การวิเคราะห์และควบคุมของคงคลัง
(Inventory Analysis and Control)

ก่อนที่จะกล่าวถึงรายละเอียดของการวิเคราะห์และการควบคุมของคงคลัง ขอให้ผู้อ่านเข้าใจว่า คำว่า "ของคงคลัง" ในที่นี้หมายถึงสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. วัตถุดิบ (Raw Materials)
2. ชิ้นส่วนหรือรายการของที่ผลิตเพื่อเป็นชิ้นส่วนประกอบ (Batch Production of Component Items)
3. ชิ้นส่วนประกอบที่สั่งซื้อเข้ามาเพื่อการผลิต (Purchased Component Parts)
4. ชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process or Work in Progress : WIP)
5. วัสดุสิ้นเปลือง (Consumable Items)
6. สินค้าสำเร็จรูป (Finished Products)

จากมุมมองของการผลิต วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์และควบคุมของคงคลังคือ การจัดเตรียมของคงคลังให้เพียงพอกับการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าด้วยค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม (Optimal Costs) หรือถ้าจะกล่าวในทางปฏิบัติได้ว่า จะต้องสั่งซื้อหรือสั่งผลิตในปริมาณเท่าไร และจะต้องสั่งเพิ่มเมื่อไร เพื่อให้ทำการผลิตได้ตามแผน ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ด้วยค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม ลูกค้าหมายถึงลูกค้าภายในและภายนอก

ในบทนี้จะเน้นการควบคุมของคงคลังประเภทที่ 6

1. องค์ประกอบของการจัดการของคงคลัง

1. Demand

จัดให้มีการเก็บสินค้าสำรองเพื่อให้มั่นใจได้ว่าความต้องการของลูกค้าจะได้รับการตอบสนองในเวลาที่เหมาะสม

2. Inventory and Quality Management

จัดให้มีการเก็บสินค้าสำรองพื่อต้องการให้มีระดับการให้บริการ (service level) สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ในทางปฏิบัติและทางเศรษฐศาสตร์ เช่นถ้าลูกค้าสั่งของมา 100 ครั้ง มีของให้ลูกค้าได้ 95 ครั้งตามความต้องการ เท่ากับว่ามีระดับการให้บริการที่ 95%

3. Inventory Cost

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Carrying or Holding Cost)

- หลักๆประกอบไปด้วย ต้นทุนค่าสถานที่ และต้นทุนค่าดอกเบี้ยจากมูลค่าของสินค้า

ค่าการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต (Ordering Cost)

- เป็นค่าใช้จ่ายคงที่ต่อการสั่งของ 1 ครั้ง (รวมค่าดำเนินการต่างๆ) ไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณของที่สั่ง

ค่าใช้จ่ายเมื่อมีของไม่พอส่งมอบ (Shortage Cost)

- ค่าปรับ, การเสียชื่อเสียง, การเสียความเชื่อถือของลูกค้า

2. นโยบายการคงคลัง (Inventory Policies)

1. ระบบต่อเนื่อง หรือปริมาณการสั่งคงที่ (Continuous or Fixed Order Quantity System)

- สั่งของเมื่อระดับ inventory ลดลงถึงระดับที่กำหนด เรียกว่า ระดับที่ต้องสั่งเพิ่ม (Reordering Point)
- ปริมาณของที่สั่งมามีขนาดคงที่ เป็นปริมาณที่ค่าใช้จ่ายรวมของ inventory system ต่ำสุด เรียกว่า ปริมาณการสั่งที่ประหยัด (Economic Order Quantity : EOQ)
- ต้องมีการเช็คปริมาณของในสต๊อกอย่างต่อเนื่องทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่ม

2. ระบบช่วงเวลา หรือระยะเวลาการสั่งคงที่ (Periodic or Fixed Time Period System)

- มีการเช็คปริมาณของในสต๊อกเป็นระยะๆ (Periodic) เช่น วันละครั้ง หรือสัปดาห์ละครั้ง
- ปริมาณการสั่งไม่คงที่ สั่งมาเท่าที่ขาดไป เพื่อให้ปริมาณในสต๊อกมีเท่าที่ต้องการ

3. การแยกประเภทของคงคลังตามลำดับความสำคัญ (ระบบ ABC)

แนวคิดคือใช้กฎ 80-20 (80-20 rule หรือ pareto rule) ในการแยกประเภทของ inventory โดยมีแนวคิดว่า ใน inventory ทุกๆประเภท (A, B, C, D, ...) จะมีประมาณ 20% ที่มีต้นทุนโดยรวมคิดเป็น 80% ของทั้งหมด หรือในกรณีที่ inventory เป็น สินค้าสำเร็จรูปประเภทต่างๆ จะมีประมาณ 20% ที่ส่งผลต่อยอดขาย 80%

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ด้วยการวิเคราะห์แบบ ABC

ประเภทหรือกลุ่ม	% ของของทุกชนิด	% ของมูลค่าตามเกณฑ์ที่ใช้ (ยอดขาย, กำไร ฯ)
A	5–15	80
B	20–30	15
C	ที่เหลือ	5

เกณฑ์ที่แนะนำไว้นี้เป็นเพียงเกณฑ์ที่นิยม และได้รับการกล่าวถึงไว้ในหนังสือที่เกี่ยวข้องกับระบบการควบคุมของคงคลังทั่วไป เช่น Russell และ Taylor III (2003), Bedworth และ Bailey (1987) และ Ballou (1999) เป็นต้น

ในทางปฏิบัติ ตัวเลขที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มอาจไม่ลงตัวเหมือนกับที่แนะนำไว้นี้ ก็ให้ปรับไปตามความเหมาะสม

ตัวอย่างที่ 5.1 การวิเคราะห์ประเภทของของคงคลังแบบ ABC

บริษัทผู้รับเคลือบชิ้นงานพลาสติกแห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมแถบภาคตะวันออก รับเคลือบผลิตภัณฑ์หลายชนิด จำนวนผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้นที่บริษัทต้องการจัดระบบการควบคุมมี 18 ชนิด แต่ละชนิดมียอดขายที่พยากรณ์ไว้และราคาดังแสดงในตารางที่ 5.2 จงใช้การวิเคราะห์แบบ ABC เพื่อแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ที่แนะนำไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ (ชื่อสมมติ)	ยอดขาย (ชิ้น)	ราคา (บาท/ชิ้น)	ผลิตภัณฑ์ (ชื่อสมมติ)	ยอดขาย (ชิ้น)	ราคา (บาท/ชิ้น)
A	1,000,000	2.50	L	25,000	2.50
B	250,000	0.55	M	4,200	15.00
C	150,000	6.50	N	1,000,000	5.00
D	300,000	1.00	O	2,850,000	10.00
E	100,000	1.50	P	10,000	0.83
F	700,000	1.43	Q	355,000	0.99
G	500,000	9.00	R	40,000	1.37
H	15,000	4.98	S	393,000	1.85
J	1,000,000	0.75	T	250,000	4.12
K	600,000	1.62			

ก่อนอื่นต้องตัดสินใจว่าเกณฑ์ที่จะใช้คืออะไร ซึ่งจากข้อมูลที่ทราบ สามารถใช้มูลค่าของผลิตภัณฑ์ได้ จากนั้นเรียงลำดับผลิตภัณฑ์จากมากไปน้อย พร้อมทั้งคำนวณเปอร์เซ็นต์สะสมของมูลค่า ขั้นตอนสุดท้ายคือการกำหนดกลุ่มผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.3 การวิเคราะห์แบบ ABC

ผลิตภัณฑ์ (ชื่อสมมติ)	ยอดขาย (ชิ้น)	ราคา (บาท/ชิ้น)	มูลค่า	% สะสม	กลุ่ม
O	2,850,000	10.00	28,500,000	60.04	A
N	1,000,000	5.00	5,000,000	70.57	
G	500,000	9.00	4,500,000	80.05	
A	1,000,000	2.50	2,500,000	85.32	B
U	250,000	4.12	1,030,000	87.49	
F	700,000	1.43	1,000,000	89.59	
C	150,000	6.50	975,000	91.65	
K	600,000	1.62	972,000	93.70	
J	1,000,000	0.75	750,000	95.28	
S	393,000	1.85	727,000	96.81	
Q	355,000	0.99	350,000	97.55	C
T	100,000	3.15	315,000	98.21	
D	300,000	1.00	300,000	98.84	
E	100,000	1.50	150,000	99.16	
B	250,000	0.55	137,000	99.45	
H	15,000	4.98	74,700	99.60	
M	4,200	15.00	63,000	99.74	
L	25,000	2.50	62,500	99.87	
R	40,000	1.37	54,800	99.98	
P	10,000	0.83	8,300	100.00	
		รวม	47,469,300		

4. การวิเคราะห์ระบบการควบคุมของคงคลัง

- วิเคราะห์ใน 2 กรณี คือระบบการสั่งซื้อ inventory และระบบการสั่งผลิต inventory
- ต้องหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) หรือ ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัด (EMQ ; Economic Manufacturing Quantity) และ reordering point (RP) ในกรณี Continuous หรือ หาคาบเวลาการสั่งของที่เหมาะสมในกรณี Periodic
- ภายใต้สมมติฐาน 2 ประการ
  - ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นค่าคงที่ (Deterministic Parameters)
  - ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นค่าที่ไม่แน่นอน (Stochastic Parameters)

4.1 การวิเคราะห์ระบบการควบคุม inventory
กรณี continuous system with deterministic parameters

4.1.1 กรณีระบบสั่งซื้อ - หาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ)

สมมติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์

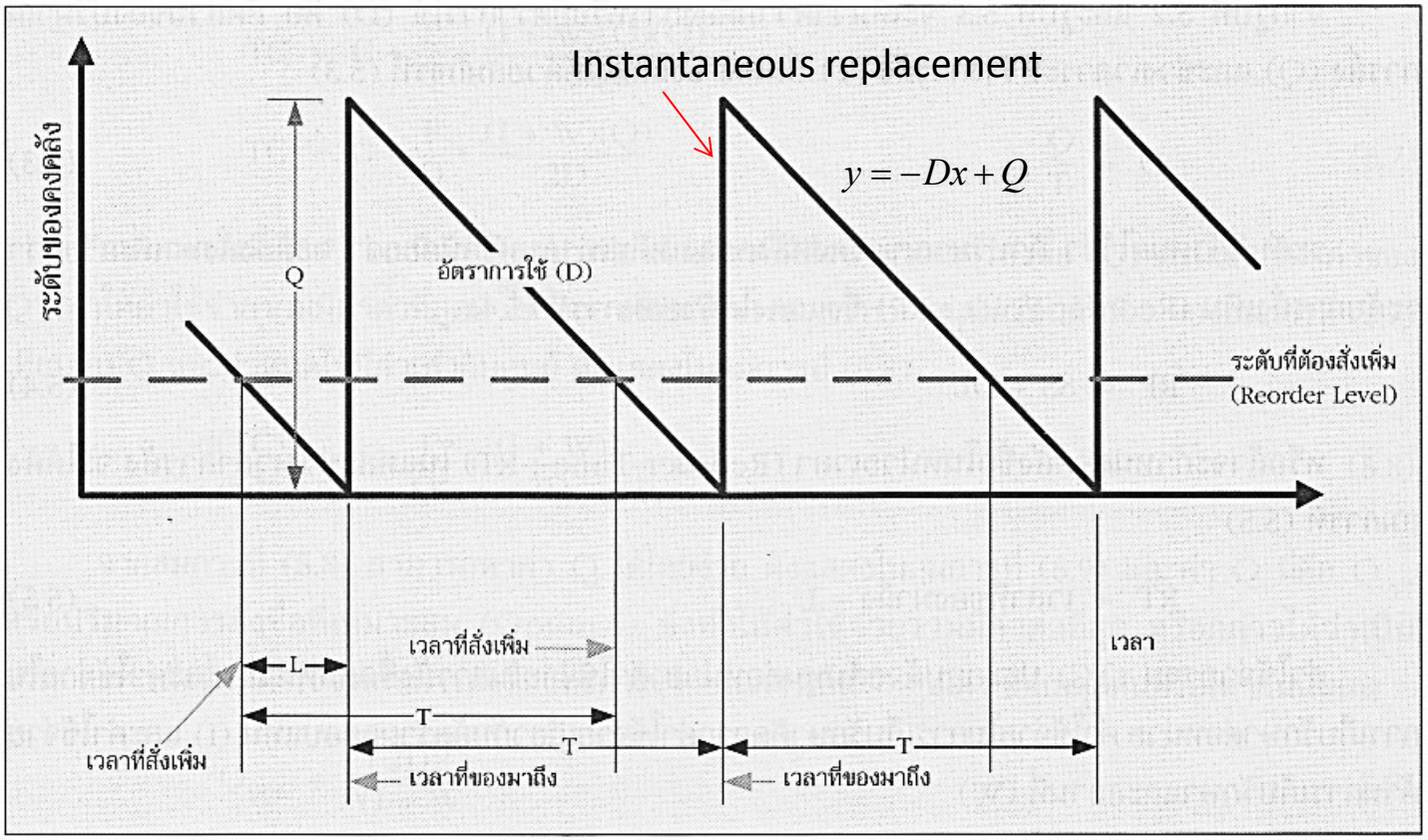
1. ความต้องการหรืออัตราการใช้มีค่าคงที่และทราบค่า Constant depletion rate

2. ปริมาณการสั่งแต่ละครั้งจะเท่ากัน และปริมาณนั้นเป็นปริมาณที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด ค่าใช้จ่ายรวมประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา EOQ

3. ช่วงเวลานับตั้งแต่สั่งของจนได้รับของมีค่าคงที่และทราบค่า Constant lead time

4. ของที่สั่งจะมาถึงพร้อมกันทั้งหมด และเมื่อมาถึง การเติมเต็มเข้าไปในคลังสินค้าจะเป็นแบบเฉียบพลัน (Instantaneous Replenishment)

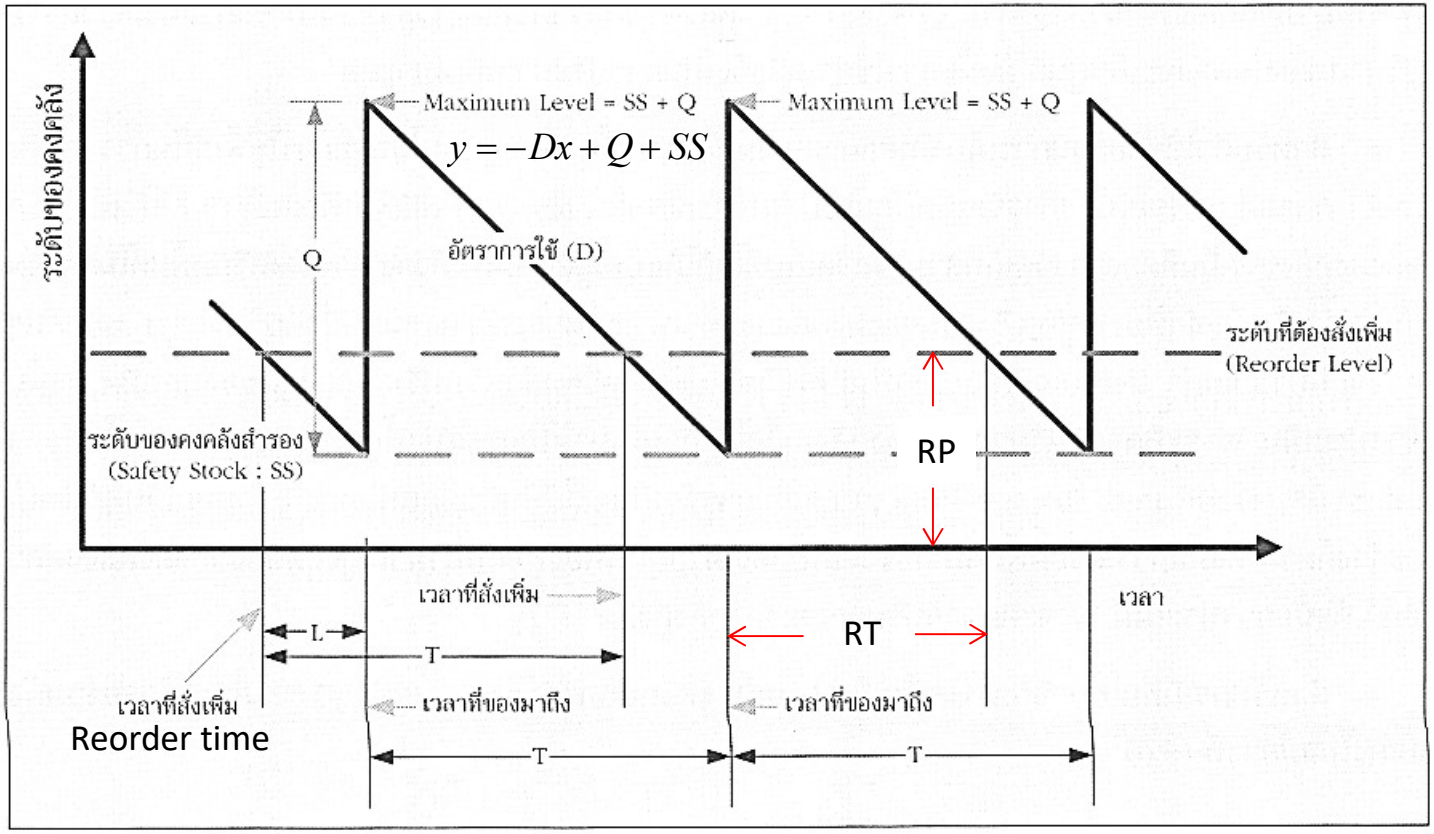
5. ไม่มีการเกิดภาวะของขาดมือ No backordering allowed



รูปที่ 5.2 แสดงพฤติกรรมของของคงคลังที่ไม่มีของคงคลังสำรอง (Safety Stock)

คำศัพท์และสัญลักษณ์ที่ใช้มีดังต่อไปนี้

- Q : ปริมาณการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต (หน่วย)
- Q_{opt} : ปริมาณการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตที่ประหยัดหรือ EOQ (หน่วย)
- T : ช่วงเวลาระหว่างการสั่งซื้อ (หน่วยเวลา)
- P : ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต (หน่วยเงินตรา/ครั้งการสั่ง)
- C : ต้นทุนต่อหน่วย (หน่วยเงินตรา/หน่วย)
- i : อัตราผลตอบแทน (%/หน่วยเวลา)
- I : ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอัตราผลตอบแทน (หน่วยเงินตรา/หน่วย/หน่วยเวลา) คำนวณได้จาก I = iC = Interest Charge
- W : ค่าใช้จ่ายด้านการเก็บรักษาและสถานที่ (หน่วยเงินตรา/หน่วย/หน่วยเวลา) = Storage Charge
- H : ค่าใช้จ่ายรวมของการเก็บรักษา (I + W) (หน่วยเงินตรา/หน่วย/หน่วยเวลา)
- TC : ค่าใช้จ่ายรวม (หน่วยเงินตรา/หน่วย)
- D : ความต้องการหรืออัตราการใช้ (หน่วย/หน่วยเวลา)
- L : ช่วงเวลานำ (หน่วยเวลา)
- SS : สินค้าสำรอง (หน่วย)



รูปที่ 5.3 แสดงพฤติกรรมของของคงคลังที่มีการเก็บของคงคลังสำรอง (Safety Stock)

$$D = \frac{Q}{T}$$

T = Q/D (5.3)

Reorder Time : RT

$$RT = \text{เวลาที่ของมาถึง} - L$$

RT = T - L (5.5)

Reorder Point : RP

$$RP = SS + DL$$

(5.4)

ค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วย (TC) = ต้นทุนต่อหน่วย (C) + ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อหน่วย (P/Q) + ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย
(TC ไม่ได้รวมค่าใช้จ่ายในส่วนของ SS ซึ่งเป็นค่าคงที่ ในการคำนวณหา EOQ ต่อไปนี้ เราจะตัดส่วน SS ทิ้งไป ซึ่งไม่มีผลต่อผลลัพธ์ที่ได้)

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย คำนวณจากค่าใช้จ่ายด้านดอกเบี้ย และ ค่าใช้จ่ายด้านสถานที่

กำหนด ค่าเฉลี่ยจำนวนของคงคลัง average inventory (AI) = Q/2 (คำนวนโดยตรงจากกราฟ)
ค่าสูงสุดจำนวนของคงคลัง maximum inventory (MI) = Q (คำนวนโดยตรงจากกราฟ)
คาใช้จ่ายด้านดอกเบี้ย I = iC บาท/หน่วย/หน่วยเวลา

4.1.1a. กรณี random storage policy กล่าวคือเก็บสินค้าไว้ที่ใดก็ได้ในโกดัง ไม่ต้องกันที่ไว้เฉพาะสำหรับแต่ละชนิด

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย} = \frac{\{\text{ดอกเบี้ย (I)*AI + ค่าใช้จ่ายด้านสถานที่(W)*AI}\} * \text{เวลา(T)}}{Q}$$

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + W)(T)(AI)}{Q} \qquad (5.6)$$

แทนค่า AI = Q/2 และ T = Q/D จะได้

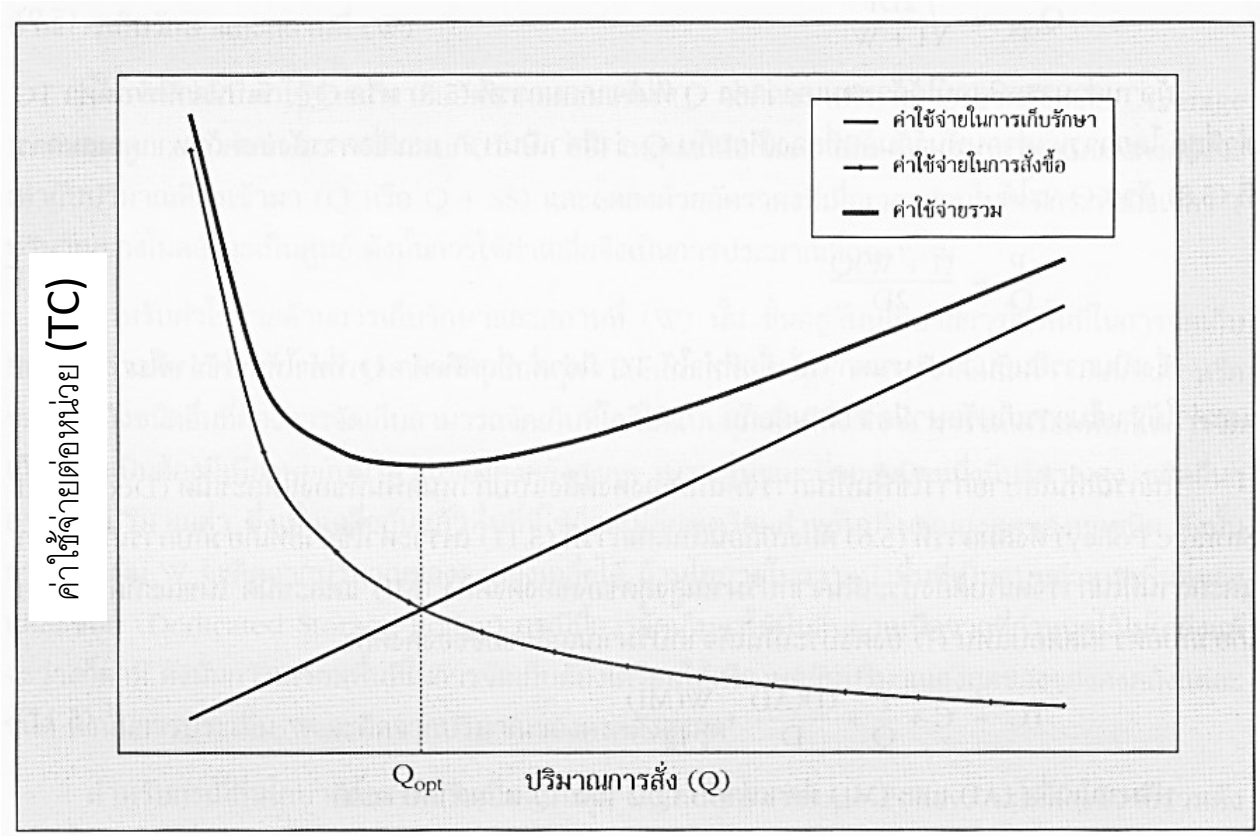
$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + W)(Q)(Q)}{2QD}$$

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + W)(Q)}{2D} \qquad (5.7)$$

จากสมการที่ (5.7) จะเห็นว่าตัวแปรเพียงตัวเดียวที่มีคือปริมาณการสั่งซื้อ (Q) ดังนั้นการหาค่าของ Q ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุดทำได้โดยอาศัยหลักการของการหาอนุพันธ์อันดับที่ 1 ของสมการที่ (5.7) เทียบกับ Q และกำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ ดังแสดงในสมการที่ (5.8)

$$\frac{d(TC)}{dQ} = 0 - \frac{P}{Q^2} + \frac{(I + W)}{2D} = 0 \qquad \text{(ค่าใช้จ่ายสั่งซื้อ = ค่าใช้จ่ายเก็บรักษา)} \qquad (5.8)$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{I + W}}$$ เป็นค่าที่ทำให้ TC ต่ำสุด (EOQ) (5.9)



4.1.1b. กรณี dedicated storage policy กล่าวคือกำหนดพื้นที่เก็บสินค้าไว้เฉพาะ สำหรับแต่ละชนิดโดยให้พื้นที่เก็บของเพียงพอที่จะรองรับปริมาณสูงสุดของแต่ละชนิดรวมกัน

กรณีนี้ดอกเบี้ยยังคงคำนวนจากจำนวนคงคลังเฉลี่ย AI แต่ค่าใช้จ่ายด้านสถานที่ต้องคำนวนจากปริมาณคงคลังสูงสุด MI

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย} = \frac{\{\text{ดอกเบี้ย } (I)*AI + \text{ ค่าใช้จ่ายด้านสถานที่}(W)*MI\} * \text{ เวลา}(T)}{Q}$$

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I)(AI)}{D} + \frac{W(MI)}{D} \qquad (5.11)$$

ปริมาณเฉลี่ย (AI) และ (MI) มีค่าเท่ากับ Q/2 และ Q ตามลำดับ จะได้

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I)(Q)}{2D} + \frac{W(Q)}{D} = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + 2W)(Q)}{2D} \qquad (5.12)$$

การหาค่า Q_{opt} ทำได้ในทำนองเดียวกันกับกรณีของการจัดเก็บแบบสุ่ม ซึ่งจะได้ผลดังสมการที่ (5.13)

$$\frac{d(TC)}{dQ} = 0 - \frac{P}{Q^2} + \frac{(I + 2W)}{2D} = 0 \qquad \text{(ค่าใช้จ่ายสั่งซื้อ = ค่าใช้จ่ายเก็บรักษา)} \qquad (5.13)$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{I + 2W}}$$

เป็นค่าที่ทำให้ TC ต่ำสุด (EOQ) (5.14)

ตัวอย่างที่ 5.2 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด

ข้อมูลด้านการสั่งซื้อและความต้องการของผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งมีดังนี้ ความต้องการ 8,000 หน่วย/ปี ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ 700 บาท/ครั้ง ดอกเบี้ย 20%/ปี ต้นทุนผลิตภัณฑ์เท่ากับ 1,200 บาท/หน่วย ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการเก็บรักษาและสถานที่เก็บ 18 บาท/หน่วย/เดือน จงหาปริมาณการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเมื่อนโยบายการใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นแบบสุ่ม และแบบกำหนดพื้นที่

ข้อมูล

ความต้องการ (D)	=	8,000 หน่วย/ปี
ค่าสั่งซื้อ (P)	=	700 บาท/ครั้ง
ดอกเบี้ย (i)	=	20%/ปี
ต้นทุน (C)	=	1,200 บาท/หน่วย
ค่าพื้นที่เก็บ (Storage Charge) (W)	=	18 บาท/หน่วย/เดือน

ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอัตราผลตอบแทน (Interest Charge) (I) = iC = (0.2)(1200) = 240 บาท/หน่วย/ปี และค่าพื้นที่เก็บ (Storage Charge) (W) = (18)(12) = 216 บาท/หน่วย/ปี

กรณีนโยบายการใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นแบบสุ่ม

จากสมการที่ (5.9) จะได้

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{I + W}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(8,000)(700)}{240 + 216}} = 156.72 \cong 157 \text{ หน่วย}$$

แทนค่า Q_{opt} ในสมการที่ (5.7) จะได้

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + W)(Q)}{2D}$$

$$= 1,200 + \frac{700}{157} + \frac{(240 + 216)(157)}{2(8,000)} = 1,208.93 \text{ บาท/หน่วย}$$

หรือเท่ากับ 8.93 บาท/หน่วยในกรณีที่ไม่รวมต้นทุนผลิตภัณฑ์ (C) เพราะเป็นค่าคงที่

กรณีนโยบายการใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นแบบกำหนดพื้นที่

จากสมการที่ (5.13) จะได้

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{I + 2W}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(8,000)(700)}{240 + 2(216)}} = 129.1 \cong 130 \text{ หน่วย}$$

แทนค่า Q_{opt} ในสมการที่ (5.11) จะได้

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I)(AI)}{D} + \frac{W(MI)}{D}$$

$$= 1,200 + \frac{700}{157} + \frac{(240)(65)}{8,000} + \frac{(216)(130)}{8,000} = 1,210.84 \text{ บาท/หน่วย}$$

ตัวอย่างที่ 5.3 การคำนวณจุดสั่งซื้อและช่วงเวลาระหว่างการสั่งซื้อ

จากข้อมูลในตัวอย่างที่ 5.2 เมื่อทราบว่าช่วงเวลานำในการสั่ง (Lead Time : L) มีค่าคงที่เสมอเท่ากับ 2 วัน และนโยบายการใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นแบบสุ่ม 1 ปีทำงาน 300 วัน จงหาจุดสั่งซื้อ จำนวนครั้งในการสั่ง ช่วงเวลาระหว่างการสั่ง ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อปี และค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 8,000 หน่วย

จากตัวอย่างที่ 5.2 ได้ Q_{opt} = 157 หน่วย ดังนั้นจะได้

$$\text{จำนวนครั้งในการสั่ง} = \frac{8,000}{157} = 50.95 \approx 51 \text{ ครั้ง/ปี}$$

นั่นคือการสั่งมา 1 ครั้งต้องให้เพียงพอกับการใช้งาน $= \frac{300}{51} = 5.88 \approx 6$ วัน = ช่วงเวลาระหว่างการสั่ง (T) T = Q/D

$$\text{อัตราการใช้ (D)} = \frac{8,000}{300} = 26.67 \approx 27 \text{ หน่วย/วัน ดังนั้น}$$

$$\text{จุดสั่งซื้อ (RP)} = (27)(2) = 54 \text{ หน่วย}$$

<u>ซึ่งจะเห็นว่าในทางปฏิบัติแล้ว จะต้องมีการปัดเศษ</u> และเมื่อการสั่งหนึ่งครั้งต้องใช้ได้ 6 วัน การสั่งมาเพิ่มจะสั่งจำนวน (27)(6) = 162 หน่วย เมื่อระดับของคงคลังลดลงเหลือเท่ากับ 54 หน่วย หรือจุดสั่งซื้อในรูปของเวลา (RT) จะสั่งมาเพิ่มหลังจากที่ของมาถึงแล้ว 4 วันนั่นเอง Q_{actual}

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อปี = (51)(700) = 35,700 บาท

ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา = (240 + 216)(162/2) = 36,936 บาท

จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษามีค่าสูงกว่าในการสั่งซื้อต่อปีอยู่เล็กน้อย (ถ้าไม่มีการปัดเศษ ค่าใช้จ่ายทั้งสองจะเท่ากับ 35,732 บาท/ปี) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการปัดเศษเพื่อความเหมาะสมในทางปฏิบัติ ซึ่งการทำเช่นนี้มีผลทำให้ค่าใช้จ่ายรวมเพิ่มจาก 71,465 บาท/ปี เป็น 72,636 บาท/ปี หรือประมาณ 1.6%

ในบางสถานการณ์ การประเมินค่าใช้จ่ายระหว่างค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับอัตราผลตอบแทน (I) และค่าใช้จ่ายด้านการเก็บรักษาและสถานที่นั้นทำได้ยาก จึงมีการประเมินในรูปของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษารวมและแทนด้วย H ซึ่งนิยมใช้กับกรณีที่นโยบายในการใช้พื้นที่เป็นแบบสุ่ม ทำให้สามารถเขียน Q_{opt} ในสมการที่ (5.9) ได้ใหม่ดังแสดงในสมการที่ (5.15)

$$\boxed{Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{H}}} \tag{5.15}$$

ตัวอย่างที่ 5.4 การคำนวณปริมาณการสั่งที่ประหยัดเมื่อใช้การประเมินค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษารวม

จากตัวอย่างที่ 5.2 ถ้าอัตราดอกเบี้ยและค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการเก็บรักษาและสถานที่เก็บไม่สามารถประเมินได้ ในทางบัญชีจึงประมาณว่าค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษารวมมีค่าเป็น 30% ของต้นทุนต่อหน่วย จงหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดเมื่อผลิตภัณฑ์มีการจัดเก็บในคลังสินค้าแบบสุ่ม

แทนค่าพารามิเตอร์ลงในสมการที่ (5.15) จะได้

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{H}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(8{,}000)(700)}{(0.3)(1{,}200)}} = 176.38 \approx 177 \text{ หน่วย}$$

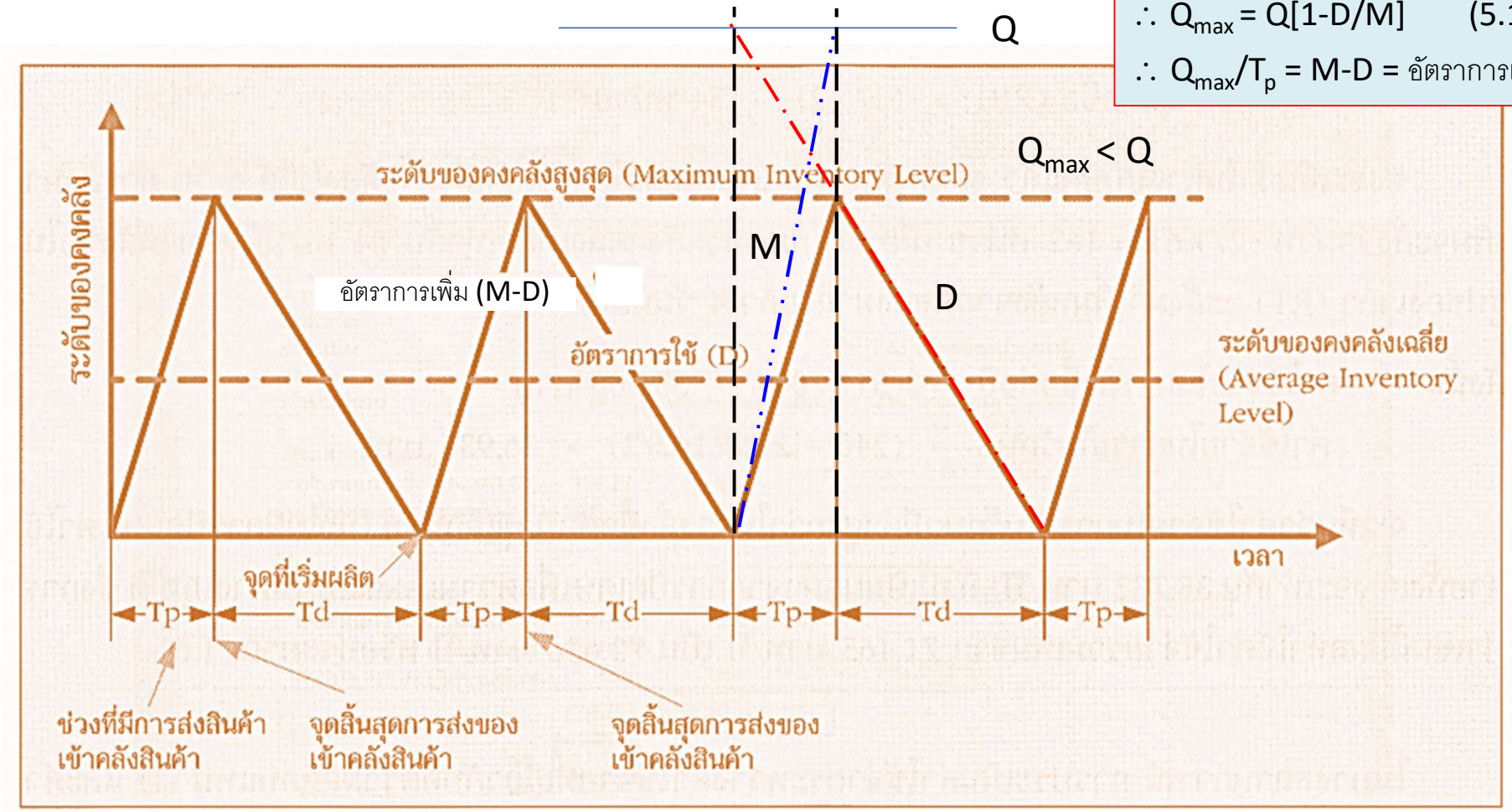
4.1.2 กรณีระบบสั่งผลิต - หาปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัด (EMQ)

เมื่อระดับ inventory ลดลงเป็นศูนย์ (ไม่นับรวม SS) จะเริ่มผลิตสินค้าป้อนเข้าคลังทันที ด้วยอัตราผลิต M หน่วย/หน่วยเวลา ขณะเดียวกันก็จำหน่ายออกไปด้วยอัตราการใช้ D หน่วย/หน่วยเวลา ดังนั้นในช่วงนี้ปริมาณ inventory จะเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา (M-D) หน่วย/หน่วยเวลา และจะผลิตเข้ามาป้อนอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งปริมาณที่ผลิต = Q จึงหยุดผลิต แต่ยังคงมีการใช้อย่างต่อเนื่อง จนเมื่อระดับ inventory ลดลงเป็นศูนย์อีกครั้งจึงเริ่มผลิตสินค้ามาเก็บอีกรอบ

$T_p = Q/M = (Q-Q_{max})/D$

$\therefore Q_{max} = Q[1-D/M]$ (5.16)

$\therefore Q_{max}/T_p = M-D =$ อัตราการเพิ่ม



ในกรณีนี้ ปริมาณผลิตภัณฑ์สูงสุดจะมีค่าน้อยกว่าปริมาณที่สั่งผลิต (Q) เนื่องจากในขณะที่ทำการผลิตและส่งของเข้าสู่คลังสินค้า จะมีการใช้ไปด้วยพร้อมๆ กัน การวิเคราะห์ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัดทำบนสมมติฐานเพิ่มเติมจากกรณีการสั่งซื้อดังต่อไปนี้

1. อัตราการเติมของเข้าไปในคลังสินค้ามีเท่ากับอัตราการผลิต (M) และ
2. อัตราการผลิต (M) ≥ อัตราการใช้ (D)

4.1.2a. กรณี random storage policy กล่าวคือเก็บสินค้าไว้ที่ใดก็ได้ในโกดัง ไม่ต้องกันที่ไว้เฉพาะสำหรับแต่ละชนิด

ในกรณีที่นโยบายการใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาเป็นแบบสุ่ม ค่าใช้จ่ายรวมยังคงเป็นดังแสดงในสมการที่ (5.7) ซึ่งนำมาแสดงเพื่อความสะดวกอีกครั้งด้านล่าง โดยแทน Q/2 ด้วยปริมาณของคงคลังเฉลี่ย (AI)

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + W)(AI)}{D}$$

ในกรณีการสั่งผลิตนี้ ปริมาณของคงคลังเฉลี่ย (AI) จะไม่เท่ากับ Q/2 เพราะปริมาณสูงสุดไม่เท่ากับ Q ดังได้กล่าวไปแล้ว ปริมาณของคงคลังเฉลี่ย (AI) นี้สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$\text{Area } \Delta = \frac{1}{2}(T_p + T_d) * Q_{\max} = (T_p + T_d) * AI$$

$$\therefore AI = Q_{avg} = \frac{Q_{\max}}{2} = \frac{Q}{2}\left[1 - \frac{D}{M}\right] \qquad (5.17)$$

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + W)\left[Q\left(1 - \frac{D}{M}\right)\right]}{2D} \qquad (5.18)$$

จากสมการที่ (5.18) จะเห็นว่าตัวแปรเพียงตัวเดียวที่มีคือปริมาณการสั่งซื้อ (Q) ดังนั้นการหาค่าของ Q ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุดทำได้ในทำนองเดียวกันกับที่ผ่านมา คือใช้การหาอนุพันธ์อันดับที่ 1 ของสมการที่ (5.18) เทียบกับ Q และกำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งจะได้ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัด Q_{opt} หรือ EMQ ดังแสดงในสมการที่ (5.19)

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{(I + W)\left[1 - \frac{D}{M}\right]}}$$

เป็นค่าที่ทำให้ TC ต่ำสุด (EMQ) (5.19)

4.1.2b. กรณี dedicated storage policy กล่าวคือกำหนดพื้นที่เก็บสินค้าไว้เฉพาะ สำหรับแต่ละชนิดโดยให้พื้นที่เก็บของเพียงพอที่จะรองรับปริมาณสูงสุดของแต่ละชนิดรวมกัน

กรณีนี้ดอกเบี้ยยังคงคำนวนจากจำนวนคงคลังเฉลี่ย Q_{avg} แต่ค่าใช้จ่ายด้านสถานที่ต้องคำนวนจากปริมาณคงคลังสูงสุด Q_{max}

correction

$$TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{IQ_{avg} + WQ_{max}}{D} = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I+2W)Q_{max}}{2D} = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I+2W)Q\left[1-\frac{D}{M}\right]}{2D}$$

สำหรับกรณีที่นโยบายการใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาเป็นแบบกำหนดพื้นที่ จะได้ปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัด Q_{opt} หรือ EMQ ดังแสดงในสมการที่ (5.20) ซึ่งผู้อ่านสามารถทดลองพิสูจน์ดูได้ด้วยตนเอง

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{(I + 2W)\left[1 - \frac{D}{M}\right]}}$$

เป็นค่าที่ทำให้ TC ต่ำสุด (EMQ) (5.20)

ตัวอย่างที่ 5.5 การคำนวณปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัด

ร้านขายเฟอร์นิเจอร์ซึ่งตั้งอยู่บนถนนสุขุมวิท เขตจังหวัดชลบุรี เป็นร้านที่เปิดขึ้นโดยโรงงานผู้ผลิตเอง จากการสำรวจยอดขายของโต๊ะคอมพิวเตอร์ในช่วงหลายเดือนที่ผ่านมาสรุปได้ว่า อัตราการขายเป็น 10,200 ตัว/ปี 1 ปีทำงาน 288 วัน การจัดเตรียมการผลิตแต่ละครั้งต้องมีการปรับสายการผลิตซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายจำนวน 5,000 บาท/ครั้ง ค่าเก็บรักษาโต๊ะที่ผลิตแล้วเท่ากับ 30% ของมูลค่าของโต๊ะซึ่งเท่ากับ 1,200 บาท/ตัว อัตราการผลิต 140 ตัว/วัน จงคำนวณปริมาณการสั่งผลิตที่ประหยัด การเก็บรักษาโต๊ะจะเก็บที่ใดก็ได้ถ้ามีพื้นที่ว่าง

ข้อมูลจากโจทย์มีดังนี้

ความต้องการ (D)	10,200 หน่วย/ปี
ต้นทุนการสั่งผลิต (P)	5,000 บาท/ครั้ง
ค่าเก็บรักษา (% ของต้นทุน) (H)	30% = 0.3*1200 = 360 บาท/หน่วย/ปี
ต้นทุน (C)	1,200 บาท/หน่วย
อัตราการผลิต (M)	140 หน่วย/วัน
อัตราการผลิตต่อปี	288*140 = 40,320 หน่วย
วันทำงาน	288 วัน/ปี
อัตราการใช้ (d)	10,200/288 = 35 หน่วย/วัน

แทนค่าลงในสมการที่ (5.19) จะได้

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{(I + W)\left[1 - \frac{d}{M}\right]}}$$

D และ M ต้องมีหน่วยเดียวกัน จึงแปลงหน่วยของ D แล้วเรียกใหม่ว่า d

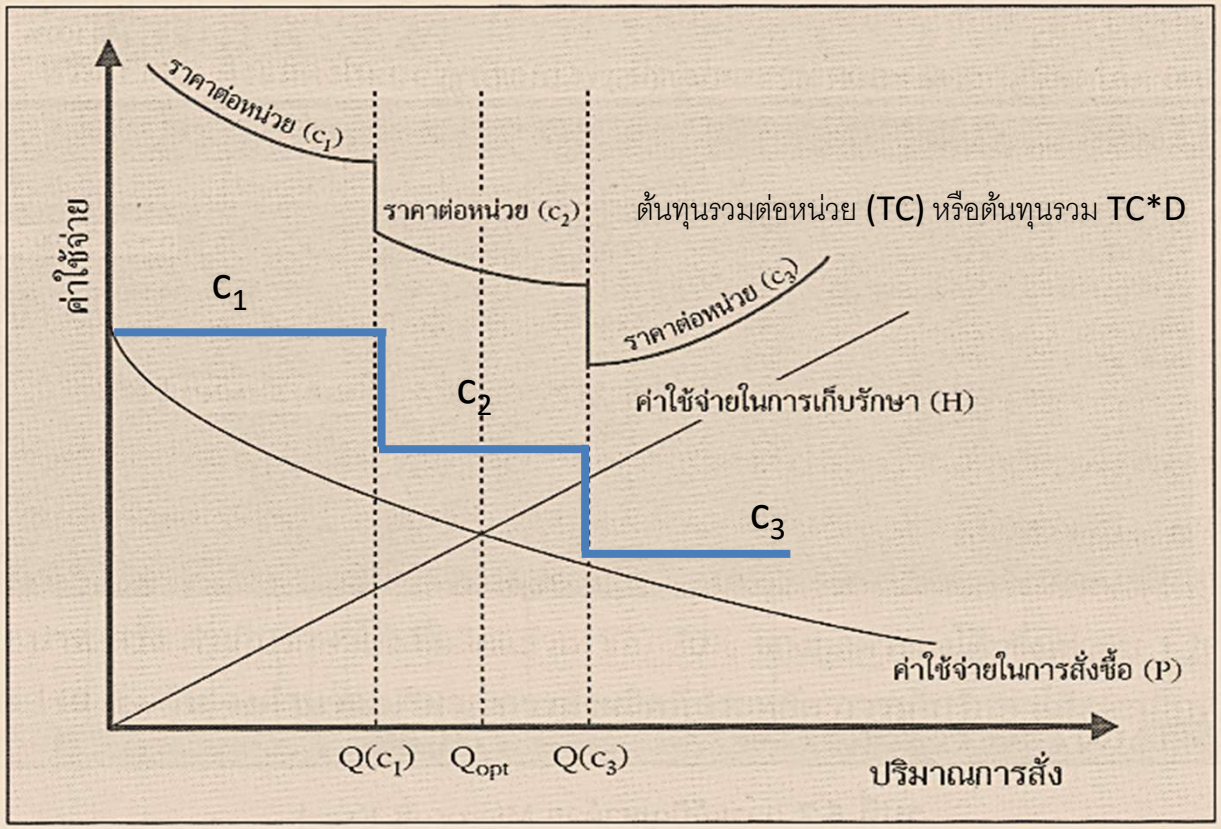
$$= \sqrt{\frac{2(10,200)(5,000)}{(360)\left[1 - \frac{35}{140}\right]}} = 614.64 \cong 615 \text{ ตัว}$$

หรือสรุปได้ว่า การสั่งผลิตแต่ละครั้งควรสั่งจำนวน 615 ตัว เพื่อให้ค่าใช้จ่ายรวมมีค่าต่ำที่สุด

4.1.3 ปริมาณการสั่งซื้อเมื่อมีการลดราคาตามปริมาณการซื้อ (Price Break)

ในการคำนวณหาต้นทุนรวมต่อหน่วย TC ของสินค้าคงคลังที่ผ่านมา เราสมมติให้ต้นทุนสินค้าต่อหน่วย C มีค่าคงที่ แล้วจึงทำการหาค่า Q_{opt} ในกรณีที่มีการลดราคาเมื่อสั่งซื้อจำนวนมากขึ้น C จะลดลงเป็นขั้นๆ ตามปริมาณการสั่ง ทำให้ กราฟของTC ไม่ต่อเนื่องดังแสดงในรูป 5.8

การหา EOQ ทำได้โดยเปรียบเทียบค่า Q_{opt} ที่คำนวณได้จาก (5.9), (5.14)หรือ (5.15) กับปริมาณต่ำสุดของขั้นที่สูงกว่า แล้วเลือกค่าที่ให้ ต้นทุนต่อหน่วย TC หรือต้นทุนรวม TC*D ต่ำสุด



รูปที่ 5.8 ปริมาณการสั่งซื้อเมื่อมีการลดราคา

ตัวอย่างที่ 5.6 การคำนวณปริมาณการสั่งซื้อเมื่อมีการลดราคา

ฝ่ายขายของบริษัทผู้ผลิตเครื่องโทรศัพท์มือถือในต่างประเทศ มีโปรแกรมการลดราคาให้กับการสั่งเครื่องโทรศัพท์มือถือรุ่นหนึ่งแก่ตัวแทนขายส่ง ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ข้อมูลราคา

ปริมาณ			ราคาต่อเครื่อง
1	–	1,499	3,000
1,500	–	1,999	2,850
2,000	–	Up	2,700

ตัวแทนผู้ขายส่งทราบว่าค่าใช้จ่ายรวมในการเก็บรักษา (I + W) ของมือถือเป็น 63 บาท/เดือน ด้วยการเก็บแบบหลายชนิดรวมกัน (โดยปกติเก็บได้ไม่นาน เพราะจะมีการเปลี่ยนรุ่นบ่อย) การสั่งแต่ละครั้งต้องมีการนำเข้าด้วยค่าใช้จ่ายเท่ากับ 15,000 บาท/ครั้ง ความต้องการต่อเดือนของรุ่นนี้เป็น 5,500 เครื่อง จงคำนวณหาปริมาณการสั่งที่ประหยัด

จากสมการที่ (5.9) จะได้

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{I + W}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(5{,}500)(15{,}000)}{63}} = 1{,}618.35 \text{ เครื่อง}$$

ซึ่งอยู่ในช่วงราคาช่วงที่ 2 การสั่งน้อยกว่านี้จะมีค่าใช้จ่ายโดยรวมสูงขึ้น ดังนั้นจึงไม่ต้องพิจารณา แต่การสั่งในปริมาณที่สูงขึ้นอาจทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวมลดลง จึงต้องทำการคำนวณด้วยการคูณสมการที่ (5.7) ด้วยความต้องการต่อเดือน แล้วเปรียบเทียบกัน

ที่ Q_{opt} = 1,618.35 เครื่อง จะได้

$$D^*TC_{1,618.35} = (2,850)(5,500) + \frac{(15,000)(5,500)}{1,618.35} + \frac{(63)(1,618.35)}{2}$$

$$= 15,777,053.67 \text{บาท}$$

ที่ปริมาณการสั่งเท่ากับ 2,000 เครื่อง จะได้

$$D^*TC_{2,000} = (2,700)(5,500) + \frac{(15,000)(5,500)}{2,000} + \frac{(63)(2,000)}{2}$$

$$= 14,954,250 \text{ บาท}$$

ซึ่งน้อยกว่าถึง 822,803 ดังนั้นจึงควรสั่งครั้งละ 2,000 เครื่อง

$$\boxed{TC = C + \frac{P}{Q} + \frac{(I + W)(Q)}{2D}}$$

สำหรับในกรณีที่ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาถูกกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของราคาสินค้า การวิเคราะห์ทำได้ดังแสดงในตัวอย่างที่ 5.7

ตัวอย่างที่ 5.7 การคำนวณปริมาณการสั่งซื้อเมื่อมีการลดราคา

ในตัวอย่างที่ 5.6 ถ้าค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเป็น 25% ต่อปีของราคาที่ซื้อมา จงคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด

1. ที่ราคาต่อหน่วยต่ำที่สุด (2,700 บาท/เครื่อง) จากสมการที่ (5.9) จะได้

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{I + W}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(5{,}500)(15{,}000)}{[(0.25)(2{,}700)/(12)]}} = 1{,}712.70 \text{ เครื่อง}$$

ซึ่งปริมาณนี้น้อยกว่า 2,000 เครื่อง จึงไม่สามารถซื้อได้ในราคา 2,700 บาท/เครื่อง

2. คำนวณค่าใช้จ่ายรวมเมื่อซื้อปริมาณ 2,000 เครื่อง จากสมการที่ (5.7) จะได้

$$TC_{2,000} = (2{,}700)(5{,}500) + \frac{(15{,}000)(5{,}500)}{2{,}000} + \frac{[(0.25)(2{,}700)/(12)](2{,}000)}{2}$$

$$= 14{,}947{,}500 \text{ บาท}$$

correction

3. ที่ราคาต่อหน่วยสูงขึ้น (2,850 บาทต่อเครื่อง) จากสมการที่ (5.9) จะได้

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DP}{I + W}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(5,500)(15,000)}{[(0.25)(2,850)/(12)]}} = 1,667.02 \text{ เครื่อง}$$

ซึ่งอยู่ในช่วงพอดี ดังนั้นจึงทำการคำนวณค่าใช้จ่ายรวมที่ปริมาณนี้ได้เลย ดังนี้

$$TC_{1,667.02} = (2,850)(5,500) + \frac{(15,000)(5,500)}{1,667.02} + \frac{[(0.25)(2,850)/(12)](1,667.02)}{2}$$

$$= 15,773,779.16 \text{ บาท}$$

4. เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ซึ่งจะเห็นว่ายังควรเลือกสั่งที่ 2,000 เครื่องเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 5.6

4.2 การวิเคราะห์ระบบการควบคุม inventory
กรณี periodic system with deterministic parameters

การวิเคราะห์ที่ง่ายที่สุดได้แก่ การสั่งตามความต้องการในช่วงเวลา (Period by Period หรือ Lot for Lot) เพราะต้องการเท่าใดก็สั่งเท่านั้น ซึ่งในหลายกรณีไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด การวิเคราะห์ปริมาณการสั่งแบบช่วง (Periodic Order Quantity : POQ) ซับซ้อนมากขึ้น แต่ยังคงเป็นการประยุกต์หลักการของ EOQ อยู่ ทำได้โดยการคำนวณจำนวนช่วงเวลา (N) ที่จะสั่งของมาให้เพียงพอ ดังแสดงในสมการที่ (5.21)

$$N = \frac{EOQ}{d} \qquad (5.21)$$

เมื่อกำหนดให้ d คือ ปริมาณความต้องการเฉลี่ยต่อช่วงเวลา จากนั้นสั่งของมาให้เพียงพอกับความต้องการสำหรับ N ช่วงเวลา (มาจากการตั้งคำถามว่าถ้าจะสั่งครั้งละประมาณ EOQ จะพอใช้ไปได้ประมาณกี่ช่วงเวลา)

ตัวอย่างที่ 5.8 การคำนวณปริมาณการสั่งซื้อด้วยเทคนิค POQ

จากข้อมูลความต้องการดังแสดงในตารางที่ 5.5 และ EOQ = 40 หน่วย จงหาปริมาณการสั่งซื้อด้วยเทคนิค POQ

ตารางที่ 5.5 ข้อมูลความต้องการ

สัปดาห์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม
ความต้องการ	10	15	12	16	15	12	18	14	22	16	150

ปริมาณความต้องการเฉลี่ย d = 15 หน่วย จากสมการที่ (5.21) จะได้

$$N = \frac{40}{15} = 3 \text{ (ปัดเศษขึ้น)}$$

ดังนั้นการสั่งในแต่ละครั้งจะต้องสั่งให้พอใช้ 3 สัปดาห์ ซึ่งจะต้องสั่งในสัปดาห์ที่ 1, 4 และ 7 จำนวน 37, 43 และ 54 หน่วย ตามลำดับ

4.3 การวิเคราะห์ระบบการควบคุม inventory
กรณี continuous system with stochastic parameters

กรณีที่จะกล่าวถึงคือ 1). กรณีความต้องการ D ไม่คงที่ และ 2). กรณีช่วงเวลานำ L ไม่คงที่

4.3.1 กรณีความต้องการ ไม่คงที่ (Variable Demand)

เมื่อช่วงเวลานำคงที่ ในกรณีของระบบการควบคุมแบบต่อเนื่อง ระดับของของคงคลังมีการตรวจติดตามอย่างสม่ำเสมอ เมื่อมีข้อมูลที่เพียงพอและเชื่อถือได้ จะสามารถประเมินการแจกแจงของความต้องการและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องได้ ในกรณีที่ความต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ จุดสั่งซื้อ (Reorder Point : RP) คำนวณได้จากการกำหนดระดับการให้บริการ (Service Level : α) และการแจกแจงของความต้องการและความต้องการเฉลี่ย ($\overline{D}$) ซึ่งแสดงได้ด้วยสมการที่ (5.22)

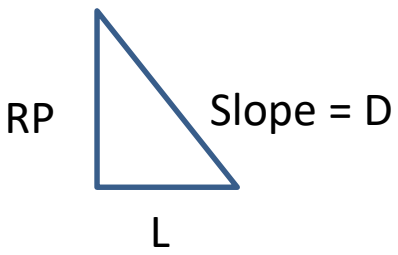
$$RP = \overline{D}L + Z\sigma_d\sqrt{L} \qquad (5.22)$$

เมื่อ σ_d = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการ

Z = จำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สัมพันธ์กับระดับการให้บริการ α

$Z\sigma_d\sqrt{L}$ เป็นจำนวนสินค้าสำรองเผื่อที่ต้องมีเพื่อรับรองระดับการให้บริการ เช่น ถ้าระดับการให้บริการที่ 0.90 จะมีค่า Z จะประมาณ 1.29 เป็นต้น

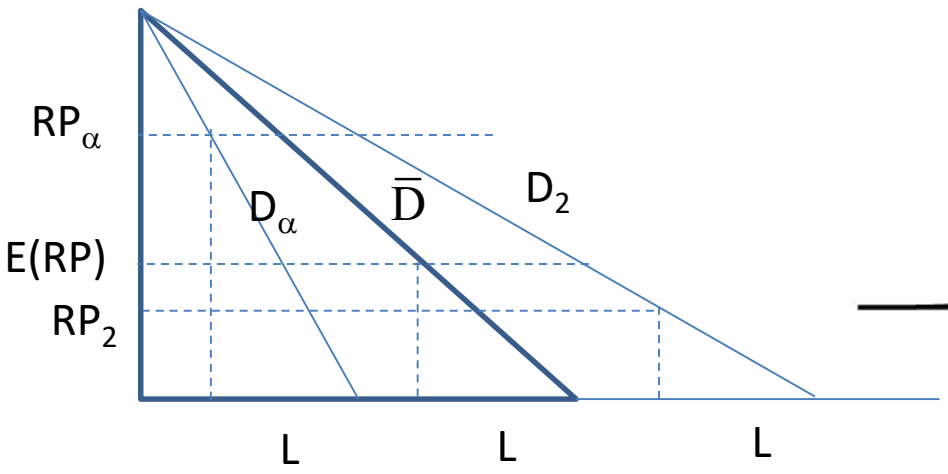
$\sigma_d\sqrt{L}$ คือ ผลรวมของความแปรปรวนของความต้องการระหว่างหน่วยเวลาย่อยในช่วงเวลานำ (L)

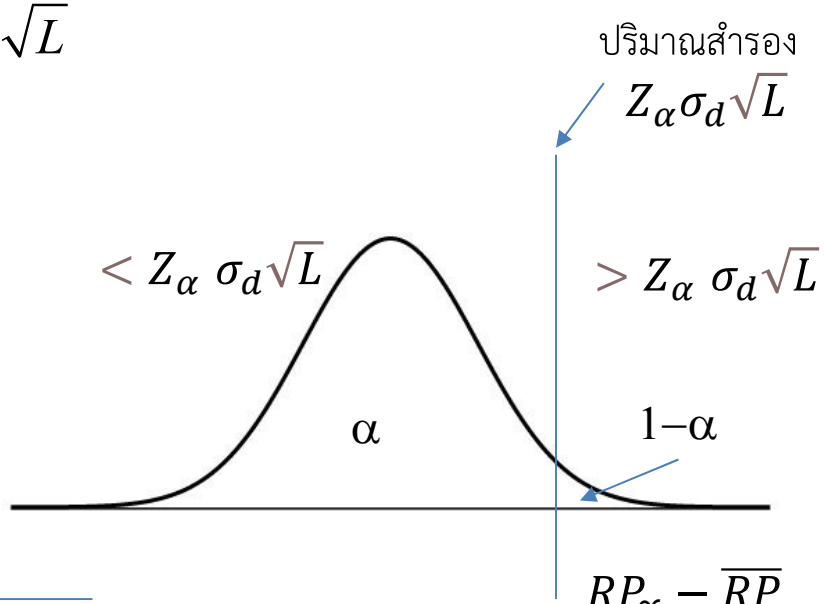


$$RP = DL$$

$$\overline{RP} = E(RP) = E(D)L = \bar{D}L$$

$$\sigma_{RP} = \sigma_d \sqrt{L}$$





$$Z_\propto = \frac{RP_\propto - \overline{RP}}{\sigma_{RP}}$$

$$RP_\alpha = \bar{D}L + Z_\alpha \sigma_d \sqrt{L}$$

ตัวอย่างที่ 5.9 การหาจุดสั่งซื้อเมื่อความต้องการไม่คงที่

ร้านขายผ้าแห่งหนึ่งย่านพาหุรัด ขายผ้าเป็นหลา ทราบความต้องการของลูกค้าว่ามีการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 30 หลา/วัน มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5 หลา/วัน ช่วงเวลานำในการได้รับผ้าม้วนที่สั่งเท่ากับ 10 วัน จงคำนวณจุดสั่งซื้อและปริมาณผ้าสำรองเผื่อ เมื่อทางร้านต้องการให้มีระดับการให้บริการที่ 95%

ข้อมูลที่ทราบ : $\overline{D}$ = 30 หลา/วัน, L = 10 วัน, σ_d = 5 หลา/วัน

ที่ระดับ α = 0.95 จะได้ Z = 1.65 (เปิดได้จากตารางความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานทั่วไป) แทนค่าในสมการที่ (5.22) จะได้

$$RP = 30(10) + (1.65)(5)\sqrt{10} = 326.1 \text{ หลา}$$

ในจำนวน 326.1 หลานี้ มีสินค้าสำรองเผื่ออยู่จำนวน = $(1.65)(5)\sqrt{10}$ = 26.1 หลา

$$RP_\alpha = \overline{D}L + Z_\alpha \sigma_d \sqrt{L}$$

4.3.2 กรณีช่วงเวลานำไม่คงที่ (Variable Lead Time)

เมื่อช่วงเวลานำ (L) ไม่คงที่ ในขณะที่ความต้องการคงที่ ปัญหาที่เผชิญก็คือ จะต้องสั่งล่วงหน้านานเท่าใดในหน่วยของช่วงเวลาย่อย เช่น กี่วัน กี่สัปดาห์ เป็นต้น การวิเคราะห์ทำได้ในทำนองเดียวกันกับหัวข้อที่ 5.8.1 โดยที่ต้องมีข้อมูลช่วงเวลานำในอดีตที่เพียงพอและเชื่อถือได้ สำหรับการวิเคราะห์การแจกแจงของช่วงเวลานำและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ในกรณีที่การแจกแจงเป็นแบบปกติ จะต้องทราบค่าช่วงเวลานำเฉลี่ย ($\bar{L}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ (σ_L) ดังนั้นช่วงเวลาที่ต้องสั่งล่วงหน้าจึงแสดงได้ด้วยสมการที่ (5.23)

$$\text{ช่วงเวลาที่สั่งล่วงหน้า} = \bar{L} + Z\sigma_L \qquad (5.23)$$

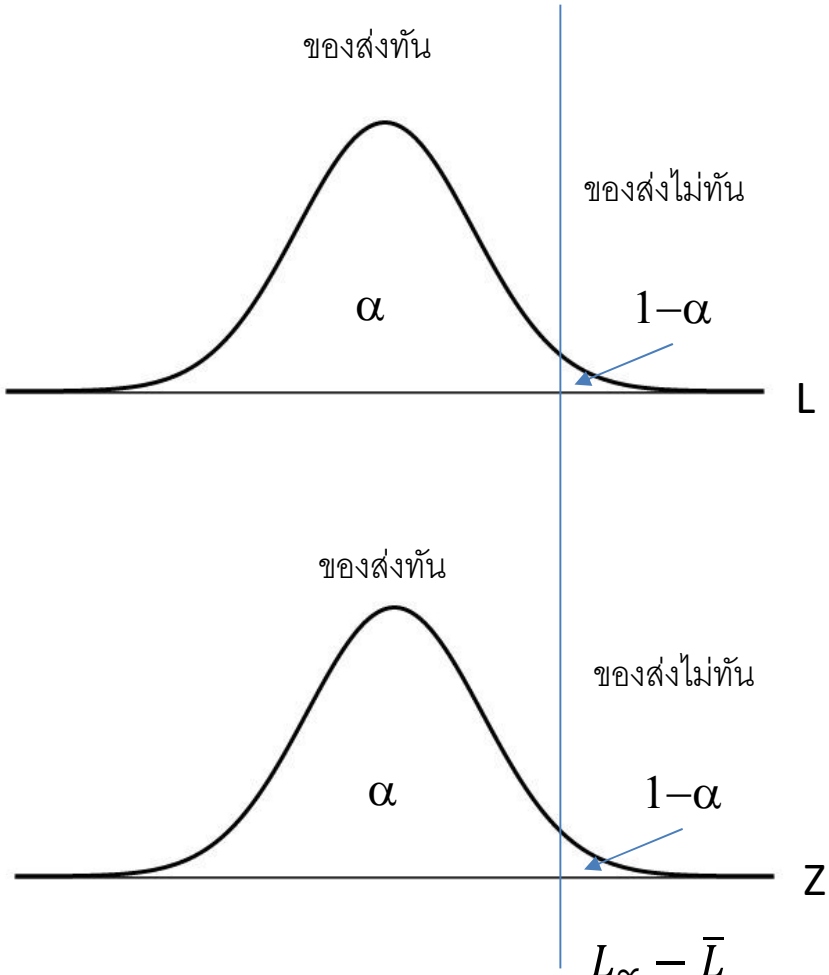
เมื่อ Z = จำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สัมพันธ์กับระดับการให้บริการ

ตัวอย่างที่ 5.10 การหาช่วงเวลาที่ต้องสั่งล่วงหน้าเมื่อช่วงเวลานำไม่คงที่

จากตัวอย่างที่ 5.9 ทางร้านทราบว่าช่วงเวลานำในการนำผ้ามาส่งของตัวแทนที่นำมาส่งมีความไม่แน่นอน และแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 10 วัน มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3 วัน เมื่อทางร้านต้องการให้มีระดับการให้บริการที่ 95% ต้องสั่งล่วงหน้ากี่วัน

ข้อมูลที่ทราบ : $\bar{L}$ = 10 วัน, σ_L = 3 วัน และที่ระดับ α = 0.95 จะได้ Z = 1.65 (เปิดได้จากตารางความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานทั่วไป) แทนค่าในสมการที่ (5.23) จะได้

$$\text{ช่วงเวลาที่สั่งล่วงหน้า} = 10 + (1.65)(3) = 14.95 \text{ หรือ } 15 \text{ วัน}$$



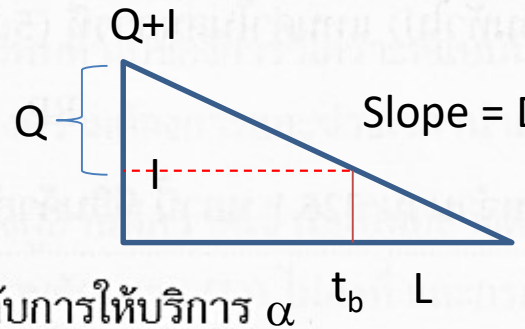
$$Z_{\propto} = \frac{L_{\propto} - \bar{L}}{\sigma_L}$$

4.3.3 กรณีความต้องการและช่วงเวลานำไม่คงที่ (Variable Demand and Lead Time)

ในกรณีที่ทั้งสองตัวแปรมีความไม่แน่นอน การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำได้ยาก เทคนิคหนึ่งของการวิเคราะห์ที่ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าคือการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์เข้าช่วย อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้ต้องการความถูกต้อง ความต่อเนื่อง และเพียงพอของข้อมูลที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้

4.4 การวิเคราะห์ระบบการควบคุม inventory
กรณี periodic system with stochastic parameters

ระบบการควบคุมของคงคลังแบบช่วงเวลาจะต้องมีการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อทุกครั้งเมื่อถึงกำหนดการ สั่งทำได้ในลักษณะเดียวกันกับระบบการควบคุมแบบต่อเนื่อง เพียงแต่ต้องรวมช่วงระยะเวลาการตรวจสอบและจำนวนของในคลัง ณ เวลาที่ตรวจสอบด้วย ในกรณีที่การแจกแจงของความต้องการเป็นแบบปกติ จะหาปริมาณการสั่งซื้อได้จากสมการที่ (5.24)



$$Q = \overline{D}(t_b + L) + Z\sigma_d\sqrt{t_b + L} - I \qquad (5.24)$$

เมื่อ σ_d = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการ

Z = จำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สัมพันธ์กับระดับการให้บริการ α

t_b = ช่วงเวลาระหว่างการตรวจสอบปริมาณของในคลัง

I = จำนวนของในคลัง ณ วันที่ตรวจสอบ

$Z\sigma_d\sqrt{t_b + L}$ คือ จำนวนสินค้าสำรองเผื่อที่มีไว้เพื่อรับรองระดับการให้บริการ

$$Q + I = \overline{D}(t_b + L) \qquad \sigma_Q = \sigma_d\sqrt{t_b + L}$$

ตัวอย่างที่ 5.11 การคำนวณปริมาณการสั่งซื้อของระบบการควบคุมแบบช่วง

ร้านขายของชำพบว่า ในช่วงฤดูร้อน น้ำอัดลมยี่ห้อดังยี่ห้อหนึ่งที่ขายอยู่ขายดีมาก ความต้องการของลูกค้ามีการแจกแจงแบบปกติ ด้วยความต้องการเฉลี่ยวันละ 3 ลัง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.5 ลัง/วัน ตัวแทนส่งน้ำอัดลมจะมาสำรวจปริมาณน้ำอัดลมทุกๆ 30 วัน ในการสำรวจครั้งหนึ่งพบว่า มีน้ำอัดลมเหลืออยู่ 20 ลัง ช่วงเวลาการส่งเท่ากับ 5 วัน เพื่อรับรองระดับการให้บริการที่ 95% จงคำนวณปริมาณการสั่งน้ำอัดลมเข้ามาเติม

ข้อมูลที่ทราบ : $\overline{D}$ = 3 ลัง, σ_d = 0.5 ลัง, T_b = 30 วัน, I = 20 ลัง, L = 5 วัน และที่ระดับ α = 0.95 จะได้ Z = 1.65 (เปิดได้จากตารางความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานทั่วไป) แทนค่าในสมการที่ (5.24) จะได้

$$Q = 3(30 + 5) + (1.65)(0.5)\sqrt{30 + 5} - 20 = 89.88 \text{ ลัง}$$

นั่นคือต้องสั่งมาเพิ่มอีก 90 ลัง

$$Q = \overline{D}(t_b + L) + Z_{\alpha}\ \sigma_d\ \sqrt{t_b + L} - I$$

การวิเคราะห์และหลักการควบคุมของคงคลังที่กล่าวมาทั้งหมดนี้มีจุดอ่อน ซึ่งอาจทำให้มีปัญหาในการประยุกต์ใช้บ้าง ได้แก่

1. เมื่อวิเคราะห์ปริมาณการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตมาแล้ว การผลิตจริงอาจทำไม่ได้ เนื่องจากกำลังการผลิต หรือปัญหาอื่นๆ เกี่ยวกับกำหนดการผลิต

2. มีข้อตกลงด้านการซื้อขายระยะยาวระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย ทำให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อที่กำหนดเป็นค่าคงที่ใน EOQ และ EMQ ไม่มีจริง

3. ปัญหาด้านการประเมินค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบระดับของคงคลัง เป็นต้น

4. พื้นที่เก็บรักษามีจำกัด ในขณะที่การวิเคราะห์ทั้งหมดตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าพื้นที่เก็บรักษาสินค้ามีมากเพียงพอต่อปริมาณที่สั่งเข้ามาหรือสั่งผลิต ในขณะที่ความเป็นจริงไม่ใช่

5. ปัญหาด้านการจัดสรรงบประมาณ ในกรณีที่ต้องมีการสั่งซื้อสินค้าหรือของหลายชนิดในเวลาเดียวกันด้วยงบประมาณที่จำกัด จะต้องมีการจัดสรรให้เหมาะสม เพราะบางครั้งอาจไม่มีงบในการที่จะซื้อในปริมาณการสั่งที่ประหยัดได้

6. การวิเคราะห์โดยใช้สมมติฐานของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องเป็นค่าคงที่ เป็นการวิเคราะห์ที่ต้องระวังในการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด เพราะในความเป็นจริงแล้ว น้อยมากที่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องจะรู้ค่าอย่างแน่นอนและคงที่ตลอดเวลา