การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้ กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง

An Analysis of Distribution Center Location for Southern Zone : A Case Study of a Private Company

สนธิกิจ ลิมปนาวาณิช

Sontikit Limpanawanich

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial Management
Prince of Songkla University

2562

การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้ กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง

An Analysis of Distribution Center Location for Southern Zone : A Case Study of a Private Company

สนธิกิจ ลิมปนาวาณิช

Sontikit Limpanawanich

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Minor Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Industrial Management
Prince of Songkla University
2562

ชื่อสารนิพนธ์ การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้
กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง
ผู้เขียน นาย สนธิกิจ ลิมปนาวาณิช
สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภิสพร มีมงคล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์)

.....
(รองศาสตราจารย์ สมชาย ชูโฉม)
ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้
กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง

ผู้เขียน นาย สนธิกิจ ลิมปนาวาณิช

สาขาวิชา การจัดการอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้ กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง เนื่องจากปัจจุบันความต้องการของลูกค้าของบริษัทกรณีศึกษามีปริมาณมากกว่าความสามารถในการจัดเก็บของศูนย์กระจายสินค้าเดิม ดังนั้นบริษัทจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่สำหรับรองรับความต้องการของลูกค้าที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น รวมถึงเพื่อศึกษาต้นทุนการจัดการและการขนส่งที่ต่ำที่สุดและระบุขอบเขตรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งว่าควรรับผิดชอบจังหวัดใดบ้าง

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาศูนย์กระจายสินค้าที่ดีที่สุดและใช้โปรแกรมเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel Solver) ในการประมวลผลข้อมูล จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ศูนย์กระจายสินค้าที่ได้รับเลือกมี 2 แห่ง ได้แก่ จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) ซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กระจายสินค้าเดิมโดยต้องกระจายสินค้าไปทั้งหมด 9 จังหวัด ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ พังงา ภูเก็ต ตรัง ปัตตานี สตูล และ สงขลา และอีกหนึ่งแห่งคือ จังหวัด พัทลุง โดยต้องกระจายสินค้าไปทั้งหมด 3 จังหวัด ได้แก่ สุราษฎร์ธานี ระนอง และ พัทลุง เมื่อคำนวณต้นทุนทั้งหมดแล้วมีมูลค่ารวมเท่ากับ 1,486,235 บาท/เดือน

อีกหนึ่งกรณีหากยังดำเนินกิจกรรมต่างๆโดยใช้ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) และก่อสร้างศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มอีกหนึ่งแห่งในจังหวัดนี้จะมีต้นทุนรวมอยู่ที่ 1,509,173 บาท/เดือน ดังนั้นต้นทุนรวมของการตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) และ จังหวัด พัทลุง มีต้นทุนรวมที่ต่ำกว่าอยู่ 22,938 บาท/เดือน คิดเป็น 1.54%

Minor Thesis Title	An Analysis of Distribution Center Location for Southern Zone : Case Study of a Private Company
Author	Mister Sontikit Limpanawanich
Major Program	Industrial Management
Academic Year	2018

ABSTRACT

At present, customer demands of a company is much higher than the capacity of current distribution center, thus the company aims to find an appropriate location for establishing a new distribution center. The objective of this research is to reduce the transportation cost by attempting to distribute the product at a right amount and correct place.

An location-allocation model was applied to find the best location for establishing a new distribution center and the Excel Solver program was used to analyze the data. The results reveal that there are two suitable locations: Songkhla (Hat Yai) and Phatthalung. First, Songkhla (Hat Yai) which is a location of an existing distribution center covering Nakhon Si Thammarat, Chumphon, Krabi, Phang Nga, Phuket, Trang, Pattani, Satun, and Songkhla. Second, Phatthalung covers three provinces including Surat Thani, Ranong, and Phatthalung. The total costs equal to 1,486,235 Baht per month.

Another model is that the current distribution center at Songkhla (Hat Yai) is enlarged to meet the customer demand. The total cost is 1,509,173 Baht/ month. In comparison, the total cost of establishing two distribution centers at Songkhla (Hat Yai) and Patalung is lower than expanded the Songkhla (Hat Yai) distribution center by 22,938 Baht/ month, accounting for 1.54%.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณา และความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์ ที่กรุณาเสียสละเวลาในการให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รศ.สมชาย ชูโฉม และ ผศ.ดร.นภิสพร มีมงคล คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อสารนิพนธ์ฉบับนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับท่านที่มีส่วนช่วยให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยเฉพาอย่างยิ่ง บิดา มารดา และเพื่อนๆหลักสูตรการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษาสารนิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรือผู้สนใจทั่วไป หากส่วนใดส่วนหนึ่งของการศึกษางานวิจัยนี้มีข้อผิดพลาด ผู้วิจัยขอน้อมรับ และกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้

สนธิกิจ ลิมปนาวาณิช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญรูปภาพ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	5
1.3 ขอบเขตการวิจัย	5
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีและหลักการ	7
2.1.1 การวิเคราะห์การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม (Facility Location)	7
2.1.2 การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)	12
2.1.3 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือปัญหา	14
2.1.4 ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location allocation	21
2.1.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (excel solver)	24
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
2.2.1 วิธีจัดลำดับการให้คะแนน Factor Rating Method	28
2.2.2 วิธีการหาจุดศูนย์กลาง Center of Gravity Method	29
2.2.3 รูปแบบระบบทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเชิงเส้น Linear Programming	29
2.2.4 งานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานศึกษา	32
3.1. ศึกษาปัญหาและกำหนดกรอบงานวิจัย	32
3.2 รวบรวมข้อมูลการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา	32
3.2.1 ข้อมูลจำนวนลูกค้าและปริมาณความต้องการสินค้า	32
3.2.2 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการขนส่ง ระยะทางและค่าขนส่ง	33
3.2.3 ข้อมูลต้นทุนด้านคลังสินค้า	36
3.3 ออกแบบขั้นตอนวิธีการดำเนินงานและสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์	37
บทที่ 4 ผลการศึกษา	40
4.1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	40
4.2 ศึกษาข้อมูลและหาพื้นที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า	42
4.2.1 ข้อมูลปริมาณสินค้าที่จัดส่งไปยังลูกค้า	42
4.2.2 กำหนดจังหวัดพื้นที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า	45
4.2.3 ต้นทุนการสร้างศูนย์กระจายสินค้าและและข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจาย	46
4.2.4 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆ	51
4.3 การหาคำตอบโดยใช้ Excel Solver	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	66
5.1 สรุปผลงานวิจัย	66
5.2 ข้อจำกัดของการศึกษางานวิจัย	67
5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป	68
เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก	72
ประวัติผู้เขียน	78

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าภาคใต้	4
ตารางที่ 2.1 สมการเป้าหมาย	12
ตารางที่ 2.2 สรุปประเภทของปัญหา FLP	20
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเปรียบเทียบจำนวนของลูกค้าในพื้นที่ปี พ.ศ.2559 ถึง พ.ศ.2561	33
ตารางที่ 3.2 ระยะทางระหว่างจังหวัด ภาคใต้ (หน่วย : กิโลเมตร)	35
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการประเมินต้นทุนคลังสินค้า	36
ตารางที่ 4.1 ปริมาณความต้องการของลูกค้า เดือน ม.ค.–ธ.ค. ปี 2561 (หน่วย : ถัง)	44
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจังหวัดที่สามารถเป็นศูนย์กระจายสินค้าได้	45
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจังหวัดที่กระจายสินค้า	46
ตารางที่ 4.4 งบประมาณการลงทุนของแต่ละจังหวัด	48
ตารางที่ 4.5 ข้อมูลต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าและข้อจำกัดของศูนย์กระจายสินค้า	51
ตารางที่ 4.6 ค่าขนส่งในการนำเข้าสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังจังหวัดต่างๆ	52
ตารางที่ 4.7 ค่าขนส่งระหว่างจังหวัด ภาคใต้ (หน่วย : บาท/เที่ยว)	54
ตารางที่ 4.8 ค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆ	55
ตารางที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าขนส่งไปยังลูกค้าในจังหวัดต่างๆ	56

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 แผนที่แสดงระยะห่างระหว่างจังหวัดในภาคใต้ (หน่วย : กิโลเมตร)	2
ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างรถสิบล้อเปิดข้างที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของกรณีศึกษา	3
ภาพที่ 2.1 จุดศูนย์กลางของพิกัดที่กระจายตัวในพื้น	8
ภาพที่ 2.2 ตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model)	10
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน	22
ภาพที่ 2.4 หน้าจอแสดงวิธีการติดตั้งการใช้งานฟังก์ชั่น Solver ในชุด Microsoft Excel	25
ภาพที่ 2.5 Add-in ฟังก์ชั่น Solver ในชุด Microsoft Excel	25
ภาพที่ 2.6 Solver Parameter	26
ภาพที่ 3.1 เว็บไซต์ของกรมทางหลวงเพื่อใช้ในการสอบถามระยะทาง	34
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	39
ภาพที่ 4.1 ลักษณะการวางสินค้าบนหางเทรลเลอร์ 12 เมตร	43
ภาพที่ 4.2 เว็บไซต์ของ กรมธนารักษ์ เพื่อใช้ข้อมูลอ้างอิงประเภทสิ่งปลูกสร้าง	47
ภาพที่ 4.3 เว็บไซต์ของ กรมธนารักษ์ เพื่อใช้ข้อมูลอ้างอิงราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดิน	47
ภาพที่ 4.4 ลักษณะรถเทรลเลอร์พร้อมหาง 12 เมตรและที่ปิดด้านข้าง	52
ภาพที่ 4.5 พื้นที่สเปรดชีตสำหรับ ข้อจำกัดและฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของบริษัทกรณีศึกษา	57
ภาพที่ 4.6 ค่า Solver Parameters	58
ภาพที่ 4.7 คำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Excel Solver	60
ภาพที่ 4.8 คำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1และ2	62
ภาพที่ 4.9 แผนที่ของการขนส่งของศูนย์กระจายสินค้าตามผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	63
ภาพที่ 4.10 มูลค่าต้นทุนค่าขนส่งของศูนย์กระจายสินค้า	65
ภาพที่ a.1 ข้อมูลตำแหน่งช่องช่องแสดงฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function)	75
ภาพที่ a.2 Solver Parameters	76
ภาพที่ a.3 ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากใช้คำสั่ง Solver	77

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากเศรษฐกิจภาคใต้โดยรวม การบริโภคภาคเอกชนชะลอลงตามปัจจัยฉุดรั้งจากรายได้ครัวเรือนในภาคเกษตรและการส่งออกที่อ่อนแอตามราคาสินค้าเกษตรที่ตกต่ำอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับการชะลอตัวของเศรษฐกิจจีนและอาเซียนซึ่งเป็นคู่ค้าหลัก ทำให้การลงทุนภาคเอกชนมีทิศทางหดตัว อย่างไรก็ตาม ภาคการท่องเที่ยวที่ยังขยายตัวดีและการใช้จ่ายในงบลงทุนภาครัฐยังคงเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่สำคัญ ด้านเสถียรภาพเศรษฐกิจ อัตราเงินเฟ้อยังคงติดลบตามราคาพลังงาน ส่วนอัตราว่างงานอยู่ในระดับต่ำ เพื่อการอยู่รอดและรักษาความสามารถในการแข่งขัน ผู้ประกอบการจึงต้องดำเนินกลยุทธ์อย่างยืดหยุ่นและหาโอกาสใหม่ๆอยู่ตลอดเวลา โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ควบคู่ไปกับการลดต้นทุนดำเนินงาน การขจัดกิจกรรมสูญเปล่ารวมถึงต้องสามารถแข่งขันกับคู่แข่งขันในธุรกิจและอุตสาหกรรมได้

การกระจายสินค้าถือว่าเป็นกิจกรรมสำคัญในการดำเนินธุรกิจ เครื่องมือในการกระจายสินค้า คือการขนส่ง การจะนำวัตถุดิบจากแหล่งวัตถุดิบสู่แหล่งผลิตไปจนถึงปลายทางสินค้าจำเป็นต้องมีการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องมีแนวทางหรือกลยุทธ์ในการพัฒนาการขนส่งเพื่อให้เกิดต้นทุนการขนส่งที่ต่ำและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการกระจายสินค้า

การกระจายสินค้าและการบริหารจัดการกระจายสินค้าเป็นการเรื่องของกิจกรรมการเคลื่อนย้ายสินค้าจากแหล่งผลิตไปสู่แหล่งของผู้บริโภค หรือที่เรียกว่า “ลูกค้าคนสุดท้าย” ในปริมาณที่ต้องการ ในจำนวนที่ถูกต้อง และในความเร็วที่ต้องการของลูกค้าโดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ของการกระจายสินค้า ไม่ว่าจะเป็น ทำเลที่ตั้งคลังสินค้าและการคลังสินค้า (Inventory Location and Warehousing) การจัดการวัสดุ (Material Management) การควบคุมสินค้าคงเหลือ (Inventory Control) และกิจกรรมหรือกระบวนการอื่น ๆ โดยนำหลักในการบริหารจัดการมาใช้ในกระบวนการกระจายสินค้าเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในกิจกรรมการเคลื่อนย้ายต่อครั้ง การกระจายสินค้าเป็นเรื่องของการกระจายสินค้าที่เชื่อมโยงลูกค้าเข้ากับห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งจะเป็นกิจกรรมที่มีผลต่อความภักดีของลูกค้า การกระจายสินค้ามักเกี่ยวข้องกับกิจกรรมต่าง ๆ ที่หลากหลายกันออกไปตามประเภทของผลิตภัณฑ์และตลาด ช่องทางการตลาดแบบดั้งเดิมจะมีการกระจายสินค้าที่ไม่ขึ้นกับกิจกรรมใด ๆ มีการประสานงานกันอย่างหลวม ๆ ในการส่งมอบสินค้าให้กับผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ซึ่งระบบนี้ต้องลงทุนสูงมากกับสินค้าคงคลัง ผลลัพธ์คือต้นทุนของสินค้าคงคลัง

ที่สูงเพิ่มขึ้น ปัจจุบันนี้ต้องใช้การกระจายสินค้าเพื่อปฏิบัติงานเพิ่มเติมเช่น การจัดเก็บ และรวบรวมสินค้าหรือวัสดุที่ใช้แล้ว ซึ่งจะสร้างแรงกดดันให้กับบริษัทผู้ผลิต และผู้กระจายสินค้ามีการนำเอาระบบโลจิสติกส์มาใช้เพื่อส่งสินค้าแล้วกลับคืนในขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มบริโภคจนกระทั่งเลิกใช้ผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

บริษัทกรณีศึกษา เป็นผู้นำเข้าและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เคมีสำหรับบำรุงรักษาระบบน้ำภายในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการเริ่มต้นพัฒนาระบบเคมีสำหรับ บอยเลอร์ คูลลิ่งทาวเวอร์ ชิลเลอร์ระบบหล่อเย็น และเคมีที่เกี่ยวกับระบบบำบัดภายในโรงงาน ที่มีประสิทธิภาพดี เยี่ยมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท ซึ่งได้รับการตอบรับที่ดีจากลูกค้าทั้งด้านคุณภาพ และประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

ปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาตั้งอยู่ที่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา บนพื้นที่ประมาณ 1,600 ตารางเมตร โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่สำนักงานและโกดังสินค้า 1,000 ตารางเมตร และพื้นที่ใช้สอยอื่นๆ ประมาณ 600 ตารางเมตร ซึ่งสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ประมาณ 2,300 ถังแบบเต็มพื้นที่ จากการทำงานในปัจจุบัน บริษัทกรณีศึกษามีศูนย์กระจายสินค้าอยู่แห่งเดียวในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เมื่อต้องส่งสินค้าไปยังลูกค้าในจังหวัดต่างๆจะมีระยะทางที่ไกลเช่น หากต้องส่งสินค้าไปจังหวัดระนองจะต้องเดินทางประมาณ 506 กิโลเมตร หรือ หากต้องส่งสินค้าไปจังหวัด ชุมพร จะต้องเดินทางประมาณ 495 กิโลเมตร เป็นต้น ซึ่งระยะทางการขนส่งนั้นมีผลกระทบอย่างมากกับค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ดังแสดงใน ภาพที่ 1.1

ภาพที่ 1.1 แผนที่แสดงระยะห่างระหว่างจังหวัดในภาคใต้ (หน่วย : กิโลเมตร)

ในด้านกิจกรรมการขนส่งสินค้าของบริษัทรวมถึงขั้นตอนการดำเนินงานภายในศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา สามารถสรุปได้เป็นหัวข้อดังนี้

1. ตรวจสอบสินค้าที่สั่งมาจากโรงงานผลิตในต่างประเทศและรับสินค้า
2. เคลื่อนย้ายสินค้าเข้าจัดเก็บในตำแหน่งที่กำหนดในศูนย์กระจายสินค้าหรือคลังสินค้า
3. รับข้อมูลแผนของฝ่ายขาย เพื่อวางแผนจัดส่งสินค้าและกำหนดเส้นทางการขนส่ง
4. จัดทำใบโหลดสินค้า จัดเตรียมสินค้าตามจำนวนในใบโหลดสินค้า
5. ตรวจนับสินค้าและตรวจสอบสภาพสินค้าโดยรวม ก่อนจัดส่งไปยังลูกค้า
6. ออกเอกสารขาย และตัดสินค้าในระบบคลังสินค้า

ลักษณะการขนส่งสินค้า ในปัจจุบันมีการขนส่งสินค้าโดยรถที่ใช้บริการขนส่งนั้นเป็นรถของผู้ให้บริการขนส่งนอกทั้งหมดโดยบริษัทกรณีศึกษาไม่มีรถเทรลเลอร์หรือรถสิบล้อเปิดข้างประจำเป็นของบริษัทเลย การขนส่งส่วนใหญ่ของบริษัทจะใช้รถเทรลเลอร์หรือรถสิบล้อเปิดข้างจากบริษัทคู่ค้ามากที่สุด เนื่องจากมีความเหมาะสมกับปริมาณในการจัดส่งในแต่ละครั้ง

1. รถเทรลเลอร์ ความจุคันละประมาณ 16,000 กิโลกรัม
2. รถสิบล้อเปิดข้าง ความจุคันละประมาณ 8,000 กิโลกรัม
3. รถหกล้อ ความจุคันละประมาณ 4,000 กิโลกรัม

บริษัทกรณีศึกษาจะเลือกประเภทรถที่ใช้ให้มีความเหมาะสมกับปริมาณความต้องการของลูกค้าและค่าขนส่งต่อถังมีความเหมาะสมดัง ภาพที่ 1.2

ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างรถสิบล้อเปิดข้างที่ใช้ในการขนส่งสินค้าของกรณีศึกษา

ทางผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้า ได้จากแหล่งข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา โดยการแสดงข้อมูลแยกจำนวนลูกค้าในพื้นที่และความต้องการของลูกค้าต่อเดือนของปี 2561 แสดงดัง ตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าภาคใต้

ลำดับที่	จังหวัด	จำนวนลูกค้าในพื้นที่(ราย)	ความต้องการ (ถัง/เดือน)
1	นครศรีธรรมราช	3	136
2	ชุมพร	4	236
3	กระบี่	5	346
4	พังงา	4	236
5	ภูเก็ต	3	142
6	สุราษฎร์ธานี	8	534
7	ระนอง	3	133
8	ตรัง	5	315
9	นราธิวาส	-	-
10	ปัตตานี	3	139
11	พัทลุง	3	145
12	ยะลา	-	-
13	สตูล	4	191
14	สงขลา	6	392
	รวม	51	2,945

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่าบริษัทกรณีศึกษามีพื้นที่โกดังสินค้าโกดังสินค้า 1,000 ตารางเมตรซึ่งสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ประมาณ 2,300 ถังแบบเต็มพื้นที่ ดังนั้นจาก ตารางที่ 1.1 พบว่าลูกค้าของบริษัทกรณีศึกษามีความต้องการสินค้าอยู่ที่ประมาณ 2,945 ถัง/เดือน ซึ่งมากเกินกว่าที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดิมจะรองรับได้อยู่ 645 ถัง/เดือน

จากข้อมูลดังที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นการลดต้นทุนการกระจายสินค้าโดยการวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่จะสามารถรองรับลูกค้าในโซนภาคใต้ทั้งตำแหน่งที่ตั้งและความสามารถในการจัดเก็บสินค้าที่ โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับกระบวนการโลจิสติกส์ที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในแต่ละพื้นที่ โดยการเอาหลักการของเทคนิคการวิเคราะห์ที่ตั้งของโรงงาน มาประยุกต์ใช้ ทำให้เกิดอรรถประโยชน์สูงสุดในการขนส่งสินค้า รวมถึงพิจารณาว่าศูนย์กระจายสินค้าเดิมอยู่ที่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ควรรับผิดชอบการจัดส่ง

ในพื้นที่จังหวัดใดบ้าง เพื่อเป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะช่วยในการแข่งขันทางธุรกิจได้และการศึกษาวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์กลางกระจายสินค้าโดยใช้การสร้างแบบจำลองทำให้ส่งสินค้าได้สะดวก รวดเร็ว ถึงลูกค้าตรงต่อเวลา ช่วยเพิ่มความสามารถในการจัดการด้านการขนส่ง และลดต้นทุนจากการขนส่งเที่ยวเปล่า นอกจากนี้ยังช่วยให้เกิดการลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาความเหมาะสมในการจัดการคลังสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าโซนภาคใต้ โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาระบบการกระจายสินค้าของโรงงานกรณีศึกษาและสร้างแบบจำลองเครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งเพื่อการกระจายสินค้าที่ทำให้ต้นทุนค่าขนส่งต่ำที่สุด เพื่อรองรับลูกค้าโซนภาคใต้

1.3.2 ศึกษาระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละจุด จากแผนที่กรมทางหลวง http://www.doh.go.th/

1.3.3 ต้นทุนการสร้างศูนย์กระจายสินค้า ข้อมูลราคาประเภทสิ่งปลูกสร้าง ทางผู้วิจัยจะขออ้างอิงจากการตรวจสอบของ กรมธนารักษ์ http://property.treasury.go.th/pvmwebsite/

1.3.4 ราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดิน ทางผู้วิจัยได้อ้างอิงจากการตรวจสอบของ กรมธนารักษ์เช่นกันเพื่อนำมาประเมินราคาที่ดิน http://www.doh.go.th/

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินที่ตั้งสินค้าเพื่อรองรับพื้นที่ภาคใต้ตอนบนจะต้องกระทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ในการค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินงานและข้อมูลเบื้องต้นมีดังนี้

1) ศึกษาปัญหาและกำหนดกรอบงานวิจัยศึกษาปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าแต่ละราย ศึกษาวิธีการขนส่งสินค้า ค่าขนส่งสินค้า และหลักในการเลือกทำเลที่ตั้ง รวมถึงการกำหนดแนวทางที่จะดำเนินการของงานวิจัยนี้

2) รวบรวมข้อมูลต้นทุนการขนส่งปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา
3) ออกแบบขั้นตอนวิธีการดำเนินงานและสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์
4) เปรียบเทียบผลการวิจัยและสรุปผลที่ได้รับจากการวิจัย
5) สรุปและจัดทำรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้แบบจำลองโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งเพื่อการกระจายสินค้าเพื่อรองรับลูกค้าโซนภาคใต้

1.5.2 เป็นแนวทางในการให้บริษัทกรณีศึกษานำไปประยุกต์ใช้เพื่อการลดต้นทุนการขนส่ง

1.5.3 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายสินค้าที่เหมาะสมเพื่อแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่น ๆ ได้

1.5.4 เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์หาที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและหลักการ

ก่อนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อการประเมินการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้า ควรต้องศึกษาข้อมูลเบื้องต้นก่อน เพื่อเป็นแนวทางและทฤษฎีการออกแบบรวมถึงขั้นตอนการดำเนินงาน การวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไขที่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ประกอบด้วย

2.1.1 การวิเคราะห์การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม (Facility Location)

2.1.2 การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)

2.1.3 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือปัญหา FLP

2.1.4 ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location allocation problem)

2.1.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver)

2.1.1 การวิเคราะห์การเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม (Facility Location)

โรงงานหรือสถานที่ดำเนินการเกี่ยวกับสินค้า ตามความต้องการของผู้ใช้ และสังคม สถานที่ตั้ง การวางผังโรงงาน ตลอดจน สิ่งอำนวยความสะดวก และความปลอดภัย ย่อมเป็นปัจจัยที่สำคัญ ต่อต้นทุนการผลิต และการจำหน่าย การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานจะเป็นประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินการ เพื่อให้ได้ผลดีทั้งนี้ เพราะทำเลที่ตั้งมีอิทธิพลต่อการจัดปัจจัยการผลิต [1]

(1) แหล่งวัตถุดิบ (Raw materials resource)

(2) แหล่งแรงงาน (Labor)

(3) ที่ตั้งของตลาดหรือแหล่งจำหน่าย (Location of markets)

(4) ที่ดิน (Land)

(5) การขนส่ง (Transportation)

(6) พลังงาน (Energy)

(7) สาธารณูปโภค (Public service)

(8) นโยบายของรัฐบาล (Policies of government)

การที่จะตัดสินใจเลือก เอาทำเลใดทำเลหนึ่ง เป็นที่ตั้งโรงงานนั้น ก็เป็นเรื่องที่ยากที่จะตัดสินใจได้ง่าย ๆ หากไม่มีการ วิเคราะห์ปัจจัย ในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน ฉะนั้นในส่วนนี้ผู้เขียนจะเสนอ การวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน เพื่อช่วยให้ผู้บริหารอุตสาหกรรมตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานได้ง่ายขึ้น การวิเคราะห์ในการเลือกทำเลที่ตั้ง มี 5 วิธี

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

1) วิธีประเมินปัจจัย (Factor Rating Method)

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1) วิธีวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของทำเลที่ตั้ง (Location break-even analysis)

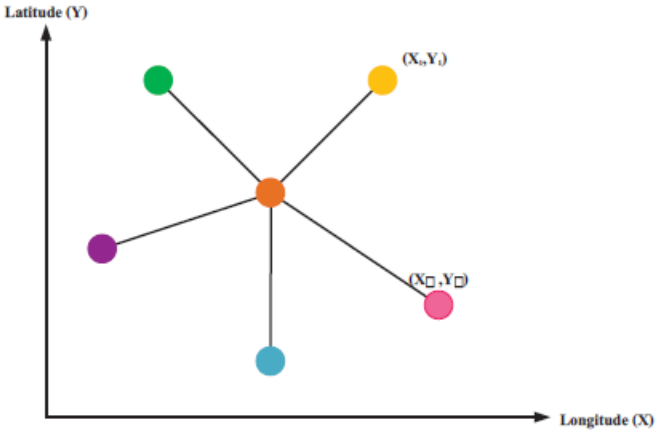
2) วิธีเทคนิคการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง (Load-distance Technique)

3) วิธีการหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity Method)

โดยในงานวิจัยฉบับนี้สนใจการวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเชิงปริมาณ 2 วิธีได้แก่ 1.วิธีการหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity Method) และ 2. วิธีวิเคราะห์ด้วยตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model) ทางผู้วิจัยจึงขอนำเสนอเพียง 2 หัวข้อนี้เท่านั้น

2.1.1.1 วิธีการหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity Method)

วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วงเป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เพื่อหาทำเลที่ตั้งที่ดีสำหรับการกระจายจุดเดียวแต่มีพื้นที่บริหารหรือลูกค้าหลายแห่ง ซึ่งจะใช้เป็นจุดที่ตั้งเป็นข้อมูล 2 รายการ คือ ปริมาณอุปสงค์ของการขนส่ง (Transportation demand) และค่าตำแหน่งพิกัด (Coordinate) ของพื้นที่ต่างๆ โดยทั่วไปจะกำหนดสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายดัง ภาพที่ 2.1 [2]



ภาพที่ 2.1 จุดศูนย์กลางของพิกัดที่กระจายตัวในพื้น

$$X_{\mathrm{g}} = \sum_{i} d_i \, x_i / \sum_{i} d_i \qquad (2.1)$$

$$Y_{\mathrm{g}} = \sum_{i} d_i \, y_i / \sum_{i} d_i \qquad (2.2)$$

โดย X_{g} = พิกัดภูมิศาสตร์ X ของจุดศูนย์กลาง

Y_{g} = พิกัดภูมิศาสตร์ Y ของจุดศูนย์กลาง

i = ดัชนีแสดงตำแหน่งของจุดต่างๆ โดยทั้งจุดต้นทางและปลายทางการขนส่ง

d_i = อุปสงค์ของการขนส่งที่ตำแหน่ง i ทั้งขนเข้าและขนออก (Transportation demand)

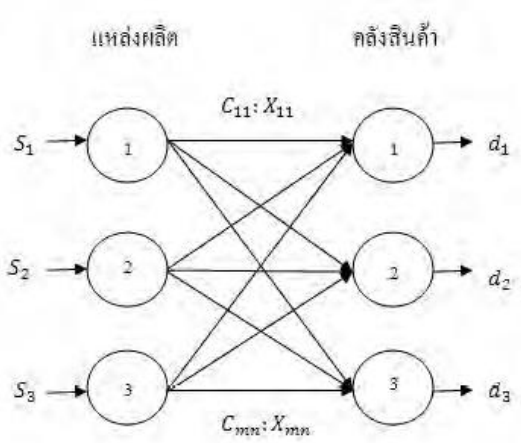
x_i = ค่าพิกัดในแนวแกน X ของตำแหน่ง i

y_i = ค่าพิกัดในแนวแกน Y ของตำแหน่ง i

ดังนั้นจากสมการที่ 1 และ 2 สามารถคำนวณหาค่าพิกัดของจุดศูนย์ถ่วง (X_{g}, Y_{g}) ทั้งในแนวดิ่งและแนวราบได้

2.1.1.2 วิธีวิเคราะห์ด้วยตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model)

การเลือกทำเลที่ตั้งโดยเปรียบเทียบค่าขนส่งรวมด้วยตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model) ตัวแบบการขนส่งเป็นเทคนิคการคำนวณในลักษณะของโปรแกรมเส้นตรง (Linear Programming) ที่ใช้คำนวณหาต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำสุด (Minimizing cost) สำหรับการกระจายสินค้าของโรงงานที่มีสถานที่ผลิตหลายแห่งและมีสถานที่ส่งสินค้าหลายแห่ง โดยที่ค่าขนส่งของแต่ละเส้นทางขนส่งมีค่าไม่เท่ากัน (ขึ้นกับระยะทางที่ห่างกัน) ดังนั้นโรงงานจะสามารถทราบได้ว่าควรจะกระจายสินค้าด้วยเส้นทางใดจึงจะได้ค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์ทางเลือกเพื่อการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานได้เป็นอย่างดี [3]



ภาพที่ 2.2 ตัวแบบการขนส่ง (Transportation Model)

ที่มา : วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง,การวิจัยดำเนินงาน (กรุงเทพมหานคร : หนังสือในโครงการส่งเสริมการสร้างตำรามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543), 155.

จากภาพที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าในแต่ละต้นทาง สามารถขนส่งสินค้าไปยังปลายทางได้หลายแห่ง และในทำนองกลับกัน จำนวนสินค้าที่ปลายทางแต่ละแห่งจะได้รับก็อาจมาจากต้นทางหลายแห่งเช่นกัน ดังนั้นปัญหาของการขนส่งโดยทั่วไปคือ การหาว่าจะขนส่งสินค้าจากต้นทางใดไปยังปลายทางใดและเป็นจำนวนเท่าใด ทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับจำนวนสินค้าที่มีอยู่ในแต่ละต้นทาง และสอดคล้องกับความต้องการสินค้าของแต่ละปลายทาง โดยให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุดจากปัญหาการขนส่งดังกล่าว สามารถนำมาสร้างเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

แหล่งผลิตที่ i จะกระจายสินค้าได้ s_{i} หน่วย โดยให้ i=1,2,3,...,m

คลังสินค้าที่ j จะกระจายสินค้าได้ d_{j} หน่วย โดยให้ j=1,2,3,...,m

ให้ C_{ij} เป็นค่าขนส่งสินค้าต่อ 1 หน่วยจากแหล่งที่ i ไปยังคลัง j

และ $\mathrm{X_{ij}}$ เป็นจำนวนสินค้าที่ขนส่งจากต้นทาง i ไปยังปลายทาง j

แต่ละคลังสินค้า i จะกระจายสินค้าไป n คลัง ดังนั้น ข้อจำกัดด้านแหล่งผลิตที่ i คือ

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = s_{\mathrm{i}} \ , i = 1,2,3, \dots , m \qquad (2.3)$$

แต่ละคลังสินค้า j จะรับสินค้าจาก m แหล่งผลิต ดังนั้น ข้อจำกัดด้านแหล่งผลิตที่ j คือ

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = d_{\mathrm{j}} \ , j = 1,2,3, \dots , m \qquad (2.4)$$

ปัญหาของการขนส่งคือ หาค่า X_{ij} , i=1, 2, 3, ..., m และ j=1, 2, 3, ..., m

ดังนั้น ฟังก์ชันเป้าหมายคือ การหาค่าน้อยสุดของ Z เท่ากับ

หาค่าต่ำสุดของ

$$Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij}\, x_{ij} \qquad (2.5)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = s_{\mathrm{i}} \ , i = 1,2,3, \dots , m$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = d_{\mathrm{i}} \ , j = 1,2,3, \dots , m$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ ทุกๆค่า } i, j$$

ถ้าปัญหาการขนส่งมี 2 แหล่งผลิต (m=2) และมีคลังสินค้า (n=3) จะได้รูปแบบสมการขนส่งคือ

หาค่าต่ำสุดของ

$$Z = \sum_{i=1}^{2} \sum_{j=1}^{3} c_{ij}\, x_{ij} \qquad (2.6)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{j=1}^{3} X_{ij} = s_{\mathrm{i}} \ , i = 1,2$$

$$\sum_{i=1}^{2} X_{ij} = d_{\mathrm{i}} \ , j = 1,2,3$$

เมื่อเขียนรูปแบบนี้โดยไม่ใช้เครื่องหมาย ∑ จะได้ หาค่าต่ำสุดของ

$$Z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + C_{13}X_{13} + C_{21}X_{21} + C_{22}X_{22} + C_{23}X_{23}$$

ข้อจำกัดด้านแหล่งผลิต

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} = S_1$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} = S_2$$

ข้อจำกัดด้านคลังสินค้า

$$X_{11} + X_{12} = d_1 \qquad (2.7)$$

$$X_{12} + X_{22} = d_2$$

$$X_{13} + X_{23} = d_3$$

จากเขียนข้อจำกัดด้านคลังสินค้าที่ 7 สามารถนำมาเขียนได้เป็นดังตารางที่ 10.1 ซึ่งมีสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในข้อจำกัดเป็น 0 และ 1 เท่านั้น เพราะฉะนั้นจากรูปแบบการขนส่งดังสมการที่ 6 จะได้

$$\sum_{j=1}^{n} d_i = \sum_{j=1}^{n}(\sum_{i=1}^{m} X_{ij}) = \sum_{i=1}^{n}(\sum_{j=1}^{m} X_{ij}) = \sum_{i=1}^{m} S_i$$

แสดงว่าความสามารถในการผลิตของทุกแหล่งผลิต ต้องเท่ากับความสามารถในการรับสินค้าของทุก ๆ คลังสินค้า แต่ในความเป็นจริงปัญหาการขนส่งนั้น ความสามารถในการผลิตอาจจะน้อยกว่าหรือมากกว่าความต้องการสินค้าก็ได้

ตารางที่ 2.1 สมการเป้าหมาย

	z	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	ค่าคงที่ขวามือ
สมการเป้าหมาย	1	$-C_{11}$	$-C_{12}$	$-C_{13}$	$-C_{21}$	$-C_{22}$	$-C_{23}$	0
ข้อจำกัดด้านแหล่งผลิต	0	1	1	1	0	0	0	S_1
	0	0	0	0	1	1	1	S_2
ข้อจำกัดด้านคลังสินค้า	0	1	0	0	1	0	0	d_1
	0	0	1	0	0	1	0	d_2
	0	0	0	1	0	0	1	d_3

เมื่อสร้างรูปแบบตารางการขนส่งภายใต้ข้อจำกัดที่ว่า ความสามารถในการผลิตของทุกๆ แหล่งผลิตเท่ากับความต้องการสินค้าของทุกๆคลังสินค้าและให้ค่าขนส่ง C_{ij} อยู่มุมบนด้านขวามือของช่องทางที่ขนส่งจากแหล่งผลิต i ไปยังคลัง j จะได้ดัง ตารางที่ 2.1

2.1.2 การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)

กำหนดการเชิงเส้นเป็นหลักการอย่างหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจของฝ่ายจัดการองค์การธุรกิจที่ต้องเผชิญกับปัญหาการแบ่งสรร ปันส่วนทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ทรัพยากรเหล่านี้หมายถึง เงิน วัตถุดิบ เครื่องจักร สถานที่ เวลา แรงงาน เป็นต้น

การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างใดเลย แต่หมายถึงการทำให้เหมาะสมที่สุด (Optimization) เชิงเส้น (Linear) เป็นคำขยายความเพื่อให้เข้าใจตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแบบนั้นมีลักษณะของสมการเส้นตรง ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การนำความรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้นไปใช้ประกอบด้วยขั้นตอน 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแบบของกำหนดการเชิงเส้น

ในการสร้างตัวแบบของกำหนดการเชิงเส้นนี้ ต้องรวบรวมรายละเอียดทั้งหมดที่มีอยู่ กำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน แล้วกำหนดสัญลักษณ์ตัวไม่ทราบค่า หรือตัวแปร ที่ต้องการทราบค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้องเป็นความสัมพันธ์ที่เป็นปฏิภาคโดยตรง เมื่อพิจารณาแล้วดำเนินการดังต่อไปนี้คือ

ก. สร้างสมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) สมการวัตถุประสงค์นี้ต้องมีลักษณะเป็นสมการแบบเส้นตรง โดยมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการหาค่าที่เหมาะสม ซึ่งอาจจะเป็นต่ำสุดหรือสูงสุดก็ได้ ต้องเป็นสมการวัตถุประสงค์เดียวคือ ต้องการหากำไรสูงสุด หรือต้องการหาต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายต่ำสุด สมการวัตถุประสงค์ เป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการทราบค่ากำไรหรือต้นทุน หรือ ค่าใช้จ่าย

รูปแบบของสมการโดยทั่วไป คือ

$$Y = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \cdots + C_nX_n$$

C_j คือสัมประสิทธิ์ของตัวแปร X_j ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ซึ่งมีค่าคงที่ j = 1, 2, 3, ..., n

ข. เขียนข้อจำกัด (Constraints) เนื่องจากรายละเอียดที่มีอยู่นั้นจะมีทางเลือกปฏิบัติได้หลายทาง ซึ่งประกอบ ด้วยทรัพยากรมีจำกัด เช่น จำนวนชั่วโมงเครื่องจักรมีจำกัด วัตถุดิบมีจำกัด หรือแรงงานมีจำกัด ต้องรวบรวมดูว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีขีดจำกัดอย่างใดบ้าง แล้วนำข้อจำกัดเหล่านี้มาสร้างในรูปสมการแบบเส้นตรง (Linear Equation) หรือ อสมการแบบเส้นตรง (Linear Inequality)

รูปแบบของสมการ หรืออสมการแบบเส้นตรงได้แก่

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \cdots + a_{1n}X_n = b_1$$
$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \cdots + a_{2n}X_n = b_2$$

. . .

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_1 + \cdots + a_{mn}X_n = b_m$$

X_j คือ ตัวแปรที่จะหาค่า j = 1, 2, 3, ..., n

a_{ij} คือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในฟังก์ชันข้อจำกัด (Constraints) i = 1,2,3, ..., m และ j = 1, 2, 3, ..., n

b_m ปริมาณทรัพยากรที่มีอยู่ ซึ่งมีค่าเป็นค่าคงที่และเป็นจำนวนบวก i = 1, 2, 3, ..., m

ค. พิจารณาให้ตัวแปรทุกตัวมีค่าไม่ติดลบ (Non-negative) ตัวแปรทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์หรือมากกว่าศูนย์ การให้ค่าตัวแปรทุกตัวที่กำหนดขึ้นมานั้นมีค่าไม่ติดลบ ถือเป็นข้อจำกัดไม่ติดลบ (Non-negativity Restriction) เช่น

$X_i \geq 0$; i = 1, 2, 3, ..., n

ขั้นที่ 2 แก้สมการหรืออสมการที่สร้างขึ้น

เมื่อผ่านขั้นตอนที่หนึ่งคือ สร้างตัวแบบแล้ว ต่อไปก็หาค่าตัวแปร โดยค่าของตัวแปรทุกตัวจะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัดทุกข้อ (เมื่อนำค่าที่หาได้ไปแทน ในสมการ หรืออสมการ แล้วทำให้สมการหรืออสมการนั้นเป็นจริง) การหาค่าของตัวแปรมีอยู่หลายแบบแต่ที่เราจะศึกษาในตอนนี้มีสองแบบ คือแบบใช้กราฟ และแบบวิธีซิมเพล็กซ์

2.1.3 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือปัญหา FLP

ปัญหาการเลือกตำแหน่งให้บริการที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือ FLP เป็นการกำหนด จำนวน ขนาด และตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ พร้อมทั้งจัดสรรการให้บริการจากสถานที่ให้บริการเหล่านี้ไปยังลูกค้า เพื่อให้ต้นทุนการขนส่ง ระยะทางหรือระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าหรือบริการน้อยที่สุด

แนวทางในการแก้ปัญหา FLP ที่เป็นที่นิยม ก็คือ การแก้ปัญหาด้วยเทคนิคการวิจัยดำเนินงาน โดยวิธีนี้จะจำลองปัญหาและเงื่อนไขในการตัดสินใจในสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ จากนั้นใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์แก้สมการเพื่อหาคำตอบให้กับปัญหาจริงต่อไป เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการตั้งสถานที่ให้บริการและเงื่อนไขข้อจำกัดต่าง ๆ ที่แต่ละองค์กรนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการไม่เหมือนกัน จึงทำให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหามีความหลากหลายและวิธีการในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกันออกไป โดยปัญหา FLP มีความหลากหลายเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้ [1]

1. วัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ

2. สภาวการณ์ในการตัดสินใจ (ภายใต้ความแน่นอน ความเสี่ยง หรือความไม่แน่นอนของข้อมูลนำเข้า)

3. ช่วงระยะเวลาที่พิจารณาความเหมาะสมของสถานที่ให้บริการ

4. จำนวนสถานที่ให้บริการที่พิจารณา

5. รูปแบบการพิจารณาตำแหน่งที่จะเป็นสถานที่ตั้ง (เป็นทำเลที่ตั้งที่ถูกคัดเลือกมาก่อนเบื้องต้น หรือ เป็นตำแหน่งใด ๆ บนพื้นระนาบ)

6. รูปแบบการให้บริการลูกค้า (ลูกค้าสามารถรับบริการได้จากแหล่งให้บริการแห่งเดียวหรือหลายแห่ง)

7. ความหลากหลายของประเภทสินค้าที่สถานที่ให้บริการจะสามารถให้บริการได้

จากปัจจัยดังกล่าวในการแบ่งประเภทปัญหาจะแบ่งได้เป็น 4 ประเภทหลัก ได้แก่ ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก แบบพลวัต แบบสโตแคสติก และแบบโรบัส ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.3.1 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Facility Location Problems)

ปัญหา FLP เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยพิจารณา ณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่ทำการตัดสินใจ และพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ความต้องการของลูกค้า ตำแหน่งของลูกค้า ต้นทุนการขนส่ง เป็นต้น เป็นค่าที่ทราบค่าแน่นอนและมีค่าคงที่ ซึ่งปัญหานี้เป็นปัญหาพื้นฐานที่จะถูกนำไปใช้แก้ปัญหาในหัวข้ออื่น ๆ ต่อไป ปัญหานี้สามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภทย่อยตามวัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการ ดังต่อไปนี้ [4]

1. Minisum Facility Location Problem เป็นปัญหาการเลือกสถานที่ให้บริการจำนวน P แห่ง ให้สามารถบริการลูกค้าได้ครอบคลุมทั้งหมด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุน ระยะทาง ระยะเวลา หรือค่าใช้จ่ายมีค่าน้อยที่สุด

Minimize
$$\sum_i \sum_j w_i d_{ij} Y_{ij} \tag{2.1}$$

Subject to
$$\sum_j X_j = P \tag{2.2}$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad ;\forall_i \tag{2.3}$$

$$\sum_i w_i Y_{ij} \leq s_j X_j \quad ; \forall_j \tag{2.4}$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ; \forall_i \tag{2.5}$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad ; \forall_i \forall_j \tag{2.6}$$

โดยมีข้อมูลนำเข้า คือ

w_i คือ เป็นปริมาณสินค้าหรือบริการของลูกค้าที่ตำแหน่งที่ i

d_{ij} คือ เป็นระยะทางระหว่างลูกค้าที่อยู่ตำแหน่งที่ i กับสถานให้บริการที่อยู่ตำแหน่งที่ j

s_j คือ เป็นขีดความสามารถในการให้บริการของสถานที่ให้บริการที่อยู่ตำแหน่งที่ j และมีตัวแปรตัดสินใจ ดังนี้

$$X_j \begin{cases} 1 \text{ ถ้าเลือกที่ตั้งสถานที่ให้บริการที่ตำแหน่ง } j \\ 0 \text{ ถ้าไม่ใช่} \end{cases}$$

$$Y_{ij} \begin{cases} 1 \text{ ถ้าลูกค้าที่ตำแหน่งที่ i ได้รับบริการจากแหล่งให้บริการ} \\ 0 \text{ ถ้าไม่ใช่สถานีที่ให้บริการที่ตำแหน่ง j} \end{cases}$$

2. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้า (Covering Problem) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ ให้ครอบคลุมปริมาณความต้องการของลูกค้า ภายใต้ข้อจำกัด เช่น ระยะทาง ระยะเวลาค่าใช้จ่าย เป็นต้น สามารถแบ่งปัญหา Covering Problem ออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าทุกคนด้วยต้นทุนน้อยที่สุด (Set Covering Problem) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการให้ครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้ทั้งหมดโดยให้จำนวนผู้ให้บริการมีน้อยที่สุด

Minimize $$\sum_{j} c_j X_j \quad (2.7)$$

Subject to $$\sum_{j \in N_i} X_j = 1 \quad ;\forall_i \quad (2.8)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ;\forall_j \quad (2.9)$$

โดยมีข้อมูลนำเข้า คือ

c_j เป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานที่ให้บริการ

S เป็นระยะทางที่ไกลที่สุดหรือระยะเวลาที่นานที่สุดที่ยอมรับได้ จากสถานที่ให้บริการไปยังลูกค้า

N_i เป็นเซตของตำแหน่งที่ตั้งที่อยู่ห่างจากลูกค้าที่ตำแหน่งที่ i ด้วยระยะทางที่ยอมรับได้

2. ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem) เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการที่มีอยู่จำกัด P แห่ง ให้ครอบคลุมปริมาณความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด

Minimize $$\sum_{i} w_i Z_i \quad (2.10)$$

Subject to $$\sum_{j \in N_i} X_j \geq Z_i \quad ;\forall_i \quad (2.11)$$

$$\sum_{j \in N_i} X_j = P \quad (2.12)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ;\forall_j \quad (2.13)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad ;\forall_i \quad (2.14)$$

3. ปัญหาระยะทางไกลที่สุด น้อยที่สุด Minimax Facility Location Problem เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมให้กับสถานที่ให้บริการ P แห่ง เพื่อให้ลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดได้อยู่ใกล้สถานที่ให้บริการมากที่สุดโดยทั่วไปจะเรียกปัญหานี้ว่า ปัญหา p-Center

4. ปัญหาสถานที่ให้บริการที่ไม่พึงประสงค์ Obnoxious Facility Location Problem ปัญหาการเลือกตำแหน่งสถานที่ให้บริการที่ไม่พึงประสงค์ที่หากตั้งอยู่ใกล้กลุ่มลูกค้าอาจเป็นอันตรายต่อสุขอนามัย แต่ก็เป็นสถานที่ที่มีประโยชน์ต่อลูกค้า และเนื่องด้วยลูกค้าอาจจะต้องใช้บริการ และการที่จะตั้งห่างเกินไปก็อาจส่งผลต่อค่าขนส่ง ตัวอย่างสถานที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้เช่น แหล่งบำบัดน้ำเสีย บ่อขยะ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ เป็นต้น

5. ปัญหาอื่น ๆ ปัญหาที่ขยายผลมาจากปัญหาทั้ง 4 ประเภทข้างต้นมีความหลากหลายตามรายละเอียดเพิ่มเติมของปัญหา เช่น กรณีที่สถานที่ให้บริการที่พิจารณาให้บริการหรือขายสินค้าที่มีความหลากหลาย (Multi-commodity) หรือกรณีที่มีการส่งมอบสินค้าในหลายระดับ (Multi-level) เช่น อาจมีสินค้าบางส่วนถูกส่งมอบโดยตรงจากโรงงานไปยังลูกค้าและอาจมีบางส่วนถูกส่งจากโรงงานไปยังศูนย์กระจายสินค้าก่อนแล้วจึงกระจายสินค้าจากศูนย์นี้ไปยังลูกค้าอีกครั้งหนึ่ง หรือในกรณีที่มีเป้าหมายในการกำหนดตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการมากกว่าหนึ่ง (Multi-objective) หรือปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการเพื่อให้ต้นทุนรวม เช่น ด้านการก่อสร้างการดำเนินการและการขนส่งต่ำที่สุด (Fixed Charged Facility Location Problem) เป็นต้น

2.1.3.2 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems)

ปัญหา FLP ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการให้เหมาะสม ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง แต่ในความจริงแล้วปัญหา FLP เป็นการตัดสินใจที่ส่งผลในระยะยาวซึ่งข้อมูลที่นำเข้าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลา เช่นความต้องการของลูกค้าที่อาจเพิ่มขึ้นจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ฤดูกาล กระแสความนิยม เป็นต้น ปัญหาประเภทนี้จึงคำนึงถึงการเลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยในแต่ละขณะเวลาที่ตัดสินใจจะพิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าที่ทราบค่าแน่นอนแต่ไม่คงที่เมื่อระยะเวลาเปลี่ยนไป ปัญหาส่วนมากในประเภทนี้จะนำปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติกมาขยายผลโดยพิจารณาในช่วงระยะเวลาที่วางแผน วิธีการแก้ปัญหาประเภทนี้ในช่วงแรก ๆ จะใช้วิธีการหาคาตอบที่ดีที่สุดตามความเหมาะสมของปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติกนำมาขยายผล โดยพิจารณาทีละจุดเวลาจนกว่าจะครบช่วงระยะเวลาที่กำหนด แล้วนำตำแหน่งที่ดีที่สุดของแต่ละจุดเวลามาพิจารณาเลือกตำแหน่งที่ดีที่สุดอีกครั้ง [4]

2.1.3.3 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบสโตแคสติก (Stochastic Facility Location Problems)

เป็นปัญหา FLP ที่พิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าที่ไม่แน่นอนแต่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่ขยายมาจากปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่

ให้บริการแบบดีเทอร์มีนิสติก หรือปัญหาที่พัฒนาในรูปที่ต่างออกไปเพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาที่แท้จริง เช่น

1) ปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดแบบสโตแคสติก (Stochastic P-median Problems) ซึ่งเปลี่ยนสมการเป้าหมายจากระยะทางที่น้อยที่สุดเป็นค่าคาดคะเนของต้นทุนที่น้อยที่สุด หรือค่าคาดคะเนของกำไรมากที่สุด ภายใต้การกระจายตัวของตำแหน่งลูกค้าแบบสุ่มหรือภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ

2) ปัญหาต้นทุนรวมน้อยที่สุดแบบสโตแคสติก (Stochastic Fixed-charge Facility Location) ซึ่งเป็นปัญหาภายใต้ความไม่แน่นอนของความต้องการของลูกค้า ต้นทุนการผลิตและราคาขาย

3) ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งเพื่อการแข่งขัน (Competitive Facility Location) เป็นปัญหาที่ต้องเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการ โดยมีการแข่งขันกันจากการเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ให้บริการของคู่แข่งทางการค้า เพื่อให้ได้ส่วนแบ่งทางการตลาดสูงสุด

วิธีการแก้ปัญหาของปัญหาประเภทนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของพารามิเตอร์ที่มีความไม่แน่นอน โดยหากพารามิเตอร์ที่ไม่แน่นอนนั้นเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง วิธีการที่ใช้จะอยู่ภายใต้แนวคิดการหาคาตอบที่ดีที่สุดภายใต้สภาวการณ์ต่าง ๆ ที่พิจารณา (The Scenario Approach) แต่หากค่าพารามิเตอร์ที่ไม่แน่นอนนั้นเป็นค่าต่อเนื่องซึ่งมักจะกำหนดช่วงของค่าพารามิเตอร์ การตัดสินใจจะพิจารณาภายใต้สภาวการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) [4]

2.1.3.4 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบโรบัส (Robust Facility Location Problems)

เป็นปัญหา FLP ที่พิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าไม่แน่นอนที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น โดยจุดประสงค์เพื่อต้องการให้ผลลัพธ์เป็นการตัดสินใจที่ดี แม้ค่าพารามิเตอร์จะเปลี่ยนไปตามความไม่แน่นอนที่พิจารณา ตัววัดส่วนใหญ่ที่ใช้ในการกำหนดสมการเป้าหมายนั้นมักจะใช้อยู่สองตัววัด ได้แก่ ค่าเสียโอกาสจากการตัดสินใจที่ผิดพลาดและค่าใช้จ่าย โดยสมการเป้าหมายจะอยู่ในรูปแบบที่ต้องการทำให้ค่าเสียโอกาสที่เกิดจากการตัดสินใจผิดพลาดหรือค่าใช้จ่ายที่มากที่สุดมีค่าน้อยที่สุด และมักจะเป็นการขยายผลจากปัญหาแบบ p-Median (Minimax Regret Median Location Problems) หรือ แบบ p-Center (Minimax Regret p-Center Location Problems) สามารถสรุปปัญหาการเลือกตำแหน่งของสถานที่ให้บริการทั้งหมดได้ดัง ตารางที่ 2.2 [4]

ตารางที่ 2.2 สรุปประเภทของปัญหา FLP (จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน) [4]

หัวข้อ	ประเภท	พารามิเตอร์ที่พิจารณา	ระยะเวลาในการพิจารณาความเหมาะสม		ประเภทปัญหาย่อย	วัตถุประสงค์	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้
			จุดเวลา	ช่วงเวลา			
1	ดีเทอร์มินิสติก	ทราบค่าและเป็นค่าคงที่			1.1 Minisum FLP (Weber/ P-Median Problems)	ระยะทางรวมจากสถานที่ให้บริการไปยังลูกค้าที่น้อยที่สุด	เครื่องจักร คลังสินค้า ศูนย์กระจายสินค้า
					1.2 Set Covering	ครอบคลุมลูกค้าทุกคนด้วยจำนวนสถานที่ให้บริการที่น้อยที่สุด	สถานีดับเพลิง โรงพยาบาล ห้องสมุด
					1.3 Maximal Covering	ครอบคลุมจำนวนลูกค้าให้ได้มากที่สุดด้วยจำนวนสถานที่ให้บริการที่กำหนด	
					1.4 Minimax FLP (P-Center)	ระยะครอบคลุมลูกค้าที่อยู่ห่างไกลที่สุดน้อยที่สุดด้วยจำนวนสถานที่ให้บริการที่กำหนด	
					1.5 ปัญหาสถานที่ให้บริการไม่พึงประสงค์	ตรงข้ามกับปัญหาประเภท 1.1-1.3	โรงงานนิวเคลียร์ บ่อบำบัดน้ำเสียโรงงาน
2	พลวัต	ทราบค่าแน่นอนแต่ไม่คงที่			ขยายผลจากข้อ 1 ในด้านช่วงเวลาที่พิจารณา	เหมือนวัตถุประสงค์ในข้อ 1 ที่ถูกนำมาขยายผล แต่พิจารณาตลอดทั้งช่วงเวลาการวางแผน	สถานที่ให้บริการทุกประเภท
3	สโตแคสติก	ไม่ทราบค่าที่แน่นอนแต่คาดการณ์ได้ด้วยความน่าจะเป็น			-ขยายผลจากข้อ 1 ในด้านช่วงเวลาที่พิจารณาและพารามิเตอร์ที่พิจารณา -รูปแบบอื่น ๆ ตามสภาพปัญหาจริง	- ค่าคาดคะเนของต้นทุนที่น้อยที่สุด - ค่าคาดคะเนของกำไรที่มากที่สุด	สถานที่ให้บริการทุกประเภท
4	โรบัส	ไม่ทราบค่าที่แน่นอนและไม่สามารถคาดการณ์ได้			-ขยายผลจากข้อ 1 ในด้านช่วงเวลาที่พิจารณาและพารามิเตอร์ที่พิจารณา -รูปแบบอื่น ๆ ตามสภาพปัญหาจริง	ค่าเสียโอกาสในการตัดสินใจที่ผิดพลาดและค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด	สถานที่ให้บริการทุกประเภท

2.1.4 ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (Location allocation problem)

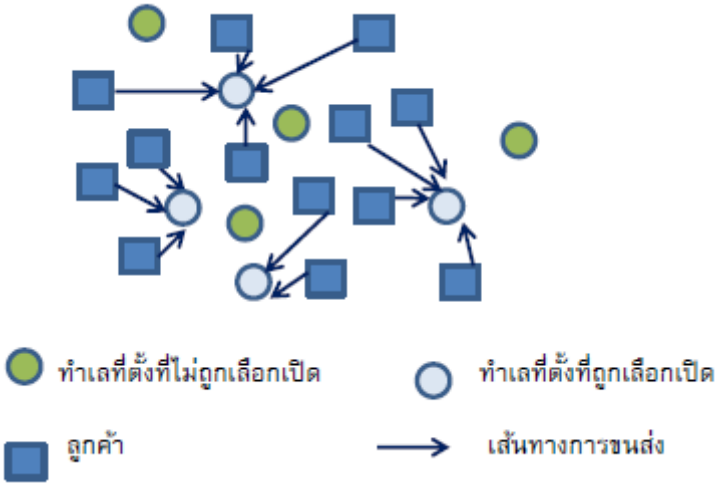
ทฤษฎีการออกแบบเครือข่ายงานโลจิสติกส์ (Logistics network design)การออกแบบเครือข่ายงานโลจิสติกส์ขององค์กรอุตสาหกรรมจะต้องพิจารณาปัจจัยที่สำคัญ ที่มีผลกระทบต่อระบบและทำการออกแบบการเชื่อมโยงของกิจกรรมในการกระจายสินค้า เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ซึ่งปัจจัยที่นำมาใส่ในรูปแบบเครือข่ายนั้นจะต้องได้จากการสำรวจอย่างแท้จริงจากปัจจุบันและสอดคล้องกับพฤติกรรมจริงของกิจกรรมโลจิสติกส์ เพื่อให้การออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ที่เหมาะสมซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความซับซ้อนอย่างมาก และวิธีการสร้างโมเดล (Modeling approach) เพื่อวิเคราะห์หาตำตอบที่เหมาะสมซึ่งสามารถแบ่งวิธีในการออกแบบเครือข่ายได้ดังนี้

1) การหาค่าที่เหมาะสม (Optimization model) รูปแบบของโมเดลนี้จะขึ้นอยู่กับความเที่ยงตรงของการจัดตั้งรูปแบบคณิตศาสตร์และสามารถรับรองค่าที่ได้จากโมเดลเป็นค่าที่ดีที่สุด โดยทำการปรับปรุงคำตอบซ้ำเพื่อที่จะได้คำตอบค่าที่ดีที่สุดสุด

2) โมเดลการจำลองสถานการณ์ (Simulation model) เป็นวิธีการจำลองสถานการณ์เพื่อ ศึกษากระบวนการกระจายสินค้าและทำการปรับปรุงเครือข่ายในจุดที่มีปัญหาด้านต่างๆ ความเที่ยงตรงในการสร้างโมเดลการจำลองสถานการณ์ขึ้นอยู่การเก็บรวบรวมข้อมูลจริงในอุตสาหกรรมนั้นๆ เพื่อความสมบูรณ์และสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างแท้จริง

3) โมเดลฮิวริสติกส์ (Heuristic model) เป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของเครือข่ายอย่างมาก ซึ่งโดยปกติแล้ววิธีการนี้มักจะมุ่งให้คำตอบที่ดีแต่อาจมีการลดบทบาทของปัจจัยที่สำคัญบางอย่างลงไป หรือทำให้ปัจจัยบางอย่างคงที่และไม่มีผลกระทบต่อโมเดลมากและเพื่อให้ได้คำตอบใกล้เคียงกับความเป็นไปได้และได้คำตอบที่เหมาะสมของเครือข่าย

ปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน (location allocation problem :LAP) เป็นหนึ่งในปัญหาการขนส่งโลจิสติกส์ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า ศูนย์รวมสินค้า โรงงาน จากนั้นทำการจัดสรรลูกค้าที่จะทำการรับ หรือ ส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าหรือโรงงานนั้นๆ เพื่อให้ระยะทางในการขนส่งสินค้าน้อยที่สุดเพื่อทำให้ต้นทุนต่ำที่สุด ยกตัวอย่างเช่น การเลือกทำเลที่ตั้งของโรงงานผลิตเอทานอล เมื่อเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยและมันสำปะหลังจะต้องนำสินค้าไปส่งให้กับโรงงานเอทานอล โดยเกษตรกรกระจายอยู่ตามหมู่บ้านต่างๆ ในแต่ละจังหวัดและผู้ประกอบการต้องการเปิดโรงงานเอทานอลเพื่อให้ระยะทางในการเดินทางจากเกษตรกรต่ำที่สุด หรือปัญหาการหาจุดในการจอดรถฉุกเฉินเพื่อให้ไปถึงผู้บาดเจ็บในบริเวณต่างๆ ภายในตัวอำเภอตามพิกัดต่างๆ ได้เร็วที่สุด โดยรถฉุกเฉินไม่มีเส้นทางที่ทับซ้อนกันหรือดังแสดงตัวอย่างใน ภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างของปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงาน

จากภาพที่ 2.3 มีลูกค้าทั้งสิ้น 13 ราย และมีทำเลที่ตั้งที่สามารถตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าได้จำนวน 8 ทำเล แต่มีศูนย์กระจายสินค้าที่ได้รับการเปิดเป็นศูนย์กระจายสินค้าเพียง 4 แห่งเท่านั้นและลูกค้าทั้งหมดจะได้รับการจัดสรรในการส่ง หรือรับสินค้าตามที่ระบุไว้ในลูกศรแสดงเส้นทางการขนส่ง สาเหตุที่ทำให้ทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าบางแห่งไม่ได้รับการเปิดเป็นศูนย์กระจายสินค้าเนื่องมาจากในการเปิดศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งย่อมมีค่าใช้จ่ายทั้งค่าใช้จ่ายในการเริ่มต้นสร้างศูนย์กระจายสินค้า และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน หากต้นทุนในการขนส่งไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่เปิดทำการอยู่แล้วประหยัดกว่าค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของศูนย์กระจายสินค้านั้น ศูนย์กระจายสินค้านั้นย่อมไม่ได้รับการพิจารณาให้เปิดเป็นศูนย์กระจายสินค้า ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับปัญหาการหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการจัดสรรงานดัชนี พารามิเตอร์ และตัวแปรตัดสินใจสามารถแสดงได้ดังนี้

ดัชนี i ศูนย์กระจายสินค้า i =1,2,3,...,i

j จำนวนลูกค้า j =1,2,3,...,j

โดยมีข้อมูลนำเข้าหรือพารามิเตอร์ คือ

F_i เป็น ค่าใช้จ่ายในการดาเนินงานของศูนย์กระจายสินค้า j ในหนึ่งคาบเวลา

C_{ij} เป็น ต้นทุนในการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้า i กับ ลูกค้ารายที่ j

D_j เป็น ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า j ในหนึ่งคาบเวลา

S_i เป็น ปริมาณสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า i สามารถรองรับได้ในหนึ่งคาบเวลา

i เป็น จำนวนศูนย์กระจายสินค้า

j เป็น จำนวนลูกค้า

ตัวแปรตัดสินใจ

$$Y_i \begin{cases} 1 \text{ เมื่อมีการเปิดศูนย์กระจายสินค้า } i \\ 0 \text{ เมื่อไม่มีการเปิดศูนย์กระจายสินค้า } i \end{cases}$$

$$X_{ij} \begin{cases} 1 \text{ เมื่อมีการส่งหรือรับสินค้าระหว่าง } i \text{ ไป } j \\ 0 \text{ เมื่อไม่มีการส่งหรือรับสินค้าระหว่าง i ไป } j \end{cases}$$

Minimize

$$\sum_{i=1}^{I} F_i Y_i + \sum_{j=1}^{J} \sum_{i=1}^{I} C_{ij} X_{ij} D_j \qquad (2.15)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{j} X_{ij} D_j \leq Y_i S_i \quad ; \forall_i = 1 \ldots I \tag{2.16}$$

$$\sum_{i=1}^{i} X_{ij} = 1 \quad ; j = 1 \ldots J \tag{2.17}$$

$$X_{ij}, Y_i \in \{0,1\} \quad ; \forall_i \tag{2.18}$$

สมการเป้าหมายรวมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเปิดดำเนินการของศูนย์กระจายสินค้า และ พจน์ที่สองค่าใช้จ่ายที่เกิดจาการขนส่งหรือเดินทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้า i กับลูกค้ารายที่ j สมการที่ 16 จำนวนสินค้าที่ส่งออกจากศูนย์กระจายสินค้า i ต้องไม่เกินจำนวนสินค้าที่ศูนย์กระจายสินค้า และสมการที่ 17 จำนวนสินค้าที่ลูกค้าได้จะต้องไม่น้อยกว่าประมาณความต้องการที่มี

2.1.5 การแก้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (excel solver)

การประมวลผลตัวแบบเพื่อหาผลเฉลยเหมาะสมที่สุด หลังจากสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นแล้ว ในสารนิพนธ์นี้ขอแนะนำวิธีการใช้ Microsoft Excel Solver เพื่อประมวลผลตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้น Standard Excel Solver ที่มาพร้อมกับ Microsoft Excel สามารถแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นได้

โซลเวอร์ (solver) คือ เครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณประเภทโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดยจะช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดและดีที่สุด (Optimization) จากข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่มีอยู่โดย solver สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเท่าที่หาได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.1.5.1 วิธีการใช้ฟังก์ชั่น Solver ในชุด Microsoft Excel

สำหรับคอมพิวเตอร์ที่ไม่เคยใช้งานฟังก์ชั่น Solver ใน Microsoft Excel มาก่อน จำเป็นต้องเลือกฟังก์ชั่น Solver ออกมาใช้งานก่อน โดยให้ไปที่แถบ Menu Bar ด้านบนของ Microsoft Excel

File / แฟ้ม

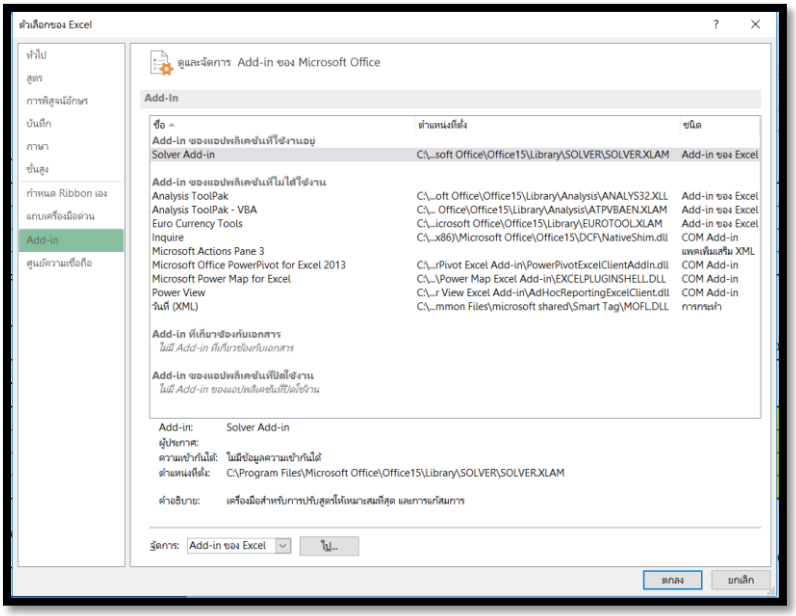
Option / ตัวเลือก

Click : Add-in

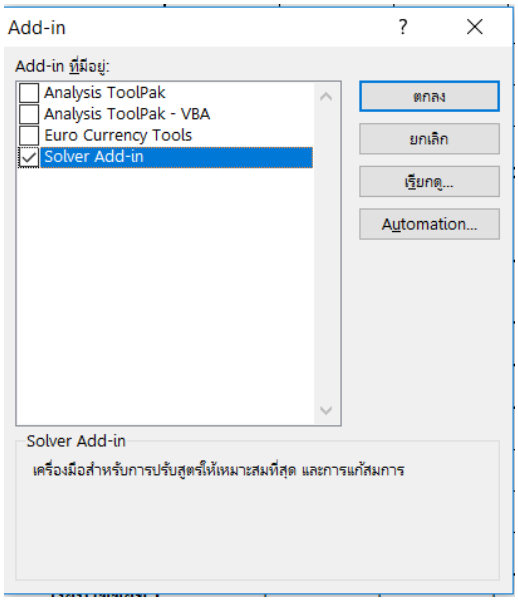
Manage / จัดการ เลือก Add-in ของ Excel

Click : Go / ไป...

เลือก Solver Add-in แล้วกด OK / ตกลง



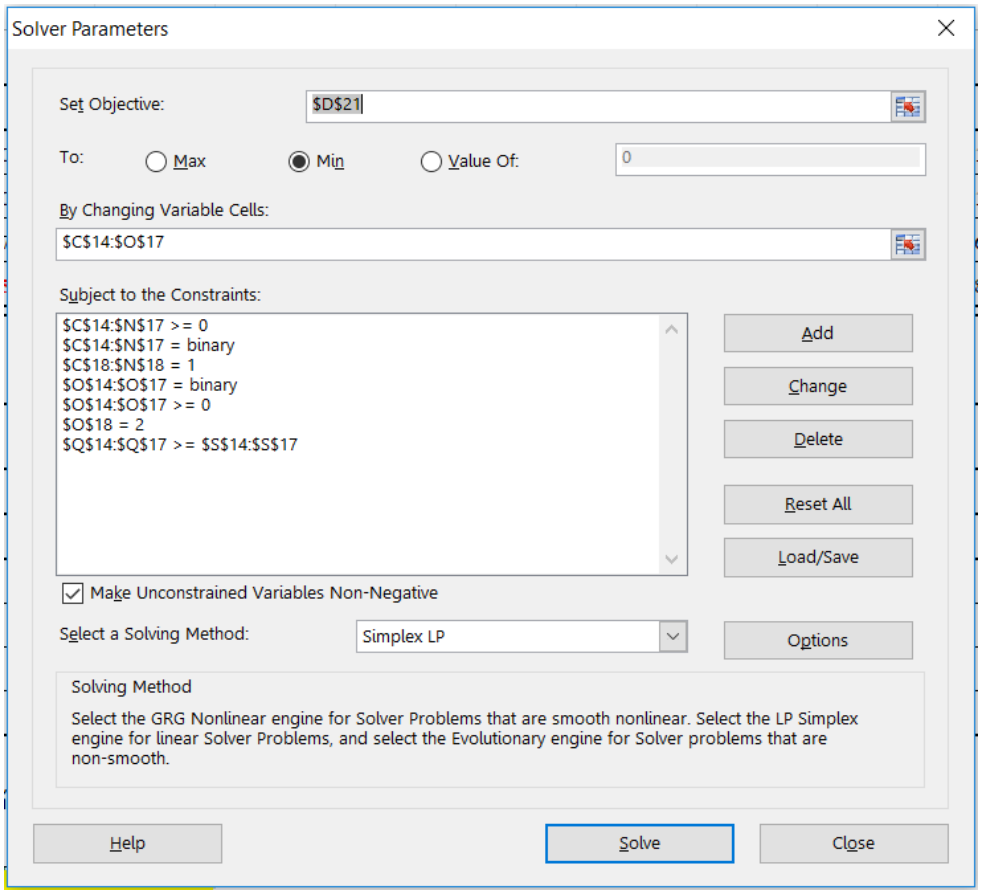
ภาพที่ 2.4 หน้าจอแสดงวิธีการติดตั้งการใช้งานฟังก์ชั่น Solver ในชุด Microsoft Excel



ภาพที่ 2.5 Add-in ฟังก์ชั่น Solver ในชุด Microsoft Excel

2.1.5.2 การกำหนดพารามิเตอร์

เมื่อจัดรูปแบบของตารางข้อมูล ช่องตัวแปรและพิมพ์ข้อมูลต่างๆของปัญหาเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นใช้ Solver เพื่อคำนวณค่าตามที่ผู้วิจัยต้องการ โดยคลิก ข้อมูล บนแถบ Menu Bar เลือก Solver จะปรากฏ Solver Parameter ตาม ภาพที่ 2.6 โดยรายละเอียดแต่ละช่องความหมายดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.6 Solver Parameter

ช่อง Set Objective หรือ Target Cell : เซลล์ objective ที่ต้องการแสดงค่าเป้าหมาย โดยประกอบไปด้วยเป้าหมายที่เราต้องการหา ค่าสูงสุด (Max) เช่น กำไร เป็นต้น ค่าต่ำสุด (Min) เช่น ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด ค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด เป็นต้น และ ผลลัพธ์ที่ต้องการ (Value of)

ช่อง By Changing Variable Cells : เซลล์เหล่านี้เป็นเซลล์ที่เราสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือปรับ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดของเซลล์เป้าหมายหรือ target cell ในข้อนี้เซลล์ที่เปลี่ยนแปลง หรือ changing cell จะเป็นราคาของผลิตภัณฑ์แต่ละตัว

ช่อง ภายใต้เงื่อนไขบังคับ (Subject to the Constraints) : คือข้อจำกัดของเซลล์ที่เปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น เราอาจต้องการจำกัดราคาสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ของเราให้อยู่ภายใน 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาของคู่แข่ง โดยเราสามารถเลือกจากตัวเลือกต่อไปนี้

1. Simplex LP engine ใช้เพื่อแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเชิงเส้น ปัญหาการหาค่าที่ เหมาะสมเชิงเส้นเป็นหนึ่งในเซลล์เป้าหมายและข้อจำกัดทั้งหมดสร้างโดยการเพิ่มเงื่อนไขใน รูปแบบ (changing cell)*(constant) แต่โมเดลทางการตลาดส่วนใหญ่ไม่เป็นแบบเชิงเส้น

2. GRG Nonlinear engine ถูกใช้เพื่อแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเชิงเส้น ซึ่งเซลล์ เป้าหมายและ/หรือบางส่วนของข้อจำกัดไม่ได้เป็นแบบเชิงเส้น และคำนวณโดยใช้การดำเนินงาน ทางคณิตศาสตร์ทั่วไป เช่น การคูณหรือหารเซลล์ที่เปลี่ยนแปลง ยกเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงเป็นค่าย กำลังการใช้เลขชี้กำลังหรือฟังก์ชัน trig ในการดำเนินการกับเซลล์ที่เปลี่ยนแปลง เป็นต้น GRG engine ประกอบด้วยตัวเลือก Multistate ที่มีประสิทธิภาพซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถแก้ปัญหาได้หลายอย่างแก้ไขไม่ถูกต้องกับ Excel รุ่นก่อนหน้า

3. Evolutionary engine ใช้เมื่อเซลล์เป้าหมายและ/หรือข้อจำกัดของเราประกอบไปด้วยฟังก์ชัน ที่ไม่เรียบซึ่งอ้างอิงถึงเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น หากเซลล์เป้าหมายและ/หรือข้อ จำกัดของเรามีฟังก์ชัน IF SUMIF COUNTIF SUMIFS COUNTIFS AVERAGEIF AVERAGEIFS ABS MAX หรือ MIN ที่อ้างอิงเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว Evolutionary engine อาจมีช่วงที่ดีที่สุดในการหาคำตอบที่ดีสำหรับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด

2.1.5.3 ช่องแสดงฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function)

เลือก Cell ที่ต้องการเพื่อเป็นช่องที่แสดง ฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ที่ได้มาจากฟังชั่นวัตถุประสงค์จะเลือกช่องใดในตารางก็ได้ แต่ที่สำคัญต้องสร้างสูตรการคำนวณตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของปัญหาให้แก่ช่องนั้นโดยคลิกเครื่องหมาย = บนแถบเครื่องมือ

2.1.5.4 ช่องแสดงผล

ช่องแสดงค่าตัวแปรที่ต้องตัดสินใจโดยกำหนดช่องในตาราง Excel ให้ทำการแสดงผลตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมและโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

2.2.1 วิธีจัดลำดับการให้คะแนน Factor Rating Method

ธนวัฒน์ เมธีธัญญรัตน์ (2558) ออกแบบเกณฑ์การประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งคลังน้ำมันที่เหมาะสม โดยใช้ปัจจัยด้านคุณภาพ เช่น ความเหมาะสมด้านสิ่งแวดล้อม ความพร้อมด้านสาธารณูปโภค เป็นต้น ปัจจัยด้านปริมาณ เช่น มูลค่าการลงทุนและการดำเนินงานมาทำการวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อให้สถานที่ทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ จากนั้นนำผลประเมินมาคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญโดยตัดสินจากค่าที่มากที่สุด **ภาวิตา ธิรามนต์(2557)** ได้เพิ่มประสิทธิภาพการเลือกสถานที่จุดจอดให้บริการรถตู้เคลื่อนที่ (Mobile Unit) ของธนาคารออมสิน ภาค 1 เป็นการศึกษาการเลือกจุดจอดซึ่งทำการประเมินปัจจัยด้านต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการเลือกจุดจอดรถแล้วนำมาทำการวิเคราะห์หาจุดจอดที่เหมาะสมที่สุด โดยการทำประเมินปัจจัยการเลือกจุดจอดนั้น ได้เลือกใช้ทฤษฎี AHP (Analytic Hierarchy Process) แล้วนำปัจจัยที่ได้มาทำการประเมินค่าการตัดสินใจของจุดจอด โดยใช้วิธีการประเมินปัจจัย (Factor Rating Method) จากการศึกษาผู้ทำการศึกษาได้นำเอาปัจจัยที่สำคัญมาทำการประเมินเมื่อได้ค่าวิเคราะห์เพื่อหาทางเลือกหาตำแหน่งจุดจอดรถให้มีความเหมาะสมที่สุด พบว่าสามารถหาจุดจอดรถใหม่ 3 จุด จากตำแหน่งเดิมซึ่งเป็นตำแหน่งที่เป็นประโยชน์แก่ธนาคารมากที่สุด เช่นเดียวกับ **ธนพล ไพสิฐสุวรรณ (2555)** ได้นำ Factor Rating Method มาประยุกต์ใช้รวมกันกับ Center Of Gravity ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้าเหล็ก กรณีศึกษาร้านสินไทยของเก่า การศึกษาพบว่า การจัดเก็บสินค้าเหล็กเดิมนั้นตั้งอยู่ในที่ไม่เหมาะสม มีระยะทางในการขนย้ายมากเกินไป การย้ายจุดจัดเก็บสินค้าเหล็กจากเดิม ไปยังจุดจัดเก็บสินค้าเหล็กที่ได้จากการวิเคราะห์ สามารถทำให้ลด ระยะทางจากเดิมได้ 281.7 กิโลเมตรหรือร้อยละ 69 ระยะเวลา 68.3 ชั่วโมงต่อปี รวมถึงค่าใช้จ่ายในการขนย้ายสินค้าเหล็กแปรรูปรวมทั้งสิ้น 21,469 บาท/ปี ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่การขนย้ายสินค้าในร้านสินไทยของเก่าได้เป็นอย่างมาก และในส่วนของ **วรินทร์ วงษ์มณี และวันชัย รัตนวงษ์ (2549)** ได้ใช้วิธีวิธีประเมินปัจจัย (Factor Rating Method) เช่นกัน เพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยได้ทำการศึกษาศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งและออกแบบศูนย์กระจายสินค้า เพื่อรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจของพื้นที่สี่แยกอินโดจีน

2.2.2 วิธีการหาจุดศูนย์กลาง Center of Gravity Method

นัทธพงศ์ นันทสาเริง (2554) วิเคราะห์สถานที่จอดรถกู้ชีพด้วยวิธีจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity Method : COG) ที่เหมาะสมในการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉินที่เกิดขึ้นโดยใช้เวลาน้อยที่สุดในการไปยังจุดเกิดเหตุเพื่อทำการปฐมพยาบาลและรักษาชีวิตของผู้ได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรือผู้ป่วยฉุกเฉินในพื้นที่ให้บริการของหน่วยกู้ชีพนั้นๆ ผลการศึกษาพบว่าจุดจอดรถกู้ชีพมีการเปลี่ยนไปจากจุดจอดปัจจุบันโดยอยู่ห่างจากจุดเดิมถึง 1.1 กิโลเมตร และจุดจอดรถใหม่สามารถลดระยะทางในการเดินทางไปถึงผู้รับบริการได้ 20.26% เมื่อคิดระยะทางแบบระยะขจัด โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity Method : COG) **ธันยาวัฒน์ ปานขลิบ (2558)** ก็ได้นำมาวิจัยเพื่อเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้าและเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างคลังสินค้าเดิมและคลังสินค้าใหม่ ผลการศึกษา พบว่าปริมาตรสินค้าทั้งหมดที่ขนส่งรวมต้นทุนค่าขนส่งต่อชิ้นซึ่งคิดในรูปค่าชั่วโมงงานเฉลี่ยต่อเดือนมีค่าเท่ากับ 354.775 พัน ชั่วโมงงาน (Kilo Man-Hour : KMH) ในการเปรียบเทียบต้นทุน พบว่าคลังสินค้าของผู้รับช่วงผลิตมีค่าใช้จ่ายโดยรวมต่อเดือนต่ำกว่าถึง 357,907 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็น 4,294,887.36 บาทต่อปี การเปลี่ยนไปใช้คลังสินค้าใหม่มีต้นทุนในการสับเปลี่ยน (Switching Cost) หรือค่าใช้จ่ายในการย้ายคลังสินค้าโดยประมาณคิดเป็น 8,640 บาท ดังนั้นจึงควรพิจารณาเลือกใช้คลังสินค้าของผู้รับช่วงผลิตแทนเพื่อประหยัดต้นทุนค่าขนส่งสินค้าต่อชิ้น **นภัสวรรณ เรือนเพ็ชร์ (2552)** ได้นำ เทคนิคการหาศูนย์กลางการขนส่ง (Center of Gravity Method : COG) มาวิจัยรวมกับการวิเคราะห์ SWOT ศึกษา “ระบบการขนส่ง และเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายน้ำมัน กรณีศึกษา ธุรกิจรับจัดการขนส่งน้ำมัน” ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบการขนส่ง และเลือกทำเลที่ตั้งที่พัฒนาขึ้นกับระบบเดิมของบริษัทโดยนำปัญหาที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า ด้านระยะทาง ระยะทางลดลงจากระบบเดิม 29.30% ในส่วนด้านระยะเวลา พบว่าระยะเวลาในการขนส่งน้ำมันระบบเดิมของบริษัทใช้เวลามากกว่าระบบที่พัฒนาขึ้นโดยระบบใหม่วิธี Center of Gravity ระยะเวลาลดลงจากระบบเดิม 64.84%

2.2.3 รูปแบบระบบทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเชิงเส้น Linear Programming

ชัยมงคล และ คณะ (2557) ได้นำเสนอแบบจำลองเชิงเส้น ผสมจำนวนเต็มจึงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ โดยสร้างเป็น แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการวางแผนการ เก็บเกี่ยว รวมถึงการเลือกใช้พาหนะในการขนส่งส้มเขียวหวาน ให้สอดคล้องกับการผลิตในโรงงานคัดบรรจุ เพื่อให้มี ผลิตภัณฑ์ออกมาอย่างต่อเนื่องเพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการโซ่อุปาทานที่เกิดขึ้นกับส้มเขียวหวาน ปัญหาในด้านการเลือกยานพาหนะ เพื่อให้มีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด และปัญหาการ

วางแผนการผลิตภายในโรงงาน เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณส้มที่ขนส่ง มาจากสวน เพื่อไม่ให้มีส้มคงค้างอยู่ในโกดัง **ปรีชา หมอกเจริญพงศ์ (2553)** ศึกษาแบบจำลองเชิงเส้นเพื่อเป็นแนวทางการวางแผนจัดหาวัตถุดิบกลุ่มนมสำหรับผลิตภัณฑ์นมข้นหวาน วิจัยนี้ศึกษาแนวทางในการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อพัฒนาสูตรการผลิตนมข้นหวาน โดยนำผลิตภัณฑ์นมผงชนิดอื่นๆ เช่นนมผงเต็มมันเนย นมผงพร่องมันเนย รวมถึงหางนมผง มาเป็นวัตถุดิบร่วมเพื่อให้ได้ต้นทุนวัตถุดิบโดยเฉพาะในส่วนของนมผงที่มีค่าต่ำที่สุดโดยยังคงมีคุณภาพและมาตรฐานเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 265) โดยพบว่าสามารถลดต้นทุนการผลิตจากเดิม 254,756.86 บาท ต่อ รุ่นการผลิต เหลือเพียง 244,029.32 บาท ต่อรุ่นการผลิต เมื่อมีการใช้หางนมผงเข้ามาเป็นวัตถุดิบร่วมในการผลิตนมข้นหวาน **กรกช ภูบานเช้า (2549)** วิเคราะห์ถึงตำแหน่งที่ตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งให้มีการใช้รถไฟในการขนส่งสินค้า โดยการประยุกต์รูปแบบระบบทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) สำหรับการวิเคราะห์ได้ใช้วิธีกำหนดการเชิงเส้นในการหาที่ตั้งของศูนย์รวบรวม และกระจายสินค้าที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด ผลการศึกษาพบว่า การขนส่งโดยรถบรรทุกมีค่าใช้จ่าย 17,613.67 ล้านบาท ส่วนรูปแบบการขนส่งโดยนำสินค้ามารวมกันก่อนส่งผ่าน ศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าที่ตั้งในจังหวัดขอนแก่นและจังหวัดนครราชสีมา มีค่าใช้จ่ายรวม 12,945.73 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นค่าใช้ จ่ายที่ประหยัดได้ ร้อยละ 26.50 และสามารถประหยัดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงได้ 285.49 ล้านลิตร **อุษา รุ่งวัฒนไพบูลย์ (2546)** วิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดการเก็บขยะมูลฝอยในเขตดินแดง กรุงเทพมหานคร โดยวิธีการใช้แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) ศึกษาในเขตดินแดงเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำที่สุด ผลการศึกษาเมื่อเทียบระหว่างการจัดการขยะตามปริมาณการจัดเก็บที่แท้จริง กับตามปริมาณความสามารถบรรทุกของรถเก็บขยะ การจัดเก็บที่แท้จริงมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากมีต้นทุนรวมของการจัดการต่ำกว่า คือ 24,683.59 บาทต่อวัน ส่วนการจัดเก็บตามความสามารถของรถที่มีต้นทุนรวมของ การจัดการ 39,767.95 บาทต่อวัน

2.2.4 งานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กสิภพ ประศาสน์ศรีสุภาพ (2552) พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งสถานประกอบการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ได้รับความนิยมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย เช่น ด้านการจราจร การศึกษาทรัพยากร เป็นต้น ซึ่งวิทยานิพนธ์นี้ดัดแปลงนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาการศึกษาเชิงปฏิบัติการณ์ (Operational Research problem) โดยเลือกวิธีการแก้ปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งสถานประกอบการ

(Facility Location problem) โดยเสนอวิธีการพัฒนาโปรแกรมร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้ข้อมูลของภูมิศาสตร์จากแผนที่กูลเกิ้ล (Google Map) **กุสุมา แจ้งล้อม (2551)** บริษัท ดีเค เทรดดิ้ง (ประเทศไทย) จำกัด มีต้นทุนสินค้าที่สูง ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะลดต้นทุนค่าขนส่งสินค้าโดยการกำหนดรูปแบบการขนส่งแบบใหม่ ได้แก่การพัฒนา Cluster โดยการรวมกลุ่ม Supplier ที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน เพื่อประโยชน์ในการรับส่งสินค้าและดำเนินการ Outsource เพื่อไปรับสินค้าจาก Supplier เอง จากนั้นทำการจำลองเหตุการณ์ (Simulation) โดยใช้ AweSim เป็นเครื่องมือ ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่ากลยุทธ์ในการลดต้นทุนการขนส่งจากการดำเนินการ Cluster และ Outsource ทำให้การบริหารการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งได้ร้อยละ 37 การจัดการคลังสินค้าและการส่งมอบเป็นปัญหาหนึ่งที่มีบทบาทในการนำองค์กรไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ **ปวีณา เสนาเก่า และ วันชัย รัตนวงษ์ (2552)** ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายสินค้าระหว่างการขนส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้ากับเอเย่นต์ เพื่อวางแผนการเพิ่มประสิทธิภาพ เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายสินค้าระหว่างการขนส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้ากับเอเย่นต์ พร้อมทั้งหาสถานที่ในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าในภาคกลางที่เหมาะสม และหาวิธีการขนส่งเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการศึกษาดังกล่าว ได้นำระเบียบวิธีการศึกษาข้อมูล ปฐมภูมิได้จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารและพนักงานในบริษัทฯ และการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิได้ทำการรวบรวมและเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องในบริษัท จากการศึกษาต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยการขนส่งโดยเอเย่นต์มีต้นทุนที่สูงและจากการพยากรณ์พบว่าจะมียอดสูงขึ้นมากขึ้นทุกปี รวมทั้งไม่สามารถควบคุมปริมาณและประสิทธิภาพของสินค้าได้ ดังนั้น กรณีศึกษานี้ได้นำเสนอการตั้งศูนย์กระจายสินค้า เมื่อได้ทำการศึกษาโดยการนำวิธีเทคนิค การหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง (Load-distance Technique) มาใช้ในการตัดสินใจเลือกทำเลและสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าและเรื่องการปรับปรุงระบบการขนส่ง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการตั้งศูนย์กระจายสินค้าและการจัดการเรื่องการขนส่งโดยวิธี Outsource สามารถรถต้นทุนในการขนส่งได้ถึง 54,871.45 บาทต่อเดือน หรือ 658,457.40 บาทต่อปี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานศึกษา

เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการกระจายสินค้า ไปยังลูกค้า รวมถึงการที่สามารถลดต้นทุนค่าขนส่ง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและเก็บข้อมูลซึ่งจะอธิบายขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา โดยการศึกษาเบื้องต้นนั้นทางผู้วิจัยมีจุดประสงค์ที่จะเลือกจุดที่ตั้งหรือทำเลที่เหมาะสมต่อการกระจายสินค้าโดยมุ่งเน้นไปในด้านระยะทางและต้นทุนการขนส่ง โดยมีขอบเขตการศึกษาเฉพาะภาคใต้เท่านั้น ซึ่งได้มีการแบ่งวิธีการดำเนินงานวิจัยออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้

3.1 ศึกษาปัญหาและกำหนดกรอบงานวิจัย

ศึกษาหลักการทำงาน รูปแบบ รวมถึงการให้บริการต่างๆของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานความรู้และนำมาประยุกต์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและให้ความสนใจเกี่ยวกับเทคนิคการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและให้ความสำคัญในด้านของต้นทุนเป็นสำคัญ

3.2 รวบรวมข้อมูลการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้เลือกใช้ฐานข้อมูลในปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นข้อมูลปีล่าสุด โดยข้อมูลการดำเนินกิจกรรมต่างๆที่ทางผู้วิจัยรวบรวมจากบริษัทกรณีศึกษา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณการจัดส่งสินค้าและความต้องการของลูกค้า ต้นทุนในการจัดตั้งสถานที่และบุคลากร ข้อมูลด้านระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เป็นต้น

3.2.1 ข้อมูลจำนวนลูกค้าและปริมาณความต้องการสินค้า

จำนวนลูกค้าและปริมาณความต้องการสินค้าในเขตจังหวัดภาคใต้ โดยเมื่อนำข้อมูลจำนวนลูกค้าในพื้นที่และปริมาณความต้องการสินค้าของปี พ.ศ.2559 และ 2560 เปรียบเทียบกับจำนวนลูกค้าในพื้นที่และปริมาณความต้องการสินค้าปีพ.ศ.2561 ตาม ตารางที่ 3.1 พบว่า

ความต้องการสินค้าและจำนวนลูกค้าเพิ่มขึ้น ทำให้ทางบริษัทกรณีศึกษาได้เล็งเห็นว่าในอนาคตแนวโน้มการเติบโตของตลาดจะไปในทิศทางที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเปรียบเทียบจำนวนของลูกค้าในพื้นที่ปี พ.ศ.2559 ถึง พ.ศ.2561

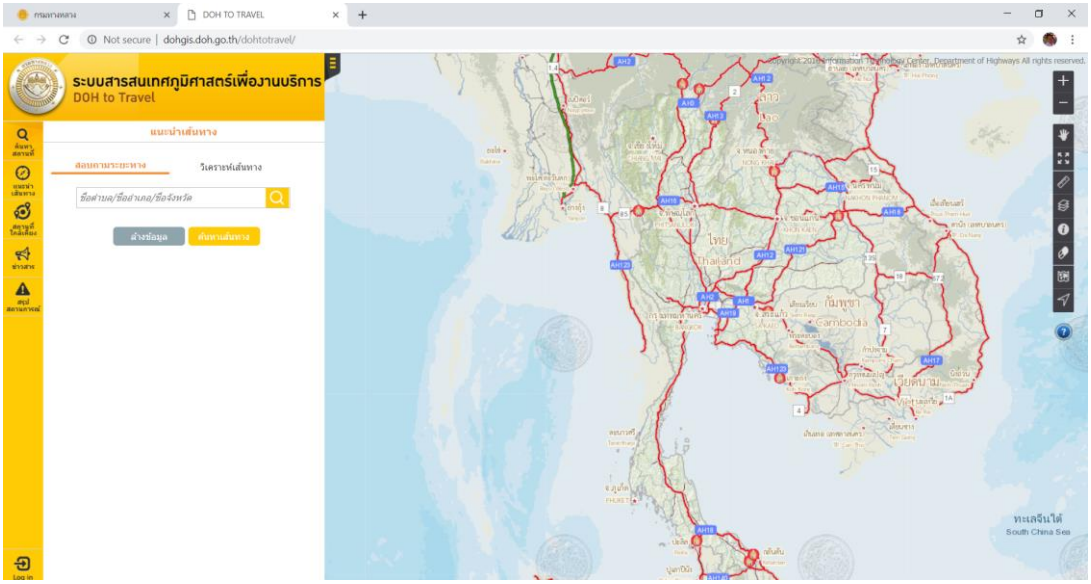
(หน่วย : ราย)

	ข้อมูลปี 2559	**ข้อมูลปี 2560**	**ข้อมูลปี 2561**
จังหวัด	**จำนวนลูกค้าในพื้นที่**	**จำนวนลูกค้าในพื้นที่**	**จำนวนลูกค้าในพื้นที่**
นครศรีธรรมราช	2	3	3
ชุมพร	2	4	4
กระบี่	4	4	5
พังงา	2	3	4
ภูเก็ต	3	4	3
สุราษฎร์ธานี	5	6	8
ระนอง	2	4	3
ตรัง	3	4	5
นราธิวาส	-	-	-
ปัตตานี	2	3	3
พัทลุง	3	5	3
ยะลา	-	-	-
สตูล	4	4	4
สงขลา	5	6	6
<u>รวม</u>	**37**	**50**	**51**

ที่มา : ข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา

3.2.2 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการขนส่ง ระยะทางและค่าขนส่ง

ระยะทางโดยเฉลี่ยของจังหวัดที่จะเลือกที่ตั้งที่มีระยะทางโดยรวมน้อยที่สุดและทำให้ปัจจัยด้านต้นทุนค่าขนส่งต่ำลงตามไปด้วย โดยข้อมูลระยะทาง ทางผู้วิจัยจะอ้างอิงจากการตรวจสอบของกรมทางหลวง http://www.doh.go.th/ แสดงตาม ภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เว็บไซต์ของกรมทางหลวงเพื่อใช้ในการสอบถามระยะทาง

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลปริมาณสินค้าที่ได้จัดส่งไปยังจังหวัดต่างๆแล้วพบว่า ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ ในแต่ละครั้งที่มีการจัดส่งมักมีการเบิกสินค้าไม่เท่ากัน ปริมาณสินค้าที่โหลดขึ้นรถขนส่งนั้นอาจจะเต็มคันพอดีและมีบ้างครั้งไม่เต็มคัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะอ้างอิงการขนส่งเฉพาะรถบรรทุก รถเทรลเลอร์หัวลากพร้อมหาง โดยจากข้อมูลที่ได้รับรถเทรลเลอร์หัวลากพร้อมหาง 1 คัน สามารถรับน้ำหนักสินค้าได้ 23,000 กิโลกรัมต่อคัน เพื่อให้การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องและใกล้เคียงกับเป้าหมายที่ต้องการที่สุด

ตารางที่ 3.2 ระยะทางระหว่างจังหวัด ภาคใต้ (หน่วย : กิโลเมตร)

สงขลา (หาดใหญ่)												
119	ปัตตานี											
136	42	ยะลา										
205	95	76	นราธิวาส									
95	201	227	297	พัทลุง								
96	202	228	298	138	สตูล							
150	255	281	351	59	148	ตรัง						
199	304	330	400	107	241	131	นครฯ					
282	387	413	483	192	284	133	175	กระบี่				
318	423	449	518	227	360	213	150	159	สุราษฎร์ฯ			
362	467	493	563	271	363	214	263	88	157	พังงา		
447	552	578	647	356	448	298	347	171	241	85	ภูเก็ต	
506	611	637	707	415	548	401	361	348	216	225	296	ระนอง
495	601	626	696	405	538	390	350	338	206	314	399	132

ที่มา : http://dohgis.doh.go.th/dohtotravel

3.2.3 ข้อมูลต้นทุนด้านคลังสินค้า

ข้อมูลการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าประกอบด้วยต้นทุนหลักๆอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน ดังต่อไปนี้

1. ต้นทุนทางโครงสร้าง ยกตัวอย่างเช่น ค่าก่อสร้าง ค่าที่ดิน หรือ ค่าเช่าคลังสินค้า เป็นต้น โดยประเมินอัตราค่าเช่าหรือค่าก่อสร้างตามอัตราที่ทางบริษัทเคยใช้บริการ หรือ ใช้อัตราค่าใช้จ่ายที่ได้ประกาศราคากลางของกรมบัญชีกลางเพื่อนำมาพิจารณาก็ได้

2. ต้นทุนในการดำเนินการ ยกตัวอย่างเช่น ค่าแรงหรือค่าครองชีพพนักงาน ค่าเช่ารถโฟล์คลิฟท์ ค่าน้ำ/ค่าไฟ เป็นต้น

ซึ่งจากการศึกษาและการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้องกับบริษัทกรณีศึกษานั้น สามารถสรุปหัวข้อที่เกี่ยวกับต้นทุนทางด้านคลังสินค้าได้ดัง ตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการประเมินต้นทุนคลังสินค้า

คำอธิบาย	**ปริมาณ**	**บาท/หน่วย**	**รวม**	**บาท/เดือน**
1.ต้นทุนทางโครงสร้าง				
ราคาที่ดิน (ตร.ว.)				
การก่อสร้าง				
- คลังสินค้า A (ตร.ม.)				
- สำนักงาน				
2.ต้นทุนในการดำเนินการ				
เครื่องใช้สำนักงาน (บาท/เดือน)				
- คอมพิวเตอร์ 4 เครื่องราคา 20,000 บาท				
- เครื่องใช้สำนักงาน 30,000 บาท				
ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)				
ค่าใช้จ่ายในการสื่อสาร (บาท/เดือน)				
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (บาท/เดือน)				
ค่าบำรุงรักษา 30,000 บาท/ปี				
ประกันภัยทรัพย์สิน 25,000 บาท/ปี				
3.ต้นทุนผันแปร				
เงินเดือนและการจัดการ (บาท/เดือน)				
- ผู้จัดการคลังสินค้าและฝ่ายขาย				

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการประเมินต้นทุนคลังสินค้า (ต่อ)

คำอธิบาย	ปริมาณ	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน
- เจ้าหน้าที่สำนักงาน				
- หัวหน้าพนักงาน				
- พนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์และพนักงานคัดแยก				
Total Expenses (Bath/month)				

3.3 ออกแบบขั้นตอนวิธีการดำเนินงานและสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์

การสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modelling) เป็นกิจกรรมที่แปลงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และวิจัย ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นมาหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ และคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบนี้จะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อปัญหาที่ต้องการแก้ไข ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบขั้นตอนหลัก ๆ ในการสร้างตัวแบบสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา ในการสร้างตัวแบบ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไข เพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ ก่อนการดำเนินการ

2. รวมรวมข้อมูล หลังจากทราบปัญหาแล้วก็จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมกับปัญหา

3. วิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบ เช่น การหาตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องหาค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ

4. ตั้งสมมุติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นตอนที่สอง

5. สร้างตัวแบบ เป็นการแปลงข้อมูลให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ หรือพูดอย่างง่าย ๆ ก็คือการเปลี่ยนปัญหาให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ตามสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้

6. ตีความหมาย คือ การแปลความหมายหรืออธิบายตัวแบบที่สร้างขึ้นมา เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแบบกับปัญหาจริง

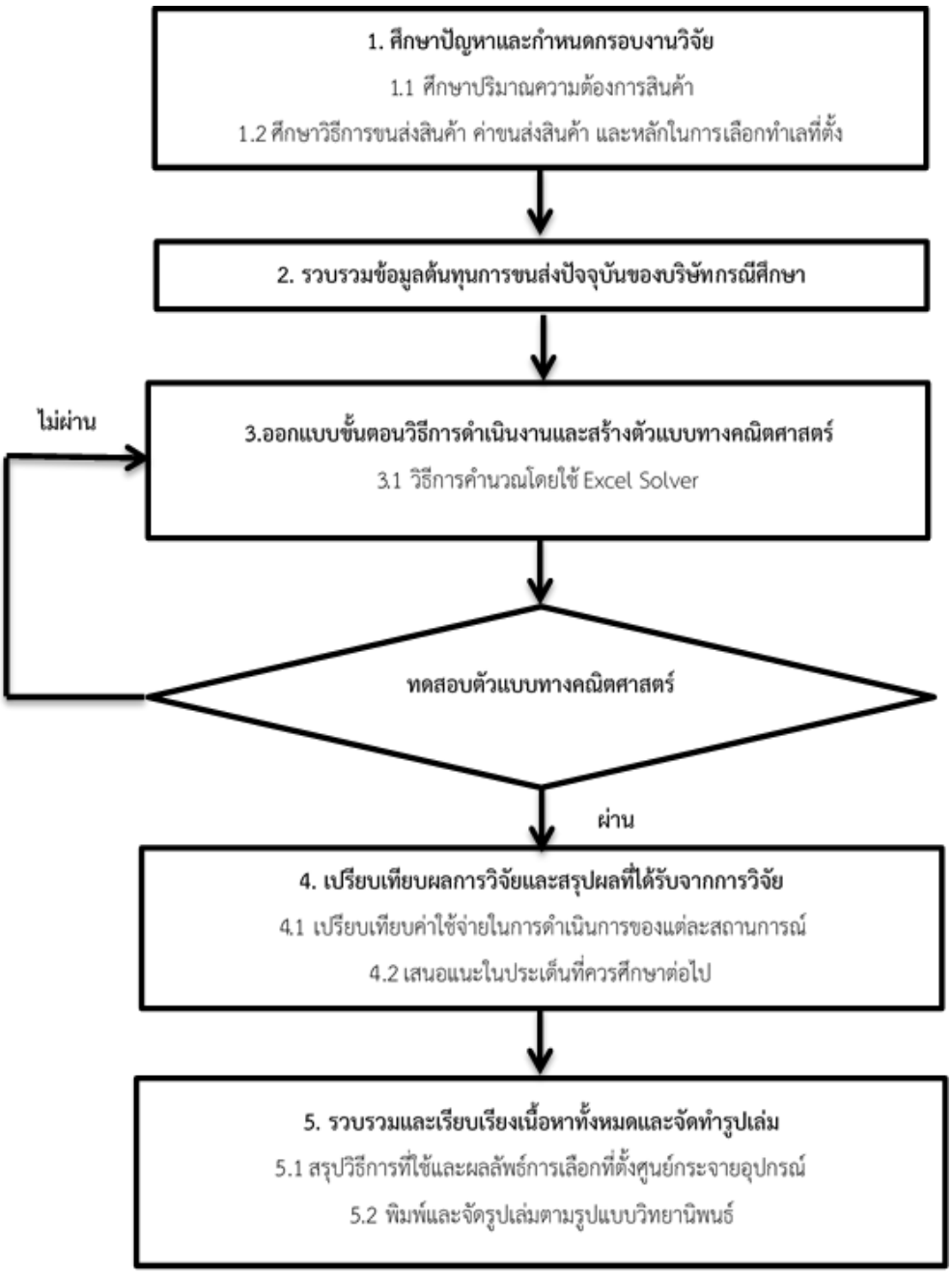
7. เปรียบเทียบ ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบค่าคาดคะเนที่คำนวณได้จาก ตัวแบบกับค่าที่จากข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมมาได้ ถ้าค่าทั้งสองกลุ่มนี้ใกล้เคียงกันก็แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับความเป็นจริง ถ้าผลออกมาเป็นตรงกันข้ามก็แสดงว่าตัวแบบที่สร้างขึ้น

เป็นตัวแบบที่ไม่เหมาะสม ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในการสร้างตัวแบบอาจผิดพลาด ควรจะทำการแก้ไขโดยการพิจารณาใหม่ตั้งแต่ขั้นแรก

8. รายงานผล ถ้าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม ก็สามารถเขียนรายงานผลหรือนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้ออกมา

การพัฒนาตัวแบบที่ถูกต้องควรทำให้ สมการเข้าใจง่ายและทำให้จำนวนตัวแปรในสมการมีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อง่ายต่อการแปลความหมายของตัวแบบให้เป็นไปตามความเป็นจริง ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของตัวแบบกับข้อมูลที่มีอยู่ด้วย ดังนั้นในการสร้างตัวแบบ จึงจำเป็นต้องพิจารณาความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลที่รวบรวมได้กับค่าที่คำนวณได้จากตัวแบบที่สร้างขึ้น และต้องพยายามทำให้ตัวแบบที่ได้เข้าใจง่ายที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

จากข้อมูลที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินหาที่ตั้งคลังสินค้าจะต้องกระทำอย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง ในการค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหา สามารถนำมาเขียนผังขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้มีความต้องการที่จะหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ทำให้ต้นทุนการขนส่งไปยังลูกค้าต่ำที่สุด ซึ่งทางผู้วิจัยได้จัดทำเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากการทำงานในปัจจุบัน ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษามีเพียงแห่งเดียวเท่านั้นจึงอาจทำให้เกิดปัญหาการกระจายสินค้าที่ล่าช้า เนื่องจากแนวโน้มความต้องการสินค้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละจังหวัดและการที่บริษัทกรณีศึกษามีศูนย์กระจายสินค้าที่หาดใหญ่เพียงแห่งเดียวนั้นทำให้ค่าขนส่งมีมูลค่าสูงเพราะระยะห่างของแต่ละจังหวัดมีระยะที่ไกล จึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้นมาเพื่อทำการศึกษาหาศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มขึ้นและมีเงื่อนไขในการเลือกศูนย์กระจายสินค้าที่มีต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด

แบบจำลองการเพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพื่อให้ต้นทุนการขนส่งและค่าใช้จ่ายในการเปิดศูนย์กระจายสินค้าที่ถูกที่สุด ดังนั้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงกำหนดตัวแปรต่างๆสำหรับการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ให้ดังต่อไปนี้

กำหนด ดัชนี (Indices)

i คือ ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า i = 1,2,..., n

j คือ ลูกค้าที่กระจายสินค้า j = 1,2,..., m

e คือ ที่ตั้งโรงงานผลิตสินค้า e = 1,2,..., t

n คือ จำนวนที่ศูนย์กระจายสินค้าที่มีศักยภาพ

m คือ จำนวนของตลาดหรือจังหวัดที่กระจายสินค้าตามความต้องการ

t คือ จำนวนที่ตั้งโรงงานผลิตสินค้า

กำหนด พารามิเตอร์ (Parameters)

d_j คือ ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละจังหวัด j (หน่วย : ถังต่อเดือน)

C_{ij} คือ ต้นทุนค่าขนส่งจาก ศูนย์กระจายสินค้า i ไปยังจังหวัดที่กระจายสินค้า j (หน่วย : บาท)

f_i คือ ต้นทุนคงที่ของการเปิดโรงงาน i (หน่วย : บาท)

K_i คือ ความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้า i (หน่วย : ถัง)

C_{ei} คือ ต้นทุนค่าขนส่งจากโรงงานผลิตสินค้าไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า i (หน่วย : บาท)

กำหนด ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

$$X_i = \begin{cases} \text{มีค่า } 1 \text{ ถ้าเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ตำแหน่ง } i \\ \\ \text{มีค่า } 0 \text{ กรณีอื่นๆ} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} \text{มีค่า } 1 \text{ ถ้าลูกค้าตำแหน่ง } j \text{ ได้รับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าตำแหน่ง } i \\ \\ \text{มีค่า } 0 \text{ กรณีอื่นๆ} \end{cases}$$

กำหนด ฟังก์ชันจุดประสงค์ (Objective function)

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ เพื่อทำการวางแผนหาเส้นทางการขนส่งและค่าจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้ามีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่น้อยที่สุด ดังนั้นจึงกำหนดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์ของต้นทุนการเดินทางและต้นทุนศูนย์กระจายสินค้าดังต่อไปนี้

$$\text{Min :} \quad \sum_{e=1}^{t}\sum_{i=1}^{n} C_{ei}X_i + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} d_j C_{ij} Y_{ij} + \sum_{i=1}^{n} f_i X_i \qquad (4.1)$$

Subject to

เงื่อนไขที่ (2) เป็นเงื่อนไขบังคับ ข้อจำกัดของศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มเท่ากับ 1 จุด

$$\sum_{i} X_i = 2 \qquad (4.2)$$

เงื่อนไขที่ (3) เป็นเงื่อนไขบังคับ ว่าที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า Y สามารถรับปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละจังหวัด j ทั้งหมด

$$\sum_{j} Y_{ij} = 1 \qquad \text{For } j = 1, \ldots, m \qquad (4.3)$$

เงื่อนไขที่ (4) เป็นเงื่อนไขบังคับด้านปริมาณงานของจังหวัดที่กระจายสินค้า j จะได้รับบริการจากศูนย์กระจายสินค้า i ก็ต่อเมื่อ ความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้า i ยังไม่เกินความสามารถในการให้บริการ

$$\sum_{j} d_i Y_{ij} \leq K_i X_i \qquad \text{For } i = 1, \ldots, n \qquad (4.4)$$

เงื่อนไขที่ (5) เป็นเงื่อนไขบังคับด้านปริมาณงานของจังหวัดที่กระจายสินค้า j จะได้รับบริการจากศูนย์กระจายสินค้า i ก็ต่อเมื่อ ความสามารถในการนำเข้าสินค้าจากโรงงานผลิตสินค้า e มากกว่าการบริการของศูนย์กระจายสินค้า i

$$\sum_{i} C_{ei} X_i \geq \sum_{j} d_i Y_{ij} \qquad \text{For } i = 1, \ldots, n \qquad (4.5)$$

เงื่อนไขที่ (6) เป็นเงื่อนไขบังคับให้ตัวแปรตัดสินใจ มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น (Binary) โดย X_i= 0 คือ ไม่เลือกตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ตำแหน่ง i และ X_i= 1 คือ เลือกตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ตำแหน่ง i

$$X_i \in \{0, 1\} \; ; \forall_i \qquad (4.6)$$

เงื่อนไขที่ (7) เป็นเงื่อนไขบังคับให้ตัวแปรตัดสินใจ มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น (Binary) โดย Y_i= 0 คือ ไม่เลือกส่งสินค้าลูกค้าตำแหน่ง i และ Y_i= 1 คือ เลือกส่งสินค้าลูกค้าตำแหน่ง i

$$Y_i \in \{0, 1\} \; ; \forall_i \forall_j \qquad (4.7)$$

4.2 ศึกษาข้อมูลและหาพื้นที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า

4.2.1 ข้อมูลปริมาณสินค้าที่จัดส่งไปยังลูกค้า

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลปริมาณสินค้าที่จัดส่งไปยังลูกค้า 12 จังหวัด ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยในแต่ละเดือนมีปริมาณการส่งออกใกล้เคียงกัน จำนวนรถขนส่งสินค้ามีทั้งที่บรรจุสินค้าได้เต็มคันรถ และ ไม่เต็มคันรถ ซึ่งในงานวิจัยจะอ้างอิงเฉพาะรถเทรลเลอร์พร้อมหาง 12 เมตร รับน้ำหนักบรรทุก 25,000 – 30,000 กิโลกรัม แต่หลังจากรวบรวมข้อมูล

และได้เข้าสังเกตุการจัดส่งจริงพบว่ารถเทรลเลอร์พร้อมหาง 12 เมตร สามารถรับน้ำหนักได้เพียง 16,000 – 17,000 กิโลกรัม หรือ คิดเป็นถังเคมี 200 ลิตร จำนวน 80 ถัง ตาม ภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ลักษณะการวางสินค้าบนหางเทรลเลอร์ 12 เมตร

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานเพิ่มเติมอ้างอิงรายงานของธนาคารแห่งประเทศไทยเกี่ยวกับแนวโน้มเศรษฐกิจปี 2562 พบว่า เศรษฐกิจไทยจะขยายตัวในทิศทางชะลอลงแต่ยังอยู่ในระดับที่มีศักยภาพ แต่ก็ยังคงเผชิญกับความเสี่ยงทั้งจากปัจจัยต่างประเทศและในประเทศ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมุติฐานว่าปริมาณความต้องการของลูกค้ายังคงมีปริมาณที่ใกล้เคียงเดิมหรือปรับขึ้นแบบไม่มีนัยสำคัญไปอีก 3-5 ปี เพื่อสามารถนำข้อมูลปริมาณความต้องการของลูกค้าไปใช้ได้

ปริมาณสินค้าที่จัดส่งไปยังลูกค้า 12 จังหวัด ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 แสดงข้อมูลในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความต้องการของลูกค้า เดือน ม.ค.–ธ.ค. ปี 2561 (หน่วย : ถัง)

จังหวัดที่กระจายสินค้า (j)	จังหวัด	ม.ค.-61	ก.พ.-61	มี.ค.-61	เม.ย.-61	พ.ค.-61	มิ.ย.-61	ก.ค.-61	ส.ค.-61	ก.ย.-61	ต.ค.-61	พ.ย.-61	ธ.ค.-61	ค่าเฉลี่ย 12 เดือน	จำนวนเที่ยวรถส่งไปยังลูกค้า (เที่ยวละ 80 ถัง/รอบ)
1	นครศรีธรรมราช	120	124	116	120	120	124	126	126	140	140	140	140	128	2
2	ชุมพร	230	230	238	230	232	230	238	230	230	238	238	238	234	3
3	กระบี่	350	342	350	342	351	350	350	342	350	345	345	342	347	5
4	พังงา	244	244	240	240	240	240	240	237	234	234	234	234	239	3
5	ภูเก็ต	156	154	150	150	149	148	145	145	145	139	139	139	147	2
6	สุราษฎร์ธานี	560	560	550	550	550	560	545	523	523	534	534	545	545	7
7	ระนอง	120	124	128	132	142	126	139	126	140	140	126	126	131	2
8	ตรัง	360	307	307	307	320	340	329	327	307	307	307	307	319	4
9	ปัตตานี	136	136	142	134	136	136	136	136	136	145	145	136	138	2
10	พัทลุง	148	150	142	150	150	148	150	142	142	150	142	142	147	2
11	สตูล	200	198	198	192	192	192	192	192	192	192	187	187	193	3
12	สงขลา	402	385	385	390	390	392	402	385	385	391	391	399	392	5

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่าปริมาณสินค้าโดยเฉลี่ยถูกส่งไปยัง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดสงขลา จังหวัดกระบี่ และ จังหวัดตรัง มากที่สุดตามลำดับ

4.2.2 กำหนดจังหวัดพื้นที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า

เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาไม่ได้ระบุจังหวัดที่จะตั้งศูนย์กระจายสินค้าใดเป็นพิเศษ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอให้ใช้ทุกจังหวัดเป็น ทำเลที่ตั้งเป้าหมายบริษัทกรณีศึกษา ดังนั้นสถานที่ๆสามารถเป็นศูนย์กระจายสินค้า (i) มีทั้งหมด 12 จังหวัด เท่ากับจังหวัดที่เป็นลูกค้าของบริษัท (j) จำนวน 12 จังหวัด ดังนั้นข้อมูลจังหวัดที่สามารถสร้างเป็น ศูนย์กระจายสินค้าและจังหวัดต่างๆที่ ต้องนำส่งสินค้า เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการสร้าง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีข้อมูลต่างๆ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลจังหวัดที่สามารถเป็นศูนย์กระจายสินค้าได้

จังหวัดที่สามารถเป็นศูนย์กระจายสินค้า (i)	**จังหวัด**
1	นครศรีธรรมราช
2	ชุมพร
3	กระบี่
4	พังงา
5	ภูเก็ต
6	สุราษฎร์ธานี
7	ระนอง
8	ตรัง
9	ปัตตานี
10	พัทลุง
11	สตูล
12	สงขลา (หาดใหญ่)

จาก ตารางที่ 4.2 กำหนดสัญลักษณ์ i แทนรายชื่อจังหวัดต่างๆที่สามารถเป็นศูนย์กระจายสินค้าได้ เพื่อนำไปกำหนดข้อจำกัดของดัชนี (Indices) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หาศูนย์กระจายสินค้า โดยในที่นี้ i = 1 จะหมายถึง ศูนย์กระจายสินค้า นครศรีธรรมราชเป็นต้น

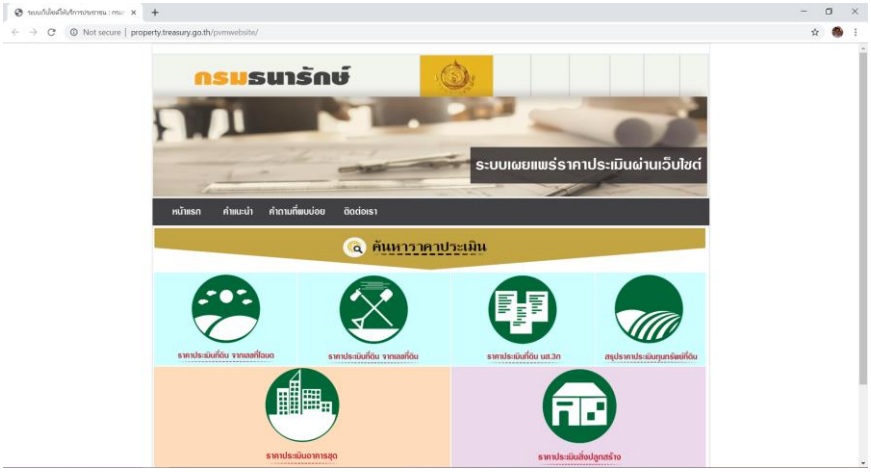
ตารางที่ 4.3 ข้อมูลจังหวัดที่กระจายสินค้า

จังหวัดที่กระจายสินค้า (j)	จังหวัด
1	นครศรีธรรมราช
2	ชุมพร
3	กระบี่
4	พังงา
5	ภูเก็ต
6	สุราษฎร์ธานี
7	ระนอง
8	ตรัง
9	ปัตตานี
10	พัทลุง
11	สตูล
12	สงขลา

จากตารางที่ 4.3 กำหนดสัญลักษณ์ j แทนรายชื่อจังหวัดต่างๆที่ต้องรับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า เพื่อนำไปกำหนดข้อจำกัดของดัชนี (Indices) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์หาศูนย์กระจายสินค้า โดยในที่นี้ j = 1 จะหมายถึง นครศรีธรรมราช เป็นต้น

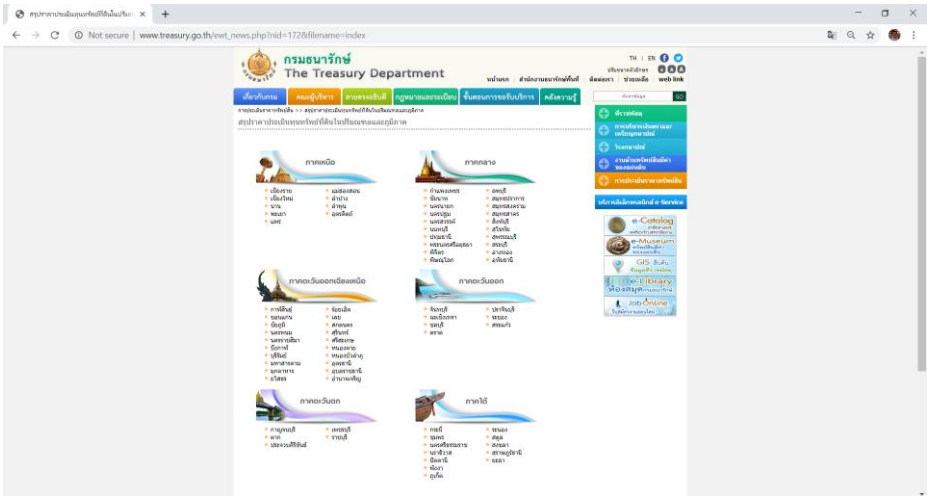
4.2.3 ต้นทุนการสร้างศูนย์กระจายสินค้าและและข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจาย

ต้นทุนการสร้างศูนย์กระจายสินค้าและและข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจายถือเป็นอีกหนึ่งในพารามิเตอร์ (Parameters) เพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ส่วนขนาดและพื้นที่ๆต้องการสร้างศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่นั้นจะอ้างอิงจากศูนย์กระจายสินค้าเดิม ดังนั้นข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าจะมีขนาดเท่ากันกับศูนย์กระจายสินค้าที่จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) ทุกประการ โดยข้อมูลราคาประเภทสิ่งปลูกสร้างทางผู้วิจัยจะขออ้างอิงจากการตรวจสอบของ กรมธนารักษ์ http://property.treasury.go.th/pvmwebsite/ แสดงตามภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 เว็บไซต์ของ กรมธนารักษ์ เพื่อใช้ข้อมูลอ้างอิงประเภทสิ่งปลูกสร้าง

ในส่วนราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดิน ทางผู้วิจัยจะขออ้างอิงจากการตรวจสอบของกรมธนารักษ์ เช่นกันเพื่อนำมาประเมินราคาที่ดิน http://www.doh.go.th/ แสดงตามภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 เว็บไซต์ของ กรมธนารักษ์ เพื่อใช้ข้อมูลอ้างอิงราคาประเมินทุนทรัพย์ที่ดิน

เมื่อรวบรวมข้อมูลทั้งหมดแล้วผู้วิจัยจึงนำข้อมูลอ้างอิงมาคำนวณหางบประมาณการลงทุนของแต่ละจังหวัด ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 งบประมาณการลงทุนของแต่ละจังหวัด

จังหวัด / คำอธิบาย	ปริมาณ	นครศรีธรรมราช			ชุมพร			กระบี่			พังงา		
		บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน
1.ต้นทุนทางโครงสร้าง													
ราคาที่ดิน (ตร.ว.)	400	12,154	4,861,600	40,513	13,675	5,470,000	45,583	11,447	4,578,800	38,157	11,232	4,492,800	37,440
การก่อสร้าง													
- คลังสินค้า A (ตร.ม.)	1,000	3,400	3,400,000	28,333	3,400	3,400,000	28,333	3,600	3,600,000	30,000	3,600	3,600,000	30,000
- สำนักงาน	100	6,800	680,000	5,667	7,200	720,000	6,000	7,600	760,000	6,333	7,650	765,000	6,375
2.ต้นทุนในการดำเนินการ (บาท/เดือน)													
เครื่องใช้สำนักงาน (บาท/เดือน)													
- คอมพิวเตอร์	4	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250
- เครื่องใช้สำนักงาน	1	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625
ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)				5,000			5,000			5,000			5,000
ค่าใช้จ่ายในการสื่อสาร (บาท/เดือน)				3,000			3,000			3,000			3,000
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (บาท/เดือน)				3,000			3,000			3,000			3,000
ค่าบำรุงรักษา (บาท/เดือน)				2,500			2,500			2,500			2,500
ประกันภัยทรัพย์สิน (บาท/เดือน)				2,000			2,000			2,000			2,000
3.ต้นทุนผันแปร(บาท/เดือน)													
- ผู้จัดการคลังสินค้าและฝ่ายขาย	1	30,000			30,000			30,000			30,000		
- เจ้าหน้าที่สำนักงาน	1	16,000			16,000			16,000			16,000		
- หัวหน้าพนักงาน	1	13,500			13,500			13,500			13,500		
- พนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์	3	9,500			9,500			9,500			9,500		
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท / เดือน)				**91,888**			**97,292**			**91,865**			**91,190**

ตารางที่ 4.4 งบประมาณการลงทุนของแต่ละจังหวัด (ต่อ)

จังหวัด / คำอธิบาย	ปริมาณ	ภูเก็ต			สุราษฎร์ธานี			ระนอง			ตรัง		
		บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน
1.ต้นทุนทางโครงสร้าง													
ราคาที่ดิน (ตร.ว.)	400	18,125	7,250,000	60,417	12,586	5,034,200	41,952	11,023	4,409,200	36,743	9,175	3,670,000	30,583
การก่อสร้าง													
- คลังสินค้า A (ตร.ม.)	1,000	3,750	3,750,000	31,250	3,300	3,300,000	27,500	3,450	3,450,000	28,750	3,550	3,550,000	29,583
- สำนักงาน	100	7,900	790,000	6,583	7,050	705,000	5,875	7,200	720,000	6,000	7,350	735,000	6,125
2.ต้นทุนในการดำเนินการ (บาท/เดือน)													
เครื่องใช้สำนักงาน (บาท/เดือน)													
- คอมพิวเตอร์	4	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250
- เครื่องใช้สำนักงาน	1	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625
ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)				5,000			5,000			5,000			5,000
ค่าใช้จ่ายในการสื่อสาร (บาท/เดือน)				3,000			3,000			3,000			3,000
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (บาท/เดือน)				3,000			3,000			3,000			3,000
ค่าบำรุงรักษา (บาท/เดือน)				2,500			2,500			2,500			2,500
ประกันภัยทรัพย์สิน (บาท/เดือน)				2,000			2,000			2,000			2,000
3.ต้นทุนผันแปร(บาท/เดือน)													
- ผู้จัดการคลังสินค้าและฝ่ายขาย	1	30,000			30,000			30,000			30,000		
- เจ้าหน้าที่สำนักงาน	1	16,000			16,000			16,000			16,000		
- หัวหน้าพนักงาน	1	13,500			13,500			13,500			13,500		
- พนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์	3	9,500			9,500			9,500			9,500		
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท / เดือน)				115,625			92,702			88,868			83,667

ตารางที่ 4.4 งบประมาณการลงทุนของแต่ละจังหวัด (ต่อ)

จังหวัด / คำอธิบาย	ปริมาณ	ปัตตานี			พัทลุง			สตูล			สงขลา		
		บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน	บาท/หน่วย	รวม	บาท/เดือน
1.ต้นทุนทางโครงสร้าง													
ราคาที่ดิน (ตร.ว.)	400	12,493	4,997,200	41,643	10,916	4,366,400	36,387	12,802	5,120,800	42,673	20,137	8,054,987	67,125
การก่อสร้าง													
- คลังสินค้า A (ตร.ม.)	1,000	3,600	3,600,000	30,000	3,600	3,600,000	30,000	3,500	3,500,000	29,167	3,500	3,500,000	29,167
- สำนักงาน	100	7,450	745,000	6,208	7,600	760,000	6,333	7,550	755,000	6,292	7,400	740,000	6,167
2.ต้นทุนในการดำเนินการ (บาท/เดือน)													
เครื่องใช้สำนักงาน (บาท/เดือน)													
- คอมพิวเตอร์	4	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250	15,000	60,000	1,250
- เครื่องใช้สำนักงาน	1	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625	30,000	30,000	625
ค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)				5,000			5,000			5,000			5,000
ค่าใช้จ่ายในการสื่อสาร (บาท/เดือน)				3,000			3,000			3,000			3,000
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (บาท/เดือน)				3,000			3,000			3,000			3,000
ค่าบำรุงรักษา (บาท/เดือน)				2,500			2,500			2,500			2,500
ประกันภัยทรัพย์สิน (บาท/เดือน)				2,000			2,000			2,000			2,000
3.ต้นทุนผันแปร(บาท/เดือน)													
- ผู้จัดการคลังสินค้าและฝ่ายขาย	1	30,000			30,000			30,000			30,000		
- เจ้าหน้าที่สำนักงาน	1	16,000			16,000			16,000			16,000		
- หัวหน้าพนักงาน	1	13,500			13,500			13,500			13,500		
- พนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์	3	9,500			9,500			9,500			9,500		
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท / เดือน)				95,227			90,095			95,507			119,833

จากตารางที่ 4.4 ทางผู้วิจัยได้กำหนดค่าเสื่อมของสถานที่ 10 ปี หรือ 120 เดือน และ ค่าเสื่อมในส่วนของอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานต่างๆ อยู่ที่ 4 ปี หรือ 48 เดือน

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าและข้อจำกัดของศูนย์กระจายสินค้า

จังหวัดที่สามารถเป็นศูนย์กระจายสินค้า (i)	**ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า f_i (หน่วย : บาท/เดือน)**	**ข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า S_i (หน่วย : ถัง)**
นครศรีธรรมราช	91,888	2,300
ชุมพร	97,292	2,300
กระบี่	91,865	2,300
พังงา	91,190	2,300
ภูเก็ต	115,625	2,300
สุราษฎร์ธานี	92,702	2,300
ระนอง	88,868	2,300
ตรัง	83,667	2,300
ปัตตานี	95,227	2,300
พัทลุง	90,095	2,300
สตูล	95,507	2,300
สงขลา (หาดใหญ่)	119,833	2,300

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าแต่ละศูนย์กระจายสินค้าจะมีค่าใช้จ่ายในการตั้งศูนย์กระจายสินค้าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับค่าที่ดินและค่าก่อสร้างในจังหวัดนั้นๆ โดยกำหนดให้สัญลักษณ์ f_i แทน ต้นทุนการสร้างศูนย์กระจายสินค้า และ กำหนดให้สัญลักษณ์ S_i แทน ข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจาย

4.2.4 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆ

4.2.4.1 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการนำเข้า

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขอบริษัทกรณีศึกษามีโรงงานผลิตหลักอยู่ที่ เมืองกัวลาลัมเปอร์ ประเทศ มาเลเซีย โดยการขนส่งจากประเทศมาเลเซียนั้นจะเป็นรถเทรลเลอร์พร้อมหาง 12 เมตร

พร้อมที่ปิดด้านข้าง และด้านบนทำให้สามารถรับน้ำหนักได้เพิ่มขึ้นโดยการยกซ้อน โดยจำนวน 124 ถัง ตามภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ลักษณะรถเทรลเลอร์พร้อมหาง 12 เมตรและที่ปิดด้านข้าง

ทางผู้วิจัยจึงได้ขอข้อมูลราคาค่าขนส่งจากแหล่งผลิตไปยังจังหวัดที่จะตั้งศูนย์กระจายสินค้าทุกจังหวัดที่เป็นทำเลที่ตั้งเป้าหมายบริษัทกรณีศึกษาโดยไม่ได้คำนึงถึงภาษีการขนส่งเนื่องจากภาษีการนำเข้านั้นขึ้นอยู่กับประเภทสินค้าและจำนวนสินค้า โดยในงานวิจัยนี้ให้ถือว่าการนำเข้าสินค้าจะนำเข้าสินค้าเต็มทุกรอบ จะได้ต้นทุนขานำเข้าตามตารางที่ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ค่าขนส่งในการนำเข้าสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังจังหวัดต่างๆ

From KL.	THB/Load
To :	
นครศรีธรรมราช	38,600
ชุมพร	49,800
กระบี่	42,600
พังงา	45,800
ภูเก็ต	45,400
สุราษฎร์ธานี	41,000
ระนอง	49,800
ตรัง	36,200
ปัตตานี	34,600
พัทลุง	33,800
สตูล	36,200
สงขลา	30,200

4.2.4.2 ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆ

อ้างอิงข้อมูลปริมาณความต้องการของลูกค้า เดือน ม.ค.–ธ.ค. ปี 2561 ตามตารางที่ 4.1 เพื่อนำไปอ้างอิงเพื่อขอราคาค่าขนส่งระหว่างจังหวัด ภาคใต้ กับทางบริษัทคู่ค้า โดยให้อ้างอิงข้อจำกัดความสามารถในการขนส่งของรถเทรลเลอร์พร้อมหาง 12 เมตร สามารถรับจำนวน 80 ถัง ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปแต่ละจังหวัด

ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปแต่ละจังหวัด เป็นการประเมินราคาคร่าวๆ จากผู้ให้บริการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา โดยการประเมินราคาตามตารางนั้นได้อ้างอิงค่าเฉลี่ยราคาน้ำมันน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลของบริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 22/03/2561 ถึง 27/12/2561 โดยค่าเฉลี่ยราคาน้ำมันน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงปีดังกล่าวอยู่ที่ราคาระหว่าง 28.00 – 28.99 บาท/ลิตร ตามตารางที่ 4.7

จากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมารวมกันจะทำให้ผู้วิจัยทราบถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปแต่ละจังหวัดดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ค่าขนส่งระหว่างจังหวัด ภาคใต้ (หน่วย : บาท/เที่ยว)

จังหวัด/ค่าขนส่ง	สงขลา (หาดใหญ่)	ปัตตานี	ยะลา	นราธิวาส	พัทลุง	สตูล	ตรัง	นครฯ	กระบี่	สุราษฎร์ฯ	พังงา	ภูเก็ต	ระนอง	ชุมพร
สงขลา (หาดใหญ่)	12,650													
ปัตตานี	16,330	12,650												
ยะลา	17,020	15,640	12,650											
นราธิวาส	17,710	15,640	15,640	12,650										
พัทลุง	15,640	17,710	17,710	18,400	12,650									
สตูล	15,640	17,710	17,710	18,400	16,330	12,650								
ตรัง	16,330	18,400	18,400	19,780	15,640	16,330	12,650							
นครฯ	16,330	19,090	19,090	19,780	16,330	17,710	16,330	12,650						
กระบี่	18,400	19,780	20,470	21,850	17,020	18,400	16,330	17,020	12,650					
สุราษฎร์ฯ	19,090	20,470	20,470	21,850	17,710	19,780	17,710	17,020	17,020	12,650				
พังงา	19,780	21,160	21,160	22,540	18,400	19,780	17,710	18,400	15,640	17,020	12,650			
ภูเก็ต	20,470	22,540	22,540	23,920	19,780	21,160	18,400	19,780	17,020	17,710	15,640	12,650		
ระนอง	21,850	23,230	23,230	24,610	20,470	21,850	20,470	19,780	19,780	17,710	17,710	19,780	12,650	
ชุมพร	21,160	23,230	23,230	24,610	20,470	21,850	19,780	19,780	19,090	17,710	19,090	20,470	16,330	12,650

อ้างอิงราคาน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซล 28.00 – 28.99 บาท/ลิตร ค่าเฉลี่ยปี 2018

ที่มา : ข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา

ตารางที่ 4.8 ค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆ

สิ่งที่ป้อนเข้า	ค่าขนส่งจากจุดที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าต่างๆไปยังลูกค้า (บาท/เดือน)												ปริมาณเคมีขาเข้า	ต้นทุนในการตั้ง	ข้อจำกัดของแต่ละ	ค่าขนส่งจาก KL ไป
ศูนย์กระจายสินค้า	นครศรีฯ	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ภูเก็ต	สุราษฎร์ฯ	ระนอง	ตรัง	ปัตตานี	พัทลุง	สตูล	สงขลา	(ถัง/รอบ)	ศูนย์กระจายสินค้า	ศูนย์กระจายสินค้า	ที่ตั้งใหม่ (บาท/เดือน)
นครศรีฯ	25,300	59,340	34,040	55,200	39,560	119,140	39,560	65,320	38,180	32,660	35,420	81,650	124	91,888	2,300	38,600
ชุมพร	39,560	37,950	38,180	57,270	40,940	123,970	32,660	79,120	46,460	40,940	43,700	105,800	124	97,292	2,300	49,800
กระบี่	34,040	57,270	25,300	46,920	34,040	119,140	39,560	65,320	39,560	34,040	36,800	92,000	124	91,865	2,300	42,600
พังงา	36,800	57,270	31,280	37,950	31,280	119,140	35,420	70,840	42,320	36,800	39,560	98,900	124	91,190	2,300	45,800
ภูเก็ต	39,560	61,410	34,040	46,920	25,300	123,970	39,560	73,600	45,080	39,560	42,320	102,350	124	115,625	2,300	45,400
สุราษฎร์ฯ	34,040	53,130	34,040	51,060	35,420	88,550	35,420	70,840	40,940	35,420	39,560	95,450	124	92,702	2,300	41,000
ระนอง	39,560	48,990	39,560	53,130	39,560	123,970	25,300	81,880	46,460	40,940	43,700	109,250	124	88,868	2,300	49,800
ตรัง	32,660	59,340	32,660	53,130	36,800	123,970	40,940	50,600	36,800	31,280	32,660	81,650	124	83,667	2,300	36,200
ปัตตานี	38,180	69,690	39,560	63,480	45,080	143,290	46,460	73,600	25,300	35,420	35,420	81,650	124	95,227	2,300	34,600
พัทลุง	32,660	61,410	34,040	55,200	39,560	123,970	40,940	62,560	35,420	25,300	32,660	78,200	124	90,095	2,300	33,800
สตูล	35,420	65,550	36,800	59,340	42,320	138,460	43,700	65,320	35,420	32,660	25,300	78,200	124	95,507	2,300	36,200
สงขลา	32,660	63,480	36,800	59,340	40,940	133,630	43,700	65,320	32,660	31,280	31,280	63,250	124		2,300	30,200
ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละจังหวัด (Dj)	140	238	350	240	145	545	140	335	145	150	192	402				

จากตารางที่ 4.8 กำหนดให้สัญลักษณ์ $d_i C_{ij}$ แทน ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า จาก จังหวัด i ไปยังจังหวัด j เพื่อนำไปใช้เป็นเงื่อนไขบังคับ (Constraints) ของการหาค่าใช้จ่ายที่ถูกที่สุดในขั้นตอนต่อไป โดยต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆสามารถคำนวณได้ตามตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าขนส่งไปยังลูกค้าในจังหวัดต่างๆ

	ค่าขนส่งจากจุดที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าต่างๆไปยังลูกค้า (บาท/เดือน)											
ศูนย์กระจายสินค้า	นครศรีฯ	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ภูเก็ต	สุราษฎร์ฯ	ระนอง	ตรัง	ปัตตานี	พัทลุง	สตูล	สงขลา
จำนวนรอบการส่งของแต่ละจังหวัด	2	3	5	3	2	7	2	4	2	2	3	5
ค่าขนส่งต่อรอบ จาก นครศรีฯ	12,650	19,780	17,020	18,400	19,780	17,020	19,780	16,330	19,090	16,330	17,710	16,330
ค่าขนส่งรวมต่อเดือน จาก นครศรีฯ	25,300	59,340	85,100	55,200	39,560	119,140	39,560	65,320	38,180	32,660	53,130	81,650
ค่าขนส่งต่อรอบ จาก สุราษฎร์ฯ	17,020	17,710	17,020	17,020	17,710	12,650	17,710	17,710	20,470	17,710	19,780	19,090
ค่าขนส่งรวมต่อเดือน จาก สุราษฎร์ฯ	34,040	53,130	85,100	51,060	35,420	88,550	35,420	70,840	40,940	35,420	59,340	95,450
ค่าขนส่งต่อรอบ จาก สงขลา	16,330	21,160	18,400	19,780	20,470	19,090	21,850	16,330	16,330	15,640	15,640	12,650
ค่าขนส่งรวมต่อเดือน จาก สงขลา	32,660	63,480	92,000	59,340	40,940	133,630	43,700	65,320	32,660	31,280	46,920	63,250

เพื่อให้ข้อมูลพารามิเตอร์ (Parameters) สมบรูณ์มากขึ้น สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาด้วยคือต้นทุนในการสร้างศูนย์กระจายสินค้าและข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า เนื่องจากการศึกษาศูนย์กระจายสินค้าในครั้งนี้เป็นการศึกษาหาทำเลที่ตั้งใหม่และเพื่อแบ่งเบาภาระศูนย์กระจายสินค้าเดิม ทางผู้วิจัยจึงขอกำหนดให้ข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้ามีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของศูนย์กระจายสินค้าเดิม

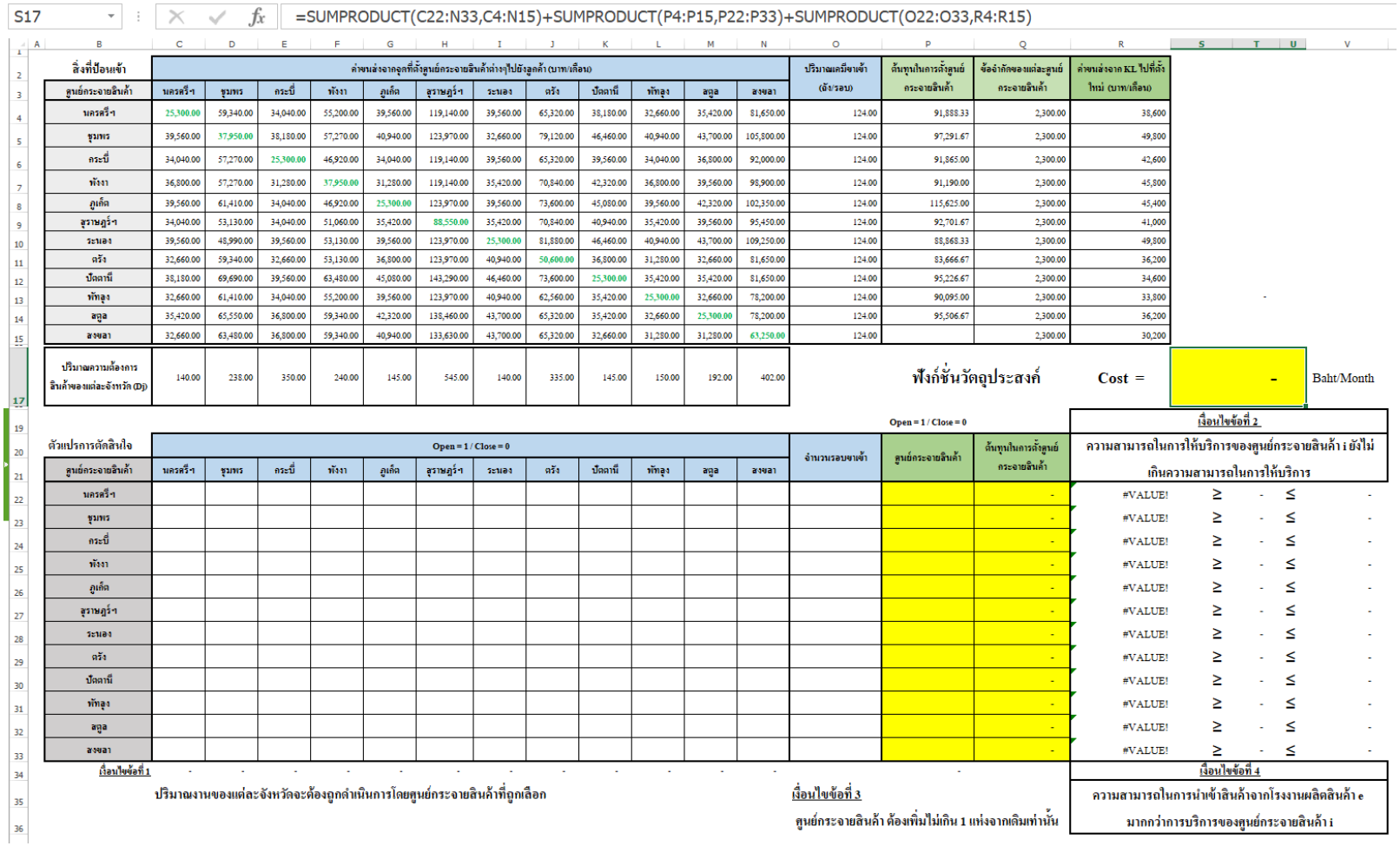
4.3 การหาคำตอบโดยใช้ Excel Solver

การหาวิธีในการหาคำตอบโดยใช้ฟังชั่นของ Excel Solver นั้นจำเป็นต้องทราบชุดคำสั่งเพื่อป้อนคำสั่งโดย

4.3.1 ออกแบบตารางเพื่อความเข้าใจง่ายและทำการป้อนข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมลงในตารางดังภาพที่ 4.5 โดยข้อมูลที่อยู่ในตารางควรมีหน่วยนับตรงกัน

4.3.2 เลือก Cell ที่ต้องการเพื่อเป็นช่องที่แสดง ฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์(Objective Function) ที่ได้มาจากฟังชั่นวัตถุประสงค์จะเลือกช่องใดในตารางก็ได้ แต่ที่สำคัญต้องสร้างสูตรการคำนวณตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของปัญหาให้แก่ช่องนั้นโดยคลิกเครื่องหมาย = บนแถบเครื่องมือ ในตัวอย่างนี้จะกำหนดให้ช่อง **$S$17** แสดงค่าเป้าหมายคือค่าใช้จ่ายรวมจะใช้สูตร

=SUMPRODUCT(C22:N33,C4:N15)+SUMPRODUCT(P4:P15,P22:P33)+SUMPRODUCT(O22:O33,X22:X33)



ภาพที่ 4.5 พื้นที่สเปรดชีตสำหรับ ข้อจำกัดและฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของบริษัทกรณีศึกษา

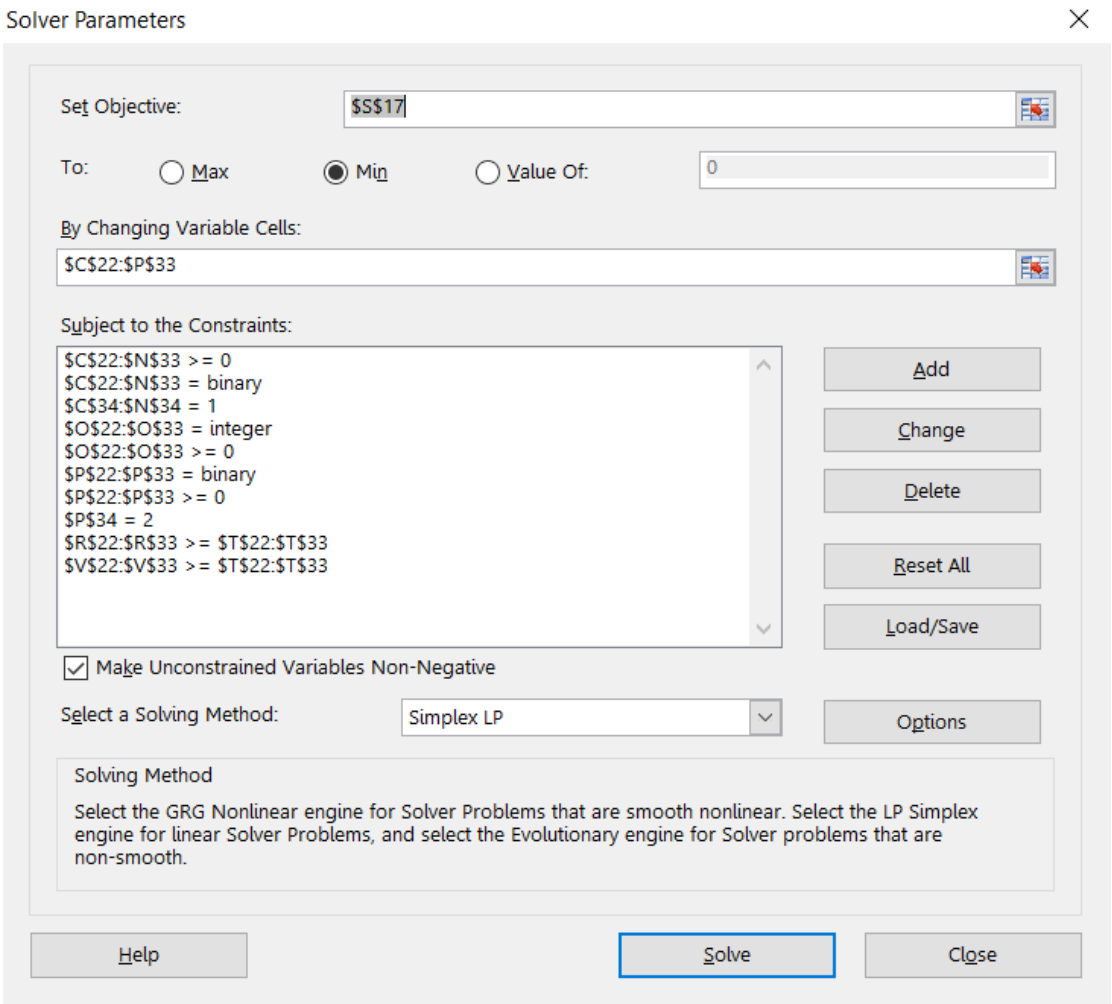
4.3.3 กำหนดรายละเอียด พารามิเตอร์และเงื่อนไขต่างๆในฟังค์ชั่น Excel Solver ดังนี้

4.3.3.1 Set Objective : เป็นเซลล์ผลลัพธ์ที่ต้องการให้แสดงผลที่เซลล์นั้น โดยตัวอย่างนี้จะกำหนดให้ช่อง **$S$17** แสดงค่าเป้าหมาย

4.3.3.2 To : กำหนดให้ผลลัพธ์ที่ต้องการนั้นเป็นเช่นไร โดยสามารถกำหนดให้คำนวณหาค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) หรือกำหนดค่าที่ต้องการเอง (Value of) โดยตัวอย่างนี้จะกำหนดให้หาผลของสมการเป็น **ค่าต่ำสุด (Min)**

4.3.3.3 By Changing Variable Cells เป็นเซลล์ที่ต้องการให้เปลี่ยนค่าตามพารามิเตอร์ โดยตัวอย่างนี้จะกำหนดให้แสดงผลในเซลล์ **$C$22:$P$33**

4.3.3.4 Subject to the Constraints เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ



ภาพที่ 4.6 ค่า Solver Parameters

จากภาพที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนเซลล์ตามค่าที่เพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด เลือก Min และเลือกเซลล์ที่จะทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนของข้อจำกัดที่ทำให้ต้นทุนต่ำที่สุด สามารถอธิบายได้ดังนี้

เงื่อนไขที่ 1 ปริมาณความต้องการของลูกค้าแต่ละจังหวัดจะต้องถูกดำเนินการโดยศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่จะมีการถูกเลือกแห่งใดแห่งหนึ่ง โดยเลือกเซลล์ $C$34:$N$34 = 1

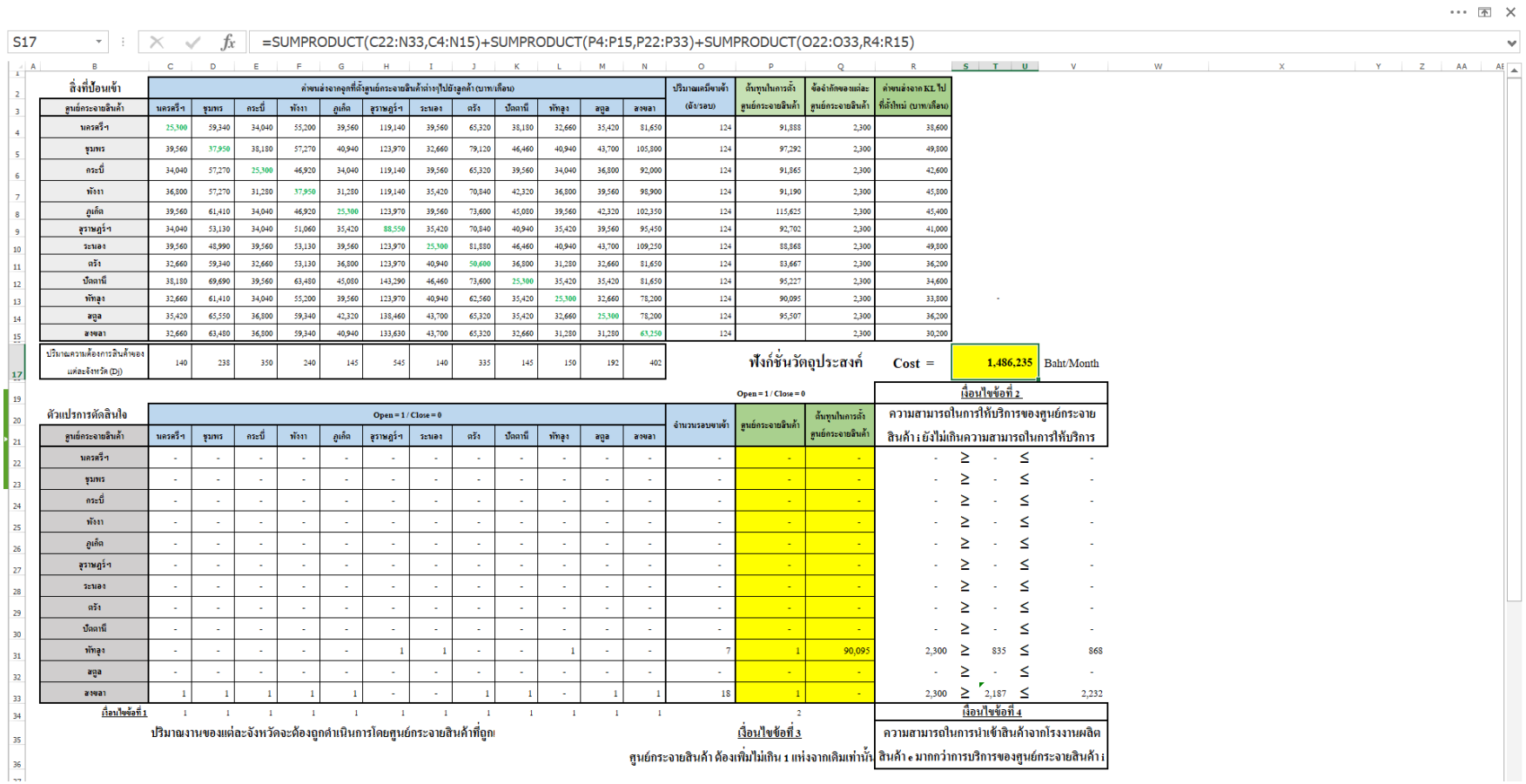
เงื่อนไขที่ 2 ปริมาณความต้องการหรือกิจกรรมของศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ จะต้องสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าที่ถูกเลือกให้รับผิดชอบได้ โดยเลือกเซลล์ $R$22:$R$33 >= $T$22:$T$33

เงื่อนไขที่ 3 ศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่จะต้องมี 2 ที่เท่านั้น โดยที่ใหม่ทั้ง 2 แห่งที่ Excel Solver เลือกนั้นอาจไม่จำเป็นต้องเป็นที่ สงขลา (หาดใหญ่) ซึ่งมีศูนย์กระจายสินค้าเดิมอยู่แล้วก็ได้ เพื่อตรวจสอบและยืนยันว่าที่ศูนย์กระจายสินค้าเดิมเหมาะสมหรือไม่และควรรองรับจังหวัดใดบ้าง เช่นเดียวกับศูนย์กระจายสินค้าใหม่อีก 1 แห่งที่ทาง Excel Solver จะเลือกใหม่ โดยเลือกเซลล์ $O$34 = 2

เงื่อนไขที่ 4 ปริมาณความต้องการหรือกิจกรรมของศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้า จะต้องน้อยกว่าปริมาณการนำเข้าสินค้าเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ทั้งหมด โดยเลือกเซลล์ $V$22:$V$33 >= $T$22:$T$33

4.3.4 คำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

คำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Excel Solver เป็นคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการหาจุดที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพิ่ม โดยคำตอบของแบบจำลองมีรายละเอียดดังภาพที่ 4.7



S17 =SUMPRODUCT(C22:N33,C4:N15)+SUMPRODUCT(P4:P15,P22:P33)+SUMPRODUCT(O22:O33,R4:R15)

สิ่งที่ป้อนเข้า

ศูนย์กระจายสินค้า	ค่าขนส่งจากลูกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าต่างๆไปยังลูกค้า (บาท/เที่ยว)												ปริมาณเครื่องเข้า (ชิ้น/รอบ)	ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า	ข้อจำกัดของแต่ละศูนย์กระจายสินค้า	ค่าขนส่งจาก KL ไปที่สั่งใหม่ (บาท/เที่ยว)
	นครศรีฯ	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ภูเก็ต	สุราษฎร์ฯ	ระนอง	ตรัง	ปัตตานี	พัทลุง	สตูล	สงขลา				
นครศรีฯ	25,300	59,340	34,040	55,200	39,560	119,140	39,560	65,320	38,180	32,660	35,420	81,650	124	91,888	2,300	38,600
ชุมพร	39,560	37,950	38,180	57,270	40,940	123,970	32,660	79,120	46,460	40,940	43,700	105,800	124	97,292	2,300	49,800
กระบี่	34,040	57,270	25,300	46,920	34,040	119,140	39,560	65,320	39,560	34,040	36,800	92,000	124	91,865	2,300	42,600
พังงา	36,800	57,270	31,280	37,950	31,280	119,140	35,420	70,840	42,320	36,800	39,560	98,900	124	91,190	2,300	45,800
ภูเก็ต	39,560	61,410	34,040	46,920	25,300	123,970	39,560	73,600	45,080	39,560	42,320	102,350	124	115,625	2,300	45,400
สุราษฎร์ฯ	34,040	53,130	34,040	51,060	35,420	88,550	35,420	70,840	40,940	35,420	39,560	95,450	124	92,702	2,300	41,000
ระนอง	39,560	48,990	39,560	53,130	39,560	123,970	25,300	81,880	46,460	40,940	43,700	109,250	124	88,868	2,300	49,800
ตรัง	32,660	59,340	32,660	53,130	36,800	123,970	40,940	50,600	36,800	31,280	32,660	81,650	124	83,667	2,300	36,200
ปัตตานี	38,180	69,690	39,560	63,480	45,080	143,290	46,460	73,600	25,300	35,420	35,420	81,650	124	95,227	2,300	34,600
พัทลุง	32,660	61,410	34,040	55,200	39,560	123,970	40,940	62,560	35,420	25,300	32,660	78,200	124	90,095	2,300	33,800
สตูล	35,420	65,550	36,800	59,340	42,320	138,460	43,700	65,320	35,420	32,660	25,300	78,200	124	95,507	2,300	36,200
สงขลา	32,660	63,480	36,800	59,340	40,940	133,630	43,700	65,320	32,660	31,280	31,280	63,250	124		2,300	30,200
ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละจังหวัด (Dj)	140	238	350	240	145	545	140	335	145	150	192	402				

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ Cost = 1,486,235 Baht/Month

ตัวแปรการตัดสินใจ

ศูนย์กระจายสินค้า	Open = 1 / Close = 0												จำนวนรอบขาเข้า	ศูนย์กระจายสินค้า	ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า
	นครศรีฯ	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ภูเก็ต	สุราษฎร์ฯ	ระนอง	ตรัง	ปัตตานี	พัทลุง	สตูล	สงขลา		Open = 1 / Close = 0	
นครศรีฯ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ชุมพร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
กระบี่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พังงา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ภูเก็ต	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สุราษฎร์ฯ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ระนอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ตรัง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ปัตตานี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
พัทลุง	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	7	1	90,095
สตูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
สงขลา	1	1	1	1	1	-	-	1	1	-	1	1	18	1	-
เงื่อนไขข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2	

ปริมาณงานของแต่ละจังหวัดจะต้องถูกดำเนินการโดยศูนย์กระจายสินค้าที่ถูก

เงื่อนไขข้อที่ 3

ศูนย์กระจายสินค้า ต้องเพิ่มไม่เกิน 1 แห่งจากเดิมเท่านั้น

เงื่อนไขข้อที่ 2

ความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้า i ยังไม่เกินความสามารถในการให้บริการ				
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
-	≥	-	≤	-
2,300	≥	835	≤	868
-	≥	-	≤	-
2,300	≥	2,187	≤	2,232

เงื่อนไขข้อที่ 4

ความสามารถในการนำเข้าสินค้าจากโรงงานผลิตสินค้า e มากกว่าการบริการของศูนย์กระจายสินค้า i

ภาพที่ 4.7 คำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

คำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของจังหวัดที่สร้างศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มเติมในช่อง **$C$22:$P$33** นั้น คำตอบที่โปรแกรม Excel Solver เลือกให้นั้นมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ 2 จังหวัดตามที่กำหนดในพารามิเตอร์ ได้แก่

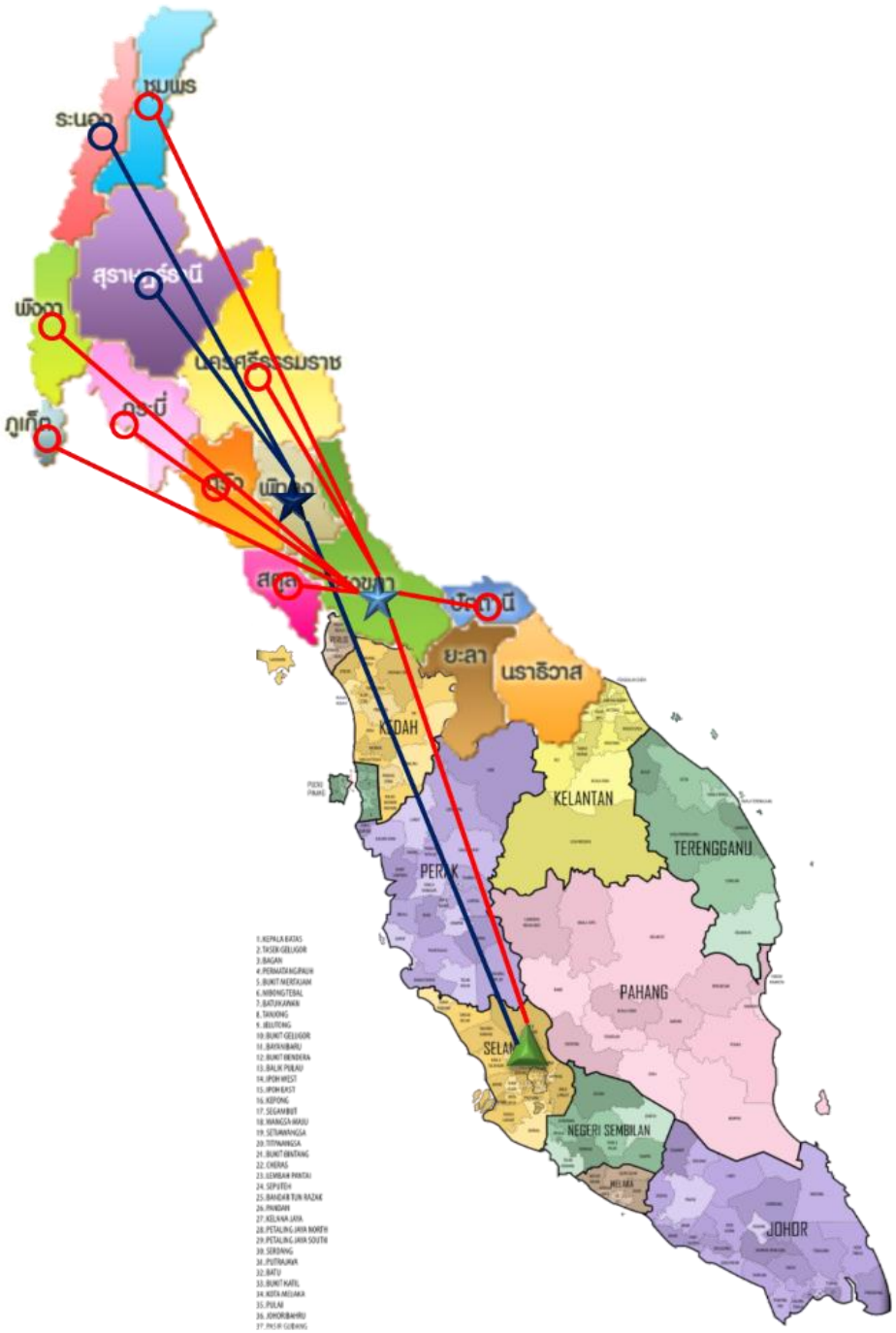
4.3.4.1 จังหวัด สงขลา(หาดใหญ่) ซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กระจายสินค้าเดิม โดยแสดงให้เห็นว่า ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สงขลา(หาดใหญ่) ยังเหมาะสมที่จะดำเนินการต่อไป โดยศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้จะต้องกระจายสินค้าไปทั้งหมด 9 จังหวัด ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ พังงา ภูเก็ต ตรัง ปัตตานี สตูล และ สงขลา ซึ่งแต่ละจังหวัดจะมีความต้องการสินค้าแตกต่างกันออกไป โดยต้องรับปริมาณงานหรือความต้องการสินค้าจากจังหวัดที่ต้องกระจายสินค้าตามกล่าวไปแล้วข้างต้นจำนวนทั้งหมด 2,187 ถัง ซึ่งจากข้อกำหนดของจำนวนที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ทำได้อยู่ที่ 2,300 ถัง การบริการขาเข้าศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สงขลา(หาดใหญ่)จะนำเข้ามาทั้งหมด 18 รอบ เป็นจำนวน 2,232 ถัง ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่ต้องรับผิดชอบและในส่วนของต้นทุนการตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่นี้นั้น จะมีค่าเท่ากับ 0 บาท เพราะเป็นศูนย์กระจายสินค้าที่มีอยู่เดิมทำให้ไม่มีค่าลงทุนในส่วนตรงนี้ดังภาพที่ 4.8

4.3.4.2 จังหวัด พัทลุง โดยศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้จะต้องกระจายสินค้าไปทั้งหมด 3 จังหวัด ได้แก่ สุราษฎร์ฯ ระนอง และ พัทลุง ซึ่งแต่ละจังหวัดจะมีความต้องการสินค้าแตกต่างกันออกไป โดยต้องรับปริมาณงานหรือความต้องการสินค้าจากจังหวัดที่ต้องกระจายสินค้าตามกล่าวไปแล้วข้างต้นจำนวนทั้งหมด 835 ถัง ซึ่งจากข้อกำหนดของจำนวนที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ทำได้อยู่ที่ 2,300 ถัง การบริการขาเข้าศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด พัทลุง จะนำเข้ามาทั้งหมด 7 รอบ เป็นจำนวน 868 ถัง ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่ต้องรับผิดชอบและในส่วนของต้นทุนการตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่นี้นั้น จะมีค่าเท่ากับ 90,095 บาท/เดือน เพราะเป็นศูนย์กระจายสินค้าที่ต้องทำใหม่โดยอ้างอิงขนาดจากศูนย์กระจายสินค้าที่จังหวัดเดิมทำให้มีค่าลงทุนในส่วนตรงนี้ดังภาพที่ 4.8

ตัวแปรการตัดสินใจ	Open = 1 / Close = 0													Open = 1 / Close = 0		เงื่อนไขข้อที่ 2				
ศูนย์กระจายสินค้า	นครศรีฯ	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ภูเก็ต	สุราษฎร์ฯ	ระนอง	ตรัง	ปัตตานี	พัทลุง	สตูล	สงขลา	จำนวนรอบขาเข้า	ศูนย์กระจายสินค้า	ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า	ความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้า i ยังไม่เกินความสามารถในการให้บริการ				
นครศรีฯ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
ชุมพร	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
กระบี่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
พังงา	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
ภูเก็ต	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
สุราษฎร์ฯ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
ระนอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
ตรัง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
ปัตตานี	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
พัทลุง	-	-	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	7	1	90,095	2,300	≥	835	≤	868
สตูล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≥	-	≤	-
สงขลา	1	1	1	1	1	-	-	1	1	-	1	1	18	1	-	2,300	≥	2,187	≤	2,232
เงื่อนไขข้อที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2		เงื่อนไขข้อที่ 4				
ปริมาณงานของแต่ละจังหวัดจะต้องถูกดำเนินการโดยศูนย์กระจายสินค้าที่ถูกเลื														เงื่อนไขข้อที่ 3		ความสามารถในการนำเข้าสินค้าจากโรงงานผลิตสินค้า i e มากกว่าการบริการของศูนย์กระจายสินค้า i				
														ศูนย์กระจายสินค้า ต้องเพิ่มไม่เกิน 1 แห่งจากเดิมเท่านั้น						

ภาพที่ 4.8 คำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งที่ 1และ 2

โดยคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สามารถนำมาเขียนแผนการขนส่งดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 แผนที่ของการขนส่งของศูนย์กระจายสินค้าตามผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ซึ่งจากคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดนั้นมีต้นทุนค่าขนส่งและค่าจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่ 706,035 บาท/เดือน ในส่วนของต้นทุนค่านำเข้านั้น จากคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของศูนย์กระจายสินค้าที่เลือกที่จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) ซึ่งมีต้องกระจายสินค้าจำนวนทั้งหมด 2,187 ถัง คิดเป็น 18 เที่ยว มีมูลค่าเท่ากับ 543,600 บาท/เดือน และอีกหนึ่งแห่งคือ จังหวัด พัทลุง ต้องการสินค้าจำนวนทั้งหมด 835 ถัง คิดเป็น 7 เที่ยว มีมูลค่าเท่ากับ 236,600 บาท/เดือน

เมื่อนำต้นทุนทั้งหมดมารวมกันแล้ว ทั้งต้นทุนค่านำเข้า ต้นทุนค่าจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าจะมีมูลค่ารวมทั้งหมดเท่ากับ 1,486,235 บาท/เดือน

ในอีกหนึ่งกรณีหากต้องการนำมาเปรียบเทียบคำตอบโดยยังดำเนินกิจกรรมต่างๆที่ใช้ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) โดยมีขนาดศูนย์กระจายสินค้าเท่ากันอีก 1 แห่ง พบว่าค่าดำเนินกิจกรรมต่างๆโดยใช้ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) จะมีค่าขนส่งอยู่ที่ 754,173 บาท/เดือน คำตอบของ Excel Solver จะสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งถึง 48,138 บาท/เดือน รวมถึงเมื่อรวมต้นทุนค่านำเข้าสินค้าแล้วพบว่า ต้นทุนรวมของการขยายขนาดศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สงขลา(หาดใหญ่) อยู่ที่ 1,509,173 บาท/เดือน ซึ่งเมื่อเทียบกับต้นทุนรวมของคำตอบ Excel Solver แล้วนั้น พบว่าต้นทุนรวมของการตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) และ จังหวัด พัทลุง นั้นมีต้นทุนรวมที่ต่ำกว่าอยู่ 22,938 บาท/เดือน คิดเป็น 1.54% ของมูลค่าของต้นทุนการขยายศูนย์กระจายสินค้าตามคำตอบของ Excel Solver ตามภาพที่ 4.10

กรณีที่ 1 ตัดสินใจโดยสมการใน Excel Solver

	Open = 1 / Close = 0												ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า	จำนวนรอบขาเข้า	ค่าขนส่งจาก KL ไปที่ตั้งใหม่ (บาท/เดือน)	Cost
ศูนย์กระจายสินค้า	นครศรีฯ	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ภูเก็ต	สุราษฎร์ฯ	ระนอง	ตรัง	ปัตตานี	พัทลุง	สตูล	สงขลา				
พัทลุง						123,970	40,940			25,300			90,095	7	33,800	516,905
สงขลา	32,660	63,480	36,800	59,340	40,940			65,320	32,660		31,280	63,250		18	30,200	969,330
														Total Cost		1,486,235

กรณีที่ 2 เลือกขยายที่ จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่)

	Open = 1 / Close = 0												ต้นทุนในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า	จำนวนรอบขาเข้า	ค่าขนส่งจาก KL ไปที่ตั้งใหม่ (บาท/เดือน)	Cost
ศูนย์กระจายสินค้า	นครศรีฯ	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ภูเก็ต	สุราษฎร์ฯ	ระนอง	ตรัง	ปัตตานี	พัทลุง	สตูล	สงขลา				
สงขลา	32,660	63,480	36,800	59,340	40,940	133,630	43,700	65,320	32,660	31,280	31,280	63,250	119,833	25	30,200	1,509,173
														Total Cost		1,509,173

สรุป

กรณีที่ 1 ตัดสินใจโดยสมการใน Excel Solver	1,486,235	บาท/เดือน
กรณีที่ 2 เลือกขยายที่ จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่)	1,509,173	บาท/เดือน
เพราะฉะนั้น กรณีที่ 1 จะมีต้นทุนที่ถูกกว่า กรณีที่ 2	22,938	บาท/เดือน

ภาพที่ 4.10 มูลค่าต้นทุนค่าขนส่งของศูนย์กระจายสินค้า

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทสรุปผลการวิจัยนี้ได้สรุปผลการวิเคราะห์หาตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าที่เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า โดยศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่นั้นต้องเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าและมีต้นทุนการดำเนินการและค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด โดยผู้วิจัยได้พัฒนาตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งใช้รวมกับโปรแกรม Excel Solver มาช่วยในการวิเคราะห์หาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม รวมทั้งการเปลี่ยนเทียบต้นทุนกับการขยายศูนย์กระจายสินค้าเดิมที่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา อีกด้วย

5.1 สรุปผลงานวิจัย

ผลจากการดำเนินงานวิจัย สามารถสรุปข้อมูลได้ดังต่อไปนี้ ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้รวมกับโปรแกรม Excel Solver ได้เลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้าอยู่ 2 แห่ง ได้แก่

จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) ซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กระจายสินค้าเดิม โดยแสดงให้เห็นว่า ศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) ยังเหมาะสมที่จะดำเนินการต่อไป โดยศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้จะต้องกระจายสินค้าไปทั้งหมด 9 จังหวัด ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ พังงา ภูเก็ต ตรัง ปัตตานี สตูล และ สงขลา ซึ่งแต่ละจังหวัดจะมีความต้องการสินค้าแตกต่างกันออกไป โดยต้องรับปริมาณงานหรือความต้องการสินค้าจากจังหวัดที่ต้องกระจายสินค้าตามกล่าวไปแล้วข้างต้นจำนวนทั้งหมด 2,187 ถัง ซึ่งจากข้อกำหนดของจำนวนที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ทำได้อยู่ที่ 2,300 ถัง การบริการขาเข้าศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) จะนำเข้ามาทั้งหมด 18 รอบ เป็นจำนวน 2,232 ถัง ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่ต้องรับผิดชอบและในส่วนของต้นทุนการตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่นี้นั้น จะมีค่าเท่ากับ 0 บาท เพราะเป็นศูนย์กระจาย สินค้าที่มีอยู่เดิม ทำให้ไม่มีค่าลงทุนในส่วนตรงนี้

จังหวัด พัทลุง โดยศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้จะต้องกระจายสินค้าไปทั้งหมด 3 จังหวัด ได้แก่ สุราษฎร์ฯ ระนอง และ พัทลุง ซึ่งแต่ละจังหวัดจะมีความต้องการสินค้าแตกต่างกันออกไป โดยต้องรับปริมาณงานหรือความต้องการสินค้าจากจังหวัดที่ต้องกระจายสินค้าตามกล่าวไปแล้วข้างต้นจำนวนทั้งหมด 835 ถัง ซึ่งจากข้อกำหนดของจำนวนที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ทำได้อยู่ที่ 2,300 ถัง การบริการขาเข้าศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด พัทลุง จะนำเข้ามาทั้งหมด 7 รอบ เป็นจำนวน 868 ถัง ซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่ต้องรับผิดชอบและในส่วนของต้นทุนการ ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่นี้นั้นจะมีค่าเท่ากับ 90,095 บาท/เดือน

ซึ่งจากคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดนั้นมีต้นทุนค่าขนส่งและค่าจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่ 706,035 บาท/เดือน ในส่วนของต้นทุนค่านำเข้านั้น จากคำตอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของศูนย์กระจายสินค้าที่เลือกที่จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) ซึ่งมีต้องกระจายสินค้าจำนวนทั้งหมด 2,187 ถัง คิดเป็น 18 เที่ยว มีมูลค่าเท่ากับ 543,600 บาท/เดือน และอีกหนึ่งแห่งคือ จังหวัด พัทลุง ต้องการสินค้าจำนวนทั้งหมด 835 ถัง คิดเป็น 7 เที่ยว มีมูลค่าเท่ากับ 236,600 บาท/เดือน เมื่อนำต้นทุนทั้งหมดมารวมกันแล้ว ทั้งต้นทุนค่านำเข้า ต้นทุนค่าจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าจะมีมูลค่ารวมทั้งหมดเท่ากับ 1,486,235 บาท/เดือน

ในอีกหนึ่งกรณีหากต้องการนำมาเปรียบเทียบคำตอบโดยยังดำเนินกิจกรรมต่างๆที่ใช้ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) โดยมีขนาดศูนย์กระจายสินค้าเท่ากันอีก 1 แห่ง พบว่าค่าดำเนินกิจกรรมต่างๆโดยใช้ศูนย์กระจายสินค้า จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) จะมีค่าขนส่งอยู่ที่ 754,173 บาท/เดือน คำตอบของ Excel Solver จะสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งถึง 48,138 บาท/เดือน รวมถึงเมื่อรวมต้นทุนค่านำเข้าสินค้าแล้วพบว่า ต้นทุนรวมของการขยายขนาดศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) อยู่ที่ 1,509,173 บาท/เดือน ซึ่งเมื่อเทียบกับต้นทุนรวมของคำตอบ Excel Solver แล้วนั้น พบว่าต้นทุนรวมของคำตอบ Excel Solver ที่ให้ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่จังหวัด สงขลา (หาดใหญ่) และ จังหวัด พัทลุง นั้นมีต้นทุนรวมที่ต่ำกว่าอยู่ 22,938 บาท/เดือน คิดเป็น 1.54% ของมูลค่าของต้นทุนการขยายศูนย์กระจายสินค้าตามคำตอบของ Excel Solver

5.2 ข้อจำกัดของการศึกษางานวิจัย

5.2.1 การคำนวณเรื่องระยะทางการขนส่งนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนบ้างเล็กน้อย เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงข้อมูลระยะทางจากเว็บไซต์ของกรมทางหลวง ซึ่งในเส้นทางการขนส่งจริงนั้นบริษัทขนส่งอาจวิ่งรถในเส้นทางอื่นๆนอกเนื่องจากระยะทางที่ได้จากกรมทางหลวง ทำให้ระยะทางอาจแตกต่างกันออกไป

5.2.2 ในงานวิจัยนี้ ไม่ได้กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าที่แน่นอนในจังหวัดที่เป็นตัวเลือกของทำเลที่ตั้ง ผู้วิจัยจึงกำหนดที่ตั้งของจังหวัดนั้นๆเป็นในอำเภอเมืองของทุกจังหวัด ซึ่งหลักปฏิบัติจริงนั้นทำเลที่ตั้งอาจจะอยู่ในเขตอำเภออื่นๆ ซึ่งมีผลต่อต้นทุนต่างๆที่เปลี่ยนไป

5.2.3 งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์บนพื้นฐานของปริมาณสินค้าเฉลี่ยต่อคันรถที่เท่ากันทั้งหมด ซึ่งในหลักปฏิบัติการเลือกใช้วิธีการขนส่ง รอบการขนส่งหรือรูปแบบการขนส่งอาจจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนตามความต้องการของลูกค้าบ้างหรือปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ช่วงนั้นๆ ซึ่งทำให้ส่งผลต่อค่าขนส่งที่เปลี่ยนไปด้วยเช่นกัน

5.2.4 ข้อมูลด้านการลงทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆที่ถือเป็นต้นทุนของการดำเนินการต่างๆของบริษัทนั้นถือเป็นความลับของทางบริษัท จึงไม่สามารถนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้องหรือเป็นต้นทุนจริงเพื่อนำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ได้

5.2.5 หากมีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆที่เป็นตัวแปรในสมการ เช่น ต้นทุนโครงสร้าง ต้นทุนค่าขนส่งหรือความต้องการของลูกค้า จะทำให้มีผลต่อผลลัพท์หรือตำแหน่งของศูนย์กระจายสินค้าที่เลือกโดยโปรแกรม

5.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป

5.3.1 สถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่กำหนดให้ในงานวิจัยรวมถึงข้อจำกัดของปริมาณงานที่ศูนย์กระจายสินค้าสามารถปรับเปลี่ยนได้ ยกตัวอย่างเช่น มีสถานที่ก่อสร้างอยู่แล้วโดยไม่ต้องลงทุนเรื่องพื้นที่ หรือ สามารถหาเช่าโรงงานหรือโกดังที่สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้เพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยนี้มีกี่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นกัน

5.3.2 ในการวิเคราะห์ทำเลที่เหมาะสมนั้น ยังมีเครื่องมือ (Tools) และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆที่ช่วยในการวิเคราะห์อีกหลายรูปแบบ หากมีการวิเคราะห์รายละเอียดให้มากยิ่งขึ้นก็จะยิ่งสามารถเพิ่มข้อมูลในการตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ด้วยระบบต้นทุนฐานกิจกรรม (Activity-Based Costing : ABC) หรือ วิธีการประเมินระดับปัจจัย (Location Rating Factor) ซึ่งเป็นวิธีการเหลือทำเลที่ตั้งแหล่งเดียว เป็นต้น

5.3.3 ควรมีการพิจารณาความเป็นไปได้ในอนาคตด้วย ยกตัวอย่างเช่น ความต้องการในอนาคต หรือ ต้นทุนค่าขนส่งในอนาคตมีทิศทางเป็นไปอย่างไร เพื่อให้การพิจารณาเลือกที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าในลักษณะเดียวกัน พิจารณาและตัดสินใจเลือกได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] ภัคนาท ศรีมหาทรัพย์, การหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในการจัดวางพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนในคลังสินค้าเพื่อให้เกิดระยะทางรวมในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนทั้งระบบต่ำที่สุดด้วยโปรแกรมExcel Solver, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2552.

[2] ธนพล ไพสิฐสุวรรณ, การประยุกต์ใช้ Center of gravity และ Factor rating ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้าเหล็ก กรณีศึกษาร้านสินไทยของเก่า, เชียงราย: ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2555.

[3] กสิภพ ประศาสน์ศรีสุภาพ, “การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับปัญหาการเลือกทำเลที่ตั้งสถานประกอบการ,” ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552, pp. หน้า 642-649.

[4] จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการด้วยการหาคำตอบที่ดี่สุด, วิศวกรรมสาร มก. ปีที่ 24 ฉบับที่ 78 : 107-122, 2554.

[5] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, “รายงานโลจิสติกส์ของประเทศไทยประจำปี 2558,” สังกัดสำนักนายกรัฐมนตรี, สิงหาคม 2559. [ออนไลน์]. Available: http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6097.

[6] ชนม์เจริญ แสวงรัตน์, ปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนโลจิสติกส์ของหัตถอุตสาหกรรมไทย, เชียงใหม่: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.

[7] ณัฐพร สุวรรณสูนย์, ทำเลที่ตั้งและขนาดที่เหมาะสมของโรงงานน้ำตาลในประเทศไทย, เชียงใหม่: วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2545.

[8] อุทัย มิตรช่วยรอด และคณะ, “การศึกษาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายน้ำมันในภาคตะวันออกของประเทศไทย,” วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา, เล่มที่ 5, %12, pp. 94-100, 2554.

[9] ภัทราวุธ ปักเคธาติ, การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมมันสำปะหลังในประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.

[10] ภาณุภัทร เทพประชา, การวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมน้ำตาลในประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2546.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[11] กรกช ภูบานเช้า, การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเพื่อการส่งออกสินค้าเกษตร, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2549.

[12] ธันยาวัฒน์ ปานขลิบ, การวิเคราะห์จุดศุนย์กลางแรงโน้มถ่วงเพื่อเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า, กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วิทยบริการ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2558.

[13] สุภาถนุช สุชาตวุฒิ, การลดต้นทุนทางโลจิสติกส์โดยการปรับปรุงระบบการจัดส่งสินค้า กรณีศึกษา: บริษัทผลิตโซ่รถจักรยานยนต์, วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต การจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2556.

[14] ภาวิตา ธิรามนต์, การเพิ่มประสิทธิภาพการเลือกสถานที่จุดจอดให้บริการรถตู้โมบายเคลื่อนที่ของธนาคารออมสินภาค 1, กรุงเทพมหานคร: สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2557.

[15] ปรีชา หมอกเจริญพงศ์, การใช้แบบจำลองเชิงเส้นเพื่อเป็นแนวทางการวางแผนจัดหาวัตถุดิบกลุ่มนมสำหรับผลิตภัณฑ์นมข้นหวาน, กรุงเทพมหานคร: สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์., 2553.

[16] ประจวบ กล่อมจิตร และ กัญจนา ทองสนิท, การจำลองสถานการณ์เบื้องต้น, นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554.

[17] พัฒนพงษ์ สุหญ้านาง, การจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมในระบบมิลค์รัน, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

[18] กนกรัตน์ ไวยดี, การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานสำหรับบรรจุภัณฑ์บรรจุน้ำยางข้นเพื่อ การขนส่งระหว่างประเทศ, วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2549.

[19] กมลชนก สุทธิวาทมฤพุฒิ, การจัดการโลจิสติก, กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิว อินเตอร์เนชั่นแนล, 2544.

[20] พิศาล สีนวล, การใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์สำหรับแก้ปัญหาจัดสรรทรัพยากรเพื่อลดเวลาในการวางแผนการผลิต, กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2559.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
วิธีการคำนวณโดยใช้ฟังก์ชั่น Solver ในชุด Microsoft Excel

วิธีการคำนวณโดยใช้ฟังก์ชั่น Solver ในชุด Microsoft Excel

กำหนด ดัชนี (Indices)

i คือ ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า i = 1,2,..., n

j คือ ลูกค้าที่กระจายสินค้า j = 1,2,..., m

e คือ ที่ตั้งโรงงานผลิตสินค้า e = 1,2,..., t

n คือ จำนวนที่ศูนย์กระจายสินค้าที่มีศักยภาพ

m คือ จำนวนของตลาดหรือจังหวัดที่กระจายสินค้าตามความต้องการ

t คือ จำนวนที่ตั้งโรงงานผลิตสินค้า

กำหนด พารามิเตอร์ (Parameters)

d_j คือ ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละจังหวัด j (หน่วย : ถังต่อเดือน)

C_{ij} คือ ต้นทุนค่าขนส่งจาก ศูนย์กระจายสินค้า i ไปยังจังหวัดที่กระจายสินค้า j (หน่วย : บาท)

f_i คือ ต้นทุนคงที่ของการเปิดโรงงาน i (หน่วย : บาท)

K_i คือ ความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้า i (หน่วย : ถัง)

C_{ei} คือ ต้นทุนค่าขนส่งจากโรงงานผลิตสินค้าไปยัง ศูนย์กระจายสินค้า i (หน่วย : บาท)

กำหนด ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

$$X_i = \begin{cases} \text{มีค่า } 1 \text{ ถ้าเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ตำแหน่ง } i \\ \text{มีค่า } 0 \text{ กรณีอื่นๆ} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} \text{มีค่า } 1 \text{ ถ้าลูกค้าตำแหน่ง } j \text{ ได้รับสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าตำแหน่ง } i \\ \text{มีค่า } 0 \text{ กรณีอื่นๆ} \end{cases}$$

กำหนด ฟังก์ชันจุดประสงค์(Objective function)

Min :
$$\sum_{e=1}^{t}\sum_{i=1}^{n} C_{ei}X_i + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} d_j C_{ij} Y_{ij} + \sum_{i=1}^{n} f_i X_i \qquad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i} X_i = 2 \qquad \text{For } j = 1, \ldots, m \qquad (2)$$

$$\sum_{j} Y_{ij} = 1 \qquad \text{For } j = 1, \ldots, m \qquad (3)$$

$$\sum_{j} d_i Y_{ij} \leq K_i X_i \qquad \text{For } i = 1, \ldots, n \qquad (4)$$

$$\sum_{i} C_{ei} X_i \geq \sum_{j} d_i Y_{ij} \qquad \text{For } i = 1, \ldots, n \qquad (5)$$

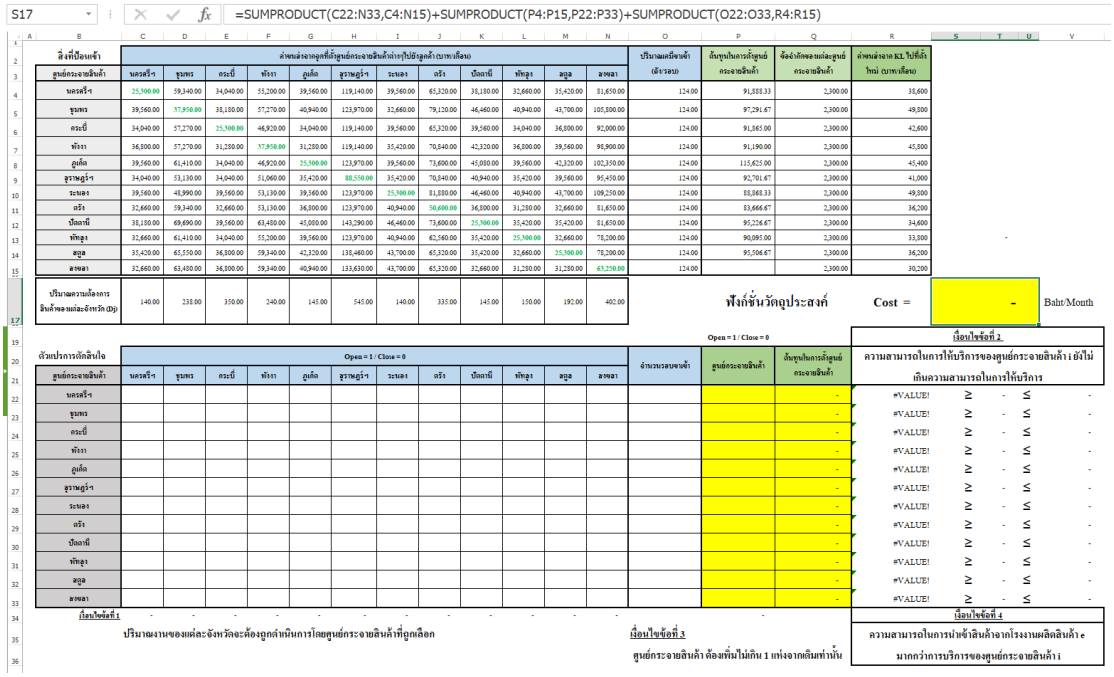
$$X_i \in \{0, 1\} \; ; \forall_i \qquad (6)$$

$$Y_i \in \{0, 1\} \; ; \forall_i \forall_j \qquad (7)$$

ช่องแสดงฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function)

เลือก Cell ที่ต้องการเพื่อเป็นช่องที่แสดง ฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function) ที่ได้มาจากฟังชั่นวัตถุประสงค์จะเลือกช่องใดในตารางก็ได้ แต่ที่สำคัญต้องสร้างสูตรการคำนวณตามฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ของปัญหาให้แก่ช่องนั้นโดยคลิกเครื่องหมาย = บนแถบเครื่องมือ ในตัวอย่างนี้จะกำหนดให้ช่อง $U$3 แสดงค่าเป้าหมายคือค่าใช้จ่ายรวมจะใช้สูตร

=SUMPRODUCT(C22:N33,C4:N15)+SUMPRODUCT(P4:P15,P22:P33)+SUMPRODUCT(O22:O33,X22:X33)



ภาพที่ a.1 ข้อมูลตำแหน่งช่องช่องแสดงฟังค์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function)

ช่องแสดงผล

ช่องแสดงค่าตัวแปรที่ต้องตัดสินใจโดยกำหนดช่องในตาราง Excel ให้ทำการแสดงผลตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง เช่น ปัญหาที่มีตัวแปรที่ต้องตัดสินใจ 2 ตัว ก็จะต้องกำหนดช่อง 2 ช่อง ให้แสดงค่าตัวแปร ตามงานวิจัยตัวอย่างมีตัวแปรที่กำหนดอยู่ที่ 168 ตัว จึงกำหนดให้ช่อง $C$22:$P$33 เป็นช่องแสดงผลว่าสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าดังกล่าวสามารถกระจายไปยังความต้องการของลูกค้าได้ Y_{ij} $(j = 0,1)$ และ ช่อง $P$22:$P$33แสดงถึง สถานที่ที่สามารถตั้งศูนย์กระจายสินค้าได้ X_i $(i = 0,1)$

เงื่อนไขที่ 1 ปริมาณความต้องการของลูกค้าแต่ละจังหวัดจะต้องถูกดำเนินการโดยศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่จะมีการถูกเลือกแห่งใดแห่งหนึ่งโดยเลือกเซลล์ $C$34:$N$34 = 1

เงื่อนไขที่ 2 ปริมาณความต้องการหรือกิจกรรมของศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ จะต้องสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าที่ถูกเลือกให้รับผิดชอบได้ โดยเลือกเซลล์ $R$22:$R$33 >= $T$22:$T$33

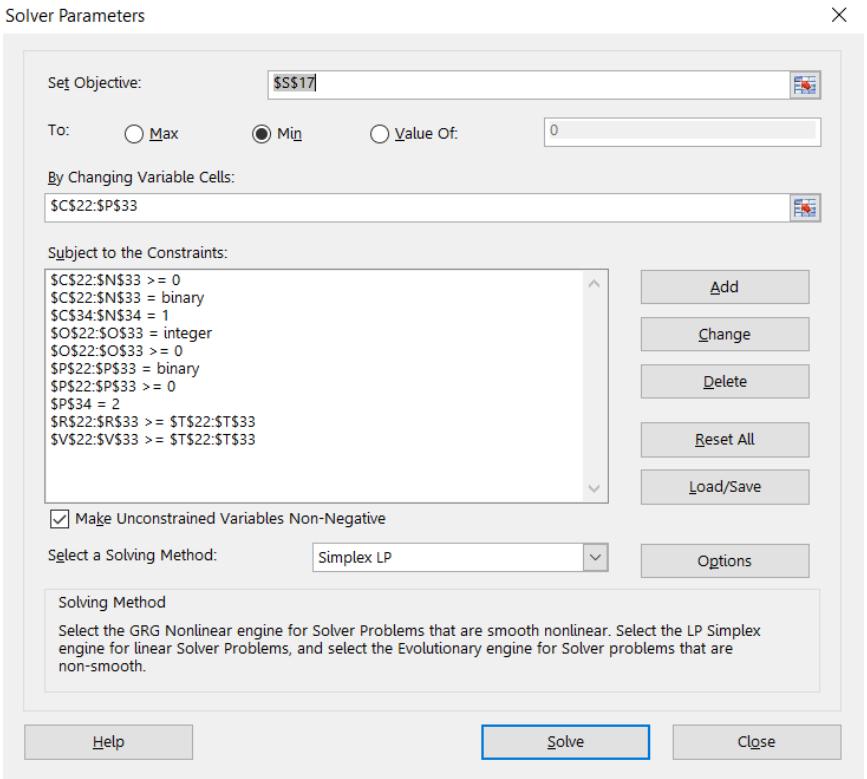
เงื่อนไขที่ 3 ศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่จะต้องมี 2 ที่เท่านั้น โดยที่ใหม่ทั้ง 2 แห่งที่ Excel Solver เลือกนั้นอาจไม่จำเป็นต้องเป็นที่ สงขลา (หาดใหญ่) ซึ่งมีศูนย์กระจายสินค้าเดิมอยู่แล้วก็ได้ เพื่อตรวจสอบและยืนยันว่าที่ศูนย์กระจายสินค้า

เดิมเหมาะสมหรือไม่และควรรองรับจังหวัดใดบ้าง เช่นเดียวกับศูนย์กระจายสินค้าใหม่อีก 1 แห่งที่ทาง Excel Solver จะเลือกใหม่ โดยเลือกเซลล์ $O$34 = 2

เงื่อนไขที่ 4 ปริมาณความต้องการหรือกิจกรรมของศูนย์กระจายสินค้าที่จะถูกเลือกเป็นศูนย์กระจายสินค้า จะต้องน้อยกว่าปริมาณการนำเข้าสินค้าเพื่อให้สามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้ทั้งหมด โดยเลือกเซลล์ $V$22:$V$33 >= $T$22:$T$33

การกำหนดพารามิเตอร์

เมื่อจัดรูปแบบของตารางข้อมูล ช่องตัวแปรและพิมพ์ข้อมูลต่างๆของปัญหาเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นใช้ Solver เพื่อคำนวณค่าตามที่ผู้วิจัยต้องการ โดยคลิก ข้อมูล บนแถบ Menu Bar เลือก Solver จะปรากฏ Solver Parameter ตามภาพที่ โดยรายละเอียดแต่ละช่องความหมายดังต่อไปนี้



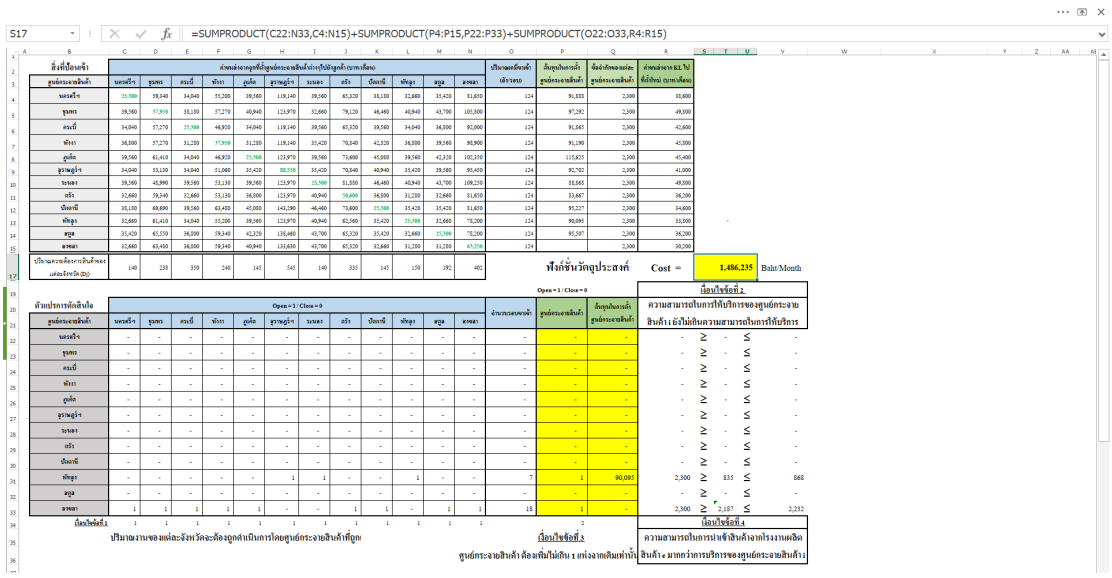
ภาพที่ a.2 Solver Parameter

ช่อง Set Objective หรือ Target Cell : เซลล์ objective ที่ต้องการแสดงค่าเป้าหมาย โดยประกอบไปด้วยเป้าหมายที่เราต้องการหา ค่าสูงสุด (Max) เช่น กำไร เป็นต้น ค่าต่ำสุด (Min) เช่น ต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด ค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด เป็นต้น และ ผลลัพธ์ที่ต้องการ (Value of)

ช่อง By Changing Variable Cells : เซลล์เหล่านี้เป็นเซลล์ที่เราสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือปรับ เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดของเซลล์เป้าหมายหรือ target cell ในข้อนี้เซลล์ที่เปลี่ยนแปลง หรือ changing cell จะเป็นราคาของผลิตภัณฑ์แต่ละตัว

ช่อง ภายใต้เงื่อนไขบังคับ (Subject to the Constraints) : คือข้อจำกัดของเซลล์ที่เปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น เราอาจต้องการจำกัดราคาสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ของเราให้อยู่ภายใน 10 เปอร์เซ็นต์ของราคาของคู่แข่ง

เมื่อกำหนดรายละเอียดทั้งหมดครบแล้ว จากนั้นให้คลิก Solver เพื่อสั่งให้คำนวณ โดยจะแสดงค่าตัวแปรที่ต้องตัดสินใจ ในช่อง changing variable cells (ช่อง C22 ถึงช่อง Q33) พร้อมทั้งคำนวณค่าเป้าหมาย ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ a.3 ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากใช้คำสั่ง Solver

ประวัติผู้เขียน

ผู้เขียน นาย สนธิกิจ ลิมปนาวาณิช

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5710121019

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม)	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)	2552