ห้องสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ทฤษฎีทางฟิสิกส์คงคลัง

ฟิสิกส์คงคลัง คือวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่หน่วยงาน บริษัท หรือโรงงาน เตรียมสะสมหรือสำรองไว้เพื่อรอการผลิตหรือรอการขาย ในระบบการผลิตหรือธุรกิจมีความจำเป็นมากในการสำรองฟิสิกส์เพื่อรอการผลิตหรือรอการขายให้ทันความต้องการ (Demand) ของสินค้านั้น ๆ การที่สำรองฟิสิกส์ให้เพียงพอในการผลิตหรือการขายนี้จำเป็นจะต้องทราบถึงความต้องการในช่วงเวลาข้างหน้าเป็นที่แน่นอน แต่ในความเป็นจริงแล้วเราไม่สามารถที่จะทราบปริมาณความต้องการในช่วงเวลาข้างหน้าที่แน่นอนได้ จึงต้องมีการคาดคะเนปริมาณเหล่านั้น ทำให้ต้องมีการเก็บสำรองฟิสิกส์ไว้ในคลังเพื่อให้เพียงพอแก่ความต้องการ

การเตรียมฟิสิกส์คงคลังเป็นการสิ้นเปลืองทั้งค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและต้นทุนของฟิสิกส์เหล่านั้น ถ้าทำการสำรองฟิสิกส์คงคงคลังมากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก แต่ถ้าสำรองฟิสิกส์คงคลังน้อยเกินไปจะทำให้ไม่พอแก่ความต้องการได้ ดังนั้นเราจำเป็นต้องหาปริมาณฟิสิกส์ที่เหมาะสมซึ่งทำให้ระบบการคงคลังมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

<u>ระบบฟิสิกส์คงคลัง</u> (Inventory System)

ระบบฟิสิกส์คงคลัง เป็นระบบซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายที่สำคัญ ๆ 3 ประเภท และมีวัตถุประสงค์ที่จะควบคุมค่าใช้จ่าย 2 ใน 3 ประเภทหรือทั้ง 3 ประเภท ค่าใช้จ่ายทั้งสามประเภทนั้นได้แก่

1. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาฟิสิกส์คงคลัง (Carrying or Holding Cost) จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณของฟิสิกส์คงคลังที่เก็บรักษาไว้ ค่าใช้จ่ายประเภทนี้จะประกอบด้วยค่าเช่าสถานที่เก็บฟิสิกส์ ค่าเสื่อมคุณภาพหรือเสื่อมความนิยมของฟิสิกส์ ค่าประกันภัย ค่าดอกเบี้ยในเงินทุนที่นำไปซื้อฟิสิกส์คงคลังมาไว้ ค่าปรับสภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น ค่าปรับอากาศหรือความชื้นเป็นต้น

ค่าใช้จ่ายซึ่งเสียโอกาสอันเป็นกำไรซึ่งควรจะได้ ตลอดจนเงินเดือนและค่าจ้างแรงงานของเจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาพัสดุคงคลัง ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลังนี้จะแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณพัสดุคงคลังที่เก็บรักษาไว้

2. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนพัสดุคงคลัง (Shortages Cost) ค่าใช้จ่ายประเภทนี้เกิดขึ้นจากการมีพัสดุคงคลังไม่เพียงพอต่อการผลิตหรือการขาย ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เหล่านี้ได้แก่ค่าใช้จ่ายในการสูญเสียโอกาสในการที่จะผลิตได้หรือขายได้ ทำให้เสียความเชื่อถือและความนิยมในสินค้าหรือในพัสดุเหล่านั้น ค่าใช้จ่ายล่วงเวลาที่จะต้องให้เจ้าหน้าที่ทำงานในเวลาพิเศษเพื่อให้ได้มาซึ่งพัสดุซึ่งขาดแคลนเป็นต้น

3. ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Replenishing or Ordering Cost) ค่าใช้จ่ายประเภทนี้ประกอบด้วย การเตรียมออกใบสั่งซื้อ การขอใบเสนอราคา การติดตามการสั่งซื้อ การตรวจรับจัดทำยอดพัสดุขึ้นใหม่ เงินเดือนและค่าจ้างแรงงานเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ซึ่งค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เหล่านี้จะแปรเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการสั่งซื้อ

ค่าใช้จ่ายทั้งสามประเภทนี้จะรวมเป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบพัสดุคงคลัง ซึ่งต้องหาวิธีควบคุมที่เหมาะสมเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด

004105

<u>ประเภทของพัสดุคงคลัง</u> (Types of Inventory System)

เราสามารถแบ่งประเภทของระบบพัสดุคงคลังตามจุดมุ่งหมายในการควบคุมค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นออกเป็น 4 ประเภทด้วยกัน คือ

1. ระบบพัสดุคงคลังแบบ (1,2) เป็นระบบที่มีจุดมุ่งหมายในการควบคุมค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลัง และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนพัสดุคงคลัง ในระบบนี้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อไม่สามารถควบคุมได้

2. ระบบพัสดุคงคลังแบบ (1,3) เป็นระบบที่มีจุดมุ่งหมายในการควบคุมค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลัง และค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ ส่วนค่าใช้จ่ายในการขาดแคลนพัสดุคงคลังนั้นไม่สามารถที่จะควบคุมได้ ระบบพัสดุคงคลังที่ไม่มีการขาดแคลนพัสดุจะอยู่ในระบบนี้ทุกระบบ

3. ระบบพัสดุคงคลังแบบ (2,3) เป็นระบบคงคลังแบบที่มีจุดมุ่งหมายในการควบคุมค่าใช้จ่ายในการขาดแคลนพัสดุคงคลัง และค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อพัสดุ ส่วนค่าใช้จ่ายในการเก็บพัสดุนั้นไม่สามารถควบคุมได้ ตามความเป็นจริงแล้วระบบนี้หาได้ยากในทางปฏิบัติ

4. ระบบพัสดุคงคลังแบบ (1,2,3) เป็นระบบพัสดุคงคลังแบบที่มีจุดมุ่งหมายในการควบคุมที่เหมาะสมเพื่อให้มีค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด

ปัญหาทางระบบพัสดุคงคลัง (Inventory Problems)

ปัญหาทางระบบพัสดุคงคลังเป็นปัญหาในการเลือกระบบซึ่งเหมาะสมที่สุด ซึ่งจะทำให้มีค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด ทางเลือกเหล่านี้จะมีผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายประเภทต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น แต่เราไม่สามารถกำหนดเป็นเทอมของค่าใช้จ่ายได้ แต่จะกำหนดอยู่ในเทอมของเวลาและปริมาณ เช่น

1. เมื่อไหร่จึงควรจะจัดหาพัสดุคงคลังเพิ่ม
2. ควรจะจัดหามาเป็นปริมาณมากน้อยเท่าใด

ทั้งเวลาและปริมาณเป็นตัวแปรซึ่งเราสามารถควบคุมได้ ซึ่งมีผลต่อค่าใช้จ่ายทั้ง 3 ประเภท ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมด การหาขนาดของพัสดุที่จะสั่งในแต่ละครั้ง ถ้าสั่งมากค่าเก็บรักษาพัสดุคงคลังก็จะมาก แต่ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อจะน้อย ในทางตรงข้าม ถ้าสั่งซื้อน้อย ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลังจะน้อยตาม แต่ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อจะมาก ดังนั้น ปัญหาของพัสดุคงคลังก็คือการหาค่าที่เหมาะสมของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับพัสดุคงคลังมีค่าน้อยที่สุด

นโยบายการพัสดุคงคลัง (Inventory Policies)

ดังได้กล่าวมาแล้วปัญหาของวัสดุคงคลังอยู่ที่ "เมื่อใด "และ "เท่าใด "("When and "How") คำตอบของปัญหาแรกมีอยู่ 2 ทางด้วยกัน คือ

1. จำนวนของพัสดุคงคลังควรจะถูกจัดหามาเพิ่มเมื่อจำนวนของพัสดุคงคลังที่มีอยู่ในคลังเท่ากับหรือต่ำกว่าจำนวน S_0 หน่วย ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด

2. จำนวนของพัสดุคงคลังควรจะถูกสั่งหามาเพิ่มทุก ๆ ช่วงเวลา t_0 หน่วย ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด

คำตอบของปัญหาที่สองสามารถตอบได้เป็น 2 ทางเช่นกัน คือ

1. ปริมาณของพัสดุที่จะจัดหามาคงคลังเท่ากับ q_0 หน่วย ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด

2. ปริมาณของพัสดุที่จะจัดหามาเท่ากับปริมาณที่จะทำให้พัสดุคงคลังอยู่ในระดับ S_0 หน่วย ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด

ระบบพัสดุคงคลังที่มีช่วงเวลานำเข้า (Leadtime) คือช่วงเวลานับตั้งแต่ออกใบสั่งซื้อจนกระทั่งวันที่เรารับของเรียบร้อย ถ้าเวลานำเข้ามีความสำคัญจะใช้อักษร z แทน s และอักษร Z แทน S

ระบบพัสดุคงคลังที่ต้องหา s และ q จะเรียกระบบนี้ว่าระบบพัสดุคงคลังที่ใช้นโยบาย (s,q) ในทำนองเดียวกันเราสามารถจะกำหนดระบบอื่น ๆ ให้เป็นระบบพัสดุคงคลังที่ใช้นโยบาย (t,S) นโยบาย (s,S) และนโยบาย (t,q) ได้

คุณสมบัติของระบบพัสดุคงคลัง (Proparties of Inventory System)

ในการวิเคราะห์ระบบพัสดุคงคลัง เราจำเป็นต้องทราบองค์ประกอบคุณสมบัติของระบบ องค์ประกอบของระบบพัสดุคงคลังประกอบด้วยความต้องการใช้พัสดุ (Demand), การส่งพัสดุเข้าคลัง (Replenishment), ค่าใช้จ่าย (Cost) และขอบข่ายจำกัด (Contraints) ส่วนคุณสมบัติที่กล่าวถึงก็คือคุณสมบัติขององค์ประกอบทั้ง 4 ซึ่งแต่ละระบบในทางปฏิบัติจะมีคุณสมบัติปลีกย่อยที่ต่างกันออกไป ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะคุณสมบัติที่สำคัญและจำเป็นต้องศึกษาในทุกกรณีที่มีการวิเคราะห์พัสดุคงคลัง

1. คุณสมบัติของความต้องการใช้พัสดุ (Demand Properties) โดยปกติความต้องการใช้พัสดุเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้มีบางกรณีอาจควบคุมได้โดยทางอ้อม แต่ส่วนมากมักควบคุมไม่ได้ อย่างไรก็ดีเราจำเป็นที่จะต้องศึกษาคุณสมบัติของมัน เพื่อให้ได้มาซึ่งลักษณะของมัน ถ้าจากการศึกษาเราพบว่าปริมาณความต้องการใช้พัสดุ (Demand Size) มีขนาดคงที่ ลักษณะของความต้องการ

ใช้ฟัลดุก็จะมีลักษณะแน่นอน ตายตัว แต่ถ้าปริมาณการใช้ไม่คงที่แน่นอน ลักษณะความต้องการก็มีลักษณะที่แปรเปลี่ยนได้

ในกรณีที่ทราบปริมาณความต้องการแน่นอน เช่น ใช้หรือขายวันละ 2 หน่วย หรืออัตราการใช้ 7 หน่วย ต่อ ช.ม. เราก็เรียกมันว่าปริมาณความต้องการแบบ Deterministic และลักษณะของระบบฟัลดุคงคลังก็เป็นแบบ Deterministic แต่ถ้าเราไม่ทราบปริมาณความต้องการแน่นอน แต่ทราบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ของปริมาณความต้องการ เช่น

ปริมาณความต้องการ (x)	P(x)
0	2/12
10	1/12
20	5/12
30	3/12
40	1/12

เราเรียกมันว่าปริมาณความต้องการแบบ Probabilistic ซึ่งทำให้ระบบฟัลดุคงคลังเป็นแบบ Probabilistic

แต่ไม่ว่าจะเป็นปริมาณความต้องการแบบใด คุณสมบัติที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์อีกประการหนึ่งที่ต้องทราบก็คือ รูปแบบของการเกิดความต้องการ (Demand Patterns) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟัลดุคงคลัง (Q) ที่เวลาใด ๆ (Q (T)) กับเวลาซึ่งอาจเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$Q(T) = S - x^n \sqrt{T/t}$$

เมื่อ

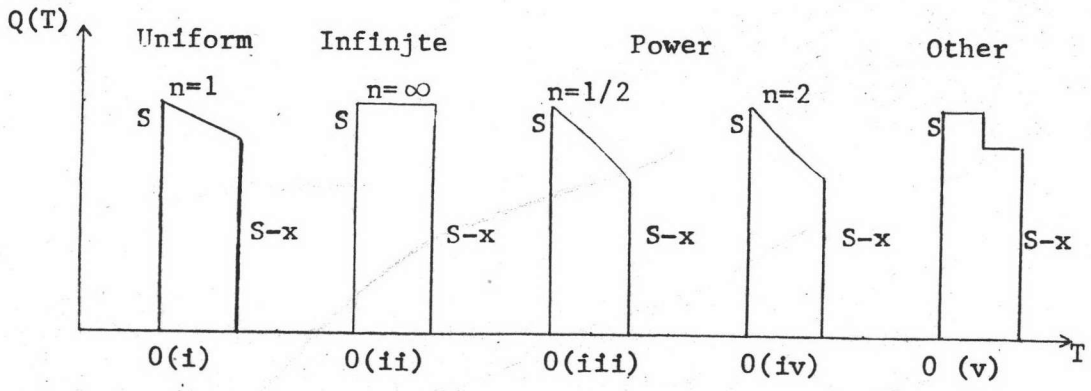
Q (T) = ปริมาณฟัลดุคงคลังเมื่อเวลา T

S = ปริมาณฟัลดุคงคลังเมื่อเวลาT=0 (เมื่อเริ่มต้นใช้ฟัลดุ)

x = ปริมาณความต้องการในช่วงเวลา t

n = Demand pattern index

หรือแสดงด้วยกราฟดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงรูปแบบของการเกิดความต้องการใช้ฟิล์ม

2. คุณสมบัติของการสั่งฟิล์มเข้าคลัง (Replenishing Properties) โดยทั่วไป การสั่งฟิล์มเข้าคลัง (Replenishment) หมายถึงจำนวนของฟิล์มที่จะสั่งเข้าเก็บในคลังตามระยะเวลาที่กำหนดไว้จากความหมายดังกล่าวจะเห็นได้ว่า คุณสมบัติของการสั่งฟิล์มเข้าคลัง เป็นคุณสมบัติที่เราสามารถควบคุมได้ นั่นคือเป็นการตัดสินใจของเราเองว่าจะนำเข้าไปเก็บเมื่อใด จำนวนเท่าใด องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของการสั่งฟิล์มเข้าคลัง มีดังต่อไปนี้

ก. กำหนดเวลาสั่งซื้อ (Scheduling Period) หมายถึงระยะเวลาระหว่างการสั่งซื้อแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็น

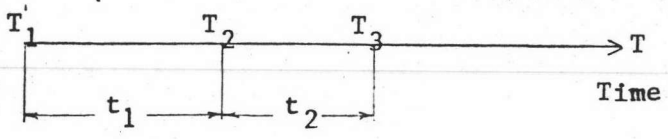
$$t_i = T_{i+1} - T_i$$

เมื่อ

t_i หมายถึงกำหนดเวลาสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ i

T_i หมายถึงเวลาที่ออกใบสั่งซื้อ i

T_{i+1} หมายถึงเวลาที่ออกใบสั่งซื้อ i+1



รูปที่ 3.2 แสดงระยะเวลาระหว่างการสั่งซื้อแต่ละครั้ง

กำหนดเวลาสั่งซื้ออาจเป็นระยะเวลาที่กำหนดตายตัว เช่น ทุกๆ 1 เดือน ในกรณีนี้ t_i ก็เป็นค่าคงที่ ใช้สัญญลักษณ์ tp ถ้าไม่มีกำหนดตายตัว t_i อาจอยู่ในลักษณะดังต่อไปนี้

1. ไม่กำหนดตายตัว แต่ทุก t_i มีค่าเท่ากันคือ t

2. ไม่คงที่และไม่เท่ากัน แต่อาจกำหนดได้แน่นอน (Deterministic)

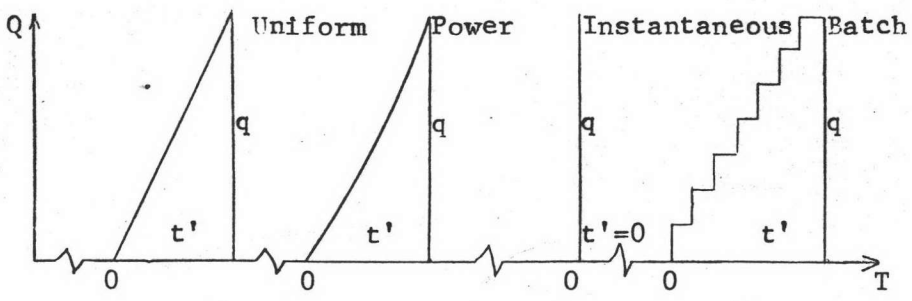
3. ไม่คงที่และไม่เท่ากัน ไม่อาจกำหนดได้แน่นอน แต่ทราบค่าความน่าจะเป็นของ t_i (Prob. system)

ข. ปริมาณของพัสดุที่จะส่งเข้าคลัง (Replenishment Size) หมายถึงจำนวนพัสดุที่จะส่งเข้าคลังตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ จำนวนพัสดุอาจเป็นจำนวนคงที่ตายตัว หรือเป็นจำนวนที่แปรเปลี่ยนน่าจะเป็น

ค. ระยะเวลาห่างระหว่างการออกใบสั่งซื้อ กับการส่งของมาที่คลัง (Leadtime) ระยะเวลาดังกล่าวจะมีผลต่อคำตอบของปัญหาในระบบพัสดุคงคลัง เฉพาะในระบบพัสดุคงคลังแบบ Probabilistic ทั้งนี้เพราะในระบบ Deterministic ซึ่งเราทราบค่าความต้องการและ Leadtime แน่นอน ความแตกต่างระหว่างระบบที่มี Leadtime กับไม่มีก็อยู่ตรงที่ระบบที่มีLead-time เราจำออกใบสั่งซื้อก่อนหน้าระบบที่ไม่มี Leadtime โดยที่ยังคงสั่งซื้อด้วยปริมาณเท่ากันเริ่มส่งพัสดุเข้าคลังที่ระดับพัสดุคงเหลืออยู่ในคลังเท่ากัน (Amount on hand)

ง. ช่วงเวลาของการส่งพัสดุเข้าคลัง ตั้งแต่ของมาถึงคลังจนชิ้นสุดท้ายอยู่ในคลังเรียบร้อย (Replenishment Period) อัตราการส่งพัสดุเข้าคลัง (Replenishment) และรูปแบบของการส่งพัสดุเข้าคลัง (Replenishment Patterns)

ช่วงเวลาของการส่งพัสดุเข้าคลังคือระยะเวลาสำหรับการขนพัสดุเข้าไปเก็บไว้ในคลัง ส่วนอัตราการส่งพัสดุเข้าคลังคือจำนวนพัสดุต่อหน่วยเวลาที่ถูกขนเข้าไปเก็บไว้ในคลัง กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพัสดุที่ถูกขนเข้าไปเก็บไว้ในคลัง กับเวลาที่เรียกว่ารูปแบบของการส่งพัสดุเข้าคลัง



รูปที่ 3.3 แสดงรูปแบบของการส่งพัสดุเข้าคลัง

t' = ช่วงเวลาของการส่งพัสดุเข้าคลัง

q = ปริมาณของพัสดุที่จะส่งเข้าคลัง

p = อัตราการส่งพัสดุเข้าคลัง = q/t

จ. การคาบเกี่ยวกันระหว่างการส่งพัสดุเข้าคลังและความต้องการใช้พัสดุ (Replenishment Demand Interactions)

ลักษณะของระบบพัสดุคงคลังที่พบเห็นอยู่เสมอ ๆ ก็คือขณะที่มีการส่งพัสดุเข้าคลังก็มีการนำเอาพัสดุออกไปใช้หรือจำหน่ายเพื่อสนองความต้องการ ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างที่การส่งพัสดุเข้าคลังยังไม่สิ้นสุด เมื่อเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้น ปริมาณของพัสดุที่จะส่งเข้าคลัง (q) ที่แต่เดิมคำนวณไว้ว่าจะทำให้ปริมาณของพัสดุคงคลังอยู่ที่ระดับใดระดับหนึ่ง ไม่เป็นไปตามที่คำนวณ

ฉ. จุดสั่งซื้อ (Reorder Point) และช่วงเวลาสำหรับตรวจนับพัสดุคงคลัง (Reviewing Period) จุดสั่งซื้อใช้ในระบบพัสดุคงคลังที่ใช้ปริมาณของพัสดุที่เหลืออยู่ในคลัง (s) สำหรับระบุว่าจะต้องสั่งซื้อเมื่อใด เช่น เมื่อพัสดุเหลืออยู่ในคลัง 10 หน่วย ฯลฯ เมื่อมีการใช้จุดสั่งซื้อก็จะต้องมีการตรวจนับพัสดุคงคลังว่าเมื่อใดจึงจะเหลือพัสดุเท่ากับจำนวนที่กำหนดว่าจะต้องสั่งซื้อพัสดุเติมคลัง ช่วงเวลาระหว่างการตรวจนับแต่ละครั้ง เรียกว่าช่วงเวลาสำหรับตรวจนับพัสดุคงคลัง ซึ่งอาจจะเป็นทุก ๆ 1 อาทิตย์ ทุกวัน ฯลฯ ในบางกรณีอาจเป็นกรณีที่มีการตรวจนับตลอดเวลา (Reviewed Continuously)

ช. ระดับสำหรับควบคุมปริมาณสั่งซื้อ (Order level (S)) หมายถึงปริมาณของพัสดุคงคลังที่มากที่สุดที่จะเก็บไว้ในคลัง ทุกครั้งที่มีการสั่งซื้อ ปริมาณการสั่งซื้อรวมกับพัสดุ-

คงคลังต้องไม่เกิน S หรือในกรณีที่มี Leadtime ต้องไม่เกิน Z

3. คุณสมบัติของค่าใช้จ่าย ในระบบพัสดุคงคลังค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องมี 4 ประเภท คือ ค่าเก็บรักษาพัสดุ (C1), ค่าขาดพัสดุ (C2), ค่าใช้จ่ายในการออกใบสั่ง (C3) และค่าใช้จ่ายทั้งหมด (C)

หน่วยของค่าใช้จ่าย คือหน่วยเงิน/หน่วยเวลา สำหรับ Dimension ของค่าใช้จ่ายต่อหน่วย (Unit cost) ของค่าใช้จ่ายแต่ละชนิด จะเป็นดังนี้คือ

c_1 = $\frac{\text{หน่วยเงิน}}{\text{ปริมาณพัสดุ} \times \text{เวลา}}$, c_1 = Unit cost ของ C_1

c_2 = $\frac{\text{หน่วยเงิน}}{\text{ปริมาณพัสดุ} \times \text{เวลา}}$, c_2 = Unit cost ของ C_2

c_3 = หน่วยเงิน , c_3 = Unit cost ของ C_3

ดังนั้น ถ้าเราทราบปริมาณพัสดุ

$C_1 = I_1 \cdot c_2$

$C_2 = I_2 \cdot c_2$

$C_3 = I_3 \cdot c_3$

โดยที่ I_1 = ปริมาณเฉลี่ยของพัสดุคงคลัง, หน่วยเป็นจำนวนพัสดุ

I_2 = ปริมาณเฉลี่ยของพัสดุที่ไม่มีในคลังขณะมีความต้องการ (Shortage Inventory) หน่วยเป็นจำนวนพัสดุ

I_3 = จำนวนครั้งโดยเฉลี่ยของการส่งพัสดุเข้าคลัง ต่อหน่วยเวลา, หน่วยเป็น 1/หน่วยเวลา

4. ขอบข่ายจำกัด (Constraints) ขอบข่ายจำกัดที่เกี่ยวข้องกับระบบพัสดุคงคลังมีอยู่หลายลักษณะ ซึ่งมีผลทำให้ลักษณะของระบบพัสดุคงคลังต่างออกไปจากที่มันควรจะเป็น ตัวอย่างเช่นที่ควรจะเป็นเราต้องสั่งซื้อพัสดุเข้าคลัง ครั้งละ 500 หน่วย แต่เผอิญคลังของเราบรรจุได้เพียง 450 หน่วย ดังนั้น แทนที่เราจะสั่งซื้อครั้งละ 500 เราก็ต้องสั่งซื้อได้เพียง 450 หน่วย ซึ่งมีผลทำให้เราอาจต้องสั่งซื้อบ่อยขึ้น เสียค่าใช้จ่ายรวมมากกว่าที่สั่งซื้อครั้งละ 500 หน่วย เป็นต้น

ขอบข่ายจำกัดที่เกี่ยวข้องอยู่เสมอ ๆ แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือขอบข่ายจำกัดเรื่องหน่วย ขอบข่ายจำกัดเรื่องความต้องการใช้พัสดุ, ขอบข่ายจำกัดเรื่องการส่งพัสดุเข้าคลังและ ขอบข่ายจำกัดเรื่องค่าใช้จ่าย

ก. ขอบข่ายจำกัดเรื่องหน่วย เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางด้านคณิตศาสตร์ เพราะจะต้องทราบว่าหน่วยของตัวแปร และพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องเป็นแบบ discrete หรือ continuous เพราะการวิเคราะห์ต่างกัน

ข. ขอบข่ายจำกัดเรื่องความต้องการใช้พัสดุ ขอบข่ายที่เกี่ยวข้องมักจะเป็นไปในลักษณะดังต่อไปนี้

1. Marking up of shortage ในระบบพัสดุคงคลังบางระบบเราอาจส่งพัสดุเข้ามาใหม่ไปให้ลูกค้าที่เราติดหนี้พัสดุนั้นไว้ โดยไม่มีผลทางด้านอื่น ๆ ตามมา แต่ในบางระบบการติดหนี้อาจหมายถึงการเสียลูกค้าหรือเสียตลาด ในสองลักษณะนี้เราก็จะเห็นว่าความสำคัญของค่าจ้างพัสดุ (Shortage Cost) ย่อมไม่เหมือนกัน

2. Negative Demand ในระบบพัสดุคงคลังบางประเภทอาจยินยอมให้ลูกค้าส่งสินค้าคืน (ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้) ลักษณะเช่นนี้อาจก่อให้เกิดลักษณะความต้องการติดลบ กล่าวคือแทนที่จะจ่ายพัสดุออกไปสนองความต้องการ แต่กลับได้รับพัสดุกลับมา

3. Dependent demand structure ลักษณะนี้คือ การที่ความต้องการใช้พัสดุของช่วงเวลาหนึ่งต้องขึ้นกับความต้องการใช้พัสดุในช่วงเวลาก่อน ๆ และขึ้นกับปริมาณพัสดุคงคลังในช่วงเวลาก่อน ๆ

ลักษณะในข้อ 2,3 ทำให้การวิเคราะห์หาปริมาณที่เหมาะสมและเวลาที่เหมาะสมสำหรับการสั่งซื้อยุ่งยากมากกว่าลักษณะที่ไม่มีขอบข่ายจำกัด ดังกล่าว

ค. ขอบข่ายจำกัดเรื่องการส่งพัสดุเข้าคลัง ขอบข่ายดังกล่าวมักจะมีลักษณะดังต่อไปนี้คือ

1. ขอบข่ายจำกัดเกี่ยวกับขนาดของคลัง

2. ขอบข่ายจำกัดเกี่ยวกับกำหนดสั่งซื้อ และช่วงเวลาสำหรับตรวจนับพัสดุคงคลัง

3. ขอบข่ายจำกัดเกี่ยวกับปริมาณของพัสดุคงคลังที่เวลาใดเวลาหนึ่ง

4. ขอบข่ายจำกัดเกี่ยวกับนโยบายการเก็บรักษาพัสดุ

ง. ขอบข่ายจำกัดเรื่องค่าใช้จ่าย ขอบข่ายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ เช่นระบบพัสดุคงคลังที่ไม่ยอมให้เกิดมีการค้างพัสดุ ($C_2=0$) ระบบพัสดุคงคลังที่ไม่ต้องเก็บรักษา (อาจเป็นเพราะควบคุมไม่ได้ ฯลฯ) ($C_1=0$) ระบบพัสดุคงคลังที่ไม่สามารถควบคุมการสั่งซื้อ ($C_3=0$) หรือกำหนดการสั่งซื้อตายตัว (C_3=Constant) ซึ่งทำให้เราไม่สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการสั่งซื้อถี่หรือห่างเกินไป ในบางกรณีอาจมีการกำหนดความน่าจะเป็นของการเกิดการร้างพัสดุ ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าที่กำหนดค่าหนึ่ง ซึ่งมีผลทำให้การควบคุมค่าใช้จ่าย C_2 ไม่อิสระ

รูปแบบปัญหาทางพัสดุคงคลัง (Inventory Model)

เราสามารถแบ่งประเภทของรูปแบบปัญหาทางพัสดุคงคลังออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. รูปแบบของปัญหาที่มีสามารถทราบความต้องการของพัสดุคงคลัง (Deterministic Model) ในกรณีนี้เราสามารถกำหนดปริมาณความต้องการของพัสดุในแต่ละช่วงเวลาในอนาคตได้ แต่ในความเป็นจริงแล้วไม่ค่อยจะพบลักษณะนี้มากนัก

2. รูปแบบของปัญหาที่มีความต้องการของพัสดุคงคลังมีลักษณะความน่าจะเป็น (Probabilistic Model) ในกรณีนี้เราไม่สามารถกำหนดปริมาณความต้องการของพัสดุในแต่ละช่วงเวลาของอนาคตได้ว่าจะเป็นอัตราส่ำเสมอเท่าไร เราอาจจะกำหนดปริมาณความต้องการของพัสดุได้จากรูปแบบความน่าจะเป็นของความต้องการนั้น โดยอาศัยข้อมูลที่พอจะหาได้นำมาจัดเข้าตามรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และทดสอบด้วยวิธีทางสถิติ จนแน่ใจได้ว่าความต้องการของพัสดุที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาต่าง ๆ ในอนาคตจะเป็นไปตามเงื่อนไขของรูปแบบที่กำหนดขึ้น ในกรณีที่มีข้อมูลไม่พอ เราก็จะไม่สามารถกำหนดรูปแบบนั้น ๆ ได้ ซึ่งเราจะสามารถกำหนดโดยประมาณว่าปริมาณความต้องการของพัสดุขนาดเท่าใดจะมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าใดโดยเรียกกรณีนี้ว่าเป็นกรณีที่วิเคราะห์ภายใต้ความเสี่ยงและความไม่แน่นอน

ระบบพัสดุคงคลังที่จะนำมาใช้ในการวิจัยปรับปรุง

ระบบพัสดุคงคลังของชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักรใหญ่ของเรือ P.G.M. ที่ทำการวิจัยนี้

เป็นลักษณะของการส่งกำลังบำรุงทางการทหาร (Logistical) จึงไม่สามารถที่จะยอมให้เกิดการขาดแคลนของชิ้นอะไหล่ได้เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายในทางยุทธการ และข้อมูลของปริมาณความต้องการชิ้นส่วนอะไหล่มีลักษณะความน่าจะเป็น (Probabilistic Demand) นอกจากนี้ในการสั่งซื้อของชิ้นส่วนอะไหล่ตามระบบปัจจุบัน ต้องมีระยะเวลาในการนำเนื่องจากอะไหล่ส่วนใหญ่ต้องสั่งจากต่างประเทศ เช่นสหรัฐอเมริกา และการสั่งซื้อเป็นไปตามระเบียบราชการซึ่งมีขั้นตอนมากจึงทำให้มีช่วงนำเกิดขึ้น

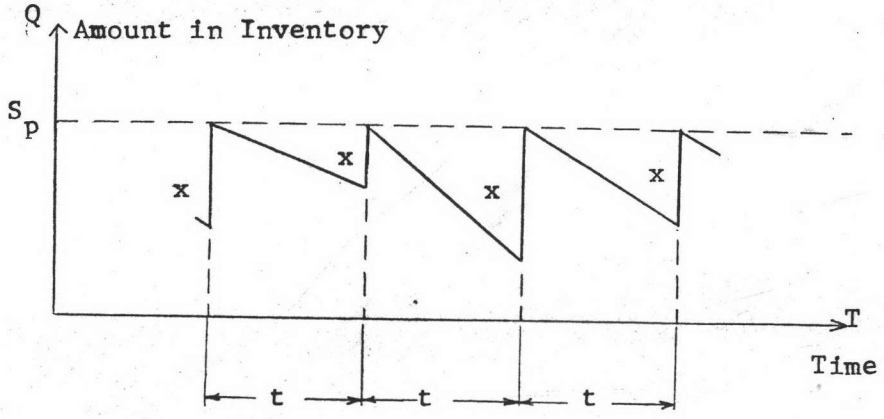
ระบบฟิสิคคงคลังแบบ (1,3) ที่มีระยะเวลานำซึ่งเป็นระบบฟิสิคคงคลังที่ไม่มีการขาดแคลน ได้แก่ The Probabilistic Scheduling Period System with Leadtimeและ The Probabilistic Reorder - Point - Lot - Size System with Leadtime

แต่เนื่องจากเมื่อศึกษาข้อมูลปริมาณความต้องการใช้อะไหล่บางชนิด ไม่สามารถที่จะใช้กับระบบ The Probabilistic Reorder - Point - Lot - Size System wit Leadtime เนื่องจากความต้องการของชิ้นส่วนอะไหล่ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของเวลาไม่เป็นผลคูณของ Lot - Size ดังนั้นจึงไม่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดด้วยระบบนี้ได้

ดังนั้น ในรายงานการวิจัยนี้จะกล่าวถึงระบบ The Probabilistic Scheduling Period System with Leadtime เพียงระบบเดียว โดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM360-136 ของสถาบันคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ช่วยในการคำนวณหาคำตอบที่เหมาะสมของระบบฟิสิคชนิดเดียว (Single Item) และฟิสิคหลายชนิด (Multiple Item) ด้วยภาษา Fortran IV ดังแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ค.

แต่ก่อนที่จะกล่าวถึงระบบการคงคลังดังกล่าว ซึ่งมีระยะเวลานำเข้า เราจำเป็นต้องกล่าวถึงระบบการคงคลังซึ่งไม่มีเวลาการนำเข้าก่อน เพราะเป็นระบบพื้นฐานของระบบที่จะทำการศึกษาวิจัย ดังนี้

Probabilistic Scheduling - Period System without Leadtime



รูปที่ 3.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับของปริมาณพัสดุคงคลังในระบบ Probabilistic Scheduling-Period System without Leadtime

สมมุติฐาน (Assumption)

1. ไม่อนุญาตให้มีการร้างพัสดุหรือการขาดแคลนพัสดุ
2. อัตราการส่งพัสดุเข้าคลังเป็นแบบทันทีทันใด (Instantaneous Replenishment Rate)
3. อัตราความต้องการใช้พัสดุในแต่ละช่วงเวลาไม่แน่นอน
4. ไม่มีระยะเวลาการนำเข้า (Leadtime)
5. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุมีค่าคงที่ (C_1) มีหน่วยเป็นบาทต่อหน่วยเวลา
6. ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อหรือจัดหาต่อครั้งมีค่าคงที่ (C_3) มีหน่วยเป็นบาทต่อครั้งการสั่งซื้อ
7. กำหนดเวลาที่จะทำการจัดซื้ออยู่ในทุก ๆ ช่วงเวลา t ที่เหมาะสม
8. ปริมาณพัสดุคงคลังที่จัดซื้อหรือจัดหามาจะเป็นปริมาณที่ทำให้ปริมาณพัสดุคงคลังที่มีอยู่รวมกับปริมาณพัสดุที่จัดซื้ออยู่ในระดับสูงสุดที่ยอมให้มีพัสดุอยู่ในคลังในช่วงเวลา t ซึ่งไม่ทำให้เกิดการขาดแคลนพัสดุคงคลัง

กำหนดให้

t = ช่วงระยะเวลาในการจัดซื้อ (Scheduling Period)

$x(t)$ = ปริมาณความต้องการพัสดุในช่วงระยะเวลา t (Demand During Scheduling Period)

$\bar{x}(t)$ = ปริมาณความต้องการพัสดุโดยเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา t (Mean of Demand During Scheduling Period)

$f(x)$ = Probability density ของความต้องการในช่วงระยะเวลา t

r = อัตราความต้องการใช้พัสดุโดยเฉลี่ย (Average Rate of Demand) มีค่าเท่ากับ $\frac{\bar{x}(t)}{t}$

เนื่องจากในระบบนี้ไม่ยอมให้เกิดการขาดแคลนพัสดุ ดังนั้นระดับของพัสดุคงคลัง (Sp) จะต้องมากพอกับความต้องการสูงสุดที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลา t ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการขาดแคลนพัสดุนั่นคือ

$$S_p = x_{max}(t) \qquad (1)$$

ปริมาณของพัสดุคงคลังเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา t ที่มีความต้องการใช้พัสดุจะมีค่าเท่ากับ Sp - x/2 ดังนั้น ค่าคาดหวังโดยเฉลี่ยของปริมาณพัสดุที่มีอยู่ในคลัง (The Expected Average Amount in Inventory) จะมีค่าเท่ากับ

$$I_1 = \int_{x\,min}^{x\,max} (S_p - \frac{x}{2})\, f(x)\, dx$$

$$= S_p - \frac{\bar{x}(t)}{2}$$

$$= S_p - \frac{rt}{2} \qquad (2)$$

เนื่องจากจำนวนการจัดซื้อหรือจัดหาในช่วงที่จะทำการวิเคราะห์ต่อหน่วยเวลาคือ $1/t$ ดังนั้นจากสมการที่(1) และ (2) เราจะได้ค่าคาดหวังซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของระบบ The Expected Average Amount in Inventory คือ

$$C(t) = c_1(S_p - \frac{rt}{2}) + c_3/t$$

$$= c_1 x_{max}(t) - \frac{rt}{2} + c_3/t \qquad (3)$$

ดังนั้นในการที่จะหาช่วงระยะเวลา t ที่เหมาะสมเราจำเป็นที่จะต้องรู้เกี่ยวกับฟังก์ชั่นของ $x_{max}(t)$ เราจึงกำหนดให้

$$x_{max}(t) = \bar{x}(t)A(t) = rbA(t) \qquad (4)$$

โดยที่ $A(t)$ เป็นฟังก์ชันใดๆที่สัมพันธ์ระหว่างความต้องการใช้พัสดุซึ่งเกิดขึ้นมากที่สุดในช่วงระยะเวลา t กับความต้องการใช้พัสดุโดยเฉลี่ยในช่วงเวลานั้น ดังนั้นจะได้

$$A(t) \geqslant 1 \qquad (5)$$

ดังนั้นโดยการแทนค่าของ x_{max} จากสมการที่(4)ลงในสมการที่(3)จะได้

$$C(t) = c_1\left[A(t) - \frac{1}{2}\right]rt + c_{3/t} \qquad (6)$$

ตราวนี้มาพิจารณากรณีพิเศษ 2 กรณีของฟังก์ชั่น $A(t)$ซึ่งจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบ

<u>กรณี $A(t) = k$</u>

เมื่ออัตราส่วนระหว่างความต้องการใช้พัสดุมากที่สุดในช่วงเวลา กับความต้องการใช้พัสดุโดยเฉลี่ยในช่วงเวลานั้นสมมติให้มีค่าคงที่ จากสมการที่(6)เราจะได้

$$C(t) = c_1(k - \frac{1}{2})rt - c_{3/t} \qquad (7)$$

ดังนั้นเราจะได้ผลลัพธ์ของระบบนี้คือ

$$t_0 = \sqrt{2c_3/c_1r(2k - 1)} \qquad (8)$$

$$S_p = k\sqrt{2rc_3/c_1(2k - 1)} \qquad (9)$$

$$C_0 = \sqrt{2c_1c_3r(2k-1)} \qquad (10)$$

กรณี $A(t) = 1 + b/t$

ตามความเป็นจริงแล้วการใช้อัตราส่วนระหว่างความต้องการใช้ไฟสูงสุดกับความต้องการใช้ไฟสูงโดยเฉลี่ยนี้ โดยทั่วไปขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลา t ซึ่งถ้า t มีค่ามากจะทำให้อัตราส่วนมีค่าน้อยลง เมื่อ

$$A(t) = 1 + b/t \qquad (11)$$

โดยที่ $[b] = [T]$ สมการของค่าใช้จ่ายของระบบนี้เมื่อแทนค่า $A(t)$ ลงในสมการที่ (6) จะได้

$$C(t) = c_1\left(1+\frac{b}{t} - \frac{1}{2}\right)rt + c_3/t$$

$$= c_1\frac{rt}{2} + c_1br + c_3/t \qquad (12)$$

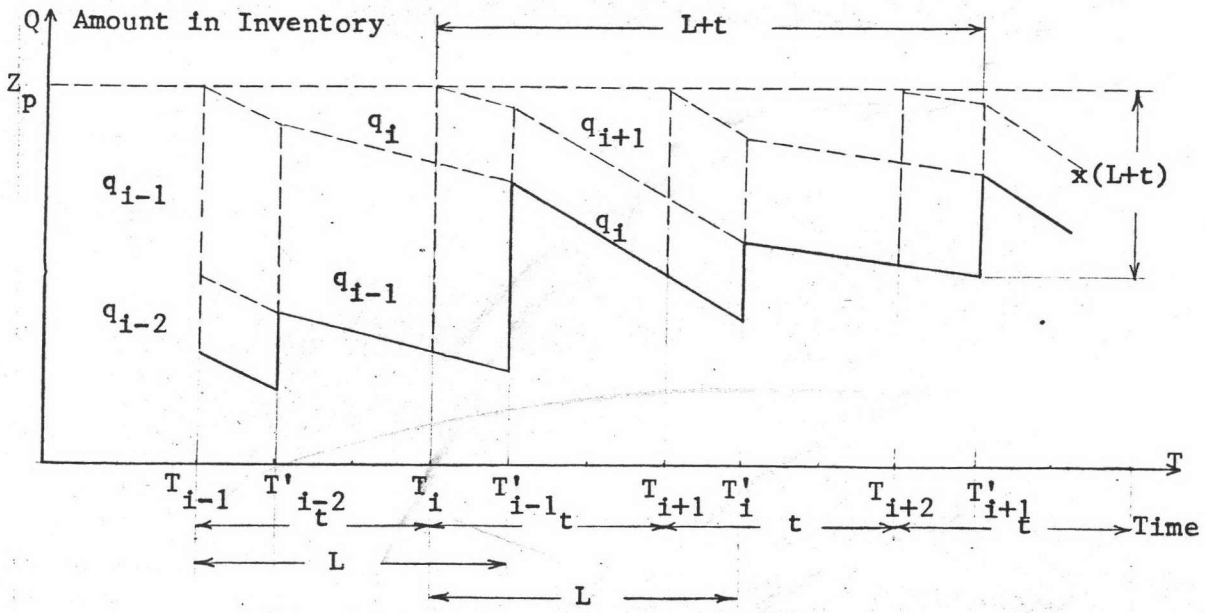
ดังนั้นเราจะได้สมการผลลัพธ์ที่เหมาะสมดังนี้

$$t_0 = \sqrt{2c_3/(rc_1)} \qquad (13)$$

$$S_p = \sqrt{2rc_3/c_1 + br} \qquad (14)$$

$$C_0 = \sqrt{2rc_1c_3 + c_1br} \qquad (15)$$

Probabilistic Scheduling - Period System with Leadtime



รูปที่ 3.5 แสดงระบบ Probabilistic Scheduling-Period with Leadtime

สมมุติฐาน (Assumption)

ส่วนใหญ่จะเหมือนกับระบบที่ไม่มีระยะเวลาในการนำเข้า มีที่แตกต่างกันคือ ปริมาณ-พัสดุที่จะสั่งจัดซื้อมาจะมีผลทำให้ปริมาณผลรวมของพัสดุคงคลังที่มีอยู่ (On Hand) กับพัสดุที่จะสั่งมาแล้วแต่ยังไม่ได้รับ (On Order) มีระดับสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในคลังมีเท่ากับ Z และปริมาณของพัสดุที่สั่งไปจะได้รับหลังจากระยะเวลาได้ผ่านไปแล้วเป็นเวลา L หน่วย

กำหนดให้

L	=	ระยะเวลาการนำเข้า (Leadtime)
t	=	ช่วงระยะเวลาที่ทำการจัดซื้อหรือจัดหาพัสดุ
x(T)	=	ปริมาณความต้องการพัสดุในช่วงระยะเวลา T
x(t)	=	ปริมาณความต้องการพัสดุในช่วงเวลา t ใดๆ (The Demand Size During Some Period T)

v = ตัวแปรสุ่ม (Random Variable) แทนปริมาณความต้องการในช่วงระยะเวลาการนำเข้า

$h(v)$ = ฟังชั่นของการแผ่นกระจายที่เป็นไปได้ของปริมาณความต้องการในช่วงระยะเวลาการนำเข้า (Probability Distribution of Demand During Leadtime) v เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง (Continuous Random Variable)

$H(v)$ = ฟังชั่นของการแผ่นกระจายที่เป็นไปได้ของปริมาณความต้องการในช่วงระยะเวลาการนำเข้า v เป็นตัวแปรสุ่มแบบช่วง (Discrete Random Variable)

Z_p = ระดับปริมาณพัสดุสูงสุดที่ยอมให้มีในพัสดุคงคลัง

ในพัสดุคงคลังระบบนี้ไม่ยอมให้มีการขาดแคลนพัสดุคงคลัง ฉะนั้น ปริมาณของพัสดุที่มีอยู่ในคลังต้องมากพอกับความต้องการใช้พัสดุในช่วงระยะเวลาการนำเข้ารวมกับช่วงเวลาที่จะสั่งซื้อ$(L+t)$ จึงจะทำให้ไม่เกิดการขาดแคลนพัสดุคงคลัง ด้วยเหตุผลนี้แน่นอนที่สุด ระดับของ Z คือ ระดับของพัสดุคงคลังที่เหมาะสมที่สุดซึ่งจะได้

$$Z_p = X_{max}\ (L+t) \qquad (16)$$

ปริมาณพัสดุคงคลังโดยเฉลี่ยที่คาดหวังไว้ของระบบนี้เราสามารถหาได้โดยวิธีเดียวกับระบบที่ไม่มีระยะเวลาการนำเข้าดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นเราจะได้

$$I_1 = Z_p - rL - \frac{rt}{2} \qquad (17)$$

เนื่องจากจำนวนการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ต่อหน่วยเวลาคือ $\frac{1}{t}$ ดังนั้นเราจะได้ค่าคาดหวังซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดของระบบเท่ากับ

$$C(t) = c_1\ (Z_p - rL - \frac{rt}{2}) + c_{3/t} \qquad (18)$$

กำหนดให้ $A(T)$ เป็นฟังชั่นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการใช้พัสดุสูงสุดในช่วงเวลาต่าง ๆ กับปริมาณความต้องการใช้พัสดุโดยเฉลี่ยในช่วงเวลานั้นจะได้

$$A(T) = \frac{x_{max}}{x(T)} = \frac{x_{max}}{rt}$$

จากสมการ 16 จะเขียนได้เป็น

$$Z_p = r\,(L+t)\,A\,(L+t)$$

ดังนั้นสมการ (18) จะมีค่าเท่ากับ

$$C(t) = c_1 \left[(L+t)\,A\,(L+t) - (L+\tfrac{t}{2}) \right] r + c_{3/t} \qquad (19)$$

จากสมการ (19) จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ของระบบนี้จะขึ้นอยู่กับฟังชั่น A(T) ซึ่งเราจะพิจารณากรณีพิเศษ 2 กรณี คือ

<u>กรณี A(T) = k</u>

ถ้า A(t) เป็นค่าคงที่ k ไม่ขึ้นอยู่กับ T แล้วจากสมการ (19) เราจะได้

$$C(t) = c_1 L\,(k-1)\,r + c_1 t\,(k-\tfrac{1}{2})\,r + c_{3/t} \qquad (20)$$

จะได้ผลลัพธ์ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมดังนี้

$$t_0 = \sqrt{2C_3 / \left[c_1 r(2k-1) \right]} \qquad (21)$$

$$Z_p = rLk + k\sqrt{2rC_3 / c_1\,(2k-1)} \qquad (22)$$

$$C_0 = c_1\,L\,(k-1)\,r + \sqrt{2c_1\,C_3 r(2k-1)} \qquad (23)$$

<u>กรณี A(T) = 1+b/T</u>

เมื่องฟังชั่น A(T) มีค่าลดลงจะทำให้ T มีค่ามากขึ้น ดังนั้นเราจึงมาพิจารณาความสัมพันธ์ของ

$$A(T) = 1 + \frac{b}{T} \qquad (24)$$

โดยการแทนค่า A(T) ลงในสมการ (19) เราจะได้สมการของค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบเป็น

$$C(t) = c_1 br + \frac{c_1 rt}{2} + \frac{c_3}{t} \quad (25)$$

จากสมการจะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายทั้งหมดของระบบไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการนำเข้า L เราจะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดดังนี้

$$t_0 = \sqrt{2c_3/rc_1} \quad (26)$$

$$Z_p = (b+1)\, r + \sqrt{2rc_3/c_1} \quad (27)$$

$$C(t_0) = \sqrt{2c_1c_3r} + c_1br \quad (28)$$

จากที่กล่าวมาแล้วเป็นระบบการควบคลังที่เหมาะสมที่สุดของพัสดุเพียงชนิดเดียวเท่านั้น (Single Item) ซึ่งในความเป็นจริงแล้วในการจัดซื้อหรือจัดหาพัสดุส่วนใหญ่แล้วจะทำการจัดซื้อพัสดุทีละหลาย ๆ ชนิดพร้อมกัน (Multiple Items) ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเพียงครั้งเดียวเป็นการทำให้ลดค่าใช้จ่ายลงได้

Multiple Items

สมมุติให้มีพัสดุ N ชนิดที่เราจะพิจารณาเพื่อจัดหาในการสำรองพัสดุควบคลัง

กำหนดให้

c_{1i} = ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุควบคลังในพัสดุชนิดที่ i ($i = 1,2,3.....N$)

c_3 = ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อหรือจัดหาพัสดุ ซึ่งจะคงที่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของพัสดุที่สั่งซื้อ

r_i = อัตราความต้องการใช้พัสดุโดยเฉลี่ยในชนิดที่ i ($i = 1,2,3.....N$)

t_i = ช่วงระยะเวลาในการจัดซื้อพัสดุในแต่ละชนิดที่ i ($i = 1,2,3.....N$)

L_i = ช่วงระยะเวลาการนำเข้าในการสั่งซื้อพัสดุชนิดที่ i
(i = 1,2,3.....N)

Z_{pi} = ระดับของพัสดุที่สูงสุดซึ่งยอมให้มีได้ในคลังของพัสดุชนิดที่ i
(i = 1,2,3.....N)

$X_i(t)$ = ปริมาณความต้องการใช้พัสดุชนิดที่ ในช่วงเวลา t ใด ๆ
(i = 1,2,3.....N)

$A_i(T)$ = เป็นฟังก์ชันซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความต้องการพัสดุชนิดที่ iในช่วงเวลาที่ใด ๆ กับปริมาณความต้องการพัสดุชนิดที่i นั้น โดยเฉลี่ยในช่วงเวลานั้น

จากสมการของ Single item ในสมการที่ (16) และ (17) จะได้

$$Z_{pi} = X_{i\,max}(L_i + t_i) \qquad (29)$$

$$I_{il} = Z_{pi} - r_i t_i - \frac{r_i L_i}{2} \qquad (30)$$

ให้ t_k = ช่วงระยะเวลาของการสั่งซื้อหรือสั่งหาพัสดุชนิดที่ kใด ๆ ซึ่งมีช่วงระยะเวลาสั้นที่สุด ดังนั้น

$$t_k = t \leqslant t_i,\ i = 1,2,3.....N$$

ในการสั่งซื้อพัสดุทีละหลายชนิดจะต้องมีการลดช่วงระยะห่างของเวลาที่ทำการสั่งซื้อหรือสั่งหาพัสดุชนิดที่ j จาก t_j มาเป็น $t_{j'}$ โดยให้ $t_{j'} = t$ แล้วจะได้ปริมาณพัสดุโดยเฉลี่ยซึ่งมีอยู่ในคลังลดลงจาก I_{lj} มาเป็น $I_{lj'}$ นั่นคือ $I_{lj'} < I_{lj}$ ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาพัสดุคงคลังลดลง

สำหรับค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือสั่งหานั้นจะเห็นได้ว่า ถ้าเราสั่งซื้อพัสดุชนิดที่ k ทุก ๆ ช่วงเวลา$t_k = t$ เนื่องจากว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อนั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของพัสดุนั้น ๆ ดังนั้นถ้ามีการสั่งซื้อพัสดุชนิดที่ j ในช่วงเวลา $t_{j'} = t$ จะไม่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเลย

ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าถ้าเราทำการสั่งซื้อพัสดุชนิดที่ j และ k พร้อม ๆ กันแล้วจะทำให้มีค่าใช้จ่ายทั้งหมดลดลง ฉะนั้น จะเห็นได้ว่าจุดที่เหมาะสมที่สุดที่เราจะทำการสั่งซื้อแล้วมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดจะต้องให้ t_j น้อยกว่า t กล่าวคือพัสดุชนิดต่าง ๆ ที่ทำการสั่งซื้อพร้อม ๆ กันจะต้องมีช่วงระยะเวลาในการสั่งซื้อเท่ากับช่วงระยะเวลาในการสั่งซื้อน้อยที่สุด

จากสมการที่ (18) เราจะได้ผลรวมของค่าใช้จ่ายดังนี้

$$C(t) = \sum_{i=1}^{n} c_1 \left(Z_{pi} \frac{-r_i t}{2} - r_i L_i\right) + c_{3/t} \qquad (31)$$

ให้ $$A_i(T) = \frac{X_{imax}}{\bar{X}_i(T)} = \frac{X_{imax}}{r_i t_i}$$

จากสมการที่ (29) และ (31) เราเขียนได้เป็น

$$Z_{pi} = r_i (L_i + t) A_i (l_i + t) \qquad (32)$$

$$C(t) = \sum_{i=1}^{N} c_{1i} \left[(L_i+t)A_i(l_i+t) - (L_i+\frac{t}{2}) \right] r_i + c_{3/t} \qquad (33)$$

จากสมการที่ (33) จะเห็นว่าค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฟังก์ชั่น $A_i(T)$

<u>ในกรณีที่ $A_i(T) = k$</u>

กรณี $A_i(T)$ มีค่าคงที่ k ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับค่า T แล้วเราจะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยวิธีเดียวกับที่กล่าวมาแล้วดังนี้

$$t_0 = \min \sqrt{2C_3 / C_1 i r_1 (2k-1)} \qquad (34)$$

$$Z_{pi0} = r_i L_i k_i + k_i t_0 r_i \qquad (35)$$

ส่วนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดสามารถหาได้โดยการนำเอาค่า t_0 และ Z_{pi0} แทนลงในสมการ (31)

I 16505981

ในกรณี $A_i(T) = 1+B/T$

จะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมดังนี้

$$t_0 = \min \sqrt{2C_3/r_iC_{1i}} \quad (36)$$

$$Z_{pi0} = (b+L_i)\, r_i + t_0 r_i \quad (37)$$

ส่วนค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดหาได้จากการแทนค่า t_0 และ Z_{pi0} ลงในสมการ (31) เช่นเดียวกัน