

ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อทำ  
ให้โครงข่ายการกระจายสินค้าเหมาะสมที่สุด

MATHEMATICAL MODELS & DECISION SUPPORT  
SYSTEM FOR OPTIMIZING A DISTRIBUTION NETWORK



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

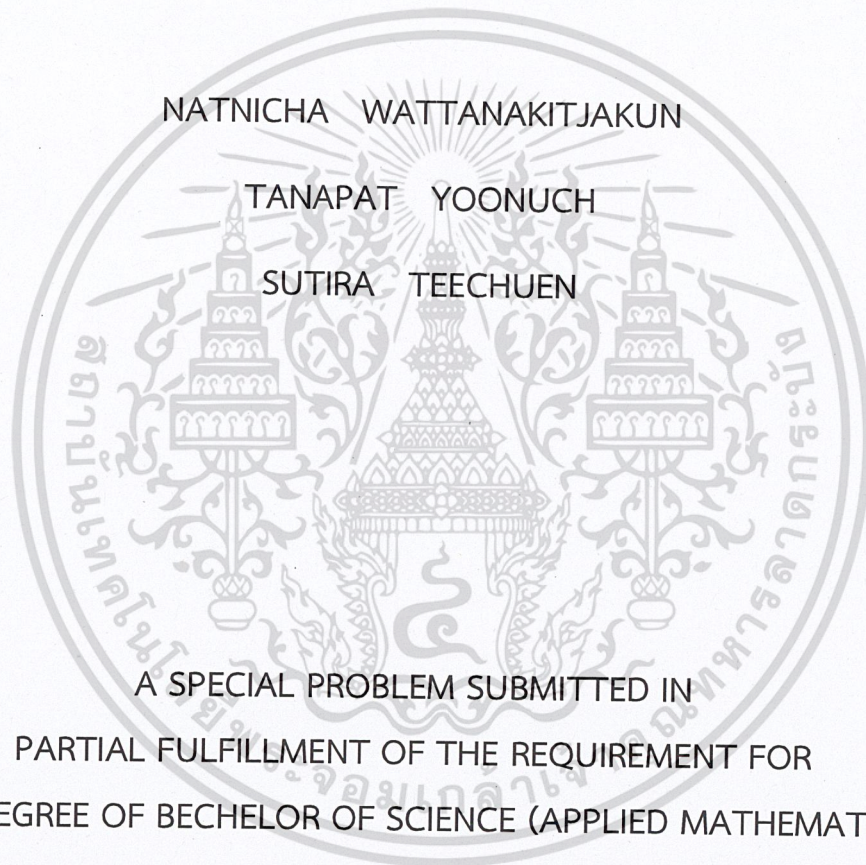
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MATHEMATICAL MODELS & DECISION SUPPORT  
SYSTEM FOR OPTIMIZING A DISTRIBUTION NETWORK

NATNICH A WATTANAKITJAKUN

TANAPAT YOONUCH

SUTIRA TEECHUEN



A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN  
PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR  
THE DEGREE OF BECHELOR OF SCIENCE (APPLIED MATHEMATICS)

DEPARTMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

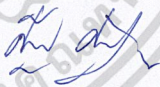
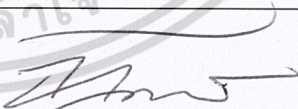
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ      ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อให้โครงข่าย  
การกระจายสินค้าเหมาะสมที่สุด  
Mathematical Models & Decision Support System for Optimizing  
a Distribution Network

ชื่อนักศึกษา      นางสาวณัฐนิชา วัฒนากิจจากุล      รหัสนักศึกษา 57050048  
นายธนภัทร อยู่หนู      รหัสนักศึกษา 57050066  
นางสาวสุธิดา ตีชื่น      รหัสนักศึกษา 57050149

ปริญญา      วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)  
ภาควิชา      คณิตศาสตร์  
ปีการศึกษา      2560  
อาจารย์ที่ปรึกษา      รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐไชย์ สีนาวงศ์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้  
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์  
ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.พุทธพร วานิชกร ประธานกรรมการ	
อ.ศิริกุล ศิริธีรากล กรรมการ	
รศ.ดร.ณัฐไชย์ สีนาวงศ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อให้โครงข่ายการกระจายสินค้าเหมาะสมที่สุด
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐนิชา วัฒนากิจจากุล รหัสนักศึกษา 57050048 นายธนภัทร อยู่หนู รหัสนักศึกษา 57050066 นางสาวสุธิรา ดีชื่น รหัสนักศึกษา 57050149
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์ สีนาวงค์

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเป็นการนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบการกระจายสินค้าและการพิจารณาจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มเติม เนื่องจากในปัจจุบันช่องทางการจำหน่ายสินค้า จำหน่ายผ่านตัวแทนจำหน่ายที่กระจายตามจังหวัดต่างๆ โดยมีศูนย์กระจายสินค้ากระจายอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ รวมทั้งสิ้น 4 แห่ง คือ บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ ซึ่งในปัจจุบันปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าเพิ่มขึ้น และเนื่องจากความจำกัดของพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า ทำให้ต้องมีการขนส่งหลายรอบ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งก็สูงขึ้นด้วย จึงต้องการที่จะสร้างศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มขึ้น ทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อออกแบบเครือข่ายโลจิสติกส์ สำหรับการขนส่ง เพื่อวิเคราะห์หาที่ตั้งและจำนวนของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม และเพื่อลดต้นทุนที่เกิดขึ้นลง โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

**คำสำคัญ :** ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โครงข่ายการกระจายสินค้า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

<b>Title</b>	Mathematical Models & Decision Support System for Optimizing a Distribution Network	
<b>Student</b>	Miss Natnicha Wattanakitjakun	Student ID 57050048
	Mr. Tanapat Yoonuch	Student ID 57050066
	Miss Sutira Teechuen	Student ID 57050149
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Applied Mathematics)	
<b>Department</b>	Mathematics	
<b>Faculty</b>	Science	
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
<b>Academic Year</b>	2017	
<b>Advisor</b>	Assoc.Prof.Dr.Chartchai Leenawong	

### Abstract

The objective of this research is to propose mathematical models for distribution planning and considering building additional distribution centers (DCs). Presently, distribution channels sell via dealers spread all over the provinces. Four regional distribution centers are currently located in the North, the Northeastern, the Central, and the South. Due to the rise in demand and the limitation of the storage capacities at these DCs, which increases a number of transportation trips resulting in higher transportation costs. Consequently, a number of additional DCs are needed to be constructed. The special project develops mathematical models for designing a logistics distribution network to help determine a number of appropriate DCs to be built as well as their whereabouts so as to minimize the overall cost of construction and transportation. The developed models, then, are solved by Excel Solver.

**Keywords:** Decision Support System, Distribution Network, Mathematical Model

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษเรื่องตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อให้  
 โครงข่ายการกระจายสินค้าเหมาะสมที่สุด จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้อง  
 ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ฉัฐไชย์ สีนาวงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้รับผิดชอบปัญหาพิเศษฉบับนี้ ที่กรุณาให้  
 คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปัญหาพิเศษ อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหา  
 ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง และยังเป็นผู้ตรวจสอบความ  
 ถูกต้องของปัญหาพิเศษฉบับนี้ อีกทั้งขอขอบพระคุณ บริษัทอุปกณ์ไอที ที่เป็นแหล่งข้อมูลหลัก  
 ในการทำวิจัยฉบับนี้ และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของบริษัทที่กรุณาตอบคำถามข้อสงสัย  
 ของคณะผู้จัดทำ ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยสนับสนุนสถานที่การทำงานและพิมพ์  
 เอกสารงานวิจัยฉบับนี้ รวมทั้งผู้เพื่อนๆ รุ่นพี่และบุคคลที่เกี่ยวข้องในการทำงานวิจัยครั้งนี้ทุกท่าน  
 ที่คอยให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาพิเศษไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ฉัฐนิชา วัฒนากิจจากุล  
 ธนภัทร อยู่อนุช  
 สุธิรา ตีชื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง .....	จ
สารบัญรูป .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ .....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน .....	3
1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน .....	4
บทที่ 2 ทฤษฎี งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1 ความรู้และทฤษฎีเบื้องต้น .....	5
2.1.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) .....	5
2.1.2 แบบจำลองการขนส่ง (Transportation Model).....	10
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	15
2.3 ข้อมูลเบื้องต้นจากบริษัท .....	19
บทที่ 3 ระเบียบวิจัย และผลลัพธ์เบื้องต้น .....	33
3.1 แนวทางการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ .....	33
3.2 ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม Excel Solver .....	36
บทที่ 4 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ .....	47
1.1 การออกแบบ form และ code ในการใช้งาน .....	47
1.2 ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ของแบบจำลอง .....	62
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	68
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	68
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	71
เอกสารอ้างอิง .....	72
ภาคผนวก .....	73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

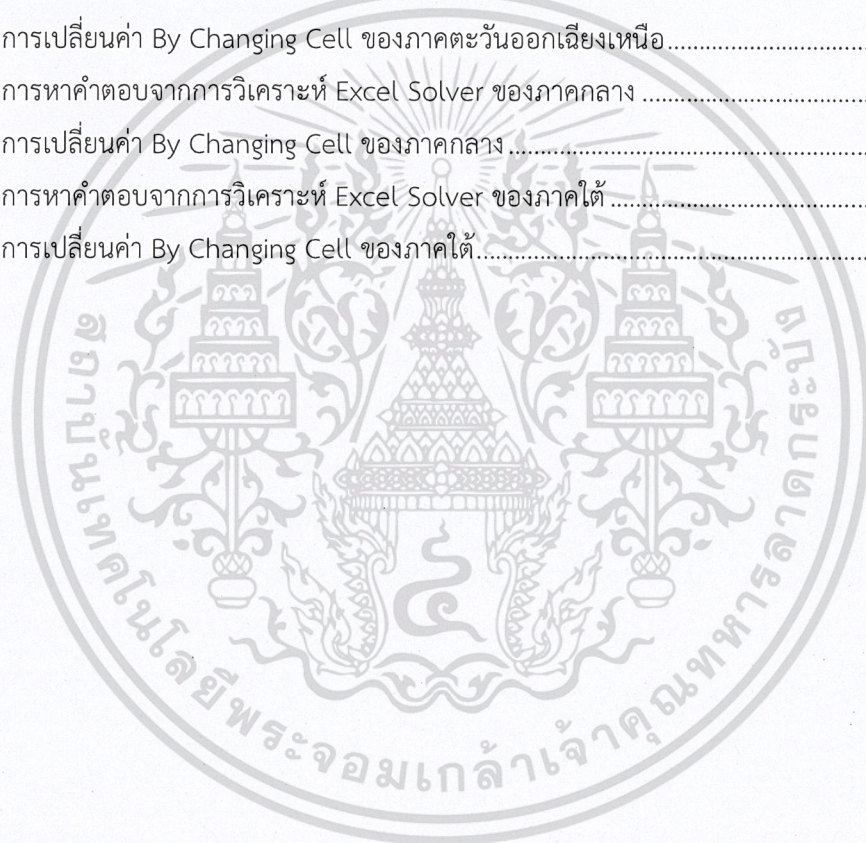
## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ช่วงเวลาดำเนินงานของปัญหาพิเศษ .....	4
ตารางที่ 2.1 ข้อมูลของบริษัทคอมพิวเตอร์.....	8
ตารางที่ 2.2 ค่าขนส่งสินค้าต่อหน่วยของการส่งสินค้าในแต่ละเส้นทาง .....	14
ตารางที่ 2.3 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคเหนือ .....	20
ตารางที่ 2.4 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ .....	21
ตารางที่ 2.5 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคกลาง .....	22
ตารางที่ 2.6 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคใต้ .....	23
ตารางที่ 2.7 ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน.....	24
ตารางที่ 2.8 ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าและค่าสร้างของศูนย์กระจายสินค้าในอนาคต .....	24
ตารางที่ 2.9 ข้อมูลค่าขนส่งตามขีดจำกัดของระยะทาง (กิโลเมตร) .....	25
ตารางที่ 2.10 ระยะทางในการขนส่งภาคเหนือ.....	25
ตารางที่ 2.11 ระยะทางในการขนส่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ .....	26
ตารางที่ 2.12 ระยะทางในการขนส่งภาคกลาง .....	27
ตารางที่ 2.13 ระยะทางในการขนส่งภาคใต้.....	28
ตารางที่ 2.14 อัตราค่าขนส่งภาคเหนือ.....	29
ตารางที่ 2.15 อัตราค่าขนส่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	30
ตารางที่ 2.16 อัตราค่าขนส่งภาคกลาง.....	31
ตารางที่ 2.17 อัตราค่าขนส่งภาคใต้.....	32
ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินงานการกระจายสินค้าทางภาคเหนือ .....	38
ตารางที่ 3.2 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคเหนือ .....	39
ตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินงานการกระจายสินค้าทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ .....	40
ตารางที่ 3.4 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	41
ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินงานการกระจายสินค้าทางภาคกลาง.....	42
ตารางที่ 3.6 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคกลาง.....	44
ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินงานการกระจายสินค้าทางภาคใต้ .....	45
ตารางที่ 3.8 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคกลาง.....	46
ตารางที่ 5.1 สรุปผลจากการดำเนินการวิจัย .....	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 กระบวนการในการตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	6
รูปที่ 2.2 ลักษณะของปัญหาการขนส่ง .....	12
รูปที่ 2.3 โครงข่ายการขนส่งของบริษัท .....	14
รูปที่ 2.4 การแบ่งพื้นที่การขนส่งสินค้าเป็น 4 ภาค.....	19
รูปที่ 3.1 การหาคำตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคเหนือ .....	37
รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคเหนือ.....	37
รูปที่ 3.3 การหาคำตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ .....	39
รูปที่ 3.4 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	40
รูปที่ 3.5 การหาคำตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคกลาง .....	42
รูปที่ 3.6 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคกลาง.....	42
รูปที่ 3.7 การหาคำตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคใต้.....	44
รูปที่ 3.8 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคใต้.....	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่ายสินค้า มักจะมีคลังสินค้าเป็นที่เก็บสินค้าหรือวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตสินค้า หรือเป็นตัวกลางในการถ่ายเทสินค้า การบริหารจัดการคลังสินค้าจึงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากต้องคำนึงถึงหลายๆ ปัจจัย อาทิเช่น เงินลงทุน ความต้องการของลูกค้า ฯลฯ และมักจะมี การขนส่งสินค้า ซึ่งถ้าหากการกระจายสินค้าหรือจัดรายการขนส่งไม่ดีย่อมจะทำให้เสียค่าใช้จ่าย และระยะเวลามากขึ้น ด้วยสาเหตุนี้ทำให้คลังสินค้าและการขนส่งเกี่ยวข้องกับต้นทุนของบริษัท ซึ่งหมายถึงความมั่นคงของบริษัท เพราะต้นทุนที่สูงขึ้นจะส่งผลไม่ดีแก่ทางบริษัทได้ และส่งผลต่อกำไรของทางบริษัทลดน้อยลงไปด้วย ซึ่งการจัดการคลังสินค้าและการขนส่งถึงแม้ไม่ใช่ส่วนที่ทำให้เกิด รายได้ทางตรงแต่ก็มีส่วนที่ทำให้บริษัทได้รับรายได้ทางอ้อม นั่นคือมีสินค้าที่รองรับความต้องการ ของสินค้าทันต่อเวลาเมื่อมีการขนส่ง และลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็น โดยความรู้ที่นำมาใช้ในการ ทำวิจัยเกี่ยวข้องกับ การวิจัยดำเนินงาน (Operations Research)

จากปัญหาข้างต้นที่ได้กล่าวมา จึงทำให้บริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่ายสินค้าพยายามขยายฐาน ลูกค้านของตนเองไปตามภูมิภาคต่างๆ ให้มากขึ้น โดยการสร้างคลังเก็บสินค้าเพิ่มตามภูมิภาคต่างๆ ให้ใกล้และรองรับความต้องการของลูกค้าได้หรือสร้างโรงงานให้ใกล้แหล่งวัตถุดิบ เพื่อที่จะสามารถลด ต้นทุนทั้งด้านการขนส่งและต้นทุนด้านแรงงาน อีกทั้งเพื่อทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขันกับ สินค้าของผู้ผลิตรายอื่นๆ ข้อมูลและข้อจำกัดสามารถแบ่งเป็นภูมิภาคได้ดังนี้

- (i) ภาคเหนือ ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีกำลังการผลิต เป็น 3000 กล่องต่อ 1 เดือน เนื่องจากคาดว่าจะสร้างศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มและได้เลือก สถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภายในจังหวัดตาก จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดแพร่ ซึ่งมีกำลังการผลิตเป็น 2500, 1500, 500 กล่องต่อ 1 เดือน
- (ii) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีกำลัง การผลิตเป็น 2500 กล่องต่อ 1 เดือน เนื่องจากคาดว่าจะสร้างศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มและ ได้เลือกสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภายในจังหวัดบุรีรัมย์ จังหวัดสกลนคร และจังหวัดอุบลราชบุรี ซึ่งมีกำลังการผลิตเป็น 1500, 1500, 1000 กล่องต่อ 1 เดือน

- (iii) ภาคกลาง ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่กรุงเทพฯ และจังหวัดระยอง ซึ่งมีกำลังการผลิตเป็น 4000, 3000 กล่องต่อ 1 เดือน เนื่องจากคาดว่าจะสร้างศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มและได้เลือกสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภายในจังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดอยุธยา และจังหวัดราชบุรี ซึ่งมีกำลังการผลิตเป็น 2000, 3000, 1500 กล่องต่อ 1 เดือน
- (iv) ภาคใต้ ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีกำลังการผลิตเป็น 3000 กล่องต่อ 1 เดือน เนื่องจากคาดว่าจะสร้างศูนย์กระจายสินค้าเพิ่มและได้เลือกสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภายในจังหวัดตรัง จังหวัดนราธิวาส และจังหวัดสงขลา ซึ่งมีกำลังการผลิตเป็น 2500, 2000, 500 กล่องต่อ 1 เดือน

ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงคิดว่าควรมีการศึกษาโดยใช้แบบจำลองการขนส่ง (Transportation Model) มาช่วยในการวิเคราะห์และวางแผนว่าจะสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งได้หรือไม่ เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจทางธุรกิจ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการใช้แบบจำลองการขนส่ง (Transportation Model) มาช่วยในการตัดสินใจทางธุรกิจ
- 1.2.2 เพื่อนำแบบจำลองการขนส่งที่ได้ มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลในการลดต้นทุนค่าขนส่งว่าเปลี่ยนไปจากแนวทางเดิมอย่างไร
- 1.2.3 เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System)
- 1.2.4 เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ทฤษฎี และการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนธุรกิจอื่นๆ ต่อไป

## 1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

- 1.3.1 กลุ่มประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ใช้บริการ ที่เป็นตัวแทนจำหน่ายในแต่ละจังหวัดของบริษัทฯ ซึ่งสั่งซื้อสินค้าทั้งหมด 22,306 กล่องต่อ 1 เดือน จำนวน 3,158 ราย
- 1.3.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพการให้บริการ การปฏิบัติงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น และประสิทธิภาพการขนส่งทางบกของบริษัทฯ
- 1.3.3 งานวิจัยนี้ได้เลือกบริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็นบริษัทผู้ดำเนินการด้านการให้บริการ (Service Provider) โดยมีการจัดการขนส่งอุปกรณ์ให้กับตัวแทนจำหน่ายในทุกภูมิภาค
- 1.3.4 ศึกษากระบวนการกระจายสินค้าของโรงงานกรณีศึกษา พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออกเพื่อการกระจายสินค้าที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.2.1 สามารถพิจารณาและตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้าได้อย่างเหมาะสม
- 1.2.2 สามารถมีระบบการจัดการที่ดีในการรองรับยอดขายที่โตขึ้นของบริษัทฯ โดยมีต้นทุนการขนส่งที่ต่ำที่สุด
- 1.2.3 เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน โดยการตอบสนองความต้องการของลูกค้า รวมถึงความต้องการของผู้บริโภคได้
- 1.2.4 ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เครือข่ายโลจิสติกส์สำหรับการขนส่งขาออกเพื่อการกระจายสินค้าที่เหมาะสม

## 1.5 ขั้นตอนในการดำเนินการ

- 1.5.1 ศึกษาหาข้อมูล และกำหนดหัวข้อโครงการ
- 1.5.2 ศึกษาเกี่ยวกับระบบการกระจายสินค้าของบริษัท
- 1.5.3 ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 1.5.4 ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการขนส่งสินค้า
- 1.5.5 ประยุกต์ใช้ทฤษฎี และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อมาคำนวณหาต้นทุนการขนส่งของบริษัทที่เหมาะสมที่สุด
- 1.5.6 ทดลองใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างไว้กับระบบการใช้งานจริง
- 1.5.7 สรุปผลการศึกษา และจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ
- 1.5.8 นำเสนอผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ช่วงเวลาดำเนินงานของปัญหาพิเศษ

ขั้นตอนในการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน							
	ปี 2560				ปี 2561			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
ศึกษาหาข้อมูล และกำหนดหัวข้อโครงการ								
ศึกษาเกี่ยวกับระบบการกระจายสินค้าของบริษัท								
ศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง								
ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการขนส่งสินค้า								
ประยุกต์ใช้ทฤษฎีและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อมาคำนวณหาต้นทุนการขนส่งของบริษัทที่เหมาะสมที่สุด								
ทดลองใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ที่สร้างไว้กับระบบการใช้งานจริง								
สรุปผลการศึกษาและจัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ								
นำเสนอผลงาน								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎี งานวิจัยและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงความรู้และทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาในการตัดสินใจทางธุรกิจของบริษัทผู้ผลิตสินค้าอุปโภคแห่งหนึ่ง นอกจากนี้ยังได้นำเสนอการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า โดยนำความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองการตัดสินใจ แบบจำลองการขนส่ง และวิธีการประมวลผลด้วยโปรแกรม Excel Solver

#### 2.1 ความรู้และทฤษฎีเบื้องต้น

##### 2.1.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model)

###### (i) การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจทางธุรกิจ

การศึกษาในเรื่องเกี่ยวกับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ดร.นภดล ร่มโพธิ์, 2554) เพื่อช่วยในการตัดสินใจนั้น ไม่ใช่เป็นเรื่องใหม่ มีองค์กรจำนวนมากที่ได้รับประโยชน์จากการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์เหล่านี้ คำว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นคือการนำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทั้งนี้การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น อาจทำได้โดย ไม่ต้องใช้ระบบคอมพิวเตอร์ แต่ด้วยความก้าวหน้าของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ทำให้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วย คิดคำนวณในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ มีประโยชน์และมีความแพร่หลายเป็นอย่างมาก และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เหล่านี้จะทำให้เกิด ประโยชน์กับผู้บริหารในมุมมองต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ช่วยลดต้นทุน การใช้แบบจำลองจะทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายได้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากว่าแบบจำลองทำให้ องค์กรทราบถึงความน่าจะเป็นในการประสบความสำเร็จ หรือล้มเหลวในโครงการต่างๆ ทำให้องค์กรสามารถประเมินได้ว่าโครงการ เหล่านั้นควร จะต้องดำเนินการหรือไม่ และหากเห็นว่าโครงการเหล่านั้นไม่ควรถูกดำเนินการก็ จะมีส่วนทำให้องค์กรสามารถ ลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้
2. ทันท่วงที แบบจำลองจะช่วยย่นระยะเวลาที่ในสถานการณ์จริงแล้ว อาจจะต้องใช้เวลานาน แต่ในแบบจำลองจะสามารถลดระยะเวลาเหล่านั้นลงได้ และสามารถหาค่าตอบ และคาดการณ์สิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและทันการณ์ ยกตัวอย่างเช่น แบบจำลอง อาจจะทำกรทำนายยอดขายที่จะลดลงได้ในกรณีที่ลูกค้าเริ่มที่จะไม่มีความพึงพอใจเกิดขึ้น โดยไม่ต้องรอให้สถานการณ์เหล่านั้นเกิดขึ้นจริงๆ ซึ่งอาจจะใช้เวลาเป็นปี ก่อนที่สิ่งเหล่านี้ จะส่งผลกระทบต่อองค์กรจริงๆ
3. เป็นหนทางเดียวที่เป็นไปได้ในการทดสอบผลกระทบหลายครั้งสถานการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นใน ธุรกิจจริงนั้นมีความรุนแรงและอาจจะทำให้องค์กรประสบความสำเร็จเสียหายได้ การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทดสอบความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น อาจจะเป็น

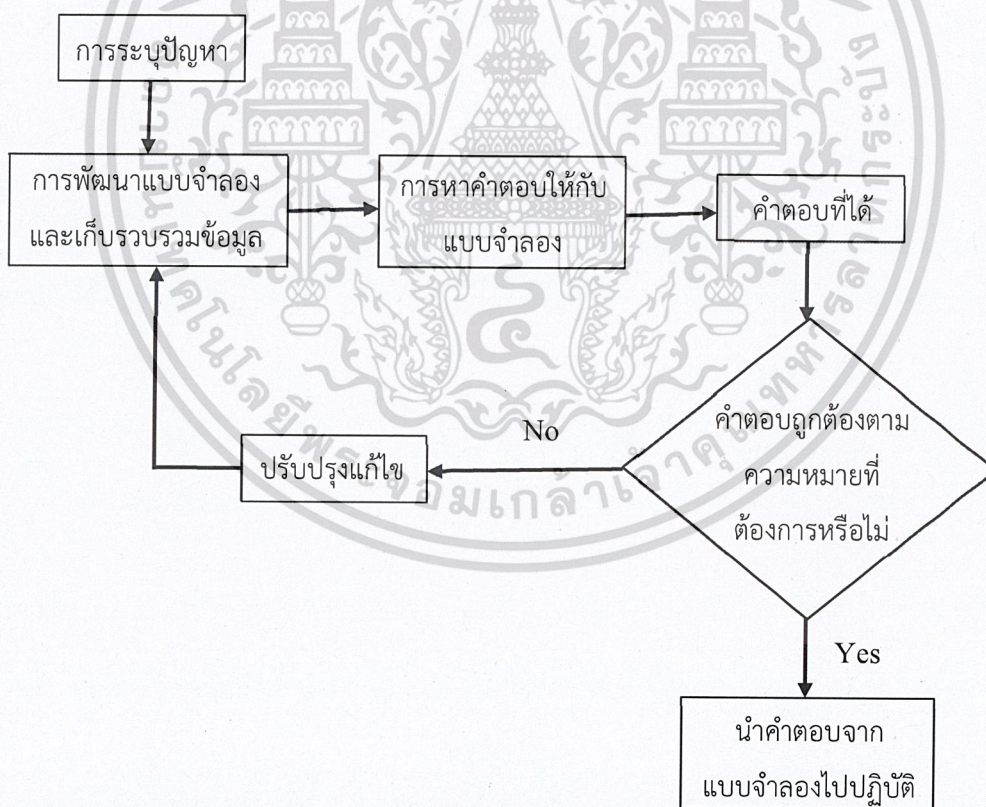
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนทางที่ดีที่สุดและเป็นหนทางเดียวที่เป็นไปได้ในการทดสอบผลกระทบเหล่านั้น ยกตัวอย่าง เช่น การทดสอบว่าอะไรจะเกิดขึ้นกับองค์กร หากเครื่องจักรในสายการผลิตเกิดความเสียหาย หรือพนักงานหยุดงานประท้วง ซึ่งหากทำการทดลอง โดยให้เครื่องจักรหยุดผลิตจริงๆ หรือให้พนักงานหยุดทำงานจริงๆ ย่อมจะทำให้เกิดผลกระทบต่อองค์กรอย่างมาก การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จึงเป็นหนทางที่ดีที่จะทำการประมาณการสิ่งเหล่านี้ และเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจและช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับองค์กร

โดยสรุปแล้ว แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะช่วยทำให้ผู้บริหารได้รับข้อมูลในเชิงลึก เพื่อที่จะสามารถนำเอาข้อมูลเหล่านี้ไปประกอบการตัดสินใจทางธุรกิจได้

## (ii) กระบวนการในการตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในการตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น จะต้องผ่านกระบวนการ 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 กระบวนการในการตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดปัญหา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากหากไม่สามารถระบุปัญหาได้อย่างถูกต้องแล้ว การแก้ปัญหาโดยใช้แบบจำลองย่อมที่จะทำไม่ได้ หรือหากทำไปก็ไม่มีประโยชน์ เพราะจะไม่ทราบว่าคำตอบที่ได้จากแบบจำลองนั้น จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องใด อย่างไร

### ขั้นตอนที่ 2 การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากเราต้องการที่จะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ช่วยในการคิดคำนวณ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องแปลงปัญหาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยจะต้องแบ่งแยกให้ชัดเจนว่าตัวแปรอิสระและตัวแปรตามคืออะไร มีความสัมพันธ์กันอย่างไร ซึ่งถ้าหากเราแปลงปัญหาเหล่านี้ได้ผิดพลาดแล้ว แบบจำลองที่สร้างขึ้นก็จะให้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดตามไปด้วย

### ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์แบบจำลอง

เป็นขั้นตอนในการใช้แบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น เพื่อค้นหาคำตอบที่ต้องการ ขั้นตอนนี้บางครั้งอาจจะต้องใช้เวลาในการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อทำการทดลองหาคำตอบหรืออาจจะต้องหาหนทางในการหาแนวทางที่จะให้คำตอบที่ดีที่สุด ในกรณีที่คำตอบมีได้หลายค่า

### ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบผลลัพธ์

ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเช่นกัน แต่หลายครั้งเป็นขั้นตอนที่ผู้ใช้แบบจำลองละเลย เพราะอาจจะคิดไปเองว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความถูกต้องในบางครั้ง เราอาจพบว่าคำตอบที่ได้มาจากการวิเคราะห์แบบจำลองเป็นคำตอบที่มีความผิดพลาดหรือเป็นคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ ยกตัวอย่างเช่น หากเราทำการคำนวณเวลาออกมาแล้วได้ค่าที่ติดลบหรือคำนวณจำนวนคนได้ค่าที่ติดลบเราก็จะทราบทันทีว่าแบบจำลองนั้นมีความผิดพลาด แต่หลายครั้งคำตอบที่ได้อยู่ในช่วงที่เป็นไปได้ เช่น คำนวณค่าเวลาหรือจำนวนคนออกมาเป็นค่าบวก ในกรณีนี้เราจะทราบได้อย่างไรว่าคำตอบที่ได้นั้นมีความถูกต้อง สิ่งที่จะผู้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการตัดสินใจสมควรที่จะต้องทำก็คือ ต้องทดสอบระบบที่สร้างขึ้นกับสิ่งที่ทราบคำตอบอยู่แล้ว เช่น หากเราทราบอยู่แล้วว่าคำตอบของปัญหาในเรื่องนี้คืออะไร เราก็อาจจะนำเอาแบบจำลองนี้ไปทดสอบว่าได้ค่าที่ถูกต้องหรือไม่

ในกรณีที่เรารับรู้ว่าแบบจำลองนั้นมีความผิดพลาด สิ่งที่จะต้องทำคือเราต้องย้อนกลับไปพิจารณากระบวนการก่อนหน้าว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้น เกิดขึ้นที่ไหนซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าอาจจะผิดตั้งแต่ขั้นตอนในการแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปแบบจำลอง หรือผิดในขั้นตอนการวิเคราะห์แบบจำลอง เมื่อทราบว่าผิดที่ใดแล้ว ก็ควรจะต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้องและทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองอีกครั้ง จนกระทั่งแน่ใจว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องก่อนที่จะนำไปใช้ต่อไป

## ขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งเป็นสิ่งที่ทุกคนคาดหวังคือการนำเอาผลที่ได้จากแบบจำลองไปช่วยในการตัดสินใจ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนั้นเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจ การตัดสินใจขั้นสุดท้ายยังอยู่กับผู้บริหาร เช่นหากเราใช้แบบจำลองคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการทำกำไรของสินค้าใหม่อย่างหนึ่งและพบว่าความน่าจะเป็นที่จะได้กำไรอยู่ที่ 70% ตัวเลข 70% นี้ก็จะมีส่วนที่จะช่วยให้ผู้บริหารมีข้อมูลในการตัดสินใจที่จะทำการลงทุนในสินค้าใหม่นี้ หรืออยู่ที่โครงการดังกล่าว เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นจะช่วยให้เกิด “การตัดสินใจที่ดีขึ้น” อย่างแน่นอน อย่างน้อยก็ดีกว่าการตัดสินใจโดยปราศจากข้อมูลประกอบ แต่ไม่สามารถบอกได้ 100% ว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะดีหรือถูกใจผู้บริหารหรือไม่ แต่การตัดสินใจที่ดีนั้นก็มีความน่าจะเป็น” ที่จะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีตามมามากกว่าการตัดสินใจที่ปราศจากข้อมูลสนับสนุน ผู้บริหารจึงควรใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยให้เกิดการตัดสินใจที่ดีอันมีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จขององค์กรต่อไป

### (iii) ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ

กระบวนการแปลงปัญหาที่พบไปเป็นแบบจำลองการตัดสินใจ มี 4 ขั้นตอนสำคัญ คือ

- 1) การระบุตัวแปร
- 2) การระบุข้อมูลของปัญหา
- 3) การระบุฟังก์ชันวัตถุประสงค์
- 4) การระบุข้อจำกัด

ตัวอย่าง บริษัทคอมพิวเตอร์แห่งหนึ่งมีคลังโรงงานผลิตอยู่ 3 แห่ง โดยสามารถผลิตสินค้าได้โรงงานละ 1,000 เครื่องต่อเดือน บริษัทมีลูกค้าทั้งสิ้นจำนวน 3 ราย แต่ละรายมีความต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นจำนวน 1,200, 800 และ 1,000 เครื่อง ตามลำดับ

#### ตารางที่ 2.1 ข้อมูลของบริษัทคอมพิวเตอร์

	ลูกค้า 1	ลูกค้า 2	ลูกค้า 3	กำลังการผลิต
โรงงาน 1	5	3	2	1,000
โรงงาน 2	4	7	8	1,000
โรงงาน 3	6	7	4	1,000
ความต้องการ	1,200	800	1,000	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลในตารางแสดงถึงต้นทุนการขนส่งคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง จากโรงงานแต่ละแห่งไปยังลูกค้าแต่ละราย จงสร้างแบบจำลองการตัดสินใจเพื่อหาแผนการขนส่งที่จะทำให้ต้นทุนการขนส่งโดยรวมต่ำที่สุด

### ขั้นที่ 1 การระบุตัวแปร (Identifying the Decision Variables)

ขั้นตอนแรกในการแปลงปัญหา คือ การระบุตัวแปรการตัดสินใจ โดยในตอนท้ายของตัวแปรเหล่านี้จะเป็นคำตอบที่ต้องการของปัญหา เนื่องจากเรายังไม่ทราบค่าของจำนวนคอมพิวเตอร์ที่จะทำการขนส่งจึงต้องกำหนดเป็นตัวแปร ซึ่งจะอยู่ในรูปสัญลักษณ์อะไรก็ได้ สำหรับตัวอย่างนี้เราจะกำหนดให้

$X_{11}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 1 ไปยังลูกค้า 1

$X_{12}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 1 ไปยังลูกค้า 2

$X_{13}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 1 ไปยังลูกค้า 3

$X_{21}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 2 ไปยังลูกค้า 1

$X_{22}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 2 ไปยังลูกค้า 2

$X_{23}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 2 ไปยังลูกค้า 3

$X_{31}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 3 ไปยังลูกค้า 1

$X_{32}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 3 ไปยังลูกค้า 2

$X_{33}$  = จำนวนคอมพิวเตอร์ที่ขนส่งจากโรงงาน 3 ไปยังลูกค้า 3

### ขั้นที่ 2 การระบุข้อมูลปัญหา (Identifying the Problem Data)

เป้าหมายหลักของการแก้ปัญหา คือ การหาค่าที่ดีที่สุดให้กับตัวแปรการตัดสินใจ ดังนั้นเราต้องทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องของปัญหาเพื่อใช้ในการหาค่าตัวแปรนี้ สำหรับตัวอย่างนี้เราต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับ

- ต้นทุนการขนส่งคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง จากโรงงานแต่ละแห่งไปยังลูกค้าแต่ละราย
- จำนวนกำลังผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ของโรงงานแต่ละแห่ง
- จำนวนความต้องการเครื่องคอมพิวเตอร์ของลูกค้าแต่ละราย

### ขั้นที่ 3 การระบุฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Identifying the Objective Function)

ขั้นตอนต่อไปคือ การสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ให้อยู่ในรูปของตัวแปรการตัดสินใจและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยทั่วไปมี 3 ขั้นตอนย่อย คือ

1. ระบุวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้ชัดเจน เช่นในตัวอย่างนี้ วัตถุประสงค์คือ ต้องการให้ต้นทุนการขนส่งโดยรวมจากการขนส่งคอมพิวเตอร์  $X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}$  และ  $X_{33}$  มีค่าต่ำที่สุด

2. แยกวัตถุประสงครวมออกเป็น ผลรวม ผลต่าง หรือผลคูณของสิ่งที่เกี่ยวข้องในตัวอย่างนี้
3. เขียนในวัตถุประสงคในรูปฟังก์ชันของตัวแปรการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องรวมถึงข้อมูลอื่นๆ ของปัญหา

จากตัวอย่างค่าตัวแปรข้างต้น ทำให้สามารถเขียนต้นทุนการขนส่งรวมได้ดังนี้

$$\text{ต้นทุนการขนส่งรวม} = 5X_{11} + 3X_{12} + 2X_{13} + 4X_{21} + 7X_{22} + 8X_{23} + 6X_{31} + 7X_{32} + 4X_{33}$$

ซึ่งเราต้องการหาค่าต่ำที่สุด ดังนั้น จะได้ฟังก์ชันวัตถุประสงคของปัญหานี้

$$\text{Minimize } 5X_{11} + 3X_{12} + 2X_{13} + 4X_{21} + 7X_{22} + 8X_{23} + 6X_{31} + 7X_{32} + 4X_{33}$$

#### ขั้นที่ 4 การระบุข้อจำกัด (Identifying the Constrains)

เมื่อพิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงคที่ได้จากขั้นที่ผ่านมา จะพบว่าถ้าปัญหาไม่มีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดใดๆเลย ค่าของตัวแปรจะมีค่าน้อยเท่าไรก็ได้ ซึ่งจะทำให้ได้ต้นทุนรวมที่ต่ำมากตามไปด้วย แต่ในความเป็นจริงปัญหาส่วนใหญ่จะมีข้อจำกัดซึ่งจะเป็นตัวขัดขวางไม่ให้เราได้เป้าหมายตามที่ต้องการ

โดยสรุป ข้อจำกัด (Constrains) หมายถึง เงื่อนไขของปัญหาที่เป็นตัวจำกัดและกำหนดค่าของตัวแปรการตัดสินใจเป็นสิ่งที่ใช้เพื่อพิจารณาว่าค่าของตัวแปรเหล่านั้นเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหาหรือไม่

จากตัวอย่างเราจะได้ข้อจำกัดดังนี้

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} = 1,000$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} = 1,000$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} = 1,000$$

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} = 1,200$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} = 800$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} = 1,000$$

$$\text{และ } X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{33} \geq 0$$

#### 2.1.2 แบบจำลองการขนส่ง (Transportation Model)

แบบจำลองการขนส่ง (Transportation Model) เป็นตัวแบบแทนปัญหาการขนส่งทรัพยากรระหว่างแหล่งต่างๆ โดยเปรียบเทียบค่าขนส่งรวมด้วย ซึ่งแบบจำลองการขนส่งเป็นเทคนิคการคำนวณในลักษณะของโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ที่ใช้คำนวณหาต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำสุด (Minimizing Cost) สำหรับการกระจายสินค้าของโรงงานที่มีสถานที่ผลิตหลายแห่งและมีสถานที่ส่งสินค้าหลายแห่ง โดยที่ค่าขนส่งของแต่ละเส้นทางการขนส่งมีค่าไม่เท่ากัน (ขึ้นกับระยะทางที่ห่างกัน) ดังนั้นโรงงานจะสามารถทราบได้ว่าควรกระจายสินค้าด้วยเส้นทางใดจึงจะได้ค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด ในการพัฒนาตัวแบบปัญหาการขนส่งจำเป็นต้องมีข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ปริมาณการผลิต (Supply Capacity) ของแต่ละแหล่งต้นทาง
2. ปริมาณความต้องการ (Demand Quantity) ของแต่ละแหล่งปลายทาง
3. ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่อหน่วย สำหรับแต่ละแหล่งต้นทาง - ปลายทาง

(i) ปัญหาการขนส่ง (Transportation Problem)

เป็นปัญหาลักษณะพิเศษลักษณะหนึ่งของปัญหาการกำหนดการเชิงเส้น ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบกำหนดการเชิงเส้นตามที่ได้ศึกษามาแล้วได้ ทั้งยังสามารถแก้ปัญหาด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ หรือใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดได้เช่นเดียวกัน แต่เนื่องจาก กำหนดการเชิงเส้นที่มีลักษณะเป็นปัญหาการขนส่งและมักมีตัวแปรเงื่อนไขบังคับค่อนข้างมาก ยังมีเส้นทางการขนส่งมากเท่าไร จำนวนตัวแปรและเงื่อนไขบังคับก็มากยิ่งขึ้นไปอีก ทำให้เสียเวลาในการคำนวณมาก จึงมีการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาของปัญหาการขนส่งโดยเฉพาะขึ้นมา และเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพดีมากกว่าวิธีหนึ่ง ช่วยให้การแก้ปัญหาการขนส่งสะดวกรวดเร็วมากขึ้น

(ii) รูปแบบของปัญหาการขนส่ง

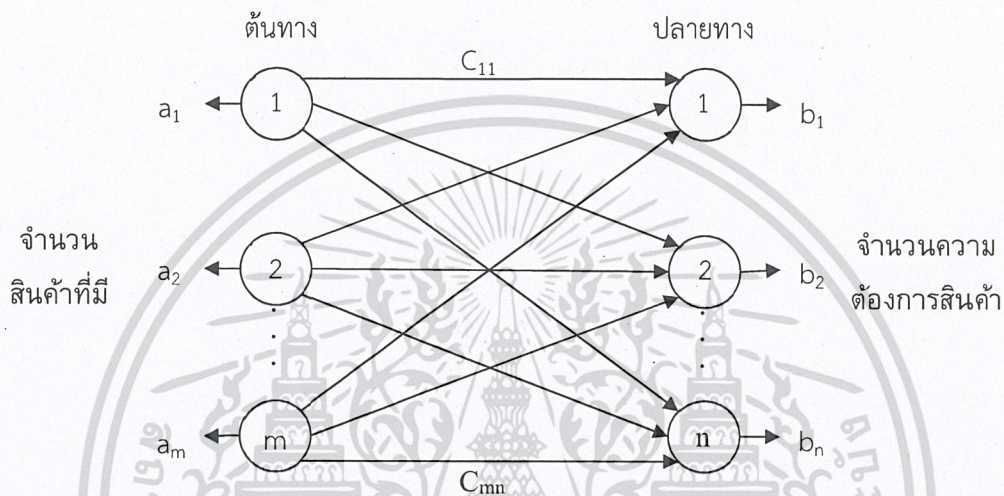
ปัญหาการขนส่ง เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการหาวิธีการจัดสรรสินค้าจากจุดต้นทาง โดยทั่วไปจะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. แหล่งที่เป็นจุดต้นทาง (Sources) ได้แก่ โรงงานหรือแหล่งวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิด (Supply) อาจจะมีแหล่งต้นทางอยู่หลายแหล่ง ซึ่งมีความสามารถในการผลิตหรือมีปริมาณวัตถุดิบไม่เท่ากัน
2. แหล่งที่เป็นจุดปลายทาง (Destinations หรือ Sink) ได้แก่ แหล่งที่มีความต้องการ (Demand) วัตถุดิบ สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เช่น โรงงาน ตลาด หรือคลังสินค้า แหล่งปลายทางอาจจะมีหลายแหล่งหรือแหล่งเดียวกันได้
3. ค่าขนส่ง (Transportation Cost) เป็นต้นทุนที่เกิดจากการขนส่งจากแหล่งที่เป็นจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางซึ่งการขนส่งระหว่างแต่ละจุดจะมีอัตราที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะทาง และลักษณะภูมิศาสตร์ของจุดต้นทางและจุดปลายทางแต่ละจุด

กล่าวได้ว่าโดยทั่วไปแล้วปัญหาการขนส่งเป็นปัญหาที่ต้องการหาค่าต่ำสุด ในการแก้ปัญหาการขนส่งจำเป็นต้องมีข้อมูลที่สำคัญดังนี้

1. จำนวนจุดต้นทาง ( $m$ ) เช่น มีโรงงานผลิตสินค้า 2 โรงงาน
2. จำนวนจุดปลายทาง ( $n$ ) เช่น คลังสินค้าที่จะรับสินค้าจากโรงงานมี 3 แห่ง
3. จำนวนสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทางต่างๆ
4. จำนวนสินค้าที่จุดปลายทางต่างๆต้องการ
5. ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าหนึ่งหน่วยจากจุดต้นทางแต่ละแห่งไปยังจุดปลายทางต่างๆ

- ถ้ากำหนดให้  $a_i$  คือจำนวนสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทางที่  $i$   
 $b_j$  คือจำนวนสินค้าที่จุดปลายทางที่  $j$  ต้องการ  
 $C_{ij}$  คือค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าหนึ่งหน่วยจากจุดต้นทางที่  $i$  ไปยังจุดปลายทางที่  $j$   
 $X_{ij}$  คือ จำนวนสินค้าที่ขนส่งจากจุดต้นทาง  $i$  ไปยังจุดปลายทาง  $j$   
 $Z$  คือค่าใช้จ่ายรวม  
เมื่อ  $i =$  ต้นทางที่  $1, 2, 3, \dots, m$  และ  $j =$  ปลายทางที่  $1, 2, 3, \dots, n$



รูปที่ 2.2 ลักษณะของปัญหาการขนส่ง

จากรูปจะเห็นได้ว่าในแต่ละต้นทาง สามารถขนส่งสินค้าไปยังปลายทางได้หลายแห่ง และในทำนองกลับกัน จำนวนสินค้าที่ปลายทางแต่ละแห่งจะได้รับก็อาจมาจากต้นทางหลายแห่งเช่นกัน

ดังนั้น ปัญหาของการขนส่งโดยทั่วไป คือการหาว่าจะขนส่งสินค้าจากต้นทางใดไปยังปลายทางใด และเป็นจำนวนเท่าใด ทั้งนี้ต้องสอดคล้องกับจำนวนสินค้าที่มีอยู่ในแต่ละต้นทาง และสอดคล้องกับความต้องการสินค้าของแต่ละปลายทาง โดยให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดมีค่าน้อยที่สุด

จากวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าขนส่งรวมต่ำที่สุดดังที่ได้กล่าวแล้วนั้น สามารถเขียนฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของปัญหาข้างต้นได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \min Z = & C_{11} X_{11} + C_{12} X_{12} + C_{13} X_{13} + \dots + C_{1n} X_{1n} \\ & + C_{21} X_{21} + C_{22} X_{22} + C_{23} X_{23} + \dots + C_{2n} X_{2n} \\ & + \dots \\ & + C_{m1} X_{m1} + C_{m2} X_{m2} + C_{m3} X_{m3} + \dots + C_{mn} X_{mn} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ มีเงื่อนไขบังคับของปัญหาเพียง 2 ด้านเท่านั้น ด้านแรกเกี่ยวกับขีดจำกัดของสินค้าที่มีอยู่ที่จุดต้นทาง สินค้าที่จะส่งออกไปจากจุดต้นทางหนึ่งๆ รวมกันแล้วจะต้องไม่เกินจำนวนสินค้าที่แต่ละจุดต้นทางนั้นมีอยู่ หรือเขียนให้อยู่ในรูปเงื่อนไขบังคับของกำหนดการเชิงเส้นได้ดังนี้

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + \dots + X_{1n} \leq a_1 \quad (\text{จำนวนที่ส่งออกจากต้นทางที่ 1})$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + \dots + X_{2n} \leq a_2 \quad (\text{จำนวนที่ส่งออกจากต้นทางที่ 2})$$

$$\begin{array}{cccc} \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & \cdot & \cdot \end{array}$$

$$X_{m1} + X_{m2} + X_{m3} + \dots + X_{mn} \leq a_m \quad (\text{จำนวนที่ส่งออกจากต้นทางที่ } m)$$

เงื่อนไขบังคับอีกด้านหนึ่ง คือความต้องการสินค้าหรือความสามารถในการเก็บสินค้าของจุดปลายทาง สินค้าต่างๆ ที่ส่งจากจุดต้นทางมายังจุดปลายทางหนึ่งๆ รวมแล้วจะต้องไม่น้อยกว่าอุปสงค์หรือความต้องการของแต่ละจุดปลายทางนั้น เขียนให้อยู่ในรูปเงื่อนไขบังคับของกำหนดการเชิงเส้นได้ดังนี้

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + \dots + X_{m1} \geq b_1 \quad (\text{จำนวนที่ส่งเข้าสู่ปลายทางที่ 1})$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + \dots + X_{m2} \geq b_2 \quad (\text{จำนวนที่ส่งเข้าสู่ปลายทางที่ 2})$$

$$\begin{array}{cccc} \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & \cdot & \cdot \\ \cdot & & \cdot & \cdot \end{array}$$

$$X_{1n} + X_{2n} + X_{3n} + \dots + X_{mn} \geq b_n \quad (\text{จำนวนที่ส่งเข้าสู่ปลายทางที่ } n)$$

แบบจำลองสำหรับปัญหาการขนส่งข้างต้น สามารถเขียนใหม่ได้ในรูปแบบกระชับ (Compact Form) ดังนี้

$$\min Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{Subject to: } \sum_{j=1}^n X_{ij} \leq a_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq b_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

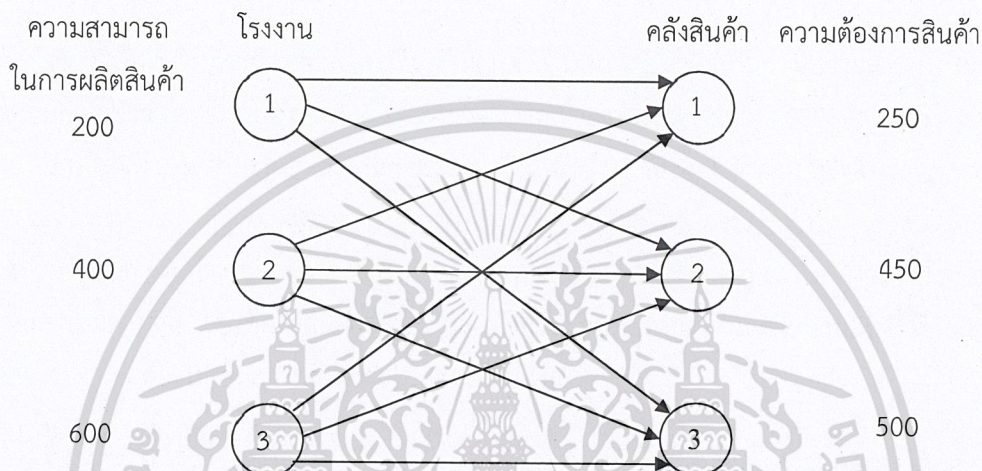
$$X_{ij} \geq 0 \quad \begin{array}{l} (i = 1, 2, 3, \dots, m) \\ (j = 1, 2, 3, \dots, n) \end{array}$$

ซึ่งหลังจากได้แบบจำลองการตัดสินใจที่อยู่ในรูปของกำหนดการเชิงเส้นนี้แล้ว ก็สามารถใช้

วิธีซิมเพล็กซ์เข้าช่วยในการหาคำตอบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง บริษัทแห่งหนึ่งผลิตหลอดไฟ มีโรงงานผลิต 3 แห่ง โดยโรงงานที่ 1 มีความสามารถในการผลิตสินค้าได้จำนวน 200 โรงงานที่ 2 จำนวน 400 และโรงงานที่ 3 จำนวน 600 หลอด ตามลำดับ บริษัทมีคลังสินค้ากระจายอยู่ 3 แห่ง โดยจะรับสินค้ามาจากโรงงานทั้ง 3 ข้างต้น คลังสินค้าแต่ละแห่งมีความต้องการสินค้าแตกต่างกันคือ 250, 450 และ 500 หลอด ตามลำดับ บริษัทต้องการพิจารณาว่าจะขนส่งสินค้าจากโรงงานแต่ละแห่ง ไปยังคลังสินค้าแต่ละแห่งเป็นจำนวนเท่าใด จึงจะทำให้ต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด โดยที่คลังสินค้าจะต้องได้สินค้าครบตามที่ต้องการ และจำนวนสินค้าที่ออกจากแต่ละโรงงานจะต้องไม่เกินความสามารถในการผลิตของโรงงาน



รูปที่ 2.3 โครงข่ายการขนส่งของบริษัท

ตารางที่ 2.2 ค่าขนส่งสินค้าต่อหน่วยของการส่งสินค้าในแต่ละเส้นทาง

โรงงาน	คลังสินค้า		
	1	2	3
1	\$9	\$3	\$6
2	\$5	\$8	\$7
3	\$6	\$5	\$4

เราจะสร้างแบบจำลองการตัดสินใจสำหรับปัญหาการขนส่งตามข้อมูลข้างต้น โดยเริ่มจากการกำหนดตัวแปรดังต่อไปนี้

$X_{11}$  = จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 1 ไปยังคลังสินค้า 1

$X_{12}$  = จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 1 ไปยังคลังสินค้า 2

$X_{13}$  = จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 1 ไปยังคลังสินค้า 3

$X_{21}$  = จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 2 ไปยังคลังสินค้า 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 X_{22} &= \text{จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 2 ไปยังคลังสินค้า 2} \\
 X_{23} &= \text{จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 2 ไปยังคลังสินค้า 3} \\
 X_{31} &= \text{จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 3 ไปยังคลังสินค้า 1} \\
 X_{32} &= \text{จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 3 ไปยังคลังสินค้า 2} \\
 X_{33} &= \text{จำนวนหลอดไฟที่ขนส่งจากโรงงาน 3 ไปยังคลังสินค้า 3}
 \end{aligned}$$

โดยมีวัตถุประสงค์ คือเพื่อทำให้ต้นทุนค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด นั่นคือ

$$\begin{aligned}
 \text{Minimize} \quad & 9X_{11} + 3X_{12} + 6X_{13} \\
 & + 5X_{21} + 8X_{22} + 7X_{23} \\
 & + 6X_{31} + 5X_{32} + 4X_{33}
 \end{aligned}$$

ซึ่งจะต้องขึ้นอยู่กับข้อจำกัดต่อไปนี้

- ข้อจำกัดด้านอุปทาน

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} \leq 200$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} \leq 400$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} \leq 600$$

- ข้อจำกัดด้านอุปสงค์

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} \geq 250$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} \geq 450$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} \geq 500$$

$$\text{และ } X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{33} \geq 0$$

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุมพล ลีละสุภพงษ์ (2550) ได้ทำการศึกษาการจัดส่งสินค้าและกระจายสินค้าอาหารสำเร็จรูปแช่เยือกแข็งของบริษัท ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด โดยทำการจัดส่งจากศูนย์กระจายสินค้าซึ่งตั้งอยู่ที่ อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี และทำการส่งสินค้าไปยังร้านสะดวกซื้อทั่วประเทศมีจำนวน ทั้งหมด 3,732 สาขา จึงจำเป็นต้องหาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับตั้งศูนย์กระจายสินค้าในภูมิภาค โดยเริ่มจากภาคใต้ซึ่งมีร้านสะดวกซื้อ 399 สาขา จึงใช้วิธีการยิงระยะในการจัดส่งสินค้าไปให้ลูกค้าในแต่ละแหล่ง (The Single – Facility Rectilinear Distance Location Problem) และการคัดเลือกหาเส้นทางในการขนส่งสินค้าของยานพาหนะแบบที่ประหยัดที่สุด (Savings Method, Clarke and Wright 1964) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการเลือกทำเลตั้งศูนย์ของการกระจายสินค้าแช่เยือกแข็ง ภายในโซนภาคใต้ได้อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ เป็นที่ตั้งที่เหมาะสมในการกระจายสินค้า นำส่งให้กับร้านสะดวกซื้อทั้ง 399 สาขา และมีเส้นทางจัดส่ง

ของรถขนส่ง 23 เส้นทาง จากผลที่ได้ออกมาชัดเจนว่า สามารถลดระยะทางการขนส่งสินค้า ได้ 30,300 กิโลเมตรหรือ 75.05% ของระยะและเวลาการขนส่งแบบเดิม

บุญมี สว่างเนตร (2551) ได้ทำการศึกษารูปแบบการกระจายสินค้า โดยผู้วิจัยได้ทำการ วิเคราะห์หารูปแบบการกระจายสินค้าที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้ทำ การจำลองรูปแบบการกระจายสินค้าออกเป็น 4 รูปแบบ คือ

รูปแบบ A เป็นรูปแบบการกระจาย สินค้าที่มีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่กรุงเทพฯ ในการ กระจายสินค้าให้กับลูกค้าทั่วประเทศ

รูปแบบ B มีศูนย์กระจาย สินค้า 2 แห่งคือศูนย์กระจายสินค้าที่กรุงเทพฯ และแห่งที่สอง ตั้งอยู่ภายในที่โรงงานใช้กระจายสินค้าให้ลูกค้าทั่วประเทศ ยกเว้นลูกค้าในกรุงเทพฯ

รูปแบบ C มีศูนย์กระจายสินค้าแห่ง เดียวที่โรงงานที่จังหวัดระยอง

รูปแบบ D มีศูนย์กระจายสินค้าตามภูมิภาค โดยจะแบ่งศูนย์กระจาย สินค้าออกเป็น 5 แห่ง ได้แก่ ศูนย์กระจายสินค้าที่โรงงานผลิตที่จังหวัดระยอง ให้บริการลูกค้าใน จังหวัดที่ระยะทางห่างจาก โรงงานไม่เกิน 400 กิโลเมตร ศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพฯ ให้บริการ ลูกค้าในเขตกรุงเทพฯ และศูนย์ กระจายสินค้าประจำภูมิภาค 3 แห่ง ได้แก่ ศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ ศูนย์กระจายสินค้า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ศูนย์กระจายสินค้าภาคใต้ โดยศูนย์กระจายสินค้าภูมิภาคจะให้บริการลูกค้า ที่ระยะทางจากโรงงานมากกว่า 400 กิโลเมตร

ผลการศึกษาพบว่า การกระจายสินค้ารูปแบบ D เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมผลิต เครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถลดต้นทุน ค่าขนส่งและค่าเช่าคลังสินค้าจาก 12,912,029 บาทต่อเดือน เป็น 10,718,856 บาทต่อเดือน บริษัทตัวอย่างสามารถประหยัดต้นทุนการกระจายสินค้าได้กว่า 2,000,000 บาทต่อเดือน หรือประมาณ 17% ต่อเดือน

ปวีณา เสนาเก่า (2551) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายสินค้าระหว่างการ ขนส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้ากับเอเยนต์เพื่อวางแผนการเพิ่มประสิทธิภาพกรณีศึกษาร้านหนังสือ โดยผู้วิจัยได้ทำการจำลองรูปแบบการกระจายเป็น 3 รูปแบบ รูปแบบแรกคือระบบการขนส่ง และการกระจายสินค้าในรูปแบบเก่า คือให้เอเยนต์ทำหน้าที่กระจายสินค้าให้เนื่องจากจำนวนสาขา ของร้านหนังสือมีจำนวนมากและกระจายอยู่ทั่วประเทศ รูปแบบที่สองคือ การเช่าคลังสินค้า และซื้อรถขนส่งเพื่อกระจายสินค้าเอง รูปแบบที่สามคือ การเช่าคลังสินค้าและการว่าจ้างขนส่ง ภายนอก (Outsource) ผลการวิจัยพบว่า การเช่าศูนย์กระจายสินค้าตามภูมิภาคและการว่าจ้างขนส่ง ภายนอก โดยผู้รับจ้าง (Outsource) ทำให้มีต้นทุนรวมในการดำเนินงานต่ำที่สุด

พรทิพย์ ตั้งจิตเจริญพนิช (2548) ได้ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายสินค้าอุปโภคบริโภค 2 รูปแบบ โดยมีบริษัทข้ามชาติที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับสินค้าอุปโภคบริโภคเป็นกรณีศึกษา คือ

รูปแบบที่ 1 เป็นรูปแบบของการกระจายสินค้าโดยมีวิธีการส่งผ่านสินค้าโดยอาศัยคลังสินค้า (Normal Shipment) เป็นการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าในประเทศไทยด้วยรถบรรทุกไปยังชายแดนที่ด่านปางดงเบซาร์ จังหวัดสงขลา แล้วไปเก็บไว้ที่ศูนย์กระจายสินค้าที่มาเลเซียฝั่งตะวันตกเมื่อมีคำสั่งซื้อเข้ามาจะต้องขนย้ายสินค้าเพื่อไปขึ้นเรือที่ศูนย์กระจายสินค้ามาเลเซียฝั่งตะวันออก และส่งสินค้าไปยังคลังของลูกค้าด้วยรถบรรทุก

รูปแบบที่ 2 เป็นรูปแบบของการส่งสินค้าโดยตรงจากโรงงานไปยังลูกค้าที่อยู่ปลายทาง (Direct Shipment) เป็นการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าในประเทศไทยด้วยรถเทเลอร์ไปยังท่าเรือแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี เพื่อส่งสินค้าโดยทางเรือ โดยตรงไปยังคลังสินค้าของลูกค้า

โดยการเปรียบเทียบจะใช้การเปรียบเทียบประสิทธิภาพปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อ การเลือกรูปแบบการกระจายสินค้า เช่น ต้นทุนการกระจายสินค้า ระยะเวลาในการสั่งซื้อ ความถี่ของการบริการ ความสะดวกในการดำเนินงานและความน่าเชื่อถือ และใช้การสอบถาม และการสัมภาษณ์ของกลุ่มประชากรผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ ผลจากการศึกษาพบว่าปัจจัยในด้านของระยะเวลาในการสั่งซื้อ ความถี่ของการบริการ ความสะดวกในการดำเนินงาน และความน่าเชื่อถือ จะใช้รูปแบบของการกระจายสินค้าโดยมีวิธีการส่งผ่านสินค้าโดยอาศัยคลังสินค้า (Normal Shipment) จะมีประสิทธิภาพมาก ส่วนปัจจัยในด้านของต้นทุนการกระจายสินค้าจะใช้รูปแบบการกระจายสินค้าแบบส่งสินค้าตรงไปยังลูกค้าปลายทาง (Direct Shipment) จะมีประสิทธิภาพมาก

พอเจตน์ จิตพิพัฒน์พงศ์ (2552) การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel Solver) เพื่อปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าของกรณีศึกษาตัวอย่างไปยังร้านค้าสาขาต่างๆ ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลจำนวน 17 สาขา เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำกว่าวิธีการจัดเส้นทางในปัจจุบัน โดยที่ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าเท่ากับผลคูณของอัตราค่าบริการเหมาเที่ยว (บาทต่อคันต่อวัน) กับจำนวนรถขนส่งสินค้าที่ใช้ การค้นหาคำตอบสำหรับปัญหาดังกล่าว กระทำได้โดยการสร้างแบบจำลองในรูปแบบของสเปรดชีต (Spreadsheet Model) ในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล (Microsoft Excel) และใช้โซลเวอร์ (Solver) ซึ่งเป็นฟังก์ชันเสริมในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซลมาทำการประมวลผลหาผลลัพธ์และทำการเปรียบเทียบผลกับรูปแบบการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าในปัจจุบัน พบว่าสามารถลดจำนวนการเรียกใช้รถลงได้เป็นจำนวน 13 คันต่อเดือน ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าลดลงเป็นจำนวน 14,560 บาทต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 14.94

พิพัฒน์ คมคาย (2552) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์หาจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม โดยวิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาจำนวนศูนย์กระจายสินค้าปูนซีเมนต์ที่เหมาะสม โดยผู้วิจัยประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาการตัดสินใจ โดยที่ตัวแปรการตัดสินใจมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงทั้งหมด งานวิจัยนี้พิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้ของวิธีการกระจายสินค้าของบริษัทปูนซีเมนต์ ABC ออกเป็น 9 รูปแบบ ซึ่งระบบการกระจายสินค้าประกอบด้วยโรงงานผลิต 1 แห่ง ส่งสินค้าปูนซีเมนต์ชนิดผงผ่านศูนย์กระจายสินค้าที่มีอยู่แล้ว 3 แห่ง ให้กับลูกค้า 17 จังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทย รูปแบบทางเลือกที่ดีที่สุดที่จะพิจารณาจากทางเลือก ที่ให้ผลลัพธ์ของต้นทุนทั้งระบบที่ต่ำที่สุด โดยต้นทุนที่พิจารณาประกอบด้วยต้นทุนสินค้าคงคลัง ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนการให้บริการลูกค้า ผลการวิจัยแบบจำลองจากกำหนดการเชิงเส้น พบว่าการมีศูนย์กระจายสินค้า 3 แห่ง เพื่อกระจายสินค้าตามเดิมสำหรับการเก็บสินค้าเผื่อขาดที่ระดับ 85% มีความเหมาะสมในเรื่องของต้นทุนทั้งระบบต่ำที่สุดเมื่อทำการอพติไมเซชัน ดังนั้นจากการทบทวนงานวิจัยทั้งหมดพบประเด็นสำคัญคือ การควบคุมประสิทธิภาพของต้นทุนของกิจกรรมต่างๆ ในระบบโลจิสติกส์ เช่น ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการคลังสินค้าเหล่านี้ เป็นต้น และพบรูปแบบที่น่าสนใจในการวิเคราะห์รูปแบบเครือข่ายการขนส่งหรือการกระจายสินค้า โดยการพิจารณาปัญหาควรจะวิเคราะห์ทั้งระบบร่วมกันจะทำให้เห็นภาพรวมและเข้าใจถึงบทบาทที่แท้จริงของผลกระทบทั้งโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นโมเดลของ Jayraman V, (1998) ที่นำเสนอวิธีออกแบบโครงข่ายการกระจายสินค้าโดยการวิเคราะห์สถานที่ตั้งตัวแทนจำหน่าย รูปแบบการขนส่ง การจัดคลังสินค้าเข้าเป็นโมเดลเดียวกัน ซึ่งเป็นจุดที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานโลจิสติกส์ที่มีผลต่อต้นทุนเวลา และคุณภาพการบริการ ซึ่งเรียกว่าโมเดล “FLITNET” ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการขนส่ง โดยวิธีดังกล่าวได้ดัดแปลงนำมาจากแนวคิดของ Perl และ SirisoponsilpS. (1989) อีกทอดหนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์ต่อการวางระบบเครือข่ายของอุตสาหกรรมในปัจจุบันเป็นอย่างมาก

ศิวตล ปารีชาติกานนท์ และวิโรจน์ศรีสุรภานนท์ (2547) ศึกษาแนวทางการร่วมมือในการประกอบการขนส่งสินค้า ระหว่างภูมิภาค โดยศึกษาจากกลุ่มผู้ประกอบการภายในสถานีสขนส่งสินค้า ขานเมืองทั้ง 3 แห่ง ได้แก่ สถานีขนส่งสินค้าคลองหลวง พุทธมณฑล และร่มเกล้าสำหรับการวิเคราะห์ จะใช้วิธีกำหนดการเชิงเส้นในการหารูปแบบการขนส่งที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด ภายใต้แนวคิดความร่วมมือในการประกอบการขนส่ง โดยผลการศึกษา พบว่ารูปแบบการขนส่งสินค้าภายใต้แนวคิดความร่วมมือระหว่างกัน จะทำให้จำนวนเที่ยวที่ขนส่งและระยะทางขนส่งของรถบรรทุกสินค้าลดลง ส่งผลให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายรวมในการขนส่งต่อวันลดลง

## 2.3 ข้อมูลเบื้องต้นจากบริษัท

### 2.3.1 ข้อมูลด้านลูกค้าและปริมาณความต้องการสินค้า

โดยรวบรวมข้อมูลลูกค้าแยกตามจังหวัด โดยแบ่งเป็นภาคตามพื้นที่การขนส่งสินค้า ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ภาคตามภูมิประเทศ ดังนี้

1. ภาคเหนือ (17 จังหวัด) ประกอบด้วย กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ ตากนครสวรรค์ น่าน พะเยา พิจิตร พิษณุโลก เพชรบูรณ์ แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน สุโขทัย อุตรดิตถ์ อุทัยธานี
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (20 จังหวัด) ประกอบด้วย กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครราชสีมา นครพนม บัรีรัมย์ บึงกาฬ มหาสารคาม มุกดาหาร ยโสธร ร้อยเอ็ด เลย สกลนคร สุรินทร์ ศรีสะเกษ หนองคาย หนองบัวลำภู อุรธานี อุบลราชธานี อำนาจเจริญ
3. ภาคกลางและภาคตะวันออก (26 จังหวัด) ประกอบด้วย กรุงเทพมหานคร กาญจนบุรี จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ชัยนาท ตราด นครนายก นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี ประจวบคีรีขันธ์ ปราจีนบุรี พระนครศรีอยุธยา เพชรบุรี ราชบุรี ลพบุรี สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สระแก้ว สระบุรี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อ่างทอง
4. ภาคใต้ (14 จังหวัด) ประกอบด้วย กระบี่ ชุมพร ตรัง นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปัตตานี พังงา พัทลุง ภูเก็ต ยะลา ระนอง สงขลา สตูล สุราษฎร์ธานี

จากข้อมูลการแบ่งพื้นที่เป็น 4 ภาค สามารถจำแนกตาม รูปที่ 2.4 ดังนี้



รูปที่ 2.4 การแบ่งพื้นที่การขนส่งสินค้าเป็น 4 ภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกค้าของเขตพื้นที่แต่ละจังหวัดมีปริมาณความต้องการสินค้า ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคเหนือ

ข้อมูลลูกค้ารายใหญ่	ปริมาณความต้องการสินค้า (กล่อง)
กำแพงเพชร	1,200
เชียงราย	746
เชียงใหม่	1,200
ตาก	980
นครสวรรค์	179
น่าน	98
พะเยา	213
พิจิตร	199
พิษณุโลก	235
เพชรบูรณ์	222
แพร่	102
แม่ฮ่องสอน	345
ลำปาง	116
ลำพูน	175
สุโขทัย	212
อุตรดิตถ์	106
อุทัยธานี	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ข้อมูลลูกค้ารายใหญ่	ปริมาณความต้องการสินค้า (กล่อง)
กาฬสินธุ์	218
ขอนแก่น	574
ชัยภูมิ	338
นครราชสีมา	70
นครพนม	165
บุรีรัมย์	123
บึงกาฬ	15
มหาสารคาม	257
มุกดาหาร	109
ยโสธร	369
ร้อยเอ็ด	211
เลย	198
สกลนคร	257
สุรินทร์	139
ศรีสะเกษ	45
หนองคาย	210
หนองบัวลำภู	165
อุดรธานี	301
อุบลราชธานี	111
อำนาจเจริญ	256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคกลาง

ข้อมูลลูกค้ารายใหญ่	ปริมาณความต้องการสินค้า (กล่อง)
กรุงเทพมหานคร	2,000
กาญจนบุรี	578
จันทบุรี	245
ฉะเชิงเทรา	524
ชลบุรี	749
ชัยนาท	38
ตราด	129
นครนายก	635
นครปฐม	164
นนทบุรี	216
ปทุมธานี	426
ประจวบคีรีขันธ์	149
ปราจีนบุรี	214
พระนครศรีอยุธยา	1,156
เพชรบุรี	391
ระยอง	261
ราชบุรี	111
ลพบุรี	427
สมุทรปราการ	1,934
สมุทรสงคราม	278
สมุทรสาคร	10
สระแก้ว	173
สระบุรี	312
สิงห์บุรี	39
สุพรรณบุรี	147
อ่างทอง	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ปริมาณความต้องการสินค้าภาคใต้

ข้อมูลลูกค้ารายใหญ่	ปริมาณความต้องการสินค้า (กล่อง)
กระบี่	584
ชุมพร	256
ตรัง	174
นครศรีธรรมราช	113
นราธิวาส	261
ปัตตานี	100
พังงา	215
พัทลุง	187
ภูเก็ต	435
ยะลา	264
ระนอง	175
สงขลา	254
สตูล	261
สุราษฎร์ธานี	367

### 2.3.3 ข้อมูลด้านความสามารถในการจัดเก็บสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน

ปัจจุบันบริษัทตัวอย่างมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ตามภูมิภาคต่างๆ รวมทั้งสิ้น 5 แห่ง ประกอบด้วยศูนย์กระจายสินค้าเชียงใหม่รับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคเหนือ ศูนย์กระจายสินค้าขอนแก่นรับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพมหานครและระยองรับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคกลาง และศูนย์กระจายสินค้าสุราษฎร์ธานีรับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคใต้ โดยมีความสามารถในการจัดเก็บสินค้า ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน

	ศูนย์กระจายสินค้า	ความสามารถในการจัดเก็บสินค้า (กล่อง)
ภาคเหนือ	เชียงใหม่	3,000
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ขอนแก่น	2,500
ภาคกลาง	กรุงเทพมหานคร	4,000
	ระยอง	3,000
ภาคใต้	สุราษฎร์ธานี	3,000

### 2.3.4 ข้อมูลด้านความสามารถในการจัดเก็บสินค้าและค่าสร้างของศูนย์กระจายสินค้าที่คาดว่าจะสร้างเพิ่มในอนาคต

ตารางที่ 2.8 ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าและค่าสร้างของศูนย์กระจายสินค้าในอนาคต

	ศูนย์กระจายสินค้า	ความสามารถในการจัดเก็บสินค้า (กล่อง)	ค่าสร้าง (บาท)
ภาคเหนือ	ตาก	2,500	776,682
	พิษณุโลก	1,500	610,200
	แพร่	500	497,030
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	บุรีรัมย์	1,500	610,200
	สกลนคร	1,500	610,200
	อุบลราชธานี	1,000	547,030
ภาคกลาง	ปราจีนบุรี	2,000	710,500
	พระนครศรีอยุธยา	3,000	801,050
	ราชบุรี	1,500	610,200
ภาคใต้	ตรัง	2,500	776,682
	นราธิวาส	2,000	610,200
	สงขลา	500	497,030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.5 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณต้นทุนค่าขนส่ง

ตารางที่ 2.9 ข้อมูลค่าขนส่งตามขีดจำกัดของระยะทาง

ขีดจำกัด (กิโลเมตร)	ราคา (บาท/กิโลเมตร)
1 - 119	1.36
120 - 239	1.33
240 - 359	1.30
360 - 479	1.28
480 - 599	1.25
600 - 719	1.23
720 - 839	1.20
840 ขึ้นไป	1.18

### 2.3.6 ข้อมูลระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้ารายใหญ่ตามจังหวัดต่างๆ

ตารางที่ 2.10 ระยะทางในการขนส่งภาคเหนือ

ลูกค้ารายใหญ่	ภาคเหนือ			
	ระยะทางในการขนส่ง (กิโลเมตร)			
	เชียงใหม่	ตาก	พิษณุโลก	แพร่
กำแพงเพชร	432	71	182	296
เชียงราย	197	454	617	257
เชียงใหม่	16	274	514	198
ตาก	273	13	251	238
นครสวรรค์	467	231	241	411
น่าน	327	343	414	117
พะเยา	283	390	471	203
พิจิตร	448	194	160	341
พิษณุโลก	471	230	15	249
เพชรบูรณ์	524	317	199	458
แพร่	192	236	179	18
แม่ฮ่องสอน	282	467	716	504
ลำปาง	110	180	331	113
ลำพูน	22	249	448	175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคเหนือ				
ลูกค้ารายใหญ่	ระยะทางในการขนส่ง (กิโลเมตร)			
	เชียงใหม่	ตาก	พิษณุโลก	แพร่
สุโขทัย	348	85	149	173
อุตรดิตถ์	231	215	137	77
อุทัยธานี	513	247	267	358

ตารางที่ 2.11 ระยะทางในการขนส่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				
ลูกค้ารายใหญ่	ระยะทางในการขนส่ง (กิโลเมตร)			
	ขอนแก่น	บุรีรัมย์	สกลนคร	อุบลราชธานี
กาฬสินธุ์	80	214	128	252
ขอนแก่น	12	218	255	286
ชัยภูมิ	151	202	388	367
นครราชสีมา	230	157	396	351
นครพนม	342	413	93	284
บุรีรัมย์	220	10	329	262
บึงกาฬ	362	510	216	465
มหาสารคาม	96	179	206	255
มุกดาหาร	257	326	136	212
ยโสธร	241	191	232	116
ร้อยเอ็ด	143	182	175	201
เลย	271	417	419	524
สกลนคร	256	327	8	299
สุรินทร์	243	52	336	204
ศรีสะเกษ	273	184	330	92
หนองคาย	227	400	233	497
หนองบัวลำภู	165	345	286	436
อุดรธานี	120	348	176	399
อุบลราชธานี	376	261	300	15
อำนาจเจริญ	275	253	219	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ระยะทางในการขนส่งภาคกลาง

ลูกค้ารายใหญ่	ภาคกลาง				
	ระยะทางในการขนส่ง (กิโลเมตร)				
	กรุงเทพมหานคร	ระยอง	ปราจีนบุรี	พระนครศรีอยุธยา	ราชบุรี
กรุงเทพมหานคร	21	176	187	82	122
กาญจนบุรี	174	337	327	169	108
จันทบุรี	249	147	250	306	452
ฉะเชิงเทรา	92	138	108	141	196
ชลบุรี	90	106	152	160	193
ชัยนาท	200	395	294	157	229
ตราด	403	249	377	459	508
นครนายก	121	222	60	114	228
นครปฐม	53	235	246	125	61
นนทบุรี	28	187	198	74	137
ปทุมธานี	52	207	170	52	131
ประจวบคีรีขันธ์	292	495	507	381	214
ปราจีนบุรี	186	237	18	177	288
พระนครศรีอยุธยา	83	235	179	6	199
เพชรบุรี	171	372	359	251	91
ระยอง	175	17	238	232	282
ราชบุรี	124	283	299	173	8
ลพบุรี	160	307	193	77	245
สมุทรปราการ	37	175	181	108	133
สมุทรสงคราม	85	249	272	157	46
สมุทรสาคร	49	218	221	122	102
สระแก้ว	224	220	54	254	313
สระบุรี	122	276	159	65	230
สิงห์บุรี	158	343	206	78	236
สุพรรณบุรี	122	295	236	67	139
อ่างทอง	113	318	200	37	200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 ระยะทางในการขนส่งภาคใต้

ลูกค้ายรายใหญ่	ภาคใต้			
	ระยะทางในการขนส่ง (กิโลเมตร)			
	สุราษฎร์ธานี	ตรัง	นราธิวาส	สงขลา
กระบี่	169	153	476	324
ชุมพร	179	377	680	620
ตรัง	276	13	347	206
นครศรีธรรมราช	192	158	400	226
นราธิวาส	512	347	6	195
ปัตตานี	454	307	86	132
พังงา	153	226	550	395
พัทลุง	296	59	295	143
ภูเก็ต	257	330	629	464
ยะลา	469	322	77	138
ระนอง	207	442	708	613
สงขลา	350	204	202	29
สตูล	356	191	297	135
สุราษฎร์ธานี	14	275	516	343

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.7 ข้อมูลอัตราค่าขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้ารายใหญ่ตามจังหวัดต่างๆ

ตารางที่ 2.14 อัตราค่าขนส่งภาคเหนือ

ภาคเหนือ				
ลูกค้ารายใหญ่	อัตราค่าขนส่ง (บาท/กล่อง/กิโลเมตร)			
	เชียงใหม่	ตาก	พิษณุโลก	แพร่
กำแพงเพชร	553	97	242	385
เชียงราย	262	581	759	334
เชียงใหม่	22	356	643	263
ตาก	355	18	326	317
นครสวรรค์	598	307	313	526
น่าน	425	446	530	159
พะเยา	368	499	603	270
พิจิตร	573	258	213	443
พิษณุโลก	603	306	20	324
เพชรบูรณ์	655	412	265	586
แพร่	255	314	238	24
แม่ฮ่องสอน	367	598	881	630
ลำปาง	150	239	430	154
ลำพูน	30	324	573	233
สุโขทัย	452	116	198	230
อุตรดิตถ์	307	286	182	105
อุทัยธานี	641	321	347	465

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.15 อัตราค่าขนส่งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ				
ลูกค้ารายใหญ่	อัตราค่าขนส่ง (บาท/กล่อง/กิโลเมตร)			
	ขอนแก่น	บุรีรัมย์	สกลนคร	อุบลราชธานี
กาฬสินธุ์	109	285	170	328
ขอนแก่น	16	290	332	372
ชัยภูมิ	201	269	497	470
นครราชสีมา	306	209	507	456
นครพนม	445	529	126	369
บุรีรัมย์	293	14	428	341
บึงกาฬ	463	638	287	595
มหาสารคาม	131	238	274	332
มุกดาหาร	334	424	181	282
ยโสธร	313	254	309	158
ร้อยเอ็ด	190	242	233	267
เลย	352	534	536	655
สกลนคร	333	425	11	389
สุรินทร์	316	71	437	271
ศรีสะเกษ	355	245	429	125
หนองคาย	302	512	310	621
หนองบัวลำภู	219	449	372	558
อุดรธานี	160	452	234	511
อุบลราชธานี	481	339	390	20
อำนาจเจริญ	358	329	291	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 อัตราค่าขนส่งภาคกลาง

ภาคกลาง					
ลูกค้ายใหญ่	อัตราค่าขนส่ง (บาท/กล่อง/กิโลเมตร)				
	กรุงเทพมหานคร	ระยอง	ปราจีนบุรี	พระนครศรีอยุธยา	ราชบุรี
กรุงเทพมหานคร	29	234	249	112	162
กาญจนบุรี	231	438	425	225	147
จันทบุรี	324	196	325	398	579
ฉะเชิงเทรา	125	184	147	188	261
ชลบุรี	122	144	202	213	257
ชัยนาท	266	537	382	209	305
ตราด	516	324	483	588	635
นครนายก	161	295	82	155	303
นครปฐม	72	313	320	166	83
นนทบุรี	38	249	263	101	182
ปทุมธานี	71	275	226	71	174
ประจวบคีรีขันธ์	380	619	634	488	285
ปราจีนบุรี	247	315	24	235	374
พระนครศรีอยุธยา	113	313	238	8	265
เพชรบุรี	227	476	467	326	124
ระยอง	233	23	317	309	367
ราชบุรี	165	368	389	230	11
ลพบุรี	213	399	257	105	319
สมุทรปราการ	50	233	241	147	177
สมุทรสงคราม	116	324	354	209	63
สมุทรสาคร	67	290	294	162	139
สระแก้ว	298	293	73	330	407
สระบุรี	162	359	211	88	306
สิงห์บุรี	210	446	274	106	314
สุพรรณบุรี	162	384	314	91	185
อ่างทอง	154	413	266	50	266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.17 อัตราค่าขนส่งภาคใต้

ลูกค้ายรายใหญ่	ภาคใต้			
	อัตราค่าขนส่ง (บาท/กล่อง/กิโลเมตร)			
	สุราษฎร์ธานี	ตรัง	นราธิวาส	สงขลา
กระบี่	225	203	609	421
ชุมพร	238	483	836	763
ตรัง	359	18	451	274
นครศรีธรรมราช	255	210	512	301
นราธิวาส	640	451	8	259
ปัตตานี	581	399	117	176
พังงา	203	301	688	506
พัทลุง	385	80	384	190
ภูเก็ต	334	429	774	594
ยะลา	600	419	105	184
ระนอง	275	566	871	754
สงขลา	455	271	269	39
สตูล	463	254	386	180
สุราษฎร์ธานี	19	358	645	446

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

## ระเบียบวิจัย และผลลัพธ์เบื้องต้น

การดำเนินงานของงานวิจัยฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาการใช้ทฤษฎีและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการหาต้นทุนการขนส่ง เพื่อมาวิเคราะห์และวางแผนการขนส่งทางธุรกิจที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้เกิดต้นทุนรวมในการขนส่งต่ำที่สุด โดยผู้วิจัยจะทำการยกตัวอย่างการขนส่งทางภาคเหนือ

สำหรับการตัดสินใจเกี่ยวกับการขนส่งของบริษัทผู้ผลิตสินค้าอุปโภคแห่งหนึ่ง ที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นแนวทางการแก้ปัญหาการขนส่งโดยใช้การสร้างแบบจำลองการขนส่ง (Transportation Model) และใช้วิธีการแก้ปัญหาตามแบบจำลองของ Linear Programming เพราะถือว่าเป็นวิธีที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และเป็นหนึ่งในหัวข้อในวิชาการวิจัยการดำเนินงาน (Operation Research) การเลือกวิธีนี้ถือว่าง่ายต่อการทำความเข้าใจ และมีโปรแกรมสำเร็จรูปหลายโปรแกรมมาช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ Excel Solver มาช่วยในการแก้ปัญหา

#### 3.1 แนวทางการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจ

การสร้างแบบจำลองการตัดสินใจมี 3 ขั้นตอน คือ กำหนดตัวแปรตัดสินใจ สร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และสร้างข้อจำกัด ตามลำดับ โดยตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์จะต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดทั้งหมด

##### 3.1.1 กำหนดตัวแปรการตัดสินใจ

ตัวแปรตัดสินใจ คือ ปริมาณของสิ่งที่ควรจะทำแล้วค่าของตัวแปรนี้จะนำไปใช้ในการประกอบการตัดสินใจ

#### 1. ตัวแปรตัดสินใจ

$X_i$  แทนการตัดสินใจในการเลือกตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่จังหวัด  $i$

$Y_{ij}$  แทนปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้า  $i$  ไปยังจังหวัดที่กระจายสินค้า  $j$

เมื่อ  $i = 1, 2, \dots, m$  และ  $j = 1, 2, \dots, n$  โดยที่  $X_i$  และ  $Y_{ij}$  เป็นจำนวนเต็ม

#### 2. ข้อมูลที่รับเข้า

$F_i$  คือ ต้นทุนในการตั้งสถานที่  $i$

$C_{ij}$  คือ ต้นทุนการเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้า  $i$  ไปยังจังหวัดที่กระจายสินค้า  $j$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$D_j$  คือ ปริมาณความต้องการสินค้าของแต่ละจังหวัด  $j$

$S_i$  คือ ข้อจำกัดจำนวนปริมาณงานที่รับได้ของศูนย์กระจายสินค้า  $i$

### 3.1.2 สร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ : ภาคเหนือ

การกำหนดวัตถุประสงค์ของแบบจำลองนั้นก็เพื่อให้หาค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุด และทำให้บรรลุวัตถุประสงค์มากที่สุด โดยจะต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดที่สร้างขึ้น

การสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในแบบจำลองนี้คือ

#### 1. วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ได้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

วัตถุประสงค์ คือ ต้องการหาต้นทุนรวมจากการขนส่งสินค้าให้ได้ต่ำที่สุด โดยสามารถเขียนฟังก์ชันวัตถุประสงค์จากราคาค่าขนส่งต่อระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจังหวัดกระจายสินค้าบวกด้วยต้นทุนการสร้างศูนย์กระจายสินค้าใหม่รวมกันทั้งหมดได้เป็น

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & 553Y_{1,1} + 262Y_{1,2} + 22Y_{1,3} + \dots + 452Y_{1,15} + 307Y_{1,16} + 641Y_{1,17} \\ & + 97Y_{2,1} + 581Y_{2,2} + 356Y_{2,3} + \dots + 116Y_{2,15} + 286Y_{2,16} + 321Y_{2,17} \\ & + 242Y_{3,1} + 759Y_{3,2} + 643Y_{3,3} + \dots + 198Y_{3,15} + 182Y_{3,16} + 347Y_{3,17} \\ & + 385Y_{4,1} + 334Y_{4,2} + 263Y_{4,3} + \dots + 230Y_{4,15} + 105Y_{4,16} + 465Y_{4,17} \\ & + 776,682X_2 + 610,200X_3 + 497,030X_4 \end{aligned} \quad (1)$$

### 3.1.3 ข้อจำกัด

(i) ข้อจำกัดด้านความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้า

$$Y_{1,1} + Y_{1,2} + Y_{1,3} + \dots + Y_{1,15} + Y_{1,16} + Y_{1,17} \leq 3,000 \quad (2)$$

$$Y_{2,1} + Y_{2,2} + Y_{2,3} + \dots + Y_{2,15} + Y_{2,16} + Y_{2,17} \leq 2,500X_2 \quad (3)$$

$$Y_{3,1} + Y_{3,2} + Y_{3,3} + \dots + Y_{3,15} + Y_{3,16} + Y_{3,17} \leq 1,500X_3 \quad (4)$$

$$Y_{4,1} + Y_{4,2} + Y_{4,3} + \dots + Y_{4,15} + Y_{4,16} + Y_{4,17} \leq 500X_4 \quad (5)$$

(ii) ข้อจำกัดด้านปริมาณความต้องการสินค้าของจังหวัดที่กระจายสินค้า

$$Y_{1,1} + Y_{2,1} + Y_{3,1} + Y_{4,1} \geq 1,200 \quad (6)$$

$$Y_{1,2} + Y_{2,2} + Y_{3,2} + Y_{4,2} \geq 746 \quad (7)$$

$$Y_{1,3} + Y_{2,3} + Y_{3,3} + Y_{4,3} \geq 1,200 \quad (8)$$

$$Y_{1,4} + Y_{2,4} + Y_{3,4} + Y_{4,4} \geq 980 \quad (9)$$

$$Y_{1,5} + Y_{2,5} + Y_{3,5} + Y_{4,5} \geq 179 \quad (10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Y_{1,6} + Y_{2,6} + Y_{3,6} + Y_{4,6} \geq 98 \quad (11)$$

$$Y_{1,7} + Y_{2,7} + Y_{3,7} + Y_{4,7} \geq 213 \quad (12)$$

$$Y_{1,8} + Y_{2,8} + Y_{3,8} + Y_{4,8} \geq 199 \quad (13)$$

$$Y_{1,9} + Y_{2,9} + Y_{3,9} + Y_{4,9} \geq 235 \quad (14)$$

$$Y_{1,10} + Y_{2,10} + Y_{3,10} + Y_{4,10} \geq 222 \quad (15)$$

$$Y_{1,11} + Y_{2,11} + Y_{3,11} + Y_{4,11} \geq 102 \quad (16)$$

$$Y_{1,12} + Y_{2,12} + Y_{3,12} + Y_{4,12} \geq 345 \quad (17)$$

$$Y_{1,13} + Y_{2,13} + Y_{3,13} + Y_{4,13} \geq 116 \quad (18)$$

$$Y_{1,14} + Y_{2,14} + Y_{3,14} + Y_{4,14} \geq 175 \quad (19)$$

$$Y_{1,15} + Y_{2,15} + Y_{3,15} + Y_{4,15} \geq 212 \quad (20)$$

$$Y_{1,16} + Y_{2,16} + Y_{3,16} + Y_{4,16} \geq 106 \quad (21)$$

$$Y_{1,17} + Y_{2,17} + Y_{3,17} + Y_{4,17} \geq 120 \quad (22)$$

สมการ (1) คือ สมการเป้าหมายของการตั้งศูนย์กระจายสินค้าทางภาคเหนือ ที่ทำให้ผลรวมต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าในแต่ละจังหวัด (ตารางที่ 2.14) กับผลรวมของปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าในแต่ละจังหวัด และต้นทุนค่าตั้งศูนย์กระจายสินค้าใหม่ (ตารางที่ 2.8) ที่ทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำที่สุด

สมการ (2) คือ สมการควบคุมปริมาณการไหลของสินค้าเพื่อควบคุมว่า ปริมาณสินค้าที่ส่งออกจากศูนย์กระจายสินค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ไปยังลูกค้าในแต่ละจังหวัด ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับผลรวมของปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้าของศูนย์กระจายสินค้า (ตารางที่ 2.7)

สมการ (3-5) คือ สมการควบคุมปริมาณการไหลของสินค้าเพื่อควบคุมว่า ปริมาณสินค้าที่ส่งออกจากศูนย์กระจายสินค้า ไปยังลูกค้าในแต่ละจังหวัด ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับผลรวมของปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าที่คาดว่าจะสร้างหรือไม่สร้าง (ตารางที่ 2.8)

สมการ (6-22) คือ ผลรวมของปริมาณสินค้าที่ขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าภาคเหนือ ไปยังลูกค้าในแต่ละจังหวัดในภาคเหนือ ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าในแต่ละจังหวัดในภาคเหนือ (ตารางที่ 2.3)

### 3.2 ทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม Excel Solver

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการหาตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่จะสร้างเพิ่มขึ้นที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละภูมิภาค เมื่อกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า จากแบบจำลองข้างต้น เมื่อนำไปหาคำตอบด้วย Excel Solver จะได้ผลลัพธ์และการวิเคราะห์ โดยแบ่งเป็น 4 ภาค ดังต่อไปนี้

- ภาคเหนือ
- ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- ภาคกลาง
- ภาคใต้

#### (i) วิธีในการหาคำตอบโดยใช้ Excel Solver

การหาวิธีในการคำตอบโดยใช้โปรแกรม Excel Solver จำเป็นต้องรู้ถึงคำสั่งในการป้อนคำสั่งโดย

1. Set Target Cell เป็นเซลล์ผลลัพธ์ที่ต้องการ
2. Equal To เป็นการกำหนดให้ผลลัพธ์นั้นเป็นเท่าไร ซึ่งสามารถกำหนดให้คำนวณหาค่าสูงสุด (Max), ค่าต่ำสุด (Min) หรือกำหนดค่าที่ต้องการเอง (Value of)
3. By Changing Cells เป็นเซลล์ที่ต้องการให้เปลี่ยนค่า
4. Subject to the Constraints เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ

#### 3.2.1 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง : ภาคเหนือ

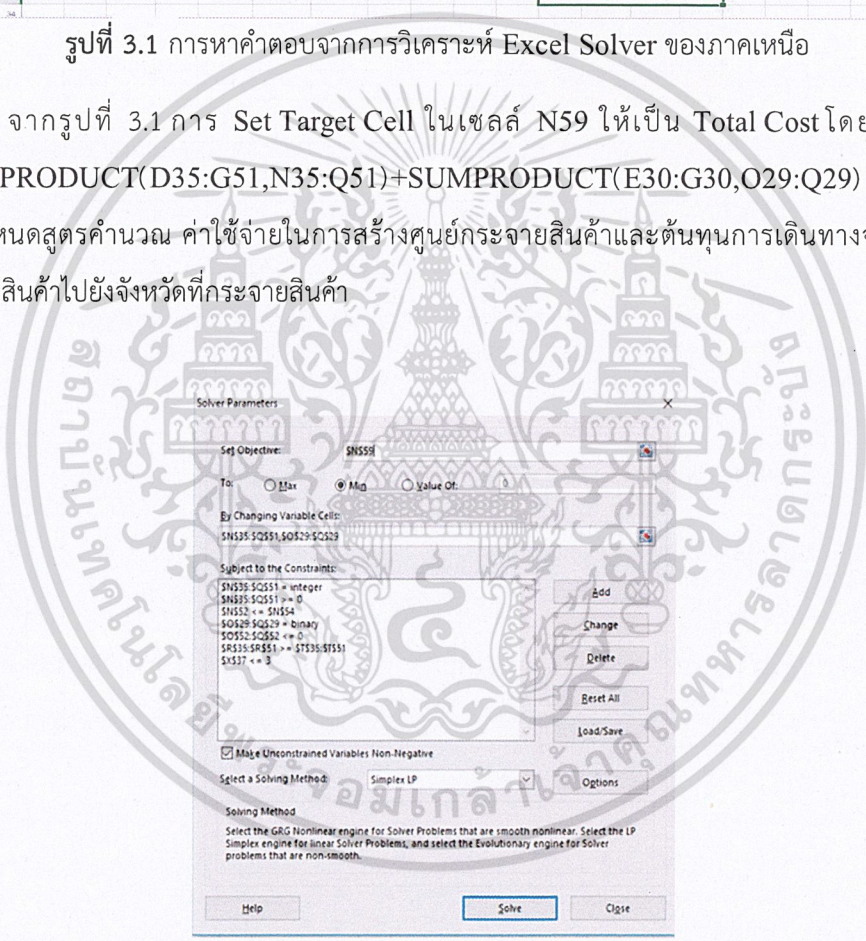
ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าของภาคเหนือ 1 แห่ง เนื่องจากความต้องการสินค้ามีมากเกินไปความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน บริษัทจึงมีความต้องการสร้างศูนย์กระจายเพิ่ม จึงได้เลือกศูนย์กระจายสินค้าขึ้นมาใหม่อีก 3 แห่ง เพื่อหาศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่เหมาะสมที่สุด โดยกระจายสินค้าไปยัง 17 จังหวัด คำตอบหาได้จากการ Excel Solver ดังรูปที่ 3.1

L33      =SUMPRODUCT(D9:G25,L9:O25)+SUMPRODUCT(E4:G4,M3:O3)

ปี	ประเภท	ปริมาณ	ราคา	ปริมาณ	ราคา	ปี	ประเภท	ปริมาณ	ราคา	ปี	ประเภท	ปริมาณ	ราคา	
9	1	ปริมาณ	5.73	28.8	165.1	17	ปริมาณ	5.73	28.8	165.1	17	ปริมาณ	5.73	
10	2	ปริมาณ	2.62	3.81	10.0	18	ปริมาณ	2.62	3.81	10.0	18	ปริมาณ	2.62	
11	3	ปริมาณ	2.7	3.88	10.5	19	ปริมาณ	2.7	3.88	10.5	19	ปริมาณ	2.7	
12	4	ปริมาณ	3.5	1.8	6.3	20	ปริมาณ	3.5	1.8	6.3	20	ปริมาณ	3.5	
13	5	ปริมาณ	2.05	3.07	6.3	21	ปริมาณ	2.05	3.07	6.3	21	ปริมาณ	2.05	
14	6	ปริมาณ	0.25	0.66	0.17	22	ปริมาณ	0.25	0.66	0.17	22	ปริมาณ	0.25	
15	7	ปริมาณ	3.88	0.44	1.71	23	ปริมาณ	3.88	0.44	1.71	23	ปริมาณ	3.88	
16	8	ปริมาณ	5.73	2.13	12.2	24	ปริมาณ	5.73	2.13	12.2	24	ปริมาณ	5.73	
17	9	ปริมาณ	6.15	3.05	18.6	25	ปริมาณ	6.15	3.05	18.6	25	ปริมาณ	6.15	
18	10	ปริมาณ	0.55	0.17	0.09	26	ปริมาณ	0.55	0.17	0.09	26	ปริมาณ	0.55	
19	11	ปริมาณ	2.33	1.18	2.75	27	ปริมาณ	2.33	1.18	2.75	27	ปริมาณ	2.33	
20	12	ปริมาณ	5.67	2.95	16.5	28	ปริมาณ	5.67	2.95	16.5	28	ปริมาณ	5.67	
21	13	ปริมาณ	1.88	2.34	4.4	29	ปริมาณ	1.88	2.34	4.4	29	ปริมาณ	1.88	
22	14	ปริมาณ	3.0	3.24	9.7	30	ปริมาณ	3.0	3.24	9.7	30	ปริมาณ	3.0	
23	15	ปริมาณ	0.27	1.16	0.31	31	ปริมาณ	0.27	1.16	0.31	31	ปริมาณ	0.27	
24	16	ปริมาณ	3.07	2.88	8.8	32	ปริมาณ	3.07	2.88	8.8	32	ปริมาณ	3.07	
25	17	ปริมาณ	6.1	3.21	19.6	33	ปริมาณ	6.1	3.21	19.6	33	ปริมาณ	6.1	
26	รวม	ปริมาณ	50.0	25.0	125.0	34	รวม	ปริมาณ	50.0	25.0	125.0	34	รวม	ปริมาณ
27						35	รวม	ปริมาณ				35	รวม	ปริมาณ
28						36	รวม	ปริมาณ				36	รวม	ปริมาณ
29						37	รวม	ปริมาณ				37	รวม	ปริมาณ
30						38	รวม	ปริมาณ				38	รวม	ปริมาณ
31						39	รวม	ปริมาณ				39	รวม	ปริมาณ
32						40	รวม	ปริมาณ				40	รวม	ปริมาณ
33						41	รวม	ปริมาณ				41	รวม	ปริมาณ
34						42	รวม	ปริมาณ				42	รวม	ปริมาณ

รูปที่ 3.1 การหาคำตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคเหนือ

จากรูปที่ 3.1 การ Set Target Cell ในเซลล์ N59 ให้เป็น Total Cost โดยใส่สูตร =SUMPRODUCT(D35:G51,N35:Q51)+SUMPRODUCT(E30:G30,O29:Q29) ซึ่งเป็นการกำหนดสูตรคำนวณ ค่าใช้จ่ายในการสร้างศูนย์กระจายสินค้าและต้นทุนการเดินทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจังหวัดที่กระจายสินค้า



รูปที่ 3.2 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคเหนือ

(i) ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Excel Solver เป็นคำตอบเพื่อใช้ในการหาสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพิ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินงานการกระจายสินค้าทางภาคเหนือ

จังหวัดที่กระจายสินค้า (j)	เชียงใหม่ (X <sub>1</sub> )	ตาก (X <sub>2</sub> )	พิษณุโลก (X <sub>3</sub> )	แพร่ (X <sub>4</sub> )
กำแพงเพชร	0	1,200	0	0
เชียงราย	746	0	0	0
เชียงใหม่	1,200	0	0	0
ตาก	0	980	0	0
นครสวรรค์	0	0	179	0
น่าน	98	0	0	0
พะเยา	213	0	0	0
พิจิตร	0	0	199	0
พิษณุโลก	0	0	235	0
เพชรบูรณ์	0	0	222	0
แพร่	0	0	102	0
แม่ฮ่องสอน	345	0	0	0
ลำปาง	116	0	0	0
ลำพูน	175	0	0	0
สุโขทัย	0	212	0	0
อุตรดิตถ์	0	0	106	0
อุทัยธานี	0	108	12	0
จำนวนปริมาณงานที่ ดำเนินการ	2,893	2,500	1,055	0
ปริมาณงานที่ศูนย์กระจาย สินค้าแต่ละศูนย์จะรับได้	3,000	2,500	1,500	500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคเหนือ

ศูนย์กระจายสินค้า ( $X_i$ )	เชียงใหม่ ( $X_1$ )	ตาก ( $X_2$ )	พิษณุโลก ( $X_3$ )	แพร่ ( $X_4$ )
ต้นทุนการสร้างศูนย์ กระจายสินค้า (บาท)	0	776,682	610,200	0

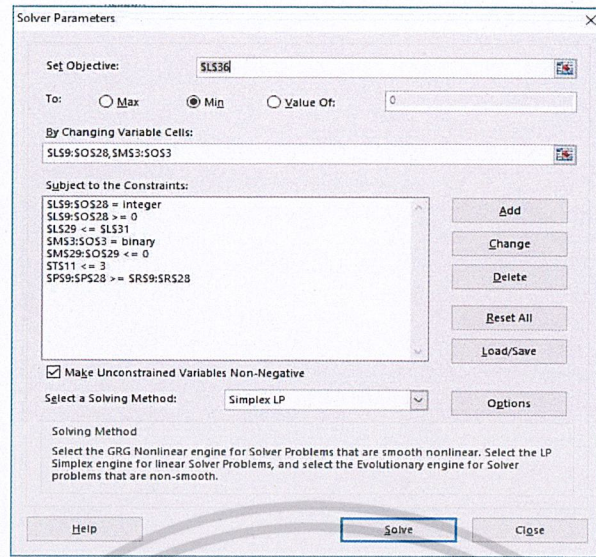
## 3.2.2 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง : ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 แห่ง เนื่องจากความต้องการสินค้ามีมากเกินความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน บริษัทจึงมีความต้องการสร้างศูนย์กระจายเพิ่ม จึงได้เลือกศูนย์กระจายสินค้าขึ้นมาใหม่อีก 3 แห่ง เพื่อหาศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่เหมาะสมที่สุด โดยกระจายสินค้าไปยัง 20 จังหวัด ค่าตอบหาได้จากการ Excel Solver ดังรูปที่ 3.3

Province	Center 1	Center 2	Center 3	Center 4	Total Cost
7 เชียงใหม่	0	0	15	0	15
8 นนทบุรี	257	0	0	0	257
9 นนทบุรี	0	0	109	0	109
10 ยโสธร	0	0	16	369	369
11 ร้อยเอ็ด	211	0	0	0	211
12 แล้ง	198	0	0	0	198
13 สกลนคร	0	0	257	0	257
14 ศรีสะเกษ	0	0	0	139	139
15 ศรีสะเกษ	0	0	0	45	45
16 หนองคาย	65	0	165	0	210
17 หนองบัวลำภู	165	0	0	0	165
18 นครราชสีมา	301	0	0	0	301
19 นครราชสีมา	0	0	0	111	111
20 ชัยนาท	0	0	0	256	256
ค่าสัมพัทธ์	2500	0	0	-81	4131
ค่าสัมพัทธ์	2500	1500	1500	1000	7500
Test	TRUE				
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด(บาท)					1,785,966.00

รูปที่ 3.3 การหาค่าตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

(i) ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Excel Solver เป็นคำตอบเพื่อใช้ในการหาสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพิ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินงานการกระจายสินค้าทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จังหวัดที่กระจายสินค้า (j)	ขอนแก่น ( $X_1$ )	บุรีรัมย์ ( $X_2$ )	สกลนคร ( $X_3$ )	อุบลราชธานี ( $X_4$ )
กาฬสินธุ์	218	0	0	0
ขอนแก่น	574	0	0	0
ชัยภูมิ	338	0	0	0
นครราชสีมา	70	0	0	0
นครพนม	0	0	165	0
บุรีรัมย์	123	0	0	0
บึงกาฬ	0	0	15	0
มหาสารคาม	257	0	0	0
มุกดาหาร	0	0	109	0
ยโสธร	0	0	0	369
ร้อยเอ็ด	211	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดที่กระจายสินค้า ( $j$ )	ขอนแก่น ( $X_1$ )	บุรีรัมย์ ( $X_2$ )	สกลนคร ( $X_3$ )	อุบลราชธานี ( $X_4$ )
เลย	198	0	0	0
สกลนคร	0	0	257	0
สุรินทร์	0	0	0	139
ศรีสะเกษ	0	0	0	45
หนองคาย	45	0	165	0
หนองบัวลำภู	165	0	0	0
อุดรธานี	301	0	0	0
อุบลราชธานี	0	0	0	111
อำนาจเจริญ	0	0	0	256
จำนวนปริมาณงานที่ ต้องการดำเนินการ	2,500	0	711	920
ปริมาณงานศูนย์กระจาย สินค้าแต่ละศูนย์จะรับได้	2,500	1,500	1,500	1,000

ตารางที่ 3.4 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กระจายสินค้า ( $j$ )	ขอนแก่น ( $X_1$ )	บุรีรัมย์ ( $X_2$ )	สกลนคร ( $X_3$ )	อุบลราชธานี ( $X_4$ )
ต้นทุนการสร้างศูนย์ กระจายสินค้า (บาท)	0	0	610,200	547,030

### 3.2.3 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง : ภาคกลาง

ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าของภาคกลาง 2 แห่ง เนื่องจากความต้องการสินค้ามีมากเกินไป ความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน บริษัทจึงมีความต้องการสร้างศูนย์กระจายเพิ่ม จึงได้เลือกศูนย์กระจายสินค้าขึ้นมาใหม่อีก 3 แห่ง เพื่อหาศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่เหมาะสมที่สุด โดยกระจายสินค้าไปยัง 26 จังหวัด คำตอบหาได้จากการ Excel Solver ดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M42 =SUMPRODUCT(D9:H34,M9:Q34)+SUMPRODUCT(F4:H4,O3:Q3)

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
21	ราชบุรี	217	315	21	235	374	147		13	ราชบุรี	116	0	0	0	0	116		116	
22	พระนครศรีอยุธยา	113	313	238	8	265	175		14	พระนครศรีอยุธยา	175	0	0	0	0	175		175	
23	เพชรบุรี	227	476	607	326	124	212		15	เพชรบุรี	0	0	0	0	212	212		212	
24	ฉะเชิงเทรา	233	21	317	539	307	120		16	ฉะเชิงเทรา	0	206	5	0	0	196		196	
25	ราชบุรี	155	368	389	239	11	121		17	ราชบุรี	0	0	0	0	121	121		121	
26	เพชรบุรี	215	399	257	175	319	235		18	เพชรบุรี	235	0	0	0	0	235		235	
27	นครราชสีมา	50	231	201	147	177	222		19	นครราชสีมา	222	0	0	0	0	222		222	
28	นครราชสีมา	116	124	354	209	63	102		20	นครราชสีมา	28	0	0	0	77	102		102	
29	นครราชสีมา	67	290	295	162	139	345		21	นครราชสีมา	345	0	0	0	0	345		345	
30	สระบุรี	298	293	73	330	407	161		22	สระบุรี	0	116	0	0	0	116		116	
31	สระบุรี	162	359	211	88	336	175		23	สระบุรี	175	0	0	0	0	175		175	
32	สุพรรณบุรี	219	486	279	196	314	212		24	สุพรรณบุรี	212	0	0	0	0	212		212	
33	สุพรรณบุรี	162	384	314	91	185	316		25	สุพรรณบุรี	196	0	0	0	0	196		196	
34	กาญจนบุรี	156	413	267	59	266	121		26	กาญจนบุรี	121	0	0	0	0	121		121	
35	ทั้งหมด	9000	3000	2300	5300	1500					9000	2581	0	0	0			9000	
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			

รูปที่ 3.5 การหาคำตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคกลาง

รูปที่ 3.6 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคกลาง

(i) ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Excel Solver เป็นคำตอบเพื่อใช้ในการหาสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพิ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินงานการกระจายสินค้าทางภาคกลาง

จังหวัดที่กระจายสินค้า (j)	กรุงเทพ (X <sub>1</sub> )	ระยอง (X <sub>2</sub> )	ปราจีนบุรี (X <sub>3</sub> )	อยุธยา (X <sub>4</sub> )	ราชบุรี (X <sub>5</sub> )
กรุงเทพ	1,200	0	0	0	0
กาญจนบุรี	0	0	0	0	746

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดที่กระจายสินค้า (j)	กรุงเทพ (X <sub>1</sub> )	ระยอง (X <sub>2</sub> )	ปราจีนบุรี (X <sub>3</sub> )	อยุธยา (X <sub>4</sub> )	ราชบุรี (X <sub>5</sub> )
จันทบุรี	0	1,200	0	0	0
ฉะเชิงเทรา	213	767	0	0	0
ชลบุรี	0	179	0	0	0
ชัยนาท	98	0	0	0	0
ตราด	0	213	0	0	0
นครนายก	199	0	0	0	0
นครปฐม	235	0	0	0	0
นนทบุรี	222	0	0	0	0
ปทุมธานี	102	0	0	0	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	0	0	0	345
ปราจีนบุรี	116	0	0	0	0
อยุธยา	175	0	0	0	0
เพชรบุรี	0	0	0	0	212
ระยอง	0	106	0	0	0
ราชบุรี	0	0	0	0	120
ลพบุรี	235	0	0	0	0
สมุทรปราการ	222	0	0	0	0
สมุทรสงคราม	25	0	0	0	77
สมุทรสาคร	345	0	0	0	0
สระแก้ว	0	116	0	0	0
สระบุรี	175	0	0	0	0
สิงห์บุรี	212	0	0	0	0
สุพรรณบุรี	106	0	0	0	0
อ่างทอง	120	0	0	0	0
จำนวนปริมาณงานที่ ต้องการดำเนินการ	4,000	2,581	0	0	1,500
ปริมาณงานศูนย์กระจาย สินค้าแต่ละศูนย์จะรับได้	4,000	3,000	2,000	3,000	1,500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคกลาง

กระจายสินค้า (j)	กรุงเทพ ( $X_1$ )	ระยอง ( $X_2$ )	ปราจีนบุรี ( $X_3$ )	อยุธยา ( $X_4$ )	ราชบุรี ( $X_5$ )
ต้นทุนการสร้างศูนย์ กระจายสินค้า (บาท)	0	0	0	0	610,200

## 3.2.4 ผลลัพธ์ของแบบจำลอง : ภาคใต้

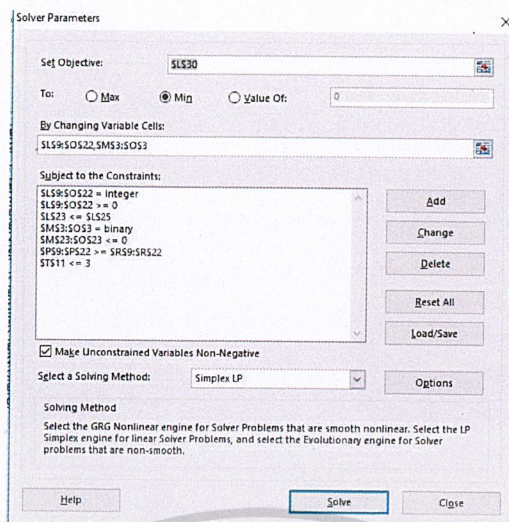
ปัจจุบันมีศูนย์กระจายสินค้าของภาคใต้ 1 แห่ง เนื่องจากความต้องการสินค้ามีมากเกินไป ความสามารถในการให้บริการของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบัน บริษัทจึงมีความต้องการสร้างศูนย์กระจายเพิ่ม จึงได้เลือกศูนย์กระจายสินค้าขึ้นมาใหม่อีก 3 แห่ง เพื่อหาศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่เหมาะสมที่สุด โดยกระจายสินค้าไปยัง 26 จังหวัด ค่าตอบหาได้จากการ Excel Solver ดังรูปที่ 3.7

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data for 16 distribution centers (rows 1-16) and 26 provinces (columns 1-26):

Center	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	229	203	649	421	566	566	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	230	463	836	763	256	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	359	18	451	274	176	176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	255	281	512	312	113	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	681	654	8	257	261	261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	581	399	117	176	131	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	213	311	681	516	215	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	385	80	304	194	187	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	336	829	774	874	435	435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	901	419	105	184	266	266	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	275	566	871	754	175	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	455	271	269	94	256	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	463	254	356	181	264	264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	419	154	265	446	367	367	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	3100	2511	2010	511	5666	5666	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	3100	2511	2010	511	5666	5666	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 3.7 การหาค่าตอบจากการวิเคราะห์ Excel Solver ของภาคใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การเปลี่ยนค่า By Changing Cell ของภาคใต้

(i) ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Excel Solver

ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการใช้โปรแกรม Excel Solver เป็นคำตอบเพื่อใช้ในการหาสถานที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพิ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ของแบบจำลองในการดำเนินการกระจายสินค้าทางภาคใต้

จังหวัดที่กระจายสินค้า ( $j$ )	สุราษฎร์ธานี ( $X_1$ )	ตรัง ( $X_2$ )	นราธิวาส ( $X_3$ )	สงขลา ( $X_4$ )
กระบี่	584	0	0	0
ชุมพร	256	0	0	0
ตรัง	174	0	0	0
นครศรีธรรมราช	113	0	0	0
นราธิวาส	0	0	261	0
ปัตตานี	0	0	100	0
พังงา	215	0	0	0
พัทลุง	0	0	187	0
ภูเก็ต	435	0	0	0
ยะลา	0	0	264	0
ระนอง	175	0	0	0
สงขลา	0	0	254	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดที่กระจายสินค้า ( $j$ )	สุราษฎร์ธานี ( $X_1$ )	ตรัง ( $X_2$ )	นราธิวาส ( $X_3$ )	สงขลา ( $X_4$ )
สตูล	0	0	261	0
สุราษฎร์ธานี	367	0	0	0
จำนวนปริมาณงานที่ ต้องการดำเนินการ	2,319	0	1,327	0
ปริมาณงานศูนย์กระจาย สินค้าแต่ละศูนย์จะรับได้	3,000	1,500	1,500	1,000

ตารางที่ 3.8 ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าที่สร้างเพิ่มของภาคกลาง

กระจายสินค้า ( $j$ )	สุราษฎร์ธานี ( $X_1$ )	ตรัง ( $X_2$ )	นราธิวาส ( $X_3$ )	สงขลา ( $X_4$ )
ต้นทุนการสร้างศูนย์ กระจายสินค้า (บาท)	0	0	610,200	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

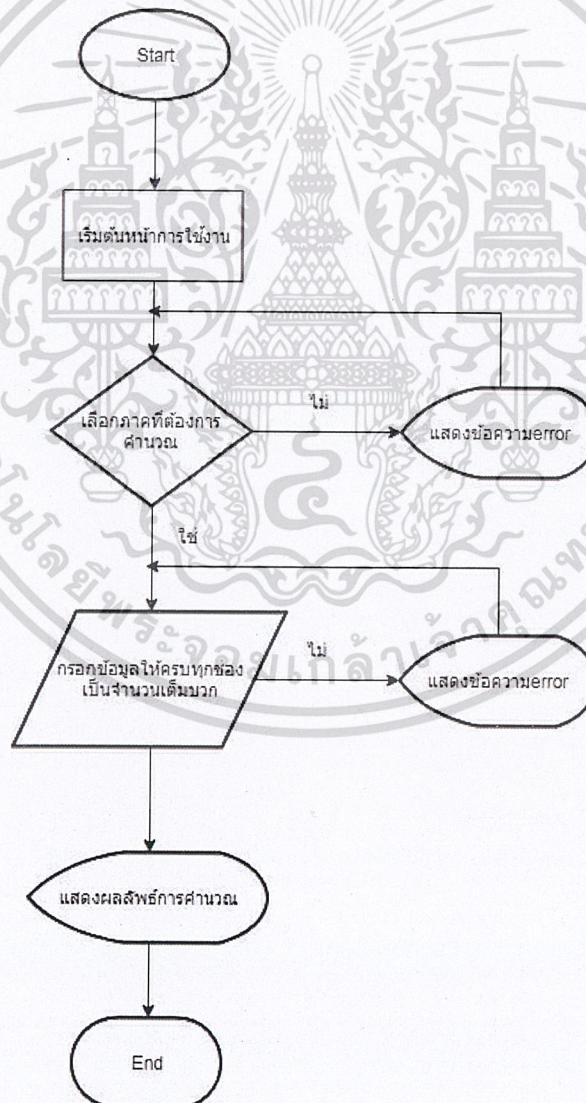
## บทที่ 4

### ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ในบทนี้ได้นำเสนอโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์แบบจำลองแนวทางการตัดสินใจในการขนส่งสินค้า เพื่อคำนวณหาจุดที่ดีที่สุดที่จะวางแผนการขนส่งและได้ต้นทุนการขนส่งรวมที่น้อยที่สุด ภายใต้ปริมาณการเก็บสินค้าที่มีอยู่อย่างจำกัด จะประกอบไปด้วยตัวโปรแกรม Microsoft Excel และผลการวิเคราะห์ข้อมูล

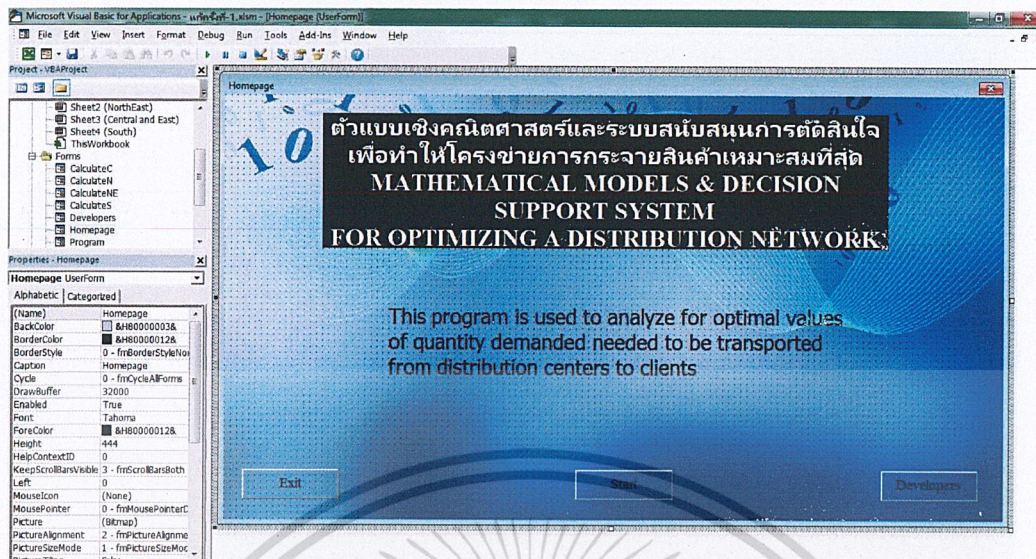
#### 4.1 การออกแบบ form และ code ในการใช้งาน

ใช้ฟังก์ชันในส่วน Microsoft Visual Basic for Applications ในการสร้างหน้าฟอร์มต่างๆ และเขียนโค้ดดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.1 ออกแบบหน้าเริ่มต้นการทำงาน



- ใส่โค้ดให้เปิดโปรแกรมหน้าเริ่มต้น โดยใส่ไว้ในส่วน Workbook ที่ชื่อว่า ThisWorkbook

```
Private Sub Workbook_Open()
    Homepage.Show
End Sub
```

- ใส่โค้ดให้หน้าส่วนการใช้งานเริ่มต้นลิงก์ไปยังหน้าแสดงรายชื่อผู้จัดทำ หน้าเลือกภาคส่วนการคำนวณ และหยุดการใช้งาน

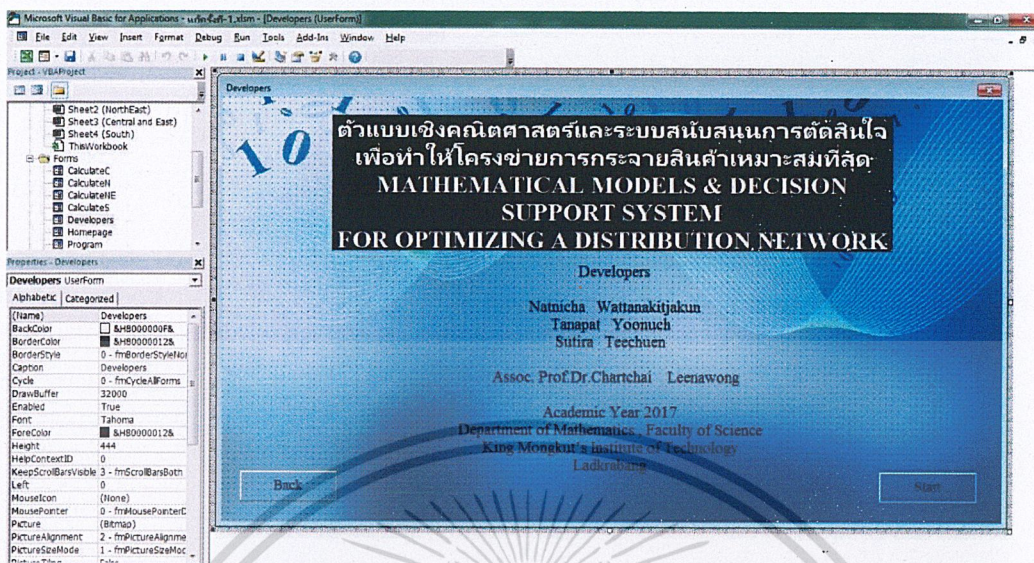
```
Private Sub ButtonDevelopers_Click()
    Unload Homepage
    Developers.Show
End Sub

Private Sub ButtonExit_Click()
    End
End Sub

Private Sub ButtonStart_Click()
    Unload Homepage
    Program.Show
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.2 สร้าง form Developers

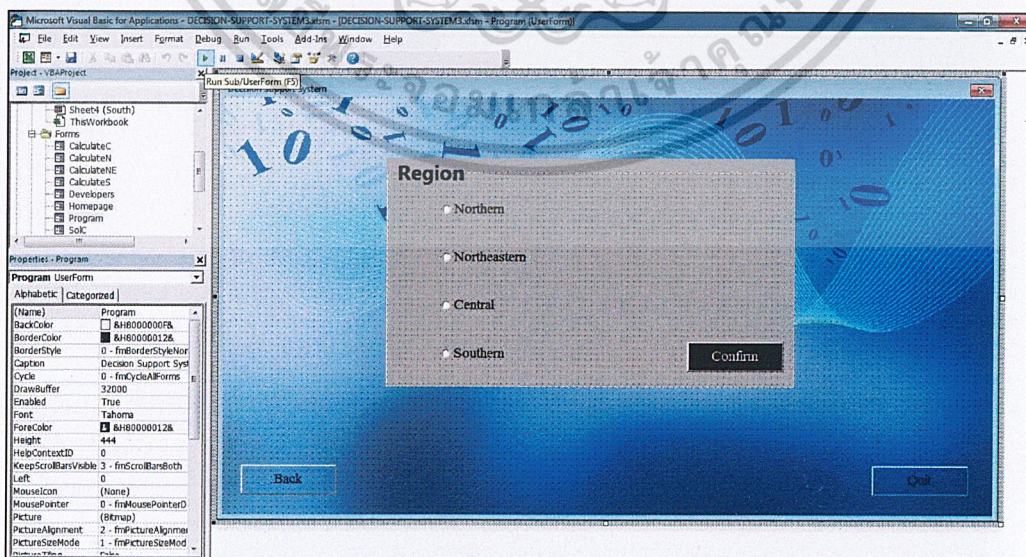


- ใส่โค้ดสำหรับเข้าสู่หน้าการใช้งานหลักอีกทางหนึ่ง

```
Private Sub ButtonBack_Click()
Unload Developers
Homepage.Show
End Sub

Private Sub ButtonStart_Click()
Unload Developers
Program.Show
End Sub
```

### 4.1.3 กำหนดหน้าใช้งานหลักโดยปุ่ม Start ผ่านหน้าเริ่มต้นหรือหน้า Developers



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใส่วีโค้ดเพื่อเชื่อมกับหน้าการใช้งานการคำนวณ โดยจะมีแสดงข้อความแจ้งเตือนว่า selection required ในกรณีที่ไม่ได้ทำการเลือกภาคใดๆเลย

```

Private Sub ButtonConfirm_Click()

If ButtonN.Value = True Then
Unload Program
CalculateN.Show
ElseIf ButtonNE.Value = True Then
Unload Program
CalculateNE.Show

ElseIf ButtonC.Value = True Then
Unload Program
CalculateC.Show

ElseIf ButtonS.Value = True Then
Unload Program
CalculateS.Show

Else: MsgBox "selection required", vbCritical, "Error"

End If

End Sub

```

#### 4.1.4 สร้างหน้าการใช้งานการคำนวณทั้ง 4 ภาค

โดยแต่ละหน้าจะมีการรับค่าขนส่งจากคลังไปจังหวัดลูกค้าในหน่วยกิโลเมตรต่อบาท ความต้องการสินค้า ค่าสร้างคลัง กำลังการผลิต

ราคาขนส่ง					ความต้องการ					
	เชียงใหม่	ตาก	พิษณุโลก	แพร่	กำแพงเพชร	1200	เชียงใหม่	1200	ตาก	980
กำแพงเพชร	553	97	242	385	เชียงใหม่	1200	เชียงใหม่	1200	ตาก	980
เชียงใหม่	262	581	759	334	เชียงใหม่	746	พิษณุโลก	235	พิษณุโลก	222
เชียงใหม่	22	356	643	263	เชียงใหม่	1200	พิษณุโลก	222	แพร่	102
ตาก	355	18	326	317	ตาก	980	แพร่	102	แพร่	102
นครสวรรค์	598	307	313	526	นครสวรรค์	179	แพร่	102	แพร่	102
น่าน	425	446	530	159	น่าน	98	แพร่	102	แพร่	102
พะเยา	368	499	603	270	พะเยา	213	แพร่	102	แพร่	102
พิจิตร	573	258	213	443	พิจิตร	199	แพร่	102	แพร่	102
พิษณุโลก	603	306	20	324	พิษณุโลก	235	แพร่	102	แพร่	102
เพชรบูรณ์	655	412	265	586	เพชรบูรณ์	222	แพร่	102	แพร่	102
แพร่	255	314	238	24	แพร่	102	แพร่	102	แพร่	102
แม่ฮ่องสอน	367	598	881	630	แม่ฮ่องสอน	345	แพร่	102	แพร่	102
ลำปาง	150	239	430	154	ลำปาง	116	แพร่	102	แพร่	102
ลำพูน	30	324	573	233	ลำพูน	175	แพร่	102	แพร่	102
สุโขทัย	452	116	198	230	สุโขทัย	212	แพร่	102	แพร่	102
อุตรดิตถ์	307	286	182	105	อุตรดิตถ์	106	แพร่	102	แพร่	102
อุทัยธานี	641	321	347	465	อุทัยธานี	120	แพร่	102	แพร่	102

กำลังการผลิต: เชียงใหม่ 3000

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นาไปใช้ขอสงวนสิทธิ์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใส่โค้ดการยืนยันข้อมูล โดยมีการแจ้งเตือนในกรณีกรอกค่าไม่ถูกต้องประกอบด้วย

- กรณีไม่ได้กรอกค่าให้ครบทุกช่อง

```
Private Sub ButtonConfirm_Click()
Dim Output As Integer

If ntb11.Value = "" Or ntb12.Value = "" Or ntb13.Value = "" Or ntb14.Value = "" Or ntb21.Value = "" Or ntb22.Value = "" Or ntb23.V
Or ntb24.Value = "" Or ntb31.Value = "" Or ntb32.Value = "" Or ntb33.Value = "" Or ntb34.Value = "" Or ntb41.Value = ""
Or ntb42.Value = "" Or ntb43.Value = "" Or ntb44.Value = "" Or ntb51.Value = "" Or ntb52.Value = "" Or ntb53.Value = "" Or ntb54.V
Or ntb61.Value = "" Or ntb62.Value = "" Or ntb63.Value = "" Or ntb64.Value = "" Or ntb71.Value = "" Or ntb72.Value = ""
Or ntb73.Value = "" Or ntb74.Value = "" Or ntb81.Value = "" Or ntb82.Value = "" Or ntb83.Value = "" Or ntb84.Value = ""
Or ntb91.Value = "" Or ntb92.Value = "" Or ntb93.Value = "" Or ntb94.Value = "" Or ntb101.Value = "" Or ntb102.Value = "" Or ntb10
Or ntb104.Value = "" Or ntb111.Value = "" Or ntb112.Value = "" Or ntb113.Value = "" Or ntb114.Value = "" Or ntb121.Value = "" Or ntb12
Or ntb122.Value = "" Or ntb123.Value = "" Or ntb124.Value = "" Or ntb131.Value = "" Or ntb132.Value = "" Or ntb133.Value = "" Or n
Or ntb141.Value = "" Or ntb142.Value = "" Or ntb143.Value = "" Or ntb144.Value = "" Or ntb151.Value = "" Or ntb152.Value = ""
Or ntb153.Value = "" Or ntb154.Value = "" Or ntb161.Value = "" Or ntb162.Value = "" Or ntb163.Value = "" Or ntb164.Value = ""
Or ntb171.Value = "" Or ntb172.Value = "" Or ntb173.Value = "" Or ntb174.Value = "" Or dtb1.Value = "" Or dtb2.Value = "" Or dtb3.
Or dtb9.Value = "" Or dtb10.Value = "" Or dtb11.Value = "" Or dtb12.Value = "" Or dtb13.Value = "" Or dtb14.Value = "" Or dtb15.Va
Or dtb17.Value = "" Or TextBox1.Value = "" Or TextBox2.Value = "" Or TextBox3.Value = "" Or TextBox4.Value = ""
Or nmanu2.Value = "" Or nmanu3.Value = "" Or nmanu4.Value = "" Then

Output = MsgBox("Please fills all values", vbCritical, "Error")

```

- กรณีกรอกเป็นตัวอักษร

```
ElseIf Not IsNumeric(ntb11.Value) Or Not IsNumeric(ntb12.Value) Or Not IsNumeric(ntb13.Value) Or Not IsNumeric(ntb14.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb21.Value) Or Not IsNumeric(ntb22.Value) Or Not IsNumeric(ntb23.Value) Or Not IsNumeric(ntb24.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb31.Value) Or Not IsNumeric(ntb32.Value) Or Not IsNumeric(ntb33.Value) Or Not IsNumeric(ntb34.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb41.Value) Or Not IsNumeric(ntb42.Value) Or Not IsNumeric(ntb43.Value) Or Not IsNumeric(ntb44.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb51.Value) Or Not IsNumeric(ntb52.Value) Or Not IsNumeric(ntb53.Value) Or Not IsNumeric(ntb54.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb61.Value) Or Not IsNumeric(ntb62.Value) Or Not IsNumeric(ntb63.Value) Or Not IsNumeric(ntb64.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb71.Value) Or Not IsNumeric(ntb72.Value) Or Not IsNumeric(ntb73.Value) Or Not IsNumeric(ntb74.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb81.Value) Or Not IsNumeric(ntb82.Value) Or Not IsNumeric(ntb83.Value) Or Not IsNumeric(ntb84.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb91.Value) Or Not IsNumeric(ntb92.Value) Or Not IsNumeric(ntb93.Value) Or Not IsNumeric(ntb94.Value) Or Not IsN
Or Not IsNumeric(ntb101.Value) Or Not IsNumeric(ntb102.Value) Or Not IsNumeric(ntb103.Value) Or Not IsNumeric(ntb104.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb111.Value) Or Not IsNumeric(ntb112.Value) Or Not IsNumeric(ntb113.Value) Or Not IsNumeric(ntb114.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb121.Value) Or Not IsNumeric(ntb122.Value) Or Not IsNumeric(ntb123.Value) Or Not IsNumeric(ntb124.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb131.Value) Or Not IsNumeric(ntb132.Value) Or Not IsNumeric(ntb133.Value) Or Not IsNumeric(ntb134.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb141.Value) Or Not IsNumeric(ntb142.Value) Or Not IsNumeric(ntb143.Value) Or Not IsNumeric(ntb144.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb151.Value) Or Not IsNumeric(ntb152.Value) Or Not IsNumeric(ntb153.Value) Or Not IsNumeric(ntb154.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb161.Value) Or Not IsNumeric(ntb162.Value) Or Not IsNumeric(ntb163.Value) Or Not IsNumeric(ntb164.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(ntb171.Value) Or Not IsNumeric(ntb172.Value) Or Not IsNumeric(ntb173.Value) Or Not IsNumeric(ntb174.Value) Or Not
Or Not IsNumeric(dtb1.Value) Or Not IsNumeric(dtb2.Value) Or Not IsNumeric(dtb3.Value) Or Not IsNumeric(dtb4.Value) Or Not IsNu
Or Not IsNumeric(dtb9.Value) Or Not IsNumeric(dtb10.Value) Or Not IsNumeric(dtb11.Value) Or Not IsNumeric(dtb12.Value) Or Not IsNu
Or Not IsNumeric(nmanu2.Value) Or Not IsNumeric(nmanu3.Value) Or Not IsNumeric(nmanu4.Value) Then

Output = MsgBox("Please enter only nonnegative numbers!", vbCritical, "Error")

```

- กรณีกรอกค่าตัวเลขที่ติดลบ

```
ElseIf ntb11.Value < 0 Or ntb12.Value < 0 Or ntb13.Value < 0 Or ntb14.Value < 0 Or ntb21.Value < 0 Or ntb22.Value < 0 Or ntb23.Val
Or ntb24.Value < 0 Or ntb31.Value < 0 Or ntb32.Value < 0 Or ntb33.Value < 0 Or ntb34.Value < 0 Or ntb41.Value < 0
Or ntb42.Value < 0 Or ntb43.Value < 0 Or ntb44.Value < 0 Or ntb51.Value < 0 Or ntb52.Value < 0 Or ntb53.Value < 0 Or ntb54.Value <
Or ntb61.Value < 0 Or ntb62.Value < 0 Or ntb63.Value < 0 Or ntb64.Value < 0 Or ntb71.Value < 0 Or ntb72.Value < 0
Or ntb73.Value < 0 Or ntb74.Value < 0 Or ntb81.Value < 0 Or ntb82.Value < 0 Or ntb83.Value < 0 Or ntb84.Value < 0
Or ntb91.Value < 0 Or ntb92.Value < 0 Or ntb93.Value < 0 Or ntb94.Value < 0 Or ntb101.Value < 0 Or ntb102.Value < 0
Or ntb103.Value < 0 Or ntb104.Value < 0 Or ntb111.Value < 0 Or ntb112.Value < 0 Or ntb113.Value < 0 Or ntb114.Value < 0
Or ntb121.Value < 0 Or ntb122.Value < 0 Or ntb123.Value < 0 Or ntb124.Value < 0 Or ntb131.Value < 0 Or ntb132.Value < 0 Or ntb133.Value < 0 Or ntb134.
Or ntb141.Value < 0 Or ntb142.Value < 0 Or ntb143.Value < 0 Or ntb144.Value < 0 Or ntb151.Value < 0 Or ntb152.Value < 0
Or ntb153.Value < 0 Or ntb154.Value < 0 Or ntb161.Value < 0 Or ntb162.Value < 0 Or ntb163.Value < 0 Or ntb164.Value < 0
Or ntb171.Value < 0 Or ntb172.Value < 0 Or ntb173.Value < 0 Or ntb174.Value < 0 Or dtb1.Value < 0 Or dtb2.Value < 0 Or dtb3.
Or dtb9.Value < 0 Or dtb10.Value < 0 Or dtb11.Value < 0 Or dtb12.Value < 0 Or dtb13.Value < 0 Or dtb14.Value < 0 Or dtb15.Value <
Or dtb17.Value < 0 Or TextBox1.Value < 0 Or TextBox2.Value < 0 Or TextBox3.Value < 0 Or TextBox4.Value < 0
Or nmanu2.Value < 0 Or nmanu3.Value < 0 Or nmanu4.Value < 0 Then

Output = MsgBox("Input numbers must not be negative numbers!", vbCritical, "Error")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Else
Sheets("Central and East").Select

Range("d9").Value = ntb11.Value
Range("e9").Value = ntb12.Value
Range("f9").Value = ntb13.Value
Range("g9").Value = ntb14.Value
Range("h9").Value = ntb15.Value

Range("d10").Value = ntb21.Value
Range("e10").Value = ntb22.Value
Range("f10").Value = ntb23.Value
Range("g10").Value = ntb24.Value
Range("h10").Value = ntb25.Value

Range("d11").Value = ntb31.Value
Range("e11").Value = ntb32.Value
Range("f11").Value = ntb33.Value
Range("g11").Value = ntb34.Value
Range("h11").Value = ntb35.Value

Range("d12").Value = ntb41.Value
Range("e12").Value = ntb42.Value
Range("f12").Value = ntb43.Value
Range("g12").Value = ntb44.Value
Range("h12").Value = ntb45.Value

Range("d13").Value = ntb51.Value
Range("e13").Value = ntb52.Value
Range("f13").Value = ntb53.Value
Range("g13").Value = ntb54.Value
Range("h13").Value = ntb55.Value

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range ("d14").Value = ntb61.Value
Range ("e14").Value = ntb62.Value
Range ("f14").Value = ntb63.Value
Range ("g14").Value = ntb64.Value
Range ("h14").Value = ntb65.Value

Range ("d15").Value = ntb71.Value
Range ("e15").Value = ntb72.Value
Range ("f15").Value = ntb73.Value
Range ("g15").Value = ntb74.Value
Range ("h15").Value = ntb75.Value

Range ("d16").Value = ntb81.Value
Range ("e16").Value = ntb82.Value
Range ("f16").Value = ntb83.Value
Range ("g16").Value = ntb84.Value
Range ("h16").Value = ntb85.Value

Range ("d17").Value = ntb91.Value
Range ("e17").Value = ntb92.Value
Range ("f17").Value = ntb93.Value
Range ("g17").Value = ntb94.Value
Range ("h18").Value = ntb95.Value

Range ("d18").Value = ntb101.Value
Range ("e18").Value = ntb102.Value
Range ("f18").Value = ntb103.Value
Range ("g18").Value = ntb104.Value
Range ("h18").Value = ntb105.Value

Range ("d19").Value = ntb111.Value
Range ("e19").Value = ntb112.Value
Range ("f19").Value = ntb113.Value
Range ("g19").Value = ntb114.Value
Range ("h19").Value = ntb115.Value

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("i27").Value = dtb19.Value
Range("i28").Value = dtb20.Value
Range("i29").Value = dtb21.Value
Range("i30").Value = dtb22.Value
Range("i31").Value = dtb23.Value
Range("i32").Value = dtb24.Value
Range("i33").Value = dtb25.Value
Range("i34").Value = dtb26.Value

```

```

Range("t9").Value = dtb1.Value
Range("t10").Value = dtb2.Value
Range("t11").Value = dtb3.Value
Range("t12").Value = dtb4.Value
Range("t13").Value = dtb5.Value
Range("t14").Value = dtb6.Value
Range("t15").Value = dtb7.Value
Range("t16").Value = dtb8.Value
Range("t17").Value = dtb9.Value
Range("t18").Value = dtb10.Value
Range("t19").Value = dtb11.Value
Range("t20").Value = dtb12.Value
Range("t21").Value = dtb13.Value
Range("t22").Value = dtb14.Value
Range("t23").Value = dtb15.Value
Range("t24").Value = dtb16.Value
Range("t25").Value = dtb17.Value
Range("t26").Value = dtb18.Value
Range("t27").Value = dtb19.Value
Range("t28").Value = dtb20.Value
Range("t29").Value = dtb21.Value
Range("t30").Value = dtb22.Value
Range("t31").Value = dtb23.Value
Range("t32").Value = dtb24.Value
Range("t33").Value = dtb25.Value
Range("t34").Value = dtb26.Value

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("d35").Value = TextBox1.Value
Range("e35").Value = TextBox2.Value
Range("f35").Value = TextBox3.Value
Range("g35").Value = TextBox4.Value
Range("h35").Value = TextBox5.Value

Range("m37").Value = TextBox1.Value
Range("n37").Value = TextBox2.Value
Range("o37").Value = TextBox3.Value
Range("p37").Value = TextBox4.Value
Range("q37").Value = TextBox5.Value

Range("f4").Value = nmanu3.Value
Range("g4").Value = nmanu4.Value
Range("h4").Value = nmanu5.Value

End If

End Sub

```

```

Range("d20").Value = ntb121.Value
Range("e20").Value = ntb122.Value
Range("f20").Value = ntb123.Value
Range("g20").Value = ntb124.Value
Range("h20").Value = ntb125.Value

Range("d21").Value = ntb131.Value
Range("e21").Value = ntb132.Value
Range("f21").Value = ntb133.Value
Range("g21").Value = ntb134.Value
Range("h21").Value = ntb135.Value

Range("d22").Value = ntb141.Value
Range("e22").Value = ntb142.Value
Range("f22").Value = ntb143.Value
Range("g22").Value = ntb144.Value
Range("h22").Value = ntb145.Value

Range("d23").Value = ntb151.Value
Range("e23").Value = ntb152.Value
Range("f23").Value = ntb153.Value
Range("g23").Value = ntb154.Value
Range("h23").Value = ntb155.Value

Range("d24").Value = ntb161.Value
Range("e24").Value = ntb162.Value
Range("f24").Value = ntb163.Value
Range("g24").Value = ntb164.Value
Range("h24").Value = ntb165.Value

Range("d25").Value = ntb171.Value
Range("e25").Value = ntb172.Value
Range("f25").Value = ntb173.Value
Range("g25").Value = ntb174.Value
Range("h25").Value = ntb175.Value

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("d26").Value = ntb181.Value
Range("e26").Value = ntb182.Value
Range("f26").Value = ntb183.Value
Range("g26").Value = ntb184.Value
Range("h26").Value = ntb185.Value

```

```

Range("d27").Value = ntb191.Value
Range("e27").Value = ntb192.Value
Range("f27").Value = ntb193.Value
Range("g27").Value = ntb194.Value
Range("h27").Value = ntb195.Value

```

```

Range("d28").Value = ntb201.Value
Range("e28").Value = ntb202.Value
Range("f28").Value = ntb203.Value
Range("g28").Value = ntb204.Value
Range("h28").Value = ntb205.Value

```

```

Range("d29").Value = ntb211.Value
Range("e29").Value = ntb212.Value
Range("f29").Value = ntb213.Value
Range("g29").Value = ntb214.Value
Range("h29").Value = ntb215.Value

```

```

Range("d30").Value = ntb221.Value
Range("e30").Value = ntb222.Value
Range("f30").Value = ntb223.Value
Range("g30").Value = ntb224.Value
Range("h30").Value = ntb225.Value

```

```

Range("d31").Value = ntb231.Value
Range("e31").Value = ntb232.Value
Range("f31").Value = ntb233.Value
Range("g31").Value = ntb234.Value
Range("h31").Value = ntb235.Value

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Range("d32").Value = ntb241.Value
Range("e32").Value = ntb242.Value
Range("f32").Value = ntb243.Value
Range("g32").Value = ntb244.Value
Range("h32").Value = ntb245.Value

Range("d33").Value = ntb251.Value
Range("e33").Value = ntb252.Value
Range("f33").Value = ntb253.Value
Range("g33").Value = ntb254.Value
Range("h33").Value = ntb255.Value

Range("d34").Value = ntb261.Value
Range("e34").Value = ntb262.Value
Range("f34").Value = ntb263.Value
Range("g34").Value = ntb264.Value
Range("h34").Value = ntb265.Value

Range("i9").Value = dtb1.Value
Range("i10").Value = dtb2.Value
Range("i11").Value = dtb3.Value
Range("i12").Value = dtb4.Value
Range("i13").Value = dtb5.Value
Range("i14").Value = dtb6.Value
Range("i15").Value = dtb7.Value
Range("i16").Value = dtb8.Value
Range("i17").Value = dtb9.Value
Range("i18").Value = dtb10.Value
Range("i19").Value = dtb11.Value
Range("i20").Value = dtb12.Value
Range("i21").Value = dtb13.Value
Range("i22").Value = dtb14.Value
Range("i23").Value = dtb15.Value
Range("i24").Value = dtb16.Value
Range("i25").Value = dtb17.Value
Range("i26").Value = dtb18.Value

```

- ไล่โค้ดการทำงานส่วนขยาย excel solver

```

Private Sub ButtonSolve_Click()
Sheets("North").Select
SolverOk SetCell:="$L$33", MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:="
"$L$9:$O$25,$M$3:$O$3", Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
SolverOk SetCell:="$L$33", MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:="
"$L$9:$O$25,$M$3:$O$3", Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
SolverSolve
Sheets("North").Select (False)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใส่โค้ดในการเคลียร์ค่าให้เป็นช่องว่าง

```
Private MyTextbox(1 To 26, 1 To 5) As MSForms.TextBox

Private Sub Workbook_Open()
For i = 1 To 26
    For j = 1 To 5
        Set MyTextbox(i, j) = CalculateC.Controls("ntb" & i & j)
    Next
Next
Homepage.Show
End Sub

Public Sub setMyTextBox()
    For i = 1 To 26
        For j = 1 To 5
            MyTextbox(i, j).Value = ""
        Next
    Next
End Sub
```

Call ThisWorkbook.setMyTextBox

- ใส่โค้ดการแสดงผล โดยให้แสดงผลในฟอร์ม Solution ของแต่ละภาค

```
Dim alldeword As String
SolN.Label12.Caption = CStr(Range("L33")) + " Bant"
''
Dim cel As Range, rng As Range, i As Integer, j As Integer, a As String
'Set rng = Worksheets("North").Range("I9:O25")
For i = 0 To 2
    If Application.WorksheetFunction.sum(Sheets("North").Range("M9:M25").Offset(0, i)) <> 0 Then
        a = Cells(8, 13).Offset(0, i).Value + " , "
    Else
        a = ""
    End If
    SolN.Label13.Caption = SolN.Label13.Caption + a
Next
If SolN.Label13.Caption = "" Then
    SolN.Label13.Caption = " - "
Else: SolN.Label13.Caption = Left(SolN.Label13.Caption, Len(SolN.Label13.Caption) - 2)
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

' sumchaing
  If Application.WorksheetFunction.sum(Sheets("North").Range("L9:L25")) > 0 Then
    SolN.Label20.Visible = True
    SolN.Label25.Visible = True
    SolN.Label25.Caption = CStr(Range("W22")) + " Baht"
    SolN.Label30.Visible = True
    SolN.Label35.Visible = True
    SolN.Label35.Caption = Application.WorksheetFunction.sum(Sheets("North").Range("L9:L25"))

  'province chiang
  For j = 9 To 25
    If Cells(j, 12).Value > 0 Then
      a = Cells(j, 11).Value & vbNewLine
    Else
      a = ""
    End If
    SolN.Label16.Caption = SolN.Label16.Caption + a
  Next
'cost
  For j = 9 To 25
    If Cells(j, 12).Value > 0 Then
      a = Cells(j, 12).Value & vbNewLine
    Else
      a = ""
    End If
    SolN.Label15.Caption = SolN.Label15.Caption + a
  Next
  End If

```

```

' sumtak
  If Application.WorksheetFunction.sum(Sheets("North").Range("M9:M25")) > 0 Then
    SolN.Label21.Visible = True
    SolN.Label26.Visible = True
    SolN.Label26.Caption = CStr(Range("W23")) + " Baht"
    SolN.Label31.Visible = True
    SolN.Label36.Visible = True
    SolN.Label36.Caption = Application.WorksheetFunction.sum(Sheets("North").Range("M9:M25"))

  'province tak
    SolN.Label18.Visible = True
  For j = 9 To 25
    If Cells(j, 13).Value > 0 Then
      a = Cells(j, 11).Value & vbNewLine
    Else
      a = ""
    End If
    SolN.Label12.Caption = SolN.Label12.Caption + a
  Next
'cost
  For j = 9 To 25
    If Cells(j, 13).Value > 0 Then
      a = Cells(j, 13).Value & vbNewLine
    Else
      a = ""
    End If
    SolN.Label11.Caption = SolN.Label11.Caption + a
  Next
  End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'sumprai e
    If Application.WorksheetFunction.sum(Sheets("North").Range("O9:O25")) > 0 Then
        SolN.Label123.Visible = True
        SolN.Label128.Visible = True
        SolN.Label128.Caption = CStr(Range("W25")) + " Baht"
        SolN.Label133.Visible = True
        SolN.Label138.Visible = True
        SolN.Label138.Caption = Application.WorksheetFunction.sum(Sheets("North").Range("O9:O25"))
    'province pria
    SolN.Label110.Visible = True
    For j = 9 To 25
        If Cells(j, 15).Value > 0 Then
            a = Cells(j, 11).Value & vbNewLine
        Else
            a = ""
        End If
        SolN.Label116.Caption = SolN.Label116.Caption + a
    Next
    'cost
    For j = 9 To 25
        If Cells(j, 15).Value > 0 Then
            a = Cells(j, 15).Value & vbNewLine
        Else
            a = ""
        End If
        SolN.Label115.Caption = SolN.Label115.Caption + a
    Next
    End If

    SolN.Show
End Sub

```

- ใส่โค้ดสำหรับ optionbox

```

Private Sub CheckBox2_Click()
    If CheckBox2.Value = True Then
        Label154.Visible = True
        nmanu1.Visible = True
        Label155.Visible = True
    Else
        Label154.Visible = False
        nmanu1.Visible = False
        Label155.Visible = False
    End If
End Sub

```

```

Private Sub CheckBox3_Click()
    If CheckBox3.Value = True Then
        Label115.Visible = True
        nmanu2.Visible = True
        Label144.Visible = True
    Else
        Label115.Visible = False
        nmanu2.Visible = False
        Label144.Visible = False
        nmanu2.Value = 0
        TextBox2.Value = 0
    End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub CheckBox4_Click()
If CheckBox4.Value = True Then
Label12.Visible = True
nmanu3.Visible = True
Label45.Visible = True
Else
Label12.Visible = False
nmanu3.Visible = False
Label45.Visible = False
nmanu3.Value = 0
TextBox3.Value = 0
End If
End Sub

```

```

Private Sub CheckBox5_Click()
If CheckBox5.Value = True Then
Label14.Visible = True
nmanu4.Visible = True
Label46.Visible = True
Else
Label14.Visible = False
nmanu4.Visible = False
Label46.Visible = False
nmanu4.Value = 0
TextBox4.Value = 0
End If
End Sub

```

- ใส่โค้ดสำหรับออกการใช้งานหน้าแสดงผลลัพธ์

```

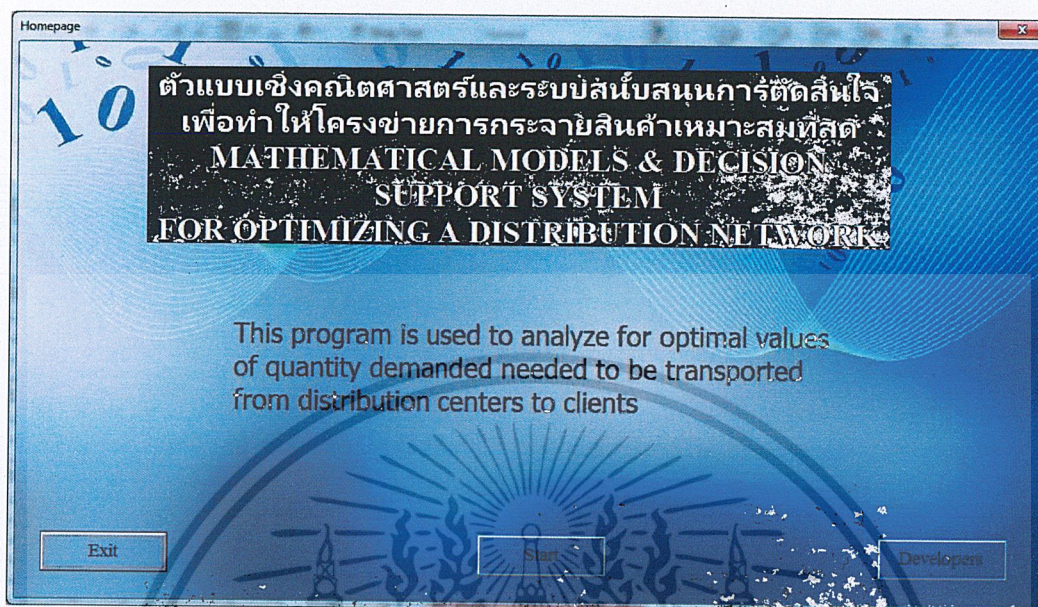
Private Sub ragequit_Click()
End
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ของแบบจำลอง

เมื่อเปิดโปรแกรมจะพบหน้าต่างใช้งานโปรแกรมแบบอัตโนมัติ



หน้าจอหลักของโปรแกรมจะแสดงรายละเอียดต่างๆ ดังนี้ :

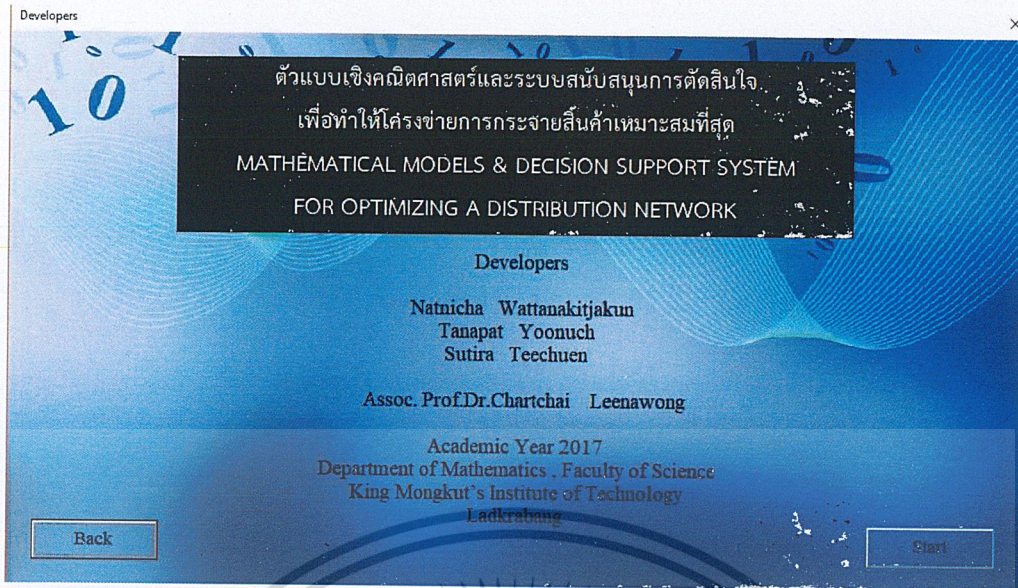
- ชื่อโปรแกรม
- แนะนำโปรแกรม : อธิบายลักษณะการทำงานของโปรแกรม
- ปุ่ม Developers : แสดงรายชื่อผู้จัดทำและอาจารย์ที่ปรึกษา
- ปุ่ม Start : เมื่อผู้ใช้ต้องการเริ่มต้นเข้าสู่หน้าการใช้งานหน้าแรก
- ปุ่ม Exit : เพื่อออกจากโปรแกรม

### 4.2.1 Developers

แสดงรายชื่อผู้จัดทำ อาจารย์ที่ปรึกษา คณะและสถาบันของคณะผู้จัดทำโปรแกรม โดยในหน้านี้อาจมี 2 ปุ่ม คือ

- ปุ่ม Back : เพื่อกลับสู่หน้าหลักของโปรแกรม
- ปุ่ม Start : เมื่อผู้ใช้ต้องการเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรมการคำนวณ

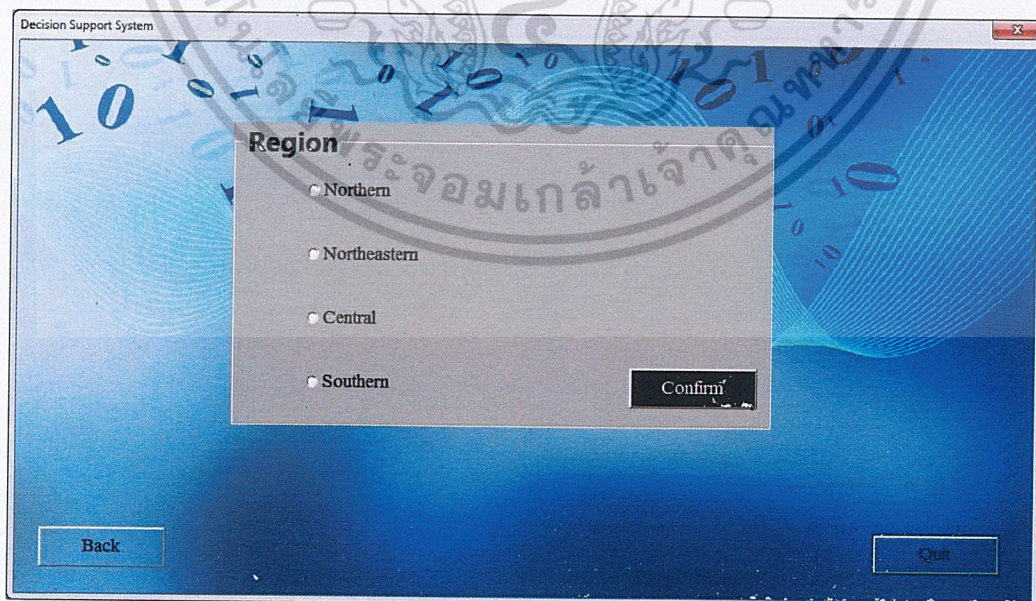
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



#### 4.2.2 Start

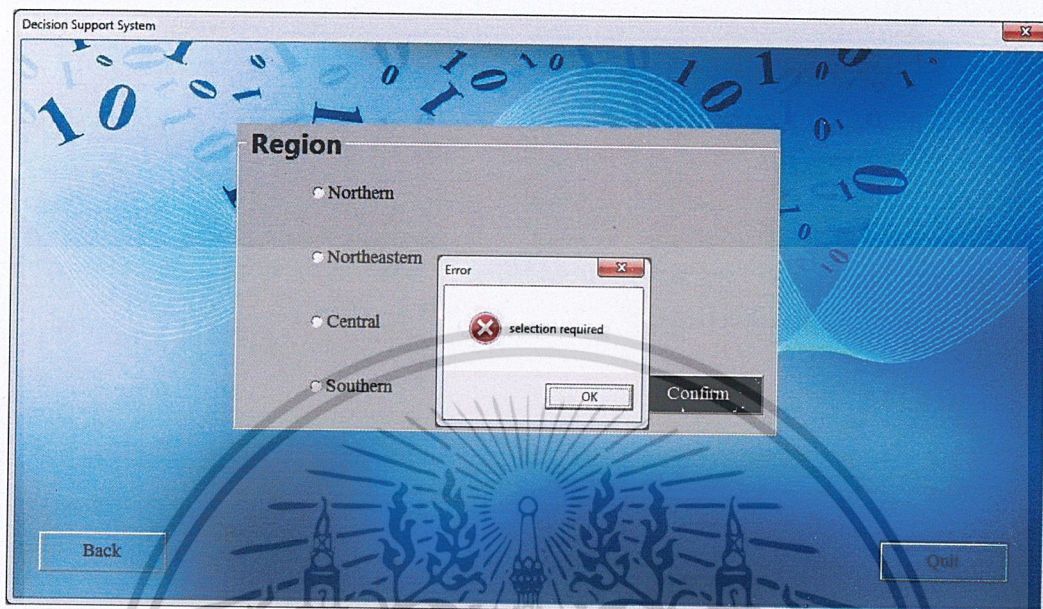
เมื่อผู้ใช้งานต้องการเริ่มต้นการใช้งานส่วนหลักก่อนการคำนวณ ในหน้านี้จะมีปุ่ม 7 ปุ่ม คือ

- ปุ่ม options : มี 4 ปุ่ม โดยแบ่งให้เลือก 4 ภาค ประกอบด้วยภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้
- ปุ่ม Confirm : กดปุ่มเมื่อผู้ใช้เลือก หนึ่งในตัวเลือกจากปุ่ม options
- ปุ่ม Back : เพื่อกลับสู่หน้าเริ่มต้นของโปรแกรม
- ปุ่ม Quit : เพื่อออกจากโปรแกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ได้เลือกหนึ่งใน Options ก่อนกดปุ่ม Confirm โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Error แสดงข้อความ Selection Required กดปุ่ม Ok แล้วกลับไปเลือก Option และกดปุ่ม Confirm เพื่อยืนยันข้อมูล

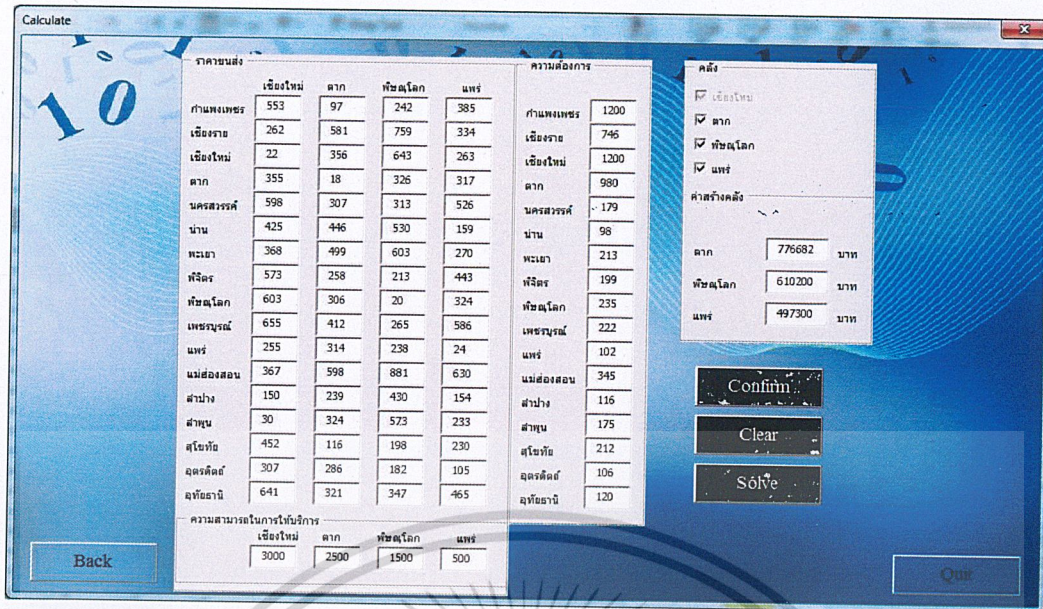


#### 4.2.3 Calculate

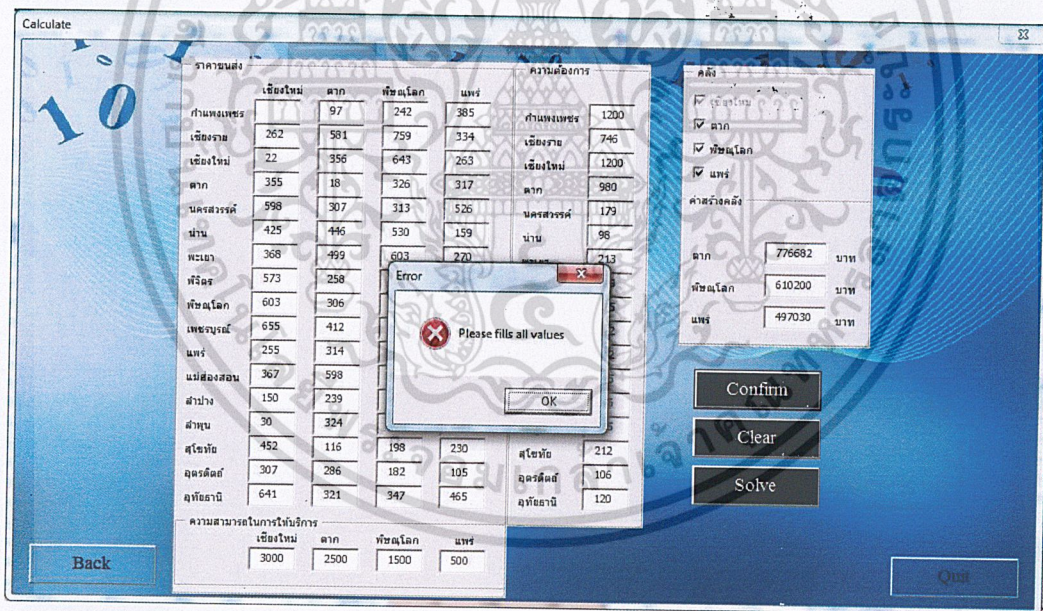
หลังจากเลือกภาคได้แล้ว จะเปิดมาหน้าการใช้งานส่วนการกรอกข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่ ค่าขนส่ง ความต้องการ กำลังการผลิต คลัง และค่าสร้างคลัง และมีปุ่ม 5 ปุ่ม ดังนี้

- ค่าขนส่ง : ผู้ใช้ระบุค่าขนส่งราคาหน่วยกิโลเมตร/บาท
- ความต้องการ : ผู้ใช้ระบุความต้องการของลูกค้าในจังหวัดต่างๆโดยถ้าไม่มีให้กรอก 0
- กำลังการผลิต : ผู้ใช้ระบุกำลังการผลิตของคลังในจังหวัด
- คลัง : ผู้ใช้เลือกว่าคลังใดมีโอกาสสร้าง
- ค่าสร้างคลัง : ผู้ใช้ระบุค่าสร้างคลังของจังหวัด
- ปุ่ม Clear : ล้างข้อมูลเดิมที่กรอกทั้งหมด
- ปุ่ม Confirm : ยืนยันข้อมูลที่กรอก
- ปุ่ม Back : เพื่อกลับสู่หน้า Start
- ปุ่ม Solve : ใช้กดเพื่อแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณข้อมูล
- ปุ่ม Quit : ใช้กดเพื่อออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

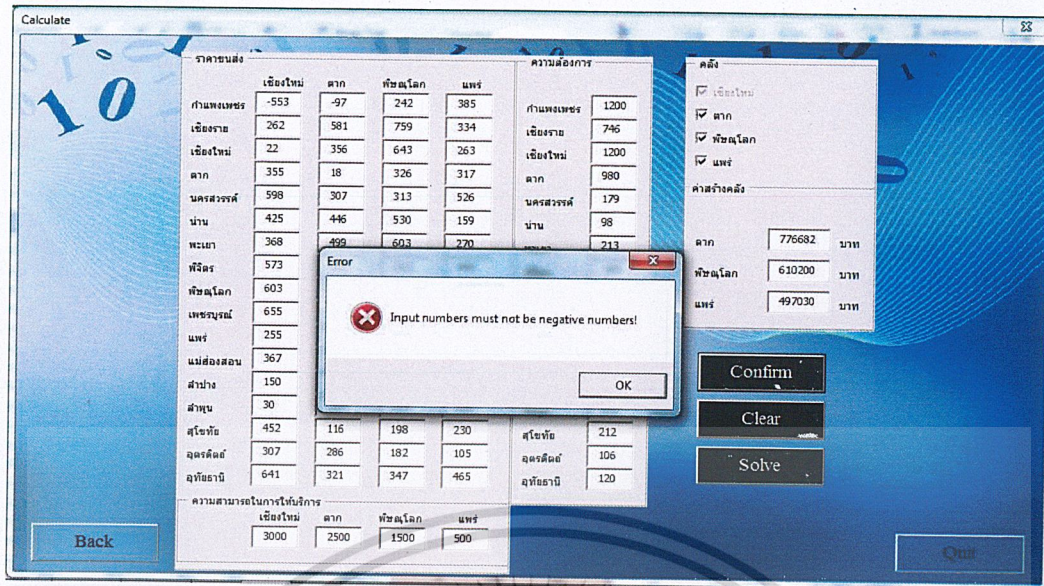


ในกรณีที่ผู้ให้กรอกค่าไม่ครบ กรอกค่าติดลบ หรือกรอกเป็นตัวอักษร จะแสดงหน้าต่าง Error ตามกรณี

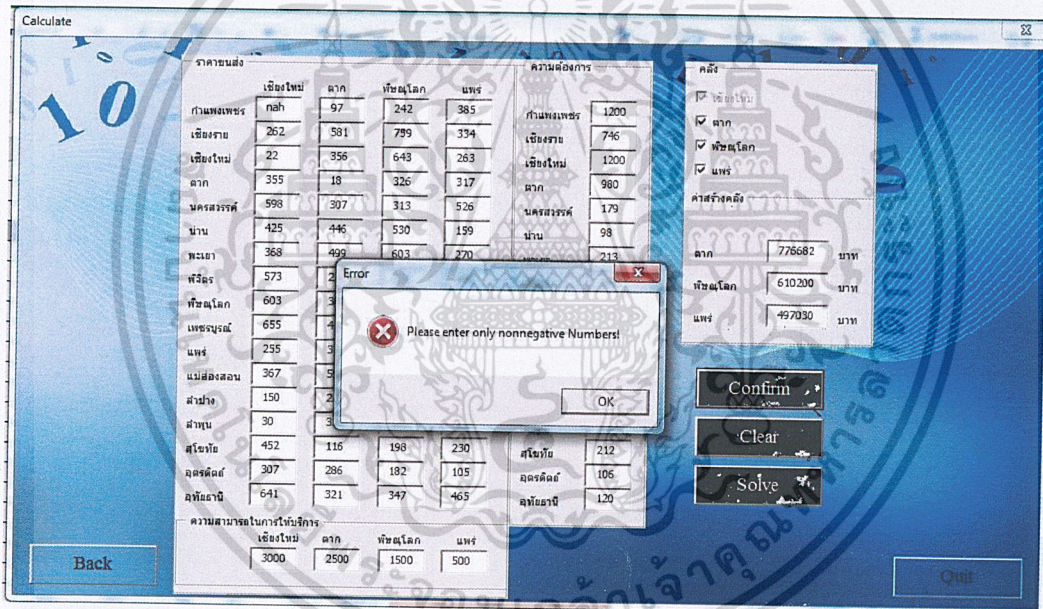


กรณีกรอกค่าไม่ครบ จะแสดงข้อความ Please fills all values

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กรณีนี้ค่าติดลบ จะแสดงข้อความ Input numbers must not be negative numbers!



กรณีกรอกเป็นตัวอักษร จะแสดงข้อความ please enter only nonnegative numbers!

#### 4.2.4 Result

เป็นการแสดงผลลัพธ์หลังจากการคำนวณโปรแกรมโดยจะมีค่าผลลัพธ์ของค่าใช้จ่ายทั้งหมด คลังที่คาดว่าจะสร้าง ปริมาณสินค้าที่ส่งจากคลังแต่ละคลังไปยังจังหวัดลูกค้า ปริมาณการส่งโดยรวมของคลังแต่ละคลัง และ ค่าขนส่งจากคลังแต่ละคลัง โดยในหน้านี้จะ มี 2 ปุ่ม คือ

- ปุ่ม Quit : เพื่อออกจากโปรแกรม
- ปุ่ม Back : เพื่อกลับสู่หน้าป้อนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Result

ค่าใช้จ่าย 2281009 Baht  
คลังที่คาดว่าจะสร้าง ตาก, พิษณุโลก

เชียงใหม่		ตาก		พิษณุโลก	
เชียงราย	746	กำแพงเพชร	1200	นครสวรรค์	179
เชียงใหม่	1200	ตาก	980	พิจิตร	199
น่าน	98	สุโขทัย	212	พิษณุโลก	235
พะเยา	213	อุทัยธานี	108	เพชรบูรณ์	222
แม่ฮ่องสอน	345			แพร่	102
ลำปาง	116			อุตรดิตถ์	106
ลำพูน	175			อุทัยธานี	12

ปริมาณการส่งจากคลังเชียงใหม่	ปริมาณการส่งจากคลังตาก	ปริมาณการส่งจากคลังพิษณุโลก
2893	2500	1055
ค่าขนส่งจากคลังเชียงใหม่	ค่าขนส่งจากคลังตาก	ค่าขนส่งจากคลังพิษณุโลก
491151 Baht	193300 Baht	209676 Baht
	ค่าสร้างคลังตาก	ค่าสร้างคลังพิษณุโลก
	776682 Baht	610200 Baht

Back

Quit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ได้สรุปการวิเคราะห์หาตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมและศูนย์กระจายสินค้าที่เพิ่มขึ้นของแต่ละภูมิภาค โดยคำนึงถึงความต้องการของแต่ละจังหวัดที่ต้องกระจายสินค้า โดยมีต้นทุนการดำเนินการที่ต่ำที่สุด โดยผู้วิจัยได้นำการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ มาช่วยในการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม

ในปัจจุบันช่องทางการจำหน่ายสินค้า จำหน่ายผ่านตัวแทนจำหน่ายที่กระจายตามจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศไทย ปัจจุบันบริษัทตัวอย่างมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่ตามภูมิภาคต่างๆรวมทั้งสิ้น 5 แห่ง ประกอบด้วย

- ศูนย์กระจายสินค้าเชียงใหม่ รับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคเหนือ
- ศูนย์กระจายสินค้าขอนแก่น รับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- ศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพมหานครและระยอง รับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคกลาง
- ศูนย์กระจายสินค้าสุราษฎร์ธานี รับผิดชอบในการกระจายสินค้าบริเวณภาคใต้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลจากการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

##### (i) ภาคเหนือ

จังหวัดที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้านั้นมีอยู่ 3 แห่ง ได้แก่

จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบันที่มีอยู่ โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 3,000 กล่อง จากข้อกำหนดของความต้องการสินค้าของลูกค้าทางภาคเหนือทั้งหมด 6,448 กล่อง ซึ่งเห็นได้ชัดว่ากำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อจำนวนความต้องการสินค้า ดังนั้นจะได้ว่า

จังหวัดตาก และจังหวัดพิษณุโลก เป็นจังหวัดแห่งใหม่ที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้า โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 2,500 กล่อง และ 1,500 กล่อง

ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดเชียงใหม่ มีค่าเท่ากับ 0 บาท เนื่องจากมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่แล้ว ส่วนศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ได้แก่ จังหวัดตาก มีต้นทุนอยู่ที่ 776,682 บาท และจังหวัดพิษณุโลก มีต้นทุนอยู่ที่ 610,200 บาท

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดคือ 2,281,009 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างศูนย์กระจายสินค้าใหม่และต้นทุนการเดินทางทั้งหมดจากศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดเชียงใหม่, จังหวัดตาก และจังหวัดพิษณุโลก ไปยังสถานที่กระจายสินค้าทั้งหมด 17 จังหวัด

**(ii) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

จังหวัดที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้านั้นมีอยู่ 3 แห่ง ได้แก่

จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบันที่มีอยู่ โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 2,500 กล่อง จากข้อกำหนดของความต้องการสินค้าของลูกค้าทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด 4,131 กล่อง ซึ่งเห็นได้ชัดว่ากำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อจำนวนความต้องการสินค้า ดังนั้นจะได้ว่า

จังหวัดสกลนคร และจังหวัดอุบลราชธานี เป็นจังหวัดแห่งใหม่ที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้า โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 1,500 กล่อง และ 1,000 กล่อง

ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดขอนแก่น มีค่าเท่ากับ 0 บาท เนื่องจากมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่แล้ว ส่วนศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ได้แก่ จังหวัดสกลนคร มีต้นทุนอยู่ที่ 610,200 บาท และจังหวัดอุบลราชธานี มีต้นทุนอยู่ที่ 547,030 บาท

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดคือ 1,785,896 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างศูนย์กระจายสินค้าใหม่และต้นทุนการเดินทางทั้งหมดจากศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดขอนแก่น, จังหวัดสกลนคร และจังหวัดอุบลราชธานี ไปยังสถานที่กระจายสินค้าทั้งหมด 20 จังหวัด

**(iii) ภาคกลาง**

จังหวัดที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้านั้นมีอยู่ 4 แห่ง ได้แก่

กรุงเทพฯ และจังหวัดระยอง ซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบันที่มีอยู่ โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 4,000 กล่อง และ 3,000กล่อง จากข้อกำหนดของความต้องการสินค้าของลูกค้าทางภาคกลางทั้งหมด 8,081 กล่อง ซึ่งเห็นได้ชัดว่ากำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อจำนวนความต้องการสินค้า ดังนั้นจะได้ว่า

จังหวัดราชบุรี เป็นจังหวัดแห่งใหม่ที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้า โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 1,500 กล่อง

ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพ และจังหวัดระยอง มีค่าเท่ากับ 0 บาท เนื่องจากมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่แล้ว ส่วนศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ได้แก่ จังหวัดราชบุรี มีต้นทุนอยู่ที่ 610,200 บาท

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดคือ 1,754,437 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างศูนย์กระจายสินค้าใหม่และต้นทุนการเดินทางทั้งหมดจากศูนย์กระจายสินค้ากรุงเทพ, จังหวัดระยอง และจังหวัดราชบุรี ไปยังสถานที่กระจายสินค้าทั้งหมด 26 จังหวัด

#### (iv) ภาคใต้

จังหวัดที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้านั้นมีอยู่ 2 แห่ง ได้แก่

จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นจังหวัดที่เป็นศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบันที่มีอยู่ โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 3,000 กล่อง จากข้อกำหนดของความต้องการสินค้าของลูกค้าทางภาคใต้ทั้งหมด 3,646 กล่อง ซึ่งเห็นได้ชัดว่ากำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อจำนวนความต้องการสินค้า ดังนั้นจะได้ว่า

จังหวัดนราธิวาส เป็นจังหวัดแห่งใหม่ที่ถูกเลือกให้เป็นศูนย์กระจายสินค้า โดยมีจำนวนกำลังการผลิตทั้งหมด 2,000 กล่อง

ต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าเท่ากับ 0 บาท เนื่องจากมีศูนย์กระจายสินค้าอยู่แล้ว ส่วนศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ได้แก่ จังหวัดนราธิวาส มีต้นทุนอยู่ที่ 610,200 บาท

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดคือ 1,420,230 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างศูนย์กระจายสินค้าใหม่และต้นทุนการเดินทางทั้งหมดจากศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดนราธิวาส ไปยังสถานที่กระจายสินค้าทั้งหมด 14 จังหวัด

จากผลที่กล่าวมาในข้างต้น ทางคณะผู้จัดทำได้นำมาสรุปเป็นตารางเพื่อให้เข้าใจง่ายต่อการศึกษา ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลจากการดำเนินการวิจัย

	ศูนย์กระจายสินค้า (จังหวัด)	ยอดสินค้า (กล่อง)	กำลังการผลิต (กล่อง)	ต้นทุนการสร้ง (บาท)	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (บาท)
ภาคเหนือ	เชียงใหม่	6,448	3000	0	2,281,009
	ตาก		2500	776,682	
	พิษณุโลก		1500	610,200	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ขอนแก่น	4,131	2500	0	1,785,896
	สกลนคร		1500	610,200	
	อุบลราชธานี		1000	547,030	
ภาคกลาง	กรุงเทพ	8,081	4000	0	1,754,437
	ระยอง		3000	0	
	ราชบุรี		1500	610,200	
ภาคใต้	สุราษฎร์ธานี	3,646	3000	0	1,420,230
	นราธิวาส		2000	610,200	

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- (i) การวิจัยในครั้งนี้คณะผู้จัดทำได้มองการกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจังหวัดต่างๆ ของลูกค้า แต่ไม่ได้มองการกระจายสินค้าจากโรงงานสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า
- (ii) การวิจัยทำการศึกษาพื้นที่ลูกค้าแค่ระดับจังหวัด ยังไม่ลึกถึงระดับอำเภอ และตำบล ซึ่งแตกต่างกับสภาพการทำงานจริงในปัจจุบัน
- (iii) สถานที่ที่ตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้า ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งและค่าสร้างคลังสินค้าเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอาจทำให้ผลที่ได้จากการวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย
- (iv) การทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ได้นำต้นทุนค่าสร้างคลังและค่าขนส่งสินค้ามาคำนวณเท่านั้น แต่ในการศึกษาเพิ่มเติมควรจะนำต้นทุนการเก็บสินค้าคลัง ค่าใช้จ่ายของพนักงานและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ของบริษัทมาคิดด้วย เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- ชุมพล ลีละศุภพงษ์. (2550). การเลือกทำเลตั้งศูนย์กระจายสินค้าแช่เยือกแข็งโซนภาคใต้กรณีศึกษา บริษัท ซี.พี. ค้าปลีกและการตลาด จำกัด. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ดร.นภดล ร่มโพธิ์. (2554). การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจทางธุรกิจ. *วารสารบริหารธุรกิจ*, 10-13.
- บุญมี สว่างเนตร. (2550). การเลือกรูปแบบการกระจายสินค้าที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปวีณา เสนาเก่า. (2550). การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายสินค้าระหว่างการขนส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้ากับเอเย่นเพื่อวางแผนการเพิ่มประสิทธิภาพ กรณีศึกษาร้านหนังสือ บริษัท วันวัน ออลส์ จำกัด(มหาชน). วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- พรทิพย์ ตั้งจิตเจริญพิช. (2548). การศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการกระจายสินค้าอุปโภคบริโภค ระหว่าง การขนส่งผ่านศูนย์กระจายสินค้ากับการขนส่งตรง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์ (สหสาขา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พอเจตน์ จิตพิพัฒน์พงศ์. (2552). การใช้โปรแกรมเอ็กเซลโซลเวอ์เพื่อปรับปรุงการจรรรถขนส่งสินค้า. สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะบัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พิพัฒน์ คมคาย. (2551). การวิเคราะห์หาจำนวนศูนย์กระจายสินค้าปูนซีเมนต์ที่เหมาะสมจาก กำหนดการเชิงเส้น. *การประชุมเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 8*. โรงแรมลองบีช ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี.
- ศิวดล ปาริชาติกานนท์ และวิโรจน์ ศรีสุรภานนท์. (2547). แนวทางความร่วมมือในการประกอบการขนส่งสินค้าระหว่างภูมิภาค : กรณีศึกษาสถานีขนส่งสินค้าคลองหลวง พุทธมณฑล และร่มเกล้า. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 9 (NCCE9)*, (หน้า 136-141). โรงแรมริเจนท์ ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

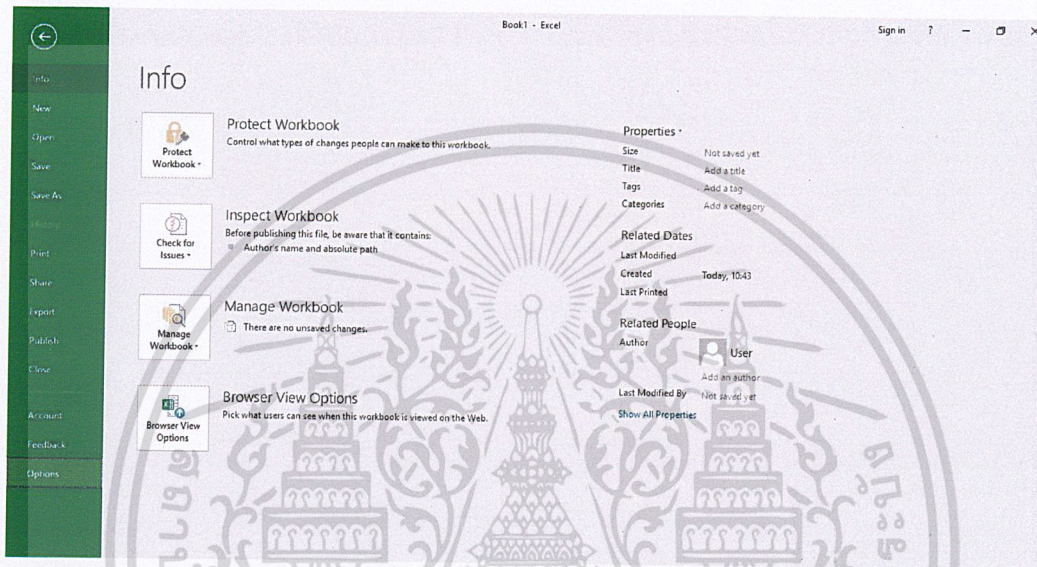
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 1. การติดตั้ง Solver และ VBA ใน Microsoft Excel

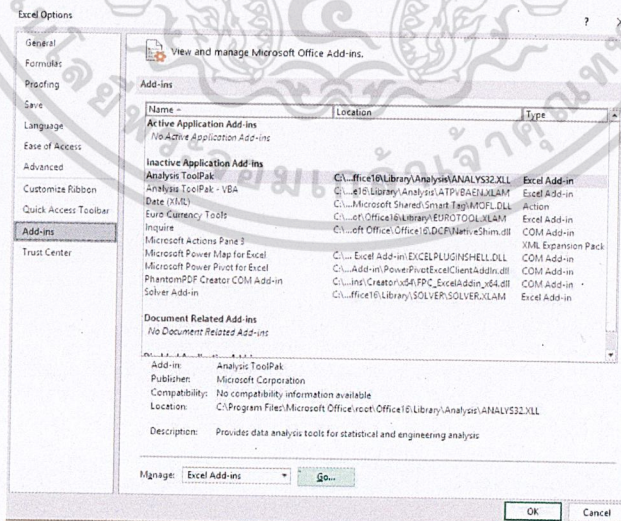
การกำหนดใน Excel 2016

การติดตั้ง Solver และ VBA สำหรับผู้ใช้ Excel 2016 ให้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เรียกโปรแกรม Excel
2. คลิกปุ่ม File ที่อยู่บนมุมซ้ายมือของโปรแกรม Excel
3. คลิกปุ่ม Options ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือด้านล่าง

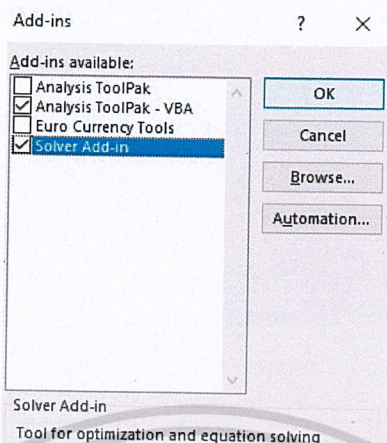


## 4. คลิกแท็บ Add-Ins และ คลิก Go

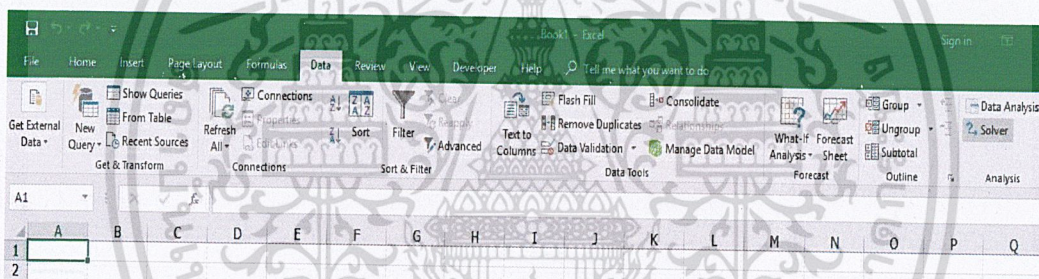


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

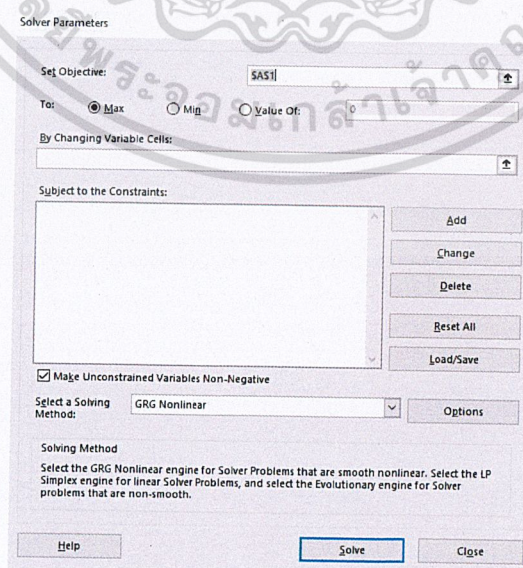
5. คลิก VBA และ Solver ให้มีเครื่องหมายถูก และ คลิกปุ่ม OK



6. คลิกแท็บ Data จะปรากฏเครื่องมือและปุ่มต่างๆ ดังนี้



7. เมื่อกดปุ่ม Solver จะมีหน้าต่างดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

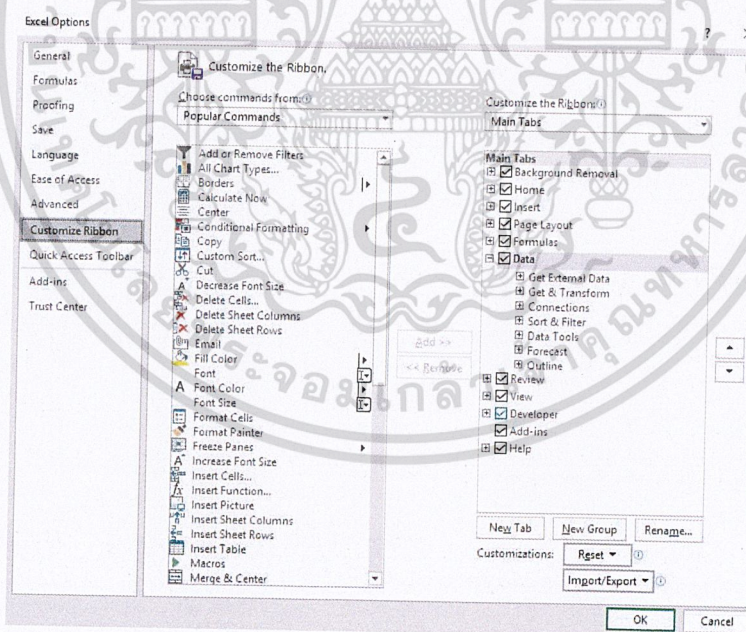
## 2. การกำหนดให้แสดงแท็บ Developer

การใช้งาน Excel โดยเฉพาะการสร้าง Macro หรือเขียนโปรแกรม VBA (Visual Basic for Application) นั้น ผู้ใช้จำเป็นต้องใช้ปุ่มต่างๆ ที่จะปรากฏบนแท็บ Developer ซึ่งแท็บนี้โดยปกติแล้วจะไม่ปรากฏ ผู้อ่านจะต้องกำหนดเองในตอนแรก เมื่อกำหนดแล้ว ทุกครั้งที่เรียกโปรแกรม Excel ก็จะมาปรากฏขึ้นมาเลย โดยไม่ต้องไปกำหนดอีก ยกเว้นต้องการไม่ให้แสดงแท็บ Developer

การกำหนดใน Excel 2016

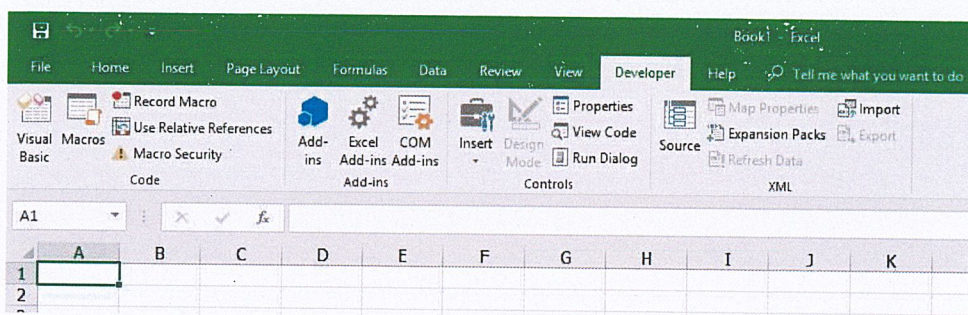
การกำหนดให้แสดงแท็บ Developer สำหรับผู้ใช้ Excel 2016 ให้ทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เรียกโปรแกรม Excel
2. คลิกปุ่ม File ที่อยู่บนมุมซ้ายมือของโปรแกรม Excel
3. คลิกปุ่ม Options ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือด้านล่าง
4. คลิกแท็บ Customize Ribbon
5. คลิกเลือก Developer ในช่อง Main Tabs ซึ่งอยู่ทางขวามือให้เครื่องหมายถูก
6. คลิกปุ่ม OK

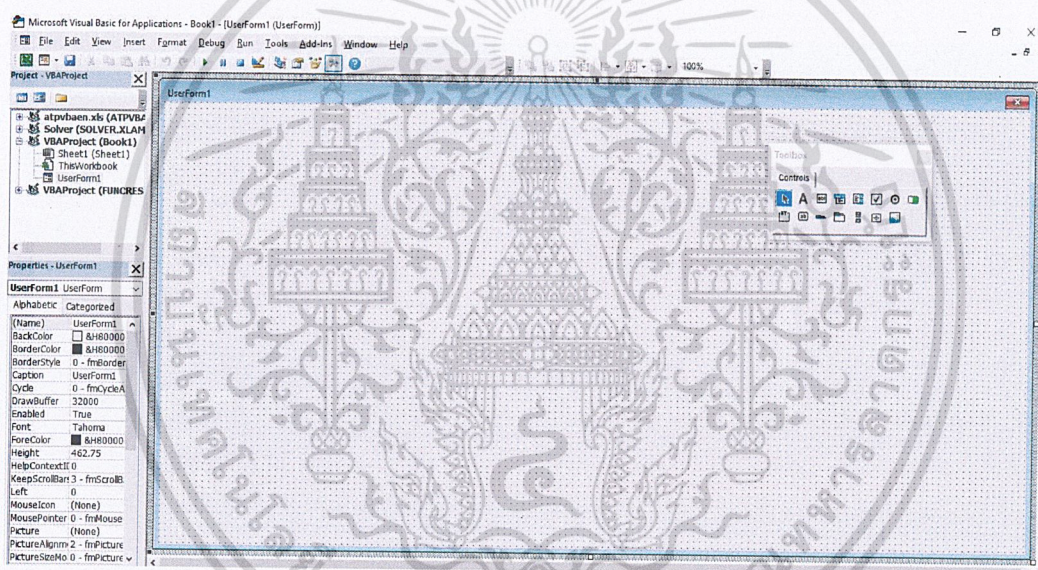


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คลิกแท็บ Developer จะปรากฏเครื่องมือและปุ่มต่างๆ ดังนี้



8. คลิกแท็บ Visual Basic จะเปิดหน้าต่างโปรแกรม VBA (Visual Basic for Application)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้