บทที่ 3

การวิเคราะห์ด้านทฤษฎีและการจำลองแบบ (Simulation)

3.1 กรณีที่ลักษณะความต้องการของลูกค้ามีแนวโน้มในลักษณะต่าง ๆ

3.1.1 เมื่อลักษณะความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนได้ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์

$$Y = a + b\tau \quad ; \quad \tau = 1, 2, \ldots\ldots T$$

3.1.1.1 ข้อสมมติของแบบจำลอง

1. ความต้องการสินค้าแน่นอนสอดคล้องกับสมการเชิงเส้น (Deterministic Linear Trend Demand) $Y = a + b\tau$; $\tau = 1, 2, \ldots\ldots T$ (τ คือ หน่วยเวลา)
2. เพื่อวางแผนระบบการควบคุมสินค้าคงเหลือภายในช่วงระยะเวลาจำกัด (Finite Time Horizon Planning) นั่นคือ T มีค่าจำกัดและรู้ค่าล่วงหน้า
3. ได้รับสินค้าครบตามปริมาณที่สั่งทุกครั้ง (Replenishment Rate $= \infty$)
4. ได้รับสินค้าทันทีที่สั่ง (Lead Time = 0)
5. ไม่มีสินค้าขาดมือ (No Shortages Allowed)
6. สั่งสินค้าที่ทุก ๆ ช่วงเวลา I_i ($i = 1, 2, \ldots. n$) และจะสั่งสินค้าทั้งสิ้น n ครั้ง ซึ่ง $n = T/t$ โดยที่ t เป็นค่าที่หาร T ลงตัว

3.1.1.2 นิยามสัญลักษณ์

T	คือ	ระยะเวลาที่ศึกษา
τ	คือ	หน่วยเวลา เท่ากับ $1, 2, 3, \ldots\ldots T$
t	คือ	ระยะเวลาในแต่ละวงจร ซึ่ง t เป็นค่าที่หาร T ลงตัว
n	คือ	จำนวนวงจรทั้งหมดในระยะเวลา T เท่ากับ T/t

i คือ หมายเลขของแต่ละวงจร เท่ากับ 1, 2, ...n

I_i คือ ช่วงเวลาที่ i ; $I_i = \{\tau/\tau = (i-1)t+1,(i-1)(t+2)$ $,........it\}$

เช่น $T = 12$

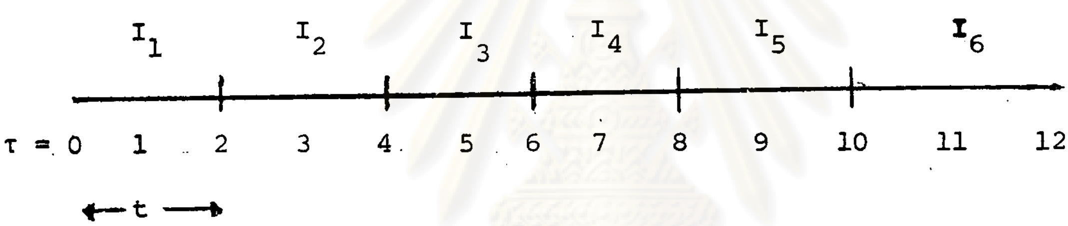
$\tau = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$

$t = 1, 2, 3, 4, 6, 12$

ให้ $t = 2$

$n = 12/2 = 6$

ซึ่งช่วงเวลาต่าง ๆ จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ของสัญญลักษณ์

3.1.1.3 <u>วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง</u>

ต้องการหาช่วงเวลาที่เหมาะสม (ค่า optimum t;t^*) ในการสั่งสินค้าแต่ละครั้ง เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมประกอบด้วย

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) = K บาท/ครั้ง

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying Cost) = H บาท/หน่วย/หน่วยเวลา (τ)

3.1.1.4 <u>การสร้างสมการค่าใช้จ่ายรวม</u>

ให้ Q คือ ปริมาณความต้องการของลูกค้าทั้งหมดตลอดระยะเวลา T

I_i คือ ช่วงเวลาที่ i ; $I_i = \{\tau/\tau = (i-1)t+1,(i-1)t+2..,it\}$

q_i คือ ปริมาณความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา i

∴ ปริมาณความต้องการรวม $= Q$

$$= q_1 + q_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + q_n$$

ซึ่ง

$$q_1 = \sum_{\tau=1}^{t} (a+b\tau)$$

$$q_2 = \sum_{\tau=t+1}^{2t} (a+b\tau)$$

$$\vdots$$

$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} (a+b\tau)$$

$$\vdots$$

$$q_n = \sum_{\tau=(n-1)t+1}^{nt} (a+b\tau)$$

เมื่อทราบค่า a, b และกำหนดค่า t แน่นอน (fixed) ก็สามารถหาค่า q_i ได้

$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} (a+b\tau)$$

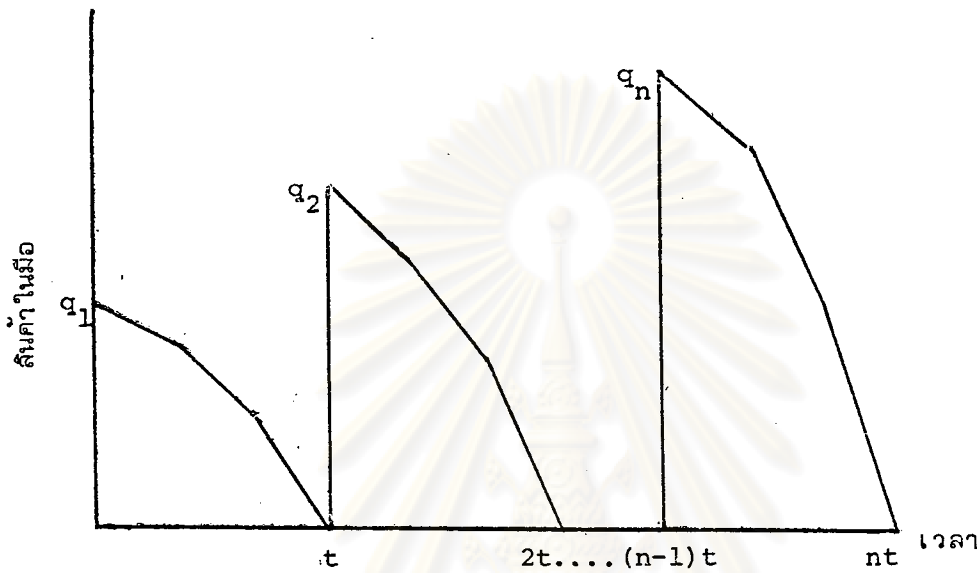
$$= at + b \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} \tau$$

$$= at + \frac{bt}{2}\left\{(2i-1)t+1\right\} \qquad (3.1.1.1)$$

ตลอดเวลา T ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ n ครั้ง + ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา-สินค้าคงเหลือทั้งหมด

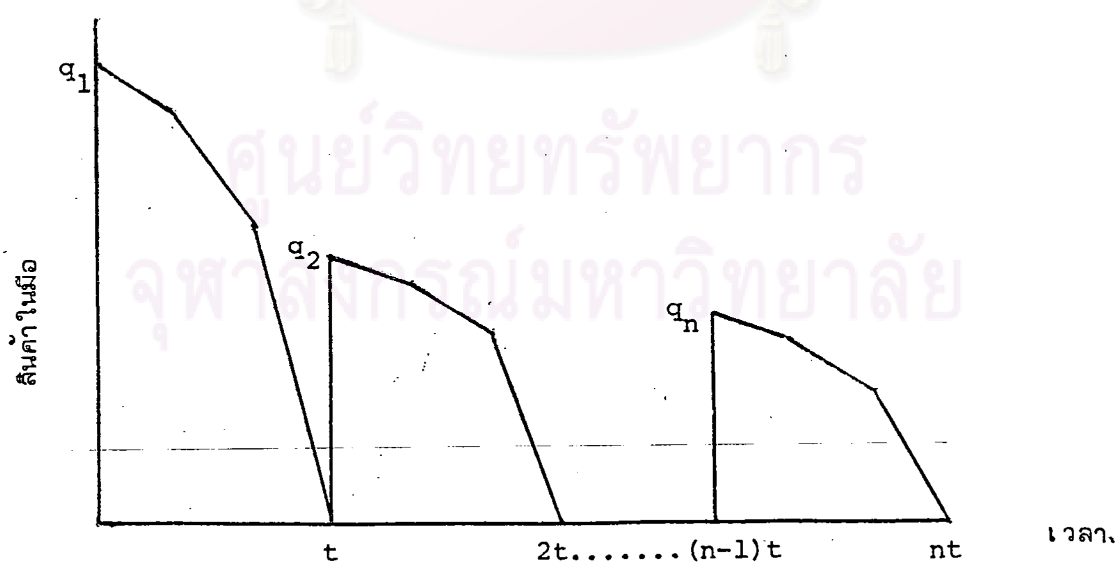
$$= n \cdot K + f(t) \cdot H$$

โดยที่ $f(t)$ คือ จำนวนสินค้าคงเหลือที่จะต้องเก็บรักษาทั้งหมดตลอดช่วง T และจะขึ้นอยู่กับความยาวของวงจรการสั่ง



รูปที่ 3.2 แสดงถึงระบบควบคุมสินค้าคงเหลือโดยสั่งซื้อในช่วงเวลาที่แน่นอนทุกครั้ง

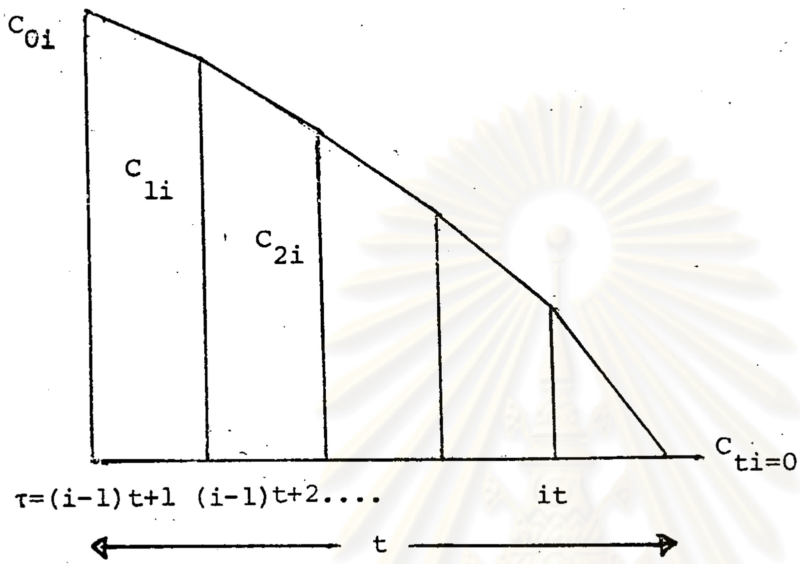
สำหรับสมการ $Y = a + b\tau$; $(b > 0)$



รูปที่ 3.3 แสดงถึงระบบควบคุมสินค้าคงเหลือโดยสั่งซื้อในช่วงเวลาที่แน่นอนทุกครั้ง

สำหรับสมการ $Y = a + b\tau$; $(b < 0)$

พิจารณาจำนวนสินค้าคงเหลือในวงจรที่ i ใด ๆ



รูปที่ 3.4 แสดงจำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร

จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจรคือ $\dfrac{C_{0i}+2C_{1i}+2C_{2i}+\ldots\ldots+2C_{(t-1)i}+0}{2}$

C_{0i} = ปริมาณสินค้าที่สั่งในแต่ละ I_i ; $(i=1, 2, \ldots\ldots n)$

= q_i ซึ่งหาได้จากสมการ 3.1.1.1

$$= at + \frac{bt}{2}\left[(2i-1)t+1\right]$$

$$C_{1i} = q_i - (a+b\{(i-1)t+1\})$$

$$C_{2i} = q_i - (a+b\{(i-1)t+1\}) - (a+b\{(i-1)t+2\})$$

$$C_{2i} = q_i - \sum_{j=1}^{2}\left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]$$

.
.
.
.

$$C_{ti} = q_i - \sum_{j=1}^{t} \left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]$$

$$= 0$$

∴ จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร

$$= \frac{1}{2}\left[q_i + 2\left[q_i - (a+b\{(i-1)t+1\})\right] + 2\left[q_i - \sum_{j=1}^{2} (a+b\{(i-1)t+j\})\right] \ldots\ldots\ldots +2\left[q_i - \sum_{j=1}^{t} (a+b\{(i-1)t+j\})\right]\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[q_i + (2t)q_i - 2t\left[a+b\{(i-1)t+1\}\right] - 2(t-1)\left[a+b\{(i-1)t+2\}\right] - 2(t-2)\left[a+b\{(i-1)t+3\}\right] \ldots\ldots -2\left[a+b\{(i-1)t+t\}\right]\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[(2t+1)q_i - 2t\left[a+b\{(i-1)t+1\}\right] - 2\sum_{j=1}^{t-1} (t-j)\left[a+b\{(i-1)t+(j+1)\}\right]\right]$$

∴ จำนวนสินค้าคงเหลือทั้งหมดในระยะเวลาที่ศึกษา (T หน่วยเวลา)

$$= \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\left[(2t+1)q_i - 2t\left[a+b\{(i-1)t+1\}\right] - 2\sum_{j=1}^{t-1} (t-j)\left[a+b\{(i-1)t+(j+1)\}\right]\right]$$

∴ ในระยะเวลา T หน่วยเวลา จะได้ว่า

$$\text{ค่าใช้จ่ายรวม (TOTAL COST)} = \frac{T.K}{t} + \frac{H}{2}\sum_{i=1}^{n}\left\{(2t+1)q_i - 2t\left[a+b\{(i-1)t+1\}\right] - 2\sum_{j=1}^{t-1} (t-j)\left[a+b\{(i-1)t+(j+1)\}\right]\right\}$$

โดยที่ K = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/ครั้ง)

H = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/หน่วย/หน่วยเวลา (τ))

∴ ค่าใช้จ่ายรวมตลอดระยะเวลา T หน่วยเวลาเมื่อสั่งสินค้าที่ต้นวงจรที่ i ; (i=1, 2, ...n)[1]

$$= \frac{T \cdot K}{t} + \left\{ \frac{HTa}{2} + \frac{HTb}{4} + \frac{HbT^2}{4} \right\} t + \frac{HbTt^2}{12} - \frac{HTb}{12} \qquad (3.1.1.2)$$

3.1.1.5 การหาระยะเวลาที่เหมาะสม (Optimum t) ในการสั่งสินค้า

ค่าใช้จ่ายรวม (สมการ 3.1.1.2) จะเป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) ของตัวแปร t เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าศูนย์[2]

ดังนั้น ในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าศูนย์ สามารถหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุดได้ 3 วิธีคือ

1. การแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2
2. การแทนค่า t ในอสมการเงื่อนไขที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด
3. การหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2

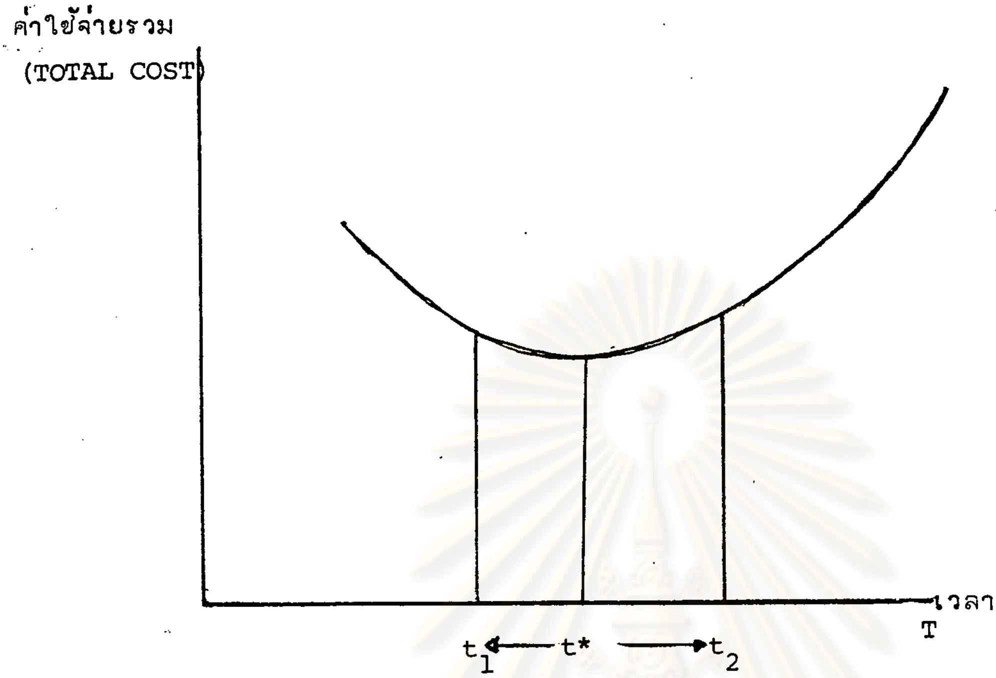
1 การแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2

เนื่องจากสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น จึงสามารถหาค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุดได้โดยค่านี้จะมีคุณสมบัติคือไม่ว่าจะลดค่า t (t_1) หรือเพิ่มค่า t(t_2) จากค่า t* (t ที่เหมาะสม) จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมเพิ่มขึ้นทั้งสองกรณี ดังรูป 3.5

---

[1] แสดงการกระจายสมการค่าใช้จ่ายรวมไว้ในภาคผนวก ก-1

[2] แสดงการพิสูจน์ไว้ในภาคผนวก ก-1



รูปที่ 3.5 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าที่เวลา it;(i=1, 2,.......n)

ดังนั้น การหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) ทำได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. แทนค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ T, a, b, K, H ในสมการ 3.1.1.2
2. แทนค่า t ซึ่ง t ∈ {1, 2,.....T และ t หาร T ลงตัว} ในสมการ 3.1.1.2 โดยเริ่มจากค่า t ที่มีค่าน้อยที่สุด
3. แทนค่า t ตัวถัดไป จากข้อ 2 ในสมการ 3.1.1.2 แล้วตรวจสอบว่าค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากค่า t ตัวก่อนหน้านั้นหรือไม่
4. ถ้าค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากค่า t ตัวก่อนหน้านั้น แสดงว่าค่า t ก่อนหน้านั้นเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t, t*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด
5. ถ้าค่าใช้จ่ายรวมมีค่าน้อยกว่าค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากค่า t ตัวก่อนนั้นก็แทนค่า t ตัวถัดไปในสมการ 3.1.1.2 เรื่อยไปจนกว่าจะได้ค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่าย

รวมต่ำสุด

6. จากค่า t* ที่ได้จะนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.1.1 เพื่อหาปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง คือ q_i เมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i;(i=1, 2,.....n)

2 การแทนค่า t ในอสมการเงื่อนไขที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด

เนื่องจาก t $\in$ {1, 2,....T และ t หาร T ลงตัว} ค่า t เป็น Discrete และสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex function) ดังนั้นในการหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) ทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวม กล่าวคือถ้า t เป็นค่าที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) แล้วค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าที่เวลา it ; (i=1, 2,.....n) จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าที่เวลา i(t-1) และเวลา i(t+1),(i=1, 2,....n) จากเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ได้อสมการเงื่อนไขที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการหาค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด คือ[3]

$$\frac{6TK-HTbt^{3}-HbTt^{2}}{6t(t+1)} \leqslant \frac{6HTa+4HTb+3HbT^{2}}{12} \leqslant \frac{6TK-HbTt^{3}+2HbTt^{2}-HTbt}{6t(t-1)} \qquad (3.1.1.3)$$

สำหรับอสมการเงื่อนไข 3.1.1.3 มีขั้นตอนการนำไปใช้เพื่อหาค่า t ที่เหมาะสมดังต่อไปนี้ คือ

1. แทนค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือ T, a, b, K, H ในอสมการ 3.1.1.3
2. แทนค่า t ซึ่ง t $\in$ {1, 2,....T และ t หาร T ลงตัว} ในอสมการ 3.1.1.3 โดยเริ่มจากค่า t ที่มีค่าน้อยที่สุด แล้วตรวจสอบดูว่าอสมการ 3.1.1.3 เป็นจริงหรือเท็จ
3. ถ้าอสมการ 3.1.1.3 เป็นจริง แสดงว่าค่า t ค่านั้นเป็นค่า t ที่เหมาะสม (t*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด

---

[3] แสดงการกระจายอสมการเงื่อนไขเพื่อให้ได้อสมการ 3.1.1.3 ไว้ในภาคผนวก ก-1

4. ถ้าสมการ 3.1.1.3 เป็นเท็จก็แทนค่า t ตัวถัดไปในสมการ 3.1.1.3 จนกว่าจะได้ค่า t ที่ทำให้สมการ 3.1.1.3 เป็นจริง ซึ่งค่า t ค่านั้นคือค่า t ที่เหมาะสม (t*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด
5. จากค่า t* ที่ได้จะนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.1.1 เพื่อหาปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง คือ q_i เมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i=1, 2,.....n)

3) <u>การหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2</u>

เนื่องจากสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) จึงสามารถหาอนุพันธ์อันดับที่ 1 และอันดับที่ 2 ได้ และค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุดคือ ค่า t ที่ทำให้อนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของสมการค่าใช้จ่ายรวมมีค่าเท่ากับศูนย์ และทำให้อนุพันธ์อันดับที่สองของสมการค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่าศูนย์ ซึ่งอนุพันธ์อันดับที่ 1 ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2

$$= \frac{-TK}{t^2} + \frac{HbTt}{6} + \frac{HTa}{2} + \frac{HTb}{4} + \frac{HT^2b}{4} \qquad (3.1.1.4)$$

อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2

$$= \frac{2TK}{t^3} + \frac{HbT}{6} \qquad (3.1.1.5)$$

การหาค่า t ที่เหมาะสมสำหรับวิธีการหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดให้สมการ 3.1.1.4 มีค่าเท่ากับศูนย์
2. แก้สมการหาค่า t ที่ทำให้สมการ 3.1.1.4 มีค่าเท่ากับศูนย์
3. นำค่า t ที่ได้จากข้อ 2 ไปแทนค่าในสมการ 3.1.1.5
4. เลือกค่า t ที่ทำให้สมการ 3.1.1.5 มีค่ามากกว่าศูนย์เป็นค่าในการพิจารณาหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) ต่อไป
5. ถ้าค่า t ที่ได้จากข้อ4 เป็นค่า t ที่อยู่ในกลุ่มที่ศึกษาคือ t $\in$ {1, 2,...T และ t หาร T ลงตัว} ให้ค่า t ค่านั้นเป็นค่า t ที่เหมาะสม
6. ถ้าค่า t ที่ได้จากข้อ 4 ไม่อยู่ในกลุ่มที่ศึกษา จะแยกพิจารณาเป็น 3 กรณีคือ

6.1 ถ้า t มีค่าน้อยกว่า 1 ให้ค่า t ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 1 คือจะสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลา

6.2 ถ้า t มีค่ามากกว่า T ให้ t ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ T คือจะสั่งสินค้าเพียงครั้งเดียวและปริมาณที่สั่งจะเท่ากับปริมาณความต้องการของลูกค้าตลอดระยะเวลา T

6.3 ถ้า t มีค่าอยู่ในช่วง (1, T) ให้แทนค่า t สองค่าซึ่งอยู่ในกลุ่มที่ศึกษาคือ t $\in$ {1, 2,....T และ t หาร T ลงตัว} และค่า t ที่ได้จากข้อ 4 อยู่ระหว่างสองค่านี้ ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้สมการ 3.1.1.2 มีค่าน้อยกว่าเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) เช่นเมื่อ T = 12 และค่า t ที่ได้จากข้อ 4 เท่ากับ 5 ซึ่งไม่อยู่ในกลุ่มที่ศึกษา ดังนั้นจะแทนค่า t เท่ากับ 4 และ t เท่ากับ 6 ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้สมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 มีค่าต่ำกว่าอีกค่าหนึ่งเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*)

7. นำค่า t* ที่ได้ไปแทนค่าในสมการ 3.1.1.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i=1, 2,....n)

การหาค่า t ที่เหมาะสมทั้ง 3 วิธีข้างต้น จะให้ผลลัพธ์เช่นเดียวกันดังจะแสดงตัวอย่างต่อไป แต่จะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความสะดวกในการคิดคำนวณของแต่ละกรณี เช่น ถ้าค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีค่ามาก การคิดค่าใช้จ่ายรวมตามสมการ 3.1.1.2 ในแต่ละครั้งจะใช้เวลานาน แต่ถ้าใช้วิธีตรวจสอบกับอสมการเงื่อนไขในแต่ละครั้งจะต้องคำนวณค่าต่าง ๆ ของอสมการ 3 ค่าซึ่งแต่ละค่าจะใช้เวลาน้อย เป็นต้น

ในกรณีที่ b มีค่าน้อยกว่าศูนย์ สมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 จะไม่ใช่คอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) ของตัวแปร t ดังจะแสดงตัวอย่างต่อไป ซึ่งไม่สามารถหาค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดโดย 3 วิธีที่กล่าวมาแล้วได้ ดังนั้นจึงต้องแทนค่า t ทุก ๆ ค่าที่เป็นไปได้คือ t $\in$ {1, 2,.....T, และ t หาร T ลงตัว} ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุดเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*)

เมื่อได้ค่า t ที่เหมาะสมแล้วนำไปแทนใน 3.1.1.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งใน

แต่ละครั้งคือ q_i เมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i = 1,2,....n)

จะเห็นได้ว่า เมื่อความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนได้ในรูปสมการคณิตศาสตร์ $y = a + b\tau$; (τ = 1,2,...T) การคำนวณหาเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้า และปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งที่จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด จะต้องพิจารณาที่ค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b ก่อน คือ

1. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าศูนย์ สามารถหาค่า t ที่เหมาะสมได้ 3 วิธีคือ

   1. การแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2

   2. การแทนค่า t ในอสมการเงื่อนไขที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด (3.1.1.3)

   3. การหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2

2. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่าน้อยกว่าศูนย์ สามารถหาค่า t ที่เหมาะสมได้โดยแทนค่า t ทุก ๆ ค่า t $\in$ {1,2,...T และ t หาร T ลงตัว} ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุดเป็นค่า t ที่เหมาะสมในการสั่งสินค้า

3. เมื่อทราบค่า t ที่เหมาะสม (t^*) แล้วนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.1.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้น วงจรที่ i คือ

$$q_i = at + \frac{bt}{2}\left\{(2i-1)t+1\right\} \quad ; \quad i = 1, 2, \ldots.., n$$

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรต่าง ๆ และให้ผู้อ่านเข้าใจยิ่งขึ้น ผู้เขียนได้จัดทำโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน (ภาคผนวก ง) ขึ้นเพื่อแสดงวิธีการคำนวณดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างเมื่อความต้องการของลูกค้ามีลักษณะ $y = a + b\tau$; $(\tau = 1,2,3,...,T)$ และสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าศูนย์

a	b	T	K	H	t	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณทีละวงจร (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณตามสมการ 3.1.1.2 (บาท)	เงื่อนไขตามสมการ 3.1.1.3			ปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มวงจรที่ i ; (i = 1,2,...,n)											
								$\frac{1}{6t(t+1)}\begin{bmatrix}6TK \\ -HTbt^3 \\ -HTbt^2\end{bmatrix}$	$\frac{\begin{bmatrix}6HTa + 4HTb \\ +3HT^2b\end{bmatrix}}{12}$	$\frac{\begin{bmatrix}6TK - HTbt^3 \\ +2HTbt^2 \\ -HTbt\end{bmatrix}}{6t(t-1)}$	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}
2	3	12	300	10	1	4890	4890	1740	1320	-	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38
					2	4470	4470	480	1320	1740	13	25	37	49	61	73						
					3	5310	5310	120	1320	480	24	51	78	105								
					4	6510	6510	-60	1320	120	38	86	134									
					6	9390	9390	-274.29	1320	-180	75	183										
					12	20070	20070	-696.92	1320	-632.73	258											

จากตารางที่ 3.1 เมื่อความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนในลักษณะ $y = 2+3\tau$, $(\tau = 1,2,...,12)$ มีค่าใช้จ่ายในการสั่งสินค้า 300 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 10 บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

เนื่องจากค่า b มีค่ามากกว่าศูนย์ เมื่อหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t; t^*) โดยวิธีแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 พบว่า

เมื่อ t เท่ากับ 1 ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าเท่ากับ 4,890 บาท

เมื่อ t เท่ากับ 2 ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าเท่ากับ 4,470 บาท และ

เมื่อ t เท่ากับ 3 ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าเท่ากับ 5,310 บาท

ซึ่งเมื่อ t เท่ากับ 3 จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่าเมื่อ t เท่ากับ 2 ดังนั้นจากคุณสมบัติของคอนเวคซ์ฟังก์ชั่นตามที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า เมื่อ t เท่ากับ 2 จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด โดยไม่ต้องแทนค่า t ค่าอื่น ๆ อีกต่อไปเพราะค่า t ค่าอื่น ๆ จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมสูงขึ้น ดังนั้นจะสั่งสินค้าทุก ๆ 2 เดือน และปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรเท่ากับ 13, 25, 37, 49, 61, 73 ตามลำดับ

เมื่อใช้วิธีแทนค่า t ในอสมการเงื่อนไข 3.1.1.3 พบว่าเมื่อ t เท่ากับ 1 ทำให้อสมการเป็นเท็จ จึงแทนค่า t เท่ากับ 2 ซึ่งทำให้อสมการเป็นจริง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่า t เท่ากับ 2 เป็นค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด โดยไม่ต้องแทนค่า t ค่าอื่น ๆ อีกต่อไปเพราะค่า t ค่าอื่น ๆ จะทำให้อสมการ 3.1.1.3 เป็นเท็จ ดังนั้นจึงจะสั่งสินค้าทุก ๆ 2 เดือน และปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรเท่ากับ 13, 25, 37, 49, 61 และ 73 ตามลำดับ

ถ้าใช้วิธีการหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.1.2 จะได้ว่า

$$\text{อนุพันธ์อันดับ 1} = \frac{-TK}{t^2} + \frac{HbTt}{6} + \frac{HTa}{2} + \frac{HTb}{4} + \frac{HT^2b}{4} \qquad (3.1.1.4)$$

แทนค่า T, a, b, K, H ในสมการ 3.1.1.4

$$\therefore \text{อนุพันธ์อันดับ 1} = \frac{-3600}{t^2} + 60t + 1290$$

แล้วกำหนดให้อนุพันธ์อันดับ 1 เท่ากับศูนย์

$$\therefore \quad 60t^3 + 1290t^2 - 3600 = 0$$

$$\therefore \quad t = \begin{cases} -1.74265 \\ -21.3686 \\ 1.61125 \end{cases}$$

$$\text{อนุพันธ์อันดับ 2} = \frac{2TK}{t^3} + \frac{HbT}{6} \qquad (3.1.1.5)$$

$$= \frac{7200}{(1.61125)^3} + 60$$

$$= 1781.25$$

นั่นคือ เมื่อ t เท่ากับ 1.61125 ทำให้อนุพันธ์อันดับสองมีค่ามากกว่าศูนย์ แต่ 1.61125 ไม่ใช่กลุ่มของ t ที่ศึกษา ดังนั้นจะพิจารณาค่า t เท่ากับ 1 และ 2 ในการหาค่า t ที่เหมาะสม พบว่า

เมื่อ t = 1 ค่าใช้จ่ายรวม = 4890 บาท

เมื่อ t = 2 ค่าใช้จ่ายรวม = 4470 บาท

ดังนั้นค่า t ที่เหมาะสมคือ 2 จึงจะสั่งสินค้าทุก ๆ 2 เดือนในปริมาณ 13, 25, 37, 49, 61 และ 73 หน่วยตามลำดับ

จากตารางที่ 3.2 ความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนในลักษณะ $y = 135-2\tau$, $(\tau = 1,2,...,12)$ มีค่าใช้จ่ายในการสั่งสินค้า 500 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 27 บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายรวมตามสมการ 3.1.1.2 ไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) กล่าวคือ

$\frac{1}{2}$ { ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ t = 2 + ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ t = 4} = $\frac{1}{2}$ {(20496+33576)}

= 27036

{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ t = 3} = 27110

ซึ่ง { ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ t = 3} มากกว่า $\frac{1}{2}$ { ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ t = 2 + ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ t = 4} จึงไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (ตามนิยามของคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น)

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างเมื่อความต้องการของลูกค้ามีลักษณะ $y = a + b\tau$; $(\tau = 1,2,\ldots,T)$ และสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่าน้อยกว่าศูนย์

a	b	T	K	H	t	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณทีละวงจร (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณตามสมการ 3.1.1.2 (บาท)	ปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i; (i = 1,2,...,n)											
								q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}
135	-2	12	500	27	1	15234	15234	133	131	129	127	125	123	121	119	117	115	113	111
					2	20496	20496	264	256	248	240	232	224						
					3	27110	27110	393	375	357	339								
					4	33576	33576	520	488	456									
					6	45064	45064	768	696										
					12	64976	64976	1464											

เนื่องจากค่า b มีค่าน้อยกว่าศูนย์และสมการ 3.1.1.2 ไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น ดังนั้นจึงแทนค่า t ทุก ๆ ค่าซึ่ง $t \in \{1,2,...T$ และ t หาร T ลงตัว $\}$ ในสมการ 3.1.1.2 พบว่า เมื่อ $t = 1$ จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นจะสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลา และปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละหน่วยเวลาเท่ากับ 133, 131, 129, 127, 125, 123, 121, 119, 117, 115, 113 และ 111 ตามลำดับ

3.1.2 เมื่อลักษณะความต้องการของลูกค้าเขียนได้ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์

$$y = a + b\tau + c\tau^2 \quad ; \; \tau = 1,2,\ldots\ldots T$$

3.1.2.1 ข้อสมมติของแบบจำลอง

1. เมื่อความต้องการสินค้าแน่นอนสอดคล้องกับสมการพาราโบลา (Deterministic Parabola Trend Demand) คือ

   $y = a+b\tau +c\tau^2$; τ =1,2... T (τ คือหน่วยเวลา)

2. เพื่อวางแผนการควบคุมสินค้าคงเหลือภายในช่วงระยะเวลาจำกัด (Finite Time Horizon Planning) นั่นคือ T มีค่าจำกัดและรู้ค่าล่วงหน้า

3. ได้รับสินค้าครบตามปริมาณที่สั่งทุกครั้ง (Replenishment Rate = ∞)

4. ได้รับสินค้าทันทีที่สั่ง (Lead Time = 0)

5. ไม่มีสินค้าขาดมือ (No Shortages Allowed)

6. สั่งสินค้าทุก ๆ ช่วงเวลา I_i ; (i = 1,2,..n) และจะสั่งสินค้าทั้งสิ้น n ครั้ง ซึ่ง n = T/t โดยที่ t เป็นค่าที่หาร T ลงตัว

3.1.2.2 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง

ต้องการหาช่วงเวลาที่เหมาะสม (ค่า Optimum t;t*) ในการสั่งสินค้าแต่ละครั้ง เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมประกอบด้วย

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) = K บาท/ครั้ง

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying Cost) = H บาท/หน่วย/หน่วยเวลา (τ)

3.1.2.3 การสร้างสมการค่าใช้จ่ายรวม

ให้ Q คือปริมาณความต้องการของลูกค้าทั้งหมดตลอดระยะเวลา T

I_i คือช่วงเวลา i ; $I_i = \{\tau \,/\, \tau = (i-1)t+1, (i-1)t+2, \ldots, it\}$

q_i คือปริมาณความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา i

$\therefore$ ปริมาณความต้องการรวม $= Q$

$$= q_1 + q_2 + \ldots + q_n$$

ซึ่ง

$$q_1 = \sum_{\tau=1}^{t} (a+b\tau+c\tau^2)$$

$$q_2 = \sum_{\tau=t+1}^{2t} (a+b\tau+c\tau^2)$$

$$\vdots$$

$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} (a+b\tau+c\tau^2)$$

$$\vdots$$

$$q_n = \sum_{\tau=(n-1)t+1}^{nt} (a+b\tau+c\tau^2)$$

เมื่อทราบค่า a,b,c และกำหนดค่า t แน่นอน (fixed) ก็สามารถหาค่า q_i ได้ซึ่ง

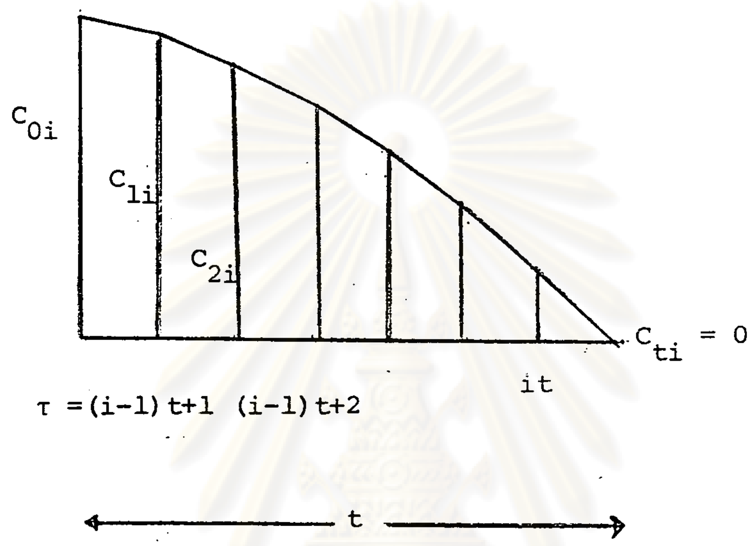
$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} (a+b\tau+c\tau^2)$$

$$= at+b \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} \tau + c \sum_{\tau=(i-1)t+1)}^{it} \tau^2$$

$$q_i = at+\frac{bt}{2}(2it-t+1)+\frac{ct}{6}\left[6 i^2t^2-6 it^2+6 it+2t^2 -3t+1\right]$$

$$= at+\frac{bt}{2}\left[(2i-1)t+1\right]+\frac{ct}{6}\left[6 i^2t^2-6 it^2+6 it+ 2t^2-3t+1\right] \qquad \text{-------(3.1.2.1)}$$

พิจารณาจำนวนสินค้าคงเหลือในวงจรที่ i ใด ๆ



รูปที่ 3.6 แสดงจำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร

จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร คือ $\dfrac{C_{0i}+2C_{1i}+2C_{2i}+\ldots\ldots+2C_{(t-1)i}+0}{2}$

C_{0i} = ปริมาณสินค้าที่สั่งในแต่ละ I_i ; $(i=1,2,\ldots.n)$

= q_i ซึ่งหาได้จากสมการ 3.1.2.1

$$C_{1i} = q_i - \left[a+b\,\{(i-1)t+1\} + c\,\{(i-1)t+1\}^2\right]$$

$$C_{2i} = q_i - \left[a+b\,\{(i-1)t+1\} + c\,\{(i-1)t+1\}^2\right] - \left[a+b\{(i-1)t+2\} + c\{(i-1)t+2\}^2\right]$$

$$= q_i - \sum_{j=1}^{2}\left[a+b\{(i-1)t+j\} + c\{(i-1)t+j\}^2\right]$$

$\vdots$

$$C_{ti} = q_i - \sum_{j=1}^{t}\left[a+b\{(i-1)t+j\} + c\{(i-1)t+j\}^2\right]$$

$$= 0$$

∴ จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร

$$= \frac{C_{0i}+2C_{1i}+2C_{2i}+\ldots\ldots+2C_{(t-1)i}+2Ct_i}{2}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{\begin{aligned} & q_i + 2\left[q_i - \{a+b\left[(i-1)t+1\right] + c\left[(i-1)t+1\right]^2\}\right] \\ & + 2\left[q_i - \sum_{j=1}^{2}\{a+b\left[(i-1)t+j\right] + c\left[(i-1)t+j\right]^2\}\right] \\ & + \ldots \\ & + 2\left[q_i - \sum_{j=1}^{t}\{a+b\left[(i-1)t+j\right] + c\left[(i-1)t+j\right]^2\}\right] \end{aligned}\right\}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{\begin{aligned} & q_i + 2tq_i - 2t\left[a+b\{(i-1)t+1\} + c\{(i-1)t+1\}^2\right] \\ & - 2(t-1)\left[a+b\{(i-1)t+2\} + c\{(i-1)t+2\}^2\right] \\ & - 2(t-2)\left[a+b\{(i-1)t+3\} + c\{(i-1)t+3\}^2\right] \\ & - \ldots - 2\left[a+b\{(i-1)t+t\} + c\{(i-1)t+t\}^2\right] \end{aligned}\right\}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{\begin{aligned} & (2t+1)q_i - 2t\left[a+b\{(i-1)t+1\} + c\{(i-1)t+1\}^2\right] \\ & -2\sum_{j=1}^{t-1}(t-j)\left[a+b\{(i-1)t+(j+1)\} + c\{(i-1)t+(j+1)\}^2\right] \end{aligned}\right\}$$

∴ ตลอดระยะเวลา T หน่วยเวลาจะได้ว่า

ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ n ครั้ง + ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงเหลือทั้งหมด

$$= nK + f(t).H$$

$$= \frac{T}{t}.K + f(t).H$$

โดยที่ K = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/ครั้ง)

H = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/หน่วย/หน่วยเวลา (τ))

f(t) = จำนวนสินค้าคงเหลือที่จะต้องเก็บรักษาทั้งหมดตลอดช่วง T และ จะขึ้นอยู่กับความยาวของวงจรการสั่ง

$$= \frac{T}{t}.K + \frac{H}{2}\sum_{i=1}^{n}\left\{\begin{array}{l}(2t+1)\,q_i - 2t\left[a+b\{(i-1)t+1\} + c\{(i-1)t+1\}^2\right] \\ -2\sum_{j=1}^{(t-1)}(t-j)\left[a+b\{(i-1)t+(j+1)\} + c\{(i-1)t+(j+1)\}^2\right]\end{array}\right\}$$

∴ ค่าใช้จ่ายรวมตลอดระยะเวลา T หน่วยเวลาเมื่อสั่งสินค้าที่ต้นวงจรที่ i ; (i=1,2,...n)[1]

$$= \frac{T.K}{t} + \frac{Ht}{2}\left(\frac{6aT + 3bT + cT + 3bT^2 + 3cT^2 + 2cT^3}{6}\right)$$

$$+ \frac{H}{2}(t^2 - 1)\left(\frac{bT + cT + cT^2}{6}\right) \qquad \text{-----------(3.1.2.2)}$$

3.1.2.4 <u>การหาระยะเวลาที่เหมาะสม (Optimum t) ในการสั่งสินค้า</u>

ค่าใช้จ่ายรวม (สมการ 3.1.2.2) จะเป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) ของตัวแปร t เมื่อค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ (-c(T+1))[2]

---

[1] แสดงการกระจายสมการค่าใช้จ่ายรวมไว้ในภาคผนวก ก-2

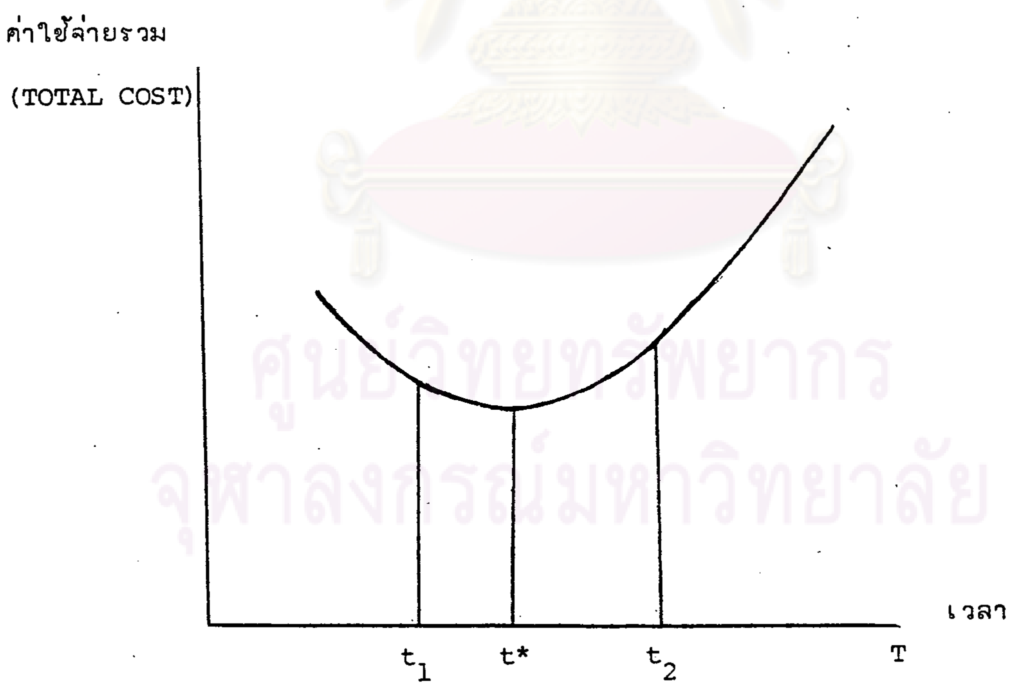
[2] แสดงการพิสูจน์ไว้ในภาคผนวก ก-2

ดังนั้นในกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $(-c(T+1))$ สามารถหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t : t^*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุดได้ 3 วิธีคือ

1. การแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2
2. การแทนค่า tในอสมการเงื่อนไขที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด
3. การหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2

1. การแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2

เนื่องจากสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น จึงสามารถหาค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุดได้โดยค่านี้จะมีคุณสมบัติคือ ไม่ว่าจะลดค่า $t(t_1)$ หรือเพิ่มค่า $t\ (t_2)$ จากค่า t* (t ที่เหมาะสม) จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมเพิ่มขึ้นทั้งสองกรณีดังรูป 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าที่เวลา it (i=1,2,...n)

ดังนั้นการหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t; t*) ทำได้ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. แทนค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ T,a,b,c,K,H ในสมการ 3.1.2.2
2. แทนค่า t ซึ่ง $t \in \{1,2,\ldots T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ในสมการ 3.1.2.2 โดยเริ่มจากค่า t ที่มีค่าน้อยที่สุด
3. แทนค่า t ตัวถัดไปจากข้อ 2 ในสมการ 3.1.2.2 แล้วตรวจสอบว่าค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากค่า t ตัวก่อนหน้านั้นหรือไม่
4. ถ้าค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่า ค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากค่า t ตัวก่อนหน้านั้น แสดงว่าค่า t ก่อนหน้านั้นเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t; t*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด
5. ถ้าค่าใช้จ่ายรวมมีค่าน้อยกว่าค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดจากค่า t ตัวก่อนนั้นก็แทนค่า t ตัวถัดไปในสมการ 3.1.2.2 เรื่อยไปจนกว่าจะได้ค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด
6. จากค่า t* ที่ได้จะนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.2.1 เพื่อหาปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งคือ q_i เมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i; (i=1,2, ---n)

2. การแทนค่า t ในอสมการเงื่อนไขที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด

เนื่องจาก $t \in \{1,2,\ldots T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ค่า t เป็น Discrete และสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) ดังนั้นในการหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) ทำได้โดยการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายรวม กล่าวคือถ้า t เป็นค่าที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) แล้วค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าที่เวลา it ; (i=1,2,...n) จะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าที่เวลา i(t-1) และเวลา i(t+1) ; (i = 1,2,... n) จากเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ได้อสมการเงื่อนไขที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการหาค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดคือ[1]

---

[1] แสดงการกระจายอสมการเงื่อนไขเพื่อให้ได้อสมการ 3.1.2.3 ไว้ในภาคผนวก ก-2

$$\left(\frac{6TK - Ht^{2}\,(t+1)(bT + cT + cT^{2})}{6t\,(t+1)}\right) \leqslant \frac{H}{2}\left(\frac{6aT + 4bT + 2cT + 3bT^{2} + 4cT^{2} + 2cT^{3}}{6}\right)$$

$$\leqslant \left(\frac{6TK - Ht(t^{2}-1)\,(bT + cT + cT^{2})}{6t(t-1)}\right)$$

------------(3.1.2.3)

สำหรับอสมการเงื่อนไข 3.1.2.3 มีขั้นตอนการนำไปใช้เพื่อหาค่า t ที่เหมาะสมดังต่อไปนี้ คือ

1. แทนค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องคือ T, a, b, c, K, H ในอสมการ 3.1.2.3

2. แทนค่า t ซึ่ง $t \in \{1, 2, ---- T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ในอสมการ 3.1.2.3 โดยเริ่มจากค่า t ที่มีค่าน้อยที่สุด แล้วตรวจสอบดูว่าอสมการ 3.1.2.3 เป็นจริงหรือเท็จ

3. ถ้าอสมการ 3.1.2.3 เป็นจริงแสดงว่าค่า t ค่านั้นเป็นค่า t ที่เหมาะสม (t*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าที่สุด

4. ถ้าอสมการ 3.1.2.3 เป็นเท็จก็แทนค่า t ตัวถัดไปในอสมการ 3.1.2.3 จนกว่าจะได้ค่า t ที่ทำให้อสมการ 3.1.2.3 เป็นจริง ซึ่งค่า t ค่านั้นคือค่า t ที่เหมาะสม (t*) ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด

5. จากค่า t* ที่ได้จะนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.2.1 เพื่อหาปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง คือ q_i เมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i = 1,2,....n)

3. การหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2

เนื่องจากสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) จึงสามารถหาอนุพันธ์อันดับที่ 1 และอันดับที่ 2 ได้และค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุดคือ ค่า t ที่ทำให้อนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของสมการค่าใช้จ่ายรวมมีค่าเท่ากับศูนย์และทำให้อนุพันธ์อันดับที่สองของสมการค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่าศูนย์ ซึ่งอนุพันธ์อันดับที่ 1 ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2

$$= \frac{-TK}{t^2} + \frac{H}{2}\left(\frac{6aT + 3bT + cT + 3bT^2 + 3cT^2 + 2cT^3}{6}\right)$$

$$+ Ht\left(\frac{bT + cT + cT^2}{6}\right) \qquad \text{------------(3.1.2.4)}$$

อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2

$$= \frac{2TK}{t^3} + H\left(\frac{bT + cT + cT^2}{6}\right) \qquad \text{------------(3.1.2.5)}$$

การหาค่า t ที่เหมาะสมสำหรับวิธีการหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดให้สมการ 3.1.2.4 มีค่าเท่ากับศูนย์

2. แก้สมการหาค่า t ที่ทำให้สมการ 3.1.2.4 มีค่าเท่ากับศูนย์

3. นำค่า t ที่ได้จากข้อ 2 ไปแทนค่าในสมการ 3.1.2.5

4. เลือกค่า t ที่ทำให้สมการ 3.1.2.5 มีค่ามากกว่าศูนย์เป็นค่าในการพิจารณาหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) ต่อไป

5. ถ้าค่า t ที่ได้จากข้อ 4 เป็นค่า t ที่อยู่ในกลุ่มที่ศึกษาคือ $t \in \{1,2,\ldots.. T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ให้ค่า t ค่านั้นเป็นค่า t ที่เหมาะสม

6. ถ้าค่า t ที่ได้จากข้อ 4 ไม่อยู่ในกลุ่มที่ศึกษาจะแยกพิจารณาเป็น 3 กรณีคือ

6.1 ถ้า t มีค่าน้อยกว่า 1 ให้ค่า t ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ 1 คือจะสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลา

6.2 ถ้า t มีค่ามากกว่า T ให้ค่า t ที่เหมาะสมมีค่าเท่ากับ T คือจะสั่งสินค้าเพียงครั้งเดียวและปริมาณที่สั่งจะเท่ากับปริมาณความต้องการของลูกค้าตลอดระยะเวลา T

6.3 ถ้า t มีค่าอยู่ในช่วง (1,T) ให้แทนค่า t สองค่าซึ่งอยู่ในกลุ่มที่ศึกษาคือ $t \in \{1,2,\ldots. T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ และค่า t ที่ได้จากข้อ 4 อยู่ระหว่าง 2 ค่านี้ในสมการค่าใช้-จ่ายรวม 3.1.2.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้สมการ 3.1.2.2มีค่าน้อยกว่าเป็นค่า t ที่เหมาะสม(Optimum t;t*) เช่นเมื่อ T=12

และค่า t ที่ได้จากข้อ 4 เท่ากับ 5 ซึ่งไม่อยู่ในกลุ่มที่ศึกษา ดังนั้นจะแทนค่า t เท่ากับ 4 และ t เท่ากับ 6 ในสมการค่า-ใช้จ่าย 3.1.2.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้สมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 มีค่าต่ำกว่าอีกค่าหนึ่งเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*)

7. นำค่า t* ที่ได้ไปแทนค่าในสมการ 3.1.2.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i=1,2,....n)

การหาค่า t ที่เหมาะสมทั้ง 3 วิธีข้างต้นจะให้ผลลัพธ์เช่นเดียวกัน ดังจะแสดงตัวอย่างต่อไปแต่จะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความสะดวกในการคิดคำนวณของแต่ละกรณี เช่นถ้าค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีค่ามาก การคิดค่าใช้จ่ายรวมตามสมการ 3.1.2.2 ในแต่ละครั้งจะใช้เวลานาน แต่ถ้าใช้วิธีตรวจสอบกับอสมการเงื่อนไขในแต่ละครั้งจะต้องคำนวณค่าต่าง ๆ ของอสมการ 3 ค่าซึ่งแต่ละค่าจะใช้เวลาน้อยเป็นต้น

ในกรณีที่ b มีค่าน้อยกว่า (-c(t+1)) สมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 จะไม่ใช่คอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) ของตัวแปร t ดังจะแสดงตัวอย่างต่อไป จึงไม่สามารถหาค่า t ที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด โดย 3 วิธีที่กล่าวมาแล้วได้ ดังนั้นจึงต้องแทนค่า t ทุก ๆ ค่าที่เป็นไปได้คือ $t \in \{1,2,3,\ldots\ldots T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุดเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t : t*)

เมื่อได้ค่า t ที่เหมาะสมแล้วนำไปแทนใน 3.1.2.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งคือ q_i เมื่อเริ่มต้นวงที่ i ; (i = 1,2, ...n)

จะเห็นได้ว่าเมื่อความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนได้ในรูปสมการคณิตศาสตร์ $y = a+b\tau + c\tau^2$; (τ = 1,2, ...T) การคำนวณหาเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าและปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งที่จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด จะต้องพิจารณาที่ค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b ก่อนคือ

1. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $(-c(T+1))$ สามารถหาค่า t ที่เหมาะสมได้ 3 วิธีคือ

1. การแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2
2. การแทนค่า t ในอสมการเงื่อนไขที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด (3.1.2.3)
3. การหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2

2. ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่าน้อยกว่า $(-c(t+1))$ สามารถหาค่า t ที่เหมาะสมได้โดยแทนค่า t ทุก ๆ ค่า $t \in \{1,2,\ldots T$ และ t หาร T ลงตัว $\}$ ในสมการ ค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุดเป็นค่า t ที่เหมาะสมในการสั่งสินค้า

3. เมื่อทราบค่า t ที่เหมาะสม (t^*) แล้วนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.2.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i คือ

$$q_i = at + \frac{bt}{2}\left\{(2i-1)t+1\right\} + \frac{ct}{6}\left[6i^2t^2-6it^2+6it+2t^2-3t+1\right] \quad ; (i = 1,2,\ldots.n)$$

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสูตรต่าง ๆ และให้ผู้อ่านเข้าใจยิ่งขึ้น ผู้เขียนได้จัดทำโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน (ภาคผนวก ง) ขึ้นเพื่อแสดงวิธีการคำนวณดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวอย่างเมื่อความต้องการของลูกค้ามีลักษณะ $y = a + b\tau + c\tau^2$; ($\tau = 1,2,.....T$) และสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ $(-c(T+1))$

a	b	c	T	K	H	t	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณทีละวงจร (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณตามสมการ 3.1.2.2 (บาท)	เงื่อนไขตามสมการ 3.1.2.3			ปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (1 = 1,2,....n)											
									$\frac{6TK - \left\{Ht^2(t+1)(bT+cT+cT^2)\right\}}{6t(t+1)}$	$\frac{H}{12}\left\{6aT+4bT+2cT+3bT^2+4cT^2+2cT^3\right\}$	$\frac{6TK - \left\{Ht(t^2-1)(bT+cT+cT^2)\right\}}{6t(t-1)}$	q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}
1	2	3	12	500	10	1	16590	16590	2180	11000	-	6	17	34	57	86	121	162	209	262	321	386	457
						2	25410	25410	-640	11000	540	23	91	207	371	583	843						
						3	37050	37050	-1960	11000	-2280	57	264	633	1164								
						4	50010	50010	-2980	11000	-3600	114	578	1426									
						6	78890	78890	-4777.14	11000	-5540	321	1797										
						12	186210	186210	-9801.54	11000	-10614.55	2118											

จากตารางที่ 3.3 เมื่อความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนในลักษณะ $y = 1+2\tau + 3\tau^2$; ($\tau = 1,2,....12$) มีค่าใช้จ่ายในการสั่งสินค้า 500 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 10 บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

เนื่องจากค่า b เท่ากับ 2 มีค่ามากกว่า $-c(T+1)$ (เท่ากับ - 65) เมื่อหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) โดยวิธีแทนค่า t ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 พบว่า

เมื่อ t เท่ากับ 1 ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าเท่ากับ 16590 บาท

เมื่อ t เท่ากับ 2 ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าเท่ากับ 25410 บาท

ซึ่งเมื่อ t เท่ากับ 2 จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามากกว่าเมื่อ t เท่ากับ 1 ดังนั้นจากคุณสมบัติของคอนเวคซ์ฟังก์ชั่นตามที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า เมื่อ t เท่ากับ 1 จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุด โดยไม่ต้องแทนค่า t ค่าอื่น ๆ อีกต่อไป เพราะว่า t ค่าอื่น ๆ จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าสูงขึ้น ดังนั้นจะสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลาและปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรเท่ากับ 6, 17, 34, 57, 86, 121, 162, 209, 262, 321, 386 และ 457 ตามลำดับ

เมื่อใช้วิธีแทนค่า t ในอสมการเงื่อนไข 3.1.2.3 พบว่าเมื่อ t เท่ากับ 1 ทำให้อสมการเป็นจริง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่า t เท่ากับ 1 เป็นค่าที่เหมาะสมที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด โดยไม่ต้องแทนค่า t ค่าอื่น ๆ อีกต่อไป เพราะค่า t ค่าอื่น ๆ จะทำให้อสมการ 3.1.2.3 เป็นเท็จ ดังนั้นจึงจะสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลาและปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรเท่ากับ 6, 17, 34, 57, 86, 121, 162, 209, 262, 321, 386, และ 457 ตามลำดับ

ถ้าใช้การหาอนุพันธ์ของสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 จะได้ว่า

$$\text{อนุพันธ์อันดับ 1} = -\frac{TK}{t^2} + \frac{H}{2}\left(\frac{6a\tau + 3bT + cT + 3bT^2 + 3cT^2 + 2cT^3}{6}\right) + Ht\left(\frac{bT + cT + cT^2}{6}\right) \quad \text{-------------(3.1.2.4)}$$

แทนค่า T, a, b, c, K, H ในสมการ 3.1.2.4

$\therefore$ อนุพันธ์อันดับ 1 $= \dfrac{-6000}{t^2} + 10590 + 820t$

แล้วกำหนดให้อนุพันธ์อันดับ 1 เท่ากับศูนย์

$\therefore$ $820t^3 + 10590t^2 - 6000 = 0$

$$t = \begin{cases} -0.776410 \\ -12.8705 \\ 0.732238 \end{cases}$$

อนุพันธ์อันดับ 2 $= \dfrac{2TK}{t^3} + H \left(\dfrac{bT + cT + cT^2}{6} \right)$ --------(3.1.2.5)

$$= \frac{12000}{(0.732238)^3} + 820$$

$$= 31385$$

นั่นคือเมื่อ t เท่ากับ 0.732238 ทำให้อนุพันธ์อันดับสองมีค่ามากกว่าศูนย์ แต่ 0.732238 ไม่ใช่กลุ่มของ t ที่ศึกษาและมีค่าน้อยกว่า 1 ดังนั้นจึงถือว่า 1 เป็นค่า t ที่เหมาะสม จึงสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลาในปริมาณ 6, 17, 34, 57, 86, 121, 162, 209, 262, 321 386 และ 457 หน่วยตามลำดับ

ตารางที่ 3.4 แสดงตัวอย่างเมื่อความต้องการของลูกค้ามีลักษณะ $y = a + b\tau + c\tau^2$; $(\tau = 1,2,.....,T)$ และสัมประสิทธิ์ความชัน b มีค่าน้อยกว่า $(-c(T+1))$

a	b	c	T	K	H	t	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณทีละวงจร (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณตามสมการ 3.1.2.2 (บาท)	ปริมาณสินค้าทีละครั้งเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i = 1,2,.....n)											
									q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}
1000	1	-5	12	500	10	1	50140	50140	996	982	958	924	880	826	762	688	604	510	406	292
						2	89360	89360	1978	1882	1706	1450	1114	698						
						3	129300	129300	2936	2630	2054	1208								
						4	168460	168460	3860	3156	1812									
						6	243440	243440	5566	3262										
						12	438660	438660	8828											

จากตารางที่ 3.4 ความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนในลักษณะ $y = 1000+\tau-5\tau^2$ ($\tau = 1,2,....12$) มีค่าใช้จ่ายในการสั่งสินค้า 500 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 10 บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

เนื่องจาก b มีค่าน้อยกว่า (-c(T+1)) (เท่ากับ 65) และสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.2.2 ไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) กล่าวคือ

$$\frac{1}{2}\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t = 2 + \text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t = 4\right\} = \frac{1}{2}\left\{89360 + 168460\right\}$$

$$= 128910$$

$$\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t = 3\right\} = 129300$$

ซึ่ง $\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=3\right\}$ มากกว่า $\frac{1}{2}\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=2 + \text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=4\right\}$

จึงไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (ตามนิยามของคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น) ดังนั้น การหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) ทำได้โดยแทนค่า t ทุก ๆ ค่า ซึ่ง $t \in \{1,2,....... T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ในสมการ 3.1.2.2 พบว่าเมื่อ t เท่ากับ 1 จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นจะสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลาและปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละหน่วยเวลาเท่ากับ 996, 982, 958, 924, 880, 826, 762, 688, 604, 510, 406, และ 292 ตามลำดับ

3.1.3 เมื่อลักษณะความต้องการของลูกค้า สามารถเขียนได้ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์

$$y = ab^{\tau} \quad ; \quad (\tau = 1,2,....T)$$

3.1.3.1 <u>ข้อสมมติของแบบจำลอง</u>

1. ความต้องการสินค้าแน่นอนสอดคล้องกับสมการเอ็กโปเนนเชียล (Deterministic Exponential Trend Demand) คือ

$$y = ab^{\tau} \quad ; \tau = 1,2,....T \quad (\tau \text{ คือหน่วยเวลา})$$

2. เพื่อวางแผนระบบการควบคุมสินค้าคงเหลือภายในช่วงระยะเวลาจำกัด (Finite Time Horizon Planning) นั่นคือ T มีค่าจำกัด และรู้ค่าล่วงหน้า
3. ได้รับสินค้าครบตามปริมาณที่สั่งทุกครั้ง (Replenishment Rate = ∞)
4. ได้รับสินค้าทันทีที่สั่ง (Lead Time = 0)
5. ไม่มีสินค้าขาดมือ (No Shortages Allowed)
6. สั่งสินค้าที่ทุก ๆ ช่วงเวลา I_i ; (i = 1,2, ...n) และจะสั่งสินค้าทั้งสิ้น n ครั้ง ซึ่ง n = T/**t** โดยที่ t เป็นค่าที่หาร T ลงตัว

3.1.3.2 <u>วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง</u>

ต้องการหาช่วงเวลาที่เหมาะสม (ค่า Optimum t ; t*) ในการสั่งสินค้าแต่ละครั้ง เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายรวมประกอบด้วย

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) = K บาท/ครั้ง

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying Cost) = H บาท/หน่วย/หน่วยเวลา (τ)

3.1.3.3 <u>การสร้างสมการค่าใช้จ่ายรวมและการหาระยะเวลาที่เหมาะสม (Optimum t) ในการสั่งสินค้า</u>

เนื่องจากลักษณะความต้องการของลูกค้าอยู่ในรูปของเอ็กโปเนนเชียล (Exponential Curve) ดังนั้น จึงจะแยกพิจารณาเป็น 2 กรณีคือ

1. เมื่อความต้องการของลูกค้าลดลง $(0 < b < 1)$

2. เมื่อความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้น $(b > 1)$

3.1.3.3.1 <u>เมื่อความต้องการของลูกค้าลดลง $(0 < b < 1)$</u>

ให้ Q คือปริมาณความต้องการของลูกค้าทั้งหมดตลอดระยะเวลา T

I_i คือช่วงเวลา i ; $I_i = \{\tau \mid \tau = (i-1)t+1, (i-1)t+2, \ldots, it\}$

q_i คือปริมาณความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา i

$\therefore$ ปริมาณความต้องการรวม $= Q$

$$= q_1 + q_2 + \ldots + q_n$$

ซึ่ง

$$q_1 = \sum_{\tau=1}^{t} ab^{\tau}$$

$$q_2 = \sum_{\tau=t+1}^{2t} ab^{\tau}$$

$$\vdots$$

$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} ab^{\tau}$$

$$\vdots$$

$$q_n = \sum_{\tau=(n-1)t+1}^{nt} ab^{\tau}$$

เมื่อทราบค่า a, b และกำหนดค่า t ที่แน่นอน (fixed) ก็สามารถหาค่า q_i ได้ ซึ่ง

$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} ab^{\tau}$$

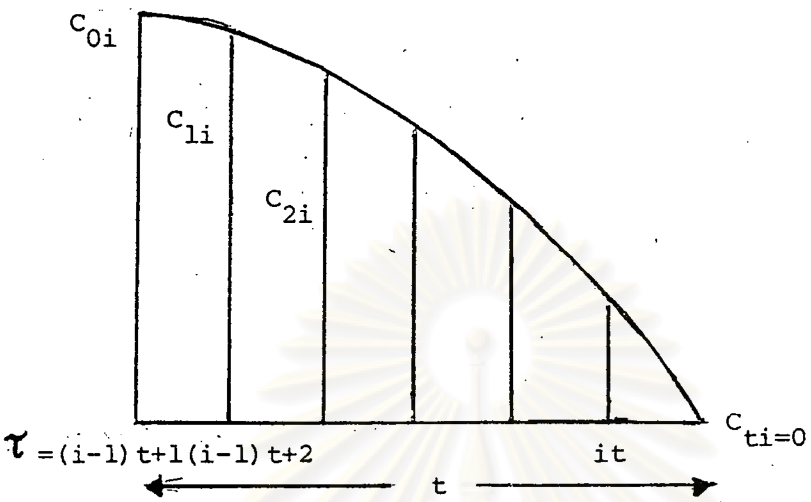
$$= \frac{ab^{(i-1)t+1}(1-b^t)}{1-b} \quad \text{------------(3.1.3.1.1)}$$

และ

$$Q = \sum_{=1}^{T} ab^{\tau}$$

$$= \frac{ab(1-b^T)}{1-b}$$

<u>พิจารณาจำนวนสินค้าคงเหลือในวงจรที่ i ใด ๆ</u>



รูปที่ 3.8 แสดงจำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร

จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร $= \dfrac{C_{0i} + 2C_{1i} + 2C_{2i} + \ldots + 2C_{(t-1)i} + 2C_{ti}}{2}$

โดยที่ C_{0i} = ปริมาณสินค้าที่สั่งในแต่ละช่วงเวลา Ii ; (i=1,2,...n)

$= q_i$ ซึ่งหาได้จากสมการ 3.1.3.1.1

$$C_{1i} = q_i - ab^{(i-1)t+1}$$

$$C_{2i} = q_i - ab^{(i-1)t+1} - ab^{(i-1)t+2}$$

$$= q_i - \sum_{j=1}^{2} ab^{(i-1)t+j}$$

⋮

$$C_{ti} = q_i - \sum_{j=1}^{t} ab^{(i-1)t+j}$$

$$= 0$$

$\therefore$ จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร $= \dfrac{\left[q_i + 2(q_i - ab^{(i-1)t+1}) + 2(q_i - \sum_{j=1}^{2} ab^{(i-1)t+j}) + \ldots + 2(q_i - \sum_{j=1}^{t} ab^{(i-1)t+j})\right]}{2}$

จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร $= \dfrac{(2t+1)\, q_i - 2 \sum_{j=0}^{t-1} \left[(t-j)\ ab^{(i-1)t+j+1}\right]}{2}$

จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร[1] $= \dfrac{1}{2(1-b)^2} \left\{ \begin{array}{l} \left\{ ab^{(i-1)t+t+2}\ (2t-1) \right\} \\ -\left\{ ab^{(i-1)t+t+1} (2t+1) \right\} \\ +\left\{ ab^{(i-1)t+1}\ (b+1) \right\} \end{array} \right\}$

$\therefore$ ตลอดระยะเวลา T หน่วยเวลา

ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ n ครั้ง + ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงเหลือทั้งหมด

= $n.K + f(t).H$

โดยที่ K = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/ครั้ง)

H = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/หน่วย/หน่วยเวลา)

f(t) = จำนวนสินค้าคงเหลือที่จะต้องเก็บรักษาทั้งหมดตลอดช่วง T และจะขึ้นอยู่กับความยาวของวงจรการสั่ง

---

[1] แสดงการกระจายจำนวนสินค้าคงเหลือของวงจร i ใด ๆ ไว้ในภาคผนวก ก-3

$\therefore$ ค่าใช้จ่ายรวม

$$= \frac{T.K}{t} + H \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{(2t-1)\ ab^{(i-1)t+t+2} - (2t+1)\ ab^{(i-1)t+t+1} + (b+1)\ ab^{(i-1)t+1}}{2(1-b)^2} \right]$$

แยกพิจารณาทีละเทอม

$$\sum_{i=1}^{n} (2t-1)\,ab^{(i-1)t+t+2} = \frac{(2t-1)\,ab^{t+2}(1-b^{tn})}{1-b^t} = \frac{(2t-t)\,ab^{t+2}\ (1-b^T)}{1-b^t}$$

$$\sum_{i=1}^{n} (2t+1)\,ab^{(i-1)t+t+1} = \frac{(2t+1)\,ab^{t+1}(1-b^{tn})}{1-b^t} = \frac{(2t+1)\,ab^{t+1}(1-b^T)}{1-b^t}$$

$$\sum_{i=1}^{n} (b+1)\,ab^{(i-1)t+1} = \frac{(b+1)\,ab\,(1-b^{tn})}{1-b^t} = \frac{(b+1)\,ab\,(1-b^T)}{1-b^t}$$

$\therefore$ ค่าใช้จ่ายร่วมเมื่อสั่งสินค้าทุก ๆ ช่วงเวลา t

$$= \frac{T.K}{t} + \frac{H}{2(1-b)^2}\left\{\frac{1-b^T}{1-b^t}\right\}\left\{(2t-1)\,ab^{t+2} - (2t+1)\,ab^{t+1} + (b+1)\,ab\right\}$$

---------(3.1.3.1.2)

สมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.3.1.2 ไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) ดังจะแสดงตัวอย่างต่อไป ดังนั้นในการหาค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t ; t*) จึงต้องแทนค่า t ทุก ๆ ค่าในกลุ่มที่ศึกษา คือ $t \in \{1,2,\ldots\ T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.3.1.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดเป็นค่า t ที่เหมาะสม

จากค่า t ที่เหมาะสมที่ได้จะนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.3.1.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง เมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i คือ

$$q_i = \frac{ab^{(i-1)t+1}\ (1-b^t)}{1-b} \quad ; i = 1,2,\ldots\ n$$

ตารางที่ 3.5 แสดงตัวอย่างเมื่อความต้องการของลูกค้ามีลักษณะ $y = ab^{\tau}$; (τ = 1,2,.....T) และ $0 < b < 1$

a	b	T	K	H	t	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณทีละวงจร (บาท)	ค่าใช้จ่ายรวมจากการคำนวณตามสมการ 3.1.3.1.2 (บาท)	ปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง เมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i =1,2,....n)											
								q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6	q_7	q_8	q_9	q_{10}	q_{11}	q_{12}
100000	0.25	12	2000	15	1	273999.99	273999.99	25000	6250	1562.5	390.63	97.66	24.41	6.10	1.53	0.38	0.095	0.024	0.006
					2	361999.98	361999.98	31250	1953.13	122.07	7.63	0.475	0.03						
					3	400857.12	400857.12	32812.5	512.7	8.01	0.125								
					4	414823.51	414823.51	33203.13	129.7	0.505									
					6	419934.04	419934.04	33325.2	8.135										
					12	418666.28	418666.28	33333.335											

จากตารางที่ 3.5 ความต้องการของลูกค้าสามารถเขียนในลักษณะ $y = 100000 (0.25)^{\tau}$; $(\tau = 1,2,\ldots\ldots 12)$ มีค่าใช้จ่ายในการสั่งสินค้า 2000 บาท/ครั้ง และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา 15 บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายรวมตามสมการ 3.1.3.1.2 ไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) กล่าวคือ

$$\frac{1}{2}\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=2 + \text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=4\right\} = \frac{1}{2}\left\{361999.98+414823.51\right\}$$

$$= 388411.75$$

$$\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=3\right\} = 400857.12$$

ซึ่ง $\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=3\right\}$ มากกว่า $\frac{1}{2}\left\{\text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ} t=2 + \text{ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อ } t=4\right\}$ จึงไม่เป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (ตามนิยามของคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น) ดังนั้นในการหาค่า t ที่เหมาะสม จึงทำได้โดยแทนค่า t ทุก ๆ ค่าที่ศึกษา คือ $t \in \{1,2,\ldots.\ 12$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ในสมการ 3.1.3.1.2 พบว่า เมื่อ t เท่ากับ 1 จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด คือ 273999.99 ดังนั้นจึงจะสั่งสินค้าทุก ๆ หน่วยเวลาและปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้งเท่ากับ 25000, 6250, 1562.5, 390.63, 97.66, 24.41, 6.10, 1.53, 0.38, 0.095, 0.024, 0.006 ตามลำดับ

3.1.3.3.2 <u>เมื่อความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้น (b > 1)</u>

ให้ Q คือปริมาณความต้องการของลูกค้าทั้งหมดตลอดระยะเวลา T

I_i คือช่วงเวลา i ; $I_i = \{\tau \mid \tau = (i-1)t+1, (i-1)t+2,\ldots it\}$

q_i คือปริมาณความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลา i

$\therefore$ ปริมาณความต้องการรวม $= Q$

$$= q_1 + q_2 + \ldots + q_n$$

ซึ่ง $$q_i = \sum_{\tau=1}^{t} ab^{\tau}$$

$$q_2 = \sum_{\tau=t+1}^{2t} ab^{\tau}$$

$$\vdots$$

$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} ab^{\tau}$$

$$\vdots$$

$$q_n = \sum_{\tau=(n-1)t+1}^{nt} ab^{\tau}$$

เมื่อทราบค่า a, b และกำหนดค่า t ที่แน่นอน (fixed) ก็สามารถหาค่า q_i ได้ ซึ่ง

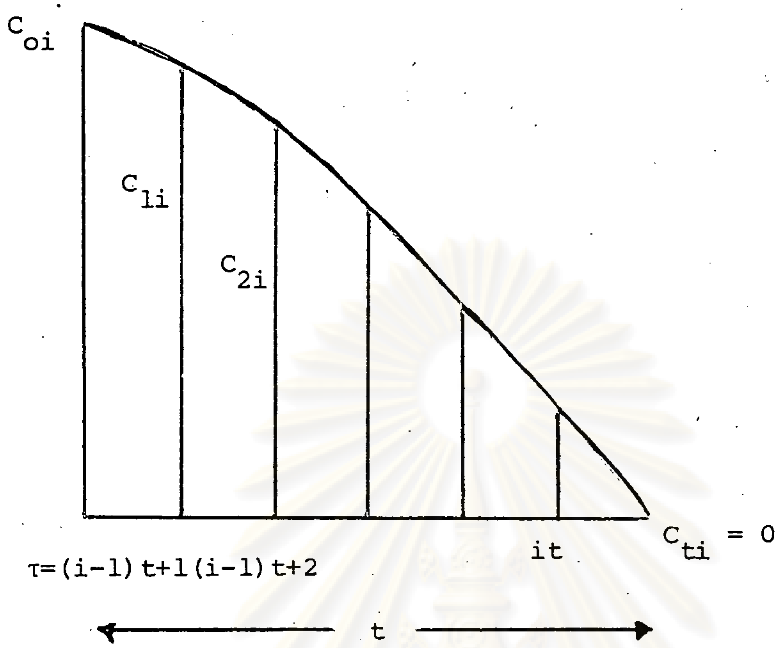
$$q_i = \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} ab^{\tau}$$

$$= a\left\{\frac{b^{(i-1)t+1}\,(b^{t}-1)}{b-1}\right\} \qquad \text{----------(3.1.3.2.1)}$$

และ $$Q = \sum_{\tau=1}^{T} ab^{\tau}$$

$$= a\left\{\frac{b(b^{T}-1)}{b-1}\right\}$$

<u>พิจารณาจำนวนสินค้าคงเหลือในวงจรที่ i ใด ๆ</u>



รูปที่ 3.9 แสดงจำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร

$$\text{จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร} = \frac{C_{0i} + 2C_{1i} + 2C_{2i} + \ldots + 2C_{(t-1)i} + 2C_{ti}}{2}$$

โดยที่ C_{0i} = ปริมาณสินค้าที่สั่งในแต่ละช่วงเวลา I_i ; $(i=1,2,\ldots,n)$

$= q_i$ ซึ่งหาได้จากสมการ 3.1.3.2.1

$$C_{1i} = q_i - ab^{(i-1)t+1}$$

$$C_{2i} = q_i - ab^{(i-1)t+1} - ab^{(i-1)t+2}$$

$$= q_i - \sum_{j=1}^{2} ab^{(i-1)t+j}$$

$\vdots$

$$C_{ti} = q_i - \sum_{j=1}^{t} (ab^{(i-1)t+j})$$

$$= 0$$

$$\therefore \text{จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร} = \frac{1}{2}\left\{\begin{array}{l} q_i + 2(q_i - ab^{(i-1)t+1}) \\ + 2(q_i - \sum_{j=1}^{2} ab^{(i-1)t+j}) + \ldots \\ + \ldots 2(q_i - \sum_{j=1}^{t} ab^{(i-1)t+j}) \end{array}\right\}$$

$$= \frac{1}{2}\left\{(2t+1)q_i - 2\sum_{j=0}^{t-1}\left[(t-j)\ ab^{(i-1)t+j+1}\right]\right\}$$

$\therefore$ จำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร[1]

$$= \left\{\frac{\left[ab^{(i-1)t+t+2}\ (2t-1)\right] - \left[ab^{(i-1)t+t+1}\ (2t+1)\right] + \left[ab^{(i-1)t+1}\ (b+1)\right]}{2(b-1)^2}\right\}$$

---

[1]แสดงการกระจายจำนวนสินค้าคงเหลือของวงจรที่ i ใด ๆ ไว้ในภาคผนวก ก-3

$\therefore$ ตลอดระยะเวลา T หน่วยเวลาจะได้ว่า

ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ n ครั้ง + ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้าคงเหลือทั้งหมด

$$= nK + f(t).H$$

$$= \frac{T.K}{t} + f(t).H$$

โดยที่ K คือค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (บาท/ครั้ง)

H คือค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (บาท/หน่วย/หน่วยเวลา)

f(t) คือ จำนวนสินค้าคงเหลือที่จะต้องเก็บรักษาทั้งหมดตลอดช่วง T และจะขึ้นอยู่กับความยาวของวงจรการสั่ง

$\therefore$ ค่าใช้จ่ายรวม

$$= \frac{T.K}{t} + \frac{H}{2(b-1)^2} \sum_{i=1}^{n} \left[\left\{ab^{(i-1)t+t+2}(2t-1)\right\} - \left\{ab^{(i-1)t+t+1}(2t+1)\right\} + \left\{ab^{(i-1)t+1}(b+1)\right\} \right]$$

$$= \frac{T.K}{t} + \frac{H}{2(b-1)^2} \sum_{i=1}^{n} \left[\left\{ab^{it+2}(2t-1)\right\} - \left\{ab^{it+1}(2t+1)\right\} + \left\{ab^{(i-1)t+1}(b+1)\right\} \right]$$

แยกพิจารณาทีละเทอม

$$\sum_{i=1}^{n} ab^{it+2}(2t-1) = \frac{(2t-1)ab^{t+2}(b^{tn}-1)}{b^{t}-1} = \frac{(2t-1)ab^{t+2}(b^{T}-1)}{b^{t}-1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} ab^{it+1}(2t+1) = \frac{(2t+1)ab^{t+1}(b^{tn}-1)}{b^{t}-1} = \frac{(2t+1)ab^{t+1}(b^{T}-1)}{b^{t}-1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} ab^{(i-1)t+1}(b+1) = \frac{(b+1)ab(b^{tn}-1)}{b^{t}-1} = \frac{(b+1)ab(b^{T}-1)}{b^{t}-1}$$

$\therefore$ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าทุก ๆ ช่วงเวลา t

$$= \frac{T}{t}\cdot K + \frac{H}{2(b-1)^2}\left\{\frac{b^T-1}{b^t-1}\right\}\left\{(2t-1)ab^{t+2} - (2t+1)ab^{t+1} + ab(b+1)\right\} \quad \text{---}(3.1.3.2.2)$$

จากสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.3.2.2 ผู้เขียนยังไม่สามารถพิสูจนได้ว่าเป็นคอนเวคซ์ฟังก์ชั่น (Convex Function) แต่จากการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 300 ครั้ง ยังไม่พบข้อขัดแย้งว่าสมการ 3.1.3.2.2 ไม่ใช่คอนเวคซ์ฟังก์ชั่น

ดังนั้นในการหาค่า t ที่เหมาะสมจึงควรทำเช่นเดียวกับกรณีที่ $0 < b < 1$ คือ แทนค่า t ทุก ๆ ค่า ซึ่ง $t \in \{1,2,\ldots.\ T$ และ t หาร T ลงตัว$\}$ ในสมการค่าใช้จ่ายรวม 3.1.3.2.2 แล้วเลือกค่า t ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำสุดเป็นค่า t ที่เหมาะสม (Optimum t)

เมื่อได้ค่า t ที่เหมาะสมแล้วนำไปแทนค่าในสมการ 3.1.3.2.1 เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าที่จะสั่งเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i ; (i = 1,2,.......n) คือ

$$q_i = a\left\{\frac{b^{(i-1)t+1}(b^t-1)}{b-1}\right\}$$

3.2 <u>กรณีที่ลักษณะความต้องการของลูกค้ามีแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล</u>

เนื่องจากต้องการศึกษาว่าควรนำค่าดัชนีฤดูกาล (Seasonal Index) มาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า หรือไม่ เมื่อใด ถ้าความต้องการของลูกค้ามีแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลโดยมีสมมุติฐานว่า

การนำค่าดัชนีฤดูกาลเข้ามาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งนั้น จะขึ้นอยู่กับ

1. รูปแบบของสมการแนวโน้ม (Trend Equation model)
2. พารามิเตอร์ของสมการแนวโน้มในรูปแบบเดียวกัน
3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของค่าดัชนีฤดูกาล

การหาข้อสรุปนี้จะศึกษาเปรียบเทียบนโยบายการสั่งสินค้า 2 วิธี คือ

1. การสั่งสินค้าโดยพิจารณาเฉพาะค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า
2. การสั่งสินค้าโดยพิจารณาทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

โดยนำค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำที่สุดของแต่ละวิธีที่เกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์เดียวกัน มาเปรียบเทียบกันว่าเท่ากัน หรือต่างกันเพียงไร

<u>การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิจัย</u>

1. สร้างค่าดัชนีฤดูกาลรายเดือนจากข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ค่าที่ได้คือ $X_1, X_2, \ldots, X_{12}$ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ คือค่าเฉลี่ยดัชนีฤดูกาล $(\mu) = 100$, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $(\sigma) = 1$

2. นำค่า $X_1, X_2, \ldots X_{12}$ มาปรับด้วย $\dfrac{1200}{\sum_{i=1}^{12} X_i}$ ได้ $S_1, S_2, \ldots S_{12}$

3. $S_1, S_2, \ldots S_{12}$ คือ ชุดของค่าดัชนีฤดูกาล

4. คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของชุดของค่าดัชนีฤดูกาล เพื่อพิจารณาความน่าเชื่อถือของค่าดัชนีฤดูกาลที่สร้างขึ้นจากการซิมูเลชั่น

5. สร้างค่าดัชนีฤดูกาลชุดใหม่ โดยที่ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 แต่เพิ่มค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้ได้ชุดของค่าดัชนีฤดูกาล ที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างกันจำนวน 50 ชุด

6. สร้างสมการแนวโน้ม $Y = a+b\tau$ จำนวน 10 สมการ ให้แต่ละสมการมีค่า a, b แตกต่างกัน

7. สร้างสมการแนวโน้ม $Y = ab^{\tau}$ จำนวน 10 สมการ ให้แต่ละสมการมีค่า a, b แตกต่างกัน

8. สร้างสมการแนวโน้ม $Y = a+b\tau+c\tau^2$ จำนวน 5 สมการ ให้แต่ละสมการมีค่า a, b, c ต่างกัน ซึ่งในสมการรูปแบบนี้ จะศึกษาเฉพาะกรณีที่ค่าแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นเท่านั้น

9. กำหนดค่าของค่าใช้จ่าย (Cost Parameter) ที่เกี่ยวข้องคือ

ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) = K = 200 บาท/ครั้ง

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying Cost) = H = 5 บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

ค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือ (Shortage Cost) = P บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

โดยที่ P = 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50

ดังนั้นชุดของค่าใช้จ่ายที่ศึกษา (K:H:P) มี 14 ชุดคือ (200:5:1), (200:5:2) (200:5:3),...(200:5:50)

3.2.1 <u>กรณีที่ความต้องการของลูกค้ามีค่าแนวโน้มในลักษณะ $Y = a+b\tau$ และมีความผันแปรตามฤดูกาล</u>

3.2.1.1 <u>ข้อสมมุติของแบบจำลอง</u>

1. ทราบจำนวนความต้องการของลูกค้าแน่นอน (Deterministic Demand) ว่า อัตราความต้องการของลูกค้า (Demand Rate) มีลักษณะดังสมการ

$$Y = (a+b\tau)S_{(\tau \bmod 12)} ;\tau = 1, 2, \ldots T$$

โดยที่ $S_{(\tau \bmod 12)}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาลของหน่วยเวลา (เดือน) ที่ τ

2. ศึกษาเพื่อวางแผนระบบการควบคุมสินค้าคงเหลือภายในช่วงระยะเวลา T หน่วยเวลา (เดือน)

3. ได้รับสินค้าครบตามปริมาณที่สั่งทุกครั้ง

4. ได้รับสินค้าหลังจากเวลาที่สั่ง 1 หน่วยเวลา (Lead Time = 1)

5. สั่งสินค้าที่ทุก ๆ ช่วงเวลา I_i ; (i = 1, 2, ... n) และจะสั่งสินค้าทั้ง n ครั้ง ซึ่ง $n = \frac{T}{t}$ โดยที่ t เป็นค่าที่หาร T ลงตัว นั่นคือสั่งสินค้าที่ต้นหน่วยเวลาที่ $(i-1)t$; $i=1,2,...n$

3.2.1.2 <u>วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง</u>

1. หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดสำหรับวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

2. หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดสำหรับวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล ในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

3. เปรียบเทียบวิธีการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีดังกล่าวว่าค่าใช้จ่ายรวมและช่วงเวลาที่เหมาะสมของแต่ละวิธีเหมือนหรือต่างกันเพียงไร

3.2.1.3 <u>ขั้นตอนของการวิเคราะห์</u>

เนื่องจากลักษณะความต้องการของลูกค้ามีทั้งค่าแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งค่าดัชนีฤดูกาลของแต่ละช่วงเวลามีค่าแตกต่างกัน จึงไม่สามารถจะเขียนสมการค่าใช้จ่ายรวมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาให้อยู่ในรูปของสมการที่แน่นอน เช่นเดียวกับเมื่อลักษณะความต้องการของสินค้ามีแต่เพียงค่าแนวโน้ม (คือแบบจำลองในหัวข้อ 3.1) ได้ ดังนั้นในการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมสำหรับการสั่งสินค้าในแต่ละช่วงเวลาจะเกิดจากการรวมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในแต่ละวงจรเข้าด้วยกัน และช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการสั่งสินค้าคือช่วงเวลาที่ให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด ซึ่งการคำนวณค่าใช้จ่ายในแต่ละวงจรมีวิธีการคำนวณดังนี้ : -

1. นโยบายการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

1.1 ปริมาณความต้องการสินค้าสำหรับช่วง I_i ที่มีความยาว t หน่วยเวลาล่วงหน้า $= \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} (a+b\tau)S_{(\tau \bmod 12)}$

1.2 ปริมาณความต้องการสินค้าในช่วงเวลานำ

$$= \sum_{\tau=(i-1)t}^{(i-1)t+1} (a+b\tau)S_{(\tau \bmod 12)}$$

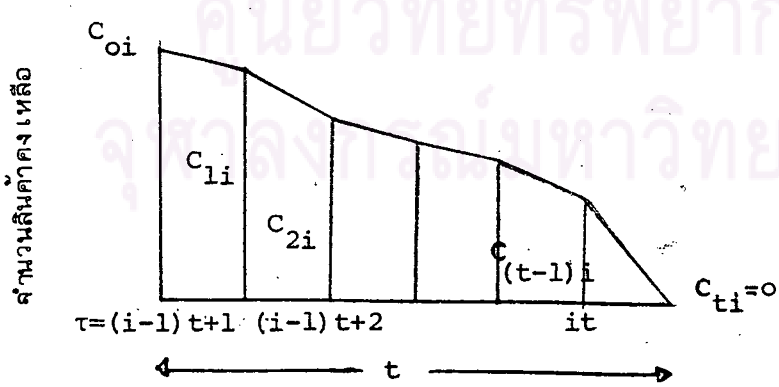
1.3 ปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง

$$= \sum_{\tau=(i-1)t}^{it} (a+b\tau)S_{(\tau \bmod 12)} - \text{On Hand} - \text{On Order}$$

โดยที่ On Hand = สินค้าในมือที่มีอยู่ ณ ต้นเวลา (i-1)t

On Order = สินค้าที่สั่งแล้วแต่ยังไม่ได้รับ ณ ต้นหน่วยเวลา (i-1)t

1.4 ปริมาณสินค้าที่จะต้องเก็บรักษาตลอดระยะเวลา t ของวงจรที่ i ใด ๆ



รูปที่ 3.10 แสดงจำนวนสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร

ปริมาณสินค้าคงเหลือในแต่ละวงจร $= \dfrac{C_{oi} + 2C_{1i} + 2C_{2i} + \ldots + 2C_{(t-1)i} + 0}{2}$

โดยที่ C_{oi} = ปริมาณความต้องการสินค้าสำหรับช่วง I_i ที่มีความยาว t หน่วยเวลาล่วงหน้า

$$= \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} (a+b\tau)S_{(\tau \bmod 12)}$$

$$C_{1i} = C_{oi} - [a+b\{(i-1)t+1\}]S_{(((i-1)t+1) \bmod 12)}$$

$$C_{2i} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{2} [a+b\{(i-1)t+j\}]S_{(((i-1)t+j) \bmod 12)}$$

.
.
.

$$C_{ti} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{t} [a+b\{(i-1)t+j\}]S_{(((i-1)t+j) \bmod 12)}$$

$$= 0$$

1.5 ค่าใช้จ่ายในแต่ละวงจร = K + (ปริมาณสินค้าคงเหลือที่จะต้องเก็บรักษาในวงจรที่ i ใด ๆ) .H

∴ ค่าใช้จ่ายรวมตลอดระยะเวลา T = ผลรวมของค่าใช้จ่ายในแต่ละวงจรรวมทั้งสิ้น n วงจร

2. นโยบายการสั่งสินค้า เมื่อใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียวในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

2.1 ปริมาณความต้องการสินค้าที่พยากรณ์สำหรับช่วง I_i ที่มีความยาว t หน่วยเวลาล่วงหน้า $= \sum_{\tau=(i-1)t+1}^{it} (a+b\tau)$

2.2 ปริมาณความต้องการสินค้าที่พยากรณ์ในช่วงเวลานำ

$$= \sum_{\tau=(i-1)t}^{(i-1)t+l} (a+b\tau)$$

2.3 ปริมาณสินค้าที่จะสั่งในแต่ละครั้ง

$$= \sum_{\tau=(i-1)t}^{it} (a+b\tau) - \text{On Hand} - \text{On Order} + \text{Backorder}$$

โดยที่ On Hand = จำนวนสินค้าในมือที่มีอยู่ ณ ต้นหน่วยเวลา (i-1)t

On Order = จำนวนสินค้าที่สั่งไปแล้วแต่ยังไม่ได้รับ ณ ต้นหน่วยเวลา (i-1)t

Backorder = จำนวนสินค้าที่ไม่สามารถจัดหาให้แก่ลูกค้าได้แต่ลูกค้าสั่งจองไว้สะสมจนถึงต้นหน่วยเวลา (i-1)t

2.4 ปริมาณสินค้าที่จะต้องเก็บรักษา

เนื่องจากความต้องการของลูกค้าอยู่ในลักษณะ

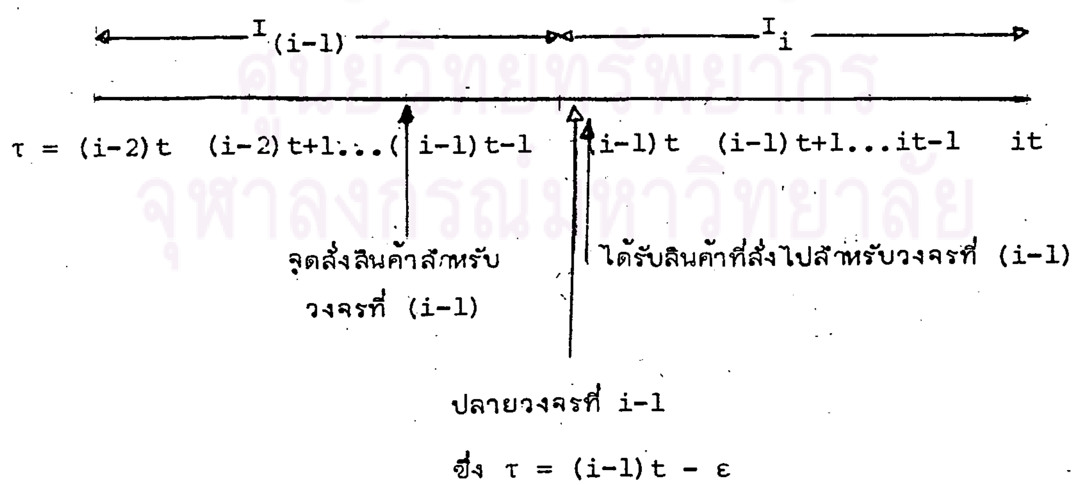
$$Y = (a+b\tau)S_{(\tau \bmod 12)}$$

แต่พยากรณ์ความต้องการของลูกค้าด้วย $Y = a+b\tau$

ดังนั้นในแต่ละวงจรอาจจะมีสินค้าเหลือในสต๊อคหรือบางวงจรอาจจะมีสินค้าขาดมือ อาจแยกพิจารณาดังนี้

<u>สำหรับวงจรที่ i ใด ๆ</u>

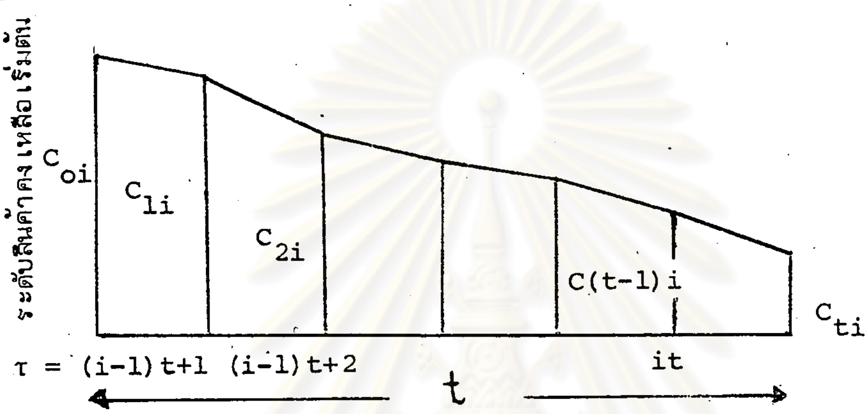
ปริมาณสินค้าคงเหลือเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i = ปริมาณสินค้าที่สั่งไปสำหรับวงจรที่ (i-1) (สั่งที่ $\tau = (i-1)t$) + ปริมาณสินค้าในมือที่เหลืออยู่ ณ เวลาปลายวงจรที่ (i-1) ; ($\tau=(i-1)t-\varepsilon$) - ปริมาณสินค้าสั่งจองรวมทั้งหมดในวงจรที่ (i-1)



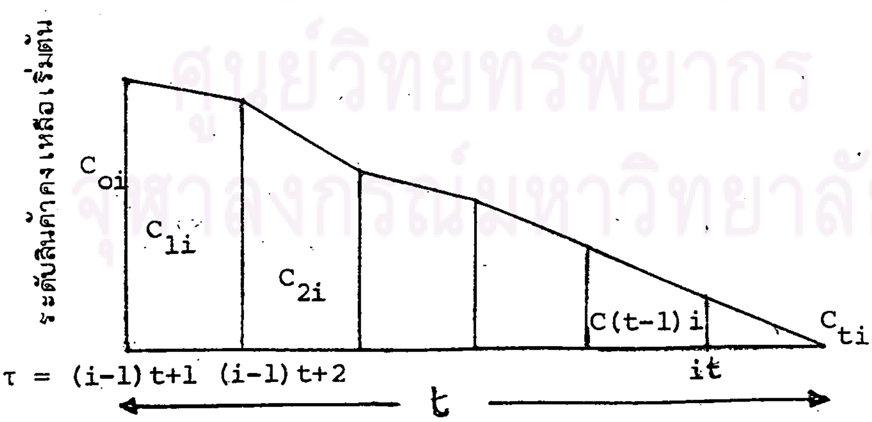
รูปที่ 3.11 แสดงเวลาสั่งและได้รับสินค้าในแต่ละวงจร

2.4.1 ถ้าปริมาณสินค้าคงเหลือเมื่อเริ่มต้นวงจร ที่ i มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับปริมาณความต้องการของลูกค้าในวงจรที่ i

ในกรณีนี้จะไม่มีสินค้าขาดมือ นั่นคือ ปริมาณของสินค้าคงเหลือในวงจรจะเพียงพอกับปริมาณความต้องการของลูกค้า ดังแสดงในรูป 3.12 และ 3.13



รูปที่ 3.12 แสดงปริมาณสินค้าคงเหลือเริ่มต้นมากกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้า



รูปที่ 3.13 แสดงปริมาณสินค้าคงเหลือเริ่มต้น เท่ากับปริมาณความต้องการของลูกค้า

จำนวนสินค้าคงเหลือที่ต้องเก็บรักษาตลอดเวลาใน I_i

$$= \frac{C_{oi}+2C_{1i}+2C_{2i}+\ldots\ldots\ldots + 2C_{(t-1)i} + C_{ti}}{2}$$

ซึ่ง C_{oi} = ระดับสินค้าคงเหลือเริ่มต้น

$$C_{1i} = C_{oi}-\left[a+b\{(i-1)t+1\}\right]S_{\{((i-1)t+1)\bmod 12\}}$$

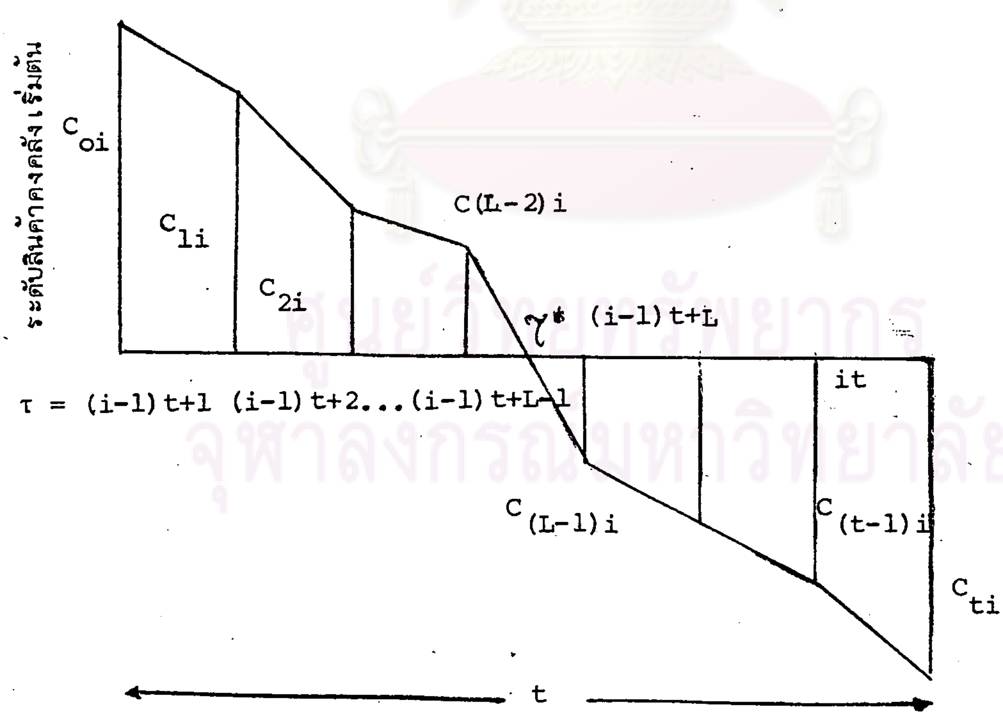
$$C_{2i} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{2} \left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]S_{\{((i-1)t+j)\bmod 12\}}$$

$$\vdots$$

$$C_{ti} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{t} \left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]S_{\{((i-1)t+j)\bmod 12\}}$$

2.4.2 ถ้าปริมาณสินค้าคงเหลือเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i มีค่ามากกว่าศูนย์แต่น้อยกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้า

ในกรณีนี้จะมีจำนวนสินค้าคงเหลืออยู่จำนวนหนึ่งที่จะต้องเก็บรักษาในระยะเวลาหลังต่อจากนั้นก็จะมีสินค้าขาดมือเกิดขึ้น

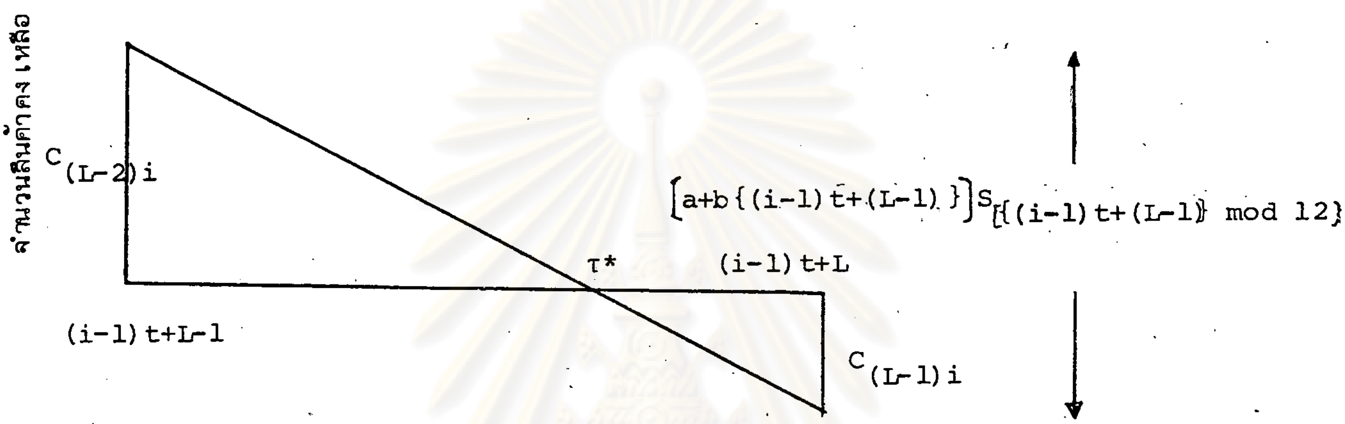


รูปที่ 3.14 แสดงปริมาณสินค้าคงเหลือเริ่มต้นมีค่ามากกว่าศูนย์แต่น้อยกว่าปริมาณความต้องการของลูกค้า

สำหรับกรณีนี้ทุก ๆ ต้นหน่วยเวลาจะต้องตรวจสอบทุกครั้งว่า ยังมีจำนวนสินค้าคงเหลือ เหลืออยู่เท่าไร เพื่อจะได้ทราบว่าเกิดสินค้าขาดมือขึ้นในหน่วยเวลาใด

สมมุติว่าเกิดสินค้าขาดมือขึ้นในหน่วยเวลาที่ (i-1) t+L ดังนั้นจะต้องหาว่า ณ เวลาใด ที่สินค้าคงเหลือหมดพอดี โดยใช้คุณสมบัติของสามเหลี่ยมคล้าย

สมมุติให้สินค้าคงเหลือหมด เมื่อเวลา τ^*



รูปที่ 3.15 แสดงปริมาณสินค้าคงเหลือและปริมาณสินค้าขาดมือในหน่วยเวลาที่เกิดสินค้าขาดมือเป็นครั้งแรก

$$\frac{\tau^* - \{(i-1)t+L-1\}}{1} = \frac{C_{(L-2)i}}{[a+b\{(i-1)t+(L-1)\}]S_{[\{(i-1)t+(L-1)\}\mathrm{mod}12]}}$$

$$\tau^* - \{(i-1)t+L-1\} = \frac{C_{(L-2)i}}{[a+b\{(i-1)t+(L-1)\}]S_{[\{(i-1)t+(L-1)\}\mathrm{mod}12]}}$$

$\therefore$ ปริมาณสินค้าคงเหลือที่จะต้องเก็บรักษาในวงจรที่ i ใด ๆ คือ

$$= \frac{C_{oi} + 2C_{1i} + 2C_{2i} + \ldots + 2C_{(L-3)i} + C_{(L-2)i}}{2}$$

$$+ \frac{1}{2} C_{(L-2)i} \left\{ \frac{C_{(L-2)i}}{[a+b\{(i-1)t+(L-1)\}]S_{[\{(i-1)t+(L-1)\}\mathrm{mod}12]}} \right\}$$

$$= \frac{C_{oi} + 2C_{1i} + \dots + 2C_{(L-3)i} + C_{(L-2)i}}{2}$$

$$+ \frac{1}{2} \frac{\{C_{(L-2)i}\}^2}{\left[a+b\{(i-1)t+(L-1)\}\right]S_{\left[\{(i-1)t+(L-1)\}\mathrm{mod}12\right]}}$$

และปริมาณสินค้าขาดมือในวงจรที่ i ใด ๆ คือ

$$= \frac{1}{2} \left\{\left[a+b\{(i-1)t+(L-1)\}\right]S_{\left[\{(i-1)t+L-1\}\mathrm{mod}12\right]} - C_{(L-2)i}\right\} \left\{1 - \frac{C_{(L-2)i}}{\left[a+b\{(i-1)t+(L-1)\}\right]S_{\left[\{(i-1)t+(L-1)\}\mathrm{mod}12\right]}}\right\}$$

$$- \left\{\frac{C_{(L-1)i} + 2C_{Li} + 2C_{(L+1)i} + \dots + 2C_{(t-1)i} + C_{ti}}{2}\right\}$$

โดยที่ C_{oi} = จำนวนสินค้าคงเหลือเมื่อเริ่มต้นวงจรที่ i

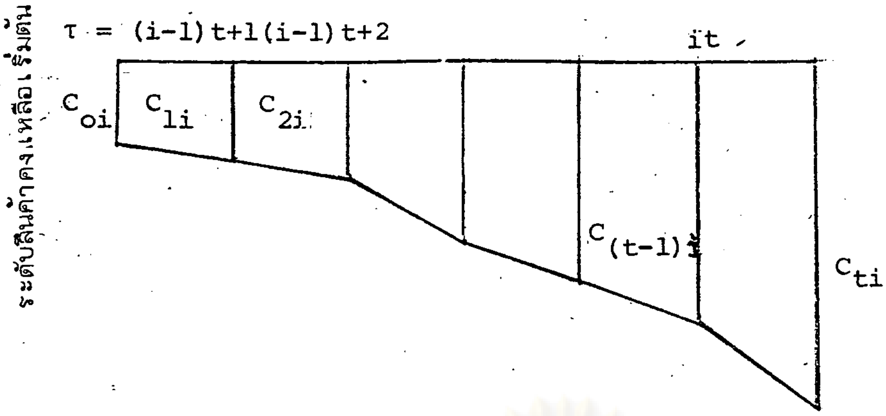
$$C_{1i} = C_{oi} - \left[a+b\{(i-1)t+1\}\right]S_{\left[\{(i-1)t+1\}\mathrm{mod}12\right]}$$

$$C_{2i} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{2} \left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]S_{\left[\{(i-1)t+j\}\mathrm{mod}12\right]}$$

$$\vdots$$

$$C_{ti} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{t} \left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]S_{\left[\{(i-1)t+j\}\mathrm{mod}12\right]}$$

2.4.3 ในกรณีที่สินค้าคงเหลือเริ่มต้นวงจรที่ i มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับศูนย์ ในกรณีนี้จะไม่มีสินค้าที่จะต้องเก็บรักษา แต่จะมีสินค้าขาดมือเกิดขึ้นตลอดวงจร ดังรูป 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงปริมาณสินค้าขาดมือตลอดวงจรเมื่อเกิดสินค้าขาดมือตั้งแต่เริ่มต้นวงจร

$\therefore$ จำนวนสินค้าขาดมือตลอดเวลาวงจรคือ $= -\left\{\dfrac{C_{oi}+2C_{1i}+2C_{2i}+\ \ldots\ +2C_{(t-1)i}+C_{ti}}{2}\right\}$

c_{oi} = จำนวนสินค้าคงเหลือเริ่มต้น

$$C_{1i} = C_{oi} - \left[a+b\{(i-1)t+1\}\right]S_{[((i-1)t+1)\mathrm{mod}12]}$$

$$C_{2i} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{2}\left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]S_{[((i-1)+j)\mathrm{mod}12]}$$

$$\vdots$$

$$C_{ti} = C_{oi} - \sum_{j=1}^{t}\left[a+b\{(i-1)t+j\}\right]S_{[((i-1)t+j)\mathrm{mod}12]}$$

2.5 ค่าใช้จ่ายในแต่ละวงจร = K +(จำนวนสินค้าคงเหลือที่จะต้องดูแลรักษาในวงจรที่ i ใด ๆ). H + (จำนวนสินค้าขาดมือในวงจรที่ i ใด ๆ) .P

$\therefore$ ค่าใช้จ่ายรวม = ผลรวมของค่าใช้จ่ายในแต่ละวงจรทั้งสิ้น n วงจร

3. คำนวณค่าใช้จ่ายรวมสำหรับแต่ละวิธีการสั่งสินค้าตามข้อ 1) และ 2) ที่ทุก ๆ ค่า t

4. เลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการสั่งสินค้าที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด

5. เปรียบเทียบวิธีการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธี โดยคำนวณสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมของวิธีที่ใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ เทียบกับค่าใช้จ่ายรวมของวิธีที่ใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์

6. คำนวณค่าใช้จ่ายของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีแล้วเปรียบเทียบกัน ตามข้อ 1) ถึง 5) ที่ทุก ๆ ชุดของค่าใช้จ่ายและทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลสำหรับแต่ละสมการแนวโน้ม

3.2.1.4 <u>ผลการวิเคราะห์</u>

จากการศึกษาถึงชุดของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง 14 ชุด และศึกษาภายในระยะเวลา 12 หน่วยเวลา นั่นคือ T = 12

$$\tau = 1, 2, \ldots\ldots 12$$

$$t = 1, 2, 3, 4, 6, 12$$

โดยพิจารณาชุดของค่าดัชนีฤดูกาล 50 ชุด ซึ่งมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 1 ถึง 60 (แสดงในภาคผนวก ข-4) จากสมการแนวโน้ม 10 สมการ คือ

$$Y = 10 + 5\tau$$

$$Y = 10 + 20\tau$$

$$Y = 10 + 30\tau$$

$$Y = 5 + 20\tau$$

$$Y = 13 + 20\tau$$

$$Y = 150 - 5\tau$$

$$Y = 150 - 7\tau$$

$$Y = 150 - 9\tau$$

$$Y = 100 - 5\tau$$

$$Y = 120 - 5\tau$$

ได้ข้อสังเกตต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อค่าความชัน (Slope) ของสมการแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าของทั้ง 2 วิธีจะเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายและทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล (ดูแถวที่ 1, 2, 3 จากตารางที่ 1.1-1.50 ภาคผนวก ข-1)

ทั้งนี้เพราะเมื่อความต้องการของลูกค้าสูงก็ต้องสั่งสินค้าจำนวนมาก ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาก็จะต้องมากขึ้นตามไปด้วย จึงมีผลให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่ามาก ดังตัวอย่างในตาราง 3.6 และ 3.7

2. เมื่อค่าความชัน (Slope) เท่ากัน แต่ค่าจุดตัดแกน Y (Y - Intercept) ของสมการแนวโน้มต่างกัน ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมแตกต่างกัน คือถ้าค่าจุดตัดแกน Y มีค่ามาก ก็ให้ค่าใช้จ่ายรวมที่มีค่ามากด้วย แต่ถ้าจุดตัดแกน Y มีค่าน้อย ก็ให้ค่าใช้จ่ายรวมที่มีค่าต่ำ (ดูแถวที่ 2, 4, 5 ในตาราง 1.1 - 1.50 ของภาคผนวก ข-1) ดังตัวอย่างในตาราง 3.8 และ 3.9

3. เมื่อค่าความชัน (Slope) ของสมการแนวโน้มมีค่าลดลง (มีค่าเป็นลบ) ค่าใช้จ่ายรวมจากวิธีการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีก็จะมีค่าลดลงด้วย สำหรับทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่าย และทุกค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล (ดูแถวที่ 6, 7, 8 ในตารางที่ 1-50 ภาคผนวก ข-1) ดังตัวอย่างในตารางที่ 3.10 และ 3.11

จาก 1, 2, 3 สามารถสรุปได้ว่า สำหรับนโยบายการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธี ขนาดของสมการแนวโน้มจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายรวม สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล และทุก ๆ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ถ้าสมการแนวโน้มมีขนาดใหญ่ ค่าใช้จ่ายรวมจะสูง ถ้าสมการแนวโน้มมีขนาดเล็กค่าใช้จ่ายรวมก็จะต่ำ ทั้งนี้เพราะเมื่อความต้องการของลูกค้าสูงก็จำเป็นต้องสั่งสินค้าจำนวนมากทำให้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสูง แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าความต้องการของลูกค้ามีค่าน้อย สินค้าที่สั่งในแต่ละครั้งก็มีจำนวนน้อยดังนั้นค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาจึงต่ำกว่ากรณีแรก ซึ่งมีผลให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าด้วย ซึ่งขนาดของสมการแนวโน้มในที่นี้จะขึ้นอยู่กับทั้งค่าความชัน และค่าจุดตัดแกน Y ในสมการแนวโน้มนั้นและมีผลต่อค่าใช้จ่ายรวม

4. โดยเฉลี่ยแล้วสำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล ในแต่ละสมการแนวโน้มวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะเสียค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียว และในกรณีที่ค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือ (Shortage Cost) มีค่าสูง การใช้ทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะเสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มมากอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตาราง 3.12

อย่างไรก็ตามผู้อ่านสามารถศึกษาถึงความสัมพันธ์ของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลที่เพิ่มขึ้นประกอบกับค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยดูค่าของสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่าย-รวมที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล ได้จาก

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสมการแนวโน้มมีค่าความชันต่างกันที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 1.13

Cost / Trend	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$10 + 5\tau$	3676.97,1 3674.92,1 100.06	3676.98,1 3674.92,1 100.06	3677.00,1 3674.92,1 100.06	3677.02,1 3674.92,1 100.06	3677.04,1 3674.92,1 100.06	3677.12,1 3674.92,1 100.06	3677.21,1 3674.92,1 100.06	3677.30,1 3674.92,1 100.06	3677.38,1 3674.92,1 100.07	3677.47,1 3674.92,1 100.07	3677.56,1 3674.92,1 100.07	3677.64,1 3674.92,1 100.07	3677.73,1 3674.92,1 100.08	3677.82,1 3674.92,1 100.08
$10 + 20\tau$	6607.06,1 6599.70,1 100.11	6607.11,1 6599.70,1 100.11	6607.16,1 6599.70,1 100.11	6607.21,1 6599.70,1 100.11	6607.26,1 6599.70,1 100.11	6607.52,1 6599.70,1 100.12	6607.77,1 6599.70,1 100.12	6608.03,1 6599.70,1 100.13	6608.28,1 6599.70,1 100.13	6608.54,1 6599.70,1 100.13	6608.80,1 6599.70,1 100.14	6609.05,1 6599.70,1 100.14	6609.31,1 6599.70,1 100.15	6609.56,1 6599.70,1 100.15
$10 + 30\tau$	8560.45,1 8549.55,1 100.13	8560.53,1 8549.55,1 100.13	8560.60,1 8549.55,1 100.13	8560.67,1 8549.55,1 100.13	8560.75,1 8549.55,1 100.13	8561.12,1 8549.55,1 100.14	8561.48,1 8549.55,1 100.14	8561.85,1 8549.55,1 100.14	8562.22,1 8549.55,1 100.15	8562.59,1 8549.55,1 100.15	8562.96,1 8549.55,1 100.16	8563.33,1 8549.55,1 100.16	8563.70,1 8549.55,1 100.17	8564.06,1 8549.55,1 100.17

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าใช้จ่ายรวม เมื่อสมการแนวโน้มมีค่าความชันต่างกัน ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 16.35

COST / TREND	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
10 + 5τ	3807.48,1 3654.92,1 104.17	3812.27,1 3654.92,1 104.31	3817.06,1 3654.92,1 104.44	3821.85,1 3654.92,1 104.57	3826.63,1 3654.92,1 104.70	3850.57,1 3654.92,1 105.35	3874.51,1 3654.92,1 106.01	3898.45,1 3654.92,1 106.66	3922.39,1 3654.92,1 107.32	3946.33,1 3654.92,1 107.97	3970.27,1 3654.92,1 108.63	3994.21,1 3654.92,1 109.28	4018.14,1 3654.92,1 109.94	4042.08,1 3654.92,1 110.59
10 + 20τ	7091.67,1 6519.66,1 108.77	7107.56,1 6519.66,1 109.02	7123.44,1 6519.66,1 109.26	7139.32,1 6519.66,1 109.50	7155.20,1 6519.66,1 109.75	7234.61,1 6519.66,1 110.97	7314.02,1 6519.66,1 112.18	7393.43,1 6519.66,1 113.40	7472.84,1 6519.66,1 114.62	7552.25,1 6519.66,1 115.84	7631.65,1 6519.66,1 117.06	7711.06,1 6519.66,1 118.27	7790.47,1 6519.66,1 119.49	7869.88,1 6519.66,1 120.71
10 + 30τ	9281.14,1 8429.49,1 110.10	9340.42,1 8429.49,1 110.38	9327.70,1 8429.49;1 110.66	9350.98,1 8429.49,1 110.93	9374.25,1 8429.49,1 111.21	9490.65,1 8429.49,1 112.59	9607.04,1 8429.49,1 113.97	9723.43,1 8429.49,1 115.35	9839.82,1 8429.49,1 116.73	9956.21,1 8429.49,1 118.11	10072.60,1 8429.49,1 119.49	10188.99,1 8429.49,1 120.87	10305.38,1 8429.49,1 122.25	10421.77,1 8429.49,1 123.63

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือ ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า (Y-Intercept) ต่างกัน ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 2.06

Cost / Trend	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
5 + 20τ	6459.28,1	6459.66,1	6460.04,1	6460.42,1	6460.81,1	6462.71,1	6464.62,1	6466.52,1	6468.43,1	6470.33,1	6472.24,1	6474.15,1	6476.05,1	6477.96,1
	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1	6451.67,1
	100.12	100.12	100.13	100.14	100.14	100.17	100.20	100.23	100.26	100.29	100.32	100.35	100.38	100.41
13 + 20τ	6699.77,1	6700.16,1	6700.56,1	6700.96,1	6701.36,1	6703.34,1	6705.32,1	6707.31,1	6709.29,1	6711.28,1	6713.26,1	6715.25,1	6717.23,1	6719.21,1
	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1	6691.67,1
	100.12	100.13	100.13	100.14	100.14	100.17	100.20	100.23	100.26	100.29	100.32	100.35	100.38	100.41

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า (Y-Intercept) ต่างกันที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 25.93

COST / TREND	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
5 + 20τ	6913.58,1	6929.96,1	6946.33,1	6962.71,1	6979.08,1	7060.95,1	7142.83,1	7224.70,1	7306.57,1	7388.45,1	7470.32,1	7552.19,1	7634.06,1	7715.94,1
	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1	6444.88,1
	107.27	107.53	107.78	108.03	108.29	109.56	110.83	112.10	113.37	114.64	115.91	117.18	118.45	119.72
13 + 20τ	7172.03,1	7189.57,1	7207.12,1	7224.66,1	7242.20,1	7329.92,1	7417.64,1	7505.36,1	7593.08,1	7680.80,1	7768.52,1	7856.24,1	7943.96,1	8031.68,1
	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1	6684.88,1
	107.29	107.55	107.81	108.07	108.34	109.65	110.96	112.27	113.59	114.90	116.21	117.52	118.83	120.15

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือ ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้ม เทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่าความชันของสมการแนวโน้มลดลง ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 1.13

Cost / Trend	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
150 - 5τ	5927.36 ,1 5925.08 ,1 100.04	5927.45,1 5925.08,1 100.04	5927.53,1 5925.08,1 100.04	5927.61 ,1 5925.08 ,1 100.04	5927.69 ,1 5925.08 ,1 100.04	5928.10 ,1 5925.08 ,1 100.05	5928.51 ,1 5925.08 ,1 100.06	5928.92 ,1 5925.08 ,1 100.06	5929.33 ,1 5925.08 ,1 100.07	5929.73 ,1 5925.08 ,1 100.08	5930.14 ,1 5925.08 ,1 100.09	5930.55 ,1 5925.08 ,1 100.09	5930.96 ,1 5925.08 ,1 100.10	5931.37,1 5925.08,1 100.11
150 - 7τ	5536.69 ,1 5535.11 ,1 100.03	5536.76,1 5535.11,1 100.03	5536.84,1 5535.11,1 100.03	5536.92 ,1 5535.11 ,1 100.03	5537.00 ,1 5535.11 ,1 100.03	5537.38 ,1 5535.11 ,1 100.04	5537.77 ,1 5535.11 ,1 100.05	5538.16 ,1 5535.11 ,1 100.06	5538.54 ,1 5535.11 ,1 100.06	5538.93 ,1 5535.11 ,1 100.07	5539.32 ,1 5535.11 ,1 100.08	5539.71 ,1 5535.11 ,1 100.08	5540.09 ,1 5535.11 ,1 100.09	5540.48,1 5535.11,1 100.10
150 - 9τ	5146.01 ,1 5145.14 ,1 100.02	5146.08,1 5145.14,1 100.02	5146.16,1 5145.14,1 100.02	5146.23 ,1 5145.14 ,1 100.02	5146.30 ,1 5145.14 ,1 100.02	5146.67 ,1 5145.14 ,1 100.03	5147.03 ,1 5145.14 ,1 100.04	5147.40 ,1 5145.14 ,1 100.04	5147.76 ,1 5145.14 ,1 100.05	5148.13 ,1 5145.14 ,1 100.06	5148.50 ,1 5145.14 ,1 100.07	5148.86 ,1 5145.14 ,1 100.07	5149.23 ,1 5145.14 ,1 100.08	5149.59,1 5145.14,1 100.09

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือ ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.11 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่าความชันของสมการแนวโน้มลดลง ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 29.04

COST / TREND	H;P=5;1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
150 - 5 τ	5984.54,1 5950.58,1 100.57	6017.22,1 5950.58,1 101.12	6049.89,1 5950.58,1 101.67	6082.57,1 5950.58,1 102.22	6115.25,1 5950.58,1 102.77	6278.62,1 5950.58,1 105.51	6442.00,1 5950.58,1 108.26	6605.38,1 5950.58,1 111.00	6768.76,1 5950.58,1 113.75	6932.13,1 5950.58,1 116.50	7095.51,1 5950.58,1 119.24	7258.89,1 5950.58,1 121.99	7422.27,1 5950.58,1 124.73	7585.64,1 5950.58,1 127.48
150 - 7 τ	5568.32,1 5570.81,1 99.96	5599.09,1 5570.81,1 100.51	5629.85,1 5570.81,1 101.06	5660.62,1 5570.81,1 101.61	5691.38,1 5570.81,1 102.16	5845.21,1 5570.81,1 104.93	5999.03,1 5570.81,1 107.69	6152.85,1 5570.81,1 110.45	6306.68,1 5570.81,1 113.21	6460.50,1 5570.81,1 115.97	6614.32,1 5570.81,1 118.73	6768.15,1 5570.81,1 121.49	6921.97,1 5570.81,1 124.25	7075.79,1 5570.81,1 127.02
150 - 9 τ	5152.28,1 5191.04,1 99.25	5181.17,1 5191.04,1 99.81	5210.05,1 5191.04,1 100.37	5238.94,1 5191.04,1 100.92	5267.82,1 5191.04,1 101.48	5412.24,1 5191.04,1 104.26	5556.66,1 5191.04,1 107.04	5701.08,1 5191.04,1 109.83	5845.50,1 5191.04,1 112.61	5989.92,1 5191.04,1 115.39,1	6134.34,1 5191.04,1 118.17	6278.76,1 5191.04,1 120.95	6423.18,1 5191.04,1 123.74	6567.60,1 5191.04,1 126.52

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือ ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการส่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวม เมื่อกำหนดนโยบายการส่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.12 แสดงค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะต่ำกว่าค่าใช้จ่ายรวม เมื่อสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูงขึ้น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล เท่ากับ 16.35

TREND \ COST	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
5 + 20τ	6935.30,1 6369.66,1 108.88	6950.64,1 6369.66,1 109.12	6965.98,1 6369.66,1 109.36	6981.32,1 6369.66,1 109.60	6996.65,1 6369.66,1 109.84	7073.34,1 6369.66,1 111.05	7150.03,1 6369.66,1 112.25	7226.71,1 6369.66,1 113.46	7303.40,1 6369.66,1 114.66	7380.09,1 6369.66,1 115.86	7456.78,1 6369.66,1 117.07	7533.46,1 6369.66,1 118.27	7610.15,1 6369.66,1 119.47	7686.84,1 6369.66,1 120.68
13 + 20τ	7185.50,1 6609.66,1 108.71	7201.71,1 6609.66,1 108.96	7217.92,1 6609.66,1 109.20	7234.12,1 6609.66,1 109.45	7250.33,1 6609.66,1 109.69	7331.37,1 6609.66,1 110.92	7412.42,1 6609.66,1 112.15	7493.46,1 6609.66,1 113.37	7574.50,1 6609.66,1 114.60	7655.54,1 6609.66,1 115.82	7736.58,1 6609.66,1 117.05	7817.63,1 6609.66,1 118.28	7898.67,1 6609.66,1 119.50	7979.71,1 6609.66,1 120.73
150 - 5τ	5997.30,1 5945.09,1 100.88	6010.07,1 5945.09,1 101.09	6022.84,1 5945.09,1 101.31	6035.61,1 5945.09,1 101.52	6048.38,1 5945.09,1 101.74	6112.23,1 5945.09,1 102.81	6176.09,1 5945.09,1 103.89	6239.94,1 5945.09,1 104.96	6303.80,1 5945.09,1 106.03	6367.65,1 5945.09,1 107.11	6431.50,1 5945.09,1 108.18	6495.36,1 5945.09,1 109.26	6559.21,1 5945.09,1 110.33	6623.07,1 5945.09,1 111.40
150 - 7τ	5559.56,1 5563.12,1 99.94	5570.87,1 5563.12,1 100.14	5582.19,1 5563.12,1 100.34	5593.51,1 5563.12,1 100.55	5604.83,1 5563.12,1 100.75	5661.41,1 5563.12,1 101.77	5718.00,1 5563.12,1 102.78	5774.58,1 5563.12,1 103.80	5831.17,1 5563.12,1 104.82	5887.76,1 5563.12,1 105.84	5944.34,1 5563.12,1 106.85	6000.93,1 5563.12,1 107.87	6057.51,1 5563.12,1 108.89	6114.10,1 5563.12,1 109.90

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือ ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือ ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวม เมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้ม เทียบกับค่าใช้จ่ายรวม เมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 1.1 - 1.50 ในภาคผนวก ข-1 เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าควรนำค่าดัชนีฤดูกาลมาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าหรือไม่ แต่สามารถสรุปเป็นเกณฑ์กว้าง ๆ ได้ดังนี้

4.1 เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลอยู่ระหว่าง 1-10 สามารถใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียวได้ในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าสำหรับทุกขนาดของสมการแนวโน้มและทุกขนาดของค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพราะค่าใช้จ่ายรวมจากการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธี มีค่าใกล้เคียงกัน ในกรณีที่ค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูงการใช้ค่าแนวโน้มกับค่าดัชนีฤดูกาลจะเสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าอีกวิธีหนึ่งไม่เกิน 5%

4.2 เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล มีค่าระหว่าง 10-20 สำหรับทุก ๆ ขนาดของสมการแนวโน้มถ้าค่าใช้จ่ายจากการเกิดสินค้าขาดมือมีค่าต่ำกว่าค่าใช้จ่ายของการเก็บรักษาการใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการสั่งสินค้าจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าการใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียวประมาณ 5% แต่ในกรณีที่ค่าใช้จ่ายในการเกิดสินค้าขาดมือมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาการสั่งสินค้าที่ใช้ทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะประหยัดกว่าการใช้เฉพาะค่าแนวโน้มมากอย่างเห็นได้ชัดเจน

4.3 เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าสูงตั้งแต่ 20 ขึ้นไป วิธีการสั่งสินค้าโดยใช้ทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะให้ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าการใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียว สำหรับทุกขนาดของสมการแนวโน้มและทุก ๆ ขนาดของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องแต่อาจจะใช้วิธีการสั่งที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มได้ ถ้าสมการแนวโน้มมีขนาดเล็กและค่าใช้จ่ายในการเกิดสินค้าขาดมือมีค่าต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา

ข้อสังเกต

1. เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลมีค่าน้อยกว่า 24 ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าของวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มกับค่าดัชนีฤดูกาล จะเป็นช่วงเวลาเดียวกันกับวิธีที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มในการสั่งสินค้าแต่เมื่อค่าความแปรปรวนของดัชนีฤดูกาลมีค่ามากกว่า 24 ช่วงเวลา ที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าของวิธีที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มจะกว้างกว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมของการสั่งสินค้าที่ใช้ทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

2. สำหรับนโยบายการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมเปลี่ยนแปลงไปด้วยสำหรับสมการแนวโน้มสมการเดียวกันและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องชุดเดียวกัน แต่ไม่จำเป็นว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงแล้วค่าใช้จ่ายรวมจะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังแสดงในตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3.13 ตารางแสดงค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าที่พิจารณาค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า สำหรับแต่ละสมการแนวโน้มและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลค่าต่าง ๆ

สมการแนวโน้ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล		
	2.06	25.93	29.04
$10 + 5\tau$	3675.42	3673.72	3649.42
$10 + 20\tau$	6601.67	6594.28	6497.69
$10 + 30\tau$	8552.50	8542.32	8396.53
$100 - 5\tau$	4424.58	4426.28	4450.58
$120 - 5\tau$	5024.58	5026.28	5050.58

3.2.2 เมื่อความต้องการของลูกค้ามีค่าแนวโน้มในลักษณะ $y = a + b\tau + c\tau^2$ และมีความผันแปรตามฤดูกาล

3.2.2.1 ข้อสมมุติของแบบจำลอง

1. ทราบจำนวนความต้องการของลูกค้าแน่นอน (Deterministic Demand) ว่าอัตราความต้องการของลูกค้า มีลักษณะดังสมการ $y = (a+b\tau+c\tau^2)S_{(\tau \bmod 12)}$; $\tau = 1,2,...T$ โดยที่ $S_{(\tau \bmod 12)}$ คือค่าดัชนีฤดูกาลของหน่วยเวลา (เดือน) ที่ τ
2. ศึกษาเพื่อวางแผนระบบการควบคุมสินค้าคงเหลือภายในช่วงระยะเวลา T หน่วยเวลา (เดือน)
3. ได้รับสินค้าครบตามปริมาณที่สั่งทุกครั้ง
4. ได้รับสินค้าหลังจากเวลาที่สั่ง 1 หน่วยเวลา (Lead Time = 1)
5. สั่งสินค้าที่ทุก ๆ ช่วงเวลา I_i ; $(i = 1,2,...n)$ และจะสั่งสินค้าทั้งสิ้น n ครั้ง ซึ่ง $n = \frac{T}{t}$ โดยที่ t เป็นค่าที่หาร T ลงตัว นั่นคือสั่งสินค้าที่ต้นหน่วยเวลา $(i - 1)t$; $i = 1,2,...n$

3.2.2.2 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง

1. หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด สำหรับวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

2. หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุด สำหรับวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

3. เปรียบเทียบวิธีการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีดังกล่าวว่าค่าใช้จ่ายรวมและช่วงเวลาที่เหมาะสมของแต่ละวิธีเหมือนหรือต่างกันเพียงไร

3.2.2.3 ขั้นตอนของการวิเคราะห์

เหมือนกับหัวข้อ 3.2.1.3 แต่เปลี่ยนปริมาณต่าง ๆ ที่อยู่ในลักษณะ $(a + b\tau)S_{(\tau \bmod 12)}$ หรือ $(a + b\tau)$ เป็น $(a + b\tau + c\tau^2)S_{(\tau \bmod 12)}$

และ $(a + b\tau + c\tau^2)$ ตามลำดับเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะความต้องการของลูกค้า

3.2.2.4 ผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาถึงชุดของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง 14 ชุด และศึกษาภายในระยะเวลา 12 หน่วยเวลา นั่นคือ

$$T = 12$$

$$\tau = 1,2,\ldots,12$$

$$t = 1,2,3,4,6,12$$

โดยพิจารณาชุดของค่าดัชนีฤดูกาล 50 ชุด ซึ่งมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 1 ถึง 60 (แสดงในภาคผนวก ข-4) จากสมการแนวโน้ม 5 สมการ คือ

$$y = 5 - 2\tau + \tau^2$$

$$y = 10 - 2\tau + \tau^2$$

$$y = 10 + 2\tau + \tau^2$$

$$y = 10 + 2\tau + 3\tau^2$$

$$y = 22 + 10\tau + 5\tau^2$$

ได้ข้อสังเกตพอสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อสมการแนวโน้มมีค่าจุดตัดแกน y (y-intercept) เพิ่มขึ้น สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล และทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องจะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีคือ การสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า กับ วิธีการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย (ดูแถวที่ 1, 2 ตารางที่ 2.1 - 2.50 ภาคผนวก ข-2) ดังตัวอย่างในตาราง 3.14 และ 3.15

2. เมื่อสมการแนวโน้มมีค่าความชันเพิ่มขึ้น สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล และทุก ๆ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (ดูแถวที่ 2, 3 ตารางที่ 2.1 - 2.50 ในภาคผนวก ข-2) ดังตารางที่ 3.16 และ 3.17

3. เมื่อสมการแนวโน้มมีค่า C เพิ่มขึ้น สำหรับทุก ๆ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาล และทุก ๆ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย (ดูแถวที่ 3, 4 ตารางที่ 2.1-2.50 ในภาคผนวก ข-2) ดังตารางที่ 3.18 และ 3.19

จาก 1,2,3 สรุปได้ว่า สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล และทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อขนาดของสมการแนวโน้มใหญ่ขึ้น จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมเพิ่มขึ้นด้วย และเมื่อขนาดของสมการแนวโน้มลดลงก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมลดลงด้วย ทั้งนี้เพราะเมื่อปริมาณความต้องการของลูกค้าสูงก็ต้องสั่งสินค้ามาก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสูงขึ้น จึงมีผลให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าสูงตามไปด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าปริมาณความต้องการของลูกค้าลดลง จำนวนสินค้าที่จะสั่งก็น้อยลงด้วย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่ำ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำด้วย โดยที่ค่า a, b, c จากสมการแนวโน้ม $a + b\tau + c\tau^2$ จะมีผลต่อขนาดของสมการและมีผลต่อค่าใช้จ่ายรวมทุก ๆ ค่า

4. โดยเฉลี่ยแล้วจากความสัมพันธ์ของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลที่เพิ่มขึ้น ในแต่ละสมการแนวโน้มและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องที่ค่าต่าง ๆ กัน การใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาลในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียว และถ้าค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือ มีค่าสูงขึ้นการใช้นโยบายที่ใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะให้ค่าใช้จ่ายรวมที่ต่ำกว่าการใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียวอยู่มากอย่างเห็นได้ชัดเจน ดังตาราง 3.20

ผู้อ่านสามารถศึกษาถึงความสัมพันธ์ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลที่เพิ่มขึ้นกับสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าโดยใช้เฉพาะค่าแนวโน้มในการกำหนดนโยบายการสั่งเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าที่ใช้ทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล ได้จากตารางที่ 2.1 - 2.50 ในภาคผนวก ข-2 เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าควรจะนำค่าดัชนีฤดูกาลมาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าหรือไม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้บริหาร แต่สามารถสรุปเป็นเกณฑ์กว้าง ๆ ได้ดังนี้

4.1 เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลอยู่ระหว่าง 1-12 การกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาลกับการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียว จะให้ค่าใช้จ่ายรวมใกล้เคียงกันจึงสามารถใช้วิธีการสั่งสินค้าที่ใช้เพียงค่าแนวโน้มได้ แต่ถ้าค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูง การใช้ค่าแนวโน้มกับค่าดัชนีฤดูกาลในการสั่งสินค้าจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าอีกวิธีหนึ่งประมาณ 5 %

4.2 เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลมีค่าตั้งแต่ 12 ขึ้นไป ทุกขนาดของสมการแนวโน้มและทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง วิธีการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนว

ตารางที่ 3.14 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อจุดตัดแกน y ต่างกันที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 4.13

TREND \ COST	H:P= 5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$5-2\tau+\tau^2$	3787.96,1 3774.74,1 100.35	3788.22,1 3774.74,1 100.36	3788.48,1 3774.74,1 100.36	3788.74,1 3774.74,1 100.37	3789.00,1 3774.74,1 100.38	3790.30,1 3774.74,1 100.41	3791.60,1 3774.74,1 100.45	3792.90,1 3774.74,1 100.48	3794.20,1 3774.74,1 100.52	3795.50,1 3774.74,1 100.55	3796.80,1 3774.74,1 100.58	3798.10,1 3774.74,1 100.62	3799.40,1 3774.74,1 100.65	3800.70,1 3774.74,1 100.69
$10-2\tau+\tau^2$	3937.01,1 3924.74,1 100.31	3937.31,1 3924.74,1 100.32	3937.61,1 3924.74,1 100.33	3937.91,1 3924.74,1 100.34	3938.20 3924.74,1 100.34	3939.70,1 3924.74,1 100.38	3941.19,1 3924.74,1 100.42	3942.68 3924.74,1 100.46	3944.17,1 3924.74,1 100.50	3945.66,1 3924.74,1 100.53	3947.15,1 3924.74,1 100.57	3948.64,1 3924.74,1 100.61	3950.13,1 3924.74,1 100.65	3951.62,1 3924.74,1 100.68

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.15 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อจุดตัดแกน y ต่างกันที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 7.09

COST / TREND	H:P = 5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$5-2\tau+\tau^2$	3820.01,1 3770.65,1 101.31	3820.27,1 3770.65,1 101.32	3820.54,1 3770.65,1 101.32	3820.81,1 3770.65,1 101.33	3821.07,1 3770.65,1 101.34	3822.41,1 3770.65,1 101.37	3823.74,1 3770.65,1 101.41	3825.07,1 3770.65,1 101.44	3826.41,1 3770.65,1 101.48	3827.74,1 3770.65,1 101.51	3829.07,1 3770.65,1 101.55	3830.40,1 3770.65,1 101.58	3831.74,1 3770.65,1 101.62	3833.07,1 3770.65,1 101.66
$10-2\tau+\tau^2$	3970.49,1 3920.65,1 101.27	3970.90,1 3920.65,1 101.28	3971.31,1 3920.65,1 101.29	3971.72,1 3920.65,1 101.30	3972.13,1 3920.65,1 101.31	3974.18,1 3920.65,1 101.37	3976.24,1 3920.65,1 101.42	3978.29,1 3920.65,1 101.47	3980.34,1 3920.65,1 101.52	3982.40,1 3920.65,1 101.57	3984.45,1 3920.65,1 101.63	3986.50,1 3920.65,1 101.68	3988.56,1 3920.65,1 101.73	3990.61,1 3920.65,1 101.78

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่าความชันของสมการแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล =10.00

COST / TREND	H:P = 5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$10-2\tau+\tau^2$	3997.30,1 3939.81,1 101.46	3998.15,1 3939.81,1 101.48	3999.00,1 3939.81,1 101.50	3999.85,1 3939.81,1 101.52	4000.69,1 3939.81,1 101.55	4004.94,1 3939.81,1 101.65	4009.18,1 3939.81,1 101.76	4013.42,1 3939.81,1 101.87	4017.66,1 3939.81,1 101.98	4021.91,1 3939.81,1 102.08	4026.15,1 3939.81,1 102.19	4030.39,1 3939.81,1 102.30	4034.63,1 3939.81,1 102.41	4038.87,1 3939.81,1 102.51
$10+2\tau+\tau^2$	4808.25,1 4719.41,1 101.88,1	4809.65,1 4719.41,1 101.91,1	4811.06,1 4719.41,1 101.94	4812.46,1 4719.41,1 101.97	4813.86,1 4719.41,1 102.00	4820.87,1 4719.41,1 102.15	4827.87,1 4719.41,1 102.30	4834.88,1 4719.41,1 102.45	4841.89,1 4719.41,1 102.60	4848.90,1 4719.41,1 102.74	4855.91,1 4719.41,1 102.89	4862.92,1 4719.41,1 103.04	4869.92,1 4719.41,1 103.19	4876.93,1 4719.41,1 103.34

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.17 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่าความชันของสมการแนวโน้มเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 12.91

TREND \ COST	H :P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$10-2\tau+\tau^2$	4019.33,1 3936.58,1 102.10	4020.06,1 3936.58,1 102.12	4020.79,1 3936.58,1 102.14	4021.52,1 3936.58,1 102.16	4022.25,1 3936.58,1 102.18	4025.91,1 3936.58,1 102.27	4029.56,1 3936.58,1 102.36	4033.21,1 3936.58,1 102.45	4036.87,1 3936.58,1 102.55	4040.52 3936.58,1 102.64	4044.18,1 3936.58,1 102.73	4047.83,1 3936.58,1 102.83	4051.48,1 3936.58,1 102.92	4055.14,1 3936.58,1 103.01
$10+2\tau+\tau^2$	4824.59,1 4719.64,1 102.22	4825.84,1 4719.64,1 102,25	4827.09,1 4719.64,1 102.28	4828.35,1 4719.64,1 102.30	4829.60,1 4719.64,1 102.33	4835.87,1 4719.64,1 102.46	4842.14,1 4719.64,1 102.60	4848.41,1 4719.64,1 102.73	4854.68,1 4719.64,1 102.86	4860.95,1 4719.64,1 102.99	4867.22,1 4719.64,1 103.13	4873.49,1 4719.64,1 103.26	4879.76,1 4719.64,1 103.39	4886.03,1 4719.64,1 103.53

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.18 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า c ของสมการแนวโน้มมีความเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล =7.09

COST / TREND	H:P = 5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$10+2\tau+\tau^2$	4766.78,1 4694.71,1 101.54	4767.56,1 4694.71,1 101.55	4768.33,1 4694.71,1 101.57	4769.11,1 4694.71,1 101.58	4769.88,1 4694.71,1 101.60	4773.76,1 4694.71,1 101.68	4777.63,1 4694.71,1 101.77	4781.51,1 4694.71,1 101.85	4785.38,1 4694.71,1 101.93	4789.26,1 4694.71,1 102.01	4793.13,1 4694.71,1 102.10	4797.01,1 4694.71,1 102.18	4800.88,1 4694.71,1 102.26	4804.76,1 4694.71,1 102.34
$10+2\tau+3\tau^2$	8102.11,1 7910.06,1 102.43	8103.49,1 7910.06,1 102.45	8104.88,1 7910.06,1 102.46	8106.26,1 7910.06,1 102.48	8107.64,1 7910.06,1 102.50	8114.54,1 7910.06,1 102.59	8121.44,1 7910.06,1 102.67	8128.34,1 7910.06,1 102.76	8135.25,1 7910.06,1 102.85	8142.15,1 7910.06,1 102.93	8149.05,1 7910.06,1 103.02	8155.95,1 7910.06,1 103.11	8162.86,1 7910.06,1 103.20	8169.76,1 7910.06,1 103.28

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.19 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า c ของสมการแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 18.08

TREND \ COST	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$10+2t+t^2$	4882.40,1 4603.26,1 106.06	4889.45,1 4603.26,1 106.22	4896.50,1 4603.26,1 106.37	4903.55,1 4603.26,1 106.52	4910.60,1 4603.26,1 106.68	4945.86,1 4603.26,1 107.44	4981.12,1 4603.26,1 108.21	5016.38,1 4603.26,1 108.97	5051.63,1 4603.26,1 109.74	5086.89,1 4603.26,1 110.51	5122.15,1 4603.26,1 111.27	5157.41,1 4603.26,1 112.04	5192.66,1 4603.26,1 112.80	5227.92,1 4603.26,1 113.57
$10+2t+3t^2$	8428.54,1 7657.69,1 110.07	8443.82,1 7657.69,1 110.27	8459.10,1 7657.69,1 110.47	8474.38,1 7657.69,1 110.67	8489.66,1 7657.69,1 110.86	8566.06,1 7657.69,1 111.86	8642.45,1 7657.69,1 112.86	8718.85,1 7657.69,1 113.86	8795.25,1 7657.69,1 114.86	8871.64,1 7657.69,1 115.85	8948.04,1 7567.69,1 116.85	9024.44,1 7657.69,1 117.85	9100.84,1 7657.69,1 118.85	9177.23,1 7657.69,1 119.84

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.20 แสดงค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะต่ำกว่า ค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูงขึ้น (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 18.08)

TREND \ COST	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$5-2\tau+\tau^2$	3910.05,1 3701.15,1 105.64	3913.56,1 3701.15,1 105.74	3917.07,1 3701.15,1 105.83	3920.58,1 3710.15,1 105.93	3924.09,1 3701.15,1 106.02	3941.65,1 3701.15,1 106.50	3959.21,1 3701.15,1 106.97	3976.76,1 3701.15,1 107.45	3994.32,1 3701.15,1 107.92	4011.88,1 3701.15,1 108.40	4029.43,1 3701.15,1 108.87	4046.99,1 3701.15.1 109.34	4064.55,1 3701.15,1 109.82	4082.10,1 3701.15,1 110.29
$10-2\tau+\tau^2$	4058.82,1 3851.15,1 105.39	4063.11,1 3851.15,1 105.50	4067.40,1 3851.15,1 105.62	4071.69,1 3851.15,1 105.73	4075.98,1 3851.15,1 105.84	4097.44,1 3851.15,1 106.40	4118.89,1 3851.15,1 106.95	4140.34,1 3851.15,1 107.51	4161.80,1 3851.15,1 108.07	4183.25,1 3851.15,1 108.62	4204.70.1 3851.15,1 109.18	4226.15,1 3851.15,1 109.74	4247.61,1 3851.15,1 110.29	4269.06,1 3851.15,1 110.85
$22+10\tau+5\tau^2$	13978.86,1 12576.32,1 111.15	14009.75,1 12576.32,1 111.40	14040.65,1 12576.32,1 111.64	14071.54,1 12576.32,1 111.89	14102.43,1 12576.32,1 112.13	14256.90,1 12576.32,1 113.36	14411.37,1 12576.32,1 114.59	14565.83,1 12576.32,1 115.82	14720.30,1 12576.32,1 117.05	14874.76 12576.32,1 118.28	15029.23,1 12576.32,1 119.50	15183.70,1 12576.32,1 120.73	15338.16,1 12576.32,1 121.96	15492.63,1 12576.32,1 123.19

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

โน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าวิธีที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียวอย่างเห็นได้ชัด

ข้อสังเกต

1. เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าน้อยกว่า 24 ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการสั่งสินค้าของทั้ง 2 วิธีจะเป็นช่วงเวลาเดียวกัน แต่เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลมีค่ามากกว่า 24 ช่วงเวลาที่เหมาะสมของทั้ง 2 วิธีจะต่างกัน กล่าวคือ ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการสั่งสินค้าที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มจะมีช่วงที่กว้างกว่าช่วงเวลาของการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาลในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า

2. สำหรับทุก ๆ ขนาดของสมการแนวโน้ม เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไปก็ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ไม่จำเป็นว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลเพิ่มขึ้นแล้วค่าใช้จ่ายรวมจะต้องเพิ่มขึ้นด้วย ดังตาราง 3.21

ตาราง 3.21 แสดงค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าที่พิจารณาค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า สำหรับแต่ละสมการแนวโน้มและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลค่าต่าง ๆ

สมการแนวโน้ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล		
	4.13	10.00	12.91
$10 + 2\tau + 3\tau^2$	7930.79	7978.63	7975.85
$22 + 10\tau + 5\tau^2$	13075.12	13157.06	13158.18

3.2.3 เมื่อความต้องการของลูกค้ามีค่าแนวโน้มในลักษณะ $y = ab^{\tau}$ และมีค่าผันแปรตามฤดูกาล

3.2.3.1 ข้อสมมุติของแบบจำลอง

1. ทราบจำนวนความต้องการของลูกค้าแน่นอน (Deterministic Demand) ว่าอัตราความต้องการของลูกค้าและมีลักษณะดังสมการ

$$y = (ab^{\tau})S_{(\tau \bmod 12)} \; ; \; \tau = 1,2,\ldots T$$

โดยที่ $S_{(\tau \bmod 12)}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาลของหน่วยเวลา (เดือน) ที่ τ

2. ศึกษาเพื่อวางแผนระบบการควบคุมสินค้าคงเหลือภายในช่วงระยะเวลา T หน่วยเวลา (เดือน)
3. ได้รับสินค้าครบตามปริมาณที่สั่งทุกครั้ง
4. ได้รับสินค้าหลังจากเวลาที่สั่ง 1 หน่วยเวลา (Lead Time = 1)
5. สั่งสินค้าที่ทุก ๆ ช่วงเวลา I_i ; $(i = 1,2,\ldots n)$ และจะสั่งสินค้าทั้งสิ้น n ครั้ง ซึ่ง $n = \frac{T}{t}$ โดยที่ t เป็นค่าที่หาร T ลงตัว นั่นคือสั่งสินค้าที่ต้นหน่วยเวลา $(i - 1)t$; $i = 1,2,\ldots n$

3.2.3.2 วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง

1. หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดสำหรับวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

2. หาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าที่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำที่สุดสำหรับวิธีการสั่งสินค้าที่ใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

3. เปรียบเทียบวิธีการสั่งสินค้าทั้งสองวิธีดังกล่าวว่าค่าใช้จ่ายรวมและช่วงเวลาที่เหมาะสมของแต่ละวิธีเหมือนหรือต่างกันเพียงไร

3.2.3.3 ขั้นตอนของการวิเคราะห์

เหมือนกับหัวข้อ 3.2.1.3 แต่เปลี่ยนปริมาณต่าง ๆ ที่อยู่ในลักษณะ $(a + b\tau)S_{(\tau \bmod 12)}$ หรือ $(a + b\tau)$ เป็น $(ab^{\tau})S_{(\tau \bmod 12)}$ และ (ab^{τ}) ตามลำดับเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะความต้องการของลูกค้า

3.2.2.4 ผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาถึงชุดของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง 14 ชุด และศึกษาภายในระยะเวลา 12 หน่วยเวลา นั่นคือ $T = 12$

$$\tau = 1,2,...,12$$

$$t = 1,2,3,4,6,12$$

โดยพิจารณาชุดของค่าดัชนีฤดูกาล 50 ชุด ซึ่งมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 1 ถึง 60 (แสดงในภาคผนวก ข-4) จากสมการแนวโน้ม 10 สมการ คือ

$$y = 1(2^{\tau})$$
$$y = 3(2^{\tau})$$
$$y = 5(2^{\tau})$$
$$y = 1(3^{\tau})$$
$$y = 5(3^{\tau})$$
$$y = 1000(0.5^{\tau})$$
$$y = 1500(0.5^{\tau})$$
$$y = 1000(0.75^{\tau})$$
$$y = 1500(0.75^{\tau})$$
$$y = 2000(0.75^{\tau})$$

ได้ข้อสังเกตพอสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อค่า a ของสมการแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธี คือ การสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ยอดขาย กับการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ยอดขาย จะเพิ่มขึ้นด้วยสำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล และทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง (ดูแถวที่ 1,2,3,6,7

ในตารางที่ 3.1 - 3.50 ภาคผนวก ข-3) ดังตัวอย่างในตารางที่ 3.22 และ 3.23

2. เมื่อค่า b(> 1) ในสมการแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมสูงขึ้นด้วย สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลและทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธี (ดูแถวที่ 1, 3, 4, 5 ตารางที่ 3.1 - 3.50 ในภาคผนวก ข-3) ดังตัวอย่างตารางที่ 3.24 และ 3.25

3. เมื่อค่า b(< 1) ในสมการแนวโน้มมีค่าลดลง ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีลดลงด้วย สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลและทุก ๆค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง (ดูแถวที่ 6, 7, 8, 9 ตารางที่ 3.1 - 3.50 ในภาคผนวก ข-3) ดังตัวอย่างในตารางที่ 3.26 และ 3.27

จาก 1, 2, 3 สรุปได้ว่า สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล และทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ขนาดของสมการแนวโน้มจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธี กล่าวคือ ถ้าขนาดของสมการแนวโน้มใหญ่ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมสูง และถ้าสมการแนวโน้มมีขนาดเล็กก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำ ทั้งนี้เพราะถ้าปริมาณความต้องการของลูกค้าสูงก็จะต้องสั่งสินค้าจำนวนมากทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสูง ซึ่งจะเป็นผลให้ค่าใช้จ่ายรวมสูงตามไปด้วย ในทางตรงกันข้ามถ้าปริมาณความต้องการของลูกค้าต่ำก็จะสั่งสินค้าจำนวนน้อย ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาก็จะต่ำ ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำด้วย

4. โดยเฉลี่ยการใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้เฉพาะค่าแนวโน้ม สำหรับทุก ๆ ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลและทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง และถ้าค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูงการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะเสียค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าอีกวิธีหนึ่งมากอย่างเห็นได้ชัด ดังตัวอย่างในตาราง 3.28

อย่างไรก็ตามผู้อ่านสามารถศึกษาถึงความสัมพันธ์ของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลที่เพิ่มขึ้นประกอบกับค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยดูค่าของสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมที่ใช้ทั้งค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาล ได้จากตารางที่ 3.1 - 3.50 ในภาคผนวก ข-3 เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าควรนำค่าดัชนีฤดูกาลมาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าหรือไม่ แต่สามารถสรุปเป็นเกณฑ์กว้าง ๆ ได้ดังนี้

4.1 เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าน้อยกว่า 15 และสมการแนวโน้มเป็นแบบ EXPONENTIAL ในลักษณะเพิ่มขึ้น (b > 1) วิธีการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มกับวิธีการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและดัชนีจะให้ผลใกล้เคียงกัน ถ้าค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูง การสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าอีกวิธีหนึ่งประมาณ 5 %

4.2 เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าน้อยกว่า 7 และสมการแนวโน้มเป็นแบบ EXPONENTIAL ในลักษณะลดลง (o < b < 1) การสั่งสินค้าทั้งสองวิธีจะให้ค่าใช้จ่ายรวมใกล้เคียงกัน แต่ถ้าค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูง วิธีการใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าวิธีการใช้เฉพาะค่าแนวโน้มประมาณ 6 %

4.3 สำหรับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลที่นอกเหนือจากข้อ 4.1 - 4.2 การนำค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลเข้ามาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งจะให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าการสั่งสินค้าโดยพิจารณาเฉพาะค่าทางโน้ม

<u>ข้อสังเกต</u>

1. เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลน้อยกว่า 23 ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการสั่งสินค้าทั้ง 2 วิธีจะเป็นช่วงเวลาเดียวกัน แต่เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลมากกว่า 23 ช่วงเวลาการสั่งสินค้าที่เหมาะสมจะเริ่มแตกต่างกัน โดยที่ช่วงเวลาที่เหมาะสมของการสั่งสินค้าโดยพิจารณาเฉพาะค่าแนวโน้มจะกว้างกว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสั่งสินค้าของวิธีที่พิจารณาทั้งค่าแนวโน้มและดัชนีฤดูกาล

2. เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไป จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าโดยวิธีที่ใช้ทั้งค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าเปลี่ยนแปลงไปด้วย สำหรับทุก ๆ ขนาดของสมการแนวโน้ม และทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่จำเป็นว่าค่าใช้จ่ายรวมจะต้องเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล ดังแสดงตัวอย่างในตาราง 3.29

ตารางที่ 3.22 แสดงค่าใช้จ่ายรวม เมื่อค่า a ในสมการแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 4.13

Cost / Trend	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$1(2)^T$	23202.71,1 22447.32,1 103.37	23203.95,1 22447.32,1 103 37	23205.20,1 22447.32,1 103.38	23206.45,1 22447.32,1 103.38	23207.70,1 22447.32,1 103.39	23213.94,1 22447.32,1 103.42	23220.18,1 22447.32,1 103.44	23226.42,1 22447.32,1 103.47	23232.66,1 22447.32,1 103.50	23238.90,1 22447.32,1 103.53	23245.14,1 22447.32,1 103.55	23251.38,1 22447.32,1 103.58	23257.62,1 22447.32,1 103.61	23263.86,1 22447.32,1 103.64
$3(2)^T$	64808.14,1 62541.94,1 103.62	64811.88,1 62541.94,1 103.63	64815.63,1 62541.94,1 103.64	64819.37,1 62541.94,1 103.64	64823.12,1 62541.94,1 103.65	64841.84,1 62541.94,1 103.68	64860.56,1 62541.94,1 103.71	64879.28,1 62541.94,1 103.74	64898.00,1 62541.94,1 103.77	64916.73,1 62541.94,1 103.80	64935.45,1 62541.94,1 103.83	64954.17,1 62541.94,1 103.86	64972.89,1 62541.94,1 103.89	64991.61,1 62541.94,1 103.92
$5(2)^T$	106413.53,1 102636.58,1 103.68	106419.77,1 102636.58,1 103.69	106426:01,1 102636.58,1 103.69	106432.25,1 102636.58,1 103.70	106438.49,1 102636.58,1 103.70	106469.70,1 102636.58,1 103.73	106500.90,1 102636.58,1 103.77	106532.10,1 102636.58,1 103.80	106563.31,1 102636.58,1 103.83	106594.51,1 102636.58,1 103.86	106625.71,1 102636.58,1 103.89	106656.92,1 102636.58,1 103.92	106688.12,1 102636.58,1 103.95	106719:32,1 102636.58,1 103.98

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.23 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า a ในสมการแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 12.91

Cost / Trend	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$1(2)^T$	24063.97,1 23380.43,1 102.92	24070.09,1 23380.43,1 102.95	24076.21,1 23380.43,1 102.98	24082.32,1 23380.43,1 103.00	24088.44,1 23380.43,1 103.03	24119.03,1 23380.43,1 103.16	24149.61,1 23380.43,1 103.29	24180.20,1 23380.43,1 103.42	24210.79,1 23380.43,1 103.55	24241.38,1 23380.43,1 103.68	24271.96,1 23380.43,1 103.81	24302.55,1 23380.43,1 103.94	24333.14,1 23380.43,1 104.07	24363.73,1 23380.43,1 104.21
$3(2)^T$	67391.94,1 65341.27,1 103.14	67410.30,1 65341.27,1 103.17	67428.65,1 65341.27,1 103.19	67447.00,1 65341.27,1 103.22	67465.35,1 65341.27,1 103.25	67557.11,1 65341.27,1 103.39	67648.87,1 65341.27,1 103.53	67740.64,1 65341.27,1 103.67	67832.40,1 65341.27,1 103.81	67924.16,1 65341.27,1 103.95	68015.92,1 65341.27,1 104.09	68107.68,1 65341.27,1 104.23	68199.44,1 65341.27,1 104.37	68291.20,1 65341.27,1 104.51
$5(2)^T$	110719.85,1 107302.16,1 103.19	110750.44,1 107302.16,1 103.21	110781.02,1 107302.16,1 103.24	110811.61,1 107302.16,1 103.27	110842.20,1 107302.16,1 103.30	110995.14,1 107302.16,1 103.44	111148.07,1 107302.16,1 103.58	111301.01,1 107302.16,1 103.73	111453.94,1 107302.16,1 103.87	111606.88,1 107302.16,1 104.01	111759.82,1 107302.16,1 104.15	111912.75,1 107302.16,1 104.30	112065.69,1 107302.16,1 104.44	112218.63,1 107302.16,1 104.58

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

<u>ตารางที่ 3.24</u> แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า b(>1) ของสมการแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 25.05

Cost / Trend	H;P=5;1	5;2	5;3	5;4	5;5	5;10	5;15
5(2)^{T}	127853.42,1 102726.64,1 124.46	127895.93,1 102726.64,1 124.50	127938.45,1 102726.64,1 124.54	127980.97,1 102726.64,1 124.58	128023.49,1 102726.64,1 124.63	128236.07,1 102726.64,1 124.83	128448.66,1 102726.64,1 125.04
5(3)^{T}	11464411.76,1 10194970.39,1 112.45	11467374.75,1 10194970.39,1 112.48	11470337.73,1 10194970.39,1 112.51	11473300.72,1 10194970.39,1 112.54	11476263.71,1 10194970.39,1 112.57	11491078.64,1 10194970.39,1 112.71	11505893.58,1 10194970.39,1 112.86

Cost / Trend	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
5(2)^{T}	128661.25,1 102726.64,1 125.25	128873.83,1 102726.64,1 125.45	129086.42,1 102726.64,1 125.66	129299.01,1 102726.64,1 125.87	129511.59,1 102726.64,1 126.07	129724.18,1 102726.64,1 126.28	129936.77,1 102726.64,1 126.49
5(3)^{T}	11520708.51,1 10194970.39,1 113.00	11535523.44,1 10194970.39,1 113.15	11550338.38,1 10194970.39,1 113.29	11565153.31,1 10194970.39,1 113.44	11579968.25,1 10194970.39,1 113.59	115947[illegible].18,1 10194970.39,1 113.73	11609598.11,1 10194970.39,1 113.88

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.25 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า b(>1) ของสมการแนวโน้มมีค่าเพิ่มขึ้น ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 30.73

Cost / Trend	H :P=S:1	S:2	S:3	S:4	S:5	S:10	S:15
$S(2)^T$	175985.87,1 68136.72,1 258.28	176026.51,1 68136.72,1 258.34	176067.15,1 68136.72,1 258.40	176107.80,1 68136.72,1 258.46	176148.44,1 68136.72,1 258.52	176351.67,1 68136.72,1 258.82	176554.89,1 68136.72,1 259.12
$S(3)^T$	16626726.40,1 6063360.15,1 274.22	16627151.71,1 6063360.15,1 274.22	16627577.02,1 6063360.15,1 274.23	16628002.32,1 6063360.15,1 274.24	16628427.63,1 6063360.15,1 274.24	16630554.16,1 6063360.15,1 274.28	16632680.69,1 6063360.15,1 274.31

Cost / Trend	S:20	S:25	S:30	S:35	S:40	S:45	S:50
$S(2)^T$	176758.11,1 68136.72,1 259.42	176961.33,1 68136.72,1 259.72	177164.56,1 68136.72,1 260.01	177367.78,1 68136.72,1 260.31	177571.00,1 68136.72,1 260.61	177774.22,1 68136.72,1 260.91	177977.45,1 68136.72,1 261.21
$S(3)^T$	16634807.23,1 6063360.15,1 274.35	16636933.76,1 6063360.15,1 274.38	16639060.29,1 6063360.15,1 274.42	16641186.83,1 6063360.15,1 274.45	16643313.16,1 6063360.15,1 274.49	16645439.89,1 6063360.15,1 274.52	16647566.42,1 6063360.15,1 274.56

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.26 แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า b(<1) ของสมการแนวโน้มมีค่าลดลง ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 4.13

Cost / Trend	H:P=S:1	S:2	S:3	S:4	S:5	S:10	S:15	S:20	S:25	S:30	S:35	S:40	S:45	S:50
1500(075)^t	13393.45,1 13261.03,1 101.00	13395.64,1 13261.03,1 101.02	13397.84,1 13261.03,1 101.03	13400.03,1 13261.03,1 101.05	13402.22,1 13261.03,1 101.06	13413.19,1 13261.03,1 101.15	13424.15,1 13261.03,1 101.23	13435.12,1 13261.03,1 101.31	13446.08,1 13261.03,1 101.40	13457.05,1 13261.03,1 101.48	13468.01,1 13261.03,1 101.56	13478.98,1 13261.03,1 101.64	13489.95,1 13261.03,1 101.73	13500.91,1 13261.03,1 101.81
1500(0.5)^t	6314.12,1 6094.58,1 103.60	6314.39,1 6094.58,1 103.61	6314.66,1 6094.58,1 103.61	6314.93,1 6094.58,1 103.62	6315.20,1 6094.58,1 103.62	6316.55,1 6094.58,1 103.64	6317.89,1 6094.58,1 103.66	6319.24,1 6094.58,1 103.69	6320.59,1 6094.58,1 103.71	6321.93,1 6094.58,1 103.73	6323.28,1 6094.58,1 103.75	6324.63,1 6094.58,1 103.77	6325.97,1 6094.58,1 103.80	6327.32,1 6094.58,1 103.82

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

<u>ตารางที่ 3.27</u> แสดงค่าใช้จ่ายรวมเมื่อค่า b(<1) ของสมการแนวโน้มมีค่าลดลง ที่ทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 33.30

Cost / Trend	H:P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$1500(0.5)^{T}$	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40	9055.43,1 5610.46,1 161.40
$1500(0.75)^{T}$	17392.34,1 12011.51,1 144.80	17450.50,1 12011.51,1 145.28	17508.66,1 12011.51,1 145.77	17566.82,1 12011.51,1 146.25	17624.98,1 12011.51,1 146.73	17915.78,1 12011.51,1 149.16	18206.57,1 12011.51,1 151.58	18497.37,1 12011.51,1 154.00	18788.17,1 12011.51,1 156.42	19078.96,1 12011.51,1 158.84	19369.76,1 12011.51,1 161.26	19660.56,1 12011.51,1 163.68	19951.35,1 12011.51,1 166.10	20242.15,1 12011.51,1 168.52

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 คือสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตารางที่ 3.28 แสดงค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล จะต่ำกว่าค่าใช้จ่ายรวมเมื่อสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อมีค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าสูงขึ้น (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล = 47.50)

Cost / Trend	H :P=5:1	5:2	5:3	5:4	5:5	5:10	5:15	5:20	5:25	5:30	5:35	5:40	5:45	5:50
$5(2)^T$	122354.92,1 98050.96,1 124.79	122424.56,1 98050.96,1 124.86	122494.20,1 98050.96,1 124.93	122563.83,1 98050.96,1 125.00	122633.47,1 98050.96,1 125.07	122981.65,1 98050.96,1 125.43	123329.83,1 98050.96,1 125.78	123678.01,1 98050.96,1 126.14	124026.19,1 98050.96,1 126.49	124374.37,1 98050.96,1 126.85	124722.56,1 98050.96,1 127.20	125070.74,1 98050.96,1 127.56	125418.92,1 98050.96,1 127.91	125767.10,1 98050.96,1 128.27
$1(3)^T$	2124530.69,1 1926530.84,1 110.28	2124702.37,1 1926530.84,1 110.29	2124874.05,1 1926530.84,1 110.30	2125045.73,1 1926530.64,1 110.30	2125217.41,1 1926530.84,1 110.31	2126075.81,1 1926530.84,1 110.36	2126934.21,1 1926530.84,1 110.40	2127792.61,1 1926530.84,1 110.45	2128651.01,1 1926530.84,1 110.49	2129509.41,1 1926530.84,1 110.54	2130367.81,1 1926530.84,1 110.58	2131226.21,1 1926530.84,1 110.63	2132084.61,1 1926530.84,1 110.67	2132943.00,1 1926530.84,1 110.71
$5(3)^T$	1061350.35,1 9623055.02,1 110.29	10613908.75,1 9623055.02,1 110.30	10614767.15,1 9623055.02,1 110.31	10615625.55,1 9623055.02,1 110.31	10616483.95,1 9623055.02,1 110.32	10620775.95,1 9623055.02,1 110.37	10625067.95,1 9623055.02,1 110.41	10629359.96,1 9623055.02,1 110.46	10633651.96,1 9623055.02,1 110.50	10637943.96,1 9623055.02,1 110.55	10642235.97,1 9623055.02,1 110.59	10646527.97,1 9623055.02,1 110.64	10650819.97,1 9623055.02,1 110.68	10655111.97,1 9623055.02,1 110.72
$1000(0.5)^T$	6112.27,1 4883.44,1 125.16	6265.31,1 4883.44,1 128.30	6377.62,1 4883.44,1 130.60	6489.93,1 4383.44,1 132.90	6602.25,1 4883.44,1 135.20	7163.81,1 4883.44,1 146.70	7725.38,1 4883.44,1 158.20	8286.94,1 4883.44,1 169.69	8848.51,1 4883.44,1 181.19	9276.70,1 4883.44,1 189.96	9276.70,6 4883.44,1 189.96	9276.70,6 4883.44,1 189.96	9276.70,6 4883.44,1 189.96	9276.70,6 4883.44,1 189.96
$1500(0.5)^T$	8029.49,1 6125.17,1 131.09	8197.96,1 6125.17,1 133.84	8366.43,1 6125.17,1 136.59	8534.90,1 6125.17,1 139.34	8703.37,1 6125.17,1 142.09	9545.71,1 6125.17,1 155.84	10388.06,1 6125.17,1 169.60	11230.41,1 6125.17,1 183.35	12072.76,1 6125.17,1 197.10	12915.11,1 6125.17,1 210.85	13715.04,6 6125.17,1 223.91	13715.04,6 6125.17,1 223.91	13715.04,6 6125.17,1 223.91	13715.04,6 6125.17,1 223.91

อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละเซล บรรทัดที่ 1 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า โดยใช้ค่าแนวโน้มในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 2 คือค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า

บรรทัดที่ 3 ค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มเทียบกับค่าใช้จ่ายรวมเมื่อกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าโดยใช้ค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาล

ตาราง 3.29 แสดงค่าใช้จ่ายรวมของการสั่งสินค้าที่พิจารณาค่าแนวโน้มและค่าดัชนีฤดูกาลในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า สำหรับแต่ละสมการแนวโน้มและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาลค่าต่าง ๆ

สมการ	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีฤดูกาล		
	25.01	30.73	47.50
$1(2^T)$	22465.33	15547.34	21530.20
$3(2^T)$	62595.99	41842.03	59790.58

3.2.4 เปรียบเทียบการนำค่าดัชนีฤดูกาลเข้ามาพิจารณาประกอบการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้า เพื่อนำไปกำหนดนโยบายการสั่งสินค้า เมื่อลักษณะค่าแนวโน้มของความต้องการของลูกค้ามีลักษณะแบบสมการเชิงเส้น สมการพาราโบลา สมการเอ็กโปเนนเชียล

1. เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าน้อย และสมการแนวโน้มเป็นสมการเชิงเส้นอาจจะไม่จำเป็นต้องนำค่าดัชนีฤดูกาลเข้ามาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าก็ได้ ถ้าค่าสัดส่วนร้อยละของค่าใช้จ่ายรวมของทั้ง 2 วิธี อยู่ในระดับที่ผู้บริหารสินค้าคงเหลือสามารถยอมรับได้

2. เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าอยู่ระหว่าง (10 - 20) ควรนำค่าดัชนีฤดูกาลเข้ามาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งสินค้าถ้าสมการแนวโน้มเป็นแบบพาราโบลา และเอ็กโปเนนเชียล สำหรับทุก ๆ ขนาดของสมการแนวโน้มและทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง แต่ถ้าสมการแนวโน้มสมการเชิงเส้น และค่าใช้จ่ายเมื่อเกิดสินค้าขาดมือมีค่าต่ำจะไม่นำค่าดัชนีฤดูกาลเข้ามาพิจารณาก็ได้

3. เมื่อค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าดัชนีฤดูกาลมีค่าสูง สำหรับทุก ๆ รูปแบบของสมการแนวโน้ม และทุก ๆ ค่าของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง ควรนำค่าดัชนีฤดูกาลเข้ามาพิจารณาในการกำหนดนโยบายการสั่งเพราะจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายรวมได้มากเมื่อเทียบกับการสั่งสินค้าที่ใช้เฉพาะค่าแนวโน้มเพียงอย่างเดียว