



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

ระบบสนับสนุนการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจขายสินค้าตกแต่งบ้าน

Inventory management support system for home decoration business

ช่อผกา โพธิ์ร่มไทร ปวีณา เชาวลิตวงศ์*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

Chopaka Phoromsai Paveena Chaovalitwongse*

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Patumwan, Bangkok 10330

* Corresponding author.

E-mail: paveena.c@chula.ac.th; Telephone: 0 2218 6837

วันที่รับบทความ -10 มิถุนายน 2564; วันแก้ไขบทความครั้งที่ 1 2 สิงหาคม 2564; วันที่ตอบรับบทความ 25 สิงหาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอโยบายการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับธุรกิจขายสินค้าตกแต่งบ้านของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งมีการขายผ่านทางหน้าร้านสาขาต่างๆที่มีรูปแบบการขายที่แตกต่างกัน และสินค้าตกแต่งบ้านมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวเนื่องจากผลิตมาจากหินอ่อนธรรมชาติทั้งหมดและมีความต้องการที่ไม่แน่นอน จึงทำให้มีการนำไปวางจำหน่ายที่หน้าร้านสาขาจำนวนมากเพื่อไม่ให้เกิดการสูญเสียโอกาสในการขาย ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณการจัดเก็บเป็นจำนวนมากเกินไป ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการเพื่อกำหนดนโยบายคงคลังสำหรับบริหารสินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษาอย่างเป็นระบบ ผลลัพธ์จากการกำหนดนโยบายคงคลังในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองระดับคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to Level Model: OUL) ที่มีการกำหนดรอบคาบ(T) หรือระยะเวลาการสั่งเติมสินค้าที่แน่นอน คือ 2 และ 4 สัปดาห์ โดยสั่งเติมปริมาณสินค้าเท่ากับ Q^* ด้วยระดับการให้บริการ 99.90% และมีเวลานำที่คงที่ คือ 1 สัปดาห์ โดยคำนึงถึงข้อจำกัดและรูปแบบการขายที่แตกต่างกันของแต่ละสาขารวมไปถึงความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการสินค้า การทดสอบนโยบายคงคลังได้ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์โดยเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการของสินค้าที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบันช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2564 ซึ่งผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าสามารถลดระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 50% และระดับการให้บริการของสินค้าคงคลังเป็นไปตามเป้าหมายที่ 99.90%

คำสำคัญ

นโยบายสินค้าคงคลัง แบบจำลองระดับคงคลังเป้าหมาย ระดับการให้บริการ การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล สินค้าตกแต่งบ้าน

Abstract

This research aims to propose an effective inventory Management policy for home decor businesses, with a focus on a specific study case. The business being studied sold home decor items at its physical stores, each of which came with its own selling and marketing techniques. As marble items were unique in their own way, coupled with the unpredictable needs, they were usually displayed at the stores in large numbers to avoid the loss of sales opportunity - which in turn resulted in overstocking. In this study, a new method was proposed to improve the company's inventory policy, making it more systemic and better organized. Results from the proposed inventory policy were estimated using the order-up-to level (OUL) model. The order intervals were set at two and four weeks, and given the optimal order quantity (Q^*), 99.90% cycle service level, and the fixed lead time of one week - the analysis was made with factors such as limitations and selling methods of each of the stores, as well as the unpredictable needs for the home decor items, all being taken into account. The proposed inventory policy was tested using a simulation model to make comparisons with the actual

demand for such items between January and April 2021. Findings show that the average inventory could be cut down by no less than 50% and the cycle service level was still able to reach 99.90% as expected.

Keywords

inventory policy; order-up-to level model (OUL); cycle service level; monte carlo simulation; home decoration

1. คำนำ

ในปัจจุบันมีการแข่งขันทางด้านธุรกิจกันมากขึ้นเรื่อยๆ การดำเนินการธุรกิจใดๆย่อมต้องการผลกำไรสูงสุด ซึ่งเจ้าของธุรกิจจำเป็นต้องหาแนวทางในการลดต้นทุนของการดำเนินงานในทุกๆด้านที่สามารถทำได้ และเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางการขายเพื่อเพิ่มกำไรให้ได้มากที่สุด ต้นทุนอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจ คือ ต้นทุนด้านสินค้าคงคลัง ซึ่งการจัดการสินค้าคงคลังเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานด้านต้นทุน เนื่องจากเจ้าของธุรกิจต้องทำการติดตามควบคุมปริมาณการจัดการเก็บสินค้าคงคลังและปริมาณการสั่งซื้อหรือผลิตสินค้าแต่ละชนิดในแต่ละครั้งให้เหมาะสมกับปริมาณความต้องการที่ต้องใช้ เพื่อไม่ให้เกิดเหตุการณ์ที่สินค้าขาดแคลนส่งผลให้เสียโอกาสในการขาย หรือการมีสินค้าในคลังมากเกินไปปริมาณความต้องการใช้ จนทำให้ส่งผลต่อต้นทุนด้านสินค้าคงคลัง ดังนั้น การดำเนินการธุรกิจใดๆก็ตามต้องพยายามเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภคที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

จากการศึกษาผลการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษาพบว่า มีการเก็บสินค้าคงคลังไว้เป็นจำนวนมาก ทั้งที่คลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาและที่สาขาต่างๆ เนื่องจากไม่มีการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังที่เหมาะสมภายใต้ความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการ อีกทั้งยังมีเงื่อนไขในการขายของสาขาต่างๆที่แตกต่างกัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอวิธีการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังรูปแบบใหม่ที่เหมาะสมกับระบบการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

2. วัตถุประสงค์

ปรับปรุงและพัฒนานโยบายสินค้าคงคลังอย่างเป็นระบบเพื่อลดปริมาณการจัดเก็บสินค้าในคลังที่เหมาะสมกับลักษณะความต้องการสินค้าของการขายผ่านทางสาขา โดยที่

ยังรักษาระดับการให้บริการได้ตามเป้าหมายและมีประสิทธิภาพ

3. ปัญหางานวิจัย

3.1 ข้อมูลพื้นฐาน

ลักษณะทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา คือ บริษัทที่จัดทำหน่วยของตกแต่งบ้านที่ผลิตมาจากหินอ่อน มีการสั่งผลิตสินค้าจากโรงงานแห่งหนึ่งในประเทศไทยเพียงโรงงานเดียว รูปแบบธุรกิจคือ เป็นการสั่งผลิตมาแล้วขายไป ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ สินค้าทุกชนิดออกแบบโดยเจ้าของธุรกิจเอง ซึ่งจะผลิตมาจากหินอ่อนแท้เท่านั้น หลังจากได้รับสินค้าที่สั่งผลิตจากโรงงานแล้วบริษัทจะดำเนินการไปรับตรวจเช็คคุณภาพของสินค้าที่โรงงานก่อนจะนำมาเก็บไว้ที่คลังบริษัท จากนั้นจึงจะมีการกระจายสินค้าไปตามช่องทางการขาย คือ การขายผ่านร้านสาขาทั้ง 6 สาขา ซึ่งโครงสร้างของธุรกิจสั่งผลิตมาแล้วขายไปของร้านสาขาในห่วงโซ่อุปทาน ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ 1. โรงงาน ทำหน้าที่ ผลิตสินค้า 2. บริษัท ทำหน้าที่ จัดเก็บและบริหารสินค้า 3. การขนส่ง / การกระจายสินค้า โดยบริษัท เป็นผู้ขนส่งสินค้าไปตามสาขาต่างๆเอง 4. ลูกค้า / ร้านสาขา เป็นผู้ซื้อสินค้าจากบริษัท 5. ผู้บริโภค เป็นผู้ซื้อสินค้าจากร้านสาขา

โดยมีโรงงานที่ทำหน้าที่ผลิตสินค้าให้เพียงโรงงานเดียวผลิตทุกแบบทุกชนิดสินค้า ซึ่งในการผลิตสินค้า จะรอการผลิตประมาณ 1 เดือนและมีปริมาณการสั่งผลิตขั้นต่ำที่โรงงานกำหนดอยู่ที่ 50 ชิ้นต่อหนึ่งรายการสินค้า และมีสินค้าทั้งหมด 13 รายการ ประกอบไปด้วย สินค้ารหัส 001 , 002 , 003 , 004 , 005 , 006 , 007 , 008 , 009 , 010 , 011 , 012 และ 013 ซึ่งบริษัทได้ทำการค้ากับสาขาต่างๆ จำนวน 6 สาขา โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 สาขาที่สามารถออกไปสั่งซื้อสินค้าได้เอง (PO) และไม่ทราบรายการสินค้าที่ขายได้ในแต่ละเดือน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 สาขา และกลุ่มที่ 2 สาขาที่ไม่

สามารถออกไปส่งซื้อสินค้า (PO) ได้เอง แต่ทราบรายการสินค้าที่ขายได้ในแต่ละเดือน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 สาขา

3.2 การบริหารสินค้าคงคลัง

การบริหารสินค้าคงคลังในหัวข้อนี้ได้มีการนำเสนอปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับสินค้าคงคลัง 2 ด้านการส่งผลิต.1 ด้าน คือ 3. ด้านความต้องการ ด้านนโยบายและระบบการดำเนินงาน.3

3.2.1 ด้านการส่งผลิต:

การกำหนดการส่งผลิตสินค้ายังไม่มีการระบุที่ชัดเจน และไม่ได้คำนึงถึงสินค้าคงคลังสำรอง ส่งผลิตโดยใช้เพียงประสบการณ์ของผู้ดูแล ไม่มีการอ้างอิงหรือคำนึงถึงรอบการส่งผลิตหรือปริมาณการส่งผลิต และโรงงานที่ทำการผลิตสินค้าให้มีการกำหนดจำนวนชิ้นต่ำในการส่งผลิตสินค้าแต่ละชนิดอยู่ที่ ขึ้นต่อสินค้าหนึ่งรายการ และมีระยะเวลาการการผลิต 50อยู่ที่ประมาณ เดือน 1

3.2.2 ด้านความต้องการ :

เนื่องจากลักษณะความต้องการสินค้าแต่ละชนิดแตกต่างกัน บางสินค้ามีลักษณะความต้องการสินค้าคงที่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี แต่บางสินค้ามีความต้องการไม่สม่ำเสมอและไม่ต่อเนื่องตลอดทั้งปี เช่น มีความต้องการเพียงไม่กี่ครั้งต่อปี ทำให้ไม่สามารถทราบความต้องการล่วงหน้าได้ ด้วยลักษณะความต้องการสินค้าที่ต่างกัน บริษัทจึงไม่ได้กำหนดวิธีการพยากรณ์ที่ชัดเจน ซึ่งส่งผลต่อการบริหารสินค้าคงคลัง และรูปแบบการขายของแต่ละสาขามีความแตกต่างกัน คือสามารถออกไปสั่งซื้อสินค้าได้เองกับไม่สามารถออกไปสั่งซื้อสินค้าได้เอง ทำให้มีการจัดการสินค้าที่ต่างกัน

3.2.3 ด้านนโยบายและระบบการดำเนินงาน :

เนื่องจากความต้องการสินค้าที่ต่างกันในแต่ละชนิด และสินค้าที่ส่งผลิตจากโรงงานต้องใช้เวลาในการรอผลิตอย่างน้อย เดือน และบาง 1ครั้งได้รับสินค้าไม่พร้อมกัน ทำให้บริษัทไม่ได้กำหนดนโยบายในการสั่งเติมสินค้าและระดับสินค้าคงคลังสำรองที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมเพื่อรองรับกับความต้องการสินค้าที่มีความไม่แน่นอนและความยุ่งยากของการตรวจนับสต็อกสินค้าที่สาขา เป็นอีกหนึ่งประเด็นที่ส่งผลต่อการดำเนินงาน เนื่องจากการทราบปริมาณสินค้าที่วางขายที่สาขามี ทราบปริมาณสินค้าได้จากการเข้าไป.1 รูปแบบ คือ 2 ตรวจนับเองที่สาขา.ทราบปริมาณสินค้าได้จากใบแจ้ง

ยอดขายที่ทางสาขาสรุปมาให้ในแต่ละเดือน ทำให้มีลักษณะการดำเนินงานที่แตกต่างกันยังเป็นการเพิ่มความซับซ้อนให้กับ การสั่งซื้อสินค้ามากขึ้น นอกจากนั้นการขายสินค้าที่สาขาหากไม่มีสินค้าวางขายที่สาขาให้ลูกค้าที่มามีเลือกซื้อจะทำให้สูญเสียโอกาสในการขายไปได้ ดังนั้นจึงมีความเป็นที่จะต้องทราบปริมาณสต็อกสินค้าที่สาขาที่ถูกต้องและรวดเร็ว

3.3 สรุปประเด็นปัญหาของงานวิจัย

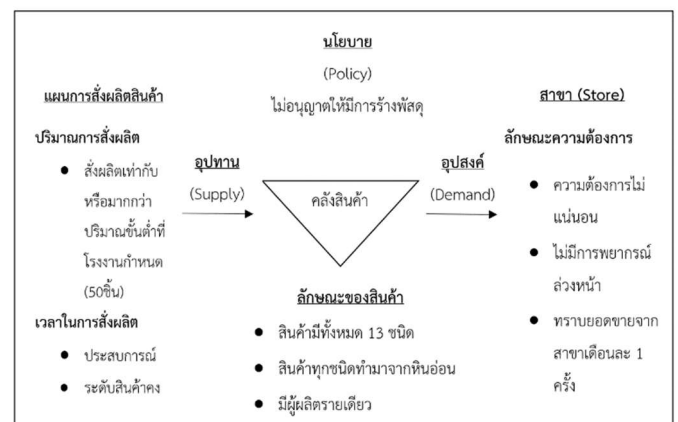
จากข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลการบริหารสินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษาในหัวข้อ นั้น สามารถกำหนด 2.3 และ 1.3 ลักษณะของปัญหาการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษา ได้ดังนี้

1) การผลิตมีระยะเวลาการการผลิตประมาณ เดือน และ 1 มีการกำหนดปริมาณการส่งผลิตขั้นต่ำอยู่ที่ ขึ้นต่อหนึ่ง 50 รายการ

2) ปริมาณความต้องการสินค้าแต่ละรายการมีความไม่แน่นอน และมีบางสาขาที่จะไม่ทราบรายการสินค้าที่ขายได้เนื่องจากทางสาขาไม่แจ้งรายละเอียดการขาย ทำให้ต้องเข้าไปตรวจนับสินค้าที่สาขาด้วยตัวเอง

3) รูปแบบการขายของแต่ละสาขามีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งได้ สาขาที่สามารถออกไปสั่งซื้อ.1 แบบ คือ 2 สินค้าได้เองและไม่สามารถทราบรายการสินค้าที่ขายได้ในแต่ละเดือน 2.สาขาที่ไม่สามารถออกไปสั่งซื้อสินค้าได้เองแต่ทราบรายการสินค้าที่ขายได้ในแต่ละเดือน

4) การตรวจสอบสถานการณ์และระดับสินค้าคงคลังไม่สามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง

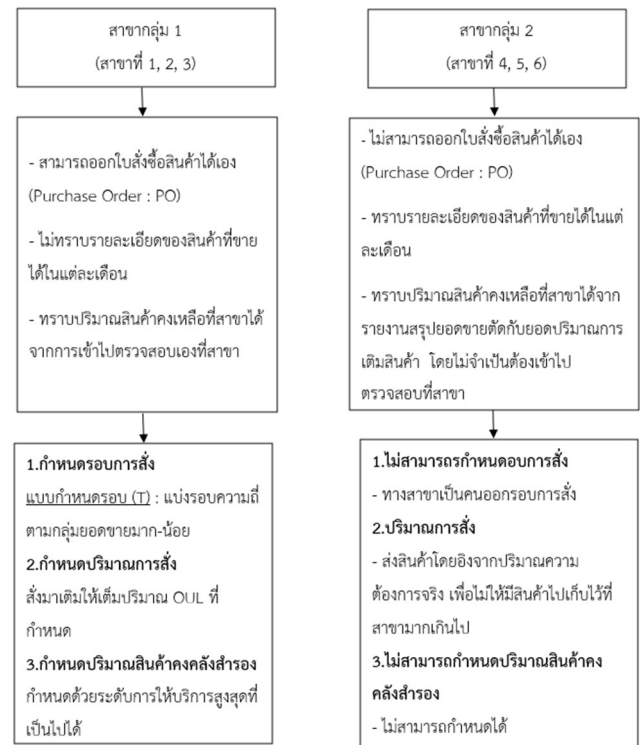


รูปที่ 1 แผนภาพแสดงการบริหารคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบัน

4. การกำหนดนโยบายสินค้าคงคลัง

4.1 แนวคิดในการพัฒนานโยบายสินค้าคงคลัง

การพัฒนาและการประยุกต์ใช้นโยบายสินค้าคงคลังในการควบคุมโดยพิจารณาและคำนึงถึงรูปแบบการดำเนินงานและข้อจำกัดต่างๆของบริษัทกรณีศึกษา รวมไปถึงการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการสินค้า ซึ่งลำดับขั้นตอนแนวคิดต่างๆในการพัฒนานโยบายสินค้าคงคลังแสดงในรูปที่ 2 โดยเริ่มจากแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามรูปแบบการขายของกลุ่มสาขา ที่ต้องกำหนดนโยบายการทบทวนสินค้าคงคลัง (Review Policy) การกำหนดปริมาณการสั่งเติม (Order Policy) และ การกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง (Safety Stock) ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับปริมาณความต้องการสินค้า , รูปแบบการดำเนินงาน และข้อจำกัดต่างๆที่เป็นลักษณะเฉพาะต่างๆ ซึ่งใน 2 กลุ่มสาขาที่แตกต่างกัน คือ 1.สาขาที่สามารถออกใบสั่งซื้อสินค้าได้เองและไม่ทราบรายการสินค้าที่ขายได้ในแต่ละเดือน 2.สาขาที่ไม่สามารถออกใบสั่งซื้อสินค้าได้เองแต่ทราบรายการสินค้าที่ขายได้ในแต่ละเดือน ดังนั้นจึงนำไปสู่ปัญหาการจัดการสินค้าคงคลัง งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว คือ การกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังแบบจำลองระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to Level Model : OUL) ซึ่งมีการกำหนดรอบ (T) หรือรอบระยะเวลาสั่งเติมสินค้าที่แน่นอน(Fixed time period) ดังนั้น นโยบายสินค้าคงคลังของแบบจำลองนี้จะหาว่าควรสั่งเติมสินค้าในปริมาณเท่าไร (How much to order) ที่ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าน้อยที่สุด แบบจำลองนี้ไม่ได้มีการพิจารณาค่าใช้จ่ายในการสั่งเนื่องจากได้มีการกำหนดรอบการสั่งไว้แล้ว นอกจากนี้ยังมีการกำหนดระดับการให้บริการ (Cycle Service Level: CSL) จากรูปแบบการสั่งที่ถูกกำหนดให้มีการสั่งเติมตามรอบ T ที่คงที่ ดังนั้น ปริมาณสินค้าคงคลังที่ควรมีไว้ในแต่ละรอบการสั่งเติมสินค้าควรเพียงพอกับความต้องการในแต่ละรอบการสั่ง โดยปริมาณความต้องการในแต่ละรอบการสั่งสามารถประมาณได้จากค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการ ดังนั้น ปริมาณสินค้าที่ควรมีในแต่ละรอบคือ ปริมาณความต้องการเฉลี่ยบวกกับสินค้าคงคลังสำรองที่สอดคล้องกับระดับการให้บริการ (CSL) ที่กำหนดไว้



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงลำดับแนวคิดในการพัฒนานโยบายสินค้าคงคลัง

4.2 การกำหนดพารามิเตอร์ของนโยบายสินค้าคงคลัง

การกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังในงานวิจัยนี้ได้ใช้นโยบายสินค้าคงคลังแบบจำลองระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to Level Model : OUL) ซึ่งมีการกำหนดรอบ (T) หรือรอบระยะเวลาสั่งเติมสินค้าที่แน่นอน(Fixed time period) ตามยอดขายสินค้า ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1. T = 2 สัปดาห์ สำหรับกลุ่มสินค้าที่มียอดขายสูง 2. T = 4 สัปดาห์ (1 เดือน) โดยนโยบายสินค้าคงคลังของแบบจำลองนี้จะหาว่าควรสั่งเติมสินค้าในปริมาณเท่าไร และยังมีการกำหนดระดับการให้บริการ (Cycle Service Level: CSL) โดยมีการคำนวณ OUL ที่สอดคล้องกับ CSL ที่กำหนดดังนี้ ระดับคงคลังเป้าหมาย = ปริมาณความต้องการเฉลี่ยในช่วงเวลานำและรอบการสั่ง (L+T) + สินค้าคงคลังที่สอดคล้องกับระดับการให้บริการ (CSL) ที่กำหนดไว้

$$OUL = \mu_{L+T} + ss \quad (1)$$

$$\text{โดยที่ } \mu_{L+T} = (L+T)\mu_D, \sigma_{L+T} = \sqrt{(L+T)\sigma_D}$$

$$\text{และ } ss = F^1(CSL) \times \sigma_{L+T}$$

ปริมาณการสั่ง = ระดับคงคลังเป้าหมาย (OUL) – ปริมาณ
สินค้าคงคลังคงเหลือ (Inventory on hand: IOH)

$$Q^* = OUL - IOH \quad (2)$$

เมื่อ

μ_D = ความต้องการเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา

σ_D = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต้องการต่อหน่วยเวลา

L = เวลามา (Lead time)

T = รอบเวลาการสั่ง (Cycle time)

CSL = ระดับการให้บริการที่ต้องการ (Cycle Service Level)

OUL = ระดับคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to level)

μ_{L+T} = ค่าเฉลี่ยของความต้องการในช่วงเวลานำและรอบการ
สั่ง $L+T$

σ_{L+T} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการในช่วงเวลา
นำและรอบการสั่ง $L+T$

ss = สินค้าคงคลังสำรอง

Q^* = ปริมาณการสั่ง

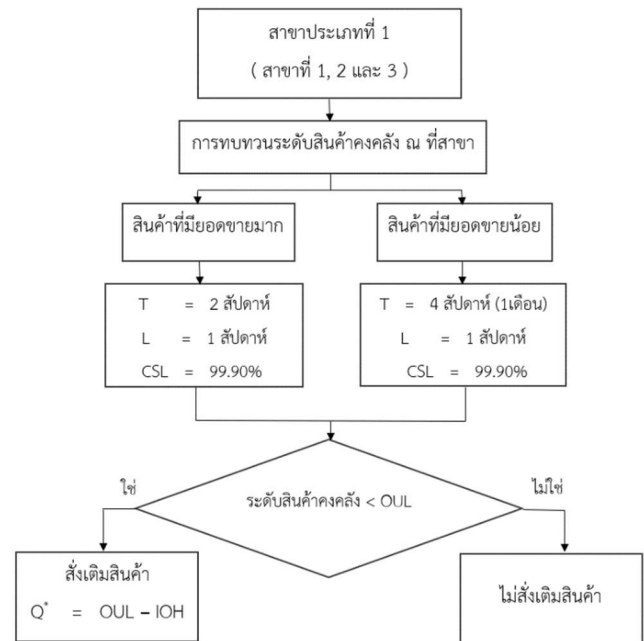
IOH = ปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือ

หมายเหตุ : ในกรณีนี้จะไม่รวมถึงการพิจารณาเรื่องการส่งสินค้า
ชดเชยตามจำนวนที่ขาด หรือ Back Order

4.3 การกำหนดวิธีการตัดสินใจสั่งผลิตตามนโยบายสินค้า คงคลัง

ประเภทที่ 1 สำหรับ 3 สาขา (สาขาที่ 1,2,3) ที่สามารถ
ออกไปสั่งซื้อสินค้า (PO) ได้เอง จะมีการแบ่งการจัดการสินค้า
แต่ละรายการที่มีการขายกับทางสาขาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1.
รอบการสั่งเติม (T) = 2 สัปดาห์ สำหรับกลุ่มสินค้าที่มียอดขาย
มาก 2.รอบการสั่งเติม (T) T = 4 สัปดาห์ (1 เดือน) สำหรับ
กลุ่มสินค้าที่มียอดขายน้อย โดยทั้ง 2 กลุ่มสินค้าจะมีการ
กำหนดเวลานำเท่ากัน คือ 1 สัปดาห์ (L = 1 สัปดาห์) และม
ีการกำหนดระดับการให้บริการ (CSL) ไว้เท่ากันที่ 99.90%
เนื่องจาก ไม่อยากให้เกิดการร้างพัสดุเพราะจะส่งผลให้สูญเสีย

โอกาสการขาย และ จากการคำนวณที่ระดับการให้บริการอื่นๆ
ที่น้อยกว่านี้พบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างกันไม่เกิน 3 ขึ้น
เท่านั้น จึงเลือกระดับการให้บริการที่สูงที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ นั้น
ก็คือ 99.90%



รูปที่ 3 แผนภาพวิธีการตัดสินใจการเติมสินค้าสาขาประเภทที่ 1

ประเภทที่ 2 สำหรับอีก 3 สาขา (สาขาที่ 4,5,6) ที่ไม่สามารถ
ออกไปสั่งซื้อสินค้า (PO) ได้เอง จะไม่ได้มีการกำหนดนโยบาย
แบบจำลองระดับคงคลังเป้าหมายเหมือนกับกลุ่มสาขาประเภท
ที่ 1 แต่จะเป็นการให้ทางสาขาเป็นฝ่ายกำหนดรายการและ
จำนวนของสินค้าที่ทางสาขาต้องการนำไปวางจำหน่าย แต่ใน
บางกรณีที่มีการกำหนดจำนวนสินค้าบางรายการที่มากเกินไป
ทางบริษัทอาจจะมีการขอลดจำนวนลงเพื่อไม่ให้มีการเก็บ
สินค้าไว้กับทางสาขาใดสาขาหนึ่งมากเกินไป โดยจำนวน
สินค้าจะอ้างอิงจากปริมาณความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละ
เดือนที่ผ่านมา เพื่อไม่ให้มีสินค้าไปเก็บไว้ที่สาขามากเกินไป
เนื่องจาก ไม่มีผลกระทบใดๆถ้าหากทางบริษัทกรณีศึกษาไม่มี
รายการและจำนวนสินค้าตามที่ทางสาขาออกไปสั่งซื้อมา
ดังนั้น การควบคุมจำนวนสินค้าแบบนี้จะทำให้การบริหาร
สินค้าคงคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเหมาะสมกับความต้องการ
สินค้า

4. 4 การหาระดับคงคลังเป้าหมายและปริมาณการสั่งที่ เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการรวบรวมข้อมูลความต้องการสินค้าในอดีตของสาขาต่างๆ ในปี พ.ศ.2562-2563

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณหาค่าระดับคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to level : OUL) จากสมการ (1) ของสินค้าแต่ละรายการของแต่ละสาขา จากข้อมูลความต้องการในอดีต โดยที่กำหนดค่า $T = 2$ และ 4 สัปดาห์ตามกลุ่มยอดขายสินค้าที่ได้กำหนดไว้และค่าเวลานำ $L = 1$ สัปดาห์ ซึ่งสินค้าทั้งหมดจะกำหนดระดับการให้บริการไว้ที่ 99.90% ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณ ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รอบเวลาการสั่งและระดับคงคลังเป้าหมาย

รหัสสินค้า	สาขาที่ 1		สาขาที่ 2		สาขาที่ 3	
	T	OUL	T	OUL	T	OUL
001	2	7	2	6	2	3
002	2	6	2	6	2	4
003	2	7	4	6	4	5
004	4	4	4	3	4	3
005	2	4	2	4	2	3
006	2	9	2	5	2	6
007	4	5	4	4	4	3
008	4	4	4	2	4	2
009	2	10	2	13	2	7
010	4	4	4	3	4	4
011	4	4	4	4	4	7
012	2	5	2	3	2	3
013	2	3	4	3	2	2

*หมายเหตุ T คือ รอบเวลาการสั่ง (Cycle time) มีหน่วยเป็น สัปดาห์
OUL คือ ระดับคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to level) มีหน่วยเป็นชิ้น

5. วิธีการทดสอบนโยบายสินค้าคงคลังที่นำเสนอด้วยการจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเป็นวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Technique) ซึ่งสอดคล้องกับสภาพปัญหาของบริษัทกรณีศึกษาที่มีปัญหาความต้องการสินค้าไม่แน่นอนและมีช่วงเวลานำคงที่ในการจัดส่งสินค้าให้ทางสาขาต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อนำมาใช้ทดสอบนโยบายเบื้องต้นมา มีดังนี้

- 1) กำหนดรูปแบบของระบบสินค้าคงคลังที่ต้องนำมาวิเคราะห์และกำหนดนโยบาย เช่น รูปแบบการขายรอบการสั่งเติมสินค้า ระยะเวลา นำ และข้อจำกัดต่างๆ
- 2) รวบรวมข้อมูลต่างๆเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ตามรูปแบบในข้อ 1) เช่น ข้อมูลความต้องการ ข้อมูลระยะเวลานำ
- 3) กำหนดช่วงตัวเลขสุ่มที่ได้จากข้อมูลความต้องการสินค้าที่ใช้พิจารณาในแต่ละรายการสินค้าของแต่ละสาขา
- 4) สร้างชุดตัวเลขสุ่ม เพื่อนำมาใช้สร้างสถานการณ์ความต้องการสินค้า
- 5) สร้างแบบจำลองสถานการณ์จากโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อจำลองสถานการณ์ความต้องการสินค้า
- 6) ทำการจำลองสถานการณ์ความต้องการสินค้าจากนโยบายที่นำเสนออย่างน้อย 10 รอบการจำลองสถานการณ์จากชุดตัวเลขสุ่มที่สร้างไว้ เพื่อเทียบเท่ากับรอบการทำงานของนโยบายอย่างน้อย 100 รอบ
- 7) ดำเนินการทดสอบนโยบายที่นำเสนอกับสินค้าทุกรายการของแต่ละสาขา
- 8) สรุปผลการทดสอบนโยบายที่นำเสนอ

5.1 การทดสอบนโยบายเบื้องต้น

รูปแบบที่ 1 ทดสอบนโยบายสินค้าคงคลังด้วยการใช้ข้อมูลความต้องการในอดีตของปี พ.ศ.2562-2563

รูปแบบที่ 2 ทดสอบความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการ (Sensitivity Analysis) โดยมีการเพิ่มปริมาณความต้องการขึ้น 10% และ 20% ซึ่งแสดงผลลัพธ์ของทั้ง 2 รูปแบบได้ดังตารางที่ 2, 3 และ 4

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบของนโยบายที่นำเสนอและความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของสาขาที่ 1

รหัสสินค้า	ความต้องการในอดีต		ความต้องการเพิ่มขึ้น 10%		ความต้องการเพิ่มขึ้น 20%	
	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ
001	0	100%	0	100%	0	100%
002	0	100%	0	100%	0	100%
003	0	100%	0	100%	1	99.58%
004	0	100%	0	100%	0	100%
005	0	100%	0	100%	2	99.17%
006	0	100%	0	100%	0	100%
007	0	100%	0	100%	0	100%
008	0	100%	0	100%	0	100%
009	0	100%	0	100%	0	100%
010	0	100%	0	100%	0	100%
011	0	100%	0	100%	0	100%
012	0	100%	0	100%	0	100%
013	0	100%	0	100%	0	100%

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบของนโยบายที่นำเสนอและความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของสาขาที่ 2

รหัสสินค้า	ความต้องการในอดีต		ความต้องการเพิ่มขึ้น 10%		ความต้องการเพิ่มขึ้น 20%	
	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ
001	0	100%	0	100%	0	100%
002	0	100%	0	100%	0	100%
003	0	100%	0	100%	0	100%
004	0	100%	0	100%	0	100%
005	0	100%	0	100%	0	100%
006	0	100%	0	100%	0	100%
007	0	100%	0	100%	0	100%

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบของนโยบายที่นำเสนอและความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของสาขาที่ 2 (ต่อ)

รหัสสินค้า	ความต้องการในอดีต		ความต้องการเพิ่มขึ้น 10%		ความต้องการเพิ่มขึ้น 20%	
	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ
008	0	100%	0	100%	0	100%
009	0	100%	0	100%	2	99.17%
010	0	100%	0	100%	0	100%
011	0	100%	0	100%	0	100%
012	0	100%	0	100%	0	100%
013	0	100%	0	100%	0	100%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบของนโยบายที่นำเสนอและความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการของสาขาที่ 3

รหัสสินค้า	ความต้องการในอดีต		ความต้องการเพิ่มขึ้น 10%		ความต้องการเพิ่มขึ้น 20%	
	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ
001	0	100%	0	100%	0	100%
002	0	100%	0	100%	0	100%
003	0	100%	0	100%	0	100%
004	0	100%	0	100%	0	100%
005	0	100%	0	100%	2	99.17%
006	0	100%	0	100%	0	100%
007	0	100%	0	100%	0	100%
008	0	100%	0	100%	0	100%
009	0	100%	0	100%	0	100%
010	0	100%	0	100%	0	100%
011	0	100%	0	100%	0	100%
012	0	100%	0	100%	0	100%
013	0	100%	0	100%	0	100%

5.2 การทดสอบนโยบายเปรียบเทียบกับความต้องการจริงในปัจจุบันของบริษัทการศึกษา

สำหรับการนำนโยบายที่มีการนำเสนอมาเปรียบเทียบกับความต้องการจริงที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ของปี พ.ศ. 2564 ระหว่างเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน เป็นการเปรียบเทียบผลลัพธ์และการดำเนินงานบริหารสินค้าคงคลังจากงานวิจัยกับความต้องการที่เกิดขึ้นจริง เพื่อพิสูจน์ประสิทธิภาพและความเหมาะสมของนโยบายที่นำเสนอขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อนำมาใช้ทดสอบนโยบายเบื้องต้นมา มีดังนี้

- 1) สร้างแบบจำลองสถานการณ์จากโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อจำลองสถานการณ์ความต้องการสินค้า
- 2) ทำการจำลองสถานการณ์ความต้องการสินค้าจากนโยบายที่นำเสนอกับปริมาณความต้องการสินค้าที่เกิดขึ้นจริงช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2564
- 3) ดำเนินการทดสอบนโยบายที่นำเสนอกับสินค้าทุกรายการของแต่ละสาขา
- 4) สรุปผลการทดสอบนโยบายที่นำเสนอ

ซึ่งแสดงผลที่ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบนโยบายที่นำเสนอกับข้อมูลความต้องการจริงช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ปี พ.ศ.2564 ของสาขาที่ 1,2 และ 3

รหัสสินค้า	สาขาที่ 1		สาขาที่ 2		สาขาที่ 3	
	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ
001	0	100%	0	100%	0	100%
002	0	100%	0	100%	0	100%
003	0	100%	0	100%	0	100%
004	0	100%	0	100%	0	100%
005	0	100%	0	100%	0	100%
006	0	100%	0	100%	0	100%
007	0	100%	0	100%	0	100%

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบนโยบายที่นำเสนอกับข้อมูลความต้องการจริงช่วงเดือนมกราคม-เมษายน ปี พ.ศ.2564 ของสาขาที่ 1,2 และ 3(ต่อ)

รหัสสินค้า	สาขาที่ 1		สาขาที่ 2		สาขาที่ 3	
	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ	จำนวนครั้งที่ขาดแคลน	ระดับการให้บริการ
009	0	100%	0	100%	0	100%
010	0	100%	0	100%	0	100%
011	0	100%	0	100%	0	100%
012	0	100%	0	100%	0	100%
013	0	100%	0	100%	0	100%

6. การวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบของนโยบายสินค้าคงคลัง

การสรุปผลลัพธ์การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการบริหารสินค้าคงคลังระหว่างนโยบายสินค้าคงคลังที่นำเสนอของงานวิจัยกับผลการดำเนินงานเดิม โดยใช้ตัวชี้วัด คือ

ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย (Average Ending Inventory) และ ระดับการให้บริการ (Cycle Service Level: CSL) ของสาขาที่ 1,2 และ 3 ซึ่งแสดงผลที่ได้ดังตารางที่ 6

จากการทดสอบนโยบายที่นำเสนอของงานวิจัยนี้มาใช้สามารถทำให้ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ยลดลงสำหรับทุกรายการสินค้าของแต่ละสาขาได้ โดยที่สาขาที่ 1 , 2 และ 3 มีระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ยลดลงถึง 58.86% , 68.53% และ 72.19% ตามลำดับ ซึ่งแสดงผลที่ได้ดังตารางที่ 6 และยังสามารถตอบสนองต่อความต้องการได้ตามเป้าหมายที่ ซึ่งแสดงผลที่ได้ดังตารางที่ 5 ที่ได้มีการนำไปนโยบายที่นำเสนอไปทดสอบกับปริมาณความต้องการสินค้าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2564

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการบริหาร
สินค้าคงคลังของบริษัทกรณีศึกษา

รหัสสินค้า	สาขาที่ 1		สาขาที่ 2		สาขาที่ 3	
	ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย		ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย		ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย	
	แบบเดิม	งานวิจัย	แบบเดิม	งานวิจัย	แบบเดิม	งานวิจัย
001	18	7	24	6	16	3
002	18	6	20	6	15	4
003	17	7	16	6	28	5
004	8	4	10	3	6	3
005	17	4	15	4	12	3
006	22	9	15	5	17	6
007	7	5	11	4	10	3
008	5	4	8	2	9	2
009	21	10	44	13	26	7
010	20	4	8	3	8	4
011	7	4	12	4	22	7
012	6	5	10	3	10	3
013	9	3	4	3	8	2
ทั้งหมด	175	72	197	62	187	52
% ที่ลดลง		58.86%		68.53%		72.19%

7. สรุปผลการวิจัยข้อเสนอแนะ

จากปัญหาการบริหารสินค้าคงคลังที่ทำให้มีการจัดเก็บสินค้าจำนวนมากเกินไป ซึ่งส่งผลการต่อการดำเนินธุรกิจของบริษัทกรณีศึกษา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังที่เหมาะสมกับการดำเนินงานและรูปแบบการขายผ่านทางสาขา โดยมีเป้าหมายที่จะลดระดับสินค้าคงคลังให้มีจำนวนน้อยลงและสามารถตอบสนองต่อความต้องการสินค้าได้โดยที่มีระดับการให้บริการที่สอดคล้องกับนโยบายที่กำหนด ซึ่งการกำหนดนโยบายที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงข้อจำกัดและรูปแบบการขายที่แตกต่างกันของแต่ละสาขารวมไปถึงความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการสินค้า ซึ่งได้วิเคราะห์และนำเสนอโยบายคงคลังแบบจำลองระดับคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to Level Model: OUL) ที่มีการกำหนดรอบคาบ(T) หรือระยะเวลาการสั่งเติมสินค้าที่

แน่นอน (Fixed time period) คือ 2 และ 4 สัปดาห์ตามกลุ่มยอดขายสินค้า โดยสั่งเติมปริมาณสินค้าเท่ากับ Q^* ด้วยระดับการให้บริการ 99.90% และมีเวลานำที่คงที่ คือ 1 สัปดาห์ตามการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา และทำการทดสอบการประยุกต์ใช้นโยบายสินค้าคงคลังด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เพื่อเปรียบเทียบและตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้งานนโยบายที่นำเสนอ โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ 1.ทดสอบนโยบายสินค้าคงคลังด้วยการใช้ข้อมูลความต้องการในอดีตของปี พ.ศ.2562-2563 2. ทดสอบความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลงของความต้องการ (Sensitivity Analysis) โดยมีการเพิ่มปริมาณความต้องการขึ้น 10% และ 20% 3.ทดสอบนโยบายสินค้าคงคลังด้วยการใช้ข้อมูลความต้องการจริงที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ของปี พ.ศ.2564 ช่วงเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน โดยวัดประสิทธิภาพจากตัวชี้วัดทางด้านการบริหารสินค้าคงคลัง คือ ระดับสินค้าคงคลังเฉลี่ย และ ระดับการให้บริการ และจากการทดสอบพบว่าผลลัพธ์ของระดับสินค้าคงคลังของสินค้าแต่ละรายการมีระดับที่ลดลงไม่ต่ำกว่า 50% และ มีระดับการให้บริการที่เป็นไปตามเป้าหมายทั้งหมดทุกรายการ

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยพบว่า การนำวิธีจากงานวิจัยไปประยุกต์ใช้งานจริง จำเป็นต้องติดตามและควบคุมการใช้นโยบายอย่างต่อเนื่อง และจะต้องมีการทำความเข้าใจวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องและอบรมความรู้เบื้องต้นกับบริษัทกรณีศึกษาก่อนนำไปใช้งานจริงในอนาคตต่อไป และควรเพิ่มการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ต้นทุนของการเก็บสินค้าคงคลังเพื่อใช้เป็นแนวทางในการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนที่สามารถเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจของผู้ดำเนินธุรกิจในระยะยาวต่อไป นอกจากนี้ในอนาคตหากมีข้อมูลปริมาณความต้องการและข้อมูลการจัดเก็บสินค้าที่มากขึ้นและมีระบบการบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ จะสามารถนำมาใช้ในการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ สำหรับนโยบายบริการสินค้าคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการพัฒนาและวางแผนการผลิตสินค้าสำหรับการดำเนินธุรกิจต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่านจากภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ และขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านสำหรับความกรุณาในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เพื่อสนับสนุนและปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างดียิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิทยา มานชู. การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โลเพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษาการจัดซื้อไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมผลิตพลาเสท. [วิทยานิพนธ์] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ. 2554.
- [2] จตุพล เหมือนศรีชัย. การศึกษาการจัดการวัตถุดิบคงคลังประเภทเหล็กขึ้นรูปขึ้นส่วนรถยนต์ของโรงงานตัวอย่างในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ที่ความต้องการของลูกค้าและช่วงเวลานำมีความไม่แน่นอนด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล. [สารนิพนธ์] มหาวิทยาลัยมหาวิทาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ. 2551.
- [3] วัลลภ ภูผา. การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม. [วิทยานิพนธ์] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ. 2557.
- [4] อารยะ ปัญญาเสิร์ฐ. การกำหนดนโยบายคงคลังของสินค้าสำเร็จรูปในกระบวนการผลิตสีน้ำมัน. วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา. 2560; 30(4): 159-174
- [5] กลสิน รังสิกรพุม. การวิเคราะห์รูปแบบการวางแผนผังตลาดสดด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล. วารสารวิศวกรรมสาร มก. 2562; 32(108): 71-82
- [6] วลัยลักษณ์ อัครธีรวงศ์ , ธิดาพร พลนุช , ภัทริยา เคียรอุ่น และ อักษรภาค ละม้ายพันธ์. การบริหารจัดการสินค้าคงคลังของวัสดุสิ้นเปลืองกรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารแปรรูป. วารสารสถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. 2562 ปีที่4 ฉบับที่2
- [7] Chiang C. Order splitting under periodic review inventory systems. *International Journal of Production Economics*. 2001;(70): 67-76.
- [8] Garcia-Herreros P, Agarwal A, Wassick JM, Grossmann IE. Optimizing inventory policies in process networks under uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*. 2016; (92): 256-272.
- [9] Kiesmüller GP, Kok AG, Dabia S. Single item inventory control under periodic review and a minimum order quantity. *International Journal of Production Economics*. 2011;(133): 280-285
- [10] Dekker R, Krever M, Wunderink S, Schorr B Inventory control based on advanced probability theory. *European Journal of Operational Research*. 2005; 162 (2):342- 358.
- [11] Lee YH, Cho MK, Kim SJ, Kim YB. Supply chain simulation with discrete-continuous combined modeling. *Computers & Industrial Engineering*. 2002; 43 (1): 375-392.
- [12] Maddah B, Noueihed N. EOQ holds under stochastic demand, a technical note. *Applied Mathematical Modelling*. 2017; 4(5): 205-208.