

## การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ สำหรับอุปสงค์แบบอินเทอร์มิทเทนท์ A Comparison of Forecasting Methods for Intermittent Demand

ธีรา ธารีสุชีวกุล<sup>1)</sup> และ วรวิทย์ หวังวัชรกุล<sup>2)</sup>

Teera Tareesuchevakul<sup>1)</sup> and Worawut Wangwatcharakul<sup>2)</sup>

<sup>1),2)</sup>ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

### บทคัดย่อ

อุปสงค์ของชิ้นส่วนเครื่องจักรมักมีรูปแบบอินเทอร์มิทเทนท์ (Intermittent demand) อุปสงค์จะมีค่าเป็นศูนย์ในหลายช่วงเวลา และอาจมีความแปรปรวนสูงในบางกรณี มีผลให้เกิดความยากในการจัดการชิ้นส่วนคงคลังที่มีประสิทธิภาพ บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนสำหรับอุปสงค์แบบอินเทอร์มิทเทนท์ด้วยวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ และวิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ สำหรับวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ 3 วิธี คือ 1. การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย 2. การพยากรณ์โดยวิธี Croston 3. การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos และ Boylan และวิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ 2 วิธี คือ 1. WSS บูตสเตรป และ 2. VZ บูตสเตรป ผลการพยากรณ์อุปสงค์ระหว่างช่วงเวลานำ (Demand during lead time) จากแต่ละวิธีนำไปกำหนดจุดสั่งซื้อและสินค้าคงคลังปลอดภัยตามระดับบริการที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่าจุดสั่งซื้อจากวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ใกล้เคียงกับวิธี WSS บูตสเตรป และมีแนวโน้มกำหนดจุดสั่งซื้อสูงกว่าวิธี VZ บูตสเตรป

**คำสำคัญ :** การพยากรณ์ การจัดการสินค้าคงคลัง อุปสงค์แบบอินเทอร์มิทเทนท์ บูตสเตรป

### Abstract

Spare parts are usually characterized of having intermittent demand patterns with no demand in periods and sudden some or high demand in periods. This leads to the difficulty of effective spare parts inventory management. This paper presents a comparison of spare parts demand forecasting method for intermittent demand with parametric and nonparametric methods. Three parametric forecasting methods are 1. Simple Exponential Smoothing, 2. Croston's Method and 3. Syntetos and Boylan Approximation. Two nonparametric forecasting methods are 1. WSS bootstrapping and 2. VZ bootstrapping. The demand forecast are then used to calculate demand during lead time to determine reorder point and safety stock at a given service level. The results show that reorder point of the parametric methods close to WSS bootstrapping and tend to have higher reorder points than that of VZ bootstrapping.

**Keywords :** Forecasting, Inventory management, Intermittent demand, Bootstrapping

### 1. บทนำ

ในปัจจุบันการแข่งขันของอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการพัฒนากระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพ เพื่อสามารถรองรับความต้องการทั้งในและต่างประเทศได้ ส่งผลให้เกิดความซับซ้อนและหลากหลายของเครื่องจักร ดังนั้นระบบงานซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ช่วยป้องกันการสูญเสียโอกาสในการขายจากการขัดข้องของเครื่องจักร

การพยากรณ์จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานซ่อมบำรุงสำหรับการสำรองและกำหนดจุดสั่งซื้อของอะไหล่คงคลัง

เครื่องจักร และหากมีความสัมพันธ์กับความต้องการสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดเก็บและไม่เกิดปัญหาขาดแคลนอะไหล่ อุปสงค์ของชิ้นส่วนเครื่องจักรมักมีรูปแบบอินเทอร์มิทเทนท์ อุปสงค์จะมีค่าเป็นศูนย์ในหลายช่วงเวลา และอาจมีความแปรปรวนสูงในบางกรณี มีผลให้เกิดความยากสำหรับการจัดการชิ้นส่วนคงคลัง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบจุดสั่งซื้อจากวิธีการพยากรณ์สำหรับอุปสงค์แบบอินเทอร์มิทเทนท์ด้วยวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ และวิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ ภายใต้เงื่อนไขความต้องการที่มีลักษณะไม่แน่นอน ช่วงเวลานำ 6 เดือน และระดับบริการ 95 เปอร์เซ็นต์

2. วิธีการวิจัย

2.1 การจำแนกรูปแบบอุปสงค์

รูปแบบของอุปสงค์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ Smooth, Erratic, Intermittent และ Lumpy (Syntetos et al., 2005) และเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการจำแนกประเภทคือ ปริมาณอุปสงค์ โดยใช้ค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation Squared : CV<sup>2</sup>) และค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ (Average Demand Interval : ADI) โดยสามารถคำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ดังสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$$CV^2 = \left( \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\mu r_i - \mu a)^2}{N-1}}}{\mu a} \right)^2 \tag{1}$$

$$\mu a = \frac{\sum_{i=1}^N \mu r_i}{N} \tag{2}$$

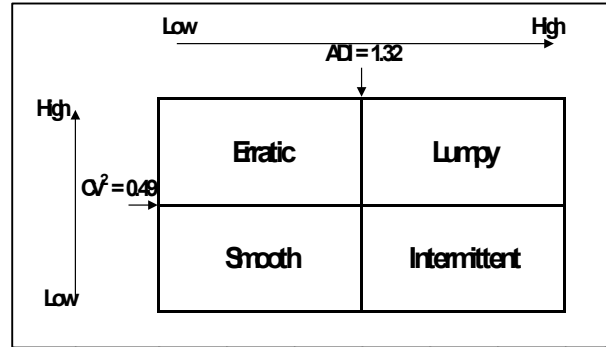
- โดย  $i$  คือ ดัชนีช่วงเวลา
- $\mu a$  คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณอุปสงค์ เฉพาะช่วงที่เกิดอุปสงค์
- $\mu r_i$  คือ ปริมาณอุปสงค์แต่ละช่วงเวลา  $i$  เฉพาะช่วงที่เกิดอุปสงค์
- $N$  คือ จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา

สำหรับค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ สามารถคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของคาบเวลาที่ไม่มีอุปสงค์ ดังสมการที่ 3

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} \tag{3}$$

- โดย  $i$  คือ ดัชนีช่วงเวลา
- $T_i$  คือ จำนวนช่วงเวลาระหว่างอุปสงค์ที่เกิดขึ้น
- $N$  คือ จำนวนช่วงเวลาที่ใช้ในการพิจารณา

เมื่อคำนวณค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์แล้ว จึงจำแนกรูปแบบของอุปสงค์ตามเงื่อนไขของแต่ละประเภท ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เงื่อนไขและรูปแบบของอุปสงค์ ที่มา : Syntetos (2005)

จากรูป ลักษณะของอุปสงค์แต่ละประเภทเป็นดังนี้

Smooth Demand (ADI < 1.32 และ CV<sup>2</sup> < 0.49) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการใช้บ่อย ปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ

Intermittent Demand (ADI >= 1.32 และ CV<sup>2</sup> < 0.49) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการไม่บ่อย หลายช่วงเวลาที่ไม่มีความต้องการ และปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนต่ำ

Erratic Demand (ADI < 1.32 และ CV<sup>2</sup> >= 0.49) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าบ่อย แต่ปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนสูง

Lumpy Demand (ADI >= 1.32 และ CV<sup>2</sup> >= 0.49) เป็นกลุ่มที่มีความต้องการสินค้าไม่บ่อย หลายช่วงเวลาที่ไม่มีความต้องการ และปริมาณความต้องการมีความแปรปรวนสูง ดังนั้น ความต้องการสินค้าของกลุ่มนี้จึงมีความไม่แน่นอนสูง

2.2 วิธีการพยากรณ์อุปสงค์แบบอินเตอร์มีทเทนซ์

งานวิจัยนี้ศึกษาและการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการชิ้นส่วนสำหรับอุปสงค์แบบอินเตอร์มีทเทนซ์ด้วยวิธีสถิติของพารามิเตอร์ 3 วิธี และวิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ 2 วิธี

การพยากรณ์วิธีสถิติอิงพารามิเตอร์

1. การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing : SES) เป็นวิธีการที่พัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ โดยจะให้การถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกัน ค่า  $\alpha$  ที่สูงขึ้นจะสัมพันธ์กับการพยากรณ์ต่อการสังเกตครั้งล่าสุด แต่ค่า  $\alpha$  ที่ต่ำจะแสดงการพยากรณ์ที่คงที่มากขึ้น คือ มีการตอบสนองต่อการสังเกตครั้งล่าสุดน้อยกว่า โดยการพยากรณ์วิธีนี้คำนวณดังสมการที่ 4

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_t \quad (4)$$

โดย

$A_t$  คือ ค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา  $t$

$F_t$  คือ ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลา  $t$

$F_{t+1}$  คือ ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลา  $t+1$

$\alpha$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

2. การพยากรณ์โดยวิธี Croston (Croston's Method) ใช้สำหรับการพยากรณ์อุปสงค์รูปแบบ Intermittent Demand และ Lumpy Demand โดยการแยกปริมาณของอุปสงค์ของสินค้า และคาบเวลาที่ไม่เกิดอุปสงค์เกิดขึ้น เน้นให้ความสำคัญกับสถานการณ์ที่มีอุปสงค์เป็นศูนย์หลายครั้งต่อเนื่องกัน โดยเขียนได้ดังสมการที่ 5 ถึง 7

$$F_{t+1} = \frac{Z_t}{P_t} \quad (5)$$

$$Z_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) Z_{t-1} \quad (6)$$

$$P_t = \beta G_t + (1 - \beta) P_{t-1} \quad (7)$$

โดย

$A_t$  คือ ค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา  $t$

$F_{t+1}$  คือ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธี Croston's Method ช่วงเวลา  $t+1$

$G_t$  คือ ความกว้างและคาบเวลาระหว่างอุปสงค์ของเวลา  $t$  และอุปสงค์ก่อนหน้านั้น

$P_t$  คือ ช่วงเวลาความต้องการสินค้าที่ได้จากการพยากรณ์หลังจากเวลา  $t$

$Z_t$  คือ ขนาดความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์ของเวลา  $t$

$\alpha$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

$\beta$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

3. การพยากรณ์โดยวิธี Syntetos และ Boylan (Syntetos and Boylan Approximation) เป็นการปรับปรุงวิธีการของ Croston ซึ่งผู้คิดค้นอ้างว่ามีการกำจัดค่าความเอนเอียงออก (Bias) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 8 ถึง 10

$$F_{t+1} = \left(1 - \frac{\beta}{2}\right) \frac{Z_t}{P_t} \quad (8)$$

$$Z_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) Z_{t-1} \quad (9)$$

$$P_t = \beta G_t + (1 - \beta) P_{t-1} \quad (10)$$

โดย

$A_t$  คือ ค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา  $t$

$F_{t+1}$  คือ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธี Syntetos and Boylan Approximation ช่วงเวลา  $t+1$

$G_t$  คือ ความกว้างและคาบเวลาระหว่างอุปสงค์ของเวลา  $t$  และอุปสงค์ก่อนหน้านั้น

$P_t$  คือ ช่วงเวลาความต้องการสินค้าที่ได้จากการพยากรณ์หลังจากเวลา  $t$

$Z_t$  คือ ขนาดความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์ของเวลา  $t$

$\alpha$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

$\beta$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบ มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

การพยากรณ์วิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์

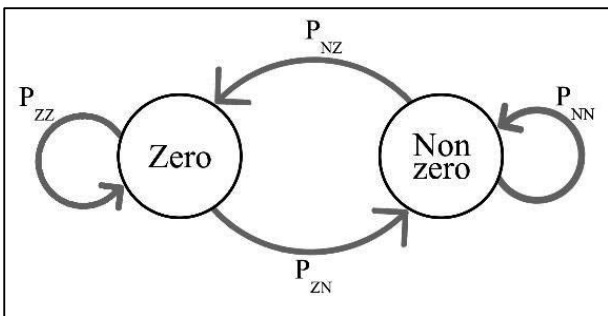
วิธีการทางสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ที่งานวิจัยนี้ได้ค้น มาศึกษาคือวิธีบูตสเตรป (Bootstrapping method) เป็นวิธีอาศัย หลักการสุ่มตัวอย่างจากข้อมูลในอดีต เพื่อพยากรณ์อุปสงค์ ระหว่างช่วงเวลาของสินค้าคงคลัง

1. วิธี WSS บูตสเตรป คิดค้นโดย Willemain Smart และ Schwarz (2004) ผลการสุ่มตัวอย่างจากวิธีนี้สามารถสร้างค่าอุปสงค์ที่ไม่ปรากฏจากข้อมูลในอดีต มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บข้อมูลของอุปสงค์ในอดีต

ขั้นตอนที่ 2 สร้างเมทริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง สำหรับตัวแบบมาร์คอฟสองสถานะ (Two-state Markov model) คือสถานะอุปสงค์มีค่าเป็นศูนย์และมีค่าไม่เป็นศูนย์

ขั้นตอนที่ 3 ใช้ตัวแบบมาร์คอฟสร้างลำดับอุปสงค์ที่มีค่าเป็นศูนย์และมีค่าไม่เป็นศูนย์ของช่วงเวลา n



รูปที่ 2 ตัวแบบมาร์คอฟสองสถานะ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างอุปสงค์สำหรับช่วงเวลาน่าที่มีสถานะอุปสงค์มีค่าไม่เป็นศูนย์ จากการสุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 5 ทำการ Jitter เพื่อปรับค่าของอุปสงค์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ดังสมการที่ 11 หากค่าจากการ Jitter มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ให้มีค่าเท่ากับค่า X

$$1 + INT(X + Z\sqrt{X}) \quad (11)$$

โดย

X คือ ค่าอุปสงค์จากการสุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณผลรวมของอุปสงค์ระหว่างช่วงเวลาน่า

2. วิธี VZ บูตสเตรป เป็นการปรับปรุงจากวิธี WSS บูตสเตรป โดย Viswanathan และ Zhou (2008) ทดแทนการใช้ตัวแบบมาร์คอฟสองสถานะด้วยการสุ่มตัวอย่างจากข้อมูลระยะห่างของอุปสงค์จากข้อมูลในอดีต และไม่มีการปรับค่าอุปสงค์ด้วย Jitter

2.3 การวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation : MAD) ดังสมการที่ 12

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |A_t - F_t|}{N} \quad (12)$$

ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error : MSE) ดังสมการที่ 13

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (A_t - F_t)^2}{N} \quad (13)$$

โดย

คือ ค่าอุปสงค์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา t

$F_t$  คือ ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

N คือ จำนวนคาบเวลาที่พิจารณา

2.4 การคำนวณจุดสั่งซื้อ (Re-Order Point : ROP)

จุดที่บอกให้ผู้รับผิดชอบในการสั่งซื้อทราบว่าถึงเวลาที่ต้องคำสั่งซื้อเพื่อป้องกันของขาดแคลน ในสภาวะที่ช่วงเวลาน่าคงที่สามารถคำนวณจุดสั่งซื้อได้จากสมการที่ 14

$$ROP = (\bar{d} \times LT) + Z\sqrt{LT\sigma_d^2} \quad (14)$$

โดย

$\bar{d}$  คือ ความต้องการโดยเฉลี่ย

LT คือ ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

$\sigma_d^2$  คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการ

### 3. ผลการวิจัยและอภิปราย

#### 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการของชิ้นส่วนเครื่องจักรจากบริษัทกรณีศึกษา จำนวน 183 รายการ ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 เป็นจำนวน 24 เดือน

#### 3.2 ผลการจำแนกรูปแบบอุปสงค์

ผลการจำแนกความต้องการของชิ้นส่วนเครื่องจักรตามรูปแบบของอุปสงค์ 4 รูปแบบ ได้แก่ Intermittent Lumpy Erratic และ Smooth ซึ่งผลการจำแนกพบว่าชิ้นส่วนเครื่องจักรมีเพียงรูปแบบ Intermittent และ Lumpy แสดงในตารางที่ 1

จากผลการจำแนกของอุปสงค์ แสดงให้เห็นว่าอุปสงค์ของชิ้นส่วนเครื่องจักรมักมีรูปแบบอินเตอร์มิทเทนท์ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะในการพยากรณ์อุปสงค์ และการจัดการชิ้นส่วนคงคลัง

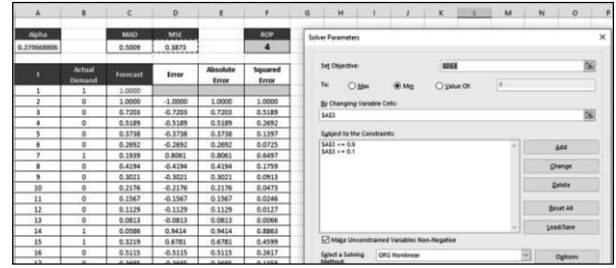
ตารางที่ 1 ผลการจำแนกรูปแบบอุปสงค์

รูปแบบอุปสงค์	จำนวน (รายการ)	สัดส่วน (ร้อยละ)
Intermittent	156	85.25
Lumpy	27	14.75
Erratic	0	0
Smooth	0	0

#### 3.3 ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์

ทำการพยากรณ์อุปสงค์ที่เป็นตัวแทนจากกลุ่มอินเตอร์มิทเทนท์ด้วยวิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (SES) การพยากรณ์โดยวิธี Croston และการพยากรณ์โดยวิธี Syntetos และ Boylan (SBA)

ใช้โปรแกรม Excel Solver เป็นเครื่องมือในการหาค่าพารามิเตอร์ ที่ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด



รูปที่ 3 แผ่นงานการพยากรณ์ และการใช้โปรแกรม Excel Solver

คำนวณจุดสั่งซื้อของชิ้นส่วนเครื่องจักร จากผลอัตราความต้องการในช่วงเวลานำ 6 เดือน จากแต่ละวิธีการพยากรณ์ กำหนดระดับบริการ 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการกำหนดจุดสั่งซื้อจากวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ของชิ้นส่วน 8 รายการที่มีค่ากำลังสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน และค่าคาบเวลาเฉลี่ยระหว่างอุปสงค์ที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จุดสั่งซื้อจากการพยากรณ์ด้วยวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ (ชิ้น)

รหัสชิ้นส่วน	วิธีการพยากรณ์		
	SES	Croston	SBA
CAM-H-ME-0140	3	4	3
CAM-H-ME-0229	9	10	8
CAM-H-EE-0225	4	5	4
CAM-L-ME-0025	5	6	6
CAM-L-ME-0122	7	7	6
CAM-L-ME-0193	7	8	8
CAM-L-EE-0030	10	10	10
CAM-L-EE-0089	5	4	3

#### 3.4 ผลการพยากรณ์ด้วยวิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์

ทำการพยากรณ์อุปสงค์ในช่วงเวลานำ 6 เดือนของอุปสงค์ที่เป็นตัวแทนจากกลุ่มอินเตอร์มิทเทนท์ด้วยวิธี WSS บุคสเตรป และวิธี VZ บุคสเตรป ทำการพยากรณ์ซ้ำ 1000 รอบ แล้วคำนวณจุดสั่งซื้อ โดยกำหนดระดับบริการ 95 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จุดตั้งชื่อจากการพยากรณ์ด้วยวิธีสถิติไม่อิงพารามิเตอร์หรือบูตสเตรป (ชิ้น)

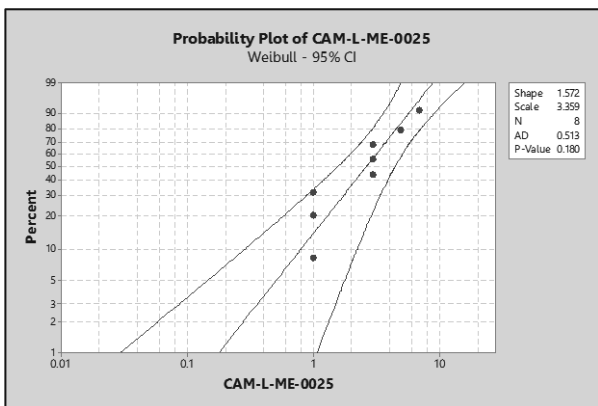
รหัสชิ้นส่วน	วิธีการพยากรณ์	
	WSS	VZ
CAM-H-ME-0140	5	2
CAM-H-ME-0229	7	5
CAM-H-EE-0225	6	3
CAM-L-ME-0025	8	5
CAM-L-ME-0122	7	5
CAM-L-ME-0193	8	6
CAM-L-EE-0030	9	8
CAM-L-EE-0089	7	4

3.5 ทดสอบระดับบริการด้วยการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองสถานการณ์ โดยใช้ Distribution Analysis ในโปรแกรม Minitab เพื่อทดสอบข้อมูลระยะห่างของความถี่ของชิ้นส่วนเครื่องจักร และทดสอบค่าแจกแจงของข้อมูลที่ป้อนเข้าจากการตั้งสมมติฐานที่ว่า

$H_0$  : ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

$H_1$  : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ



รูปที่ 4 ผลการทดสอบการแจกแจงของข้อมูล

สร้างแบบจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) จำลองระบบของอะไหล่คลังคงคลัง ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ทดสอบจุดตั้งชื่อที่กำหนดจากแต่ละวิธีการพยากรณ์ของชิ้นส่วนทุกรายการ เพียงพอกับความ

ต้องการที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานำหรือไม่ ทำการประมวลผลและเปรียบเทียบระดับบริการที่ได้จากการกำหนด จุดตั้งชื่อ

ตารางที่ 4 ข้อมูลนำเข้าของระยะห่างความต้องการ

ชิ้นส่วน	การแจกแจงของข้อมูล
CAM-H-ME-0140	Weibull(9.013,6.342)
CAM-H-ME-0229	Weibull(6.663,1.759)
CAM-H-EE-0225	Weibull(5.388,2.050)
CAM-L-ME-0025	Weibull(3.359,1.572)
CAM-L-ME-0122	Weibull(4.716,1.726)
CAM-L-ME-0193	Weibull(4.449,1.178)
CAM-L-EE-0030	Exponential(2.556)
CAM-L-EE-0089	Weibull(4.314,1.674)

กำหนดจำนวนรอบในการทำซ้ำ 2000 รอบ ผลระดับบริการของทุกวิธีการพยากรณ์แสดงในตารางที่ 5

Month	R.N. Interval	R.N. Demand	Demand Arrival	Demand Interval	Next Demand	Beginning Inventory	Demand	Ending Inventory	Reorder Point	Check St.	1	Rep	1
1	0.4114	0.8138	1	5	6	17	4	8				1	1
2	0.0212	0.9211				8	0	8				2	1
3	0.9273	0.6001				8	0	8				3	1
4	0.6689	0.4081				8	0	8				4	1
5	0.2874	0.1183				8	0	8				5	1
6	0.0087	0.5559	1	1	7	8	4	4	1			6	1
7	0.8421	0.9032	1	9	16	4	4	0				7	1
8	0.6312	0.4635				0	0	0				8	1
9	0.0393	0.0603				0	0	0				9	1
10	0.4895	0.3202				0	0	0				10	1
11	0.0196	0.8791				0	0	0				11	1
12	0.6663	0.2720				0	0	0				12	1
13	0.8893	0.3761				0	0	0				13	1
14	0.3317	0.7772				0	0	0				14	1
15	0.2517	0.6812				0	0	0				15	1
16	0.2959	0.8202	1	4	20	0	4	-4				16	1
17	0.3363	0.6058				-4	0	-4				17	1

รูปที่ 5 แผนงานจำลองสถานการณ์ เพื่อทดสอบระดับบริการ

4. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการพยากรณ์ของอุปสงค์ที่มีรูปแบบอินเตอร์มีทเทนธ์ของชิ้นส่วนเครื่องจักรด้วยวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์และสถิติไม่อิงพารามิเตอร์ภายใต้ความต้องการที่ไม่แน่นอน โดยวิธีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของแต่ละวิธี จากการกำหนดจุดตั้งชื่อ ผลจากการจำลองสถานการณ์เพื่อทดสอบระดับบริการของตัวแทนชิ้นส่วนเครื่องจักรที่มีรูปแบบอุปสงค์อินเตอร์มีทเทนธ์ 8 รายการ กำหนดระดับบริการที่ 95 เปอร์เซ็นต์

พบว่าเมื่ออุปสงค์มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำ การกำหนดจุดตั้งชื่อจากวิธีสถิติอิงพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธี และวิธี WSS

ตารางที่ 5 ระดับบริการจากการจำลองสถานการณ์ (เปอร์เซ็นต์)

ทวนสวน	CV <sup>2</sup>	ADI	ระดับบริการ (เปอร์เซ็นต์)				
			สถิติอิงพารามเตอร์			สถิติไม่อิงพารามเตอร์	
			SES	Croston	SBA	WSS	VZ
CAM-H-ME-0140	0.22	11.50	99.70	100.00	99.70	100.00	96.65
CAM-H-ME-0229	0.30	7.67	98.40	99.30	96.90	94.20	82.60
CAM-H-EE-0225	0.14	5.75	99.15	99.85	99.15	100.00	96.70
CAM-L-ME-0025	0.10	3.29	98.55	99.65	99.65	99.95	98.55
CAM-L-ME-0122	0.31	4.60	99.20	99.20	97.65	99.20	94.45
CAM-L-ME-0193	0.06	4.60	99.95	100.00	100.00	100.00	99.80
CAM-L-EE-0030	0.45	2.88	94.50	94.50	94.50	92.55	87.60
CAM-L-EE-0089	0.11	3.83	99.65	98.15	93.60	100.00	98.15

นุคสเตรป มีแนวโนมที่ผลระดับบริการจะสูงกว่ที่กำหนดไว้ โดยที่วิธี VZ นุคสเตรปมีผลระดับบริการใกล้เคียงกับที่กำหนดมากที่สุด

แต่เมื่อกำล้งสองของสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเพิ่มสูงขึ้น ผลของระดับบริการมีแนวโนมที่ลดลง โดยเฉพาะวิธี VZ นุคสเตรปมีผลระดับบริการต่ำกว่ที่กำหนดไว้

จากผลการทดสอบระดับบริการข้างต้นสรุปได้ว่า ไม่มีวิธีการพยากรณ์วิธีใดวิธีหนึ่งที่จะสามารถใช้ได้กับชิ้นส่วนเครื่องจักรทุกชิ้น ดังนั้นควรเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะของอุปสงค์ของแต่ละชิ้นส่วน จึงจะทำให้เกิดความแม่นยำในการพยากรณ์ และสามารถสำรองอะไหล่คงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Aris A. Syntetos, M. Zied Babai, Everette S. Gardner Jr. Forecasting intermittent inventory demands: simple parametric methods vs. bootstrapping. *Journal of Business Research*, 2015: 1746-1752.
- [2] Chenxi Zhou, S. Viswanathan. Comparison of a new bootstrapping method with parametric approaches for safety stock determination in service parts inventory systems. *Int. J. Production Economics*, 2011: 481-485.
- [3] M.Z. Babai, Y. Dallery, S. Boubaker, R. Kalai. A new method to forecast intermittent demand in the presence of inventory obsolescence. *International Journal of Production Economics*, 2017: 1-12.
- [4] นพพล คณากรอึ้งขง, เจริญชัย โขมพัตราภรณ์. การพยากรณ์ของอุปสงค์หลายรูปแบบและการสั่งซื้อแบบสต็อกคอนเทนเนอร์ที่เหมาะสม กรณีศึกษา อุปกรณ์ออกกำลังกายนำเข้า. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน ปีที่ 5 ฉบับที่ 1, มกราคม-มิถุนายน 2560