

การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดเส้นทางจัดส่งสินค้า สำหรับร้านค้าสะดวกซื้อ

อัครพล เนื่องฤทธิ์¹, มาโนช โลหเตปานนท์^{2*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

โทร 0-2734-6535 โทรสาร 0-2251-7304 E-mail: ak2029@hotmail.com

² ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

โทร 0-2218-6469 โทรสาร 0-2251-7304 E-mail: LManoj@gmail.com

บทคัดย่อ

การขนส่งสินค้าถือกิจกรรมที่สำคัญสำหรับการดำเนินธุรกิจ โดยเฉพาะธุรกิจที่มีจำนวนจุดส่งสินค้าเป็นจำนวนมาก การวางแผนการขนส่งสินค้าที่ดีสามารถลดต้นทุนได้อย่างมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า ในกรณีของร้านค้าสะดวกซื้อที่มีร้านสาขากระจายอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและภาคตะวันออกจำนวนกว่า 1,500 ร้าน โดยแบบจำลองที่พิจารณา คือ แบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก สำหรับการจัดกลุ่มจุดส่งสินค้าและเส้นทางในการจัดส่งสินค้า เพื่อใช้ในการแบ่งเส้นทางเดินรถในความรับผิดชอบให้กับผู้รับจ้างเดินรถ ซึ่งในการพิจารณาผลลัพธ์ที่จากแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักที่ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่า สามารถลดระยะทางในการขนส่งลงได้ประมาณร้อยละ 2.66 และยังสามารถแสดงผลในด้านต่างๆ เช่น แผนที่ตำแหน่งจุดส่งและเส้นทางเดินรถไปยังจุดส่ง เป็นต้น ซึ่งสามารถช่วยในการวางแผนการขนส่งได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์; การวางแผนการขนส่ง; การจัดเส้นทางเดินรถ

1. ที่มาและความสำคัญ

การขนส่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ เนื่องจากการขนส่งช่วยในการกระจายสินค้าจากแหล่งผลิตไปจนถึงผู้บริโภค ซึ่งในต่างประเทศพบว่า มูลค่าการขนส่งมีค่าประมาณร้อยละ 10 ของผลผลิตมวลรวมประชาชาติ (Gross National Product, GNP) [7] ดังนั้นการขนส่งจึงถือเป็นปัจจัยหนึ่งของการพัฒนาประเทศเนื่องจากการเชื่อมโยงจากธุรกิจไปสู่ตลาดและผู้จัดหาวัตถุดิบ การขนส่งมีผลกระทบต่องานภาคเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพช่วยให้เศรษฐกิจเติบโต นอกจากนี้การขนส่งจัดเป็นต้นทุนหนึ่งของสินค้าต่างๆ ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ซึ่งหากมีการจัดการด้านการขนส่งที่ดีจะสามารถลดต้นทุนด้านนี้ลงได้ ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนโดยรวมของสินค้าลดลงด้วย

การขนส่งสินค้าทางถนนเป็นรูปแบบการขนส่งสินค้าที่นิยมใช้มากที่สุด เนื่องจากมีจุดเด่นเหนือกว่าการขนส่งในรูปแบบอื่น ในประเด็น 1) ความสามารถในการเข้าถึงจุดรับและส่งสินค้า 2) การเตรียมตัวในการจัดส่งและการรับสินค้าทำได้ง่าย ดังนั้นจึงสามารถจัดส่งได้ด้วยเวลาที่สั้นที่สุด 3) การขนส่งทางถนนเหมาะสมสำหรับการกระจายสินค้าให้กับผู้จำหน่ายสินค้ารายย่อยซึ่งสินค้าที่จัดส่งให้ผู้รับแต่ละรายมีจำนวนไม่มากนัก [3, 6]

การขนส่งสินค้าถือเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมีผลต่อการดำเนินธุรกิจในหลายๆ ด้าน การวางแผนการขนส่งสินค้าในองค์กรที่มีจำนวนลูกค้าหรือจุดรับส่งสินค้าจำนวนมาก เช่น ในกรณีโครงข่ายร้านค้าสะดวกซื้อย่อมมีความซับซ้อนอันนำไปสู่แผนการขนส่งที่มีความแตกต่างกันมาก หากบริษัทหรือองค์กรได้มีการวางแผนที่ดีจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้อย่างมาก

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นวิธีที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการขนส่งสินค้าขององค์กร แม้จะมีค่าใช้จ่ายสำหรับค่าลิขสิทธิ์ของโปรแกรมและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูง แต่มีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษาการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนการขนส่งสินค้าแล้วพบว่า เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพและสามารถแสดงผลลัพธ์ต่างๆ เช่น เส้นทางเดินรถบนแผนที่ ค่าใช้จ่าย เวลาและจำนวนรถที่ต้องใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้รับผิดชอบสามารถตัดสินใจดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประโยชน์และประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางเดินรถหลักโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้แบ่งแนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

2.1. ความสำคัญของการบริหารจัดการการขนส่ง

ต้นทุนในการจัดส่งสินค้าเป็นส่วนหนึ่งของราคาสินค้า ซึ่งภาระส่วนนี้มักจะถูกผลักไปสู่ผู้บริโภคในรูปแบบราคาที่สูงขึ้นและเมื่อสินค้ามีราคาสูงขึ้น ลูกค้าอาจซื้อสินค้าน้อยลง ทำให้รายได้ของผู้ประกอบการลดลงไปด้วย นอกจากราคาสินค้าแล้ว ความน่าเชื่อถือเกี่ยวกับความตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า ยังถือเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการประกอบการ ดังนั้นการบริหารจัดการการขนส่งให้มีประสิทธิภาพจึงถือเป็นสิ่งสำคัญ โดย [4] ได้จัดกลุ่มการบริหารจัดการการขนส่งออกเป็น 3 ระดับดังนี้

1. ระดับยุทธศาสตร์ (Strategic) เป็นการวางแผนที่มีผลในระยะยาวต่อองค์กร อาทิ การเลือกที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้า การเลือกที่ตั้งโรงงาน การกำหนดประเภทและขนาดฝูงรถบรรทุก
2. ระดับยุทธวิธี (Tactical) เป็นการบริหารและจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด อาทิ การกำหนดเส้นทางหลักในการจัดส่งสินค้า (Master route)
3. ระดับปฏิบัติการ (Operational) เป็นการควบคุมจัดการงานในแต่ละวันให้สามารถดำเนินตามแผนในระดับยุทธวิธี อาทิ การกำหนดเส้นทางเดินรถประจำวัน (Daily Route)

เอกภพ [1] ได้ศึกษากระบวนการการจัดส่งสินค้าของโรงงานน้ำอัดลมแห่งหนึ่ง ซึ่งเมื่อพิจารณาขั้นตอน ปัจจัยและข้อบกพร่องต่างๆ พบว่าควรมีการสร้างระบบงานหรือแบบจำลองในส่วนของการคำนวณกระบวนการในการจัดส่งสินค้า เพื่อให้เกิดความเป็นมาตรฐานและกระบวนการที่เป็นระบบแบบแผน จึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจัดตารางเวลาเดินรถของโรงงานเครื่องดื่มน้ำอัดลมแห่งหนึ่งไปยังร้านค้าของผู้ค้าปลีกรายใหญ่ จากผลการตรวจสอบแบบจำลองพบว่าผลลัพธ์มีความถูกต้องในระดับหนึ่ง ในการนำไปใช้งานจริงอาจมีการปรับใช้ เปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ได้บ้างเพื่อให้เข้ากับระบบงานจริง อย่างไรก็ตามแบบจำลองสามารถลดข้อผิดพลาดและช่วยลดเวลาในการทำงานของพนักงานฝ่ายจัดส่งได้ อีกทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารงานขนส่ง และเป็นระบบสนับสนุน ช่วยในการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การนำระบบคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการการขนส่ง สามารถแก้ไขปัญหาได้ในระดับที่น่าพอใจ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นที่จะใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา และลดเวลาในการวางแผนการขนส่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบขนส่งขององค์กร

2.2. ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ

Dantzing and Ramser [5] กล่าวว่าปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาในส่วนของการขนส่งและกระบวนการกระจายสินค้า ซึ่งหากมีการจัดการและแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพจะสามารถลดต้นทุนลงได้ อยู่ในช่วงร้อยละ 5 ถึงร้อยละ 20 ของต้นทุนค่าขนส่งทั้งหมด ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ มีดังนี้

2.2.1. วิธีหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Approach)

วิธีการนี้จะทำการคำนวณหาการแก้ปัญหาทุกทางที่สามารถเป็นไปได้ จนกว่าจะพบผลเฉลยที่ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาของการจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาการโปรแกรมเชิงจำนวนเต็ม (Integer Programming) การแก้ปัญหามีหลายวิธี แต่วิธีในการหาผลเฉลยที่ดีที่สุดใช้เวลาในการแก้ปัญหามาก จึงเหมาะสำหรับปัญหาที่มีขนาดเล็กเท่านั้น

2.2.2. วิธีฮิวริสติก (Heuristics)

เป็นวิธีที่กำหนดกฎเกณฑ์บางประการขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ข้อดีของวิธีฮิวริสติกคือ สามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วและสามารถใช้กับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ แม้ผลเฉลยที่ได้จะไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด แต่ก็เป็ ผลเฉลยที่เหมาะสม การแก้ปัญหาด้วยวิธีฮิวริสติกมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ขึ้นอยู่กับวิธีการและกฎเกณฑ์ที่ตั้ง ขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. การจัดกลุ่มจุดรับสินค้าก่อนแล้วจึงจัดเส้นทางเดินรถ (Cluster First-Route Second) เป็นการ จัดเส้นทางเดินรถ โดยเริ่มจากการกำหนดกลุ่มลูกค้าก่อน แล้วจึงจัดลำดับการจัดส่งสินค้าภายใน เส้นทางเดินรถ ซึ่งเทคนิคนี้มีด้วยกันหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มแบบกลีบดอกไม้ม (Petal Algorithm) การจัดกลุ่มแบบกวาด (Sweep Algorithm) เป็นต้น
2. การจัดเส้นทางเดินรถก่อนแล้วจึงแบ่งกลุ่มจุดรับสินค้า (Route First-Cluster Second) เป็นการหา เส้นทางเดินรถ โดยเริ่มจากหาเส้นทางที่เชื่อมระหว่างลูกค้าแต่ละรายที่เหมาะสม แล้วจึงแบ่ง เส้นทางที่ได้ออกเป็นหลายเส้นทางย่อย เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ เช่น ความจุของรถ ระยะเวลาในการขนส่ง เป็นต้น ทำให้รถคันเดียวไม่สามารถขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าทั้งหมดได้

โดยแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีฮิวริสติกแบบจัดกลุ่มจุดรับสินค้า ก่อนแล้วจึงจัดเส้นทางเดินรถ (Cluster First-Route Second)

นอกวิธีการดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว Ballou and Agarwal [2] ได้เสนอหลักการสำหรับการจัดกลุ่ม ลูกค้าในแต่ละเส้นทางเดินรถและการกำหนดลำดับการจัดส่งในแต่ละเส้นทางเดินรถ ซึ่งมีหลักการดังนี้

1. การจัดกลุ่มของลูกค้าเพื่อทำการจัดส่ง ควรจัดกลุ่มโดยจัดลูกค้าที่มีตำแหน่งอยู่ใกล้กันไว้กลุ่ม เดียวกัน เพื่อลดระยะทางและเวลาระหว่างแต่ละจุดที่จัดส่ง ซึ่งจะทำให้ระยะทางและระยะเวลารวม ลดลง
2. จัดสายรถในกรณีที่มีรอบการส่งหลายวันต่อสัปดาห์ ควรจัดสายรถในแต่ละวันโดยหลีกเลี่ยงการ ซ้อนทับกันของกลุ่มลูกค้าแต่ละกลุ่มในแต่ละรอบการส่ง ซึ่งจะสามารถลดจำนวนรถ ระยะเวลาและ ระยะทางรวมในการจัดส่งลงได้

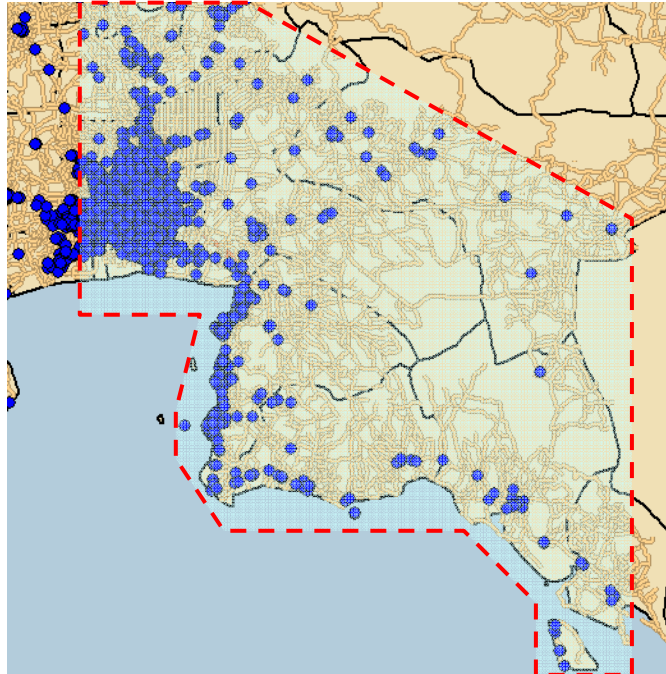
3. การจัดกลุ่มลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพสามารถทำได้โดยการเริ่มจัดกลุ่มลูกค้าบริเวณรอบๆ ลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดจากศูนย์กระจายสินค้า (Seed Point) โดยค่อยๆ เพิ่มลูกค้าเข้าไปในกลุ่มที่ละรายจนปริมาณสินค้าเต็มความจุของรถ ซึ่งในการเพิ่มลูกค้าเข้าไปในกลุ่มต้องคำนึงถึงหลักการและความเหมาะสมในด้านต่างๆ ที่กล่าวมาด้วย จากนั้นจึงเริ่มจัดกลุ่มใหม่โดยเริ่มจากลูกค้าที่อยู่ไกลที่สุดที่ยังเหลืออยู่ ทำไปจนลูกค้าทุกรายมีกลุ่มการจัดส่งทั้งหมด
4. เส้นทางเดินรถควรมีลักษณะคล้ายหยดน้ำ (Teardrop Shape) และไม่มีการตัดกันของเส้นทางเดินรถ
5. รถที่มีขนาดใหญ่มีความคุ้มค่าในด้านการจัดส่งมากกว่ารถขนาดเล็ก จึงควรพิจารณาเลือกรถขนาดใหญ่ที่มีความจุสูงที่สุดในการขนส่งก่อน เนื่องจากสามารถลดจำนวนรอบในการขนส่งระยะทางและค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมลงได้
6. รถบรรทุกขนาดเล็กจะถูกนำมาใช้ เพื่อลดการตัดกันของเส้นทางเดินรถ ในกรณีที่บางร้านมีข้อจำกัดในการจัดส่ง เช่น ต้องทำการจัดส่งให้เป็นร้านแรกหรือสุดท้ายในรอบการส่ง เป็นต้น นอกจากนี้รถบรรทุกขนาดเล็กยังมีความจำเป็นสำหรับพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านขนาดของรถที่ต้องใช้จัดส่งด้วย
7. ลูกค้าที่อยู่ห่างจากกลุ่มลูกค้ารายอื่นๆ และมีความต้องการสินค้าต่ำ จะต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง หากใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ในการจัดส่งร่วมกับกลุ่มลูกค้ารายอื่นๆ ดังนั้นจึงควรใช้รถบรรทุกขนาดเล็กในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้ารายดังกล่าว
8. ข้อจำกัดด้านเวลาในการจัดส่งของลูกค้า (Time window) เป็นสิ่งที่บังคับให้ไม่สามารถจัดเส้นทางจัดส่ง ให้ได้เส้นทางที่มีประสิทธิภาพได้ จึงควรพยายามลดข้อจำกัดด้านรอบเวลาในการจัดส่ง (Time Window) ของลูกค้าแต่ละรายให้น้อยที่สุด

จากที่กล่าวมาพบว่า มีหลายทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถหลักและหลักการพื้นฐานในการจัดเส้นทางเดินรถ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการดำเนินงานวิจัยต่อไปได้

3. การจัดเส้นทางเดินรถหลัก

ในกระบวนการวิจัยขั้นแรกเป็นการศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถหลักโดยพนักงาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองในการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเมื่อทราบวิธีการและข้อจำกัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงเริ่มดำเนินการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้มีความสอดคล้องกับลักษณะการทำงานและสามารถใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ โดยการศึกษานี้ได้เลือกศึกษากระบวนการจัดส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่างซึ่งมีรูปแบบธุรกิจเป็นผู้กระจายสินค้าไปยังร้านค้าสะดวกซื้อ โดยศึกษาในส่วนของคุณ้กระจายสินค้าตัวอย่างเพียงแห่งเดียว โดยศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่างมีเขตพื้นที่รับผิดชอบในพื้นที่ส่วนใหญ่ของกรุงเทพมหานครและภาคตะวันออก มีร้านสะดวกซื้อในความรับผิดชอบจำนวนกว่า 1,500 ร้าน ซึ่งสามารถใช้ความแตกต่างของข้อจำกัดต่างๆ ในพื้นที่ เช่น ข้อจำกัดด้านเวลาในการจัดส่งและการกำหนดทิศทางทางเดินรถบนถนนในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นต้น มาวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดเส้นทางเดินรถหลัก ว่ามีความเหมาะสมกับพื้นที่ประเภทใด ระหว่างพื้นที่ที่มีข้อจำกัดสูงหรือพื้นที่ที่มีข้อจำกัดน้อย นอกจากนี้แผนที่ในเขตกรุงเทพมหานครจากโปรแกรมแผนที่ดิจิทัลที่ใช้ในการอ้างอิงแผนที่ในโปรแกรมเทอร์ริทอรีแพลนเนอร์เพื่อใช้ในการคำนวณระยะทาง

และจัดกลุ่มร้านสาขาเข้าสู่เส้นทางเดินรถหลัก มีความละเอียดของถนนสูงถึงระดับซอย โดยความละเอียดของแผนที่จะมีมากในเขตเมืองหรือจังหวัดหลักๆ เช่น เมืองพัทยา จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น และความละเอียดจะลดลงในพื้นที่ไม่ใช่เมืองหลัก



รูปที่ 1: ร้านสาขาในความรับผิดชอบของศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่าง

ปัจจุบันมีร้านสาขาเกิดใหม่จำนวนมากในแต่ละเดือนและบางร้านสาขาปิดกิจการ รวมถึงบางร้านสาขาต้องการเปลี่ยนรอบการส่งหรือเพิ่มจำนวนวันในการส่ง ทำให้เส้นทางเดินรถหลักเดิมไม่สามารถใช้ในการจัดส่งได้ ทำให้พนักงานต้องจัดเส้นทางเดินรถหลักใหม่ทุกๆ เดือน เพื่อให้ได้เส้นทางเดินรถหลักที่สอดคล้องกับความต้องการของร้านสาขาและสามารถใช้ในการจัดส่งได้ โดยหลักการในการจัดเส้นทางเดินรถหลักมีดังนี้

1. เส้นทางเดินรถหลักแต่ละสายจะใช้ในการแบ่งความรับผิดชอบให้แก่ผู้รับจ้างขนส่งแต่ละราย โดยการแบ่งความรับผิดชอบจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผู้รับจ้าง ซึ่งจำนวนของสายเดินรถที่แบ่งให้ผู้รับจ้างแต่ละรายจะแบ่งตามจำนวนรถในครอบครองของผู้รับจ้าง ดังนั้นในการจัดเส้นทางเดินรถหลักจึงต้องพยายามให้แต่ละเส้นทางเดินรถหลักมีจำนวนร้านสาขาใกล้เคียงกัน เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักแต่ละสายมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด โดยสายเดินรถใดจะแบ่งให้ผู้รับจ้างรายใดขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างทางบริษัทกับผู้รับจ้าง เนื่องจากสายเดินรถแต่ละสายยังมีความแตกต่างกันในหลายปัจจัย เช่น ระยะทาง จำนวนยอดสั่งสินค้า เวลาในการจัดส่งและค่าตอบแทน เป็นต้น
2. การจัดเส้นทางเดินรถจะแบ่งกลุ่มการจัดร้านสาขาเข้าในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก ออกตามรอบวันการส่งในแต่ละสัปดาห์ ช่วงเวลาในการจัดส่งและประเภทรถที่ใช้จัดส่ง
3. การจัดเส้นทางเดินรถหลัก เริ่มจากการอ้างอิงเส้นทางเดินรถหลักเดิม โดยเพิ่มร้านเปิดใหม่เข้าไปยังเส้นทางเดินรถเดิมที่อยู่ในพื้นที่บริเวณเดียวกัน
4. สำหรับร้านที่มีการเปลี่ยนรอบการจัดส่ง จะพิจารณาย้ายจากเส้นทางเดินรถหลักในรอบวันจัดส่งเดิมไปยังเส้นทางเดินรถหลักในรอบการจัดส่งใหม่ที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน

5. เมื่อได้สายรถหลักที่ครอบคลุมร้านสาขาครบถ้วน จะทำการพิจารณาจำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก หากเส้นทางเดินรถหลักใดมีจำนวนร้านสาขาส่งเกินกว่าค่าเฉลี่ยที่กำหนดเอาไว้มากเกินไปเกินความเหมาะสม จะพิจารณาแตกเส้นทางเดินรถหลักออกเป็นสองสาย เพื่อให้จำนวนร้านสาขาในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักอยู่ในจำนวนที่เหมาะสมในการกำหนดความรับผิดชอบแก่ผู้รับจ้างเดินรถต่อไป

3. การสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก

โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ โปรแกรมเทอร์ริทอรีแพนเนอร์ [8] ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวางแผนเชิงกลยุทธ์ ในที่นี้คือการสร้างเส้นทางเดินรถหลัก โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักดังนี้

3.1. การกำหนดค่าพื้นฐานของระบบ

เป็นการกำหนดค่าพื้นฐานของระบบที่มีความจำเป็นต่อการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก ซึ่งมีค่าพื้นฐานที่เกี่ยวข้องดังนี้

3.1.1. รายละเอียดของแผนที่

แผนที่ที่นำเข้าสู่โปรแกรมเทอร์ริทอรีแพนเนอร์มาจากโปรแกรมแผนที่ดิจิทัลซึ่งแผนที่ดังกล่าวจะระบุรายละเอียดต่างๆ เช่น ชื่อสถานที่สำคัญ ชื่ออำเภอ รายละเอียดของถนน เป็นต้น โดยในส่วนของข้อมูลของถนนมีการจำแนกประเภทของถนนออกเป็น 5 ประเภท ซึ่งประเภทของถนนใช้ในการกำหนดค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐาน (Default Average Speed Value) ของถนนดังนี้

1. ถนนที่มีการจำกัดความสามารถในการเข้าออก (Limited Access Interstates) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
2. ถนนสายหลัก (Primary Roads) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
3. ถนนสายรอง (Secondary Roads) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
4. ถนนท้องถิ่น (Local Roads) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
5. ทางเชื่อม (Ramps) ค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานเท่ากับ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

โดยการตั้งค่าความเร็วเฉลี่ยพื้นฐานจำเป็นต้องตั้งค่าดังกล่าวให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เนื่องจากระบบจะใช้ค่าความเร็วเฉลี่ยของถนนแต่ละเส้นในการคำนวณระยะเวลาการเดินทาง นอกจากการตั้งค่ารายละเอียดพื้นฐานของถนนแล้ว การตั้งค่ารายละเอียดต่างๆ ของถนนแต่ละเส้นที่มีข้อมูลแตกต่างจากถนนทั่วไปหรือมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานหลังการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ เช่น ชื่อถนน การเดินรถทางเดียว ทิศทางการเดินรถ ความเร็วเฉลี่ย เป็นต้น จำเป็นต้องพิจารณาปรับแก้ข้อมูลดังกล่าวให้ถูกต้อง

3.1.2. พื้นที่ที่มีสภาพการจราจรพิเศษ (Rush hour model)

ในพื้นที่หรือถนนซึ่งมีสภาพการจราจรเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลาหรือมีการจำกัดประเภทรถที่สามารถเข้าได้ตามช่วงเวลา จำเป็นต้องมีการกำหนดข้อจำกัดของพื้นที่หรือถนนดังกล่าวในระบบ ดังนี้

1. การกำหนดการเปลี่ยนแปลงความเร็วเฉลี่ยของถนนจากค่าพื้นฐานบนถนนแต่ละประเภท ในช่วงเวลาต่างๆ
2. การกำหนดการจำกัดประเภทของรถที่สามารถวิ่งบนถนนแต่ละประเภท ในช่วงเวลาต่างๆ

3.1.3. เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า (Service Time Types)

เป็นการตั้งรูปแบบการใช้เวลาในการขนถ่ายสินค้า เมื่อรถเดินทางถึงจุดส่งและทำการขนถ่ายสินค้า จนกระทั่งรถเดินทางออกจากจุดส่งของรถแต่ละประเภท โดยแบ่งเวลาออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. เวลาคงที่ คือ เวลาที่ต้องใช้ในการขนถ่ายสินค้าทุกครั้ง
2. เวลาแปรผัน คือ เวลาที่ใช้โดยขึ้นกับขนาดและจำนวนสินค้าที่ขนถ่ายในแต่ละครั้ง

3.1.4. ช่วงเวลาที่จุดส่งสามารถรับสินค้าได้ (Time Window Types)

เป็นการตั้งรูปแบบช่วงเวลาที่ร้านสาขาย่อยเปิดปิด และ ช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ ซึ่งช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะที่ตั้งของร้านสาขา เช่น ในเขตเมืองอาจรับสินค้าได้เฉพาะช่วงกลางวัน เป็นต้น

3.1.5. รูปแบบการจัดส่ง (Service Patterns) และชุดรูปแบบการจัดส่ง (Service Patterns Sets)

เป็นการกำหนดรูปแบบการจัดส่งว่าใน 1 สัปดาห์ส่งวันใด วันละกี่เปอร์เซ็นต์ (1 สัปดาห์คิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์) และการกำหนดชุดรูปแบบการจัดส่ง เพื่อระบบใช้ในการวิเคราะห์หารูปแบบการจัดส่ง ในชุดรูปแบบการจัดส่งที่เหมาะสมกับแต่ละจุดส่งและทำให้ได้เส้นทางเดินรถหลักที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

3.1.6. ประเภทรถ (Equipment Types)

เป็นการกำหนดชนิดและข้อมูลของรถขนส่งสินค้า โดยแบ่งเป็นปริมาตรความจุรถ น้ำหนักที่รับได้ ต้นทุนคงที่และต้นทุนแปรผัน

3.1.7. แผนการวิเคราะห์ (Planning session)

Planning session คือ ส่วนที่ใช้สร้างแผนโดยการกำหนดชื่อแผนและกำหนดวิธีการคำนวณ ระยะทาง และเวลา แบ่งเป็นแบบ XY คือ การคำนวณระยะทางและเวลาโดยอ้างอิงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามแนวแกน X แกน Y และแบบ Route Net คือ การคำนวณระยะทางและเวลาจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยอ้างอิงจากเส้นทางถนนบนแผนที่ ในการพิจารณาสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

3.2. การกำหนดรายละเอียดของแต่ละจุดส่ง

เป็นการกำหนดรายละเอียดของแต่ละจุดส่ง ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1. ตำแหน่งและข้อมูลจุดส่ง (Locations)

เป็นการระบุตำแหน่งที่ตั้งจุดส่งลงบนแผนที่และข้อมูลรายละเอียดของจุดส่ง เช่น ที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ เป็นต้น โดยการระบุตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. พล็อตจุดลงบนแผนที่ในโปรแกรมเทอร์ริทอรีแพลนเนอร์ โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่ที่ได้รับจากร้านสาขา
2. ระบุจากค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูด โดยข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูดได้จากการนำอุปกรณ์ GPS Handheld ไปเก็บข้อมูลพิกัดบริเวณหน้าร้านสาขา

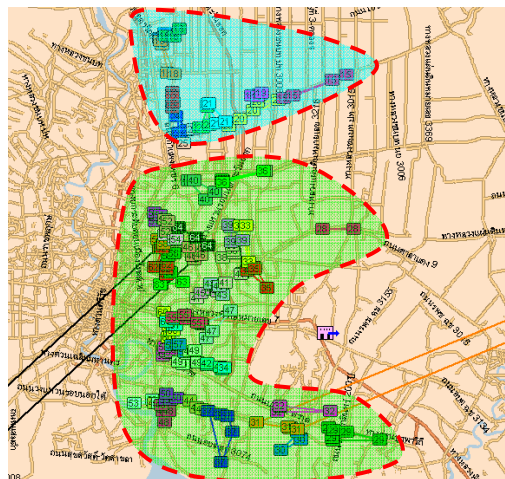
3.2.2. รายละเอียดการจัดส่งของจุดส่ง (Location Extensions)

เป็นการระบุรายละเอียดการจัดส่งของแต่ละจุดส่ง ซึ่งก็คือการระบุรูปแบบการจัดส่งต่างๆ ที่กำหนดไว้ในส่วนของการตั้งค่าพื้นฐานระบบว่าจุดส่งแต่ละจุดมีรูปแบบการจัดส่งเป็นแบบใด

3.3. กระบวนการวิเคราะห์และสร้างเส้นทางเดินรถหลัก

ในการสร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลักจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านต่างๆ ในการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าและจุดส่งสินค้า เพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ปฏิบัติงานจริงได้ โดยสมมุติฐานและข้อจำกัดในการสร้างเส้นทางเดินรถหลักมีดังนี้

1. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรอบการส่งของจุดส่งจากรอบการส่งในการปฏิบัติงานจริง โดยรอบการจัดส่งของจุดส่ง ได้จากการประมาณความต้องการสินค้าของจุดส่ง ช่วงเวลาและประเภทรถที่สามารถจัดส่งสินค้าได้ รวมถึงเขตพื้นที่การจัดส่ง โดยระบุวัน ช่วงเวลา ความถี่ในการจัดส่งและเขตพื้นที่การจัดส่ง
2. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเวลาในการจัดส่งของกลุ่มจุดส่งในแต่ละรอบการจัดส่ง โดยระบบการปฏิบัติงานของศูนย์กระจายสินค้าตัวอย่าง จะปล่อยรถออกจากศูนย์กระจายสินค้า ในแต่ละรอบการจัดส่งตามเลขสายรถหรือรหัสเส้นทางเดินรถหลัก โดยเริ่มจากรหัสที่ 1 ไปจนถึงรหัสสุดท้าย ซึ่งรอบการจัดส่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำเป็นต้องมีการแบ่งกลุ่มจุดส่งในเขตพื้นที่ต่างๆ เป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้รถออกจากศูนย์กระจายสินค้าไปถึงยังจุดส่งได้ตามช่วงเวลาที่สามารถรับสินค้าได้ และสามารถถวนรถคันดังกล่าวกลับมายังศูนย์กระจายสินค้า เพื่อใช้ในการจัดส่งสินค้าไปยังจุดส่งอื่นๆ ได้ทันในรอบการจัดส่งต่างๆ ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มจุดส่งในรอบการจัดส่งแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งแสดงกลุ่มการจัดส่ง 2 กลุ่ม โดยการจัดกลุ่มจุดส่งเข้าในเส้นทางเดินรถหลักแต่ละสายจะสามารถสลับกันได้อย่างอิสระ ภายในกลุ่มที่แบ่งออกตามลักษณะของพื้นที่ดังกล่าว
3. สร้างแบบจำลองเส้นทางเดินรถหลัก ให้มีจำนวนสายเท่ากับเส้นทางเดินรถหลักเดิม เนื่องจากการกระจายงานให้กับผู้รับเหมาเดินรถ ใช้เส้นทางเดินรถหลักในการแบ่งความรับผิดชอบ การเปลี่ยนแปลงจำนวนสายของเส้นทางเดินรถหลักจึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง นอกจากกรณีที่มีความจำเป็นหรือมีความเหมาะสมเท่านั้น



รูปที่ 2: ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มจุดส่งย่อย 2 กลุ่ม ในรอบการจัดส่ง

เมื่อนำข้อมูลและข้อจำกัดต่างๆ เข้าสู่ระบบครบถ้วนแล้ว ระบบจะสามารถจัดกลุ่มจุดส่งหรือสร้างเส้นทางเดินรถหลัก โดยการจัดกลุ่มจุดส่งที่อยู่ใกล้เคียงกันไว้ด้วยกัน ทั้งนี้จะคำนึงถึงปัจจัยด้านระยะทางตามข้อมูลเส้นทางถนนบนแผนที่ของระบบเป็นหลัก ซึ่งแต่ละเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จะมีจำนวนจุดส่งใกล้เคียง

กัน เมื่อได้กลุ่มจุดส่งจึงคำนวณระยะเวลาในการเดินทางระหว่างแต่ละจุด โดยใช้แบบจำลองระยะเวลาการเดินทาง (Travel time models) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$T = \sum_{i=1}^n \beta_i D_i \quad (1)$$

โดย T คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางระหว่างจุดใดๆ สองจุด
 D คือ ระยะทางที่เดินทางบนถนนแต่ละประเภท
 β คือ ส่วนกลับของความเร็วเฉลี่ยบนถนนแต่ละประเภท

ทั้งนี้ระบบสามารถแสดงผลเส้นทางเดินรถหลักที่ได้ในหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลในไฟล์ Excel แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งจุดส่งและเส้นทางเดินรถหลัก ระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง เป็นต้น

3.4. การวิเคราะห์และปรับปรุงเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลอง

เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลอง อาจยังมีความไม่เหมาะสมบางประการในการนำไปปฏิบัติงานจริงหรือยังสามารถปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพได้ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดบางประการที่ยังไม่สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงและไม่มีความยืดหยุ่นในการจัดเส้นทางเดินรถหลักเหมือนการจัดด้วยพนักงาน ดังนั้นเมื่อได้เส้นทางเดินรถหลักจากแบบจำลอง จึงต้องนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงเพิ่มเติมซึ่งสามารถแบ่งวิธีการปรับปรุงออกได้เป็น 2 วิธีการหลักดังนี้

1. การย้ายร้านในเส้นทางเดินรถหลักที่อยู่ห่างกันไปไว้ในเส้นทางเดินรถหลักอื่นที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งทำให้ระยะทางรวมลดต่ำลง
2. การเพิ่มเส้นทางเดินรถหลัก เมื่อมีร้านในเส้นทางเดินรถหลักเดิมอยู่ห่างกันมากและไม่มีเส้นทางเดินรถหลักสายอื่นอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งทำให้ระยะทางรวมเพิ่มขึ้น

ทั้งนี้การปรับปรุงเพิ่มเติมมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้ สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้จริง

4. การวิเคราะห์ผลการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.1. การทดสอบ

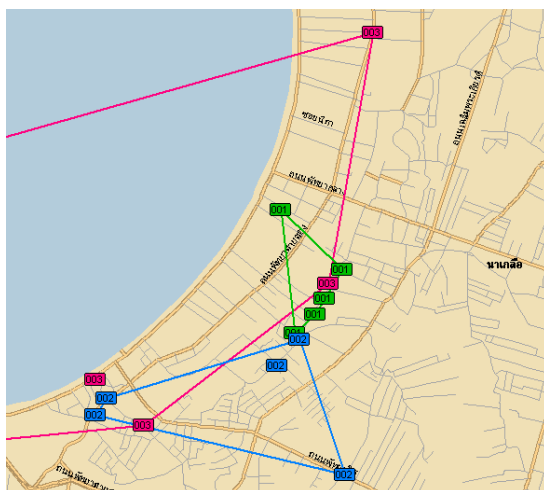
เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากการจัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความแตกต่างจากเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานในด้านหลักๆ 2 ด้านดังนี้

1. เส้นทางเดินรถหลักจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีระยะทางรวมน้อยกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานดังแสดงในตารางที่ 1 เนื่องมาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถจัดกลุ่มจุดส่งได้ดีกว่าพนักงาน ซึ่งเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานมีการซ้อนทับกันของพื้นที่รับผิดชอบของแต่ละเส้นทางเดินรถดังแสดงในรูปที่ 3 ทำให้ระยะทางรวมสูงกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. จำนวนจุดส่งในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความแตกต่างกันน้อยกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงาน ซึ่งทำให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากโปรแกรม

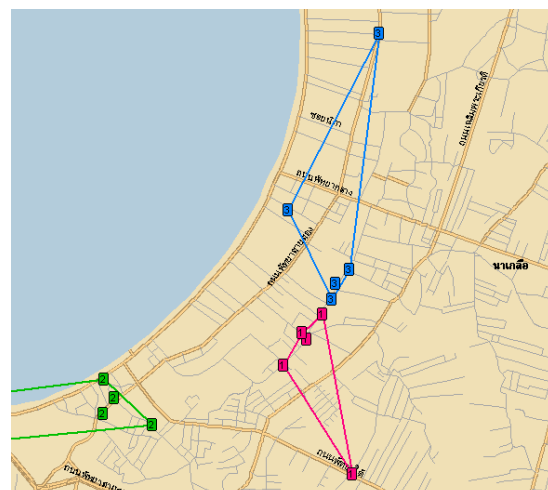
คอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมในการนำไปกำหนดความรับผิดชอบให้กับผู้รับจ้างมากกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงาน หากพิจารณาเฉพาะในส่วนของการจัดส่งในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก

ตารางที่ 1: ระยะทางรวมของเส้นทางเดินรถหลัก

รูปแบบการส่ง	จัดด้วยมือ		โปรแกรม	
	A	B	A	B
ระยะทางรวม (กม.)	74,801	63,448	73,703	60,868
ระยะทางรวมที่แตกต่างกัน	3,677			



จัดโดยพนักงาน



จัดโดยโปรแกรม

รูปที่ 3: ลักษณะเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงานและโปรแกรม

4.2. ข้อจำกัดของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดในด้านต่างๆ ที่สำคัญดังนี้

1. โปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการกำหนดจำนวนจุดส่งในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักต่ำ โดยโปรแกรมจะพยายามจัดให้มีจำนวนจุดส่งเท่ากันในแต่ละเส้นทางเดินรถหลัก จึงทำให้เกิดปัญหาเส้นทางเดินรถหลักบางสายมีจุดส่งอยู่ห่างกันมากเกินไปจนไม่เหมาะสม จำเป็นต้องใช้พนักงานเข้ามาปรับปรุงเส้นทางเดินรถนั้น
2. ในบางตำแหน่งจุดส่งที่ไม่มีค่าพิกัด การจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมจะไม่พิจารณาจุดดังกล่าว จำเป็นต้องใช้พนักงานเข้ามาช่วยวิเคราะห์ว่าจุดที่ไม่มีค่าพิกัดดังกล่าวเหมาะสมที่จะอยู่ในเส้นทางเดินรถหลักหรือไม่
3. ความเร็วเฉลี่ยของถนนแต่ละเส้นที่ใช้ในการคำนวณเวลาการเดินทางเป็นค่าตายตัว ดังนั้นเวลาการเดินทางที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมจึงอาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากสภาพการจราจรในสภาพความเป็นจริงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

4. ในเขตพื้นที่ที่มีข้อจำกัดสูง เช่น กรุงเทพมหานคร เป็น การตั้งค่าข้อจำกัดต่างๆ เข้าสู่ระบบใช้ทำได้ยากและใช้เวลานาน

5. สรุปผลการวิจัยและแนวทางวิจัยในอนาคต

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาการสร้างแบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถหลักด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับร้านค้าสะดวกซื้อจำนวนกว่า 1,500 ร้าน ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและภาคตะวันออก โดยมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ในแบบจำลองดังกล่าวให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง เพื่อให้แบบจำลองที่ได้มีความถูกต้องเหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง โดยเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองที่สร้างขึ้น มีระยะทางรวมต่ำกว่าแบบจำลองที่จัดโดยพนักงานอยู่ร้อยละ 2.66 และจำนวนจุดส่งในแต่ละเส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองคอมพิวเตอร์มีความแตกต่างกันน้อยกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงาน ซึ่งทำให้เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมในการนำไปกำหนดความรับผิดชอบให้กับผู้รับจ้างเดินรถมากกว่าเส้นทางเดินรถหลักที่จัดโดยพนักงาน นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลในด้านต่างๆ เช่น แผนที่ตำแหน่งจุดส่งและเส้นทางเดินรถไปยังจุดส่ง เป็นต้น ซึ่งสามารถช่วยในการวางแผนการขนส่งได้เป็นอย่างดี

เส้นทางเดินรถหลักที่ได้จากแบบจำลองในงานวิจัยชิ้นนี้ เป็นเพียงการแบ่งกลุ่มร้านตามความเหมาะสมและการกำหนดเส้นทางในการจัดส่งสินค้าไปยังกลุ่มร้านดังกล่าว เพื่อใช้ในการแบ่งความรับผิดชอบให้แก่ผู้รับจ้างเดินรถ ซึ่งในการจัดส่งสินค้าไปยังกลุ่มร้านแต่ละกลุ่มจะต้องใช้รถจำนวนเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับยอดส่งสินค้าแต่ละประเภทของแต่ละร้าน ซึ่งการกำหนดการบรรจุสินค้าให้กับรถแต่ละคันเพื่อให้จัดส่งไปยังร้านใดบ้างภายในกลุ่ม มีผลต่อจำนวนรถที่จะต้องใช้ในการจัดส่ง ซึ่งแนวทางวิจัยในอนาคตที่เหมาะสมก็คือการสร้างแบบจำลองหรือโปรแกรมที่ช่วยในการกำหนดประเภทสินค้าและร้านที่รถแต่ละคันต้องจัดส่ง ให้เกิดประสิทธิภาพ ซึ่งจะสามารถลดจำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งลงได้

บรรณานุกรม

- [1] เอกภพ กองกาญจน์, 2545, “การจัดตารางเวลาเดินรถจัดส่งเครื่องดื่มน้ำอัดลมไปยังลูกค้ารายใหญ่,” วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [2] Ballou, R.H., Agarwal, Y.K., 1992, A Performance Comparison of Several Popular Algorithms for Vehicle Routing and Scheduling, 51-65.
- [3] Bowersox, D.J., Calabro, P.J., Wagenheim, G.D., 1981, Introduction to Transportation, New York: McMillan.
- [4] Crainic, T.G., Lapote, G., 1997, “Planning models for freight transportation,” European Journal of Operational Research, 409-438.
- [5] Dantzing, G.B., Ramser, J.H., 1959, “The truck dispatching problem,” In: Management Science 6.
- [6] Lambert, D.M., Stock, J.R., Ellram, L.M., 1993, “Fundamental of Logistics Management,” International ed. Orlando, FL: The Dryden Press

- [7] Roy, J., and Delorme, L., 1989, NETPLAN : “A Network Optimization Model for Tactical Planning in the Less-Than-Truckload Motor-Carrier Industry,” Infor. 27(1):22-35.
- [8] United Parcel Service of America, Inc. UPS Logistics Technologies, Inc., 2007, “Territory Planner,” www.tech.upslogistics.com/pages/products/tp/ [29 April 2007].