

การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจำลองเชิงคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุล
เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง
กรณีศึกษา บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด

ประสิทธิ์ พงศ์ดำรง

TNI

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยี ไทย – ญี่ปุ่น
ปีการศึกษา 2563

THE LOCATION SELECTION OF DISTRIBUTION CENTER BY APPLYING
MATHMATICS MODEL AND CENTER OF GRAVITY METHOD TO INCREASE
EFFICIENCY IN TRANSPORTATION
A CASE STUDY OF SISAHY TRANSPORT CO., Ltd.

Prasit Pongdamrong

TNI

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Business Administration Program
in Innovation of Business and Industrial Management

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2020

หัวข้อสารนิพนธ์

การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจำลองเชิง
คณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง
กรณีศึกษา บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด

โดย

ประสิทธิ์ พงศ์ดำรง

สาขาวิชา

นวัตกรรมการจัดการธุรกิจและอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปาลีรัฐ เลชะวัฒนะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์)

ประสิทธิ์ พงศ์ดำรง : การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจำลองเชิงคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง กรณีศึกษาบริษัทสีสหายขนส่ง จำกัด. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร ดิงศภักดิ์, 58 หน้า.

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมกรณีศึกษาบริษัทสีสหายขนส่ง จำกัด สาขาในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่มีศูนย์กระจายสินค้าเดิมทั้งหมด 4 แห่ง เพื่อหาแนวทางในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเพียงศูนย์เดียวในการกระจายสินค้า ช่วยในการบริหารจัดการลูกค้าในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมโดยวิธีจุดศูนย์ดุล และแปลงพิกัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ในแผนที่จริง พิกัด คือ (8.426968, 99.965095) จากนั้นนำพิกัดที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล และพิกัดของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 4 แห่ง(เดิม) มาเปรียบเทียบกับโดยวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง ได้ค่าระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง อันดับที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลมีค่าเท่ากับ 325.67 อันดับที่ 2 เป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีธรรมราชมีค่าเท่ากับ 327.98 ทำให้ได้แนวทางการเลือกศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมอยู่ 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีธรรมราช และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล นำมาวิเคราะห์ต้นทุนรวม ทางเลือกที่ 1 ต้นทุนรวมคิดเป็น 7,777,674.98 บาท ทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 30.46 และทางเลือกที่ 2 มีต้นทุนรวมคิดเป็น 9,291,430.27 บาท ทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.92 จากนั้นวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งเพื่อแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการแบ่งออกเป็น 6 โซน ซึ่งต้นทุนผันแปรตามชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 305.99 บาทต่อชั่วโมง ส่วนต้นทุนคงที่ผันแปรตามระยะทางที่วิ่งเท่ากับ 34.6 บาทต่อกิโลเมตร และค่าใช้จ่ายในสำนักงานเท่ากับ 30.6 บาทต่อชั่วโมง

บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการธุรกิจ

และอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2563

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

PRASIT PONGDAMRONG : A SELECTION ON LOCATION OF DISTRIBUTION CENTER BY APPLYING MATHMATICS MODEL AND CENTER OF GRAVITY METHOD TO OPTIMIZE TRANSPORTATION EFFICIENCY : A CASE STUDY OF SISAHY TRANSPORT CO., Ltd. ADVISOR: ASST.PROF.CHARK TINGSAPHAT, (P.E.,DOCTOR OF MANAGEMENT.), 58 PP.

The objective of this thesis is to study the selection of suitable location to set up distribution center. A case study of Sisahy Transport Co., Ltd. in Nakhon Si Thammarat which currently have four distribution centers. The purpose is to find the approach to select the most suitable location to set up only one distribution center for optimizing transportation management in Nakhon Si Thammarat.

The result by applying a Center Of Gravity method and calculated the actual geographic position shows that an appropriate location is (8.426968, 99.965095 – a new distribution center). After that, comparison the geographic position between a center of gravity method and the current distribution centers (4 places) by applying Load-Distance method together with transportation cost, the figure for a new distribution center and current distribution center(Main district) is 325.67 and 327.98 respectively which is the suitable location choices. Next step is to analyze the overall cost between them, cost of new distribution center and efficiency increasing rate is 9,291,430.27 THB and 16.92% whereas the current one is 7,777,674.98 THB and 30.46%. In addition, transportation service should be divided into 6 zones. Variable cost based on working hours, driving distance and office expense is 305.99 THB/hour, 34.6 THB/km and 30.6 THB/hour respectively.

Graduate School
Field of Innovation of Business and
Industrial Management
Academic Year 2020

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความสามารถจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักร
ติงศภัทิย์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ท่านได้ให้คำแนะนำ ทั้งกระบวนการคิด
วิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ ที่เป็นประโยชน์ต่อสารนิพนธ์ฉบับนี้ จึงกราบขอบพระคุณอย่างสูง
ไว้ ณ โอกาสนี้

ข้าพเจ้ากราบขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาวิชานวัตกรรมการ
จัดการธุรกิจและอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า อีกทั้ง
ขอขอบคุณผู้จัดการและเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่างๆ โดยเฉพาะนายศรีสันต์ ศรีอินทร์ ฝ่ายการตลาดของ
บริษัทสีสหายชนสง จำกัด

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่
ดีมาโดยตลอด

ประสิทธิ์ พงศ์ดำรง

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	2
ขอบเขตของการศึกษา.....	2
กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	2
ขั้นตอนการศึกษา.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	4
2 หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
หลักการพื้นฐาน.....	5
โลจิสติกส์ ห่วงโซ่อุปทาน และศูนย์กระจายสินค้า.....	5
แนวคิดของการขนส่ง (Transportation).....	10
ตัวแบบทางคณิตศาสตร์การเลือกตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า.....	12
พิกัดภูมิศาสตร์ในประเทศไทย.....	13
กลยุทธ์การบริการลูกค้า การใช้ ABC Analysis.....	16
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์.....	21
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	22
	เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	22
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	25
4	บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	26
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
	สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	42
	ข้อเสนอแนะ.....	44
	บรรณานุกรม.....	46
	ภาคผนวก.....	50
	ภาคผนวก ก. ข้อมูลและข้อมูลสารสนเทศของบริษัทและการวิเคราะห์.....	51
	ประวัติผู้เขียนสารนิพนธ์.....	58

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	4
2 ข้อแตกต่างระหว่างคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า.....	8
3 แสดงระดับบริการกลุ่มลูกค้าและสินค้าที่ทำกำไร.....	16
4 แสดงผลการคำนวณหาพิกัดด้วยวิธีจุดศูนย์กลาง (Center-of-Gravity Method).....	27
5 แสดงผลการคำนวณค่า Load-Distance ของศูนย์กระจายสินค้าสาขาทุ่งสง.....	29
6 แสดงผลการคำนวณค่า Load-Distance ของศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีฯ.....	30
7 แสดงผลการคำนวณค่า Load-Distanceของศูนย์กระจายสินค้าสาขามโน.....	31
8 แสดงผลการคำนวณค่า Load-Distanceของศูนย์กระจายสินค้าสาขาหัวไทร.....	32
9 แสดงผลการคำนวณค่า Load-Distanceของพิกัดที่ได้จากวิธีจุดศูนย์กลาง.....	33
10 แสดงข้อมูลต้นทุน และค่าใช้จ่ายบริหารจัดการศูนย์กระจายสินค้า.....	34
11 แสดงการคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยเฉลี่ย.....	35
12 แสดงการคำนวณต้นทุนรวม (ส่วนที่ 1) ของศูนย์กระจายสินค้าสาขานครฯ.....	36
13 แสดงการคำนวณต้นทุนรวม (ส่วนที่ 1) ของ ศูนย์กระจายสินค้าใหม่.....	37
14 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนรวมระหว่างศูนย์กระจายสินค้าแบบเดิมและแบบใหม่..	39
15 แสดงต้นทุนผันแปรตามชั่วโมงการทำงานทั้งหมดจากการขนส่งสินค้า.....	39
16 แสดงต้นทุนผันแปรตามระยะทางในการขนส่งสินค้า.....	40
17 แสดงสรุปต้นทุนทั้งหมดที่เกิดจากการขนส่ง.....	40
18 แสดงการแบ่งโซน (Zone) ของทางเลือกที่ 1 โดยพิจารณาจากระยะทาง.....	41
19 แสดงการแบ่งโซน (Zone) ของทางเลือกที่ 2 โดยพิจารณาจากระยะทาง.....	41
20 แสดงการคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยรวมแต่ละพื้นที่.....	42
21 แสดงข้อมูลรายได้รวมจากลูกค้ารายหลัก.....	52
22 แสดงพิกัดของแต่ละอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	54
23 แสดงระยะห่างของศูนย์กระจายสินค้าและอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	55
24 แสดงข้อมูลงบกำไร-ขาดทุนในส่วนของต้นทุนการขนส่งและค่าใช้จ่าย.....	56
25 แสดงประสิทธิภาพการขนส่งทั้ง 3 กรณี.....	57

สารบัญรูป

รูป		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการศึกษา.....	2
2	องค์ประกอบของการจัดการโลจิสติกส์.....	6
3	ช่องทางการกระจายสินค้าและทางการค้า.....	7
4	คลังสินค้าชนิดทำเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Cross Dock Warehouse).....	9
5	การรวบรวมการขนส่งเพื่อจัดการแยกจุดการขนส่งตามเส้นทางปกติ.....	12
6	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	21
7	พิกัด (8.426968, 99.965095) ผ่าน โปรแกรม Google Map.....	28
8	พื้นที่จริงของพิกัด (8.426968, 99.965095) และบริเวณใกล้เคียง.....	28
9	การแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการ.....	43
10	แผนที่ของจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	53

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 1

บทนำ

สภาวะความเป็นมา แนวทางเหตุผล และปัญหา

จากแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและระบบโลจิสติกส์ ตามกรอบยุทธศาสตร์พัฒนาประเทศ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560- พ.ศ.2564) Logistics จึงนับเป็นวาระแห่งชาติที่จะสร้างความเข้มแข็งและเศรษฐกิจที่มั่นคงและยั่งยืน นโยบายของกองโลจิสติกส์นั้น ดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยที่ปัจจุบันนั้นเป็นแผนฉบับที่ 3 ครอบคลุมตั้งแต่ปี พ.ศ.2560- พ.ศ.2564 เจาะจงในเรื่องของการลดต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP ของประเทศไทย จากร้อยละ 14.0 มีเป้าหมายให้เหลือเพียงร้อยละ 12 และการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย โดยทางกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบในส่วนของการยกระดับการบริหารและการจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของภาคอุตสาหกรรม โดยตัวชี้วัดที่สำคัญคือ การลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของสถานประกอบการ (ฉันทพร โยเหลา. 2562) โครงสร้างต้นทุนด้านโลจิสติกส์ ปี 2560 ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุด คือ มีสัดส่วนร้อยละ 54.1 ของต้นทุนโลจิสติกส์รวม ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังมีสัดส่วนร้อยละ 36.8 และต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์มีสัดส่วนร้อยละ 9.1 โดยต้นทุนค่าขนส่งสินค้ามีสัดส่วนรูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนยังคงเป็นรูปแบบการขนส่งหลักของประเทศ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 79.3 (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2562) จากการที่ภาครัฐให้ความสำคัญในด้านโลจิสติกส์ โดยจะลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ซึ่งมีต้นทุนหลักเป็นค่าขนส่งสินค้าที่ใช้รูปแบบการขนส่งสินค้าทางถนนเป็นหลักนั้นสอดคล้องกับบริษัทที่ดำเนินธุรกิจการขนส่ง ซึ่งส่งผลให้บริษัทที่ดำเนินการเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าต้องมีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน พร้อมทั้งเพิ่มความสามารถในการแข่งขันมากยิ่งขึ้น

กรณีศึกษา บริษัท สีสหายขนส่ง (1988) จำกัด ดำเนินธุรกิจการให้บริการรับส่งสินค้าและพัสดุต่างๆ ไปยังจังหวัดต่างๆ ในภาคใต้ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ชุมพร และกระบี่ โดยมีจุดกระจายสินค้าและจุดให้บริการลูกค้าจำนวน 13 สาขา กระจายอยู่ในอำเภอต่างๆ การให้บริการส่งสินค้า ไปยังลูกค้าในสถานที่ต่างๆ เช่น บ้าน ร้านค้า หน่วยงานราชการ สำนักงานต่างๆ คลังสินค้า โดยรถเทรลเลอร์ รถสิบล้อ รถหกล้อและรถกระบะตู้ทึบ จำนวนกว่า 30 คัน/วัน จากการให้บริการการขนส่งที่ผ่านมาการตั้งศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทจะพิจารณาการตั้งศูนย์กระจายสินค้าใกล้บริเวณลูกค้าที่มาใช้บริการ ทำให้มีศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทจำนวนมากเกิดขึ้น ส่งผลให้บริษัทมีต้นทุนด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในส่วนของการใช้จ่ายการขนส่งสินค้าเพิ่มขึ้น

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในเรื่องการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า ด้วยวิธีจำลองแบบเชิงคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุล โดยให้มีค่าขนส่งต่ำที่สุด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง และเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ประกอบการต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและกำหนดตำแหน่งทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชของบริษัทกรณีศึกษา
2. เพื่อศึกษาและแบ่งโซนในการให้บริการการขนส่งที่เหมาะสม พร้อมทั้งเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายผลการเลือกทำเลที่ตั้งและการแบ่งโซนที่เกิดขึ้นกับค่าใช้จ่ายที่บริษัทมีอยู่

ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตด้านเนื้อหา

1. ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับค่าขนส่งของบริษัท สีสหายขนส่ง (1988) จำกัด ในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยจะพิจารณาลูกค้าที่มีการใช้บริการกับบริษัท
2. ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายขนส่ง และค่าใช้จ่ายของการตั้งศูนย์กระจายสินค้า พร้อมทั้งศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์ โดยวิธีจุดศูนย์ดุลและระยะทางร่วม
3. พิจารณาเลือกศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด

ขอบเขตด้านเวลา

ดำเนินการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 12 เดือน

กรอบแนวคิดในการศึกษา



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องโดย

การศึกษาจากเอกสาร (Documentary Research) โดยการศึกษา และการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ วารสาร บทความ สิ่งตีพิมพ์ และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับบริษัท สีสหายขนส่ง (1988) จำกัด

การศึกษาโดยการสัมภาษณ์ (Interviewing) เป็นการสัมภาษณ์จากพนักงานฝ่ายจัดการ ฝ่ายต่างๆของบริษัท สีสหายขนส่ง (1988) จำกัด เพื่อให้ได้ข้อมูลต่างๆ เช่น วิธีการดำเนินงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

2. ศึกษากระบวนการดำเนินงานและเก็บรวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางรถบรรทุกและรถกระบะของบริษัท การเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ เก็บรวบรวมข้อมูลจากบริษัท สีสหายขนส่ง (1988) จำกัด โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยและวิเคราะห์ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า ค่าใช้จ่ายที่บริหารจัดการในศูนย์กระจายสินค้า เป็นต้น

3. ศึกษาทฤษฎีศูนย์ดุลในการหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า วิเคราะห์ระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง และสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์

4. คำนวณผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้ศูนย์กระจายสินค้า (DC) โดยวิธีจุดศูนย์ดุลและระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง การแบ่งโซนการให้บริการ

5. วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าเดิมและศูนย์กระจายสินค้า (ใหม่)

6. การวัดประสิทธิภาพ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้า

7. สรุปผลการการศึกษา และขอเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้ทำการศึกษาต่อไป

8. จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. บริษัทกรณีศึกษาทราบถึงตำแหน่งในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชที่เหมาะสม

2. ได้ผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายผลการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมและการแบ่งโซนกับค่าใช้จ่ายของบริษัทที่มีอยู่

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รถบรรทุก หมายถึง ยานพาหนะที่มี 10 ล้อ ขนาดกว้าง 1.8 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 2.5 เมตร น้ำหนักของยานพาหนะไม่รวมน้ำหนักบรรทุก 8 ตัน และน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 15 ตัน รถหกล้อและรถกระบะตู้ทึบ ของบริษัท สีสหายขนส่ง (1988) จำกัด การบรรทุกแบบเต็มคัน
2. ลูกค้า หมายถึง ลูกค้าที่มีการใช้บริการขนส่งสินค้าจากจังหวัดกรุงเทพฯ ไปจังหวัด นครศรีธรรมราชของบริษัท สีสหายขนส่ง (1988) จำกัด
3. ประสิทธิภาพในการขนส่ง (Efficiency) หมายถึง การขนส่งที่จะต้องประกอบด้วย คุณสมบัติดังนี้ รวดเร็ว (Speed) ประหยัด (Economy) ปลอดภัย (Safety) สะดวกสบาย (Convenient) แน่นนอน ตรงต่อเวลาเชื่อถือได้ (Certainty and Punctuality) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึง ประหยัดในต้นทุนการขนส่งและประหยัดในราคาค่าบริการ กล่าวคือ ผู้ประกอบการกิจการขนส่ง จะต้องพยายามให้ต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งเมื่อต้นทุนในการขนส่งต่ำแล้ว การเรียกเก็บอัตราค่าบริการก็จะลดลงด้วย จะทำให้ผู้ใช้บริการประหยัดค่าใช้จ่ายในอัตราค่าบริการโดยสารหรือค่าระวางด้วย
4. ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center : DC) หมายถึง คลังสินค้าชนิดเคลื่อนผ่านที่รับสินค้าเข้ามาและทำการคัดแยกสินค้าตามลูกค้า จากนั้นจัดส่งสินค้าไปให้ลูกค้า ซึ่งจะมีหน้าที่ คือ การรับสินค้า การคัดแยกสินค้า และการจัดส่งสินค้า

แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1 แผนงานและระยะเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี 2563					ปี 2564	
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1	ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยต่างๆ							
2	ศึกษาระบบการดำเนินงาน							
3	สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และศึกษาทฤษฎีศูนย์ดุล							
4	ประยุกต์ใช้ตัวแบบคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุลบริษัทกรณีศึกษา							
5	วิเคราะห์ข้อมูล							
6	การวัดประสิทธิภาพ							
7	สรุปผลการการศึกษา							
8	จัดทำรูปเล่มสารนิพนธ์							

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการพื้นฐาน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. โลจิสติกส์ ห่วงโซ่อุปทาน และศูนย์กระจายสินค้า
2. แนวคิดของการขนส่ง
3. ตัวแบบทางคณิตศาสตร์
4. พิกัดภูมิศาสตร์ในประเทศไทย และเส้นทางสายเอเชีย
5. กลยุทธ์การบริการลูกค้า การใช้ ABC Analysis

โลจิสติกส์ ห่วงโซ่อุปทาน และศูนย์กระจายสินค้า

1. ความหมายของโลจิสติกส์

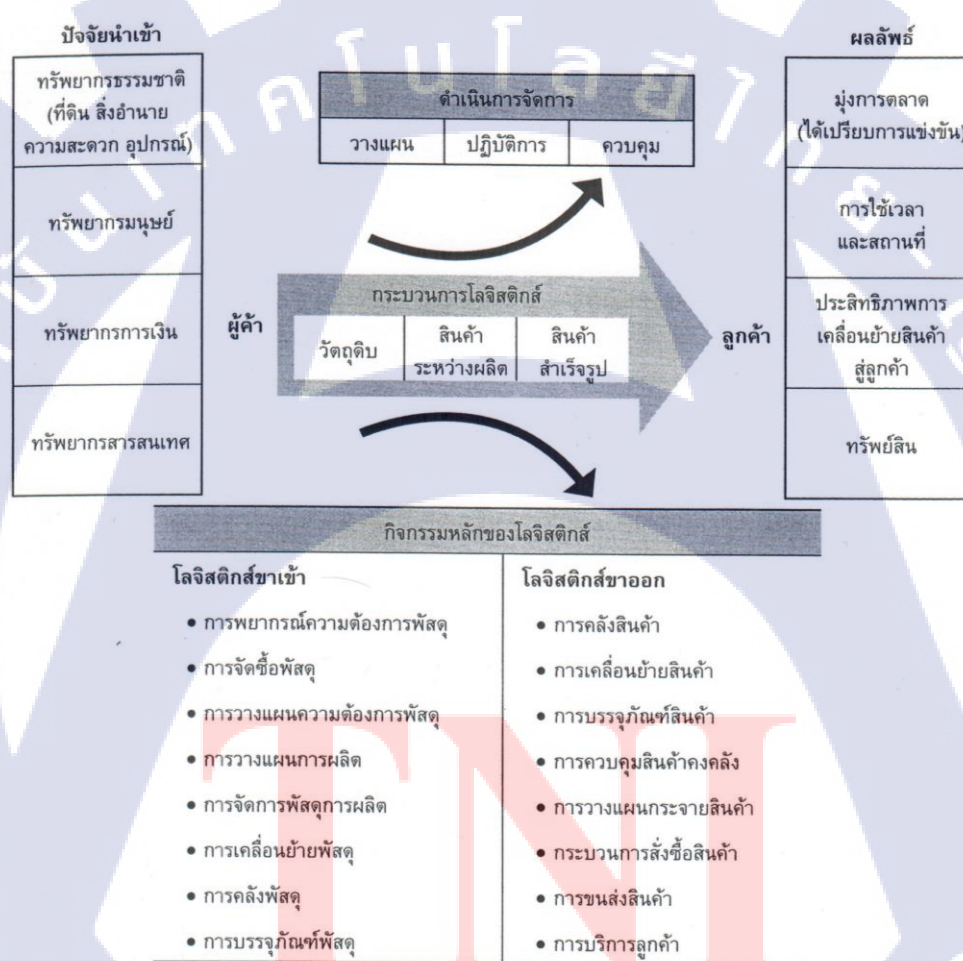
กฤษฎา วิทธีรานนท์ (2547) โลจิสติกส์เป็นกระบวนการในการวางแผน ดำเนินงาน ควบคุมการไหลและการจัดเก็บของวัตถุดิบ สินค้ากึ่งสำเร็จรูป และสินค้า ตั้งแต่ผู้ผลิตถึงผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด

ฐาปนา บุญหล้า; และนงลักษณ์ นิมิตรภูวดล (2555) โลจิสติกส์ต่อเศรษฐกิจและธุรกิจ บทบาทของโลจิสติกส์ต่อเศรษฐกิจและธุรกิจแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับมหภาค ประกอบด้วยภาคการผลิต เช่น การจัดการโรงงาน ทรัพยากร การกระจายสินค้า เป็นต้น ส่วนจุลภาคประกอบด้วย ภาคการผลิต เช่น การปฏิบัติการ การควบคุมคุณภาพ และภาคตลาด เช่น การขาย การโฆษณา การวิจัยตลาด เป็นต้น ดังนั้นโลจิสติกส์จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การจัดการพัสดุ(โลจิสติกส์ขาเข้า) ซึ่งเป็นเกี่ยวกับการผลิต และการจัดการการกระจายสินค้า (โลจิสติกส์ขาออก) ซึ่งเป็นเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายสินค้าที่ผลิตไปสู่ลูกค้า คำจำกัดความของการจัดการโลจิสติกส์ คือ กระบวนการวางแผน ปฏิบัติงาน และการควบคุมสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงการบริโภคสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งกิจกรรมหลักโลจิสติกส์ธุรกิจ

การไหลของสินค้าตั้งแต่จุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย ประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

1. การพยากรณ์อุปสงค์
2. การคัดเลือกพื้นที่อำนวยความสะดวกและการออกแบบ
3. การจัดหา
4. การเคลื่อนย้ายพัสดุ
5. การบรรจุภัณฑ์

6. การจัดการคลังสินค้า
7. การจัดการสินค้าคงคลัง
8. กระบวนการคำสั่งซื้อ
9. การสื่อสารโลจิสติกส์
10. การขนส่ง
11. การจำกัดของเสีย
12. การเคลื่อนย้ายสินค้า
13. ชิ้นส่วนและการสนับสนุนบริการหลังการขาย



รูปที่ 2 องค์ประกอบของการจัดการโลจิสติกส์

ที่มา: ฐาปนา บุญหล้า; และนงลักษณ์ นิมิตรวาดล. (2555). การจัดการโลจิสติกส์ : มิติซัพพลายเชน. หน้า 27.

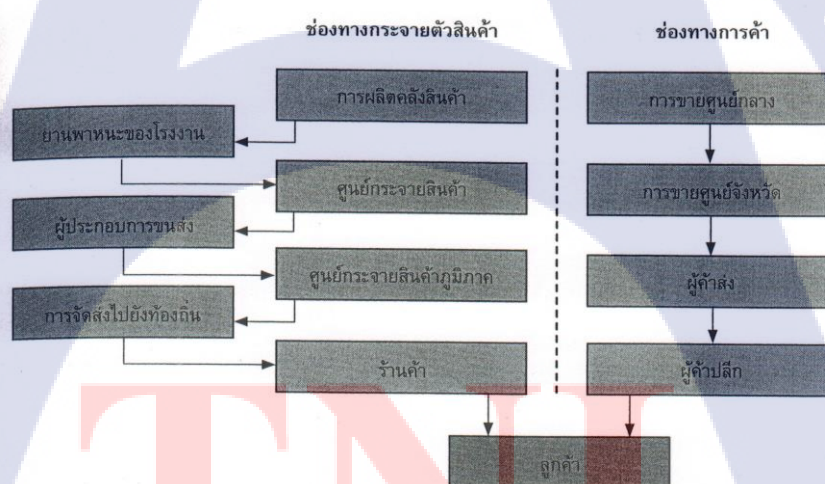
2. ความหมายของห่วงโซ่อุปทาน

กฤษฎา วิทธีรานนท์ (2547) ได้ให้คำจำกัดความของห่วงโซ่อุปทาน คือกระบวนการทุกกระบวนการของระบบตั้งแต่การจัดซื้อวัตถุดิบและชิ้นส่วน การผลิตในสายการผลิต การประกอบชิ้นงาน ขึ้นรูปจนเป็นสินค้าสำเร็จรูป จนกระทั่งการจัดส่งสินค้าจนถึงผู้บริโภค

เกยูร ไยบัวกลิ่น (2556) ได้ให้คำจำกัดความของซัพพลายเชน (Supply Chain) คือการบูรณาการกระบวนการทางธุรกิจภายในองค์กรเกี่ยวกับ กระบวนการจัดหาจัดซื้อ การผลิต การจัดจำหน่าย การกำจัดของเสีย การขนส่ง การจัดเก็บ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และเป็น การบูรณาการกระบวนการทางธุรกิจภายนอกองค์กรเกี่ยวกับ ผู้จัดหาวัตถุดิบและสินค้า หรือ ผู้ผลิต และผู้กระจายสินค้า อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าด้วยการจัดส่งสินค้าให้ตรงกับความต้องการ ปริมาณและสถานที่ถูกต้อง ตรงเวลา โดยมีต้นทุนต่ำที่สุด

3. ช่องทางการกระจายตัวสินค้า

ฐาปนา บุญหล้า; และนางลักษณ์ นิมิตรภูวดล (2555) ได้ให้คำจำกัดความของช่องทางการกระจายสินค้า คือ เส้นทางรวมของสินค้าหนึ่งเคลื่อนย้ายจากสายการผลิตสู่การบริโภค



รูปที่ 3 ช่องทางกระจายสินค้าและทางการค้า

ที่มา: ฐาปนา บุญหล้า; และนางลักษณ์ นิมิตรภูวดล. (2555). การจัดการโลจิสติกส์ : มิติซัพพลายเชน. หน้า 65.

4. คลังสินค้าหรือศูนย์กระจายสินค้า

กฤษฎา วิทธีรานนท์ (2547) ได้ให้คำจำกัดความของคลังสินค้า แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะหน้าที่ ดังนี้

4.1 คลังสินค้าชนิดตามใบสั่งซื้อ ซึ่งจะมีกระบวนการดังนี้ คือ การรับสินค้า การเก็บในคลังสินค้า การจัดของตามใบสั่งซื้อ การตรวจเช็คของ การหีบห่อ และการส่งสินค้าออก

4.2 คลังสินค้าชนิดเคลื่อนผ่านที่รับสินค้าเข้ามาและทำการคัดแยกสินค้าตามลูกค้า จากนั้นจัดส่งสินค้าไปให้ลูกค้า ซึ่งจะมีหน้าที่ คือ การรับสินค้า การคัดแยกสินค้า และการจัดส่งสินค้า

เกยูร โยบวักลีน (2556) ได้ให้คำจำกัดความของคลังสินค้า หมายถึง สถานที่สำหรับจัดเก็บวัตถุดิบ วัสดุประกอบ ชิ้นส่วนประกอบ หรือสินค้าสำเร็จรูปอย่างมีระบบ มีแบบแผน เพื่อค้นหาได้ง่าย หยิบใช้ได้สะดวกรวดเร็ว และอยู่ในสภาพที่ดี ซึ่งเมื่อคลังสินค้าเก็บวัตถุดิบ วัสดุประกอบ ชิ้นส่วนประกอบ หรือสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งเก็บจากจุดที่ผลิต และระหว่างจุดที่ผลิตภัณฑ์กับจุดของการบริโภค จะเรียกว่า ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center: DC) ข้อแตกต่างระหว่างคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า ดังนี้

ตารางที่ 2 ข้อแตกต่างระหว่างคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า

คลังสินค้า (Warehouse)	ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center)
1. เก็บรักษาสินค้าทุกประเภท	1. เก็บรักษาสินค้าคงคลังน้อยที่สุด เน้นเฉพาะสินค้าที่ตลาดต้องการ
2. กิจกรรม ประกอบด้วย การจัดเก็บ การหยิบ และการจัดส่ง	2. กิจกรรม ประกอบด้วย การรับและการจัดส่ง
3. กิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้าน้อย	3. กิจกรรมทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้ามาก ซึ่งรวมถึงการประกอบสินค้าขั้นสุดท้าย (Final Assembly)
4. ใช้เทคโนโลยีน้อย มีการเก็บข้อมูลเป็นรุ่น (Batches)	4. มีการควบคุมการทำงานด้วยเทคโนโลยี มีเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องแบบทันที (Real-Time)
5. เน้นจัดส่งสินค้าตามที่ลูกค้าต้องการ โดยทำให้ต้นทุนการดำเนินงานต่ำสุด	5. เน้นการจัดส่งสินค้าตามที่ลูกค้าต้องการ โดยทำให้เกิดกำไรมากที่สุด

ที่มา : เกยูร โยบวักลีน. (2556). การบริหารโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. หน้า 172.

5. บทบาทของการคลังสินค้าในระบบโลจิสติกส์

เกยูร โยบวักลีน (2556) คลังสินค้ามีบทบาทหน้าที่สำคัญมากในระบบโลจิสติกส์ในการให้บริการลูกค้าที่ดีที่สุดมีค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด และมีความสัมพันธ์กับการขนส่งโดยคลังสินค้าแบ่งออกตามบทบาทหน้าที่ ดังนี้

5.1 คลังสินค้าช่วยรวบรวมสินค้า (Consolidation Warehouse) มีบทบาทหน้าที่รวบรวมสินค้าจากแหล่งผลิต (โรงงาน) แต่ละแห่งและจัดเก็บเพื่อจัดส่งให้ลูกค้าในปริมาณมากเต็มรถบรรทุก (Truckload : TL) และแบบเต็มคันรถ (Carload : CL) ไปยังคลังสินค้ากลาง (Centralized Warehouse) ซึ่งคลังสินค้ากลางจะรวบรวมสินค้าหลากหลายชนิดและคัดแยกสินค้าตามใบสั่งซื้อของลูกค้าเพื่อจัดส่งให้ลูกค้า เป็นการประหยัดค่าขนส่ง

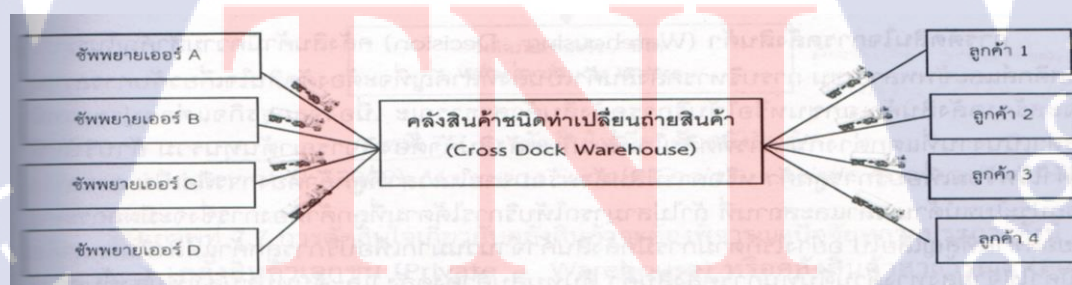
5.2 คลังสินค้าสนับสนุนการผลิต (Manufacturing Support) มีบทบาทหน้าที่รวบรวมสินค้าขาเข้า (Inbound) จากซัพพลายเออร์แต่ละแห่งและจัดเก็บเพื่อจัดส่งให้ผู้ผลิต

5.3 คลังสินค้าผสมผลิตภัณฑ์ (Product Mixing Warehouse) เป็นการกระจายสินค้าหรือการขนส่งขาออกเพื่อช่วยผสมผลิตภัณฑ์ การรวบรวมสินค้าขาออกหรือการแบ่งแยกสินค้าจากโรงงานหลายแห่ง เพื่อจัดส่งเป็นปริมาณมากไปยังลูกค้าแต่ละรายตามใบสั่งซื้อ เป็นการประหยัดค่าขนส่ง

5.4 คลังสินค้าช่วยแบ่งแยกสินค้า (Break Bulk Warehouse) เป็นการรับเอาสินค้าที่บรรจุหีบห่อขนาดใหญ่จากผู้ผลิตแต่ละแห่ง เพื่อมาแบ่งแยกสินค้าตามใบสั่งซื้อของลูกค้าเป็นขนาดเล็กเพื่อส่งมอบให้ลูกค้ารายย่อย เป็นการลดจำนวนเที่ยวการขนส่ง

5.5 คลังสินค้าช่วยลดค่าขนส่งสินค้า (Transportation Cost Warehouse) ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากผู้ขายหลายราย คลังสินค้าที่ใกล้แหล่งกับผู้ขาย แล้วจึงขนส่งไปให้ผู้ซื้อ

5.6 คลังสินค้าชนิดทำเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Cross Dock Warehouse) บทบาทหน้าที่เป็นจุดผ่านสินค้า โดยไม่ต้องนำสินค้าไปเก็บไว้ในคลังสินค้า โดยรับสินค้าและทำการคัดแยกตามคำสั่งลูกค้า จัดการผสมสินค้าโดยไม่จัดเก็บสินค้าไว้ในคลังสินค้า เป็นคลังสินค้าที่แพร่หลายในกลุ่มธุรกิจค้าปลีก ซึ่งต้องมีการวางแผนและประสานงานที่ดี และจัดส่งแบบเต็มคันรถบรรทุก (Truckload : TL) ไปยังลูกค้าแต่ละราย



รูปที่ 4 คลังสินค้าชนิดทำเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Cross Dock Warehouse)

ที่มา : เกยูร ไยบัวกลิ่น. (2556). การบริหารโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. หน้า 175.

6. การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งคลังสินค้า

เกยูร ไยบัวกลั่น (2556) การวิเคราะห์ทำเลที่ตั้ง (Location Analysis) เป็นการกำหนดทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม ย่อมทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่กิจการหลายอย่าง ซึ่งกิจการที่ต้องคำนึงถึงมีทั้งด้านมหภาคและจุลภาค

6.1 ด้านมหภาค พิจารณาด้านภูมิศาสตร์ที่เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ โดยการคำนึงถึง 2 กลุ่ม คือ ผู้บริโภคและผู้ผลิต ดังนั้นคลังสินค้าต้องตั้งในตำแหน่งที่สามารถให้บริการลูกค้าทั้ง 2 กลุ่มได้ประโยชน์สูงสุด แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ กลยุทธ์ทำเลที่ตั้งโดยยึดกลุ่มผู้บริโภคเป็นหลัก กลยุทธ์ทำเลที่ตั้งโดยยึดกลุ่มผู้ผลิตเป็นหลัก และกลยุทธ์ทำเลที่ตั้งโดยยึดกลุ่มผู้บริโภคและผู้ผลิตเป็นหลัก นอกจากนี้การเลือกทำเลที่ตั้งยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ เช่น สิ่งแวดล้อม เส้นคมนาคม และการวิเคราะห์ระยะทางและต้นทุนของการขนส่ง เป็นต้น

6.2 ด้านจุลภาค พิจารณปัจจัยพื้นที่ส่วนหนึ่งของมหภาค เช่น คุณภาพและความหลากหลายของผู้ขนส่ง คุณภาพและปริมาณแรงงานที่มีอยู่ อัตราค่าจ้างแรงงาน ศักยภาพในการขยายพื้นที่ ต้นทุนของเงินทุน ต้นทุนการก่อสร้าง เป็นต้น นอกจากนี้การเลือกทำเลที่ตั้งยังต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดทำเลที่ตั้งคลังสินค้า ทั้งปัจจัยเชิงปริมาณ เช่น ราคาที่ดิน ระยะทางของที่ตั้ง ยานพาหนะในการขนส่ง ส่วนปัจจัยเชิงคุณภาพ เช่น ความสะดวกในการหาคนงาน สภาพแวดล้อม ทัศนคติของผู้บริหาร ทัศนคติของชุมชน เป็นต้น

แนวคิดของการขนส่ง (Transportation)

เกยูร ไยบัวกลั่น (2556) ได้ให้คำจำกัดความของการขนส่ง (Transportation) คือ กระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าด้วยอุปกรณ์การขนส่งจากสถานที่ผลิตสินค้าไปยังสถานที่บริโภค ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า ก่อให้เกิดอรรถประโยชน์ทั้งด้านสถานที่และด้านเวลา

1. บทบาทของการขนส่งที่มีต่อโลจิสติกส์

1.1 เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้เกิดการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบจากแหล่งผลิตไปยังโรงงานเพื่อเข้ากระบวนการผลิตให้เป็นสินค้าสำเร็จรูป

1.2 เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้เกิดการเคลื่อนย้ายสินค้าสำเร็จรูปจากผู้ผลิตหรือโรงงาน ไปยังลูกค้าหรือสถานที่ที่ต้องการสินค้านั้นๆ

1.3 เป็นต้นทุนโลจิสติกส์ในการกระจายสินค้าทางตรง คือ ในรูปของค่าระวางขนส่ง และต้นทุนทางอ้อม คือค่าใช้จ่ายที่อาจเกิดจากความเสียหายของสินค้าจากการขนส่ง และค่าใช้จ่ายด้านเวลาที่ขนส่งเกิดล่าช้า

จากบทบาทของการขนส่งดังกล่าวจึงควรตระหนักเพื่อให้เกิดการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ

2. ประสิทธิภาพในการขนส่ง (Efficiency)

ค่านาย โภภิษฐ์ฤทธิสาร (2551) ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพในการขนส่ง (Efficiency) หมายถึง การขนส่งที่จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้ รวดเร็ว (Speed) ประหยัด (Economy) ปลอดภัย (Safety) สะดวกสบาย (Convenient) แน่นนอน ตรงต่อเวลาเชื่อถือได้ (Certainty and Punctuality) ซึ่งทำให้การขนส่งมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำ มีความสะดวกรวดเร็ว และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายในสินค้านระหว่างการขนส่ง พร้อมทั้งสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

3. ต้นทุนการขนส่ง (Cost of Transportation)

ฐาปนา บุญหล้า; และนางลักษณ์ นิมิตรภูวดล (2555) ต้นทุนการขนส่งสินค้าแต่ละรูปแบบ เพื่อพิจารณาจะสอดคล้องกับโครงสร้างต้นทุนการขนส่ง

3.1 โครงสร้างต้นทุนการขนส่ง ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

3.1.1 ต้นทุนคงที่ (Fix Cost) หมายถึงต้นทุนปฏิบัติการกับต้นทุนการดำเนินการที่ต้องจ่ายประจำในการดำเนินการต่างๆ เช่น ค่าเช่าซื้อ ค่าเสื่อมราคา เป็นต้น

3.1.2 ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการใช้งานพาหนะในการขนส่ง เช่น ค่าน้ำมัน ค่าซ่อมบำรุง เป็นต้น

3.1.3 ต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Cost) หมายถึง ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นจากการดำเนินการ เช่น น้ำหนักของสินค้าที่ผลิตเพิ่มขึ้น ค่าขนส่งก็จะเพิ่มขึ้นตาม เป็นต้น

3.2 ต้นทุนขนส่งทางถนน มีดังนี้

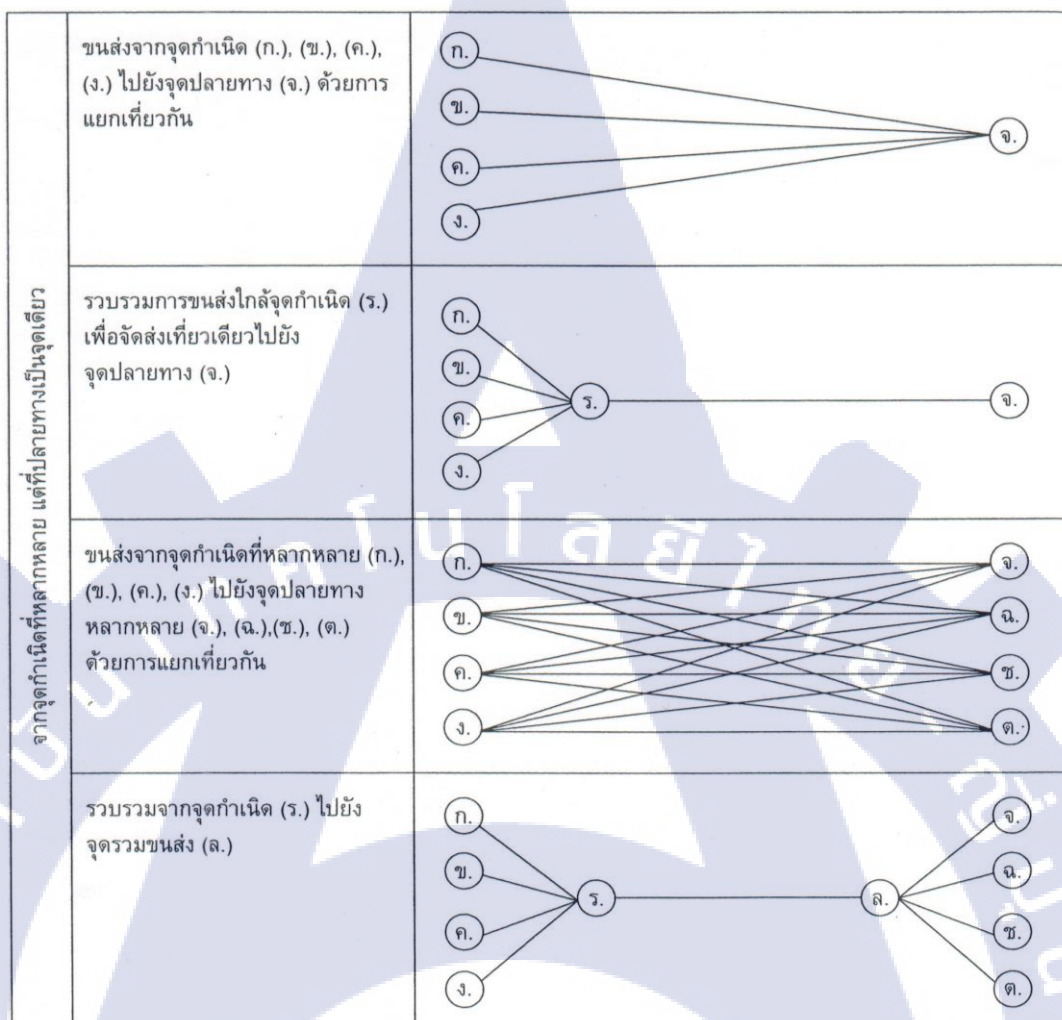
3.2.1 ต้นทุนคงที่ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าโสหุ้ย และต้นทุนประจำ เช่น ค่าที่ดินและอาคาร ค่าสิ่งอำนวยความสะดวก (พื้นที่จอดรถ) ค่าการจัดการ อำนวยความสะดวก และค่าบทบาทสนับสนุนอื่นๆ ค่าเสื่อมราคารถบรรทุก ค่าใบอนุญาต ค่าประกันภัย เงินเดือนของพนักงานขับรถและพนักงานบริหารจัดการ

3.2.2 ต้นทุนผันแปร คือรายการต้นทุนดำเนินการของการขนส่งทางถนนที่มีความผันแปรตามใช้รถบรรทุก เช่น ค่าเชื้อเพลิง ค่าน้ำมันเครื่องยนต์ ค่ายาง ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา เป็นต้น

4. การรวบรวมสินค้าเพื่อการขนส่ง

ฐาปนา บุญหล้า; และนางลักษณ์ นิมิตรภูวดล (2555) การรวบรวมสินค้าเพื่อการขนส่ง ประกอบด้วย 3 ส่วน

สินค้าส่งออก คือสินค้าที่ผู้ผลิตทำการผลิตและรวบรวมให้ได้ตามจำนวนที่มีการสั่งซื้อล่วงหน้า เพื่อจัดส่งไปยังผู้ซื้อสินค้าปลายทาง แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้ โอนย้ายสินค้าจากยานพาหนะขนาดเล็กไปสู่ยานพาหนะขนาดใหญ่ รวมศูนย์และกระจายการขนส่งใหม่เพื่อลดระยะทางของการขนส่ง ลดความถี่ของการขนส่งเพื่อการขนส่งให้น้อยเที่ยว



รูปที่ 5 การรวบรวมการขนส่งเพื่อจัดการแยกจุดการขนส่งตามเส้นทางปกติ

ที่มา: ฐานา บุญหล้า; และณรงค์ นิมิตรกุล. (2555). การจัดการโลจิสติกส์ : มิติซัพพลายเชน. หน้า 150.

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์การเลือกตำแหน่งที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า

1. วิธีการจุดศูนย์กลาง (Center-of-Gravity Method)

เจย์, บาร์รี่; และชัค (Jay, Barry; and Chuck. 2017) วิธีการจุดศูนย์กลาง เป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าที่สามารถทำให้ต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุด โดยใช้วิธีการหาพิภพทางภูมิศาสตร์จากปริมาณการขนส่งและค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

พิกัดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม คือ (X, Y) หาจาก

$$X = \frac{\sum x_i Q_i}{\sum Q_i} \quad \text{และ} \quad Y = \frac{\sum y_i Q_i}{\sum Q_i}$$

เมื่อ x_i แทน พิกัดของ x จากที่ตั้งของลูกค้าที่ i

y_i แทน พิกัดของ y จากที่ตั้งของลูกค้าที่ i

Q_i แทน ปริมาณการขนส่งโดยรวมของลูกค้าที่ i

แนวคิดวิธีการจุดศูนย์กลาง เป็นการหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าเพื่อก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด โดยคำนึงถึงระยะทางกับปริมาณการขนส่งสินค้าไปพิกัดของลูกค้าโดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

2. วิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง (Load-Distance Technique)

สัญญา ลี้แก่กุล (2561) วิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง เป็นวิธีการเลือกทำเลที่ตั้งที่เป็นศูนย์กลางขนส่ง โดยพิจารณาทำเลที่มีต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด

สูตรและขั้นตอนในการคำนวณจุดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าที่ i กับ สาขาที่ j

$$d_i = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

กำหนดให้ x_i คือ พิกัดตามแกน x ของศูนย์กระจายสินค้าที่ i

x_j คือ พิกัดตามแกน x ของสาขาที่ j

y_i คือ พิกัดตามแกน y ของศูนย์กระจายสินค้าที่ i

y_j คือ พิกัดตามแกน y ของสาขาที่ j

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณคะแนนระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง

$$LD = \sum_{i=1}^n l_i d_i$$

กำหนดให้ l_i คืออัตราค่าขนส่ง หรือจำนวนเที่ยว หรือจำนวนสินค้า

d_i คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กระจายสินค้าที่ i กับสาขาที่ j

ขั้นตอนที่ 3 เลือกทำเลที่เหมาะสม

พิจารณาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมจากคะแนนต่ำสุด ซึ่งหมายถึง ต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุด

พิกัดภูมิศาสตร์ในประเทศไทย

1. ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems)

เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ บนพื้นโลก ด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิดของละติจูดและลองจิจูดที่กำหนดขึ้นสำหรับศูนย์กำเนิดของละติจูด (Origin of latitude) นั้น กำหนดขึ้นจากแนวระดับที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุน เรียกแนวระนาบศูนย์กำเนิดนั้นว่า เส้นระนาบศูนย์สูตรซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ฉะนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด จะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลก กับแนวระดับฐานกำเนิดมุมที่เส้นระนาบศูนย์สูตร โดยวัดค่าของมุมออกไปทางซีกโลกเหนือและทางซีกโลกใต้ ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ มีค่าเชิงมุม 90 องศาพอดี ดังนั้นการใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่งต่าง ๆ นอกจากจะกำหนดเรียกค่าวัดเป็น องศา ลิปดา และฟิลิปดา โดยจะกำกับด้วยตัวอักษรบอกทิศทางเหนือหรือใต้เสมอ เช่น ละติจูดที่ 30 องศา 20 ลิปดา 15 ฟิลิปดาเหนือ

ส่วนศูนย์กำเนิดของลองจิจูด (Origin of longitude) นั้น กำหนดขึ้นจากแนวระนาบทางตั้งที่ผ่านแกนหมุนของโลกตรงบริเวณตำแหน่งบนพื้นโลกที่ผ่านหอสังเกตการณ์ดาราศาสตร์เมืองกรีนนิช (Greenwich) ประเทศอังกฤษ เรียกศูนย์กำเนิดนี้ว่า เส้นเมริเดียนแรก (Prime meridian) เป็นเส้นที่แบ่งโลกออกเป็นซีกโลกตะวันตกและซีกโลกตะวันออกค่าระยะเชิงมุมของลองจิจูดเป็นค่าที่วัดมุมออกไปทางตะวันตก และตะวันออกของเส้นเมริเดียนแรกวัดจากศูนย์กลางของโลกตามแนวระนาบที่มีเส้นเมริเดียนแรกเป็นฐานกำเนิดมุม ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่เส้นเมริเดียนตรงข้ามกับเส้นเมริเดียนแรกซึ่งมีค่าของมุมซีกโลกละ 180 องศา การใช้ค่าอ้างอิงบอกตำแหน่งใช้เรียกกำหนดเช่นเดียวกับละติจูด แต่ต่างกันที่ต้องบอกเป็นซีกโลกตะวันตก หรือซีกโลกตะวันออกแทน เช่น ลองจิจูดที่ 90 องศา 20 ลิปดา 45 ฟิลิปดาตะวันตก

2. พิกัดภูมิศาสตร์ในประเทศไทย ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ทางตอนกลางของภาคใต้ ห่างจากกรุงเทพมหานคร 780 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 9,943 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 6,214,375 ไร่ มีพื้นที่มาก เป็นอันดับ 2 ของภาคใต้ และเป็นอันดับที่ 16 ของประเทศ หรือประมาณ ร้อยละ 1.98 ของ พื้นที่ทั้งประเทศ ที่ตั้งของตัวจังหวัด ตั้งอยู่ประมาณละติจูด 9 องศาเหนือและลองจิจูด 100 องศาตะวันออก มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานีและอำเภอบ้านดอน
ทิศใต้	ติดต่อกับอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง อำเภอห้วยยอดจังหวัดตรัง
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับอำเภอไทยเป็นชายฝั่งทะเล มีความยาวตั้งแต่ตอนเหนือของอำเภอขนอมลงไปทางใต้ของอำเภอหัวไทรประมาณ 225 กิโลเมตร
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดกระบี่

3. แผนที่ทางหลวงสายเอเชีย

ประเทศไทยได้ให้ความร่วมมือในการพัฒนาทางหลวงเอเชียอย่างเข้มแข็งมาโดยตลอด ความก้าวหน้าในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา การดำเนินงานได้สัมฤทธิ์ผลทั้งในด้านการวางแผนโครงข่ายทางหลวงเอเชีย การกำหนดมาตรฐานทางหลวงเอเชีย และการติดตั้งป้ายหมายเลขทางหลวงเอเชีย ประเทศไทยโดยกรมทางหลวงได้ดำเนินงานในเรื่องต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นอย่างสอดคล้องกับความตกลงระหว่างรัฐบาลว่าด้วยโครงข่ายทาง หลวงเอเชีย ซึ่งได้มีการลงนามในปี 2547 แล้วกรมทางหลวงได้เสนอทางหลวงในประเทศให้รวมอยู่ในโครงข่ายทางหลวงเอเชียโดยใช้หลักเกณฑ์การคัดเลือกเส้นทางภายใต้โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานการขนส่งทางบกแห่งภูมิภาคเอเชีย เช่น เส้นทางเชื่อมโยงระหว่างเมืองหลวง หรือเมืองท่า เป็นต้น

ทางหลวงเอเชียในประเทศไทย แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ทางหลวงเอเชียสายหลัก ได้แก่ AH 1, AH 2 และ AH 3 และทางหลวงเอเชียสายรอง ได้แก่ AH 12, AH 13, AH 15, AH 16, AH 18 และ AH 19 รวมระยะทางทั้งสิ้นประมาณ 5,129 กิโลเมตร

กลยุทธ์การบริการลูกค้า การใช้ ABC Analysis

การบริการลูกค้าสามารถใช้ ABC Analysis มากำหนดกลยุทธ์บริการลูกค้าได้ วิธี ABC เป็นการจำแนกลูกค้าและสินค้าตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงระดับบริการกลุ่มลูกค้าและสินค้าที่ทำกำไร

Customer-Product Contribution Matrix				
Customer Category	Product Category			
	I	II	III	IV
A	1	2	6	10
B	3	4	7	12
C	5	8	13	16
D	9	14	15	19
E	11	17	18	20

ที่มา : ไชยยศ ไชยมั่นคง; และมยุขพันธ์ ไชยมั่นคง. (2556). กลยุทธ์โลจิสติกส์และซัพพลายเชนเพื่อแข่งขันในตลาดโลก. หน้า 473.

จากตาราง ให้จัดกลุ่มสินค้าเป็นกลุ่ม I II III และ IV สินค้ากลุ่ม I เป็นสินค้าที่ทำกำไรให้บริษัทมากที่สุด แต่มีสินค้าน้อยชนิด เช่น ร้อยละ 5 ของสินค้าทั้งหมด ส่วน II III และ IV ก็ลดหลั่นกันไป โดยสินค้ากลุ่ม IV ทำไรให้บริษัทน้อยที่สุด แต่มีสินค้ามากชนิด เช่น ร้อยละ 70 ของสินค้าทั้งหมด สำหรับจัดกลุ่มลูกค้าเป็น A B C D และ E กลุ่มลูกค้า A ประกอบด้วยลูกค้าที่ซื้อสินค้ามากหรือทำกำไรให้บริษัทมากที่สุด แต่มีลูกค้าน้อยราย เช่น ร้อยละ 5 ของลูกค้า ลูกค้ากลุ่ม B, C, D และ E ก็ลดหลั่นกันไป การจัดลำดับความสำคัญตามหลัก ABC Analysis ลำดับที่ 1 สินค้ากลุ่ม I ขายให้ลูกค้ากลุ่ม A ลำดับที่ 2 สินค้ากลุ่ม II ขายให้ลูกค้ากลุ่ม A เรียงลำดับเป็นดังตารางข้างต้น

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กุลบัณฑิต แสงดี; สุภาวดี สายสนิท; และปิยรัตน์ แต่เจริญ (2559) ศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ โดยศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการจัดตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ในด้านเทคนิคและด้านการเงิน โดยในด้านเทคนิคเลือกใช้วิธีเทคนิคการหาศูนย์กลางของการขนส่ง โดยหาทำเลที่ตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ที่เป็นศูนย์กลางของการกระจายสินค้าที่สามารถประหยัดต้นทุนค่าขนส่งรวมได้มากที่สุด ผลลัพธ์ที่ตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่อยู่ที่ละติจูด 13.8009 ลองติจูด 100.582 คือ พื้นที่โซนถนนลาดพร้าว แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร ทำการสร้างรูปแบบจำลองเพื่อแสดงความเหมาะสมในการเลือกใช้งานคลังสินค้าแห่งใหม่และแห่งเดิม โดยทดลองเปรียบเทียบระยะทางและเวลาการขนส่งระหว่างทำเลที่ตั้งคลังสินค้าเดิมกับคลังสินค้าแห่งใหม่ถึงแหล่งลูกค้า 2 กรณี โดยรูปแบบจำลองในกรณี

ที่ 2 คือ เลือกดำเนินการคลังสินค้าทำเลเดิมและใหม่ร่วมกัน สามารถลดระยะเวลาในการขนส่งได้เฉลี่ย 31 นาที ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง เท่ากับ 198.4 บาทต่อวัน หรือ 5,158.4 บาทต่อเดือน สำหรับด้านการเงินนำหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อการลงทุน ได้แก่ ระยะเวลาคืนทุน (PB) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนที่แท้จริง (IRR) มาใช้วิเคราะห์ร่วมในการตัดสินใจในแบบจำลอง

จักรวาล ดินาง; และจารุพงษ์ บรรเทา (2558) ศึกษาการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าระดับภูมิภาคเป็นประโยชน์ต่อการกระจายสินค้า ซึ่งการกำหนดทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าเป็นกลยุทธ์การตัดสินใจที่สำคัญต่อการจัดการระบบการขนส่ง นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาการกำหนดทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าระดับภูมิภาค ตัวแบบที่พัฒนาขึ้นได้ขยายมาจากตัวแบบ p-median โดยเพิ่มการพิจารณาต้นทุนการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง วัตถุประสงค์ของตัวแบบนี้ เพื่อกำหนดทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าให้มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด การแก้ปัญหาได้ใช้ข้อมูลการศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการคำนวณ พบว่าจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมมี 3 แห่ง ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา สกลนคร และหนองคาย

ชนกร วิวัฒนากรวงศ์; และวงศธร เอ็ฟวา (2561) ศึกษาการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม โรงงานผลิตจังหวัดขอนแก่นไปยังลูกค้าในส่วนของภาคเหนือ โดยเปรียบเทียบ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 ใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) โดยให้เกิดต้นทุนค่าขนส่งต่ำสุดและวิธีที่ 2 จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลพบว่า วิธีที่ 1 พบว่าควรเลือกสร้างศูนย์กระจายสินค้าที่อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีค่าขนส่งสุทธิก่อนการวิจัย มีค่าเท่ากับ 31,849,362.326 บาท และค่าขนส่งสุทธิหลังการวิจัย ลดลงเหลือ 30,369,969.33 บาท คิดเป็นร้อยละ 4.64 ส่วนวิธีที่ 2 พบว่าควรเลือกสร้างศูนย์กระจายสินค้าที่อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง ค่าขนส่งสุทธิหลังการวิจัย มีค่าเท่ากับ 30,994,548.25 บาท ซึ่งวิธีที่ 1 ดีกว่าวิธีที่ 2 นอกจากค่าขนส่งสุทธิที่ลดลง การเลือกทำเลที่ตั้งดังกล่าวจะเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งในเรื่องความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าในเรื่องระยะทางอีกด้วย

ปรางประเสริฐ น้อยสังข์; และชุมพล มณฑาทิพย์กุล (2560) ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการกระจายสินค้าในระยะยาวและความสามารถในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าขององค์กร การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ทำให้มีต้นทุนโลจิสติกส์โดยรวมต่ำที่สุดอาจส่งผลกระทบต่อปัจจัยอื่น ในทางกลับกัน การเลือกทำเลพื้นที่บนพื้นฐานของปัจจัยเชิงคุณภาพอาจส่งผลให้มีต้นทุนในการกระจายสินค้าสูงในระยะยาว งานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางการนำปัจจัยหลายด้านมาพิจารณาร่วมกัน โดยมีปัจจัยด้านต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและการขนส่ง ปัจจัยด้านความเสี่ยงต่ออุทกภัยและปัจจัยด้านรูปแบบการขนส่งทางรถไฟและเครื่องบิน มาวิเคราะห์ร่วมกันในการคัดเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจาย

สินค้าส่วนภูมิภาคที่เหมาะสม โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบเชิงเส้นจำนวนเต็มผสม และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์และการโปรแกรมเป้าหมาย นอกจากนี้ยังทำการทดลองปรับค่าตัวแปรของปัจจัยเชิงคุณภาพให้เป็นค่าเชิงต้นทุน และวิเคราะห์หาค่าต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดจากต้นทุนรวมของทุกปัจจัย ภายใต้ข้อมูลของสถานการณ์จำลองนี้ จากการวิเคราะห์หาต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดพบว่าพื้นที่ในจังหวัดชลบุรี นครราชสีมา สุราษฎร์ธานี และลำปาง ได้ถูกเลือกเพื่อเป็นที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าส่วนภูมิภาคจากพื้นที่ทางเลือกจำนวน 13 จังหวัด เนื่องจากส่งผลให้มีต้นทุนรวมต่ำที่สุด สำหรับการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์ พบว่าส่งผลให้คำตอบแตกต่างกันจากการเปลี่ยนการให้ระดับความสำคัญของแต่ละวัตถุประสงค์ และการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์ยังสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ในกรณีที่ไม่สามารถหาฟังก์ชันแต่ละวัตถุประสงค์มาประยุกต์ใช้เป็นเชิงต้นทุนให้เข้ากับรูปแบบของปัญหาได้

พริดา วิภูญโญ (2562) วิจัยศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์คัดเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กลางผลไม้แบบส่งผ่านที่มีการซื้อขายระหว่างอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอสะเตา (ผ่านด่านปาดังเบซาร์) จังหวัดสงขลา เพื่อนำไปสู่การลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ต่ำที่สุด และเป็นทำเลที่ตั้งที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาปริมาณการไหลเวียนสินค้าจากผู้ประกอบการในบริเวณตลาดซื้อขายผลไม้หลัก 4 แห่งในหาดใหญ่ ที่ได้มีการนำเข้าผลไม้ผ่านทางด่านปาดังเบซาร์ อำเภอสะเตา เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็นการพิจารณาร่วมกันระหว่างปัจจัยเชิงปริมาณ และปัจจัยเชิงคุณภาพ เปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งตามแนวคิดการคำนวณทำเลที่ตั้งจากทฤษฎี Center of Gravity และ Exact Center of Gravity Approach เก็บข้อมูลรอบแรกสำหรับกลุ่มตัวอย่างเป็น ร้อยละ 80 ของผู้ประกอบการในพื้นที่โดยประมาณ จำนวน 51 ราย และการเก็บข้อมูลลำดับถัดไปเป็นกลุ่มตัวอย่างจากผู้ประกอบการและผู้บริโภคจำนวนทั้งสิ้น 30 ราย เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงคุณภาพทั้ง 7 ด้าน เช่น ด้านแหล่งผลิต แหล่งผู้บริโภค แหล่งแรงงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เป็นต้น รวมถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลการวิจัยพบว่า ทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมควรตั้งอยู่ในบริเวณตลาดทวีทรัพย์ ถนนประธานอุทิศ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ ซึ่งมีค่าละติจูด 7.014044 ลองจิจูด 100.469638 ซึ่งการเปิดศูนย์กระจายสินค้าส่งผ่านในบริเวณดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุนการขนส่งจากเดิมได้ถึง ร้อยละ 9.69 และเป็นตำแหน่งที่ให้ผลคะแนนการวิเคราะห์ 7 ปัจจัยเชิงคุณภาพสูงที่สุดสืบเนื่องจากองค์ประกอบสำคัญเรื่องแหล่งผู้บริโภค และสิ่งอำนวยความสะดวก

พิเชฐ เว็นทอง (2560) ศึกษาเพื่อหาจุดที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพื่อลดต้นทุนในการขนส่ง ซึ่งจะอยู่ที่พิกัดละติจูด 14.0273671 และค่าลองจิจูด 100.5251934 โดยคำนวณจากโปรแกรม COG ของซอฟต์แวร์ LOGWARE โดยวัดระยะจริงของถนนบนแผนที่ซึ่งมีระยะห่างจากโกดังสินค้าที่เดิม 5.3 กิโลเมตร ระยะทางของโกดังสินค้าใหม่ไปถึงร้านลูกค้าลดลงถึง 69.2 กิโลเมตรและลดระยะเวลา

ได้ 3 ชั่วโมง 16 นาที และสามารถประหยัดต้นทุนของการขนส่งจากคลังสินค้าเดิมเท่ากับ 681,470 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 19 ปี 9 เดือน 18 วัน อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการนี้อยู่ที่ ร้อยละ 9.18 ต่อปี สำหรับอายุคลังสินค้าที่ 35 ปี

ยุพิน วงษ์วิลาส (2557) ศึกษาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าอุปโภคบริโภค ภายในเขตพื้นที่ภาคใต้ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ด้านระยะทางและปริมาณงานหรือปริมาณสินค้าที่ขนส่ง โดยมุ่งเน้นการลดต้นทุนค่าขนส่งและระยะทางโดยรวม ซึ่งเปรียบเทียบ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 เทคนิคการหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity) และวิธีที่ 2 เทคนิคการหาภาระระยะทางขนส่ง (Load-Distance) ผลการเปรียบเทียบค่าขนส่งโดยรวมทั้งหมด พบว่าวิธีที่ 1 พบว่าควรเลือกสร้างศูนย์กระจายสินค้าที่จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าขนส่งรวมเท่ากับ 312,437 บาท และวิธีที่ 2 พบว่าควรเลือกสร้างศูนย์กระจายสินค้าที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าขนส่งรวมเท่ากับ 301,083 บาท ซึ่งวิธีที่ 2 ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ประหยัดค่าขนส่งได้ร้อยละ 31

วรศรา สุภา และ ขนิษฐา เรียนกระโทก (2561) ศึกษาเพื่อหาทางเลือกในการสร้างคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งคลังสินค้าตั้งแต่ 1 ถึง 3 แห่งที่เหมาะสมโดยการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ LOGWARE ด้วยวิธี MULTI COG และเปรียบเทียบทางเลือกในการสร้างคลังสินค้าแห่งใหม่โดยนำเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมเข้ามาวิเคราะห์ ผลการเปรียบเทียบ จากเดิมมีคลังสินค้าตั้งอยู่จังหวัดนนทบุรี มีต้นทุนการขนส่งอยู่ที่ 822,275 บาท จากการวิเคราะห์พบว่าการสร้างคลังสินค้าใหม่ 2 แห่ง เหมาะสมกับการลงทุน โดยมีคลังสินค้าใหม่อยู่ที่จังหวัดอยุธยาและจังหวัดชลบุรี ต้นทุนการขนส่งอยู่ที่ 541,466 บาท ประหยัดต้นทุนจากเดิมร้อยละ 34.15 และผลที่ได้จากการคำนวณโดยเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมีระยะคืนทุนอยู่ 8.39 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) เท่ากับ 1,238,663 บาท และอัตราผลตอบแทนภายใน(IRR) เท่ากับ ร้อยละ 15.2

สนธิกิจ ลิ้มปนาวนิช (2561) ศึกษาการวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้ กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง เนื่องจากปริมาณความต้องการของลูกค้ามีมากกว่าความสามารถในการจัดเก็บของศูนย์กระจายสินค้าเดิม ดังนั้นบริษัทจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่สำหรับรองรับความต้องการของลูกค้าที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น รวมถึงเพื่อศึกษาต้นทุนการจัดการและการขนส่งที่ต่ำที่สุดและระบุขอบเขตความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่ง นอกจากนี้ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับหาศูนย์กระจายสินค้าและใช้โปรแกรมเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel Solver) ในการประมวลผล จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ศูนย์กระจายสินค้าที่ได้รับเลือกมี 2 แห่ง ได้แก่ จังหวัด สงขลา ซึ่งต้องกระจายสินค้าไป 9 จังหวัด คือ นครศรีธรรมราช ชุมพร กระบี่ พังงา ภูเก็ต ตรัง ปัตตานี สตูล และสงขลา และอีกหนึ่งแห่ง คือ จังหวัด พัทลุง ซึ่งต้องกระจายสินค้าไป 3 จังหวัด คือ สุราษฎร์ธานี ระนอง และพัทลุง ซึ่งถ้าวัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เดียว 2 แห่ง คือ

จังหวัดสงขลา จะทำให้มีต้นทุนรวมสูงกว่า ตั้ง 2 แห่งที่จังหวัดสงขลาและพัทลุง คิดเป็น 22,938 บาทต่อเดือน

อมรา ดอกไม้ (2558) งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีฮิวริสติกสำหรับประมาณการหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งพิจารณาถึงต้นทุนในกลุ่มของลูกค้าและซัพพลายเออร์เพื่อให้มีต้นทุนโดยรวมต่ำที่สุด ทั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นเส้นตรง เพื่อหาระยะขจัดที่สั้นที่สุด จากนั้นหาคำตอบที่เหมาะสมด้วยโปรแกรมพรีเมียมเอ็กเซลโซลเวอร์ (Premium Excel Solver) และได้ทำการพัฒนาฮิวริสติก (Heuristic) โดยใช้โปรแกรมวีบีเอ (VBA : Visual Basic for Application) คำตอบที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมทั้ง 2 โปรแกรมได้ผลลัพธ์จากการคำนวณโปรแกรม VBA มีต้นทุนและคำตอบที่ได้ 22 สถานการณ์ซึ่งน้อยกว่าการคำนวณจากโปรแกรม Premium Excel Solver

สรุปจากการทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่กล่าวมาข้างต้นได้ดังนี้

1. การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าโดยพิจารณาดำเนินการที่เหมาะสมมีหลากหลายวิธี ดังนี้ วิธีจุดศูนย์ดุล วิธีแบบจำลองเชิงเส้นคณิตศาสตร์ แบบระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง แบบฮิวริสติก แบบจำลองไม่เชิงเส้นคณิตศาสตร์ แบบการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงคุณภาพ แบบคำนวณโดยใช้เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม และแบบคำนวณทางการเงิน
2. การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าวิธีที่นิยมใช้ ได้แก่ วิธีจุดศูนย์ดุล วิธีแบบจำลองเชิงเส้นคณิตศาสตร์ แบบระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง
3. โปรแกรมที่มาช่วยในการคำนวณได้แก่ Microsoft Excel, Premium Excel Solver และ LOGWARE
4. การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม จะพิจารณาจากการคำนวณหาต้นทุนในการขนส่ง ประสิทธิภาพขนส่ง ระยะเวลาคืนทุน(PB) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนที่แท้จริง (IRR)

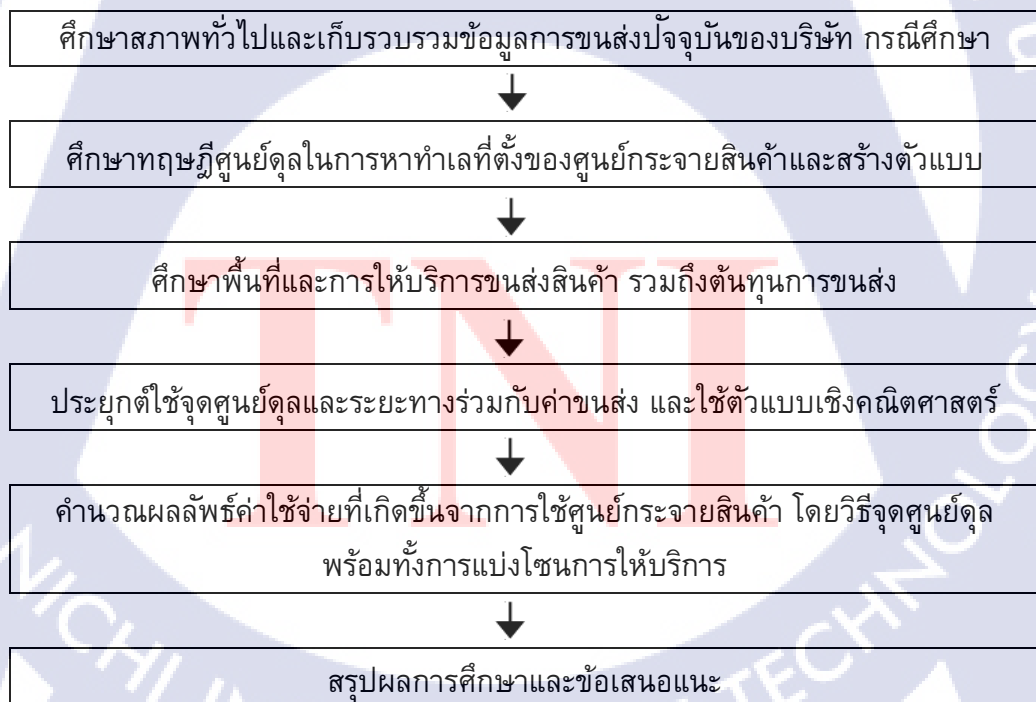
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานสารนิพนธ์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาตามขั้นตอน โดยมีการประยุกต์แบบจำลองคณิตศาสตร์และวิธีจุดศูนย์ดูล เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการขนส่งให้ได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และได้มีการแบ่งขั้นตอนการศึกษาเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาสภาพทั่วไปและเก็บรวบรวมข้อมูลการขนส่งปัจจุบันของบริษัท กรณีศึกษา
2. ศึกษาทฤษฎีจุดศูนย์ดูลและสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์
3. ประยุกต์ใช้จุดศูนย์ดูลบริษัทกรณีศึกษาและใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อค้นหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า พร้อมทั้งประยุกต์ใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์โดยวิธีโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) กับบริษัทกรณีศึกษา เพื่อเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า
4. วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลลัพธ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากตัวแบบการใช้จุดศูนย์ดูล การใช้แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์กับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (เดิม)

แนวทางการศึกษา



รูปที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้บริษัทสี่สายขนส่ง จำกัด ซึ่งมีศูนย์กระจายสินค้าจังหวัด นครศรีธรรมราช ซึ่งมีลูกค้าทั้งหมด 8,124 รายเป็นประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำ การเลือกตัวอย่างเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยให้เหตุผลตาม หลักความสำคัญของลูกค้าและจำนวนศูนย์กระจายสินค้าที่มีหลายแห่งในจังหวัดเดียวกัน ซึ่ง ตัวอย่างที่เลือกทำการศึกษานี้เป็นศูนย์กระจายสินค้าในจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีศูนย์ กระจายสินค้าในจังหวัดนี้ 4 แห่ง คือ สาขาทุ่งสง สาขานครศรีธรรมราช สาขabanใน และสาขา หัวไทร ให้บริการลูกค้ารายหลักจำนวน 718 ราย (ยอดขนส่งที่มาใช้บริการมากกว่า 10,000 บาท/ปี)

เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 1 ศึกษาสภาพทั่วไปและเก็บรวบรวมข้อมูลการขนส่ง

ผู้ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลของบริษัทได้ทำระบบข้อมูล พิจารณาค่าขนส่ง ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมระยะเวลา 12 เดือน และ ข้อมูลจากแหล่งอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ ดังนี้

1. ข้อมูลการรับส่งสินค้าจากศูนย์หลักที่จังหวัดกรุงเทพฯ ไปศูนย์กระจายสินค้า ทั้ง 4 แห่ง และข้อมูลการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปกลุ่มลูกค้า เพื่อศึกษารอบเที่ยวขนส่งในแต่ละจุด
2. ข้อมูลต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 3 แห่ง เพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุน การขนส่ง พร้อมทั้งต้นทุนการตั้งศูนย์กระจายสินค้า เงินเดือนพนักงาน
3. ข้อมูลระยะทางจากอำเภอที่ตั้งศูนย์กระจายเดิมไปยังอำเภอต่างๆ ในจังหวัด นครศรีธรรมราช
4. ข้อมูลอัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน (ลิตร/กิโลเมตร) และปริมาณบรรทุกของรถแต่ละประเภท
5. ข้อมูลพิกัดของแต่ละอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ตอนที่ 2 การค้นหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าใหม่ สร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณต้นทุนรวม

1. นำข้อมูลรอบเที่ยวขนส่งของลูกค้าและพิกัดของลูกค้ารายหลักแล้วนำมา คำนวณด้วยวิธีการวิเคราะห์จุดศูนย์ตุล (Center of Gravity Method : COG) เพื่อหาพิกัดใน แกน X และ แกน Y ที่เหมาะสมสำหรับการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท

พิกัดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่ศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม คือ (X, Y) หาจาก

$$X = \frac{\sum_i x_i Q_i}{\sum_i Q_i} \quad \text{และ} \quad Y = \frac{\sum_i y_i Q_i}{\sum_i Q_i}$$

เมื่อ x_i แทน พิกัดของ x จากที่ตั้งของลูกค้าที่ i

y_i แทน พิกัดของ y จากที่ตั้งของลูกค้าที่ i

Q_i แทน รอบเที่ยวการขนส่งโดยรวมของลูกค้าที่ i ; $i = 1, 2, 3, \dots, 23$

คำนวณพิกัดที่ดำเนินการแปลงพิกัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ในแผนที่จริง โดยใช้โปรแกรม Google Earth เพื่อหาดำแหน่งที่เหมาะสม

คำนวณด้วยวิธีการหาระยะทางรวมกับค่าขนส่ง เป็นวิธีการเลือกทำเลที่ตั้งที่เป็นศูนย์กลางขนส่ง โดยพิจารณาทำเลที่มีต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด

สูตรและขั้นตอนในการคำนวณจุดที่เป็นทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าที่ i กับ ลูกค้าในอำเภอที่ j

$$d_i = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

กำหนดให้ x_i คือ พิกัดตามแกน x ของศูนย์กระจายสินค้าที่ i

x_j คือ พิกัดตามแกน x ของลูกค้าในอำเภอที่ j

y_i คือ พิกัดตามแกน y ของศูนย์กระจายสินค้าที่ i

y_j คือ พิกัดตามแกน y ของลูกค้าในอำเภอที่ j

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณคะแนนระยะทางรวมกับค่าขนส่ง

$$LD = \sum_{i=1}^n l_i d_i$$

กำหนดให้ l_i คืออัตราค่าขนส่ง หรือจำนวนเที่ยว หรือจำนวนสินค้า

d_i คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กระจายสินค้าที่ i กับลูกค้าในอำเภอที่ j

ขั้นตอนที่ 3 เลือกทำเลที่เหมาะสม

พิจารณาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมจากคะแนนต่ำสุด (ต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุด)

2. สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

2.1 ตัวแบบของต้นทุนรวม

มีการกำหนดตัวแปรดังนี้

i คือ ศูนย์กระจายสินค้าที่ i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$ แทนศูนย์กระจายสินค้าเดิม 4 แห่ง และ ศูนย์กระจายสินค้าที่ได้จากการวิจัยจุดศูนย์ดุล ตามลำดับ)

j คือ ลูกค้าที่ j ($j = 1, 2, 3, \dots, 23$ แทนอำเภอทั้ง 23 อำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช)

ค่าพารามิเตอร์(Parameters)

C_{ij} คือ ต้นทุนค่าขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้า i ไปยังลูกค้า j

Q_j คือ ปริมาณรอบเที่ยวของลูกค้าในแต่ละอำเภอ j

$Y_{ij} \in \{1, 0\}$

$Y_{ij} = 1$ เมื่อสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า i ถูกจัดส่งไปยังลูกค้า j

$Y_{ij} = 0$ เมื่อสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้า i ไม่จัดส่งไปยังลูกค้า j

F_i คือ ค่าเช่าคลังสินค้าและค่าบริหารจัดการของศูนย์กระจายสินค้า i

ตัวแปรตัดสินใจ

$X_i \in \{1, 0\}$

$X_i = 1$ เมื่อเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ i

$X_i = 0$ เมื่อไม่เลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่ i

$$\text{ตัวแบบของต้นทุนรวม} = \sum_i \sum_j C_{ij} Q_j Y_{ij} + F_i X_i$$

เมื่อ $\sum_i X_i = 1$ เมื่อต้องการตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว

$\sum_j Y_{ij} = 1$ เมื่อลูกค้าที่ j รับสินค้าจากศูนย์กระจายเดียว

2.2 ตัวแบบของค่าขนส่งที่ใช้ในการแบ่งโซน

มีการกำหนดตัวแปรดังนี้

VC_1	แทน ต้นทุนผันแปรที่แปรผันตามชั่วโมงการทำงาน (บาท/ชั่วโมง)
VC_2	แทน ต้นทุนผันแปรที่แปรผันตามระยะทางที่รถวิ่ง (บาท/กิโลเมตร)
t	แทน ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (ชั่วโมง)
s	แทน ระยะทางเฉลี่ยที่รถวิ่งในการขนส่งของแต่ละพื้นที่ (กิโลเมตร)

$$\text{ตัวแบบของค่าขนส่งรวม} = (VC_1) t + (VC_2) s$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การค้นหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาใช้ค่าที่ได้จากสูตรคำนวณ COG มากำหนดพิกัดตำแหน่งในแกน X แกน Y และดำเนินการแปลงพิกัดดังกล่าวเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ในแผนที่จริงโดยใช้โปรแกรม Google map เพื่อระบุที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าใหม่ โดยการใช้การลงพื้นที่จริงเพื่อให้สอดคล้องกับถนนเส้นทางหลัก และคำนวณพิจารณาศูนย์กระจายสินค้าเดิมและศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่เหมาะสมโดยคำนวณจากวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งระหว่างศูนย์กระจายสินค้าเดิม และศูนย์กระจายสินค้าแบบใหม่

ผู้ศึกษาใช้วิธีการเปรียบเทียบต้นทุนรวมที่เกิดจาก 2 ส่วน คือต้นทุนคงที่ (ค่าเช่าพื้นที่ และอาคาร เงินเดือนพนักงานประจำ) และต้นทุนผันแปร (ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง) โดยพิจารณาเลือกศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวที่มีต้นทุนรวมต่ำกว่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง พร้อมทั้งกำหนดการแบ่งโซน

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลสรุป และข้อเสนอแนะงานวิจัยได้
นำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
 - 1.1 การค้นหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า
 - 1.2 การเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่ง
2. สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ
 - 3.1 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย
 - 3.2 ข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งต่อไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การค้นหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า

1. นำข้อมูลพิกัดแต่ละอำเภอ และจำนวนรอบเที่ยวในการขนส่งแต่ละอำเภอ มา
วิเคราะห์โดยวิธีจุดศูนย์ถ่วง (Center-of-Gravity Method) ได้ผลดังตารางที่ 4

TNI

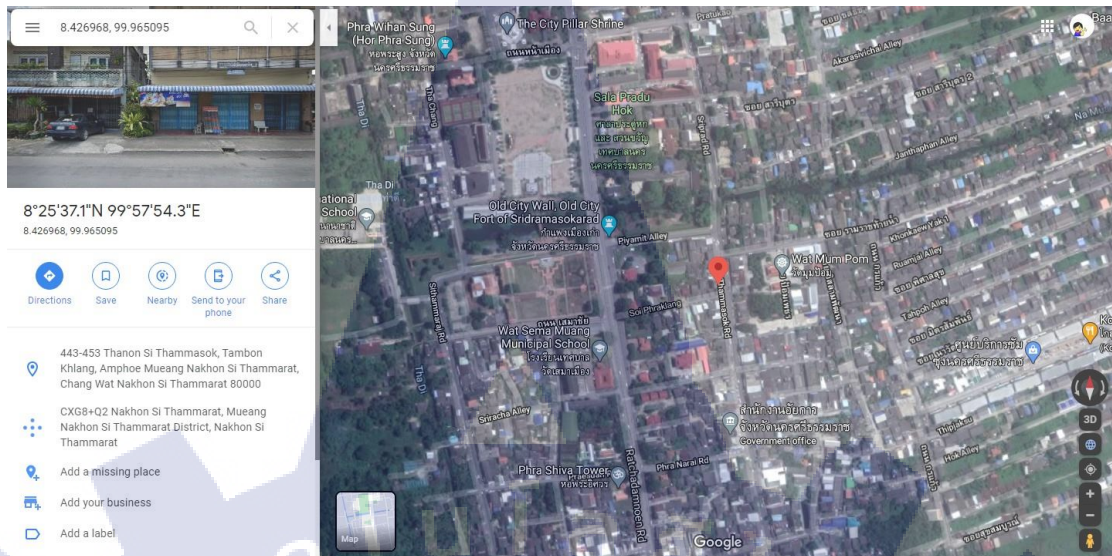
ตารางที่ 4 แสดงผลการคำนวณหาพิกัดด้วยวิธีจุดศูนย์กลาง (Center-of-Gravity Method)

ลำดับ	สาขา/อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ	จำนวนเที่ยว/ปี : Q	X Q	Y Q
1	อำเภอจุฬาภรณ์	8.079454	99.879474	2	16.158908	199.758948
2	อำเภอฉวาง	8.434011	99.522853	17	143.378187	1691.888501
3	อำเภอชะอวด	7.964684	99.995106	13	103.540892	1299.936378
4	อำเภอช้างกลาง	8.345185	99.611867	1	8.345185	99.611867
5	อำเภอท่าพรหม	8.437234	99.389511	14	118.121276	1391.453154
6	อำเภอทุ่งสง	8.158652	99.673988	71	579.264292	7076.853148
7	อำเภอทุ่งใหญ่	8.328344	99.41172	21	174.895224	2087.64612
8	อำเภอนาบอน	8.270788	99.556222	7	57.895516	696.893554
9	อำเภอพิปูน	8.584271	99.589604	1	8.584271	99.589604
10	อำเภอร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142	29	238.700537	2895.857118
11	อำเภอท่าศาลา	8.665035	99.922478	25	216.625875	2498.06195
12	อำเภอนบพิตำ	8.755962	99.678689	10	87.55962	996.78689
13	อำเภอปากพนัง	8.310749	100.125516	127	1055.465123	12715.94053
14	อำเภอพรหมคีรี	8.52144	99.82514	13	110.77872	1297.72682
15	อำเภอพระพรหม	8.33733	99.923859	26	216.77058	2598.020334
16	อำเภอเมือง	8.430405	99.963135	295	2486.969475	29489.12483
17	อำเภอลานสกา	8.406309	99.767869	3	25.218927	299.303607
18	อำเภอขนอม	9.327583	99.779997	43	401.086069	4290.539871
19	อำเภอสิชล	9.007704	99.891312	130	1171.00152	12985.87056
20	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155	5	40.861875	500.235775
21	อำเภอเชียรใหญ่	8.115951	100.147918	22	178.550922	2203.254196
22	อำเภอหัวไทร	8.04445	100.283617	173	1391.68985	17349.06574
23	อำเภอบางขัน	7.980647	99.500614	-	-	-
			รวม	1048	8831.462844	104763.4195
			COG		8.426968	99.965095

จากตารางผลการคำนวณด้วยวิธีจุดศูนย์กลาง ได้ตำแหน่งพิกัดที่เหมาะสมในการตั้งศูนย์กระจายสินค้า คือ (8.426968, 99.965095)

2. การแปลงพิกัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ในแผนที่จริง

การแปลงพิกัดเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม Google Map พบว่า พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจุดศูนย์กลาง อยู่ในถนนศรีธรรมโศก ตำบลคลัง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 7 พิกัด (8.426968, 99.965095) ผ่าน โปรแกรม Google Map



รูปที่ 8 พื้นที่จริงของพิกัด (8.426968, 99.965095) ผ่าน โปรแกรม Google Map

					DC2 : สาขานครศรีฯ			
No.	อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	จำนวน เที่ยวปี : I	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	Distance	LD
					8.42003	99.97564	d	I*d
1	จุฬาภรณ์	8.079454	99.879474	2	0.115992012	0.0092479	0.35389	0.70779
2	ฉวาง	8.434011	99.522853	17	0.000195468	0.205016067	0.453	7.70105
3	ชะอวด	7.964684	99.995106	13	0.20733998	0.000378925	0.45576	5.9249
4	ช้างกลาง	8.345185	99.611867	1	0.005601774	0.132330796	0.37139	0.37139
5	ถ้ำพรหมรา	8.437234	99.389511	14	0.000295978	0.343547205	0.58638	8.20934
6	ทุ่งสง	8.158652	99.673988	71	0.068318459	0.090993929	0.39914	28.3389
7	ทุ่งใหญ่	8.328344	99.41172	21	0.008406323	0.318005766	0.57132	11.9978
8	นาบอน	8.270788	99.556222	7	0.022273175	0.175911459	0.44518	3.11626
9	พิปูน	8.584271	99.589604	1	0.026975106	0.149023793	0.41952	0.41952
10	ร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142	29	0.035712307	0.014041776	0.22306	6.46863
11	ท่าศาลา	8.665035	99.922478	25	0.06002745	0.002826198	0.25071	6.26766
12	นาบพิตำ	8.755962	99.678689	10	0.112850309	0.088179896	0.44836	4.48364
13	ปากพนัง	8.310749	100.125516	127	0.011942337	0.022462815	0.18549	23.5568
14	พรหมคีรี	8.52144	99.82514	13	0.010283988	0.02265025	0.18148	2.35921
15	พระพรหม	8.33733	99.923859	26	0.00683929	0.002681272	0.09757	2.53691
16	เมืองนครศรีฯ	8.430405	99.963135	295	0.000107641	0.000156375	0.01625	4.79332
17	ลานสกา	8.406309	99.767869	3	0.000188266	0.043168788	0.20822	0.62467
18	ขนอม	9.327583	99.779997	43	0.823652448	0.038276183	0.9284	39.9212
19	สิชล	9.007704	99.891312	130	0.34536073	0.007111212	0.59369	77.1802
20	เฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155	5	0.061332999	0.005114395	0.25777	1.28887
21	เชียรใหญ่	8.115951	100.147918	22	0.092464038	0.029679709	0.34949	7.6888
22	หัวไทร	8.04445	100.283617	173	0.141060336	0.094849833	0.48571	84.0271
							รวม	327.984

					DC2 : สาขานครศรีฯ			
No.	อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองติจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	จำนวน เที่ยว/ปี : I	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองติจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	Distance	LD
					8.42003	99.97564	d	I*d
1	จุฬาภรณ์	8.079454	99.879474	2	0.115992012	0.0092479	0.35389	0.70779
2	ฉวาง	8.434011	99.522853	17	0.000195468	0.205016067	0.453	7.70105
3	ชะอวด	7.964684	99.995106	13	0.20733998	0.000378925	0.45576	5.9249
4	ช้างกลาง	8.345185	99.611867	1	0.005601774	0.132330796	0.37139	0.37139
5	ถ้ำพรรณรา	8.437234	99.389511	14	0.000295978	0.343547205	0.58638	8.20934
6	ทุ่งสง	8.158652	99.673988	71	0.068318459	0.090993929	0.39914	28.3389
7	ทุ่งใหญ่	8.328344	99.41172	21	0.008406323	0.318005766	0.57132	11.9978
8	นาบอน	8.270788	99.556222	7	0.022273175	0.175911459	0.44518	3.11626
9	พิปูน	8.584271	99.589604	1	0.026975106	0.149023793	0.41952	0.41952
10	ร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142	29	0.035712307	0.014041776	0.22306	6.46863
11	ท่าศาลา	8.665035	99.922478	25	0.06002745	0.002826198	0.25071	6.26766
12	นาบพิตำ	8.755962	99.678689	10	0.112850309	0.088179896	0.44836	4.48364
13	ปากพนัง	8.310749	100.125516	127	0.011942337	0.022462815	0.18549	23.5568
14	พรหมคีรี	8.52144	99.82514	13	0.010283988	0.02265025	0.18148	2.35921
15	พระพรหม	8.33733	99.923859	26	0.00683929	0.002681272	0.09757	2.53691
16	เมืองนครศรีฯ	8.430405	99.963135	295	0.000107641	0.000156375	0.01625	4.79332
17	ลานสกา	8.406309	99.767869	3	0.000188266	0.043168788	0.20822	0.62467
18	ขนอม	9.327583	99.779997	43	0.823652448	0.038276183	0.9284	39.9212
19	สิชล	9.007704	99.891312	130	0.34536073	0.007111212	0.59369	77.1802
20	เฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155	5	0.061332999	0.005114395	0.25777	1.28887
21	เชียรใหญ่	8.115951	100.147918	22	0.092464038	0.029679709	0.34949	7.6888
22	หัวไทร	8.04445	100.283617	173	0.141060336	0.094849833	0.48571	84.0271
							รวม	327.984

					DC3 : สาขาบ้านโนน			
No.	อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	จำนวน เที่ยวปี : I	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	Distance	LD
					9.14111	99.66858	d	I*d
1	จุฬารักษ์	8.079454	99.879474	2	1.127113462	0.044476279	1.0824	2.1648
2	ถาวง	8.434011	99.522853	17	0.499988996	0.021236359	0.72196	12.2733
3	พะอวด	7.964684	99.995106	13	1.383978133	0.106619229	1.2209	15.8717
4	ช้างกลาง	8.345185	99.611867	1	0.633496606	0.003216364	0.79794	0.79794
5	ถ้ำพรรณรา	8.437234	99.389511	14	0.495441423	0.077879507	0.75718	10.6005
6	ทุ่งสง	8.158652	99.673988	71	0.965223722	2.92465E-05	0.98247	69.7556
7	ทุ่งใหญ่	8.328344	99.41172	21	0.660588571	0.06597706	0.85239	17.9002
8	นาบอน	8.270788	99.556222	7	0.757460384	0.01262432	0.87754	6.14281
9	พิปูน	8.584271	99.589604	1	0.310069672	0.006237209	0.56241	0.56241
10	ร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142	29	0.828203743	0.035555628	0.92939	26.9522
11	ท่าศาลา	8.665035	99.922478	25	0.226647406	0.064464194	0.53955	13.4887
12	นบพิตำ	8.755962	99.678689	10	0.148338982	0.000102192	0.38528	3.85281
13	ปากพนัง	8.310749	100.125516	127	0.68949939	0.208790508	0.94778	120.368
14	พรหมคีรี	8.52144	99.82514	13	0.383990909	0.024511034	0.63914	8.30884
15	พระพรหม	8.33733	99.923859	26	0.646062288	0.065167368	0.84334	21.927
16	เมืองนครศรีฯ	8.430405	99.963135	295	0.505101597	0.086762648	0.76933	226.952
17	ลานสกา	8.406309	99.767869	3	0.53993251	0.009858306	0.74148	2.22444
18	ขนอม	9.327583	99.779997	43	0.03477218	0.012413748	0.21722	9.3406
19	สิชล	9.007704	99.891312	130	0.017797161	0.049609544	0.25963	33.7516
20	เฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155	5	0.9384475	0.143319031	1.04008	5.2004
21	เชียรใหญ่	8.115951	100.147918	22	1.050950975	0.229764918	1.13169	24.8971
22	หัวไทร	8.04445	100.283617	173	1.202663156	0.378270511	1.25735	217.522
							รวม	850.855

					DC4 : สาขาหัวไทร			
No.	อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	จำนวน เที่ยวปี : I	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	Distance	LD
					8.04393	100.29634	d	I*d
1	จุฬาภรณ์	8.079454	99.879474	2	0.001261955	0.173777262	0.41838	0.83675
2	ฉวาง	8.434011	99.522853	17	0.152163187	0.598282139	0.86628	14.7268
3	ชะอวด	7.964684	99.995106	13	0.006279929	0.090741923	0.31148	4.04928
4	ช้างกลาง	8.345185	99.611867	1	0.090754575	0.468503288	0.74784	0.74784
5	ถ้ำพรหมรา	8.437234	99.389511	14	0.154688036	0.822338835	0.98845	13.8383
6	ทุ่งสง	8.158652	99.673988	71	0.013161137	0.387322012	0.63284	44.9315
7	ทุ่งใหญ่	8.328344	99.411172	21	0.080891323	0.782552544	0.92922	19.5136
8	นาบอน	8.270788	99.556222	7	0.051464552	0.547774654	0.77411	5.41874
9	พิปูน	8.584271	99.589604	1	0.291968396	0.499475774	0.88963	0.88963
10	ร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142	29	0.035015017	0.192894883	0.4774	13.8446
11	ท่าศาลา	8.665035	99.922478	25	0.385771421	0.139772795	0.72494	18.1236
12	นบพิตำ	8.755962	99.678689	10	0.506989569	0.381492758	0.94259	9.42593
13	ปากพนัง	8.310749	100.125516	127	0.071192379	0.029180839	0.31682	40.2358
14	พรหมคีรี	8.52144	99.82514	13	0.2280158	0.22202944	0.67085	8.7211
15	พระพรหม	8.33733	99.923859	26	0.08608356	0.138742095	0.47416	12.3281
16	เมืองนครศรีฯ	8.430405	99.963135	295	0.149362926	0.111025572	0.51028	150.533
17	ลานสกา	8.406309	99.767869	3	0.13131854	0.279281598	0.64078	1.92234
18	ขนอม	9.327583	99.779997	43	1.647765024	0.266610094	1.38361	59.4952
19	สิชล	9.007704	99.891312	130	0.928860323	0.164047681	1.04542	135.905
20	เฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155	5	0.016498118	0.062093164	0.28034	1.40171
21	เชียรใหญ่	8.115951	100.147918	22	0.005187024	0.02202909	0.16497	3.62941
22	หัวไทร	8.04445	100.283617	173	2.704E-07	0.000161875	0.01273	2.20292
							รวม	562.721

ตารางที่ 9 แสดงผลการคำนวณค่า Load-Distance ของพิกัดที่ได้จากวิธีจุดศูนย์กลาง

No.	อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	จำนวน เที่ยวปี : I	DC** : COG			
					ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง : X	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง : Y	Distance	LD
					8.426968	99.965095	d	I*d
1	จุฬาภรณ์	8.079454	99.879474	2	0.12076598	0.007330956	0.35791	0.71581
2	ฉวาง	8.434011	99.522853	17	4.96038E-05	0.195577987	0.4423	7.51907
3	ชะอวด	7.964684	99.995106	13	0.213706497	0.000900066	0.46326	6.02234
4	ช้างกลาง	8.345185	99.611867	1	0.006688459	0.12477002	0.36257	0.36257
5	ถ้ำพรหมรา	8.437234	99.389511	14	0.000105391	0.331296941	0.57568	8.05946
6	ทุ่งสง	8.158652	99.673988	71	0.071993476	0.084743285	0.3959	28.1089
7	ทุ่งใหญ่	8.328344	99.411172	21	0.009726693	0.306223891	0.56209	11.804
8	นาบอน	8.270788	99.556222	7	0.024392192	0.16717713	0.43769	3.0638
9	พิปูน	8.584271	99.589604	1	0.024744234	0.140993491	0.40711	0.40711
10	ร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142	29	0.038382687	0.01165385	0.22369	6.48697
11	ท่าศาลา	8.665035	99.922478	25	0.056675896	0.001816209	0.24185	6.04629
12	นบพิตำ	8.755962	99.678689	10	0.108237052	0.082028397	0.43619	4.36194
13	ปากพนัง	8.310749	100.125516	127	0.013506856	0.025734897	0.1981	25.1581
14	พรหมคีรี	8.52144	99.82514	13	0.008924959	0.019587402	0.16886	2.19513
15	พระพรหม	8.33733	99.923859	26	0.008034971	0.001700408	0.09867	2.56537
16	เมืองนครศรีฯ	8.430405	99.963135	295	1.1813E-05	3.8416E-06	0.00396	1.16719
17	ลานสกา	8.406309	99.767869	3	0.000426794	0.038898095	0.19831	0.59492
18	ขนอม	9.327583	99.779997	43	0.811107378	0.03426127	0.91944	39.5359
19	สิชล	9.007704	99.891312	130	0.337254302	0.005443931	0.5854	76.1026
20	เฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155	5	0.064817596	0.006733844	0.26749	1.33746
21	เชียรใหญ่	8.115951	100.147918	22	0.096731574	0.033424249	0.36077	7.93697
22	หัวไทร	8.04445	100.283617	173	0.14632002	0.101456264	0.49777	86.1144
							รวม	325.666

จากตารางที่ 5-9 สรุปผลค่าของ Load-Distance ดังนี้ ค่าของระยะทางรวมกับค่าขนส่ง (Load-Distance : LD) สาขาทุ่งสงเท่ากับ 538.45 สาขานครศรีฯเท่ากับ 327.98 สาขานบ้านในเท่ากับ 850.85 สาขาหัวไทรเท่ากับ 562.72 และศูนย์กระจายสินค้าใหม่เท่ากับ 325.67

ดังนั้นทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมจากการพิจารณาค่าของระยะทางรวมกับค่าขนส่ง (Load-Distance : LD) ต่ำสุด จะได้ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์กลางรองลงมาเป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีฯ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งระหว่างศูนย์กระจายสินค้าเดิม และศูนย์กระจายสินค้าแบบใหม่ พร้อมทั้งกำหนดการแบ่งโซน

1. นำข้อมูลต้นทุนของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 4 แห่ง พิจารณาต้นทุนรวมที่เกิดจาก 2 ส่วน คือต้นทุนคงที่ (ค่าเช่าพื้นที่และอาคาร เงินเดือนพนักงานประจำ) และต้นทุนผันแปรตามจำนวนรอบเที่ยวเกี่ยวกับต้นทุนผันแปรตามระยะทาง (ค่าแรงงาน ค่าขนส่ง)

2. คำนวณหาต้นทุนส่งโดยเฉลี่ย (หน่วย : บาทต่อกิโลเมตร) จากผลรวมของต้นทุนผันแปรตามระยะทางของ 4 ศูนย์กระจายสินค้าหารด้วยผลรวมของระยะทางทั้งหมด และต้นทุนผันแปรตามจำนวนรอบเที่ยวโดยเฉลี่ย

ตารางที่ 10 ข้อมูลต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร และค่าใช้จ่ายบริหารจัดการศูนย์กระจายสินค้า

รายการ	สาขาทุ่งสง			สาขานคร			สาขามโน			สาขาหัวไทร		
	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม	จำนวน	บาท/หน่วย	รวม
ต้นทุนคงที่	เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน	
ค่าเช่าพื้นที่-อาคารและโกดัง	12	15,000.00	180,000.00	12	22,000.00	264,000.00	12	4,500.00	54,000.00	12	15,000.00	180,000.00
เงินเดือนพนักงานขับรถ	12	60,000.00	720,000.00	12	87,750.00	1,053,000.00	12	39,320.00	471,840.00	12	52,500.00	630,000.00
เงินเดือนพนักงานขึ้นลง	12	16,243.00	194,916.00	12	45,750.00	549,000.00	12	33,785.00	405,420.00	12	34,586.00	415,032.00
			1,094,916.00			1,866,000.00			931,260.00			1,225,032.00
ต้นทุนผันแปรตามจำนวนรอบเที่ยว	เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว	
ค่าพิเศษพนักงานขับรถ	176		41,100.00	499		38,300.00	173		-	200		-
ค่าพิเศษพนักงานขึ้นลง	176		142,262.00	499		237,936.00	173		202,930.00	200		687,190.00
			183,362.00			276,236.00			202,930.00			687,190.00
ต้นทุนผันแปรตามระยะทาง	กิโลเมตร			กิโลเมตร			กิโลเมตร			กิโลเมตร		
ค่าซ่อมรถบรรทุก	9083.4		53,717.20	13904.2		200,750.00	11894.2		76,314.00	553.6		39,258.80
ค่าน้ำมันรถบรรทุก	9083.4		288,103.00	13904.2		304,570.00	11894.2		137,192.00	553.6		185,846.00
			341,820.20			505,320.00			213,506.00			225,104.80
ต้นทุนอื่นๆ (สินค้าเสียหาย, ค่าOT)			974.60			5,761.00			98,895.82			203,959.00
		ต้นทุนรวม	1,621,072.80		ต้นทุนรวม	2,653,317.02		ต้นทุนรวม	1,446,591.82		ต้นทุนรวม	2,341,285.80
ค่าใช้จ่ายบริหาร (สำนักงาน)												
ค่าใช้จ่ายคงที่	เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน	
เงินเดือนผู้จัดการ+ธุรการ	12	38,238.00	458,856.00	12	73,400.00	880,800.00	12	20,555.00	246,660.00	12	48,180.00	578,160.00
ค่าประกันสังคม	12	5,250.00	63,000.00	12	3,000.00	36,000.00	12	2,450.00	29,400.00	12	3,768.00	45,216.00
			521,856.00			916,800.00			276,060.00			623,376.00
ค่าใช้จ่ายผันแปร												
ค่าน้ำ-ค่าไฟ			26,935.59			56,256.63			40,161.16			44,192.56
ค่าโทรศัพท์-สื่อสาร			12,125.56			15,132.00			18,809.30			14,174.24
ค่าวัสดุสำนักงาน+ค่าเดินทาง+ค่าซ่อม			4,490.00			161,286.98			10,947.00			30,445.55
ค่าเบี้ยประกันภัย+ค่าใช้ของอื่นๆ			30,113.59			258,256.57			49,039.00			11,106.57
			73,664.74			490,932.18			118,956.46			99,918.92
		ค่าใช้จ่ายรวม	595,520.74			1,407,732.18			395,016.46			723,294.92
			2,216,593.54			4,061,049.20			1,841,608.28			3,064,580.72

ตารางที่ 11 แสดงการคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยเฉลี่ย

DC1	สาขาขนส่ง	ระยะทาง (km) ไป-กลับ	จำนวนเที่ยว (รอบ)	ระยะทางทั้งหมด (km)
1	อำเภอจุฬาภรณ์	77.2	2	154.4
2	อำเภอฉวาง	92.6	17	1574.2
3	อำเภอชะอวด	109.4	13	1422.2
4	อำเภอช้างกลาง	56	1	56
5	อำเภอฉ่ำพรรณรา	99	14	1386
6	อำเภอทุ่งสง	8	71	568
7	อำเภอทุ่งใหญ่	71	21	1491
8	อำเภอนาบอน	42.2	7	295.4
9	อำเภอพิปูน	123.6	1	123.6
10	อำเภอร่อนพิบูลย์	69.4	29	2012.6
	รวม		176	9,083.40
DC2	สาขานครศรีฯ			
11	อำเภอท่าศาลา	61.4	25	1535
12	อำเภอนบพิตำ	154.6	10	1546
13	อำเภอปากพนัง	61	127	7747
14	อำเภอพรหมคีรี	46.6	13	605.8
15	อำเภอพระพรหม	29.6	26	769.6
16	อำเภอเมือง	5.2	295	1534
17	อำเภอลานสกา	55.6	3	166.8
	รวม		499	13,904.20
DC3	สาขาบ้านใน			
18	อำเภอขนอม	67.4	43	2898.2
19	อำเภอสิชล	69.2	130	8996
	รวม		173	11,894.20
DC4	สาขาหัวไทร			
20	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	66.8	5	334
21	อำเภอเชียรใหญ่	63	22	1386
22	อำเภอหัวไทร	3.2	173	553.6
	รวม		200	2,273.60
รวม 4 DC			1048	37,155.40
		ต้นทุนผันแปรตามระยะทาง		1,285,751.00
		ต้นทุนขนส่งโดยเฉลี่ย (บาท/กิโลเมตร)		34.60
		ต้นทุนผันแปรตามจำนวนรอบเที่ยว		1,349,718.02
		ต้นทุนขนส่งโดยเฉลี่ย (บาท/รอบเที่ยว)		1,287.90

จากตาราง 11 สรุปได้ว่า ค่าขนส่งรวมโดยเฉลี่ยต่อกิโลเมตรประมาณ 34.60 บาทต่อกิโลเมตร และ ต้นทุนผันแปรตามจำนวนรอบเที่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 1,287.90 บาทต่อรอบเที่ยว

3. คำนวณต้นทุนรวมของศูนย์กระจายสินค้าแบบใหม่ คือศูนย์กระจายสินค้า 1 แห่ง โดยจะแบ่งการการคำนวณสำหรับทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีธรรมราช (นครศรีฯ) และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล ต้นทุนรวมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ต้นทุนการขนส่งรวม และส่วนที่ 2 ค่าเช่าคลังสินค้าและค่าบริหารจัดการของศูนย์กระจายสินค้า

ทางเลือกที่ 1 ต้นขนส่งผันแปรตามระยะทางของสาขานครศรีฯ หากจากค่าขนส่งรวมหารด้วยระยะทางทั้งหมดรวมเท่ากับ 505,320/13,904.2 ประมาณ 36.34 บาทต่อกิโลเมตร

ตารางที่ 12 แสดงการคำนวณต้นทุนรวม (ส่วนที่ 1) ของศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีฯ

DC	สาขา(นครฯ)	ระยะทาง (km) ไป-กลับ : S	จำนวนเที่ยว(รอบ) Q_{ij}	C_{ij} ($s \cdot 36.34 + 1287.9$)	$C_{ij} \times Q_{ij}$
1	อำเภอจุฬาภรณ์	107.4	2	5,190.81	10,381.63
2	อำเภอฉวาง	134.2	17	6,164.73	104,800.36
3	อำเภอชะอวด	137	13	6,266.48	81,464.23
4	อำเภอช้างกลาง	96.6	1	4,798.34	4,798.34
5	อำเภอถ้ำพรรณรา	166.6	14	7,342.14	102,790.00
6	อำเภอกงหรา	115.8	71	5,496.07	390,221.03
7	อำเภอกงหรา	163.4	21	7,225.85	151,742.95
8	อำเภอนาบอน	122.6	7	5,743.18	40,202.28
9	อำเภอพิปูน	168.2	1	7,400.29	7,400.29
10	อำเภอร่อนพิบูลย์	57.4	29	3,373.81	97,840.63
11	อำเภอท่าศาลา	61.4	25	3,519.17	87,979.37
12	อำเภอนบพิตำ	154.6	10	6,906.06	69,060.63
13	อำเภอปากพนัง	61	127	3,504.64	445,089.14
14	อำเภอพรหมคีรี	46.6	13	2,981.34	38,757.46
15	อำเภอพระพรหม	29.6	26	2,363.56	61,452.63
16	อำเภอเมือง	5.2	295	1,476.87	435,675.73
17	อำเภอลานสกา	55.6	3	3,308.40	9,925.21
18	อำเภอขนอม	224	43	9,428.06	405,406.53
19	อำเภอสิชล	139.8	130	6,368.23	827,870.01
20	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	60	5	3,468.30	17,341.49
21	อำเภอเชียรใหญ่	96	22	4,776.54	105,083.86
22	อำเภอหัวไทร	125	173	5,830.40	1,008,659.01
	รวม	2328	1,048.00		4,503,942.80

ตารางที่ 13 แสดงการคำนวณต้นทุนรวม (ส่วนที่ 1) ของทางเลือกที่ 2

DC**	สาขาใหม่(นครฯ)	ระยะทาง (km) ไป-กลับ : S	จำนวนเที่ยว(รอบ) Q_{ij}	C_{ij} (S * 34.6) + 1287.9	$C_{ij} \times Q_{ij}$
1	อำเภอจุฬาภรณ์	108.2	2	5,031.62	10,063.24
2	อำเภอฉวาง	130.2	17	5,792.82	98,477.92
3	อำเภอชะอวด	140.2	13	6,138.82	79,804.65
4	อำเภอช้างกลาง	92.6	1	4,491.86	4,491.86
5	อำเภอดำพระพรหม	162.6	14	6,913.86	96,794.02
6	อำเภอทุ่งสง	116.4	71	5,315.34	377,389.06
7	อำเภอทุ่งใหญ่	154.4	21	6,630.14	139,232.92
8	อำเภอนาบอน	118.6	7	5,391.46	37,740.21
9	อำเภอพิปูน	164.2	1	6,969.22	6,969.22
10	อำเภอร่อนพิบูลย์	58.2	29	3,301.62	95,746.95
11	อำเภอท่าศาลา	60.4	25	3,377.74	84,443.47
12	อำเภอนบพิตำ	145	10	6,304.90	63,048.99
13	อำเภอปากพนัง	64	127	3,502.30	444,791.96
14	อำเภอพรหมคีรี	42.6	13	2,761.86	35,904.17
15	อำเภอพระพรหม	30.4	26	2,339.74	60,833.21
16	อำเภอเมือง	1.2	295	1,329.42	392,178.57
17	อำเภอลานสกา	51.6	3	3,073.26	9,219.78
18	อำเภอขนอม	222	43	8,969.10	385,671.25
19	อำเภอสิชล	138.8	130	6,090.38	791,749.25
20	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	63.2	5	3,474.62	17,373.09
21	อำเภอเชียรใหญ่	99.2	22	4,720.22	103,844.82
22	อำเภอหัวไทร	128.2	173	5,723.62	990,186.07
รวม		2292.2	1,048.00		4,325,954.66

จากตารางที่ 12-13 ต้นทุนรวมของทางเลือกที่ 1 มีค่ามากกว่าต้นทุนรวมของทางเลือกที่ 2 มาจากต้นทุนขนส่งโดยเฉลี่ยและระยะทางรวม

4. คำนวณ พร้อมทั้งการเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่งระหว่างศูนย์กระจายสินค้าแบบเดิม และศูนย์กระจายสินค้าแบบใหม่ทั้ง 2 ทางเลือก

เดิมศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมด 4 แห่ง

จากตารางที่ 10 คำนวณต้นทุนรวมการขนส่ง ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ จะได้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนรวมการขนส่ง} &= (183,362 + 276,236.02 + 202,930 + 687,190) + \\ & (341,820.20 + 505,320 + 213,506 + 225,104.80) + (974.60 + 5,761 + 98,895.82 + \\ & 203,959) = 2,945,059.44 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ} &= (1,094,916 + 1,866,000 + 931,260 + \\ & 1,225,032) + (595,520.74 + 1,407,732.18 + 395,016.46 + 723,294.92) = 8,238,772.3 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีธรรมราช
จากตารางที่ 12 ต้นทุนรวมการขนส่ง จะได้เท่ากับ 4,503,942.80 บาท
จากตารางที่ 10 คำนวณต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ} &= 1,866,000 + 1,407,732.18 \\ &= 3,273,732.18 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล
จากตารางที่ 13 ต้นทุนรวมการขนส่ง จะได้เท่ากับ 4,325,954.66 บาท
จากตารางที่ 10 การหาต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการจะคิดจากต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการของศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีธรรมราช (เนื่องจากศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุลอยู่ในอำเภอเดียวกับสาขานครศรีธรรมราช) หักด้วย ค่าเบ็ดเตล็ดและค่าใช้จ่ายอื่นๆ(จากตารางที่ 10) รวมกับ ค่าก่อสร้างโกดังสินค้า(พื้นที่โกดังสินค้าโดยประมาณอ้างอิงจากพื้นที่โกดังของสาขานครศรีฯ x อัตราการก่อสร้าง/ตารางเมตร)

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ} &= (3,273,732.18 - 258,256.57) + \\ & (325 \times 6,000) = 4,965,475.61 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบต้นทุนรวมระหว่างศูนย์กระจายสินค้าแบบเดิมและแบบใหม่

ต้นทุน	แบบเดิม (4 DC)	ทางเลือกที่ 1	เพิ่มขึ้น/ลดลง (ทางเลือกที่ 1 เทียบกับแบบเดิม)	ทางเลือกที่ 2	เพิ่มขึ้น/ลดลง (ทางเลือกที่ 2 เทียบกับแบบเดิม)
ต้นทุนรวมการ ขนส่ง (หน่วย : บาท)	2,945,059.44	4,503,942.80	เพิ่มขึ้นร้อยละ 52.93	4,325,954.66	เพิ่มขึ้นร้อยละ 46.89
ต้นทุนคงที่และ ค่าบริหารจัดการ (หน่วย : บาท)	8,238,772.30	3,273,732.18	ลดลงร้อยละ 60.26	4,965,475.61	ลดลงร้อยละ 39.73
รวม	11,183,831.74	7,777,674.98	ลดลงร้อยละ 30.46	9,291,430.27	ลดลงร้อยละ 16.92

5. การแบ่งโซนให้บริการกรณีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว

การวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งเพื่อแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการ โดยพิจารณาจากเวลาและระยะทางในการขนส่งต่อครั้ง ซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังนี้

ต้นทุนผันแปรที่แปรผันตามชั่วโมงการทำงาน

หลักการ ลูกค้าจะต้องจ่ายค่าบริการให้กับบริษัทเป็นจำนวนเท่ากับเวลาที่บริษัททำงานให้กับลูกค้า

ตารางที่ 15 แสดงต้นทุนผันแปรตามชั่วโมงการทำงานทั้งหมดจากการขนส่งสินค้า

รายการ	ต้นทุน/เดือน	ชั่วโมงการทำงาน/ เดือน	ต้นทุน (บาท/ชั่วโมง)
ค่าจ้างพนักงานขับรถ	26,290	160	164.31
ค่าจ้างพนักงานขึ้น-ลง	16419.63	160	102.62
ค่าเสื่อมราคา	5000	160	31.25
ค่าประกันและภาษี	1250	160	7.81
		รวม	305.99

หมายเหตุ ค่าจ้างพนักงานขับรถ และพนักงานขึ้น-ลง หาค่าเฉลี่ยของเงินเดือนพนักงานของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 4 แห่ง

ต้นทุนผันแปรที่แปรผันตามระยะทางที่วิ่ง

ต้นทุนผันแปรที่แปรผันตามระยะทางที่วิ่ง แสดงดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงต้นทุนผันแปรตามระยะทางในการขนส่งสินค้า

รายการ	ต้นทุน	ระยะทาง	ต้นทุนการขนส่ง (บาท/กิโลเมตร)
ค่าซ่อมรถบรรทุก	370,040.00	37,155.40	9.96
ค่าน้ำมันรถบรรทุก	915,711.00	37,155.40	24.65
		รวม	34.60

หมายเหตุ ต้นทุนผันแปรตามชั่วโมงทำงานมีหน่วยเป็น บาท/ชั่วโมง (VC_1)

ต้นทุนผันแปรตามระยะทางที่วิ่งมีหน่วยเป็น บาท/กิโลเมตร (VC_2)

ค่าใช้จ่ายต่อการวิ่งรถ 1 รอบในส่วนการบริหารจัดการ คิดเป็น 10% VC_1

ตารางที่ 17 แสดงสรุปต้นทุนทั้งหมดที่เกิดจากการขนส่ง

รายการ	ต้นทุน/เดือน	ต้นทุนการขนส่ง
ต้นทุนคงที่ผันแปรตามชั่วโมงการทำงาน		
ค่าจ้างพนักงานขับรถ	26,290	164.31
ค่าจ้างพนักงานขึ้น-ลง	16,420	102.62
ค่าเสื่อมราคา	5,000	31.25
ค่าประกัน	1,250	7.81
รวม		305.99
ต้นทุนคงที่ผันแปรตามระยะทางที่วิ่ง		
ค่าซ่อมรถบรรทุก	370,040.00	9.95
ค่าน้ำมันรถบรรทุก	915,711.00	24.65
รวม		34.60
ค่าใช้จ่ายสำนักงาน	-	30.60

การจัดแบ่งโซนการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว

โดยจะแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนๆ โดยใช้ระยะทางจากจุดศูนย์กลางทั้ง 2 ทางเลือก ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครฯ และ ทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์กลาง ไปยังอำเภอของลูกค้าระยะทางเท่าใดก็จะจัดให้อยู่บริเวณ (Zone) นั้น ซึ่งพื้นที่การให้บริการระยะห่างจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังอำเภอของลูกค้า ประมาณ 2-120 กิโลเมตร และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (รวมขึ้น-ลงของ) ประมาณ 30 นาที – 6 ชั่วโมง โดยต้นทุนการขนส่งในแต่ละบริเวณจะมีแตกต่างกัน ดังตารางที่ 18-20

ตารางที่ 18 แสดงการแบ่งโซน (Zone) ของทางเลือกที่ 1 โดยพิจารณาจากระยะทาง

บริเวณ (Zone)	ระยะทาง (km)	เวลาที่ใช้ (hr)	อำเภอของลูกค้า			
A	0-20	0.5-1	พระพรหม	เมือง		
B	21-40	1.1-2	ร้อนพิบูลย์ ลานสกา	ท่าศาลา เฉลิมพระเกียรติ	ปากพั่น	พรหมคีรี
C	41-60	2.1-3	จุฬาภรณ์	ช้างกลาง	ทุ่งสง	เชียรใหญ่
D	61-80	3.1-4	ฉวาง ลิซล	ชะอวด หัวไทร	นาบอน	นบพิตำ
E	81-100	4.1-5	ถ้ำพรรณรา	ทุ่งใหญ่	พิปูน	บางขัน
F	101-120	5.1-6	ขนอม			

ตารางที่ 19 แสดงการแบ่งโซน (Zone) ของทางเลือกที่ 2 โดยพิจารณาจากระยะทาง

บริเวณ (Zone)	ระยะทาง (km)	เวลาที่ใช้ (hr)	อำเภอของลูกค้า			
A	0-20	0.5-1	พรหมคีรี	พระพรหม	เมือง	
B	21-40	1.1-2	จุฬาภรณ์ ปากพั่น	ช้างกลาง ลานสกา	ร้อนพิบูลย์ เฉลิมพระเกียรติ	ท่าศาลา เชียรใหญ่
C	41-60	2.1-3	ฉวาง พิปูน	ชะอวด นบพิตำ	ทุ่งสง หัวไทร	นาบอน
D	61-80	3.1-4	ถ้ำพรรณรา	ทุ่งใหญ่	ลิซล	บางขัน
E	81-100	4.1-5				
F	101-120	5.1-6	ขนอม			

จากเวลาเฉลี่ยและระยะทางเฉลี่ยที่ใช้ในการขนส่งของแต่ละบริเวณ สามารถคำนวณต้นทุนในการขนส่งโดยคิดจาก ตัวแบบของค่าขนส่งรวม = $(VC_1) t + (VC_2) s$ ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 20 แสดงการคำนวณต้นทุนการขนส่งโดยรวมแต่ละพื้นที่

บริเวณ (Zone)	ระยะทาง (km)	เวลาที่ใช้ (hr)	VC(1) x t	VC(2) x s	ต้นทุนการ ขนส่งรวม
A	0-20	0.5-1	252.44	346.05	598.49
B	21-40	1.1-2	504.88	1,038.14	1,543.02
C	41-60	2.1-3	841.47	1,730.23	2,571.71
D	61-80	3.1-4	1,178.06	2,422.33	3,600.39
E	81-100	4.1-5	1,514.65	3,114.42	4,629.07
F	101-120	5.1-6	1,851.24	3,806.52	5,657.76

หมายเหตุ ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการคำนวณใช้ค่ากึ่งกลางของแต่ละอัตราภาคชั้น

สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล

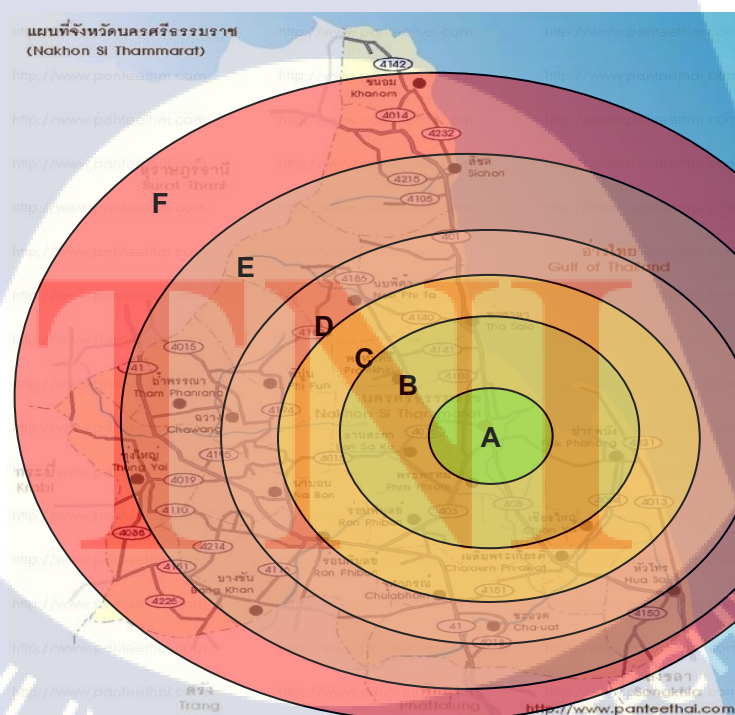
จากการศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมโดยวิธีจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity) และวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง (Load-Distance) รวมกับการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลผ่านโปรแกรม Microsoft Excel การพิจารณาพิกัดผ่าน Google Earth และการหาระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปอำเภอลูกค่ายทางผ่าน Google Map ทำให้ได้เลือกศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมอยู่ 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีฯ และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์กลาง พร้อมทั้งการแบ่งโซนและวิเคราะห์ต้นทุนรวมของแต่ละพื้นที่

หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ได้พิกัดของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมโดยวิธีจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity) ที่พิกัด (8.426968, 99.965095) ซึ่งพิจารณาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าในเชิงพื้นที่โดยใช้โปรแกรม Google Map พบว่าพิกัดดังกล่าวอยู่ในถนนศรีธรรมโศก ตำบลคลัง อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากนั้นได้นำพิกัดที่ได้จากวิธีจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity) และพิกัดของศูนย์กระจายสินค้าทั้ง 4 แห่ง (เดิม) มาเปรียบเทียบทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมจากการพิจารณาคะแนนต่ำสุด (ต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุด) โดยวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่ง จะได้อันดับที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์กลางมีค่าของ Load Distance เท่ากับ 325.67 อันดับที่ 2 เป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขานครศรีธรรมราชมีค่าของ Load Distance เท่ากับ 327.98 อันดับที่ 3 เป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขาทุ่งสงมีค่าของ Load Distance เท่ากับ 538.45 อันดับที่ 4 เป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขาหัวไทรมีค่าของ Load Distance เท่ากับ 562.72 และอันดับที่ 5 เป็นศูนย์กระจายสินค้าสาขาบ้านโนนมีค่าของ Load Distance เท่ากับ 850.85

จากการพิจารณาโดยวิธีการหาระยะทางร่วมกับค่าขนส่งทำให้ได้เลือกศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมอยู่ 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครศรีฯ และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล นำมาวิเคราะห์ต้นทุนรวม ทางเลือกที่ 1 ต้นทุนรวมคิดเป็น 7,777,674.98 บาท จะทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 30.46 หรือประหยัดต้นทุนการขนส่งร้อยละ 30.46 และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิธีจุดศูนย์ดุล มีต้นทุนรวมคิดเป็น 9,291,430.27 บาท จะทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.92 หรือประหยัดต้นทุนการขนส่งร้อยละ 16.92

จากนั้นวิเคราะห์ต้นทุนการขนส่งเพื่อแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการ ต้นทุนผันแปรตามชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 305.99 บาทต่อชั่วโมง ส่วนต้นทุนคงที่ผันแปรตามระยะทางที่วิ่งเท่ากับ 34.6 บาทต่อกิโลเมตร และค่าใช้จ่ายในสำนักงานเท่ากับ 30.6 บาทต่อชั่วโมง การจัดแบ่งโซนการขนส่งสินค้าของบริษัทกรณีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียว จะแบ่งตามพื้นที่การให้บริการระยะห่างจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังอำเภอของลูกค้า ประมาณ 2-120 กิโลเมตร และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง(รวมขึ้น-ลงของ) ประมาณ 30 นาที – 6 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 6 โซน โดยต้นทุนการขนส่งในแต่ละโซนจะมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก เนื่องจากต้นทุนจะเพิ่มขึ้นตามเวลาและระยะทาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าประกันรถ ค่าเสื่อมของราคา ค่าซ่อมบำรุงและค่าน้ำมันที่ใช้ของรถบรรทุกที่ต่างกัน



รูปที่ 9 แสดงการแบ่งโซนในการคิดราคาการให้บริการ

อภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาแนวทางการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีจำลองเชิงคณิตศาสตร์และจุดศูนย์ดุล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง กรณีศึกษา บริษัทสี่สหายขนส่ง จำกัด การกำหนดตำแหน่งทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับศูนย์กระจายสินค้าในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชของบริษัทกรณีศึกษาทำให้ประสิทธิภาพการขนส่งเพิ่มขึ้น สอดคล้องงานวิจัยของยุพิน วงษ์วิลาส (2557) ที่พบว่าการศึกษาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าอุปโภคบริโภคภายในเขตพื้นที่ภาคใต้ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ด้านระยะทางและปริมาณงานหรือปริมาณสินค้าที่ขนส่ง โดยมุ่งเน้นการลดต้นทุนค่าขนส่งและระยะทางโดยรวม ซึ่งเปรียบเทียบ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 เทคนิคการหาจุดศูนย์กลาง (Center of Gravity) และวิธีที่ 2 เทคนิคการหาภาระระยะทางขนส่ง (Load-Distance) ผลการเปรียบเทียบค่าขนส่งโดยรวมทั้งหมด

2. จากการศึกษาและวิเคราะห์ครั้งนี้เป็นเพียงแนวทางในการให้บริการขนส่งของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากรูปแบบเดิมที่มีศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่ง (4 แห่ง) เป็นรูปแบบใหม่ที่มีศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวเพื่อสะดวกในการบริหารจัดการในการขนส่ง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำแนวทางเป็น 2 ทางเลือก พร้อมทั้งทำการจัดแบ่งโซนการให้บริการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าปลายทาง เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจ

3. แนวทางการเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยเห็นว่าบริษัทกรณีศึกษาอาจจะพิจารณาการลดจำนวนศูนย์กระจายสินค้าเหลือ 2 และ 3 ศูนย์กระจายสินค้าได้ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนรอบเที่ยวของลูกค้ารายหลัก ส่วนใหญ่ลูกค้าจะอยู่ในส่วนของด้านล่างจังหวัดนครศรีธรรมราช

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

1. พิกัดของลูกค้าปลายทางแต่ละอำเภอไม่สามารถระบุได้ เนื่องจากไม่มีข้อมูลการขนส่งและการให้บริการ มีเพียงข้อมูลรอบเที่ยวจากลูกค้าปลายทาง ดังนั้นควรมีการแบ่งประเภทของลูกค้าปลายทางเป็นระดับต่างๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ได้ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. ต้นทุนผันแปรตามจำนวนรอบเที่ยวไม่สามารถคำนวณต้นทุนที่แท้จริงของค่าขนส่งได้ เนื่องจากแต่ละรอบเที่ยวมีระยะทางในการวิ่งรถไม่เท่ากัน ดังนั้นควรนำมาแปลงเป็นต้นทุนผันแปรตามระยะทางเพื่อให้สามารถคำนวณต้นทุนที่แท้จริงได้อย่างถูกต้อง

3. ในการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง ไม่จำเป็นต้องใช้เพียงเรื่องด้านประหยัดต้นทุนเพียงเรื่องเดียว แต่ควรเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งในด้านอื่นๆ เข้าร่วมด้วย ทั้งประสิทธิภาพด้านความเร็ว (Speed) ด้านความปลอดภัย (Safety) เป็นต้น

ข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาลูกค้าปลายทางแต่ละอำเภอ โดยพิจารณาลูกค้าปลายทางของบริษัทที่มีจำนวนมาก เป็นการศึกษาและวิเคราะห์เฉพาะกลุ่มลูกค้าที่ใช้บริการการขนส่งแบบประจำ
2. การศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้ศึกษาเกี่ยวกับเส้นทางการขนส่งของแต่ละเส้นทางของลูกค้าปลายทาง ดังนั้นจึงควรนำประเด็นนี้ไปศึกษาต่อไป เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่ง เนื่องจากต้นทุนด้านค่าน้ำมัน และค่าซ่อมรถที่มีการเปลี่ยนแปลง จะส่งผลกระทบต่อทั้งด้านต้นทุนรวม รายได้และกำไรของบริษัท
3. การศึกษาและกำหนดตำแหน่งทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมควรวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในด้านเศรษฐศาสตร์ วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น การวิเคราะห์ด้านการเงินลงทุนของโครงการทางเศรษฐศาสตร์ และการใช้การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ เพื่อนำมาช่วยในการตัดสินใจที่ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- กฤษฎา วิศวธีรานนท์. (2547). **Supply Chain & Logistics : ทฤษฎีและตัวอย่างจริง**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).
- กุลบัณฑิต แสงดี; สุภาวดี สายสนิท; และ ปิยรัตน์ แท้เจริญ. (2559, พฤษภาคม – สิงหาคม). การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งคลังสินค้าแห่งใหม่ กรณีศึกษา บริษัท RP สาขา กรุงเทพมหานคร. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**. 11 (2) : 323-336.
- เกยูร ไยบัวกลิ่น. (2556). **การบริหารโลจิสติกส์และซัพพลายเชน Logistic and Supply Chain Management**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ทริปเพิ้ล เอ็ดดูเคชั่น.
- คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2551). **การจัดการขนส่ง TRANSPORT MANAGEMENT**. กรุงเทพฯ : ซี.วาย. ซีชเทม พรินติ้ง.
- จักรวาล ดีนาง; และ จารุพงษ์ บรรเทา. (2558, สิงหาคม). ตัวแบบการกำหนดทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าระดับภูมิภาค. **การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2558**. หน้า177-182. 6 - 7 สิงหาคม 2558. กรุงเทพฯ : โรงแรมดิ เอ็มเมอร์ลด์.
- นัฐพร โยเหลา. (2562, กรกฎาคม - สิงหาคม). กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม เสริมแกร่งประสิทธิภาพโลจิสติกส์. **วารสารอุตสาหกรรมสาร**. 61 (1) : 7-12.
- ไชยยศ ไชยมั่นคง; และ มยุขพันธ์ ไชยมั่นคง. (2556). **กลยุทธ์โลจิสติกส์และซัพพลายเชนเพื่อแข่งขันในตลาดโลก**. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี : วิชั่น พรีเมส.
- ฐาปนา บุญหล้า; และ นงลักษณ์ นิมิตรภูวดล. (2555). **การจัดการโลจิสติกส์ : มิติซัพพลายเชน**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ชนกร วิวัฒนากรวงศ์; และ วงศธร เอื้อพา. (2561). **การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และวิธีจุดศูนย์ถ่วง กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม**. วิทยานิพนธ์ วศ.บ.(วิศวกรรมการจัดการและโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนวัตกรรมการเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- ปรางประเสริฐ น้อยสังข์; และ ชุมพล มณฑาทิพย์กุล. (2560, มกราคม – มิถุนายน). การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าภูมิภาคในประเทศไทย โดยการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงปริมาณร่วมกับปัจจัยเชิงคุณภาพด้วยฟังก์ชันหลายวัตถุประสงค์. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**. 5 (1) : 60-70.

- พริดา วิภิญญ์. (2562, กรกฎาคม – ธันวาคม). การศึกษาวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งศูนย์กระจาย
ผลไม้แบบส่งผ่าน กรณีศึกษา พื้นที่การค้าผลไม้ระหว่างอำเภอหาดใหญ่ และอำเภอ
สะเตา จังหวัดสงขลา. วารสารวิทยาการจัดการ. 36 (2) : 87-112.
- พิเชฐ เว็นทอง. (2560). การเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสมสำหรับธุรกิจ
ค้าส่งเครื่องดื่มและเครื่องดื่มแอลกอฮอล์. วิทยานิพนธ์ วศ.บ.(วิศวกรรมการจัดการ
และโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- ยุพิน วงษ์วิลาศ. (2557). การวิเคราะห์การเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษา
ธุรกิจบริการจัดส่งและกระจายสินค้าอุปโภคบริโภค. งานนิพนธ์ วศ.ม.(การ
จัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน). กรุงเทพฯ : คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). รายงานโลจิสติกส์ของ
ประเทศไทย ประจำปี 2561 THAILAND'S LOGISTICS REPORT 2018.
กรุงเทพฯ : คณะทำงานต้นทุนโลจิสติกส์.
- วิศรา สุภา; และ ชนิษฐา เรียนกระโทก. (2561). การตัดสินใจเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า
ของบริษัทจำหน่ายเคมีภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ วศ.บ.(วิศวกรรมการจัดการและ
โลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- วิทยา พันธุ์เมือง. (2543). แผนที่จังหวัดนครศรีธรรมราช. สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2562,
จาก www.panteethai.com
- วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. (2543). การวิจัยการดำเนินงาน OPERATIONS RESEARCH.
กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สนธิกิจ ลิ้มปนาวนิช. (2561). การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้
กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง. สารนิพนธ์ วศ.ม.(การจัดการอุตสาหกรรม).
กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สัญญาชัย ลั้งแท็กุล. (2561). การจัดการดำเนินงาน(Operations Management) : พิมพ์ครั้งที่
2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมร เพชรสว่าง. (2558, 31 สิงหาคม). ระบบพิกัดในแผนที่. สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2562,
จาก <https://www.gistda.or.th>
- อมรา ดอกไม้. (2558). อิวิริสติกสำหรับประมาณการหาทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจาย
สินค้าแห่งที่ 2 กรณีศึกษา ผู้กระจายสินค้าประเภทอุตสาหกรรมกระดาษใน
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(การจัดการโลจิสติกส์). กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Jay Heizer; Barry Render; and Chuck Munson. (2017). **Operation Management ; Sustainability and Supply Chain Management.** Boston : Pearson Education, Inc.



ภาคผนวก

TNI

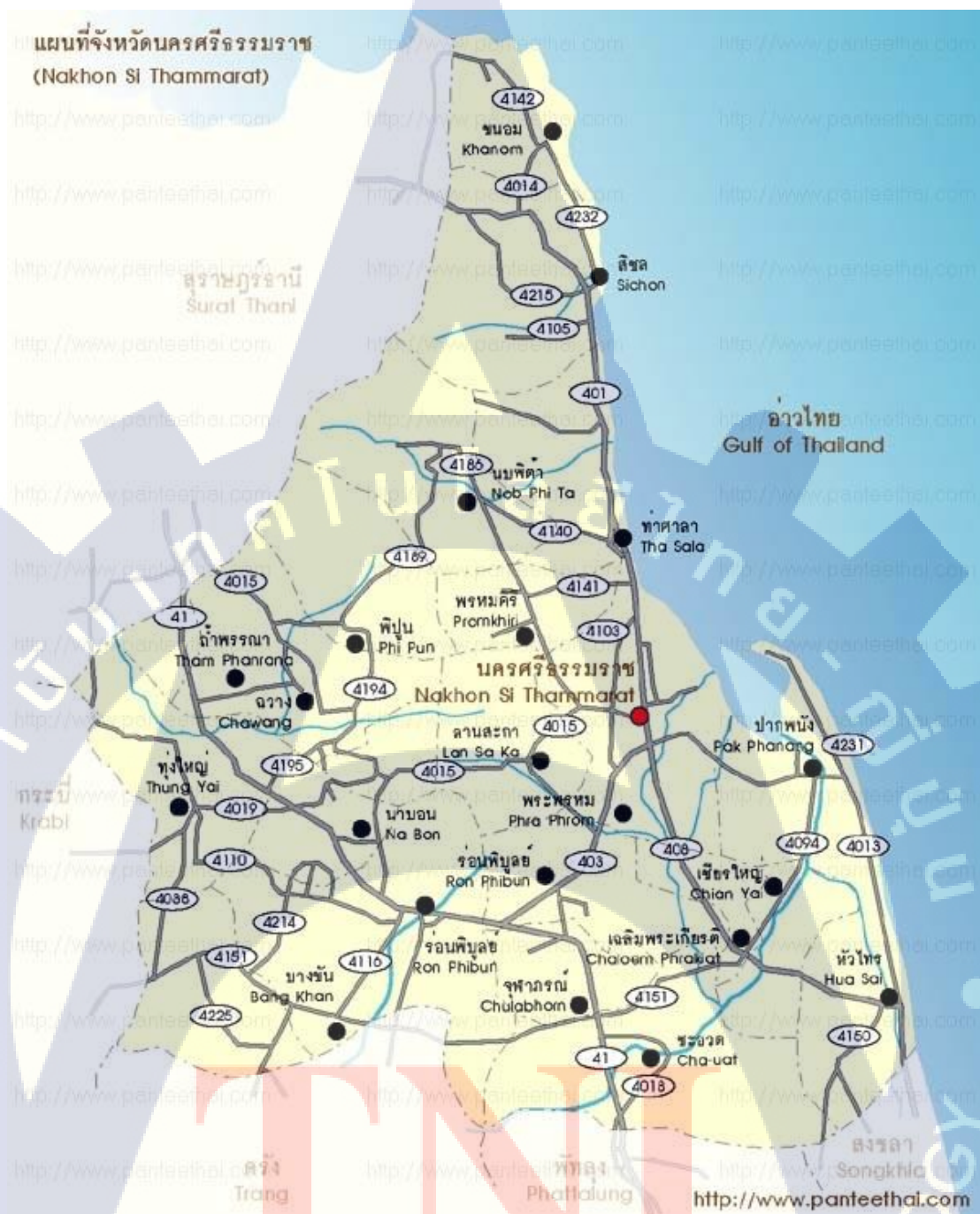
ภาคผนวก ก

ข้อมูลและข้อมูลสารสนเทศของบริษัทและการวิเคราะห์

TNI

ตารางที่ 21 แสดงข้อมูลรายได้รวมจากลูกค้ารายหลัก

ลำดับ	สาขา/อำเภอ	ค่าบริการ (รายรับ จากลูกค้า)	จำนวนรอบเที่ยว/ปี
1	อำเภอจุฬาภรณ์	51,020.00	2
2	อำเภอฉวาง	482,273.00	17
3	อำเภอชะอวด	377,348.30	13
4	อำเภอช้างกลาง	12,720.00	1
5	อำเภอถ้ำพรรณรา	398,692.10	14
6	อำเภอทุ่งสง	2,116,894.27	71
7	อำเภอทุ่งใหญ่	610,414.99	21
8	อำเภอนาบอน	196,724.00	7
9	อำเภอพิปูน	17,325.00	1
10	อำเภอร่อนพิบูลย์	848,646.73	29
11	อำเภอท่าศาลา	735,104.69	25
12	อำเภอนบพิตำ	278,444.20	10
13	อำเภอปากพนัง	3,806,610.93	127
14	อำเภอพรหมคีรี	389,262.15	13
15	อำเภอพระพรหม	755,785.40	26
16	อำเภอเมือง	8,838,733.00	295
17	อำเภอลานสกา	74,612.78	3
18	อำเภอขนอม	1,275,424.56	43
19	อำเภอลิขิต	3,874,320.64	130
20	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	144,218.00	5
21	อำเภอเชียรใหญ่	635,725.52	22
22	อำเภอหัวไทร	5,177,709.44	173
23	อำเภอบางขัน	0	0
	รวม	31,098,009.70	



รูปที่ 10 แผนที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่มา : วิทยา พันธุ์เมือง. (2543). แผนที่จังหวัดนครศรีธรรมราช. ออนไลน์.

ตารางที่ 22 แสดงพิกัดของแต่ละอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ลำดับ	อำเภอ	ละติจูด (Latitude) หรือ เส้นรุ้ง	ลองจิจูด (Longitude) หรือ เส้นแวง
1	<u>อำเภอเมือง***</u>	8.430405	99.963135
2	อำเภอชนอม	9.327583	99.779997
3	อำเภอจุฬาภรณ์	8.079454	99.879474
4	อำเภอฉวาง	8.434011	99.522853
5	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	8.172375	100.047155
6	อำเภอชะอวด	7.964684	99.995106
7	อำเภอช้างกลาง	8.345185	99.611867
8	อำเภอเชียรใหญ่	8.115951	100.147918
9	อำเภอถ้ำพรรณรา	8.437234	99.389511
10	อำเภอดำรงวิทยาร	8.665035	99.922478
11	<u>อำเภอทุ่งสง***</u>	8.158652	99.673988
12	อำเภอทุ่งใหญ่	8.328344	99.41172
13	อำเภอนบพิตำ	8.755962	99.678689
14	อำเภอนาบอน	8.270788	99.556222
15	อำเภอปากพนัง	8.310749	100.125516
16	อำเภอพรหมคีรี	8.52144	99.82514
17	อำเภอพระพรหม	8.33733	99.923859
18	อำเภอพิปูน	8.584271	99.589604
19	อำเภอร่อนพิบูลย์	8.231053	99.857142
20	อำเภอลานสกา	8.406309	99.767869
21	อำเภอสิชล	9.007704	99.891312
22	<u>อำเภอหัวไทร***</u>	8.04445	100.283617
23	อำเภอบางขัน	7.980647	99.500614

ตารางที่ 23 แสดงระยะห่างของแต่ละศูนย์กระจายสินค้าและอำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ระยะทาง (กิโลเมตร)		DC1 สาขาทุ่งสง	DC2 สาขานครศรีฯ	DC3 สาขาบ้านใน	DC4 สาขาหัวไทร	DC** สาขาใหม่ (นครฯ)
DC1 สาขาทุ่งสง						
DC2 สาขานครศรีฯ		59.5				
DC3 สาขาบ้านใน		162	101			
DC4 สาขาหัวไทร		93.7	64.1	172		
1	อำเภอจุฬาภรณ์	38.6	53.7	154	60.1	54.1
2	อำเภอฉวาง	46.3	67.1	126	118	65.1
3	อำเภอชะอวด	54.7	68.5	170	53.5	70.1
4	อำเภอช้างกลาง	28	48.3	153	99.1	46.3
5	อำเภอถ้ำพรรณรา	49.5	83.3	118	140	81.3
6	อำเภอทุ่งสง	4	57.9	162	91.1	58.2
7	อำเภอทุ่งใหญ่	35.5	81.7	131	126	77.2
8	อำเภอนาบอน	21.1	61.3	144	112	59.3
9	อำเภอพิปูน	61.8	84.1	124	135	82.1
10	อำเภอร่อนพิบูลย์	34.7	28.7	129	62.3	29.1
11	อำเภอท่าศาลา	84.4	30.7	73.3	95.5	30.2
12	อำเภอนบพิตำ	125	77.3	109	136	72.5
13	อำเภอปากพนัง	82.6	30.5	133	55.4	32
14	อำเภอพรหมคีรี	73.7	23.3	101	84.8	21.3
15	อำเภอพระพรหม	46.9	14.8	115	61.3	15.2
16	อำเภอเมือง	62.6	2.6	103	63.7	0.6
17	อำเภอลานสกา	59.5	27.8	122	81.5	25.8
18	อำเภอขนอม	165	112	33.7	177	111
19	อำเภอสิชล	124	69.9	34.6	135	69.4
20	อำเภอเฉลิมพระเกียรติ	60.6	30	138	33.4	31.6
21	อำเภอเชียรใหญ่	93	48	156	31.5	49.6
22	อำเภอหัวไทร	92	62.5	170	1.6	64.1
23	อำเภอบางขัน	36	95	194	110	94

ตารางที่ 24 แสดงข้อมูลงบกำไร-ขาดทุนในส่วนของต้นทุนการขนส่งและค่าใช้จ่าย

รายการ	สาขาขนส่ง			สาขานครร			สาขาม้าใน			สาขาหัวไทร		
	จำนวน เดือน	บาท/เดือน	รวม	จำนวน เดือน	บาท/เดือน	รวม	จำนวน เดือน	บาท/เดือน	รวม	จำนวน เดือน	บาท/เดือน	รวม
ต้นทุนที่												
ค่าเช่าพื้นที่อาคารและที่ดิน	12	15,000.00	180,000.00	12	22,000.00	264,000.00	12	4,500.00	54,000.00	12	15,000.00	180,000.00
เงินเดือนของพนักงานขับรถ	12	60,000.00	720,000.00	12	87,750.00	1,053,000.00	12	38,320.00	471,840.00	12	52,500.00	630,000.00
เงินเดือนของพนักงานขึ้นลง	12	16,243.00	194,916.00	12	45,750.00	549,000.00	12	33,785.00	405,420.00	12	34,586.00	415,032.00
			1,094,916.00			1,866,000.00			931,260.00			1,225,032.00
ต้นทุนแปรตามจำนวนเที่ยว	เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว		เที่ยว	บาท/เที่ยว	
ค่าพิเศษของพนักงานขับรถ	176		41,100.00	499		38,300.00	173		-	200		-
ค่าพิเศษของพนักงานขึ้นลง	176		142,262.00	499		237,936.02	173		202,930.00	200		687,190.00
			183,362.00			276,236.02			202,930.00			687,190.00
ต้นทุนแปรตามระยะทาง	กิโลเมตร			กิโลเมตร			กิโลเมตร			กิโลเมตร		
ค่าซ่อมรถบรรทุก	9083.4		53,717.20	13904.2		200,750.00	11894.2		76,314.00	553.6		39,258.80
ค่าบำรุงรักษารถบรรทุก	9083.4		288,103.00	13904.2		304,570.00	11894.2		137,192.00	553.6		185,846.00
			341,820.20			505,320.00			213,506.00			225,104.80
ต้นทุนอื่นๆ (สินค้าเสียขาย, ค่าOT)			974.60			5,761.00			98,895.82			203,959.00
			1,621,072.80			2,653,317.02			1,446,591.82			2,341,285.80
ค่าใช้จ่ายบริหาร (สำนักงาน)												
ค่าใช้จ่ายคงที่	เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน		เดือน	บาท/เดือน	
เงินเดือนผู้จัดการ+ธุรการ	12	38,238.00	458,856.00	12	73,400.00	880,800.00	12	20,555.00	246,660.00	12	48,180.00	578,160.00
ค่าประกันสังคม	12	5,250.00	63,000.00	12	3,000.00	36,000.00	12	2,450.00	29,400.00	12	3,768.00	45,216.00
			521,856.00			916,800.00			276,060.00			623,376.00
ค่าใช้จ่ายผันแปร												
ค่าน้ำ-ค่าไฟ			26,935.59			56,256.63			40,161.16			44,192.56
ค่าโทรศัพท์สื่อสาร			12,125.56			15,132.00			18,809.30			14,174.24
ค่าวัสดุสำนักงาน-ค่าเดินทาง+ค่าซ่อม			4,490.00			161,286.98			10,947.00			30,445.55
ค่าเบ็ดเตล็ด-ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			30,113.59			258,256.57			49,039.00			11,106.57
			73,664.74			490,932.18			118,956.46			99,918.92
ค่าใช้จ่ายรวม			595,520.74			1,407,732.18			395,016.46			723,294.92
			2,216,593.54			4,061,049.20			1,841,608.28			3,064,580.72

ตารางที่ 25 แสดงประสิทธิภาพการขนส่งทั้ง 3 กรณี

กรณีที่ 1 ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการคิดแบบเป็นศูนย์ปกติ (1x หรือ 1เท่า)

ต้นทุน	แบบเดิม (4 DC)	ทางเลือกที่ 1	เพิ่มขึ้น/ลดลง	ทางเลือกที่ 2	เพิ่มขึ้น/ลดลง
ต้นทุนรวมการขนส่ง (หน่วย : บาท)	2,945,059.44	4,503,942.80	↑ 52.93%	4,325,954.66	↑ 46.89%
ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ (หน่วย : บาท)	8,238,772.30	3,273,732.18	↓ 60.26%	4,965,475.61	↓ 39.73%
รวม	11,183,831.74	7,777,674.98	↓ 30.46%	9,291,430.27	↓ 16.92%

กรณีที่ 2 ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการคิดแบบเป็น 1.5 ของศูนย์ปกติ (1.5x หรือ 1.5เท่า)

ต้นทุน	แบบเดิม (4 DC)	ทางเลือกที่ 1	เพิ่มขึ้น/ลดลง	ทางเลือกที่ 2	เพิ่มขึ้น/ลดลง
ต้นทุนรวมการขนส่ง (หน่วย : บาท)	2,945,059.44	4,503,942.80	↑ 52.93%	4,325,954.66	↑ 46.89%
ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ (หน่วย : บาท)	8,238,772.30	4,910,598.27	↓ 40.40%	7,448,213.42	↓ 9.60%
รวม	11,183,831.74	9,414,541.07	↓ 15.82%	11,774,168.08	-5.28%

กรณีที่ 3 ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการคิดแบบเป็น 2 ของศูนย์ปกติ (2x หรือ 2เท่า)

ต้นทุน	แบบเดิม (4 DC)	ทางเลือกที่ 1	เพิ่มขึ้น/ลดลง	ทางเลือกที่ 2	เพิ่มขึ้น/ลดลง
ต้นทุนรวมการขนส่ง (หน่วย : บาท)	2,945,059.44	4,503,942.80	↑ 52.93%	4,325,954.66	↑ 46.89%
ต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการ (หน่วย : บาท)	8,238,772.30	6,547,464.36	↓ 20.53%	9,930,951.22	↓ 20.54%
รวม	11,183,831.74	11,051,407.16	↓ 1.18%	14,256,905.88	-27.48%

หมายเหตุ

การปรับศูนย์กระจายสินค้าแบบเดิม 4 แห่ง เป็น ศูนย์กระจายสินค้าแบบใหม่ 1 แห่งในส่วนของต้นทุนคงที่และค่าบริหารจัดการต้องมีค่าเพิ่มขึ้น แบบเดิม คือ ศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมด 4 แห่ง(เดิม) ทางเลือกที่ 1 คือ ศูนย์กระจายสินค้าเดิมสาขานครฯ และทางเลือกที่ 2 ศูนย์กระจายสินค้าใหม่ที่ได้จากวิจัจุดศูนย์ดุล