

## ปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของสินค้าที่ทดแทนกันได้

ธิดา ฉานแสงทอง\*  
สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์\*\*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีประเมินระดับการทดแทนกันของสินค้าประเภทกาแฟสำเร็จรูป สำหรับใช้ในการบริหารสินค้าคงคลัง และศึกษาเปรียบเทียบผลกำไรรวมและต้นทุนสินค้าขาดมือ ระหว่างแผนการสั่งซื้อสินค้าที่พิจารณาการทดแทนของสินค้ากับแผนการสั่งซื้อสินค้าที่ไม่ได้พิจารณาการทดแทนของสินค้า การประเมินระดับการทดแทนกันของสินค้าอาศัยข้อมูลยอดขายและสถานะคงคลังของสินค้าเป็นรายเดือน การบริหารสินค้าคงคลังใช้แบบจำลองระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย แต่การคำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายประยุกต์จากแบบจำลองการสั่งซื้อครั้งเดียว โดยพิจารณาครั้งละ 1 ช่วงเวลาและมีแนวคิดที่ว่า ความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลาจะเพิ่มขึ้นจากความต้องการทดแทนสินค้าชนิดอื่นที่อาจจะขาดมือ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อวางแผนโดยพิจารณาการทดแทนของสินค้าจะทำให้ผลกำไรรวมเพิ่มขึ้นและต้นทุนสินค้าขาดมือลดลง ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยนี้คือ หากสินค้ามีการทดแทนกัน การบริหารสินค้าคงคลังควรพิจารณาการทดแทนของสินค้าด้วย หากสินค้าสามารถทดแทนกันได้มากขึ้น ผลกำไรก็มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

**คำสำคัญ:** สินค้าทดแทน ระดับการทดแทนของสินค้า สินค้าคงคลัง ปริมาณการสั่งซื้อ

\* นิสิตในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

\*\* รองศาสตราจารย์ประจำสำนักวิชาทรัพยากรการเกษตร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## Optimal Order Quantities for Substitutable Products

*Thida Chansangthong\**  
*Sompong Sirisoponsilp\*\**

### Abstract

This study aims to estimate substitutability among instant coffee products for inventory management and compare total profit and shortage cost of products between inventory policy with and without product substitution. Substitutability estimating requires only monthly sales transaction and product availability data. Inventory policy is based on order-up-to-level model but order-up-to level will be considered with single-period newsvendor model based on concept that a shortage in a particular product may increase the demand for its substitutable products. The study shows that inventory policy with product substitution results in total profit increase and shortage cost reduction. The results also indicate that total profit tends to increase when substitutability increases, so product substitution should be considered in inventory management.

**Keywords:** Substitutable Product, Substitutability, Inventory, Order Quantity

---

\* Student, Master of Science Program in Logistics and Supply Chain Management, Graduate School, Chulalongkorn University.

\*\* Associate Professor, The school of Agricultural Resource (SAR), Chulalongkorn University.

## 1. บทนำ

บริษัทกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้เป็นบริษัทนำเข้าสินค้าหลายชนิด รวมถึงกาแฟสำเร็จรูป ที่ผ่านมาบริษัทไม่เคยมีการวางแผนการสั่งซื้อสินค้า แต่จะกำหนดปริมาณการสั่งซื้อโดยอาศัยประสบการณ์ของพนักงาน ปัจจุบันมีบริษัทคู่แข่งหลายรายที่นำเข้าสินค้าชนิดเดียวกัน แบรินด์เดียวกัน จึงเกิดการแข่งขันทางด้านราคาขึ้น ทำให้บริษัทต้องปรับกลยุทธ์การขายบ่อยครั้ง ความต้องการของสินค้าจึงมีความไม่แน่นอนสูง บริษัทจึงมักประสบปัญหาทั้งกรณีสินค้าขาดมือและกรณีสินค้ามากเกินความต้องการ

กาแฟจัดเป็นสินค้าอุปโภคบริโภคที่สามารถทดแทนกันได้ (Substitute Goods) ผู้บริโภคมีตัวเลือกในตลาดมากมาย ไม่ว่าจะเป็นแบรนด์ ประเภทกาแฟ (กาแฟสำเร็จรูป กาแฟพร้อมดื่ม กาแฟ 3 in 1) ขนาดหีบห่อ และรสชาติ มีการศึกษาวิจัยพบว่า เมื่อสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการ ไม่มีจำหน่าย ผู้บริโภคส่วนใหญ่ 40 – 60% เลือกที่จะซื้อสินค้าชนิดอื่นทดแทน (Sampaio & Sampaio, 2016) หากบริษัทกรณีศึกษาพิจารณาการทดแทนกันของสินค้าในการวางแผนการสั่งซื้อสินค้า อาจจะทำให้ผลกำไรเพิ่มขึ้นได้ และเมื่อเกิดสินค้าขาดมือ บริษัทก็สามารถจำหน่ายสินค้าตัวอื่นทดแทน ต้นทุนสินค้าขาดมือก็จะลดลงอีกด้วย

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ลูกค้าของบริษัทในเบื้องต้นถึงพฤติกรรมการสั่งซื้อสินค้า โดยพบว่าสินค้าที่ลูกค้าส่วนใหญ่ยอมรับการทดแทนและมีข้อมูลเพียงพอในการศึกษาวิจัยมี 2 ชนิด ซึ่งเป็นกาแฟสำเร็จรูปที่แบรนด์และรสชาติเหมือนกัน แต่ขนาดหีบห่อต่างกัน หากแผนการสั่งซื้อสินค้าในงานวิจัยนี้สามารถเพิ่มผลกำไรและลดต้นทุนสินค้าขาดมือได้ บริษัทก็สามารถขยายผลการวิจัยไปยังสินค้าประเภทอื่นๆต่อไปได้

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาวิธีประเมินระดับการทดแทนกันของสินค้า และศึกษาวิธีการวางแผนสั่งซื้อสินค้าที่ทดแทนกันได้ และเปรียบเทียบผลกำไรรวมและต้นทุนสินค้าขาดมือ ระหว่างแผนการสั่งซื้อสินค้าที่พิจารณาการทดแทนของสินค้ากับแผนการสั่งซื้อสินค้าที่ไม่ได้พิจารณาการทดแทนของสินค้า

## 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 การบริหารสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลัง (Inventory) คือสินค้าที่จัดเตรียมไว้เพื่อรองรับความไม่สมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน (Nahmias, 2009) การบริหารสินค้าคงคลังที่ดีจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการ

ได้อย่างเหมาะสมภายใต้ค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ซึ่งต้นทุนหลักของสินค้านอกเหนือจากมูลค่าของสินค้า (Purchasing Cost) แล้ว ได้แก่ ต้นทุนค่าถือครองสินค้า (Holding Cost) ต้นทุนการสั่งซื้อสินค้า (Ordering Cost) และต้นทุนสินค้าขาดมือ (Shortage Cost) (อัศวิน ปสุธรรม, 2559)

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยการบริหารสินค้าคงคลังที่พิจารณาผลกระทบของสินค้าทดแทนหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถแบ่งประเภทการทดแทนของสินค้าได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การทดแทนโดยผู้ขาย (Firm-driven) และการทดแทนโดยผู้ซื้อ (Customer-driven)

การทดแทนโดยผู้ขายมีหลายกรณี เช่น การจัดสรรสินค้าให้แก่ลูกค้ากรณีที่สินค้าไม่เพียงพอ (Rao, Swaminathan, & Zhang, 2004) การกำหนดจำนวนการผลิตงานระหว่างทำ (Work-in-process) แล้วจัดสรรไปประกอบเป็นสินค้าต่างๆ เพื่อให้เกิดผลกำไรสูงสุด (Bitran & Dasu, 1992) รวมถึงการจัดสรรการเก็บอะไหล่เพื่อลดระดับสินค้าคงคลัง (Chand, Ward, & Weng, 1994) ซึ่งทั้งหมดจะเป็นการจัดการภายในของผู้ขายเอง ทำให้สามารถทดแทนได้ทั้งหมด (Full Substitution) และเป็นการทดแทนแบบทางเดียว (One-way Substitution) คือ ต้องทดแทนด้วยสินค้าระดับสูงกว่า เช่น กรณีบริษัทผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ เมื่อส่วนประกอบภายในเกิดขาดมือ ส่วนประกอบที่นำมาทดแทนต้องมีประสิทธิภาพดีกว่าหรือเทียบเท่าเท่านั้น เป็นต้น

แต่ในงานวิจัยนี้ การทดแทนของสินค้าจะเป็นการทดแทนโดยผู้ซื้อ (Customer-driven) ซึ่งสามารถเลือกทดแทนได้อย่างอิสระ การศึกษาการบริหารสินค้าคงคลังที่พิจารณาการทดแทนโดยผู้ซื้อแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก โดยจะขึ้นกับรูปแบบการตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังว่ามีการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (Continuous Review) หรือตรวจสอบเป็นรอบ (Periodic Review) ได้แก่

#### 1) แบบจำลองการสั่งซื้อครั้งเดียว (Newsvendor Model)

แบบจำลองนี้จะพิจารณาการสั่งซื้อในช่วงเวลาหนึ่ง โดยมีการสั่งซื้อสินค้าเพียงครั้งเดียวในตอนต้นและหากมีสินค้าเหลือท้ายช่วงเวลาจะจำหน่ายในราคาขาดทุนทั้งหมด (Salvage Value)

งานวิจัยการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าทดแทนจะนิยมใช้แบบจำลองนี้ในการศึกษา โดยส่วนใหญ่จะศึกษาสินค้าเพียง 2 ชนิด ที่มีความต้องการไม่แน่นอน (Stochastic Demand) มีการเสนอระเบียบวิธีสำหรับการประเมินปริมาณการสั่งซื้อ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการทดแทนของสินค้า กับปริมาณการสั่งซื้อ ผลกำไร หรือต้นทุนรวม (Rajaram & Tang, 2001; Huang, Zhou, & Zhao, 2011; Stavroulaki, 2011)

#### 2) แบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อ (Lot-size Reorder Point Model)

แบบจำลองนี้อาศัยการตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังอย่างต่อเนื่อง เมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงจนถึงจุดสั่งซื้อ (Reorder Point) ก็จะส่งคำสั่งซื้อไปยังผู้ผลิตเป็นปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัด (Economic Order Quantity, EOQ)

ในการศึกษาการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าทดแทนยังไม่พบงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองนี้ในการศึกษา มีเพียง ZVI Gurnani และ Pasternack (1995) ที่ใช้แบบจำลองปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) ศึกษาต้นทุนรวมในการสั่งซื้อ เปรียบเทียบใน 3 กรณี คือ (1) ไม่มีการทดแทนของสินค้า (2) มีการทดแทนทั้งหมด และ (3) มีการทดแทนบางส่วน แต่อนุมานว่าความต้องการสินค้ามีความแน่นอน (Deterministic Demand) ซึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลในงานวิจัยนี้

### 3) แบบจำลองระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to Level Model)

แบบจำลองนี้จะมีการตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังเป็นรอบหรือมีข้อจำกัดจากผู้ผลิตให้สั่งซื้อได้เป็นรอบ เมื่อไม่สามารถสั่งซื้อสินค้าเพิ่มระหว่างรอบได้ แผนการสั่งซื้อจึงเป็นการกำหนดระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย (OUL) ที่จะเพียงพอต่อความต้องการระหว่างรอบการสั่งซื้อ

ด้วยแบบจำลองนี้ McGillivray และ Silver (1978) ได้เสนอวิธีประเมินระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายของสินค้า 2 ชนิด ที่ทดแทนกันได้ ในรูปของระดับการบริการที่เหมาะสม และยังพบว่าหากสินค้าทดแทนกันได้มากขึ้น ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายรวมของสินค้าทั้ง 2 ชนิด จะลดลง

ในงานวิจัยนี้ บริษัทกรณีศึกษามีการตรวจสอบสถานะสินค้าเป็นรอบ ผู้วิจัยจึงใช้แบบจำลองระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายในการศึกษาผลกำไรและต้นทุนรวม แต่การประเมินระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายจะอ้างอิงจากงานวิจัยของ Huang และคณะ (2011) ซึ่งใช้แบบจำลองการสั่งซื้อครั้งเดียว โดยมีแนวคิดว่าความต้องการของสินค้าอาจจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากสินค้าชนิดอื่นหมดและลูกค้าเปลี่ยนมาซื้อสินค้าชนิดนั้นๆ ทดแทน โดยประยุกต์ให้สินค้าคงคลังทำรอบจะเกิดค่าใช้จ่ายเป็นค่าถือครองสินค้า และนำปริมาณการสั่งซื้อที่คำนวณได้มากำหนดเป็นระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายแทน วิธีการนี้มีข้อดีคือ สามารถใช้กับสินค้าทดแทนที่มากกว่า 2 ชนิดได้ และการคำนวณไม่ซับซ้อน สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน Microsoft Excel ซึ่งบริษัทไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยข้างต้นส่วนใหญ่จะเป็นการเสนอวิธีประเมินปริมาณการสั่งซื้อหรือศึกษาความสัมพันธ์ของระดับการทดแทนของสินค้าต่อผลกำไร ต้นทุนรวม หรือปริมาณการสั่งซื้อ โดยทดลองใช้ค่าระดับการทดแทนหลายๆ ค่าเพื่อศึกษาผลลัพธ์ มีบางกรณีกำหนดระดับการทดแทนสินค้าเอง (Netessine & Rudi, 2003; Agrawal & Smith, 2003) แต่ไม่มีงานวิจัยใดระบุว่าจะสามารถประเมินระดับการทดแทนของสินค้าได้อย่างไร ผู้วิจัยจึงศึกษาวิธีการประเมินระดับการทดแทนของสินค้าต่อไป

### 3.2 การประเมินระดับการทดแทนของสินค้า

มีงานวิจัยกลุ่มหนึ่งที่ศึกษาวิธีการประเมินความต้องการของสินค้า เมื่อตัดปัจจัยการทดแทนของสินค้าออกไป เพื่อนำไปใช้กับการพยากรณ์ให้เกิดความแม่นยำมากขึ้น ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการพิจารณารูปแบบการเลือกของลูกค้า สร้างแบบจำลอง Multinomial Logit (MNL) จากปัจจัยที่

ลูกค้าใช้ตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า (ตัวแปรต้น) เช่น อรรถประโยชน์ของสินค้า (Utility) หรือความชอบที่มีต่อสินค้า (Preference) เพื่อจำลองความน่าจะเป็นที่จะเกิดยอดขายขึ้น (Log-likelihood) จากนั้นจึงคำนวณหาตัวแปรต้นที่ทำให้แบบจำลองมีโอกาสเป็นไปได้ตามข้อมูลยอดขายสูงที่สุด (Maximum Log-likelihood) ซึ่งในการสร้างแบบจำลอง MNL จะมีการกล่าวถึงความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะเลือกซื้อสินค้าชนิดหนึ่งๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะประยุกต์แบบจำลองดังกล่าว เพื่อคำนวณหาความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะเลือกซื้อสินค้าชนิดอื่นทดแทนสินค้าที่ไม่มีจำหน่าย ซึ่งหมายถึงระดับการทดแทนกันของสินค้าที่จะนำไปพิจารณาในการบริหารสินค้าคงคลังต่อไป

การศึกษารูปแบบการเลือกของลูกค้ามีหลายลักษณะ โดยส่วนใหญ่มีจุดประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้จัดสรรสินค้าในร้านค้าปลีก บางงานวิจัยจึงอนุมานว่าลูกค้าจะเลือกซื้อจากสินค้าเฉพาะที่มีอยู่บนชั้นวางสินค้าเท่านั้น โดยไม่สนใจปริมาณสินค้าในคลังสินค้า (Mahajan & Van Ryzin, 2001) หรืออาจมีการเปรียบเทียบระหว่างร้านสาขาที่อาจจะมีการจัดสรรสินค้าต่างกัน (Kök & Fisher, 2007) แบบจำลองจะสร้างจากปัจจัยด้านอรรถประโยชน์ของสินค้าหรือความชอบที่มีต่อสินค้าจะขึ้นอยู่กับสมมติฐานของผู้วิจัย หรืออาจจะพิจารณา รวมทั้ง 2 ปัจจัยก็ได้ (Musalem, Olivares, Bradlow, Terwiesch, & Corsten, 2010) ปัจจัยด้านอรรถประโยชน์ส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากคุณสมบัติหรือคุณค่าของตัวสินค้าหรือร้านค้า (กรณีเทียบระหว่างร้านค้าสาขา) ในขณะที่ปัจจัยด้านความชอบที่มีต่อสินค้าจะเป็นการอนุมานความชอบของลูกค้าโดยตรง ซึ่งในงานวิจัยนี้ สินค้าที่ศึกษามีคุณสมบัติบางประการที่ลูกค้าจะเลือกซื้อด้วยความชอบส่วนบุคคลเท่านั้น เช่น รสชาติ ดังนั้นการสร้างแบบจำลองจากปัจจัยด้านความชอบที่มีต่อสินค้าจะเหมาะสมกว่า

การสร้างแบบจำลองจากความชอบที่มีต่อสินค้าต้องการเพียงข้อมูลยอดขายและสถานะคงคลังของสินค้า โดยอาจจะต้องการข้อมูล ณ เวลาที่สินค้าขาดมือจริง (Anupindi, Dada & Gupta, 1998; Van Ryzin & Vulcano, 2013) หรืออาจจะต้องการข้อมูลในแต่ละรอบการพิจารณาเท่านั้น (Vulcano, Van Ryzin, & Ratiliff, 2012; Steeneck, Eng-Larsson, & Jauffred, 2016) ซึ่งอาจจะทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำน้อยลง ในงานวิจัยนี้ ข้อมูลที่สามารถรวบรวมได้เป็นเพียงข้อมูลรายเดือนเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกประยุกต์ใช้วิธีการของ Vulcano และคณะ (2012) เพื่อประเมินระดับการทดแทนของสินค้า ข้อดีของแบบจำลองในงานวิจัยดังกล่าวคือวิธีการคำนวณไม่ซับซ้อน สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน Microsoft Excel แต่มีจุดด้อยคือรูปแบบการตัดสินใจของลูกค้าจะไม่หลากหลาย เนื่องจากอนุมานว่าลูกค้าแต่ละรายจะเลือกซื้อสินค้าด้วยน้ำหนักความชอบแบบเดียวกัน

## 4. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานยอดขายและสถานะสินค้าคงคลังของบริษัท ทัศนศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 – 2559 โดยข้อมูลปี พ.ศ. 2556 – 2558 จะนำมาใช้ประเมินระดับการทดแทนของสินค้าและวางแผนการสั่งซื้อสินค้า ส่วนข้อมูลในปี พ.ศ. 2559 จะนำมาใช้ทดสอบแผนการสั่งซื้อ โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีดังนี้

- 1) จำลองรูปแบบการเลือกของลูกค้าด้วยปัจจัยด้านความชอบที่มีต่อสินค้า (Preference) โดยอ้างอิงแบบจำลองของ Vulcano และคณะ (2012)
- 2) คำนวณระดับการทดแทนกันของสินค้า
- 3) คำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายที่เหมาะสม โดยอ้างอิงวิธีการของ Huang และคณะ (2011)
- 4) เปรียบเทียบผลกำไรรวมและต้นทุนสินค้าขาดมือ ระหว่างแผนการสั่งซื้อสินค้าที่พิจารณาการทดแทนกันของสินค้ากับแผนการสั่งซื้อสินค้าที่ไม่ได้พิจารณาการทดแทนกันของสินค้า

### 4.1 การจำลองรูปแบบการเลือกของลูกค้า

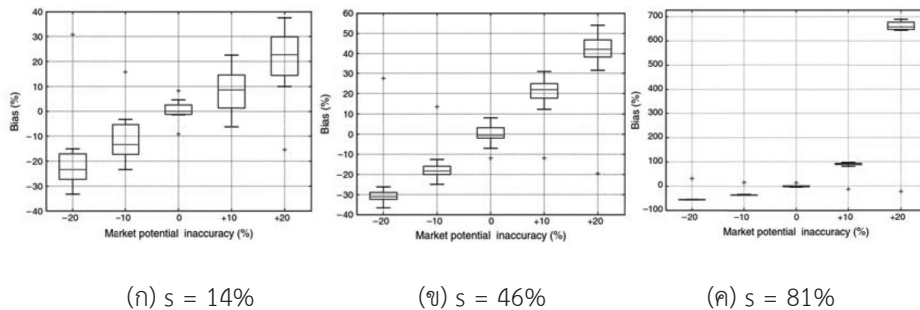
สินค้าที่นำมาพิจารณาทั้งหมด 2 ชนิด ข้อมูลตั้งต้นที่ต้องการมีเพียงยอดขาย และสถานะคงคลังของสินค้า (มีหรือไม่มีสินค้า) เท่านั้น ข้อมูลยอดขายเป็นข้อมูลรายเดือน โดยไม่รวมกรณีคืนสินค้า ดังนั้นในช่วงระยะเวลา 3 ปี จะมีรอบการขายทั้งหมด 36 รอบ ข้อมูลสถานะคงคลังของสินค้าเป็นข้อมูล ณ เวลาสิ้นเดือน ในแต่ละรอบการขาย หากสินค้าใดมีสถานะขาดมือจะถือว่ายอดขายสินค้านั้นเป็นศูนย์ในรอบการขายดังกล่าว

แบบจำลองนี้อนุมานว่าลูกค้าจะตัดสินใจซื้อสินค้าจาก “ค่าน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้า” (Preference Weight) ซึ่งค่านี้อาจจะคงที่ในสินค้าหนึ่งๆ ตลอดการพิจารณา และกำหนดให้น้ำหนักความชอบของกรณีที่ถูกค่าเลือกที่จะไม่ซื้อสินค้าใดๆ เป็น 1 ดังนั้นความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้าชนิดใดๆ สามารถคำนวณได้จากค่าน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้านั้นหารด้วยค่าน้ำหนักความชอบรวมที่มีต่อสินค้าที่มีจำหน่าย รวมถึงค่าน้ำหนักความชอบในกรณีไม่ซื้อสินค้าด้วย

ตัวอย่างเช่น มีสินค้า 3 ชนิด ก ข และ ค มีค่าน้ำหนักความชอบ 3 4 และ 5 ตามลำดับ ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้า ก จะเท่ากับ  $3/(3+4+5+1)$  แต่ถ้าหากสินค้า ค หหมด ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้า ก จะเท่ากับ  $3/(3+4+1)$  เป็นต้น

เนื่องจากค่าน้ำหนักความชอบโมเดลสามารถเป็นค่าจำนวนจริงใดๆ ที่มากกว่า 0 ได้ เพื่อให้ค่าน้ำหนักความชอบมีความสมเหตุสมผล จึงได้กำหนดขอบเขตของค่าน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้าด้วยส่วนแบ่งการตลาดของบริษัท (Company's Market Share) ซึ่งเท่ากับความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะซื้อสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งจากบริษัท

ตัวอย่างเช่น ถ้าบริษัทมีส่วนแบ่งการตลาด 80% หรือ 0.8 คำนวณน้ำหนักความชอบกรณีไม่ซื้อสินค้า (เท่ากับ 1) จะถือเป็นสัดส่วน 20% ของค่าน้ำหนักความชอบทั้งหมด แสดงว่าค่าน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้าของบริษัทรวมทุกชนิดต้องไม่เกิน 4 เป็นต้น ซึ่ง Vulcano และคณะ (2012) พบว่าความแม่นยำในการประเมินส่วนแบ่งการตลาดมีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการประเมินค่าน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อบริษัทมีส่วนแบ่งการตลาดสูง ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนของค่าส่วนแบ่งการตลาด ( $s$ ) และความคลาดเคลื่อนของค่าน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้า (Bias) ที่ระดับส่วนแบ่งการตลาด 14% 46% และ 81% (Vulcano et al., 2012)

แบบจำลองมีหลักการว่า ข้อมูลยอดขายของสินค้าประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (1) ความต้องการของสินค้าที่ไม่มีอิทธิพลของการทดแทน หมายถึง ลูกค้าต้องการซื้อสินค้านั้นๆ ตั้งแต่ต้น และ (2) ความต้องการที่เกิดจากการทดแทนสินค้าชนิดอื่น หมายถึง ลูกค้าอาจจะต้องการซื้อสินค้าชนิดอื่น แต่สินค้าหมดจึงเลือกซื้อสินค้าดังกล่าวแทน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณายอดขายส่วนที่สูญเสียไป (Lost Sales) เนื่องจากสินค้าขาดมือ ซึ่งจะไม่ปรากฏในข้อมูลยอดขายด้วย

แบบจำลองจะสร้างจากความต้องการที่ไม่มีอิทธิพลของการทดแทน ดังนั้นจึงต้องแยกความต้องการส่วนนี้ออกจากยอดขาย โดยพิจารณาใน 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 สินค้าที่ไม่มีจำหน่าย ความต้องการของสินค้านั้นๆ จะถูกทดแทนกระจายไปเป็นยอดขายของสินค้าอื่นๆ ที่มีจำหน่ายแทน

กรณีที่ 2 สินค้าที่มีจำหน่าย ในยอดขายของสินค้านั้นๆ อาจจะมีความต้องการที่ทดแทนมาจากสินค้าอื่นที่ไม่มีจำหน่ายรวมอยู่ด้วย

กรณีที่ 3 ลูกค้าไม่ซื้อสินค้าใดๆ เกิดจาก 2 สาเหตุ คือ สินค้าที่ต้องการซื้อไม่มีจำหน่าย ถือเป็นยอดขายที่สูญเสียไป และการที่ลูกค้าไม่ต้องการซื้อสินค้าของบริษัทตั้งแต่แรก เนื่องจากปัจจัยด้านส่วนแบ่งการตลาด ความต้องการของสินค้าในส่วนนี้จะไม่เกิดเป็นยอดขาย แต่ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดยอดขายตามข้อมูลที่ปรากฏ จึงต้องพิจารณาด้วย



ขั้นตอนการคำนวณแสดงในรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียดตัวแปรดังนี้

### ตัวแปรและพารามิเตอร์

- $n$  = จำนวนชนิดสินค้าที่ทดแทนกันได้ กำหนดลำดับด้วย  $i, j$  โดยกำหนดให้  $i, j = 0$  หมายถึงกรณีลูกค้าไม่เลือกซื้อสินค้าใดเลย
- $T$  = รอบการขาย (Period) กำหนดลำดับด้วย  $t$
- $S_t$  = เซตของสินค้าที่มีจำหน่ายที่รอบการขาย  $t$
- $Z_{it}$  = ยอดขายของสินค้า  $i$  ที่รอบการขาย  $t$   
โดย  $z_{it} \geq 0 \forall i, t$  (ไม่พิจารณากรณีคืนสินค้า) และ  $z_{it} = 0$  เมื่อ  $i \notin S_t$  (ยอดขายสินค้าเป็นศูนย์เมื่อสินค้ามีสถานะขาดมือ)
- $X_{jt}$  = ความต้องการของสินค้า  $j$  ที่รอบการขาย  $t$  ที่ไม่มีอิทธิพลของการทดแทน
- $s$  = ส่วนแบ่งการตลาดของบริษัท

### ตัวแปรต้นของแบบจำลอง

- $v_i$  = น้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้า  $i$   
โดย  $v_0 = 1$  คือ น้ำหนักสำหรับกรณีลูกค้าเลือกที่จะไม่ซื้อสินค้าใดๆ

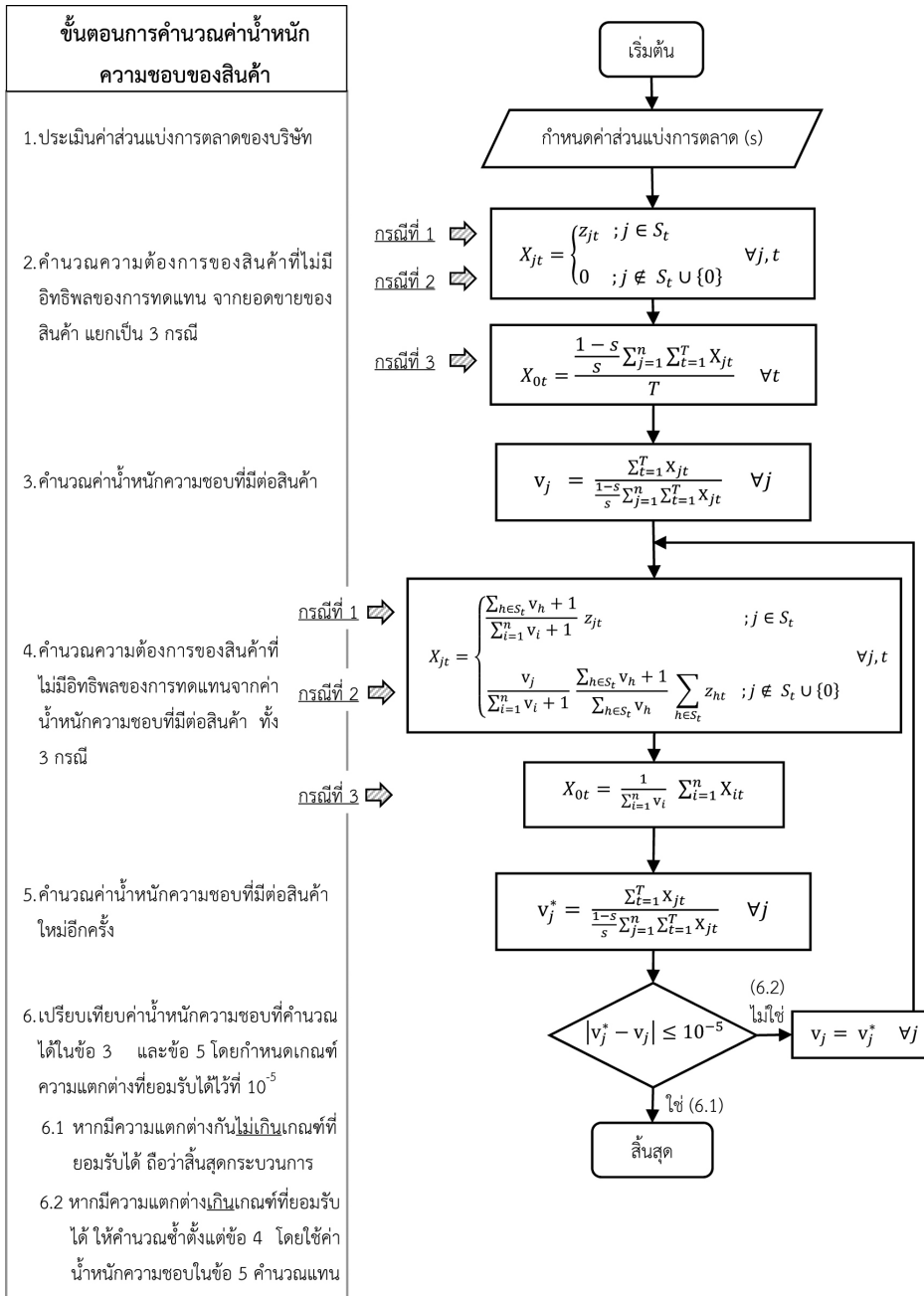
จะเห็นว่าสมการคณิตศาสตร์ในแบบจำลองไม่ซับซ้อน การคำนวณจึงสามารถทำได้ง่ายด้วยคำสั่ง Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel

ที่มาของสมการสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยของ Vulcano และคณะ (2012)

### 4.2 การคำนวณระดับการทดแทนกันของสินค้า

ระดับการทดแทนกันของสินค้าในงานวิจัยนี้ แทนด้วยตัวแปร  $a_{ij}$  หมายถึง ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะเลือกซื้อสินค้า  $j$  ทดแทน เมื่อสินค้า  $i$  ไม่มีจำหน่าย หากคำนวณด้วยน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้า จะได้ว่า  $a_{ij}$  เท่ากับน้ำหนักความชอบที่มีต่อสินค้า  $j$  ( $v_j$ ) หารด้วยค่าน้ำหนักความชอบรวมที่มีต่อสินค้าทั้งหมด ยกเว้นสินค้า  $i$  ( $\sum_{h \in (S-i)} v_h$ ) รวมกับค่าน้ำหนักความชอบกรณีไม่ซื้อสินค้า ดังสมการ (1)

$$a_{ij} = \frac{v_j}{\sum_{h \in (S-i)} v_h + 1} \quad (1)$$



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าน้ำหนักความชอบของสินค้าโดยสรุป

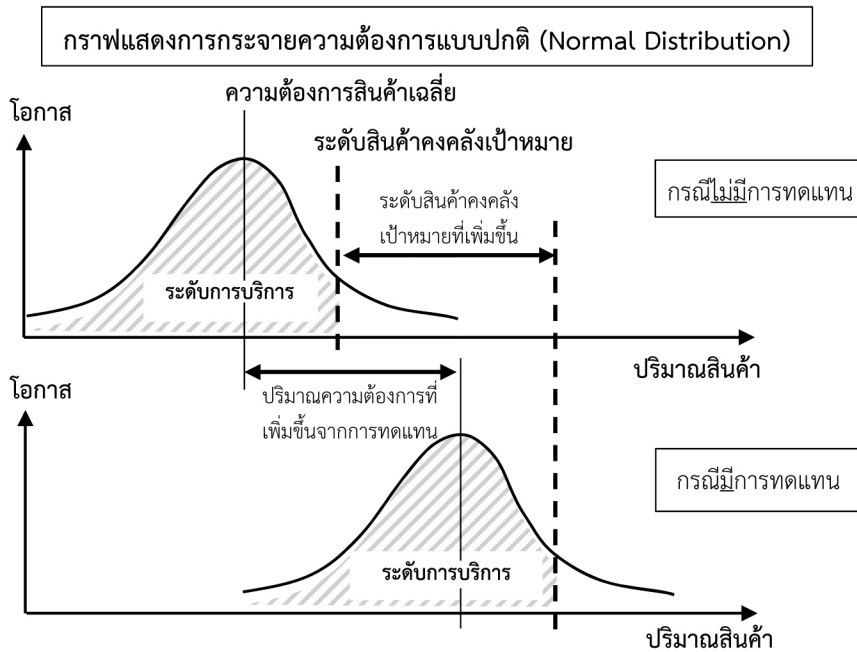
#### 4.3 การคำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย

ในงานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายในการบริหารสินค้าคงคลัง การคำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายอ้างอิงวิธีการของ Huang และคณะ (2011) โดยนำปริมาณการสั่งซื้อที่คำนวณได้มากำหนดเป็นระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายแทน ดังนั้นจากนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย” เมื่อกล่าวถึงปริมาณการสั่งซื้อสินค้าในแบบจำลอง

แบบจำลองนี้จะพิจารณาครั้งละ 1 ช่วงเวลา ซึ่งในงานวิจัยนี้คือ 1 เดือน ข้อมูลตั้งต้นที่ต้องการในแบบจำลอง คือ ข้อมูลสินค้า ได้แก่ ราคาขาย ต้นทุนราคาสินค้า ราคาขายลดราคา (Salvage Value) และต้นทุนสินค้าขาดมือ และข้อมูลความต้องการของสินค้า ได้แก่ ค่าพยากรณ์ความต้องการของสินค้าในแต่ละช่วงเวลา และลักษณะการกระจายของความต้องการสินค้า (Distribution Function) ซึ่งจากการตรวจสอบข้อมูลยอดขายของบริษัทกรณีศึกษาด้วยโปรแกรม Arena พบว่า ข้อมูลสามารถอนุมานว่ามี การกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ได้ ดังนั้นลักษณะการกระจายของความต้องการสินค้าจึงระบุด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การกำหนดระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายจะต้องเปรียบเทียบระหว่างค่าเสียโอกาส (ถ้าไร) กรณีที่ระดับสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ กับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีสินค้ามากเกินไปเกินความต้องการ แล้วกำหนดว่าระดับสินค้าคงคลังควรจะครอบคลุมโอกาสที่จะเกิดความต้องการได้กี่เปอร์เซ็นต์จึงจะทำให้เกิดผลกำไรเฉลี่ยสูงสุด หรือที่เรียกว่าระดับการบริการ (Service Level) นั้นเอง ซึ่งระดับการบริการที่เหมาะสมของสินค้าสามารถคำนวณได้จากราคาขาย ต้นทุนสินค้า ราคาขายลดราคา และต้นทุนสินค้าขาดมือ

โดยปกติหากไม่มีการทดแทนของสินค้า ความต้องการเฉลี่ยของสินค้าก็คือ ค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า แต่เมื่อมีการทดแทนเกิดขึ้น ความต้องการสินค้าอาจจะเพิ่มขึ้นจากการทดแทนสินค้าอื่นที่คาดว่าจะขาดมือ (Expected Shortage) ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายก็จะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถรักษาระดับการบริการที่เหมาะสมไว้ได้ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เปลี่ยนแปลงความต้องการของสินค้าและระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย เมื่อมีการทดแทน

ขั้นตอนการคำนวณแสดงในรูปที่ 4 โดยมีรายละเอียดตัวแปรดังนี้

สัญลักษณ์และพารามิเตอร์

- $n$  = จำนวนสินค้า กำหนดลำดับด้วย  $i, j$
- $r_i$  = ราคาขายต่อหน่วยของสินค้า  $i$
- $c_i$  = ต้นทุนต่อหน่วยของสินค้า  $i$
- $s_i$  = ราคาขายลดราคาต่อหน่วยของสินค้า  $i$
- $p_i$  = ต้นทุนสินค้าขาดมือต่อหน่วยของสินค้า  $i$
- $X_i$  = ความต้องการของสินค้า  $i$
- $f_{x_i}(x_i)$  = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นของ  $X_i$
- $F_{x_i}(x_i)$  = ฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของ  $X_i$
- $a_{ij}$  = สัดส่วนความต้องการสินค้า  $i$  ที่ถูกทดแทนด้วยสินค้า  $j$  เมื่อสินค้า  $i$  หหมด
- $k_i$  = ระดับการบริการของสินค้า  $i$
- $(X_i - Q_i)^+$  = ปริมาณสินค้าขาดมือ

### ตัวแปรต้นของแบบจำลอง

$Q_i$  = ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายของสินค้า  $i$

### สมมติฐานของแบบจำลอง

- 1)  $0 \leq a_{ij} \leq 1$  สำหรับทุกสินค้า  $i, j$
- 2)  $a_{ii} = 0$
- 3)  $0 \leq \sum_{j=1}^n a_{ij} \leq 1$
- 4)  $r_i > c_i > s_i$

เมื่อความต้องการมีการกระจายแบบปกติ การหาระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายจากระดับการบริการ ด้วยฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสม (ในขั้นตอนที่ 3 และ 6) สามารถทำได้ง่ายด้วยคำสั่ง NORM.INV ในโปรแกรม Microsoft Excel แต่การคำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะขาดมือจะมีความยุ่งยากเล็กน้อย อาจต้องอาศัยการเขียนคำสั่ง Macro ร่วมด้วย

### 4.4 การเปรียบเทียบแผนการสั่งซื้อและกำไรรวมของสินค้า

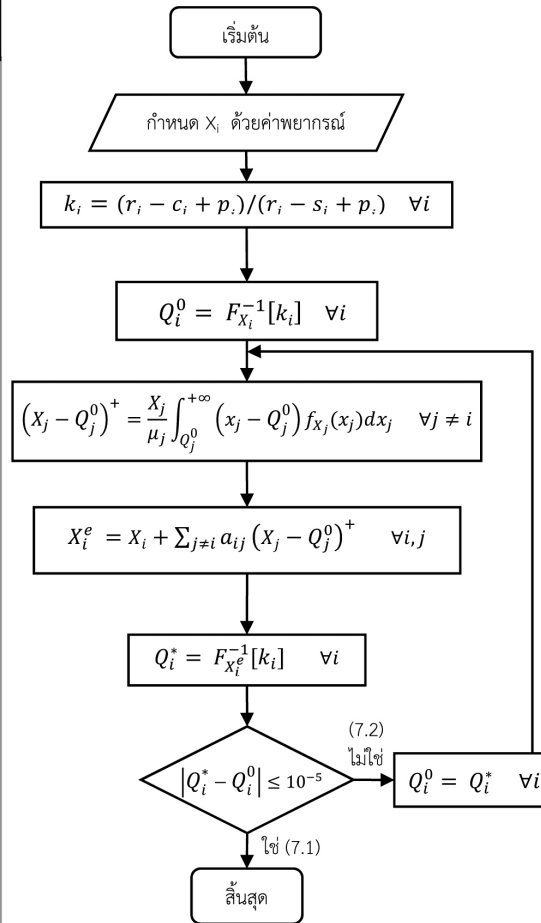
เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถทดสอบแผนการสั่งซื้อสินค้ากับกรณีจริงได้ การทดสอบแผนการสั่งซื้อจึงเป็นการจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบแผนการสั่งซื้อสินค้าแบบพิจารณาการทดแทนของสินค้าและแบบไม่พิจารณาการทดแทนของสินค้า โดยใช้ข้อมูลยอดขายสินค้านำย้อนหลังของบริษัทกรณีศึกษาตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 รวม 9 เดือน แทนความต้องการของสินค้า โดยจะกำหนดให้ส่งคำสั่งซื้อตอนต้นเดือนและได้รับสินค้าตอนต้นเดือนเช่นกัน หากมีสินค้าใดขาดมือก็就会被ทดแทนด้วยสินค้าชนิดอื่นตามระดับการทดแทนสินค้า

ผลกำไรคำนวณจากรายได้ลบต้นทุนรวม ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนราคาสินค้า ต้นทุนค่าถือครองสินค้า และต้นทุนสินค้าขาดมือ

## 5. ผลการดำเนินการวิจัย

สินค้าที่ศึกษา 2 ชนิด จะอ้างถึงเป็น สินค้า A และสินค้า B ยอดขายของสินค้าทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ข้อมูลราคาสินค้า ต้นทุนราคาสินค้า ต้นทุนสินค้าขาดมือ และราคาขายลดราคาดังนั้น ผู้วิจัยไม่สามารถเปิดเผยได้ จึงแสดงด้วยระดับการบริการที่คำนวณได้ โดยระดับการบริการของสินค้า A อยู่ที่ 85.1% และสินค้า B อยู่ที่ 66.1% และบริษัทกรณีศึกษาได้ประเมินส่วนแบ่งการตลาดของสินค้าในกลุ่มนี้ไว้ที่ประมาณ 80% ดังแสดงในตารางที่ 1

ขั้นตอนการคำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย
1. กำหนดความต้องการเฉลี่ยของสินค้าด้วยค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้า
2. คำนวณระดับการบริการที่เหมาะสมของสินค้า
3. คำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายจากระดับการบริการ ด้วยฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของความต้องการสินค้า
4. คำนวณปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะขาดมีจากระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายที่กำหนด
5. คำนวณความต้องการเฉลี่ยของสินค้าใหม่ โดยเพิ่มความต้องการจากการทดแทนสินค้าอื่นตามระดับการทดแทนสินค้า
6. คำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายใหม่จากระดับการบริการ ด้วยฟังก์ชันความน่าจะเป็นสะสมของความต้องการสินค้าที่เพิ่มขึ้น
7. เปรียบเทียบระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายที่คำนวณได้ในข้อ 3 และข้อ 6 โดยกำหนดเกณฑ์ความแตกต่างที่ยอมรับได้ที่ 10 <sup>-5</sup>
7.1 หากมีความแตกต่างกันไม่เกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ถือว่าสิ้นสุดกระบวนการ
7.2 หากมีความแตกต่างเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ให้คำนวณซ้ำตั้งแต่ข้อ 4 โดยใช้ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายในข้อ 6 คำนวณแทน



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงขั้นตอนวิธีคำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายโดยสรุป

**ตารางที่ 1** รายละเอียดข้อมูลของสินค้าที่ศึกษา

	สินค้า A	สินค้า B
ระดับการบริการ (%)	85.1%	66.1%
ส่วนแบ่งการตลาด (%)	80%	

**5.1 ผลการคำนวณระดับการทดแทนของสินค้า**

จากการคำนวณระดับการทดแทนของสินค้าพบว่า สินค้า B ทดแทนสินค้า A ( $a_{AB}$ ) ได้ 41.5% และสินค้า A ทดแทนสินค้า B ( $a_{BA}$ ) ได้ 9.9% ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** แสดงระดับการทดแทนของสินค้าที่คำนวณได้

		j	
		สินค้า A	สินค้า B
i	สินค้า A	0	41.5%
	สินค้า B	9.9%	0

**5.2 ผลการทดสอบแผนการสั่งซื้อ**

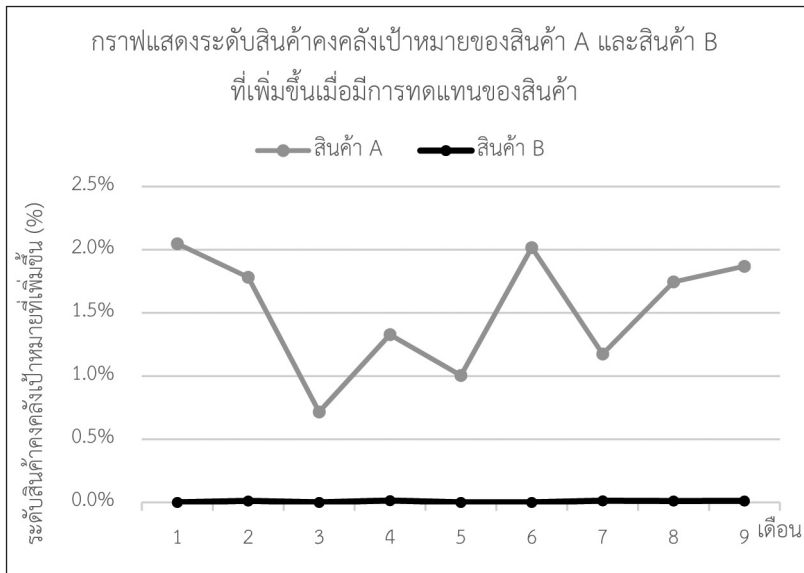
ผลการทดสอบแผนการสั่งซื้อจะแบ่งเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1. ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย

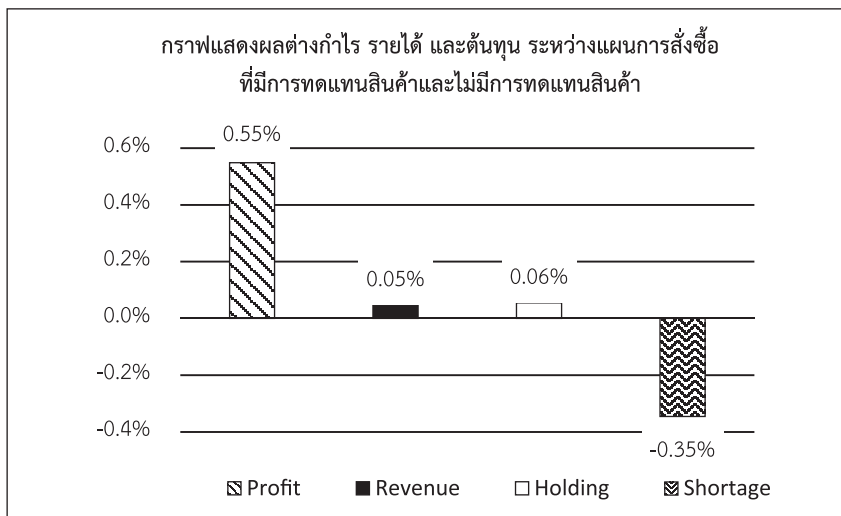
สำหรับสินค้า A เมื่อสินค้ามีการทดแทน ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายจะสูงขึ้นเฉลี่ย 1.5% แต่สำหรับสินค้า B ระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายเพิ่มขึ้นน้อยมาก เนื่องจากระดับการบริการของสินค้า A ค่อนข้างสูง ทำให้สินค้าที่คาดว่าจะขาดมือมีปริมาณน้อย ดังแสดงในรูปที่ 5

2. ผลกำไร รายได้ และต้นทุน

เมื่อมีการทดแทนของสินค้า ผลกำไรรวมของสินค้าเพิ่มขึ้น 0.55% ซึ่งเป็นผลมาจากระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายที่สูงขึ้น สามารถรองรับความต้องการได้มากขึ้น ทำให้รายได้เพิ่มขึ้น 0.05% และต้นทุนสินค้าขาดมือลดลง 0.35% แม้ว่าค่าถือครองสินค้าสูงขึ้น 0.06% ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5 กราฟแสดงระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายของสินค้า A และสินค้า B ที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการทดแทนของสินค้า



รูปที่ 6 กราฟแสดงผลต่างกำไร รายได้ และต้นทุน ระหว่างแผนการสั่งซื้อกรณีมีการทดแทนสินค้าและไม่มีการทดแทนสินค้า



ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า สาเหตุที่กำไรเพิ่มขึ้นเพียง 0.55% อาจเกิดจากระดับการทดแทนสินค้าที่ทดแทนได้น้อย ผู้วิจัยจึงทดลองปรับค่าระดับการทดแทนสินค้าเพื่อศึกษาผลต่างกำไรอีกครั้ง รวมถึงศึกษารายได้ ต้นทุนรวม ต้นทุนค่าถือครองสินค้า และต้นทุนสินค้าขาดมือ ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 6 โดยพบว่า

1. ส่วนใหญ่เมื่อระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลต่างกำไรและผลต่างรายได้เพิ่มมากขึ้น ยกเว้นกรณีที่สินค้า A ทดแทนสินค้า B ( $a_{BA}$ ) ได้เกิน 80% โดยผลต่างกำไรสูงสุดเกิดขึ้น เมื่อสินค้า A ทดแทนสินค้า B ได้ทั้งหมด ( $a_{BA} = 100\%$ ) และสินค้า B ทดแทนสินค้า A ( $a_{AB}$ ) ได้ 20% ซึ่งผลกำไรเพิ่มขึ้น 6.41% เทียบกับกรณีที่สินค้าไม่มีการทดแทน
2. ต้นทุนสินค้าขาดมือจะลดลงในทำนองเดียวกับผลกำไร ทำให้ต้นทุนสินค้าขาดมือนลดลงต่ำที่สุดในกรณีเดียวกัน โดยลดลง 3.9% เทียบกับกรณีที่สินค้าไม่มีการทดแทน
3. ต้นทุนรวมจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีที่สินค้าไม่มีการทดแทนเสมอ (เป็นค่าบวกทั้งหมด) แสดงให้เห็นว่าแผนการสั่งซื้อมุ่งเน้นการเพิ่มปริมาณสินค้าเพื่อรองรับความต้องการทดแทนจากสินค้าอื่น ทำให้รายได้เพิ่มสูงขึ้น แม้ว่าจะมีต้นทุนรวมสูงขึ้น แต่ก็ยังคงได้กำไรเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแผนการสั่งซื้อกรณีที่สินค้าไม่มีการทดแทน

ตารางที่ 3 ผลต่างกำไร ระหว่างแผนการสั่งซื้อกรณีมีการทดแทนสินค้าและไม่มีการทดแทนสินค้า ที่ระดับการทดแทนต่างๆ

%Difference of PROFIT between policy with and without substitution												
$a_{AB}$	100%	0.00%	0.63%	1.43%	2.18%	2.91%	3.48%	3.98%	4.41%	4.89%	5.32%	5.80%
	90%	-0.05%	0.64%	1.41%	2.11%	2.82%	3.35%	3.88%	4.39%	4.90%	5.36%	5.87%
	80%	0.01%	0.65%	1.37%	2.05%	2.69%	3.27%	3.83%	4.36%	4.90%	5.40%	5.96%
	70%	0.02%	0.64%	1.29%	1.94%	2.60%	3.18%	3.78%	4.34%	4.86%	5.42%	6.03%
	60%	-0.02%	0.58%	1.25%	1.88%	2.51%	3.10%	3.72%	4.27%	4.89%	5.46%	6.10%
	50%	-0.02%	0.57%	1.20%	1.81%	2.42%	2.96%	3.64%	4.27%	4.90%	5.50%	6.18%
	40%	-0.02%	0.55%	1.15%	1.69%	2.31%	2.90%	3.59%	4.24%	4.91%	5.54%	6.27%
	30%	-0.07%	0.51%	1.09%	1.65%	2.22%	2.83%	3.57%	4.25%	4.94%	5.61%	6.34%
	20%	-0.03%	0.52%	1.08%	1.62%	2.16%	2.77%	3.51%	4.23%	4.95%	5.65%	6.41%
	10%	0.00%	0.51%	1.01%	1.27%	1.52%	1.76%	2.00%	2.25%	2.51%	2.85%	3.21%
0	0.00%	0.49%	-0.06%	-0.08%	-	-0.14%	-0.15%	-0.17%	-0.16%	-0.20%	-0.22%	
	0	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
	$a_{BA}$											

ตารางที่ 4 ผลต่างรายได้ ระหว่างแผนการสั่งซื้อกรณีมีการทดแทนสินค้าและไม่มีการทดแทนสินค้า ที่ระดับการทดแทนต่างๆ

%Difference of REVENUE between policy with and without substitution												
a <sub>AB</sub>	100%	0.01%	0.06%	0.11%	0.16%	0.22%	0.26%	0.31%	0.35%	0.39%	0.43%	0.48%
	90%	0.00%	0.05%	0.11%	0.16%	0.21%	0.26%	0.30%	0.35%	0.39%	0.43%	0.48%
	80%	0.00%	0.05%	0.11%	0.16%	0.20%	0.25%	0.30%	0.35%	0.39%	0.44%	0.48%
	70%	0.00%	0.05%	0.10%	0.15%	0.20%	0.25%	0.30%	0.34%	0.39%	0.44%	0.49%
	60%	0.00%	0.05%	0.10%	0.15%	0.19%	0.24%	0.29%	0.34%	0.39%	0.44%	0.49%
	50%	0.00%	0.05%	0.09%	0.14%	0.19%	0.23%	0.29%	0.34%	0.39%	0.44%	0.50%
	40%	0.00%	0.05%	0.09%	0.13%	0.18%	0.23%	0.28%	0.34%	0.39%	0.44%	0.50%
	30%	0.00%	0.04%	0.09%	0.13%	0.17%	0.22%	0.28%	0.33%	0.39%	0.44%	0.50%
	20%	0.00%	0.04%	0.08%	0.13%	0.17%	0.22%	0.28%	0.33%	0.39%	0.45%	0.51%
	10%	0.00%	0.04%	0.08%	0.11%	0.13%	0.16%	0.19%	0.21%	0.24%	0.27%	0.31%
	0	0.00%	0.04%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%	0.10%
	0	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
a <sub>BA</sub>												

ตารางที่ 5 ผลต่างของต้นทุนรวม ระหว่างแผนการสั่งซื้อกรณีมีการทดแทนสินค้าและไม่มีการทดแทนสินค้า ที่ระดับการทดแทนต่างๆ

%Difference of TOTAL COST between policy with and without substitution												
a <sub>AB</sub>	100%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.03%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	90%	0.01%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	80%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	70%	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	60%	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	50%	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	40%	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	30%	0.00%	0.01%	0.02%	0.02%	0.03%	0.04%	0.04%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	20%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%
	10%	0.00%	0.01%	0.01%	0.02%	0.03%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%	0.10%
	0	0.00%	0.01%	0.02%	0.04%	0.05%	0.06%	0.07%	0.08%	0.09%	0.11%	0.12%
	0	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100	
a <sub>BA</sub>												

ตารางที่ 6 ผลต่างของต้นทุนสินค้าขาดมือ ระหว่างแผนการสั่งซื้อกรณีมีการทดแทนสินค้าและไม่มี การทดแทนสินค้า ที่ระดับการทดแทนต่างๆ

		%Difference of SHORTAGE COST between policy with and without substitution											
$d_{AB}$	100%	-0.03%	-0.40%	-0.80%	-1.18%	-1.57%	-1.94%	-2.30%	-2.65%	-3.01%	-3.36%	-3.72%	
	90%	-0.02%	-0.39%	-0.78%	-1.16%	-1.54%	-1.89%	-2.27%	-2.64%	-3.01%	-3.37%	-3.74%	
	80%	-0.02%	-0.38%	-0.76%	-1.13%	-1.49%	-1.86%	-2.25%	-2.63%	-3.01%	-3.38%	-3.77%	
	70%	-0.02%	-0.38%	-0.74%	-1.10%	-1.46%	-1.83%	-2.23%	-2.62%	-3.00%	-3.38%	-3.79%	
	60%	-0.01%	-0.36%	-0.72%	-1.07%	-1.43%	-1.80%	-2.21%	-2.60%	-3.00%	-3.39%	-3.82%	
	50%	-0.01%	-0.35%	-0.70%	-1.05%	-1.39%	-1.75%	-2.18%	-2.59%	-3.00%	-3.41%	-3.84%	
	40%	-0.01%	-0.34%	-0.69%	-1.01%	-1.35%	-1.72%	-2.15%	-2.58%	-3.00%	-3.42%	-3.86%	
	30%	0.00%	-0.33%	-0.66%	-0.99%	-1.32%	-1.69%	-2.13%	-2.56%	-3.00%	-3.43%	-3.88%	
	20%	0.00%	-0.32%	-0.64%	-0.96%	-1.28%	-1.66%	-2.11%	-2.55%	-3.00%	-3.44%	-3.90%	
	10%	0.00%	-0.31%	-0.62%	-0.83%	-1.04%	-1.26%	-1.46%	-1.67%	-1.88%	-2.16%	-2.43%	
	0	0.00%	-0.31%	-0.16%	-0.24%	-0.31%	-0.39%	-0.47%	-0.55%	-0.64%	-0.72%	-0.80%	
			0	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
		$d_{BA}$											

## 6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีประเมินระดับการทดแทนของสินค้าประเภทกาแฟสำเร็จรูป 2 ชนิด จากข้อมูลยอดขายและสถานะคงคลังของสินค้า โดยประยุกต์จากแบบจำลองของ Vulcano และคณะ (2012) ซึ่งอนุมานว่าความน่าจะเป็นที่ลูกค้าจะเลือกซื้อสินค้าขึ้นอยู่กับความชอบที่มีต่อสินค้า และศึกษาการบริหารสินค้าคงคลังโดยใช้แบบจำลองระดับสินค้าคงคลังเป้าหมาย และประเมินระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายโดยประยุกต์จากงานวิจัยของ Huang และคณะ (2011) ซึ่งมีแนวคิดที่ว่า ปริมาณความต้องการของสินค้าน่าจะเพิ่มขึ้นจากการทดแทนสินค้าอื่นที่อาจจะขาดมือ การทดสอบแผนการสั่งซื้อสินค้าจะเป็นการจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบระหว่างแผนการสั่งซื้อที่มีการพิจารณาสินค้าทดแทน และแผนการสั่งซื้อที่ไม่มีการพิจารณาสินค้าทดแทน

ผลจากการศึกษาวิจัยพบว่า ในกรณีศึกษา รายได้และผลกำไรรวมของแผนการสั่งซื้อเมื่อสินค้ามีการทดแทนเพิ่มขึ้นจากกรณีที่สินค้าไม่มีการทดแทนน้อยมาก เนื่องจากระดับการทดแทนที่ประเมินได้ สินค้า A ทดแทนสินค้า B ได้ค่อนข้างน้อย โดยต้นทุนค่าถือครองสินค้าก็เพิ่มขึ้น แต่ต้นทุนสินค้าขาดมือลดลง

ผู้วิจัยจึงทดลองปรับค่าระดับการทดแทนเพื่อศึกษาผลลัพธ์พบว่า ส่วนใหญ่เมื่อระดับการทดแทนเพิ่มขึ้นจะทำให้ผลต่างกำไรและผลต่างรายได้เพิ่มมากขึ้น ยกเว้นกรณีที่สินค้า A ทดแทนสินค้า B ได้เกิน 80% โดยผลต่างกำไรสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อสินค้า A สามารถทดแทนสินค้า B ได้ทั้งหมด (100%) และสินค้า B สามารถทดแทนสินค้า A ได้ 20% ในขณะที่ต้นทุนรวมจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีที่สินค้าไม่มีการทดแทนเสมอ แสดงให้เห็นว่าแผนการสั่งซื้อมุ่งเน้นการเพิ่มปริมาณสินค้าเพื่อรองรับความต้องการทดแทนจากสินค้าอื่น กำไรที่เพิ่มขึ้นจึงเกิดจากรายได้เพิ่มสูงขึ้น แม้ว่าจะมีต้นทุนรวมสูงขึ้นก็ตาม

แนวทางในการคำนวณระดับการทดแทนของสินค้า และการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าทดแทนในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสินค้าประเภทอื่นๆ ที่สามารถทดแทนกันได้ โดยผู้วิจัยเสนอให้บทวนประเด็นต่างๆ เพิ่มเติมดังนี้

1. การคำนวณระดับการทดแทนของสินค้าด้วย “ความชอบที่มีต่อสินค้า” ซึ่งเป็นค่าคงที่ของสินค้าแต่ละชนิด ลูกค้าทุกคนจะมีความชอบในสินค้าชนิดเดียวกันเท่ากัน ดังนั้นจึงอาจไม่สามารถสะท้อนพฤติกรรมที่แท้จริงของลูกค้าได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยที่จำลองการเลือกของลูกค้าด้วยลำดับความชอบสินค้า (Rank-based choice) (Van Ryzin & Vulcano, 2013) ซึ่งจะทำให้สามารถจำแนกการตัดสินใจของลูกค้าได้สมเหตุสมผลมากขึ้น แต่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสถานะสินค้า ณ เวลาที่เกิดการสั่งซื้อ ดังนั้นหากไม่มีข้อจำกัดด้านข้อมูล แบบจำลองดังกล่าวจะสามารถนำมาคำนวณระดับการทดแทนของสินค้าได้แม่นยำกว่า

2. การคำนวณระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายมีแนวคิดที่จะเพิ่มระดับสินค้าคงคลังเป้าหมายเพื่อรองรับความต้องการที่ทดแทนจากสินค้าอื่น ดังนั้นจึงไม่ได้กล่าวถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการทดแทนสินค้า เช่น ความไม่พึงพอใจของลูกค้า หรือส่วนต่างกำไรของสินค้า เป็นต้น การศึกษาในอนาคตจึงควรพิจารณาต้นทุนในส่วนนี้ด้วย

3. มีการศึกษาพบว่าที่ระดับการบริการเท่ากัน กรณีที่สินค้ามีการทดแทนกันจะทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังต่ำกว่า (Fuller, O’Conor, & Rawlinson, 1993; Song, 2009) ดังนั้นการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าทดแทนอาจจะพิจารณาในแง่ของการลดปริมาณสินค้าคงคลัง โดยที่ยังสามารถรักษาระดับการบริการเช่นเดิมได้

## เอกสารอ้างอิง

อัศวิน ปสุธรรม (Producer). (2559, 1 กรกฎาคม 2560). Inventory Management. Retrieved from <http://riped.utcc.ac.th/asawin/wp-content/uploads/sites/11/2016/01/7-Inventory-Management.pdf>

## Reference

- Agrawal, N., & Smith, S. A. (2003). Optimal retail assortments for substitutable items purchased in sets. *Naval Research Logistics (NRL)*, *50*(7), 793-822.
- Anupindi, R., Dada, M., & Gupta, S. (1998). Estimation of consumer demand with stock-out based substitution: An application to vending machine products. *Marketing Science*, *17*(4), 406-423.
- Bitran, G. R., & Dasu, S. (1992). Ordering policies in an environment of stochastic yields and substitutable demands. *Operations Research*, *40*(5), 999-1017.
- Chand, S., Ward, J. E., & Weng, Z. K. (1994). A parts selection model with one-way substitution. *European Journal of Operational Research*, *73*(1), 65-69.
- Fuller, J. B., O'Connor, J., & Rawlinson, R. (1993). Tailored logistics: the next advantage. *Harvard Business Review*, *71*(3), 87-98.
- Huang, D., Zhou, H., & Zhao, Q.-H. (2011). A competitive multiple-product newsboy problem with partial product substitution. *Omega*, *39*(3), 302-312.
- Kök, A. G., & Fisher, M. L. (2007). Demand estimation and assortment optimization under substitution: Methodology and application. *Operations Research*, *55*(6), 1001-1021.
- Mahajan, S., & Van Ryzin, G. (2001). Stocking retail assortments under dynamic consumer substitution. *Operations Research*, *49*(3), 334-351.
- Mcgillivray, R., & Silver, E. (1978). Some concepts for inventory control under substitutable demand. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, *16*(1), 47-63.
- Musalem, A., Olivares, M., Bradlow, E. T., Terwiesch, C., & Corsten, D. (2010). Structural estimation of the effect of out-of-stocks. *Management Science*, *56*(7), 1180-1197.

- Nahmias, S. (2009). *Production and operations analysis* (6th ed.). New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Netessine, S., & Rudi, N. (2003). Centralized and competitive inventory models with demand substitution. *Operations Research*, *51*(2), 329-335.
- Pasutham, A. (Producer). (2016, 2017, July 1). *Inventory Management*. Retrieved from <http://ripped.utcc.ac.th/asawin/wp-content/uploads/sites/11/2016/01/7-Inventory-Management.pdf> (in Thai)
- Rajaram, K., & Tang, C. S. (2001). The impact of product substitution on retail merchandising. *European Journal of Operational Research*, *135*(3), 582-601.
- Rao, U. S., Swaminathan, J. M., & Zhang, J. (2004). Multi-product inventory planning with downward substitution, stochastic demand and setup costs. *IIE Transactions*, *36*(1), 59-71.
- Sampaio, E. Q. D., & Sampaio, M. (2016). Managerial response to stockouts: the effect of remedies on consumer behavior. *Production*, *26*(1), 66-77.
- Song, L. (2009). *Supply Chain Management with Demand Substitution. Doctoral Dissertations*, 91.
- Stavrulaki, E. (2011). Inventory decisions for substitutable products with stock-dependent demand. *International Journal of Production Economics*, *129*(1), 65-78.
- Steenek, D., Eng-Larsson, F., & Jauffred, F. (2016). Estimating Demand for Substitutable Products when Inventory Records are Unreliable.
- van Ryzin, G., & Vulcano, G. (2013). An expectation-maximization method to estimate a rank-based choice model of demand. *Technical Note*.
- Vulcano, G., Van Ryzin, G., & Ratliff, R. (2012). Estimating primary demand for substitutable products from sales transaction data. *Operations Research*, *60*(2), 313-334.
- ZVI, D., GURNANI, H., & PASTERNAK, B. A. (1995). An EOO Model with Substitutions Between Products. *Journal of the Operational Research Society*, *46*(7), 887-891.