

## ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการกระจายสินค้าเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพ Decision support system of distribution to reduce cost and optimization

ธนาณัติ กล้าหาญ<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการตัดสินใจจัดตั้งศูนย์กระจายคลังสินค้าในส่วนภูมิภาคซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยในการวางแผนการกระจายสินค้า และการบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ เป็นที่นิยมและได้การยอมรับในระดับสากล อีกทั้งยังสามารถช่วยจัดหรือแก้ไขปัญหาการจัดการสินค้าคงคลังในโครงข่ายได้เป็นอย่างดี เปรียบเทียบกับระบบปัจจุบันเพื่อใช้เป็นกุญแจสำคัญในการแก้ปัญหาและลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการกระจายสินค้า อันจะส่งผลดีและนำองค์กรไปสู่ความสำเร็จได้โดยประยุกต์ใช้เทคนิควิธี center of gravity สำหรับการวิเคราะห์ที่ได้ใช้วิธีการหาจุดศูนย์กลางที่เป็นเทคนิคทางคณิตศาสตร์ใช้เพื่อหาทำเลที่ตั้งที่ดีที่สุดสำหรับการกระจายสินค้าจุดเดียว และอาศัยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรมแผนที่ MapMagic ในการระบุตำแหน่ง โดยใช้เส้นทางเดินรถของบริษัทในการขนส่งสินค้าทั้งหมด ซึ่งสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการทดลองใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีฮิวริสติกส์แบบการหาค่าตอบที่ใกล้เคียงที่สุด (nearest neighbor heuristics) นำไปใส่ในโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจในการกระจายสินค้า (logistics algorithm) ช่วยคำนวณหาเส้นทางเพื่อแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าอย่างเป็นระบบ

ผลการศึกษาวิธีการแก้ไขปัญหาจากการวิเคราะห์กิจกรรมกระบวนการในการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ หลังการปรับปรุงและแก้ไขจะพบว่า กิจกรรมเพิ่มคุณค่า (VA) ใช้เวลา 52.52 นาที คิดเป็น 89.47 เปอร์เซ็นต์ กิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่า (NVA) ใช้เวลา 1 นาที คิดเป็น 1.7 เปอร์เซ็นต์ กิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่าแต่มีความจำเป็น (NNVA) ใช้เวลา 5.18 นาที คิดเป็น 8.83 เปอร์เซ็นต์ และเส้นทางสำหรับรถบรรทุก (truck routing problem) พบว่า การขนส่งด้วยวิธีการ truck routing problem สามารถทำให้ลดระยะทางได้จากก่อนการปรับปรุง 3,308.73 หลังปรับปรุงลดลงเหลือ 2,786.92 ต่อสัปดาห์ ลดลงต่อเดือน 2,087.24 กิโลเมตร และลดลง 25,046.88 กิโลเมตรต่อปี คิดเป็นร้อยละ 8.56 ต่อปี และค่าเชื้อเพลิงก่อนการปรับปรุง 10,654.09 บาทต่อสัปดาห์ และหลังการปรับปรุง 8,973.88 บาทต่อสัปดาห์ ลดลงต่อเดือน 6,721.21 บาท และลดลงต่อปี 80,654.52 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 8.56 ต่อปี

**คำสำคัญ:** ฮิวริสติกส์, MapMagic, จุดศูนย์กลาง, truck routing problem

### Abstract

This research is a development of decision support systems for warehouse distribution centers in the region. That technical to plan distribution and inventory management of efficiency. To solve problem for network of inventory management and compare with the current system to reduce costs of distribution. Organizational success to apply the center of gravity, that to define the best distribution location with MapMagic program. The route of the cargo are improved by Heuristic method for the answer closest (nearest neighbor heuristics) to add in program will support distribution (logistics algorithm) so that to solve the transportation route system.

The result activity process of transporting found Value-Added Activities (VA) 52.52 minutes (89.47 %), Non-Value-Added Activities (NVA) 1 minutes (1.7%) and Necessary but Non Value Added Activities (NNVA) 5.18 minutes (8.83%). The truck routing problem was decreased from 3,308.73 to 2,786.92 kilometers/week (25046.88 kilometers/month or 2087.24 kilometers/year). And fuel cost was decreased from 10,654.09 to 8,973.88 bath/week (6,721.21 baht/month or 80,654.52 baht/year).

<sup>1</sup>สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, E-mail: t66con@hotmail.com

**Keywords:** heuristics, MapMagic, center of gravity, truck routing problem

## บทนำ

เนื่องด้วยเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันมีสถานะการแข่งขันทางด้านธุรกิจที่สูงและรุนแรงทำให้ลูกค้ามีทางเลือกมากขึ้นในการเลือกซื้อสินค้าและบริการต่าง ๆ ส่งผลให้องค์กรต่าง ๆ ต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในการดำเนินธุรกิจและผลกำไรของธุรกิจ การสร้างความแตกต่างให้กับสินค้าและบริการขององค์กรโดยการเพิ่มความน่าเชื่อถือและการตอบสนองที่รวดเร็วกว่าคู่แข่งเป็นปัจจัยที่สร้างความแตกต่าง และความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้เป็นอย่างดีดังนั้นการมีสินค้าอยู่ ณ สถานที่และในเวลาที่ลูกค้าต้องการจึงเป็นสิ่งสำคัญมากที่สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้

การพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ [1] เพื่อใช้ในการกระจายสินค้าจึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้บุคคลที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จากระบบมาใช้ช่วยในการตัดสินใจได้ในการพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากในการวิเคราะห์ความต้องการสินค้า [2] และปริมาณของสินค้าคงคลังในศูนย์กระจายสินค้าส่วนกลางและการเติมสินค้าคงคลังไปยัง คลังสินค้าสาขาต่าง ๆ เช่น ข้อมูลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าส่วนกลาง ข้อมูลที่ตั้งคลังสาขาต่าง ๆ ข้อมูลเวลาที่ใช้ในการเดินทางแต่ละเส้นทาง [3] ข้อมูลปริมาณสินค้าที่ถูกล้าง เป็นต้น จากการใช้ข้อมูลจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องใช้ระบบที่มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลสามารถวิเคราะห์ข้อมูล สืบค้นข้อมูล แสดงผลข้อมูล ตลอดจนสามารถปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยได้เสมอเพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากที่สุด

บริษัทกรณีศึกษา ร้านกาแฟ A ดำเนินธุรกิจกาแฟครบวงจร ตั้งแต่ปลูก คั่ว ขายเป็นเมล็ดกาแฟ จนถึงเปิดร้านของตัวเองและมีการขายแฟรนไชส์ร้านกาแฟไปทั่วประเทศทั้ง 80 สาขา เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาเป็นธุรกิจแฟรนไชส์ มีรูปแบบการกระจายสินค้าแบบโครงข่าย โดยมีศูนย์กระจายกลางทำหน้าที่เก็บและกระจายสินค้าให้แก่ตัวแทนจัดจำหน่าย จากการทำงานในการกระจายสินค้าพบว่า บริษัทประสบกับปัญหาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เกิดปัญหาสินค้าบางรายการขาดแคลนในคลังสินค้าบางสาขา เนื่องจากขนส่งไม่ทันเวลา
2. การกระจายสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้ากลางไปยังสาขาต่าง ๆ ไม่ทันต่อความต้องการการบริโภคของลูกค้า ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่มีสาเหตุสืบเนื่องมาจากการบริหารสินค้าคงคลังและการกระจายสินค้าที่ขาดประสิทธิภาพ และขาดการวางแผนที่ดีที่สามารถวางแผนรองรับสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ทำให้ไม่สามารถจัดการกับความเปลี่ยนแปลงและวางแผนปรับเปลี่ยนการผลิตสินค้าได้อย่างทันท่วงทีขาดการดำเนินการจัดตั้งศูนย์กระจายคลังสินค้าในส่วนภูมิภาค

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการกระจายสินค้า
2. พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการจัดตั้งศูนย์กระจายสินค้าและเส้นทางในการกระจายสินค้า
3. ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบการกระจายสินค้า รวมถึงการเลือกทำเลที่ตั้งที่พัฒนาขึ้นกับระบบเดิมของธุรกิจ

## กรอบแนวทางในการศึกษา

ในงานวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการกระจายสินค้าเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพนั้น ผู้วิจัยจะทำการศึกษาด้านต้นทุนการขนส่งของบริษัท A โดยการสัมภาษณ์และตอบแบบสอบถามจากฝ่ายที่เกี่ยวข้อง คือ ฝ่ายขนส่ง ฝ่ายคลังสินค้า และฝ่ายขาย เพื่อหาปัญหา

## วิธีดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์คุณค่ากิจกรรม โดยทำการศึกษาแยกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์กิจกรรมตามระดับคุณค่ากิจกรรม และการวิเคราะห์กิจกรรมตามประเภทกิจกรรมการวิเคราะห์กิจกรรมตามระดับคุณค่ากิจกรรม เป็นการวิเคราะห์กิจกรรมต่าง ๆ ในกระบวนการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ [4] ซึ่งทำการแบ่งลักษณะของกิจกรรมเป็น 3 ประเภท คือ กิจกรรมเพิ่มคุณค่า (value-added activities; VA) กิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่า (non-value-added activities; NVA) และกิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่าแต่มีความจำเป็น (non-value-added activities; NNVA)

การวิเคราะห์กิจกรรมตามประเภทกิจกรรม เป็นการวิเคราะห์กิจกรรมต่าง ๆ ในกระบวนการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ โดยทำการแบ่งลักษณะของกิจกรรมตามประเภทของกิจกรรม ซึ่งแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ การปฏิบัติงาน (operation; O) การเคลื่อนย้าย (transportation; T) การตรวจสอบ (inspection; I) และการรอคอย (delay; D)

สำหรับผลของการวิเคราะห์ คุณค่ากิจกรรมในกระบวนการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ โดยวิธีดังกล่าวมาแล้วได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์คุณค่ากิจกรรมของกระบวนการขนส่งจากคลังไปยังสาขาต่าง ๆ

กิจกรรมย่อย	คุณค่าของกิจกรรม	Flow	เวลา (นาที)
จัดเรียงเบเกอร์เตรียมจัดส่ง	VA	O	1.4
ตรวจสอบรายการเบเกอร์เตรียมจัดส่ง	NNVA	I	1.3
รอรถเข้าเทียบจุดขึ้น-ลง	NVA	D	3
ปรับเตรียมอุณหภูมิห้องเย็น	VA	O	1.34
ตรวจสอบอุณหภูมิห้องเย็น	NNVA	I	1
ขนเบเกอร์ขึ้นรถ	VA	O	14.1
ตรวจสอบความเรียบร้อย	NNVA	I	0.53
ถอยรถเข้าเทียบคลังแห่ง	NVA	T	3
จัดเรียงของแห่งเตรียมจัดส่ง	NNVA	I	2.50
ตรวจสอบรายการของแห่งเตรียมจัดส่ง	VA	O	2.4
ขนของแห่งขึ้นรถ	VA	O	11.37
ตรวจสอบความเรียบร้อย	NNVA	I	1
ออกไป checker	VA	O	4.46
รอเงินแลกส่งหน้าร้าน+เอกสารในการจัดส่งต่าง ๆ	NNVA	D	15.45
จัดส่ง	VA	O	-

จากตารางที่ 1 พบว่า กิจกรรมของกระบวนการขนส่งจากคลังไปยังสาขาต่าง ๆ มีทั้งหมด 15 กิจกรรมซึ่งเป็นกิจกรรมเพิ่มคุณค่า 7 กิจกรรม กิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่า 2 กิจกรรม และกิจกรรมไม่เพิ่มคุณค่าแต่มีความจำเป็น 6 กิจกรรม

## ผลการวิจัย

1. ผลจากการวิเคราะห์กิจกรรมต่าง ๆ หลังการทดสอบปรับปรุงและแก้ไขในกระบวนการจัดส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3

**ตารางที่ 2** การวิเคราะห์คุณค่ากิจกรรมตามระดับคุณค่ากิจกรรมของกระบวนการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่างๆ

คุณค่ากิจกรรม	เวลา (นาที)	ร้อยละ
VA	52.52	89.47
NVA	1	1.70
NNVA	5.18	8.83
รวม	58.7	100

จากตารางที่ 2 พบว่า ส่วนใหญ่เวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมของกระบวนการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ ตามระดับคุณค่า เป็นกิจกรรมเพิ่มคุณค่า 52.52 วินาที จากเวลาที่ใช้ในกิจกรรมทั้งหมด 58.7 วินาที (คิดเป็นร้อยละ 89.47)

**ตารางที่ 3** การวิเคราะห์คุณค่ากิจกรรมตามประเภทกิจกรรมของกระบวนการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ

ประเภทกิจกรรม	เวลา (นาที)	ร้อยละ
O	50.52	86.06
T	2	3.41
I	5.18	8.83
D	1	1.70
รวม	58.7	100

จากตารางที่ 3 พบว่า ส่วนใหญ่เวลาที่ใช้ไปในกิจกรรมของกระบวนการขนส่งสินค้าไปยังสาขาต่าง ๆ ตามประเภท กิจกรรมเป็นกิจกรรมการปฏิบัติงาน 50.52 วินาที จากเวลาที่ใช้ในกิจกรรมทั้งหมด 58.7 วินาที (คิดเป็นร้อยละ 86.06)

2. การคำนวณและผลลัพธ์

หาพิกัดที่ตั้งโรงงาน โดยประยุกต์ใช้เทคนิค center of gravity

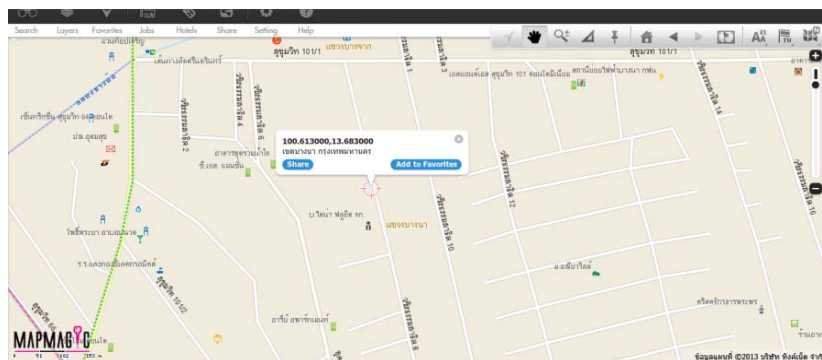
$$C_x = \frac{(100.558 \times 80) + (100.552 \times 90) + (100.574 \times 70) + \dots + (100.618 \times 100)}{(80 + 90 + 70 + \dots + 100)} = 100.613$$

$$C_y = \frac{(13.785 \times 80) + (13.772 \times 90) + (13.823 \times 70) + \dots + (13.909 \times 100)}{(80 + 90 + 70 + 100)} = 13.683$$

ผลลัพธ์ พิกัดตามแนวแกน X เท่ากับ 100.613

พิกัดตามแนวแกน Y เท่ากับ 13.683

จากการคำนวณได้พิกัดตำแหน่งของผลลัพธ์ที่ X=100.613 และ Y=13.683 เมื่อได้จุดพิกัดจุดผลลัพธ์แล้ว นำไป ระบุตำแหน่งลงในโปรแกรมแผนที่ MapMagic ใส่ค่าพิกัดในแบบเลขทศนิยม (decimal degree) เพื่อระบุตำแหน่งสำหรับ โรงงานเพื่อการกระจายสินค้า



**รูปภาพที่ 1** จุดพิกัดตำแหน่งในโปรแกรมแผนที่ MapMagic ที่คำนวณได้

จากรูปภาพที่ 1 พบว่า ในโปรแกรมแผนที่ MapMagic ได้ระบุตำแหน่งสำหรับโรงงานเพื่อการกระจายสินค้าอยู่ในบริเวณชอว์วิจิตรธรรมสาริต 11 เขตบางนา กรุงเทพมหานคร

3. วิธีหาคำตอบใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด (near optimal solution) โดยการใช้วิธีฮิวริสติกส์ (heuristic neighborhood) วิธีฮิวริสติกส์ [5] เริ่มต้นด้วยการกำหนดลูกค้า 1 รายในเส้นทาง แล้วพยายามหาลูกค้าจากบัญชีรายชื่อลูกค้าเข้าแทรกในเส้นทางจนเต็มข้อจำกัดของยานพาหนะซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างเส้นทางจากโรงงาน DC ไปยังร้านค้าต่าง ๆ ซึ่งเส้นทางเริ่มต้นคือ โรงงาน DC และเลือกเดินเส้นทางไปยังร้านค้าที่มีระยะทางใกล้ที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาร้านค้าที่ยังไม่ได้ถูกจัดเข้าในเส้นทางจากบัญชีรายชื่อร้านค้าและมีระยะสั้นที่สุดที่ใกล้กับร้านค้าก่อนหน้าทีเลือกไป

ขั้นตอนที่ 3 การกระทำซ้ำในตอนที่ 2 จนกว่าลูกค้าทุกรายจะถูกจัดเข้าเส้นทางซึ่งความต้องการรวมต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะให้หยุดเลือกเส้นทาง โดยให้เลือกเดินทางกลับไปยังโรงงาน DC

ขั้นตอนที่ 4 กระทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1, 2, 3 เรื่อย ๆ จนกว่าลูกค้าทุกรายจะถูกจัดเข้าในเส้นทาง

**ตารางที่ 4** การเดินทางของการขนส่งจากโรงงานไปยังลูกค้าในวันจันทร์

ลำดับ	เส้นทาง	น้ำหนัก	ระยะทาง
1	0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-0	1,000	44.14
2	0-17-18-19-20-21-22-23-24-25-0	1300	35.92
3	0-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-0	1200	148.25
4	0-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-0	1170	33.69
5	0-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-0	860	279.15
6	0-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-0	1020	138.40
7	0-82-83-84-85-86-87-88-0	1000	162.44

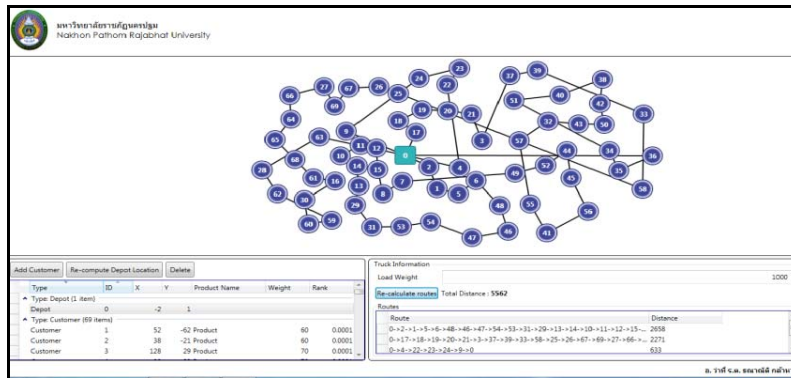
จากตารางที่ 4 พบว่า เส้นทางขนส่งที่ได้จากวิธีฮิวริสติกส์มีทั้งสิ้น 7 เส้นทาง คิดเป็นระยะทาง 841.99 กิโลเมตร และคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่ง  $841.99 \times 3.22 = 2,711.21$  บาท หรือ  $2,711.21 \times 4 = 10,844.83$  บาท/เดือน

**ตารางที่ 5** การเดินทางของการขนส่งจากโรงงานไปยังลูกค้าในวันจันทร์แบบใหม่โดยใช้โปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการกระจายสินค้า

ลำดับ	เส้นทาง	น้ำหนัก	ระยะทาง
1	0-2-1-4-5-3-6-7-8-12-15-13-14-16-11-10-9-0	1,100	35.17
2	0-17-18-19-20-25-24-22-23-0	1,000	28.59
3	0-26-27-28-29-31-30-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-0	1,300	130.62
4	0-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-0	1,170	33.69
5	0-59-58-60-61-63-64-65-66-67-62-0	860	227.11
6	0-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-0	1,020	135.4
7	0-82-83-84-87-88-85-86-0	1,000	109.83

จากตารางที่ 5 พบว่า เส้นทางขนส่งที่ได้จากวิธีฮิวริสติกส์มีทั้งสิ้น 7 เส้นทาง คิดเป็นระยะทาง 700.41 กิโลเมตร และคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่ง  $700.41 \times 3.22 = 2,255.32$  บาท หรือ  $2,255.32 \times 4 = 9,021.28$  บาท/เดือน

จากโปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการกระจายสินค้าสามารถแสดงได้ดังรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 เส้นทางที่จัดการโดยใช้โปรแกรมระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการกระจายสินค้าวันจันทร์

### สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคนิค center of gravity โดยใช้ข้อมูลเส้นทางการขนส่งของบริษัทมาในการคำนวณร่วมกับข้อมูลด้านแผนที่ของโปรแกรม MapMagic ผลที่ได้รับเมื่อพิจารณาเพียงอยู่ใกล้แหล่งที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสม คือ บริเวณซอยวชิรธรรมสาริต 11 เขตบางนา กรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการแก้ไขปัญหาทางแบบวิธีการ truck routing problem มาแก้ปัญหาพบว่า วิธี truck routing problem ทำให้

1. ระยะทางในการขนส่งสินค้าลดลง 521.81 กิโลเมตรต่อสัปดาห์ลดลงต่อเดือน 2,087.24 กิโลเมตร และลดลงต่อปี 25,046.88 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 8.56 ต่อปี
2. ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงลดลง 1,680.21 บาทต่อสัปดาห์ ลดลงต่อเดือน 6,721.21 บาท ลดลงต่อปี 80,654.52 บาท คิดเป็นร้อยละ 8.56 ต่อปี

### เอกสารอ้างอิง

[1] ฉกร อินทร์พุง. (2548). การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[2] กฤษฎา ชาวบางพรหม. (2554). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดการตารางการผลิตหลักและการวางแผนความต้องการวัสดุคงคลัง กรณีศึกษา: โรงงานผลิตปลาหมึกปรงรส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขา สถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

[3] ไชยา โฉมเฉลา และระพีพันธ์ ปิตาคะโส. (2553). การจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่มสำหรับบริการกลุ่มลูกค้าด้วยวิธีฮิวริสติก กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่มเรนโบว์. เอกสารการประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE-Network 2010), โรงแรมสุโขทัยแกรนด์ แอนด์ คอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.อุบลราชธานี, 13 - 15 ตุลาคม 2553, หน้า 212.

[4] ธรีณี มณีศรี. (2552). ขั้นตอนวิธีการสำหรับการหาผลเฉลยเชิงทันทวนของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบมีกรอบเวลาและเวลาเดินทางไม่แน่นอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5] Gendreau, M., Laporte, G., Musaraganyi, C., & Taillard, E.D. (1999). A tabu search heuristic for the heterogeneous fleet vehicle routing problem. *Computers and Operations Research*, 26 (12), 1153-1173.