

การพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ และมีปริมาณที่แปรปรวนมาก สำหรับยาที่มีอัตรา การหมุนเวียนช้า กรณีศึกษา โรงพยาบาลชุมชน ประเทศไทย

ภัทรพร กัลยา^{1*}, ปรีชา เต็มสุขสวัสดิ์², ธัญญา วสุศรี³

1 นักศึกษาปริญญาเอก (สาขาวิชาการออกแบบและผลิตแบบบูรณาการ) คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2 Ph.D., ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (อาจารย์สาขาวิชาการออกแบบและผลิตแบบบูรณาการ) คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

3 Ph.D., รองศาสตราจารย์ (อาจารย์บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

*ติดต่อผู้พิมพ์: ภัทรพร กัลยา (สาขาวิชาการออกแบบและผลิตแบบบูรณาการ) คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140 โทรศัพท์ 089-5566942 E mail: phattaraporn.kal@mail.kmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ และมีปริมาณที่แปรปรวนมาก สำหรับยาที่มีอัตราการหมุนเวียนช้า กรณีศึกษา
โรงพยาบาลชุมชน ประเทศไทย

ภัทรพร กัลยา^{1*}, ปรีชา เต็มสุขสวัสดิ์², ธัญญา วสุศรี³

ว. เกษตรศาสตร์อีสาน 2562; 15(1) : 82-92

รับบทความ : 23 เมษายน 2561

แก้ไขบทความ: 29 ตุลาคม 2561

ตอบรับ: 7 พฤศจิกายน 2561

โรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็กมักประสบปัญหาในการจัดการสินค้าคงคลังของยารักษาโรค ไม่ว่าจะเป็นปัญหาการขาดแคลนยา หรือปัญหาปริมาณจัดเก็บมากเกินไปมากเกินความต้องการในบางช่วงเวลา เนื่องจากความยากต่อการพยากรณ์อุปสงค์ในการใช้ยาที่ไม่สม่ำเสมอ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมรรถนะของเครื่องมือพยากรณ์ที่ใช้พยากรณ์อุปสงค์ยาที่มีอัตราการหมุนเวียนช้าสำหรับกรณีศึกษา โรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็ก วิธีดำเนินการวิจัย: การศึกษานี้ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องมือพยากรณ์ 2 เครื่องมือได้แก่ Croston (CR) และ Teunter, Syntetos, and Babai (TSB) โดยใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีตของยา 2 ประเภทที่ได้จากโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการเกิดอุปสงค์และระยะเวลาในการปรับค่าคงที่ของวิธีพยากรณ์ต่อค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (mean square error ; MSE) และจำนวนช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (shortage) ผลการวิจัย: การใช้เครื่องมือ TSB เกิดความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยกว่าในกรณีของยา V1 ที่อุปสงค์มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variance, CV) 1.75 และค่าเฉลี่ยของเวลาที่เกิดอุปสงค์ (Average demand interval, ADI) ที่ 2.02 สัปดาห์ ซึ่งสูงกว่าอุปสงค์ของยา V2 มีค่า CV 1.30 และค่า ADI 1.76 สัปดาห์ ในขณะที่เครื่องมือ CR ทำให้เกิดจำนวนช่วงเวลาที่ยาขาดแคลนน้อยกว่า TSB เนื่องจากในวิธีของ CR จะคงค่าพยากรณ์ในช่วงที่ไม่มีอุปสงค์ในขณะที่วิธี TSB จะมีการปรับอุปสงค์ให้ลดลง การศึกษานี้ยังพบว่าทั้ง 2 เครื่องมือมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการพยากรณ์มากขึ้นเมื่อระยะเวลาปรับค่าคงที่สั้นลง

คำสำคัญ: การพยากรณ์, อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ และปริมาณแปรปรวนมาก, ยาที่มีอัตราการหมุนเวียนช้า



Lumpy Demand Forecasting for Slow-moving Medicines: A Case Study of Community Hospital Thailand

Phattaraporn Kalaya^{1*}, Preecha Termsuksawad², Thananya Wasusri³

¹D.Eng Student (Integrated Product Design and Manufacturing Program) School of Energy, Environment and Materials,
King Mongkut's University of Technology Thonburi

² Ph.D., Assistant Professor, Lecturer (Integrated Product Design and Manufacturing Program) School of Energy, Environment and Materials,
King Mongkut's University of Technology Thonburi

³ Ph.D., Associate Professor, Lecturer (Graduate School of Management and Innovation)
King Mongkut's University of Technology Thonburi

***Corresponding author:** Phattaraporn Kalaya (Integrated Product Design and Manufacturing Program) School of Energy,
Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140 Thailand
Tel: 089-5566942 E mail: phattaraporn.kal@mail.kmutt.ac.th

Abstract

Lumpy Demand Forecasting for Slow-moving Medicines: A Case Study of Community Hospital Thailand

Phattaraporn Kalaya^{1*}, Preecha Termsuksawad², Thananya Wasusri³

IJPS, 2019; 15(1) : 82-92

Received: 23 April 2018

Revised: 29 September 2018

Accepted: 7 November 2018

Small community hospitals frequently faced inventory management problems such as shortages and overstocks of medicines because of difficulty to predict irregular demand. The objective of this work aimed to study the performance of two forecasting methods for the slow-moving medicines specifically in a small community hospital. **Method:** The study compared the performance of two forecasting methods: the Croston's method (CR) and the Teunter, Syntetos, and Babai's (TSB) method. The simulation was conducted using historical data of two medicines, obtained from a community hospital in Mae Hong Son province from January 2015 to December 2016. The effects of demand pattern and time to adjust the smoothing constant on mean square error (MSE) and shortage were studied. **Result:** TSB method provided lower MSE in the case of V1 medicine whose demand possesses the coefficient of variance, CV, and the average demand interval, ADI, of 1.75 and 2.02 weeks, respectively. The CV and ADI of V1 demand were higher than those of the demand of V2 medicine, whose CV and ADI were 1.30 and 1.76 week, respectively. However, the CR method provided less shortage period because the expected demand from this method was kept constant when there was no demand in that period while it would be adjusted to be lower in case of TSB method. This study also found that time to adjust smoothing constant effected on MSE. For both methods, the longer the adjusting period, the lower is the MSE for both methods.

Keywords: forecasting, irregular demand, slow moving medicine

บทนำ

อุตสาหกรรมบริการสุขภาพ (Healthcare Industry) เป็นอุตสาหกรรมที่ดูแลสุขภาพของมนุษย์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่อุปกรณ์ทางการแพทย์ การบริการรักษาและพยาบาลรวมถึงเรื่องของยารักษาโรค (The Small and Medium Enterprises Promotion, 2014) ในประเทศไทยโรงพยาบาลที่ให้บริการรักษาประชาชนทั่วไป สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือโรงพยาบาลเอกชน และโรงพยาบาลของรัฐบาลซึ่งโรงพยาบาลของรัฐบาลส่วนใหญ่จะสังกัดกระทรวงสาธารณสุข เช่น โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลศูนย์ หรือ โรงพยาบาลชุมชน

โรงพยาบาลชุมชนเป็นโรงพยาบาลระดับอำเภอที่ดูแลรักษาผู้ป่วยตั้งแต่ระดับปฐมภูมิ ซึ่งจะทำให้การวินิจฉัยและรักษาพยาบาลขั้นแรก ก่อนที่ผู้ป่วยจะถูกส่งตัวไปยังโรงพยาบาลในระดับต่อไป หากผู้ป่วยมีการเจ็บป่วยที่รุนแรงเกินความสามารถโรงพยาบาลชุมชน ในปัจจุบันมีโรงพยาบาลชุมชนมากถึง 780 แห่งทั่วประเทศ (Thai Health Coding Center, 2015) จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลชุมชนขนาดเล็กพบว่า โรงพยาบาลมักประสบปัญหาเรื่องการบริหารจัดการยาที่ใช้ในการรักษาผู้ป่วยทั้งปัญหาขาดแคลนในเวลาที่ต้องการ หรือการจัดเก็บมากเกินไปเกินความต้องการจนส่งผลให้ยาหมดอายุก่อนการใช้งานจริง เนื่องจากการคาดการณ์ปริมาณการใช้ยาที่ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับยาบางประเภทที่จะมีความต้องการใช้ยาบางช่วงเวลา และอาจไม่มีความต้องการใช้เลยเป็นเวลานาน ดังนั้นการควบคุมสินค้าคงคลังยาจึงเป็นประเด็นสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมบริการสุขภาพอย่างยิ่ง

ปกติการควบคุมสินค้าคงคลังยาจะมีการจัดประเภทยาตามหลัก VED หรือ VEN (Srinivasan, 2008) โดย V (vital) หมายถึงกลุ่มยาที่มีความสำคัญมาก ใช้สำหรับการรักษาชีวิตของผู้ป่วย และควรมีสารองไว้เสมอให้เพียงพอต่อการใช้งาน E (essential) หมายถึง กลุ่มยาพื้นฐานที่ใช้ในการรักษาผู้ป่วย มีความสำคัญปานกลางและ D (desirable) หมายถึงกลุ่มยาที่ใช้สำหรับการรักษาอาการเจ็บป่วยที่ไม่รุนแรง (Pirankar et al., 2014; World Health Organization, 2003) ยาแต่ละกลุ่มมีปัญหาในการจัดการแตกต่างกัน แต่ยาในกลุ่ม V ที่มีความสำคัญต่อการรักษาชีวิตผู้ป่วยนั้น โรงพยาบาลต้องเก็บสำรองไว้สำหรับการรักษาเสมอ แต่การจัดการปริมาณของยาค่อนข้างจะลำบากเนื่องจากปริมาณความต้องการไม่สม่ำเสมอ และไม่แน่นอนไปตามรอบ เหมือนกับยาประเภทอื่น ๆ

การบริหารจัดการยาของโรงพยาบาลในกรณีศึกษา นี้ มีวิธีการสั่งซื้อยาในกลุ่ม V ด้วยการคาดการณ์ และสำรองยาตามปริมาณที่เคยมีความต้องการใช้ที่มากที่สุดจากข้อมูลในอดีต และยาบางชนิดจะเป็นการคาดการณ์ตามค่าเฉลี่ยของความต้องการใช้ยาในอดีต จึงส่งผลให้เกิดการขาดแคลนยาในบางช่วงเวลา ซึ่งเฉลี่ยแล้วจะเกิดขึ้นราว 2-3 ครั้งต่อปี และต้องยืมจากโรงพยาบาลอื่น ๆ ในพื้นที่ 50 - 60 หน่วยในแต่ละครั้ง ในขณะที่ยาบางชนิดหมดอายุก่อนถูกนำมาใช้เนื่องจากการสำรองยาที่มากเกินไปปริมาณการใช้จริง ด้วยปัญหาเหล่านี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษา เพราะเมื่อโรงพยาบาลเกิดการขาดแคลนของยาจะส่งผลต่อการบริการผู้ป่วยแต่ถ้ามีการสำรองยามากเกินไปความต้องการใช้จะส่งผลต่อต้นทุนของโรงพยาบาล

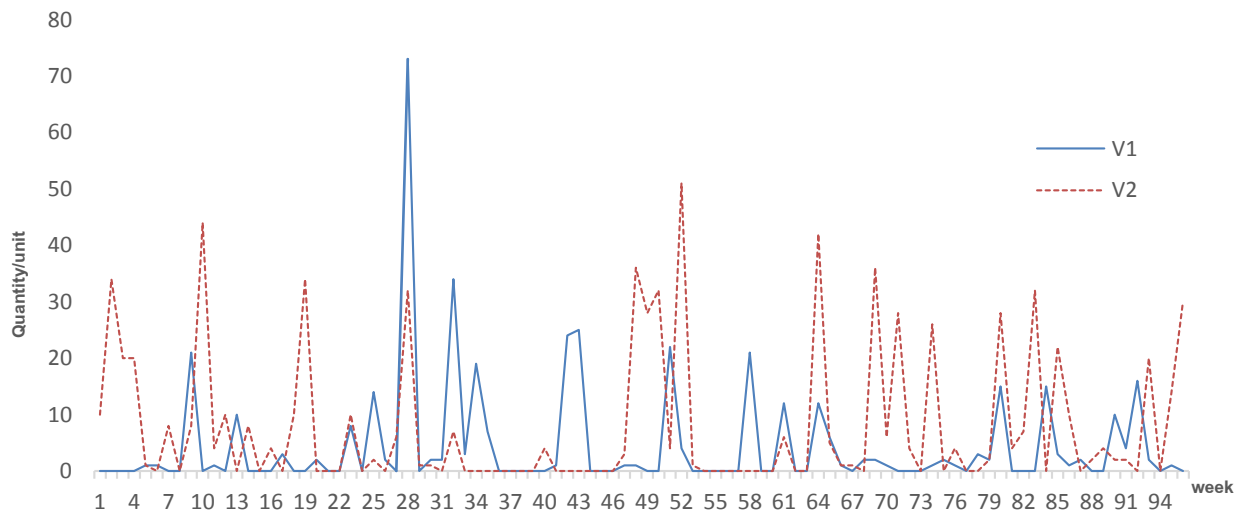
Silver (2008) ได้กล่าวถึงรูปแบบของอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงมักจะมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ (non-stationary) ซึ่งยากต่อการพยากรณ์ โดยเฉพาะรูปแบบอุปสงค์ไม่คงที่ มีความผันผวนมากในการศึกษาที่ผ่านมาจะมุ่งศึกษาอุปสงค์ในสินค้าประเภทอะไหล่ หรือ ชิ้นส่วนยานยนต์ในกระบวนการผลิต การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อตรวจสอบของเครื่องมือการพยากรณ์สำหรับการใช้ยาของโรงพยาบาลชุมชน โดยใช้ข้อมูลอุปสงค์การใช้ยาของโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ประเทศไทย โรงพยาบาลแห่งนี้มีขนาด 30 เตียงสำหรับรองรับผู้ป่วย IPD (In-Patient Department) และมีการใช้ยากว่า 400 ชนิดในการรักษา มียาราว 60 ชนิด หรือประมาณ ร้อยละ 15 ที่มีรูปแบบความต้องการใช้ยาแบบไม่คงที่ ส่วนใหญ่แล้วเป็นยาในกลุ่ม V ด้วยเหตุนี้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นยาในกลุ่ม V ซึ่งปัจจุบันทางโรงพยาบาลประสบปัญหาทั้งเรื่องการขาดแคลนยาและปัญหายาหมดอายุ โดยเครื่องมือที่ถูกเลือกในการทดสอบศักยภาพการพยากรณ์ในการศึกษาครั้งนี้ คือ Croston's method (CR) และ Teunter, Syntetos, & Babai's method (TSB method) เนื่องจากทั้ง 2 เครื่องมือถูกออกแบบเพื่อพยากรณ์อุปสงค์ที่ไม่สม่ำเสมอ และมีความแปรปรวนมาก โดยจะแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วนคือ การประมาณขนาดของอุปสงค์ที่จะเกิดขึ้นซึ่งจะใช้กับทั้ง 2 เครื่องมือ และระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ (demand interval) สำหรับเครื่องมือ Croston และความน่าจะเป็นในการเกิดอุปสงค์ สำหรับเครื่องมือ TSB

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษานี้ ใช้ข้อมูลปริมาณความต้องการการใช้ยา 2 ชนิด ในกลุ่ม V สำหรับการอธิบายข้อมูลอุปสงค์ และการพยากรณ์ คือ Epinephrine (Adrenaline) (V1) ซึ่งเป็นยาที่ใช้ในภาวะหัวใจหยุดเต้น (Cardiac arrest) ภาวะช็อก หรือ อาการแพ้ อย่างรุนแรง (anaphylaxis) (Imsuwan, 2015) และ Furosemide แบบฉีด (V2) ซึ่งเป็นยาขับปัสสาวะ ใช้ในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง หรือมีภาวะบวมเนื่องจากหัวใจวาย น้ำท่วมปอดแบบเฉียบพลัน (Department of Medical Sciences, 2018) ข้อมูลของยา 2 ชนิดได้จากโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2558 จนถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2559 โดยเป็นการเก็บข้อมูลรายสัปดาห์ เพราะจะช่วยให้ทราบถึงความต้องการใช้ยาที่ใกล้เคียงกับการใช้ยาในแต่ละวัน ในขณะที่วันสามารถเพิ่มความไวในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้ยา เมื่อเปรียบเทียบกับตารางแผนสั่งซื้อโดยใช้ข้อมูลรายเดือนหรือรายไตรมาส

หากเปรียบเทียบปริมาณความต้องการใช้ยา V1 และ V2 กับการจัดการยาของโรงพยาบาลพบว่า ยา V1 ที่มีปริมาณความต้องการใช้ที่แปรปรวนมาก มีการสั่งซื้อมากเกินไปตามความต้องการใช้จริงและยาได้ถูกกระจายไปจัดเก็บตามแผนกต่างๆ ในโรงพยาบาลเนื่องจากแต่ละแผนกต้องการลดความเสี่ยงของการขาดแคลนยา แต่กลับทำให้เกิดปัญหาขาดยาที่ตกค้าง 300 หน่วย (ปี พ.ศ. 2558 - ปี พ.ศ. 2559) ในขณะที่ยา V2 ประสบปัญหาไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ เกิดปัญหาขาดแคลนกว่า 200 หน่วย (ปี พ.ศ. 2558 - ปี พ.ศ. 2559) ทำให้โรงพยาบาลต้องทำการยืมจากโรงพยาบาลอื่น ๆ ในพื้นที่

รูปที่ 1 แสดงรูปแบบของอุปสงค์ทั้ง V1 และ V2 ที่มีทั้งช่วงเวลาที่อุปสงค์เกิดขึ้น และไม่เกิดอุปสงค์เลยติดต่อกัน รวมถึงปริมาณอุปสงค์ไม่สม่ำเสมอในแต่ละสัปดาห์ ยาทั้ง 2 ชนิดนี้มีรูปแบบอุปสงค์ที่คาดการณ์ไม่ได้ และปริมาณที่เกิดขึ้นมีความแปรปรวนมาก (lumpy demand) แต่เป็นยาที่สำคัญต่อการรักษาชีวิตผู้ป่วย ทำให้ทางโรงพยาบาลต้องมีการสำรองยาเหล่านี้ไว้เสมอ



รูปที่ 1 รูปแบบอุปสงค์ของยา V1 และ V2

การอธิบายรูปแบบอุปสงค์ของยา V1 และ V2 จะอธิบายผ่านค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่เกิดอุปสงค์ (Average inter-demand interval (ADI)) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation (CV)) (Costantino et al., 2017; Regattieri et al., 2005) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่เกิดอุปสงค์ (ADI) คือ ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการเกิดอุปสงค์แต่ละครั้ง ซึ่งหาได้จาก

$$ADI = \frac{\sum_{n=1}^N t_i^n}{N_{pi}}$$

เมื่อ

N_{pi} = จำนวนครั้งที่เกิดอุปสงค์

t_i^n = จำนวนช่วงเวลาที่เกิดอุปสงค์

(time interval of non-zero demand)

N = จำนวนของช่วงเวลาทั้งหมด

ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) แสดงให้เห็นถึงความผันแปรของข้อมูลเทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอุปสงค์หารด้วยค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ ดังนี้

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (d_i^n - d_i)^2}{N_{pi}}}}{d_i}$$

ตารางที่ 1 ผลความแปรปรวนของปริมาณ และอัตราการเกิดอุปสงค์ของยา V1 และ V2

Demand pattern	CV	ADI (week)	Max. inter-demand interval (non-zero demand)	Min. inter-demand interval (non-zero demand)	Average demand	Max demand
V1	1.75	2.02	6	1	8.85	73
V2	1.30	1.76	8	1	14.28	51

ตารางที่ 1 แสดงพารามิเตอร์ที่อธิบายรูปแบบของอุปสงค์ของยาประเภท V1 และ V2 ข้อมูลของ V1 มีค่า CV สูงถึง 1.75 หมายถึง มีความแปรปรวนของปริมาณความต้องการ 1.75 เท่าของค่าเฉลี่ยปริมาณความต้องการ ในขณะเดียวกัน ค่า ADI อยู่ที่ 2.02 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ไม่มีอุปสงค์จะมีค่าประมาณ 2 สัปดาห์ และมีระยะเวลานานที่สุดที่ไม่เกิดอุปสงค์เลยอยู่ที่ 6 สัปดาห์ จึงเห็นได้ว่าลักษณะข้อมูลที่มีปริมาณแปรปรวนมากประเภทนี้ การคาดคะเนอุปสงค์ที่จะเกิดขึ้นจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลในอดีต การคาดคะเนปริมาณการสำรองยาตามปริมาณที่มากที่สุดที่เคยเกิดขึ้นในอดีตของโรงพยาบาล หรือกระทั่ง การพยากรณ์ในลักษณะปกติจะไม่สามารถวิเคราะห์ได้

จากที่กล่าวมาแล้วการศึกษานี้ประยุกต์เครื่องมือพยากรณ์ 2 เครื่องมือ ได้แก่ Croston's method และ TSB method ในการประมาณการอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลาอนาคต ทั้งนี้มีเงื่อนไขในการใช้ ดังนี้

- รูปแบบการเกิดขึ้นของอุปสงค์พิจารณาจาก ขนาดของอุปสงค์ (demand size) และระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ (inter arrival time) หรือ โอกาสในการเกิดอุปสงค์
- อุปสงค์ที่เกิดขึ้นจะอยู่ในช่วงเวลา t
- การปรับค่าพยากรณ์ของเครื่องมือพยากรณ์จะปรับทุกสิ้นสุดช่วงเวลา (สัปดาห์)

เมื่อ

d_i = ค่าเฉลี่ยของอุปสงค์ (non-zero demand)

โดยที่ d_i เท่ากับ $\frac{\sum_{n=1}^N d_i^n}{N_{pi}}$

d_i^n = อุปสงค์

เครื่องมือ Croston ได้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{If } Z_t = 0, \quad Z'_{t+1} &= Z'_t, \quad P'_{t+1} = P'_t \\ \text{If } Z_t \neq 0, \quad Z'_{t+1} &= Z'_t + \alpha(Z_t - Z'_t), \quad P'_{t+1} = P'_t + \alpha(P_t - P'_t) \end{aligned}$$

การประมาณอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตจะเท่ากับ $D_t = \frac{Z'_{t+1}}{P'_{t+1}}$ (Syntetos and Boylan, 2005; Wallström and Segerstedt, 2010; Syntetos and Boylan, 2010)

โดยที่

Z_t = อุปสงค์ในช่วงเวลา t (ช่วงเวลาปัจจุบัน)

Z'_t = ค่าประมาณการอุปสงค์ในช่วงเวลา t-1

α = ค่าคงที่ปรับเรียบ (0-1)

P_t = ระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ (time interval of non-zero demand)

P'_t = ค่าประมาณการของระยะห่างของช่วงเวลาในการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t-1

D_t = ค่าประมาณการของอุปสงค์ของแต่ละช่วงเวลาของช่วงเวลา t+1 เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t

ในขณะที่เครื่องมือ TSB ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{If } p_t = 0: p'_{t+1} &= p'_t + \beta(0 - p'_t), \quad Z'_{t+1} = Z'_t, \quad D_t = p'_{t+1}Z'_{t+1} \\ \text{If } p_t = 1: p'_{t+1} &= p'_t + \beta(1 - p'_t), \quad Z'_{t+1} = Z'_t + \alpha(Z_t - Z'_t) \end{aligned}$$



การประมาณอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลาที่จะเกิดขึ้น
ในอนาคต เท่ากับ $D_t = p'_{t+1} Z'_{t+1}$ (Teunter, et al., 2011;
Kourentzes, 2014)

โดย

p_t = โอกาสในการเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา t (ช่วงเวลา
ปัจจุบัน); ($p_t = 1$ ถ้าเกิดอุปสงค์ในช่วงเวลา $t, 0$ ในกรณีที่ไม่มีเกิด
อุปสงค์)

p'_t = ค่าประมาณของโอกาสที่จะเกิดอุปสงค์ ในช่วง
เวลา $t-1$

β = ค่าคงที่ปรับเรียบ (0-1)

ค่าคงที่ปรับเรียบ (smoothing constant) หรือ (α, β)
จะถูกคำนวณโดยโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหาค่าคงที่ที่ทำให้
ค่า MSE (mean square error) ต่ำที่สุด

การวัดสมรรถนะของเครื่องมือการพยากรณ์ ได้แก่
ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (mean square error ;
MSE) และจำนวนช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (shortage)
โดยค่า MSE หาได้จาก (Spyros et al., 1995)

$$MSE = \frac{\sum (Z_t - D_t)^2}{N}$$

เมื่อ

Z_t คือ อุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t ($t =$
 $1, \dots, N$)

D_t คือ ค่าประมาณอุปสงค์ในช่วงเวลา t ($t =$
 $1, \dots, N$)

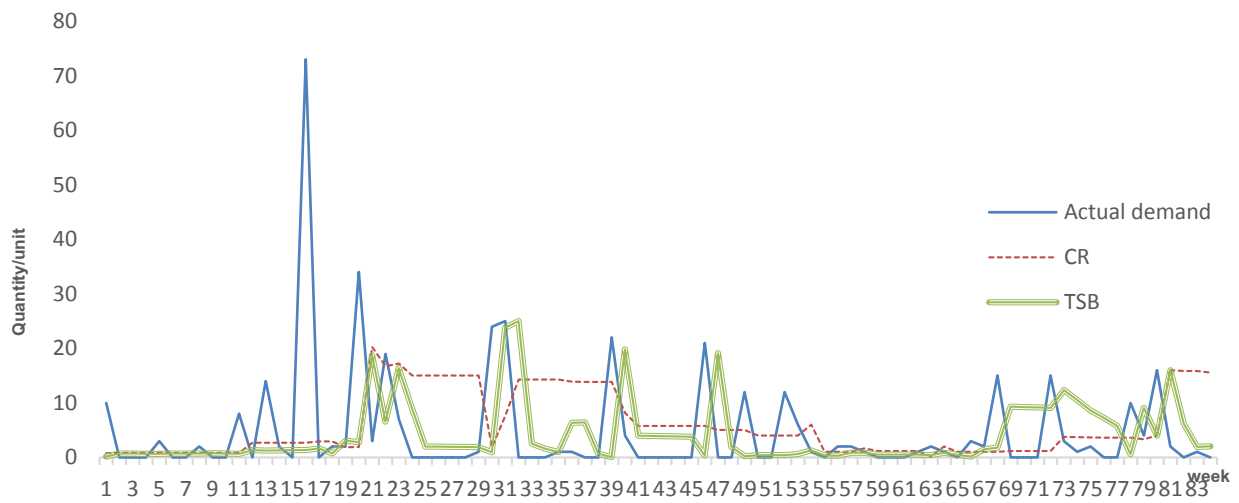
N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

และจำนวนช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (shortage)
จะพิจารณาจากจำนวนเวลาที่ปริมาณสินค้าคงคลังมีจำนวน
น้อยกว่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้น (Wallström and Segerstedt, 2010)
ซึ่งในการศึกษานี้ ไม่พิจารณาระยะเวลาในการสั่งซื้อสินค้า (lead
time)

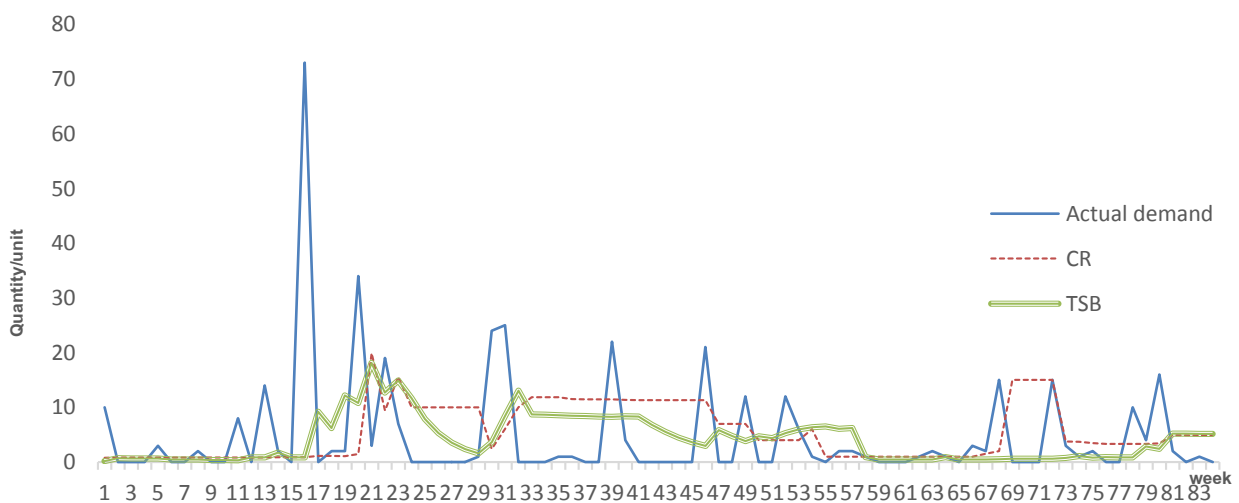
การศึกษาจะทำการทดลองพยากรณ์ข้อมูล (V_1, V_2)
ทั้งหมด 48 ครั้ง แบ่งคาบเป็น 4 6 8 และ 12 สัปดาห์ ต่อมา จะ
มีการทดลองปรับค่า parameter (α, β) ทุกๆ 4 8 และ 12
สัปดาห์ รวมทั้งหมดเป็น 24 ครั้ง ทั้งนี้การคำนวณค่าคงที่ปรับ
เรียบครั้งแรกจะเริ่มคำนวณในสัปดาห์ที่ 13 โดยใช้ข้อมูล 12
สัปดาห์แรกและประเมินสมรรถนะของเครื่องมือพยากรณ์ จาก
MSE และ จำนวนช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (shortage)

ผลการศึกษา

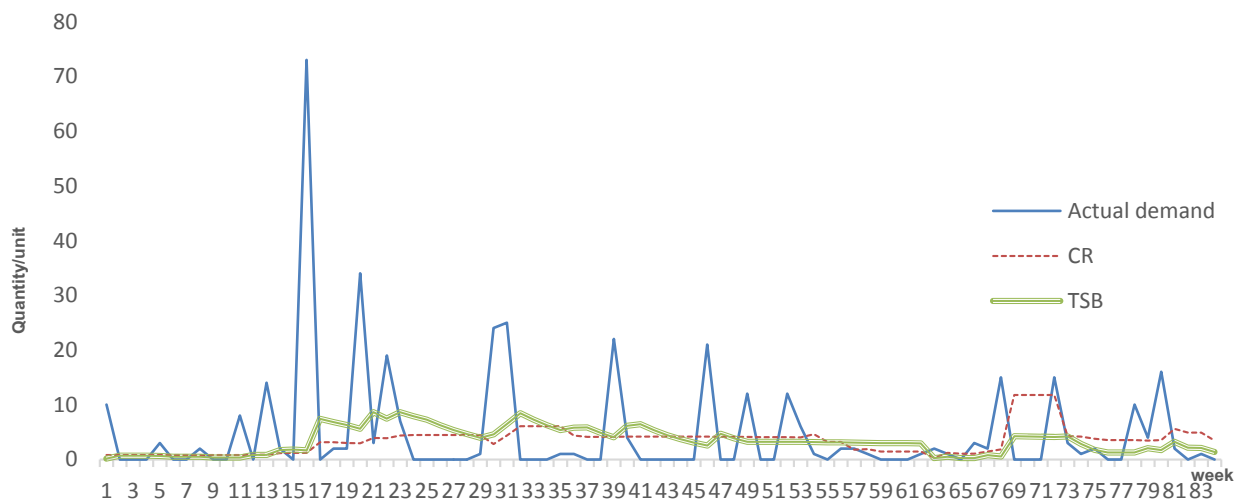
จากการวิเคราะห์ข้อมูลยา V_1 และ V_2 ด้วยค่า ADI
และ CV (ตารางที่ 1) พบว่าข้อมูลอุปสงค์ของยา ทั้ง V_1 และ V_2
มีความแปรปรวนของปริมาณมาก โดยรูปที่ 2, 3 และ 4 แสดง
อุปสงค์ของยา V_1 และค่าประมาณของอุปสงค์ทั้งจากเครื่องมือ
Croston และ TSB ใน 84 สัปดาห์โดยเริ่มตั้งแต่ สัปดาห์ที่ 13
ของปี พ.ศ. 2558 จนถึงสัปดาห์สุดท้ายในปี พ.ศ. 2559 ด้วยการ
ปรับค่าคงที่ปรับเรียบ (α) และ (β) ทุก 4, 8 และ 12 สัปดาห์
ตามลำดับ โดยใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีต 12 สัปดาห์ เพื่อหา
ค่าคงที่ปรับเรียบที่ให้ค่าของ MSE ต่ำที่สุด



รูปภาพที่ 2 การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ระหว่างเครื่องมือ Croston และ TSB ของชุดข้อมูลอุปสงค์ยา V1
(ใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีต 12 สัปดาห์ และปรับค่าคงที่ทุก 4 สัปดาห์)



รูปภาพที่ 3 การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ระหว่างเครื่องมือ Croston และ TSB ของชุดข้อมูลอุปสงค์ยา V1
(ใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีต 12 สัปดาห์ และปรับค่าคงที่ทุก 8 สัปดาห์)



รูปภาพที่ 4 การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ระหว่างเครื่องมือ Croston และ TSB ของชุดข้อมูลอุปสงค์ยา V1 (ใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีต 12 สัปดาห์ และปรับค่าคงที่ทุก 12 สัปดาห์)

ผลการคำนวณทั้งหมดสรุปในตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ตัววัดสมรรถนะของเครื่องมือพยากรณ์แสดงผลลัพธ์ในทิศทางที่ต่างกัน ตัวอย่างเช่น ค่า MSE จากวิธี Croston ในการพยากรณ์ชุดข้อมูล V1 ที่ใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีต 12 สัปดาห์ และปรับค่าคงที่ทุก 4 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 147.36 แต่ค่า MSE จาก

TSB เท่ากับ 136.42 เมื่อพิจารณา จำนวนช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า พบว่า การพยากรณ์จากเครื่องมือ TSB จะเกิดจำนวนช่วงเวลาที่ยังขาดแคลน 30 สัปดาห์ ในขณะที่การพยากรณ์จากเครื่องมือ Croston เกิดเพียง 26 สัปดาห์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) และช่วงเวลาในการขาดแคลนสินค้า (shortage) ระหว่างเครื่องมือ Croston และ TSB โดยใช้ข้อมูลอุปสงค์ในอดีต 4, 6, 8 และ 12 สัปดาห์

Number of previous calculated period	Adjusted (α, β)	MSE				Shortage (week)			
		V1		V2		V1		V2	
		CR	TSB	CR	TSB	CR	TSB	CR	TSB
12 weeks	4 weeks	147.36	136.42	343.48	352.94	26.00	30.00	20.00	25.00
	8 weeks	138.38	118.42	229.23	216.90	28.00	29.00	18.00	29.00
	12 weeks	115.34	112.44	164.58	175.66	26.00	26.00	24.00	31.00
8 weeks	4 weeks	141.64	134.56	343.47	341.47	27.00	30.00	20.00	25.00
	8 weeks	134.18	118.23	240.79	216.90	28.00	29.00	22.00	29.00
	12 weeks	120.57	113.83	161.35	209.84	25.00	24.00	23.00	26.00
6 weeks	4 weeks	135.17	136.91	346.09	351.29	26.00	30.00	20.00	24.00
	8 weeks	133.75	121.13	241.00	216.07	29.00	26.00	22.00	29.00
	12 weeks	120.66	112.66	156.65	236.82	23.00	25.00	19.00	27.00
4 weeks	4 weeks	131.52	135.08	343.49	345.68	26.00	29.00	20.00	25.00
	8 weeks	149.61	147.96	240.48	213.32	26.00	25.00	23.00	32.00
	12 weeks	119.74	113.70	162.41	168.57	24.00	25.00	20.00	26.00

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาผลจาก ค่า MSE ของ 2 เครื่องมือพยากรณ์ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ในกรณียา V1 วิธี TSB เกิดค่า MSE ที่น้อยกว่า CR เนื่องจาก TSB มีการคำนวณค่าประมาณการอุปสงค์ทุกครั้งเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา ไม่ว่าจะเกิดอุปสงค์หรือไม่ ในขณะที่วิธี CR มีการคำนวณค่าประมาณการอุปสงค์เฉพาะช่วงเวลาที่เกิดอุปสงค์เท่านั้น และจะคงค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาที่ผ่านมาในช่วงเวลาที่ไม่เกิดอุปสงค์ จึงไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าพยากรณ์ได้อย่างรวดเร็วเหมือนกับวิธี TSB อีกทั้ง วิธีการของเครื่องมือ TSB จะใช้ค่าคงที่ที่แตกต่างกัน (α, β) ระหว่างการประมาณอุปสงค์ที่จะเกิดขึ้น และ โอกาสในการเกิดขึ้นของอุปสงค์ ซึ่งจะปรับให้ค่าพยากรณ์ลดลงหรือใกล้เคียงมากกว่าเมื่ออัตราการเกิดอุปสงค์ลดลง หรือ อุปสงค์น้อยลง ในขณะที่เครื่องมือพยากรณ์ CR ใช้ค่าคงที่ที่เหมือนกันในการประมาณอุปสงค์ที่จะเกิดขึ้น และ การเกิดขึ้นของอุปสงค์ ทำให้ค่า MSE ที่ได้จากเครื่องมือ TSB ให้ผลที่ดีกว่าในรูปแบบอุปสงค์ที่ยากต่อการพยากรณ์อย่างข้อมูลยา V1 และเมื่อพิจารณา CV และ ADI จากข้อมูลอุปสงค์ยา V1 และ V2 พบว่า ค่า CV และ ADI ของยา V1 สูงกว่า V2 ซึ่งหมายถึง V1 มีความแปรปรวนของปริมาณยาที่มากกว่า V2 และอัตราการเกิดขึ้นของอุปสงค์ที่ต่ำกว่า V2 ทำให้การพยากรณ์ทำได้ยากมากขึ้น

ในกรณีของ V2 ถึงแม้ว่าค่า CV จะมีค่าน้อยกว่า V1 แต่จำนวนสัปดาห์ที่อุปสงค์สูงกว่าค่าเฉลี่ยมีจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นมากกว่า V1 โดย V2 มีค่าเฉลี่ยของอุปสงค์อยู่ที่ 14.28 เมื่อพิจารณาข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาแล้วจะพบว่า มีจำนวนครั้งของอุปสงค์ที่มากกว่าค่าเฉลี่ยสูงถึง 19 ครั้งใน 96 สัปดาห์ ข้อมูลของ V1 มีจำนวนครั้งที่อุปสงค์เกินค่าเฉลี่ยที่ 8.85 เท่ากับ 17 ครั้ง จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) ของการพยากรณ์ข้อมูลของ V2 มีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับข้อมูลของ V1 ในทุกเงื่อนไขการคำนวณ รวมไปถึงค่าเฉลี่ยในการเกิดอุปสงค์ (ADI) ของ V2 มีอัตราการเกิดขึ้นดีกว่า V1 จึงทำให้ทั้ง 2 เครื่องมือพยากรณ์ปรับค่าพยากรณ์ได้แม่นยำน้อยลง เนื่องจากอุปสงค์ที่มากกว่าและมีอัตราเกิดที่ต่ำกว่า V1 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือ TSB ที่ไม่ได้คงค่าพยากรณ์ไว้ในช่วงเวลาที่ไม่เกิดอุปสงค์ แต่จะปรับลดค่าให้น้อยลง เมื่อเกิดอุปสงค์ที่มีปริมาณสูงมากกว่าค่าเฉลี่ยหลายครั้ง ค่าพยากรณ์จะยิ่งแม่นยำน้อยลงกว่าเครื่องมือ CR ซึ่งแสดงให้เห็นจาก ค่า MSE ของ TSB ในข้อมูล V2 จะมีค่าสูงกว่าค่า MSE จากเครื่องมือ CR

จำนวนช่วงเวลาของการขาดแคลนสินค้า (shortage) พบว่า CR ได้พยากรณ์อุปสงค์ซึ่งทำให้เกิดจำนวนช่วงเวลา

สินค้าขาดแคลนน้อยกว่าเกือบทุกเงื่อนไขการคำนวณ เมื่อพิจารณาวิธีการพยากรณ์ CR จะมีการเก็บค่าพยากรณ์ในทุกช่วงเวลา และปรับลดค่าพยากรณ์ช้ากว่า TSB เพราะวิธี CR จะคำนวณเฉพาะช่วงเวลาที่เกิดอุปสงค์ขึ้น แต่ช่วงเวลาที่ไม่มีอุปสงค์ ค่าพยากรณ์จาก CR จะใช้ค่าเดียวกับช่วงเวลาก่อนหน้าที่ผ่านมา จึงเท่ากับว่ามีการคงค่าพยากรณ์อยู่เสมอ ถึงแม้จะไม่มีอุปสงค์เกิดขึ้น ซึ่งต่างจากวิธี TSB ที่จะทำการคำนวณตลอดเวลา ทำให้ค่าพยากรณ์อุปสงค์ลดลงเรื่อยๆ ดังนั้นจึงพบว่าช่วงเวลาที่จะเกิดสินค้าขาดแคลนมากกว่าการใช้วิธี CR

เมื่อพิจารณาประเด็นข้างต้นจะพบว่า วิธีของ TSB ให้ค่า MSE ต่ำกว่าวิธี CR แต่พบจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าขาดแคลน (shortage) สูงกว่าวิธี CR ซึ่งผลการศึกษาที่สอดคล้องกับเป้าหมายของ TSB ที่มุ่งลดปัญหาสินค้าคงคลังหมดอายุ ล้าสมัย (Babai, Syntetos & Teunter, 2014) จึงทำให้ค่าพยากรณ์จากวิธี TSB มีการปรับลดลงเมื่อไม่เกิดอุปสงค์ ทำให้โอกาสเกิดสินค้าขาดแคลนสูงขึ้นในขณะที่วิธีการของ CR มีเป้าหมายที่จะเก็บสินค้าไว้ทุกช่วงเวลาไม่ว่าจะเกิดหรือไม่เกิดอุปสงค์ (Croston, 1972) จากการคงค่าพยากรณ์ไว้เท่าเดิม การพยากรณ์โดยใช้เครื่องมือ TSB อาจไม่เหมาะสมกับการควบคุมสินค้าคงคลังยา โดยเฉพาะยาในกลุ่ม V ที่มีความสำคัญต่อการรักษาชีวิตผู้ป่วย ซึ่งต้องมีสำรองไว้อยู่เสมอ อีกทั้งยาในกลุ่มนี้จะมีอายุในการใช้งานราว 2 ปี และจะมีการตัดออกจากคลังราว 4-6 เดือนก่อนหมดอายุ ในส่วนของเครื่องมือ CR สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับยาในกลุ่ม V ได้ดีกว่า เพราะให้ความสำคัญกับการสำรองสินค้าไว้ ช่วยลดจำนวนช่วงเวลาที่มีสินค้าขาดแคลน

ระยะเวลาในการปรับค่าคงที่ (α, β) และการใช้ข้อมูลย้อนหลังในการกำหนดค่าคงที่มีผลต่อความแม่นยำในการพยากรณ์ของทั้ง 2 เครื่องมือ พบว่าทั้ง 2 เครื่องมือ ได้ค่า MSE ลดลงเมื่อความถี่ในการปรับค่าลดลงจากทุก 4 สัปดาห์ เป็น 8 สัปดาห์และ 12 สัปดาห์ตามลำดับ และค่า MSE จะลดลงเมื่อใช้ข้อมูลย้อนหลังนานขึ้นจาก 4 เป็น 6, 8 และ 12 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาระยะเวลาระหว่างการเกิดอุปสงค์ (inter-demand interval) และค่า CV พบช่วงเวลาที่ไม่เกิดอุปสงค์ของชุดข้อมูลยา ทั้ง V1 และ V2 จะเว้นช่วงนานมากที่สุดติดต่อกันอยู่ที่ 8 สัปดาห์ ดังนั้น เมื่อระยะเวลาในการปรับค่าคงที่ที่ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า 8 สัปดาห์ จึงมีโอกาที่จะพบกับปริมาณอุปสงค์ที่เท่ากับ 0 ทั้งหมด และเมื่อนำค่าคงที่จากช่วงเวลาดังกล่าวไปปรับใช้กับช่วงเวลาถัดไปโดยที่ปริมาณอุปสงค์แตกต่างกันมาก

จึงทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนมากขึ้น เช่น ข้อมูล V1 การใช้ข้อมูลย้อนหลังเพียง 4 สัปดาห์สำหรับการกำหนดค่าคงที่และปรับค่าคงที่ที่ 8 สัปดาห์ในการพยากรณ์ แต่ปริมาณอุปสงค์มีความแตกต่างกันมากจากค่า CV สูงถึง 1.75 ทำให้การใช้ข้อมูลย้อนหลังเพียง 4 สัปดาห์ ค่า MSE ของชุดข้อมูล V1 สูงขึ้น ในขณะที่ถ้าเพิ่มจำนวนช่วงเวลาในการใช้ข้อมูลย้อนหลังเป็น 6 สัปดาห์ ในระยะเวลาที่ปรับค่าคงที่เท่ากันที่ 8 สัปดาห์ พบว่าค่า MSE มีค่าลดลง จากการศึกษาจึงพบว่าการใช้ข้อมูลในอดีตที่ 12 สัปดาห์ และปรับค่าคงที่ที่ 12 สัปดาห์ ทำให้ได้ค่า MSE น้อยที่สุด ดังนั้นการปรับค่าคงที่ (α, β) ควรเว้นระยะเวลาในการปรับมากกว่าช่วงเวลาที่ไม่เกิดอุปสงค์เลย (inter-demand interval) เพื่อให้เกิดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนระหว่างอุปสงค์และค่าพยากรณ์น้อยที่สุด

สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาเมื่อเทียบ 2 เครื่องมือพยากรณ์จะพบว่าในชุดข้อมูล V1 เครื่องมือ TSB จะให้ค่า MSE ที่น้อยกว่าหมายถึงความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เฉลี่ยน้อยกว่า

References

Babai M.Z, Syntetos A, Teunter R. Intermittent demand forecasting : An empirical study on accuracy and the risk of obsolescence. *Production Economics* 2014 :212-219.

Costantino F, GravioDi.G, Patriarca R, Petrella L. Spare parts management for irregular demand items. *Omega* 2017:1-10.

Croston J.D. Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands. *Operational Research Quarterly* 23 1972: 289–303.

Imsuwan I. Vasopressors in the Emergency Room. *Thammasat Medical Journal*, Vol. 15 No. 1 2015:104-113

Kourentzes N. On intermittent demand model optimization and selection. *Production Economics* 2014: 180-190.

Official website of Department of Medical Sciences. The Quality of Furosemide Injection) [Online]. 2018. [Cite 2018 June 25]. Available from: <http://www.dmsc-library.moph.go.th>.

เครื่องมือ CR แต่เนื่องจากการศึกษาได้ประยุกต์ใช้กับยาในกลุ่ม V ตัววัดที่ให้ความสำคัญกับจำนวนช่วงเวลาของการขาดแคลนสินค้ามากกว่าและการใช้เครื่องมือ CR จะเกิดจำนวนช่วงเวลาที่ยอดขาดแคลนน้อยกว่าเครื่องมือ TSB ทั้งนี้ความถี่ในการปรับค่าคงที่และรูปแบบอุปสงค์ของยาที่มีความสัมพันธ์กับค่า MSE โดยรูปแบบอุปสงค์ที่มีค่า CV และ ADI สูงอย่างเช่นยา V1 ความถี่ในการปรับค่าคงที่ที่ 12 สัปดาห์ส่งผลให้ค่า MSE น้อยกว่าความถี่ในการปรับค่าคงที่ที่ 4 สัปดาห์ เนื่องจากการเว้นช่วงความถี่ในการปรับที่นานกว่าจะครอบคลุมการเกิดอุปสงค์ที่หลากหลาย ในขณะที่ระยะเวลาเพียง 4 สัปดาห์อาจพบเฉพาะอุปสงค์ที่มีปริมาณสูง หรืออาจไม่พบการเกิดอุปสงค์เลย ทำให้ค่าคงที่จากข้อมูลอุปสงค์ในช่วงเวลา 12 สัปดาห์ปรับให้ค่าพยากรณ์แม่นยำกว่าช่วงเวลา 4 สัปดาห์ อีกทั้งระยะเวลาในการปรับค่าคงที่ควรมากกว่าระยะเวลาที่ไม่เกิดอุปสงค์ (demand interval) ดังนั้นระยะเวลาในการปรับค่าคงที่สำหรับข้อมูล V1 ที่มีความแปรปรวนของปริมาณมากพบว่า ทั้งเครื่องมือ CR และ TSB การปรับค่าคงที่ที่ 12 สัปดาห์และการใช้ข้อมูลย้อนหลัง 12 สัปดาห์ ได้ค่า MSE น้อยที่สุด

Official website of The Small and Medium Enterprises Promotion. The overview of Healthcare industry in Thailand [Online]. 2014. [Cite 2014 Mar 17]. Available from: <http://www.sme.go.th/eng/4>.

Pirankar SB, Ferreira Am, Vaz FS, Pereira-Antao I, Pinto NR, Perni SG. Application of ABC-VED analysis in the medical stores of a tertiary care hospital. *International Journal of Pharmacology & Toxicology* 2014 :175-177.

Regattieri A, Gamberi M, Gamberini R & Manzini R. Managing lumpy demand for aircraft spare parts. *Journal of Air Transport Management* 2005:426-431.

Silver E.A. Inventory management: an overview; Canadian publications, practical applications and suggestions for future research" 2008 *INFOR* 46:15–28.



Spyros G, Makridakis S.G, Hibon M.Evaluating Accuracy
(or Error) Measures in INSEAD working paper
Volume 9518 of Working papers / INSEAD 1995.

Srinivasan A.V. Managing a Modern Hospital,2nd
Edition.SAGE Publication 2008,New Delhi , India.

Syntetos A.A, Boylan J.E. The accuracy of intermittent
demand estimates. *International Journal of
Forecasting* 2005:303-314.

Syntetos A.A, Boylan J.E. On the Variance of Intermittent
demand estimates. *International Journal
Production Economics* 2010:546-555.

Teunter R.H., Syntetos A.A, Babai M, Z. Intermittent
demand: Linking forecasting to inventory
obsolescence. *European Journal of Operation
Research* 2011:606-615.

Thai Health Coding Center. Hospital classification in
Thailand. [Online].2015. [Cite 2015 Aug 14].
Available from: <http://thcc.or.th/repothcode.html>.

Wallström P & Segerstedt A. Evaluation of forecasting
error measurements and techniques for
intermittent demand. *International Journal
Production Economics* 2010:625-636.

World Health Organization. Drug and Therapeutics
Committees - A Practical Guide [Online].2003.
[Cite 2015 Mar 30]. Available from:
<http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s4882e/s4882e.pdf>