

การประยุกต์ใช้การสังเคราะห์ร่วมสำหรับระบบการกระจายสินค้าสองคลังสินค้า
และหลายร้านค้าปลีก

สุภาพร หาญสกุล

TNI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2564

APPLYING JOINT ORDERING FOR TWO DEPOTS AND MULTIPLE RETAILERS
DISTRIBUTION SYSTEM

Supaporn Hansakul

TNI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for The Degree of Master of Engineering Program in Engineering Technology

Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2021

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมสำหรับระบบการกระจายสินค้า
สองคลังสินค้าและหลายร้านค้าปลีก

โดย

สุภาพร หาญสกุล

สาขาวิชา

เทคโนโลยีวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ดร.กรกฎ เหมสถาปต์)

.....กรรมการ

(ดร.อัสนา เซนไต้ะ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรชัย นิเวศน์รังสรรค์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน)

สุภาพร หาญสกุล : การประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมสำหรับระบบการกระจายสินค้าสองคลังสินค้า และหลายร้านค้าปลีก. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน, 60 หน้า.

การจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง (Vehicle Routing Problem) เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการด้านการขนส่งและโลจิสติกส์ ในการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งจากคลังสินค้า ไปยังลูกค้าที่กระจายอยู่ตามจุดต่างๆ โดยมีเป้าหมายคือ เส้นทางที่สั้นที่สุด รวมถึงค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ค่าจัดเก็บสินค้า และต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการขาดสินค้า งานวิจัยนี้ได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการสำหรับจัดเส้นทางเดินรถ โดยการประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering) สำหรับงานที่มีสองศูนย์กระจายสินค้าหลักในการกระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีก โดยความต้องการของลูกค้าหรืออุปสงค์ไม่คงที่ ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่งมีขนาดไม่จำกัด โดยคิดรวมถึงต้นทุนการจัดเก็บ (Inventory Holding) และต้นทุนค่าเสียโอกาสจากการขาดสินค้า (Stock out Cost) ต้นทุนการถือครองสินค้าเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในภาคอุตสาหกรรม โดยพิจารณา รวมถึงต้นทุนของการจัดเก็บและต้นทุนการเสียโอกาสจากการขาดสินค้า ซึ่งการหาผลเฉลยนี้มีโอกาสต่อยอด ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งจะเป็นกลไกที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจการวางแผนจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผลการเปรียบเทียบการจัดเส้นทางและต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering) ระหว่างการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบปิด (Vehicle Routing Problem : VRP) มีต้นทุนรวม (ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการขนส่งและ ต้นทุนในการถือครองสินค้า) ที่น้อยกว่าการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งแบบเปิด (Open Vehicle Routing Problem: OVRP) แต่การจัดเส้นทางแบบเปิด OVRP จะมีระยะทางรวมที่สั้นกว่า และเมื่อศึกษาความไวของคำตอบต่อค่าปริมาณอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 25 และร้อยละ 50% การจัดเส้นทางแบบเปิดมีแนวโน้มที่ระยะทางรวมและต้นทุนรวมน้อยกว่าการจัดเส้นทางแบบปิด

SUPAPORN HANSAKUL : APPLYING JOINT ORDERING FOR TWO DEPOTS AND
MULTIPLE RETAILERS DISTRIBUTION SYSTEM. ADVISOR : ASST.PROF.DR. DUMRONGKIAT
RATANAAMORNPIN, 60 PP.

This research aims to study and solve the two warehouses and multiple
retailers distribution system by applying joint ordering inventory management and
considering inventory holding cost, stock out cost by comparing close vehicle routing
problem (VRP) and open vehicle routing problem (OVRP).

The experiment shows that OVRP has a shorter total travelling distance but
VRP routing has a lower total cost from the sensitivity analysis demand when 25%
and 50% increase in demand. OVRP has shorter total distance and less total cost
than VRP routing.

Graduate School

Field of Engineering of Technology

Academic Year 2021

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญชลี สุพิทักษ์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวางแผนงานในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาและแนะนำและตรวจแก้ข้อบกพร่องต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยี วิศวกรรมทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ต่อไป รวมทั้งขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ได้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

สุภาพร หาญสกุล

TNI

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ

บทที่

1	บทนำ	1
1.1	ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2	ความสำคัญของการวิจัย	1
1.3	วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.4	ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.5	ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.6	แผนงานและระยะเวลาดำเนินการ	3
1.7	คำอธิบายศัพท์.....	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1	แนวคิดการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์.....	5
2.2	แนวคิดและปัญหาของการวางแผนการขนส่งให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ประหยัดที่สุด ...	6
2.3	ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (VRP).....	6
2.4	แนวคิดการจัดการสินค้าคงคลัง.....	9
2.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเติมเต็มสินค้าคงคลัง และการจัดเส้นทาง การกระจายสินค้า.....	11

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีการดำเนินงาน..... 13
3.1	กระบวนการดำเนินการวิจัย 13
3.2	นิยามของปัญหา..... 13
3.3	ข้อมูลนำเข้า..... 15
3.4	สมมติฐานเบื้องต้น..... 17
3.5	ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 17
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 19
4.1	ค่าเฉลี่ยของปัญหาตัวอย่าง..... 19
4.2	ค่าเฉลี่ยของปัญหาตัวอย่างเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์เพิ่มขึ้น 25% และ 50%..... 23
5	บทสรุป ข้อเสนอแนะ บทวิจารณ์..... 26
5.1	สรุปผลการวิจัย..... 26
5.2	ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัย 26
บรรณานุกรม	 28
ภาคผนวก	 30
ภาคผนวก ก. ตารางแสดงผลการศึกษา กรณีศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่ง และร้านค้าปลีก 6 ร้าน.....	31
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	60

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงานปี พ.ศ. 2564-2565.....	3
2.1 สรุปเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาการขนส่ง.....	8
2.2 เปรียบเทียบระหว่าง ระบบ Fixed Order Size System และ Fix Order Interval System (Joint Ordering).....	11
3.1 ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าและร้านค้าปลีกแต่ละแห่ง (กิโลเมตร).....	13
3.2 ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าและร้านค้าปลีกแต่ละแห่ง (กิโลเมตร).....	14
3.3 ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษา ปัญหา 4 ร้านค้าปลีก.....	16
3.4 ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษา ปัญหา 6 ร้านค้าปลีก.....	16
4.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง (แบ่งเส้นทางเป็น 2 เส้นทาง และใช้รถ 2 คัน ในการขนส่ง) : VRP	19
4.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมในการตัดสินใจ : VRP	20
4.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP	20
4.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมในการตัดสินใจ : OVRP	21
4.5 การเปรียบเทียบระยะทางรวม, จุดสั่งซื้อร่วม, สต็อกเพื่อ และต้นทุนรวมระหว่าง VRP และ OVRP (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 4 ร้านค้าปลีก)	22
4.6 การเปรียบเทียบระยะทางรวม, จุดสั่งซื้อร่วม, สต็อกเพื่อ และต้นทุนรวมระหว่าง VRP และ OVRP (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 6 ร้านค้าปลีก)	23
4.7 ตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของจุดสั่งซื้อร่วมและต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์ มีการเปลี่ยนแปลง (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 4 ร้านค้าปลีก)	23
4.8 ตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของจุดสั่งซื้อร่วมและต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์ มีการเปลี่ยนแปลง (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 6 ร้านค้าปลีก)	24
ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP	32
ก.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมในการตัดสินใจ : VRP	40
ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP	45
ก.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมในการตัดสินใจ : OVRP	55

สารบัญรูป

รูป	หน้า
1.1 การจัดเส้นทางการขนส่งแบบนโยบายการสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering Policy).....	2
2.1 การสั่งซื้อระบบ EOI หรือ Joint Ordering	10
2.2 ต้นทุนรวมของการซื้อแบบ EOI.....	10
3.1 ระยะห่างระหว่างคลังสินค้าและร้านค้าปลีก (2 คลังสินค้า 4 ร้านค้าปลีก).....	14
3.2 ระยะห่างระหว่างคลังสินค้าและร้านค้าปลีก (2 คลังสินค้า 6 ร้านค้าปลีก).....	15
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	17
4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์เพิ่มขึ้น (4 ร้าน).....	24
4.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์เพิ่มขึ้น (6 ร้าน).....	25

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันนี้มีการแข่งขันทางด้านสินค้าและบริการค่อนข้างสูง เนื่องจากลูกค้ามีช่องทางในเข้าถึงสินค้าและบริการหลากหลายมากขึ้น ทำให้เกิดการแข่งขันทางด้านราคามากขึ้น ทำให้แต่ละบริษัทต้องพัฒนาและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการตลาด โดยการพยายามลดต้นทุนทางการผลิตลง ต้นทุนการขนส่งและจัดเก็บเป็นกิจกรรมหนึ่งในกระบวนการโลจิสติกส์ที่มีส่วนช่วยในการลดต้นทุนของสินค้าได้ ยกตัวอย่างเช่น อาจใช้รถขนส่งร่วมกัน เครือข่ายการกระจายสินค้าและทำเลที่แตกต่างกัน เป็นต้น โดยเป้าหมายหลักในการปรับปรุงการขนส่ง คือ จะต้องสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างทันทั่วถึง และภายใต้ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนในการจัดเก็บที่สามารถยอมรับได้

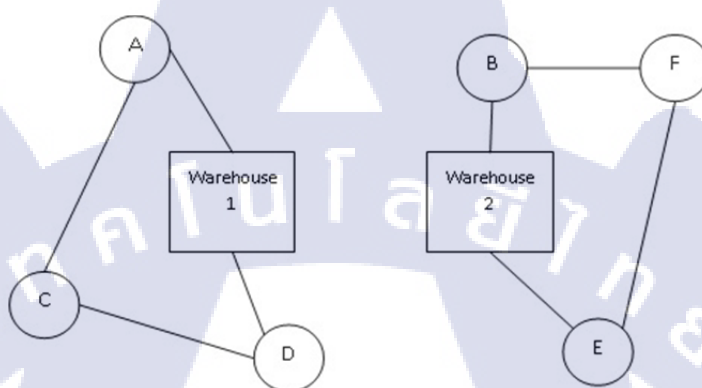
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีการสำหรับจัดเส้นทางการเดินทาง โดยการประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering) สำหรับงานที่มีสองศูนย์กระจายสินค้าหลักในการกระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีก โดยความต้องการของลูกค้าหรืออุปสงค์ไม่คงที่ ความสามารถในการบรรทุกสินค้าของรถขนส่งมีขนาดไม่จำกัด โดยคิดรวมถึงต้นทุนการจัดเก็บ (Inventory) และต้นทุนเสียโอกาสจากการขาดสินค้า (Safety Stock) เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในภาคอุตสาหกรรม โดยพิจารณา รวมถึงต้นทุนของการจัดเก็บและต้นทุนการเสียโอกาสจากการขาดสินค้า ซึ่งการหาผลเฉลยนี้มีโอกาสต่อยอดในเชิงพาณิชย์ซึ่งจะเป็นกลไกที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 ความสำคัญของการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเพื่อหาผลเฉลยสำหรับการจัดการเส้นทาง โดยการประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering) มาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดการเส้นทาง โดยพิจารณา รวมถึงต้นทุนของการจัดเก็บและต้นทุนการเสียโอกาสจากการขาดสินค้า ซึ่งการหาผลเฉลยนี้มีโอกาสต่อยอดในเชิงพาณิชย์ซึ่งจะเป็นกลไกที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจการวางแผนจัดเส้นทางการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ปัญหาการกระจายสินค้าสำหรับหลายคลังสินค้าและหลายร้านค้าปลีก เมื่อแต่ละคลังสินค้ารับผิดชอบในการทดแทนสินค้าให้ร้านค้าปลีกที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบ โดยกำหนดให้เมื่อรถขนส่งออกจากคลังสินค้า หยุดส่งสินค้าตามตำแหน่งของร้านค้าปลีกที่รับผิดชอบและกลับมายังคลัง

สินค้าต้นทาง โดยอุปสงค์ที่เกิดขึ้นที่ร้านค้าปลีกมีค่าไม่คงที่และมีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย และค่าความผันแปรของอุปสงค์ค่าหนึ่งๆ นโยบายการทดแทนสินค้าที่ร้านค้าปลีกเป็นแบบตามช่วงเวลา โดยการหาค่าช่วงเวลาการสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering Policy) เป้าหมายคือการจัดเส้นทาง การขนส่งที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด โดยต้นทุนรวมจะประกอบด้วย ค่าขนส่งและค่าสินค้าคงคลัง ค่าสินค้าคงคลังจะพิจารณารวมถึงค่าจัดเก็บค่าสั่งซื้อ และค่าขาดแคลนสินค้า



รูปที่ 1.1 การจัดเส้นทางขนส่งแบบนโยบายการสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering Policy)

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาตัวแบบการกระจายสินค้า สำหรับสองคลังสินค้า หลายร้านค้าปลีก โดยคำนึงถึงเงื่อนไขเรื่องต้นทุนการจัดเก็บ (Inventory Holding) ต้นทุนการถือครองสินค้าเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ต้นทุนการเสียโอกาสจากการขาดแคลนสินค้า (Stock out Cost) และต้นทุนค่าขนส่ง (Transportation Cost) เมื่อมีนโยบายแบบทดแทนสินค้าเป็นแบบสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering Policy)

1.3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการจุดสั่งซื้อร่วม (T^*) เมื่อแต่ละเส้นทางมีร้านค้าปลีกที่รับผิดชอบเพิ่มขึ้น

1.3.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการจุดสั่งซื้อร่วม (T^*) เส้นทางในการกระจายสินค้า เมื่อปริมาณอุปสงค์เพิ่มขึ้น

1.3.4 เพื่อศึกษานโยบายการกระจายสินค้าแบบการใช้รถขนส่งร่วมกันระหว่างสองคลังสินค้า

ตารางที่ 1.1 แผนงานและระยะเวลาในการดำเนินงานปี พ.ศ. 2564-2565 (ต่อ)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน		ปี พ.ศ.														
		ปี 2564										ปี 2565				
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
4	สรุปผลการดำเนินงาน															
5	สอบวัดผลวิทยานิพนธ์															
6	ส่งรูปเล่มวิทยานิพนธ์															

1.7 คำอธิบายศัพท์

1.7.1 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง (Vehicle Routing Problem : VRP) คือ ปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางเดินรถขนส่ง ที่มีคลังสินค้าเป็นศูนย์กลาง และมีลูกค้ากระจายอยู่ตามตำแหน่งต่างๆ โดยแต่ละตำแหน่งของลูกค้า มีความต้องการสินค้าที่แตกต่างกันไป ผลเฉลยของปัญหา คือ การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งที่เริ่มออกเดินทางจากคลังสินค้า เพื่อไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้า โดยเมื่อให้บริการจนครบทุกลูกค้าจึงเดินทางกลับมายังคลังสินค้าเดิม ปัญหาการจัดเส้นทางรถขนส่งแบบเปิด (Open Vehicle Routing Problem) ที่รถขนส่งออกจากคลังสินค้าแรก และจบเส้นทางที่คลังสินค้าที่สอง

1.7.2 ระบบการจัดการสินค้าคงคลังแบบ Economic Order Interval (EOI) คือ ระบบที่มีการสั่งซื้อตามรอบเวลาคงที่ ซึ่งจะมีความเหมาะสมกับการขนส่งสินค้าหลายๆ ประเภท หรือผู้ค้าปลีกหลายราย หรืออาจเรียกว่าระบบ Joint Ordering

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมสำหรับระบบการกระจายสินค้าสองคลังสินค้าและหลายร้านค้าปลีก (Applying Joint Ordering for Two Depots and Multiple Retailers Distribution System) ได้นำความรู้ในด้านต่างๆ มาประกอบดังต่อไปนี้

1. แนวคิดการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์
2. แนวคิดและปัญหาของการวางแผนการขนส่งให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ประหยัดที่สุด
3. ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (VRP)
4. แนวคิดการจัดการสินค้าคงคลัง
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเติมเต็มสินค้าคงคลัง และการจัดเส้นทางกระจายสินค้า

2.1 แนวคิดการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์

ธนสิทธิ์ นิตยะประภา [1] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์ โดยระบุว่าปัจจุบันการแข่งขันทางธุรกิจและการค้าสูงมากขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคมีทางเลือกที่เพิ่มขึ้นและการเข้าถึงสินค้าและบริการสามารถทำได้ง่าย ทำให้หลายๆ ธุรกิจต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงการดำเนินงาน เพื่อลดต้นทุน เพิ่มระดับการให้บริการและเพิ่มโอกาสทางการขาย การบริหารต้นทุนโลจิสติกส์เป็นหนึ่งในตัวแปรที่สำคัญที่จะช่วยในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการดำเนินธุรกิจ โดยต้นทุนโลจิสติกส์จะประกอบไปด้วย

2.1.1 ต้นทุนการขนส่ง เป็นต้นทุนที่เกิดจากการขนส่ง โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ต้นทุนคงที่ เช่น ค่ายานพาหนะ ค่าเสื่อมราคาของพาหนะ เป็นต้น และต้นทุนผันแปร เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เป็นต้น

2.1.2 ต้นทุนคลังสินค้า เป็นต้นทุนที่เกิดจากการจัดเก็บสินค้า การเลือกทำเลที่ตั้งของคลังสินค้า

2.1.3 ต้นทุนในการรักษาสินค้าคงคลัง เป็นต้นทุนที่เกิดจากการดูแลรักษาสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้า

2.1.4 ต้นทุนในการบริหาร เป็นต้นทุนที่เกิดจากการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์ เช่น ต้นทุนในการติดต่อซื้อสินค้า

โดยต้นทุนที่กล่าวข้างต้นมักจะถูกมองข้าม และส่งผลอย่างยิ่งต่อการแข่งขันทางธุรกิจ

2.2 แนวคิดและปัญหาของการวางแผนการขนส่งให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ประหยัดที่สุด

ปัญหาการวางแผนการขนส่ง (Vehicle Routing Problem : VRP) เป็นปัญหาด้านการขนส่งและโลจิสติกส์รูปแบบหนึ่งที่มีการศึกษามายาวนานกว่า 40 ปี เพื่อลดการต้นทุนการขนส่งและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน โดยงานวิจัยกลุ่ม VRP มีการค้นคว้าอย่างแพร่หลาย โดยมีการเพิ่มเงื่อนไข และข้อจำกัดต่างๆ เช่น รูปแบบการขนส่ง จำนวนจุดที่จะไปส่ง จำนวนพาหนะในการส่ง ปริมาณที่ขนส่งได้ ซึ่งทำให้ปัญหา VRP ได้รับความนิยมและมีการพัฒนาจนมีความหลากหลายมากขึ้นตามไปด้วย แม้จะมีการศึกษามายาวนาน วัตถุประสงค์ของการออกแบบและจัดเส้นทางเดินรถเพื่อให้ได้ค่าเหมาะสมที่สุดตามที่ต้องการ และมีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบเส้นทาง 4 ประการ ดังนี้ [2]

2.2.1 เพื่อลดจำนวนรถขนส่งสินค้าหรือเพื่อลดค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่ละครั้ง เมื่อจำนวนรถลดลง ความจำเป็นในการจ้างพนักงานขับรถเพิ่มจึงน้อยลงตามไปด้วย

2.2.2 เพื่อลดระยะทางในการเดินทางหรือลดระยะเวลาในการเดินทาง เมื่อระยะทางและระยะเวลาลดลง ค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ที่เกิดขึ้นในการขนส่งแต่ละครั้งจะลดลงตามไปด้วย ค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน ได้แก่ ค่าพลังงานเชื้อเพลิงของยานพาหนะและค่าเปลี่ยนถ่ายของเหลว เช่น น้ำมันเครื่อง น้ำมันเกียร์ น้ำมันเบรก เป็นต้น ซึ่งของเหลวพวกนี้ จำเป็นต้องเปลี่ยนตามจำนวนระยะทาง

2.2.3 เพื่อลดทั้งค่าใช้จ่ายต้นทุนคงที่และค่าใช้จ่ายต้นทุนแปรผัน คือลดทั้งจำนวนรถ ระยะทางและระยะเวลาในการเดินทาง ซึ่งถือว่าเป็นการลดค่าใช้จ่ายต้นทุนทั้งหมดให้น้อยที่สุด (Total Cost Minimization)

2.2.4 ออกแบบเส้นทางเพื่อเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ ทั้งนี้การออกแบบเส้นทางเดินรถส่วนใหญ่จะคำนึงถึงวัตถุประสงค์ใน 3 ข้อแรกก่อนเป็นสำคัญ

2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (VRP)

ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเป็นปัญหาในส่วนของจัดการขนส่งและการกระจายสินค้า โดยหากมีการจัดการและแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้ลดต้นทุนการดำเนินงานที่เกิดขึ้นได้

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ มีเป้าหมายสำคัญคือการออกแบบกลุ่มของยานพาหนะทุกคันให้มีการเดินทางโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุด ซึ่งมีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่ศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งยานพาหนะจะวิ่งไปตามเส้นทางที่จะส่งสินค้าโดยพิจารณาตามเงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆ เช่น ระยะทางในการเดินทางและจำนวนพาหนะที่ใช้

2.3.1 ข้อจำกัด และตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเส้นทางการขนส่งสินค้า ในการออกแบบเส้นทางจำเป็นต้องทราบว่าเส้นทางที่จะออกแบบนั้นมีวัตถุประสงค์, ข้อจำกัด และตัวแปรต่างๆ ในการเดินทางแต่ละครั้งเสมอ ข้อจำกัดและตัวแปรที่ต้องพิจารณาสามารถจำแนกได้ดังนี้

2.3.1.1 คลังสินค้า : ต้องทราบที่ตั้ง และจำนวนคลังสินค้า

2.3.1.2 ลูกค้า : ลูกค้ามีความต้องการที่แน่นอนหรือไม่แน่นอน ทราบปริมาณความต้องการของลูกค้าแต่ละราย, ที่ตั้งตำแหน่งของลูกค้า รวมถึงข้อจำกัดของลูกค้า เช่น ช่วงเวลาในการรับสินค้า เป็นต้น

2.3.1.3 รถขนส่งสินค้าของบริษัทขนส่ง รถแต่ละคันมีข้อจำกัดด้านความจุ รถแต่ละคันมีช่วงเวลาในการทำงานตั้งแต่เริ่มส่งสินค้าจนกลับมาที่คลังสินค้า รถแต่ละคันมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งแต่ละครั้งไม่เท่ากัน

2.3.2 รูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ สามารถจำแนกออกได้หลายรูปแบบตามข้อจำกัด และลักษณะการขนส่ง เช่น

2.3.2.1 Multiple Depots VRP (MDVRP) ลักษณะปัญหา VRP ที่มีจุดกระจายสินค้าหลายจุด โดยแต่ละจุดจะมีรถประจำอยู่ เมื่อรถทำการขนส่งสินค้าเสร็จเรียบร้อยแล้วจะกลับมายังจุดกระจายสินค้าเดิม เงื่อนไขในการแก้ปัญหาคือ จะต้องมีการจัดลูกค้าหรือร้านค้าปลีกให้แก่แต่ละศูนย์กระจายสินค้า

2.3.2.2 VRP with Pickup and Delivering (VRPPD) ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่รถบรรทุกสามารถเดินทางไปส่งสินค้าและรับสินค้าจากลูกค้า โดยปริมาณที่บรรทุกต้องไม่เกินความสามารถในการบรรทุก

2.3.2.3 Open Vehicle Routing Problem (OVRP) ปัญหาการจัดเส้นทางรถแบบเปิด มีรูปแบบปัญหาคือ เมื่อสิ้นสุดเส้นทางเดินรถหลังจากที่ทำการขนส่งให้กับลูกค้าหรือร้านค้าปลีกเรียบร้อยแล้ว รถที่ใช้ในการขนส่งไม่จำเป็นต้องกลับยังจุดปล่อยรถ

วัตถุประสงค์ในการจัดเส้นทางแบบ OVRP คือ เพื่อลดจำนวนในการใช้รถขนส่งและลดระยะทางรวมที่ใช้ในการเดินทาง โดยมีเงื่อนไขคือ ความต้องการขนส่งของลูกค้าแต่ละรายต้องสามารถขนส่งได้ด้วยรถเพียงคันเดียว หรือไม่เกินความจุรถ

2.3.3 วิธีการหาคำตอบสำหรับการจัดเส้นทางเดินรถ

การหาเส้นทางเดินรถสามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทางคือ วิธีการหาผลเฉลยที่ดีที่สุด (Exact Method) และการหาผลเฉลยที่ดีเพียงพอ (Optimal) โดยวิธีการฮิวริสติก (Heuristic) หรือเมตาฮิวริสติก (Meta-Heuristic)

2.3.3.1 วิธีการหาผลเฉลยที่ดีที่สุด (Exact Method) หรือวิธีการแม่นยำ

เป็นวิธีหาคำตอบด้วยการสร้างตัวแปรทางคณิตศาสตร์เพื่อหาผลเฉลยที่ดีที่สุด การหาคำตอบที่ดีที่สุดมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยม เช่น วิธี Branch and Bound Algorithm ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ การแตกกิ่ง (Branching) คือ การแบ่งส่วนปัญหาที่มีขนาดใหญ่ เริ่มต้น ออกเป็น 2 ปัญหาย่อยหรือมากกว่า ส่วนการจำกัดเขต (Bounding) คือ การหาขอบเขตล่างของคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาย่อยเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบปัญหาย่อยระหว่างกันหรือระหว่างระดับชั้นของการแตกกิ่ง

2.3.3.2 วิธีการแก้ปัญหาแบบวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method)

จะเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหการวางแผนการขนส่ง โดยเฉพาะ ไม่สามารถนำไปแก้ปัญหาอื่นได้ด้วยวิธีการนี้ และไม่การันตีคำตอบของปัญหา เพราะคำตอบจะเป็นคำตอบจากการประมาณ

2.3.3.3 วิธีการแก้ปัญหาแบบเมตาฮิวริสติกส์ (Meta Heuristic Method)

เช่น Taboo Search, Genetic Algorithm, Neural Network, Simulated Annealing, Ant Colony Optimization เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนสูง และมีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา เหมาะกับการแก้ปัญหาทุกปัญหาแต่หลักการสำคัญ คือ การประยุกต์วิธีการกับปัญหาแต่ละปัญหา

ตารางที่ 2.1 สรุปเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหการขนส่ง

วิธีการ (Algorithms)	ข้อดี	ข้อเสีย
Exact Method (วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด)	1. เหมาะสำหรับปัญหา VRP ที่มีจำนวนลูกค้าไม่เกิน 100 ปัญหา	1. เกิน 100 ปัญหาไม่สามารถรับประกันการหาค่าเหมาะที่สุด 2. ใช้เวลานานในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์
Heuristic Method (วิธีฮิวริสติกส์)	1. เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับปัญหาเอ็นพี-สมบูรณ์ 2. สามารถใช้ในการปัญหาการตัดสินใจที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์	1. ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการหาผลเฉลยของแต่ละปัญหานั้น

ตารางที่ 2.1 สรุปเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาการขนส่ง (ต่อ)

วิธีการ (Algorithms)	ข้อดี	ข้อเสีย
Meta Heuristic Method (วิธีเมต้าฮิวริสติกส์)	1. ดัดแปลงจากวิธีฮิวริสติกส์ให้มีความยืดหยุ่นในการหาผลเฉลย 2. ใช้เวลารวดเร็วในการหาผลเฉลย 3. ได้ผลเฉลยที่มีประสิทธิภาพ	1. ผลเฉลยที่ได้อาจไม่ใช่ผลเฉลยที่ให้ค่าเหมาะสมที่สุด

2.4 แนวคิดการจัดการสินค้าคงคลัง

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ระบบ Fixed Order Size System และ Fix Order Interval System (Joint Ordering)

2.4.1 การจัดการสินค้าคงคลังโดยระบบ Fixed Order Size System

มีลักษณะสำคัญคือเป็นระบบที่มีการสั่งสินค้าในปริมาณที่คงที่ทุกครั้ง และจะมีการสั่งซื้อเมื่อปริมาณสินค้าในคลังสินค้าลดลงมาถึงจุดสั่งซื้อสินค้า (Reorder Point) รูปแบบสำคัญที่มีการใช้คือ Economic Order Quantity : EOQ)

การจัดการสินค้าคงคลังโดยระบบ Fix Order Interval System/แบบการสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering Policy) Joint Ordering Policy หรือระบบ Fix Order Interval System เป็นระบบที่มีการสั่งซื้อสินค้าตามรอบเวลาของการสั่งซื้อซึ่งคงที่ ตัวแปรที่สำคัญคือตัวแปร Economic Order Interval : EOI โดยสามารถหารอยเวลาการสั่งซื้อที่เหมาะสมได้จาก

$$T^* = \sqrt{\frac{2(S + \sum S_i)}{I(\sum C_i D_i)}} \quad (2.1)$$

โดยที่ตัวแปร T^* = ช่วงเวลาในการส่งสินค้าแต่ละรอบ (วัน)

S = ต้นทุนในการสั่งซื้อหลัก (บาทต่อใบสั่งซื้อ)

S_i = ค่าสั่งซื้อต่อใบสั่งซื้อของแต่ละร้านค้าปลีก (บาทต่อใบสั่งซื้อ)

I = ค่าจัดเก็บสินค้า (เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้า)

C = มูลค่าสินค้า

D = อุปสงค์เฉลี่ย (หน่วย)

และระดับสินค้าสูงสุด Max ในการสั่งซื้อแต่ละรอบสามารถหาได้จาก

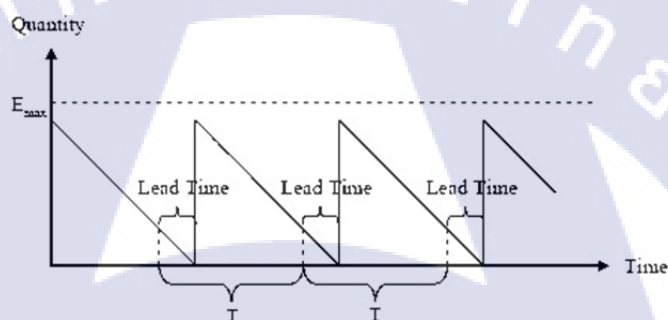
$$Max (M_i^*) = d_i (T^* + LT) + Z_i (S_d)_i \quad (2.2)$$

โดยที่ตัวแปร LT = ค่าเวลานำส่งเฉลี่ย (วัน)

S_d = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอุปสงค์ของร้านค้าแต่ละร้าน (หน่วย)

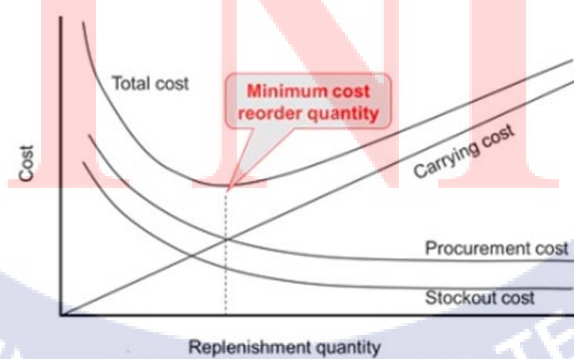
z = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการแจกแจงแบบปกติ

การสั่งซื้อระบบ EOI หรือ Joint Ordering แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การสั่งซื้อระบบ EOI หรือ Joint Ordering

การคำนวณต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นในระบบ EOI แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนคือ ต้นทุนสินค้า ต้นทุนในการจัดซื้อ ต้นทุนในการซื้อครองสินค้า และมูลค่าความเสียหายเนื่องจากการขาดแคลนสินค้า



รูปที่ 2.2 ต้นทุนรวมของการซื้อแบบ EOI

ต้นทุนในการซื้อครองสินค้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลักๆ คือ ต้นทุนในการถือครองสินค้าปกติ (Regular Stock Carrying Cost) และต้นทุนในการถือครองสินค้าเพื่อป้องกันการขาดแคลนสินค้า (Safety Stock Carrying Cost) เนื่องจากความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้า โดยการคำนวณหาปริมาณ Safety Stock

$$SS = Z(S_d)\sqrt{LT} \quad (2.3)$$

คำนวณหาต้นทุนรวม (TC) สามารถคำนวณจากผลรวมของต้นทุนการสั่งซื้อ, ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนในการถือครองสินค้า ดังสมการด้านล่าง

$$TC = \frac{S + \sum S_i + P.A}{T^*} + \frac{T^*I + \sum C_i D_i}{2} + I \sum C_i Z_i (S_d)_i + \frac{1}{T^*} \sum K_i (S_d)_i (E_z)_i \quad (2.4)$$

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบระหว่าง ระบบ Fixed Order Size System และ Fix Order Interval System (Joint Ordering)

วิธีการ (Algorithms)	ข้อดี	ข้อเสีย
Fixed Order Size System (EOQ)	1. Safety Stock น้อย 2. ค่าจัดเก็บหรือถือครองสินค้าน้อยกว่า	1. ไม่เหมาะกับระบบที่มีการสั่งซื้อสินค้ารายชนิด/หลายร้านค้าปลีก เนื่องจากแต่ละชนิดสินค้าหรือแต่ละร้านมีจุดสั่งซื้อไม่เท่ากัน
Fix Order Interval System (Joint Ordering)	1. เหมาะกับระบบที่มีการสั่งซื้อสินค้ารายชนิด/หลายร้านค้าปลีก	1. Safety Stock มากกว่า EOQ 2. ค่าจัดเก็บหรือถือครองสินค้ามากกว่า EOQ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเติมเต็มสินค้าคงคลัง และการจัดเส้นทางกระจายสินค้า

ปัญหาการจัดเส้นทางกระจายสินค้าโดยพื้นฐาน คือ การพิจารณาหาเส้นทางส่งสินค้าของรถแต่ละคัน เพื่อให้ลูกค้าทุกรายได้รับสินค้าภายใต้ต้นทุนรวมที่เหมาะสม หากแบ่งประเภทของการจัดเส้นทางกระจายสินค้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ เส้นทางเดินรถแบบปิด (Vehicle Routing Problem) คือรถแต่ละคันออกจากและกลับมายังศูนย์กระจายสินค้าเดิม ในขณะที่การจัดเส้นทางแบบเปิด (Open Vehicle Routing Problem) คือรถขนส่งไม่ต้องย้อนกลับมายังจุดปล่อยรถ

การจัดเส้นทางกระจายสินค้ามีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดต้นทุนรวม ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถอ้างอิงได้จากงานวิจัยของอรประไพ จารุพัฒน์ [3] พบว่าการจัดเส้นทางแบบเปิดมีความเหมาะสมกับลักษณะปัญหาวิจัยที่เป็นการขนส่งระยะไกล และมีต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำกว่าการจัดเส้นทางแบบปิดงานวิจัยของอภิสิทธิ์ วิวัฒน์โยธินชัย [4] ได้ทำการศึกษาการแก้ไขปัญหาคงเดิมเดิมคลังสินค้า 1 คลังสินค้า โดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้วิธีฮิวริสติกส์ ด้วยการหาลำดับเวลาในการสินค้าร่วมกันทุกช่วงเวลา และบางช่วงเวลา โดยไม่พิจารณาถึงกรณีขาดแคลนสินค้า รวมถึงไม่พิจารณาวิธีการในการกระจายสินค้า และจากงานวิจัยของ S. Anchalee and S. Wisut [5] ทำการศึกษาระบบกระจายสินค้าในการเดิมเดิมคลังสินค้าที่มีหลายคลังสินค้าและหลายร้านค้าปลีก โดยเปรียบเทียบผลของต้นทุนรวม เมื่อรวมถึงต้นทุนการจัดเก็บสินค้า ต้นทุนการสั่งซื้อ และความจุพาหนะที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการคำนวณต้นทุนรวม ยังไม่ได้ศึกษารวมไปถึงต้นทุนในการขาดแคลนสินค้า (Stock out Cost) และต้นทุนในการจัดเก็บสต็อกสำรอง (Safety Stock Carrying Cost) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของต้นทุนโลจิสติกส์ ทางผู้วิจัยสนใจศึกษาต่อในงานวิจัยนี้สำหรับรูปแบบปัญหาการประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมสำหรับระบบการกระจายสินค้าสองคลังสินค้า และหลายร้านค้าปลีกใน 3 ประเด็น คือ

2.5.1 การพิจารณาต้นทุนรวม โดยคำนึงถึง ต้นทุนในการขาดแคลนสินค้า (Stock out Cost) และต้นทุนในการจัดเก็บสต็อกสำรอง (Safety Stock Carrying Cost)

2.5.2 เปรียบเทียบต้นทุนรวม จากการจัดเส้นทางแบบปิดและการจัดเส้นทางแบบเปิด

2.5.3 เปรียบเทียบต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์ของร้านค้าปลีกแต่ละร้านเพิ่มขึ้น

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 กระบวนการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมสำหรับระบบการกระจายสินค้าสองคลังสินค้า และหลายร้านค้าปลีก เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ประเภทวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ด้านโลจิสติกส์และซัพพลายเชน (Logistic and Supply Chain) เพื่อเสนอเครื่องมือในการวางแผน และจัดเส้นทางรถขนส่งจากคลังสินค้าไปยังร้านค้าปลีก โดยคำนึงถึงต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าและต้นทุนจากการขาดสินค้า เพื่อการจัดการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

3.2 นิยามของปัญหา

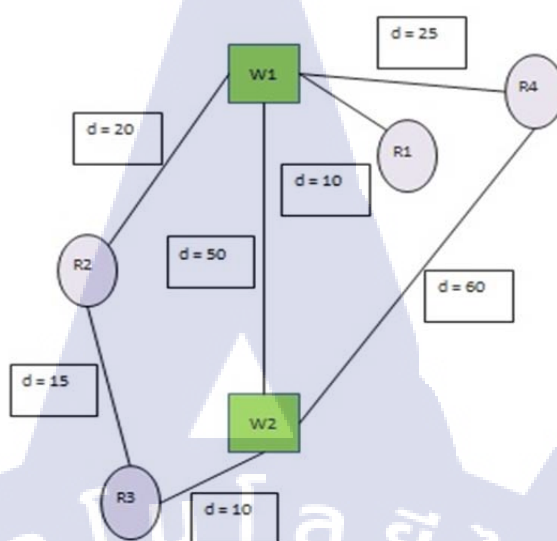
ศึกษาการจัดเส้นทางโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมมาใช้ในการจัดเส้นทางของปัญหา 2 ประเภท คือ

1. รถวิ่งออกจากคลังสินค้า ส่งสินค้าให้ร้านค้าปลีกที่รับผิดชอบ และวนกลับไปยังคลังสินค้าเดิม (VRP)
2. รถวิ่งออกจากคลังสินค้า ส่งสินค้าให้ร้านค้าปลีกที่รับผิดชอบ และไปรับสินค้าคลังสินค้าอีกแห่งหนึ่ง เพื่อเตรียมจัดส่งในรอบถัดไป (OVRP)

โดยตัวอย่างปัญหาที่ทำการศึกษา แบ่งเป็น 2 ขนาด คือ คลังสินค้า 2 แห่ง และร้านค้าปลีก 4 ร้าน และปัญหาลังสินค้า 2 แห่ง และร้านค้าปลีก 6 ร้าน โดยผู้ค้าปลีกแต่ละรายตั้งอยู่ในตำแหน่งและระยะทางที่แตกต่างกัน (ตามข้อมูลที่ระบุในตารางที่ 3.1 และ 3.2)

ตารางที่ 3.1 ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าและร้านค้าปลีกแต่ละแห่ง (กิโลเมตร)

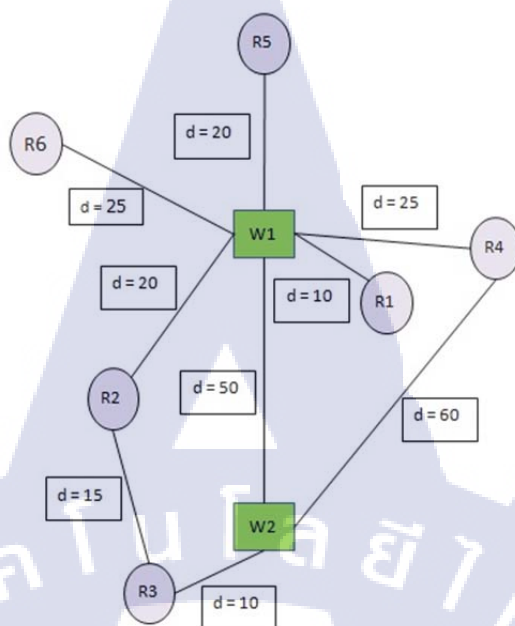
Distance	W1	W2	R1	R2	R3	R4
W1	-	50	10	20	15	25
W2	0	-	30	15	10	60
R1	10	30	-	25	50	15
R2	20	15	25	-	12	30
R3	15	10	50	12	-	55
R4	25	60	15	30	55	-



รูปที่ 3.1 ระยะห่างระหว่างคลังสินค้าและร้านค้าปลีก (2 คลังสินค้า 4 ร้านค้าปลีก)

ตารางที่ 3.2 ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้าและร้านค้าปลีกแต่ละแห่ง (กิโลเมตร)

Distance	W1	W2	R1	R2	R3	R4	R5	R6
W1	-	50	10	20	15	25	20	25
W2	50	-	30	15	10	60	70	75
R1	10	30	-	25	50	15	25	35
R2	20	15	25	-	15	30	30	30
R3	15	10	50	15	-	55	55	55
R4	25	60	15	30	55	-	30	40
R5	20	70	25	30	55	30	-	30
R6	25	75	35	30	55	40	30	-



รูปที่ 3.2 ระยะทางระหว่างคลังสินค้าและร้านค้าปลีก (2 คลังสินค้า 6 ร้านค้าปลีก)

3.3 ข้อมูลนำเข้า

- D_i = อุปสงค์เฉลี่ยต่อปีของผู้ค้าปลีก (Annual Demand of Retailer i : หน่วย/ปี)
- d_i = อุปสงค์เฉลี่ยต่อคาบเวลา (Average Period Demand of Retailer i : หน่วย)
- s = ค่าสั่งซื้อต่อใบสั่งซื้อ (Procurement Cost Per Order : บาทต่อใบสั่งซื้อ)
- S_d = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอุปสงค์ (Standard Deviation of Demand : หน่วย)
- k_i = ต้นทุนการขาดแคลนสินค้า (Out of Stock Cost of Retailer i : บาทต่อหน่วย)
- p = ราคาสินค้า (Purchase Price : บาท)
- C = มูลค่าสินค้า (Product Cost : บาท)
- C_i = ค่าจัดการสินค้าต่อหนึ่งใบสั่งซื้อ
- Q = ปริมาณการสั่งซื้อ (Order Quantity : หน่วย)
- T_i = ช่วงเวลาสั่งซื้อ (Replenishment Interval of Retailer)
- z = ค่า Z (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการแจกแจงแบบปกติ)
- LT = ค่าเวลานำส่งเฉลี่ย (Average of Lead Time)
- ROP = จุดสั่งซื้อรวม Reorder Point Quantity (หน่วย)
- I = ค่าจัดเก็บเป็นสัดส่วนของมูลค่าสินค้า (เปอร์เซ็นต์ของมูลค่าสินค้า)
- P_i = ระยะทางจากคลังสินค้าไปยังร้านค้าปลีก

A = ต้นทุนค่าขนส่ง : (บาท/กิโลเมตร)

E(z) = ปริมาณคาดหวังที่ขาดสต็อก Partial Expectation Unit Normal Lost Integral

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษาปัญหา 4 ร้านค้าปลีก

	หน่วย	ร้านค้าปลีก (Retailer)			
		R1	R2	R3	R4
อุปสงค์ต่อปี Demand Per Years	ชิ้น	12000	11000	16000	18000
อุปสงค์เฉลี่ย Average Daily Demand (d)	ชิ้น	35	30	45	50
เวลานำส่ง Average Lead Time (LT)	วัน	2	2	2	2
ค่าจัดเก็บ Annual Carrying Cost (I)	%	30%			
ต้นทุนการสั่งซื้อ Procurement Cost (s)	บาท/ใบสั่งซื้อ	20	15	30	25
ต้นทุนการสั่งซื้อหลัก (Common Cost: S)	บาท/ชิ้น	20			
In stock probability Cost	ชิ้น	95%	90%	90%	95%
มูลค่าสินค้า Product Value (C)	บาท/ชิ้น	50	55	50	45
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอุปสงค์ Std. Dev. (sd)		10	8	5	10
Out of Stock Cost (k)	บาท/กม.	4	3	4	5
Z- Value	บาท/ชิ้น	1.64	1.28	1.28	1.64
ค่าขนส่ง Transportation Cost	ชิ้น	10			

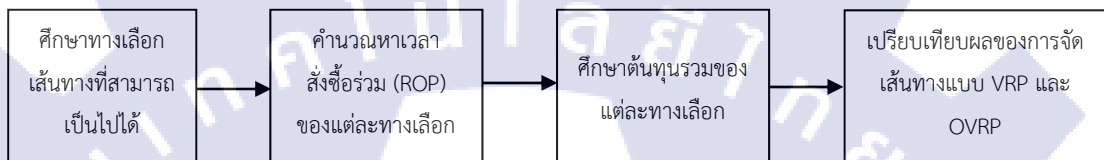
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลที่ใช้ประกอบการศึกษาปัญหา 6 ร้านค้าปลีก

	หน่วย	ร้านค้าปลีก (Retailer)					
		R1	R2	R3	R4	R5	R6
อุปสงค์ต่อปี Demand Per Years	ชิ้น	12000	11000	16000	18000	15000	13000
อุปสงค์เฉลี่ย Average Daily Demand (d)	ชิ้น	35	30	45	50	42	38
เวลานำส่ง Average Lead Time (LT)	วัน	2	2	2	2	2	2
ค่าจัดเก็บ Annual Carrying Cost (I)	%	30%					
ต้นทุนการสั่งซื้อ Procurement Cost (s)	บาท/ใบสั่งซื้อ	20	20	30	25	30	20
ต้นทุนการสั่งซื้อหลัก (Common Cost: S)	บาท/ชิ้น	20					
In stock probability Cost	ชิ้น	95%	90%	90%	95%	90%	95%
มูลค่าสินค้า Product Value (C)	บาท/ชิ้น	50	55	50	45	50	55
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอุปสงค์ Std. Dev. (sd)		10	8	5	10	8	10
Out of Stock Cost (k)	บาท/กม.	4	3	4	5	4	3
Z- Value	บาท/ชิ้น	1.64	1.28	1.28	1.64	1.28	1.64
ค่าขนส่ง Transportation Cost	ชิ้น	10					

3.4 สมมติฐานเบื้องต้น

- 3.4.1 ผลิตภัณฑ์มีอุปสงค์ไม่คงที่ มีการแปรผันแบบแจกแจงปกติ (Normal Distribution)
- 3.4.2 รถบรรทุกมีขนาดจำกัด
- 3.4.3 คัดต้นทุนรวม ประกอบด้วย ค่าขนส่ง และค่าจัดเก็บสินค้า
- 3.4.4 ต้นทุนการขาดแคลนสินค้าและต้นทุนการจัดเก็บสินค้า เกิดที่ร้านค้าปลีก
- 3.4.5 รถออกจากคลังสินค้า จัดส่งสินค้าตามจุด และกลับมายังคลังสินค้า

3.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 จัดเส้นทางการเดินทางที่สามารถเกิดขึ้นได้ทุกกรณี โดยวิธีทางแน่นอนตรง

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาเวลาการสั่งเวลาการสั่งซื้อรวม (Re-Order Point; ROP) โดยพิจารณาถึงต้นทุนในขนส่ง

$$T^* = \sqrt{\frac{2(S + \sum S_i) + P_j A}{I(\sum C_i D_i)}} \quad (3.1)$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาค่าใช้จ่ายรวม (Ordering Cost) ในการสั่งซื้อต่อ หนึ่งรอบการสั่งซื้อ โดยรวมต้นทุนสินค้าคงคลังและต้นทุนการขนส่งในการขนส่งต่อรอบ

$$\text{Order Cost} = \frac{S + \sum S_i + P_j A}{T^*} \quad (3.2)$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสต็อกปกติ (Regular Stock Carrying Cost)

$$\text{Regular Stock} = \frac{T^* I + \sum C_i D_i}{2} \quad (3.3)$$

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณหาปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock)

$$SS = Z(S_d)\sqrt{LT} \quad (3.4)$$

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณหาค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสต็อกสำรอง (Safety Stock Carrying Cost)

$$\text{Safety Stock Carrying Cost} = I \sum C_i Z_i (S_d)_i \quad (3.5)$$

ขั้นตอนที่ 7 คำนวณหาค่าใช้จ่ายในการเกิดการขาดแคลนสินค้า (Stock out Cost)

$$\text{Stock out Cost} = \frac{1}{T^*} \sum k_i \times (S_d)_i \times E(z)_i \quad (3.6)$$

ขั้นตอนที่ 8 คำนวณหาดัชนีต้นทุนรวม โดยประกอบด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนในการถือครองสินค้า

$$TC = \frac{S + \sum S_i + P_j A}{T^*} + \frac{T^* I + \sum C_i D_i}{2} + I \sum C_i Z_i (S_d)_i + \frac{1}{T^*} \sum K_i (S_d)_i (E_z)_i \quad (3.7)$$

ขั้นตอนที่ 9 จัดเส้นทางและจัดกลุ่มความรับผิดชอบของแต่ละโกดังสินค้า โดยคำนึงจากต้นทุนค่าขนส่งและระยะเวลาการขนส่งที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 10 แก้ปัญหาการกระจายสินค้าสำหรับ 4 ร้านค้าและ 6 ร้านค้าปลีก โดยแปรผันค่าอุปสงค์รายคาบให้เพิ่มขึ้น 0%, 25% และ 50% เก็บข้อมูลผลการคำนวณต้นทุน และปริมาณสินค้าคงคลังในทุกกรณี

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาการออกแบบเส้นทางทางการกระจายสินค้า โดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมสำหรับปัญหาที่มีสองศูนย์กระจายสินค้า และร้านค้าปลีก 4 และ 6 ร้าน โดยพิจารณาจากระยะทางรวมในการขนส่งจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีกและกลับมายังศูนย์กระจายสินค้า รวมถึงคำนวณหาจุดสั่งซื้อร่วมที่เหมาะสม ที่จะทำให้ต้นทุนรวม (ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนในการถือครองสินค้า) โดยเปรียบเทียบผลของต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดเส้นทางแบบปิด (VRP) และการจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP)

4.1 ค่าเฉลี่ยของปัญหาตัวอย่าง

ปัญหา 4 ร้านค้าปลีก

ตารางที่ 4.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง (แบ่งเส้นทางเป็น 2 เส้นทาง และใช้รถ 2 คันในการขนส่ง) : VRP

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A)	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA)
1	W1->R1->R2 ->W1	55	110	1800
	W2->R3->R4 ->W2	125	250	
2	W1->R1->R3 ->W1	75	150	1800
	W2->R2->R4 ->W2	105	210	
3	W1->R1->R4 ->W1	50	100	870
	W2->R2->R3 ->W2	37	74	
4	W1->R2->R3 ->W1	47	94	1520
	W2->R1->R4 ->W2	105	210	
5	W1->R2->R4 ->W1	75	150	1650
	W2->R1->R3 ->W2	90	180	
6	W1->R3->R4 ->W1	95	190	1650
	W2->R1->R2 ->W2	70	140	

หมายเหตุ : ทางเลือกที่ 3 เส้นทางที่ 1 W1->R1->R4 ->W1 (10 + 15 + 25 = 50 กม.)

เส้นทางที่ 2 W2->R2->R3 ->W2 (15 + 12 + 10 = 37 กม.)

เป็นเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 87 กิโลเมตร และมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางรวมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 870 บาท

ตารางที่ 4.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมในการตัดสินใจ : VRP

ทางเลือก	เส้นทาง Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transport Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อกเมื่อ	ค่าจัดเก็บ สต็อกเมื่อ	Stock out Cost	Total Cost	Total Cost
1	W1->R1->R2->W1	55	18.0	553.06	25.2	37	1.14	5.36	3,984.71	9,784.58
	W2->R3->R4->W2	75	22.0	1253.41	40.7	32	0.87	4.90	5,799.87	
2	W1->R1->R3->W1	70	19.0	753.68	31.2	32	0.94	4.81	4,790.67	9,783.64
	W2->R2->R4->W2	60	21.0	1052.86	33.7	37	1.07	5.38	4,992.97	
3	W1->R1->R4->W1	65	17.0	503.82	27.9	46	1.28	8.71	4,541.76	8,845.72
	W2->R2->R3->W2	65	16.0	374.06	25.6	23	0.73	3.52	4,303.96	
4	W1->R2->R3->W1	65	17.0	473.82	27.2	23	0.73	3.32	4,405.11	9,501.06
	W2->R1->R4->W2	65	21.0	1053.10	34.5	46	1.28	7.05	5,095.95	
5	W1->R2->R4->W1	60	19.0	753.16	30.5	37	1.07	5.95	4,690.63	9,632.52
	W2->R1->R3->W2	70	20.0	903.50	32.9	32	0.94	4.57	4,941.89	
6	W1->R3->R4->W1	75	20.0	953.75	37.0	32	0.87	5.39	5,497.00	9,632.67
	W2->R1->R2->W2	55	19.0	702.89	26.5	37	1.14	5.08	4,135.66	

หมายเหตุ : ทางเลือกที่ 3 เส้นทางที่ 1 W1->R1->R4->W2 (10 + 15 + 25 = 50 กม.)

เส้นทางที่ 2 W2->R2->R3->W2 (15 + 12 + 10 = 37 กม.)

เป็นเส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุด คือ 87 กิโลเมตร และมีต้นทุนในการจัดส่งรวมถึงต้นทุนในการจัดเก็บน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 8,845.72 บาท

สำหรับผลของการจัดเส้นทางแบบ VRP กรณีสองศูนย์กระจายสินค้าและ 6 ร้านค้าปลีกเส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุดคือ 185 กิโลเมตร และมีต้นทุนในการจัดส่ง รวมถึงต้นทุนในการจัดเก็บน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 21,111.65 บาท โดยอ้างอิงตามภาคผนวกตารางที่ ก.1 แสดงเส้นทางและต้นทุนขนส่ง และตารางที่ ก.2 แสดงต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมในการตัดสินใจ

ตารางที่ 4.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP

ทางเลือก	เส้นทาง	ระยะทาง P	ค่าเดินทางรวม (PA)
1	W1->R1->R2->R3->R4->W2	162	1620
2	W1->R1->R2->R4->R3->W2	130	1300
3	W1->R1->R3->R2->R4->W2	162	1620
4	W1->R1->R3->R4->R2->W2	160	1600
5	W1->R1->R4->R2->R3->W2	77	770
6	W1->R1->R4->R3->R2->W2	107	1070
7	W1->R2->R1->R3->R4->W2	210	2100

ตารางที่ 4.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง	ระยะทาง P	ค่าเดินทางรวม (PA)
8	W1->R2->R1->R4->R3->W2	125	1250
9	W1->R2->R3->R1->R4->W2	157	1570
10	W1->R2->R3->R4->R1->W2	132	1320
11	W1->R2->R4->R1->R3->W2	125	1250
12	W1->R2->R4->R3->R1->W2	185	1850
13	W1->R3->R1->R2->R4->W2	180	1800
14	W1->R3->R1->R4->R2->W2	125	1250
15	W1->R3->R2->R1->R4->W2	127	1270
16	W1->R3->R2->R4->R1->W2	102	1020
17	W1->R3->R4->R1->R2->W2	125	1250
18	W1->R3->R4->R2->R1->W2	155	1550
19	W1->R4->R1->R2->R3->W2	87	870
20	W1->R4->R1->R3->R2->W2	117	1170
21	W1->R4->R2->R1->R3->W2	140	1400
22	W1->R4->R2->R3->R1->W2	147	1470
23	W1->R4->R3->R1->R2->W2	170	1700
24	W1->R4->R3->R2->R1->W2	147	1470

หมายเหตุ : ทางเลือกที่ 5 W1->R1->R4->R2->R3->W2 (10 + 15 + 30 + 12 + 10)

เป็นเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 77 กิโลเมตร

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : OVRP

ทางเลือก	เส้นทาง	ต้นทุนสินค้า	Procurement Cost (s)	T*	Ordering Cost *Include Transportation Cost	ค่าจัดเก็บสต็อกปกติ	สต็อกเมื่อ	ค่าจัดเก็บสต็อกเมื่อ	Stock out Cost	Total Cost
1	W1->R1->R2->R3->R4->W2	7900	110	22	8100	71.42	69	2.01	9.29	16082.73
2	W1->R1->R2->R4->R3->W2	7900	110	20	7150	64.93	69	2.01	10.22	15127.16
3	W1->R1->R3->R2->R4->W2	7900	110	22	8100	71.42	69	2.01	9.29	16082.73
4	W1->R1->R3->R4->R2->W2	7900	110	22	8000	71.42	69	2.01	9.29	15982.73
5	W1->R1->R4->R2->R3->W2	7900	110	18	4705.56	58.44	69	2.01	11.36	12677.36
6	W1->R1->R4->R3->R2->W2	7900	110	20	5885	64.93	69	2.01	10.22	13862.16
7	W1->R2->R1->R3->R4->W2	7900	110	23	10043.48	74.67	69	2.01	8.89	18029.05
8	W1->R2->R1->R4->R3->W2	7900	110	20	6875	64.93	69	2.01	10.22	14852.16
9	W1->R2->R3->R1->R4->W2	7900	110	21	8223.81	68.18	69	2.01	9.73	16203.73
10	W1->R2->R3->R4->R1->W2	7900	110	21	6914.286	68.18	69	2.01	9.73	14894.21

ตารางที่ 4.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง	ต้นทุน สินค้า	Procurement Cost (s)	T*	Ordering Cost *Include Transportation Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อก เผื่อ	ค่าจัดเก็บ สต็อกเผื่อ	Stock out Cost	Total Cost
11	W1->R2->R4->R1->R3->W2	7900	110	20	6875	64.93	69	2.01	10.22	14852.16
12	W1->R2->R4->R3->R1->W2	7900	110	22	9250	71.42	69	2.01	9.29	17232.73
13	W1->R3->R1->R2->R4->W2	7900	110	22	9000	71.42	69	2.01	9.29	16982.73
14	W1->R3->R1->R4->R2->W2	7900	110	20	6875	64.93	69	2.01	10.22	14852.16
15	W1->R3->R2->R1->R4->W2	7900	110	20	6985	64.93	69	2.01	10.22	14962.16
16	W1->R3->R2->R4->R1->W2	7900	110	19	5905.263	61.68	69	2.01	10.76	13879.72
17	W1->R3->R4->R1->R2->W2	7900	110	20	6875	64.93	69	2.01	10.22	14852.16
18	W1->R3->R4->R2->R1->W2	7900	110	21	8119.048	68.18	69	2.01	9.73	16098.97
19	W1->R4->R1->R2->R3->W2	7900	110	19	5036.842	61.68	69	2.01	10.76	13011.3
20	W1->R4->R1->R3->R2->W2	7900	110	20	6435	64.93	69	2.01	10.22	14412.16
21	W1->R4->R2->R1->R3->W2	7900	110	21	7333.333	68.18	69	2.01	9.73	15313.26
22	W1->R4->R2->R3->R1->W2	7900	110	21	7700	68.18	69	2.01	9.73	15679.92
23	W1->R4->R3->R1->R2->W2	7900	110	22	8500	71.42	69	2.01	9.29	16482.73
24	W1->R4->R3->R2->R1->W2	7900	110	21	7700	68.18	69	2.01	9.73	15679.92

หมายเหตุ : ทางเลือกที่ 5 W1->R1->R4->R2->R3->W2 (10 + 15 + 30 + 12 + 10)

เป็นเส้นทางที่มีระยะทางรวมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 77 กิโลเมตร และมีต้นทุนในการจัดส่งรวมถึงต้นทุนในการจัดเก็บน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 12,677.36 บาท

สำหรับผลของการจัดเส้นทางแบบ OVRP กรณีสองศูนย์กระจายสินค้าและ 6 ร้านค้าปลีก เส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุดคือ 140 กิโลเมตร และมีต้นทุนในการจัดส่ง รวมถึงต้นทุนในการจัดเก็บน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 22,715.88 บาท โดยอ้างอิงตามภาคผนวกตารางที่ ก.3 แสดงเส้นทางและต้นทุนขนส่ง และตารางที่ ก.4 แสดงต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบระยะทางรวม, จุดสั่งซื้อรวม, สต็อกเผื่อ และต้นทุนรวมระหว่าง VRP และ OVRP (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 4 ร้านค้าปลีก)

	VRP	OVRP	ผล
ระยะทางรวม : A (กม.)	87	77	OVRP มีระยะทางรวมน้อยกว่า
จุดสั่งซื้อรวม : T* (วัน)	เส้นทางที่ 1 : 17	18	VRP มีรอบการสั่งซื้อที่สั้นกว่า
	เส้นทางที่ 2 : 16		
สต็อกเผื่อ : SS (ชิ้น)	เส้นทางที่ 1 : 46	69	VRP มีการจัดเก็บสต็อกเผื่อน้อยกว่า
	เส้นทางที่ 2 : 23		
ต้นทุนรวม : TC	8845.72	12,677.36	VRP มีการต้นทุนรวมที่น้อยกว่า OVRP 3,831.64 บาท (43.32%)

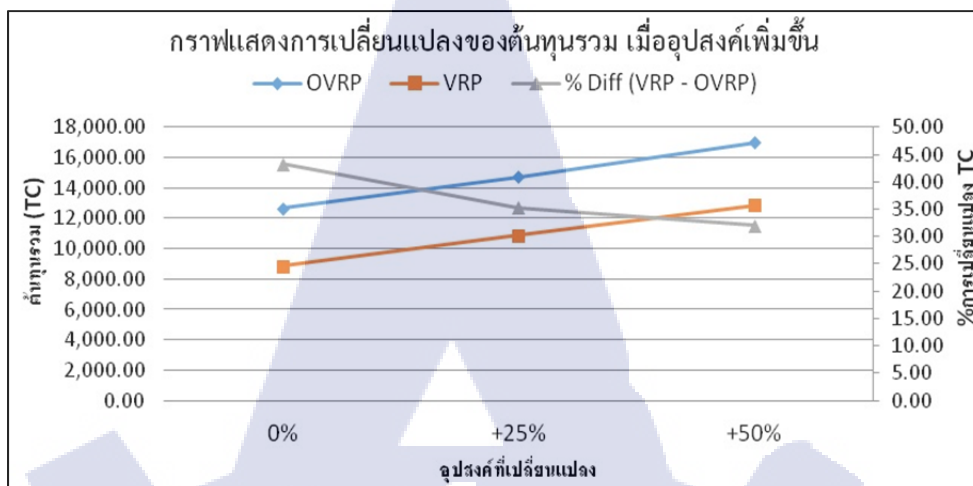
ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบระยะทางรวม, จุดสั่งซื้อรวม, สต็อกเพื่อ และต้นทุนรวมระหว่าง VRP และ OVRP (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 6 ร้านค้าปลีก)

	VRP	OVRP	ผล
ระยะทางรวม : A (กม.)	185	140	OVRP มีระยะทางรวมน้อยกว่า
จุดสั่งซื้อรวม : T* (วัน)	เส้นทางที่ 1 : 18	22	มีรอบการสั่งซื้อที่ใกล้เคียงกัน
	เส้นทางที่ 2 : 20		
สต็อกเพื่อ : SS (ชิ้น)	เส้นทางที่ 1 : 60	106	VRP มีการจัดเก็บสต็อกเผื่อน้อยกว่า
	เส้นทางที่ 2 : 46		
ต้นทุนรวม : TC	21,111.65	22,715.88	VRP มีการต้นทุนรวมที่น้อยกว่า OVRP 1,604.23 (7.6%)

4.2 ค่าเฉลี่ยของปัญหาตัวอย่างเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์เพิ่มขึ้น 25% และ 50%

ตารางที่ 4.7 ตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของจุดสั่งซื้อรวมและต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์มีการเปลี่ยนแปลง (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 4 ร้านค้าปลีก)

ประเภทการจัดเส้นทาง	เส้นทาง	อุปสงค์	จุดสั่งซื้อรวม T* : วัน	สต็อกเพื่อ : SS (ชิ้น)	ต้นทุนรวม TC
VRP	W1->R1->R4 ->W1	0%	17	46	8,845.72
	W2->R2->R3 ->W2		16	23	
	W1->R1->R4 ->W1	+25%	16	46	10,881.67
	W2->R2->R3 ->W2		15	23	
	W1->R1->R4 ->W1	+50%	15	46	12,865.83
	W2->R2->R3 ->W2		14	23	
OVRP	W1->R1->R4->R2->R3->W2	0%	18	69	12,677.36
	W1->R1->R4->R2->R3->W2	+25%	18	69	14,717.34
	W1->R1->R4->R2->R3->W2	+50%	17	69	16,979.53

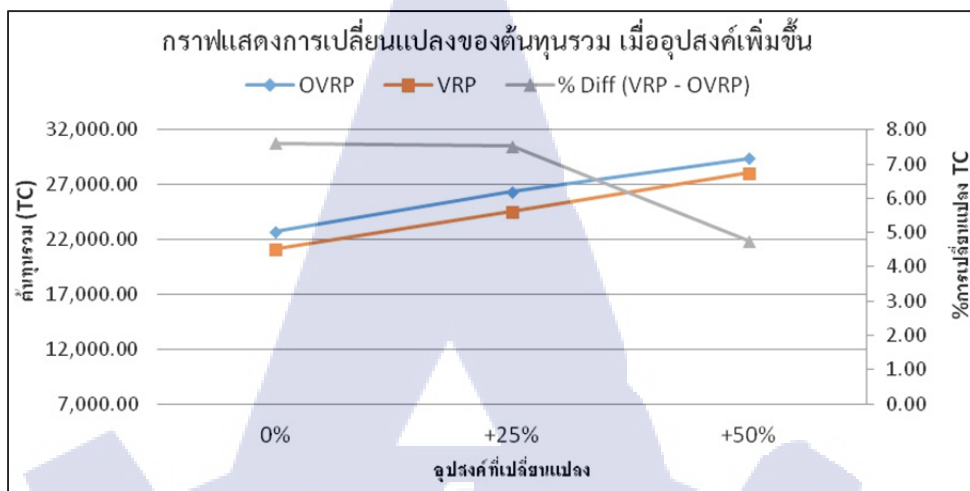


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์เพิ่มขึ้น (4 ร้าน)

เมื่อความต้องการของสินค้าเพิ่มขึ้น (อุปสงค์เพิ่มขึ้น) จะส่งผลให้ต้นทุนมีค่ามากขึ้น จากแนวโน้มที่แสดงในรูปที่ 4.1 จะสังเกตได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างต้นทุนรวมที่เกิดจากการจัดเส้นทางแบบปิด (VRP) และการจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP) มีแนวโน้มที่ต่ำลง แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นทางเลือกในการจัดเส้นทางแบบ OVRP มีโอกาสที่ต้นทุนรวมจะน้อยกว่า VRP

ตารางที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของจุดสั่งซื้อรวมและต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์มีการเปลี่ยนแปลง (2 ศูนย์กระจายสินค้า, 6 ร้านค้าปลีก)

ประเภทการจัดเส้นทาง	เส้นทาง	อุปสงค์	จุดสั่งซื้อรวม T* : วัน	สต็อกเมื่อ : SS (ชิ้น)	ต้นทุนรวม TC
VRP	W1->R5->R4->R1->W1	0%	18	60	21,111.65
	W2->R2->R6->R3->W2		20	46	
	W1->R5->R4->R1->W1	+25%	18	60	24,518.75
	W2->R2->R6->R3->W2		19	46	
	W1->R5->R4->R1->W1	+50%	17	60	28,027.10
	W2->R2->R6->R3->W2		18	46	
OVRP	W1->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W2	0%	22	106	22,715.88
	W1->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W2	+25%	21	106	26,363.52
	W1->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W2	+50%	21	106	29,359.15



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม เมื่ออุปสงค์เพิ่มขึ้น (6 ร้าน)

เมื่อความต้องการของสินค้าเพิ่มขึ้น (อุปสงค์เพิ่มขึ้น) จะส่งผลให้ต้นทุนมีค่ามากขึ้น จากแนวโน้มที่แสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 จะสังเกตได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างต้นทุนรวมที่เกิดจากการจัดเส้นทางแบบปิด (VRP) และการจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP) มีแนวโน้มที่ต่ำลง แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นทางเลือกในการจัดเส้นทางแบบ OVRP จะมีต้นทุนรวมที่ใกล้เคียงกับการจัดเส้นทางแบบ VRP

บทที่ 5

บทสรุป ข้อเสนอแนะ บทวิจารณ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาตัวแบบการจัดเส้นทางกระจายสินค้า สำหรับปัญหาที่มีศูนย์กระจายสินค้าสองแห่ง เพื่อกระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีกที่รับผิดชอบ 4 และ 6 แห่ง โดยคำนึงถึงต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นที่ร้านค้าปลีกแต่ละร้าน ต้นทุนรวมจะรวมถึง ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนในการถือครองสินค้า และพิจารณาถึงต้นทุนเสียโอกาสจากการขาดสินค้า โดยเปรียบเทียบผลที่เกิดจากการจัดเส้นทางแบบปิด (VRP) และการจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP) โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสั่งซื้อร่วม (Joint Ordering) ในการคำนวณหาช่วงเวลาที่เหมาะสมของการสั่งซื้อร่วม ซึ่งจากการศึกษาพบว่า

5.1.1 ในการจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP) จะส่งผลให้ระยะทางรวมมีค่าน้อยกว่า และค่าขนส่งที่น้อยกว่าซึ่งเป็นไปทิศทางเดียวกันกับงานวิจัย [4] ที่สนับสนุนเกี่ยวกับการจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP) ว่ามีต้นทุนในการขนส่งที่น้อยกว่าการจัดเส้นทางแบบปิด (VRP) งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอเพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำต้นทุนรวมมาพิจารณาการจัดเส้นทางกระจายสินค้า (ต้นทุนรวมเกิดจากผลรวมของต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการจัดเก็บ และต้นทุนเสียโอกาสจากการสินค้า) ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงที่ร้านค้าปลีก ผลจากการวิจัยพบว่า การจัดเส้นทางแบบปิด (VRP) จะมีค่าที่น้อยกว่าแบบเปิด 43.32% (4 ร้าน) และ 7.60% (6 ร้าน) ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 เนื่องจากการจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP) มีรอบการส่งที่นานกว่าเล็กน้อย ส่งผลให้การจัดเก็บสต็อกเพื่อ (Safety Stock) มากขึ้น และต้นทุนรวมจะสูงขึ้นด้วย

5.1.2 เมื่ออุปสงค์ของลูกค้ามีมากขึ้น โดยที่ระยะเวลาในการนำส่งไม่เปลี่ยนแปลง การจัดเส้นทางแบบเปิด (OVRP) จะส่งผลให้ระยะทางรวมมีค่าน้อยกว่า รวมถึงต้นทุนรวมมีแนวโน้มที่จะน้อยกว่าการจัดเส้นทางแบบปิด (VRP) ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.8

5.2 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัย

5.2.1 ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อการจัดการในการวางแผนในการกระจายสินค้า จุดสั่งซื้อที่เหมาะสมในการกระจายสินค้าไปยังร้านค้าปลีกแต่ละร้าน นอกเหนือจากระยะทางรวมที่สั้น และต้นทุนการขนส่งที่น้อยเพียงแค่ว่าประเด็นเดียว โดยพิจารณาถึงต้นทุนรวมที่เกิดขึ้น เพื่อช่วยไม่ให้เกิดการสั่งซื้อและการสะสมของสินค้าคงคลังที่มากเกินไป

5.2.2 ควรศึกษาโดยการเพิ่มร้านค้าปลีก เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลของต้นทุนรวมที่จะเกิดขึ้น ระหว่างการจัดเส้นทางแบบ VRP และ OVRP เพิ่มเติม จากผลการวิจัยที่แสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 การจัดเส้นทางแบบ VRP มีค่าต้นทุนรวมที่น้อยกว่า OVRP จากผลการทดลอง 4 ร้านค้าปลีกมี ต้นทุนรวมที่น้อยกว่า 3,831.64 บาท 6 ร้านค้าปลีกมีต้นทุนรวมที่น้อยกว่า 1,6404.23 บาท ซึ่งเมื่อ ปริมาณร้านค้าปลีก



บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- [1] ธนสิทธิ์ นิตยะประภา, “การบริหารต้นทุนโลจิสติกส์,” *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรครั้งที่ 3 2559*, KRPU Nation 2016, กำแพงเพชร, 22 ธันวาคม 2559, หน้า 468-476.
- [2] ณกร อินทร์พุง, *การแก้ปัญหาการตัดสินใจในอุตสาหกรรมการขนส่งและลอจิสติกส์*, กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2548.
- [3] อรประไพ จารุพัฒน์, “ระบบสนับสนุนการจัดเส้นทางเดินรถแบบเปิด,” *วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2555.
- [4] อภิสิทธิ์ วิวัฒน์โยธินชัย, “การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาเติมเต็มสินค้าคงคลังในกรณีที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และผู้ค้าปลีกหลายราย,” *วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)*, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2554.
- [5] S. Anchalee and S. Wisut, “Determination of inventory replenishment policy with the open vehicle routing concept in a multi-depot and multi-retailer distribution system,” *KKU Engineering Journal*, vol. 45, no. 1, pp. 23-31, January-March 2018.

ภาคผนวก

TNI

ภาคผนวก ก.

ตารางแสดงผลการศึกษา

กรณีศูนย์กระจายสินค้า 2 แห่ง และร้านค้าปลีก 6 ร้าน

TNI

ผลการศึกษาของปัญหา 2 ศูนย์กระจายสินค้า, 6 ร้านค้าปลีก

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
1	W1->R1->R2->R3->W1	65	650	2,600
	W2->R4->R5->R6->W2	195	1,950	
2	W1->R1->R3->R4->W1	140	1,400	2,900
	W2->R2->R5->R6->W2	150	1,500	
3	W1->R1->R4->R5->W1	75	750	2,350
	W2->R2->R3->R6->W2	160	1,600	
4	W1->R1->R5->R6->W1	90	900	2,350
	W2->R2->R3->R4->W2	145	1,450	
5	W1->R1->R2->R4->W1	90	900	2,600
	W2->R3->R5->R6->W2	170	1,700	
6	W1->R1->R2->R5->W1	85	850	2,650
	W2->R3->R4->R6->W2	180	1,800	
7	W1->R1->R2->R6->W1	90	900	2,550
	W2->R3->R4->R5->W2	165	1,650	
8	W1->R1->R3->R2->W1	95	950	2,950
	W2->R4->R6->R5->W2	200	2,000	
9	W1->R1->R3->R5->W1	135	1,350	2,800
	W2->R4->R6->R2->W2	145	1,450	
10	W1->R1->R3->R6->W1	140	1,400	3,300
	W2->R4->R5->R2->W2	190	1,900	
11	W1->R1->R4->R2->W1	75	750	3,300
	W2->R6->R3->R5->W2	255	2,550	
12	W1->R1->R4->R3->W1	95	950	2,400
	W2->R5->R6->R2->W2	145	1,450	
13	W1->R1->R4->R6->W1	90	900	2,450
	W2->R5->R3->R2->W2	155	1,550	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
14	W1->R1->R5->R2->W1	85	850	3,300
	W2->R4->R3->R6->W2	245	2,450	
15	W1->R1->R5->R3->W1	105	1,050	3,000
	W2->R4->R2->R6->W2	195	1,950	
16	W1->R1->R5->R4->W1	90	900	2,200
	W2->R3->R2->R6->W2	130	1,300	
17	W1->R2->R1->R3->W1	110	1,100	3,050
	W2->R6->R5->R4->W2	195	1,950	
18	W1->R2->R1->R4->W1	85	850	2,550
	W2->R6->R5->R3->W2	170	1,700	
19	W1->R2->R1->R5->W1	90	900	3,350
	W2->R6->R3->R4->W2	245	2,450	
20	W1->R2->R1->R6->W1	105	1,050	3,450
	W2->R5->R3->R4->W2	240	2,400	
21	W1->R2->R3->R1->W1	95	950	3,150
	W2->R6->R4->R5->W2	220	2,200	
22	W1->R2->R3->R4->W1	115	1,150	2,650
	W2->R6->R1->R5->W2	150	1,500	
23	W1->R2->R3->R5->W1	110	1,100	2,650
	W2->R6->R1->R4->W2	155	1,550	
24	W1->R2->R3->R6->W1	115	1,150	2,850
	W2->R5->R1->R4->W2	170	1,700	
25	W1->R2->R4->R1->W1	75	750	2,400
	W2->R5->R6->R3->W2	165	1,650	
26	W1->R2->R4->R3->W1	120	1,200	2,850
	W2->R5->R6->R1->W2	165	1,650	
27	W1->R2->R4->R5->W1	100	1,000	2,300
	W2->R3->R6->R1->W2	130	1,300	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
28	W1->R2->R4->R6->W1	115	1,150	2,350
	W2->R3->R5->R1->W2	120	1,200	
29	W1->R2->R5->R1->W1	85	850	2,500
	W2->R3->R6->R4->W2	165	1,650	
30	W1->R2->R5->R3->W1	120	1,200	2,850
	W2->R1->R6->R4->W2	165	1,650	
31	W1->R2->R5->R4->W1	105	1,050	2,350
	W2->R1->R6->R3->W2	130	1,300	
32	W1->R2->R5->R6->W1	105	1,050	2,150
	W2->R1->R4->R3->W2	110	1,100	
33	W1->R2->R6->R1->W1	95	950	2,600
	W2->R5->R4->R3->W2	165	1,650	
34	W1->R2->R6->R3->W1	120	1,200	2,650
	W2->R5->R4->R1->W2	145	1,450	
35	W1->R2->R6->R5->W1	100	1,000	2,950
	W2->R4->R3->R1->W2	195	1,950	
36	W1->R3->R1->R2->W1	110	1,100	3,250
	W2->R5->R4->R6->W2	215	2,150	
37	W1->R3->R1->R4->W1	105	1,050	3,100
	W2->R5->R2->R6->W2	205	2,050	
38	W1->R3->R1->R5->W1	110	1,100	2,700
	W2->R2->R4->R6->W2	160	1,600	
39	W1->R3->R1->R6->W1	125	1,250	2,700
	W2->R2->R4->R5->W2	145	1,450	
40	W1->R3->R2->R4->W1	85	850	2,450
	W2->R6->R5->R1->W2	160	1,600	
41	W1->R3->R2->R5->W1	80	800	2,400
	W2->R6->R4->R1->W2	160	1,600	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
42	W1->R3->R2->R6->W1	85	850	2,300
	W2->R1->R5->R4->W2	145	1,450	
43	W1->R3->R4->R1->W1	95	950	2,400
	W2->R2->R6->R5->W2	145	1,450	
44	W1->R3->R4->R2->W1	120	1,200	2,850
	W2->R1->R6->R5->W2	165	1,650	
45	W1->R3->R4->R5->W1	120	1,200	2,300
	W2->R1->R6->R2->W2	110	1,100	
46	W1->R3->R4->R6->W1	135	1,350	2,350
	W2->R1->R5->R2->W2	100	1,000	
47	W1->R3->R5->R1->W1	105	1,050	3,050
	W2->R2->R6->R4->W2	200	2,000	
48	W1->R3->R5->R2->W1	120	1,200	2,800
	W2->R1->R4->R6->W2	160	1,600	
49	W1->R3->R5->R4->W1	125	1,250	2,850
	W2->R1->R2->R6->W2	160	1,600	
50	W1->R3->R5->R6->W1	125	1,250	2,700
	W2->R1->R2->R4->W2	145	1,450	
51	W1->R3->R6->R1->W1	115	1,150	3,050
	W2->R5->R2->R4->W2	190	1,900	
52	W1->R3->R6->R2->W1	120	1,200	2,900
	W2->R4->R1->R5->W2	170	1,700	
53	W1->R3->R6->R4->W1	135	1,350	2,700
	W2->R2->R1->R5->W2	135	1,350	
54	W1->R3->R6->R5->W1	100	1,000	2,150
	W2->R2->R1->R4->W2	115	1,150	
55	W1->R4->R1->R2->W1	85	850	2,500
	W2->R3->R6->R5->W2	165	1,650	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
56	W1->R4->R1->R3->W1	105	1,050	2,550
	W2->R6->R5->R2->W2	150	1,500	
57	W1->R4->R1->R5->W1	85	850	2,450
	W2->R6->R3->R2->W2	160	1,600	
58	W1->R4->R1->R6->W1	100	1,000	2,250
	W2->R5->R2->R3->W2	125	1,250	
59	W1->R4->R2->R1->W1	90	900	3,450
	W2->R5->R3->R6->W2	255	2,550	
60	W1->R4->R2->R3->W1	85	850	2,900
	W2->R5->R1->R6->W2	205	2,050	
61	W1->R4->R2->R5->W1	105	1,050	2,750
	W2->R3->R1->R6->W2	170	1,700	
62	W1->R4->R2->R6->W1	110	1,100	2,650
	W2->R3->R1->R5->W2	155	1,550	
63	W1->R4->R3->R1->W1	140	1,400	3,450
	W2->R6->R2->R5->W2	205	2,050	
64	W1->R4->R3->R2->W1	115	1,150	2,750
	W2->R1->R5->R6->W2	160	1,600	
65	W1->R4->R3->R5->W1	155	1,550	3,050
	W2->R6->R1->R2->W2	150	1,500	
66	W1->R4->R3->R6->W1	160	1,600	2,950
	W2->R5->R1->R2->W2	135	1,350	
67	W1->R4->R5->R1->W1	90	900	2,000
	W2->R3->R6->R2->W2	110	1,100	
68	W1->R4->R5->R2->W1	105	1,050	2,750
	W2->R6->R1->R3->W2	170	1,700	
69	W1->R4->R5->R3->W1	125	1,250	2,850
	W2->R6->R2->R1->W2	160	1,600	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
70	W1->R4->R5->R6->W1	110	1,100	1,900
	W2->R3->R2->R1->W2	80	800	
71	W1->R4->R6->R1->W1	110	1,100	2,350
	W2->R3->R2->R5->W2	125	1,250	
72	W1->R4->R6->R2->W1	115	1,150	2,350
	W2->R1->R5->R3->W2	120	1,200	
73	W1->R4->R6->R3->W1	135	1,350	2,900
	W2->R1->R2->R5->W2	155	1,550	
74	W1->R4->R6->R5->W1	115	1,150	1,950
	W2->R1->R2->R3->W2	80	800	
75	W1->R5->R1->R2->W1	90	900	2,700
	W2->R6->R4->R3->W2	180	1,800	
76	W1->R5->R1->R3->W1	110	1,100	2,700
	W2->R6->R4->R2->W2	160	1,600	
77	W1->R5->R1->R4->W1	85	850	2,150
	W2->R6->R2->R3->W2	130	1,300	
78	W1->R5->R1->R6->W1	105	1,050	2,200
	W2->R4->R2->R3->W2	115	1,150	
79	W1->R5->R2->R1->W1	85	850	2,500
	W2->R4->R6->R3->W2	165	1,650	
80	W1->R5->R2->R3->W1	80	800	2,450
	W2->R4->R6->R1->W2	165	1,650	
81	W1->R5->R2->R4->W1	105	1,050	3,150
	W2->R6->R3->R1->W2	210	2,100	
82	W1->R5->R2->R6->W1	105	1,050	2,150
	W2->R4->R1->R3->W2	110	1,100	
83	W1->R5->R3->R1->W1	135	1,350	3,300
	W2->R6->R2->R4->W2	195	1,950	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
84	W1->R5->R3->R2->W1	110	1,100	2,950
	W2->R4->R1->R6->W2	185	1,850	
85	W1->R5->R3->R4->W1	155	1,550	3,050
	W2->R2->R1->R6->W2	150	1,500	
86	W1->R5->R3->R6->W1	155	1,550	2,450
	W2->R2->R4->R1->W2	90	900	
87	W1->R5->R4->R1->W1	75	750	1,850
	W2->R2->R6->R3->W2	110	1,100	
88	W1->R5->R4->R2->W1	100	1,000	3,100
	W2->R1->R3->R6->W2	210	2,100	
89	W1->R5->R4->R3->W1	120	1,200	2,300
	W2->R2->R6->R1->W2	110	1,100	
90	W1->R5->R4->R6->W1	115	1,150	2,250
	W2->R2->R3->R1->W2	110	1,100	
91	W1->R5->R6->R1->W1	95	950	2,050
	W2->R2->R4->R3->W2	110	1,100	
92	W1->R5->R6->R2->W1	100	1,000	2,950
	W2->R1->R3->R4->W2	195	1,950	
93	W1->R5->R6->R3->W1	120	1,200	2,100
	W2->R1->R4->R2->W2	90	900	
94	W1->R5->R6->R4->W1	115	1,150	2,250
	W2->R1->R3->R2->W2	110	1,100	
95	W1->R6->R1->R2->W1	105	1,050	3,450
	W2->R4->R3->R5->W2	240	2,400	
96	W1->R6->R1->R3->W1	125	1,250	3,150
	W2->R4->R2->R5->W2	190	1,900	
97	W1->R6->R1->R4->W1	100	1,000	2,100
	W2->R2->R5->R3->W2	110	1,100	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
98	W1->R6->R1->R5->W1	105	1,050	2,200
	W2->R3->R2->R4->W2	115	1,150	
99	W1->R6->R2->R1->W1	90	900	2,450
	W2->R3->R5->R4->W2	155	1,550	
100	W1->R6->R2->R3->W1	85	850	2,300
	W2->R1->R4->R5->W2	145	1,450	
101	W1->R6->R2->R4->W1	110	1,100	3,150
	W2->R1->R3->R5->W2	205	2,050	
102	W1->R6->R2->R5->W1	105	1,050	2,400
	W2->R3->R1->R4->W2	135	1,350	
103	W1->R6->R3->R1->W1	140	1,400	2,750
	W2->R2->R5->R4->W2	135	1,350	
104	W1->R6->R3->R2->W1	115	1,150	2,600
	W2->R4->R5->R1->W2	145	1,450	
105	W1->R6->R3->R4->W1	160	1,600	2,600
	W2->R2->R5->R1->W2	100	1,000	
106	W1->R6->R3->R5->W1	155	1,550	3,000
	W2->R4->R2->R1->W2	145	1,450	
107	W1->R6->R4->R1->W1	90	900	2,000
	W2->R3->R5->R2->W2	110	1,100	
108	W1->R6->R4->R2->W1	115	1,150	2,700
	W2->R5->R1->R3->W2	155	1,550	
109	W1->R6->R4->R3->W1	135	1,350	2,900
	W2->R5->R2->R1->W2	155	1,550	
110	W1->R6->R4->R5->W1	115	1,150	2,150
	W2->R3->R1->R2->W2	100	1,000	
111	W1->R6->R5->R1->W1	90	900	2,000
	W2->R3->R4->R2->W2	110	1,100	

ตารางที่ ก.1 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทาง Transportation Cost/Time	ค่าเดินทางรวม (PA) บาท
112	W1->R6->R5->R2->W1	105	1,050	2,150
	W2->R3->R4->R1->W2	110	1,100	
113	W1->R6->R5->R3->W1	125	1,250	2,400
	W2->R4->R1->R2->W2	115	1,150	
114	W1->R6->R5->R4->W1	105	1,050	2,050
	W2->R2->R1->R3->W2	100	1,000	
115	W1->R3->R2->R1->W1	65	650	2,650
	W2->R5->R6->R4->W2	200	400	

ตารางที่ ก.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : VRP

ทางเลือก	เส้นทาง Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transport Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อกเมื่อ	ค่าจัดเก็บ สต็อกเมื่อ	Stock out Cost	Total Cost	Total Cost
1	W1->R1->R2->R3->W1	90	18.0	3,250.00	41.79	46	1.40	6.79	8,949.99	23,181.22
	W2->R4->R5->R6->W2	95	24.0	7,718.75	63.52	60	1.77	7.19	14,231.23	
2	W1->R1->R3->R4->W1	95	22.0	6,045.45	56.51	55	1.55	7.89	12,361.40	24,397.70
	W2->R2->R5->R6->W2	90	22.0	6,136.36	52.80	51	1.63	5.51	12,036.30	
3	W1->R1->R4->R5->W1	95	18.0	3,958.33	45.12	60	1.71	10.50	10,115.66	22,711.52
	W2->R2->R3->R6->W2	90	22.0	6,545.45	54.16	46	1.82	4.43	12,595.85	
4	W1->R1->R5->R6->W1	90	19.0	4,263.16	46.38	60	1.84	8.22	10,259.60	22,734.20
	W2->R2->R3->R4->W2	95	22.0	6,261.36	55.60	46	1.34	6.30	12,474.60	
5	W1->R1->R2->R4->W1	85	19.0	4,026.32	44.12	60	1.75	7.30	9,729.48	23,628.12
	W2->R3->R5->R6->W2	100	23.0	7,391.30	60.87	46	1.43	5.04	13,898.65	
6	W1->R1->R2->R5->W1	90	19.0	4,026.32	42.95	51	1.56	7.24	9,578.06	23,673.30
	W2->R3->R4->R6->W2	95	23.0	7,434.78	62.29	55	1.34	6.84	14,095.24	
7	W1->R1->R2->R6->W1	80	19.0	3,789.47	42.87	60	1.88	7.68	9,331.90	23,534.66
	W2->R3->R4->R5->W2	105	23.0	7,532.61	62.38	46	1.29	6.47	14,202.76	
8	W1->R1->R3->R2->W1	90	20.0	4,275.00	46.44	46	1.40	6.11	9,978.95	24,408.10
	W2->R4->R6->R5->W2	95	24.0	7,916.67	63.52	60	1.77	7.19	14,429.15	
9	W1->R1->R3->R5->W1	100	22.0	6,136.36	55.15	46	1.36	6.02	12,298.89	23,954.52
	W2->R4->R6->R2->W2	85	22.0	5,602.27	54.16	60	1.82	7.38	11,655.62	
10	W1->R1->R3->R6->W1	90	21.0	6,000.00	52.56	55	1.68	6.70	12,150.94	25,738.87
	W2->R4->R5->R2->W2	95	24.0	7,520.83	59.18	51	1.49	6.42	13,587.92	
11	W1->R1->R4->R2->W1	85	18.0	3,541.67	41.79	60	1.75	9.93	9,245.14	25,629.91
	W2->R6->R3->R5->W2	100	26.0	9,807.69	68.81	46	1.43	66.83	16,384.77	
12	W1->R1->R4->R3->W1	95	19.0	4,750.00	48.80	55	1.55	9.14	11,059.49	22,891.24
	W2->R5->R6->R2->W2	90	22.0	5,931.82	52.80	51	1.63	5.51	11,831.75	
13	W1->R1->R4->R6->W1	85	19.0	4,026.32	47.55	69	2.03	10.39	10,176.28	22,977.51
	W2->R5->R3->R2->W2	100	23.0	6,739.13	56.71	37	1.15	4.23	12,801.23	
14	W1->R1->R5->R2->W1	90	19.0	4,026.32	42.95	51	1.56	7.24	9,578.06	25,553.67
	W2->R4->R3->R6->W2	95	25.0	9,310.00	67.71	55	1.62	6.29	15,975.61	
15	W1->R1->R5->R3->W1	100	20.0	5,250.00	50.14	46	1.36	6.62	11,408.12	24,372.03
	W2->R4->R2->R6->W2	85	24.0	6,906.25	59.08	60	1.82	6.76	12,963.91	

ตารางที่ ก.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : VRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transport Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อกเมื่อ	ค่าจัดเก็บ สต็อกเมื่อ	Stock out Cost	Total Cost	Total Cost
16	W1->R1->R5->R4->W1	95	19.0	4,500.00	47.63	60	1.71	9.95	10,659.29	22,278.91
	W2->R3->R2->R6->W2	90	21.0	5,571.43	51.69	46	1.47	5.03	11,619.63	
17	W1->R2->R1->R3->W1	90	20.0	4,950.00	46.44	46	1.40	6.11	10,653.95	24,885.18
	W2->R6->R5->R4->W2	95	24.0	7,718.75	63.52	60	1.77	7.19	14,231.23	
18	W1->R2->R1->R4->W1	85	19.0	3,802.63	44.12	60	1.75	9.41	9,507.91	23,406.55
	W2->R6->R5->R3->W2	100	23.0	7,391.30	60.87	46	1.43	5.04	13,898.65	
19	W1->R2->R1->R5->W1	90	19.0	4,263.16	42.95	51	1.56	7.24	9,814.90	25,790.51
	W2->R6->R3->R4->W2	95	25.0	9,310.00	67.71	55	1.62	6.29	15,975.61	
20	W1->R2->R1->R6->W1	80	20.0	4,200.00	45.12	60	1.88	7.29	9,744.30	26,114.15
	W2->R5->R3->R4->W2	105	26.0	9,692.31	70.52	46	1.29	5.73	16,369.85	
21	W1->R2->R3->R1->W1	90	20.0	4,275.00	46.44	46	1.40	6.11	9,978.95	24,853.79
	W2->R6->R4->R5->W2	95	25.0	8,360.00	66.16	60	1.77	6.90	14,874.84	
22	W1->R2->R3->R4->W1	95	20.0	5,462.50	50.55	46	1.34	6.93	11,671.31	23,810.32
	W2->R6->R1->R5->W2	90	22.0	6,136.36	53.70	60	1.84	7.10	12,139.01	
23	W1->R2->R3->R5->W1	100	21.0	5,238.10	51.78	37	1.15	9.00	11,300.03	23,444.72
	W2->R6->R1->R4->W2	85	22.0	5,988.64	55.06	69	2.03	8.97	12,144.70	
24	W1->R2->R3->R6->W1	90	20.0	5,175.00	49.23	46	1.47	5.29	11,220.99	24,410.31
	W2->R5->R1->R4->W2	95	23.0	7,021.74	57.66	60	1.71	8.22	13,189.32	
25	W1->R2->R4->R1->W1	85	18.0	3,541.67	41.79	60	1.75	9.93	9,245.14	22,926.40
	W2->R5->R6->R3->W2	100	23.0	7,173.91	60.87	46	1.43	5.04	13,681.26	
26	W1->R2->R4->R3->W1	95	21.0	5,428.57	53.08	46	1.34	6.60	11,639.58	24,100.88
	W2->R5->R6->R1->W2	90	23.0	6,456.52	56.15	60	1.84	6.79	12,461.30	
27	W1->R2->R4->R5->W1	95	20.0	4,750.00	49.32	51	1.49	7.70	10,808.51	22,530.88
	W2->R3->R6->R1->W2	90	21.0	5,571.43	52.56	55	1.68	6.70	11,722.37	
28	W1->R2->R4->R6->W1	85	20.0	4,887.50	49.23	60	1.82	8.12	10,936.67	22,811.26
	W2->R3->R5->R1->W2	100	21.0	5,714.29	52.64	46	1.36	6.31	11,874.60	
29	W1->R2->R5->R1->W1	90	19.0	4,026.32	42.95	51	1.56	7.24	9,578.06	23,361.40
	W2->R3->R6->R4->W2	95	22.0	7,125.00	59.58	55	1.62	7.15	13,783.34	
30	W1->R2->R5->R3->W1	100	21.0	5,714.29	51.78	37	1.15	4.64	11,771.85	24,302.91
	W2->R1->R6->R4->W2	85	22.0	6,375.00	55.06	69	2.03	8.97	12,531.06	
31	W1->R2->R5->R4->W1	95	20.0	4,987.50	49.32	51	1.49	7.70	11,046.01	22,768.38
	W2->R1->R6->R3->W2	90	21.0	5,571.43	52.56	55	1.68	6.70	11,722.37	
32	W1->R2->R5->R6->W1	90	20.0	4,725.00	48.00	51	1.63	6.06	10,620.68	22,157.28
	W2->R1->R4->R3->W2	95	20.0	5,225.00	51.37	55	1.55	8.68	11,536.60	
33	W1->R2->R6->R1->W1	80	19.0	4,000.00	42.87	60	1.88	5.08	9,539.83	23,742.59
	W2->R5->R4->R3->W2	105	23.0	7,532.61	62.38	46	1.29	6.47	14,202.76	
34	W1->R2->R6->R3->W1	90	21.0	5,142.86	51.69	46	1.47	5.03	11,191.06	23,617.87
	W2->R5->R4->R1->W2	95	22.0	6,261.36	55.15	60	1.71	8.59	12,426.81	
35	W1->R2->R6->R5->W1	90	20.0	4,500.00	48.00	51	1.63	5.29	10,394.92	24,434.09
	W2->R4->R3->R1->W2	95	24.0	7,718.75	61.64	55	1.55	7.24	14,039.18	
36	W1->R3->R1->R2->W1	90	20.0	4,950.00	46.44	46	1.40	6.11	10,653.95	25,676.85
	W2->R5->R4->R6->W2	95	24.0	8,510.42	63.52	60	1.77	7.19	15,022.90	
37	W1->R3->R1->R4->W1	95	20.0	4,987.50	51.37	55	1.55	8.68	11,299.10	24,585.57
	W2->R5->R2->R6->W2	90	25.0	7,380.00	60.00	51	1.63	4.84	13,286.47	
38	W1->R3->R1->R5->W1	100	20.0	5,500.00	50.14	46	1.36	6.62	11,658.12	23,893.29
	W2->R2->R4->R6->W2	85	22.0	6,181.82	54.16	60	1.82	7.38	12,235.17	
39	W1->R3->R1->R6->W1	90	21.0	5,357.14	52.56	55	1.68	6.70	11,508.09	23,173.10
	W2->R2->R4->R5->W2	85	22.0	5,602.27	54.25	51	1.49	7.00	11,665.01	
40	W1->R3->R2->R4->W1	95	19.0	4,250.00	48.02	46	1.34	7.30	10,456.65	22,722.30
	W2->R6->R5->R1->W2	90	23.0	6,260.87	56.15	60	1.84	6.79	12,265.64	
41	W1->R3->R2->R5->W1	100	19.0	4,210.53	46.85	37	1.15	5.13	10,263.65	22,601.53
	W2->R6->R4->R1->W2	85	22.0	6,181.82	55.06	60	2.03	8.97	12,337.88	

ตารางที่ ก.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transport Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อกเมื่อ	ค่าจัดเก็บ สต็อกเมื่อ	Stock out Cost	Total Cost	Total Cost
42	W1->R3->R2->R6->W1	90	19.0	4,026.32	46.77	46	1.47	5.56	10,070.12	22,496.94
	W2->R1->R5->R4->W2	95	22.0	6,261.36	55.15	60	1.71	8.59	12,426.81	
43	W1->R3->R4->R1->W1	95	19.0	4,750.00	48.80	55	1.55	9.14	11,059.49	22,891.24
	W2->R2->R6->R5->W2	90	22.0	5,931.82	52.80	51	1.63	5.51	11,831.75	
44	W1->R3->R4->R2->W1	95	21.0	5,428.57	53.08	46	1.34	6.60	11,639.58	24,100.88
	W2->R1->R6->R5->W2	90	23.0	6,456.52	56.15	60	1.84	6.79	12,461.30	
45	W1->R3->R4->R5->W1	105	21.0	6,000.00	56.96	46	1.29	7.09	12,665.34	22,609.64
	W2->R1->R6->R2->W2	80	20.0	4,400.00	45.12	60	1.88	7.29	9,944.30	
46	W1->R3->R4->R6->W1	95	21.0	6,107.14	56.87	55	1.62	7.49	12,763.12	22,816.76
	W2->R1->R5->R2->W2	90	20.0	4,500.00	45.21	51	1.56	6.88	10,053.64	
47	W1->R3->R5->R1->W1	100	20.0	5,250.00	50.14	46	1.36	6.62	11,408.12	24,549.11
	W2->R2->R6->R4->W2	85	24.0	7,083.33	59.08	60	1.82	6.76	13,140.99	
48	W1->R3->R5->R2->W1	100	21.0	5,714.29	51.78	37	1.15	4.64	11,771.85	24,109.73
	W2->R1->R4->R6->W2	85	22.0	6,181.82	55.06	69	2.03	8.97	12,337.88	
49	W1->R3->R5->R4->W1	165	24.0	8,593.75	65.10	46	1.29	6.20	15,266.34	26,381.68
	W2->R1->R2->R6->W2	80	23.0	5,565.22	51.89	60	1.88	6.34	11,115.34	
50	W1->R3->R5->R6->W1	100	21.0	5,952.38	55.58	46	1.43	5.52	12,454.91	23,768.14
	W2->R1->R2->R4->W2	85	22.0	5,602.27	51.08	60	1.75	8.13	11,313.23	
51	W1->R3->R6->R1->W1	90	20.0	5,175.00	50.05	55	1.68	7.04	11,323.78	24,911.91
	W2->R5->R2->R4->W2	95	24.0	7,520.83	59.18	60	1.71	6.42	13,588.13	
52	W1->R3->R6->R2->W1	90	21.0	5,142.86	51.69	46	1.47	5.03	11,191.06	24,380.38
	W2->R4->R1->R5->W2	95	23.0	7,021.74	57.66	60	1.71	8.22	13,189.32	
53	W1->R3->R6->R4->W1	95	21.0	6,107.14	56.87	55	1.62	7.49	12,763.12	23,843.38
	W2->R2->R1->R5->W2	90	22.0	5,522.73	49.73	51	1.56	6.25	11,080.27	
54	W1->R3->R6->R5->W1	100	20.0	5,000.00	52.93	46	1.43	5.80	11,500.16	22,094.78
	W2->R2->R1->R4->W2	85	20.0	4,887.50	46.44	60	1.75	8.94	10,594.63	
55	W1->R4->R1->R2->W1	85	19.0	3,802.63	44.12	60	1.75	9.41	9,507.91	23,189.16
	W2->R3->R6->R5->W2	100	23.0	7,173.91	60.87	46	1.43	5.04	13,681.26	
56	W1->R4->R1->R3->W1	95	20.0	4,987.50	51.37	55	1.55	8.68	11,299.10	23,335.40
	W2->R6->R5->R2->W2	90	22.0	6,136.36	52.80	51	1.63	5.51	12,036.30	
57	W1->R4->R1->R5->W1	95	19.0	4,250.00	47.63	60	1.71	9.95	10,409.29	23,005.17
	W2->R6->R3->R2->W2	90	22.0	6,545.45	54.16	46	1.47	4.81	12,595.89	
58	W1->R4->R1->R6->W1	85	19.0	4,473.68	47.55	69	2.03	10.39	10,623.65	22,633.60
	W2->R5->R2->R3->W2	100	21.0	5,952.38	51.78	37	1.15	4.64	12,009.95	
59	W1->R4->R2->R1->W1	85	19.0	4,026.32	44.12	60	1.75	9.41	9,731.59	26,053.98
	W2->R5->R3->R6->W2	100	26.0	9,807.69	68.81	46	1.43	4.46	16,322.39	
60	W1->R4->R2->R3->W1	95	19.0	4,250.00	48.02	46	1.34	7.30	10,456.65	24,151.09
	W2->R5->R1->R6->W2	90	24.0	7,687.50	58.59	60	1.84	6.51	13,694.43	
61	W1->R4->R2->R5->W1	95	20.0	4,987.50	49.32	51	1.49	7.70	11,046.01	23,853.55
	W2->R3->R1->R6->W2	90	23.0	6,652.17	57.56	55	1.68	6.12	12,807.54	
62	W1->R4->R2->R6->W1	85	20.0	4,675.00	49.23	60	1.47	8.12	10,723.82	23,627.73
	W2->R3->R1->R5->W2	100	23.0	6,739.13	57.66	46	1.36	5.76	12,903.91	
63	W1->R4->R3->R1->W1	95	22.0	6,045.45	56.51	55	1.55	7.89	12,361.40	25,647.88
	W2->R6->R2->R5->W2	90	25.0	7,380.00	60.00	51	1.63	4.84	13,286.47	
64	W1->R4->R3->R2->W1	95	20.0	5,462.50	50.55	46	1.55	6.93	11,671.53	23,937.17
	W2->R1->R5->R6->W2	90	23.0	6,260.87	56.15	60	1.84	6.79	12,265.64	
65	W1->R4->R3->R5->W1	105	22.0	7,397.73	59.67	46	1.29	6.77	14,065.46	25,068.15
	W2->R6->R1->R2->W2	80	22.0	5,454.55	49.64	60	1.88	6.63	11,002.70	
66	W1->R4->R3->R6->W1	95	22.0	6,909.09	59.58	55	1.62	7.15	13,567.43	24,647.70
	W2->R5->R1->R2->W2	90	22.0	5,522.73	49.73	51	1.56	6.25	11,080.27	
67	W1->R4->R5->R1->W1	95	19.0	4,500.00	47.63	60	1.71	9.95	10,659.29	21,655.28
	W2->R3->R6->R2->W2	90	20.0	4,950.00	49.23	46	1.47	5.29	10,995.99	

ตารางที่ ก.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : VRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transport Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อกเมื่อ	ค่าจัดเก็บ สต็อกเมื่อ	Stock out Cost	Total Cost	Total Cost
68	W1->R4->R5->R2->W1	95	20.0	4,987.50	49.32	51	1.49	7.70	11,046.01	23,853.55
	W2->R6->R1->R3->W2	90	23.0	6,652.17	57.56	55	1.68	6.12	12,807.54	
69	W1->R4->R5->R3->W1	105	21.0	6,250.00	56.96	46	1.29	7.09	12,915.34	24,030.68
	W2->R6->R2->R1->W2	80	23.0	5,565.22	51.89	60	1.88	6.34	11,115.34	
70	W1->R4->R5->R6->W1	95	20.0	5,225.00	52.93	60	1.77	8.63	11,728.33	21,219.76
	W2->R3->R2->R1->W2	90	19.0	3,789.47	44.12	46	1.40	6.43	9,491.42	
71	W1->R4->R6->R1->W1	85	20.0	4,675.00	50.05	69	2.03	9.87	10,826.95	22,836.90
	W2->R3->R2->R5->W2	100	21.0	5,952.38	51.78	37	1.15	4.64	12,009.95	
72	W1->R4->R6->R2->W1	85	20.0	4,887.50	49.23	69	2.03	8.12	10,936.88	22,811.47
	W2->R1->R5->R3->W2	100	21.0	5,714.29	52.64	46	1.36	6.31	11,874.60	
73	W1->R4->R6->R3->W1	95	21.0	6,107.14	56.87	55	1.62	7.49	12,763.12	24,387.86
	W2->R1->R2->R5->W2	90	23.0	6,065.22	51.99	51	1.56	5.98	11,624.75	
74	W1->R4->R6->R5->W1	95	20.0	5,462.50	52.93	60	1.77	8.63	11,965.83	21,457.26
	W2->R1->R2->R3->W2	90	19.0	3,789.47	44.12	46	1.40	6.43	9,491.42	
75	W1->R5->R1->R2->W1	90	19.0	4,263.16	42.95	51	1.56	7.24	9,814.90	23,910.43
	W2->R6->R4->R3->W2	95	23.0	7,434.78	62.29	55	1.62	6.84	14,095.52	
76	W1->R5->R1->R3->W1	100	20.0	5,500.00	50.14	46	1.36	6.62	11,658.12	23,893.29
	W2->R6->R4->R2->W2	85	22.0	6,181.82	54.16	60	1.82	7.38	12,235.17	
77	W1->R5->R1->R4->W1	95	19.0	4,250.00	47.63	60	1.71	9.95	10,409.29	22,028.91
	W2->R6->R2->R3->W2	90	21.0	5,571.43	51.69	46	1.47	5.03	11,619.63	
78	W1->R5->R1->R6->W1	90	20.0	4,725.00	48.82	60	1.84	7.81	10,723.47	22,394.78
	W2->R4->R2->R3->W2	95	20.0	5,462.50	50.55	46	1.34	6.93	11,671.31	
79	W1->R5->R2->R1->W1	90	19.0	4,026.32	42.95	51	1.56	7.24	9,578.06	23,361.40
	W2->R4->R6->R3->W2	95	22.0	7,125.00	59.58	55	1.62	7.15	13,783.34	
80	W1->R5->R2->R3->W1	100	19.0	4,210.53	46.85	37	1.15	5.13	10,263.65	22,794.71
	W2->R4->R6->R1->W2	85	22.0	6,375.00	55.06	69	2.03	8.97	12,531.06	
81	W1->R5->R2->R4->W1	95	20.0	4,987.50	49.32	51	1.49	7.70	11,046.01	25,078.62
	W2->R6->R3->R1->W2	90	24.0	7,875.00	60.07	55	1.68	5.87	14,032.61	
82	W1->R5->R2->R6->W1	90	20.0	4,725.00	48.00	51	1.63	6.06	10,620.68	22,157.28
	W2->R4->R1->R3->W2	95	20.0	5,225.00	51.37	55	1.55	8.68	11,536.60	
83	W1->R5->R3->R1->W1	100	22.0	6,136.36	55.15	46	1.36	6.02	12,298.89	25,262.80
	W2->R6->R2->R4->W2	85	24.0	6,906.25	59.08	60	1.82	6.76	12,963.91	
84	W1->R5->R3->R2->W1	100	21.0	5,238.10	51.78	37	1.15	4.64	11,295.66	24,290.79
	W2->R4->R1->R6->W2	85	23.0	6,836.96	57.56	69	2.03	8.58	12,995.13	
85	W1->R5->R3->R4->W1	105	22.0	7,397.73	59.67	46	1.29	6.77	14,065.46	25,068.15
	W2->R2->R1->R6->W2	80	22.0	5,454.55	49.64	60	1.88	6.63	11,002.70	
86	W1->R5->R3->R6->W1	100	22.0	7,045.45	58.22	46	1.43	5.27	13,550.38	23,281.97
	W2->R2->R4->R1->W2	85	19.0	4,026.32	44.12	60	1.75	9.41	9,731.59	
87	W1->R5->R4->R1->W1	95	18.0	3,958.33	45.12	60	1.71	10.50	10,115.66	21,111.65
	W2->R2->R6->R3->W2	90	20.0	4,950.00	49.23	46	1.47	5.29	10,995.99	
88	W1->R5->R4->R2->W1	95	20.0	4,750.00	49.32	51	1.49	7.70	10,808.51	24,841.12
	W2->R1->R3->R6->W2	90	24.0	7,875.00	60.07	55	1.68	5.87	14,032.61	
89	W1->R5->R4->R3->W1	105	21.0	6,000.00	56.96	46	1.29	7.09	12,665.34	22,609.64
	W2->R2->R6->R1->W2	80	20.0	4,400.00	45.12	60	1.88	7.29	9,944.30	
90	W1->R5->R4->R6->W1	95	20.0	5,462.50	52.93	60	1.77	8.63	11,965.83	22,619.78
	W2->R2->R3->R1->W2	90	20.0	4,950.00	46.44	46	1.40	6.11	10,653.95	
91	W1->R5->R6->R1->W1	90	19.0	4,500.00	46.38	60	1.84	8.22	10,496.44	21,930.25
	W2->R2->R4->R3->W2	95	20.0	5,225.00	50.55	46	1.34	6.93	11,433.81	
92	W1->R5->R6->R2->W1	90	20.0	4,500.00	48.00	51	1.63	6.06	10,395.68	24,434.86
	W2->R1->R3->R4->W2	95	24.0	7,718.75	61.64	55	1.55	7.24	14,039.18	
93	W1->R5->R6->R3->W1	100	21.0	5,714.29	55.58	46	1.43	5.52	12,216.82	21,948.41
	W2->R1->R4->R2->W2	85	19.0	4,026.32	44.12	60	1.75	9.41	9,731.59	

ตารางที่ ก.2 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : VRP (ต่อ)

ทางเลือก	เส้นทาง Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transport Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อกเมื่อ	ค่าจัดเก็บ สต็อกเมื่อ	Stock out Cost	Total Cost	Total Cost
94	W1->R5->R6->R4->W1	95	20.0	5,462.50	52.93	60	1.77	8.63	11,965.83	22,619.78
	W2->R1->R3->R2->W2	90	20.0	4,950.00	46.44	46	1.40	6.11	10,653.95	
95	W1->R6->R1->R2->W1	80	20.0	4,200.00	45.12	60	1.88	7.29	9,744.30	26,114.15
	W2->R4->R3->R5->W2	105	26.0	9,692.31	70.52	46	1.29	5.73	16,369.85	
96	W1->R6->R1->R3->W1	90	21.0	5,357.14	52.56	55	1.68	6.70	11,508.09	25,096.01
	W2->R4->R2->R5->W2	95	24.0	7,520.83	59.18	51	1.49	6.42	13,587.92	
97	W1->R6->R1->R4->W1	85	19.0	4,473.68	47.55	69	2.03	10.39	10,623.65	21,919.31
	W2->R2->R5->R3->W2	100	21.0	5,238.10	51.78	37	1.15	4.64	11,295.66	
98	W1->R6->R1->R5->W1	90	20.0	4,725.00	48.82	60	1.84	7.81	10,723.47	22,394.78
	W2->R3->R2->R4->W2	95	20.0	5,462.50	50.55	46	1.34	6.93	11,671.31	
99	W1->R6->R2->R1->W1	80	19.0	3,789.47	42.87	60	1.88	7.68	9,331.90	23,397.36
	W2->R3->R5->R4->W2	105	22.0	7,397.73	59.67	46	1.29	6.77	14,065.46	
100	W1->R6->R2->R3->W1	90	19.0	4,026.32	46.77	46	1.47	5.56	10,070.12	22,496.94
	W2->R1->R4->R5->W2	95	22.0	6,261.36	55.15	60	1.71	8.59	12,426.81	
101	W1->R6->R2->R4->W1	85	20.0	4,675.00	49.23	60	1.82	8.12	10,724.17	25,093.49
	W2->R1->R3->R5->W2	100	25.0	8,200.00	62.67	46	1.36	5.30	14,369.33	
102	W1->R6->R2->R5->W1	90	20.0	4,725.00	48.00	51	1.63	6.06	10,620.68	23,041.58
	W2->R3->R1->R4->W2	95	21.0	6,107.14	53.94	55	1.55	8.27	12,420.90	
103	W1->R6->R3->R1->W1	90	21.0	6,000.00	52.56	55	1.68	6.70	12,150.94	24,043.23
	W2->R2->R5->R4->W2	95	22.0	5,829.55	54.25	51	1.49	7.00	11,892.29	
104	W1->R6->R3->R2->W1	90	20.0	5,175.00	49.23	46	1.47	5.29	11,220.99	23,647.80
	W2->R4->R5->R1->W2	95	22.0	6,261.36	55.15	60	1.71	8.59	12,426.81	
105	W1->R6->R3->R4->W1	95	22.0	6,909.09	59.58	55	1.62	7.15	13,567.43	23,621.08
	W2->R2->R5->R1->W2	90	20.0	4,500.00	45.21	51	1.56	6.88	10,053.64	
106	W1->R6->R3->R5->W1	100	22.0	7,045.45	58.22	46	1.43	5.27	13,550.38	24,863.61
	W2->R4->R2->R1->W2	85	22.0	5,602.27	51.08	60	1.75	8.13	11,313.23	
107	W1->R6->R4->R1->W1	85	19.0	4,026.32	47.55	69	2.03	10.39	10,176.28	21,471.95
	W2->R3->R5->R2->W2	100	21.0	5,238.10	51.78	37	1.15	4.64	11,295.66	
108	W1->R6->R4->R2->W1	85	20.0	4,887.50	49.23	60	1.82	8.12	10,936.67	23,840.57
	W2->R5->R1->R3->W2	100	23.0	6,739.13	57.66	46	1.36	5.76	12,903.91	
109	W1->R6->R4->R3->W1	95	21.0	6,107.14	56.87	55	1.62	7.49	12,763.12	24,387.86
	W2->R5->R2->R1->W2	90	23.0	6,065.22	51.99	51	1.56	5.98	11,624.75	
110	W1->R6->R4->R5->W1	95	20.0	5,462.50	52.93	60	1.77	8.63	11,965.83	22,169.78
	W2->R3->R1->R2->W2	90	20.0	4,500.00	46.44	46	1.40	6.11	10,203.95	
111	W1->R6->R5->R1->W1	90	19.0	4,263.16	46.38	60	1.84	8.22	10,259.60	21,693.41
	W2->R3->R4->R2->W2	95	20.0	5,225.00	50.55	46	1.34	6.93	11,433.81	
112	W1->R6->R5->R2->W1	90	20.0	4,725.00	48.00	51	1.63	6.06	10,620.68	22,157.28
	W2->R3->R4->R1->W2	95	20.0	5,225.00	51.37	55	1.55	8.68	11,536.60	
113	W1->R6->R5->R3->W1	100	21.0	5,952.38	55.58	46	1.43	5.52	12,454.91	23,049.54
	W2->R4->R1->R2->W2	85	20.0	4,887.50	46.44	60	1.75	8.94	10,594.63	
114	W1->R6->R5->R4->W1	95	20.0	4,987.50	52.93	60	1.77	8.63	11,490.83	21,694.78
	W2->R2->R1->R3->W2	90	20.0	4,500.00	46.44	46	1.40	6.11	10,203.95	
115	W1->R3->R2->R1->W1	90	18.0	3,250.00	41.79	46	1.40	6.79	8,949.99	23,379.13
	W2->R5->R6->R4->W2	95	24.0	7,916.67	63.52	60	1.77	7.19	14,429.15	

หมายเหตุ : ทางเลือกที่ 87 เส้นทางที่ 1 W1->R5->R4->R1->W1 (20 + 30 + 15 + 10 = 75 กม.)

เส้นทางที่ 2 W2->R2->R6->R3->W2 (15 + 30 + 55 + 10 = 110 กม.)

เส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุดคือ 185 กิโลเมตร และมีต้นทุนในการจัดส่ง รวมถึงต้นทุนในการจัดเก็บน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 21,111.65 บาท

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP

ทางเลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
1	W1->R1->R2->R3->R4->R5->R6->W2	240	2,400
2	W1->R1->R2->R3->R4->R6->R5->W2	245	2,450
3	W1->R1->R2->R3->R5->R4->R6->W2	250	2,500
4	W1->R1->R2->R3->R5->R6->R4->W2	235	2,350
5	W1->R1->R2->R3->R6->R5->R4->W2	225	2,250
6	W1->R1->R2->R3->R6->R4->R5->W2	245	2,450
7	W1->R1->R2->R4->R3->R5->R6->W2	280	2,800
8	W1->R1->R2->R4->R3->R6->R5->W2	275	2,750
9	W1->R1->R2->R4->R5->R3->R6->W2	280	2,800
10	W1->R1->R2->R4->R5->R6->R3->W2	190	1,900
11	W1->R1->R2->R4->R6->R3->R5->W2	285	2,850
12	W1->R1->R2->R4->R6->R5->R3->W2	240	2,400
13	W1->R1->R2->R5->R3->R4->R6->W2	290	2,900
14	W1->R1->R2->R5->R3->R6->R4->W2	275	2,750
15	W1->R1->R2->R5->R4->R3->R6->W2	280	2,800
16	W1->R1->R2->R5->R4->R6->R3->W2	200	2,000
17	W1->R1->R2->R5->R6->R3->R4->W2	265	2,650
18	W1->R1->R2->R5->R6->R4->R3->W2	200	2,000
19	W1->R1->R2->R6->R3->R4->R5->W2	275	2,750
20	W1->R1->R2->R6->R3->R5->R4->W2	265	2,650
21	W1->R1->R2->R6->R4->R3->R5->W2	285	2,850
22	W1->R1->R2->R6->R4->R5->R3->W2	200	2,000
23	W1->R1->R2->R6->R5->R3->R4->W2	265	2,650
24	W1->R1->R2->R6->R5->R4->R3->W2	190	1,900
25	W1->R1->R3->R2->R4->R5->R6->W2	240	2,400

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
26	W1->R1->R3->R2->R4->R6->R5->W2	245	2,450
27	W1->R1->R3->R2->R5->R4->R6->W2	250	2,500
28	W1->R1->R3->R2->R5->R6->R4->W2	235	2,350
29	W1->R1->R3->R2->R6->R4->R5->W2	245	2,450
30	W1->R1->R3->R2->R6->R5->R4->W2	225	2,250
31	W1->R1->R3->R4->R2->R5->R6->W2	280	2,800
32	W1->R1->R3->R4->R2->R6->R5->W2	275	2,750
33	W1->R1->R3->R4->R5->R2->R6->W2	280	2,800
34	W1->R1->R3->R4->R5->R6->R2->W2	220	2,200
35	W1->R1->R3->R4->R6->R2->R5->W2	285	2,850
36	W1->R1->R3->R4->R6->R5->R2->W2	230	2,300
37	W1->R1->R3->R5->R2->R4->R6->W2	290	2,900
38	W1->R1->R3->R5->R2->R6->R4->W2	285	2,850
39	W1->R1->R3->R5->R4->R2->R6->W2	280	2,800
40	W1->R1->R3->R5->R4->R6->R2->W2	260	2,600
41	W1->R1->R3->R5->R6->R2->R4->W2	265	2,650
42	W1->R1->R3->R5->R6->R4->R2->W2	230	2,300
43	W1->R1->R3->R6->R2->R4->R5->W2	275	2,750
44	W1->R1->R3->R6->R2->R5->R4->W2	265	2,650
45	W1->R1->R3->R6->R4->R2->R5->W2	285	2,850
46	W1->R1->R3->R6->R4->R5->R2->W2	230	2,300
47	W1->R1->R3->R6->R5->R2->R4->W2	265	2,650
48	W1->R1->R3->R6->R5->R4->R2->W2	220	2,200
49	W1->R1->R4->R2->R3->R5->R6->W2	230	2,300
50	W1->R1->R4->R2->R3->R6->R5->W2	225	2,250

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
51	W1->R1->R4->R2->R5->R3->R6->W2	270	2,700
52	W1->R1->R4->R2->R5->R6->R3->W2	180	1,800
53	W1->R1->R4->R2->R6->R3->R5->W2	265	2,650
54	W1->R1->R4->R2->R6->R5->R3->W2	180	1,800
55	W1->R1->R4->R3->R2->R5->R6->W2	230	2,300
56	W1->R1->R4->R3->R2->R6->R5->W2	225	2,250
57	W1->R1->R4->R3->R5->R2->R6->W2	270	2,700
58	W1->R1->R4->R3->R5->R6->R2->W2	210	2,100
59	W1->R1->R4->R3->R6->R2->R5->W2	265	2,650
60	W1->R1->R4->R3->R6->R5->R2->W2	210	2,100
61	W1->R1->R4->R5->R2->R3->R6->W2	230	2,300
62	W1->R1->R4->R5->R2->R6->R3->W2	180	1,800
63	W1->R1->R4->R5->R3->R2->R6->W2	230	2,300
64	W1->R1->R4->R5->R3->R6->R2->W2	210	2,100
65	W1->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W2	140	1,400
66	W1->R1->R4->R5->R6->R3->R2->W2	170	1,700
67	W1->R1->R4->R6->R2->R3->R5->W2	225	2,250
68	W1->R1->R4->R6->R2->R5->R3->W2	190	1,900
69	W1->R1->R4->R6->R3->R2->R5->W2	235	2,350
70	W1->R1->R4->R6->R3->R5->R2->W2	220	2,200
71	W1->R1->R4->R6->R5->R2->R3->W2	150	1,500
72	W1->R1->R4->R6->R5->R3->R2->W2	180	1,800
73	W1->R1->R5->R2->R3->R4->R6->W2	250	2,500
74	W1->R1->R5->R2->R3->R6->R4->W2	235	2,350
75	W1->R1->R5->R2->R4->R3->R6->W2	280	2,800

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
76	W1->R1->R5->R2->R4->R6->R3->W2	200	2,000
77	W1->R1->R5->R2->R6->R3->R4->W2	265	2,650
78	W1->R1->R5->R2->R6->R4->R3->W2	200	2,000
79	W1->R1->R5->R3->R2->R4->R6->W2	250	2,500
80	W1->R1->R5->R3->R2->R6->R4->W2	235	2,350
81	W1->R1->R5->R3->R4->R2->R6->W2	280	2,800
82	W1->R1->R5->R3->R4->R6->R2->W2	230	2,300
83	W1->R1->R5->R3->R6->R2->R4->W2	265	2,650
84	W1->R1->R5->R3->R6->R4->R2->W2	230	2,300
85	W1->R1->R5->R4->R2->R3->R6->W2	240	2,400
86	W1->R1->R5->R4->R2->R6->R3->W2	190	1,900
87	W1->R1->R5->R4->R3->R2->R6->W2	240	2,400
88	W1->R1->R5->R4->R3->R6->R2->W2	220	2,200
89	W1->R1->R5->R4->R6->R2->R3->W2	160	1,600
90	W1->R1->R5->R4->R6->R3->R2->W2	190	1,900
91	W1->R1->R5->R6->R2->R3->R4->W2	225	2,250
92	W1->R1->R5->R6->R2->R4->R3->W2	190	1,900
93	W1->R1->R5->R6->R3->R2->R4->W2	225	2,250
94	W1->R1->R5->R6->R3->R4->R2->W2	220	2,200
95	W1->R1->R5->R6->R4->R2->R3->W2	160	1,600
96	W1->R1->R5->R6->R4->R3->R2->W2	190	1,900
97	W1->R1->R6->R2->R3->R4->R5->W2	245	2,450
98	W1->R1->R6->R2->R3->R5->R4->W2	235	2,350
99	W1->R1->R6->R2->R4->R3->R5->W2	285	2,850
100	W1->R1->R6->R2->R4->R5->R3->W2	200	2,000

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
101	W1->R1->R6->R2->R5->R3->R4->W2	275	2,750
102	W1->R1->R6->R2->R5->R4->R3->W2	200	2,000
103	W1->R1->R6->R3->R2->R4->R5->W2	245	2,450
104	W1->R1->R6->R3->R2->R5->R4->W2	235	2,350
105	W1->R1->R6->R3->R4->R2->R5->W2	285	2,850
106	W1->R1->R6->R3->R4->R5->R2->W2	230	2,300
107	W1->R1->R6->R3->R5->R2->R4->W2	275	2,750
108	W1->R1->R6->R3->R5->R4->R2->W2	230	2,300
109	W1->R1->R6->R4->R2->R3->R5->W2	255	2,550
110	W1->R1->R6->R4->R2->R5->R3->W2	210	2,100
111	W1->R1->R6->R4->R3->R2->R5->W2	255	2,550
112	W1->R1->R6->R4->R3->R5->R2->W2	240	2,400
113	W1->R1->R6->R4->R5->R2->R3->W2	170	1,700
114	W1->R1->R6->R4->R5->R3->R2->W2	200	2,000
115	W1->R1->R6->R5->R2->R3->R4->W2	235	2,350
116	W1->R1->R6->R5->R2->R4->R3->W2	200	2,000
117	W1->R1->R6->R5->R3->R2->R4->W2	235	2,350
118	W1->R1->R6->R5->R3->R4->R2->W2	230	2,300
119	W1->R1->R6->R5->R4->R2->R3->W2	160	1,600
120	W1->R1->R6->R5->R4->R3->R2->W2	190	1,900
121	W2->R1->R2->R3->R4->R5->R6->W1	210	2,100
122	W2->R1->R2->R3->R4->R6->R5->W1	215	2,150
123	W2->R1->R2->R3->R5->R4->R6->W1	220	2,200
124	W2->R1->R2->R3->R5->R6->R4->W1	220	2,200
125	W2->R1->R2->R3->R6->R5->R4->W1	210	2,100

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
126	W2->R1->R2->R3->R6->R4->R5->W1	215	2,150
127	W2->R1->R2->R4->R3->R5->R6->W1	250	2,500
128	W2->R1->R2->R4->R3->R6->R5->W1	245	2,450
129	W2->R1->R2->R4->R5->R3->R6->W1	250	2,500
130	W2->R1->R2->R4->R5->R6->R3->W1	215	2,150
131	W2->R1->R2->R4->R6->R3->R5->W1	255	2,550
132	W2->R1->R2->R4->R6->R5->R3->W1	225	2,250
133	W2->R1->R2->R5->R3->R4->R6->W1	260	2,600
134	W2->R1->R2->R5->R3->R6->R4->W1	260	2,600
135	W2->R1->R2->R5->R4->R3->R6->W1	250	2,500
136	W2->R1->R2->R5->R4->R6->R3->W1	225	2,250
137	W2->R1->R2->R5->R6->R3->R4->W1	250	2,500
138	W2->R1->R2->R5->R6->R4->R3->W1	225	2,250
139	W2->R1->R2->R6->R3->R4->R5->W1	245	2,450
140	W2->R1->R2->R6->R3->R5->R4->W1	250	2,500
141	W2->R1->R2->R6->R4->R3->R5->W1	255	2,550
142	W2->R1->R2->R6->R4->R5->R3->W1	225	2,250
143	W2->R1->R2->R6->R5->R3->R4->W1	250	2,500
144	W2->R1->R2->R6->R5->R4->R3->W1	215	2,150
145	W2->R1->R3->R2->R4->R5->R6->W1	210	2,100
146	W2->R1->R3->R2->R4->R6->R5->W1	215	2,150
147	W2->R1->R3->R2->R5->R4->R6->W1	220	2,200
148	W2->R1->R3->R2->R5->R6->R4->W1	200	2,000
149	W2->R1->R3->R2->R6->R4->R5->W1	215	2,150
150	W2->R1->R3->R2->R6->R5->R4->W1	210	2,100

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
151	W2->R1->R3->R4->R2->R5->R6->W1	250	2,500
152	W2->R1->R3->R4->R2->R6->R5->W1	245	2,450
153	W2->R1->R3->R4->R5->R2->R6->W1	250	2,500
154	W2->R1->R3->R4->R5->R6->R2->W1	245	2,450
155	W2->R1->R3->R4->R6->R2->R5->W1	255	2,550
156	W2->R1->R3->R4->R6->R5->R2->W1	255	2,550
157	W2->R1->R3->R5->R2->R4->R6->W1	260	2,600
158	W2->R1->R3->R5->R2->R6->R4->W1	260	2,600
159	W2->R1->R3->R5->R4->R2->R6->W1	250	2,500
160	W2->R1->R3->R5->R4->R6->R2->W1	255	2,550
161	W2->R1->R3->R5->R6->R2->R4->W1	250	2,500
162	W2->R1->R3->R5->R6->R4->R2->W1	255	2,550
163	W2->R1->R3->R6->R2->R4->R5->W1	245	2,450
164	W2->R1->R3->R6->R2->R5->R4->W1	250	2,500
165	W2->R1->R3->R6->R4->R2->R5->W1	255	2,550
166	W2->R1->R3->R6->R4->R5->R2->W1	255	2,550
167	W2->R1->R3->R6->R5->R2->R4->W1	250	2,500
168	W2->R1->R3->R6->R5->R4->R2->W1	245	2,450
169	W2->R1->R4->R2->R3->R5->R6->W1	200	2,000
170	W2->R1->R4->R2->R3->R6->R5->W1	195	1,950
171	W2->R1->R4->R2->R5->R3->R6->W1	240	2,400
172	W2->R1->R4->R2->R5->R6->R3->W1	205	2,050
173	W2->R1->R4->R2->R6->R3->R5->W1	235	2,350
174	W2->R1->R4->R2->R6->R5->R3->W1	205	2,050
175	W2->R1->R4->R3->R2->R5->R6->W1	200	2,000

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
176	W2->R1->R4->R3->R2->R6->R5->W1	195	1,950
177	W2->R1->R4->R3->R5->R2->R6->W1	240	2,400
178	W2->R1->R4->R3->R5->R6->R2->W1	235	2,350
179	W2->R1->R4->R3->R6->R2->R5->W1	235	2,350
180	W2->R1->R4->R3->R6->R5->R2->W1	235	2,350
181	W2->R1->R4->R5->R2->R3->R6->W1	200	2,000
182	W2->R1->R4->R5->R2->R6->R3->W1	205	2,050
183	W2->R1->R4->R5->R3->R2->R6->W1	200	2,000
184	W2->R1->R4->R5->R3->R6->R2->W1	235	2,350
185	W2->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W1	165	1,650
186	W2->R1->R4->R5->R6->R3->R2->W1	195	1,950
187	W2->R1->R4->R6->R2->R3->R5->W1	205	2,050
188	W2->R1->R4->R6->R2->R5->R3->W1	215	2,150
189	W2->R1->R4->R6->R3->R2->R5->W1	205	2,050
190	W2->R1->R4->R6->R3->R5->R2->W1	245	2,450
191	W2->R1->R4->R6->R5->R2->R3->W1	175	1,750
192	W2->R1->R4->R6->R5->R3->R2->W1	205	2,050
193	W2->R1->R5->R2->R3->R4->R6->W1	220	2,200
194	W2->R1->R5->R2->R3->R6->R4->W1	220	2,200
195	W2->R1->R5->R2->R4->R3->R6->W1	250	2,500
196	W2->R1->R5->R2->R4->R6->R3->W1	225	2,250
197	W2->R1->R5->R2->R6->R3->R4->W1	250	2,500
198	W2->R1->R5->R2->R6->R4->R3->W1	225	2,250
199	W2->R1->R5->R3->R2->R4->R6->W1	220	2,200
200	W2->R1->R5->R3->R2->R6->R4->W1	220	2,200

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
201	W2->R1->R5->R3->R4->R2->R6->W1	250	2,500
202	W2->R1->R5->R3->R4->R6->R2->W1	255	2,550
203	W2->R1->R5->R3->R6->R2->R4->W1	250	2,500
204	W2->R1->R5->R3->R6->R4->R2->W1	255	2,550
205	W2->R1->R5->R4->R2->R3->R6->W1	210	2,100
206	W2->R1->R5->R4->R2->R6->R3->W1	215	2,150
207	W2->R1->R5->R4->R3->R2->R6->W1	210	2,100
208	W2->R1->R5->R4->R3->R6->R2->W1	245	2,450
209	W2->R1->R5->R4->R6->R2->R3->W1	185	1,850
210	W2->R1->R5->R4->R6->R3->R2->W1	215	2,150
211	W2->R1->R5->R6->R2->R3->R4->W1	210	2,100
212	W2->R1->R5->R6->R2->R4->R3->W1	215	2,150
213	W2->R1->R5->R6->R3->R2->R4->W1	210	2,100
214	W2->R1->R5->R6->R3->R4->R2->W1	245	2,450
215	W2->R1->R5->R6->R4->R2->R3->W1	185	1,850
216	W2->R1->R5->R6->R4->R3->R2->W1	215	2,150
217	W2->R1->R6->R2->R3->R4->R5->W1	215	2,150
218	W2->R1->R6->R2->R3->R5->R4->W1	220	2,200
219	W2->R1->R6->R2->R4->R3->R5->W1	255	2,550
220	W2->R1->R6->R2->R4->R5->R3->W1	225	2,250
221	W2->R1->R6->R2->R5->R3->R4->W1	260	2,600
222	W2->R1->R6->R2->R5->R4->R3->W1	225	2,250
223	W2->R1->R6->R3->R2->R4->R5->W1	215	2,150
224	W2->R1->R6->R3->R2->R5->R4->W1	220	2,200
225	W2->R1->R6->R3->R4->R2->R5->W1	255	2,550

ตารางที่ ก.3 เส้นทางและต้นทุนขนส่ง : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	เส้นทาง Route	ระยะทางรวม (A) กิโลเมตร	ค่าเดินทางรวม บาท
226	W2->R1->R6->R3->R4->R5->R2->W1	255	2,550
227	W2->R1->R6->R3->R5->R2->R4->W1	260	2,600
228	W2->R1->R6->R3->R5->R4->R2->W1	255	2,550
229	W2->R1->R6->R4->R2->R3->R5->W1	225	2,250
230	W2->R1->R6->R4->R2->R5->R3->W1	235	2,350
231	W2->R1->R6->R4->R3->R2->R5->W1	225	2,250
232	W2->R1->R6->R4->R3->R5->R2->W1	265	2,650
233	W2->R1->R6->R4->R5->R2->R3->W1	195	1,950
234	W2->R1->R6->R4->R5->R3->R2->W1	225	2,250
235	W2->R1->R6->R5->R2->R3->R4->W1	220	2,200
236	W2->R1->R6->R5->R2->R4->R3->W1	225	2,250
237	W2->R1->R6->R5->R3->R2->R4->W1	195	1,950
238	W2->R1->R6->R5->R3->R4->R2->W1	255	2,550
239	W2->R1->R6->R5->R4->R2->R3->W1	185	1,850
240	W2->R1->R6->R5->R4->R3->R2->W1	215	2,150

ตารางที่ ก.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อร่วมในการตัดสินใจ : OVRP

ทางเลือก	Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transportation Cost	ค่าจัดเก็บสต็อกปกติ	สต็อกเพื่อ	Safety Stock Carrying Cost	Stock out Cost	Total Cost
1	W1->R1->R2->R3->R4->R5->R6->W2	165	24.0	16,500.00	119,244	106	3.18	12.28	28,724.70
2	W1->R1->R2->R3->R4->R6->R5->W2	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
3	W1->R1->R2->R3->R5->R4->R6->W2	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
4	W1->R1->R2->R3->R5->R6->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
5	W1->R1->R2->R3->R6->R5->R4->W2	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
6	W1->R1->R2->R3->R6->R4->R5->W2	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
7	W1->R1->R2->R4->R3->R5->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
8	W1->R1->R2->R4->R3->R6->R5->W2	165	25.0	18,150.00	124,212	106	3.18	11.79	30,379.18
9	W1->R1->R2->R4->R5->R3->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
10	W1->R1->R2->R4->R5->R6->R3->W2	165	23.0	13,630.43	114,275	106	3.18	12.82	25,850.70
11	W1->R1->R2->R4->R6->R3->R5->W2	165	25.0	18,810.00	124,212	106	3.18	11.79	31,039.18
12	W1->R1->R2->R4->R6->R5->R3->W2	165	24.0	16,500.00	119,244	106	3.18	12.28	28,724.70
13	W1->R1->R2->R5->R3->R4->R6->W2	165	25.0	19,140.00	124,212	106	3.18	11.79	31,369.18
14	W1->R1->R2->R5->R3->R6->R4->W2	165	25.0	18,150.00	124,212	106	3.18	11.79	30,379.18
15	W1->R1->R2->R5->R4->R3->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
16	W1->R1->R2->R5->R4->R6->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
17	W1->R1->R2->R5->R6->R3->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
18	W1->R1->R2->R5->R6->R4->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
19	W1->R1->R2->R6->R3->R4->R5->W2	165	25.0	18,150.00	124,212	106	3.18	11.79	30,379.18
20	W1->R1->R2->R6->R3->R5->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
21	W1->R1->R2->R6->R4->R3->R5->W2	165	25.0	18,810.00	124,212	106	3.18	11.79	31,039.18
22	W1->R1->R2->R6->R4->R5->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
23	W1->R1->R2->R6->R5->R3->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
24	W1->R1->R2->R6->R5->R4->R3->W2	165	23.0	13,630.43	114,275	106	3.18	12.82	25,850.70
25	W1->R1->R3->R2->R4->R5->R6->W2	165	24.0	16,500.00	119,244	106	3.18	12.28	28,724.70
26	W1->R1->R3->R2->R4->R6->R5->W2	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
27	W1->R1->R3->R2->R5->R4->R6->W2	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
28	W1->R1->R3->R2->R5->R6->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
29	W1->R1->R3->R2->R6->R4->R5->W2	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
30	W1->R1->R3->R2->R6->R5->R4->W2	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
31	W1->R1->R3->R4->R2->R5->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
32	W1->R1->R3->R4->R2->R6->R5->W2	165	25.0	18,150.00	124,212	106	3.18	11.79	30,379.18
33	W1->R1->R3->R4->R5->R2->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
34	W1->R1->R3->R4->R5->R6->R2->W2	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
35	W1->R1->R3->R4->R6->R2->R5->W2	165	25.0	18,810.00	124,212	106	3.18	11.79	31,039.18
36	W1->R1->R3->R4->R6->R5->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
37	W1->R1->R3->R5->R2->R4->R6->W2	165	25.0	19,140.00	124,212	106	3.18	11.79	31,369.18
38	W1->R1->R3->R5->R2->R6->R4->W2	165	25.0	18,810.00	124,212	106	3.18	11.79	31,039.18
39	W1->R1->R3->R5->R4->R2->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
40	W1->R1->R3->R5->R4->R6->R2->W2	165	24.0	17,875.00	119,244	106	3.18	12.28	30,099.70
41	W1->R1->R3->R5->R6->R2->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
42	W1->R1->R3->R5->R6->R4->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
43	W1->R1->R3->R6->R2->R4->R5->W2	165	25.0	18,150.00	124,212	106	3.18	11.79	30,379.18
44	W1->R1->R3->R6->R2->R5->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
45	W1->R1->R3->R6->R4->R2->R5->W2	165	25.0	18,810.00	124,212	106	3.18	11.79	31,039.18
46	W1->R1->R3->R6->R4->R5->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
47	W1->R1->R3->R6->R5->R2->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
48	W1->R1->R3->R6->R5->R4->R2->W2	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
49	W1->R1->R4->R2->R3->R5->R6->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
50	W1->R1->R4->R2->R3->R6->R5->W2	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
51	W1->R1->R4->R2->R5->R3->R6->W2	165	25.0	17,820.00	124,212	106	3.18	11.79	30,049.18
52	W1->R1->R4->R2->R5->R6->R3->W2	165	23.0	12,913.04	114,275	106	3.18	12.82	25,133.31

ตารางที่ ก.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : OVRP (ต่อ)

ทางเลือก	Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transportation Cost	ค่าจัดเก็บสต็อกปกติ	สต็อกเพื่อ	Safety Stock Carrying Cost	Stock out Cost	Total Cost
53	W1->R1->R4->R2->R6->R3->R5->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
54	W1->R1->R4->R2->R6->R5->R3->W2	165	23.0	12,913.04	114,275	106	3.18	12.82	25,133.31
55	W1->R1->R4->R3->R2->R5->R6->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
56	W1->R1->R4->R3->R2->R6->R5->W2	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
57	W1->R1->R4->R3->R5->R2->R6->W2	165	25.0	17,820.00	124,212	106	3.18	11.79	30,049.18
58	W1->R1->R4->R3->R5->R6->R2->W2	165	23.0	15,065.22	114,275	106	3.18	12.82	27,285.49
59	W1->R1->R4->R3->R6->R2->R5->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
60	W1->R1->R4->R3->R6->R5->R2->W2	165	23.0	15,065.22	114,275	106	3.18	12.82	27,285.49
61	W1->R1->R4->R5->R2->R3->R6->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
62	W1->R1->R4->R5->R2->R6->R3->W2	165	23.0	12,913.04	114,275	106	3.18	12.82	25,133.31
63	W1->R1->R4->R5->R3->R2->R6->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
64	W1->R1->R4->R5->R3->R6->R2->W2	165	23.0	15,065.22	114,275	106	3.18	12.82	27,285.49
65	W1->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W2	165	22.0	10,500.00	109,307	106	3.18	13.40	22,715.88
66	W1->R1->R4->R5->R6->R3->R2->W2	165	22.0	12,750.00	109,307	106	3.18	13.40	24,965.88
67	W1->R1->R4->R6->R2->R3->R5->W2	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
68	W1->R1->R4->R6->R2->R5->R3->W2	165	23.0	13,630.43	114,275	106	3.18	12.82	25,850.70
69	W1->R1->R4->R6->R3->R2->R5->W2	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
70	W1->R1->R4->R6->R3->R5->R2->W2	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
71	W1->R1->R4->R6->R5->R2->R3->W2	165	22.0	11,250.00	109,307	106	3.18	13.40	23,465.88
72	W1->R1->R4->R6->R5->R3->R2->W2	165	23.0	12,913.04	114,275	106	3.18	12.82	25,133.31
73	W1->R1->R5->R2->R3->R4->R6->W2	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
74	W1->R1->R5->R2->R3->R6->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
75	W1->R1->R5->R2->R4->R3->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
76	W1->R1->R5->R2->R4->R6->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
77	W1->R1->R5->R2->R6->R3->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
78	W1->R1->R5->R2->R6->R4->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
79	W1->R1->R5->R3->R2->R4->R6->W2	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
80	W1->R1->R5->R3->R2->R6->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
81	W1->R1->R5->R3->R4->R2->R6->W2	165	25.0	18,480.00	124,212	106	3.18	11.79	30,709.18
82	W1->R1->R5->R3->R4->R6->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
83	W1->R1->R5->R3->R6->R2->R4->W2	165	24.0	18,218.75	119,244	106	3.18	12.28	30,443.45
84	W1->R1->R5->R3->R6->R4->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119,244	106	3.18	12.28	28,037.20
85	W1->R1->R5->R4->R2->R3->R6->W2	165	24.0	16,500.00	119,244	106	3.18	12.28	28,724.70
86	W1->R1->R5->R4->R2->R6->R3->W2	165	23.0	13,630.43	114,275	106	3.18	12.82	25,850.70
87	W1->R1->R5->R4->R3->R2->R6->W2	165	24.0	16,500.00	119,244	106	3.18	12.28	28,724.70
88	W1->R1->R5->R4->R3->R6->R2->W2	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
89	W1->R1->R5->R4->R6->R2->R3->W2	165	22.0	12,000.00	109,307	106	3.18	13.40	24,215.88
90	W1->R1->R5->R4->R6->R3->R2->W2	165	23.0	13,630.43	114,275	106	3.18	12.82	25,850.70
91	W1->R1->R5->R6->R2->R3->R4->W2	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
92	W1->R1->R5->R6->R2->R4->R3->W2	165	23.0	13,630.43	114,275	106	3.18	12.82	25,850.70
93	W1->R1->R5->R6->R3->R2->R4->W2	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
94	W1->R1->R5->R6->R3->R4->R2->W2	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
95	W1->R1->R5->R6->R4->R2->R3->W2	165	22.0	12,000.00	109,307	106	3.18	13.40	24,215.88
96	W1->R1->R5->R6->R4->R3->R2->W2	165	23.0	13,630.43	114,275	106	3.18	12.82	25,850.70
97	W1->R1->R6->R2->R3->R4->R5->W2	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
98	W1->R1->R6->R2->R3->R5->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
99	W1->R1->R6->R2->R4->R3->R5->W2	165	25.0	18,810.00	124,212	106	3.18	11.79	31,039.18
100	W1->R1->R6->R2->R4->R5->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
101	W1->R1->R6->R2->R5->R3->R4->W2	165	25.0	18,150.00	124,212	106	3.18	11.79	30,379.18
102	W1->R1->R6->R2->R5->R4->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
103	W1->R1->R6->R3->R2->R4->R5->W2	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
104	W1->R1->R6->R3->R2->R5->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
105	W1->R1->R6->R3->R4->R2->R5->W2	165	25.0	18,810.00	124,212	106	3.18	11.79	31,039.18

ตารางที่ ก.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : OVRP (ต่อ)

ทางเลือก	Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transportation Cost	ค่าจัดเก็บสต็อกปกติ	สต็อกเพื่อ	Safety Stock Carrying Cost	Stock out Cost	Total Cost
106	W1->R1->R6->R3->R4->R5->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119.244	106	3.18	12.28	28,037.20
107	W1->R1->R6->R3->R5->R2->R4->W2	165	25.0	18,150.00	124.212	106	3.18	11.79	30,379.18
108	W1->R1->R6->R3->R5->R4->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119.244	106	3.18	12.28	28,037.20
109	W1->R1->R6->R4->R2->R3->R5->W2	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
110	W1->R1->R6->R4->R2->R5->R3->W2	165	23.0	15,065.22	114.275	106	3.18	12.82	27,285.49
111	W1->R1->R6->R4->R3->R2->R5->W2	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
112	W1->R1->R6->R4->R3->R5->R2->W2	165	24.0	16,500.00	119.244	106	3.18	12.28	28,724.70
113	W1->R1->R6->R4->R5->R2->R3->W2	165	22.0	12,750.00	109.307	106	3.18	13.40	24,965.88
114	W1->R1->R6->R4->R5->R3->R2->W2	165	23.0	14,347.83	114.275	106	3.18	12.82	26,568.09
115	W1->R1->R6->R5->R2->R3->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119.244	106	3.18	12.28	28,380.95
116	W1->R1->R6->R5->R2->R4->R3->W2	165	23.0	14,347.83	114.275	106	3.18	12.82	26,568.09
117	W1->R1->R6->R5->R3->R2->R4->W2	165	24.0	16,156.25	119.244	106	3.18	12.28	28,380.95
118	W1->R1->R6->R5->R3->R4->R2->W2	165	24.0	15,812.50	119.244	106	3.18	12.28	28,037.20
119	W1->R1->R6->R5->R4->R2->R3->W2	165	22.0	12,000.00	109.307	106	3.18	13.40	24,215.88
120	W1->R1->R6->R5->R4->R3->R2->W2	165	23.0	13,630.43	114.275	106	3.18	12.82	25,850.70
121	W2->R1->R2->R3->R4->R5->R6->W1	165	23.0	15,065.22	114.275	106	3.18	12.82	27,285.49
122	W2->R1->R2->R3->R4->R6->R5->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
123	W2->R1->R2->R3->R5->R4->R6->W1	165	23.0	15,782.61	114.275	106	3.18	12.82	28,002.88
124	W2->R1->R2->R3->R5->R6->R4->W1	165	23.0	15,782.61	114.275	106	3.18	12.82	28,002.88
125	W2->R1->R2->R3->R6->R5->R4->W1	165	23.0	15,065.22	114.275	106	3.18	12.82	27,285.49
126	W2->R1->R2->R3->R6->R4->R5->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
127	W2->R1->R2->R4->R3->R5->R6->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
128	W2->R1->R2->R4->R3->R6->R5->W1	165	24.0	16,843.75	119.244	106	3.18	12.28	29,068.45
129	W2->R1->R2->R4->R5->R3->R6->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
130	W2->R1->R2->R4->R5->R6->R3->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
131	W2->R1->R2->R4->R6->R3->R5->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
132	W2->R1->R2->R4->R6->R5->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
133	W2->R1->R2->R5->R3->R4->R6->W1	165	24.0	17,875.00	119.244	106	3.18	12.28	30,099.70
134	W2->R1->R2->R5->R3->R6->R4->W1	165	24.0	17,875.00	119.244	106	3.18	12.28	30,099.70
135	W2->R1->R2->R5->R4->R3->R6->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
136	W2->R1->R2->R5->R4->R6->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
137	W2->R1->R2->R5->R6->R3->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
138	W2->R1->R2->R5->R6->R4->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
139	W2->R1->R2->R6->R3->R4->R5->W1	165	24.0	16,843.75	119.244	106	3.18	12.28	29,068.45
140	W2->R1->R2->R6->R3->R5->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
141	W2->R1->R2->R6->R4->R3->R5->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
142	W2->R1->R2->R6->R4->R5->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
143	W2->R1->R2->R6->R5->R3->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
144	W2->R1->R2->R6->R5->R4->R3->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
145	W2->R1->R3->R2->R4->R5->R6->W1	165	23.0	15,065.22	114.275	106	3.18	12.82	27,285.49
146	W2->R1->R3->R2->R4->R6->R5->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
147	W2->R1->R3->R2->R5->R4->R6->W1	165	23.0	15,782.61	114.275	106	3.18	12.82	28,002.88
148	W2->R1->R3->R2->R5->R6->R4->W1	165	23.0	14,347.83	114.275	106	3.18	12.82	26,568.09
149	W2->R1->R3->R2->R6->R4->R5->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
150	W2->R1->R3->R2->R6->R5->R4->W1	165	23.0	15,065.22	114.275	106	3.18	12.82	27,285.49
151	W2->R1->R3->R4->R2->R5->R6->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
152	W2->R1->R3->R4->R2->R6->R5->W1	165	24.0	16,843.75	119.244	106	3.18	12.28	29,068.45
153	W2->R1->R3->R4->R5->R2->R6->W1	165	24.0	17,187.50	119.244	106	3.18	12.28	29,412.20
154	W2->R1->R3->R4->R5->R6->R2->W1	165	24.0	16,843.75	119.244	106	3.18	12.28	29,068.45
155	W2->R1->R3->R4->R6->R2->R5->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
156	W2->R1->R3->R4->R6->R5->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
157	W2->R1->R3->R5->R2->R4->R6->W1	165	24.0	17,875.00	119.244	106	3.18	12.28	30,099.70
158	W2->R1->R3->R5->R2->R6->R4->W1	165	24.0	17,875.00	119.244	106	3.18	12.28	30,099.70

ตารางที่ ก.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transportation Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อก เพื่อ	Safety Stock Carrying Cost	Stock out Cost	Total Cost
159	W2->R1->R3->R5->R4->R2->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
160	W2->R1->R3->R5->R4->R6->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119,244	106	3.18	12.28	29,755.95
161	W2->R1->R3->R5->R6->R2->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
162	W2->R1->R3->R5->R6->R4->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119,244	106	3.18	12.28	29,755.95
163	W2->R1->R3->R6->R2->R4->R5->W1	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
164	W2->R1->R3->R6->R2->R5->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
165	W2->R1->R3->R6->R4->R2->R5->W1	165	24.0	17,531.25	119,244	106	3.18	12.28	29,755.95
166	W2->R1->R3->R6->R4->R5->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119,244	106	3.18	12.28	29,755.95
167	W2->R1->R3->R6->R5->R2->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
168	W2->R1->R3->R6->R5->R4->R2->W1	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
169	W2->R1->R4->R2->R3->R5->R6->W1	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
170	W2->R1->R4->R2->R3->R6->R5->W1	165	23.0	13,989.13	114,275	106	3.18	12.82	26,209.40
171	W2->R1->R4->R2->R5->R3->R6->W1	165	24.0	16,500.00	119,244	106	3.18	12.28	28,724.70
172	W2->R1->R4->R2->R5->R6->R3->W1	165	23.0	14,706.52	114,275	106	3.18	12.82	26,926.79
173	W2->R1->R4->R2->R6->R3->R5->W1	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
174	W2->R1->R4->R2->R6->R5->R3->W1	165	23.0	14,706.52	114,275	106	3.18	12.82	26,926.79
175	W2->R1->R4->R3->R2->R5->R6->W1	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
176	W2->R1->R4->R3->R2->R6->R5->W1	165	23.0	13,989.13	114,275	106	3.18	12.82	26,209.40
177	W2->R1->R4->R3->R5->R2->R6->W1	165	24.0	16,500.00	119,244	106	3.18	12.28	28,724.70
178	W2->R1->R4->R3->R5->R6->R2->W1	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
179	W2->R1->R4->R3->R6->R2->R5->W1	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
180	W2->R1->R4->R3->R6->R5->R2->W1	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
181	W2->R1->R4->R5->R2->R3->R6->W1	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
182	W2->R1->R4->R5->R2->R6->R3->W1	165	23.0	14,706.52	114,275	106	3.18	12.82	26,926.79
183	W2->R1->R4->R5->R3->R2->R6->W1	165	23.0	14,347.83	114,275	106	3.18	12.82	26,568.09
184	W2->R1->R4->R5->R3->R6->R2->W1	165	24.0	16,156.25	119,244	106	3.18	12.28	28,380.95
185	W2->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W1	165	22.0	12,375.00	109,307	106	3.18	13.40	24,590.88
186	W2->R1->R4->R5->R6->R3->R2->W1	165	23.0	13,989.13	114,275	106	3.18	12.82	26,209.40
187	W2->R1->R4->R6->R2->R3->R5->W1	165	23.0	14,706.52	114,275	106	3.18	12.82	26,926.79
188	W2->R1->R4->R6->R2->R5->R3->W1	165	23.0	15,423.91	114,275	106	3.18	12.82	27,644.18
189	W2->R1->R4->R6->R3->R2->R5->W1	165	23.0	14,706.52	114,275	106	3.18	12.82	26,926.79
190	W2->R1->R4->R6->R3->R5->R2->W1	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
191	W2->R1->R4->R6->R5->R2->R3->W1	165	22.0	13,125.00	109,307	106	3.18	13.40	25,340.88
192	W2->R1->R4->R6->R5->R3->R2->W1	165	23.0	14,706.52	114,275	106	3.18	12.82	26,926.79
193	W2->R1->R5->R2->R3->R4->R6->W1	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
194	W2->R1->R5->R2->R3->R6->R4->W1	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
195	W2->R1->R5->R2->R4->R3->R6->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
196	W2->R1->R5->R2->R4->R6->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
197	W2->R1->R5->R2->R6->R3->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
198	W2->R1->R5->R2->R6->R4->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119,244	106	3.18	12.28	27,693.45
199	W2->R1->R5->R3->R2->R4->R6->W1	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
200	W2->R1->R5->R3->R2->R6->R4->W1	165	23.0	15,782.61	114,275	106	3.18	12.82	28,002.88
201	W2->R1->R5->R3->R4->R2->R6->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
202	W2->R1->R5->R3->R4->R6->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119,244	106	3.18	12.28	29,755.95
203	W2->R1->R5->R3->R6->R2->R4->W1	165	24.0	17,187.50	119,244	106	3.18	12.28	29,412.20
204	W2->R1->R5->R3->R6->R4->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119,244	106	3.18	12.28	29,755.95
205	W2->R1->R5->R4->R2->R3->R6->W1	165	23.0	15,065.22	114,275	106	3.18	12.82	27,285.49
206	W2->R1->R5->R4->R2->R6->R3->W1	165	23.0	15,423.91	114,275	106	3.18	12.82	27,644.18
207	W2->R1->R5->R4->R3->R2->R6->W1	165	23.0	15,065.22	114,275	106	3.18	12.82	27,285.49
208	W2->R1->R5->R4->R3->R6->R2->W1	165	24.0	16,843.75	119,244	106	3.18	12.28	29,068.45
209	W2->R1->R5->R4->R6->R2->R3->W1	165	23.0	13,271.74	114,275	106	3.18	12.82	25,492.01
210	W2->R1->R5->R4->R6->R3->R2->W1	165	23.0	15,423.91	114,275	106	3.18	12.82	27,644.18
211	W2->R1->R5->R6->R2->R3->R4->W1	165	23.0	15,065.22	114,275	106	3.18	12.82	27,285.49

ตารางที่ ก.4 ต้นทุนขนส่งโดยประยุกต์ใช้การสั่งซื้อรวมในการตัดสินใจ : OVRP (ต่อ)

ทาง เลือก	Route	Procurement Cost	T*	Ordering Cost *Include Transportation Cost	ค่าจัดเก็บ สต็อกปกติ	สต็อก เพื่อ	Safety Stock Carrying Cost	Stock out Cost	Total Cost
212	W2->R1->R5->R6->R2->R4->R3->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
213	W2->R1->R5->R6->R3->R2->R4->W1	165	23.0	15,065.22	114.275	106	3.18	12.82	27,285.49
214	W2->R1->R5->R6->R3->R4->R2->W1	165	24.0	16,843.75	119.244	106	3.18	12.28	29,068.45
215	W2->R1->R5->R6->R4->R2->R3->W1	165	23.0	13,271.74	114.275	106	3.18	12.82	25,492.01
216	W2->R1->R5->R6->R4->R3->R2->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
217	W2->R1->R6->R2->R3->R4->R5->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
218	W2->R1->R6->R2->R3->R5->R4->W1	165	23.0	15,782.61	114.275	106	3.18	12.82	28,002.88
219	W2->R1->R6->R2->R4->R3->R5->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
220	W2->R1->R6->R2->R5->R3->R4->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
221	W2->R1->R6->R2->R5->R3->R4->W1	165	24.0	17,875.00	119.244	106	3.18	12.28	30,099.70
222	W2->R1->R6->R2->R5->R4->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
223	W2->R1->R6->R3->R2->R4->R5->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18
224	W2->R1->R6->R3->R2->R5->R4->W1	165	23.0	15,782.61	114.275	106	3.18	12.82	28,002.88
225	W2->R1->R6->R3->R4->R2->R5->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
226	W2->R1->R6->R3->R4->R5->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
227	W2->R1->R6->R3->R5->R2->R4->W1	165	24.0	17,875.00	119.244	106	3.18	12.28	30,099.70
228	W2->R1->R6->R3->R5->R4->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
229	W2->R1->R6->R4->R2->R3->R5->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
230	W2->R1->R6->R4->R2->R5->R3->W1	165	24.0	16,156.25	119.244	106	3.18	12.28	28,380.95
231	W2->R1->R6->R4->R3->R2->R5->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
232	W2->R1->R6->R4->R3->R5->R2->W1	165	24.0	18,218.75	119.244	106	3.18	12.28	30,443.45
233	W2->R1->R6->R4->R5->R2->R3->W1	165	23.0	13,989.13	114.275	106	3.18	12.82	26,209.40
234	W2->R1->R6->R4->R5->R3->R2->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
235	W2->R1->R6->R5->R2->R3->R4->W1	165	23.0	15,782.61	114.275	106	3.18	12.82	28,002.88
236	W2->R1->R6->R5->R2->R4->R3->W1	165	24.0	15,468.75	119.244	106	3.18	12.28	27,693.45
237	W2->R1->R6->R5->R3->R2->R4->W1	165	23.0	13,989.13	114.275	106	3.18	12.82	26,209.40
238	W2->R1->R6->R5->R3->R4->R2->W1	165	24.0	17,531.25	119.244	106	3.18	12.28	29,755.95
239	W2->R1->R6->R5->R4->R2->R3->W1	165	23.0	13,271.74	114.275	106	3.18	12.82	25,492.01
240	W2->R1->R6->R5->R4->R3->R2->W1	165	23.0	15,423.91	114.275	106	3.18	12.82	27,644.18

หมายเหตุ : ทางเลือกที่ 65 เส้นทางที่ W1->R1->R4->R5->R6->R2->R3->W2

(10 + 15 + 30 + 30 + 30 + 15 + 10 = 140 กม.)

เส้นทางที่มีระยะทางรวมสั้นที่สุดคือ 140 กิโลเมตร และมีต้นทุนในการจัดส่ง รวมถึงต้นทุนในการจัดเก็บน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 22,715.88 บาท