

การจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ภายในโรงงานผลิตขวดและสายเคเบิล

ณกร อินทร์พยุ่ง พรณภา ทาทิ¹

DHL Supply Chain และ วิทยาลัยการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

pornapa.tatee@dhl.com, nakorn@buu.ac.th

Abstract

This paper addresses the method and procedure of forklift routing in the wire and cable plant by using constructive method subject to the dynamic time windows and mixed fleet constraints. The objective is to minimize the total travel distance of forklift. The development to the Forklift routing system is divided into three tasks: the correction data of material handling of the factory, the development of saving method for Forklift routing, and the verification of dynamic time windows and mixed fleet constraints. The results have shown that the proposed forklift routing system can reduce 17.5 percent of the travel distance, approximately showing 12,300 Baht saved monthly.

1. Introduction

ในสภาวะปัจจุบัน สภาพเศรษฐกิจโลกยังมีความผันผวน อันเนื่องมาจากการที่ราคาน้ำมันยังคงมีการปรับตัวขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อทุกกิจกรรมที่มีการขับเคลื่อนด้วยน้ำมันเชื้อเพลิง โดยเฉพาะกิจกรรมการเคลื่อนย้ายหรือการขนส่งสินค้า กิจกรรมการขนย้ายวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูปด้วยรถโฟล์คลิฟท์ภายในโรงงานอุตสาหกรรมถึงแม้ว่าจะเป็นการขนย้ายวัตถุดิบหรือสินค้าในพื้นที่ที่จำกัด เมื่อเทียบกับการขนส่งสินค้าที่มีการเคลื่อนที่ในระยะทางที่ไกลมากกว่า อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการขนย้ายสินค้าด้วยรถโฟล์คลิฟท์จะเป็นการเคลื่อนที่ในเส้นทางเดิมๆ กลับไปกลับมา ซึ่งก่อให้เกิดระยะทางที่เพิ่มขึ้น ในบทความนี้ได้พิจารณาถึงปัญหาการจัดเส้นทางรถโฟล์คลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตขวดและสายเคเบิลขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งกระบวนการผลิตสายเคเบิลในแต่ละขั้นตอน (Work in process: WIP) ไม่ได้อยู่ในบริเวณเดียวกัน จึงส่งผลให้เกิดระยะทางในการขนย้ายที่เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานสิ้นเปลือง และเกิดปัญหาเนื่องจากปริมาณรถโฟล์คลิฟท์ที่ไม่เพียงพอกับการใช้งาน

บริษัทตัวอย่างที่ศึกษาเป็นผู้ผลิตสายไฟฟ้ายาวใหญ่ของประเทศ ตั้งอยู่บนพื้นที่ 84 ไร่ จากการที่บริษัทมีผลิตภัณฑ์หลายชนิด และแต่ละชนิดก็มีโครงสร้างของสายเคเบิลที่แตกต่างกันหลายรูปแบบ ดังนั้น

¹ Author affiliation Bordin Rassameethes (fbusbdr@nontri.ku.ac.th) received his Ph.D. in Management of Technology from Vanderbilt University in the United States. He holds an MS degree in Management from North Carolina State University, USA and BS in Computer Science from University of Miami, USA. He has been working in the field of technology management, which included electronic commerce, information technology, and supply chains in the United States and Thailand. He is now project managers for i-Community (National Research Council of Thailand), Thailand ICT Master Plan (Ministry of Information Communication and Technology), Competitive strategy for agricultural products through traceability system project (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards), ASEAN Rapid Alert System for Food and Feed Pilot Project (ASEAN RASFF), and the Assistant Professor in Operations Department, faculty of business administration, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

บริษัทจึงได้วางแผนผังโรงงานเป็นแบบ Cellular manufacturing layout คือเป็นการวางแผนผังแบบผสมระหว่างการวางแผนตามกระบวนการ (Process layout) และตามผลิตภัณฑ์ (Product layout) งานระหว่างการผลิต (Work-in-process: WIP) จะถูกบรรจุในรูปหล่อที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยมีขนาดหล่อที่ใหญ่ขึ้นตามลำดับของกระบวนการผลิต ซึ่งจะถูขนย้ายด้วยรถโฟล์คลิฟท์ขนาดต่างๆ ตามน้ำหนักของหล่อของแต่ละกระบวนการผลิตถึงขั้นตอนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย จากผลการศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ภายในโรงงานในปัจจุบัน พบสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. ปัญหาจากการวางแผนผังโรงงานไม่ได้รับการติดตั้งเครื่องจักรใหม่ทำให้ไม่สามารถติดตั้งเครื่องจักรประเภทเดียวกันไว้บริเวณเดียวกันได้ จึงมีระยะทางในการขนย้ายที่เพิ่มขึ้น
2. ปัญหาจากการจัดเส้นทางเดินรถที่ใช้อยู่ในปัจจุบันด้วยวิธีการแบ่งตามเฟสทำให้มีเส้นทางที่ทับซ้อนกันระหว่างเฟส
3. ปัญหาการเดินรถวิ่งเที่ยวเปล่า ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย
4. ปัญหาเครื่องจักรจอดรอนานปอน จากการที่รถโฟล์คลิฟท์ต้องเสียเวลาในการกลับไปเปลี่ยนรถโฟล์คลิฟท์ที่ศูนย์กลาง ซึ่งส่งผลทำให้เกิดระยะทางที่เพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางและขั้นตอนในการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ในโรงงานผลิตขวดและสายเคเบิลโดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าประหยัด (Savings method) ภายใต้ข้อจำกัดในด้านกรอบเวลา (Dynamic time-windows หรือ dynamic production cycle time) และภายใต้เงื่อนไขของรถโฟล์คลิฟท์ที่มีความสามารถในการบรรทุกที่แตกต่างกัน (Mixed fleet) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะทางของกิจกรรมการขนย้ายวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูปภายในโรงงานสั้นที่สุด

2. Literature Review

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ ซึ่งมีลักษณะความต้องการในการขนส่งเป็นแบบไดนามิกส์ (Dynamic vehicle routing problem: DVRP) ลักษณะดังกล่าวจะมีความยากและความสลับซับซ้อนมากกว่าปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบหยุดนิ่ง (Static vehicle routing problem, VRP) ถ้ากำหนดให้ VRP เป็นฟังก์ชัน $P(VRP)$ และให้ DVRP เป็นฟังก์ชัน $P(DVRP)$ ก็จะได้ว่า $P(VRP) \subset P(DVRP)$ สรุปได้ว่า เนื่องจาก VRP เป็นปัญหาในคลาส NP-hard ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในเวลาที่จำกัด ดังนั้น DVRP ก็จะเป็นปัญหาในคลาส NP-hard เช่นกัน (Allan, 2000)

สังเกตได้ว่า ลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรมยังมีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในลักษณะมีจุดรับส่งสินค้าหลายที่ (Pickup and delivery problem: PDP) โดยยานพาหนะจะออกจากคลังสินค้าเพื่อไปรับสินค้าตามลูกค้าต่างๆ ภายใต้ข้อจำกัดของเวลาและน้ำหนักบรรทุก อย่างไรก็ตาม ลักษณะการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์จะเป็นในลักษณะการรับงานที่จุดกำเนิด i ไปส่งที่จุดปลายทาง j จากนั้นรถโฟล์คลิฟท์จะเดินทางจาก j ไปรับงานที่จุด i ถัดไป จะทำให้เกิดจุดกำเนิดและจุดปลายทางหลายจุด ซึ่งลักษณะของทั้ง 2 ปัญหาดังกล่าวนั้นไม่สามารถที่จะทราบความต้องการในการขนส่งได้ล่วงหน้าว่าจะเกิดขึ้น ณ เวลาใด และมีวัตถุประสงค์ในการลดระยะทางในการบรรทุกทั้งที่บรรทุก (Laden) และเที่ยวเปล่า (Empty) ให้น้อยที่สุด

ณกร (2548) กล่าวว่า การที่สามารถพิสูจน์หรือรู้ได้ว่าปัญหาคัดสินใจที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นเป็นปัญหา NP-สมบูรณ์จะทำให้ไม่ต้องสูญเสียเวลาในการคิดที่จะพัฒนาอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ดีที่สุด

(Exact หรือ Optimization method) ดังนั้น ควรเปลี่ยนทิศทางการคิดค้นอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ดีหรือใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด (Good enough and fast solution)

Psaraftis (1995) ได้กล่าวถึงคำจำกัดความของปัญหาการจัดเส้นทางแบบหยุดนิ่งไว้ว่า “ถ้าผลลัพธ์ของสูตรที่ตายตัวเป็นเซตของเส้นทางที่ได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า โดยไม่ต้องถูกปรับให้มีความเหมาะสมใหม่ และสามารถคำนวณได้จากตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับเวลา ณ ช่วงใด ๆ ” และได้กล่าวถึงคำจำกัดความของปัญหาการจัดเส้นทางแบบไดนามิกส์ไว้ว่า “ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ได้เป็นเซตของเส้นทาง แต่เป็นแบบการทำงานที่กำหนดกลุ่มของเส้นทางที่แปรผันตามฟังก์ชันของเวลา และความต้องการในการขนส่ง” Alan (2000) ได้ให้คำจำกัดความและขอบเขตของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบไดนามิกส์ไว้ว่า “เมื่อกระบวนการจัดเส้นทางได้เริ่มต้นขึ้น ผู้วางแผนไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้ครบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการจัดเส้นทาง รวมทั้ง ข้อมูลที่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้หลังจากที่เส้นทางแรกได้ถูกกำหนดขึ้น” ดังนั้น จากคำนิยามข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ภายในโรงงานจึงเป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบไดนามิกส์ด้วยเช่นกัน

Haghani และ Jung (2005) ได้ทำการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบไดนามิกส์ โดยมีเงื่อนไขของเวลาในการรับ/ส่งสินค้า และเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA) Haghani และ Jung ยังได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธี Lower bounds โดยจำกัดเงื่อนไขของเวลาในการค้นหาคำตอบ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าวิธี GA ให้ต้นทุนต่ำกว่าวิธี Lower bounds เท่ากับ 8 เปอร์เซ็นต์ Timon (2005) ศึกษาเทคนิคต่างๆ ในการหาคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางแบบไดนามิกส์สำหรับธุรกิจการขนส่งสินค้าอุปโภคบริโภค โดยการใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การจัดเส้นทางจากคำสั่งซื้อทางอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคในการหาคำตอบด้วยวิธี Nearest insertion ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตพบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ภายในโรงงานอุตสาหกรรมมีปริมาณน้อยมาก และไม่ได้มีการนำเสนอผลการศึกษาทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติอย่างจริงจัง ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะประเภทหนึ่งที่มีความซับซ้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาดังกล่าวมีลักษณะความต้องการในการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายสินค้าเป็นแบบไดนามิกส์ ซึ่งไม่สามารถทราบความต้องการล่วงหน้า ดังนั้นนักวางแผนจึงไม่สามารถจัดเส้นทางรถโพลีคลิฟท์ได้ล่วงหน้า รวมทั้งปัญหาจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งในแต่ละช่วงเวลาและไม่มีเวลาในการแก้ปัญหามากนัก ดังนั้น แนวทางของงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีวิธีวิริสติกส์ในการหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับ Zeimpekis และ Giaglis (2004) ที่ได้แนะนำให้ใช้วิธีวิริสติกส์ในการหาคำตอบของปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบไดนามิกส์

3. Problem Formulation

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการประยุกต์แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ในโรงงานของบริษัทกรณีศึกษาและได้ทำการศึกษาวិธีการจัดเส้นทางเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบันที่บริษัทใช้อยู่ ซึ่งมีขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้คือ 1) การสำรวจข้อมูลและเก็บรวบรวมรายละเอียดการปฏิบัติงานในสนาม 2) การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ในปัจจุบัน

Data Collection

- จุดกำเนิดและจุดปลายทาง: ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลของจุดกำเนิดและจุดปลายทางจริงของกิจกรรมการขนย้ายงานระหว่างการผลิตทั้งหมด จุดกำเนิดแต่ละจุดจะถูกมอบหมายให้กับจุดปลายทางแต่ละจุดไม่เท่ากันและถูกกำหนดให้เพียงบางจุดเท่านั้นขึ้นอยู่กับแต่ละขั้นตอนการผลิต ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดของแต่ละ

จุดกำเนิดและจุดปลายทาง (O-D) ยกตัวอย่างเช่น จุดกำเนิดที่ 1 (O_1) จะถูกมอบหมายให้กับจุดปลายทางที่ 7 (D_7) และจุดปลายทางที่ 8 (D_8) เท่านั้น

- ความถี่ของแต่ละ O-D: ทำการเก็บข้อมูลความถี่ของแต่ละ O-D เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ การเก็บข้อมูลดังกล่าวจะทำการเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริงของรถโฟล์คลิฟท์ โดยพนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์จะทำการบันทึกจำนวนครั้งของการขนย้ายของแต่ละ O-D เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ในช่วงเวลาวันที่ 1 ระหว่าง 8.00-16.00 น. โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 7 วัน

- ระยะทาง (Distance): คำนวณหาระยะทางจริงของแต่ละ O-D โดยทำการวัดระยะทางจริงบนแผนผังของโรงงาน ซึ่งระยะทางแต่ละ O-D ที่ทำการเก็บข้อมูลจะต้องทำการหาระยะทางที่สั้นที่สุดด้วย (Shortest path) โดยทำการบันทึกข้อมูลลงในเมตริกซ์ของระยะทาง เพื่อใช้คำนวณในขั้นตอนถัดไป วิธีการนี้จะให้คำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด แต่จะใช้เวลามากในการรวบรวมข้อมูล

- เวลาในการเดินทาง (O-D Time): เวลาในการเดินทางของแต่ละ O-D สามารถคำนวณได้โดยตรงจากความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและความเร็วในการเดินทาง ซึ่งความเร็วสำหรับรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ในบริษัท ถูกจำกัดไว้ไม่เกิน 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมงตามกฎหมายด้านความปลอดภัยของบริษัท

- รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time): รอบเวลาในการผลิตสามารถคำนวณได้จากความเร็วของเครื่องจักรและความยาวของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านแต่ละเครื่องจักร ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตของบริษัทมีตัวจ่ายสาย (Payoff) 2 ชุด โดยจะใช้รอบเวลาในการผลิตของ Pay off เพียงชุดเดียวเท่านั้น และใช้รอบเวลาของเครื่องจักรที่มีค่าต่ำที่สุดมาเป็นข้อจำกัดด้านเวลา เพื่อไม่ให้มีผลกระทบกับการผลิตจากการที่เครื่องจักรรองงานทั้งนี้การใช้รอบเวลาต่ำสุดในการกำหนดกรอบเวลา จะทำให้อัลกอริทึมหาระยะทางในการขนย้ายที่สั้นที่สุดได้ลดลง รอบเวลาต่ำสุดที่คำนวณได้คือ 30 นาที นั่นหมายความว่ารถโฟล์คลิฟท์จะต้องมาถึงจุดกำเนิดภายใน 30 นาที นับจากเวลาที่เรียก ซึ่งจะเป็นลักษณะของกรอบเวลา (Time windows) คือ [เวลาที่เรียก, เวลาที่เรียก +30 นาที]

- เวลาในการ Load-Unload: เวลาในการ Load และ Unload ของแต่ละ O-D จะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสามารถของพนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์และความสะดวกในการเข้า-ออกของพื้นที่ในการทำงาน ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลโดยการจับเวลาและนำค่าเฉลี่ยไปใช้ในการจัดเส้นทาง

เนื่องจากปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรมมีความไม่แน่นอนในการเกิดค่าองค์ประกอบต่างๆของเหตุการณ์จึงทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ขึ้น เพื่อใช้ในการจัดเส้นทาง โดยใช้ข้อมูลจริงได้แก่ O-D, ความถี่ของแต่ละ O-D, ระยะทางของแต่ละ O-D, เวลาในการเดินทางแต่ละ O-D, ข้อมูลบางส่วนที่ไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลในงานจริงได้ จึงทำการสร้างข้อมูลนำเข้า (Input data) โดยการใช้ตัวเลขเชิงสุ่ม (Random number: RN) เพื่อให้เกิดค่าของเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ เวลาที่เรียกรถโฟล์คลิฟท์, จุดปลายทาง (D), ขนาดรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้

4. Solution Method

การจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ให้สอดคล้องกับข้อจำกัดและปัญหาที่เกิดขึ้นถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญงานวิจัยนี้ได้นำวิธี Savings ที่ถูกเสนอโดย Clark และ Wright (1964) มาสร้างเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์และทำการตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อให้เส้นทางที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขในการทำงาน

Operational Constraints

จากลักษณะการทำงานของบริษัทมีเงื่อนไขในการจัดเส้นทางเดินรถทั้งหมด 2 เงื่อนไขดังต่อไปนี้

- ข้อจำกัดด้านเวลา (Time windows): รถโพลีคลิฟจะต้องมาถึงจุดกำเนิดภายในเวลาไม่เกิน 30 นาที นับจากเวลาที่เรียก ยกตัวอย่างเช่น จุดกำเนิดที่ 30 ได้เรียกรถโพลีคลิฟที่เมื่อเวลาที่ 45 ดังนั้นกรอบของเวลาที่กำหนดจะเป็น [45, 80] โดยที่รถโพลีคลิฟจะต้องไปถึงจุดกำเนิดที่ 30 ไม่เกินเวลาที่ 75

- จำนวนและขนาดรถโพลีคลิฟที่แตกต่างกัน (Mixed fleet): บริษัทมีรถโพลีคลิฟที่ใช้ในกระบวนการผลิต 4 ขนาด ประกอบไปด้วยขนาด 4, 7, 10 และ 18 ตัน ด้วยข้อจำกัดของจำนวนรถโพลีคลิฟแต่ละขนาด จึงอนุญาตให้ใช้รถโพลีคลิฟที่มีขนาดใหญ่กว่าทดแทนได้ดังนี้ รถโพลีคลิฟขนาด 4 ตัน ใช้รถขนาด 7 และ 10 ตันแทน, รถโพลีคลิฟขนาด 7 ตัน ใช้รถขนาด 10 ตันแทน ทั้งนี้เนื่องจากขนาด 4, 7, และ 10 ตันมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ใกล้เคียงกัน

Distance Savings

การคำนวณหาค่าประหยัดของระยะทาง (Distance savings) จากสมการ

$$S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij} \quad : \forall i, j > 0$$

โดยที่ S_{ij} = ระยะทางประหยัด

D_{0i} = ระยะทางจากศูนย์โพลีคลิฟถึง i

D_{0j} = ระยะทางจากศูนย์โพลีคลิฟถึง j

D_{ij} = ระยะทางระหว่าง i และ j

Savings Procedure

1. เลือกจุดกำเนิดแรกที่มีค่า Savings มากที่สุด และตรวจสอบเงื่อนไขด้านเวลา โดยการคำนวณเวลาที่มาถึง ถ้าเวลาที่มาถึงไม่เกินข้อจำกัดของกรอบเวลารวมจุดกำเนิดและจุดปลายทางเข้าไปในแต่ละเส้นทาง

2. กระทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 โดยเลือกจุดกำเนิดที่ 2 ถัดไปที่มีค่า Savings มากที่สุด เข้าไปในเส้นทางที่มีความสัมพันธ์กับจุดปลายทาง ถ้ากำหนดให้จุดกำเนิดนั้นๆ รวมเข้าไปในเส้นทางใด ๆ แล้วเกินความสามารถในการยกของรถโพลีคลิฟ กำหนดให้รถโพลีคลิฟคันดังกล่าวกลับไปเปลี่ยนรถที่ศูนย์โพลีคลิฟก่อน จากนั้นตรวจสอบเงื่อนไขทางด้านเวลา แสดงตัวอย่างการจัดเส้นทางของรถโพลีคลิฟแต่ละคันและการตรวจสอบเงื่อนไขด้านเวลา

3. ขั้นตอนการทำงานของวิธี Savings เมื่อมีคำสั่งเรียกรถโพลีคลิฟเข้ามา อัลกอริทึมจะเริ่มทำงานและส่งจุดกำเนิด-จุดปลายทางให้รถโพลีคลิฟในลักษณะคิวงาน โดยงานที่อยู่ในคิวงานลำดับที่ 1 และ 2 จะไม่ถูกอัลกอริทึมนำมาคำนวณ แต่จะนำคิวงานลำดับที่ 3 ขึ้นไปมาคำนวณใหม่ (Re-route) พร้อมกับงานที่เข้ามาใหม่ ซึ่งการคำนวณจะเป็นลักษณะเรียลไทม์

4. การทำงานสิ้นสุดเมื่อไม่มีงานขึ้นใดเหลืออยู่เพื่อจะถูกจัดให้อยู่ในเส้นทาง

5. Analysis

จากการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟโดยวิธี Savings ของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 134,400 ตารางเมตร มีจุดกำเนิดที่ต้องทำการขนย้ายจำนวน 53 จุด ในปัจจุบันบริษัทจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟ ด้วยวิธีการแบ่งเฟส โดยแบ่งออกเป็น 4 เฟส ตัวอย่างของผลลัพธ์จากการจัดเส้นทางโดยการจำลองสถานการณ์ในเฟสที่ 1 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ของเฟสที่ 1 ในปัจจุบัน

ลำดับ	เวลาที่เรียก					รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (ตัน)					
	RN	O	RN	D	O-D	ระยะทาง (O-D)	D-O	ระยะทาง (D-O)	RN	เปลี่ยนรถขนาด	ระยะทางรวม
					0-29-						
1	3	0-29	14	2	2	140			0	4	140
2	6	1	31	8	1-8	88	2-1	28	2	4	116
3	11	29	39	9	29-9	174	8-29	60	1	4	234
4	13	29	20	2	29-2	140	9-29	174	3	4	314
5	14	29	22	2	29-2	140	2-29	140	0	4	280
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
103	466	29	41	9	29-9	174	9-29	174	1	4	348
104	467	29	3	2	29-2	140	9-29	174	2	4	314
105	473	29	18	2	29-2	140	2-29	140	3	4	280
106	477	29	16	2	29-2	140	2-29	140	0	4	280

จากการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์จาก O-D จำนวน 398 จุด ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธี Savings ให้ระยะทางที่สั้นกว่าวิธีปัจจุบัน โดยสามารถลดระยะทางเมื่อเทียบกับวิธีปัจจุบันลงได้ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2

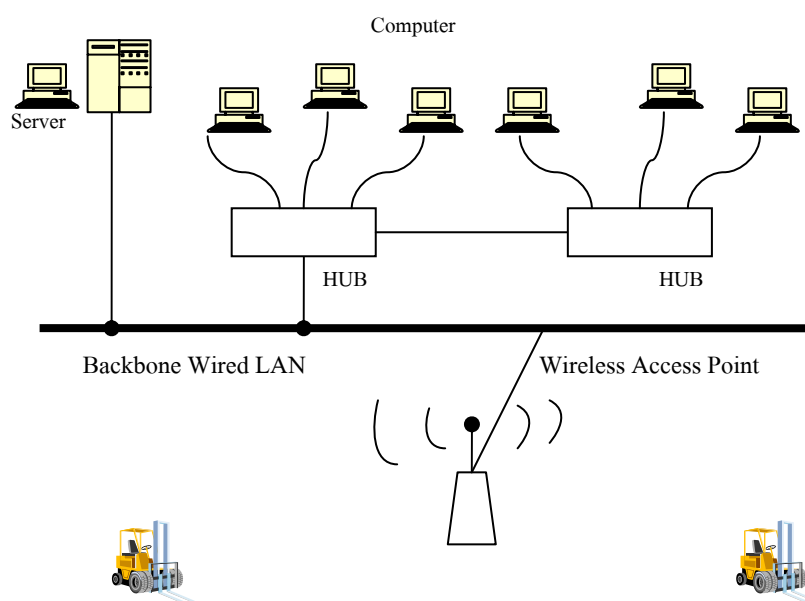
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์

เส้นทางที่	O-D (จุด)	วิธีปัจจุบัน (เมตร)	วิธี Savings (เมตร)
1	95	60,178	41,548
2	106	32,885	48,658
3	131	77,719	59,365
4	66	39,969	24,098
รวม	398	210,751	173,669

จากระยะทางที่ลดลงสามารถคำนวณค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้จากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อเดือน /ระยะทาง (KM) ต่อเดือน ซึ่งสามารถประมาณได้เท่ากับ 6.95 บาท/กิโลเมตร หรือ 23,000 บาท/เดือน โดยที่ บริษัททำงาน 3 กะ/วัน

การไหลของข้อมูล (Information flow)

ระบบจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์จะสามารถทราบข้อมูลและตำแหน่งปัจจุบันของรถโฟล์คลิฟท์แบบเรียลไทม์ได้จากเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS) ที่ติดตั้งอยู่บนรถโฟล์คลิฟท์ อุปกรณ์ GPS จะทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมแล้วนำสัญญาณดังกล่าวมาประมวลผลเพื่อหาพิกัดปัจจุบัน และส่งพิกัดปัจจุบันของรถโฟล์คลิฟท์ให้กับเครื่องแม่ข่าย (Server) เมื่อมีความต้องการรถโฟล์คลิฟท์ข้อมูลจะถูกส่งจากคอมพิวเตอร์หรือเทอร์มินัลเข้าไปที่เครื่องแม่ข่าย ซึ่งจะมีการประมวลผลจากอัลกอริทึมที่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ จากนั้นเส้นทางที่ถูกจัดแล้วจะถูกส่งไปที่เครื่องรับ (Mobile data terminal: MDT) ที่ถูกติดตั้งไว้ในรถโฟล์คลิฟท์ เพื่อให้รายละเอียดของงาน และเส้นทางให้พนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์ทราบ เมื่อพนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์ให้บริการเรียบร้อยแล้วจะทำลบบางนั้นๆ ออกจากรายการที่หน้าจอของเครื่อง MDT ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งกลับไประบบประมวลผลส่วนกลางเพื่อทำการตั้งงานออกจากระบบ สถาปัตยกรรมของระบบการรับ/ส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบการรับ/ส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์

6. Conclusion

ผลจากการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า การจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตขวดและสายเคเบิลโดยวิธีการคำนวณค่าประหยัดให้ระยะทางในการขนย้ายที่สั้นกว่าการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ที่ในปัจจุบันซึ่งกำหนดให้รถโฟล์คลิฟท์แต่ละคันทำงานภายในแต่ละพื้นที่ (Zone) อย่างเป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยได้ถูกนำไปทดสอบในเบื้องต้นโดยการจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลในอดีตภายในระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งชี้ให้เห็นว่า บริษัทผู้ผลิตขวดและสายเคเบิล สามารถลดระยะทางในการขนย้ายวัตถุดิบระหว่างการผลิตและสินค้าสำเร็จรูปลงได้ 17.5 เปอร์เซ็นต์ หรือสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานลงได้ประมาณ 23,100 บาท/

เดือน และมีระยะคืนทุน (Pay back period) ของอุปกรณ์และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ อยู่ในช่วงเวลา 1 ปี 10 เดือน

References:

- ณกร อินทร์พยุง. (2548). การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและโลจิสติกส์.
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Allan, L. (2000) "The dynamic vehicle routing problem," Ph.D Dissertation, Department of Mathematical Modeling, Technical University of Denmark.
- Hanghani, A. and Jung, S. (2005) "A dynamic vehicle routing problem with time-dependent travel times," Department of Civil and Engineering, University of Maryland.
- Psaraftis, H.N. (1995) "Dynamic vehicle routing: status and prospects," Annals of Operations Research, vol. 61, pp. 143 - 164.
- Timon, D., Eldon, L. and Defrose, C. (2005) "Dynamic vehicle routing for online B2C delivery," Omega, vol. 33 (1), pp. 33 - 45.
- Zeimpekis, V. and Giaglis, G.M. (2004) "A dynamic real-time vehicle routing system for addressing distribution operations," In Doukidis, G.J., Vrechopoulos, A. (Eds), Consumer- Driven Electronic Transformation: Apply New Technologies to Enthuse Consumers, Springer-Verlag.