



การประยุกต์ใช้แบบจำลองและอัลกอริทึมพันธุกรรมเพื่อบริหารสินค้าคงคลังที่มีความต้องการไม่แน่นอนของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์

A simulation-based inventory management with genetic algorithm for uncertain demand for third-party logistics provider

วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร* และ จิราภรณ์ แซ่ลิ่ม

Wuthichai Wongthatsanekorn* and Jiraporn Saelim

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12120

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, Pathum Thani, Thailand, 12120.

Received June 2013

Accepted January 2014

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและประยุกต์ใช้ระบบบริหารสินค้าคงคลังของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ ซึ่งระบบการบริหารสินค้าคงคลังรูปแบบเก่าของคลังสินค้านี้ ใช้วิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด แต่หลังจากวิเคราะห์ความต้องการสินค้าในอดีต พบว่าความต้องการสินค้าไม่แน่นอนและไม่คงที่ จึงได้ประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดในการหาปริมาณการสั่งซื้อและจุดสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์แบบเอบีซี เพื่อคัดเลือกสินค้าในการศึกษา ก่อนที่จะสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบ และได้ประยุกต์ใช้การค้นหาคำตอบแบบอัลกอริทึมพันธุกรรมในการค้นหาที่ดีที่สุด โดยใช้หลักการออกแบบการทดลองแบบฟูลแฟคทอเรียลในการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรที่ดีที่สุด สำหรับกระบวนการวิธีอัลกอริทึมพันธุกรรม นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ย ซึ่งประกอบไปด้วย ต้นทุนการสั่งซื้อเฉลี่ย ต้นทุนการถือครองเฉลี่ย และต้นทุนเสียโอกาสในกรณีสินค้าขาดแคลนเฉลี่ย ผลจากการหาคำตอบพบว่า วิธีใหม่สามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังของสินค้ารหัส G2654 G2581 G0706 G2791 โดยรวมเฉลี่ยได้ 73.43% 49.86% 28.50% 13.38% ตามลำดับ โดยเฉพาะต้นทุนเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลนเฉลี่ยของสินค้ารหัส G2654 สามารถลดได้ถึง 85.30% ดังนั้นสรุปได้ว่าคำตอบจากการใช้วิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์และประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรม ให้ผลที่ดีกว่าวิธีปัจจุบัน

คำสำคัญ : การจัดการสินค้าคงคลัง ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด การจำลองสถานการณ์ อัลกอริทึมพันธุกรรม

Abstract

This research aims to study and apply inventory management system for Third party logistics provider. Currently, the company uses economic order quantity to control inventory. The analysis of historical demand data shows that the demand is not deterministic. Hence, assumptions of using economic order quantity are violated. In this research, the simulation-based technique is applied to solve for optimal order quantity and reorder point. Since there are numerous items in the considered warehouse, ABC analysis is utilized to select important items to analyze. Then simulation and genetic algorithm are applied to find the optimal solution. Design of experiment with full factorial design is used to determine the best parameter setting of

* Corresponding author. Tel.:

E-mail address: wuwichai@engr.tu.ac.th

genetic algorithm. The performance measures are the average total inventory cost which composes of average ordering cost, average inventory holding cost and average lost sale cost. The results show that the average total cost for product code G2654, G2581, G0706, G2791 can be reduced by 73.43%, 49.86%, 28.50% and 13.38% respectively. For product code G2654, the average lost sale cost can be reduced by 85.30%. In summary, the solution from simulation and genetic algorithm provides better results than the one from economic order quantity method.

Keywords : Inventory management, Economic order quantity, Simulation, Genetic algorithm

1. บทนำ

สินค้าคงคลัง (Inventory) เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับธุรกิจ เพราะจัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนรายการหนึ่งซึ่งธุรกิจพึงมีไว้เพื่อให้การผลิตหรือการขาย สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น การควบคุมสินค้าคงคลังเป็นสิ่งสำคัญในการวางแผนและเพิ่มศักยภาพในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไปจนเกิดความจำเป็นส่งผลให้เกิดต้นทุนในการถือครองสินค้าที่สูงเกินไป อีกทั้งสินค้าอาจเสื่อมสภาพหมดอายุ ล้าสมัย ถูกขโมย หรือสูญหายได้ ถ้าหากมีสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าก็จะก่อให้เกิดต้นทุนการสูญเสียโอกาสหรือต้นทุนในการขาดแคลนสินค้า ดังนั้น การควบคุมสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ คือ การกำหนดจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมจะทำให้สามารถควบคุมให้ต้นทุนสินค้าคงคลังต่ำที่สุดได้ ขั้นตอนเบื้องต้นในการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลัง คือ การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการสินค้า ซึ่งจำแนกได้เป็นสองประเภท คือ ความต้องการเป็นแบบแน่นอน (Deterministic) และความต้องการเป็นแบบไม่แน่นอน (Uncertain) หากความต้องการเป็นแบบแรก ตัวแบบการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic order quantity: EOQ) จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติรูปแบบความต้องการสินค้าส่วนใหญ่จะเป็นแบบไม่แน่นอน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการกำหนดและควบคุมสินค้าคงคลัง

งานวิจัยนี้ศึกษาการจัดการสินค้าคงคลังของผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ในธุรกิจร้านอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งในปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูง มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มจำเป็นต้องขายควบคู่กับอาหารด้วยทำให้เกิดความยุ่งยากในการจัดหาและควบคุมสินค้าคงคลัง รวมทั้งต้นทุนในการจัดเก็บ อีกทั้งความต้องการสินค้ายังมีความแปรปรวน ไม่คงที่ ซึ่งยากต่อการพิจารณาและ

วางแผนกำหนดนโยบายบริหารสินค้าคงคลัง โดยข้อมูลมูลค่าการส่งออกสินค้าเปรียบเทียบกับมูลค่าสินค้าคงคลังในปี 2554 จนถึงปี 2555 พบว่ามูลค่าสินค้าคงคลังในแต่ละเดือนมีมูลค่ามากกว่ามูลค่าสินค้าส่งออกประมาณสองเท่า แสดงให้เห็นว่ามีการจัดเก็บสินค้าคงคลังมากเกินไป ความต้องการสินค้าของลูกค้า โดยสาเหตุของปัญหาเกิดจากการพยากรณ์ความต้องการ การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม การกำหนดจุดสั่งซื้อ และกำหนดปริมาณจัดเก็บสินค้าคงคลัง เพื่อให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุดไม่ติดพอดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาแนวทางในการลดต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับอัลกอริทึมพันธุกรรม มาใช้ในการหาจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder point) และปริมาณการสั่งซื้อสินค้า (Order quantity) ที่เหมาะสมภายใต้การพิจารณาข้อจำกัดด้านความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัลกอริทึมพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) คือ วิธีแก้ปัญหาเพื่อให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุด โดยได้พัฒนาและจำลองวิธีการมาจากกระบวนการทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต [1] โดยมีหลักการคือ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีทั้งลักษณะที่ดีและไม่ดี โดยสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่ดีนั้นจะได้รับการสนับสนุนให้มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่ดีขึ้น ในขณะที่ลักษณะที่ไม่ดีจะไม่ถูกสนับสนุนหรือไม่ถูกนำมาพิจารณา ดังนั้นหลักการทำงานของ GA จึงใช้การนำเสนอข้อมูลตามลักษณะของโครโมโซม หรือ คำตอบ และนำโครโมโซมไปใช้ในกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยกำหนดค่าความเหมาะสม (Fitness function) ให้แต่ละโครโมโซม เพื่อพิจารณาว่าโครโมโซมใดควรนำมาสืบสายพันธุ์ต่อไปหรือไม่ ในแต่ละรุ่น (Generations) มีการสุ่มคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา ซึ่งทำให้ GA

สามารถหาคำตอบที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุด นอกจากนี้ยังสามารถหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนได้เนื่องจากคุณสมบัติการเลียนแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ ซึ่งจะนำค่าที่เหมาะสมที่สุดจากประชากรรุ่นก่อนมาพิจารณาในการหาคำตอบของประชากรรุ่นถัดมา อาศัยตัวดำเนินการ (Operator) คือ การคัดเลือก (Selection) การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) และ การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นตัวหาคำตอบในบริเวณของปัญหา เพื่อให้มีความหลากหลาย (Diversity) ของคำตอบ

นักวิจัยหลายคน [2,3] ได้วิจัยพัฒนาแนวคิดในการควบคุมจัดการสินค้าคงคลังที่มีความต้องการไม่แน่นอนโดยใช้หลักการการจำลองสถานการณ์และอัลกอริทึมต่าง ๆ เช่น [2] ทดลองหาค่าต้นทุนที่ต่ำที่สุดในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังและต้นทุนเสียโอกาสสำหรับธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตร ด้วยวิธี GA, Pattern search และ Hybrid genetic algorithm with Pattern search ต่อมา [4] เสนอวิธีการจำลองสถานการณ์ที่เหมาะสมร่วมกับวิธี GA มาใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาการเติมเต็มสินค้าของผู้ผลิต โดยนำระบบการบริหารสินค้าคงคลังโดยผู้ขาย (Vendor management inventory, VMI) มาใช้ในการเติมเต็มสินค้าของผู้ค้าปลีกเครื่องนุ่งห่มในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการสูญเสียการขายเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณการเติมเต็มสินค้าและกลยุทธ์ดังกล่าวยังมีประโยชน์ต่อผู้ผลิตในการปรับสภาพการผลิตและรักษาระดับความพึงพอใจของลูกค้าไว้ได้อีกด้วย ส่วน [5] ทดลองใช้วิธี GA หาคำตอบของเวลาในการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนในการดำเนินงานต่ำที่สุด [6,7] ได้เสนอการประยุกต์ใช้วิธี GA ในการกำหนดระดับสินค้าคงคลัง ได้แก่ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ปริมาณการผลิตและการขนส่ง เพื่อให้ได้ต้นทุนในการดำเนินงานที่ต่ำที่สุด ผลการทดลองให้คำตอบที่เหมาะสมและใช้เวลาน้อย

งานวิจัยนี้เลือกประยุกต์วิธีวิจัยตามแนวทางการวิจัยของ [4] ซึ่งนำเสนอวิธีการจำลองสถานการณ์ร่วมกับวิธี GA เพื่อหาปริมาณการเติมเต็มสินค้าที่เหมาะสม [8] นิยามการจำลองว่าเป็นการเลียนแบบการดำเนินงานของกระบวนการ ซึ่งการจำลองสามารถใช้นำเสนอระบบงานและกระบวนการทำงานได้หลายรูปแบบรวมถึงการบริหารสินค้าคงคลังด้วย งานวิจัยนี้จะนำเสนอการจำลอง

สถานการณ์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปโปรแกรม ARENA [9] ร่วมกับวิธี GA ซึ่งมีวิธีดำเนินการตามหลักการพื้นฐานของวิธี GA เพื่อกำหนดระดับสินค้าคงคลัง ซึ่งได้แก่ ปริมาณการสั่งซื้อ และจุดสั่งซื้อใหม่ที่ดีที่สุด เพื่อให้ต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมต่ำที่สุด

สำหรับการคัดเลือกพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดของ GA ที่จะนำมาเป็นต้นแบบของการตั้งค่าคำนวณคำตอบนั้น จะประยุกต์ใช้วิธีวิจัยตามแนวทางของ [10] ซึ่งสำรวจความเหมาะสมของการตั้งค่าพารามิเตอร์ของ GA สำหรับปัญหา Travelling salesman problem โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลอง แบบฟูลแฟกทอเรียล 2 ระดับ [11] ซึ่งการทดสอบโดยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรนำเข้า 4 ปัจจัยนำเข้า พารามิเตอร์ (ขนาดประชากรต่อจำนวนรอบการหาคำตอบ, ค่าสัดส่วนการตัดไขว้, ค่าสัดส่วนการกลายพันธุ์ และค่าความเหมาะสมโครโมโซม เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคำตอบที่ได้ว่ามีผลกระทบหรือความสัมพันธ์ระหว่างกันเช่นไร [12] และวิเคราะห์หาระดับความเหมาะสมที่ดีที่สุดของแต่ละปัจจัย

3. วิธีการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบ่งหมวดหมู่สินค้าคงคลังด้วยการวิเคราะห์เอบีซี (ABC Analysis)

เนื่องจากจำนวนสินค้ามีจำนวนมาก ไม่เหมาะที่จะนำสินค้าทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย จึงทำการแบ่งหมวดหมู่สินค้าแบบ ABC ด้วยมูลค่ารวมของยอดขายต่อปี งานวิจัยนี้ได้คัดเลือกเฉพาะสินค้าที่อยู่ในกลุ่ม A ซึ่งเป็นสินค้าที่มีความสำคัญและต้องดูแลอย่างใกล้ชิด จากนั้นทำการตรวจสอบข้อจำกัดของการใช้ตัวแบบ EOQ ของสินค้าใน Class A เพื่อเลือกเฉพาะสินค้าที่มีความแปรปรวนของความต้องการและไม่เหมาะสมในการใช้ตัวแบบ EOQ การพิจารณาว่าความต้องการมีความแน่นอนและคงที่เพียงพอที่จะใช้สูตร EOQ หรือไม่นั้น [13] ได้เสนอแนะขั้นตอนการวัดความแปรปรวนของระดับความต้องการสินค้าด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Variability Coefficient, VC) จากสมการ (1), (2) และ (3)

$$VC = \frac{Est. \text{ var } D}{\bar{d}^2} \quad (1)$$

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (2)$$

$$Est. var D = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2 \right) - \bar{d}^2 \quad (3)$$

เมื่อ d_i = ปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลา i

n = ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

โดย ถ้าค่า $VC < 0.2$ สามารถใช้สูตร EOQ ได้

ดังนั้น ทางผู้วิจัยได้คัดเลือกรายการสินค้าจาก กลุ่มสินค้าใน Class A ที่ไม่สามารถใช้ตัวแบบ EOQ ได้มาทำการพัฒนา และวิจัยต่อไป จึงคัดเลือกสินค้า 4 รายการแรกตามมูลค่าความต้องการสูงสุด คือ สินค้ารหัส G2791, G2654, G2581 และ G0706 ตามลำดับ มาพัฒนาต่อไปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการคัดเลือกรายการสินค้าที่นำมาพัฒนาและวิจัย

รหัสสินค้า	ราคาต่อหน่วย ปี 2554-2555 (บาท)	ปริมาณความต้องการ ปี 2554-2555 (หน่วย)	มูลค่าความต้องการ ปี 2554-2555 (บาท)	Class	VC
G2791	100.00	107,071.00	10,707,100.00	A	0.32
G2654	153.13	12,319.00	1,886,346.88	A	0.74
G2581	765.00	1,690.00	1,292,850.00	A	0.40
G0706	155.00	5,929.00	918,995.00	A	0.22

3.2 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

งานวิจัยนี้มีสมการวัตถุประสงค์ (Objective function) คือ ต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ย (Average total Inventory cost) ซึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยของต้นทุนการสั่งซื้อ (Ordering cost) ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง (Inventory holding cost) และต้นทุนเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลน (Cost of lost sale) ในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งถ้าความต้องการสินค้าไม่แน่นอน จะส่งผลต่อการควบคุมสินค้าคงคลังและต้นทุนรวมดังกล่าว โดยการรักษาระดับสินค้าคงคลังจะทำให้ได้ยาก ถ้าต้องการป้องกันสินค้าขาดแคลนก็จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังมากขึ้น ทำให้ต้นทุนการถือครองสูงขึ้น แต่ถ้ามีปริมาณสินค้าคงคลังน้อยก็จะเกิดปัญหาสินค้าขาดแคลนและมีต้นทุนเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลนเกิดขึ้นตามมา ดังนั้นความไม่แน่นอนของความต้องการสินค้า จึงส่งผลกระทบต่อต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมทั้งหมด

3.3 การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายของข้อมูลนำเข้า (Fit distribution)

การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า เป็นการศึกษาถึงรูปแบบของข้อมูลนำเข้าว่ามีการแจกแจงรูปแบบใด เมื่อสามารถวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลนำเข้าของระบบงานจริงได้จะทำให้การกำหนดข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองมีรูปแบบที่

ชัดเจน และสอดคล้องกับการทำงานของระบบงานจริง ในงานวิจัยนี้ข้อมูลนำเข้าหลัก คือ ความต้องการสินค้า และระยะเวลาของความต้องการสินค้า ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะนำมาพิจารณาในการวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาทดสอบการกระจายข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Stat fit มาวิเคราะห์ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกทดสอบแบบไครส์แควร์ และการทดสอบแบบโคโลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ในการพิจารณารูปแบบการกระจายที่เหมาะสมนั้น โปรแกรมจะพิจารณาค่า P-Value ที่สูงกว่า 0.05 และค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย ที่ต่ำที่สุด รวมทั้งพิจารณาจากกราฟ Q-Q Plot และ P-P Plot ร่วมด้วย

เนื่องจากข้อมูลความต้องการสินค้าที่เก็บรวบรวมในรอบปีสามารถแบ่งความต้องการได้มากกว่าหนึ่งช่วงเวลาตามแต่ละรายการสินค้า โดยพิจารณาจากกราฟความต้องการสินค้าทั้ง 4 รายการ ดังรูปที่ 1 แสดงให้เห็นว่า สินค้ารหัส G2791 สามารถแบ่งปริมาณความต้องการสินค้าได้เป็นสองช่วงเวลาคือ ช่วงวันที่ 1-210 และช่วงวันที่ 211-730 ส่วนสินค้ารหัส G2654 และ G2581 ไม่มีการแบ่งช่วงปริมาณความต้องการสินค้า และสำหรับสินค้ารหัส G0706 สามารถแบ่งปริมาณความต้องการสินค้าได้เป็นสองช่วงเวลาคือ ช่วงวันที่ 1-150 และช่วงวันที่ 151-730 จากการพิจารณาค่า P-value มากกว่า 0.05 และจากกราฟ Q-Q Plot และ P-P Plot เพื่อให้ได้รูปแบบการกระจายที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้น รูปแบบการกระจายของ

ข้อมูลนำเข้า : ปริมาณความต้องการสินค้าของสินค้าทั้ง 4 รายการ คือ สินค้ารหัส G2791, G2654, G2581 และ G0706 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

สำหรับข้อมูลระยะเวลาของความต้องการสินค้านั้น ไม่สามารถใช้การวิเคราะห์รูปแบบการกระจายโดยโปรแกรม Stat fit ได้ เนื่องจากเมื่อทำการวิเคราะห์แล้วไม่แสดงผลของรูปแบบการกระจายแบบใดๆ สำหรับสินค้าทั้ง 4 รายการ ดังนั้น จึงเปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลช่วงเวลาความต้องการสินค้าจากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายของข้อมูลมาเป็นการวิเคราะห์ความถี่ของช่วงเวลาแทน โดยวิเคราะห์ว่าแต่ละช่วงเวลาของการสั่งซื้อสินค้านั้น มีความถี่คิดเป็นร้อยละเท่าไรของทั้งหมด จากการวิเคราะห์ช่วงเวลาของความต้องการสินค้า พบว่า สินค้าแต่ละรายการมีช่วงความถี่ของความถี่ไม่เท่ากัน สามารถสรุปได้ดังนี้

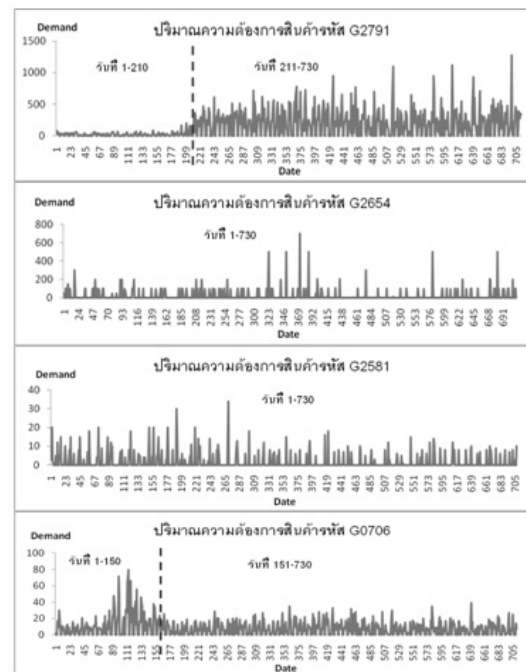
* สินค้ารหัส G2791: มีช่วงความถี่ของความถี่ความต้องการสินค้าต่อหนึ่งวันเท่ากับ 79.14%, สองวันเท่ากับ 1.07%, สามวันเท่ากับ 15.51%, สี่วันเท่ากับ 3.21% และห้าวันเท่ากับ 1.07% ตามลำดับ

* สินค้ารหัส G2654: มีช่วงความถี่ของความถี่ความต้องการสินค้าต่อหนึ่งวันเท่ากับ 59.54%, สามวันเท่ากับ 24.28%, ห้าวันเท่ากับ 13.87% และเจ็ดวันเท่ากับ 2.31% ตามลำดับ

* สินค้ารหัส G2581: มีช่วงความถี่ของความถี่ความต้องการสินค้าต่อหนึ่งวันเท่ากับ 41.07%, สองวันเท่ากับ 14.29%, สามวันเท่ากับ 1.19%, สี่วันเท่ากับ 6.55%,

ห้าวันเท่ากับ 13.09%, หกวันเท่ากับ 12.50%, เจ็ดวันเท่ากับ 7.14% และแปดวันเท่ากับ 4.17% ตามลำดับ

* สินค้ารหัส G0706: มีช่วงความถี่ของความถี่ความต้องการสินค้าต่อหนึ่งวันเท่ากับ 80.41%, สามวันเท่ากับ 17.96% และห้าวันเท่ากับ 1.63% ตามลำดับ



รูปที่ 1 กราฟแสดงการแบ่งช่วงเวลาของปริมาณความต้องการสินค้าทั้ง 4 รายการ

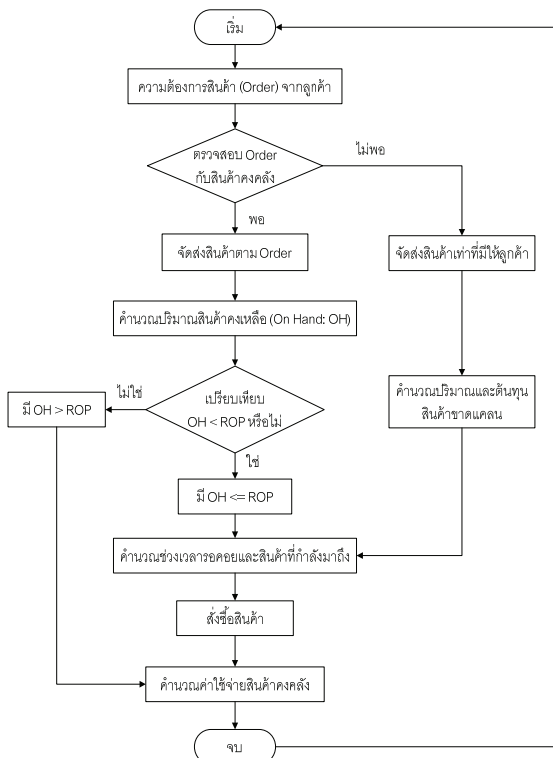
ตารางที่ 2 สรุปรูปแบบการกระจายของข้อมูลความต้องการสินค้าตัวอย่าง

รหัสสินค้า	รูปแบบการกระจายข้อมูล	
G2791	Gamma ในช่วง 1-210 วัน : Gamma (1.,1.55,20.5)	Gamma ในช่วง 211-730 วัน : Gamma (40.2,15,123)
G2654	DISC ในช่วง 1-730 วัน DISC (0.38,1,0.53,2,0.58,3,0.61,4,0.63,5,0.64,12,0.66,50, 0.67,70,0.93,100,0.97, 200,0.98,300,0.99,500,1,700)	
G2581	Gamma ในช่วง 1-730 วัน : Gamma (1.,2.55,2.69)	
G0706	Lognormal ในช่วง 1-150 วัน : Lognormal (1.,2.38,0.933)	Weibull ในช่วง 151-730 วัน : Weibull (0.,1.53,12.2)

4. ผลการวิจัย

4.1 แบบจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรม ARENA สำหรับบริหารคลังสินค้าตัวอย่าง

การสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ของระบบสินค้าคงคลังโดยใช้โปรแกรม ARENA นั้นเพื่อจำลองกระบวนการสั่งซื้อสินค้าสำเร็จรูปเพื่อใช้เติมเต็มความต้องการของลูกค้า โดยการสร้างตัวแบบจำลองจะพิจารณาตั้งแต่เมื่อมีความต้องการของลูกค้าจนถึงการสั่งซื้อสินค้าเพื่อมาเติมเต็มสินค้าในคลังสินค้านั้นเอง ซึ่งจะมีการกำหนดจุดสั่งซื้อไว้เมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาเท่ากับหรือน้อยกว่าจุดสั่งซื้อ จะมีการสั่งซื้อทันที

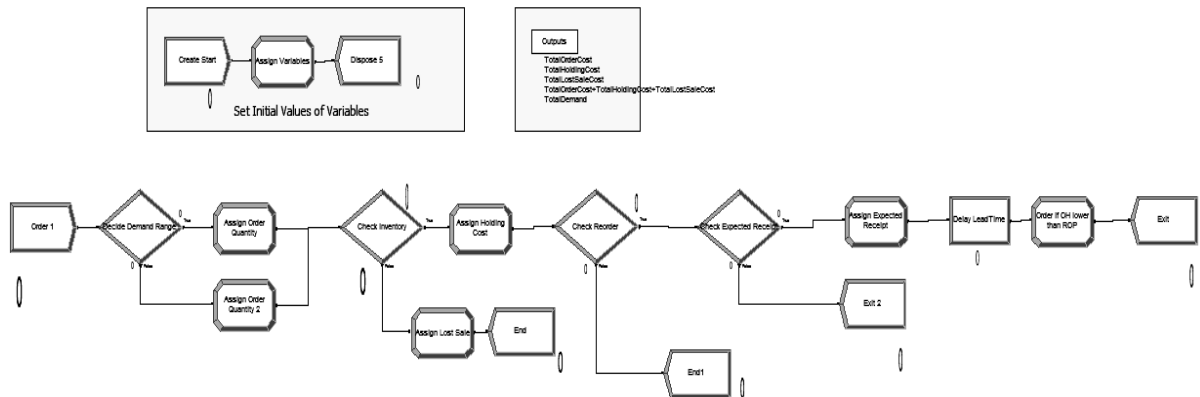


รูปที่ 2 กระบวนการสั่งซื้อสินค้า

รูปที่ 2 แสดงกระบวนการทำงานในการสั่งซื้อสินค้าเพื่อมาเติมเต็มความต้องการของลูกค้า โดยเริ่มจากเมื่อมีความต้องการสินค้าจากลูกค้าเข้ามา จะทำการตรวจสอบความต้องการนั้นกับสินค้าคงคลัง ถ้ามีสินค้าไม่พอกับความต้องการแล้ว จะทำการจัดส่งสินค้าเท่าที่มีให้แก่ลูกค้าก่อน จากนั้นคำนวณหาปริมาณสินค้าขาดแคลนและต้นทุนสินค้าขาดแคลนแล้วทำการสั่งซื้อสินค้า แต่ถ้ามีสินค้าเพียงพอกับความต้องการแล้ว จะทำการจัดส่งสินค้า

ตามความต้องการให้แก่ลูกค้า จากนั้นคำนวณหาปริมาณสินค้าคงเหลือเพื่อเปรียบเทียบปริมาณสินค้าคงเหลือว่าน้อยกว่าจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder point: ROP) หรือไม่ ถ้าไม่แสดงว่ามีสินค้าคงเหลือมากกว่า ROP จึงไม่ต้องสั่งซื้อสินค้า จากนั้นคำนวณค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง แต่ถ้าค่าใช้จ่ายสินค้าคงเหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับ ROP จำเป็นต้องมีการสั่งซื้อสินค้า โดยจะคำนวณช่วงเวลาการคอยและสินค้าที่สั่งซื้อไปก่อนหน้านี้ว่ามีปริมาณเท่าไรก่อนที่จะทำการสั่งซื้อสินค้าครั้งต่อไปทุกครั้ง จากนั้นคำนวณค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังทั้งสิ้น และทำตามกระบวนการนี้วนซ้ำไปในทุกวัน

เมื่อทราบรูปแบบการกระจายของข้อมูลความต้องการสินค้าแล้ว นำค่าการกระจายมาเป็นข้อมูลสำหรับการจำลองสถานการณ์ของระบบสินค้าคงคลังต่อไปในโปรแกรม ARENA จะได้แบบจำลอง ดังรูปที่ 3 พบว่าเมื่อมีความต้องการสินค้าของลูกค้าเข้ามา (Order1) ระบบจะพิจารณารูปแบบการกระจายของความต้องการสินค้า (Decide demand range) โดยต้องการสินค้าจำนวนหนึ่ง (Assign order quantity / Assign order quantity2) ระบบจะทำการตรวจสอบจำนวนสินค้าในคลังสินค้า (Check inventory) ว่ามีเพียงพอหรือไม่ ถ้ามีสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการแล้ว (Assign lost sale) ระบบจะทำการจัดส่งสินค้าเท่าที่มีให้แก่ลูกค้าและคำนวณต้นทุนสินค้าขาดแคลน เป็นอันเสร็จสิ้น (End) แต่ถ้ามีสินค้าเพียงพอ ก็ทำการจัดส่งสินค้า ตามที่ลูกค้าต้องการ และคำนวณหาต้นทุนและปริมาณสินค้าคงเหลือ (Assign holding cost) เพื่อที่ระบบจะได้ตรวจสอบสินค้าคงคลังกับจุดสั่งซื้อใหม่ (Check reorder) โดยถ้ามีสินค้าคงคลังมากกว่าจุดสั่งซื้อใหม่ ระบบการทำงานเป็นอันเสร็จสิ้น (End1) แต่ถ้าไม่เป็นเช่นนั้น ระบบจะตรวจสอบปริมาณสินค้าคงคลังร่วมกับสินค้าที่คาดว่าจะได้รับกับจุดสั่งซื้อใหม่ (Check expected receipt) โดยถ้ามีสินค้านรวมมากกว่าจุดสั่งซื้อ ระบบการทำงานเป็นอันเสร็จสิ้น (Exit2) แต่ถ้าไม่ คือ มีสินค้านรวมน้อยกว่าจุดสั่งซื้อใหม่ ระบบคำนวณสินค้าที่จะมาถึง (Assign expected receipt) และคำนวณช่วงเวลาการคอยสินค้าที่กำลังจะเข้ามาเพื่อหาปริมาณสินค้าคงคลัง (Delay lead time) จากนั้น ระบบจะส่งสินค้าเข้ามาเติมเต็มเมื่อปริมาณสินค้าคงเหลือน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อใหม่ (Order if OH lower than ROP) ระบบเป็นอันเสร็จสิ้น (Exit)



รูปที่ 3 ตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับคลังสินค้าตัวอย่าง

4.2 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) และการทดสอบความถูกต้อง (Validation) ของตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation model)

กระบวนการตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของระบบงาน และช่วยให้ผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลองระบบมีความมั่นใจว่าแบบจำลองระบบนั้นตรงตามข้อกำหนดความต้องการ และผลจากการจำลองนั้นจะเป็นผลที่ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ได้ ในงานวิจัยนี้ใช้การ Verification แบบจำลอง ด้วยการกำหนดสถานการณ์การสั่งซื้อขนาดเล็กขึ้นมา จากนั้นใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นดำเนินการรันผลคำตอบ และเปรียบเทียบคำตอบที่ได้นั้นจากการคำนวณด้วยมือ เพื่อตรวจสอบและยืนยันว่าแบบจำลองนั้นถูกต้องและใช้ได้จริง ส่วนการ Validation เป็นการทดสอบความใกล้เคียงในส่วนของความต้องการสินค้า ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลน ต้นทุนในการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยเฉลี่ย ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลของความต้องการสินค้าและต้นทุนสินค้าคงคลังของระบบจริง จากข้อมูลทำการทดสอบสมมติฐาน (Test of hypothesis) ด้วยวิธี 2-Sample T ทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความแปรปรวนของความต้องการสินค้าและต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม

H_0 : ความต้องการสินค้าและต้นทุนสินค้าคงคลังจากแบบจำลองไม่มีความแตกต่างจากระบบจริง

H_1 : ความต้องการสินค้าและต้นทุนสินค้าคงคลังจากแบบจำลองมีความแตกต่างจากระบบจริง

จากการทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติพบว่าค่า P-Value ของทุกรายการสินค้ามีค่ามากกว่า 0.05 หมายความว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั่นคือ ผลที่ได้จากแบบจำลองซึ่งได้แก่ ความต้องการสินค้า ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลน ต้นทุนในการเก็บรักษา และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยเฉลี่ย มีค่าไม่แตกต่างจากระบบจริง ดังนั้นสามารถนำแบบจำลองดังกล่าวไปทำการทดลองต่อไปได้

4.3 ผลการหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรม (Genetic algorithm: GA)

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรมโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel (VBA) ในการรันหาคำตอบที่ดีที่สุด ร่วมกับการเชื่อมต่อการจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรม ARENATM โดยมีรายละเอียดของวิธี GA ดังต่อไปนี้

4.3.1 การนำเสนอคำตอบ (Solution representation) คำตอบที่ต้องการหาคือ ROP และ Q ซึ่งเป็นจำนวนเต็ม จึงกำหนดให้รูปแบบโครโมโซม (Chromosome encoding) ที่ใช้ในการดำเนินการเป็นแบบ Binary ซึ่งทุกตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมจะมีค่าเป็นบิต (Bit) คือ 0 หรือ 1 จำนวนบิตขึ้นอยู่กับขอบเขตค่าสูงสุดของ ROP และ Q เช่น สำหรับสินค้ารหัส G2791 กำหนดให้ ROP มีค่าไม่เกิน 16,384 หรือ ไม่เกิน 14 บิต (2^{14}) ส่วน Q มีค่าไม่เกิน 4,096 หรือ ไม่เกิน 12 บิต (2^{12})

4.3.2 การคัดเลือก (Selection operator) เลือกใช้วิธีการคัดเลือกแบบ Elitist strategy คือ มีการคัดเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดไปเป็น Generation ถัดไปได้เลยโดยไม่ต้องมีการข้ามสายพันธุ์ (Crossover)

4.3.3 การข้ามสายพันธุ์ (Crossover operator) ทดสอบวิธีการ Crossover จำนวน 2 แบบ ได้แก่ วิธี Two-points center crossover (2PCX) โดยการสุ่มจุดตัดจำนวน 2 จุด และทำการคัดลอกข้อมูลที่อยู่ตรงกลางระหว่างจุดตัดทั้งสอง จากนั้นแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคู่ให้กำเนิดที่สองในทิศทางจากซ้ายไปขวา สำหรับรุ่นลูกอีกตัวกระทำตามขั้นตอนเดียวกันแต่ในทิศทางตรงกันข้าม และวิธี Uniform crossover เป็นวิธีที่ไม่กำหนดจำนวนจุดตัดที่ใช้ตัดต่อผู้ให้กำเนิด การตัดต่อจะทำการสุ่มหน้าตาจากนั้นอาศัยหน้าตาที่สุ่มขึ้นมาในการเลือกแต่ละบิตที่จะทำการคัดลอกหรือไม่คัดลอกจากผู้ให้กำเนิดทั้งสอง สำหรับรุ่นลูกก็จะมีบิตของแต่ละผู้ให้กำเนิดสลับกันไป

4.3.4 การกลายพันธุ์ (Mutation operator) ทดสอบวิธีการ Mutation จำนวน 2 แบบเช่นกัน โดยพิจารณาเลือกจากวิธีการที่เหมาะสมกับรูปแบบโครโมโซม ได้แก่ วิธี Centre inverse mutation (CIM) โดยการแบ่งโครโมโซมที่จุดกึ่งกลางออกเป็น 2 ส่วน จากนั้นคัดลอกยีนแต่ละส่วนโดยการวางยีนแบบผกผันกันสำหรับแต่ละส่วนของรุ่นลูก และวิธี Two-operations random swap (2ORS) โดยการแลกเปลี่ยนตำแหน่งระหว่างยีน 2 ยีนที่ถูกสุ่มขึ้นมาและไม่ได้ยู่ติดกัน ส่วนยีนอื่นๆ ยังคงเหมือนเดิม

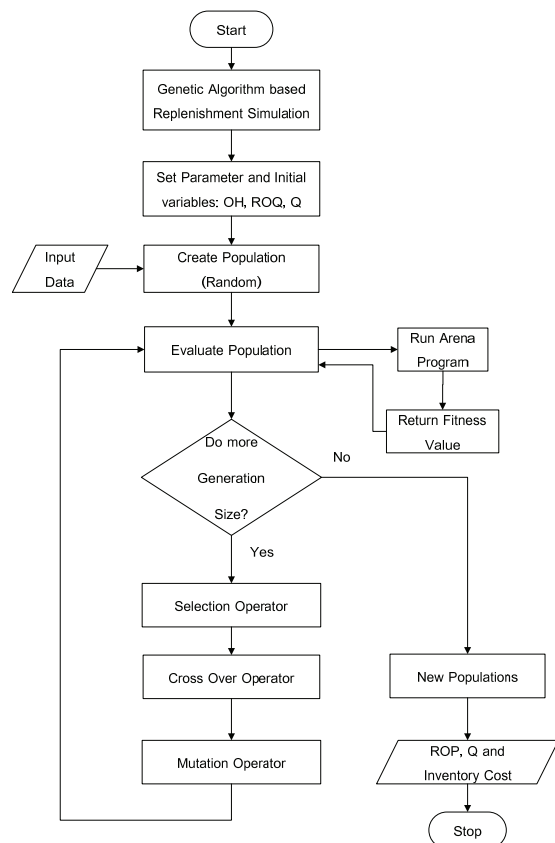
4.3.5 หลักการหาคำตอบและดำเนินการ (ดังรูปที่ 4) เริ่มจาก

- 1) การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ Population Size, Generations Size, P_c และ P_m
- 2) กำหนดค่าเริ่มต้นที่ต้องการไว้สองตัว คือ ROP และ Q ที่ได้จากการคำนวณด้วยสูตร EOQ (Heizer and Render, 2005) เป็นค่าเริ่มแรก
- 3) การสร้างประชากรเริ่มต้น โดยการสุ่มค่าเริ่มต้นจาก 2) ให้อยู่ในขอบเขต และกำหนดให้ค่า ROP มีค่าน้อยกว่า ค่า Q
- 4) เมื่อได้คำตอบใหม่มาแล้ว คำตอบจะถูกส่งมารันผลที่โปรแกรม ARENA ว่าคำตอบเหล่านั้น แต่ละตัวมีต้นทุนสินค้าคงคลังเป็นเท่าไร แล้วทำการเรียงค่าจากน้อยไปมาก
- 5) ในแต่ละ Generation จะสร้างโครโมโซมลูกขึ้นมาสองตัว แต่การที่จะสร้างแต่ละโครโมโซมต้องตรวจสอบก่อนว่ามีโอกาสเกิดการ Crossover หรือไม่ ด้วยค่า P_c ที่กำหนด ถ้าเกิดการ Crossover ขึ้นมา โครโมโซม

ลูกจะได้รับการ Crossover ด้วยวิธีการตามที่กำหนดข้างต้น แต่ถ้าไม่เกิดการ Crossover ก็เอาคำตอบนั้นได้เลย

6) หลังจากการ Crossover เมื่อได้โครโมโซมลูกมาสองตัว ก็จะมีการพิจารณาการเกิด Mutation ด้วยค่า P_m ที่กำหนด และวิธีการ Mutation โครโมโซมลูกจะใช้วิธีการตามที่กำหนดข้างต้น

7) เมื่อได้โครโมโซมลูกมาแล้วก็จะนำมาหาคำตอบว่าคำตอบใหม่ที่ได้นั้นเป็นเท่าไร และสามารถเข้าไปแทนที่โครโมโซมพ่อแม่ได้หรือไม่ ถ้าคำตอบของโครโมโซมลูกดีกว่าก็จะนำไปแทนที่ แล้วทำการจัดเรียงใหม่จากน้อยไปมาก ทำซ้ำๆ วนไปเรื่อยๆ จนได้โครโมโซมพ่อแม่ที่ดีที่สุด ซึ่งก็คือได้ค่า ROP และค่า Q ที่ดีกว่าค่าเดิม และเป็นค่าที่ดีที่สุดนั่นเอง

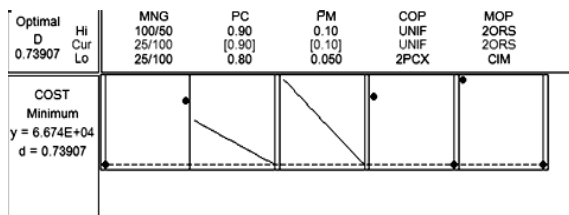


รูปที่ 4 แผนผังการดำเนินการหาคำตอบ

สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรมนั้นจะถูกนำมาหาค่าของการตั้งค่าตัวแปรที่เหมาะสมและดีที่สุด โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมฟูลแฟคทอเรียล

การออกแบบการทดลองกำหนดจำนวนตัวแปร 5 ตัวแปร ได้แก่ 1. ขนาดประชากรต่อจำนวนรอบการหาคำตอบ (M/NG) กำหนดค่าระดับ 2 ค่า คือ 25/100 และ 100/50 2. ค่าสัดส่วนการตัดไขว้ (Pc) กำหนดค่าระดับ 2 ค่า คือ 0.8 และ 0.9 3. ค่าสัดส่วนการกลายพันธุ์ (Pm) กำหนดค่าระดับ 2 ค่า คือ 0.05 และ 0.1 4. การข้ามสายพันธุ์ (COP) กำหนดค่าระดับ 2 ค่า คือ 2PCX และ UNIF 5. การกลายพันธุ์ (MOP) กำหนดค่าระดับ 2 ค่า คือ CIM และ 2ORS จากการทดลองได้ผลลัพธ์จำนวน 32 การทดลอง และทำการทดลองซ้ำ 2 ซ้ำ จึงมีผลลัพธ์ทั้งหมด 64 ผลลัพธ์ ในการทดลองแต่ละครั้งใช้เวลาในการหาคำตอบเฉลี่ย 125 วินาที ดังนั้นการทดลองทั้งหมดใช้เวลาประมาณ 2.22 ชั่วโมง และได้ทำการทดสอบค่าที่เหมาะสมสำหรับการตั้งค่าตัวแปร จากรายการสินค้าตัวอย่างเพียงหนึ่งรายการคือ สินค้ารหัส G0706 มาเป็นต้นแบบในการทดลอง ซึ่งในการตั้งค่าตัวแปรนั้นควรทำการทดสอบแยกสำหรับแต่ละรายการสินค้าเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามแต่ละสินค้า แต่เนื่องจากในการรันค่าตัวแปรจากโปรแกรมแต่ละครั้งใช้ระยะเวลาอย่างมาก ดังนั้นจึงเลือกเพียงหนึ่งรายการสินค้ามาทำการทดลองเพื่อให้ได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมารันผลคำตอบสุดท้ายของงานวิจัยจากรายการสินค้าตัวอย่างทั้ง 4 รายการ

4.3.6 ผลการวิเคราะห์จุดเหมาะสมของตัวแปร จากผลการทดลองและวิเคราะห์ตัวแปรทั้งหมด 5 ตัวแปร ที่ส่งผลต่อคำตอบสนองคือ ต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ย ซึ่งต้องการให้ได้คำตอบสนองที่ดีและเหมาะสมที่สุด จากค่าตัวแปรที่ได้จากการประมวลผลโดยโปรแกรม MINITAB 14 จากผลในรูปที่ 5 เลือกค่าที่ดีที่สุดของ M/NG เท่ากับ 25/100 แทนค่าระดับ 100/50 ซึ่งให้ค่า Cost ต่ำกว่าในผลการวิเคราะห์ Main Effects นั้น เนื่องจากเมื่อมีค่าตัวแปรร่วมที่ส่งผลต่อคำตอบสนองเกิดขึ้น จึงต้องพิจารณาจากค่าตัวแปรร่วมเป็นลำดับแรกก่อน จากนั้นจึงพิจารณาจากค่าตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อคำตอบสนอง ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ตัวแปรร่วมที่ส่งผลต่อคำตอบสนอง Cost ใน Interaction Effects เป็นหลักแล้ว ความเกี่ยวข้องกันของตัวแปรต่างๆ ทำให้เวลาวิเคราะห์ทุกๆ ตัวแปรจึงต้องเลือกค่า M/NG ที่ระดับ 25/100 ค่าสัดส่วนการตัดไขว้ (Pc) คือ 0.9 ค่าสัดส่วนการกลายพันธุ์ (Pm) คือ 0.1 การข้ามสายพันธุ์ (COP) คือ UNIF และการกลายพันธุ์ (MOP) คือ 2ORS



รูปที่ 5 ค่าที่เหมาะสมของปัจจัยนำเข้า

4.4 ผลการทดลองหาคำตอบที่ดีที่สุดในการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้าตัวอย่าง

ดังนั้นผลการวิจัยของการจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรม ARENA ร่วมกับประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรม แสดงผลของค่า ROP และ Q ค่าใหม่จากวิธีที่นำเสนอ และให้ค่าต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ย ดังตารางที่ 4, 5, 6 และ 7 ตามลำดับ

จากผลการเปรียบเทียบต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยทั้งสองวิธี พบว่า วิธีใหม่ (วิธี GA) ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ดังรูปที่ 6 โดยต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยจากวิธีใหม่สามารถลดต้นทุนได้มากกว่าในทุกรายการสินค้า เมื่อทำการเปลี่ยนค่าของจุดสั่งซื้อใหม่ (ROP) และปริมาณสั่งซื้อ (Q) เป็นค่าใหม่ที่ได้จากวิธีใหม่

ดังนั้นจากการจำลองสถานการณ์ร่วมกับการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรม (Genetic algorithm) ในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังซึ่งเป็นวิธีใหม่ที่เสนอแนะเปรียบเทียบกับระบบการบริหารสินค้าคงคลังรูปแบบเก่าของคลังสินค้านี้คือ วิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic order quantity: EOQ) พบว่า การบริหารจัดการสินค้าคงคลังตามวิธีที่เสนอแนะ สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการถือครองสินค้าเฉลี่ย และต้นทุนเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลนเฉลี่ยได้ โดยสินค้ารหัส G2654 สามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยได้มากที่สุดถึง 73.43 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สินค้ารหัส G2581 ลดได้ 49.86 เปอร์เซ็นต์, สินค้ารหัส G0706 ลดได้ 28.50 เปอร์เซ็นต์ และ G2791 ลดได้ 13.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยจึงสามารถลดได้ทุกรายการสินค้า

ตารางที่ 3 ผลคำตอบและเปรียบเทียบต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยของสินค้ารหัส G2791

คำตอบ	วิธีเดิม	วิธีใหม่	หน่วย	ผลต่าง (%)
Reorder Point	10,883.00	10,883.00	หน่วย	-
Quantity	2,000.00	1,752.00	หน่วย	-
ต้นทุนโดยรวมเฉลี่ย (Average total cost)				
Ordering Cost	280.00	295	บาทต่อสองปี	5.36
Holding Cost	2,779,233.03	2,407,441.63	บาทต่อสองปี	-13.38
Cost of Lost Sale	0.00	0.00	บาทต่อสองปี	0.00
<u>Total Cost</u>	<u>2,779,513.03</u>	<u>2,407,736.63</u>	<u>บาทต่อสองปี</u>	<u>-13.38</u>

ตารางที่ 4 ผลคำตอบและเปรียบเทียบต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยของสินค้ารหัส G2654

คำตอบ	วิธีเดิม	วิธีใหม่	หน่วย	ผลต่าง (%)
Reorder Point	488.00	661.00	หน่วย	-
Quantity	800.00	920.00	หน่วย	-
ต้นทุนโดยรวมเฉลี่ย (Average total cost)				
Ordering Cost	100.00	82.00	บาทต่อสองปี	-18.00
Holding Cost	370,420.14	266,147.58	บาทต่อสองปี	-28.15
Cost of Lost Sale	1,413,696.16	207,797.41	บาทต่อสองปี	-85.30
<u>Total Cost</u>	<u>1,784,216.30</u>	<u>474,026.99</u>	<u>บาทต่อสองปี</u>	<u>-73.43</u>

ตารางที่ 5 ผลคำตอบและเปรียบเทียบต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยของสินค้ารหัส G2581

คำตอบ	วิธีเดิม	วิธีใหม่	หน่วย	ผลต่าง (%)
Reorder Point	23.00	36.00	หน่วย	-
Quantity	16.00	55.00	หน่วย	-
ต้นทุนโดยรวมเฉลี่ย (Average total cost)				
Ordering Cost	355.00	150.00	บาทต่อสองปี	-57.74
Holding Cost	68,396.10	48,912.52	บาทต่อสองปี	-28.49
Cost of Lost Sale	67,320.00	19,160.01	บาทต่อสองปี	-71.54
<u>Total Cost</u>	<u>136,071.10</u>	<u>68,222.53</u>	<u>บาทต่อสองปี</u>	<u>-49.86</u>

ตารางที่ 6 ผลคำตอบและเปรียบเทียบต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยของสินค้ารหัส G0706

คำตอบ	วิธีเดิม	วิธีใหม่	หน่วย	ผลต่าง (%)
Reorder Point	240.00	168.00	หน่วย	-
Quantity	72.00	186.00	หน่วย	-
ต้นทุนโดยรวมเฉลี่ย (Average total cost)				
Ordering Cost	385.00	130.00	บาทต่อสองปี	-66.23
Holding Cost	110,624.06	81,202.08	บาทต่อสองปี	-26.60
Cost of Lost Sale	10,695.00	5,681.29	บาทต่อสองปี	-46.88
<u>Total Cost</u>	<u>121,704.06</u>	<u>87,013.37</u>	<u>บาทต่อสองปี</u>	<u>-28.50</u>

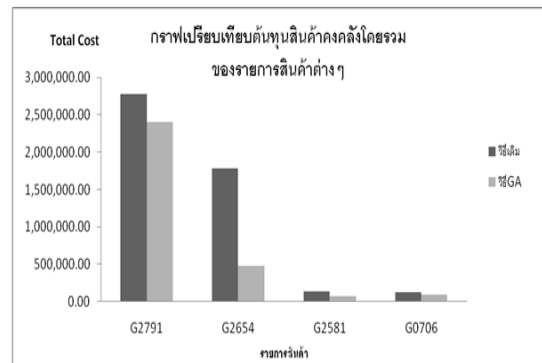
5. สรุปผลการศึกษาวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา และพัฒนาระบบบริหารสินค้าคงคลังที่มีความต้องการไม่แน่นอน ในผู้ให้บริการคลังสินค้าสำหรับธุรกิจอาหารและเครื่องดื่ม โดยนำหลักการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง ซึ่งได้แก่ การกำหนดจุดสั่งซื้อ การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม และการกำหนดระดับสินค้าปลอดภัย มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาข้อมูลและปัญหาของคลังสินค้าตัวอย่าง โดยพบว่าระบบบริหารสินค้าคงคลังปัจจุบันของกรณีศึกษานี้ใช้วิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) ซึ่งหลังจากวิเคราะห์ความต้องการสินค้าในอดีตแล้ว พบว่าความต้องการสินค้าไม่แน่นอนและไม่คงที่ ทำให้วิธี EOQ ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ ดังนั้นจึงประยุกต์ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ร่วมกับวิธีการอัลกอริทึมพันธุกรรม (GA) มาแก้ปัญหาสินค้าคงคลัง และเนื่องจากคลังสินค้าตัวอย่างมีจำนวนรายการสินค้าจำนวนมาก ดังนั้นจึงประยุกต์ใช้หลักการ ABC analysis ในการคัดเลือกสินค้าที่จะนำมาศึกษา ซึ่งหลังจากประยุกต์ใช้แล้ว สินค้าที่ถูกคัดเลือก คือ สินค้ารหัส G2791, G2654, G2581 และ G0706 จากนั้นใช้โปรแกรม Stat fit ในการวิเคราะห์หารูปแบบการ จากนั้นสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรม ARENA ร่วมกับการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมพันธุกรรมในกระบวนการสั่งซื้อสินค้าสำเร็จรูปเพื่อใช้เติมเต็มความต้องการของลูกค้า โดยการสร้างตัวแบบจำลองจะพิจารณาตั้งแต่เมื่อมีปริมาณความต้องการของลูกค้าจนถึงการสั่งซื้อสินค้าเพื่อมาเติมเต็มสินค้าในคลังสินค้า และจากการประยุกต์ใช้ GA เพื่อค้นหาผลคำตอบที่ต้องการ คือ จุดสั่งซื้อใหม่ (ROP) และปริมาณในการสั่งซื้อ (Q) ผู้วิจัยได้ใช้วิธีออกแบบการทดลอง แบบฟูลแฟคทอเรียล 2 ระดับ ในการหาค่าที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์สำหรับ GA โดยได้ค่าพารามิเตอร์ ขนาดประชากรต่อจำนวนรอบการหาค่าตอบเท่ากับ 25/100 ค่าสัดส่วนการตัดไขว้ เท่ากับ 0.9 ค่าสัดส่วนการกลายพันธุ์ เท่ากับ 0.1 การข้ามสายพันธุ์แบบ Uniform crossover และการกลายพันธุ์แบบ Two-operations random swap

ผลจากการดำเนินการตามแนวทางการวิจัยดังกล่าว พบว่า ค่า ROP และ Q ค่าใหม่นั้น สามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังลงได้จากวิธีการเดิม โดยสินค้ารหัส G2654 สามารถลดต้นทุนโดยรวมได้มากที่สุดคิดเป็น

มูลค่าโดยรวมประมาณ 1,310,189.31 บาทต่อสองปี หรือลดลงถึง 73.43 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สินค้ารหัส G2581 ลดต้นทุนโดยรวมคิดเป็นมูลค่าโดยรวมประมาณ 67,848.57 บาทต่อสองปี หรือลดลง 49.86 เปอร์เซ็นต์, สินค้ารหัส G0706 ลดต้นทุนโดยรวมคิดเป็นมูลค่าโดยรวมประมาณ 34,690.69 บาทต่อสองปี หรือลดลง 28.50 เปอร์เซ็นต์ และ G2791 ลดต้นทุนโดยรวมคิดเป็นมูลค่าโดยรวมประมาณ 371,776.4 บาทต่อสองปี หรือลดลง 13.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงสรุปในรูปที่ 6



รูปที่ 6 เปรียบเทียบต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมของการจัดการสินค้าคงคลังของสินค้ารหัส G2791, G2654, G2581 และ G0706

ดังนั้น การประยุกต์ใช้วิธีใหม่ที่เสนอแนะคือ การจำลองสถานการณ์ร่วมกับวิธีการอัลกอริทึมพันธุกรรม (GA) เหมาะสมกับการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่มีความต้องการไม่แน่นอนนี้ และให้ผลลัพธ์ของคำตอบที่ดีกว่าวิธีเดิม โดยวิธีดังกล่าวนี้ให้ค่าจุดสั่งซื้อใหม่ และปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมดีมากว่า ซึ่งสามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังต่างๆ ได้แก่ ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการถือครองสินค้า ต้นทุนค่าเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลน และต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวมเฉลี่ยได้ทุกรายการสินค้า สำหรับการประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคตนั้น ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงและได้ค่ารูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า (Demand distribution) แบบใหม่เป็นระยะเวลาต่อปี อาจจำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลใหม่เพื่อหาค่าจุดสั่งซื้อใหม่ (ROP) และปริมาณการสั่งซื้อ (Q) ที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังต่อไป

แนวทางวิจัยในอนาคต อาจศึกษาการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของข้อมูล (Sensitivity analysis) หากข้อมูลความต้องการมีความแปรปรวนมากหรือน้อย อาจส่งผล

กระทบต่อคำตอบและค่าใช้จ่ายที่ได้ และยังสามารถนำมาศึกษาควบคู่ไปกับปรับเปลี่ยนค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังและต้นทุนเสียโอกาสกรณีสินค้าขาดแคลน อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Holland, J, *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, Cambridge, MA: MIT Press; 1992.
- [2] Siribunluewut Y. *Determining Safety Stock Quantities Using Heuristic Optimization*. Bangkok: Kasetsart University; 2006. (In Thai).
- [3] Srisuk M. *Cloning and characterization of gene insulin [MSc thesis]*. Khon Kaen: Khon Kaen University; 2002. (In Thai).
- [4] Dong AH and Leung SYS. A Simulation-Based Replenishment Model for the Textile Industry. *Textile Research Journal*. 2009; 79(13): 1188-1201.
- [5] Encarnacion HL. *Genetic Algorithm Approach for Reorder Cycle Time Determination in Multi-Stage Systems [M.S. thesis]*. University of Puerto Rico Mayaguez Campus; 2003.
- [6] Khouja MZ, Michalewicz Z, Wilmot M. The use of Genetic Algorithms to solve the economic lot size scheduling problem. *European Journal of Operational Research*. 1998; 110(1): 509-524.
- [7] Mak KL and Wong YS. Design of integrated production-inventory-distribution systems using genetic algorithm. pp. 454-460. In *Conference publication no. 414. Genetic Algorithms in Engineering Systems: Innovations and Applications 12-14 September 1995*. IEE. The University of Hong Kong. 1995.
- [8] Banks, J., Carson, J. S., II, Nelson, B. L., Nicol, D. M., *Discrete-Event System Simulation*, 5th edition, Pearson Education, 2010.
- [9] Pisuchpen, R. *Manual of Building Simulation Model with Arena*: Bangkok, SE-Education; 2008. (In Thai).
- [10] Pongcharoen P, Chainate W, Thapatsuwan P. Exploration of Genetic Parameters and Operators through Travelling Salesman Problem. *Research Article of Science Asia*. 2007; 33: 215-222.
- [11] Montgomery, D.C., *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley & Sons, 6th Edition; 2005.
- [12] Sudasa-na-Ayudthya, P. and Luangpaiboon, P. *Design and Analysis of Experiment* : Bangkok, Top Publishing; 2008. (In Thai).
- [13] Silver EA and Peterson R. *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning*. 2nd ed. New York: John Wiley & Son Inc; 1985.