บทที่ 4

การพัฒนาวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งของกรณีศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งศึกษาปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า จากคลังของโรงงานไปยังลูกค้าคือร้านค้าต่างๆ ในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ของบริษัทตัวอย่าง ซึ่งในปัจจุบันทางบริษัทใช้วิธีการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าโดยพนักงานซึ่งมีความชำนาญในเส้นทางต่างๆ ดังกล่าว ซึ่งบางครั้งอาจทำให้สูญเสียโอกาสในการรับใบสั่งซื้อของลูกค้ารายใหม่ที่อยู่นอกเส้นทางการเดินรถ และการส่งสินค้าให้กับลูกค้าที่สั่งซื้อในปริมาณไม่มากนักเป็นไปอย่างล่าช้า ดังนั้นเพื่อให้การจัดเส้นทางการเดินรถเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสูญเสียโอกาส และเพื่อความประหยัดในการขนส่งสินค้า วิทยานิพนธ์นี้จึงจัดทำวิธีการจัดเส้นทางการเดินรถในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยนำทฤษฎีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาประยุกต์สำหรับการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง ให้ได้เส้นทางการเดินรถที่มีระยะทางสั้นและมีค่าใช้จ่ายน้อย

4.1 ขั้นตอนการวิจัย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้นนี้ มุ่งเน้นให้เป็นฐานข้อมูลทางด้านการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าและช่วยจัดเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม เพื่อให้ประหยัดค่าขนส่งสินค้าให้กับบริษัทตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

4.1.1 ศึกษารวบรวมทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ดังที่ปรากฏในบทที่ 3

4.1.2 ศึกษารวบรวมข้อมูลของลูกค้าเป้าหมาย ภายในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ ได้แก่ จำนวนและสถานที่ตั้ง ปริมาณการสั่งซื้อ เส้นทางและระยะทางการขนส่งระหว่างลูกค้าแต่ละราย และค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นแต่ละเดือน เป็นต้น

4.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากข้อ 4.1.2 เพื่อกำหนดปัญหาและแนวทางแก้ปัญหา จากการศึกษาปัญหาของกรณีศึกษาจะเห็นว่ามีลักษณะรูปแบบของปัญหาเส้นทางการเดินรถแบบ Travelling Salesman Problem ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมีวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางการเดินรถ 2 ประเภทตามลักษณะของคำตอบที่แก้ไขได้ คือ

1) ประเภทคำตอบที่เหมาะสม (Optimal Solution)
2) ประเภทคำตอบที่ใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution)

โดยแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถ

วิธีการ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ประเภทคำตอบที่เหมาะสม (Optimal Solution)		
1.1 การโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)	1. ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด 2. ใช้คำนวณปัญหาที่ปัจจัยเกี่ยวข้องได้จำนวนมาก	1.ต้องการหน่วยความจำขนาดใหญ่ 2.ใช้เวลาในการคำนวณมาก 3.ขนาดของปัญหาจำกัดด้วยหน่วยความจำและเวลาในการคำนวณ
1.2 การโปรแกรมแบบไดนามิก (Dynamic Programming)	1. ให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด	1. แก้ปัญหาขนาดใหญ่ไม่ดีเพราะมีข้อจำกัดเรื่องเวลาในการคำนวณ
1.3 เทคนิคการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตของตัวแปร (Brance and Bound Technique)	1. สามารถรับรองได้ว่าเส้นทางที่ได้เป็นเส้นทางเดินที่เหมาะสมที่สุด 2. สามารถคำนวณในระยะเวลาน้อยๆ ด้วยการลดค่าเมตริกซ์ลง	1. ใช้เวลาในการคำนวณมาก 2. ต้องการหน่วยความจำขนาดใหญ่
2. ประเภทคำตอบที่ใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution Heuristic)		
2.1 The Saving Algorithm (G.Clarke and J.W.Wright,1964[1])	1.ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย 2.ใช้กับปัญหาที่มีจุดขนถ่ายได้จำนวนมาก	
2.2 The Sweep Approach (Gillett and Miller, 1974[4])		1.กรณีคลังสินค้าไม่ได้อยู่ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่ ทำให้เส้นทางมีขนาดไม่สมดุล 2.วิธีนี้ไม่คำนึงถึงถนน ทำให้จุดจัดส่งบางจุดซึ่งอยู่ในเส้นทางเดียวกันไม่ได้จัดส่งพร้อมกัน

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อดีและข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถ (ต่อ)

วิธีการ	ข้อดี	ข้อเสีย
2.3 The Transformation to a Pure Travelling Saleman Problem Mode (Lin and Kernighan,1973[5])		1.เส้นทางเดินรถจะมีระยะทางไม่เท่ากันทำให้มีปัญหาในการจัดลรรงาน 2.เป็นไปไม่ได้ที่จะได้คำตอบ ซึ่งให้ค่าระยะทางที่น้อยที่สุดหรือมากที่สุด 3.ในการใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ คำตอบที่ได้จะเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่แท้จริงเท่านั้น
2.4 The Partitioning and Decomposition Technique (Held and Karp, 1970[7])	1.เหมาะสำหรับใช้แก้ปัญหาของพนักงานขายขนาดใหญ่และใช้เวลาไม่มากนัก	1.ได้คำตอบที่เป็นเพียง Local Optimum
2.5 School Bus Routing Approach (Newton and Thomas, 1969[8])	1.ให้คำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่เหมาะสมที่สุด เพียง 1 เส้นทาง	

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหาตามวิธีการของ The Saving Algorithm (Clarke and Wright, 1964[1]) เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนักและสามารถเข้าใจได้ง่าย นอกจากตารางเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีแล้ว ยังมีงานวิจัยต่างๆ ที่นำเอาวิธีการของ The Saving Algorithm (Clarke and Wright, 1964[1]) มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อยืนยันถึงความสามารถและข้อดีในการนำวิธีการดังกล่าวไปปรับปรุงและใช้งาน ดังผลงานวิจัยซึ่งได้ศึกษารวบรวมไว้ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.4 การสำรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการทำดำเนินงานวิจัย ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดใหญ่
2. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ให้คำตอบใกล้เคียงที่เหมาะสมที่สุด เป็นวิธีการที่เข้าใจได้ง่ายและไม่ซับซ้อนเท่ากับวิธีการแรก
3. เป็นวิธีการที่ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และไม่ต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมาก

4. พนักงานสามารถที่จะใช้งานและแก้ไขโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใหม่หลังจากได้เริ่มใช้โปรแกรมไปแล้ว ได้ง่ายกว่าวิธีการแรก

4.1.4 นำทฤษฎีระบบฐานข้อมูลประยุกต์ใช้ จากการศึกษาทฤษฎีระบบฐานข้อมูลในบทที่ 3 จึงได้นำทฤษฎีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลของลูกค้าที่ได้ศึกษาและรวบรวมไว้ตามขั้นตอนที่ 4.1.2 การออกแบบฐานข้อมูลยึดหลักการออกแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และคำนึงถึงการเรียกใช้ข้อมูลและการประหยัดเนื้อที่ รวมทั้งได้ทำการนอร์มัลไลซ์ความสัมพันธ์เพื่อขจัดปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นกับฐานข้อมูลของระบบ เช่นการซ้ำซ้อนของข้อมูล ซึ่งจะทำให้เปลืองเนื้อที่ในการเก็บข้อมูล และปัญหาในการแก้ไขข้อมูล ซึ่งอาจทำให้เกิดความขัดแย้งของข้อมูล โดยได้ออกแบบฐานข้อมูลเป็น 1 ฐานข้อมูล ชื่อ Vehicles.mdb ใช้ไมโครซอฟแอกเซสช่วยสร้างฐานข้อมูลดังกล่าว ในฐานข้อมูลจะแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ เรียกว่าตาราง ประกอบด้วยตารางต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดและแบบจำลองเชิงตรรกการเรียกใช้ข้อมูลดังแสดงในภาคผนวก ก และภาคผนวก ข

4.1.5 ประยุกต์ทฤษฎีปัญหาการขนส่ง เพื่อหาเส้นทางเดินรถที่เหมาะสม

1) หาระยะทางที่สั้นที่สุดของลูกค้าแต่ละเขตการขาย
2) หาระยะทางที่ประหยัดได้
3) กำหนดขนาดและประเภทของรถบรรทุกที่ใช้ในการขนส่ง
4) กำหนดเส้นทางการจัดส่งสินค้า

4.1.6 สรุปค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการขนส่ง ได้แก่ ค่าน้ำมันรถ ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน ค่าที่พักพนักงาน ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายแปรผันโดยตรงกับระยะทางในการขนส่ง ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่น้อยที่สุด จึงคำนวณหาได้โดยการทำให้ระยะทางในการเดินทางสั้นที่สุด ซึ่งจะเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายก่อนการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

4.2 ข้อมูลและสมมุติฐาน

4.2.1 ข้อจำกัดด้านรถขนส่ง รถสำหรับบรรทุกสินค้าส่งลูกค้ามี 2 ประเภท ดังนี้

1) รถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 9 คัน สำหรับส่งสินค้าในเขตภาคกลาง ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยของรถแต่ละคันประมาณ9,200 กิโลกรัม

2) รถบรรทุก 10 ล้อจำนวน 6 คัน สำหรับส่งสินค้าในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกเฉลี่ยของรถแต่ละคันประมาณ 21,000 กิโลกรัม

4.2.2 ข้อมูลด้านต้นทุน

4.2.2.1 ราคาน้ำมัน ตามสภาพการณ์จริงจะแตกต่างกัน จึงใช้การคำนวณหาค่าเฉลี่ยในช่วงนั้น ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงต้นทุนค่าน้ำมันของกรณีศึกษาในช่วง 6 เดือนที่ทำการศึกษา

เดือน	ค่าน้ำมันเฉลี่ยต่อปริมาตรขนส่ง	
	บาท/กม./ลิตร	บาท/กม./ลิตร
	6 ล้อ	10 ล้อ
กุมภาพันธ์	2.45	3.25
มีนาคม	2.45	3.25
พฤษภาคม	2.40	3.20
มิถุนายน	2.50	3.30
ตุลาคม	2.55	3.25
พฤศจิกายน	2.50	3.30

4.2.2.2 ค่าเบี้ยเลี้ยงพนักงาน สำหรับพนักงานขนส่งในเขตต่างจังหวัดทางโรงงานตัวอย่างมีอัตราการจ่ายเบี้ยเลี้ยงโดยแบ่งตามประเภทของรถบรรทุก ดังนี้

1) พนักงานขับรถบรรทุก 10 ล้อ จ่ายเบี้ยเลี้ยงในอัตรา 140 บาท/วัน พนักงานขับรถบรรทุก 6 ล้อ จ่ายเบี้ยเลี้ยง ในอัตรา 120 บาท/วัน
2) ผู้ช่วยพนักงานขับรถบรรทุก 10 ล้อ จ่ายเบี้ยเลี้ยงในอัตรา 120 บาท/วัน และผู้ช่วยพนักงานขับรถบรรทุก 6 ล้อ จ่ายเบี้ยเลี้ยงในอัตรา 110 บาท/วัน
3) พนักงานประจำรถบรรทุก 10 ล้อ จ่ายเบี้ยเลี้ยงในอัตรา 110 บาท/วัน และพนักงานประจำรถบรรทุก 6 ล้อ จ่ายเบี้ยเลี้ยงในอัตรา 100 บาท/วัน

4.2.2.3 ค่าที่พักพนักงาน ค่าที่พักในกรณีของการขนส่งต่างจังหวัดทางโรงงานตัวอย่างให้ค่าที่พักรถบรรทุกคันละ 200 บาท/คืน

4.2.3 ข้อมูลจุดส่งสินค้า

ปัจจุบันบริษัทตัวอย่างมีลูกค้าในเขตภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวมทั้งหมดประมาณ 247 ราย ซึ่งเมื่อจำแนกลูกค้าในระดับอำเภอแล้วจะมีจุดส่งสินค้าทั้งหมด 133 จุด โดยตำแหน่งของจุดส่งสินค้าทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 4.1

4.3 การกำหนดรหัสพื้นที่เขตการขาย

เนื่องจากผู้วิจัยได้จำแนกลูกค้าหรือจุดขนถ่ายตามระดับของอำเภอ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการอ้างอิงถึงลูกค้าในเขตอำเภอและจังหวัดนั้นๆ จึงจำเป็นต้องกำหนดรหัสให้กับอำเภอและจังหวัดเหล่านั้น โดยโครงสร้างของรหัสประกอบด้วยตัวเลข 6 หลัก โดยแสดงดังรูปที่ 4.2 ซึ่งมีความหมายดังนี้

1) ตัวเลขหลักที่ 1 หมายถึงภาคของเขตการขาย 1 หมายถึงภาคเหนือ 2 หมายถึง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 หมายถึง ภาคใต้ 4 หมายถึงภาคกลาง
2) ตัวเลขหลักที่ 2 และ 3 หมายถึง ชื่อจังหวัดที่อยู่ในภาคของเขตการขาย
3) ตัวเลขหลักที่ 4, 5 และ 6 หมายถึง ชื่ออำเภอที่อยู่ในจังหวัดและภาคของเขตการขาย เช่น 103001 เลข 1 หมายถึงภาคเหนือ เลข 03 หมายถึงจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นลำดับจังหวัดที่ 3 ในเขตภาคเหนือเมื่อเรียงลำดับตามตัวอักษรภาษาไทย และเลข 001 หมายถึง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมืองของจังหวัด โดยรหัสของเขตการขายดังแสดงในภาคผนวก ง

รูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างของรหัสพื้นที่เขตการขาย

4.4 แบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายการขนส่ง ซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับระยะทางอันเป็นค่าใช้จ่ายแปรผันเกือบทั้งหมดของค่าขนส่ง จึงได้เลือกวิธีการจัดระยะทางการขนส่งให้สั้นที่สุดในการประหยัดค่าใช้จ่าย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้วิธีการของ The Saving Algorithm ซึ่งเป็นวิธีการหาระยะทางที่ประหยัดที่สุดในการจำลองแบบปัญหาของกรณีศึกษาด้วยเหตุผลดังได้กล่าวแล้วในข้อ 4.1.3 โดยมีขั้นตอนในการใช้ The Saving Algorithm สร้างแบบจำลองปัญหาและแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้ามีดังนี้

4.4.1 หาระยะทางสั้นที่สุดของทุก ๆ คู่ลูกค้าซึ่งเป็นจุดส่งสินค้าเพื่อจะได้ทราบระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างลูกค้า 2 จุดนั้นๆ ผู้วิจัยใช้วิธี Revision Cascade Method (RCM) ซึ่งรายละเอียดและตัวอย่างการคำนวณดังแสดงในบทที่ 3 ข้อ 3.1.2 ข้อย่อย 2) จากจำนวนลูกค้าทั้งหมด 247 ราย สามารถแบ่งลูกค้าในระดับอำเภอได้เป็น 133 จุด ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสแทนชื่อที่ตั้งของลูกค้าแต่ละแห่ง เนื่องจากปริมาณการสั่งซื้อ ชื่อและสถานที่ตั้งของลูกค้าเป็นข้อมูลทางการตลาดที่สำคัญซึ่งไม่สามารถนำมาเผยแพร่ได้ ดังตารางที่ 4.3 จะแสดงระยะทางที่สั้นที่สุดของทุกๆ คู่ของลูกค้าที่ได้จากการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ตามวิธีการของ RCM

4.4.2 หาระยะทางที่ประหยัดได้ (Saving) ซึ่งเป็นการหาระยะทางที่ประหยัดที่สุดจากการที่ให้รถบรรทุกหนึ่งคันสามารถส่งสินค้าไปยังลูกค้าได้หลายรายในหนึ่งเที่ยว แทนที่จะให้ส่งเพียงลูกค้ารายเดียวในหนึ่งเที่ยว โดยการเปรียบเทียบระยะทางรวมที่รถบรรทุกวิ่งจากคลังสินค้าผ่านลูกค้าหลายรายก่อนจะกลับสู่คลังสินค้ากับระยะทางรวมทุกเที่ยวที่รถบรรทุกหนึ่งเที่ยววิ่ง ไป-กลับ ยังลูกค้าเพียงรายเดียวเท่านั้น เช่น รถบรรทุกหนึ่งคัน ขนส่งสินค้าจากจุดเริ่มต้น O ไปยังลูกค้า A และ B กรณีที่ใช้รถบรรทุกส่งสินค้าได้ลูกค้ารายเดียวในหนึ่งเที่ยว รถบรรทุกวิ่ง ไป-กลับ เพื่อส่งสินค้าไปยังจุด A เพียงจุดเดียวจะมี

ระยะทางไป-กลับ = $d_{OA} + d_{AO}$

รถบรรทุกวิ่ง ไป-กลับ เพื่อส่งสินค้าไปยังจุด B เพียงจุดเดียวจะมี

ระยะทางไป-กลับ = $d_{OB} + d_{BO}$

รวมระยะทางเพื่อขนส่งสินค้าทั้ง 2 จุด = $d_{OA} + d_{AO} + d_{OB} + d_{BO}$

กรณีที่ใช้รถบรรทุกส่งสินค้าได้ลูกค้าหลายรายในหนึ่งเที่ยว

รถบรรทุกส่งสินค้าไปยังจุด A และ B แล้วจึงกลับจะมี

ระยะทาง ไป-กลับ = $d_{OA} + d_{AB} + d_{BO}$

ดังนั้นระยะทางที่ประหยัดได้

$$= (d_{OA} + d_{AO} + d_{OB} + d_{BO}) - (d_{OA} + d_{AB} + d_{BO})$$

ตารางที่ 4.3 ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างเขตการขาย

	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	93	97	101	105	109	113	117	121	125	129	133
1	0	871	556	306	482	390	508	234	503	327	451	582	582	496	660	914	556	351	431	193	689	1005	896	197	166	126	137	161	279	217	117	106	268	70
5	871	0	532	655	630	510	392	660	912	940	1010	963	750	1060	1092	1694	1336	1131	1211	973	1669	1785	1678	694	932	689	782	924	834	830	814	686	975	950
9	556	532	0	340	368	248	289	345	650	625	748	701	488	794	830	1379	1021	816	896	658	1354	1470	1363	579	617	574	467	609	519	515	499	571	660	535
13	306	655	340	0	271	174	292	95	412	375	499	598	391	544	708	1129	771	566	646	408	1104	1220	1113	329	367	324	217	359	269	265	249	321	410	285
17	482	630	368	271	0	120	238	278	282	326	380	333	120	430	462	1236	878	673	753	515	1211	1327	1220	510	427	448	353	483	347	325	430	428	470	392
21	390	510	248	174	120	0	118	179	402	446	500	453	240	550	582	1213	855	650	730	492	1186	1304	1197	413	447	406	301	443	349	345	333	405	490	369
25	508	392	289	292	238	118	0	297	520	564	618	571	358	668	700	1331	973	768	848	610	1306	1422	1315	531	585	526	419	561	467	463	451	523	608	487
29	234	660	345	95	278	179	297	0	417	312	436	547	396	481	645	1062	693	488	568	330	1026	1154	1047	240	304	235	154	270	206	202	160	255	347	219
33	503	912	650	412	282	402	520	417	0	176	300	255	302	350	384	1277	919	714	794	556	1252	1368	1261	554	347	489	394	524	257	368	474	469	329	433
37	327	940	625	375	326	446	564	312	176	0	124	235	346	174	333	1101	743	538	618	380	1076	1192	1085	378	171	313	218	348	150	190	298	293	153	257
41	451	1010	748	499	380	500	618	436	300	124	0	111	400	50	216	1225	867	662	742	504	1200	1316	1209	502	295	437	342	472	274	314	422	417	233	381
45	582	963	701	598	333	453	571	547	255	235	111	0	353	161	209	1336	978	773	853	615	1311	1427	1320	613	408	548	453	583	385	425	533	528	344	492
49	582	750	488	391	120	240	358	396	302	346	400	353	0	450	482	1356	998	793	873	635	1331	1447	1340	630	517	568	473	603	367	445	550	548	499	512
53	496	1060	794	544	430	550	668	481	350	174	50	161	450	0	168	1270	912	707	787	549	1245	1361	1254	547	345	482	387	517	324	359	467	462	267	426
57	660	1092	830	706	462	582	700	645	384	333	216	209	482	168	0	1434	1076	871	951	713	1409	1525	1418	711	504	646	551	681	483	523	631	626	433	590
61	914	1694	1379	1129	1236	1213	1331	1062	1277	1101	1225	1336	1356	1270	1434	0	401	574	494	732	203	279	131	691	968	827	980	846	1053	991	902	866	1068	844
65	556	1336	1021	771	878	855	973	693	919	743	867	978	998	912	1078	401	0	205	125	363	372	490	380	622	608	458	613	477	695	633	633	497	710	488
69	351	1131	816	566	673	650	768	488	714	538	662	773	793	707	871	574	205	0	80	158	538	695	686	317	403	253	408	272	490	428	328	292	505	281
73	431	1211	896	646	753	730	848	568	794	618	742	853	873	787	951	494	125	80	0	238	458	615	505	397	483	333	488	352	570	508	408	372	585	361
77	193	973	658	408	515	492	610	330	556	380	504	615	635	549	713	732	363	158	238	0	696	853	743	159	245	95	250	114	332	270	170	134	347	123
81	889	1669	1354	1104	1211	1188	1306	1026	1252	1076	1200	1311	1331	1245	1409	203	372	538	458	696	0	482	334	855	941	791	946	810	1028	966	866	830	1043	819
85	1005	1785	1470	1220	1327	1304	1422	1154	1368	1192	1316	1427	1447	1361	1525	279	490	695	615	853	482	0	148	1012	1057	948	1071	967	1144	1062	1023	971	1159	935
89	896	1678	1363	1113	1220	1197	1315	1047	1261	1085	1209	1320	1340	1254	1418	131	380	585	505	743	334	148	0	902	950	838	964	857	1037	975	913	864	1052	828
93	197	694	579	329	510	413	531	240	554	378	502	613	630	547	711	691	622	317	397	159	655	1012	902	0	258	80	160	45	306	268	80	172	360	136
97	166	932	617	367	427	447	565	304	347	171	295	406	617	345	504	966	606	403	483	245	941	1057	950	258	0	178	210	213	244	182	252	158	102	122
101	126	689	574	324	448	406	526	235	489	313	437	548	568	482	646	827	458	253	333	95	791	948	838	80	178	0	155	35	265	203	75	92	280	58
105	137	782	467	217	353	301	419	154	394	218	342	453	473	387	551	980	613	408	488	250	946	1071	964	160	210	155	0	190	170	108	80	172	253	136
109	161	924	609	359	483	443	561	270	524	348	472	583	603	517	681	646	477	272	352	114	810	967	857	45	213	35	190	0	300	238	110	127	315	91
113	279	834	519	269	347	349	467	208	257	150	274	385	387	324	483	1053	695	490	570	332	1028	1144	1037	306	244	265	170	300	0	142	226	245	287	209
117	217	830	515	265	325	345	463	202	366	190	314	425	445	359	523	991	633	428	508	270	966	1082	975	268	182	203	106	238	142	0	188	183	225	147
121	117	814	499	249	430	333	451	160	474	298	422	533	550	467	631	902	633	328	408	170	868	1023	913	80	252	75	80	110	226	188	0	168	333	130
125	106	686	571	321	428	405	523	255	489	293	417	528	548	462	626	866	497	292	372	134	830	971	864	172	158	92	172	127	245	183	166	0	260	36
129	268	975	660	410	470	490	608	347	329	153	233	344	499	267	433	1068	710	505	585	347	1043	1159	1052	360	102	280	253	315	287	225	333	260	0	224
133	70	850	535	285	392	369	487	219	433	257	381	492	512	426	590	844	488	281	361	123	819	935	828	136	122	58	136	91	209	147	130	36	224	0

48

$$= d_{AO} + d_{BO} - d_{AB}$$

โดยที่ ถ้าระยะทางที่ประหยัดได้มีค่ามากกว่า 0 แสดงว่ามีการประหยัดระยะทางขนส่ง

4.4.3 พิจารณาปริมาณสินค้าให้เหมาะสมกับน้ำหนักบรรทุกของรถจากข้อจำกัดด้านรถบรรทุกสินค้าของกรณีศึกษา ซึ่งมี 2 ประเภท คือรถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 9 คัน และรถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 6 คัน

4.4.4 จัดเส้นทางการจัดส่งสินค้ารายวันของรถบรรทุกสินค้า โดยการจัดเส้นทางการขนส่งต้องคำนึงถึง

1) ปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าที่จะจัดส่งในวันนั้นๆ
2) ระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างแต่ละจุดของลูกค้า ที่คำนวณได้ในข้อ 4.4.1
3) ระยะทางที่ประหยัดได้ (Saving) ของทุกคู่ลูกค้าตามที่คำนวณได้ในข้อ 4.4.2
4) น้ำหนักบรรทุกของรถบรรทุก ที่นำมาใช้ตามที่ได้ระบุไว้ในข้อ 4.2.3

ในการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าต่างๆ จะตรวจสอบปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละรายที่จะจัดส่งให้กับน้ำหนักบรรทุกของรถบรรทุกที่มีอยู่ โดยกำหนดให้ต้องบรรทุกสินค้าเต็มคันรถและน้ำหนักบรรทุกไม่เกินพิกัดที่กฎหมายกำหนด จึงจะยินยอมให้รถบรรทุกคันนั้นจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าได้

4.4.5 ขั้นตอนการหาเส้นทางการขนส่งสินค้า โดยวิธี Saving ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ป้อนปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละรายในวันนั้นๆ
2) คำนวณระยะทางและค่า Saving ของทุกคู่ลูกค้าที่ต้องจัดส่ง
3) พิจารณาเส้นทางขนส่งสินค้าของรถบรรทุกแต่ละคัน มีวิธีดังนี้
   3.1) เลือกลูกค้าคู่ที่เป็นจุดส่งจุดแรก ด้วยการพิจารณาจากคู่ลูกค้าที่มีค่า Saving มากที่สุดเป็นลำดับแรก
   3.2) เลือกประเภทของรถบรรทุกที่ต้องจัดส่ง ตามเขตการขายของลูกค้าคู่แรก
      3.2.1) ถ้าลูกค้ารายแรก เป็นลูกค้าในเขตภาคกลาง ให้ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ

3.2.2) ถ้าลูกค้ารายแรก เป็นลูกค้าในเขตภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ ให้ใช้รถบรรทุก 10 ล้อ

3.3) ตรวจสอบว่า ปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้ากับน้ำหนักบรรทุกของรถบรรทุกสินค้า ดังนี้

3.3.1) ถ้าปริมาณการสั่งซื้อ มากกว่าน้ำหนักบรรทุก ให้จัดส่งสินค้าสู่ลูกค้าจุดแรกใหม่จากข้อ 2) ที่มีค่า Saving มากเป็นลำดับถัดไป

3.3.2) ถ้าปริมาณการสั่งซื้อ น้อยกว่าน้ำหนักบรรทุก ให้คำนวณน้ำหนักบรรทุกที่เหลือภายในรถบรรทุกคันนั้น

3.4) ตรวจสอบขนาดบรรทุกของรถว่า มีน้ำหนักบรรทุกของรถเหลืออยู่หรือไม่

3.4.1) ถ้ามีเหลือ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 3.5)

3.4.2) ถ้าไม่มีเหลือ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 3.6)

3.5) เลือกลูกค้าที่เป็นจุดส่งจุดถัดไปด้วย การพิจารณาจากลูกค้าที่มีค่า Saving มากที่สุดเป็นลำดับถัดมาที่ยังไม่ได้กำหนดเป็นจุดจัดส่ง และสามารถเชื่อมต่อกับลูกค้ารายก่อนหน้าได้ต่อไป และทำตามขั้นตอนที่ 3.7)

3.6) ตรวจสอบว่ามีสินค้ารอส่งเหลืออยู่หรือไม่

3.6.1) ถ้ามีเหลือ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 3.11)

3.6.2) ถ้าไม่มีเหลือ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 4)

3.7) ตรวจสอบว่า ปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้ากับน้ำหนักบรรทุกของรถบรรทุกสินค้า ดังนี้

3.7.1) ถ้าปริมาณการสั่งซื้อมากกว่าน้ำหนักบรรทุก ให้ทำตามขั้นตอนที่ 3.5)

3.7.2) ถ้าปริมาณการสั่งซื้อ น้อยกว่าน้ำหนักบรรทุก ให้ทำตามขั้นตอนที่ 3.8)

3.8) คำนวณน้ำหนักบรรทุก ที่เหลือภายในรถบรรทุกคันนั้น และทำตามขั้นตอนที่ 3.9)

3.9) ตรวจสอบว่ามีน้ำหนักบรรทุกของรถเหลืออยู่หรือไม่

3.9.1) ถ้ามีเหลือ ให้ทำขั้นตอนที่ 3.5)

3.9.2) ถ้าไม่มีเหลือ ทำตามขั้นตอนที่ 3.10)

3.10) ตรวจสอบว่า มีลูกค้าที่ยังไม่ได้จัดส่งสินค้าเหลืออยู่อีกหรือไม่

3.10.1) ถ้ามีเหลือ ทำตามขั้นตอนที่ 3.11)

3.10.2) ถ้าไม่มีเหลือ ทำตามขั้นตอนที่ 4)

3.11) ตรวจสอบว่ามีรถบรรทุกเหลืออยู่หรือไม่

3.11.1) ถ้ามีเหลือให้ใช้รถคันถัดไปและทำตามขั้นตอนที่ 3.1)

3.11.2) ถ้าไม่มีเหลือ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 4)

4) รายงานผลการจัดเส้นทางการขนส่ง

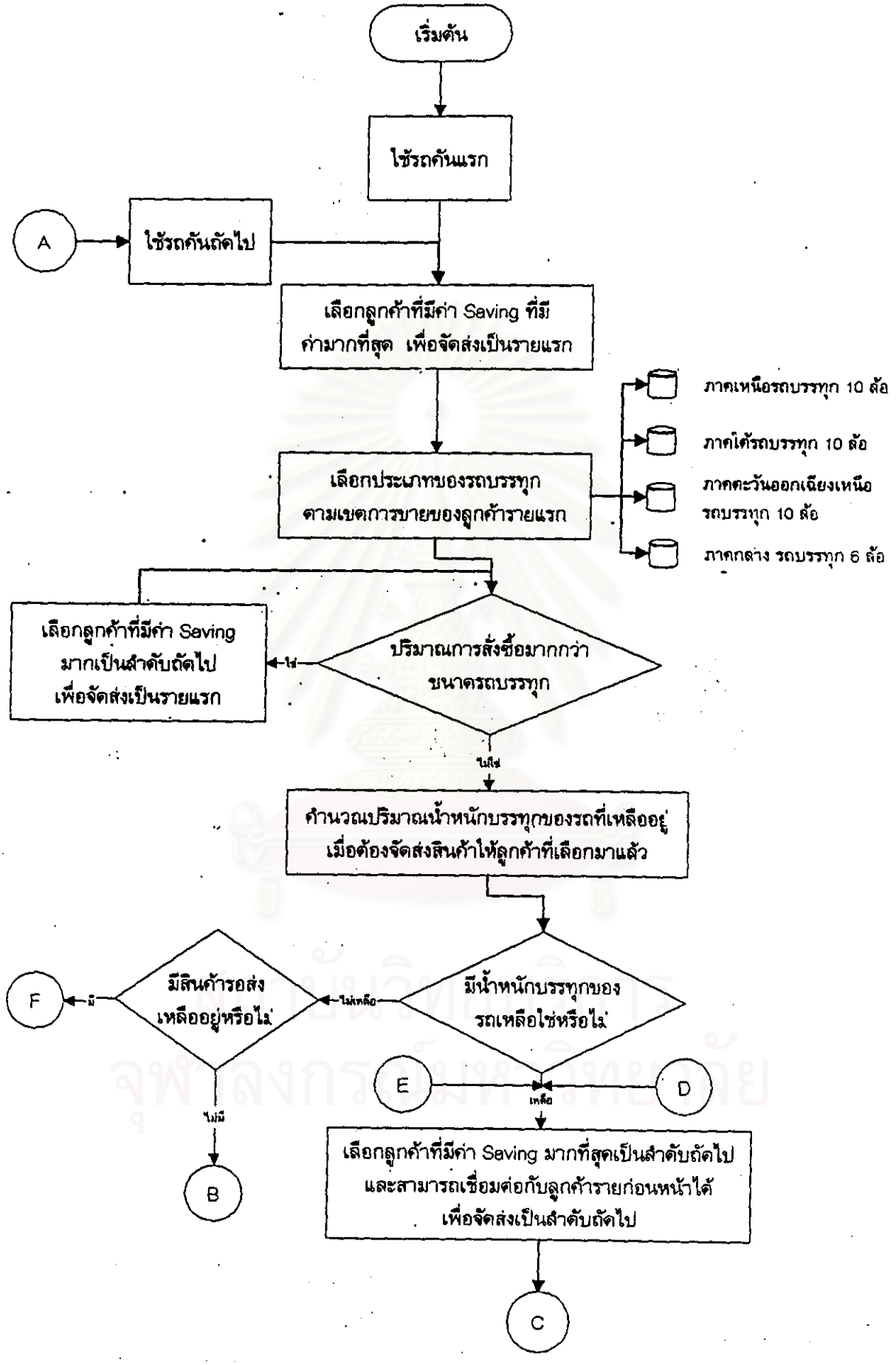
4.1) รายงานสินค้านำส่งสำหรับรถขนส่ง

4.2) รายงานเส้นทางที่ใช้สำหรับการขนส่ง

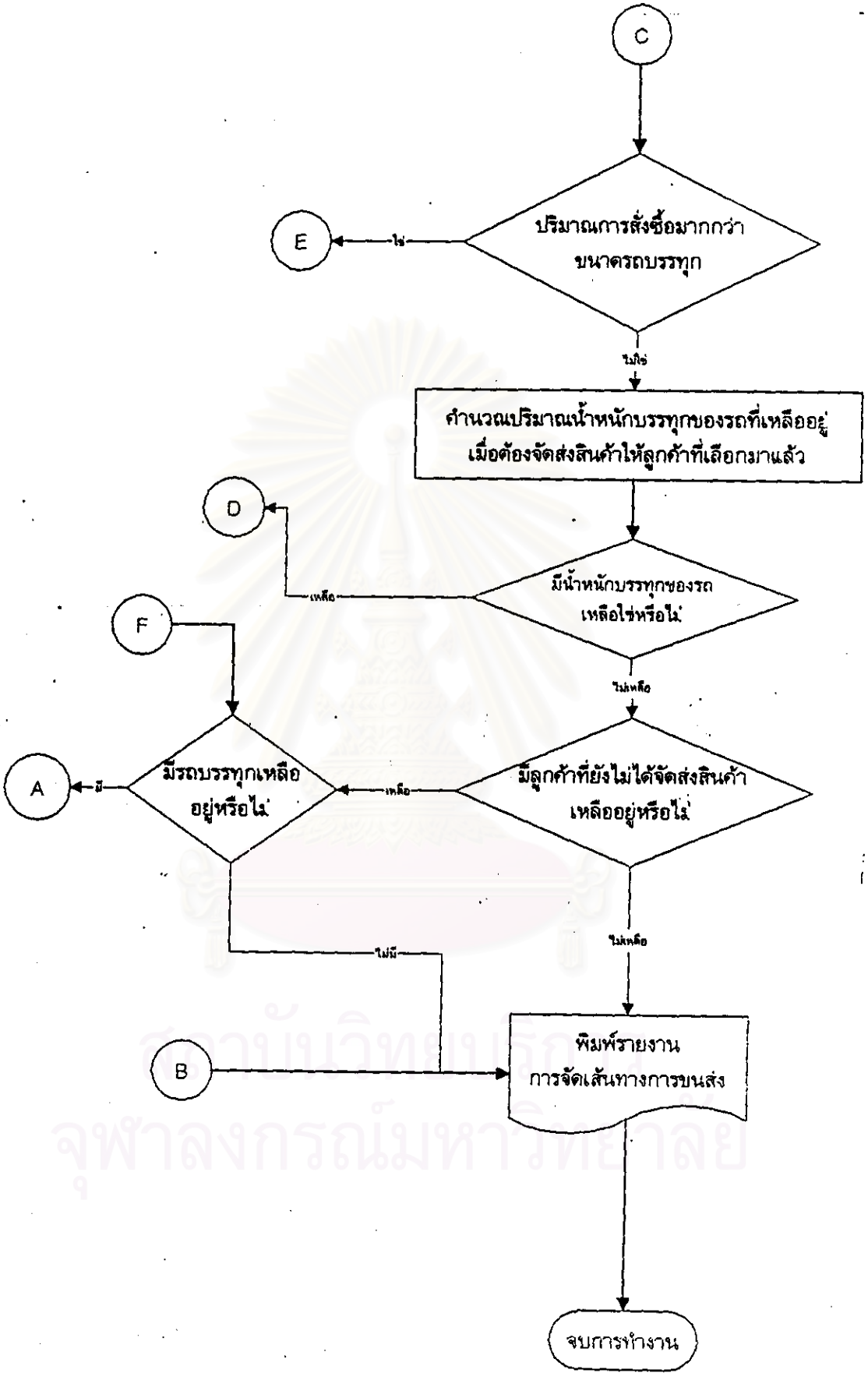
4.3) รายงานสินค้าค้างส่ง

4.4.6 กรณีไม่สามารถจัดสินค้าบนรถบรรทุก ได้ตามผลการจัดเส้นทาง โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ให้ยกเลิกผลการจัดเส้นทางโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น แล้วป้อนผลการจัดเส้นทางจริงโดยวิจารณญาณของผู้จัดเส้นทางเองลงในโปรแกรม เพื่อทำการตัดยอดของสินค้าคงเหลือในแต่ละวันด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการใช้ The Saving Algorithm สร้างแบบจำลองและแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการใช้ The Saving Algorithm สร้างแบบจำลองและแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งสินค้า (ต่อ)