

**การจัดสรรการขนส่งน้ำมันดีเซลไปเขตภาคเหนือของประเทศไทย:
กรณีศึกษา บริษัทผู้ค้าน้ำมันแห่งหนึ่ง
Diesel Transportation Allocation in Northern Region
for a Petroleum Company in Thailand**

จุฑาภัทร ศุภผล¹ กาญจน์ภา อมรัชกุล²

คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (NIDA) 118 ถนนเสรีไทย เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240

E-mail: ¹jutapat.supapol@gmail.com, ²kamaruchkul@as.nida.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการเสนอโยบายการจัดสรรการขนส่งน้ำมันไปคลังน้ำมันในเขตภาคเหนือทั้งหมด 5 คลัง เพื่อให้มีต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุด การขนส่งสามารถทำได้ 2 ช่องทาง คือทางรถไฟ และทางรถบรรทุก ต้นทุนต่อหน่วยของการขนส่งทางรถไฟนั้นต่ำกว่าการขนส่งทางรถบรรทุก แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของความสามารถในการขนส่งซึ่งไม่เพียงพอต่อปริมาณน้ำมันที่ต้องการขนส่ง และการเช่าแม่แคร่ (ที่วางตู้บรรทุกน้ำมันสำหรับขนส่งทางรถไฟ) ที่คิดค่าเช่าเป็นรายปี จึงต้องตัดสินใจเช่าแม่แคร่ก่อนที่จะทราบปริมาณความต้องการน้ำมัน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำมันในอดีตมาแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำไปจำลองสถานการณ์ (Simulation) ปริมาณความต้องการน้ำมันแล้ววิเคราะห์หาปริมาณการเช่าแม่แคร่ที่เหมาะสม จากนั้นนำข้อมูลส่วนที่ 2 มาจัดสรรการขนส่ง โดยประยุกต์การใช้ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) มาใช้แก้ปัญหาการตัดสินใจจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ต่อวัน ผลที่ได้จากนโยบายการขนส่งแบบใหม่สามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ 4%

คำสำคัญ: การขนส่ง, การจัดสรร, ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น

Abstract

This paper studies how a petroleum company should transport Diesel to five depots in the northern part of Thailand in order to minimize the total transportation cost. There are two channels, rail and truck. The unit cost of rail transport is lower than that by truck, but rail capacity might not be enough to carry the amount of diesel required. Some bogies must be rented at an annual charge. The decision to reserve rail capacity occurs before realization of demand. The historical data were divided into two parts. The first was used to simulation diesel demand for determining of the appropriate bogie rentals. In second part, a linear programming model was used to solve transportation problems. From the numerical example, our new transport policy can reduce costs 4%.

Keywords: transportation, allocation, linear programming

1. บทนำ

น้ำมันดีเซล ที่มีปริมาณความต้องการในประเทศ ปี พ.ศ. 2556 คิดเป็น 72% ของปริมาณน้ำมันสำเร็จรูปทั้งหมดหรือประมาณ 57.2 ล้านลิตรต่อวัน ซึ่งมากขึ้นกว่าปี พ.ศ. 2555 ที่มีความต้องการประมาณ 56.2 ล้านลิตรต่อวัน และมีแนวโน้มจะมีความต้องการสูงมากขึ้นในปีต่อไป [1] น้ำมันถูกใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายทั้งการใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในการคมนาคม หรือแม้แต่การใช้เป็นเชื้อเพลิงในการปั่นกระแสไฟฟ้าในโรงผลิตไฟฟ้า[2] ซึ่งการขนส่งน้ำมันมีบทบาทในการตอบสนองต่อความต้องการน้ำมันในแต่ละพื้นที่ ในประเทศไทยมีช่องทางขนส่งน้ำมันได้หลายช่องทาง ได้แก่ ทางท่อ ทางเรือ ทางรถไฟ และทางรถบรรทุก[3] ซึ่งช่องทางที่นิยมคือ การขนส่งทางรถบรรทุก และรถไฟ เนื่องจากการขนส่งทางท่อ ปัจจุบันยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ส่วนมากจะขนส่งไปคลังในระยะทางสั้นๆ หรือขนส่งไปคลังน้ำมันอากาศยานที่ท่าอากาศยานดอนเมือง และท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ [4]

และการขนส่งน้ำมันทางเรือภายในประเทศส่วนมากจะส่งไปที่ภาคใต้ ต้องขนส่งครั้งละจำนวนมาก และใช้เวลาในการขนส่งนาน [5]



รูปที่ 1 โบกี้บรรทุกน้ำมันคัน (บทค.)

* Corresponding author: E-mail: jutapat.supapol@gmail.com

¹ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรการจัดการโลจิสติกส์ คณะสถิติประยุกต์

² รองศาสตราจารย์ คณะสถิติประยุกต์

การขนส่งทางรถไฟนั้น สามารถขนส่งน้ำมันได้ครั้งละปริมาณมาก โดยรถสำหรับขนน้ำมันโดยเฉพาะ เรียกว่าโบกี้บรรทุกน้ำมันคัน (บทค.) น้ำมันจะถูกบรรจุลงในตู้บรรทุกน้ำมันคัน วางนอนบนแม่แคร่ของรถไฟ การขนส่งแบบนี้มีต้นทุนการขนส่งต่อหน่วยที่ต่ำกว่ารถบรรทุก แต่กำลังในการลากจูงของหัวรถจักร และการรอสับหลักขบวนรถในการใช้ราง ทำให้จำกัดการขนส่งในแต่ละวัน [6]

การขนส่งทางรถบรรทุก เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็ว สามารถขนส่งได้ปริมาณมาก และไม่จำกัดปริมาณการขนส่งเนื่องจากมีบริษัทผู้ให้บริการการขนส่ง (3PL) หลายบริษัท แต่ต้นทุนในการขนส่งก็จะสูงกว่าขนส่งทางรถไฟ

บทความนี้ จะกล่าวถึงการจัดการการขนส่งน้ำมันดีเซลของบริษัทแห่งหนึ่ง จากคลังน้ำมันที่จังหวัดสระบุรี ไปยังคลังน้ำมันในภาคเหนือ 5 คลัง ทุกคลังสามารถรับน้ำมันได้ทั้งทางรถบรรทุก และรถไฟ ที่ผ่านมามีเพียง 2 คลังเท่านั้นที่รับน้ำมันทางรถไฟพร้อมกับรถบรรทุก และอีก 3 คลังรับน้ำมันทางรถบรรทุกเพียงอย่างเดียว ทำให้ต้นทุนในการขนส่งสูง ผู้วิจัยจึงได้เสนอตัวแบบ โดยประยุกต์การใช้ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) มาใช้แก้ปัญหาการจัดการขนส่ง เพื่อให้ได้ต้นทุนการขนส่งรวมที่ต่ำที่สุด

ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางราง เช่น Claessens, M.T. et al. [7] ได้ศึกษาการจัดการ ค่าใช้จ่ายทางรถไฟของรถโดยสารในระบบรถไฟดีดซ์เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานภายใต้ข้อจำกัดด้านการให้บริการ และความจุของรถ และยังมีงานวิจัย [8] ที่ประยุกต์การใช้ ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสม (Mix Integer Linear Programming) มาจัดสรรหัวรถจักร และตู้รถไฟ เพื่อกำหนดแผนค่าใช้จ่าย และเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งของรถไฟ [9] ได้วิจัยเกี่ยวกับการขนส่งแบบ Hub-and-spoke สำหรับการขนส่งทางราง โดยประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Linear Integer Programming) เพื่อลดต้นทุนในการดำเนินงาน และลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากเสียเวลาในการขนส่ง นอกเหนือจากนั้นยังมีงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้สมการเชิงเส้นมาแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางด้านการขนส่ง หลากหลายวัตถุประสงค์ออกไป เช่น งานวิจัยของ Segerstedt, A. [10] ได้กล่าวถึงการจัดการจัดสรรเส้นทางขนส่งให้ลูกค้าหลายราย ในหลายเส้นทาง เพื่อส่งของให้ลูกค้าได้ในระยะทางขนส่งรวมสั้นที่สุดหรือ [11] จะช่วยในการจัดตารางเวลาการเดินทางที่มีการขนส่งหลายรูปแบบ (Multi-model) เพื่อให้การถ่ายโอนสินค้าระหว่างรถยนต์กับรถไฟทำมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

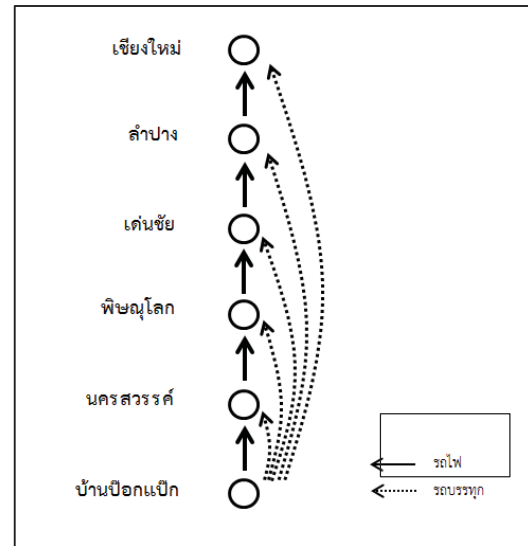
2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 การศึกษาการทำงานของบริษัทผู้ค้าน้ำมัน

บริษัทผู้ค้าน้ำมัน ดำเนินการบริหารจัดการน้ำมัน ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม (LPG) ในเรื่องของการเก็บสำรอง รับจ่าย โอนย้ายระหว่างคลัง จนถึงการจัดจำหน่ายให้ลูกค้าทั่วประเทศทั้งทางรถยนต์ รถไฟ และทางเรือ ปัจจุบันบริษัท มี คลังน้ำมัน 13 แห่ง คลังก๊าซหุงต้ม 2 แห่งและคลังปิโตรเลียม (คลังที่ประกอบด้วยคลังน้ำมัน และคลังก๊าซปิโตรเลียมเหลว) 6 แห่ง กระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาค เพื่อทำหน้าที่สำรองผลิตภัณฑ์ ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคทุกพื้นที่ และลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง [3]

ในเขตภาคเหนือ มีคลังน้ำมัน และคลังปิโตรเลียม ทั้งหมด 5 คลัง ได้แก่ นครสวรรค์ พิษณุโลก เด่นชัย ลำปาง และเชียงใหม่ ทุกคลังสามารถรับน้ำมันได้ 2 ช่องทางคือ ทางรถไฟและรถบรรทุก โดยมีคลังน้ำมันต้นทางอยู่ที่ ต.บ้านปึกแป็ก อ.เสาไห้ จ.สระบุรี ปัจจุบัน มีเพียง

2 คลัง คือคลังเชียงใหม่ และลำปางเท่านั้น ที่รับน้ำมันทางรถไฟ ซึ่งการขนส่งทางรถไฟ น้ำมันจะผ่านคลังน้ำมันทุกคลัง แต่การขนส่งทางรถบรรทุก สามารถขนส่ง จากคลังน้ำมันต้นทางไปยังคลังปลายทางได้โดยตรง โดยมีบริษัท 3PL เป็นผู้ให้บริการ และไม่จำกัดการขนส่งแต่ละครั้ง บริษัทผู้ค้าน้ำมันจะทำการขนส่งน้ำมันวันละ 1 รอบ ทั้งทางรถไฟ และทางรถยนต์



รูปที่ 2 เส้นทางการขนส่งน้ำมันไปภาคเหนือ

2.2 การศึกษาต้นทุนการขนส่งของบริษัท

การขนส่งทางรถไฟ มีต้นทุน 2 ส่วน คือ ค่าเช่าแม่แคร่ คิดค่าเช่าปีละ 28,500 บาท/แม่แคร่ และค่าระวางการขนส่งน้ำมันแบบเหมาตู้ของแต่ละวัน อัตราค่าระวางการขนส่งขึ้นกับสถานีปลายทาง ในส่วนต้นทุนการขนส่งทางรถบรรทุก คิดตามปริมาณที่ขนส่งจริง อัตราค่าขนส่งขึ้นกับปลายทางเช่นเดียวกับรถไฟ ดังที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าระวางการขนส่งทางรถไฟ และค่าขนส่งทางรถบรรทุก

ปลายทาง	ค่าระวางการขนส่งทางรถไฟ (บาท/ตู้)	ค่าขนส่งทางรถบรรทุก (บาท/ลิตร)
	(a_i)	(b_i)
นครสวรรค์ (i = 1)	5,854.2	0.19
พิษณุโลก (i = 2)	9,632.7	0.32
เด่นชัย (i = 3)	12,833.7	0.49
ลำปาง (i = 4)	15,153.6	0.55
เชียงใหม่ (i = 5)	17,123.7	0.64

2.3 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

กำหนดให้ 1 ปี มี 300 วันทำการ

ดัชนี (Index)

i ดัชนีของปลายทาง $i = 1,2,3,4,5$ แทนสถานีนครสวรรค์ พิษณุโลก เด่นชัย ลำปาง และเชียงใหม่ ตามลำดับ

j ดัชนีของวันที่ขนส่งน้ำมัน $j = 1,2,3,\dots,300$

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable)

n จำนวนแม่แครงที่เช่าต่อปี

W_{ij} จำนวนตู้บรรทุกน้ำมันคัน จาก ต.บ้านปือกแป๊ก ไปปลายทาง i ในวันที่ j

X_{ij} ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งทางรถไฟ จาก ต.บ้านปือกแป๊ก ไปปลายทาง i ในวันที่ j

Y_{ij} ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งทางรถบรรทุก จาก ต.บ้านปือกแป๊ก ไปปลายทาง i ในวันที่ j

พารามิเตอร์ (Parameter)

a_i ค่าระวางการขนส่งทางรถไฟ ไปปลายทาง i (บาท/ตู้)

b_i ค่าขนส่งทางรถบรรทุก ไปปลายทาง i (บาท/ลิตร)

D_{ij} ปริมาณความต้องการน้ำมัน ที่ปลายทาง i ในวันที่ j

สมการวัตถุประสงค์ (Objective function)

Min cost =

$$28,500n + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{300} a_i W_{ij} + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{300} b_i Y_{ij} \quad (1)$$

ข้อจำกัด (Constraints)

$$X_{ij} \leq 33,000W_{ij} \quad (2)$$

$$X_{ij} + Y_{ij} \geq D_{ij} \quad (3)$$

$$W_{1j} + W_{2j} + W_{3j} + W_{4j} + W_{5j} \leq 33 \quad (4)$$

$$W_{2j} + W_{3j} + W_{4j} + W_{5j} \leq 33 \quad (5)$$

$$W_{3j} + W_{4j} + W_{5j} \leq 33 \quad (6)$$

$$W_{4j} + W_{5j} \leq 25 \quad (7)$$

$$W_{5j} \leq 25 \quad (8)$$

$$W_{1j} + W_{2j} + W_{3j} + W_{4j} + W_{5j} \leq n \quad (9)$$

$$X_{ij} \geq 0, \text{ integer} \quad (10)$$

$$Y_{ij} \geq 0 \quad (11)$$

จากสมการที่ (1) เป็นตัวแบบเชิงเส้นจำนวนเต็ม จะแสดงถึงวัตถุประสงค์ของตัวแบบ โดยหาจำนวนการเช่าแม่แครงต่อปีที่เหมาะสม

และปริมาณการขนส่งน้ำมันแต่ละช่องทาง ของทุกสถานีในแต่ละวัน เพื่อให้มีต้นทุนการขนส่งรวมต่ำที่สุด ในตัวแบบประกอบด้วยต้นทุน 3 ส่วน ส่วนแรกคือค่าเช่าแม่แครง ส่วนต่อมาเป็นต้นทุนการขนส่งทางรถไฟ ใน 1 ปี และส่วนสุดท้ายเป็นต้นทุนการขนส่งทางรถบรรทุกใน 1 ปี ซึ่งการขนส่งทางรถไฟนั้น การบรรทุกน้ำมันในตู้บรรทุกน้ำมันชั้นไม่สามารถบรรทุกน้ำมันได้เกินความสามารถในการบรรจุ คือตู้ละ 33,000 ลิตร และปริมาณการขนส่งรวมของ 2 ช่องทาง จะต้องไม่มีความน้อยกว่า ปริมาณความต้องการน้ำมัน ดังสมการที่ (2) และ (3) นอกเหนือจากนั้น การขนส่งทางรถไฟยังมีข้อจำกัดในเรื่องความสามารถในการลากจูงของหัวรถจักรที่สามารถลากตู้บรรทุกน้ำมันคันได้สูงสุด 33 ตู้ไปจนถึงสถานีเด่นชัย และสามารถลากไปถึงเชียงใหม่สูงสุด 25 ตู้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ชันเขา ทำให้ความสามารถในการลากจูงลดลงในกำลังลากจูงเท่าเดิม และจำนวนตู้บรรทุกน้ำมันที่ขนส่งจะต้องมีจำนวนไม่เกินแม่แครงที่เช่า ดังสมการที่ (4) ถึง (9) สุดท้ายปริมาณการขนส่งจะติดลบไม่ได้ และจำนวนตู้บรรทุกน้ำมันชั้นจะต้องเป็นจำนวนเต็ม เนื่องจากการคิดค่าระวางเป็นแบบเหมาคัน ดังสมการที่ (10) และ (11)

2.4 วิเคราะห์ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้หาปริมาณความต้องการน้ำมันแต่ละวัน ของคลังน้ำมันและคลังปิโตรเลียมทุกคลังของภาคเหนือ และเนื่องจากมีข้อมูลปริมาณความต้องการน้ำมันเพียง 1 ปี จึงทำการแบ่งข้อมูลที่ได้มาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกมี 200 วัน และส่วนที่ 2 อีก 100 วัน ในการวิจัยนี้สมมติให้ปริมาณความต้องการแจกแจงแบบปกติ ในส่วนแรกนำข้อมูล 200 วัน ไปหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของปริมาณความต้องการน้ำมัน

ปลายทาง	ค่าเฉลี่ย (ลิตร)	ส่วน เบี่ยง เบน มาตรฐาน
นครสวรรค์	315,044.75	119,450.80
พิษณุโลก	509,487.47	66,500.10
เด่นชัย	450,494.67	95,318.03
ลำปาง	348,069.54	15,944.23
เชียงใหม่	458,436.19	85,158.69

หลังจากนั้นทำการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ปริมาณความต้องการน้ำมันจำนวน 200 วันของทุกสถานี นำชุดข้อมูลนี้ประมวลผลหาจำนวนการเช่าแม่แครงที่เหมาะสมด้วย AMPL ซึ่งผลที่ออกมาคือ 33 แม่แครง จึงทำการตรวจสอบโดยใช้ชุดข้อมูลจริงในส่วนที่ 2 (100 วัน) ไปวิเคราะห์เพื่อจัดสรรการขนส่ง โดยกำหนดให้จำนวนการเช่าแม่แครงเท่ากับผลข้างต้นที่ได้ แล้วเปรียบเทียบการขนส่งรูปแบบเดิม

ตารางที่ 3 การจัดสรรการขนส่งน้ำมันแบบเดิม และนโยบายแบบใหม่

สถานี (i)	(D_{ij})	นโยบายการขนส่งแบบเก่า			นโยบายการขนส่งแบบใหม่		
		จำนวนตู้บรรทุกน้ำมันคัน (W_{ij})	ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งทางรถไฟ (X_{ij})	ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งทางรถบรรทุก (Y_{ij})	จำนวนตู้บรรทุกน้ำมันคัน (W_{ij})	ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งทางรถไฟ (X_{ij})	ปริมาณน้ำมันที่ขนส่งทางรถบรรทุก (Y_{ij})
นครสวรรค์ (i = 1)	321,338	0	0	321,338	0	0	321,338
พิษณุโลก (i = 2)	387,075	0	0	387,075	3	99,000	288,075
เด่นชัย (i = 3)	321,423	0	0	321,423	9	297,000	24,423
ลำปาง (i = 4)	311,614	9	297,000	14,614	9	297,000	14,614
เชียงใหม่ (i = 5)	416,880	12	396,000	20,880	12	396,000	20,880

จากตารางที่ 3 แสดงปริมาณการขนส่งน้ำมันน้ำมันนโยบายเดิม และนโยบายใหม่ กำหนดให้จำนวนการเข้าแม่แคร่เท่ากันคือ 33 แม่แคร่ รูปแบบการขนส่งของนโยบายเดิมจะสามารถขนส่งทางรถไฟร่วมกับรถบรรทุกเฉพาะที่คลังเชียงใหม่ และลำปาง สำหรับคลังนครสวรรค์ พิษณุโลก และเด่นชัย จะขนส่งโดยรถบรรทุกเท่านั้น แต่นโยบายการขนส่งแบบใหม่มีการขนส่งทางรถไฟไปคลังพิษณุโลก และเด่นชัยมากขึ้น ทำให้ต้นทุนการขนส่งรวมสำหรับ 100 วัน เท่ากับ 77,616,474.6 บาท ซึ่งลดลงกว่าการขนส่งด้วยนโยบายแบบเก่ากว่า 3 ล้านบาท หรือลดลงเฉลี่ยวันละประมาณ 11,000 บาท

3 สรุป

การศึกษาหาจำนวนการเข้าแม่แคร่ที่เหมาะสม และจัดสรรการขนส่งน้ำมันไปภาคเหนือ ของบริษัทผู้ค้าน้ำมันแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนรวมในการขนส่ง ผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์การใช้ตัวแบบเชิงเส้นแบบผสม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม AMPL เพื่อช่วยในการหาค่าตอบที่เหมาะสมที่สุด

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่าจำนวนการเข้าแม่แคร่ที่เหมาะสมที่สุด คือ 33 แม่แคร่ และสามารถลดต้นทุนการขนส่งรวมได้เฉลี่ยประมาณ 11,000 บาทต่อวัน หรือคิดเป็น 4% โดยตัวแบบในงานวิจัยนี้สามารถนำไปปรับใช้กับการขนส่งไปภูมิภาคได้ อาจทำให้ต้นทุนการขนส่งรวมของทั้งประเทศลดลงอีก หรือนำไปปรับใช้กับการขนส่งที่มีช่องทางการขนส่งได้หลายช่องทาง แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบการขนส่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต เช่นรอบการขนส่งทางรถไฟสามารถออกได้มากกว่าวันละ 1 รอบทำให้การขนส่งทางรถไฟทำได้มากขึ้น หรือบริษัทผู้ให้บริการการขนส่งทางรถบรรทุกเปลี่ยนแปลงรูปแบบการคิดค่าขนส่งเป็นแบบเหมาคัน ดังนั้นการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยทำให้มีความสามารถในการตัดสินใจที่ส่งผลต่อต้นทุนการขนส่งทำได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (5 พฤศจิกายน 2558). *สถานการณ์พลังงานปี 2556 และแนวโน้มปี*

2557 [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://webkc.dede.go.th/testmax/node/187>.

[2] สยามเคมี. (15 ตุลาคม 2558). *น้ำมันดีเซล* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.siamchemi.com>

[3] บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน). (15 ตุลาคม 2558). *การจัดหาและจัดส่งปิโตรเลียม* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://www.pttplc.com/th/About/Business/PTT-Owned-Business/Oil-Unit/pages/Transport-Logistics.aspx>

[4] บริษัท ขนส่งน้ำมันทางท่อ จำกัด (5 พฤศจิกายน 2558). *ระบบขนส่งน้ำมัน* [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://www.fpt.co.th/th/our-business>

[5] บริษัท ปตท. จำกัด(มหาชน). (15 ตุลาคม 2558). *การบริหารและปฏิบัติการคลัง*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา : <http://www.pttplc.com/th/About/Business/PTT-Owned-Business/Oil-Unit/pages/Oil-Terminal.aspx>

[6] การรถไฟแห่งประเทศไทย. *ฝ่ายการพาณิชย์ การรถไฟแห่งประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 1. สถานที่พิมพ์ : ไม้ระหนู, 2556.

[7] M.T. Claessens *et al.*, "Theory and Methodology Cost optimal allocation of rail passenger lines," *European Journal of Operational Research.*, Vol. 110, pp. 474-489, 1998.

[8] Kuoa. C. and Nicholls. G. M., "Amathematical modeling approach to improving locomotive utilization at a freight railroad," *Science Direct.*, Vol. Omega 35, pp. 472 - 485 , 2007.

[9] Jeong. S. , *et al.*, "The European freight railway system as a hub-and-spoke network," *Science Direct.*, Vol. Transportation Research Part A 41, pp. 523-536, 2007.

[10] A. Segerstedt., "A simple heuristic for vehicle routing - A variant of Clarke and Wright's saving method," *Int. J. Production Economics.*, Vol. 157, pp. 74-79, 2014.

[11] A. Fügenschuh. *et al.*, "Scheduling Locomotives and Car Transfers in Freight Transport," *Transportation Science.*, Vol. 42, pp. 478-491, 2008.



ประวัติผู้เขียนบทความ
นางสาวจุฑาทิร ศุภผล
2556 วทบ.(เกษตรศาสตร์)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ปัจจุบัน กำลังศึกษาที่สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
คณะสถิติประยุกต์
งานวิจัยที่สนใจ

Theory and Methodology Cost optimal allocation of rail
passenger lines

Scheduling Locomotives and Car Transfers in Freight
Transport