

Received: November 06, 2020

Revised: December 01, 2020

Accepted: December 08, 2020

การลดปัญหาสินค้าขาดสต็อกของร้านค้าปลีกกรองเท้ากีฬา: กรณีศึกษาบริษัท XYZ จำกัด

สมหญิง งามพรประเสริฐ*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ลดปัญหาสินค้าขาดเนื่องจากไม่มีขนาดรองเท้าที่เหมาะสมให้กับลูกค้า ซึ่งปัญหานี้ถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญและมักจะเกิดขึ้นในร้านค้าปลีกกรองเท้า งานวิจัยนี้มีรูปแบบการวิจัยเชิงวิเคราะห์แก้ปัญหา มีกลุ่มตัวอย่าง 14,967 คน โดยใช้เทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลจากระบบ Point of Sales (POS) มาทำความสะอาด และนำมาทำการแยกวิเคราะห์ที่ละเอียด หลังจากนั้นก็สร้างช่วงความเชื่อมั่น 95% ด้วยการแจกแจงแบบ t จากช่วงความเชื่อมั่นดังกล่าวจึงสามารถกำหนดขอบเขตล่างและขอบเขตบนของปริมาณสต็อกสินค้าซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของสินค้าโดยมีผลการวิจัยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แต่ละข้อดังนี้ ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เมื่อนำข้อมูลการขายในช่วงเวลา 2561-2563 มาทำการแบ่งกลุ่มด้วยวิธี K-mean clustering เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสินค้ากับยอดขาย พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มของขนาดออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ (1) กลุ่มขนาดที่มีความนิยมสูงสุด คือกลุ่มของขนาด 9 และ 9.5 (2) กลุ่มขนาดที่มีความนิยมปานกลาง คือกลุ่มของขนาดตั้งแต่ 10-10.5 และ 7.5-8.5 และ (3) กลุ่มขนาดที่มีความนิยมน้อย คือ กลุ่มขนาดตั้งแต่ 4.5 – 7 และ 11-15 และผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ในการกำหนดปริมาณสต็อกสินค้าที่เหมาะสมจะใช้การสร้างช่วงความเชื่อมั่น 95% โดยขอบเขตล่างของช่วงความเชื่อมั่นจะแทนค่า min (จุดสั่งซื้อ) และขอบเขตบนของช่วงความเชื่อมั่นจะแทนค่า max (ระดับเป้าหมาย) ในนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบ min-max

คำสำคัญ: การจัดการสินค้าคงคลัง ร้านค้าปลีก วิธีแบ่งกลุ่มเคมีน

ประเภทบทความ: บทความวิจัย

* ผู้รับผิดชอบงานหลัก

อาจารย์คณะวิศวกรรมกรรมการจัดการและโลจิสติกส์ สาขาวิศวกรรมกรรมการจัดการและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต,

อีเมล: somying.ngt@dpu.ac.th

ผ่านการรับรองคุณภาพจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI.) อยู่ในกลุ่ม 2 สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

Stock-Out Problem Reduction of Shoe Retail Store: A Case Study of XYZ Company

Somying Ngarnpornprasert*

Abstract

The objective of this research is to present a framework to reduce the shoes stock out problem stemmed from unavailable of appropriate shoes' size that match customers' requirement. Besides, the aforementioned problem has long been found significant and well recognized in retail store management. The research model is analytical research using sample sizes of 14,967 customers and data analyzing technique of that retrieving from the retail's point of sales (POS) system. Then the data cleaning process is conducted separately for each interested factor. After cleaning data, the lower and upper bounds of appropriate stock quantities corresponding to different shoe sizes are provided. The obtained results for each objective are explained as follows: 1) Result according to the first objective: Using sales record during year 2561-2563, the relationship between sales and shoe sizes can be determined by using K-mean clustering technique. The cleaned data can be clustered into three clusters as (1) the most popular shoe sizes group (9 and 9.5), (2) the medium popular shoe sizes group (10-10.5 and 7.5-8.5), (3) the lowest popular shoe sizes group (4.5-7 and 11-15) and 2) Result according to the second objective: To define the appropriate stock quantity, the 95% confidence interval can be used by its lower limit represented min (reorder point) and the upper limit denoted max (target value) in min-max inventory policy.

Keywords: Inventory management, Retail store, K-mean clustering

Type of Article: Research Article

*Corresponding author

Lecturer in Management and Logistics Engineering Department, Dhurakij Pundit University,

E-mail: somying.ngt@dpu.ac.th

1. บทนำ

บริษัทผลิตและขายอุปกรณ์กีฬาที่หนึ่งมีโรงงานผลิตมากกว่า 800 แห่งกระจายอยู่ทั่วโลก และมีช่องทางจำหน่ายสินค้าผ่าน 2 ช่องทางสำคัญคือทางอินเทอร์เน็ตผ่านเว็บไซต์และจำหน่ายผ่านร้านค้าปลีก โดยในประเทศไทยก็มีร้านค้าปลีกของบริษัทดังกล่าวกระจายอยู่ประมาณ 90 แห่ง

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาร้านค้าปลีกจำหน่ายสินค้าแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร โดยจะเน้นเฉพาะรองเท้าเนื่องจากเป็นสินค้าประเภทที่มีความสำคัญและมีมูลค่าสูง และผลการศึกษาสามารถที่จะนำไปต่อยอดปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการสินค้าคงคลังของร้านค้าปลีกสาขาอื่นต่อไป

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบปัญหาสำคัญในการจัดการสินค้าคงคลังคือ ปัญหาสินค้าขาดเกิดจากการที่ไม่มีขนาดรองเท้าที่ตรงกับความต้องการของลูกค้าส่งผลให้ลูกค้าเปลี่ยนใจไปซื้อสินค้าที่ร้านคู่แข่งทำให้เกิดการสูญเสียรายได้ ปัญหาดังที่กล่าวมาเกิดขึ้นของรองเท้าทุกรุ่นประมาณ 154 ครั้ง ทำให้สูญเสียรายได้ไปไม่น้อยกว่า 616,000 บาทต่อปี ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษหาแนวทางในการลดปัญหาดังกล่าว โดยนำข้อมูล POS จาก พ.ศ.2561 ถึง พ.ศ.2563 ของรองเท้าในรุ่นที่ยังจำหน่ายอยู่ 96 รุ่น แบ่งเป็นรองเท้าสำหรับ เพศชายและหญิง โดยมีขนาด (US.) 4.5 จนถึง 15 และมีรายการสั่งซื้อทั้งหมด 14,967 รายการ หลังจากนั้นจะนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดปริมาณสต็อกสินค้าสำหรับรองเท้าแต่ละรุ่นของแต่ละขนาด เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีกำหนดยปริมาณสต็อกสินค้าที่เหมาะสมตามขนาดต่างๆ กันจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาสินค้าขาดและสินค้าคงคลังมีมากเกินไปเนื่องจากสินค้าที่สต็อกไว้ไม่สามารถขายได้แนวทางในการกำหนดยปริมาณสต็อกที่เหมาะสมนั้นงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% เพื่อกำหนดขอบเขตบน

และขอบเขตล่าง โดยขอบเขตล่างแสดงถึงจุดสั่งซื้อ และขอบเขตบนจะเป็นระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายสอดคล้องกับนโยบาย min-max

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล POS ของยอดขายรองเท้าและใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจักรเพื่อทำการแบ่งกลุ่มยอดขายตามขนาดของรองเท้า
2. เพื่อค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหาลูกค้าไม่ได้รับสินค้าตามที่ต้องการและเสนอแผนการจัดการสินค้าคงคลังที่กำหนดปริมาณสต็อกสินค้าที่เหมาะสม

3. วรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 เทคนิคการจัดกลุ่ม (K-mean Clustering)

การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ K-mean เป็นวิธีหนึ่งในวิธีการแบ่งเวกเตอร์ (vector quantization) ที่มีรากฐานมาจากการประมวลผลสัญญาณ วิธีนี้เป็นที่นิยมสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูล (cluster analysis) ในการทำเหมืองข้อมูล (data mining) การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ K-mean ใช้สำหรับการแบ่งการสังเกตจำนวน n สิ่งเป็น k กลุ่ม โดยแต่ละการสังเกตจะอยู่ในกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ย(ที่ใช้เป็นแม่แบบ)ใกล้เคียงกันที่สุด

สมมติให้มีเซตของการสังเกต ($x_1, x_2, \dots, x_n$) โดยแต่ละการสังเกตเป็นเวกเตอร์ค่าจริงใน d มิติ การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ K-mean จะตัดแบ่งการสังเกตจำนวน n ครั้งให้เป็นข้อมูลจำนวน k ชุด (โดยที่ k น้อยกว่าหรือเท่ากับ n) ในเซต $S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}$ ที่จะทำให้ค่าผลบวกกำลังสองภายในคลัสเตอร์ (within-cluster sum of squares; WCSS) มีค่าน้อยที่สุด หรือพูดได้อีกอย่างว่า จุดประสงค์ของการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ K-mean คือการหาผลลัพธ์แสดงดังสมการที่ 1

$$\arg\min \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2 \quad (1)$$

ขั้นตอนการกำหนดค่า: กำหนดแต่ละข้อมูลการสังเกตไปยังคลัสเตอร์ โดยเลือกคลัสเตอร์ที่จะทำให้ค่าผลบวกกำลังสองภายในคลัสเตอร์ (within-cluster sum of squares; WCSS) นั้น ๆ มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากผลบวกของค่ากำลังสองเป็นค่ากำลังสองของระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean distance) แสดงดังสมการที่ 2

$$S_i^{(t)} = \{x_p: \|x_p - m_i^{(t)}\|^2 \leq \|x_p - m_j^{(t)}\|^2 \forall j, 1 \leq j \leq k\}, \quad (2)$$

ขั้นตอนการปรับค่า: คำนวณค่าเฉลี่ยค่าใหม่เพื่อเป็นจุดเซนทรอยด์ (centroid) ของข้อมูลการสังเกตในแต่ละคลัสเตอร์ที่สร้างขึ้นใหม่ แสดงดังสมการที่ 3

$$m_i^{(t+1)} = \frac{1}{|S_i^{(t)}|} \sum_{x_j \in S_i^{(t)}} x_j \quad (3)$$

3.2 การดำเนินงานในร้านค้าปลีก

การดำเนินงานในร้านค้าปลีกสามารถมองจากมุมมองฝั่งทางกายภาพของร้านค้าปลีก โดยเริ่มจากการไหลของสินค้าเข้าสู่ร้านค้าผ่านพื้นที่รับสินค้าในห้องด้านหลัง (Backroom) ก่อนที่จะนำมาเก็บบนชั้น (อนุช นามภิญโญ, 2562) และจะออกจากร้านค้าผ่านจุดเช็คเอาท์สินค้า ในขณะที่พนักงานร้านค้าจะทำหน้าที่ขนสินค้าลงพร้อมทั้งทำการตรวจสอบสินค้าที่ถูกส่งมาจากศูนย์กระจายสินค้าต้นน้ำหรือซัพพลายเออร์ หลังจากนั้นจะทำการเก็บสินค้าและเติมเต็มชั้นวางสินค้า เพื่อให้ลูกค้าสามารถเลือกซื้อสินค้าที่วางอยู่บนชั้นวางได้ ทำการจ่ายเงินและนำสินค้าออกจากร้านค้า (Reiner et al., 2013) นอกจากมุมมองการดำเนินงานตามฝั่งร้านค้า Shangdong et al. (2018) ยัง

แบ่งการดำเนินงานภายในร้านค้าปลีกเป็นอีกลักษณะ ได้แก่ เอนทิตี (entities) การตัดสินใจ (decision) และประสิทธิภาพ (performance)

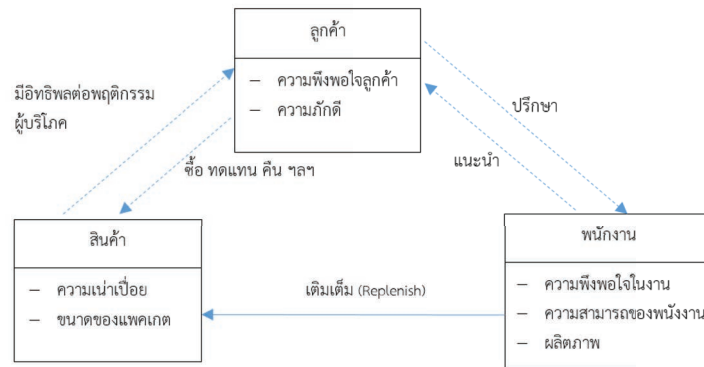
- เอนทิตี (entities) ที่สำคัญในร้านค้าปลีกประกอบด้วย ลูกค้า พนักงาน และสินค้า โดยความสัมพันธ์ของแต่ละ เอนทิตี แสดงดังรายละเอียดในภาพที่ 2

- การตัดสินใจ (decisions) ที่สำคัญในร้านค้าปลีกประกอบด้วย (1) การพยากรณ์อุปสงค์ (2) การจัดการสินค้าคงคลัง (3) การจัดประเภทสินค้าและการจัดแสดงสินค้า (4) การจัดโปรโมชั่นสินค้า (5) ระบบโลจิสติกส์ในร้านค้า (6) การจัดการพนักงาน และ (7) การเช็คเอาท์สินค้า

- ประสิทธิภาพ (performance) จะมีการประเมินในหลายมุมมองได้แก่ (1) มุมมองทางการเงิน (2) มุมมองทางด้านบริการและการพัฒนาการบริการที่เกี่ยวข้องกับตัวชี้วัดในการดำเนินการ ยกตัวอย่างเช่น ความพร้อมขายของสินค้าบนชั้นวางของ (On shelf availability) และ ความยาวเฉลี่ยของคิว (3) มุมมองที่เกี่ยวกับพนักงาน ยกตัวอย่างเช่น ความพึงพอใจในงาน และ (4) มุมมองที่เกี่ยวกับลูกค้า ยกตัวอย่างเช่น ความภักดีต่อยี่ห้อสินค้า

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วเบื้องต้น Shangdong et. al. (2018) สรุปลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในร้านค้าปลีกจะประกอบไปด้วยกิจกรรมเรียงลำดับจากสำคัญมากไปน้อยดังต่อไปนี้ (1) การพยากรณ์อุปสงค์ (2) การจัดการสินค้าคงคลัง (3) การจัดประเภทสินค้าและการจัดแสดงสินค้า (4) การจัดโปรโมชั่นสินค้า (5) ระบบโลจิสติกส์ในร้านค้า (6) การจัดการพนักงาน และ (7) การเช็คเอาท์สินค้า



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของแต่ละเอนทิตี

โดยการจัดโปรโมชั่น และการพยากรณ์อุปสงค์นั้น จะมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันและถือว่าการตัดสินใจที่สำคัญมากต่อการจัดการร้านค้าปลีกให้มีประสิทธิภาพ ในขณะที่ไนกิจกรรมที่เหลืได้แก่ การจัดประเภทสินค้าและการจัดแสดงสินค้า ระบบโลจิสติกส์ในร้านค้า การจัดการพนักงาน และการเช็คเอาท์ จะเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญรองลงมา ในส่วนต่อไปจะทำการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในแต่ละหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยที่กำลังนำเสนอโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การพยากรณ์อุปสงค์

การพยากรณ์อุปสงค์เป็นงานหลักที่ต้องทำในร้านค้าปลีกและเป็นข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้เพื่อทำการจัดการสินค้าคงคลังและบริหารแรงงานได้อย่างเหมาะสม โดยที่ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ โปรโมชั่น ฤดูกาล วันหยุด และ ความชอบของลูกค้าจะส่งผลกระทบต่ออุปสงค์ของลูกค้าทั้งสิ้น (Ramanathan & Muyltermans, 2010; ญัฎฐาทรศญา เศรษฐโชติสมบัติ, 2560) รวมถึงคุณสมบัติบางประการของสินค้า ยกตัวอย่างเช่น ความน่าเชื่อถือ ขนาดของแพ็คเกจ และสีของสินค้า ล้วนแต่ส่งผลกระทบต่ออุปสงค์ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้การพยากรณ์อุปสงค์ให้เที่ยงตรงนั้นไม่ใช่เรื่องง่าย และในร้านค้าปลีกส่วนใหญ่อุปสงค์ของลูกค้าที่ไม่ได้รับการสนองตอบนั้นยากที่จะสังเกตหรือตรวจจับได้เมื่อสินค้าคงคลังไม่มีเนื่องมาจากข้อมูล POS จะบันทึกเฉพาะ

ธุรกรรมที่สำเร็จ ทำให้ละเลยผลที่สะท้อนถึงอุปสงค์ที่แท้จริงของลูกค้า (Bensoussan et al, 2016 ; Calli & Weverbergh, 2009 ; Sachs & Minner, 2014).

Lee & Allenby (2014) แสดงให้เห็นคุณลักษณะของสินค้ามีผลกระทบต่อการพยากรณ์อุปสงค์ โดยผู้วิจัยได้ทำการทดลองทั้งการจำลองสถานการณ์และในสถานการณ์จริง พบว่า การที่ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบของขนาดของแพ็คเกจทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ของอุปสงค์แย่งนอกจากขนาดแพ็คเกจแล้ว ฤดูกาล (Seasonality) ยังถือว่าเป็นปัจจัยนำเข้าหลักในการพยากรณ์อุปสงค์ Ehrenthal et al. (2014) ยกตัวอย่างเช่น การพยากรณ์อุปสงค์โดยแยกวันทำงานออกจากวันหยุดสุดสัปดาห์ช่วยให้ลดปริมาณสินค้าคงคลัง และต้นทุนสินค้าขาดที่จะเกิดขึ้น โดยที่ไม่เพิ่มความยุ่งยากให้กับระบบการสั่งสินค้าอัตโนมัติของร้านค้า (Automatic store ordering system, ASO)

3.3.2. การจัดการสินค้าคงคลัง

การจัดการสินค้าคงคลังในร้านค้าปลีกสามารถแบ่งเป็นหัวข้อหลักๆ ได้ดังต่อไปนี้

(1) การสูญเสียการขาย (Lost sales)

Gruen et al. (2002) รายงานว่าปัญหาสินค้าขาดไม่พร้อมขาย (Out of stock) ถือว่าเป็นปัญหาสำคัญและมักพบในร้านค้าปลีก โดยที่ค่าเฉลี่ยสินค้าขาดทั่วโลกจะอยู่ที่ 8.2% แปรผันจากต่ำที่สุดที่ 7.9%

ในอเมริกาไปจนถึง 8.6% ในยุโรป โดยปัญหาสินค้าขาดเกิดมาจากสาเหตุหลักอย่างเช่น การพยากรณ์และการสั่งซื้อสินค้าที่ไม่เที่ยงตรงและไม่ถูกต้อง (47%) และการที่สินค้ามีอยู่ในร้านค้าแต่กลับถูกวางผิดตำแหน่งทำให้ลูกค้าหาสินค้าที่ต้องการไม่เจอ

Bijvank & Vis (2011) พบว่าถ้าเมื่อลูกค้าที่ไม่ได้สินค้าตามที่ต้องการจากร้านค้า ร้านค้านั้นๆ จะประสบกับปัญหาสูญเสียยอดขาย (Lost sale) โดยที่ลูกค้ามักจะไม่กลับมาซื้อสินค้าที่ร้านเดิมถึง 40% หรือเปลี่ยนไปซื้อสินค้าอย่างอื่นถึง 45% ในทางตรงกันข้ามลูกค้ายังกลับมาซื้อสินค้าที่ร้านเดิมอีกเพียง 15% นอกจากนี้ผู้วิจัยยังชี้ให้เห็นว่าการจัดการสินค้าคงคลังในกรณีที่เกิดปัญหาสูญเสียนั้นยากกว่าในกรณีของลูกค้ารอสินค้าที่ขาด (Backorder) โดย Chen (2010) ได้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการกำหนด ขอบเขตบนและขอบเขตล่างเพื่อการบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้นโยบายการจัดการสินค้าคงคลังจนถึงระดับ (Order up to level) ในระบบการรีวิวนสินค้าคงคลังแบบช่วงเวลา (Periodic review)

(2) การบันทึกข้อมูลสินค้าคงคลังคลาดเคลื่อน (Inventory record inaccuracy)

DeHoratius and Raman (2008) พบว่าการบันทึกข้อมูลสินค้าคงคลัง คลาดเคลื่อนสูงได้ถึง 65% สำหรับร้านค้าเพียงร้านเดียวและค่านี้จะแปรผันแตกต่างกันสำหรับแต่ละร้านค้าขึ้นกับประเภทของสินค้า โดยมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนประมาณ 35% สาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนนี้มาจากหลายแหล่งกำเนิด ได้แก่ (1) การหัดตัวเนื่องจากสินค้าถูกขโมยหรือสินค้าล้าสมัย Rekik & Sahin (2012), Wang et al. (2016). (2) การวางสินค้าผิดตำแหน่งเก็บ Wang et al. (2016). (3) การส่งสินค้าผิดจากซัพพลายเออร์ และ (4) ความไม่เที่ยงตรงของอินพุต ยกตัวอย่างเช่น การสแกนสินค้าซ้ำสองครั้งที่จุดเช็คเอาท์ เป็นต้น Nachtmann et al. (2010)

Mersereau (2015) พบว่าการบันทึกข้อมูลที่ไม่เที่ยงตรงจะส่งผลกระทบต่อความเที่ยงตรงของการพยากรณ์อุปสงค์ และอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์สินค้าคงคลังหยุดนิ่ง (Inventory freezing) ซึ่งก็คือในระบบทำการบันทึกยอดสินค้าคงอยู่ (On hand) ผิดพลาดโดยมีปริมาณสูงกว่าจุดสั่งซื้อสินค้า (Reorder point) ในขณะที่ปริมาณสินค้าคงอยู่ที่แท้จริงนั้นต่ำกว่าจุดสั่งซื้อ ทำให้ไม่มีสัญญาณในการเติมเต็มสินค้าเกิดขึ้น

Chung & Oliva (2016) พบว่า การตรวจสอบและบันทึกข้อมูลสินค้าคงคลังนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้ทรัพยากรคนในการที่จะต้องทำการนับยอดสินค้าคงคลังหรือทำการเดินตรวจชั้นวางสินค้า จึงเพิ่มความกดดันในการทำงานและทำให้อัตราการเปลี่ยนงานสูงขึ้น

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้มีรูปแบบการวิจัยเชิงวิเคราะห์แก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายกับขนาดของสินค้าและหาแนวทางในการแก้ปัญหาสินค้าที่ไม่ตรงตามความต้องการของลูกค้า

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในงานวิจัยนี้เป็นร้านค้าปลีกธงการค้าของบริษัท XYZ ซึ่งมีหลายสาขา

กลุ่มตัวอย่าง ทำการเลือกร้านค้าปลีกธงการค้า 1 สาขาในจังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นลูกค้าของร้านจำนวน 14,967 คน ที่ซื้อรองเท้ากีฬา 96 รุ่น ขนาด 4.5 -15 US. ระหว่างปี 2561-2563

4.3 เครื่องมือวิจัย

ใช้โปรแกรม RapidMiner (education version) ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ทางด้าน Data Science และใช้อัลกอริทึม (algorithm) k mean clustering

4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยมีการดำเนินงานเริ่มจากการเก็บข้อมูล

ดิบจากระบบการขายหน้าร้านที่จุดเช็คเอาท์ (POS) ของร้านค้าปลีก โดยข้อมูลเบื้องต้นจะประกอบไปด้วย เช็ทข้อมูลหรือฟิลด์ (field) ได้แก่ (1) หมายเลขอินวอย (invoice no.) (2) วันที่ (3) ไอดีสินค้า (product id.) (4) เพศ (5) ขนาด (6) ราคาต่อหน่วย (\$) และ (8) ส่วนลด หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบและทำความสะอาดข้อมูล (Cleaning up data) หลังจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ โดยเริ่มจากการการวิเคราะห์ใน 2 ส่วนได้แก่ ยอดขายของสินค้าและขนาดของสินค้า

การทำความสะอาดข้อมูล

ข้อมูลดิบที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้ทำการดึงข้อมูล บางส่วนจากระบบ point of sales ของร้านค้าปลีก รองเท้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2563 โดยมีจำนวน ประมาณ 14,967 transactions จำนวนสินค้ามี ทั้งหมด 96 ประเภท โดยมี id (ตัวเลขสมมติ) ตั้งแต่ 2147-2242 อายุของสินค้า (Products' life cycle) ประมาณ 6 ปี ลักษณะของข้อมูลก่อนที่จะถูกทำความสะอาดแสดงดังตารางที่ 1.

จากข้อมูลดิบดังกล่าวจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง ทำความสะอาดข้อมูลเพื่อให้สามารถค้นหาความหมาย และใช้ประโยชน์กับข้อมูลได้ โดยข้อมูลดิบจะต้องถูก

ทำความสะอาดให้สอดคล้องกับลักษณะหรือปัจจัย ที่ต้องการศึกษา สำหรับโจทย์วิจัยที่กำลังนำเสนอนี้ มุ่งเน้นในการหาแนวทางในการแก้ปัญหาสินค้าขาด เนื่องจากไม่มีขนาดหรือรุ่นที่ลูกค้าต้องการ จากการ สรุปรงานวิจัยพบว่าในกรณีของการซื้อสินค้าในร้านค้า ปลีก ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่ไม่มีสินค้าที่จะตอบสนองความต้องการให้กับลูกค้า ส่วนใหญ่แล้วลูกค้าจะเปลี่ยนใจ ไปซื้อสินค้าจากร้านค้าอื่น หรือเกิดกรณีการสูญเสีย การขาย (lost sales) หรืออาจจะทำให้สูญเสียลูกค้า ในที่สุด

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้จะเริ่ม จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายกับขนาดของ รองเท้า โดยจะใช้ข้อมูลยอดขายของรองเท้าทุกรุ่นมา ทำการแบ่งกลุ่ม (clustering) ด้วยวิธี K-mean หลังจากนั้นจะทำการกำหนดจุดสั่งซื้อ (Reorder point) และจุดเป้าหมาย เป็นมาตรฐานในการจัดการสินค้า คงคลังเพื่อหาปริมาณสต็อกสินค้าที่เหมาะสมของ รองเท้าที่มียอดขายสูงสุดอันดับแรก ได้แก่ สินค้ารุ่น 2190 เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับรุ่นอื่นๆ

หมายเลข Invoice	วันที่	Id สินค้า	เพศ	ขนาด (US)	ขนาด (EU)	ขนาด (UK)	ราคาต่อหน่วย	ส่วนลด	ปี	เดือน	ราคาขาย
10000	1/1/2560	2152	Male	11	44	10.5	159	0	2560	1	159
10001	1/1/2560	2230	Male	11.5	44-45	11	199	0.2	2560	1	159.2
10002	1/1/2560	2160	Male	9.5	42-43	9	149	0.2	2560	1	119.2
10003	1/1/2560	2234	Female	9.5	40	7.5	159	0	2560	1	159
10004	1/1/2560	2222	Female	9	39-40	7	159	0	2560	1	159
10005	1/1/2560	2173	Male	10.5	43-44	10	159	0	2560	1	159

ภาพที่ 2 ข้อมูลดิบจากระบบ POS

5. ผลการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งเป็น หัวข้อย่อยดังต่อไปนี้ ผลการวิเคราะห์ยอดขายรองเท้า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายรองเท้า

และขนาดของรองเท้าและ ผลการหาปริมาณสต็อก สินค้าสำหรับรองเท้า ID.2190 ตามลำดับ

1) ผลการวิเคราะห์ยอดขายของสินค้า

สินค้าทั้งหมด 96 SKUs. มียอดขายรวม

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 – 2563 โดยมีมูลค่ารวมทั้งหมด 71,117,214 ล้านบาทแสดง ดังตารางที่ 2 สินค้าที่มีมูลค่าสูงสุด 5 อันดับ ได้แก่ สินค้า ID.(ตัวเลขสมมติ) 2190, 2158, 2192, 2226, และ 2213 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณามูลค่าสะสมจะพบว่าสินค้าเหล่านี้ไม่เป็นไปตามกฎ 20/80 หรือตามนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังแบบ ABC ซึ่งประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดการสินค้าคงคลัง และระบบอื่นๆ หรืออีกนัยหนึ่ง ผู้จัดการร้านค้าจะต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญรองเท่าๆ กัน จึงเพิ่มความยากในการจัดการสินค้าคงคลังเพราะต้องใช้ทรัพยากรในการดูแลสินค้าทั้งหมดเท่าๆ กัน แทนที่จะสามารถมุ่งเน้นควบคุมดูแลเพียงประเภท A และลดความเข้มข้นหรือลดการใช้ทรัพยากรในการดูแลสินค้าประเภท B และ C

จากการตรวจสอบปัญหาเบื้องต้นพบว่า ขนาดของสินค้ามีผลอย่างมากต่อปัญหาสินค้าขาด เนื่องจากว่าส่วนใหญ่ลูกค้ามักจะพบปัญหาที่ต้องการจะซื้อสินค้าในรุ่นที่ถูกใจแต่กลับไม่มีขนาดของสินค้าที่เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำขนาดของสินค้ามาเป็นปัจจัยหลัก รายละเอียดแสดงในหัวข้อถัดไป

2) ผลการวิเคราะห์ขนาดของสินค้า

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสินค้ากับยอดขายสินค้าทำได้โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มด้วยวิธี K-mean clustering ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มที่ 1 จะมีขนาดตั้งแต่ 4.5 - 7 และ 11-15
 - กลุ่มที่ 2 จะมีขนาดตั้งแต่ 10-10.5 และ 7.5-8.5
 - กลุ่มที่ 3 จะมีขนาดตั้งแต่ 9-9.5
- กลุ่มที่ 1 แสดงถึงขนาดที่มีความนิยมน้อย ในขณะที่กลุ่มที่ 2 จะเป็นขนาดที่มีความนิยมปานกลาง และ กลุ่มที่ 3 เป็นขนาดที่มีความนิยมสูงสุด

จากข้อมูลดังกล่าวพบได้ว่าร้านค้าควรจะทำ

การเก็บสต็อกสินค้าสำหรับช่วงขนาด 9-9.5 เป็นหลักเพื่อตอบสนองต่อความต้องการสินค้าที่มีมากกว่าในช่วงขนาดอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถบอกได้ถึงลักษณะการควบคุมหรือการตรวจสอบดูแลสินค้าคงคลังในช่วงดังกล่าวที่จะต้องมีความเข้มข้นกว่าขนาดสินค้าอื่นๆ

เพื่อทำการวิเคราะห์เชิงลึกเพิ่มเติมโดยจะทำการวิเคราะห์สินค้าที่มีมูลค่าสูงสุดคือ สินค้า ID. 2190 โดยมีจุดประสงค์ใช้เป็นตัวอย่างในการประยุกต์กับสินค้า ID. อื่นๆ ต่อไป

3) ผลการหาปริมาณสต็อกสินค้าสำหรับรองเท่า ID.2190

สำหรับสินค้า ID. 2190 นั้นสามารถแยกวิเคราะห์เชิงลึกโดยใช้ข้อมูลเฉพาะปี 2562 โดยผลของการแยกวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3. หลังจากนั้นจึงนำผลที่ได้มาทำการสร้างช่วงความเชื่อมั่น 95% เพื่อหาขอบเขตบนและขอบเขตล่างของสต็อกสินค้าของแต่ละขนาดที่ทางร้านควรจะมีการจัดเก็บเอาไว้ในแต่ละปีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3. พบว่า ขนาด 4.5, 5, 6, และ 12-15 ไม่มียอดขายเลยตลอดทั้งปี ในขณะที่ขนาด 5.5 และ 6.5-11.5 มีขอบเขตบนและขอบเขตล่างของสต็อกสินค้าแสดงดังตารางที่ 4 โดยจะพบว่าถ้าปิดทศนิยมขึ้นและกำหนดให้ขอบเขตล่างมีค่าเริ่มต้นที่ค่าศูนย์ จะได้ขอบเขตบนและขอบเขตล่างที่เหมาะสม

6. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายสัมพันธ์กับขนาดของรองเท่า ผลลัพธ์การวิเคราะห์พบว่า

- รุ่นของรองเท่ามียอดขายที่ใกล้เคียงกันและไม่สามารถที่จะแบ่งประเภทสินค้าเป็นสินค้าประเภท A B และ C ตามกฎของพาเรโตได้

- ขนาดของรองเท่าที่มีผลต่อยอดขายโดยขนาดต่างกันจะมียอดขายที่ต่างกันโดยใช้เทคนิค K-mean

clustering สามารถแบ่งกลุ่มของขนาดออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ (1) กลุ่มขนาดที่มีความนิยมสูงสุด คือกลุ่มของขนาด 9 และ 9.5 (2) กลุ่มขนาดที่มีความ

นิยมปานกลาง คือกลุ่มของขนาดตั้งแต่ 10-10.5 และ 7.5-8.5 และ (3) กลุ่มขนาดที่มีความนิยมน้อย คือ กลุ่ม ขนาดตั้งแต่ 4.5 - 7 และ 11-15

no.	Product ID.	มูลค่ารวม(บาท)	มูลค่าสะสม(บาท)	% สะสม		Product ID.	มูลค่ารวม(บาท)	มูลค่าสะสม(บาท)	% สะสม
1	2190	992,029	992,029	1.39%	49	2169	732,452	40,433,847	56.86%
2	2158	976,041	1,968,071	2.77%	50	2160	730,640	41,164,487	57.88%
3	2192	958,558	2,926,628	4.12%	51	2224	729,383	41,893,870	58.91%
4	2226	958,498	3,885,126	5.46%	52	2151	724,353	42,618,223	59.93%
5	2213	926,303	4,811,430	6.77%	53	2234	724,106	43,342,329	60.94%
6	2225	924,314	5,735,743	8.07%	54	2161	722,997	44,065,326	61.96%
7	2239	908,830	6,644,573	9.34%	55	2180	722,462	44,787,788	62.98%
8	2220	898,475	7,543,048	10.61%	56	2211	718,413	45,506,201	63.99%
9	2222	894,713	8,437,760	11.86%	57	2203	717,265	46,223,466	65.00%
10	2184	893,752	9,331,512	13.12%	58	2150	715,602	46,939,068	66.00%
11	2172	893,079	10,224,591	14.38%	59	2201	711,404	47,650,472	67.00%
12	2179	885,159	11,109,750	15.62%	60	2154	707,652	48,358,124	68.00%
13	2157	866,953	11,976,703	16.84%	61	2178	698,782	49,056,906	68.98%
14	2209	861,825	12,838,528	18.05%	62	2227	698,594	49,755,499	69.96%
15	2204	852,143	13,690,670	19.25%	63	2242	697,673	50,453,172	70.94%
16	2237	848,222	14,538,893	20.44%	64	2193	696,505	51,149,677	71.92%
17	2236	847,242	15,386,135	21.63%	65	2174	694,109	51,843,785	72.90%
18	2214	843,193	16,229,327	22.82%	66	2188	690,604	52,534,390	73.87%
19	2183	839,827	17,069,154	24.00%	67	2168	688,753	53,223,143	74.84%
20	2186	835,659	17,904,813	25.18%	68	2189	688,496	53,911,638	75.81%
21	2238	834,075	18,738,888	26.35%	69	2228	682,694	54,594,332	76.77%
22	2217	830,858	19,569,746	27.52%	70	2216	679,823	55,274,155	77.72%
23	2241	830,481	20,400,227	28.69%	71	2148	679,239	55,953,394	78.68%
24	2152	819,314	21,219,541	29.84%	72	2156	678,902	56,632,297	79.63%
25	2232	814,730	22,034,272	30.98%	73	2171	678,695	57,310,991	80.59%
26	2173	801,880	22,836,152	32.11%	74	2219	670,438	57,981,429	81.53%
27	2231	798,910	23,635,062	33.23%	75	2200	670,111	58,651,540	82.47%
28	2221	795,544	24,430,606	34.35%	76	2196	669,002	59,320,543	83.41%
29	2223	790,277	25,220,884	35.46%	77	2240	666,805	59,987,347	84.35%
30	2147	789,802	26,010,686	36.57%	78	2187	664,706	60,652,053	85.28%
31	2212	788,416	26,799,102	37.68%	79	2182	662,983	61,315,036	86.22%
32	2177	787,268	27,586,370	38.79%	80	2235	647,678	61,962,714	87.13%
33	2185	787,010	28,373,380	39.90%	81	2197	619,463	62,582,177	88.00%
34	2206	783,674	29,157,054	41.00%	82	2167	618,037	63,200,214	88.87%
35	2195	772,527	29,929,581	42.08%	83	2218	616,849	63,817,063	89.74%
36	2207	770,081	30,699,662	43.17%	84	2199	600,663	64,417,726	90.58%
37	2191	767,408	31,467,071	44.25%	85	2230	589,149	65,006,875	91.41%
38	2202	767,161	32,234,232	45.33%	86	2210	581,952	65,588,827	92.23%
39	2176	763,399	32,997,631	46.40%	87	2153	578,615	66,167,442	93.04%
40	2205	763,033	33,760,663	47.47%	88	2155	575,289	66,742,731	93.85%
41	2149	757,508	34,518,172	48.54%	89	2166	575,249	67,317,980	94.66%
42	2165	750,390	35,268,562	49.59%	90	2159	564,597	67,882,577	95.45%
43	2198	743,965	36,012,527	50.64%	91	2163	564,369	68,446,947	96.25%
44	2208	743,441	36,755,968	51.68%	92	2170	556,598	69,003,545	97.03%
45	2175	741,480	37,497,448	52.73%	93	2229	552,846	69,556,390	97.81%
46	2181	735,936	38,233,384	53.76%	94	2194	550,400	70,106,791	98.58%
47	2215	734,709	38,968,093	54.79%	95	2162	508,563	70,615,354	99.29%
48	2233	733,303	39,701,396	55.83%	96	2164	501,861	71,117,214	100.00%

ภาพที่ 3 มูลค่ารวมของรองเท้าแต่ละรุ่น ปีพ.ศ. 2561-2563

ขนาด (US.)	Jan	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
5.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.083	0.289	-0.100	0.267
6.5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.083	0.289	-0.100	0.267
7	0	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0.583	0.996	-0.050	1.216
7.5	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0.417	0.793	-0.087	0.920
8	0	1	0	0	1	0	4	0	0	3	0	0	0.750	1.357	-0.112	1.612
8.5	2	5	2	1	0	1	2	1	1	1	0	1	1.417	1.311	0.583	2.250
9	3	1	1	2	0	0	0	1	5	3	1	3	1.667	1.557	0.677	2.656
9.5	0	0	1	1	1	2	0	0	1	3	0	0	0.750	0.965	0.137	1.363
10	2	4	0	0	0	1	1	0	1	3	1	1	1.167	1.267	0.361	1.972
10.5	0	0	0	1	0	0	0	3	1	0	2	0	0.583	0.996	-0.050	1.216
11	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0.500	1.446	-0.419	1.419
11.5	0	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	2	0.583	0.996	-0.050	1.216

ภาพที่ 4 ยอดขายตามขนาดของสินค้า ID. 2190

ขนาด (US.)	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
5.5	0.000	1.000
6.5	0.000	1.000
7	0.000	2.000
7.5	0.000	1.000
8	0.000	2.000
8.5	1.000	3.000
9	1.000	3.000
9.5	1.000	2.000
10	1.000	2.000
10.5	0.000	2.000
11	0.000	2.000
11.5	0.000	2.000

ภาพที่ 5 ขอบเขตบนและขอบเขตล่างตามขนาดของสต็อกสินค้า ID. 2190

• การกำหนดปริมาณสต็อกสินค้าสามารถทำได้ โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น 95% และนโยบาย min-max ซึ่งค่า min (จุดสั่งซื้อ) จะแทนด้วยขอบเขตล่าง และค่า max (ระดับเป้าหมาย) จะเป็นขอบเขตบนของช่วงความเชื่อมั่น โดยการแยกวิเคราะห์ร่องเท้าแต่ละรุ่น ยกตัวอย่างร่องเท้ารุ่นที่ขายดีที่สุด ขนาดที่ไม่ควรเก็บสต็อกสินค้าเลยคือ ขนาด 4.5, 5, และ 6 แต่สำหรับ

ขนาดอื่นๆ ควรเก็บ 1 ถึง 3 คู่ โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ร้านค้าปลีกของบริษัท XYZ และสาขาอื่น ๆ ควรจัดเก็บร่องเท้ากีฬาขนาดที่มีความนิยมสูงสุด คือ

ขนาด 9 และ 9.5 ในห้องเก็บด้านหลัง (backroom) ซึ่งมีพื้นที่เก็บที่จำกัด ให้มากกว่ารองเท้ารุ่นอื่น ๆ หรือให้เพียงพอสำหรับการขายในแต่ละวัน เพื่อให้มีสินค้าตรง

ตามความต้องการของลูกค้า จะสามารถช่วยให้ร้านเพิ่มยอดขายและลดการเสียโอกาสจากรองเท้าขาดได้

เอกสารอ้างอิง

- ณัฏฐาทรศญา เศรษฐโชติสมบัติ. (2560). การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมในโลจิสติกส์ โซ่อุปทาน และโซ่คุณค่า. *วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน*, 3(1), 4-15.
- อนุช นามภิญโญ. (2562). อิทธิพลของการจัดการลักษณะการกระจายสินค้าและประสิทธิภาพการบริการขนส่งสินค้าของธุรกิจค้าปลีกขนาดใหญ่ที่สร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าในเขตปริมณฑล. *วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน*, 5(1), 82-98.
- Bensoussan, A., Çakanyildirim, M., Li, M., & Sethi, S.P. (2016). Managing inventory with cash register information: Sales recorded but not demands. *Production and Operations Management*, 25(1), 9–21.
- Bijvank, M., & Vis, I.F.A. (2011). Lost-sales inventory theory: A review. *European Journal of Operational Research*, 215(1), 1–13.
- Calli, M.K., & Weverbergh, M. (2009). Forecasting newspaper demand with censored regression. *Journal of the Operational Research Society*, 60(7), 944–951.
- Chen, L. (2010). Bounds and heuristics for optimal Bayesian inventory control with unobserved lost sales. *Operations Research*, 58(2), 396–413.
- Chuang, H.H.-C., Oliva, R., & Perdikaki, O. (2016). Traffic-based labor planning in retail stores. *Production and Operations Management*, 25(1), 96–113.
- DeHoratius, N., & Raman, A. (2008). Inventory record inaccuracy: An empirical analysis. *Management Science*, 54(4), 627–641.
- Ehrental, J. C. F., Honhon, D., & van Woensel, T. (2014). Demand seasonality in retail inventory management. *European Journal of Operational Research*, 238(2), 527–539.
- Gruen, T. W., Corsten, D. S., & Bharadwaj, S. (2002). *Retail out-of-stocks: A worldwide examination of extent, causes and consumer responses*. Washington, DC: Grocery Manufacturers of America.
- Lee, S., & Allenby, G. M. (2014). Modeling indivisible demand. *Marketing Science*, 33(3), 364–460.
- Mersereau, A. J. (2015). Demand estimation from censored observations with inventory record inaccuracy. *Manufacturing & Service Operations Management*, 17(3), 335–349.

- Nachtmann, H., Waller, M. A., & Rieske, D.W. (2010). The impact of point-of-sale data inaccuracy and inventory record data errors. *Journal of Business Logistics*, 31(1), 149–158.
- Reiner, G., Teller, C., & Kotzab, H. (2013). Analyzing the efficient execution of in-store logistics processes in grocery retailing - the case of dairy products. *Production and Operations Management*, 22(4), 924–939 .
- Rekik, Y., Sahin, E., & Dallery, Y. (2008). Analysis of the impact of the RFID technology on reducing product misplacement errors at retail stores. *International Journal of Production Economics*, 112(1), 264–278.
- Ramanathan, U., & Muiyldermans, L. (2010). Identifying demand factors for promotional planning and forecasting: A case of a soft drink company in the UK. *International Journal of Production Economics*, 128(2), 538–545.
- Sachs, A.-L., & Minner, S. (2014). The data-driven newsvendor with censored demand observations. *International Journal of Production Economics*, 149, 28–36 .
- Shangdong Mou, David J. Robb, Nicole DeHoratius (2017). Retail store operations: Literature review and research directions. *European Journal of Operational Research*. 265(2), 1 March 2018, 399-422.
- Wang, F., Fang, X., Chen, X., & Li, X. (2016). Impact of inventory inaccuracies on products with inventory-dependent demand. *International Journal of Production Economics*, 177, 118–130.