

## การพยากรณ์เพื่อการจัดการสินค้าคงคลังเมื่อมีข้อมูลจำนวนน้อย

### Forecasting Techniques for Inventory Management when there is a Small Amount of Data

พงษ์เพ็ญ จันทนะ

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Phongpen Chantana

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering

Srinakarinwirot University

(Received: November 29, 2019; Accepted: December 20, 2019)

#### บทคัดย่อ

บทความนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนจำนวน 24 ค่า เพื่อหารูปแบบการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ซึ่งเมื่อมีข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนที่มีจำนวนน้อยกว่า 36 ค่า ข้อสังเกตเกี่ยวกับธรรมชาติของข้อมูล และการสังเกตความยาวของฤดูกาลด้วยการปรับเรียงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ ซึ่งทำให้เลือกตัวแบบในการพยากรณ์ที่ได้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำลง หลังจากนั้นทำการพยากรณ์อนุกรมเวลาล่วงหน้าไปหนึ่งปี แล้วทำการคำนวณค่าปริมาณการสั่งซื้อ และช่วงเวลาการสั่งซื้อ

**คำสำคัญ:** การพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา ระบบพัสดุคงคลัง

#### ABSTRACT

This paper present analysis 24 month of time series data, the study aims to finding data pattern when time series data less than 36 period. There is one thing possible that knowing the nature of data and use Moving Average technic to observe the season length. Then the study refine forecasting model to forecast the next year of inventory requirement. After that find the order quantity and order period.

**Keyword:** Time series forecasting, inventory system.

#### 1. บทนำ

ในการจัดระบบพัสดุคงคลัง จะต้องทราบข้อมูลความต้องการพัสดุนั้นๆ ซึ่งจะได้การพยากรณ์ค่าความต้องการล่วงหน้าเป็นเวลา 1 ปี

ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน เป็นข้อมูลที่มีเก็บในภาคอุตสาหกรรมทั่วไป เมื่อนำมาใช้พยากรณ์เชิงปริมาณถึงเหตุการณ์ในอนาคต ภายใต้อสมมติว่าลักษณะการ

เคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในอนาคตจะไม่ต่างจากการเคลื่อนไหวในอดีต

แต่ข้อมูลในภาคอุตสาหกรรมมักไม่ได้เก็บย้อนหลังไว้นานนัก ในบทความนี้เป็นกรณีวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีจำนวนน้อยกว่า 36 ค่า โดยวิธีทั่วไปที่พบได้ในการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา แต่มีข้อสังเกตเพิ่มเติมจากประสบการณ์ เพื่อช่วยในการเลือกค่าความยาวของฤดูกาล หลังจากนั้นทำการพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งปี แล้ว

คำนวณปริมาณการสั่งซื้อ และระยะเวลาในการออกไปสั่งซื้อ

## 2. ทฤษฎี

เทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อ  $Y_t$  คือ ค่าสังเกตเมื่อเวลา  $t$

### 2.1 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบง่าย

$$\hat{Y}_t(1) = \frac{Y_t + \dots + Y_{t-k+1}}{k} \quad (1)$$

### 2.2 วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบง่าย

$$\hat{Y}_t(1) = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_{t-1}(1) \quad (2)$$

เมื่อ  $\alpha$  มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

### 2.3 วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) A_{t-1} \quad (3)$$

$$A'_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) A'_{t-1} \quad (4)$$

เมื่อ  $A_t, A'_t$  เป็นค่าปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลครั้งที่หนึ่ง และ สอง

### 2.4 วิธีแยกส่วนประกอบ

วิธีแยกส่วนประกอบที่มีรูปแบบแนวโน้มและฤดูกาลแบบบวก

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

เมื่อ  $\beta_0$  เป็นค่าคงที่ และ  $\hat{\beta}_0 = \bar{Y}$

$\beta_1$  เป็นอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงต่อหนึ่งปี

โดยนำค่าเฉลี่ยของแต่ละปี มาสร้างสมการแนวโน้มด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด มี  $\hat{\beta}_1^*$  เป็นอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงต่อหนึ่งฤดูกาลและ  $\hat{\beta}_1^* = \frac{\hat{\beta}_1}{L}$

$S_t$  เป็นดัชนีฤดูกาล และ  $\hat{S}_i = \bar{Y}_i - \bar{Y}$   
โดย  $i = 1, \dots, L$  และ  $L$  เป็นจำนวนฤดูกาล ซึ่งมีค่า  $\sum_{i=1}^L \hat{S}_i = 0$

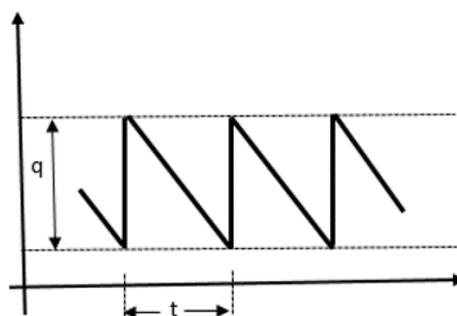
### 2.5 ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (6)$$

### 2.6 สัมประสิทธิ์อัตราคลาดเคลื่อน

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (7)$$

จากนี้ จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา เพื่อหารูปแบบการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา เมื่อมีข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนซึ่งมีจำนวนน้อยกว่า 36 ค่า หลังจากนั้นทำการพยากรณ์อนุกรมเวลาล่วงหน้าไปหนึ่งปี แล้วทำการคำนวณค่าปริมาณการสั่งซื้อ และช่วงเวลาการสั่งซื้อ



รูปที่ 1 แสดงระบบคงคลัง ไม่มีการรื้องพัสดุ และมีสต็อกกันชน

โดยมีการคำนวณค่าดังนี้

$$q^* = (((2rc_3)/c_1)^{0.5}) \quad (8)$$

$$t^* = q^*/r \quad (9)$$

เมื่อ  $q$  คือ ปริมาณการสั่งซื้อ

$t$  คือ ระยะเวลาในการสั่งซื้อ

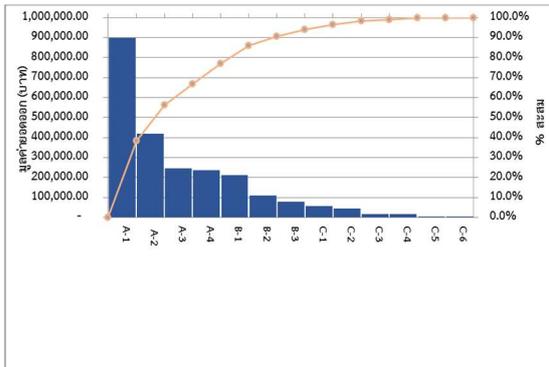
$c_1$  คือ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ

$c_3$  คือ ค่าใช้จ่ายในการเก็บวัสดุ

### 3. การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

ข้อมูลอนุกรมเวลาย้อนหลังที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์กรณีที่เป็นข้อมูลรายเดือน มักแนะนำให้ใช้ข้อมูลย้อนหลังสามปี (36ค่า) แต่ในความเป็นจริงโรงงานมักไม่ได้เก็บข้อมูลย้อนหลังไว้นานนัก ในการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลามักไม่เห็นรูปแบบที่ชัดเจน ซึ่งเป็นจุดอ่อนของการมีข้อมูลจำนวนน้อย

ในตัวอย่างนี้เป็นข้อมูลการใช้สารหล่อลื่นในอุตสาหกรรมที่ใช้กับเครื่องจักรกลขนถ่าย หลังจากที่มีการจัดกลุ่มสารหล่อลื่นตามมูลค่าออกเป็นกลุ่ม A B C ดังแสดงในรูปที่ 2 แล้ว สารหล่อลื่นตัวอย่างจัดอยู่ในกลุ่ม A คือ ชนิด A-1 จะมีการจัดการพัสดุอย่างเข้มงวด โดยการ



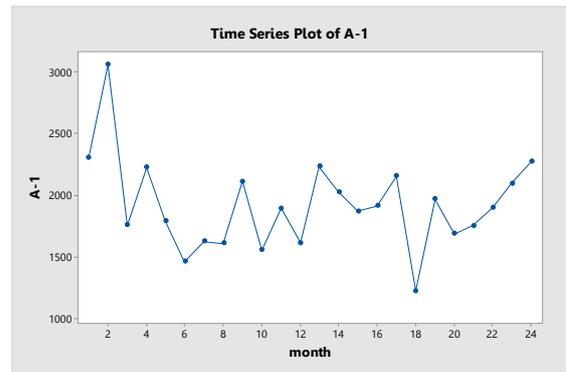
รูปที่ 2 แสดงมูลค่าของสารหล่อลื่นที่ใช้

พยากรณ์ยอดความต้องการรายเดือน ล่วงหน้าเป็นเวลาหนึ่งปี และนำค่าพยากรณ์นั้นไปใช้ในการจัดการพัสดุดังคลั่ง

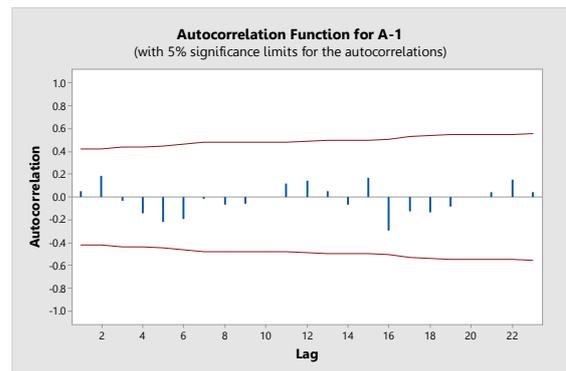
#### 3.1 การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของข้อมูล

นำข้อมูลปริมาณการใช้สารหล่อลื่นจากอุตสาหกรรมการขนถ่ายวัสดุรายเดือนจำนวน 24 ข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อหารูปแบบของวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการเคลื่อนไหวของข้อมูล โดยเริ่มจากการนำข้อมูลมาพล็อตตามลำดับเวลา

พบว่าข้อมูลคล้ายมีแนวโน้มลง และ ไม่เห็นฤดูกาลที่ชัดเจน จึงทำการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ตามกัน  $k$  ช่วงเวลา ( $r_k$ ) แล้วพล็อตคอเรลโรแกรมเพื่อดูแนวโน้มและฤดูกาลในการเคลื่อนไหวของข้อมูล



รูปที่ 3 แสดงค่าปริมาณการใช้สารหล่อลื่นรายเดือน



รูปที่ 4 แสดงค่า  $r_k$  ของข้อมูลปริมาณการใช้สารหล่อลื่นรายเดือน

จากคอเรลโรแกรมที่สร้างขึ้น ไม่เห็นทั้งแนวโน้มและฤดูกาลที่ชัดเจน แต่การเรียงตัวค่า ( $r_k$ ) คล้ายมีคลื่นรูปไซค์ ทำให้สงสัยว่าข้อมูลนี้มีฤดูกาลหรือไม่ แต่ลักษณะของคลื่นรูปไซค์ก็ไม่ชัดเจน จึงจะเลือกวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวไม่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาลโดยพยากรณ์ยอดความต้องการรายเดือน ล่วงหน้าเป็นเวลา

ในการพยากรณ์อนุกรมเวลาชุดนี้โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายเมื่อ  $k=3$  วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย  $\alpha=0.044$  วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลสองชั้น ที่  $\alpha=0.204$   $\gamma=115$  ได้

โปเนนเซียอย่างง่าย  $\alpha=0.044$  วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียสองชั้น ที่  $\alpha=0.204$   $\gamma=115$  ได้ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์แสดงได้ดังในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าพยากรณ์ทั้งสามวิธีมีค่าคลาดเคลื่อนสูงมาก และการพยากรณ์ค่าล่วงหน้าหนึ่งปีจะได้ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าคลาดเคลื่อนในพยากรณ์

วิธีพยากรณ์	MSE
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายเมื่อ $k=3$	107,497
ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียอย่างง่าย $\alpha=0.044$	136,295
ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียสองชั้น $\alpha=0.204$ $\gamma=115$	136,200

ตารางที่ 2 แสดงค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี

ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้สารหล่อลื่นล่วงหน้า 1 ปี		
Moving Average L=3	ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียอย่างง่าย $\alpha=0.044$	ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียสองชั้น $\alpha=0.204$ $\gamma=115$
2085	1934.79	1914.63
2085	1934.79	1924.45
2085	1934.79	1934.28
2085	1934.79	1944.10
2085	1934.79	1953.92
2085	1934.79	1963.74
2085	1934.79	1973.57
2085	1934.79	1983.39
2085	1934.79	1993.21
2085	1934.79	2003.04
2085	1934.79	2012.86
2085	1934.79	2022.68

พบว่าในการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเซียอย่างง่าย ได้ค่าพยากรณ์รายเดือนเป็นค่าคงที่ เนื่องจากการปรับค่าใหม่ล่าสุดเข้าในการพยากรณ์ ส่วนการพยากรณ์ด้วยปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียสองชั้นได้ค่าแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน จึงทำการหาผลรวมความต้องการใช้พัสดุทั้งปีได้ผลดังในตารางที่ 3

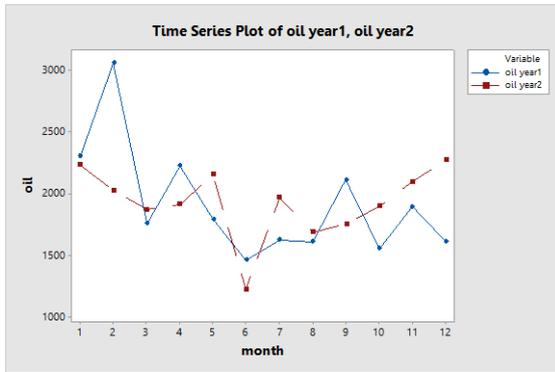
พบว่าค่าพยากรณ์มีค่ามากกว่าข้อมูลเดิมทุกค่า แต่ในวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียอย่างง่าย มีค่าใกล้เคียงค่าเดิมแต่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณความต้องการในหนึ่งปี

	รวมปริมาณความต้องการ(ลิตร/ปี)
ข้อมูลปริมาณความต้องการปีที่1	22,978
ข้อมูลปริมาณความต้องการปีที่2	23,064
Moving Average L=3	25,020
ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียอย่างง่าย $\alpha=0.044$	23,217.48
ปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเซียสองชั้น $\alpha=0.204$ $\gamma=115$	23,623.87

จากการที่วิธีพยากรณ์ทั้งสามแบบมีค่าคลาดเคลื่อนมาก และค่าพยากรณ์ห่างจากข้อมูลเดิมมาก จึงจะตั้งข้อสังเกตเพิ่มเติมว่าการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีฤดูกาล หรือแนวโน้มหรือไม่

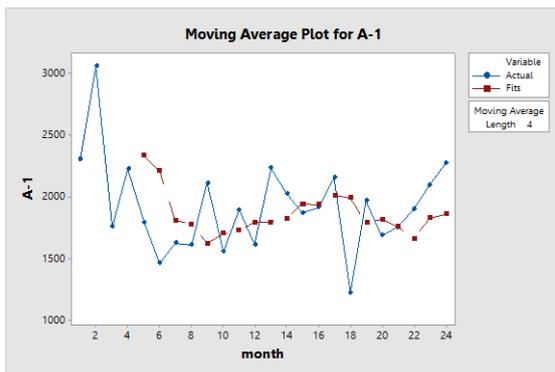
จึงพล็อตค่าปริมาณการใช้แต่ละปีแยกกัน พบว่าการเคลื่อนไหวของข้อมูลมีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือมีการใช้มากในช่วงต้นปีและปลายปีของการบันทึกข้อมูล ส่วนช่วงกลางปีมีการใช้ลดลง



รูปที่ 5 แสดงค่าปริมาณการใช้สารหล่อลื่นรายเดือนโดยพล็อตแยกรายปี

เมื่อพิจารณา การใช้สารหล่อลื่นนี้ในการซ่อมบำรุง พบว่าช่วงต้นปีและปลายปีของการบันทึกข้อมูลเป็นช่วงฤดูฝนซึ่งสภาพอากาศอาจเป็นอุปสรรคในการทำงานของเครื่องมือกล และอาจเกิดการบำรุงรักษาเกินจำเป็น ส่วนช่วงกลางปีสามารถทำงานได้โดยไม่มีอุปสรรคทางธรรมชาติ ทำให้การซ่อมบำรุงเป็นไปตามปกติ

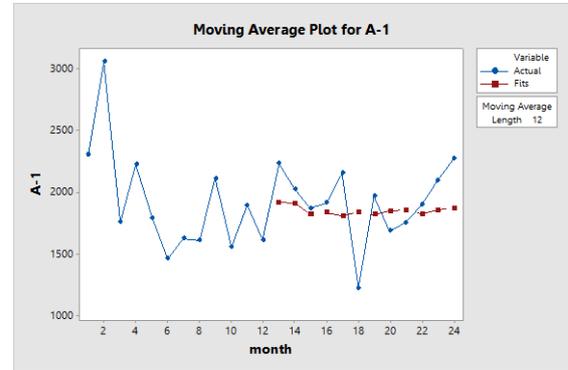
พิจารณา หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายเมื่อ  $k=4$  ที่เป็นการปรับเรียบเพื่อขจัด noise ออกจากข้อมูลค่าสังเกต นั่นคือถ้าข้อมูลมีรูปแบบอะไรอยู่ในข้อมูลก็จะทำให้สังเกตเห็นรูปแบบต่าง ๆ นั้นได้ง่ายขึ้น



รูปที่ 6 แสดงค่าการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย  $k=4$

จากการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายเมื่อ  $k=4$  สังเกตเห็นคลื่นจากค่าที่ 5 ถึงค่าที่ 9 มีลักษณะค่อยๆ ลดลง เมื่อถึงค่าที่ 10 ค่อยๆเพิ่มขึ้น จนถึงค่าที่ 17 จากนั้น

ลดลงอีก จนถึงค่าที่ 22 ค่อยๆเพิ่มขึ้นอีก จึงทำการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายเมื่อ  $k=12$

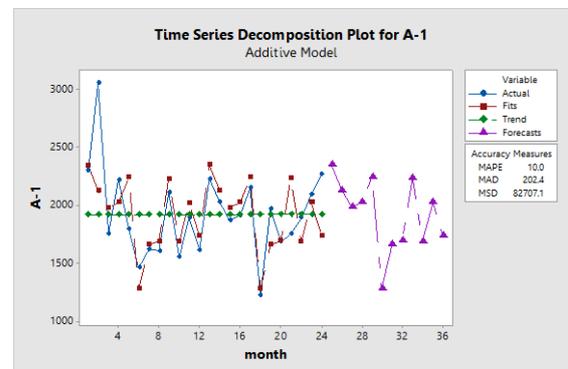


รูปที่ 7 แสดงค่าการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย  $k=12$

จากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายเมื่อ  $k=12$  กำจัดฤดูกาลหมดไป ได้เส้นค่อนข้างเรียบตรงคล้าย ไม่มีแนวโน้ม

จากความรู้เกี่ยวกับการใช้พัสดุนิตินี้ พร้อมทั้ง การสังเกตการเคลื่อนไหวรายปี และการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่ปรับเรียบ ทำให้เป็นไปได้ที่ข้อมูลจะมีฤดูกาล จึงลองใช้การพยากรณ์ด้วยเทคนิคแยกส่วนประกอบที่มีค่าความยาวฤดูกาลเป็น 12 ได้ผลดังนี้

พบว่าวิธีแยกส่วนประกอบ แบบบวก ความยาวของฤดูกาลเป็น 12 ได้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำกว่าในเทคนิคการปรับเรียบที่ผ่านมา



รูปที่ 8 แสดง การพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ เมื่อความยาวฤดูกาล = 12 รูปแบบบวก

โดยในการพยากรณ์วิธีนี้ได้ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ MSE= 82,708.7 และได้ค่าพยากรณ์ดังในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์ในวิธีแยกส่วนประกอบแบบบวกความยาวของฤดูกาลเป็น 12

ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้สารหล่อลื่น ล่วงหน้า1ปี
2350.30
2128.81
1982.57
2027.42
2245.10
1280.61
1663.54
1693.64
2235.07
1687.46
2025.55
1739.69

เมื่อนำค่าพยากรณ์มารวมปริมาณความต้องการตลอดปีได้ค่าดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการในหนึ่งปี

	รวมปริมาณความต้องการ(ลิตร/ปี)
ข้อมูลปริมาณความต้องการปีที่1	22,978
ข้อมูลปริมาณความต้องการปีที่2	23,064
แยกส่วนประกอบแบบบวก ความยาวของฤดูกาลเป็น 12	23,059.76

พบว่าค่าพยากรณ์มีค่าต่ำกว่าข้อมูลเดิมเล็กน้อยซึ่งสมการพยากรณ์วิธีแยกส่วนประกอบแบบบวก

ความยาวของฤดูกาลเป็น 12 ส่วนที่แสดงแนวโน้มมีสมการดังนี้

$$Y_t = 1916 + 0.18 \times t$$

และค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงดัชนีฤดูกาลในวิธีแยกส่วนประกอบ

Period	ดัชนีฤดูกาล
1	429.639
2	207.972
3	61.556
4	106.222
5	323.722
6	-640.944
7	-258.194
8	-228.278
9	312.972
10	-234.819
11	103.097
12	-182.944

จากค่าผลรวมตลอดปีของการพยากรณ์แบบแยกส่วนประกอบ =23059.8 ลิตร/ปี จากนั้นนำไปหาค่าพัสดุคงคลัง เมื่อทางบริษัทต้องการให้มีสต็อกกันชน 5 % และสั่งซื้อในปริมาณคงที่ และเวลาที่คงที่

ตารางที่ 8 แสดงค่าในการคงคลังพัสดุ

r=ความต้องการพัสดุ/ปี	23,059.8	ลิตร/ปี
$C_1$ = ค่าเก็บรักษาพัสดุ-บาท/ หน่วย-ลิตร/เวลา-ปี	3	บาท/ ลิตร/ปี
$C_3$ =ค่าใบสั่งซื้อ-บาท/ครั้ง	240	บาท/ ครั้ง

ได้ค่าดังนี้

$$q^* = 1920.824 \text{ ลิตร}$$

$$t^* = 0.083297 \text{ ปี หรือ } 30.40359 \text{ วัน}$$

ซึ่งในการสั่งสารหล่อลื่นนี้จะบรรจุถังละ 200 ลิตร ในการสั่งซื้อจริงอาจปรับค่า  $q$  ให้พอดีกับจำนวนถังบรรจุที่จะสั่งซื้อ และถ้าทางบริษัทมีการจัดการใช้สารหล่อลื่นที่พอเพียงกับการใช้งานของเครื่องกลขนถ่าย โดยไม่มีการซ่อมบำรุงที่เกินจำเป็น อาจมีความต้องการใช้ต่อปีที่ลดลงได้

#### 4. สรุป

ข้อมูลรายเดือนที่มีจำนวนน้อยกว่า 36 ค่า เช่น ในข้อมูลชุด A-1 นี้ เป็นการยากสำหรับผู้เพิ่งเริ่มทำการพยากรณ์ที่จะสังเกตเห็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลที่ชัดเจนเมื่อมีข้อมูลรายเดือนจำนวนน้อย เช่นมีเพียง 24 ค่า การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพล็อตค่าอนุกรมเวลารวมทั้ง 24 ค่า และการพล็อตคอเรลโรแกรม อาจไม่ช่วยให้เห็นรูปแบบการเคลื่อนไหวที่ชัดเจนได้ ข้อสังเกตหนึ่งคือการรู้จักธรรมชาติของข้อมูล เช่นในตัวอย่างวัสดุ A-1 นี้มีความต้องการขึ้นลงตามสภาพอากาศ จึงน่าจะสงสัยว่าข้อมูลมีฤดูกาลหรือไม่ การพล็อตอนุกรมเวลาแยกรายปีเพื่อสังเกตลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีรูปแบบซ้ำกัน และการใช้วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่มีค่า  $k$  ต่ำๆ เพื่อปรับเรียบให้เห็นความยาวของฤดูกาล ดังในบทความนี้ อาจช่วยให้ผู้เพิ่งเริ่มทำการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถหาช่วงความยาวของฤดูกาลได้ และได้วิธีพยากรณ์ที่มีค่าคลาดเคลื่อนต่ำลง

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลจากโครงการฝึกงานสหกิจศึกษาของบริษัทกรณีศึกษาตัวอย่าง

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Gareth, *Time Series Forecasting, Simulation, Applications*. ELLIS Horwood Limited, West Sussex, 1993.
- [2] K. Maurich, *Time-Series*. Charles Griffin and Company Ltd., London, 1976.
- [3] D. G. Montgomery, *Forecasting and Time Series Analysis*. McGraw-Hill Inc., Singapore, 1990.
- [4] ทรงศิริ แต่สมบัติ, *การพยากรณ์เชิงปริมาณ*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, 2549.
- [5] ทรงศิริ แต่สมบัติ, “ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของการพยากรณ์เชิงปริมาณ,” รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนวิจัย มก. ประจำปี 2543.
- [6] วิชิต หล่อจรัสชุมหู่กุล, *เทคนิคการพยากรณ์*. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์ กรุงเทพฯ, 2539.
- [7] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, *ระบบพัสดุคงคลัง*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ, 2530.