

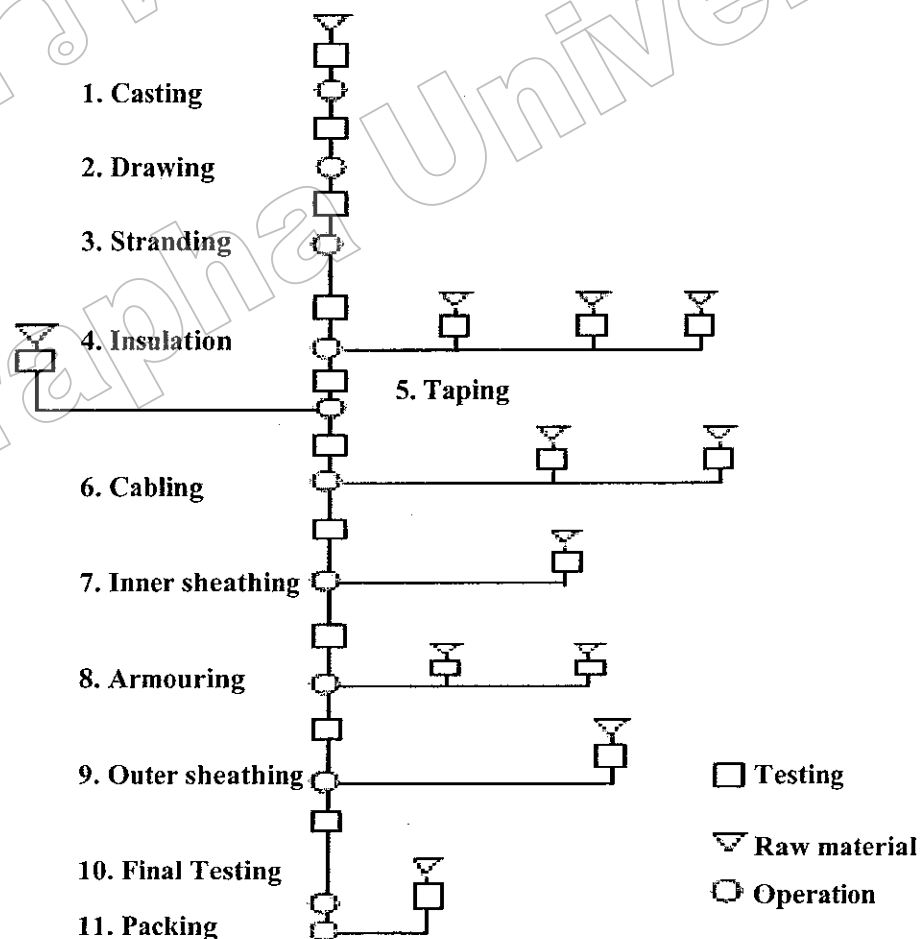
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ภายในโรงงาน

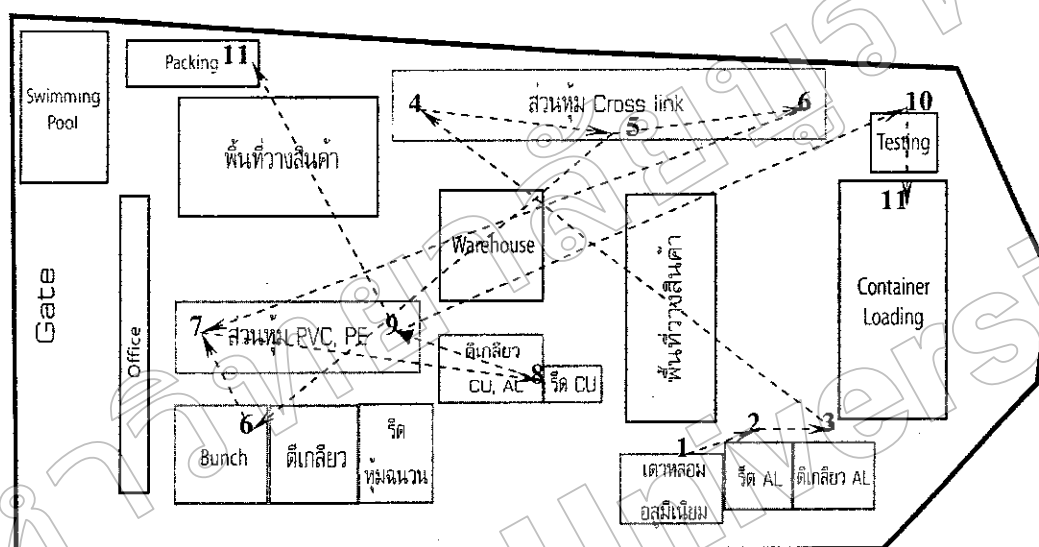
ขั้นตอนในการทำงานของบริษัทตัวอย่าง

บริษัทตัวอย่างที่ศึกษาเป็นผู้ผลิตสายไฟฟ้ารายใหญ่ของประเทศ ตั้งอยู่บนพื้นที่ 84 ไร่ จากการที่บริษัทมีผลิตภัณฑ์หลายชนิด และแต่ละชนิดก็มี โครงสร้างของสายเคเบิลที่แตกต่างกัน หลายรูปแบบ ดังนั้นบริษัทจึงได้วางแผนผังโรงงานเป็นแบบ Cellular Manufacturing Layout คือ เป็นการวางแผนผังแบบผสมระหว่างการวางแผนผังตามกระบวนการ (Process Layout) และตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout) กระบวนการผลิตสายไฟฟ้าของบริษัทตัวอย่างประกอบไปด้วย 11 ขั้นตอน โดยมี รายละเอียดดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 กระบวนการผลิต

งานระหว่างการผลิต (Work-In- Process, WIP) จะถูกบรรจุในรูปล้อที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยมีขนาดล้อที่ใหญ่ขึ้นตามลำดับของกระบวนการผลิต ซึ่งจะถูกขนย้ายด้วยรถโฟล์คลิฟท์ขนาดต่าง ๆ ตามน้ำหนักของล้อของแต่ละกระบวนการผลิตถึงขั้นตอนบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้าย



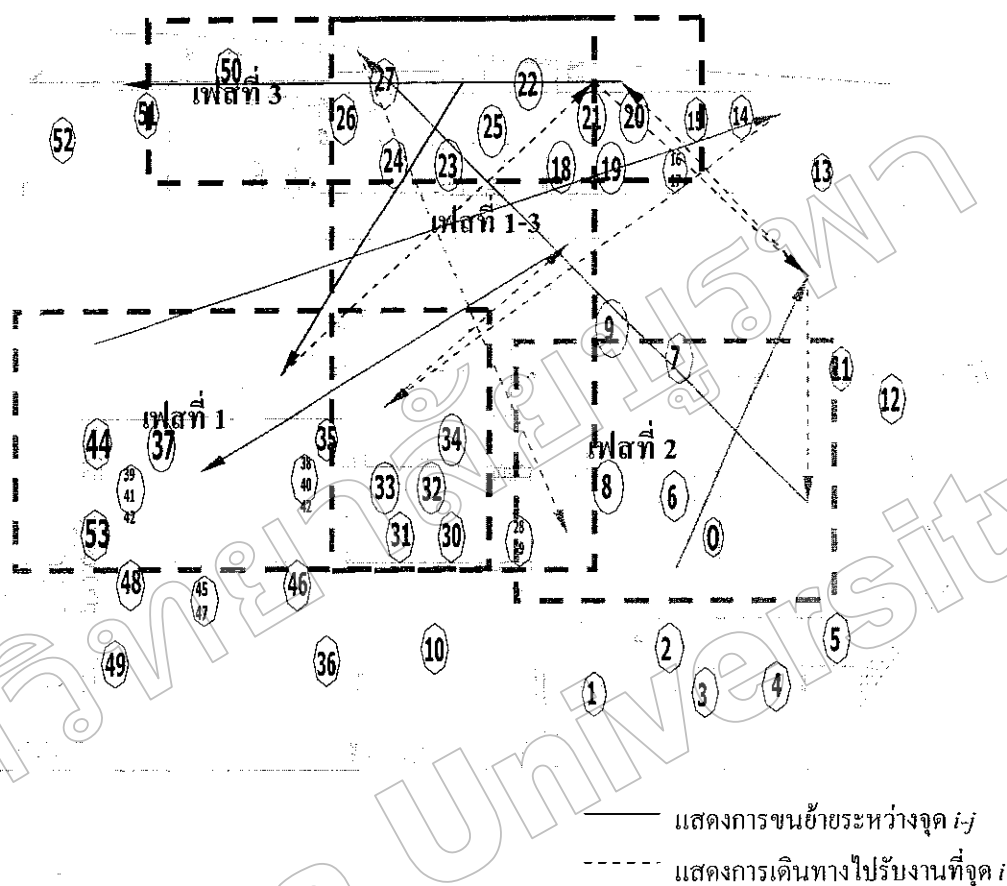
ภาพที่ 2-2 ลำดับการขนย้ายงานระหว่างการผลิต

การศึกษาข้อมูลและลักษณะการทำงานของบริษัทตัวอย่าง

ปัจจุบันบริษัทมีรถโฟล์คลิฟท์ทั้งหมด 13 คัน ใช้สำหรับการขนย้ายงานระหว่างการผลิตจำนวน 6 คัน ใช้งานประจำพื้นที่จำนวน 7 คัน ปัจจุบันบริษัทจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ ด้วยวิธีการแบ่งเฟสโดยแบ่งออกเป็น 4 เฟส ใช้รถโฟล์คลิฟท์ประจำเฟส เฟสละ 1 คัน ประกอบด้วย

ประจำเฟสที่	รถโฟล์คลิฟท์ขนาด (ตัน)	จำนวน (คัน)
1, 2	4	2
3, 4	7	2
* รถโฟล์คลิฟท์สำรอง	10, 18	2
ประจำพื้นที่	3	7
รวม		13

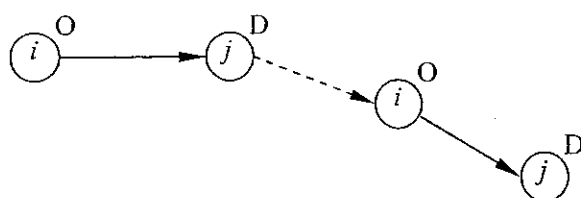
* รถโฟล์คลิฟท์สำรองจะใช้รองรับในกรณีที่ไม่สามารถใช้รถประจำเฟสได้ เช่น งานที่ทำการขนย้ายมีน้ำหนักมาก หรือรถประจำเฟสเสียต้องจอดเพื่อทำการบำรุงรักษา เป็นต้น



ภาพที่ 2-3 การแบ่งเฟสและเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์

ลักษณะการทำงานของรถโพลีคลิฟท์ของบริษัทจะมีหน้าที่ในการสนับสนุนให้กระบวนการผลิตสามารถที่จะไหลไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายด้วยการขนย้ายงานระหว่างการผลิตเพื่อนำไปป้อนกระบวนการผลิตถัดไป ซึ่งมีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

กำหนดให้	จุดกำเนิด (i)	แทนด้วย	O
	จุดปลายทาง (j)	แทนด้วย	D
	—————	แทนด้วย	การขนย้ายงาน
	-----	แทนด้วย	การเดินทาง



ภาพที่ 2-4 ลักษณะการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์

รถโฟล์คลิฟท์จะทำการขนย้ายงานระหว่างกระบวนการผลิตจากจุดกำเนิด i (Load) เพื่อที่จะนำงานไปป้อนจุดปลายทาง j (Unload) และเดินทางออกจากจุด j ใด ๆ เพื่อไปรับงานที่จุด i ใด ๆ ซึ่งสามารถอธิบายด้วยสัญลักษณ์ $I \rightarrow J \rightarrow I$ ซึ่งจะเป็นลักษณะของการ Pick Up Delivery กล่าวคือ มีจุดกำเนิด และจุดปลายทาง (O-D) หลาย ๆ จุด

ในปัจจุบันบริษัทมีค่าใช้จ่ายสำหรับค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยเดือนละ 132,000 บาทต่อเดือน ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเฉลี่ยเดือนละ 90,826 บาทต่อเดือน ค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นค่าใช้จ่ายสำหรับรถโฟล์คลิฟท์จำนวน 6 คันที่ใช้ในกระบวนการผลิตเท่านั้น ไม่รวมรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ประจำพื้นที่ นอกจากนี้ปัญหาในด้านค่าใช้จ่ายที่สูงแล้ว ยังพบปัญหารถโฟล์คลิฟท์ไม่เพียงพอกับการใช้งานส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรต้องรองานป้อน การสั่งซื้อรถโฟล์คลิฟท์เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจะต้องถูกพิจารณาอย่างรอบคอบ เนื่องจากรถโฟล์คลิฟท์มีราคาแพง สำหรับขนาด 4-15 ตัน ราคาประมาณ 2-5 ล้านบาท นอกจากนี้บริษัทยังต้องจ้างพนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์มาประจำอีกด้วย

จากผลการศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ภายในโรงงาน พบสาเหตุต่าง ๆ หลายประการดังนี้

1. ปัญหาจากการวางแผนโรงงานไม่ได้รองรับการติดตั้งเครื่องจักรใหม่ทำให้ไม่สามารถติดตั้งเครื่องจักรประเภทเดียวกันไว้บริเวณเดียวกันได้ จึงมีระยะทางในการขนย้ายที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับต้นทุนการดำเนินการ จากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าซ่อมบำรุงที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับราคาน้ำมันที่มีแนวโน้มปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
2. ปัญหาจากการจัดเส้นทางเดินรถที่ใช้อยู่ในปัจจุบันด้วยวิธีการแบ่งตามเฟสทำให้มีเส้นทางที่ทับซ้อนกันระหว่างเฟส ส่งผลให้มีระยะทางที่เพิ่มขึ้น
3. ปัญหาการเดินรถวิ่งเที่ยวเปล่า ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย
4. ปัญหาเครื่องจักรจอดรองานป้อน จากการที่รถโฟล์คลิฟท์ต้องเสียเวลาในการกลับไปเปลี่ยนรถโฟล์คลิฟท์ที่ศูนย์กลาง ซึ่งส่งผลทำให้เกิดระยะทางที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแนวคิดในการนำมาประยุกต์ใช้จึงเกิดขึ้น ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ เป็นปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัต (Dynamic Vehicle Routing Problem, DVRP) ซึ่งมีความยากและมีความสลับซับซ้อนของปัญหามากกว่าปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบหยุดนิ่ง (Static Vehicle Routing Problem, VRP) ถ้ากำหนดให้ VRP เป็นฟังก์ชัน $P(VRP)$ และให้ DVRP เป็นฟังก์ชัน $P(DVRP)$ ก็จะได้ว่า $P(VRP) \subset P(DVRP)$ สรุปได้ว่าเนื่องจาก VRP เป็นปัญหาในคลาส NP-hard ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในเวลาที่จำกัด เนื่องจากเวลาในการหาคำตอบที่ดีที่สุดจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นแสดงว่า DVRP ก็เป็นปัญหาในคลาส NP-Hard เช่นกัน (Allan, 2000)

ณกร อินทร์พวง (2548) กล่าวว่า การที่สามารถพิสูจน์หรือรู้ได้ว่าปัญหาคัดสินใจที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นเป็นปัญหา NP-สมบูรณ์ จะทำให้ไม่ต้องสูญเสียเวลาในการคิดที่จะพัฒนาอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact หรือ Optimization Method) ดังนั้น ควรเปลี่ยนทิศทางในการคิดค้นอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่ดีหรือใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด (Good Enough and Fast Solution) ที่เรียกว่าวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method)

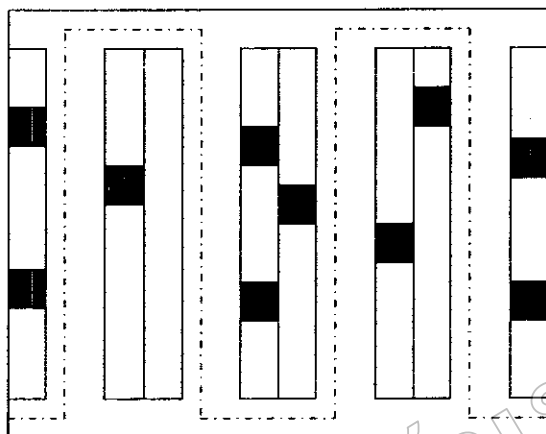
ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนเอกสาร ตำรา แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการทำวิจัย ตามลำดับดังต่อไปนี้

การจัดเส้นทางสำหรับการหยิบสินค้า (Routing for Order Picking)

การจัดเส้นทางสำหรับการหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมในศูนย์กระจายสินค้าและคลังสินค้า หมายถึง การใช้พนักงาน ใช้เครื่องมือ เช่น รถเข็น หรือ รถบรรทุกของ เดิน หรือ ขับเคลื่อนไปหยิบสินค้าตามใบสั่งสินค้าภายในช่องทางเดินในคลังสินค้า (Aisle) การจัดเส้นทางสำหรับการหยิบสินค้าในคลังสินค้าในปัจจุบันมีวิธีการที่นิยมใช้โดยทั่วไป ซึ่งมีการอ้างอิงจากเว็บไซต์ www.fbk.eur.nl/OZ/LOGISTICA คือวิธี Traversal, Return, Midpoint และวิธี Largest Gap ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1. Traversal Strategy วิธีนี้มีอีกชื่อคือ S-Shape ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและมีวิธีในการหยิบคือ ผู้หยิบสินค้าเริ่มต้นโดยเริ่มที่จุดขนถ่ายสินค้าและเข้าทางช่องหนึ่งของช่องทางเดิน (Aisle) และออกอีกด้านหนึ่งของช่องทางเดินจนถึงช่องทางเดินที่ยังมีสินค้าอยู่จากนั้นจึงกลับไปยังจุดถ่ายสินค้าตามภาพที่ 2-5

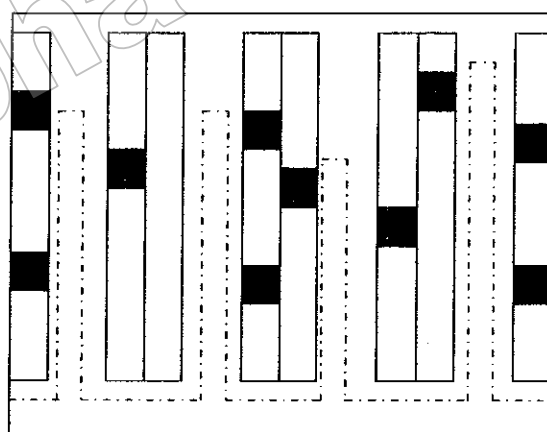


■ ตำแหน่งของสินค้าที่จะหยิบหรือเก็บ

-----เส้นทางที่ใช้

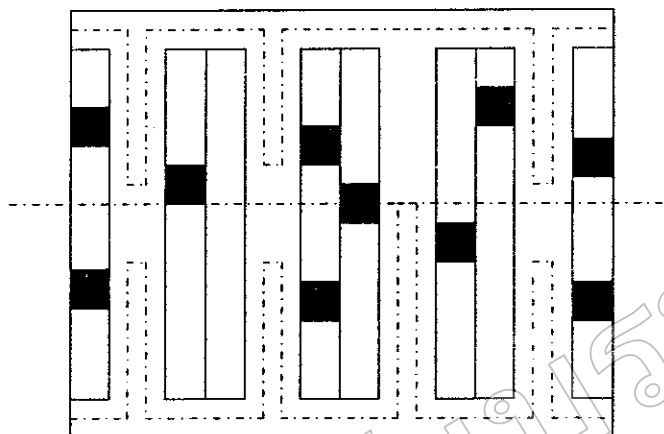
ภาพที่ 2-5 เส้นทางการเดินวิธี Traversal Strategy

2. Return Strategy เป็นอีกวิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับการจัดเส้นทาง ซึ่งผู้หยิบสินค้าจะเข้าและออกจากช่องทางเดินทางด้านเดียวกัน ซึ่งจะเข้าเฉพาะช่องทางเดินที่มีสินค้าที่จะต้องทำการหยิบเท่านั้น ตามภาพที่ 2-6



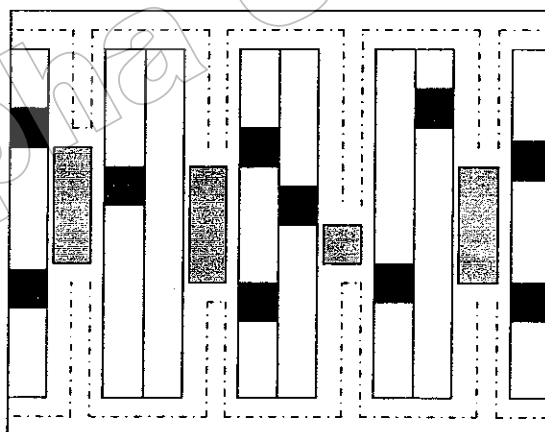
ภาพที่ 2-6 เส้นทางการเดินวิธี Return Strategy

3. Midpoint Strategy วิธีนี้จะแบ่งคลังสินค้าออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งผู้หยิบสินค้าจะเข้าไปหยิบของในช่องทางเดินเพียงครึ่งทางเท่านั้นและกลับออกมาทางเดิมและจะเข้าเฉพาะช่องทางเดินที่มีสินค้าอยู่เท่านั้น ตามภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 เส้นทางการเดินวิธี Midpoint Strategy

4. Largest Gap Strategy มีลักษณะคล้าย ๆ วิธี Midpoint Strategy ยกเว้นผู้หยิบสินค้าจะไม่เข้าไปในช่องทางเดินในช่วงที่เป็น Largest Gap ของช่องทางเดินนั้น ๆ ซึ่ง Gap หมายถึง ช่วงระหว่างสินค้า 2 ชิ้น ที่จะต้องหยิบ หรือ ระหว่าง ช่องทางเดินด้านหน้ากับสินค้าที่จะต้องหยิบครั้งแรกในช่องทางเดินนั้นหรือระหว่างช่องทางเดินด้านหลัง กับ สินค้า ที่จะต้องหยิบครั้งสุดท้ายในช่องทางเดินนั้น ตามภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 เส้นทางการเดินวิธี Largest Gap Strategy

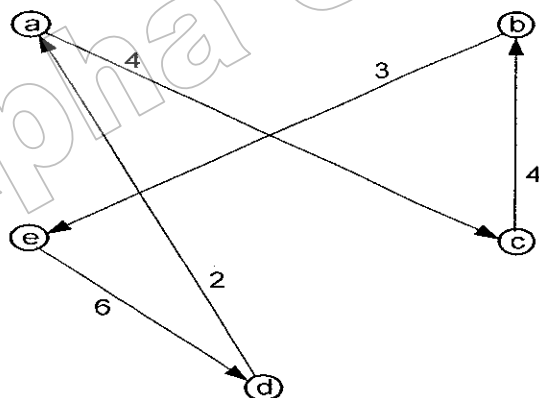
Hall (1993) และ Petersen (1997) ทำการเปรียบเทียบวิธีสำหรับการจัดเส้นทางสำหรับผู้หยิบสินค้าภายในคลังสินค้า โดยที่ Hall (1993) ทำการเปรียบเทียบวิธีสำหรับการจัดเส้นทางภายในคลังสินค้าแบบสี่เหลี่ยม (Rectangular layout) โดยมีวิธีที่นำมาพิจารณา คือ Traversal Strategy, Midpoint Return Strategy และวิธี Largest Gap

อย่างไรก็ตาม การนำวิธีการจัดเส้นทางสำหรับการหีบสินค้ามาประยุกต์ใช้กับการจัดเส้นทางเดินรถไฟฟ้าที่ภายในโรงงานไม่สามารถทำได้ เนื่องจากลักษณะการหีบสินค้าจะถูกกำหนดไว้แล้วจากใบสั่งสินค้า จากนั้นจะเป็นการเลือกรูปใดในการหีบสินค้าเพื่อให้ระยะทางสั้นลงและใช้เวลาในการหีบน้อยที่สุด ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่มีความต้องการขนส่งแบบหยุดนิ่ง (Static) รวมทั้งลักษณะในการปฏิบัติงานก็มีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem)

แนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะจะมีความซับซ้อนแปรเปลี่ยนไปตามรายละเอียดองค์ประกอบของปัญหา ซึ่งมีวิธีการจำลองปัญหานี้มีอยู่ 3 รูปแบบเรียงลำดับจากปัญหาที่มีความซับซ้อนจากน้อยไปมาก ดังนี้

1. ปัญหาการเลือกเส้นทางของบุรุษไปรษณีย์ (Traveling Salesman/ Postman Problem, TSP) ปัญหาการเลือกเส้นทางของบุรุษไปรษณีย์ เป็นปัญหาการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่องที่มีความซับซ้อนคำตอบของการตัดสินใจที่ต้องการคือ ระยะทางน้อยที่สุดที่บุรุษไปรษณีย์จะส่งจดหมายตามเมืองต่าง ๆ ที่กำหนดให้ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า บุรุษไปรษณีย์จะต้องแวะส่งจดหมายที่เมืองใด ๆ ก็ตามได้เพียง 1 ครั้งเท่านั้น ดังภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 เส้นทางในการเดินทางที่สั้นที่สุดของบุรุษไปรษณีย์

ปัญหาการเลือกเส้นทางของบุรุษไปรษณีย์เป็นปัญหาการตัดสินใจในคลาส NP รวมทั้งยังเป็นปัญหา NP สัมบูรณ์ด้วย (NP-Complete) ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหา Integer Programming เนื่องจากคำตอบที่เป็นไปได้จะประกอบด้วยค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น ซึ่งเทคนิคที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาลักษณะนี้มีหลายวิธี เช่น เทคนิคการแตกกิ่งและก้ำจัดเขต (Branch and Bound) เป็นต้น

วิธีดังกล่าวเป็นวิธีพื้นฐานในการแก้ปัญหาการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งสามารถถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการหาคำตอบของแต่ละปัญหา วิธี Branch and Bound ตั้งอยู่บนสมมติฐานของการสังเกตว่า คำตอบของค่าตัวแปรการตัดสินใจพื้นฐานมีลักษณะเป็นแผนภูมิต้นไม้ (Decision Tree) (ฉกร อินทร์พวง, 2548) แต่วิธีในการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดมักประสบปัญหาเนื่องจากต้องใช้ทรัพยากรในการวิเคราะห์ที่สูงและใช้เวลาในการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุด จึงไม่สามารถแก้ปัญหาขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนในเวลาที่ยอมรับได้

เทคนิคการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics)

วิธีการนี้เป็นวิธีการที่อาศัยการกำหนดกฎเกณฑ์บางประการขึ้นมา เพื่อหาคำตอบที่ดีและเหมาะสมในระดับหนึ่งถึงแม้ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด โดยสามารถแบ่งวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบได้ 3 วิธี คือ (Bodin et al., 1983)

1. วิธีการสร้างเส้นทาง (Tour Construction Procedure) เป็นวิธีการในการค้นหาเส้นทางในการเดินทางที่เป็นไปได้ โดยแต่ละเทคนิคจะกำหนดวิธีการและกฎเกณฑ์การสำรวจเพื่อเส้นทางที่เป็นไปได้ที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบไปด้วยวิธี

1.1 Nearest Neighbor Procedure (Rosenkrantz, Stearns, & Lewis, 1997) วิธีการนี้จะมีการกำหนดในการค้นหาจุดส่ง โดยการหาจุดส่งที่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งไปยังจุดถัดไป (C_{ij}) น้อยที่สุด

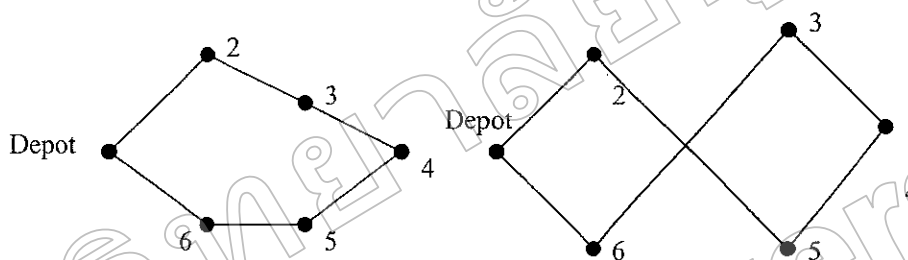
1.2 Clarke and Wright Saving (Clarke & Wright, 1964; Golden, 1997) วิธีนี้มีกฎเกณฑ์ในการ ค้นหาจุดส่งที่ทำให้เกิดการประหยัดด้วยการผนวก 2 จุด ส่งเข้าสู่เส้นทางเดียวกัน แทนการแยกกันส่งคนละเส้นทาง

1.3 Insertion Procedure (Rosenkrantz, Stearns, & Lewis, 1977) วิธีการนี้จะสร้างเส้นทาง (Tour) ที่เคยเป็นคำตอบที่เหมาะสมโดยเลือกจุดส่ง (Node) ที่ควรจะถูกรวมเข้ากับเส้นทางย่อย (Sub-Tour) ที่มีอยู่แล้วจนได้เส้นทางที่ผ่านจุดส่งทั้งหมด โดยมีแนวทางในการหาคำตอบอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1.3.1 Nearest Insertion Procedure เป็นวิธีการนำจุดส่งข้างเคียงที่มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อยที่สุด เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางย่อย

1.3.2 Farthest Insertion Procedure จะมีวิธีการแก้ปัญหาที่ใกล้เคียงกับวิธี Nearest Insertion Procedure แต่เปลี่ยนจากการเลือกจุดส่งที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดมาเป็นจุดส่งที่มีค่าใช้จ่ายสูงสุด และเปลี่ยนการเลือกค่า $C_{ip} + C_{pj} - C_{ij}$ ที่ต่ำที่สุดเป็นค่าสูงที่สุด และดำเนินการเดียวกับวิธี Nearest Insertion Procedure ต่อไป

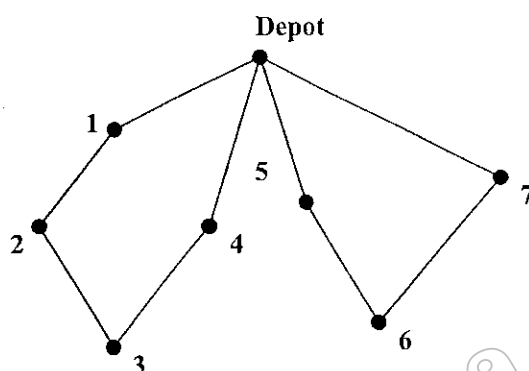
2. วิธีการปรับปรุงเส้นทาง (Tour Improvement Procedure) เป็นการนำเส้นทางเดินรถที่มีอยู่แล้วซึ่งอาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดมาปรับปรุงเส้นทางโดยการสลับหรือแลกเปลี่ยนเส้นทางเพื่อให้เส้นทางใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นคำตอบที่ดีกว่าเดิม วิธีการนี้นิยมใช้ในการแก้ปัญหา TSP ที่มีความซับซ้อนเพื่อลดระยะเวลาการวิเคราะห์ปัญหา โดยแลกเปลี่ยนเส้นทางเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดจากเส้นทางเดินรถที่มีอยู่แล้ว ซึ่งวิธีการนิยมใช้ในการปรับปรุงเส้นทางคือ การเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 2 เส้นทาง (2-Opt) หรือ การแลกเปลี่ยนเส้นทางขนส่งครั้งละ 3 เส้นทาง (3-Opt) (Lin, 1965) หรือ K เส้นทาง (K-Opt) ในกรณีที่ $K \geq 3$ (Kernighan, 1973)



ภาพที่ 2-10 ตัวอย่างการปรับปรุงเส้นทางแบบ 2-Opt

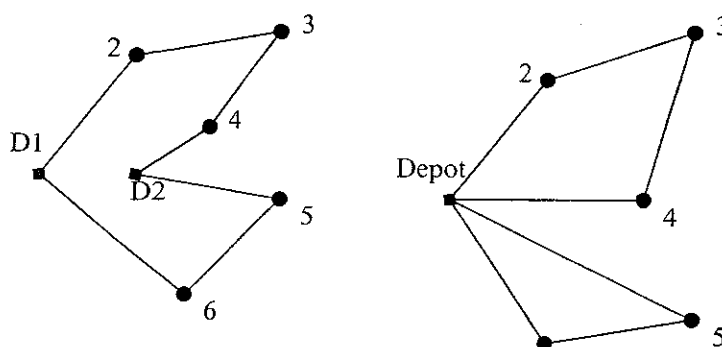
3. วิธีผสมผสาน (Composite Procedure) เป็นวิธีการที่รวมทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน เพื่อลดระยะเวลาในการแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นกำหนดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีการปรับปรุงเส้นทาง เป็นวิธีการจัดเส้นทางที่นำเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาของการสร้างเส้นทาง และปรับปรุงเส้นทางมาผสมผสานกัน วิธีการนี้จะสามารถลดระยะเวลาคำนวณให้น้อยลงและรวดเร็ว ซึ่งให้เส้นทางที่เป็นผลลัพธ์ดีและมีความถูกต้องกว่าการหาผลลัพธ์จากวิธีการปรับปรุงเส้นทาง

3.1 การจัดเส้นทางเดินรถแบบหลายเส้นทาง (Multiple Traveling Salesmen Problem, MTSP) เป็นปัญหาในการจัดลำดับการส่งสินค้าโดยใช้เส้นทางหลายเส้นทางให้กับลูกค้าต่าง ๆ โดยออกจากศูนย์กระจายสินค้าเดียวโดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและความจุของรถ ดังภาพที่



ภาพที่ 2-11 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถหลายเส้นทาง (MTSP)

สมมติให้ M เป็นจำนวนรถหรือเส้นทางที่จะส่งสินค้าไปยังร้านค้าต่างๆ จำนวน $n-1$ แห่ง โดยทำให้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งของเส้นทางจำนวน M เส้นทางมีค่าน้อยที่สุด เทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหา MTSP มีหลายแนวทางเช่นเดียวกับปัญหาประเภท TSP นอกจากนี้ยังมีเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาอีกแบบหนึ่ง คือ การเปลี่ยนปัญหาให้เสมือนเป็นปัญหาประเภท TSP (Bellmore & Hong, 1974; Orloff, 1974; Svestkg & Huckfehtz, 1973) โดยการเพิ่มจุดส่ง (Nodes) ใหม่จำนวน M จุดส่ง คือ $D_1, D_2, \dots, D_M$ และให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากจุดส่งใหม่ไปจุดส่งต่าง ๆ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากศูนย์ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ และกำหนดให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งระหว่างตำแหน่งที่เพิ่มขึ้นมาใหม่มีค่าสูงมาเพื่อให้ไม่มีการเชื่อมกันระหว่างศูนย์ เช่น D_1-D_2 เป็นต้น แล้วจึงวิเคราะห์ปัญหาแบบ TSP แทนโดยภายหลังจากการวิเคราะห์จะต้องแปลงเส้นทางที่ได้ดังกล่าวกลับเป็นปัญหาแบบ MTSP ตามเดิมแทน ดังภาพที่ 2-11 (วิธีการทางคอมพิวเตอร์ของทั้งวิธี Exact และ Heuristic ดูได้ที่ Laporte et al., 1992)



ภาพที่ 2-12 เทคนิคการจัดเส้นทางเดินรถหลายเส้นทางด้วยการเสมือนปัญหา TSP

แต่วิธีการดังกล่าวอาจพบข้อบกพร่อง ได้แก่

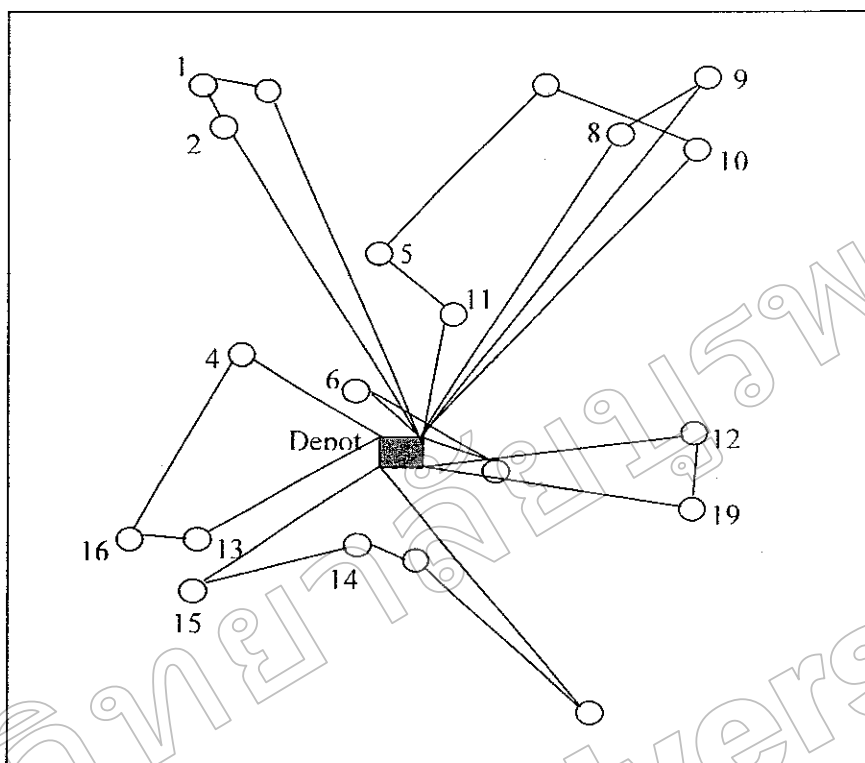
- วิธีการนี้มักไม่ให้ความสำคัญในการขนส่งที่น้อยที่สุด
- เส้นทางในการเดินทางของแต่ละเส้นทางอาจมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่แตกต่างกันมาก

ทำให้เกิดการจัดสรรงานที่ไม่เท่ากัน

3.2 ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) Golden et al., (1977) ได้กล่าวถึง ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าหลายจุด ซึ่งมีปริมาณความต้องการแตกต่างกัน เพื่อให้จะมีระยะทางต่ำสุดที่ครอบคลุมทุกลูกค้า และมีข้อจำกัดในความจุของยานพาหนะในการขนส่งและมีข้อจำกัดระยะเวลาสูงสุดในการขนส่ง 1 รอบเส้นทาง การจัดส่ง (Route) ทุกยานพาหนะเริ่มต้นและสิ้นสุดที่จุดเดียวกัน คือ ศูนย์กระจายสินค้า ถ้าข้อจำกัดในระยะเวลาสูงสุดในการขนส่งถูกเพิกเฉยได้ จะเป็นปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะมาตรฐาน (Standard Vehicle Routing Problem, VRP)

ดังนั้นปัญหาแบบ VRP จึงเป็นการหาจำนวนเส้นทาง และลำดับของการเดินทางที่มีความเหมาะสมไปยังลูกค้าต่าง ๆ ในแต่ละเส้นทาง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายทางธุรกิจ ดังภาพที่ 2-12 ซึ่งในทางปฏิบัติจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่สำคัญต่อการจัดเส้นทางเดินรถ (Hall & Partyka, 1997) ได้แก่

1. ข้อจำกัดในเส้นทาง (Route Capacities) ซึ่งสะท้อนถึงขนาดของรถหรือเงื่อนไขของเวลาในการขับหรือบรรทุกที่กฎหมายอนุญาต
2. กรอบของเวลา (Time Window) เป็นการกำหนดช่วงเวลาของวันที่จะลงสินค้าในแต่ละร้านค้า โดยข้อกำหนดนี้อาจเป็นได้ทั้งข้อกำหนดที่เข้มงวด คือ หลีกเลี่ยงไม่ได้ (Hard Time Window) และข้อกำหนดที่ไม่เข้มงวด (Soft Time Window) คือผ่อนปรนได้บ้าง



ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างการจัดเส้นทางเดินรถจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้าต่าง ๆ

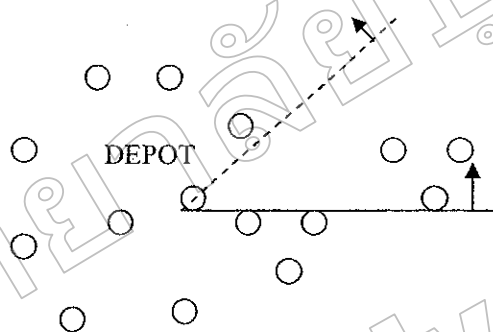
เทคนิคในการหาคำตอบ

เทคนิคในการหาคำตอบของการจัดเส้นทางเดินรถมีหลายวิธีดัง ได้กล่าวมาแล้วแต่วิธีการในการหาคำตอบด้วยวิธีวิฤติภายได้ข้อจำกัดของความจุและเวลา เป็นวิธีที่นิยมสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวจะมีวิธีการเช่นเดียวปัญหา TSP แต่ต้องตรวจสอบว่าความจุของรถและเวลาในการเดินรถต้องไม่เกินข้อกำหนดทุกครั้งของการวิเคราะห์ โดยเมื่อการจัดเส้นทางถึงขีดจำกัดก็จะต้องเปลี่ยนรถหรือจัดเส้นทางใหม่เข้ามาเพิ่ม ซึ่งเทคนิคสำหรับการจัดเส้นทางแบบนี้ได้แก่

1. Saving หรือ Insertion Procedure โดยการหาค่าประหยัดค่าใช้จ่าย $c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}$ แล้วจึงเรียงค่าการประหยัดได้จากมากไปน้อยเพื่อสร้างเส้นทางที่ทำให้เกิดการประหยัดสูงสุด โดยยังไม่เกินเงื่อนไขเกี่ยวกับความจุของรถ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจมีข้อบกพร่องเพราะเส้นทางที่ได้จากการวิเคราะห์อาจมีพื้นที่รับผิดชอบในการขนส่งแตกต่างกันมาก และทำให้ระยะเวลาในการเดินรถไม่เท่ากัน นอกจากนี้ผลลัพธ์ของการจัดเส้นทางอาจทำให้ใช้เวลานานกว่าวิธีอื่น ๆ

2. Sweep Approach เป็นวิธีการหาจำนวนเส้นทางและลำดับการส่งสินค้าโดยการแบ่งเส้นทางเป็นพื้นที่รับผิดชอบด้วยการหมุนเส้นสมมติในทิศทางเข็มนาฬิกาหรือ ตามเข็มนาฬิกาดังภาพที่

2.14 และรวมปริมาณสินค้าที่เส้นดังกล่าวผ่านร้านต่าง ๆ จนกระทั่งผลรวมของปริมาณสินค้าใกล้เคียงความจุของรถบรรทุกจึงเปลี่ยนรถใหม่เข้ามาเพิ่มจนกระทั่งหมุนเส้นครบรอบ หลังจากนั้นจึงใช้เทคนิคการแก้ปัญหา TSP สำหรับรถแต่ละคัน แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจมีข้อบกพร่อง คือ ถ้าศูนย์กระจายสินค้าไม่อยู่ ณ ศูนย์กลางของพื้นที่ให้บริการ จะทำให้รูปร่างของเส้นทางการเดินทางมีขนาดที่ไม่สมดุล และทำให้ระยะเวลาในการเดินทางของรถแต่ละคันมากกว่าวิธีการอื่นๆ นอกจากนี้แล้ววิธีการแบบนี้ไม่ได้คำนึงถึงลักษณะการวางแผนของถนนทำให้ร้านค้าที่อยู่ในถนนเดียวกัน อาจอยู่คนละเส้นทางก็ได้ซึ่งไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง



ภาพที่ 2-14 ขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธี Sweep

3. Cluster First-Route Second เป็นการหาเส้นทางในการเดินทางโดยแบ่งพื้นที่ความรับผิดชอบในการส่งสินค้าก่อน หลังจากนั้นจึงหาลำดับในการส่งสินค้าในลำดับต่อไป

4. Route First-Cluster Second วิธีการนี้จะเริ่มจากการหาเส้นทางเดินทางที่เหมาะสมที่ผ่านลูกค้าทุกราย ซึ่งเรียกเส้นทางนี้ว่า Giant Tour หลังจากนั้นจึงแบ่งออกเป็นเส้นทางย่อย ๆ เนื่องจากรถเพียงคันเดียวไม่สามารถเดินทางได้ครบทุกจุดดังนั้นจึงต้องแบ่งเป็นเส้นทางย่อยโดยคำนึงถึงความจุของรถ และข้อจำกัดระยะเวลาการขนส่ง ซึ่ง โกลเด้น (Golden et al., 1982) ได้ใช้วิธีนี้ในการสร้างอัลกอริทึม เพื่อแก้ปัญหาขบวนของรถบรรทุกที่มีขนาดที่แตกต่างกัน

(Heterogeneous Fleet Size)

5. Improvement หรือ Exchange Procedure เป็นวิธีในการปรับปรุงเส้นทางที่มีอยู่ด้วยการหาเส้นทางที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากการแลกเปลี่ยนเส้นทางที่มีอยู่แล้ว จนกระทั่งไม่สามารถปรับปรุงเส้นทางได้

กล่าวสรุปได้ว่าปัญหา VRP เป็นการหาจำนวนเส้นทางเดินทางและลำดับของการส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังจุดส่งต่าง ๆ โดยทำให้ผลรวมของค่าใช้จ่ายในการขนส่งของรถ

ทุกคันมีค่าน้อยที่สุดภายใต้ข้อจำกัดของการจัดส่ง ซึ่งมีลักษณะปัญหาเป็นแบบหยุดนิ่ง วิธีดังกล่าวนี้จึงไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ได้

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัต (Dynamic Vehicle Routing Problem, DVRP)

Psaraftis (1996) ได้กล่าวถึงคำจำกัดความของปัญหาการจัดเส้นทางแบบหยุดนิ่งไว้ว่า “ถ้าผลลัพธ์ของสูตรที่ตายตัวเป็นเซตของเส้นทางที่ได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า โดยไม่ต้องถูกปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมใหม่ และสามารถคำนวณได้จากตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับเวลา ณ ช่วงใด ๆ ” และได้กล่าวถึงคำจำกัดความของปัญหาการจัดเส้นทางแบบพลวัตไว้ว่า “ถ้าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ได้เป็นเซตของเส้นทาง แต่เป็นแบบการทำงานที่กำหนดกลุ่มของเส้นทางที่แปรผันตามฟังก์ชันของเวลาและความต้องการในการขนส่ง ”

จากคำจำกัดความข้างต้น แสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของการจำแนกปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ เพื่อที่ว่าผู้วางแผนการจัดเส้นทางจะต้องตระหนักถึงความสำคัญของข้อมูลที่เกี่ยวข้องว่า มีลักษณะเป็นพลวัตแทนที่จะเป็นปัญหาแบบหยุดนิ่ง

Alan (2000) ได้ให้คำจำกัดความและขอบเขตของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบหยุดนิ่ง เช่นเดียวกับ Psaraftis ว่า

1. ข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการจัดเส้นทางจะถูกสมมุติให้รู้ล่วงหน้าโดยผู้ที่ทำการวางแผน ก่อนที่กระบวนการจัดเส้นทางจะเริ่มขึ้น
2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทาง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากที่เส้นทางได้ถูกกำหนดแล้ว

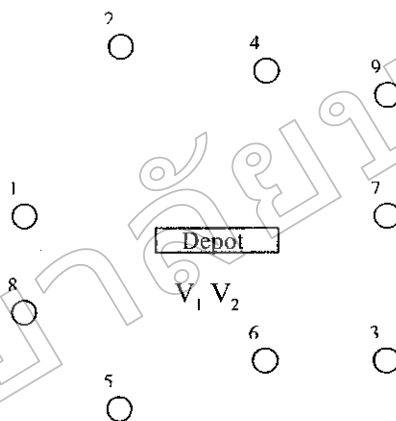
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องนี้จะรวมถึง คุณลักษณะทั้งหมดของลูกค้า เช่น ที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของลูกค้า เวลาในการให้บริการ และความต้องการของลูกค้าแต่ละราย ยิ่งไปกว่านั้น ข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง เช่น เวลาในการเดินทางของยานพาหนะระหว่างลูกค้าแต่ละแห่ง ซึ่งผู้วางแผนการจัดเส้นทางจะต้องรู้ด้วยเช่นกัน ในทางกลับกัน Alan ได้ให้คำจำกัดความของปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัตไว้ว่า

1. เมื่อกระบวนการจัดเส้นทางได้เริ่มต้นขึ้น ผู้วางแผนการจัดเส้นทางจะไม่สามารถรู้ข้อมูลได้ครบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการจัดเส้นทาง
2. ข้อมูลสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้หลังจากที่เส้นทางแรกได้ถูกกำหนดขึ้น

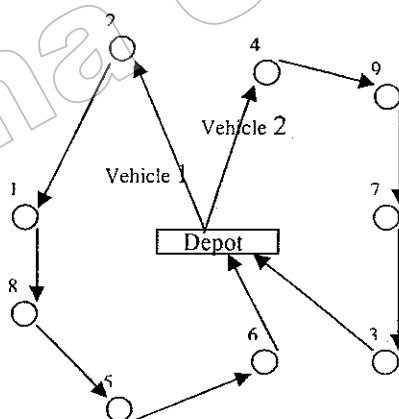
Haghani and Jung (2005) ได้อธิบายลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางแบบพลวัต ตามภาพที่ 2-15 สมมติให้มีรถขนส่งสินค้าจำนวน 2 คัน ณ เวลาเริ่มต้นที่ศูนย์กระจายสินค้าจะต้องทำการ

กระจายสินค้าไปยังร้านค้าต่างๆ จำนวน 9 แห่ง ตามภาพ 2-15 โดยเบื้องต้นได้ทำการจัดให้
รถบรรทุกส่งสินค้าจำนวน 2 คัน ไปส่งสินค้าโดยมีเส้นทางดังนี้ตามภาพ 2-16

รถบรรทุกคันที่ 1 (V_1)	Depot-2-1-8-5-6-Depot
รถบรรทุกคันที่ 2 (V_2)	Depot-4-9-7-3-Depot



ภาพที่ 2-15 ข้อมูลเริ่มต้นของจุดส่งสินค้า ณ เวลาเริ่มต้น T_0



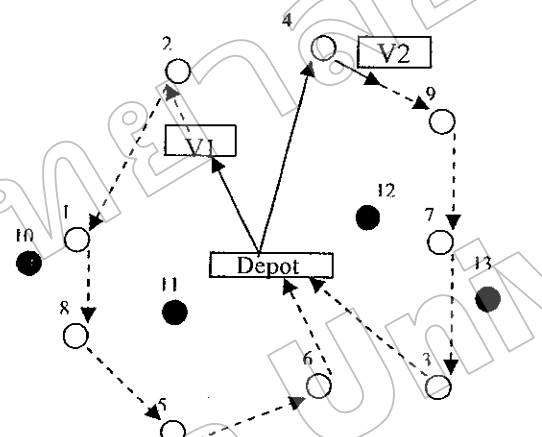
ภาพที่ 2-16 การจัดเส้นทางในครั้งแรก

ในขณะที่ทำการปรับเส้นทาง รถบรรทุกคันที่ 1 อยู่ในระหว่างเดินทางเพื่อไปส่งสินค้าที่
จุดส่งสินค้าจุดที่ 2 และรถบรรทุกคันที่ 2 ออกจากจุดส่งสินค้าจุดที่ 4 เพื่อไปส่งสินค้าที่จุดที่ 9
ณ ขณะนี้ได้รับข้อมูลให้ทำการไปจัดส่งสินค้าในจุดที่ 10, 11, 12 และ 13 ที่เพิ่มขึ้นมา โดยเวลาใน
การเดินทางของแต่ละคู่ของจุดส่งอยู่ในเงื่อนไข ตามสภาพการจราจรขณะนั้นตามภาพที่ 2-15 แสดง

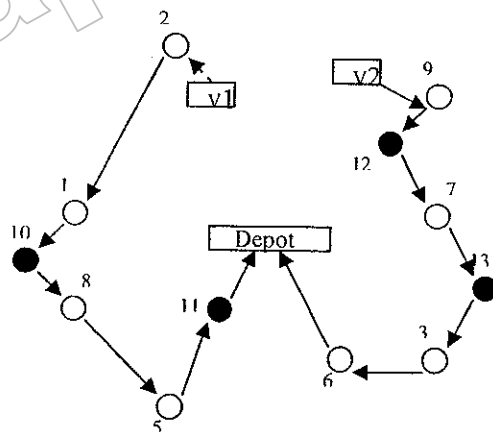
สถานการณ์ดังกล่าว เส้นปะแสดงเส้นทางเดิมของรถบรรทุกแต่ละคันที่เวลาเริ่มต้น(T_0) ซึ่งเส้นทางเวลาในการเดินทาง และจุดเริ่มต้น จะถูกเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเพิ่มจุดส่ง เส้นทางใหม่ที่ได้จากการจัดเส้นทางใหม่ตามภาพที่ 2-15 ในการจัดเส้นทางครั้งแรกจุดส่งที่ 6 ถูกส่งโดยรถบรรทุกคันที่ 1 แต่ในการจัดเส้นทางใหม่ ณ เวลา T_n จุดส่งที่ 6 จะถูกส่งโดยรถบรรทุกคันที่ 2 แทน ถ้าจุดส่งที่ 6 ถูกส่งไปแล้ว จะไม่สามารถทำการเปลี่ยนจากรถบรรทุกคันที่ 1 เป็นรถบรรทุกคันที่ 2 ได้ โดยเส้นทางใหม่ที่ได้มีรายละเอียดดังนี้

รถบรรทุกคันที่ 1 (V_1): ตำแหน่งปัจจุบันของ V_1 -2-1-10-8-5-11-Depot

รถบรรทุกคันที่ 2 (V_2): ตำแหน่งปัจจุบันของ V_2 -9-12-7-13-3-6-Depot



ภาพที่ 2-17 สถานการณ์ก่อนที่จะจัดเส้นทาง ณ เวลา T_n



(d)

ภาพที่ 2-18 การจัดเส้นทาง ณ เวลา T_n

ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัต เป็นปัญหาที่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลความต้องการเดินทางหรือการขนส่งแบบเรียลไทม์ เพราะความต้องการ หรือการให้บริการที่เกิดขึ้นขณะใด ๆ ควรจะต้องได้รับการตอบสนองทันที ซึ่งการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์จะมีลักษณะของปัญหาเช่นเดียวกันกับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัต ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน เมื่อตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหามีจำนวนมากขึ้น อัตราการเพิ่มขึ้นของเวลาในการหาคำตอบที่ดีที่สุดจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้วิธี หรืออัลกอริทึมใด ๆ ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ทุก ๆ ครั้งของการรันโปรแกรม วิธีวิธีวิสติกส์จึงถูกพัฒนาขึ้นและนำมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาดังกล่าว

เทคนิคในการหาคำตอบ

โดยทั่วไปสามารถแบ่งประเภทของวิธีวิสติกส์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

1. วิธี Constructive เป็นวิธีวิสติกส์ชนิดหนึ่งดังนั้นจึงไม่สามารถประกันการหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ โดยอาศัยข้อมูลของปัญหาในการสร้างขั้นตอนในการหาคำตอบวิธี Constructive ที่เกิดขึ้นมีหลายวิธี เช่น

1.1 วิธี Greedy แนวความคิดของวิธี Greedy ก็คือในขั้นตอนในการค้นหา

คำตอบ อัลกอริทึมจะเลือกค่าของตัวแปรหรือคำตอบที่มีค่ามากที่สุดตลอดเวลา อย่างไรก็ตามข้อเสียที่สำคัญของวิธีนี้ คือการติดอยู่กับคำตอบที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข แต่มีค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function Value หรือ Fitness) ที่ค่อนข้างไม่ดี หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง อัลกอริทึมไม่สามารถหาคำตอบที่ดีกว่าคำตอบที่หาได้ ณ เวลานั้นเป็นเวลานาน (ณกร อินทร์พยุง, 2548)

1.2 วิธี Saving เป็นวิธี Constructive ชนิดหนึ่งที่ถูกเสนอ โดย Clark และ Wright ในปี ค.ศ. 1964 วิธี Saving เป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการปฏิบัติ เพราะเป็นวิธีที่ง่าย และให้คำตอบที่ตรงไป ตรงมาแม้ว่าวิธีนี้จะไม่ประกันถึงการได้คำตอบที่ดีที่สุดก็ตาม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาไม่พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรม งานวิจัยส่วนใหญ่ที่พบจะมุ่งเน้นไปที่การจัดเส้นทางเดินรถในการจัดส่งสินค้า ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

นวลพรรณ พจนานนท์ (2547) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางรถหิบบินสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าที่มีช่องทางเดินตามขวาง (Cross Aisles) กรณีมีผู้หิบบินสินค้าหลายคน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหาวิธีที่มีประสิทธิภาพในการหาเส้นทางที่เหมาะสม และพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับรองรับการจัดเส้นทางรถหิบบินสินค้า

สุธี ศรีเพชรดานนท์ (2535) ศึกษาและทดลองการจัดเส้นทางเดินรถสำหรับการขนส่งสินค้าจากคลังสินค้ากลางแห่งเดียวกระจายไปสู่จุดส่งสินค้าจำนวนมาก โดยรถขนส่งสินค้ามากกว่า 1 คัน โดยศึกษาจากบริษัทตัวอย่างเริ่มตั้งแต่วิธีการจัดเส้นทางรถขนส่ง การจัดเตรียมสินค้า การขนส่งสินค้า และสร้างแบบจำลองโดยวิธีการของ Clarke, Wright Heuristic และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับการทำงานของวิธีการขนส่งสินค้าที่ใช้อยู่จริงได้ ผลการทดสอบดีขึ้นกว่า การจัดเส้นทางขนส่งสินค้าเดิม

พิมาน พูลศรี (2542) ศึกษาการจัดเส้นทางรถเก็บกล่องเหรียญโทรศัพท์สาธารณะโดยวิธีฮิวริสติกส์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรด้วยการใช้วิธี Nearest Neighborhood Search, Floyd's Algorithm, Branch and Bound Algorithm ผลการศึกษาพบว่า การจัดเส้นทางรถเก็บกล่องเหรียญโทรศัพท์สาธารณะ โดยวิธีฮิวริสติกส์ทำให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมกว่าวิธีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ธนศ ทักษิณวราร (2543) ได้วิจัยและพัฒนาระบบการจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการกระจายสินค้า ด้วยกลุ่มรถจากศูนย์กระจายสินค้าแห่งเดียวไปยังจุดต่าง ๆ งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุของรถ และเขตการส่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะทางในการขนส่งต่ำสุด เทคนิคที่ผู้วิจัยใช้ในการวิเคราะห์คือ วิธีการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์ เนื่องจากวิธีการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) เป็นวิธีที่ซับซ้อนและยากต่อการพัฒนา ผลการศึกษาพบว่าระบบการจัดเส้นทางที่พัฒนาขึ้นให้ผลดีกว่าวิธีการที่ถูกพัฒนาโดยการศึกษาที่ผ่านมาเล็กน้อย แต่ให้ผลลัพธ์ในการจัดเส้นทางดีกว่าการจัดเส้นทางเดินรถด้วยพนักงาน

นันท์วัฒน์ ช่วยชูหนู (2546) ศึกษาลักษณะการดำเนินงานด้านการขนส่งของมูลนิธิโครงการหลวง เพื่อนำแนวคิดด้านลอจิสติกส์มาพัฒนาแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการขนส่งผลผลิตประจำวันของมูลนิธิ ผลการใช้โปรแกรมเพื่อวางแผนเส้นทางขนส่งด้วยนโยบายขนส่งแบบวิ่งรอบแทนการขนส่งแบบตรง พบว่า สามารถลดระยะทางลงได้ อย่างน่าพอใจ

Haghani and Jung (2005) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัต โดยมีเงื่อนไขของเวลาในการ รับ/ ส่งสินค้า ได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm, GA) และได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด (Exact Method) นั่นคือ วิธี Lower Bounds ซึ่งวิธี GA ให้ต้นทุนต่ำกว่าวิธี Lower Bounds เท่ากับ 8 %

Allan (2000) ศึกษาและวิเคราะห์ถึงปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัต โดยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในเรื่องดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์ถึงความแตกต่างระหว่างปัญหาการจัดเส้นทางแบบพลวัต และแบบหยุดนิ่ง รวมทั้งยกตัวอย่างปัญหาจริงที่เกิดขึ้น

2. ทบทวนงานวิจัยการจัดเส้นทางแบบพลวัตและปัญหาที่เกี่ยวข้อง
ในงานวิจัยที่ผ่านมา เพื่อที่จะให้ภาพรวมของความซับซ้อนของปัญหาที่เคยมีการศึกษามาแล้ว

3. ศึกษาถึงหลักการในการวัดความเป็นพลวัตระดับต่าง ๆ ในปัญหาการจัดเส้นทางแบบพลวัต และได้ให้กรอบในการจัดประเภทของปัญหาการจัดเส้นทางแบบพลวัต เพื่อให้สอดคล้องกับพลวัตระดับต่าง ๆ ที่ได้เสนอไว้

Timon (2003) ศึกษาหาเทคนิคต่าง ๆ ในการหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางแบบพลวัตที่เหมาะสมในธุรกิจอุปโภคบริโภค โดยการใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ การจัดเส้นทางจากคำสั่งซื้อทางอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคนิคในการหาคำตอบด้วยวิธี Nearest ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ผลการทบทวนทฤษฎีและผลการศึกษาที่ผ่านมา สามารถสรุปได้ว่า

1. การศึกษานี้ควรเลือกใช้วิธีการหาคำตอบด้วยวิธีฮิวริสติกส์ เนื่องจากวิธีหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) เป็นวิธีที่ซับซ้อนและยากต่อการพัฒนา ซึ่งสอดคล้องกับยานากิสและอีวานส์ (Yanakis & Evans, 1981) ที่ได้แนะนำให้ใช้วิธีการหาคำตอบแบบฮิวริสติกส์แทนวิธีหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดเมื่อ

1.1 ลักษณะของปัญหาในทางปฏิบัติมีความซับซ้อน เช่น มีเงื่อนไขในทางปฏิบัติจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้วิธีการหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ให้ผลลัพธ์ที่ไม่สามารถนำไปใช้งานจริง

1.2 ยังไม่สามารถหาวิธีในการแก้ปัญหาที่เชื่อถือได้ และถูกต้อง

1.3 การคำนวณหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ใช้ระยะเวลานานเกินไป มีความเป็นไปได้ในอนาคตที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

1.4 เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งและไม่มีเวลาในการแก้ปัญหามากนัก

2. ลักษณะของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรมจัดเป็นปัญหาแบบพลวัต ซึ่งมีลักษณะของปัญหาที่ใกล้เคียงกับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะแบบพลวัตในลักษณะของการแวะรับสินค้า (Pick up Delivery) โดยรถบรรทุกจะออกจากคลังสินค้าเพื่อไปรับสินค้าตามลูกค้าต่าง ๆ ตามข้อจำกัดของการบรรทุกจากนั้นจะกลับมาสิ้นสุดที่คลังสินค้า แต่ลักษณะการทำงานของโฟล์คลิฟท์จะเป็นในลักษณะการรับงานที่จุดกำเนิด i ใด ๆ ไปส่งที่จุดปลายทาง j ใด ๆ จากนั้นจะเดินทางจากจุดปลายทาง j ไปรับงานที่จุด i ถัดไป จะทำให้เกิดจุดกำเนิดและจุดปลายทางหลายจุด ซึ่งลักษณะของทั้ง 2 ปัญหานี้ไม่สามารถที่จะทราบความต้องการได้ล่วงหน้าว่าจะเกิดขึ้น ณ เวลาใด และมีวัตถุประสงค์ในการลดระยะทางในการขนส่งหรือระยะทางในการขนย้ายระหว่างจุด j และจุด i ($j-i$)