การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาการจัดสรรและกำหนดปริมาณขนส่ง โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

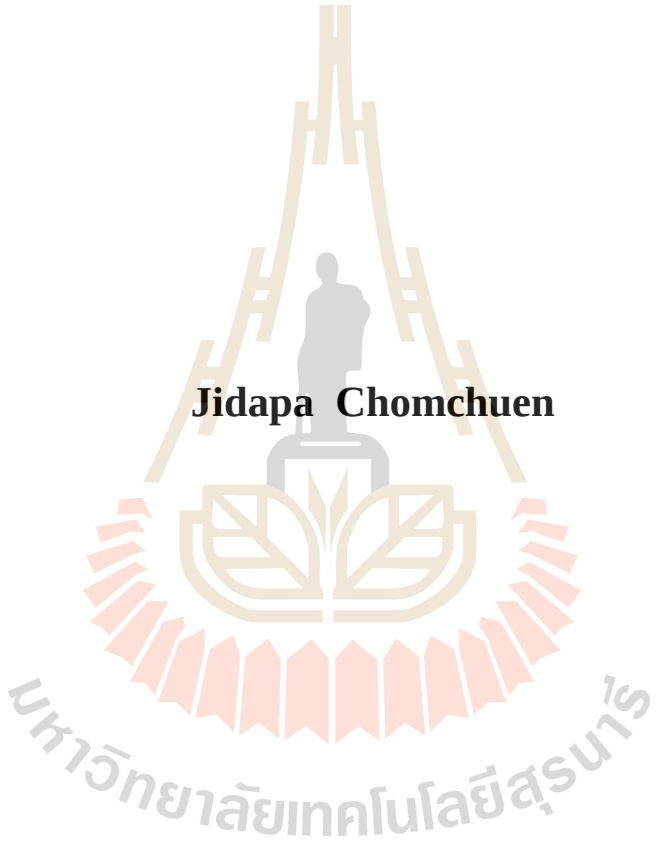
นางสาวจิดาภา ชมชื่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบกระบวนการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2561

EFFICIENCY ANALYSIS OF ALLOCATION AND DETERMINING LOT SIZE PROBLEMS USING SIMULATION MODEL

Jidapa Chomchuen



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Mechanical and Process System Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2018

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาการจัดสรรและกำหนดปริมาณขนส่ง
โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รศ. ดร.สุนาริน จันทะ)
ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.กัญชลา สุดตาชาติ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(อ. ดร.ประเสริฐ เอ่งฉ้วน)
กรรมการ

(อ. ดร.สมศักดิ์ ศิวดำรงพงศ์)
กรรมการ

(ศ. ดร.สันติ แม้นศิริ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จิดาภา ชมชื่น : การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาการจัดสรรและกำหนดปริมาณขนส่งโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (EFFICIENCY ANALYSIS OF ALLOCATION AND DETERMINING LOT SIZE PROBLEMS USING SIMULATION MODEL)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญชลา สุดตาชาติ, 113 หน้า.

การพัฒนาการจัดการระบบศูนย์กระจายสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพเป็นส่วนที่สำคัญเพื่อช่วยลดต้นทุนรวมและเพิ่มปริมาณการขายผลิตภัณฑ์ ตามความต้องการของลูกค้าทั้งในเรื่องของปริมาณ เวลา สถานที่

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบายจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า และกำหนดนโยบายปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าที่คาดหวังของต้นทุนรวมน้อยที่สุด วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอนโยบายสินค้าคงคลัง โดยจะทำการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า มีเงื่อนไขให้เวลาในการส่งสินค้าและความถี่ในการขนส่งคงที่ จำนวนศูนย์กระจายสินค้าคงที่และรู้ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า และได้เสนอวิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น และวิธีฮิวรีสติก 3 วิธี; วิธีที่ 1 ฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน วิธีที่ 2 ฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้ารับภาระไม่สมดุล ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น และวิธีที่ 3 มีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้ารับภาระไม่สมดุล ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น สมมติฐานของงานวิทยานิพนธ์พิจารณาสินค้า 2 ชนิด ปริมาณความต้องการสินค้าของสาขาย่อยมีความไม่แน่นอนมีการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ทราบรูปแบบการแจกแจง ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองระบบดำเนินการขนส่งสินค้า จากการจำลองสถานการณ์พบว่า วิธี พื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดเป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเมื่อสินค้ามีปริมาณความต้องการของสาขาย่อยมาก และวิธีฮิวริสติก วิธีมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเมื่อสินค้ามีปริมาณความต้องการของสาขาย่อยน้อย

สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิต ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

JIDAPA CHOMCHUEN : EFFICIENCY ANALYSIS OF ALLOCATION AND DETERMINING LOT SIZE PROBLEMS USING SIMULATION MODEL. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KANCHALA SUDTACHAT, Ph.D., 113 PP.

DISTRIBUTION CENTER/ALLOCATION/LOT SIZE

Developing the efficiency of distribution center management system is critical to reduce total cost and increase products selling quantity to meet the demands both in terms of quantity, time and place.

This research aims to determine the allocation policy of assigning the retailers to use a service of the distribution centers and to determined quantity policy for transport goods from warehouse to each distribution center. The goal is to obtain the minimum expected total cost. We consider the transportation of product to the distribution center base on the constraint of constant delivery time, frequency of transportation trips, known number of distribution centers and their locations. We propose the basic method in which considers the closest distribution center and allocate retailers to them. We introduce the three heuristic methods; the first, considered the closest distribution center and allocated retailers to them by conditions of the balanced the overall load of each distribution center, the second, considered the closest distribution center and allocated retailers to them by conditions of unbalanced load of each distribution centers in which the distribution center locates nearby warehouse required more load than other and the third, considered the conditions of unbalanced load of each distribution centers in which the distribution center locates nearby most retailers required more load than other. The assumption is two types of

products. The demands of each retailer are uncertain with known their probability distributions. The transportation system is simulated using a computer program. The results show that the basic method by considering the closest distribution center provides the minimum expected total cost for the products with high demand. The heuristic method with conditions of unequal load of each distribution centers in which the distribution center locates nearby most retailers required more load than other is the method that provide the minimum expected total cost for the products with low demand.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Manufacturing Engineering

Academic Year 2018

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จลุล่วงด้วยดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดขึ้นมิได้ ถ้าหากไม่ได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญชลา สุดตาชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ความช่วยเหลือสนับสนุน และชี้แนวทางในการทำงานวิจัย จนทำให้ผู้วิจัยสามารถผ่านอุปสรรคต่างๆ ไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความเมตตาของท่าน

ขอขอบคุณ บริษัท ห้างหุ้นส่วนจำกัดก้าวไกลบุรีรัมย์ ที่ช่วยอนุเคราะห์ในด้านของข้อมูลต่างๆที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้

สุดท้ายขอขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัว เพื่อนๆ ที่สนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นกำลังใจในการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนการใช้ชีวิตในรั้วมหาวิทยาลัยจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ได้เกิดผลสำเร็จ

จิดาภา ชมชื่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ฎ
บทที่
1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย 2
1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย 3
1.5 สถานที่ทำงานวิจัย 5
1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 5
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 บทนำ 6
2.2 การจัดการโลจิสติกส์ 6
2.3 การขนส่งและกลยุทธ์โลจิสติกส์ 8
2.4 บทบาทหน้าที่ของการขนส่ง 9
2.5 คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า 10
2.6 ต้นทุนการควบคุมวัสดุคงคลัง 10
2.7 ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด 11
2.8 การแบ่งประเภทวัสดุคงคลังด้วยระบบ ABC 13

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 นโยบายการจัดหาพัสดุ 14

2.10 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

2.10.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า 15

2.10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนโยบายสินค้าคงคลัง 16

2.10.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ศูนย์กระจายสินค้า 17

2.11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 บทนำ 21

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 21

3.3 ข้อมูลนำเข้า 23

3.3.1 การเลือกกลุ่มสินค้าตัวอย่าง 23

3.3.2 ข้อมูลยอดขายรายเดือน 25

3.3.3 ปริมาณความต้องการของแต่ละสาขาย่อยทั้งหมด 33 สาขา 26

3.3.4 ช่วงเวลาการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย 28

3.3.5 ระยะทางจากคลังสินค้าไปยังสาขาย่อย 30

3.3.6 การกำหนดนโยบายการจัดส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า 32

3.3.7 การคำนวณปริมาณการขนส่งสินค้าที่ประหยัดและการหาต้นทุนรวม 33

3.3.7.1 การคำนวณปริมาณการขนส่งที่ประหยัด 33

3.3.7.2 การคำนวณหาต้นทุนรวม 34

3.4 สร้างแบบจำลอง 36

3.4.1 วิธีพื้นฐาน (Closest rule) 39

3.4.1.1 ขั้นตอนการส่งสินค้าโดยใช้วิธีพื้นฐาน (Closest rule) 39

3.4.2 วิธีฮิวริสติก 40

3.4.2.1 วิธีฮิวริสติก (Closest and Balance rule) 41

3.4.2.2 วิธีฮิวริสติก (Closest and limited load rule) 43

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 วิธีการเขียนโปรแกรมและการรันโปรแกรม 47
3.5.1 อธิบายระบบ 46
3.5.1.1 ระบบคลังสินค้า (warehouse) 47
3.5.1.2 ระบบของศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center : DC) 47
3.5.1.3 ระบบของสาขาย่อย (Retailers) 48
3.5.1.4 เงื่อนไขการจำลองสถานการณ์ 48
3.5.1.5 ผลลัพธ์ 48
3.5.1.6 การเขียนโปรแกรม 48

4 ผลของการดำเนินงานวิจัย

4.1 บทนำ 51
4.2 ผลการจำลองสถานการณ์การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล 53
4.2.1 ปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล) 53
4.2.2 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล) 56
4.2.3 วิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective) (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล) 58
4.3 ผลการจำลองสถานการณ์การแจกแจงแบบปกติ 60
4.3.1 ปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ) 60
4.3.2 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ) 62
4.3.3 วิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective) (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ) 64
4.4 ผลการจำลองสถานการณ์วิธี Improved Closest and Limited Load Rule 66

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.1 ปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule) 66
4.4.2 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule) 68
4.4.3 วิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective) (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule) 70
4.5 วิเคราะห์ต้นทุนรวมระหว่างศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งและศูนย์กระจายสินค้า 3 แห่ง 72
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิจัย 74
5.2 ข้อเสนอแนะ 75
รายการอ้างอิง 77
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. การเขียนโปรแกรม Arena 79
ภาคผนวก ข. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 103
ประวัติผู้เขียน 105

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สรุปการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

3.1 แสดงการจัดประเภทสินค้าด้วยวิธี ABC 23

3.2 แสดงข้อมูลยอดขาย 12 เดือนของสินค้า Product A 25

3.3 แสดงข้อมูลยอดขาย 12 เดือนของสินค้า Product B 26

3.4 ปริมาณความต้องการสินค้าแบบแจงแจงเอกซ์โพเนนเชียลและแบบปกติ 26

3.5 ช่วงเวลาการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย 28

3.6 ระยะทางจากคลังสินค้าไปยังสาขาย่อย (นำมาแสดงบางส่วนจากสาขาย่อย ทั้งหมด 33 สาขา) 31

3.7 แสดงผลการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าประหยัด (EOQ : Economic Order Quantity) ของสินค้า Product A และ Product B 33

3.8 ปริมาณการสั่งสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อหาปริมาณการสั่งสินค้าที่เหมาะสมจาก คลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า 34

3.9 คำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง 37

3.10 การกำหนดเปอร์เซ็นต์ความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง (วิธี Closest and limited load rule) 43

3.11 การกำหนดเปอร์เซ็นต์ความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง (วิธี Improved Closest and limited load rule) 44

3.12 การกำหนดเปอร์เซ็นต์ความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง (วิธี Closest and limited load rule) 44

3.13 การกำหนดเปอร์เซ็นต์ความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง (วิธี Improved Closest and limited load rule) 45

4.1 ปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล) 59

4.2 ปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ) 65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule) 72

4.4 ต้นทุนรวมระหว่างศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งและ ศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง 73

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบด้านโลจิสติกส์ 7
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างโลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน 8
2.3 ต้นทุนการกระจายสินค้า 9
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและจุดของปริมาณการสั่งประหยัด 13
3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย 22
3.2 การหาระยะทางจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า และระยะทางจาก ศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยแต่ละแห่งจากบริการแผนที่ออนไลน์ Google 30
3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการเสียโอกาสขายสินค้ากับต้นทุนโลจิสติกส์ 35
3.4 แสดงการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย 36
3.5 ขั้นตอนการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีพื้นฐาน (Closest rule) 40
3.6 ขั้นตอนการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีฮิวริสติก (Closest and Balance rule) 42
3.7 ขั้นตอนการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีฮิวริสติก (Closed and limited load rule) 46
3.8 แสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ 50
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและจุดของปริมาณการสั่งสินค้า 52
4.2 ตัวอย่างการหาปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมโดยที่ค่าคาดหวังต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด 53
4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล) 55
4.4 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล) 57
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล) 59

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.6 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ) 61
4.7 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ) 63
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ) 64
4.9 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule) 67
4.10 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule) 69
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule) 71

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สำหรับธุรกิจขายส่งและขายปลีกแล้ว บริษัทที่ทำธุรกิจด้านนี้ ให้ความสนใจเกี่ยวกับต้นทุนพัสดุคงคลังและต้นทุนการขนส่งสินค้าเป็นสำคัญเนื่องจากต้นทุนทั้งสองมีผลกระทบอย่างมากต่อต้นทุนรวมของธุรกิจ ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าก็เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือสำคัญในการดำเนินธุรกิจการขนส่งให้ประสบผลสำเร็จได้ด้วยดี โดยมุ่งเน้นการจัดการการเคลื่อนที่ของสินค้าให้มีความเหมาะสมในด้านของเวลา ปริมาณ และสถานที่ที่ถูกต้อง ผู้บริหารบริษัทที่ดำเนินธุรกิจขายส่งและขายปลีกสามารถเชื่อมั่นได้ว่าจะสามารถนำสินค้าออกจำหน่ายตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างต่อเนื่อง ไม่สูญเสียโอกาสในการขายสินค้า ซึ่งเป็นผลดีกับทั้งผู้ขายสินค้าและผู้บริโภค โดยศูนย์กระจายสินค้าเป็นส่วนที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ขายสินค้าและผู้บริโภค มีบทบาทในการรักษาสมดุลระหว่างต้นทุนรวมของผู้ขายสินค้า เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ ซึ่งความต้องการของผู้บริโภคมีความไม่แน่นอน หากความต้องการของลูกค้ามีมากกว่าคลังสินค้า อาจก่อให้เกิดความสูญเสียโอกาสในการขายสินค้าขึ้น ทำให้ผู้ขายสินค้าขาดความน่าเชื่อถือและสูญเสียลูกค้าได้ แต่ถ้าคลังสินค้ามีมากเกินความจำเป็น โดยมีการเก็บสะสมสินค้าคงคลังจำนวนมากๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการขาดแคลนสินค้า ก็จะส่งผลให้ต้นทุนในการเก็บสินค้าคงคลังเพิ่มสูงมากขึ้นเพื่อถือครองสินค้าคงคลังนั้นไว้ ดังนั้นการควบคุมคลังสินค้าจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในการจัดการคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยทั่วไปนโยบายในการตัดสินใจเกี่ยวกับการควบคุมคลังสินค้ามีอยู่ 2 ปัจจัย คือ ควรจะสั่งซื้อเมื่อไรและด้วยจำนวนเท่าไร เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากการดำเนินงานและทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

การจัดการด้านซัพพลายเชนและการควบคุมพัสดุคงคลังจึงเป็นสิ่งที่อุตสาหกรรมต้องให้ความสำคัญ และดำเนินการจัดการระบบให้มีประสิทธิภาพด้วย ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาก็เป็นอุตสาหกรรมที่ดำเนินงานเกี่ยวกับการรับสินค้าอุปโภค บริโภคเพื่อขายปลีกและขายส่ง รวมทั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้า โดยมีห้างสรรพสินค้าเป็นแหล่งจำหน่ายสินค้า กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย โดยมีสาขาย่อยกว่า 135 สาขา ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษามีห้างสรรพสินค้าที่ใช้เป็นทั้งคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้าเพียงแห่งเดียว โดยจะทำการส่งสินค้าไปยังสาขาย่อยที่อยู่ตามอำเภอต่างๆ โดยตรง จึงทำให้เกิดปัญหาด้านต้นทุนทางด้านขนส่งเกิดขึ้น ความถี่ของรอบการขนส่งมาก

เนื่องจากต้องส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังสาขาย่อยโดยตรง บ่อยครั้งที่การขนส่งสินค้าไปยังสาขาย่อยต่างๆ ผิดพลาดทั้งในเรื่องของปริมาณและเวลาทำให้จำนวนสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินการทางธุรกิจในอนาคตทั้งในด้านต้นทุนขนส่งและความเชื่อมั่นของผู้บริโภค

ในงานวิจัยนี้จึงสนใจการจัดการระบบพัสดุคงคลังและการขนส่งสินค้า ซึ่งการดำเนินงานของระบบกระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา กำหนดให้มีคลังสินค้าหนึ่งแห่งและมีสาขาย่อยทั้งหมด 33 แห่ง โดยพิจารณาเฉพาะสาขาย่อยขนาดใหญ่ เลือกศึกษาเฉพาะสินค้ากลุ่ม A ที่ทำรายได้ให้แก่บริษัทกรณีศึกษามากที่สุด จากการเลือกด้วยวิธี ABC โดยเสนอนโยบายการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวริสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวริสติกที่พิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้า เรียงลำดับความสำคัญของสาขาย่อย โดยให้สาขาย่อยที่ใกล้ที่สุดมีความสำคัญมากกว่า แล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้า เรียงลำดับความสำคัญของสาขาย่อย โดยให้สาขาย่อยที่ใกล้ที่สุดมีความสำคัญมากกว่า โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น เปรียบเทียบเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้สาขาย่อยต่างๆมากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) ที่แต่ละศูนย์กระจายสินค้า พิจารณานโยบายปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยที่เงื่อนไขเวลาการขนส่งคงที่ มีการวัดประสิทธิภาพผลการจำลองสถานการณ์ด้วย จุดประสงค์คือ ค่าคาดหวังของต้นทุนรวมต่ำที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 สร้างวิธีการฮิวริสติกเพื่อจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าอย่างเหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ค่าคาดหวังของต้นทุนรวมที่น้อยที่สุด

1.2.2 หาปริมาณการขนส่งที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาจำนวนสินค้า 2 ชนิดจากหลายสินค้าที่มียอดขายรวมคิดเป็น 80 % ของสินค้าทั้งหมด

1.3.2 กำหนดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และรู้ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.3.3 กำหนดให้มีคลังสินค้าหลัก 1 แห่ง โดยคลังสินค้ามีสินค้าส่งให้ศูนย์กระจายสินค้าตลอดเมื่อมีความต้องการสินค้าเกิดขึ้น

1.3.4 ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละสาขาย่อยมีความไม่แน่นอน สามารถหารูปแบบการแจกแจงได้ โดยพิจารณารูปแบบการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียลและแบบปกติ

1.3.5 ไม่พิจารณาสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock)

1.3.6 ไม่พิจารณาต้นทุนการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าเนื่องจากมีการกำหนดรอบการขนส่งตามช่วงเวลาที่คงที่ มีสมมติฐานให้ รถขนส่งสามารถขนส่งทุกขนาดของปริมาณได้ไม่จำกัด ปริมาณขนส่งที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้จำนวนรอบขนส่งเพิ่มขึ้นตาม

1.3.7 พิจารณาต้นทุนการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง ไปยังแต่ละสาขาย่อย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการขนส่งขึ้นกับระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง ไปยังแต่ละสาขาย่อย และจำนวนรอบการขนส่ง เปลี่ยนไปตามปริมาณความต้องการของแต่ละสาขาย่อย ขึ้นอยู่กับขนาดของรถขนส่ง

1.3.8 เวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้ามีความเร็วคงที่ที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นกับระยะทางในการส่งสินค้า และเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นกับระยะทางในการส่งสินค้า

1.3.9 กำหนดให้การสั่งสินค้าจากสาขาย่อยสั่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ไม่มีเวลาในการสั่งสินค้า

1.3.10 ขนาดรถยนต์บรรทุก 4 ล้อที่ใช้ขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย ขนาด 1.80x3.1x2.15 เมตร สามารถบรรทุกรวมน้ำหนักรถไม่เกิน 3 ตัน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 7 กิโลเมตรต่อลิตร

1.3.11 กล่องที่ใช้บรรจุสินค้ามีขนาดเท่ากันทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ทบทวนการทำวิจัยและศึกษาทฤษฎีการควบคุมพัสดุคงคลัง

1.4.2 ศึกษาการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

1.4.3 รวบรวมข้อมูลยอดขายสินค้า จากข้อมูลจริง (บริษัท ห้างหุ้นส่วนจำกัดก้าวไกลบุรีรัมย์)

1.4.3.1 สินค้าประเภทนม

1.4.3.2 ยอดการขายสินค้าแต่ละประเภทจำนวน 12 เดือน

1.4.3.4 ตำแหน่งที่ตั้งของสาขาย่อยจากบริการแผนที่ออนไลน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.4.3.5 ระยะทางระหว่างคลังสินค้ากับสาขาย่อยแต่ละสาขา

1.4.4 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ของการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งแห่งด้วยการใช้วิธีพื้นฐานพิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule)

1.4.5 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ของการขนส่งสินค้าด้วยการวิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้า เรียงลำดับความสำคัญของสาขาย่อย โดยให้สาขาย่อยที่ใกล้ที่สุดมีความสำคัญมากกว่า แล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule)

1.4.6 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ของการจัดตารางงานด้วยการประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกที่พิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้า เรียงลำดับความสำคัญของสาขาย่อย โดยให้สาขาย่อยที่ใกล้ที่สุดมีความสำคัญมากกว่า โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น เปรียบเทียบเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้สาขาย่อยต่างๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ สิ่งที่สำคัญคือสมมติฐานของการเริ่มต้นสร้างแบบจำลองซึ่งในงานวิจัยนี้มีสมติฐานดังต่อไปนี้

1.4.6.1 ศูนย์กระจายสินค้าจะส่งสินค้าให้สาขาย่อยเป็นเวลาคงที่

1.4.6.2 ความต้องการสินค้าจากสาขาย่อย ไม่แน่นอน

1.4.6.3 สินค้ามี 2 ผลิตภัณฑ์

1.4.6.4 รถขนส่งสินค้ามีไม่จำกัด สามารถขนส่งสินค้าได้ตลอดเวลาเมื่อมีความต้องการเกิดขึ้น และจะทำการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยก็ต่อเมื่อมีการสะสมปริมาณสินค้าจำนวน 15 ลัง

1.4.7 ประมวลผล โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งแห่ง และใช้นโยบายคลังสินค้าหาปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

1.4.8 สรุปผลของการศึกษาการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งแห่ง และใช้นโยบายคลังสินค้าหาปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.5 สถานที่ทำงานวิจัย

1.5.1 อาคารเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1.6.1 ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ Intel(R) Core(TM) i7-6500U CPU @ 2.50GHz 2.60 GHz, RAM 4 GB ระบบปฏิบัติการ Window 10 Home

1.6.2 ซอฟแวร์ Arena version 10.0

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 สามารถวิเคราะห์หาปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า และเลือกสาขาย่อยเพื่อรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าในการดำเนินงานในธุรกิจได้จริง

1.7.2 สามารถลดต้นทุนในการขนส่งจากวิธีการในงานวิจัยนี้ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

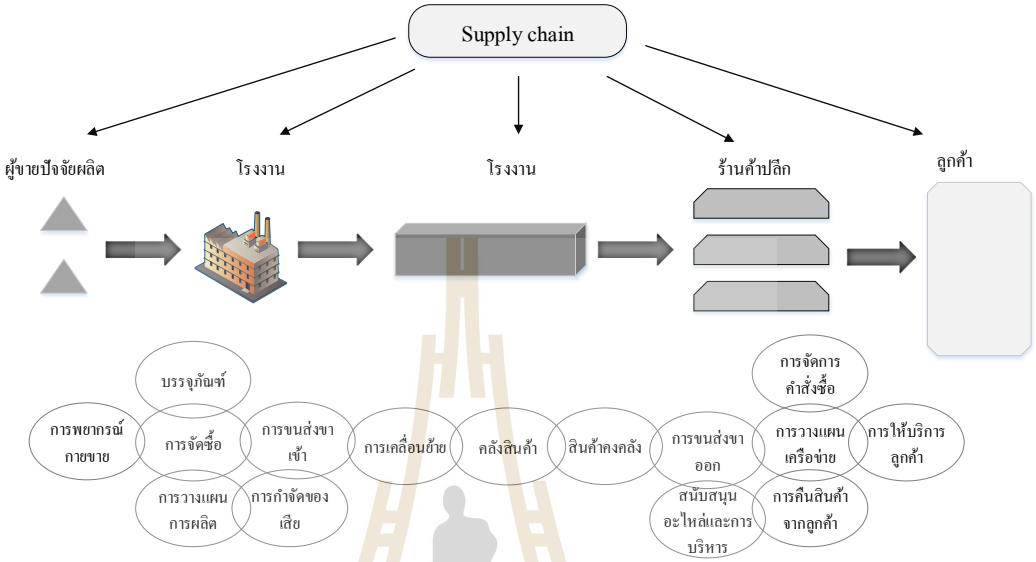
2.1 บทนำ

ระบบการขนส่งและคลังสินค้าเป็นกิจกรรมที่เชื่อมต่อที่สำคัญกิจกรรมหนึ่งในการดำเนินการของธุรกิจขายปลีกและขายส่ง ซึ่งต้องมีการกระจายสินค้าจากผู้ขายสินค้าไปยังผู้อุปโภคบริโภค โดยที่คลังสินค้ามีหน้าที่เก็บสินค้าเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคภายใต้สถานการณ์ที่ความต้องการมีความไม่แน่นอน ต้องการมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงและคาดการณ์ได้ยาก ถ้าเมื่อใดอัตราการอุปโภค บริโภคสูงกว่า หรือน้อยกว่าปริมาณสินค้าที่มีเก็บในคลังสินค้า ก็จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียโอกาสในการขายเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลเสียต่อผู้ขายสินค้า และผู้บริโภคก็ต้องเสียเวลาในการหาสินค้าจากผู้ขายรายอื่น ศูนย์กระจายสินค้าที่กระจายอยู่ตามสถานที่ต่างๆ หากไม่มีการวางแผนที่เหมาะสมทั้งในเรื่องของปริมาณ เวลา และตำแหน่งที่ถูกต้อง ก็จะทำให้ขาดความน่าเชื่อถือ และไม่สามารถนำสินค้าเพื่อออกจำหน่ายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้อุปโภคบริโภคได้

2.2 การจัดการโลจิสติกส์ (Logistics Management)

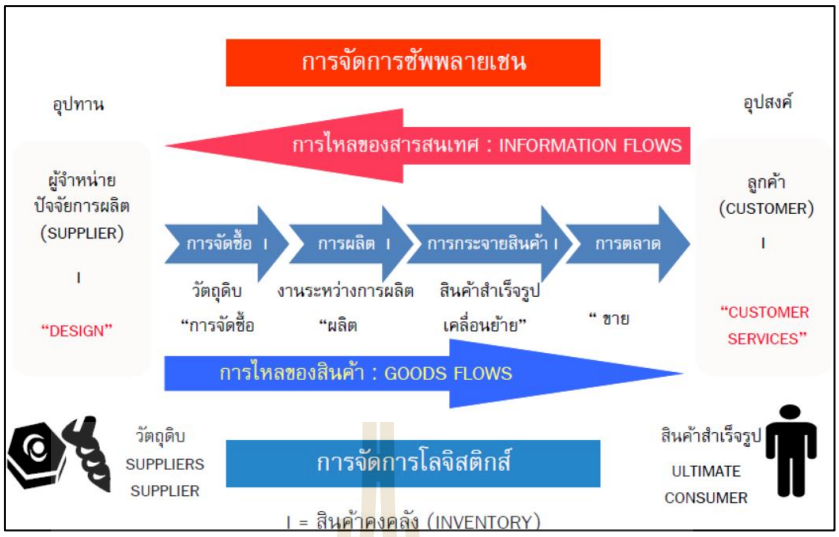
ดร.คำนาย (2556) กล่าวว่า การจัดการโลจิสติกส์ หมายถึงกระบวนการจัดการ การเคลื่อนย้ายและจัดเก็บวัตถุดิบและสินค้าจากผู้ขายวัตถุดิบไปยังผู้บริโภครายสุดท้าย
ความเข้าใจของคนทั่วไป อาจมองโลจิสติกส์เป็นเพียงกิจกรรมการขนส่งและคลังสินค้าแต่ที่จริงโลจิสติกส์มีหลายกิจกรรม จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่าองค์ประกอบด้วยกิจกรรมคือ การพยากรณ์อุปสงค์ การวางแผนการผลิต การจัดซื้อ บรรจุภัณฑ์ การเคลื่อนย้ายภายในองค์กร การผลิต คลังสินค้า การขนส่งทั้งขาเข้าและขาออก การกระจายสินค้า การบริการลูกค้า เป็นทุกกิจกรรมในโลจิสติกส์ต้องทำงานอย่างต่อเนื่องและเกี่ยวข้องกันแบบเป็นกระบวนการ การวัดผลงานจะทำทั้งกระบวนการหรือทั้งซัพพลายเชน ซึ่งจะทำให้กิจการมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องมากกว่าการทำงานของแต่ละฝ่าย ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างโลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชนแสดงดังรูปที่ 2.2 ซึ่งจะพบว่าการดำเนินทุกกิจกรรม ต้องประสานงานอย่างสอดคล้องกัน โดยโลจิสติกส์แบ่งเป็นสองช่วงคือ การจัดการเพื่อทุกกิจกรรม ต้องประสานงานอย่างสอดคล้องกัน โดยโลจิสติกส์แบ่งเป็นสองช่วงคือ การจัดการเพื่อสนับสนุนการผลิต เรียกว่าการจัดการพัสดุ (Material Management) หรือโลจิสติกส์เพื่อ

การผลิต (Manufacturing Logistics) และสนับสนุนการตลาด ซึ่งเรียกว่า การกระจายสินค้า (Distribution Management)



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบด้านโลจิสติกส์

การไหลของวัตถุดิบผ่านการผลิตจนถึงการกระจายสินค้าสำเร็จรูปผ่านไปยังผู้บริโภค อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว จะสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ต่อเมื่อมีการนำเอาสารสนเทศซึ่งประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ มาประยุกต์ใช้ในทุกกิจกรรมทั้งภายในองค์กร และบริษัทภายนอก เพื่อสร้างความถูกต้องและรวดเร็ว เรียกว่าการจัดการซัพพลายเชน ซึ่งก่อนที่จะประยุกต์ใช้การจัดการซัพพลายเชนได้ ควรต้องปรับปรุงระบบโลจิสติกส์ในแต่ละบริษัทที่เกี่ยวข้องในซัพพลายเชนให้สมบูรณ์ จึงจะทำให้ผลดำเนินงานตลอดซัพพลายมีประสิทธิผลสูงสุด



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างโลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน

2.3 การขนส่งและกลยุทธ์โลจิสติกส์ (Transport and Logistics Strategy)

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่สำคัญของกระบวนการโลจิสติกส์ เพราะในปัจจุบันค่าน้ำมันเชื้อเพลิงได้ถีบตัวสูงขึ้น ซึ่งกลยุทธ์โลจิสติกส์คำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

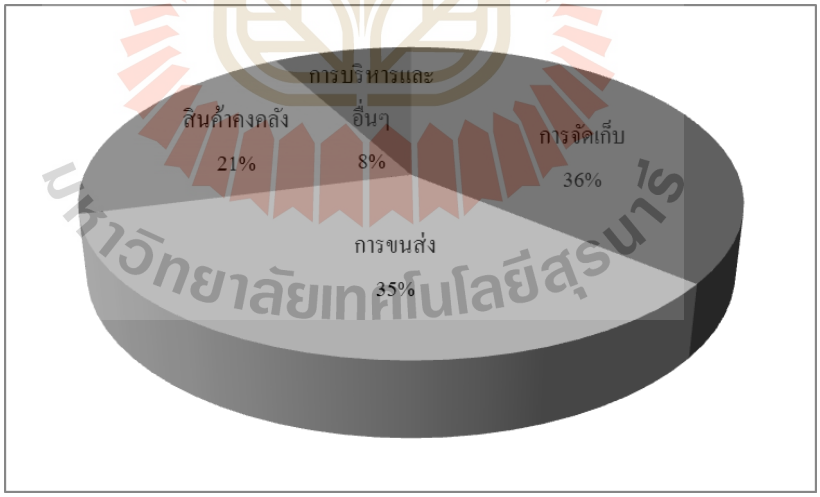
- ตลาดที่ให้บริการ
- ขอบเขตผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการในตลาด
- ความต้องการของลูกค้า
- วิธีการ เวลา สถานที่ในกระบวนการผลิต
- ปริมาณที่สต๊อกที่เก็บไว้
- จำนวนผู้ขายปัจจัยการผลิต
- วิธีการ เวลา และสถานที่ผลิตสต๊อก
- สถานที่จัดเก็บสต๊อก
- วิธีการ และเวลาในการเคลื่อนย้ายสต๊อก

โดยสต๊อก หรือสินค้าคงคลังในที่นี้หมายถึงวัตถุดิบ งานระหว่างการผลิต งานประกอบย่อย และสินค้าสำเร็จรูป ขณะที่การจัดการขนส่งมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติการ ต้องกำหนดโครงสร้างให้มีประสิทธิผล เช่น การจัดส่งสินค้าตามคำสั่งซื้อต้องทำโดยมีประสิทธิภาพ โดยสามารถจัดส่งด้วยปริมาณถูกต้อง คุณภาพที่ดีไม่แตกหรือสูญหาย ในเวลาที่กำหนด ณ. สถานที่ที่ต้องการ ภายในต้นทุนต่ำสุด และสอดคล้องกับกระบวนการโลจิสติกส์ บางครั้งอาจจะมีการใช้

รถยนต์ต่างกัน เส้นทางเดินรถที่แตกต่างกัน เครือข่ายกระจายสินค้าและทำเลที่ตั้งที่แตกต่างกัน ซึ่งกิจกรรมการขนส่งสามารถรวมส่ง หรือแยกส่งก็ได้ ต้องทำทุกอย่างให้ถูกต้อง เพื่อให้สอดคล้องกับกลยุทธ์โลจิสติกส์ จำเป็นต้องตัดสินใจเกี่ยวกับการขนส่งให้ชัดเจนเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการลูกค้าได้โดยมีเครือข่ายช่องทางการจัดจำหน่าย ต้องมีระดับการให้บริการ ต้นทุนและรอบเวลาในการดำเนินงานสอดคล้องกับกลยุทธ์ทุกระดับ

2.4 บทบาทหน้าที่ของการขนส่ง (Roles of Transport)

การขนส่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบกระจายสินค้า ซึ่งถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อสร้างความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานในทุกธุรกิจ ที่ผ่านมาธรรมชาติในการดำเนินธุรกิจในประเทศไทยจะใช้แรงงานเป็นหลัก จะเน้นการจัดการและควบคุมการทำงานของคน เทคโนโลยีมีไว้เพื่อสนับสนุนทั้งในปฏิบัติการทั่วไปและการจัดการขนส่ง เป็นตัวขับเคลื่อนงานระดับการปฏิบัติการ ซึ่งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะส่งผลในด้านบวกมากกว่าด้านลบ สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาการวางแผนและการจัดการเชิงปฏิบัติการ ถ้าเทียบกับส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในหน้าที่กระจายสินค้า การขนส่งจะเกี่ยวข้องกับต้นทุน และการบริการรองจากกิจกรรมคลังสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ต้นทุนการกระจายสินค้า

2.5 คลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า (Warehouse and Distribution Center)

จรินทร์ (2553) กล่าวว่าคลังสินค้า (warehouse) หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center: DC) ซึ่งทั้ง 2 คำนี้อาจมีความหมายที่แตกต่างกันเกี่ยวกับระยะเวลาที่จัดเก็บ โดยศูนย์กระจายสินค้ามีระยะเวลาการจัดเก็บที่สั้นกว่าคลังสินค้า หรือเป็นเพียงที่สำหรับใช้พักสินค้าชั่วคราวก่อนกระจายสินค้าต่อไป ซึ่งสินค้ามักมีอายุสั้น หรือเป็นสินค้าที่ใช้หมุนเวียนเร็ว เช่น ธุรกิจร้านประเภท 7-11 เป็นต้น โดยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการบริหารธุรกิจ

โดยปกติแล้วคลังสินค้ามีเป้าหมายที่สำคัญคือเป็นสถานที่พักในการเคลื่อนที่ของสินค้าผ่านโซ่อุปทานจนถึงลูกค้าปลายทางซึ่งมีกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญในการบริหารคลังสินค้า 3 กระบวนการประกอบด้วย การรับสินค้า การจัดเก็บสินค้า และการกระจายสินค้า ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การรับสินค้า ประกอบด้วยกิจกรรม เช่น การขนถ่ายสินค้าจากพาหนะที่นำเข้าคลังสินค้า การตรวจนับสินค้า เป็นต้น เป็นกิจกรรมพื้นฐานของทุกคลังสินค้าสำหรับการเป็นสถานที่พักสินค้า

2. การจัดเก็บสินค้า กิจกรรมในการเก็บสินค้า เช่น การวางแผนการเก็บรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ การรวบรวมสินค้าที่มีจำนวนหลายๆ ครั้งเข้าด้วยกันเพื่อรวมเป็นสินค้าขนาดใหญ่ เป็นต้น

3. การกระจายสินค้า เป็นกิจกรรมที่ผู้บริหารต้องวางแผนเพื่อให้การกระจายสินค้าตรงตามคุณภาพ ตามจำนวน ตรงตามเวลา ตรงตามสถานที่ และตรงตามเงื่อนไขที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งการกระจายสินค้ามีความสัมพันธ์กับงานด้านอื่นๆ อีกด้วยเช่น ด้านการขนส่ง (Transportation) ด้านสินค้าคงคลัง (Inventory Management) เป็นต้น

2.6 ต้นทุนการควบคุมวัสดุคงคลัง

พิภพ, มานพ (2534) กล่าวว่าในการดำเนินงานให้มีจะมีต้นทุนเกิดขึ้น ต้นทุนเหล่านี้ โดยทั่วๆ ไป สามารถแยกออกได้เป็น 4 ชนิดคือ

1. ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Costs) เป็นต้นทุนที่จ่ายไปเพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุดิบชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ต้นทุนประเภทนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการสั่งซื้อ เราคำนวณต้นทุนชนิดนี้ออกมาในรูปของจำนวนเงินต่อการสั่งซื้อหนึ่งครั้ง และต้นทุนนี้จะกำหนดไว้คงที่ ไม่ว่าจะมีการสั่งซื้อเป็นปริมาณเท่าใด ต้นทุนนี้จะไม่แปรผันตามปริมาณของคงคลังที่สั่งซื้อ แต่จะแปรผันตามจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ เป็นที่น่าสังเกตว่า การสั่งซื้อหรือสั่งผลิตเป็นปริมาณครั้งละมากๆ จะประหยัดต้นทุนชนิดนี้

2. ต้นทุนในการสั่งผลิต (Set up costs) มีลักษณะเหมือนกับต้นทุนในการสั่งซื้อ บริษัทจะต้องจ่ายต้นทุนในการสั่งผลิตจำนวนหนึ่งทุกครั้งที่เริ่มสั่งให้มีการผลิตใหม่ ต้นทุนชนิดนี้ประกอบด้วย ต้นทุนในการจัดวางสายการผลิต หรือติดตั้งเครื่องจักรเมื่อมีการเริ่มงานใหม่ ต้นทุนในการจัดเตรียมเอกสารเกี่ยวกับคำสั่งงานการอนุมัติผลิต และต้นทุนในการสั่งซื้อของคงคลังบางชนิดที่ใช้ในการผลิตนั้น เป็นต้น นอกจากต้นทุนดังกล่าวแล้ว ยังมีต้นทุนค่าล่วงเวลา ค่าจ้างคนงานการฝึกหัด การปลดคนงานออก ตลอดจนค่าแรงในการผลิต

3. ต้นทุนในการจัดให้มีของคงคลัง (Holding Costs) คือต้นทุนที่เกิดจากบริษัทจัดหาของคงคลังเข้ามาเก็บไว้จำนวนหนึ่ง ต้นทุนประเภทนี้จะผันแปรโดยตรงต่อขนาดของของคงคลัง ต้นทุนการจัดให้มีของคงคลังจะคำนวณออกมาเป็นตัวเลขต่อปี และอยู่ในรูปของร้อยละของมูลค่าของคงคลังถัวเฉลี่ย ต้นทุนประเภทนี้ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องมือและสิ่งอำนวยความสะดวกในการจัดให้มีของคงคลัง ค่าขนส่ง ค่าประกันภัย ค่าของเสียหาย การล้าสมัย ค่าเสื่อม ค่าภาษี ค่าประกัน และต้นทุนในการสูญเสียโอกาสของเงินทุนที่จมอยู่ในองค์กร เป็นที่น่าสังเกตว่า ยิ่งจัดให้มีของคงคลังอยู่ในระดับต่ำเท่าไรก็ยิ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดให้มีของคงคลังมากขึ้นเท่านั้น

4. ต้นทุนที่เกิดจากการขาดแคลน (Shortage Costs) เมื่อมีสินค้าไม่พอขาย หรือมีวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนประกอบไม่เพียงพอแก่การผลิต จะเกิดค่าใช้จ่ายอะไรขึ้นบ้าง และเป็นจำนวนเท่าไร เป็นการยากที่จะประเมินค่าใช้จ่ายเหล่านี้ เช่น ในกรณีที่มีสินค้าไม่พอจ่าย ทำให้ขาดรายได้ที่ควรจะได้จากการขายสินค้านั้น ยิ่งกว่านั้นอาจทำให้ขาดความเชื่อถือจากลูกค้าจนทำให้เสียลูกค้าให้กับคู่แข่งขัน ส่วนในกรณีของวัตถุดิบที่มีไม่เพียงพอ สายการผลิตอาจจะหยุดชะงักถ้าหากไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ทัน

จากต้นทุนทั้ง 4 ที่กล่าวมานี้ ในการตัดสินใจถึงปริมาณของการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตแต่ละครั้งจะต้องคำนึงถึงต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด

2.7 ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Solving for Economic Order Quantity)

เพื่อให้สามารถคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ทำให้ต้นทุนรวมวัสดุคงคลังต่ำสุด ได้อาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการวิจัยดำเนินงาน เข้ามาใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณของการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดได้

ดร.คำนาย (2556) กล่าวว่าขนาดการสั่งซื้อประหยัด เป็นระบบสินค้าคงคลังที่ใช้กันแพร่หลายมานาน โดยทีระบบนี้ใช้กับ สินค้าคงคลังที่มีลักษณะความต้องการที่เป็นอิสระไม่เกี่ยวข้องต่อเนื่องกับความต้องการของสินค้าตัวอื่น (Independent Demand) จึงต้องวางแผนพิจารณาความต้องการอย่างเป็นเอกเทศด้วยวิธีการพยากรณ์อุปสงค์ของลูกค้าโดยตรง เช่น การวางแผนผลิต

รถยนต์นั่งส่วนบุคคล บริษัทรถยนต์จะพยากรณ์อุปสงค์จากจำนวนครอบครัวขนาดเล็กถึงปานกลางที่มีรายได้รวมเกินกว่า 50,000 บาทต่อเดือน

การใช้ระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดมีอุปสงค์คงที่และสินค้าคงคลังไม่ขาดมือ มีสมมติฐานที่กำหนดเป็นขอบเขตไว้ว่า

1. ทราบปริมาณอุปสงค์อย่างชัดเจนและอุปสงค์คงที่
2. ได้รับสินค้าที่สั่งซื้อพร้อมกันทั้งหมด
3. เวลานำในการสั่งซื้อ (Lead Time) ซึ่งเป็นช่วงเวลาตั้งแต่สั่งซื้อจนได้รับสินค้าคงที่
4. ค่าใช้จ่ายรวมในการถือครองวัสดุคงคลังคงที่
5. ราคาสินค้าที่สั่งซื้อคงที่
6. ไม่มีสภาวะของขาดมือเลย

การหาปริมาณการสั่งซื้อประหยัด (Economic Order Quantity : EOQ) และต้นทุนรวม (Total Cost : TC) จะหาได้จาก

$$Q=\sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

โดยที่ Q =ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (หน่วย)

D = ความต้องการสินค้าหนึ่งรายการต่อปี (หน่วย)

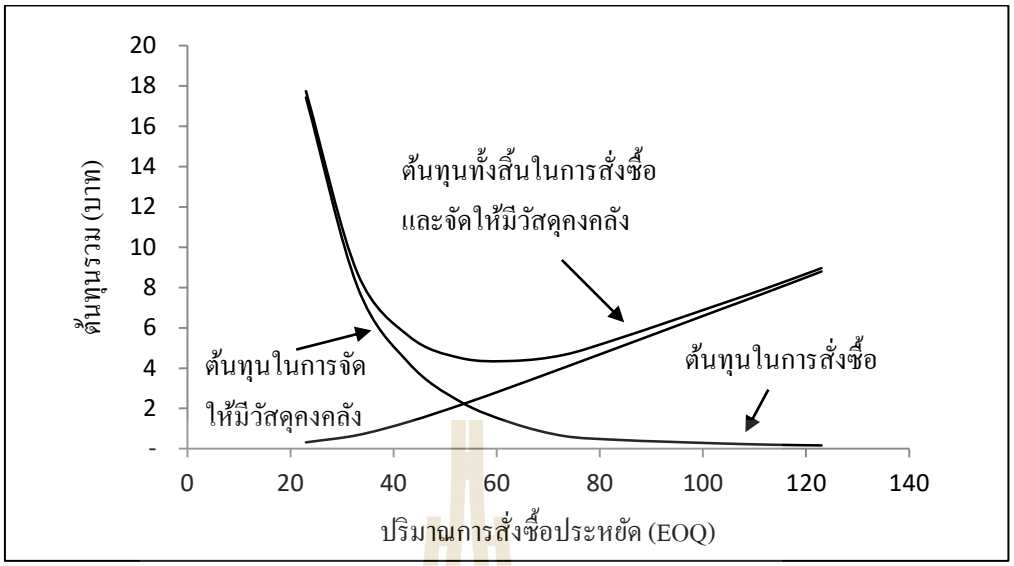
H = ค่าใช้จ่ายรวมในการถือครองวัสดุคงคลังต่อหน่วยต่อช่วงเวลา (บาท)

S = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท)

และการหาต้นทุนรวม (Total Cost : TC) หาได้จาก

$$TC=\left[\frac{D}{Q}\right]S+\left[\frac{Q}{2}\right]H$$

ปริมาณการสั่งที่ทำให้ต้นทุนรวมการควบคุมวัสดุคงคลังต่อปีต่ำสุด จะเกิดขึ้นเมื่อองค์ประกอบต้นทุนรวมในการสั่งซื้อต่อปีเท่ากับต้นทุนรวมในการถือครองวัสดุต่อปี ด้วยความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงว่าการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด สามารถหาได้จากโดยการใช้กราฟแสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนและจุดของปริมาณการสั่งประหยัด

2.8 การแบ่งประเภทวัสดุคงคลังด้วยระบบ ABC

การควบคุมวัสดุคงคลังเป็นงานที่ทำขึ้นเพื่อให้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการให้มีวัสดุคงคลังต่ำสุด อย่างไรก็ตามบริษัทมักจะมีวัสดุคงคลังมากมายหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ ชิ้นส่วนประกอบหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ตลอดจนของใช้ในสำนักงาน ถ้าเราจะให้ความสนใจควบคุมวัสดุคงคลังเหล่านี้อย่างใกล้ชิดทั้งหมดก็จะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเสียเวลามาก วัสดุคงคลังบางประเภทถึงแม้ว่าจะมีปริมาณการใช้มาก แต่ราคาอาจจะต่ำ การให้ความสนใจอย่างใกล้ชิดกับวัสดุคงคลังประเภทนี้จะไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ แต่วัสดุคงคลังบางประเภทถึงแม้จะมีจำนวนการใช้น้อย ถ้าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุคงคลังทั้งหมดแต่มูลค่าอาจจะสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของวัสดุคงคลังทั้งหมด ดังนั้นนอกเหนือจากส่วนที่เป็นนโยบายของบริษัทแล้ว การควบคุมวัสดุคงคลังควรจะพิจารณาถึงความเหมาะสมของวัสดุคงคลังแต่ละประเภทด้วยโดยแบ่งออกเป็นประเภทที่มีความสำคัญมากและน้อยรองๆ ลงไป ระบบการแบ่งประเภทของวัสดุคงคลังที่รู้จักกันทั่วไปคือ ระบบ ABC ซึ่งเป็นระบบที่แบ่งประเภทความสำคัญของวัสดุคงคลังตามมูลค่าของวัสดุคงคลังที่หมุนเวียนในรอบปี โดยจะแบ่งวัสดุคงคลังเป็น 3 ประเภท คือ ประเภท A เป็นวัสดุคงคลังที่มีมูลค่าหมุนเวียนในรอบปีสูงสุด ประเภท B มีมูลค่าปานกลาง ส่วนประเภท C มีมูลค่าต่ำสุด การแบ่งประเภทของวัสดุคงคลังไม่จำเป็นต้องแบ่งเป็น 3 ประเภทตามวิธีดังกล่าวข้างต้น แต่เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันโดยทั่วๆ ไป บริษัทแต่ละบริษัทอาจจะมีวิธีการในการแบ่งประเภทของวัสดุคงคลังของตนเอง สำหรับการกำหนดจำนวนเปอร์เซ็นที่ใช้ใน

การแบ่งประเภทของวัสดุคงคลังค่อนข้างยุ่งยาก แต่ Magee และ Boodman ได้ให้หลักเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของวัสดุคงคลังดังพอสรุปได้ดังนี้

ประเภท A มีวัสดุคงคลังประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของรายการวัสดุคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าสูงสุดประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าของวัสดุคงคลังทั้งหมด

ประเภท B มีวัสดุคงคลังประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของรายการวัสดุคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าสูงสุดประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าของวัสดุคงคลังทั้งหมด

ประเภท C มีวัสดุคงคลังประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ของรายการวัสดุคงคลังทั้งหมด แต่มีมูลค่าสูงสุดประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าของวัสดุคงคลังทั้งหมด

2.9 นโยบายการจัดหาพัสดุ

ศิริจันทร์ (2542) กล่าวว่านโยบายการจัดหาพัสดุ เป็นเงื่อนไขซึ่งแสดงว่าการจัดหานั้นจะต้องใช้ระยะเวลาหรือปริมาณพัสดุคงคลังเหลือในคลังเป็นเครื่องแสดงจุดสั่งซื้อ และจะต้องใช้ปริมาณการสั่งซื้อตายตัวหรือปริมาณที่ทำให้ปริมาณพัสดุคงคลังมีขาดเท่าที่กำหนด ถ้าให้

T = ช่วงห่างระหว่างการสั่งซื้อ (Scheduling Period), เรียก ช่วงสั่งซื้อ

s = ปริมาณพัสดุคงเหลือในคลังที่จุดสั่งซื้อ (Reorder Point), เรียก จุดสั่งซื้อ

Q =ปริมาณการสั่งซื้อตายตัว (Lot Size), เรียก ปริมาณสั่งซื้อ

S = ระดับพัสดุคงคลังกำหนด (Order Level), เรียก ระดับสั่งซื้อ

ระบบพัสดุคงคลังจะถูกระบุเป็น (T,Q), (T, S), (s, Q) และ (s, S) โดยมีรูปแบบดังต่อไปนี้

1) นโยบายคลังสินค้า (T,Q) คือ ระบบที่มีการจัดหาสินค้าทุกๆ T หน่วยเวลา และปริมาณสินค้าที่จัดหาแต่ละครั้งเท่ากับ Q หน่วย
2) นโยบายคลังสินค้า (T,S) คือ ระบบที่มีการจัดหาสินค้าทุกๆ T หน่วยเวลา และปริมาณสินค้าที่จัดหาจะต้องทำให้กลับไปอยู่ที่ระดับ S หน่วย
3) นโยบายคลังสินค้า (s,Q) คือ ระบบที่จะจัดหาสินค้าก็ต่อเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาถึงระดับ s หน่วย และปริมาณสินค้าที่จัดหามีจำนวนเท่ากับ Q หน่วย
4) นโยบายคลังสินค้า (s,S) คือ ระบบที่จะจัดหาสินค้าก็ต่อเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาถึงระดับ s หน่วย และปริมาณสินค้าที่จัดหาจะมีจำนวนเพื่อให้ระดับคลังสินค้ากลับขึ้นไปอยู่ที่ระดับ S หน่วย

2.10 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า

G.Don Taylor , Gary L. Whisker และ John S. Usher (2544) ได้วิเคราะห์ปัญหาการขนส่งโดยใช้วิธี Multi-zone dispatching โดยส่วนใหญ่คนขับรถส่งสินค้ามักจะพบกับปัญหา over-the-road (OTR) หรือการขนส่งที่ใช้เวลาในการขนส่งนานหลายวัน มีระยะทางการขนส่งที่ไกล ทำให้คนขับรถไม่ค่อยได้กลับบ้าน ผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการขนส่งสินค้าแบบ Multi-zone ซึ่งเป็นการประนีประนอมระหว่างความต้องการของลูกค้า ผู้ให้บริการ และพนักงานขับรถบรรทุก โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์การขนส่ง เพื่อพิจารณาตำแหน่งของ Hub ที่ใช้เป็นศูนย์กระจายสินค้าและเป็นที่พักของพนักงานขับรถและกำหนดโซนการขนส่ง โดยขอบเขตการขนส่ง และความไม่สมดุลระหว่างขอบเขตเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยพนักงานจะไปรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าที่อยู่ใกล้กับที่พักอาศัย ซึ่งเปรียบเทียบผลระหว่างการขนส่งแบบเดิมกับการขนส่งแบบ Multi-Zone dispatching

Peter Boatwright, Sharad Borle และ Joseph B. Kadane (2546) ได้ศึกษาปัญหาของผู้ค้าปลีกออนไลน์ ซึ่งในการดำเนินกิจกรรมในการส่งสินค้าแบบ delivery ส่งผลให้เกิดต้นทุนเกิดขึ้นจากการส่งสินค้า บริการ จะได้รับรายได้เมื่อมีความต้องการของลูกค้าเกิดขึ้นจำนวนมาก แต่ผู้ค้าปลีกพบว่าความต้องการสินค้าของลูกค้ามีเวลาการสั่งสินค้าและปริมาณการสั่งสินค้าไม่แน่นอน ทำให้การเกิดต้นทุนในการส่งสินค้า ผู้วิจัยจึงเสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธี Conway-Maxwell-Poisson distribution เพื่อพิจารณาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าและเวลาการสั่งซื้อสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า

Layadi, Hidayat และ Diawati (2557) ได้ศึกษาสินค้า Fast-moving consumer goods (FMCG) เป็นสินค้าที่จำหน่ายเร็วและมีต้นทุนต่ำ รวมถึงสินค้าที่ไม่คงทน เป็นสินค้าที่ใช้อุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวัน มีปริมาณมาก มีกำไรต่อหน่วยค่อนข้างน้อย กรณีศึกษาเป็นบริษัทขายสินค้า FMCG และมีเครือข่ายศูนย์กระจายสินค้าที่ค่อนข้างกว้างขวาง ทำให้เกิดการเก็บสินค้ามากเกินไป (Over Stock) และสินค้าขาดมือ (Out of Stock) ผู้วิจัยได้นำเสนอกฎการจัดการพัสดุเพื่อกำหนดปริมาณสินค้าที่เก็บไว้ในคลังสินค้าให้ได้มากที่สุด โดยพิจารณาจากจุดสั่งซื้อ (reorder point) และปริมาณการสั่งซื้อ (order quantity) เพื่อการกำหนดจำนวนสินค้าที่ควรมีสำรองไว้เพื่อไม่ให้เสียโอกาสในการขายสินค้า (Safety Stock)

สุภาลิน ศรัณย์วงศ์ และ จูลิน ลิ่วสิริ (2556) ได้ศึกษาการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพื่อสร้างศูนย์กระจายสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าและต้นทุนในระบบการกระจายสินค้าจากโรงงานไปยังลูกค้าต่ำที่สุด กำหนดการศึกษาศูนย์กระจายสินค้าแบบผสมสองระดับ ใน

งานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 6 วิธี โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ 6 วิธีด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

Beatriz Abdul-Jalbar, Anders Segerstedt, Joaquin Sicilia และ Andreas Nilsson (2552) ศึกษาระบบคลังสินค้าสองระดับ โดยมีคลังสินค้าเป็นศูนย์กลางหนึ่งแห่ง และมีผู้ค้าปลีก N ราย ได้เสนอวิธีการฮิวรีสติกเพื่อศึกษานโยบายการเติมเต็มสินค้า โดยที่ต้นทุนพัสดุงคงคลังรวมใกล้เคียงค่าที่ดีที่สุด สมมติฐานให้ความต้องการของลูกค้าของผู้ค้าปลีกแต่ละรายคงที่ ไม่มีการสูญเสียโอกาสในการขายสินค้า (Shortages) ไม่คำนึงถึงเวลานำในการส่งสินค้า

2.10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนโยบายสินค้าคงคลัง

Rolf Forsberg (2539) ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาต้นทุนการถือครองสินค้า (Holding costs) และต้นทุนที่เกิดจากสินค้าขาดแคลน (Shortage costs) ของระบบคลังสินค้าสองระดับ มีคลังสินค้าหนึ่งแห่ง และผู้ค้าปลีก N แห่ง สมมติฐานให้เวลานำ (Lead Time) ในการขนส่งสินค้าคงที่ โดยที่ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกเป็นการแจกแจงแบบ Poisson เสนอให้ใช้นโยบายสินค้าคงคลังแบบ (s, Q) โดยจะพิจารณาจุดสั่งซื้อ (s : Reorder point) ของผู้ค้าปลีก

Awi Federgruen และ Yu-Sheng Zheng (2534) ได้เสนอนโยบายการควบคุมวัสดุคงคลัง (s, Q) ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาจุดสั่งซื้อ (s : Reorder point) ที่ดีที่สุดที่ทำให้เกิดต้นทุนควบคุมพัสดุเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยกำหนดให้ปริมาณการสั่งซื้อสินค้า (Q : Quantity point)คงที่ สมมติฐานให้ระบบพัสดุคงคลังมีความต้องการเกิดขึ้นไม่แน่นอนและมีเวลานำ (Lead Time) ในการส่งสินค้า

W.A. Donaldson (2520) ได้ศึกษาระบบคลังสินค้าแบบไม่มีสินค้าขาดแคลน (Shortage inventory) ได้เสนอนโยบายการควบคุมพัสดุคงคลังแบบ (T, Q) กำหนดให้ปริมาณความต้องการสินค้า (Q : Quantity) คงที่ และวิเคราะห์หาช่วงเวลา (T) ในการส่งสินค้าว่าควรส่งสินค้าเมื่อใด โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ปริมาณความต้องการสินค้าได้จากค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการสินค้าทั้งหมด

ภาคภูมิ รุ่งชวาลนนท์ และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์ (2554) ได้เสนอการพัฒนาวิธีการวางแผนการผลิตโดยประยุกต์ใช้ตัวแบบสินค้าคงคลังนโยบาย (s, Q) เพื่อตัดสินใจในการจัดตารางการผลิตสายการผลิตกระดาษทิชชู ซึ่งสายการผลิตในงานวิจัยนี้เป็นประเภท Make-to-stock เมื่อมีการสั่งสินค้าจึงจะทำการผลิตตามความต้องการของลูกค้า จึงต้องมีการกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังให้เหมาะสม จึงได้เลือกใช้นโยบาย (s, Q) ซึ่งจะมีการสั่งซื้อหรือผลิตเท่ากับ Q (Quantity) เมื่อระดับสินค้าคงคลังน้อยกว่าหรือเท่ากับ s (Reorder Point) จากการประยุกต์ใช้นโยบายดังกล่าวพบว่าต้นทุนสินค้าคงคลังของสายการผลิตทิชชูลดลงถึง 56%

สายน้ำ ฤทธิ์อิ่ม และ อรอุไร แสงสว่าง (2556) ได้เสนอนโยบายการใช้คำสั่งซื้อแบบถาวรในการจัดการอะไหล่คงคลัง เพื่อแก้ไขปัญหาอะไหล่ของโรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาอะไหล่ไม่พร้อมในการให้บริการ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการวิเคราะห์แบบ ABC ในการเลือกรายการสินค้าที่มีมูลค่าสูงสุด 20% ของจำนวนทั้งหมดในการคัดเลือกสินค้า โดยใช้เกณฑ์ตัดสินใจ 3 เกณฑ์คือ ความสามารถในการรักษาราคาเดิม ความสามารถในการทยอยส่งสินค้า และความถี่ในการสั่งซื้อ ในงานวิจัยนี้จะเปรียบเทียบผลในการลดต้นทุนพัสดุคงคลังรวมจากการใช้นโยบายการใช้คำสั่งซื้อถาวร กับการใช้นโยบายคลังสินค้าแบบ (s, S)

2.10.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ศูนย์กระจายสินค้า

Ashkan, Ali, Masoud และ Abdul (2557) ได้ศึกษาระบบการผลิตเพื่อกระจายสินค้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในห่วงโซ่อุปทาน ในการหาค่าที่ดีที่สุดของปัญหาห่วงโซ่อุปทานที่มีความแน่นอน สามารถใช้การจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ แต่ในปัญหาห่วงโซ่อุปทานที่ไม่มีความแน่นอนไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ ผู้วิจัยจึงได้เสนอการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena ในการหาความต้องการในการผลิตและการขนส่ง งานวิจัยนี้ได้ใช้การจำลองสถานการณ์ เพื่อหาประสิทธิภาพโดยจำลองสถานการณ์ระบบการขนส่งและเวลาในการขนส่งของระบบการกระจายสินค้าในการผลิตที่แตกต่างกัน และผู้วิจัยได้ผสมผสานการจำลอง integer linear programming เพื่อหาระบบการกระจายสินค้าในการผลิตที่ดีที่สุด

Kunal Patil, Kai Jin และ Hua Li (2554) ได้เสนอการจำลองสถานการณ์เพื่อพัฒนาสินค้าคงคลังแบบหลายระดับ (Multi Echelon Inventory) โดยมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาอัตราของการเสียโอกาสในการขายสินค้า (Lost sales) สินค้างคงคลังหลายระดับงานวิจัยนี้ มีศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง ผู้ค้าปลีก 3 รายและลูกค้า ซึ่งจำลองสถานการณ์ความแตกต่าง 3 สถานการณ์ คือ 1) ผู้ค้าปลีกไม่มีความสัมพันธ์กัน 2) ผู้ค้าปลีกมีข้อจำกัด ไม่สามารถแลกเปลี่ยนตามความต้องการของลูกค้า และ 3) ผู้ค้าปลีกมีความสัมพันธ์กันและสามารถแลกเปลี่ยนตามความต้องการของลูกค้าได้ ซึ่งผลที่เปรียบเทียบของทั้ง 3 สถานการณ์ ได้แก่ จำนวนลูกค้า, ความต้องการของลูกค้า ระดับสินค้าคงคลังแต่ละผู้ค้าปลีก และจุดซื้อสินค้า

Wan jie, Zhao Cong (2552) ได้เสนอการจำลองสถานการณ์ในการศึกษาระบบคลังสินค้าสองระดับ โดยมีผู้ผลิต 1 แห่ง, ศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง และผู้ค้าปลีก 3 ราย ตัวแปรตัดสินใจได้แก่ จุดสั่งซื้อ (Reorder point) และปริมาณการสั่งซื้อ (Reorder Level) โดยระดับคลังสินค้าต่ำที่สุด สมมติฐานว่าพิจารณาสินค้าเพียงชนิดเดียว กำหนดให้ความต้องการของลูกค้ามีความไม่แน่นอนมีการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียล เวลานำ (Lead Time) ในการส่งสินค้าไม่คงที่มีการแจกแจงแบบปกติ และใช้นโยบายในการวิเคราะห์คลังสินค้าแบบ (s, Q)

2.11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการพัสดุคงคลังนั้นมีวิธีในการจัดการหลากหลายรูปแบบ วิธีการจัดหาพัสดุคงคลังส่วนใหญ่จะหาคำตอบสำหรับคำถามเกี่ยวกับพัสดุคงคลังสองข้อคือ ควรสั่งซื้อเมื่อไร และควรสั่งซื้อจำนวนเท่าไร ซึ่งวิธีการหาคำตอบนำมาซึ่งการลดต้นทุนรวมของพัสดุคงคลังทั้งสิ้น หลักเกณฑ์ในการกำหนดว่าควรสั่งซื้อเมื่อไร อาจกำหนดโดยใช้ปริมาณพัสดุคงคลังที่เหลืออยู่ในคลัง หรือกำหนดเวลาในการสั่งซื้อสินค้า เป็นต้น โดยนโยบายการควบคุมพัสดุคงคลังโดยส่วนใหญ่นั้นจะนิยมใช้นโยบายแบบ (R, Q) ซึ่งเหมาะกับระบบที่มีปริมาณการสั่งซื้อสินค้าคงที่ แต่ถ้าระบบรอบการสั่งซื้อคงที่จะมีประโยชน์ด้านการจัดตารางเวลา ลดการจดบันทึกเนื่องจากไม่ต้องตรวจนับปริมาณสินค้าคงคลังเป็นประจำ เป็นช่วงเวลาในการสั่งซื้อที่แน่นอน เหมาะสำหรับการสั่งสินค้าร่วมจากผู้ขายรายเดียว ซึ่งนโยบายการจัดหาพัสดุคงคลังจะต้องพิจารณาโดยอาศัยเงื่อนไขว่าความต้องการใช้พัสดุนั้นเป็นแบบ Deterministic หรือแบบ Probabilistic และการหาคำตอบผู้วิจัยจะหาคำตอบโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งทั้งสองวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้โดยการเขียนสมการเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ ระบบไม่มีความซับซ้อนมาก แต่แบบจำลองสถานการณ์สามารถใช้กับระบบที่มีความซับซ้อน สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อทำนายอนาคตของระบบได้ และสามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้ อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้เงื่อนไขในแต่ละตัวแปรนั้นอยู่ที่ลักษณะการใช้งานตามความเหมาะสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.1 สรุปการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	ปี	วิธีการ				วัตถุประสงค์		นโยบายที่เลือกใช้			
		อิวริสติก	แบบจำลองคณิตศาสตร์	แบบจำลองสถานการณ์	อื่นๆ	ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม	หาที่สุด	(T,Q)	(T,s)	(s,Q)	(s,S)
G.Don Taylor , Gary L. Whisker และ John S. Usher	2544			✓			✓				
Peter Boatwright, Sharad Borle และ Joseph B. Kadane	2546				✓		✓				
Layadi, Hidayat และ Diawati	2557				✓	✓					
สุภาลิน ศรัณย์วงศ์ และ จูลิน ลิคะสิริ	2556	✓	✓	✓			✓				
Beatriz, Anders, Joaquin และ Andreas	2552	✓					✓				
Rolf Forsberg	2539		✓				✓			✓	
Awi Federgruen และ Yu-Sheng Zheng	2534		✓				✓			✓	
W.A. Donaldson	2520		✓					✓			
ภาคภูมิ และ ปวีณา	2554				✓	✓				✓	
สายน้ำ และ อรอุไร แสงสว่าง	2556				✓		✓				✓
Ashkan, Ali, Masoud และ Abdul	2557		✓	✓			✓				

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.1 สรุปการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย	ปี	วิธีการ				วัตถุประสงค์		นโยบายที่เลือกใช้			
		อิวริสติก	แบบจำลองคณิตศาสตร์	แบบจำลองสถานการณ์	อื่นๆ	ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม	หาให้ดี	(T,Q)	(T,s)	(s,Q)	(s,S)
Kunal Patil, Kai Jin และ Hua Li	2554			✓		✓					
Wan jie, Zhao Cong	2552			✓		✓				✓	
Research		✓		✓		✓	✓	✓			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 บทนำ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดนโยบายจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า และกำหนดปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า และ โดยมีเป้าหมายให้ได้ตามจุดประสงค์ คือ ค่าที่คาดหวังของต้นทุนรวมน้อยที่สุด โดยบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ ประเภทสินค้า ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละสาขาย่อย ระยะทางการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังสาขาย่อยต่างๆ โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ ARENA

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า และหาปริมาณการขนส่งที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยมีการดำเนินงานรายละเอียด ดังรูป 3.1

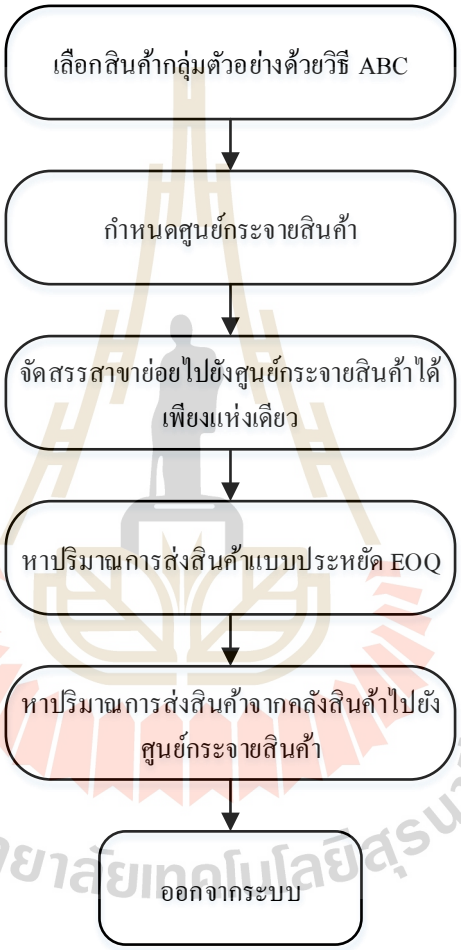
1) รวบรวมข้อมูล แล้วทำการเลือกสินค้ากลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี ABC โดยทำการเลือกสินค้ากลุ่มตัวอย่าง 2 อันดับแรกของกลุ่มสินค้าประเภท A ซึ่งเป็นสินค้าประเภทที่มีผลกระทบต่อต้นทุนวัสดุคงคลังมากที่สุด

2) กำหนดศูนย์กระจายสินค้า โดยที่จำนวนศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และรู้ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า และที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าพิจารณาจากสาขาย่อยที่เป็นจุดศูนย์กลางของสาขาย่อยทั้งหมดและสาขาย่อยที่เป็นอำเภอขนาดใหญ่สามารถจัดตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าได้ จะพิจารณาความเป็นไปได้ในเบื้องต้นของสาขาย่อยที่สามารถเป็นศูนย์กระจายได้

3) สร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า กำหนดนโยบายสินค้าคงคลังการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยมีเงื่อนไขให้เวลาในการส่งสินค้าคงที่ และหาปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม

4) สร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งแห่ง โดยใช้วิธีพื้นฐาน และวิธีฮิวริสติก 2 วิธี ซึ่งรายละเอียดของแต่ละวิธีจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

5) หาปริมาณการขนส่งที่ประหยัด โดยหาคำตอบแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นตัวกำหนดปริมาณการสั่งสินค้าพื้นฐานในการจำลองสถานการณ์



รูปที่ 3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.3 ข้อมูลนำเข้า

3.3.1 การเลือกกลุ่มสินค้าตัวอย่าง

บริษัทกรณีศึกษาประกอบธุรกิจซุปเปอร์มาเก็ตขนาดเล็ก ขายสินค้าตรงไปยังผู้อุปโภค บริโภค โดยมีห้างสรรพสินค้าเป็นศูนย์กระจายสินค้าหลัก ทำหน้าที่กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยตามตำบลและอำเภอ และได้มีการจำหน่ายทั้งสินค้าอุปโภค และบริโภค ทำให้สินค้ามีความหลากหลายรูปแบบ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบวิธีการจัดกลุ่มสินค้าประเภท ABC ในการกำหนดผลิตภัณฑ์ที่จะเลือกมาเป็นผลิตภัณฑ์ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งการแบ่งประเภทสินค้าด้วยระบบ ABC เป็นระบบที่แบ่งประเภทความสำคัญของพัสดุคงคลังตามการใช้พัสดุคงคลังที่หมุนเวียนในรอบปี โดยมีหลักในการกำหนดประเภทความสำคัญของพัสดุคงคลังดังนี้

กลุ่ม A เป็นสินค้าคงคลังที่มีปริมาณน้อย (15-20% ของสินค้าคงคลังทั้งหมด) แต่มีมูลค่ารวมค่อนข้างสูง (70-80% ของมูลค่าทั้งหมด)

กลุ่ม B เป็นสินค้าคงคลังที่มีปริมาณปานกลาง (20-30% ของสินค้าคงคลังทั้งหมด) แต่มีมูลค่ารวมปานกลาง(15% ของมูลค่าทั้งหมด)

กลุ่ม C เป็นสินค้าคงคลังที่มีปริมาณมาก (50-60% ของสินค้าคงคลังทั้งหมด) แต่มีมูลค่ารวมค่อนข้างต่ำ (5-10% ของมูลค่าทั้งหมด)

ในงานวิจัยนี้จัดประเภทสินค้าด้วยระบบ ABC ของสินค้าประเภทนม เนื่องจากเป็นสินค้าประเภทที่ขายดีมากที่สุด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการจัดประเภทสินค้าตามวิธี ABC

ลำดับ	รายการชื่อสินค้า	ขาย(ลัง)	ยอดขายรวม (บาท)	ประเภท
1	Product A	731.11	2,292,412.29	A
2	Product B	828.3	2,165,561.02	A
3	Product C	705.02	2,027,750.80	A
4	Product D	691.2	2,027,132.21	A
5	Product E	708.2	1,753,554.78	A
6	Product F	810.3	1,742,564.76	A
7	Product G	824.0	1,699,225.24	A
8	Product H	277.10	1,666,942.63	A
9	Product I	288.00	1,556,495.19	A
10	Product J	510.2	1,495,245.31	A

ตารางที่ 3.1 แสดงการจัดประเภทสินค้าตามวิธี ABC (ต่อ)

ลำดับ	รายการชื่อสินค้า	ขาย(ลัง)	ยอดขายรวม (บาท)	ประเภท
88	Product K	205.04	411,436.31	B
89	Product L	258.02	408,200.41	B
90	Product M	102.07	399,213.72	B
91	Product N	79.2	394,974.61	B
92	Product O	197.00	391,055.63	B
93	Product P	140.10	344,215.71	B
94	Product Q	110.0	336,541.65	B
95	Product R	238.10	334,984.77	B
96	Product S	212.09	333,799.78	B
97	Product T	163.3	327,924.89	B
149	Product U	58.2	152,865.55	C
150	Product V	14.3	144,010.46	C
151	Product W	46.01	141,977.08	C
152	Product X	39.2	138,123.66	C
153	Product Y	28.0	134,996.35	C
154	Product Z	33.3	133,170.26	C
155	Product AA	42.00	126,706.32	C
156	Product BB	51.3	124,639.38	C
157	Product CC	47.1	124,178.60	C
158	Product DD	32.0	114,867.49	C

จากการแยกประเภทสินค้าประเภทนมด้วยวิธี ABC โดยจะเลือกสินค้ากลุ่มตัวอย่างเฉพาะกลุ่ม A เนื่องจากเป็นกลุ่มสินค้าที่ต้องให้ความสำคัญ และต้องการการตรวจสอบมาก เนื่องจากมีผลกระทบต่อต้นทุนพัสดุคงคลังมากที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกสินค้ากลุ่ม A ที่มีความสำคัญ 2 อันดับแรกของกลุ่มประเภทสินค้า A เพื่อเป็นสินค้ากลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการจำลองสถานการณ์การส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าและจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงแห่งเดียวที่ได้กำหนดขึ้น

3.3.2 ข้อมูลยอดขายรายเดือน

ข้อมูลยอดขายรายเดือนจำนวน 12 เดือน ของกลุ่มสินค้าตัวอย่าง 2 รายการ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ A และ ผลิตภัณฑ์ B ซึ่งยอดขายรายเดือน สมมติฐานให้เป็นปริมาณความต้องการรวมของสาขาย่อยทั้งหมด 33 สาขา ดังตารางที่ 3.2 และตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลยอดขาย 12 เดือนของสินค้าผลิตภัณฑ์ A

ชื่อรายการสินค้า	เดือน	ยอดขาย(ลัง)
ผลิตภัณฑ์ A	ม.ค.	86.00
	ก.พ.	77
	มี.ค.	105.67
	เม.ย.	107.42
	พ.ค.	114.50
	มิ.ย.	109.92
	ก.ค.	118.75
	ส.ค.	134.92
	ก.ย.	142.58
	ต.ค.	150.00
	พ.ย.	119.75
	ธ.ค.	165.50
รวม (ลัง)		1,432
ค่าเฉลี่ย (ลังต่อเดือน)		119

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.3 แสดงข้อมูลยอดขาย 12 เดือนของสินค้าผลิตภัณฑ์ B

ชื่อรายการสินค้า	เดือน	ยอดขาย(ลัง)
ผลิตภัณฑ์ B	ม.ค.	135.00
	มี.ค.	140.75
	เม.ย.	184.50
	ก.ค.	118.25
	ก.ย.	129.25
	พ.ย.	180.75
รวม (ลัง)		887
ค่าเฉลี่ย (ลังต่อเดือน)		74

3.3.3 ปริมาณความต้องการของแต่ละสาขาย่อยทั้งหมด 33 สาขา

บริษัทกรณีศึกษามีสาขาย่อยมากกว่า 135 สาขาซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้เลือกศึกษาสาขาย่อยจำนวน 33 สาขา โดยสาขาย่อยจำนวน 33 สาขานี้เป็นสาขาย่อยที่อยู่ในตัวอำเภอของจังหวัดที่เป็นที่ตั้งของบริษัทกรณีศึกษา ตำแหน่งของสาขาย่อยหาจากบริการแผนที่ออนไลน์ ทำการค้นหาแล้วแสดงที่ตั้งสถานที่บนแผนที่ โดยที่ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละสาขาย่อย มีปริมาณความต้องการไม่แน่นอนสามารถกำหนดรูปแบบการแจกแจงความต้องการสินค้าได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ ปริมาณความต้องการสินค้าแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) และการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละสาขาย่อยแบบแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียลและแบบปกติ

ชื่อสาขาย่อย	ปริมาณความต้องการแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution: Lambda)		ปริมาณความต้องการแบบปกติ (Normal Distribution : Mean, Standard deviation)	
	Product A	Product B	Product A	Product B
Retailer 1	EXPO(8)	EXPO(8)	NORM(8, 4.67)	NORM(8, 9.17)
Retailer 2	EXPO(12)	EXPO(3)	NORM(12, 2.92)	NORM(3, 22.92)
Retailer 3	EXPO(15)	0	NORM(15, 2.33)	0

ตารางที่ 3.4 ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละสาขาย่อยแบบแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียลและแบบปกติ (ต่อ)

ชื่อสาขาย่อย	ปริมาณความต้องการแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution: Lambda)		ปริมาณความต้องการแบบปกติ (Normal Distribution : Mean, Standard deviation)	
	Product A	Product B	Product A	Product B
Retailer 4	EXPO(11)	EXPO(4)	NORM(11, 3.11)	NORM(4, 18.33)
Retailer 5	EXPO(6)	EXPO(9)	NORM(6, 5.83)	NORM(9, 7.64)
Retailer 6	EXPO(9)	EXPO(6)	NORM(9, 3.73)	NORM(6, 12.22)
Retailer 7	EXPO(15)	0	NORM(15, 2.33)	0
Retailer 8	EXPO(8)	EXPO(7)	NORM(8, 4.50)	NORM(7, 9.53)
Retailer 9	EXPO(9)	EXPO(6)	NORM(9, 4.08)	NORM(6, 10.69)
Retailer 10	EXPO(11)	EXPO(4)	NORM(11, 3.11)	NORM(4, 18.33)
Retailer 11	EXPO(11)	EXPO(4)	NORM(11, 3.27)	NORM(4, 16.04)
Retailer 12	EXPO(9)	EXPO(6)	NORM(9, 4.08)	NORM(6, 10.69)
Retailer 13	EXPO(15)	0	NORM(15, 2.33)	0
Retailer 14	EXPO(15)	0	NORM(15, 2.33)	0
Retailer 15	EXPO(9)	EXPO(6)	NORM(9, 3.94)	NORM(6, 11.25)
Retailer 16	EXPO(5)	EXPO(10)	NORM(5, 6.76)	NORM(10, 7.00)
Retailer 17	EXPO(10)	EXPO(5)	NORM(10, 3.67)	NORM(5, 12.61)
Retailer 18	EXPO(9)	EXPO(6)	NORM(9, 3.73)	NORM(6, 12.22)
Retailer 19	EXPO(8)	EXPO(8)	NORM(8, 4.67)	NORM(8, 9.17)
Retailer 20	EXPO(9)	EXPO(6)	NORM(9, 4.00)	NORM(6, 11.00)
Retailer 21	EXPO(6)	(EXPO(9)	NORM(6, 5.83)	NORM(9, 7.64)
Retailer 22	EXPO(11)	EXPO(4)	NORM(11, 3.27)	NORM(4, 16.04)
Retailer 23	EXPO(15)	0	NORM(15, 2.33)	0
Retailer 24	EXPO(11)	EXPO(4)	NORM(11, 3.11)	NORM(4, 18.33)
Retailer 25	EXPO(7)	EXPO(8)	NORM(7, 5.25)	NORM(8, 8.25)
Retailer 26	EXPO(8)	EXPO(8)	NORM(8, 4.67)	NORM(8, 9.17)

ตารางที่ 3.4 ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละสาขาย่อยแบบแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียลและแบบปกติ (ต่อ)

ชื่อสาขาย่อย	ปริมาณความต้องการแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution: Lambda)		ปริมาณความต้องการแบบปกติ (Normal Distribution : Mean, Standard deviation)	
	Product A	Product B	Product A	Product B
Retailer 27	EXPO(10)	EXPO(5)	NORM(10, 3.50)	NORM(5, 13.75)
Retailer 28	EXPO(11)	EXPO(4)	NORM(11, 3.11)	NORM(4, 18.38)
Retailer 29	EXPO(9)	EXPO(6)	NORM(9, 3.73)	NORM(6, 12.24)
Retailer 30	EXPO(6)	EXPO(9)	NORM(6, 6.22)	NORM(9, 7.33)
Retailer 31	EXPO(11)	EXPO(4)	NORM(11, 3.27)	NORM(4, 16.04)
Retailer 32	EXPO(6)	EXPO(9)	NORM(6, 6.22)	NORM(9, 7.33)
Retailer 33	EXPO(10)	EXPO(5)	NORM(10, 3.50)	NORM(5, 13.75)

3.3.4 ช่วงเวลาการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย

เนื่องจากปริมาณการสั่งสินค้าจากสาขาย่อยมีจำนวนน้อย ถ้าเราส่งสินค้าต่อ 1 ใบสั่งซื้อ จะทำให้เสียเวลาและต้นทุนในการขนส่งมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ลดต้นทุนดังกล่าว ในงานวิจัยนี้จึงกำหนดสมมติฐานให้ จะส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยก็ต่อเมื่อ สะสมจำนวนสินค้าจำนวน 15 ลังต่อหนึ่งรอบการขนส่ง ซึ่งจะขนด้วยรถบรรทุกสินค้า ซึ่งจะบรรทุกสินค้าให้เต็มคันก่อนจะทำการส่งสินค้าไปยังสาขาย่อย โดยกำหนดให้จำนวนวันในการส่งสินค้าไปจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยคงที่ จะส่งสินค้าทุกๆ 15, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางที่ 3.5 ช่วงเวลาการส่งสินค้าและจำนวนรอบการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย

ชื่อสาขาย่อย	จำนวนวันส่งสินค้า	จำนวนรอบการขนส่งสินค้าต่อปี
Retailer 1	60	6
Retailer 2	45	8
Retailer 3	45	8
Retailer 4	60	6
Retailer 5	45	8

ตารางที่ 3.5 ช่วงเวลาการส่งสินค้าและจำนวนรอบการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย (ต่อ)

ชื่อสาขาย่อย	จำนวนวันส่งสินค้า	จำนวนรอบการขนส่งสินค้าต่อปี
Retailer 6	30	12
Retailer 7	45	8
Retailer 8	60	6
Retailer 9	30	12
Retailer 10	60	6
Retailer 11	30	12
Retailer 12	30	12
Retailer 13	75	5
Retailer 14	75	5
Retailer 15	30	12
Retailer 16	30	12
Retailer 17	45	8
Retailer 18	30	12
Retailer 19	30	12
Retailer 20	15	24
Retailer 21	45	8
Retailer 22	30	12
Retailer 23	90	4
Retailer 24	60	6
Retailer 25	30	12
Retailer 26	60	6
Retailer 27	30	12
Retailer 28	60	6
Retailer 29	30	12
Retailer 30	30	12
Retailer 31	30	12
Retailer 32	30	12

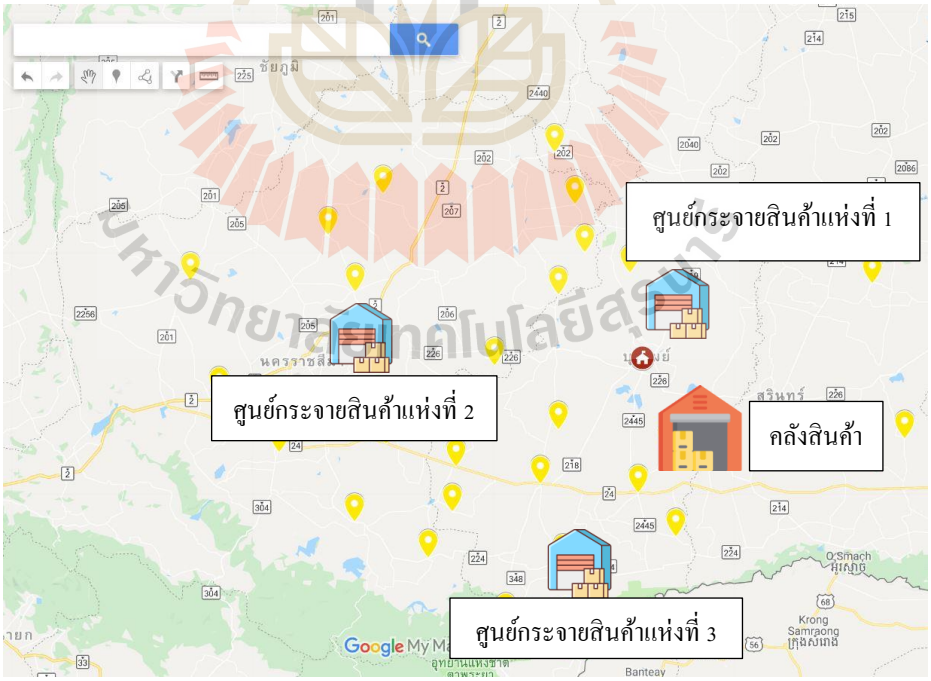
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3.5 ช่วงเวลาการส่งสินค้าและจำนวนรอบการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย (ต่อ)

ชื่อสาขาย่อย	จำนวนวันส่งสินค้า	จำนวนรอบการขนส่งสินค้าต่อปี
Retailer 33	75	5

3.3.5 ระยะทางจากคลังสินค้าไปยังสาขาย่อย

ระยะทางการส่งสินค้าจากคลังสินค้า 1 สาขา ไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยกำหนดให้จำนวนและที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยทั้งหมด 33 สาขา ระยะทางในงานวิจัยนี้หาได้จากการหาเส้นทางจากบริการแผนที่ออนไลน์ Google โดยกำหนดให้เส้นทางที่ใช้ในการส่งสินค้าเป็นเส้นทางหลักที่อยู่ในบริการแผนที่ออนไลน์ Google และจะกำหนดศูนย์กระจายสินค้าจากสาขาย่อยที่สามารถเป็นศูนย์กระจายสินค้าได้ เป็นจุดศูนย์กลางของสาขาย่อยต่างๆ โดยที่ตำแหน่งและทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าคงที่แสดงดังรูปที่ 3.2 และตัวอย่างระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยแต่ละแห่งแสดงดังตารางที่ 3.8



รูปที่ 3.2 การหาระยะทางจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า และระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยแต่ละแห่งจากบริการแผนที่ออนไลน์ Google

ตารางที่ 3.6 ระยะทางจากคลังสินค้าไปยังสาขาย่อย (นำมาแสดงบางส่วนจากสาขาย่อยทั้งหมด 33 สาขา)

ชื่อสาขาย่อย	ศูนย์กระจายสินค้า แห่งที่ 1	ศูนย์กระจายสินค้า แห่งที่ 2	ศูนย์กระจายสินค้า แห่งที่ 3
คลังสินค้า	46	142	38
Retailer 1	60	62	118
Retailer 2	22	141	105
Retailer 3	102	222	133
Retailer 4	38	117	116
Retailer 5	75	79	126
Retailer 6	54	109	78
Retailer 7	19	138	80
Retailer 8	70	141	143
Retailer 9	87	77	145
Retailer 10	102	49	64
Retailer 11	243	141	263
Retailer 12	147	141	263
Retailer 13	152	37	176
Retailer 14	84	39	141
Retailer 15	34	29	91
Retailer 16	171	82	137
Retailer 17	173	115	128
Retailer 18	242	128	227
.	.	.	.
.	.	.	.
Retailer 33	259	146	295

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3.6 การกำหนดนโยบายการจัดส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

ดังกล่าวในบทที่ 2 ว่ารูปแบบนโยบายในการจัดหาพัสดุมี 4 รูปแบบ เป็นเงื่อนไขในการจัดหาสินค้านั้นจะต้องใช้ระยะเวลาหรือปริมาณพัสดุคงคลังเป็น ตัวกำหนดจุดสั่งซื้อ และปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม (EOQ)

อิศณัย (2559) กล่าวว่า การใช้ระบบการสั่งคงที่ และระบบรอบการสั่งคงที่ในทางปฏิบัติมีความแตกต่างกันดังนี้

1) ระบบปริมาณการสั่งคงที่ การใช้นโยบาย EOQ เหมาะกับวัสดุที่มีอัตราการใช้คงที่ ซึ่งพิจารณาจากความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของความต้องการ หรือสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน โดยถ้ามีค่ามากกว่า 0.2 แสดงว่ามีความต้องการมีความไม่แน่นอนสูง จึงไม่เหมาะกับการใช้นโยบาย EOQ

2) ระบบปริมาณการสั่งคงที่ เหมาะกับสินค้าที่มีราคาสูง เนื่องจากการใช้วิธีนี้ระดับสินค้าคงคลังจะน้อยกว่าแบบรอบการสั่งคงที่ ดังนั้นจะลดต้นทุนการจัดเก็บได้ดีกว่า ในขณะที่ระบบรอบการสั่งคงที่จะเหมาะกับสินค้าที่มีราคาไม่สูงมากนัก เพราะการใช้ระบบนี้จะทำให้ระดับสินค้าคงคลังมากกว่า เมื่อคิดเป็นต้นทุนการจัดเก็บจะได้ต้นทุนที่สูง

3) ระบบรอบการสั่งคงที่ จะไม่มีการกำหนดปริมาณการสั่งอย่างประหยัด EOQ แต่ปริมาณการสั่งจะแปรตามอุปสงค์

4) ควรใช้ระบบรอบการสั่งคงที่กับสินค้าที่สั่งเป็นช่วงเวลาที่แน่นอน และเหมาะสำหรับการสั่งสินค้าร่วมจากผู้ขายรายเดียวกัน

5) ระบบรอบการสั่งคงที่จะมีประโยชน์ด้านการจัดตารางเวลา และลดการจดบันทึก เนื่องจากไม่ต้องตรวจนับสต๊อกเป็นประจำ

ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเห็นว่าปริมาณความต้องการของสินค้ามีความไม่แน่นอน สามารถหารูปแบบการแจกแจงได้ ปริมาณความต้องการสินค้าในงานวิจัยนี้จะแปรผันตามอุปสงค์ การสั่งสินค้างานวิจัยนี้จะสั่งสินค้าจากผู้ขายรายเดียวคือคลังสินค้าหนึ่งแห่ง จึงได้เสนอนโยบายที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยนี้ โดยมีเงื่อนไขให้เวลาในการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ ซึ่งจะส่งสินค้าทุกๆ 15 วัน ตามความต้องการของแต่ละสาขาย่อย ดังแสดงตารางที่ 3.5 และจะหาปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งการหาปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม จะทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์แล้วทำการจำลองสถานการณ์เพื่อหาว่าปริมาณการขนส่งสินค้าจำนวนเท่าไรที่มีความเหมาะสม

3.3.7 การคำนวณปริมาณการขนส่งสินค้าที่ประหยัด (Economic Order Quantity, EOQ) และการหาต้นทุนรวม

3.3.7.1 การคำนวณปริมาณการขนส่งสินค้าที่ประหยัด (Economic Order Quantity, EOQ)

การคำนวณปริมาณการขนส่งที่ประหยัดเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของสินค้ากลุ่มตัวอย่าง 2 รายการ ได้แก่ Product A และ Product B แสดงดังตารางที่ 3.6

จากสมการที่กล่าวในบทที่ 2 ในหัวข้อนี้จะแสดงการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อทีประหยัด เพื่อที่จะใช้เป็นค่าพื้นฐานในการหาปริมาณการสั่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม ค่าใช้จ่ายถือครองวัสดุ (Inventory Holding Cost : H) คิดจากอัตราดอกเบี้ยเงินจม กำหนดให้ดอกเบี้ยเงินจมเป็น 3% ของราคาสินค้าต่อหน่วย และค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost : S) เป็นค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งที่ออกใบสั่งซื้อ (หน่วยต่อครั้ง) เท่ากับ 21.60 บาทต่อครั้ง

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

โดยที่ Q = ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (หน่วย)

D = ความต้องการสินค้าหนึ่งรายการต่อปี (หน่วย)

H = ค่าใช้จ่ายรวมในการถือครองวัสดุคงคลังต่อหน่วยต่อช่วงเวลา (บาท) 3%

S = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท)

ตารางที่ 3.7 แสดงผลการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อสินค้าประหยัด (EOQ : Economic Order Quantity) ของสินค้า Product A และProduct B

ลำดับ	รายการสินค้า	ยอดขายรวม (บาท)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	D : ความต้องการสินค้าต่อปี (ลัง)	H : ค่าใช้จ่ายถือครองวัสดุต่อหน่วยต่อปี (บาท)	S : ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท)	Q : ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้ง (ลัง)
1	Product A	2,292,412.29	3,135.52	731.11	94.07	21.60	28
2	Product B	2,165,561.02	2,614.46	828.3	78.43	21.60	33

ในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม เราได้อาศัยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์หาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ซึ่งการหาคำตอบโดยใช้แบบทางคณิตศาสตร์นั้นมีสมมติฐานว่า ความต้องการมีอัตราแน่นอนต่อช่วงเวลา แต่ในสถานการณ์จริงอัตราความต้องการมีความไม่แน่นอน ดังนั้นวิธีการทางคณิตศาสตร์โดยตรงไม่สามารถดำเนินงานตามระบบจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ได้ ในงานวิจัยนี้จึงใช้แบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โดยใช้โปรแกรม ARENA ทำการเปลี่ยนปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยลดลงจากปริมาณการสั่งซื้อที่คำนวณทางคณิตศาสตร์ 10 ลัง และเพิ่มขึ้นทีละ 10 ลังไปเรื่อยๆ เพื่อหาคำตอบปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม ดังตารางที่ 3.8

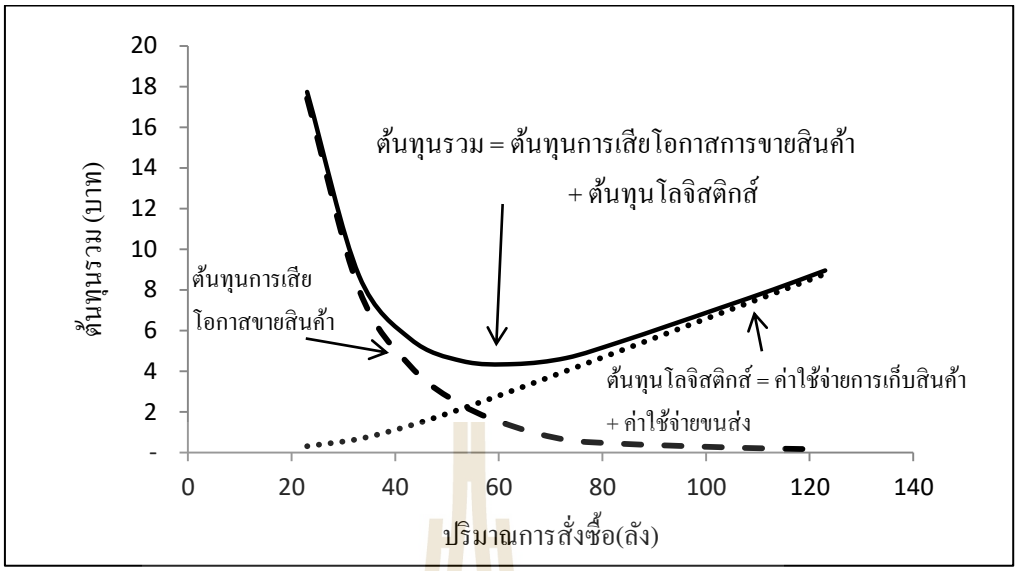
ตารางที่ 3.8 ปริมาณการสั่งสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อหาปริมาณการสั่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

อัตราที่เปลี่ยนแปลงไป	Product A (ลัง)	Product B (ลัง)
EOQ-10	18	23
EOQ	28	33
EOQ+10	38	43
EOQ+20	48	53
EOQ+30	58	63
EOQ+40	68	73
EOQ+50	78	83
EOQ+60	88	93
EOQ+70	98	103

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.3.7.2 การคำนวณหาต้นทุนรวม (Total Cost, TC)

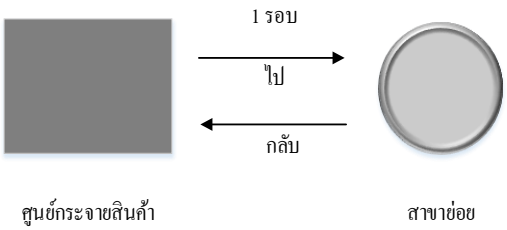
ในงานวิจัยนี้การหาต้นทุนรวมจากความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการเสียโอกาสในการขายสินค้า (Lost sale cost) กับต้นทุนโลจิสติกส์ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า (Inventory Holding Cost) และค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า (Transport cost) ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการเสียโอกาสขายสินค้ากับต้นทุนโลจิสติกส์

โดยกำหนดให้

- ต้นทุนการเสียโอกาสการขาย (Lost sale Cost) โดยเป็นต้นทุนที่เกิดจากสินค้าไม่เพียงพอต่อการขายเมื่อมีปริมาณความต้องการสินค้าเกิดขึ้น
- ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า (Inventory Holding Cost) คิดจากอัตราดอกเบี้ยเงินจม กำหนดให้ดอกเบี้ยเงินจมเป็น 3% ของสินค้าต่อหน่วย
- ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) เป็นค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งที่ออกใบสั่งซื้อ หน่วยต่อครั้ง สมมติฐานให้การสั่งสินค้าจากสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าผ่านระบบออนไลน์จึงดังนั้นจึงไม่คิดค่าใช้จ่ายในส่วนของการสั่งซื้อสินค้า
- ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า (Transport cost) ในงานวิจัยนี้จะคิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์บรรทุกที่ใช้ส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย 7 กิโลเมตรต่อลิตร และสมมติฐานราคาน้ำมันเท่ากับ 27.79 บาทต่อลิตร การขนส่งสินค้าไป-กลับ คิดเป็น 1 รอบการขนส่ง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย

ค่าใช้จ่ายการขนส่งหาได้จาก

$$\text{Transport cost} = d_{ij} \times C_{ij} \times V_{oil}$$

สมมติฐานให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ได้แก่ จำนวนสินค้าที่เสียโอกาสการขาย (Lost sales) และจำนวนสินค้าที่เก็บในคลังสินค้า (Inventory Holding) จะนำมาวิเคราะห์โดยหาต้นทุนรวม ในงานวิจัยนี้หาต้นทุนรวมจาก

$$TC = (L \times Lc) + (h \times hc) + d_{ij} \times T_{ij} \times V_{oil}$$

โดยที่ TC = ต้นทุนรวม (บาท)

L = จำนวนสินค้าที่เสียโอกาสในการขาย (ลัง)

Lc = ค่าใช้จ่ายจากการเสียโอกาสการขาย (บาทต่อลัง)

h = จำนวนสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้า (ลัง)

hc = ค่าใช้จ่ายในการถือครองพัสดุ(อัตราดอกเบี้ยจม)

d_{ij} = จำนวนรอบการขนส่งสินค้า(รอบต่อปี)

T_{ij} = ระยะทางการขนส่งจากสาขาย่อย (i = 1, 2..., I) ไปศูนย์กระจายสินค้า (j = 1, 2, ...,J)

V_{oil} = อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (ราคาน้ำมันต่อกิโลเมตร)

3.4 สร้างแบบจำลอง

จากข้อมูลนำเข้าจะนำมาจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ARENA ในงานวิจัยนี้เสนอนโยบายหาปริมาณขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียง

แห่งเดียว มีเงื่อนไขในการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งศูนย์กระจายสินค้า เปรียบเทียบวิธีในการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น เปรียบเทียบกับวิธีโดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยต่างๆมากที่สุดรับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) ซึ่งการจำลองสถานการณ์สมมติฐานให้มีจำนวนศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่งและ 3 แห่ง มีผลิตภัณฑ์เข้ามาในระบบ 2 ผลิตภัณฑ์โดยที่ความต้องการไม่แน่นอนสามารถหารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นได้

ตารางที่ 3.9 คำอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

Notation	Description
I	จำนวนสาขาย่อย
J	จำนวนศูนย์กระจายสินค้า
i	ตัวบ่งชี้ของแต่ละสาขาย่อย ($i = 1, 2, \ldots, I$)
j	ตัวบ่งชี้ของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ($j = 1, 2, \ldots, J$)
k_j^{th}	ลำดับความสำคัญของสาขาย่อยที่จัดสรรไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j
C_i	ภาระโหลดของแต่ละสาขาย่อย i ($i = 1, 2, \ldots, I$)
L_j	ภาระโหลดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j ($j = 1, 2, \ldots, J$) เมื่อมีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า j
$AvgL$	ค่าเฉลี่ยภาระโหลดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า
$maxL_j$	ภาระโหลดสูงสุดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j ($j = 1, 2, \ldots, J$)

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าให้มีความเหมาะสม และเลือกสาขาย่อยเพื่อรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าที่กำหนดขึ้นจำนวน 2 แห่งและ 3 แห่ง โดยมีการกำหนดสมมติฐานดังต่อไปนี้

1) ศึกษาจำนวนสินค้า 2 ชนิดจากหลายสินค้าที่มียอดขายรวมคิดเป็น 80 % ของสินค้าทั้งหมด

2) กำหนดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และรู้ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า

3) กำหนดให้มีคลังสินค้าหลัก 1 แห่ง โดยคลังสินค้ามีสินค้าส่งให้ศูนย์กระจายสินค้าตลอดเมื่อมีความต้องการสินค้าเกิดขึ้น

4) ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละสาขาย่อยมีความไม่แน่นอน สามารถหารูปแบบการแจกแจงได้ โดยพิจารณารูปแบบการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียลและแบบปกติ

5) ไม่พิจารณาสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock)

6) ไม่พิจารณาต้นทุนการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าเนื่องจากมีการกำหนดรอบการขนส่งตามช่วงเวลาที่คงที่ มีสมมติฐานให้ รถขนส่งสามารถขนส่งทุกขนาดของปริมาณได้ไม่จำกัด ปริมาณขนส่งที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้จำนวนรอบขนส่งเพิ่มขึ้นตาม

7) พิจารณาต้นทุนการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง ไปยังแต่ละสาขาย่อย ซึ่งค่าใช้จ่ายในการขนส่งขึ้นกับระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง ไปยังแต่ละสาขาย่อย และจำนวนรอบการขนส่ง เปลี่ยนไปตามปริมาณความต้องการของแต่ละสาขาย่อย ขึ้นอยู่กับขนาดของรถขนส่ง

8) เวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้ามีความเร็วคงที่ที่ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นกับระยะทางในการส่งสินค้า และเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นกับระยะทางในการส่งสินค้า

9) กำหนดให้การสั่งสินค้าจากสาขาย่อยสั่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ไม่มีเวลาในการสั่งสินค้า

10) ขนาดรถยนต์บรรทุก 4 ล้อที่ใช้ขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย ขนาด1.80x3.1x2.15 เมตร สามารถบรรทุกรวมน้ำหนักรถไม่เกิน 3 ตัน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง 7 กิโลเมตรต่อลิตร

11) กล่องที่ใช้บรรจุสินค้ามีขนาดเท่ากันทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Arena มีการจำลองสถานการณ์โดยมีข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้าของสาขาย่อย ช่วงเวลาการส่งสินค้าและจำนวนรอบการขนส่งสินค้าต่อปี และระยะทางจากคลังสินค้าไปยังแต่ละสาขาย่อย ซึ่งการจำลองสถานการณ์จะจำลองสถานการณ์การทำงาน 365 วัน และแต่ละวันทำงานวันละ 12 ชั่วโมง โดยมีการรันซ้ำจำนวน 30

รอบ ผลลัพธ์ที่ได้จะพิจารณาตามวัตถุประสงค์ คือ ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า และต้นทุนรวม

3.4.1 วิธีพื้นฐาน (Closest rule)

ในงานวิจัยนี้วิธีพื้นฐานจะพิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) สมมติฐานให้ศูนย์กระจายสินค้ามีจำนวน 2 แห่งและ 3 แห่ง ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ระหว่างศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งและ 3 แห่ง

3.4.1.1 ขั้นตอนการส่งสินค้าโดยใช้วิธีพื้นฐาน (Closest rule)

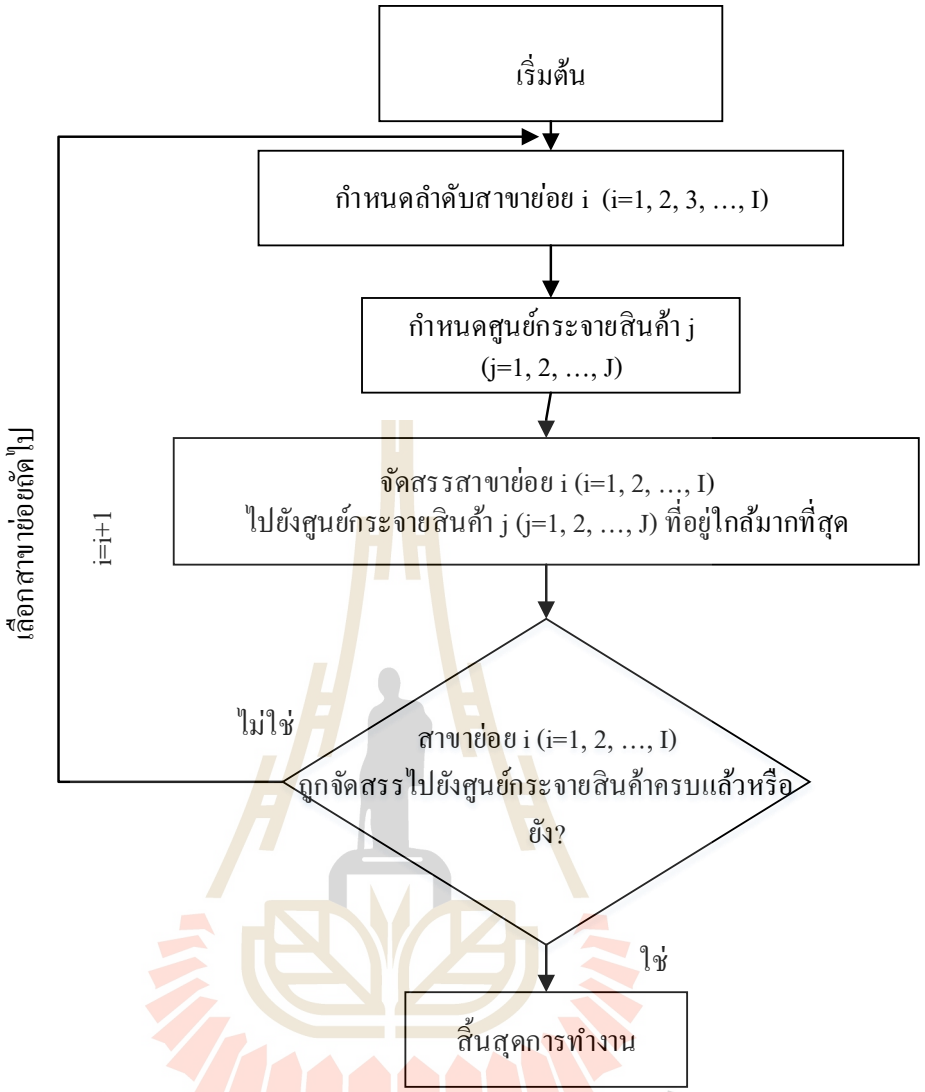
1. กำหนดสาขาย่อย i (i = 1, 2, 3,..., I)

2. กำหนดศูนย์กระจายสินค้า j (j=1, 2, ...,J)

3. จัดสรรสาขาย่อย i (i = 1, 2, 3,, I) ไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j(j = 1, 2, ...,J) ที่อยู่ใกล้มากที่สุดก่อน

4. ตรวจสอบว่าเลือกสาขาย่อย i (i = 1, 2, 3,.., I) ถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจาย j (j=1, 2, ..., J) ครบแล้วหรือยัง ? แล้วออกจากระบบ ดังรูป 3.5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีพื้นฐาน (Closest rule)

3.4.2 วิธีฮิวรีสติก

ในงานวิจัยนี้นำเสนอวิธีรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น และโดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยต่างๆมากที่สุดรับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.4.2.1 วิธีฮิวรีสติก (Closest and Balance rule)

วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีนี้ พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน โดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. กำหนดสาขาย่อย i (i = 1, 2, 3,.., I)

2. กำหนดศูนย์กระจายสินค้า j (j=1, 2, ...,J)

3. หาค่าเฉลี่ยภาระโหลดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า AvgL

4. พิจารณาทีละศูนย์กระจายสินค้า j (j=1, 2, .., J) แล้วเรียงลำดับสาขาย่อย i (i=1, 2, .., I) ไปยังศูนย์กระจายสินค้า j เรียงลำดับสาขาย่อย จากใกล้ที่สุดไปยังไกลที่สุด

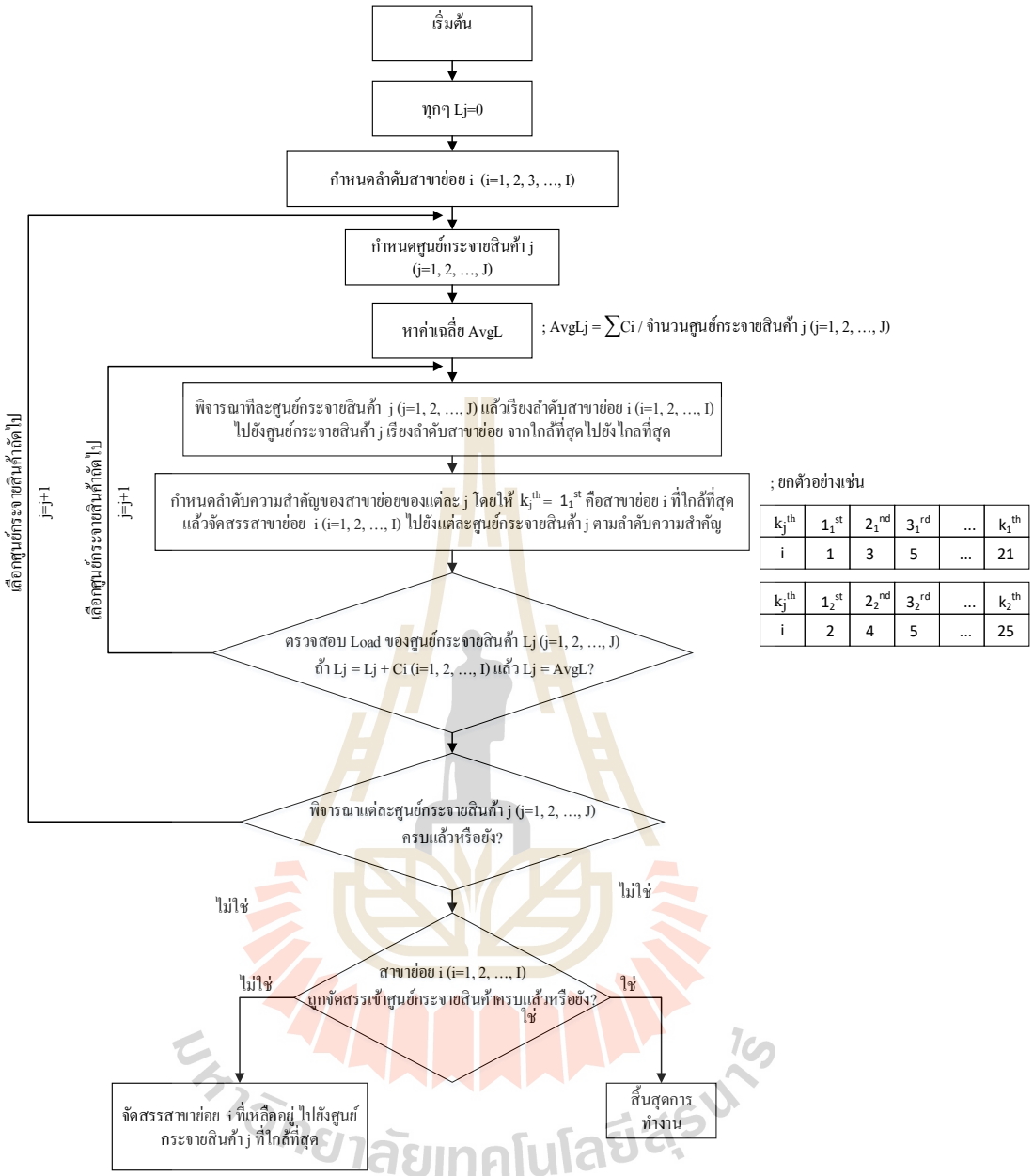
5. กำหนดลำดับความสำคัญของสาขาย่อยของแต่ละ j โดยให้ $k^{th}_j = 1^{st}_1$ คือสาขาย่อย i ที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อย i (i=1, 2, ..., I) ไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j ตามลำดับความสำคัญ

6. ตรวจสอบภาระโหลดของศูนย์กระจายสินค้า L_j ว่าเกินค่าเฉลี่ยภาระโหลดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า AvgL แล้วหรือยัง ถ้า L_j > AvgL สาขาย่อยจะถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าถัดไป

7. ภาระของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j (i=1, 2, .., J) ครบแล้วหรือยัง? ถ้าภาระของศูนย์กระจายสินค้ายังไม่ครบ สาขาย่อยจะถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าถัดไป

8. ตรวจสอบว่าจัดสรรสาขาย่อย i (i = 1, 2, 3, .., I) ไปยังแต่ละศูนย์กระจาย j (j=1, 2, .., J) ครบแล้วหรือยัง? แล้วออกจากระบบ ถ้ามีสาขาย่อยเหลืออยู่ สาขาย่อยนั้นจะถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดก่อน ดังรูป 3.6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีฮิวรีสติก (Closest and Balance rule)

3.4.2.2 วิธีฮิวริสติก (Closest and limited load rule)

วิธีฮิวริสติก Closest and limited load rule จะพิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น เปรียบเทียบกับวิธีโดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยต่างๆมากที่สุดรับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) โดยจะแบ่งเปอร์เซ็นต์ในการให้ความสำคัญเป็นลำดับ สมมติฐานให้ศูนย์กระจายสินค้ามีจำนวน 2 แห่งและ 3 แห่ง โดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. กำหนดสาขาย่อย i (i = 1, 2, 3, .., I)
2. กำหนดศูนย์กระจายสินค้า j (j=1, 2, ...,J)
3. หาระดับภาระโหลดสูงสุดที่แต่ละศูนย์กระจายสินค้าสามารถรับได้ $maxL_j$ (j=1, 2, .., J)

- สมมติฐานให้ศูนย์กระจายสินค้ามีจำนวน 2 แห่ง กำหนดภาระรวมของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้ตามเปอร์เซ็นต์ความสำคัญ L_j และพิจารณาภาระรวมของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังตารางที่ 3.10

เงื่อนไขที่ 1 (DC = 2) : ให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น

ตารางที่ 3.10 การกำหนดเปอร์เซ็นความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง (วิธี Closest and limited load rule)

ระดับความสำคัญ	เปอร์เซ็นต์ความสำคัญ		ภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้(ลัง)	
	DC1	DC2	DC1	DC2
ระดับ 1	60%	40%	104	70
ระดับ2	70%	30%	122	52
ระดับ 3	80%	20%	139	35

เงื่อนไขที่ 2 (DC = 2): เงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยต่างๆมากที่สุดรับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น

ตารางที่ 3.11 การกำหนดเปอร์เซ็นความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง (วิธี Improved Closest and limited load rule)

ระดับความสำคัญ	เปอร์เซ็นต์ความสำคัญ		ภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้(ลัง)	
	DC1	DC2	DC1	DC2
ระดับ 1	40%	60%	70	100
ระดับ2	30%	70%	52	122
ระดับ 3	20%	80%	39	139

- สมมติฐานให้ศูนย์กระจายสินค้ามีจำนวน 3 แห่ง กำหนดภาระรวมของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้ตามเปอร์เซ็นต์ความสำคัญ L_j และพิจารณาภาระรวมของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังตารางที่ 3.10

เงื่อนไขที่ 1 (DC = 3) : ให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น

ตารางที่ 3.12 การกำหนดเปอร์เซ็นความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง (วิธี Closest and limited load rule)

ระดับความสำคัญ	เปอร์เซ็นต์ความสำคัญ			ภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้ (ลัง)		
	DC1	DC2	DC3	DC1	DC2	DC3
ระดับ 1	30%	20%	50%	51	34	86
ระดับ2	25%	15%	60%	42	26	103
ระดับ 3	20%	10%	70%	34	17	120

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เงื่อนไขที่ 2 (DC = 3): เงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยต่างๆมากที่สุดรับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น

ตารางที่ 3.13 การกำหนดเปอร์เซ็นความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง (วิธี Improved Closest and limited load rule)

ระดับความสำคัญ	เปอร์เซ็นต์ความสำคัญ			ภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถรับได้ (ลัง)		
	DC1	DC2	DC3	DC1	DC2	DC3
ระดับ 1	30%	20%	50%	51	34	86
ระดับ2	25%	15%	60%	42	26	103
ระดับ 3	20%	10%	70%	34	17	120

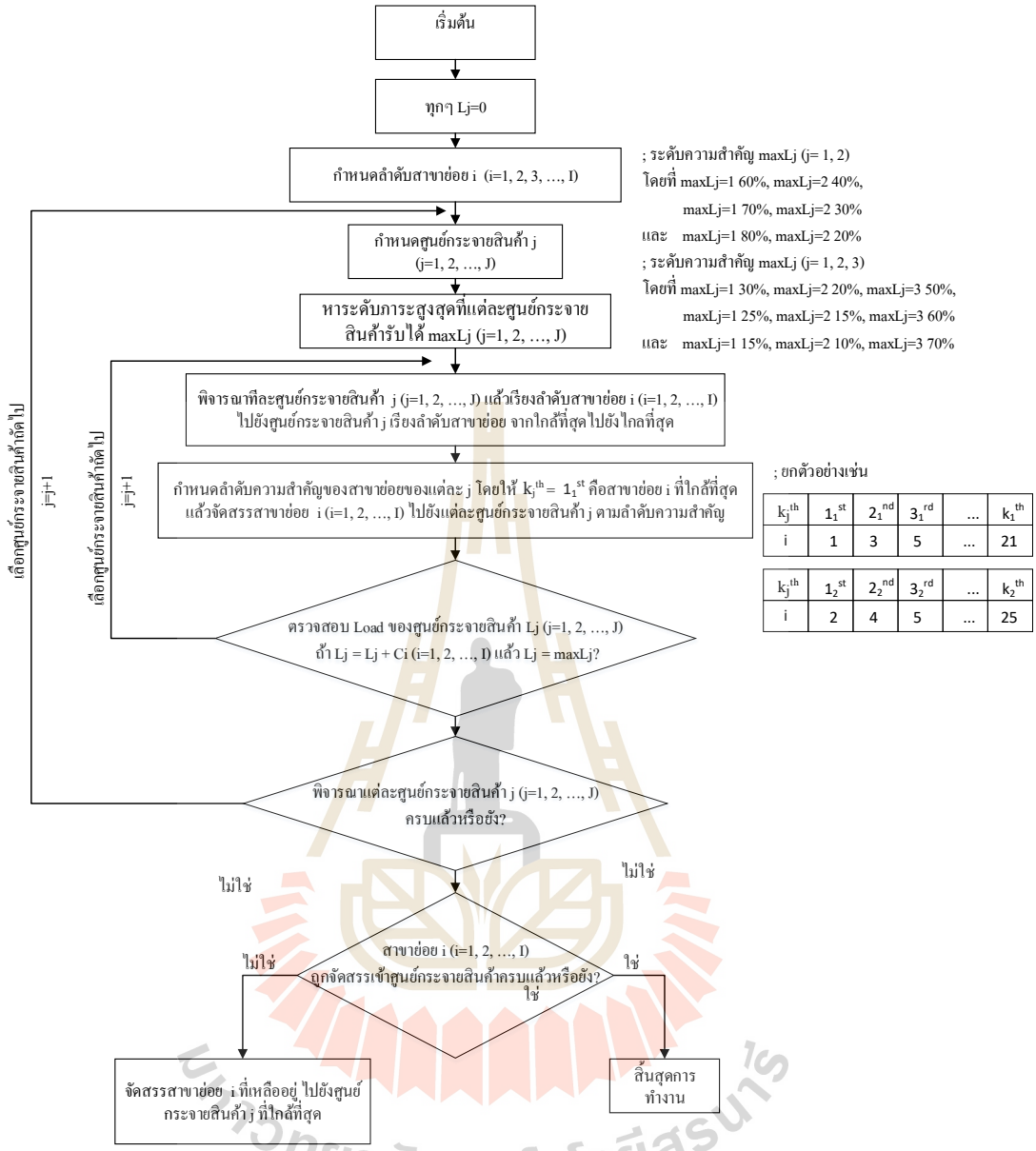
4. พิจารณาทีละศูนย์กระจายสินค้า j (j=1, 2, .., J) แล้วเรียงลำดับสาขาย่อย i (i=1, 2,.., I) ไปยังศูนย์กระจายสินค้า j เรียงลำดับสาขาย่อย จากใกล้ที่สุดไปยังไกลที่สุด

5. กำหนดลำดับความสำคัญของสาขาย่อยของแต่ละ j โดยให้ $k^{th}_j = 1^{st}_1$ คือสาขาย่อย i ที่ใกล้ที่สุด แล้วจัดสรรสาขาย่อย i (i=1, 2, .., I) ไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j ตามลำดับความสำคัญ

6. ตรวจสอบภาระโหลดของศูนย์กระจายสินค้า L_j ว่าเกินระดับภาระโหลดสูงสุดที่แต่ละศูนย์กระจายสินค้าสามารถรับได้ $maxL_j$ แล้วหรือยัง ถ้า $L_j > maxL_j$ สาขาย่อยจะถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าถัดไป

7. ภาระของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า j (i=1, 2, .., J) ครบแล้วหรือยัง? ถ้าภาระของศูนย์กระจายสินค้ายังไม่ครบ สาขาย่อยจะถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าถัดไป

8. ตรวจสอบว่าจัดสรรสาขาย่อย i (i = 1, 2, 3, .., I) ไปยังแต่ละศูนย์กระจาย j (j=1, 2, .., J) ครบแล้วหรือยัง? แล้วออกจากระบบ ถ้ามีสาขาย่อยเหลืออยู่ สาขาย่อยนั้นจะถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดก่อน ดังรูป 3.6



k_j^{th}	1_1^{st}	2_1^{nd}	3_1^{rd}	…	k_1^{th}
i	1	3	5	…	21

k_j^{th}	1_2^{st}	2_2^{nd}	3_2^{rd}	…	k_2^{th}
i	2	4	5	…	25

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีฮิวริสติก (Closed and limited load rule)

3.5 วิธีการเขียนโปรแกรมและการรันโปรแกรม

3.5.1 อธิบายระบบ

ขั้นตอนการดำเนินงานการเขียนแบบจำลองในงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า การส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย และการสั่งสินค้าจากสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งการจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ได้เสนอวิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น เปรียบเทียบกับวิธีโดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยต่างๆมากที่สุดรับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) โดยวิธีการดำเนินงานได้กล่าวในหัวข้อก่อนหน้านี้แล้ว การจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม Arena แสดงดังรูปที่ 3.6 โดยรายละเอียดการเขียนแบบจำลองมีดังต่อไปนี้

3.5.1.1 ระบบของคลังสินค้า (warehouse)

- คลังสินค้าจะส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยใช้นโยบายคลังสินค้า มีเงื่อนไขเวลาในการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ ส่งสินค้าทุกๆ 15 วัน
- สินค้าเข้าสู่ระบบโดยจะแบ่งสินค้าเพื่อไปส่งยังศูนย์กระจายสินค้า สินค้าจะแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ A และ ผลิตภัณฑ์ B จะส่งสินค้าตามปริมาณสินค้าที่คำนวณจากการหาปริมาณการส่งสินค้าที่ประหยัด และเปลี่ยนแปลงค่าเพื่อหาปริมาณสินค้าที่เหมาะสม
- สินค้าจะไปรวมกันที่สถานี warehouse จากนั้นจะตัดสินใจเพื่อขนส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยจะเรียกรถบรรทุกเพื่อขนส่งสินค้า รถบรรทุกสามารถขนส่งสินค้าได้ตลอดเวลาเมื่อมีความต้องการเกิดขึ้น รถบรรทุกจะไปส่งสินค้าตามแต่ละศูนย์กระจายสินค้า

3.5.1.2 ระบบของศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center: DC)

- เมื่อศูนย์กระจายสินค้าได้รับใบสั่งซื้อจากสาขาย่อย ศูนย์กระจายสินค้าจะตรวจสอบคลังสินค้าว่ามีสินค้าเพียงพอที่จะส่งให้สาขาย่อยหรือไม่
- ถ้ามีสินค้าเพียงพอศูนย์กระจายสินค้าจะทำการส่งสินค้าไปให้สาขาย่อยแต่ละสาขา
- แต่ถ้าไม่มีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการ จะตรวจสอบว่า Lost sales ติดลบหรือไม่ ถ้าไม่ติดลบจะไป Decide เพื่อที่จะเติมสินค้า ถ้าติดลบจะทำการอัพเดตก่อนแล้วค่อยส่งไปเติมสินค้า จากนั้นจะทำการบันทึกค่าไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3.5.1.3 ระบบของสาขาย่อย (Retailers)

- สาขาย่อยกำหนดปริมาณความต้องการแต่ละสาขา โดยกำหนดให้การสั่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าคงที่ จะสั่งสินค้าทุกๆ 15, 30, 60 และ 90 วัน
- ส่งปริมาณความต้องการไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยเลือกศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Closed rules และฮิวริสติก

3.5.1.4 เงื่อนไขการจำลองสถานการณ์

- รันซ้ำจำนวน 30 รอบ
- ใน 1 วันทำงาน 12 ชั่วโมง
- จำลองสถานการณ์เวลา 1 ปี หรือ 365 วัน
- รถที่ใช้ส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าไม่จำกัดจำนวนการขนส่ง
- ความเร็วรถที่ใช้ขนส่งสินค้า 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3.5.1.5 ผลลัพธ์

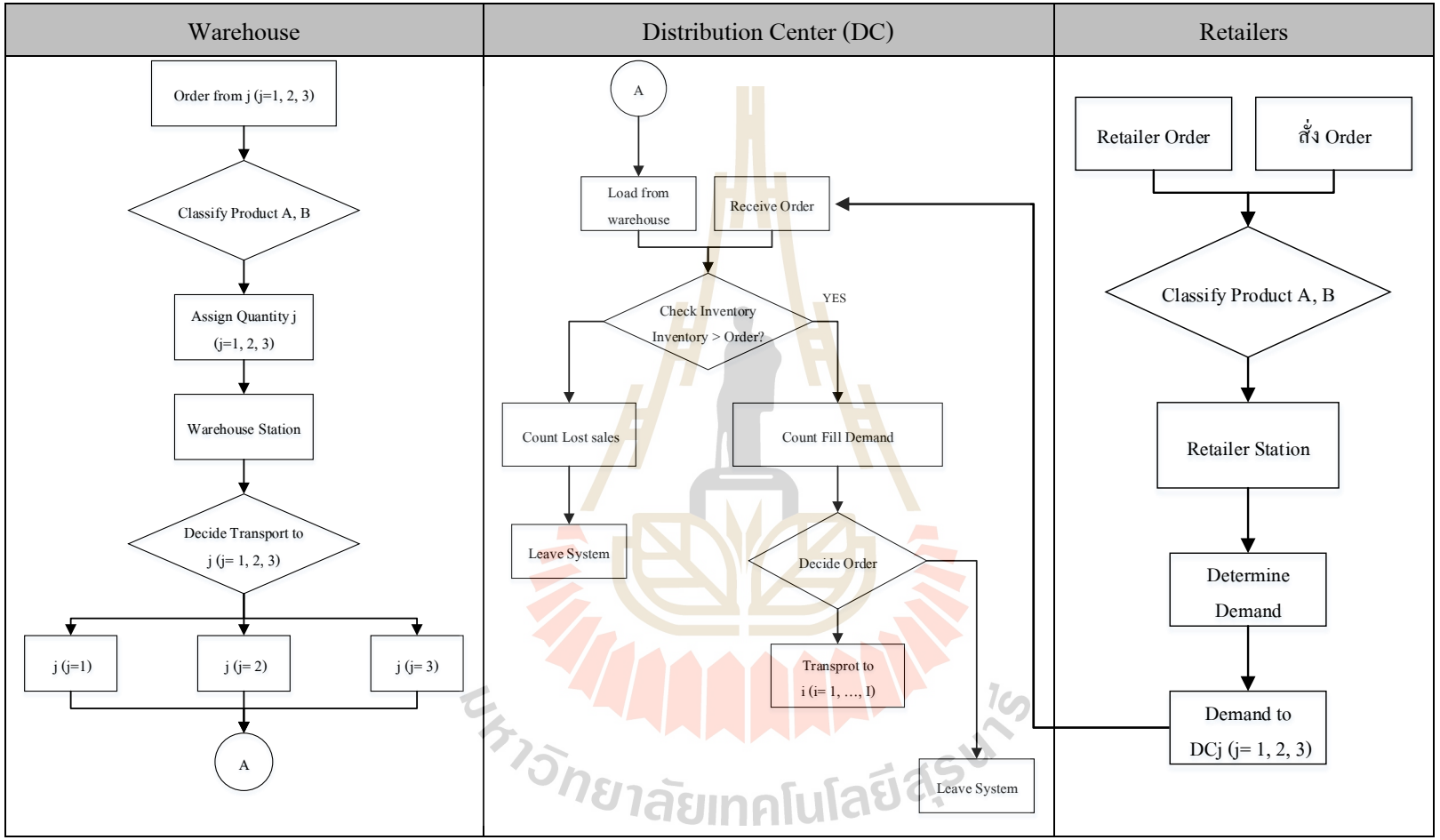
- จำนวนสินค้าที่เสียโอกาสในการขาย (Lost sales)
- จำนวนสินค้าในคลังสินค้า (Inventory Holding)

3.5.1.6 การเขียนโปรแกรม

- โมดูลที่ใช้เขียนโปรแกรม
  - Create (x30)
  - Assign (x50)
  - Separate (x2)
  - Station (x36)
  - Decide (x16)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- Request (x6)
- Transport (x6)
- Record (x15)
- Enter (x35)
- Route (x29)
- Dispose (x4)

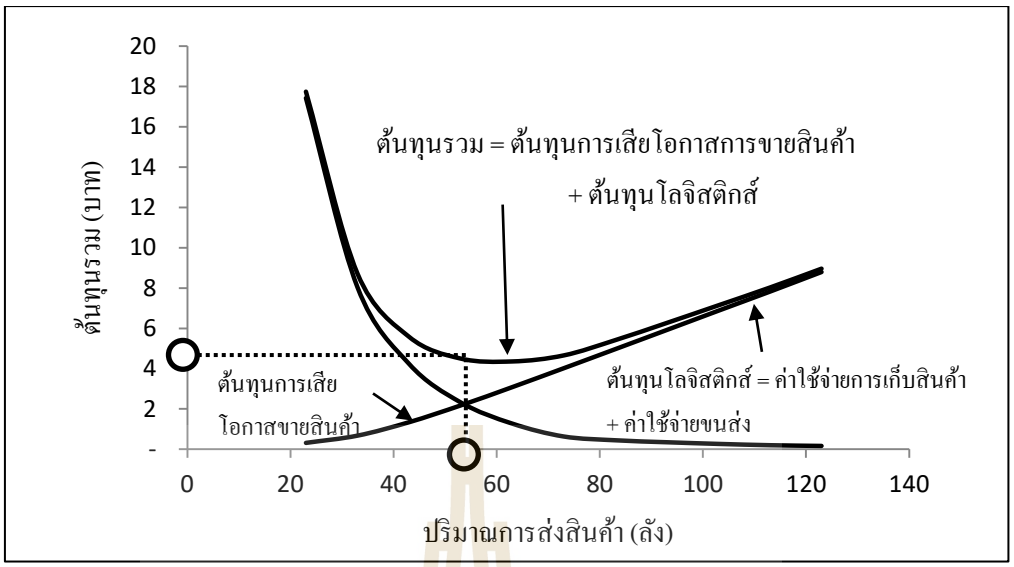


รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนการเขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์

บทที่ 4
ผลของการดำเนินงานวิจัย

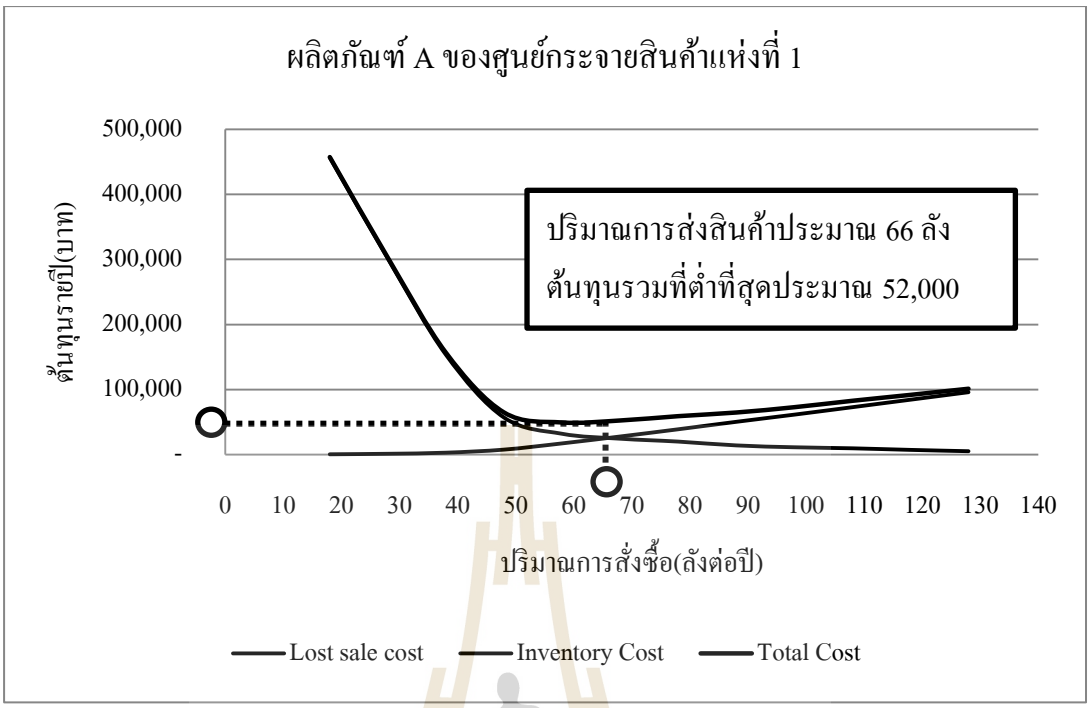
4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์โดยใช้ซอฟต์แวร์ ARENA มีจุดมุ่งหมายเพื่อหานโยบายจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า และกำหนดปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจาย โดยมีเป้าหมายให้ได้นโยบายเพื่อหาค่าที่คาดหวังของต้นทุนรวมน้อยที่สุดโดยมีเงื่อนไขให้เวลาในการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ จะส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าทุกๆ 15 วัน และจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงแห่งเดียว โดยเปรียบเทียบการจัดสรรสาขาย่อยจากวิธีพื้นฐานพิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น เปรียบเทียบวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาต่างๆ มากกว่า มีภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่นๆ (Closest and limited load rule) ซึ่งจะวัดผลจาก ปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมและต้นทุนรวม โดยจะวิเคราะห์จุดประสงค์ร่วมมากกว่าหนึ่งจุดประสงค์ ซึ่งผลที่ได้นำมาเปรียบเทียบได้มาจากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและจุดของปริมาณการสั่งสินค้า ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและจุดของปริมาณการสั่งสินค้า

จากการจำลองสถานการณ์ได้นำผลลัพธ์จากการจำลองได้แก่ จำนวนสินค้าที่เก็บในคลังสินค้า(Inventory Holding) และจำนวนสินค้าที่เสียโอกาสในการขาย (Lost sale) มาคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ (Logistic cost) และต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้า (Lost sale cost) เพื่อหาต้นทุนรวมดังกล่าวในบทที่ 3 เราจะนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและปริมาณการส่งสินค้า ทำการวิเคราะห์หาปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าคาดหวังต้นทุนรวมต่ำที่สุด สมมติฐานให้ศูนย์กระจายสินค้ามีจำนวน 2 แห่ง และ 3 แห่ง โดยสินค้ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา 2 ชนิดได้แก่ ผลิตภัณฑ์ A และ ผลิตภัณฑ์ B ซึ่งยกตัวอย่างการวิเคราะห์หาจุดปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมโดยที่ค่าคาดหวังต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดดังรูปที่ 4.2 โดยจะสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและปริมาณการส่งสินค้า



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการหาปริมาณการส่งสินค้าที่เหมาะสมโดยที่ค่าคาดหวังต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด

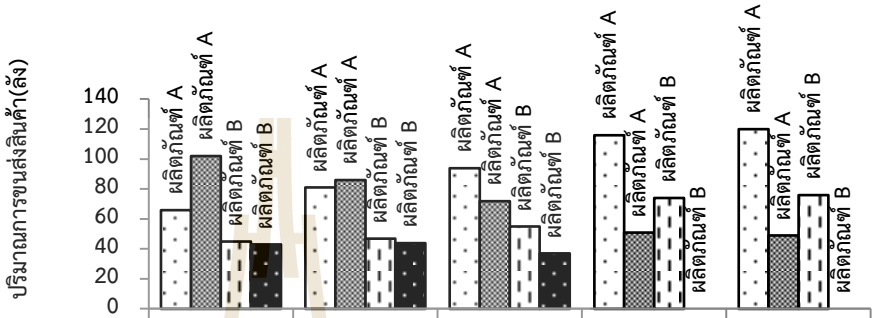
4.2 ผลการจำลองสถานการณ์การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

4.2.1 ปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล)

จากการจำลองสถานการณ์ใช้นโยบายปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงแห่งเดียว โดยมีเงื่อนไขเวลาการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งศูนย์กระจายสินค้าจากการใช้วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น อื่น เปรียบเทียบวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์

ต้องการของสาขาย่อย 12 เดือนไม่แน่นอน สามารถหารูปแบบการแจกแจงได้ 2 รูปแบบได้แก่ การแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution) และ การแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ศึกษาสินค้ากลุ่มตัวอย่าง 2 ชนิดที่มีมูลค่าสูงสุดสองอันดับแรกได้แก่ ผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B เวลาการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ทุกๆ 15 วันอ้างอิงจากระบบการทำงานจริงของบริษัทกรณีศึกษา และเวลาการสั่งสินค้าจากสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าจะสั่งสินค้าทุกๆ 15, 30, 60, 90 วันตามปริมาณความต้องการของสาขาย่อย โดยจะสะสมปริมาณความต้องการของสาขาย่อยเท่ากับ 15 ลังก่อนจึงจะทำการสั่งสินค้า สมมติฐานให้ศูนย์กระจายสินค้าคงที่และรู้ที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและจุดของปริมาณการสั่งสินค้า ได้ผลชี้วัด ได้แก่ ปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า, ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (Lost sale cost) และต้นทุนรวม (Total cost) จากรูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า มีความต้องการไม่แน่นอน สามารถหาการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล พบว่า เมื่อพิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 นั้นพบว่าปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าลดลงเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อพิจารณาแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่า ที่ผลิตภัณฑ์ A มีปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ B และที่ผลิตภัณฑ์ A ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule แต่ที่ผลิตภัณฑ์ A ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ โดยวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ B ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้าปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule

แต่ที่ผลิตภัณฑ์ B ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ โดยวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule



	Closest rules	Closest and Balance rules	Closest and limited load rule level 1	Closest and limited load rule level 2	Closest and limited load rule level 3
ผลิตภัณฑ์ A ศูนย์กระจายสินค้าที่ 1	66	81	94	116	120
ผลิตภัณฑ์ A ศูนย์กระจายสินค้าที่ 2	102	86	72	51	49
ผลิตภัณฑ์ B ศูนย์กระจายสินค้าที่ 1	45	47	55	74	76
ผลิตภัณฑ์ B ศูนย์กระจายสินค้าที่ 2	43	44	37	0	0

รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล)

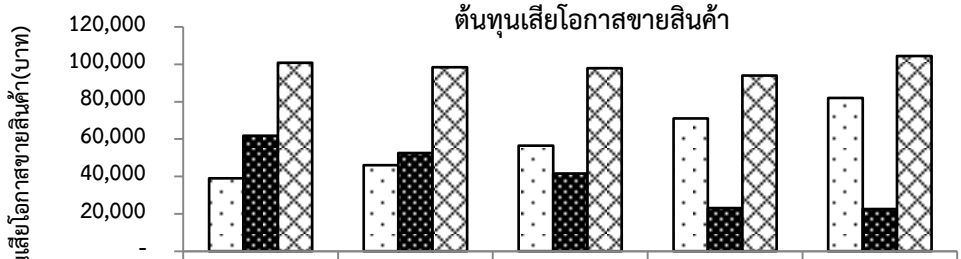
จากการเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า พบว่า ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เนื่องจากวิธี Closest rule เป็นวิธีที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น ดังนั้นระยะทางการขนส่งสินค้าระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับสาขาย่อยจะใกล้กว่าวิธีอื่น จึงทำให้ปริมาณการขนส่งสินค้าไปยังสาขาย่อยจะส่งรอบทีละน้อยๆ และที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 พบว่า วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เนื่องจากวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น ทำให้มีจำนวนสาขาย่อยที่ถูกจัดสรรไปยัง

ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 น้อย เพราะศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 อยู่ไกลจากคลังสินค้ามากกว่า ทำให้ปริมาณการขนส่งจึงมีปริมาณน้อยด้วย และที่ผลิตภัณฑ์ A พบว่ามีปริมาณการขนส่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ B เนื่องจากปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ A มีปริมาณความต้องการสินค้าจากสาขาย่อยมากกว่าผลิตภัณฑ์ B จึงทำให้ปริมาณการขนส่งของผลิตภัณฑ์ A มากกว่าผลิตภัณฑ์ B

4.2.2 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล)

จากรูป 4.4 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าระหว่างศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1, ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 และผลรวมต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของทั้งสองศูนย์กระจายสินค้า เมื่อพิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้าพบว่า ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 นั้นพบว่าต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าลดลงเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อพิจารณาต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ารวมทั้งสองศูนย์กระจายสินค้าพบว่าต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้าไม่แตกต่างกันมากนัก แต่วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule level 2 เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ารวมต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



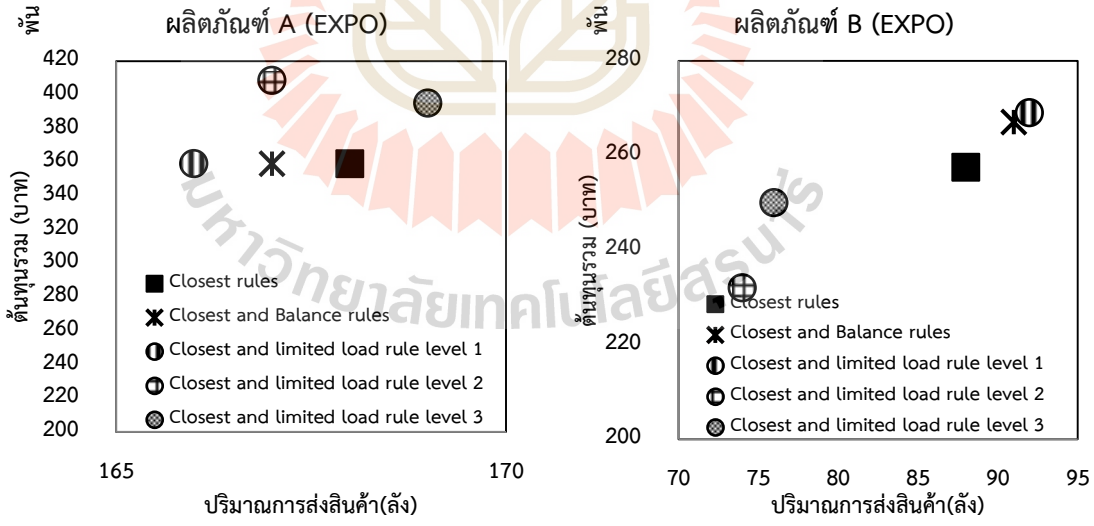
	Closest rules	Closest and Balance rules	Closest and limited load rule level 1	Closest and limited load rule level 2	Closest and limited load rule level 3
ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1	39,000	46,000	56,500	71,000	82,000
ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2	61,850	52,500	41,500	23,000	22,500
ต้นทุนเสียโอกาสรวม	100,850	98,500	98,000	94,000	104,500

รูปที่ 4.4 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล)

จากการเปรียบเทียบต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าพบว่า ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น เนื่องจากปริมาณความต้องการสินค้าของการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Closest rule มีปริมาณความต้องการของสาขาย่อยน้อยกว่าวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Closest and Balance rule และวิธี Closest and limited load rule ทำให้การขนส่งสินค้ามีต้นทุนเสียโอกาสขายสินค้าเกิดขึ้นน้อย แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 พบว่าวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าเกิดขึ้นน้อยที่สุด เนื่องจากวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 อยู่ไกลคลังสินค้ามากกว่าจึงได้รับปริมาณความต้องการของสาขาย่อยน้อยกว่าศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 จึงทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าเกิดขึ้นน้อยด้วย

4.2.3 วิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective) (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล)

จากผลการจำลองสถานการณ์โดยใช้นโยบายปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงแห่งเดียว โดยมีเงื่อนไขเวลาการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งศูนย์กระจายสินค้าจากการใช้วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น เปรียบเทียบวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาต่างๆ มากกว่า มีภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่นๆ (Closest and limited load rule) ได้นำมาวิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้ากับต้นทุนรวมของแต่ละผลิตภัณฑ์ มีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล)

จากรูปที่ 4.5 พบว่า เมื่อพิจารณาแต่ละผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตภัณฑ์ A วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule level 1, Closest and Balance rule และวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเท่ากันทั้งสามวิธี เมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule level 2 และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule level 2 และที่ผลิตภัณฑ์ B พบว่าวิธี Closest and limited load rule level 2 เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule level 1 และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule level 3

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล)

Policy	ผลิตภัณฑ์ A		ผลิตภัณฑ์ B		ผลิตภัณฑ์ A+B	
	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)
Closest rules	168	359,000	88	257,500	256	616,500
Closest and Balance rules	167	359,000	91	267,000	258	626,000
Closest and limited load rule level 1	166	359,000	92	269,000	258	628,000
Closest and limited load rule level 2	167	408,500	74	232,000	241	640,500
Closest and limited load rule level 3	169	395,000	76	250,000	245	645,000

และจากตาราง 4.1 สรุปปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B พบว่า ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนของผลิตภัณฑ์ A มีค่าใกล้เคียงกัน และผลิตภัณฑ์ B ก็เช่นเดียวกันเนื่องจากในงานวิจัยฉบับนี้คำนึงถึงแค่ต้นทุนค่าใช้จ่ายการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย แต่ไม่ได้คิดต้นทุนการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนางานวิจัยในอนาคตอาจจะต้อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

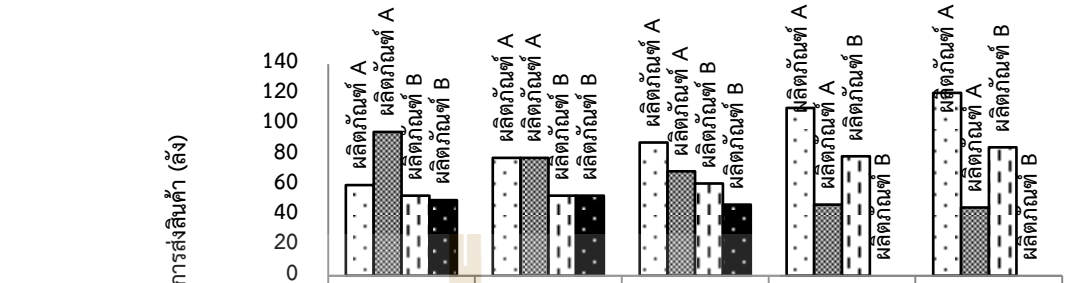
คำนึงถึงต้นทุนการขนส่งในส่วนนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้การขนส่งสินค้าในการใช้งานจริงต่อไป

4.3 ผลการจำลองสถานการณ์การแจกแจงแบบปกติ

4.3.1 ปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ)

เช่นเดียวกับรูปที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า มีความต้องการไม่แน่นอนสามารถหาการแจกแจงแบบปกติ พบว่า เมื่อพิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 นั้นพบว่าปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าลดลงเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อพิจารณาแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่า ที่ผลิตภัณฑ์ A มีปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ B และที่ผลิตภัณฑ์ A ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule แต่ที่ผลิตภัณฑ์ A ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ โดยวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเช่นเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ B ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ปริมาณการขนส่งสินค้าปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule แต่ที่ผลิตภัณฑ์ B ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ปริมาณการขนส่งสินค้ามีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ โดยวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่ง

สินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule



	Closest rules	Closest and Balance rules	Closest and limited load rule level 1	Closest and limited load rule level 2	Closest and limited load rule level 3
ผลิตภัณฑ์ A ศูนย์กระจายสินค้าที่ 1	60	78	88	111	121
ผลิตภัณฑ์ A ศูนย์กระจายสินค้าที่ 2	95	78	69	47	45
ผลิตภัณฑ์ B ศูนย์กระจายสินค้าที่ 1	53	53	61	79	85
ผลิตภัณฑ์ B ศูนย์กระจายสินค้าที่ 2	50	53	47	0	0

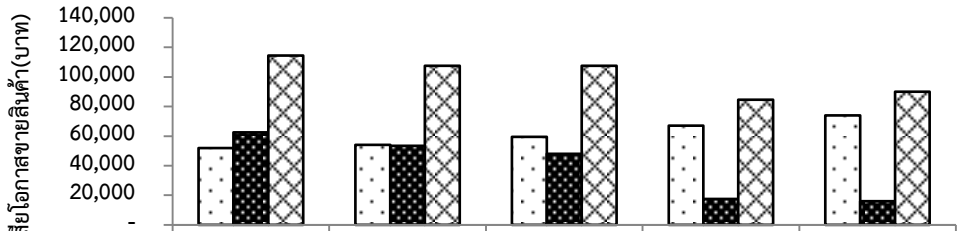
รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ)

จากการเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติพบว่า ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุดเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล เนื่องจากวิธี Closest rule เป็นวิธีที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น ดังนั้นระยะทางการขนส่งสินค้าระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับสาขาย่อยจะใกล้กว่าวิธีอื่น จึงทำให้ปริมาณการขนส่งสินค้าไปยังสาขาย่อยจะส่งรอบทีละน้อยๆ และที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 พบว่า วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุดเช่นเดียวกับการเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล เนื่องจากวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีฮิวริสติกที่พิจารณา

ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น ทำให้มีจำนวนสาขาย่อยที่ถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 น้อย เพราะศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 อยู่ไกลจากคลังสินค้ามากกว่า ทำให้ปริมาณการขนส่งจึงมีปริมาณน้อยด้วย และที่ผลิตภัณฑ์ A พบว่ามีปริมาณการขนส่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ B เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า โดยที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล เนื่องจากปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ A มีปริมาณความต้องการสินค้าจากสาขาย่อยมากกว่าผลิตภัณฑ์ B จึงทำให้ปริมาณการขนส่งของผลิตภัณฑ์ A มากกว่าผลิตภัณฑ์ B ดังนั้นการจำลองสถานการณ์การขนส่งงานวิจัยนี้ถึงแม้ว่าความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติก็ยังสามารถให้คำตอบเช่นเดียวกันกับการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

4.3.2 ต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ)

และจากรูป 4.7 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าระหว่างศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1, ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 และผลรวมต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของทั้งสองศูนย์กระจายสินค้า เมื่อพิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้าพบว่า ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 นั้นพบว่าต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าลดลงเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อพิจารณาต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ารวมทั้งสองศูนย์กระจายสินค้าพบว่าต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้าไม่แตกต่างกันมากนัก แต่วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule level 2 เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ารวมต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule



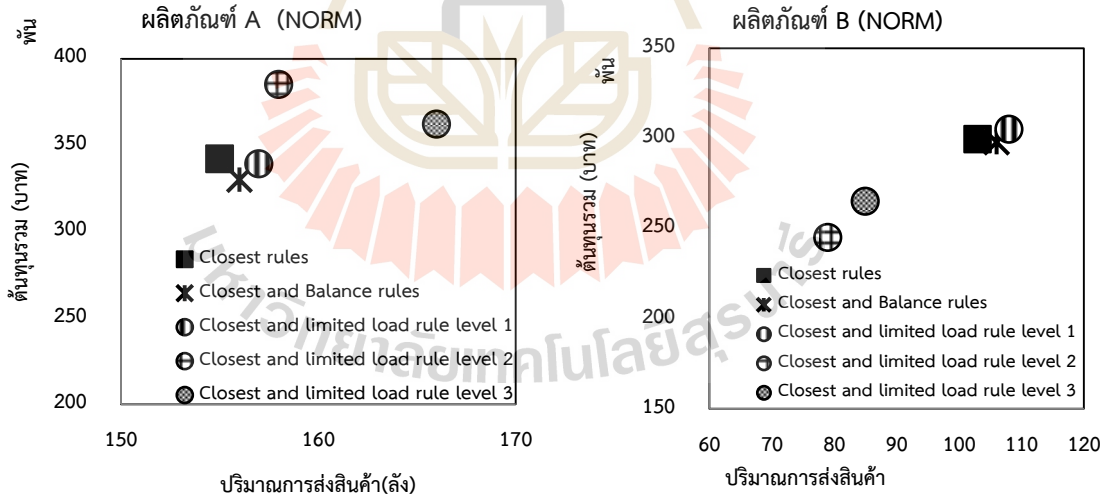
	Closest rules	Closest and Balance rules	Closest and limited load rule level 1	Closest and limited load rule level 2	Closest and limited load rule level 3
ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1	52,000	54,000	59,500	67,000	74,000
ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2	62,500	53,500	48,000	17,500	16,000
ต้นทุนเสียโอกาสรวม	114,500	107,500	107,500	84,500	90,000

รูปที่ 4.7 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ)

จากการเปรียบเทียบต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า โดยที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ พบว่า ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่นเช่นเดียวกับต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า โดยที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล เนื่องจากปริมาณความต้องการสินค้าของการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Closest rule มีปริมาณความต้องการของสาขาย่อยน้อยกว่าวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Closest and Balance rule และวิธี Closest and limited load rule ทำให้การขนส่งสินค้ามีต้นทุนเสียโอกาสขายสินค้าเกิดขึ้นน้อย แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 พบว่าวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าเกิดขึ้นน้อยที่สุดเช่นเดียวกับต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้า โดยที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล เนื่องจากวิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 อยู่ไกลคลังสินค้ามากกว่าจึงได้รับปริมาณความต้องการของสาขาย่อยน้อยกว่าศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 จึงทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าเกิดขึ้นน้อยด้วย ดังนั้นการจำลองสถานการณ์การขนส่งงานวิจัยนี้ถึงแม้ว่าความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติก็ยังสามารถให้คำตอบเช่นเดียวกันกับการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

4.3.3 วิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective) กับความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ

จากผลการจำลองสถานการณ์โดยใช้นโยบายปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงแห่งเดียว โดยมีเงื่อนไขเวลาการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งศูนย์กระจายสินค้าจากการใช้วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) ได้นำมาวิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้ากับต้นทุนรวมของแต่ละผลิตภัณฑ์ มีการแจกแจงแบบปกติ ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ)

จากรูปที่ 4.8 พบว่า เมื่อพิจารณาแต่ละผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตภัณฑ์ A วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and Balance rule เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อ

เทียบกับวิธี Closest and limited load และเมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และที่ผลิตภัณฑ์ B พบว่าวิธี Closest and limited load rule level 2 เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule level 1 และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and limited load rule level 3

และจากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ ที่ผลิตภัณฑ์ A วิธี Closest and Balance rule เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุด และวิธี Closest and limited load rule level 1, Closest and Balance rule และวิธี Closest rule อยู่ในช่วงเดียวกัน มีค่าต้นทุนรวมใกล้เคียงกัน แต่ในรูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B ความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียลพบว่า ที่ผลิตภัณฑ์ A วิธี Closest and limited load rule level 1, Closest and Balance rule และวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเท่ากันทั้งสามวิธี ซึ่งอาจเกิดจากความแปรปรวนของข้อมูลความต้องการสินค้า จึงส่งผลให้ผลของความต้องการที่มีการแจกแจงแบบปกติกับความต้องการแบบเอกซ์โพเนนเชียลแตกต่างกันเล็กน้อย

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B (ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ)

Policy	ผลิตภัณฑ์ A		ผลิตภัณฑ์ B		ผลิตภัณฑ์ A+B	
	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)
Closest rules	155	342,000	103	299,500	258	641,500
Closest and Balance rules	156	330,000	106	298,000	262	628,000
Closest and limited load rule level 1	157	339,000	108	305,000	265	644,000
Closest and limited load rule level 2	158	385,000	79	245,000	237	630,000
Closest and limited load rule level 3	166	362,000	85	265,000	251	627,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

และจากตาราง 4.2 สรุปปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ พบว่า ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนของผลิตภัณฑ์ A มีค่าใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล และผลิตภัณฑ์ B ก็ใกล้เคียงกันเช่นเดียวกันเช่นเดียวกับความต้องการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล เนื่องจากในงานวิจัยฉบับนี้คำนึงถึงแค่ต้นทุนค่าใช้จ่ายการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย แต่ไม่ได้คิดต้นทุนการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนางานวิจัยในอนาคตอาจจะต้องคำนึงถึงต้นทุนการขนส่งในส่วนนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้การขนส่งสินค้าในการใช้งานจริงต่อไป

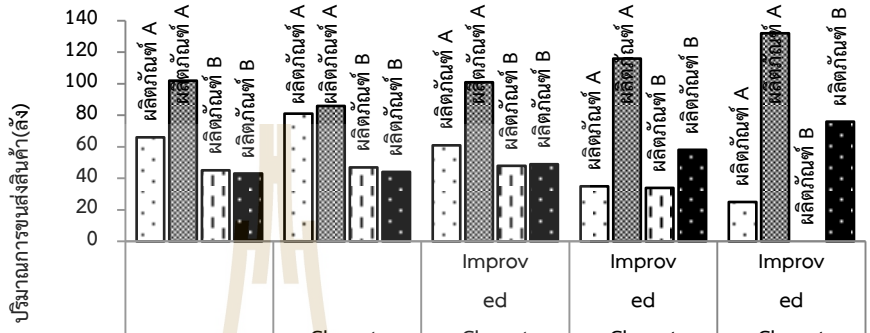
4.4 ผลการจำลองสถานการณ์วิธี Improved Closest and Limited Load Rule

จากการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยที่ค่าคาดหวังต้นทุนรวมต่ำที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการจำลองสถานการณ์โดยเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and Limited Load Rule) ซึ่งจากจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Closest rule พบว่าศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 อยู่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่าศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ดังนั้นจึงให้เปอร์เซ็นต์ระดับความสำคัญของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 มากกว่าศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 สมมติฐานให้ปริมาณความต้องการสินค้าของสาขาย่อยมีความไม่แน่นอนมีการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล

4.4.1 ปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule)

จากรูปที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า มีความต้องการไม่แน่นอนสามารถหาการแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล พบว่า เมื่อพิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้า ปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 นั้นพบว่าที่ผลิตภัณฑ์ A วิธี Closest and Balance rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Improved Closest and limited load rule และผลิตภัณฑ์ B วิธี Closest rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจาย

สินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Improved Closest and limited load rule และเมื่อพิจารณาแต่ละผลิตภัณฑ์ พบว่า ที่ผลิตภัณฑ์ A มีปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ B เนื่องจากมีปริมาณความต้องการสินค้าของสาขาย่อยมากกว่าผลิตภัณฑ์ B นั่นเอง



	Closest rules	Closest and Balance rules	Improved Closest and limited load rule level 1	Improved Closest and limited load rule level 2	Improved Closest and limited load rule level 3
ผลิตภัณฑ์ A ศูนย์กระจายสินค้าที่ 1	66	81	61	35	25
ผลิตภัณฑ์ A ศูนย์กระจายสินค้าที่ 2	102	86	101	116	132
ผลิตภัณฑ์ B ศูนย์กระจายสินค้าที่ 1	45	47	48	34	0
ผลิตภัณฑ์ B ศูนย์กระจายสินค้าที่ 2	43	44	49	58	76

รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule)

จากการเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น พบว่า ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 วิธี Improved Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เนื่องจากวิธี Improved Closest and limited load rule เป็นวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆรับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น โดยศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 มีปริมาณความต้องการของสาขาย่อยน้อย จึงทำให้ปริมาณการขนส่งสินค้าไปยังสาขาย่อยจะส่งแต่ละรอบจำนวน

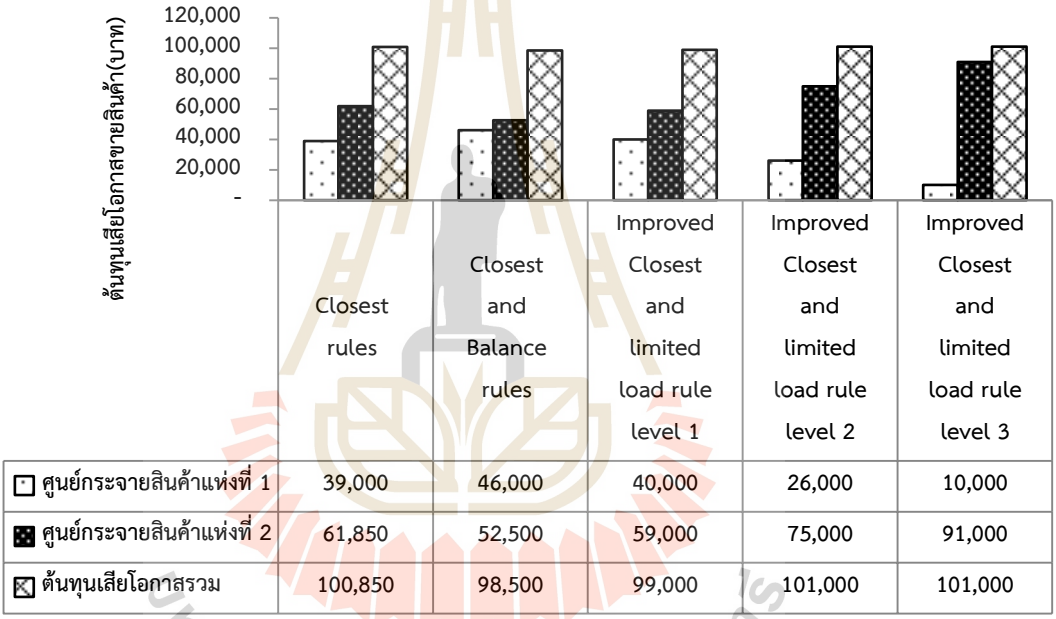
น้อย และที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 พบว่า ผลิตภัณฑ์ A วิธี Closest and Balance rule เป็นวิธีที่ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เนื่องจากวิธี Closest and Balance rule มีปริมาณความต้องการของสาขาย่อยการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าน้อยกว่าวิธีอื่น จึงทำให้ปริมาณการขนส่งจึงมีปริมาณน้อยด้วย และที่ผลิตภัณฑ์ A พบว่ามีปริมาณการขนส่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ B เนื่องจากปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ A มีปริมาณความต้องการสินค้าจากสาขาย่อยมากกว่าผลิตภัณฑ์ B จึงทำให้ปริมาณการขนส่งของผลิตภัณฑ์ A มากกว่าผลิตภัณฑ์ B

และจากการเปรียบเทียบระหว่างวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้าเรียงลำดับความสำคัญของสาขาย่อย โดยให้สาขาย่อยที่ใกล้ที่สุดมีความสำคัญมากกว่า โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) กับวิธีที่เปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้สาขาย่อยต่างๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and limited load rule) พบว่าผลของปริมาณการส่งสินค้าแตกต่างกัน โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Improved Closest and limited load rule กลับพบว่าวิธีที่ทำให้ปริมาณการส่งสินค้าต่ำที่สุดได้แก่วิธี Closest and limited load rule และที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 วิธีที่ทำให้ปริมาณการส่งสินค้าต่ำที่สุดได้แก่วิธี Closest and Balance rule ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้สาขาย่อยต่างๆมากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น ทำให้ปริมาณการส่งสินค้าลดลงเนื่องจากระยะทางในการขนส่งลดลงนั่นเอง

4.4.2 ต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้า (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule)

จากผลการจำลองสถานการณ์โดยเปลี่ยนเงื่อนไขวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and limited load rule) โดยเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น พบว่า จากรูป 4.10 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าระหว่างศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1, ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 และผลรวมต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของทั้งสองศูนย์กระจายสินค้า เมื่อพิจารณาแต่ละศูนย์กระจายสินค้าพบว่า ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ามีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ โดยวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Improved Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest

and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest rule แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 นั้นพบว่า วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and Balance rule เป็นวิธีที่ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Improved Closest and limited load rule และเมื่อพิจารณาต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ารวมทั้งสองศูนย์กระจายสินค้าพบว่าต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้าไม่แตกต่างกันมากนัก แต่วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and Balance rule เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้ารวมต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และเมื่อเทียบกับวิธี Improved Closest and limited load rule



	Closest rules	Closest and Balance rules	Improved Closest and limited load rule level 1	Improved Closest and limited load rule level 2	Improved Closest and limited load rule level 3
ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1	39,000	46,000	40,000	26,000	10,000
ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2	61,850	52,500	59,000	75,000	91,000
ต้นทุนเสียโอกาสรวม	100,850	98,500	99,000	101,000	101,000

รูปที่ 4.10 ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าการแจกแจงเอกซ์โพเนนเชียล
(วิธี Improved Closest and Limited Load Rule)

จากการเปรียบเทียบต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าโดยเปลี่ยนเงื่อนไขวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) โดยเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น พบว่า ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1 วิธี Improved Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนการเสียโอกาสการขายสินค้าต่ำที่สุด

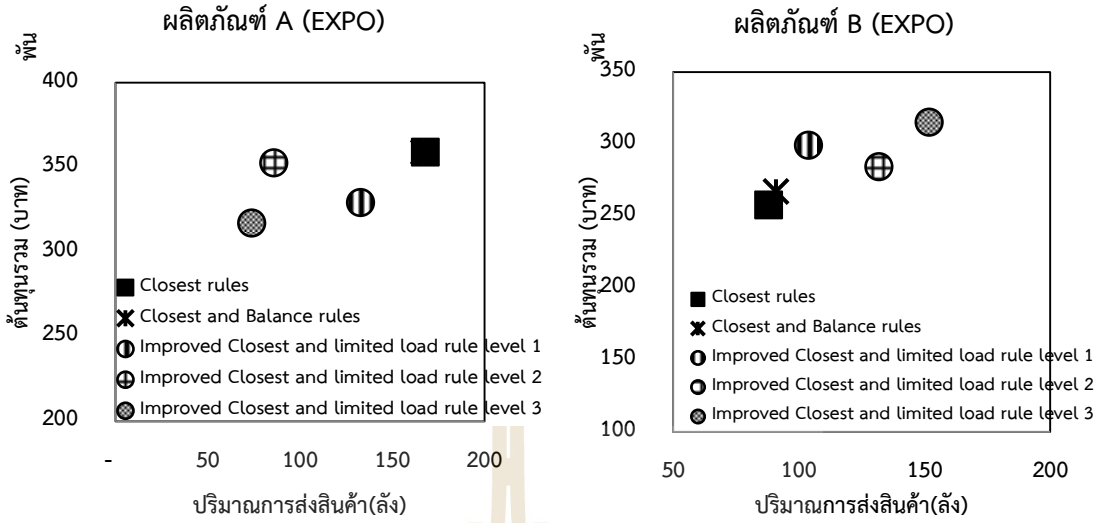
เมื่อเทียบกับวิธีอื่น เนื่องจากปริมาณความต้องการสินค้าของการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Improved Closest and limited load rule มีปริมาณความต้องการของสาขาย่อยน้อยกว่าวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Closest and Balance rule และวิธี Closest rule ทำให้การขนส่งสินค้ามีต้นทุนเสียโอกาสขายสินค้าเกิดขึ้นน้อย แต่ที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 2 พบว่าวิธี Closest and Balance rule มีปริมาณความต้องการสินค้าของสาขาย่อยน้อยกว่าวิธีอื่นจึงทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าน้อยด้วยเช่นกัน

จากการเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and Limited Load Rule) พบว่าเมื่อจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่มีระยะทางใกล้กว่าทำให้ต้นทุนเสียโอกาสขายสินค้าน้อยลงด้วย ดังรูปที่ 4.10 ที่ศูนย์กระจายสินค้าที่ 1 และศูนย์กระจายสินค้าที่ 2 วิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสขายสินค้าต่ำที่สุดได้แก่วิธี Improved Closest and Limited Load Rule กับวิธี Closest and Balance rule ดังนั้นชี้ให้เห็นว่าการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีฮิวริสติกสามารถทำให้ต้นทุนเสียโอกาสการขายสินค้าลดต่ำลงได้ โดยคำนึงถึงระยะทางในการขนส่งสินค้า

4.4.3 วิเคราะห์แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multiple Objective) พิจารณาวิธี Improved Closest and Limited Load Rule

จากรูปที่ 4.11 พบว่า เมื่อพิจารณาแต่ละผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตภัณฑ์ A วิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า วิธี Closest and limited load rule เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Closest rule และที่ผลิตภัณฑ์ B พบว่าวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุด และเมื่อเทียบกับวิธี Closest and Balance rule และเมื่อเทียบกับวิธี Improved Closest and limited load rule

จากการเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and Limited Load Rule) พบว่า ที่ผลิตภัณฑ์ A วิธี Improved Closest and Limited Load Rule มีต้นทุนรวมต่ำที่สุด เนื่องจากการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้ามีระยะทางที่ใกล้กับศูนย์กระจายสินค้ามากกว่าจึงทำให้ต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A น้อยเมื่อมีความต้องการสินค้าปริมาณมาก แต่ที่ผลิตภัณฑ์ B พบว่าวิธี Closest rule เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเมื่อมีความต้องการสินค้าในปริมาณที่น้อย



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการส่งสินค้ากับต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule)

และจากตารางที่ 4.3 สรุปปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B ของวิธีจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Improved Closest and Limited Load Rule พบว่า ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนของผลิตภัณฑ์ A มีค่าใกล้เคียงกัน และผลิตภัณฑ์ B ก็เช่นเดียวกันกับการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธี Improved Closest and Limited Load Rule เนื่องจากในงานวิจัยฉบับนี้คำนึงถึงแค่ต้นทุนค่าใช้จ่ายการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย แต่ไม่ได้คิดต้นทุนการขนส่งจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนางานวิจัยในอนาคตอาจจะต้องคำนึงถึงต้นทุนการขนส่งในส่วนนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้การขนส่งสินค้าในการใช้งานจริงต่อไป

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบปริมาณการขนส่งและต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ A และผลิตภัณฑ์ B การแจกแจงแบบเอกซ์โพเนนเชียล (วิธี Improved Closest and Limited Load Rule)

Policy	ผลิตภัณฑ์ A		ผลิตภัณฑ์ B		ผลิตภัณฑ์ A+B	
	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)	ปริมาณการขนส่ง(ลัง)	ต้นทุนรวม (บาท)
Closest rules	168	359,000	88	257,500	256	616,500
Closest and Balance rules	167	359,000	91	267,000	258	626,000
Improved Closest and limited load rule level 1	133	329,000	104	299,000	237	628,000
Improved Closest and limited load rule level 2	86	352,500	132	284,000	218	636,500
Improved Closest and limited load rule level 3	74	317,000	152	315,000	226	632,000

4.5 วิเคราะห์ต้นทุนรวมระหว่างศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งและศูนย์กระจายสินค้า 3 แห่ง

จากผลงานวิจัยได้เปรียบเทียบต้นทุนรวมของศูนย์กระจายสินค้าสินค้าจำนวน 2 แห่งและต้นทุนรวมของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง โดยใช้นโยบายปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงแห่งเดียว โดยมีเงื่อนไขเวลาการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าคงที่ และจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าได้เพียงหนึ่งศูนย์กระจายสินค้าจากการใช้วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจาย

สินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule)

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนรวมระหว่างศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งและศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง

Policy	ต้นทุนรวมของศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่ง	ต้นทุนรวมของศูนย์กระจายสินค้า 3 แห่ง
Closest rule	1,016,500	1,057,000
Closest and Balance rules	1,026,000	1,265,000
Closest and limited load rule level 1	1,028,000	1,222,000
Closest and limited load rule level 2	1,040,500	1,226,000
Closest and limited load rule level 3	1,045,000	1,248,500

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนรวมของวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้ามีต้นทุนใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนรวมของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งและต้นทุนรวมของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง พบว่าต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งนั้นมีต้นทุนรวมต่ำกว่าศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าจำนวนมากขึ้นก็จะส่งผลให้ต้นทุนรวมในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้ามากขึ้นด้วย

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดนโยบายจัดสรรสาขาย่อยไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า และกำหนดนโยบายปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ค่าคาดหวังของต้นทุนรวมน้อยที่สุด กำหนดให้เวลาในการส่งสินค้าคงที่ และหาปริมาณการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากคลังสินค้าไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้า และได้เสนอวิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ได้แก่ วิธีฮิวรีสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule) วิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) และวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and limited load rule) ซึ่งสมมติฐานให้ศูนย์กระจายสินค้ามีจำนวน 2 แห่ง และ 3 แห่ง และเลือกสินค้าตัวอย่างด้วยวิธี ABC โดยเลือกสินค้าประเภทนมซึ่งเป็นสินค้าประเภทที่ขายดีที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ A และ ผลิตภัณฑ์ B ซึ่งเป็นสินค้าที่มีมูลค่ามากที่สุดจากสินค้าทั้งหมดประเภทนม

ทั้งนี้การวัดผลประสิทธิภาพของงานวิจัยนี้คือ การจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้า , ปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า และต้นทุนรวม จากการจำลองสถานการณ์พบว่า วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) เป็นวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยมีต้นทุนเสียโอกาสและต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อมีปริมาณความต้องการสินค้าจากสาขาย่อยในปริมาณมาก ส่วนวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสและต้นทุนรวมต่ำที่สุด

เมื่อมีปริมาณความต้องการจากสาขาย่อยในปริมาณน้อย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อต้นทุนรวมได้แก่ ระยะทางซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนโลจิสติกส์ และปริมาณความต้องการของสาขาย่อย ถ้าปริมาณความต้องการของสาขาย่อยมากโอกาสที่จะเกิดต้นทุนการเสียโอกาสการขายก็จะมากขึ้นด้วยเนื่องจากไม่สามารถไปส่งสินค้าได้ทันเวลา

จากการเปลี่ยนเงื่อนไขวิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule) โดยเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and limited load rule) พบว่า วิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยเปลี่ยนเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับสาขาย่อยอื่นๆ มากกว่ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Improved Closest and limited load rule) เป็นวิธีการจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยมีต้นทุนเสียโอกาสและต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อมีปริมาณความต้องการสินค้าจากสาขาย่อยในปริมาณมาก ส่วนพบว่า วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule) เป็นวิธีที่ทำให้ต้นทุนเสียโอกาสและต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อมีปริมาณความต้องการจากสาขาย่อยในปริมาณน้อย

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ระยะทางและปริมาณความต้องการสินค้าของสาขาย่อยมีผลกระทบต่อต้นทุนรวมโดยตรง หากจะจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้าควรคำนึงถึงระยะทางและปริมาณความต้องการของแต่ละสาขาย่อยด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

การนำแบบจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้ ซึ่งเป็นการศึกษาหาปริมาณการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยใช้นโยบายและจัดสรรสาขาย่อยเพื่อรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีพื้นฐาน และวิธีฮิวรีสติก 2 วิธี ด้วยโปรแกรมจำลองสถานการณ์คอมพิวเตอร์ด้วยการใช้ข้อมูลจริงของข้อมูลยอดการขายสินค้า 12 เดือน ซึ่งในงานวิจัยนี้บริษัทกรณีศึกษาไม่มีข้อมูลในส่วนของปริมาณความต้องการของแต่ละสาขาย่อย จึงทำให้ผลการหาปริมาณการส่งสินค้าอาจจะคลาดเคลื่อน เนื่องจากผู้วิจัยได้จำลองข้อมูลการสั่งปริมาณสินค้าของแต่ละสาขาย่อย ดังนั้นเพื่อความถูกต้องครบถ้วนของโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยฉบับนี้ ในสถานการณ์จริงควรใช้ข้อมูลการสั่งสินค้าจากสาขาย่อยที่เป็นข้อมูลจริงจากบริษัทกรณีศึกษา ผลจากการจำลองสถานการณ์จึงจะมีความถูกต้องมากขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง และในงานวิจัยนี้ขอบเขตงานวิจัยไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า เพื่อการศึกษาให้

มีประสิทธิผลมากขึ้น อาจจะต้องวิเคราะห์และศึกษาเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้งด้วยเพื่อให้การวิเคราะห์และใช้งานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

รศ. พิภพ ลลิตาภรณ์.(2556).**การวางแผนและควบคุมการผลิต**, กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น. 696 หน้า.

พิภพ เล้าประจง และ มานพ ศรีตุลยโชติ.(2534).**การบริหารของคงคลังและการวางแผนความต้องการวัสดุ**, กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอเชียเพรส จำกัด.

ดร.คำนาย อภิปรัชญาสกุล.(2556).**การจัดการคลังสินค้าและการกระจายสินค้า (Warehouse and Distribution Management)**,กรุงเทพมหานคร : บริษัท โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด.

ผศ.ดร. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ.(2542).**ระบบพัสดุคงคลัง**, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรินทร์ อาสาทรงธรรม.(2555). **โลจิสติกส์กับการจัดการคลังสินค้าที่ดี**. Executive Journal, 32(1), 163-168.

G. Don Taylor, Gary L. Whicker, John S. Usher. (2001). **Multi-zone dispatching in truckload trucking**.Transportation Research Part E, 37(5) , 375-390.

Peter Boatwright, Sharad Borle and Joseph B. Kadane. (2003). **A Model of the Joint Distribution of Purchase Quantity and Timing. Journal of the American Statistical Association**, 98(463), 564-572.

Layadi, V. A., Hidayat, Y. A. Agustina and Diawati, L. (2014). **Maximum quantity determination inventory policy for fast-moving products in convenience store distribution center**. 2014 2nd International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (pp. 19-23). IEEE.

สุภาลิน ศรัณย์วงศ์, จูลินลิคะสิริ. (2013). **ขั้นตอนการหาวิธีสำหรับปัญหาการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าโดยการแบ่งระบบออกเป็นสองระดับ.** Thai Journal of Operations Research: TJOR, 1(2), 24-38.

Abdul-Jalbar, B., Segerstedt, A., Sicilia, J. and Nilsson, A. (2010). **A new heuristic to solve the one-warehouse N-retailer problem**. Computers & Operations Research, 37(2), 265-272.

Rolf Forsberg. (1997). **Exact evaluation of (R, Q)-policies for two-level inventory systems with Poisson demand. European journal of operational research**, 96(1), 130-138.

Awi Federgruen and Yu-Sheng Zheng. (1992). **An efficient algorithm for computing an optimal (r, Q) policy in continuous review stochastic inventory systems**. Operations research, 40(4), 808-813.

W. A Donaldson. (1977). **Inventory replenishment policy for a linear trend in demand-an analytical solution. Journal of the operational research society**, 28(3), 663-670.

ภาคภูมิ รุ่งชวาลนนท์ และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์. (2011). **การประยุกต์ใช้ตัวแบบสินค้าคงคลังสำหรับการวางแผนการผลิต(An Application of Inventory Model for Production Planning)**. วารสารวิศวกรรมศาสตร์, 13(1), 35-46.

สายน้ำ ฤทธิ์อิ่ม และ อรอุไร แสงสว่าง. (2013). **นโยบายการควบคุมสินค้าคงคลังโดยการใช้คำสั่งซื้อแบบถาวร: กรณีศึกษา**. The Journal of Industrial Technology, 9(3), 105-117.

Memari, A., Galankashi, M. R., Anjomshoae, A. and Rahim, A. R. (2012, December). **Scenario-based simulation in production-distribution network under demand uncertainty using ARENA**. In 2012 7th International Conference on Computing and Convergence Technology (ICCCT) (pp. 1443-1448). IEEE.

Kunal Patil, Kai Jin, and Hua Li. (2011). **Arena simulation model for multi echelon inventory system in supply chain management**. In 2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (pp. 1214-1217). IEEE.

อิศณัย ฟุ้งเกียรติไพบูลย์.(2559). **การกำหนดนโยบายการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจซื้อมาขายไปเคมีภัณฑ์.วิทยานิพนธ์**. สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน(สหสาขาวิชา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก ก

การเขียนโปรแกรม Arena

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

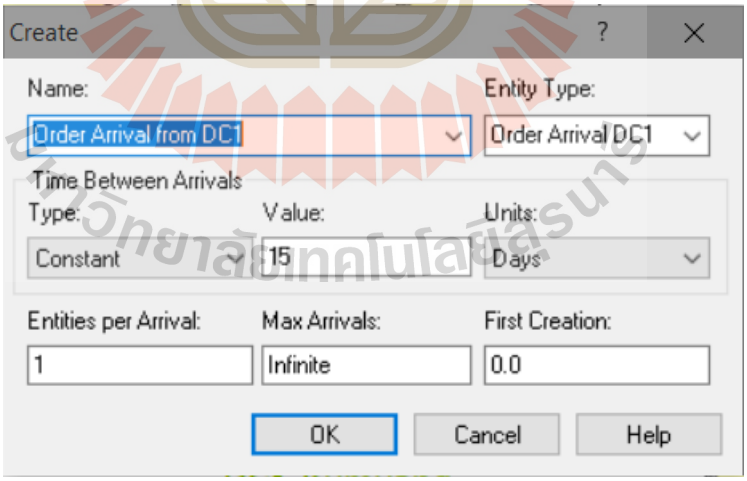
1. วิธีการเขียนโปรแกรมและการรันโปรแกรม

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้แบ่งเป็นสามส่วนใหญ่ๆ โดยทั้งสามส่วนนี้จะทำงานเชื่อมโยงกัน ได้แก่ คลังสินค้า, ศูนย์กระจายสินค้า และสาขาย่อย ซึ่งตัวอย่างในการเขียนโปรแกรมนี้ ยกตัวอย่างการเขียนแบบจำลองการส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่กำหนดให้มีศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง ซึ่งวิธีการเขียนโปรแกรมจำลองสถานการณ์ศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่งนั้นมีวิธีและขั้นตอนการเขียนเหมือนกัน ต่างกันแค่บางโมดูลเท่านั้นที่ต้องลดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าลง โดยจะอธิบายถึงรายละเอียดของโมดูลที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

1.1 ขั้นตอนที่ 1 คลังสินค้า

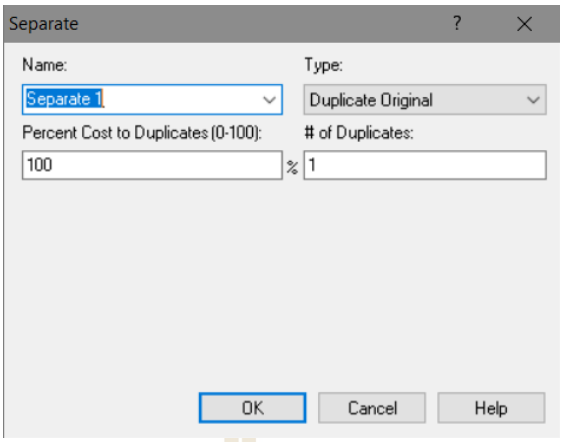
ซึ่งในขั้นตอนแรกนี้จะกล่าวถึงการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง ก่อนอันดับแรก

1. ในส่วนของคลังสินค้า ใช้โมดูล Create เพื่อรับปริมาณความต้องการจากศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง โดยการส่งสินค้าจากคลังสินค้านั้นจะส่งทุกๆ 15 วัน ซึ่งจะกำหนดให้เวลาในการส่งสินค้าคงที่ตามนโยบาย (T, Q) ที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้



รูปที่ ก.1 การตั้งค่าโมดูล Create

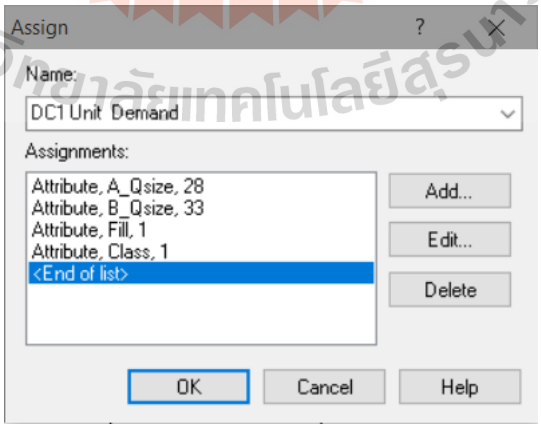
2. จากนั้นจะใช้โมดูล Separate เพื่อแยกวัตถุเดิมออกเป็นวัตถุใหม่ โดยที่เหมือนวัตถุเดิมทุกประการ ซึ่งวัตถุที่ออกจะแยกไปศูนย์กระจายสินค้า 1, 2, 3 ตามลำดับ



รูปที่ ก.2 การตั้งค่าโมดูล Separate

3. จากนั้นใช้โมดูล Assign เพื่อกำหนดคุณสมบัติประจำตัวให้กับตัวแปร โดยโมดูล Assign นี้จะทำการกำหนดคุณสมบัติปริมาณการส่งสินค้าของ Product A และ Product B ที่จะส่งให้ศูนย์กระจายสินค้า

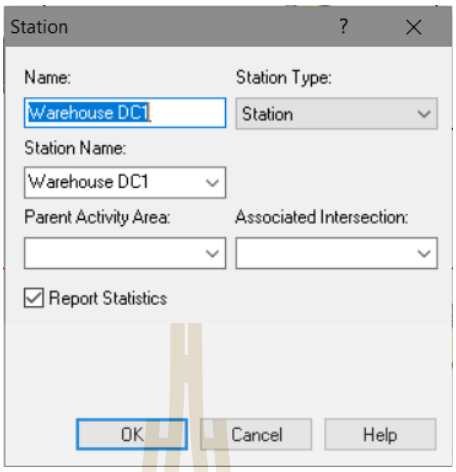
- A_Qsize : คุณสมบัติปริมาณการส่งสินค้าของ Product A
- B_Qsize : คุณสมบัติปริมาณการส่งสินค้าของ Product B
- Fill : คุณสมบัติแสดงว่ามีสินค้าอยู่ในคลังสินค้า
- Class : คุณสมบัติของศูนย์กระจายสินค้า 1, 2 และ 3



รูปที่ ก.3 การตั้งค่าโมดูล Assign

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

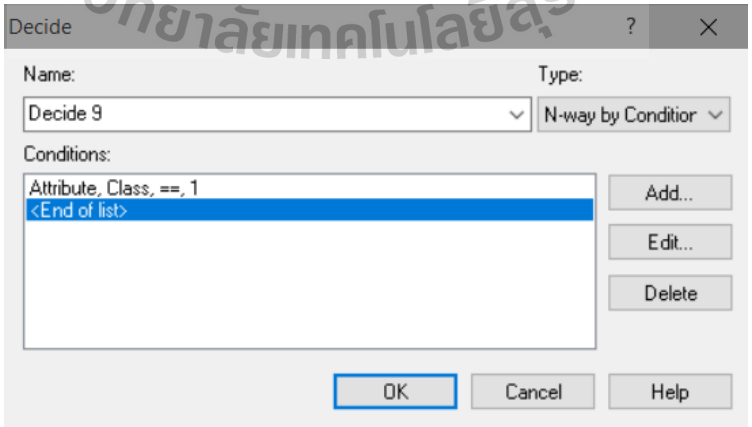
4. จากนั้นส่งสินค้าไปยังสถานีคลังสินค้า เพื่อเก็บสินค้าไว้ส่งไปยังโมดูลต่อไป



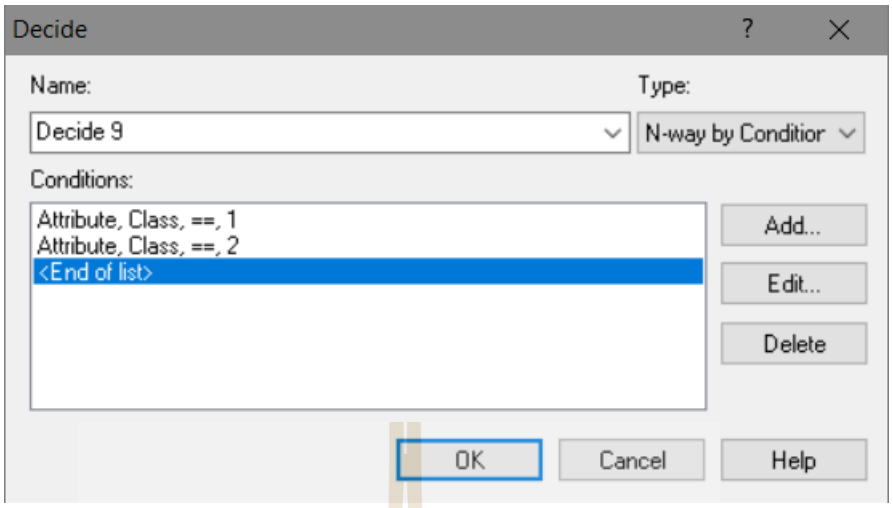
รูปที่ ก.4 การตั้งค่าโมดูล station คลังสินค้า

5. จากนั้นจะทำการส่งสินค้าไปยังโมดูล Decide เพื่อตัดสินใจว่าจะส่งสินค้าแต่ละประเภทไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งใด โดยใช้คุณสมบัติ Class ที่ได้กำหนดจากโมดูล Assign เป็นตัวตัดสินใจ

- Class == 1 : ส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่ 1
- Class == 2 : ส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่ 2
- ถ้าไม่ใช้ทั้ง 2 กรณีจะส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่ 3

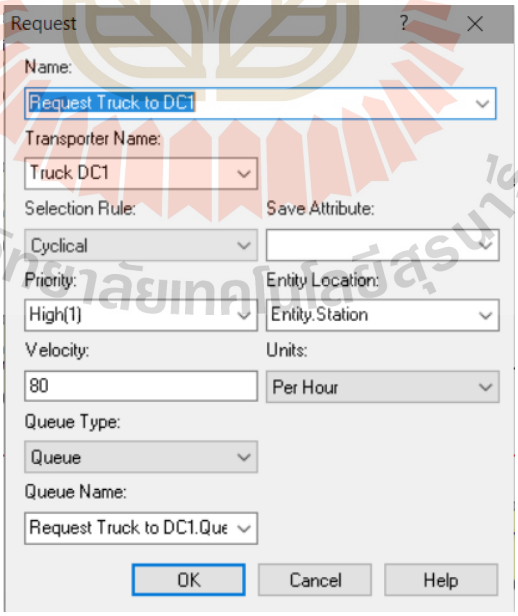


รูปที่ ก.5 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Decide สำหรับส่งสินค้าศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง



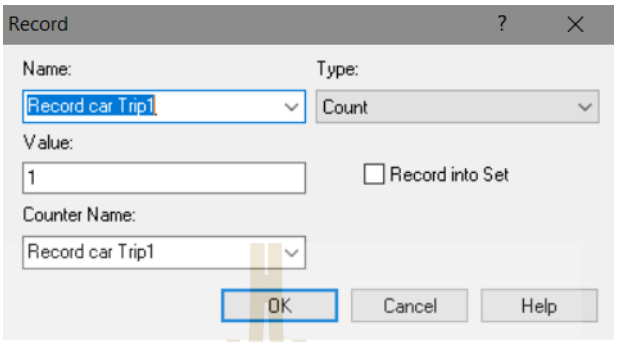
รูปที่ ก.6 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Decide สำหรับส่งสินค้าศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง

6. จากนั้นส่งไปโมดูล Request เพื่อทำการจองรถบรรทุกเพื่อส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง เมื่อรถบรรทุกว่าง รถบรรทุกจะถูกจองเพื่อส่งสินค้าด้วยโมดูล Transport



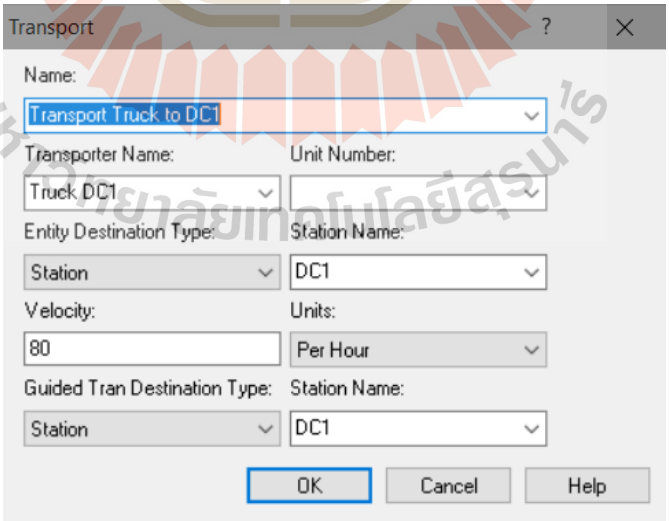
รูปที่ ก.7 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Request เพื่อเรียกรถบรรทุกส่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

7. จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลจำนวนรอบรถที่ใช้ขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

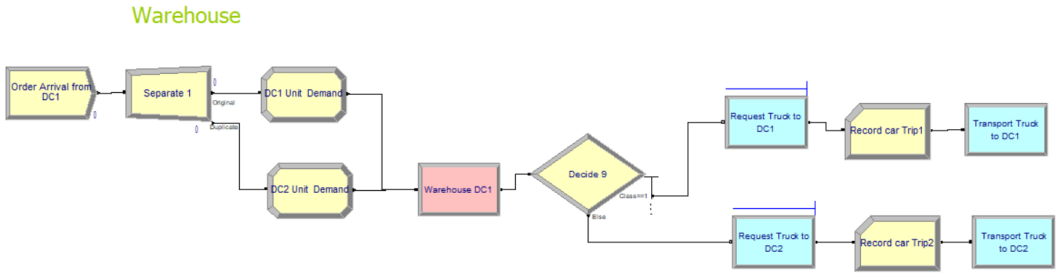


รูปที่ ก.8 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Record

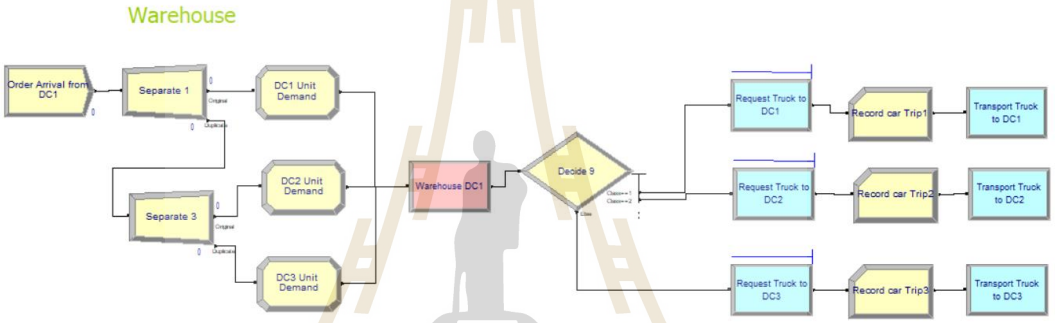
8. จากนั้นใช้โมดูล Transport เพื่อส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง โดยใช้รถบรรทุกในการขนส่ง ซึ่งศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งจะใช้รถบรรทุกคันไหนก็ได้เพื่อทำการส่งสินค้าโดยรถบรรทุกมีจำนวนไม่จำกัด สามารถส่งสินค้าได้ตลอดเวลาเมื่อมีความต้องการเกิดขึ้น ความเร็วของรถบรรทุก 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง



รูปที่ ก.9 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Transport



รูปที่ ก.10 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมในส่วนของคลังสินค้าสำหรับศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง

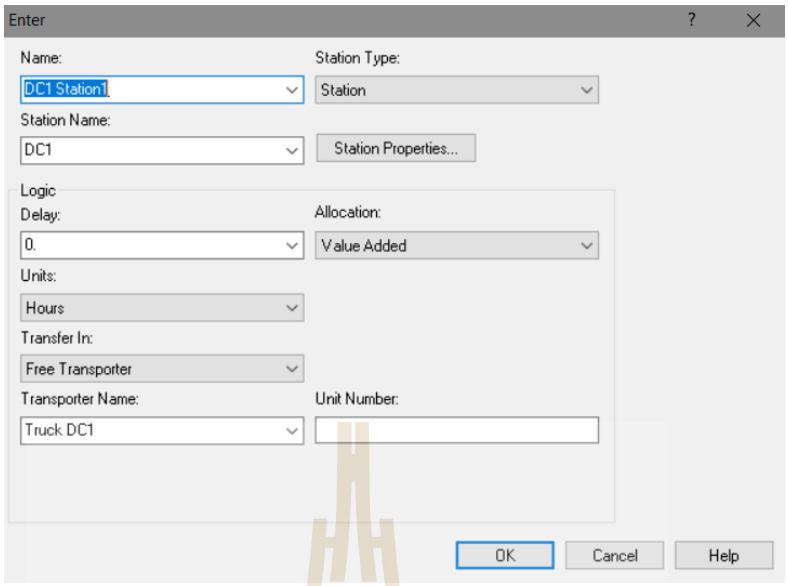


รูปที่ ก.11 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมในส่วนของคลังสินค้าสำหรับศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 3 แห่ง

1.2 ขั้นตอนที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้า

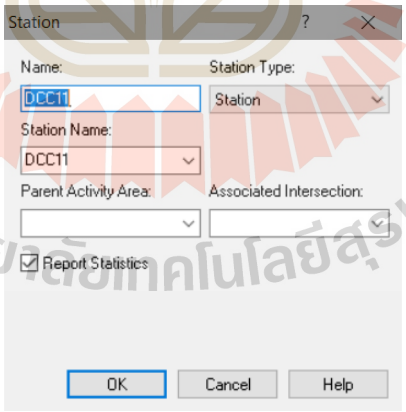
ขั้นตอนที่สองจะกล่าวถึงการสร้างโปรแกรมจำลองสถานการณ์การดำเนินงานในส่วนของศูนย์กระจายสินค้า โดยจะรับสินค้าจากคลังสินค้าและรับปริมาณความต้องการจากสาขาย่อย แล้วส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังแต่ละสาขาย่อย

1. ใช้โมดูล Enter ทำหน้าที่เป็นสถานีในการขนถ่ายสินค้าจากรถบรรทุกไปยังแต่ละศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง



รูปที่ ก.12 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Enter เพื่อขนถ่ายสินค้า

2. และใช้โมดูล station ในการรับปริมาณความต้องการสินค้าจากสาขาย่อยแต่ละสาขา

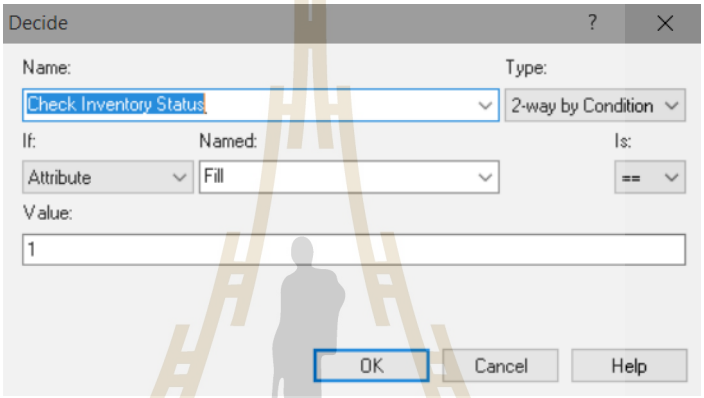


รูปที่ ก.13 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Station เพื่อรับปริมาณความต้องการสินค้าจากสาขาย่อย

3. จากนั้นใช้โมดูล Decide เพื่อตรวจสอบปริมาณสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าว่ามีจำนวนปริมาณสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของสาขาย่อยหรือไม่? โดยกำหนดเงื่อนไขในการ

ตัดสินใจ 2 เงื่อนไขด้วยตัวแปร(Attribute) ชื่อ Fill ที่กำหนดมาจากโมดูล Assign ในส่วนของคลังสินค้าเพื่อใช้ในการตรวจสอบปริมาณสินค้าในศูนย์กระจายสินค้า โดยที่

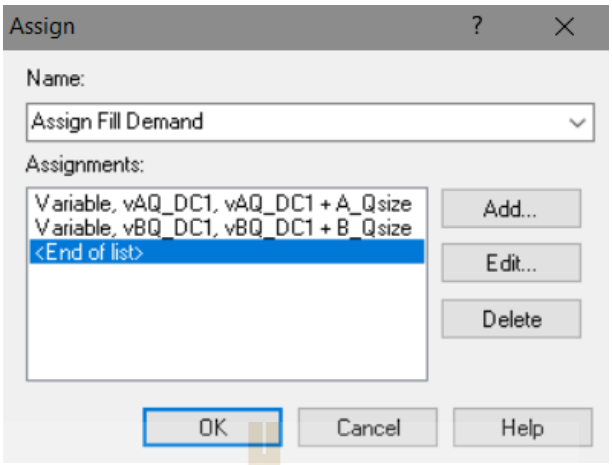
- เงื่อนไขที่ 1 : ถ้าตัวแปรชื่อ Fill เท่ากับ 1 หรือมีสินค้าเท่ากับความต้องการของสินค้า วัตถุจะเลือกไปเส้นทางนี้
- เงื่อนไขที่ 2 : เงื่อนไขที่ทำให้เงื่อนไขที่ 1 เป็นเท็จ คือสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ วัตถุจะเลือกไปในเส้นทางนี้



รูปที่ ก.14 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Decide เพื่อตรวจสอบจำนวนปริมาณสินค้าในศูนย์กระจายสินค้า

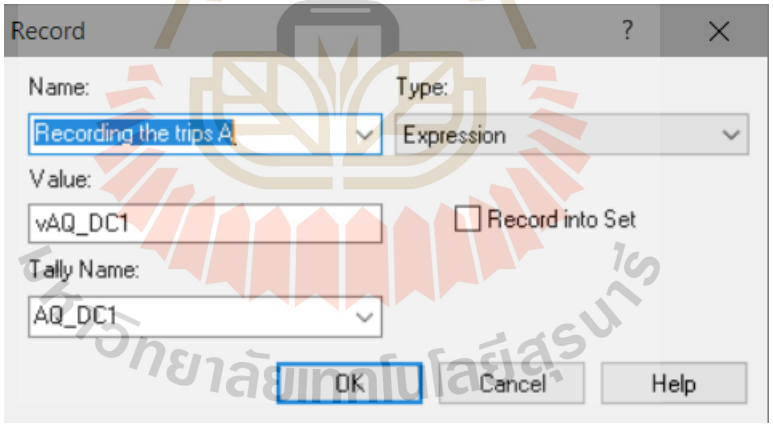
- **กรณีผลลัพธ์เป็นจริง ณ โมดูล Decide ชื่อ Check Inventory Status**

4. สร้างโมดูล Assign ต่อจากโมดูล Decide เพื่อกำหนดค่าให้กับระดับสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าใหม่ โดยจำนวนสินค้าที่มีอยู่ในศูนย์กระจายสินค้ารวมกับจำนวนสินค้าที่ได้รับมาจากคลังสินค้าของ Product A และ Product B เก็บไว้ในตัวแปร vAQ_DC1 และ vBQ_DC1

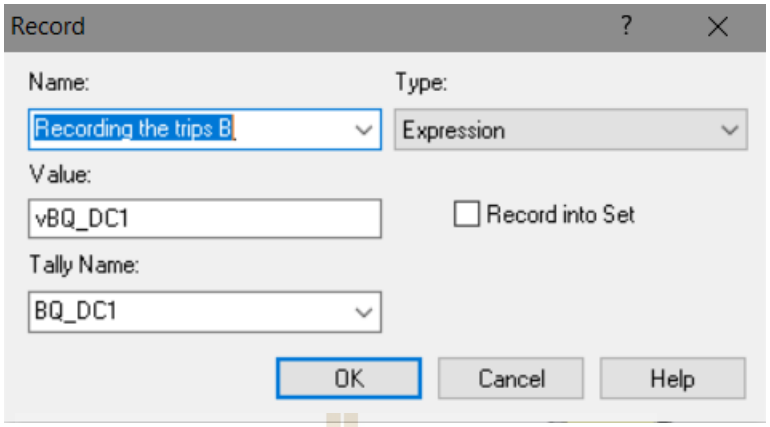


รูปที่ ก.15 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Assign เพื่อกำหนดระดับคลังสินค้าใหม่

5. สร้างโมดูล Record เพื่อบันทึกจำนวนปริมาณคลังสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าของสินค้า Product A และ Product B

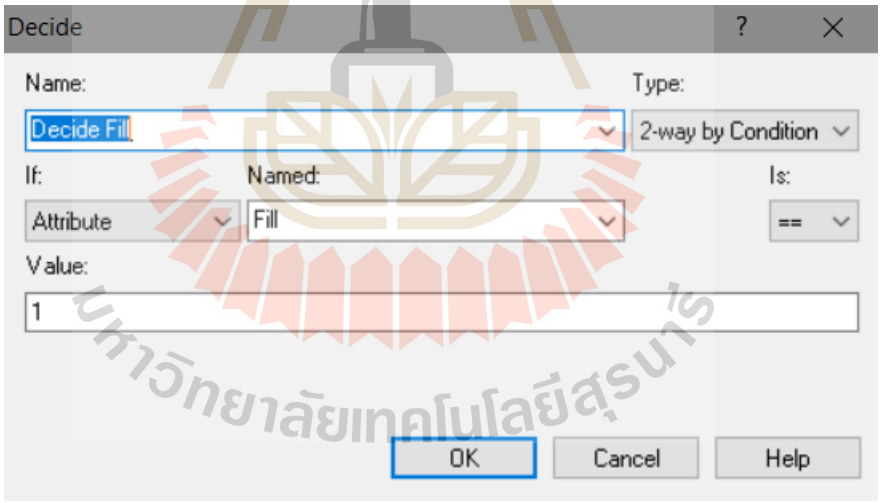


รูปที่ ก.16 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Record เพื่อบันทึกระดับคลังสินค้า Product A



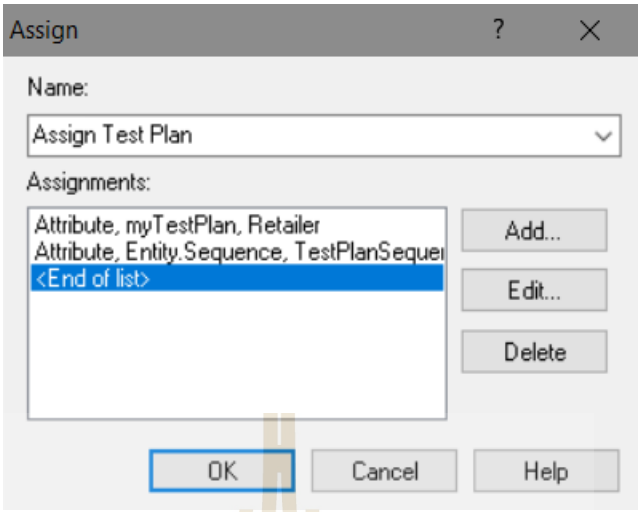
รูปที่ ก.16 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Record เพื่อบันทึกระดับคลังสินค้า Product A

6. สร้างโมดูล Decide ใช้ตัดสินใจเพื่อส่งสินค้าไปยังแต่ละสาขาย่อยตามปริมาณที่แต่ละสาขาย่อยต้องการ

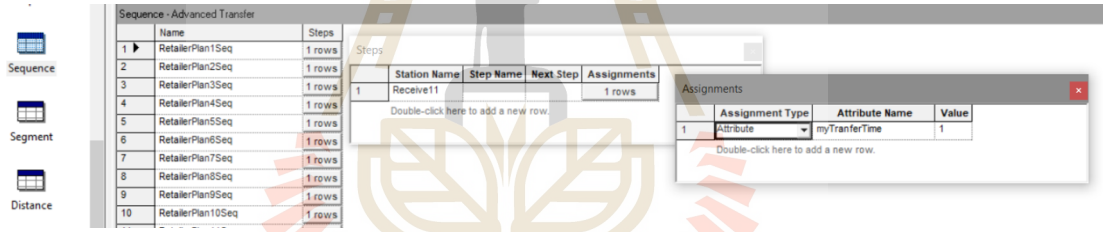


รูปที่ ก.17 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Decide เพื่อส่งสินค้าไปยังสาขาย่อย

7. สร้างโมดูล Assign เพื่อกำหนดว่าต้องไปส่งสินค้าที่สาขาใดตามปริมาณสินค้าที่แต่ละสาขาย่อยต้องการโดยกำหนดตัวแปร myTestPlan ว่าจะต้องไปส่งสินค้าที่สาขาย่อยใดบ้าง และกำหนดตัวแปร Entity.Sequence เพื่อกำหนดลำดับในการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินไปยังสาขาย่อย

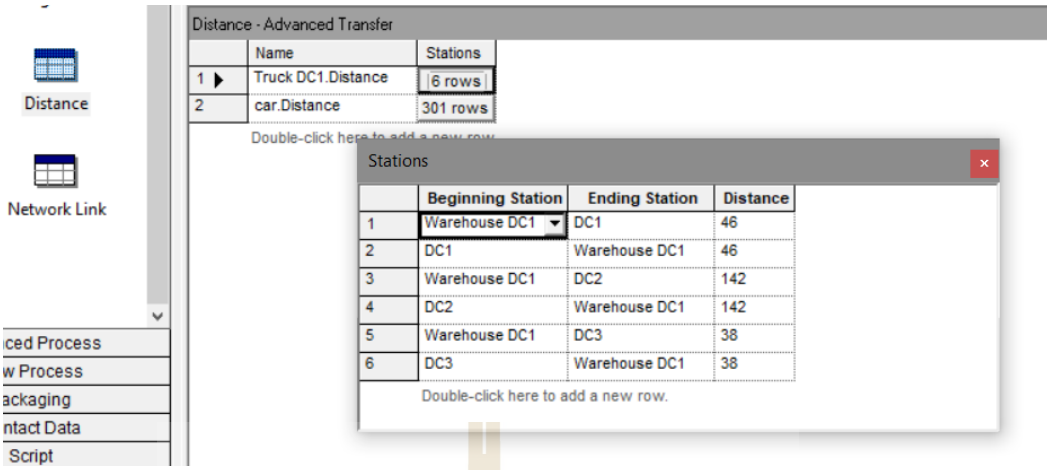


รูปที่ ก.18 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Assign เพื่อกำหนดการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย

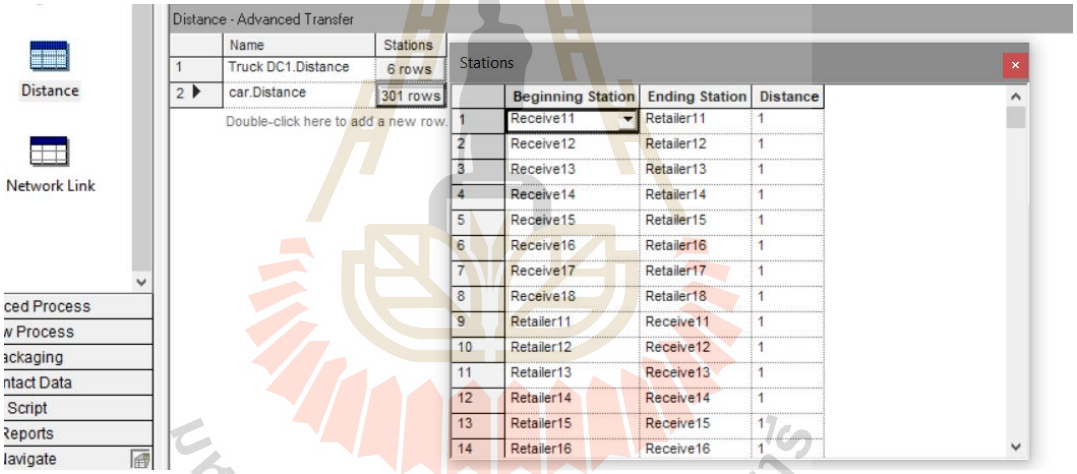


รูปที่ ก.19 ตัวอย่างซับโมดูล Sequence

8. กำหนดซับโมดูล Distance เพื่อกำหนดระยะทางการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้าโดยใช้รถบรรทุกส่งสินค้าความเร็ว 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง และระยะทางการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย โดยใช้รถกระบะส่งสินค้าด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง

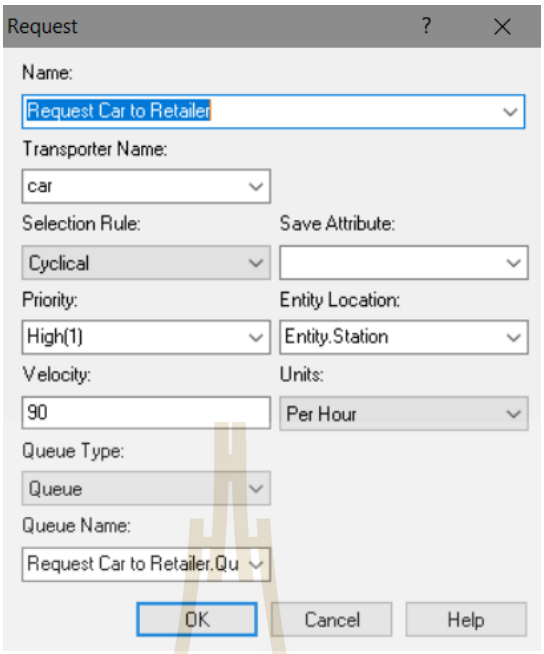


รูปที่ ก.20 ตัวอย่างซับโมดูล Distance เพื่อกำหนดระยะทางจากคลังสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า



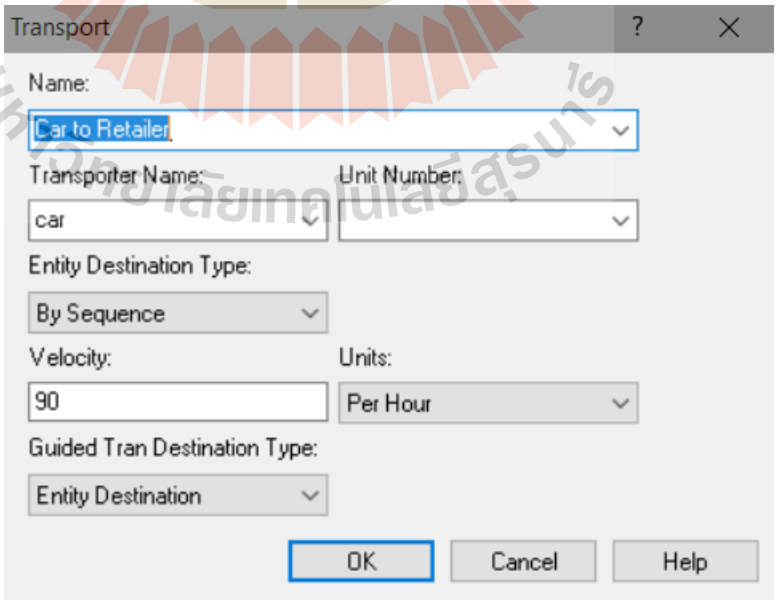
รูปที่ ก.21 ตัวอย่างซับโมดูล Distance เพื่อกำหนดระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย

9. สร้างโมดูล Request เพื่อจองรถกระบะสำหรับส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อย เมื่อมีรถกระบะว่างรถจะถูกจองแล้วทำการส่งสินค้าด้วยโมดูลถัดไป



รูปที่ ก.22 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Request เพื่อจองรถกระบะ

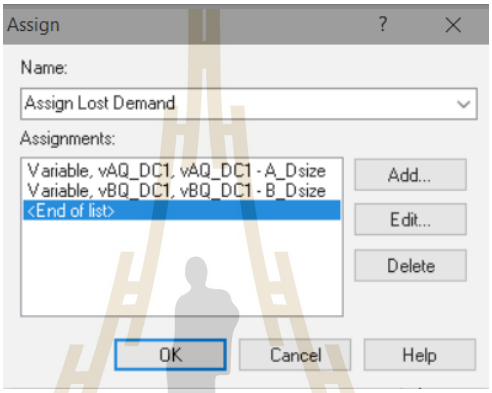
10. สร้างโมดูล Transport ในการใช้รถกระบะเพื่อส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังสาขาย่อยแต่ละสาขาตาม Sequence ที่ได้กำหนดไว้ด้วยความเร็ว 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ ก.23 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Transport

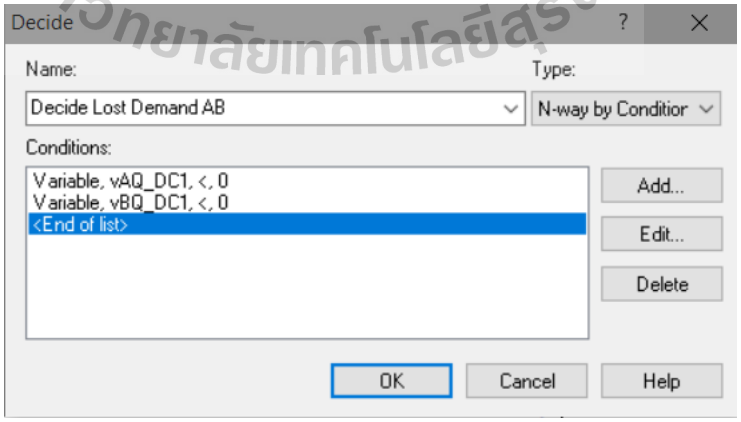
- **กรณีผลลัพธ์เป็นเท็จ ณ โมดูล Decide ชื่อ Check Inventory Status**

11. สร้างโมดูล Assign เพื่อตรวจสอบระดับคลังสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าว่ามีจำนวนปริมาณสูญเสียการขาย (Lost sales) โดยเก็บไว้ในตัวแปร vAQ_DC1 และ vBQ_DC1 โดยจะคำนวณจากปริมาณสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าหักลบกับจำนวนปริมาณความต้องการของแต่ละสาขาย่อย ถ้าสินค้ามีไม่เพียงพอกับปริมาณความต้องการของสาขาย่อย ตัวแปร vAQ_DC1 และ vBQ_DC2 จะมีค่าเป็นลบ ซึ่งเป็นปริมาณสูญเสียการขายสินค้า (Lost sales)



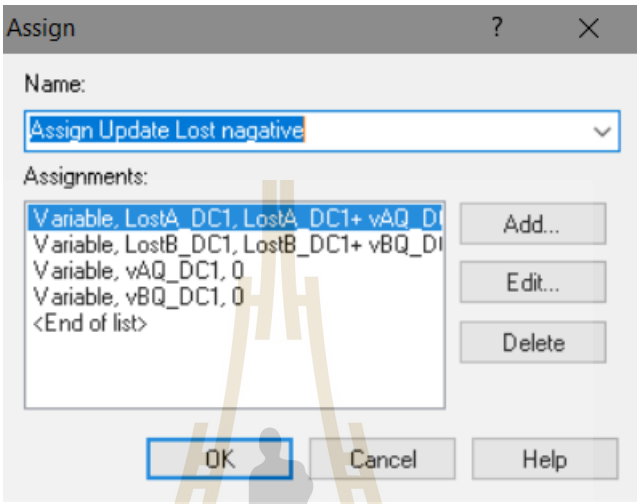
รูปที่ ก.24 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Assign

12. สร้างโมดูล Decide เพื่อตรวจสอบว่าปริมาณคลังสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าของ Product A และ Product B ติดลบหรือไม่? ก่อนจะทำการบันทึกจำนวนปริมาณ Lost sales



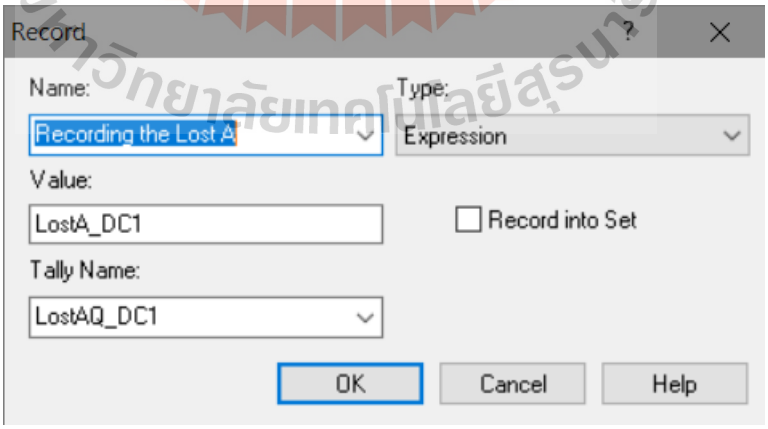
รูปที่ ก.25 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Decide

13. จากนั้นสร้างโมดูล Assign เพื่ออับเดตปริมาณ Lost sale ของสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าของสินค้า Product A และ Product B ไม่ให้ติดลบก่อนออกจากระบบโดยกำหนดตัวแปร LostA_DC1 และ LostB_DC2

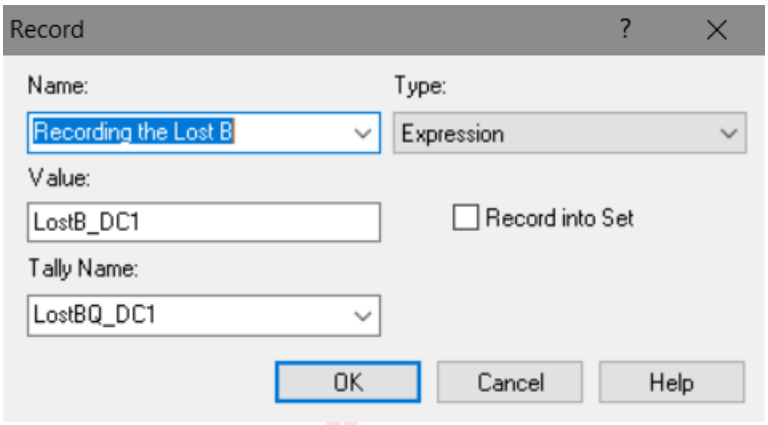


รูปที่ ก.26 ตัวอย่างการกำหนดโมดูล Assign เพื่ออัปเดตปริมาณ Lost sale

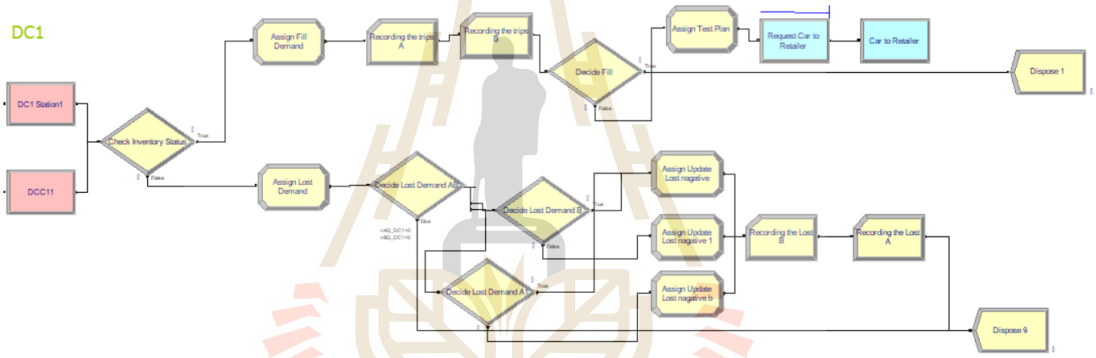
14. สร้างโมดูล Record เพื่อบันทึกค่าปริมาณ Lost sale ของสินค้า Product A และ Product B



รูปที่ ก.27 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Record เพื่อบันทึกค่า Lost sale ของสินค้า Product A



รูปที่ ก.27 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Record เพื่อบันทึกค่า Lost sale ของสินค้า Product B



รูปที่ ก.28 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมของศูนย์กระจายสินค้า

1.3 ขั้นตอนที่ 3 สาขาย่อย

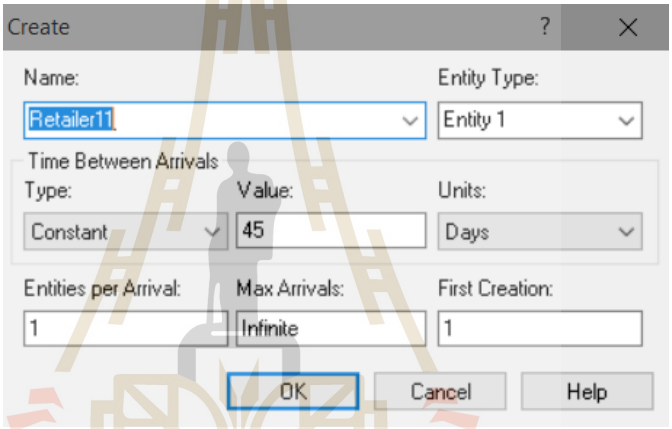
ขั้นตอนส่วนนี้จะเป็นรายละเอียดในการจัดสาขาย่อยเพื่อรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดกฎในการจัดสาขาย่อยเพื่อรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

- วิธีพื้นฐาน พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น (Closest rule)
- วิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้นโดยมีเงื่อนไขภาระรวมของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งมีความสมดุลกัน (Closest and Balance rule)

- วิธีฮิวริสติกที่พิจารณาศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้ที่สุดแล้วจัดสรรสาขาย่อยไปยังศูนย์กระจายสินค้านั้น โดยมีเงื่อนไขให้ศูนย์กระจายสินค้าที่ใกล้กับคลังสินค้ารับภาระรวมมากกว่าศูนย์กระจายสินค้าอื่น (Closest and limited load rule)

ซึ่งการเขียนโปรแกรมในแต่ละวิธีจะแตกต่างกันที่สาขาย่อยจะถูกจัดสรรไปยังศูนย์กระจายสินค้าแห่งใด ในตัวอย่างการเขียนโปรแกรมจึงขอยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมวิธี Closet rules

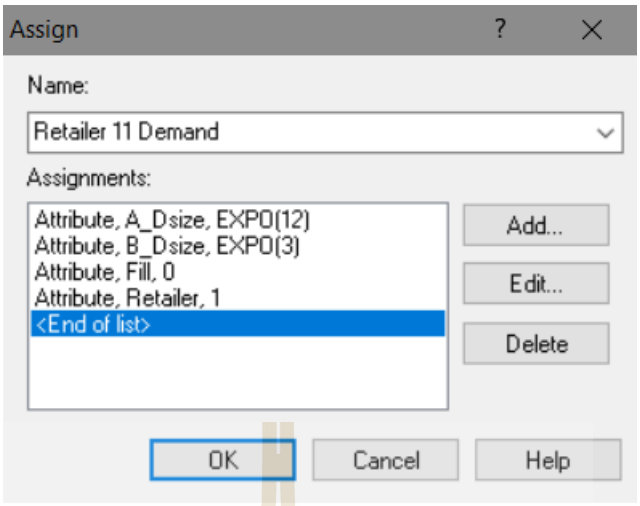
1. สร้างโมดูล Create เพื่อกำหนดจำนวนวันในการสั่งสินค้าของแต่ละสาขาย่อย โดยกำหนดให้จำนวนวันในการสั่งสินค้าคงที่ 15, 30, 60 และ 90 วัน



รูปที่ ก.29 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Create เพื่อกำหนดจำนวนวันในการสั่งสินค้า

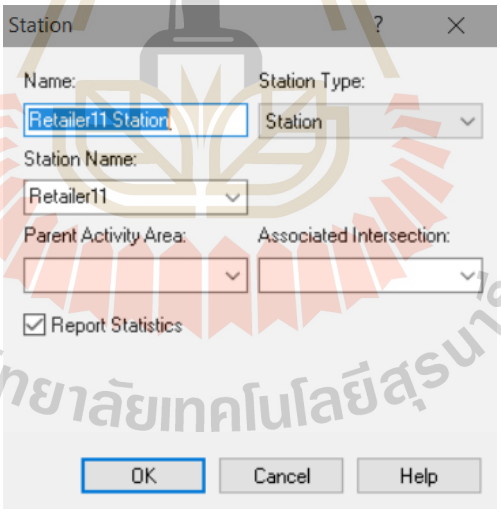
2. จากนั้นสร้างโมดูล Assign เพื่อกำหนดคุณสมบัติตัวแปรปริมาณความต้องการของสาขาย่อย สินค้า Product A และ Product B

- A_Dsize : ปริมาณความต้องการของสินค้า Product A
- B_Dsize : ปริมาณความต้องการของสินค้า Product B
- Fill เท่ากับ 0
- Retailer : ลำดับของสาขาย่อยแต่ละสาขา



รูปที่ ก.30 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Assign เพื่อกำหนดปริมาณความต้องการของสาขาย่อย

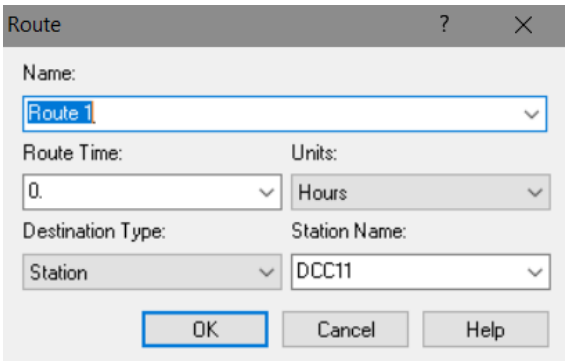
3. จากนั้นสร้างโมดูล Station เพื่อกำหนดสถานีของสาขาย่อยแต่ละสาขา



รูปที่ ก.31 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Station ของสาขาย่อย

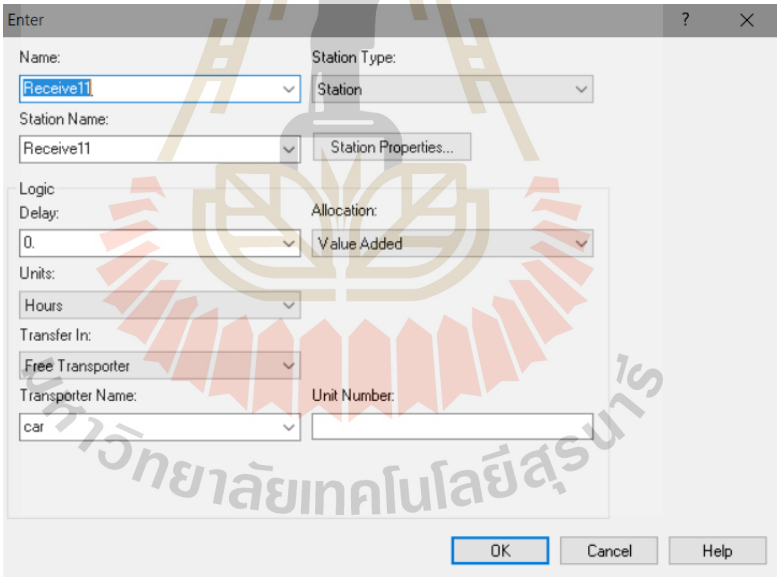
4. สร้างโมดูล Route เพื่อทำหน้าที่ส่งปริมาณความต้องการของสาขาย่อยไปให้ศูนย์กระจายสินค้า โดยจะกำหนดให้การสั่งสินค้าผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตไม่มีเวลาในการส่งปริมาณความต้องการของสินค้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

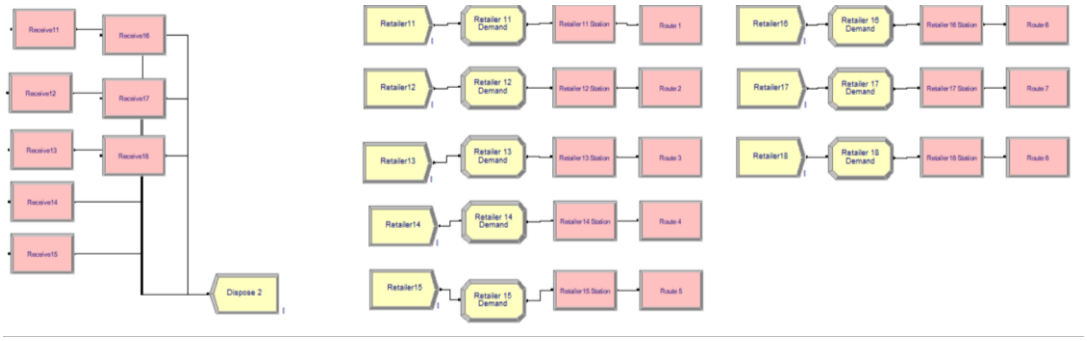


รูปที่ ก.32 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Route ในการสั่งสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า

5. สร้างโมดูล Enter เพื่อทำหน้าที่เป็นสถานีในการรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งรถบรรทุกขนาดเล็กนำสินค้ามาส่งยังสาขาย่อย

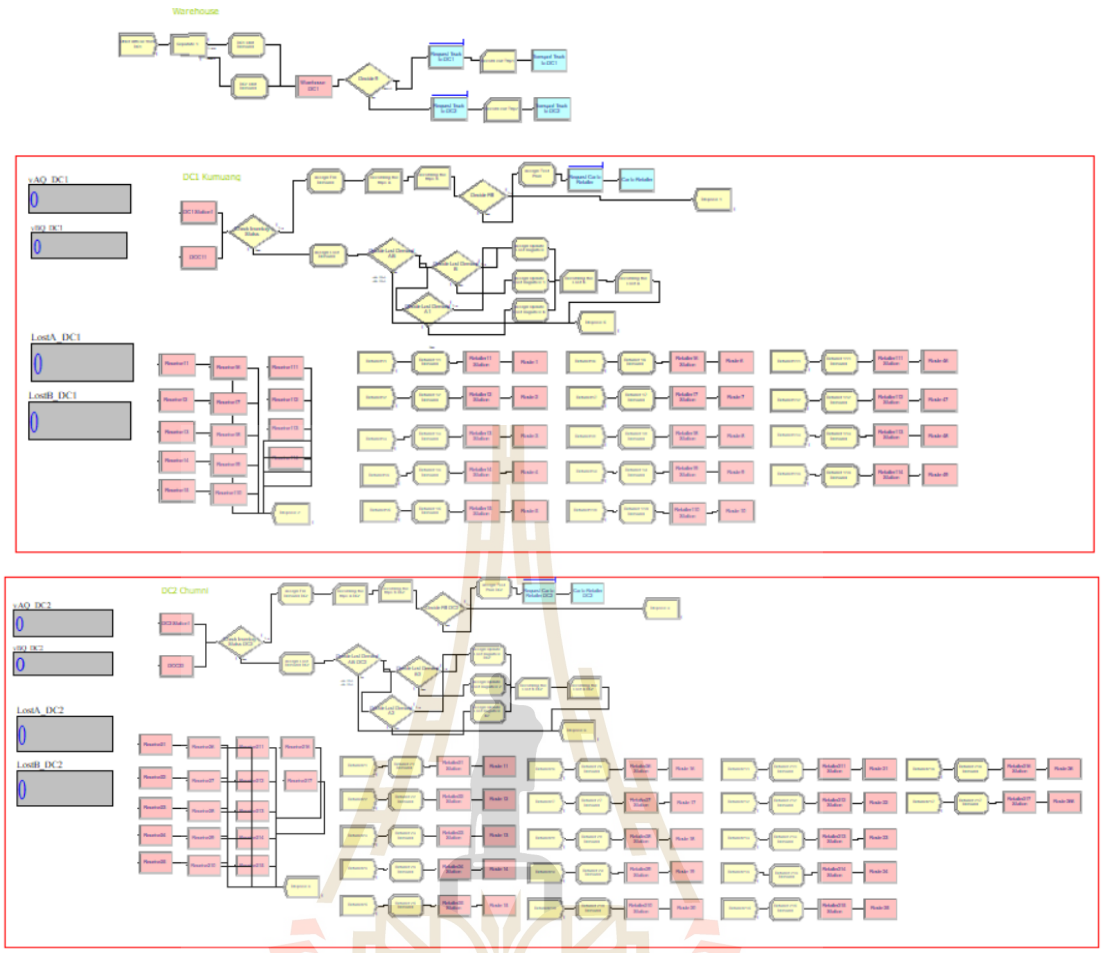


รูปที่ ก.33 ตัวอย่างการตั้งค่าโมดูล Enter สถานีเพื่อใช้รับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า



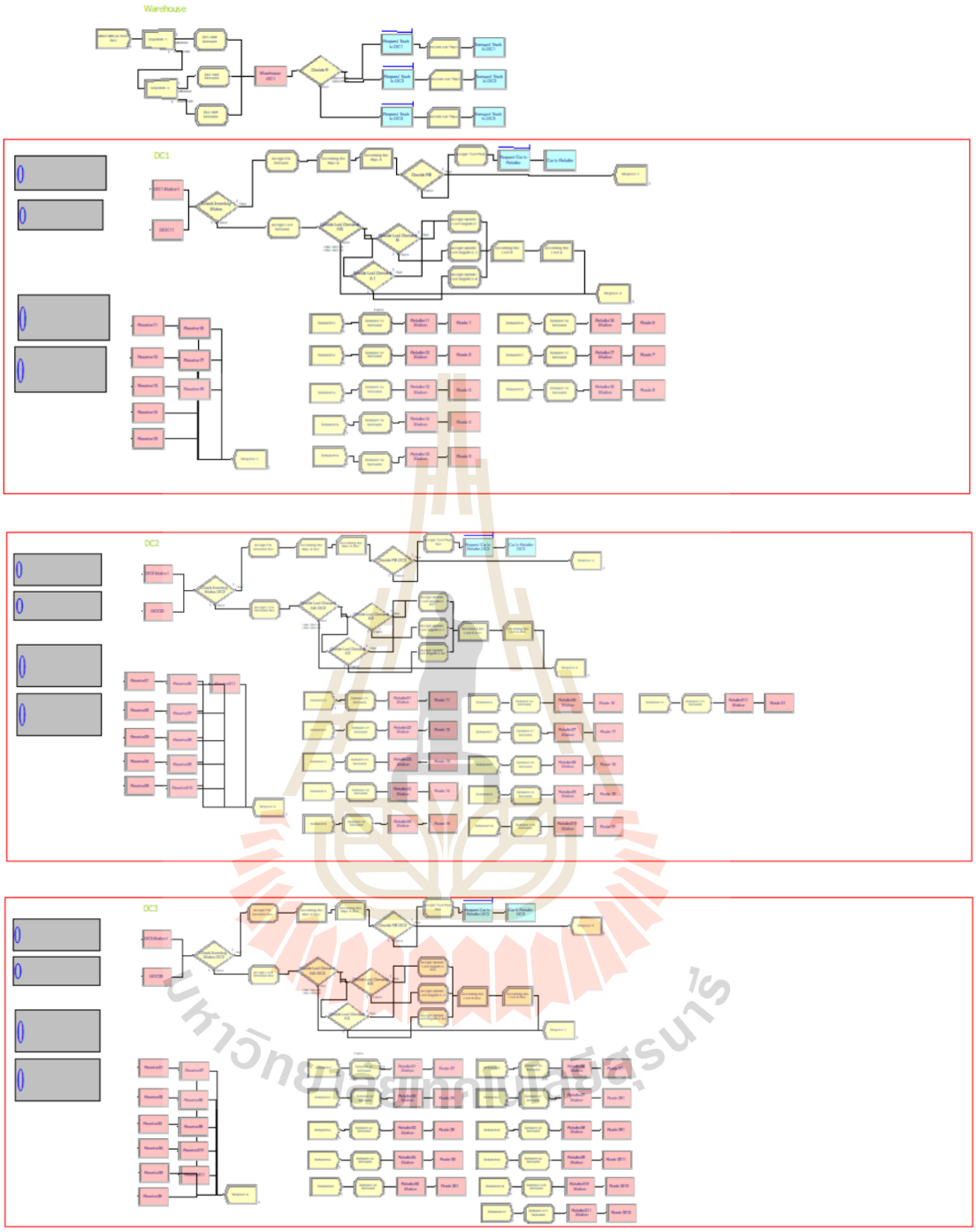
รูปที่ ก.34 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมในส่วนของสาขาย่อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ ก.35 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม Arena โดยรวมของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ ก.36 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม Arena โดยรวมของศูนย์กระจายสินค้าจำนวน 2 แห่ง

ภาคผนวก ข

บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

จิดาภา ชมชื่น และ กัญชลา สุดตาชาติ. (2017). **การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาร่วมการขนส่งและปริมาณขนส่งที่เหมาะสมโดยใช้ แบบจำลองสถานการณ์.** Thai Journal of Operations Research: TJOR, 5(2), 1-10.

วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2560)

Performance Analysis of an Integrated Transportation and Lot Size Problem using Simulation

Jidapa Chomchuen[1] Kanchala Sudtachat*[2]
School of Manufacturing Engineering, Institute of Engineering
Suranaree University of Technology,
111 University Avenue, Muang District, Nakhon Ratchasima, 30000, Thailand

Abstract

An inventory system is one of the important factors for improving efficiency in industrial production. The inventory affects the total transportation costs of the system. Transporting materials do not add value to the system but increase the total cost of the system. This research studies a transportation system—from the warehouse to the packing department. The analysis of the flow diagram found that the current transportation system assigned an amount less than load of vehicles of the highest capacity; thus, time was wasted time during the transport packaging in each round. The objective of this research was to balance the utilization of vehicles in the packaging process resulting in increased efficiency of the inventory system. In our transportation management, we want to assign loads to the vehicles to achieve full capacity of vehicles. We investigated the transportation system using a simulation (ARENA) and determined the quantity lot size of the transportation. We implemented our model for the real world problem in case of a melanin production. The results showed that our system increased total production by 48.35% and increased the utilization of the production system by 26.35%. Furthermore, the sensitivity analysis was investigated in order to analyze the confidence and accuracy of the results even more. Greater efficiency of transportation management would provide higher benefits and can increase performance in industrial production.

Keywords: Transportation, Simulation model

* Corresponding author. E-mail: Kanchala@sut.ac.th
[1] Institute of Engineering, Suranaree University of Technology
[2] Assistant Professor in Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เมลามีนเป็นอุตสาหกรรมที่มีขนาดใหญ่ สินค้ามีความหลากหลายเป็นที่ต้องการของท้องตลาด ทำให้ธุรกิจเติบโตอย่างรวดเร็วและการแข่งขันทางธุรกิจสูงขึ้นด้วย ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิตและต้นทุนโลจิสติกส์จึงเป็นหัวใจสำคัญที่อุตสาหกรรมให้ความสนใจ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถการผลิตให้อยู่รอดในสภาวะปัจจุบันได้

การออกแบบและพัฒนาระบบส่วนใหญ่ อาศัยแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยพิจารณา และวิเคราะห์งานก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบงานจริง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบันได้นำซอฟแวร์ทางคอมพิวเตอร์จำลองแบบปัญหาเพื่อลดต้นทุนในการทดลองจริง และลดการเสียหายในการทดสอบกับระบบทำงานจริง ทำให้สามารถประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

บริษัทกรณีศึกษาผลิตผลิตภัณฑ์เมลามีน มีกำลังการผลิต 12,000 ตัน/ปี และมีจำนวนผลิตภัณฑ์ 1,200 รูปแบบ ทำให้สินค้ามีความหลากหลาย ซึ่งการผลิตจะผลิตตามการสั่งซื้อของลูกค้า และปริมาณการสั่งซื้อเป็นแบบแต่ละชุด (Lot size) การขนส่งบรรจุภัณฑ์จากคลังพัสดุไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์จึงส่งแบบทันที รถขนส่งมีจำนวน 3 คัน ซึ่งการส่งในแต่ละรอบมีจำนวนไม่เท่ากันขึ้นกับจำนวนการสั่งผลิตของลูกค้า ส่งผลให้การส่งในแต่ละรอบมีการบรรทุกกล่องบรรจุภัณฑ์ไม่เต็มคัน ทำให้เกิดการขนส่งเที่ยวเปล่าในการขนส่งแต่ละรอบ

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษารวบรวมข้อมูลการขนส่งจากคลังพัสดุไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ เพื่อวิเคราะห์และเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้แนวคิดการใช้รถขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุด ขนส่งสินค้าเต็มคัน เพื่อลดการขนส่งสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ โดยประยุกต์แบบจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการสะท้อนภาพของสถานการณ์ปัจจุบันและผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เมื่อมีการปรับปรุงรูปแบบการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายบรรจุภัณฑ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ[1] การขนย้ายพัสดุ (Logistics and Transportation) เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานพัสดุ โดยหน้าที่โดยสังเขปของสายงานการขนย้ายพัสดุ ได้แก่ พัฒนาวิธีการขนย้ายพัสดุอย่างประหยัด ,จัดตั้งระบบและวิธีการที่จะช่วยให้ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายพัสดุ,วางแผนการใช้อุปกรณ์ขนย้าย เวลาในการขนย้าย ระเบียบและหลักปฏิบัติการขนย้ายสินค้าสำเร็จรูป

Barker, et al. [2] ได้กล่าวว่า การขนส่งแบบเต็มคันว่าเป็นการขนส่งสินค้าจากสถานที่หนึ่ง ไปยังอีกสถานที่หนึ่งที่มีจำนวนสินค้าเท่ากับจำนวนสินค้าที่รถบรรทุกสามารถบรรทุกได้

Ching-Wu Chu [3] ได้ศึกษาปัญหาการขนส่งแบบไม่เต็มคันรถ โดยพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาเส้นทางการขนส่งโดยต้นทุนการขนส่งที่น้อยที่สุด โดยงานวิจัยจะมุ่งเน้นการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันรถ

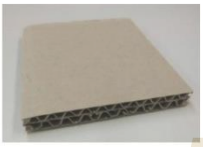
Caputo, et al. [4] ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ บริษัทดำเนินงานในอุตสาหกรรมฟิล์มพลาสติกในแผนกบรรจุภัณฑ์ โดยใช้วิธีฮิวริสติกในการวิเคราะห์ปริมาณการจัดส่งสินค้า ตำแหน่งการขนส่งสินค้า และปริมาณการขนส่งที่ดีที่สุดสำหรับการบรรทุกสินค้าแบบเต็มคันและการบรรทุกสินค้าแบบไม่เต็มคัน และยังใช้วิธี GA ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด จากงานวิจัยพบว่า วิธีการขนส่งแบบบรรทุกสินค้าเต็มคัน เป็นวิธีที่เหมาะสมในการขนส่งโดยรวม ถึงแม้ว่าจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 35 % ก็ตาม

3. วิธีการดำเนินงาน

จากบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากการศึกษาผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของกล่องบรรจุภัณฑ์เป็น 2 ประเภทที่ใช้บรรจุสินค้าได้แก่ กล่องลูกฟูก 3 ชั้น (Single wall corrugated) และกล่องลูกฟูก 5 ชั้น (Double wall corrugated) ซึ่งกล่องลูกฟูก 3 ชั้นเป็นกล่องที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมาก ใช้เป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ชั้นในและมีขนาดเล็กกว่ากล่องลูกฟูก 5 ชั้นดังรูปที่ 1 ส่วน

กล่องลูกฟูก 5 ชั้นเป็นกล่องที่รับน้ำหนักมาก ใช้เป็นกล่องบรรจุภัณฑ์ชั้นนอกดังรูปที่ 2

รูปที่ 1 กล่องลูกฟูก 3 ชั้น (Single wall corrugated)



รูปที่ 2 กล่องลูกฟูก 5 ชั้น (Double wall corrugated)

3.1 ขั้นตอนกระบวนการขนส่งบรรจุภัณฑ์

จากการศึกษาแผนผังการไหลกระบวนการขนส่งบรรจุภัณฑ์ดังรูปที่ 3 และมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 แผนกบรรจุภัณฑ์ส่งใบเบิกกล่องบรรจุภัณฑ์แบบทีละชุด (Lot Size) ไปยังคลังพัสดุ ด้วยเอ็กโพเนนเชียล 1 ใบเบิกต่อ 2 ชั่วโมง

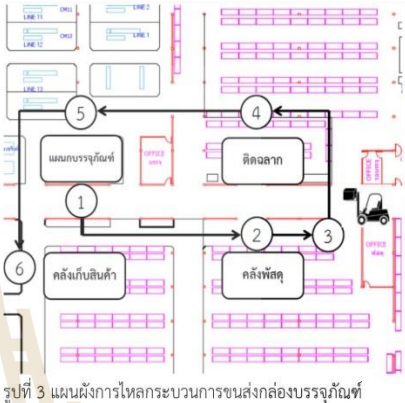
3.1.2 คลังพัสดุรับใบเบิก บันทึกข้อมูลลงในระบบและจัดกล่องตามใบเบิกโดยจะประกอบด้วย กล่องลูกฟูก 3 ชั้น และ 5 ชั้น

3.1.3 รถขนส่งบรรทุกกล่องบรรจุภัณฑ์ตามใบเบิก เมื่อคลังพัสดุจัดกล่องตามใบเบิกรถขนส่งจะส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ทันที โดยส่งให้หมดตามการเบิกแบบทีละชุด (Lot size) ซึ่งจำนวนกล่องแต่ละการเบิกแบบทีละชุด (Lot size) มีจำนวนไม่เท่ากัน และรถขนส่งสามารถบรรทุกกล่องได้จำนวนสูงสุด 5 กล่องต่อการขน 1 รอบ รถขนส่งจะทำการส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์

3.1.4 โดยก่อนบรรจุจะทำการติดฉลากบนกล่องเพื่อระบุหมายเลขสินค้า

3.1.5 จากนั้นพนักงานทำการบรรจุกล่อง 3 ชั้นก่อนแล้วบรรจุลงในกล่อง 5 ชั้นซึ่งเป็นกล่องใบใหญ่อีกครั้งหนึ่ง โดยบรรจุกล่อง 5 ชั้นสามารถบรรจุกล่อง 3 ชั้นได้จำนวน 10 กล่อง จากนั้นส่งไปยังแผนกคลังเก็บสินค้าต่อไป

3.1.6 ส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปแผนกคลังเก็บสินค้าต่อไป

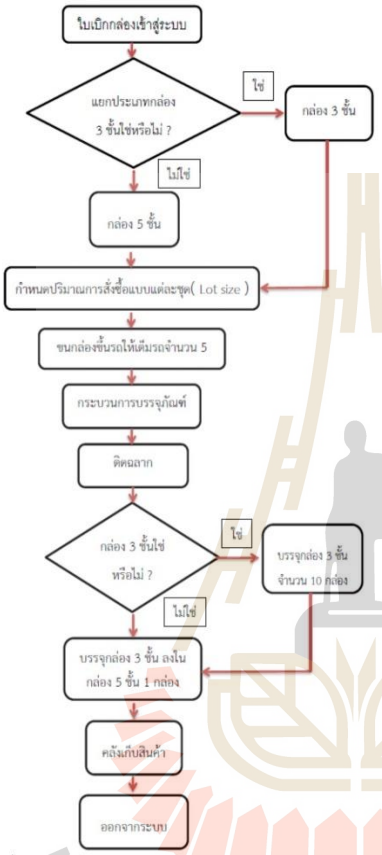


รูปที่ 3 แผนผังการไหลกระบวนการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์

4. สร้างแบบจำลองและผลการดำเนินงาน

4.1 ขั้นตอนสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษาแผนผังการไหลกระบวนการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ ปัญหาที่พบคือ ใบเบิกกล่องบรรจุภัณฑ์ในแต่ละรอบมีจำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งการผลิตสินค้าจะผลิตตามปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าเป็นแบบแต่ละชุด (Lot size) เมื่อมีใบเบิกกล่องบรรจุภัณฑ์ส่งมายังคลังพัสดุ คลังพัสดุจะทำการส่งกล่องบรรจุภัณฑ์แบบทันที ดังนั้นจึงทำให้รถขนส่งบรรทุกกล่องบรรจุภัณฑ์บางรอบไม่เต็มคัน ส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าต่อการขนส่งต่อ 1 รอบ ผู้วิจัยจึงได้ทำการจัดการการขนส่งเพื่อบรรทุกกล่องบรรจุภัณฑ์ในรถขนส่งให้เต็มคันแล้วค่อยทำการเคลื่อนย้ายกล่องบรรจุภัณฑ์ไปส่งยังแผนกบรรจุภัณฑ์ โดยใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์การขนส่งบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคัน แผนผังแผนผังการไหลของโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนผังการไหลของโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์

ข้อมูลการนำเข้าโปรแกรมจำลองการขนส่งได้จากการเก็บข้อมูลนำเข้าสู่โปรแกรม ตามข้อมูลนำเข้าดังตารางที่ 2 จากการปฏิบัติงาน จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Input Analyzer เพื่อหาการกระจายตัวที่เหมาะสม โดยโปรแกรม Input Analyzer จะทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) แล้วทำการตรวจสอบค่า P-value มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (ระดับความเชื่อมั่น 95%) หรือไม่ จากการตั้งสมมติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

จากการทดสอบอัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบพบว่ามีการยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ว่า อัตราการใบเบิกที่เข้าสู่ระบบ มีการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียลโดยช่วง Inter-arrival time ที่ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง และเมื่อเก็บข้อมูลทดสอบสมมติฐานพบว่าค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อัตราการเข้ามาของใบเบิกมีการแจกแจงแบบเอ็กโพเนนเชียลที่ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมง

การกำหนดอัตราการสั่งผลิตแต่ละชุด (Lot size) กำหนดตามโอกาสการส่งใบเบิกไปยังแผนกคลังพัสดุ ซึ่งแบ่งเปอร์เซ็นต์จากโอกาสที่เกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติงาน ดังตารางที่ 1 เช่น ใบเบิกหนึ่งใบมีโอกาสที่จะเบิกกล่องลูกฟูก 3 ชั้น จำนวน 3 กล่อง คิดเป็นร้อยละ 5 ของจำนวนการเบิกกล่องทั้งหมด เป็นต้น ผู้วิจัยจึงทำการกำหนดอัตราการเข้าของใบเบิกเป็นค่าคงที่ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณการสั่งกล่องลูกฟูก 3 ชั้นและกล่องลูกฟูก 5 ชั้นของเดือนมกราคม พ.ศ.2560

ข้อมูลชุดที่	กล่องลูกฟูก 3 ชั้น (กล่องต่อใบเบิก)	กล่องลูกฟูก 5 ชั้น (กล่องต่อใบเบิก)
1	3	4
2	3	5
3	20	4
4	5	4
5	12	4
6	12	5
7	10	4
.	.	.
.	.	.
50	10	4
รวม	2250	215

ตารางที่ 2 ข้อมูลนำเข้าโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์

ข้อมูลนำเข้า	
อัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบ	เอ็กโพเนนเชียล 1 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
อัตราการสั่งผลิตแต่ละชุด (Lot size) กล่องลูกฟูก 3 ชั้น	5% 3 กล่อง, 10% 5 กล่อง, 20% 10 กล่อง, 25% 12 กล่อง, 20% 15 กล่อง, 20% 20 กล่อง
อัตราการสั่งผลิตแต่ละชุด (Lot size) กล่องลูกฟูก 5 ชั้น	4 กล่อง
จำนวนรถขนส่ง	3 คัน
ความเร็วรถขนส่ง	5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
เวลากระบวนการติดฉลาก	10 นาทีต่อกล่อง
เวลากระบวนการบรรจุภัณฑ์	15 นาทีต่อกล่อง
จำนวนพนักงานติดฉลาก	1 คน
จำนวนพนักงานบรรจุภัณฑ์	1 คน

อัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบมีเงื่อนไขเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับดังตารางที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ของระบบ เป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือและถูกต้องของข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ให้มีความมั่นใจและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์

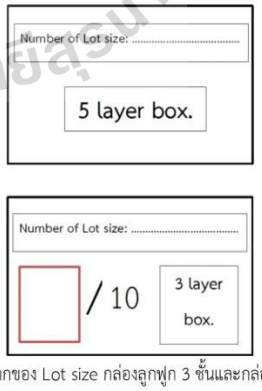
ตารางที่ 3 อัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

อัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบ	
ข้อมูลชุดที่ 1	เอ็กโพเนนเชียล 1 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
ข้อมูลชุดที่ 2	เอ็กโพเนนเชียล 2 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
ข้อมูลชุดที่ 3	เอ็กโพเนนเชียล 3 ใบต่อ 2 ชั่วโมง
ข้อมูลชุดที่ 4	เอ็กโพเนนเชียล 4 ใบต่อ 2 ชั่วโมง

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์การขนส่งบรรจุภัณฑ์ กำหนดหน่วยนาที เป็นหน่วยพื้นฐานในการรันโปรแกรม และกำหนดให้มีการรันซ้ำจำนวน 30 รอบ เพื่อความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยใช้ Station Module กำหนดสถานีงานได้แก่สถานีงานรับใบเบิก, ติดฉลาก, บรรจุภัณฑ์ และคลังเก็บสินค้า ใช้ Assign Module กำหนดขนาดของ Lot size , แยกประเภทกล่อง 3 ชั้นและ 5 ชั้น ใช้ Decide Module ตัดสินใจเพื่อแยกจำนวนบรรทุกขึ้นงานขึ้นรถขนส่ง ใช้ Batch Module เพื่อรวมจำนวนกล่อง 3 ชั้นจำนวน 10 กล่องก่อนทำการรวมกับกล่อง 5 ชั้น 1 กล่อง และเพื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของระบบจึงได้ทำการเปลี่ยนอัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบโดยเปลี่ยนอัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบ Create Module ตามเงื่อนไขดังตารางที่ 3 ตามลำดับ ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ดังรูปที่ 8

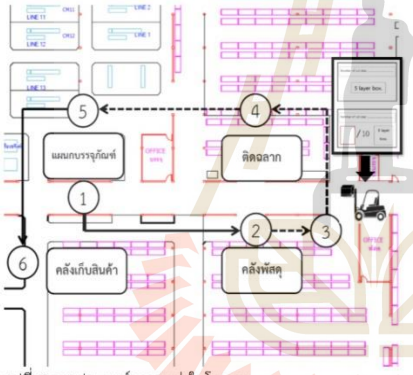
จากการปรับปรุงปริมาณการขนส่งโดยขนส่งให้เต็มคัน พบว่าในทางปฏิบัตินั้น ถ้าหากขนกล่องบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคันในแต่ละรอบ จะมีจำนวน Lot size รวมกัน ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้มีการบรรจุผิดพลาด ผู้วิจัยจึงออกแบบฉลากเพื่อแสดง Lot size ติดไปบนกล่องบรรจุภัณฑ์ ก่อนจะส่งไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ ดังรูปที่ 5

จากรูปที่ 5 ฉลากจะประกอบได้ด้วย หมายเลขของ Lot size ฉลากของกล่องลูกฟูก 3 ชั้นจะมีจำนวนระบุ 10 ใบ เพื่อแสดงว่า เมื่อกล่อง 3 ชั้นครบ 10 ใบแล้ว จึงทำการบรรจุได้ตามหมายเลข Lot size บนฉลาก จากนั้นจึงบรรจุกล่อง 3 ชั้นจำนวน 10 กล่อง ลงในกล่อง 5 ชั้นที่มีหมายเลข Lot size เดียวกัน



รูปที่ 5 ฉลากของ Lot size กล่องลูกฟูก 3 ชั้นและกล่องลูกฟูก 5 ชั้น

โรงงานจึงควรมีการปรับปรุงระบบการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์โดยการขนส่งแบบบรรทุกเต็มคัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานให้ดีขึ้นและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการขนส่งได้ เช่น การขนส่งแบบบรรทุกเต็มคัน โดยแผนกบรรจุภัณฑ์จะติดฉลากไปกับกล่องบรรจุภัณฑ์ตาม Lot size และส่งกล่องบรรจุภัณฑ์ไปยังแผนกบรรจุภัณฑ์ ซึ่งแผนกบรรจุภัณฑ์จะแยกกล่องตามฉลากก่อนทำการบรรจุชิ้นงานตาม Lot size ที่แสดงบนฉลาก ดังรูปที่ 6 จะทำให้สามารถเพิ่มจำนวนการผลิตเพิ่มขึ้นได้ ทั้งนี้จะต้องได้รับความร่วมมือจากฝ่ายคลังสินค้าและฝ่ายบรรจุภัณฑ์ เพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 6 การประยุกต์การขนส่งในโรงงาน

4.2 ผลการดำเนินงาน

จากการสร้างโปรแกรมแบบจำลอง ก่อนปรับปรุงมีการขนส่งกล่องบรรจุภัณฑ์แบบไม่เต็มคันส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าในการขนส่งแต่ละรอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงให้มีการขนส่งแบบเต็มคันเพื่อลดความสูญเปล่าในการขนส่งแต่ละรอบ จากการรันโปรแกรมจึงได้ผลแบบจำลอง ได้แก่ จำนวนการผลิตเพื่อแสดงอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงการขนส่งแบบเต็มคัน และยังส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลากเพิ่มขึ้น แต่การใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์ลดลง ดังแสดงดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าจำนวนการผลิตการใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก ซึ่งเป็นผลมาจากการบรรทุกแบบเต็มคัน

ตารางที่ 4 ผลจากการรันโปรแกรม

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่ลดลง
จำนวนการผลิต	61.5 ชิ้น	90.76 ชิ้น	47.58	
การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก	22.21	48.56	26.35	
การใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์	53.30	41.20		12.10

4.2.1 การคำนวณต้นทุนการขนส่ง

คำนวณต้นทุนค่าขนส่งต้นทุนจะประกอบไปด้วยต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยต้นทุนผันแปรประกอบด้วยค่าพลังงานไฟฟ้า(รถขนส่งเป็นรถใช้พลังงานไฟฟ้า) ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วยค่าเสื่อมราคารถกับค่าแรงงาน

4.2.1.1 ต้นทุนผันแปร

ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้าคิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ 0.886 หน่วยต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการชาร์จ 6 ชั่วโมง คิดเป็น 5.316 kWh ค่าไฟฟ้า 3.62 บาทต่อkWh ดังนั้นหนึ่งวันคิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 19.24 บาทต่อวัน

4.2.1.2 ต้นทุนคงที่

ค่าแรงงาน อัตราค่าจ้าง 300 บาทต่อวัน

ค่าเสื่อมราคา จากคำสั่งกรมสรรพากรที่ ป.3/2557 ข้อ 5 ได้ระบุว่า ค่าเสื่อมราคาต่อปี ในอัตราร้อยละ 20 ของต้นทุนรถยนต์ในส่วนที่ไม่เกิน 500,000 บาท แต่รถที่ใช้ในการขนส่งบรรจุภัณฑ์มีราคามากกว่า 500,000 บาท จึงคิดค่าเสื่อมราคาปีละ 100,000 บาท โดยรถขนส่งทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ในหนึ่งทำงาน 365 วัน รวม 2,920 ชั่วโมง ดังนั้นค่าเสื่อมราคาเท่ากับ 34.25 บาทต่อชั่วโมง คิดเป็น 273.97 บาทต่อวัน

จากการคำนวณจะได้

ต้นทุนผันแปร

ค่าพลังงานไฟฟ้า = 19.24 บาทต่อวัน

ต้นทุนคงที่

ค่าแรงงาน = 300 บาทต่อวัน

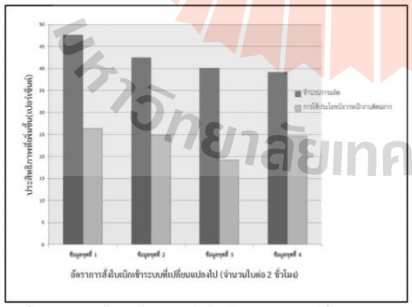
ค่าเสื่อมราคา = 273.97 บาทต่อวัน

ต้นทุนการขนส่ง = (จำนวนรอบขนส่ง X ค่าพลังงานไฟฟ้า) + ค่าแรงงาน + ค่าเสื่อมราคา

ตารางที่ 5 ต้นทุนการขนส่งในแต่ละวัน

ดัชนีชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
จำนวนรอบการขนส่ง (รอบ/วัน)	21	11
ต้นทุนการขนส่ง (บาท/วัน)	978.01	785.61

จากตารางที่ 5 ผลการคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยเปรียบเทียบการขนส่งก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง โดยคิดจากจำนวนรอบการขนส่งซึ่งได้ผลมาจากการจำลองสถานการณ์ จะเห็นได้ว่า ต้นทุนการขนส่งลดลงจากปรับปรุงการขนส่งแบบเต็มคัน สามารถลดต้นทุนการขนส่งลง 24.49%



รูปที่ 7 กราฟเปรียบเทียบ เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเมื่ออัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบที่เปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของระบบ

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	อัตราใบเบิกต่อ 2 ชั่วโมง	ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีเดิม	ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีปรับปรุง	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น
จำนวนการผลิต (กล่องต่อสัปดาห์)	1 ใบ	61.5	90.76	29.26	47.58
	2 ใบ	119.66	170.40	50.74	42.40
	3 ใบ	184.76	258.80	74.04	40.07
	4 ใบ	229.56	319.36	89.80	39.11
การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก (เปอร์เซ็นต์)	1 ใบ	22.21	48.56	26.35	26.35
	2 ใบ	41.53	66.33	24.8	24.8
	3 ใบ	58.87	78.11	19.24	19.24
	4 ใบ	63.70	88.32	24.62	24.62
ระยะเวลาที่พนักงานบรรจุภัณฑ์รอคอย กล่องบรรจุภัณฑ์ (นาที)	1 ใบ	26.86	119.12	92.26	
	2 ใบ	54.19	360.06	305.87	
	3 ใบ	134.28	442.69	308.41	
	4 ใบ	299.20	619.88	320.68	

จากการเปลี่ยนเงื่อนไขอัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบดังตารางที่ 6 จะเห็นว่าเมื่อมีอัตราการสั่งใบเบิกเข้าระบบเปลี่ยนแปลงไป ผลต่างของจากวิธีเดิมและวิธีปรับปรุงของจำนวนการผลิต, การใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลาก และการใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขดังตารางที่ 2 พบว่าถึงแม้จะมีการเปลี่ยนเงื่อนไขแต่เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงมีแนวโน้มที่ไม่แตกต่างกัน มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นวิธีวิเคราะห์การปรับปรุงการขนส่งบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคันมีความน่าเชื่อถือและถูกต้อง จากรูปที่ 7 จะเห็นว่าเปอร์เซ็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของจำนวนการผลิตและการใช้ประโยชน์จากพนักงานติดฉลากมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่แตกต่างกันจึงยังสามารถเชื่อมั่นในการจำลองสถานการณ์การขนส่งนี้ได้

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของระบบ

ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ	อัตราใบเบิกต่อ 2 ชั่วโมง	ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีเดิม	ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีปรับปรุง	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพที่ลดลง
การใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์ (เปอร์เซ็นต์)	1 ใบ	53.30	41.20	12.10	12.10
	2 ใบ	66.25	53.33	12.9	12.9
	3 ใบ	68.72	55.64	13.1	13.1
	4 ใบ	75.32	60.76	14.6	14.6

จากตารางที่ 7 เห็นว่าประสิทธิภาพของการใช้ประโยชน์ของพนักงานบรรจุภัณฑ์ที่ลดลง เนื่องจากในการขนส่งสินค้าต่อหนึ่งรอบ ต้องรอสะสมกล่องบรรจุภัณฑ์ให้เต็มคันก่อนจึงจะทำการขนส่ง ซึ่งใบเบิก 1 ใบอาจจะมีจำนวนไม่เต็มคันจึงไม่มีการขนส่งเกิดขึ้นทำให้พนักงานบรรจุภัณฑ์มีเวลารอคอยหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์เกิดขึ้นดังตารางที่ 6

5. สรุปผลการศึกษา

จากการปรับปรุงขนกล่องบรรจุภัณฑ์แบบเต็มคัน เห็นว่า จำนวนการบรรจุบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้น 47.58 % ดังนั้นการขนส่งแบบบรรทุกเต็มคันมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการดำเนินงานได้ นอกจากการผลิตจะเพิ่มขึ้น การใช้ประโยชน์จากกระบวนการติดฉลากเพิ่มขึ้น 26.35 % ทำให้ใช้ทรัพยากรที่มีได้อย่างคุ้มค่า

การขนส่งสินค้าแบบเต็มคันจะส่งผลให้เกิดการรอคอยกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อรอการบรรจุหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์ ดังตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาการรอคอยของพนักงานบรรจุภัณฑ์ พบว่าการขนส่งแบบเต็มคันส่งผลทำให้พนักงานเกิดเวลาว่างเนื่องจากรอบรรจุภัณฑ์มาส่ง เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลาจากการใช้ประโยชน์จากพนักงานบรรจุภัณฑ์ ระหว่างที่เกิดการรอคอยพนักงานจะทำการนับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่จะทำการรอบรรจุภัณฑ์ทำให้ไม่เสียเวลาระหว่างการรอคอย ซึ่งจะทำการเรียงผลิตภัณฑ์ตามจำนวน order ที่สั่งรอไว้เพื่อที่กล่องบรรจุภัณฑ์ส่งมาถึงจะได้ทำการบรรจุทันที ซึ่งจะทำการเรียงผลิตภัณฑ์ตามจำนวน order ที่สั่งรอไว้เพื่อที่กล่องบรรจุภัณฑ์ส่งมาถึงจะได้ทำการบรรจุทันที และการทำงานหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์จากเดิมจะใช้พนักงาน 1 คนต่อ 1 สถานี อาจจะใช้ 2 คนต่อ 3 สถานีงานได้เพื่อให้เกิดสมดุลของระยะเวลาการรอคอยหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์ ลดต้นทุนแรงงานลงได้อีกด้วย

การเปลี่ยนเงื่อนไขเพื่อวิเคราะห์ความไว(Sensitivity Analysis) ของระบบ ช่วยให้มีความมั่นใจในการนำข้อมูลจำลองระบบมากขึ้น สามารถนำไปปรับปรุงใช้กับเงื่อนไขที่เปลี่ยนไปหรือความความต้องการในสถานการณ์ที่ต่างออกไปได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษา บริษัทผลิตผลิตภัณฑ์เมลามีนในการอนุเคราะห์การเก็บข้อมูลในการทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

7. เอกสารอ้างอิง

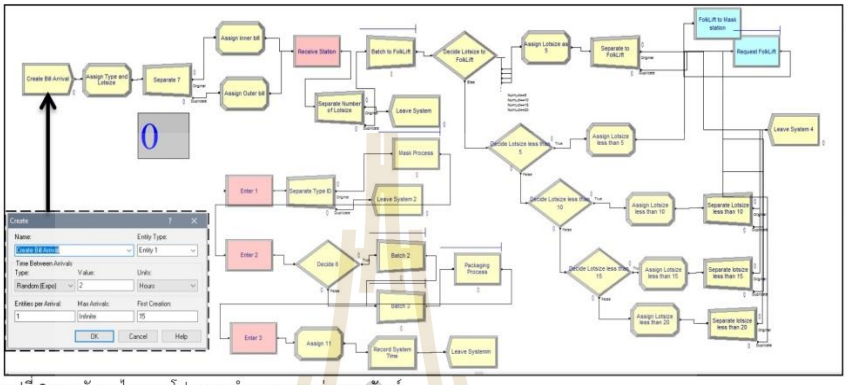
[1] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. *ระบบคงคลังพัสดุ*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[2] H.H. Barker, E.M. Sharon and D.K. Sen, “From freight flow and cost patterns to greater profitability and better service for a motor carrier,” *Interfaces*., Vol. 11, pp.4-20, 1981.

[3] C.-W. Chu, “A heuristic algorithm for the truckload and less-than-truckload problem,” *European Journal of Operational Research*., Vol. 165, pp. 657-667, 2005.

[4] A.C. Caputo L. Fratocchi and P.M. Pelagagge, “A genetic approach for freight transportation planning,” *Industrial Management & Data Systems*., Vol. 106, pp. 719–738, 2006.

8. ภาคผนวก



รูปที่ 8 แผนผังการไหลของโปรแกรมจำลองการขนส่งบรรจุภัณฑ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจิดาภา ชมชื่น เกิดเมื่อวันที่ 14 สิงหาคม 2535 ที่อยู่เลขที่ 95 หมู่ 7 ตำบลอิสาณ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 31000

ประวัติการศึกษา

เริ่มการศึกษาในระดับประถมศึกษาที่ โรงเรียนเสนศิริอนุสรณ์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ที่โรงเรียนบัวหลวงวิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์ และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการผลิต สำนักวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปีพ.ศ.2558 จากนั้นหลังจากจบการศึกษาระดับปริญญาตรีได้ทำงานในตำแหน่งผู้ช่วยสอนและวิจัย ในสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และในปีพ.ศ. 2559 ได้เข้าศึกษาระดับปริญญาโท ในมหาวิทยาลัยเดิม ภายใต้หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกลและระบบกระบวนการ โดยได้รับทุนการศึกษา “ ทุนเรียนดี ”

ประสบการณ์

เมื่อปีพ.ศ. 2557 ได้เข้าสหกิจศึกษา ณ บริษัทเบนช์มาร์คอิเลคทรอนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตำบลไชยมงคล อำเภอเมืองนครราชสีมา นครราชสีมา 30000 ตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกร

ในระหว่างการศึกษาระดับปริญญาโท ได้เข้าร่วมงานประชุมวิชาการและได้รับการตีพิมพ์บทความทางวิชาการจำนวน 1 ฉบับ ในวารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 ด้วยหัวข้อ “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของปัญหาร่วมการ ขนส่งและปริมาณขนส่งที่เหมาะสมโดยใช้ แบบจำลองสถานการณ์ ”