บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะนำเสนอขั้นตอนการวิจัย ซึ่งจะนำข้อมูลในอดีตมาพยากรณ์ความต้องการสินค้าในปี 2546 (พฤษภาคม 2546 - เมษายน 2547) แล้วใช้ค่าพยากรณ์ดังกล่าว ในการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบสินค้าคงคลังด้วยวิธีการที่เหมาะสม สำหรับแต่ละกลุ่มสินค้า แล้วทำการประเมินผล โดยพิจารณาจากต้นทุนพัสดุคงคลังรวมของสินค้าที่เลือกขึ้นมาเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบระหว่างระบบเดิมที่ใช้ในปี 2546 กับระบบใหม่ที่ได้ จากนั้น จะใช้ระบบและวิธีการที่วิเคราะห์ได้ในการจัดการระบบสินค้าคงคลังในปี 2547 (พฤษภาคม 2547 - เมษายน 2548) ต่อไป

การวิจัยนี้จะเริ่มจากการจัดกลุ่มสินค้าที่จะทำการศึกษา ซึ่งก็คือ ยางท่อด้วยเทคนิค ABC โดยพิจารณาจากมูลค่าความต้องการ จากนั้นจะทำการเลือกตัวอย่างสินค้ากลุ่มละ 5 รายการ นำมาพยากรณ์ความต้องการสินค้าในปี 2546 และนำเสนอระบบพัสดุคงคลังและวิธีการกำหนดจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยในกลุ่ม A และ B จะใช้ระบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (s, S) หรือการกำหนดระดับต่ำสุด–สูงสุด (Min–Max) ในการควบคุมสินค้าคงคลัง โดยจะทำการศึกษาพารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการสั่ง ค่าเก็บรักษาพัสดุ ค่าร้างพัสดุ เวลานำ และอัตราความต้องการของสินค้าแต่ละรายการ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าระดับต่ำสุด–สูงสุด ที่เหมาะสม หรือที่มีต้นทุนพัสดุคงคลังรวมรวมต่ำที่สุด โดยในกลุ่ม A จะประยุกต์แบบจำลองปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการหาจุดควบคุมที่เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป สำหรับกลุ่ม C นั้น จะนำเสนอให้ใช้ระบบช่วงสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (R, S) แทนระบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน โดยจะกำหนดช่วงการสั่งซื้อและระดับการบริการที่ต้องการ แล้วนำไปคำนวณหาระดับสั่งซื้อที่เหมาะสมต่อไป

3.1 การจัดกลุ่มสินค้ายางท่อโดยเทคนิค ABC

ในขั้นตอนนี้จะทำการจำแนกยางท่อที่มียอดจำหน่ายในปี 2545 (พฤษภาคม 2545 - เมษายน 2546) โดยใช้เทคนิคการแยกกลุ่มตามความสำคัญ (ABC Analysis Technique) เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเลือกระบบสินค้าคงคลังที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกลุ่มต่อไป โดยมีขั้นตอนดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. รวบรวมข้อมูลปริมาณการขายยางท่อตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2545 - เมษายน 2546 และราคาต่อหน่วยของยางท่อแต่ละรายการ
2. คำนวณมูลค่าความต้องการของยางท่อแต่ละประเภท โดยการคูณปริมาณการขายแต่ละรายการในรอบปีด้วยราคาของยางท่อรายการนั้น
3. เรียงลำดับรายการยางท่อแต่ละรายการตามมูลค่าความต้องการจากมากไปหาน้อยตามลำดับ
4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์สะสมของมูลค่าความต้องการสินค้าแต่ละประเภทที่ได้เรียงไว้ในขั้นตอนที่ 3
5. นำเอาเปอร์เซ็นต์ที่คำนวณได้ในขั้นตอนที่ 4 มาสร้างกราฟ โดยให้รายการสินค้าคงคลังเป็นเป็นแกนนอน และให้เปอร์เซ็นต์สะสมของมูลค่าความต้องการเป็นแกนตั้ง แล้วทำการแบ่งกลุ่ม A, B และ C ตามความเหมาะสม

สำหรับรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ก

จากผลการจัดกลุ่มที่ได้ จะทำการเลือกยางท่อ จำนวนกลุ่มละ 5 รายการ มาเป็นตัวอย่างในการศึกษาในงานวิจัยนี้ โดยรายการยางท่อที่เลือกมา มีดังนี้

- กลุ่ม A ได้แก่ ยางท่อ 030401, 040501, 041001, 072902 และ 073002
- กลุ่ม B ได้แก่ ยางท่อ 030701, 041301, 051601, 071002 และ 071302
- กลุ่ม C ได้แก่ ยางท่อ 010401, 021301, 031601, 032001 และ 032901

3.2 การพยากรณ์ความต้องการสินค้า

ในการกำหนดจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อให้เหมาะสมสำหรับสินค้าคงคลังแต่ละรายการนั้น เราจำเป็นจะต้องประมาณการณ์ความต้องการสินค้าที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ทั้งนี้เพื่อจะได้จัดเตรียมสินค้าต่างๆให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า และเป็นไปอย่างประหยัด

ในการวิจัยนี้จะทำการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในช่วงระยะเวลาสั้นๆ คือ พยากรณ์ความต้องการสินค้าในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2546 – เมษายน 2546 โดยเลือกใช้เทคนิคปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing Technique) ในการพยากรณ์ เนื่องจากเป็นวิธีการที่เหมาะกับการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ และวิธีการดังกล่าวยังมีความคล่องตัวและง่ายในการปรับรูปแบบการพยากรณ์ให้สอดคล้องกับความต้องการจริงรูปแบบต่างๆ จึงทำให้สามารถนำไปใช้กับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่มีรูปแบบต่างๆ

กัน อีกประการหนึ่ง ข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์มีไม่มากนัก จึงไม่เหมาะที่จะนำวิธีการวิเคราะห์การถดถอยมาใช้ วิธีการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลนี้จึงเหมาะสมกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากการกำหนดน้ำหนักข้อมูลจะกำหนดให้กับข้อมูลเฉพาะชุดสุดท้ายเท่านั้น สำหรับน้ำหนักที่จะกำหนดให้กับข้อมูลความต้องการไม่ว่าจะเป็นข้อมูลใหม่หรือข้อมูลเก่าสามารถที่จะเลือกได้ โดยเพียงแต่ปรับค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบเท่านั้น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการคำนวณเพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

สำหรับขั้นตอนการพยากรณ์ มีดังนี้

1. รวบรวมปริมาณการขายยางท่อทั้ง 15 รายการที่เลือกขึ้นมาเป็นตัวอย่างในงานวิจัย โดยให้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการขายในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2543 – เมษายน 2546 แล้วพิจารณารายละเอียดของการขายสินค้าแต่ละรายการ โดยให้ตัดรายการที่เป็นการสั่งซื้อล่วงหน้าออก
2. นำปริมาณการขายในแต่ละเดือนมาเขียนกราฟเพื่อพิจารณารูปแบบของข้อมูล เพื่อกำหนดรูปแบบของการพยากรณ์ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลปริมาณการขายในแต่ละเดือนไปเขียนกราฟ จะพบว่าข้อมูลมีรูปแบบแตกต่างกัน ดังนี้

    - รูปแบบเป็นแนวระดับ (Horizontal Pattern) คือ มีการขึ้นลงของข้อมูลในแนวทิศทางที่ไม่เป็นระบบ แต่อยู่ในแนวระดับ และไม่มีลักษณะเป็นแนวโน้ม ได้แก่ ยางท่อรหัส 072902, 073002, 051601, 071302, 010401, 021301, 031601, 032001 และ 032901
    - รูปแบบเป็นแนวโน้ม (Trend Pattern) คือ ข้อมูลมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเวลา ได้แก่ ยางท่อรหัส 030401, 040501, 041001 และ 071002
    - รูปแบบตามฤดูกาล (Seasonal Pattern) คือ มีลักษณะขึ้นลง (Fluctuation) เนื่องจากอิทธิพลของฤดูกาล ได้แก่ ยางท่อรหัส 030701 และ 051601 โดยมีช่วงฤดูกาล 12 เดือน

    โดยที่ กราฟแสดงรูปแบบของข้อมูลความต้องการสินค้าแสดงดังรูปที่ ข.1-ข.15 ในภาคผนวก ข

3. ทำการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในปี 2546 ตามรูปแบบของข้อมูล ดังรายละเอียดในข้อ 3.2.1 – 3.2.3

3.2.1 การพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่มีรูปแบบข้อมูลเป็นแนวระดับ

สำหรับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่มีรูปแบบข้อมูลปริมาณการขายในแต่ละเดือนเป็นแบบแนวระดับ (Horizon Pattern) จะใช้ ***การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing Method)*** ดังรายละเอียดที่ปรากฏในข้อ 2.14 และใช้ปริมาณการขายในเดือนพฤษภาคม 2544 – เมษายน 2546 เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ ซึ่งในการคำนวณจะกำหนดสมการเป้าหมาย และขอบข่ายจำกัด เพื่อหาค่าพยากรณ์ที่มีค่าปรับเรียบ (α) ที่ให้ความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error, MSE) เป็นค่าความคลาดเคลื่อนในสมการเป้าหมาย เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่แม่นยำกว่า นอกจากนี้ ยังได้คำนวณค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error, MAD) เพื่อนำไปแปลงเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ_1) สำหรับใช้ในการกำหนดจุดควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมต่อไป โดยที่ สมการเป้าหมาย และขอบข่ายจำกัดของการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย ในงานวิจัยนี้ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการเชิงคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

ให้ e_t = ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เดือน t

x_t = ปริมาณการขายในเดือน t

$f_{t,1}$ = ค่าพยากรณ์สำหรับ x_{t+1} ณ เดือน $t+1$

α = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ

t = เดือน 1, 2, 3 ...25 = เดือน เม.ย.44, พ.ค.44, มิ.ย.44,...,เม.ย. 46

สมการเป้าหมาย :

$$Minz = \frac{\sum_{t=2}^{25} e_t^2}{24} \qquad (3.1)$$

ขอบข่ายจำกัด :

$$f_{1,1} = x_1 \qquad (3.2)$$

(ประมาณค่าพยากรณ์เดือนพฤษภาคม 2544เท่ากับปริมาณการขายเดือนเมษายน 2544)

เมื่อ t>1

$$f_{t,1} = \alpha x_t + (1-\alpha) f_{t-1,1} \qquad (3.3)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$e_t = x_t - f_{t-1,1} \qquad (3.4)$$

$$0 < \alpha < 1 \qquad (3.5)$$

$$1 \le t \le 25 \quad , \text{t เป็นจำนวนเต็ม} \qquad (3.6)$$

สำหรับการแก้สมการนั้น ได้นำโปรแกรม LINGO 8.0 มาใช้ในการคำนวณ ซึ่งจะต้องเขียนสมการเชิงคณิตศาสตร์ตามสมการ 3.1 – 3.6 ให้อยู่ในรูปของ LINGO Model ดังรูปที่ 3.1

```
MODEL:

SETS:
   PERIODS /1..25/: OBSERVED, ERROR, PREDICT;
ENDSETS

DATA:

! The observed values of the time series;
   OBSERVED =
       429.50      255.00      481.00      690.00      364.50
       654.00      552.00      468.50      334.00      320.50
       553.50      529.50      259.50      536.50      336.00
       326.50      516.00      430.50      468.00      656.00
       825.50      564.50      651.00      583.50      580.50      ;

ENDDATA

! The objective function;
   [OBJ] MIN = @SUM(PERIODS:@ABS(ERROR)^2)/24;

! Calculate MAD;
    MAD = @SUM(PERIODS:@ABS(ERROR))/24;

! Calculate the forecasts;
    PREDICT(1) = OBSERVED(1);

   @FOR(PERIODS(T)|T#GT#1:
    PREDICT(T) = ALPHA*OBSERVED(T)+(1-ALPHA)*PREDICT(T-1));

! Calculate forecast errors;
   @FOR(PERIODS(T)|T#GT#1:ERROR(T) = OBSERVED(T)-PREDICT(T-1));

! Error terms may be negative as well as positive;
   @FOR(PERIODS:@FREE(ERROR));

! Exclude meaningless Alphas of zero or one;
    @BND(.0001,ALPHA,.9999);

END
```

รูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการเขียนสมการในรูปแบบของ LINGO Model สำหรับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย

3.2.2 การพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่มีรูปแบบข้อมูลเป็นแนวโน้ม

ในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่ปริมาณการขายในแต่ละเดือนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามเวลา (Trend Pattern) จะใช้ ***การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของแนวโน้ม (Exponential Smoothing with Trend)*** ซึ่งจะทำการกำหนดสมการเป้าหมายและขอบข่ายจำกัดเช่นเดียวกับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลอย่างง่ายในข้อ 3.2.1 โดยมีสมการเป้าหมายเหมือนกับสมการ 3.1 แต่มีสมการขอบข่ายแตกต่างกัน และจะต้องทำการประมาณค่าปรับเรียบที่เวลา t = 0 (L_0) และความชันของข้อมูลที่เวลา t = 0 (T_0) โดยจะใช้ปริมาณการขายในเดือนพฤษภาคม 2544 – เมษายน 2546 เป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ และใช้ปริมาณการขายในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2543 – เมษายน 2544 ในการคำนวณค่า L_0 และ T_0 สำหรับขั้นตอนการพยากรณ์ มีดังนี้

1. ประมาณค่า L_0 และ T_0 ดังนี้

ให้ L_0 = ปริมาณการขายในเดือนเมษายน 2544

T_0 = ค่าเฉลี่ยของปริมาณการขายที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือนของปี 2543

= (ปริมาณการขายในเดือนเมษายน 2544
– ปริมาณการขายในเดือนพฤษภาคม 2543) / 12

2. คำนวณค่าพยากรณ์สำหรับเดือนพฤษภาคม 2544 จากสมการ 3.7

$$f_{0,1} = L_0 + T_0 \qquad (3.7)$$

3. กำหนดสมการเป้าหมาย และขอบข่ายจำกัด ดังนี้

ให้ e_t = ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เดือน t

x_t = ปริมาณการขายในเดือน t

$f_{t,1}$ = ค่าพยากรณ์สำหรับ x_{t+1} ที่เวลา $t+1$

L_t = ค่าปรับเรียบ ณ เดือน t

T_t = ความชันของข้อมูล ณ เดือน t

α = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ

β = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้ม

t = เดือน 1, 2, 3, ..., 24 = เดือน พ.ค.44,มิ.ย.44,ก.ค.44,... ,เม.ย.46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการเป้าหมาย :

$$Minz = \frac{\sum_{t=1}^{24} e_t^2}{24} \quad (3.8)$$

ขอบข่ายจำกัด :

$$L_t = \alpha x_t + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3.9)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \quad (3.10)$$

$$f_{t,1} = L_t + T_t \quad (3.11)$$

$$e_t = x_t - f_{t-1,1} \quad (3.12)$$

$$0 < \alpha < 1 \quad (3.13)$$

$$0 < \beta < 1 \quad (3.14)$$

$$1 \le t \le 24 \quad , \text{t เป็นจำนวนเต็ม} \quad (3.15)$$

4. เขียนสมการเชิงคณิตศาสตร์ตามสมการ 3.8 – 3.15 ให้อยู่ในรูปแบบของ LINGO Model ซึ่งตัวอย่างในการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 3.2
5. จากผลการแก้สมการโดยโปรแกรม LINGO จะได้ค่า L_{24} (ค่าปรับเรียบในเดือนเมษายน 2546) และ T_{24} (ค่าความชันในเดือนเมษายน 2546) และค่าพยากรณ์สำหรับเดือนพฤษภาคม 2546 ($f_{24,1}$) ให้นำค่า L_{24} และ T_{24} มาคำนวณหาค่าพยากรณ์สำหรับเดือนมิถุนายน 2546-เมษายน 2547 ($f_{24,2}$-$f_{24,12}$) ตามสมการ 3.16

$$f_{t,k} = L_t + kT_t \quad (3.16)$$

เมื่อ k = จำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

```
MODEL:

SETS:
   PERIODS /1..24/: OBSERVED, ERROR, PREDICT, LEVEL, TREND;
ENDSETS

DATA:
! The observed values of the time series;
   OBSERVED =
       133.73      107.95      154.53      123.55      140.18
       142.23      127.70      145.85      154.03      242.30
       170.03       92.25      143.88      115.85      221.38
       155.88      131.08      285.40      173.70      231.10
       187.65      190.35      204.33      152.28;

ENDDATA

! The objective function;
   [OBJ] MIN = @SUM(PERIODS:@ABS(ERROR)^2)/24;

! Calculate MAD;
    MAD = @SUM(PERIODS:@ABS(ERROR))/24;

! Assume LEVEL(0) = 94.98(sale volume 4/2001)
         TREND(0) = 3.06
         PREDICT(0) = 98.04;

! Calculate the forecasts;
   @FOR(PERIODS(T)|T#EQ#1:
    LEVEL(T) = ALPHA*OBSERVED(T)+(1-ALPHA)*(94.98+3.06);
    TREND(T) = BETA*(LEVEL(T)-94.98)+(1-BETA)*(3.06);
    PREDICT(T) = LEVEL(T)+TREND(T));

   @FOR(PERIODS(T)|T#GT#1:
    LEVEL(T) = ALPHA*OBSERVED(T)+(1-ALPHA)*(LEVEL(T-1)+TREND(T-1));
    TREND(T) = BETA*(LEVEL(T)-LEVEL(T-1))+(1-BETA)*TREND(T-1);
    PREDICT(T) = LEVEL(T)+TREND(T));

! Calculate forecast errors;
   @FOR(PERIODS(T)|T#EQ#1:ERROR(T) = OBSERVED(T)-98.04);
   @FOR(PERIODS(T)|T#GT#1:ERROR(T) = OBSERVED(T)-PREDICT(T-1));

! Error terms may be negative as well as positive;
   @FOR(PERIODS:@FREE(ERROR));

! Exclude meaningless Alphas of zero or one;
    @BND(.0001,ALPHA,.9999);
    @BND(.0001,BETA,.9999);

END
```

รูปที่ 3.2 *แสดงตัวอย่างการเขียนสมการในรูปแบบของ LINGO Model สำหรับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของแนวโน้ม*

3.2.3 การพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่มีรูปแบบข้อมูลตามฤดูกาล

การพยากรณ์ความต้องการสินค้าที่มีลักษณะเป็นฤดูกาล ซึ่งได้แก่ จะใช้ ***การพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล (Exponential Smoothing with Seasonality)*** และใช้ข้อมูลปริมาณการขายในเดือนพฤษภาคม 2542 – เมษายน 2546 ในการพยากรณ์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ประมาณค่าปรับเรียบที่เวลา t = 0 (L_0) ค่าความชันที่เวลา t = 0 (T_0) และดัชนีฤดูกาลในเดือนพฤษภาคม 2544 – เมษายน 2545 (s_{-11}, s_{-10}, …,s_0) ดังนี้

   T_0 = (ปริมาณการขายเฉลี่ยต่อเดือนในปี 2543 (พ.ค. 43 - เม.ย. 44)
   - ปริมาณการขายเฉลี่ยต่อเดือนในปี 2542 (พ.ค. 42 - เม.ย. 43)) / 12

   L_0 = ปริมาณการขายเฉลี่ยต่อเดือนในปี 2543 + $5.5T_0$

   (ปริมาณการขายเฉลี่ยต่อเดือนในปี 2543 เป็นค่าปรับเรียบกลางปี 2543 หรือ ระหว่างเดือนตุลาคม 2543 – พฤศจิกายน 2543 (เดือนที่ 6.5) เมื่อต้องการประมาณค่าปรับเรียบ ณ เดือนเมษายน 2544 (L_0) จึงบวกค่าความชัน (12-6.5)T_0 = 5.5 T_0)

   s_{-11}= ค่าเฉลี่ยของดัชนีฤดูกาลในเดือนพฤษภาคม 2542 และ พฤษภาคม 2543

   โดยที่ ดัชนีฤดูกาลในเดือนพฤษภาคม 2542
   = ปริมาณการขายในเดือน พ.ค. 42 / ปริมาณการขายเฉลี่ยต่อเดือนในปี 2542

   ดัชนีฤดูกาลในเดือนพฤษภาคม 2543
   = ปริมาณการขายในเดือน พ.ค. 43 / ปริมาณการขายเฉลี่ยต่อเดือนในปี 2543

   สำหรับการคำนวณค่า s_{-10}, s_{-9}, …, s_0 คำนวณได้ในลักษณะเดียวกับการคำนวณ s_{-11}

2. คำนวณค่าพยากรณ์สำหรับเดือนพฤษภาคม 2544 จากสมการ 3.17

$$f_{0,1} = (L_0 + T_0)s_{-11} \qquad (3.17)$$

3. กำหนดสมการเป้าหมาย และขอบข่ายจำกัด ดังนี้

ให้ e_t = ค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เดือน t

x_t = ปริมาณการขายในเดือน t

$f_{t,1}$ = ค่าพยากรณ์สำหรับ x_{t+1} ที่เวลา $t+1$

L_t = ค่าปรับเรียบ ณ เดือน t

T_t = ความชันของข้อมูล ณ เดือน t

s_t = ดัชนีฤดูกาล ณ เดือน t

α = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ

β = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับแนวโน้ม

γ = ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบสำหรับฤดูกาล

c = ช่วงฤดูกาล

t = เดือน 1, 2, 3 ...24 = เดือน พ.ค. 44, มิ.ย. 44,ก.ค.,44,...,เม.ย. 46

สมการเป้าหมาย :

$$Minz = \frac{\sum_{t=1}^{24} e_t^2}{24} \tag{3.18}$$

ขอบข่ายจำกัด :

$$L_t = \alpha \frac{x_t}{s_{t-c}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \tag{3.19}$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1} \tag{3.20}$$

$$s_t = \gamma \frac{x_t}{L_t} + (1-\gamma)s_{t-c} \tag{3.21}$$

$$f_{t,1} = (L_t + T_t)s_{t+1-c} \tag{3.22}$$

$$e_t = x_t - f_{t-1,1} \tag{3.23}$$

$$0 < \alpha < 1 \tag{3.24}$$

$$0 < \beta < 1 \tag{3.25}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$0 < \gamma < 1 \qquad (3.26)$$

$$1 \leq t \leq 24 \quad , \text{t เป็นจำนวนเต็ม} \qquad (3.27)$$

4. เขียนสมการเชิงคณิตศาสตร์ตามสมการ 3.18 – 3.27 ให้อยู่ในรูปแบบของ LINGO Model ซึ่งตัวอย่างในการเขียนโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 3.3

5. จากผลการแก้สมการ โดยโปรแกรม LINGO จะได้ค่า L_{24} (ค่าปรับเรียบในเดือนเมษายน 2546) ค่า T_{24} (ค่าความชันในเดือนเมษายน 2546) ค่าดัชนีฤดูกาล $s_{13}, s_{14}, s_{15}, \ldots, s_{24}$ และค่าพยากรณ์สำหรับเดือนพฤษภาคม 2546 ให้นำค่า L_{24}, T_{24} และ $s_{13}, s_{14}, s_{15}, \ldots, s_{24}$ มาคำนวณหาค่าพยากรณ์สำหรับเดือนมิถุนายน 2546 – เมษายน 2547 ตามสมการ 3.28

$$f_{t,k} = (L_t + kT_t)s_{t+k-c} \qquad (3.28)$$

เมื่อ k = จำนวนเดือนที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
MODEL:

SETS:
   PERIODS/1..36/:OBSERVED, ERROR, PREDICT, LEVEL, TREND, SEASON;
ENDSETS

DATA:
! The observed values of the time series;
   OBSERVED =
        40.83  39.27  46.47  42.90  93.00  69.33  64.10  87.00  63.27  71.90
        83.20  60.63  65.40  63.93  69.63  40.83  43.90  99.43  60.50  60.47
        66.17  70.60  86.53  48.67  57.07  74.00  48.53  55.87  73.20  61.00
        42.67  68.20  85.80  78.50  127.53 67.47;
ENDDATA

! The objective function;
   [OBJ] MIN= @SUM(PERIODS:@ABS(ERROR)^2)/24;

! Calculate MAD;
   MAD = @SUM(PERIODS:@ABS(ERROR))/24;

! Estimate trend, level and season;
                     TREND(12) =    0.52    ;
                     LEVEL(12) =    66.33   ;
                     SEASON(1) =    0.81    ;
                     SEASON(2) =    0.83    ;
                     SEASON(3) =    0.92    ;
                     SEASON(4) =    0.64    ;
                     SEASON(5) =    1.11    ;
                     SEASON(6) =    1.07    ;
                     SEASON(7) =    0.96    ;
                     SEASON(8) =    1.21    ;
                     SEASON(9) =    1.16    ;
                     SEASON(10) =   0.96    ;
                     SEASON(11) =   1.33    ;
                     SEASON(12) =   0.99    ;
                     PREDICT(12) =  54.19   ;

! Calculate the forecasts;
   @FOR(PERIODS(T)|T#GE#13:
    LEVEL(T)
  = ALPHA*OBSERVED(T)/SEASON(T-12)+(1-ALPHA)*(LEVEL(T-1)+TREND(T-1));
    TREND(T)
  = BETA*(LEVEL(T)-LEVEL(T-1))+(1-BETA)*TREND(T-1);
    SEASON(T)
  = GAMMA*OBSERVED(T)/LEVEL(T)+(1-GAMMA)*SEASON(T-12);
    PREDICT(T)
  = (LEVEL(T)+TREND(T))*SEASON(T-11););

! Calculate forecast errors;
   @FOR(PERIODS(T)|T#GE#13:ERROR(T)=OBSERVED(T)-PREDICT(T-1));

! Error terms may be negative as well as positive;
   @FOR( PERIODS: @FREE( ERROR));

! Exclude meaningless Alphas, Beta, Gamma of zero or one;
   @BND(.0001, ALPHA,.9999);
   @BND(.0001, BETA, .9999);
   @BND(.0001, GAMMA, .9999);
END
```

รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างการเขียนสมการในรูปแบบของ LINGO Model สำหรับการพยากรณ์แบบปรับเรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของแนวโน้มและฤดูกาล

3.3 การจัดการระบบสินค้าคงคลังยางท่อกลุ่ม A

ส่วนนี้เป็นการนำเสนอรายละเอียดของการประยุกต์ใช้ตัวแบบพัสดุคงคลังในการกำหนดจุดต่ำสุด-สูงสุด (s, S) ที่เหมาะสม สำหรับยางท่อกลุ่ม A ที่ได้สุ่มเลือกมาทำการวิจัยจำนวน 5 รายการ โดยจะเริ่มต้นจากการกำหนดตัวแบบที่จะใช้ แล้วพิจารณารูปแบบของความต้องการว่าสอดคล้องกับตัวแบบหรือไม่ จากนั้นจึงรวบรวมพารามิเตอร์ที่ใช้ในตัวแบบ เพื่อนำค่าไปคำนวณโดยเลือกรายการที่สอดคล้องกับตัวแบบ

3.3.1 การกำหนดตัวแบบพัสดุคงคลัง

เป็นที่ทราบกันว่าสินค้ากลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญสูง ดังนั้นจึงต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ ในการรวบรวม วิเคราะห์ และสรุปผลข้อมูลของพัสดุกลุ่มนี้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องเป็นระยะ ดังนั้น ระบบที่เหมาะสมสำหรับการจัดการและควบคุมพัสดุกลุ่ม A คือ ระบบที่มีการทบทวนสถานะของพัสดุคงคลังอย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่ ระบบจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อตายตัว (Reorder Point – Lot Size System) และระบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (Reorder Point – Order Level System)

สำหรับระบบที่เหมาะสมซึ่งเลือกใช้สำหรับยางท่อกลุ่ม A คือ ระบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (Reorder Point – Order Level System) หรือระบบจุดต่ำสุด-สูงสุด (Min-Max) นั่นเอง ซึ่งเป็นระบบที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยสาเหตุที่ยังคงเลือกใช้ระบบเดิมนี้เนื่องจากสินค้ากลุ่มนี้มีความต้องการใช้อยู่เกือบตลอดเวลา ประกอบกับในการควบคุมพัสดุคงคลังของบริษัทกรณีศึกษา ได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการตรวจสอบสถานะของพัสดุคงคลัง ตลอดจนการบันทึก-จ่ายพัสดุ ซึ่งเปรียบเสมือนการทบทวนพัสดุคงคลังอย่างต่อเนื่อง (Continuous Review) ซึ่งเหมาะสมกับระบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัวอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงระบบที่ใช้ในปัจจุบัน

ในการหาจุดควบคุมที่เหมาะสมสำหรับพัสดุกลุ่ม A ในงานวิจัยนี้ จะประยุกต์ตัวแบบพัสดุคงคลังในการคำนวณหาจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนพัสดุคงคลังต่ำที่สุด แล้วนำค่าจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อที่คำนวณได้มาทดลองด้วยแบบจำลองปัญหาเปรียบเทียบกับนโยบายที่ใช้ในปัจจุบัน เพื่อเลือกนโยบายที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำกว่ามาเป็นจุดเริ่มต้นในการทดลองเพื่อหานโยบายที่ทำให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุดต่อไป ซึ่งในหัวข้อ 3.3 นี้จะกล่าวถึงเฉพาะรายละเอียดการคำนวณโดยการประยุกต์ตัวแบบพัสดุคงคลัง สำหรับการจำลองแบบปัญหานั้นจะแสดงรายละเอียดในข้อ 3.4

สำหรับวิธีการคำนวณที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จะแตกต่างจากระบบเดิมที่อาศัยประสบการณ์หรือดุลยพินิจของผู้กำหนด ซึ่งยังไม่มีการพิจารณาต้นทุนต่างๆ ที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงได้นำวิธีการกำหนดจุดต่ำสุด-สูงสุด (Min-Max) โดยใช้การคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อ (Q) ไปพร้อมๆ (Simultaneous) กับการคำนวณหาค่าตัวคูณเผื่อ (k) จากนั้นจึงนำค่าปริมาณการสั่งซื้อ และตัวคูณเผื่อที่เหมาะสมไปคำนวณจุดสั่งซื้อ (s) หรือระดับต่ำสุด ซึ่งจะให้ผลที่ดีกว่าการคำนวณค่าปริมาณการสั่งซื้อก่อนแล้วจึงมาคำนวณหาจุดสั่งซื้อ เนื่องจากเป็นการพิจารณาค่าร้างพัสดุตั้งแต่ต้น และจากค่าปริมาณการสั่งซื้อ และจุดสั่งซื้อที่คำนวณได้ จะนำไปคำนวณหาระดับสั่งซื้อ (S) หรือระดับสูงสุดต่อไป

3.3.2 การวิเคราะห์รูปแบบความต้องการ

นำข้อมูลการขายในแต่ละสัปดาห์ในปี 2545 (พฤษภาคม 2545 - เมษายน 2546) ของยางท่อทั้ง 5 รายการ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผ่านการพิจารณารายละเอียด และตัดรายการสั่งซื้อที่มีการแจ้งล่วงหน้าออกไปแล้ว มาวิเคราะห์รูปแบบความต้องการ โดยการนำไปหาลักษณะการกระจายของความต้องการว่าเป็นรูปแบบใด โดยตั้งสมมตฐานในเบื้องต้นว่า มีลักษณะการกระจายของความต้องการแบบปกติ แล้วทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

H_0 : ลักษณะการกระจายความต้องการเป็นแบบปกติ
H_a : ลักษณะการกระจายความต้องการไม่ใช่แบบปกติ

ในการทดสอบจะพิจารณาค่า "2-Tail P" ของยางท่อแต่ละรายการ ว่ามีค่ามากกว่า 0.05 หรือไม่ หากมากกว่า ก็ยอมรับสมมติฐาน (Accept) แต่หากน้อยกว่า ก็ปฏิเสธสมมติฐาน (Reject) ซึ่งรายละเอียดการทดสอบสมมติฐานแสดงไว้ในภาคผนวก ค ซึ่งสรุปได้ว่า ยางท่อกลุ่ม A ทั้ง 5 รายการมีลักษณะการกระจายความต้องการสินค้าเป็นแบบปกติ

3.3.3 การกำหนดพารามิเตอร์ในตัวแบบ

ในการคำนวณหาจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม จะต้องรวบรวมและคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป ซึ่งได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost, A), ค่าเก็บรักษาพัสดุ (Holding Cost, H) ค่าร้างพัสดุหรือค่ารับใบสั่งซื้อล่วงหน้า (Shortage Cost, B_2) ช่วงเวลานำ (Lead Time) และอัตราความต้องการสินค้าเฉลี่ย

3.3.3.1 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ คือ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการสั่งพัสดุในแต่ละครั้งซึ่งทางแผนกจัดซื้อทำการประเมินจากค่าใช้จ่ายดังต่อไปนี้

- ค่าใช้จ่ายในการสื่อสาร (Communication) คือค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย เช่น ค่าโทรศัพท์ ค่าโทรสาร เป็นต้น
- ค่าวัสดุสิ้นเปลือง (Supply) คือค่าวัสดุที่ใช้ในการออกใบสั่ง ซึ่งใช้แล้วหมดไปที่ใช้ในคลังพัสดุ ค่าสี ค่าป้ายแสดงสถานะ รวมทั้งวัสดุสิ้นเปลืองในงานสำนักงาน
- ค่าอุปกรณ์เครื่องเขียน (Stationery) ได้แก่ ปากกา ดินสอ ยางลบ กระดาษ คอมพิวเตอร์ กระดาษพิมพ์ แผ่นดิสก์เก็ต ผ้าหมึกพิมพ์
- ค่าซ่อมอุปกรณ์ (Automation Repair) เป็นค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกใบสั่งซื้อ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องส่งโทรสาร รถยก เครน เป็นต้น
- เงินเดือนเจ้าหน้าที่จัดซื้อและค่าล่วงเวลา
- ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (Others)

จากการรวบรวมข้อมูลข้างต้น นำมารวบรวมเพื่อคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อรายการ สรุปว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเฉลี่ย 43.61 บาทต่อรายการ

3.3.3.2 ค่าเก็บรักษาพัสดุ

ค่าเก็บรักษาพัสดุ คือ ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการเก็บรักษาพัสดุคงคลัง ซึ่งทางแผนกคลังสินค้าได้ทำการประเมินค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า เฉลี่ยโดยคิดเป็นสัดส่วนเทียบกับมูลค่าสินค้าคงคลังที่เก็บเฉลี่ย ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเก็บรักษาประกอบด้วย

- ค่าแรงงานและค่าล่วงเวลาพนักงานคลัง
- ค่าสูญเสียเนื่องจากการจัดเก็บ
- ค่าน้ำมันรถยก
- ค่าเบี้ยประกันภัยคลังสินค้า
- ค่าภาษีที่ดินและโรงงาน
- ค่าไฟฟ้าที่ใช้ในคลัง

ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณเทียบเป็นสัดส่วนค่าใช่จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าเฉลี่ยต่อมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยทั้งปี ได้เท่ากับ 0.037 บาท/บาท/ปี หรือคิดเป็นร้อยละ 3.70 ของมูลค่าการเก็บเฉลี่ยต่อปี

สำหรับเงินที่นำมาใช้ในการสำรองสินค้าไว้รอขาย จัดเป็นต้นทุนเสียโอกาส ซึ่งโดยทั่วไปแล้วต้นทุนเสียโอกาสนี้ จะประเมินตามอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ซึ่งปัจจุบันมีอัตราร้อยละ 3.75 ต่อปี เมื่อรวมต้นทุนทั้งหมด ก็จะได้ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าเท่ากับ 7.45% ต่อปี

3.3.3.3 ค่าร้างพัสดุหรือค่ารับใบสั่งซื้อล่วงหน้า

ค่าร้างพัสดุหรือค่ารับใบสั่งซื้อล่วงหน้า เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากสินค้าขาดมือ ซึ่งทางบริษัทกรณีศึกษาประเมินจาก

- ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในกรณีที่มีการเร่งสินค้า เนื่องมาจากค่าแรงงาน และค่าขนส่ง คิดเป็น 10% ของมูลค่าสินค้าต่อหน่วยที่ขาดมือ
- ความเสี่ยงต่อการสูญเสียการขาย หรือการสูญเสียค่านิยม โดยคิดเป็น 10% ของมูลค่าสินค้าต่อหน่วยที่ขาดมือ

3.3.3.4 ช่วงเวลานำ

ช่วงเวลานำ คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการรอสินค้า ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลพบว่าอยู่ในช่วง 5-9 วัน แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณจึงกำหนดให้ใช้ช่วงเวลานำเท่ากับ 7 วันทำงาน หรือ 8 วัน สำหรับทุกรายการสินค้า ซึ่งเป็นระยะเวลาที่มีการตกลงร่วมกับผู้ผลิต

3.3.3.5 อัตราความต้องการสินค้าเฉลี่ย (Demand Rate)

จากการวิเคราะห์รูปแบบการความต้องการสินค้าในปี 2545 ตามข้อ 3.3.2 จะพบว่า ยางท่อทั้ง 5 รายการ มีรูปแบบความต้องการเป็นแบบปกติ ดังนั้นในการคำนวณเพื่อกำหนดจุดควบคุมที่เหมาะสมสำหรับปี 2546 นั้น จะนำค่าพยากรณ์ความต้องการสินค้าในปี 2546 ซึ่งได้จากการพยากรณ์ในข้อ 3.2 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำ

การคำนวณจะใช้ช่วงเวลานำที่มีการตกลงร่วมกับผู้ผลิต คือ 8 วัน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยความต้องการในช่วงเวลานำได้จากสมการ 3.29 ซึ่งกำหนดให้ 1 ปี มี 360 วัน ดังนั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\hat{x}_L = \frac{Annual\ Demand \times 8}{360} \qquad (3.29)$$

สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการสินค้านั้น ให้ประมาณได้โดยการคำนวณจากค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAD) ของการพยากรณ์ความต้องการสินค้าในแต่ละรายการ โดยที่ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการสินค้าในช่วงเวลาของการพยากรณ์ ($\hat{\sigma}_L$) มีค่าประมาณ 1.25 เท่าของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (MAD) ตามสมการ 2.24 ในบทที่ 2

และเนื่องจากในการพยากรณ์ความต้องการสินค้า ได้ทำการพยากรณ์โดยใช้ช่วงเวลาของการพยากรณ์ คือ 1 เดือน ซึ่งไม่เท่ากับช่วงเวลานำ จึงต้องทำการแปลงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงเวลาพยากรณ์ ให้เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงเวลานำ ซึ่งสามารถประมาณได้ตามสมการ 2.13

$$\hat{\sigma}_L = \sqrt{L}\hat{\sigma}_1$$

เมื่อ L = ช่วงเวลานำ ในหน่วยเดือน

และเนื่องจาก ช่วงเวลานำ 8 วัน เท่ากับ 8/30 เดือน (ประมาณ 1/3.75 เดือน) ดังสามารถคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ตามสมการ 3.30

$$\hat{\sigma}_L = \frac{1.25MAD}{\sqrt{3.75}} \qquad (3.30)$$

3.3.4 การประยุกต์ตัวแบบพัสดุคงคลัง

คำนวณหาจุดควบคุมโดยใช้ตัวแบบจุดสั่งซื้อ-ระดับสั่งซื้อ (s, S) โดยใช้วิธีการหาค่าต่างๆ ตามลำดับอย่างง่าย (Simple Sequential Determination) ดังปรากฏรายละเอียดตามข้อ 2.2.7.3 ข้อ 1 โดยกำหนดให้ช่วงเวลานำของการสั่งสินค้าเข้ามีค่าเท่ากัน สำหรับยางท่อทุกขนาด คือ 8 วัน โดยที่ ขั้นตอนการคำนวณสรุปได้ดังนี้

1. คำนวณค่าปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัด (EOQ) จากเงื่อนไขในสมการ 2.19 และ 2.20 โดยใช้พารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากข้อ 3.3.3 ตามสมการ 3.31

$$EOQ = \sqrt{\frac{2AD}{vr}} \qquad (3.31)$$

2. คำนวณหาค่า Q และ k โดยเริ่มต้นจากสมการ 2.20 คือ

$$p_{u\geq}(k) = 2 \frac{Q}{EOQ^2} \frac{A}{B_2 v} \qquad (2.20)$$

โดยให้แทนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และแทนค่า Q เริ่มต้นด้วย EOQ จากค่าที่ได้ เปิดตาราง Unit Normal Distribution ในภาคผนวก จ เพื่อหาค่า k และ $G_u(k)$ จากนั้นนำค่าที่ได้กลับไปแทนค่าในสมการ 2.19 คือ

$$Q = EOQ\sqrt{1+\frac{B_2 v \hat{\sigma}_L}{A} G_u(k)} \qquad (2.19)$$

เพื่อคำนวณค่า Q ใหม่ จากนั้นนำค่า Q ใหม่ที่ได้ แทนค่าในสมการ 2.20 อีกครั้ง เพื่อคำนวณหา $p_{u\geq}(k)$ ซึ่งจะทำให้ได้ค่า k และ $G_u(k)$ ทำเช่นนี้ไปเรื่อยจนกระทั่งพบว่า ค่า k ที่ได้จากการคำนวณครั้งก่อน (Past Iteration) กับการคำนวณในครั้งล่าสุดเป็นค่าเดียวกัน

3. เลือกค่า k และ Q ครั้งล่าสุดไปใช้ในการคำนวณต่อไป
4. จากค่า k ที่คำนวณได้จะนำไปคำนวณจุดสั่งซื้อ (s) โดยใช้สมการ 2.21 โดยที่ $\hat{x}_L$ และ $\hat{\sigma}_L$ ประมาณได้จากการคำนวณในข้อ 3.3.3.5

$$s = \hat{x}_L + k\hat{\sigma}_L \qquad (2.21)$$

5. คำนวณหาค่าระดับสั่งซื้อ (S) จากสมการ 2.22

$$S = s + Q \qquad (2.22)$$

3.4 การประยุกต์แบบจำลองปัญหาระบบสินค้าคงคลังในยางท่อกลุ่ม A

3.4.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน

ในการนำแบบจำลองปัญหาเข้ามาประยุกต์ใช้นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหานโยบายที่เหมาะสมเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบสินค้าคงคลัง ซึ่งมีผลต่อต้นทุนพัสดุคงคลัง ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Holding Cost) และค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดการขาดพัสดุ (Shortage Cost)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับขั้นตอนของระบบพัสดุคงคลังแบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (s, S) มีดังนี้

1. เมื่อมีคำสั่งซื้อเข้ามา สินค้าจะถูกนำออกไปจำหน่ายทันที หากระดับพัสดุคงคลังต่ำกว่าระดับความต้องการ ปริมาณพัสดุที่คงคลัง จะอยู่ในสภาพพัสดุสั่งล่วงหน้าซึ่งจะต้องประเมินเป็นค่าร้างพัสดุ 20% ของมูลค่าสินค้าที่ขาดมือ
2. เจ้าหน้าที่วางแผนจะทำการตรวจสอบระดับพัสดุคงคลังอย่างสม่ำเสมอ โดยสมมติให้ระยะห่างระหว่างการตรวจสอบแต่ละครั้ง มีการกระจายของความน่าจะเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ด้วยค่าเฉลี่ย 1 วัน (EXPO (1.0))
3. หากระดับพัสดุคงคลังต่ำกว่าระดับต่ำสุดที่กำหนดไว้ จะทำการสั่งซื้อในปริมาณ (Q)

$$Q = S - I$$

เมื่อ S = ระดับสั่งซื้อ

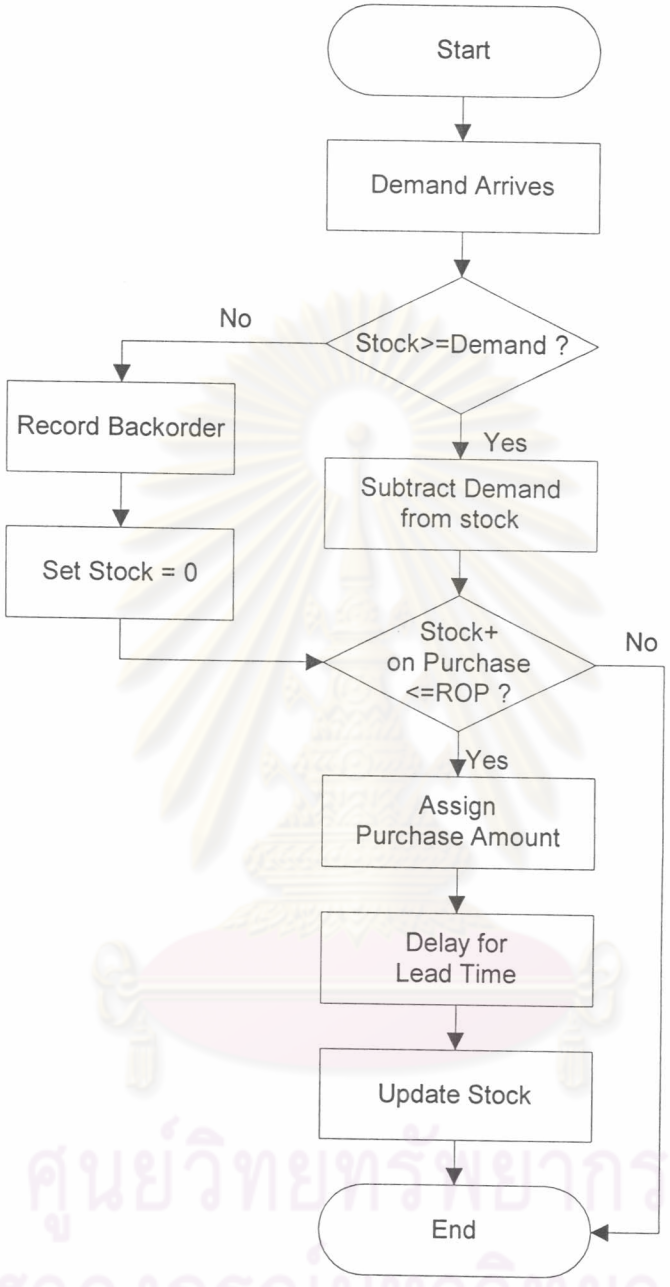
I = ระดับพัสดุคงคลังขณะที่ทำการตรวจสอบ (ก่อนการสั่งซื้อ)

โดยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ 43.61 บาทต่อครั้ง

4. เมื่อครบกำหนดการส่งสินค้าเข้าตามช่วงเวลานำพัสดุจะถูกเก็บเข้าคลังสินค้าหลังจากหักลบพัสดุที่ค้างส่งหมดแล้วโดยพัสดุที่เก็บในคลังสินค้าจะต้องเสียค่าเก็บรักษาพัสดุ 7.45% ของมูลค่าการเก็บพัสดุคงคลังเฉลี่ยต่อปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนของระบบพัสดุคงคลังที่กล่าวมานั้น สามารถสรุปเป็นแผนภูมิได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงแผนภูมิระบบพัสดุคงคลังแบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในแบบจำลองปัญหานี้เป็นระบบพัสดุคงคลัง แบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (s, S) ดังนั้น ข้อมูลที่จะต้องใช้ในแบบจำลองปัญหา ได้แก่

1. จำนวนคำสั่งซื้อที่เข้าระบบในแต่ละวัน (Entity per Arrival)
2. ปริมาณความต้องการต่อคำสั่งซื้อ
3. ช่วงเวลานำ

โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2545 - เมษายน 2546 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการทดลองการกระจายของข้อมูลด้วยการทดลองแบบ K-S และการทดสอบไคร์สแควร์รวมทั้งหาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการกระจายนั้นๆ โดยใช้เมนูย่อย Input Analyzer ในโปรแกรม ARENA 6.0 เพื่อหารูปแบบการกระจายที่เหมาะสมกับข้อมูลที่รวบรวมได้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองปัญหาต่อไปซึ่งรูปแบบการกระจายที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่า P-Value ที่สูงกว่า 0.10

สำหรับรูปแบบของข้อมูลที่จะนำไปใช้ในโปรแกรม ARENA ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 *แสดงรูปแบบข้อมูลที่มีใช้ในโปรแกรม ARENA*

รูปแบบการกระจาย	คำย่อ	พารามิเตอร์
Beta	BETA	($Alpha_1$,$Alpha_2$)
Continuous	CONT	($CumP_1$,Val_1,$CumP_2$,Val_2,...)
Discrete	DISC	($CumP_1$,Val_1,$CumP_2$,Val_2,...)
Erlang	ERLA	(ExpoMean,K)
Exponential	EXPO	(Mean)
Gamma	GAMM	(Beta,Alpha)
Johnson	JOHN	(Gamma,Delta,Lambda,X_I)
Lognormal	LOGN	(Mean,StdDev)
Normal	NORM	(Mean,StdDev)
Poisson	POIS	(Mean)
Triangular	TRIA	(Min,Mode,Max)
Uniform	UNIF	(Min,Max)
Weibull	WEIB	(Beta,Alpha)

เมื่อนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Input Analyzer เราจะได้การกระจายของข้อมูลดังนี้

3.4.2.1 จำนวนคำสั่งซื้อที่เข้าสู่ระบบในแต่ละวัน

เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี 2545 และ 2546 จะพบว่าในกรณีที่ปริมาณการขายเพิ่มขึ้น จำนวนคำสั่งซื้อในระบบต่อวัน มีการเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนที่มากกว่า ปริมาณความต้องการต่อคำสั่งซื้อ หรือก็คือ มีการสั่งซื้อด้วยความถี่ที่สูงขึ้น ในปริมาณการสั่งซื้อที่เท่าเดิม

จึงตั้งสมมติฐานว่า ปริมาณการขายที่เปลี่ยนแปลง เป็นผลมาจากความถี่ในการสั่งซื้อในการสั่งซื้อที่มากขึ้นหรือลดลง ดังนั้น หลังจากหาลักษณะการกระจายของข้อมูลจำนวนคำสั่งซื้อในระบบต่อวัน จะทำการแปลงค่าเฉลี่ยของจำนวนคำสั่งซื้อต่อวันตามสัดส่วนของปริมาณความต้องการที่ได้จากการพยากรณ์ความต้องการในปี 2546 ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 *แสดงรูปแบบการกระจายของข้อมูลจำนวนคำสั่งซื้อในระบบต่อวัน*

Product ID	Entity Per Arrival (Order)	
	2002	2003 (Forecast)
072902	POIS(1.31)	POIS(1.41)
073002	POIS(0.538)	POIS(0.479)
030401	POIS(1.98)	POIS(2.56)
041001	POIS(2.10)	POIS(2.27)
040501	POIS(3.32)	POIS(3.37)

3.4.2.2 ปริมาณความต้องการสินค้าต่อคำสั่งซื้อ

ตารางที่ 3.3 *แสดงรูปแบบการกระจายของข้อมูลปริมาณความต้องการต่อคำสั่งซื้อ*

Product ID	Demand Volume Per Sale Order
072902	ANINT((NORM(15.8,9))*2)/2
073002	ANINT((NORM(15.6,7.4))*2)/2
030401	ANINT((WEIB(3.79,1.24))*40)/40
041001	ANINT((ERLA(3.13,1))*16)/16
040501	ANINT((WEIB(3.64,1.05))*28)/28

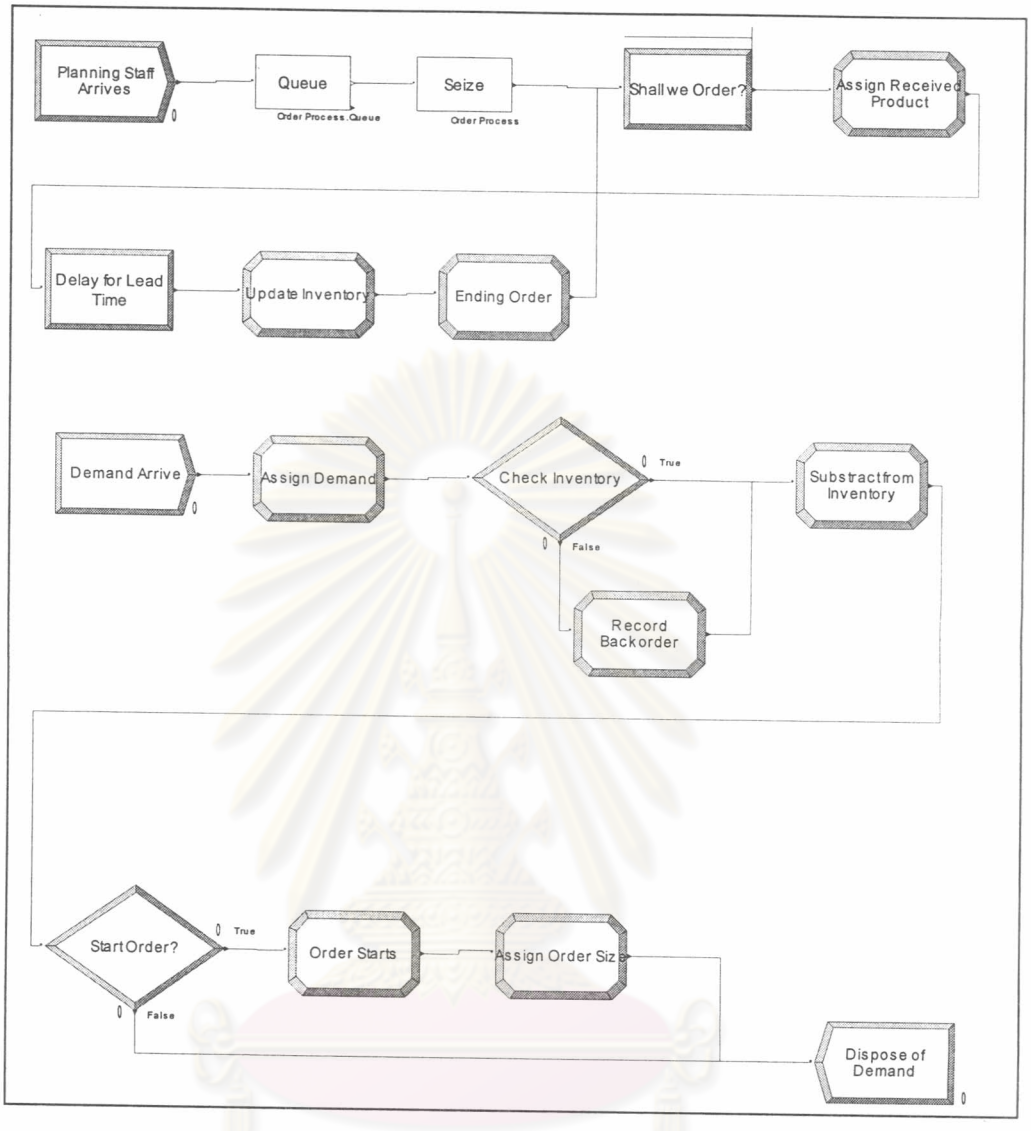
*ANINT เป็นคำสั่งให้ปัดค่า

3.4.2.3 ช่วงเวลานำมีรูปแบบการกระจายข้อมูลแบบ TRIA(3.5, 6.95, 8.5)

3.4.3 การสร้างแบบจำลองปัญหา

สำหรับการจำลองแบบปัญหาในงานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ การจำลองแบบปัญหาในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นแบบจำลองที่ได้นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถนำไปใช้ได้กับรูปแบบระบบงานได้หลากหลาย สะดวกในการจัดทำและวิเคราะห์ผล

ในรูปที่ 3.5 จะแสดงโปรแกรม ARENA ของระบบพัสดุคงคลังแบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (s, S)



รูปที่ 3.5 แสดงโปรแกรม ARENA ของระบบพัสดุคงคลังแบบ (s, S)

3.4.4 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

3.4.4.1 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification)

หลังจากทำการสร้างแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการจำลองแบบปัญหาคือการทดสอบแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาว่าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่ซึ่งในโปรแกรม ARENA นี้จะมีคำสั่งต่างๆที่ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอยู่หลายคำสั่ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำบางคำสั่งมาใช้ในการพิสูจน์ยืนยันแบบทดสอบดังนี้

1. Set Watch ใช้สำหรับทดสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรหรือเงื่อนไขต่างๆที่ต้องการ SIMAN จะสั่งให้โปรแกรมหยุดทำงานชั่วคราวเมื่อเงื่อนไขที่กำหนดมีค่าเปลี่ยนไป ทำให้สามารถตรวจสอบค่าต่างๆ ที่ต้องการได้ หากต้องการยกเลิกคำสั่งนี้ให้ใช้ Cancel Watch ตามด้วยเงื่อนไขที่ต้องการยกเลิก
2. Set Trace Entity สำหรับแสดงข้อมูลโดยการกำหนดให้แสดงเฉพาะ Entity ที่กำหนด

สำหรับตัวอย่างการใช้คำสั่งต่างๆ ในการตรวจสอบแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 3.6

```
Reading program file: D:\SUE'S DATA\MODELF46_1125123.P
Beginning replication 1 of 1


0.0>set watch on hand <= reorder point

Set Watch Expression:
Expr#  Stop  Entity  Value        Expression
    1     Y          FALSE        on hand <= reorder point


0.0>set trace entity 2
***  Trace set on entity 2


0.0>go 50
Time:  0  Entity: 2
    1 16¢              CREATE
                                    Entity Type set to Product
                                    Next creation scheduled at time 1.0866597
                                    Batch of 1 Product entities created
    2 17¢              ASSIGN
                                    Product Arrives.NumberOut set to 1.0
    3 0¢               QUEUE
                                    Entity 2 sent to next block
    4 1¢               SEIZE
                                    Tally Order Process.Queue.WaitingTime recorded 0.0
                                    Seized 1 unit(s) of resource Order Process
    5 2¢               QUEUE
                                    Entity 2 sent to next block
    6                  SCAN
                                    Entity 2 added to queue Shall we Order?.Queue at rank 1
***  on hand <= reorder point
     Changed value at time 8.0
     Old value = FALSE      New value = TRUE


8.0>
```

รูปที่ 3.6 *ตัวอย่างการใช้คำสั่งต่างๆ ในโปรแกรม ARENA เพื่อพิสูจน์ยืนยันแบบจำลอง*

จากวิธีการทดสอบข้างต้นได้นำมาวิเคราะห์ว่า สอดคล้องกับระบบงานที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อรับรองความถูกต้องของแบบจำลองเหมือนกับระบบงานจริงมากที่สุด โดยได้ทำการตรวจสอบสมการต่างๆ ในแต่ละขั้นตอน ว่าถูกต้องตามที่กำหนดหรือไม่

3.4.4.2 การทดสอบความถูกต้อง (Validation)

การทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับพฤติกรรมของระบบงานจริง โดยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบจริง หรือข้อมูลในปี 2545 นั่นเอง โดยก่อนที่จะมีการนำเอาแบบจำลองมาใช้งาน จะต้องมีการวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับผลจากการจำลองแบบ Steady State เสียก่อน

โดยทั่วไปแล้วแบบจำลองจะแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ แบบ Terminating และ แบบ Non-Terminating ซึ่งแต่ละระบบจะมีวิธีการนำไปใช้งานต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องพิจารณาระบบศึกษาก่อนว่าเป็นแบบใด เพื่อให้การนำแบบจำลองไปใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

1. แบบจำลองแบบ Terminating เป็นระบบที่มีจุดเริ่มต้นและจบการทำงานในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนดและเมื่อจบสิ้นการทำงานในแต่ละช่วงเวลานั้นแล้วผลของช่วงเวลานั้นจะไม่มีส่วนเกี่ยวเนื่องกับช่วงเวลาถัดไป
2. แบบจำลองแบบ Non-Terminating เป็นระบบที่ผลของการทำงานในช่วงเวลาก่อนหน้ามีส่วนเกี่ยวเนื่องกับช่วงเวลาถัดมา เช่น ในระบบการผลิตสินค้าจะมีการแสดงต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ เมื่อผลิตวันนี้แล้ว ผลผลิตที่ยังผลิตไม่เสร็จ ซึ่งก็คือ ชิ้นงานระหว่างการผลิต ก็จะนำไปแสดงต่อในวันถัดไปเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ

สำหรับแบบจำลองปัญหาที่ได้จัดทำขึ้นมาจะเป็นแบบ Terminating ซึ่งมีรอบการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 312 วันต่อปี มีคำสั่งซื้อเข้ามาเป็นช่วงๆ ในแบบจำลอง หากต้องการให้มีช่วงความเชื่อมั่นที่เหมาะสม จะต้องทำการหาจำนวน Replicate ที่เหมาะสม โดยในตอนเริ่มแรกจะทำการทดลอง Run 25 Replicate ก่อน แล้วนำค่าเฉลี่ย และ ค่า half width ของต้นทุนพัสดุคงคลังรวมมาทำการคำนวณหาจำนวน Replicate ที่เหมาะสมตามสมการ 3.31

$$n = n_0 \frac{h_0^2}{h^2} \qquad (3.31)$$

เมื่อ n_0 = จำนวน Replicate ที่ Run ในตอนเริ่มแรก

h_0 = ค่า half width ที่ได้จากการ Run ในตอนเริ่มแรก

h = ค่า half width ที่ต้องการ โดยทั่วไปกำหนดให้เท่ากับ 5% ของค่าเฉลี่ย

จากนั้นจะทำการทดลองตามจำนวน Replicate ที่คำนวณได้ และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในปี 2545 ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลในปี 2545 และผลจากแบบจำลอง

Product ID	Item	ข้อมูลปี 2545	ผลจากแบบจำลอง	ผลต่าง, %
072902	On Hand Inventory	375.50	381.46	1.59
	Backorder Amount	0	0.815	0
	Number of Order	38	37.66	0.89
	Number of Sale Order	408	409.80	0.44
	Total Demand	6474.50	6465.30	0.14
073002	On Hand Inventory	153.32	156.38	2.00
	Backorder Amount	8.50	8.1350	4.29
	Number of Order	31	30.95	0.16
	Number of Sale Order	168	167.75	0.15
	Total Demand	2629.50	2611.48	0.69
030401	On Hand Inventory	155.45	159.56	2.64
	Backorder Amount	0	0.00	0
	Number of Order	20	20.52	4.63
	Number of Sale Order	618	618.91	0.37
	Total Demand	2192.85	2184.04	0.90
041001	On Hand Inventory	128.00	132.05	3.16
	Backorder Amount	0	0.087	0
	Number of Order	24	23.53	1.96
	Number of Sale Order	654	655.56	0.24
	Total Demand	2038.31	2039.23	1.92
040501	On Hand Inventory	198.08	205.93	3.96
	Backorder Amount	0	0.049	0
	Number of Order	39	38.48	1.33
	Number of Sale Order	1037	1037.81	0.078
	Total Demand	3759.25	3706.16	1.41

จะพบว่าความแตกต่างของค่าที่ได้จากระบบงานจริงและหาแบบจำลอง อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ดังนั้นแสดงว่าแบบจำลองที่จัดทำขึ้นมาสามารถแทนระบบพัสดุคงคลังจริงได้

3.4.5 การออกแบบการทดลองและการใช้งานแบบจำลองปัญหา

ในการนำแบบจำลองปัญหามาใช้ก็เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบพัสดุคงคลัง โดยการลดต้นทุนของระบบพัสดุคงคลัง ที่มีความต้องการและช่วงเวลานำไม่แน่นอน ซึ่งระบบพัสดุคงคลังที่ทำการศึกษานี้เป็นแบบจุดสั่งซื้อ และระดับสั่งซื้อตายตัว (Reorder Point – Order Level System, (s, S)) หรือระบบจุดต่ำสุด – สูงสุด (Min – Max) ดังนั้น ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนของระบบ ก็คือ จุดสั่งซื้อ (s) และระดับสั่งซื้อ (S) นั่นเอง

สำหรับการทดลองจะดำเนินการตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลจากแบบจำลองปัญหาระหว่างนโยบายที่ใช้ในปัจจุบัน และนโยบายที่ได้จากการคำนวณ
2. จากข้อ 1 เลือกนโยบายที่มีต้นทุนต่ำกว่ามาเป็นค่าเริ่มต้นในการค้นหาจุดควบคุม หรือจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม OptQuest ซึ่งอยู่ในเมนูย่อย OptQuest for Arena ของโปรแกรม ARENA 6.0 โดย OptQuest โปรแกรมที่ประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาคำตอบแบบกระจาย (Scatter Search) ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด ภายใต้ขอบเขตที่กำหนด โดยในการทดลองจะต้องกำหนดข้อมูลต่างๆ ในโปรแกรม ดังนี้

   - วัตถุประสงค์ (Objective) สำหรับงานวิจัยนี้ คือ ต้นทุนพัสดุคงคลังรวมต่ำที่สุด (Minimize Total Cost)
   - ข้อกำหนด (Requirement) จะใช้ในการกำหนดระดับการบริการ เพื่อหานโยบายที่ทำให้มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด โดยมีระดับการบริการที่กำหนด
   - ขอบข่ายจำกัด (Constraint) จะต้องเขียนในรูปของสมการเส้นตรง ในการวิจัยนี้กำหนดให้ผลต่างของจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อให้อยู่ในช่วงที่กำหนด เพื่อลดเวลาในการค้นหาคำตอบ
   - ขอบเขตล่าง (Lower Bound) ขอบเขตบน (Upper Bound) และค่าเริ่มต้น (Suggest Value) ของจุดสั่งซื้อและระดับซื้อ ซึ่งค่าเริ่มต้นนี้ได้จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวมของนโยบายที่ใช้ในปัจจุบัน และนโยบายที่ได้จากการคำนวณโดยประยุกต์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในข้อ 3.3 โดยเลือกค่าที่มีต้นทุนรวมต่ำที่สุดเป็นค่าเริ่มต้น
   - จำนวนรอบของการทดสอบ (Number of Simulation) ซึ่งกำหนดให้จำนวนรอบของการทดสอบ คือ 100 รอบ และหากพบว่ามีแนวโน้มที่จะพบคำตอบที่ดีกว่าจะทำการเพิ่มเวลาในการทดสอบครั้งละ 10 นาที จนกระทั่งแน่ใจว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ดีที่สุด
   - จำนวน Replicate ต่อรอบการทดสอบ (Number of Replicate) โดยจำนวน Replicate ที่เหมาะสมคำนวณได้จากสมการ 3.31 สำหรับงานวิจัยนี้ กำหนดจำนวน Replicate ต่ำที่สุด 500 Replicate และหากผลการคำนวณจำนวน Replicate ที่ได้สูงกว่า 500 Replicate ให้ทำการกำหนดจำนวน Replicate มากกว่าหรือเท่ากับจำนวน Replicate ที่คำนวณได้

สำหรับรายละเอียดของการกำหนดขอบข่ายจำกัด ขอบเขตบน ขอบเขตล่าง และจำนวน Replicate จะแสดงไว้ในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 *แสดงขอบข่ายจำกัด ขอบเขตบน ขอบเขตล่าง และจำนวน Replicate ที่ใช้ในการทดลอง*

No.	Product ID	Constraint	Lower & Upper Bound	Number of Replicate
1	072902	$50 \leq S - s \leq 200$	$300 \leq s \leq 550$	550
			$350 \leq S \leq 750$	
2	073002	$30 \leq S - s \leq 120$	$100 \leq s \leq 200$	500
			$130 \leq S \leq 220$	
3	030401	$50 \leq S - s \leq 150$	$80 \leq s \leq 220$	500
			$130 \leq S \leq 370$	
4	041001	$40 \leq S - s \leq 120$	$60 \leq s \leq 200$	675
			$100 \leq S \leq 320$	
5	040501	$50 \leq S - s \leq 150$	$140 \leq s \leq 300$	500
			$190 \leq S \leq 450$	

ในการค้นหาคำตอบมีขั้นตอนดังนี้

1. จากขอบเขตล่าง (l) ขอบเขตบน (u) จุดกึ่งกลางระหว่างขอบเขตล่างและของเขตบน ($x = l + (u-l) / 2$) และค่าเริ่มต้นที่กำหนดให้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ คือ จุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อที่ได้จากนโยบายที่มีต้นทุนรวมต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างนโยบายที่ใช้ในปัจจุบัน และนโยบายที่ได้จากการคำนวณ สร้างเซตคำตอบเริ่มต้น และเลือกคำตอบมาเป็นเซตอ้างอิงจำนวน 10 คำตอบ ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ตัวแปรเป็นแบบช่วง ดังนั้นระบบจะปัดค่าให้เป็นจำนวนเต็ม และเนื่องจากมีการกำหนดขอบข่ายจำกัด ดังนั้น คำตอบที่สร้างขึ้นจะต้องผ่านการทดสอบความเป็นไปได้ ก่อนจะถูกส่งเข้าไปประเมินต้นทุนในแบบจำลองปัญหา โดยที่ หากคำตอบที่ได้เกินขอบข่ายจำกัด โปรแกรมจะทำการปรับ เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ (x^*) โดยจะพยายามทำให้ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ระหว่างคำตอบที่สร้างขึ้น (x) และคำตอบที่เป็นไปได้ (x^*) ต่ำที่สุด
2. หลังจากคำตอบที่ผ่านการปรับค่าแล้วผ่านเข้าสู่แบบจำลองปัญหา จะได้ต้นทุนรวมของแต่ละคำตอบ เลือกคำตอบอ้างอิง 2 คำตอบ (x', x'') มาสร้างคำตอบใหม่ (x) ด้วย Combination Method โดยที่

$$x = x' - d$$

$$x = x' + d$$

$$x = x'' - d$$

เมื่อ d = r(x''-x')/2 และ r คือตัวเลขสุ่ม ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง (0, 1)

3. ปรับปรุงเซตอ้างอิงใหม่โดยการแทนที่ด้วยคำตอบที่มีต้นทุนต่ำกว่า
4. ถ้าเซตอ้างอิงมีการเปลี่ยนแปลงให้เลือกคำตอบในเซตอ้างอิงมาทำการสร้างคำตอบใหม่ แต่หากเซตอ้างอิงไม่มีการเปลี่ยนแปลงให้กลับไปดำเนินการตามข้อ 1 ใหม่ โดยใช้เซตอ้างอิงในปัจจุบันสร้างคำตอบใหม่
5. ทำการค้นหาคำตอบจนกระทั่งครบตามจำนวนรอบที่กำหนด คือ 100 รอบ หากพบมามีแนวโน้มที่จะพบคำตอบที่ให้ต้นทุนต่ำกว่าให้ทำการค้นหาคำตอบต่อไป โดยเพิ่มเวลาในการค้นหาครั้งละ 10 นาที

หลังจากได้จุดสั่งซื้อ (s) และระดับสั่งซื้อที่ให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดแล้ว จะนำคำตอบที่ได้มาเปรียบเทียบต้นทุนกับนโยบายที่ใช้ในปัจจุบัน และนโยบายที่ได้จากการคำนวณ โดยจะทำการเปรียบเทียบนโยบายทั้ง 3 แบบ โดยพิจารณาจาก ***Welch Confidence Interval*** (Law และ Kelton, 2000) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ 3.32

$$\hat{f} = \frac{\left[S_1^2(n_1)/n_1 + S_2^2(n_2)n_2\right]^2}{\left[S_1^2(n_1)/n_1\right]^2/(n_1-1) + \left[S_2^2(n_2)/n_2\right]^2/(n_2-1)}$$

$$\overline{X}_1(n_1) - \overline{X}_2(n_2) \pm t_{\hat{f},1-\alpha/2}\sqrt{\frac{S_1^2(n_1)}{n_1} + \frac{S_2^2(n_{21})}{n_2}} \qquad (3.32)$$

เมื่อ $\overline{X}_i(n_i)$ = ต้นทุนรวมเฉลี่ยของนโยบาย i

n_i = จำนวน Replicate ในการทดสอบนโยบาย i

$\hat{f}$ = ระดับขั้นความเสรี

α = ระดับนัยสำคัญ

$t_{\hat{f},1-\alpha/2}$ = ค่าทางสถิติ t

S_i^2 = ความแปรปรวนของต้นทุนรวมจากการทดสอบนโยบาย i

โดยจะทำการคำนวณที่ช่วงความเชื่อมั่น 98.33 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ได้ช่วงความเชื่อมั่นรวม 95 เปอร์เซ็นต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.6 การประเมินผลการประยุกต์แบบจำลองปัญหา

เปรียบเทียบผลการประยุกต์แบบจำลองปัญหา โดยพิจารณาผลการทดลอง เมื่อใช้ข้อมูลการขายในปี 2546

3.5 การจัดการระบบสินค้าคงคลังยางท่อกลุ่ม B

3.5.1 การกำหนดตัวแบบพัสดุคงคลัง

สำหรับยางท่อกลุ่ม B นี้เป็นกลุ่มที่มีปริมาณการขายปานกลาง โดยมีความต้องการในช่วงเวลานำไม่ค่อยแน่นอน แต่มีอยู่ตลอดเวลา จึงควรใช้ "ระบบจุดสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อตายตัว" (Reorder Point – Lot Size System) ในการควบคุม แต่เพื่อความสะดวกในเชิงปฏิบัติจึงปรับให้เป็นระบบจุดต่ำสุด – จุดสูงสุด (Min - Max) ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในปัจจุบัน และจากที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 3.3.1 ว่า บริษัทกรณีศึกษาได้มีการทบทวนสถานะของพัสดุอย่างต่อเนื่องจากการที่มีการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ ทำให้สะดวกต่อการตรวจสอบสถานะของสินค้าคงคลัง

ในการหาจุดควบคุมที่เหมาะสมสำหรับยางท่อกลุ่ม B ในงานวิจัยนี้ จะประยุกต์ตัวแบบพัสดุคงคลังในการคำนวณหาจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อที่เหมาะสม ที่ทำให้ต้นทุนพัสดุคงคลังต่ำที่สุด สำหรับวิธีการคำนวณจะใช้วิธีการเดียวกับที่ใช้ในหัวข้อ 3.3

3.5.2 การวิเคราะห์รูปแบบความต้องการ

ในส่วนนี้จะนำข้อมูลปริมาณการขายยางท่อกลุ่ม B ในแต่ละสัปดาห์ มาทำการทดสอบเพื่อพิจารณารูปแบบของความต้องการ โดยดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 3.3.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน ยางท่อกลุ่ม B ทั้ง 5 รายการ มีรายละเอียดแสดงไว้ในภาคผนวก ค ซึ่งสรุปได้ ว่า รูปแบบความต้องการในช่วงเวลานำของยางท่อ ทั้ง 5 รายการมีลักษณะการกระจายของความต้องการเป็นแบบปกติ ซึ่งจะได้ประยุกต์ตัวแบบพัสดุคงคลังแบบจุดสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัวมาคำนวณหาจุดควบคุมที่เหมาะสม โดยใช้การคำนวณตามวิธีการเดียวกับข้อ 3.3.4

3.5.3 การกำหนดพารามิเตอร์ในตัวแบบ

พารามิเตอร์ทางด้านค่าใช้จ่าย ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost, P) ค่าเก็บรักษาพัสดุ (Holding Cost, r) ค่าร้างพัสดุ (Shortage Cost, B_2) มีค่าใช้จ่ายเท่ากับยางท่อกลุ่ม A ส่วนช่วงเวลานำนั้นเท่ากันสำหรับทุกรายการสินค้า คือ 8 วัน

สำหรับวิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยความต้องการในช่วงเวลานำ และค่าเบี่ยงมาตรฐานในช่วงเวลานั้น ดูได้จากข้อ 3.3.3

3.5.4 การประยุกต์ตัวแบบพัสดุคงคลัง

ดำเนินการตามขั้นตอนที่ระบุในหัวข้อ 3.3.4

3.5.5 การประเมินผลการประยุกต์ตัวแบบ

คำนวณค่าใช้จ่ายต่างๆ ในปี 2546 เปรียบเทียบระหว่างนโยบายที่ใช้ในปัจจุบัน กับนโยบายใหม่ที่นำเสนอ

3.6 การจัดการระบบสินค้าคงคลังยางท่อกลุ่ม C

3.6.1 การกำหนดตัวแบบพัสดุคงคลัง

สินค้าคงคลังกลุ่ม C เป็นกลุ่มที่มีปริมาณการขายน้อย แต่อย่างไรก็ตาม มีบางรายการที่มีการสั่งซื้อเข้ามาค่อนข้างสม่ำเสมอ จึงจำเป็นต้องมีการสำรองสินค้ากลุ่มนี้ไว้ด้วย โดยระบบที่ใช้ในการควบคุมและจัดการควรเป็นระบบที่ง่ายและมีค่าใช้จ่ายในการควบคุม (Control Cost) ไม่สูงมากนัก โดยระบบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ คือ ระบบช่วงสั่งซื้อและระดับสั่งซื้อตายตัว (R, S) โดยกำหนดช่วงสั่งซื้อ คือ 1 เดือน หรือ 1/12 ปี และเนื่องจากสินค้ากลุ่ม C นี้ มีความต้องการไม่แน่นอนจึงใช้ระดับการบริการ (Service Level) ในการคำนวณ เพื่อกำหนดระดับสั่งซื้อ

3.6.2 การกำหนดพารามิเตอร์ในตัวแบบ

ในการคำนวณหาระดับสั่งซื้อที่เหมาะสม จะต้องกำหนดและคำนวณพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป ซึ่งได้แก่

- ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost, A), ค่าเก็บรักษาพัสดุ (Holding Cost, H) ค่าร้างพัสดุหรือค่ารับใบสั่งซื้อล่วงหน้า (Shortage Cost, B_2) มีค่าเท่ากับยางท่อกลุ่ม A และ B
- ช่วงการสั่งซื้อหรือช่วงการทบทวน (Reviewing Period)
  กำหนดให้ทำการสั่งซื้อทุกๆ 1 เดือน ดังนั้น ช่วงการสั่งซื้อ เท่ากับ 1/12 ปี
- ช่วงเวลานำ (Lead Time)
  กำหนดให้ใช้ช่วงเวลานำที่ตกลงร่วมกับผู้ผลิต คือ 8 วัน
- อัตราความต้องการเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงการสั่งซื้อและช่วงเวลานำ คำนวณจากค่าพยากรณ์ปี 2546 ตามสมการ 3.34 และ 3.35 ตามลำดับ
- ระดับการบริการ
  ในงานวิจัยนี้ กำหนดระดับการบริการของกลุ่ม C เท่ากับ 0.95 (95%)

3.6.3 การประยุกต์ตัวแบบพัสดุคงคลัง

เมื่อทำการกำหนดพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วจะทำการคำนวณหาระดับสั่งซื้อที่เหมาะสำหรับยางท่อแต่ละรายการสรุปได้ดังนี้

1. นำค่าพยากรณ์ตามความต้องการสินค้าในปี 2546 มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยความต้องการสินค้าในช่วงสั่งซื้อและช่วงเวลานำ (ช่วงสั่งซื้อ = 30 วัน, ช่วงเวลานำ = 8 วัน) ตามสมการ 3.33

$$\hat{x}_{R+L} = \frac{Annual\ \ Demand \times 38}{360} \qquad (3.33)$$

2. ประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการในช่วงสั่งซื้อ และช่วงเวลานำ (38 วัน = 1.27 เดือน) ตามสมการ 3.34

$$\hat{\sigma}_{R+L} = 1.25MAD\sqrt{1.27} \qquad (3.34)$$

3. คำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อ (Q) จากสมการ 3.35

$$Q = DR \qquad (3.35)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อ D = อัตราความต้องการ, หน่วยต่อปี

R = ช่วงการสั่งซื้อ, ปี

กำหนดช่วงสั่งซื้อ 1 เดือน หรือ 1/12 ปี ดังนั้น

$$Q = \frac{Annual\ \ Demand}{12}$$

4. คำนวณหาค่าฟังก์ชั่นของการกระจายแบบปกติ ($G_u(k)$) จากสมการ 3.36

$$G_u(k) = \frac{Q}{\hat{\sigma}_{R+L}}(1 - P_2) \qquad (3.36)$$

5. จากค่า $G_u(k)$ นำไปหาค่า "k" โดยเปิดตาราง Unit Normal Distribution ในภาคผนวก จ

6. คำนวณหาระดับสั่งซื้อ (S) จากสมการ 3.37

$$S = \hat{x}_{R+L} + k\hat{\sigma}_{R+L} \qquad (3.37)$$

3.6.4 การประเมินผลการประยุกต์ตัวแบบ

คำนวณค่าใช้จ่ายต่างๆ ในปี 2546 เปรียบเทียบระหว่างนโยบายที่ใช้ในปัจจุบัน กับนโยบายใหม่ที่นำเสนอ

3.7 การปรับปรุงระบบสินค้าคงคลังสำหรับยางท่อในปี 2547

ในหัวข้อนี้จะนำข้อมูลปริมาณการขายในปี 2546 มาทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดนโยบายที่เหมาะสมสำหรับปี 2547 โดยจะทำการจัดกลุ่มด้วยเทคนิค ABC (ABC Analysis) และพยากรณ์ความต้องการตามหัวข้อ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับ จากนั้นจะใช้วิธีการที่เหมาะสมมาใช้การหาจุดควบคุมที่เหมาะสมสำหรับยางท่อกลุ่ม A และ B และหาช่วงสั่งซื้อสำหรับยางท่อกลุ่ม C โดยจะนำเสนอเฉพาะผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่เลือกมาศึกษากลุ่มละ 5 รายการเท่านั้น