

วารสารวิศวกรรมศาสตร์

การมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถที่มีรูปแบบการ เดินทางแบบต่อเนื่อง

นักสุวรรณ มั่งมี^a และ นระเกณท์ พุ่มชูศรี^{b,*}

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย

อีเมล: naphatsawan.m@student.chula.ac.th^a, naragain.p@chula.ac.th^{b,*}

บทคัดย่อ บทความวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาฮิวริสติก (Heuristic) สำหรับกระบวนการตัดสินใจมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถในการทำงานที่มีรูปแบบการเดินทางแบบต่อเนื่อง ซึ่งรถสามารถทำงานรับ-ส่งสินค้าได้โดยไม่ถูกจำกัดด้วยชั่วโมงการทำงานและสถานที่เริ่มต้น-สิ้นสุดการทำงาน เป็นการขนส่งที่พนักงานขับรถสามารถหยุดพักเมื่อครบรอบการทำงานได้ตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนดให้และไม่จำเป็นต้องกลับมาพักยังจุดเริ่มต้นเสมอ โดยนำเสนอวิธีการตัดสินใจซึ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนแรกเป็นการเลือกพนักงานขับรถที่มีความพร้อมในการทำงาน โดยพิจารณาจากตารางการทำงานของพนักงานขับรถและกับความต้องการการขนส่ง ขั้นตอนที่สองเป็นการจัดลำดับของรถเพื่อมอบหมายงานโดยพิจารณาจากแผนขนส่ง ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ ซึ่งพิจารณาหาจุดเปลี่ยนที่เหมาะสมกับความพร้อมของพนักงานขับรถแต่ละคน โดยกระบวนการตัดสินใจมีวัตถุประสงค์เพื่อให้พนักงานขับรถสามารถทำงานรับ-ส่งสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ด้วยค่าใช้จ่ายการเดินทางในระบบที่ต่ำ จากการทดสอบพบว่าวิธีฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นซึ่งเป็นการวางแผนจากทุกเส้นทางทั้งหมดที่มีอยู่ (Multi-route) สามารถลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้ประมาณ 15.23% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการมอบหมายงานอย่างง่ายที่มาจากการวางแผนทีละเส้นทาง (Single-route)

คำสืบค้น: พนักงานขับรถ, การมอบหมายงาน, การเดินทางแบบต่อเนื่อง, ตารางพนักงานขับรถ

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ (ISSN: 1906-3636) ปีที่ 4 ฉบับที่ 3

วันที่ส่ง 18 ธันวาคม 2555

วันที่ตอบรับ 8 พฤษภาคม 2556

วันที่ตีพิมพ์ 31 พฤษภาคม 2556

Online at <http://www.ej.eng.chula.ac.th/>

DOI:10.4186/ejth.2012.4.3.37



Driver Assignment for Continuous-Routing Vehicle

Naphatsawan Mungmee^a and Naragain Phumchusri^{b,*}

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok 10330,
Thailand

E-mail: naphatsawan.m@student.chula.ac.th^a, naragain.p@chula.ac.th^{b,*}

Abstract. In this research paper, we develop a heuristic for driver assignment decision process in the continuous routing, which allows continuous transportation without limitation of truck operation hours and returning locations. In this system, drivers are allowed to take routine breaks at designated rest areas without having to return back to the hub. The decision process presented in this paper consists of three main steps. The first step provides a method of searching available drivers based on driver's scheduling and demands at any given time. The second step presents a method of selecting available vehicles and routes based on available vehicle fleet planning and logistics sequence, accordingly. The final step involves an assignment method of matching a driver to a selected job, taking into account of appropriate driver's switching points and his/her availability. The objective of this process is to find driver assignment decision that can meet customer's transportation requirement at a low travelling cost. From the computational experiments, the developed heuristic (with multi-route planning) can reduce the travelling cost by approximately 15.23% as compared to a simple single-route assignment method.

Keywords: Driver, job assignment, continuous-routing vehicle, driver schedule.

Engineering Journal (ISSN: 1906-3636) Volume 4 Issue 3

Received 18 December 2012

Accepted 8 May 2013

Published 31 May 2013

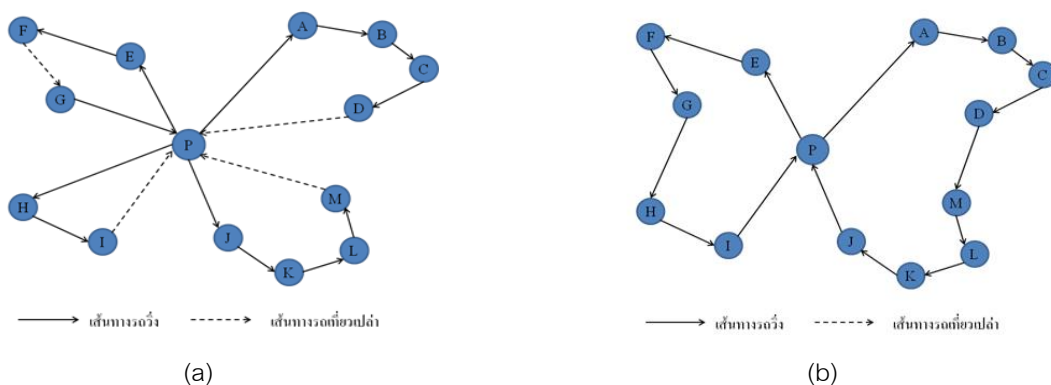
Online at <http://www.ej.eng.chula.ac.th/>

DOI:10.4186/ejth.2012.4.3.37

1. บทนำ

สภาพการแข่งขันที่สูงขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ผู้ประกอบการธุรกิจต่าง ๆ ต้องปรับตัวเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน เพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการและความพึงพอใจของลูกค้า ภายใต้การบริหารงานที่มีประสิทธิภาพ ด้วยต้นทุนที่ต่ำ การจัดการโลจิสติกส์ให้มีประสิทธิภาพเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่สามารถลดต้นทุนรวมของสินค้าลงได้ ต้นทุนด้านการขนส่ง (Transportation Cost) เป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญของต้นทุนโลจิสติกส์ ซึ่งนับว่าเป็นหนึ่งต้นทุนที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนด้านอื่น ๆ [1] การปรับเปลี่ยนรูปแบบการวิ่งของรถขนส่งเป็นหนึ่งในแนวทางในการลดต้นทุนที่เกิดจากการขนส่ง ซึ่งรูปแบบการวิ่งรถขนส่งโดยทั่วไปมักเป็นการวิ่งแบบที่ต้องกลับมายังจุดเริ่มต้นเสมอ กล่าวคือ เมื่อหมดรอบเวลาการทำงาน รถขนส่งทุกคันจะกลับมายังจุดเริ่มต้นเมื่อเสร็จการทำงานขนส่ง แสดงดังรูปที่ 1 (a) ซึ่งการเดินทางแบบนี้ มักทำให้เกิดความสูญเสียจากการวิ่งรถเที่ยวเปล่ากลับมายังจุดเริ่มต้นเมื่อนำสินค้าไปส่งแล้ว และการวิ่งรถเที่ยวเปล่าไปรับสินค้าจากจุดต่าง ๆ ในระบบ

ปัจจุบันได้มีแนวทางการลดต้นทุนการขนส่งโดยการปรับปรุงวิธีการขนส่งให้มีการจัดการร่วมกันของโซ่อุปทาน (Supply Chain) ซึ่งทำให้เกิดการขนส่งสินค้ารูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นการเดินทางที่มีการวิ่งอย่างต่อเนื่องตามคำสั่งการบริหารทรัพยากรแบบรวมศูนย์ การเดินทางลักษณะนี้ จะมีการวางแผนการขนส่งร่วมกันของส่วนต่าง ๆ ของโซ่อุปทาน เช่น ผู้ผลิต ผู้จัดหาวัตถุดิบ ผู้รับจ้างผลิต และลูกค้าต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีระยะทางการวิ่งของรถขนส่งน้อยลงด้วยการลดการวิ่งเที่ยวเปล่า การเดินทางอย่างต่อเนื่องนี้ รถขนส่งสามารถทำงานรับ-ส่งสินค้าได้โดยไม่ถูกจำกัดด้วยชั่วโมงการทำงานและสถานที่เริ่มต้น-สิ้นสุดการทำงาน เป็นการขนส่งที่พนักงานขับรถสามารถหยุดพักเมื่อครบรอบการทำงานได้ตามจุดต่าง ๆ ที่กำหนดให้และไม่จำเป็นต้องกลับมาพักยังจุดเริ่มต้นเสมอ และยังสามารถที่จะทำงานได้อย่างไม่มีข้อจำกัด วิ่งได้ระยะทางไกลขึ้น แสดงดังรูปที่ 1(b)



รูปที่ 1 รูปแบบการขนส่ง (a) ลักษณะเดิม (b) ลักษณะใหม่

เมื่อรูปแบบการวิ่งของรถเปลี่ยนไป ส่งผลให้รูปแบบการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถย่อมเปลี่ยนไปด้วย การมอบหมายงานหรือการจัดตารางการทำงานของพนักงานขับรถควรมีความสอดคล้องกับรูปแบบการวิ่งของรถขนส่ง รูปแบบการวางแผนการขนส่งแบบเดิมที่พนักงานขับรถทำงานประจำในรถคันใดคันหนึ่งมีข้อจำกัด ที่เกิดจากเงื่อนไขของเวลาในการทำงานของพนักงานขับรถ กล่าวคือเมื่อพนักงานขับรถหมดรอบเวลาการทำงาน รถขนส่งคันนั้น ๆ ก็จะมีการพักการใช้งานไปด้วย นั่นหมายถึงรถขนส่งจะถูกใช้ตามรอบการทำงานของพนักงานขับรถ สำหรับลักษณะการเดินทางอย่างต่อเนื่องที่ผู้วิจัยพิจารณาในบทความวิจัยนี้ จะมีความต้องการเดินทางอย่างต่อเนื่องตามความต้องการการขนส่งที่ได้รับมา เพื่อให้เกิดการใช้รถขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพนักงานขับรถคนหนึ่งครบรอบเวลาการทำงาน จะเกิดการสับเปลี่ยนให้พนักงานคนอื่นใน

ระบบมาทำงานต่อ โดยลักษณะการทำงานแบบนี้จะเกิดการเคลื่อนย้ายหรือการเดินทางของพนักงานจากจุดหนึ่งเพื่อไปปฏิบัติงานที่อีกจุดหนึ่งในระบบ ซึ่งการตัดสินใจวางแผนว่าพนักงานคนใดจะทำงานใด โดยเริ่มต้นและสิ้นสุดงานที่ใดนั้น จึงเป็นการตัดสินใจที่มีความสำคัญ หากกระบวนการคิดไม่เหมาะสมหรือไม่มีประสิทธิภาพ ก็อาจทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเดินทางของพนักงานขับรถที่สูงได้

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการพัฒนาฮิวริสติก (Heuristic) สำหรับกระบวนการตัดสินใจมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถในการทำงานที่มีรูปแบบการเดินทางแบบต่อเนื่อง โดยผลลัพธ์ที่ได้ของกระบวนการตัดสินใจคือ แผนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ ที่ระบุถึงข้อมูลของพนักงานขับรถ และข้อมูลการทำงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น รหัสรถขนส่ง วัน-เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงาน เพื่อให้พนักงานขับรถสามารถทำงานรับ-ส่งสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้าด้วยค่าใช้จ่ายการเดินทางในระบบที่ต่ำ

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการมอบหมายงาน (Assignment Model) เป็นการหาวิธีที่ดีที่สุดในการจัดคนให้เหมาะสมกับงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้เวลาทำงานรวมต่ำที่สุดหรือสามารถทำกำไรรวมได้สูงที่สุด ลักษณะปัญหาจะใกล้เคียงกับปัญหาการขนส่ง แต่มีความแตกต่างที่รูปแบบของการมอบหมายงาน ซึ่งจำนวนคนจะต้องเท่ากับจำนวนงานและเมื่อมอบหมายงานให้คนใดคนหนึ่งรับงานไปแล้วจะไม่สามารถรับงานอื่นได้อีก [2] ซึ่งการหาคำตอบของปัญหบางประเภท เช่น ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ปัญหาในการคำนวณต้นทุนต่ำสุด ฯลฯ สามารถหาคำตอบได้หลายวิธี แต่วิธีการที่ง่ายที่สุดในการหาคำตอบคือ วิธีการทางฮิวริสติกต่าง ๆ ซึ่งอาจได้คำตอบที่ไม่ดีนัก [3] โดยการจัดตารางงานสามารถกำหนดสมการวัตถุประสงค์ได้หลายวิธีดังนี้ 1) การกำหนดค่าใช้จ่ายให้การจัดตารางหรือค่าแรงงานรวมทั้งหมดต่ำสุด 2) การกำหนดความยุติธรรมในการจัดสรรภาระงาน ซึ่งกำหนดให้มีความแตกต่างระหว่างค่าภาระงานสูงสุดและค่าภาระงานต่ำสุดน้อยที่สุด และการกำหนดให้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด และ 3) การกำหนดความต้องการอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการนับรวมไว้ในข้อจำกัดเป็นวัตถุประสงค์ของการจัดตารางงาน [4]

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่มุ่งเน้นการพิจารณาวางแผนเส้นทางขนส่ง ซึ่งมักจะคำนึงถึงแต่รถขนส่งเท่านั้น โดยไม่ได้นำพนักงานขับรถมาพิจารณาวางแผนด้วย ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการมอบหมายงานให้กับพนักงาน ส่วนมากจะพบในรูปแบบการขนส่งด้านอื่น ๆ เช่น สายการบิน รถประจำทาง เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบการขนส่งในบทความวิจัยนี้ ที่มีรูปแบบการขนส่งโดยรถขนส่งในระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับหลายสถานที่ เช่น การขนส่งระหว่างโรงงาน โรงงานกับลูกค้า โรงงานกับผู้จัดการวัตถุดิบ โรงงานกับผู้รับจ้างผลิตภายนอก เป็นต้น ซึ่งแต่ละสถานที่ตั้งอยู่กระจ่ายกันออกไปและมีระยะทางขนส่งแตกต่างกันและความต้องการใช้รถขนส่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้การวางแผนเส้นทางขนส่งมักมีความไม่แน่นอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goel และคณะ [5] ได้กล่าวว่า เวลาการมาถึงของรถขนส่งสินค้าทางถนนจะมีความไม่แน่นอน โดยขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าและการวางแผนผลิตในแต่ละรอบเมื่อเทียบกับการขนส่งรูปแบบอื่น

และสำหรับการมอบหมายงานในการขนส่งด้านสายการบิน Anbil [6] ได้นำเสนอวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางการบินของลูกค้า เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการจัดการด้านสายการบินต่ำที่สุด และกล่าวถึงความซับซ้อนของปัญหาการหาเส้นทางของลูกค้าว่ามาจากปัจจัยใด เช่น กฎเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดไว้ ซึ่งจะต้องนำมาเป็นเงื่อนไขของการจัดตารางการบินด้วย จากนั้น Anbil [7] ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากเดิม [6] คือการพิจารณาจำนวนลูกค้าที่มีอยู่ในแต่ละฐานให้มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องบินน้อยที่สุด โดยเลือกเส้นทางการบินที่มีระยะเวลาการบินน้อยสุดมาก่อน และส่งผลให้กรณีที่มีการจัดตารางการบินใหม่ (Re-Schedule) เส้นทางการบินที่มีระยะเวลาการบินน้อยกว่าจะสามารถจัดตารางการบินใหม่ได้ง่าย

กว่า นอกจากนั้น Yan และคณะ [8] ได้เสนอแนวทางของสายการบิน Taiwan ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่ายของลูกเรือ และมีการวางแผนเส้นทางการบินของลูกเรือ โดยมีข้อจำกัดด้านกฎการทำงาน และได้เสนอให้สร้างผังของเส้นทางการบินของแต่ละวันเพื่อนำไปหาเส้นทางการบินของลูกเรือ โดยเส้นทางประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในการทำงานแต่ละวัน ค่าใช้จ่ายบนพื้นดินและหาเส้นทางการบินของลูกเรือโดยวิธีหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งพบว่าการพิจารณาครอบคลุมเพียงการหาเส้นทางการบินของนักบินทั้งหมดเท่านั้น แต่ไม่รวมถึงการจัดตารางการบินสำหรับนักบินแต่ละคน (Personal Schedule) นอกจากการจัดตารางสายการบินแล้วการจัดตารางของรถขนส่งนั้น [5] ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการจัดตารางคนขับรถบรรทุกในประเทศออสเตรเลีย โดยเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกและนำเสนอเงื่อนไข 3 ประการ ได้แก่ ชั่วโมงการทำงานมาตรฐาน การจัดการความเหนื่อยล้าพื้นฐานและการบริหารจัดการความเหนื่อยล้าขั้นสูงเข้ามาเกี่ยวข้องกับการวางแผน ซึ่งมีการพิจารณาคนขับและชั่วโมงการทำงานจากตารางเดินรถที่มีอยู่ เพื่อเป็นการหาลำดับการเข้าของแต่ละสถานที่ โดยมีกรอบเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้เป็นไปตามกฎหมายของประเทศออสเตรเลีย จากนั้น Goel และคณะ [9] ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการจัดตารางคนขับรถบรรทุกในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับลำดับของการไปถึงของแต่ละสถานที่โดยมีกรอบเวลา (Time Window) เข้ามาเกี่ยวข้องและนำเสนอเงื่อนไขเวลาในการทำงานของประเทศสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังกล่าวว่า สำหรับการวางแผนการจัดตารางการทำงานนั้นจะมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไขปัญหาที่คล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันในรูปแบบของการดำเนินธุรกิจ ประเภทของยานพาหนะ กฎหมายแรงงาน วัฒนธรรมและรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกันระหว่างท้องถิ่นแต่ละประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปความแตกต่างของรูปแบบการขนส่งในบทความวิจัยนี้กับรูปแบบการขนส่งอื่น ๆ ได้ดังนี้ (1) รูปแบบการขนส่งของสายการบิน เป็นตารางบินที่มีความแน่นอนทั้งเรื่องเวลาและเส้นทางการบิน มีการทำงานที่จุดเริ่มต้นและกลับมายังจุดเดิมเสมอ จึงทำให้สามารถระบุช่วงเวลาการทำงานของพนักงานที่แน่นอนได้ และการพิจารณาวางแผนมอบหมายงานให้กับผู้ขับเครื่องบินต้องเป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดไว้ และ (2) รูปแบบการขนส่งของรถประจำทาง จะมีการดำเนินงานบนตารางเวลาและเส้นทางที่แน่นอน โดยพนักงานขับรถจะอยู่ประจำรถคันใดคันหนึ่ง ซึ่งสามารถกำหนดงานเป็นรอบเวลาได้ นอกจากนี้ [6] กล่าวว่า การจัดตารางเวลาในการขับรถขนส่งสินค้าทางถนนมีความแตกต่างกับการจัดตารางเวลาของลูกเรือในสายการบิน รวมถึงการจัดตารางเวลารถไฟหรือระบบขนส่งมวลชน ซึ่งการจัดตารางเวลารถไฟหรือระบบขนส่งมวลชนจะมีระบบการดำเนินงานบนตารางเวลาและเวลาการมาถึงที่แน่นอน ในขณะที่เวลาการมาถึงของรถขนส่งสินค้าทางถนนจะมีความไม่แน่นอนและสามารถกำหนดได้เป็นอิสระมากกว่าอีกด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการพิจารณาข้อจำกัดด้านเงื่อนไขเวลาในการทำงานของการขนส่งในรูปแบบต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับรูปแบบการขนส่งที่ผู้วิจัยสนใจในบทความวิจัยนี้

3. รูปแบบของปัญหา

งานวิจัยนี้เป็นการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถขนส่ง ซึ่งจะพิจารณาจากแผนเส้นทางขนส่งที่มีการวางแผนไว้แล้ว เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการทำงานของรถขนส่งในรูปแบบวิ่งได้ต่อเนื่อง โดยมีค่าใช้จ่ายการเดินทางในระบบที่ต่ำ ซึ่งรูปแบบการทำงานของรถขนส่งที่ได้รับมาจากแผนเส้นทางขนส่งนั้น จะเป็นรูปแบบการวิ่งของรถโดยมีหลายฐานที่อยู่ (Home Bases) คือ เมื่อเสร็จการทำงานแล้วรถขนส่งไม่จำเป็นต้องกลับไปยังจุดเริ่มต้นเดิมเสมอ ดังนั้นการมอบหมายงานสำหรับงานขนส่งในงานวิจัยนี้ คือ การวางแผนมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถขนส่ง ซึ่งเป็นการจัดตารางการทำงาน of พนักงานขับรถ เพื่อสามารถตอบสนองต่อการทำงานของรถขนส่งในรูปแบบต่าง ๆ เนื่องจากทรัพยากรคนเป็นทรัพยากร

ที่มีอยู่อย่างจำกัด จะวางแผนภายใต้กรอบเวลาที่มีอยู่เพื่อให้สามารถทำงานรับ-ส่งสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้าด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) ซึ่งรูปแบบการทำงานนั้นพนักงานขับรถสามารถจะหยุดพักได้ในหลาย ๆ จุดเมื่อหมดรอบเวลาทำงานหรือถูกส่งไปทำงานที่อื่น โดยไม่จำเป็นที่จะต้องกลับมายังจุดเริ่มต้นเสมอและอาจจะมีการสับเปลี่ยนการทำงานกันระหว่างรถแต่ละคัน ไม่จำเป็นต้องอยู่ประจำรถคันใดคันหนึ่ง เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์ของพนักงานขับรถที่มีอยู่อย่างเต็มประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายการเดินทางในระบบ โดยจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถ คือจุดเปลี่ยนหรือพักการทำงานที่สามารถนำมาพิจารณาให้กับพนักงานขับรถได้ สามารถเป็นได้ทั้งสถานที่รับ-ส่งสินค้าในระบบและจุดเปลี่ยนคนสำรอง (Dummy Node) ซึ่งความจำเป็นที่จะต้องมีการเพิ่มจุดเปลี่ยนคนสำรองเข้ามา เนื่องจากการเดินทางระหว่างจุดบางครั้งใช้เวลานาน ซึ่งจะช่วยเพิ่มทางเลือกในการเปลี่ยนหรือพักการทำงานของพนักงานขับรถโดยไม่จำเป็นจะต้องรอให้พนักงานขับรถทำงานจนถึงจุดที่เป็นแค่สถานที่รับ-ส่งสินค้าในระบบเท่านั้น โดยจุดเปลี่ยนคนสำรอง คือจุดที่มีคุณสมบัติเพื่อการเปลี่ยนหรือพักของพนักงานขับรถเท่านั้น แต่มิได้เป็นจุดรับและส่งสินค้า กรณีถ้าพนักงานขับรถขนส่งในระบบมีไม่เพียงพอ จะนำพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก (Outsource) เข้ามาพิจารณาแทน โดยพิจารณาให้ทำงานเฉพาะช่วงเวลาซึ่งพนักงานขับรถขนส่งในระบบไม่สามารถทำงานได้เท่านั้น เมื่อพนักงานขับรถขนส่งในระบบมีความพร้อมในการทำงานจะนำมาพิจารณาแทนที่ โดยเลือกจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่สามารถทำงานได้เร็วที่สุด ดังนั้นการวางแผนมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถขนส่งจะเป็นการพิจารณาทุกเส้นทางที่ได้รับมาและมอบหมายงานให้พนักงานขับรถโดยมีข้อจำกัดด้านเวลาในการทำงาน นอกจากนี้แล้วยังมีสมมติฐานและข้อจำกัดอื่น ๆ ของปัญหาวิจัยดังนี้

1. เวลา

- ผลรวมของเวลาการทำงานต่อวันและต่อสัปดาห์ ต้องไม่เกินจำนวนชั่วโมงการทำงานที่กำหนด
- เวลาในการขนสินค้าขึ้นรถ (Loading time) และเวลาในการขนสินค้าลงรถ (Unloading time) ถือว่าเป็นเวลาที่พนักงานขับรถทำงาน และมีค่าน้อยมากจะรวมอยู่กับเวลาในการทำงานแล้ว
- เวลาในการเดินทางระหว่างสถานที่ที่จะแปรผันตามระยะทางและระหว่างสถานที่ 2 แห่ง ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

2. พนักงานขับรถ

- พนักงานขับรถสามารถเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงาน ณ จุดใดก็ได้ตามที่กำหนดไว้เมื่อหมดรอบการทำงานไม่จำเป็นต้องกลับมายังจุดเริ่มต้นเดิมเสมอ
- พนักงานขับรถเมื่อได้หยุดตามจำนวนชั่วโมงที่กำหนดแล้ว จะกลับมาเริ่มต้นงาน ณ จุดสุดท้ายที่ทำงาน
- พนักงานขับรถจะมีทักษะ (Skill) ในการทำงานเท่ากัน โดยไม่มีการแบ่งอาณาเขต (Zone) หรือถูกจำกัดด้วยคุณสมบัติของสถานที่

3. โครงสร้างต้นทุน

- ต้นทุนค่าใช้จ่ายของพนักงานขับรถ พิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเดินทางเพื่อไปเริ่มงานหรือสับเปลี่ยนการทำงานในจุดต่าง ๆ ของพนักงานขับรถ โดยแปรผันตามชั่วโมงการเดินทาง
- ต้นทุนค่าใช้จ่ายของพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก (Outsource) พิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเรียกใช้พนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอกคิดเป็นรายเที่ยวและค่าใช้จ่ายตามชั่วโมงการทำงานของพนักงานขับรถ โดยแปรผันตามชั่วโมงการเดินทาง

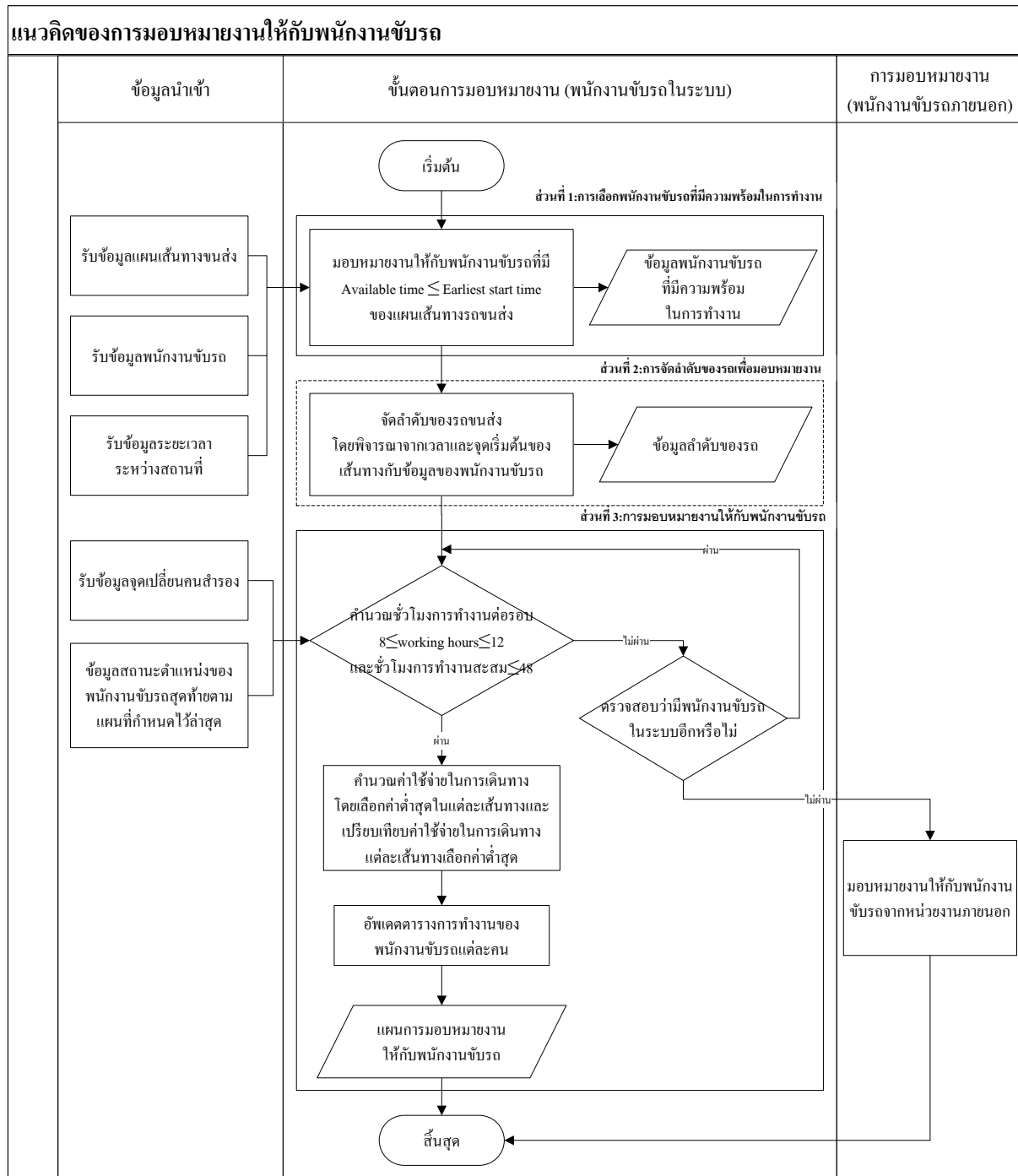
เนื่องจากปัญหาการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถโดยมีเงื่อนไขเวลาในการทำงานเป็นปัญหาที่ซับซ้อนยากต่อการหาคำตอบ (NP-Hard) [10] ดังนั้นการแก้ปัญหาในงานวิจัยนี้จึงใช้วิธีฮิวริสติกซึ่งมีรายละเอียดดังหัวข้อถัดไป

4. แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา

4.1. แนวคิดของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบสนับสนุนการวางแผนมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถภายใต้กรอบเวลาที่มีอยู่เพื่อให้สามารถทำงานรับ-ส่งสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์ทำให้ค่าใช้จ่ายการเดินทางในระบบที่ต่ำ ซึ่งค่าใช้จ่ายการเดินทาง (Moving Cost) คือค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพื่อไปเริ่มต้นทำงานของพนักงานขับรถ ณ สถานที่ใดสถานที่หนึ่งตามแผนการมอบหมายงานจะแปรผันตามชั่วโมงการเดินทาง โดยค่าใช้จ่ายในการเดินทางจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ไม่เกิดงานเป็นต้นทุนแปรผันที่ส่งผลต่อต้นทุนการขนส่ง ซึ่งสามารถพิจารณาหาวิธีการมอบหมายงานเพื่อให้มีค่าต่ำสุด และมีความแตกต่างกับค่าจ้างรายเดือนของพนักงานขับรถที่เป็นต้นทุนคงที่และไม่มีความเกี่ยวข้องกับงานที่กำลังพิจารณา มอบหมายงาน โดยกระบวนการหาคำตอบมีขั้นตอน 3 ส่วนดังนี้ (1) การเลือกพนักงานขับรถที่มีความพร้อมในการทำงาน (2) การจัดลำดับของรถเพื่อมอบหมายงาน และ (3) การมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ ซึ่งมีกระบวนการตัดสินใจแตกต่างกันในแต่ละขั้นตอนและสามารถใช้ข้อมูลบางอย่างร่วมกันได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา เช่น ข้อมูลแผนเส้นทางขนส่ง ข้อมูลพนักงานขับรถ เป็นต้น

ภาพรวมของการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถทั้ง 3 ส่วนนี้มีแนวคิดการตัดสินใจ แสดงดังรูปที่ 2 โดยที่ (1) พิจารณาหาพนักงานที่มีความพร้อมในการทำงาน โดยพิจารณาจากเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ (Available Time) ของพนักงานขับรถแต่ละคนจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดที่สามารถทำได้ในรอบการพิจารณานั้น ๆ ของทุกเส้นทาง (Earliest start time: ES) จึงถือว่าเป็นผู้ที่มีความพร้อมในการทำงาน (2) พิจารณาจัดลำดับรถเพื่อมอบหมายงาน โดยพิจารณาจากเวลาเริ่มต้นในแต่ละเส้นทางและสถานะข้อมูลของพนักงานขับรถ การพิจารณาขั้นตอนนี้สามารถแบ่งการพิจารณาได้เป็น 4 กรณี จะขอกล่าวในหัวข้อ “การแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก” ต่อไป และ (3) การมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ จะพิจารณาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถทุกจุดที่เป็นไปได้มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบกันในทุกเส้นทาง โดยการพิจารณาจะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดด้านเวลาการทำงานของพนักงานขับรถด้วย ซึ่งจะพิจารณาเลือกจุดที่ให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพื่อมาทำงานน้อยที่สุด และผลลัพธ์ที่ได้จากแนวคิดของการวางแผนมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ คือ แผนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ



รูปที่ 2 ภาพรวมของกระบวนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ

4.2. การแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติก

4.2.1. การเลือกพนักงานขับรถที่มีความพร้อมในการทำงาน

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นการหาพนักงานขับรถที่มีความพร้อมสำหรับการพิจารณามอบหมายงานให้ ในรอบของการพิจารณาใด ๆ โดยมีข้อมูลนำเข้าเริ่มต้นคือ แผนเส้นทางขนส่งและสถานะการทำงานของพนักงานขับรถแต่ละคนในระบบ ซึ่ง Available Time คือเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ของพนักงานขับรถแต่ละคน โดยจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ เวลา

เริ่มต้นการทำงานเร็วสุดที่สามารถทำงานได้ในรอบการคำนวณนั้น (Earliest Start Time, ES) จึงถือว่าพนักงานขับรถคนนั้น ๆ มีความพร้อมในการทำงาน มีการพิจารณาดังนี้

1. ตรวจสอบแต่ละเส้นทาง โดยพิจารณาหาเส้นทางที่มีเวลาเริ่มต้นการทำงานเร็วสุดที่สามารถทำงานได้ในรอบการคำนวณนั้น
2. พิจารณาสถานะการทำงานของพนักงานขับรถ โดยพิจารณาจากเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ (Available Time, Tat_j) ของพนักงานขับรถแต่ละคน คิดจากเวลาที่พนักงานขับรถสิ้นสุดการทำงานรอบก่อนหน้า (Tet_k) รวมกับเวลาพัก (Trt_j) ยกเว้นพนักงานขับรถที่ทำงานยังไม่ครบรอบเวลาในรอบก่อนหน้าจะไม่รวมเวลาหยุดพัก ดังสมการ (1)

$$Tat_j = Tet_k + Trt_j; Trt_j = \begin{cases} 0, & WH_k \leq WH_{lower} \\ > 0, & WH_k > WH_{lower} \end{cases} \quad (1)$$

โดย	Tat_j	คือเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ของพนักงานขับรถคนที่ $j; j \in D$
	Tet_k	คือเวลาสิ้นสุดการทำงานรอบที่ $k; k \in p$
	Trt_j	คือเวลาพักของพนักงานขับรถคนที่ $j; j \in D$
	WH_k	คือจำนวนชั่วโมงการทำงานรอบที่ $k; k \in p$
	WH_{lower}	คือชั่วโมงการทำงานน้อยสุดที่ยอมรับได้
	j	คือเซตของลำดับข้อมูลพนักงานขับรถขนส่งสินค้า
	k	คือเซตลำดับของรอบการทำงาน
	D	คือเซตของจำนวนพนักงานขับรถทั้งหมดในระบบ
	p	คือเซตของจำนวนรอบการทำงานทั้งหมดที่กำลังพิจารณา

3. หาพนักงานขับรถที่มีความพร้อมในการทำงานได้ โดยเวลาที่พนักงานขับรถสามารถเริ่มงานได้ ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาเริ่มต้นการทำงานเร็วสุดที่สามารถทำงานได้ในรอบการคำนวณนั้น

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือข้อมูลพนักงานขับรถที่มีความพร้อมในการทำงาน และ นำไปใช้ในการวางแผนมอบหมายงานในขั้นตอน 4.2.3. ต่อไป

4.2.2 การจัดลำดับของรถเพื่อมอบหมายงาน

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาลำดับของรถขนส่งในการวางแผนมอบหมายงาน โดยมีข้อมูลนำเข้าเริ่มต้นคือ แผนเส้นทางขนส่ง ซึ่งจะนำเวลาเริ่มต้น (Starting Time) และจุดเริ่มต้น (Starting Node) การทำงานของรถขนส่งในทุกเส้นทางที่ได้รับมาพิจารณา ซึ่งเป็นการหว่ารถขนส่งคันใด ๆ ควรได้รับพิจารณามอบหมายหมายงานเป็นลำดับก่อนหลัง สามารถแบ่งได้เป็น 4 กรณี ดังนี้

- กรณีที่ 1 เวลาเริ่มต้นเท่ากันทั้งหมดและจุดเริ่มต้นจุดเดียวกันทั้งหมด พิจารณาเลือกเส้นทางใดสั้นมาก่อนก็ได้
- กรณีที่ 2 เวลาเริ่มต้นไม่เท่ากันและจุดเริ่มต้นจุดเดียวกันทั้งหมด พิจารณาเลือกเส้นทางที่มีเวลาเริ่มต้นเร็วที่สุดก่อน
- กรณีที่ 3 เวลาเริ่มต้นเท่ากันทั้งหมดและจุดเริ่มต้นไม่ใช่จุดเดียวกันทั้งหมด
- กรณีที่ 4 เวลาเริ่มต้นไม่เท่ากันและจุดเริ่มต้นไม่ใช่จุดเดียวกันทั้งหมด

ในกรณีที่ 3 และ 4 ระบบจะพิจารณาดำเนินการของพนักงานขับรถร่วมด้วย มีขั้นตอนการพิจารณาดังนี้

1. เลือกเส้นทางที่รถขนส่งมีจุดเริ่มต้นการทำงานเดียวกับจุดที่พนักงานขับรถอยู่ขึ้นมาก่อน โดยเรียงลำดับตามเวลาเริ่มต้นเร็วสุดก่อน
2. พิจารณาทุกเส้นทาง ถ้าไม่มีเส้นทางใดที่รถขนส่งมีจุดเริ่มต้นการทำงานเดียวกันกับจุดที่พนักงานขับรถอยู่แล้ว จะเลือกเส้นทางที่รถขนส่งมีจุดเริ่มต้นที่พนักงานขับรถสามารถเดินทางมาเริ่มต้นทำงานได้ใกล้ที่สุดก่อน

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ คือข้อมูลลำดับรถขนส่งเพื่อการมอบหมายงาน และจะนำไปใช้ในการวางแผนมอบหมายงานในขั้นตอนถัดไป

4.2.2. การมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ

ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาพนักงานขับรถที่มีความพร้อมในการทำงานกับจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำที่สุด มีข้อมูลนำเข้าเริ่มต้นคือ แผนเส้นทางขนส่ง ข้อมูลระยะเวลาระหว่างจุด ข้อมูลจุดเปลี่ยนคนสำรอง ข้อมูลพนักงานขับรถและรับข้อมูลตำแหน่งสุดท้ายของพนักงานขับรถจากแผนรอบก่อนหน้าที่กำหนดแน่นอนแล้ว โดยจะนำพนักงานขับรถที่มีความพร้อมในการทำงานและลำดับของรถที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้นำมาพิจารณา โดยจะมีเกณฑ์การพิจารณา คือชั่วโมงการทำงานต่อรอบ กำหนดให้เป็นช่วงระยะเวลาของชั่วโมงการทำงานต่ำสุดที่ยอมรับได้ (Lower Working Hours) และชั่วโมงการทำงานสูงสุดที่ยอมรับได้ (Upper Working Hours) รวมถึงชั่วโมงการทำงานสะสม คือผลรวมของชั่วโมงการทำงานรอบก่อนหน้าทั้งหมดรวมกับชั่วโมงการทำงานในรอบที่กำลังพิจารณาอยู่ จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนย่อยเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาสถานะพนักงานขับรถจากรอบก่อนหน้า โดยจากแผนเส้นทางขนส่งที่มีอยู่จะพิจารณาดังนี้

- (1) ตรวจสอบสถานะรอทำงาน (Waiting Status) จากสถานะการทำงานของพนักงานขับรถ ต้องระบุเป็นสถานะรอทำงาน คือสถานะที่พนักงานขับรถทำงานไม่ครบชั่วโมงการทำงาน จากชั่วโมงการทำงานต่ำสุดที่ยอมรับได้ และชั่วโมงการทำงานสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ถูกกำหนดไว้ของรอบก่อนหน้า ซึ่งรอบก่อนหน้า หมายถึงถึงรอบการพิจารณาล่าสุดที่ได้มอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถไปแล้ว
- (2) ตรวจสอบเวลารอทำงาน (Waiting Time) และสถานที่รอทำงาน (Waiting Place) ของพนักงานขับรถตรงกับจุดเริ่มต้นของเส้นทางที่กำลังพิจารณาอยู่หรือไม่ โดยพิจารณาว่าแต่ละเส้นทางมีสถานที่เริ่มต้น (Starting Place) และเวลาเริ่มต้น (Starting Time) ตรงกับเวลา (Available Time) และสถานที่ (Available Place) ที่พนักงานขับรถพร้อมทำงานหรือไม่
 - จากการตรวจสอบหากเป็นไปตามเงื่อนไข จะมีการคำนวณหาจุดเปลี่ยนให้พนักงานขับรถทำงานต่อยังจุดนั้นดังขั้นตอนที่ (3)
 - หากไม่เป็นตามเงื่อนไข จะไม่พิจารณามอบหมายงานให้พนักงานขับรถคนนั้นต่อและกำหนดให้พนักงานขับรถได้พักการทำงานทันที
- (3) คำนวณหาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถ พิจารณาจากจุดเปลี่ยนหรือพักการทำงานที่เกิดขึ้นจากจำนวนชั่วโมงการทำงานที่สามารถทำงานต่อได้ โดยต้องมีผลรวมของชั่วโมงการทำงานอยู่ในช่วงชั่วโมงการทำงานต่ำสุดและสูงสุดที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งจะต้องนำเอาชั่วโมงการทำงานที่ได้ทำงานไปแล้วรอบก่อนหน้ามาคิดด้วย

- (4) คำนวณชั่วโมงการทำงานสะสม (WH_{cum}) คือผลรวมของชั่วโมงการทำงานรอบก่อนหน้าทั้งหมด (WH_k) รวมกับชั่วโมงการทำงานในรอบที่กำลังพิจารณาด้วย โดยที่ผลรวมของชั่วโมงการทำงานสะสม จะต้องไม่เกิน ชั่วโมงการทำงานรวมสูงสุดที่ยอมรับได้ (WH_{sum})
- จากการตรวจสอบหากเป็นไปตามเงื่อนไข จึงจะมีการพิจารณามอบหมายงานให้พนักงานขับรถทำงาน และอัปเดตตารางการทำงานดังขั้นตอนที่ (5)
 - หากไม่เป็นตามเงื่อนไขขั้นตอนที่ (4) จะมีการคำนวณวันหยุดให้พนักงานขับรถดังขั้นตอนที่ (6) และทำการอัปเดตตารางการทำงานดังขั้นตอนที่ (5)
- (5) อัปเดตตารางการทำงาน คือเมื่อมีการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถไปแล้ว จะทำการปรับตารางการทำงานของพนักงานขับรถ เพื่อหาเวลาที่สามารถเริ่มต้นทำงานได้ในรอบถัดไป ดังสมการ (1) และสถานที่เริ่มต้นพร้อมทำงานในรอบถัดไป จะเป็นสถานที่เดียวกับสถานที่สิ้นสุดการทำงานในรอบก่อนหน้านี
- (6) คำนวณวันหยุด คือเมื่อพนักงานขับรถมีจำนวนชั่วโมงการทำงานสะสมใกล้เคียง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ) กับ ชั่วโมงการทำงานรวมสูงสุดที่ยอมรับได้มากที่สุด และพบว่าพนักงานไม่สามารถทำงานรอบต่อไปได้อีกจะมีการพิจารณาชั่วโมงวันหยุด (SW) ให้กับพนักงานขับรถ และจากชั่วโมงการทำงานรวมสูงสุดที่ยอมรับได้ในรอบนั้นบวกกับชั่วโมงวันหยุดของพนักงาน ทำให้สามารถหาเวลาพร้อมทำงานของพนักงานขับรถในรอบถัดไปได้

ขั้นตอนที่ 2 การหาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถ ขั้นตอนนี้พิจารณาเลือกเส้นทางรถขนส่งจากลำดับของรถที่ได้จากขั้นตอนที่ 4.2.2 จากนั้น

- (7) เลือกพนักงานขับรถเพื่อมาทำงานยังจุดเริ่มต้นของรถขนส่งในแต่ละเส้นทาง เป็นการหาว่าพนักงานคนใดที่จะเริ่มทำงานยังจุดเริ่มต้นของรถขนส่งในแต่ละเส้นทาง โดยจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่เกิดขึ้นนั้น สามารถเป็นได้ทุกจุดที่พนักงานขับรถมีจำนวนชั่วโมงการทำงานที่สามารถทำงานได้ โดยต้องมีผลรวมของชั่วโมงการทำงานอยู่ในช่วงชั่วโมงการทำงานต่ำสุดและสูงสุดที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งจะต้องนำเอาชั่วโมงการทำงานที่ได้ทำงานไปแล้วรอบก่อนหน้ามาคิดด้วย เนื่องจากพนักงานขับรถที่นำมาพิจารณาจะไม่มีสถานะรอทำงานจากรอบก่อนหน้า ดังนั้นทำให้ชั่วโมงการทำงานที่ได้ทำงานไปแล้วรอบก่อนหน้าในขั้นตอนมีค่าเท่ากับ 0
- (8) ทำซ้ำในขั้นตอนที่ (4)
- จากการตรวจสอบหากเป็นไปตามเงื่อนไข จึงจะมีการพิจารณาเลือกค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุดดังขั้นตอนที่ (9)
 - หากไม่เป็นตามเงื่อนไขขั้นตอนที่ (8) จะมีการคำนวณวันหยุดให้พนักงานขับรถดังขั้นตอนที่ (6) และทำการอัปเดตตารางการทำงานดังขั้นตอนที่ (5)
 - หากไม่เป็นตามเงื่อนไขขั้นตอนที่ (7) หรือขั้นตอนที่ (7) และ (8) จะไม่พิจารณามอบหมายงานให้พนักงานขับรถคนนั้น และจะมีการคำนวณวันหยุดให้พนักงานขับรถดังขั้นตอนที่ (6) และทำการอัปเดตตารางการทำงานดังขั้นตอนที่ (5)
- (9) เลือกค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุด เป็นการเลือกพนักงานขับรถมาทำงานยังจุดเริ่มต้นการทำงานรอบถัดไป กรณีถ้ามีพนักงานขับรถที่สามารถทำงานได้มากกว่า 1 คน จะพิจารณาเลือกพนักงานขับรถที่มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเพื่อมาเริ่มต้นทำงานน้อยที่สุดในจุดเริ่มต้นของแต่ละเส้นทาง
- (10) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (5)

(11) สร้างทางเลือก (Combination) ของจุดที่สามารถเป็นจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถได้ หาได้จากเวลาเริ่มต้นการทำงานรอบใด ๆ บวกกับจำนวนชั่วโมงการทำงานรอบใด ๆ ซึ่งจำนวนชั่วโมงการทำงานรอบใด ๆ จะมีค่าเท่ากับจำนวนชั่วโมงการทำงานที่สามารถทำงานได้ โดยต้องมีค่าอยู่ในช่วงของชั่วโมงการทำงานต่ำสุดและสูงสุดที่ยอมรับได้ที่ยอมรับได้

(12) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (7) และ (8) ตามลำดับ

- จากการตรวจสอบหากเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 2 ขั้นตอน จึงจะมีการพิจารณาเลือกค่าใช้จ่ายในการเดินทางน้อยที่สุดดังขั้นตอนที่ (9)
- หากไม่เป็นตามเงื่อนไขขั้นตอนที่ (7) หรือขั้นตอนที่ (7) และ (8) จะมีการคำนวณวันหยุดให้พนักงานขับรถดังขั้นตอนที่ (6) และทำการอัปเดตตารางการทำงานดังขั้นตอนที่ (5) นอกจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่ามีพนักงานขับรถในระบบเพียงพอหรือไม่ ดังขั้นตอนที่ (15)

(13) เปรียบเทียบแต่ละเส้นทางแล้วเลือกค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่น้อยที่สุด

(14) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (5)

(15) ตรวจสอบว่ามีเส้นทางที่ยังไม่ได้มอบหมายงานอีกหรือไม่

- จากการตรวจสอบหากพบว่ามีเส้นทางใดที่ยังไม่ได้มอบหมายงาน จะวนกลับไปทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ (7)
- หากไม่มีเส้นทางใดที่ยังไม่ได้มอบหมายงานเหลืออยู่ จะได้ผลลัพธ์ คือแผนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ

จากกระบวนการนี้ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้ คือแผนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำ สามารถเขียนสมการวัตถุประสงค์ได้ดังสมการ (2) กล่าวคือ

$$\text{Min} \sum M = \sum T_{abj} + C_{out} \quad (2)$$

โดย M คือค่าใช้จ่ายในการเดินทางของระบบ

T_{abj} คือระยะเวลาเดินทางจากสถานที่ a ไปสถานที่ b
ของพนักงานขับรถคนที่ $j; a, b \in N$ และ $j \in D$

C_{out} คือค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการจ้างพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก

หากพนักงานขับรถในระบบมีจำนวนเพียงพอต่อการมอบหมายงาน จะไม่มีค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจ้างพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอกเข้ามาพิจารณา ดังนั้นจากสมการ (2) C_{out} จะมีค่าเท่ากับ 0 และค่าใช้จ่ายในการเดินทางจะแปรผันตามระยะเวลาเดินทางจากสถานที่ a ไปสถานที่ b

ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณาพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก

(16) ตรวจสอบว่ามีพนักงานขับรถในระบบอีกหรือไม่

- จากการตรวจสอบหากพบว่ามีพนักงานขับรถในระบบเพียงพอ จะวนกลับไปทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ (7)
- หากถ้ามีจำนวนไม่พอจะนำพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอกเข้ามาพิจารณา

โดยค่าใช้จ่ายของพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก ได้จากผลรวมของค่ารายเที่ยวที่เกิดขึ้นจากการจ้างพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก (R_{out}) บวกกับจำนวนชั่วโมงการทำงานที่เกิดขึ้นจากการจ้างพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก (WH_{out}) โดยที่ $C_{out} = 0$ หากไม่มีการจ้างพนักงานขับรถจากหน่วยงานภายนอก

(17) หาเวลาเร็วที่สุดที่พนักงานขับรถในระบบจะกลับมาทำงานได้ ซึ่งจะนำเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ของพนักงานขับรถมาพิจารณา โดยเลือกจากพนักงานขับรถที่สามารถกลับมาเริ่มทำงานได้เร็วที่สุด

- (18) ตรวจสอบช่วงเวลาที่พิจารณาว่ามีจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถหรือไม่ ขั้นตอนนี้นำเวลาที่สามารถเริ่มงานได้ของพนักงานขับรถมาพิจารณาเปรียบเทียบกับจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่สามารถเกิดขึ้นได้ โดยเลือกจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่มีเวลาเร็วที่สุดที่สามารถให้พนักงานขับรถในระบบสามารถกลับมาเริ่มทำงานได้

5. ผลการทดสอบฮิวริสติก

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบฮิวริสติกที่ถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรม Microsoft Visual Basic 2010 ซึ่งได้ทำการประเมินคุณภาพของคำตอบที่ได้โดยการทดสอบออกเป็น 2 ประเด็นดังนี้

1. การทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อระบบ
2. ทดสอบกับวิธีการอื่น

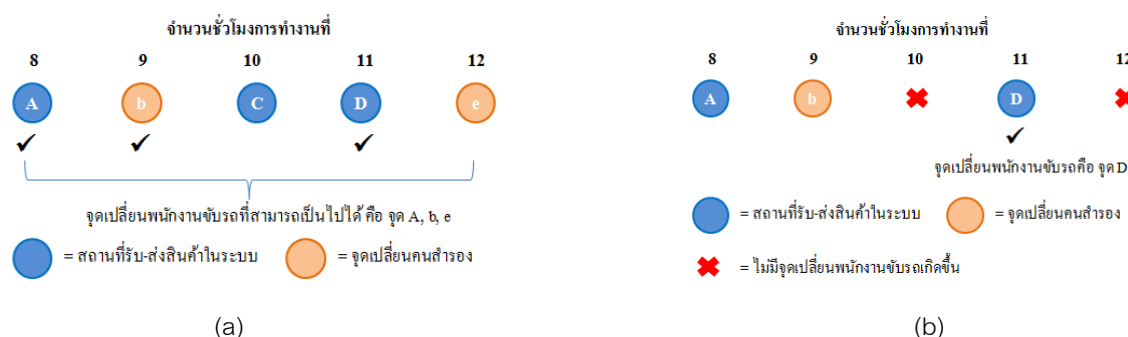
5.1. การทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อระบบ

เป็นการทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกับคำตอบที่ได้จากวิธีฮิวริสติกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยพิจารณาว่าปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลกับคุณภาพของคำตอบอย่างไร ปัจจัยที่ศึกษามีดังต่อไปนี้

1. ชั่วโมงการทำงานต่อครั้ง หมายถึงจำนวนชั่วโมงการทำงานที่พนักงานขับรถสามารถทำงานได้ใน 1 รอบการทำงาน โดยชั่วโมงการทำงานต่อครั้งในการทดสอบพิจารณาจาก

วิธีที่ 1 ฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้น หมายถึงการกำหนดชั่วโมงการทำงานต่อครั้งเป็นชั่วโมงการทำงานต่ำสุดที่ยอมรับได้เท่ากับ 8 ชั่วโมงและชั่วโมงการทำงานสูงสุดที่ยอมรับได้เท่ากับ 12 ชั่วโมง ดังนั้นการพิจารณาขอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถจะเลือกจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถเมื่อพนักงานขับรถมีชั่วโมงการทำงานได้ 8, 9, 10, 11 หรือ 12 ชั่วโมง ซึ่งกระบวนการคิดจะนำทุกจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่สามารถเป็นไปได้มาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบหาค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เกิดขึ้นในทุกเส้นทาง ซึ่งจะพิจารณาเลือกจุดที่ให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางต่ำที่สุด สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3 (a)

วิธีที่ 2 ชั่วโมงการทำงานต่อครั้งสูงสุด หมายถึงชั่วโมงการทำงานต่อครั้งที่จัดให้ได้ใกล้เคียงชั่วโมงสูงสุดที่ทำได้ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดเท่ากับ 12 ชั่วโมง สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3 (b)



รูปที่ 3 การพิจารณาหาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่เป็นไปได้ (a) ฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้น (b) ชั่วโมงการทำงานต่อครั้งสูงสุด

การทดสอบจะนำค่าใช้จ่ายในการเดินทางจากปัจจัยทั้ง 2 แบบมาเปรียบเทียบกับ โดยอาศัยโจทย์ปัญหาที่มีชุดข้อมูล 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยข้อมูล 60 ตัวอย่าง ซึ่งชุดข้อมูลจะแบ่งตามชั่วโมงการทำงานต่อครั้งที่พิจารณา และคำถามในการทดสอบนี้คือ ชั่วโมงการทำงานต่อครั้งที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าใช้จ่ายในเส้นทางหรือไม่อย่างไร ภายใต้โจทย์ปัญหาที่มีชุดข้อมูลชุดเดียวกัน โดยผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4 (ข้อมูลเส้น C และ D) พบว่าการพิจารณาชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 8-12

ชั่วโมงต่อครั้งส่งผลให้จำนวนชั่วโมงการเดินทางมีค่าน้อยกว่าชั่วโมงการทำงานแบบจัดให้ได้ใกล้เคียงชั่วโมงสูงสุดที่ทำได้ (12 ชั่วโมง) โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอธิบายได้ดังสมการ (3)

$$\% \text{ ความแตกต่างจำนวนชั่วโมงการทำงาน} = \frac{\text{ชั่วโมงการเดินทางจากวิธีที่ 2} - \text{ชั่วโมงการเดินทางจากวิธีที่ 1}}{\text{ชั่วโมงการเดินทางจากวิธีที่ 2}} \times 100 \quad (3)$$

จากการทดสอบโจทย์ปัญหาทั้ง 60 ตัวอย่างพบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเท่ากับ 15.66% และจากกราฟรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า เมื่อระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มเพิ่มมากขึ้นจะได้ค่าความแตกต่างของทั้ง 2 คำตอบเพิ่มขึ้นเช่นกัน เนื่องจาก

- การพิจารณาขอบหมายงานที่กำหนดให้มีชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 8-12 ชั่วโมงต่อครั้ง จะส่งผลให้มีจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่เป็นไปได้มีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งการพิจารณาเปรียบเทียบหาจุดที่เหมาะสมจะมีได้หลายจุดมากกว่า และทำให้มีโอกาสเปรียบเทียบเลือกจุดที่ดีที่สุด ซึ่งส่งผลให้จำนวนชั่วโมงการเดินทางมีค่าน้อยกว่าเช่นกัน
- การพิจารณาขอบหมายงานที่กำหนดให้มีชั่วโมงการทำงานแบบจัดให้ได้ใกล้เคียงชั่วโมงสูงสุดที่ทำได้ (12 ชั่วโมง) เป็นการพิจารณาหาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่เลือกมาจากจุดใด ๆ ที่พนักงานขับรถสามารถทำงานได้ครบรอบเวลาการทำงานมากที่สุดเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงการเปรียบเทียบหาจุดที่เหมาะสมและส่งผลต่อจำนวนชั่วโมงการเดินทางแต่อย่างใด

สรุปได้ว่า ชั่วโมงการทำงานต่อครั้งที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนชั่วโมงการเดินทาง ซึ่งชั่วโมงการทำงานแบบ 8-12 ชั่วโมงต่อครั้งให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่แปรผันตามจำนวนชั่วโมงการเดินทางนั้นมีค่าน้อยกว่าชั่วโมงการทำงานแบบจัดให้ได้ใกล้เคียงชั่วโมงสูงสุดที่ทำได้ (12 ชั่วโมง) ดังนั้นข้อดีของการพิจารณาชั่วโมงการทำงานแบบ 8-12 ชั่วโมงต่อครั้ง คือมีความยืดหยุ่นด้านเวลาในการทำงานของพนักงานขับรถและสามารถช่วยลดเวลาในการเดินทางของพนักงานขับได้ดีกว่า

2. จุดเปลี่ยนพนักงานขับรถ หมายถึงจุดที่มีคุณสมบัติสำหรับการพิจารณาให้มีการพักหรือเปลี่ยนการทำงานของพนักงานขับรถได้ พิจารณาลักษณะการทำงาน 2 แบบต่อไปนี้
 - (1) จุดเปลี่ยนพนักงานขับรถแบบมีจุดเปลี่ยนคนสำรอง
 - (2) จุดเปลี่ยนพนักงานขับรถแบบไม่มีจุดเปลี่ยนคนสำรอง

การทดสอบจะนำค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เกิดขึ้นจากแต่ละแบบมาเปรียบเทียบกัน โดยอาศัยโจทย์ปัญหาที่มีชุดข้อมูล 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยข้อมูล 60 ตัวอย่าง ซึ่งชุดข้อมูลจะแบ่งตามการพิจารณาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถ และคำถามในการทดสอบนี้คือ ลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนชั่วโมงการเดินทางหรือไม่อย่างไร ภายใต้โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลชุดเดียวกัน โดยผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4 (ข้อมูลเส้น B และ D) พบว่าการพิจารณาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถแบบมีจุดเปลี่ยนคนสำรองให้ผลจำนวนชั่วโมงในการเดินทางน้อยกว่าแบบไม่มีจุดเปลี่ยนคนสำรอง โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอธิบายได้ดังสมการ (4)

$$\% \text{ ความแตกต่างจุดเปลี่ยนคนสำรอง} = \frac{\text{ชั่วโมงการเดินทางแบบไม่มีจุดเปลี่ยนคนสำรอง} - \text{ชั่วโมงการเดินทางแบบมีจุดเปลี่ยนคนสำรอง}}{\text{ชั่วโมงการเดินทางแบบไม่มีจุดเปลี่ยนคนสำรอง}} \times 100 \quad (4)$$

จากการทดสอบโจทย์ปัญหาทั้ง 60 ตัวอย่างพบว่า ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเท่ากับ 28% และจากกราฟรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มเพิ่มมากขึ้นจะได้ค่าความแตกต่างของจำนวนชั่วโมงการ

เดินทางทั้ง 2 แบบเพิ่มขึ้น เหตุผลหนึ่งเนื่องจาก เมื่อมีการพิจารณาจุดเปลี่ยนคนสำรองในระบบ จะทำให้มีจำนวนจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถเพิ่มขึ้น ซึ่งการพิจารณาเปรียบเทียบหาจุดที่เหมาะสมจะมีได้หลายจุดมากกว่า และทำให้มีโอกาสเปรียบเทียบเลือกจุดที่ดีที่สุด ซึ่งส่งผลให้จำนวนชั่วโมงการเดินทางมีค่าน้อยกว่าด้วยเช่นกัน ดังนั้นสรุปได้ว่า ลักษณะการทำงานที่ต่างกันมีผลต่อจำนวนชั่วโมงการเดินทาง ซึ่งลักษณะการทำงานแบบมีจุดเปลี่ยนคนสำรองให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางซึ่งแปรผันตามจำนวนชั่วโมงการเดินทางน้อยกว่าแบบไม่มีจุดเปลี่ยนคนสำรอง

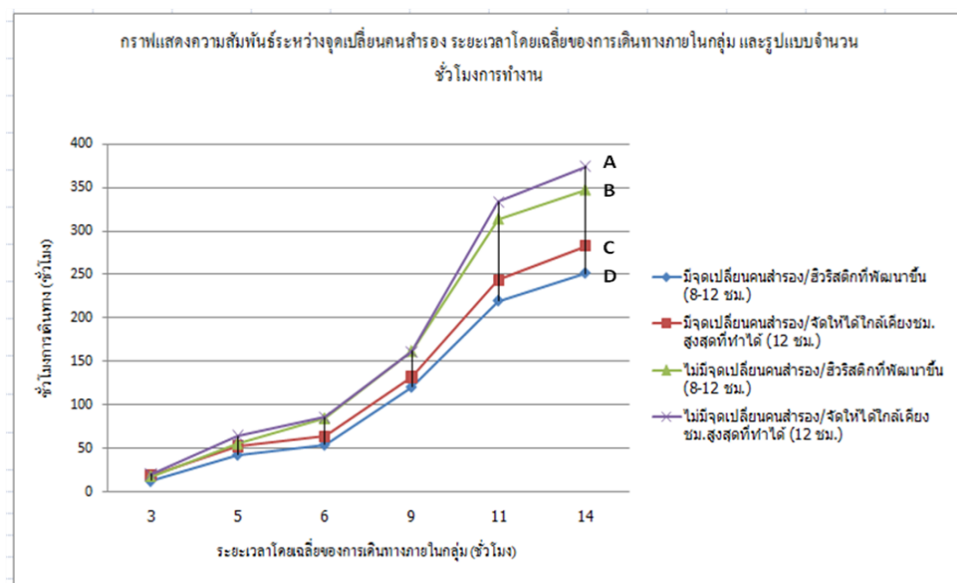
3. ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่ม หมายถึงค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการเดินทางทุกสถานที่ทั้งหมดในระบบมีหน่วยเป็นชั่วโมง สาเหตุที่นำปัจจัยนี้มาทดสอบเนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีวิธีวิสถิติโดยกำหนดให้รูปแบบของสถานที่ในระบบมีความหลากหลายทั้งแบบรวมกลุ่มและมีการกระจาย

การทดสอบจะนำค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เกิดขึ้นจากแต่ละแบบมาเปรียบเทียบกัน โดยอาศัยโจทย์ปัญหาที่มีชุดข้อมูล 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยข้อมูล 60 ตัวอย่าง ซึ่งชุดข้อมูลจะแบ่งตามชั่วโมงการทำงานต่อครั้งและการพิจารณาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถ ซึ่งคำถามในการทดสอบนี้คือ ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มที่ต่างกันออกไปจะส่งผลต่อจำนวนชั่วโมงในการเดินทางหรือไม่อย่างไร ภายใต้โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลชุดเดียวกัน ซึ่งพิจารณาคำตอบของชั่วโมงการทำงานต่อครั้งและจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่ค่าต่าง ๆ กล่าวคือพิจารณาระยะเวลาเดินทางทั้งหมดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3, 5, 6, 9, 11 และ 14 ชั่วโมงตามลำดับ โดยผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4

จากผลการทดสอบโจทย์ปัญหาทั้ง 240 ตัวอย่างพบว่า เมื่อระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มเพิ่มขึ้น โดยชั่วโมงการทำงานต่อครั้งและจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถยังคงเป็นรูปแบบเดิม จะให้ค่าความแตกต่างของจำนวนชั่วโมงการเดินทางสูงขึ้นตามลำดับ และเมื่อพิจารณาชั่วโมงการทำงานต่อครั้งพบว่า ชั่วโมงการทำงานแบบเท่ากับ 8-12 ชั่วโมงต่อครั้ง มีจำนวนชั่วโมงการเดินทางน้อยกว่าจัดให้ได้ใกล้เคียงชั่วโมงสูงสุดที่ทำได้ (12 ชั่วโมง) นอกจากนั้นยังพบว่าจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถแบบมีจุดเปลี่ยนคนสำรองให้จำนวนชั่วโมงการเดินทางน้อยกว่าแบบไม่มีจุดเปลี่ยนคนสำรองด้วย จากกราฟรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มเพิ่มขึ้น ความแตกต่างของจำนวนชั่วโมงการเดินทางจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เนื่องจาก

- เมื่อระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มเพิ่มขึ้น นั่นคือการเดินทางระหว่างสถานที่ที่มีระยะเวลานานขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนจุดเปลี่ยนคนสำรองมากตามไปด้วย ทำให้การพิจารณาหาจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถมีความเป็นไปได้หลายจุดเพิ่มขึ้น จึงเพิ่มโอกาสเปรียบเทียบเลือกหาจุดที่เหมาะสม และการทดสอบถ้ามีการพิจารณาชั่วโมงการทำงานแบบ 8-12 ชั่วโมงต่อครั้งจะทำให้ได้คำตอบที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชั่วโมงการทำงานแบบจัดให้ได้ใกล้เคียงชั่วโมงสูงสุดที่ทำได้ (12 ชั่วโมง)
- เมื่อระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มมีค่าน้อยส่งผลให้เกิดจำนวนจุดเปลี่ยนคนสำรองน้อย ดังนั้นการเปรียบเทียบเลือกจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถด้วยจำนวนชั่วโมงการเดินทางและจุดเปลี่ยนสำรองแบบใดก็ตามจะไม่ส่งผลต่อค่าความแตกต่างของจำนวนชั่วโมงการเดินทางเท่าใดนัก

จากผลทดสอบพบว่า ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่แปรผันตามจำนวนชั่วโมงการเดินทาง



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเปลี่ยนคนสำรอง ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มและจำนวนชั่วโมงการทำงาน

5.2. ทดสอบกับวิธีการอื่น

ขั้นตอนนี้เป็นเปรียบเทียบฮิวริสติก 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 คือ การคำนวณด้วยวิธีฮิวริสติกที่ทางผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (From this research)

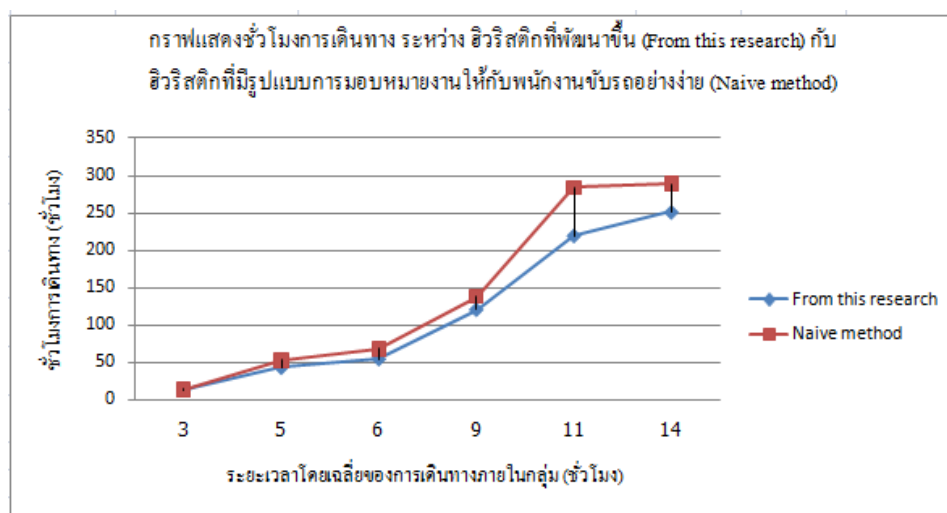
แบบที่ 2 คือ การคำนวณด้วยวิธีฮิวริสติกที่มีลักษณะเป็นการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถอย่างง่าย (Naive Method) ซึ่งเป็นรูปแบบการทำงานที่มาจากการวางแผนโดยใช้ประสบการณ์ของพนักงานเพียงอย่างเดียว

จากฮิวริสติกทั้ง 2 แบบ พนักงานขับรถสามารถทำงานและมีข้อจำกัดด้านเวลาการทำงานที่เหมือนกันแต่มีความแตกต่างที่จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อครั้งและรูปแบบการพิจารณาวางแผนมอบหมายงาน สามารถสรุปความแตกต่างของฮิวริสติกทั้ง 2 แบบได้ดังตารางที่ 1

วัตถุประสงค์ของการทดสอบ คือฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้น (From this research) มีความสามารถที่ดีกว่าฮิวริสติกที่มีรูปแบบการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถอย่างง่ายที่เกิดจากประสบการณ์ของพนักงานอย่างเดียว (Naive Method) โดยฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นจะมีประสิทธิภาพดีกว่าอย่างไร ในการทดสอบจะนำค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่เกิดขึ้นจากแต่ละแบบมาเปรียบเทียบกันโดยอาศัยโจทย์ปัญหาที่มีชุดข้อมูล 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยข้อมูล 60 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละชุดข้อมูลจะแบ่งตามวิธีฮิวริสติก และคำถามในการทดสอบนี้คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ได้จากฮิวริสติกทั้ง 2 แบบมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ภายใต้โจทย์ปัญหาที่มีข้อมูลชุดเดียวกัน ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 5

ตารางที่ 1 ความแตกต่างระหว่างฮิวริสติกที่ทางผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (From this research) กับฮิวริสติกที่มีรูปแบบการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถอย่างง่าย (Naive Method)

ฮิวริสติกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (From this research)	ฮิวริสติกที่มีรูปแบบการมอบหมายงาน ให้กับพนักงานขับรถอย่างง่าย (Naive Method)
1. คำนึงถึงการวางแผนในรอบก่อนหน้า	1. ไม่คำนึงถึงการวางแผนในรอบก่อนหน้า
2. พิจารณาจัดลำดับรถเพื่อการวางแผน	2. ไม่มีการพิจารณาจัดลำดับรถเพื่อการวางแผน
3. พิจารณาชั่วโมงการทำงานต่อครั้งเท่ากับ 8-12 ชั่วโมง	3. พิจารณาชั่วโมงการทำงานต่อครั้งจัดให้ได้ใกล้เคียง ชั่วโมงสูงสุดที่ทำได้ (12 ชั่วโมง)
4. พิจารณาวางแผนทุกเส้นทางทั้งหมดที่มี (Multi-route)	4. พิจารณาวางแผนทีละเส้นทาง (Single-route)



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มกับชั่วโมงการเดินทางด้วยวิธีฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับวิธีการมอบหมายงานแบบง่าย

จากผลการทดสอบโจทย์ปัญหาทั้ง 60 ตัวอย่าง พบว่า วิธีฮิวริสติกที่ทางผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้จำนวนชั่วโมงการเดินทางมีค่าน้อยกว่าฮิวริสติกที่มีรูปแบบการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถอย่างง่าย (Naive Method) และสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางของพนักงานขับรถลงได้ประมาณ 15.23% โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอธิบายได้ดังสมการ (5)

% ความแตกต่างของวิธีการมอบหมายงาน =

$$\frac{\text{ชั่วโมงการเดินทางจากวิธีฮิวริสติกการมอบหมายงานอย่างง่าย} - \text{ชั่วโมงการเดินทางจากวิธีฮิวริสติกที่ทางผู้วิจัยพัฒนาขึ้น}}{\text{ชั่วโมงการเดินทางจากวิธีฮิวริสติกการมอบหมายงานอย่างง่าย}} \times 100 \quad (5)$$

ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงนี้ได้จากลักษณะของโจทย์ปัญหาดังกล่าว โดยกราฟรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่า เมื่อระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่มเพิ่มขึ้น จะได้ค่าความแตกต่างของทั้ง 2 แบบเพิ่มขึ้นเช่นกัน เนื่องจากการพิจารณาวางแผนจัดเส้นทางครั้งละมากกว่าหนึ่งเส้นทางนั้น จะมีโอกาสเกิดจุดเปลี่ยนพนักงานขับรถที่เหมาะสมมากกว่าและส่งผลมี

โอกาสเกิดค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่ต่ำกว่าอีกด้วย สรุปได้ว่าวิธีฮิวริสติกที่ทางผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีรูปแบบของการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถที่สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเดินทางของพนักงานขับรถได้ดีกว่าการคิดวิธีการมอบหมายงานแบบง่าย และนำมาซึ่งค่าใช้จ่ายในระบบที่ลดลง นอกจากนี้พบว่า คำตอบจากวิธีฮิวริสติกที่ทางผู้วิจัยพัฒนาขึ้นให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางซึ่งแปรผันตามจำนวนชั่วโมงการเดินทางน้อยกว่าฮิวริสติกที่มีรูปแบบการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถอย่างง่ายและสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้มากกว่า

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีฮิวริสติก (Heuristic) สำหรับการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถ โดยมีแผนเส้นทางขนส่งแบบต่อเนื่องที่วางแผนไว้แล้ว จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นสามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อรูปแบบของคำตอบจากการคำนวณด้วยระบบสนับสนุนการมอบหมายงานให้กับพนักงานขับรถที่มีรูปแบบการเดินทางแบบต่อเนื่องได้แก่ จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อครั้ง จุดเปลี่ยนคนสำรอง และระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเดินทางภายในกลุ่ม นอกจากนี้ฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นโดยมีการพิจารณาแบบวางแผนทุกเส้นทางทั้งหมดที่มีอยู่ (Multi-route) ให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่น้อยกว่าแบบวางแผนทีละเส้นทาง (Single-route) คิดเป็น 15.23% ซึ่งฮิวริสติกที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยสามารถลดต้นทุนการเดินทางของพนักงานขับรถ พร้อมตอบสนองต่อความต้องการของแผนเส้นทางขนส่งสามารถรับและส่งสินค้าได้ตามเวลาที่กำหนด ช่วยให้การตัดสินใจของผู้ใช้งานลดความยุ่งยากซับซ้อนในการทำงาน มีประสิทธิภาพโดยใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า อย่างไรก็ตามสำหรับปัญหาการมอบหมายงานที่ได้ศึกษาในบทความวิจัยนี้ถูกจำกัดด้วยลักษณะเฉพาะบางประการของรูปแบบการทำงานที่ศึกษาเท่านั้น เพื่อให้ตอบสนองต่อรูปแบบการเดินทางแบบต่อเนื่อง เช่น รถสามารถวิ่งได้ 24 ชั่วโมง ส่งผลให้ไม่สามารถกำหนดรอบเวลาการทำงานของพนักงานขับรถที่แน่นอนได้ เป็นต้น ในการนำฮิวริสติกในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้จะต้องคำนึงถึงการปรับข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น ข้อกำหนดด้านเวลาการทำงาน ข้อจำกัดการขับรถหลากหลายประเภท ให้ตรงกับลักษณะการทำงานรูปแบบนั้น ๆ ด้วย

บรรณานุกรม

- [1] “ตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์: LPI ตามโครงการศูนย์บริการข้อมูลโลจิสติกส์ (Logistics Service Information Center: LSIC),” สำนักโลจิสติกส์ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม, 2553.
- [2] สุภิจรย์ หนุณานี, “การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจ่ายงานให้พนักงานในงานเย็บผ้า,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [3] จุฑามาศ เทวินบูรณวงศ์, “การประยุกต์เจเนติกอัลกอริทึมสำหรับการจัดตารางเวรของพยาบาลประจำการ,” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- [4] I. Blochlinger, “Modeling staff scheduling problem. A tutorial,” *European Journal of Operational Research*, vol. 158, no. 3, p. 533-542, 2004.
- [5] A. Goel, C. Archetti, and M. Savelsbergh, “Truck driver scheduling in Australia,” *Computers & Operations Research*, vol. 39, no. 5, pp. 1122-1132, 2012.
- [6] R. Anbil, J. J. Forrest and W. R. Pulleyblank, “Column generation and the airline crew pairing problem,” *Mathematics Subject Classification* 90B35 90C09 90C10, p. 677, 1991.
- [7] R. Anbil, R. Tanga and E. L. Johnson, “A global approach to crew-pairing optimization,” *IBM Systems Journal*, vol. 31, no. 1, 1992.
- [8] S. Yan and J. C. Chang, “Airline cockpit crew scheduling,” *European Journal of Operational Research*, vol. 136, no. 3, pp. 501-511, 2001.
- [9] A. Goel and L. Kok, “Truck driver scheduling in the United States,” *Transportation Science*, vol. 46, no. 3, pp. 317-326, 2010.
- [10] ณกร อินทร์พยุ. *การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมขนส่งและโลจิสติกส์*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.

