

ตัวแบบโดยรวมในการเลือกตำแหน่งที่ตั้ง การกระจายสินค้า และการลงทุนในศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่

จักรพรรดิ เชื้อนิล¹ และ บุษบา พุกกาพันธุ์รัตน์^{2*}

บทคัดย่อ

การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าที่เหมาะสม มีผลต่อการลดต้นทุนของระบบการขนส่งโดยรวมขององค์กร และยังช่วยให้ระดับความสามารถในการบริการลูกค้าสูงขึ้นได้ ในการเลือกศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ นอกจากการพิจารณาเรื่องการลงทุนแล้วยังต้องพิจารณาเรื่องตำแหน่งที่ตั้ง และการออกแบบการกระจายสินค้าอีกด้วย วิธีการโดยทั่วไปจะพิจารณาแยกส่วนปัญหา การหาตำแหน่ง การกำหนดรูปแบบการกระจายสินค้า และการหารูปแบบการลงทุน ซึ่งเป็นการพิจารณาปัญหาที่ไม่ครอบคลุม การบริการลูกค้าก็มองเพียงปริมาณการจัดส่งเท่านั้น ไม่มีการพิจารณาความถี่ในการจัดส่ง นอกจากนั้นวิธีการที่มีอยู่

มักเป็นวิธีการเลือกทางเลือกหรือแผนเท่านั้น ไม่ได้เป็นการออกแบบระบบการกระจายสินค้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการเลือกแผนการลงทุนในศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่มีการพิจารณาโดยรวมเกี่ยวกับตำแหน่ง การกระจายสินค้า และการลงทุนเพื่อหาทางเลือกที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของต้นทุนรวมที่ต่ำและระดับการบริการลูกค้าที่สูง ซึ่งทำให้ได้ตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ที่เหมาะสมสำหรับบริษัทกรณีศึกษาด้วยรูปแบบการลงทุนในระยะยาว พร้อมแนวทางการวางแผนการกระจายสินค้า

คำสำคัญ: ตำแหน่งที่ตั้ง การกระจายสินค้า การลงทุน ศูนย์กระจายสินค้า ตัวแบบคณิตศาสตร์

¹ นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08-9896-2200 อีเมล: lbusaba@engr.tu.ac.th



An Integrated Location, Distribution and Investment Model for New Distribution Centers

Chakkapat Chuanin¹ and Busaba Phruksaphanrat^{2*}

Abstract

Proper distribution center positioning helps to reduce total organization transportation costs and can increase the level of customer service. Selecting new distribution centers is not the only factor when developing investment models, as a good location and effective distribution systems are also needed. Conventional approaches consider the location problem, the distribution problem, and the investment problem separately; however, this is inadequate for new distribution centers. In existing models, the service level is defined according to the quantity of delivery products only and the frequency of delivery is not determined. Additionally, these models always relate to the selection of an appropriate location or plan

from the candidate choices; however, the design of the distribution system is not considered. This research proposes a mathematical model for selecting an investment plan for new distribution centers with integrated location, distribution, and investment aspects. The model is used for finding the best choice that has a low net present value for the total cost and a high customer service level. It can select suitable locations for new distribution centers for long-term investment by using a case study company and analyzing specific factors against this. Distribution plans for serving customers are also provided.

Keyword: Location, Distribution, Investment, Distribution Center, Mathematical Model

¹ Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University.

² Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University.

* Corresponding Author, Tel. 08-9896-2200, E-mail: lbusaba@engr.tu.ac.th

1. บทนำ

ในปัจจุบันการจัดการทางด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานมีบทบาทสำคัญในการลดต้นทุนขององค์กรได้เป็นอย่างมาก [1] โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลงทุนสร้างศูนย์กระจายสินค้าเพื่อกระจายสินค้าให้ลูกค้าที่มีแนวโน้มความต้องการในปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้งขึ้นถือเป็นแนวทางในการลดต้นทุนโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่ง หากมีการกำหนดตำแหน่งและการลงทุนที่เหมาะสม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอตัวแบบคณิตศาสตร์โดยรวมสำหรับการเลือกตำแหน่งที่ตั้ง การกระจายสินค้า และการลงทุนในศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่ เนื่องจากเห็นว่าการพิจารณาทั้ง 3 ส่วนนั้นควรพิจารณาไปพร้อมๆ กัน เพื่อที่จะได้ตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้า รูปแบบการลงทุน และระบบการกระจายที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกันมากที่สุดกับสภาพที่เกิดขึ้นจริงในการตัดสินใจ โดยงานวิจัยที่มีอยู่ในปัจจุบันจะพิจารณาแยกส่วนกัน แบ่งเป็นการพิจารณาเกี่ยวกับการเลือกตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้า [1]-[5] การเลือกการลงทุนสร้างศูนย์กระจายสินค้า [6]-[8] และการออกแบบระบบการกระจายสินค้า [7]-[9]

สำหรับการเลือกตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าส่วนใหญ่จะใช้เทคนิคของการตัดสินใจที่มีหลายเกณฑ์ (Multicriteria Decision Making) มาช่วยในการพิจารณาเลือกตำแหน่งศูนย์กระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าที่ได้กำหนดไว้ภายใต้เกณฑ์ต่างๆ เช่น ต้นทุน ความยืดหยุ่นในการกระจายสินค้า และการจัดการการขนส่ง แหล่งทรัพยากร ความเชื่อถือได้ของระบบ เป็นต้น [1]-[4] ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพิจารณาเลือกการลงทุนก็เป็นไปในลักษณะเดียวกันคือ พิจารณาเลือกทางเลือกภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดและเป็นการเลือกเพื่อการลงทุนสร้างศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่เท่านั้น [6],[7] ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการลงทุนไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นการลงทุนสร้างเพียงอย่างเดียว อาจเป็นการเช่าหรือเป็นการร่วมลงทุน ซึ่งรูปแบบการลงทุนมีด้วยกันหลายลักษณะที่จะสามารถกำหนดขึ้นมาได้ นอกจากนั้น

แผนการลงทุนควรจะพิจารณาความเป็นไปได้ในอนาคต เพื่อที่จะได้ระบบการกระจายสินค้าที่สอดคล้องกันมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยส่วนใหญ่พิจารณาคำตอบโดยดูค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่ำที่สุด ณ ช่วงเวลาใดๆ เท่านั้น โดยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาเลือกตำแหน่งและการลงทุนจะเป็นการเลือกทางเลือกไม่ได้มีการออกแบบระบบโลจิสติกส์ด้วย ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบการกระจายสินค้าก็มักพิจารณาเป้าหมายเพียงเป้าหมายเดียวคือต้นทุนรวม [7]-[9] แต่การพิจารณาในด้านความสามารถในการบริการลูกค้าซึ่งมีความสำคัญและเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการลงทุนสร้างศูนย์กระจายสินค้ากลับไม่ได้มีการพิจารณา หรือหากมีการพิจารณาก็พิจารณาแต่ในแง่ของปริมาณการส่งแต่ไม่ได้พิจารณาถึงความสามารถในการจัดส่งหรือความสามารถในการตอบสนองลูกค้าเมื่อมีความต้องการ ซึ่งแนวโน้มการส่งของลูกค้าในปัจจุบันจะส่งในปริมาณน้อยแต่บ่อยครั้งขึ้น

ดังนั้นในการพิจารณาแก้ปัญหาของงานวิจัยนี้จะพิจารณาแบบโดยรวมทั้งการเลือกตำแหน่ง รูปแบบการลงทุนที่เหมาะสม และระบบการกระจายสินค้า ภายใต้วัตถุประสงค์ 2 ประการคือหาแผนการลงทุนที่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของต้นทุนรวมต่ำที่สุดที่จะทำให้ได้ตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมด้วย และมีค่าระดับการบริการลูกค้าสูงที่สุด โดยมีการเสนอวิธีในการเลือกแผนการลงทุนที่เหมาะสมกับเป้าหมาย ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multiobjective Decision Making) ในการพิจารณาปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์มีด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธีการโปรแกรมเป้าหมาย (Goal Programming) การหาคำตอบแบบประนีประนอม (Compromise Programming) หรือการใช้ฟังก์ชันยูทิลิตี้ (Utility Function) เป็นต้น [10]-[13] การพิจารณาปัญหาที่มีหลายเป้าหมายในงานวิจัยนี้จะใช้วิธีการแปลงปัญหาหลายวัตถุประสงค์เป็นปัญหาวัดวัตถุประสงค์เดียวด้วยวิธีวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective Approach) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ซับซ้อน และยังเป็นวิธีการที่นิยมอีกด้วย

โดยที่มาและขั้นตอนการทำวิจัยตลอดจนตัวอย่างการใช้กับโจทย์กรณีศึกษาจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไปตามลำดับ

2. การเลือกตำแหน่ง การกระจายสินค้า และการลงทุนในศูนย์กระจายสินค้า

2.1 การเลือกตำแหน่ง

วัตถุประสงค์ของการเลือกตำแหน่งที่ตั้งคือการมองหาตำแหน่งที่จะทำให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดหรือกำไรสูงสุด เท่าที่จะสามารถเป็นไปได้ และในอีกทางหนึ่งก็จะเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขันและการบริการที่ได้จากการเลือกตำแหน่งที่ตั้งนั้นสูงที่สุดด้วย ซึ่งเป้าหมายทั้ง 2 นั้นมักขัดแย้งกัน ปัจจัยในการพิจารณาเลือกตำแหน่งที่ตั้งประกอบไปด้วยปัจจัยเชิงคุณภาพซึ่งไม่อาจวัดผลออกมาในรูปตัวเลขได้ชัดเจนแต่ก็มีอิทธิพลสำคัญ เช่น แหล่งวัตถุดิบ แรงงาน การคมนาคม สิ่งแวดล้อม เป็นต้น และปัจจัยเชิงปริมาณซึ่งสามารถวัดเป็นตัวเลขทางเศรษฐกิจได้ เช่น ค่าที่ดิน การก่อสร้าง ค่าขนส่ง เป็นต้น [14]

2.2 การกระจายสินค้า

การกระจายสินค้าเป็นงานที่ช่วยให้สินค้าและบริการเคลื่อนย้ายจากสถานที่ต้นทางไปยังสถานที่ปลายทางที่มีผู้ต้องการซื้อหรือใช้ ซึ่งการออกแบบระบบการกระจายสินค้า มุ่งที่จะลดต้นทุนการกระจายสินค้าให้ต่ำที่สุดขณะที่ยังสามารถให้บริการลูกค้าในระดับที่ลูกค้าต้องการได้ [14], [15]

2.3 การลงทุน

การพิจารณาการลงทุนเพื่อเพิ่มความสามารถต่างๆ ของบริษัทดังที่กล่าวมา จะต้องมีความคุ้มค่าเหมาะสมในระยะยาว ดังนั้นการเสนอทางเลือกต่างๆ จะต้องประมาณการค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่พิจารณา เพื่อที่จะได้ผลสอดคล้องกับการเติบโตของตลาดตามการพยากรณ์การเปรียบเทียบทางเลือกนิยมใช้การประเมินมูลค่าปัจจุบันสุทธิ เนื่องจากเป็นวิธีที่คิดมูลค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลง

ไปตามเวลา โดยแปลงมูลค่าต่างๆ ในอนาคตมาที่เวลาปัจจุบัน เนื่องจากระยะเวลาของโครงการจะต้องพิจารณาตลอดอายุการใช้งานของสินทรัพย์ [16]

3. การสร้างตัวแบบโดยรวมในการเลือกตำแหน่งที่ตั้ง การกระจายสินค้า และการลงทุนในศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่

ดัชนี

d	ลำดับของศูนย์กระจายสินค้า $d = 1, 2, \dots, D$
n	ลำดับของแผนการลงทุน $n = 1, 2, \dots, N$
f	ลำดับของโรงงานผู้ผลิต $f = 1, 2, \dots, F$
m	ลำดับของตลาดลูกค้าที่ถูกแบ่งเป็นกลุ่ม $m = 1, 2, \dots, M$
t	ปีที่ $t = 0, 1, 2, \dots, T$

ตัวแปรตัดสินใจ

X_{dn}	$\begin{cases} 1 & \text{ถ้าแผนการลงทุน } n \text{ ในพื้นที่ } d \text{ ถูกเลือก} \\ 0 & \text{ถ้าแผนการลงทุน } n \text{ ในพื้นที่ } d \text{ ไม่ถูกเลือก} \end{cases}$
S_{fmt}	จำนวนสินค้าที่ส่งจากโรงงาน f ไปยังกลุ่มลูกค้า m ในช่วงเวลา t
S_{dmt}	จำนวนสินค้าที่ส่งจากศูนย์กระจายสินค้า d ไปยังกลุ่มลูกค้า m ในช่วงเวลา t
S_{fdt}	จำนวนสินค้าที่ส่งจากโรงงาน f ไปยังศูนย์กระจายสินค้า d ในช่วงเวลา t

พารามิเตอร์

I_n	เงินลงทุนเริ่มต้นสำหรับแผนการลงทุน n ในช่วงเริ่มการลงทุนตามแผน
O_m	ค่าใช้จ่ายดำเนินการของแผนการลงทุน n ในช่วงเวลา t
D_n	มูลค่าซากของแผนการลงทุน n เมื่อหมดอายุการใช้งานตามแผนการลงทุน
Cap_{dmt}	ความจุของศูนย์กระจายสินค้า d ของแผนการลงทุน n ในช่วงเวลา t

Cap_f	ความจุของโรงงาน f
L_t	ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งทั้งหมดในช่วงเวลา t
H_t	ค่าใช้จ่ายด้านคลังสินค้าทั้งหมดในช่วงเวลา t
C_{fm}	ค่าขนส่งต่อหน่วยจากโรงงาน f ไปยังกลุ่มลูกค้า m
C_{fd}	ค่าขนส่งต่อหน่วยจากโรงงาน f ไปยังศูนย์กระจายสินค้า d
C_{dm}	ค่าขนส่งต่อหน่วยจากศูนย์กระจายสินค้า d ไปยังกลุ่มลูกค้า m
C_h	ค่าจัดเก็บสินค้าต่อหน่วย
$rate$	อัตราดอกเบี้ย
W_1	ค่าน้ำหนักสำหรับระดับบริการทางด้านปริมาณ
W_2	ค่าน้ำหนักสำหรับระดับบริการทางด้านความสามารถในการจัดส่งตามระยะทาง
$Dmax_{mt}$	ความต้องการสูงสุดของกลุ่มลูกค้า m ในช่วงเวลา t
$Dmin_{mt}$	ความต้องการต่ำสุดของกลุ่มลูกค้า m ในช่วงเวลา t
SV_{dm}	คะแนนระดับการบริการของศูนย์กระจายสินค้า d ที่สามารถให้กับกลุ่มลูกค้า m
SV_{fm}	คะแนนระดับการบริการของโรงงาน f ที่สามารถให้กับกลุ่มลูกค้า m
คะแนนระดับบริการจะกำหนดจากสเกลตั้งแต่ 0 ถึง 1 ดังจะแสดงในรายละเอียดต่อไป	

3.1 ตัวแบบหลายวัตถุประสงค์สำหรับเลือกตำแหน่งที่ตั้ง การกระจายสินค้า และการลงทุน

ตัวแบบโดยรวมในการหาตำแหน่งที่ตั้ง การกระจายสินค้า และการลงทุนศูนย์กระจายสินค้าที่มีหลายวัตถุประสงค์ มีสมการวัตถุประสงค์ที่พิจารณาประกอบไปด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิของต้นทุนรวม (Z_1) และระดับการให้บริการลูกค้า (Z_2) ดังแสดงในสมการที่ (1) และ (2)

$$\text{Minimize } Z_1 = \sum_n \left(\sum_t \text{Fix}_{nt}(t=0) + \frac{\text{Fix}_{nt} + \text{Var}_t}{(1+rate)^t} \right) \quad (1)$$

$$\text{Maximize } Z_2 = W_1 \left[\frac{\sum_t \sum_m \left(\sum_d^D S_{dmt} + \sum_f^F S_{fmt} \right)}{D_{\max_{mt}}} \right] / (M \times T) + W_2 \left[\frac{\sum_t \sum_m \left(\sum_d^D S_{dmt} SV_{dmt} + \sum_f^F S_{fmt} SV_{fmt} \right)}{D_{\max_{mt}}} \right] / (M \times T) \quad (2)$$

เงื่อนไขในการพิจารณาประกอบไปด้วย

$$\text{Fix}_{in} = X_{dn} [I_n + O_n - D_{in}] \quad (3)$$

$$\text{Var}_t = L_t + H_t \quad (4)$$

$$L_t = \sum_f^F \sum_m^M C_{fm} S_{fmt} + \sum_d^D \sum_m^M C_{dm} S_{dmt} + \sum_d^D \sum_f^F C_{fd} S_{fdt} \quad (5)$$

$$H_t = C_h \sum_d^D \sum_m^M S_{dmt} \quad (6)$$

$$\sum_n^N X_{dn} \leq 1 \quad (7)$$

$$S_{fdt} = \sum_m^M S_{dmt} \quad (8)$$

$$\sum_m^M S_{dmt} \leq \text{Cap}_{dn} \quad (9)$$

$$\sum_m^M S_{fmt} \leq \text{Cap}_f \quad (10)$$

$$\text{Cap}_{dn} = X_{dn} \text{Cap}_{dn} \quad (11)$$

$$\sum_d^D S_{dmt} \geq D_{\min_{mt}} \quad (12)$$

$$\sum_d^D S_{dmt} \leq D_{\max_{mt}} \quad (13)$$

$$W_1 + W_2 = 1 \quad (14)$$

$$X_{dn} \text{ is binary} \quad (15)$$

$$\text{All variables} \geq 0 \quad (16)$$

สมการที่ (3)-(6) คือการคำนวณต้นทุนประเภทต่าง ๆ ครอบคลุมถึงเงินลงทุนเริ่มแรก ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บที่เกิดขึ้นในแต่ละปี สมการที่ (7) จำกัดให้มีแผนการลงทุนอย่างมากที่สุด 1 แผนเท่านั้นที่จะถูกเลือกในพื้นที่หนึ่งหนึ่งที่มีศักยภาพในการสร้างศูนย์กระจายสินค้า สมการที่ (8) กำหนดให้สินค้าที่เข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้าเท่ากับสินค้าที่ออกจากศูนย์กระจายสินค้า สมการที่ (9) และ (10) เป็นข้อจำกัดด้านความจุของศูนย์กระจายสินค้า สมการที่ (12) และ (13) กำหนดให้ขอบเขตการตอบสนองความต้องการลูกค้าต้องไม่ต่ำกว่าระดับความต้องการต่ำสุดและไม่เกินช่วงระดับความต้องการสูงสุด ส่วนสมการที่ (14) กำหนดให้น้ำหนักความสำคัญของระดับบริการลูกค้าทั้งทางด้านปริมาณและค่าในการจัดส่งต้องมีค่าผลรวมเป็น 1 ซึ่งหลักการพิจารณาจะได้ถูกกล่าวในหัวข้อต่อไป สมการที่ (15) และ (16) แสดงประเภทและขอบเขตของตัวแปรตัดสินใจ

3.2 การแก้ปัญหาตัวแบบที่นำเสนอด้วยวิธีวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective Approach)

ตัวแบบหลายวัตถุประสงค์ในหัวข้อที่ผ่านมาสามารถกำหนดให้เป็นปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เดียวได้โดยการกำหนดให้เป้าหมายที่มีความสำคัญน้อยกว่าถูกกำหนดเป็นเงื่อนไขแทนดังตัวแบบต่อไปนี้

$$\text{Minimize } Z_1 = \sum_n \left(\sum_t \text{Fix}_{nt}(t=0) + \frac{\text{Fix}_{nt} + \text{Var}_t}{(1+\text{rate})^t} \right) \quad (1)$$

Subject to

$$W_1 \left[\frac{\sum_t \sum_m \left(\sum_d^D S_{dmt} + \sum_f^F S_{fmt} \right)}{D_{\max_{mt}}} \right] / (M \times T) +$$

$$W_2 \left[\frac{\sum_t \sum_m \left(\sum_d^D S_{dmt} SV_{dmt} + \sum_f^F S_{fmt} SV_{fmt} \right)}{D_{\max_{mt}}} \right] / (M \times T) = L \quad (17)$$

ภายใต้เงื่อนไข (3)-(16)

สมการ (17) เป็นการแปลงสมการวัตถุประสงค์ที่ (2) เป็นข้อจำกัด โดยที่ L คือระดับการบริการลูกค้าที่ผู้ตัดสินใจต้องการ โดยมีข้อจำกัดตามสมการ (3)-(16)

4. กรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์แห่งหนึ่ง ดำเนินการผลิตน้ำยาไตเทียมเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ มีลูกค้าหลักของบริษัทคือโรงพยาบาลรัฐและเอกชนและตัวแทนจัดจำหน่าย ซึ่งอยู่เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล การกระจายสินค้าของบริษัทนี้จะทำการจัดส่งสินค้าประมาณ 7,000 กล่องต่อสัปดาห์จากคลังสินค้า 1 แห่งให้กับลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวนทั้งหมด 70 ราย บริษัทได้แบ่งกลุ่มลูกค้าออกเป็น 11 กลุ่มตามความเหมาะสมของเส้นทางการขนส่ง 1 เทียว (ออกจากคลังสินค้า-ส่งสินค้าให้ลูกค้าในกลุ่ม-กลับคลังสินค้า) ข้อมูลการกระจายสินค้าแสดงดังตารางที่ 1 โดยผลิตภัณฑ์ของสินค้านี้รูปแบบต่างๆ มีความแตกต่างกันที่ส่วนประกอบภายในและมีบรรจุภัณฑ์ที่คล้ายกัน บริษัทจะทำการส่งสินค้าตามปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าและมีข้อมูลที่สำคัญดังข้อมูลตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ข้อมูลการกระจายสินค้าใน 1 เดือน

กลุ่ม	ปริมาณสินค้า (ชิ้น)	จำนวนครั้งที่ส่ง	ระยะทางเฉลี่ย (กิโลเมตร/เทียว)
1	3,314	4	82.4
2	891	3	81.3
3	844	8	80.1
4	3,373	3	105
5	3,186	3	244.5
6	4,844	4	144.2
7	4,773	4	188
8	4,451	4	120
9	1,602	4	97
10	212	4	130
11	1,145	4	104

ตารางที่ 2 ข้อมูลที่สำคัญของบริษัทกรณีศึกษา

ข้อมูล	ค่า	หน่วย
ปริมาณสินค้าที่ส่ง	28,635	ชิ้น
จำนวนรอบการขนส่ง	45	เที่ยวต่อเดือน
ปริมาณบรรทุกเฉลี่ย	662	ชิ้นต่อเที่ยว
ระยะทางเฉลี่ย	125	กิโลเมตรต่อเที่ยว
ระยะทางมากที่สุด	245	กิโลเมตรต่อเที่ยว
ระยะทางน้อยที่สุด	80	กิโลเมตรต่อเที่ยว

จากข้อมูลบริษัทกรณีศึกษาพบว่ามีความถี่ในการส่งสินค้าเฉลี่ย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ต่อกลุ่มลูกค้า ซึ่งมีโอกาสที่ลูกค้าจะไม่ได้รับการตอบสนองความต้องการอย่างทันท่วงทีได้ และการที่ตำแหน่งที่ตั้งของโรงงานไม่ได้อยู่ในจุดที่เหมาะสมทำให้ระยะห่างระหว่างกลุ่มลูกค้าบางรายสูงมาก ในอนาคตความยุ่งยากทางด้านการจัดการกระจายสินค้าและการแข่งขันของตลาดจะมากขึ้นเมื่อลูกค้าเรียกร้องระดับการบริการที่สูงขึ้นกว่าเดิม ดังนั้นเพื่อที่จะมีความสามารถในการแข่งขันด้านต้นทุนและระดับการบริการที่สามารถทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจ การพิจารณาการลงทุนสร้างศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่จึงเป็นสิ่งจำเป็น

5. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานประกอบไปด้วยการเตรียมข้อมูลนำเข้า และการหาคำตอบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ข้อมูลนำเข้า

5.1.1 แผนการลงทุน

ผู้ทำการตัดสินใจต้องทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีเชิงคุณภาพเพื่อกำหนดจุดพื้นที่ที่มีศักยภาพที่เหมาะสมในการตั้งเป็นศูนย์กระจายสินค้าของบริษัท ตัวอย่างของตัวแปรเชิงคุณภาพที่อาจนำมาใช้ในการพิจารณาได้แก่ สภาพการจราจร ความสัมพันธ์กับลูกค้ารอบๆ โอกาสในอนาคต สิ่งแวดล้อม แรงงาน เป็นต้น โดยผู้ทำการตัดสินใจจะระบุพื้นที่ที่มีโอกาสเป็นไปได้และพิจารณาตัวแปรเชิงคุณภาพทั้งหมดแล้ว ดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมออกไป

ทั้งนี้จำนวนและประสบการณ์ของผู้ทำการตัดสินใจมีผลให้การวิเคราะห์ส่วนนี้ที่จะทำให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

หลังจากนั้นเมื่อได้พื้นที่ที่มีศักยภาพเหมาะสมหลายๆพื้นที่แล้ว สิ่งที่จะต้องทำคือการสร้างทางเลือกแผนการลงทุนในพื้นที่ที่ได้รับคัดเลือกแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะต้องใช้การสำรวจข้อมูลในพื้นที่จริงเพื่อทำการประมาณกระแสเงินที่จะเกิดขึ้นตั้งแต่ปีที่ 0 ถึงปีที่ 20 ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เสนอแผนการลงทุนทั้งสิ้น 7 แผนการลงทุนแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3 และ 4

แผนการลงทุนที่ 1-4 เป็นการเข้าพื้นที่กระจายสินค้าตามความเหมาะสมทุก 5 ปี โดยแต่ละแผนการเข้ามีความแตกต่างกันที่การกำหนดความสามารถในการกระจายสินค้า ซึ่งกำหนดครอบคลุมความต้องการของลูกค้าในพื้นที่ไปจนถึงความต้องการของลูกค้ารวม ดังแสดงในตารางที่ 3

แผนการลงทุนที่ 5-7 เป็นการลงทุนสร้างศูนย์กระจายสินค้าเอง ซึ่งจะมีการพิจารณาสร้างระยะยาวและขยายขนาดเป็น 2 เท่าในปีที่ 10 ทั้งนี้ขนาดความสามารถในการกระจายสินค้าจะต้องสัมพันธ์กับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาต่างๆ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 แผนการลงทุนที่ 1-4

ประเภทต้นทุน	ปี	แผนการลงทุน (x1,000 บาท)			
		1	2	3	4
ต้นทุนเริ่มแรก	0	500	400	300	200
	5	800	700	600	400
	10	1,400	1,300	900	600
	15	2,000	1,800	1,400	1,000
ต้นทุนดำเนินงาน	1-5	100	80	60	40
	6-10	150	120	90	60
	11-15	300	240	180	120
	16-20	600	400	320	200
มูลค่าซาก	5	100	80	60	40
	10	160	140	120	80
	15	280	260	180	120
	20	400	360	280	200
ความสามารถกระจายสินค้า	1-5	900	675	450	225
	6-10	1,800	1,350	900	450
	11-15	4,800	3,000	2,400	1,200
	16-20	12,000	9,000	6,000	3,000

ตารางที่ 4 แผนการลงทุนที่ 5-7

ประเภทต้นทุน	ปี	แผนการลงทุน (x1,000 บาท)		
		5	6	7
ต้นทุนเริ่มแรก	0	26,500	27,500	29,000
	10	2,000	2,750	4,500
ต้นทุนดำเนินงาน	1-10	150	500	600
	11-20	500	800	1000
มูลค่าซาก	20	163,260	163,960	165,260
ความสามารถ กระจายสินค้า	1-10	1,800	3,600	6,000
	11-20	3,600	7,200	12,000

5.1.2 ความต้องการของลูกค้า

การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าในอนาคตสำหรับในกรณีศึกษาใช้การตั้งสมมติฐานว่าตลาดมีการเติบโตเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นในแต่ละช่วงเวลาจะประมาณความต้องการของตลาดในกรณีที่ดีที่สุดและแย่ที่สุด เพื่อเป็นการพิจารณาที่คำนึงถึงความไม่แน่นอนด้วย ซึ่งมีสมมติฐานว่าความต้องการของตลาดในกรณีที่ดีที่สุดและแย่ที่สุดมีค่าแตกต่างจากความต้องการตลาดปกติ 20% และกำหนดให้แต่ละกลุ่มลูกค้ามีอัตราการเติบโตเท่ากัน

5.1.3 การกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญ

ค่าน้ำหนักความสำคัญที่ใช้ในตัวแทนประกอบไปด้วย W_1 , W_2 , SV_{dm} , SV_{fm} โดย W_1 และ W_2 เป็นการกำหนดโดยผู้ทำการตัดสินใจและมีสมการ (14) กำกับไว้ กรณี $W_1 = 1$ และ $W_2 = 0$ หมายความว่าให้ความสำคัญในการพิจารณาเรื่องปริมาณที่เพียงพอทั้งปีในระดับที่มากที่สุดเพียงอย่างเดียว การกำหนดเช่นนี้จะส่งผลให้ระบบการกระจายสินค้าที่ออกมามีต้นทุนรวมที่ต่ำภายใต้ระดับบริการปัจจุบัน แต่ส่งสินค้าเพียง 1 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งเป็นการบริการในลักษณะเดิม ที่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับระดับบริการลูกค้าในด้านความถี่ในการจัดส่งสินค้าต่อสัปดาห์ ค่าตอบที่ได้จะมีจำนวนศูนย์กระจายสินค้าน้อยแห่งเนื่องจากเป้าหมายกำหนดให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุดเป็นหลัก ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการของทางโรงงานที่ต้องการตอบสนองลูกค้าให้มีความถี่มากขึ้นกว่าเดิมหากต้องมีการลงทุนเพิ่มในการสร้างหรือเช่าคลังสินค้า

แต่หากกำหนด $W_1 = 0$ และ $W_2 = 1$ หมายความว่าให้น้ำหนักความสำคัญในเรื่องความถี่ในการจัดส่งให้ลูกค้าเพียงอย่างเดียวโดยไม่สนใจต้นทุนรวมที่เกิดขึ้น แต่จะจัดส่งให้ลูกค้าในปริมาณขั้นต่ำเป็นอย่างน้อย เนื่องจากมีเงื่อนไขกำหนดให้มีการส่งสินค้าให้เพียงพอกับความถี่ของการขึ้นต่ำของลูกค้าไว้ด้วย การกำหนดเช่นนี้จะส่งผลให้การกระจายสินค้ามีระดับบริการสูงกว่าในปัจจุบัน ซึ่งหมายความว่าสามารถส่งสินค้าได้หลายครั้งต่อสัปดาห์ จึงทำให้มีศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่งถูกเลือก เพราะศูนย์กระจายสินค้าแต่ละแห่งก็มีความสามารถในการบริการลูกค้ากลุ่มต่างๆ ได้แตกต่างกัน (ดูได้จากตารางที่ 6) แต่ปริมาณการส่งจะอยู่ในระดับความต้องการขั้นต่ำ ซึ่งไม่ตรงกับความต้องการของโรงงานที่ต้องการการทำให้สูงขึ้นด้วย โดยทางโรงงานต้องการทั้งปริมาณการส่งสินค้าให้ลูกค้าที่มาก และความถี่ในการจัดส่งที่สูงคือระดับบริการทั้ง 2 ด้านที่สมดุลกัน ดังนั้นในตัวแทนนี้จึงกำหนดให้ $W_1 = 0.5$ และ $W_2 = 0.5$ หมายความว่าให้น้ำหนักความสำคัญในเรื่องปริมาณการจัดส่งให้ลูกค้าและความถี่ในการจัดส่งให้ลูกค้าเท่าๆ กัน ซึ่งจะทำให้ได้ศูนย์กระจายสินค้าที่คำนึงถึงความเหมาะสมทั้งสองด้านตามความต้องการของโรงงานกรณีศึกษา

การกำหนดการบริการในเรื่องของความถี่จะกำหนดเป็น 3 ระดับดังตารางที่ 5 ตามเป้าหมายของทางโรงงาน

ตารางที่ 5 การกำหนดระดับการบริการลูกค้า (SV_{dm} , SV_{fm})

ระดับ	ความถี่	ค่า SV_{dm} หรือ SV_{fm}
ดีเยี่ยม	3 ครั้ง/สัปดาห์	1
ดี	2 ครั้ง/สัปดาห์	0.75
ปกติ (ปัจจุบัน)	1 ครั้ง/สัปดาห์	0.5

การให้น้ำหนักและคะแนนต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่ผู้ทำการตัดสินใจต้องคำนึงถึงความคุ้มค่า โดยพิจารณาถึงระยะทางและความคุ้มค่าต่อการขนส่งต่อเที่ยว สำหรับ

การกำหนดระดับบริการลูกค้าในเรื่องความถี่ในการจัดส่งของบริษัทกรณีศึกษาจะกำหนดจากความสัมพันธ์ของระยะทางตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การกำหนดระดับบริการของศูนย์กระจายสินค้าให้กับลูกค้ากลุ่มต่างๆ

ระยะทางไป-กลับ (กิโลเมตร)	ระดับบริการ	DC1	DC2	DC3	Factory
0 – 100	1	4,7, 8,9	6,8	5,10, 11	1,2, 3
100 – 150	0.75	5,6, 10	1,2,3, 7,9	6,7, 8,9	4,6, 7,8
150 +	0.5	1,2, 3,11	4,5, 10,11	1,2, 3,4	5,9, 10,11

5.1.4 ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย

ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในตัวแทนประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ และเงื่อนไขตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยและเงื่อนไข

ค่าใช้จ่าย	ค่าที่ใช้	เงื่อนไข
C_h	0.4 บาทต่อหน่วย	ใช้กับทุกหน่วย
C_{dm}	0.67 บาทต่อหน่วย	ได้รับบริการดีเยี่ยม
C_{dm}	0.88 บาทต่อหน่วย	ได้รับบริการดี
C_{dm}	1.09 บาทต่อหน่วย	ได้รับบริการปกติ
C_{fd}	0.20 บาทต่อหน่วย	ใช้กับทุกหน่วย

5.2 วิธีในการหาคำตอบ

ขั้นตอนที่ 1 ใช้การหาคำตอบที่ละเป้าหมายกำหนดให้พิจารณาที่อัตราดอกเบี้ย 10% ต่อปี เริ่มจากการหาคำตอบในกรณีที่สมการเป้าหมาย (1) ต่ำที่สุดก่อน แล้วทำการหาคำตอบในกรณีที่สมการเป้าหมาย (2) มากที่สุด ภายใต้เงื่อนไข (3)-(16) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการหาคำตอบในขั้นที่ 1

สมการเป้าหมาย	ค่าของ Z_1 (บาท)	ค่าของ Z_2
(1) ต่ำที่สุด	18,693,000	59.4 %
(2) สูงที่สุด	44,131,000	100 %

จะเห็นว่าระดับบริการลูกค้าในระดับสูงที่สุดนั้นจะมีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมสูงมากขึ้น ในขณะที่เดียวกัน ความต้องการในการที่จะได้ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดก็มีระดับบริการลูกค้าที่ต่ำเช่นกัน

ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective Approach) ในการหาคำตอบที่เหมาะสมซึ่งจะใช้สมการเป้าหมาย (1) ในการหาค่าที่ต่ำที่สุดของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมภายใต้เงื่อนไขเดิมและเพิ่มการกำหนดระดับบริการลูกค้า L ในสมการที่ (17) ตามระดับที่ทางโรงงานยอมรับได้ดังนี้คือ 90%, 80% และ 70% เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการตัดสินใจ ซึ่งได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 9 จากผลการหาคำตอบในขั้นที่ 2 จะเห็นว่าที่ระดับบริการลูกค้าต่างๆ จะมีแผนการลงทุนที่ถูกเลือกแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพ เช่น ที่ระดับการบริการ 90% ควรลงทุนในพื้นที่ DC1 และ DC3 ด้วยแผนการลงทุนที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ทางเลือกเหล่านี้เป็นทางเลือกให้ผู้ทำการตัดสินใจตัดสินใจว่าจะให้เกิดระดับการบริการลูกค้าในระดับใดจึงจะเหมาะสม ซึ่งในที่นี้ใช้การพิจารณาอัตราส่วนความแตกต่างของระดับบริการต่อเงินลงทุนโดยเทียบกับระดับการบริการต่ำสุดที่ 59.4% ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ผลการหาคำตอบในขั้นที่ 2

Z_2	100%	90%	80%	70%	59.4%
Z_1^*	44.13	23.44	20.40	18.99	18.69
DC1	1	3	-	-	3
DC2	1	-	-	-	-
DC3	7	4	3	3	-

(*หน่วยล้านบาท)

ตารางที่ 10 ตัวเลขการเปรียบเทียบที่ระดับบริการต่างๆ
กับการลงทุนที่ระดับการบริการต่ำสุด

ระดับบริการ	100	90	80	70
ความแตกต่างของระดับบริการ (%)	40.6	30.6	20.6	10.6
ความแตกต่างของมูลค่าเงินลงทุน (ล้านบาท)	25.4	4.8	1.7	0.3
อัตราส่วนความแตกต่าง (% / 1 ล้านบาท)	1.6	6.4	12.1	35.6

อัตราส่วนความแตกต่างของระดับบริการต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมหมายถึงเปอร์เซ็นต์ระดับบริการที่จะได้จากเงินลงทุนหนึ่งหน่วย เมื่อเทียบกับระดับบริการที่ต่ำที่สุดที่เป็นไปได้ ซึ่งในกรณีนี้ระดับบริการลูกค้า 70% มีอัตราส่วนความแตกต่างของระดับการบริการต่อมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมสูงสุด อย่างไรก็ตามทางโรงงานมีความต้องการที่จะลงทุนให้ได้ระดับบริการที่สูง ดังนั้นที่ระดับบริการลูกค้า 90% ที่มีความแตกต่างของมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมเมื่อเทียบกับระดับบริการที่มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนต่ำสุดเพียงแค่ 4.8 ล้านบาทเท่านั้น จึงมีความคุ้มค่าที่จะลงทุนในส่วนต่างดังกล่าว เพื่อที่จะได้รับการบริการลูกค้าที่ 90% ซึ่งต้องลงทุนในแผนการลงทุนที่ 3 ของพื้นที่ที่มีศักยภาพที่ 1 (DC1) และแผนการลงทุนที่ 4 ของพื้นที่ที่มีศักยภาพที่ 3 (DC3) ซึ่งมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของต้นทุนรวมอยู่ที่ 23.44 ล้านบาท รายละเอียดด้านการกระจายสินค้าแสดงได้ดังตารางที่ 11 โดยการวิเคราะห์นี้อยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้ W_1 และ W_2 เป็น 0.5 เท่ากันหากค่าของ W_1 และ W_2 มีค่าที่เปลี่ยนไปก็จะส่งผลให้การเลือกแผนการลงทุนแตกต่างกันออกไปดังแสดงในตารางที่ 12 สำหรับระดับการบริการที่ 90% หากค่า W_1 อยู่ในระดับ 0-0.2 หมายความว่าให้ความสำคัญกับการจัดส่งที่มีความถี่สูง ผลที่ได้จะเลือกแผนการลงทุนที่ 4 สำหรับ DC1 และ DC3 ถ้า W_1 อยู่ในระดับ 0.4 คือให้ความสำคัญกับปริมาณในการจัดส่งและความถี่ในการจัดส่งใกล้เคียงกันจะเลือกแผนการลงทุนที่ 3 สำหรับ DC1 และแผนการลงทุนที่ 4 สำหรับ DC3 คือมีการลงทุน

ที่สูงขึ้นเล็กน้อยใน DC1 เนื่องจากแผนการลงทุนที่ 3 จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นแต่ความสามารถในการจัดเก็บก็สูงขึ้นด้วย แต่ถ้า W_1 อยู่ในระดับ 0.6-0.8 คือให้ความสำคัญกับปริมาณการจัดส่งมากกว่าความถี่ในการจัดส่ง จะส่งผลให้แผนการลงทุนที่ 4 ถูกเลือกสำหรับ DC1 และ DC3 โดยมีความถี่ในการจัดส่งที่ต่ำลงแต่ส่งในปริมาณที่มากขึ้น แต่ถ้าสนใจปริมาณการจัดส่งให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าเพียงอย่างเดียวเป็นหลักไม่สนใจความถี่ในการจัดส่งคือจัดส่งเพียงครั้งเดียวใน 1 สัปดาห์ แผนการลงทุนที่ 3 สำหรับ DC1 เท่านั้นที่จะถูกเลือก โดยไม่จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มใน DC3

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยการกระจายสินค้ารายปี (ชิ้น)

From/ To	Factory	DC1	DC2	DC3
DC1	1,411,216	-	-	-
DC2	0	-	-	-
DC3	498,164	-	-	-
ลูกค้า 1	344,050	0	0	0
ลูกค้า 2	119,764	0	0	0
ลูกค้า 3	113,446	0	0	0
ลูกค้า 4	0	332,792	0	0
ลูกค้า 5	0	0	0	315,763
ลูกค้า 6	445,616	0	0	0
ลูกค้า 7	0	446,609	0	0
ลูกค้า 8	0	416,480	0	0
ลูกค้า 9	0	215,333	0	0
ลูกค้า 10	0	0	0	28,496
ลูกค้า 11	0	0	0	153,905

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความไวของ W_1 และ W_2

W_1	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
W_2	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
Z_1^*	23.49	23.21	23.50	22.74	22.52	21.73
DC1	4	4	3	4	4	3
DC2	-	-	-	-	-	-
DC3	4	4	4	4	4	-

(*หน่วยล้านบาท)

6. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอตัวแบบการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน เลือกตำแหน่งที่ตั้ง และการกระจายสินค้า ซึ่งรวมอยู่ในรูปของการเลือกแผนการลงทุนที่เหมาะสมในระยะยาว โดยมีจุดประสงค์เพื่อหารูปแบบการลงทุนที่มีมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมต่ำที่สุด นอกจากนั้นก็ยังมีการจุดประสงค์เพื่อให้มีระดับการบริการลูกค้าสูงที่สุดด้วยเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากสภาพการเติบโตของตลาดและการแข่งขันที่รุนแรงมากขึ้น ลูกค้าย่อมคาดหวังระดับบริการที่สูงขึ้น การที่บริษัทจะเพิ่มความสามารถในการแข่งขันได้จึงต้องมีการตัดสินใจลงทุนในระบบการกระจายที่มีศูนย์กลางกระจายสินค้าอย่างเหมาะสม โดยตัวแบบที่นำเสนอจะพิจารณาทั้งการเลือกตำแหน่ง การกำหนดแผนการกระจายสินค้า และแผนการลงทุนด้วย วิธีที่ใช้ในการหาคำตอบที่มีหลายวัตถุประสงค์คือวิธีวัตถุประสงค์เดียว ซึ่งง่ายในการใช้งาน และเป็นที่ยอมรับ ผลของการหาคำตอบได้ถูกเสนอเป็นทางเลือกในหลายๆ ระดับบริการลูกค้าเพื่อเป็นองค์ประกอบในการตัดสินใจ สำหรับโรงงานกรณีศึกษาที่ระดับบริการลูกค้า 90% มีความเหมาะสมที่สุด โดยต้องลงทุน 23.44 ล้านบาทในการสร้างศูนย์กลางกระจายสินค้า 2 แห่ง การการลงทุนในระดับนี้มีความคุ้มค่าของเงินทุนสูงที่สุดและได้ระดับบริการที่ดีกว่าระดับปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

งานวิจัยนี้มีการพิจารณาวัตถุประสงค์หลายวัตถุประสงค์โดยใช้วิธีวัตถุประสงค์เดียวในการแก้ปัญหาจะทำให้ได้คำตอบแบบประนีประนอม (Compromise Solution) ของทั้งสองเป้าหมาย แต่อาจไม่ใช่คำตอบแบบเอฟฟิเชียนท์ (Efficient Solution) ซึ่งเป็นคำตอบที่ดีกว่าสำหรับปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ ดังนั้นแนวทางการพิจารณาต่อไปคือพัฒนาวิธีการให้สามารถหาคำตอบแบบเอฟฟิเชียนท์ เพื่อให้ได้คำตอบที่ดียิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตรมหาวิทาลัยธรรมศาสตร์ และโครงการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] L.K. Nozick and M. A. Turnquist, "Inventory transportation service quality and the location of distribution centers," *European Journal of Operational Research*, vol.129, pp.362-371, 2001.
- [2] Y. Li, X. Liu, and Y. Chen, "Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management," *Expert Systems with Applications, An International Journal*, vol.38, pp.7901-7908, June 2011.
- [3] J. Korpela and A. Lehmusvaara, "A customer oriented approach to warehouse network evaluation and design," *International Journal of Production Economics*, vol. 59, pp.135-146, 1999.
- [4] C.-M. Feng, P.-J. Wu, and K.-C. Chia, "A hybrid fuzzy integral decision-making model for locating manufacturing centers in China: A case study," *European Journal of Operational Research*, vol. 200, pp. 63-73, 2010.
- [5] Y. J. Wang. "The Optimal Location of Dry Port: A Case Study of the Hinterland of Western Side of the Taiwan Straits Port Group. National Development and Reform and Reform Commission," in *Proc. of Industrial Engineering and Engineering Management (IE&EM)*, 2010 IEEE 17th International Conference, pp.1864-1868.
- [6] A. Kengpol. "Design of a decision support system to evaluate the investment in a new distribution centre," *Int. J. Production Economics*, vol. 90, pp. 59-70, 2004.
- [7] K.S. Bhutta, F. Huq, G. Frazier, and Z. Mohamed, "An integrated location, production, distribution and investment model for a multinational



- corporation,” *International Journal of Production Economics*, vol.86, pp.201-216, 2003.
- [8] C. Sung, Y. Seo, and S. Kang, “Coordination of investment decisions on marketing and logistics for the optimal supply chain operations,” *Computers & Industrial Engineering*, vol.43, pp.75-95, 2002.
- [9] P.A. Miranda and R.A. Garrido. “Inventory service-level optimization within distribution network design problem,” *International Journal Production Economic*, vol.122, pp.276-285, 2009.
- [10] J.E. Hotvedt, “Application of linear goal programming to forest harvest scheduling,” *Southern Journal of Agricultural Economics*, pp.106-108, July, 1983.
- [11] M. Zeleny, *Multiple criteria decision making*, McGraw-Hill Book Company, 1982.
- [12] M.T. Tabucanon, *Operations research: An introduction*, 5^{ed}, Macmillan Publishing Company, 1988.
- [13] W. Nunkeaw. “Construction of a fuzzy multi-objective transportation model,” Master Thesis, Faculty of Engineering Thammasat University, 2009 (in Thai).
- [14] Kumnay Apipratyasakul, *Warehouse Management*, Police Publishing Co., Ltd., BKK, 2004 (in Thai).
- [15] Alan Rushton, Phil Croucher, and Peter Baker. Translate by Vittaya Suharitdamrong and team, *The handbook of Logistic and distribution management*, 3rd edition, EI Square Publishing Co.,Ltd., 2010 (in Thai).
- [16] B. Phruksaphanrat, *Engineering Economy*, Top Publishing Co.,Ltd, 2012 (in Thai).