

# การเลือกตำแหน่งที่ตั้งคลังสินค้าโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ กรณีศึกษา : โรงงานผลิตเบียร์

## A Warehouse Location Selection by Applying Mathematical Model : The Brewery Manufacturer Case Study

อธิวัฒน์ สีนะธรรม<sup>1</sup> และ เปรมพร เขมาวุฒ<sup>2</sup>

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ<sup>1,2</sup>

E-mail: athiwat.lnt@gmail.com<sup>1</sup>, ppm@kmutnb.ac.th<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า โดยที่ต้นทุนค่าขนส่งจากโรงงานผลิตไปยังลูกค้าต่ำที่สุด ผู้วิจัยสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า โดยใช้อำเภอเมืองของทั้ง 14 จังหวัดในภาคใต้เป็นตัวแปรตัดสินใจ ทำการประมวลผลข้อมูลด้วย Excel Solver ผลการวิจัยสรุปว่า บริษัทกรณีศึกษาควรตั้งคลังสินค้าที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีค่าขนส่งสุทธิก่อนการวิจัยเท่ากับ 241,687,361 บาท และค่าขนส่งสุทธิหลังการวิจัยเท่ากับ 167,489,011 บาท ซึ่งคิดเป็นค่าขนส่งลดลง 30.70%

### Abstract

The objective of this research is to select warehouse location with the least transportation cost from manufacturer to customer by focusing on warehouse location selection. Mathematical model was built to select the best location from 14 provinces in Southern area of Thailand. Excel Solver was used for data processing. The results show that Suratthani is the best province for such

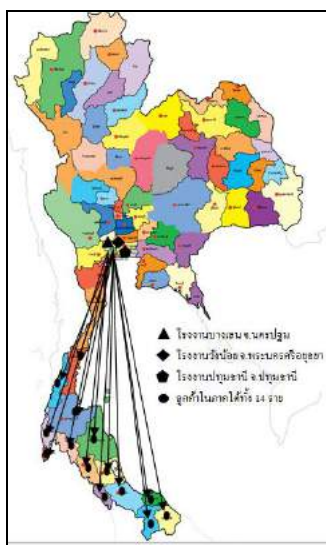
selection. The transportation cost before and after this research are 241,687,361 Baht and 167,489,011 Baht respectively meaning that the transportation cost decreases by 30.70%.

### 1. บทนำ

ศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในการดำเนินงานของโลจิสติกส์ โดยเป็นกลไกให้เกิดการขับเคลื่อนหรือเคลื่อนย้ายสินค้าไปสู่ลูกค้าภายใต้เงื่อนไขของเวลาและต้นทุนที่สามารถแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความหมายของศูนย์กระจายสินค้าเป็นหน่วยของโลจิสติกส์ในการทำหน้าที่ทางธุรกรรมรับช่วงส่งสินค้าสำเร็จรูป เพื่อให้มีการส่งมอบไปสู่ผู้รับซึ่งอาจเป็นลูกค้าหรือผู้ต้องการใช้ของ หรืออีกนัยหนึ่งทำหน้าที่ในการรับและส่งมอบหรือจัดส่งสินค้า อะไหล่ วัสดุดิบ รวมทั้งบริการต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนควบคุมของสินค้าจากแหล่งที่ใช้เป็นศูนย์กลางไปสู่แหล่งที่มีความต้องการตามเงื่อนไขและเวลาที่ได้มีการตกลงกัน ดังนั้นหน้าที่สำคัญของศูนย์กระจายสินค้าจึงเป็นแหล่งในการรวบรวม แบ่งประกอบ บรรจุ คัดแยก ให้เหมาะสมกับประเภทพาหนะที่จะใช้ในการขนส่งให้กับลูกค้าหรือผู้รับสินค้า

โดยเฉพาะหน้าที่ของการวางแผนการส่งมอบสินค้า เพื่อให้ส่งสินค้าที่ถูกต้องในเวลาที่ถูกต้องไปสู่ลูกค้า ตรงตามสถานที่ซึ่งกำหนดไว้ชัดเจนและส่งมอบตรงตามเวลาที่ต้องการ ศูนย์กระจายสินค้าจึงมีความสำคัญในฐานะเป็นกิจกรรมในการลดต้นทุนโลจิสติกส์และทำให้ระบบการกระจายสินค้าสามารถขับเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] ดังนั้นหากองค์กรได้มีการตั้งศูนย์กระจายสินค้าในตำแหน่งที่เหมาะสมก็จะได้เปรียบคู่แข่งทางการค้า

ปัจจุบันทางบริษัทกรณีศึกษามีโรงงานผลิตเปียร์เพื่อรองรับความต้องการของภาคใต้จำนวน 3 โรงงาน คือโรงงานบางเลน โรงงานปทุมธานี โรงงานวังน้อย โดยทั้ง 3 โรงงานได้จ่ายสินค้าให้กับลูกค้าซึ่งเป็นเอเยนต์ (Agent) ทั้ง 14 จังหวัดในภาคใต้ โดยข้อกำหนดที่มีมานานของบริษัทว่าลูกค้ารายไหนสั่งของจากโรงงานไหน การขนส่งก็จะถูกขนส่งออกจากโรงงานนั้นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบของการขนส่งแบบเดิมของบริษัทกรณีศึกษา

จากรูปที่ 1 แสดงให้เห็นการกระจายสินค้าเปียร์จากแต่ละต้นทางสู่ปลายทางของแต่ละเอเยนต์

ในภาคใต้มีต้นทุนการขนส่งที่สูงถึง 241,687,361 บาท เพราะเดิมที่ทางบริษัทไม่ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องของระยะทางจากโรงงานถึงเอเยนต์และความต้องการของลูกค้าแต่ละรายที่ส่งมาบางครั้งมีจำนวนมาก บางครั้งจำนวนน้อยจึงทำให้ไม่สามารถส่งด้วยรถเทรลเลอร์ได้เพียงชนิดเดียว แต่ข้อกำหนดของบริษัทคือจะส่งเมื่อเต็มคันเท่านั้น ทำให้บางครั้งต้องส่งเป็นรถประเภท 10 ล้อ และ 6 ล้อ ทั้งๆ ที่ในความเป็นจริงต้นทุนค่าขนส่งสินค้าบาทต่อหน่วยของรถเทรลเลอร์ถูกที่สุด ตามมาด้วยรถประเภท 10 ล้อ และ 6 ล้อ ตามลำดับ โดยต้นทุนของรถแต่ละประเภทจะแปรผันตามระยะทาง นั่นหมายความว่าหากทางผู้วิจัยสามารถลดระยะทางของรถประเภท 10 ล้อ และ 6 ล้อที่ใช้ขนส่งสินค้าตามจำนวนที่ลูกค้าแจ้งชื่อมาในแต่ละครั้งได้จะทำให้ต้นทุนค่าขนส่งลดลง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ยอดขายของลูกค้าแต่ละรายในภาคใต้ปี 2559

ลูกค้า	ต้นทาง	ยอดขายรวม (กล่อง)
เอเยนต์สุราษฎร์ฯ	โรงงานปทุมธานี	1,551,116
เอเยนต์ภูเก็ต	โรงงานปทุมธานี	1,160,276
เอเยนต์ชุมพร	โรงงานปทุมธานี	779,540
เอเยนต์กระบี่	โรงงานปทุมธานี	491,528
เอเยนต์พังงา	โรงงานปทุมธานี	313,264
เอเยนต์ระนอง	โรงงานปทุมธานี	191,520
เอเยนต์สงขลา	โรงงานวังน้อย	2,148,912
เอเยนต์นครศรีฯ	โรงงานวังน้อย	1,463,572
เอเยนต์ตรัง	โรงงานวังน้อย	705,008
เอเยนต์พัทลุง	โรงงานบางเลน	798,852
เอเยนต์ปัตตานี	โรงงานบางเลน	234,860
เอเยนต์สตูล	โรงงานบางเลน	214,036
เอเยนต์ยะลา	โรงงานบางเลน	311,172
เอเยนต์นราธิวาส	โรงงานบางเลน	292,440

แสดงให้เห็นถึงความต้องการรวมของลูกค้าแต่ละราย ทางผู้วิจัยจึงต้องศึกษาการหาตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าเพื่อกระจายสินค้าได้อย่างทั่วถึง ทันต่อเวลาที่ลูกค้าต้องการ และที่สำคัญที่สุดคือ มีต้นทุนค่าขนส่งสินค้าโดยรวมต่ำที่สุด [2], [3]

## 2. การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ ด้วยวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด

โดยทั่วไปปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการที่เหมาะสม (Facility Location Problem) หรือปัญหา FLP เป็นการกำหนดจำนวนขนาด และตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการ พร้อมทั้งจัดสรรการให้บริการ จากสถานที่ให้บริการเหล่านี้ไปยังลูกค้า เพื่อให้ต้นทุนการขนส่ง ระยะทาง หรือระยะเวลาในการส่งมอบสินค้าหรือบริการน้อยที่สุด แนวทางในการแก้ปัญหา FLP ที่เป็นที่ยอมรับคือ การแก้ปัญหาด้วยเทคนิคการวิจัยดำเนินงาน โดยวิธีนี้จะจำลองปัญหาและเงื่อนไข ในการตัดสินใจในสถานการณ์จริงให้อยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ จากนั้นใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์แก้สมการเพื่อหาคำตอบให้กับปัญหาจริงต่อไป เนื่องจากวัตถุประสงค์ของการตั้งสถานที่ให้บริการและเงื่อนไขข้อจำกัดต่างๆ ที่แต่ละองค์กรนำมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการไม่เหมือนกัน จึงทำให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหามีความหลากหลายและวิธีการในการแก้ปัญหานั้นแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปแล้วปัญหา FLP เกือบทุกประเภทจัดเป็นปัญหาเอ็นพีแบบยาก (NP-hard) ดังนั้นการพัฒนาวิธีแก้ปัญหาก็แบ่งออกเป็นสองรูปแบบ คือ การพัฒนาวิธีฮิวริสติกส์ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการ

คำนวณน้อยกว่าแต่ให้คุณภาพของคำตอบดีกว่า วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Algorithm) และการพัฒนาวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหา FLP ที่มีคุณลักษณะเฉพาะเจาะจง (Specific Problems) ซึ่งให้คำตอบที่ดีที่สุด (Optimal Solution) [4] วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดสามารถแบ่งเป็นข้อๆได้ ดังนี้

### 2.1 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก (Deterministic Facility Location Problems)

เป็นปัญหา FLP ที่เลือกตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมโดยพิจารณา ณ เวลาใดเวลาหนึ่งที่ทำการตัดสินใจและพิจารณาปัจจัยนำเข้า เช่น ความต้องการของลูกค้า ตำแหน่งของลูกค้า ต้นทุนการขนส่ง เป็นต้น เป็นค่าที่ทราบค่าแน่นอนและมีค่าคงที่ [4] ปัญหานี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อยตามวัตถุประสงค์ในการตั้งสถานที่ให้บริการดังต่อไปนี้

#### 2.1.1 ปัญหาระยะทางรวม น้อยที่สุด (Minimum Facility Location Problems)

เป็นปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการจำนวน  $P$  แห่งโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมระหว่างสถานที่ให้บริการกับลูกค้าทุกคนมีค่าน้อยที่สุด มีรูปแบบทั่วไปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้ [5], [6]

$$\text{Minimize } \sum_i \sum_j w_{ij} Y_{ij} \quad (1)$$

$$\text{Subject to } \sum_j X_j = P \quad (2)$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad ; \forall i \quad (3)$$

$$\sum_i w_i Y_{ij} \leq s_j X_j \quad ; \forall j \quad (4)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ; \forall_j \quad (5)$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad ; \forall_i, \forall_j \quad (6)$$

โดยมีข้อมูลนำเข้า คือ

$w_i$  เป็นปริมาณสินค้าหรือบริการของลูกค้าที่ตำแหน่งที่  $i$

$d_{ij}$  เป็นระยะทางระหว่างลูกค้าที่อยู่ตำแหน่งที่  $i$  กับสถานให้บริการที่อยู่ตำแหน่งที่  $j$

$s_j$  เป็นขีดความสามารถในการให้บริการของสถานให้บริการที่อยู่ตำแหน่งที่  $j$  และมีตัวแปรตัดสินใจ คือ

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

$$Y_{ij} \begin{cases} 1 & \text{ถ้าลูกค้าที่ตำแหน่งที่ } i \text{ ได้รับความบริการจาก} \\ & \text{สถานที่ให้บริการที่ตำแหน่งที่ } j \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases}$$

2.1.2 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าทุกคนด้วยต้นทุนน้อยที่สุด (Set Covering Problem)

เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานให้บริการโดยใช้จำนวนหรือต้นทุนในการสร้างสถานให้บริการที่น้อยที่สุดเพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มลูกค้าทั้งหมดซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทั่วไปดังนี้ [7]

$$\text{Minimize} \quad \sum_j c_j X_j \quad (7)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{j \in N_i} X_j \geq 1 \quad ; \forall_i \quad (8)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ; \forall_j \quad (9)$$

โดยมีข้อมูลนำเข้าเพิ่มเติม คือ

$c_j$  เป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสถานที่ให้บริการ

$S$  เป็นระยะทางที่ไกลที่สุดหรือระยะเวลาที่นานที่สุดที่ยอมรับได้จากสถานที่ให้บริการไปยังลูกค้า

$N_i$  เป็นเซตของตำแหน่งที่ตั้งที่อยู่ห่างจากลูกค้าที่ตำแหน่งที่  $i$  ด้วยระยะทางที่ยอมรับได้ (นั่นคือ

$$N_i = \{j | d_{ij} \leq S\})$$

2.1.3 ปัญหาครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุด (Maximal Covering Problem)

เป็นการเลือกตำแหน่งที่ตั้งให้กับสถานให้บริการจำนวน  $P$  แห่ง เพื่อให้สามารถครอบคลุมความต้องการของลูกค้าให้ได้มากที่สุดซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$\text{Maximize} \quad \sum_i w_i Z_i \quad (10)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{j \in N_i} X_j \geq Z_i \quad ; \forall_i \quad (11)$$

$$\sum_j X_j = P \quad ; \forall_i \quad (12)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad ; \forall_j \quad (13)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad ; \forall_i \quad (14)$$

โดยมีตัวแปรตัดสินใจเพิ่มเติม คือ

$$Z_i \begin{cases} 1 & \text{ถ้าความต้องการของลูกค้าที่ตำแหน่งถูก} \\ & \text{ครอบคลุม} \\ 0 & \text{ถ้าไม่ใช่} \end{cases}$$

## 2.2 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบพลวัต (Dynamic Facility Location Problems)

ผู้ที่เห็นข้อจำกัดนี้และนำมาสู่งานวิจัยเป็นคนแรกก็คือ Ballou, R.H. ในปี ค.ศ. 1968 ซึ่งได้มีการเสนอบทความในการเลือกตำแหน่งที่ตั้งคลังสินค้าแห่งหนึ่งเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดในตลอดช่วงระยะเวลาของแผนปัญหาส่วนมากในประเภทนี้จะนำปัญหาประเภทปัญหาระยะทางรวมน้อยที่สุดมาขยายผลโดยพิจารณาในช่วงระยะเวลาที่วางแผน

วิธีการแก้ปัญหาประเภทนี้ในช่วงแรกๆ จะใช้วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดตามความเหมาะสมของปัญหาในประเภทปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก ที่ถูกนำมาขยายผลโดยพิจารณาที่ละจุดเวลาจนกว่าจะครบช่วงระยะเวลาที่กำหนด แล้วนำตำแหน่งที่ดีที่สุดของแต่ละจุดเวลามาพิจารณาเลือกตำแหน่งที่ดีที่สุดอีกครั้ง ซึ่งต่อมา A.J.Scott ได้พิสูจน์ว่า คำตอบที่ได้ยังไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดพร้อมกับการนำเสนอวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยแนวคิดการแก้ปัญหาที่กำหนดการพลวัต (Dynamic Programming) ซึ่งให้คำตอบที่ดีที่สุดในช่วงเวลาคำนวณที่ยอมรับได้

## 2.3 ปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบสโตแคสติก (Stochastic Facility Location Problems)

เป็นปัญหา FLP ที่พิจารณาปัจจัยนำเข้าเป็นค่าไม่แน่นอนที่สามารถอธิบายได้ด้วยความน่าจะเป็น โดยมีทั้งปัญหาที่ขยายผลจากปัญหาในประเภทปัญหาการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการแบบดีเทอร์มินิสติก และปัญหาที่ถูกพัฒนาขึ้นใน

รูปแบบที่แตกต่างออกไป เพื่อสะท้อนถึงสภาพที่แท้จริงของปัญหา

วิธีการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับลักษณะของพารามิเตอร์ที่มีความไม่แน่นอน โดยหากพารามิเตอร์ที่ไม่แน่นอนนั้นเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง วิธีการที่ใช้จะอยู่ภายใต้แนวคิดการหาคำตอบที่ดีที่สุดภายใต้สภาวะการณ์ต่างๆ ที่พิจารณา (The Scenario Approach) แต่ถ้าหากค่าพารามิเตอร์ที่ไม่แน่นอนนั้นเป็นค่าต่อเนื่องซึ่งมักจะกำหนดช่วงของค่าพารามิเตอร์ ซึ่งการตัดสินใจจะพิจารณาภายใต้สภาวะการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) [4]

## 3. วิธีการดำเนินงาน

### 3.1 สภาพปัญหาปัจจุบัน

รูปแบบการกระจายสินค้าเบียร์คือ สินค้าจะถูกส่งจากโรงงานที่ผลิตถึงลูกค้าโดยตรงและมีข้อกำหนดว่าปริมาณที่ลูกค้าสั่งจะต้องเต็มคันเท่านั้น โดยต้นทางแต่ละโรงงานคือต้นทางเดิมที่ใช้ในการรองรับความต้องการของลูกค้ามาตั้งแต่เริ่มขนส่งรายละเอียดต้นทาง ปลายทางและความต้องการสินค้าแสดงดังตารางที่ 2

การกระจายสินค้าจากต้นทางโรงงานไปที่เอเยนต์นั้นทางบริษัทจะรับผิดชอบค่าขนส่งทั้งหมด โดยมีประเภทรถและจำนวนบรรทุกที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 รายละเอียดต้นทุนทางและปลายทางแต่ละลูกค้า

ลูกค้า	ต้นทาง	ความต้องการ สินค้า(กล่อง)
เอเยนต์สุราษฎร์ฯ	โรงงานปทุมธานี	1,551,116
เอเยนต์ภูเก็ต	โรงงานปทุมธานี	1,160,276
เอเยนต์ชุมพร	โรงงานปทุมธานี	779,540
เอเยนต์กระบี่	โรงงานปทุมธานี	491,528
เอเยนต์พังงา	โรงงานปทุมธานี	313,264
เอเยนต์ระนอง	โรงงานปทุมธานี	191,520
เอเยนต์สงขลา	โรงงานวังน้อย	2,148,912
เอเยนต์นครศรีฯ	โรงงานวังน้อย	1,463,572
เอเยนต์ตรัง	โรงงานวังน้อย	705,008
เอเยนต์พัทลุง	โรงงานบางเลน	798,852
เอเยนต์ปัตตานี	โรงงานบางเลน	234,860
เอเยนต์สตูล	โรงงานบางเลน	214,036
เอเยนต์ยะลา	โรงงานบางเลน	311,172
เอเยนต์นราธิวาส	โรงงานบางเลน	292,440

ตารางที่ 3 ประเภทรถและจำนวนบรรทุก

ประเภทรถ	จำนวนบรรทุก (กล่อง)
6 ล้อ	720
10 ล้อ	1,080
เทรลเลอร์	1,800

### 3.2 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

#### 3.2.1 ระยะเวลาในการขนส่ง

ระยะทางที่ใช้ในการคำนวณได้จากโปรแกรม Google Maps โดยจะแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ จากโรงงานผลิตไปแต่ละจังหวัดและจากแต่ละจังหวัดไปถึงลูกค้าแสดงดังตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 โดยใช้อำเภอเมืองเป็นที่ตั้งคลังสินค้า

ตารางที่ 4 ระยะเวลาจากโรงงานผลิตถึงจังหวัดที่ตั้งคลังสินค้า

ต้นทาง/ ปลายทาง	สุราษฎร์ฯ	ภูเก็ต	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ระนอง	สงขลา	นครศรีฯ	ตรัง	พัทลุง	ปัตตานี	สตูล	ยะลา	นราธิวาส
โรงงานปทุมธานี	662	865	486	802	781	606	986	803	858	871	1,066	1,005	1,092	1,161
โรงงานบางเลน	683	886	506	823	802	627	1,007	824	879	891	1,086	1,025	1,113	1,181
โรงงานวังน้อย	696	898	519	836	815	640	1,020	836	891	904	1,099	1,038	1,125	1,194

ตารางที่ 5 ระยะเวลาจากแต่ละจังหวัดที่ตั้งคลังสินค้าไปยังลูกค้า

เส้นทาง/ ปลายทาง	เอเยนต์ สุราษฎร์ธานี	เอเยนต์ ภูเก็ต	เอเยนต์ ชุมพร	เอเยนต์ กระบี่	เอเยนต์ พังงา	เอเยนต์ ระนอง	เอเยนต์ สงขลา	เอเยนต์ นครศรีธรรมราช	เอเยนต์ ตรัง	เอเยนต์ พัทลุง	เอเยนต์ ปัตตานี	เอเยนต์ สตูล	เอเยนต์ ยะลา	เอเยนต์ นราธิวาส
สุราษฎร์ธานี	4.2	234	188	154	158	209	319	141	212	227	421	359	446	495
ภูเก็ต	243	1.2	381	162	90.2	300	437	316	284	345	539	434	564	613
ชุมพร	199	387	9	323	305	121	485	333	378	392	587	525	612	661
กระบี่	160	162	318	0.1	90	301	280	167	127	187	382	277	407	455
พังงา	161	87	297	78.5	4.1	230	353	233	200	261	456	351	481	529
ระนอง	226	301	119	303	227	4.6	512	360	405	419	614	552	639	688
สงขลา	322	459	502	300	378	533	27	180	174	120	101	122	127	175
นครศรีธรรมราช	136	315	319	154	236	349	207	0.7	130	109	275	241	300	348
ตรัง	216	285	373	126	203	404	151	128	0.75	58.6	253	149	278	327
พัทลุง	229	345	386	186	263	417	98.6	106	59.6	0.3	201	139	226	274
ปัตตานี	424	538	581	380	457	612	106	273	253	199	1	201	43	91.2
สตูล	368	433	520	275	352	551	100	240	149	138	202	1.4	228	276
ยะลา	450	564	607	406	483	638	132	299	279	226	43.3	228	1.4	48.9
นราธิวาส	519	633	676	475	552	707	201	368	348	294	93.9	297	78.6	64.9

### 3.2.2 ต้นทุนการขนส่ง

ข้อมูลที่ใช้เป็นต้นทุนในการขนส่งได้มาจากการคำนวณ [2] โดยใช้ข้อมูลจากฝ่ายโลจิสติกส์ของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อหาต้นทุนค่าขนส่งในหน่วย

บาท/กิโลเมตร/กล่อง มีค่าเท่ากับ 0.01495 บาท/กิโลเมตร/กล่อง แล้วจึงคำนวณออกมาเป็นหน่วยบาท/กล่อง แสดงดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากโรงงานผลิตไปยังที่ตั้งคลังสินค้า

เส้นทาง/ ปลายทาง	สุราษฎร์ธานี	ภูเก็ต	ชุมพร	กระบี่	พังงา	ระนอง	สงขลา	นครศรีธรรมราช	ตรัง	พัทลุง	ปัตตานี	สตูล	ยะลา	นราธิวาส
โรงงานปทุมธานี	9.8969	12.93175	7.2657	11.9899	11.67595	9.0597	14.7407	12.00485	12.8271	13.02145	15.9367	15.02475	16.3254	17.35695
โรงงานบางเลน	10.21085	13.2457	7.5647	12.30385	11.9899	9.37365	15.05465	12.3188	13.14105	13.32045	16.2357	15.32375	16.63935	17.65595
โรงงานวังน้อย	10.4052	13.4251	7.75905	12.4982	12.18425	9.568	15.249	12.4982	13.32045	13.5148	16.43005	15.5181	16.81875	17.8503

ตารางที่ 7 ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากที่ตั้งคลังสินค้าไปยังลูกค้า

ต้นทาง/ ปลายทาง	เอเย่นท์ สุราษฎร์ธานี	เอเย่นท์ ภูเก็ต	เอเย่นท์ ชุมพร	เอเย่นท์ กระบี่	เอเย่นท์ พังงา	เอเย่นท์ ระนอง	เอเย่นท์ สงขลา	เอเย่นท์ นครศรีธรรมราช	เอเย่นท์ ตรัง	เอเย่นท์ พัทลุง	เอเย่นท์ ปัตตานี	เอเย่นท์ สตูล	เอเย่นท์ ยะลา	เอเย่นท์ นราธิวาส
สุราษฎร์ธานี	0.06279	3.4983	2.8106	2.3023	2.3621	3.12455	4.76905	2.10795	3.1694	3.39385	6.29395	5.36705	6.6877	7.40025
ภูเก็ต	3.83285	0.01794	5.89595	2.4219	1.34849	4.485	6.53315	4.7242	4.2458	5.15775	8.05805	6.4883	8.4318	9.16435
ชุมพร	2.97505	5.78565	0.13455	4.82885	4.55975	1.80895	7.25075	4.97835	5.6511	5.8804	8.77565	7.84875	9.1494	9.88195
กระบี่	2.392	2.4219	4.7541	0.001495	1.3455	4.49995	4.186	2.49665	1.89865	2.79585	5.7109	4.14115	6.08465	6.80225
พังงา	2.40895	1.30065	4.44015	1.173575	0.061295	3.4385	5.27735	3.48335	2.99	3.90195	6.8172	5.24745	7.19095	7.90855
ระนอง	3.3787	4.49995	1.77905	4.52985	3.39385	0.06877	7.6544	5.382	6.05475	6.26405	9.1793	8.2524	9.55305	10.2656
สงขลา	4.8139	6.86205	7.5049	4.485	5.6511	7.98835	0.40385	2.891	2.6013	1.794	1.50995	1.8239	1.89865	2.61625
นครศรีธรรมราช	2.0332	4.70925	4.78905	2.3023	3.5282	5.21755	3.09465	0.010465	1.9435	1.62955	4.11125	3.60295	4.485	5.2026
ตรัง	3.2282	4.26075	5.57635	1.8837	3.03485	6.0398	2.25745	1.9136	0.011213	0.87607	3.78235	2.22755	4.1561	4.88865
พัทลุง	3.42355	5.15775	5.7707	2.7807	3.93185	6.23415	1.47407	1.5847	0.89102	0.004485	3.00495	2.07805	3.3787	4.0983
ปัตตานี	6.3388	8.0431	8.88595	5.681	6.83215	9.1494	1.5847	4.08135	3.78235	2.97505	0.01495	3.00495	0.64285	1.36344
สตูล	5.5016	6.47335	7.774	4.11125	5.2624	8.23745	1.495	3.588	2.22755	2.0631	3.0199	0.02093	3.4088	4.1262
ยะลา	6.7275	8.4318	9.07465	6.0897	7.22085	9.5381	1.9734	4.47005	4.17105	3.3787	0.647335	3.4088	0.02093	0.731055
นราธิวาส	7.75905	9.48335	10.1082	7.10125	8.2524	10.59865	3.00495	5.5016	5.2026	4.3953	1.403805	4.44015	1.17507	0.970255

### 3.2.3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการหาตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า

แบบจำลองนี้มีเป้าหมายเพื่อเลือกจุดที่ดีที่สุดเป็นที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าโดยมีสมการเป้าหมายเพื่อให้ต้นทุนต่ำที่สุด โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ประกอบไปด้วย ต้นทุนค่าขนส่งจากโรงงานผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้าที่ถูกเลือก และต้นทุนการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าที่ถูกเลือกไปยังลูกค้าแต่ละราย ในภาคใต้ มีรายละเอียดดังนี้

#### เซต (Set)

$i$  คือ โรงงานผลิต  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, i$ )

$j$  คือ คลังสินค้าที่ถูกเลือก  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, j$ )

$k$  คือ ลูกค้า  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, k$ )

#### พารามิเตอร์ (Parameters)

$C_{ij}$  คือ ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากโรงงานผลิต  $i$  ไปยังคลังสินค้าที่ถูกเลือก  $j$

$C_{jk}$  คือ ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าที่ถูกเลือก  $j$  ไปยังลูกค้า  $k$

$D_k$  คือ ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า  $k$

$C_i$  คือ ความสามารถในการผลิตของโรงงาน  $i$

$N$  คือ จำนวนคลังสินค้า

#### ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

$X_{ij}$  คือ ปริมาณการขนย้ายสินค้าจากโรงงานผลิต  $i$  ไปยังคลังสินค้าที่ถูกเลือก  $j$

$X_{jk}$  คือ ปริมาณการขนย้ายสินค้าจากคลังสินค้าที่ถูกเลือก  $j$  ไปยังลูกค้า  $k$

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

$B_j = 1$  เมื่อเลือกที่ตั้งคลังสินค้าที่  $j$

$B_j = 0$  ถ้าไม่ใช่

#### สมการเป้าหมาย (Objective Function)

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^i \sum_{j=1}^j C_{ij} X_{ij} B_j + \sum_{j=1}^j \sum_{k=1}^k C_{jk} X_{jk} B_j \quad (15)$$

Subject to :

$$\sum_{i=1}^i X_{ij} B_j = \sum_{k=1}^k X_{jk} B_j \quad ; \forall_j \quad (16)$$



$$\sum_{j=1}^j X_{ij}B_j \leq C_i \quad ; \forall_i \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^j X_{jk}B_j = D_k \quad ; \forall_k \quad (18)$$

$$\sum_{j=1}^j B_j = N \quad (19)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (20)$$

$$X_{jk} \geq 0 \quad (21)$$

$$X_{ij} = \text{Integer} \quad (22)$$

$$X_{jk} = \text{Integer} \quad (23)$$

$$B_j = \{0,1\} \quad (24)$$

สมการที่ (15) คือ สมการเป้าหมายของการตั้งคลังสินค้าที่ทำให้ผลรวมของต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากโรงงาน ( $i$ ) ไปยังคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) และผลรวมของต้นทุนค่าขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) ไปยังปลายทางที่ลูกค้า ( $k$ ) มีต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด

สมการที่ (16) คือ สมการผลรวมปริมาณการขนส่งสินค้าจากโรงงานผลิต ( $i$ ) ต้องเท่ากับผลรวมปริมาณการส่งสินค้าไปยังลูกค้าปลายทาง ( $k$ ) ของแต่ละคลังสินค้า ( $j$ )

สมการที่ (17) คือ สมการผลรวมปริมาณการจัดส่งสินค้าไปคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) น้อยกว่าหรือเท่ากับความสามารถในการผลิตของแต่ละโรงงานผลิต ( $i$ ) ที่เป็นต้นทางสำหรับแต่ละโรงงานผลิต ( $i$ )

สมการที่ (18) คือ สมการผลรวมปริมาณการจัดส่งสินค้าจากคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) เท่ากับ

ปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า  $k$  ของลูกค้าแต่ละราย  $k$

สมการที่ (19) คือ ผลรวมของจำนวนที่ตั้งคลังสินค้า ( $j$ ) เท่ากับจำนวนคลังสินค้าที่ทางผู้วิจัยต้องการให้มี

สมการที่ (20) คือ สมการปริมาณการส่งสินค้าจากโรงงานผลิต ( $i$ ) ไปยังคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

สมการที่ (21) คือ สมการปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) ไปยังปลายทางที่ลูกค้า ( $k$ ) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

สมการที่ (22) คือ สมการปริมาณการส่งสินค้าจากโรงงานผลิต ( $i$ ) ไปยังคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) เป็นสมาชิกของ Integer

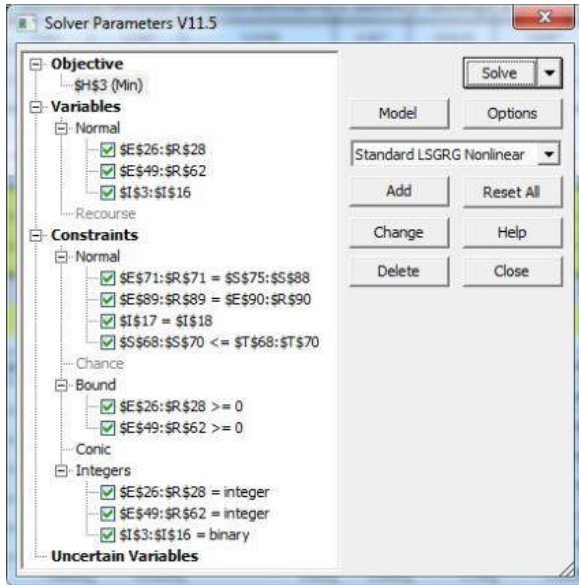
สมการที่ (23) คือ สมการปริมาณการส่งสินค้าจากคลังสินค้าที่ถูกเลือก ( $j$ ) ไปยังปลายทางที่ลูกค้า ( $k$ ) เป็นสมาชิกของ Integer

สมการที่ (24) คือสมการที่กำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจ ( $B_j$ ) เท่ากับ 0 คือ ไม่เลือก หรือ เท่ากับ 1 เลือก

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 การใช้ Excel Solver เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

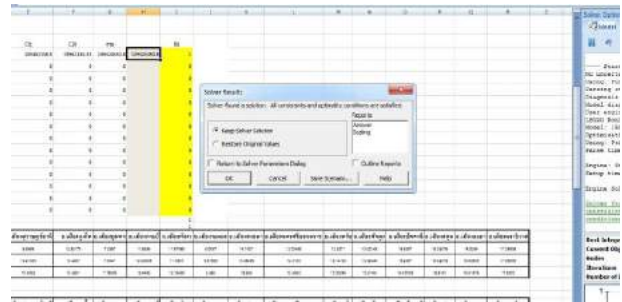
ทางผู้วิจัยต้องทำการสร้าง Work Sheet และกำหนดสูตรเพื่อให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากนั้นจึงตั้งค่าต่างๆใน Solver Parameters เพื่อให้โปรแกรมประมวลผลค่าที่เหมาะสมที่สุดออกมา ดังรูปที่ 2 โดยตั้งค่า Objective , Variable, Cells Constraints ต่างๆตามแบบจำลองที่เขียนไว้



รูปที่ 2 การตั้งค่าต่างๆ ใน Solver Parameters

จากข้อมูลความต้องการสินค้าเบียร์ในปี 2559 นำมาหาผลลัพธ์ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ประมวลผลด้วย Excel Solver Premium V11.5 ผลที่ได้เป็น Global Optimization เนื่องจากหลังจากประมวลผลแล้วขึ้นข้อความว่า “Solver found a

solution. All constraints and Optimality conditions are satisfied” ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผลจาก Excel Solver Premium V11.5

ผลลัพธ์จากการประมวลผลจังหวัดที่เหมาะสมที่จะใช้ เป็นที่ตั้งคลังสินค้าเบียร์เพื่อกระจายสินค้าให้แก่ลูกค้า ในภาคใต้ทั้ง 14 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยจากการประมวลผลค่า  $X_{ij}$  แสดงดังรูปที่ 4 และ จากการประมวลผลค่า  $X_{jk}$  แสดงดังรูปที่ 5

X <sub>ij</sub>	จังหวัดปลายทาง													
	อ.เมืองสุราษฎร์ธานี	อ.เมืองภูเก็ต	อ.เมืองชุมพร	อ.เมืองกระบี่	อ.เมืองพังงา	อ.เมืองระนอง	อ.เมืองสงขลา	อ.เมืองนครศรีฯ	อ.เมืองตรัง	อ.เมืองพัทลุง	อ.เมืองปัตตานี	อ.เมืองสตูล	อ.เมืองยะลา	อ.เมืองนราธิวาส
โรงงานปูนซีเมนต์บิวเวอร์	4,000,000													
โรงงานสีทึบเออเรช บางเลน	4,750,000													
โรงงานสีทึบเออเรช	1,906,096													

รูปที่ 4 ผลลัพธ์จากการประมวลผลค่า  $X_{ij}$

X <sub>jk</sub>	ต้นทางปลายทาง													
	อ.เมืองสุราษฎร์ธานี	อ.เมืองภูเก็ต	อ.เมืองชุมพร	อ.เมืองกระบี่	อ.เมืองพังงา	อ.เมืองระนอง	อ.เมืองสงขลา	อ.เมืองนครศรีฯ	อ.เมืองตรัง	อ.เมืองพัทลุง	อ.เมืองปัตตานี	อ.เมืองสตูล	อ.เมืองยะลา	อ.เมืองนราธิวาส
อ.เมืองสุราษฎร์ธานี	1551116	1160276	779540	491528	313264	191520	2148912	1463572	705008	798852	234860	214036	311172	292440
อ.เมืองภูเก็ต	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองชุมพร	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองกระบี่	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองพังงา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองระนอง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองสงขลา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองนครศรีธรรมราช	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองตรัง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองพัทลุง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองปัตตานี	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองสตูล	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองยะลา	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
อ.เมืองนราธิวาส	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dk	1,551,116	1,160,276	778,540	491,528	313,264	191,520	2,148,912	1,463,572	705,008	798,852	234,860	214,036	311,172	292,440

รูปที่ 5 ผลลัพธ์จากการประมวลผลค่า  $X_{jk}$

โดยสรุปจำนวนสินค้าที่ขนจากโรงงานผลิตไปยังคลังสินค้า ดังตารางที่ 8 และจำนวนสินค้าที่จะขนจากคลังสินค้าให้ลูกค้าแต่ละราย ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 จำนวนสินค้าจากโรงงานผลิตไปยังคลังสินค้า

โรงงานผลิตไปยังคลังสินค้า ( $X_{ij}$ )		
เส้นทาง		จำนวนขน (กล่อง)
โรงงานปทุมธานี	คลังสุราษฎร์ฯ	4,000,000
โรงงานบางเลน	คลังสุราษฎร์ฯ	4,750,000
โรงงานวังน้อย	คลังสุราษฎร์ฯ	1,906,096
รวม		10,656,096

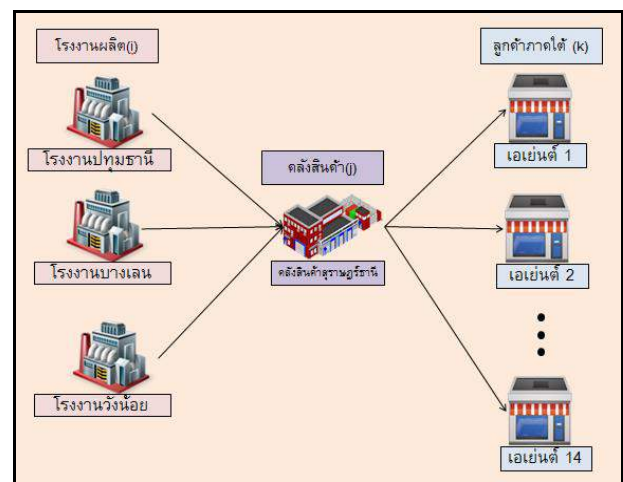
ตารางที่ 9 จำนวนสินค้าจากคลังสินค้าไปยังลูกค้าแต่ละราย

คลังสินค้าไปยังลูกค้า ( $X_{jk}$ )		
เส้นทาง		จำนวนขน (กล่อง)
คลังสุราษฎร์ฯ	เอเยนต์สุราษฎร์ฯ	1,551,116
	เอเยนต์ภูเก็ต	1,160,276
	เอเยนต์ชุมพร	779,540
	เอเยนต์กระบี่	491,528
	เอเยนต์พังงา	313,264
	เอเยนต์ระนอง	191,520
	เอเยนต์สงขลา	2,148,912
	เอเยนต์นครศรีฯ	1,463,572
	เอเยนต์ตรัง	705,008
	เอเยนต์พัทลุง	798,852
	เอเยนต์ปัตตานี	234,860
	เอเยนต์สตูล	214,036
	เอเยนต์ยะลา	311,172
	เอเยนต์นราธิวาส	292,440
รวม		10,656,096

#### 4.2 การกระจายสินค้าโดยมีคลังสินค้าสุราษฎร์ธานีเป็นศูนย์กลางกระจายสินค้าให้กับลูกค้าในภาคใต้

จากผลการศึกษาทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมในภาคใต้ การกระจายสินค้าทำโดยการส่งสินค้าจากโรงงานทั้ง 3 แห่งเข้าคลังสินค้าสุราษฎร์ธานีจากนั้นจึง

ทำการกระจายสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้าดังรูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่ามีการขนส่งสินค้าออกจากโรงงานปทุมธานี โรงงานบางเลนและโรงงานวังน้อยเข้าสู่คลังสินค้าสุราษฎร์ธานี จากนั้นจึงกระจายสินค้าจากคลังสุราษฎร์ธานีให้กับลูกค้าเอเยนต์ทุกจังหวัดในภาคใต้ ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าขนส่งเนื่องจากระยะทางในการขนส่งให้กับลูกค้าใกล้กว่าเดิม ลดระยะทางการขนส่งที่ต้องใช้รถขนส่ง 10 ล้อ และ 6 ล้อ ซึ่งการขนส่งด้วยรถ 2 ประเภทนี้มีต้นทุนต่อหน่วยที่สูงกว่า



รูปที่ 6 การกระจายสินค้าให้กับลูกค้าภาคใต้โดยคลังสินค้าสุราษฎร์ธานี

การคำนวณ ค่าขนส่งจะใช้ข้อมูลความต้องการสินค้าจากปี 2559 ซึ่งเป็นข้อมูลหลักที่ใช้ในงานวิจัยนี้เพื่อนำไปเปรียบเทียบต้นทุนก่อนและหลังการวิจัยที่เป็นปริมาณการสั่งซื้อแต่ละครั้งของลูกค้าที่โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนโดยในส่วนแรกคือ ค่าขนส่งจากโรงงานผลิตไปยังคลังโรงงานสุราษฎร์ฯ ซึ่งค่าขนส่งนี้จะใช้รถประเภทเดียวเท่านั้นในการขนส่งคือรถเทรลเลอร์ และการกระจายสินค้าจากคลังสุราษฎร์ธานีฯ ไปยังลูกค้าต่างๆแต่ละรายในภาคใต้จะมีรถทั้ง

3 ประเภท เนื่องจากทำการขนส่งตามความต้องการของลูกค้า แสดงต้นทุนดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ต้นทุนค่าขนส่งสุทธิหลังการวิจัย

โรงงานผลิตไปยังคลังสินค้า (ij)			ค่าขนส่งสุทธิ (บาท)
เส้นทาง		ค่าขนส่งรวม (บาท)	
โรงงานผลิต	คลังสินค้า	107,922,447	167,489,011
	สุราษฎร์ฯ		
คลังสินค้าไปยังลูกค้า (jk)			
เส้นทาง		ค่าขนส่งรวม (บาท)	
คลังสินค้า	ลูกค้า	59,566,564	
สุราษฎร์ฯ	ภาคใต้		

ผลจากการวิจัยสามารถเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งสินค้าก่อนและหลังการวิจัยได้ดังตารางที่ 11 และตารางที่ 12

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งก่อนวิจัย

การขนส่งก่อนการวิจัย		
ค่าขนส่งสุทธิ (บาท)	ค่าขนส่ง (บาท/กล่อง)	ค่าขนส่งเทียบกับมูลค่าสินค้า
241,687,361	22.68	5.53%

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งหลังวิจัย

การขนส่งหลังการวิจัย		
ค่าขนส่งสุทธิ (บาท)	ค่าขนส่ง (บาท/กล่อง)	ค่าขนส่งเทียบกับมูลค่าสินค้า
167,489,011	15.72	1.36%

แสดงให้เห็นว่าค่าขนส่งสุทธิก่อนการวิจัย 241,687,361 บาทและค่าขนส่งสุทธิหลังการวิจัย 167,489,011 บาท และมีค่าขนส่งบาทต่อกล่องก่อนการวิจัย 22.68 ค่าขนส่งบาทต่อกล่องหลังการวิจัย 15.72 ซึ่งคิดเป็นค่าขนส่งลดลง 30.70%

## 5. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อทำการเลือกที่ตั้งของคลังสินค้าโดยการประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้วิเคราะห์หาที่ตั้งคลังสินค้าที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดค่าขนส่งต่ำที่สุดโดยใช้ต้นทุนค่าขนส่งและข้อมูลต่างๆจากบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงอาจต้องพิจารณาปัจจัยอื่นเข้ามาประกอบการตัดสินใจอีก เช่นระบบสาธารณูปโภคด้านที่ดิน ด้านแรงงาน เป็นต้น ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้งโดยวิธีการอื่นๆประกอบเพิ่มเติมด้วยเพื่อให้มีการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งทางด้านวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพมาพิจารณาประกอบคู่กัน ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ Location Rating Factor, Center of Gravity, Load Distance ซึ่งทั้ง 2 วิธีต่างก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน จึงจะทำให้ข้อมูลมีความหลากหลายและเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ที่ดำเนินงานวิจัยนี้ไปใช้งานจริง ได้ข้อมูลที่ดีและมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานมากยิ่งขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือของผู้นั้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และบจก.บุญรอดบริวเวอรี่ ที่สนับสนุนข้อมูลในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

## เอกสารอ้างอิง

- [1] คำนาย อภิปรัชญากุล. โลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชนกลยุทธ์สำหรับลดต้นทุนและเพิ่มกำไร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทไฟกัสมิเดีย แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, 2550.
- [2] กรกช ภูบานเข้า. การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์รวบรวมและกระจายสินค้าเพื่อการส่งออกสินค้าเกษตร. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2549.
- [3] ธีระยุทธ แสนแก้ว. การศึกษาที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าของเหล็กรูปพรรณกลวง เขตพื้นที่ 14 จังหวัดภาคใต้. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิตบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553.
- [4] จันทรศิริ สิงห์เถื่อน. การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ให้บริการด้วยวิธีการหาค่าตอบที่ดีที่สุด. วิศวกรรมสารมก. ฉบับที่ 78 ปีที่ 24, 2554.
- [5] Jouian Zavari.,2010 “Facility Network Optimization” Thesis submitted to Graduate Department of Mechanical & Industrial Engineering for the degree of Master of Engineering, University of Toronto,Canada.
- [6] วริษา ชุนชำนาญและพนิดา แซ่มข้าง. การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งศูนย์รวบรวมและกระจายปาล์มน้ำมัน จังหวัดกระบี่. WMS Journal of Management Walailak University Vol.2 No.2 (May – Aug 2013).
- [7] Ansbro and Wang.,2013 “A facility location model for socio-environmentally responsible decision-making” Journal of Remanufacturing 2013, 3:5, Licensee Springer