรวมการขนส่งรายวัน 126

ตารางที่ 5.1 ภาพรวมโจทย์ที่นำมาทดลองในงานวิจัย 128

ตารางที่ 5.2 หลักการในการสร้างโจทย์เพื่อนำมาทดสอบระบบในงานวิจัย 129

ตารางที่ 5.3 รูปแบบปัญหาในการทดลองสำหรับวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบสำหรับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1 133

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองในปัญหาขนาดเล็ก โดยผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม (Random Location) 135

ตารางที่ 5.5 ผลการทดลองเมื่อมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณา 10 ราย และมีลักษณะที่ตั้งของโรงงานแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Cluster Location) 137

ตารางที่ 5.6 ภาพรวมการทดลองเมื่อมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณา 10 ราย 138

ตารางที่ 5.7 รูปแบบปัญหาในการทดลองสำหรับวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบสำหรับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2 139

ตารางที่ 5.8 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R) 145

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.9 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)..... 146

ตารางที่ 5.10 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)..... 151

ตารางที่ 5.11 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)..... 151

ตารางที่ 5.12 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)..... 157

ตารางที่ 5.13 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)..... 158

ตารางที่ 5.14 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)..... 163

ตารางที่ 5.15 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)..... 164

ตารางที่ 5.16 สรุปต้นทุนที่เกิดขึ้นของกรณีที่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยใช้ฮิวริสติกในการตัดสินใจและกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน..... 165

ตารางที่ 5.17 จำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันของกรณีทำการขนส่งแบบมิลค์รันและไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน..... 167

ตารางที่ 5.18 ระยะทางรวมโดยเฉลี่ยกรณีทำการไปรับสินค้าด้วยตนเองและกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้..... 168

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกสินค้าของอุตสาหกรรมต่างๆ 5 อันดับแรก ของประเทศไทย..... 2
รูปที่ 1.2 ลำดับการผลิตรถยนต์ของโลกตามจำนวนที่ผลิต (FOURIN 2557)..... 2
รูปที่ 1.3 โครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย (สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย 2557)..... 3
รูปที่ 1.4 แสดงช่วงเวลานำในการจัดหาวัตถุดิบ..... 5
รูปที่ 2.1 แสดงการขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหลายรายไปยังลูกค้าหนึ่งราย 16
รูปที่ 2.2 แสดงการขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหนึ่งรายไปยังลูกค้าหลายราย 16
รูปที่ 2.3 แสดงการขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหลายรายไปยังลูกค้าหลายราย 17
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบที่ศึกษา 27
รูปที่ 3.2 ภาพรวมกระบวนการหาคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีแจงนับ 31
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการหาค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่ง 34
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดเส้นทาง..... 36
รูปที่ 3.5 ภาพรวมกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการ..... 40
รูปที่ 3.6 แผนภาพการไหลของภาพรวมของแนวคิดกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการของฮิวริสติก 42
รูปที่ 3.7 ภาพรวมกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน..... 53
รูปที่ 3.8 ภาพรวมกระบวนการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน..... 57
รูปที่ 4.1 ที่มาแนวคิดการหาจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อช่วงเวลา..... 69
รูปที่ 4.2 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของวิธีแจงนับ..... 75
รูปที่ 4.3 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของฮิวริสติก 92
รูปที่ 4.4 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของวิธีฮิวริสติกพื้นฐานในการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันและประมาณจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียม 116

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.5 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของฮิวริสติกในการจัดเส้นทางรายวัน 122

รูปที่ 5.1 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 141

รูปที่ 5.2 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 142

รูปที่ 5.3 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 143

รูปที่ 5.4 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 144

รูปที่ 5.5 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 147

รูปที่ 5.6 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 148

รูปที่ 5.7 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 149

รูปที่ 5.8 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 150

รูปที่ 5.9 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 153

รูปที่ 5.10 กราฟจำนวนการจ้างรถภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 154

รูปที่ 5.11 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 155

รูปที่ 5.12 กราฟจำนวนการจ้างรถภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ 156

รูปที่ 5.13 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 159

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.14 กราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 160

รูปที่ 5.15 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 161

รูปที่ 5.16 กราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง 162

รูปที่ 5.17 จำนวนการเก็บสินค้าเฉลี่ยต่อวันในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้าแตกต่างกันของกรณีทำการขนส่งแบบมิลค์รันและไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน 166

รูปที่ 5.18 ต้นทุนรวมรายปีเมื่อค่าเช่ารถรายปีเปลี่ยนแปลง 170

รูปที่ 5.19 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อค่าเช่ารถรายปีเปลี่ยนแปลง 171

รูปที่ 5.20 ต้นทุนรวมรายปีเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกเปลี่ยนแปลง 172

รูปที่ 5.21 กราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกเปลี่ยนแปลง 174

รูปที่ 5.22 ต้นทุนรวมรายปีเมื่อราคาสินค้าเปลี่ยนแปลง 175

รูปที่ 5.23 จำนวนภายนอกเฉลี่ยต่อปีการจ้างรถขนส่งเมื่อราคาสินค้าเปลี่ยนแปลง 177

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

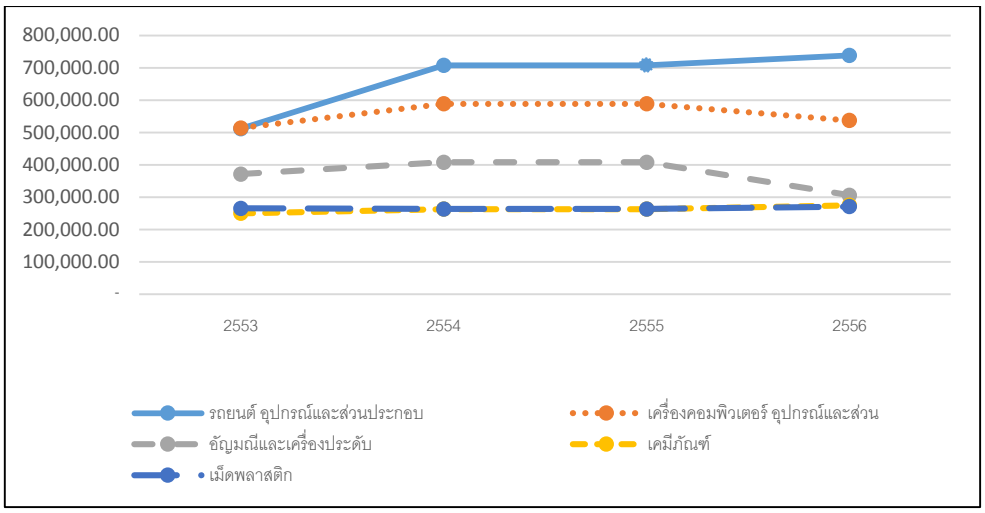
บทที่ 1
บทนำ

อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีการแข่งขันสูง ผู้ผลิตชิ้นส่วนต่างๆพยายามลดต้นทุนต่างๆที่อยู่ในองค์กรให้ได้มากที่สุด เพื่อให้บริษัทสามารถแข่งขันได้ แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ทั้งในด้านของคุณภาพ ราคา และเวลาในการส่งมอบ ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์การส่งมอบสินค้าให้ตรงเวลาถือเป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ดังนั้น ผู้ผลิตชิ้นส่วนต้องมีวัตถุดิบพร้อมในการผลิตเพื่อที่จะผลิต และส่งมอบให้ลูกค้าได้เร็วที่สุด แต่ในความเป็นจริงการจัดหาวัตถุดิบมีช่วงเวลานำในการจัดหาวัตถุดิบ ยิ่งถ้าบริษัทไม่ได้ทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเองแล้ว ช่วงเวลานำในการได้สินค้าก็จะยาวขึ้น เนื่องจากต้องรอรอบเวลาการขนส่ง เมื่อช่วงเวลานำยาวขึ้น อีกทั้งความต้องการใช้วัตถุดิบมีความไม่แน่นอน ทำให้ผู้ผลิตต้องทำการเก็บสต็อกเพื่อให้มีวัตถุดิบสำหรับผลิต เนื่องจากบริษัทมีความต้องการวัตถุดิบหลากหลายชนิด การเก็บสต็อกวัตถุดิบทุกชนิดก่อให้เกิดต้นทุนในการเก็บสต็อกสูง และบริษัทมีการหมุนเวียนของเงินต่ำ ดังนั้น หากบริษัทเปลี่ยนมาทำการรับวัตถุดิบด้วยตนเอง จะทำให้บริษัทสามารถลดต้นทุนในการเก็บสต็อกลงได้ เพราะลดช่วงเวลานำในการจัดหาวัตถุดิบ และสามารถรับวัตถุดิบมาเท่าที่ต้องการใช้ได้ นอกจากนี้ยังเป็นโอกาสในการขอลดราคาวัตถุดิบลง เนื่องจากแต่เดิมผู้จัดหาวัตถุดิบจะคิดค่าขนส่งอยู่ในราคาสินค้า

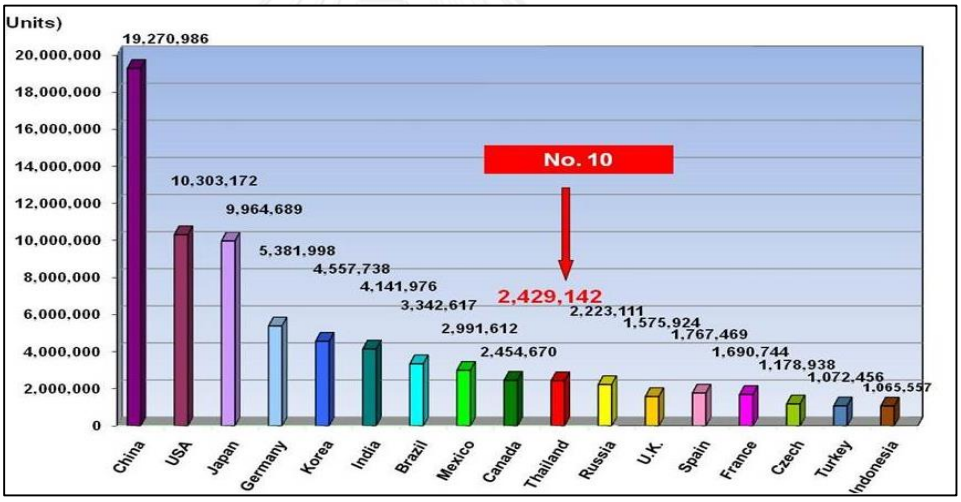
แต่จากการที่บริษัทมีผู้จัดหาวัตถุดิบหลายราย ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกัน บริษัทจำเป็นที่จะต้องพิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง เนื่องจากการตัดสินใจที่ผิดพลาดจะทำให้บริษัทเกิดต้นทุนในการดำเนินการที่สูง แต่หากมีการพิจารณาเลือกทำการไปรับวัตถุดิบกับผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมก็จะทำให้บริษัทสามาลดต้นทุนลงได้ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของบริษัทด้วย ดังนั้น กลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะทำให้บริษัทเกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำสุด และจัดหารถขนส่งให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ นอกจากนี้การวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ก็จะทำต้นทุนการขนส่งต่ำลง

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมหลักอย่างหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยผลิตรถยนต์เพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศ และส่งออกเป็นจำนวนมาก และอุตสาหกรรมยานยนต์ยังเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้จากการส่งออกเป็นอันดับหนึ่ง ดังรูปที่ 1.1 นอกจากนี้ประเทศไทยยังสามารถผลิตรถยนต์ได้สูงสุดในกลุ่มประเทศอาเซียน และเป็นผู้ผลิตรถยนต์อันดับที่ 10 ของโลก ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.1 มูลค่าการส่งออกสินค้าของอุตสาหกรรมต่างๆ 5 อันดับแรก ของประเทศไทย (กรมศุลกากร, 2557)

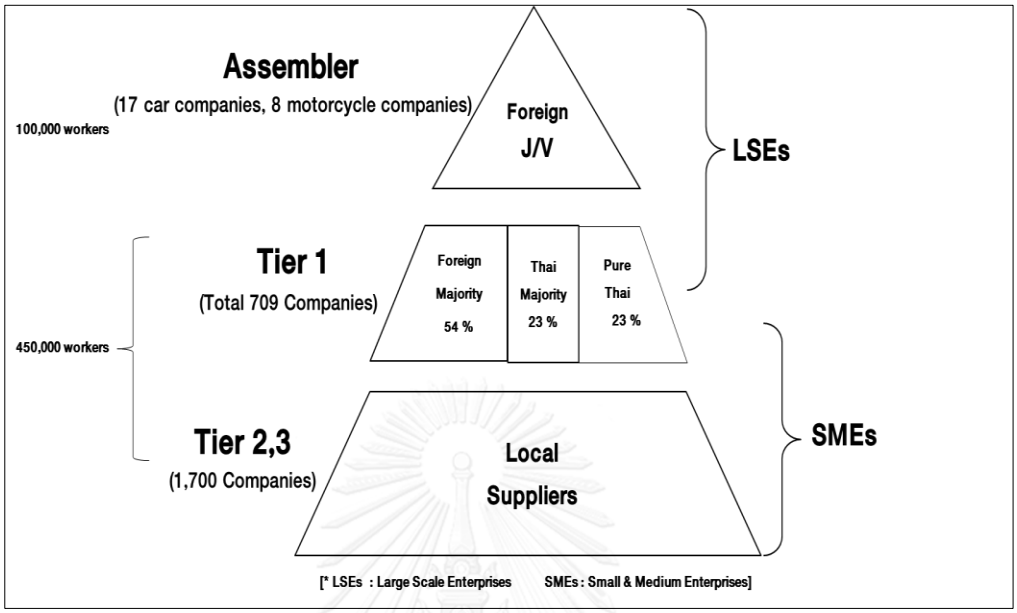


รูปที่ 1.2 ลำดับการผลิตรถยนต์ของโลกตามจำนวนที่ผลิต (FOURIN, 2557: ออนไลน์)

ในการผลิตรถยนต์หนึ่งคันต้องใช้ชิ้นส่วนประมาณ 20,000 – 30,000 ชิ้น ดังนั้นจึงเป็นไปไม่ได้ที่ผู้ผลิตรถยนต์จะสามารถผลิตชิ้นส่วนทุกอย่างได้ด้วยตนเองทั้งหมด ผู้ผลิตรถยนต์จึงจ้างบริษัทอื่นๆ ผลิตชิ้นส่วนให้เพื่อนำมาประกอบเป็นรถยนต์ โดยผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีหลายประเภทสามารถจำแนกตามระดับโครงสร้างการผลิต และลำดับ ได้ดังนี้

1) ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 (First Tier) เป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนและส่งชิ้นส่วนเข้าสู่โรงงานประกอบรถยนต์โดยตรง ส่วนใหญ่บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนในกลุ่มนี้จะเป็นบริษัทที่มีความสามารถทางด้านเทคโนโลยีสูง และได้มาตรฐานตรงตามข้อกำหนดของผู้ประกอบรถยนต์

2) ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 2 และ 3 (Second & Third Tier) คือ บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อยหรือผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อป้อนสินค้าให้กับบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 และ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 1.3 โครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย (สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย, 2557)

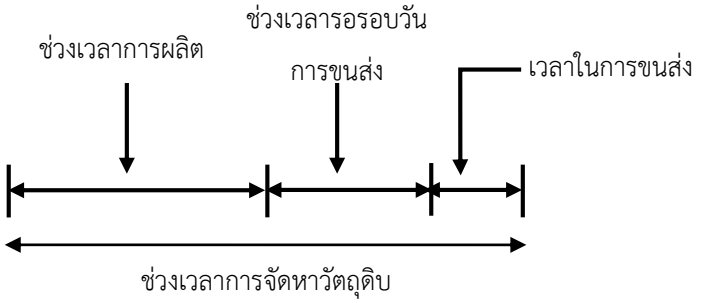
จากรูปที่ 1.3 แสดงให้เห็นโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย จะเห็นได้ว่าในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ มีผู้ประกอบการอยู่ประมาณ 2,500 บริษัท จากจำนวนผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในอุตสาหกรรม และจำนวนลูกค้า นั่นคือผู้ประกอบรถยนต์ที่มีอยู่เพียง 17 บริษัท ทำให้บริษัทประกอบรถยนต์มีอำนาจในการควบคุมผู้ผลิตชิ้นส่วน ดังนั้น อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จึงเกิดการแข่งขันที่สูงมาก

จากโครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย จะเห็นว่าผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับที่ 2 และ 3 ส่วนใหญ่เป็นบริษัทของผู้ประกอบการไทย โดยผู้ผลิตชิ้นส่วนเหล่านี้เป็นบริษัทขนาดกลางถึงขนาดเล็ก เทคโนโลยีในการผลิตต่ำ มีเงินลงทุนต่ำเมื่อเทียบกับบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ และผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับ 1 เนื่องจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับที่ 2 และ 3 เป็นบริษัทที่อยู่ในลำดับล่างของโซ่อุปทานของการผลิตรถยนต์ จึงถูกควบคุมโดยบริษัทที่เป็นลูกค้าในระดับบน ต้องประกอบการภายใต้ความต้องการของผู้ผลิตรถยนต์ ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตรถยนต์มีนโยบายในการลดต้นทุนในองค์กรของตนเอง และกำหนดให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนต้องลดต้นทุนสินค้าลงทุกปี ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนต้องทำการลดต้นทุนสินค้าลง แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ผลิตรถยนต์ได้ ทั้ง

ในด้านของคุณภาพสินค้า ราคา และความรวดเร็วในการตอบสนอง เพื่อความอยู่รอดขององค์กรในสถานการณ์การแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรง

ผู้ผลิตรถยนต์ส่วนใหญ่พยายามลดต้นทุนในองค์กรของตนเอง ซึ่งต้นทุนหลักๆ ที่ผู้ผลิตรถยนต์ต้องการลดลงคือ ต้นทุนในการเก็บสินค้า เนื่องจากการเก็บสินค้าเป็นการทำให้เกิดความสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิตและนำไปสู่ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นด้วย และจากการที่การประกอบรถยนต์ต้องใช้ชิ้นส่วนหลายหมื่นชิ้นเพราะฉะนั้น การที่บริษัทจะเก็บชิ้นส่วนเหล่านั้นทั้งหมดจะทำให้บริษัทเกิดต้นทุนในการจัดเก็บสูง และเป็นต้นทุนจม เกิดการหมุนเวียนของเงินต่ำ ผู้ประกอบรถยนต์เหล่านั้นจึงนำระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีมาใช้ในการบริหารการผลิต และดึงวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตจากผู้ผลิตชิ้นส่วนก็ต่อเมื่อมีความต้องการในการผลิตเท่านั้น ผู้ประกอบรถยนต์จึงนำระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk-Run) ไปใช้เพื่อไปรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละราย โดยจะทำการไปรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในจำนวนที่น้อยลง แต่ในความถี่การขนส่งที่มากขึ้น เพื่อลดจำนวนการเก็บสินค้า โดยระบบการขนส่งแบบมิลค์รันที่นำมาใช้ สามารถรองรับการแกว่งตัวของความต้องการขนส่งชิ้นส่วนได้

จากรูปแบบการดึงชิ้นส่วนของผู้ประกอบรถยนต์ ที่จะมารับวัตถุดิบบ่อยครั้งและรับสัตถุดิบครั้งละน้อยๆ ผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับถัดมาจึงต้องปรับตัว เพื่อตอบสนองต่อรูปแบบการดึงวัตถุดิบดังกล่าว ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับถัดมาต้องเตรียมชิ้นส่วนให้พร้อมสำหรับส่งมอบให้ลูกค้า และมีระบบการผลิตที่มีความยืดหยุ่นสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว โดยมีวัตถุดิบพร้อมสำหรับการผลิตเสมอเมื่อต้องการใช้งาน แต่ในความเป็นจริงการจัดหาวัตถุดิบจะมีระยะเวลาในการจัดหากว่าจะได้วัตถุดิบมา โดยจะมีการตกลงช่วงเวลาที่สามารถส่งมอบวัตถุดิบได้ ซึ่งช่วงเวลาในการจัดหาวัตถุดิบประกอบไปด้วยช่วงเวลาในการผลิตวัตถุดิบ และช่วงเวลาในการขนส่งวัตถุดิบมายังบริษัท แต่ถ้าผู้ผลิตชิ้นส่วนรายใดให้ผู้จัดหาวัตถุดิบเป็นผู้ขนส่งวัตถุดิบให้ก็จะมีการตกลงรอบวันในการเข้ามาขนส่ง และถ้าบริษัทมีอำนาจในการควบคุมผู้จัดหาวัตถุดิบน้อย การกำหนดรอบวันในการขนส่งจะขึ้นอยู่กับผู้จัดหาวัตถุดิบ ว่าจะเข้ามาส่งมอบวันใดบ้างเนื่องปริมาณความต้องการวัตถุดิบของบริษัทต่อครั้งมีปริมาณน้อย ไม่เต็มความจุรถขนส่ง ทำให้ผู้จัดหาวัตถุดิบต้องรวมสินค้าที่จะขนส่งไปกับลูกค้ารายอื่นๆ ของผู้จัดหาวัตถุดิบ ซึ่งรอบวันขนส่งอาจจะไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้วัตถุดิบ ทำให้บริษัทเกิดช่วงเวลารอคอยรอบการขนเพิ่มขึ้นมาจากเวลาในการผลิตวัตถุดิบและเวลาในการขนส่ง หรือถ้าบริษัทไม่ต้องการให้ขนส่งวัตถุดิบของบริษัทรวมกับสินค้าของลูกค้าหลายอื่นๆของจัดหาวัตถุดิบ บริษัทก็จะต้องยอมซื้อวัตถุดิบในปริมาณที่มากกว่าความต้องการใช้เพื่อให้จำนวนการขนส่งมากพอที่ผู้จัดหาวัตถุดิบจะยอมรับ และยอมขนส่งให้ได้ แสดงช่วงเวลาในการจัดหาวัตถุดิบ ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงช่วงเวลานำในการจัดหาวัตถุดิบ

นอกจากนี้ผู้จัดหาวัตถุดิบยังคิดค่าขนส่งต่อหน่วยรวมกับอยู่ในราคาวัตถุดิบที่ซื้อ หรือบางครั้งอาจจะคิดค่าขนส่งเหมาเป็นรอบๆ โดยไม่ได้คำนึงถึงปริมาณสินค้าที่บรรทุก ซึ่งบางครั้งจำนวนในการบรรทุกสินค้าน้อยแต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขนสินค้าเท่าเดิม เช่น ผู้จัดหาวัตถุดิบคิดค่าขนส่งเที่ยวละ 1,500 บาท ไม่ว่าจะขนสินค้าเต็มความจุรถหรือไม่ก็จะต้องเสียค่าขนส่ง 1,500 บาท เป็นต้น

จากความไม่แน่นอนทั้งในด้านจำนวน เวลาของความต้องการใช้วัตถุดิบ และรอบการขนส่งที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้วัตถุดิบ ทำให้กลุ่มบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนที่มีลักษณะดังกล่าวต้องแบกรับภาระในการเก็บวัตถุดิบสูงเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการผลิตที่จะเกิดขึ้น บริษัทต้องเก็บวัตถุดิบในปริมาณสูงที่คาดว่าจะเพียงพอต่อความต้องการจนกว่าจะครบรอบวันในการเข้ามาขนส่งวัตถุดิบอีกครั้ง ซึ่งในการผลิตสินค้าของผู้ผลิตชิ้นส่วนแต่ละรายก็มีสินค้าที่ต้องผลิตหลายรายการ และใช้วัตถุดิบหลายหลายชนิดจากผู้จัดหาวัตถุดิบต่างๆ ดังนั้นหากบริษัทต้องเก็บสำรองวัตถุดิบหลากหลายชนิดในปริมาณที่มาก บริษัทต้องสูญเสียต้นทุนจากการเก็บสินค้าสูงมากและยังทำให้เงินหมุนเวียนในการดำเนินกิจการน้อย บริษัทอาจขาดสภาพคล่องทางการเงินได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นงานวิจัยนี้จึงจะเสนอให้ผู้ประกอบการพิจารณาทำการขนส่งเพื่อไปรับวัตถุดิบจากผู้ส่งมอบด้วยตนเอง แต่จากการที่ผู้จัดหาวัตถุดิบหลายรายของบริษัทมีความแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณของสินค้าที่จัดหาให้กับบริษัท ความห่างไกลของตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ทำให้หากบริษัททำการไปรับวัตถุดิบเองกับผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายอาจไม่คุ้มค่าที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง ดังนั้น บริษัทจึงจำเป็นต้องทำการพิจารณาคัดเลือกกลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะทำให้เกิดต้นทุนการดำเนินการต่ำสุด นอกจากการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเองแล้วบริษัทจะต้องจัดหารถขนส่งเพื่อรองรับความต้องการที่จะขนส่งสินค้ารายปี บริษัทจึงต้องมีการประมาณการเพื่อจัดหารถขนส่งให้เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการใช้รถขนส่งและมีการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งรายวันให้ต้นทุนการดำเนินการต่ำ

1.2 รูปแบบปัญหางานวิจัย

จากปัญหาที่กล่าวไปข้างต้นทำให้ผู้วิจัยเห็นโอกาสในการปรับปรุงการทำงานเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการขนส่ง ลดเวลานำในการจัดหาวัตถุดิบซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนในการเก็บวัตถุดิบลงได้ ด้วยการนำเสนอให้ผู้ประกอบการพิจารณาทำการขนส่งเพื่อไปรับวัตถุดิบจากผู้ส่งมอบด้วยตนเอง ซึ่งการที่บริษัทเปลี่ยนมาทำการขนส่งวัตถุดิบเองจะทำให้สามารถทำการขนส่งเฉพาะวัตถุดิบที่ต้องการผลิตได้ ทำให้ระดับการเก็บวัตถุดิบลดลง นอกจากนี้ยังสามารถต่อรองกับผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อลดราคาวัตถุดิบลง ซึ่งแต่ก่อนผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งวัตถุดิบมาให้และคิดค่าขนส่งรวมอยู่ในค่าวัตถุดิบ เนื่องจากบริษัททำการขนส่งวัตถุดิบเองแทนการให้ผู้จัดหาวัตถุดิบมาส่งให้

ในการทำการขนส่งเองจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าจะทำให้ต้นทุนการเก็บสินค้าลดลง และต้นทุนราคาวัตถุดิบลดลง แต่ในขณะเดียวกันก็จะเกิดต้นทุนในการขนส่งขึ้นมา ดังนั้นบริษัทจะต้องมีการบริหารการขนส่งอย่างรอบคอบ และต้องพยายามทำให้เกิดต้นทุนในการขนส่งน้อยที่สุด โดยทำการขนส่งวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบหลายรายร่วมกัน (Mix Load) และพยายามทำการขนส่งให้เต็มความจุรถ (Full truck load) ใช้รถขนส่งให้เต็มประสิทธิภาพ

จากการที่บริษัทมีผู้จัดหาวัตถุดิบให้บริษัทหลายราย ซึ่งผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจัดหาวัตถุดิบที่แตกต่างกัน วัตถุดิบแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน วัตถุดิบที่พิจารณาในงานวิจัยนี้ส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักมากขนาดไม่ใหญ่ สินค้าบางชนิดมีมูลค่าสูง บางชนิดแตกหักง่ายต้องการการดูแลรักษาอย่างระมัดระวัง บางชนิดเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิต บางชนิดก็เป็นวัตถุดิบที่สนับสนุนการผลิตมีมูลค่าน้อย มีความต้องการไม่มาก ผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายบริษัทไม่ได้ต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นในปริมาณมาก หรือมีความต้องการใช้สินค้าไม่สม่ำเสมอ ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีที่ตั้งโรงงานที่แตกต่างกันออกไปบางรายอยู่ใกล้กับบริษัท อยู่กันเป็นกลุ่มๆ บางรายอยู่ห่างไกลจากโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบรายอื่น

ด้วยลักษณะของผู้จัดหาวัตถุดิบ สินค้าที่ต้องขนส่งแตกต่างกัน รวมถึงปริมาณความต้องการที่แตกต่างกันส่งผลต่อต้นทุนที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นบริษัทต้องคัดกรอง และตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการขนส่งวัตถุดิบเอง โดยผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือกจะต้องทำให้บริษัทประหยัดต้นทุนที่สุด (Maximum Saving Cost) นอกจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการขนส่งเองแล้วบริษัทยังต้องประมาณการเพื่อเตรียมรถขนส่งไว้ใช้ในการขนส่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะขนส่งเองและเตรียมรถขนส่งให้เพียงพอต่อความต้องการใช้รถขนส่งที่จะเกิดขึ้นจะเป็นการตัดสินใจวางแผนรายปี เนื่องจากเมื่อเลือกแล้วว่าจะทำการขนส่งกับผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดแล้วตลอดหนึ่งปีนั้นก็จะไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว และการประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ใช้ในปีนั้นเพื่อบริษัท

จะเตรียมรถให้เพียงพอในการขนส่งตลอดทั้งปี ต้องไม่มากเกินไป หรือน้อยเกินไปจนบริษัทจะต้องไปเช่ารถจากผู้ให้บริการภายนอก (Outsource) เพิ่มซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนการดำเนินการของบริษัท โดยการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มจะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้รถที่บริษัทมี

หลังจากที่บริษัทเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการขนส่งวัตถุดิบเอง และจัดเตรียมรถขนส่งสำหรับใช้ขนส่งภายในปีนั้นแล้ว ต่อมาบริษัทก็จะต้องวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งรายวัน ซึ่งเป็นการตัดสินใจในทุกๆวันเมื่อเกิดความต้องการในการขนส่งขึ้นมาในแต่ละวัน เพื่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งต่ำสุด ซึ่งจะพยายามจัดเส้นทาง ลำดับการขนส่งสำหรับผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายให้มีระยะทางสั้นสุด และรวบรวมวัตถุดิบจาก ผู้จัดหาวัตถุดิบหลายรายเพื่อขนส่งให้เป็นเต็มความจุรถขนส่งใช้รถขนส่งที่มีอย่างเต็มประสิทธิภาพ (เต็มความจุ) และพยายามใช้รถขนส่งที่เกิดจากการจ้างผู้ให้บริการรถขนส่งภายนอกให้น้อยที่สุด เพราะจะทำให้ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มสูงขึ้นมาก

1.3 วัตถุประสงค์ในการตัดสินใจ

เพื่อคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเองและประมานการจำนวนรถขนส่งให้เหมาะสมกับความต้องการใช้รถขนส่งสำหรับแผนการผลิตรายปี เพื่อให้ต้นทุนรวมจากการดำเนินการต่ำ(Minimum Total Cost) ต้นทุนที่พิจารณาประกอบไปด้วย ต้นทุนการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลัง ต้นทุนราคาวัตถุดิบ และต้นทุนในการขนส่ง ซึ่งต้นทุนในการขนส่งประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายในการเช่ารถรายปี ค่าน้ำมันตามระยะทางการขนส่ง และค่าใช้จ่ายจากการจ้างรถขนส่งภายนอกซึ่งเป็นการพิจารณาเป็นรายปี ในส่วนการวางแผนจัดเส้นทางรายวันมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนจากการขนส่งต่ำ โดยต้นทุนที่พิจารณาในส่วนนี้ประกอบไปด้วย ต้นทุนค่าน้ำมันตามระยะทาง และต้นทุนที่เกิดจากการจ้างรถขนส่งภายนอก

1.3.1 ตัวแปรในการตัดสินใจ

ส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

1) รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง
2) จำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี

ส่วนที่ 2 การวางแผนจัดเส้นทางรายวัน

1) ลำดับการไปรับวัตถุดิบของรถแต่ละคัน
2) จำนวนรถขนส่งทั้งหมดที่ต้องใช้ในแต่ละวัน

1.3.2 สมมติฐาน

1) ระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่เป็นค่าคงที่ ทราบค่าแน่นอน และมีเส้นทางระหว่างแต่ละสถานที่เพียงหนึ่งเส้นทาง
2) ระยะเวลาเดินทาง และระยะทางมีค่าเท่ากัน
3) รถที่ใช้ในการขนส่งเป็นรถที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ (Homogeneous Vehicles) โดยจำนวนรถในการวางแผนจัดเส้นทางรายวันมีจำนวนจำกัด เนื่องจากการที่บริษัทวางแผนจำนวนรถที่เช่าสำหรับใช้งานภายในปีที่พิจารณา แต่บริษัทสามารถจ้างรถขนส่งภายนอกได้ไม่จำกัด แต่ต้นทุนของการจ้างรถขนส่งภายนอกจะสูงกว่าการใช้รถของบริษัท
4) ในงานนี้พิจารณาเฉพาะเวลาที่ใช้ในการเดินทางไม่พิจารณาเวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นลงรถ (Loading /Unloading time)
5) บริษัทสามารถไปรับวัตถุดิบจากผู้ผลิตได้ตลอดเวลาทำงาน
6) เวลาทำงานทั้งหมด คือ 8 ชั่วโมงต่อวัน
7) การขนส่งที่บริษัททำการขนส่งเองจะขนสินค้าเท่ากับปริมาณที่ต้องการใช้ โดยจะรับสินค้ามาเก็บไว้ไม่เกิน 1 วัน ก่อนการใช้งาน
8) การขนส่งจะพิจารณาเฉพาะน้ำหนักของสินค้า ไม่พิจารณาปริมาตรและรูปร่างของสินค้า
9) สินค้าที่ขนส่งมีความพร้อมที่จะขนส่งทุกเวลา
10) ในงานนี้ไม่ได้พิจารณาเรื่องคนขับรถที่ต้องติดไปกับรถ โดยสมมติว่ามีคนขับรถพร้อมตลอดเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.3 พารามิเตอร์

ส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

1) ข้อมูลสินค้า ความต้องการสินค้า

- แผนความต้องการวัตถุดิบรายปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย (บอกความต้องการวัตถุดิบรายเดือน ตลอดทั้ง 12 เดือน)
- ข้อมูลล็อตการขนส่ง (Batch Size) ของวัตถุดิบแต่ละชนิดใน 1 วัน
- ข้อมูลน้ำหนักสินค้าต่อ 1 ล็อตการขนส่ง (Batch Size)
- ข้อมูลระบุประเภทของสินค้า เช่น เป็นวัตถุดิบทางตรง เสียหายง่าย เป็นต้น
- ราคาวัตถุดิบแต่ละรายการถ้าผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งมายังบริษัท
- ราคาวัตถุดิบแต่ละรายการถ้าบริษัททำการขนส่งเอง

- จำนวนวันทำงานในแต่ละเดือน
- ความน่าจะเป็นในการเกิดความต้องการขนส่งในแต่ละวัน

2) ข้อมูลเส้นทาง และรถขนส่ง

- ความจุของรถขนส่ง
- ข้อมูลระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่

3) ข้อมูลผู้จัดหาวัตถุดิบ

- ข้อมูลรายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ และรายการสินค้าที่จัดหาให้กับบริษัท

ส่วนที่ 2 การวางแผนจัดเส้นทางรายวัน

1) ข้อมูลเส้นทาง และรถขนส่ง

- จำนวนรถขนส่ง
- ความจุของรถขนส่ง
- ข้อมูลระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่
- ข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่

2) ข้อมูลสินค้า ความต้องการสินค้า และผู้จัดหาวัตถุดิบ

- ความต้องการสินค้าที่ระบุน้ำหนัก และวันที่ต้องการ

1.3.4 ข้อจำกัด

ส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

1. การพิจารณาแผนการขนส่งรายปี จะพิจารณาจากแผนความต้องการวัตถุดิบรายปีเท่านั้น
2. ข้อมูลตำแน่งที่ตั้ง สินค้า และราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบถือว่าไม่เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี
3. อัตราการผลิต และขนาดการผลิตในแต่ละครั้ง (แต่ละวัน) ของสินค้าแต่ละชนิดคงที่ตลอดทั้งปี

ส่วนที่ 2 การวางแผนจัดเส้นทางรายวัน

1. ข้อจำกัดของจุดเริ่มต้น

   รถขนส่งทุกคันต้องเริ่มออกเดินทาง และ กลับมายังบริษัทเสมอ
2. ข้อจำกัดเรื่องการขนส่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การขนส่งต้องสามารถตอบสนองความต้องการวัตถุดิบเพื่อการผลิตทั้งในด้านของจำนวน (ความจุ) และวันที่กำหนด

3. ข้อกำจัดด้านความจุของรถที่ใช้ในการขนส่ง

วัตถุดิบทั้งหมดที่บรรทุกกลับมายังบริษัทต้องไม่เกินความจุที่รถสามารถขนส่งได้ ซึ่งความจุจะพิจาณาในหน่วยน้ำหนักของสินค้าเท่านั้น

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

นำเสนอขั้นตอนวิธีการตัดสินใจการวางแผนการขนส่ง โดยพิจารณาคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง ประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องใช้รายปีเพื่อให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินการต่ำ (Minimum Total Cost) และวางแผนจัดเส้นทางรายวันเพื่อให้เกิดต้นทุนการขนส่งรวมต่ำ โดยสามารถทำการขนส่งวัตถุดิบตามแผนการผลิตได้ตามจำนวนและเวลาที่ต้องการได้

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านปัญหาของงานวิจัย

ปัญหางานวิจัยนี้เป็นปัญหาการตัดสินใจวางแผนการรับวัตถุดิบเข้ามายังบริษัท โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วน 1 เป็นส่วนของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง และวางแผนประมาณการความต้องการใช้รถขนส่งของบริษัทในระดับรายปี เพื่อจัดเส้นทางการเดินรถให้สามารถขนส่งตามแผนความต้องการวัตถุดิบได้ด้วยต้นทุนต่ำ และส่วนที่ 2 คือส่วนของการวางแผนการขนส่งในระดับปฏิบัติงานรายวัน (Operational Planning) โดยลักษณะปัญหาในส่วนที่ 1 จะเป็นการนำข้อมูลในอดีต เช่น ขนาดการผลิตในแต่ละครั้ง (Batch Size) ราคาวัตถุดิบ เป็นต้น และแผนความต้องการวัตถุดิบรายปีมาทำการประมาณการวางแผนและตัดสินใจที่คาดว่าจะทำให้เกิดต้นทุนรวมจากการดำเนินการต่ำ

ส่วนที่ 2 เป็นการนำผลจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในส่วนที่ 1 มาวางแผนการขนส่งในระดับปฏิบัติงาน (Operational Planning) ซึ่งเป็นการตัดสินใจหลังจากที่มีความต้องการขนส่งเกิดขึ้นจริงแล้ว โดยจำนวนรถที่ได้จากการวางแผนประมาณการแล้วในส่วนที่ 1 จะถูกนำมาใช้พิจารณาเพื่อตัดสินใจวางแผนจัดเส้นทางขนส่งในระดับรายวัน การจัดเส้นทางรายวันสามารถจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเติมจากจำนวนรถที่บริษัทเตรียมไว้ได้ไม่จำกัด แต่การจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มมีค่าใช้จ่ายสูงมากกว่าการใช้รถขนส่งที่บริษัทเตรียมไว้ ซึ่งการวางแผนการขนส่งรายวันมีจุดประสงค์เพื่อให้ต้นทุนในการขนส่งต่ำ โดยสามารถทำการขนส่งวัตถุดิบได้ตามแผนความต้องการรายวัน

1.5.2 ขอบเขตด้านคำตอบของปัญหางานวิจัย

ส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี คำตอบของปัญหางานวิจัยที่ได้จากส่วนนี้ คือ

1. รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเข้ามายังบริษัทเอง และรายการสินค้าที่รับจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย
2. จำนวนรถขนส่งที่ต้องเตรียมเพื่อรองรับความต้องการขนส่งภายในปีนั้นๆ

ส่วนที่ 2 การวางแผนจัดเส้นทางรายวัน คำตอบของปัญหางานวิจัยที่ได้จากส่วนนี้ คือ

1. ลำดับการขนส่งเพื่อไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาแต่ละรายของรถขนส่งแต่ละคัน
2. จำนวนรถขนส่งที่ใช้ในแต่ละวัน

1.5.3 ขอบเขตด้านผลลัพธ์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการเสนอระบบสนับสนุนการตัดสินใจวางแผนการรับวัตถุดิบเข้ามายังบริษัท เพื่อให้เกิดการประหยัดต้นทุนสูงสุด โดยระบบประกอบไปด้วย

ตรรกะขั้นตอนการคิดคำนวณ (Logic and Algorithm)

- กระบวนการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี
- กระบวนการตัดสินใจจัดเส้นทางขนส่งรายวันสำหรับรถขนส่งแต่ละคัน

1.6 ผลที่ได้รับ

ขั้นตอนวิธีการตัดสินใจวางแผนการรับวัตถุดิบเข้ามายังบริษัท ที่สามารถคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และประมาณการจำนวนรถที่ต้องทำการจัดหารายปี โดยที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินการต่ำ และสามารถวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวันให้ต้นทุนการขนส่งต่ำโดยสามารถทำการขนส่งวัตถุดิบได้ตามแผนความต้องการใช้งาน ผลที่จะได้รับ คือ

กระบวนการตัดสินใจวางแผนการรับวัตถุดิบเข้ามายังบริษัทเพื่อรับวัตถุดิบเข้ามายังบริษัท โดยประกอบไปด้วย

- กระบวนการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องใช้รายปี
- กระบวนการตัดสินใจจัดเส้นทางขนส่งรายวันสำหรับรถขนส่งแต่ละคัน

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

วิธีการที่พัฒนาขึ้นสามารถลดต้นทุนรวมจากการดำเนินการลงได้ โดยต้นทุนที่ลดลงประกอบไปด้วย

- ต้นทุนจากการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลัง เนื่องจากการที่บริษัททำการขนส่งวัตถุดิบเองทำให้รอบเวลาในการขนส่งมีความยืดหยุ่นมากขึ้นและบริษัทสามารถขนส่งวัตถุดิบในปริมาณที่ต้องการใช้ เพราะแต่เดิมจะถูกกำหนดจำนวนขั้นต่ำที่ผู้จัดหาวัตถุดิบจะส่งมอบวัตถุดิบเข้ามาให้ยังบริษัทในแต่ละครั้ง ซึ่งจำนวนที่ขนส่งกับความต้องการใช้ไม่สอดคล้องกันทำให้ต้องเก็บสินค้าและเกิดต้นทุนในการจัดเก็บสูง
- ต้นทุนราคาวัตถุดิบลดลง เพราะได้ส่วนลดราคาวัตถุดิบต่อหน่วยที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากแต่เดิมผู้จัดหาวัตถุดิบจะคิดค่าขนส่งเพิ่มอยู่ในราคาวัตถุดิบที่ทำการขนส่งมาให้ ดังนั้น การที่บริษัทไปรับวัตถุดิบเองจึงทำให้สามารถต่อรองราคาวัตถุดิบลงได้

1.8 บทสรุป

งานวิจัยนี้เป็นการวางแผนรับวัตถุดิบเข้ามายังบริษัท โดยเป็นปัญหาการตัดสินใจซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง รวมถึงประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องเตรียมเพื่อรองรับความต้องการขนส่งที่จะเกิดในปีนั้นๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมจากการดำเนินการต่ำ ซึ่งการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และประมาณการจำนวนรถขนส่งเป็นการตัดสินใจรายปี โดยนำข้อมูลในอดีตมาประกอบการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะไปรับวัตถุดิบเอง
2. การตัดสินใจวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน ทั้งนี้เนื่องจากการขนส่งรายวันอาจแตกต่างจากรายปีเพราะการขนส่งรายวันจะขึ้นอยู่กับแผนการผลิตรายวันที่มีความต้องการวัตถุดิบแตกต่างกันไป แต่การวางแผนขนส่งรายปีเป็นการประมาณการความต้องการวัตถุดิบที่จะเกิดขึ้นในแต่ละวันเท่านั้น ทำให้แผนการขนส่งรายวันแตกต่างจากรายปี ดังนั้น งานส่วนนี้จึงเป็นการวางแผนการขนส่งตามแผนการผลิตในแต่ละวันเพื่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งต่ำโดยสามารถขนส่งวัตถุดิบได้ทันเวลาที่ต้องการใช้ ซึ่งการตัดสินใจในส่วนนี้เป็นการจัดลำดับการขนส่งเพื่อไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีตำแหน่งที่ตั้งต่างกันให้ได้ต้นทุนในการไปรับสินค้าต่ำ รวมไปถึงการลดจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกที่อาจต้องใช้เนื่องจากมีความต้องการใช้รถมากกว่าที่ประมาณการไว้ให้ต่ำที่สุด

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของงานวิจัยนี้โดยจะกล่าวถึงปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง และวิธีการหาคำตอบ รวมถึงรูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รัน ตัวอย่างในการนำรูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รันไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ลักษณะของอุตสาหกรรมยานยนต์ ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตรถยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ และความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์กับผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับถัดไป

2.1 ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง

การจัดเส้นทางการขนส่ง เป็นงานวิจัยที่ได้รับความสนใน และมีการศึกษาอย่างกว้างขวาง ปัญหาการจัดเส้นทาง เป็นการพิจารณาเส้นทาง และลำดับการขนส่งจากจุดเริ่มต้นไปยังแหล่งรับหรือส่ง แล้วจึงกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งมีรูปแบบปัญหาหลายแบบ ดังที่ (Larsen, Madsen et al., 2007) ได้ศึกษาไว้ ดังนี้ ปัญหาการจัดเส้นทางที่มีความแน่นอน (Deterministic) โดยปัญหาประเภทนี้ เป็นปัญหาที่จะทราบข้อมูลที่จำเป็นในการจัดเส้นทางก่อนจัดเส้นทางการขนส่ง ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง และปัญหาการจัดเส้นทางที่มีความไม่แน่นอน (Dynamic) ซึ่งปัญหาการจัดเส้นทางประเภทนี้ ข้อมูลในการจัดเส้นทางมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างที่มีการจัดเส้นทาง จากประเภทของปัญหาการจัดเส้นทางดังที่กล่าวไปแล้ว ปัญหาการจัดเส้นทางยังมีรูปแบบของปัญหาที่แตกต่างกันไป โดยมีการพัฒนารูปแบบปัญหาให้มีความเสมือนสถานการณ์จริงในการขนส่งมากขึ้น เช่น ปัญหาการจัดเส้นทางที่มีความจุของรถขนส่งจำกัด (Capacitated Vehicle Routing Problem) ปัญหาการจัดเส้นทางของรถโดยที่มีพิจารณากรอบเวลาในการขนส่ง (Vehicle Routing Problem with Time Windows) และปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งที่มีทั้งการรับ และส่งสินค้าภายในเส้นทางเดียวกัน (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery) เป็นต้น จากที่กล่าวมา เป็นเพียงตัวอย่างส่วนหนึ่งของรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง ซึ่งไม่ได้ครอบคลุมทุกรูปแบบปัญหาการขนส่งที่มีการศึกษา

วิธีในการหาคำตอบสำหรับปัญหาการขนส่ง แบ่งออกเป็น 2 แนวทาง คือ 1) วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Algorithm) และวิธีการฮิวริสติก (Heuristic Algorithm) ซึ่งทั้ง 2 แนวทาง มีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกัน โดยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดเป็นวิธีในการหาคำตอบโดยการสร้างตัวแปรทางคณิตศาสตร์ และหาผลเฉลย วิธีการดังกล่าวสามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดเหมาะสำหรับการ

แก้ปัญหาขนาดเล็ก แต่เมื่อนำวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดไปแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่หรือมีความซับซ้อนสูงจะใช้เวลาในการแก้ปัญหานาน หรือบางครั้งอาจจะไม่สามารถให้คำตอบออกมาได้ ส่วนวิธีการฮิวริสติกเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้หลักการคิดอย่างมีเหตุและผลของผู้ที่พัฒนาฮิวริสติกนั้นๆ ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฮิวริสติกคำตอบหรือผลเฉลยที่ได้จากวิธีการฮิวริสติกอาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด แต่เป็นคำตอบที่มีคุณภาพยอมรับได้และใช้เวลาในการแก้ปัญหาเร็วกว่าวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดมาก

ดังนั้น ในการแก้ปัญหาขนาดใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนสูง ผู้วิจัยมักจะนำวิธีการฮิวริสติกมาใช้ในการหาคำตอบ ดังงานวิจัยของ (อรประไพ จารุพัฒน์, 2555) ที่ได้นำวิธีการ Insertion Heuristic มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิด เนื่องจากในงานวิจัยดังกล่าวนี้เป็นการจัดเส้นทางโดยที่รถขนส่งไม่จำเป็นต้องกลับมายังจุดเริ่มต้นทุกวัน ข้อมูลการขนส่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังนั้น จึงเกิดการแทรกงานหลังจากที่มีการจัดเส้นทางการขนส่งไว้แล้ว งานวิจัยดังกล่าวจึงได้นำวิธีการ Insertion Heuristic มาใช้ในการปรับเส้นทางการขนส่ง นอกจากนี้ยังมีการนำฮิวริสติกไปประยุกต์ใช้ในปัญหาการขนส่งอื่นๆ อีก เช่น งานวิจัยของ (ขวัญแก้ว มีทรัพย์ทวีกูล, 2556) ได้พัฒนาฮิวริสติกเพื่อใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีความจุจำกัดแบบพลวัตโดยมีจุดเริ่มต้นหลายจุด ซึ่งปัญหาในงานวิจัยนี้เป็นปัญหาการจัดเส้นทางที่มีความเป็นพลวัตระดับกลางถึงระดับสูง เนื่องจากเมื่อมีความต้องการขนส่งเข้ามาในระบบจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ (Uabumrundjit, L., 2011) ได้ใช้วิธีฮิวริสติกในการหาคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งในโรงงานผลิตเครื่องนุ่งห่ม เพื่อให้ต้นทุนรวมของการขนส่งต่ำที่สุด โดยฮิวริสติกที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ Nearest Neighbor ซึ่งแนวคิดของฮิวริสติกดังกล่าวนี้ คือ การจัดเส้นทางการขนส่งโดยเลือกไปขนส่งยังจุดต่อไปที่มีระยะทางใกล้กับจุดปัจจุบันมากที่สุดและขนส่งต่อไปยังจุดต่างๆ จนกว่าทุกจุดขนส่งจะถูกให้บริการแล้วรถขนส่งจึงกลับมายังจุดเริ่มต้น

จากตัวอย่างงานวิจัยที่ยกมากล่าว เป็นเพียงส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่มีการนำวิธีการฮิวริสติกมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทาง ซึ่งในความเป็นจริงมีการนำวิธีการฮิวริสติกไปใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางอีกหลายรูปแบบและปัญหาอื่นๆ อีกหลากหลายปัญหา แต่ในงานวิจัยนี้จะเน้นที่การศึกษา และนำวิธีการฮิวริสติกที่ใช้ในการหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางมาประยุกต์ใช้ในงานวางแผนการขนส่งของงานวิจัยนี้

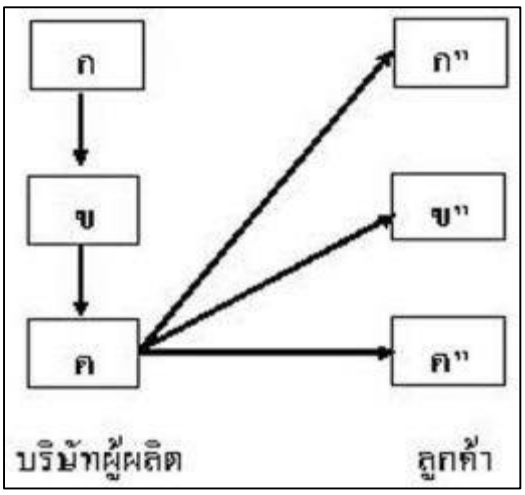
2.2 รูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รัน (Milk Run)

มิลค์รันเป็นวิธีการขนส่งสินค้ารูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมสินค้าจากหลายๆจุดที่อยู่ในบริเวณใกล้ๆกันแล้วไปส่งที่ปลายทางเพียงจุดเดียว หรือขนสินค้าจากจุดเดียวไปส่งลูกค้าหลายๆจุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่บนรถขนส่ง (High Loading Efficiency) โดยในแต่ละจุดที่รถขนส่งต้องไปเก็บรวบรวมสินค้ามีปริมาตร น้ำหนักสินค้า และช่วงเวลาในการขนส่งที่แตกต่างกันตามข้อกำหนดของจุดขนส่งแต่ละจุด

การขนส่งแบบมิลค์รัน (ไทยแลนด์อินดัสตรี้ดอทคอม, 2557 :ออนไลน์) มีจุดเริ่มต้นมาจากการขนส่งนมของฟาร์มนมในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งฟาร์มนมจะส่งรถรับ-ส่งนมเพื่อไปส่งนมและเก็บขวดนมเปล่ากลับมายังฟาร์ม โดยทุกๆเช้าบ้านที่มีความต้องการนมจะนำขวดนมเปล่าเท่ากับจำนวนนมที่ต้องการออกมาวางไว้หน้าบ้านเพื่อเป็นสัญลักษณ์ว่าบ้านหลังนี้มีความต้องการนมจำนวนกี่ขวด โดยรถขนส่งของฟาร์มก็จะนำขวดนมใหม่มาเปลี่ยนให้เท่ากับจำนวนขวดนมเปล่าที่นำมาวางและนำขวดนมเปล่าเหล่านั้นกลับไปยังฟาร์มด้วย จากการที่ฟาร์มนมจัดให้มีรถรับ-ส่งนมไปบริการลูกค้าถึงบ้านทำให้ฟาร์มนมสามารถลดความแออัดของรถขนส่งที่เข้ามายังฟาร์มในแต่ละวันลงได้ นอกจากนี้ยังทำให้ฟาร์มใช้รถขนส่งในจำนวนที่น้อยลง และเพิ่มการใช้ประโยชน์จากรถขนส่งได้มากขึ้นจากการขนขวดนมเปล่ากลับมายังฟาร์ม นอกจากนี้ยังช่วยลดจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เนื่องจากมีการใช้บรรจุภัณฑ์แบบหมุนเวียน

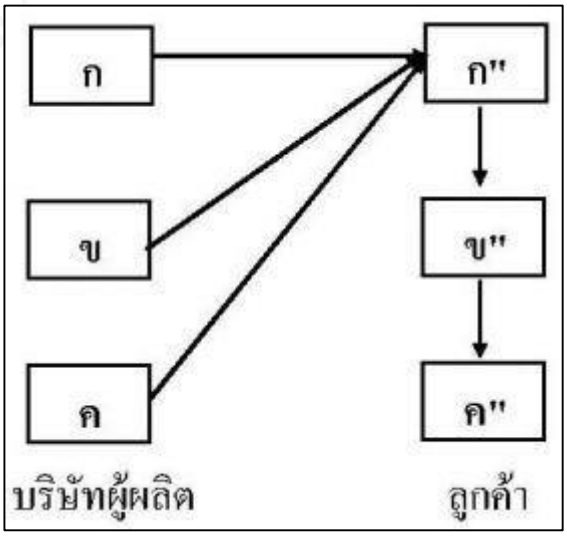
จากนิยามการขนส่งแบบมิลค์รันที่กล่าวไปแล้วข้างต้น รูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รันยังสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้หลายประเภทดังนี้ (ศิริวรรณ โพธิ์ทอง, 2557 :ออนไลน์)

1) การขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหลายรายไปยังลูกค้าหนึ่งราย ซึ่งเป็นการรวบรวมสินค้าจากผู้ผลิตหลายรายที่มีปริมาณความต้องการในการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้ารายเดียวกันแต่ปริมาณที่จะต้องขนส่งมีปริมาณน้อยกว่าความจุของรถขนส่ง ดังนั้นผู้ผลิตเหล่านั้นจึงรวบรวมสินค้าที่ต้องการขนส่งไปด้วยกันเพื่อไปส่งสินค้ายังลูกค้ารายเดียวกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวทำให้สามารถลดต้นทุนลงได้และสามารถส่งมอบสินค้าไปยังลูกค้าได้อย่างรวดเร็วแต่วิธีการดังกล่าวนี้ก็มีข้อจำกัด คือ ปริมาณสินค้าที่จะขนส่งในแต่ละครั้งต้องมีปริมาณมากพอเต็มความจุรถขนส่ง หากปริมาณในการขนส่งมีจำนวนน้อยไม่เต็มความจุรถขนส่ง และตำแหน่งที่ตั้งของผู้ผลิตแต่ละรายอยู่ห่างไกลกันมากการขนส่งด้วยวิธีดังกล่าวอาจจะไม่ได้ประสิทธิภาพเท่าที่ควร



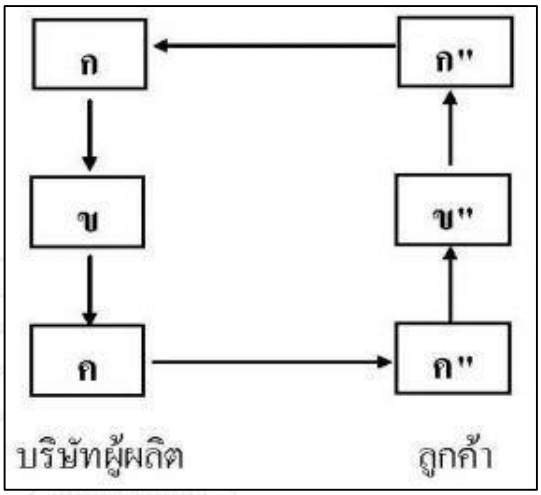
รูปที่ 2.1 แสดงการขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหลายรายไปยังลูกค้าหนึ่งราย

2) การขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหนึ่งรายไปยังลูกค้าหลายราย การขนส่งในกรณีนี้เหมาะกับกรณีที่ลูกค้าแต่ละรายของผู้ผลิตนั้นๆมีความต้องการสินค้าในแต่ละครั้งในจำนวนไม่มาก ไม่เต็มความจุรถขนส่ง ผู้ผลิตจึงทำการรวบรวมสินค้าที่ต้องขนส่งไปยังลูกค้ารายต่างๆหลายๆรายที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้ๆกันแล้วขนส่งไปด้วยกันเพื่อให้จำนวนในการขนส่งสินค้าแต่ละครั้งเต็มความจุของรถขนส่ง โดยวิธีการนี้สามารถทำให้ลดต้นทุนในการขนส่งลงได้ แต่หากตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าแต่ละรายห่างไกลกันและความต้องการในการรับสินค้าไม่ใกล้เคียงกัน วิธีการดังกล่าวก็อาจจะไม่มีประสิทธิภาพและอาจนำไปประยุกต์ใช้ไม่ได้



รูปที่ 2.2 แสดงการขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหนึ่งรายไปยังลูกค้าหลายราย

3) การขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหลายรายไปยังลูกค้าหลายราย เป็นวิธีการขนส่งที่รวบรวมสินค้าจากบริษัทผู้ผลิตหลายรายที่อยู่ในมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ใกล้กัน ความต้องการขนส่งแต่ละครั้งไม่เต็มความจุรถขนส่ง และมีความต้องการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าที่มีตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งการขนส่งด้วยวิธีนี้ทำให้เกิดการขนส่งที่ถี่ขึ้น ส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตสินค้าสามารถลดจำนวนการเก็บสต็อกสินค้าคงคลังลงได้ นอกจากนี้ยังทำให้ค่าขนส่งลดลงเนื่องจากมีการควบรวมสินค้าเพื่อให้เต็มความจุรถขนส่งแล้วจึงทำการขนส่ง



รูปที่ 2.3 แสดงการขนส่งแบบมิลค์รันจากผู้ผลิตหลายรายไปยังลูกค้าหลายราย

จากลักษณะรูปแบบของการขนส่งมิลค์รันที่กล่าวไปแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่าการขนส่งแบบมิลค์รัน ทำให้เกิดประโยชน์หลายอย่าง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่บนรถขนส่งทำให้ขนส่งสินค้าได้เต็มความจุรถขนส่ง ลดจำนวนการใช้รถขนส่งและจากการที่ลดจำนวนลดขนส่งลงทำให้สามารถลดความแออัดของรถขนส่งที่ต้องเข้า-ออกบริษัทในแต่ละวัน ลดการปล่อยก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่เกิดจากการขนส่ง ลดต้นทุนในการขนส่งลงเนื่องจากมีการควบรวมสินค้าให้เต็มความจุแล้วจึงทำการขนส่งทำให้ต้นทุนขนส่งลดลง และยังสามารถตอบสนองลูกค้าได้ดีขึ้นถึงแม้ลูกค้าจะมีความต้องการสินค้าน้อยบริษัทก็สามรถควบรวมสินค้าและส่งให้ลูกค้าได้โดยที่ไม่เกิดต้นทุนในการขนส่งที่สูง ไม่ต้องกำหนดเงื่อนไขขั้นต่ำในการขนส่งสินค้าให้ลูกค้าในแต่ละครั้งเป็นการเพิ่มโอกาสในการแข่งขันให้กับบริษัท นอกจากนี้การขนส่งแบบมิลค์รันยังทำให้บริษัทผู้ผลิตและลูกค้าสามารถลดจำนวนการเก็บสินค้าลงเนื่องจากลักษณะการขนส่งแบบมิลค์รันจะเป็นการขนส่งสินค้าแต่ละครั้งในจำนวนน้อยๆ แต่ขนส่งถี่ๆ จากประโยชน์ของการนำ มิลค์รันไปใช้ที่กล่าวไปแล้วพอสรุปได้ดังนี้

- เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ของรถขนส่ง (high loading efficiency)
- ควบคุมเวลาในการขนส่งสินค้าได้
- ลดต้นทุนการขนส่ง
- ลดการเก็บสินค้า
- ลดความแออัดของรถบรรทุกที่เข้ามาขนส่ง
- ช่วยลดการปล่อยมลพิษทางอากาศจากการปล่อยก๊าซที่เกิดจากการเผาไหมของน้ำมันเชื้อเพลิงของรถขนส่ง

ถึงแม้ว่าการนำรูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รันมาใช้จะมีประโยชน์มากมาย แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้ผลิตทุกรายจะสามารถนำมิลค์รันไปใช้แล้วเกิดผลดีเสมอ ในบางสถานการณ์การนำมิลค์รันไปใช้อาจจะไม่ก่อให้เกิดประโยชน์เท่าที่ควร เช่น กรณีที่ตำแน่งที่ตั้งของจุดขนส่งแต่ละจุดอยู่ห่างไกลกัน ความต้องการสินค้าในจุดขนส่งที่อยู่บริเวณใกล้กันไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมๆกัน หรือจำนวนในการขนส่งที่ควบรวมแล้วไม่เต็มความจุรถขนส่ง เป็นต้น ดังนั้น จากที่กล่าวมาจะสรุปรูปแบบ หรือลักษณะที่เหมาะกับการนำระบบการขนส่งแบบมิลค์รันไปใช้ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการสรุปรูปแบบลักษณะสินค้า ความต้องการสินค้าและตำแหน่งที่ตั้งของจุดขนส่งที่ทำให้การนำระบบมิลค์รันไปใช้ประสบความสำเร็จ

ลักษณะสินค้า	ลักษณะความต้องการ (Demand)	ลักษณะตำแหน่งที่ตั้ง
1. เป็นสินค้าที่ใช้เป็นประจำ	1. มีความต้องการใช้แต่ละครั้งไม่มาก ขนส่งไม่เต็มความจุรถขนส่ง (Less than truck load)	1. มีตำแหน่งที่ตั้งใกล้ๆกับผู้ส่งมอบวัตถุดิบรายอื่นๆ
2. สินค้ามีอายุการใช้งานสั้น เสื่อมสภาพเร็ว	2. มีความต้องการสม่ำเสมอ (Steady Demand)	
3. ปริมาณในการขนส่งจำกัด	3. มีความเป็นไปได้ที่จะขนส่งร่วมกับผู้ส่งมอบวัตถุดิบรายอื่นได้ (มีโอกาสขนส่งเป็น Full truck load)	
4. สินค้าสำคัญต่อการผลิต		

จากตารางที่ 2.1 เป็นการสรุปรูปแบบลักษณะสินค้าและตำแหน่งที่ตั้งของจุดขนส่งที่ทำให้การนำระบบมิลค์รันไปใช้แล้วประสบความสำเร็จ ซึ่งสิ่งที่สรุปไว้ในตารางเป็นเพียงข้อสังเกตเบื้องต้นเท่านั้น ในการตัดสินใจที่จะทำการขนส่งแบบมิลค์รันยังมีรายละเอียดและสิ่งที่พิจารณาอีกหลายอย่างขึ้นกับสภาพแวดล้อมของการนำแนวคิดระบบการขนส่งแบบมิลค์รันไปใช้ด้วย

2.3 อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์

การผลิตรถยนต์หนึ่งคันประกอบด้วยชิ้นส่วนมากกว่า 20,000 ชิ้น (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2554) โดยทั่วไปไม่ว่าบริษัทจะมีขนาดใหญ่เพียงใดก็ไม่สามารถผลิตทุกชิ้นส่วนได้ด้วยตนเอง ดังนั้นเหล่าบริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงจ้างบริษัทอื่นๆเพื่อส่งมอบชิ้นส่วนแล้วนำมาประกอบและผลิตเป็นรถยนต์ อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์มีหน่วยงานที่มีความสำคัญหลักๆ คือ บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ และบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งบริษัทประกอบรถยนต์จะผลิตชิ้นส่วนบางอย่างที่เป็นชิ้นส่วนหลักๆ หรือชิ้นส่วนที่ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิตขั้นสูง และนำชิ้นส่วนที่จ้างผู้ผลิตชิ้นส่วนรายอื่นๆมาทำการประกอบแล้วส่งมอบรถยนต์ให้ลูกค้า โดยชิ้นส่วนในรถยนต์ส่วนใหญ่จะจ้างผู้ผลิตชิ้นส่วนภายนอกให้ทำการผลิตให้ ซึ่งผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีหลายประเภทสามารถจำแนกตามระดับโครงสร้างการผลิตและลำดับได้ดังนี้ (ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

1) ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 (First Tier) เป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนและส่งชิ้นส่วนเข้าสู่โรงงานประกอบรถยนต์โดยตรง ส่วนใหญ่บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนในกลุ่มนี้จะเป็นบริษัทที่มีความสามารถทางด้านเทคโนโลยีได้มาตรฐานตรงตามข้อกำหนดของผู้ประกอบรถยนต์
2) ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 2 (Second Tier) คือ บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อยหรือผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อป้อนสินค้าให้กับบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1
3) ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 3 (Third Tier) คือบริษัทผู้ผลิตหรือผู้จัดหาวัตถุดิบป้อนผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 หรือ 2

ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ไทย บริษัทผู้ประกอบรถยนต์มีเจ้าของเป็นชาวต่างชาติ และส่วนใหญ่จะเป็นสัญญาติญี่ปุ่น เช่น Toyota Honda Nissan Mitsubishi Mazda และ Isuzu เป็นต้น สำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ลำดับ 1 จะมีลักษณะที่เป็นบริษัทขนาดใหญ่มีเทคโนโลยีการผลิตที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับจากผู้ประกอบรถยนต์ ซึ่งส่วนมากจะเป็นบริษัทขนาดใหญ่ถึงขนาดกลาง มีทั้งเจ้าของที่เป็นคนไทย ต่างชาติ และเป็นบริษัทร่วมทุน ส่วนผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 2 ส่วนใหญ่จะเป็นบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนของคนไทยซึ่งเป็นบริษัทขนาดกลางถึงขนาดเล็ก มีเทคโนโลยีในการผลิตต่ำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ บริษัทผู้ประกอบรถยนต์เป็นผู้ที่มีอำนาจควบคุมผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับถัดไป และปัจจุบันผู้ประกอบรถยนต์ยี่ห้อต่างๆ มีการแข่งขันในตลาดรถยนต์สูง ทำให้ผู้ประกอบรถยนต์ต่างๆ พยายามหาทางในการบริหารจัดการเพื่อลดต้นทุนการผลิต จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้นว่าการประกอบรถยนต์หนึ่งคันต้องใช้ชิ้นส่วนหลายหมื่นชิ้น ซึ่งความต้องการรถยนต์มีความเฉพาะ และหลากหลายขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าแต่ละคน โดยความต้องการเหล่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาอยู่เสมอ ดังนั้นการที่ผู้ประกอบรถยนต์จะสามารถผลิตรถยนต์เพื่อตอบสนองลูกค้าได้นั้น จะต้องมีระบบการผลิตที่ดี และการจัดหาวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนที่มีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองความต้องการในการประกอบได้อย่างรวดเร็ว เพราะหากผู้ประกอบรถยนต์ต้องทำการเก็บชิ้นส่วนทุกชิ้นไว้สำหรับการผลิตนั้นคงเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ยาก เนื่องจากความหลากหลายของสินค้าและจำนวนชิ้นส่วนที่ต้องใช้เพื่อประกอบรถยนต์แต่ละคันมีจำนวนมหาศาล ดังนั้น ผู้ประกอบรถยนต์ต่างๆ จึงหาแนวทางในการจัดหาชิ้นส่วนโดยที่ไม่ต้องเก็บชิ้นส่วนในจำนวนมาก ซึ่งการเก็บสินค้าทำให้เกิดต้นทุนในการดำเนินงานสูงขึ้นส่งผลต่อต้นทุนในการผลิต

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ประกอบรถยนต์ต่างๆ จึงพยายามลดจำนวนการเก็บชิ้นส่วนลงโดยนำรูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รันมาใช้ในการรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 เข้ามายังโรงงานประกอบ ซึ่งการขนส่งแบบมิลค์รันนี้ทำให้ผู้ประกอบรถยนต์ไม่ต้องเก็บชิ้นส่วนมาก เนื่องจากสามารถวนรถขนส่งเพื่อไปรับชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 ในจำนวนที่ต้องการใช้และขนส่งถี่ขึ้น ซึ่งตัวอย่างบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ที่นำระบบการขนส่งแบบมิลค์รันมาใช้ที่เห็นได้ชัด คือ Toyota (Nemoto, Hayashi et al., 2010) จากการที่ผู้ประกอบรถยนต์ใช้รูปแบบการขนส่งดังกล่าว ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับที่ 1 ต้องมีชิ้นส่วนพร้อมสำหรับให้ผู้ประกอบรถยนต์นำไปผลิตรถยนต์เสมอ ดังนั้นผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 จึงอาจต้องมีการเก็บชิ้นส่วนไว้จำนวนหนึ่งสำหรับให้รถขนส่งมิลค์รันของผู้ผลิตมารับชิ้นส่วนไปผลิต แต่ในขณะเดียวกันผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 ก็ต้องสามารถผลิตและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เร็วจึงต้องมีวัตถุดิบไว้สำหรับการผลิตอยู่เสมอแต่ก็ไม่ต้องการเก็บวัตถุดิบสูงเนื่องจากก่อให้เกิดต้นทุน ผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 จึงทำการขนส่งแบบมิลค์รันกับผู้จัดหาวัตถุดิบของตนเองเช่นเดียวกับที่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์ทำกับบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 1 เช่นกัน เนื่องจากมองว่าระบบการขนส่งแบบมิลค์รันสามารถทำให้บริษัทสามารถลดภาระในการเก็บวัตถุดิบลงได้ และสามารถลดต้นทุนในการเก็บสินค้าโดยตอบสนองต่อความต้องการในการผลิตได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าบริษัทต่างๆ ในโซ่อุปทานได้นำระบบมิลค์รันมาใช้กับผู้จัดหาวัตถุดิบของตนเองเพื่อไปรับวัตถุดิบต่อกันเป็นทอดๆ ไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับถัดไป เพื่อให้บริษัทสามารถตอบสนองลูกค้าของตนที่มีความไม่แน่นอนและเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอได้อย่างรวดเร็ว ในขณะเดียวกันก็ไม่ก่อให้เกิดต้นทุนสูงเพื่อบริษัทจะสามารถแข่งขันอยู่ในอุตสาหกรรมต่อไปได้

จากลักษณะของอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ที่บริษัทผู้ประกอบรถยนต์มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับถัดมา ผู้ผลิตชิ้นส่วนของบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ที่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันกับผู้จัดหาวัตถุดิบก็มักจะทำการขนส่งแบบมิลค์รันกับผู้จัดหาวัตถุดิบของตนเองด้วย เพื่อให้เกิดการทำงานที่ประสานและสอดคล้องกันตลอดทั้งโซ่อุปทานของการผลิต แต่ในความเป็นจริง เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับ 2 และ 1 (บางราย) กับผู้จัดหาวัตถุดิบในลำดับถัดไป ส่วนใหญ่จะให้ผู้จัดหาวัตถุดิบเป็นผู้ขนส่งวัตถุดิบมาให้ยังโรงงานผลิต เนื่องจากจำนวนวัตถุดิบที่ต้องการจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีไม่มาก จำนวนในการขนส่งแต่ละครั้งน้อยกว่าความจุของรถขนส่ง อีกทั้งผู้ผลิตไม่ค่อยมีอำนาจในการควบคุมผู้จัดหาวัตถุดิบของตนเองได้ เนื่องจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในลำดับล่างๆนั้นอาจไม่ใช่ลูกค้าหลักของผู้จัดหาวัตถุดิบนั้นๆ ทำให้โดยส่วนใหญ่เวลากำหนดรอบการขนส่งวัตถุดิบจะถูกกำหนดโดยผู้จัดหาวัตถุดิบ จากลักษณะการทำงานดังกล่าวประกอบกับความต้องการของลูกค้าที่มีความไม่แน่นอน ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนเหล่านี้ต้องแบกรับภาระในการเก็บวัตถุดิบเพื่อรองรับกับความไม่แน่นอน และรอบเวลาในการขนส่งที่อาจจะไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้วัตถุดิบจริง

หากบริษัทเหล่านี้พิจารณาเพื่อเปลี่ยนมาทำการรับวัตถุดิบเข้ามายังโรงงานผลิตเองเพื่อควบคุมการเข้ามาของวัตถุดิบให้สอดคล้องกับความต้องการใช้และมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการผลิต เพื่อตอบสนองกับความต้องการที่มีความไม่แน่นอนก็จะทำให้บริษัทเหล่านั้นสามารถลดต้นทุนในการจัดเก็บวัตถุดิบลงได้และเพิ่มประสิทธิภาพในการตอบสนองลูกค้าได้ดีขึ้นโดยไม่ก่อให้เกิดต้นทุนที่เพิ่มขึ้น แต่จากจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทมีทั้งหมดที่มีลักษณะแตกต่างกัน อาจพบว่าผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายถ้าบริษัททำการวนรถไปรับวัตถุดิบเองอาจทำให้บริษัทมีต้นทุนสูงขึ้นซึ่งไม่คุ้มต่อการวนรถไปรับวัตถุดิบเข้ามายังโรงงานเอง ดังนั้น การเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการวนรถขนส่งเพื่อรับวัตถุดิบกลับมายังโรงงานผลิตเองจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนการดำเนินงานของบริษัท

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากสถิติปี 2557 (หน่วยวิจัยการจัดการโซ่อุปทานและวิศวกรรม, 2557) ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรถยนต์อันดับที่ 10 ของโลก โดยอุตสาหกรรมรถยนต์ (สถาบันยานยนต์, 2555) ที่มีผู้ประกอบรถยนต์ (Assembler) จำนวนน้อยกว่าผู้ผลิตชิ้นส่วน (Suppliers) เป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ประกอบรถยนต์มีอำนาจในการควบคุมผู้ผลิตชิ้นส่วน ซึ่งในปัจจุบันผู้ผลิตรถยนต์มีนโยบายในที่มุ่งเน้นการลดต้นทุนวัตถุดิบและการดำเนินการ ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อรองรับความต้องการของผู้ประกอบรถยนต์เพื่อความอยู่รอดในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูงนี้ จากการที่ผู้ประกอบรถยนต์

และผู้ผลิตชิ้นส่วนลำดับแรก (First tier) นำระบบดึงมาใช้ในการลดต้นทุนการดำเนินการผลิต โดยเฉพาะต้นทุนการเก็บสินค้า เนื่องจากต้นทุนวัตถุดิบของชิ้นส่วนรถยนต์มีมูลค่าสูง ซึ่งวิธีการลดต้นทุนสินค้าคงคลังที่นิยมใช้คือการไปรับวัตถุดิบจากผู้ผลิตด้วยระบบมิลค์รัน (Milk Run) โดยจัดรถขนส่งไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อการผลิตในปริมาณที่ต้องการใช้เท่านั้น ปัจจุบันผู้ผลิตชิ้นส่วนใช้ระบบการผลิตแบบดึง (สถาบันยานยนต์, 2557) โดยให้ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ ซึ่งผู้จัดหาวัตถุดิบจะกำหนดจำนวนการขนส่งขั้นต่ำ ที่มีจำนวนการขนส่งไม่สอดคล้องกับความต้องการใช้งาน เนื่องจากความคุ้มทุนในการส่งสินค้าของผู้จัดส่ง ทำให้บริษัทต้องแบกรับภาระในการเก็บสินค้าทำให้เกิดต้นทุนจมจากการซื้อสินค้ามาเก็บไว้ ส่งผลให้ต้นทุนรวมสูง ดังนั้นการลดต้นทุนการเก็บสินค้าลงจึงเป็นผลดีต่อบริษัทอย่างยิ่ง

การขนส่งแบบมิลค์รัน เป็นวิธีการขนส่งสินค้ารูปแบบหนึ่งซึ่งทำการเก็บรวบรวมสินค้าจากหลายๆ จุดที่อยู่ในบริเวณใกล้ๆ กันแล้วไปส่งที่ปลายทางเพียงจุดเดียว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่บนรถขนส่ง (High Loading Efficiency) โดยในแต่ละจุดที่รถขนส่งต้องไปเก็บสินค้ามีปริมาตรและน้ำหนักสินค้าที่แตกต่างกันตามข้อกำหนดของจุดขนส่งแต่ละจุด ซึ่งจะทำการขนส่งสินค้าเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้ แต่ทำการขนส่งบ่อยขึ้น ทำให้สามารถลดการเก็บสินค้า สามารถควบคุมเวลาในการขนส่ง ลดจำนวนรถขนส่งที่เข้ามายังโรงงานในแต่ละวัน และที่สำคัญลดต้นทุนการขนส่งเนื่องจากการขนส่งร่วมกันทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่บนรถขน ลดต้นทุนราคาสินค้าลงเพราะถ้าให้ผู้จัดหาวัตถุดิบส่งสินค้ามาให้ผู้จัดหาวัตถุดิบเหล่านั้นได้รวมต้นทุนค่าขนส่งอยู่ในราคาสินค้าด้วย ดังนั้นแนวคิดที่จะทำการไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบแบบมิลค์รันจึงก่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดการวัตถุดิบ การลดต้นทุนสินค้าและต้นทุนการดำเนินการผลิต จากประโยชน์ของการขนส่งแบบมิลค์รันจึงทำให้รูปแบบการขนส่งแบบมิลค์รันถูกนำไปประยุกต์ใช้หลากหลายทั้งในอุตสาหกรรมการผลิต ดังงานวิจัยของ (Ruiz, Maroto et al., 2004) ที่ได้นำระบบมิลค์รันไปใช้ในการขนส่งในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งเพื่อขนอาหารสัตว์จากโรงงานผลิตไปยังยังลูกค้า (Peterson, Willem et al., 2010) ที่นำมิลค์รันไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ในบ้าน โดยวางแผนการเส้นทางเพื่อรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบของบริษัทโดยทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งเส้นทางการรับวัตถุดิบถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า (Fix Route) แต่รอบการรับวัตถุดิบที่กำหนดมานั้นต้องสามารถรองรับความต้องการขนส่งที่ไม่แน่นอนและไม่เกินความจุของรถขนส่ง โดยที่ความต้องการขนส่งสามารถแบ่งแยกได้ (Splittable Demand) มิลค์รันนอกจากจะถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแล้วยังถูกนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ที่ไม่ใช่อุตสาหกรรมการผลิตอีกด้วย เช่น ในธุรกิจการให้บริการโลจิสติกส์ (Logistics Industry) การวางแผนจัดการการจราจรในเมือง การวางแผนการขนส่งเพื่อกระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีก เป็นต้น ดัง

งานวิจัย (Xu and Han, 2010) ที่ได้เสนอให้ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในจีนนำระบบการขนส่งแบบมิลค์รันไปใช้ในการขนสินค้าให้กับโรงงานผลิตต่างๆ ในช่วงที่จีนประสบวิฤตการณ์ทางการเงิน จากการนำมิลค์รันไปประยุกต์ใช้พบว่าต้นทุนในการเก็บสินค้าและเวลาในการขนส่งลดลง (Rossini and Preti, 2006) ได้วางแผนการจราจรในเมือง Bologna เนื่องจากเป็นเมืองที่มีการจราจรแออัด ซึ่งหลังจากที่ประยุกต์มิลค์รันพบว่าสามารถลดเวลาที่รถแต่ละคันต้องรอคอยและจำนวนรถที่เข้าเมืองในแต่ละวัน (Akiyamaa and Yano, 2008) ได้นำมิลค์รันไปประยุกต์ใช้ในการกระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีกขนาดใหญ่ในญี่ปุ่นโดยสามารถลดจำนวนรถขนส่งที่เข้ามาส่งสินค้าในแต่ละวัน และ (Chuah and Yingling, 2005) ได้ศึกษาการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งโดยกำหนดความถี่ในการขนส่งตายตัว (fixed daily frequency)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าระบบการขนส่งแบบมิลค์รันได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตและในชีวิตประจำมากมายด้วยจุดประสงค์ที่แตกต่างกันออกไป จะเห็นว่างานวิจัยที่กล่าวถึงก่อนหน้าล้วนแต่เป็นการวางแผนจัดการขนส่งโดยที่รู้ตำแหน่งและจำนวนของผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องวางแผนการขนส่งอยู่แล้ว ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่จะทำการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมเข้ามาอยู่ในระบบมิลค์รันเพื่อวางแผนการขนส่งรายวันที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป และจากการประยุกต์มิลค์รันไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำมิลค์รันที่กล่าวไปแล้ว สิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาของการทำการขนส่งแบบมิลค์รัน คือ จะเลือกใครเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการทำมิลค์รัน ซึ่งงานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวถึงก่อนหน้าเป็นเพียงการศึกษาและนำหลักการของมิลค์รันไปประยุกต์ใช้แต่ไม่ได้กล่าวถึงการเลือกสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันเลย

งานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบจะเป็นการคัดเลือกบริษัทที่จะทำหน้าที่จัดเตรียมวัตถุดิบสำหรับการผลิตให้บริษัท โดยเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ผลิตสินค้าตามที่บริษัทต้องการและราคาเป็นที่พอใจ ดังงานวิจัยของ (วิโรจน์ ตันติภัทโร, 2553) ซึ่งเสนอแนวทางการประเมินความสามารถของผู้จัดหาวัตถุดิบจากเกณฑ์ในด้านคุณภาพสินค้า ราคา และความน่าเชื่อถือของผู้จัดหาวัตถุดิบที่ทางบริษัทได้ติดต่อไว้ แล้วทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะให้ทำหน้าที่จัดหาวัตถุดิบให้กับบริษัท ทำนองเดียวกันกับงานวิจัยของ (วรินทร์ เกียรตินุกูล และสิทธิชัย เชิดชูมาลัยกิจ, 2551) ที่สร้างเกณฑ์และวิธีการคัดเลือกผู้ขายวัตถุดิบของโรงงานท่อพลาสติก นอกจากนี้ (Rezaei and Ortt, 2013) ได้ทำการศึกษาสร้างเกณฑ์ วิธีการประเมิน และจัดกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีลักษณะคล้ายกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันซึ่งแต่ละกลุ่มมีวิธีจัดการที่แตกต่างกัน

เมื่อเทียบกับงานวิจัยที่อ้างอิงดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่ศึกษาวิธีการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้ามายังโรงงาน งานวิจัยนี้จึงจะทำการศึกษาและ

คัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะนำเข้าสู่ระบบมิลค์รันและประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหา โดยทำสัญญาเช่ารายปีที่ทำให้ประหยัดต้นทุนรวมรายปีต่ำ และนำผลของการคัดเลือกและเช่ารถดังกล่าวไปวางแผนการขนส่งในระดับรายวันเพื่อให้เกิดต้นทุนดำเนินการต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
หลักการและแนวคิด

เนื้อหาในบทนี้จะเป็นการอธิบายรายละเอียดภาพรวมของรูปแบบปัญหาที่ทำการศึกษา สมมติฐาน รวมถึงอธิบายหลักการและแนวคิดของวิธีการหาคำตอบที่ได้นำเสนอเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงสถานการณ์ที่กำลังทำการตัดสินใจได้ดียิ่งขึ้น และผู้อ่านจะได้เข้าใจภาพรวม หลักการและแนวคิดในการหาคำตอบด้วยวิธีการหาคำตอบแบบต่างๆ ก่อนที่จะศึกษาในส่วนของรายละเอียดของการดำเนินงานวิจัยซึ่งจะกล่าวถึงขั้นตอนวิธีการหาคำตอบโดยละเอียดรวมถึงวิธีการคำนวณในบทที่ 4 ต่อไป

3.1 รายละเอียดของปัญหา สมมติฐานและภาพรวมของงานวิจัย

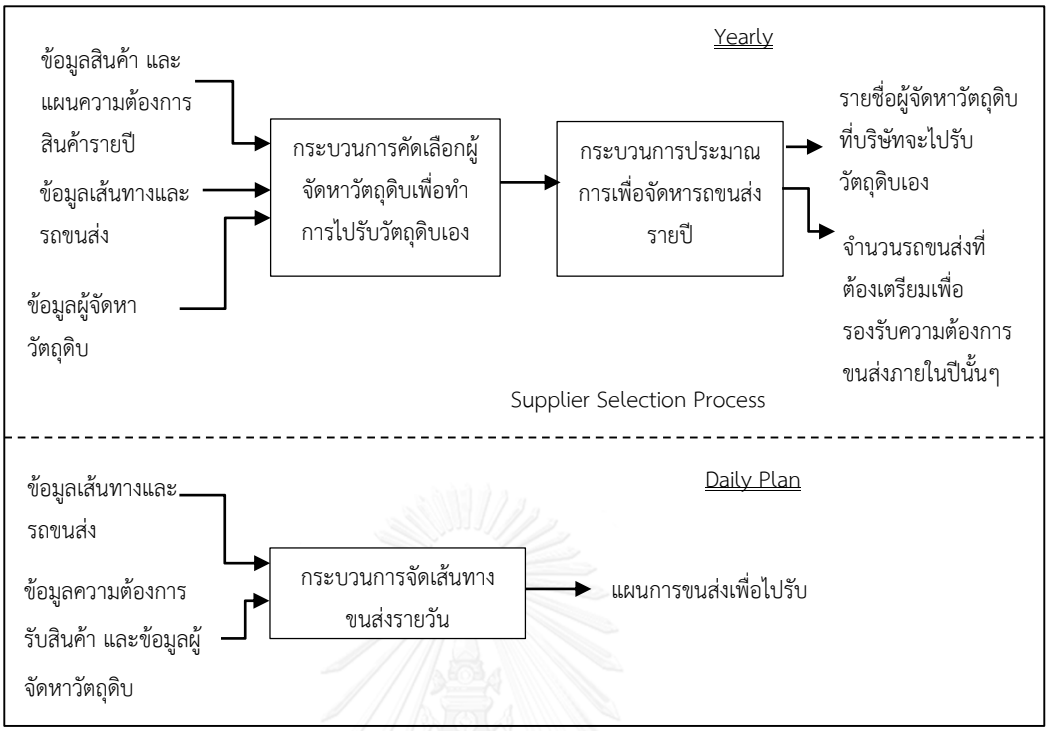
การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันเพื่อที่บริษัทจะทำการวนรถขนส่งไปรับวัตถุดิบในการผลิตด้วยตนเอง ซึ่งผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีลักษณะที่แตกต่างกันทั้งในด้านปริมาณสินค้าที่ต้องการ ความสม่ำเสมอของการผลิต น้ำหนักสินค้าที่ขนส่ง รวมลักษณะที่ตั้งของโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบที่แตกต่างกัน ดังนั้น การที่จะเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันโดยที่บริษัททำหน้าที่ในการไปรับสินค้าด้วยตนเองจึงจำเป็นต้องมีการตัดสินใจที่เหมาะสม เพราะหากตัดสินใจผิดพลาดก็จะส่งผลต่อต้นทุนรวมของบริษัทได้ การที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเองนั้นมีข้อดีคือ บริษัทจะมีอิสระในการสั่งซื้อสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบมากขึ้น โดยทำการสั่งซื้อสินค้าเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้งานซึ่งแต่เดิมการที่ให้ผู้จัดหาวัตถุดิบนำสินค้ามาส่งให้ที่โรงงานผลิต ผู้จัดหาวัตถุดิบจะมีการกำหนดเงื่อนไขในการสั่งซื้อสินค้า นั่นคือ จำนวนสินค้าขั้นต่ำในการสั่งซื้อแต่ละครั้งซึ่งมักจะเป็นจำนวนที่สูงและเกินความต้องการใช้งานเพื่อให้คุ้มค่าในการที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ในแต่ละครั้ง โดยจำนวนการสั่งซื้อที่มากเกินความต้องการใช้งานเหล่านี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการเก็บสินค้าของบริษัท นอกจากนี้บริษัทยังต้องจ่ายค่าขนส่งที่ถูกคิดรวมอยู่ในต้นทุนราคาสินค้าที่ผู้จัดหาวัตถุดิบเสนอให้ ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ต้นทุนราคาสินค้า (วัตถุดิบเพื่อการผลิต) เป็นต้นทุนที่มีมูลค่าสูง ดังนั้น การที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเองย่อมทำให้บริษัทสามารถลดต้นทุนต่างๆ ที่กล่าวไปข้างต้นได้ แต่จากที่กล่าวไปแล้วเนื่องจากอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ดังนั้น ในการผลิตของบริษัทจะมีวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิตหลากหลายซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบจำนวนมากและผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่แตกต่างกัน ทำให้การที่บริษัททำการวนรถไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายอาจไม่คุ้มค่าในการดำเนินการ การตัดสินใจที่ผิดพลาดแทนที่จะลดต้นทุนลงแต่อาจกลายเป็นการเพิ่มต้นทุนให้กับ

บริษัทก็เป็นได้ ดังนั้น การเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเองจึงถือว่าเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก

หลังจากทำการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมแล้ว บริษัทจะต้องเตรียมจัดหารถขนส่งเพื่อใช้ในการไปรับวัตถุดิบมายังโรงงานผลิตซึ่งกระบวนการตัดสินใจเลือกจำนวนรถที่เหมาะสมนั้นเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างมาก เนื่องจากในการจัดหารถขนส่งบริษัทจะต้องทำสัญญาในการเช่ารถขนส่งแบบรายปี หากบริษัทจัดเตรียมรถไม่เหมาะสมย่อมส่งผลกระทบต่อต้นทุนของบริษัทโดยตรง และหากบริษัทตัดสินใจผิดพลาดก็จะทำให้บริษัทต้องไปจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มในแต่ละวัน ซึ่งต้นทุนการจ้างรถภายนอกเพิ่มมีมูลค่าสูงมากเมื่อเทียบกับการที่บริษัทใช้รถที่เช่าเป็นรายปีไว้ แต่หากบริษัททำการเช่ารถแบบรายปีไว้มากเกินความต้องการใช้งานก็จะส่งผลให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้นโดยที่ไม่จำเป็น นอกจากนี้ความยากของการตัดสินใจยังอยู่ที่ความต้องการสินค้าที่มีความแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาซึ่งผู้ตัดสินใจจะต้องเลือกจำนวนรถที่จะทำให้โดยรวมตลอดทั้งปีแล้วมีต้นทุนต่ำสุด ดังนั้น กระบวนการตัดสินใจเลือกจำนวนรถที่เหมาะสมในรายปีจึงต้องการการตัดสินใจอย่างละเอียดรอบคอบ

หลังจากที่ทำการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถที่บริษัทจะต้องจัดเตรียมแล้วกระบวนการต่อมาที่มาความสำคัญเช่นกัน นั่นคือ กระบวนการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งรายวันเพื่อให้เกิดการประหยัดต้นทุนในการขนส่งซึ่งต้นทุนที่จะเกิดในส่วนนี้ คือ ต้นทุนค่าน้ำมันซึ่งขึ้นอยู่กับระยะทางในการขนส่งและต้นทุนในการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มในแต่ละวันก็เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการวางแผนที่ดี เพราะไม่เช่นนั้นแล้วก็จะทำให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการสูงได้ถึงแม้ว่าจะมีการวางแผนที่ดีในกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้ามาในระบบมิลค์รันและกระบวนการตัดสินใจเลือกจำนวนรถที่เหมาะสมแล้ว แต่กระบวนการก่อนหน้าทั้ง 2 กระบวนการก็เป็นการวางแผนแบบประมาณการรายปีซึ่งก็ต้องอาศัยการวางแผนดำเนินงานในระดับรายวันที่ดีเพื่อส่งเสริมให้ต้นทุนในการดำเนินการจริงต่ำและใกล้เคียงกับต้นทุนที่ประเมินไว้ในรายปี

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ กระบวนการตัดสินใจในระดับรายปี และกระบวนการตัดสินใจในระดับรายวัน กระบวนการตัดสินใจในระดับรายปีประกอบด้วยกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเองและกระบวนการประมาณจำนวนรถขนส่งที่บริษัทจะต้องจัดหาในปีนั้นๆ และในส่วนของกระบวนการตัดสินใจในระดับรายวันจะเป็นกระบวนการในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งรายวัน ซึ่งภาพรวมของระบบที่งานวิจัยนี้ศึกษาเป็นไปดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบที่ศึกษา

จากรูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของระบบในส่วนต่างๆ ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังที่กล่าวไปแล้ว

<u>ส่วนที่ 1</u>

กระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อทำการไปรับวัตถุดิบเอง และกระบวนการประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องใช้เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมรายปีในการดำเนินการต่ำ งานในส่วนนี้เป็นการวางแผนในระดับรายปี โดยใช้ข้อมูลแผนความต้องการสินค้ารายปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ข้อมูลความต้องการสินค้าในอดีต และข้อมูลสินค้าเพื่อประมาณการ และประกอบการตัดสินใจ โดยในส่วนนี้มีเป้าหมายคือให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินการต่ำ และจากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการที่บริษัททำการขนส่งเองจะกระทบต่อต้นทุนต่างๆ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการเป้าหมายของการดำเนินการได้ดังนี้

สมการเป้าหมายสำหรับกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อทำการไปรับวัตถุดิบเองและกระบวนการประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหา คือ ทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุน

1) ต้นทุนราคาสินค้า ซึ่งต้นทุนราคาสินค้าที่พิจารณาแบ่งออกเป็น

- ราคาสินค้าเก่า คือ ต้นทุนราคาสินค้าที่ผู้จัดหาวัตถุดิบเสนอให้บริษัทกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งวัตถุดิบมาให้ยังโรงงานผลิต
- ราคาสินค้าใหม่ คือ ต้นทุนราคาสินค้าที่ผู้จัดหาวัตถุดิบเสนอให้บริษัทกรณีที่บริษัททำการวนรถไปรับวัตถุดิบเพื่อการผลิตเข้ามายังโรงงานผลิตด้วยตนเอง ซึ่งจะมีราคาต่ำกว่าราคาสินค้ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงานผลิต

2) ต้นทุนการเก็บสินค้า เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากการที่บริษัทเก็บสินค้าไว้ในคลังสินค้าของบริษัทเพื่อรอการเบิกออกมาผลิต ซึ่งเป็นต้นทุนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวัน ต้นทุนการเก็บสินค้าในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น

- ต้นทุนการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลรันค์ คือ ต้นทุนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันกรณีที่บริษัททำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง
- ต้นทุนการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบนอกกลุ่มมิลค์รัน คือ ต้นทุนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งวัตถุดิบมาให้ยังโรงงานผลิต

โดยต้นทุนการเก็บสินค้าจะคิดภายใต้สมมติฐานที่ว่า

1. กรณีที่บริษัททำการไปรับวัตถุดิบเข้ามายังโรงงายด้วยตนเอง บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเข้ามายังโรงงานผลิตเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้ในการผลิตสำหรับหนึ่งวันเท่านั้น โดยจะทำการไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายเพียงครั้งเดียวในหนึ่งวัน และจะทำการไปรับวัตถุดิบมาเก็บไว้ที่คลังสินค้าของบริษัทล่วงหน้าหนึ่งวันก่อนการผลิตจริงเพื่อเตรียมวัตถุดิบไว้ให้พร้อมสำหรับการผลิตที่จะเกิดขึ้นในวันถัดไป
2. กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงานผลิต ผู้จัดหาวัตถุดิบจะขนส่งสินค้าเท่ากับจำนวนการสั่งซื้อขั้นต่ำตามเงื่อนไขที่ผู้จัดหาวัตถุดิบกำหนด

ซึ่งการใช้วัตถุดิบเพื่อการผลิตในแต่ละวันในงานวิจัยนี้จะแทนด้วยคำว่า “ล็อต” โดย 1 ล็อต คือ จำนวนวัตถุดิบ i ที่ถูกใช้ในการผลิตโดยเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งจำนวนการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดใน 1 ล็อต คิดมาจากค่าเฉลี่ยของจำนวนวัตถุดิบชนิดนั้นที่ถูกใช้โดยเฉลี่ยต่อวันซึ่งอิงจากข้อมูลประวัติการผลิตในอดีต ซึ่งสินค้า 1 ล็อตมีน้ำหนักคงที่และทราบค่า

3) ต้นทุนการขนส่ง เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นกับกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รันซึ่งประกอบไปด้วย

- ต้นทุนการเช่ารถรายปี เป็นต้นทุนการจ้างรถขนส่งเพื่อเตรียมไว้ใช้ในการขนส่งสินค้าโดยทำสัญญาเช่าเป็นรายปีซึ่งแปรผันตามจำนวนการเช่ารถในปีนั้นๆ

- ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอก ซึ่งการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มจะเป็นการจ้างแบบเป็นวัน เป็นต้นทุนที่แปรผันตามจำนวนการจ้างรถขนส่งเพิ่มในแต่ละวัน โดยต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกมีมูลค่าสูงมากเมื่อเทียบกับการใช้รถขนส่งที่ทางบริษัทเช่าเตรียมไว้
- ต้นทุนค่าน้ำมัน เป็นต้นทุนซึ่งแปรผันไปตามระยะทางการขนส่ง

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากงานส่วนที่ 1 นี้คือ รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะต้องทำการวนรถขนส่งเพื่อไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบเหล่านี้ตลอดทั้งปี และจำนวนรถขนส่งที่บริษัทจะต้องจัดเตรียมทำสัญญาเช่าในรายปีเพื่อใช้ในการขนส่งตลอดทั้งปีที่พิจารณา

<u>ส่วนที่ 2</u>

กระบวนการวางแผนการขนส่งรายวัน เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมจากการขนส่งต่ำในแต่ละวัน ในส่วนนี้จะเป็นการนำคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ผ่านการตัดสินใจจากส่วนที่ 1 มาใช้ นั่นคือ รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทต้องทำการไปรับสินค้าตลอดทั้งปี และจำนวนรถขนส่งที่บริษัทมีซึ่งจำนวนรถขนส่งที่มีจะเป็นเงื่อนไขในการดำเนินงานในส่วนที่ 2 แต่เนื่องจากงานในส่วนนี้เป็นการตัดสินใจในระดับรายวัน ซึ่งจะทำการขนส่งสินค้าตามแผนการผลิตรายวัน ด้วยเหตุว่าการประมาณการในส่วนที่ 1 ที่เป็นการประมาณการล่วงหน้าอาจไม่ตรงกับความต้องการตามแผนการผลิตที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละวัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งรายวันที่ให้ต้นทุนในการดำเนินการในระดับรายวันต่ำ

สมการเป้าหมายของกระบวนการวางแผนจัดเส้นทางรายวัน คือ ทำให้เกิดต้นทุนจากการดำเนินการในแต่ละวันต่ำ ซึ่งประกอบด้วยต้นทุน

1) ต้นทุนค่าน้ำมัน ซึ่งแปรผันตามระยะทางการขนส่งที่เกิดขึ้น
2) ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกในแต่ละวัน ซึ่งแปรผันตามจำนวนการจ้างรถภายนอกเพิ่ม

การจัดเส้นทางขนส่งจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข คือ

1. น้ำหนักรวมของสินค้าที่บรรทุกอยู่ในรถแต่คันต้องไม่เกินความจุสูงสุดของรถขนส่ง
2. เวลาการเดินทางในแต่ละเส้นทางต้องไม่เกินเวลาทำการของบริษัท

เนื่องจากสินค้าที่พิจารณาในงานวิจัยนี้ส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่มีน้ำหนักสูง ปริมาตรไม่มาก ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงจะพิจารณาสินค้าที่ขนส่งในมิติด้านน้ำหนักเท่านั้น ซึ่งน้ำหนักของสินค้าที่ขนส่งในแต่ละครั้งแปรผันตามจำนวนล็อตที่ทำการขนส่ง

ผลลัพธ์ของการตัดสินใจในส่วนนี้คือ แผนการขนส่งในระดับรายวันที่บอกลำดับการขนส่งของรถแต่ละคัน และจำนวนรถขนส่งที่ใช้ในแต่ละวัน

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงลักษณะปัญหาในงานวิจัยที่กำลังศึกษา ซึ่งในงานวิจัยนี้ยังได้มีการเสนอวิธีการหาคำตอบในกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการวนรนไปรับวัตถุดิบเข้ามายังโรงงานผลิตด้วยตนเอง และกระบวนการเลือกจำนวนรถที่บริษัทจะต้องจัดหารายปีดังที่ได้เสนอไปแล้วข้างต้น โดยได้เสนอวิธีการหาคำตอบในการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และประมาณจำนวนรถที่ต้องจัดหารายปีด้วยวิธีการต่างๆ ไว้ 3 วิธี ดังนี้

1) วิธีแจงนับ (Total Enumeration) สำหรับแก้ปัญหาในกรณีที่มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาไม่มาก (ไม่เกิน 10 ราย)
2) ฮิวริสติก (Advance Heuristic Method) ซึ่งเป็นวิธีในการหาคำตอบในกรณีที่บริษัทมีผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาเป็นจำนวนมาก (มากกว่า 10 ราย)
3) วิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic Method) เป็นวิธีอย่างง่ายในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นวิธีที่จะใช้เพื่อเปรียบเทียบกับฮิวริสติกที่ได้พัฒนาขึ้นมา

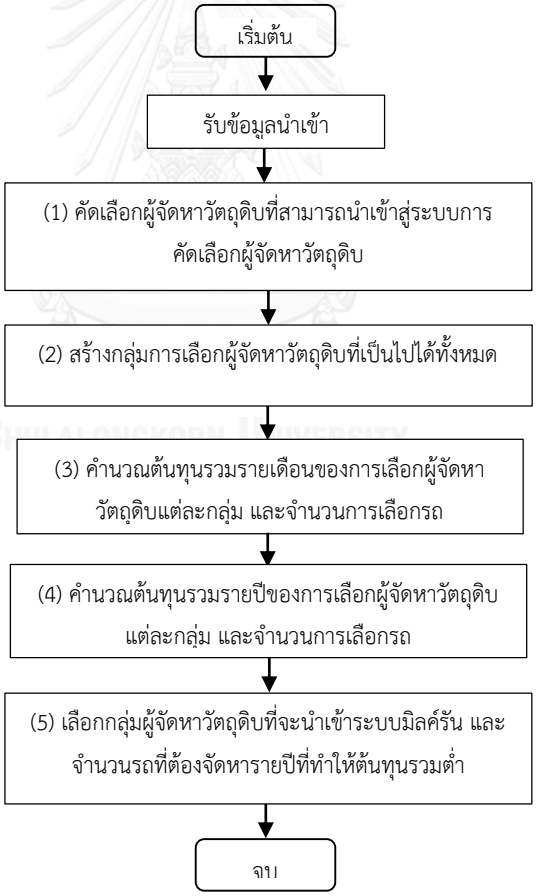
โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะหาแนวทางในการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งของบริษัทและจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมรายปี กระบวนการจัดเส้นทางขนส่งรายวันในงานวิจัยนี้จึงนำวิธีการจัดเส้นทางขนส่งที่มีผู้วิจัยรายอื่นเคยเสนอไว้มาปรับใช้ในงานวิจัยนี้ และการจัดเส้นทางรายวันในส่วนที่ 2 ของงานวิจัยจะถูกนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบแต่ละวิธีการเพื่อวัดผลต้นทุนรวมรายปีที่จะเกิดขึ้น เนื่องจากผลการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถขนส่งที่จัดหารายปีเป็นเพียงการตัดสินใจจากการประมาณเท่านั้น ดังนั้นคำตอบที่ได้จากกระบวนการดังกล่าวจึงยังไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบผลลัพธ์กันโดยตรงได้

ส่วนกระบวนการวางแผนการขนส่งในระดับรายวันจะแสดงหลักการ และแนวคิดของกระบวนการวางแผนการขนส่งในลำดับถัดไป

3.2 การวางแผนตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และประมาณจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมในระดับรายปี

3.2.1 หลักการและแนวคิดของกระบวนการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ (Total Enumeration)

วิธีแจงนับเป็นวิธีการหาคำตอบที่จะพิจารณาทุกกรณีของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และจำนวนรถที่เป็นไปได้ แล้วจึงทำการเลือกกลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบ และจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีที่จะทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีของการดำเนินการต่ำสุดภายใต้สมมติฐานของการดำเนินงาน และคำนวณต้นทุนที่เสนอในงานวิจัยนี้ การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และประมาณจำนวนรถด้วยวิธีแจงนับมีจุดประสงค์เพื่อเกิดต้นทุนการดำเนินการรวมรายปีต่ำสุด ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนราคาสินค้า ต้นทุนการเก็บสินค้า และต้นทุนการขนส่ง โดยที่ต้นทุนการขนส่งจะประกอบด้วยต้นทุนการเช่ารถรายปี ต้นทุนการจ้างรถภายนอกเพิ่ม และต้นทุนค่าน้ำมัน ภาพรวมของกระบวนการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพรวมกระบวนการหาคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีแจงนับ

จากภาพรวมของกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าระบบมิลค์รัน และประมาณจำนวนรถที่ต้องจัดเตรียมด้วยวิธีแจงนับ จะเห็นว่าประกอบด้วยกระบวนการหลัก 5 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่สามารถนำเข้าสู่ระบบการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ กระบวนการสร้างกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นไปได้ทั้งหมด กระบวนการคำนวณต้นทุนรายเดือนของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละกลุ่มและจำนวนการเลือกรถ กระบวนการคำนวณต้นทุนรวมรายปีของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละกลุ่มและจำนวนการเลือกรถที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำสุด และกระบวนการเลือกกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะนำเข้าระบบมิลค์รัน และจำนวนรถที่ต้องจัดหารายปีที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำสุด ซึ่งรายละเอียดของหลักการและแนวคิดของ 5 กระบวนการของวิธีแจงนับมีดังนี้

1) หลักการและแนวคิดของกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่สามารถนำเข้าสู่ระบบการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ

กระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่สามารถนำเข้าสู่ระบบการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ เป็นกระบวนการที่พิจารณาเพื่อคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีคุณลักษณะไม่เหมาะสมต่อการทำการขนส่งแบบมิลค์รันออกไปจากระบบ เนื่องจากการที่เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีคุณลักษณะไม่เหมาะสมกับการขนส่งแบบมิลค์รันเข้ามาในระบบจะทำให้บริษัทอาจมีต้นทุนในการดำเนินการสูงขึ้นซึ่งขัดกับเป้าหมายของการตัดสินใจ โดยกระบวนการนี้จะทำการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับการขนส่งแบบมิลค์รันมีเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาดังนี้

1. ลักษณะวัตถุดิบที่จัดหาเป็นวัตถุดิบทางอ้อม โดยวัตถุดิบมีลักษณะเป็นวัตถุดิบที่สนับสนุนการผลิตมีมูลค่าน้อย บริษัทมีความต้องการวัตถุดิบนั้นไม่มากหรือไม่สม่ำเสมอ
2. วัตถุดิบมีลักษณะเป็นสินค้าที่แตกหักเสียหายง่าย

เนื่องจากลักษณะที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กล่าวจะทำให้ต้นทุนการดำเนินการของบริษัทสูงขึ้น เพราะหากวัตถุดิบที่ขนส่งเป็นวัตถุดิบทางอ้อม ซึ่งเป็นสินค้าที่ไม่ค่อยได้ทำการขนส่งบ่อยหรือมีปริมาณน้อยมากในการขนส่งแต่ละครั้ง การที่บริษัทเตรียมรถขนส่งเพื่อไปรับสินค้าในกลุ่มนี้จะทำให้เกิดความไม่คุ้มค่าได้ และกรณีที่วัตถุดิบที่ขนส่งเป็นสินค้าที่แตกหักเสียหายง่ายทำให้บริษัทต้องใช้ความระมัดระวังในการขนส่งสูง หรือบางครั้งอาจจะต้องลงทุนเพิ่มระบบป้องกันในการขนส่งเพื่อให้สินค้าที่ขนส่งอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ หรือหากบริษัทไม่เพิ่มระบบป้องกันในการขนส่งก็อาจทำให้สินค้าเกิดความเสียหายจากการขนส่งได้ ซึ่งจากกระบวนการนี้ผลลัพธ์ที่ได้ คือ รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะนำเข้าสู่ระบบการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบต่อไป

2) หลักการและแนวคิดของกระบวนการสร้างกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของวิธีแจงนับ

จากที่กล่าวไปแล้วข้างต้นว่าขั้นตอนวิธีการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับนั้นเป็นวิธีการที่พิจารณาทุกกรณีของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถที่ต้องจัดเตรียม โดยในขั้นตอนนี้หลังจากที่รับข้อมูลนำเข้าของระบบซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลแผนความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในรายเดือนตลอดทั้งปี ข้อมูลความจุรถขนส่ง ข้อมูลสินค้า และผู้จัดหาวัตถุดิบ รวมถึงข้อมูลความน่าจะเป็นที่จะเกิดความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย และลักษณะของสินค้า รายละเอียดของข้อมูลนำเข้าระบบจะกล่าวถึงในบทที่ 4 หลังจากรับข้อมูลนำเข้าของระบบเรียบร้อยแล้วระบบก็จะทำกรองผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายที่มีลักษณะไม่เหมาะสมกับการขนส่งแบบมิลค์รัน ความเหมาะสมของผู้จัดหาวัตถุดิบที่นำมาพิจารณาในขั้นตอนนี้ คือ ถ้าผู้จัดหาวัตถุดิบจัดหาวัตถุดิบที่เป็นวัตถุดิบทางอ้อม หรือวัตถุดิบมีลักษณะที่แตกหักเสียหายง่าย ผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มเหล่านี้จะถูกตัดออกจากระบบการพิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และประมาณจำนวนรถขนส่ง เพราะถ้าบริษัทเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมต่อลักษณะการขนส่งแบบมิลค์รันเข้ามาในระบบแทนที่จะช่วยลดต้นทุนลงอาจทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มสูงขึ้น สำหรับผู้จัดหาวัตถุดิบที่ผ่านเกณฑ์พิจารณาข้างต้นจะถูกนำมาพิจารณาเพื่อสร้างกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นไปได้ ซึ่งจำนวนกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่เป็นไปได้จะมีค่าเท่ากับ 2^n เมื่อ n คือจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบ

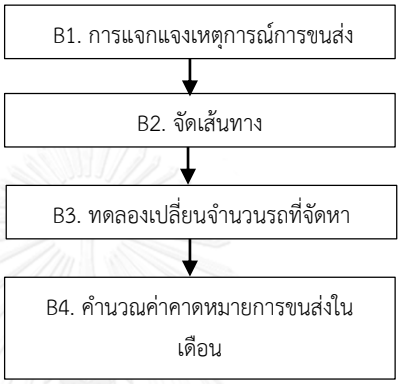
3) หลักการและแนวคิดของกระบวนการคำนวณต้นทุนรวมรายเดือนของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละกลุ่มและจำนวนการเลือกรถของวิธีแจงนับ

หลังจากที่สร้างกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่เป็นไปได้แล้ว ในกระบวนการนี้จะทำการคำนวณต้นทุนรายเดือนที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มนั้นๆ ซึ่งต้นทุนรายเดือนที่พิจารณาประกอบไปด้วย

- ต้นทุนราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รัน และนอกกลุ่มมิลค์รัน
- ต้นทุนการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รัน และนอกกลุ่มมิลค์รัน
- ต้นทุนการขนส่งซึ่งจะเกิดขึ้นกับกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รัน ซึ่งต้นทุนการขนส่งที่พิจารณาในรายเดือนประกอบด้วย ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอก และต้นทุนค่าน้ำมัน

การคำนวณต้นทุนของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละกลุ่มที่พิจารณาทีละเดือน เนื่องจากในแต่ละเดือนบริษัทมีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายแตกต่างกันซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการขนส่งที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องทำการพิจารณาต้นทุนเป็นรายเดือนก่อน ในกระบวนการนี้การคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าจะเป็นการคิดต้นทุนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันแล้วหาผลรวม

เป็นรายเดือน ซึ่งต้นทุนการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รัน และนอกกลุ่มมิลค์รันมีวิธีการคำนวณที่ต่างกัน การคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าและต้นทุนราคาสินค้าเป็นไปตามหลักการที่กล่าวไปแล้วข้างต้นในหัวข้อ 3.1 ส่วนต้นทุนการขนส่งจะพิจารณาได้เนื่องจากในขั้นตอนนี้จะทำการทดลองจัดเส้นทางการขนส่ง และทดลองเลือกจำนวนรถเพื่อหาค่าคาดหมายของต้นทุนการขนส่งจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มนั้นๆ ด้วยจำนวนการเลือกรถต่างๆ ขั้นตอนการหาค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่งเป็นดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการหาค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่ง

ขั้นตอนการหาค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่ง (ต้นทุนค่าน้ำมัน และต้นทุนการจ้างรถภายนอก)

B1. การแจกแจงโอกาสการขนส่งที่จะเกิดขึ้นในแต่ละวันจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มนั้นๆ

เป็นขั้นตอนในการแจกแจงกรณีการขนส่งที่เป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในแต่ละวัน แสดงตัวอย่างการแจกแจงกรณีการขนส่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นในแต่ละวัน ดังตารางที่ 3.2

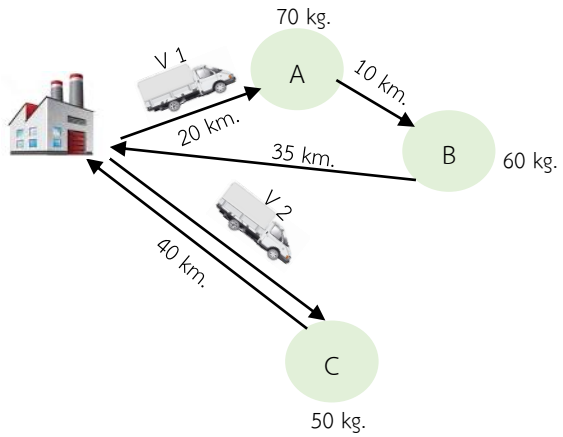
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการแจกแจงกรณีการขนส่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในแต่ละวันของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ 1 เข้าสู่ระบบมิลค์รัน

สมาชิกในกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ 1	กรณีการขนส่งที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในแต่ละวัน
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, ผู้จัดหาวัตถุดิบ B, ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, C
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B, C
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C
	ไม่มีความต้องการสินค้าจากทั้ง A, B, C

จากตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการแจกแจงกรณีการขนส่งที่เกิดขึ้นในแต่ละวันของกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ 1 โดยมีสมาชิกในกลุ่ม คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ A B และ C กรณีการขนส่งมีได้ตั้งแต่ในหนึ่งวันเกิดความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A รายเดียว ไปจนถึงในหนึ่งมีความต้องการสินค้าจากทั้งผู้จัดหาวัตถุดิบ A B และ C หรืออาจจะไม่มีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบทั้ง 3 รายดังกล่าว

B2. การจัดเส้นทาง

เป็นการทดลองหยอดสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่กำลังพิจารณาลงรถ โดยจะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ใกล้กับจุดปัจจุบันของรถขนส่งมากสุดลงรถ และผู้จัดหาวัตถุดิบที่นำมาจัดลงรถต้องไม่ก่อให้เกิดการฝ่าฝืนเงื่อนไขด้านความจุของรถขนส่ง ซึ่งการหยอดสินค้าลงรถจะหยอดจนกว่ารถจะเต็มคัน หรือไม่มีผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดสามารถหยอดลงรถคันนั้นได้อีกจึงจะหยุดจัด โดยในการจัดระบบทราบน้ำหนักของสินค้าที่ต้องขนส่งซึ่งเป็นน้ำหนักโดยเฉลี่ยจากวิธีการดังกล่าวทำให้ในขั้นตอนนี้สามารถทราบได้ว่าในแต่ละกรณีการขนส่งที่อาจจะเกิดขึ้นต้องการใช้รถขนส่งกี่คัน รวมถึงมีระยะทางการขนส่งเท่าไรโดยสามารถแปลงเป็นต้นทุนค่าน้ำมันได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้มีสมมติฐานว่ารถขนส่งแต่ละคันมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดเส้นทาง

จากรูปที่ 3.4 ตัวอย่างการจัดเส้นทาง จากรูปเป็นตัวอย่างกรณีที่กลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบมีสมาชิก 3 ราย 3 คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ A B และ C โดยเป็นกรณีที่บริษัทเกิดความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบทั้ง 3 รายพร้อมกัน ผู้จัดหาวัตถุดิบ A B และ C มีน้ำหนัก สินค้าที่ต้องขนโดยเฉลี่ยต่อครั้งเท่ากับ 70 60 และ 50 กิโลกรัมตามลำดับ และความจุของรถขนส่งเท่ากับ 160 กิโลกรัม จากรูป A อยู่ใกล้กับโรงงานมากที่สุดดังนั้นจะเดินทางไปรับสินค้าที่ A ก่อน และจุดที่ใกล้กับ A มากที่สุดคือ B ซึ่งเมื่อรถบรรทุกสินค้า V1 มาถึง B บนรถจะบรรทุกสินค้าหนัก 130 กิโลกรัม จุดต่อมาที่ใกล้กับ B คือ C แต่เนื่องจากถ้ารถขนส่งวิ่งไปรับสินค้าที่ C น้ำหนักบรรทุกจะเท่ากับ 180 กิโลกรัม ซึ่งผิดเงื่อนไขของการขนส่งเพราะรถบรรทุกสินค้าได้ไม่เกิน 160 กิโลกรัม ดังนั้น รถ V1 จึงวนกลับโรงงานเนื่องจากไม่มีผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดสามารถจัดลงรถ V1 ได้อีก ดังนั้นโรงงานต้องเปิดรถ V2 เพื่อไปรับสินค้าที่ C ซึ่งจากเหตุการณ์การขนส่งกรณีนี้จะต้องใช้รถขนส่ง 2 คัน และในกรณีนี้มีระยะทางการขนส่งของรถ V1 เท่ากับ 65 กิโลเมตร รถ V2 เท่ากับ 80 กิโลเมตร ดังนั้นระยะทางรวมของการขนส่งของเหตุการณ์การขนส่งนี้เท่ากับ 145 กิโลเมตร

B3. การทดลองเปลี่ยนจำนวนรถที่เลือกจัดหา

จากขั้นตอนการจัดเส้นทางที่สามารถทราบว่าในแต่ละเหตุการณ์การขนส่งจะต้องใช้รถขนส่งกี่คัน ในขั้นตอนนี้จะทำการทดลองเลือกจำนวนรถขนส่ง ซึ่งจำนวนรถขนส่งที่นำมาทดลองเลือกจะเป็นไปได้ตั้งแต่ 0 คันจนถึง n คัน โดย n เท่ากับจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่พิจารณา ในการทดลองเลือกจำนวนรถที่จัดเตรียมจะสามารถทราบได้ว่าเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์จะเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มหรือมีรถเหลือกี่คัน

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางการทดลองเลือกจำนวนรถ

กลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ	เหตุการณ์การขนส่ง	จำนวนรถที่ต้องใช้	จำนวนรถที่ทดลองเลือก				
			0	1	2	3	4
A, B, C	A	1	-1	0	1	2	3
	B	1	-1	0	1	2	3
	C	1	-1	0	1	2	3
	A, B	1	-1	0	1	2	3
	A, C	1	-1	0	1	2	3
	B, C	1	-1	0	1	2	3
	A, B, C	2	-2	-1	0	1	2
	-	0	0	1	2	3	4

จากตารางที่ 3.2 เป็นกรณีที่บริษัทมีผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาทั้งหมด 4 ราย ประกอบด้วยผู้จัดหาวัตถุดิบ A B C และ D โดยในตารางนี้เป็นการพิจารณากลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก A B และ C เข้าสู่ระบบมิลค์รัน ซึ่งมีเหตุการณ์การขนส่งที่เป็นไปได้และจำนวนรถที่ใช้แสดงในตารางที่ 3.2 จากตัวอย่างนี้มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งระบบเท่ากับ 4 ราย ดังนั้น จำนวนรถที่ทำการทดลองเลือกจะเริ่มตั้งแต่ 0 คันจนถึง 4 คัน จากเหตุการณ์การขนส่ง A เมื่อทดลองเลือกรถ 0 คัน แต่ในความเป็นจริงมีความต้องการใช้รถ 1 คัน ดังนั้นในกรณีนี้จะเกิดการจ้างรถภายนอกเพิ่ม 1 คัน ซึ่งแสดงค่าในตารางเป็น -1 เป็นต้น

B4. การคำนวณค่าคาดหมายการขนส่งของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มนั้นๆ ด้วยจำนวนรถที่เลือก v คัน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่งของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มนั้นๆ ด้วยจำนวนรถ V คัน ของเดือน j ที่พิจารณา ซึ่งต้นทุนการขนส่งรายเดือนจะพิจารณาเฉพาะต้นทุนค่าน้ำมัน และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเท่านั้น

4) หลักการและแนวคิดของกระบวนการคำนวณต้นทุนรวมรายปีของการ เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละกลุ่มและจำนวนการเลือกรถของวิธีแจงนับ

ขั้นตอนนี้จะเป็นการคำนวณต้นทุนรวมรายปีของกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละกลุ่มด้วยจำนวนการเลือกรถ V คัน ซึ่งขั้นตอนนี้จะรวมต้นทุนรวมรายเดือนของแต่ละกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ ด้วยจำนวนรถ V คัน แต่จะพิจารณาต้นทุนการเช่ารถรายปีเพิ่มเข้ามาด้วย

5) หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะนำเข้าระบบมิลค์รัน และจำนวนรถที่ต้องจัดหารายปีของวิธีแจงนับ

หลังจากที่พิจารณาต้นทุนรวมรายปีของกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และจำนวนการเลือกรถ V คัน ซึ่งมีคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดเท่ากับ $2^n \times (n+1)$ เมื่อ n คือ จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่พิจารณาในระบบ โดยขั้นตอนนี้จะเลือกกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ ด้วยจำนวนรถ V คันที่มีต้นทุนรวมรายปีต่ำสุดซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจที่ตั้งไว้

3.2.2 หลักการและแนวคิดของกระบวนการหาคำตอบด้วยฮิวริสติก (Heuristic Method)

ฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมาเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดจำนวนกลุ่มคำตอบของเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถที่ต้องพิจารณาลงจากวิธีแจงนับ (Total Enumeration) ซึ่งช่วยให้การหาคำตอบในปัญหาขนาดใหญ่ (ปัญหาที่มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบมากกว่า 10 ราย) สามารถทำได้เร็วขึ้น ถึงแม้ว่าคำตอบที่ได้จากวิธีการของฮิวริสติกเป็นคำตอบที่ดีสามารถยอมรับได้แต่ก็ไม่สามารถรับรองได้ว่าจะเป็นคำตอบที่ดีสุด ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการของฮิวริสติกเป็นเหมือนทางลัดในการหาคำตอบซึ่งจะไม่ได้พิจารณาทุกกรณีของการเลือกกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบรวมถึงการเลือกจำนวนรถที่จัดหารายปี อีกทั้งลักษณะของปัญหาการตัดสินใจในงานวิจัยนี้เป็นการประมาณการล่วงหน้าของเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้นซึ่งผลลัพธ์จากการคำนวณที่ได้จากวิธีแจงนับ หรือฮิวริสติกก็ไม่สามารถรับรองได้ว่าต้นทุนรวมรายปีจากการคำนวณจะเท่ากับต้นทุนรวมรายปีที่จะเกิดขึ้นจริง

การตัดสินใจเลือกผู้จัดวัตถุดิบและจำนวนรถขนส่งที่จัดเตรียมรายปีด้วยฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมานี้มีจุดประสงค์ของการตัดสินใจ คือ การทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำสุด ซึ่งวิธีการของฮิวริสติกจะทำการแบ่งการตัดสินใจออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

1) ส่วนของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รัน (ตั้งแต่กระบวนการ H1 จนถึง H3 จากรูปที่ 3.5)

ในส่วนของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันนั่นมีจุดประสงค์ของการตัดสินใจ คือ เพื่อให้ได้กำไรมากที่สุดจากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ ซึ่งกำไรที่กล่าวถึงนี้

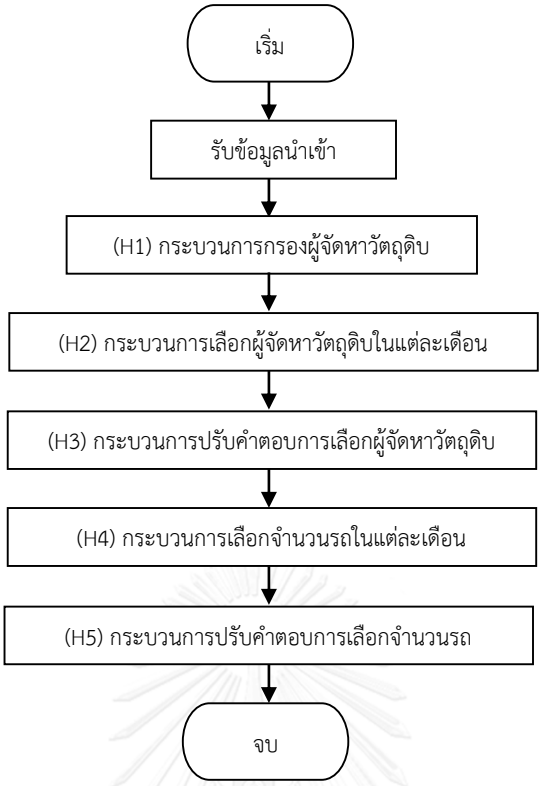
จะได้มาจากส่วนลดราคาสินค้าที่จะได้จากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบหลังหักต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปี การที่ฮิวริสติกพิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันจากต้นทุนราคาสินค้า และต้นทุนการเช่ารถ เนื่องจากว่าต้นทุนดังกล่าวเป็นต้นทุนที่มีสัดส่วนสูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุนการเก็บสินค้า และต้นทุนค่าน้ำมันซึ่งเป็นต้นทุนที่ระบบพิจารณา

2) ส่วนของการเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี (ตั้งแต่กระบวนการ H4 จนถึง H5 จากรูปที่ 3.5)

ส่วนของการเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการของฮิสริสติกมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมรายปีของการขนส่งต่ำสุด โดยต้นทุนการขนส่งที่กล่าวถึงในส่วนนี้จะพิจารณามาจากต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปี และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอก จากที่กล่าวไปแล้วว่าระบบที่กำลังศึกษามีโครงสร้างของต้นทุนหลักๆ อยู่ที่ต้นทุนราคาสินค้า และต้นทุนการเช่ารถ ซึ่งในกระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่ง ระบบจะพิจารณาเลือกจำนวนรถซึ่งจำนวนรถที่เลือกส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการเช่ารถ โดยหากมีการตัดสินใจเลือกจำนวนรถมากเกินไปก็จะทำให้ต้นทุนการเช่ารถรายปี และหากเลือกจำนวนการเช่ารถรายปีน้อยเกินไปก็จะทำให้ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูง ดังนั้น ระบบจะมีการพิจารณาเพื่อเลือกจำนวนการเช่ารถรายปีที่เหมาะโดยทำให้เกิดต้นทุนการเช่ารถทั้ง 2 ประเภทต่ำสุด

ภาพรวมกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการของฮิว ริสติกแสดงดังรูปที่ 3.5 ซึ่งประกอบด้วย

1) กระบวนการกรองผู้จัดหาวัตถุดิบ
2) กระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเดือน
3) กระบวนการปรับคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ
4) กระบวนการเลือกจำนวนรถในแต่ละเดือน
5) กระบวนการปรับคำตอบการเลือกจำนวนรถ



รูปที่ 3.5 ภาพรวมกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการของฮิวริสติก

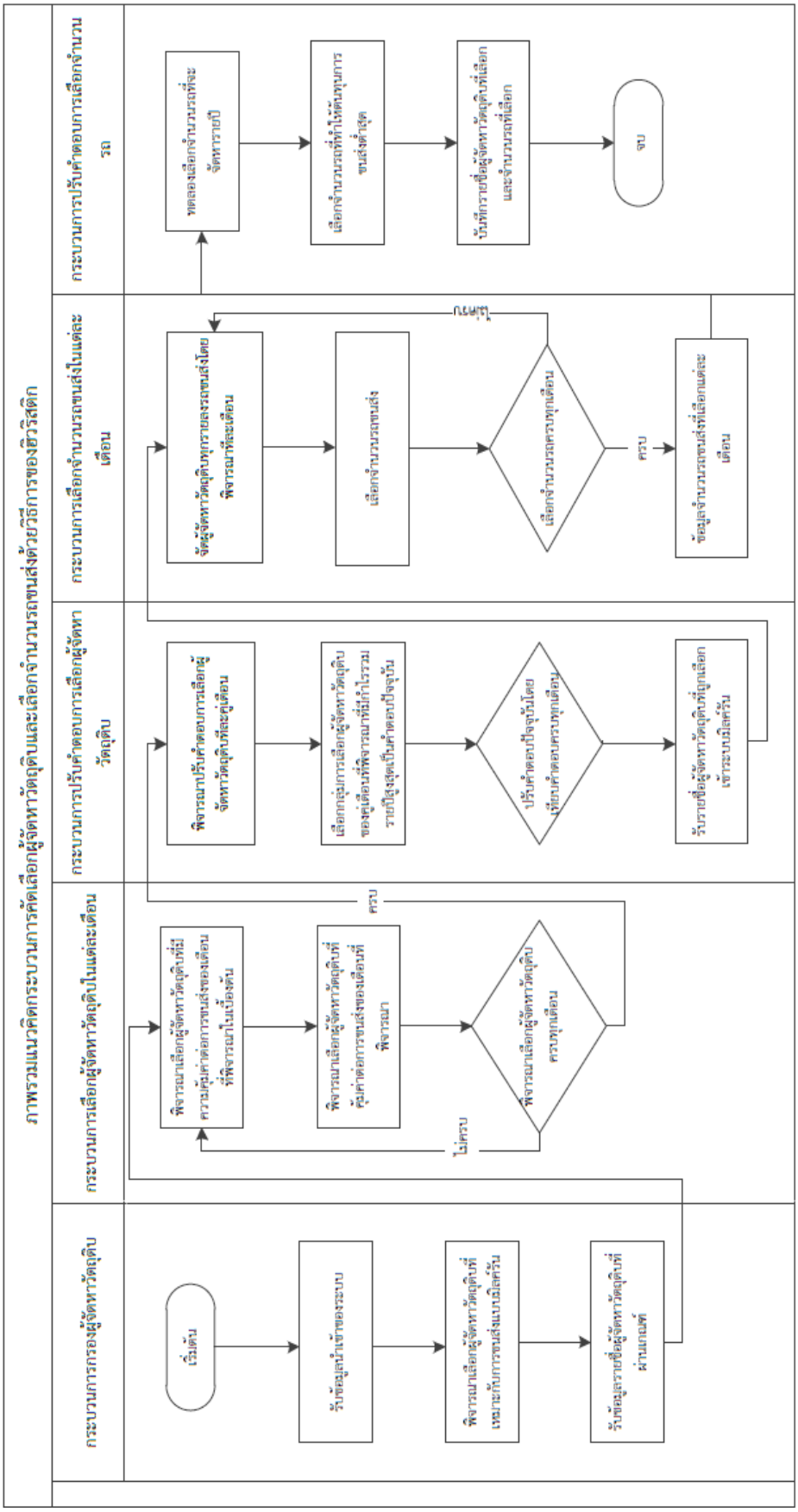
โดยระบบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีจะเริ่มต้นตั้งแต่การรับข้อมูลนำเข้าซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติก ข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นต้องใช้ประกอบด้วย

1) ข้อมูลความต้องการวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายเป็นรายเดือนตลอดทั้ง 12 เดือน
2) ข้อมูลสินค้า ได้แก่ น้ำหนักสินค้าในการขนส่งต่อล็อต ราคาสินค้าเก่าต่อล็อต ราคาสินค้าใหม่ต่อล็อต
3) ข้อมูลรถขนส่ง ประกอบด้วย ค่าเช่ารถขนส่งต่อคันต่อปี ค่าจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันต่อวัน และความจุของรถขนส่งต่อคัน
4) ข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์ และข้อมูลวันทำงานในแต่ละเดือน

หลังจากระบบรับข้อมูลนำเข้าแล้วกระบวนการต่อมา คือ กระบวนการกรองผู้จัดหาวัตถุดิบ ซึ่งจะคัดกรองผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่เหมาะสมกับการทำการขนส่งแบบมิลค์รันออกจากระบบการพิจารณาคัดเลือกผู้จัดวัตถุดิบ ส่วนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาในขั้นต้นแล้วจะถูกนำเข้า

สู่กระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเดือนเพื่อสร้างกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมในแต่ละเดือน เนื่องจากความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน ดังนั้น จึงทำการพิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมที่จะนำเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันโดยพิจารณาแยกในแต่ละเดือน แต่เนื่องจากกระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเดือนทำให้ระบบมีกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการขนส่งแบบมิลค์รันเฉพาะของเดือนนั้นๆ แต่การตกลงทำการขนส่งแบบมิลค์รันจะต้องตกลงเป็นแบบรายปี คือ ถ้าเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันแล้วตลอดทั้งปีที่ตกลงกันก็จะต้องทำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นๆ ตลอดทั้งปี ซึ่งจากกระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเดือนจะให้คำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมของแต่ละเดือนซึ่งคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบอาจแตกต่างกัน ดังนั้น ระบบจึงจำเป็นต้องสร้างกระบวนการในการปรับคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบจากกระบวนการก่อนหน้าให้มีความเหมาะสมกับการดำเนินการตลอดทั้งปี

หลังจากผ่านกระบวนการปรับคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแล้วระบบจะให้คำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ นั่นคือ รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทเลือกที่จะทำการไปรับสินค้า รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบเหล่านี้จะถูกนำไปพิจารณาเพื่อเลือกจำนวนการเตรียมรถขนส่งที่ใช้ต่อไป โดยกระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการของฮิวริสติกจะพิจารณาเลือกจำนวนรถขนส่งที่เหมาะสมในแต่ละเดือนก่อน แล้วจึงทำการปรับคำตอบของการเลือกจำนวนรถให้เหมาะสมตลอดทั้งปี เนื่องจากความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในแต่ละเดือนแตกต่างกันซึ่งส่งผลกระทบต่อความถี่ และน้ำหนักรวมในการบรรทุกในแต่ละเดือนแตกต่างโดยปัจจัยเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการขนส่ง ดังนั้น จึงต้องพิจารณาเลือกจำนวนรถไปทีละเดือน แต่การเลือกจำนวนรถก็คล้ายกับการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ คือ การเลือกจำนวนรถที่บริษัทจะทำจัดหาจะมีการทำสัญญาเช่ารายปี แต่ด้วยวิธีการเลือกจำนวนรถของฮิวริสติกจะทำให้อาจมีจำนวนรถที่เหมาะสมในแต่ละเดือนแตกต่างกัน ดังนั้น ระบบจึงต้องมีการปรับคำตอบการเลือกจำนวนรถที่ต้องจัดหารายปีที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าในรายปีมากที่สุด แผนภาพการไหลของภาพรวมของแนวคิดกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการของฮิวริสติกแสดงดังรูปที่ 3.6 หลักการและเหตุผลของกระบวนการต่างๆ ของฮิวริสติกจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป



รูปที่ 3.6 แผนภาพการไหลของภาพรวมของแนวคิดกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีการของฮิวริสติก

1) หลักการและแนวคิดของกระบวนการกรองผู้จัดหาวัตถุดิบของวิธีการฮิวริสติก

กระบวนการกรองผู้จัดหาวัตถุดิบ เป็นกระบวนการที่พิจารณาเพื่อคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีคุณลักษณะไม่เหมาะสมต่อการทำการขนส่งแบบมิลค์รันออกไปจากระบบการพิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยหลักการและแนวคิดของกระบวนการกรองผู้จัดหาวัตถุดิบสามารถอ่านได้จากหัวข้อ 3.2.1 ข้อ 1)

2) หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเดือน

กระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเดือน เป็นกระบวนการในการที่คัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีความคุ้มค่าในการที่จะไปรับสินค้า ที่พิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบทีละเดือน เพราะความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายแตกต่างกันทำให้ผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายอาจคุ้มค่าในการไปรับสินค้าในบางเดือน และในบางเดือนอาจจะไม่คุ้มค่าที่จะไปรับ

กระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบจะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีความคุ้มค่าในการไปรับสินค้าในเบื้องต้นก่อน แล้วจึงนำรายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่ผ่านเกณฑ์การเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในเบื้องต้นเข้าสู่ขั้นตอนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ เกณฑ์ที่นำมาพิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในเบื้องต้น คือ รายได้ต่อวันที่ได้จากการไปรับสินค้าต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขนส่งสินค้า โดยที่ค่าขนส่งสินค้าจะพิจารณาจากน้ำหนักในการขนส่งแต่ละครั้ง ต้นทุนในการขนส่งต่อกิโลกรัมจะพิจารณาภายใต้การขนส่งเต็มความจุของรถ (100 % utilization) รายได้ต่อวันที่นำมาพิจารณาเป็นรายได้จากส่วนลดราคาสินค้าตลอดทั้งเดือนที่หารเฉลี่ยต่อวัน พิจารณาเป็นรายได้ต่อวันเนื่องจากหากบริษัทต้องไปขนส่งสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดแล้วถึงแม้จะไม่ได้ทำการขนส่งสินค้าทุกวันแต่บริษัทก็ต้องเช่ารถมาทิ้งไว้ ดังนั้น การพิจารณาเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในเบื้องต้นนี้จึงมองต้นทุนเป็นระดับรายวัน

หลังจากคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีความคุ้มค่าต่อการขนส่งในเบื้องต้นแล้ว ต่อมาระบบจะทำการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบของแต่ละเดือน โดยทำการทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งแล้วพิจารณาว่า ผลรวมของรายได้ที่ได้จากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในรถแต่ละคันมีค่ามากว่าหรือเท่ากับต้นทุนค่าขนส่งต่อวันหรือไม่ ต้นทุนค่าขนส่งที่พิจารณา คือ ต้นทุนการเช่ารถต่อวัน ซึ่งต้นทุนการเช่ารถต่อวันคิดมาจากค่าเช่ารถรายปีหารเฉลี่ยเป็นต้นทุนการเช่ารถต่อวัน

การจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งจะพิจารณาโดยการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรต่อวันที่ได้จากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบสูงสุดลงรถขนส่งก่อน จากนั้นก็เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายถัดมาที่กำไรต่อวันสูงรองลงมาลงรถไปเรื่อยๆ จนรถเต็มคัน แต่หากผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรสูงรายถัดมามีน้ำหนักที่ไม่สามารถบรรทุกลงรถได้เนื่องจากจะทำให้เกินความจุรถ ระบบจะเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรสูงสุดรายถัดไป โดยระบบจะพยายามจัดรถให้เต็มคันจนกว่าจะไม่สามารถจัดผู้จัดหาวัตถุดิบราย

ใดลงรถคันที่พิจารณาได้อีก ระบบจึงจะทำการพิจารณาผลรวมของรายได้ต่อวันของผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันนั้นๆ เทียบกับต้นทุนการเช่ารถต่อวันดังที่กล่าวไปแล้ว ซึ่งผลลัพธ์ของการพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ

1. ผลรวมของรายได้ของรถคันที่พิจารณามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับต้นทุนการเช่ารถต่อวัน แสดงว่าผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันดังกล่าวมีความคุ้มค่าที่จะทำการไปรับสินค้า กรณีนี้ระบบจะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถคันถัดไป
2. ผลรวมของรายได้ของรถคันที่พิจารณามีค่าน้อยกว่าต้นทุนการเช่ารถต่อวัน แสดงว่าการที่จะไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในรถนั้นๆ ไม่คุ้มค่า ในกรณีนี้ระบบจะหยุดจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถทันที เนื่องจากว่าในการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งระบบเลือกจากผู้จัดหาวัตถุดิบที่กำไรต่อวันสูงสุดลงรถแล้ว ดังนั้น หากพบว่ารถคันใดมีผู้จัดหาวัตถุดิบที่จัดลงไปในรถแล้วไม่คุ้มค่าต่อการไปรับสินค้า ผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่ยังไม่พิจารณาซึ่งมีกำไรต่อวันน้อยกว่าย่อมไม่คุ้มค่าต่อการไปรับเช่นกัน

กำไรต่อวันของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย หมายถึง รายได้ต่อวันจากการไปรับผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายหักต้นทุนการขนส่งต่อวัน โดยต้นทุนการขนส่งต่อวันพิจารณามาจากน้ำหนักในการขนส่งสินค้านั้นๆ ซึ่งการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถที่พิจารณาจากกำไรต่อวัน เนื่องจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายให้รายได้จากส่วนลดราคาสินค้าในแต่ละเดือนที่แตกต่างกัน บางรายให้รายได้จากส่วนลดราคาสินค้าสูงแต่มีการขนส่งบ่อย เมื่อคำนวณเป็นรายได้ต่อวันแล้วให้รายได้น้อยกว่าผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายที่ให้รายได้จากส่วนลดราคาสินค้าต่อเดือนน้อย หรือแม้กระทั่งผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายให้รายได้ต่อวันสูงแต่มีการใช้พื้นที่บนรถขนส่งสูงซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง เมื่อหักค่าขนส่งแล้วอาจจะพบว่าผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีรายได้ต่อวันน้อยกว่าแต่มีน้ำหนักในการขนส่งน้อยให้รายได้สุทธิสูงกว่าก็เป็นได้ ด้วยเหตุนี้ในการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถจึงพิจารณาเลือกจากกำไรต่อวัน

<u>ขั้นตอนวิธีการโดยสรุป</u>

1) เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีความคุ้มค่าที่จะทำการไปรับสินค้าในเบื้องต้น

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา: เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีรายได้ต่อวันจากการไปรับสินค้า >= ค่าขนส่งสินค้าต่อครั้ง

รายได้ต่อวันเป็นรายได้จากส่วนลดราคาสินค้าถ้าบริษัททำการไปรับสินค้ามายังโรงงานด้วยตนเอง โดยรายได้ต่อวันเป็นรายได้ที่นำรายได้จาการขนส่งสินค้าชนิดนั้นในเดือนที่พิจารณาหารด้วยวันทำงานในเดือนนั้นๆ เนื่องจากมองว่าถึงแม้ว่าบริษัทอาจจะไม่ได้ขนส่งสินค้านั้นๆ ทุกวันในเดือนแต่

บริษัทก็ต้องเช่ารถขนส่งมาจัดเตรียมเพื่อใช้สำหรับการขนส่งซึ่งก็เป็นต้นทุนเช่นกัน ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงพิจารณาพิจารณารายได้จากการไปรับสินค้าเป็นรายวัน

ค่าขนส่งสินค้าต่อครั้ง เป็นต้นทุนค่าขนส่งสินค้าที่พิจารณาจากน้ำหนักในการขนส่งสินค้าชนิดนั้นในแต่ละครั้ง เนื่องจากในงานวิจัยนี้มีสมมติฐานที่ว่าน้ำหนักในการขนส่งสินค้าแต่ละชนิดในแต่ละครั้งคงที่เสมอ โดยค่าขนส่งสินค้าต่อกิโลกรัม (ต่อหน่วยการขนส่ง) จะคิดจากต้นทุนการเช่ารถรายปีต่อคันหารเฉลี่ยเป็นค่าเช่ารถต่อวันแล้วหารด้วยความจุของรถขนส่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้พิจารณาค่าขนส่งต่อหน่วยจากกรณีที่รถขนส่งถูกบรรทุกเต็มคันพอดี (100% Utilization)

จากสมมติฐานที่ว่า รถขนส่งสามารถใช้ได้เต็มความจุ 100% ตลอดทั้งปีมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี: การคิดต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยภายใต้สมมติฐานที่รถขนส่งถูกใช้เต็มความจุตลอดทั้งปี (100% Utilization) สามารถคำนวณได้ง่าย และในกรณีที่ไม่มีข้อมูลการใช้ประโยชน์ (Utilization) ของรถขนส่งในอดีตมาเป็นตัวประมาณการใช้รถขนส่งการคิดแบบกรณีที่ใช้รถขนส่งเต็มความจุของรถขนส่งตลอดจึงเป็นแนวทางที่ง่ายในการคิดและนำมาประกอบการตัดสินใจ

ข้อด้อย: การคิดต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยภายใต้สมมติฐานที่รถขนส่งถูกใช้เต็มความจุตลอดทั้งปี (100% Utilization) ในกรณีที่สามารถใช้รถได้เต็มความจุตลอดทุกวันซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เป็นไปได้ยากและด้วยวิธีการคำนวณนี้จะทำให้ประมาณต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้น การตัดสินใจภายใต้การคำนวณนี้ก็อาจจะทำให้เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายที่อาจจะไม่คุ้มค่าในการดำเนินการไปรับสินค้าด้วยตนเองเข้าสู่ระบบการพิจารณาคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามระบบก็มีขั้นตอนอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อที่จะทำการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมเพื่อนำเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันในเดือนนั้นๆ อีกครั้งอยู่แล้ว

2) เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่คุ้มค่าที่จะไปรับในเดือนนั้นๆ

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา: เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในรถที่มีผลรวมของรายได้ต่อวันจากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในรถที่พิจารณา >= ค่าเช่ารถรายวัน

หมายเหตุ หากพบว่าผลรวมของรายได้ต่อวันของรถคันที่พิจารณา < ค่าเช่ารถรายวัน ก็จะไม่เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันนั้นเข้าสู่ระบบมิลค์รันและหยุดจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถทันที เนื่องจากในการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถจะพิจารณาเลือกจัดผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรสูงสุดลงรถก่อน ดังนั้น หากจัดแล้วพบว่าไม่คุ้มค่าผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่เหลือที่ยังไม่ถูกจัดซึ่งมีกำไรน้อยกว่าก็ย่อมไม่คุ้มค่าที่จะไปรับเช่นกัน

ขั้นตอนนี้จะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งโดยเรียงตามกำไรต่อวันสูงสุดลงรถขนส่งก่อน หากมีผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรสูงสุดที่ยังไม่ถูกจัดลงรถแต่ถ้าจัดผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นลงรถคันที่พิจารณาแล้วจะทำให้ความจุรถเกิน ระบบก็จะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรสูงสุดรายถัดไปที่สามารถจัดลงรถคันนั้นๆ ได้ โดยจะหยุดจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถคันที่กำลังพิจารณาก็ต่อเมื่อ

1. จัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถจนเต็มคันแล้ว (100 Utilization)
2. ไม่มีผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดสามารถจัดลงรถคันที่พิจารณาได้อีกเนื่องจากจะทำให้เกิดการฝ่าฝืนเงื่อนไขด้านความจุของรถขนส่ง

กำไรต่อวัน คือ รายได้ต่อวันจากการไปรับสินค้าชนิดต่างๆ หักลบด้วยต้นทุนค่าขนส่งสินค้าที่พิจารณาจากน้ำหนักในการขนส่งในแต่ละครั้ง

3) หลักการและแนวคิดของกระบวนการปรับคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ

ในกระบวนการปรับคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ เป็นกระบวนการในการปรับคำตอบที่ได้จากกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมในแต่ละเดือนให้มีความเหมาะสมตลอดทั้งปี โดยการปรับคำตอบจะทำโดยนำคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมในแต่ละเดือนซึ่งอาจมีการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเหมือนหรือต่างกันไปในแต่ละเดือนมาทำการปรับคำตอบไปทีละคู่เดือน เพื่อให้ได้คำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการเลือกมากขึ้น ซึ่งความเหมาะสมดูจากกำไรต่อปีของคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ผ่านการปรับที่มีค่าสูงขึ้น โดยกำไรต่อปี คือ รายได้จากส่วนลดราคาสินค้าที่ได้จากผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นๆ ตลอดทั้งปีหักด้วยต้นทุนการขนส่งสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบนั้นๆ ตลอดทั้งปี ซึ่งต้นทุนการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายคิดมาจากน้ำหนักในการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบนั้นๆ ตลอดทั้งปี โดยในกระบวนการปรับคำตอบจะเกิดเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบหลายๆ เซต ระบบจะเลือกเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีผลรวมของกำไรต่อปีสูงสุดมาเป็นคำตอบปัจจุบันของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ แล้วจึงนำคำตอบปัจจุบันไปเทียบกับเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเดือนถัดไป ทำไปเรื่อยๆ จนครบทั้ง 12 เดือนจะได้เซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการดำเนินการไปรับสินค้าตลอดทั้งปี

จากที่กล่าวไปแล้วว่าในขั้นตอนของการปรับเซตคำตอบในแต่ละคู่เดือนจะมีเซตคำตอบที่เป็นตัวเลือกในการตัดสินใจหลายๆ เซต ซึ่งในขั้นตอนการปรับคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในแต่ละเซตเพื่อสร้างเซตคำตอบที่เป็นตัวเลือกในการตัดสินใจ จะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่ง โดยพยายามจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถให้เต็มคัน แล้วตรวจสอบความคุ้มค่าในการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบที่ถูกจัดในรถคันที่กำลังพิจารณา หากพบว่ามีความคุ้มค่าในการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันนั้นๆ แล้วระบบก็จะจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถคันต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบว่าไม่คุ้มค่าที่จะไป

รับสินค้าระบบจึงจะหยุดจัด และยกเลิกการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันที่ไม่คุ้มค่าต่อการไปรับสินค้านั้นๆ โดยความคุ้มค่าในการไปรับสินค้าพิจารณาจาก ผลรวมของรายได้ต่อปีที่ได้จากผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันที่พิจารณาเทียบกับต้นทุนการเช่ารถต่อคันต่อปี หากพบว่ารถคันที่พิจารณามีผลรวมของรายได้ต่อปีมากกว่าหรือเท่ากับต้นทุนการเช่ารถต่อคันต่อปีจะถือว่าผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันนั้นๆ มีความคุ้มค่าต่อการไปรับสินค้า จากนั้นจึงสรุปคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบของเซตคำตอบทางเลือกนั้นๆ

ขั้นตอนวิธีการโดยสรุป

1) เทียบคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมในแต่ละเดือนไปทีละคู่เดือน
2) เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมือนกันของคู่เดือนที่นำมาเปรียบเทียบกันเป็นเซตหลัก
3) ค่อยๆ เพิ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่ได้อยู่ในเซตหลักเข้ามาในเซตหลักที่ละราย จากนั้นทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งโดยเรียงตามกำไรต่อปีสูงสุดลงรถก่อน จัดไปเรื่อยๆ จนเต็มคันและจัดไปจนกว่าจะพบว่าไม่คุ้มค่าในการไปรับสินค้าแล้ว

เกณฑ์พิจารณา: เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในรถที่มีผลรวมของรายได้ต่อปีจากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในรถที่พิจารณา >= ค่าเช่ารถรายปี

หมายเหตุ ถ้าพบว่ารถคันที่พิจารณาอยู่ไม่คุ้มค่าที่จะทำการไปรับสินค้าก็จะหยุดจัด และไม่เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันนั้นเข้าสู่ระบบมิลค์รัน **ในขั้นตอนนี้ทำให้เกิดเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบหลายๆ เซต

4) เลือกเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรต่อปีสูงสุดเป็นคำตอบปัจจุบัน

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา: เลือกเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ให้กำไรรายปีสูงสุดเป็นคำตอบปัจจุบัน

5) นำคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ได้ไปปรับคำตอบโดยเทียบกับคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบของเดือนถัดไป ทำไปเรื่อยๆ จนครบทั้ง 12 เดือนจะได้คำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมในการไปรับสินค้าด้วยตนเองตลอดทั้งปี

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา: เลือกเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ให้กำไรรายปีสูงสุดเป็นคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะทำการไปรับตลอดทั้งปี

กำไรต่อปี คือ รายได้ต่อปีจากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นๆ ตลอดทั้งปี หักลบด้วยต้นทุนในการขนส่งสินค้านั้นๆ ตลอดทั้งปี

รายได้ต่อปี คือ รายได้จากส่วนลดราคาสินค้าตลอดทั้งปีที่ได้รับหากบริษัททำการไปรับสินค้าที่โรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยตนเอง

ต้นทุนการขนส่งสินค้าตลอดทั้งปี คือ ต้นทุนการขนส่งสินค้าชนิดนั้นๆ ตลอดทั้งปี โดยเป็นต้นทุนการขนส่งที่พิจารณามาจากน้ำหนักในการขนส่งสินค้าชนิดนั้นตลอดทั้งปี ซึ่งต้นทุนการขนส่งต่อหน่วย (ค่าขนส่งต่อกิโลกรัม) พิจารณามาจากค่าเช่ารถขนส่งรายปีหารด้วยความจุ 100% ของรถขนส่ง 1 คันที่ทำการขนส่งเต็มคันตลอดทั้งปี

จากสมมติฐานที่ว่า รถขนส่งสามารถใช้ได้เต็มความจุ 100% ตลอดทั้งปีมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี: การคิดต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยภายใต้สมมติฐานที่รถขนส่งถูกใช้เต็มความจุตลอดทั้งปี (100% Utilization) สามารถคำนวณได้ง่าย และในกรณีที่ไม่มีข้อมูลการใช้ประโยชน์ (Utilization) ของรถขนส่งในอดีตมาเป็นตัวประมาณการใช้รถขนส่งการคิดแบบกรณีที่ใช้รถขนส่งเต็มความจุของรถขนส่งตลอดจึงเป็นแนวทางที่ง่ายในการคิดและนำมาประกอบการตัดสินใจ

ข้อด้อย: การคิดต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยภายใต้สมมติฐานที่รถขนส่งถูกใช้เต็มความจุตลอดทั้งปี (100% Utilization) ในกรณีที่สภาพการใช้งานของรถขนส่งที่ไม่สามารถใช้รถได้เต็มความจุตลอดทุกวันด้วยวิธีการคำนวณนี้จะทำให้ประมาณต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยต่ำกว่าความเป็นจริงมาก ดังนั้น การตัดสินใจภายใต้การคำนวณนี้ก็อาจจะทำให้เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายที่อาจจะไม่คุ้มค่าในการดำเนินการไปรับสินค้าด้วยตนเองเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันได้

4) หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่งในแต่ละเดือน

กระบวนการนี้เป็นกระบวนการในการเลือกจำนวนรถขนส่ง ซึ่งจากกระบวนการก่อนหน้าทำให้ได้รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รัน กระบวนการนี้จะทำการตัดสินใจเลือกจำนวนรถที่จะต้องใช้ในการขนส่งสินค้าให้กับผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รัน ซึ่งการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งในขั้นตอนนี้จะพิจารณาเลือกจำนวนรถขนส่งที่เหมาะสมของแต่ละเดือน เนื่องจากความต้องการสินค้าในแต่ละเดือนของผู้จัดหาวัตถุดิบแล่ละรายแตกต่างกันซึ่งส่งผลกระทบต่อจำนวนรถขนส่งที่คุ้มค่าในการจัดหาในแต่ละเดือนที่แตกต่างกันออกไป

เนื่องจากกระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการเช่ารถ ซึ่งต้นทุนการเช่ารถในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปี และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกซึ่งคิดค่าเช่าต่อวัน ดังนั้น ในการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งของกระบวนการนี้จึงเลือกพิจารณาจากต้นทุนการเช่ารถทั้ง 2 ประเภทเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ในกระบวนการนี้จะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รันทุกรายลงรถขนส่ง แล้วพิจารณาว่าหากยกเลิกรถขนส่งคันนั้นๆ จะเกิดต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกในเดือนนั้นๆ น้อยกว่าหรือเท่ากับต้นทุนการเช่ารถขนส่งต่อเดือน ซึ่งต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกพิจารณามาจากโอกาสในการเกิดเหตุการณ์การขนส่งที่จะต้องจ้างรถขนส่งเพิ่ม โดยหลักการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายลงรถจะเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่มีความถี่สูงสุดลงรถก่อน จากนั้นจึงเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีความถี่สูงสุดรายต่อมาลงรถ โดยการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถจะพยายามจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถให้เต็มความจุของรถ นั่นคือจะเริ่มจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถคันใหม่ก็ต่อเมื่อรถคันที่พิจารณาอยู่ไม่สามารถจัดผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดลงไปได้อีก ซึ่งการที่ผู้จัดหาวัตถุดิบไม่สามารถจัดลงรถได้อีก เกิดจากการที่รถถูกจัดจนเต็มความจุแล้ว หรือรถขนส่งอาจจะยังบรรทุกไม่เต็มคันแต่ไม่มีผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหลืออยู่รายใดที่มีน้ำหนักบรรทุกที่สามารถบรรทุกลงบนรถคันที่พิจารณาได้

ขั้นตอนวิธีการโดยสรุป

1) จัดผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันลงรถขนส่ง โดยเรียงตามความถี่สูงสุดลงรถขนส่งก่อน พยายามจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถให้เต็มความจุของรถขนส่งให้ได้มากที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความถี่ในการขนส่งสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย พิจารณามาจากจำนวนสินค้าชนิดนั้นๆ ที่ต้องการในแต่ละเดือนที่พิจารณาหารด้วยจำนวนสินค้าที่ขนส่งต่อครั้งจากสมมติฐานที่ว่า สินค้าแต่ละชนิดมีจำนวนและน้ำหนักในการขนส่งต่อครั้งคงที่เสมอ

จากสมมติฐานที่ว่า สินค้าแต่ละชนิดมีจำนวนและน้ำหนักในการขนส่งในแต่ละครั้งคงที่เสมอ มีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี: ง่ายในการคำนวณและนำมาประมาณความถี่ในการขนส่งสินค้าแต่ละชนิดเพื่อประกอบการตัดสินใจต่อไป และเป็นประโยชน์อย่างมากกรณีที่ไม่มีข้อมูลความถี่ในการขนส่งสินค้าแต่ละชนิดในอดีตซึ่งต้องละเอียดในระดับรายเดือน อีกทั้งในกรณีที่ความต้องการสินค้าชนิดนั้นๆ ในอดีตและปัจจุบันขณะที่กำลังทำการตัดสินใจมีไม่เท่ากันการนำข้อมูลความถี่ในการขนส่งสินค้าในอดีตมาใช้เพื่อประมาณความถี่ของการขนส่งสินค้าในปัจจุบันอาจไม่เหมาะสม

ข้อด้อย: การขนส่งสินค้าในสถานการณ์จริงความต้องการสินค้าอาจจะไม่ได้มีความต้องการเท่ากันทุกๆ ครั้ง ซึ่งทำให้ความจุของรถขนส่งตอนที่วางแผนที่ว่าใช้ความจุรถเต็ม 100% แล้วแต่ในความเป็นจริงอาจมีพื้นที่ว่างบนรถขนส่ง และอาจทำให้เลือกจำนวนรถขนส่งเกินความต้องการที่แท้จริงก็เป็นได้

2) ทดลองยกเลิกรถขนส่งไปทีละคัน โดยเลือกคันที่มีความถี่ในการขนส่งต่ำสุดออกไปก่อน
3) เปรียบเทียบต้นทุนการเช่ารถรายเดือนกับต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกในเดือนนั้นๆ โดยมีสมมติฐานที่ว่าต้นทุนการเช่ารถรายปีและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันคงที่ตลอดทั้งปี

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา:

(a) ยกเลิกรถขนส่งไปเรื่อยๆ ถ้าต้นทุนการเช่ารถรายเดือน <= ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกรายเดือน

(b) กรณีที่ยกเลิกรถขนส่งไปเรื่อยๆ แล้วพบว่า ต้นทุนการเช่ารถรายเดือน > ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกรายเดือน ให้หยุดยกเลิกรถขนส่งและไม่ยกเลิกรถขนส่งคันที่กำลังพิจารณาอยู่

จากสมมติฐานที่ว่า ต้นทุนการเช่ารถรายปีและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันคงที่ตลอดทั้งปีมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี: ในสถานการณ์ที่ต้นทุนการเช่ารถทั้ง 2 ชนิดคงที่ตลอดทั้งปี ด้วยวิธีการทดลองยกเลิกจำนวนรถขนส่งที่จัดเตรียมแล้วเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นจากนั้นทำการเลือกจำนวนรถขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนการเช่ารถต่ำก็จะทำให้วิธีการดังกล่าวสามารถเลือกจำนวนรถขนส่งได้เหมาะสมและไม่เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

ข้อด้อย: ถ้าสถานการณ์ที่กำลังพิจารณามีต้นทุนการเช่ารถอย่างใดอย่างหนึ่งไม่คงที่ เช่น ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกไม่คงที่การที่ทำการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกที่นำเสนอในงานวิจัยนี้อาจทำให้เกิดความไม่คุ้มค่าในการเลือกจำนวนรถขนส่งที่จัดหาได้ เพราะด้วยวิธีการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งของฮิวริสติกที่จะทำการเปรียบเทียบต้นทุนการเช่ารถและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเชื่อว่าต้นทุนทั้ง 2 ชนิดคงที่ตลอด ดังนั้น หากมีต้นทุนใดต้นทุนหนึ่งไม่คงที่ย่อมทำให้คำตอบที่ได้จากการตัดสินใจไม่เหมาะสม

4) สรุปจำนวนรถขนส่งที่เหมาะสมในเดือนนั้นๆ

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา: จำนวนรถขนส่งที่เลือก = จำนวนรถขนส่งที่เหลืออยู่หลังจากการยกเลิกรถขนส่งในข้อ 3) กรณี (b)

ขั้นตอนการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งเพื่อหาจำนวนรถขนส่งที่เหมาะสมในเดือนนั้นๆ จะพิจารณาจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งโดยคิดว่าทุกๆ วันตลอดทั้งเดือนที่พิจารณาจะเกิดเหตุการณ์การขนส่งดังเช่นขณะที่ทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถเสมอ

จากสมมติฐานที่ว่า ทุกๆ วันตลอดทั้งเดือนที่พิจารณาจะเกิดเหตุการณ์การขนส่งเหมือนสถานการณ์ที่ทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งเสมอมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี: ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงในแต่ละวันวิธีการเลือกจำนวนรถขนส่งภายใต้สมมติฐานดังกล่าวจะทำให้มีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกไม่สูง ซึ่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับระดับการแกว่งตัวของความต้องการสินค้าในแต่ละวันด้วย

ข้อด้อย: ในสถานการณ์จริงจะไม่ได้เกิดเหตุการณ์การขนส่งเหมือนตอนที่จัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถทุกๆ วันในเดือนนั้นๆ ทำให้การตัดสินใจเลือกรถด้วยวิธีการที่เสนอนี้ในสถานการณ์การที่ความต้องการสินค้าในแต่ละวันมีความสม่ำเสมอจะทำให้เกิดการเลือกจำนวนรถที่มากเกินความจำเป็น ทำให้ในแต่ละวันจะมีรถขนส่งที่ไม่ได้ใช้งานเกิดเป็นต้นทุนที่บริษัทต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

5) หลักการและแนวคิดของกระบวนการปรับคำตอบการเลือกจำนวนรถ

จากกระบวนการเลือกจำนวนรถที่เหมาะสมในแต่ละเดือนทำให้มีคำตอบของการเลือกจำนวนรถที่แตกต่างกันของแต่ละเดือน ในกระบวนการปรับคำตอบการเลือกจำนวนรถจะเป็นกระบวนการปรับคำตอบการเลือกจำนวนรถที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าในการเช่ารถตลอดทั้งปีสูงสุด โดยความคุ้มค่าของจำนวนรถแต่ละจำนวนนั้นจะพิจารณาเลือกจำนวนรถที่ต้องจัดหารายปีที่มีผลรวมของต้นทุนการเช่ารายปีและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกตลอดทั้งปีต่ำสุด โดยจำนวนรถที่นำมาทดลองเลือกจะพิจารณาตั้งแต่จำนวนรถต่ำสุดไปจนถึงจำนวนรถสูงสุดที่เลือกในคำตอบที่ได้จากกระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่งในแต่ละเดือน

<u>ขั้นตอนวิธีการโดยสรุป</u>

1) ทดลองเลือกจำนวนที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนแล้วคำนวณต้นทุนการเช่ารถที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี

ต้นทุนการเช่ารถรายปี คือ ผลรวมของต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปีซึ่งแปรผันตามจำนวนรถที่ทำการเช่าและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปีที่พิจารณา

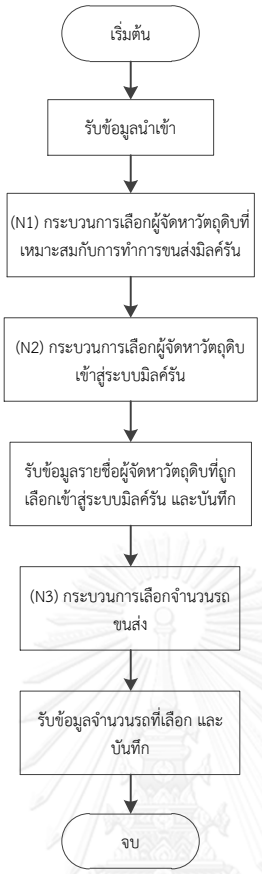
2) เลือกจำนวนรถขนส่งที่ทำให้เกิดต้นทุนการเช่ารถรายปีต่ำ

จากวิธีการตัดสินใจของฮิวริสติกที่กล่าวไปแล้วข้างต้นเป็นวิธีการที่ต้องใช้ข้อมูลประกอบและมีวิธีการคิดที่ซับซ้อน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงอยากจะปรับวิธีการคิดของฮิวริสติกให้ง่ายขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้งานและทำให้มีขั้นตอนกระบวนการคิดที่ไม่ซับซ้อนมากนักโดยในที่นี้ได้ทำการนำเสนอวิธีการอีกหนึ่งวิธีการซึ่งในที่นี้จะเรียกว่า “ฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic)” และขอเรียกวิธีการที่นำเสนอไปก่อนหน้านี้ว่า “ฮิวริสติก (Advance Heuristic)”

3.2.3 หลักการและแนวคิดของกระบวนการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic)

วิธีฮิวริสติกพื้นฐาน เป็นวิธีการที่ปรับฮิวริสติกให้ง่ายขึ้นในการหาคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถที่ต้องจัดหารายปี ข้อดีของวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน คือ วิธีการในการตัดสินใจสามารถทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้ แต่วิธีฮิวริสติกพื้นฐานก็มีข้อจำกัดเดียวกันกับฮิวริสติก นั่นคือ คำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานไม่รับรองว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด การตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานมีจุดประสงค์ของการตัดสินใจ คือ เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินการต่ำสุด โดยหลักการในการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานก็จะแบ่งการตัดสินใจออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ เช่นเดียวกันกับวิธีการของฮิวริสติก โดยภาพรวมของกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีอย่างง่ายแสดงดังรูปที่ 3.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.7 ภาพรวมกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน

จากรูปที่ 3.7 กระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะเริ่มตั้งแต่การรับข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นต้องใช้ในการตัดสินใจของระบบ กระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการทำการขนส่งมิลค์รัน กระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รัน และกระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่ง โดยข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นต่อการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน ประกอบด้วย

1. ข้อมูลความต้องการวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายเป็นรายเดือนตลอดทั้ง 12 เดือน
2. ข้อมูลสินค้า ได้แก่ น้ำหนักสินค้าในการขนส่งต่อล็อต ราคาสินค้าเก่าต่อล็อต ราคาสินค้าใหม่ต่อล็อต
3. ข้อมูลรถขนส่ง ประกอบด้วย ค่าเช่ารถขนส่งต่อคันต่อปี ค่าจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันต่อวัน และความจุของรถขนส่งต่อคัน
4. ข้อมูลวันทำงานในแต่ละเดือน

1) หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการทำการขนส่งมิลค์รัน

กระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมกับการขนส่งแบบมิลค์รัน เป็นกระบวนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยหลักการเหตุผลของกระบวนการนี้สามารถอ่านได้จากหัวข้อ 3.2.1 ข้อ 1)

2) หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันด้วยวิธีฮิว ริสติกพื้นฐาน

กระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานมีเป้าหมายของการตัดสินใจ คือ เพื่อให้ได้กำไรต่อปีจากลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือกสูงสุด โดยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะพิจารณาโดยเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีรายได้จากส่วนลดราคาสินค้าต่อปีมากกว่าหรือเท่ากับต้นทุนค่าขนส่งสินค้าต่อปีของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย โดยต้นทุนการขนส่งที่พิจารณาจะพิจารณาต้นทุนการขนส่งที่คิดตามน้ำหนักการขนส่งตลอดทั้งปี ซึ่งต้นทุนการขนส่งต่อกิโลกรัมจะคิดภายใต้สมมติฐานที่ขนสินค้าเต็มคันรถ

ขั้นตอนวิธีการโดยสรุป

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา: เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีรายได้จากส่วนลดราคาสินค้าต่อปี >= ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าต่อปี

รายได้ต่อปีจากการไปรับสินค้า คือ ส่วนลดจากราคาสินค้านั้นตลอดทั้งปีกรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง

ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าต่อปี คือ ต้นทุนการขนส่งที่พิจารณามาจากน้ำหนักในการขนส่งสินค้านั้นๆ ตลอดทั้งปี โดยค่าขนส่งต่อหน่วย (ค่าขนส่งต่อกิโลกรัม) คิดมาจากสมมติฐานที่ว่ารถขนส่งทำการบรรทุกสินค้าเต็มความจุตลอดทั้งปี ดังนั้น ต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยจึงเท่ากับต้นทุนการเช่ารถขนส่งต่อคันต่อปีหารด้วยความจุของรถขนส่งต่อคันต่อปี

จากสมมติฐานที่ว่า รถขนส่งจะทำการบรรทุกสินค้าเต็มความจุตลอดทั้งปีมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี: การคิดต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยภายใต้สมมติฐานที่รถขนส่งถูกใช้เต็มความจุตลอดทั้งปี (100% Utilization) สามารถคำนวณได้ง่าย และในกรณีที่ไม่มีข้อมูลการใช้ประโยชน์ (Utilization)

ของรถขนส่งในอดีตมาเป็นตัวประมาณการใช้รถขนส่งการคิดแบบกรณีที่ใช้รถขนส่งเต็มความจุของรถขนส่งตลอดจึงเป็นแนวทางที่ง่ายในการคิดและนำมาประกอบการตัดสินใจ

ข้อด้อย: การคิดต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยภายใต้สมมติฐานที่รถขนส่งถูกใช้เต็มความจุตลอดทั้งปี (100% Utilization) ในกรณีที่สภาพการใช้งานของรถขนส่งที่ไม่สามารถใช้รถได้เต็มความจุตลอดทุกวันด้วยวิธีการคำนวณนี้จะทำให้ประมาณต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยต่ำกว่าความเป็นจริงมาก ดังนั้น การตัดสินใจภายใต้การคำนวณนี้ก็อาจจะทำให้เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายที่อาจจะไม่คุ้มค่าในการดำเนินการไปรับสินค้าด้วยตนเองเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันได้

3) หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน

กระบวนการเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน เป็นกระบวนการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีให้กับผู้จัดหาวัตถุดิบที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันจากกระบวนการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในกระบวนการก่อนหน้า โดยหลักการในการเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะพิจารณาเลือกจำนวนรถขนส่งที่เพียงพอต่อปริมาณการขนส่งต่อวัน โดยปริมาณการขนส่งต่อวันจะคิดจากน้ำหนักในการขนส่งโดยเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งถ้าจากการคำนวณหาจำนวนรถที่ต้องใช้ในการขนส่งในแต่ละวันได้ตัวเลขที่ไม่เป็นจำนวนเต็ม ด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะทำการปัดเลขจำนวนรถขึ้นเสมอ เนื่องจากต้นทุนการเช่ารถขนส่งภายนอกมีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนการใช้รถที่เช่าไว้รายปี

<u>ขั้นตอนวิธีการโดยสรุป</u>

เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา: เลือกจำนวนรถขนส่งที่เพียงพอต่อปริมาณการขนส่งเฉลี่ยต่อวัน

ปริมาณการขนส่งเฉลี่ยต่อวัน คือ น้ำหนักในการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันหารเฉลี่ยเป็นน้ำหนักในการขนส่งแต่ละวัน โดยมองว่าทุกๆ วันตลอดทั้งปีมีปริมาณการขนส่งเท่ากันทุกวัน

จากสมมติฐานที่มองว่าทุกๆ วันตลอดทั้งปีมีปริมาณหรือน้ำหนักในการขนส่งเท่ากันในทุกวันมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี: คำนวณได้ง่าย และในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้าในมีความสม่ำเสมอตลอดทุกวันก็จะทำให้การตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีนี้ให้คำตอบได้ดี ลดการเกิดพื้นที่ว่างบนรถขนส่งและเลือกจำนวนรถขนส่งไม่มากเกินความจำเป็น

ข้อด้อย: เมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงในแต่ละวันจะทำให้วิธีการเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยวิธีนี้เกิดการเลือกจำนวนรถขนส่งไม่เพียงพอกับความต้องการใช้งานในบางวันซึ่งทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงและบางวันก็มีรถเหลือเป็นจำนวนมาก

3.3 การวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

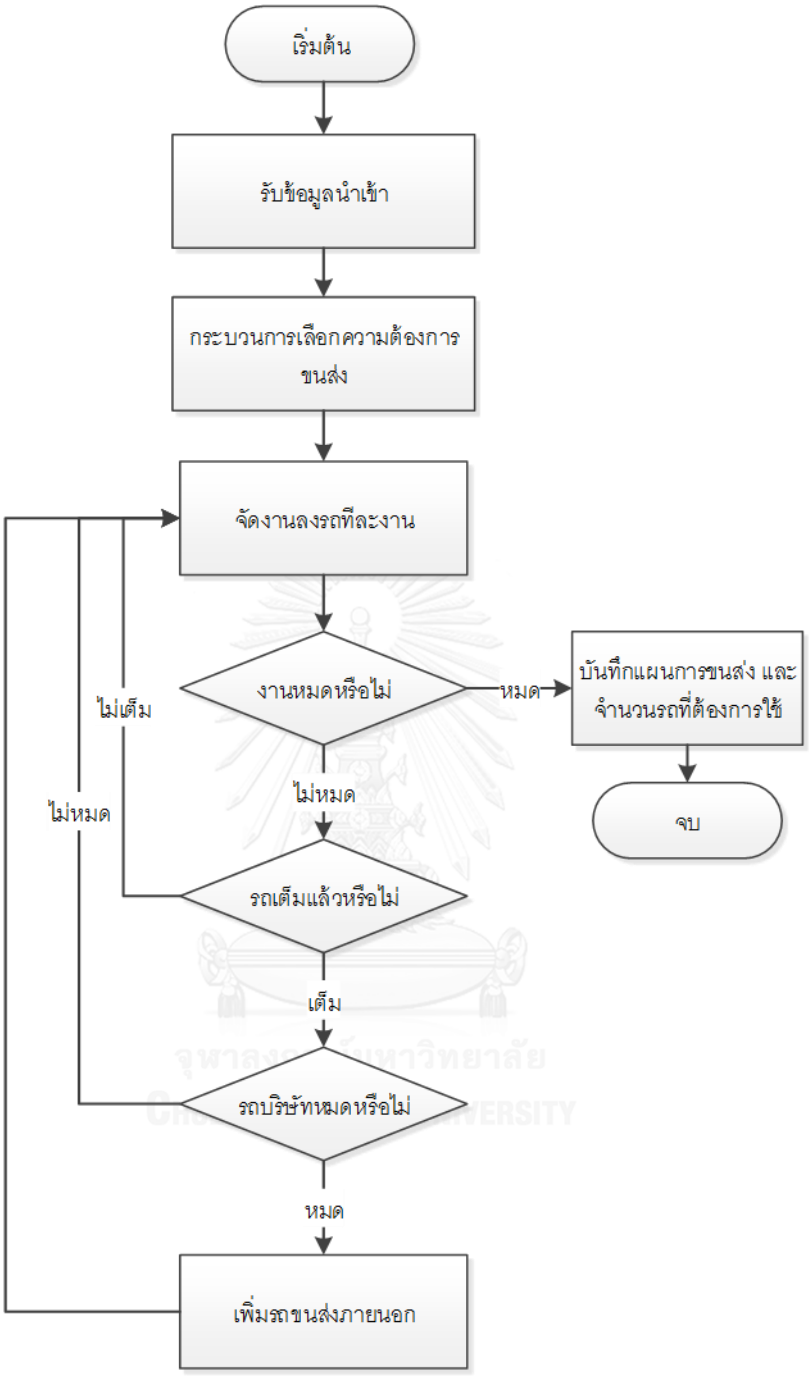
การวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน เป็นกระบวนการในการวางแผนจัดลำดับการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ซึ่งกระบวนการจัดเส้นทางการขนส่งรายวันที่ดีจะช่วยให้มีต้นทุนการดำเนินการต่ำลง เป้าหมายของการตัดสินใจเพื่อวางแผนการขนส่งในแต่ละวัน คือ เพื่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งต่ำ ภาพรวมกระบวนการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวันแสดงดังรูปที่ 3.8 โดยต้นทุนการขนส่งที่พิจารณาในส่วนนี้ ประกอบด้วย

1. ต้นทุนค่าน้ำมัน เป็นต้นทุนที่แปรผันตามระยะทางการขนส่งในแต่ละวัน
2. ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม จะเป็นต้นทุนในการเช่ารถขนส่งภายนอกเพิ่มซึ่งเกิดจากการที่รถที่จัดหาไว้ไม่เพียงพอต่อความต้องการขนส่งในวันนั้นๆ โดยต้นทุนการเช่ารถภายนอกจะคิดเป็นต้นทุนการเช่ารถต่อวัน

   กระบวนการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งในแต่ละวัน ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ดังนี้

   1) กระบวนการเลือกความต้องการขนส่ง
   2) กระบวนการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.8 ภาพรวมกระบวนการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

กระบวนการจัดเส้นทางขนส่งรายวันจะเริ่มตั้งแต่รับข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นในการตัดสินใจของระบบการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่ง ข้อมูลนำเข้าของระบบประกอบไปด้วย

1) ข้อมูลผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในระบบมิลค์รัน (ได้จากคำตอบของระบบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่ง) และข้อมูลสินค้า

2) ข้อมูลรถขนส่ง

- ข้อมูลจำนวนรถขนส่งที่มีอยู่ในระบบ (ได้จากคำตอบของระบบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่ง)
- ข้อมูลความจุของรถขนส่งแต่ละคัน

3) ข้อมูลเส้นทางการขนส่ง และระยะเวลาการเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่
4) ข้อมูลความต้องการสินค้าที่ระบุ จำนวน วันที่ต้องการ และน้ำหนักสินค้าต่อล็อต

3.3.1 หลักการและแนวคิดของกระบวนการเลือกความต้องการขนส่ง

กระบวนการเลือกความต้องการขนส่ง เป็นกระบวนการในการคัดเลือกความต้องการสินค้าที่มีอยู่ในระบบเป็นจำนวนมากเพื่อมาทำการวางแผนการขนส่ง โดยระบบจะเลือกความต้องการขนส่ง (ความต้องการสินค้า) ที่ต้องการใช้งานในวันถัดจากวันที่กำลังวางแผนการขนส่งอยู่ โดยสมมติฐานสำหรับการขนส่งในงานวิจัยนี้ คือ จะทำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อมาใช้ในการผลิตล่วงหน้าหนึ่งวัน ดังนั้น กระบวนการนี้จะทำการตรวจสอบความต้องการสินค้าที่ต้องการใช้สินค้าในวันถัดจากวันที่กำลังวางแผนเข้าสู่กระบวนการจัดเส้นทางการขนส่งต่อไป

3.3.2 หลักการและแนวคิดของกระบวนการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

หลังจากคัดเลือกความต้องการขนส่งที่จะนำมาวางแผนเส้นทางการขนส่งแล้ว ความต้องการขนส่งที่ผ่านการเลือกจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่ง ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะจัดลำดับการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายของรถขนส่งแต่ละคัน โดยระบบจะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถโดยเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งปัจจุบันที่รถอยู่มากที่สุดลงรถขนส่งก่อน จากนั้นจะเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่อยู่ใกล้กับจุดปัจจุบันที่รถอยู่ถัดไป โดยในการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถจะต้องไม่จัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถเกินความจุของรถขนส่ง และหากผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งปัจจุบันของรถมีน้ำหนักที่เมื่อบรรทุกลงไปในรถคันที่พิจารณาแล้วจะทำให้เกินความจุของรถขนส่ง ระบบก็จะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่ใกล้กับจุดปัจจุบันมากสุดรายถัดไปที่สามารถจัดลงรถขนส่งได้โดยที่ไม่ทำให้เกินความจุของรถขนส่งลงรถไปเรื่อยๆ จนกว่ารถจะเต็มคัน ซึ่งระบบจะจัดความต้องการขนส่งทุกรายการลงรถแต่หากพบว่ารถที่มีอยู่ในระบบไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ระบบก็จะทำการจัดเส้นทางด้วยรถขนส่งภายนอกที่เช่าต่อวัน

3.4 สรุป

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีในการหาคำตอบของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถที่ต้องจัดหารายปีซึ่งเป็นการตัดสินใจในระดับรายปี 3 วิธี คือ วิธีแจงนับ ฮิวริสติก และวิธีฮิวริสติกพื้นฐานซึ่งแต่ละวิธีการที่เสนอมีข้อได้เปรียบและข้อจำกัดที่แตกต่างกันขึ้นกับลักษณะของปัญหาที่ทำการตัดสินใจ นอกจากนี้งานวิจัยเล่มนี้ยังเสนอขั้นตอนวิธีการวางแผนการขนส่งในระดับรายวันด้วย เนื่องจากการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งเป็นการตัดสินใจรายปีซึ่งเป็นการประมาณการ หากจะนำคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจในระดับรายปีไปใช้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นจะต้องมีการวางแผนการดำเนินงานในระดับรายวันที่ดีด้วย แต่เป้าหมายหลักของงานวิจัยเล่มนี้ คือการนำเสนอขั้นตอนวิธีการในการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันและเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหาที่จะทำให้เกิดต้นทุนรวมจากการดำเนินการต่ำสุด ส่วนของขั้นตอนวิธีการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวันเป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งที่สนับสนุนให้ระบบทำงานได้ดียิ่งขึ้นเท่านั้น รายละเอียดของกระบวนการตัดสินใจของวิธีการที่นำเสนอในบทนี้จะถูกกล่าวถึงในบทถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
รายละเอียดของระบบ

จากวัตถุประสงค์ รูปแบบปัญหา ข้อสมมติในที่กล่าวไปแล้วในบทก่อนหน้า ในบทนี้จะเป็นการนำเสนอรายละเอียดของระบบ รูปแบบของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจขั้นตอนวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ที่ได้นำเสนอไปแล้ว โดยในบทนี้จะประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1) การตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน และเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหาในระดับรายปี
   - ข้อมูลนำเข้าของระบบการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และเลือกจำนวนรถขนส่ง
   - หลักการประมาณต้นทุนที่ใช้ในงานวิจัยงานวิจัย วิธีการหาคำตอบ รวมถึงหลักการและแนวคิดของวิธีการคำตอบต่างๆ ที่ได้เสนอในงานวิจัยนี้
   - ขั้นตอนวิธีการหาคำตอบซึ่งประกอบด้วย วิธีแจงนับ ฮิวริสติก และวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน
2) การการแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน
   - ข้อมูลนำเข้าของกระบวนการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน
   - ฮิวริสติกในการวางแผนการขนส่งรายวัน

ในบทนี้จะมีการกำหนดพารามิเตอร์ และตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบซึ่งมีอยู่หลากหลายมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจะทำการสรุปตัวแปร หรือพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ในรูปของตาราง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เซต และความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เซต	ความหมาย
k	กลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รัน
l	กลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่เลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รัน
i	ผู้จัดหาวัตถุดิบ
j	เดือน
cancel	กลุ่มของรถที่ถูกยกเลิก
C	เซตของรถขนส่ง

n	เซตของผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องไปรับสินค้าทั้งหมดในวันที่พิจารณา

ตารางที่ 4.2 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งและความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้

พารามิเตอร์	ความหมาย
T_{kv}	ต้นทุนรวมรายปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่ม k รถ v คัน
Tr_{kjv}	ต้นทุนการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่ม k เดือน j รถ v คัน
C_{truck}	ต้นทุนการเช่ารถต่อคันต่อปี
C_{fuel}	ค่าน้ำมันในการขนส่งต่อกิโลเมตร
Dis_{kj}	ค่าคาดหมายระยะทางในการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รัน
O_{kjv}	ค่าคาดหมายจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มต่อวันในเดือน j เมื่อเช่ารถจำนวน v คัน ของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่ม k
C_o	ต้นทุนในการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มต่อคันต่อวัน
Fix_i^{Tr}	ต้นทุนจากการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i โดยคิดมาจากน้ำหนักการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i บนรถขนส่งต่อวัน
Fix_i	ต้นทุนในการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ตลอดทั้งปี โดยคิดจากน้ำหนักในการขนส่ง
F_{ij}	ความถี่ในการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในเดือน j
T_{jc}^{out}	ต้นทุนในการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มในเดือน j ของรถคันที่ c (รถคันที่กำลังพิจารณา)
$Prob_{jc}^{out}$	ความน่าจะเป็นที่จะเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มในเดือน j ของรถคันที c
$Prob_{jc}^{empty}$	ความน่าจะเป็นที่รถคันที่ c จะว่างในเดือน j คือ ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่ต้องขนส่งสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันที่กำลังพิจารณาพร้อมๆ กัน ซึ่งข้อมูลส่วนนี้เป็นข้อมูลที่นำเข้าในระบบ
V	จำนวนรถที่เช่ารายปี
Cap	ความจุรถในมิติด้านน้ำหนัก

T_v^{Tr}	ต้นทุนรวมรายปีของการเช่ารถ และการจ้างรถภายนอกเพิ่มถ้าเลือกรถ v คัน
T	ต้นทุนการขนส่งในวันที่พิจารณา
c	รถคันที่พิจารณา
O	จำนวนรถขนส่งภายนอกที่จ้างเพิ่มในวันที่พิจารณา
W_i^c	น้ำหนักบรรทุกของผู้จัดหาวัตถุดิบ i บนรถคันที่ c
d_{ij}	ระยะทางจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ j
x_{ij}	ตัวแปรตัดสินใจถ้ามีการเดินทางจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ j ตัวแปรนี้จะมีค่าเท่ากับ 1 ถ้าไม่ใช่จะมีค่าเท่ากับ 0
$Time_{ij}^c$	เวลาในการเดินทางจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ไปยังผู้จัดหาวัตถุดิบ j ของรถคันที่ c (คิดในหน่วยนาที)

ตารางที่ 4.3 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับสินค้าและความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้

พารามิเตอร์	ความหมาย
Inv_{kj}	ต้นทุนการเก็บสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่ม k เดือน j
Inv_{lj}	ต้นทุนการเก็บสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่ม k เดือน j
Inv_i	จำนวนการเก็บสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i โดยเฉลี่ยต่อวัน
I	อัตราดอกเบี้ยต่อวัน
n_i	จำนวนล็อตขั้นต่ำที่ผู้จัดหาวัตถุดิบจะทำการขนส่งสินค้าให้กับบริษัท
T_i	ช่วงเวลาที่สินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i จะถูกใช้จนหมด (หน่วยเป็นวัน)
d_i	ความต้องการใช้สินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i โดยเฉลี่ยต่อวัน
N_{ij}	จำนวนสินค้าที่บริษัทต้องการจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในเดือน j
W_i	น้ำหนักในการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ต่อวัน (ต่อครั้ง)
RM_{kj}	ต้นทุนราคาสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่ม k เดือน j
RM_{lj}	ต้นทุนราคาสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่ม l เดือน j
$C_i^{RM\prime}$	ราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ i กรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าเอง
C_i^{RM}	ราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ i กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังบริษัท

Margin_{ij}	กำไรจากส่วนลดราคาสินค้าที่ได้จากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในเดือน j เฉลี่ยต่อวัน
Margin_{i}	กำไรจากส่วนลดราคาสินค้าตลอดทั้งปีที่ได้จากผู้จัดหาวัตถุดิบ i
Margin_{k}	ผลรวมกำไรรายปีจากส่วนลดราคาสินค้าที่ได้จากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเซต k (กลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รัน)

ตารางที่ 4.4 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของบริษัทและความหมายที่ใช้ในงานวิจัยนี้

พารามิเตอร์	ความหมาย
D_j	จำนวนวันทำงานในเดือน j
$\text{Time}^{\text{Operate}}$	เวลาทำงานในหนึ่งวัน (คิดในหน่วยนาที)

4.1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง และการประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปีเนื่องจากการที่บริษัททำการไปรับวัตถุดิบเอง ซึ่งบริษัทจะไปรับสินค้ามาเก็บไว้ที่โรงงานไม่เกิน 1 วันก่อนการใช้งาน ทำให้ต้นทุนในการเก็บสต็อกสินค้าของบริษัทลดลง และทำให้บริษัทเกิดต้นทุนจากการดำเนินการต่ำสุด เนื่องจากแต่ก่อนผู้จัดหาวัตถุดิบจะคิดค่าขนส่งสินค้าอยู่ในราคาวัตถุดิบที่เสนอให้กับบริษัท ดังนั้น การที่บริษัทเปลี่ยนมาทำการรับสินค้าเองทำให้บริษัทสามารถต่อรองลดราคาวัตถุดิบต่อชิ้นลงได้ แต่ในขณะเดียวกันบริษัทก็จะมีต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้นมาจากการไปรับวัตถุดิบเข้ามายังโรงงานเอง โดยต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้นจะเกิดจากต้นทุนในการเช่า หรือจัดหารถขนส่งรายปี ต้นทุนจากการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) และต้นทุนจากค่าน้ำมันในการเดินทางไปรับวัตถุดิบซึ่งต้นทุนจากการจ้างรถขนส่งภายนอกมีค่าใช้จ่ายแพงกว่าการใช้รถขนส่งที่บริษัทจัดหาไว้ ดังนั้น ส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณจำนวนรถขนส่งที่บริษัทต้องจัดหารายปี จึงมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินการต่ำสุด แสดงสมการเป้าหมายของงานส่วนที่ 1 ดังนี้

$$\text{Min } T_{kv} = \sum_{j=1}^{12} RM_{kj} + \sum_{j=1}^{12} RM_{lj} + \sum_{j=1}^{12} Inv_{kj} + \sum_{j=1}^{12} Inv_{lj} + \sum_{j=1}^{12} Tr_{kjv} + VC_{truck}$$

สมการที่ 4.1

จากสมการเป้าหมายของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะนำเข้าสู่ระบบมิลค์รัน เพื่อทำการรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบเหล่านั้นเอง และประมาณจำนวนรถเพื่อทำการจัดหารายปี เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินงานต่ำสุด โดยต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินงานเกิดจากต้นทุนราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ และไม่อยู่ในกลุ่มมิลค์รัน ต้นทุนจากการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่และไม่อยู่ในกลุ่มมิลค์รัน ต้นทุนการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในกลุ่มมิลค์รัน โดยต้นทุนการขนส่งที่กล่าวถึงนี้หมายถึงต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม และต้นทุนค่าน้ำมันในการขนส่ง

ต้นทุนจากราคาสินค้าที่เกิดจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่มมิลค์รัน และผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มมิลค์รันในแต่ละเดือน แสดงดังสมการที่ 4.2 และ 4.3

$$\mathrm{RM_{kj}} = \sum_{\mathrm{i} \in \mathrm{k}} \mathrm{N_{ij}} \times \mathrm{C_i^{RM\prime}}$$

สมการที่ 4.2

$$\mathrm{RM_{lj}} = \sum_{\mathrm{i} \in \mathrm{l}} \mathrm{N_{ij}} \times \mathrm{C_i^{RM}}$$

สมการที่ 4.3

ต้นทุนจากการเก็บสินค้าที่เกิดจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่มมิลค์รันและผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มมิลค์รันในแต่ละเดือน แสดงดังสมการที่ 4.4 และ 4.5

$$\mathrm{Inv_{kj}} = \sum_{\mathrm{i} \in \mathrm{k}} \left(\mathrm{C_i^{RM\prime}} \times \mathrm{Inv_i} \times \mathrm{I} \times \mathrm{D_j}\right)$$

สมการที่ 4.4

$$\mathrm{Inv_{lj}} = \sum_{\mathrm{i} \in \mathrm{l}} \left(\mathrm{C_i^{RM}} \times \mathrm{Inv_i} \times \mathrm{I} \times \mathrm{D_j}\right)$$

สมการที่ 4.5

ต้นทุนจากการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รันเดือน j เมื่อเลือกเช่ารถ v คัน ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนจากค่าน้ำมัน และต้นทุนจากการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม แสดงดังสมการที่ 4.6

$$\mathrm{Tr_{kjv}} = \left[\left(\mathrm{C_{fuel}} \times \mathrm{Dis_{kj}}\right) + \left(\mathrm{O_{kjv}} \times \mathrm{C_o}\right)\right] \times \mathrm{D_j}$$

สมการที่ 4.6

ต้นทุนที่พิจารณาในส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณจำนวนรถขนส่งที่บริษัทต้องจัดหารายปีเป็นต้นทุนประมาณการ เนื่องจากการตัดสินใจในส่วนนี้เป็นการตัดสินใจวางแผนล่วงหน้าในระยะยาว ดังนั้น ข้อมูล หรือต้นทุนที่พิจารณาจึงเป็นการประมาณการ ข้อมูลที่ประกอบการตัดสินใจพิจารณาแผนการขนส่งรายปี จะใช้แผนความต้องการวัตถุดิบรายปีเท่านั้น โดยที่เชื่อว่าข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบ สินค้า และราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบไม่เปลี่ยนแปลงตลอดทั้งปี อัตราการผลิต และล็อตการผลิตในแต่ละครั้งของสินค้าแต่ละชนิดคงที่ตลอดทั้งปี ข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาในส่วนนี้ จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4.1.1 ข้อมูลนำเข้าของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

ข้อมูลนำเข้าเพื่อประกอบการตัดสินใจในส่วนนี้ประกอบด้วยข้อมูลหลายอย่าง ดังจะแสดงตัวอย่างข้อมูลให้เห็นดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลสินค้า และความต้องการสินค้า
   - แผนความต้องการวัตถุดิบรายปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย (บอกความต้องการวัตถุดิบรายเดือนตลอดทั้ง 12 เดือน) แผนความต้องการวัตถุดิบรายปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างแผนความต้องการวัตถุดิบรายปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย

	เดือน											
รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sup A	4	16	12	14	8	14	16	12	16	6	14	16
Sup B	12	12	10	8	4	12	10	12	14	8	12	6
Sup C	8	8	4	16	4	14	4	10	14	10	4	14
Sup D	4	4	12	12	6	12	16	4	10	6	10	14
Sup E	12	6	4	14	8	6	6	10	10	10	14	14

- ข้อมูลขนาดการผลิต (Batch Size) ของวัตถุดิบแต่ละชนิด ข้อมูลน้ำหนักสินค้าต่อล็อต การขนส่ง ราคาวัตถุดิบแต่ละรายการถ้าผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งมายังบริษัท ราคาวัตถุดิบแต่ละรายการถ้าบริษัททำการขนส่งเอง แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างข้อมูลสินค้า

	จำนวนการสั่งซื้อขั้นต่ำ (Ordering Lot Size)	น้ำหนักขนส่งต่อล็อต (Weight per Lot)	ราคาสินค้าต่อล็อตเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้ (Order Cost /Lot)	ราคาสินค้าต่อล็อตเมื่อบริษัทขนส่งสินค้าเอง (Discount If Self Pick)
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	5	70	6000	4800
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	5	60	5200	4160
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	2	40	6300	5040
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	3	50	3600	2880
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	3	40	3200	2560

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ข้อมูลระบุประเภทของสินค้า เช่น เป็นวัตถุดิบทางตรง เสียหายง่าย เป็นต้น
- จำนวนวันทำงานในแต่ละเดือน
- ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์หาได้จากการนำข้อมูลความต้องการผลิตสินค้าที่เคยเกิดขึ้นในอดีตมาทำการนับสถิติการเกิดความต้องการที่จะใช้สินค้านั้นๆ ผลิตสินค้าในวันเดียวกัน เช่น จากสถิติข้อมูลแผนการผลิตในอดีต 240 วันกรณีที่จำนวนวันทำงานตลอดทั้งปีเท่ากับ 240 วัน/ปี มีวันที่บริษัทต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A รายเดียว 43 วัน บริษัทมีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ B รายเดียว 67 วัน มีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B พร้อมกัน 30 วัน และไม่มีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B 100 วัน ทำให้มีความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์การขนส่งดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างข้อมูลความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์การขนส่งในแต่ละวัน

เหตุการณ์การขนส่งที่เกิดขึ้น	ความน่าจะเป็น
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	0.18
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	0.28
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B พร้อมกัน	0.12
ไม่เกิดทั้งผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B	0.42

สมมติว่าจากข้อมูลสถิติความต้องการขนส่งในอดีต 240 วัน มีวันที่บริษัทต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A รายเดียว 43 วัน บริษัทมีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ B รายเดียว 67 วัน มีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B พร้อมกัน 30 วัน และไม่มีความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B 100 วัน

2. ข้อมูลเส้นทาง และรถขนส่ง

   - ความจุของรถขนส่ง และต้นทุนของรถขนส่ง ตัวอย่างข้อมูลเหล่านี้แสดงอยู่ในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างข้อมูลรถขนส่ง

ความจุของรถขนส่ง (kg)	ค่าเช่ารถขนส่งต่อคันต่อปี (บาท/คัน/ปี)	ค่าจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันต่อวัน (บาท/คัน/วัน)	ค่าน้ำมัน (บาท/กิโลเมตร)
160	180000	1400	1

   - ข้อมูลระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่ เป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจเนื่องจากเป็นข้อมูลที่ใช้ในการประมาณต้นทุนค่านำมันที่ใช้ในการขนส่งซึ่งคิดตามระยะทางการขนส่ง แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่

ระยะทาง จาก-ไป	โรงงาน	ผู้จัดหา วัตถุดิบ A	ผู้จัดหา วัตถุดิบ B	ผู้จัดหา วัตถุดิบ C	ผู้จัดหา วัตถุดิบ D	ผู้จัดหา วัตถุดิบ E
โรงงาน	0	22	36	58	73	9
ผู้จัดหา วัตถุดิบ A	22	0	15	38	74	25
ผู้จัดหา วัตถุดิบ B	36	15	0	25	82	37
ผู้จัดหา วัตถุดิบ C	58	38	25	0	83	61
ผู้จัดหา วัตถุดิบ D	73	74	82	83	0	82
ผู้จัดหา วัตถุดิบ E	9	25	37	61	82	0

3. ข้อมูลผู้จัดหาวัตถุดิบ

- ข้อมูลรายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ และรายการสินค้าที่จัดหาให้กับบริษัท เป็นข้อมูลที่ระบุว่าบริษัทมีใครเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบบ้าง และผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจัดหาวัตถุดิบอะไรให้กับบริษัท

Chulalongkorn University

4.1.2 การประมาณการต้นทุน

เนื่องจากในส่วนที่ 1 ของงานวิจัย เป็นการวางแผนรายปี และเป็นการตัดสินใจอยู่บนพื้นฐานของต้นทุนที่เกิดจากการประมาณการ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงแนวคิดและวิธีการประมาณการเพื่อประมาณต้นทุนต่างๆ ที่พิจารณาในงานวิจัยนี้

1) การประมาณจำนวนการเก็บสินค้า

การประมาณต้นทุนการเก็บสินค้า ซึ่งต้นทุนการเก็บสินค้าที่พิจารณาในงานวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ต้นทุนการเก็บหากให้ผู้จัดหาวัตถุดิบส่งสินค้ามาให้ยังโรงงานผลิตของบริษัท และต้นทุนในการเก็บที่จะเกิดขึ้นจากการที่บริษัททำการไปรับสินค้ามายังโรงงานด้วยตนเอง ซึ่งจะกล่าวถึงวิธีการพิจารณาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ต่อไป

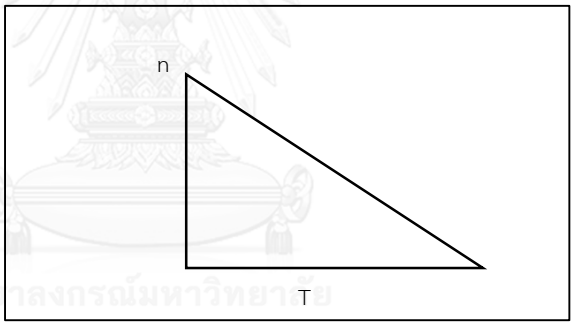
a) จำนวนการเก็บสินค้ากรณีผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ที่บริษัท

การประมาณจำนวนในการเก็บสินค้า เป็นการประมาณจำนวนในการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวัน เนื่องจากการต้นทุนการเก็บสินค้าที่พิจารณาเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้า เนื่องจากในขณะที่กำลังตัดสินใจถึงแม้ว่าจะทราบว่าผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้ครั้งละเท่าไร แต่ผู้ตัดสินใจไม่ทราบว่าสินค้าจะถูกเบิกจากคลังสินค้าเพื่อไปใช้ในการผลิตเมื่อใด วิธีประมาณจำนวนการเก็บสินค้าหาได้ดังสมการที่ 4.7

$$\mathrm{Inv_i} = \frac{\mathrm{n_i}}{2}$$

สมการที่ 4.7

ที่มาของสมการที่ 4.7 คำนวณมาจากแนวคิดการหาจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อช่วงเวลา แสดงดังรูปที่ 4.1 โดยแสดงที่มาของสมการที่ 4.7 ดังสมการที่ 4.8



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.1 ที่มาแนวคิดการหาจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อช่วงเวลา

$$\mathrm{Inv_i} = \frac{\mathrm{n_i} \times \mathrm{T_i}}{2\mathrm{T_i}}$$

สมการที่ 4.8

ซึ่งช่วงเวลาที่สินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i จะถูกใช้จนหมด จะทราบจากการประมาณความต้องการใช้สินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i เป็นจำนวนเท่าไร ช่วงเวลาที่สินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i จะถูกใช้จนหมด และความต้องการใช้สินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i โดยเฉลี่ยต่อวันแสดงดังสมการที่ 4.9 และสมการที่ 4.10

$$T_i = \frac{n_i}{d_i}$$

สมการที่ 4.9

$$d_i = \frac{N_{ij}}{D_j}$$

สมการที่ 4.10

b) จำนวนการเก็บสินค้ากรณีผู้บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง

การประมาณจำนวนในการเก็บสินค้ากรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้ามายังโรงงานด้วยตนเอง คำนวณได้จากจำนวนสินค้าที่บริษัทต้องการจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในเดือน j หารด้วยจำนวนวันทำงานในเดือน j ซึ่งก็คือจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวัน เนื่องจากในกรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง บริษัทจะขนสินค้ามาเก็บไว้ที่โรงงานหนึ่งวันก่อนการผลิตสินค้านั้นๆ จำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันกรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าเอง แสดงดังสมการที่ 4.11

$$Inv_i = \frac{N_{ij}}{D_j}$$

สมการที่ 4.11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) การประมาณต้นทุนการขนส่ง

ต้นทุนการขนส่งที่พิจารณาในส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่ง เป็นต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้นเกิดจากการที่บริษัททำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเองแทนการให้ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้ ต้นทุนการขนส่งที่พิจารณาประกอบไปด้วย

- ต้นทุนการเช่ารถรายปี
- ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource)
- ต้นทุนค่าน้ำมันจากการเดินทาง

เนื่องจากในขณะที่ทำการประมาณต้นทุนการขนส่ง บริษัทไม่ทราบอย่างแน่นอนว่าในอนาคตจะเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นบ้าง และข้อมูลที่ใช้ประกอบในการประมาณการก็มีเพียงแผนความต้องการวัตถุดิบรายปี และความน่าจะเป็นที่จะเกิดการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายพร้อมๆ กัน

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงทำการทดลองจัดเส้นทางเพื่อประมาณการต้นทุนค่าขนส่งที่จะเกิดขึ้น จากการที่บริษัททำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง

การประมาณการต้นทุนในการขนส่งแต่ละเดือน จะพิจารณาความน่าจะเป็นที่จะเกิดการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายพร้อมๆ กัน เพื่อหาจำนวนรถที่ต้องใช้ในแต่ละวัน โดยพิจารณาเป็นกลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบ (set of supplier) ที่บริษัทเลือกที่จะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง ดังจะแสดงตัวอย่างการคำนวณดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการคำนวณเพื่อประมาณการต้นทุนค่าขนส่ง

เหตุการณ์	ความน่าจะเป็น (ใช้)	เส้นทาง	ระยะทาง	น้ำหนัก	จำนวนรถใช้	จำนวนรถที่เลือก	จำนวนการจ้างรถภายนอก	ต้นทุนค่าน้ำมันตามระยะทาง	ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอก	ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกและต้นทุนค่าน้ำมัน
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	0.392	F-S1-F	44	70	1	2	0	880	0	880
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	0.042	F-S2-F	72	60	1	2	0	1440	0	1440
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	0.042	F-S3-F	116	40	1	2	0	2320	0	2320
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C,D	0.168	F-S1-S2-F	73	130	1	2	0	1460	0	1460
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C,E	0.168	F-S1-S3-F	118	110	1	2	0	2360	0	2360
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D,E	0.018	F-S2-S3-F	119	100	1	2	0	2380	0	2380
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C,D, E	0.072	F-S1-S2, F-S3-F	189	170	2	2	0	3780	0	3780
									E[cost]	1459

การประมาณต้นทุนค่าน้ำมัน ประมาณมาจากการทดลองจัดเส้นทางการขนส่งของกลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบ (set of supplier) ที่บริษัทเลือกที่จะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง ในแต่ละกลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบจะถูกนำมาทดลองจัดเส้นทางในทุกๆ สถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น กรณีถ้าเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ C ผู้จัดหาวัตถุดิบ D และ ผู้จัดหาวัตถุดิบ E เพื่อบริษัทจะทำการขนส่งเอง จะทดลองจัดเส้นทางทุกเหตุการณ์การขนส่งที่เป็นไปได้ นั่นคือ เหตุการณ์ที่ในวันนั้นๆ จะไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ C ผู้จัดหาวัตถุดิบ D หรือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ E เพียงรายเดียว ไปจนถึงเหตุการณ์ที่ต้องไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายในกลุ่มพร้อมๆ กัน นั่นคือ เหตุการณ์ที่จะต้องไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ C ผู้จัดหาวัตถุดิบ D และ ผู้จัดหาวัตถุดิบ E พร้อมกัน ดังแสดงในคอลัมน์ “เหตุการณ์”

ของตารางที่ 4.10 โดยในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้วิธี Nearest Neighbor ในการจัดเส้นทางการขนส่ง โดยวิธี Nearest Neighbor จะเลือกเดินทางไปรับวัตถุดิบยังโรงงานของผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ใกล้กับสถานที่ปัจจุบันของรถขนส่งมากที่สุด ทำเช่นนั้นจนกว่าจะบรรทุกสินค้าเต็มความจุของรถขนส่ง หรือจนกว่าทุกสมาชิกในกลุ่มจะถูกจัดเส้นทางทั้งหมด โดยในงานวิจัยนี้จะพิจารณาบนสมมติฐานที่ว่าสินค้าที่ขนส่งไม่สามารถแบ่งขนส่งได้ (Split Demand) จากนั้นทำการจัดเส้นทางการขนส่งให้กับทุกเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ของกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทเลือก ซึ่งจะทำให้ได้ระยะทางรวมในการขนส่งของแต่ละเหตุการณ์ที่เป็นไปได้

จากระยะทางรวมของแต่ละเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ของกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบ (set of supplier) ที่บริษัทเลือก จึงนำไปคำนวณหาต้นทุนค่าน้ำมันของแต่ละเหตุการณ์ ตามสมการที่ 4.12

ต้นทุนค่าน้ำมันของแต่ละเหตุการณ์การขนส่ง = ระยะทางการขนส่งรวมของแต่ละเหตุการณ์ × ค่าน้ำมันต่อระยะทาง

สมการที่ 4.12

การประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องใช้ในแต่ละวันของทุกเหตุการณ์การขนส่งที่อาจจะเกิดขึ้น เนื่องจากการทดลองจัดเส้นทางจะทราบว่าต้องไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบรายใด มีลำดับการขนส่งอย่างไร ทำให้สามารถทราบได้ว่าต้องใช้รถกี่คัน เพราะผู้วางแผนทราบความจุของรถขนส่ง และจากสมมติฐานที่ว่าบริษัทจะทำการไปรับสินค้าทีละ 1 ล็อตการผลิต ทำให้ทราบน้ำหนักในการบรรทุก ดังนั้น ผู้วางแผนก็จะสามารถทราบได้ว่าในแต่ละเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นต้องการใช้รถขนส่งกี่คัน ดังแสดงในคอลัมน์ “จำนวนรถที่ใช้” ของตารางที่ 4.10

การคำนวณหาต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) ในแต่ละเหตุการณ์การขนส่ง ผู้วางแผนต้องทดลองเลือกจำนวนรถขนส่งที่จะใช้ตั้งแต่ 0 คัน ไปจนถึงจำนวนรถสูงสุดที่ต้องใช้หากทำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายที่บริษัทมี โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.13

จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) = จำนวนรถขนส่งที่ต้องการใช้ – จำนวนรถขนส่งที่บริษัทเลือก

สมการที่ 4.13

ผลลัพธ์จากสมการที่ 4.13 เป็นไปได้ 2 กรณี

ถ้าจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) ≤ 0 แล้ว จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) = 0 คัน

ถ้าจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) > 0 แล้ว จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) = จำนวนผลต่างที่คำนวณได้

คำนวณผลรวมของการของต้นทุนในการขนส่งรายเดือน ซึ่งในขั้นตอนนี้ยังไม่ได้คิดรวมค่าเช่ารถขนส่งรายปี โดยผลรวมของต้นทุนในการขนส่งรายเดือนของแต่ละเหตุการณ์ เป็นค่าคาดหมายต้นทุนที่รวมค่าน้ำมัน และต้นทุนจากการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเติม (outsource) ของผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่ม k หรือผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่มที่เลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รัน ต้นทุนการขนส่งรายเดือนแสดงดังสมการที่ 4.14

ต้นทุนการขนส่งของเดือน j = (ค่าคาดหมายต้นทุนค่าน้ำมันในเดือน j + ค่าคาดหมายต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มในเดือน j) × จำนวนวันทำงานในเดือน j

สมการที่ 4.14

การหาค่าคาดหมายของต้นทุนค่าน้ำมันในเดือน j ของผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในกลุ่ม k (กลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทเลือกเพื่อเข้าสู่ระบบมิลค์รัน) คำนวณได้จากการหาผลรวมของต้นทุนค่าน้ำมันของแต่ละเหตุการณ์คูณด้วยความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์การขนส่งนั้น

การหาค่าคาดหมายของต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มในเดือน j จากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในกลุ่ม k คำนวณได้จากจากการหาผลรวมของต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มของแต่ละเหตุการณ์คูณด้วยด้วยความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์การขนส่งนั้น

4.1.3 วิธีการหาคำตอบของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

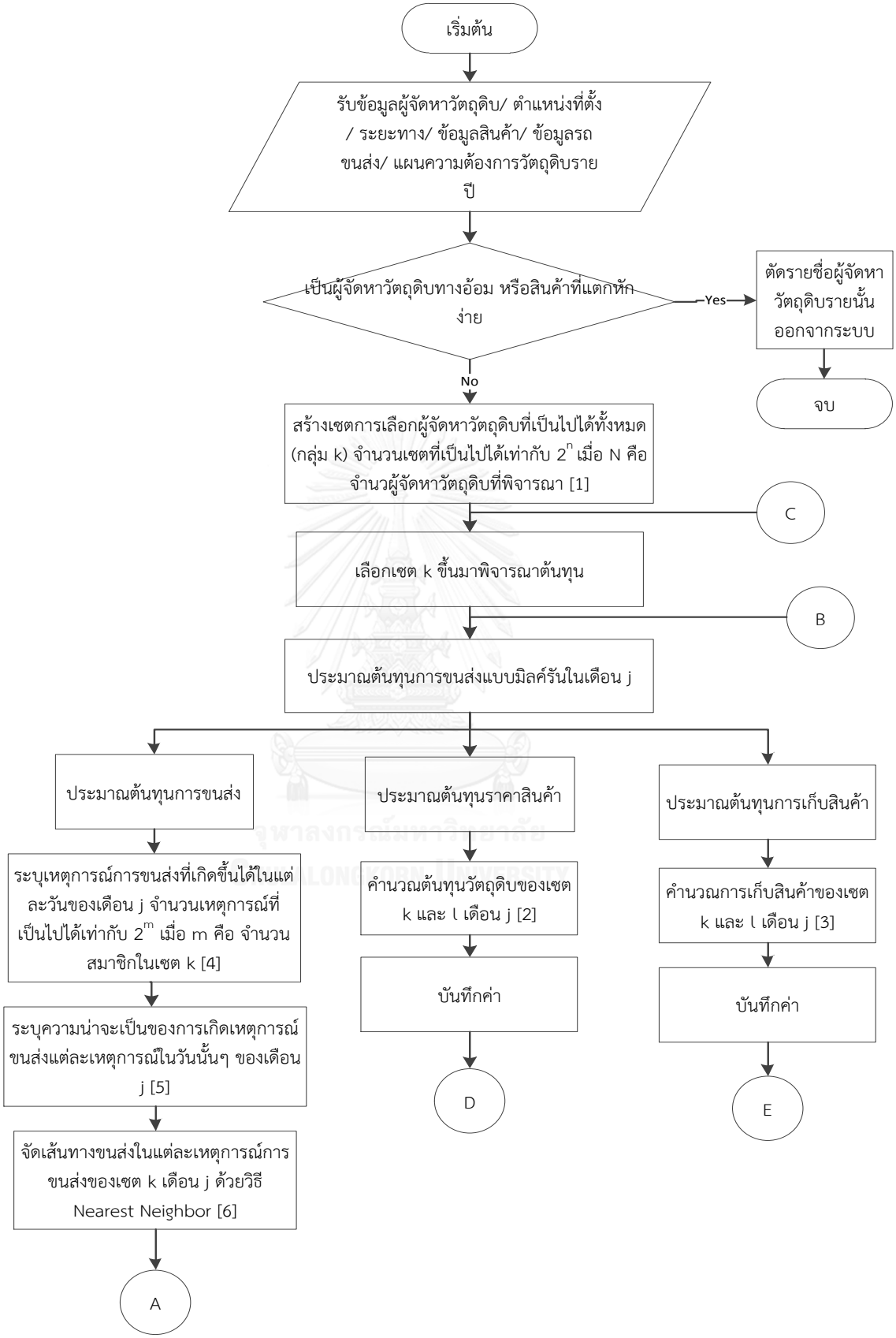
ปัญหาการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง และการประมาณจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี เพื่อทำให้ประหยัดต้นทุนรวมทั้งปีสูงสุด เป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนสูง และจัดเป็นปัญหา NP Hard แบบหนึ่ง เนื่องจากเวลาในการหาคำตอบ

ของปัญหาเพิ่มขึ้นเป็นแบบเอ็กโพเนนเชียล เมื่อมีจำนวนสมาชิกเพิ่มขึ้น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงวิธีที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาส่วนที่ 1 ในงานวิจัยนี้ โดยผู้วิจัยได้เสนอวิธีการหาคำตอบ 3 วิธี นั่นคือ วิธีแจงนับ ฮิวริสติกในการหาคำตอบ และวิธีอย่างง่ายดังจะกล่าวถึงรายละเอียดของวิธีในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

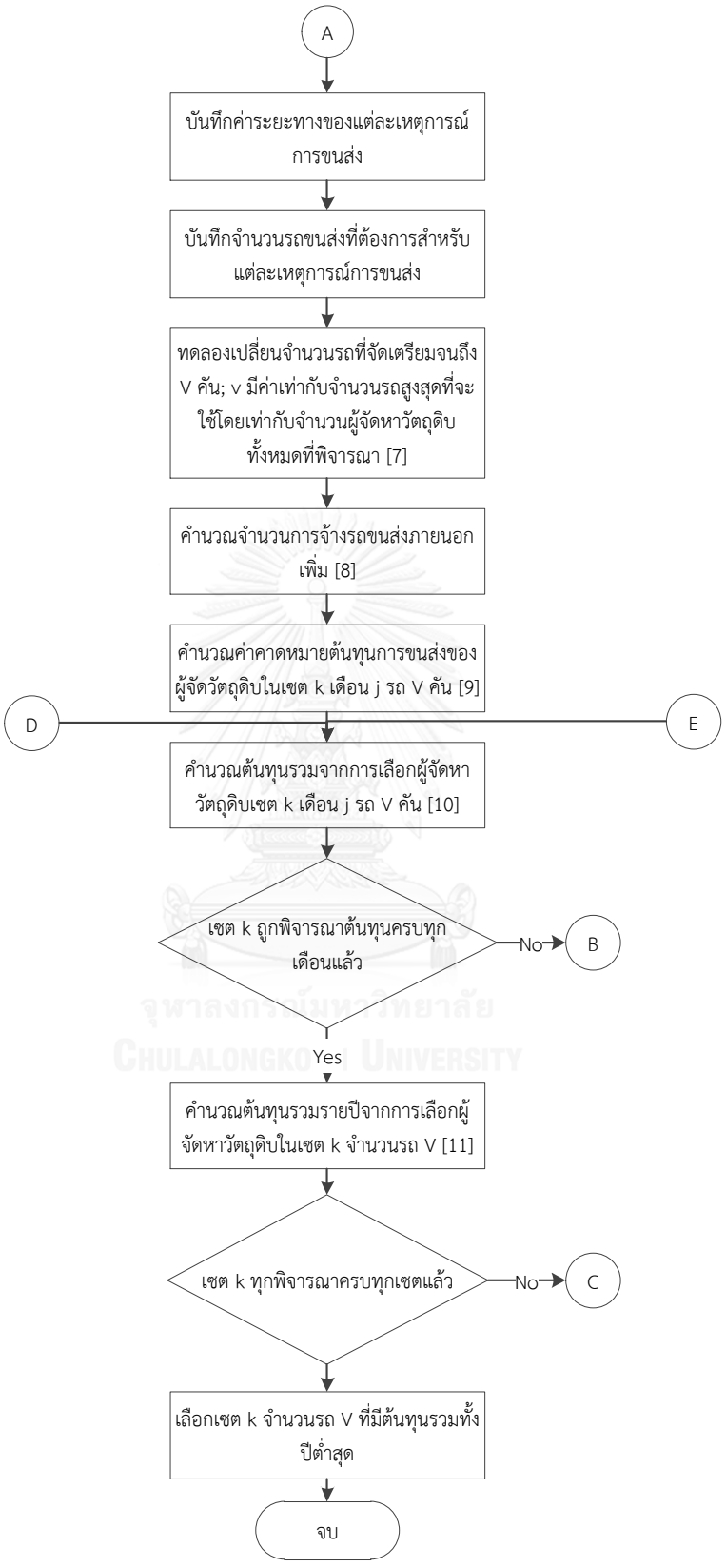
1) วิธีแจงนับ (Total Enumeration)

วิธีแจงนับ เป็นวิธีที่คิดทุกกรณีและทุกสถานการณ์ที่เป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น เพื่อหากลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบและประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมรายปี เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมจากการดำเนินการรายปีต่ำสุด ขั้นตอนวิธีของส่วนที่ 1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทบริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมรายปี จะเริ่มต้นจากการคัดกรองผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายที่มีลักษณะไม่เหมาะสมกับการทำการขนส่งแบบมิลล์รันออกไปจากระบบการพิจารณาเพื่อคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง โดยลักษณะที่ว่านี้ คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบที่ทำหน้าจัดหาสินค้าที่เป็นวัตถุดิบทางอ้อม และสินค้าที่เสียหายหรือแตกหักง่าย ผู้จัดหาวัตถุดิบที่ผ่านขั้นตอนการคัดกรองที่กล่าวมาแล้ว จะถูกนำเข้าสู่ระบบการพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบที่ผ่านการคัดกรองด้วยเกณฑ์เชิงคุณภาพในเบื้องต้น จะถูกนำเข้าสู่ระบบการพิจารณาคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเอง ขั้นตอนการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี ภาพรวมของขั้นตอนการตัดสินใจเพื่อคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีด้วยวิธีแจงนับ แสดงอยู่ในรูปของแผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจ (Decision Flow) ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของวิธีแจงนับ



รูปที่ 4.2 (ต่อ) แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของวิธีแจงนับ

<u>รายละเอียดของกระบวนการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ (Total Enumeration) แสดงดังต่อไปนี้</u>

[1] สร้างเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นไปได้ทั้งหมด (กลุ่ม k)

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งเซตเหล่านี้เป็นเซตของผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะถูกเลือกเข้าสู่ระบบมิลค์รัน ซึ่งจำนวนเซตสูงสุดที่เป็นไปได้จะเท่ากับ 2^n เมื่อ n คือ จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาทั้งหมด ตัวอย่างการสร้างเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รัน

<u>ตัวอย่าง</u> ถ้าระบบที่พิจารณามีผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมด 3 ราย คือผู้จัดหาวัตถุดิบ A B และ C เพราะฉะนั้นจำนวนเซตการเลือกที่เป็นไปได้เท่ากับ 2^3 วิธี หรือ 8 วิธี ซึ่งประกอบด้วยเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นไปได้

เซตที่	เซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ
1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A
2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B
3	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C
4	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B
5	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, C
6	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B, C
7	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C
8	-

[2] คำนวณต้นทุนวัตถุดิบของเซต k และ l เดือน j

ขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณต้นทุนจากราคาสินค้าที่เกิดจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่มมิลค์รัน (เซต k) และผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มมิลค์รัน (เซต l) ในแต่ละเดือน โดยพิจารณาไปทีละเดือน แสดงดังสมการที่ 4.2 และ 4.3

$$RM_{kj} = \sum_{i \in k} N_{ij} \times C_i^{RM\prime}$$

สมการที่ 4.2

$$RM_{lj} = \sum_{i \in l} N_{ij} \times C_i^{RM}$$

สมการที่ 4.3

ตัวอย่าง จากตัวอย่างก่อนหน้าในตารางที่ 4.11 กรณีมีผู้จัดหาวัตถุดิบในระบบทั้งหมด 3 ราย การคิดต้นทุนราคาสินค้าของเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเซตที่ 1 นั่นคือ เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A รายเดียวเพื่อเข้าสู่ระบบมิลค์รัน เพราะฉะนั้นจะต้องคำนวณต้นทุนราคาสินค้าที่เกิดจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A จากสมการที่ 4.2 และคำนวณต้นทุนราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ B และผู้จัดหาวัตถุดิบ C จากสมการที่ 4.3 ซึ่งการคำนวณจะใช้ข้อมูลราคาสินค้า และข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ดังตารางที่ 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างข้อมูลราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	ราคาสินค้าต่อล็อต กรณีทำการขนส่งแบบมิลค์รัน	ราคาสินค้าต่อล็อต กรณีให้ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้
A	6,000	4,800
B	5,200	4,160
C	6,300	5,040

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย

	ความต้องการสินค้าในแต่ละเดือน (ล็อต)												
รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	จำนวนรวมทั้งปี (ล็อต)
A	8	16	4	8	14	16	14	16	16	16	16	16	160
B	4	8	14	10	10	4	10	8	10	4	14	6	102
C	8	8	8	4	14	8	6	4	6	8	14	6	94

จากข้อมูลราคาสินค้า และข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ดังตารางที่ 4.12 และ 4.13 จะนำมาทำการคำนวณต้นทุนราคาสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้ามาสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งในที่นี้ยกตัวอย่างการคำนวณต้นทุนราคาสินค้าของเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันเพียงรายเดียวโดยพิจารณาต้นทุนราคาสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันในเดือนมกราคมเท่านั้น ดังนั้น ต้นทุนราคาสินค้าของเดือนมกราคมจะทำการคำนวณต้นทุนราคาสินค้ากรณีทำการขนส่งแบบมิลค์รันสำหรับผู้จัดหาวัตถุดิบ A และคำนวณต้นทุนราคาสินค้ากรณีที่ให้ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้สำหรับผู้จัดหาวัตถุดิบ B และ C แสดงตัวอย่างการคำนวณต้นทุนวัตถุดิบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเซตที่ 1 เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนราคาสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	ต้นทุนวัตถุดิบในเดือนม.ค.	ต้นทุนวัตถุดิบในเดือนม.ค. ของกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่ม k	ต้นทุนวัตถุดิบในเดือนม.ค.ของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่ม l
A	(8 × 4,800) =38,400	A = 38,400	B+C = 20,800+50,400=71,200
B	(4 × 5,200) =20,800		
C	(8 × 6,300) =50,400		
	ต้นทุนรวมค่าวัตถุดิบในเดือนม.ค. (บาท)	38,400+71,200 = 109,600	

[3] คำนวณต้นทุนเก็บสินค้าของเซต k และ l เดือน j

การคำนวณต้นทุนจากการเก็บสินค้าที่เกิดจากผู้จัดหาวัตถุดิบในกลุ่มมิลค์รัน และผู้จัดหาวัตถุดิบที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มมิลค์รันในแต่ละเดือน แสดงดังสมการที่ 4.4 และ 4.5 โดยจำนวนการเก็บสินค้าเฉลี่ยต่อวันของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ($\mathbf{Inv_i}$) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.7 กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน และสมการที่ 4.11 กรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยตนเอง

$$\mathrm{Inv_{kj}} = \sum_{\mathrm{i} \in \mathrm{k}} \left(\mathrm{C_i^{RM\prime}} \times \mathrm{Inv_i} \times \mathrm{I} \times \mathrm{D_j} \right)$$

สมการที่ 4.4

$$\mathrm{Inv_{lj}} = \sum_{\mathrm{i} \in \mathrm{l}} \left(\mathrm{C_i^{RM}} \times \mathrm{Inv_i} \times \mathrm{I} \times \mathrm{D_j} \right)$$

สมการที่ 4.5

$$\mathrm{Inv_i} = \frac{\mathrm{n_i}}{2}$$

สมการที่ 4.7

$$\mathrm{Inv_i} = \frac{\mathrm{N_{ij}}}{\mathrm{D_j}}$$

สมการที่ 4.11

ตัวอย่าง จากตัวอย่างในตารางที่ 4.11 กรณีที่มีผู้จัดหาวัตถุดิบในระบบทั้งหมด 3 ราย การคิดต้นทุนการเก็บสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเซตที่ 1 นั่นคือ เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A รายเดียวเพื่อเข้าสู่ระบบมิลค์รัน ดังนั้น การคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าจะคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าที่เกิดจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A จากสมการที่ 4.4 และคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ B และผู้จัดหาวัตถุดิบ C จากสมการที่ 4.5 โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบประกอบไปด้วย ข้อมูลราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ข้อมูลจำนวนสินค้าขั้นต่ำที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจะยอมทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน ข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ข้อมูลอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่อวัน และจำนวนวันทำงานของเดือนที่พิจารณา ซึ่งในที่นี้ข้อมูลราคาสินค้า และความต้องการสินค้ารายเดือนจากของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายแสดงดังตารางที่ 4.12 และตารางที่ 4.13 ในข้อ [2] ตามลำดับ โดยในกรณีตัวอย่างบริษัทมีอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่อวันเท่ากับ 1% และมีจำนวนวันทำงานในแต่ละเดือนเท่ากับ 20 วัน โดยข้อมูลจำนวนสินค้าขั้นต่ำที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจะยอมทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงานแสดงดังตารางที่ 4.15 และการคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าของเดือนมกราคมจะแสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างข้อมูลจำนวนสินค้าขั้นต่ำที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจะยอมทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	จำนวนล็อตขั้นต่ำที่ผู้จัดหาวัตถุดิบจะขนสินค้ามาให้
A	5
B	5
C	2

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนการเก็บสินค้าของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	จำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวัน (ล็อตต่อวัน)	ต้นทุนการเก็บสินค้าในเดือนม.ค. (บาทต่อเดือน)	ต้นทุนวัตถุดิบในเดือนม.ค. ของกลุ่ม k (บาทต่อเดือน)	ต้นทุนวัตถุดิบในเดือนม.ค. ของกลุ่ม l (บาทต่อเดือน)
A	8/20 = 0.4	(4,800 × 0.4 × 0.01× 20) = 384	A = 384	2,600+1,260 =3,860
B	5/2 = 2.5	(5,200 × 2.5 × 0.01× 20) = 2,600		
C	2/2 = 1.0	(6,300 × 1.0 × 0.01× 20) = 1,260		
		ต้นทุนรวมค่าเก็บสินค้าในเดือนม.ค. (บาทต่อเดือน)	384+3,860 = 4,244	

[4] ระบุเหตุการณ์การขนส่งที่เกิดขึ้นได้ในแต่ละวันของเดือน j

การระบุเหตุการณ์การขนส่งที่เกิดขึ้นได้ในแต่ละวันซึ่งพิจารณาไปทีละเดือน โดยการระบุเหตุการณ์การขนส่งในแต่ละวันจะพิจารณาโดยเชื่อว่า ในแต่ละวันของเดือนเดียวกันมีโอกาสในการเกิดเหตุการณ์การขนส่งต่างๆ เท่ากัน ซึ่งจำนวนเหตุการณ์การขนส่งทั้งหมดที่เป็นไปได้จะเท่ากับ 2^m

เมื่อ m เป็นจำนวนสมาชิกของผู้จัดหาวัตถุดิบในเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่ระบบมิลค์รัน (สมาชิกในเซต k)

ตัวอย่าง กรณีที่เซตการเลือกวัตถุดิบ คือ เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน และให้ผู้จัดหาวัตถุดิบ C ทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน ดังนั้น เหตุการณ์การขนส่งที่เป็นไปได้จะเท่ากับ 2^2 เหตุการณ์ เนื่องจากมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ถูกเลือกเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน 2 ราย ดังนั้น เหตุการณ์การขนส่งที่เป็นไปได้ในแต่ละวันจึงประกอบด้วยเหตุการณ์ดังต่อไปนี้

1. เหตุการณ์ที่จะไปรับผู้จัดหาวัตถุดิบ A รายเดียว
2. เหตุการณ์ที่จะไปรับผู้จัดหาวัตถุดิบ B รายเดียว
3. เหตุการณ์ที่จะไปรับผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B
4. เหตุการณ์ที่จะไม่ไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A และ B

[5] ระบุความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์ในวัน

ความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์การขนส่งในแต่ละวัน เป็นข้อมูลที่ได้จากการบันทึกค่าสถิติความต้องการสินค้าที่เกิดขึ้นในอดีต โดยที่มีความเชื่อว่าเหตุการณ์การขนส่งในปัจจุบันจะมีลักษณะคล้ายกับความต้องการสินค้าในอดีต ตัวอย่างการหาความน่าจะเป็นในการเกิดเหตุการณ์การขนส่ง ดูได้จากหัวข้อ 4.1.1 ข้อมูลนำเข้าของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

[6] จัดเส้นทางการขนส่งในแต่ละเหตุการณ์การขนส่ง ของสมาชิกในเซต k

การจัดเส้นทางการขนส่งของแต่ละเหตุการณ์การขนส่ง ในงานวิจัยนี้จะใช้วิธี Nearest Neighbor ซึ่งเป็นวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งโดยจะเลือกเดินทางไปยังตำแหน่งที่ใกล้กับตำแหน่งปัจจุบันที่รถขนส่งอยู่มากที่สุด แต่ถ้าผู้จัดหาวัตถุดิบในตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดมีน้ำหนักบรรทุกที่ไม่สามารถใส่เข้าไปในรถขนส่งได้เนื่องจากถ้าบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบรายนี้จะทำให้เกินความจุของรถขนส่ง วิธีการนี้ก็จะทำการค้นหาผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งปัจจุบันของรถรายถัดไปจนกว่าความจุของรถขนส่งจะเต็ม หรือไม่มีผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดสามารถบรรทุกในรถขนส่งคันนั้นได้แล้วจึงทำการเริ่มต้นจัดเส้นทางขนส่งด้วยรถคันใหม่

ตัวอย่าง กรณีพิจารณาจัดเส้นทางการขนส่งของเหตุการณ์ที่จะไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A ผู้จัดหาวัตถุดิบ B และผู้จัดหาวัตถุดิบ C พร้อมกันในวันเดียวกัน การจัดเส้นทางจะใช้ข้อมูลระยะห่างระหว่างแต่ละสถานที่ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบ ข้อมูลความจุรถขนส่งในมิติด้านน้ำหนัก

และข้อมูลน้ำหนักต่อล็อตของการขนส่งสินค้าแต่ละชนิด ตัวอย่างข้อมูลระยะห่างระหว่างแต่ละสถานที่และข้อมูลน้ำหนักสินค้าต่อล็อตของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย แสดงดังตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18 ตามลำดับ โดยสมมติว่ารถขนส่ง 1 คันสามารถบรรทุกสินค้าได้ 160 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างข้อมูลระยะห่างระหว่างแต่ละสถานที่

ระยะทาง จาก-ไป	โรงงาน (km.)	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A (km.)	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B (km.)	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C (km.)
โรงงาน	0	22	36	58
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	22	0	15	38
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	36	15	0	25
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	58	38	25	0

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างข้อมูลน้ำหนักสินค้าต่อล็อตของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	น้ำหนักสินค้าต่อล็อต (กิโลกรัมต่อล็อต)
A	70
B	60
C	40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากข้อมูลในตารางที่ 4.17 และ 4.18 การจัดเส้นทางจะพิจารณาว่ารถขนส่งแต่ละคันมีจุดเริ่มต้นอยู่ที่โรงงาน (Factory) เสมอ ดังนั้น จะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะทำการไปรับสินค้ารายถัดไปที่อยู่ใกล้กับจุดที่รถขนส่งอยู่ในปัจจุบันมากที่สุด ซึ่งในที่นี้คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ A โดยการที่ไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A จะทำให้รถขนส่งมีความจุเท่ากับ 70 กิโลกรัม และผู้จัดหาวัตถุดิบรายถัดไปที่อยู่ใกล้กับผู้จัดหาวัตถุดิบ A คือผู้จัดหาวัตถุดิบ B โดยถ้ารถขนส่งคันที่ 1 ไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ B จะทำให้รถขนส่งคันที่ 1 มีความจุของรถเท่ากับ 130 กิโลกรัมซึ่งยังน้อยกว่าความจุของรถขนส่ง ดังนั้น ระบบก็จะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายถัดไปที่อยู่ใกล้กับผู้จัดหาวัตถุดิบ B มากสุดลงรถขนส่งคันที่ 1 นั่นคือผู้จัดหาวัตถุดิบ C แต่หากนำรถขนส่งไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ C จะทำให้น้ำหนักบรรทุกของรถคันที่ 1 เท่ากับ 170 กิโลกรัมซึ่งเกินความจุของรถขนส่งที่กำหนดไว้ โดยถ้าเกิดกรณีดังกล่าวก็จะทำการหาผู้จัดหาวัตถุดิบรายถัดไปที่ใกล้กับผู้จัดหาวัตถุดิบ C และมีน้ำหนักบรรทุกเมื่อจัดลงในรถขนส่งคันที่พิจารณาแล้วไม่เกินเงื่อนไขข้อกำหนดด้านความจุของรถขนส่งก็จะเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นลงรถขนส่ง แต่เนื่องจากตัวอย่างที่ยกมามีผู้จัดหาวัตถุดิบเพียง 3

ราย ดังนั้น จึงเหลือผู้จัดหาวัตถุดิบรายเดียวที่ยังไม่ถูกจัดลงรถขนส่ง นั่นคือผู้จัดหาวัตถุดิบ C ซึ่งผู้จัดหาวัตถุดิบ C ไม่สามารถจัดลงรถคันที่ 1 ได้ ดังนั้น บริษัทจะต้องทำการเปิดรถขนส่งคันที่ 2 เพื่อไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ C เพียงรายเดียวแล้วจึงกลับมายังบริษัท โดยวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งจะพยายามจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถให้เต็มคันมากที่สุดหรือจนกว่าจะไม่มีผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดสามารถจัดลงรถขนส่งคันที่กำลังพิจารณาอยู่จึงจะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งคันใหม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบระยะทางรวมของการขนส่ง และจำนวนรถขนส่งที่ต้องใช้สำหรับเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์ โดยเหตุการณ์การขนส่งที่ยกเป็นตัวอย่างขึ้นมาพิจารณาจะต้องใช้รถขนส่งจำนวน 2 คัน และมีระยะทางขนส่งรวมเท่ากับ ระยะทางของเส้นทาง โรงงาน – ผู้จัดหาวัตถุดิบA -ผู้จัดหาวัตถุดิบB -โรงงาน และเส้นทาง โรงงาน-ผู้จัดหาวัตถุดิบC-โรงงาน รวมกันนั่นคือ 189 กิโลเมตร ตัวอย่างการจัดเส้นทางการขนส่งแสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างการจัดเส้นทางการขนส่ง

รถคันที่	ตำแหน่งปัจจุบันของรถ	สถานที่ถัดไปที่ใกล้จุดปัจจุบันที่สุด	น้ำหนักบรรทุกของรถ (kg.)	น้ำหนักปัจจุบัน <= ความจุรถ	เลือกไปรับสินค้าหรือไม่	เส้นทางของรถ	ระยะทางการขนส่งของแต่ละเส้นทาง (km.)
1	โรงงาน	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70	T	✓	โรงงาน – ผู้จัดหาวัตถุดิบ A -ผู้จัดหาวัตถุดิบ B – โรงงาน	=22+15+36 = 73
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	70+60 =130	T	✓		
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	130+40 = 170	F	✗		
2	โรงงาน	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	40	T	✓	โรงงาน - ผู้จัดหาวัตถุดิบ C -โรงงาน	=58+58 = 116
						ระยะทางการขนส่งรวมของเหตุการณ์การขนส่งนี้ (km.)	189

[7] ทดลองเปลี่ยนจำนวนรถที่จัดเตรียมจนถึง V คัน

ขั้นตอนของการทดลองเปลี่ยนจำนวนรถที่เลือกเพื่อที่จะใช้ในการขนส่งไปจนถึง V คัน ซึ่ง Vมีค่าเท่ากับจำนวนรถสูงสุดที่จะใช้ โดยจำนวนรถสูงสุดที่ต้องใช้จะเท่ากับจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่พิจารณา

ตัวอย่าง กรณีที่ระบบที่พิจารณามีผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมด 3 ราย เพราะฉะนั้นจำนวนรถที่จะทดลองเลือกจะเท่ากับ 3 คัน โดยที่มีสมมติฐานที่ว่าจำนวนในการขนส่งสินค้าแต่ละครั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายไม่เกินความจุของรถขนส่ง โดยจะเริ่มทดลองเลือกจำนวนรถขนส่งตั้งแต่รถ 0 คันไปจนถึง 3 คัน จากตัวอย่างก่อนหน้าที่ได้ทำการพิจารณาจัดเส้นทางของเหตุการณ์การขนส่งที่ต้องไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และผู้จัดหาวัตถุดิบ C ในวันเดียวกันพบว่าจะต้องใช้รถขนส่ง 2 คัน จากตารางที่ 4.20 เป็นตัวอย่างตารางการคำนวณต้นทุนค่าขนส่งรายเดือนในกรณีที่เซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รัน คือ เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และ C เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยในตารางจะทำการแจกแจงเหตุการณ์การขนส่งที่เป็นไปได้ในแต่ละวัน และคำนวณจำนวนรถขนส่งที่ต้องการใช้ในการขนส่งสำหรับเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์ โดยในขั้นตอนนี้จะทำการทดลองเปลี่ยนจำนวนรถขนส่งที่เลือกในคอลัมน์ “จำนวนรถที่เลือก” เพื่อที่จะคำนวณต้นทุนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนค่าขนส่งรายเดือน

เหตุการณ์	ความน่าจะเป็น (ใช้)	เส้นทาง	ระยะทาง	น้ำหนัก	จำนวนรถใช้	จำนวนรถที่เลือก	จำนวนการจ้างรถภายนอก	ต้นทุนค่าน้ำมันตามระยะทาง	ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอก	ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกและต้นทุนค่าน้ำมัน
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	0.392	F-S1-F	44	70	1	2	0	880	0	880
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	0.042	F-S2-F	72	60	1	2	0	1440	0	1440
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	0.042	F-S3-F	116	40	1	2	0	2320	0	2320
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A,B	0.168	F-S1-S2-F	73	130	1	2	0	1460	0	1460
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A,C	0.168	F-S1-S3-F	118	110	1	2	0	2360	0	2360
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B,C	0.018	F-S2-S3-F	119	100	1	2	0	2380	0	2380
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A,B,C	0.072	F-S1-S2, F-S3-F	189	170	2	2	0	3780	0	3780
									E[cost]	1459

[8] คำนวณจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม

ขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณจำนวนรถที่บริษัทจะต้องจ้างเพิ่มเมื่อบริษัทตัดสินใจเลือกเช่ารถจำนวนหนึ่ง การคำนวณจะพิจารณาจากสมการที่ 4.13

จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) = จำนวนรถขนส่งที่ต้องการใช้ – จำนวนรถขนส่งที่บริษัทเลือก

สมการที่ 4.13

ผลลัพธ์จากสมการที่ 4.13 เป็นไปได้ 2 กรณี คือ

ถ้าจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) ≤ 0 แล้ว จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) = 0 คัน

ถ้าจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) > 0 แล้ว จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (Outsource) = จำนวนผลต่างที่คำนวณได้

ถ้าพิจารณาตัวอย่างจากตารางที่ 4.12 จะเห็นว่าในแต่ละเหตุการณ์การขนส่งมีความต้องการใช้รถ 1 คัน และจำนวนรถที่เลือกคือ 2 คัน เพราะฉะนั้นจึงมาเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเลย

ตัวอย่าง จากตารางที่ 4.20 ในเหตุการณ์การขนส่งที่ต้องไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และผู้จัดหาวัตถุดิบ C ในวันเดียวกันจากการคำนวณในขั้นตอนก่อนหน้าที่กล่าวไปแล้ว พบว่าจะต้องใช้รถขนส่ง 2 คัน และจากการทดลองเปลี่ยนจำนวนรถที่ต้องจัดเตรียมดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ดังนั้น ในการทดลองเลือกจำนวนรถขนส่งแต่ละจำนวนจะทำให้ทราบได้ว่าจะเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มกี่คันหรือมีจำนวนรถที่เลือกไว้เหลือกี่คัน ตัวอย่างการคำนวณจำนวนรถขนส่งภายนอกที่จ้างเพิ่มแสดงดังตารางที่ 4.21 โดยจำนวนการจ้างรถภายนอกเพิ่มที่มีค่าติดลบจะหมายความว่า ด้วยจำนวนรถที่เลือกทำให้เกิดรถเหลือ เช่น กรณีเลือกรถ 3 คัน ทำให้เกิดจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเท่ากับ -1 คันต่อวัน หมายความว่า ด้วยจำนวนการเลือกรถขนส่งจำนวน 3 คันทำให้มีรถขนส่งเหลือ 1 คันต่อวัน

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างการคำนวณจำนวนรถขนส่งภายนอกที่จ้างเพิ่ม

		จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม (คัน/วัน)			
เหตุการณ์การขนส่ง	จำนวนรถที่ต้องการใช้ (คัน/วัน)	เลือกรถ 0 คัน	เลือกรถ 1 คัน	เลือกรถ 2 คัน	เลือกรถ 3 คัน
Sup A, B และ C ในวันเดียวกัน	2	2	1	0	-1

[9] คำนวณค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบในเซต k เดือน j รถ v คัน

เนื่องจากเป็นการประมาณการ ดังนั้นต้นทุนในส่วนนี้จึงคำนวณออกมาเป็นค่าคาดหมายของต้นทุน ซึ่งวิธีคำนวณค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่ง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.6 และสมการที่ 4.14 ที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1 การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี และหัวข้อ 4.1.2 ข้อ 2) การประมาณต้นทุนการขนส่ง

ตัวอย่าง จากตารางที่ 4.20 ที่ทำการคำนวณค่าคาดหมายต้นทุนการขนส่งรายเดือนของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และ C เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันโดยทดลองเลือกจำนวนรถที่จะจัดหาเป็นจำนวน 2 คัน ข้อมูลที่นำมาใช้ในคำนวณประกอบด้วย ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์การ

ขนส่งต่างๆในแต่ละวันดังแสดงในคอลัมน์ “ความน่าจะเป็น(ใช้)” ข้อมูลเส้นทางขนส่งที่ได้จัดไว้ดังคอลัมน์ “เส้นทาง” ข้อมูลระยะทางรวมของเส้นทางที่จัดไว้แสดงในคอลัมน์ “ระยะทาง” ข้อมูลจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มต่อวันของแต่ละเหตุการณ์การขนส่งดังแสดงในคอลัมน์ “จำนวนการรถขนส่งภายนอก” โดยต้นทุนค่าน้ำมันเท่ากับ 1 บาท/กิโลเมตร และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันต่อวันเท่ากับ 1,400 บาท โดยค่าคาดหมายของต้นทุนการขนส่ง (E[cost]) ของตัวอย่างที่กล่าวในตารางที่ 4.20 จะเท่ากับ ผลรวมของต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกและค่าน้ำมันของเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์ดังคอลัมน์ “ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกและต้นทุนค่าน้ำมัน” คูณด้วยความน่าจะเป็นของเหตุการณ์การขนส่งนั้นๆ ดังแสดงข้างล่าง

$$E[cost]=(0.392\times880)+(0.042\times1{,}440)+(0.042\times2{,}320)+(0.168\times1{,}460)+(0.168\times2{,}360)$$
$$+(0.018\times2{,}380)+(0.072\times3{,}780) = 1{,}459 \text{ บาท}$$

[10] คำนวณต้นทุนรวมจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเซต k เดือน j รถ v คัน

การคำนวณต้นทุนรวมจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเซต k เดือน j รถ v คัน ซึ่งจะคำนวณต้นทุนรวมทั้งของเซต k และเซต l สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.15

$$T_{kjv} = RM_{kj} + RM_{lj} + Inv_{kj} + Inv_{lj} + Tr_{kjv}$$

สมการที่ 4.15

ตัวอย่าง จากตัวอย่างก่อนหน้าหลังจากคำนวณต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนราคาสินค้า และต้นทุนการเก็บสินค้าของแต่ละกลุ่มการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบแล้ว ต่อมาจะคำนวณต้นทุนรวมรายเดือนที่จะเกิดขึ้นจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มต่างๆ ด้วยจำนวนรถที่แตกต่างกัน โดยประกอบด้วยต้นทุนทั้ง 3 ดังที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งในที่นี้ต้นทุนการขนส่งที่พิจารณายังไม่คิดรวมต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปี แสดงตัวอย่างการคำนวณต้นทุนรวมรายเดือนจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และC ของเดือนมกราคม โดยเลือกรถจำนวน 2 คัน โดยต้นทุนราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รันเท่ากับ 38,400 บาท ต้นทุนราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบนอกกลุ่มมิลค์รันเท่ากับ 71,200 บาท ต้นทุนการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบกลุ่มมิลค์รันเท่ากับ 384 บาท ต้นทุนการเก็บสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบนอกกลุ่มมิลค์รันเท่ากับ 3,860 บาท และต้นทุนค่าค้นส่งเท่ากับ 1,459 บาท ดังนั้นต้นทุนรวมรายเดือนของกรณีดังกล่าวนี้จะเท่ากับ 115,303 บาทดังแสดงข้างล่าง

$$T_{712} = 38{,}400 + 71{,}200 + 384 + 3{,}860 + 1{,}459 = 115{,}303$$

[11] คำนวณต้นทุนรวมรายปีจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในเซต k จำนวนรถ v

ต้นทุนรวมรายปี จะเป็นการคิดต้นทุนที่ประกอบด้วยต้นทุนราคาสินค้า ต้นทุนการเก็บสินค้าทั้งของเซต k และเซต l ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนการเช่ารถตลอดทั้ง 12 เดือน ซึ่งได้ถูกกล่าวถึงไปในหัวข้อ 4.1 การคำนวณแสดงดังสมการที่ 4.1 โดยในขั้นตอนนี้จะทำการรวมต้นทุนรายเดือนทั้ง 12 เดือนที่เกิดจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันแต่ละกลุ่มด้วยจำนวนรถต่างๆ จากขั้นตอนก่อนหน้าโดยบวกรวมต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปีไปด้วย

$$\text{Min } T_{kv} = \sum_{j=1}^{12} RM_{kj} + \sum_{j=1}^{12} RM_{lj} + \sum_{j=1}^{12} Inv_{kj} + \sum_{j=1}^{12} Inv_{lj} + \sum_{j=1}^{12} Tr_{kjv} + VC_{truck}$$

สมการที่ 4.1

ตัวอย่าง ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนรวมรายปีของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และ C เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยเลือกจำนวนรถขนส่งที่จะจัดหารายปีเท่ากับ 2 คัน เมื่อค่าเช่ารถขนส่งรายปีเท่ากับ 180,000 บาท/คัน/ปี แสดงดังตาราง 4.22 ซึ่งในที่นี้ต้นทุนรวมรายปีจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเหล่านี้ด้วยจำนวนรถ 2 คันจะทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีเท่ากับ 4,133,609 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.22 ตัวอย่างตารางการคำนวณต้นทุนรวมรายปีที่เกิดจากการเลือกผู้จัดหาแต่ละกลุ่ม

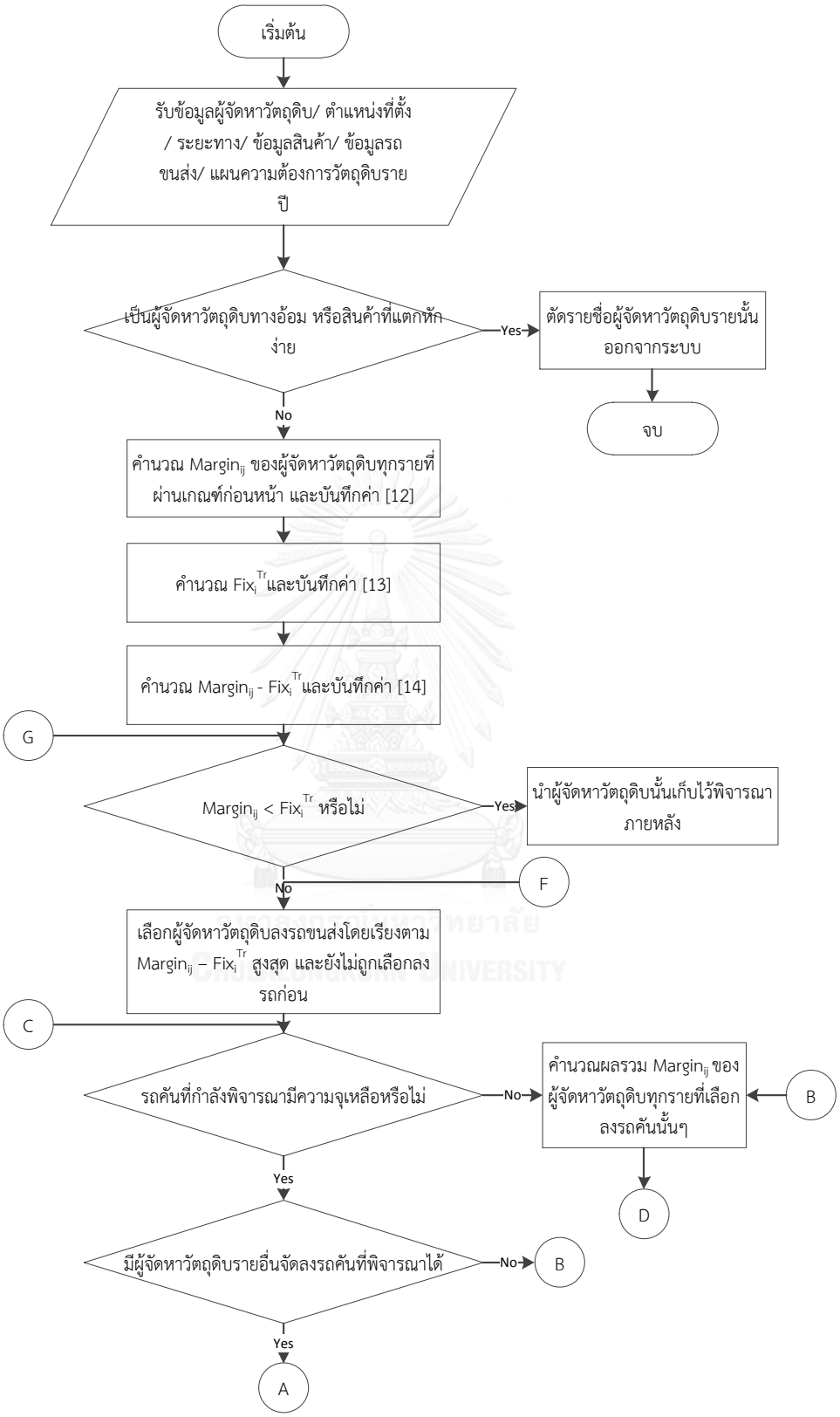
เดือน	ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกและต้นทุนค่าน้ำมัน	ต้นทุนราคาสินค้ากรณีบริษัทขนสินค้าเอง	ต้นทุนราคาสินค้ากรณีผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้	ต้นทุนการเก็บสินค้ากรณีบริษัทขนสินค้าเอง	ต้นทุนการเก็บสินค้ากรณีผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้	ต้นทุนรวม	ต้นทุนค่าเช่ารถขนส่งรายปี
1	1,325	95,360	119,200	48	343	216,276	360,000
2	1,727	150,400	188,000	75	343	340,546	
3	1,662	117,760	147,200	59	343	267,024	
4	1,248	100,160	125,200	50	343	227,001	
5	2,308	179,360	224,200	90	343	406,301	
6	1,545	133,760	167,200	67	343	302,915	
7	1,581	139,040	173,800	70	343	314,833	
8	1,366	130,240	162,800	65	343	294,814	
9	1,634	148,640	185,800	74	343	336,491	
10	1,545	133,760	167,200	67	343	302,915	
11	2,578	205,600	257,000	103	343	465,624	
12	1,460	132,000	165,000	66	343	298,869	
รวม	19,980	1,666,080	2,082,600	833	4,116	3,773,609	**4,133,609**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

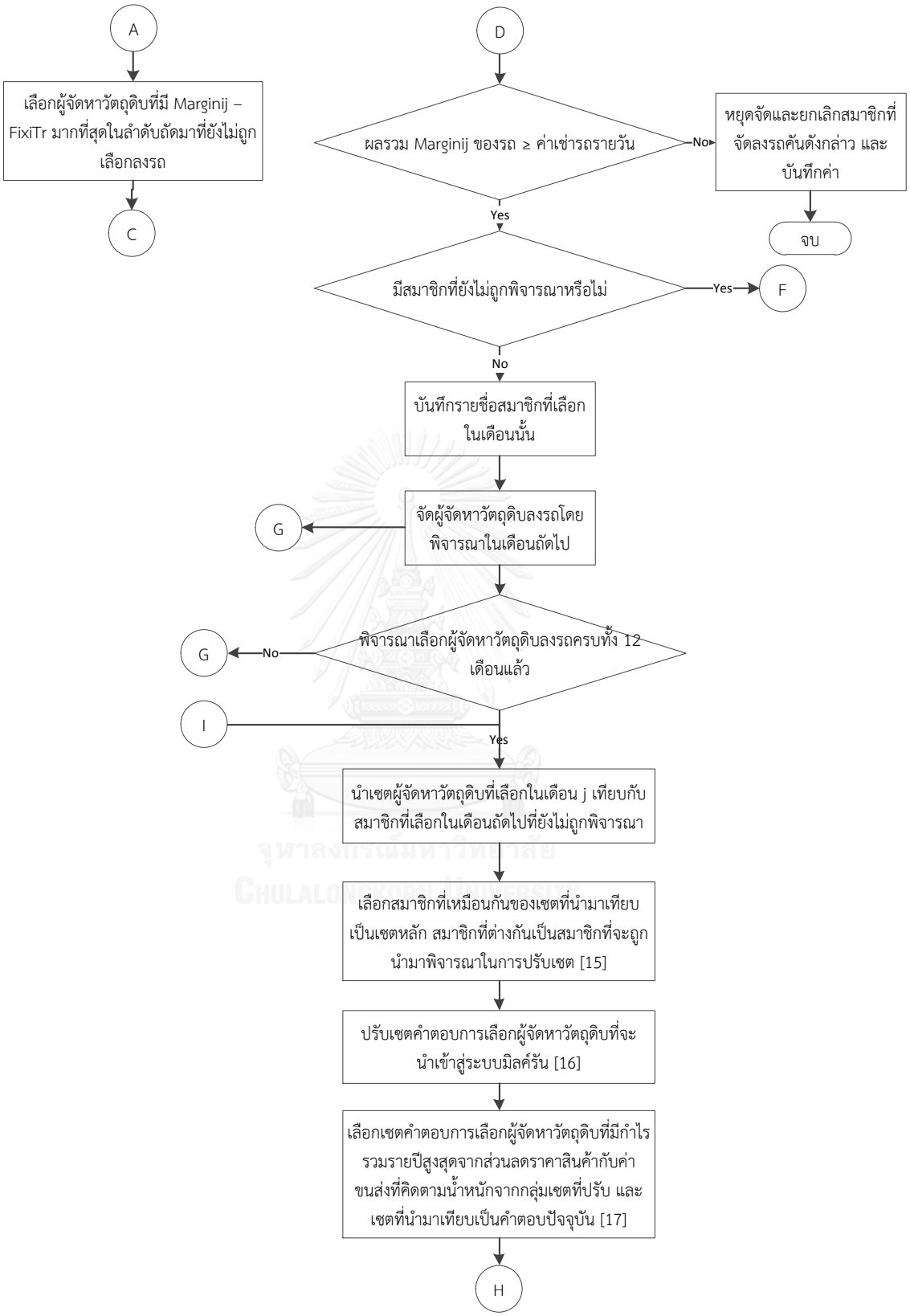
2) ฮิวริสติกในการหาคำตอบ (Advance Heuristic Algorithm) ของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี

ฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถช่วยลดจำนวนเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ระบบจะต้องทำการพิจารณาลงได้ ซึ่งในฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นมาจะมีการพิจารณาต้นทุนบางอย่าง ซึ่งต้นทุนต่างๆ ที่พิจารณาจะกล่าวถึงอยู่ในส่วนของการอธิบายกระบวนการตัดสินใจ ซึ่งขั้นตอนวิธีการของฮิวริสติกของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และการประมาณจำนวนรถขนส่งจะอธิบายอยู่ในรูปของแผนภาพกระบวนการตัดสินใจ (Decision Flow) ดังรูปที่ 4.3

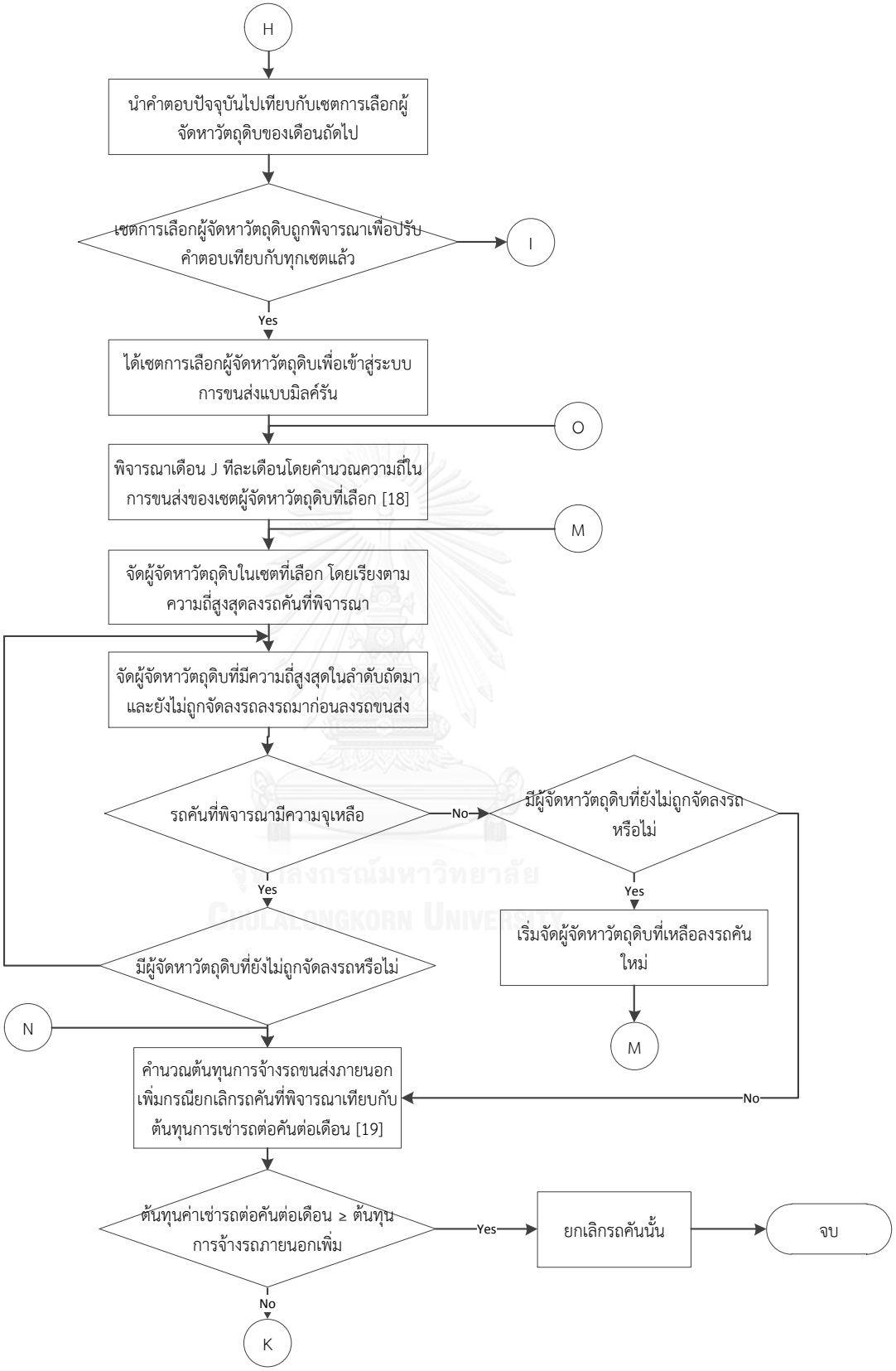
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



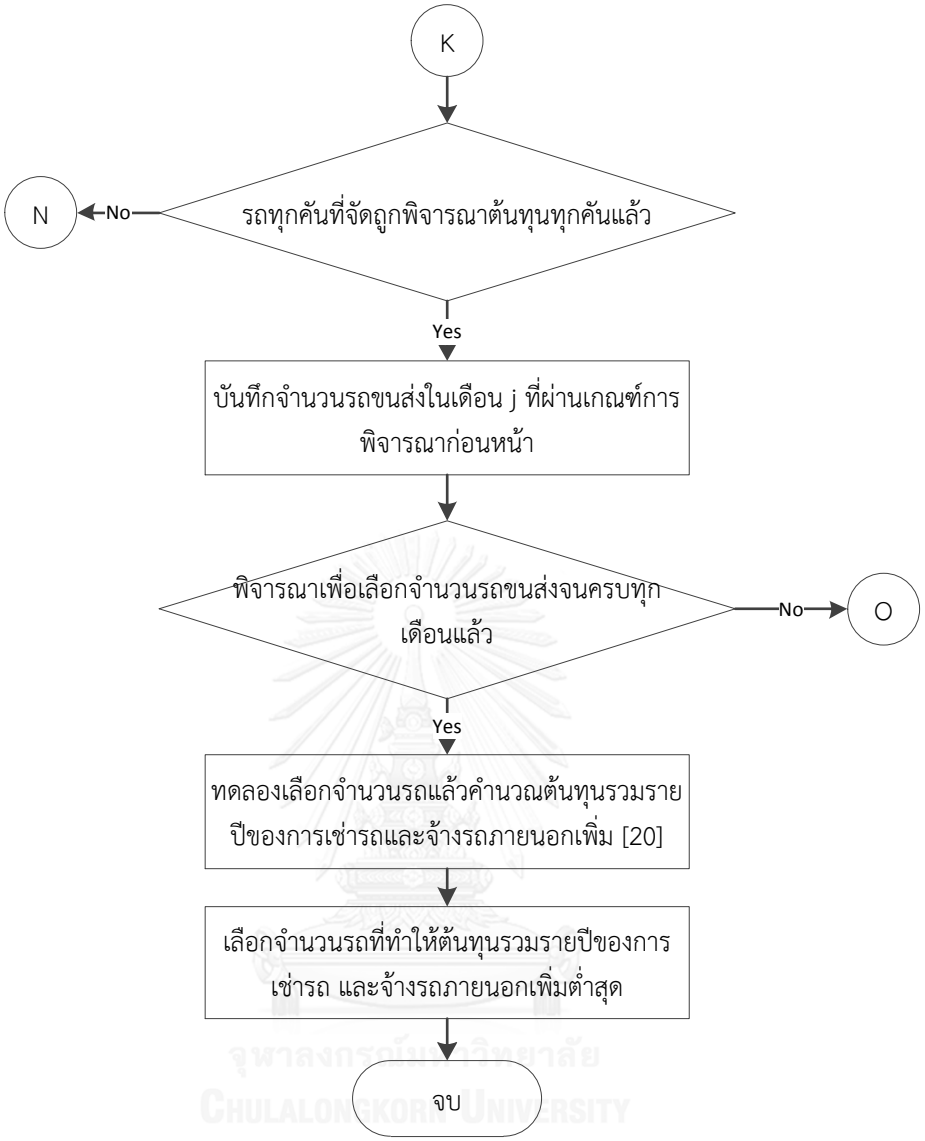
รูปที่ 4.3 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของฮิวริสติก



รูปที่ 4.3 (ต่อ) แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของฮิวริสติก



รูปที่ 4.3 (ต่อ) แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของฮิวริสติก



รูปที่ 4.3 (ต่อ) แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของฮิวริสติก

<u>รายละเอียดของกระบวนการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อทำการไปรับสินค้าเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี ด้วยฮิวริสติก (Advance Heuristic Method)</u>

[12] คำนวณ $\mathrm{Margin_{ij}}$

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการคำนวณ $\mathrm{Margin_{ij}}$ ซึ่ง $\mathrm{Margin_{ij}}$ คือ ส่วนลดราคาสินค้าที่ได้เมื่อบริษัททำการไปรับสินค้าเองจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในเดือน j โดยเฉลี่ยต่อวัน แสดงสมการที่ใช้ในการคำนวณหา $\mathrm{Margin_{ij}}$ ดังสมการที่ 4.16

$$\mathrm{Margin_{ij}} = \frac{\left(\mathrm{C_i^{RM}} - \mathrm{C_i^{RM\prime}}\right) \times \mathrm{N_{ij}}}{\mathrm{D_j}}$$

สมการที่ 4.16

<u>ตัวอย่าง</u> ในการคำนวณ $\mathrm{Margin_{ij}}$ หรือส่วนลดราคาสินค้าที่ได้เมื่อบริษัททำการไปรับสินค้าเองจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในเดือน j โดยเฉลี่ยต่อวันจะต้องทราบข้อมูลราคาสินค้าแต่ละรายการของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน และกรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบเอง ข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย และจำนวนวันทำงานในแต่ละเดือน โดยในที่นี้บริษัทมีจำนวนวันทำงานในแต่ละเดือนเท่ากับ 20 วัน ข้อมูลราคาสินค้า และความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายแสดงดังตารางที่ 4.23 และ 4.24 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.23 ตัวอย่างข้อมูลราคาสินค้าสำหรับการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	ราคาสินค้าต่อล็อตเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบขนสินค้ามาให้ยังโรงงาน (บาท/ล็อต)	ราคาสินค้าต่อล็อตเมื่อบริษัททำการไปรับสินค้าเอง (บาท/ล็อต)
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	6000	4800
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	5200	4160
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	6300	5040
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	3600	2880
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	3200	2560

ตารางที่ 4.24 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการสินค้ารายเดือนสำหรับการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก

	ความต้องการสินค้าในแต่ละเดือน (ล็อต/เดือน)											
รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	4	16	12	14	8	14	16	12	16	6	14	16
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	12	12	10	8	4	12	10	12	14	8	12	6
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	8	8	4	16	4	14	4	10	14	10	4	14
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	4	4	12	12	6	12	16	4	10	6	10	14
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	12	6	4	14	8	6	6	10	10	10	14	14

จากข้อมูลราคาสินค้า และความต้อการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจึงทำการคำนวณ $\mathrm{Margin_{ij}}$ ดังสมการที่ 4.16 ตัวอย่างตารางการคำนวณ $\mathrm{Margin_{ij}}$ แสดงดังตารางที่ 4.25 และแสดงตัวอย่างการคำนวณ $\mathrm{Margin_{ij}}$ ของผู้จัดหาวัตถุดิบ A เดือน 1 ได้ดังนี้

$$\mathrm{Margin_{A1}} = \frac{(6{,}000 - 4{,}800)\times 4}{20} = 240 \text{ บาท}/\text{ล็อต}/\text{วัน}$$

ตารางที่ 4.25 ตัวอย่างตารางการคำนวณ $Margin_{ij}$

	margin/day (บาท/วัน)											
	เดือน											
รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	240	960	720	840	480	840	960	720	960	360	840	960
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	624	624	520	416	208	624	520	624	728	416	624	312
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	504	504	252	1008	252	882	252	630	882	630	252	882
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	144	144	432	432	216	432	576	144	360	216	360	504
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	384	192	128	448	256	192	192	320	320	320	448	448

[13] คำนวณ $\mathbf{Fix_i^{Tr}}$

Fix_i^{Tr} คือ ต้นทุนจากการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i โดยคิดมาจากน้ำหนักการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i บนรถขนส่งต่อวัน แสดงสมการที่ใช้ในการคำนวณหา Fix_i^{Tr} ดังสมการที่ 4.17

$$Fix_i^{Tr} = \frac{C_{truck} \times W_i}{12 \times D_j \times Cap}$$

สมการที่ 4.17

<u>ตัวอย่าง</u> ในการคำนวณ Fix_i^{Tr} หรือ ต้นทุนจากการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i โดยคิดมาจากน้ำหนักการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i บนรถขนส่งต่อวัน จะต้องทราบข้อมูลต้นทุนค่าเช่ารถรายปีต่อคัน วันทำงานในหนึ่งเดือน ความจุของรถขนส่งต่อคันในมิติด้านน้ำหนัก และน้ำหนักในการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละวัน โดยตัวอย่างการคำนวณที่จะแสดงให้ดูมีต้นทุนค่าเช่ารถรายปีต่อคันเท่ากับ 180,000 บาท/คัน/ปี ในหนึ่งเดือนทำงาน 20 วัน รถขนส่งแต่ละคันสามารถบรรทุกสินค้าได้ไม่เกิน 160 กิโลกรัม และข้อมูลน้ำหนักของการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายแสดงดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ตัวอย่างข้อมูลน้ำหนักการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในแต่ละวัน

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	น้ำหนักในการขนส่งสินค้าแต่ละวัน (kg.)
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	60
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	40
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	50
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	40

การคำนวณ Fix_i^{Tr} สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ 4.17 ดังที่กล่าวไปแล้ว ตัวอย่างผลการคำนวณ Fix_i^{Tr} แสดงดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า Fix_i^{Tr}

	ค่าเช่ารถ/วัน (บาท/วัน)											
	เดือน											
รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13	328.13
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25	281.25
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38	234.38
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50	187.50

[14] คำนวณ $\mathbf{Margin_{ij} - Fix_i^{Tr}}$

$\mathrm{Margin_{ij} - Fix_i^{Tr}}$ คือ กำไรที่บริษัทจะได้จากการที่บริษัททำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละวันของเดือน j ซึ่งพิจารณามาจากต้นทุนหลักๆ 2 อย่าง นั่นคือ ต้นทุนราคาสินค้าและต้นทุนในการขนส่ง ซึ่งจะเป็นการคำนวณกำไรที่ได้จากส่วนลดราคาสินค้าหักลบกับต้นทุนในการขนส่งคิดตามน้ำหนักบรรทุก เพื่อที่จะประมาณการกำไรสุทธิที่บริษัทจะได้จากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ดังนั้น ในการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบจะเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีผลตอบแทนจากการดำเนินการสูงสุด ซึ่งในที่นี้พิจารณาเพียงต้นทุนหลักๆ ของปัญหาในงานวิจัยนี้เท่านั้น

<u>ตัวอย่าง</u> ในการคำนวณ $\mathrm{Margin_{ij} - Fix_i^{Tr}}$ หรือ กำไรที่บริษัทจะได้จากการที่บริษัททำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละวันของเดือน j โดยนำส่วนลดราคาสินค้าที่ได้เมื่อบริษัททำการไปรับสินค้าเองจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในเดือน j โดยเฉลี่ยต่อวันหักลบด้วยต้นทุนจากการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i โดยคิดมาจากน้ำหนักการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i บนรถขนส่งต่อวัน ตัวอย่างการคำนวณ $\mathrm{Margin_{ij} - Fix_i^{Tr}}$ แสดงดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $Margin_{ij} - Fix_i^{Tr}$

	ผลต่าง margin i/วัน กับ ค่าเช่ารถขนส่งของ i/วัน (บาท/วัน)											
	เดือน											
รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	-88.13	631.88	391.88	511.88	151.88	511.88	631.88	391.88	631.88	31.88	511.88	631.88
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	342.75	342.75	238.75	134.75	-73.25	342.75	238.75	342.75	446.75	134.75	342.75	30.75
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	316.50	316.50	64.50	820.50	64.50	694.50	64.50	442.50	694.50	442.50	64.50	694.50
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	-90.38	-90.38	197.63	197.63	-18.38	197.63	341.63	-90.38	125.63	-18.38	125.63	269.63
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	196.50	4.50	-59.50	260.50	68.50	4.50	4.50	132.50	132.50	132.50	260.50	260.50

[15] เลือกสมาชิกที่เหมือนกันของเซตที่นำมาเทียบกันเป็นเซตหลัก

ขั้นตอนนี้เป็นการเลือกสมาชิกในเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่นำมาเทียบกัน เพื่อที่จะทำการปรับเซตคำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันในขั้นตอนต่อไป ซึ่งสมาชิกในเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมือนกันจะถูกเลือกมาเป็นเซตหลัก ซึ่งสมาชิกในเซตหลักจะไม่ถูกเลือกออกจากเซตการคัดเลือกในขั้นตอนของการปรับเซตคำตอบนี้

ตัวอย่าง เดือนที่ 1 ได้เซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D, E และ F

เดือนที่ 2 ได้เซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเป็นผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, G และ H

ซึ่งถ้านำ 2 เซตดังกล่าวมาเทียบกันเพื่อที่จะทำการปรับเซตคำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ จะเห็นได้ว่าเซตทั้ง 2 ที่นำมาเทียบกันมีการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ซ้ำกัน คือผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และ C ซึ่งสมาชิกเหล่านี้จะถูกจัดเป็นเซตหลัก ส่วนผู้จัดหาวัตถุดิบ D, E, F, G และ H จะเป็นสมาชิกที่จะถูกปรับโดยการเลือกเข้า หรือเอาออกจากเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบได้ ซึ่งรายละเอียดของการปรับจะกล่าวถึงในขั้นตอนของการปรับเซตคำตอบอีกครั้งหนึ่ง

[16] ปรับเซตคำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะนำเข้าสู่ระบบมิลค์รัน

ขั้นตอนการปรับเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบทำขึ้นเพื่อปรับเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบให้เหมาะสมกับความต้องการสินค้าตลอดทั้งปี เนื่องจากเซตที่ได้จากการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบในเบื้องต้นทั้ง 12 เซตนั้น เป็นเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมาะสมของแต่ละเดือนเท่านั้น ซึ่งแต่ละเดือนมีความต้องการสินค้าแตกต่างกัน ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงทำการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบทั้ง 12 เดือนตามความต้องการสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไป จากนั้นจึงนำเซตคำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ

ทั้ง 12 เซตมาทำการปรับให้เหมาะสมเพื่อรองรับความต้องการสินค้าที่แตกต่างกันในแต่ละเดือนตลอดทั้งปีโดยเซตที่ปรับจะต้องทำให้ต้นทุนรวมจากการดำเนินการต่ำลง ขั้นตอนวิธีปรับเซตมีดังจะกล่าวถึงต่อไป แต่เนื่องจากในขั้นตอนนี้มีต้นทุนที่ต้องพิจารณา ดังจะแสดงในสมการที่ 4.18 และสมการที่ 4.19

$$\mathrm{Margin_i} = \left(\mathrm{C_i^{RM}} - \mathrm{C_i^{RM'}}\right) \times \sum_{j=1}^{12} \mathrm{N_{ij}}$$

สมการที่ 4.18

$$\mathrm{Fix_i} = \frac{\mathrm{C_{truck}} \times \mathrm{W_i} \times \sum_{j=1}^{12} \mathrm{N_{ij}}}{12 \times \sum_{j=1}^{12} \mathrm{D_j} \times \mathrm{Cap}}$$

สมการที่ 4.19

<u>ขั้นตอนการปรับเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ</u>

1. นำสมาชิกที่แตกต่างกันของการเทียบเซต 2 เซต ซึ่งไม่ได้อยู่ในเซตหลักเพิ่มเข้ามาในเซตหลัก 1 ราย
2. จัดสมาชิกในข้อ 1. เข้ารถขนส่ง โดยเรียงตาม $\mathrm{Margin_i} - \mathrm{Fix_i}$ สูงสุดลงรถก่อน
3. เลือกสมาชิกที่มี $\mathrm{Margin_i} - \mathrm{Fix_i}$ สูงสุดในลำดับถัดมาลงรถ โดยสมาชิกที่เลือกลงรถจะต้องยังไม่ถูกจัดลงรถ และไม่ทำให้เกินความจุ (มิติด้านน้ำหนัก) ของรถขนส่ง กรณีสมาชิกที่มี $\mathrm{Margin_i} - \mathrm{Fix_i}$ สูงสุดรายถัดไปที่จะจัดลงรถ ถ้านำมาจัดลงรถแล้วจะทำให้ความจุของรถเกิน ก็จะทำการหาสมาชิกรายอื่นที่มี $\mathrm{Margin_i} - \mathrm{Fix_i}$ สูงสุดรายถัดไปลงรถ โดยจะหยุดจัดสมาชิกลงรถคันที่พิจารณาอยู่เมื่อความจุของรถคันที่พิจารณาบรรทุกสินค้าเต็มความจุแล้ว หรือ ไม่มีสมาชิกรายใดสามารถจัดลงรถคันนั้นได้แล้ว
4. คำนวณผลรวม $\mathrm{Margin_i}$ ของรถคันที่พิจารณา เทียบกับ $\mathrm{Fix_i}$ ถ้าผลรวม $\mathrm{Margin_i}$ ของรถคันที่พิจารณา มากกว่าหรือเท่ากับ $\mathrm{Fix_i}$ ก็จะเก็บสมาชิกในรถคันนั้นไว้ และเริ่มจัดรถคันถัดไป แต่ถ้าผลรวม $\mathrm{Margin_i}$ ของรถคันที่พิจารณา น้อยกว่า $\mathrm{Fix_i}$ ก็จะหยุดจัดสมาชิกลงรถและยกเลิกเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จัดลงรถคันดังกล่าว
5. เมื่อจัดสมาชิกในข้อ 1. ลงรถหมดแล้ว ก็จะเลือกสมาชิกรายอื่นๆ ลงรถไปเรื่อยๆ โดยทำซ้ำข้อ 2. จนถึง 4. ซึ่งในการเลือกสมาชิกลงรถสามารถเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่ยังไม่ถูกเลือกลงรถรายใดก็ได้ แต่ใช้หลักการเลือกตามข้อ 2. 3. และ 4.

ตัวอย่าง ตัวอย่างกรณีนำเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รัน 2 เซตมาเทียบกันเพื่อทำการปรับเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ซึ่งในระบบที่ทำการพิจารณามีผู้จัดหาวัตถุดิบ 5 ราย เซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบทั้ง 2 เซตมีดังนี้

เซตที่ 1 เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ D

เซตที่ 2 เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ E

ดังนั้น สมาชิกในเซตหลัก และสมาชิกที่จะถูกนำมาทำการปรับเซต คือ

สมาชิกในเซตกลัก คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และ C

สมาชิกที่จะนำมาปรับเซต คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ D และ E

ในขั้นตอนของการปรับเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบจะใช้ข้อมูลประกอบการดำเนินการดังนี้ ข้อมูลราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ข้อมูลค่าเช่ารถขนส่งรายปี น้ำหนักในการขนส่งสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละวัน ความจุของรถขนส่งต่อคันในมิติด้านน้ำหนัก จำนวนวันทำงานตลอดทั้งปี และความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ตลอดทั้งปี ซึ่งข้อมูลราคาสินค้าความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย และน้ำหนักในการขนส่งสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละวัน แสดงดังตารางที่ 4.23 ตารางที่ 4.24 และ 4.26 ตามลำดับ โดยที่ต้นทุนค่าเช่ารถขนส่งต่อปีเท่ากับ 180,000 บาท/คัน/ปี รถขนส่งแต่ละคันสามารถบรรทุกสินค้าหนักได้ไม่เกิน 160 กิโลกรัม และในแต่ละเดือนมีวันทำงาน 20 วันดังนั้นในหนึ่งปีจึงมีวันทำงานเท่ากับ 240 วันต้องการสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ และข้อมูลน้ำหนักในการขนส่งสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละวันแล้วทำการคำนวณ $\mathbf{Margin_i}$ และ $\mathbf{Fix_i}$ ตามสมการที่ 4.18 และ สมการที่ 4.19 โดยแสดงตารางผลการคำนวณ $\mathbf{Margin_i}$ และ $\mathbf{Fix_i}$ ในตารางที่ 4.29 และ 4.30 ตามลำดับ และตัวอย่างผลการคำนวณ $\mathbf{Margin_i - Fix_i}$ แสดงดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.29 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $Margin_i$

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	จำนวนสินค้า i (ล็อตต่อปี)	Margin i/year (บาท/ปี)
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	148	177,600
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	120	124,800
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	110	138,600
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	110	79,200
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	114	72,960

ตารางที่ 4.30 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า Fix_i

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	น้ำหนักการขนส่งสินค้า i (กิโลกรัมต่อปี)	Fix i/year (บาท/ปี)
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	10,360	48,563
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	7,200	33,750
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	4,400	20,625
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	5,500	25,781
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	4,560	21,375

ตารางที่ 4.31 ตัวอย่างตารางการคำนวณค่า $Margin_i - Fix_i$

รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	น้ำหนักในการขนส่งสินค้าแต่ละวัน (kg.)	Margin i - Fix i (บาท/ปี)
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70	129,038
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	60	91,050
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	40	117,975
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	50	53,419
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	40	51,585

เริ่มทำการปรับเซต โดยเพิ่มสมาชิกที่จะนำมาปรับเข้ามายังเซตหลัก นั่นคือ

เซตปรับที่ 1 ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ D

เซตปรับที่ 2 ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ E

จากนั้นนำเซตปรับที่ 1 มาพิจารณาจัดลงรถขนส่งโดยเรียงตาม $\mathrm{Margin_i - Fix_i}$ สูงสุดลงรถก่อน เพราะฉะนั้นจะได้ลำดับการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถดังนี้

ตารางที่ 4.32 ตัวอย่างการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบของเซตปรับที่ 1

รถคันที่	ลำดับที่	ผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก	น้ำหนักปัจจุบันบนรถขนส่ง (kg.)	น้ำหนักปัจจุบันบนรถขนส่ง <= ความจุรถขนส่ง	ผลรวม Margin i ของรถคันที่ C	ผลรวม Margin i ของรถคันที่ C >= ค่าเช่ารถรายปี
1	1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70	T	395,400	T
	2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	110	T		
	3	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	170	F		
	3	ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	160	T		
2	1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	60	T	197,760	T
	2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	100	T		
			ผลรวม Margin i		593,160	

จากตารางที่ 4.32 เซตปรับที่ 1 ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ D จะทำการจัดสมาชิกที่อยู่ในเซตปรับที่ 1 ลงรถขนส่งก่อน แล้วจึงเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายถัดไปที่มีค่า $\mathbf{Margin_i - Fix_i}$ สูงสุดลงรถโดยพยายามจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถให้เต็มคัน แต่ถ้าผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีค่า $\mathbf{Margin_i - Fix_i}$ สูงสุดรายถัดไปไม่สามารถจัดลงรถได้เนื่องจากทำให้เกินความจุรถขนส่ง ระบบก็จะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายถัดไปที่มี $\mathbf{Margin_i - Fix_i}$ สูงสุดรายถัดมาและมีน้ำหนักบรรทุกที่ไม่ทำให้รถขนส่งคันที่กำลังพิจารณาเกินความจุ เมื่อจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถคันที่พิจารณาจนเต็มแล้วหรือไม่มีผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดสามารถจัดลงรถขนส่งคันที่พิจารณาได้อีกก็จะทำการคำนวณผลรวมของ $\mathbf{Margin_i}$ ของผู้จัดหาวัตถุดิบที่อยู่ในรถคันที่พิจารณาว่าคุ้มค่าต่อการไปรับสินค้าหรือไม่ หากพบว่าคุ้มค่าก็จะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่เหลือลงรถขนส่ง โดยการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถก็ใช้หลักการเดียวกันกับที่กล่าวไปก่อนหน้า จากตัวอย่างเซตปรับที่ 1 ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ D เมื่อถูกจัดลงรถจนหมดแล้วพบว่าต้องใช้รถ 2 คัน โดยรถคันที่ 2 บรรทุก ผู้จัดหาวัตถุดิบ B รายได้ทำให้รถขนส่งมีความจุรถเหลือ 100 กิโลกรัม ดังนั้นด้วยหลักการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถโดยพยายามจัดให้รถเต็มคันจึงเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหลือที่อยู่นอกกลุ่มเซตปรับที่ 1 เข้ามาในรถขนส่งด้วยเพื่อให้รถขนส่งบรรทุกสินค้าเต็มคัน หลักการและวิธีการจัดหรือเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบก็ใช้หลักการเดียวกันกับที่กล่าวไปแล้ว ใน

ทำนองเดียวกันกับการเลือกเซตปรับที่ 2 ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ E มาทำการปรับเซต ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.33 โดย “T” หมายถึง เงื่อนไขเป็นจริง “F” หมายถึง เงื่อนไขไม่เป็นจริง

ตารางที่ 4.33 ตัวอย่างการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบของเซตปรับที่ 2

รถคันที่	ลำดับที่	ผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก	น้ำหนักปัจจุบันบนรถขนส่ง (kg.)	น้ำหนักปัจจุบันบนรถขนส่ง <= ความจุรถขนส่ง	ผลรวม Margin i ของรถคันที่ C	ผลรวม Margin i ของรถคันที่ C >= ค่าเช่ารถรายปี
1	1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70	T	389,160	T
	2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	110	T		
	3	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	170	F		
	3	ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	150	T		
	4	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	210	F		
2	1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	60	T	204,000	T
	2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	110	T		
			ผลรวม Margin i		593,160	

จากเซตปรับที่ 1 ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ D และเซตปรับที่ 2 ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ E ที่นำมาเทียบกันเพื่อทำการปรับคำตอบให้เหมาะสมขึ้นได้เซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เหมือนกัน คือ ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D และ E

[17] เลือกเซตคำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรรวมรายปีสูงสุดจากส่วนลดราคาสินค้ากับค่าขนส่งที่คิดตามน้ำหนัก จากกลุ่มเซตที่ปรับ และเซตที่นำมาเทียบกันเป็นคำตอบปัจจุบัน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเลือกเซตคำตอบของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะทำให้มีกำไรรวมรายปีสูงสุด ซึ่งในที่นี้พิจารณาต้นทุนมาจากส่วนลดราคาสินค้ากับค่าขนส่งที่คิดตามน้ำหนักเพื่อเป็นคำตอบปัจจุบันของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ วิธีการคำนวณต้นทุนรวมรายปีแสดงดังสมการที่ 4.20

$$\text{Margin}_k = \sum_{i \in k} \text{Margin}_i - \text{VC}_{truck}$$

สมการที่ 4.20

ตัวอย่าง การเลือกเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีกำไรรวมรายปีสูงสุด จากตัวอย่างก่อนหน้าในข้อ [16] มีเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่เป็นตัวเลือกของการตัดสินใจหลังทำการปรับเซตคำตอบ 3 เซต ดังตารางที่ 4.34 โดยนำคำตอบ 3 เซตคำตอบที่ได้ไปคำนวณหาค่า Margin_k ตามสมการที่ 4.20 โดยต้นทุนค่าเช่ารถขนส่งมีค่าเท่ากับ 180,000 บาท/คัน/ปี

ตารางที่ 4.34 ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเลือกเซตคำตอบของการปรับเซตเป็นคำตอบปัจจุบัน

เซตที่	สมาชิกในเซต	ผลรวม Margin i ของสมาชิกในเซต (บาท/ปี)	จำนวนรถที่ต้องใช้	ต้นทุนการเช่ารถ (VCtruck) (บาท/ปี)	Margin k (บาท/ปี)
1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ D	520,200	2	360,000	160,200
2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และ E	513,960	2	360,000	153,960
3	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D และ E	593,160	2	360,000	233,160

จากตารางที่ 4.34 การตัดสินใจเลือกเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อตั้งเป็นคำตอบปัจจุบัน คือ เซตที่ 3 เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D และ E เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันเนื่องจากเป็นเซตคำตอบการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีค่า Margin_k สูงสุดของเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่กำลังพิจารณา

[18] พิจารณาเดือน j ทีละเดือน โดยคำนวณความถี่ในการขนส่งของเซตผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก

การประมาณจำนวนรถที่จะต้องจัดเตรียมในงานวิจัยนี้ จะใช้ความถี่ในการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายเป็นเกณฑ์หนึ่งที่จะนำมาพิจารณาเพื่อประมาณจำนวนรถที่จะต้องเตรียม ซึ่งความถี่ในการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่รายมีความแตกต่างกันไปในแต่ละเดือนซึ่งแปรผันไปตามความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายที่แตกต่างกันไปในแต่ละเดือน ความถี่ในการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย แสดงดังสมการที่ 4.21

$$F_{ij} = \frac{N_{ij}}{D_j}$$

สมการที่ 4.21

ความถี่ที่คำนวณได้จะใช้ในขั้นตอนของการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถโดยจะเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถโดยเรียงตามความถี่ในการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายที่มีความถี่สูงสุดลงรถก่อน แต่ถ้าพบว่าผู้จัดหาวัตถุดิบมีความถี่เท่ากันก็จะทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีน้ำหนักในการบรรทุกน้อยกว่าลงรถขนส่งก่อน การจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถจะพยายามให้เต็มความจุของรถขนส่งให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง การคำนวณความถี่ของการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละเดือน จะใช้ข้อมูลความต้องการสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ในแต่ละเดือนดังตารางที่ 4.24 และข้อมูลจำนวนวันทำงานในแต่ละเดือนซึ่งในที่นี้จะมีจำนวนวันของการทำงานในแต่ละเดือนเป็น 20 วัน โดยความถี่ของการขนส่งคำนวณจากสมการที่ 4.21 แสดงตัวอย่างการคำนวณความถี่ในการขนส่งของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในแต่ละเดือนดังตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 ตัวอย่างการคำนวณเพื่อเลือกเซตคำตอบของการปรับเซตเป็นคำตอบปัจจุบัน

	ความถี่ของการขนส่งในแต่ละเดือน (Fij) (รอบ/เดือน)											
รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	0.20	0.80	0.60	0.70	0.40	0.70	0.80	0.60	0.80	0.30	0.70	0.80
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	0.60	0.60	0.50	0.40	0.20	0.60	0.50	0.60	0.70	0.40	0.60	0.30
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	0.40	0.40	0.20	0.80	0.20	0.70	0.20	0.50	0.70	0.50	0.20	0.70
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	0.20	0.20	0.60	0.60	0.30	0.60	0.80	0.20	0.50	0.30	0.50	0.70
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	0.60	0.30	0.20	0.70	0.40	0.30	0.30	0.50	0.50	0.50	0.70	0.70

[19] คำนวณต้นทุนการจ้างรถภายนอกเพิ่ม กรณียกเลิกรถคันที่พิจารณา เทียบกับต้นทุนค่าเช่ารถต่อคันต่อเดือน

ขั้นตอนนี้เป็นการคำนวณต้นทุนการจ้างรถภายนอกเพิ่ม เพื่อที่จะใช้ในการเปรียบเทียบกันกับต้นทุนในการเช่ารถขนส่งต่อคันต่อเดือน โดยจะพิจารณาว่าหากยกเลิกผู้จัดหาวัตถุดิบในรถคันที่พิจารณาจะเกิดต้นทุนจากการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มน้อยกว่าต้นทุนในการเช่ารถขนส่งต่อคันต่อเดือนหรือไม่ ถ้ายกเลิกรถคันดังกล่าวไปแล้วพบว่า ต้นทุนจากการจ้างรถขนส่งภายนอก น้อยกว่า ต้นทุนการเช่ารถ

ต่อคันต่อเดือนก็จะยกเลิกรถขนส่งคันนั้นไป ซึ่งต้นทุนจากการจ้างรถขนส่งเพิ่ม แสดงวิธีการคำนวณดังสมการที่ 4.22 และสมการที่ 4.23

$$T_{jc}^{out} = Prob_{jc}^{out} \times C_o \times D_j$$

สมการที่ 4.22

$$Prob_{jc}^{out} = 1 - Prob_{jc}^{empty}$$

สมการที่ 4.23

ตัวอย่าง การคำนวณต้นทุนการจ้างรถภายนอกเทียบกับค่าเช่ารถขนส่งต่อเดือนจะยกตัวอย่างสมมติว่าเซตการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D และ E เข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันเป็นคำตอบที่ดีที่สุดจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกในขั้นตอนของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบโดยตัวอย่างนี้เป็นการพิจารณาต้นทุนการเช่ารถในเดือนมกราคม ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการจ้างรถภายนอกเพื่อเทียบกับค่าเช่ารถขนส่งต่อเดือนเพื่อตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งในแต่ละเดือนประกอบด้วย ข้อมูลความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์การขนส่งแต่ละเหตุการณ์ จำนวนวันทำงานซึ่งในที่นี้เท่ากับ 20 วัน ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกต่อเดือน และต้นทุนการเช่ารถต่อเดือน โดยต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกต่อเดือนมีค่าเท่ากับ 1,400 บาท/คัน/วัน และต้นทุนการเช่ารถต่อเดือนมีค่าเท่ากับ 15,000 บาท/คัน/เดือน ตัวอย่างข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ขนส่งแต่ละเหตุการณ์แสดงดังตารางที่ 4.36 ตัวอย่างผลการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งแสดงดังตารางที่ 4.37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.36 ตัวอย่างข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ขนส่งแต่ละเหตุการณ์

เหตุการณ์การขนส่ง	ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	0.05
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	0.03
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	0.03
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A และB	0.05
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A และC	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A และD	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A และE	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B และC	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B และD	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B และE	0.03
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C และD	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C และE	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D และE	0.02

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.36 (ต่อ) ตัวอย่างข้อมูลความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ขนส่งแต่ละเหตุการณ์

เหตุการณ์การขนส่ง	ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และC	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และD	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B และE	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, C และD	0.03
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, C และE	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ Sup A, D และE	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B, C และD	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B, C และE	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ Sup B, D และE	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C, D และE	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และD	0.03
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C และE	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, D และE	0.04
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, C, D และE	0.03
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B, C, D และE	0.02
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D และE	0.03
ไม่เกิดทั้งผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D และE	0.03

ตารางที่ 4.37 ตัวอย่างผลการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่ง

รถคันที่	ลำดับที่	ผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก	น้ำหนักปัจจุบันบนรถขนส่ง (kg.)	ความน่าจะเป็นของการจ้างรถขนส่งภายนอกของรถคันที่ C $(\mathrm{Prob}_{jc}^{out})$	ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกของรถคันที่ C (T_{jc}^{out})	ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกของรถคันที่ C < ต้นทุนการเช่ารถรายเดือนต่อคัน	ยกเลือกรถคันที่ C หรือไม่
1	1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70	0.89	24,851	F	ไม่ยกเลิก
	2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	110				
	3	ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	160				
2	1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	60	0.74	20,650	F	ไม่ยกเลิก
	2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	100				

จากตารางที่ 4.37 รถขนส่งทั้ง 2 คันมีต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกมากกว่าต้นทุนการเช่ารถขนส่ง ดังนั้น ในเดือนที่พิจารณาจึงไม่ทำการยกเลิกรถขนส่งคันใดออกเลย เพราะฉะนั้นกรณีที่ยกมาเป็นตัวอย่างจึงเลือกจำนวนรถเพื่อจัดหาเท่ากับ 2 คัน

[20] ทดลองเลือกจำนวนรถ และคำนวณต้นทุนรวมรายปีของการเช่ารถและจ้างรถภายนอกเพิ่ม $(\mathbf{T_v^{Tr}})$

การทดลองเลือกจำนวนรถขนส่งที่จะทำการจัดเตรียม ซึ่งจำนวนรถขนส่งที่จะทดลองจะเท่ากับจำนวนรถต่ำสุดจนถึงจำนวนรถสูงสุดที่เลือกของเดือนต่างๆ ในปีนั้นๆ วิธีการคำนวณต้นทุนรวมรายปีของการเช่ารถ และการจ้างรถภายนอกเพิ่ม คำนวณได้จากสมการที่ 4.24

$$T_v^{Tr} = VC_{truck} + \sum_{j=1}^{12} \sum_{\forall\, c \in cancel} \left(\mathrm{Prob}_{jc}^{out} \times C_o\right)$$

สมการที่ 4.24

วิธีการเลือกที่จะยกเลิกรถบางคันออก ในขั้นตอนของการทดลองเลือกรถจะทำการยกเลิกรถคันที่ถ้าทำการยกเลิกไปแล้วมีโอกาสเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกในเดือนนั้นน้อยสุดออกไป

ตัวอย่าง จากตารางที่ 4.38 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์การเลือกจำนวนรถขนส่งในแต่ละเดือน จะเห็นว่ามีจำนวนรถที่เลือกตั้งแต่ 1 คันจนถึง 2 คัน แล้วจึงคำนวณต้นทุนรวมรายปีของการเช่ารถและการจ้างรถขนส่งภายนอกเมื่อเลือกจำนวนรถต่างๆ กัน ตารางที่ 4.38 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ของการเลือกจำนวนรถในแต่ละเดือน เพื่อนำมาทำเป็นตัวอย่างเลือกจำนวนรถขนส่งและคำนวณต้นทุนที่เกิดจากการตัดสินใจเลือกเตรียมรถขนส่งด้วยจำนวนนั้นๆ โดยจะยกตัวอย่างกรณีที่เซตการเลือกผู้จัดหา

วัตถุดิบ คือ เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ A, B, C, D และ E โดยต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปีเท่ากับ 180,000 บาท/คัน/ปี และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเท่ากับ 1,400 บาท/คัน/วัน และข้อมูลความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์การขนส่งดังตารางที่ 4.36 แสดงตัวอย่างการทดลองเลือกจำนวนรถและคำนวณต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกของหนึ่งเดือน ดังตารางที่ 4.39 ซึ่งต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกรายเดือนคำนวณได้จากสมการที่ 4.22 ตัวอย่างการทดลองเลือกจำนวนรถและคำนวณต้นทุนรวมรายปีการเช่ารถและจ้างรถขนส่งภายนอกแสดงดังตารางที่ 4.40

ตารางที่ 4.38 ตัวอย่างผลลัพธ์การเลือกจำนวนรถในแต่ละเดือน

เดือน	จำนวนรถที่เลือกในเดือน
1	2
2	1
3	2
4	2
5	1
6	2
7	1
8	2
9	2
10	2
11	1
12	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.39 ตัวอย่างการทดลองเลือกจำนวนรถและคำนวณต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกของเดือนที่ 1

				กรณีเลือกรถ 1 คัน		กรณีเลือกรถ 2 คัน	
เดือน	รถคันที่	รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	โอกาสที่จะจ้างรถภายนอกเพิ่มของรถแต่ละคัน	โอกาสที่จะเกิดการจ้างรถภายนอก	จำนวนรถที่จ้างจากภายนอก	โอกาสที่จะเกิดการจ้างรถภายนอก	จำนวนรถที่จ้างจากภายนอก
1	1	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	0.89	0.74	1	0	0
		ผู้จัดหาวัตถุดิบ C					
		ผู้จัดหาวัตถุดิบ D					
	2	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	0.74				
		ผู้จัดหาวัตถุดิบ E					
ต้นทุนการจ้างรถภายนอกในเดือน j (บาท/เดือน) $(\mathrm{Prob}_{jc}^{out} \times C_o \times D_j)$					20,720		0

จากตารางที่ 4.39 ที่แสดงตัวอย่างการทดลองเลือกจำนวนรถและคำนวณต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกของเดือนที่ 1 โดยในเดือนที่ 1 มีจำนวนการเลือกรถที่เหมาะสมคือ 2 คัน รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบของรถแต่ละคันแสดงอยู่ในคอลัมน์ “รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ” การทดลองเลือกจำนวนรถขนส่งจะทดลองตั้งแต่ 1 คันไปจนถึง 2 คัน กรณีที่เลือกรถขนส่ง 1 คัน จากการทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งพบว่าต้องใช้รถ 2 คัน ดังนั้น จะต้องทำการตัดสินใจเลือกรถขนส่งที่ได้เคยจัดลงรถขนส่งบางคันออกไปเพื่อให้เหลือจำนวนรถขนส่งเท่ากับจำนวนที่ทดลองเลือก โดยในการเลือกที่จะยกเลิกรถขนส่งบางคันนั้นจะพิจารณาเลือกรถขนส่งคันที่มีโอกาสเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกในเดือนนั้นน้อยสุดออกไป เช่น ถ้าในเดือนนั้นๆ ต้องใช้รถขนส่งทั้งหมด 2 คัน แต่ในสถานการณ์การทดลองเลือกจำนวนรถขนส่ง 1 คัน ดังนั้นจะต้องทำการยกเลิกรถขนส่งออกไป 1 คัน โดยรถขนส่ง 1 คันที่เลือกออกไปจะต้องเป็นรถขนส่งที่มีโอกาสเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกในเดือนนั้นน้อยสุด ซึ่งจากตัวอย่างที่นำเสนอจะเห็นได้ว่ากรณีที่ทดลองเลือกรถขนส่ง 1 คัน ในที่นี้จะเลือกรถคันที่ 2 ออก เนื่องจากมีโอกาสเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกน้อยกว่ารถคันที่ 1 และในกรณีที่ทดลองเลือกรถขนส่งจำนวน 2 คันในที่นี้ก็ไม่ต้องทำการยกเลิกรถขนส่งเพราะจำนวนรถที่เลือกเพียงพอกับความต้องการใช้

รถขนส่งจากที่วางแผนไว้ และการคำนวณต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกในแต่ละเดือนจะคำนวณได้จากสมการที่ 4.22

ตารางที่ 4.40 เป็นการแสดงตัวอย่างผลลัพธ์ของการคำนวณต้นทุนรวมรายปีที่เกิดจากการจ้างรถขนส่งโดยต้นทุนที่พิจารณาประกอบไปด้วย ต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปี และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกตลอดทั้งปีของการตัดสินใจเลือกจำนวนรถที่จะจัดหาที่แตกต่างกันเพื่อที่จะทำการตัดสินใจเลือกจำนวนรถที่จัดหาที่จะทำให้เกิดต้นทุนการจ้างรถรายปีต่ำสุด

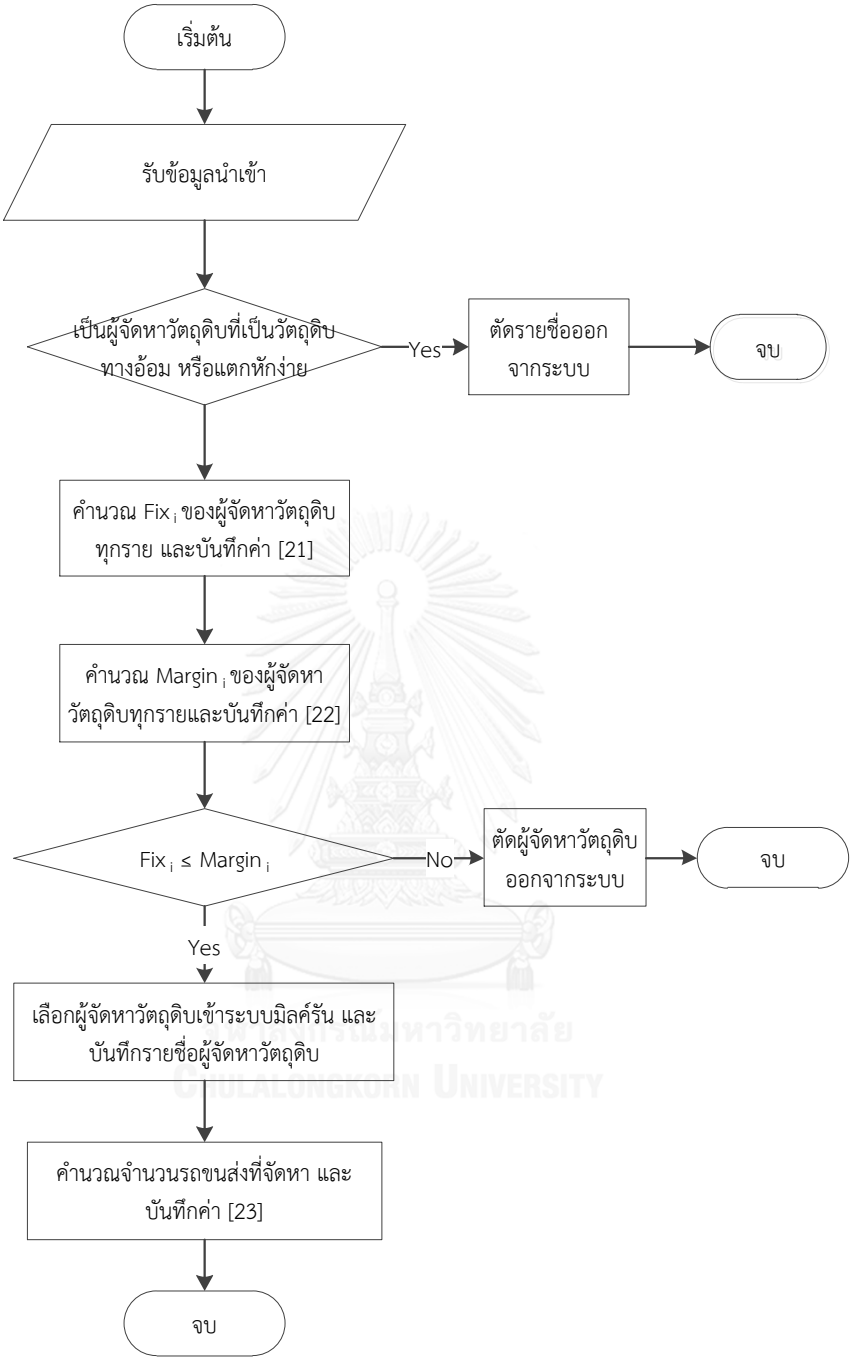
ตารางที่ 4.40 ตัวอย่างการทดลองเลือกจำนวนรถและคำนวณต้นทุนรวมรายปีการเช่ารถและจ้างรถขนส่งภายนอก

		ต้นทุนการจ้างรถภายนอกเมื่อทดลองเลือกรถจำนวน V คัน (บาท/เดือน)	
เดือน	จำนวนรถที่เลือก	1	2
1	2	51,960	19,200
2	2	49,832	17,800
3	2	51,243	17,800
4	2	47,592	16,400
5	1	58,551	16,400
6	2	71,000	43,000
7	2	47,866	17,800
8	2	56,149	19,200
9	1	63,724	17,800
10	2	49,496	20,600
11	1	50,518	16,400
12	1	58,565	16,400
	ต้นทุนรวมรายปีของการเช่ารถ (T_V^{Tr}) (บาท/ปี)	836,496	598,800

3) วิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic Algorithm)

วิธีฮิวริสติกพื้นฐานในที่นี้ เป็นวิธีการอย่างง่ายที่เสนอขึ้นเพื่อใช้ในการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ และเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปี โดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจที่ง่าย ไม่ซับซ้อนและตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งขั้นตอนวิธีการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะเขียนแสดงอยู่ในรูปของแผนภาพกระบวนการตัดสินใจ ดังรูปที่ 4.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.4 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของวิธีฮิวริสติกพื้นฐานในการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันและประมาณจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียม

รายละเอียดของกระบวนการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อทำการไปรับสินค้าเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic Algorithm) มีดังต่อไปนี้

[21] คำนวณ $\mathbf{Fix_i}$ ของผู้จัดหาวัตถุดิบทุกราย

โดยขั้นตอนนี้จะทำการคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ตลอดทั้งปี โดยต้นทุนการขนส่งนี้จะพิจารณามาจากน้ำหนักรวมที่ขนส่งวัตถุดิบของผู้จัดหาวัตถุดิบ i ตลอดทั้งปีที่พิจารณา ซึ่ง ต้นทุนการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i แต่ละรายคำนวณได้ดังสมการที่ 4.19 ข้อมูลนำเข้าและวิธีการคำนวณได้กล่าวไปแล้วในข้อ [16] ตัวอย่างตารางการคำนวณสามารถดูได้จากตารางที่ 4.29

$$\mathrm{Fix_i} = \frac{\mathrm{C_{truck}} \times \mathrm{W_i} \times \sum_{j=1}^{12} \mathrm{N_{ij}}}{12 \times \sum_{j=1}^{12} \mathrm{D_j} \times \mathrm{Cap}}$$

สมการที่ 4.19

[22] คำนวณ $\mathbf{Margin_i}$ ของผู้จัดหาวัตถุดิบทุกราย

ขั้นตอนนี้จะทำการคำนวณ $\mathbf{Margin_i}$ **โดย** $\mathbf{Margin_i}$ คือ กำไรที่ได้จากส่วนลดราคา สินค้าที่บริษัทจะได้จากการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ i ตลอดทั้งปี ซึ่งสามารถคำนวณได้ จากสมการที่ 4.18 ข้อมูลนำเข้าและวิธีการคำนวณได้กล่าวไปแล้วในข้อ [16] ตัวอย่างตารางการคำนวณสามารถดูได้จากตารางที่ 4.30

$$\mathrm{Margin_i} = \left(\mathrm{C_i^{RM}} - \mathrm{C_i^{RM\prime}}\right) \times \sum_{j=1}^{12} \mathrm{N_{ij}}$$

สมการที่ 4.18

[23] คำนวณจำนวนรถขนส่งที่จัดหารายปี

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการคำนวณเพื่อเลือกจำนวนรถขนส่งที่บริษัทจะต้องทำการจัดหารายปี โดยจะพิจารณาโดยคิดว่าจำนวนการขนส่งในแต่ละวันมีค่าเท่ากัน ซึ่งการคำนวณในขั้นตอนนี้จะทำการคำนวณน้ำหนักที่ต้องขนส่งตลอดทั้งปีจากผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายที่บริษัทเลือกเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันซึ่งจะเป็นคำตอบจากการตัดสินใจของขั้นตอนก่อนหน้าหารด้วยความจุของรถ

ขนส่ง 1 คันต่อปี โดยรายละเอียดของการคำนวณสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.25 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีประกอบด้วย น้ำหนักในการบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ความต้องการสินค้ารายเดือนจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละราย ความจุของรถขนส่งในมิติด้านน้ำหนัก และข้อมูลจำนวนวันทำงานในแต่ละเดือน

$$V = \frac{\sum_{i \in k} W_i \times \sum_{j=1}^{12} N_{ij}}{Cap \times \sum_{j=1}^{12} D_j}$$

สมการที่ 4.25

4.2 การจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

การจัดเส้นทางขนส่งรายวัน จะเป็นการวางแผนเมื่อมีความต้องการขนส่งเกิดขึ้นมาแล้ว โดยทำการจัดเส้นทางการขนส่งของกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบที่ถูกเลือกเข้ามาสู่ระบบมิลค์รันด้วยจำนวนรถขนส่งที่ถูกตัดสินใจเลือกแล้วในส่วนที่ 1 นั่นคือ การคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับวัตถุดิบเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องทำการจัดหารายปี ทั้งนี้เนื่องจากการขนส่งรายวันอาจแตกต่างจากรายปีเพราะการขนส่งรายวันจะขึ้นอยู่กับแผนการผลิตรายวันที่มีความต้องการวัตถุดิบแตกต่างกันไป แต่การวางแผนขนส่งรายปีเป็นการประมาณการความต้องการวัตถุดิบที่จะเกิดขึ้นในแต่ละวันเท่านั้น ทำให้แผนการขนส่งรายวันแตกต่างจากรายปี ดังนั้นงานส่วนนี้จึงเป็นการวางแผนการขนส่งตามแผนการผลิตในแต่ละวัน เพื่อให้เกิดต้นทุนในการขนส่งต่ำสุดโดยสามารถขนส่งวัตถุดิบได้ทันเวลาที่ต้องการใช้ ซึ่งการตัดสินใจในส่วนนี้เป็นการจัดลำดับการขนส่งเพื่อไปรับวัตถุดิบจากผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีตำแหน่งที่ตั้งต่างกัน ให้ได้ต้นทุนในการไปรับต่ำที่สุด รวมไปถึงการลดจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอก (Outsource) ที่อาจต้องใช้เนื่องจากมีความต้องการใช้รถมากกว่าที่ประมาณการไว้ให้ต่ำที่สุด นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ได้นำการจัดเส้นทางรายวันมาใช้เพื่อทดสอบ และวัดประสิทธิภาพของคำตอบที่เกิดจากการตัดสินใจในส่วนที่ 1 ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของการทดสอบในบทที่ 5 ต่อไป

การวางแผนจัดเส้นทางรายวันนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการต่ำสุด ซึ่งต้นทุนที่พิจารณาในส่วนนี้ ประกอบไปด้วย ต้นทุนค่าน้ำมันหรือต้นทุนจากการดำเนินการคิดตามระยะทางการขนส่ง และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม ซึ่งการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มจะจ้างเฉพาะวันที่บริษัทมีรถขนส่งไม่พอสำหรับการไปรับสินค้าเพื่อการผลิตของวันรุ่งขึ้น โดยในงานวิจัยนี้

บริษัทจะทำการไปรับสินค้าเพื่อเตรียมไว้ใช้ในการผลิตล่วงหน้า 1 วันก่อนการใช้งาน สมการเป้าหมายของการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน แสดงดังสมการที่ 4.26

$$\text{Min T} = C_{fuel} \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} (d_{ij} x_{ij}) + OC_o$$

สมการที่ 4.26

ในการขนส่งแต่ละวัน บริษัทมีรถขนส่งจำนวนจำกัด แต่ในกรณีรถที่จัดเตรียมไว้ไม่พอบริษัทสามารถจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มได้ แต่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการใช้รถที่บริษัทจัดเตรียมไว้ โดยรถขนส่งที่พิจารณาในงานวิจัยมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ (Homogeneous Vehicles) ซึ่งในขณะที่บรรทุกสินค้าน้ำหนักที่บรรทุกต้องไม่เกินความจุของรถขนส่ง โดยในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะมิติด้านน้ำหนักเท่านั้น ไม่พิจารณาปริมาตรหรือรูปทรงสินค้าที่บรรทุก และไม่พิจารณาเวลาในการขนถ่ายสินค้าขึ้นลงรถขนส่ง รถขนส่งแต่ละคันจะทำเริ่มออกเดินทางจากบริษัทเพื่อไปรับสินค้าจากโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบแล้วจะต้องวนรถกลับมาส่งสินค้าที่บริษัททุกครั้ง โดยมีสมมติฐานที่ว่าสินค้าที่บริษัททำการไปรับจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีความพร้อมในการขนส่งเสมอ และเวลาในการเดินทางของรถขนส่งแต่ละคันต้องไม่เกินเวลาทำงานทั้งหมดของบริษัทซึ่งในที่นี่มีเวลาทำงานทั้งหมด 8 ชั่วโมง ซึ่งระยะทางและระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่เป็นค่าคงที่ที่ทราบแน่นอน โดยมีเส้นทางการขนส่งระหว่างแต่ละสถานที่เพียงหนึ่งเส้นทางเท่านั้น และระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่มีค่าเท่ากับระยะทางการขนส่ง

ในส่วนของการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน จำเป็นต้องใช้ข้อมูลต่างๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจหลายอย่าง ซึ่งข้อมูลนำเข้าในการวางแผนการขนส่งรายวันจะถูกกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4.2.1 ข้อมูลนำเข้าของการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

ข้อมูลนำเข้าเพื่อประกอบการตัดสินใจในส่วนนี้ ประกอบด้วยข้อมูลหลายอย่าง ซึ่งจะแสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลเส้นทาง และรถขนส่ง

- จำนวนรถขนส่งที่บริษัทมี ความจุรถขนส่ง และต้นทุนรถขนส่ง ตัวอย่างข้อมูลเหล่านี้แสดงดังตารางที่ 4.41

ตารางที่ 4.41 ตัวอย่างข้อมูลเส้นทาง และรถขนส่งในการวางแผนการขนส่งรายวัน

ความจุรถต่อคัน (กิโลกรัม)	ค่าเช่ารถรายปี (บาทต่อคันต่อปี)	ค่าจ้างรถขนส่งภายนอก (บาทต่อคันต่อวัน)	ค่าน้ำมันรถ (บาทต่อกิโลเมตร)	จำนวนรถของบริษัท (คัน)	ชั่วโมงทำงานของบริษัท (ชั่วโมง)
160	180000	1400	1	10	8

- ข้อมูลระยะทาง และระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่ สำหรับการวางแผนการขนส่งรายวัน แสดงดังตารางที่ 4.42

ตารางที่ 4.42 ตัวอย่างข้อมูลระยะทาง และระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่

ระยะทางจาก-ไป	โรงงาน	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	ผู้จัดหาวัตถุดิบ E
โรงงาน	0	22	36	58	73	9
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	22	0	15	38	74	25
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	36	15	0	25	82	37
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	58	38	25	0	83	61
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	73	74	82	83	0	82
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	9	25	37	61	82	0

1. ข้อมูลสินค้า ความต้องการสินค้า และผู้จัดหาวัตถุดิบ

- ข้อมูลสินค้า แสดงข้อมูลรหัสสินค้า น้ำหนักสินค้าที่ขนส่งต่อล็อตและรายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบสินค้าแต่ละรายการ แสดงดังตารางที่ 4.43

ตารางที่ 4.43 ตัวอย่างข้อมูลสินค้าเพื่อการวางแผนการขนส่งรายวัน

รหัสสินค้า	ผู้จัดหาวัตถุดิบ	น้ำหนักสินค้าต่อล็อต
RM101	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70
RM102	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	60
RM103	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	40

- ข้อมูลความต้องการสินค้าที่ระบุน้ำหนัก และวันที่ต้องการ เป็นข้อมูลเพื่อคัดกรองความต้องการขนส่งเพื่อนำเข้าสู่ระบบวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน แสดงดังตารางที่ 4.44

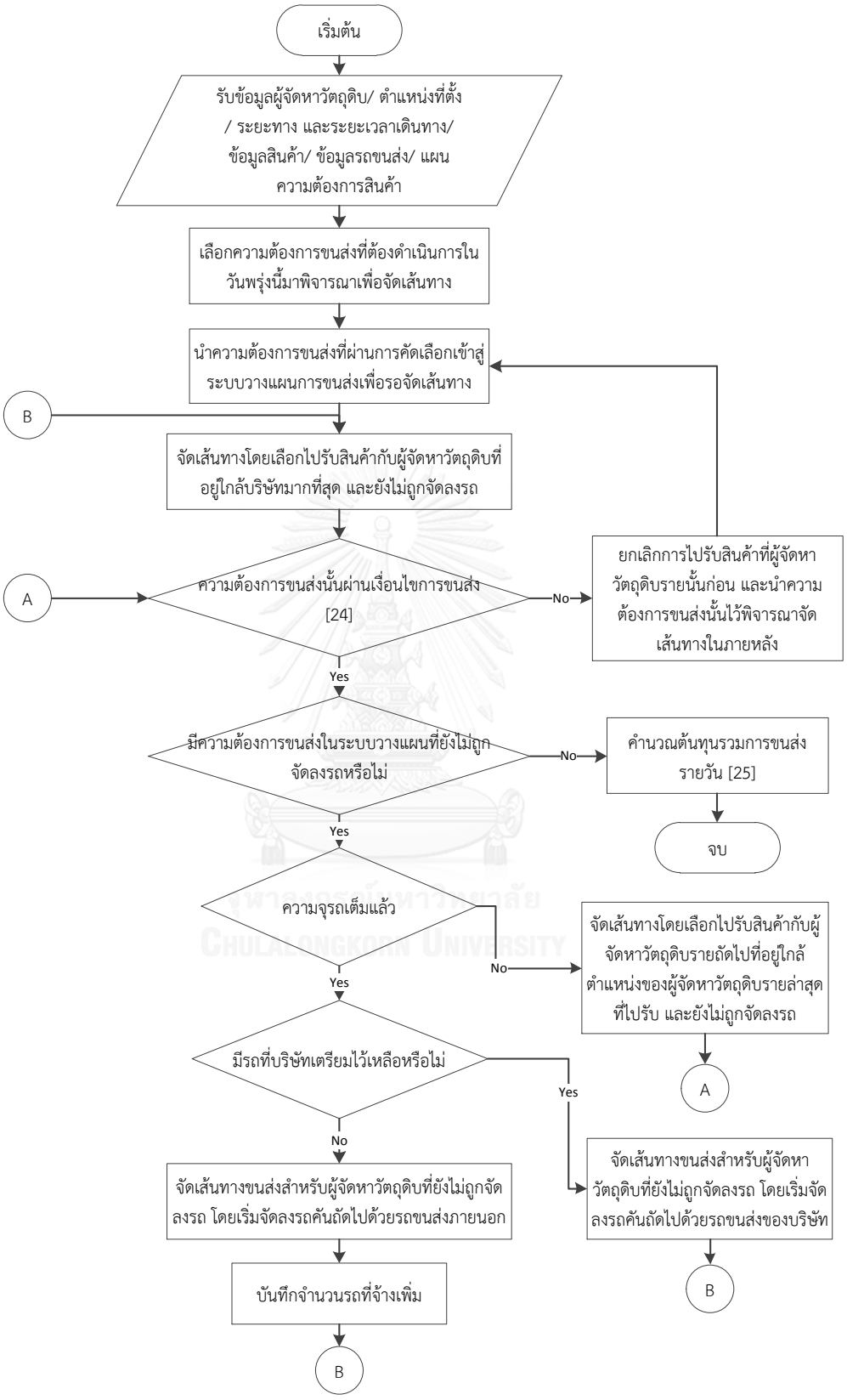
ตารางที่ 4.44 ตัวอย่างข้อมูลความต้องการขนส่งสินค้าในการวางแผนจัดเส้นทางรายวัน

วันที่ต้องการใช้ (วัน/เดือน/ปี)	รหัสสินค้า	จำนวนสินค้าที่ต้องการ (ล็อต)	น้ำหนักบรรทุก (กิโลกรัม)	ผู้จัดหาวัตถุดิบ
11/11/57	RM101	1	70	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A
12/11/57	RM102	1	48	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B
11/11/57	RM103	1	44	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2.2 ฮิวริสติกของการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

ในหัวข้อนี้เป็นการนำเสนอฮิวริสติกในการจัดเส้นทางการขนส่งรายวัน ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของกระบวนการตัดสินใจ (Decision Flow) ดังรูปที่ 4.5 โดยจะแสดงกระบวนการตัดสินใจ และรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของการตัดสินใจในลำดับถัดไป



รูปที่ 4.5 แผนภาพกระบวนการแสดงการตัดสินใจของฮิวริสติกในการจัดเส้นทางรายวัน

รายละเอียดของกระบวนการตัดสินใจวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวันด้วยฮิวริสติก (Heuristic Method) แสดงดังต่อไปนี้

[24] ความต้องการขนส่งนั่นผ่านเงื่อนไขการขนส่งหรือไม่

ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขในการขนส่ง ว่าความต้องการขนส่งแต่ละรายการถ้าถูกจัดลงรถแล้วยังเป็นไปตามเงื่อนไขหรือไม่ ซึ่งเงื่อนไขที่พิจารณาในส่วนของการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน ประกอบด้วย 2 เงื่อนไข แสดงดังสมการที่ 4.27 และสมการที่ 4.28

$$\sum_{\forall i \in c} W_i^c \leq Cap$$

สมการที่ 4.27

$$\sum_{\forall i,j \in c} x_{ij} Time_{ij}^c \leq Time^{Operate}$$

สมการที่ 4.28

ตัวอย่าง จะแสดงตัวอย่างการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการจัดเส้นทางขนส่งรายวันประกอบด้วย ข้อมูลความต้องการขนส่งรายวันซึ่งจะระบุ รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ น้ำหนักสินค้าที่ต้องขนส่ง ข้อมูลระยะทางและเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่ ข้อมูลความจุของรถขนส่งแต่ละคันในที่นี้รถขนส่งหนึ่งคันบรรทุกสินค้าได้ไม่เกิน 160 กิโลกรัม และข้อมูลระยะเวลาทำงานของบริษัทในที่นี้บริษัทมีเวลาทำงาน 480 นาที ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าสำหรับการจัดเส้นทางขนส่งรายวันแสดงดังตารางที่ 4.45 ตารางที่ 4.46 และตารางที่ 4.47

ตารางที่ 4.45 ตัวอย่างข้อมูลแผนความต้องการขนส่งรายวัน

วันที่	รายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบ	น้ำหนักสินค้าที่บรรทุก (kg.)
1/1/57	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	70
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	40
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	50
	ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	40

ตารางที่ 4.46 ตัวอย่างข้อมูลระยะทางระหว่างแต่ละสถานที่ (มีหน่วยเป็นกิโลเมตร)

	โรงงาน (F)	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	ผู้จัดหาวัตถุดิบ E
โรงงาน (F)	0	22	36	58	73	9
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	22	0	15	38	74	25
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	36	15	0	25	82	37
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	58	38	25	0	83	61
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	73	74	82	83	0	82
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	9	25	37	61	82	0

ตารางที่ 4.47 ตัวอย่างข้อมูลระยะเวลาเดินทางระหว่างแต่ละสถานที่ (มีหน่วยเป็นนาที)

	โรงงาน (F)	ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	ผู้จัดหาวัตถุดิบ E
โรงงาน (F)	0	60	90	120	180	15
ผู้จัดหาวัตถุดิบ A	60	0	45	105	150	72
ผู้จัดหาวัตถุดิบ B	90	45	0	72	204	96
ผู้จัดหาวัตถุดิบ C	120	105	72	0	210	144
ผู้จัดหาวัตถุดิบ D	180	150	204	210	0	204
ผู้จัดหาวัตถุดิบ E	15	72	96	144	204	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การจัดเส้นทางขนส่งรายวันจะใช้หลักการจัดเส้นทางด้วยวิธี Nearest Neighbor โดยที่เส้นทางที่จัดจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขด้านความจุรถขนส่ง และเวลาในการขนส่งดังแสดงในสมการที่ 4.27 และสมการที่ 4.28 ตัวอย่างการจัดเส้นทางแสดงดังตารางที่ 4.48

ตารางที่ 4.48 ตัวอย่างการจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

รถคันที่	จุดเริ่มต้น	ปลายทาง	น้ำหนักสินค้าที่ต้องไปรับ (kg.)	น้ำหนักปัจจุบันของรถขนส่งคันที่ C (kg.)	เวลาเดินทางเพื่อไปรับสินค้า (นาที)	เวลาเดินทางรวมของรถขนส่งเมื่อพิจารณาว่ากลับไปถึงโรงงาน (นาที)	ระยะทาง (km.)	สรุป	ระยะทางรวม (km.)
1	F	A	70	70	60	120	22	ไปรับ	129
	A	E	40	110	72	204	25	ไปรับ	
	E	C	40	150	144	420	82	ไปรับ	
	C	D	50	200	210	696	83	ไม่ไปรับ	
2	F	D	50	50	180	360	73	ไปรับ	73

จากตารางที่ 4.48 เป็นตัวอย่างการจัดเส้นทางขนส่งรายวันโดยทำการจัดเส้นทางและตรวจสอบเงื่อนไขดังที่ได้กล่าวไปแล้ว จากตัวอย่างในตารางของการจัดเส้นทางขนส่งของรถคันที่ 1 ที่ตัดสินใจว่าจะไปรับสินค้าที่จุด D หรือไม่ในขณะที่ตำแหน่งปัจจุบันของรถขนส่งคือ C ซึ่งหากทำการไปรับสินค้า ณ จุด D ด้วยรถขนส่งคันที่ 1 พบว่าจะมีน้ำหนักในการบรรทุกของรถคันที่ 1 เท่ากับ 200 กิโลกรัมซึ่งเกินความจุที่รถขนส่งจะรับได้ และเมื่อพิจารณาในมิติของเวลาก็พบว่าจะทำให้ระยะเวลาเดินทางรวมมากกว่าข้อกำหนดเรื่องระยะเวลาการทำงานของโรงงาน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหากนำรถขนส่งคันที่ 1 ไปรับสินค้า ณ จุด D จะไม่ผ่านเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ทั้ง 2 เงื่อนไขระบบจึงเลือกที่จะไม่นำรถขนส่งคันที่ 1 ไปรับสินค้า ณ จุด D ดังนั้นโรงงานจะต้องทำการเปิดรถขนส่งเพิ่มอีก 1 คันเพื่อไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบ ณ จุด D

[25] คำนวณต้นทุนรวมการขนส่งรายวัน

รายละเอียดการคำนวณต้นทุนการขนส่งรายวันสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.26 ในหัวข้อ 4.2 การจัดเส้นทางขนส่งรายวัน

ตัวอย่าง การคำนวณต้นทุนรวมการขนส่งรายวันจะแสดงดังตารางที่ 4.49 โดยจะนำคำตอบที่ได้จากตัวอย่างก่อนหน้าในตารางที่ 4.48 มาคำนวณต้นทุนรวมการขนส่งรายวัน โดยที่ต้นทุนการเช่ารถขนส่งภายนอกมีค่าเท่ากับ 1,400 บาท/คัน/วัน และค่านำมันในการขนส่งมีค่าเท่ากับ 1 บาท/กิโลเมตร การ

คำนวณต้นทุนรวมรายวันจะประกอบไปด้วย ต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอก และต้นทุนค่าน้ำมันจากการขนส่ง

ตารางที่ 4.49 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนรวมการขนส่งรายวัน

วันที่	รถคันที่	ประเภทรถ	เส้นทาง	ระยะทางขนส่งรวม (km.)	ต้นทุนค่าน้ำมัน (บาท)
1/1/57	1	รถของบริษัท	F-A-E-C-F	129	129
	2	รถจ้างภายนอก	F-D-F	73	73
จำนวนการจ้างรถภายนอก (คัน)	1	ต้นทุนการจ้างรถภายนอก (บาท)	1,400	ต้นทุนรวม (บาท)	1,602

4.3 สรุป

งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ การวางแผนในระดับรายปี ซึ่งเป็นการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่ระบบมิลค์รัน และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมรายปี โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมจากการดำเนินการต่ำ และส่วนที่ 2 คือการวางแผนในระดับรายวัน ซึ่งเป็นการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวันเพื่อให้เกิดต้นทุนการขนส่งต่ำ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการในการแก้ปัญหาในส่วนของการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อเข้าสู่ระบบมิลค์รัน และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมรายปีไว้ 3 วิธี คือ วิธีแจงนับ (Total Enumeration) ฮิวริสติก (Advance Heuristic) และวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic) ซึ่งวิธีการที่เสนอไปทั้ง 3 วิธีนั้นมีข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกัน คือ วิธีแจงนับสามารถให้คำตอบที่ดีที่สุดภายใต้การประมาณต้นทุนดังที่ได้เสนอในงานวิจัย โดยปัญหาที่นำมาทดสอบต้องเป็นปัญหาขนาดเล็ก เพราะเมื่อมีผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณามากขึ้นวิธีแจงนับจะใช้เวลาในการหาคำตอบนาน หรือบางครั้งอาจจะไม่สามารถให้คำตอบออกมาได้ เนื่องจากปัญหาที่ศึกษาถือว่าเป็นปัญหา N-P Hard อย่างหนึ่ง และปัญหาที่ศึกษาในงานวิจัยนี้มีจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้เท่ากับ $2^n \times n$ เมื่อ n คือจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบ ซึ่งในสถานการณ์จริงจะมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาสูง หากใช้วิธีแจงนับอาจทำให้หาคำตอบมาไม่ได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอฮิวริสติกเพื่อช่วยในการหาคำตอบเมื่อ

ปัญหาที่พิจารณามีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบมากขึ้น ซึ่งฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นสามารถให้คำตอบที่มีคุณภาพที่ยอมรับได้ ใช้เวลามานานในการหาคำตอบ และอีกวิธีหนึ่งที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้คือวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน ซึ่งเป็นวิธีที่ปรับมาจากฮิวริสติกแต่ทำให้ง่ายขึ้นสามารถใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว วิธีการในการหาคำตอบสามารถทำได้ง่ายๆ ไม่ซับซ้อนแต่คุณภาพของคำตอบจะต่ำการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติ ในส่วนที่ 2 การวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวันผู้วิจัยได้นำเสนอฮิวริสติกในการจัดเส้นทางขนส่งเพื่อให้เกิดต้นทุนการขนส่งที่ต่ำ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการขนส่งได้โดยใช้เวลาในการหาคำตอบไม่นาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากบทก่อนหน้าที่ได้เสนอวิธีการหาคำตอบของปัญหาการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้าเอง และประมาณการจำนวนรถขนส่งที่จัดเตรียม รวมถึงการเสนอขั้นตอนวิธีการวางแผนจัดเส้นทางขนส่งรายวัน ในบทนี้จะเป็นการนำวิธีการในการหาคำตอบที่ได้เสนอไปแล้วในบทที่ 3 มาทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่ได้นำเสนอไป โดยจะทำการทดสอบกับปัญหาที่มีลักษณะ หรือสถานการณ์ที่แตกต่างกัน รายละเอียดของการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลองจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป ซึ่งในบทนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง โดยที่การทดลองจะเริ่มจากรูปแบบปัญหาที่ไม่ซับซ้อนและจะทำการเพิ่มความซับซ้อนของโจทย์ที่นำมาทดสอบระบบขึ้นเรื่อยๆ แสดงการทดลองที่จะนำเสนอดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ภาพรวมโจทย์ที่นำมาทดลองในงานวิจัย

การทดลองที่	ลักษณะปัญหาที่นำมาทดสอบ	ความซับซ้อนที่เพิ่มเข้ามาในปัญหาที่นำมาทดลอง
1	• ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ • จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ 10 ราย • ลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบแตกต่างกัน	
2	• ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ • จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ 60 ราย • ลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบแตกต่างกัน	• ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง
3	• ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ • จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ 60 ราย • ลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบแตกต่างกัน	• ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง • เพิ่มจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบให้มากขึ้น

การทดลองที่	ลักษณะปัญหาที่นำมาทดสอบ	ความซับซ้อนที่เพิ่มเข้ามาในปัญหาที่นำมาทดลอง
4	เลือกลักษณะความต้องการสินค้าที่เลียนแบบอุตสาหกรรมยานยนต์มาทำการทดลอง โดยมีรูปแบบดังต่อไปนี้ ● ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง ● จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ 60 ราย ● ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม	● ปรับค่าพารามิเตอร์บางตัวในระบบ

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ไม่ได้มีข้อมูลจริงเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบระบบ ดังนั้นงานวิจัยเล่มนี้จึงทำการสร้างโจทย์ขึ้นมาเพื่อจำลองสถานการณ์และนำมาใช้ในการทดสอบระบบ โจทย์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างข้อมูลขึ้นมาเพื่อเป็นสถานการณ์จำลองภายใต้ข้อมูลที่ได้ทำการเก็บข้อมูลจากผู้ผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยและหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้โจทย์ที่สร้างขึ้นมาสอดคล้องและมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์การใช้งานจริง โดยหลักการที่ใช้ในการจำลองโจทย์สำหรับการทดลองในงานวิจัยนี้จะแสดงในรูปแบบของตารางสรุปหลักการในการสร้างโจทย์สำหรับการทดลอง ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 หลักการในการสร้างโจทย์เพื่อนำมาทดสอบระบบในงานวิจัย

ข้อมูล	หลักการในการสร้างโจทย์
1.ขนาดล็อตการขนส่งกรณีผู้จัดหาวัตถุดิบขนสินค้ามาให้	ขนาดล็อตการขนส่งกรณีผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ ถูกกำหนดขึ้นมาโดยให้มีค่าเฉลี่ยของขนาดล็อตอยู่ที่ประมาณ 4.5 เท่าความต้องการสินค้าในแต่ละวันโดยจากการสัมภาษณ์จำนวนการเก็บสินค้าของบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ประมาณ 3 ราย
2.น้ำหนักสินค้าต่อล็อต	น้ำหนักสินค้าต่อล็อต ถูกกำหนดโดยให้มีสัดส่วนของจำนวนสินค้าที่ขนส่งอยู่ในรถขนส่งได้ประมาณ 4-5 ราย จากการสอบถามบริษัทที่รับหน้าที่ในการขนส่งชิ้นส่วนให้กับผู้ประกอบรถยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ระบุว่าโดยเฉลี่ยการขนส่งด้วยรถบรรทุก 1 คันจะสามารถบรรทุกสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบไม่เกิน 5 ราย
3.ความจุรถขนส่ง	

ข้อมูล	หลักการในการสร้างโจทย์
4.ค่าเช่ารถรายปี	ค่าเช่ารถขนส่งรายปีและค่าเช่ารถขนส่งภายนอก ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ค่าเช่ารถขนส่งรายปีมูลค่าเป็น 5 เท่าของค่าเช่ารถรายปี
5.ค่าเช่ารถขนส่งภายนอก	
6.ส่วนลดราคาสินค้า	ส่วนลดราคาสินค้ากรณีบริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเองในงานวิจัยนี้จะสร้างโจทย์โดยให้ลดราคาลง 20% จากราคาปรกติที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ ซึ่งส่วนลดราคาสินค้านำมาจากข้อมูลต้นทุนราคาวัตถุดิบในอุตสาหกรรมยานยนต์ที่มีมูลค่าประมาณ 80% และอีก 20% เป็นต้นทุนโลจิสติกส์และการจัดการ โดยในงานวิจัยนี้จะทำการทดลองปรับค่าเปอร์เซ็นต์การลดราคาสินค้าลงไปเรื่อยๆ
7.ตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานและผู้จัดหาวัตถุดิบ	ตำแหน่งที่ตั้งที่สร้างขึ้นมาพิจารณาในระบบของงานวิจัยเล่มนี้ จะนำปัญหาตัวอย่าง C101 และ R101 ของ Solomon มาใช้ในการทดสอบ โดยในกรณีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบน้อยกว่า 100 ราย ก็จะทำการสุ่มพิกัดของตำแหน่งมาเท่ากับจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องการพิจารณาในระบบ
8.การแกว่งตัวของความต้องการสินค้า	ในงานวิจัยนี้มีการสร้างโจทย์ที่ความต้องการสินค้ามีลักษณะสม่ำเสมอและความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง โดยแบ่งออกเป็น 1.การแกว่งตัวของความต้องการสินค้ารายเดือน แบ่งออกเป็น ● ความต้องการสินค้ารายเดือนสม่ำเสมอตลอดทั้งปี โดยจำนวนความต้องการสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในแต่ละเดือนมีโอกาสเกิดเท่าๆ กัน ● ความต้องการสินค้ารายเดือนมีการแกว่งตัวสูง โจทย์ในรูปแบบดังกล่าวนี้ถูกสร้างเลียนแบบความต้องการผลิตรถยนต์ของอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย โดยนำสถิติข้อมูลจำนวนการผลิตรถยนต์ 5 ปีล่าสุดมาหาค่าเฉลี่ยและมีการแกว่งจากค่าเฉลี่ย $\pm$ ไม่เกิน 10% 2.การแกว่งตัวของความต้องการสินค้ารายวัน โดยความต้องการสินค้ารายวันจะแบ่งออกเป็นความต้องการที่สม่ำเสมอและความต้องการที่มีการแกว่งตัวสูง

ข้อมูล	หลักการในการสร้างโจทย์
	• ความต้องการสินค้าที่สม่ำเสมอ จะทำการสุ่มความต้องการในแต่ละวันว่าจะเกิดความต้องการนั้นหรือไม่ (0=ไม่เกิด, 1= เกิด) โดยโอกาสเกิดหรือไม่เกิดมีค่าเท่ากัน • ความต้องการสินค้าที่มีการแกว่งตัวสูง จะทำการสร้างโจทย์โดยพิจารณาว่าในวันนั้นๆ จะเกิดความต้องการสินค้านั้นหรือไม่ โดยโอกาสในการเกิดความต้องการสินค้าในแต่ละวันมีไม่เท่ากันซึ่งในที่นี้จะสร้างให้ความต้องการสินค้าในช่วงต้นเดือนมีโอกาสเกิดมากกว่าปรกติ 2 เท่า

ในงานวิจัยเล่มนี้มีการจำลองโจทย์เพื่อนำมาทดสอบระบบในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ และความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง ซึ่งเกณฑ์ในการแบ่งลักษณะความต้องการสินค้าว่าเป็นความต้องการที่สม่ำเสมอหรือแกว่งตัวสูง คือ

1) ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ คือ ความต้องการสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในแต่ละเดือนเท่าๆ กัน และความต้องการสินค้าแต่ละวันมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11 ล็อต/เดือน และมีความแปรปรวนเท่ากับ 0.05

2) ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง คือ ความต้องการสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายในแต่ละเดือนไม่สม่ำเสมอ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะนำข้อมูลยอดการผลิตรถยนต์โดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนของการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยมาอ้างอิงและจากนั้นทำการสร้างโจทย์ในงานวิจัยขึ้นมาโดยให้จำนวนความต้องการสินค้าแต่ละเดือนมีการแกว่งตัวออกจากค่าเฉลี่ย ± ไม่เกิน 10% และความต้องการสินค้าในช่วงต้นเดือนมีโอกาสเกิดสูงเป็น 2 เท่าของความต้องการสินค้าปลายเดือน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 ล็อต/เดือนและมีความแปรปรวนเท่ากับ 39.30

การทดลอง ผลการทดลองและบทวิเคราะห์จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป โดยตัวแปรที่ใช้ในการทดลองในบทนี้จะอธิบายดังต่อไปนี้

AH คือ การตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติก

BH คือ การตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน

NM คือ การตัดสินใจกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน (กรณีที่ให้ผู้จัดหาวัตถุดิบทุกรายส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน)

T คือ การตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ

5.1 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1

การทดลองในส่วนนี้จะเป็นการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ (Total Enumeration) และฮิวริสติก (Advance Heuristic) โดยจะทำการทดสอบความสามารถในการนำวิธีการหาคำตอบที่นำเสนอไปใช้ในการดำเนินงานจริง ซึ่งปัญหาที่นำมาทดสอบในส่วนนี้จะมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาในระบบทั้งหมด 10 ราย โดยในส่วนนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ

1) กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีลักษณะที่ตั้งของโรงงานกระจายตัวอย่างสุ่ม (Random Location)
2) กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีลักษณะที่ตั้งของโรงงานแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Cluster Location)

โดยในงานวิจัยนี้ได้นำปัญหาตัวอย่าง C101 และ R101 ของ (Solomon, 2005 :online) มาใช้ในการทดสอบซึ่งในการทดลองจะใช้วิธีการหาคำตอบที่เสนอไว้ เพื่อทำการตัดสินใจในระดับรายปี จากนั้นจึงนำคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจในระดับรายปีไปใช้กับการขนส่งในระดับรายวัน และทำการประเมินต้นทุนรวมรายปีที่เกิดขึ้น โดยจะทำการจำลองสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นของความต้องการสินค้าในแต่ละวันตลอดทั้งปีมาใช้ในการทดลอง ซึ่งลักษณะของความต้องการสินค้าที่จำลองขึ้นมาจะเป็นมีความสม่ำเสมอของความต้องการสินค้าในแต่ละเดือนของปี และความต้องการสินค้าในแต่ละวันมีความสม่ำเสมอ (Smooth Demand) โดยลักษณะของโจทย์ที่นำมาใช้ในการทดสอบในส่วนนี้จะเขียนสรุปในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 รูปแบบปัญหาในการทดลองสำหรับวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบสำหรับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1

การทดลอง	ลักษณะที่ตั้งของโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบ		ลักษณะของความต้องการสินค้าในแต่ละเดือน	ลักษณะความต้องการสินค้าในแต่ละวัน	หมายเลขตัวอย่างปัญหาที่ทดสอบ
	กระจายตัวอย่างสุ่ม	อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม			
1.1	✓		สม่ำเสมอตลอดทั้งปี	สม่ำเสมอตลอดทั้งเดือน	T1, T2, T3, T4, T5, T6
1.2		✓	สม่ำเสมอตลอดทั้งปี	สม่ำเสมอตลอดทั้งเดือน	T7, T8, T9, T10, T11, T12

การทดลองในส่วนนี้มีจุดประสงค์ของการทดลองเพื่อ

1. ทดสอบว่าวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ (T) และฮิวริสติก (AH) สามารถนำไปใช้ดำเนินการจริงได้หรือไม่
2. ฮิวริสติกให้คำตอบที่ยอมรับได้หรือไม่
3. การหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติกเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งของโรงงานกระจายตัวอย่างสุ่ม และมีที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มให้คำตอบที่แตกต่างกันหรือไม่

การวัดผลของการทดลองต่างๆ ในที่นี้จะพิจารณาใน 2 ประเด็น คือ ต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี โดยต้นทุนรวมที่นำมาประเมินเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจากต้นทุนที่สามารถลดลงได้จากการนำระบบการขนส่งแบบมิลค์รันที่ได้นำเสนอไว้ไปใช้ ซึ่งในที่นี้ประกอบด้วยต้นทุนการขนส่งที่เคยถูกคิดรวมอยู่ในราคาสินค้าและต้นทุนการเก็บสินค้า โดยไม่ได้คิดรวมต้นทุนราคาสินค้าเนื่องจากต้นทุนราคาสินค้าเป็นต้นทุนที่ไม่สามารถลดลงได้ เช่นกรณีที่ไม่ได้ทำการขนส่งแบบมิลค์รันก็สามารถคำนวณต้นทุนค่าขนส่งและการเก็บสินค้าได้จากนำต้นทุนรวมรายปีที่เกิดขึ้นจริงหักลบออกด้วยต้นทุนราคาสินค้ารวมที่เกิดจากราคาที่ผู้จัดหาวัตถุดิบเสนอให้ถ้าบริษัททำการขนส่งแบบมิลค์รัน เป็นต้น เพราะฉะนั้นคำว่า “ต้นทุนรวมรายปี” ที่ใช้ในการทดลองในบทที่ 5 นี้จะหมายถึง ต้นทุนรวมของการขนส่งและต้นทุนการเก็บสินค้า

5.1.1 การทดลองหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ และฮิวริสติกในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1 โดยผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งโรงงานที่กระจายตัวอย่างสุ่ม (Random Location)

การทดลองนี้จะทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จากวิธีแจงนับและฮิวริสติก (AH) โดยรูปแบบปัญหาที่นำมาใช้ทดลองเป็นไปตามการทดลองที่ 1.1 ในตารางที่ 5.3 โดยจะทำการวิเคราะห์ในด้านของต้นทุนรวมรายปีที่เกิด และจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปีของคำตอบที่ได้จากวิธีการหาคำตอบทั้ง 2 วิธีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยในตารางผลการทดลอง “T” แทน วิธีแจงนับ “AH” แทน ฮิวริสติก “NM” แทน กรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน และคอลัมภ์ “ผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก” หมายเลข 1 คือ เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นๆ เข้าสู่ระบบมิลค์รัน หมายเลือก 0 คือ ไม่เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายนั้นๆ เข้าสู่ระบบมิลค์รัน เช่น มีผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาทั้งหมด 5 ราย โดยคำตอบที่ออกมาจากระบบการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ คือ 11110 หมายความว่าเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่ 1 ถึง 4 เข้าสู่ระบบมิลค์รัน และไม่เลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายที่ 5 เข้าสู่ระบบมิลค์รัน เป็นต้น และเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุน จะยกตัวอย่างเพื่ออธิบายความหมาย เช่น เปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุน AH-T หมายถึง เปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนโดยที่จะพิจารณาว่าต้นทุนที่เกิดจากการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับต่ำกว่าต้นทุนที่เกิดจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกกี่เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.4 โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนจากการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติก (AH-T) แสดงดังสมการที่ 5.1 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน (NM-AH) แสดงดังสมการที่ 5.2 และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนจากการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับและกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน (NM-T) สมการที่ 5.3

$$\frac{[\text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก} - \text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ}] \times 100\%}{\text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก}}$$

สมการที่ 5.1

$$\frac{[\text{ต้นทุนรวมรายปีกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน} - \text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ}] \times 100\%}{\text{ต้นทุนรวมรายปีกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน}}$$

สมการที่ 5.2

$$\frac{[\text{ต้นทุนรวมรายปีกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน} - \text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ}] \times 100\%}{\text{ต้นทุนรวมรายปีกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน}}$$

สมการที่ 5.3

$$\frac{[\text{ต้นทุนรวมรายปีกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน} - \text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน}] \times 100\%}{\text{ต้นทุนรวมรายปีกรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน}}$$

สมการที่ 5.4

$$\frac{[\text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน} - \text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก}] \times 100\%}{\text{ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน}}$$

สมการที่ 5.5

ตารางที่ 5.4 ผลการทดลองในปัญหาขนาดเล็ก โดยผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายมีที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม (Random Location)

ตัวอย่างที่	ผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก		จำนวนรถที่เลือก		ต้นทุนรวมรายปี			การจ้างรถภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปี	
	T	AH	T	AH	T	AH	NM	T	AH
T1	1111111110	1110111011	2	3	3,824,414	3,936,673	4,263,000	72	1
T2	1111111111	1111111111	2	2	3,597,386	3,597,386	4,131,200	32	32
T3	1111111111	1111111111	2	2	4,650,773	4,650,773	5,531,600	32	32
T4	1111101111	1110101110	2	2	4,828,630	4,968,099	5,930,000	33	2
T5	1111111111	1101101011	2	2	4,085,066	4,200,456	4,679,100	62	0
T6	1111111110	1011111100	2	2	4,472,654	4,576,093	5,502,700	58	1
	ค่าเฉลี่ย				4,243,154	4,321,580	5,006,267	48	11
	% แตกต่างของต้นทุน NM-T , NM-AH				15.24%	13.68%			
	% แตกต่างของต้นทุน AH-T				1.85%				

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.4 พบว่า วิธีการหาคำตอบของการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันด้วยวิธีแจงนับ และฮิวริสติกสามารถนำไปใช้ในการดำเนินงานจริงได้ เนื่องจากวิธีการหาคำตอบทั้ง 2 วิธีสามารถลดต้นทุนการดำเนินการลงได้เมื่อเทียบกับกรณีที่บริษัทไม่ได้ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งเห็นได้ว่าคำตอบของการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับสามารถลดต้นทุนรวมรายปีได้ถึง 15.24% และคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนรวมรายปีได้ถึง 13.68% เมื่อเทียบกับต้นทุนรวมรายปีที่จะเกิดขึ้นกรณีที่บริษัทไม่ได้ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน (Non-Milk-Run) และพบว่าฮิวริสติกสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาขนาดใหญ่ เพราะสามารถให้คำตอบที่มีคุณภาพยอมรับได้เนื่องจากเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับและวิธีการของฮิวริสติกมีความแตกต่างกันประมาณ 1.85% โดยที่ฮิวริสติกให้คำตอบที่ทำให้ต้นทุนรวมรายปีสูงกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับประมาณ 2% และคำตอบที่ได้จากฮิสริสติกทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 11 คัน ซึ่งน้อยกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ

จากการทดลองถึงแม้ว่าวิธีแจงนับจะทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มต่อปีสูงแต่ก็ทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีเฉลี่ยน้อยกว่าวิธีการของฮิวริสติก เนื่องจากวิธีแจงนับมีการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้ามาสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันมากกว่าวิธีการของฮิวริสติก ดังนั้น การตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับจึงมีกำไรจากส่วนลดราคาสินค้าที่สูงกว่ามาชดเชยต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกที่เสียไป

5.1.2 การทดลองหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับ และฮิวริสติกในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1 โดยผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งโรงงานแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Cluster Location)

การทดลองนี้มีลักษณะคล้ายกับการทดลองในหัวข้อ 5.1.1 ซึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ และฮิวริสติกโดยที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งโรงงานอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งลักษณะการวิเคราะห์ผลการทดลองในส่วนนี้จะคล้ายคลึงกับการทดลองในหัวข้อ 5.1.1 รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในตารางผลการทดลองดูได้จากหัวข้อ 5.1.1 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ผลการทดลองเมื่อมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณา 10 ราย และมีลักษณะที่ตั้งของโรงงานแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Cluster Location)

ตัวอย่างที่	ผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือก		จำนวนรถที่เลือก		ต้นทุนรวมรายปี			การจ้างรถภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปี	
	T	AH	T	AH	T	AH	NM	T	AH
T7	1011011111	1010110111	2	2	4,229,766	4,333,552	4,791,500	36	18
T8	1111111111	1111010111	2	2	3,505,467	3,575,743	4,022,300	37	0
T9	1111111111	1111111111	2	2	4,786,423	4,786,423	6,109,100	49	49
T10	1111111111	1111111111	2	2	3,942,849	3,942,849	4,511,900	50	50
T11	1111111111	1101111010	2	2	4,073,708	4,195,404	5,036,600	73	0
T12	1111111111	1110111111	2	2	4,222,630	4,287,773	5,087,400	7	0
	ค่าเฉลี่ย				4,126,807	4,186,958	4,926,467	42	20
	% แตกต่างของต้นทุน NM-T , NM-AH				16.23%	15.01%			
	% แตกต่างของต้นทุน AH-T				1.46%				

จากตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดลองกรณีผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม พบว่าการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับ และฮิวริสติกทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนรวมรายปีมากกว่าการที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเลย โดยที่วิธีแจงนับและฮิวริสติสสามารถลดต้นทุนรวมรายปีลงได้ถึง 16.23% และ 15.01% ตามลำดับ เมื่อมองเทียบประสิทธิภาพของการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติก พบว่า การตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับให้คำตอบที่ดีกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกที่ได้นำเสนอประมาณ 1.46% แต่การตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับก็ทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีสูงกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติก โดยวิธีแจงนับจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 42 คัน และฮิวริสติกมีการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 20 คัน

5.1.3 ภาพรวมการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติกในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 1

ในส่วนนี้จะทำการวิเคราะห์ภาพรวมของการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติก เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพโดยรวมของวิธีการหาคำตอบทั้ง 2 วิธีดังที่กล่าวไปแล้ว รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในตารางผลการทดลองดูได้จากหัวข้อ 5.1.1

ตารางที่ 5.6 ภาพรวมการทดลองเมื่อมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณา 10 ราย

ตัวอย่างที่	ค่าเฉลี่ยต้นทุนรวมรายปี			จำนวนการจ้างรถภายนอกต่อปี (คัน/ปี)	
	T	AH	NM	T	AH
T1 ถึง T6 (Random Location)	4,243,154	4,321,580	5,006,267	48	11
T7 ถึง T12 (Clustered Location)	4,126,807	4,186,958	4,926,467	42	20
T1 ถึง T12 (All)	4,184,981	4,254,269	4,966,367	45	15
% แตกต่างของต้นทุน T1 ถึง T6 ของ NM-T , NM-AH	15.24%	13.68%	% แตกต่างของต้นทุน AH-T		1.85%
% แตกต่างของต้นทุน T7 ถึง T12 ของ NM-T , NM-AH	16.23%	15.01%	% แตกต่างของต้นทุน AH-T		1.46%
% แตกต่างของต้นทุน T1 ถึง T12 ของ NM-T , NM-AH	15.73%	14.34%	% แตกต่างของต้นทุน AH-T		1.66%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.6 เมื่อพิจารณาในภาพรวมของการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติกโดยที่โรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบมีทั้งแบบที่กระจายตัวอย่างสุ่ม (ตัวอย่างที่ T1 ถึง T6) และแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (ตัวอย่างที่ T7 ถึง T12) พบว่า การตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับทำให้ลดต้นทุนรวมรายปีจากการที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันลงประมาณ 15.73% และการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนรวมรายปีลง 14.34% โดยการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับสามารถให้คำตอบได้ดีกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกประมาณ 1.66% ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันมากแทบจะไม่มีความแตกต่าง ดังนั้น ในการที่ต้องทำการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณามากขึ้น (มากกว่า 10 ราย) จึงสามารถนำวิธีการของฮิวริสติกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้เนื่องจากสามารถหาคำตอบได้เร็วกว่าวิธีแจงนับและสามารถให้คำตอบที่มีคุณภาพยอมรับได้ ในด้านของการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปี พบว่าวิธีแจงนับและฮิวริสติกมีค่าเท่ากับ 45 และ 15 คันต่อปีตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า

การตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติกกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบมีลักษณะที่ตั้งของโรงงานแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Cluster Location) สามารถให้คำได้ดีกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบมีลักษณะที่ตั้งของโรงงานแบบกระจายตัวอย่างสุ่ม (Random Location) ประมาณ 3% ซึ่งสรุปได้ว่า ลักษณะที่ตั้งของโรงงานผู้จัดหาวัตถุดิบไม่มีผลต่อคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีแจงนับและฮิวริสติก

5.2 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2 (เพิ่มลักษณะความต้องการสินค้าให้มีการแกว่งตัวสูง)

การทดลองในส่วนได้ทำการเพิ่มความซับซ้อนของปัญหาที่นำมาทดสอบโดยเพิ่มลักษณะความต้องการสินค้ากรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวโดยที่การทดสอบจะทำภายใต้ระบบที่มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบทั้งหมด 60 ราย ลักษณะโจทย์ที่นำมาทดสอบสรุปไปก่อนหน้านี้แล้วในตารางที่ 5.1 ภาพรวมโจทย์ที่นำมาทดลองในงานวิจัย โดยรายละเอียดของโจทย์ในส่วนนี้แสดงดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 รูปแบบปัญหาในการทดลองสำหรับวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบสำหรับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2

การทดลองกลุ่มที่	ลักษณะทั้งโรงงาน		ลักษณะความต้องการสินค้ารายเดือน		ลักษณะความต้องการสินค้ารายวัน
	กระจายตัวอย่างสุ่ม	อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม	สม่ำเสมอตลอดทั้งปี	มีการแกว่งตัวตามลักษณะของอุตสาหกรรมยานยนต์	
2.1	✓	✓	✓		สม่ำเสมอตลอดทั้งเดือน
2.2	✓	✓		✓	ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงในแต่ละวัน

ลักษณะที่ตั้งของโรงงานที่นำมาใช้ในการทดสอบในงานวิจัยนี้ได้นำตัวอย่างปัญหา C101 และ R101 ของ (Solomon 2005) มาใช้ในการทดสอบ ส่วนลักษณะความต้องการสินค้ารายเดือน

และลักษณะความต้องการสินค้ารายวันผู้วิจัยได้ทำการจำลองและสร้างสถานการณ์ขึ้นมา โดยการทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 กรณีคือ

1) ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
2) ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

และส่วนสุดท้ายของแต่ละลักษณะความต้องการสินค้าที่แตกต่างกันจะเป็นการสรุปภาพรวมของการทดลองของกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

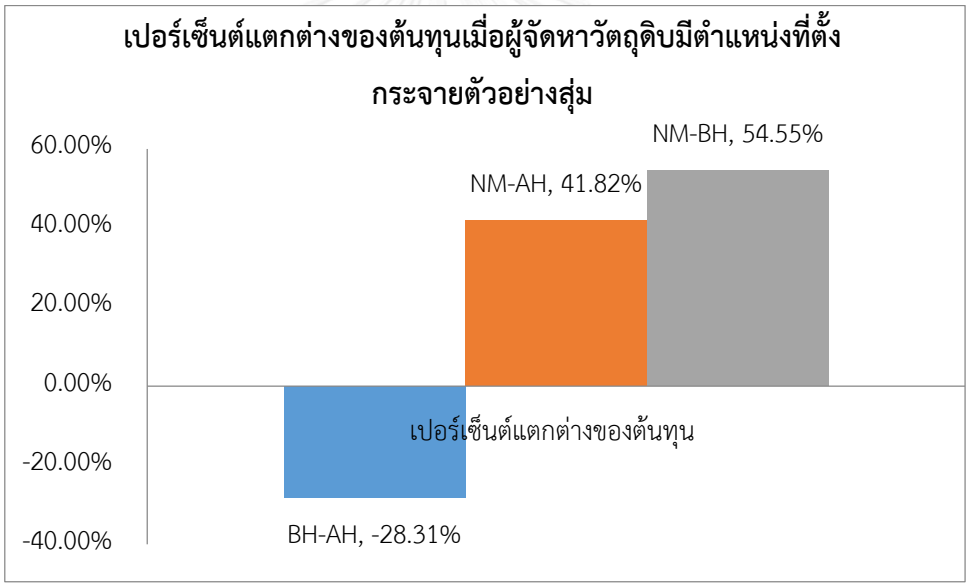
จากตารางสรุปรูปแบบปัญหาในการทดลองที่ผู้วิจัยเลือกสร้างสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอดังการทดลองในกลุ่มที่ 2.1 และสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงดังการทดลองในกลุ่มที่ 2.2 จากตารางที่ 5.7 โดยสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวผู้วิจัยได้นำข้อมูลยอดการผลิตรถยนต์โดยเฉลี่ยแต่ละเดือนในประเทศไทยมาใช้ในการสร้างรูปแบบปัญหาที่มาทำการทดลอง โดยข้อมูลยอดการผลิตรถยนต์ที่นำมาใช้เป็นยอดการผลิตรถยนต์ตั้งแต่ปี 2553 – 2557 (ศูนย์สารสนเทศยานยนต์, 2553) และจากการสัมภาษณ์จากผู้ทำงานในอุตสาหกรรมพบว่า ลักษณะความต้องการสินค้าในอุตสาหกรรมยานยนต์มีทั้งที่ความต้องการสินค้ารายวันมีความสม่ำเสมอ และบางครั้งก็มีการแกว่งตัวขึ้นอยู่กับลักษณะของสินค้าที่ผลิตว่าเป็นชิ้นส่วนประเภทใด ซึ่งเป้าหมายของการทดลองในส่วนของการพิจารณาลักษณะความต้องการสินค้ารายวันที่ผู้วิจัยทำก็เพื่อให้ทราบว่าในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ารายวันมีการแกว่งตัวและสม่ำเสมอ วิธีการหาคำตอบที่ได้นำเสนอไปจะมีทิศทางการให้คำตอบเป็นอย่างไร สามารถรองรับกับสถานการณ์ต่างๆ เหล่านั้นได้หรือไม่ ซึ่งจากการทดลองชุดที่ 2.1 เป็นการทดลองในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอไปแล้ว ดังนั้นการทดลองชุดที่ 2.2 จึงสร้างสถานการณ์ที่สินค้ามีการแกว่งตัวขึ้นมาทำการทดลองเพื่อให้เห็นประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอในสถานการณ์ต่างๆ กัน อีกทั้งจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตชิ้นส่วนตัวอย่างซึ่งเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนเบาะรถยนต์ก็มีลักษณะความต้องการสินค้ารายวันเป็นแบบต้นเดือนสูงกว่าปลายเดือน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกยกลักษณะความต้องการสินค้าต้นเดือนสูงกว่าปลายเดือนเพื่อเป็นตัวแทนของลักษณะความต้องการสินค้ารายวันที่แกว่งตัวมาทำการทดลองเพียงแบบเดียว รายละเอียดของการทดลอง ผลการทดลอง และบทวิเคราะห์ของการทดลองจะแสดงในหัวข้อถัดไป

5.2.1 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2 เมื่อความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก (Advance Heuristic) ฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic) และกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยทำการวัดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีของแต่ละวิธีเปรียบเทียบกันโดยกราฟแท่ง NM-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลของการตัดสินใจของกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเทียบกับวิธีฮิวริสติก และกราฟแท่ง BH-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานกับวิธีฮิวริสติก สมการในการคำนวณสามารถดูได้จากหัวข้อที่ 5.1.1

1) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายอย่างสุ่ม

เปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มโดยที่ลักษณะความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอแสดงดังรูปที่ 5.1

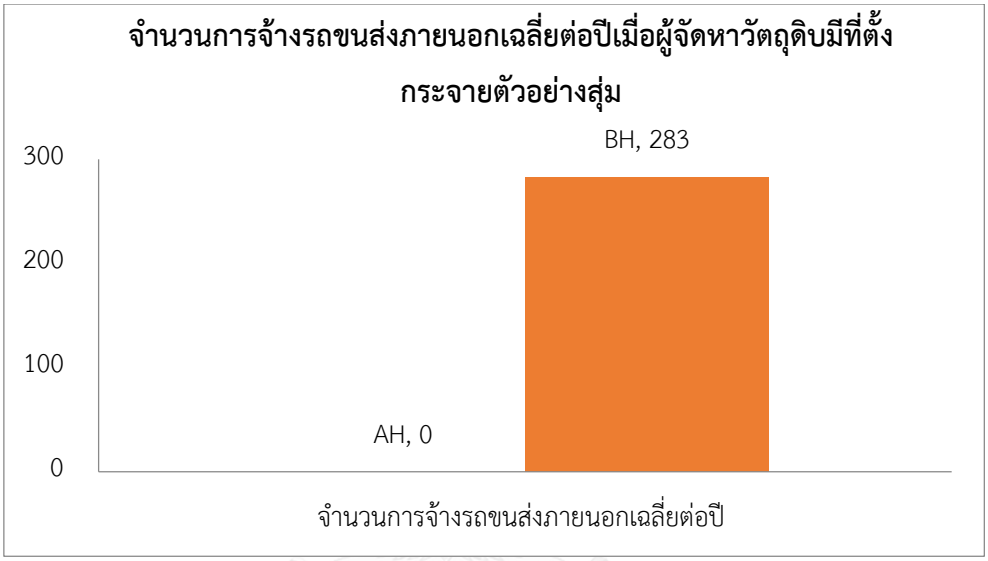


รูปที่ 5.1 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 5.1 พบว่าการตัดสินใจวิธีฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งวิธีฮิวริสติกพื้นฐานสามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณ 54.55% และวิธีฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณ 41.82% โดยการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานให้คำตอบได้ดีกว่าวิธีฮิวริสติกในสถานการณ์ประมาณ 28.31% สาเหตุที่การตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานให้คำตอบได้ดีกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกเนื่องจากแนวคิดของการ

ตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานมีความสอดคล้องกับลักษณะความต้องการสินค้าที่มีความต้องการสินค้าแบบสม่ำเสมอ โดยวิธีการตัดสินใจของฮิวริสติกพื้นฐานจะตัดสินใจโดยพิจารณาว่าความต้องการสินค้าในแต่ละวันมีค่าเฉลี่ยเท่าๆ กัน

หลังจากพิจารณาในแง่ของต้นทุนรวมรายปีที่เกิดขึ้นแล้ว ต่อมาจะพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี ซึ่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีจากการตัดสินใจด้วยวิธีการต่างๆ แสดงอยู่ในรูปของกราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีดังรูปที่ 5.2



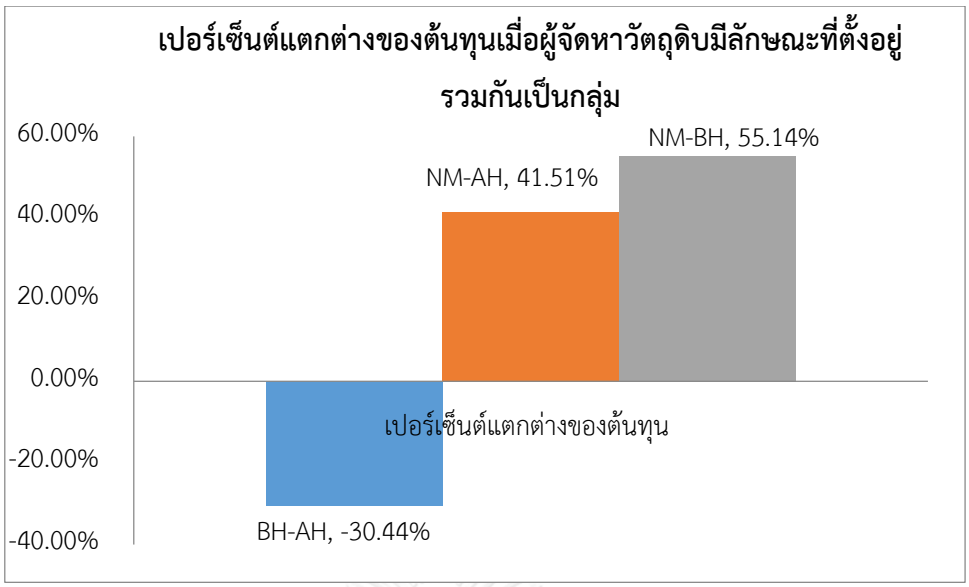
รูปที่ 5.2 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 5.2 เห็นได้ว่าการตัดสินใจด้วยวิธีการฮิวริสติก (AH) ไม่ก่อให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเลยในขณะที่การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 283 คัน เนื่องจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจะพิจารณาและให้ความสำคัญของการจ้างรถขนส่งภายนอก ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกไม่เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม

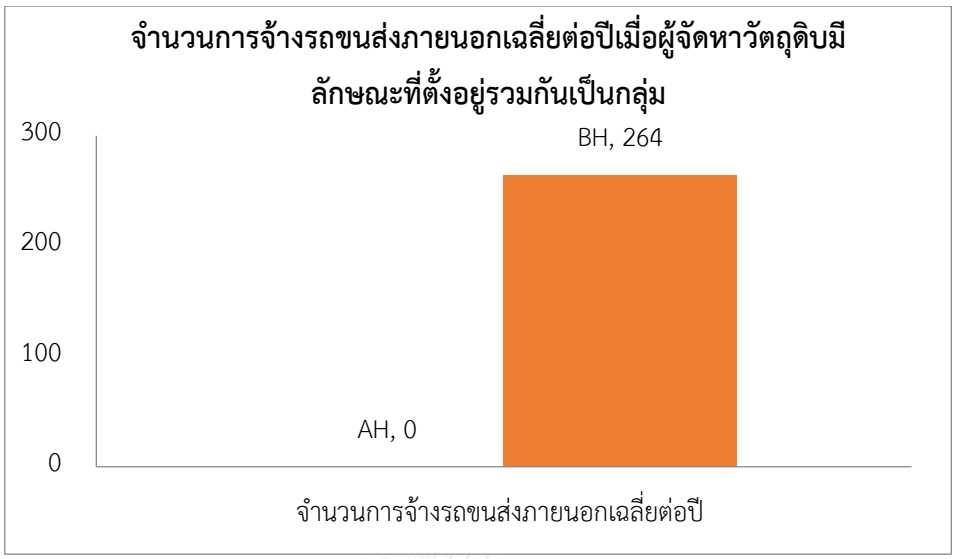
2) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

ในส่วนนี้จะทำการพิจารณาในสถานการณ์ที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยกราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี แสดงดังรูปที่ 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ



รูปที่ 5.3 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 5.3 พบว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อความต้องการสินค้าสม่ำเสมอโดยที่ผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มทำให้ต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบเทียบกันระหว่างวิธีฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานพบว่า ในสถานการณ์นี้วิธีการหาคำตอบด้วยฮิวริสติกพื้นฐานให้คำตอบได้ดีกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก ซึ่งให้คำตอบได้ดีกว่าประมาณ 30.44% เนื่องจากลักษณะความต้องการสินค้าที่นำมาทดสอบมีลักษณะที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับหลักการในการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานที่จะพิจารณาว่าในแต่ละวันจะเกิดจำนวนการขนส่งเท่าๆ กันตลอดทุกวัน



รูปที่ 5.4 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

รูปที่ 5.4 ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกไม่ทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเลย ในขณะที่หากทำการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานจะทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูง ซึ่งในที่นี้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 264 คัน สาเหตุที่การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกไม่ก่อให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มขึ้นเลย เนื่องจากวิธีการตัดสินใจของฮิวริสติกจะทำการทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งโดยพิจารณาว่าจะเกิดเหตุการณ์การขนส่งเหมือนตอนที่จัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถในแต่ละวันโดยมองว่าทุกวันในเดือนจะเกิดเหตุการณ์เหมือนตอนที่จัดรถ ดังนั้นในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอจึงทำให้เกิดรถเหลือใช้ ในขณะที่การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม โดยถึงแม้ว่าความต้องการสินค้าจะสม่ำเสมอแต่ในสถานการณ์ของการดำเนินงานจริงย่อมมีการแกว่งตัวของความต้องการสินค้าบ้างเล็กน้อย ดังนั้น จึงทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มขึ้นบ้างเล็กน้อยจากการแกว่งตัวของความต้องการสินค้าที่มีอยู่ในสถานการณ์จริง

3) สรุปภาพรวม

การวิเคราะห์ผลการทดลองในส่วนนี้จะเป็นการมองในภาพรวม โดยจะพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีการฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานในด้านของต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอมีความแตกต่างกันหรือไม่

ข้อมูลเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งทั้งอยู่รวมเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐาน โดยพิจารณาในรูปของเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่างจากกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม (C-R) อย่างไร แสดงดังตารางที่ 5.8 โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม (C – R) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.6

$$\frac{[\text{ต้นทุนรวมรายปีเมื่อมีที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม}(\mathrm{C}) - \text{ต้นทุนรวมรายปีเมื่อมีที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม}(\mathrm{R})] \times 100\%}{\text{ต้นทุนรวมรายปีเมื่อมีที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม}(\mathrm{C})}$$

สมการที่ 5.6

ตารางที่ 5.8 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุน (C-R)
จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ	60
ฮิวริสติก (AH)	0.53%
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-1.37%

จากตารางที่ 5.8 พบว่าการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันด้วยวิธีการฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกันกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอไม่ได้ให้คำตอบที่แตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการตัดสินใจที่ต่างกันประมาณ 0.53% ดังนั้น ลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบไม่ได้มีผลต่อการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐาน แต่หากมองในแง่ประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้เมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันแล้ว พบว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มให้คำตอบที่ดีกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มให้คำตอบได้ดีว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่ม

เมื่อพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐาน ข้อมูลผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี (C-R)
จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ	60
ฮิวริสติก (AH)	0
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-19

จากตารางที่ 5.9 พบว่า ลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบไม่มีผลต่อจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก ในขณะลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกของฮิวริสติกพื้นฐาน โดยเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีสูงกว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

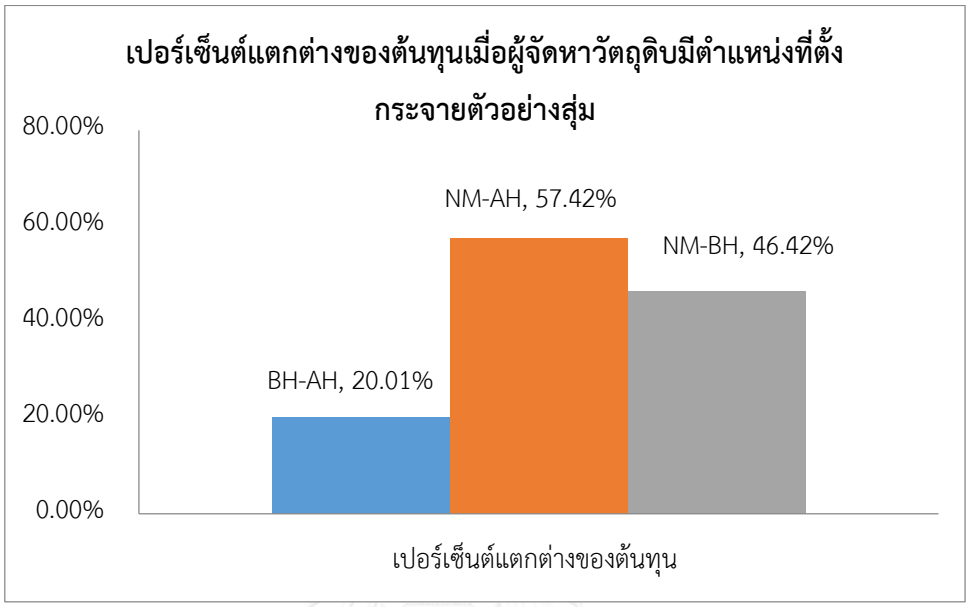
5.2.2 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 2 เมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

การทดลองนี้จะคล้ายกับการทดลองในหัวข้อ 5.2.1 แต่แตกต่างที่ลักษณะความต้องการสินค้าของการทดลองในส่วนนี้มีการแกว่งตัวสูงโดยจะทำการทดลองเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยที่ความต้องการสินค้ารายเดือนและรายวันมีการแกว่งตัวสูง

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก วิธีฮิวริสติกพื้นฐานและกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยทำการวัดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีของแต่ละวิธีเปรียบเทียบกันโดยเส้นแท่ง NM-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลของการตัดสินใจของกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเทียบกับวิธีการของฮิวริสติก และเส้นกราฟ BH-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลของการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานกับวิธีฮิวริสติก สมการในการคำนวณสามารถดูได้จากหัวข้อที่ 5.1.1

1) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายอย่างสุ่ม

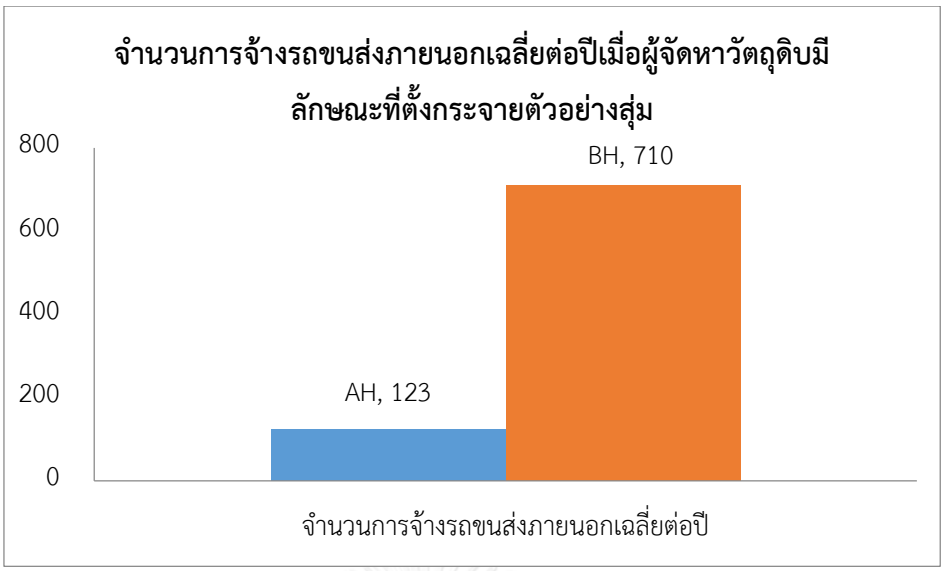
เปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม โดยที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง แสดงดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.5 พบว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ประหยัดต้นทุนมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 57.42% และวิธีฮิวริสติกพื้นฐานสามารถลดต้นทุนลงประมาณ 46.42% ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง เนื่องจากแนวคิดการหาคำตอบของฮิวริสติกให้ความสำคัญและคำนึงถึงการแกว่งตัวของความต้องการสินค้าที่จะเกิดขึ้น ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจึงให้คำตอบได้ดีกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน โดยในที่นี้ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าวิธีอย่างง่ายประมาณ 20.01%

หลังจากพิจารณาในแง่ของต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นแล้ว ต่อมาจะพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี ซึ่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีแสดงดังรูปที่ 5.6

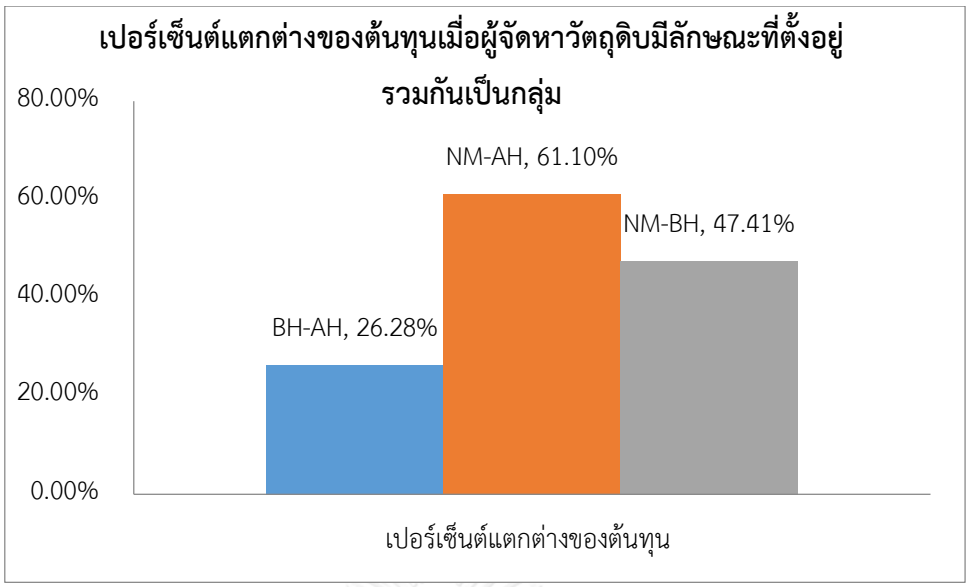


รูปที่ 5.6 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.6 จะเห็นว่า การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานก่อให้เกิดกาจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มขึ้นในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง โดยที่การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานทำให้เกิดจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกประมาณ 6 เท่า เนื่องจากวิธีการตัดสินใจเลือกจำนวนจัดเตรียมรถขนส่งของฮิวริสติกที่มีการมองว่าแต่ละวันในเดือนจะเกิดเหตุการณ์การขนส่งเหมือนตอนที่ทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่ง แต่ในความเป็นจริงอาจจะไม่ได้เกิดเหตุการณ์เช่นนั้นเสมอไป ดังนั้น การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจึงมีการเลือกรถขนส่งมากกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน และในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้าแกว่งตัวสูงฮิวริสติกที่เลือกเตรียมรถมากกว่าจึงได้เปรียบกว่าวิธีการของฮิสริสติกพื้นฐานที่มองว่าแต่ละวันตลอดทั้งปีมีน้ำหนักในการบรรทุกเท่าๆ กันทุกวัน

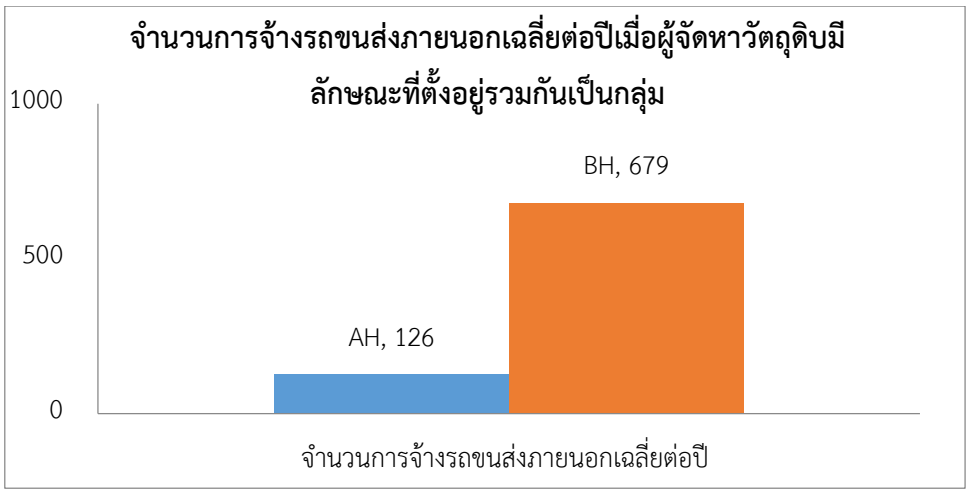
2) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

ในส่วนนี้จะพิจารณาเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม กราฟเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปี แสดงดังรูปที่ 5.7 และ 5.8 ตามลำดับ



รูปที่ 5.7 กราฟแท่งแสดงเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.7 พบว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ประหยัดต้นทุนมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณ 61.10% และวิธีฮิวริสติกพื้นฐานสามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 47.41% ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง เนื่องจากแนวคิดในการหาคำตอบของฮิวริสติกมีการคำนึงถึงความต้องการสินค้าที่อาจมีการแกว่งตัวและวิธีการเลือกจำนวนรถขนส่งที่ทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งโดยพิจารณาว่าทุกๆ วันในเดือนจะมีเหตุการณ์การขนส่งเหมือนตอนที่ทำการทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถ ดังนั้นในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวจึงทำให้ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานซึ่งในที่นี้ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าวิธีอย่างง่ายประมาณ 26.28% เมื่อพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี แสดงผลการทดลองดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 กราฟแท่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.8 จะเห็นว่า การตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงก่อให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม โดยการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกประมาณ 5 เท่า เนื่องจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจะพิจารณาและให้ความสำคัญเรื่องการจ้างรถขนส่งภายนอก ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มน้อยกว่าการตัดสนใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐาน

3) สรุปภาพรวม

การวิเคราะห์ผลการทดลองในส่วนนี้จะเป็นการมองในภาพรวม โดยที่จะพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานในแง่ของต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งคล้ายกับการทดลองในหัวข้อ 5.2.1 ข้อ 3)

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐาน โดยพิจารณาในรูปของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่างจากกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (C-R) อย่างไร แสดงดังตารางที่ 5.10 โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม (C – R) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.6

ตารางที่ 5.10 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุน (C-R)
ฮิวริสติก (AH)	-9.73%
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-1.81%

จากตารางที่ 5.10 แสดงให้เห็นว่า ลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบมีผลต่อต้นทุนรวมการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยวิธีการของฮิวริสติกกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง โดยฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งแบบอยู่รวมตัวกัน แต่ลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบไม่มีผลต่อต้นทุนรวมเมื่อทำการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง โดยกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มให้คำตอบได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม

จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าฮิวริสติกสามารถให้คำตอบได้ดีในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงโดยเฉพาะกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งรูปแบบของปัญหาที่ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีนั้นมีความสอดคล้องกับลักษณะของอุตสาหกรรมยานยนต์ นั่นคือ ความต้องการสินค้ามักมีการแกว่งตัวสูงและผู้จัดหาวัตถุดิบส่วนใหญ่มีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มตามนิคมอุตสาหกรรมต่างๆ

เมื่อพิจารณาในด้านของต้นทุนรวมแล้ว ต่อมาจะทำการพิจารณาในด้านของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี โดยพิจารณาว่าการตัดสินใจของแต่ละวิธีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกันจะทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งแตกต่างกันหรือไม่ ข้อมูลจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี (C-R)
ฮิวริสติก (AH)	3
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-32

จากตารางที่ 5.11 ลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเมื่อตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยวิธีฮิวริสติก พบว่าลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต่างกันมีผลต่อการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน โดยกรณีที่ตัดสินใจด้วยฮิวริสติกกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่ม ในขณะที่การตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกว่าเมื่อเทียบกับกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

5.3 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 3 (เพิ่มจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบ)

การทดลองในส่วนนี้จะทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกเทียบกับวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐาน เป้าหมายของการทดลองในส่วนนี้คือ

1) เพื่อหาสถานการณ์ที่มีความเหมาะสมกับการตัดสินใจด้วยวิธีการที่ได้นำเสนอไว้
2) พิจารณาทิศทางและแนวโน้มของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีการต่างๆ

โดยการทดลองในส่วนนี้จะทำการเพิ่มจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาในระบบให้มากขึ้นเพื่อทดสอบว่าระบบยังคงสามารถรับมือได้หรือไม่ ซึ่งในที่นี้จะทำการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันเมื่อมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาในระบบ 60 80 และ 100 ราย ซึ่งมีสถานการณ์ที่นำมาทดสอบที่แตกต่างกันออกไปดังตารางสรุปภาพรวมโจทย์ที่นำมาทดลองในงานวิจัย โดยการทดลองนี้มีรูปแบบของโจทย์ดังการทดลองที่ 3 ของตารางที่ 5.1

โดยสามารถจะสรุปรูปแบบโจทย์การทดลองในส่วนนี้ได้เป็นดังนี้

1) ความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ มีผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาระบบ 60 80 และ 100 ราย
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
2) ความต้องการสินค้าแกว่งตัวสูง มีผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาระบบ 60 80 และ 100 ราย
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม
    - ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

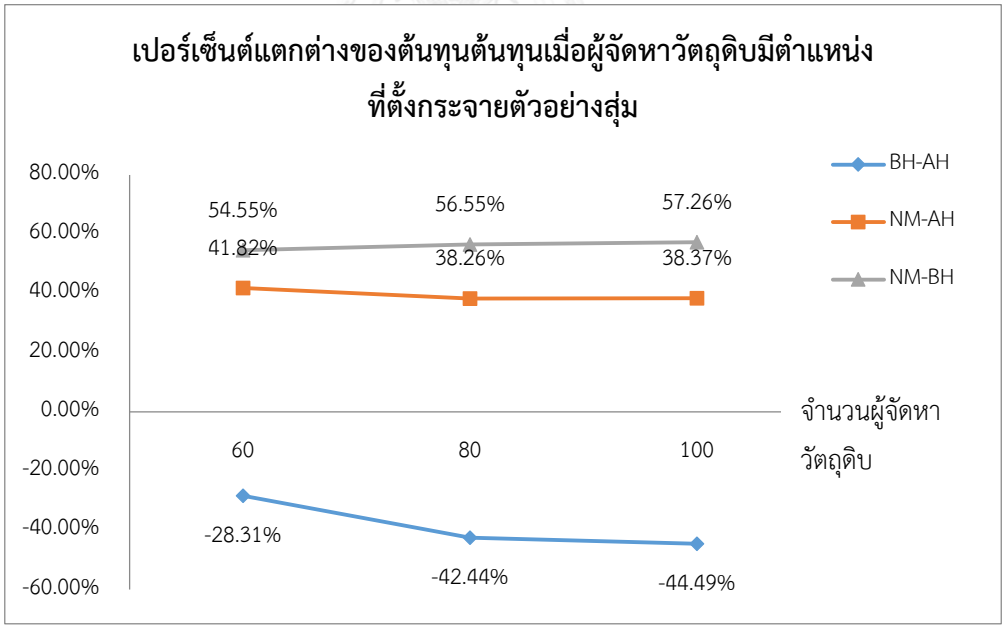
5.3.1 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 3 เมื่อความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ

การทดลองในส่วนนี้จะทำภายใต้กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มโดยที่ความต้องการสินค้ารายเดือนและรายวันมีความสม่ำเสมอ และมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาในระบบที่แตกต่างกัน

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก ฮิวริสติกพื้นฐานและกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยทำการวัดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีของแต่ละวิธีเปรียบเทียบกันโดยเส้นกราฟ NM-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลของการตัดสินใจของกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเทียบกับวิธีการของฮิวริสติก และเส้นกราฟ BH-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลของการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานกับวิธีฮิวริสติก สมการในการคำนวณสามารถดูได้จากหัวข้อที่ 5.1.1

1) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม

เปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มโดยที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอแสดงดังรูปที่ 5.9

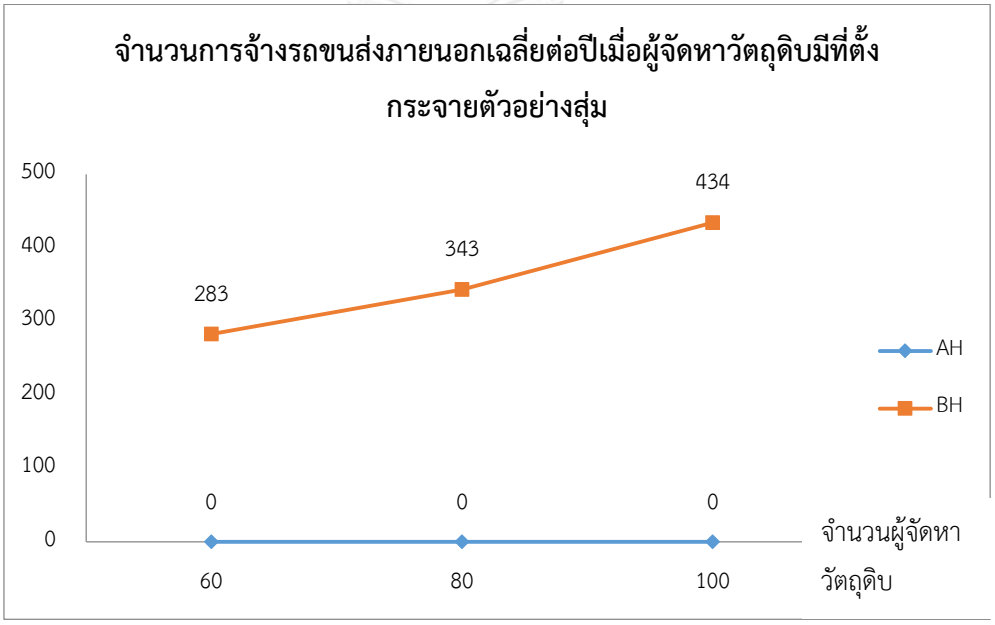


รูปที่ 5.9 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 5.9 พบว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ประหยัดต้นทุนมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งวิธีฮิวริสติกพื้นฐานสามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณ

56.12% และฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 39.48% โดยการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกประมาณ 38.41% ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ เนื่องจากแนวคิดของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานมีความสอดคล้องกับลักษณะความต้องการสินค้าที่มีความสม่ำเสมอ เพราะฮิวริสติกพื้นฐานจะตัดสินใจโดยพิจารณาว่าความต้องการสินค้าในแต่ละวันมีค่าเฉลี่ยเท่าๆ กันตลอดทั้งปี และยิ่งจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบมากขึ้นยิ่งทำให้คำตอบของฮิวริสติกแย่ลงแต่คำตอบจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานดีขึ้น อย่างไรก็ตามวิธีการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานก็ยังสามารถรับมือได้เมื่อมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบในระบบอยู่ในช่วง 60 - 100 ราย

หลังจากพิจารณาในแง่ของต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นแล้ว ต่อมาจะพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี ซึ่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีแสดงดังรูปที่ 5.10



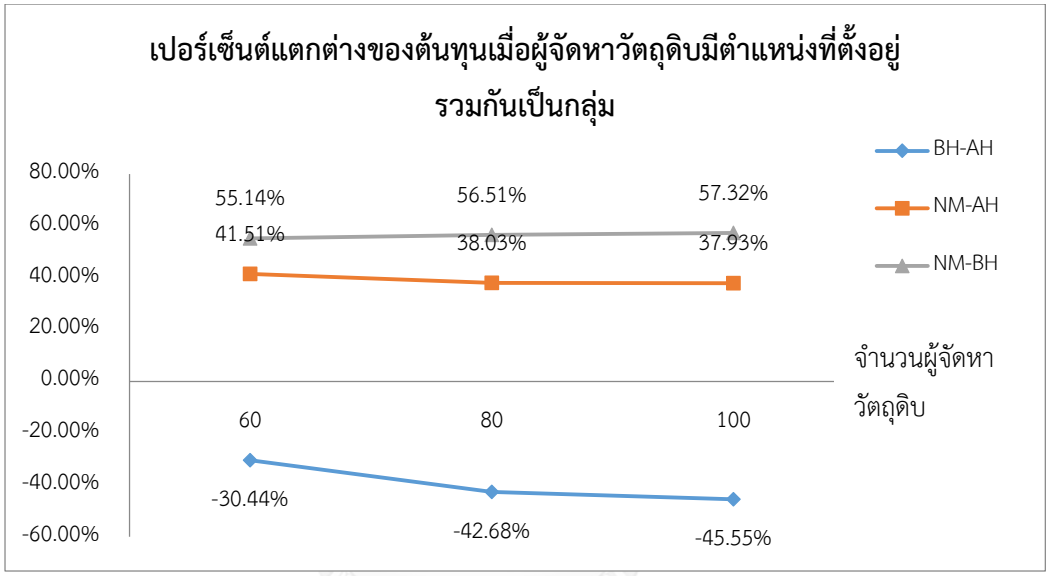
รูปที่ 5.10 กราฟจำนวนการจ้างรถภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มโดยความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 5.10 จะเห็นว่า เมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบมากขึ้นการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานจะมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแตกต่างจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกโดยพบว่าถึงแม้จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบจะมากขึ้นก็ไม่ได้ทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเลย เนื่องจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจะพิจารณาและให้ความสำคัญกับการจ้างรถขนส่งภายนอกเข้ามาประกอบในการตัดสินใจด้วยและมองว่าในเดือนหนึ่งๆ จะเกิดเหตุการณ์การขนส่งทุกๆ วันเหมือนตอนที่ทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งแต่ในความเป็นจริงจะไม่ได้เกิดเหตุการณ์การขนส่งเช่นนั้นเสมอไป

ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกไม่เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม

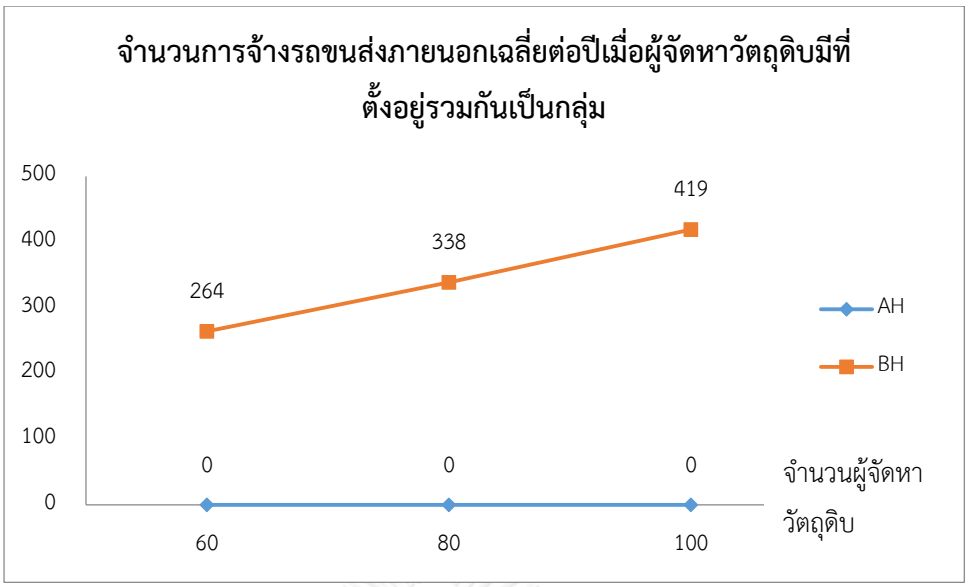
2) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมตัวเป็นกลุ่ม

ในส่วนนี้จะพิจารณาเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม กราฟเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปี แสดงดังรูปที่ 5.11 และ 5.12 ตามลำดับ



รูปที่ 5.11 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 5.11 พบว่า การตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ประหยัดต้นทุนมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งวิธีฮิวริสติกพื้นฐานสามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณ 56.32% และฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 39.16% โดยการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐานให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกประมาณ 39.56% ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ เนื่องจากแนวคิดของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานมีความสอดคล้องกับลักษณะความต้องการสินค้าที่มีความสม่ำเสมอโดยฮิวริสติกพื้นฐานจะตัดสินใจโดยพิจารณาว่าความต้องการสินค้าในแต่ละวันมีค่าเฉลี่ยเท่าๆ กัน และยิ่งจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบมากขึ้นฮิวริสติกพื้นฐานยิ่งทำให้คำตอบดีขึ้นแต่ในขณะที่ฮิวริสติกจะยิ่งให้คำตอบแย่ลง อย่างไรก็ตามทั้งวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐานและฮิวริสติกก็ยังสามารถรับมือได้เมื่อมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบในระบบอยู่ในช่วง 60 - 100 ราย



รูปที่ 5.12 กราฟจำนวนการจ้างรถภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอ

จากรูปที่ 5.12 จะเห็นว่า เมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบมากขึ้นการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานจะมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งแตกต่างจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกที่ถึงแม้จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบจะมากขึ้นก็ไม่ได้ทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มเลย เนื่องจากการตัดสินใจด้วยฮิวรสติกจะพิจารณาและให้ความสำคัญกับการจ้างรถขนส่งภายนอก ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกไม่เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม

3) สรุปภาพรวม

การวิเคราะห์ผลการทดลองในส่วนนี้จะเป็นการมองในภาพรวม โดยที่จะพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานในแง่ของต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มให้คำตอบที่ความแตกต่างกันหรือไม่

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐาน โดยพิจารณาในรูปของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่างจากกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (C-R) อย่างไร แสดงดังตารางที่ 5.12 โดยเปอร์เซ็นต์ความ

แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม (C – R) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.6

ตารางที่ 5.12 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C-R)		
จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ	60	80	100
ฮิวริสติก (AH)	0.53%	0.37%	0.71%
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-1.37%	0.06%	-0.13%

จากตารางที่ 5.12 พบว่าการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบมิลค์รันด้วยวิธีการฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกันกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอไม่ได้ให้คำตอบที่แตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีจากการตัดสินใจที่ต่างกันประมาณ 0.50% ดังนั้น ลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบไม่ได้มีผลต่อการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐาน แต่หากมองในแง่ประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้เมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งที่มีรูปแบบแตกต่างกันแล้ว พบว่า การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มให้คำตอบที่ดีกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มให้คำตอบได้ดีว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อพิจารณาในด้านจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานแสดงข้อมูลผลการทดลองดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี (C-R)		
จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ	60	80	100
ฮิวริสติก (AH)	-	-	-
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-19	-5	-16

จากตารางที่ 5.13 พบว่า ลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบไม่มีผลต่อจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก ในขณะลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกของการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานซึ่งพบว่า เมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีสูงกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

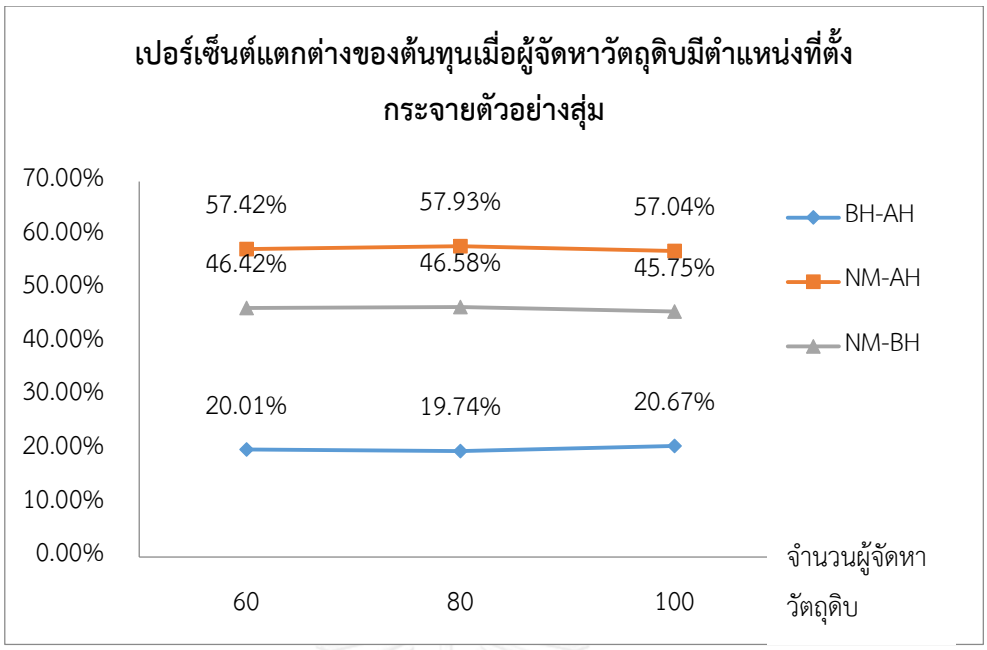
5.3.2 การทดลองหาคำตอบในโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 3 เมื่อความต้องการสินค้ามีความการแกว่งตัวสูง

การทดลองนี้จะคล้ายกับการทดลองในหัวข้อ 5.3.1 แต่แตกต่างที่ลักษณะความต้องการสินค้าของการทดลองในส่วนนี้มีการแกว่งตัวโดยจะทำการทดลองเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยที่ความต้องการสินค้ารายเดือนและรายวันมีการแกว่งตัวสูงและมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาในระบบที่แตกต่างกัน

การทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก ฮิวริสติกพื้นฐานและกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยทำการวัดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีของแต่ละวิธีเปรียบเทียบกันโดยเส้นกราฟ NM-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลของการตัดสินใจของกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเทียบกับวิธีการของฮิวริสติก และเส้นกราฟ BH-AH เป็นกราฟเปรียบเทียบผลของการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานกับวิธีฮิวริสติก สมการในการคำนวณสามารถดูได้จากหัวข้อที่ 5.1.1

1) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม

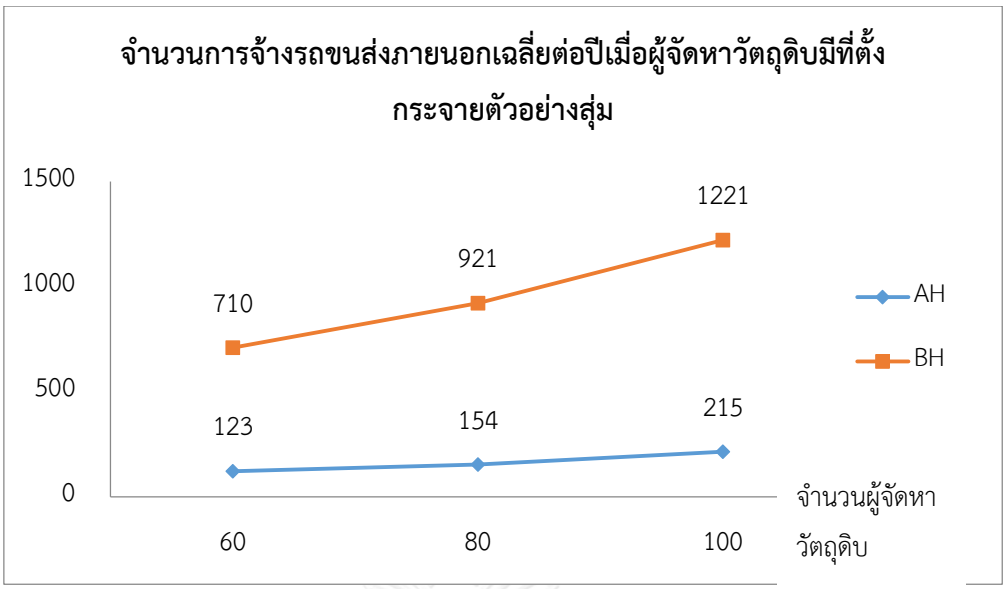
เปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มโดยที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง แสดงดังรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.13 พบว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ประหยัดต้นทุนมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 57.46% และการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานสามารถลดต้นทุนลงประมาณ 46.25% ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง เนื่องจากแนวคิดการหาคำตอบของฮิวริสติกให้ความสำคัญและคำนึงถึงการแกว่งตัวของความต้องการสินค้าที่จะเกิดขึ้น ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจึงให้คำตอบได้ดีกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน โดยในที่นี้ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกพื้นฐานประมาณ 20.14% โดยเมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบในระบบมากขึ้นฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานก็ยังสามารถรับมือได้

หลังจากพิจารณาในแง่ของต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นแล้ว ต่อมาจะพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี ซึ่งจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีแสดงดังรูปที่ 5.14



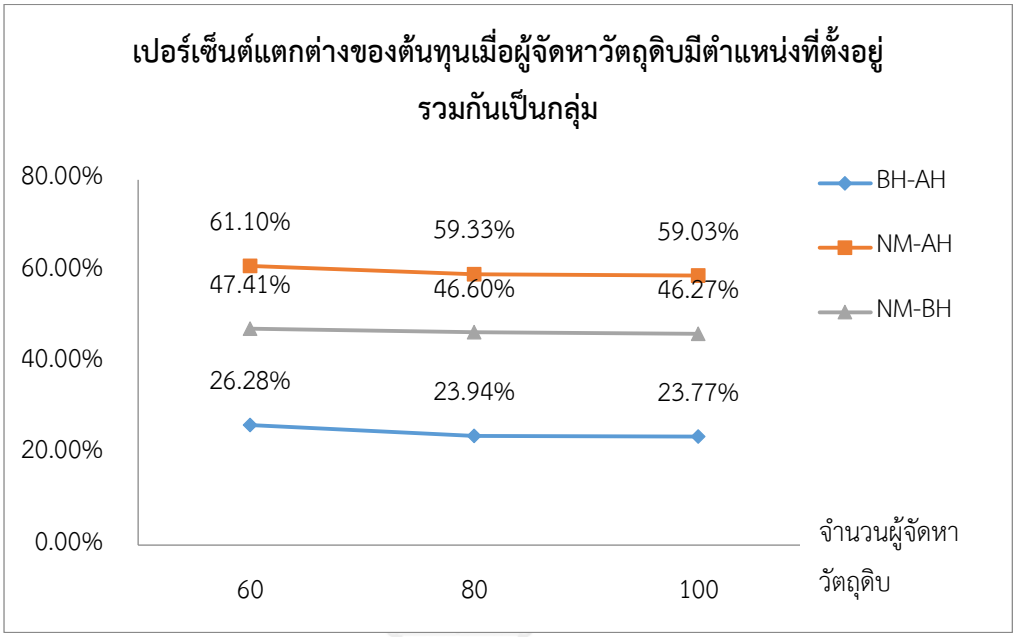
รูปที่ 5.14 กราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.14 จะเห็นว่า เมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบมากขึ้นการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานยิ่งมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นเรื่อยๆ ถึงแม้ว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงจะเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกขึ้นแต่ก็มีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกน้อยกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐาน โดยเมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบสูงขึ้นจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานยิ่งมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

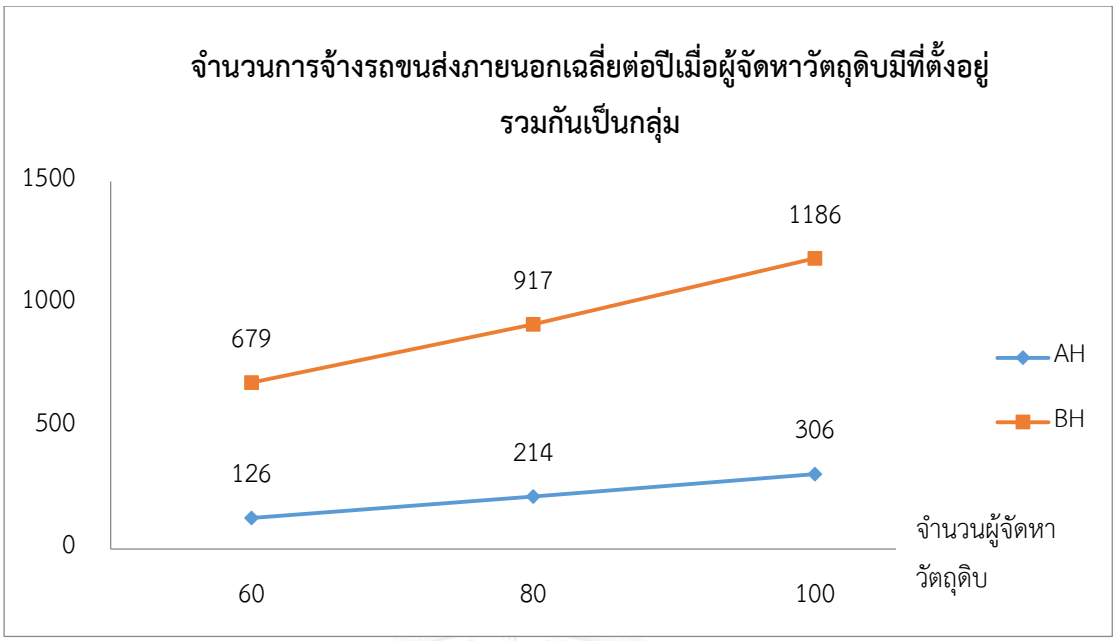
2) ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

ในส่วนนี้จะพิจารณาเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม กราฟเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปี แสดงดังรูปที่ 5.15 และ 5.16 ตามลำดับ



รูปที่ 5.15 กราฟเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.15 พบว่า การตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ประหยัดต้นทุนมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน ซึ่งฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนลงได้ประมาณ 59.82% และฮิวริสติกพื้นฐานสามารถลดต้นทุนได้ประมาณ 46.76% ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง เนื่องจากแนวคิดในการหาคำตอบของฮิวริสติกมีการคำนึงถึงความต้องการสินค้าที่อาจมีการแกว่งตัว ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงจึงทำให้ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน ซึ่งในที่นี้ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกพื้นฐานประมาณ 24.66% โดยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานยังสามารถรับมือได้เมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาอยู่ในช่วง 60-100 ราย เมื่อพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี แสดงผลการทดลองดังรูปที่ 5.16



รูปที่ 5.16 กราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง

จากรูปที่ 5.16 จะเห็นว่า เมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบมากขึ้นการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานยิ่งมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจะพิจารณาและให้ความสำคัญของการจ้างรถขนส่งภายนอก ดังนั้น ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มน้อยกว่าการตัดสนใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน โดยเมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบสูงขึ้นจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานยิ่งมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นอย่างรวดเร็วมากเมื่อเทียบกับการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก

3) สรุปภาพรวม

การวิเคราะห์ผลการทดลองในส่วนนี้จะเป็นการมองในภาพรวม โดยที่จะพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานในแง่ของต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มให้คำตอบที่มีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งคล้ายกับการทดลองในหัวข้อ 5.3.1 ข้อ 3)

ข้อมูลแสดงเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่มของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิว

ริสติกพื้นฐาน โดยพิจารณาในรูปของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่างจากกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (C-R) อย่างไร แสดงดังตารางที่ 5.14 โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเทียบกับกรณีที่ตำแหน่งที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม (C – R) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.6

ตารางที่ 5.14 เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	เปอร์เซ็นต์แตกต่างต้นทุนเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C-R)		
จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ	60	80	100
ฮิวริสติก (AH)	-9.73%	-5.28%	-4.83%
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-1.81%	0.03%	-0.94%

จากตารางที่ 5.14 แสดงให้เห็นว่า ลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบมีผลต่อต้นทุนรวมจากการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยวิธีการของฮิวริสติกกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง โดยฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีที่ตั้งแบบอยู่รวมตัวกัน แต่ลักษณะที่ตั้งที่แตกต่างกันของผู้จัดหาวัตถุดิบไม่มีผลต่อต้นทุนรวมเมื่อทำการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูง โดยกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มให้คำตอบได้ดีกว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งกระจายตัวอย่างสุ่ม

จากผลการทดลองที่ได้ แสดงให้เห็นว่าฮิวริสติกสามารถให้คำตอบได้ดีในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงโดยเฉพาะกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งรูปแบบของปัญหาที่ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีนั้นมีความสอดคล้องกับลักษณะของอุตสาหกรรมยานยนต์ นั่นคือ ความต้องการสินค้ามักมีการแกว่งตัวสูงและผู้จัดหาวัตถุดิบส่วนใหญ่มีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มตามนิคมอุตสาหกรรมต่างๆ

เมื่อพิจารณาในด้านของต้นทุนรวมแล้ว ต่อมาจะทำการพิจารณาในด้านของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี โดยพิจารณาว่าการตัดสินใจของแต่ละวิธีเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกันจะทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งแตกต่างกันหรือไม่ ข้อมูลจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.15 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแตกต่างกัน (C – R)

	จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปี (C-R)		
จำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบ	60	80	100
ฮิวริสติก (AH)	3	60	91
ฮิวริสติกพื้นฐาน (BH)	-32	-4	-35

จากตารางที่ 5.15 ลักษณะที่ตั้งของผู้จัดหาวัตถุดิบที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเมื่อตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยวิธีฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐาน โดยกรณีที่ตัดสินใจด้วยฮิวริสติกเมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกยิ่งเพิ่มสูงขึ้น และกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่ม และกรณีที่ตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบกระจายตัวอย่างสุ่มทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

สรุป

ส่วนนี้จะเป็นการสรุปผลจากการทดลองที่ผ่านมาในการหาสถานการณ์ที่เหมาะสมต่อการนำฮิวริสติกที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ไปใช้งาน โดยจะทำการสรุปให้เห็นว่ากรณีที่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยใช้วิธีการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก (AH) ที่ได้เสนอกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันจะทำให้เกิดผลกระทบต่อต้นทุนอย่างไรบ้างและเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ผลของการนำฮิวริสติกไปใช้ในการตัดสินใจเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันแสดงดังตารางที่ 5.16

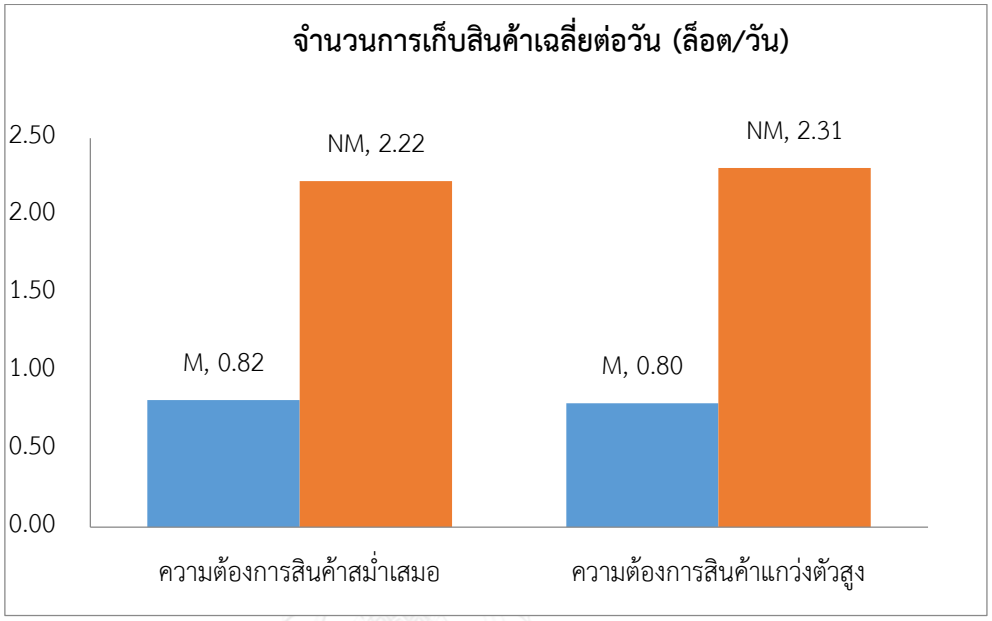
ตารางที่ 5.16 สรุปต้นทุนที่เกิดขึ้นของกรณีที่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยใช้ฮิวริสติกในการตัดสินใจและกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน

กรณี	ชนิดของต้นทุน	ทำการไปรับสินค้าเองโดยตัดสินใจด้วยฮิวริสติก (AH)		ให้ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้ (NM)		เปอร์เซ็นต์การลดต้นทุน (NM-AH)
		ต้นทุนในหน่วยบาท	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	ต้นทุนในหน่วยบาท	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	
เมื่อความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ	การเก็บสินค้า	618,608	2%	1,661,760	4%	63%
	ต้นทุนการขนส่ง	5,217,694	14%	7,921,260	19%	34%
	ต้นทุนรวม	37,489,689	100%	41,228,493	100%	9%
เมื่อความต้องการสินค้าแกว่งตัวสูง	การเก็บสินค้า	577,330	1%	1,764,120	3%	67%
	ต้นทุนการขนส่ง	5,597,107	10%	13,097,333	19%	57%
	ต้นทุนรวม	58,563,770	100%	67,250,787	100%	13%

จากตาราง 5.16 จะเห็นได้ว่า ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกยิ่งให้คำตอบได้ดี เนื่องจากสามารถลดต้นทุนรวมจากการดำเนินการลงได้ถึง 13% โดยเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงไปของต้นทุนกรณีที่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันโดยบริษัททำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเองเทียบซึ่งทำการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีด้วยฮิวริสติก (AH) เทียบกับกรณีที่บริษัทให้ผู้จัดหาวัตถุดิบส่งวัตถุดิบมาให้ยังโรงงาน (NM) พบว่า สัดส่วนของต้นทุนการเก็บสินค้า ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนรวมจากการดำเนินการลดลงแสดงดังตาราง 5.16 โดยสาเหตุที่ต้นทุนดังกล่าวลดลงอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ต้นทุนการเก็บสินค้า กรณีที่บริษัททำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเองลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่บริษัทให้ผู้จัดหาวัตถุดิบส่งวัตถุดิบเข้ามาให้ยังโรงงานลดลง เนื่องจากการที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเองทำให้บริษัทสามารถลดจำนวนล็อตการขนส่งที่ขนส่งเข้ามายังโรงงานในแต่ละวัน โดยทำการขนส่งสินค้าเข้ามายังโรงงานเท่ากับจำนวนความต้องการใช้สินค้าใน 1 วัน ดังนั้นบริษัทจึงมีจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันลดลงส่งผลทำให้ต้นทุนการเก็บสินค้าลดลงด้วย ซึ่งจะเห็นได้จากรูปที่

5.17 ที่แสดงจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันกรณีทำการขนส่งแบบมิลรันค์และกรณีผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้ โดยพบว่าในกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบส่งสินค้ามาให้ยังโรงงานจะมีจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันประมาณ 2.27 ล็อตต่อวัน ในขณะที่กรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเองจะมีจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยประมาณ 0.81 ล็อตต่อวัน



รูปที่ 5.17 จำนวนการเก็บสินค้าเฉลี่ยต่อวันในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้าแตกต่างกันของกรณีทำการขนส่งแบบมิลค์รันและไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน

แต่เมื่อพิจารณากรณีที่จำนวนล็อตการขนส่งกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงานในแต่ละครั้งน้อยกว่าหรือเท่ากับความต้องการใช้สินค้าใน 1 วัน โดยทำการขนส่งสินค้าในวันที่มีความต้องการใช้สินค้านั้นๆ จะสามารถคำนวณจำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันได้ดังตารางที่ 5.17

ตารางที่ 5.17 จำนวนการเก็บสินค้าโดยเฉลี่ยต่อวันของกรณีทำการขนส่งแบบมิลค์รันและไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน

สถานการณ์	ต้นทุนการเก็บสินค้า			ต้นทุนรวม		
	NM	M	% แตกต่างต้นทุน (NM-M)	NM	M	% แตกต่างต้นทุน (NM-M)
ขนาดล็อตของ NM < ความต้องการใช้สินค้าต่อวัน	577,329	577,329	0%	66,063,996	61,485,149	7%
ขนาดล็อตของ NM = ความต้องการใช้สินค้าต่อวัน	577,329	577,329	0%	66,063,996	61,485,149	7%
ขนาดล็อตของ NM > ความต้องการใช้สินค้าต่อวัน	1,764,120	577,329	67%	67,250,786	61,485,149	9%

จากตารางที่ 5.17 ภายใต้สมมติฐานที่ว่าจะทำการขนส่งสินค้ามาเก็บไว้ที่โรงงานก่อนการใช้งาน 1 วัน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนการเก็บสินค้า และต้นทุนรวมรายปีที่เกิดขึ้นของการที่ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้ (NM) และกรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง (M) ในสถานการณ์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5.17 พบว่า ถ้าขนาดล็อตการขนส่งของกรณีผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้น้อยกว่าหรือเท่ากับความต้องการใช้สินค้าใน 1 วันจะทำให้ต้นทุนการเก็บสินค้าของทั้ง 2 กรณีเท่ากัน โดยที่ต้นทุนรวมของรายปีของกรณีบริษัททำการไปรับสินค้าเองจะถูกกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนส่งสินค้ามาให้ประมาณ 7% เนื่องจากถึงแม้ต้นทุนว่าต้นทุนการเก็บสินค้าจะ

เท่ากันแต่การที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยรถขนส่งแบบมิลค์รันด้วยตนเองจะสามารถลดต้นทุนการขนส่งลงได้เพราะระยะทางรวมลดลง ดังนั้น ต้นทุนรวมรายปีจึงลดลง

แต่เมื่อพิจารณาในสถานการณ์ที่ขนาดล็อตการขนส่งกรณีผู้จัดหาวัตถุดิบทำการขนสินค้ามาให้มากกว่าความต้องการใช้สินค้าใน 1 วันจะทำให้ต้นทุนการเก็บสินค้าของการที่ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้สูงกว่ากรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเองประมาณ 67%

ต้นทุนการขนส่ง กรณีที่บริษัททำการไปรับวัตถุดิบด้วยตนเองลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่บริษัทให้ผู้จัดหาวัตถุดิบส่งวัตถุดิบเข้ามาให้ยังโรงงานลดลง เนื่องจากการขนส่งแบบมิลค์รันจะทำการควบรวมสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบหลายๆ รายแล้วทำการขนส่งร่วมกัน ดังนั้นจึงทำให้ลดระยะทางรวมของการขนส่งแบบมิลค์รันต่ำกว่ากรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายทำการขนส่งสินค้ามาให้ยังโรงงาน ซึ่งผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจะทำการขนส่งโดยอิสระจากกันในรูปแบบการขนส่งตรง (Direct Transportation) เข้ามายังโรงงาน โดยจากผลการทดลองแสดงระยะทางรวมโดยเฉลี่ยของการขนส่งในกรณีต่างๆ ดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 ระยะทางรวมโดยเฉลี่ยกรณีทำการไปรับสินค้าด้วยตนเองและกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้

กรณี	ระยะทางรวมโดยเฉลี่ย (กิโลเมตร)		
	ทำการไปรับสินค้าเองโดยตัดสินใจด้วยฮิวริสติก (AH)	ให้ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้าให้ (NM)	เปอร์เซ็นต์แตกต่างของระยะทางรวมโดยเฉลี่ยระหว่างการไปรับสินค้าด้วยตนเอง และให้ผู้จัดหาวัตถุดิบขนส่งสินค้ามาให้ (NM-AH)
เมื่อความต้องการสินค้าสม่ำเสมอ	227,541	539,591	58%
เมื่อความต้องการสินค้าแกว่งตัว	390,639	870,998	55%

จากตารางที่ 5.18 จะเห็นได้ว่า กรณีที่บริษัททำการวนรถมิลค์รันไปรับสินค้าเข้ามายังโรงงานด้วยตนเองทำให้ระยะทางการขนส่งรวมลดลงจากกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายทำการขนส่งสินค้ามาให้ประมาณ 57% โดยในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงจะทำให้ระยะทางรวมสูงขึ้น

5.4 การทดลองวัดประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบกับโจทย์ปัญหาการทดลองที่ 4 โดยทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ที่พิจารณาในระบบ

การทดลองในส่วนนี้จะทำการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ในระบบที่ต้องใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบ โดยจะพิจารณาในโจทย์ที่มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบในระบบทั้งหมด 60 ราย ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่จะทำการเปลี่ยนแปลงในที่นี้จะประกอบไปด้วย

1) ค่าเช่ารถขนส่งรายปี
2) ค่าจ้างรถขนส่งภายนอก
3) ราคาสินค้า

สาเหตุที่เลือกพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาทำการทดสอบเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ เนื่องจากด้วยวิธีการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้ามาสู่ระบบมิลค์รันด้วยวิธีการของฮิวริสติกที่ได้นำเสนอไปจะทำการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันจากพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวที่กล่าวไปแล้วเบื้องต้นเป็นหลัก โดยสถานการณ์ที่จะนำมาใช้ในการทดลองในส่วนนี้จะเลือกสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงและผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มมาทำการทดลอง เนื่องจากในอุตสาหกรรมยานยนต์ความต้องการสินค้ามักจะมีการแกว่งตัว ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกโจทย์ที่นำมาทดลองโดยยึดตามลักษณะความต้องการสินค้าของอุตสาหกรรมยานยนต์ และลักษณะที่ตั้งของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมยานยนต์มาทำการทดลอง เป้าหมายของการทดลองในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อพิจารณาแนวโน้มของคำตอบในด้านของต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีที่เป็นผลจากการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติก วิธีฮิวริสติกพื้นฐานและกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันมาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบให้เห็นประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการที่นำเสนอ โดยตัวแปรที่ใช้ในการทดลองในส่วนนี้จะอธิบายดังต่อไปนี้

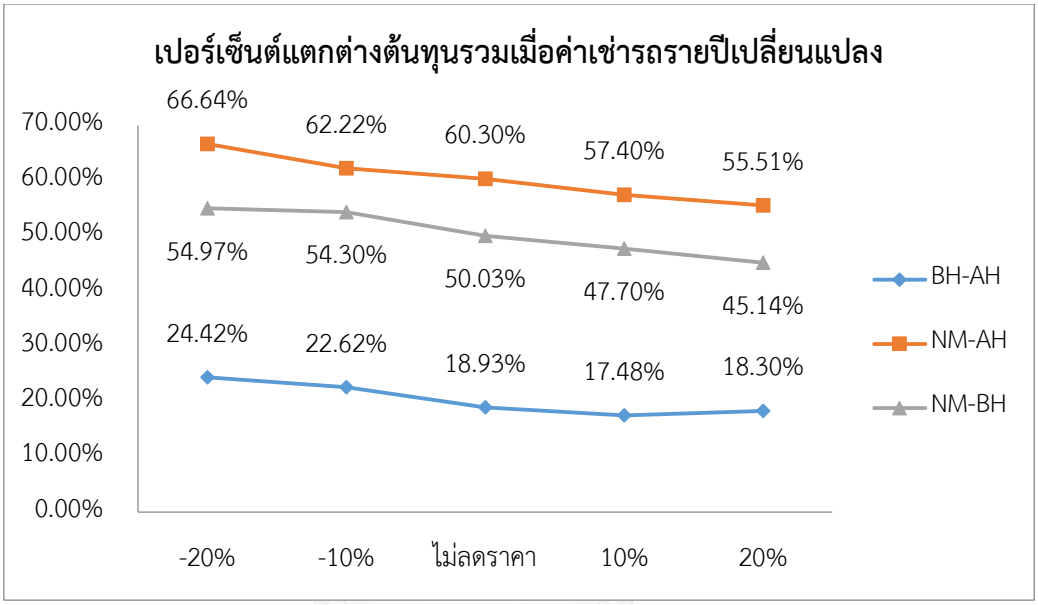
NM-AH คือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในประเด็นต่างๆ ของวิธีการหาคำตอบโดยพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกให้ค่าดีกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเท่าไร

BH-AH คือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในประเด็นต่างๆ ของวิธีการหาคำตอบโดยพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกให้ค่าดีกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเท่าไร

NM-BH คือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในประเด็นต่างๆ ของวิธีการหาคำตอบโดยพิจารณาว่าคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานให้ค่าดีกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเท่าไร

5.4.1 การทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงต้นทุนค่าเช่ารถขนส่งรายปี

การทดลองปรับเปลี่ยนค่าต้นทุนการเช่ารถรายปี เพื่อดูผลของการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติก วิธีฮิวริสตอกพื้นฐานและกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยทำการลดต้นทุนการเช่ารถรายปีลงตั้งแต่ 20% ไปจนถึงเพิ่มต้นทุนการเช่ารถรายปีขึ้น 20% ของต้นทุนค่าเช่ารายปีเดิม แนวโน้มของต้นทุนรวมรายปีที่เกิดจากการตัดสินใจของแต่ละวิธีการแสดงดังรูปที่ 5.9 เมื่อ “AH” คือ ฮิวริสติก “BH” คือ วิธีฮิวริสติกพื้นฐาน และ “NM” คือ กรณีไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน

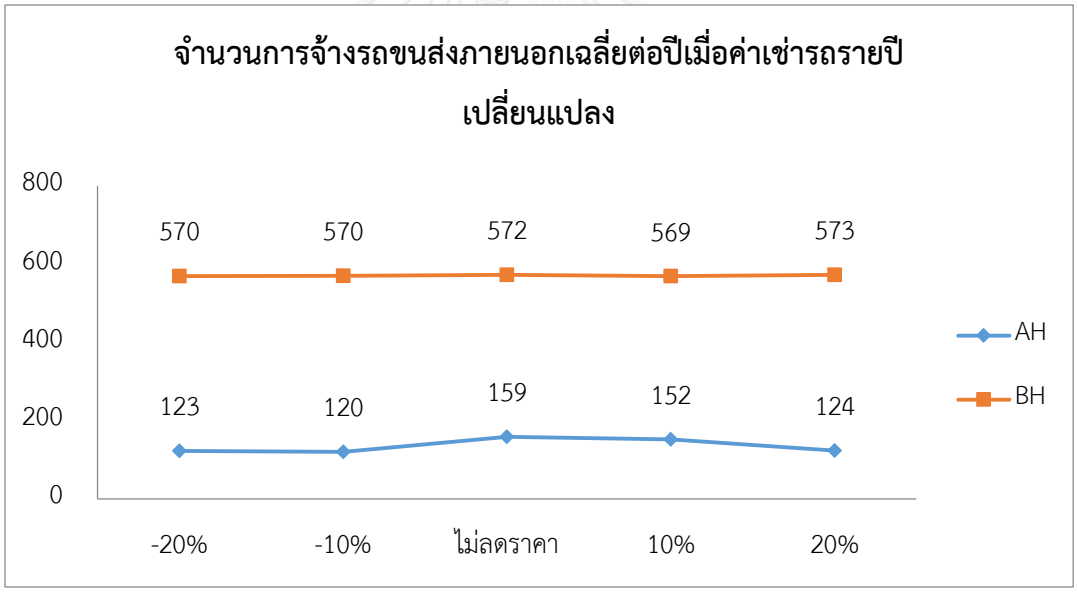


รูปที่ 5.18 ต้นทุนรวมรายปีเมื่อค่าเช่ารถรายปีเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 5.18 พบว่าเมื่อต้นทุนค่าเช่ารถรายปีสูงขึ้นการตัดสินใจของฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีที่สูงขึ้นตามไปด้วย และจากกราฟแสดงให้เห็นว่าการตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานยังรับมือได้โดยทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยที่ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานประมาณ 20.35% และฮิวริสติกทำให้ต้นทุนรวมลดลงประมาณ 60.41% และฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ต้นทุนลดลงประมาณ 50.43% เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน เนื่องจากการที่ต้นทุนค่าเช่ารถรายปีสูงขึ้นทำให้ในการตัดสินใจเลือกจำนวนการเช่ารถขนส่งน้อยลง เมื่อเลือกจำนวนรถขนส่งน้อยลงก็มีโอกาสที่จะเกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้การที่ต้นทุนค่าเช่ารถรายปีสูงขึ้นยังมีโอกาสที่จะทำการตัดรายชื่อผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายที่จะเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันออกจากระบบ เนื่องจากการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบบางรายเข้ามาในระบบอาจจะไม่คุ้มค่าในการเช่ารถเพื่อทำการไปรับสินค้า ดังนั้น รายได้จากส่วนต่างที่ผู้จัดหาวัตถุดิบลดราคาสินค้าให้ก็

ลดลงตามไป ซึ่งการที่วิธีการของฮิวริสติกทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อต้นทุนค่าเช่ารถมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากว่าวิธีการตัดสินใจของฮิวริสติกจะมีการทดลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถ ซึ่งทำให้พอจะทราบได้ว่าการที่จะทำการไปรับสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบที่เลือกเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันจะต้องใช้รถประมาณกี่คัน และจะเกิดต้นทุนการเช่ารถเท่าไรและทำการเปรียบเทียบ (Trade off) ต้นทุนที่จะเกิดขึ้นแล้วเลือกจำนวนการเช่ารถที่คาดว่าจะเกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำสุด แต่วิธีการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะไม่ได้พิจารณาในด้านของต้นทุนการเช่ารถขนส่งโดยตรงเหมือนวิธีการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้วิธีการของฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อต้นทุนการเช่ารถรายปีมีการเปลี่ยนแปลง

หลังจากพิจารณาในแง่ของต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นแล้ว ต่อมาจะทำการพิจารณาในเชิงของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อค่าเช่ารถขนส่งรายปีมีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาว่าด้วยวิธีการตัดสินใจของฮิวริสติกทำให้เกิดจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีต่ำกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานหรือไม่ กราฟแสดงจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีแสดงดังรูปที่ 5.19



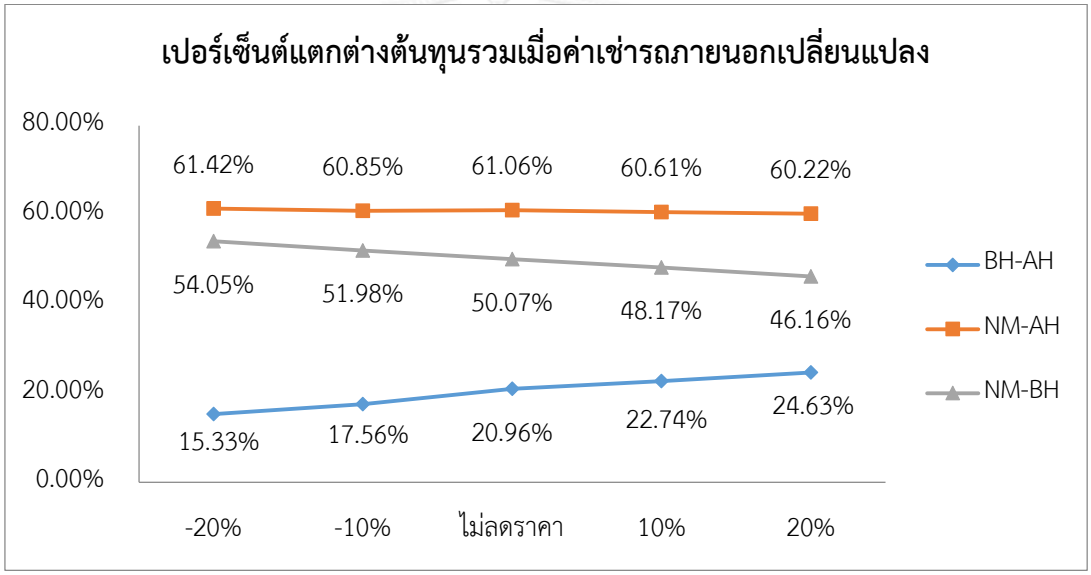
รูปที่ 5.19 จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อค่าเช่ารถรายปีเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 5.19 พบว่า การตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกทำให้เกิดจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีต่ำกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน ซึ่งวิธีการของฮิวริสติกมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกโดยเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 136 คัน และวิธีฮิวริสติกพื้นฐานมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 571 คัน สาเหตุที่วิธีการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีต่ำกว่าการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน เนื่องจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกจะ

เลือกจำนวนการเช่ารถรายปีสูงกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกไม่จำเป็นต้องจ้างรถขนส่งภายนอกเท่าไร

5.4.2 การทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าเช่ารถภายนอก

การทดลองนี้จะทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าจ้างรถขนส่งภายนอก เพื่อดูแนวโน้มทิศทางต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการหาคำตอบจากทั้ง 2 วิธีดังที่กล่าวไปแล้ว โดยการทดลองจะทำการเปลี่ยนแปลงค่าจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันต่อวัน เริ่มตั้งแต่กรณีที่การลดราคาค่าจ้างรถขนส่งภายนอกต่อคันต่อวันลง 20% ของราคาปัจจุบันไปจนถึงการเพิ่มค่าจ้างรถขนส่งภายนอกด้วยราคาที่สูงขึ้นกว่าราคาปัจจุบัน 20% กราฟแสดงแนวโน้มของต้นทุนราคาสินค้าเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงแสดงดังรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20 ต้นทุนรวมรายปีเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกเปลี่ยนแปลง

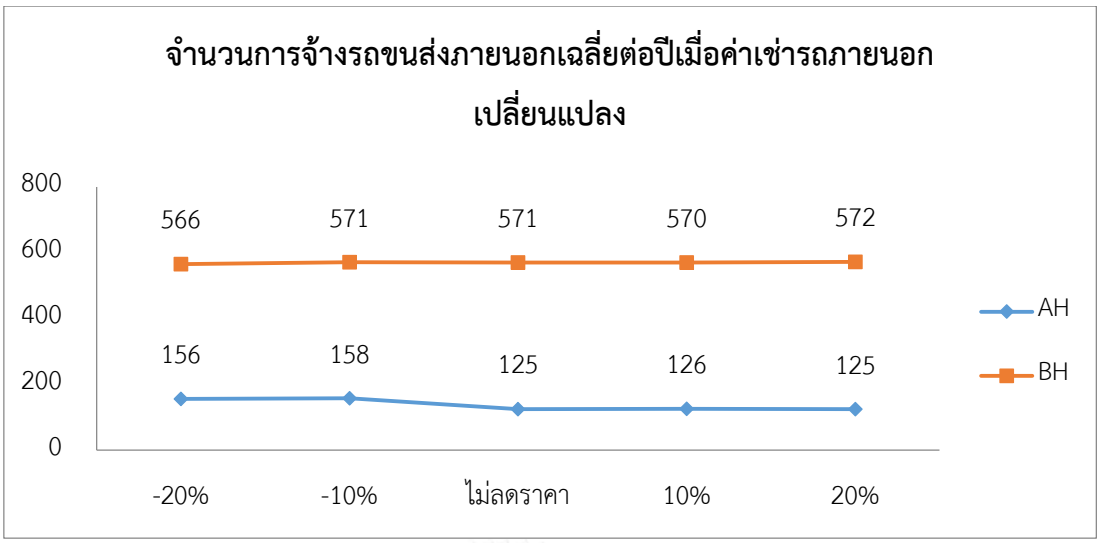
จากรูปที่ 5.20 แสดงให้เห็นว่า การตัดสินใจด้วยวิธีการของฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงสามารถลดต้นทุนรวมรายปีจากการที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเลย โดยการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อต้นทุนค่าจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นก็จะยิ่งทำให้ต้นทุนรวมรายสูงขึ้นตามไปด้วย โดยที่การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของต้นทุนรวมรายปีสูงกว่าการเพิ่มขึ้นของต้นทุนรวมรายปีจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้น ซึ่งดูได้จากเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมที่ลดลงเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน เนื่องจากด้วยวิธีการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่งของฮิว

ริสติกจะมีการคำนึงถึงต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกด้วย ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเลือกจำนวนรถขนส่งด้วยฮิวริสติกพื้นฐานที่ไม่คำนึงถึงต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเลย ดังนั้น จึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเกิดต้นทุนรวมรายปีสูงกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกเมื่อต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกมีการเพิ่มหรือลดราคา

จากกราฟแนวโน้ม และข้อมูลเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกเปลี่ยนแปลง พบว่า การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานทำให้ประหยัดต้นทุนรวมรายปีมากกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยที่วิธีการของฮิวริสติกทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนรวมรายปีประมาณ 60.83% และฮิวริสติกพื้นฐานทำเกิดการประหยัดต้นทุนรวมรายปีประมาณ 50.09% เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยพบว่าถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกฮิวริสติกก็ยังคงทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่าการไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันอย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่ฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มขึ้นต้นทุนรวมรายปีก็สูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากฮิวริสติกพื้นฐานไม่ได้มีการพิจารณาในเรื่องของต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่มในขั้นตอนของการตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีดังที่ได้กล่าวไปแล้ว เมื่อพิจารณาเทียบประสิทธิภาพของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานเมื่อค่าจ้างรถขนส่งมีการเปลี่ยนแปลง พบว่า ฮิวริสติกทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนรวมรายปีมากกว่าฮิวริสติกพื้นฐานประมาณ 20.24% โดยยิ่งค่าจ้างรถขนส่งภายนอกสูงขึ้นจะยิ่งเห็นว่าฮิวริสติกทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนสูงกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเนื่องจากเหตุผลที่กล่าวไปแล้วว่าวิธีการตัดสินใจของฮิวริสติกมีการพิจารณาเรื่องค่าจ้างรถขนส่งภายนอกร่วมด้วย

เมื่อพิจารณาในเชิงของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อผู้ค่าเช่ารถภายนอกเปลี่ยนแปลง แสดงกราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อค่าเช่ารถภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงแสดงดังรูปที่ 5.21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

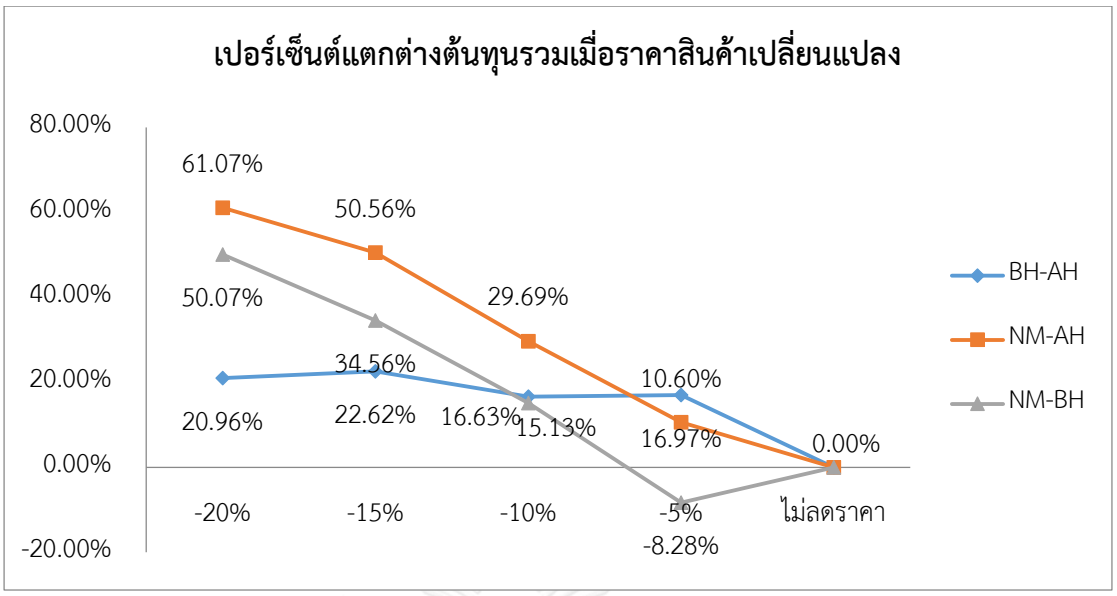


รูปที่ 5.21 กราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อค่าจ้างรถขนส่งภายนอกมีการเปลี่ยนแปลง พบว่า ฮิวริสติกพื้นฐานทำให้เกิดการจ้างรถขนส่งภายนอกสูงกว่าฮิวริสติก เนื่องจากฮิวริสติกพื้นฐานจะทำการเลือกจำนวนรถขนส่งโดยพิจารณาว่าแต่ละวันมีจำนวนการขนส่งเท่าๆ กัน ดังนั้น ในสถานการณ์ที่มีการแกว่งตัวสูงขอความต้องการขนส่งจึงทำให้จำนวนการขนส่งแต่ละวันไม่เท่ากัน ซึ่งลักษณะของความต้องการสินค้าที่นำมาทดสอบไม่สอดคล้องกับหลักการคิดของฮิวริสติกพื้นฐานจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานเกิดการจ้างรถขนส่งสูงกว่าฮิวริสติก จากรูปที่ 5.21 จะเห็นว่า จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกมีค่าเท่ากับ 138 คัน และฮิวริสติกพื้นฐานมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 570 คัน

5.4.3 การทดลองเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงต้นทุนราคาสินค้า

การทดลองนี้จะทำการทดลองปรับราคาสินค้าที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายเสนอลำราคาให้กรณีที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง เพื่อที่จะพิจารณาแนวโน้มของต้นทุนรวมรายปีและจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีของการตัดสินใจด้วยวิธีการต่างๆ เมื่อราคาสินค้ามีการเปลี่ยนแปลง โดยการทดลองในส่วนนี้จะทำการทดลองพิจารณาลดราคาสินค้าลงตั้งแต่ 20% ของราคาสินค้าเดิม ไปจนถึงกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายไม่ลดราคาสินค้าให้เลย กราฟแสดงแนวโน้มของต้นทุนรวมรายปีที่เกิดจากการตัดสินใจด้วยวิธีต่างๆ เมื่อราคาสินค้ามีการเปลี่ยนแปลงแสดงดังรูปที่ 5.22



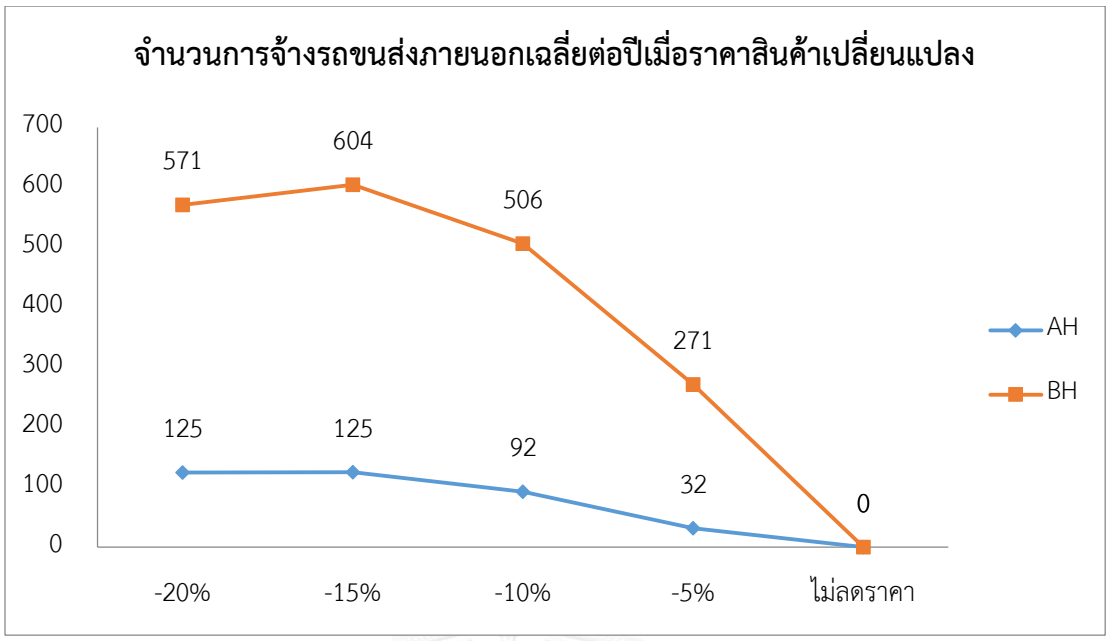
รูปที่ 5.22 ต้นทุนรวมรายปีเมื่อราคาสินค้าเปลี่ยนแปลง

จากรูปที่ 5.22 พบว่าเมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายลดสัดส่วนการลดราคาสินค้าลง วิธีการของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานจะเกิดต้นทุนรวมรายปีที่สูงขึ้นจะเห็นได้จากเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันมีเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนลดลงเรื่อยๆ เมื่อสัดส่วนการลดราคาสินค้าลดลง โดยในสถานการณ์ที่ยิ่งมีการลดราคาสินค้ามากฮิวริสติกยิ่งให้คำตอบได้ดีกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน และในกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายไม่ทำการลดราคาสินค้าลงเลยการตัดสินใจด้วยวิธีของฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานจะทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีเท่ากับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน เนื่องจากวิธีการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันของวิธีการทั้ง 2 จะพิจารณาจากต้นทุนราคาสินค้าที่ลดลงเป็นหลัก ดังนั้น ในกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายไม่ยอมลดราคาสินค้าให้เลยจึงทำให้การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานไม่ทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดเข้าสู่ระบบเลยจึงทำให้มีค่าเท่ากับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน และในช่วงที่ผู้จัดหาวัตถุดิบลดราคาสินค้าลงตั้งแต่ 20% ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่ลดราคาสินค้าให้เลย วิธีการของฮิวริสติกทำให้ต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันเสมอ แต่การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานบางช่วงของการลดราคาสินค้า พบว่า การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานอาจจะทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีสูงกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันก็ได้ เนื่องจากวิธีการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานพิจารณาจากการลดราคาสินค้าของผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายเป็นหลัก โดยที่ไม่ได้พิจารณาถึงต้นทุนการเช่ารถรายปีและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกเพิ่ม ดังนั้น จึงอาจทำให้กรณีที่มีการลดราคาสินค้าน้อยทำให้มีรายได้น้อยลงแต่ต้นทุนการเช่ารถรายปีและการจ้างรถขนส่งภายนอกยังเท่าเดิม ทำให้มีโอกาสที่จะเกิดความไม่

คุ้มค่าในการดำเนินการได้ ซึ่งจะเป็นเช่นดังตัวอย่างของการทดลองที่ให้ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายทำการลดราคาสินค้าลงเพียง 5%

เมื่อพิจารณาทิศทางของต้นทุนรวมรายปีที่เกิดขึ้นเมื่อราคาสินค้ามีการเปลี่ยนแปลงแล้วต่อมาจะทำพิจารณาแนวโน้มและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบระหว่างฮิวริสติกและฮิวริสติกพื้นฐานโดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ผลต่างของต้นทุนรวมรายปีที่เกิดขึ้น โดยพบว่า ยิ่งผู้จัดหาวัตถุดิบลดสัดส่วนของการลดราคาสินค้าลงยิ่งทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีที่สูงขึ้น โดยวิธีการของฮิวริสติกทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนกว่ากรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันในทุกกรณีซึ่งมีค่าเฉลี่ยของต้นทุนที่ประหยัดกว่าการไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันประมาณ 30.39% และเมื่อมองเทียบเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีของฮิวริสติกว่าทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานหรือไม่ พบว่า ฮิวริสติกทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่าฮิวริสติกพื้นฐานประมาณ 15.44% โดยยิ่งมีการลดราคาสินค้าสูงขึ้นจะยิ่งเห็นว่าฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกพื้นฐานมากขึ้น เนื่องจากวิธีการตัดสินใจของฮิวริสติกมีการคำนึงถึงประเด็นในด้านของต้นทุนราคาเช่ารถรายปีและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกด้วย ดังนั้น วิธีการของฮิวริสติกจึงมีการพิจารณาต้นทุนสิ่งที่จะได้และสิ่งที่ต้องเสียไป (Trade off) ภายใต้โครงสร้างต้นทุนที่ต้นทุนราคาสินค้า ต้นทุนการเช่ารถ และต้นทุนการเช่ารถภายนอกมีค่าเท่าๆ กัน จึงทำให้วิธีการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกดีกว่าฮิวริสติกพื้นฐาน แต่ถ้าทำการตัดสินใจภายใต้โครงสร้างต้นทุนที่มีต้นทุนราคาสินค้ามีสัดส่วนสูงกว่า ต้นทุนการเช่ารถรายปีและต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานอาจจะให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติกได้ เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์แตกต่างของต้นทุนรวมรายปีเมื่อราคาสินค้ามีการเปลี่ยนแปลงของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐาน พบว่า กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบเสนอส่วนลดราคาสินค้าให้สูงการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนมากกว่าการไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รัน โดยเมื่อมีการเสนอส่วนลดราคาสินน้อยลงวิธีการตัดสินใจด้วยวิธีอย่างง่ายทำให้เกิดต้นทุนสูงขึ้นเรื่อยๆ และในบางช่วงของการลดราคาสินค้าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานอาจจะไม่คุ้มค่าต่อการดำเนินการก็ได้

เมื่อพิจารณาจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อราคาสินค้าเปลี่ยนแปลง แสดงกราฟจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีแสดงดังรูปที่ 5.23



รูปที่ 5.23 จำนวนภายนอกเฉลี่ยต่อปีการจ้างรถขนส่งเมื่อราคาสินค้าเปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาในแง่ของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีเมื่อราคาสินค้ามีการเปลี่ยนแปลง พบว่า การตัดสินใจด้วยฮิวริสติกพื้นฐานมีจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีสูงกว่าการตัดสินใจด้วยฮิวริสติก โดยจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีของฮิวริสติกและ ฮิวริสติกพื้นฐานมีค่าเท่ากับ 75 คัน และ 390 คันตามลำดับโดยยิ่งสัดส่วนการลดราคาสินค้าน้อยลงจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกยิ่งน้อยลงด้วย เนื่องจากเมื่อสัดส่วนการลดราคาสินค้าน้อยลงจึงทำให้การตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันมีโอกาสเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้ามาในระบบน้อยลง ดังนั้น จำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกจึงลดลงตามไปด้วย

บทที่ 6
สรุปผลงานวิจัย

6.1 ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) การตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัทมีเพื่อเข้าสู่ระบบการขนส่งที่บริษัทเป็นผู้ดำเนินการไปรับสินค้าจากกลุ่มผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยตนเองและตัดสินใจจัดหาจำนวนรถขนส่งที่ต้องใช้ในการขนส่งตลอดทั้งปี ซึ่งมีจุดประสงค์ของการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถขนส่งเพื่อให้ต้นทุนรวมรายปีจากการดำเนินการต่ำสุด โดยต้นทุนที่พิจารณาในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย ต้นทุนราคาสินค้า ต้นทุนการเก็บสินค้า และต้นทุนการขนส่ง เนื่องจากการที่บริษัททำการไปรับสินค้ามายังบริษัทด้วยตนเองจะทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งขึ้นมา แต่ในขณะเดียวกันกลุ่มของผู้จัดหาวัตถุดิบที่บริษัททำการไปรับสินค้าด้วยตนเองนั้นก็จะเสนอลดราคาวัตถุดิบลง และบริษัทเองก็จะสามารถลดต้นทุนการเก็บสินค้าลงได้ เพราะบริษัทจะสามารถทำการไปรับสินค้าเท่ากับจำนวนสินค้าที่บริษัทต้องการใช้ในการผลิตได้ แต่จากการที่บริษัทมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่จัดหาวัตถุดิบให้กับบริษัทหลายราย และแต่ละรายมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้นบริษัทจึงจำเป็นที่จะต้องทำการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะทำให้เกิดความคุ้มค่าแก่การที่บริษัทจะทำการไปรับสินค้าด้วยตนเอง เมื่อคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะนำเข้าสู่ระบบการขนส่งของบริษัท และจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหารายปีแล้ว ในแต่ละวันที่มีความต้องการสินค้าเกิดขึ้นจริงบริษัทจะต้องทำการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งเพื่อให้เกิดต้นทุนการดำเนินการในแต่ละวันต่ำด้วย ดังนั้นจึงทำการศึกษาในส่วนที่ 2) การจัดเส้นทางขนส่งรายวัน เนื่องจากหากทำการขนส่งโดยขาดการวางแผนที่ดีจะทำให้บริษัทเกิดต้นทุนในการดำเนินการขนส่งสูง โดยต้นทุนการดำเนินการรายวันที่พิจารณาประกอบไปด้วย ต้นทุนค่าน้ำมัน และต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอก เนื่องจากในการวางแผนการขนส่งรายวันอาจเป็นไปได้ที่รถที่บริษัทจัดหาไว้อาจไม่เพียงพอ งานวิจัยนี้จึงอนุญาตให้มีการจ้างรถขนส่งภายนอกซึ่งมีจำนวนไม่จำกัดได้โดยที่รถแต่ละคันมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ

จากเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวไปข้างต้น ทำให้งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะนำเสนอวิธีการหาคำตอบของปัญหาการคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งของบริษัทโดยที่บริษัทเป็นผู้ดำเนินการขนส่งสินค้าด้วยตนเอง และเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียม ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการหาคำตอบด้วยกัน 3 วิธี นั่นคือ วิธีแจงนับ (Total Enumeration) วิธีฮิวริสติก (Advance Heuristic) และวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน (Basic Heuristic) ในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นวิธีการตัดสินใจในส่วนที่ 1)โดยวิธีแจงนับเป็นวิธีการที่พิจารณาทุกเหตุการณ์การตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและจำนวนรถขนส่งที่เป็นไป

ได้ ด้วยวิธีการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับทำให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดภายใต้การประมาณการต้นทุนดังที่เสนอในงานวิจัยเล่มนี้ แต่เมื่อปัญหาที่ตัดสินใจมีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่ต้องพิจารณาหลายรายมากขึ้น วิธีการหาคำตอบด้วยวิธีแจงนับอาจไม่เหมาะสมเพราะต้องใช้เวลาในการหาคำตอบนาน หรือในบางกรณีอาจจะไม่สามารถหาคำตอบได้ เนื่องจากจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้ของการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบและเลือกจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดหามีค่าเท่ากับ $2^n \times n$ เมื่อ n คือจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบทั้งหมดที่พิจารณาในระบบ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงต้องพัฒนาวิธีการหาคำตอบที่จะสามารถแก้ปัญหาเมื่อจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบที่พิจารณาในระบบมีจำนวนมากขึ้น โดยที่วิธีการที่นำเสนอจะต้องสามารถให้คำตอบที่มีคุณภาพยอมรับได้ และสามารถหาคำตอบได้ในเวลาที่รอได้ นอกจากการเสนอฮิวริสติกแล้วในงานวิจัยนี้ยังเสนอวิธีการหาคำตอบอีกวิธีการหนึ่งซึ่งเป็นวิธีฮิวริสติกพื้นฐานในการคำตอบเพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจของแต่ละวิธี และในส่วนที่ 2) จะเป็นการจัดเส้นทางขนส่งเมื่อมีความต้องการขนส่งเกิดขึ้น ในส่วนนี้จะทำการจัดเส้นทางขนส่งโดยนำแนวคิดของวิธี Nearest Neighbor มาทำการจัดเส้นทาง

ในการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการหาคำตอบที่นำเสนอซึ่งได้ทดลองในโจทย์ปัญหาที่มีจำนวนผู้จัดหาวัตถุดิบน้อยราย (10 ราย) พบว่า วิธีแจงนับและฮิวริสติกสามารถนำไปใช้งานได้จริง เนื่องจากวิธีการทั้ง 2 สามารถลดต้นทุนรวมรายปีเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันได้ โดยวิธีแจงนับสามารถลดต้นทุนรวมรายปีได้ถึง 15.73% และคำตอบที่ได้จากฮิวริสติกสามารถลดต้นทุนรวมรายปีได้ 14.34% โดยที่วิธีแจงนับทำให้เกิดต้นทุนรวมรายปีต่ำกว่าฮิวริสติกประมาณ 1.66% และในด้านของจำนวนการจ้างรถขนส่งภายนอกเฉลี่ยต่อปีของวิธีแจงนับและฮิวริสติกมีค่าเท่ากับ 45 และ 15 คัน ตามลำดับ

การทดลองพิจารณาแนวโน้มทิศทางคำตอบของฮิวริสติกในโจทย์ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อหาสถานการณ์ที่เหมาะสมกับการนำฮิวริสติกที่นำเสนอไปใช้ จากการทดลองพบว่าฮิวริสติกสามารถรองรับสถานการณ์ที่มีการแกว่งตัวของความต้องการสินค้าสูงได้ดีกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน โดยเฉพาะกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีลักษณะที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งรูปแบบของปัญหาที่ฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีนั้นมีความสอดคล้องกับลักษณะของอุตสาหกรรมยานยนต์ นั่นคือ ความต้องการสินค้ามักมีการแกว่งตัวสูงและผู้จัดหาวัตถุดิบส่วนใหญ่มีลักษณะที่ตั้งอยู่รวมกันเป็นกลุ่มตามนิคมอุตสาหกรรมต่างๆ จากการทดลองพบว่าฮิวริสติกทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนรวมรายปีเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการขนส่งแบบมิลค์รันประมาณ 59.82% เมื่อเทียบประสิทธิภาพของฮิวริสติกกับวิธีฮิว ริสติกพื้นฐาน พบว่า ฮิวริสติกสามารถให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานประมาณ 24.66% ในขณะที่เมื่อความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะให้คำตอบได้ดีกว่าฮิวริสติก

เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการเช่ารถขนส่งรายปีและต้นทุนการเช่ารถขนส่งภายนอก พบว่า เมื่อเพิ่มต้นทุนการเช่ารถให้สูงขึ้นจะทำให้ต้นทุนรวมรายปีของการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเมื่อเปลี่ยนแปลงต้นทุนการเช่ารถพบว่าฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน ในกรณีที่ทำการเพิ่มต้นทุนการจ้างรถขนส่งภายนอกคำตอบที่ได้จากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกแทบจะไม่ทำให้ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้นเลย กรณีของการทดลองเปลี่ยนแปลงต้นทุนราคาสินค้า พบว่า ยิ่งสัดส่วนการลดราคาสินค้าน้อยลงต้นทุนรวมรายปีจากการตัดสินใจด้วยฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานยิ่งสูงขึ้น โดยจากการทดลองจะเห็นว่าฮิวริสติกให้คำตอบได้ดีกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐานเสมอ โดยยิ่งมีการลดราคาสินค้ามากขึ้นฮิวริสติกยิ่งให้คำตอบได้ดีกว่าวิธีฮิวริสติกพื้นฐาน ในบางกรณีที่มีการลดต้นทุนราคาสินค้าน้อยการตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานอาจทำให้เกิดความไม่คุ้มค่า และกรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายไม่ลดราคาสินค้าเลยการตัดสินใจของฮิวริสติกและวิธีฮิวริสติกพื้นฐานจะไม่ทำการเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบรายใดเข้ามายังระบบการขนส่งแบบมิลค์รันเลย ในความเป็นจริงถึงแม้ว่าผู้จัดหาวัตถุดิบจะไม่ลดราคาสินค้าให้แต่บริษัทอาจจะสามารถลดต้นทุนการดำเนินการได้เนื่องจากสามารถลดต้นทุนการเก็บสินค้าลง

6.2 ข้อสรุปจากการวิจัย

1) ในสถานการณ์ที่ความต้องการสินค้ามีความสม่ำเสมอควรใช้วิธีฮิวริสติกพื้นฐานในการตัดสินใจคัดเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รัน
2) เมื่อความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงควรตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบเข้าสู่ระบบการขนส่งแบบมิลค์รันด้วยวิธีการของฮิวริสติก
3) เมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบลดราคาสินค้าให้ไม่มากแต่ต้นทุนการจ้างรถขนส่งสูงควรใช้ฮิวริสติกในการตัดสินใจ เนื่องจากหากตัดสินใจด้วยวิธีฮิวริสติกพื้นฐานอาจทำให้เกิดความไม่คุ้มค่าขึ้นได้
4) กรณีที่ผู้จัดหาวัตถุดิบมีตำแหน่งที่ตั้งแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และความต้องการสินค้ามีการแกว่งตัวสูงควรตัดสินใจเลือกผู้จัดหาวัตถุดิบด้วยวิธีฮิวริสติก

6.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

- งานวิจัยนี้ได้อาศัยการนำข้อมูลแผนการผลิตสินค้าในอดีตมาพยากรณ์การเกิดเหตุการณ์การขนส่งในแต่ละวันที่จะเกิดขึ้นในอนาคตซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าระบบเพื่อประกอบการตัดสินใจ โดยข้อมูลนี้ทำภายใต้ความเชื่อที่ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอดีตจะสามารถประมาณการเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

- ในงานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณากรอบเวลาในการขนส่ง (Time windows) โดยมีสมมติฐานว่าการขนส่งสินค้าจากผู้จัดหาวัตถุดิบแต่ละรายจะทำการขนส่งเพียงวันละหนึ่งครั้งหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ รถขนส่งหนึ่งคันจะทำการขนส่งหนึ่งรอบต่อวันเท่านั้น โดยหากปรับสมมติฐานนี้แล้วทำการพิจารณากรอบเวลาในการขนส่งร่วมด้วยจะทำให้มีโอกาสในการพัฒนาคำตอบของการตัดสินใจได้ดีขึ้น เนื่องจากสามารถลดจำนวนรถขนส่งที่ใช้ในแต่ละวันลงได้ ซึ่งจะทำให้วิธีการตัดสินใจสอดคล้องกับการดำเนินการขนส่งจริงมากขึ้น และทำให้สามารถลดต้นทุนรวมรายปีของการดำเนินการลงได้

- วิธีการตัดสินใจต่างๆ ที่ได้นำเสนอไปจะมีการลองจัดผู้จัดหาวัตถุดิบต่างๆ ลงรถขนส่ง ซึ่งวิธีการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งภายในเล่มวิจัยนี้จะพิจารณาจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งลงรถแบบขนเต็มความจุของรถขนส่งพอดี (100% Utilization) และมองว่าทุกๆ วันในเดือนหนึ่งๆ จะมีการขนส่งเช่นนั้นทุกวัน แต่ในความเป็นจริงผู้จัดหาวัตถุดิบต่างๆ ที่ถูกจัดลงรถขนส่งแต่ละรายอาจจะไม่ได้ถูกทำการขนส่งทุกวัน ดังนั้น จึงทำให้คำตอบที่ได้จากการตัดสินใจมีการเลือกจำนวนรถขนส่งมากกว่าความต้องการใช้รถจริงบ้างเล็กน้อย

- งานวิจัยนี้พิจารณาลักษณะความจุของรถขนส่งและสินค้าในมิติด้านน้ำหนักเท่านั้น โดยไม่พิจารณามิติด้านปริมาตรของสินค้าเลย ดังนั้น หากนำงานวิจัยนี้ไปใช้กับการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่สินค้าที่ขนส่งมีลักษณะที่มีปริมาตรสูงจะต้องทำการปรับแนวคิดในการหาคำตอบที่ได้นำเสนอไป ซึ่งหากมีการพิจารณาทั้งมิติด้านน้ำหนักและปริมาตรไปพร้อมกันก็จะทำให้สามารถนำแนวคิดการหาคำตอบที่ได้นำเสนอนี้ไปใช้ได้ประโยชน์ดียิ่งขึ้น

Chulalongkorn University

6.4 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

เนื่องจากวิธีการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งด้วยฮิวริสติกจะทำการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถขนส่งแบบเต็มความจุรถขนส่งพอดีโดยมองว่าในแต่ละวันจะเกิดเหตุการณ์การขนส่งนั้นๆ เสมอ ซึ่งในความเป็นจริงความต้องการขนส่งที่เกิดขึ้นจะไม่ได้เกิดขึ้นเหมือนตอนที่จัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถทุกวัน ดังนั้น ด้วยวิธีการคิดของฮิวริสติกที่เสนอในงานวิจัยนี้จึงเกิดการขนส่งแบบไม่เต็มคันสูงมีการใช้ประโยชน์จากรถขนส่ง (Utilization) ต่ำ ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนที่สูงขึ้น เปรียบเสมือนบริษัทเช่ารถขนส่งมาทิ้งไว้โดยไม่ใช้ประโยชน์ แต่หากมีการพิจารณาและสร้างวิธีการจัดผู้จัดหาวัตถุดิบลงรถโดยพิจารณาประเด็นดังกล่าวเข้ามาในการตัดสินใจจะทำให้คำตอบที่ได้จากฮิวริสติกให้คำตอบที่ดีขึ้น เกิดการขนส่งสินค้าเต็มคันมากขึ้นซึ่งทำให้เกิดการตัดสินใจเลือกจำนวนรถขนส่ง และผู้จัดหาวัตถุดิบที่จะทำให้ต้นทุนรวมรายปีต่ำลง

การพิจารณาการขนส่งในงานวิจัยนี้ทำภายใต้สมมติฐานที่ว่า บริษัทจะทำการไปรับสินค้ามาเก็บก่อนการใช้งานจริงหนึ่งวัน โดยไม่ได้พิจารณากรอบเวลาของการขนส่งเข้ามาเกี่ยวข้อง และพิจารณาว่ารถขนส่ง 1 คัน จะทำการขนส่งแค่วันละ 1 ครั้ง แต่หากปรับสมมติฐานดังกล่าวแล้วทำการพิจารณาเรื่องของกรอบเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องโดยให้รถขนส่งแต่ละคันสามารถขนส่งได้มากกว่า 1 ครั้งต่อวัน ดังนั้น ก็จะสามารถลดจำนวนรถขนส่งที่ต้องจัดเตรียมได้ เนื่องจากรถขนส่งที่ใช้ขนส่งในช่วงเวลาหนึ่งๆ อาจจะถูกนำมาใช้ขนส่งในอีกช่วงเวลาหนึ่งของวันก็เป็นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Akiyamaa, H. and Y. Yano. Current Conditions Pertaining to Truck Deliveries to Large retail Stores in Japan and Efforts to Reduce them. City Logistics, 2008**:** 11-12.

Chuah, K. H. and J. C. Yingling. Routing for Just-in-Time Supply Pickup and Delivery System. Transportation Science 39, (2005): 328-339.

FOURIN. (2014). Production and sales statistics. [online]. 2014. Available: http://www.fourin.com/english [2014, October]

Larsen, A., O. B. G. Madsen and M. M. Solomon. Classification of dynamic vehicle routing systems. Dynamic Fleet Management. 38, (2007): 19-40.

Nemoto, T., K. Hayashi and M. Hashimoto. Milk-Run Logistics by Japanese Automobile Manufacturers in Thailand. Procedia Social and Behavioral Sciences 2, 3(2010).

Peterson, B., J. V. H. Willem and S. Kekre (2010). Flexible Milk-Run for Stochastic Vehicle Routing, Carnegie Mellon University.

Rezaei, J. and R. Ortt. Multi-criteria supplier segmentation using a fuzzy preference relations based AHP. European Journal of Operational Research 225, (2010): 75-84.

Rossini, R. and A. Preti. Bologna Metropolitan Area Practice Policy Guidelines for the Rationalization of Freight Traffic. In BESTUFS II Conference Malta, 2006.

Ruiz, R., C. Maroto and J. Alcaraz. A decision support system for a real vehicle routing problem. European Journal of Operation Research 153, (2004): 593-606.

"VRPTW benchmark problems." . [Online]. Available:http://w.cba.neu.edu/~msolomon/problems.htm 2005.

Uabumrundjit, Leena. Information System Design for Transportation Planning of a Garment Factory. Degree of Master Engineering Program in Engineering Management, Chulalongkorn University, 2011.

Xu, J. and X. Han. Analysis on Linkage Mechanism between Manufacturing and Logistics Industry. International Conference on E-Business and E-Environment, (2010)**:** 3200-3203.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. มูลค่าการส่งออกสินค้าของอุตสาหกรรมต่างๆ 5 อันดับแรก ของประเทศ. ไทย: กรมศุลกากร, 2557.

ขวัญแก้ว มีทรัพย์ทวีกลู. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่มีความจุจำกัดแบบพลวัตโดยมีจุดเริ่มต้นหลายจุด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

ไทยแลนด์อินดัสตรี้ดอทคอม. การบริหารจัดการระบบลอจิสติกส์ โดยใช้กลยุทธ์ MILK RUN. [ออนไลน์]. 2557. แหล่งที่มา: http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=8910&section=9&rcount=Y [19 กันยายน 2557]

วรินทร์ เกียรตินุกูล. และสิทธิชัย เชิดชูมาลัยกิจ. การประยุกต์การแปลงหน้าที่ทางคุณภาพร่วมกับทฤษฎีฟัซซีเซตในการคัดเลือกผู้ขายวัตถุดิบ กรณีศึกษา: โรงงานท่อพลาสติก. ใน การประชุมเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 8, 2551.

วิโรจน์ ตันติภัทโร. (2553). การคัดเลือกซัพพลายเออร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เส้นกรอบล้อมข้อมูล. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ 4(2553).

ศิริวรรณ โพธิ์ทอง. (2557). วิธีการขนส่งที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.logisticscorner.com/index.php?option [21 พฤศจิกายน 2557]

ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โครงการศึกษาผลกระทบและการกำหนดท่าทีไทยต่อการจัดตั้งเขตการค้าเสรีเอเชียตะวันออก. ใน รายงานการศึกษาผลกระทบและการกำหนดท่าทีไทยต่อการจัดตั้งเขตการค้าเสรีเอเชียตะวันออก. 2549.

ศูนย์สารสนเทศยานยนต์. ข้อมูลยอดการผลิตรถยนต์, 2553.

สถาบันยานยนต์. แผนแม่บทอุตสาหกรรมยานยนต์ ปี พ.ศ. 2555 - 2559. กรุงเทพฯ: สถาบันยานยนต์ กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555.

สถาบันยานยนต์. โครงสร้างอุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. 2557. แหล่งที่มา: http://data.thaiauto.or.th/ [29 ตุลาคม 2557]

สมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย. โครงสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย. ใน OIE and BOI, 2557.

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. แนวโน้มต้นทุนวัตถุดิบธุรกิจชิ้นส่วนยานยนต์. ใน โครงการพัฒนาศูนย์ข้อมูล SMEs Knowledge Center, 2554.

หน่วยวิจัยการจัดการโซ่อุปทานและวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์. ใน รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการยกระดับศักยภาพการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของกลุ่มวิสาหกิจผู้ผลิต

ชิ้นส่วนอุตสาหกรรมเพื่อเป็นฐานการผลิตของ AEC (อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์และอุตสาหกกรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์), เชียงใหม่: 2557.

อรประไพ จารุพัฒน์. ระบบสนับสนุนการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2555.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนิตยา สมยิ่ง เกิดเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ. 2532 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2554 และเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555

ในระหว่างศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ได้รับหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัยในหน่วยวิจัย ROM (Resource and Operation Management) ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นหน่วยพัฒนาศักยภาพ และสมรรถนะการบริหารทรัพยากร และระบบงานเชิงบูรณาการสำหรับหน่วยงานภาคอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการ และภาครัฐ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University