



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการเติมเต็มสินค้าคงคลัง ในกรณีที่มี
คลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย

Genetic Algorithm for Determination of Replenishment Policy in One-warehouse
and Multi-retailer System

นามผู้วิจัย นายอภิสิทธิ์ วิวัฒน์ไยธินชัย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์วิสุทธิ์ สุพิทักษ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์พรเทพ อนุสรณิตินสาร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบสันทิ มทวทยาสยเกษตรศาสตร

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการเติมเต็มสินค้าคงคลังในกรณีที่มี
คลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย

Genetic Algorithm for Determination of Replenishment Policy in One-warehouse
and Multi-retailer System

โดย

นายอภิสิทธิ์ วิวัฒน์โยธินชัย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

พ.ศ. 2554

อภิสิทธิ์ วิวัฒน์โยธินชัย 2554: การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการเติมเต็ม
สินค้าคงคลังในกรณีที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย ปรินญา
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
อาจารย์วิสุทธิ์ สุพิทักษ์, Ph.D. 164 หน้า

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาปัญหาการกระจายสินค้า ในระบบที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมี
ผู้ค้าปลีกหลายราย โดยผู้ค้าปลีกแต่ละรายมีความต้องการสินค้าในปริมาณที่ไม่เท่ากัน ตั้งอยู่ใน
ตำแหน่งที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ การคำนวณรอบเวลาการสั่งซื้อ ปริมาณการ
สั่งซื้อและเส้นทางการเดินรถของผู้ค้าปลีกแต่ละรายเพื่อลดต้นทุนโดยรวมของระบบซึ่งประกอบ
ด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อสินค้า ต้นทุนในการขนส่งสินค้า และต้นทุนในการถือครองสินค้า
กระบวนการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) ถูกนำมาใช้เพื่อจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกที่จะทำการ
สั่งซื้อร่วมกัน ทั้งนี้เพื่อคำนวณหาเส้นทางการเดินรถและขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับผู้ค้า
ปลีกแต่ละราย เทคนิคการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman
Problem: TSP) และการคำนวณรอบเวลาการสั่งซื้ออย่างประหยัดเมื่อมีพื้นที่จัดเก็บอย่างจำกัด
(EOI with storage space limitation) ได้ถูกนำมาแทรกในขั้นตอนกระบวนการเชิงพันธุกรรม ใน
การศึกษาประสิทธิภาพของวิธีเชิงพันธุกรรมที่นำเสนอ คำตอบที่ได้จากวิธีเชิงพันธุกรรมได้ถูก
นำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากวิธีฮิวริสติกส์อย่างง่าย 3 วิธี คือ การสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก
(Individual Ordering Policy: IOP) การสั่งซื้อแบบร่วมกันทุกคาบเวลา (Joint Ordering Policy:
JOP) และการสั่งซื้อแบบร่วมกันบางคาบเวลา (Mixed Ordering Policy: MOP) เมื่อพิจารณาค่า
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของคำตอบที่ได้ในแต่ละระดับของปัจจัยที่ศึกษา คือ ขนาดปัญหา ค่าถือ
ครองสินค้า และต้นทุนการสั่งซื้อรอง พบว่าวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถให้คำตอบที่ดีกว่าวิธีฮิวริ
สติกส์ทั้ง 3 วิธี ที่กล่าวมาข้างต้น

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Apisit Wiwatyotinchai 2011: Genetic Algorithm for Determination of Replenishment Policy in One-warehouse and Multi-retailer System. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field : Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Mr. Wisut Supithak , Ph.D. 164 pages.

The research considers the determination of replenishment policy in the system of one warehouse and multiple retailers locating at different locations. In the study, each retailer has its own demand, ordering cost, and holding cost rates. The case of identical vehicle with limited capacity is assumed. The objective is to determine the proper ordering quantity, time between order, and transportation path of each retailer in such a way that the total cost consisting of ordering cost, holding cost, and transportation cost of overall system has been reduce. The concept of partial joint ordering policy is introduced in the study. According to the policy, retailers are divided into different clusters. Those retailers belong to the same cluster are delivered together which, therefore, form a delivery route. The delivery of each cluster is independent to each other. The genetic algorithm with the insertion of nearest neighborhood and EOI with storage space limitation methods is proposed to determine the good solution to the problem in a reasonable amount of time. In order to evaluate the performance of the proposed method, the solution yielded form the partial joint ordering policy is compared to those solutions obtained from the individual, jointed, and mixed ordering policies. The study result shows that, at all level of factors being considered which are number of retailers, holding cost, and ordering cost, the proposed partial joint ordering policy yields solution than the other three policies.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ วิสุทธิ์ สุพิทักษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวางแผนงานในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ พรเทพ อนุสรณินิตสาร กรรมการร่วม และอาจารย์ อำไพ ทองธีรภาพ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ความกรุณาแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลงได้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม อาจารย์ภาควิชาบริหารธุรกิจ และอาจารย์ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ต่อไป รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ได้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยจนงานสำเร็จลุล่วง

อภิสิทธิ์ วิวัฒน์โยธินชัย

เมษายน 2554

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(8)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	28
ผลและวิจารณ์	29
ผล	29
วิจารณ์	61
สรุปและข้อเสนอแนะ	64
สรุป	64
ข้อเสนอแนะ	64
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	65
ภาคผนวก	67
ภาคผนวก ก คำตอบที่ได้ (ค่าใช้จ่ยรวมเป็นบาท) จากการทดสอบค่า P_c และ P_m ที่ระดับต่างๆ (P_c/P_m)	68
ภาคผนวก ข ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ทั้ง 3 วิธี	72
ภาคผนวก ค ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ทั้ง 3 วิธี (ต้นทุนในการขนส่งเป็นศูนย์ ($A=0$))	101
ภาคผนวก ง code ภาษาซีของโปรแกรมเชิงพันธุกรรม	130
ภาคผนวก จ ตัวอย่างปัญหาและผลการใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรม	151
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	164

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง	3
2	ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อร่วมกันของผู้ค้าปลีก	4
3	รูปแบบค่า P_m และ P_c ในการทดสอบ	36
4	จำนวนครั้งของการทดลองที่ให้ค่าที่ดีที่สุด	37
5	ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง (กิโลเมตร) สำหรับปัญหาที่ 30 ในงานวิจัย	41
6	ความต้องการสินค้าในผู้ค้าปลีกแต่ละราย	41
7	วิธีการหาขอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อด้วยวิธีการสั่งซื้อร่วมกันบางคาบเวลา	48
8	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	53
9	ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีกด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank	56
10	ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลาด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank	56
11	ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลาด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank	57
12	ค่า p-Value จากการเปรียบเทียบของวิธี GA กับ วิธีฮิวลิสดิกส์ทั้ง 3 วิธี	58
13	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (ต้นทุนในการขนส่งเป็นศูนย์ ($A=0$))	59
14	เปรียบเทียบจำนวนปัญหาของแต่ละวิธีการที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุด	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก1 คำตอบที่ได้ (ค่าใช้จ่ายรวมเป็นบาท) จากการทดสอบค่า P_c และ P_m ที่ระดับต่างๆ (P_c/P_m)	69
ข1 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง5%	74
ข2 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง10%	75
ข3 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง20%	76
ข4 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง5%	77
ข5 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง10%	78
ข6 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง 20%	79
ข7 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง5%	80
ข8 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง10%	81
ข9 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง20%	82
ข10 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก20 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง5%	83
ข11 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก20 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง10%	84

[illegible]

[illegible]

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก21 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง20%(ค่าขนส่งA=0)	123
ก22 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง5%(ค่าขนส่งA=0)	124
ก23 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง10%(ค่าขนส่งA=0)	125
ก24 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง20%(ค่าขนส่งA=0)	126
ก25 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง5%(ค่าขนส่งA=0)	127
ก26 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง10%(ค่าขนส่งA=0)	128
ก27 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการตั้งซื้อรอง20%(ค่าขนส่งA=0)	129

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระบบการสั่งซื้อแบบ Economic Order Quantity (EOQ)	6
2	ต้นทุนรวมของระบบการสั่งซื้อแบบ Economic Order Quantity (EOQ)	7
3	การสั่งซื้อแบบ Economic Order Interval (EOI)	8
4	ต้นทุนรวมของระบบการสั่งซื้อแบบ Economic Order Interval (EOI)	9
5	การเติบโตของฟังก์ชันเปรียบเทียบกับจำนวนตัวแปร	14
6	ระยะทางระหว่างเมืองต่างๆและวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธี Nearest neighborhood heuristic	15
7	ลักษณะอื่นของสิ่งมีชีวิต	16
8	ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Binary	19
9	ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Value Encoding	19
10	ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Permutation Encoding	20
11	ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Tree Encoding	20
12	การสุ่มหาประชากรเริ่มต้นจำนวน 4 โครโมโซม	21
13	การ Crossover แบบ Single Crossover	22
14	การ Mutation กับโครโมโซมรูปแบบ Permutation Encoding	23
15	หลักการทำงานของ Genetic Algorithm	24
16	โครงสร้างการทำงานวิธีการเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการสั่งซื้อร่วมกันแบบบางส่วน	30
17	การคัดเลือกโครโมโซม	34
18	Normality Test ของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก	54
19	Normality Test ของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลา	55
20	Normality Test ของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา	55

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
จ1 ปัญหาที่ 1 ที่ผู้ค้าปลีก 10 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก	152
จ2 ผลการใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรมปัญหาที่ 1 ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย ค่าสัดส่วนถือ ครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้า หลัก	153
จ3 ปัญหาที่ 271 ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก	154
จ4 ผลการใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรมปัญหาที่ 271 ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย ค่าสัดส่วน ถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้า หลัก	156
จ5 ปัญหาที่ 541 ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก	158
จ6 ผลการใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรมปัญหาที่ 541 ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย ค่าสัดส่วน ถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้า หลัก	160

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

n	= จำนวนผู้ค้าปลีก
m	= จำนวนกลุ่มในการสั่งซื้อ
G_j	= กลุ่มลำดับที่ j
TC	= ต้นทุนรวม(บาท/ปี) ของผู้ค้าปลีกทั้งหมด
TC_j	= ต้นทุนรวม(บาท/ปี) ของผู้ค้าปลีกทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่ม j ($j = 1, \dots, m$)
T_j	= ระยะห่างของเวลาในการสั่ง (ปี)ของผู้ค้าปลีกทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่ม j ($j = 1, \dots, m$)
P_j	= ระยะทางในการขนส่งสั้นที่สุด (กิโลเมตร)ของผู้ค้าปลีกทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่ม j ($j = 1, \dots, m$)
S	= ต้นทุนในการสั่งซื้อหลัก (บาท)
s_i	= ต้นทุนในการสั่งซื้อรอง (บาท)ของผู้ค้าปลีก i ($i = 1, \dots, n$)
A	= ค่าสัดส่วนของต้นทุนในการขนส่ง (บาท ต่อ กิโลเมตร)
Q_j	= ปริมาณการสั่งซื้อสินค้า(หน่วย)ของกลุ่มในการสั่งซื้อ j ($j = 1, \dots, m$)
H_i	= ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า (บาทต่อปี)ของผู้ค้าปลีก i ($i = 1, \dots, n$)
D_i	= ความต้องการสินค้า (หน่วยต่อปี)ของผู้ค้าปลีก i ($i = 1, \dots, n$)
$C_{\max}$	= ความสามารถสูงสุดในการขนส่งของรถบรรทุก (หน่วยต่อเที่ยว)
B	= จุดสั่งซื้อ (Reorder Point)
L	= เวลารับสินค้า (Lead Time)
K	= ราคาสินค้า (บาทต่อหน่วย)
Q^*	= ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าที่เหมาะสม(หน่วย)
T^*	= ระยะห่างของเวลาในการสั่งที่เหมาะสม (ปี)
SS	= Safety Stock
Z	= ค่าแจกแจงปกติ ของค่า Service Level
σ_L	= ค่าความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำส่งสินค้า
σ_{L+T}	= ค่าความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำส่งสินค้าและช่วงเวลารับ
$E_{\max}$	= ระดับสินค้าคงคลังสูงสุด
IOP	= การสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก (Individual Ordering Policy)
JOP	= การสั่งซื้อแบบร่วมกันทุกคาบเวลา (Joint Ordering Policy)
MOP	= การสั่งซื้อแบบร่วมกันบางคาบเวลา (Mixed Ordering Policy)

การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการเติมเต็มสินค้าคงคลังในกรณีที่มี
คลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย

Genetic Algorithm for Determination of Replenishment Policy in One-warehouse
and Multi-retailer System

คำนำ

ปัจจุบันองค์กรทางธุรกิจ ได้มีความพยายามในการลดต้นทุนการดำเนินงานให้ต่ำลง เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันที่สูงขึ้น ต้นทุนในการดำเนินงานขององค์กรประกอบไปด้วยหลายส่วน เช่น ต้นทุนแรงงาน ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนเครื่องจักร ต้นทุนการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง เป็นต้น ซึ่งต้นทุนการบริหารจัดการสินค้าคงคลังนั้นสามารถแบ่งย่อยออกเป็นต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า ต้นทุนในการขนส่งสินค้า และต้นทุนในการถือครองสินค้า โดยระบบการจัดการสินค้าคงคลังที่พบได้ในองค์กรทางธุรกิจ มีหลายประเภทเช่น ระบบที่มีคลังสินค้าหลายคลัง กระจายสินค้าให้ผู้ค้าปลีกหลายราย ระบบที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง กระจายสินค้าให้ผู้ค้าปลีกรายเดียว ระบบที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง กระจายสินค้าให้ผู้ค้าปลีกหลายราย เป็นต้น ซึ่งการจัดการระบบการกระจายสินค้าที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยในการลดต้นทุนในการจัดการสินค้าคงคลังลงได้ วิธีการสั่งซื้อร่วมกันของผู้ค้าปลีกแต่ละรายก็นับว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสำหรับระบบการกระจายสินค้าโดยช่วยลดต้นทุนในส่วนของคุณทุนในการสั่งซื้อหลัก และต้นทุนในการขนส่งลงได้

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาปัญหาการกระจายสินค้า ในระบบที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย ผู้ค้าปลีกแต่ละรายมีความต้องการสินค้าในปริมาณที่ไม่เท่ากัน ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน โดยระบบที่พิจารณามีสินค้า 1 ชนิด และรถขนส่งมีกำลังในการขนส่งที่จำกัด

วัตถุประสงค์

เพื่อหานโยบายการกระจายสินค้าที่เหมาะสมซึ่งอาจพิจารณาได้ว่าเป็นการคำนวณรอบเวลาการสั่งซื้อ ปริมาณการสั่งซื้อ และเส้นทางการเดินรถของผู้ค้าปลีกแต่ละรายเพื่อลดต้นทุนโดยรวมของระบบซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อสินค้า ต้นทุนในการขนส่งสินค้า และต้นทุนในการถือครองสินค้า โดยในงานวิจัยได้นำเสนอนโยบายการจัดส่งสินค้าร่วมกันแบบบางส่วน (Partial Joint Ordering Policy) กล่าวคือ ผู้ค้าปลีกถูกจำแนกเป็นกลุ่ม โดยผู้ค้าปลีกในกลุ่มเดียวกันจะถูกจัดส่งสินค้าร่วมกัน และอยู่ในเส้นทางการขนส่งเดียวกัน

โดยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ คือ ผลรวมของต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่งสินค้า และต้นทุนในการถือครองสินค้า ที่มีค่าน้อยที่สุด สามารถแสดงในรูปแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์ได้ตามสมการที่ 1

$$MinZ = \sum_{j=1}^m \left[\left[S + \sum_{i \in G_j} s_i \right] / T_j + [P_{G_j} A] / T_j + \left[\frac{1}{2} \right] T_j \sum_{i \in G_j} D_i H_i \right] \quad (1)$$

ในงานวิจัยนี้ ได้ใช้วิธีการสั่งซื้อร่วมกันแบบบางส่วน โดยใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมเข้ามาช่วยในการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกในการสั่งซื้อสินค้าร่วมกัน โดยกำหนดให้มีสินค้าในระบบ 1 ชนิด ผู้ค้าปลีกแต่ละรายมีความต้องการสินค้าในปริมาณคงที่ และค่าถือครองสินค้าในผู้ค้าปลีกแต่ละรายมีค่าเท่ากัน ทั้งนี้เพื่อคำนวณหาเส้นทางการเดินรถและขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมสำหรับผู้ค้าปลีกแต่ละราย เทคนิคการปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem :TSP) และการคำนวณรอบเวลาการสั่งซื้ออย่างประหยัดเมื่อความสามารถในการขนส่งมีอย่างจำกัด (EOI with storage space limitation) ได้ถูกนำมาแทรกในขั้นตอนกระบวนการเชิงพันธุกรรม ทั้งนี้จึงได้แสดงตัวอย่างคุณลักษณะของปัญหาดังต่อไปนี้

ตัวอย่างคุณลักษณะของปัญหา

ในกรณีที่มีคลังสินค้า 1 คลัง ทำการกระจายสินค้าไปยังผู้ค้าปลีก 4 ราย ซึ่งผู้ค้าปลีกแต่ละรายตั้งอยู่ในตำแหน่งและระยะทางที่แตกต่างกัน โดยกำหนดระยะทางที่ใช้ในการขนส่งเป็นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง

	W	A	B	C	D
W	0	10	50	30	40
A	10	0	70	60	50
B	50	70	0	15	10
C	30	60	15	0	20
D	40	50	10	20	0

รายละเอียดอื่นๆ ในปัญหาที่ใช้ในการพิจารณา เป็นดังนี้

- ความต้องการสินค้า (D_i) ในผู้ค้าปลีก A,B,C และ D มีค่าเท่ากับ 10,000 15,000 8,000 และ 20,000 ชิ้นต่อปี เรียงตามลำดับ
- ค่าสัดส่วนถือครองสินค้าของผู้ค้าปลีกแต่ละราย (H_i) ให้มีค่าเท่ากัน เท่ากับ 4 บาทต่อชิ้นต่อปี
- ต้นทุนค่าขนส่ง (A) มีค่าเท่ากับ 1 บาทต่อกิโลเมตร
- ต้นทุนการสั่งซื้อหลัก (S) มีค่าเท่ากับ 10 บาทต่อครั้งของการสั่งซื้อ
- ต้นทุนการสั่งซื้อรอง (s_i) มีค่าเท่ากับ 1 บาทต่อผู้ค้าปลีก 1 ราย
- รถที่ใช้ในการขนส่งมีความสามารถบรรทุก (C_{max}) ได้ไม่เกิน 1,400 ชิ้นต่อเที่ยว

กำหนดให้คำตอบคำตอบที่สนใจเป็นการจัดกลุ่มโดยแยกผู้ค้าปลีก A เป็นหนึ่งกลุ่ม และผู้ค้าปลีก B,C และ D เป็นอีกหนึ่งกลุ่มที่ทำการสั่งซื้อร่วมกัน (ข้อสังเกต คำตอบนี้อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด) ซึ่งคำตอบนี้สามารถถูกแสดงได้โดยสัญลักษณ์ A/BCD

คำนวณหาเส้นทางการเดินรถในแต่ละกลุ่ม ซึ่งพบว่า สำหรับกลุ่มแรกมีการจัดส่งไปยังผู้ค้าปลีก A รายเดียว จึงเกิดเส้นทางการขนส่งเป็นรูปแบบเดียวคือ $W \rightarrow A \rightarrow W$ โดยมีระยะทางไปกลับรวมทั้งสิ้น 20 กิโลเมตร สำหรับกลุ่มที่สองมีการจัดส่งไปยังผู้ค้าปลีก 3 รายคือ B,C และ D ถ้าเส้นทางที่จัดส่ง คือ $W \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow W$ ได้ระยะทางไปกลับรวมทั้งสิ้น 95 กิโลเมตร

คำนวณรอบเวลาการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีของผู้ค้าปลีก A รายเดียว ได้จำนวนรอบในการจัดส่ง เท่ากับ 0.039 ปี ปริมาณในการขนส่งต่อรอบเท่ากับ 390 ชิ้นต่อ

รอบ กรณีของผู้ค้าปลีก 3 รายคือ B,C และD ได้จำนวนรอบในการจัดส่ง เท่ากับ 0.035 ปี ปริมาณในการขนส่งต่อรอบเท่ากับ 1,505 ชิ้นต่อรอบ ซึ่งเกินความสามารถของรถบรรทุก จึงปรับรอบการจัดส่งให้ถี่ขึ้นเพื่อลดปริมาณการขนส่ง จึงได้จำนวนรอบในการจัดส่ง เท่ากับ 0.033 ปีและปริมาณในการขนส่งต่อรอบเท่ากับ 1,400 ชิ้นต่อรอบ

คำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และ ต้นทุนในการถือครองสินค้า ได้ผลดังแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อร่วมกันของผู้ค้าปลีก

	กลุ่ม 1 (A)	กลุ่ม 2 (B,C,D)	รวม
รอบเวลาการสั่งซื้อ(ปี)	0.039	0.033	-
ปริมาณการสั่งซื้อ(ชิ้น)	390	1400	-
ต้นทุนการสั่งซื้อ(บาท/ปี)	282.05	393.94	675.99
ต้นทุนการขนส่ง(บาท/ปี)	512.82	2,878.79	3,391.61
ต้นทุนการถือครองสินค้า(บาท/ปี)	780	2,838	3,618
ต้นทุนรวม(บาท/ปี)	1,574.87	6,110.73	7,685.6

ดังนั้น สำหรับคำตอบที่มีการจัดกลุ่มการสั่งแบบ A/BCD ได้ ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อร่วมกันของผู้ค้าปลีกมีค่าเท่ากับ 7,685.6 บาท ต่อปี

สรุปได้ว่า จากตัวอย่างคุณลักษณะของปัญหา มีขั้นตอนในการหาคำตอบคือ การจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกในการสั่งซื้อร่วมกัน การหาระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่งของผู้ค้าปลีกที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน การคำนวณหารอบการสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมกรณีที่ความสามารถในการขนส่งมีจำกัด การคำนวณหาต้นทุนรวมที่ประกอบไปด้วยต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาในงานวิจัย ได้ใช้ทฤษฎีเชิงพันธุกรรมในการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีก แทรก Nearest neighborhood heuristics สำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) เพื่อหาระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่งของผู้ค้าปลีกที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และทฤษฎีการสั่งซื้อสินค้าร่วมกัน (Joint Replenishment Policy: JRP) และการสั่งซื้อสินค้าร่วมกันกรณีที่ความสามารถในการขนส่งมีจำกัด (EOI with storage space

limitation) เพื่อคำนวณหากรอบการสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม

ขอบเขตงานวิจัย

1. ไม่พิจารณากรณีที่สินค้าเกิดการขาดมือ
2. ไม่พิจารณากรณีที่มีการลดราคาเมื่อมีการสั่งของในปริมาณมาก
3. ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเงินทุน
4. รถบรรทุกแต่ละคันมีความสามารถในการบรรทุกเท่ากัน และเป็นรถชนิดเดียวกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

วิธีการแก้ปัญหาการเติมเต็มสินค้าในกรณีที่ใช้นโยบายการเติมเต็มสินค้าร่วมกันแบบบางส่วน โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่ายรวม คือ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการขนส่ง และค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้า ในระบบที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย

การตรวจเอกสาร

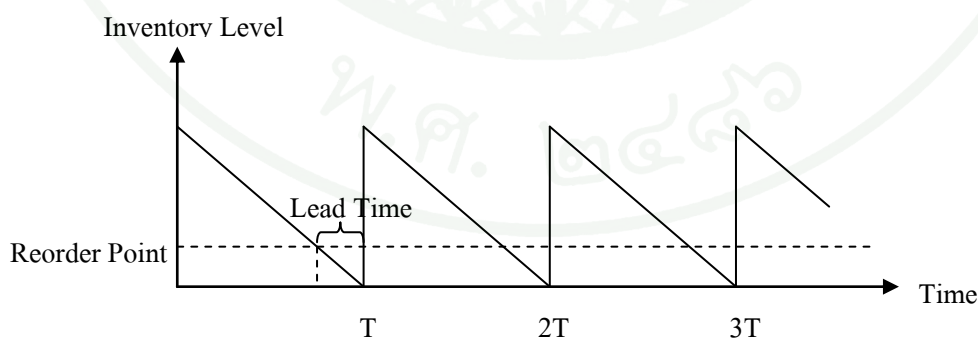
1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1. ทฤษฎีการจัดการสินค้าคงคลังเบื้องต้น

Richard (1994) ได้กล่าวถึง ระบบที่ความต้องการสินค้ามีความเป็นอิสระต่อกัน (Independent Demand System) ในการสั่งซื้อสินค้านั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ Fixed Order Size System และ Fixed Order Interval System

1.1.1 ระบบ Fixed Order Size System มีคุณลักษณะที่สำคัญสองอย่างคือ เป็นระบบที่มีการสั่งซื้อสินค้าในปริมาณคงที่ทุกครั้ง และจะมีการสั่งซื้อสินค้าก็ต่อเมื่อปริมาณสินค้าในคลังสินค้าลดลงมาถึงจุดสั่งซื้อสินค้า (Reorder Point) ระบบนี้อาจถูกเรียกว่าระบบ Continuous review system ซึ่งมีตัวแบบที่สำคัญคือ ตัวแบบ Economic Order Quantity: EOQ การหาจุดสั่งซื้อที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 โดยระบบการสั่งซื้อแบบ Economic Order Quantity (EOQ) แสดงได้ตามภาพที่ 1

$$B = DL \quad (2)$$

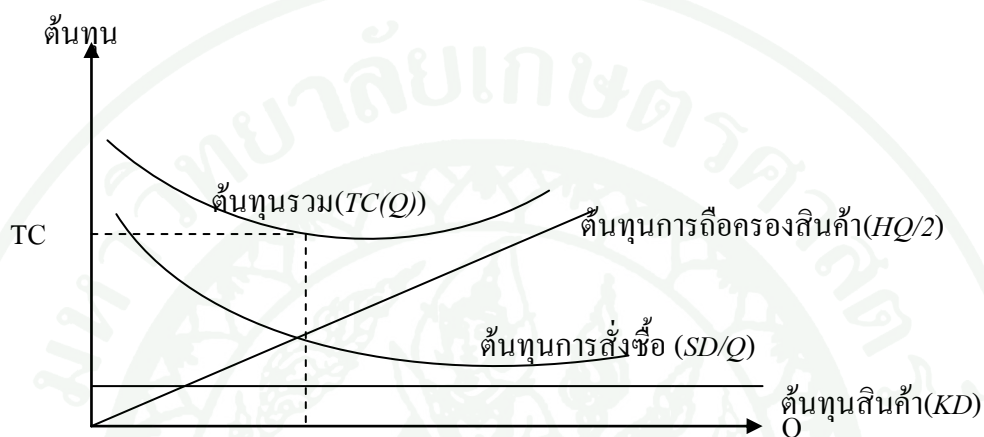


ภาพที่ 1 ระบบการสั่งซื้อแบบ Economic Order Quantity (EOQ)

ที่มา : Richard (1994)

ซึ่งต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นในระบบ EOQ แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ต้นทุนสินค้า ต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการถือครองสินค้า ดังสมการที่ 3 และภาพที่ 2

$$TC(Q) = KD + \frac{SD}{Q} + \frac{HQ}{2} \quad (3)$$



ภาพที่ 2 ต้นทุนรวมของระบบการสั่งซื้อแบบ Economic Order Quantity (EOQ)

ที่มา: Richard (1994)

เป้าหมายของระบบ EOQ คือ ต้องการหาปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งที่ทำให้ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตต่ำที่สุด แสดงว่า $\frac{\partial TC(Q)}{\partial Q} = 0$ ซึ่งเมื่อทำการแก้สมการแล้วจะได้

ปริมาณการสั่งซื้อและรอบเวลาการสั่งซื้อที่เหมาะสมดังสมการที่ 4 และ 5

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (4)$$

$$T^* = Q^* / D \quad (5)$$

เนื่องจากความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้า ในช่วงเวลานำส่งสินค้า จึงจำเป็นต้องมี Safety Stock ไว้เพื่อป้องกันการขาดสินค้า ซึ่งสามารถหา Safety Stock ได้ตามสมการที่ 6

$$SS = Z\sigma_L \quad (6)$$

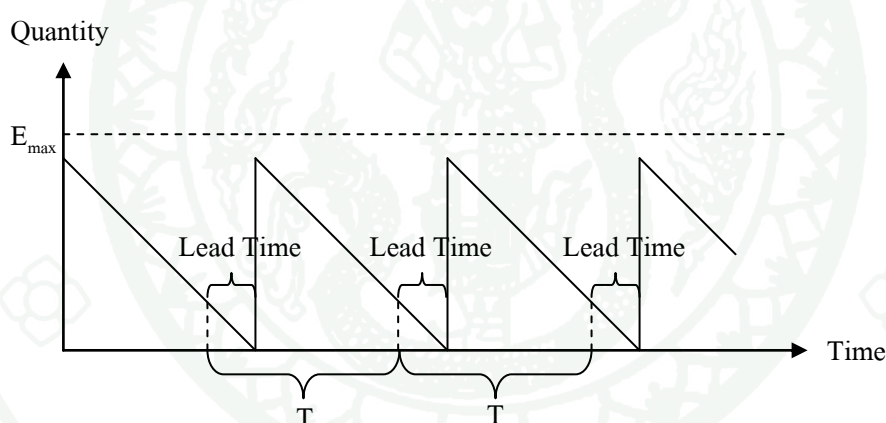
1.1.2 ระบบ Fixed Order Interval System เป็นระบบที่มีการสั่งซื้อสินค้าตามรอบเวลาของการสั่งซื้อซึ่งคงที่ ทำให้ปริมาณในการสั่งซื้อในแต่ละรอบของการสั่งซื้อไม่คงที่ ตัวแบบที่สำคัญคือ ตัวแบบ Economic Order Interval: EOI โดยสามารถหารอบเวลาการสั่งซื้อที่เหมาะสม ได้จาก สมการที่ 7

$$T^* = \sqrt{\frac{2S}{HD}} \quad (7)$$

และระดับสินค้าคงคลังสูงสุด ($E_{\max}$) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 8

$$E_{\max} = D(T^* + L) \quad (8)$$

โดยการสั่งซื้อระบบ Economic Order Interval (EOI) แสดงดังภาพที่ 3

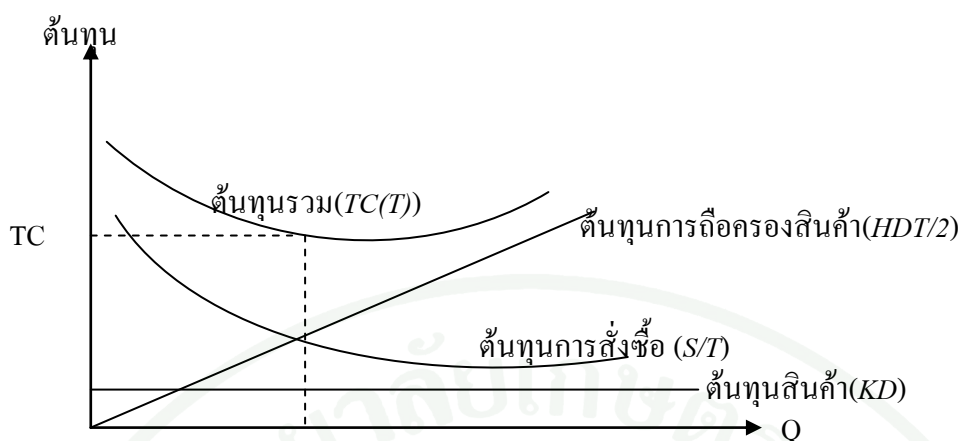


ภาพที่ 3 การสั่งซื้อระบบ Economic Order Interval (EOI)

ที่มา: Richard (1994)

ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นในระบบ EOI แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือต้นทุนสินค้า ต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการถือครองสินค้า ดังสมการที่ 9 และภาพที่ 4

$$TC(T) = KD + \frac{s}{T} + \frac{HDT}{2} \quad (9)$$



ภาพที่ 4 ต้นทุนรวมของระบบการสั่งซื้อแบบ Economic Order Interval (EOI)

ที่มา: Richard (1994)

เนื่องมาจากความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้า ในช่วงเวลานำส่งสินค้าและช่วงเวลาปกติ จึงจำเป็นต้องมี Safety Stock ไว้เพื่อป้องกันการขาดสินค้า ซึ่งสามารถหา Safety Stock ได้ตามสมการที่ 10

$$SS = Z\sigma_{L+T} \quad (10)$$

สรุปได้ว่า ข้อดีของระบบ EOQ คือ มี Safety Stock น้อยกว่าระบบ EOI ที่ระดับ Service Level เดียวกัน เนื่องจากระบบ EOQ มี Safety Stock ไว้เพื่อป้องกันการขาดสินค้าจากความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำส่งสินค้าเท่านั้น แต่ ระบบ EOI มี Safety Stock ไว้เพื่อป้องกันการขาดสินค้าจากความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำส่งสินค้าและในช่วงเวลาปกติด้วย ทั้งนี้ ระบบ EOQ ก็มีข้อเสีย คือ ระบบ EOQ ไม่เหมาะกับการสั่งซื้อสินค้าหลายประเภท เนื่องจากสินค้าแต่ละประเภทมีจุดสั่งซื้อที่ไม่เท่ากัน จึงควบคุมรอบในการสั่งซื้อได้ยาก ซึ่งระบบ EOI จะมีความเหมาะสมกับระบบการสั่งซื้อที่มีสินค้าหลายประเภทมากกว่า เพราะระบบ EOI ควบคุมเฉพาะเวลาการสั่งซื้อที่เหมาะสมเท่านั้น โดยระบบ EOI กรณีสินค้ามีหลายประเภท หรือผู้ค้าปลีกมีหลายราย อาจถูกเรียกว่าระบบ Joint Replenish Policy (JRP) ซึ่งเป็นชนิดของแบบจำลองสินค้าคงคลังที่เกี่ยวข้องกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์หลายๆชนิดวัตถุประสงค์ของโมเดลก็คือ การทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ขณะที่ต้องตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ต้นทุนรวมจะประกอบไปด้วยส่วนหลัก 2 ส่วนคือ

1. ต้นทุนในการติดตั้ง (Set up cost) หรือต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering cost) ซึ่งก็คือต้นทุนในการปรับแต่งเครื่องจักรและเครื่องมือก่อนที่จะทำการผลิต สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการสั่งจากตัวแทนจำหน่าย ก็คือต้นทุนในการเตรียมตั้ง-รับ คำสั่งซื้อ และต้นทุนในการขนส่งด้วย
2. ต้นทุนการถือครองสินค้า (Holding cost) ซึ่งก็คือค่าถือครองในสินค้าคงคลังซึ่งรวมไปถึงต้นทุนในการพักสินค้าในคลังสินค้า ภาษี และค่าประกันภัยด้วย

โดยปกติแล้วปัญหาที่เกี่ยวกับสินค้าและผลิตภัณฑ์หลายๆชนิดคือ การตัดสินใจในการสั่งสินค้าในปริมาณที่เหมาะสมจากตัวแทนจำหน่าย หรือเมื่อมีการผลิตสินค้าออกมาเป็น Batch แล้วต้องการจะแบ่งออกเป็น Packages โดยต้นทุนในการสั่งสินค้าจากตัวแทนจำหน่าย มี 2 ส่วน คือ

1. ต้นทุนในการสั่งซื้อหลัก (Major ordering cost) ซึ่งจะมีความเป็นอิสระจากจำนวนผลิตภัณฑ์ที่จะสั่งซื้อ
2. ต้นทุนในการสั่งซื้อรอง (Minor ordering cost) ขึ้นอยู่กับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่สั่งแต่ละครั้งของการสั่งซื้อ

1.2 เทคนิคในการจัดกลุ่มสำหรับการแก้ปัญหา Joint Replenish Policy (JRP)

Olsen (2005) กล่าวถึง กลยุทธ์ในการแก้ไขปัญห JRP สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การจัดกลุ่มโดยอ้อม (Indirect Grouping Strategy: IGS) และ การจัดกลุ่มโดยตรง (Direct Grouping Strategy: DGS)

1.2.1 การจัดกลุ่มโดยอ้อม (Indirect Grouping Strategy)

วิธีการสั่งซื้อแบบร่วมกันบางคาบเวลา เป็นวิธีการสำหรับการเติมเต็มสินค้าร่วมกันหลายชนิดจากผู้ทำการผลิตรายเดียว หรือ การกระจายสินค้า 1 ชนิด จากคลังสินค้าไปยังผู้ค้าปลีกหลายราย เป็นวิธีการสั่งซื้อที่ผู้ค้าปลีกแต่ละรายไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อพร้อมกันในทุกรอบของการสั่งซื้อ โดยวิธีการสั่งซื้อจะมีการคำนวณความถี่ในการสั่งซื้อที่เหมาะสม (T) ซึ่งเป็นค่าความถี่ในการสั่งซื้อพื้นฐาน ผู้ค้าปลีกแต่ละรายจะมีค่า k_i เป็นตัวแสดงให้เห็นว่าผู้ค้าปลีก i จะมีการสั่งซื้อของ

ทุก k รอบของการสั่ง เช่น ผู้ค้าปลีกรายที่ 1 มีค่า $k_i=3$ หมายความว่า มีผู้ค้าปลีกรายที่ 1 มีการสั่งซื้อ
ทุกๆสามครั้งที่มีการสั่งซื้อของระบบ

สำหรับสินค้าแต่ละ i ชนิด ปริมาณการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้งกำหนดโดย

$$Q_i = Tk_i D_i \quad (11)$$

ต้นทุนในการถือครองสินค้าของสินค้า i ชนิด คือ

$$\frac{1}{2} T D_i H_i k_i \quad (12)$$

ต้นทุนในการถือครองสินค้ารวม ของสินค้า n ชนิดคือ

$$\frac{1}{2} T \sum_{i=1}^n k_i D_i H_i \quad (13)$$

ต้นทุนในการสั่งซื้อของสินค้าชนิดที่ i

$$\frac{S_i}{k_i} \quad (14)$$

ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า ของสินค้า n ชนิดคือ

$$\frac{1}{T} \left(S + \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{k_i} \right) \right) \quad (15)$$

ต้นทุนรวม คือ

$$TC = \left(\frac{T}{2} \right) \left(\sum_{i=1}^n k_i D_i H_i \right) + \left(\frac{1}{T} \right) \left(S + \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{k_i} \right) \right) \quad (16)$$

ค่าที่เหมาะสมที่สุดของค่า T คือ T^* หาได้จากสมการที่ 17

$$T(k_1, \dots, k_n) = \left(2 \left(S + \sum_{i=1}^n \left(\frac{s_i}{k_i} \right) \right) / \left(\sum_{i=1}^n k_i D_i H_i \right) \right)^{1/2} \quad (17)$$

1.2.2 การจัดกลุ่มโดยตรง (Direct Grouping Strategy)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา JRP ที่ใช้วิธีการจัดกลุ่มโดยตรงมีน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดกลุ่มโดยอ้อม ซึ่งสินค้า n ชนิดถูกแบ่งออกเป็น m กลุ่ม และมี วัฏจักรในการสั่งซื้อเป็นของตัวเอง เป้าหมายของกลยุทธ์นี้คือหากกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับสินค้า n ชนิด และรอบการสั่งซื้อของกลุ่มนั้นๆ เพื่อให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุด โดยสามารถแบ่งวิธีการจัดกลุ่มโดยตรงออกเป็น 2 ประเภท คือ การจัดกลุ่มโดยตรงกรณีที่ไม่พิจารณาในต้นทุนการขนส่งและการจัดกลุ่มโดยตรงกรณีพิจารณาต้นทุนในการขนส่ง

การจัดกลุ่มโดยตรงกรณีที่ไม่พิจารณาต้นทุนการขนส่ง เป็นวิธีการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกในการสั่งซื้อร่วมกันโดยที่ไม่พิจารณาถึงค่าขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังผู้ค้าปลีก หรือผู้ค้าปลีกไปผู้ค้าปลีก ซึ่งวิธีการจัดกลุ่มโดยตรงกรณีที่ไม่พิจารณาในต้นทุนการขนส่ง ได้ต้นทุนรวม ดังสมการที่ 18

$$TC = \sum_{j=1}^m \left(\left(S + \sum_{i \in G_j} s_i \right) / T_j + \left(\frac{1}{2} \right) T_j \sum_{i \in G_j} D_i H_i \right) \quad (18)$$

จากการหาอนุพันธ์เพื่อหาค่า T_j ที่เหมาะสมที่สุด, T_j^* จะได้คำตอบจากสมการที่ 19

$$T_j^* = \left(2 \left(S + \sum_{i \in G_j} s_i \right) / \left(\sum_{i \in G_j} D_i H_i \right) \right)^{1/2} \quad (19)$$

การจัดกลุ่มโดยตรงกรณีพิจารณาต้นทุนการขนส่ง เป็นวิธีการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกในการสั่งซื้อร่วมกันโดยพิจารณาถึงค่าขนส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังผู้ค้าปลีก หรือผู้ค้าปลีกไปผู้ค้าปลีก ซึ่งวิธีการจัดกลุ่มโดยตรงกรณีที่ไม่พิจารณาในต้นทุนการขนส่ง สามารถหาขอบเขตในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสม สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 20 และ 21

$$T_j^* = \left(2 \left(S + \sum_{i \in G_j} s_i + P_j A \right) / \left(\sum_{i \in G_j} D_i H_i \right) \right)^{1/2} \quad (20)$$

$$\sum_{i \in G_j} Q_i = T_j^* \sum_{i \in G_j} D_i \quad (21)$$

การคำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และ ต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสูตร

$$TC_j = [S + \sum_{i \in G_j} s_i] / T_j + P_{G_j} A / T_j + \frac{1}{2} T_j \sum_{i \in G_j} D_i H_i \quad (22)$$

1.3 ระบบสินค้าคงคลังแบบมีเงื่อนไข กรณีพื้นที่จัดเก็บมีอย่างจำกัด (Storage Space Limitation)

Richard (1994) กล่าวว่า กรณีที่พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าหรือยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งมีอย่างจำกัด จะต้องทำการลดปริมาณการสั่งซื้อสินค้า โดยการลดระยะห่างของการสั่งซื้อให้แคบลง สามารถหาได้จากสมการ

$$T_{old} = \frac{\sum_{i \in G_j} Q_i}{\sum_{i \in G_j} D_i} \quad (23)$$

$$T_{new} = \frac{C_{max}}{\sum_{i \in G_j} D_i} \quad (24)$$

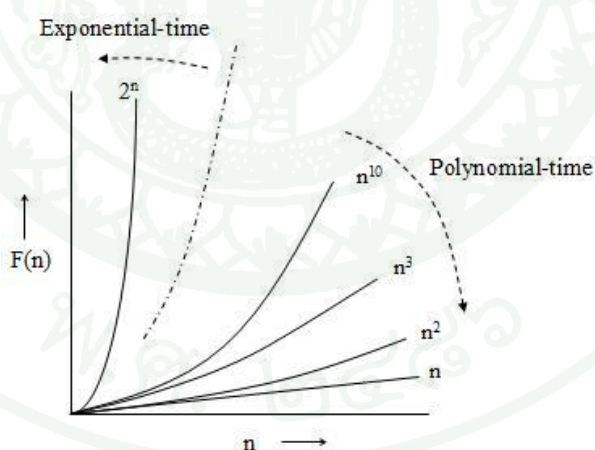
จะได้ว่า

$$\frac{T_{old}}{T_{new}} = \frac{\sum_{i \in G_j} Q_i}{\sum_{i \in G_j} D_i} \times \frac{\sum_{i \in G_j} D_i}{C_{max}} \quad (25)$$

$$T_{new} = \frac{T_{old} \cdot C_{max}}{\sum_{i \in G_j} Q_i} \quad (26)$$

1.4 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP)

Winston (2004) กล่าวว่า ปัญหา TSP ก็คือการหาลำดับ (permutation) ของการเดินทางไปยังจุดต่าง ๆ ทุกจุดในระบบ ซึ่งจะผ่านแต่ละจุดได้เพียงครั้งเดียวแล้วเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยปัญหา TSP นั้นได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การวางแผน การวางระบบการขนส่ง และกระบวนการผลิต ความยากของปัญหานี้อยู่ที่ เมื่อขนาดของจำนวนจุดเพิ่มมากขึ้นลำดับการเดินทางไปยังจุดต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ก็จะมีจำนวนมากขึ้นในลักษณะการเติบโตของฟังก์ชันแบบ exponential time คือ เพียงเพิ่มจำนวนของจุดเข้าไปแค่ไม่กี่จุด ในกรณีที่ใช้ Algorithms ธรรมดา ยกตัวอย่างเช่น Brute Force Algorithm คือพิจารณาทุก ๆ ผลเฉลยที่เป็นไปได้ (candidate solution) อาจจะต้องใช้ระยะเวลาเพิ่มขึ้นถึง 100 ปี 1000 ปี หรือมากกว่านี้ เพื่อที่จะได้ลำดับการเดินทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด ซึ่งพบว่าไม่สามารถรอคอยคำตอบได้นานขนาดนั้น ได้มีผู้พยายามคิด และหา Algorithms ที่มาแก้ปัญหาเหล่านี้ โดย Algorithms ที่ถูกนำมาใช้ในปัญหา TSP มีอยู่หลายชนิด เช่น Branch-and-Bound, Brute Force Algorithm, Simulated Annealing, Genetic Algorithm, Nearest Neighbor Heuristics เป็นต้น



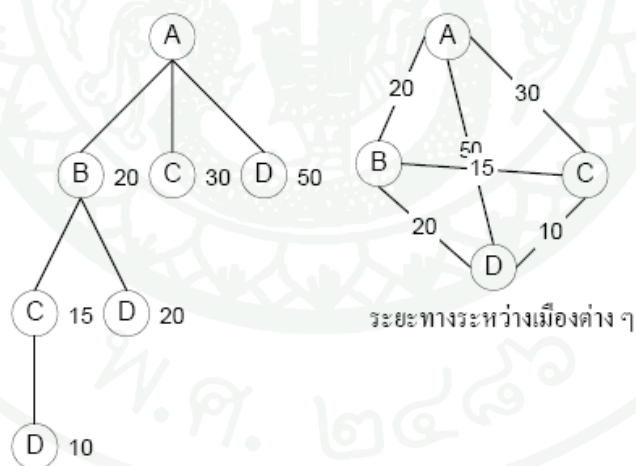
ภาพที่ 5 การเติบโตของฟังก์ชันเปรียบเทียบกับจำนวนตัวแปร

ที่มา: Winston (2004)

Nearest Neighborhood Heuristics เป็นกระบวนการหาคำตอบโดยการเลือกทางออกที่ดีที่สุดที่พบได้ในขณะนั้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด แต่ในบางครั้ง Nearest Neighborhood Heuristics

อาจจะไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาที่ดีที่สุดได้เสมอไป โดยขั้นตอนหา Nearest Neighborhood Heuristics มีดังนี้

1. เลือกโหนดเริ่มต้นมาหนึ่งโหนด
2. โหนดที่เลือกมานี้เป็นสถานะปัจจุบัน
3. ให้ทำตามขบวนการข้างล่างนี้จนกว่าจะไม่สามารถสร้างโหนดลูกได้อีก
 - 3.1 สร้างสถานะใหม่ที่เป็นโหนดลูกที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสถานะปัจจุบัน
 - 3.2 จากสถานะใหม่ที่สร้างขึ้นมาทั้งหมด ให้เลือกสถานะ หรือ โหนดลูก ที่ดีที่สุดออกมาเพียงโหนดเดียว
4. กลับไปที่ขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง



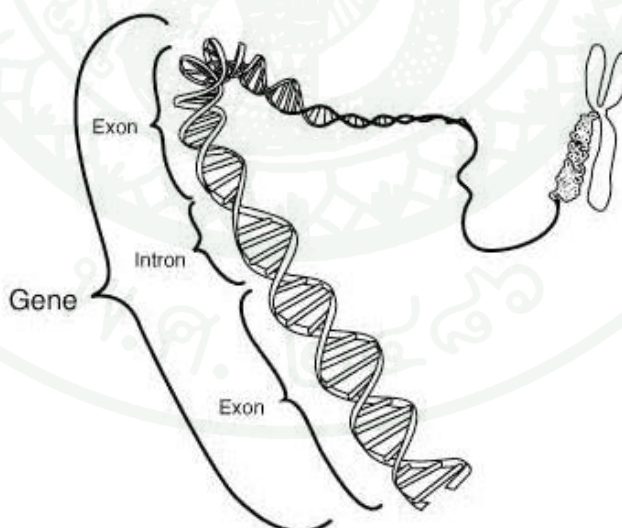
ภาพที่ 6 ระยะทางระหว่างเมืองต่างๆ และ วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธี Nearest neighborhood heuristics

ที่มา: Winston (2004)

จากภาพที่ 2 การแก้ปัญหาเริ่มจาก การเลือก a เป็นเมืองเริ่มแรก จากนั้นทำการสร้างโหนดลูก B C และ D หาระยะทางระหว่าง A ถึงเมืองที่เหล่านี้นี้ได้ 20 30 และ 50 ตามลำดับเลือก B เป็นเมืองที่จะเดินทางต่อมา จากนั้นสร้างโหนดลูกของ B ได้ C และ D และได้ระยะทางเท่ากับ 15 และ 20 ตามลำดับ เลือก C เป็นเมืองที่จะเดินทางต่อไป จากนั้นสร้างโหนดลูกให้ C ได้ D มีค่าเท่ากับ 10 เลือกเดินทางที่ D เป็นเมืองสุดท้ายก่อนกลับไป A รวมระยะทางเท่ากับ $20+15+10+50=90$ แต่ในบางครั้ง Nearest neighbor heuristics อาจจะไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาที่ดีที่สุดได้เสมอไป

1.5 ทฤษฎีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA)

Koza (1992) ได้กล่าวถึง Genetic Algorithm คือกระบวนการเรียนแบบวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยเกี่ยวข้องกับยีน John Koza ได้ใช้ Genetic Algorithm พัฒนา Evolve Programs หรือ เรียกว่า Genetic Programming ทั้ง Genetic Algorithm, Genetic Programming อยู่บนพื้นฐานการพัฒนากล้องของสิ่งมีชีวิตตามหลักของธรรมชาติที่ว่าด้วย ทฤษฎีการคัดเลือกตามธรรมชาติ และทฤษฎีการสืบทอดลักษณะทางพันธุกรรมของยีน



ภาพที่ 7 ลักษณะยีนของสิ่งมีชีวิต

ที่มา: Koza (1992)

Genetic Algorithm เป็นการรวมกันระหว่างคำว่า Genetic และ Algorithm ซึ่งแต่ละคำมีความหมายดังนี้

Genetic คือ วิชาพันธุศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษากระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษสู่รุ่นลูกหลาน โดย โครโมโซมจะเป็นตัวแทนในการถ่ายทอด โครโมโซมคือสายรหัสของ DNA ประกอบไปด้วยยีนซึ่งแต่ละยีนจะมีการบ่งบอกลักษณะพิเศษเอาไว้ เช่น สีตา สีผม ซึ่งโครโมโซมเหล่านี้มีบทบาทอย่างมากในกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากรุ่นหนึ่งไปยังรุ่นหนึ่ง ซึ่งจะมีปรากฏการณ์ธรรมชาติเกิดขึ้นในระหว่างการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในแต่ละรุ่น ซึ่งจะมีกระบวนการที่เกิดขึ้นเหล่านี้ทำให้เกิดวิวัฒนาการ ซึ่งจะเกิดปรากฏการณ์ Crossover การข้ามสายพันธุ์ และ Mutation การกลายพันธุ์เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่เรียกว่า วิวัฒนาการ Evolution วิวัฒนาการ ในสิ่งมีชีวิตคือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงหรือคลี่คลายไปสู่ฐานะที่ดีขึ้นหรือเจริญขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงในทางชีววิทยาจากสิ่งที่ย่ำๆ ไปสู่สิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น หรือซับซ้อนน้อยลง เพื่อการดำรงอยู่ตามความเหมาะสมของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น การเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องเปลี่ยนในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป และต้องใช้เวลานาน ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจะมีกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ที่เรียกว่า วิวัฒนาการ นั่นคือ กระบวนการ Selection, Crossover และ Mutation โดยคำนวณหาค่าความเหมาะสม Fitness Function ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของปัญหา Objective Function กำหนดให้กับโครโมโซมแต่ละตัว เพื่อนำไปสู่กระบวนการคัดเลือก แต่บางปัญหาไม่สามารถที่จะคำนวณหาเพื่อให้ได้ค่าความเหมาะสม ที่ตรงกับความจริงที่โครโมโซมนั้นควรจะได้รับ และสิ่งนี้จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้น ดังนั้นในการกำหนดค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัว จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ และจะต้องถูกประมาณค่าที่ดี เพราะถ้าหากค่าความเหมาะสมสูงกว่าความเป็นจริงที่โครโมโซมนั้นควรได้รับ อาจทำให้เกิดความเสียหายในหารสืบค้นข้อมูลในแต่ละครั้ง และครั้งต่อไปได้ซึ่งในที่นี้หมายความว่า สมการหรือฟังก์ชันที่ใช้ในการหาค่าความเหมาะสมให้กับโครโมโซมแต่ละตัวไม่สามารถกำหนดได้แน่นอน และหาค่าได้ดีเท่ากับค่าความจริงที่คำนวณได้จากมนุษย์หรือผู้ใช้ เช่น ทางด้านศิลปะ เพลงสถาปัตยกรรม และการออกแบบ เป็นต้น ผู้ใช้สามารถให้ค่าความจริงว่าสิ่งที่ผู้ใช้เห็น หรือได้ยินนั้นอยู่ในระดับใด Interactive Genetic Algorithm จะช่วยแก้ปัญหาในส่วนที่เกิดขึ้น และคำนึงถึงในส่วนของความรู้สึกของมนุษย์หรือนำค่าความจริงที่เกิดขึ้นจากความรู้สึกของมนุษย์ นำมาใช้ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ Emotion Human – Computer Interfaces นั้นหมายความว่า ค่าความเหมาะสมที่โครโมโซมแต่ละตัวควรได้รับนั้น ต้องเป็นค่าที่เกิดขึ้นจากความพอใจของผู้ใช้เองว่ารูปภาพในลักษณะใดที่ผู้ใช้ต้องการ

และนำค่าที่ได้นำมาใช้ในการสืบค้น หรือดึงข้อมูลรูปภาพที่สื่อถึงอารมณ์ตามความต้องการของผู้ใช้ เพื่อได้ผลลัพธ์ที่ผู้ใช้พอใจมากที่สุด

Algorithm คือ วิธีคิดหรือชุดคำสั่งที่มีการเรียงลำดับขั้นตอนด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา และปัญหามีหลายแบบจึงทำให้มีวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับแต่ละแบบ

Genetic Algorithm สองคำนี้ได้มารวมกันจึงเป็นวิธีการค้นหาและแก้ปัญหาเพื่อได้สิ่งที่เหมาะสมที่สุด Optimum points โดยพัฒนาและจำลองมาจากกระบวนการทางพันธุกรรม คือ ทฤษฎีการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต Genetic Algorithm เป็นทางเลือกที่ใช้แก้ปัญหาที่ดีเพราะวิธีการใช้แก้ปัญหาเป็นวิธีการแบบสุ่มและช่วยแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนได้เนื่องจากมีคุณสมบัติการเรียนรู้แบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ ซึ่งจะนำค่าที่เหมาะสมที่สุดจากประชากรรุ่นก่อนมาใช้ในการพิจารณาในการหาคำตอบของประชากรรุ่นถัดมา ซึ่งจะนำถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษไปสู่รุ่นลูกหลานโดยใช้ค่า Fitness Function ที่สอดคล้องกับ Objective Function ในการพิจารณาหาคำตอบโดยมีการพิจารณาว่า โครโมโซมใดควรที่จะนำมาสืบสายพันธุ์หรือไม่ควรนำมาสืบสาย จะทำให้สามารถหาคำตอบที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดที่สมบูรณ์ได้

องค์ประกอบหลักของ Genetic Algorithm มีรายละเอียดดังนี้

1. Chromosome Encoding เป็นวิธีการที่ใช้ในการนำเสนอทางเลือกที่สามารถจะเป็นไปได้ของแต่ละปัญหา การเข้ารหัสโครโมโซมแบ่งได้สามแบบที่แตกต่างกันคือโครโมโซมที่เป็นแบบเกรย์ (Gray Code) แบบจำนวนเต็ม (Integer Code) และโครโมโซมแบบจำนวนจริง (Real Code)

รูปแบบโครโมโซมที่ได้จากปัญหา ในการถอดรหัสนั้นจะขึ้นอยู่กับปัญหา และในปัจจุบันปัญหามีมากมาย จึงทำให้รูปแบบของโครโมโซมมีความแตกต่างกันออกไปตามปัญหานั้นๆ เช่น

- Binary ทุกตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมจะมีค่าเป็นบิต 0 หรือ 1 เช่น โครโมโซม A : 00110010001110

Chromosome A	101100101100101011100101
Chromosome B	111111100000110000011111

ภาพที่ 8 ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Binary

ที่มา: Koza (1992)

- Value Encoding หรือ Direct ทุกตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมจะมีค่าบางค่าที่สามารถเชื่อมโยงไปยังปัญหาได้ เช่น ตัวอักษร จำนวนจริง คำสั่ง หรืออื่นๆ รูปแบบโครโมโซมแบบนี้สามารถใช้ได้กับปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนค่าได้

Chromosome A	1.2324 5.3243 0.4556 2.3293 2.4545
Chromosome B	ABDJEIFJDHDIERJFDLDFLFEGTYTGABA
Chromosome C	(back), (back), (right), (forward), (left)

ภาพที่ 9 ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Value Encoding

ที่มา: Koza (1992)

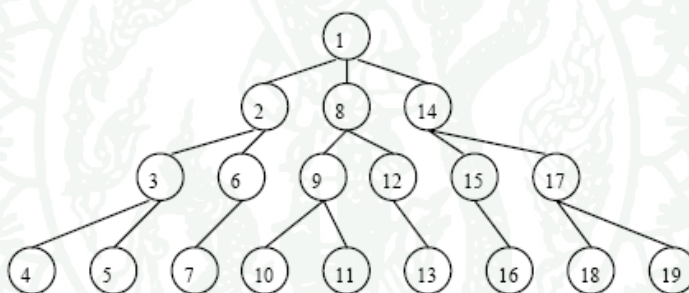
- Permutation Encoding เป็นการกระทำอันดับแรกก่อนที่จะเข้ากระบวนการของ Genetic Algorithm ประชากรที่เกิดจากการสุ่ม Random เพื่อนำประชากรเข้าไปในกระบวนการ ในการสุ่มจะต้องสุ่มให้ได้จำนวนเท่ากับขนาดของรุ่นที่ได้กำหนดไว้โดยที่ยังไม่มีการสนใจค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม B: 9 5 2 1 4 6 7 8 3

Chromosome A	1 5 3 2 6 4 7 9 8
Chromosome B	8 5 6 7 2 3 1 4 9

ภาพที่ 10 ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Permutation Encoding

ที่มา : Koza (1992)

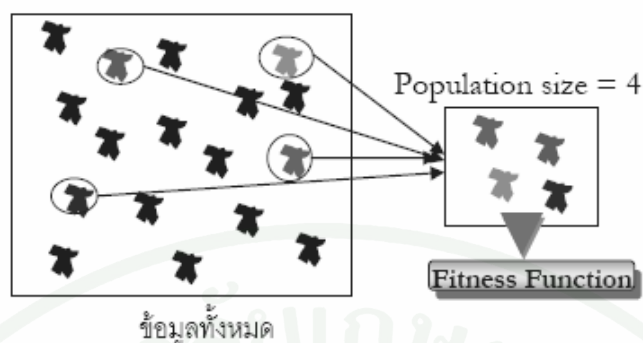
- Tree Encoding ทุกตำแหน่งของยีนจะเป็น node ของต้นไม้



ภาพที่ 11 ลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ Tree Encoding

ที่มา: Koza (1992)

2. Initial population คือ ลักษณะที่เป็นต้นแบบหรือต้นกำเนิดที่จะนำไปในกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยการสุ่มเลือกเรื่องสร้างประชากรต้นแบบขึ้นมาเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนการวิวัฒนาการขั้นตอนนี้จะขั้นตอนแรกที่เกิดขึ้นก่อนที่จะเริ่มเข้ากระบวนการของ จินเนติก อัลกอริทึม โดยประชากรกลุ่มแรก หรือประชากรต้นกำเนิด จะเกิดจากการสุ่มเลือกขึ้นมาจาก กลุ่มของประชากรทั้งหมดที่มีอยู่ โดยในการสุ่มเลือกจะทำการสุ่มตามจำนวนของประชากรที่ได้กำหนดไว้เป็น Parameter ของ Algorithm



ภาพที่12 การสุ่มหาประชากรเริ่มต้นจำนวน 4 โครโมโซม

ที่มา: Koza (1992)

3. Fitness Function การวัดค่าความเหมาะสม หรือ ฟังก์ชันวัดค่าความเหมาะสม คือ ฟังก์ชันที่ใช้ในการประมาณว่าเส้นทางแต่ละเส้นทางเลือก นั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ โครโมโซมทุกตัวจะต้องมีค่าซึ่งบ่งบอกถึงความเหมาะสมที่จะพิจารณาว่าสมควรนำไปสืบสายพันธุ์ต่อหรือไม่ สมควรดังนั้นจึงต้องมีการให้ค่าความเหมาะสมกับแต่ละโครโมโซมเพื่อนำค่าความเหมาะสมไปพิจารณาโดยใช้สมการหาค่าความเหมาะสมที่สอดคล้องกับปัญหา สรุปได้ว่า ค่าความเหมาะสม คือตัวที่ใช้ประเมินว่าแต่ละเส้นทางเลือก Solution นั้นมีความเหมาะสม หรือสามารถใช้แก้ปัญหาได้ดีเพียงใดตัวอย่างของฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม

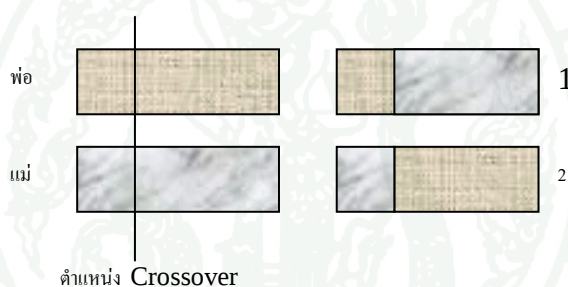
4. Genetic Operator ซึ่งเป็นวิธีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของข้อมูลทุกขั้นตอนได้แก่ Selection, Crossover และ Mutation

- Selection เพื่อให้เกิดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตนั้น โดยคัดเลือกมาเป็นโครโมโซมพ่อแม่ และ

โครโมโซมแม่ หรือที่เรียกว่า Parent ในการสืบสายพันธุ์ ทำให้เกิดปัญหาว่าจะทำอย่างไรให้เกิดจากการคัดเลือกโครโมโซมที่น่าพอใจเพื่อที่จะเกิดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตตามทฤษฎีของ Charles Darwin จึงทำให้เกิดรูปแบบมากมายในการเลือกโครโมโซมที่น่าพอใจที่สุดเพื่อนำไปสืบสายพันธุ์ทำให้เกิดรูปแบบการคัดเลือกมากมายเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่น่าพอใจที่สุด เช่น การคัดเลือกแบบ Roulette Wheel การคัดเลือกแบบ Ranking การคัดเลือกแบบ Tournament การคัดเลือกแบบ Elitist การคัดเลือกแบบ Steady-state และอื่นๆมากมายหลายวิธีเพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการคัดเลือกโครโมโซมที่ดี

- Crossover เป็นกระบวนการที่สำคัญ Genetic Algorithm เมื่อเกิดการ Crossover ขึ้นในทางพันธุศาสตร์จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย ซึ่งการ Crossover จะต้องอาศัยวิวัฒนาการเป็นเวลานาน จึงสามารถเลือกเอาคำตอบที่เหมาะสมกับความต้องการได้มากที่สุดและ ขั้นตอนในการ Crossover คือ นำ 2 โครโมโซม Parent มาผสมกันเพื่อให้ได้โครโมโซมใหม่ขึ้นมา เป็นการนำโครโมโซมคู่ที่ได้เลือกไว้จากขั้น Selection มาสร้างเป็นโครโมโซม ใหม่โดยการทำให้ Crossover ระหว่างโครโมโซม ทั้งสองซึ่งวิธีการในการทำ Crossover มีหลายวิธีดังต่อไปนี้

1. Single Crossover ทำการสุ่มตำแหน่ง crossover ขึ้นมาหนึ่งตำแหน่ง แล้วทำการแลกเปลี่ยนยีน ที่อยู่ต่อจากตำแหน่ง Crossover ที่อยู่ติดต่อจากตำแหน่ง Crossover เพื่อสร้างเป็นโครโมโซมใหม่ขึ้นมา 2 โครโมโซม



ภาพที่ 13 การ Crossover แบบ Single Crossover

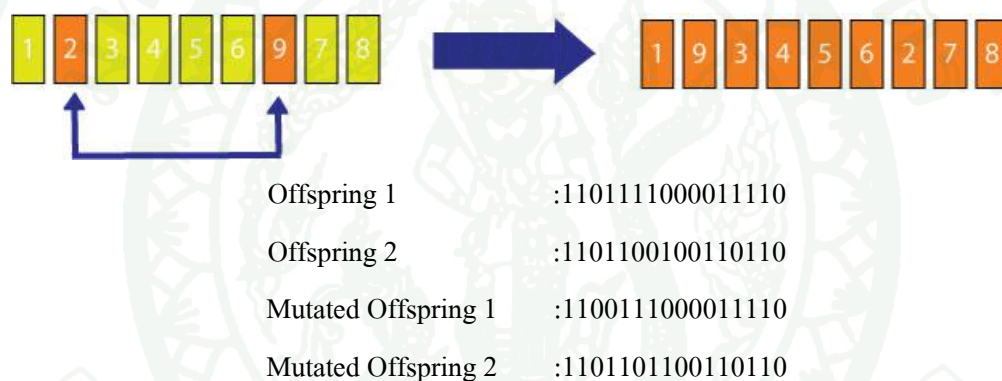
ที่มา: Koza (1992)

2. Multipoint crossover ทำการสุ่มตำแหน่ง Crossover ขึ้นมาจำนวนหนึ่งเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก แล้วทำการแลกเปลี่ยนยีน ที่อยู่ระหว่างตำแหน่ง Crossover ที่อยู่ติดกันเพื่อสร้างเป็นโครโมโซมใหม่ขึ้นมา 2 โครโมโซม

3. Uniform crossover mask ซึ่งเป็น bit string ซึ่งมีความยาวเท่ากับโครโมโซมขึ้นมา โดยที่ค่าของแต่ละบิต Bit ได้มาจากการสุ่ม ซึ่งค่าของแต่ละบิต Bit นี้จะเป็นการกำหนดว่าโครโมโซมที่สร้างขึ้นใหม่นั้น จะนำค่าของแต่ละยีนมาจากโครโมโซมตัวใด จากโครโมโซม คู่ที่เลือกมาจากขั้น Selection และสร้างอีกโครโมโซมหนึ่งในลักษณะเดียวกันโดยใช้ Inverse ของ Crossover mask ที่ใช้ข้างต้น

4. Intermediate crossover ใช้สำหรับโครโมโซมที่เป็นแบบ real value string

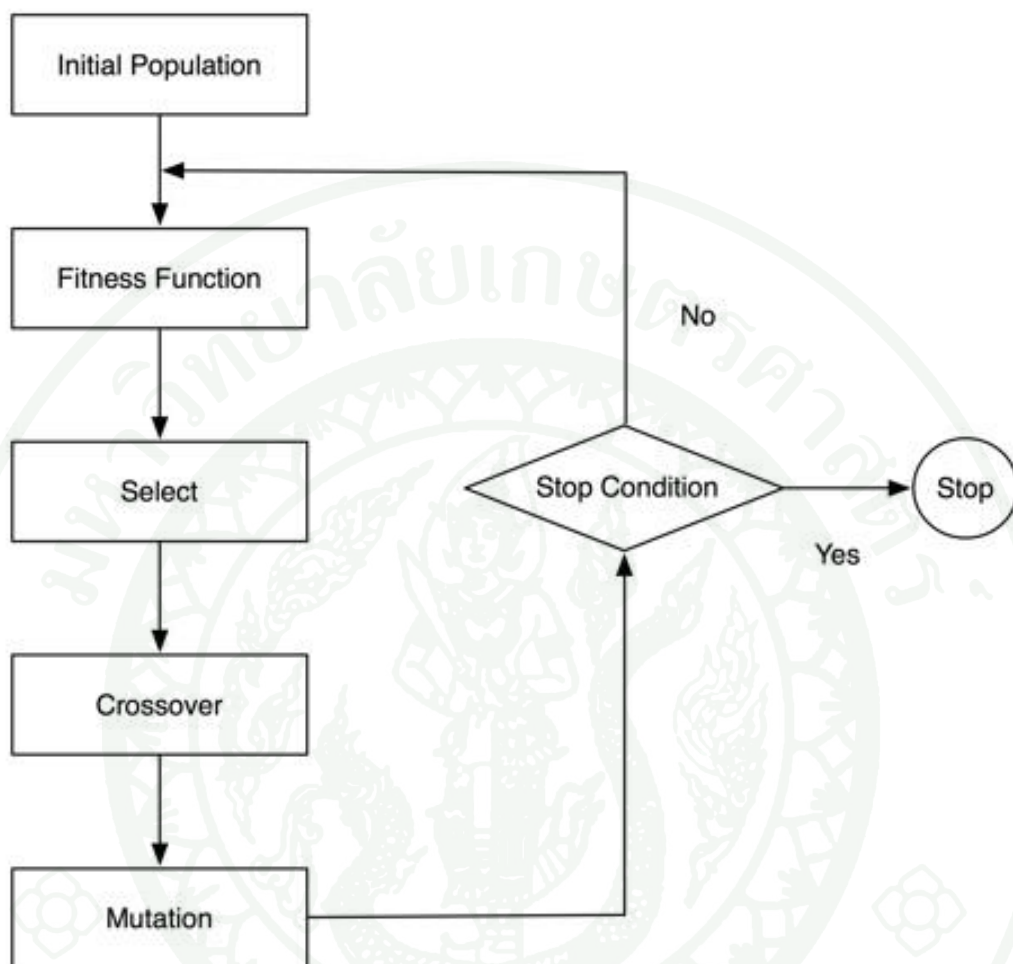
- Mutation เกิดขึ้นหลังจากการ Crossover เสร็จสิ้นจะทำการสุ่มประชากรเปลี่ยนแปลงผลที่ได้จากการ Crossover หมายความว่า รุ่นลูกที่เกิดจากผสมจากรุ่นพ่อแม่แล้วจึงนำรุ่นลูกมาดำเนินการ Mutation ต่อไป ซึ่งการ Mutation ทางพันธุศาสตร์จะทำให้ได้ลักษณะใหม่ๆ เกิดขึ้นขั้นตอนในการ Mutation เมื่อได้ตำแหน่ง Mutation แล้วเปลี่ยน แปลงค่า ณ ตำแหน่งที่สุ่มนั้น ในตัวอย่างต่อไปนี้จะดำเนินการ Mutation กับรูปแบบโครโมโซมแบบ Binary จะสุ่มเลือก ยีนแล้วเปลี่ยนแปลงค่าจาก 1 เป็น 0 หรือจาก 0 เป็น 1 ดังรูป ภายใต้งานไขของการ Mutation โครโมโซมรูปแบบ Permutation Encoding



ภาพที่ 14 การ Mutation กับ โครโมโซมรูปแบบ Permutation Encoding

ที่มา: Koza (1992)

5. Parameter ประกอบไปด้วยหลายส่วน เช่น ขนาดของประชากร Population size ความน่าจะเป็นของ Crossover หรือ Probability Crossover ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ที่ 60% - 95% ความน่าจะเป็นของ Mutation หรือ Probability Mutation ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ที่ 0%-1% และจำนวนโครโมโซมที่ใช้ในการสร้างรุ่นถัดไป ถ้ากำหนดให้จำนวนโครโมโซมในแต่ละรุ่นมากจะทำให้ Genetic Algorithm ประมวลผลได้ช้าลง



ภาพที่15 หลักการทำงานของ Genetic Algorithm

ที่มา: Koza (1992)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chan (2003) ได้กล่าวว่า ปัญหาการเติมเต็มร่วมกันเป็นปัญหาที่เกิดจากการต้องการที่จะคงคลังสินค้าหลายๆชนิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานโยบายคงคลังสินค้าให้ได้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ซึ่งต้นทุนรวมก็จะประกอบไปด้วยต้นทุนการคงคลังสินค้ากับต้นทุนการสั่งซื้อ โดยผู้วิจัยได้นำสถานการณ์ที่มีผู้ซื้อสินค้าหลายๆคน และมีสินค้าหลายๆประเภท(Multi-buyer joint replenishment problem: MJRP) ซึ่งเป็นกรณีของธนาคารฮ่องกง ที่มีหลายสาขาในประเทศฮ่องกงและในแต่ละสาขาก็มีการใช้แบบฟอร์มเพื่อทำธุรกรรมหลายๆแบบ ในแต่ละสาขาจะมีการสั่งซื้อแบบฟอร์มนั้นๆจากผู้ส่งเพียงรายเดียว โดยจำทำการสั่งซื้อด้วยตัวสาขาเอง ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรม(Genetic Algorithm) มาประยุกต์ใช้กับกรณีตัวอย่างทำการเปรียบเทียบกับวิธีการของ Goyal เขาพบว่า วิธีการเชิงพันธุกรรมจะหาคำคำตอบที่เหมาะสมได้รวดเร็วกว่าวิธีของ Goyal ซึ่งพบว่าวิธีของ Goyal ไม่เหมาะสมกับกรณีที่มีผู้สั่งซื้อหลายราย และสินค้ามีหลายประเภท

Li (2004) ได้กล่าวว่า ปัญหาการเติมเต็มกรณีที่มีผู้ซื้อหลายๆคนนั้น (MJRP) คือปัญหาการคงคลังสินค้าหลายๆชนิดแล้วมีการสั่งซื้อร่วมกันจากผู้ส่งรายเดียว โดยการสั่งซื้อร่วมกันจะช่วยลดต้นทุนในการสั่งซื้อหลัก โดยวัตถุประสงค์ของ MJRP เพื่อต้องการให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการของ RAND มาปรับปรุงให้ใช้ได้กับกรณีตัวอย่าง ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่ใช้วิธีการของ RAND กับผู้ซื้อรายเดียวเท่านั้น

Olsen (2005) ได้กล่าวว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนโยบายการเติมเต็มร่วมกันเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ต่ำที่สุดนั้น จะมุ่งเน้นไปในวิธีการจัดกลุ่มทางอ้อม (Indirect grouping) มีงานวิจัยอยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่ใช้วิธีการจัดกลุ่มโดยตรง (Direct grouping) โดยในงานวิจัยของเขาจะทำการพัฒนาทฤษฎีเชิงวิวัฒนาการ (Evolutionary Algorithm: EA) มาใช้กับนโยบายการเติมเต็มร่วมกันด้วยวิธีการจัดกลุ่มโดยตรง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของทฤษฎีเชิงวิวัฒนาการเปรียบเทียบกับวิธี RAND Algorithm โดยผู้วิจัยได้สรุปผลว่า ในบางค่าพารามิเตอร์การใช้ทฤษฎีเชิงวิวัฒนาการจะให้ค่าต้นทุนรวมในการสั่งซื้อที่ต่ำกว่าวิธีการ RAND Algorithm

Moon *et al.* (2005) ได้กล่าวว่า การจำกัดทรัพยากรในกระบวนการผลิตหรือระบบคงคลังสินค้าจริง เช่น เงินทุน , พื้นที่ , ความสามารถในการขนส่ง แต่ก็ไม่ได้มีงานวิจัยใดที่ให้ความสนใจในเรื่องนี้ ซึ่งจะมีงานวิจัยจำนวนน้อยมากที่เกี่ยวข้องกับนโยบายการเติมเต็มร่วมกันที่ให้

ความสนใจในเรื่องของการที่มีทรัพยากรมีอย่างจำกัดในกรณีที่มีเงินทุนอย่างจำกัด โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ได้พัฒนาวิธีการในการแก้ไขปัญหาคู่ 2 อัลกอริทึม ได้แก่ ตัวแรกได้ทำการพัฒนาวิธี RAND Algorithm นำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการเติมเต็มร่วมกันในกรณีที่ทรัพยากรมีอย่างจำกัด ตัวที่สองคือ ได้พัฒนาวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) นำมาใช้กับปัญหาคู่เดียวกัน เขาพบว่า วิธีการเชิงพันธุกรรมได้ให้ประสิทธิภาพของคำตอบที่ดีกว่าวิธีการ RAND Algorithm ในกรณีที่เงินลงทุนมีอย่างจำกัด

Hong *et al.* (2007) ได้กล่าวว่า ไม่มีงานวิจัยในเรื่องของการเติมเต็มร่วมกันที่ใช้ต้นทุนในการถือครองสินค้าตามความเป็นจริง โดยงานวิจัยที่มีก่อนหน้านี้ก็พยายามหลีกเลี่ยงความยุ่งยากโดยการเพิ่มข้อจำกัดของงานวิจัยลงไป ซึ่งทำให้คำตอบที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากคำตอบที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการแก้ไขปัญหาคู่ในเรื่องนี้ผู้วิจัยได้ทำการใช้ต้นทุนการถือครองสินค้าตามความเป็นจริงในการคำนวณหาต้นทุนรวม แล้วทำการพัฒนาวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) มาใช้ในการคำนวณ ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับวิธี RAND Algorithm ซึ่งพบว่าวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ให้ประสิทธิภาพดีกว่าวิธี RAND Algorithm

Hsiao (2008) ได้ทำการศึกษาการเติมเต็มสินค้าในกรณีที่มีคลังสินค้า 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย (One-warehouse multi-retailer) มีสมมติฐานที่รู้ว่ารู้ความต้องการสินค้าของผู้ค้าปลีกแต่ละรายและผู้ค้าปลีกจะซื้อสินค้าจากคลังสินค้าเดิมเท่านั้น จะไม่มีการขาดของเกิดขึ้นและระยะเวลานำในการส่งมีน้อยมาก โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาวิธีการ OID Method (Order Interval Division Method) เพื่อให้ได้มาซึ่งกลุ่มของคำตอบของระยะห่างของการสั่งที่เหมาะสม มากไปกว่านั้นผู้วิจัยยังได้ใช้วิธี RT Method (Recursive Tightening Method) มาช่วยในการหาระยะห่างของการสั่งที่เหมาะสมและBatch ของการสั่งของผู้ค้าปลีกแต่ละราย โดยวิธีการนี้จะมีลักษณะเป็นแบบ Polynomial $O(N \log N)$ เมื่อ N คือ จำนวนผู้ค้าปลีกในระบบ โดยวิธีการทั้งสองสามารถรับประกันว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่เหมาะสม 100%

Chu *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษาการคงคลังสินค้ากรณีที่มีคลังสินค้า 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย (One-warehouse multi-retailer) ซึ่งข้อมูลที่ใช้เป็นความลับ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อหานโยบายในการเติมเต็มสินค้าให้ได้ต้นทุนในการจัดซื้อกับต้นทุนในการคงคลังสินค้าต่ำที่สุด จะอ้างอิงว่าต้นทุนในการในการซื้อ ต้นทุนในการคงคลังสินค้าเป็นความลับ ไม่มีใคร

สามารถรับรู้ได้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธี Power-of-two theory นำมาพัฒนาแล้วใช้แก้ไขปัญหาคณិតที่ข้อมูลเป็นความลับ พบว่าสามารถให้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพถึง 94%

Rieksts *et al.* (2008) ได้ทำการศึกษา นโยบาย Power-of-two policy สำหรับระบบมีคลังสินค้า 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย (One-warehouse multi-retailer) แต่เป็นกรณีที่มีการลดราคาเมื่อมีการสั่งซื้อสินค้าขึ้น โดยแบบจำลองก็ได้ใช้หลักการเหมือนระบบ EOQ ทั่วไปแต่จะแตกต่างกันที่จะมีการลดราคาเมื่อมีการสั่งซื้อสินค้ามากขึ้น ผู้วิจัยพบว่า นโยบาย Power-of-two policy มีประสิทธิภาพถึง 94% ในการหาคำตอบ และสามารถมีประสิทธิภาพถึง 98% ถ้ามีการวางแผนในการสั่งซื้อไว้ แต่โดยทั่วไปในกรณีปกติวิธีการ Power-of-two policy มีประสิทธิภาพได้ถึง 96%

Jalbar *et al.* (2009) ได้กล่าวว่า เขาได้ศึกษาการคงคลังสินค้าในระบบมีคลังสินค้า 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย (One-warehouse multi-retailer) โดยลูกค้ามีความต้องการที่จะซื้อของในแต่ละผู้ค้าปลีกด้วยอัตราคงที่ ผู้ค้าปลีกจะเติมเต็มคลังสินค้าของตัวเองโดยการสั่งซื้อจากคลังสินค้า ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานที่ว่า จะไม่มีการขาดของเกิดขึ้น และเวลานำในการส่งของน้อยมาก มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการหานโยบายการเติมเต็มที่ทำให้ต้นทุนในระบบต่ำที่สุด ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาวิธีการสำหรับการคำนวณที่มีประสิทธิภาพ และใช้งานได้ง่าย โดยการประยุกต์ใช้ Spreadsheet มาหาระยะห่างและปริมาณของการสั่งซื้อของเพื่อให้เกิดความสมดุลกันในส่วนของการสั่งซื้อกับต้นทุนการคงคลังสินค้า แล้วทำการเปรียบเทียบผลของคำตอบที่ได้กับวิธีของ Roudy พบว่าวิธีของผู้วิจัยได้ต้นทุนที่ต่ำกว่า

Cha (2008) ได้ทำการศึกษา นโยบายการเติมเต็มร่วมกันกับการวางแผนการส่งในระบบมีคลังสินค้า 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย (One-warehouse multi-retailer) ผู้วิจัยได้นำเสนอ นโยบายที่มีความยืดหยุ่น โดยใช้ทฤษฎีเชิงพันธุกรรมแบบลูกผสม (Hybrid Genetic Algorithm) ในการหาการเติมเต็มร่วมกันและการจัดส่งสินค้าของคลังสินค้า เปรียบเทียบผลกับทฤษฎีที่มีอยู่คือ ทฤษฎีของ RAND และ SH ผู้วิจัยพบว่าวิธีที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถให้ผลที่ดีกว่า และยังได้วิจัยต่อไปอีกว่าวิธีทฤษฎีเชิงพันธุกรรมแบบลูกผสม ยังสามารถนำไปใช้กับปัญหาที่มีทรัพยากรอย่างจำกัดได้ดีอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
 - 1.1 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP
 - 1.2 หน่วยประมวลผลกลาง Intel Centrino Duo
 - 1.3 หน่วยความจำ RAM 2 GB
 - 1.4 ความจุของ Hard Disk Drive 120 GB
2. โปรแกรม Visual C++ Version 6.0
3. โปรแกรม Minitab Release 15.0
4. เครื่องพิมพ์ Cannon รุ่น LASER SHOT LBP-1210

วิธีการ

วิธีการในการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีการจัดการสินค้าคงคลัง การหาระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่งซึ่งเป็นปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการเชิงพันธุกรรม และสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อสินค้าในระบบที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย
2. พัฒนาวิธีการสั่งซื้อร่วมกันโดยใช้นโยบายการสั่งซื้อร่วมกันแบบบางส่วน ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกโดยแทรกวิธีการปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย เพื่อหาระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่งและแทรกทฤษฎีการขนส่งสินค้าในกรณีที่รถขนส่งมีความสามารถที่จำกัด
3. เขียนโปรแกรมโดยใช้หลักการที่เหมาะสมกับงานวิจัย
4. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาที่นำเสนอ
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลและวิจารณ์

ผล

การแก้ปัญหาการสั่งซื้อร่วมกันแบบบางส่วน ได้ใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแบ่งกลุ่มผู้ค้าปลีก ซึ่งผู้ค้าปลีกที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จะมีรอบเวลาการสั่งซื้อเท่ากันและอยู่ในเส้นทางการขนส่งเดียวกัน โดยในการหาเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมได้มีการแทรก วิธี Nearest neighborhood heuristics ทั้งนี้เพื่อที่จะหาปริมาณการจัดส่งสินค้าสำหรับผู้ค้าปลีกแต่ละรายในกรณีที่รถขนส่งมีกำลังการขนส่งจำกัด จึงมีการประยุกต์ กระบวนการหาคำตอบของวิธีการสั่งซื้อร่วมกัน โดยมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่จัดเก็บ (กำลังการขนส่งของรถ) ในกระบวนการเชิงพันธุกรรม

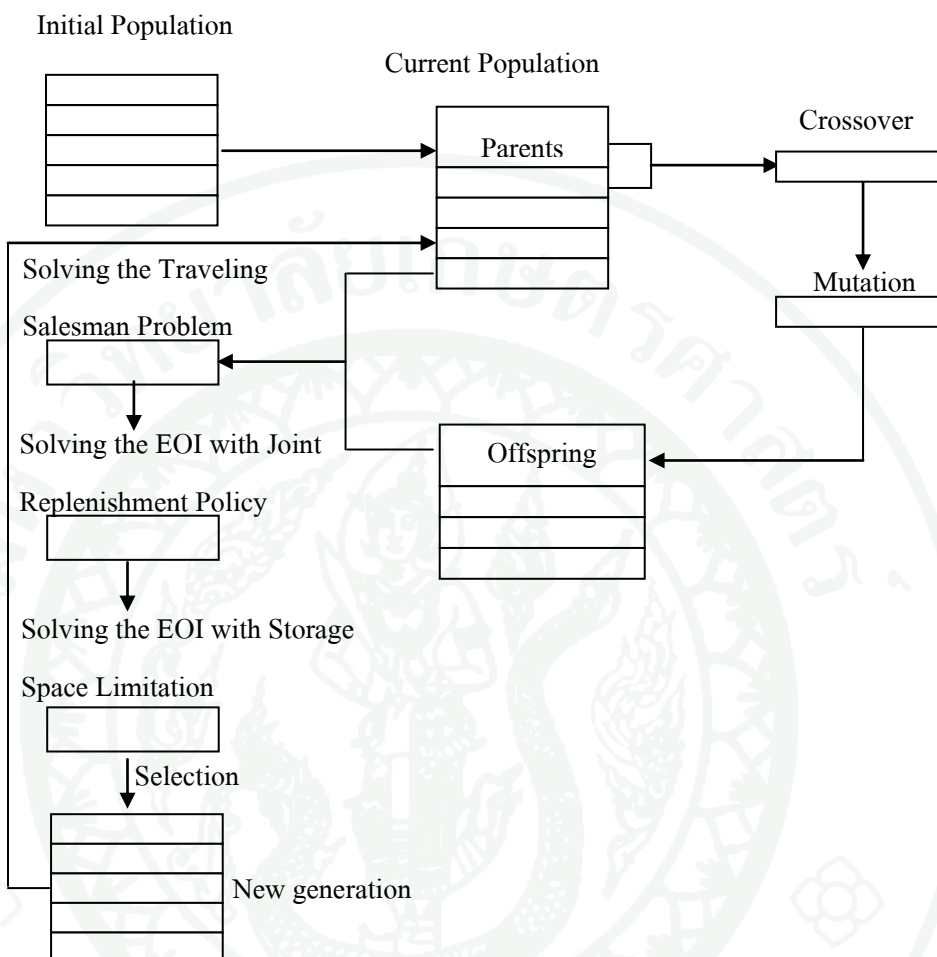
รูปแบบของวิธีเชิงพันธุกรรมที่ใช้ในงานวิจัย

วิธีการเชิงพันธุกรรมที่ประยุกต์ใช้สำหรับปัญหาการสั่งซื้อร่วมกันแบบบางส่วน สามารถสรุปเป็นขั้นตอน ได้ดังนี้

1. กำหนดค่าพารามิเตอร์เบื้องต้น เช่น จำนวนประชากร , ความน่าจะเป็นในการไขว้สายพันธุ์ (P_c) , ความน่าจะเป็นในการผ่าเหล่า (P_m)
2. ทำการสุ่มสร้างประชากรเริ่มต้น
3. สร้างประชากรจากการไขว้สายพันธุ์โดยใช้ uniform order-based crossover
4. สร้างประชากรจากการผ่าเหล่า
5. ใช้การปัญหาการเดินทางของพนักงานขายเพื่อหาระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่ง หารอบเวลาการสั่งซื้อร่วมกันที่เหมาะสม และการแก้ปัญหาการสั่งซื้อร่วมกันกรณีที่รถขนส่งมีความสามารถอย่างจำกัด
6. ประเมินค่าความเหมาะสมและทำการเลือกประชากรรุ่นถัดไป ใช้ elitism เพื่อรักษาโครโมโซมที่ดีที่สุดไว้ แล้วใช้วิธี Roulette Wheel ในการคัดเลือกโครโมโซมที่เหลือ เพื่อให้เป็นประชากรรุ่นถัดไป

วิธีการเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการตั้งซื้อร่วมกันแบบบางส่วน สามารถแสดงได้ดัง

ภาพที่ 16



ภาพที่ 16 โครงสร้างการทำงานวิธีการเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการตั้งซื้อร่วมกันแบบบางส่วน

องค์ประกอบที่สำคัญของวิธีเชิงพันธุกรรมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 6 ส่วน ดังนี้

1. การแปลงค่าและการนำเสนอ (Encoding and Representation) โดยใช้ตัวเลขตั้งแต่ 1 ขึ้นไปแทนผู้ค้าปลีกแต่ละรายและใช้ตัวเลข 0 เป็นตัวแบ่งกลุ่มของผู้ค้าปลีกแต่ละราย โดยจำนวนชิ้นของโครโมโซมจะมีค่าเท่ากับ $2n-1$ ตัว (n คือ จำนวนผู้ค้าปลีก) เช่น มีผู้ค้าปลีก 5 ราย แบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ผู้ค้าปลีกรายที่ 1 , รายที่ 2 และรายที่ 3 กลุ่มที่ 2 มีผู้ค้าปลีก รายที่ 4 และ กลุ่มที่ 3 มีผู้ค้าปลีก รายที่ 5 จะได้โครโมโซมมีลักษณะ ดังนี้

[0 0 1 2 3 0 5 0 4]

2. การสร้างประชากรเริ่มต้น (Initial Population) เป็นการกระทำอันดับแรกก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการของวิธีเชิงพันธุกรรม ประชากรเริ่มต้นเกิดจากการสุ่ม (Random) เพื่อนำประชากรเข้าไปในกระบวนการ ในการสุ่มจะต้องสุ่มให้ได้จำนวนเท่ากับขนาดของรุ่นที่ได้กำหนดไว้ โดยยังที่ไม่มีการสนใจค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม

3. การไขว้สายพันธุ์ (Crossover) ใช้วิธี uniform order-based crossover ซึ่งโครโมโซม 1 คู่ จะได้ offspring 2 ตัว โดยแสดงขั้นตอนการใช้งานตามตัวอย่างที่ 2

ตัวอย่างที่ 2 พิจารณา โครโมโซมพ่อแม่และ bit string ซึ่งมีจำนวนยีนเท่ากับกับโครโมโซมพ่อแม่

Parent 1	0	0	1	2	3	0	5	0	4
Parent 2	0	1	0	2	4	0	5	0	3
Binary Template	0	1	0	0	1	0	0	0	1

การ crossover ทำให้ได้โครโมโซมลูก 2 โครโมโซม คือ Offspring 1 และ Offspring 2 โดย Offspring 1 มีการคัดลอกตำแหน่งยีน จาก Parent 1 เมื่อค่าของ bit string เป็น “1” และ Offspring 2 มีการคัดลอกตำแหน่งยีน จาก Parent 2 เมื่อค่าของ bit string เป็น “0” ดังนี้

Offspring 1	—	0	—	—	3	—	—	—	4
Offspring 2	0	—	0	2	—	0	5	0	—

โดย Offspring 1 ในตำแหน่งที่ไม่ได้มีการคัดลอกยีนจาก Parent 1 จะทำการคัดลอกเรียงลำดับตามที่ปรากฏใน Parent 2 (ซึ่งต้องไม่ซ้ำกับยีนเดิมที่มี) และ Offspring 2 ในตำแหน่งที่ไม่ได้มีการคัดลอกยีนจาก Parent 2 จะทำการคัดลอกเรียงลำดับตามที่ปรากฏใน Parent 1 (ซึ่งต้องไม่ซ้ำกับยีนเดิมที่มี) ดังนี้

Offspring 1 0 0 1 0 3 2 0 5 4

Offspring 2 0 1 0 2 3 0 5 0 4

4. การผ่าเหล่า (Mutation) ใช้วิธีการสลับตำแหน่งแบบสุ่ม(random exchange) โดยจะทำการสุ่มตำแหน่งที่ต้องสลับกัน 2 ตำแหน่งแล้วทำการสลับกัน ตามตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 3 การผ่าเหล่าสุ่มตำแหน่งที่ 2 และ 5 ได้ Offspring 1 ดังนี้

Parent 1 0 0 1 2 3 0 5 0 4

Parent 1 0 3 1 2 0 0 5 0 4

5. การประเมินความเหมาะสมของประชากร (Fitness Function) เนื่องจากในแต่ละรุ่นของวิธีการเชิงพันธุกรรมโครโมโซมจะถูกประเมินความเหมาะสม ซึ่งความเหมาะสมหาได้จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์และในงานวิจัยนี้มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือต้นทุนรวมน้อยที่สุด ซึ่งหมายความว่าโครโมโซมที่มีต้นทุนรวมน้อยที่สุดต้องมีความเหมาะสมมากที่สุด ดังนั้นความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัวหาได้จากส่วนกลับของต้นทุนรวมของแต่ละโครโมโซม

$$eval(v_i) = \frac{1}{f(v_i)} \quad (24)$$

โดย $eval(v_i)$ เป็นฟังก์ชันการประเมินความเหมาะสมของโครโมโซมที่ i และ $f(v_i)$ เป็นค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ตามสมการที่ 1

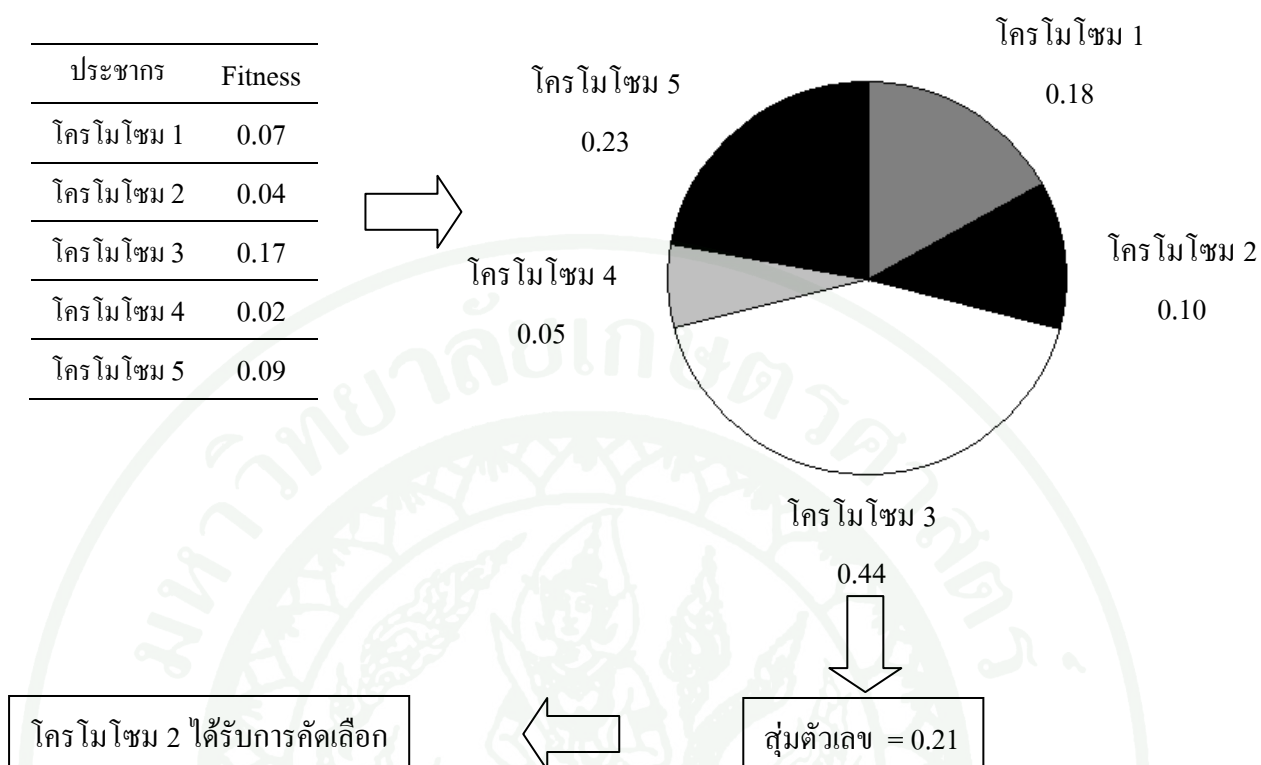
6. การคัดเลือกโครโมโซม (Selection) โดยใช้วิธี Elitism เนื่องจากในการคัดเลือบบางครั้งโครโมโซมที่ดีที่สุดอาจไม่ได้รับการคัดเลือกให้เป็นประชากรในรุ่นถัดไป elitism จึงเป็นการคัดเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดไว้เพื่อรักษาการคงอยู่ โดยเลือกโครโมโซมที่ให้ค่าต้นทุนในการตั้งซื้อต่ำที่สุด ต้นทุนในการขนส่งต่ำที่สุด และต้นทุนในการถือครองสินค้าต่ำที่สุด ส่วนโครโมโซมที่เหลือ ใช้วิธี Roulette Wheel ในการคัดเลือก ซึ่งวิธี Roulette Wheel เปรียบเสมือนการนำโครโมโซมทุกตัวของประชากรรุ่นนั้นมาเขียนเป็นช่องเหมือนกับวงล้อ Roulette ความกว้างใน

แต่ละช่องไม่เท่ากัน โดยเป็นสัดส่วนกับความเหมาะสมของโครโมโซมนั้น และมีการหมุนวงล้อเท่ากับจำนวนประชากรที่กำหนดไว้ในแต่ละรุ่น เมื่อวงล้อหมุนตกช่องไหน จะเลือกโครโมโซมนั้นเนื่องจากโครโมโซมที่เหมาะสมกว่าจะมีช่องขนาดใหญ่กว่า ดังนั้น โอกาสถูกเลือกจึงมีมากกว่า โดยแสดงตามตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 3 คัดเลือกโครโมโซมโดยใช้วิธี Roulette Wheel จากโครโมโซม 5 ชุด

โครโมโซม	:	1	2	3	4	5
ค่าใช้จ่าย	:	15	27	6	52	11
ความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัวหาได้ตามสมการที่ (24)						
ความเหมาะสม	:	0.07	0.04	0.17	0.02	0.09
สัดส่วนกับความเหมาะสม	:	0.18	0.10	0.44	0.05	0.23
ความเหมาะสมสะสม	:	0.18	0.28	0.72	0.77	100

ทำการสุ่มตัวเลขจาก 0.00 ถึง 1.00 ได้ 0.21 ดังนั้น โครโมโซมที่ 2 ได้รับการคัดเลือก



ภาพที่ 17 การคัดเลือกโครโมโซม

ที่มา: Koza (1992)

เงื่อนไขในกระบวนการหยุดการหาคำตอบ (Stopping Criteria) วิธีการเชิงพันธุกรรมจะทำการวนหาคำตอบต่อไปจนกระทั่ง เกิดกรณีใดกรณีหนึ่งใน 2 กรณี คือ ต้นทุนรวมที่ดีที่สุดของรุ่นปัจจุบันเปรียบเทียบกับต้นทุนรวมที่ดีที่สุดของรุ่นก่อนหน้านี้ 200 รุ่น มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างน้อยกว่า 0.02 หรือจำนวนรุ่นของประชากรสูงสุดเท่ากับ 10,000 รุ่น

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการแก้ปัญหาในงานวิจัย

งานวิจัยใช้ภาษา C++ ในการเขียนวิธีการเชิงพันธุกรรมเพื่อแบ่งกลุ่มผู้ค้าปลีก โดยแทรก Nearest neighborhood heuristics สำหรับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย เพื่อคำนวณหา ระยะทางในการขนส่งที่สั้นที่สุด และวิธีการคำนวณหาเวลาการสั่งซื้อ ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมในกรณีที่ความสามารถในการขนส่งมีอย่างจำกัด ซึ่งนำไปสู่การหาต้นทุนรวมที่เกิดจาก ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุนในการถือครองสินค้า ใช้โปรแกรม Visual C++ Version 6.0 เป็นตัวคอมไพล์และทดสอบโปรแกรม

การปรับแต่งโปรแกรม

ทำการปรับแต่งโปรแกรมจากการสร้างและพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจัดกลุ่มในการสั่งซื้อสินค้าแล้วนั้น เพื่อทำการทดสอบค่า P_c และ P_m ที่เหมาะสมกับโปรแกรม โดยปัญหาที่ถูกจำลองขึ้นนั้นมี 90 ปัญหา ซึ่งค่า P_c ที่ใช้ทดสอบมีค่าเท่ากับ (0.7 0.8 และ 0.9) และค่า P_m มีค่าเท่ากับ (0.05 0.1 และ 0.2) ทำให้ได้รูปแบบของค่า P_c และ P_m ในการทดสอบ ทั้งหมด 9 รูปแบบ ตามตารางที่ 3 โดยรูปแบบของค่า P_c และ P_m ทั้ง 9 แบบ มีชุดปัญหา 90 ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็นที่จำนวนผู้ค้าปลีก 10 ราย จำนวน 30 ปัญหา , ที่จำนวนผู้ค้าปลีก 20 ราย จำนวน 30 ปัญหา และ ที่จำนวนผู้ค้าปลีก 30 ราย จำนวน 30 ปัญหา ประชากรขนาด 100 โคโรโมโซม โดยในแต่ละปัญหาจะทดสอบ 3 ครั้ง และคำตอบที่ได้ (ค่าใช้จ่ายรวมเป็นบาท) จากการทดสอบค่า P_c และ P_m ที่ระดับต่างๆ ดังตารางผนวกที่ ก1

ตารางที่ 3 รูปแบบของค่า P_c และ P_m ในการทดสอบ

รูปแบบ	ค่า P_c / P_m
1	0.7/0.05
2	0.7/0.1
3	0.7/0.2
4	0.8/0.05
5	0.8/0.1
6	0.8/0.2
7	0.9/0.05
8	0.9/0.1
9	0.9/0.2

จากผลการทดสอบ พิจารณาถึงจำนวนครั้ง ที่ให้ต้นทุนรวมที่ดีที่สุดในแต่ละระดับของค่า P_c และ P_m ตามตารางที่ 4 พบว่า ค่าของ P_c และ P_m ที่ให้ต้นทุนรวมที่ดีที่สุด เป็นจำนวนครั้งมากที่สุด คือค่า $P_c = 0.7$ และ $P_m = 0.1$ จึงเลือกใช้ค่านี้ สำหรับวิธีการเชิงพันธุกรรมในงานวิจัย

ตารางที่ 4 จำนวนครั้งของการทดลองที่ให้ค่าที่ดีที่สุด

ระดับ (P_c / P_m)	จำนวนครั้ง
0.7/0.05	31
0.7/0.1	40
0.7/0.2	28
0.8/0.05	32
0.8/0.1	32
0.8/0.2	31
0.9/0.05	33
0.9/0.1	33
0.9/0.2	29

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีเชิงพันธุกรรมที่ถูกพัฒนาขึ้น

ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพได้นำต้นทุนรวมซึ่งประกอบไปด้วยต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุนในการถือครองสินค้า ของวิธีเชิงพันธุกรรมนำมาเปรียบเทียบกับคำตอบที่ได้จากวิธีฮิวริสติกส์อย่างง่าย 3 วิธี คือ การสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก (Individual Ordering Policy: IOP) การสั่งซื้อแบบร่วมกันทุกคาบเวลา (Joint Ordering Policy: JOP) และการสั่งซื้อแบบร่วมกันบางคาบเวลา (Mixed Ordering Policy: MOP) โดยหลักการของวิธีฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. วิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก (Individual Ordering Policy: IOP) เป็นวิธีการสั่งซื้อสินค้าที่ผู้ค้าปลีกแต่ละรายทำการสั่งซื้อสินค้าจากคลังสินค้าด้วยตัวเอง โดยการสั่งไม่จำเป็นต้องสั่งพร้อมกับผู้ค้าปลีกรายอื่นในระบบ ดังนั้น ความถี่ของการสั่งสินค้า (T_i) จึงไม่เท่ากันในผู้ค้าปลีก i ราย และ

ระยะทางที่ใช้ขนส่งจากคลังสินค้าไปผู้ค้าปลีก i แล้วกลับมาคลังสินค้ามีค่าเท่ากับ P_i การคำนวณหา
รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อสามารถหาได้จากสมการที่ 27 และ 28

$$T_i^* = (2(S + s_i + P_i A)/(D_i H_i))^{1/2} \quad (27)$$

$$Q_i = T_i^* D_i \quad (28)$$

ต้นทุนรวม (TC) รวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุน
ในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ 29

$$TC_i = [S + s_i]/T_i + P_i A/T_i + \frac{1}{2} T_i D_i H_i \quad (29)$$

2. วิธีการสั่งซื้อแบบร่วมกันทุกคาบเวลา (Joint Ordering Policy: JOP) เป็นวิธีการสั่งซื้อ
ร่วมกันทั้งหมดของผู้ค้าปลีกทุกราย ดังนั้นความถี่ของการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกแต่ละราย (T) ต้อง
เท่ากันหมดและพร้อมกันทุกครั้ง ระยะทางที่ใช้ขนส่งจากคลังสินค้าไปยังผู้ค้าปลีกทุกรายแล้ว
กลับมาคลังสินค้ามีค่าเท่ากับ P โดยใช้การแก้ปัญหา TSP หาเส้นทางที่เหมาะสม การคำนวณหา
รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อสามารถหาได้จากสมการที่ 30 และ 31

$$T^* = \left(2 \left(S + \sum_{i=1}^n s_i + PA \right) / \left(\sum_{i=1}^n D_i H_i \right) \right)^{1/2} \quad (30)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_i = T^* \sum_{i=1}^n D_i \quad (31)$$

การคำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และ
ต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 32

$$TC = \left(S + \sum_{i=1}^n s_i + P \times A \right) / T + \left(\frac{1}{2} \right) T \sum_{i=1}^n D_i H_i \quad (32)$$

3. วิธีการสั่งซื้อแบบร่วมกันบางคาบเวลา (Mixed Ordering Policy: MOP) เป็นวิธีการ
สำหรับการเติมเต็มสินค้าร่วมกันหลายชนิดจากผู้ทำการผลิตรายเดียว หรือ การกระจายสินค้า 1 ชนิด

จากคลังสินค้าไปยังผู้ค้าปลีกหลายราย เป็นวิธีการสั่งซื้อที่ผู้ค้าปลีกแต่ละรายไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อพร้อมกันในทุกรอบของการสั่งซื้อ โดยวิธีการสั่งซื้อจะมีการคำนวณความถี่ในการสั่งซื้อที่เหมาะสม (T) ซึ่งเป็นค่าความถี่ในการสั่งซื้อพื้นฐาน ผู้ค้าปลีกแต่ละรายจะมีค่า k_i เป็นตัวแสดงให้เห็นว่าผู้ค้าปลีก i จะมีการสั่งของทุก k รอบของการสั่ง เช่น ผู้ค้าปลีกรายที่ 1 มีค่า $k_1=3$ หมายความว่า มีผู้ค้าปลีกรายที่ 1 มีการสั่งซื้อทุกๆสามครั้งที่มีการสั่งซื้อ โดยให้ P เป็นระยะทางที่ใช้ในการขนส่งทั้งหมดใน 1 ปี การคำนวณหารอบเวลาในการสั่งซื้อสามารถหาได้จากสมการที่ 33 และ 34

$$T^* = \left(\frac{2 \left(S + \sum_{i=1}^n \frac{s_i}{[k_i]} \right)}{\sum_{i=1}^n H_i D_i [k_i]} \right)^{1/2} \quad (33)$$

$$T_i^* = T^* [k_i] \quad (34)$$

ปริมาณในการสั่งซื้อสามารถหาได้จากสมการที่ 35

$$\sum_{i \in G_j} Q_i = \sum_{i \in G_j} T_i^* D_i \quad (35)$$

คำนวณหาจำนวนรอบในการสั่งซื้อต่อปี

$$m = \frac{1}{T^*} \quad (36)$$

การคำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และ ต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 37

$$TC = \left(\frac{T}{2} \right) \left(\sum_{i=1}^n k_i D_i H_i \right) + \left(\frac{1}{T} \right) \left(S + \sum_{i=1}^n \left(\frac{s_i}{k_i} \right) \right) + (P \times A) \quad (37)$$

การกำหนดปัญหาเพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีการเชิงพันธุกรรมถูกแบ่งตามปัจจัย 3 ปัจจัย ได้แก่ จำนวนผู้ค้าปลีก (10 20 และ 30) ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า (10% 20% และ 30%) ของราคาสินค้า ต้นทุนการสั่งซื้อรอง (5% 10% และ 20%) ของต้นทุนการสั่งซื้อหลัก โดยราคาของ

สินค้า ต้นทุนในการสั่งซื้อหลัก ความต้องการสินค้า และระยะทางในการขนส่ง ถูกสุ่มจากการแจกแจงแบบเอกฐานชนิดไม่ต่อเนื่อง(Discrete uniform distribution) มีค่าอยู่ในช่วง [100,1000] [100,1000] [1000,5000] และ [20,100] ตามลำดับ ทั้งนี้จากการที่มีปัจจัยที่พิจารณา 3 ปัจจัย(Factor) แต่ละปัจจัยมี 3 ระดับ(Level) เกิดการทดสอบ 27 รูปแบบ(Treatment combination) โดยในงานวิจัยได้มีการสร้างชุดปัญหา 30 ชุด (Replication) ในแต่ละรูปแบบ ซึ่งทำให้ได้จำนวนปัญหาทั้งสิ้น 810 ปัญหา

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธี individual ordering policy (IOP) หาได้จากสมการ(38) , วิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธี joint ordering policy (JOP) หาได้จากสมการ(39) และวิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธี mixed ordering policy (MOP) หาได้จากสมการ(40) ตามลำดับ โดยถ้าค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมีค่ามากกว่าศูนย์แสดงว่าวิธีเชิงพันธุกรรม(GA)ให้ค่าต้นทุนรวมที่ดีกว่าวิธีอื่น ซึ่งในบางปัญหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างอาจมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าวิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธีอื่น ให้ค่าคำตอบของต้นทุนรวมที่เท่ากัน

$$\%deviation=100\times\left(\frac{IOP-GA}{GA}\right) \quad (38)$$

$$\%deviation=100\times\left(\frac{JOP-GA}{GA}\right) \quad (39)$$

$$\%deviation=100\times\left(\frac{MOP-GA}{GA}\right) \quad (40)$$

ตัวอย่างการคำนวณหาคำตอบของปัญหาในงานวิจัย

กรณีที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง ทำการกระจายสินค้ากระจายสินค้าไปยังผู้ค้าปลีก 10 ราย (ตัวอย่างปัญหาที่ 30 ในงานวิจัย) ซึ่งผู้ค้าปลีกแต่ละรายตั้งอยู่ในตำแหน่งและระยะทางที่แตกต่างกัน โดยระยะทางที่ใช้ในการขนส่งเป็นดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระยะทางที่ใช้ในการขนส่ง (กิโลเมตร) สำหรับปัญหาที่ 30 ในงานวิจัย

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	100	61	85	37	50	52	39	59	32	99
1	100	0	26	83	68	24	92	35	85	90	94
2	61	26	0	49	35	51	32	32	37	59	39
3	85	83	49	0	33	21	48	57	78	25	55
4	37	68	35	33	0	33	55	74	37	23	75
5	50	24	51	21	33	0	28	92	39	84	60
6	52	92	32	48	55	28	0	56	21	61	46
7	39	35	32	57	74	92	56	0	72	85	88
8	59	85	37	78	37	39	21	35	0	45	98
9	32	90	59	25	23	84	61	69	45	0	80
10	99	94	39	55	75	60	46	60	98	80	0

รายละเอียดอื่นๆ ในปัญหาที่ใช้ในการพิจารณา เป็นดังนี้

- ความต้องการสินค้า (D_i) ในผู้ค้าปลีกแต่ละราย เป็นดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความต้องการสินค้าในผู้ค้าปลีกแต่ละราย

ผู้ค้าปลีกรายที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ความต้องการ สินค้า (ชิ้น)	2,656	1,501	2,514	2,735	1,495	3,298	4,982	4,483	4,066	1,514

- ค่าสัดส่วนถือครองสินค้าของผู้ค้าปลีกแต่ละราย (H_i) มีค่าเท่ากันเท่ากับ 52 บาทต่อชิ้นต่อปี
- ต้นทุนค่าขนส่ง (A) มีค่าเท่ากับ 1 บาทต่อกิโลเมตร
- ต้นทุนการสั่งซื้อหลัก (S) มีค่าเท่ากับ 278 บาทต่อครั้งของการสั่งซื้อ
- ต้นทุนการสั่งซื้อรอง (s_i) มีค่าเท่ากับ 13.9 บาทต่อผู้ค้าปลีก 1 ราย
- รถที่ใช้ในการขนส่งมีความสามารถบรรทุก (C_{max}) ได้ไม่เกิน 500 ชิ้นต่อเที่ยว

1. การหาคำนวณคำตอบด้วยวิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

กำหนดให้คำตอบที่ได้จากวิธีเชิงพันธุกรรม แบ่งผู้ค้าปลีกออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 มีผู้ค้าปลีกรายที่ 1,2,3,5,7,9 และกลุ่มที่ 2 มีผู้ค้าปลีกรายที่ 4,6,8,10 (ข้อสังเกต คำตอบนี้อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด) ซึ่งคำตอบนี้สามารถแทนด้วยสัญลักษณ์ 1 2 3 5 7 9 / 4 6 8 10

คำนวณหาเส้นทางการเดินทางในแต่ละกลุ่ม โดยใช้การแก้ปัญหาแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) อาศัย Nearest Neighborhood Heuristic ในการหาระยะทางสั้นที่สุด ซึ่งทำให้เส้นทางในการขนส่งสินค้า ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือ

0→9→3→5→1→2→7→0 มีระยะทางรวมเท่ากับ 199 กิโลเมตร

กลุ่มที่ 2 คือ

0→4→8→6→10→0 มีระยะทางรวมเท่ากับ 240 กิโลเมตร

คำนวณหาเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อโดยใช้ทฤษฎี EOI with Joint Replenish Policy ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 20 และ 21

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของกลุ่มที่ 1 มีค่าเท่ากับ

$$T_1^* = (2(278 + 83.4 + 199)/(52 \times 17214))^{1/2} = 0.03538$$

$$\sum_{i \in G_1} Q_i = 0.03538 \times 17214 = 609.12 > 500 \text{ (เกินความสามารถของรถบรรทุก)}$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของกลุ่มที่ 2 มีค่าเท่ากับ

$$T_2^* = (2(278 + 55.6 + 240)/(52 \times 12030))^{1/2} = 0.04282$$

$$\sum_{i \in G_2} Q_i = 0.04282 \times 12030 = 515.17 > 500 \text{ (เกินความสามารถของรถบรรทุก)}$$

คำนวณหาเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อในกรณีที่ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งเกินความสามารถของรถบรรทุก โดยใช้ทฤษฎี EOI with Storage Space Limitation ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 25

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของกลุ่มที่ 1 มีค่าเท่ากับ

$$T_{1new}^* = \frac{0.03538 \times 500}{609.12} = 0.02905$$

$$\sum_{i \in G_1} Q_i = 0.02905 \times 17214 = 500$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของกลุ่มที่ 2 มีค่าเท่ากับ

$$T_{2new}^* = \frac{0.04282 \times 500}{515.17} = 0.04156$$

$$\sum_{i \in G_2} Q_i = 0.04156 \times 12030 = 500$$

คำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 22

$$TC_1 = [278 + 83.4] / 0.02905 + 199 \times 1 / 0.02905 + \frac{1}{2} \times 0.02905 \times 17214 \times 52 = 26800.82$$

$$TC_2 = [278 + 55.6] / 0.04156 + 240 \times 1 / 0.04156 + \frac{1}{2} \times 0.04156 \times 12030 \times 52 = 32293.45$$

$$TC = \sum_{j=1}^m TC_j = 26800.82 + 32293.45 = 59094.3$$

ดังนั้น สำหรับคำตอบที่มีการจัดกลุ่มแบบ 1,2,4,5,7,9/4,6,8,10 ได้ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อร่วมกันของผู้ค้าปลีกมีค่าเท่ากับ 59094.3 บาทต่อปี

2. การหาคำนวณคำตอบด้วยวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก (Individual Ordering Policy:

IOP)

เป็นวิธีการสั่งซื้อสินค้าที่ผู้ค้าปลีกแต่ละรายทำการสั่งซื้อสินค้าจากคลังสินค้าด้วยตัวเอง โดยการสั่งไม่จำเป็นต้องสั่งพร้อมกับผู้ค้าปลีกรายอื่นในระบบ คำนวณหาเส้นทางการเดินทางในผู้ค้าปลีกแต่ละรายได้ระยะทาง ดังต่อไปนี้

0→1→0 มีค่าเท่ากับ 200 กิโลเมตร

0→2→0 มีค่าเท่ากับ 122 กิโลเมตร

0→3→0 มีค่าเท่ากับ 170 กิโลเมตร

0→4→0 มีค่าเท่ากับ 74 กิโลเมตร

0→5→0 มีค่าเท่ากับ 100 กิโลเมตร

0→6→0 มีค่าเท่ากับ 104 กิโลเมตร

0→7→0 มีค่าเท่ากับ 78 กิโลเมตร

0→8→0 มีค่าเท่ากับ 118 กิโลเมตร

0→9→0 มีค่าเท่ากับ 64 กิโลเมตร

0→10→0 มีค่าเท่ากับ 198 กิโลเมตร

คำนวณหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อโดยใช้ทฤษฎี EOI with Joint Replenish Policy ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 22

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 1 มีค่าเท่ากับ

$$T_1^* = (2(278 + 13.9 + 200)/(2656 \times 52))^{1/2} = 0.0844$$

$$Q_1 = 0.08440 \times 2656 = 224.164$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 2 มีค่าเท่ากับ

$$T_2^* = (2(278 + 13.9 + 122)/(1501 \times 52))^{1/2} = 0.1030$$

$$Q_2 = 0.1030 \times 1501 = 154.58$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 3 มีค่าเท่ากับ

$$T_3^* = (2(278 + 13.9 + 170)/(2514 \times 52))^{1/2} = 0.0841$$

$$Q_3 = 0.0841 \times 2514 = 211.33$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 4 มีค่าเท่ากับ

$$T_4^* = (2(278+13.9+74)/(2735 \times 52))^{1/2} = 0.0717$$

$$Q_4 = 0.0717 \times 2735 = 196.19$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 5 มีค่าเท่ากับ

$$T_5^* = (2(278+13.9+100)/(1495 \times 52))^{1/2} = 0.1004$$

$$Q_5 = 0.1004 \times 1495 = 150.11$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 6 มีค่าเท่ากับ

$$T_6^* = (2(278+13.9+104)/(3298 \times 52))^{1/2} = 0.0679$$

$$Q_6 = 0.0679 \times 3298 = 224.09$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 7 มีค่าเท่ากับ

$$T_7^* = (2(278+13.9+78)/(4982 \times 52))^{1/2} = 0.0534$$

$$Q_7 = 0.0534 \times 4982 = 266.23$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 8 มีค่าเท่ากับ

$$T_8^* = (2(278+13.9+118)/(4483 \times 52))^{1/2} = 0.0593$$

$$Q_8 = 0.0593 \times 4483 = 265.85$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 9 มีค่าเท่ากับ

$$T_9^* = (2(278+13.9+64)/(4066 \times 52))^{1/2} = 0.0580$$

$$Q_9 = 0.0580 \times 4066 = 235.92$$

รอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกรายที่ 10 มีค่าเท่ากับ

$$T_{10}^* = (2(278+13.9+198)/(1514 \times 52))^{1/2} = 0.1116$$

$$Q_{10} = 0.1116 \times 1514 = 168.90$$

เนื่องจากปริมาณในการสั่งซื้อต่อรอบของผู้ค้าปลีกแต่ละรายไม่เกินความสามารถของรถบรรทุก จึงไม่จำเป็นต้องคำนวณหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อในกรณีที่ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งเกินความสามารถของรถบรรทุก

คำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 29

$$TC_1 = [278 + 13.9] / 0.0844 + 200 \times 1 / 0.0844 + \frac{1}{2} \times 0.0844 \times 2656 \times 52 = 11656.53$$

$$TC_2 = [278 + 13.9] / 0.1030 + 122 \times 1 / 0.1030 + \frac{1}{2} \times 0.1030 \times 1501 \times 52 = 8038.12$$

$$TC_3 = [278 + 13.9] / 0.0841 + 170 \times 1 / 0.0841 + \frac{1}{2} \times 0.0841 \times 2514 \times 52 = 10989.40$$

$$TC_4 = [278 + 13.9] / 0.0717 + 74 \times 1 / 0.0717 + \frac{1}{2} \times 0.0717 \times 2735 \times 52 = 10201.79$$

$$TC_5 = [278 + 13.9] / 0.1004 + 100 \times 1 / 0.1004 + \frac{1}{2} \times 0.1004 \times 1495 \times 52 = 7805.93$$

$$TC_6 = [278 + 13.9] / 0.0679 + 104 \times 1 / 0.0679 + \frac{1}{2} \times 0.0679 \times 3298 \times 52 = 11652.9$$

$$TC_7 = [278 + 13.9] / 0.0534 + 78 \times 1 / 0.0534 + \frac{1}{2} \times 0.0534 \times 4982 \times 52 = 13843.97$$

$$TC_8 = [278 + 13.9] / 0.0593 + 118 \times 1 / 0.0593 + \frac{1}{2} \times 0.0593 \times 4483 \times 52 = 13824.20$$

$$TC_9 = [278 + 13.9] / 0.0580 + 64 \times 1 / 0.0580 + \frac{1}{2} \times 0.0580 \times 4066 \times 52 = 12267.70$$

$$TC_{10} = [278 + 13.9] / 0.1116 + 198 \times 1 / 0.1116 + \frac{1}{2} \times 0.1116 \times 1514 \times 52 = 8782.81$$

$$TC = \sum_{i=1}^{10} TC_i = 109063.4$$

ดังนั้น สำหรับการสั่งสินค้าแบบแยกผู้ค้าปลีก ได้ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อมีค่าเท่ากับ 109063.4 บาทต่อปี

3. การหาคำนวณคำตอบด้วยวิธีการสั่งแบบวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลา

(Joint Ordering Policy : JOP)

เป็นวิธีการสั่งซื้อร่วมกันทั้งหมดของผู้ค้าปลีกทุกราย ดังนั้น ความถี่ของการสั่งซื้อของผู้ค้าปลีกแต่ละราย ต้องเท่ากันหมดและพร้อมกันทุกครั้งคำนวณหาเส้นทางการเดินทาง โดยการใช้การแก้ปัญหาแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) อาศัย Nearest Neighborhood Heuristic ในการหาระยะทางสั้นที่สุด ซึ่งทำให้เส้นทางในการขนส่งสินค้า คือ $0 \rightarrow 9 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 10 \rightarrow 0$ มีระยะทางรวมเท่ากับ 443 กิโลเมตร

คำนวณหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อโดยใช้ทฤษฎี EOI with Joint Replenish Policy ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 29 และ 30

$$T^* = (2(278 + 139 + 443) / (52 \times 29244))^{1/2} = 0.0336$$

$$\sum_{i=1}^{10} Q_i = 0.0336 \times 29244 = 983.52 > 500 \quad (\text{เกินความสามารถของรถบรรทุก})$$

คำนวณหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อในกรณีที่ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งเกินความสามารถของรถบรรทุก โดยใช้ทฤษฎี EOI with Storage Space Limitation ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 31

$$T_{new}^* = \frac{0.0336 \times 500}{983.52} = 0.0171$$

$$\sum_{i=1}^{10} Q_i = 0.0171 \times 29244 = 500$$

คำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 32

$$TC = (278 + 139 + 443) / 0.0171 + \left(\frac{1}{2}\right) \times 0.0171 \times 52 \times 29244 = 63299.68$$

ดังนั้น สำหรับการสั่งซื้อสินค้าแบบร่วมกันทุกคาบเวลา ได้ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อมีค่าเท่ากับ 63299.68 บาทต่อปี

4. การหาคำนวนคำตอบด้วยวิธีการสั่งแบบวิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา (Mixed Ordering Policy)

เป็นวิธีการสำหรับการเติมเต็มสินค้าร่วมกันหลายชนิดจากผู้ทำการผลิตรายเดียว หรือการกระจายสินค้า 1 ชนิด จากคลังสินค้าไปยังผู้ค้าปลีกหลายราย เป็นวิธีการสั่งซื้อที่ผู้ค้าปลีกแต่ละรายไม่จำเป็นต้องสั่งซื้อพร้อมกันในทุกรอบของการสั่งซื้อ

วิธีการหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อสามารถแสดงได้ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 วิธีการหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อด้วยวิธีการสั่งซื้อร่วมกันบางคาบเวลา

i	D_i	H_i	s_i	λ_i	k_i	$[k_i]$	$H_i D_i [k_i]$	$s_i / [k_i]$	T_i^*
1	2656	52	13.9	0.01419	1.3695813	1	138112	13.9	0.0212
2	1501	52	13.9	0.01887	1.8218454	2	156104	6.95	0.0425
3	2514	52	13.9	0.01458	1.4077295	1	130728	13.9	0.0212
4	2735	52	13.9	0.01398	1.3496563	1	142220	13.9	0.0212
5	1495	52	13.9	0.01891	1.8254976	2	155480	6.95	0.0425
6	3298	52	13.9	0.01273	1.2290698	1	171496	13.9	0.0212
7	4982	52	13.9	0.01036	1	1	259064	13.9	0.0212
8	4483	52	13.9	0.01092	1.0541866	1	233116	13.9	0.0212
9	4066	52	13.9	0.01147	1.1069249	1	211432	13.9	0.0212
10	1514	52	13.9	0.01879	1.8140069	2	157456	6.95	0.0425
Total							1755208	118.15	

จากตารางที่ 7 สามารถแบ่งการสั่งซื้อร่วมกันออกเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ 1 มีผู้ค้าปลีก 1,3,4,6,7,8,9 สั่งพร้อมกัน และ แบบที่ 2 มีผู้ค้าปลีก 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 สั่งพร้อมกัน ซึ่งสามารถคำนวณหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมได้ ตามสมการที่ 29 และ 30

ปริมาณในการสั่งซื้อร่วมกัน แบบที่ 1 คือ

$$\sum_{i \in G_1} Q_i = 0.0212 \times (24734) = 525.503 > 500 \text{ (เกินความสามารถของรถบรรทุก)}$$

ปริมาณในการสั่งซื้อร่วมกัน แบบที่ 2 คือ

$$\sum_{i \in G_2} Q_i = 0.0425(4510) + 0.0212(24734) = 717.14 > 500 \text{ (เกินความสามารถของ}$$

รถบรรทุก)

คำนวณหารอบเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อในกรณีที่ปริมาณการสั่งซื้อต่อครั้งเกินความสามารถของรถบรรทุก โดยใช้ทฤษฎี EOI with Storage Space Limitation (โดยจะปรับรอบเวลาการสั่งซื้อเฉพาะแบบที่เกินความสามารถของรถบรรทุกมากที่สุด) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 20

$$T_{new}^* = \frac{0.0212 \times 500}{717.14} = 0.0148$$

คำนวณหาเส้นทางการเดินทางในแต่ละกลุ่ม โดยใช้การแก้ปัญหาแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) อาศัย Nearest Neighborhood Heuristic ในการหาระยะทางสั้นที่สุด ซึ่งทำให้เส้นทางการขนส่งสินค้าของ

แบบที่ 1 คือ 0→9→4→3→6→8→7→1→0 มีระยะทางรวมเท่ากับ 364 กิโลเมตร

แบบที่ 2 คือ 0→9→4→3→5→1→2→6→8→7→10→0 มีระยะทางรวมเท่ากับ 443 กิโลเมตร

คำนวณหาจำนวนรอบในการสั่งซื้อต่อปีตามสมการที่ 21

$$m = \frac{1}{0.0148} = 68$$

คำนวณหาต้นทุนรวม ซึ่งเกิดจากผลรวมของ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนในการขนส่ง และ ต้นทุนในการถือครองสินค้า ซึ่งสามารถหาได้จากสูตร

$$TC = \left(\frac{0.0148}{2} \right) (1755208) + \left(\frac{1}{0.0148} \right) (278 + 118.15) + ((443 + 364) \times 34 \times 1) = 67181.3$$

ดังนั้น สำหรับการสั่งซื้อสินค้าแบบรวมกันบางคาบเวลา ได้ต้นทุนรวมในการสั่งซื้อมีค่าเท่ากับ 67,181.3 บาทต่อปี



ตัวอย่างค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิติกส์ทั้ง 3 วิธี

1. วิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก(IOP)

จากสมการที่ 28 สามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม (GA)กับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก(IOP) ได้ดังนี้

$$\%deviation=100\times\left(\frac{1090634-590943}{590943}\right)=84.56$$

ดังนั้น ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก(IOP) มีค่าเท่ากับ 84.56 %

2. วิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธีการสั่งแบบรวมกันทุกคาบเวลา (JOP)

จากสมการที่ 28 สามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม (GA)กับวิธีการสั่งแบบรวมกันทุกคาบเวลา (JOP) ได้ดังนี้

$$\%deviation=100\times\left(\frac{6329968-590943}{590943}\right)=7.12$$

ดังนั้น ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธีการสั่งแบบรวมกันทุกคาบเวลา (JOP) มีค่าเท่ากับ 7.12 %

3. วิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธีการสั่งแบบรวมกันบางคาบเวลา (MOP)

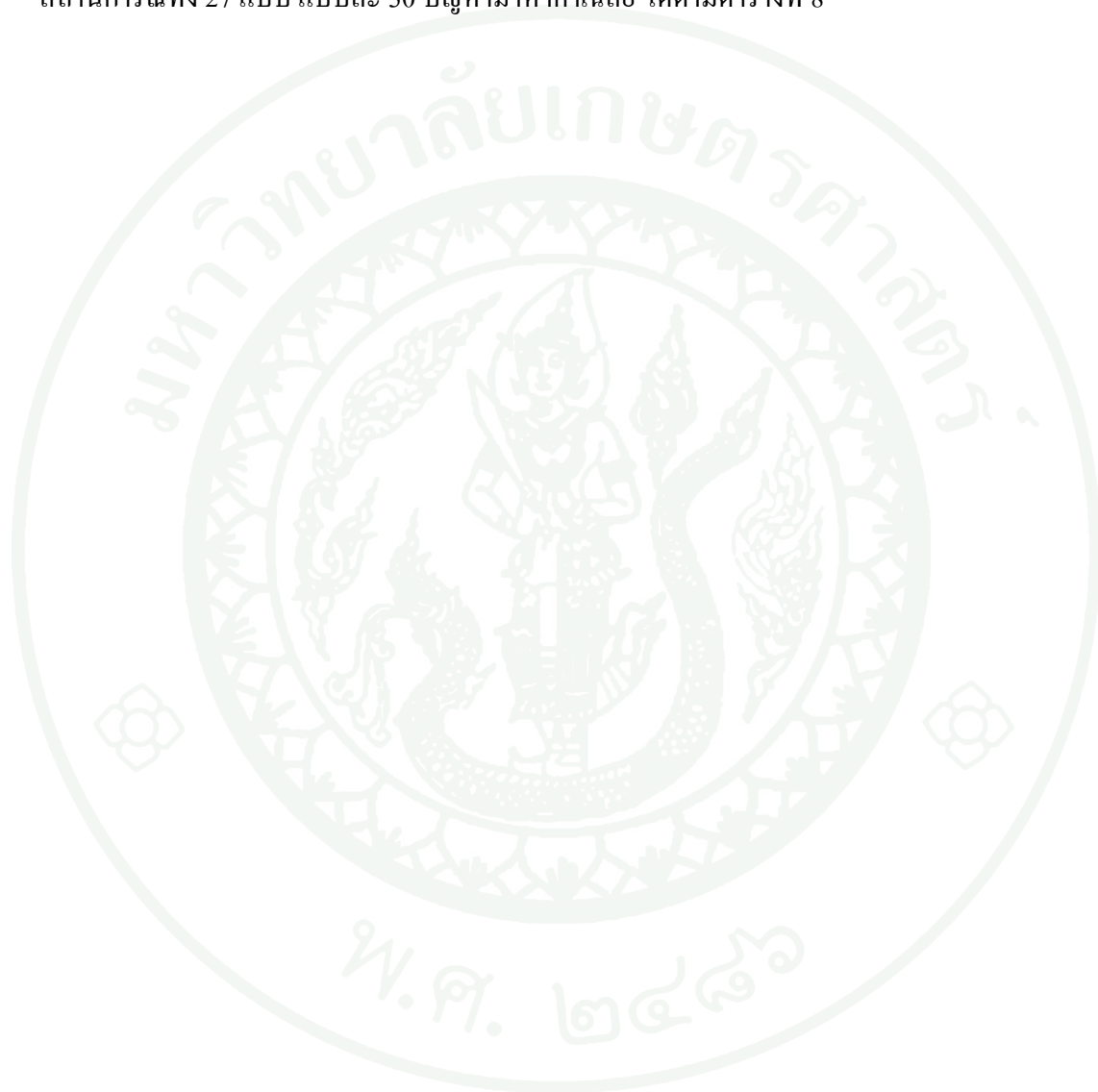
จากสมการที่ 28 สามารถหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม (GA)กับวิธีการสั่งแบบรวมกันบางคาบเวลา (MOP) ได้ดังนี้

$$\%deviation=100\times\left(\frac{671813-590943}{590943}\right)=13.68$$

ดังนั้น ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม(GA)กับวิธีการสั่งแบบรวมกันบางคาบเวลา (MOP) มีค่าเท่ากับ 13.68 %

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิสตติคส์ทั้ง 3 วิธี

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิสตติคส์ทั้ง 3 วิธี จากสถานการณ์ ทั้ง 27 แบบ แสดงตามตารางภาคผนวกที่ ข1 ถึงภาคผนวกที่ ข27 นำเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ สถานการณ์ทั้ง 27 แบบ แบบละ 30 ปัญหาหาค่าเฉลี่ย ได้ตามตารางที่ 8

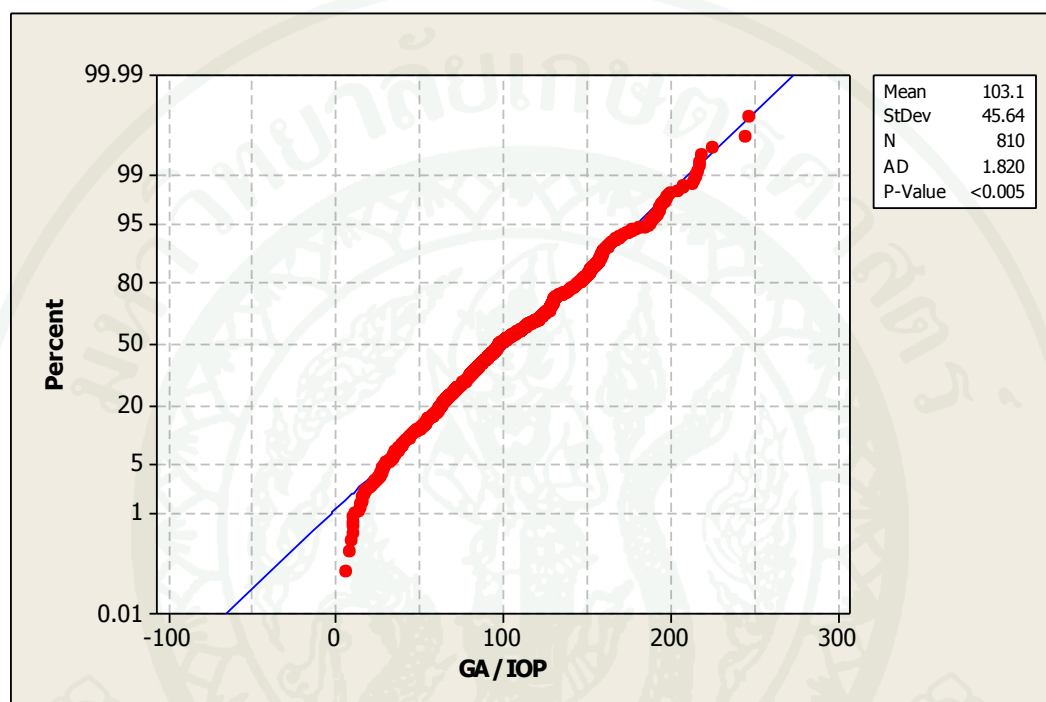


ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง

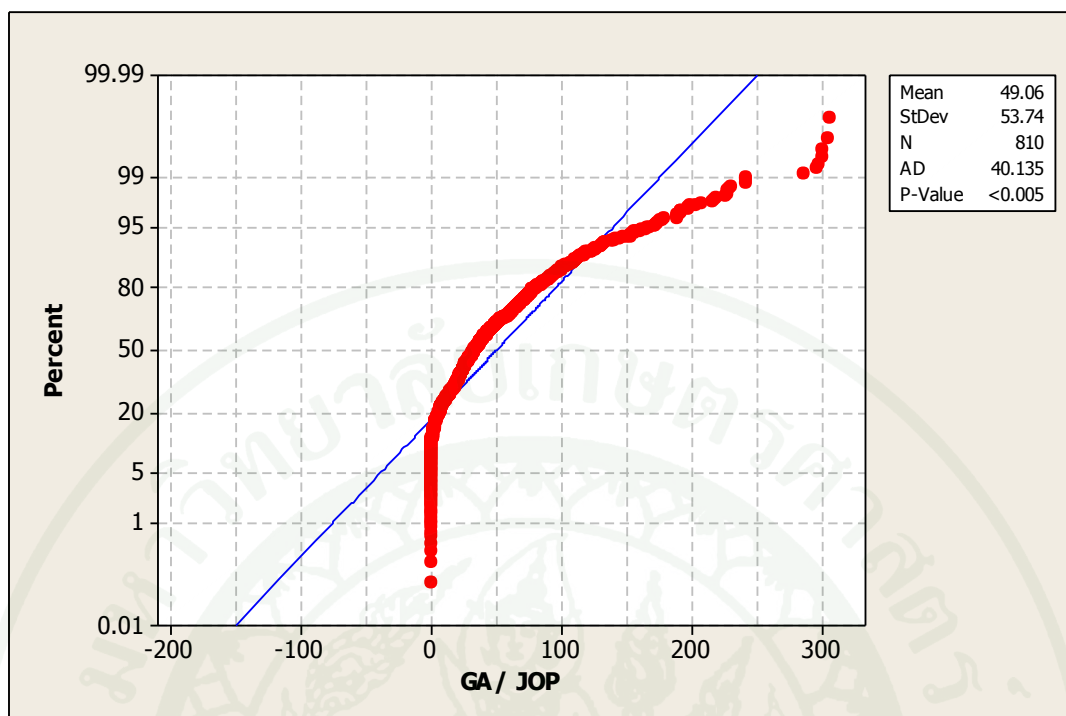
จำนวน ผู้ค้าปลีก	ค่าสัดส่วน ถือครอง สินค้า	ต้นทุน การ สั่งซื้อ รอง	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง			ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้(วินาที)			
			GA/IOP	GA/JOP	GA/MOP	GA	IOP	JOP	MOP
10	10%	5%	74.83	12.22	23.12	2.89	<0.01	0.01	0.10
		10%	60.87	18.65	28.41	3.21	<0.01	0.01	0.09
		20%	47.17	32.99	40.10	3.17	<0.01	0.01	0.09
	20%	5%	96.62	4.16	15.29	2.68	<0.01	0.01	0.10
		10%	88.64	7.05	15.80	2.64	<0.01	0.01	0.10
		20%	65.17	15.48	22.10	3.02	<0.01	0.01	0.09
	30%	5%	100.72	3.90	15.36	2.68	<0.01	0.01	0.11
		10%	87.64	5.94	15.58	2.78	<0.01	0.01	0.10
		20%	72.66	8.30	15.16	2.84	<0.01	0.01	0.09
		5%	84.76	38.34	48.29	17.41	0.01	0.01	0.46
20	10%	10%	62.54	65.62	77.43	17.21	0.01	0.01	0.46
		20%	40.47	114.94	124.10	14.99	0.01	0.01	0.45
		5%	106.68	26.46	35.20	20.17	0.01	0.01	0.44
	20%	10%	88.40	37.42	45.87	18.82	0.01	0.01	0.45
		20%	56.81	79.54	86.19	15.98	0.01	0.01	0.46
		5%	119.58	17.52	28.02	19.33	0.01	0.01	0.45
	30%	10%	98.82	26.71	34.37	18.38	0.01	0.01	0.45
		20%	70.88	52.47	57.81	18.84	0.01	0.01	0.46
		5%	73.13	67.39	78.75	54.37	0.01	0.02	0.68
		10%	62.58	99.14	107.95	55.78	0.01	0.02	0.68
30	20%	20%	35.21	189.91	197.08	45.06	0.01	0.02	0.67
		5%	95.83	49.33	59.16	62.62	0.01	0.02	0.67
		10%	78.52	69.69	75.76	55.61	0.02	0.02	0.68
	30%	20%	56.58	117.78	123.74	50.87	0.01	0.02	0.68
		5%	114.75	31.78	40.43	69.83	0.01	0.02	0.68
		10%	93.08	48.67	54.79	61.78	0.01	0.02	0.68
	เฉลี่ยทั้งหมด	20%	68.03	83.31	87.29	55.42	0.01	0.02	0.69
		เฉลี่ยทั้งหมด	77.81	49.06	57.52	25.87	0.01	0.01	0.41

เปรียบเทียบวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิสดิกส์ทั้ง 3 วิธี

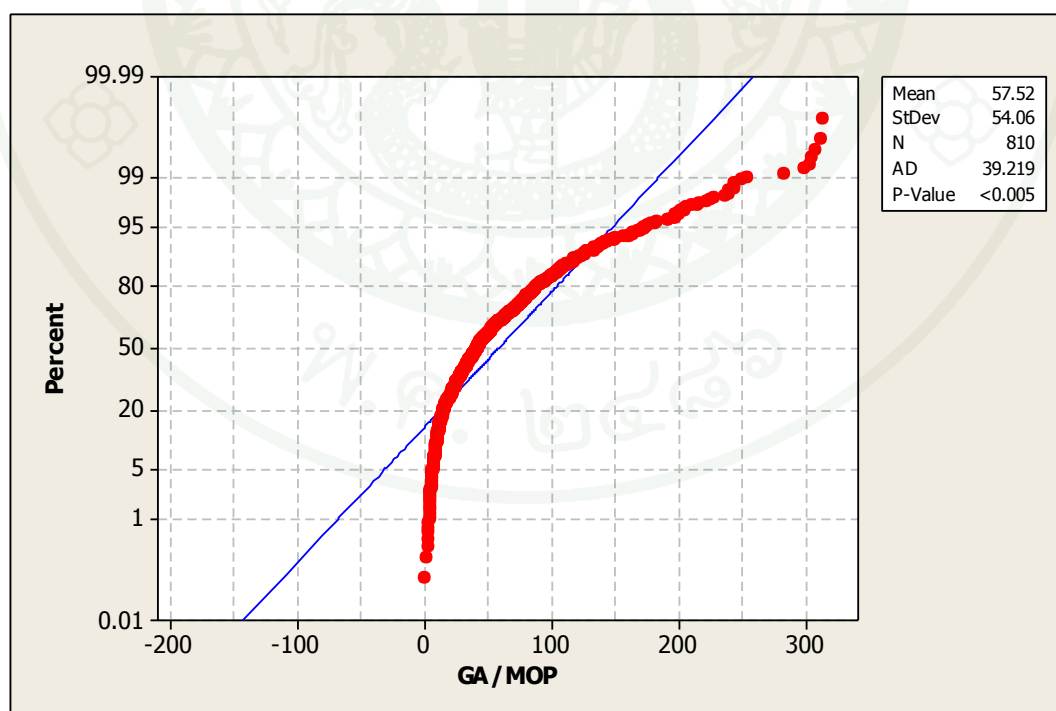
นำเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิสดิกส์ทั้ง 3 วิธี มาทำ Normality Test พบว่าไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติตามภาพที่ 18 ภาพที่ 19 และภาพที่ 20



ภาพที่ 18 Normality Test ของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก



ภาพที่ 19 Normality Test ของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลา



ภาพที่ 20 Normality Test ของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา

เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิสตติคส์ทั้ง 3 วิธี ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ วิธีการในการวิเคราะห์แบบ Parametric จึงไม่สามารถใช้ได้ ดังนั้นจึงใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Nonparametric ซึ่งใช้วิธี Kruskal-Wallis test ในการวิเคราะห์ความแตกต่าง โดยให้จำนวนผู้ค้าปลีก ค่าถือครองสินค้า และ ต้นทุนการสั่งซื้อรอง เป็นปัจจัย (Factor) ให้เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบเป็นค่าตอบสนอง (Response) ดังแสดงตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่า p-Value จากการเปรียบเทียบของวิธี GA กับ วิธีฮิสตติคส์ทั้ง 3 วิธี

Factor	p-Value		
	GA/IOP	GA/JOP	GA/MOP
จำนวนผู้ค้าปลีก	0.078	<0.001	<0.001
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า	<0.001	<0.001	<0.001
ต้นทุนการสั่งซื้อรอง	<0.001	<0.001	<0.001

นำค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก ที่แต่ละระดับของปัจจัยมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank เพื่อวิเคราะห์ว่าแต่ละระดับของปัจจัยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหรือไม่ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับวิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีกด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank

ปัจจัย	ระดับ	ช่วงความเชื่อมั่น	
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
จำนวนผู้ค้าปลีก	10 ราย	74.66	81.27
	20 ราย	76.81	85.45
	30 ราย	70.99	78.73

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ปัจจัย	ระดับ	ช่วงความเชื่อมั่น	
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
ค่าสัดส่วนถือครอง สินค้า	10 %	56.92	64.18
	20 %	77.93	85.23
	30 %	87.60	94.95
ต้นทุนการสั่งซื้อรอง	5 %	93.39	101.20
	10 %	77.90	84.43
	20 %	55.06	61.14

นำค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับวิธีการสังเกตร่วมกันทุกคาบเวลา ที่แต่ละระดับของปัจจัยมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank เพื่อวิเคราะห์ว่าแต่ละระดับของปัจจัยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหรือไม่ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังเกตร่วมกันทุกคาบเวลาด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank

ปัจจัย	ระดับ	ช่วงความเชื่อมั่น	
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
จำนวนผู้ค้าปลีก	10 ราย	7.31	11.68
	20 ราย	40.33	49.88
	30 ราย	67.3	80.8
ค่าสัดส่วนถือครอง สินค้า	10 %	53.6	67.4
	20 %	32.8	43.9
	30 %	21.2	29.71
ต้นทุนการสั่งซื้อรอง	5 %	20.98	27.85
	10 %	33.49	43.33
	20 %	58.8	77.1

นำค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับวิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ที่แต่ละระดับของปัจจัยมาวิเคราะห์ด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank เพื่อวิเคราะห์ว่าแต่ละระดับของปัจจัยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างหรือไม่ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank

ปัจจัย	ระดับ	ช่วงความเชื่อมั่น	
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
จำนวนผู้ค้าปลีก	10 ราย	16.64	20.54
	20 ราย	48.99	58.72
	30 ราย	74.9	88.8
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า	10 %	63.2	77.4
	20 %	40.8	51.8
	30 %	29.37	37.22
ต้นทุนการสั่งซื้อรอง	5 %	30.78	37.91
	10 %	41.8	51.9
	20 %	64.9	83.3

จากผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิติกส์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีเชิงพันธุกรรมให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างดีกว่าวิธีฮิวลิติกส์ทั้ง 3 วิธี ที่นำมาเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นผลมาจากในวิธีเชิงพันธุกรรมทำการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกในการสั่งซื้อร่วมกันโดยวิเคราะห์ถึงต้นทุน 3 ส่วน คือ ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนการถือครองสินค้า แต่วิธีฮิวลิติกส์ที่นำมาเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธี ให้ความสนใจในต้นทุน 2 ส่วนคือ ต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการถือครองสินค้า ดังนั้น จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีฮิวลิติกส์ จากปัญหาเดิม 810 ปัญหา โดยให้ต้นทุนในการขนส่งเป็นศูนย์ ($A=0$) ได้ผลดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ค1 ถึงภาคผนวกที่ ค27 นำเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปัญหาทั้ง 810 ปัญหา มาหาค่าเฉลี่ย ได้ตามตารางที่ 10 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบจำนวนปัญหาของแต่ละวิธีการที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (ต้นทุนในการขนส่งเป็นศูนย์ ($A=0$))

จำนวน ผู้ค้าปลีก	ค่าสัดส่วน ถือครอง สินค้า	ต้นทุน การ สั่งซื้อ รอง	ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง			ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้(วินาที)			
			GA/IOP	GA/JOP	GA/MOP	GA	IOP	JOP	MOP
10	5%	5%	116.33	2.47	12.20	2.33	<0.01	0.01	0.10
		10%	78.13	8.89	17.41	2.90	<0.01	0.01	0.09
		20%	55.29	24.45	30.36	2.78	<0.01	0.01	0.09
	20%	5%	134.23	0.57	10.39	2.46	<0.01	0.01	0.10
		10%	109.90	2.47	9.45	2.44	<0.01	0.01	0.10
		20%	75.48	9.53	14.76	2.58	<0.01	0.01	0.09
	30%	5%	134.44	0.26	9.47	2.55	<0.01	0.01	0.11
		10%	109.92	1.77	9.58	2.61	<0.01	0.01	0.10
		20%	79.43	5.84	11.27	2.59	<0.01	0.01	0.09
		5%	122.12	13.99	24.89	20.79	0.01	0.01	0.46
20	10%	10%	84.34	40.85	51.62	19.25	0.01	0.01	0.46
		20%	48.08	100.46	108.09	15.38	0.01	0.01	0.45
		5%	149.60	7.26	16.66	20.99	0.01	0.01	0.44
	20%	10%	112.40	20.40	28.16	21.34	0.01	0.01	0.45
		20%	65.14	66.81	72.48	17.93	0.01	0.01	0.45
		5%	169.71	3.77	13.90	20.19	0.01	0.01	0.45
	30%	10%	122.41	15.76	22.46	23.45	0.01	0.01	0.45
		20%	78.63	41.78	46.00	19.71	0.01	0.01	0.45
		5%	121.26	31.86	43.20	68.34	0.01	0.02	0.67
		10%	85.21	70.46	78.97	57.97	0.01	0.02	0.68
30	20%	20%	46.89	167.49	172.10	52.23	0.01	0.02	0.67
		5%	146.05	18.54	29.42	74.69	0.01	0.02	0.67
		10%	106.83	43.25	48.89	68.19	0.01	0.02	0.67
	30%	20%	68.78	102.62	107.34	60.86	0.01	0.02	0.68
		5%	164.44	5.55	13.45	76.39	0.01	0.02	0.67
		10%	121.45	30.13	35.72	73.78	0.01	0.02	0.68
		20%	77.60	67.91	71.32	62.79	0.01	0.02	0.68
		เฉลี่ยทั้งหมด	103.12	33.52	41.09	29.54	0.01	0.01	0.41

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบจำนวนปัญหาของแต่ละวิธีการที่ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

วิธีการที่ใช้	จำนวนปัญหาที่ ต้นทุนรวมต่ำที่สุด
วิธีการสั่งแบบแยกผู้ค้าปลีก (Individual ordering Policy)	0
วิธีการสั่งซื้อแบบร่วมกันทุกคาบเวลา (Joint ordering Policy)	25
วิธีการสั่งซื้อแบบร่วมกันบางคาบเวลา (Mixed ordering Policy)	1
วิธีเชิงพันธุกรรม (GA)	784
รวม	810

วิจารณ์

จากการเปรียบเทียบวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีก พบว่า ได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง คิดเป็น 77.81 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อให้จำนวนผู้ค้าปลีกเป็นปัจจัย (factor) ให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} = 0.078$ แสดงว่าจำนวนผู้ค้าปลีกไม่มีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีกที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อให้ค่าสัดส่วนถือครองสินค้าเป็นปัจจัย (factor) ให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าค่าสัดส่วนถือครองสินค้านั้นมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีกที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อให้ต้นทุนการสั่งซื้อรองเป็นปัจจัย (factor) และให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าต้นทุนการสั่งซื้อรองมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีกที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีก ด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank พบว่า ปัจจัยในเรื่องจำนวนผู้ค้าปลีกไม่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีก ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ ปัจจัยในเรื่องค่าสัดส่วนถือครองสินค้า ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีก ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยค่าสัดส่วนการถือครองสินค้าที่ 30% จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีกมากที่สุด รองลงมาคือ 20% และ 10% ตามลำดับ และปัจจัยในเรื่องต้นทุนการสั่งซื้อรองส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีก ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยค่าสัดส่วนการถือครองสินค้าที่ 5% จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบแยกผู้ค้าปลีกมากที่สุด รองลงมาคือ 10% และ 20% ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสังแบบร่วมกันทุกคาบเวลา พบว่า ได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง คิดเป็น 49.06 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อให้จำนวนผู้ค้าปลีกเป็นปัจจัย (factor) ให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าจำนวนผู้ค้าปลีกมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิง

พันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อให้ค่าสัดส่วนถือครองสินค้าเป็นปัจจัย (factor) ให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าค่าสัดส่วนถือครองสินค้านั้นมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อให้ต้นทุนการสั่งซื้อรองเป็นปัจจัย (factor) และให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าต้นทุนการสั่งซื้อรองมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลา ด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank พบว่า ปัจจัยในเรื่องจำนวนผู้ค้าปลีกส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลา ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยจำนวนผู้ค้าปลีก 30 ราย ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลามากที่สุด รองลงมาคือ 20 ราย และ 10 ราย ตามลำดับปัจจัยในเรื่องค่าสัดส่วนถือครองสินค้า ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลา ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยค่าสัดส่วนการถือครองสินค้าที่ 10% จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลามากที่สุด รองลงมาคือ 20% และ 30% ตามลำดับ และปัจจัยในเรื่องต้นทุนการสั่งซื้อรองส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลา ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยต้นทุนการสั่งซื้อรองที่ 20% จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันทุกคาบเวลามากที่สุด รองลงมาคือ 10% และ 5% ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา พบว่า ได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง คิดเป็น 57.52 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อให้จำนวนผู้ค้าปลีกเป็นปัจจัย (factor) ให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าจำนวนผู้ค้าปลีกมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อให้ค่าสัดส่วนถือครองสินค้าเป็นปัจจัย (factor) ให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าค่าสัดส่วนถือครองสินค้านั้นมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการสั่งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อให้ต้นทุน

การตั้งซื้อจริงเป็นปัจจัย (factor) และให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเป็นค่าตอบสนอง (response) ได้ค่า $p\text{-value} < 0.001$ แสดงว่าต้นทุนการตั้งซื้อจริงมีนัยสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ช่วงความเชื่อมั่นของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ด้วยวิธี Wilcoxon Signed Rank พบว่า ปัจจัยในเรื่องจำนวนผู้ค้าปลีก ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยจำนวนผู้ค้าปลีก 30 ราย ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลามากที่สุด รองลงมาคือ 20 ราย และ 10 ราย ตามลำดับปัจจัยในเรื่องค่าสัดส่วนถือครองสินค้า ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลา ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยค่าสัดส่วนการถือครองสินค้าที่ 10% จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลามากที่สุด รองลงมาคือ 20% และ 30% ตามลำดับ และปัจจัยในเรื่องต้นทุนการตั้งซื้อส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลาต่างกัน ต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับค่า $p\text{-value}$ โดยค่าสัดส่วนการถือครองสินค้าที่ 20% จะส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรม กับ วิธีการตั้งแบบร่วมกันบางคาบเวลาที่สุด รองลงมาคือ 10% และ 5% ตามลำดับ

เนื่องจากวิธีเชิงพันธุกรรมทำการจัดกลุ่มผู้ค้าปลีกในการตั้งซื้อร่วมกันโดยวิเคราะห์ถึงต้นทุน 3 ส่วน คือ ต้นทุนการตั้งซื้อ ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนการถือครองสินค้า แต่วิธีฮิว-ลิสติกส์ที่นำมาเปรียบเทียบทั้ง 3 วิธี ให้ความสนใจในต้นทุน 2 ส่วนคือ ต้นทุนในการตั้งซื้อ และ ต้นทุนในการถือครองสินค้า ทำให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมดีกว่าวิธีฮิวลิสติกส์ทั้ง 3 วิธีที่นำมาเปรียบเทียบมาก เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิธีเชิงพันธุกรรม โดยไม่มีข้อได้เปรียบในเรื่องต้นทุนการขนส่ง จึงเปรียบเทียบวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิสติกส์ทั้ง 3 วิธี เมื่อไม่มีต้นทุนค่าขนส่ง พบว่า วิธีเชิงพันธุกรรมให้ต้นทุนรวมที่ดีกว่า วิธีฮิวลิสติกส์ทั้ง 3 วิธี อยู่ 784 ปัญหา จาก 810 ปัญหา ซึ่งแสดงให้เห็นว่า วิธีเชิงพันธุกรรมที่นำเสนอสามารถใช้ในการแบ่งกลุ่มในการตั้งซื้อร่วมกันของผู้ค้าปลีกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้ ทำการพัฒนาวิธีการเชิงพันธุกรรม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการสั่งซื้อร่วมกันในกรณีที่มีคลังสินค้า 1 คลัง ผู้ค้าปลีกหลายราย โดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์คือต้นทุนรวมต่ำที่สุด โดยนำวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้แบ่งกลุ่มในการสั่งซื้อร่วมกันและประยุกต์ใช้ร่วมกับการปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (traveling salesman problem) เพื่อหาระยะทางสั้นที่สุดในการขนส่งของแต่ละกลุ่มในการสั่งซื้อสินค้าของผู้ค้าปลีก และการหาจำนวนบรรทุกสินค้ากรณีที่พาหนะที่ใช้ขนส่งสามารถบรรทุกได้อย่างจำกัด พบว่าวิธีการเชิงพันธุกรรมให้ผลที่ดีกว่าการใช้วิธีฮิวริสติกส์ทั้ง 3 วิธี และใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่า 3 นาที สำหรับขนาดของปัญหาที่มีผู้ค้าปลีก 30 ราย สามารถนำไปประยุกต์ใช้การวางแผนการจัดซื้อสินค้าในระบบจริงได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในขั้นตอนการสร้างประชากรเริ่มต้นเป็นแบบการสุ่มขึ้นมา ซึ่งบางครั้งอาจได้โครโมโซมเริ่มต้นที่ไม่ดีมากนัก ทำให้การใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรมใช้เวลาในการคำนวณมาก ดังนั้นอาจนำ individual ordering policy และ joint ordering policy มาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการสร้างประชากรเริ่มต้น เพื่อให้ได้โครโมโซมเริ่มต้นที่ดีขึ้น ซึ่งทำให้การคำนวณใช้เวลาน้อยลง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ประยงค์ อุ่ประสิทธิ์วงศ์. 2553. หลักการเขียนโปรแกรม ด้วยภาษา C++ และการแก้ไขปัญหา. บริษัท ส.เอเชียเพรส (1998) จำกัด., กรุงเทพฯ.
- सानนท์ เจริญฉาย. 2531. การเขียนโปรแกรมและอัลกอริทึม กรณีตัวอย่างภาษาซี. ครั้งที่ 8. หจก. เซนปรี้นต์., นนทบุรี.
- สุริรัตน์ อินทร์หม้อ. 2548. การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา C++ (โครงสร้างข้อมูลและการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ). ครั้งที่ 1. ภาควิชาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนบุรี., ปทุมธานี.
- Cha, B.C., I.K. Moon and J.H. Park. 2007. The joint replenishment and delivery scheduling of the one-warehouse ,n-retailer system. **Transportation research part E** 2008 (44): 720-730.
- Chan, Chi Kin, Bernard K.-S. Cheung and Andre Langevin. 2003. Solving the multi-buyer joint replenishment problem with a modified genetic algorithm. **Transportation research part B** 2003 (37): 291-299.
- Chu, Chi-Leung and V.Jorge Leon. 2007. Power-of-two single-warehouse multi-buyer inventory coordination with private information. **production economics** 2008 (111): 562-574.
- Hong, Sung-Pil and Yong-Hyuk Kim. 2007. A genetic algorithm for joint replenishment based on the exact inventory cost. **computers & operations research** 2009 (36): 167-175.
- Hsiao, Yu-Cheng. 2008. Optimal single-cycle policies for the one-warehouse multi-retailer inventory/distribution system. **production economics** 2008 (114): 219-229.

- Jalbar, Bertriz Abdul, Anders Segerstedt, Joaquin Sicilia and Andreas Nilsson. 2009. A new heuristic to solve the one-warehouse N-retailer problem. **Computer & Operations Research** 2010 (37): 265-272.
- Koza, John R. 1992. **Genetic Programming on the Programming of Computer**. 1 ed. Massachusetts Institute of Technology, The United States of America.
- Li, Qing. 2004. Solving the multi-buyer joint replenishment problem with the RAND method. **computers & industrial engineering** 2004 (46): 755-762.
- Moon, I.K. and B.C. Cha. 2005. The joint replenishment problem with resource restriction. **European journal of operational research** 2006 (173): 190-198.
- Olsen, Anne L. 2005. An evolutionary algorithm to solve the joint replenishment problem using direct grouping. **computers & industrial engineering** 2005 (48): 223-235.
- Richard, J.Tersine. 1994. **Principles of inventory and materials management**. 4 ed. PTR Prentice-Hall, Inc., The United States of America.
- Rieksts, Brian Q., Jose A. Ventura and Yale T. Herer. 2008. Power-of-two policies for single-warehouse multi-retailer inventory systems with order frequency discounts. **Computers & Operations Research** 2009 (36): 2286-2294.
- Stephen, F.Love. 1979. **Inventory control**. 1 ed. McGraw-Hill, Inc., The United States of America.
- Winston, Wayne L. 2004. **Operations Research Applications and Algorithms**. 4 ed. Thomson Learning, Inc., Canada.





ภาคผนวก ก

คำตอบที่ได้ (ค่าใช้จ่ายรวมเป็นบาท) จากการทดสอบค่า P_c และ P_m ที่ระดับต่างๆ (P_c / P_m)

ตารางผนวกที่ ก1 คำตอบที่ได้ (ค่าใช้จ่ายรวมเป็นบาท) จากการทดสอบค่า P_c และ P_m ที่ระดับ
ต่างๆ (P_c / P_m)

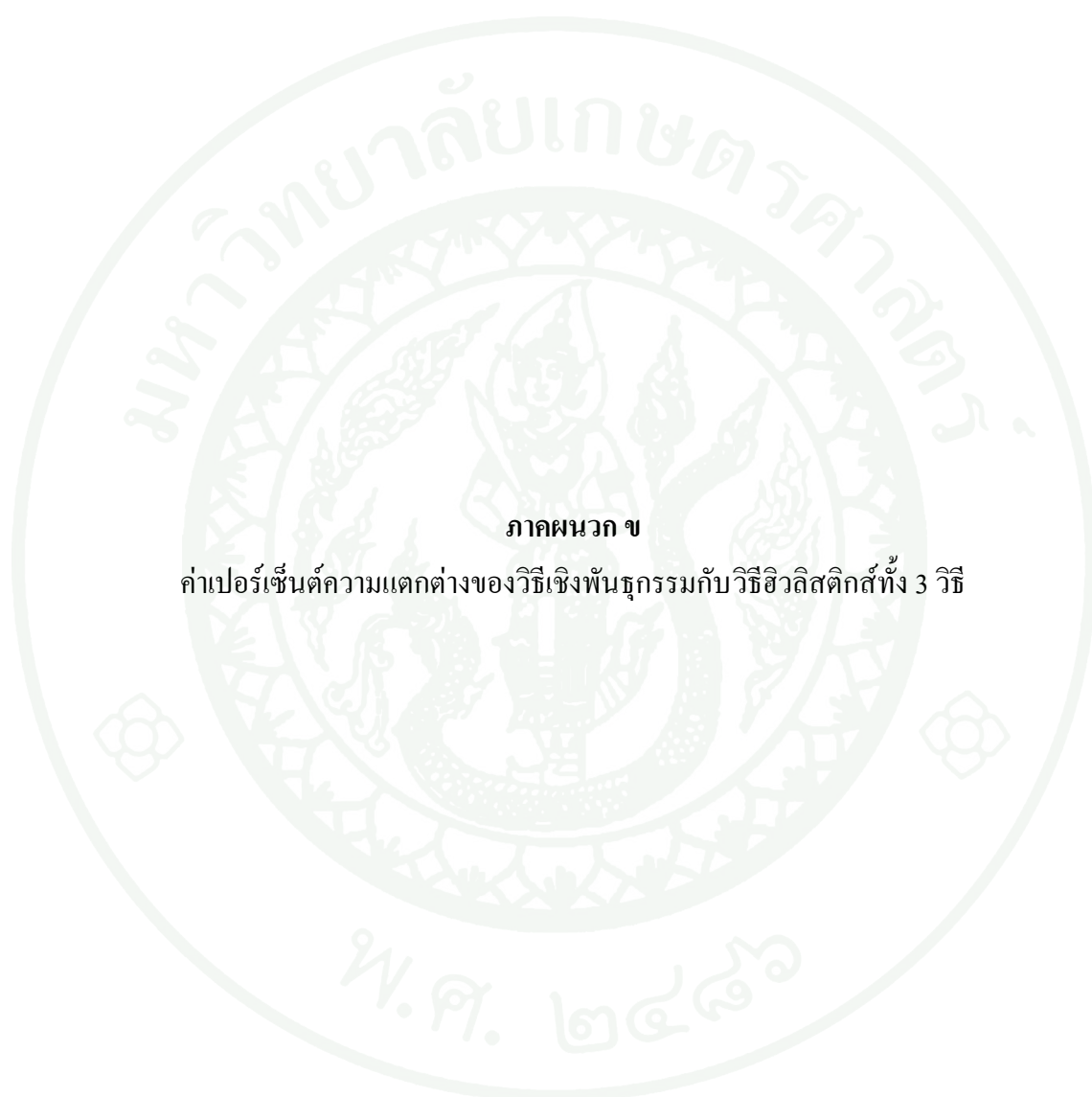
ปัญหา ที่	0.7/0.05	0.7/0.1	0.7/0.2	0.8/0.05	0.8/0.1	0.8/0.2	0.9/0.05	0.9/0.1	0.9/0.2
1	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7
2	60116.6	60677.8	60284.4	60032.2	60032.2	60278.6	60284.4	60284.4	60032.2
3	114016	114021	114035	114016	114021	114016	114204	114035	114202
4	46746.8	46746.8	46746.8	46746.8	46746.8	46746.8	46746.8	46746.8	46746.8
5	47108.7	47108.7	47108.7	47108.7	47108.7	47108.7	47108.7	47108.7	47108.7
6	93794.4	93794.4	93794.4	93794.4	93794.4	93794.4	93794.4	93794.4	93794.4
7	27034.2	27034.2	27034.2	27034.2	27034.2	27034.2	27110.4	27110.4	27034.2
8	26415.2	26415.2	26642.6	26415.2	26415.2	26415.2	26415.2	26415.2	26415.2
9	39641	39641	39641	39641	39641	39641	39641	39641	39641
10	89287.5	89287.5	89287.5	89287.5	89287.5	89287.5	89287.5	89287.5	89287.5
11	52005.9	52005.9	52005.9	52005.9	52005.9	52005.9	52005.9	52005.9	52005.9
12	62150.4	62511.7	62409	62511.7	62150.4	62150.4	62150.4	62150.4	62409
13	37168.4	37002.2	37002.2	37485.2	37168.4	37501.8	37580.7	37168.4	37168.4
14	67242.3	67242.3	67242.3	67242.3	67242.3	67242.3	67242.3	67242.3	67242.3
15	29392.5	29392.5	29392.5	29392.5	29392.5	29392.5	29392.5	29392.5	29392.5
16	48665.8	48665.8	48665.8	48665.8	48665.8	48665.8	48665.8	48665.8	48665.8
17	110043	110043	110043	110043	110043	110043	110043	110043	110043
18	93429.3	93429.3	93429.3	93429.3	93429.3	93429.3	93429.3	93429.3	93429.3
19	75962	75919.5	75962	75919.5	75962	75919.5	76463.1	75919.5	75962
20	82581.7	82703.9	82799.6	82581.7	82799.6	82581.7	83045.2	83120.9	82799.6
21	86805.1	86805.1	86805.1	86805.1	86805.1	86805.1	86805.1	86805.1	86805.1
22	68972	68972	68972	68972	68972	68972	68972	68972	69029.6
23	51783.3	52070.4	51783.3	51783.3	51783.3	51783.3	51783.3	51783.3	51783.3
24	72044.3	72044.3	72044.3	72044.3	72044.3	72044.3	72044.3	72044.3	72044.3
25	36707.3	36707.3	36707.3	36707.3	36707.3	36707.3	36707.3	36707.3	36707.3
26	58691.9	58691.9	58691.9	58691.9	58691.9	58691.9	58691.9	58691.9	58691.9
27	44041.7	44041.7	44041.7	44041.7	44041.7	44041.7	44041.7	44041.7	44041.7
28	119588	119588	119588	119588	119588	119588	119588	119588	119588
29	52982.6	52982.6	52982.6	52982.6	52982.6	52982.6	52982.6	52982.6	52982.6
30	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7	83921.7

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ปัญหา ที่	0.7/0.05	0.7/0.1	0.7/0.2	0.8/0.05	0.8/0.1	0.8/0.2	0.9/0.05	0.9/0.1	0.9/0.2
31	113753	114404	114750	115856	115586	116162	113974	118306	115938
32	200301	199603	198400	197282	196805	205217	197054	196278	198828
33	144157	140148	140134	140880	140478	142263	139592	139930	139871
34	93672.6	93682	96577.1	96891.3	94468.3	95126	95009.9	95362.5	94935.7
35	172436	170422	174268	173152	173720	177286	175644	176885	176202
36	104042	103811	105178	104719	107683	106637	103890	108667	105819
37	149326	149174	154137	149573	152090	153248	148084	154815	149840
38	182801	181355	183831	179957	181587	179956	179528	180269	185494
39	96486.9	91141.4	91590.6	92108	90468.7	91578	90872.6	91834.7	96004.6
40	183349	176450	176449	176183	179114	177652	177697	178903	178603
41	115511	109055	108281	109924	108416	108796	108515	109566	109260
42	116118	121134	118021	116994	117187	121226	117264	118698	118393
43	150352	148784	150536	157382	150249	150537	149438	149356	155770
44	160719	160262	160565	160105	158506	158629	158032	158300	159918
45	130405	132842	131146	131379	132065	132153	132495	131927	131139
46	137013	137295	137532	136473	137864	139189	137965	138021	135506
47	81886.5	83094	82120.9	81638.1	82456.7	80341.9	82902.5	83666	82556.7
48	92643.9	94215	92913.9	92477	90108	91579.3	92126.6	92312.9	91023.6
49	148791	150046	148476	149143	147408	149523	147825	147504	150447
50	143994	139612	139591	138433	140117	145737	143561	139552	139454
51	150930	150428	149258	157276	148473	150489	153445	147865	147734
52	62870.8	63178.9	63032.1	63707.9	62575.9	63960.1	62079.1	63061.3	62657.4
53	157390	158933	161042	160239	160913	161658	159711	162327	160859
54	189407	195882	189763	188095	189923	190473	189213	190301	190636
55	237261	237589	247530	238081	236442	237914	237892	237041	236210
56	82435.2	81870.8	87589.7	85758.8	83278.7	85321.4	82822.6	84208.2	85777.9
57	183184	181668	184180	185888	184433	190052	184874	184782	182948
58	180301	180238	178202	181501	179839	177165	181756	178588	182788
59	114780	113041	112887	112653	112464	112969	112515	110782	112596
60	104043	104389	106713	106790	105562	105384	106538	107423	102353

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ปัญหา ที่	0.7/0.05	0.7/0.1	0.7/0.2	0.8/0.05	0.8/0.1	0.8/0.2	0.9/0.05	0.9/0.1	0.9/0.2
61	116253	111377	112045	112663	121602	116829	114358	117582	120708
62	214880	215164	213879	215212	213760	215438	214763	215240	214698
63	139891	139403	140612	141128	138623	138342	140899	139519	140871
64	293931	293556	286035	297977	296335	293457	294435	297763	294322
65	254210	248508	252419	252181	253062	249174	252387	250830	255400
66	250676	268166	268444	260143	251829	256789	250156	256616	275111
67	179624	174135	190163	177468	183146	181691	174977	178806	189752
68	145844	144531	144068	139340	143203	148257	138393	147961	145873
69	157348	155539	155328	155380	156867	158655	159702	155068	158722
70	263723	251888	259004	261992	267178	261203	260424	250344	268970
71	160714	164300	160625	159505	153808	163808	153831	161671	157944
72	257392	252555	262905	262653	254746	279419	265719	261778	281640
73	128476	121980	127871	128394	127989	126266	128953	130758	131324
74	238679	244367	249895	233028	250620	234117	248353	230393	250857
75	253057	254378	253565	253822	253399	253200	251923	253296	252671
76	100211	104360	105015	104256	104160	100195	102267	104497	103074
77	328979	327465	326319	315589	309900	323109	309999	314785	325431
78	249826	244712	271034	258422	269103	248394	254444	256602	257011
79	157428	157178	148030	155471	158303	156603	152026	164648	167777
80	112359	112636	112802	109390	109678	115071	111434	112621	113237
81	203091	210893	206600	203357	207989	198455	195323	201098	199557
82	228870	212971	215059	221035	238489	224269	230162	227611	229201
83	127162	128211	127186	126650	124578	126584	124829	125554	127220
84	283665	275523	279404	279430	277638	279592	287044	277359	282145
85	145663	147222	146078	147513	146089	146171	145356	143426	147813
86	238207	228383	234614	240126	228969	238029	230856	228393	236564
87	209525	193498	208512	201258	198643	195543	188462	206971	194078
88	112765	117196	115372	112458	113787	115322	111325	110557	114560
89	100496	103540	106035	106780	105293	105485	107433	97099	106030
90	241393	239897	250179	253712	240252	242338	251363	247842	240792



ภาคผนวก ข

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิสดิกส์ทั้ง 3 วิธี

ผลการทดลอง

ผลการทดลองทั้ง 27 แบบแสดงตามตารางผนวกที่ ข1 ถึงตารางผนวก ข27 โดยค่าที่ดีที่สุด
มีหน่วยเป็นบาทต่อปี และเวลามีหน่วยเป็นวินาที



ตารางผนวกที่ ข1 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีสถิติที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อ 5%

ปัญหา ที่	รอบที่ หุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
1	284	83921.70	3.04	164599.47	<0.01	83921.74	<0.01	96759.39	0.11	96.13	0.00	15.30
2	294	60165.14	2.68	70185.00	<0.01	86002.60	<0.01	91683.16	0.16	16.65	42.94	52.39
3	319	114047.59	2.58	127783.53	<0.01	146249.25	<0.01	149929.75	0.11	12.04	28.24	31.46
4	412	47399.95	3.18	76942.49	<0.01	57056.58	<0.01	63038.88	0.11	62.33	20.37	32.99
5	278	47466.95	2.67	87154.86	<0.01	52951.40	<0.01	58496.32	0.09	83.61	11.55	23.24
6	263	93794.37	2.46	178873.97	<0.01	95702.23	<0.01	110631.34	0.09	90.71	2.03	17.95
7	398	27034.18	3.11	46221.98	<0.01	35350.92	0.01	34887.57	0.09	70.98	30.76	29.05
8	330	26415.22	2.87	45525.38	<0.01	32970.13	<0.01	37087.51	0.09	72.35	24.81	40.40
9	300	39641.00	2.74	71394.60	<0.01	43894.50	0.02	47245.50	0.08	80.10	10.73	19.18
10	327	89287.50	3.00	156000.00	<0.01	98332.17	0.02	103668.39	0.08	74.72	10.13	16.11
11	389	52005.91	3.20	97209.50	<0.01	52868.15	<0.01	59170.03	0.09	86.92	1.66	13.78
12	458	62150.41	3.61	87263.41	<0.01	77920.51	<0.01	80355.48	0.09	40.41	25.37	29.29
13	413	37002.21	3.59	52632.46	<0.01	47710.13	0.03	53892.58	0.09	42.24	28.94	45.65
14	516	67242.31	3.84	122826.70	0.02	71836.09	<0.01	78284.41	0.11	82.66	6.83	16.42
15	424	29392.49	3.09	47474.08	<0.01	36894.42	0.03	41917.73	0.09	61.52	25.52	42.61
16	228	48665.75	2.31	95776.09	<0.01	48665.80	<0.01	55876.53	0.09	96.80	0.00	14.82
17	413	110043.09	2.82	206098.45	<0.01	110043.13	0.02	122571.80	0.08	87.29	0.00	11.39
18	295	93429.34	2.56	182446.81	<0.01	93429.39	0.01	99301.32	0.11	95.28	0.00	6.28
19	317	75919.48	2.67	95321.43	<0.01	97604.31	<0.01	108498.56	0.08	25.56	28.56	42.91
20	395	82581.67	3.25	96305.06	<0.01	104825.49	0.02	119122.45	0.09	16.62	26.94	44.25
21	277	86805.13	2.56	183232.44	<0.01	90367.99	0.02	98290.51	0.09	111.08	4.10	13.23
22	368	68971.98	3.38	129528.30	<0.01	71021.94	0.01	74596.15	0.08	87.80	2.97	8.15
23	262	51783.31	2.49	96822.96	<0.01	57478.12	<0.01	62863.40	0.11	86.98	11.00	21.40
24	273	72044.27	2.61	143452.05	<0.01	72044.31	<0.01	80610.20	0.09	99.12	0.00	11.89
25	497	36707.33	3.55	65841.30	<0.01	41703.47	0.03	41458.32	0.09	79.37	13.61	12.94
26	228	58691.86	2.39	119665.49	0.02	58691.90	<0.01	65232.64	0.11	103.89	0.00	11.14
27	246	44041.66	2.56	89131.65	<0.01	44041.71	0.03	56091.23	0.09	102.38	0.00	27.36
28	271	119587.83	2.62	227461.38	<0.01	122344.30	<0.01	131396.83	0.08	90.20	2.30	9.87
29	227	52982.59	2.35	108466.85	<0.01	52982.64	0.03	62807.65	0.11	104.72	0.00	18.54
30	335	59094.27	2.97	109063.38	0.03	63299.68	<0.01	67181.30	0.09	84.56	7.12	13.68

ตารางผนวกที่ ๒2 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
31	388	71146.94	3.29	127285.15	<0.01	75101.34	<0.01	79145.40	0.13	78.90	5.56	11.24
32	397	66369.11	3.50	108191.50	<0.01	78199.47	<0.01	81834.09	0.13	63.01	17.83	23.30
33	335	90118.50	3.10	164811.05	<0.01	91821.57	<0.01	97304.49	0.11	82.88	1.89	7.97
34	467	102711.03	3.36	185325.31	<0.01	106879.41	<0.01	119296.07	0.09	80.43	4.06	16.15
35	476	76422.98	3.98	114129.18	<0.01	92010.98	<0.01	103713.20	0.09	49.34	20.40	35.71
36	491	117206.49	3.58	208213.05	<0.01	124270.36	<0.01	126842.96	0.11	77.65	6.03	8.22
37	414	85593.02	3.25	127472.47	<0.01	108646.27	<0.01	113333.72	0.09	48.93	26.93	32.41
38	365	47103.43	3.14	83731.63	<0.01	49486.58	0.01	53723.58	0.08	77.76	5.06	14.05
39	388	114787.90	3.39	203591.08	<0.01	123524.91	<0.01	128455.63	0.09	77.36	7.61	11.91
40	332	27083.42	2.94	40982.34	<0.01	37739.77	0.02	40888.86	0.08	51.32	39.35	50.97
41	458	106994.57	3.48	154589.92	<0.01	129697.63	<0.01	144656.44	0.11	44.48	21.22	35.20
42	338	49650.68	3.08	68010.25	0.02	65100.13	0.02	72820.34	0.08	36.98	31.12	46.67
43	419	106024.44	3.28	152641.72	<0.01	132694.89	0.01	139792.44	0.08	43.97	25.16	31.85
44	354	62047.74	2.86	89028.98	<0.01	81280.30	<0.01	84296.75	0.08	43.48	31.00	35.86
45	360	74579.44	3.19	129701.68	<0.01	82123.95	0.03	93426.83	0.09	73.91	10.12	25.27
46	602	102652.70	4.09	138769.16	<0.01	138570.52	<0.01	144052.27	0.09	35.18	34.99	40.33
47	397	22869.98	3.19	35901.83	<0.01	31403.35	<0.01	34128.54	0.08	56.98	37.31	49.23
48	331	139245.27	2.81	245061.91	<0.01	157450.23	<0.01	159471.75	0.09	75.99	13.07	14.53
49	415	70702.73	3.34	94083.33	0.01	92804.33	<0.01	99966.75	0.06	33.07	31.26	41.39
50	578	84652.55	3.67	95881.70	<0.01	126107.20	0.03	139664.91	0.11	13.26	48.97	64.99
51	383	43409.86	2.81	74815.85	<0.01	50712.88	<0.01	54308.05	0.09	72.35	16.82	25.11
52	413	116771.91	3.25	208155.19	<0.01	125145.49	0.02	138155.91	0.09	78.26	7.17	18.31
53	300	114269.88	2.73	207398.13	<0.01	118726.89	0.01	132151.13	0.09	81.50	3.90	15.65
54	240	43535.23	2.36	81118.19	0.02	43717.39	<0.01	49690.86	0.09	86.33	0.42	14.14
55	444	62733.19	3.43	76855.52	<0.01	90127.63	0.03	96110.31	0.09	22.51	43.67	53.20
56	373	92489.83	3.10	154418.22	<0.01	106949.38	<0.01	114231.86	0.09	66.96	15.63	23.51
57	241	58816.63	2.43	114135.95	<0.01	58816.69	0.03	63606.04	0.09	94.05	0.00	8.14
58	264	50388.84	2.46	95211.20	0.02	50388.88	<0.01	59092.69	0.11	88.95	0.00	17.27
59	424	86670.11	3.66	133964.16	<0.01	107393.87	<0.01	111899.94	0.09	54.57	23.91	29.11
60	543	55052.11	3.40	74762.63	0.03	71128.24	<0.01	82959.54	0.09	35.80	29.20	50.69

ตารางผนวกที่ ข3 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อ 20%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
61	308	133488.61	3.30	195906.64	<0.01	169872.52	0.02	183021.05	0.11	46.76	27.26	37.11
62	337	55031.86	2.50	69113.09	<0.01	88346.01	<0.01	90832.14	0.16	25.59	60.54	65.05
63	591	144184.16	3.24	192019.14	<0.01	211242.81	<0.01	214411.00	0.09	33.18	46.51	48.71
64	551	117777.80	4.00	186848.58	<0.01	144869.33	<0.01	150024.38	0.09	58.64	23.00	27.38
65	649	38048.05	3.94	47485.74	<0.01	62935.14	<0.01	67980.88	0.09	24.80	65.41	78.67
66	274	143923.88	2.28	219072.92	<0.01	176530.41	<0.01	187946.38	0.09	52.21	22.66	30.59
67	518	52665.73	3.32	86709.55	<0.01	62594.77	<0.01	65419.85	0.09	64.64	18.85	24.22
68	411	85356.17	3.16	106035.19	<0.01	139588.30	0.01	154856.59	0.09	24.23	63.54	81.42
69	245	85297.45	2.29	95890.77	<0.01	150185.00	<0.01	155243.25	0.09	12.42	76.07	82.00
70	513	61470.23	3.70	96180.75	0.02	77863.35	0.02	85204.66	0.09	56.47	26.67	38.61
71	434	99783.34	3.59	161460.28	<0.01	120541.51	<0.01	125914.90	0.09	61.81	20.80	26.19
72	438	46257.71	3.95	79921.20	<0.01	46986.71	0.02	49910.60	0.08	72.77	1.58	7.90
73	533	52884.16	3.58	62885.28	<0.01	87421.42	0.01	94825.14	0.09	18.91	65.31	79.31
74	573	88352.18	3.80	108895.51	<0.01	135204.45	<0.01	138726.64	0.08	23.25	53.03	57.02
75	258	138877.97	2.39	206594.88	<0.01	177487.53	0.03	177616.86	0.09	48.76	27.80	27.89
76	618	119981.39	3.91	166253.81	<0.01	171204.22	<0.01	182132.81	0.09	38.57	42.69	51.80
77	218	59874.78	2.23	110064.25	<0.01	59874.82	<0.01	66043.48	0.09	83.82	0.00	10.30
78	403	97304.94	3.32	107434.01	0.02	173543.25	<0.01	183528.05	0.09	10.41	78.35	88.61
79	371	142920.56	3.31	227911.56	<0.01	169665.92	<0.01	180333.81	0.09	59.47	18.71	26.18
80	295	85364.90	2.69	140513.84	<0.01	102985.99	0.03	105781.54	0.08	64.60	20.64	23.92
81	303	64236.83	2.77	104976.19	<0.01	65460.33	<0.01	69847.09	0.09	63.42	1.90	8.73
82	242	75204.73	2.42	124447.45	<0.01	77758.05	0.02	79003.25	0.09	65.48	3.40	5.05
83	714	153991.56	4.41	229675.09	0.01	196635.66	0.01	198950.95	0.11	49.15	27.69	29.20
84	331	110959.08	3.10	183371.45	<0.01	122441.31	<0.01	130020.63	0.11	65.26	10.35	17.18
85	413	123808.61	3.33	192124.22	<0.01	152925.13	0.03	162507.63	0.08	55.18	23.52	31.26
86	320	66687.10	2.86	110436.02	<0.01	73219.68	<0.01	75446.60	0.08	65.60	9.80	13.14
87	391	117832.17	2.82	159993.05	<0.01	170838.69	0.01	186165.30	0.09	35.78	44.98	57.99
88	270	46735.73	2.67	78698.61	0.02	50040.14	0.02	54563.98	0.09	68.39	7.07	16.75
89	489	104279.73	3.35	136120.02	<0.01	158360.00	<0.01	159537.92	0.09	30.53	51.86	52.99
90	460	51234.55	3.01	69164.94	0.03	76754.30	<0.01	80877.45	0.08	35.00	49.81	57.86

ตารางผนวกที่ ๔ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีสถิติที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อ 5%

ปัญหา ที่	รอบที่ หุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
91	356	68650.72	3.23	132512.91	<0.01	70163.91	<0.01	87022.72	0.23	93.02	2.20	26.76
92	324	87734.80	2.86	167805.30	<0.01	87734.80	<0.01	96489.34	0.09	91.26	0.00	9.98
93	223	87889.17	2.11	196523.45	<0.01	87889.20	<0.01	98293.58	0.13	123.60	0.00	11.84
94	342	40714.80	2.82	74410.53	<0.01	44069.95	<0.01	46904.04	0.08	82.76	8.24	15.20
95	399	76881.20	2.95	127237.14	<0.01	84158.52	<0.01	93513.35	0.08	65.50	9.47	21.63
96	318	79874.59	2.45	105801.40	<0.01	98163.03	<0.01	110519.66	0.09	32.46	22.90	38.37
97	329	46917.00	2.74	82824.41	<0.01	50683.96	0.02	59604.12	0.09	76.53	8.03	27.04
98	314	120072.90	2.74	230166.66	0.01	121132.24	0.01	128179.30	0.09	91.69	0.88	6.75
99	220	97271.66	2.03	210768.28	<0.01	97271.70	<0.01	108688.79	0.11	116.68	0.00	11.74
100	253	140985.11	2.41	296788.81	<0.01	140985.16	0.02	146460.81	0.09	110.51	0.00	3.88
101	218	118098.47	2.26	276989.84	<0.01	118098.53	<0.01	127643.89	0.09	134.54	0.00	8.08
102	220	75942.59	2.27	166218.75	<0.01	75942.64	<0.01	83549.95	0.09	118.87	0.00	10.02
103	405	115262.71	3.03	220271.23	<0.01	115262.78	0.03	129445.54	0.08	91.10	0.00	12.30
104	417	51824.33	3.21	92214.45	0.02	55670.99	<0.01	59540.11	0.08	77.94	7.42	14.89
105	281	62017.12	2.59	135455.22	<0.01	62575.34	0.03	69980.55	0.09	118.42	0.90	12.84
106	541	35647.30	4.66	64303.36	<0.01	40348.88	<0.01	49229.14	0.09	80.39	13.19	38.10
107	263	123791.99	2.42	252206.98	<0.01	123792.05	<0.01	138765.61	0.09	103.73	0.00	12.10
108	239	62834.32	2.42	128083.17	0.01	62834.38	<0.01	66909.34	0.09	103.84	0.00	6.49
109	269	73852.58	2.44	137468.69	<0.01	73852.63	<0.01	82423.55	0.13	86.14	0.00	11.61
110	235	81925.72	2.34	193717.09	<0.01	81925.72	0.03	88624.76	0.08	136.45	0.00	8.18
111	224	98600.98	2.27	218615.39	<0.01	98601.01	<0.01	105440.45	0.09	121.72	0.00	6.94
112	235	113578.85	2.34	235813.61	0.02	114814.27	0.02	125640.84	0.09	107.62	1.09	10.62
113	405	115262.71	3.03	220271.23	<0.01	115262.78	0.03	129445.54	0.08	91.10	0.00	12.30
114	417	51824.33	3.21	92214.45	0.02	55670.99	<0.01	59540.11	0.08	77.94	7.42	14.89
115	389	33266.90	3.47	59081.20	<0.01	36630.73	<0.01	40313.21	0.09	77.60	10.11	21.18
116	248	64927.98	2.48	140120.42	<0.01	64927.98	0.01	68136.47	0.08	115.81	0.00	4.94
117	312	54138.80	2.73	81246.68	0.02	68051.75	0.02	73909.27	0.08	50.07	25.70	36.52
118	472	52350.09	3.88	93261.90	<0.01	60002.36	0.02	65035.02	0.09	78.15	14.62	24.23
119	219	61753.47	2.34	138965.14	0.01	61753.47	0.01	71045.09	0.11	125.03	0.00	15.05
120	244	118311.48	2.30	239156.28	<0.01	118311.53	0.02	125708.45	0.09	102.14	0.00	6.25

ตารางผนวกที่ ๖5 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อ 10%

ปัญหา ที่	รอบที่ หยุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
121	410	35789.07	3.70	64510.19	<0.01	43256.66	<0.01	43501.13	0.09	80.25	20.87	21.55
122	228	124545.24	2.14	260137.64	<0.01	124545.29	<0.01	129871.38	0.16	108.87	0.00	4.28
123	499	148777.81	3.94	266788.47	<0.01	160185.64	<0.01	167626.58	0.09	79.32	7.67	12.67
124	299	85099.43	2.50	182943.72	<0.01	89224.00	<0.01	98590.86	0.08	114.98	4.85	15.85
125	659	89119.49	3.77	117304.63	<0.01	120414.10	<0.01	133496.34	0.11	31.63	35.12	49.79
126	416	26467.90	3.11	47015.06	<0.01	32691.32	<0.01	34625.55	0.08	77.63	23.51	30.82
127	247	126492.16	2.27	253830.52	<0.01	126492.21	<0.01	138453.53	0.09	100.67	0.00	9.46
128	215	81756.63	2.04	162172.00	<0.01	81756.63	0.01	92733.78	0.13	98.36	0.00	13.43
129	454	124695.84	2.87	228507.98	<0.01	127478.88	0.02	132633.38	0.09	83.25	2.23	6.37
130	226	96380.68	2.19	193766.73	<0.01	96380.74	0.02	100161.10	0.09	101.04	0.00	3.92
131	232	100489.06	2.16	208817.31	0.02	100489.10	<0.01	107106.35	0.09	107.80	0.00	6.59
132	324	77920.77	2.38	140856.75	<0.01	83830.38	<0.01	89321.16	0.09	80.77	7.58	14.63
133	259	84289.09	2.32	173890.97	<0.01	85444.67	0.03	90393.68	0.13	106.30	1.37	7.24
134	345	68158.61	2.77	129842.34	<0.01	68158.66	<0.01	71013.00	0.09	90.50	0.00	4.19
135	409	57979.37	3.16	83351.67	<0.01	74914.38	0.03	76256.53	0.08	43.76	29.21	31.52
136	427	111284.99	2.75	237388.30	<0.01	111285.05	<0.01	124025.73	0.09	113.32	0.00	11.45
137	245	70798.84	2.28	150132.31	<0.01	70798.91	<0.01	76127.67	0.08	112.05	0.00	7.53
138	421	90515.44	3.14	159746.14	<0.01	97827.07	<0.01	106429.09	0.09	76.48	8.08	17.58
139	448	109869.28	3.36	203810.09	0.01	111346.34	<0.01	121693.54	0.06	85.50	1.34	10.76
140	240	80047.84	2.29	172552.06	<0.01	85447.98	0.02	89574.48	0.13	115.56	6.75	11.90
141	223	108486.55	2.18	225141.02	<0.01	108486.55	0.02	115290.21	0.08	107.53	0.00	6.27
142	375	115077.19	2.66	194912.98	<0.01	130897.40	0.01	145950.23	0.09	69.38	13.75	26.83
143	221	80191.90	2.15	165903.17	<0.01	80191.95	<0.01	88887.13	0.11	106.88	0.00	10.84
144	224	120382.12	2.10	235549.44	0.02	120382.13	0.02	133260.16	0.09	95.67	0.00	10.70
145	231	95780.87	2.25	194410.33	<0.01	95780.94	0.02	106188.53	0.09	102.97	0.00	10.87
146	254	57509.27	2.31	101087.30	<0.01	57509.31	0.01	65367.94	0.11	75.78	0.00	13.67
147	303	60152.90	2.36	83886.95	<0.01	79276.37	0.02	88984.28	0.09	39.46	31.79	47.93
148	505	79915.98	3.43	129588.02	0.02	93728.31	0.01	105419.69	0.11	62.16	17.28	31.91
149	215	39530.89	2.19	79748.48	<0.01	39530.89	0.02	45322.89	0.08	101.74	0.00	14.65
150	253	55469.89	2.30	105171.24	0.03	55469.96	<0.01	60349.24	0.11	89.60	0.00	8.80

ตารางผนวกที่ ๖6 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
151	308	89847.63	2.92	123341.50	<0.01	127605.60	<0.01	138438.09	0.09	37.28	42.02	54.08
152	280	86211.81	2.56	154346.42	<0.01	89338.26	<0.01	89835.33	0.16	79.03	3.63	4.20
153	264	118592.88	2.47	213614.23	<0.01	118592.91	<0.01	123350.76	0.09	80.12	0.00	4.01
154	464	86799.05	3.38	147422.23	<0.01	89816.29	<0.01	93600.42	0.08	69.84	3.48	7.84
155	256	100212.06	2.41	173557.75	<0.01	100212.10	<0.01	107037.66	0.11	73.19	0.00	6.81
156	386	137248.00	3.14	194872.64	<0.01	188466.64	<0.01	196364.47	0.09	41.99	37.32	43.07
157	414	162952.84	3.81	251781.00	<0.01	203348.41	<0.01	208292.83	0.09	54.51	24.79	27.82
158	598	48892.76	4.48	77914.20	0.01	60925.80	0.01	66676.13	0.08	59.36	24.61	36.37
159	240	113510.05	2.39	211445.36	<0.01	113510.10	<0.01	117636.80	0.09	86.28	0.00	3.64
160	286	58740.23	2.78	101438.22	<0.01	61979.32	0.02	64151.97	0.09	72.69	5.51	9.21
161	320	155698.63	2.85	250732.92	<0.01	183306.91	0.02	191095.36	0.11	61.04	17.73	22.73
162	224	80696.23	2.29	154564.41	<0.01	80696.23	<0.01	84475.13	0.06	91.54	0.00	4.68
163	627	84282.80	3.92	105139.61	<0.01	136617.34	0.01	146822.48	0.11	24.75	62.09	74.20
164	445	90888.63	3.43	121386.35	<0.01	133904.98	0.02	147999.50	0.08	33.56	47.33	62.84
165	238	71899.53	2.38	133391.69	<0.01	71899.57	0.02	75155.92	0.09	85.53	0.00	4.53
166	229	142621.23	2.39	249330.61	<0.01	142621.28	<0.01	146323.84	0.11	74.82	0.00	2.60
167	289	75646.47	2.64	145373.20	0.02	79034.30	0.03	83910.78	0.09	92.17	4.48	10.92
168	375	47219.68	3.11	79086.90	<0.01	53195.50	<0.01	55249.70	0.09	67.49	12.66	17.01
169	242	87416.20	2.33	152246.17	<0.01	94682.17	<0.01	101389.13	0.11	74.16	8.31	15.98
170	255	149099.17	2.44	267120.63	<0.01	149099.22	0.03	153102.86	0.06	79.16	0.00	2.69
171	450	47160.89	3.78	74450.42	<0.01	56149.41	<0.01	59397.21	0.09	57.86	19.06	25.95
172	426	72045.56	3.65	91800.03	0.01	111761.59	0.03	126243.64	0.11	27.42	55.13	75.23
173	419	207257.81	3.48	347805.13	<0.01	222372.31	<0.01	227212.52	0.09	67.81	7.29	9.63
174	364	174981.50	3.03	298404.44	<0.01	179716.73	<0.01	194162.00	0.09	70.53	2.71	10.96
175	242	66102.85	2.37	114773.91	<0.01	66191.33	0.03	71870.98	0.11	73.63	0.13	8.73
176	242	132476.81	2.38	249465.66	<0.01	133535.91	<0.01	145840.91	0.09	88.31	0.80	10.09
177	466	46106.20	3.82	74013.28	0.02	60050.05	0.03	60597.99	0.09	60.53	30.24	31.43
178	224	62801.76	2.32	106158.35	<0.01	62801.86	<0.01	66015.02	0.06	69.04	0.00	5.12
179	621	68487.88	4.02	92722.32	<0.01	97109.27	0.03	101702.06	0.11	35.39	41.79	48.50
180	392	107862.01	3.61	179036.97	0.03	122127.93	<0.01	131605.42	0.08	65.99	13.23	22.01

ตารางผนวกที่ ๗ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อ 5%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
181	232	103496.98	2.64	246647.41	<0.01	104768.30	<0.01	113771.49	0.09	138.31	1.23	9.93
182	232	64671.09	2.24	134205.72	<0.01	66314.19	<0.01	77965.85	0.19	107.52	2.54	20.56
183	407	92855.22	3.22	157033.03	<0.01	105349.42	<0.01	104995.21	0.09	69.12	13.46	13.07
184	395	75832.02	2.79	127969.77	<0.01	84336.28	<0.01	92928.03	0.09	68.75	11.21	22.54
185	361	48481.42	2.56	90527.11	<0.01	48481.48	<0.01	53086.42	0.09	86.73	0.00	9.50
186	237	84012.07	2.23	185214.14	<0.01	86419.74	<0.01	94141.55	0.08	120.46	2.87	12.06
187	234	127729.76	2.06	248740.53	<0.01	127729.82	<0.01	134726.64	0.09	94.74	0.00	5.48
188	271	107261.34	2.31	231157.11	<0.01	107261.40	0.02	115808.73	0.11	115.51	0.00	7.97
189	348	101840.45	2.82	186752.36	<0.01	108452.01	<0.01	112104.95	0.09	83.38	6.49	10.08
190	242	107107.48	2.44	251532.58	<0.01	107107.52	0.03	115768.98	0.09	134.84	0.00	8.09
191	380	102258.69	2.97	174003.52	<0.01	111764.78	<0.01	127336.02	0.11	70.16	9.30	24.52
192	359	90401.06	3.33	164998.98	<0.01	96801.67	<0.01	106050.47	0.09	82.52	7.08	17.31
193	235	81705.12	2.41	182377.31	0.02	81705.15	0.03	90193.33	0.09	123.21	0.00	10.39
194	448	52577.79	4.02	98272.68	<0.01	57228.04	<0.01	63741.39	0.09	86.91	8.84	21.23
195	238	70731.60	2.41	149047.97	<0.01	70731.66	0.03	84832.94	0.13	110.72	0.00	19.94
196	277	82033.77	2.40	165822.00	<0.01	82033.80	<0.01	92846.81	0.16	102.14	0.00	13.18
197	541	112353.76	4.41	183651.52	<0.01	130738.71	<0.01	136229.50	0.11	63.46	16.36	21.25
198	226	70353.70	2.36	143717.80	<0.01	70353.74	0.02	85669.84	0.13	104.28	0.00	21.77
199	230	71480.09	2.41	167037.63	<0.01	71480.14	<0.01	81257.58	0.11	133.68	0.00	13.68
200	401	58849.50	3.62	107799.50	0.01	62135.88	0.02	74685.97	0.08	83.18	5.58	26.91
201	324	108316.58	3.09	174300.38	<0.01	123455.98	0.01	137763.39	0.11	60.92	13.98	27.19
202	243	123268.88	2.31	238822.23	<0.01	123268.93	0.02	128066.80	0.09	93.74	0.00	3.89
203	239	77946.63	2.32	157887.69	<0.01	78709.63	<0.01	87311.73	0.13	102.56	0.98	12.01
204	234	89452.32	2.48	196658.52	<0.01	89452.37	<0.01	97352.31	0.11	119.85	0.00	8.83
205	223	64852.87	2.36	139792.20	0.02	65914.19	0.03	78243.41	0.14	115.55	1.64	20.65
206	229	134974.86	2.29	305421.38	<0.01	135965.66	0.02	146803.02	0.09	126.28	0.73	8.76
207	221	42400.88	2.32	81258.72	<0.01	42400.94	0.01	51619.22	0.11	91.64	0.00	21.74
208	251	170289.16	2.42	402556.59	<0.01	170289.19	<0.01	186280.42	0.11	136.40	0.00	9.39
209	229	68546.95	2.29	144350.59	0.02	75637.88	0.02	82242.79	0.09	110.59	10.34	19.98
210	380	82783.27	2.99	152616.20	0.03	86436.45	<0.01	98357.80	0.09	84.36	4.41	18.81

ตารางผนวกที่ ข8 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีสถิติที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อ 10%

ปัญหา ที่	รอบที่ หุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
211	282	114983.77	2.97	241908.23	<0.01	117726.97	<0.01	126220.76	0.14	110.38	2.39	9.77
212	231	94339.48	2.35	193041.77	<0.01	94451.39	<0.01	110782.70	0.13	104.62	0.12	17.43
213	250	92225.66	2.46	171281.03	<0.01	93067.96	<0.01	102037.27	0.16	85.72	0.91	10.64
214	222	143139.02	2.27	308432.78	<0.01	143139.06	<0.01	146187.63	0.09	115.48	0.00	2.13
215	280	107950.17	2.61	191372.39	<0.01	115725.20	<0.01	134245.48	0.09	77.28	7.20	24.36
216	265	120988.91	2.53	244363.61	<0.01	120988.95	<0.01	126606.78	0.13	101.97	0.00	4.64
217	233	60306.96	2.27	113619.63	<0.01	60307.00	<0.01	68914.00	0.11	88.40	0.00	14.27
218	460	49799.85	3.56	89261.66	<0.01	57005.22	0.02	59954.91	0.09	79.24	14.47	20.39
219	473	66586.64	3.64	117477.02	<0.01	74397.25	<0.01	78142.44	0.09	76.43	11.73	17.35
220	407	54647.70	3.62	92916.50	<0.01	64570.30	0.03	68118.13	0.09	70.03	18.16	24.65
221	328	192366.06	2.79	382756.13	<0.01	194276.22	<0.01	205097.22	0.09	98.97	0.99	6.62
222	284	122427.63	2.55	234309.30	<0.01	122488.06	<0.01	126054.46	0.09	91.39	0.05	2.96
223	382	38014.59	3.04	69683.54	<0.01	39408.73	0.03	45342.46	0.06	83.31	3.67	19.28
224	352	37125.34	2.88	64316.76	0.02	41612.21	<0.01	45152.27	0.09	73.24	12.09	21.62
225	227	83180.80	2.29	175105.58	<0.01	83180.85	0.02	86589.14	0.08	110.51	0.00	4.10
226	316	140539.30	2.74	301776.22	<0.01	140539.30	0.02	158807.77	0.09	114.73	0.00	13.00
227	408	72142.82	3.13	122333.76	<0.01	83976.63	<0.01	87693.11	0.11	69.57	16.40	21.55
228	406	36562.02	2.94	66202.84	<0.01	38692.78	<0.01	45243.60	0.09	81.07	5.83	23.74
229	420	113022.18	3.39	171879.00	<0.01	137004.67	0.02	141295.16	0.09	52.08	21.22	25.02
230	227	161109.14	2.27	317593.75	<0.01	161109.19	0.02	174186.02	0.09	97.13	0.00	8.12
231	217	102345.59	2.32	203315.22	<0.01	102345.62	<0.01	112233.73	0.16	98.66	0.00	9.66
232	218	82306.30	2.32	161651.55	<0.01	82306.34	0.03	89385.88	0.11	96.40	0.00	8.60
233	491	84543.84	3.85	141221.17	<0.01	96376.98	<0.01	112177.62	0.09	67.04	14.00	32.69
235	239	141147.28	2.34	302330.47	0.02	141147.34	0.03	150787.42	0.09	114.20	0.00	6.83
236	291	81399.59	2.70	154872.69	<0.01	81399.63	<0.01	93527.68	0.16	90.26	0.00	14.90
237	273	98468.16	2.60	149859.38	<0.01	117933.88	0.03	129358.76	0.09	52.19	19.77	31.37
238	243	44449.19	2.54	84040.32	<0.01	45373.29	<0.01	50969.27	0.09	89.07	2.08	14.67
239	413	96461.52	3.17	139996.17	<0.01	117787.95	<0.01	129281.49	0.09	45.13	22.11	34.02
240	228	116012.21	2.34	236988.36	0.03	116012.24	<0.01	124759.59	0.09	104.28	0.00	7.54
235	239	141147.28	2.34	302330.47	0.02	141147.34	0.03	150787.42	0.09	114.20	0.00	6.83

ตารางผนวกที่ ๗๑ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อ 20%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
241	213	185141.45	2.43	330605.78	<0.01	185141.50	<0.01	196382.52	0.11	78.57	0.00	6.07
242	416	125070.09	3.21	203973.02	<0.01	148838.89	<0.01	149084.28	0.14	63.09	19.00	19.20
243	360	135768.09	2.82	231238.81	<0.01	140381.56	<0.01	151444.28	0.09	70.32	3.40	11.55
244	432	74036.53	3.54	114408.84	<0.01	91007.05	<0.01	100574.54	0.09	54.53	22.92	35.84
245	241	77509.73	2.32	152694.05	<0.01	77509.76	<0.01	85498.77	0.11	97.00	0.00	10.31
246	257	65479.36	2.28	127268.30	<0.01	65479.43	<0.01	74414.47	0.11	94.36	0.00	13.65
247	248	95926.80	2.25	165662.14	<0.01	95926.79	<0.01	101231.34	0.08	72.70	0.00	5.53
248	279	122692.64	2.50	213261.58	<0.01	122692.69	0.01	128229.66	0.11	73.82	0.00	4.51
249	442	84843.83	3.11	130518.45	<0.01	106143.83	0.02	118411.55	0.08	53.83	25.10	39.56
250	231	203221.34	2.32	373004.06	<0.01	203221.41	0.02	214131.33	0.09	83.55	0.00	5.37
251	260	171755.52	2.56	311531.94	<0.01	173392.20	<0.01	180170.41	0.09	81.38	0.95	4.90
252	232	146338.52	2.32	281506.81	0.02	146338.55	<0.01	149036.06	0.09	92.37	0.00	1.84
253	236	113424.88	2.37	213972.80	<0.01	113872.38	0.03	120961.08	0.09	88.65	0.39	6.64
254	297	143956.53	2.77	248320.92	<0.01	143956.58	<0.01	155894.16	0.09	72.50	0.00	8.29
255	456	157324.09	3.60	263964.41	<0.01	166636.95	0.03	171935.38	0.08	67.78	5.92	9.29
256	239	175785.98	2.42	308759.44	<0.01	175786.03	<0.01	191512.75	0.09	75.65	0.00	8.95
257	321	71886.10	2.71	121358.11	<0.01	76758.34	<0.01	79349.70	0.09	68.82	6.78	10.38
258	512	124836.13	3.51	201066.17	<0.01	144745.75	<0.01	155816.22	0.09	61.06	15.95	24.82
259	451	141816.34	3.59	224202.22	0.01	172068.28	<0.01	187633.38	0.09	58.09	21.33	32.31
260	358	137303.63	3.25	217785.81	<0.01	165472.55	0.03	171374.36	0.09	58.62	20.52	24.81
261	283	60961.26	2.50	107625.72	<0.01	60961.32	<0.01	65522.16	0.09	76.55	0.00	7.48
262	303	158334.84	2.71	300198.72	<0.01	158334.86	0.01	162914.67	0.06	89.60	0.00	2.89
263	473	128018.73	3.42	159677.77	<0.01	202330.38	<0.01	205381.81	0.11	24.73	58.05	60.43
264	272	120878.15	2.49	222804.88	0.02	120878.19	0.02	128931.18	0.09	84.32	0.00	6.66
265	230	193958.20	2.33	359577.44	<0.01	193958.25	0.02	206048.00	0.09	85.39	0.00	6.23
266	292	171349.16	2.62	331457.66	<0.01	172731.22	0.01	180252.16	0.11	93.44	0.81	5.20
267	421	62354.23	3.61	94165.05	<0.01	77531.19	0.02	85433.45	0.08	51.02	24.34	37.01
268	564	95856.13	4.37	151606.14	0.01	116684.70	0.01	131804.00	0.08	58.16	21.73	37.50
269	402	229333.70	2.91	409508.78	<0.01	229333.75	<0.01	228791.86	0.09	78.56	0.00	-0.24
270	255	227267.80	2.47	389458.41	0.03	231344.98	0.02	244906.14	0.09	71.37	1.79	7.76

ตารางผนวกที่ ข11 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อ 5%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
271	697	113467.95	15.97	215005.97	<0.01	153113.84	<0.01	163631.27	0.42	89.49	34.94	44.21
272	429	197729.00	13.59	381150.75	<0.01	255330.72	<0.01	268104.78	0.41	92.76	29.13	35.59
273	505	142816.50	17.11	250357.70	<0.01	189687.30	<0.01	215719.89	0.36	75.30	32.82	51.05
274	654	94913.60	22.48	150794.75	<0.01	153901.80	<0.01	168117.59	0.48	58.88	62.15	77.13
275	569	177425.28	15.25	366461.97	<0.01	213795.48	<0.01	223990.72	0.48	106.54	20.50	26.25
276	690	105109.84	21.73	202321.64	<0.01	138418.59	0.01	145819.77	0.47	92.49	31.69	38.73
277	864	148095.70	26.12	335598.63	<0.01	182306.30	<0.01	203674.86	0.48	126.61	23.10	37.53
278	750	181685.78	20.28	354741.34	<0.01	237278.41	0.02	245720.11	0.45	95.25	30.60	35.24
279	482	90432.44	18.19	194834.47	0.02	118355.07	0.02	124895.44	0.44	115.45	30.88	38.11
280	509	181320.47	15.55	316608.66	<0.01	245963.00	<0.01	263051.69	0.45	74.61	35.65	45.08
281	821	108592.23	22.03	236507.41	<0.01	129662.05	0.03	132725.05	0.47	117.79	19.40	22.22
282	395	120139.45	13.11	232055.83	<0.01	167402.42	0.01	172646.44	0.45	93.16	39.34	43.71
283	342	154411.25	12.22	325589.03	0.01	188572.53	<0.01	198726.13	0.44	110.86	22.12	28.70
284	451	158704.66	16.39	339258.75	<0.01	194308.70	0.03	211846.16	0.47	113.77	22.43	33.48
285	661	130512.66	17.28	171528.55	<0.01	228011.44	0.01	247544.41	0.47	31.43	74.70	89.67
286	638	136095.97	18.39	191356.42	0.02	233741.45	<0.01	259739.47	0.50	40.60	71.75	90.85
287	693	83766.47	19.28	160369.36	<0.01	114773.02	0.02	121476.27	0.44	91.45	37.02	45.02
288	850	91052.91	20.32	175990.27	<0.01	122865.80	0.01	123433.56	0.48	93.28	34.94	35.56
289	897	147610.70	25.13	301750.03	0.01	187746.33	0.02	198208.22	0.41	104.42	27.19	34.28
290	328	142981.03	10.74	271822.22	<0.01	181177.11	0.01	204285.86	0.48	90.11	26.71	42.88
291	371	150471.58	11.31	283637.31	0.02	199763.84	0.02	217407.86	0.44	88.50	32.76	44.48
292	431	64553.75	14.27	88184.70	<0.01	119126.11	0.03	129267.24	0.47	36.61	84.54	100.25
293	743	161007.55	17.53	247597.44	0.02	245340.36	<0.01	264361.03	0.50	53.78	52.38	64.19
294	653	190399.31	22.26	378565.78	<0.01	238582.47	0.03	250435.20	0.47	98.83	25.31	31.53
295	677	236605.09	19.73	455614.38	0.01	296008.81	0.01	318375.88	0.48	92.56	25.11	34.56
296	543	84263.61	17.52	158004.48	<0.01	117972.80	0.02	121341.52	0.45	87.51	40.00	44.00
297	535	185198.78	16.22	339755.31	0.02	245738.88	0.01	276379.16	0.47	83.45	32.69	49.23
298	484	180612.50	13.42	325653.03	0.02	246711.86	0.03	260658.89	0.45	80.30	36.60	44.32
299	512	111443.91	15.05	164837.44	<0.01	178174.03	0.01	196678.30	0.48	47.91	59.88	76.48
300	400	107879.29	13.83	171539.97	0.05	166054.47	0.02	177249.09	0.48	59.01	53.93	64.30

ตารางผนวกที่ ข11 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
301	387	110954.45	13.95	191213.67	<0.01	162577.73	<0.01	180918.34	0.42	72.34	46.53	63.06
302	740	184355.13	22.81	303129.97	<0.01	292550.22	<0.01	319914.97	0.44	64.43	58.69	73.53
303	718	75383.03	20.52	133927.30	<0.01	109657.55	<0.01	117592.67	0.44	77.66	45.47	55.99
304	608	241083.64	17.05	394580.28	<0.01	384462.28	<0.01	428175.22	0.48	63.67	59.47	77.60
305	454	95540.07	12.30	129820.23	<0.01	184556.27	0.02	198654.22	0.47	35.88	93.17	107.93
306	496	75375.76	18.43	123290.23	<0.01	129627.26	<0.01	133440.95	0.45	63.57	71.97	77.03
307	789	133898.13	17.97	220733.30	<0.01	214510.98	<0.01	238238.36	0.44	64.85	60.20	77.93
308	698	120991.95	18.15	219985.55	0.02	170867.48	0.01	183346.00	0.47	81.82	41.22	51.54
309	350	227046.30	12.52	394376.22	<0.01	331994.56	0.02	361948.66	0.45	73.70	46.22	59.42
310	550	175050.59	14.23	200487.14	<0.01	379061.56	0.02	400789.31	0.45	14.53	116.54	128.96
311	498	170934.19	16.65	248895.48	<0.01	322847.91	0.01	345259.13	0.44	45.61	88.87	101.98
312	444	246174.13	13.61	372980.25	0.01	413118.69	0.02	432015.22	0.48	51.51	67.82	75.49
313	528	99825.35	12.99	121535.86	<0.01	207806.05	0.02	214009.59	0.50	21.75	108.17	114.38
314	415	244600.78	12.65	408149.38	<0.01	373304.56	0.01	397170.16	0.45	66.86	52.62	62.37
315	863	225602.00	24.76	406197.38	0.02	323317.66	0.02	370060.75	0.44	80.05	43.31	64.03
316	670	238702.70	21.76	433048.56	<0.01	347010.75	0.01	371841.44	0.45	81.42	45.37	55.78
317	687	131541.55	16.58	152754.72	<0.01	284637.47	<0.01	296613.06	0.48	16.13	116.39	125.49
318	848	103912.45	21.82	204805.97	0.02	128254.93	0.02	138407.25	0.47	97.09	23.43	33.20
319	454	97992.42	13.17	136590.06	<0.01	187427.00	0.03	198552.59	0.45	39.39	91.27	102.62
320	813	94871.52	20.38	190334.83	0.01	134741.86	<0.01	138362.48	0.47	100.62	42.03	45.84
321	860	111102.50	24.47	228619.64	<0.01	142004.61	0.03	147622.25	0.42	105.77	27.81	32.87
322	796	173422.59	19.66	321616.50	<0.01	241076.55	0.02	255861.08	0.42	85.45	39.01	47.54
323	667	78589.02	20.33	144431.00	0.02	109294.76	0.01	114621.92	0.45	83.78	39.07	45.85
324	490	50102.49	14.21	70309.67	0.02	111540.87	0.02	113320.05	0.45	40.33	122.63	126.18
325	447	79920.60	16.06	122882.13	<0.01	144587.98	0.03	155897.70	0.50	53.76	80.91	95.07
326	451	157692.75	14.53	255173.36	0.01	253690.53	<0.01	293692.94	0.45	61.82	60.88	86.24
327	494	158258.14	14.19	270388.66	<0.01	246483.42	0.03	258550.75	0.47	70.85	55.75	63.37
328	710	94374.96	19.01	178003.67	0.02	128433.80	0.01	134105.50	0.47	88.61	36.09	42.10
329	494	254778.66	14.32	388999.09	0.01	441895.50	0.02	458326.97	0.52	52.68	73.44	79.89
330	631	116798.42	17.08	140363.86	0.02	250185.28	0.02	291477.31	0.47	20.18	114.20	149.56

ตารางผนวกที่ 12 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
331	481	152960.28	13.36	159688.31	<0.01	453680.38	<0.01	474616.91	0.41	4.40	196.60	210.29
332	753	351411.31	19.30	516088.91	<0.01	699921.44	<0.01	716877.25	0.52	46.86	99.17	104.00
333	380	217692.31	10.36	243088.27	<0.01	589182.81	<0.01	599663.56	0.38	11.67	170.65	175.46
334	399	139882.22	13.15	225775.66	<0.01	234855.95	0.02	243957.44	0.47	61.40	67.90	74.40
335	641	117682.48	18.70	195033.97	<0.01	178122.95	<0.01	182925.63	0.48	65.73	51.36	55.44
336	492	79761.94	14.58	99616.75	0.02	204105.91	<0.01	209527.64	0.50	24.89	155.89	162.69
337	546	144473.91	16.97	221053.92	<0.01	265713.28	<0.01	283428.72	0.39	53.01	83.92	96.18
338	413	300618.91	13.31	441907.78	<0.01	598590.75	0.03	609797.19	0.45	47.00	99.12	102.85
339	611	222213.69	16.55	359858.81	<0.01	380236.97	0.01	398342.31	0.41	61.94	71.11	79.26
340	664	209844.95	13.92	248242.94	<0.01	546356.25	<0.01	571588.13	0.45	18.30	160.36	172.39
341	728	179168.09	18.28	266523.22	0.02	343532.94	0.02	362005.75	0.44	48.76	91.74	102.05
342	312	131300.59	9.59	144409.47	<0.01	361012.06	0.02	381910.63	0.44	9.98	174.95	190.87
343	428	59927.59	11.18	78194.47	<0.01	152215.08	0.01	164189.36	0.45	30.48	154.00	173.98
344	402	125731.04	11.31	139861.00	0.01	347589.69	0.02	377342.44	0.42	11.24	176.45	200.12
345	554	259092.06	14.92	367474.28	<0.01	533764.88	0.02	548247.00	0.41	41.83	106.01	111.60
346	532	169297.05	15.92	175321.27	<0.01	519504.88	0.01	532203.63	0.47	3.56	206.86	214.36
347	480	231769.88	13.31	324143.84	0.02	485226.53	<0.01	494106.75	0.45	39.86	109.36	113.19
348	586	319984.63	14.17	477849.03	<0.01	618519.88	0.01	618982.25	0.47	49.33	93.30	93.44
349	510	103795.42	15.70	166960.94	<0.01	172465.25	0.03	181438.69	0.47	60.86	66.16	74.80
350	495	234217.28	15.05	305327.84	0.02	543676.69	<0.01	563599.38	0.42	30.36	132.12	140.63
351	492	117662.27	11.92	168259.20	<0.01	257208.95	0.03	264178.66	0.48	43.00	118.60	124.52
352	555	214035.02	17.16	332439.53	0.01	402307.84	0.02	422146.00	0.45	55.32	87.96	97.23
353	624	114385.75	19.27	218266.73	<0.01	140700.00	0.01	148716.09	0.45	90.82	23.00	30.01
354	894	136156.39	18.10	222016.09	0.02	228086.73	0.02	240956.58	0.45	63.06	67.52	76.97
355	531	195866.75	15.76	217926.11	0.01	545528.75	0.03	581467.50	0.47	11.26	178.52	196.87
356	443	204756.05	11.91	218934.48	<0.01	588952.69	<0.01	609722.63	0.44	6.92	187.64	197.78
357	606	130522.11	17.75	209494.88	0.02	229894.44	0.03	245705.05	0.48	60.51	76.13	88.25
358	442	283619.13	12.24	393760.75	<0.01	602073.50	0.03	636112.88	0.47	38.83	112.28	124.28
359	605	277795.34	17.06	439908.34	0.02	482514.50	<0.01	499266.50	0.48	58.36	73.69	79.72
360	619	163953.84	18.81	269843.13	<0.01	255327.58	0.02	261138.22	0.44	64.58	55.73	59.28

ตารางผนวกที่ ข13 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อ 5%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
361	885	160057.63	23.80	346684.47	<0.01	197325.11	<0.01	207134.02	0.44	116.60	23.28	29.41
362	489	139598.16	14.10	314190.00	<0.01	153497.64	<0.01	160826.13	0.41	125.07	9.96	15.21
363	666	79752.66	23.52	175989.56	0.02	97876.13	<0.01	110824.05	0.44	120.67	22.72	38.96
364	711	62222.11	19.44	118991.80	<0.01	85057.00	<0.01	90979.49	0.42	91.24	36.70	46.22
365	1023	164239.69	22.78	291793.88	<0.01	224944.44	<0.01	236628.36	0.47	77.66	36.96	44.08
366	875	140407.67	24.75	336476.22	<0.01	142153.05	0.02	158593.69	0.41	139.64	1.24	12.95
367	685	80158.76	21.27	157424.31	<0.01	106165.41	<0.01	110234.41	0.45	96.39	32.44	37.52
368	771	255298.83	18.85	491651.50	<0.01	328064.53	0.01	358320.72	0.48	92.58	28.50	40.35
369	859	94858.38	16.25	150551.98	<0.01	153236.36	0.02	164837.25	0.45	58.71	61.54	73.77
370	541	186246.14	14.85	356823.56	0.01	249140.31	<0.01	261978.23	0.42	91.59	33.77	40.66
371	639	216237.19	17.95	481183.75	<0.01	254257.28	0.03	263723.69	0.45	122.53	17.58	21.96
372	837	88420.15	24.14	142104.44	<0.01	141716.34	0.02	153905.75	0.47	60.71	60.28	74.06
373	497	215745.06	13.26	500084.53	0.02	245685.59	<0.01	262918.41	0.48	131.79	13.88	21.87
374	698	214432.98	18.40	489951.78	<0.01	252337.00	0.03	258403.95	0.45	128.49	17.68	20.51
375	663	178474.66	24.66	428020.16	<0.01	188500.61	0.02	205243.50	0.41	139.82	5.62	15.00
376	656	131158.56	20.97	201898.81	0.02	209941.88	<0.01	223998.50	0.47	53.93	60.07	70.78
377	486	192707.47	16.74	446486.53	<0.01	222778.28	0.02	233572.02	0.42	131.69	15.60	21.21
378	518	258841.95	15.54	579621.31	<0.01	280121.94	0.01	297342.97	0.39	123.93	8.22	14.87
379	579	136372.97	16.83	292090.41	0.01	170277.83	0.02	181795.22	0.44	114.18	24.86	33.31
380	512	156721.39	12.96	215459.84	<0.01	235829.03	0.02	267725.56	0.47	37.48	50.48	70.83
381	622	181555.00	18.78	429868.81	0.02	199394.58	0.01	209829.98	0.42	136.77	9.83	15.57
382	617	252604.22	20.56	507213.81	<0.01	312855.84	0.03	338399.75	0.45	100.79	23.85	33.96
383	843	211330.55	23.24	471398.38	0.01	252972.98	<0.01	280624.38	0.44	123.06	19.70	32.79
384	855	66765.56	23.13	118202.37	<0.01	110926.63	0.03	113276.31	0.44	77.04	66.14	69.66
385	560	164917.13	15.61	290233.19	0.02	234299.98	0.01	240779.00	0.47	75.99	42.07	46.00
386	747	178977.13	18.11	432761.47	<0.01	181045.63	0.02	208431.81	0.44	141.80	1.16	16.46
387	725	218144.94	21.73	486986.44	0.02	254242.28	0.03	270292.91	0.45	123.24	16.55	23.91
388	1163	201087.72	24.66	462494.78	0.01	220701.94	0.02	227966.88	0.47	130.00	9.75	13.37
389	926	179438.86	29.83	395412.38	<0.01	221331.00	0.03	232382.97	0.42	120.36	23.35	29.51
390	908	241990.39	28.31	524368.50	0.01	290094.47	<0.01	317797.75	0.42	116.69	19.88	31.33

ตารางผนวกที่ ข14 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
391	1104	237898.06	29.66	466420.16	<0.01	314403.19	<0.01	333017.53	0.41	96.06	32.16	39.98
392	836	118877.48	29.05	241978.81	<0.01	123714.59	<0.01	137443.22	0.47	103.55	4.07	15.62
393	650	295588.56	17.27	571276.94	<0.01	391194.22	<0.01	398140.56	0.50	93.27	32.34	34.69
394	959	146752.50	22.36	303898.69	<0.01	174422.22	<0.01	196349.27	0.44	107.08	18.85	33.80
395	582	96451.34	18.32	174228.34	<0.01	142410.80	<0.01	157060.38	0.45	80.64	47.65	62.84
396	1106	294050.25	23.08	619257.69	<0.01	361962.59	<0.01	384183.59	0.45	110.60	23.10	30.65
397	766	101889.38	22.02	210110.39	<0.01	117604.95	0.01	126877.54	0.44	106.21	15.42	24.52
398	1080	246507.56	28.69	491736.69	0.02	323215.09	0.02	350890.97	0.48	99.48	31.12	42.34
399	530	134577.14	17.33	283119.69	<0.01	149297.28	0.02	166286.08	0.44	110.38	10.94	23.56
400	643	265047.06	19.86	554429.06	<0.01	316153.19	<0.01	331619.00	0.42	109.18	19.28	25.12
401	499	145338.34	12.00	191938.02	<0.01	292810.22	0.03	298770.69	0.47	32.06	101.47	105.57
402	381	81741.68	10.20	129041.24	0.01	132133.81	0.02	137520.08	0.47	57.86	61.65	68.24
403	506	220048.53	13.28	344083.81	<0.01	357195.16	<0.01	372178.19	0.44	56.37	62.33	69.13
404	678	290586.56	14.68	554392.56	<0.01	387301.16	0.03	422777.78	0.47	90.78	33.28	45.49
405	490	302874.03	14.53	586364.31	<0.01	404982.91	0.01	426596.53	0.47	93.60	33.71	40.85
406	1088	231847.88	25.63	478212.94	0.02	290148.31	<0.01	299338.22	0.45	106.26	25.15	29.11
407	624	144404.47	16.94	276901.28	<0.01	200805.52	0.02	210590.47	0.44	91.75	39.06	45.83
408	472	278643.63	14.80	522449.28	0.01	382758.09	0.01	399476.41	0.47	87.50	37.36	43.36
409	378	71852.43	12.97	126703.48	<0.01	110288.86	0.02	115819.98	0.48	76.34	53.49	61.19
410	578	134985.14	14.20	238590.72	0.02	206169.77	0.02	218305.69	0.41	76.75	52.74	61.73
411	574	114996.42	18.58	194267.02	<0.01	181220.52	0.01	190974.06	0.45	68.93	57.59	66.07
412	593	93529.59	17.55	176394.30	0.02	125846.18	0.03	131554.53	0.44	88.60	34.55	40.66
413	699	108630.41	20.50	214508.64	<0.01	142039.80	<0.01	146312.09	0.45	97.47	30.76	34.69
414	1053	169993.45	21.57	335571.50	0.01	218745.58	0.03	225238.23	0.44	97.40	28.68	32.50
415	714	203548.97	22.47	400379.25	<0.01	259378.30	0.01	281277.88	0.45	96.70	27.43	38.19
416	474	101925.82	16.07	178844.22	0.02	150570.44	0.02	167244.34	0.48	75.47	47.73	64.08
417	595	128328.22	16.69	248280.47	<0.01	164617.20	0.03	178025.53	0.42	93.47	28.28	38.73
418	852	158771.17	24.77	336682.38	0.02	185732.08	0.02	193513.19	0.48	112.06	16.98	21.88
419	572	166215.72	14.03	210303.11	0.01	329917.91	0.01	346991.66	0.45	26.52	98.49	108.76
420	524	257477.91	15.35	539568.81	0.01	301414.25	<0.01	326763.28	0.44	109.56	17.06	26.91

ตารางผนวกที่ ข15 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
421	626	249174.39	15.61	351206.78	<0.01	520997.69	<0.01	540025.88	0.44	40.95	109.09	116.73
422	407	141700.56	12.62	186999.13	<0.01	329178.00	<0.01	351869.03	0.44	31.97	132.31	148.32
423	671	290990.59	17.28	502005.28	<0.01	445204.72	<0.01	456597.53	0.52	72.52	53.00	56.91
424	745	138918.34	24.06	261071.83	<0.01	164560.09	<0.01	162718.44	0.45	87.93	18.46	17.13
425	894	301855.13	20.89	526608.63	<0.01	463871.31	0.02	472087.94	0.44	74.46	53.67	56.40
426	520	323196.22	15.72	547582.38	<0.01	515270.81	<0.01	539544.44	0.44	69.43	59.43	66.94
427	1114	243523.16	27.82	465893.00	<0.01	301494.47	<0.01	314074.38	0.45	91.31	23.81	28.97
428	379	388074.06	10.72	615885.50	0.01	663677.19	0.01	665081.94	0.47	58.70	71.02	71.38
429	429	195698.98	12.83	246179.64	<0.01	488483.03	0.03	501744.19	0.41	25.80	149.61	156.39
430	306	152674.86	9.97	186856.78	<0.01	385637.75	<0.01	396659.81	0.47	22.39	152.59	159.81
431	614	138999.59	17.70	245835.91	<0.01	185705.02	0.01	191730.66	0.42	76.86	33.60	37.94
432	493	314845.81	16.40	505708.22	0.02	554849.06	0.02	577146.75	0.42	60.62	76.23	83.31
433	574	228173.64	13.66	399211.25	<0.01	338375.13	0.02	354565.09	0.48	74.96	48.30	55.39
434	459	160137.08	11.65	228270.42	<0.01	325738.75	0.01	335214.31	0.42	42.55	103.41	109.33
435	518	219932.94	16.44	388951.50	0.01	266290.16	0.02	277460.44	0.47	76.85	21.08	26.16
436	528	276799.44	13.27	407776.88	<0.01	527565.81	0.01	556960.31	0.45	47.32	90.59	101.21
437	759	88039.59	17.72	132381.66	<0.01	172415.75	<0.01	175934.97	0.45	50.37	95.84	99.84
438	679	100391.48	18.28	167476.34	0.02	167820.41	0.03	171472.61	0.48	66.82	67.17	70.80
439	419	131354.69	12.11	191107.09	<0.01	261271.06	0.02	276233.63	0.42	45.49	98.91	110.30
440	865	291663.34	22.40	430186.31	0.02	580420.38	<0.01	592144.88	0.47	47.49	99.00	103.02
441	418	127146.36	12.61	221230.97	<0.01	163530.50	0.03	180740.88	0.47	74.00	28.62	42.15
442	286	221400.53	9.33	268696.88	0.01	557570.63	0.02	584765.94	0.47	21.36	151.84	164.12
443	534	237691.48	14.63	381713.78	<0.01	366894.13	0.01	369550.63	0.42	60.59	54.36	55.47
444	670	224515.86	18.79	413852.81	0.02	297866.22	0.02	317965.63	0.44	84.33	32.67	41.62
445	412	201961.89	12.19	299345.28	<0.01	382664.00	0.03	403101.34	0.48	48.22	89.47	99.59
446	532	184174.16	17.43	235206.80	0.02	439181.84	<0.01	435909.72	0.45	27.71	138.46	136.68
447	541	328881.13	17.49	586149.75	0.01	456039.75	0.03	487808.28	0.45	78.23	38.66	48.32
448	968	226947.41	22.47	377343.94	<0.01	378334.28	0.03	385914.03	0.50	66.27	66.71	70.05
449	443	231933.89	12.48	274307.41	0.02	595692.38	<0.01	631267.81	0.48	18.27	156.84	172.18
450	465	350407.81	14.71	562158.94	<0.01	601281.13	0.02	627908.50	0.48	60.43	71.59	79.19

ตารางผนวกที่ ข16 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 5%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
451	883	247000.83	27.78	611091.50	<0.01	254344.92	<0.01	277080.19	0.38	147.40	2.97	12.18
452	771	236245.38	20.93	571579.81	<0.01	236245.44	<0.01	261903.19	0.44	141.94	0.00	10.86
453	454	260640.84	15.74	633856.00	<0.01	265117.44	0.02	284712.31	0.47	143.19	1.72	9.24
454	682	176505.80	20.82	408161.81	<0.01	209601.13	<0.01	235510.92	0.47	131.25	18.75	33.43
455	566	130527.42	18.74	292321.66	<0.01	146135.58	<0.01	152371.05	0.47	123.95	11.96	16.73
456	539	186766.06	16.04	384129.41	0.01	221236.27	<0.01	258943.14	0.45	105.67	18.46	38.65
457	703	248139.28	21.70	580750.94	<0.01	278322.44	<0.01	298039.75	0.45	134.04	12.16	20.11
458	570	113947.38	19.61	251519.70	<0.01	126885.26	0.03	131139.17	0.42	120.73	11.35	15.09
459	932	155500.16	22.34	340764.41	<0.01	186237.28	0.02	208086.98	0.47	119.14	19.77	33.82
460	816	134880.78	22.24	266039.88	<0.01	186325.58	<0.01	208384.41	0.45	97.24	38.14	54.50
461	1101	185050.08	28.89	424409.34	0.02	217498.41	0.01	231385.88	0.45	129.35	17.53	25.04
462	449	234045.47	12.93	551125.50	<0.01	249093.17	0.03	270616.75	0.45	135.48	6.43	15.63
463	608	205155.69	17.23	412144.66	<0.01	245125.50	<0.01	276214.56	0.42	100.89	19.48	34.64
464	482	201693.34	15.36	500236.94	0.02	215430.77	0.01	231292.83	0.41	148.02	6.81	14.68
465	581	138772.30	15.23	226071.34	<0.01	206732.86	0.03	226893.44	0.44	62.91	48.97	63.50
466	799	193942.13	21.89	468857.38	<0.01	205611.42	<0.01	228363.13	0.44	141.75	6.02	17.75
467	733	175110.22	18.55	285564.94	0.01	246050.64	<0.01	281205.41	0.45	63.08	40.51	60.59
468	1021	86322.47	22.92	162753.27	<0.01	116616.66	0.03	115685.93	0.44	88.54	35.09	34.02
469	617	282663.25	20.44	686427.75	0.02	298182.69	0.02	299315.53	0.45	142.84	5.49	5.89
470	724	78507.53	18.01	143071.77	<0.01	121520.94	<0.01	128521.78	0.50	82.24	54.79	63.71
471	453	154088.28	12.66	244573.19	0.01	233764.98	0.03	241749.38	0.45	58.72	51.71	56.89
472	529	179132.58	20.09	470436.63	<0.01	182108.13	0.02	192606.42	0.50	162.62	1.66	7.52
473	521	95229.63	16.98	180848.36	0.02	130595.67	0.01	145322.91	0.47	89.91	37.14	52.60
474	453	119384.31	13.26	271202.47	<0.01	136221.98	0.02	147182.98	0.45	127.17	14.10	23.29
475	861	122433.69	26.45	279181.38	0.02	128276.04	0.03	137841.84	0.48	128.03	4.77	12.58
476	595	160145.67	14.77	393538.06	<0.01	160145.72	<0.01	180757.95	0.50	145.74	0.00	12.87
477	833	71771.77	23.86	139624.91	0.01	90372.81	0.03	107271.52	0.47	94.54	25.92	49.46
478	493	141376.94	17.71	341890.00	0.02	141644.41	0.03	158698.08	0.47	141.83	0.19	12.25
479	684	299906.13	20.11	736295.88	<0.01	308543.66	<0.01	334523.00	0.45	145.51	2.88	11.54
480	498	187154.81	16.75	437446.59	0.02	207284.97	0.02	227649.20	0.45	133.74	10.76	21.64

ตารางผนวกที่ ข17 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
481	763	175930.22	27.72	373861.72	<0.01	186903.45	<0.01	194592.89	0.36	112.51	6.24	10.61
482	731	232576.67	25.06	505290.06	<0.01	246525.98	<0.01	256576.86	0.50	117.26	6.00	10.32
483	530	114989.52	16.44	215462.61	<0.01	156617.14	<0.01	169768.11	0.44	87.38	36.20	47.64
484	1169	197887.27	31.22	439886.16	<0.01	197887.31	<0.01	210728.44	0.47	122.29	0.00	6.49
485	578	267754.06	18.71	568671.94	<0.01	323913.47	<0.01	346408.25	0.44	112.39	20.97	29.38
486	462	122957.69	13.52	265503.91	<0.01	143702.23	0.02	149451.69	0.48	115.93	16.87	21.55
487	446	284808.44	14.60	570916.81	<0.01	354121.56	<0.01	366499.34	0.44	100.46	24.34	28.68
488	686	241246.70	17.66	499245.16	0.02	293479.75	0.01	310029.03	0.45	106.94	21.65	28.51
489	649	173579.11	18.80	397979.94	<0.01	178367.06	0.02	193638.66	0.42	129.28	2.76	11.56
490	545	137404.38	18.03	282580.03	<0.01	156886.05	<0.01	166211.27	0.48	105.66	14.18	20.97
491	534	250768.06	15.97	409886.28	<0.01	401348.66	0.03	417270.84	0.45	63.45	60.05	66.40
492	1012	97801.73	23.55	181444.39	0.01	137673.81	0.02	151866.30	0.45	85.52	40.77	55.28
493	387	335371.09	10.40	713498.88	<0.01	402504.53	<0.01	420683.31	0.44	112.75	20.02	25.44
494	809	268253.75	18.59	499858.13	<0.01	369333.22	0.03	369937.63	0.48	86.34	37.68	37.91
495	562	225103.97	19.15	352349.69	<0.01	366304.19	0.02	391623.75	0.47	56.53	62.73	73.97
496	713	323492.69	20.22	703375.75	0.02	359025.56	<0.01	372204.06	0.45	117.43	10.98	15.06
497	672	259344.94	20.01	573562.38	<0.01	291705.59	0.02	327937.22	0.44	121.16	12.48	26.45
498	533	168626.28	16.42	357094.31	0.02	173647.53	0.01	186780.75	0.45	111.77	2.98	10.77
499	516	232698.30	15.24	408587.53	<0.01	343438.06	0.02	352508.78	0.47	75.59	47.59	51.49
500	615	178548.45	21.90	382313.06	0.01	191259.34	0.02	196984.69	0.47	114.12	7.12	10.33
501	430	172803.03	12.23	256157.33	<0.01	300812.56	0.01	320972.28	0.45	48.24	74.08	85.74
502	692	302524.13	16.24	641533.00	0.02	366320.13	0.03	379862.44	0.47	112.06	21.09	25.56
503	672	184574.13	18.61	398175.63	<0.01	218995.42	<0.01	228130.86	0.47	115.73	18.65	23.60
504	554	108526.76	16.03	202946.13	0.01	151167.80	0.03	166858.59	0.44	87.00	39.29	53.75
505	606	115971.38	20.34	223305.38	<0.01	153328.34	0.01	161972.02	0.45	92.55	32.21	39.67
506	443	154578.47	12.80	226577.25	0.02	263864.44	0.02	291599.41	0.44	46.58	70.70	88.64
507	495	158282.94	16.71	333607.22	0.02	160035.86	0.03	169429.13	0.41	110.77	1.11	7.04
508	662	253854.34	16.55	477431.16	<0.01	351540.47	0.02	381465.69	0.45	88.07	38.48	50.27
509	638	315997.81	19.12	691436.75	0.01	371165.63	0.02	392433.91	0.45	118.81	17.46	24.19
510	811	264470.28	19.67	502816.44	0.02	361256.75	<0.01	380578.47	0.48	90.12	36.60	43.90

ตารางผนวกที่ ข18 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อ 20%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
511	487	254024.08	15.74	386658.25	<0.01	463430.72	<0.01	473196.47	0.42	52.21	82.44	86.28
512	938	387382.00	18.85	670531.06	<0.01	612083.44	<0.01	637690.56	0.48	73.09	58.01	64.62
513	478	296978.34	16.60	551033.81	0.01	341168.09	<0.01	353647.28	0.48	85.55	14.88	19.08
514	647	392694.44	18.72	688778.19	<0.01	562204.25	0.02	574344.13	0.44	75.40	43.17	46.26
515	579	120724.52	13.50	184401.41	<0.01	217189.08	<0.01	225962.58	0.45	52.75	79.90	87.17
516	505	203716.69	17.14	391762.13	<0.01	210551.30	<0.01	221674.63	0.47	92.31	3.35	8.82
517	546	180993.98	14.21	241061.88	<0.01	416089.69	<0.01	450852.91	0.44	33.19	129.89	149.10
518	715	153827.55	19.83	207770.02	<0.01	352913.53	0.03	363425.78	0.45	35.07	129.42	136.26
519	435	299293.19	13.27	499330.94	<0.01	467331.00	0.01	464886.03	0.52	66.84	56.14	55.33
520	586	288460.00	22.02	558637.50	0.02	329963.63	<0.01	339544.13	0.48	93.66	14.39	17.71
521	709	247903.09	15.20	393412.13	<0.01	423011.34	0.02	424745.06	0.47	58.70	70.64	71.34
522	861	414123.50	22.57	724150.56	<0.01	613065.19	0.03	635274.81	0.44	74.86	48.04	53.40
523	987	282430.13	29.98	533977.75	0.01	353186.00	<0.01	377841.97	0.45	89.07	25.05	33.78
524	1057	236784.64	20.78	393887.13	<0.01	373679.31	0.02	386389.22	0.42	66.35	57.81	63.18
525	572	302968.75	15.96	477576.00	<0.01	537442.00	0.02	543561.75	0.45	57.63	77.39	79.41
526	672	418098.56	22.17	754828.94	0.02	557865.25	0.01	581922.88	0.47	80.54	33.43	39.18
527	715	221403.09	20.64	356201.88	<0.01	362139.00	<0.01	362495.97	0.48	60.88	63.57	63.73
528	767	198594.33	21.25	338473.06	<0.01	295170.78	0.03	305145.13	0.47	70.43	48.63	53.65
529	348	229075.20	12.07	339754.75	0.02	452074.25	0.02	455129.38	0.52	48.32	97.35	98.68
530	731	123628.72	19.22	238643.59	<0.01	148917.95	<0.01	154784.63	0.42	93.03	20.46	25.20
531	599	176494.80	20.95	346422.03	0.01	177003.63	0.03	185680.89	0.45	96.28	0.29	5.20
532	486	316638.19	16.86	570772.31	<0.01	435132.06	0.02	448947.91	0.48	80.26	37.42	41.79
533	771	208429.03	21.64	366449.16	0.02	312113.38	0.01	329675.84	0.44	75.81	49.75	58.17
534	568	113942.27	13.98	178438.70	0.02	204314.06	0.03	212776.25	0.47	56.60	79.31	86.74
535	949	397901.94	21.79	708435.75	<0.01	545425.94	0.02	569277.88	0.42	78.04	37.08	43.07
536	897	192743.00	20.10	339887.56	0.01	274540.44	0.02	292191.63	0.45	76.34	42.44	51.60
537	770	380224.50	20.84	671431.25	<0.01	551389.56	0.01	567033.00	0.47	76.59	45.02	49.13
538	786	115012.57	22.89	218172.14	0.02	136323.30	0.03	142856.81	0.42	89.69	18.53	24.21
539	596	367985.00	17.69	656663.75	0.01	492454.59	<0.01	509919.91	0.45	78.45	33.82	38.57
540	679	309278.16	18.88	489711.72	0.02	545877.25	<0.01	567699.13	0.47	58.34	76.50	83.56

ตารางผนวกที่ ข19 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง5%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
541	531	120074.37	35.80	203981.67	0.02	202027.16	<0.01	204138.86	0.67	69.88	68.25	70.01
542	687	213825.41	51.55	245568.86	<0.01	477179.72	<0.01	519863.19	0.70	14.85	123.16	143.13
543	411	137977.06	39.92	172549.05	<0.01	318664.09	0.02	330336.69	0.72	25.06	130.95	139.41
544	573	290351.81	47.63	469801.19	<0.01	508048.44	<0.01	545749.50	0.73	61.80	74.98	87.96
545	573	251930.31	50.81	370374.84	0.01	462134.13	<0.01	484947.25	0.67	47.01	83.44	92.49
546	461	274618.69	43.26	520328.47	<0.01	366296.66	0.01	391320.34	0.64	89.47	33.38	42.50
547	557	193959.27	45.51	373813.47	<0.01	249378.19	0.02	262677.28	0.66	92.73	28.57	35.43
548	781	148027.75	54.70	258594.44	0.02	239820.13	0.01	257179.63	0.72	74.69	62.01	73.74
549	358	155037.09	33.26	240521.52	<0.01	283937.59	0.02	301272.03	0.66	55.14	83.14	94.32
550	785	262352.44	66.68	484506.81	0.02	383150.03	0.01	420525.84	0.61	84.68	46.04	60.29
551	973	150781.00	79.86	292811.00	<0.01	263156.22	0.02	270630.94	0.72	94.20	74.53	79.49
552	606	273722.75	57.22	534427.69	0.01	369467.31	0.02	384340.03	0.70	95.24	34.98	40.41
553	470	130923.59	45.11	244758.70	<0.01	176917.56	0.03	186373.38	0.67	86.95	35.13	42.35
554	735	239773.33	65.28	470448.19	0.02	335410.13	0.01	359049.25	0.70	96.21	39.89	49.75
555	446	253055.58	37.87	288501.91	0.01	562066.13	0.03	602307.44	0.70	14.01	122.11	138.01
556	440	104518.97	40.45	161526.72	<0.01	214641.58	0.01	231101.31	0.70	54.54	105.36	121.11
557	720	321000.84	56.27	599095.44	0.02	488147.50	0.03	496897.84	0.70	86.63	52.07	54.80
558	868	253608.50	71.24	518079.91	0.02	369973.09	0.01	384775.16	0.70	104.28	45.88	51.72
559	797	161850.56	60.87	332764.84	0.01	219275.16	0.03	230242.19	0.69	105.60	35.48	42.26
560	913	110876.19	57.34	176318.73	0.02	218776.30	0.03	234715.16	0.64	59.02	97.32	111.69
561	1069	204121.06	83.99	425744.81	<0.01	280661.38	0.01	297301.38	0.69	108.57	37.50	45.65
562	794	219771.81	77.07	469973.41	0.02	314229.69	0.03	356952.19	0.66	113.85	42.98	62.42
563	623	126309.24	46.41	170931.08	0.01	270940.41	0.03	295200.50	0.70	35.33	114.51	133.71
564	650	276881.22	61.27	494060.44	0.02	444484.84	0.01	479412.91	0.69	78.44	60.53	73.15
565	480	146019.11	42.55	208060.63	0.03	290215.66	0.03	320457.06	0.67	42.49	98.75	119.46
566	511	238054.89	39.61	389070.13	0.02	392771.50	0.03	440733.06	0.69	63.44	64.99	85.14
567	744	202337.02	64.82	400380.59	0.01	280405.03	0.03	311899.50	0.63	97.88	38.58	54.15
568	990	112738.06	72.75	200057.95	0.02	196568.72	0.03	200961.84	0.66	77.45	74.36	78.26
569	616	108330.13	50.39	179962.25	0.05	185141.17	0.02	197890.28	0.66	66.12	70.90	82.67
570	574	247486.17	51.51	491161.63	0.01	351433.59	0.03	388957.16	0.70	98.46	42.00	57.16

ตารางผนวกที่ ข20 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง10%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
571	539	365545.16	52.27	607396.63	0.01	671182.06	<0.01	721509.50	0.67	66.16	83.61	97.38
572	781	175755.42	60.08	237838.64	<0.01	433239.13	<0.01	464456.72	0.63	35.32	146.50	164.26
573	558	180533.31	54.98	322598.47	<0.01	335199.88	<0.01	335225.75	0.70	78.69	85.67	85.69
574	670	265610.44	57.24	399456.34	<0.01	556462.38	<0.01	578962.13	0.63	50.39	109.50	117.97
575	545	282166.28	44.24	455440.75	0.02	541358.44	<0.01	582563.13	0.66	61.41	91.86	106.46
576	731	249863.05	46.79	305278.06	<0.01	657532.75	0.02	669966.13	0.69	22.18	163.16	168.13
577	815	120265.75	68.82	189752.64	<0.01	271004.94	0.01	281197.94	0.64	57.78	125.34	133.81
578	978	270897.50	55.75	378468.88	0.02	626108.44	0.03	642451.63	0.67	39.71	131.12	137.16
579	481	268656.34	41.60	449953.44	<0.01	486113.09	0.01	503494.25	0.66	67.48	80.94	87.41
580	506	274308.63	47.91	476912.94	0.01	480772.00	0.02	495936.56	0.70	73.86	75.27	80.80
581	897	235871.36	74.83	447488.69	<0.01	376203.94	0.01	396508.53	0.63	89.72	59.50	68.10
582	612	301767.53	49.44	379256.50	0.02	783075.50	0.03	813719.88	0.69	25.68	159.50	169.65
583	766	191579.59	77.93	335898.38	<0.01	346443.84	0.01	377293.22	0.67	75.33	80.84	96.94
584	763	285764.41	62.75	500564.94	0.02	534456.50	0.02	586068.69	0.67	75.17	87.03	105.09
585	557	182021.92	46.02	345112.53	<0.01	249925.69	0.03	259264.88	0.66	89.60	37.31	42.44
586	932	227558.09	60.78	396770.22	0.01	375342.81	0.02	390000.41	0.69	74.36	64.94	71.38
587	449	79874.01	33.89	108958.73	0.02	217688.19	0.03	216513.25	0.70	36.41	172.54	171.07
588	667	204941.20	50.46	316546.88	0.01	407673.69	0.02	423327.03	0.73	54.46	98.92	106.56
589	760	311066.84	61.70	529942.06	<0.01	588021.19	0.03	606131.63	0.66	70.36	89.03	94.86
590	796	204359.59	55.15	348740.25	0.02	379110.75	0.03	388223.38	0.70	70.65	85.51	89.97
591	390	234025.52	35.05	340046.88	0.02	527802.38	0.02	567643.25	0.72	45.30	125.53	142.56
592	568	328547.13	46.45	514857.69	0.01	663499.44	0.03	708766.00	0.69	56.71	101.95	115.73
593	857	120826.58	60.39	212128.91	0.02	203342.22	0.03	216463.31	0.70	75.56	68.29	79.15
594	474	365060.94	39.62	605760.06	0.02	717468.25	0.03	744364.75	0.70	65.93	96.53	103.90
595	1072	184720.58	80.58	340924.50	0.01	332550.22	0.03	353481.06	0.69	84.56	80.03	91.36
596	339	266979.75	32.72	317470.22	0.02	727634.56	0.03	749049.69	0.69	18.91	172.54	180.56
597	1088	136788.03	70.72	248290.27	0.03	240810.22	0.03	245720.78	0.73	81.51	76.05	79.64
598	982	176459.16	69.74	317669.88	0.02	297832.53	0.03	318767.50	0.64	80.02	68.78	80.65
599	825	275660.13	63.13	512694.94	0.05	438661.25	0.01	453016.03	0.66	85.99	59.13	64.34
600	780	208300.03	72.35	350037.19	0.01	410885.22	0.01	428085.03	0.69	68.04	97.26	105.51

ตารางผนวกที่ ข21 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20%

ปัญหา ที่	รอบที่ หยุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
601	820	210091.61	55.44	263323.25	0.02	685379.06	<0.01	714338.00	0.64	25.34	226.23	240.01
602	622	341912.25	42.47	535871.38	<0.01	725808.06	<0.01	771458.69	0.64	56.73	112.28	125.63
603	736	313997.72	71.76	507906.53	<0.01	628545.44	0.02	639764.38	0.66	61.75	100.18	103.75
604	601	323754.69	50.24	503509.41	0.02	662164.69	<0.01	669090.44	0.69	55.52	104.53	106.67
605	401	177056.91	29.73	190549.63	<0.01	706084.69	<0.01	706334.00	0.70	7.62	298.79	298.93
606	379	328951.53	34.20	469950.41	<0.01	874455.06	0.02	880666.81	0.67	42.86	165.83	167.72
607	748	279082.75	46.66	299451.88	<0.01	1114691.75	0.01	1136211.88	0.66	7.30	299.41	307.12
608	664	158223.91	48.93	260320.09	0.01	253495.27	0.02	260090.14	0.66	64.53	60.21	64.38
609	552	129439.89	51.99	206800.33	<0.01	269221.00	0.02	279669.31	0.64	59.77	107.99	116.06
610	533	98851.67	48.40	129343.08	0.02	287596.97	0.03	301322.41	0.69	30.85	190.94	204.82
611	440	309159.00	38.73	327930.47	<0.01	1252071.88	0.01	1278341.38	0.66	6.07	304.99	313.49
612	674	433695.66	46.19	600882.38	0.02	1246816.75	0.02	1264465.38	0.69	38.55	187.49	191.56
613	683	183111.17	60.23	317450.13	<0.01	279198.50	0.03	286364.03	0.59	73.36	52.47	56.39
614	463	300112.13	42.92	485390.22	0.01	538354.81	0.02	553263.31	0.66	61.74	79.38	84.35
615	744	244358.58	61.33	396704.78	0.02	474406.25	0.03	493185.75	0.69	62.35	94.14	101.83
616	708	190402.33	54.02	210207.42	<0.01	733735.88	0.02	728523.81	0.69	10.40	285.36	282.62
617	523	94478.18	40.79	119023.13	0.01	311452.88	0.03	324864.25	0.66	25.98	229.66	243.85
618	485	182159.80	38.05	220453.28	0.02	620621.88	0.02	644601.75	0.69	21.02	240.70	253.87
619	295	321037.94	30.14	389860.03	0.02	1095079.88	0.03	1105384.25	0.66	21.44	241.11	244.32
620	689	152911.09	43.69	243071.28	0.01	294889.94	0.02	301519.44	0.67	58.96	92.85	97.19
621	494	142140.31	38.02	177710.14	0.02	462612.25	0.03	488263.06	0.70	25.02	225.46	243.51
622	561	134210.17	37.69	186746.13	0.02	367114.19	0.03	369031.13	0.72	39.14	173.54	174.97
623	489	298932.38	42.39	321882.84	0.01	1180303.25	0.03	1205690.13	0.66	7.68	294.84	303.33
624	335	405076.06	30.46	597620.25	0.02	988496.13	0.02	994466.06	0.72	47.53	144.03	145.50
625	726	312810.16	51.91	385999.56	0.01	1026336.38	0.03	1050790.75	0.70	23.40	228.10	235.92
626	429	200804.70	32.88	213886.84	0.02	796578.75	0.03	827781.63	0.67	6.51	296.69	312.23
627	951	137880.63	58.39	194786.77	0.02	368280.97	0.03	384445.00	0.67	41.27	167.10	178.82
628	269	256058.02	26.45	271172.47	0.01	1034233.75	0.03	1037126.19	0.70	5.90	303.91	305.04
629	725	87409.55	61.85	118412.34	0.05	254168.94	0.03	268047.47	0.70	35.47	190.78	206.66
630	375	377935.00	35.97	500273.81	0.03	1127869.75	0.05	1140822.50	0.67	32.37	198.43	201.86

ตารางผนวกที่ ข22 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง5%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
631	724	95875.67	53.03	166482.03	0.02	151076.39	<0.01	165223.03	0.61	73.64	57.58	72.33
632	545	177433.58	50.46	359199.09	0.02	247633.63	0.01	249351.78	0.69	102.44	39.56	40.53
633	920	325765.47	65.72	761829.94	<0.01	415623.22	<0.01	456961.88	0.66	133.86	27.58	40.27
634	710	301058.38	55.49	598636.50	<0.01	399968.19	<0.01	435078.16	0.67	98.84	32.85	44.52
635	748	97055.45	57.00	160457.38	<0.01	188598.41	<0.01	201612.89	0.69	65.33	94.32	107.73
636	844	201052.31	67.36	437786.78	<0.01	233672.30	0.02	238363.36	0.69	117.75	16.22	18.56
637	1124	279851.69	85.35	618386.56	0.01	359593.97	0.02	373982.47	0.67	120.97	28.49	33.64
638	1289	201867.08	72.42	399374.16	<0.01	288216.72	0.01	310784.25	0.67	97.84	42.78	53.95
639	964	247826.59	102.56	618229.81	<0.01	304956.19	0.03	315981.84	0.59	149.46	23.05	27.50
640	927	395655.91	73.52	910150.19	0.02	517504.59	0.02	561874.25	0.67	130.04	30.80	42.01
641	715	211188.66	55.43	457700.41	<0.01	229485.95	0.02	242165.95	0.63	116.73	8.66	14.67
642	724	304581.78	53.85	561182.06	0.01	452808.19	0.01	493410.69	0.70	84.25	48.67	62.00
643	1100	134648.11	73.34	279860.53	<0.01	193806.17	0.03	197226.59	0.69	107.85	43.94	46.48
644	503	138146.31	47.23	216021.98	0.02	259871.67	0.01	283048.88	0.66	56.37	88.11	104.89
645	507	278025.16	46.17	518895.16	0.02	384758.00	0.03	397454.56	0.70	86.64	38.39	42.96
646	963	358190.94	66.83	728150.94	<0.01	519143.94	0.02	552730.56	0.66	103.29	44.93	54.31
647	1126	243985.94	72.64	460972.78	0.01	377943.19	0.03	396694.00	0.69	88.93	54.90	62.59
648	910	133767.17	70.67	227189.59	0.02	233065.13	0.02	255529.53	0.70	69.84	74.23	91.03
649	657	398404.69	52.08	871316.38	<0.01	469376.56	0.03	506967.25	0.66	118.70	17.81	27.25
650	650	126359.34	49.56	194138.81	0.02	264638.53	0.02	273063.63	0.75	53.64	109.43	116.10
651	777	146591.50	54.06	251014.92	0.01	235563.16	0.03	246379.03	0.69	71.23	60.69	68.07
652	684	402855.25	67.35	873180.06	0.02	527008.63	0.03	570339.38	0.72	116.75	30.82	41.57
653	952	231307.27	71.87	442240.78	0.01	345909.91	0.03	369380.25	0.67	91.19	49.55	59.69
654	553	207524.56	39.35	286445.53	0.02	399528.78	0.03	450462.50	0.64	38.03	92.52	117.06
655	712	95382.78	45.31	160670.66	0.02	185072.66	0.03	188682.00	0.67	68.45	94.03	97.82
656	670	174512.72	45.58	297950.03	0.01	298630.38	0.03	321523.22	0.67	70.73	71.12	84.24
657	966	247386.91	68.00	518773.75	0.03	333290.94	0.03	357174.06	0.70	109.70	34.72	44.38
658	1490	204336.77	89.31	472252.97	0.01	256623.61	0.03	281186.69	0.63	131.12	25.59	37.61
659	479	240882.69	39.84	363911.56	0.05	423833.06	0.03	450915.78	0.69	51.07	75.95	87.19
660	1169	262524.94	87.36	657252.50	0.02	322053.72	0.03	351702.00	0.66	150.36	22.68	33.97

ตารางผนวกที่ ข23 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง10%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
661	453	337709.38	44.47	609549.50	<0.01	563964.88	0.02	596367.06	0.67	80.50	67.00	76.59
662	572	330619.00	47.99	542684.38	0.02	631542.06	<0.01	651722.38	0.67	64.14	91.02	97.12
663	781	181588.64	57.98	366643.16	<0.01	246961.50	<0.01	254850.98	0.63	101.91	36.00	40.35
664	563	152412.69	44.81	284484.91	<0.01	222197.20	<0.01	232836.94	0.61	86.65	45.79	52.77
665	347	176976.86	27.97	247737.92	<0.01	411034.28	<0.01	428599.56	0.66	39.98	132.25	142.18
666	750	128556.75	55.55	216147.73	0.02	229139.47	0.01	230749.08	0.67	68.13	78.24	79.49
667	1055	274066.56	63.14	544958.13	0.01	344647.94	0.02	351028.13	0.66	98.84	25.75	28.08
668	351	356681.72	32.80	533531.81	<0.01	750846.56	0.03	774015.13	0.69	49.58	110.51	117.00
669	1151	265878.34	84.69	579601.31	0.02	352943.34	0.02	365912.38	0.70	117.99	32.75	37.62
670	849	214995.80	59.73	424929.19	0.02	265593.16	0.01	262932.59	0.73	97.65	23.53	22.30
671	450	328892.22	39.61	564688.94	0.01	603153.94	0.02	629720.13	0.72	71.69	83.39	91.47
672	560	255242.44	38.54	329117.19	<0.01	645770.56	0.03	665269.31	0.69	28.94	153.00	160.64
673	537	214639.95	46.83	397530.09	0.03	261813.73	0.02	269755.69	0.70	85.21	21.98	25.68
674	507	178487.48	46.47	295430.34	0.02	341547.16	0.01	345976.19	0.72	65.52	91.36	93.84
675	741	184008.39	69.03	361940.00	0.02	239861.19	0.03	244763.09	0.66	96.70	30.35	33.02
676	582	186439.95	54.20	317918.16	0.01	313114.25	0.01	329814.50	0.72	70.52	67.94	76.90
677	678	316384.25	61.91	586616.06	0.02	555284.69	0.03	588312.25	0.64	85.41	75.51	85.95
678	692	233805.92	61.74	411175.34	0.02	404148.97	0.01	420971.91	0.67	75.86	72.86	80.05
679	958	353698.59	77.97	615812.19	0.01	655874.38	0.03	667483.63	0.70	74.11	85.43	88.72
680	1209	245885.88	84.35	507661.38	0.02	324542.72	0.03	340188.50	0.66	106.46	31.99	38.35
681	778	132506.03	73.18	221243.16	0.01	247348.06	0.01	264855.13	0.73	66.97	86.67	99.88
682	1099	233070.44	77.05	502484.03	0.02	302937.41	0.03	311324.50	0.70	115.59	29.98	33.58
683	514	133742.48	47.15	229977.95	0.02	246419.11	0.03	250917.09	0.72	71.96	84.25	87.61
684	485	295555.94	43.69	575877.56	0.01	412873.66	0.03	418935.91	0.64	94.85	39.69	41.75
685	886	357663.81	62.92	560369.25	0.02	760233.06	0.03	786730.88	0.72	56.67	112.56	119.96
686	778	433515.81	51.29	897916.19	0.02	650160.88	0.02	682336.06	0.67	107.12	49.97	57.40
687	478	131811.72	43.23	222974.91	0.01	232894.67	0.03	245781.88	0.66	69.16	76.69	86.46
688	681	488968.78	51.76	905431.19	0.03	683971.63	0.03	702721.38	0.72	85.17	39.88	43.71
689	884	368534.38	72.29	671354.81	0.03	650950.56	0.03	675639.13	0.73	82.17	76.63	83.33
690	556	297498.94	46.02	417102.63	0.03	707337.13	0.02	746998.63	0.67	40.20	137.76	151.09

ตารางผนวกที่ ข24 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง20%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
691	706	308699.00	50.30	425087.56	<0.01	889577.25	<0.01	912665.81	0.61	37.70	188.17	195.65
692	934	407311.25	62.12	700008.94	0.02	684147.31	0.02	699719.94	0.70	71.86	67.97	71.79
693	584	274906.25	42.38	518678.28	<0.01	404689.91	<0.01	418006.94	0.70	88.67	47.21	52.05
694	306	316801.75	31.55	404417.25	<0.01	1001756.75	<0.01	1030348.38	0.67	27.66	216.21	225.23
695	527	244521.13	44.43	444784.63	0.02	341629.13	<0.01	350400.44	0.64	81.90	39.71	43.30
696	837	252190.39	51.90	440238.75	<0.01	373201.84	0.01	382927.25	0.70	74.57	47.98	51.84
697	412	391825.00	38.11	581552.63	<0.01	898500.50	0.02	916889.63	0.70	48.42	129.31	134.00
698	859	183825.06	58.14	321571.00	0.01	260753.03	0.02	267635.44	0.70	74.93	41.85	45.59
699	590	473825.28	48.28	710010.44	<0.01	1137594.88	0.03	1128112.75	0.75	49.85	140.09	138.09
700	1027	431907.72	81.44	744828.13	<0.01	715169.19	0.01	740388.94	0.67	72.45	65.58	71.42
701	957	234929.84	79.95	433614.75	0.02	349810.75	0.02	354135.56	0.66	84.57	48.90	50.74
702	610	322593.19	55.65	508471.13	<0.01	698945.00	0.03	703416.44	0.67	57.62	116.66	118.05
703	593	186039.50	45.15	296271.91	0.01	348006.66	0.02	354744.44	0.66	59.25	87.06	90.68
704	902	331128.66	64.58	540173.25	0.02	698922.69	0.02	749766.06	0.64	63.13	111.07	126.43
705	677	430996.56	58.90	652755.00	<0.01	1035984.44	0.03	1038038.94	0.67	51.45	140.37	140.85
706	328	349948.81	27.98	474927.72	0.02	1018886.25	0.01	1049504.50	0.66	35.71	191.15	199.90
707	604	177328.61	47.35	272203.47	0.01	400866.56	0.03	413488.13	0.66	53.50	126.06	133.18
708	277	309239.94	28.00	421404.81	0.02	894505.13	0.01	920683.50	0.67	36.27	189.26	197.72
709	760	311893.19	52.85	525347.19	<0.01	536440.56	0.03	544693.50	0.73	68.44	71.99	74.64
710	628	566739.38	53.13	901767.00	0.02	1232924.63	0.03	1276856.00	0.70	59.11	117.55	125.30
711	343	285767.38	29.38	373070.41	0.01	847627.25	0.01	871766.44	0.70	30.55	196.61	205.06
712	813	175392.31	60.43	289193.81	0.02	283750.97	0.03	307268.69	0.70	64.88	61.78	75.19
713	710	302933.06	68.32	514274.41	0.01	535228.50	0.03	555896.88	0.69	69.77	76.68	83.50
714	508	201727.89	39.09	319951.50	0.02	386508.91	0.03	392074.31	0.69	58.61	91.60	94.36
715	483	621093.13	40.33	994320.81	0.02	1121794.63	0.02	1142404.00	0.69	60.09	80.62	83.93
716	564	195263.91	51.34	246538.08	0.01	637710.75	0.03	661181.81	0.69	26.26	226.59	238.61
717	871	240157.88	67.33	444812.50	0.02	355788.06	0.03	366685.41	0.69	85.22	48.15	52.69
718	492	298614.00	44.83	365335.44	0.03	1017804.38	0.03	1042868.19	0.70	22.34	240.84	249.24
719	582	282245.19	51.45	372723.53	0.05	854277.06	0.03	890809.94	0.66	32.06	202.67	215.62
720	760	398449.13	51.37	600126.06	0.02	891383.44	0.03	906577.44	0.75	50.62	123.71	127.53

ตารางผนวกที่ ก25 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮาลิสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง5%

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
721	679	106483.63	59.03	192079.58	0.02	185683.84	0.02	188369.63	0.63	80.38	74.38	76.90
722	721	194822.80	64.87	416171.88	<0.01	241856.52	<0.01	254317.67	0.69	113.62	24.14	30.54
723	789	219128.13	74.86	496432.97	0.01	268667.50	<0.01	273153.59	0.69	126.55	22.61	24.65
724	1254	473381.19	116.59	1122660.00	<0.01	588182.50	<0.01	630400.44	0.69	137.16	24.25	33.17
725	899	327054.19	69.45	692259.88	<0.01	418855.31	<0.01	448342.13	0.70	111.67	28.07	37.08
726	864	353837.47	65.83	846396.56	<0.01	395726.34	0.01	425017.97	0.64	139.20	11.84	20.12
727	508	306063.22	40.30	671482.94	<0.01	328203.91	0.02	355844.84	0.67	119.39	7.23	16.27
728	774	285322.63	63.72	656437.13	0.02	295323.19	0.03	315344.66	0.66	130.07	3.51	10.52
729	1223	110571.91	85.19	199978.25	<0.01	181837.36	0.02	184063.47	0.64	80.86	64.45	66.46
730	1237	346177.31	84.15	800171.38	0.01	451853.56	0.02	488431.72	0.66	131.14	30.53	41.09
731	1297	428633.50	87.67	1054957.75	<0.01	456586.91	0.01	513450.06	0.63	146.12	6.52	19.79
732	1064	164601.34	101.43	370280.28	0.02	195041.94	0.03	213590.28	0.63	124.96	18.49	29.76
733	660	241574.61	60.66	510570.69	<0.01	245135.56	0.02	253835.78	0.70	111.35	1.47	5.08
734	799	475026.56	60.60	1039497.94	0.02	604708.69	0.02	630020.31	0.69	118.83	27.30	32.63
735	579	143620.50	53.25	256032.31	<0.01	244904.66	0.03	266362.63	0.73	78.27	70.52	85.46
736	1101	263445.72	94.20	620451.75	0.01	338260.72	0.02	388470.94	0.67	135.51	28.40	47.46
737	725	156104.67	55.22	316493.47	0.02	226627.81	0.03	244499.73	0.63	102.74	45.18	56.63
738	797	370374.53	78.89	764408.38	0.02	525759.81	0.01	556404.38	0.69	106.39	41.95	50.23
739	1643	413580.59	139.09	1051847.63	<0.01	497234.03	0.03	508365.47	0.70	154.33	20.23	22.92
740	696	254318.34	61.09	600789.75	0.01	318667.59	0.03	334055.88	0.69	136.24	25.30	31.35
741	432	393703.16	39.62	940818.06	0.02	473660.34	0.02	509842.41	0.69	138.97	20.31	29.50
742	627	222630.13	65.54	412426.91	0.01	315605.44	0.03	339234.56	0.75	85.25	41.76	52.38
743	423	331093.97	42.17	554344.50	0.02	532902.13	0.03	567563.00	0.72	67.43	60.95	71.42
744	722	153793.00	61.37	320464.16	0.02	212745.22	0.03	220661.88	0.70	108.37	38.33	43.48
745	875	277237.06	76.63	698474.06	0.01	318558.84	0.02	350042.75	0.67	151.94	14.90	26.26
746	661	220075.59	45.00	469579.13	0.02	284285.09	0.03	301550.06	0.70	113.37	29.18	37.02
747	694	261627.88	64.44	589083.56	0.03	269507.28	0.03	283857.56	0.70	125.16	3.01	8.50
748	390	138549.38	40.27	229390.81	0.02	236709.72	0.03	253045.84	0.70	65.57	70.85	82.64
749	630	193135.58	50.26	324751.53	0.03	332031.91	0.01	365047.56	0.67	68.15	71.92	89.01
750	1070	324826.03	93.55	758640.00	0.01	409143.16	0.03	437302.47	0.64	133.55	25.96	34.63

ตารางผนวกที่ ข26 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง10%

ปัญหาที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
751	483	158893.03	44.99	265366.88	<0.01	269599.59	<0.01	270442.06	0.67	67.01	69.67	70.20
752	858	269404.91	68.43	510519.28	<0.01	282078.88	0.02	282529.06	0.67	89.50	4.70	4.87
753	562	126893.69	49.56	218660.83	<0.01	202933.06	<0.01	216199.53	0.69	72.32	59.92	70.38
754	991	257114.06	90.00	542243.06	<0.01	292389.34	<0.01	299179.19	0.70	110.90	13.72	16.36
755	980	298091.72	99.41	672352.31	0.01	360131.03	<0.01	384870.56	0.66	125.55	20.81	29.11
756	798	222087.91	61.87	457635.00	<0.01	279171.59	0.02	285226.84	0.72	106.06	25.70	28.43
757	774	532045.88	66.79	1070529.75	<0.01	732449.56	0.01	751101.38	0.67	101.21	37.67	41.17
758	510	204693.44	46.62	352287.94	0.02	358416.06	0.02	380669.47	0.59	72.11	75.10	85.97
759	436	256994.50	43.66	450447.69	<0.01	426030.81	0.03	429725.94	0.63	75.28	65.77	67.21
760	877	315537.41	89.75	709805.69	<0.01	404286.97	0.02	412108.47	0.69	124.95	28.13	30.61
761	866	456863.09	77.19	903243.00	0.02	666433.56	0.01	699872.81	0.69	97.71	45.87	53.19
762	857	337865.94	74.68	721288.56	<0.01	386585.50	0.03	413623.09	0.67	113.48	14.42	22.42
763	670	390137.97	62.94	851678.44	0.01	471236.38	0.01	500656.09	0.66	118.30	20.79	28.33
764	599	479754.06	49.14	912899.88	0.02	708548.44	0.02	736908.50	0.72	90.28	47.69	53.60
765	438	406037.41	38.80	724099.69	<0.01	678020.00	0.03	684509.75	0.70	78.33	66.98	68.58
766	617	424764.72	47.89	800234.75	0.01	562867.00	0.02	588239.88	0.69	88.39	32.51	38.49
767	649	491684.03	44.70	840700.63	0.02	823405.81	0.03	852806.94	0.70	70.98	67.47	73.45
768	641	518717.88	59.91	1110534.00	0.02	708367.81	0.02	732729.38	0.72	114.09	36.56	41.26
769	427	341177.38	38.42	522927.69	<0.01	687954.94	0.03	720119.63	0.67	53.27	101.64	111.07
770	713	229840.66	59.98	420791.16	0.01	380183.31	0.03	395503.56	0.75	83.08	65.41	72.08
771	820	377433.81	76.62	812627.13	0.02	497645.78	0.02	539656.25	0.64	115.30	31.85	42.98
772	1095	378963.56	69.38	777710.50	0.02	563876.06	0.03	582159.00	0.69	105.22	48.79	53.62
773	725	342444.06	69.52	770059.00	0.01	410996.03	0.03	428313.88	0.69	124.87	20.02	25.08
774	609	219370.34	41.54	339040.09	0.02	462455.78	0.03	475967.47	0.69	54.55	110.81	116.97
775	596	359605.69	50.30	683660.00	0.01	544549.75	0.03	569133.88	0.67	90.11	51.43	58.27
776	753	201004.44	63.77	321640.50	0.02	403517.69	0.01	421634.22	0.67	60.02	100.75	109.76
777	533	118322.88	48.05	193667.23	0.02	224100.19	0.03	240672.78	0.67	63.68	89.40	103.40
778	960	323138.41	85.54	686140.19	0.03	434191.94	0.03	463028.28	0.67	112.34	34.37	43.29
779	603	423834.72	56.00	847844.63	0.05	598138.75	0.03	623360.50	0.72	100.04	41.13	47.08
780	1017	351992.00	78.01	751682.25	0.01	461580.72	0.01	480508.25	0.70	113.55	31.13	36.51

ตารางผนวกที่ ข27 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง20%

ปัญหาที่	รอบ ที่ หยุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
781	516	284315.75	41.48	415196.59	<0.01	724781.50	0.02	748370.69	0.66	46.03	154.92	163.22
782	628	284644.25	57.63	510006.84	<0.01	414583.97	<0.01	418840.06	0.72	79.17	45.65	47.15
783	620	241554.94	58.29	420600.19	<0.01	311144.69	<0.01	315539.69	0.64	74.12	28.81	30.63
784	840	391278.69	54.63	717903.19	<0.01	535666.00	<0.01	546262.00	0.64	83.48	36.90	39.61
785	417	268895.97	36.43	345055.38	0.02	856683.50	<0.01	879794.06	0.72	28.32	218.59	227.19
786	1141	315422.72	80.26	551378.50	<0.01	552368.44	0.02	572563.13	0.66	74.81	75.12	81.52
787	495	354923.94	44.43	615483.00	<0.01	432713.06	0.01	426011.22	0.69	73.41	21.92	20.03
788	702	358533.38	53.13	551721.81	<0.01	810901.06	0.03	818216.75	0.66	53.88	126.17	128.21
789	456	595809.75	33.85	935810.94	0.02	1251272.63	0.02	1296936.88	0.70	57.07	110.01	117.68
790	648	410111.97	64.34	717894.19	<0.01	737874.69	0.02	769128.50	0.66	75.05	79.92	87.54
791	309	371542.56	30.38	474570.16	0.01	1172268.13	0.01	1194341.88	0.66	27.73	215.51	221.45
792	550	310964.94	53.95	443899.56	<0.01	844058.81	0.03	878881.81	0.70	42.75	171.43	182.63
793	743	152563.48	44.83	237647.06	0.02	314140.38	0.01	320289.13	0.73	55.77	105.91	109.94
794	904	411882.28	66.89	774320.63	<0.01	587709.19	0.02	585555.31	0.67	88.00	42.69	42.17
795	827	590008.69	68.56	1069893.88	0.01	970620.25	0.03	1000546.94	0.69	81.34	64.51	69.58
796	864	293258.09	71.05	561266.13	0.02	341505.31	0.02	354615.50	0.67	91.39	16.45	20.92
797	896	416688.91	66.27	720772.00	<0.01	674117.88	0.03	705098.56	0.69	72.98	61.78	69.21
798	412	449867.28	38.28	684774.63	0.02	1038254.69	0.02	1046781.94	0.73	52.22	130.79	132.69
799	881	608135.56	72.82	1122251.25	0.01	993956.25	0.03	1012634.31	0.69	84.54	63.44	66.51
800	1037	227867.59	78.64	414646.53	0.02	296837.19	0.03	303694.56	0.69	81.97	30.27	33.28
801	477	541662.19	37.86	845987.25	0.02	1188518.13	0.02	1211207.38	0.64	56.18	119.42	123.61
802	633	351355.34	48.90	594405.88	0.01	473045.28	0.03	481725.63	0.70	69.18	34.63	37.10
803	689	549292.31	48.35	1002820.31	0.02	825801.31	0.03	848242.81	0.69	82.57	50.34	54.42
804	1010	208734.47	78.69	384174.91	0.01	311766.53	0.03	318785.47	0.70	84.05	49.36	52.72
805	687	304292.91	61.52	552203.56	0.02	395112.41	0.03	396048.13	0.70	81.47	29.85	30.15
806	547	381893.34	52.56	604739.25	0.02	829669.63	0.01	848590.00	0.75	58.35	117.25	122.21
807	764	564785.94	55.39	943161.56	0.01	1145055.13	0.03	1179133.38	0.69	66.99	102.74	108.78
808	712	198820.11	53.41	322811.03	0.03	346585.69	0.03	352843.50	0.70	62.36	74.32	77.47
809	687	166247.80	48.54	277031.84	0.05	324485.28	0.03	325433.59	0.73	66.64	95.18	95.75
810	808	312525.69	61.33	591136.19	0.02	391638.44	0.05	391247.41	0.72	89.15	25.31	25.19

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของวิธีเชิงพันธุกรรมกับวิธีฮิวลิสดิกส์ทั้ง 3 วิธี
(ต้นทุนในการขนส่งเป็นศูนย์ ($A=0$))

พ.ศ. ๒๕๕๖

ผลการทดลอง

ผลการทดลองทั้ง 27 แบบ (810 ปัญหา) แสดงตามตารางผนวกที่ ค1 ถึงตารางผนวก ค27 โดยค่าที่ดีที่สุดมีหน่วยเป็นบาทต่อปี และเวลามีหน่วยเป็นวินาที



ตารางผนวกที่ ค1 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	รอบที่ หยุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
1	219	67281.28	2.62	151855.44	<0.01	67281.33	<0.01	76980.39	0.09	125.70	0.00	14.42
2	260	51328.65	2.31	65006.23	<0.01	58891.05	<0.01	63896.16	0.17	26.65	14.73	24.48
3	316	100281.57	3.17	116796.90	<0.01	118691.98	<0.01	122787.75	0.11	16.47	18.36	22.44
4	218	28193.35	2.11	62258.89	<0.01	28193.40	<0.01	30530.88	0.13	120.83	0.00	8.29
5	229	32699.61	2.14	76253.65	<0.01	32699.62	0.02	37369.32	0.08	133.19	0.00	14.28
6	237	76763.65	2.20	167184.28	<0.01	76763.70	<0.01	89272.34	0.09	117.79	0.00	16.30
7	220	14517.63	2.14	36372.50	<0.01	14517.68	<0.01	15589.57	0.09	150.54	0.00	7.38
8	241	14117.54	2.19	33365.29	<0.01	14117.60	0.01	15803.51	0.09	136.34	0.00	11.94
9	237	23206.84	2.30	59782.83	<0.01	23206.88	<0.01	25366.50	0.09	157.61	0.00	9.31
10	318	79385.34	2.84	147388.59	0.02	79385.37	0.02	83547.39	0.08	85.66	0.00	5.24
11	235	31606.70	2.16	76989.26	<0.01	31606.74	<0.01	33070.03	0.09	143.59	0.00	4.63
12	449	51012.02	3.17	80430.12	<0.01	54753.10	<0.01	58278.48	0.09	57.67	7.33	14.24
13	306	26498.88	2.44	44706.43	<0.01	27747.30	0.03	30415.58	0.09	68.71	4.71	14.78
14	222	50624.46	2.03	110841.12	<0.01	50624.51	<0.01	54175.41	0.11	118.95	0.00	7.01
15	243	16824.17	2.03	37319.86	<0.01	16824.21	0.03	19726.72	0.09	121.82	0.00	17.25
16	235	29698.71	2.18	76243.40	0.01	29698.76	<0.01	34132.53	0.11	156.72	0.00	14.93
17	238	95654.88	2.10	197080.91	<0.01	95654.93	0.02	104305.80	0.08	106.03	0.00	9.04
18	234	70711.90	2.08	169104.77	<0.01	70711.96	0.02	75657.32	0.11	139.15	0.00	6.99
19	708	68008.88	3.77	89749.71	<0.01	76719.52	<0.01	87452.56	0.09	31.97	12.81	28.59
20	430	73683.91	2.79	90536.26	0.02	85545.68	0.03	95626.45	0.09	22.87	16.10	29.78
21	224	71230.34	2.06	171752.23	<0.01	71230.34	<0.01	78344.51	0.09	141.12	0.00	9.99
22	226	51819.98	2.06	119473.69	<0.01	51820.04	0.01	56737.15	0.08	130.56	0.00	9.49
23	228	31897.10	2.05	77725.34	0.01	31897.13	<0.01	33999.40	0.11	143.68	0.00	6.59
24	239	51432.29	2.10	127998.30	<0.01	51432.33	0.02	55530.20	0.09	148.87	0.00	7.97
25	222	18850.55	2.13	48229.46	<0.01	18850.57	0.02	19665.32	0.11	155.85	0.00	4.32
26	223	37179.02	2.11	96158.72	0.02	37179.05	0.01	40112.64	0.09	158.64	0.00	7.89
27	237	25532.51	2.03	65633.98	<0.01	25532.55	0.02	29303.23	0.11	157.06	0.00	14.77
28	267	100555.23	2.26	214135.42	0.02	100555.30	0.02	109238.83	0.08	112.95	0.00	8.64
29	243	31024.74	2.18	79562.15	<0.01	31024.77	0.01	33692.65	0.11	156.45	0.00	8.60
30	257	37389.50	2.19	92174.05	<0.01	37389.50	<0.01	39743.29	0.09	146.52	0.00	6.30

ตารางผนวกที่ ค2 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10% (ค่าขนส่ง A=0)

ปัญหา ที่	รอบที่ หยุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
31	217	54595.42	2.54	110978.10	<0.01	54595.46	<0.01	57383.40	0.13	103.27	0.00	5.11
32	453	58467.66	4.17	100593.40	<0.01	63894.36	<0.01	66676.09	0.13	72.05	9.28	14.04
33	245	73277.20	2.72	152681.50	<0.01	73277.24	<0.01	77319.49	0.11	108.36	0.00	5.52
34	256	85486.55	2.58	171462.89	<0.01	85486.60	<0.01	95928.07	0.09	100.57	0.00	12.21
35	584	65319.19	3.87	106430.23	<0.01	74163.38	<0.01	83483.20	0.09	62.94	13.54	27.81
36	221	104983.38	2.36	197747.75	0.01	104983.40	0.02	107428.96	0.11	88.36	0.00	2.33
37	273	74256.38	2.63	119710.61	<0.01	84486.44	<0.01	89078.72	0.09	61.21	13.78	19.96
38	270	33045.76	2.68	73667.57	<0.01	33045.82	0.02	36794.58	0.08	122.93	0.00	11.34
39	249	103539.86	2.49	192365.30	<0.01	103539.88	<0.01	109168.63	0.09	85.79	0.00	5.44
40	362	18513.83	3.42	33710.99	<0.01	18981.79	0.01	20992.86	0.08	82.09	2.53	13.39
41	411	95953.76	3.65	146189.56	<0.01	112804.60	<0.01	125293.44	0.11	52.35	17.56	30.58
42	388	42929.09	3.02	63269.86	<0.01	51035.22	<0.01	58024.34	0.08	47.38	18.88	35.16
43	415	94942.58	3.72	146572.28	<0.01	110890.84	0.03	116453.44	0.08	54.38	16.80	22.66
44	410	54778.90	3.41	84082.77	<0.01	63933.19	<0.01	66571.75	0.08	53.49	16.71	21.53
45	266	65989.87	2.49	120018.99	<0.01	67944.34	0.03	76266.83	0.09	81.87	2.96	15.57
46	599	93168.00	4.31	132003.86	0.02	112928.34	<0.01	119902.27	0.09	41.68	21.21	28.69
47	328	16026.16	2.76	28842.33	<0.01	16783.86	0.03	18792.54	0.06	79.97	4.73	17.26
48	302	127267.58	2.64	232088.27	<0.01	130410.07	<0.01	133493.75	0.09	82.36	2.47	4.89
49	406	63069.47	2.93	87793.93	<0.01	77629.41	<0.01	82902.75	0.08	39.20	23.09	31.45
50	408	75687.67	3.20	88995.00	<0.01	103576.39	0.03	114640.91	0.11	17.58	36.85	51.47
51	234	25666.29	2.17	57468.46	<0.01	25666.32	<0.01	26666.05	0.08	123.91	0.00	3.90
52	294	109072.98	2.68	199841.39	0.02	109433.52	0.02	121307.90	0.09	83.22	0.33	11.22
53	258	98387.38	2.28	191816.91	<0.01	98387.41	<0.01	108467.13	0.11	94.96	0.00	10.24
54	272	25876.48	2.35	59617.80	<0.01	25876.51	0.02	27487.86	0.08	130.39	0.00	6.23
55	375	55390.11	2.62	71858.43	<0.01	71128.28	0.03	74636.31	0.09	29.73	28.41	34.75
56	307	82874.61	2.63	145882.92	<0.01	88664.08	<0.01	96864.86	0.09	76.03	6.99	16.88
57	221	40643.33	2.50	91684.27	0.01	40643.38	0.01	43344.04	0.09	125.58	0.00	6.64
58	227	30440.26	2.50	70011.80	<0.01	30440.30	0.02	31156.69	0.11	130.00	0.00	2.35
59	487	75160.27	3.46	124888.23	<0.01	84150.23	0.02	89125.94	0.09	66.16	11.96	18.58
60	264	46966.01	2.30	68663.77	0.03	55708.54	<0.01	63429.54	0.09	46.20	18.61	35.05

ตารางผนวกที่ ๓ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง $A=0$)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
61	390	122259.14	3.56	186675.64	<0.01	152628.83	<0.01	163561.05	0.11	52.69	24.84	33.78
62	310	46456.34	2.80	61817.26	<0.01	66851.35	<0.01	69657.14	0.16	33.07	43.90	49.94
63	296	132600.50	2.32	182604.23	<0.01	185319.53	<0.01	188326.00	0.09	37.71	39.76	42.03
64	342	109723.30	2.91	178269.58	<0.01	127585.46	<0.01	131616.38	0.09	62.47	16.28	19.95
65	329	27686.44	2.72	38531.13	<0.01	38273.65	<0.01	39805.88	0.09	39.17	38.24	43.77
66	439	131914.67	3.12	208802.16	0.01	159801.02	<0.01	169676.38	0.09	58.29	21.14	28.63
67	264	40727.53	2.38	69200.17	<0.01	42005.42	<0.01	43479.85	0.09	69.91	3.14	6.76
68	271	76761.52	2.30	98486.73	<0.01	113871.07	0.01	125578.59	0.11	28.30	48.34	63.60
69	354	76757.36	2.78	88854.95	<0.01	125996.75	<0.01	130349.24	0.08	15.76	64.15	69.82
70	415	52063.42	2.94	85879.22	<0.01	59462.73	0.03	65320.66	0.09	64.95	14.21	25.46
71	296	88682.45	2.73	148061.28	<0.01	98386.96	<0.01	103199.90	0.09	66.96	10.94	16.37
72	229	29349.18	2.27	57945.85	<0.01	29349.26	<0.01	30592.60	0.08	97.44	0.00	4.24
73	269	44274.72	2.63	56088.23	<0.01	66500.20	0.01	71884.14	0.09	26.68	50.20	62.36
74	300	78947.00	2.61	100540.13	<0.01	117436.73	0.02	119876.64	0.08	27.35	48.75	51.84
75	296	127467.44	2.54	195496.94	<0.01	156876.86	0.01	156876.86	0.11	53.37	23.07	23.07
76	275	111952.70	2.56	159093.94	0.02	151591.14	<0.01	160759.81	0.08	42.11	35.41	43.60
77	268	43325.59	2.52	84768.43	<0.01	43325.63	<0.01	45409.49	0.09	95.65	0.00	4.81
78	205	90490.94	2.06	102676.69	<0.01	151166.55	<0.01	159798.05	0.09	13.47	67.05	76.59
79	537	131475.75	3.67	214354.72	<0.01	152269.45	<0.01	160526.81	0.09	63.04	15.82	22.10
80	282	75919.97	2.46	127615.14	<0.01	82167.38	0.03	84508.54	0.09	68.09	8.23	11.31
81	244	48331.59	2.32	90818.49	<0.01	48331.64	<0.01	51234.09	0.09	87.91	0.00	6.01
82	258	52921.21	2.65	102950.19	0.02	52921.21	0.03	54039.25	0.09	94.53	0.00	2.11
83	412	141586.28	3.22	217709.81	<0.01	172642.72	<0.01	174012.95	0.09	53.76	21.93	22.90
84	406	98841.75	3.71	167924.77	<0.01	102104.34	<0.01	108880.63	0.11	69.89	3.30	10.16
85	462	114193.45	3.70	182647.89	<0.01	135644.36	0.03	143696.63	0.08	59.95	18.78	25.84
86	240	54906.52	2.41	98448.77	<0.01	54906.55	<0.01	57111.60	0.09	79.30	0.00	4.02
87	263	111163.00	2.35	154066.86	0.01	153194.61	0.03	165557.30	0.09	38.60	37.81	48.93
88	253	36060.21	2.42	65866.21	<0.01	36060.21	<0.01	38236.98	0.08	82.66	0.00	6.04
89	372	94224.76	3.46	126901.09	<0.01	134056.75	<0.01	135267.92	0.09	34.68	42.27	43.56
90	344	43728.93	3.16	61682.59	0.03	59422.96	<0.01	61734.45	0.08	41.06	35.89	41.18

ตารางผนวกที่ 4 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อ 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
91	222	37479.15	2.71	96073.52	<0.01	37479.18	<0.01	40802.72	0.23	156.34	0.00	8.87
92	239	63753.93	2.36	152211.80	<0.01	63753.93	<0.01	69072.34	0.11	138.75	0.00	8.34
93	275	65971.36	2.66	169939.72	<0.01	65971.38	<0.01	70200.58	0.13	157.60	0.00	6.41
94	222	31155.60	2.34	65953.20	0.02	31155.65	0.01	32057.04	0.06	111.69	0.00	2.89
95	534	68310.61	3.97	120162.12	<0.01	69957.68	<0.01	78042.35	0.08	75.91	2.41	14.25
96	289	68877.00	2.26	98826.35	<0.01	75985.24	<0.01	86669.66	0.09	43.48	10.32	25.83
97	230	35090.30	2.11	74563.73	<0.01	35090.34	<0.01	42612.12	0.11	112.49	0.00	21.44
98	234	94930.57	2.16	215625.38	<0.01	94930.61	0.02	100954.30	0.08	127.14	0.00	6.35
99	241	80269.08	2.34	197284.84	<0.01	80269.13	<0.01	89050.79	0.11	145.78	0.00	10.94
100	236	119077.06	2.20	284609.06	<0.01	119077.11	0.02	125829.81	0.09	139.01	0.00	5.67
101	230	100510.18	2.18	258649.48	<0.01	100510.24	<0.01	106901.89	0.08	157.34	0.00	6.36
102	211	59048.99	2.06	150613.91	<0.01	59049.04	<0.01	64178.96	0.09	155.07	0.00	8.69
103	235	95622.52	2.22	210666.66	<0.01	95622.59	0.03	108389.54	0.09	120.31	0.00	13.35
104	220	39863.71	2.09	83130.20	<0.01	39863.74	<0.01	43238.11	0.08	108.54	0.00	8.46
105	233	43354.95	2.29	112069.88	0.02	43354.98	0.03	47420.55	0.09	158.49	0.00	9.38
106	263	23783.20	2.27	54602.84	<0.01	23783.27	<0.01	29863.14	0.09	129.59	0.00	25.56
107	238	103950.41	2.43	237923.91	<0.01	103950.46	0.03	116715.61	0.09	128.88	0.00	12.28
108	269	45596.84	2.48	114807.24	<0.01	45596.91	<0.01	48759.34	0.08	151.79	0.00	6.94
109	237	44110.05	2.46	113847.95	<0.01	44110.09	<0.01	48238.55	0.13	158.10	0.00	9.36
110	233	65829.29	2.49	170568.63	<0.01	65829.29	0.03	69214.76	0.09	159.11	0.00	5.14
111	300	80726.51	2.62	203098.03	0.01	80726.53	<0.01	87200.45	0.08	151.59	0.00	8.02
112	221	95253.39	2.33	225172.83	<0.01	95253.40	0.01	106131.84	0.09	136.39	0.00	11.42
113	267	19003.35	2.53	47898.84	<0.01	19003.40	0.02	21289.21	0.08	152.05	0.00	12.03
114	225	46386.16	2.48	119846.31	<0.01	46386.16	<0.01	48680.46	0.08	158.37	0.00	4.95
115	429	44686.81	3.52	75599.55	<0.01	46599.72	0.03	50848.27	0.09	69.18	4.28	13.79
116	286	39062.18	2.72	85311.83	0.02	39062.18	<0.01	43839.02	0.08	118.40	0.00	12.23
117	228	43908.42	2.37	112326.27	<0.01	43908.42	0.03	48459.09	0.13	155.82	0.00	10.36
118	229	95761.02	2.34	225271.78	<0.01	95761.07	<0.01	103756.45	0.09	135.24	0.00	8.35
119	227	20484.59	2.38	53315.26	<0.01	20484.63	0.02	21871.22	0.08	160.27	0.00	6.77
120	230	35899.82	2.43	91304.53	0.03	35899.85	0.02	38483.93	0.11	154.33	0.00	7.20

ตารางผนวกที่ ๕ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีสถิติที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อ 10% (ค่าขนส่ง $A=0$)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
121	240	20128.35	2.64	45242.46	<0.01	20128.39	<0.01	20731.13	0.09	124.77	0.00	2.99
122	243	104463.00	2.37	236459.59	<0.01	104463.04	<0.01	108754.38	0.16	126.36	0.00	4.11
123	274	136671.33	2.55	252995.13	<0.01	136671.33	<0.01	143626.58	0.09	85.11	0.00	5.09
124	221	73236.93	2.38	168517.19	<0.01	73237.00	<0.01	81744.86	0.08	130.10	0.00	11.62
125	337	79257.68	3.02	108637.66	<0.01	98153.39	<0.01	108044.35	0.11	37.07	23.84	36.32
126	233	16444.97	2.37	34562.48	<0.01	16444.97	<0.01	17969.55	0.08	110.17	0.00	9.27
127	213	108425.32	2.06	237820.00	<0.01	108425.38	<0.01	119884.54	0.09	119.34	0.00	10.57
128	223	57233.51	2.14	130171.36	<0.01	57233.51	0.02	60679.78	0.13	127.44	0.00	6.02
129	259	104437.16	2.17	209619.77	<0.01	104437.16	<0.01	107289.38	0.09	100.71	0.00	2.73
130	227	71035.51	2.16	164026.73	<0.01	71035.56	0.02	74291.10	0.09	130.91	0.00	4.58
131	218	80272.10	2.18	184038.34	0.02	80272.14	0.01	84594.35	0.11	129.27	0.00	5.38
132	248	67268.50	2.16	130111.80	<0.01	67268.55	<0.01	71796.16	0.08	93.42	0.00	6.73
133	232	59783.93	2.28	135801.38	<0.01	59783.93	0.02	62144.68	0.13	127.15	0.00	3.95
134	215	45978.87	2.13	105062.31	<0.01	45978.93	0.01	48036.00	0.11	128.50	0.00	4.47
135	309	49560.93	2.33	76858.05	<0.01	57415.39	0.02	58349.54	0.08	55.08	15.85	17.73
136	219	95181.56	2.16	216623.75	<0.01	95181.62	<0.01	102267.73	0.09	127.59	0.00	7.44
137	209	57044.39	2.03	131686.81	<0.01	57044.45	<0.01	61067.68	0.08	130.85	0.00	7.05
138	381	82512.44	2.95	151654.77	<0.01	83950.88	<0.01	90509.09	0.09	83.80	1.74	9.69
139	233	95655.47	2.17	191468.63	0.02	95655.48	<0.01	103800.54	0.06	100.16	0.00	8.52
140	218	59802.73	2.38	138602.66	<0.01	59802.76	0.03	60463.48	0.13	131.77	0.00	1.10
141	219	87995.60	2.36	200828.13	<0.01	87995.60	<0.01	92142.21	0.08	128.23	0.00	4.71
142	375	104747.08	2.93	186041.08	<0.01	111429.13	0.03	125589.23	0.11	77.61	6.38	19.90
143	226	58850.66	2.31	135239.27	<0.01	58850.70	<0.01	62421.12	0.11	129.80	0.00	6.07
144	258	99197.05	2.40	219502.23	0.01	99197.05	<0.01	109086.16	0.09	121.28	0.00	9.97
145	239	77748.74	2.37	177349.13	<0.01	77748.80	0.03	84802.53	0.09	128.11	0.00	9.07
146	227	31746.57	2.34	72201.88	<0.01	31746.61	<0.01	33639.94	0.13	127.43	0.00	5.96
147	333	51315.32	2.94	76951.80	<0.01	60628.55	0.03	67395.28	0.09	49.96	18.15	31.34
148	511	68445.25	3.86	119663.73	0.02	74006.54	<0.01	82817.69	0.11	74.83	8.13	21.00
149	289	24024.37	2.71	55766.50	<0.01	24024.37	<0.01	24398.89	0.06	132.12	0.00	1.56
150	221	38128.92	2.25	86966.49	0.03	38128.96	<0.01	41407.24	0.13	128.09	0.00	8.60

ตารางผนวกที่ ๑๖ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตติคส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง A=0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
151	349	83097.09	3.22	117871.68	<0.01	112362.49	<0.01	120779.10	0.09	41.85	35.22	45.35
152	231	62759.14	2.60	122922.62	<0.01	62759.18	<0.01	63915.32	0.16	95.86	0.00	1.84
153	229	101042.40	2.18	195290.13	<0.01	101042.43	<0.01	104709.76	0.09	93.28	0.00	3.63
154	233	70940.26	2.12	130198.04	<0.01	70940.33	<0.01	73606.42	0.08	83.53	0.00	3.76
155	229	73416.12	2.14	144333.19	<0.01	73416.16	<0.01	76587.66	0.11	96.60	0.00	4.32
156	409	128592.57	2.91	186575.88	<0.01	168963.31	<0.01	175537.47	0.09	45.09	31.39	36.51
157	435	151423.83	2.92	240456.14	<0.01	180595.22	<0.01	185720.83	0.09	58.80	19.26	22.65
158	436	40622.09	3.06	68086.13	<0.01	45140.21	0.03	49428.13	0.08	67.61	11.12	21.68
159	258	97755.38	2.25	192263.83	<0.01	97755.43	<0.01	100356.80	0.09	96.68	0.00	2.66
160	220	38384.63	2.06	74743.77	<0.01	38384.63	0.01	39455.97	0.09	94.72	0.00	2.79
161	304	144427.34	2.49	238673.16	<0.01	164630.27	<0.01	172613.36	0.11	65.25	13.99	19.52
162	234	64618.55	2.36	127887.93	0.02	64618.55	<0.01	65248.13	0.06	97.91	0.00	0.97
163	236	76019.38	2.20	98088.42	<0.01	111692.20	0.03	119977.48	0.11	29.03	46.93	57.82
164	392	84035.99	3.58	115324.92	<0.01	117593.08	<0.01	128593.50	0.08	37.23	39.93	53.02
165	220	49307.11	2.27	97179.74	<0.01	49307.14	0.03	49275.92	0.09	97.09	0.00	-0.06
166	255	116292.70	2.55	224131.48	<0.01	116292.75	<0.01	121087.84	0.11	92.73	0.00	4.12
167	227	57475.92	2.28	112011.02	<0.01	57475.97	<0.01	58336.79	0.09	94.88	0.00	1.50
168	215	32534.96	2.15	59211.37	<0.01	32534.99	<0.01	33081.70	0.09	81.99	0.00	1.68
169	217	62440.02	2.27	123164.81	<0.01	62440.04	<0.01	62689.13	0.11	97.25	0.00	0.40
170	224	137421.83	2.27	253996.08	0.02	137421.86	0.03	141469.86	0.06	84.83	0.00	2.95
171	307	37755.40	2.94	64552.47	<0.01	38839.84	<0.01	40688.21	0.09	70.98	2.87	7.77
172	551	65766.95	3.49	86559.74	<0.01	95318.21	0.02	106352.64	0.11	31.62	44.93	61.71
173	325	194298.33	3.13	329174.97	<0.01	200669.08	<0.01	204144.52	0.09	69.42	3.28	5.07
174	259	160832.28	2.46	279692.63	0.01	160832.31	0.02	173250.00	0.09	73.90	0.00	7.72
175	232	47946.42	2.31	92739.88	<0.01	47946.45	0.01	50190.98	0.09	93.42	0.00	4.68
176	306	119046.32	2.45	229916.11	<0.01	119046.38	0.02	129260.91	0.11	93.13	0.00	8.58
177	338	36547.20	3.17	62281.58	<0.01	38435.07	0.02	40108.99	0.09	70.41	5.17	9.75
178	231	48373.92	2.45	93285.52	0.02	48374.02	0.01	50832.02	0.06	92.84	0.00	5.08
179	251	57382.50	2.38	83948.63	<0.01	73361.39	<0.01	75785.06	0.09	46.30	27.85	32.07
180	280	99143.95	2.65	168561.56	0.03	103195.63	0.01	112416.42	0.09	70.02	4.09	13.39

ตารางผนวกที่ ๗ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีสถิติที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อ 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
181	224	88652.73	2.76	227843.63	<0.01	88652.79	<0.01	96578.49	0.09	157.01	0.00	8.94
182	221	43765.46	2.37	111595.44	<0.01	43765.50	<0.01	48135.85	0.19	154.99	0.00	9.99
183	223	78182.89	2.22	145224.72	0.01	78182.92	<0.01	79697.21	0.11	85.75	0.00	1.94
184	429	66591.40	3.35	119927.32	<0.01	67498.17	0.02	75146.03	0.09	80.09	1.36	12.85
185	220	27888.29	2.39	72057.73	<0.01	27888.35	<0.01	30334.42	0.09	158.38	0.00	8.77
186	243	72211.39	2.37	175757.30	<0.01	72211.45	<0.01	79210.55	0.08	143.39	0.00	9.69
187	250	105578.55	2.34	235173.09	<0.01	105578.60	<0.01	111534.64	0.09	122.75	0.00	5.64
188	224	81726.32	2.43	208779.59	<0.01	81726.37	0.02	88088.73	0.11	155.46	0.00	7.79
189	298	82882.11	2.77	176800.39	<0.01	82882.15	<0.01	86001.95	0.09	113.32	0.00	3.76
190	230	88522.16	2.39	229228.03	<0.01	88522.20	0.01	93572.98	0.09	158.95	0.00	5.71
191	436	90863.58	3.10	163892.64	<0.01	91824.56	<0.01	104141.02	0.11	80.37	1.06	14.61
192	454	75164.63	2.96	156312.98	<0.01	75164.68	<0.01	82962.47	0.09	107.96	0.00	10.37
193	214	62769.13	2.34	161264.63	<0.01	62769.16	0.03	70186.33	0.09	156.92	0.00	11.82
194	264	36993.50	2.51	84230.62	<0.01	36993.57	<0.01	42355.39	0.09	127.69	0.00	14.49
195	226	43989.85	2.42	113809.07	0.02	43989.89	0.03	47340.93	0.13	158.72	0.00	7.62
196	212	51288.31	2.35	130741.75	<0.01	51288.34	<0.01	58056.82	0.16	154.92	0.00	13.20
197	407	100439.42	3.56	177042.66	<0.01	102914.53	0.03	106934.49	0.11	76.27	2.46	6.47
198	231	43490.74	2.56	112318.38	<0.01	43490.77	<0.01	48801.84	0.13	158.26	0.00	12.21
199	221	52591.92	2.35	136530.25	<0.01	52591.95	<0.01	56474.58	0.09	159.60	0.00	7.38
200	223	47776.80	2.30	100004.84	<0.01	47776.88	0.03	56444.96	0.09	109.32	0.00	18.14
201	304	93553.55	2.88	163531.69	0.02	96234.30	<0.01	109202.39	0.09	74.80	2.87	16.73
202	250	99324.62	2.39	223370.50	<0.01	99324.66	0.02	103178.80	0.09	124.89	0.00	3.88
203	249	49499.41	2.50	129633.54	<0.01	49499.43	0.01	50433.73	0.13	161.89	0.00	1.89
204	242	63423.07	2.60	165058.88	<0.01	63423.10	<0.01	67352.31	0.11	160.25	0.00	6.20
205	229	42882.09	2.42	110041.51	<0.01	42882.11	0.03	48003.41	0.14	156.61	0.00	11.94
206	245	111153.23	2.39	281217.63	0.01	111153.27	<0.01	120982.02	0.11	153.00	0.00	8.84
207	223	24549.61	2.35	63643.00	<0.01	24549.64	0.01	27815.22	0.11	159.24	0.00	13.30
208	226	148806.22	2.44	385543.09	<0.01	148806.25	0.02	162163.42	0.11	159.09	0.00	8.98
209	229	46104.66	2.43	119128.67	<0.01	46104.69	0.02	49248.79	0.09	158.39	0.00	6.82
210	233	70249.94	2.32	143870.52	0.03	70249.99	0.01	80267.80	0.09	104.80	0.00	14.26

ตารางผนวกที่ ๑๘ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีสถิติที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10% (ค่าขนส่ง $A=0$)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
211	223	91640.92	2.69	209688.88	<0.01	91640.94	<0.01	96200.76	0.16	128.82	0.00	4.98
212	224	82517.91	2.32	182714.19	<0.01	82517.95	<0.01	96202.70	0.13	121.42	0.00	16.58
213	251	62045.28	2.48	142584.63	<0.01	62045.31	<0.01	65460.27	0.16	129.81	0.00	5.50
214	224	119997.27	2.35	277235.06	<0.01	119997.30	<0.01	120688.62	0.09	131.03	0.00	0.58
215	253	97759.51	2.38	179717.53	<0.01	97759.54	<0.01	112398.48	0.09	83.84	0.00	14.97
216	324	90553.78	2.74	207463.19	<0.01	90553.80	<0.01	92818.78	0.13	129.10	0.00	2.50
217	226	36585.21	2.36	83462.41	<0.01	36585.24	0.02	39778.00	0.11	128.13	0.00	8.73
218	233	33920.07	2.34	71261.40	<0.01	33920.12	<0.01	36052.91	0.09	110.09	0.00	6.29
219	305	56201.63	2.54	106706.47	<0.01	56201.68	0.01	59759.44	0.09	89.86	0.00	6.33
220	432	43801.45	3.45	80508.27	<0.01	43835.10	0.02	45282.13	0.09	83.80	0.08	3.38
221	217	172070.78	2.30	366747.63	<0.01	172070.78	<0.01	183755.22	0.09	113.14	0.00	6.79
222	252	104003.79	2.33	220261.13	<0.01	104003.83	<0.01	107566.46	0.09	111.78	0.00	3.43
223	235	28367.05	2.39	59436.93	<0.01	28367.05	0.03	32004.46	0.06	109.53	0.00	12.82
224	325	24494.13	2.63	52956.78	<0.01	24494.21	<0.01	26831.27	0.09	116.20	0.00	9.54
225	232	66223.77	2.34	151225.13	<0.01	66223.82	0.03	68019.14	0.09	128.35	0.00	2.71
226	221	123509.33	2.32	282679.75	<0.01	123509.33	<0.01	141497.77	0.09	128.87	0.00	14.56
227	413	58972.18	3.26	108872.70	<0.01	59150.64	<0.01	63811.11	0.11	84.62	0.30	8.21
228	294	24805.63	2.66	53808.98	0.02	24805.71	<0.01	28366.60	0.08	116.92	0.00	14.36
229	351	100052.91	3.39	161278.61	<0.01	113914.11	<0.01	115384.16	0.09	61.19	13.85	15.32
230	275	143015.28	2.56	305132.31	<0.01	143015.33	0.01	151978.02	0.09	113.36	0.00	6.27
231	252	68763.76	2.47	158035.52	<0.01	68763.77	0.02	71145.73	0.16	129.82	0.00	3.46
232	234	57914.94	2.41	132559.25	<0.01	57914.97	0.02	59742.88	0.09	128.89	0.00	3.16
233	349	75586.91	3.25	132210.63	0.01	81554.80	<0.01	95182.62	0.09	74.91	7.90	25.92
234	360	47269.93	2.97	102956.63	<0.01	47269.97	0.01	51759.50	0.09	117.81	0.00	9.50
235	229	123744.37	2.43	282346.13	<0.01	123744.42	0.02	131933.42	0.11	128.17	0.00	6.62
236	217	54108.41	2.21	122062.50	<0.01	54108.44	0.02	58027.68	0.16	125.59	0.00	7.24
237	255	87420.59	2.55	142610.92	<0.01	99461.02	0.01	108019.76	0.08	63.13	13.77	23.56
238	225	26700.94	2.41	61187.86	0.02	26700.97	<0.01	28685.26	0.09	129.16	0.00	7.43
239	331	87098.05	3.10	133928.39	<0.01	101955.84	0.02	112182.49	0.09	53.77	17.06	28.80
240	264	96285.38	2.53	218147.81	0.03	96285.41	0.02	103821.59	0.09	126.56	0.00	7.83

ตารางผนวกที่ ๑๑ ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง $A=0$)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
241	305	167687.36	3.11	309560.97	0.02	167687.39	0.02	178116.52	0.13	84.61	0.00	6.22
242	346	113833.58	2.71	190093.03	<0.01	125687.80	<0.01	126220.29	0.13	66.99	10.41	10.88
243	252	123084.24	2.18	218169.39	<0.01	123084.28	<0.01	134430.28	0.11	77.25	0.00	9.22
244	458	63571.42	3.30	104263.03	<0.01	73442.33	<0.01	78236.54	0.09	64.01	15.53	23.07
245	223	60113.96	2.08	118062.66	<0.01	60113.99	<0.01	63618.77	0.09	96.40	0.00	5.83
246	247	43854.54	2.22	86794.27	<0.01	43854.59	<0.01	45110.47	0.11	97.91	0.00	2.86
247	253	82742.74	2.32	149426.66	<0.01	82742.74	<0.01	85299.34	0.08	80.59	0.00	3.09
248	290	104116.04	2.39	189367.94	<0.01	104116.09	0.02	106994.66	0.11	81.88	0.00	2.76
249	441	77255.57	2.97	124060.44	<0.01	91287.08	<0.01	101626.55	0.09	60.58	18.16	31.55
250	216	186769.97	2.13	355802.16	<0.01	186770.02	0.01	196151.33	0.08	90.50	0.00	5.02
251	249	152264.28	2.45	289878.41	<0.01	152264.31	<0.01	159018.41	0.09	90.38	0.00	4.44
252	236	126709.87	2.42	249965.73	<0.01	126709.89	0.02	127256.06	0.09	97.27	0.00	0.43
253	230	98189.99	2.31	190808.25	<0.01	98190.05	0.02	103638.08	0.09	94.33	0.00	5.55
254	230	122262.47	2.35	226279.92	<0.01	122262.51	<0.01	130632.16	0.11	85.08	0.00	6.85
255	444	147391.17	3.31	252558.78	0.02	149725.02	0.03	154564.38	0.08	71.35	1.58	4.87
256	233	159553.25	2.34	293627.47	<0.01	159553.30	<0.01	172951.75	0.09	84.03	0.00	8.40
257	389	56418.91	2.98	102548.16	<0.01	56418.91	<0.01	57649.71	0.09	81.76	0.00	2.18
258	300	113267.39	2.81	188567.39	<0.01	127630.11	<0.01	135446.22	0.09	66.48	12.68	19.58
259	383	130672.38	3.28	211042.08	<0.01	154207.88	<0.01	168351.38	0.09	61.50	18.01	28.83
260	281	123010.05	2.72	203154.73	<0.01	140957.11	0.03	146901.36	0.09	65.15	14.59	19.42
261	218	43959.86	2.26	86133.64	<0.01	43959.91	<0.01	46514.16	0.08	95.94	0.00	5.81
262	239	142045.83	2.33	280965.84	<0.01	142045.84	0.03	146474.67	0.08	97.80	0.00	3.12
263	331	120244.27	2.99	153528.75	<0.01	178713.31	<0.01	182541.81	0.11	27.68	48.63	51.81
264	233	105293.94	2.24	200752.66	<0.01	105293.98	<0.01	111606.18	0.09	90.66	0.00	5.99
265	239	174283.77	2.28	332915.47	0.02	174283.80	0.03	181761.00	0.09	91.02	0.00	4.29
266	237	149299.33	2.41	291871.16	<0.01	149299.38	<0.01	153341.16	0.13	95.49	0.00	2.71
267	270	53908.77	2.44	85308.84	<0.01	64579.85	0.03	69065.45	0.06	58.25	19.79	28.12
268	464	85290.30	3.40	139858.69	<0.01	98735.78	<0.01	109822.00	0.09	63.98	15.76	28.76
269	295	202433.66	2.61	380901.31	0.02	202433.70	<0.01	203177.86	0.09	88.16	0.00	0.37
270	231	211285.36	2.35	371505.44	0.03	211285.41	<0.01	223962.14	0.09	75.83	0.00	6.00

ตารางผนวกที่ ค10 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
271	879	81685.75	21.52	188219.23	<0.01	91104.43	<0.01	100565.27	0.44	130.42	11.53	23.11
272	529	169933.16	16.55	358255.16	<0.01	192724.97	<0.01	203469.78	0.41	110.82	13.41	19.74
273	652	120640.13	20.88	237519.20	0.02	145093.92	<0.01	166249.89	0.36	96.88	20.27	37.81
274	528	65891.43	17.16	128996.31	<0.01	79518.46	<0.01	87693.60	0.48	95.77	20.68	33.09
275	791	137960.25	24.19	333431.72	<0.01	146509.25	0.02	154356.72	0.47	141.69	6.20	11.88
276	527	69754.39	15.65	169679.05	<0.01	74286.00	<0.01	78350.77	0.47	143.25	6.50	12.32
277	646	115206.70	18.78	299093.59	<0.01	115206.70	<0.01	129574.86	0.48	159.61	0.00	12.47
278	680	147047.69	22.48	328432.47	<0.01	167313.44	0.01	176170.11	0.44	123.35	13.78	19.80
279	550	55532.27	17.88	159719.97	<0.01	55532.30	0.03	62300.43	0.45	187.62	0.00	12.19
280	606	152159.63	22.00	296635.63	0.01	183562.17	<0.01	201143.69	0.44	94.95	20.64	32.19
281	409	51227.37	16.32	162483.05	<0.01	51227.37	0.01	52340.05	0.47	217.18	0.00	2.17
282	940	84330.93	29.06	204000.33	<0.01	90408.80	0.02	97874.44	0.45	141.90	7.21	16.06
283	732	116382.28	21.50	292650.56	<0.01	118857.34	0.01	129425.13	0.44	151.46	2.13	11.21
284	572	125725.59	19.71	310335.75	0.02	132291.89	0.02	145030.16	0.45	146.84	5.22	15.35
285	607	108503.73	19.08	157666.97	<0.01	151196.27	0.02	170264.41	0.47	45.31	39.35	56.92
286	806	114279.64	16.63	178974.20	<0.01	154761.59	0.03	178757.47	0.50	56.61	35.42	56.42
287	444	53279.26	15.27	132525.44	0.02	54853.73	<0.01	59496.26	0.42	148.74	2.96	11.67
288	392	51070.95	13.05	142454.20	<0.01	51071.00	0.02	54529.57	0.50	178.93	0.00	6.77
289	754	117572.08	24.99	277182.91	0.01	129479.20	0.03	140706.22	0.39	135.76	10.13	19.68
290	811	109107.28	28.14	249339.28	<0.01	122821.89	<0.01	141049.86	0.48	128.53	12.57	29.28
291	1248	117934.20	28.38	261621.88	0.02	134869.50	0.03	145972.86	0.44	121.84	14.36	23.77
292	651	42090.66	18.03	74196.88	<0.01	54007.64	0.02	58884.24	0.47	76.28	28.31	39.90
293	613	136556.78	17.27	233352.94	0.02	177413.84	<0.01	198223.03	0.48	70.88	29.92	45.16
294	819	151162.20	28.42	349869.34	<0.01	167872.84	0.03	177838.20	0.48	131.45	11.05	17.65
295	901	202294.00	18.83	432783.56	0.01	232680.06	0.03	249202.86	0.47	113.94	15.02	23.19
296	699	51027.70	21.20	126253.79	<0.01	52696.50	<0.01	55958.51	0.45	147.42	3.27	9.66
297	639	157282.81	22.22	321041.44	0.02	186342.39	0.03	213343.16	0.45	104.12	18.48	35.64
298	916	150069.16	24.39	304444.13	0.01	178115.55	0.02	191978.89	0.45	102.87	18.69	27.93
299	599	89226.71	21.43	150173.41	<0.01	116194.89	0.03	131832.30	0.47	68.31	30.22	47.75
300	829	80345.41	22.55	153451.13	0.01	98313.44	<0.01	109164.09	0.48	90.99	22.36	35.87

ตารางผนวกที่ ค11 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10% (ค่าขนส่ง A=0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
301	605	83567.06	18.60	164981.67	<0.01	105631.42	<0.01	116836.34	0.44	97.42	26.40	39.81
302	674	164603.56	19.53	283941.81	<0.01	240868.64	<0.01	264548.97	0.44	72.50	46.33	60.72
303	851	49000.86	26.10	111870.82	<0.01	53124.67	<0.01	57311.67	0.44	128.30	8.42	16.96
304	361	217860.23	13.10	374546.34	<0.01	320972.31	0.01	356749.22	0.48	71.92	47.33	63.75
305	554	75937.21	16.33	115655.94	<0.01	125244.12	<0.01	135164.22	0.47	52.30	64.93	77.99
306	805	47557.47	26.39	98251.72	<0.01	58395.97	<0.01	59821.95	0.45	106.60	22.79	25.79
307	452	112782.06	15.08	204557.63	<0.01	159182.97	<0.01	178706.36	0.44	81.37	41.14	58.45
308	799	90268.36	24.28	189912.94	<0.01	110394.38	0.03	116623.00	0.47	110.39	22.30	29.20
309	634	197886.36	20.70	370204.19	0.01	272953.84	0.01	294032.66	0.45	87.08	37.93	48.59
310	577	157400.05	17.58	188929.22	<0.01	309375.19	<0.01	331461.31	0.44	20.03	96.55	110.59
311	617	150736.80	19.22	234959.69	<0.01	244594.52	0.02	263659.13	0.45	55.87	62.27	74.91
312	665	219846.94	17.05	356022.69	<0.01	345735.41	0.01	357008.22	0.48	61.94	57.26	62.39
313	524	79080.28	14.80	106821.08	0.02	141472.02	0.02	147293.59	0.50	35.08	78.90	86.26
314	961	217137.13	21.70	388064.72	<0.01	312721.28	0.02	330598.16	0.45	78.72	44.02	52.25
315	662	201808.88	16.23	385589.53	<0.01	271450.97	0.01	306295.75	0.44	91.07	34.51	51.78
316	766	213601.94	21.47	411247.81	0.01	285801.88	0.02	305115.44	0.45	92.53	33.80	42.84
317	342	111112.05	11.93	138339.64	<0.01	211542.06	<0.01	224565.08	0.50	24.50	90.39	102.11
318	918	61030.26	22.96	153378.59	0.02	61030.32	0.03	65375.25	0.45	151.32	0.00	7.12
319	427	78284.63	15.59	120881.65	<0.01	126080.01	0.01	134073.59	0.45	54.41	61.05	71.26
320	560	55146.14	21.05	134820.78	<0.01	55146.16	<0.01	56475.49	0.47	144.48	0.00	2.41
321	999	82862.77	34.12	192031.31	0.02	85722.11	0.03	91087.25	0.42	131.75	3.45	9.93
322	786	147638.13	20.73	299391.63	<0.01	186031.44	0.01	199456.08	0.44	102.79	26.01	35.10
323	383	48338.59	14.20	110683.82	0.01	50505.09	0.02	52153.92	0.44	128.98	4.48	7.89
324	486	31486.88	14.34	55281.45	0.02	45965.33	0.02	51310.05	0.45	75.57	45.98	62.96
325	627	51112.02	22.60	97162.85	<0.01	69490.82	0.03	74113.70	0.52	90.10	35.96	45.00
326	698	138088.89	19.78	240508.59	0.02	201691.00	<0.01	235793.94	0.44	74.17	46.06	70.76
327	958	130325.42	25.78	246605.78	<0.01	178329.69	0.03	190353.75	0.47	89.22	36.83	46.06
328	557	59440.80	21.74	136888.00	0.01	62750.73	0.02	65537.51	0.48	130.29	5.57	10.26
329	437	225982.81	13.19	367544.38	0.02	353891.19	0.03	371037.97	0.52	62.64	56.60	64.19
330	352	102225.30	11.27	129798.72	0.02	192320.70	0.02	216015.31	0.47	26.97	88.13	111.31

ตารางผนวกที่ 12 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
331	383	135889.75	13.59	146878.72	<0.01	393991.41	<0.01	410288.91	0.41	8.09	189.93	201.93
332	689	327605.06	16.23	494329.66	<0.01	630970.31	<0.01	645438.25	0.53	50.89	92.60	97.02
333	317	199660.80	10.77	230464.03	<0.01	531980.00	<0.01	538502.56	0.38	15.43	166.44	169.71
334	528	110567.27	16.96	193549.59	<0.01	161428.34	<0.01	168637.44	0.48	75.05	46.00	52.52
335	489	83599.47	18.00	154823.80	<0.01	108530.98	<0.01	111141.62	0.48	85.20	29.82	32.95
336	554	61756.92	16.71	85904.29	<0.01	132922.73	<0.01	136785.64	0.48	39.10	115.24	121.49
337	440	123646.27	12.85	200584.61	<0.01	213935.64	<0.01	223057.72	0.39	62.22	73.02	80.40
338	495	276560.28	13.06	421079.72	0.02	522368.16	0.03	534177.19	0.47	52.26	88.88	93.15
339	454	202459.05	13.02	337968.59	<0.01	319795.00	0.02	336746.31	0.39	66.93	57.96	66.33
340	514	193388.33	14.83	235280.22	<0.01	482722.63	<0.01	500732.09	0.47	21.66	149.61	158.93
341	593	159286.56	16.88	247198.86	<0.01	289025.69	0.01	302365.75	0.44	55.19	81.45	89.83
342	603	114782.08	13.61	132118.75	<0.01	309900.41	0.03	329494.63	0.44	15.10	169.99	187.06
343	358	43865.55	11.68	64084.55	0.01	87288.83	<0.01	93333.36	0.45	46.09	98.99	112.77
344	447	111952.66	14.03	129917.70	<0.01	298180.66	0.01	318788.44	0.41	16.05	166.35	184.75
345	832	237452.23	19.90	350546.47	<0.01	472090.88	0.02	485416.97	0.42	47.63	98.82	104.43
346	467	154354.67	11.53	163785.34	0.02	458486.50	0.02	470034.59	0.45	6.11	197.03	204.52
347	369	208529.72	12.34	305550.72	<0.01	419141.56	<0.01	430523.75	0.47	46.53	101.00	106.46
348	408	294115.31	14.04	452687.03	0.02	547715.38	0.03	549913.25	0.45	53.91	86.22	86.97
349	782	75395.67	22.24	134122.61	<0.01	108496.59	0.02	112369.69	0.50	77.89	43.90	49.04
350	630	215264.33	14.64	289999.88	0.01	482720.50	<0.01	501407.34	0.41	34.72	124.25	132.93
351	467	92730.14	12.02	142937.97	<0.01	174128.73	0.03	177598.66	0.50	54.14	87.78	91.52
352	671	192612.94	19.04	310320.47	0.02	337517.53	0.02	355126.00	0.45	61.11	75.23	84.37
353	1188	86202.22	29.45	170347.36	<0.01	90458.39	0.02	93738.09	0.44	97.61	4.94	8.74
354	497	112684.47	14.43	194352.16	0.02	172219.06	0.01	180232.58	0.47	72.47	52.83	59.94
355	445	181351.05	12.06	207632.31	<0.01	488761.03	0.03	514419.50	0.45	14.49	169.51	183.66
356	595	186729.67	14.03	205649.22	0.01	527131.06	<0.01	544464.63	0.45	10.13	182.30	191.58
357	543	106540.77	14.20	181305.84	<0.01	165132.59	0.03	176291.05	0.48	70.18	54.99	65.47
358	323	261801.33	9.75	375055.09	0.02	539243.88	0.03	565272.88	0.47	43.26	105.97	115.92
359	560	253416.08	16.29	415133.56	0.01	417866.56	<0.01	430074.50	0.47	63.82	64.89	69.71
360	748	134017.50	23.07	239989.55	0.02	184876.36	0.01	185766.22	0.45	79.07	37.95	38.61

ตารางผนวกที่ ค13 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
361	626	120589.94	19.89	306715.38	<0.01	117129.99	<0.01	123852.02	0.44	154.35	-2.87	2.71
362	592	92245.95	21.05	275802.91	<0.01	92246.01	<0.01	96986.13	0.41	198.99	0.00	5.14
363	546	39711.72	19.90	125018.05	<0.01	39711.76	<0.01	43224.05	0.44	214.81	0.00	8.84
364	876	29869.50	25.60	87507.88	<0.01	29869.50	<0.01	32194.49	0.42	192.97	0.00	7.78
365	947	131894.47	24.88	270923.16	<0.01	156224.92	<0.01	169557.36	0.47	105.41	18.45	28.56
366	433	95484.66	14.13	294091.03	<0.01	95484.70	<0.01	106142.70	0.41	208.00	0.00	11.16
367	996	37233.07	25.94	110382.48	<0.01	37233.12	0.02	39142.40	0.47	196.46	0.00	5.13
368	1024	220448.00	24.57	467643.09	0.01	255884.19	0.01	281657.72	0.48	112.13	16.07	27.77
369	366	70158.43	12.94	135669.84	<0.01	85598.50	0.02	95461.25	0.44	93.38	22.01	36.07
370	587	153502.31	18.55	332836.47	<0.01	176668.11	<0.01	192394.23	0.44	116.83	15.09	25.34
371	826	178486.27	26.12	446315.88	<0.01	184716.36	0.03	194351.67	0.45	150.06	3.49	8.89
372	611	62084.12	17.73	124950.16	0.02	73415.00	0.02	82800.76	0.45	101.26	18.25	33.37
373	600	178165.42	16.42	467087.47	<0.01	178165.47	<0.01	192692.41	0.50	162.17	0.00	8.15
374	383	176355.98	13.32	458118.28	<0.01	176355.97	0.02	186445.95	0.44	159.77	0.00	5.72
375	795	128798.70	24.11	386850.66	0.02	128798.77	0.03	145483.50	0.41	200.35	0.00	12.95
376	975	105125.70	22.25	186289.47	<0.01	134905.81	<0.01	146614.50	0.45	77.21	28.33	39.47
377	728	153672.81	22.59	410176.44	<0.01	153672.88	<0.01	162980.02	0.42	166.92	0.00	6.06
378	611	218027.69	20.87	548301.75	0.01	224591.63	0.03	236648.97	0.41	151.48	3.01	8.54
379	515	95767.94	18.32	253702.56	<0.01	95767.98	0.01	103013.22	0.44	164.91	0.00	7.57
380	606	133238.16	17.51	202392.16	0.02	182226.36	<0.01	209789.58	0.47	51.90	36.77	57.45
381	432	136729.56	16.87	385043.31	<0.01	136729.61	0.03	146403.98	0.42	181.61	0.00	7.08
382	644	216586.25	22.96	480832.25	0.01	246563.05	0.01	269719.75	0.45	122.00	13.84	24.53
383	565	182422.36	19.53	441499.75	<0.01	193813.33	0.02	218443.36	0.44	142.02	6.24	19.75
384	499	35382.70	15.59	88303.43	0.02	36273.14	0.03	37904.31	0.45	149.57	2.52	7.13
385	791	132889.41	22.52	266162.97	<0.01	157622.50	0.02	168712.00	0.47	100.29	18.61	26.96
386	698	135481.19	22.81	398495.66	0.02	135481.25	0.01	156621.81	0.44	194.13	0.00	15.60
387	625	183128.34	18.70	452624.09	<0.01	189239.81	0.02	202790.91	0.45	147.16	3.34	10.74
388	885	149275.42	34.51	429828.47	0.01	149275.48	0.03	160449.88	0.47	187.94	0.00	7.49
389	737	147702.47	24.23	366452.66	0.02	154822.98	0.02	165592.97	0.42	148.10	4.82	12.11
390	841	210563.72	25.24	496523.25	0.01	231225.48	0.01	256485.77	0.44	135.81	9.81	21.81

ตารางผนวกที่ 14 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
391	706	205312.59	23.57	435275.75	<0.01	247518.28	<0.01	264342.53	0.41	112.01	20.56	28.75
392	993	68617.06	25.87	180493.80	<0.01	68617.09	<0.01	73089.21	0.47	163.05	0.00	6.52
393	753	257143.03	20.51	533755.50	<0.01	313347.13	0.02	323162.56	0.50	107.57	21.86	25.67
394	1133	118601.00	30.08	272166.72	<0.01	124196.00	<0.01	134321.27	0.44	129.48	4.72	13.25
395	421	69459.84	13.56	149356.34	0.01	82367.95	<0.01	91565.38	0.44	115.03	18.58	31.82
396	916	258787.36	21.28	578807.75	<0.01	295455.91	<0.01	312987.59	0.47	123.66	14.17	20.94
397	679	60505.35	22.77	156197.20	<0.01	60505.41	<0.01	64989.54	0.42	158.15	0.00	7.41
398	674	219329.56	18.63	463789.78	<0.01	259069.27	0.03	283298.97	0.47	111.46	18.12	29.17
399	685	96949.00	24.64	238074.31	<0.01	96949.06	0.02	105896.08	0.44	145.57	0.00	9.23
400	603	228986.19	16.16	518296.56	<0.01	251775.39	<0.01	261500.00	0.42	126.34	9.95	14.20
401	806	126290.48	20.15	179776.95	<0.01	218055.44	0.01	228526.67	0.45	42.35	72.66	80.95
402	668	50590.47	17.90	99664.36	<0.01	64323.29	0.03	67420.08	0.48	97.00	27.15	33.27
403	726	197729.22	18.29	328673.13	<0.01	302986.50	<0.01	315464.19	0.42	66.22	53.23	59.54
404	736	260318.91	19.73	523679.22	0.02	328358.34	0.01	357741.78	0.47	101.17	26.14	37.42
405	625	272515.28	21.01	558826.25	<0.01	337579.88	0.02	356341.53	0.45	105.06	23.88	30.76
406	856	200801.89	25.05	445296.69	<0.01	227161.20	0.02	239806.22	0.45	121.76	13.13	19.42
407	672	114152.14	21.30	246232.09	0.01	135121.05	<0.01	146305.47	0.44	115.71	18.37	28.17
408	465	245707.97	14.31	492474.16	<0.01	303274.00	0.03	320027.41	0.47	100.43	23.43	30.25
409	747	42926.12	22.55	95630.14	0.02	48685.30	0.02	52044.98	0.48	122.78	13.42	21.24
410	1000	111733.57	31.05	215197.55	<0.01	149279.00	<0.01	159836.69	0.39	92.60	33.60	43.05
411	857	86906.34	26.52	170129.91	0.01	114319.52	0.03	119214.06	0.45	95.76	31.54	37.18
412	608	62672.34	20.80	143057.48	<0.01	67608.70	0.02	70986.53	0.44	128.26	7.88	13.27
413	814	69803.08	18.72	163728.11	0.02	69803.09	0.02	71438.09	0.44	134.56	0.00	2.34
414	749	135118.05	23.07	298759.66	<0.01	155466.94	0.01	160707.23	0.45	121.11	15.06	18.94
415	664	171099.83	18.20	367132.16	0.02	205310.33	0.03	221085.89	0.44	114.57	19.99	29.21
416	586	72303.16	15.68	149029.22	<0.01	89362.78	<0.01	97804.34	0.48	106.12	23.59	35.27
417	1198	99051.48	31.84	219411.00	0.01	114525.69	0.03	127593.52	0.42	121.51	15.62	28.82
418	894	120806.77	23.79	281630.03	0.02	116564.41	0.03	121063.18	0.48	133.12	-3.51	0.21
419	394	146920.84	10.17	198453.22	<0.01	261256.89	0.02	277664.66	0.44	35.07	77.82	88.99
420	686	226584.58	23.01	508416.22	0.02	251863.41	0.01	271078.28	0.44	124.38	11.16	19.64

ตารางผนวกที่ 15 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
421	642	226615.70	17.89	333145.94	<0.01	450971.38	<0.01	466448.88	0.44	47.01	99.00	105.83
422	696	126003.24	17.71	175097.63	<0.01	272672.06	<0.01	291224.03	0.44	38.96	116.40	131.12
423	654	266085.25	22.00	473245.72	<0.01	382416.84	0.01	392908.53	0.53	77.85	43.72	47.66
424	514	95329.52	19.57	199313.77	<0.01	95329.55	<0.01	96322.43	0.44	109.08	0.00	1.04
425	692	271818.94	19.08	484506.50	<0.01	380780.06	<0.01	385455.94	0.44	78.25	40.09	41.81
426	691	301279.56	16.98	522825.81	<0.01	458379.38	<0.01	480265.44	0.45	73.54	52.14	59.41
427	838	210129.75	19.61	413531.50	0.02	236738.09	<0.01	244850.38	0.45	96.80	12.66	16.52
428	515	359951.03	13.55	588807.00	<0.01	588184.63	0.03	590790.94	0.45	63.58	63.41	64.13
429	448	181145.69	13.12	234873.19	<0.01	423771.06	0.02	437805.19	0.42	29.66	133.94	141.69
430	332	136700.88	9.49	173116.20	<0.01	321723.50	<0.01	331049.81	0.45	26.64	135.35	142.17
431	1225	107342.13	31.35	210921.34	<0.01	124768.74	0.02	128415.66	0.44	96.49	16.23	19.63
432	557	297069.75	14.19	483276.22	0.02	498036.06	0.03	518272.72	0.42	62.68	67.65	74.46
433	706	202946.31	18.13	366184.28	<0.01	267706.13	<0.01	281135.09	0.48	80.43	31.91	38.53
434	540	139303.70	15.95	210447.00	<0.01	263518.88	0.02	271807.31	0.42	51.07	89.17	95.12
435	545	176605.05	15.61	345867.72	0.01	206238.75	0.01	210408.42	0.47	95.84	16.78	19.14
436	789	249366.16	18.24	383709.69	<0.01	466576.09	0.02	486376.31	0.45	53.87	87.10	95.05
437	820	66065.77	18.86	109428.97	0.02	105117.77	<0.01	106299.96	0.45	65.64	59.11	60.90
438	1352	71799.63	31.29	130616.06	<0.01	96085.35	0.03	98470.61	0.47	81.92	33.82	37.15
439	631	112608.46	17.61	173819.38	<0.01	206312.80	0.01	217170.64	0.44	54.36	83.21	92.85
440	786	271290.50	26.04	409953.72	0.01	512379.16	<0.01	519926.88	0.47	51.11	88.87	91.65
441	547	92375.82	18.95	180155.95	<0.01	109393.27	0.03	116443.88	0.47	95.03	18.42	26.05
442	433	203053.73	11.86	255325.23	0.02	490506.47	0.01	511460.94	0.45	25.74	141.56	151.88
443	653	205674.97	18.19	359772.25	<0.01	309378.00	0.02	314425.63	0.44	74.92	50.42	52.88
444	796	195063.41	21.95	372118.25	0.02	241725.23	0.01	254093.61	0.42	90.77	23.92	30.26
445	343	174941.16	11.26	276361.25	0.01	312256.06	0.03	323083.34	0.48	57.97	78.49	84.68
446	449	165821.61	13.48	221768.28	<0.01	370859.66	<0.01	369183.72	0.45	33.74	123.65	122.64
447	640	302293.25	20.30	552927.38	0.02	396538.06	0.03	421655.28	0.47	82.91	31.18	39.49
448	649	197268.91	16.63	336269.84	<0.01	297225.53	0.03	303564.03	0.48	70.46	50.67	53.88
449	574	214149.59	15.23	262573.97	0.02	538817.31	<0.01	569355.81	0.48	22.61	151.61	165.87
450	389	324312.63	13.81	536363.06	<0.01	531332.19	0.01	554636.50	0.48	65.38	63.83	71.02

ตารางผนวกที่ 16 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
451	467	193115.52	17.55	566766.69	<0.01	193115.52	<0.01	214601.17	0.38	193.49	0.00	11.13
452	424	182924.06	13.92	537320.69	<0.01	182924.11	<0.01	203943.19	0.44	193.74	0.00	11.49
453	489	197750.86	17.22	587674.88	<0.01	197750.91	<0.01	217260.30	0.48	197.18	0.00	9.87
454	359	146280.61	13.30	373355.72	<0.01	146280.66	<0.01	168417.92	0.47	155.23	0.00	15.13
455	469	74080.51	18.91	231611.00	<0.01	74080.56	<0.01	77755.05	0.47	212.65	0.00	4.96
456	716	150243.25	23.29	359875.47	0.01	163147.94	<0.01	192305.14	0.45	139.53	8.59	28.00
457	586	215238.13	20.20	544242.13	<0.01	217983.52	0.01	236299.77	0.47	152.86	1.28	9.79
458	617	62108.50	19.26	197457.05	<0.01	62108.55	0.02	66143.17	0.42	217.92	0.00	6.50
459	481	124971.88	16.09	313717.97	<0.01	126879.25	0.01	145213.98	0.45	151.03	1.53	16.20
460	740	103991.20	25.32	242051.41	<0.01	114911.04	<0.01	131395.41	0.47	132.76	10.50	26.35
461	605	145364.20	20.47	384436.56	0.02	145364.23	0.03	159237.88	0.45	164.46	0.00	9.54
462	618	184164.98	19.42	508225.38	<0.01	184165.05	0.01	201126.77	0.47	175.96	0.00	9.21
463	506	177580.09	16.26	392815.81	<0.01	196415.72	<0.01	225039.55	0.41	121.20	10.61	26.73
464	700	147336.84	22.69	453664.47	0.01	147336.89	0.03	158566.83	0.42	207.91	0.00	7.62
465	547	112301.75	15.93	207646.38	<0.01	140050.39	0.01	155892.44	0.42	84.90	24.71	38.82
466	511	149305.89	16.19	433591.81	<0.01	149305.92	<0.01	169029.13	0.45	190.41	0.00	13.21
467	813	151061.19	24.15	269280.94	0.02	192322.20	0.01	220690.41	0.44	78.26	27.31	46.09
468	697	42412.55	20.65	126466.58	<0.01	42412.60	0.02	44207.93	0.45	198.18	0.00	4.23
469	1054	224063.44	34.82	641897.81	<0.01	224063.47	0.02	231234.53	0.45	186.48	0.00	3.20
470	673	42927.42	23.97	108191.73	0.02	44047.05	0.01	45393.78	0.48	152.03	2.61	5.75
471	1193	125328.78	25.64	228430.84	<0.01	157716.80	0.02	169322.38	0.47	82.27	25.84	35.10
472	599	117161.76	20.75	371409.25	0.01	117161.80	0.03	119950.42	0.48	217.01	0.00	2.38
473	552	67822.58	17.53	158554.25	<0.01	74504.73	<0.01	85732.91	0.47	133.78	9.85	26.41
474	480	82741.89	16.21	224732.83	0.02	74703.76	0.03	81240.98	0.45	171.61	-9.71	-1.81
475	508	71234.69	21.20	225219.56	0.02	71234.74	0.02	76437.84	0.47	216.17	0.00	7.30
476	646	103129.98	24.23	324176.72	<0.01	103130.02	0.02	110484.95	0.50	214.34	0.00	7.13
477	380	34558.13	14.86	102111.22	0.01	34558.18	0.03	37824.52	0.45	195.48	0.00	9.45
478	689	88920.80	23.53	280279.09	<0.01	88920.86	0.02	96562.08	0.47	215.20	0.00	8.59
479	562	256825.52	17.52	697319.13	0.02	256825.58	0.03	278138.00	0.44	171.51	0.00	8.30
480	906	149730.69	24.52	400988.09	<0.01	149730.72	<0.01	165274.20	0.45	167.81	0.00	10.38

ตารางผนวกที่ ค17 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
481	780	131132.02	29.63	331736.34	<0.01	131132.08	<0.01	139040.89	0.38	152.98	0.00	6.03
482	856	186806.02	24.99	453358.53	<0.01	186806.03	<0.01	195164.86	0.50	142.69	0.00	4.47
483	492	88616.88	16.05	189616.08	<0.01	104332.86	<0.01	113080.11	0.44	113.97	17.73	27.61
484	852	132724.83	24.15	349257.78	<0.01	132724.88	<0.01	136728.44	0.47	163.14	0.00	3.02
485	521	236133.09	16.07	532284.44	0.02	264316.97	<0.01	276853.25	0.45	125.42	11.94	17.24
486	547	69994.99	18.78	183739.66	<0.01	69995.02	0.02	72947.70	0.48	162.50	0.00	4.22
487	918	247386.25	29.01	538648.13	<0.01	291464.50	<0.01	301824.34	0.42	117.74	17.82	22.01
488	566	208257.00	15.05	463538.44	<0.01	230635.63	0.01	244095.03	0.47	122.58	10.75	17.21
489	577	125667.63	20.00	331257.00	<0.01	125667.66	0.02	131622.66	0.42	163.60	0.00	4.74
490	860	91927.25	28.65	229280.77	<0.01	91927.29	<0.01	95301.27	0.48	149.42	0.00	3.67
491	756	225932.17	18.89	390553.75	0.01	331021.47	0.03	344923.84	0.45	72.86	46.51	52.67
492	780	68966.13	23.78	154075.88	<0.01	79112.67	0.02	86470.30	0.45	123.41	14.71	25.38
493	613	300327.16	21.71	670009.94	<0.01	337965.41	<0.01	355559.31	0.45	123.09	12.53	18.39
494	837	235571.11	25.22	470685.28	0.02	295240.19	0.03	299143.63	0.47	99.81	25.33	26.99
495	737	199511.08	23.69	333679.06	<0.01	304473.91	0.02	327297.75	0.48	67.25	52.61	64.05
496	790	285596.41	24.00	659788.38	<0.01	289668.31	<0.01	296235.06	0.45	131.02	1.43	3.73
497	992	231037.73	25.08	532562.00	0.02	241603.56	0.02	268017.22	0.44	130.51	4.57	16.01
498	966	123165.52	24.06	309599.66	<0.01	123165.52	0.02	134624.75	0.45	151.37	0.00	9.30
499	795	193859.44	22.25	375549.13	0.01	255430.23	0.01	260918.78	0.48	93.72	31.76	34.59
500	896	123767.30	23.66	321904.81	<0.01	123767.37	0.02	127994.69	0.45	160.09	0.00	3.42
501	629	151542.45	17.57	239239.33	0.02	241335.00	0.01	258572.28	0.45	57.87	59.25	70.63
502	1789	266670.13	50.34	606154.63	<0.01	293504.16	0.03	309043.44	0.45	127.31	10.06	15.89
503	797	152136.25	28.98	350149.91	0.01	159716.08	<0.01	166046.86	0.47	130.16	4.98	9.14
504	831	84415.86	26.88	178564.94	<0.01	102486.95	0.03	116791.59	0.44	111.53	21.41	38.35
505	915	84338.57	28.80	190001.73	0.02	93095.29	0.02	97338.02	0.44	125.28	10.38	15.41
506	526	132066.38	17.76	211076.83	<0.01	209165.91	0.01	225871.41	0.44	59.83	58.38	71.03
507	443	108803.20	16.39	286729.59	0.02	108803.22	0.03	112783.13	0.39	163.53	0.00	3.66
508	839	227487.13	24.56	451514.81	<0.01	291105.28	0.02	319000.69	0.45	98.48	27.97	40.23
509	647	285097.91	22.80	652084.63	0.01	305224.28	0.02	319719.91	0.44	128.72	7.06	12.14
510	538	234643.70	14.73	474687.94	0.01	294594.00	<0.01	310954.47	0.50	102.30	25.55	32.52

ตารางผนวกที่ ค18 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
511	660	225285.98	19.04	362928.09	<0.01	395526.91	<0.01	403231.47	0.42	61.10	75.57	78.99
512	639	362867.44	17.83	636426.19	<0.01	538037.81	<0.01	564675.56	0.47	75.39	48.27	55.61
513	743	245678.61	21.52	487462.25	<0.01	267016.72	<0.01	275760.28	0.47	98.41	8.69	12.24
514	621	364997.63	17.94	656146.31	<0.01	494950.31	<0.01	503526.13	0.44	79.77	35.60	37.95
515	783	96803.78	16.43	159984.58	0.02	161313.77	0.01	166402.58	0.45	65.27	66.64	71.90
516	836	152751.56	22.51	320876.81	<0.01	152751.61	<0.01	156953.63	0.44	110.06	0.00	2.75
517	493	166911.22	14.38	229400.56	<0.01	363361.78	<0.01	388489.91	0.42	37.44	117.70	132.75
518	542	136948.47	16.11	194439.44	<0.01	283738.63	0.02	290663.78	0.45	41.98	107.19	112.24
519	757	262381.19	22.74	463759.84	<0.01	378175.75	0.03	381803.03	0.50	76.75	44.13	45.51
520	771	247822.17	22.88	492941.19	<0.01	252412.05	<0.01	258624.11	0.47	98.91	1.85	4.36
521	501	219790.98	16.26	364010.63	<0.01	356780.19	0.02	360367.06	0.47	65.62	62.33	63.96
522	439	387848.41	15.44	691509.69	<0.01	550087.56	0.01	564651.81	0.42	78.29	41.83	45.59
523	1300	247750.28	33.98	485628.34	<0.01	291513.81	0.02	301809.97	0.44	96.02	17.66	21.82
524	1007	208973.81	24.56	365393.41	0.02	313691.53	0.02	322189.22	0.42	74.85	50.11	54.18
525	434	280813.59	13.11	453798.63	<0.01	469658.31	0.01	475087.78	0.44	61.60	67.25	69.18
526	600	386594.63	16.50	718436.06	<0.01	489845.97	0.02	507552.91	0.45	85.84	26.71	31.29
527	486	191553.61	15.67	327001.66	0.02	284344.41	<0.01	285357.97	0.48	70.71	48.44	48.97
528	1062	169438.38	26.22	303359.13	<0.01	230800.42	0.03	240054.14	0.45	79.04	36.21	41.68
529	501	204343.59	16.53	316933.94	0.01	373697.09	0.01	379159.38	0.50	55.10	82.88	85.55
530	743	89988.05	24.03	181408.02	<0.01	89988.09	<0.01	92198.63	0.41	101.59	0.00	2.46
531	619	124926.38	20.46	265316.22	0.02	124926.43	0.03	126934.89	0.42	112.38	0.00	1.61
532	715	286854.81	21.70	530781.56	<0.01	364166.50	0.01	376163.91	0.47	85.03	26.95	31.13
533	493	189132.53	15.81	339651.50	0.01	258195.78	0.02	274991.84	0.44	79.58	36.52	45.40
534	874	86260.88	22.67	149642.34	<0.01	132032.41	0.02	136240.25	0.48	73.48	53.06	57.94
535	751	371534.66	22.80	673465.19	0.02	496167.69	0.03	514466.84	0.42	81.27	33.55	38.47
536	521	165661.38	18.33	305454.53	<0.01	215409.00	<0.01	226929.61	0.44	84.38	30.03	36.98
537	432	353510.88	15.03	639707.94	0.02	478574.75	0.03	491450.97	0.47	80.96	35.38	39.02
538	998	81693.86	29.56	162534.84	0.01	83036.09	0.03	85185.82	0.42	98.96	1.64	4.27
539	363	333539.41	11.85	616484.88	<0.01	430770.97	0.02	444259.91	0.45	84.83	29.15	33.20
540	703	284259.56	19.43	466814.53	0.05	477888.63	0.02	491690.09	0.47	64.22	68.12	72.97

ตารางผนวกที่ ค19 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
541	971	54696.77	94.39	151301.08	<0.01	61568.76	<0.01	64859.86	0.66	176.62	12.56	18.58
542	453	186882.20	36.23	226383.44	<0.01	347351.34	<0.01	380270.19	0.70	21.14	85.87	103.48
543	340	104590.67	32.06	151257.70	<0.01	177729.16	<0.01	187964.70	0.72	44.62	69.93	79.71
544	1156	244342.42	59.29	443337.66	<0.01	370851.19	0.02	403837.47	0.70	81.44	51.78	65.28
545	725	211999.61	54.77	348435.25	0.02	334554.25	<0.01	357586.25	0.69	64.36	57.81	68.67
546	1378	199582.52	90.29	479392.13	<0.01	250236.16	0.01	272720.34	0.64	140.20	25.38	36.65
547	1041	118623.22	97.25	321127.69	<0.01	135311.33	0.02	145072.28	0.66	170.71	14.07	22.30
548	1119	76111.14	89.81	205018.58	0.01	87675.63	0.02	93817.62	0.72	169.37	15.19	23.26
549	543	117157.45	49.52	214487.03	<0.01	168690.38	0.01	181752.03	0.66	83.08	43.99	55.13
550	695	209446.56	64.23	449409.38	<0.01	274555.03	0.02	295529.84	0.63	114.57	31.09	41.10
551	882	97842.13	58.22	238533.56	0.02	108835.91	0.03	114704.94	0.70	143.79	11.24	17.23
552	661	201015.88	62.83	481287.97	<0.01	230933.19	0.02	245155.03	0.69	139.43	14.88	21.96
553	782	59558.87	65.64	174759.27	0.02	59037.84	0.03	63775.38	0.64	193.42	-0.87	7.08
554	1230	173092.84	71.42	422737.94	0.01	214986.88	0.02	232734.23	0.70	144.23	24.20	34.46
555	632	224861.92	51.91	271302.66	<0.01	420922.53	0.01	451893.44	0.69	20.65	87.19	100.96
556	898	59143.74	57.41	131319.53	0.02	78005.57	0.03	84635.30	0.69	122.03	31.89	43.10
557	543	260944.69	44.25	560905.94	0.02	337980.50	0.01	354274.84	0.70	114.95	29.52	35.77
558	1025	198933.47	92.02	478012.88	0.01	238002.58	0.03	254827.16	0.67	140.29	19.64	28.10
559	982	86923.20	99.39	253473.31	<0.01	88847.75	0.03	96074.20	0.69	191.61	2.21	10.53
560	734	74798.04	56.56	152597.31	0.02	104723.73	0.01	116048.16	0.63	104.01	40.01	55.15
561	916	135783.50	74.34	371973.13	0.01	152706.92	0.03	169506.38	0.67	173.95	12.46	24.84
562	1095	173581.94	92.71	430405.44	0.02	200410.52	0.03	232492.20	0.66	147.96	15.46	33.94
563	878	92880.91	56.40	148428.50	0.02	144069.22	0.01	159030.52	0.67	59.81	55.11	71.22
564	821	223265.28	62.53	462235.88	0.01	313377.91	0.03	344216.91	0.67	107.03	40.36	54.17
565	446	110627.58	39.66	184992.19	0.03	171190.75	0.03	186197.06	0.67	67.22	54.75	68.31
566	1071	190566.02	66.05	363115.78	0.01	274212.19	0.03	310690.06	0.67	90.55	43.89	63.04
567	1026	144271.31	81.05	359027.72	0.02	168952.36	0.03	189413.48	0.61	148.86	17.11	31.29
568	1191	55744.57	99.39	150406.77	0.01	64555.55	0.03	70203.84	0.64	169.81	15.81	25.94
569	1221	53764.21	90.81	141365.78	0.05	62738.29	0.01	68202.28	0.66	162.94	16.69	26.85
570	853	194865.78	59.81	446802.00	0.02	227318.70	0.02	249421.16	0.69	129.29	16.65	28.00

ตารางผนวกที่ ค20 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง10% (ค่าขนส่ง=0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
571	523	324365.91	46.97	579266.75	<0.01	554153.38	<0.01	589839.50	0.69	78.58	70.84	81.84
572	614	146198.09	49.16	217198.55	<0.01	320815.78	<0.01	338512.72	0.63	48.56	119.44	131.54
573	602	135985.38	47.22	271999.69	0.01	190448.25	<0.01	192215.75	0.70	100.02	40.05	41.35
574	992	227598.06	67.29	375462.44	<0.01	443161.13	<0.01	460273.13	0.61	64.97	94.71	102.23
575	637	243164.06	44.80	430457.16	<0.01	433816.16	0.01	461897.13	0.66	77.02	78.40	89.95
576	815	215808.77	58.93	284425.03	<0.01	516136.56	0.02	525076.13	0.69	31.79	139.16	143.31
577	708	84085.55	60.02	157518.19	0.02	137654.31	0.02	145837.95	0.63	87.33	63.71	73.44
578	414	238284.44	40.06	356362.34	<0.01	499360.19	0.01	515417.66	0.69	49.55	109.56	116.30
579	561	220588.34	43.80	411913.31	<0.01	360226.34	0.02	375893.25	0.64	86.73	63.30	70.40
580	459	229313.66	41.95	429361.34	0.02	344469.75	0.01	356576.56	0.69	87.24	50.22	55.50
581	1077	183907.97	93.59	406965.78	<0.01	254983.64	0.03	270928.53	0.63	121.29	38.65	47.32
582	488	269163.97	44.79	359776.31	0.01	637146.56	0.01	666562.88	0.69	33.66	136.71	147.64
583	575	151747.03	53.05	297698.41	<0.01	232706.72	0.02	247793.22	0.67	96.18	53.35	63.29
584	877	248369.56	68.79	473435.16	0.02	422112.69	0.03	466040.69	0.67	90.62	69.95	87.64
585	1267	119178.51	98.21	276899.47	0.02	127097.14	0.02	130240.87	0.66	132.34	6.64	9.28
586	756	164999.48	60.55	348716.97	<0.01	242511.20	0.03	254362.41	0.67	111.34	46.98	54.16
587	670	42382.23	53.09	78782.46	0.01	74781.54	0.02	77436.26	0.69	85.89	76.45	82.71
588	681	159283.75	48.94	286621.00	0.02	274614.34	0.03	285246.03	0.73	79.94	72.41	79.08
589	580	264564.25	58.09	491967.94	0.01	456964.25	0.03	472263.63	0.67	85.95	72.72	78.51
590	882	155788.31	68.58	307663.44	0.02	244240.33	0.02	256253.38	0.69	97.49	56.78	64.49
591	648	198948.75	42.91	316373.03	<0.01	405301.81	0.03	441418.25	0.70	59.02	103.72	121.88
592	690	284602.88	52.90	488541.06	0.02	537543.13	0.03	576617.00	0.70	71.66	88.87	102.60
593	814	65522.83	64.45	150229.78	0.01	77068.64	0.03	81150.31	0.69	129.28	17.62	23.85
594	403	336374.59	33.70	570333.56	0.02	591454.38	0.01	619568.75	0.70	69.55	75.83	84.19
595	763	141529.45	74.49	293850.59	0.02	202888.41	0.03	216043.05	0.69	107.63	43.35	52.65
596	474	239391.75	44.50	299787.56	0.03	593149.81	0.03	618349.69	0.69	25.23	147.77	158.30
597	1594	78469.11	106.07	188370.11	0.01	97367.11	0.03	100500.79	0.72	140.06	24.08	28.08
598	553	136783.06	47.29	282364.19	0.02	192606.56	0.03	210743.50	0.64	106.43	40.81	54.07
599	1087	217039.34	68.68	463485.56	0.05	307961.66	0.02	312772.03	0.64	113.55	41.89	44.11
600	745	169874.31	56.28	318556.00	0.02	288274.75	0.03	304553.03	0.70	87.52	69.70	79.28

ตารางผนวกที่ ค21 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮาลิสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
601	973	184479.03	66.80	246184.94	<0.01	570358.50	<0.01	585566.00	0.64	33.45	209.17	217.42
602	671	300272.72	61.22	499813.13	<0.01	622064.63	<0.01	656223.69	0.63	66.45	107.17	118.54
603	999	271351.81	69.73	463087.94	0.01	503002.94	<0.01	510236.38	0.66	70.66	85.37	88.04
604	929	265663.06	62.79	455220.84	<0.01	523265.81	<0.01	522586.44	0.67	71.35	96.97	96.71
605	473	150007.77	43.68	170897.88	<0.01	557296.44	0.02	556499.00	0.70	13.93	271.51	270.98
606	564	290742.09	47.17	438684.84	<0.01	722993.06	<0.01	730637.81	0.66	50.88	148.67	151.30
607	540	255680.27	37.12	281602.34	0.02	989578.81	0.03	1003715.88	0.66	10.14	287.04	292.57
608	924	97658.65	78.10	190377.36	<0.01	131559.55	0.01	132974.14	0.66	94.94	34.71	36.16
609	671	92012.85	56.98	162970.28	<0.01	147391.41	0.02	150231.31	0.63	77.12	60.19	63.27
610	458	66379.30	33.86	99466.80	0.02	164865.95	0.02	170821.41	0.69	49.85	148.37	157.34
611	559	283579.50	37.90	309092.31	<0.01	1113763.13	0.03	1140332.38	0.66	9.00	292.75	302.12
612	442	401352.00	43.08	577525.19	0.01	1116441.50	0.02	1128193.38	0.67	43.89	178.17	181.10
613	773	133121.50	67.62	254902.27	<0.01	165577.70	0.01	169490.03	0.58	91.48	24.38	27.32
614	1108	238146.63	75.41	429501.47	0.02	410709.88	0.03	418627.31	0.66	80.35	72.46	75.79
615	675	199709.22	49.39	347268.78	<0.01	343115.78	0.02	357219.75	0.69	73.89	71.81	78.87
616	430	162510.05	36.69	190540.14	0.01	581898.81	0.03	576135.81	0.67	17.25	258.07	254.52
617	598	69644.16	46.55	99977.15	0.02	191040.39	0.02	196582.23	0.66	43.55	174.31	182.27
618	891	155932.42	56.42	202672.48	0.02	498734.91	0.03	517341.72	0.67	29.97	219.84	231.77
619	653	290927.13	59.16	369440.00	0.01	954857.44	0.02	963208.31	0.66	26.99	228.21	231.08
620	1025	102591.70	66.46	190705.97	<0.01	167291.52	0.03	168265.45	0.66	85.89	63.07	64.01
621	765	114649.69	49.28	156848.06	0.02	340257.75	0.03	349213.06	0.70	36.81	196.78	204.59
622	320	97435.76	29.44	154519.48	0.02	212766.55	0.03	213881.11	0.70	58.59	118.37	119.51
623	498	275904.22	37.90	305782.94	0.01	1057713.25	0.01	1075610.13	0.66	10.83	283.36	289.85
624	487	357531.50	45.39	557206.31	0.02	834124.69	0.03	832706.06	0.72	55.85	133.30	132.90
625	375	283252.78	32.85	364780.09	0.01	901020.69	0.03	922620.69	0.69	28.78	218.10	225.72
626	538	176917.61	41.15	195387.61	0.03	680599.88	0.03	702429.63	0.67	10.44	284.70	297.04
627	1411	102982.26	76.11	166071.33	0.01	238080.91	0.03	246735.98	0.67	61.26	131.19	139.59
628	618	229717.14	52.04	252057.06	0.02	901374.31	0.03	896622.19	0.72	9.72	292.38	290.32
629	683	56540.96	56.02	86767.91	0.05	136609.84	0.03	138929.47	0.70	53.46	141.61	145.71
630	682	338773.72	50.66	473887.78	0.01	991326.00	0.01	1004308.50	0.66	39.88	192.62	196.45

ตารางผนวกที่ ค22 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง5% (ค่าขนส่ง=0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
631	1005	40912.34	87.02	113132.38	<0.01	42772.50	<0.01	46555.04	0.61	176.52	4.55	13.79
632	1949	103875.47	116.64	297090.34	<0.01	111293.09	0.02	116547.78	0.67	186.01	7.14	12.20
633	501	284504.44	46.19	719773.81	<0.01	306700.06	<0.01	342715.88	0.66	152.99	7.80	20.46
634	1033	231170.91	84.54	555644.63	<0.01	288072.47	<0.01	314699.16	0.67	140.36	24.61	36.13
635	1143	48738.27	91.10	120540.41	<0.01	56278.42	<0.01	62172.89	0.67	147.32	15.47	27.56
636	1007	92840.16	99.33	320006.31	0.02	92840.22	0.02	97272.36	0.67	244.69	0.00	4.77
637	787	216478.50	73.59	559064.38	<0.01	223544.28	0.01	239248.47	0.69	158.25	3.26	10.52
638	661	147688.89	68.24	364190.25	<0.01	177777.03	0.02	198749.23	0.66	146.59	20.37	34.57
639	567	188437.22	58.61	548087.31	0.02	183243.86	0.03	194365.84	0.59	190.86	-2.76	3.15
640	955	333544.56	80.97	859664.63	<0.01	394313.72	0.02	421930.28	0.66	157.74	18.22	26.50
641	1207	119318.73	95.21	387089.13	0.01	119318.80	0.01	129997.95	0.63	224.42	0.00	8.95
642	624	262478.53	46.26	530205.25	<0.01	327135.38	0.02	357274.69	0.69	102.00	24.63	36.12
643	1280	71234.47	89.03	208566.55	0.02	65815.63	0.03	71909.59	0.69	192.79	-7.61	0.95
644	995	93582.95	93.47	188393.63	<0.01	134079.23	0.02	149091.88	0.66	101.31	43.27	59.32
645	749	199398.53	69.28	472859.72	0.02	242818.81	0.03	258095.58	0.69	137.14	21.78	29.44
646	625	330733.81	50.53	694427.63	0.01	388412.78	0.02	416986.56	0.66	109.97	17.44	26.08
647	607	182346.31	59.41	422151.94	<0.01	234310.83	0.03	250833.98	0.69	131.51	28.50	37.56
648	499	89859.45	46.01	195777.98	0.02	112676.50	0.02	122629.54	0.67	117.87	25.39	36.47
649	893	343263.84	73.06	820169.50	0.01	352414.41	0.03	385643.25	0.67	138.93	2.67	12.35
650	658	78538.80	54.44	160776.94	0.02	110837.95	0.02	118243.61	0.73	104.71	41.13	50.55
651	1218	86218.14	99.44	209531.83	0.02	105590.02	0.03	114211.02	0.67	143.03	22.47	32.47
652	746	336521.13	69.16	823019.25	0.01	390397.28	0.03	426315.38	0.70	144.57	16.01	26.68
653	926	169037.47	77.56	404109.94	0.02	210562.50	0.03	231616.27	0.69	139.07	24.57	37.02
654	867	174509.66	58.57	269894.66	0.02	291573.84	0.02	334920.50	0.63	54.66	67.08	91.92
655	983	56209.61	63.15	128335.32	0.01	66053.48	0.03	72024.01	0.67	128.32	17.51	28.13
656	1554	132089.22	84.94	271415.50	0.02	185015.70	0.03	207373.22	0.67	105.48	40.07	56.99
657	949	183099.59	71.65	474527.88	0.01	211383.91	0.03	235488.08	0.69	159.16	15.45	28.61
658	560	145162.84	47.82	416365.47	0.02	154386.00	0.03	173186.67	0.63	186.83	6.35	19.31
659	546	199622.97	45.53	339452.59	0.05	303115.75	0.02	327046.78	0.67	70.05	51.84	63.83
660	1982	206353.28	139.87	594886.44	0.02	204217.34	0.03	227442.00	0.64	188.29	-1.04	10.22

ตารางผนวกที่ ค23 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	รอบที่ หยุด	วิธี GA		วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
		ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
661	1349	278845.13	85.59	570266.25	<0.01	429965.28	<0.01	454845.06	0.66	104.51	54.20	63.12
662	439	283474.78	43.62	511141.34	<0.01	507241.34	<0.01	527251.38	0.67	80.31	78.94	86.00
663	1056	120167.52	89.79	290220.59	<0.01	131654.69	0.02	137512.98	0.59	141.51	9.56	14.43
664	1571	81835.72	118.84	204818.19	<0.01	91333.63	<0.01	95064.93	0.61	150.28	11.61	16.17
665	696	142458.19	53.50	224627.13	<0.01	290457.28	<0.01	304035.56	0.64	57.68	103.89	113.42
666	720	70689.06	49.06	157988.92	<0.01	92825.02	0.01	93049.08	0.66	123.50	31.31	31.63
667	985	205200.22	69.36	472978.97	0.02	215943.63	0.02	224164.13	0.66	130.50	5.24	9.24
668	798	310703.78	63.86	505563.84	<0.01	615221.06	0.01	636635.13	0.69	62.72	98.01	104.90
669	758	204930.13	65.15	475279.34	<0.01	217445.31	0.03	222836.36	0.69	131.92	6.11	8.74
670	1854	127798.97	119.36	314172.06	0.01	118261.14	0.01	121668.60	0.72	145.83	-7.46	-4.80
671	764	273876.88	58.39	521893.88	<0.01	450562.69	0.02	466973.13	0.70	90.56	64.51	70.50
672	324	222819.03	29.51	309906.78	0.02	509919.91	0.02	530751.31	0.67	39.08	128.85	138.20
673	877	120698.27	66.68	294999.59	<0.01	111567.76	0.03	114919.68	0.69	144.41	-7.56	-4.79
674	531	127824.75	42.70	247435.02	0.01	191400.95	0.01	196622.20	0.70	93.57	49.74	53.82
675	1323	104883.78	96.49	263983.06	0.02	110175.99	0.03	113430.09	0.66	151.69	5.05	8.15
676	743	118287.05	55.57	262112.30	0.02	163094.95	0.01	167694.52	0.70	121.59	37.88	41.77
677	998	273873.81	65.73	551535.13	<0.01	436426.41	0.03	464091.22	0.64	101.38	59.35	69.45
678	572	196570.81	48.56	371758.84	0.01	272279.81	0.01	284267.91	0.64	89.12	38.51	44.61
679	511	309246.72	47.80	578114.56	0.02	508866.63	0.03	520577.63	0.69	86.94	64.55	68.34
680	1593	175510.94	123.23	434009.84	0.02	204989.98	0.03	209820.52	0.66	147.28	16.80	19.55
681	730	83482.60	47.92	168715.70	0.01	105433.16	0.01	110792.13	0.72	102.10	26.29	32.71
682	651	180881.94	63.60	404652.38	0.02	173042.39	0.03	178351.52	0.69	123.71	-4.33	-1.40
683	984	83972.72	70.95	179359.92	0.01	112047.89	0.03	117672.09	0.70	113.59	33.43	40.13
684	969	226044.00	83.97	515965.28	0.02	274207.66	0.03	282876.91	0.63	128.26	21.31	25.14
685	493	327788.31	48.51	533547.63	0.02	627792.44	0.03	653757.88	0.70	62.77	91.52	99.45
686	818	392488.88	66.65	847045.06	0.01	527364.06	0.02	556236.06	0.66	115.81	34.36	41.72
687	749	87141.95	69.75	181396.63	0.02	120310.72	0.03	127559.88	0.64	108.16	38.06	46.38
688	1315	385360.63	104.48	851078.06	0.02	534765.50	0.03	550361.38	0.70	120.85	38.77	42.82
689	545	339747.28	45.08	636050.44	0.05	513805.59	0.03	530129.13	0.72	87.21	51.23	56.04
690	561	269159.88	51.94	398586.53	0.02	586027.44	0.02	622167.63	0.66	48.09	117.72	131.15

ตารางผนวกที่ ค24 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย
 ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 20% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 20% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหาที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบ ที่ หยุด	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
691	739	278949.53	70.89	400106.72	<0.01	774604.50	<0.01	790757.81	0.59	43.43	177.69	183.48
692	850	348577.78	79.27	645125.56	<0.01	544479.75	<0.01	562999.94	0.72	85.07	56.20	61.51
693	535	211624.94	45.40	422486.78	<0.01	257095.20	<0.01	262214.94	0.69	99.64	21.49	23.91
694	648	289628.47	46.27	384718.66	0.01	875388.81	<0.01	896548.38	0.67	32.83	202.25	209.55
695	1423	183434.31	118.44	361349.81	<0.01	221207.30	0.01	228161.44	0.66	96.99	20.59	24.38
696	1270	180121.34	89.87	355105.84	<0.01	237462.58	0.02	242773.23	0.69	97.15	31.83	34.78
697	652	335736.75	60.59	541573.81	<0.01	760884.75	0.02	766794.63	0.72	61.31	126.63	128.39
698	1484	119996.52	95.34	245518.53	0.02	150423.92	0.01	152892.42	0.67	104.60	25.36	27.41
699	685	429337.84	63.71	675177.38	<0.01	979551.56	0.02	981071.69	0.73	57.26	128.15	128.51
700	835	378860.94	66.08	682512.44	0.01	581562.94	0.02	598988.94	0.67	80.15	53.50	58.10
701	1038	178289.27	63.27	350330.22	<0.01	214633.28	0.03	219255.56	0.64	96.50	20.38	22.98
702	472	291687.47	39.27	468781.13	0.02	584957.38	0.01	589829.44	0.66	60.71	100.54	102.21
703	669	135047.39	61.31	246084.42	<0.01	222065.97	0.02	226584.42	0.66	82.22	64.44	67.78
704	765	300255.31	54.32	507181.25	0.02	597129.19	0.03	632419.06	0.63	68.92	98.87	110.63
705	516	388238.44	46.67	614772.56	<0.01	887404.75	0.02	890477.94	0.67	58.35	128.57	129.36
706	248	322056.50	23.89	452703.44	0.01	890138.38	0.03	918799.56	0.67	40.57	176.39	185.29
707	743	137760.98	72.19	235006.67	0.02	288771.91	0.02	298771.13	0.64	70.59	109.62	116.88
708	778	276941.75	62.03	397637.31	0.02	766568.50	0.03	789541.50	0.67	43.58	176.80	185.09
709	1744	237532.84	90.95	448089.00	<0.01	375415.91	0.02	377481.50	0.73	88.64	58.05	58.92
710	667	517385.38	52.39	858906.63	0.01	1103116.63	0.03	1136055.00	0.69	66.01	113.21	119.58
711	584	246637.86	55.52	345572.22	0.02	716733.25	0.03	733342.44	0.69	40.11	190.60	197.34
712	1197	116649.14	82.03	225649.25	0.01	157567.52	0.03	161448.67	0.70	93.44	35.08	38.41
713	575	255731.78	52.17	460073.53	0.02	414027.09	0.02	426896.91	0.69	79.90	61.90	66.93
714	562	151436.19	44.88	268911.72	0.02	250006.81	0.03	255219.30	0.67	77.57	65.09	68.53
715	517	552269.25	39.15	949264.56	0.01	994778.38	0.03	1013604.00	0.69	71.88	80.13	83.53
716	513	167534.86	44.60	226098.44	0.02	509782.56	0.03	524481.81	0.69	34.96	204.28	213.06
717	892	176836.08	58.68	361676.03	0.02	217860.17	0.03	221891.41	0.69	104.53	23.20	25.48
718	817	271145.75	51.80	346509.47	0.01	882627.06	0.03	902794.19	0.69	27.79	225.52	232.96
719	394	257856.58	38.10	353081.16	0.05	743667.06	0.02	769753.94	0.66	36.93	188.40	198.52
720	718	349630.88	56.72	565927.69	0.03	748026.50	0.03	757857.44	0.73	61.86	113.95	116.76

ตารางผนวกที่ ค25 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 5% (ค่าขนส่ง = 0)

ปัญหา ที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
721	902	49428.42	87.97	140865.45	<0.01	54136.35	<0.01	57903.63	0.64	184.99	9.52	17.15
722	519	125645.37	45.80	335036.84	<0.01	107053.04	<0.01	112027.67	0.67	166.65	14.80	10.84
723	688	133988.97	72.95	393741.44	<0.01	123031.11	<0.01	128026.59	0.67	193.86	-8.18	-4.45
724	912	424544.91	83.67	1065299.38	<0.01	460709.97	0.02	492912.44	0.70	150.93	8.52	16.10
725	737	244347.52	76.74	647258.56	<0.01	282884.78	<0.01	306726.13	0.69	164.89	15.77	25.53
726	939	273115.19	70.79	789083.94	0.02	281246.38	0.01	305381.97	0.63	188.92	2.98	11.81
727	529	208699.72	53.13	609406.75	<0.01	203469.83	0.02	220161.84	0.67	192.00	-2.51	5.49
728	658	218328.80	42.50	571596.38	<0.01	179523.61	0.01	192833.66	0.66	161.81	17.77	11.68
729	642	56926.61	64.13	150035.50	0.01	51528.98	0.02	54895.46	0.61	163.56	-9.48	-3.57
730	978	294541.56	85.90	749142.69	<0.01	329861.63	0.03	360131.72	0.66	154.34	11.99	22.27
731	1322	345604.69	142.68	1002462.88	0.02	358613.91	0.02	403384.06	0.63	190.06	3.76	16.72
732	1756	96091.13	137.00	292535.81	<0.01	89344.55	0.02	95842.28	0.63	204.44	-7.02	-0.26
733	1111	114304.65	121.78	396379.78	0.02	114304.65	0.03	117347.79	0.69	246.77	0.00	2.66
734	724	393537.97	73.66	989975.75	<0.01	458848.69	0.01	483871.31	0.69	151.56	16.60	22.95
735	969	91909.08	87.00	217732.78	0.01	109721.20	0.03	119539.64	0.72	136.90	19.38	30.06
736	885	209405.08	85.39	563244.50	0.02	225807.53	0.01	259036.95	0.66	168.97	7.83	23.70
737	461	109075.39	45.12	267484.84	<0.01	113373.70	0.03	121963.73	0.63	145.23	3.94	11.82
738	515	337010.81	46.20	723696.94	0.01	387414.13	0.01	416219.41	0.69	114.74	14.96	23.50
739	1262	352569.75	94.29	968106.94	0.02	353314.19	0.03	360633.47	0.70	174.59	0.21	2.29
740	468	184084.39	51.16	529865.06	0.02	190945.75	0.02	202271.89	0.67	187.84	3.73	9.88
741	919	312098.81	95.85	878982.94	0.01	341363.47	0.03	370765.41	0.69	181.64	9.38	18.80
742	1406	144863.95	102.97	362516.75	0.02	176070.03	0.03	187745.55	0.73	150.25	21.54	29.60
743	1054	269657.91	66.25	523894.41	0.02	394347.19	0.03	423257.03	0.72	94.28	46.24	56.96
744	1181	80086.27	92.62	237273.27	0.01	74169.59	0.01	78822.87	0.69	196.27	-7.39	-1.58
745	607	214656.81	62.03	628253.50	0.02	204604.52	0.03	220094.73	0.66	192.68	-4.68	2.53
746	659	164281.00	63.09	408355.25	0.01	159158.34	0.03	172079.05	0.70	148.57	-3.12	4.75
747	497	192391.45	47.31	475393.94	0.02	138470.72	0.03	145782.55	0.70	147.10	28.03	24.23
748	783	91385.29	77.54	194948.92	0.02	113800.16	0.03	121926.84	0.69	113.33	24.53	33.42
749	549	154578.88	49.07	297506.47	0.05	209224.11	0.02	232747.58	0.67	92.46	35.35	50.57
750	657	258270.81	67.21	706338.06	0.01	292490.56	0.03	313612.47	0.64	173.49	13.25	21.43

ตารางผนวกที่ ค26 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิวลิสดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง 10% (ค่าขนส่ง A=0)

ปัญหาที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
751	765	94255.14	64.69	206952.06	<0.01	117576.95	<0.01	121944.07	0.67	119.57	24.74	29.38
752	1495	144421.44	101.89	386318.75	<0.01	139069.08	<0.01	141355.08	0.66	167.49	-3.71	-2.12
753	1147	68141.98	100.33	155903.61	<0.01	80401.48	<0.01	85474.52	0.69	128.79	17.99	25.44
754	1510	157505.73	124.95	420904.53	<0.01	150931.56	0.02	154468.20	0.69	167.23	-4.17	-1.93
755	1630	231854.13	105.92	586023.56	0.02	250147.80	<0.01	261002.55	0.67	152.76	7.89	12.57
756	754	147941.97	64.24	358387.19	<0.01	140424.55	0.02	144029.84	0.69	142.25	-5.08	-2.64
757	619	488384.88	54.75	1011091.63	<0.01	603729.38	0.01	623901.38	0.69	107.03	23.62	27.75
758	627	163700.88	56.69	319468.19	<0.01	250100.05	0.02	264350.47	0.58	95.15	52.78	61.48
759	893	199752.73	68.14	407370.44	0.01	306551.88	0.01	312138.94	0.63	103.94	53.47	56.26
760	963	259661.75	83.67	612097.94	<0.01	263349.91	0.03	271112.47	0.69	135.73	1.42	4.41
761	856	402477.41	69.19	855165.06	0.02	535694.88	0.01	557664.81	0.67	112.48	33.10	38.56
762	1315	252257.22	112.23	633538.75	<0.01	259992.67	0.02	276523.09	0.67	151.15	3.07	9.62
763	1227	311773.44	103.40	780708.44	0.02	348854.78	0.03	370768.09	0.64	150.41	11.89	18.92
764	657	416404.69	63.47	858578.50	0.01	571129.88	0.02	596268.50	0.70	106.19	37.16	43.19
765	742	346555.31	53.33	679361.19	<0.01	526645.25	0.01	538005.75	0.70	96.03	51.97	55.24
766	514	335087.00	41.25	747676.38	0.02	424761.13	0.03	444725.91	0.67	123.13	26.76	32.72
767	320	422374.91	28.18	803923.50	0.01	694305.75	0.01	719900.94	0.70	90.33	64.38	70.44
768	832	446955.75	59.57	1030400.69	<0.01	565804.25	0.03	582689.38	0.70	130.54	26.59	30.37
769	973	291951.56	63.64	498027.94	0.02	566125.00	0.03	597407.63	0.67	70.59	93.91	104.63
770	785	167052.25	65.92	361971.63	0.02	222810.64	0.01	229733.58	0.75	116.68	33.38	37.52
771	789	329817.44	63.65	757103.38	0.01	394432.94	0.03	427820.25	0.64	129.55	19.59	29.71
772	867	315378.38	71.39	712658.31	0.02	420207.69	0.03	428679.03	0.67	125.97	33.24	35.93
773	963	285748.56	69.46	684221.06	0.02	282351.47	0.03	292776.88	0.67	139.45	-1.19	2.46
774	450	179107.75	42.14	307455.59	0.01	326213.63	0.02	338304.47	0.70	71.66	82.13	88.88
775	920	306788.81	81.94	636945.00	0.02	429743.75	0.03	446155.88	0.64	107.62	40.08	45.43
776	1036	158187.31	79.63	290150.28	0.01	278471.66	0.03	289726.22	0.67	83.42	76.04	83.15
777	681	68209.13	48.06	149538.05	0.03	96936.12	0.03	104640.77	0.66	119.23	42.12	53.41
778	1112	264364.94	81.25	631968.94	0.01	319423.97	0.03	342102.28	0.67	139.05	20.83	29.41
779	909	377115.31	69.49	795482.94	0.05	468443.69	0.01	495688.50	0.70	110.94	24.22	31.44
780	1718	270794.56	120.85	674757.56	0.02	313064.81	0.03	324856.25	0.70	149.18	15.61	19.96

ตารางผนวกที่ ค27 ผลการทดสอบวิธีเชิงพันธุกรรมเปรียบเทียบกับวิธีฮิสตดิกส์ ที่ผู้ค้าปลีก30 ราย
ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า30% ต้นทุนการสั่งซื้อรอง20% (ค่าขนส่ง=0)

ปัญหาที่	วิธี GA			วิธี IOP		วิธี IOP		วิธี IOP		% ความแตกต่าง		
	รอบ ที่ หยุด	ค่าที่ดี ที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	ค่าที่ดีที่สุด	เวลา	GA/ IOP	GA/ JOP	GA/ MOP
781	1092	247407.03	66.72	387355.81	<0.01	608455.88	<0.01	626368.69	0.63	56.57	145.93	153.17
782	515	221748.75	45.49	423020.34	<0.01	275277.91	<0.01	278498.06	0.70	90.77	24.14	25.59
783	763	174645.03	76.36	341228.72	<0.01	200861.22	0.01	203315.70	0.63	95.38	15.01	16.42
784	595	336980.13	44.15	628359.13	<0.01	398598.28	<0.01	409977.00	0.64	86.47	18.29	21.66
785	773	238999.38	49.62	322905.53	<0.01	721537.75	<0.01	745068.06	0.70	35.11	201.90	211.74
786	807	274864.94	75.76	498391.19	0.02	438849.44	0.02	449814.13	0.64	81.32	59.66	63.65
787	952	260467.31	72.65	501498.84	<0.01	294243.81	0.01	295897.22	0.67	92.54	12.97	13.60
788	931	311423.81	62.89	517187.72	<0.01	670360.50	0.02	677537.75	0.66	66.07	115.26	117.56
789	719	547978.88	56.22	893871.88	0.01	1119123.00	0.03	1154136.88	0.67	63.12	104.23	110.62
790	557	383631.53	51.66	673424.38	<0.01	635793.63	0.02	654448.50	0.66	75.54	65.73	70.59
791	767	337847.56	46.87	452091.97	0.02	1042983.56	0.02	1058230.88	0.64	33.82	208.71	213.23
792	810	280241.19	72.52	421426.78	<0.01	729179.44	0.01	757395.81	0.69	50.38	160.20	170.27
793	1116	103846.18	75.79	184564.03	0.02	188433.11	0.03	193986.14	0.70	77.73	81.45	86.80
794	858	360419.78	89.37	687236.00	<0.01	449979.28	0.02	448655.31	0.67	90.68	24.85	24.48
795	612	549595.25	52.06	995751.25	0.01	831606.50	0.03	859480.94	0.67	81.18	51.31	56.38
796	874	214399.38	65.08	436070.28	0.02	224699.50	0.02	226806.50	0.67	103.39	4.80	5.79
797	833	354646.63	72.26	664854.50	<0.01	552054.75	0.03	561498.56	0.66	87.47	55.66	58.33
798	1005	401171.81	66.31	642996.75	0.02	896965.88	0.02	908757.94	0.72	60.28	123.59	126.53
799	502	551363.06	45.12	1053512.38	0.01	861407.13	0.03	876899.31	0.69	91.07	56.23	59.04
800	1121	156724.00	79.65	315815.91	0.02	165025.41	0.03	165894.56	0.66	101.51	5.30	5.85
801	872	501527.50	68.82	807489.56	0.01	1066178.88	0.02	1082577.38	0.64	61.01	112.59	115.86
802	1093	258574.02	73.53	511997.06	0.02	338499.00	0.03	342776.63	0.69	98.01	30.91	32.56
803	685	502943.06	77.29	940132.63	0.02	706901.06	0.03	726913.81	0.67	86.93	40.55	44.53
804	674	160263.73	65.67	305678.13	0.01	191191.80	0.03	197277.47	0.69	90.73	19.30	23.10
805	633	244722.97	55.01	456301.91	0.02	253976.58	0.01	257658.11	0.70	86.46	3.78	5.29
806	557	342690.69	47.17	559043.75	0.02	691020.69	0.03	703968.00	0.72	63.13	101.65	105.42
807	990	524924.50	69.56	903092.06	0.01	1025505.44	0.03	1054908.38	0.66	72.04	95.36	100.96
808	862	145416.14	53.72	257136.78	0.02	210427.44	0.03	214411.50	0.70	76.83	44.71	47.45
809	649	112389.83	48.99	207416.91	0.05	169148.72	0.03	170276.59	0.73	84.55	50.50	51.51
810	774	266946.66	57.45	501934.03	0.03	274630.19	0.05	271127.41	0.70	88.03	2.88	1.57



```

#define Max_size 10
#define Pop_size 100
#define Pop_cross 70
#define Pop_mutation 10
#define Max_gen 10000
#define space_limit 500
#define cost_trans 1
#include <time.h>
#include <sys/timeb.h>
#include <iostream.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
int ara[2*Pop_size][2*Max_size-1];
int new_ara[2*Pop_size][2*Max_size-1];
int gene[2*Max_size-1];
int demand[Max_size+1];
float hold[Max_size+1];
int distance[Max_size+1][Max_size+1];
float fitness [2*Pop_size];
int i,ctr,fact,p;
float totalcost[2*Pop_size];
float totalordering[2*Pop_size];
float totaltransport[2*Pop_size];
float totalinventory[2*Pop_size];
float shortest[2*Pop_size][Max_size];/// distance sum is total distranct for each group of dealer that have order the same product
float q,cost,ordering_cost,transport_cost,inventory_cost,total_cost,total_ordering_cost,total_transport_cost,total_inventory_cost,standard,
min_totalcost,min_totalordering,min_totaltransport,min_totalinventory,total_minor_cost;
time_t timeval;
int checkingdupp[Max_size]; /// use for check duplicate // for fix duplicate dealer in cluster function
float minimum_totalcost[Max_gen];
float minor_cost[Max_size+1];
float major_cost;
int d[2*Pop_size][Max_size][Max_size];
int count_cluster=0,count_gene=0,tmp=0,count;
int path[Max_size+2];
int a,b,c,r,HR,total_demand,total_HR,k,min,m,x,y;
void repre_chro()
{
time_t timeval;
int i,j,k;
srand((unsigned)time(&timeval));
for(i=0;i<Pop_size;i++)
{
gene[0]=1;
gene[1]=2;

```

gene[2]=3;
gene[3]=4;
gene[4]=5;
gene[5]=6;
gene[6]=7;
gene[7]=8;
gene[8]=9;
gene[9]=10;
gene[10]=11;
gene[11]=12;
gene[12]=13;
gene[13]=14;
gene[14]=15;
gene[15]=16;
gene[16]=17;
gene[17]=18;
gene[18]=19;
gene[19]=20;
gene[20]=21;
gene[21]=22;
gene[22]=23;
gene[23]=24;
gene[24]=25;
gene[25]=26;
gene[26]=27;
gene[27]=28;
gene[28]=29;
gene[29]=30;
gene[30]=31;
gene[31]=32;
gene[32]=33;
gene[33]=34;
gene[34]=35;
gene[35]=36;
gene[36]=37;
gene[37]=38;
gene[38]=39;
gene[39]=40;
gene[40]=41;
gene[41]=42;
gene[42]=43;
gene[43]=44;
gene[44]=45;
gene[45]=46;
gene[46]=47;
gene[47]=48;

```

gene[48]=49;
gene[49]=50;
gene[50]=51;
gene[51]=52;
gene[52]=53;
gene[53]=54;
gene[54]=55;
gene[55]=56;
gene[56]=57;
gene[57]=58;
gene[58]=59;
//cout<<" Chromosome "<<i+1 <<"\n";
for (ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
again:
k=rand()%(2*Max_size-1);
ara[i][ctr]=gene[k];
gene[k]= 1000 ;
if(ara[i][ctr]==1000)
{
goto again;
}
//cout<<ara[i][ctr]<<" ";
}
//cout<<"\n";
}
FILE * pFile;
pFile = fopen ("problem 10.9.txt","r");
for(k=1;k<=30;k++)
{
for(i=0;i<Max_size+1;i++)
{
for(j=0;j<Max_size+1;j++)
{
fscanf (pFile, " %d ",&distance[i][j]);
//cout <<"diance" <<i<<" "<<j<<"is"<<distance[i][j]<<"\n";
}
}
for (i=0;i<Max_size+1;i++)
{
fscanf (pFile, " %f ",&hold[i]);
//cout<<"holding"<<i<<"is"<<hold[i]<<"\n";
}
for (i=0;i<Max_size+1;i++)
{
fscanf (pFile, " %d ",&demand[i]);

```

```

//cout<<"demand"<<i<<"is"<<demand[i]<<"\n";
}

fscanf(pFile, " %f",&major_cost);
for (i=0;i<Max_size+1;i++)
{
fscanf(pFile, " %f",&minor_cost[i]);
//cout<<"minor_cost is"<<minor_cost[i]<<"\n";
}

if (p==k)
{
fclose(pFile);
break;
}
}

if(p!=k)
fclose(pFile);
return ;
}

void cross_mutate_chro()
{
int tem_plate[2*Max_size-1];
int j;//for selection parent1
int k;//for selection parent2
int z,c,m,m1,m2,a,b,count;
int mutate[4];
int temp;
//int crossover[2*Max_size-1];
time_t timeval;
srand((unsigned)time(&timeval));
//Print parent chromosome 1
for (z=0;z<Pop_size/2;z++)
{
again_1:
//cout << "loop number"<<z+1<<"\n";
j=rand()%Pop_size;
for(i=j;i<=j;i++)
{
//cout<<" Parent chromosome 1 is "<<j+1 <<"\n";
for (ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
//cout<<ara[i][ctr]<<"\n";
}
//cout<<"\n";
}

//Print parent chromosome 2
k=rand()%Pop_size;

```

```

for(i=k;i<=k;i++)
{
//cout<<" Parent chromosome 2 is "<<k+1 <<"\n";
for (ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
//cout<<ara[i][ctr]<<" ";
}
//cout<<"\n";
}
if(j==k)
{
//cout <<"Parent chromosome 1=2 " <<"\n";
goto again_1;
}
c=rand()%100;
if(c<Pop_cross)
{
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
tem_plate[ctr]=rand()%2;
//cout<<tem_plate[ctr]<<" ";
if(tem_plate[ctr]==0)
{
ara[Pop_size+z+Pop_size/2][ctr]=ara[k][ctr];
}
if(tem_plate[ctr]==1)
{
ara[Pop_size+z][ctr]=ara[j][ctr];
}
}
//cout<<"\n";
// Print offspring 1
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
if(ara[Pop_size+z][ctr]==NULL)
{
for(a=0;a<2*Max_size-1;a++)
{
count=0;
for(b=0;b<2*Max_size-1;b++)
{
if(ara[Pop_size+z][b]==ara[k][a])
{
count++;
}
}
}
}
}
}

```

```

if(count==0)
{
temp=ara[k][a];
a=2*Max_size-1;
}
}
ara[Pop_size+z][ctr] =temp;
}
}
//cout<<"\n";
// Print offspring 2
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
if(ara[Pop_size+z+Pop_size/2][ctr]==NULL)
{
for(a=0;a<2*Max_size-1;a++)
{
count=0;
for(b=0;b<2*Max_size-1;b++)
{
if(ara[Pop_size+z+Pop_size/2][b]==ara[j][a])
{
count++;
}
}
if(count==0)
{
temp=ara[j][a];
a=2*Max_size-1;
}
}
ara[Pop_size+z+Pop_size/2][ctr] =temp;
}
}
//cout<<"\n";
/*
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
cout<< ara[Pop_size+z][ctr]<<"\n";
}
cout<<"\n";
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
cout<< ara[Pop_size+z+Pop_size/2][ctr]<<"\n";
}
cout<<"\n";*/

```

```

m=rand()%100;
if(m<Pop_mutation)
{
again_2:
m1=rand()%(2*Max_size-1);
m2=rand()%(2*Max_size-1);
//cout<<"number is"<<m<<"do mutation"<<"\n";
//cout<<"m1="<<m1+1<<"m2="<<m2+1<<"\n";
mutate[0]= ara[Pop_size+z][m1];
mutate[1]= ara[Pop_size+z][m2];
mutate[2]= ara[Pop_size+z+Pop_size/2][m1];
mutate[3]= ara[Pop_size+z+Pop_size/2][m2];
ara[Pop_size+z][m1]=mutate[1];
ara[Pop_size+z][m2]=mutate[0];
ara[Pop_size+z+Pop_size/2][m1]=mutate[3];
ara[Pop_size+z+Pop_size/2][m2]=mutate[2];
/*for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
cout<< ara[Pop_size+z][ctr]<<" ";
}
cout<<"\n";
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
cout<< ara[Pop_size+z+Pop_size/2][ctr]<<" ";
}
cout<<"\n";*/
if(m1==m2)
{
goto again_2;
}
}
/*
else
if(m>=Pop_mutation)
{
cout<<"number is"<<m<<"do not mutation"<<"\n";
}*/
}
else
if(c>=Pop_cross)
{
//cout<<"Random number is "<<c<<" do not crossover"<<"\n";
//cout<<"\n";
goto again_1;
}
//cout<<"\n";

```

```

}
for(i=0;i<2*Pop_size;i++)
{
//cout <<"Chromosome"<<i+1<<"is"<<"\n";
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
if(ara[i][ctr]>=Max_size+1 && ara[i][ctr]<=2*Max_size-1)
{
ara[i][ctr]=0;
}
//cout <<ara[i][ctr]<<"\n";
}
//cout<<"\n";
}
return ;
}

void cluster()
{
float time[Max_size];
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
for(b=0;b<Max_size;b++)
{
for(c=0;c<Max_size;c++)
{
d[a][b][c]=0;
}
}
}
for(i=0;i<2*Pop_size ;i++)
{
count_cluster=0;
count_gene = 0;
tmp = 0;
for(b=0;b<2*Max_size-1;b++)
{
if(ara[i][b]!=0 && ara[i][b]!=tmp)
{
d[i][count_cluster][count_gene]=ara[i][b];
count_gene++;
}
else
if(ara[i][b]!=tmp)
{
count_cluster++;
count_gene=0;

```

```

}
tmp=ara[i][b];
}
}
for(i=0;i<2*Pop_size;i++)
{
//cout <<"Chromosome"<<i+1<<"is"<<"\n";
for(count_cluster=0;count_cluster<Max_size;count_cluster++)
{
count=0;
for(count_gene=0;count_gene<Max_size;count_gene++)
{
if(d[i][count_cluster][count_gene]>0)
{count++;}
}
path[0]=0;
tmp=0;
for(k=0;k<count;k++)
checkingdup[k]=0;
shortest[i][count_cluster]=0;
for(k=1;k<=count;k++)
{
min=10000;
for(m=0;m<count;m++)
{
x = path[k-1];
y = d[i][count_cluster][m];
fact=0; // fact for check dupp item//
////////// check dupp path //////////
for(ctr=0;ctr<count;ctr++)
{ if(checkingdup[ctr]==y)
{fact=1;}
}
//////////
if(distance[x][y]<min && distance[x][y]>0)
{ if(fact!=1) // in clude condition for check dupp item and never add to path[k]
{
path[k]=d[i][count_cluster][m];
min=distance[x][y];
//cout<<"*";
}
}
//cout<<" "<<x<<" "<<y<<" = "<<distance[x][y]<<"\n";
}
checkingdup[k]=path[k]; // add used item to checklist
shortest[i][count_cluster]+=distance[path[k-1]][path[k]]; // calculate sum distanct

```

```

}
path[count+1]=0;
shortest[i][count_cluster]+=distance[path[count]][path[count+1]]; // calculate sum distance
//cout<<"path k : ";
/*for(k=0;k<=count+1;k++)
{cout<<path[k]<<" ";}*/
//cout<<"sum distance "<<shortest[i][count_cluster]<<"\n";
}
//cout<<"\n";
}
//find demand
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
standard=0;
total_cost=0;
total_ordering_cost=0;
total_inventory_cost=0;
total_transport_cost=0;
for (b=0;b<Max_size;b++)
{
total_HR =0;
total_demand =0;
total_minor_cost=0;
for (c=0;c<Max_size;c++)
{
if(d[a][b][c]!=0)
{
r=d[a][b][c];
total_demand+=demand[r];
HR = hold[r]*demand[r];
total_HR +=HR;
total_minor_cost+=minor_cost[r];
}
else
if(d[a][b][c]==0)
{
break;
}
}
}
//cout<<"demand is"<<total_demand<<"\n";
//cout<<"HRis"<<total_HR <<"\n";
if(shortest[a][b]==0)
{
cost = 0;
ordering_cost=0;
transport_cost=0;
inventory_cost=0;

```

```

//cout<<"cost is "<<cost<<"\\n";
total_cost +=cost;
total_ordering_cost+=ordering_cost;
total_transport_cost+=transport_cost;
total_inventory_cost+=inventory_cost;
}
else
if(shortest[a][b]>0)
{
time[b] = sqrt(2*(major_cost+total_minor_cost+cost_trans*shortest[a][b])/total_HR);
//cout<<2*shortest[a][b]<<"\\n";
//cout<<total_HR<<"\\n";
//cout<<total_demand<<"\\n";
//cout<<"time" <<b+1 <<"is"<<time[b] <<"\\n";
q=total_demand*time[b];
//cout<<"quantity is "<<q <<" ";
if(q<=space_limit)
{
//cout << "not over space time is "<<time[b];
cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b])+(cost_trans*shortest[a][b]/time[b])+(time[b]*total_HR/2);
ordering_cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b]);
transport_cost = (cost_trans*shortest[a][b]/time[b]);
inventory_cost = time[b]*total_HR/2;
//cout<<"cost is "<<cost<<"\\n";
total_cost +=cost;
total_ordering_cost+=ordering_cost;
total_transport_cost+=transport_cost;
total_inventory_cost+=inventory_cost;
}
else
if(q>space_limit)
{
time[b] = time[b]*space_limit/q;
//cout << "over space new time is "<<time[b]<<"\\n";
cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b])+(cost_trans*shortest[a][b]/time[b])+(time[b]*total_HR/2);
ordering_cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b]);
transport_cost = (cost_trans*shortest[a][b]/time[b]);
inventory_cost = time[b]*total_HR/2;
//cout<<"cost is "<<cost<<"\\n";
total_cost +=cost;
total_ordering_cost+=ordering_cost;
total_transport_cost+=transport_cost;
total_inventory_cost+=inventory_cost;
}
}
}
}

```

```

//cout <<"n"<<"total cost chromosome"<<a+1<<"is"<<total_cost<<"n";
standard+=total_cost;
totalcost[a]=total_cost;
totalordering[a]=total_ordering_cost;
totaltransport[a]=total_transport_cost;
totalinventory[a]=total_inventory_cost;
}
min_totalcost = standard;
min_totalordering = standard;
min_totaltransport= standard;
min_totalinventory = standard;
return ;
}
void selection()
{
int a,count;
float accumulate,sum_fitness,low_accum;
float new_fitness[2*Pop_size];
float accum[2*Pop_size];
int selection[2*Pop_size];
int roulette;
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
{
if ( totalcost[a]>0 && totalcost[a]< min_totalcost )
min_totalcost=totalcost[a];
if ( totalordering[a]>0 && totalordering[a]<min_totalordering)
min_totalordering=totalordering[a];
if (totaltransport[a]>0&& totaltransport[a]<min_totaltransport)
min_totaltransport=totaltransport[a];
if ( totalinventory[a]>0 && totalinventory[a]<min_totalinventory)
min_totalinventory=totalinventory[a];
}
}
cout<<"minimum total cost is"<<min_totalcost<<"n";
//      cout<<"minimum ordering cost is"<<min_totalordering<<"n";
//      cout<<"minimum inventory cost is"<<min_totalinventory<<"n";
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
if (totalcost[a]== min_totalcost)
{
//      cout<<"total cost"<<b+1<<"is"<<totalcost[b]<<"n";
//      cout<<"n";
selection[0]=a;
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{

```

```

new_ara[0][ctr]=ara[a][ctr];
}
totalcost[a]=0;
}
}
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
if (totalordering[a]==min_totalordering)
{
//      cout<<"total ordering cost"<<a+1<<"is"<<totalordering[a]<<"\n";
//      cout<<"\n";
selection[1]=a;
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
new_ara[1][ctr]=ara[a][ctr];
}
totalcost[a]=totalordering[a]=0;
}
}
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
if (totaltransport[a]==min_totaltransport)
{
//      cout<<"total transportation cost"<<a+1<<"is"<<totaltransport[a]<<"\n";
//      cout<<"\n";
selection[2]=a;
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
new_ara[2][ctr]=ara[a][ctr];
}
totalcost[a]=totaltransport[a]=0;
}
}
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
if (totalinventory[a]==min_totalinventory)
{
//      cout<<"total inventory cost"<<a+1<<"is"<<totalinventory[a]<<"\n";
//      cout<<"\n";
selection[3]=a;
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
new_ara[3][ctr]=ara[a][ctr];
}
totalcost[a]=totalinventory[a]=0;
}
}

```

```

}
//      cout <<"\n";
sum_fitness=0.0;
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
if(totalcost[a]>0.0 )
{
fitness[a] = (1/totalcost[a]);
//cout<<"fitness"<<a+1<<"is"<<fitness[a]<<"\n";
sum_fitness+=fitness[a];
}
}
//cout<<"sum_fitness is"<<sum_fitness<<"\n";
accumulate = 0.0;
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
if(totalcost[a]>0.0 )
{
new_fitness[a]=(fitness[a]/sum_fitness)*100;
accumulate +=new_fitness[a];
accum[a]=accumulate;
//cout<<"chromosome"<<a+1<<"new fitness is"<<new_fitness[a]<<"\n";
//cout<<"accumulate"<<accum[a]<<"\n";
}
}
for (i=4;i<Pop_size;i++)
{
//cout<<"loop number is"<<i-2<<"\n";
roulette=rand()%100;
//cout<<"No roulette wheel is"<<roulette<<"\n";
low_accum=101;
for(a=0;a<2*Pop_size;a++)
{
if(roulette < accum[a])
{
if(accum[a]<low_accum)
{
low_accum=accum[a];
//cout<<"low_accum is"<<low_accum<<"\n";
//cout<<"chromosome"<<a+1<<"\n";
//selection[i]=a;
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
//cout<<ara[a][ctr]<<"\n";
new_ara[i][ctr]=ara[a][ctr];
}
}
}
}
}

```

```

//cout <<"\n";
}
}
}
}

//cout<<"\n"<<"Next poppulation chromosome is"<<"\n";
for(i=0;i<Pop_size;i++)
{
count=0;
for (ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
if(new_ara[i][ctr]==0)
{
count++;
new_ara[i][ctr]=count+Max_size;
}
//      cout<<new_ara[i][ctr]<<"\n";
ara[i][ctr]=new_ara[i][ctr];
}
//cout <<"\n";
}
//      cout <<"\n";
for(i=Pop_size;i<2*Pop_size;i++)
{
for (ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
ara[i][ctr]=0;
}
}
return;
}

main()
{
int g,b;
float time[Max_size];
FILE * pFile;
double dif;
struct timeb start,end;
pFile = fopen ("result GA 10.9.3.txt","w");
for(p=1;p<=30;p++)
{
ftime (&start);
cout<<"Problem"<<p<<"\n";
//fprintf (pFile, "problem %d\n",p);
//fprintf (pFile,"n");
repre_chro();

```

```

for(g=1;g<=Max_gen;g++)
{
cout<<"Generation"<<g<<"\n";
cross_mutate_chro();
cluster();
selection();
minimum_totalcost[g]=min_totalcost;
//fprintf (pFile, " %f\n",min_totalcost);
if(g>200)
{
if(((minimum_totalcost[g-200]-minimum_totalcost[g])/minimum_totalcost[g-200])<0.0002)
{
cout<<"not improvement"<<"\n";
//fprintf (pFile, " Minimum chromosome is ");
for(ctr=0;ctr<2*Max_size-1;ctr++)
{
if(new_ara[0][ctr]>Max_size)
{
new_ara[0][ctr]=0;
}
ara[0][ctr]=new_ara[0][ctr];
cout<<ara[0][ctr]<<"\n";
//fprintf (pFile, "%d\n",ara[0][ctr]);
}
//fprintf (pFile,"n\n");
cout <<"\n";
for(b=0;b<Max_size;b++)
{
for(c=0;c<Max_size;c++)
{
d[0][b][c]=0;
}
}
count_cluster=0;
count_gene = 0;
tmp = 0;
for(b=0;b<2*Max_size-1;b++)
{
if(ara[0][b]!=0 && ara[0][b]!=tmp)
{
d[0][count_cluster][count_gene]=ara[0][b];
count_gene++;
}
else
if(ara[0][b]!=tmp)
{

```

```

count_cluster++;
count_gene=0;
}
tmp=ara[0][b];
}

for(count_cluster=0;count_cluster<Max_size;count_cluster++)
{
count=0;
for(count_gene=0;count_gene<Max_size;count_gene++)
{
if(d[0][count_cluster][count_gene]>0)
{count++;}
}
path[0]=0;
tmp=0;
for(k=0;k<count;k++)
checkingdup[k]=0;
shortest[i][count_cluster]=0;
for(k=1;k<=count;k++)
{
min=10000;
for(m=0;m<count;m++)
{
x = path[k-1];
y = d[0][count_cluster][m];
fact=0; // fact for check dupp item//
////////// check dupp path //////////
for(ctr=0;ctr<count;ctr++)
{
if(checkingdup[ctr]==y)
{fact=1;}
}

//////////

if(distance[x][y]<min && distance[x][y]>0)
{
if(fact!=1) // in clude condition for check dupp item and never add to path[k]
{
path[k]=d[0][count_cluster][m];
min=distance[x][y];
//cout<<"*";
}
}

//cout<<" "<<x<<" "<<y<<" " = "<<distance[x][y]<<"\n";
}

checkingdup[k]=path[k]; // add used item to checklist
shortest[0][count_cluster]+=distance[path[k-1]][path[k]]; // calculate sum distanc

```

```

}
path[count+1]=0;
shortest[0][count_cluster]+=distance[path[count]][path[count+1]]; // calculate sum distance
//cout<<"path k : ";
/*for(k=0;k<=count+1;k++)
{cout<<path[k]<<" ";}*/
shortest[0][count_cluster]=shortest[0][count_cluster]/2;
if(shortest[0][count_cluster]>0)
{
cout<<"sum distance "<<shortest[0][count_cluster]<<"\n";
}
}
cout<<"\n";
for (b=0;b<Max_size;b++)
{
totalcost[b]=0;
totalordering[b]=0;
totaltransport[b]=0;
totalinventory[b]=0;
time[b]=0;
total_HR =0;
total_demand =0;
count=0;
for (c=0;c<Max_size;c++)
{
if(d[0][b][c]!=0)
{
r=d[0][b][c];
total_demand+=demand[r];
HR = hold[r]*demand[r];
total_HR +=HR;
count++;
}
else
if(d[0][b][c]==0)
{
break;
}
}
total_minor_cost=minor_cost[Max_size]*count;
if(total_demand>0)
{
cout<<"demand is"<<total_demand<<"\n";
cout<<"minor cost is"<<total_minor_cost<<"\n";
cout<<"HRis"<<total_HR <<"\n";
}
}

```

```

if(shortest[0][b]==0)
{
cost = 0;
ordering_cost=0;
transport_cost=0;
inventory_cost=0;
//cout<<"cost is "<<cost<<"\\n";
}
else
if(shortest[0][b]>0)
{
time[b] = sqrt(2*(major_cost+total_minor_cost+cost_trans*shortest[0][b])/total_HR);
//cout<<2*shortest[a][b]<<"\\n";
//cout<<total_HR<<"\\n";
//cout<<total_demand<<"\\n";
//cout<<"time" <<b+1 <<"is"<<time[b] <<"\\n";
q=total_demand*time[b];
//cout<<"quantity is "<<q<<" ";
if(q<=space_limit)
{
//cout << "not over space time is "<<time[b];
cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b])+(cost_trans*shortest[0][b]/time[b])+(time[b]*total_HR/2);
ordering_cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b]);
transport_cost = (cost_trans*shortest[0][b]/time[b]);
inventory_cost = time[b]*total_HR/2;
//cout<<"cost is "<<cost<<"\\n";
}
else
if(q>space_limit)
{
time[b] = time[b]*space_limit/q;
//cout << "over space new time is "<<time[b]<<"\\n";
cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b])+(cost_trans*shortest[0][b]/time[b])+(time[b]*total_HR/2);
ordering_cost = (major_cost/time[b])+(total_minor_cost/time[b]);
transport_cost = (cost_trans*shortest[0][b]/time[b]);
inventory_cost = time[b]*total_HR/2;
//cout<<"cost is "<<cost<<"\\n";
}
}

totalcost[b]=cost;
totalordering[b]=ordering_cost;
totaltransport[b]=transport_cost;
totalinventory[b]=inventory_cost;
if(totalcost[b]>0)
{
cout<<"time is"<<time[b]<<"\\n";

```

```

//fprintf (pFile, " time between order for cluster %d is %.4lf\n", b+1 ,time[b]);
cout<<"total ordering cost is"<<totalordering[b]<<"\n";
//fprintf (pFile, " ordering cost for cluster %d is %.2lf\n", b+1 ,totalordering[b]);
cout<<"total transport is"<<totaltransport[b]<<"\n";
//fprintf (pFile, " transportation cost for cluster %d is %.2lf\n", b+1 ,totaltransport[b]);
cout<<"total inventory is"<<totalinventory[b]<<"\n";
//fprintf (pFile, " inventory cost for cluster %d is %.2lf\n", b+1 ,totalinventory[b]);
cout<<"total cost is"<<totalcost[b]<<"\n";
//fprintf (pFile, " total cost for cluster %d is %.2lf\n", b+1 ,totalcost[b]);
//fprintf (pFile,"n");
}
//      fprintf (pFile, " Minimum total cost is %.2lf\n",min_totalcost);
fprintf (pFile, " %.2lf\t",min_totalcost);
//      fprintf (pFile, " stop generation %d\n",g);
fprintf (pFile, " %d\t",g);
break;
}
}
}
ftime (&end);
dif = (double)(1000.0*(end.time - start.time)+(end.millitm-start.millitm))/1000;
cout<<"Computational time is "<< dif<<"\n";
//      fprintf (pFile," Computational time is %.2lf seconds \n", dif);
fprintf (pFile," %.2lf\n", dif);
//      fprintf (pFile,"n\n");
}
fclose (pFile);
return 0 ;
}

```



PROBLEM 1												
Distance												
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	0	63	38	95	28	50	48	95	56	100	54	
1	63	0	22	89	72	81	20	21	36	36	99	
2	38	22	0	43	27	31	51	46	67	24	91	
3	95	89	43	0	73	52	76	53	35	83	28	
4	28	72	27	73	0	100	52	88	36	87	57	
5	50	81	31	52	100	0	35	84	28	79	75	
6	48	20	51	76	52	35	0	43	61	66	34	
7	95	21	46	53	88	84	43	0	63	85	92	
8	56	36	67	35	36	28	61	70	0	88	31	
9	100	36	24	83	87	79	66	32	88	0	24	
10	54	99	91	28	57	75	34	35	31	24	0	
Holding cost												
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	0.00	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	73.40	
Demand												
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	0	2753	1230	3571	4695	1654	1162	4741	1684	1052	1028	
Major cost												
	692.00											
Minor cost												
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	0.00	34.60	34.60	34.60	34.60	34.60	34.60	34.60	34.60	34.60	34.60	

ภาพผนวกที่ ๑1 ปัญหาที่ 1 ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ
ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก

```

RESULT PROBLEM 1
-----
Chromosome is
0'0'0'1'6'2'4'5'0'0'0'3'7'9'10'8'0'0'0'
-----

```

Cluster 1

```

retailer is 1'6'2'4'5
time between order is 0.0435
ordering cost is 19884.62
transportation cost is 20919.08
inventory cost is 18349.96
total cost is 59153.66

```

Cluster 2

```

retailer is 3'7'9'10'8
time between order is 0.0414
ordering cost is 20891.48
transportation cost is 30673.04
inventory cost is 18349.95
total cost is 69914.47

```

```

Sum total cost is 129068.13
-----

```

```

Stop generation 261

```

```

Computational time is 1.01 seconds
-----

```

ภาพผนวกที่ จ2 ผลการใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรมปัญหาที่ 1 ที่ผู้ค้าปลีก 10 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก

PROBLEM 271																					
Distance																					
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	36	92	25	86	99	20	53	40	53	22	73	67	89	95	43	43	69	35	84	80
1	36	0	38	34	31	99	25	71	97	97	98	92	64	68	55	91	32	22	89	50	100
2	92	38	0	77	93	50	56	37	78	23	28	54	28	51	34	22	51	94	98	55	78
3	25	34	77	0	72	63	27	30	52	22	59	40	46	100	73	47	78	77	54	75	29
4	86	31	93	72	0	33	89	48	74	69	34	66	34	92	43	78	25	28	44	69	25
5	99	99	50	63	33	0	82	96	31	96	36	84	89	44	52	23	80	66	42	28	55
6	20	25	56	27	89	82	0	56	70	36	74	62	84	34	75	53	87	52	53	28	23
7	53	71	37	30	48	96	56	0	93	38	37	25	27	23	35	64	29	84	48	35	91
8	40	97	78	52	74	31	70	77	0	49	68	35	56	91	35	39	42	33	20	88	27
9	53	97	23	22	69	96	36	36	49	0	39	37	53	54	45	37	46	72	23	90	45
10	22	98	28	59	34	36	74	91	68	39	0	33	51	57	45	58	86	27	76	49	58
11	73	92	54	40	66	84	62	38	35	37	33	0	56	55	26	25	30	80	27	33	61
12	67	64	28	46	34	89	84	45	56	53	51	56	0	21	77	84	43	25	68	36	91
13	89	68	51	100	92	44	34	41	91	54	57	55	21	0	68	39	55	49	93	98	27
14	95	55	34	73	43	52	75	63	35	45	45	26	77	68	0	93	78	43	81	78	92
15	43	91	22	47	78	23	53	24	39	37	58	25	84	39	93	0	47	74	83	35	27
16	43	32	51	78	25	80	87	57	42	46	86	30	43	55	78	47	0	60	51	92	22
17	69	22	94	77	28	66	52	48	33	72	27	80	25	49	43	74	60	0	78	72	50
18	35	89	98	54	44	42	53	67	20	23	76	27	68	93	81	83	51	78	0	85	92
19	84	50	55	75	69	28	28	31	88	90	49	33	36	98	78	35	92	72	85	0	87
20	80	100	78	29	25	55	23	40	27	45	58	61	91	27	92	27	22	50	92	87	0

ภาพผนวกที่ จ3 ปัญหาที่ 271 ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้านำร่อง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก

Holding cost															
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	0.00	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20
Retailer	15	16	17	18	19	20									
	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20	44.20									

Demand															
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	0	3214	3995	4264	1899	1835	1543	2750	4512	4168	1703	2847	1626	4582	1577
Retailer	15	16	17	18	19	20									
	3777	3373	2987	1621	1331	1078									

Major cost															
366.00															

Minor cost															
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	0.00	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30
Retailer	15	16	17	18	19	20									
	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30	18.30									

ภาพผนวกที่ จ3 (ต่อ)

```

RESULT PROBLEM 271
-----
Chromosome is
0'0'0'4'12'16'0'0'13'11'0'0'0'10'9'2'3'0'0'0'6'19'8'5'15'0'0'1'0
'14'17'7'0'20'18'0'0'0'0'
-----
Cluster 1
    retailer is  4'12'16
    time between order is 0.0725
    ordering cost is 5806.74
    transportation cost is 11657.62
    inventory cost is 11049.94
    total cost is 28514.30
Cluster 2
    retailer is  13'11
    time between order is 0.0673
    ordering cost is 5981.83
    transportation cost is 16120.93
    inventory cost is 11049.97
    total cost is 33152.73
Cluster 3
    retailer is  10'9'2'3
    time between order is 0.0354
    ordering cost is 12411.79
    transportation cost is 16956.00
    inventory cost is 11049.96
    total cost is 40417.75

```

ภาพผนวกที่ จ4 ผลการใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรมปัญหาที่ 271 ที่ผู้ค้าปลีก 20 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก

Cluster 4
 retailer is 6'19'8'5'15
 time between order is 0.0385
 ordering cost is 11893.17
 transportation cost is 23136.44
 inventory cost is 11049.97
 total cost is 46079.58

Cluster 5
 retailer is 1
 time between order is 0.1024
 ordering cost is 3754.17
 transportation cost is 3516.79
 inventory cost is 7270.96
 total cost is 14541.92

Cluster 6
 retailer is 14'17'7
 time between order is 0.0684
 ordering cost is 6156.93
 transportation cost is 14628.00
 inventory cost is 11049.97
 total cost is 31834.90

Cluster 7
 retailer is 20'18
 time between order is 0.1552
 ordering cost is 2593.29
 transportation cost is 6666.80
 inventory cost is 9260.09

ภาพผนวกที่ จ4 (ต่อ)

PROBLEM 541																																	
Distance																																	
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
0	0	48	44	30	78	21	21	75	24	76	98	51	74	21	34	96	72	30	27	37	45	73	55	94	32	55	27	91	86	24	94		
1	48	0	23	36	35	27	27	33	78	38	39	70	46	38	36	76	91	44	78	55	30	31	32	39	86	98	63	47	20	96	32		
2	44	23	0	78	35	72	63	47	46	67	54	37	25	98	21	67	59	66	40	26	85	64	75	44	33	70	64	87	58	94	72		
3	30	36	78	0	23	66	48	24	26	23	75	70	84	25	54	45	64	65	30	92	91	38	93	34	89	53	36	68	48	76	59		
4	78	35	35	23	0	80	88	68	45	50	29	94	54	23	33	25	50	71	87	44	81	26	77	72	34	69	32	65	37	39	71		
5	21	27	72	66	80	0	58	93	22	76	40	28	91	21	59	27	100	34	25	100	33	60	99	32	77	53	72	61	29	52	72		
6	21	27	63	48	88	58	0	93	71	29	33	27	36	43	54	30	82	55	66	86	56	64	78	34	50	69	36	72	39	57	64		
7	75	33	47	24	68	93	93	0	52	77	33	46	24	37	48	35	82	36	32	94	47	99	81	26	43	33	38	23	81	82	28		
8	24	78	46	26	45	22	71	52	0	26	38	97	36	30	28	64	86	32	32	28	95	99	34	25	77	60	56	74	65	24	42		
9	76	38	67	23	50	76	29	25	26	0	73	25	99	75	74	58	32	82	25	22	20	24	80	29	92	58	37	36	24	52	24		
10	98	39	54	75	29	40	33	62	38	73	0	24	85	20	64	63	80	34	25	38	81	32	33	83	40	21	96	24	71	63	80		
11	51	70	37	70	94	28	27	59	97	25	24	0	72	28	60	21	41	72	86	22	50	29	58	24	28	85	45	51	90	51	45		
12	74	46	25	84	54	91	36	28	36	99	85	72	0	56	93	87	22	37	33	46	64	81	36	57	29	96	56	47	81	99	64		
13	21	38	98	25	23	21	43	35	30	75	20	28	56	0	32	29	44	23	48	36	53	37	31	73	34	76	40	97	34	64	83		
14	34	36	21	54	33	59	54	81	28	74	64	60	93	32	0	76	64	85	90	23	32	86	60	38	85	36	61	34	24	46	41		
15	96	76	67	45	25	27	30	23	64	58	63	21	87	29	76	0	58	33	82	30	35	63	87	83	23	72	80	79	57	30	65		
16	72	91	59	64	50	100	82	38	86	32	80	41	22	44	64	58	0	55	83	61	42	37	94	24	34	66	21	67	30	33	57		
17	30	44	66	65	71	34	55	51	32	82	34	72	37	23	85	33	55	0	43	68	21	100	32	70	20	21	31	32	91	52	93		
18	27	78	40	30	87	25	66	82	32	25	25	86	33	48	90	82	83	43	0	99	30	30	57	71	23	33	73	58	76	81	61		
19	37	55	26	92	44	100	86	74	28	22	38	22	46	36	23	30	61	68	99	0	58	97	90	84	98	41	37	33	88	24	71		
20	45	30	85	91	81	33	56	93	95	20	81	50	64	53	32	35	42	21	30	58	0	73	49	98	39	67	77	27	78	23	73		
21	73	31	64	38	26	60	64	75	99	24	32	29	81	37	86	63	37	100	30	97	73	0	39	24	97	38	61	71	82	92	28		
22	55	32	75	93	77	99	78	56	34	80	33	58	36	31	60	87	94	32	57	90	49	39	0	67	27	70	57	64	36	32	60		
23	94	39	44	34	72	32	34	86	25	29	83	24	57	73	38	83	24	70	71	84	98	24	67	0	44	90	31	49	66	36	77		
24	32	86	33	89	34	77	50	20	77	92	40	28	29	34	85	23	34	20	23	98	39	97	27	44	0	80	46	70	79	67	95		
25	55	98	70	53	69	53	69	89	60	58	21	85	96	76	36	72	66	21	33	41	67	38	70	90	80	0	88	71	51	36	31		
26	27	63	64	36	32	72	36	81	56	37	96	45	56	40	61	80	21	31	73	37	77	61	57	31	46	88	0	48	65	24	37		
27	91	47	87	68	65	61	72	64	74	36	24	51	47	97	34	79	67	32	58	33	27	71	64	49	70	71	48	0	71	91	100		
28	86	20	58	48	37	29	39	25	65	24	71	90	81	34	24	57	30	91	76	88	78	82	36	66	79	51	65	71	0	20	27		
29	24	96	94	76	39	52	57	78	24	52	63	51	99	64	46	30	33	52	81	24	23	92	32	36	67	36	24	91	20	0	59		
30	94	32	72	59	71	72	64	84	42	24	80	45	64	83	41	65	57	93	61	71	73	28	60	77	95	31	37	100	27	59	0		
Holding cost																																	
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20												
	0.00	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10		
Retailer	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																							
	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10	36.10		

ภาพผนวกที่ จ5 ปัญหาที่ 541 ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้าร้อยละ 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก

Demand																					
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	0	1507	4242	3148	2445	2534	1029	3747	2884	1432	2513	3075	2025	1348	1093	2936	4810	3914	3966	4537	2931
Retailer	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											
	4184	1797	2402	3873	4154	1796	1625	1787	4616	3087											

Major cost																					
123.00																					

Minor cost																					
Retailer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	0.00	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
Retailer	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											
	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15											

ภาพผนวกที่ ๖ (ต่อ)

RESULT PROBLEM 541

Chromosome is

0'0'0'25'18'0'0'19'11'23'27'0'0'0'9'1'0'0'0'30'21'14'13'10'0'0'0'
 '3'0'24'29'20'2'0'0'0'0'8'0'5'26'15'7'0'0'12'28'16'22'0'0'0'17'4'
 '0'6'0'0'0'

Cluster 1

retailer is 25'18
 time between order is 0.0616
 ordering cost is 2197.27
 transportation cost is 9338.00
 inventory cost is 9024.97
 total cost is 20560.24

Cluster 2

retailer is 19'11'23'27
 time between order is 0.0430
 ordering cost is 3435.83
 transportation cost is 25954.97
 inventory cost is 9024.96
 total cost is 38415.76

Cluster 3

retailer is 9'1
 time between order is 0.1335
 ordering cost is 1013.56
 transportation cost is 6067.88
 inventory cost is 7081.44
 total cost is 14162.87

ภาพผนวกที่ ๖ ผลการใช้โปรแกรมเชิงพันธุกรรมปัญหาที่ 541 ที่ผู้ค้าปลีก 30 ราย ค่าสัดส่วนถือครองสินค้า 10% ของราคาสินค้า และ ต้นทุนสินค้ารอง 5% ของต้นทุนสินค้าหลัก

```
Cluster 4
  retailer is 30'21'14'13'10
  time between order is 0.0409
  ordering cost is 3759.19
  transportation cost is 21516.00
  inventory cost is 9024.95
  total cost is 34300.14

Cluster 5
  retailer is 3
  time between order is 0.0869
  ordering cost is 1486.09
  transportation cost is 3452.00
  inventory cost is 4938.09
  total cost is 9876.18

Cluster 6
  retailer is 24'29'20'2
  time between order is 0.0319
  ordering cost is 4623.42
  transportation cost is 25529.06
  inventory cost is 9024.98
  total cost is 39177.46
```

ภาพผนวกที่ ๖ (ต่อ)

Cluster 7

retailer is 8
 time between order is 0.0842
 ordering cost is 1533.66
 transportation cost is 2850.00
 inventory cost is 4383.66
 total cost is 8767.32

Cluster 8

retailer is 5'26'15'7
 time between order is 0.0454
 ordering cost is 3251.04
 transportation cost is 14977.68
 inventory cost is 9024.95
 total cost is 27253.67

Cluster 9

retailer is 12'28'16'22
 time between order is 0.0480
 ordering cost is 3075.69
 transportation cost is 23859.51
 inventory cost is 9024.93
 total cost is 35960.13

Cluster 10

retailer is 17'4
 time between order is 0.0786
 ordering cost is 1720.75
 transportation cost is 11382.61
 inventory cost is 9024.96
 total cost is 22128.32

ภาพผนวกที่ ๖ (ต่อ)

```
Cluster 11
  retailer is 6
  time between order is 0.1351
  ordering cost is 955.74
  transportation cost is 1554.05
  inventory cost is 2509.79
  total cost is 5019.57
```

```
Sum total cost is 255621.67
```

```
-----
Stop generation 533
```

```
Computational time is 19.05 seconds
-----
```

ภาพผนวกที่ ๖ (ต่อ)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นายอภิสิทธิ์ วิวัฒน์โยธินชัย
เกิดวันที่	23 ตุลาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
ประวัติการศึกษา	วศ.บ.(อุตสาหกรรม) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้จัดการฝ่ายผลิต
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท โตโยต้า โกเซ่ รับเบอร์ ประเทศไทย จำกัด
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	ได้รับรางวัลบทความวิจัยดีเด่นสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมประเภทประยุกต์ ของการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 9(PEC-9) เรื่อง การใช้วิธีการเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาการเติมเต็มสินค้าคงคลังในกรณีที่มีคลังสินค้าหลัก 1 คลัง และมีผู้ค้าปลีกหลายราย
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนผู้ช่วยสอนจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ.2552-2553)