การจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มโดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา ห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015

The Case Study of "Ratsamee 2015 Limited Partnership" : A Vehicle Routing Problem Solved using Linear Programming

เพชรายุทธ แซ่หลี[1*], วชิระ วิจิตรพงษา[2] และหทัยธนก พวงแย้ม[3]
[1*,2,3]สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ 09-3731-7337 โทรสาร 055-282792 E-mail: PHETCHARAYUD@PSRU.AC.TH

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ซึ่งเป็นวิสาหกิจขนาดเล็กทำการผลิตและจัดส่งน้ำดื่มให้กับลูกค้าแต่ละร้านเอง บริษัทยังไม่มีแผนการจัดส่งที่เหมาะสม ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการขนส่งมากเกินความจำเป็น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ในการวางแผน เพื่อหาเส้นทางการจัดส่งน้ำดื่มที่สั้นที่สุด โดยคำนึงถึงปัจจัยและข้อจำกัดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย หลังจากนั้นได้ใช้ OpenSolver เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์หาคำตอบใน Microsoft Excel ผู้วิจัยได้แบ่งการเดินรถขนส่งน้ำดื่มออกเป็น 3 กรณี ตามเส้นทางและที่ตั้งของร้านค้า ผลจากการหาระยะทางการขนส่งรวมที่สั้นที่สุดจากทั้ง 3 กรณีพบว่าการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มโดยแบ่งเส้นทางการขนส่งออกเป็น 2 เส้นทางมีความเหมาะสมที่สุด มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุดเท่ากับ 72.26 กิโลเมตร และรถขนส่งสามารถบรรทุกและขนส่งน้ำดื่มได้เพียงพอในแต่ละเที่ยวที่ทำการจัดส่งได้ และเมื่อเทียบผลการจัดเส้นทางที่ได้กับการดำเนินงานในปัจจุบันพบว่ามีระยะทางที่สั้นกว่า 108.24 กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 59.97 ส่งผลให้ต้นทุนค่าขนส่งลดลง 4,138.56 บาท/เดือน ทำให้สามารถจัดส่งน้ำดื่มได้รวดเร็วขึ้นและลดเวลาในการจัดส่งน้ำดื่ม

คำสำคัญ: การจัดเส้นทางการขนส่ง, การโปรแกรมเชิงเส้น, ธุรกิจน้ำดื่ม, OpenSolver

Abstract

This research studied the problem of a vehicle routing problem relating to the delivery of drinking water by a company called "Ratsamee 2015 Limited Partnership". This company is a small business which produces and delivers drinking water to individual customers themselves. The company did not have an appropriate plan for their water delivery which resulted in their transportation costs being too high. Therefore, for this research, we applied Linear Programming to find the shortest delivery route for their drinking water by considering all the additional factors and constraints. OpenSolver was used as a tool to find the best solution in Microsoft Excel. We proposed 3 alternative solutions according to the route and location of the shop. From the results of the 3 cases, we found that dividing the transportation

route into two routes was the optimal solution. The shortest overall distance was 72.26 kilometers and the vehicle could carry and deliver enough drinking water for all of the customers on each route. When compared with the current delivery results, the new distance was decreased by 108.24 kilometers, or by 59.97% and resulted in a reduction of transportation costs by 4,138.56 Baht per month. The company could deliver their product faster and also reduce delivery times.

Keywords: Vehicle routing problem, Linear programming, Drinking water business, OpenSolver

1. บทนำ

ธุรกิจผลิตน้ำดื่มมีมูลค่าตลาดสูงถึงประมาณ 3 หมื่นล้านบาท เพราะนอกจากจะเป็นสินค้าที่จำเป็นสำหรับชีวิตประจำวันแล้ว เทรนด์ของการดูแลสุขภาพและออกกำลังกายยังเป็นปัจจัยที่ส่งให้ตลาดสามารถเติบโตได้ดีอย่างต่อเนื่อง และยังคงมีผู้ประกอบการที่สนใจเข้ามาในตลาดนี้อย่างต่อเนื่องด้วย (Prachachat Online., 2014, 2015) จากความต้องการบริโภคน้ำดื่มและจำนวนผู้ประกอบการที่เพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดแข่งขันมากขึ้นโดยเฉพาะในด้านการให้บริการและคุณภาพ ดังนั้นผู้ประกอบการจะต้องมีการบริหารจัดการที่ดี และมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน ต้นทุนสำคัญอย่างหนึ่งของธุรกิจน้ำดื่ม คือต้นทุนในการขนส่งน้ำดื่มไปยังลูกค้า ซึ่งบริษัทจะต้องมีการบริหารจัดการการขนส่งให้มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด ระยะทางที่สั้นที่สุดและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคให้ได้มากที่สุด

ห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 เป็นผู้ประกอบการขนาดเล็กที่ผลิตและจัดส่งน้ำดื่มให้กับลูกค้ามากกว่า 47 ราย ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเป็นปัญหาหนึ่งของบริษัท ซึ่งบริษัทยังไม่มีเครื่องมือช่วยในการวางแผนการจัดส่งน้ำดื่มให้กับลูกค้าแต่ละราย ทำให้ไม่มีแผนหรือลำดับการจัดส่งที่ชัดเจน การจัดส่งในปัจจุบันจึงจัดส่งตามความเคยชินของพนักงานขับรถ ส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เกินความจำเป็น ในทางคณิตศาสตร์ถือว่าปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งหรือการเดินรถ (Vehicle Routing Problem) เป็นปัญหาที่ยุ่งยากและมีความซับซ้อนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีลูกค้าและรถขนส่งสินค้ามีจำนวนมาก (Paolo Toth and Daniele Vigo, 2014)

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเครื่องมือหนึ่งที่นิยมใช้ในการวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยผลลัพธ์ที่ได้จะต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ด้วย (Frederick S. Hillier, 2010) ตัวอย่างเช่น การวางแผนการผลิตเพื่อให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด (Sae-lee, P. and Ritvirool, A., 2014) การวางแผนการดำเนินงานให้ใช้พนักงานน้อย (Sae-lee, P. and Ritvirool, A., 2014) เป็นต้น สำหรับปัญหาในด้านการจัดเส้นทางการขนส่ง มีงานวิจัยที่ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นช่วยในการจัดเส้นทางการขนส่งในปัญหาการขนส่งต่าง ๆ โดยมักมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการขนส่งและจัดหาเส้นทางการขนส่งที่สั้นที่สุด เช่น ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งชิ้นส่วนจากโรงงานต่าง ๆ ให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด (Phosamrit, N. and Thammaponphirat, W., 2010) ปัญหาการจัดเส้นทางเพื่อลดต้นทุนการขนส่งในธุรกิจเครื่องดื่ม

ชานม (Sirioran, P., 2014) ปัญหาการจัดเส้นทางรถรางนำเที่ยว เพื่อให้เกิดเส้นทางที่สั้นที่สุด (Winyangkoon, S. et al, 2014) การลดต้นทุนการขนส่งสินค้าในธุรกิจแปรรูปอาหาร (Ketsarapong, P. and Choo-ngern, A., 2015) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการต่อยอดสร้างพัฒนาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นด้วย (Ruiz, R. Maroto, C. and Alcaraz, J., 2004) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 และใช้ OpenSolver เป็นเครื่องมือในการช่วยหาคำตอบใน Microsoft Excel เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ในการวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งของผู้ประกอบการในอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการขนส่งน้ำดื่มให้กับลูกค้าเพื่อลดต้นทุนในการขนส่งและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มที่เหมาะสมของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015

2.2 เพื่อลดต้นทุนในการขนส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ในแผนกจัดส่งน้ำดื่ม โดยการลงพื้นที่จริง และใช้วิธีการสอบถามและติดตามการจัดส่งน้ำดื่มไปยังร้านค้าต่าง ๆ ของพนักงานขับรถ

3.2 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นในการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่ม

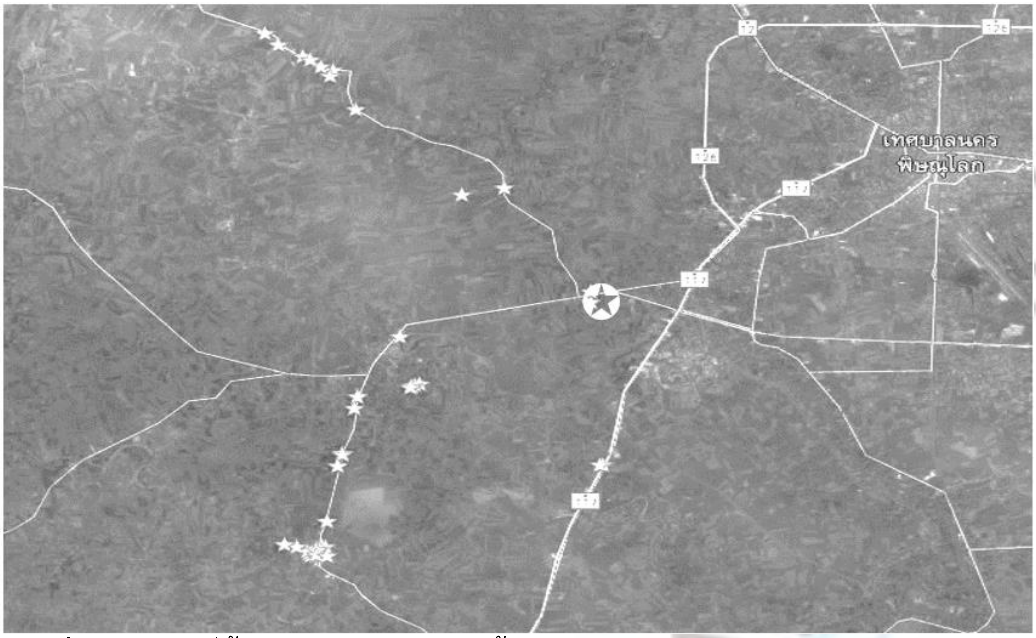
3.3 สร้างแผ่นงานใน Microsoft Excel 2013 และใช้ OpenSolver (เวอร์ชั่น 2.8.6) เป็นเครื่องมือช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการประมวลผลหาคำตอบผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook computer) ซึ่งมีหน่วยประมวลผลกลาง Intel® Core™ i5-3210M CPU @ 2.5 GHz และหน่วยความจำ 4 GB

3.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลเฉลยที่ได้กับการดำเนินการจัดส่งน้ำดื่มในปัจจุบันและงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

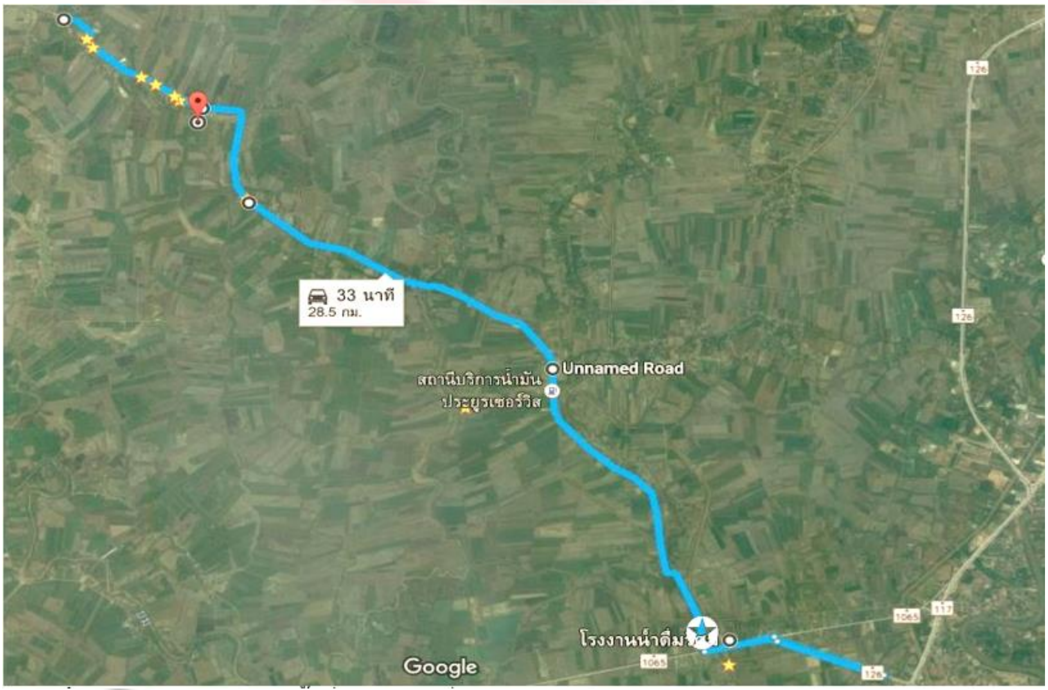
4. การขนส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015

ห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ผลิตและจัดส่งน้ำดื่มให้กับลูกค้าเอง จากการเก็บข้อมูลเส้นทางที่ใช้ในการขนส่งน้ำดื่มพบว่ามีร้านค้าที่ต้องจัดส่งน้ำดื่มทั้งหมด 47 ร้าน มีระยะทางในการขนส่งรวมทั้งหมด 180.50 กิโลเมตร ซึ่งจุด ✪ เป็นตำแหน่งที่ตั้งของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 และดาวคือตำแหน่งของร้านค้าที่จะต้องจัดส่งน้ำดื่ม ดังภาพที่ 1

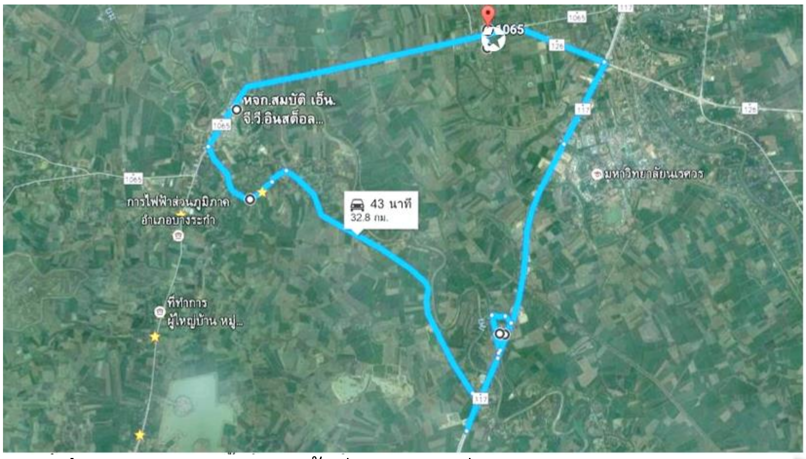


ภาพที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งของบริษัทและร้านค้าทั้งหมด

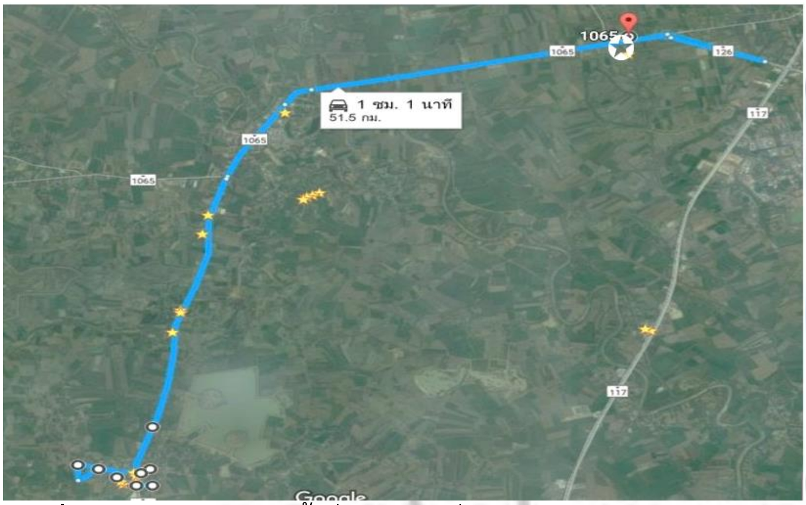
จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลพบว่ารถขนส่งของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 จะต้องทำการขนส่งน้ำดื่มไปจัดส่งให้กับลูกค้าทั้งหมด ในการจัดส่งน้ำดื่มของบริษัทจะแบ่งออกเป็น 3 เส้นทาง โดยมีเส้นทางในการจัดส่งแสดงดังภาพที่ 2 - 4 และมีรายละเอียดในการจัดส่งแสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 2 เส้นทางการจัดส่งน้ำดื่มเส้นทางที่ 1



ภาพที่ 3 เส้นทางการจัดส่งน้ำดื่มเส้นทางที่ 2



ภาพที่ 4 เส้นทางการจัดส่งน้ำดื่มเส้นทางที่ 3

ตารางที่ 1 รายละเอียดการจัดส่งน้ำดื่มในแต่ละเส้นทางของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015

รายการ	เส้นทางที่ 1	เส้นทางที่ 2	เส้นทางที่ 3	รวม
จำนวนร้านที่ส่ง	17	9	21	47
ถังขุ่นขนาด 20 ลิตร (ถัง)	31	45	57	133
ถังใสขนาด 20 ลิตร (ถัง)	2	4	13	19
ขวดใสขนาด 850 มิลลิลิตร (แพ็ค)	17	12	28	57
ขวดใสขนาด 1,500 มิลลิลิตร (แพ็ค)	2	0	2	4
ขวดใสขนาด 600 มิลลิลิตร (แพ็ค)	7	3	6	16
ขวดใสขนาด 350 มิลลิลิตร (แพ็ค)	9	0	5	14
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	939.60	1,124.00	1,767.80	3,831.40
ระยะทางรวมในการขนส่ง (กิโลเมตร)	44.90	32.80	102.80	180.50

หมายเหตุ : น้ำหนักที่รถบรรทุกน้ำดื่มสามารถบรรทุกได้สูงสุดต่อ 1 เที่ยวเท่ากับ 2,120 กิโลกรัม

จากในตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการปรับลดจำนวนจุดรับส่ง เพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์และวางแผนการจัดเส้นทางได้ง่ายขึ้น โดยรวมจุดรับส่งที่มีระยะห่างน้อย 50 เมตร เข้าด้วยกันโดยยังคงสภาพเส้นทางเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลงเส้นทาง จากการปรับลดจำนวนจุดรับส่งทำให้จำนวนจุดรับส่งลดลงจาก 47 จุด เหลือ 34 จุด โดยรวมที่ตั้งของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ด้วย

5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling salesman problem) (Rasmus Rasmussen, 2011) มาประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นสำหรับจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่ม โดยแบบจำลองนี้ไม่ได้พิจารณาถึงการจัดเรียงนำดื่มในการบรรทุก ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นมีรายละเอียดดังนี้

ดัชนี (Indices)

i, j = จุดรับส่งลูกค้า i และ j ใด ๆ เมื่อ $i = 1, 2, 3, ..., n$ และ $j = 1, 2, 3, ..., n$

พารามิเตอร์ (Parameters)

n = จำนวนจุดรับส่งทั้งหมด

d_{ij} = ระยะทางจากจุดรับส่งลูกค้า i ใด ๆ ถึงจุดรับส่งลูกค้า j ใด ๆ (กิโลเมตร)

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables)

x_{ij} = ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกเดินทางจากจุดรับส่งลูกค้า i ใด ๆ ไปจุดรับส่งลูกค้า j ใด ๆ

u_i = ลำดับการเดินทางจากจุดรับส่งลูกค้า i ใด ๆ

ฟังก์ชันจุดประสงค์ (Objective function)

การวางแผนการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกิดระยะทางรวมในการขนส่งต่ำที่สุดดังสมการที่ (1)

$$Min \quad Z = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} d_{ij}x_{ij} \tag{1}$$

เงื่อนไขบังคับ (Constraints)

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, ..., n \quad \forall j \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \quad \text{เมื่อ } j = 1, 2, 3, ..., n \quad \forall i \tag{3}$$

$$x_{ij} = 0 \quad \text{เมื่อ } i = j \quad \forall i, j \tag{4}$$

$u_i - u_j + (n-1)x_{ij} \le n-2$ เมื่อ $2 \le i \le n$ และ $2 \le j \le n$ (5)

$u_i = 1$ เมื่อกำหนดให้จุดที่ $1\,(i=1)$ เป็นโรงงานผลิตน้ำดื่ม (6)

$2 \le u_i \le n$ เมื่อ $2 \le i \le n$ (7)

$x_{ij} = \{0,1\}$ เมื่อ $i, j = 1,2,3,\ldots,n$ (8)

เงื่อนไขบังคับแต่ละเงื่อนไขมีความหมายดังนี้

เงื่อนไขที่ (2) เป็นเงื่อนไขบังคับให้ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจที่เดินทางจากทุกๆจุดลูกค้า i ไปยังลูกค้า j ใด ๆ ต้องมีค่าเท่ากับ 1 กล่าวคือการเดินทางจากจุด i ไปยังจุด j ใด ๆ จะมีจุดหมายปลายทางเพียงจุดเดียวเท่านั้น

เงื่อนไขที่ (3) เป็นเงื่อนไขบังคับให้ผลรวมของตัวแปรตัดสินใจที่เดินทางออกจากจุดลูกค้า i ใด ๆ ไปยังทุก ๆ จุดลูกค้า j ต้องมีค่าเท่ากับ 1 กล่าวคือการเดินทางออกจากจุด i ใด ๆ ไปยังจุด j จะเดินทางออกได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

เงื่อนไขที่ (4) เป็นเงื่อนไขบังคับให้ตัวแปรตัดสินใจ x_{ij} ใด ๆ มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ i และ j มีค่าเท่ากัน

เงื่อนไขที่ (5) เป็นเงื่อนไขบังคับเพื่อกำจัดทัวร์ย่อย เป็นการจัดเรียงลำดับในการขนส่ง โดยจะต้องทำการขนส่งน้ำดื่มให้ครบทุกจุดก่อนที่จะกลับมายังโรงงานผลิตน้ำดื่มซึ่งเป็นจุดเริ่มต้น

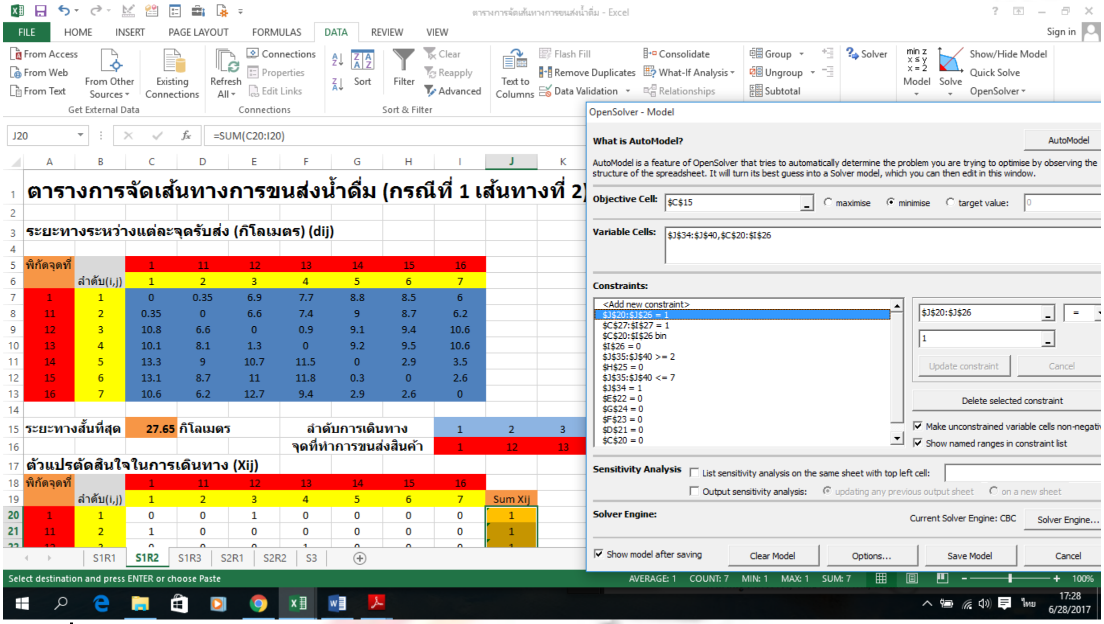
เงื่อนไขที่ (6) เป็นเงื่อนไขบังคับที่กำหนดให้ลำดับการขนส่ง (u_i) มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อกำหนดให้จุดที่ $1\,(i=1)$ เป็นโรงงานผลิตน้ำดื่มซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการขนส่งน้ำดื่มแต่ละรอบ

เงื่อนไขที่ (7) เป็นเงื่อนไขบังคับที่กำหนดให้ลำดับการขนส่ง (u_i) ของแต่ละจุดมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 และน้อยกว่าหรือเท่ากับ n เมื่อ $2 \le i \le n$

เงื่อนไขที่ (8) เป็นเงื่อนไขบังคับให้ตัวแปรตัดสินใจ x_{ij} มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น (Binary) โดย $x_{ij} = 0$ คือ ไม่เลือกส่งน้ำดื่มจากจุด i ไปยังจุด j และ $x_{ij} = 1$ คือเลือกส่งน้ำดื่มจากจุด i ใด ๆ ไปยังจุด j ใด ๆ

การแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นเป็นการหาคำตอบแบบแม่นตรง (Optimization) ซึ่งจะทำให้ได้ผลคำตอบที่ดีที่สุดภายใต้ขอบเขต และเงื่อนไขที่กำหนด Microsoft Excel เป็นโปรแกรมที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์ คำนวณ และการจัดการข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยปกติใน Microsoft Excel จะมี Add-in ที่ชื่อว่า “Solver” ซึ่งสามารถใช้ในการหาคำตอบของตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นได้ แต่มีข้อจำกัดคือ สามารถหาคำตอบของปัญหาที่มีตัวแปรตัดสินใจไม่เกิน 200 ตัวแปรเท่านั้น จากการศึกษาพบว่ามีเครื่องมือที่สามารถใช้ในการหาคำตอบของตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นได้ คือ SolverStudio และ OpenSolver ซึ่งถูกพัฒนาโดย Andrew J. Mason ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งได้ฟรี การใช้ SolverStudio ผู้ใช้จะต้องมีความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์ในระดับหนึ่ง ส่วนการใช้งาน OpenSolver มีหลักการใช้งานเหมือนกับ Solver สามารถใช้ในการหาคำตอบของแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นได้ โดยไม่จำกัดจำนวนตัวแปรตัดสินใจ (A. J. Mason and I. Dunning,

2010; Andrew J. Mason, 2012) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ OpenSolver เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์หาเส้นทางการจัดส่งน้ำดื่มที่สั้นที่สุด ดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบจำลองและ OpenSolver ใน Microsoft Excel 2013

ในการจัดส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์และหาคำตอบในการจัดรถขนส่งน้ำดื่มออกเป็นกรณีย่อยได้ 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 เส้นทาง กรณีที่ 2 แบ่งออกเป็น 2 เส้นทาง และกรณีที่ 3 วางแผนการจัดส่งน้ำดื่มทั้งหมดในคราวเดียวกัน รวมเป็น 1 เส้นทาง และผลจากหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดพบว่า สามารถใช้ OpenSolver ช่วยในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการขนส่งน้ำดื่มของแต่ละกรณีได้ โดยใช้เวลาในการหาคำตอบแตกต่างกันตามขนาดของปัญหาดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปผลการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มของทั้ง 3 กรณี

กรณีที่	จำนวนพิกัดจุดรับส่ง (จุด)	ลำดับเส้นทางในการขนส่งของแต่ละพิกัด	น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	ระยะทางรวม (กิโลเมตร)	เวลาในการหาคำตอบ
1	14	1 –2–34–3–4–5–7–8–10–9–6–33–32–31–1	939.60	37.07	1 นาที 6 วินาที
	7	1–12–13–15–14–16–11–1	1,124.00	27.65	4 วินาที
	15	1 –20–21–23–22–30–24–25–26–28–27–29–19–18–17–1	1,767.80	26.03	2 ชั่วโมง 2 นาที 14 วินาที
		รวม	**3,831.40**	**90.75**	**2 ชั่วโมง 3 นาที 24 วินาที**
2	20	1 –2 –31–32–33–34–3–4–5–6–9–10–8–7–14–15–16–13–12–11–1	2,063.60	46.23	1 นาที 13 วินาที
	15	1 –20–21–23–22–30–24–25–26–28–27–29–19–18–17–1	1,767.80	26.03	2 ชั่วโมง 2 นาที 14 วินาที
		รวม	**3,831.40**	**72.26**	**2 ชั่วโมง 3 นาที 27 วินาที**
3	34	1–2–31–32–33–34–3–4–5–6–9–10–8–7–14–15–16–17–18–19–20–21–29–23–22–30–24–25–27–28–26–13–12–11–1	3,831.40	60.15	13 ชั่วโมง 39 นาที 34 วินาที

หมายเหตุ : กำหนดให้จุดพิกัดที่ 1 เป็นโรงงานผลิตน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการขนส่งในแต่ละรอบ

ผลจากการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มของทั้ง 3 กรณี โดยใช้ OpenSolver ช่วยในการหาคำตอบพบว่าระยะทางรวมในการขนส่งน้ำดื่มของทั้ง 3 กรณีที่ได้จากการใช้โปรแกรมเชิงเส้นน้อยกว่าระยะทางรวมในการขนส่งน้ำดื่มในปัจจุบันของบริษัท โดยกรณีที่ 1 เส้นทางที่ 1 มีระยะทาง 37.07 กิโลเมตร น้ำหนักการบรรทุก 939.60 กิโลกรัม เส้นทางที่ 2 มีระยะทาง 27.65 กิโลเมตร มีน้ำหนักบรรทุก 1,124.00 กิโลกรัม และเส้นทางที่ 3 มีระยะทาง 26.03 กิโลเมตร มีน้ำหนัก 1,767.80

กิโลกรัม รวมระยะทางทั้งหมดในกรณีที่ 1 เท่ากับ 90.75 กิโลเมตร กรณีที่ 2 เส้นทางที่ 1 มีระยะทาง 46.23 กิโลเมตร น้ำหนักบรรทุก 2,063.60 กิโลกรัม และเส้นทางที่ 2 มีระยะทาง 26.03 กิโลเมตร น้ำหนักบรรทุก 1,767.80 กิโลกรัม ระยะทางรวมทั้งหมดในกรณีที่ 2 เท่ากับ 72.26 กิโลเมตร กรณีที่ 3 เป็นการขนส่งแบบรอบเดียวครบทุกร้านค้า ได้ระยะทางรวมทั้งหมด 60.15 กิโลเมตร มีน้ำหนักบรรทุก 3,831.40 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบผลคำตอบที่ได้จากทั้ง 3 กรณีพบว่ากรณีที่ 3 มีเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่ากับ 60.15 กิโลเมตร และมีน้ำหนักบรรทุก 3,831.40 กิโลกรัม แต่จากความจุของรถบรรทุกน้ำดื่มที่สามารถบรรทุกได้สูงสุดเพียง 2,120 กิโลกรัมเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถจัดส่งน้ำดื่มได้ทั้งหมดในรอบเดียวดังกรณีที่ 3 ได้ ดังนั้นการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุดและรถบรรทุกน้ำดื่มสามารถบรรทุกน้ำดื่มได้เพียงพอต่อความต้องการ คือ กรณีที่ 2 ซึ่งแบ่งเป็น 2 เส้นทาง มีระยะทางการขนส่งรวม 72.26 กิโลเมตร โดยเส้นทางที่ 1 บรรทุกน้ำดื่ม 2,063.60 กิโลกรัม และเส้นทางที่ 2 บรรทุกน้ำดื่ม 1,767.80 กิโลกรัม และเมื่อเทียบผลจากการดำเนินงานในปัจจุบันพบว่ามีระยะทางที่สั้นกว่า 108.24 กิโลเมตร (180.50-72.26) หรือคิดเป็นระยะทางที่ใช้ในการขนส่งน้ำดื่มลดลงมากถึงร้อยละ 59.97 จากราคาเชื้อเพลิงในปัจจุบันเท่ากับ 25.49 บาท ณ วันที่ 12 ธันวาคม 2559 ซึ่งรถที่ใช้ขนส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 มีอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 20 กิโลเมตร/ลิตร ดังนั้นจึงคิดเป็นต้นทุนค่าขนส่งที่ลดลงต่อรอบเท่ากับ (108.24/20)x25.49 = 137.95 บาท/รอบ หรือคิดเป็นค่าขนส่งที่ลดลงต่อเดือนเท่ากับ 137.95x30 = 4,138.56 บาท/เดือน จากผลการดำเนินงานวิจัยข้างต้นจึงกล่าวได้ว่าสามารถประยุกต์ใช้การใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเช่นเดียวกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น และใช้ OpenSolver ช่วยในการหาคำตอบใน Microsoft Excel โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดระยะทางในการขนส่งน้ำดื่มต่ำที่สุด ในการดำเนินงานวิจัยผู้วิจัยได้แบ่งเส้นทางในการเดินรถขนส่งน้ำดื่มออกเป็นกรณีย่อยได้ 3 กรณี หลังจากนั้นได้ทำการประมวลผลหาคำตอบ เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดในแต่ละกรณี และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน ผลจากการเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากทั้ง 3 กรณีพบว่ากรณีที่ 3 มีระยะทางในการขนส่งน้ำดื่มสั้นที่สุดเท่ากับ 60.15 กิโลเมตร มีน้ำหนักบรรทุก 3,831.40 กิโลกรัม แต่จากข้อมูลพบว่ารถบรรทุกน้ำดื่มของบริษัทสามารถบรรทุกได้สูงสุดเพียง 2,120 กิโลกรัมเท่านั้น จึงทำให้ไม่สามารถจัดส่งน้ำดื่มได้ทั้งหมดในรอบเดียวดังกรณีที่ 3 ได้ ดั้งนั้นกรณีที่ 2 จึงเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในการจัดส่งน้ำดื่มของห้างหุ้นส่วนจำกัด รัศมี 2015 คือ มีระยะทางเดินรถขนส่งน้ำดื่มรวมที่สั้นที่สุดเท่ากับ 72.26 กิโลเมตร โดยเส้นทางที่ 1 และ 2 จะต้องบรรทุกน้ำดื่มเพื่อจัดส่งให้กับลูกค้า 2,063.60 กิโลกรัม และ 1,767.80 กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อเทียบผลจากการดำเนินงานในปัจจุบันของบริษัทพบว่าการจัดเส้นทางการขนส่งในกรณีที่ 2 มีระยะทางที่สั้นกว่า 108.24 กิโลเมตร หรือคิดเป็นระยะทางที่ใช้ในการขนส่งน้ำดื่มลดลงร้อยละ 59.97 ทำให้บริษัทสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้ำดื่มได้มากถึง 4,138.56 บาท/เดือน จากระยะทางที่ใช้ในการขนส่งที่สั้นลงทำให้ใช้เวลาในการจัดส่งน้อยลง ส่งผลให้พนักงานสามารถจัดส่งน้ำดื่มเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เป็นการ

สร้างความได้เปรียบในด้านการแข่งขันให้กับบริษัทและยังเพิ่มโอกาสในการให้บริการลูกค้ารายใหม่ ๆ อีกด้วย

7. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่องการจัดเส้นทางการขนส่งโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้น พบว่าสามารถใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำดื่มให้ครบทุกร้านค้าภายในรอบการขนส่งเดียวได้ ดังกรณีที่ 3 แต่มีข้อจำกัดเรื่องน้ำหนักบรรทุกของรถขนส่งทำให้จำนวนน้ำดื่มที่บรรทุกได้ไม่เพียงพอต่อการจัดส่งทุกร้าน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. บริษัทควรเพิ่มประสิทธิภาพของรถขนส่งน้ำดื่ม เพื่อให้สามารถบรรทุกและจัดส่งน้ำดื่มให้กับลูกค้าทั้งหมดได้ภายในรอบเดียว โดยทั้งนี้จะต้องไม่ขัดกับกฎหมายหรือข้อบังคับว่าด้วยการขนส่ง

2. บริษัทควรมีการจดบันทึกหรือมีระบบติดตามความต้องการของแต่ละร้านค้า เพื่อให้สามารถบรรทุกและจัดส่งน้ำดื่มได้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าได้มากยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

A. J. Mason and I. Dunning. (2010, November 29-30, 2010). OpenSolver: Open source optimisation for Excel. **Paper presented at the Proceedings of the 45th Annual Conference of the ORSNZ,** Auckland, New Zealand.

Andrew, J. Mason. (2012). OpenSolver-An Open Source Add-in to Solve Linear and Integer Progammes in Excel. **Operations Research Proceedings 2011** (pp. 401-406). Berlin Heidelberg: Springer.

Frederick, S. Hillier. (2010). **Introduction to operations research, (9th ed.)**, Boston: McGraw-Hill.

Ketsarapong, P. and Choo-ngern, A. (2015). Transportations management of the SME food processing plant with vehicle routing problem model. **Kasem Bundit Engineering Journal,** 5(2), 39-55. (in Thai).

Paolo Toth and Daniele Vigo. (2014). **Vehicle routing: problems, methods, and applications**, SIAM.

Phosamrit, N. and Thammaponphirat, W. (2010). A Mathematical Model for Inventory-routing Problem. **The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok,** 20(3), 544-551. (in Thai).

Prachachat Online. (2014). **"30 billion drinking water market" race, Singha - Crystal - Nestle to brand extension.** Retrieved March 18, 2016, from http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1403766330 (in Thai).

______. (2015). **Drinking water market growth to 30 billion.** Retrieved March 18, 2016, from http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1432183793 (in Thai).

Rasmussen, R. (2011). TSP in Spreadsheets – a Guided Tour. **International Review of Economics Education**, **vol.** 10(1), pp. 94-116.

Ruben,R., Maroto, C and Alcaraz, J. (2004). A decision support system for a real vehicle routing problem. **European Journal of Operational Research,** vol. 153(3), pp. 593-606.

Sae-lee, P. and Ritvirool, A. (2014). A Mixed-Integer Linear Programming Model for Workforce Planning in the Pickled-Ginger Production. **Naresuan University Engineering Journal,** 9(2), 48-54. (in Thai).

Sae-lee, P. and Ritvirool, A. (2014). An Integer Linear Programming Model for Herbal Cosmetic Production Planning. **KMUTT Research and Development Journal,** 37(4), 347-360 (in Thai).

Sirioran, P. (2014). TRANSPORTATION COST REDUCTION BY OPTIMAL VEHICLE ROUTING MANAGEMENT A CASE STUDY: THE SOFT DRINK BUSINESS. **Panyapiwat Journal**, 5, 272-279. (in Thai).

Winyangkoon, S., Jeenaboonroeng, N., Anan-uaoe, P., Chaiwongsakda, N., Kanthawong, P., Muakklaur, N. and Chanthaphoon, T. (2014). An Application of the Travelling Salesman Problem Case Study: Routing for Streetcar Tour of the Chiang Rai Municipality. **Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal**, 7(2), 85-97. (in Thai).