# บทที่ 6
# การสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ

การสุ่มตัวอย่างเพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต ได้กล่าวมาแล้วโดยเสนอให้ใช้ แผนภูมิควบคุมคุณภาพ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างจะสุ่มจากแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ นอกจากนี้ ควรจะมีการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับผลิตภัณฑ์ มีการตรวจสอบวัตถุดิบ สินค้า ชิ้นส่วน หรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาใช้ในโรงงาน ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพเพื่อรับสินค้านั้น สามารถกระทำได้ 3 วิธี คือ

1. ตรวจสอบสินค้าทุกชิ้น (screening)

เป็นการตรวจสอบสินค้าแบบ 100% เพื่อหาข้อเสีย แต่บางครั้งอาจจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีไม่ครบ 100% เพราะผู้ตรวจสอบอาจเกิดความเบื่อหน่าย และความเมื่อยล้าในการตรวจสอบแบบเดิมซ้ำซากจำเจ ความตั้งใจในการตรวจสอบอาจลดน้อยลงเรื่อยๆ อีกทั้งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายมากเกินไป สินค้าบางชนิดที่ตรวจสอบแล้วอาจใช้การไม่ได้ จึงไม่ค่อยนิยมใช้ แต่ถ้าใช้เครื่องมือตรวจสอบแบบอัตโนมัติ อาจจะหลีกเลี่ยงปัญหาต่างๆ ได้

2. สุ่มตัวอย่างจากสินค้า แต่ละลอต เพื่อตรวจสอบคุณภาพของสินค้า (lot by lot inspection)

โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ผลิตสินค้าออกมาเป็นจำนวนมาก ไม่สามารถตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นได้ จึงทำการตรวจสอบสินค้าแบบสุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างที่สุ่มจากลอตแต่ละลอต จะเป็นตัวแทนของลอต ถ้าจากตัวอย่างที่สุ่มมา เราตัดสินใจปฏิเสธ จะหมายถึง เราปฏิเสธสินค้าทั้งลอต ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดจากการตัดสินใจเช่นนั้น และการตัดสินใจดังกล่าว อาจจะเกิดความผิดพลาดของการสุ่มตัวอย่าง จึงต้องมีการกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่าง

3. ตรวจสอบสินค้าจากกระบวนการผลิตโดยตรง (process inspection)

การตรวจสอบจะเกิดขึ้นตามจุดต่างๆ ในกระบวนการผลิต ผู้ตรวจสอบจะถูกจำกัดเขตอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ที่จะต้องทำการตรวจสอบเครื่องมือ วิธีการผลิตวัตถุดิบ จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เพื่อมิให้ข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นมีโอกาสเกิดขึ้นได้ เพราะจะทำการแก้ไขทันที (โดยอาศัยแผนภูมิควบคุม) วิธีนี้มีข้อจำกัด คือผู้ตรวจสอบ ไม่สามารถตรวจทุกเครื่องในเวลาเดียวกันได้ จึงมักพบข้อผิดพลาดหลังจากเกิดความเสียหายของงานแล้ว

วิธีการดังกล่าว ถ้านำข้อ 2 มาใช้ตรวจสอบคุณภาพของสินค้านั้น ทางโรงงานจะต้องมีแผนการสุ่มตัวอย่าง ถ้าโรงงานใดสามารถนำ acceptance sampling plan มาใช้ จะทำให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของสินค้าที่ตรวจรับไว้ ถ้าคุณภาพของสินค้าในลอตต่างๆ ใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาตรวจสอบจะได้ว่าบางลอตจะยอมรับ และบางลอตจะปฏิเสธ แต่ถ้าคุณภาพของสินค้าต่างกันมาก เมื่อนำแผนการสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพของสินค้า จะเกิดความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตที่มีคุณภาพดี มากกว่า ลอตที่มีคุณภาพต่ำ

แผนการสุ่มตัวอย่าง นี้อาจกำหนดขึ้นในแต่ละขั้นตอนได้ ตั้งแต่รับวัตถุดิบเข้าโรงงานหรือในระหว่างกระบวนการผลิต จนถึงได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ในกรณีที่ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้ามีสูง แต่ความเสียหายที่เกิดจากการยอมรับสินค้าที่เป็นของเสียมีไม่มากนัก เราอาจจะไม่มีการตรวจสอบสินค้าเลย ก็จะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย

แผนการสุ่มตัวอย่าง จำแนกตามลักษณะของตัวเลขที่เก็บที่เก็บมาศึกษา แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ (Sampling Plan by Attributes)
2. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ (Sampling Plan by Variables)

การที่จะเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างชนิดใด มีปัจจัยในการเลือกคือ

1. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ มีขนาดตัวอย่างที่มากกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ กรณีการตรวจสอบชิ้นส่วนของสินค้าที่มีราคาแพง หรือ ชิ้นส่วนเกิดการทำลาย หลังการตรวจสอบ ควรใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ

2. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ต้องดำเนินการตรวจวัดค่า และมีการคำนวณ จึงเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ

3. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ต้องมีการฝึกอบรมพนักงานตรวจสอบอยู่เสมอ และเสียเวลาในการฝึกอบรมมาก แต่แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ อาจจะไม่ต้องฝึกอบรมพนักงานตรวจสอบอยู่บ่อยครั้ง และไม่จำเป็นว่าแต่ละครั้งต้องใช้เวลาในการฝึกอบรมนาน

4. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ จะให้ข้อมูลข่าวสารที่มีคุณค่าต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

**1. แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงคุณภาพ**

เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างที่มีการตรวจสอบแบบง่ายๆ โดยตรวจสอบคุณภาพของสินค้าเมื่อ

เทียบกับมาตรฐานว่าคุณภาพสินค้านั้น ดี หรือเสีย ใช้การได้ หรือใช้การไม่ได้ มีวิธีปฏิบัติให้เลือก 3 แบบ คือ

1. แผนตัวอย่างเดี่ยว (Single Sampling Plan) เป็นการแบ่งสินค้าออกเป็นลอตๆ แล้วสุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตมาตรวจสอบ จึงจะสามารถตัดสินใจว่าจะยอมรับลอต หรือไม่ยอมรับลอต

2. แผนตัวอย่างคู่ (Double Sampling Plan) เป็นการสุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตถึงสองครั้ง คือมีโอกาสที่จะเลื่อนการตัดสินใจที่จะยอมรับลอต หรือปฏิเสธลอต ในการสุ่มตัวอย่างครั้งที่สองได้

3. แผนตัวอย่างหมู่ (Multiple Sampling Plan) เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างที่มีการสุ่มตัวอย่าง ที่มีการสุ่มตัวอย่างจากลอตมากกว่า 2 ครั้ง แต่ไม่เกินจำนวนที่กำหนดไว้ในแผน

ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้า คือ

1. ผู้ผลิต (producer) หมายถึง ผู้ที่ส่งสินค้ามาให้ตรวจ ซึ่งอาจจะเป็นผู้ผลิต ผู้ขาย หรือผู้ส่งสินค้าระหว่างการผลิต จากแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่งของโรงงานเดียวกัน

2. ผู้บริโภค (consumer) หมายถึง ผู้ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า ซึ่งอาจจะเป็นผู้ซื้อ หรือผู้รับสินค้าระหว่างการผลิต จากแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่งภายโรงงานเดียวกัน

**1.1 แผนตัวอย่างเดี่ยว**

เมื่อเราตัดสินใจยอมรับ หรือปฏิเสธลอตใดก็ตาม จะอาศัยการสุ่มตัวอย่างเพียงตัวอย่างเดียว จากลอตที่มีจำนวนสินค้าในลอตทั้งหมด = N และแผนตัวอย่างที่ได้ จะต้องกำหนดขนาดตัวอย่าง = n และจำนวนสินค้าที่มีข้อบกพร่องอย่างมากที่สุดกี่หน่วย จึงจะทำให้ตัดสินใจยอมรับคุณภาพ
ของสินค้าในลอตนั้นๆ = c (acceptance number)

1.1.1 ความหมายของแผนตัวอย่าวเดี่ยว

ถ้ากำหนด N = 5,000, n = 100, c = 2 ความหมายของแผนตัวอย่างนี้คือ

(1) ในแต่ละลอตจะมีสินค้าทั้งหมด จำนวน 5,000 หน่วย

(2) จากแต่ละลอต จะทำการสุ่มสินค้ามาตรวจสอบคุณภาพ 100 หน่วย

(3) เมื่อตรวจสอบคุณภาพของสินค้า แล้วพบว่ามีสินค้าที่มีข้อบกพร่อง จำนวนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2 หน่วย (คือ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ c) จะยอมรับสินค้าทั้งลอตนั้น แต่ถ้าตรวจพบสินค้าที่มีข้อบกพร่อง จำนวนมากกว่า 3 หน่วย (คือมากกว่า c) จะปฏิเสธสินค้าทั้งลอตนั้น

**<u>ตัวอย่างที่ 6.1</u>** แผนตัวอย่างเดี่ยว มี n = 50, c = 0 จากลอตที่มี lot size = 1,000 มี $p' = 0.01$ จงอธิบายแผนตัวอย่างนี้

**คำตอบ** แต่ละลอตจะมีสินค้าจำนวน 1,000 หน่วย มีเปอร์เซนต์ของเสียหรือข้อบกพร่อง หรือ ข้อตำหนิ ภายในลอต อยู่ 1% สุ่มสินค้าจากแต่ละลอตจำนวน 50 หน่วย มาตรวจสอบคุณภาพ ถ้าพบสินค้าที่ไม่มีข้อบกพร่องเลยสักชิ้นเดียว จะยอมรับสินค้าในลอตนั้น แต่ถ้าพบสินค้าที่มีตำหนิตั้งแต่ 1 หน่วยขึ้นไป จะปฏิเสธลอตนั้นทันที

1.1.2 การคำนวณความน่าจะเป็นและเส้นโค้ง OC

การหาความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสินค้าจากแต่ละลอต อาจจะใช้การแจกแจงแบบไฮเปอร์จีออเมตริก หรือ การแจกแจงแบบทวินาม หรือ การแจกแจงแบบปัวซอง ถ้าในลอต มี lot size เท่ากับ N มีของเสียอยู่ $100p'\%$ ดังนั้น ลอตนี้จะมีของเสียทั้งหมด $Np'$ หน่วย เหลือของดี = $N - Np'$ หน่วย สุ่มสินค้าจากลอตมา n ชิ้น X เป็นจำนวนของเสียที่ตรวจ พบในตัวอย่าง X เป็นตัวแปรเชิงสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไฮเปอร์จีออเมตริก มีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสินค้าในลอต คือ $P_a$

$$P_a = P(X \le c) = \sum_{x=0}^{c} \frac{\binom{Np'}{x}\binom{N - Np'}{n - x}}{\binom{N}{n}}$$

ถ้า N โต จะประมาณ จำนวนของเสีย X ด้วยการแจกแจงแบบทวินามได้

$$P_a = P(X \le c) = \sum_{x=0}^{c} \binom{n}{x} (p')^x (1-p')^{n-x}$$

แต่ถ้าสุ่มตัวอย่างมีขนาด n โต ขณะที่ $p'$ มีค่าน้อยมาก จะประมาณจำนวนของเสีย X ด้วยการแจกแจงแบบปัวซองได้

$$P_a = P(X \le c) = \sum_{x=0}^{c} [e^{-np'} (np')^x]/x!$$

จากตารางการหาค่าความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสินค้าจากลอต อาศัยตารางการกระจายแบบปัวซอง โดยเปิดตารางที่ $np'$ เท่ากับเท่าใด จะหาค่า $P_a$ ได้จากตาราง E

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับสินค้าจากลอต ($P_a$)

| | n = 50 | | | n = 100 | | | c = 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $p'$ | $np'$ | c = 0 | c = 1 | $np'$ | c = 1 | c = 2 | n = 50 | n = 200 |
| 0.004 | 0.2 | 0.819 | 0.982 | 0.4 | 0.938 | 0.992 | 0.999 | 0.953 |
| 0.006 | 0.3 | 0.741 | 0.963 | 0.6 | 0.878 | 0.977 | 0.996 | 0.879 |
| 0.008 | 0.4 | 0.670 | 0.938 | 0.8 | 0.809 | 0.953 | 0.992 | 0.783 |
| 0.01 | 0.5 | 0.607 | 0.910 | 1.0 | 0.736 | 0.920 | 0.986 | 0.677 |
| 0.02 | 1.0 | 0.368 | 0.736 | 2.0 | 0.406 | 0.677 | 0.920 | 0.238 |
| 0.03 | 1.5 | 0.223 | 0.558 | 3.0 | 0.199 | 0.427 | 0.809 | 0.062 |
| 0.04 | 2.0 | 0.135 | 0.406 | 4.0 | 0.092 | 0.238 | 0.677 | 0.014 |
| 0.05 | 2.5 | 0.083 | 0.288 | 5.0 | 0.040 | 0.125 | 0.544 | 0.003 |
| 0.06 | 3.0 | 0.050 | 0.199 | 6.0 | 0.017 | 0.062 | 0.423 | 0.001 |
| 0.07 | 3.5 | 0.030 | 0.137 | 7.0 | 0.007 | 0.030 | 0.322 | 0 |
| 0.08 | 4.0 | 0.018 | 0.092 | 8.0 | 0.003 | 0.014 | 0.238 | 0 |
| 0.09 | 4.5 | 0.011 | 0.061 | 9.0 | 0.001 | 0.006 | 0.174 | 0 |
| 0.10 | 5.0 | 0.007 | 0.040 | 10.0 | 0 | 0.003 | 0.125 | 0 |

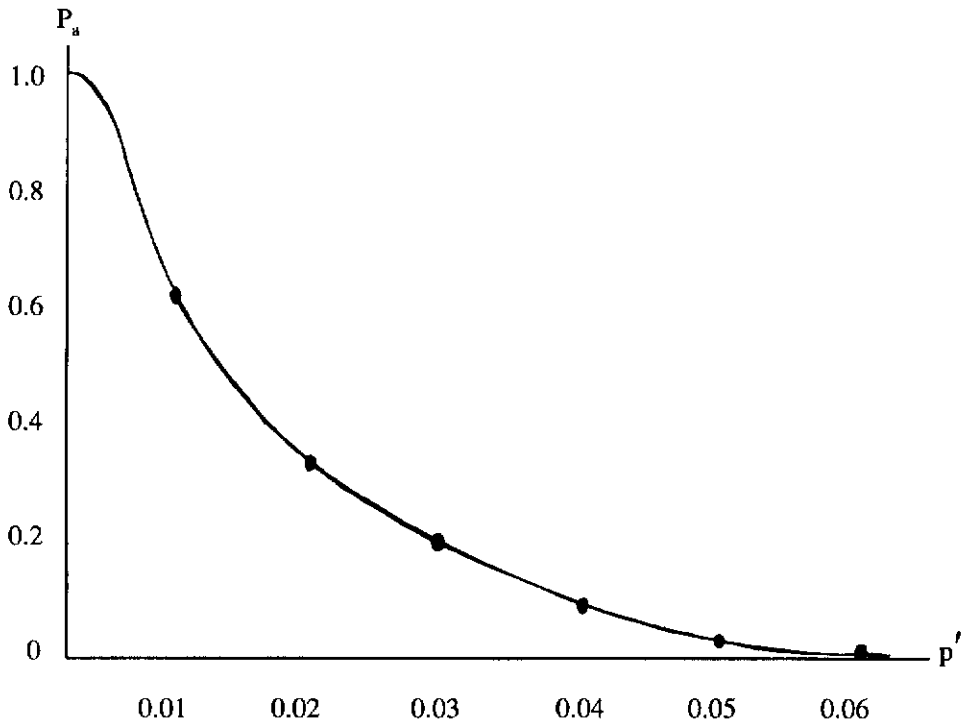
ถ้าแผนตัวอย่าง เป็นดังนี้ n = 50 c = 0 ความน่าจะเป็นของการยอมรับสินค้าจากลอตได้

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $p'$ | 0.004 | 0.009 | 0.01 | 0.02 | 0.08 |
| $np'$ | 0.2 | 0.45 | 0.5 | 1 | 4 |
| $P_a$ | 0.819 | 0.638 | 0.607 | 0.368 | 0.018 |

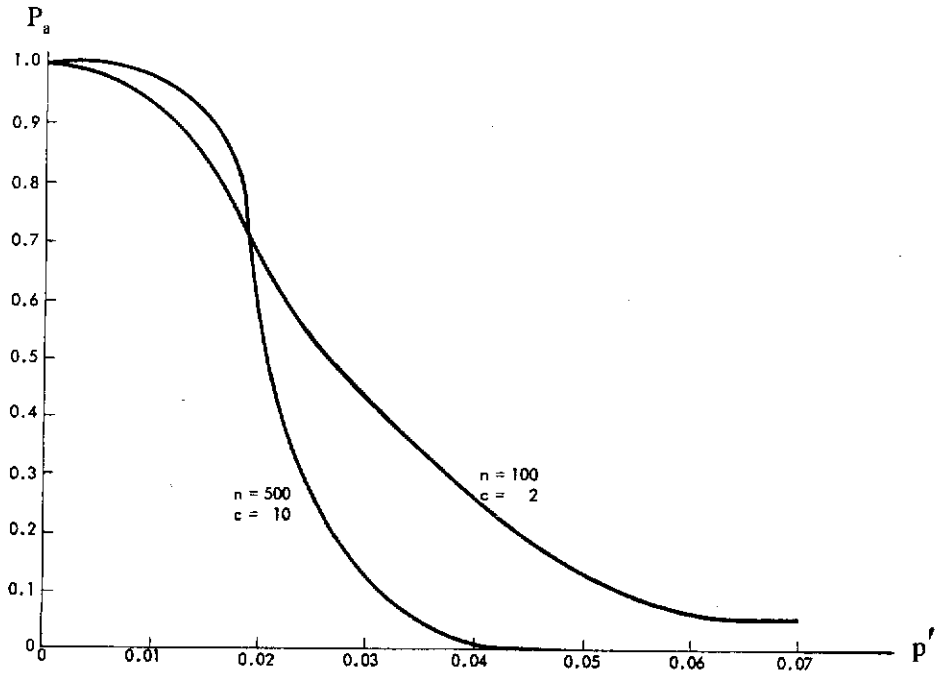
นำค่า $p'$ ที่ค่าต่างๆ กัน และค่า $P_a$ ที่ได้ ไปเขียนเส้นโค้ง OC (Operating Characteristic curve - OC curve) การสร้างเส้นโค้ง OC บนแกน X จะเป็นสัดส่วนของสินค้าในลอตที่มีข้อบกพร่อง หรือเปอร์เซนต์ของสินค้าในลอตที่มีข้อบกพร่อง และบนแกน Y จะเป็นความน่าจะเป็นในการยอมรับสินค้าในลอตต่างๆ

นำค่า $P_a$ ที่ค่า $p'$ ต่างๆ กัน จากตารางไปเขียนเส้นโค้ง OC

แผนตัวอย่าง n = 50 , c = 0




**การเปรียบเทียบเส้นโค้ง OC เมื่อ n ไม่คงที่ และ c ไม่คงที่**



จากรูปเมื่อขนาดของลอตโตขึ้น ก็จะสุ่มตัวอย่างจากลอตมากขึ้น และ c ก็จะเป็นอัตราส่วนของ n เมื่อขนาดตัวอย่างมีค่ามากขึ้น เส้นโค้ง OC ก็จะมีความชันมากขึ้น แผนการสุ่มตัวอย่าง ก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นในการแยกคุณภาพสินค้า ดี หรือเลว ออกจากกันได้ง่ายขึ้น ซึ่ง แผนตัวอย่างที่มีขนาดโตกว่า จะช่วยให้สามารถแยกลอตที่มีคุณภาพของสินค้า ที่แตกต่างกัน ออกจากกันได้ แต่ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสม หรือดีที่สุดนั้น จะต้องคำนึงถึงว่า ถ้าเพิ่มขนาดตัวอย่างอีกเล็กน้อย จะคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายและเวลาที่เสียไปหรือไม่ และควรคำนึงถึง ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตว่ามีค่าเพิ่มขึ้นมากหรือน้อยเพียงใด เช่น ถ้าลอตมีของเสีย 1%

ถ้าใช้แผนตัวอย่าง n = 500 c =10 จะได้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต = 98.6%

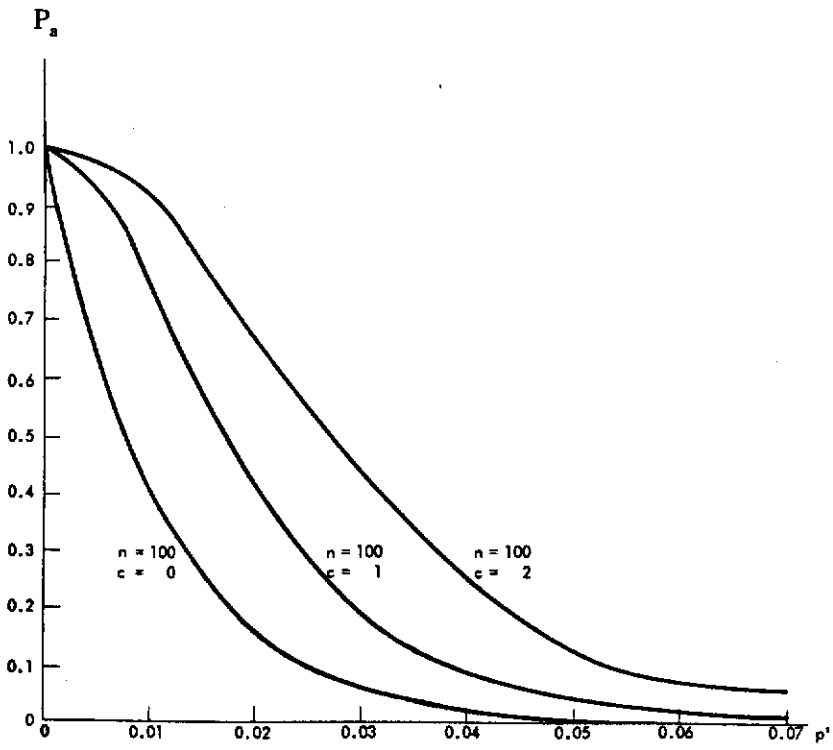
และแผนตัวอย่าง n = 100 c = 2 จะได้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต = 92.0%

แต่ถ้าลอตมีของเสีย 5%

ใช้แผนตัวอย่าง n = 500 c = 10 จะมีโอกาสที่จะยอมรับลอต = 0.10%

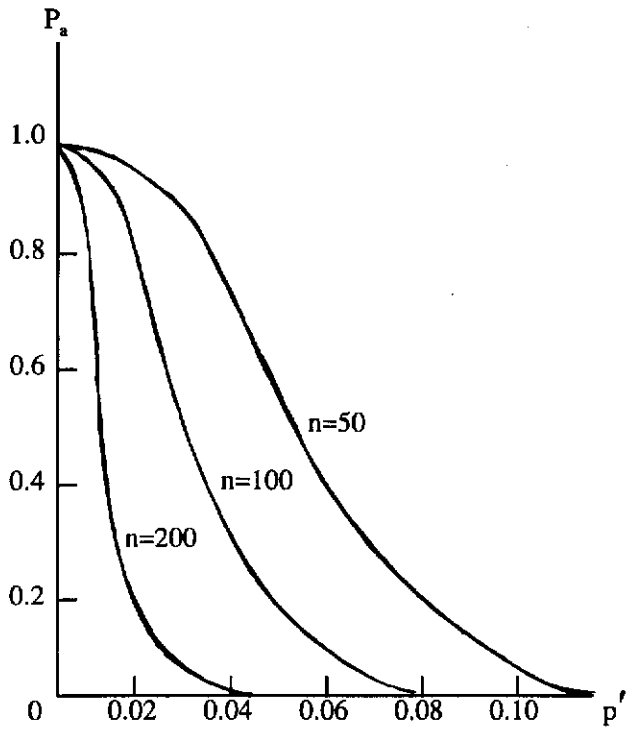
และแผนตัวอย่าง n = 100 c = 2 จะมีโอกาสที่จะยอมรับลอต = 12.5%

**การเปรียบเทียบเส้นโคง OC เมื่อ n คงที่ แต่ c ไม่คงที่**



จากรูป เส้นโค้ง OC ที่มี n = 100 c = 0, 1, 2 เมื่อ n คงที่ c ยิ่งมีค่าน้อยลง แผนตัวอย่างนั้นๆ จะเป็นแผนที่เคร่งมาก โดยเฉพาะแผนตัวอย่างที่มี c = 0 จะได้ว่า เส้นโค้ง OC ที่เปอร์เซนต์ของเสียเท่ากัน จะมีค่าต่างกันมาก ดังนั้น การกำหนดค่า c มากขึ้น จะเกิดโอกาสที่จะยอมรับลอตสูงขึ้น

**การเปรียบเทียบเส้นโค้ง OC เมื่อ n ไม่คงที่ แต่ c คงที่**




จากรูปเมื่อ c คงที่ n = 50, 100, 200 เส้นโค้ง OC ที่มี n โตขึ้น จะแยกความแตกต่างของลอตที่มีคุณภาพต่ำได้ดีกว่าที่มี n น้อย

จากเส้นโค้ง OC แผนการสุ่มตัวอย่างที่ได้ จะต้องเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภคที่พิจารณาแล้วว่าเป็นแผนที่เหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ทั้งสองฝ่าย และต้องเป็นแผนที่สามารถแยกคุณภาพของลอตที่แตกต่างกันได้ชัดเจน ซึ่งจากเส้นโค้ง OC มีค่าที่ควรจะทราบความหมาย คือ

(1) Point of Control ($p'_{0.5}$) หมายถึง คุณภาพของสินค้าที่นำมาตรวจสอบนั้น จะมีเปอร์เซนต์ในการยอมรับลอต เท่ากับ 50%

เช่น $p'_{0.95} = 0.01$ หมายความว่า ถ้าสินค้ามีข้อบกพร่อง 1% เมื่อนำมาตรวจสอบแล้ว มีโอกาสที่จะยอมรับลอตนั้น ถึง 95% ดังนั้น ถ้านำสินค้าที่มีคุณภาพที่ดีกว่ามาตรวจสอบ โอกาสที่จะยอมรับลอต ก็จะสูงกว่า 95% เช่นเดียวกัน ถ้านำสินค้าที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรวจสอบ ก็จะมีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ต่ำกว่า 0.95 ด้วย

(2) AQL (Acceptable Quality Level) หมายถึงระดับคุณภาพของสินค้าที่ควรจะยอมรับ

ถ้าคุณภาพของสินค้าในลอตใดดีกว่า หรือเท่ากับ AQL สินค้าในลอตเหล่านั้นเมื่อทำการตรวจสอบแล้ว จะยอมรับทั้งหมด หรือความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตเหล่านั้นเท่ากับ 100% แต่การตรวจสอบสินค้านั้น ได้นำสินค้าบางส่วน จากแต่ละลอตมาตรวจ ในตัวอย่างสินค้าที่สุ่มมาตรวจ อาจจะพบสินค้าที่มีข้อบกพร่องปนจำนวนมาก ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ตรวจคุณภาพปฏิเสธสินค้าลอตนั้น ทั้งๆ ที่ คุณภาพสินค้าในลอตนั้น ดีกว่าหรือเท่ากับ ระดับ AQL ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น จึงเป็นความเสี่ยงของผู้ผลิต (Procedure's Risk หรือ $\alpha$) หรือความเสี่ยงของผู้ขาย คือ ความน่าจะเป็นที่ผู้ซื้อปฏิเสธสินค้าที่มีคุณภาพ เท่ากับหรือดีกว่า AQ ผู้ขายจึงต้องการให้ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยที่สุด

AQL = ระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ = $p_1'$

$\alpha$ = P[ปฏิเสธสินค้าที่คุณภาพระดับ AQL | ควรจะยอมรับสินค้าลอตนั้น]

(3) LTPD หรือ LTFD (Lot Tolerance Percent Defective or Lot Tolerance Fraction Defective) หมายถึง ระดับคุณภาพที่เลวที่สุด ที่จะยอมรับได้ในแต่ละลอต หรือ คุณภาพของสินค้าที่ผู้ซื้อทนยอมรับลอตนั้นๆ ในตัวอย่างสินค้าที่สุ่มมาตรวจ อาจจะพบสินค้า ที่มีข้อบกพร่องจำนวนน้อย ไม่ถึงระดับที่ตกลงกันไว้ ผู้ตรวจคุณภาพจึงยอมรับสินค้าลอตนั้น ทั้งๆ ที่คุณภาพของสินค้าในลอตนั้น เลวกว่าระดับที่กำหนด (LTFD) ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น จึงเป็นความเสี่ยงของผู้บริโภค (Consumer's Risk หรือ $\beta$) คือความน่าจะเป็นที่ยอมรับลอตทีเลว ผู้ซื้อหรือผู้ตรวจรับสินค้า จึงย่อมอยากให้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตที่มีคุณภาพระดับ LTFD ต่ำที่สุด

LTFD = ระดับของเสียที่จะมีได้ในลอต = $p_2'$

$\beta$ = P[ยอมรับลอตที่ระดับ $p_2'$ | ควรจะปฏิเสธสินค้าลอตนั้น]

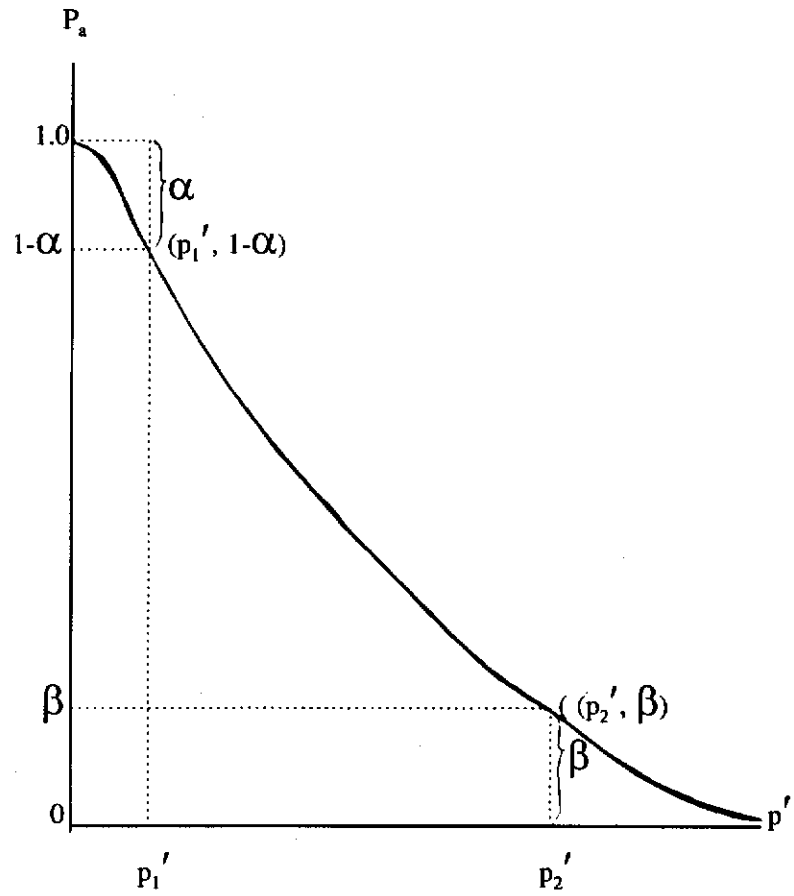
ระดับ $p_1'$ และ $p_2'$ แบ่งพื้นที่ใต้เส้นโค้ง OC ออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. สัดส่วนของเสียที่ระดับ $p_1'$ หรือน้อยกว่า (ถือว่าเป็นลอตที่ดี) ซึ่งมีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ประมาณ 0.95 หรือมากกว่านั้น

2. สัดส่วนของเสียที่อยู่ระหว่าง $p_1'$ และ $p_2'$ (เป็นลอตปานกลาง) ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตไม่แน่นอน ถ้าช่วงนี้มีความกว้างมาก แสดงว่า ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าใช้

ขนาดตัวอย่างน้อย ซึ่งทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบน้อย แต่มีความเสี่ยงสูง ถ้าช่วงนี้แคบ แสดงว่า ตรวจสอบใช้ขนาดตัวอย่างโต แต่เสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูง ซึ่งความเสี่ยงก็จะลดลง ช่วงนี้จึงต้องกำหนดให้เหมาะสม โดยอาศัยความรู้ทางสถิติ จึงจะลดค่าใช้จ่ายและความเสี่ยง

3. สัดส่วนของเสียที่ระดับ $p_2'$ หรือมากกว่า (เป็นลอตที่เลว) มีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ประมาณ 0.10 หรือน้อยกว่านั้น




จากเส้นโค้ง OC ถ้าสินค้าในลอต มีคุณภาพที่ระดับ $p_1'$ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตนั้น จะเท่ากับ 1-$\alpha$ แต่ถ้าสินค้าในลอตมีคุณภาพที่ระดับ $p_2'$ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตนั้น จะเท่ากับ $\beta$

1.1.3 การหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

การที่จะใช้แผนการสุ่มตัวอย่างใด จะต้องกำหนดค่า AQL, LTPD, $\alpha$ และ $\beta$ ซึ่งค่าเหล่านี้ จะต้องเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค และการนับของเสียที่ได้จากตัวอย่างต้อง

อาศัยหลักสถิติ โดยจำนวนของเสียจากตัวอย่างไม่จำเป็นต้องตรงกับปริมาณของเสียในลอตนั้นๆ แต่การสุ่มตัวอย่างตรวจสอบระยะยาว คาดว่าจะได้ปริมาณที่ตรงกัน

ในการหาแผนการสุ่มตัวอย่าง คือ การหาค่า n และ c เมื่อเขียนเส้นโค้งของแผนใด จะต้องผ่านจุด $(p_1', 1-\alpha)$ และ $(p_2', \beta)$ ในการคำนวณหาค่า n และ c เราจะประมาณด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง คือ

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตที่มีคุณภาพของสินค้าระดับ $p_1'$ จะเท่ากับ $1-\alpha$

$$P_a(p_1') = \frac{e^{-np_1'}(np_1')^x}{x!} = 1 - \alpha$$

ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตที่มีคุณภาพสินค้า ระดับ $p_2'$ จะเท่ากับ $\beta$

$$P_a(p_2') = \frac{e^{-np_2'}(np_2')^x}{x!} = \beta$$

ขั้นตอนในการคำนวณหาค่า n และ c

1. หาสัดส่วนของ $p_2'/p_1'$
2. ทดลองกำหนดค่า c ที่ 0, 1, 2, ... (เรียกว่าแบบ Trial and Error)
3. เริ่มที่ c = 0 จากตารางปัวซอง ดูค่า $1 - \alpha$ แล้วอ่านค่า $np'$ จะได้เป็น $np_1'$ และดูค่า $\beta$ อ่านค่า $np'$ จะได้เป็น $np_2'$ นำค่า $np_1'$ และ $np_2'$ มาหาสัดส่วน $np_2'/np_1'$ ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับค่าในข้อ 1 หรือไม่ ถ้ายังให้ดำเนินการต่อ
4. กำหนด c = 1 แล้วหาค่า $np_1', np_2'$ เช่นเดียวกับข้อ 3 ได้สัดส่วน $np_2'/np_1'$ ใกล้เคียงกับข้อ 1 หรือไม่ ถ้ายังให้กำหนด c = 2, 3, ... กระทำเช่นนี้เรื่อยๆ ไป จนกว่าจะได้สัดส่วนใกล้เคียงกับข้อ 1
5. เมื่อได้ค่า c ให้คำนวณหาค่า n โดยที่พิจารณาว่าจะตรึงระดับ $\alpha$ หรือตรึงระดับ $\beta$ โดยถ้าตรึงระดับ $\alpha$ $\beta$ จะมีค่าใกล้เคียงกับที่กำหนด คำนวณหาค่า n ได้จาก $n = np_1'/p_1'$ แต่ถ้าตรึงระดับ $\beta$ $\alpha$ จะมีค่าใกล้เคียงกับที่กำหนด จะได้ $n = np_2'/p_2'$
6. เมื่อได้แผนตัวอย่างหลายๆ แผน สามารถเลือกแผนที่เหมาะสมที่สุดได้จากนำแผนต่างๆ เหล่านั้น มาหาค่า $\alpha, \beta$ จากตารางปัวซอง โดยจะเลือกแผนที่ให้ค่า $\alpha, \beta$ ใกล้เคียงหรือเท่ากับ ที่กำหนดไว้

**ตัวอย่างที่ 6.2** จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยวที่มีความเสี่ยงของผู้บริโภค ในการที่จะยอมรับลอตของเสีย 5% เท่ากับ 12.5% และคาดหวังว่าผู้ผลิต จะผลิตสินค้าที่มีของเสียไม่เกินไปกว่า 1% เขาจะยอมรับลอตอย่างน้อยที่สุด 92%

**คำตอบ** $p_1' = 0.01$, $1 - \alpha = 0.92$, $\alpha = 0.08$, $p_2' = 0.05$, $\beta = 0.125$,

$$p_2'/p_1' = 0.05/0.01 = 5 \quad \text{..... (1)}$$

จากตารางปัวซอง เริ่ม c = 0 ได้ค่า $np_1' = 0.08$ $np_2' = 2.08$ ได้ $np_2'/np_1' = 26$

c = 1 ได้ค่า $np_1' = 0.47$ $np_2' = 3.6$ ได้ $np_2'/np_1' = 7.66$

c = 2 ได้ค่า $np_1' = 1.0$ $np_2' = 5.0$ ได้ $np_2'/np_1' = 5.0$

เมื่อได้ $np_2'/np_1' = 5.0$ เท่ากับค่าที่ได้ในข้อ (1) จะได้ c = 2 ต้องหาค่า n โดยพิจารณาจาก

ก. ตรึงค่า $\alpha = 0.08$ แต่ $\beta$ มีค่าใกล้เคียงกับ 0.125 ได้ค่า $n = np_1'/p_1' = 1.0/0.01 = 100$
แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ n = 100, c = 2

ข. ตรึงค่า $\beta = 0.125$ แต่ $\alpha$ มีค่าใกล้เคียงกับ 0.08 $n = np_2'/p_2' = 5.0/0.05 = 100$
แผนตัวอย่างเดี่ยว คือ n = 100, c = 2

ดังนั้น แผนตัวอย่างที่เหมาะสม คือ n = 100, c = 2

**ตัวอย่างที่ 6.3** จงหาแผนตัวอย่าง ที่มี $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.05$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.01$ ให้เลือกแผนตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุด

**คำตอบ** $p_2'/p_1' = 0.05/0.01 = 5$

จากตารางปัวซอง c = 0 ได้ $np_1' = 0.05$ $np_2' = 4.6$ $np_2'/np_1' = 92$ มากกว่า 5

c = 1 ได้ $np_1' = 0.35$ $np_2' = 6.6$ $np_2'/np_1' = 18.59$ มากกว่า 5

จาก c = 2 หาค่า $np_1'$ และ $np_2'$ จนกว่าจะได้ $np_2'/np_1'$ มีค่าใกล้เคียง 5 มากที่สุด

สรุปผลได้ดังตารางต่อไปนี้

| c | $np_1'[P_a(.01) = 0.95]$ | $np_2'[P_a(.01) = 0.95]$ | $p_2'/p_1'$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.05 | 4.6 | 92 |
| 1 | 0.35 | 6.6 | 18.59 |
| 2 | 0.82 | 8.4 | 10.24 |
| 3 | 1.36 | 10.0 | 7.35 |
| 4 | 1.83 | 11.5 | 6.28 |
| 5 | 2.61 | 13.1 | 5.02 |
| 6 | 3.28 | 14.5 | 4.42 |

ค่า $p_2'/p_1'$ ที่ใกล้เคียงกับ (1) คือ c = 5 หรือ c = 6 สามารถนำมาพิจารณาแผนตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้

| c = 5 | | c = 6 | |
|---|---|---|---|
| ตรึง $\alpha$ = 0.05 ค่า $\beta$ ใกล้เคียงกับ 0.01 | ตรึง $\beta$ = 0.01 ค่า $\alpha$ ใกล้เคียงกับ 0.05 | ตรึง $\alpha$ = 0.05 ค่า $\beta$ ใกล้เคียงกับ 0.01 | ตรึง $\beta$ = 0.01 ค่า $\alpha$ใกล้เคียงกับ 0.05 |
| $n = np_1'/p_1'$ | $n = np_2'/p_2'$ | $n = np_1'/p_1'$ | $n = np_2'/p_2'$ |
| = 2.61/0.01 | = 13.1 /0.05 | = 3.28/0.01 | = 14.5/0.05 |
| = 261 | = 262 | = 328 | = 290 |

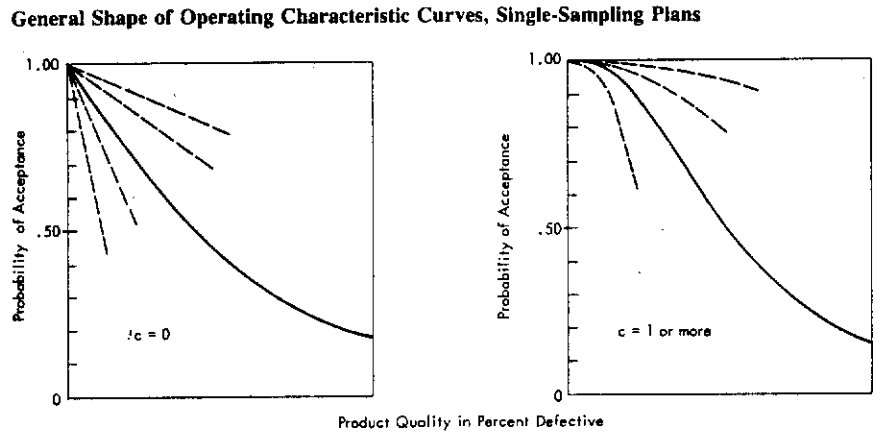
| แผน | n | c | $p_1'$ | $p_2'$ | $np_1'$ | $np_2'$ | $\alpha$ | $\beta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก | 261 | 5 | 0.01 | 0.05 | 2.61 | 13.05 | 0.05 | 0.0107 |
| ข | 262 | 5 | 0.01 | 0.05 | 2.62 | 13.1 | 0.0506 | 0.0104 |
| ค | 328 | 6 | 0.01 | 0.05 | 3.28 | 16.4 | 0.05 | 0.003 |
| ง | 290 | 6 | 0.01 | 0.05 | 2.90 | 14.5 | 0.029 | 0.01 |

จากแผนตัวอย่าง ข ได้ $\alpha$ = 0.0506 ซึ่งค่าใกล้เคียงที่โจทย์กำหนด และ $\beta$ = 0.0104 ค่าก็ใกล้เคียงกับที่โจทย์กำหนด ดังนั้น แผน ก และ แผน ข ได้ค่า $\alpha$ และ $\beta$ ใกล้เคียงกับค่าที่โจทย์กำหนด แต่ แผน ค ค่า $\beta$ = 0.003 ผู้บริโภคพอใจที่ความเสี่ยงจะเกิดขึ้นได้ 0.3% ซึ่งมีค่าน้อยมาก แต่เมื่อดูขนาดตัวอย่างแล้วอาจจะรู้สึกว่าใหญ่ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น แต่ แผน ง ค่า $\alpha$ = 0.029 ซึ่งผู้ผลิตหรือผู้ขายย่อมพอใจ เพราะจะเกิดความเสี่ยงที่จะปฏิเสธลอตที่มีคุณภาพดีน้อยกว่าที่กำหนด แต่เมื่อดูขนาดตัวอย่าง ก็ยังโตกว่า แผน ก และแผน ข ดังนั้น แผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ แผน ก

**1.2 แผนตัวอย่างลูกโซ่ (Dodge's Chain Sampling Plan)**

แผนตัวอย่างนี้เหมาะที่จะนำมาใช้สำหรับคุณภาพของสินค้าที่ทำการทดสอบแล้ว จะทำให้สินค้านั้นใช้การอีกไม่ได้เลย (destructive) ทำให้การทดสอบคุณภาพของสินค้าต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก และควรจะสุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก อาจจะเท่ากับ 4, 5, 6 หรือ 10 เนื่องจากขนาดตัวอย่างมีขนาดเล็กมาก ค่า c จึงมักจะเท่ากับศูนย์ แผนตัวอย่างใดที่มี c = 0 เส้นโค้ง OC จึงเว้ามากในบริเวณใกล้ๆ จุดเริ่มต้น ความน่าจะเป็นในการยอมรับผลิตภัณฑ์ จะลดลงอย่างมาก เมื่อคุณภาพของสินค้าด้อยลงเพียงเล็กน้อย ลักษณะเช่นนี้สร้างความลำบากใจให้ผู้ส่งสินค้ามาให้ตรวจ เมื่อ

เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC ของแผนตัวอย่างที่มี c มากกว่าศูนย์ เส้นโค้ง OC จะโค้งนูนในช่วงที่สินค้ามีคุณภาพสูง ดังรูป




แผนตัวอย่างลูกโซ่ (chain sampling plan) สามารถนำมาใช้แทนแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มีค่า c เท่ากับศูนย์

เกณฑ์ในการยอมรับลอต เมื่อใช้แผนตัวอย่างลูกโซ่ คือ

(1) เมื่อสุ่มตัวอย่างมาจากลอตนั้นแล้ว ไม่พบสินค้ามีตำหนิเลย หรือ

(2) เมื่อสุ่มตัวอย่างมาจากลอตนั้นแล้ว พบสินค้ามีตำหนิ 1 หน่วย โดยที่ใน i ลอตก่อนหน้านี้ ไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย โดย ผู้ส่งสินค้ามาตรวจและผู้ตรวจสินค้า จะเป็นผู้ที่กำหนดค่า i

(3) ในการสุ่มตัวอย่าง ถ้าพบสินค้ามีตำหนิมากกว่า 1 ชิ้น จะปฏิเสธสินค้าในลอตนั้นทันที

**<u>ตัวอย่างที่ 6.4</u>** จงบอกหลักเกณฑ์ของแผนตัวอย่างลูกโซ่ ที่มี n = 4 c = 0, i = 3

กำหนด $p' = 0.02$ จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับสินค้า

**<u>คำตอบ</u>** แผนตัวอย่างนี้ แต่ละลอตจะสุ่มตัวอย่างขนาด n = 4 และตรวจสินค้าจากตัวอย่างที่สุ่มมา 3 ลอตติดต่อกัน ไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย หรือพบสินค้าที่มีตำหนิเพียง 1 ชิ้นเท่านั้นโดยก่อนหน้านี้ ตรวจมา 3 ลอต ติดต่อกัน ไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย

$P_a$ = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตที่ตรวจสินค้าในลอตหนึ่งๆ เป็นสินค้าดีหมด + ความน่าจะเป็นที่ตรวจพบสินค้ามีตำหนิ 1 หน่วยในลอตที่ 4 โดยก่อนหน้านี้ 3 ลอต เป็นสินค้าดีหมด

$= (0.98)^4 + 4(0.98)^3(0.02)(0.98)^4(0.98)^4(0.98)^4$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต = 0.9224 + 0.0591 = 0.9815

จากการที่แผนตัวอย่างแบบลูกโซ่ ยอมรับลอตทั้งๆ ที่พบสินค้ามีตำหนิ 1 หน่วยนั้นเพราะทั้งผู้ผลิตและผู้ซื้อทราบดีว่า การผลิตสินค้าจะไม่ให้มีตำหนิเลย ย่อมเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นเมื่อเปอร์เซนต์ของสินค้าที่มีตำหนินั้นต่ำมาก โอกาสที่ตรวจคุณภาพของสินค้ามาหลายๆ ลอตแล้วจะพบว่า สินค้ามีตำหนิ เพียง 1 หน่วย ย่อมมีได้ ดังนั้นในกรณีนี้ควรจะยอมรับสินค้าในลอตนั้นทั้งๆที่พบสินค้ามีตำหนิ 1 หน่วยก็ตาม แผนตัวอย่างลูกโซ่ จะนำมาใช้ก็ต่อเมื่อ

ก) ลอตที่นำมาตรวจนั้นเป็นสินค้า 1 ลอตจากสินค้าหลายๆ ลอตที่ผลิตติดต่อกัน

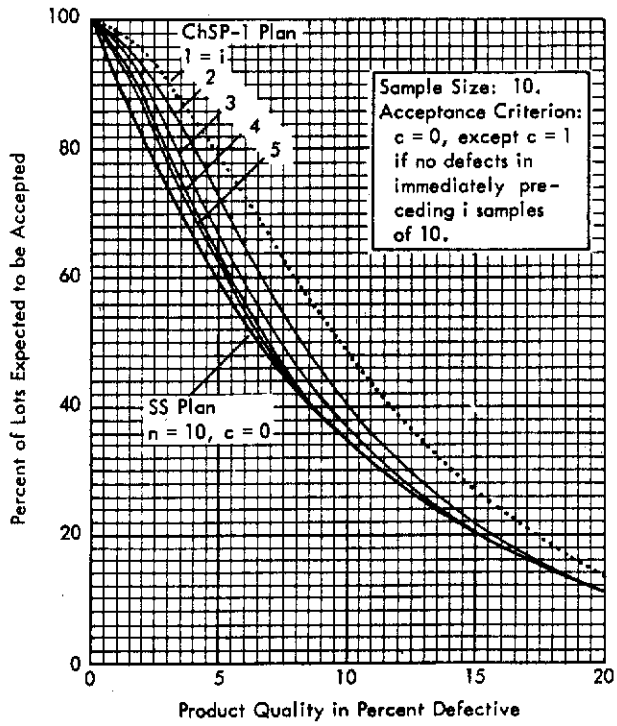
ข) คุณภาพของสินค้าในแต่ละลอตเหมือนกัน

ค) ผู้ซื้อจะไม่มีเหตุผลใดๆ ที่จะสงสัยว่า คุณภาพของสินค้าที่ผลิตในลอตที่มีตำหนิ 1 หน่วยนี้ จะด้อยคุณภาพกว่า สินค้าในลอตอื่นๆ ที่ตรวจผ่านมาแล้ว

ง) ผู้ซื้อ ต้องไว้ใจผู้ขายว่า จะไม่ฉวยโอกาสในขณะที่ลอตก่อนๆ ไม่พบตำหนิเลย จึงแซมลอตที่มีคุณภาพด้อยกว่าเข้ารับการตรวจ เพราะในจังหวะนี้ โอกาสที่จะยอมรับสินค้าลอตนั้นย่อมมาก

จากค่า $p'$ ต่างๆ กัน จะได้ค่า $P_a$ ต่างกัน นำมาเขียนเส้นโค้ง OC ดังรูป

**Operating Characteristic Curves of Some Chain Sampling Plans**




Source: Reproduced with permission from Harold F. Dodge, "Chain Sampling

**การเปรียบเทียบเส้นโค้ง OC**

1. เส้นโค้ง OC ที่มี n และ c เท่ากัน ส่วน i ต่างกัน จะได้ว่าแผนตัวอย่างใดที่มีค่า i สูง เส้นโค้ง OC จะยิ่งชัน จะสามารถแยกคุณภาพสินค้าดีเลวได้ดีกว่า

2. เส้นโค้ง OC จากแผนตัวอย่างที่มี c และ i เท่ากัน แต่ n ต่างกัน จะได้ว่า แผนตัวอย่างใดที่มีขนาดตัวอย่าง n มาก จะทำให้เส้นโค้ง OC ชันมาก ซึ่งจะแยกคุณภาพของสินค้าดีเลวได้ดีกว่า

**1.3 แผนตัวอย่างคู่ (Double Sampling Plan)**

แผนตัวอย่างคู่ เป็นแผนตัวอย่างที่มีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละลอตอย่างน้อย 1 ครั้ง แต่ไม่เกิน 2 ครั้ง ความหมายของแผนตัวอย่างคู่ อยู่ที่ค่าของ $n_1$, $n_2$, $c_1$ และ $c_2$ ข้อได้เปรียบของแผนตัวอย่างคู่ คือ สามารถลดจำนวนสินค้าที่ต้องทำการตรวจสอบทั้งหมด ถ้ามีการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างแรก โดยไม่ต้องสุ่มตัวอย่างที่สองเลย เพราะแผนตัวอย่างคู่จะมีขนาดตัวอย่างแรกน้อยกว่า แผนตัวอย่างเดี่ยว ในกรณีนี้จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบสินค้า ข้อได้เปรียบอีกข้อหนึ่งคือจะช่วยในแง่จิตวิทยาที่ว่า การตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตสามารถเลื่อนไปหลังจากสุ่มตัวอย่างที่สอง ทำให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจในคุณภาพสินค้าของตนมากขึ้น

1.3.1 ความหมายของแผนตัวอย่างคู่

แผนตัวอย่างคู่ จะมี $n_1$, $n_2$, $c_1$ และ $c_2$ มี lot size = N ในทุกแผนตัวอย่าง $c_1$ ต้องมีค่าน้อยกว่า $c_2$ ความหมายคือ

แต่ละลอตจะประกอบด้วยสินค้าจำนวน N หน่วย สุ่มตัวอย่างแรก จำนวน $n_1$ ตรวจสอบสินค้าพบของเสีย หรือข้อบกพร่องหรือตำหนิ จำนวนน้อยกว่าหรือเท่ากับ $c_1$ จะยอมรับลอตนั้นทันที ในตัวอย่างแรก แต่ถ้าพบตำหนิ จำนวนมากกว่า $c_2$ จะปฏิเสธลอตตั้งแต่ตัวอย่างแรก และถ้าตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิ จำนวนมากกว่า $c_1$ และ น้อยกว่าหรือเท่ากับ $c_2$ จะสุ่มตัวอย่างที่สอง อีกจำนวน $n_2$ รวมสินค้าจากสองตัวอย่าง แล้วตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิ น้อยกว่าหรือเท่ากับ $c_2$ จะยอมรับลอตในตัวอย่างที่สอง จะปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่สอง ถ้าจากสองตัวอย่างรวมกัน แล้วพบสินค้ามีตำหนิจำนวนมากกว่า $c_2$

**<u>ตัวอย่างที่ 6.5</u>** แผนตัวอย่างคู่ มี $n_1 = 40$, $n_2 = 60$, $c_1 = 0$, $c_2 = 3$, N = 1,000

$p' = 0.01$ จงบอกความหมายของแผนตัวอย่างคู่นี้

**<u>คำตอบ</u>** ในแต่ละลอตจะมีสินค้า จำนวน 1,000 หน่วย

1. สุ่มตัวอย่างแรก จากลอตจำนวน 40 หน่วย ถ้าไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย ก็จะยอมรับสินค้าในลอตนั้นเลย
2. ถ้าจากการสุ่มตัวอย่างแรก แล้วพบสินค้าที่มีตำหนิ มากกว่า 3 หน่วย ก็จะปฏิเสธสินค้าในลอตนั้นเลย
3. ถ้าสุ่มตัวอย่างแรก แล้วพบสินค้ามีตำหนิ 1 หรือ 2 หรือ 3 หน่วย จะทำการสุ่มตัวอย่างที่ 2 มีการตัดสินใจ คือ
   3.1 ยอมรับลอต ถ้าจากสองตัวอย่างรวมกันแล้ว ตรวจพบสินค้ามีตำหนิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 หน่วย
   3.2 ปฏิเสธลอต ถ้าจากสองตัวอย่างรวมกัน แล้วพบสินค้ามีตำหนิ มากกว่า 3 หน่วย

1.3.2 การคำนวณความน่าจะเป็น และเส้นโค้ง OC

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต ($P_a$) จะประกอบด้วยความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตหลังจากการตรวจตัวอย่างแรก ($P_{a_1}$) และความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต หลังจากการตรวจตัวอย่างที่สอง ($P_{a_2}$) ให้ $X_1$ เป็นจำนวนตำหนิที่ตรวจพบในตัวอย่างแรก

$X_2$ เป็นจำนวนตำหนิที่ตรวจพบในตัวอย่างที่ 2

จะได้ $P_{a_1} = P(X_1 \leq c_1 \mid n_1p')$

$P_{a_2} = P(c_1 < X_1 \leq c_2 \text{ และ } X_1 + X_2 \leq c_2 \mid n_1p', n_2p')$

$P_a = P_{a_1} + P_{a_2}$ และ $P_r = P_{r_1} + P_{r_2}$

เมื่อ $P_r$ = ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอต

$P_{r_1}$ = ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างแรก

$P_{r_2}$ = ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอตจากตัวอย่างที่สอง

**ตัวอย่างที่ 6.6** แผนตัวอย่างคู่ มี $n_1 = 50, n_2 = 100, c_1 = 2, c_2 = 6, N = 1{,}000, p' = 0.06$ จงหาความน่าจะเป็นที่จะ

1. ยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก
2. ปฏิเสธลอตจากตัวอย่างแรก
3. ยอมรับลอตในตัวอย่างที่สอง
4. ปฏิเสธลอต

**คำตอบ** เมื่อ $p' = 0.06$ จากการสุ่มตัวอย่างแรกได้ $n_1p' = 50(0.06) = 3.0$

$P(\text{พบสินค้ามีตำหนิ } c_1 = 2) = P(X_1 \leq 2 \mid np' = 3) = 0.423$

P(พบสินค้ามีตำหนิ 3 หน่วย) = $P(X_1 = 3 \mid np' = 3) = P(X_1 \leq 3) - P(X_1 \leq 2)$

$= 0.647 - 0.423 = 0.224$

P(พบสินค้ามีตำหนิ 4 หน่วย) = $P(X_1 = 4 \mid np' = 3) = P(X_1 \leq 4) - P(X_1 \leq 3)$

$= 0.815 - 0.647 = 0.168$

P(พบสินค้ามีตำหนิ 5 หน่วย) = $P(X_1 = 5 \mid np' = 3) = 0.916 - 0.815 = 0.101$

P(พบสินค้ามีตำหนิ 6 หน่วย) = $P(X_1 = 6 \mid np' = 3) = 0.966 - 0.916 = 0.050$

จากการสุ่มตัวอย่างที่สอง $n_2p' = 100(0.06) = 6.0$

$P(X_2 \leq 3 \mid np' = 6) = 0.151$ $P(X_2 \leq 2 \mid np' = 6) = 0.062$

$P(X_2 \leq 1 \mid np' = 6) = 0.017$ $P(X_2 \leq 0 \mid np' = 6) = 0.002$

1. ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก = $P(X_1 \leq 2 \mid np' = 3) = 0.423$

2. ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอตจากตัวอย่างแรก = $P(X_1 > 6 \mid np' = 3)$

$= 1 - P(X_1 \leq 6 \mid np' = 3)$

$= 1 - 0.966 = 0.034$

3. ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตจากตัวอย่างที่สอง คำนวณได้คือ

$P(X_1 = 3, X_2 \leq 3) = P(X_1 = 3 \mid np' = 3)\ P(X_2 \leq 3 \mid np' = 6) = (0.224)(0.151) = 0.0338$

$P(X_1 = 4, X_2 \leq 2) = P(X_1 = 4 \mid np' = 3)\ P(X_2 \leq 2 \mid np' = 6) = (0.168)(0.062) = 0.0104$

$P(X_1 = 5, X_2 \leq 1) = P(X_1 = 5 \mid np' = 3)\ P(X_2 \leq 1 \mid np' = 6) = (0.101)(0.017) = 0.0017$

$P(X_1 = 6, X_2 \leq 0) = P(X_1 = 6 \mid np' = 3)\ P(X_2 \leq 0 \mid np' = 6) = (0.050)(0.002) = 0.0001$

$\therefore$ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตจากตัวอย่างที่ 2 = 0.0338 + 0.0104 + 0.0017 + 0.0001

4. ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลลอต = 1 - P(ยอมรับลอต)

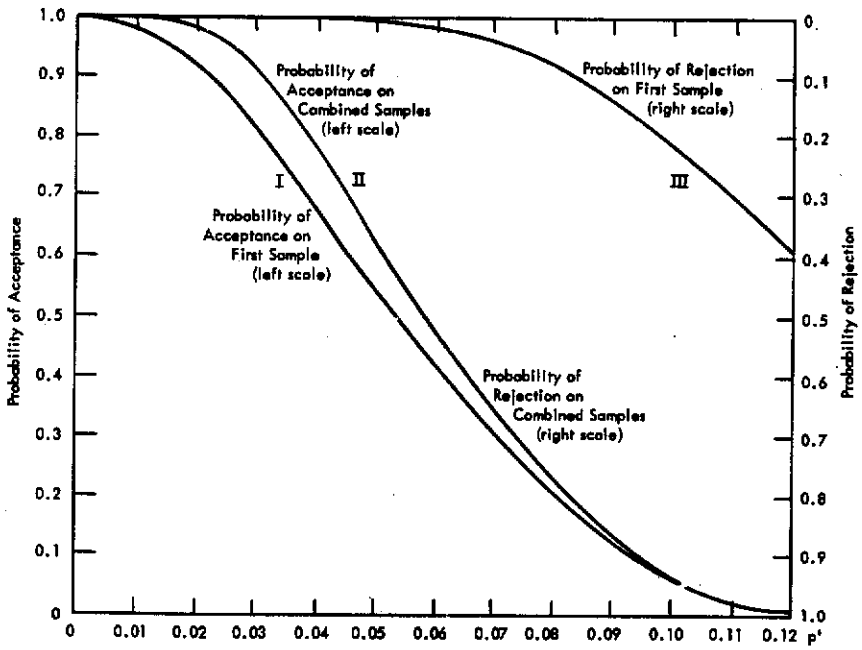
$= 1 - (0.423 + 0.046)$

$= 1 - 0.469 = 0.531$

---

เมื่อค่า $p'$ เปลี่ยนแปลงมีค่าต่างๆ กัน เราสามารถคำนวณความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต ณ ค่า $p'$ เหล่านั้น เราจึงสามารถเขียนเส้นโค้ง OC แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้น ณ ค่า $p'$ ต่างๆ กันได้ ดังนี้

Operating Characteristic Curves of the Double-Sampling Plan $n_1 = 50$, $n_2 = 100$, $c_1 = 2$, $c_2 = 6$




เส้นโค้ง OC ในแผนตัวอย่างคู่จะเหมือนกับในแผนตัวอย่างเดี่ยว โดยเส้นโค้ง I จะแทนความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตในตัวอย่างแรกเมื่ออ่านสเกลทางด้านซ้ายมือ แต่เส้นโค้ง II จะเป็นความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตในทั้งสองตัวอย่างเมื่ออ่านสเกลทางด้านซ้ายมือ และความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอตในทั้งสองตัวอย่าง เมื่ออ่านสเกลทางด้านขวามือ และเส้นโค้ง III จะหมายถึงความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอตในตัวอย่างแรกเมื่ออ่านสเกลทางขวามือ

1.3.3 ขนาดตัวอย่างเฉลี่ย (ASN)

เนื่องจากแผนตัวอย่างคู่นั้นสามารถ ตัดสินใจยอมรับลอตได้ตั้งแต่สุ่มตัวอย่างแรก ถ้าสินค้าที่นำมาตรวจมีคุณภาพดีมาก แต่ถ้าคุณภาพของสินค้าที่นำมาตรวจเลวมาก ก็จะปฏิเสธลอตได้ตั้งแต่การสุ่มตัวอย่างแรก ส่วนสินค้าที่มีคุณภาพที่อยู่ในระดับไม่สามารถตัดสินใจได้ในตัวอย่างแรก จึงต้องเลื่อนการตัดสินใจหลังจากสุ่มตัวอย่างที่สอง ในแผนตัวอย่างคู่ จึงตรวจสอบสินค้าเป็นจำนวนมากน้อยแค่ไหน ย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้าในแต่ละลอตที่นำมาตรวจสอบ จึงสามารถหาขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ยได้ โดยใช้สูตร

$$ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)(1 - P_1)$$

เมื่อ $P_1$ คือความน่าจะเป็นในการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างแรก

$1 - P_1$ คือความน่าจะเป็นในการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่สอง

ในการสุ่มตัวอย่างแรก เพื่อตรวจสอบคุณภาพนั้น เมื่อพบสินค้ามีจำนวนตำหนิมากกว่า $c_2$ หรือเมื่อสุ่มตัวอย่างที่สอง พบสินค้ามีตำหนิรวมกัน มากกว่า $c_2$ ก็จะปฏิเสธสินค้าในลอตนั้น ในทางปฏิบัติ พบว่าหลายโรงงานยังคงตรวจสินค้าในตัวอย่างนั้นครบทุกหน่วย ถึงแม้ว่าจะปฏิเสธสินค้าในลอตนั้นแล้วก็ตาม

**ตัวอย่างที่ 6.7** จากตัวอย่างที่ 6.6 จงหา ASN และบอกความหมายของค่าที่ได้

**คำตอบ** $ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)(1 - P_1)$

$P_1 = P_{a_1} + P_{r_1} = 0.423 + 0.034 = 0.457$

$1 - P_1 = 1 - 0.457 = 0.543$

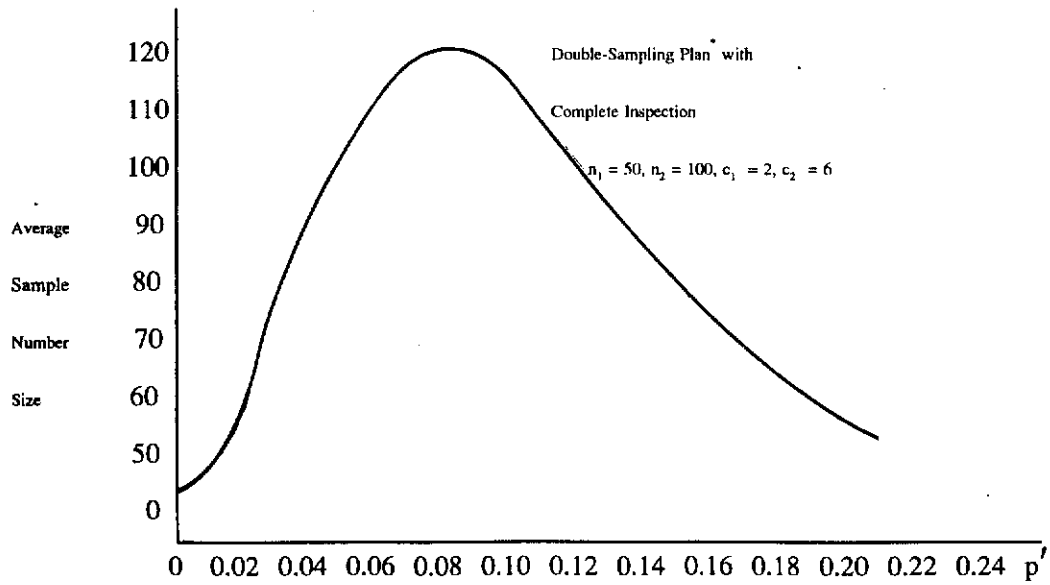
$ASN = 50(0.457) + (50 + 100)(0.543)$

$= 104.3$

ค่า ASN = 105 หมายความว่า ถ้านำแผนตัวอย่างคู่นี้มาใช้ และสินค้าที่นำมาตรวจมีคุณภาพ $p' = 0.06$ แล้ว ขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ยที่ต้องตรวจสอบในแต่ละลอตจะเท่ากับ 105 ชิ้น จากสินค้าทั้งหมดในลอต 1,000

เมื่อ $p'$ มีค่าเปลี่ยนแปลงไปต่างๆ กัน จะได้ค่า ASN ณ ค่า $p'$ นั้น นำมาเขียนเส้นโค้ง ASN โดยแกนนอนเป็นค่า $p'$ และแกนตั้งเป็นค่า ASN จะได้เส้นโค้ง ASN ดังรูป

Average Sample Number Curves for Double-Sampling Inspection Plan



1.3.4 การหาแผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสม

การหาแผนตัวอย่างคู่ จะเหมือนกับการหาแผนตัวอย่างเดี่ยว คือจะต้องกำหนดค่า AQL, LTPD, $\alpha$ และ $\beta$ โดยผู้ส่งสินค้าให้ตรวจ จะสนใจค่า AQL และ $\alpha$ ผู้ตรวจสินค้า จะสนใจค่า LTPD และ $\beta$ จึงต้องตกลงกันระหว่างผู้ส่งสินค้าให้ตรวจและผู้ตรวจสินค้า ในการหาแผนตัวอย่างคู่ การดำเนินการจะเหมือนกับการหาแผนตัวอย่างเดี่ยว คือเริ่มหาอัตราส่วน $p_2'/p_1'$ ให้ได้ค่าใกล้เคียงกับที่โจทย์กำหนด แล้วเริ่มสมมติค่า $c_1$ และ $c_2$ โดยเริ่มที่ $c_1 = 0$, $c_2$ จะเป็น 1, 2, 3, ... แต่ถ้าให้ $c_1 = 1$, $c_2$ จะเป็น 2, 3, 4, ... แล้วหาค่า $np'$ ที่สอดคล้องกับความน่าจะเป็นที่กำหนดให้ การกำหนดค่า c เช่นนี้ จะใช้กรณีที่ $n_2 = n_1$ แต่ถ้าเป็นแผนซึ่งกำหนดค่า $n_2 = 2n_1$ จะได้ $n_1 + 2n_1 = 3n_1$ กรณีนี้ $c_2$ จะต้องกำหนดมากกว่าหรือเท่ากับ 3 เท่าของ $c_1$ เช่น ถ้าให้ $c_1 = 0$, $c_2 = 1, 2, 3, \ldots$ แต่ถ้า $c_1 = 1$, $c_2$ จะเป็น 3, 4, 5, ... หรือถ้า $c_1 = 2$, $c_2$ จะเป็น 6, 7, 8, ... ดังนั้นการหาแผนตัวอย่างคู่ จึงมีความยุ่งยากมากกว่า การหาแผนตัวอย่างเดี่ยวมาก นอกจากจะต้องกำหนดค่า $p_1'$, $p_2'$, $\alpha$ และ $\beta$ แล้วยังต้องกำหนดค่าความสัมพันธ์ของ $n_1$ และ $n_2$ ด้วยว่าเป็นเท่าไร การหาแผนตัวอย่างคู่จะต้องให้ค่า $p_2'/p_1'$ ใกล้เคียงกับที่โจทย์กำหนดด้วย ดังนั้นจึงคิดตารางสำหรับแผนตัวอย่างคู่ สำหรับ $\alpha = 0.05$ และ $\beta = 0.10$ สำหรับแผน $n_2 = 2n_1$ และ $n_2 = n_1$ คือ

**สำหรับ $n_2 = 2n_1$**

| แผนตัวอย่างที่ | $c_1$ | $c_2$ | $p_a = 0.95$ | $p_a = 0.10$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $n_1p_1'$ | $n_1p_2'$ | $p_2'/p_1'$ |
| 1 | 0 | 1 | 0.16 | 2.32 | 14.50 |
| 2 | 0 | 2 | 0.30 | 2.42 | 8.07 |
| 3 | 1 | 3 | 0.60 | 3.89 | 6.48 |
| 4 | 0 | 3 | 0.49 | 2.64 | 5.39 |
| 5 | 1 | 4 | 0.77 | 3.92 | 5.09 |
| 6 | 0 | 4 | 0.68 | 2.93 | 4.31 |
| 7 | 1 | 5 | 0.96 | 4.02 | 4.19 |
| 8 | 1 | 6 | 1.16 | 4.17 | 3.60 |
| 9 | 2 | 8 | 1.68 | 5.47 | 3.26 |

| แผนตัวอย่างที่ | $c_1$ | $c_2$ | $p_a = 0.95$ | $p_a = 0.10$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $n_1p_1'$ | $n_1p_2'$ | $p_2'/p_1'$ |
| 10 | 3 | 10 | 2.27 | 6.72 | 2.96 |
| 11 | 3 | 11 | 2.46 | 6.82 | 2.77 |
| 12 | 4 | 13 | 3.07 | 8.05 | 2.62 |

สำหรับ $n_2 = n_1$

| แผนตัวอย่างที่ | $c_1$ | $c_2$ | $p_a = 0.95$ | $p_a = 0.10$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $n_1p_1'$ | $n_1p_2'$ | $p_2'/p_1'$ |
| 1 | 0 | 1 | 0.21 | 2.50 | 11.90 |
| 2 | 1 | 2 | 0.52 | 3.92 | 7.54 |
| 3 | 0 | 2 | 0.43 | 2.96 | 6.79 |
| 4 | 1 | 3 | 0.76 | 4.11 | 5.39 |
| 5 | 2 | 4 | 1.16 | 5.39 | 4.65 |
| 6 | 1 | 4 | 1.04 | 4.42 | 4.25 |
| 7 | 2 | 5 | 1.43 | 5.55 | 3.88 |
| 8 | 3 | 6 | 1.87 | 6.78 | 3.63 |
| 9 | 2 | 6 | 1.72 | 5.82 | 3.38 |
| 10 | 3 | 7 | 2.15 | 6.91 | 3.21 |
| 11 | 4 | 8 | 2.62 | 8.10 | 3.09 |
| 12 | 4 | 9 | 2.90 | 8.26 | 2.85 |

**ตัวอย่างที่ 6.8** จงหาแผนตัวอย่างคู่ ที่กำหนด $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$, $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.06$ และ $n_2 = 2n_1$

**คำตอบ** $p_2'/p_1' = 0.06/0.01 = 6$

จากตาราง ค่า $p_2'/p_1'$ ใกล้เคียงกับ 6 คือ $c_1 = 1$, $c_2 = 3$ ซึ่งสามารถหาค่า $n_1$, $n_2$ ได้ คือ

**กรณี 1** ตรึง $\alpha = 0.05$ แต่ $\beta$ ใกล้เคียง 0.10 ได้

$n_1 = n_1p_1'/p_1' = 0.60/0.01 = 60$ แต่ $n_2 = 2n_1 = 120$

$\therefore$ แผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสมคือ $n_1 = 60$, $n_2 = 120$, $c_1 = 1$, $c_2 = 3$

**กรณี 2** ตรึง $\beta = 0.10$ แต่ $\alpha$ ใกล้เคียง 0.05 ได้

$n_1 = n_1 p_2'/p_2' = 3.89/0.06 = 65, n_2 = 130$

$\therefore$ แผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสมคือ $n_1 = 65, n_2 = 130, c_1 = 1, c_2 = 3$

---

### 1.4 แผนตัวอย่างหมู่ (Multiple Sampling Plan)

จากแผนตัวอย่างคู่ จะต้องตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอตภายในตัวอย่างที่สองเป็นอย่างช้า แต่แผนตัวอย่างหมู่นี้สามารถเลื่อนการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธลอต ในการสุ่มตัวอย่างมากกว่าสองครั้งได้ อาจมีการ สุ่มตัวอย่าง 3, 4, 5, ..., k ครั้ง แผนตัวอย่างหมู่ที่นิยมใช้เป็นตัวอย่าง 5 ชุด หรือ 7 ชุด และมักปฏิบัติกันคือ จะไม่ยอมรับสินค้าจากการตรวจสอบสินค้าในตัวอย่างแรกอย่างเดียวเท่านั้น แต่อาจมีการปฏิเสธสินค้า เมื่อตรวจสินค้าในตัวอย่างแรกได้ การใช้แผนตัวอย่างนี้ ได้เปรียบคือช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ทั้งยังเกิดความมั่นใจมากขึ้นในผลของการตัดสินใจ

1.4.1 ความหมายของแผนตัวอย่างหมู่

**ตัวอย่างที่ 6.9** แผนตัวอย่างหมู่นี้ สุ่มตัวอย่างครั้งละ 20 ชิ้น ดังนี้

| ตัวอย่างที่ | ขนาดตัวอย่าง | $A_c$ | $R_e$ |
|---|---|---|---|
| 1 | 20 | * | 2 |
| 2 | 20 | 0 | 3 |
| 3 | 20 | 1 | 3 |
| 4 | 20 | 2 | 4 |
| 5 | 20 | 2 | 4 |
| 6 | 20 | 2 | 4 |
| 7 | 20 | 3 | 4 |

จงบอกความหมายของแผนตัวอย่างหมู่นี้

**คำตอบ** แผนตัวอย่างนี้ ในตัวอย่างแรก สุ่มสินค้าจากลอตมา 20 หน่วย ตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิตั้งแต่ 2 หน่วย หรือมากกว่า จะปฏิเสธสินค้าลอตนั้น แต่จะไม่มีการยอมรับสินค้าในลอตนั้นเลย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น แต่ถ้าตรวจพบสินค้ามีตำหนิ 0 หน่วย หรือ 1 หน่วย จะสุ่มสินค้าจากลอตอีก 20 หน่วย ตรวจสินค้าทั้งสองตัวอย่างรวมกัน 40 หน่วย ไม่พบสินค้าที่มีตำหนิเลย จะยอมรับสินค้าในลอตนั้น แต่ถ้าพบสินค้ามีตำหนิ 3 หน่วย หรือมากกว่า จะปฏิเสธสินค้าในลอตนั้นในตัวอย่างที่สอง หรือถ้าพบสินค้ามีตำหนิ 1 หน่วย หรือ 2 หน่วย จากสินค้า 40 หน่วย จะทำการสุ่มตัวอย่างอีก 20 หน่วย รวมสินค้า 60 หน่วย ถ้าตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิจำนวน 1 หน่วย จะยอมรับลอต แต่ถ้าพบสินค้ามีตำหนิ 3 หน่วยหรือมากกว่า จะปฏิเสธลอต แต่ถ้าพบสินค้ามีตำหนิ 2 หน่วย จะสุ่มตัวอย่างที่ 4 อีก 20 หน่วย กระทำเช่นนี้เรื่อยไปจนถึงตัวอย่างที่ 7

1.4.2 การคำนวณความน่าจะเป็น

ในการสุ่มสินค้าในลอตมาตรวจ สมมติสุ่มถึงตัวอย่างที่ k ตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิ $X_j$ หน่วย โดย $j = 1(1)i$ และ $i = 1(1)k$ การตัดสินใจเป็นดังนี้

ก. จะยอมรับลอต เมื่อ $\sum_{j=1}^{i} X_j \leq (Ac)_i$

ข. ปฏิเสธลอต เมื่อ $\sum_{j=1}^{i} X_j \geq (Re)_i$

ค. สุ่มตัวอย่างต่อไป เมื่อ $(Ac)_i < \sum_{j=1}^{j} X_j < (Re)_i$

การตัดสินใจดังกล่าว สามารถหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต คือ

$$P_a = P_{a_1} + P_{a_2} + \ldots + P_{a_k}$$

เมื่อ $P_a$ คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

$P_{a_1}$ คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากตัวอย่างที่ 1

$P_{a_2}$ คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากตัวอย่างที่ 2

:

$P_{a_k}$ คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากตัวอย่างที่ k

ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอต $= P_r = P_{r_1} + P_{r_2} + \ldots + P_{r_k}$

**ตัวอย่างที่ 6.10** แผนตัวอย่างหมู่ สุ่มตัวอย่างครั้งละ 50 ชิ้น ดังนี้

| ตัวอย่างที่ | ขนาดตัวอย่าง | Ac | Re |
|---|---|---|---|
| 1 | 50 | 0 | 3 |
| 2 | 50 | 1 | 4 |
| 3 | 50 | 2 | 4 |
| 4 | 50 | 4 | 5 |

ใช้แผนตัวอย่างหมู่นี้ ตรวจรับสินค้าที่มีตำหนิ 4% แต่ละลอตมีสินค้าจำนวน 2,000 ชิ้น จงหาความน่าจะเป็นของ

1. การยอมรับลอต ภายหลังการตรวจตัวอย่างที่ 3
2. การสุ่มตัวอย่างที่ 4
3. ปฏิเสธลอต

**คำตอบ** จากตารางปัวซอง หาค่าความน่าจะเป็น เมื่อ $np' = 50(0.04) = 2.0$ ได้ดังนี้

| x | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|
| $P(X \leq x)$ | 0.135 | 0.406 | 0.677 | 0.857 | 0.947 |
| $P(X = x)$ | 0.135 | 0.271 | 0.271 | 0.180 | 0.090 |
| $P(X \geq x)$ | 1.000 | 0.865 | 0.594 | 0.323 | 0.143 |

1. ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต หลังจากตรวจตัวอย่างที่ 3 หาได้ คือ

| $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | ความน่าจะเป็น (จากตาราง) |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0 | (0.271)(0.271)(0.135) = 0.0099 |
| 2 | 0 | 0 | (0.271)(0.135)(0.135) = 0.0049 |

$\therefore$ P(ยอมรับลอตใน $S_3$) = 0.0099 + 0.0049 = 0.0148

2. ความน่าจะเป็นในการสุ่มตัวอย่างที่ 4 หาได้ดังนี้

| $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | ความน่าจะเป็น |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | $(.271)^3$ = 0.0199 |
| 1 | 2 | 0 | $(.271)^2(.135)$ = 0.0099 |
| 2 | 0 | 1 | $(.271)^2(.135)$ = 0.0099 |
| 2 | 1 | 0 | $(.271)^2(.135)$ = 0.0099 |

P(สุ่มตัวอย่างที่ 4) = 0.0199 + (0.0099)(3) = 0.0496

3. ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอต = $P_r$ จะได้จาก $P_{r_1} + P_{r_2} + P_{r_3} + P_{r_4}$

$P_{r_1}$ = P(ปฏิเสธลอตใน $S_1$) = $P(X \geq 3 \mid np' = 2)$

= 0.323

$P_{r_2}$ = P(ปฏิเสธลอตใน $S_2$) หาได้จาก

| $S_1$ | $S_2$ | ความน่าจะเป็น |
|---|---|---|
| 1 | $\geq 3$ | (.271)(.323) = 0.0875 |
| 2 | $\geq 2$ | (.271)(.594) = 0.16097 |

$P_{r_2}$ = 0.0875 + 0.16097 = 0.24847

$P_{r_3}$ หาได้จาก

| $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | ความน่าจะเป็น |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | $\geq 2$ | $(.271)^2(.594)$ = 0.0436 |
| 1 | 2 | $\geq 1$ | $(.271)^2(.865)$ = 0.0635 |
| 2 | 0 | $\geq 2$ | (.271)(.135)(.594) = 0.0217 |
| 2 | 1 | $\geq 1$ | $(.271)^2(.865)$ = 0.0635 |

$P_{r_3}$ = P(ปฏิเสธลอตใน $S_3$) = 0.0436 + 0.0635 + 0.0217 + 0.0635

= 0.1923

$P_{r_4}$ หาได้จาก

| $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | ความน่าจะเป็น |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | $\geq 2$ | $(.271)^3(.594)$ = 0.0118 |
| 1 | 2 | 0 | $\geq 2$ | $(.271)^2(.135)(.594)$ = 0.005889 |
| 2 | 0 | 1 | $\geq 2$ | $(.271)^2(.135)(.594)$ = 0.005889 |
| 2 | 1 | 0 | $\geq 2$ | $(.271)^2(.135)(.594)$ = 0.005889 |

$P_{r_4}$ = 0.0118 + (0.005889)(3) = 0.0295

ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธลอต = 0.323 + 0.24847 + 0.1923 + 0.0295

= 0.79327

1.4.3 ขนาดตัวอย่างเฉลี่ย (ASN)

$$ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)P_2 + \ldots + (n_1 + n_2 + n_3 + \ldots + n_k)P_k$$

เมื่อ $P_1$ = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่ 1

$P_2$ = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่ 2

:

$P_k$ = ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับหรือปฏิเสธลอตในตัวอย่างที่ k

**ตัวอย่างที่ 6.11** จากตัวอย่างที่ 6.10 จงหาค่า ASN พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าที่ได้

**คำตอบ** จากตัวอย่างที่ 6.10 ทราบค่า $P_{a_3} = 0.015$

$p_{a_1} = P(X = 0 \mid np' = 2) = 0.135$

$P_{a_2} = P(X = 1 \mid np' = 2)P(X = 0 \mid np' = 2) = (0.271)(0.135) = 0.037$

$P_{a_4}$ หาได้จาก

| $S_1$ | $S_2$ | $S_3$ | $S_4$ | ความน่าจะเป็น |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | $\leq 1$ | $(.271)^3(.406) = 0.00808$ |
| 1 | 2 | 0 | $\leq 1$ | $(.271)^2(.135)(.406) = 0.00403 \times 3$ |
| 2 | 1 | 0 | $\leq 1$ | $(.271)^2(.135)(.406)$ |
| 2 | 0 | 1 | $\leq 1$ | $(.271)^2(.135)(.406)$ |

$P_{a_4} = 0.020$

สามารถหาค่า $P_1, P_2, P_3, P_4$ คือ

| ตัวอย่างที่ | (1) n | $P_a$ | $P_r$ | (4) $P_a + P_r$ | (1) x (4) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 50 | 0.135 | 0.323 | 0.458 | 22.9 |
| 2 | 100 | 0.037 | 0.248 | 0.285 | 28.5 |
| 3 | 150 | 0.015 | 0.192 | 0.207 | 31.05 |
| 4 | 200 | 0.020 | 0.030 | 0.050 | 10 |
| | | | | | 92.45 |

$$ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)P_2 + (n_1 + n_2 + n_3)P_3 + (n_1 + n_2 + n_3 + n_4)P_4$$

$$= 50(0.458) + 100(0.285) + 150(0.207) + 200\ (0.050)$$

$$= 92.45$$

ASN = 93 หมายความว่า ถ้านำแผนตัวอย่างหมู่ชุดนี้มาใช้ โดยที่สินค้าที่นำมาตรวจสอบมีคุณภาพ

$p' = 0.04$ แล้วขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ยที่ต้องตรวจสอบในแต่ละลอต จะเท่ากับ 93 ชิ้น

**1.5 แผนตัวอย่างแบบกรมทหาร (Acceptance Sampling Plan Military Standard 105 D)**

แผนตัวอย่างแบบนี้ได้เริ่ม คิดขึ้นในกลุ่มทหารอเมริกัน ในช่วงสงครามโลกครั้งที่สอง ได้มีการแก้ไขปรับปรุงแผนตัวอย่างนี้หลายครั้ง โดยเริ่มจาก Military Standard 105 A, 105 B และ 105 C ตามลำดับ ต่อมาในปี 1963 กลุ่มทำงานร่วมกันระหว่าง สหรัฐ อังกฤษ และแคนาดา ได้นำ Military Standard นี้มาแก้ไขปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเรียกว่า Military Standard 105 D หรือ ABC Standard

การใช้แผนตัวอย่างมาตรฐานนี้ แตกต่างจากแผนตัวอย่างธรรมดาอื่นๆ จุดสำคัญคือ ระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ (AQL) นั้นต้องกำหนดแน่ชัดว่าเป็นคุณลักษณะ หรือ คุณสมบัติอะไรของผลิตภัณฑ์ที่ถือว่าเป็นระดับคุณภาพที่ควรยอมรับและระบุแผนการสุ่มตัวอย่าง สำหรับ Mil Std 105 D นอกจากนี้ยังมีระดับการตรวจสอบ และลักษณะความเข้มงวดของการตรวจสอบ ที่แตกต่างจากแผนตัวอย่างอื่นๆ โดยปกติแล้ว AQL จะกำหนดค่าตั้งแต่ 0.10% ถึง 10.0%

ขั้นตอนในการใช้แผนตัวอย่างแบบกรมทหาร คือ

1. กำหนดค่า AQL
2. ระดับการตรวจสอบที่จะใช้
3. ขนาดของลอต
4. ค้นหาอักษรที่ต้องการจากตาราง
5. ตัดสินใจเกี่ยวกับ แผนตัวอย่างที่จะใช้
6. จากตารางได้แผนตัวอย่างที่จะใช้ ตามอักษรที่ได้ในข้อ 4
7. กำหนดความเข้มงวดของการตรวจสอบ โดยพิจารณาจากตารางก็จะได้แผนตัวอย่างที่ต้องการ

1.5.1 หัวข้อสำคัญของแผนตัวอย่างแบบกรมทหาร

(1) ขอบเขตของแผนตัวอย่างแบบกรมทหาร

ก) จุดประสงค์ โรงงานได้สร้างแผนการสุ่มตัวอย่าง และวิธีการสำหรับการตรวจสอบสินค้าเชิงคุณภาพ เมื่อถูกกำหนดขึ้นโดยผู้บริหารของโรงงาน ก็ควรจะอ้างถึงรายละเอียดกฎเกณฑ์ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง หรือ คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสอบ และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้บริหาร ควรจะวางแผนเกี่ยวกับแผนการสุ่มตัวอย่างนี้ โดยอาศัยเอกสารดังกล่าว

ข) การประยุกต์ให้เป็นประโยชน์ แผนการสุ่มตัวอย่างถูกวางรูปแบบ ให้กับองค์กรซึ่งจะให้ประโยชน์อย่างไม่จำกัด แต่ต้องคำนึงถึงในรายละเอียดเหล่านี้คือ

- ระบบงาน และลอตทั้งหมด
- ส่วนประกอบ ชิ้นส่วน หรือ วัตถุดิบที่ใช้
- การดำเนินการกระบวนการผลิต
- วัสดุเครื่องมือในกระบวนการผลิต
- ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า
- การบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องจักร
- ข้อมูลหรือสถิติของการดำเนินการในโรงงาน
- การดำเนินงานด้านบริหาร

แผนตัวอย่างนี้ใช้ได้กับ กระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องในแต่ละลอตและยังสามารถใช้ได้กับการตรวจสอบแยกเป็นลอตๆ แต่ผู้ใช้ควรอาศัยเส้นโค้ง OC ในการหาแผนตัวอย่างที่ให้การป้องกันความผิดพลาดในระดับที่พอใจได้

ค. การตรวจสอบ เป็นกระบวนการวัด, การตรวจสอบ, การทดสอบ หรืออื่นๆ ที่สามารถเปรียบเทียบ จำนวนหน่วยของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้

ง. การตรวจสอบเชิงปริมาณ เป็นการตรวจสอบที่สามารถแยกผลิตภัณฑ์ได้ว่าดีหรือเสีย หรือเป็นจำนวนของเสียเป็นเท่าไร เกินจากจำนวนที่กำหนดไว้หรือไม่

จ. ชิ้นของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ต้องตรวจสอบ เพื่อตัดสินใจที่จะแยกของดี หรือของเสีย หรือจะนับจำนวนของเสีย อาจจะเป็นของสิ่งเดียว, คู่, เซต, ความยาว, พื้นที่, ปริมาตร หรือส่วนประกอบทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ เพื่อพิจารณาว่าเป็นชิ้นของผลิตภัณฑ์ที่ดีหรือเสีย

(2) การแยกประเภทรอยตำหนิ และของเสีย

ก. ประเภทของรอยตำหนิ เป็นการบอกถึงรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ว่าอยู่ในขั้นใด ซึ่งแบ่งได้เป็น

- รอยตำหนิขั้นวิกฤติ เป็นรอยตำหนิที่จะทำให้เกิดอันตราย หรือ ความไม่ปลอดภัยสำหรับการใช้ หรือการเก็บรักษา หรือเชื่อมโยงไปถึงผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ใช้ชิ้นส่วนนั้นประกอบ

- รอยตำหนิหลัก เป็นรอยตำหนิที่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ตรงกับที่ตั้งไว้ หรือส่งผลให้ไม่สามารถผลิตสินค้าที่นำไปใช้งานได้ หรือ ทำงานได้

- รอยตำหนิรอง เป็นรอยตำหนิที่ไม่ส่งผลต่อการทำงาน หรือ การนำไปใช้งานของผลิตภัณฑ์ เป็นรอยตำหนิเพียงเล็กน้อย ส่งผลต่อการใช้งานน้อยมาก

ข. ประเภทของเสีย เป็นรอยตำหนิที่เกิดขึ้นกับสินค้า เท่ากับหรือมากกว่า 1 จุดซึ่ง

แบ่งเป็น

- ของเสียขั้นวิกฤติ เป็นสินค้าที่มีรอยตำหนิขั้นวิกฤติตั้งแต่ 1 จุดขึ้นไป อาจจะรวมรอยตำหนิหลัก หรือรอยตำหนิรองอยู่ด้วย

- ของเสียหลัก เป็นสินค้าที่มีรอยตำหนิหลัก ตั้งแต่ 1 จุดขึ้นไป อาจจะมีรอยตำหนิรองรวมอยู่ด้วย แต่ต้องไม่มีรอยตำนิขั้นวิกฤติ

- ของเสียรอง เป็นสินค้าที่มีรอยตำหนิรอง ตั้งแต่ 1 จุดขึ้นไป แต่ต้องไม่มีรอยตำหนิขั้นวิกฤติ และไม่มีรอยตำหนิหลัก

(3) เปอร์เซนต์ของเสีย และเปอร์เซนต์รอยตำหนิ

$$\text{เปอร์เซนต์ของเสีย} = \frac{\text{จำนวนของเสียในตัวอย่าง}}{\text{จำนวนตรวจสอบทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซนต์ของรอยตำหนิ} = \frac{\text{จำนวนรอยตำหนิในตัวอย่าง}}{\text{จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบทั้งหมด}} \times 100$$

(4) ระดับที่ควรยอมรับ (AQL)

ผู้ซื้อหรือผู้บริโภค เป็นผู้ตัดสินใจเกี่ยวกับค่า AQL ที่จะใช้ และจะระบุค่า AQL ไว้ในสัญญา มีการคำนวณหาค่าได้ 2 แบบคือ

ก. AQL คิดเป็นเปอร์เซนต์ของสินค้าที่มีข้อบกพร่องหรือของเสียหรือรอยตำหนิ

$$\text{AQL} = \frac{\text{จำนวนสินค้าที่มีข้อบกพร่อง}}{\text{จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ตรวจสอบ}} \times 100$$

ข. AQL คิดเป็นจำนวนข้อบกพร่อง หรือจำนวนของเสีย หรือจำนวนรอยตำหนิต่อสินค้า 100 หน่วย

$$AQL = \frac{\text{จำนวนข้อบกพร่องทั้งหมดที่ตรวจสอบ}}{\text{จำนวนสินค้าทั้งหมดที่ตรวจสอบ}} \times 100$$

ค่า AQL ที่ผู้บริโภคกำหนดขึ้นจะเป็นเครื่องบ่งชี้ให้ผู้ขายสินค้าทราบว่าถ้าสินค้าที่ส่งมาตรวจสอบมีคุณภาพดีกว่าหรือเท่ากับค่า AQL แล้ว สินค้าเหล่านั้นจะถูกยอมรับด้วยความน่าจะเป็นที่สูง ที่ค่า AQL เดียวกัน แผนตัวอย่างใดมีขนาดตัวอย่างใหญ่กว่า ย่อมมีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ที่สูงกว่า แผนตัวอย่างที่มีขนาดตัวอย่างเล็กกว่า

(5) ระดับการตรวจสอบ (Inspection Level)

ระดับการตรวจสอบและขนาดของลอต จะมีความสัมพันธ์กับขนาดของตัวอย่างที่จะสุ่ม ซึ่งแบ่งระดับการตรวจสอบได้ 2 ระดับ คือ

ก. ระดับตรวจสอบพิเศษ มี 4 ระดับย่อย คือ S-1, S-2, S-3 และ S-4 ระดับการตรวจสอบพิเศษ ใช้กระบวนการผลิตที่กระบวนการอยู่ในความควบคุมที่ระดับสม่ำเสมอ มีความเชื่อถือได้ของผลิตภัณฑ์ และจะนำมาใช้เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างเล็ก และจะเรียงขนาดตัวอย่างที่น้อยที่สุดไปหามากที่สุด ของ S-1 จนถึง S-4

ข. ระดับตรวจสอบทั่วไป จะมี 3 ระดับย่อย คือ I, II และ III แต่การตรวจสอบระดับ III จะเป็นระดับที่สามารถแยกคุณภาพของสินค้าดีเลว ออกจากกันได้เป็นอย่างดีที่สุด เพราะผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่แล้วมา กระบวนการผลิตมีของเสียเป็นจำนวนมาก เช่นเดียวกันการตรวจสอบระดับ I จะแยกคุณภาพของสินค้าดีเลว ได้น้อยกว่า การตรวจสอบที่ระดับ II

การตรวจสอบสินค้าที่ระดับใด จึงจะเหมาะสม ผู้บริหารจะเป็นผู้ตัดสินใจ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของสินค้า เช่น สินค้าที่มีราคาถูก หรือสินค้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ จะใช้การตรวจสอบที่ระดับต่ำ แต่ถ้าสินค้าใดใช้การไม่ได้ภายหลังการตรวจสอบ (destructive) สินค้านั้นๆ จะตรวจสอบด้วยระดับพิเศษ

(6) แผนตัวอย่าง (Sampling Plan)

เป็นแผนที่กำหนดขนาดตัวอย่างที่จะสุ่มสินค้าจากแต่ละลอต และ จำนวนของเสียที่จะเกิดการตัดสินใจยอมรับ หรือปฏิเสธลอต ซึ่งมีให้เลือก 3 แบบคือ

ก. แผนตัวอย่างเดี่ยว เป็นแผนซึ่งกำหนดการสุ่มตัวอย่าง จากลอตเพียงครั้งเดียว ก็จะตัดสินใจยอมรับลอต หรือปฏิเสธลอต เมื่อตรวจพบของเสียจำนวนหนึ่ง และแผนตัวอย่างนี้ จะกำหนดขนาดตัวอย่างไว้สูง

ข. แผนตัวอย่างคู่ เป็นแผนตัวอย่างที่มีการสุ่มตัวอย่างจากลอตอย่างมากสองครั้ง การสุ่มตัวอย่างครั้งแรก อาจตัดสินใจยอมรับลอต หรือปฏิเสธลอต หรือยังไม่ตัดสินใจ จนกว่าจะสุ่มตัวอย่างครั้งที่สอง

ค. แผนตัวอย่างหมู่ เป็นแผนตัวอย่างที่มีการสุ่มตัวอย่างจากลอตมากกว่า 2 ครั้ง โดยขนาดตัวอย่างในการสุ่มแต่ละครั้ง จะกำหนดไว้เท่ากัน

(7) ความเข้มงวดของการตรวจสอบ (Type of Inspection) แบ่งได้เป็น 3 แบบคือ

ก. การตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก (Tightened Inspection) การตรวจสอบแบบนี้ จะกำหนดขนาดตัวอย่างไว้สูงกว่าแบบอื่นๆ มีการกำหนดระดับคุณภาพที่ควรจะยอมรับไว้แน่นอน เกิดความมั่นใจในการตัดสินใจมากขึ้นเมื่อใช้การตรวจสอบแบบนี้

ข. การตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง (Normal Inspection) มีการกำหนดขนาดตัวอย่างไว้ปานกลาง มีขนาดตัวอย่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ การตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก

ค. การตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย (Reduced Inspection) มีการกำหนดขนาดตัวอย่างไว้น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแบบอื่นๆ เพราะคุณภาพของผลิตภัณฑ์เป็นที่เชื่อถือของลูกค้า

การที่จะใช้การตรวจสอบแบบเข้มงวดแบบใด ย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ขายส่งมาตรวจ ถ้าตรวจผลิตภัณฑ์แล้ว ผู้ซื้อตัดสินใจปฏิเสธผลิตภัณฑ์นั้นบ่อยๆ จะทำให้ผู้ซื้อไม่มีความเชื่อถือในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาขายว่า จะมีคุณภาพเท่ากับ AQL ที่กำหนดไว้ ถ้าผู้ซื้อมีความรู้สึกเช่นนี้ ผู้ซื้อจะตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก ทั้งๆ ที่ผู้ขายส่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีเท่ากับหรือดีกว่า AQL ผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาตรวจสอบย่อมมีโอกาสที่จะยอมรับมาก ผู้ซื้อมีความไว้วางใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาให้ตรวจนั้น ผู้ซื้อก็จะเปลี่ยนใช้การตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเป็นครั้งแรก จะเริ่มที่การตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง การจะเปลี่ยนระดับความเข้มงวดของการตรวจสอบ ให้สอดคล้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ส่งมาขาย จึงเป็นการบังคับทางอ้อมให้ผู้ขายส่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดีกว่าหรือเท่ากับระดับ AQL มาให้ผู้ซื้อ

**เกณฑ์สำหรับการตรวจสอบด้วยความเข้มงวดแบบต่างๆ**

ปกติการซื้อขายเป็นครั้งแรก จะเริ่มตรวจสอบที่แบบเข้มงวดปานกลางก่อน จะมีการเปลี่ยนแปลงการตรวจสอบ ดังต่อไปนี้

1. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง เป็นแบบเข้มงวดมาก เมื่อตรวจแบบเข้มงวดปานกลางติดต่อกัน 5 ลอต ถูกปฏิเสธ 2 ลอต

2. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก ไปเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง เมื่อตรวจแบบ

เข้มงวดมาก 5 ลอตติดต่อกัน แล้วยอมรับทั้ง 5 ลอต

3. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง เป็นแบบเข้มงวดน้อย เมื่อ

ก) ตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง ทำให้ยอมรับลอตติดต่อกัน 10 ลอต และ

ข) ผลรวมของจำนวนข้อบกพร่อง จากตัวอย่างต่างๆ ทั้ง 10 ลอต จะต้องเท่ากับหรือน้อยกว่า จำนวนที่ระบุไว้ และ

ค) กระบวนการผลิต รักษาระดับคุณภาพของสินค้าได้อย่างสม่ำเสมอ และ

ง) ผู้บริหาร หรือผู้รับผิดชอบ เห็นสมควรให้เปลี่ยนเป็นแบบเข้มงวดน้อย

4. เปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย เป็นแบบเข้มงวดปานกลาง เมื่อ

ก) ลอตใดลอตหนึ่ง ถูกปฏิเสธ **หรือ**

ข) ตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย แล้วพบว่า จำนวนข้อบกพร่องมากกว่า acceptance number แต่น้อยกว่า rejection number ลักษณะเช่นนี้จะยอมรับสินค้าในลอตนั้น แต่ลอตต่อไปจะตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง **หรือ**

ค) กระบวนการผลิตเริ่มผิดปกติ หรือล่าช้า **หรือ**

ง) เมื่อได้รับคำสั่งให้ใช้การตรวจสอบแบบปานกลาง

1.5.2 การหาแผนตัวอย่างแบบกรมทหาร

ขั้นตอนในการหาแผนตัวอย่าง คือ

1. หารหัสของขนาดตัวอย่าง จากตาราง ABC Standard โดยจะต้องทราบขนาดของลอตว่าเป็นเท่าใด และผู้บริหารกำหนดระดับตรวจสอบใด

2. เมื่อได้รหัสของขนาดตัวอย่าง ต้องกำหนดค่า AQL และ กำหนดแผนตัวอย่าง พร้อมทั้งความเข้มงวดในการตรวจสอบว่าเป็นแบบใด จึงจะหาแผนตัวอย่างได้จากตาราง

**<u>ตัวอย่างที่ 6.12</u>** ใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง ตรวจรับลอตที่มีขนาด 1,500 ชิ้น ตรวจสอบระดับ II AQL = 1.5% จงหา

ก) แผนตัวอย่างเดี่ยว และความเข้มงวดในการตรวจสอบแต่ละแบบ

ข) แผนตัวอย่างคู่ และความเข้มงวดในการตรวจสอบแต่ละแบบ

ค) แผนตัวอย่างหมู่ และความเข้มงวดแบบปานกลาง

**<u>คำตอบ</u>** จากตารางรหัสของขนาดตัวอย่าง เมื่อ N = 1,500 ที่ระดับการตรวจสอบระดับ II จะได้อักษร K

ก. ที่ AQL = 1.5%

| ความเข้มงวดในการตรวจสอบ | แผนตัวอย่าง n | Ac | Re |
|---|---|---|---|
| เข้มงวดน้อย | 50 | 2 | 5 |
| เข้มงวดปานกลาง | 125 | 5 | 6 |
| เข้มงวดมาก | 125 | 3 | 4 |

ข. ที่ AQL = 1.5%

| ความเข้มงวดในการตรวจสอบ | แผนตัวอย่าง n | Ac | Re |
|---|---|---|---|
| เข้มงวดน้อย | 32 | 0 | 4 |
| | 32 | 3 | 6 |
| เข้มงวดปานกลาง | 80 | 2 | 5 |
| | 80 | 6 | 7 |
| เข้มงวดมาก | 80 | 1 | 4 |
| | 80 | 4 | 5 |

ค.

| ตัวอย่างที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Ac | * | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Re | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

1.5.3 การคำนวณความน่าจะเป็น

เมื่อได้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกรมทหาร จากตารางแล้ว การคำนวณความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต และการปฏิเสธลอต จะเหมือนแผนตัวอย่างอื่นๆ รวมทั้งการหาขนาดของตัวอย่างเฉลี่ย (ASN) จะคำนวณหาเหมือนในแผนตัวอย่างคู่ และแผนตัวอย่างหมู่ ที่จะแตกต่างออกไปก็คือ ความเข้มงวดในการตรวจสอบ การเปลี่ยนการตรวจสอบในลอตต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนด

**ตัวอย่างที่ 6.13** แผนตัวอย่างเดี่ยวแบบกรมทหาร ต้องการใช้ตรวจสอบที่ระดับ II AQL = 1.0% ตรวจรับลอตขนาด 1,500 ชิ้น จงหาแผนการสุ่มตัวอย่างตรวจสอบความเข้มงวดทั้ง 3 แบบ

1. ใช้แผนตัวอย่างตรวจสอบความเข้มงวดปานกลาง ตรวจรับลอตที่มีของเสีย 4% จงหาความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดมาก เมื่อตรวจสอบไปแล้ว 2 ลอต

2. หลังจากตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก จนเกิดปฏิเสธลอต แล้วได้นำไปปรับปรุงคุณภาพ

ใหม่จนมีของเสียในลอต 2% จงหาความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง เมื่อตรวจลอตที่ได้ปรับปรุงแล้ว 5 ลอต

3. ถ้าใช้แผนตัวอย่างตรวจสอบแบบเข้มงวดน้อย ตรวจลอตที่มีของเสีย 4% จงหาความน่าจะเป็นของการ

3.1 ยอมรับลอต แต่ยังไม่เปลี่ยนการตรวจสอบ

3.2 ยอมรับลอต แต่เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง

3.3 ปฏิเสธลอต

**คำตอบ** ขนาดของลอต 1,500 ชิ้น ตรวจสอบระดับ II ได้อักษร K

แผนตัวอย่างเดี่ยวที่มี AQL = 1% ที่ความเข้มงวดต่างๆ กันแผนตัวอย่างคือ

| | n | Ac | Re |
|---|---|---|---|
| เข้มงวดน้อย | 50 | 1 | 4 |
| เข้มงวดปานกลาง | 125 | 3 | 4 |
| เข้มงวดมาก | 125 | 2 | 3 |

1. $P(\text{ยอมรับลอต}) = P(X \leq 3 \mid np' = 125(0.04) = 5)$

$= 0.265$

$\therefore P(\text{ปฏิเสธลอต}) = P(X \geq 4 \mid np' = 5)$

$= 1 - 0.265 = 0.735$

ความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดมาก (จะต้องปฏิเสธทั้งสองลอตถือว่าการตรวจแต่ละลอตเป็นอิสระต่อกัน) จึงมีค่าเท่ากับ

$P(\text{เปลี่ยนการตรวจสอบ}) = [P(\text{ปฏิเสธลอต})]^2 = (0.735)^2 = 0.54$

2. $P(\text{ยอมรับลอต}) = P(X \leq 2 \mid np' = 125(0.02) = 2.5)$

$= 0.5965$

$P(\text{เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดปานกลาง}) = (0.5965)^5$

$= 0.0755$

3. 3.1 P(ยอมรับลอต และยังคงตรวจสอบแบบความเข้มงวดน้อย)

$= P(X \leq 1 \mid np' = 50(0.04) = 2) = 0.406$

3.2 P(ยอมรับลอต แต่เปลี่ยนการตรวจสอบ เป็นเข้มงวดปานกลาง)

$= P(1 < X < 4 \mid np' = 2)$

$= P(X \leq 3 \mid np' = 2) - P(X \leq 1 \mid np' = 2)$

$= 0.857 - 0.406 = 0.451$

3.3 $P(\text{ปฏิเสธลอต}) = P(X \geq 4 \mid np' = 2) = 1 - P(X \leq 3 \mid np' = 2)$

$= 0.143$

**ตัวอย่างที่ 6.14** แผนการสุ่มตัวอย่างแบบกรมทหาร ตรวจสอบสินค้าแบบเข้มงวดปานกลาง ที่ระดับ AQL = 0.65% มี $p' = 0.01$ ได้รหัสตัวอักษรคือ J จงหา

1. แผนตัวอย่างคู่ พร้อมทั้ง ASN และบอกความหมายของค่าที่ได้
2. แผนตัวอย่างหมู่ และ ASN

**คำตอบ** 1. แผนตัวอย่างคู่ คือ

$n_1 = 50$, Ac = 0, Re = 2 .

$n_2 = 50$, Ac = 1, Re = 2

$ASN = n_1P_1 + (n_1 + n_2)(1 - P_1)$

$P_1 = 0.607 + 0.09 = 0.697$

$ASN = 50(0.697) + 100(0.303) = 65.2$

ASN = 66 หมายความว่า ถ้าใช้แผนตัวอย่างคู่นี้ตรวจสอบสินค้าที่มีคุณภาพ $p' = 0.01$ จะต้องใช้ขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ยต่อลอต = 66 หน่วย

2. แผนตัวอย่างหมู่

| แผนตัวอย่าง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Ac | * | * | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Re | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Pa | 0 | 0 | .549 | 0 | .22 | 0 | .058 |
| Pr | .018 | .045 | .06 | .006 | .015 | .016 | .013 |
| Pa + Pr | .018 | 045 | 609 | .006 | .235 | .016 | .071 |

$ASN = 20(.018) + 40(.045) + 60(.609) + 80(.006) + 100(.235) + 120(.016) + 140(.071)$

$= 74.54$

ASN = 75 หมายความว่า ถ้านำแผนตัวอย่างหมู่นี้มาใช้ โดยที่คุณภาพของลอต = 1% จะต้องเก็บตัวอย่างสินค้าจากลอตโดยเฉลี่ย 75 ชิ้น

**TABLE 6.1**
**Sample Size Code Letters (Mil. Std. 105D, Table 1)**

| *Lot or Batch Size* | | | *Special Inspection Levels* | | | | *General Inspection Levels* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | I | II | III |
| 2 | to | 8 | A | A | A | A | A | A | B |
| 9 | to | 15 | A | A | A | A | A | B | C |
| 16 | to | 25 | A | A | B | B | B | C | D |
| 26 | to | 50 | A | B | B | C | C | D | E |
| 51 | to | 90 | B | B | C | C | C | E | F |
| 91 | to | 150 | B | B | C | D | D | F | G |
| 151 | to | 280 | B | C | D | E | E | G | H |
| 281 | to | 500 | B | C | D | E | F | H | J |
| 501 | to | 1,200 | C | C | E | F | G | J | K |
| 1,201 | to | 3,200 | C | D | E | G | H | K | L |
| 3,201 | to | 10,000 | C | D | F | G | J | L | M |
| 10,001 | to | 35,000 | C | D | F | H | K | M | N |
| 35,001 | to | 150,000 | D | E | G | J | L | N | P |
| 150,001 | to | 500,000 | D | E | G | J | M | P | Q |
| 500,001 | and | over | D | E | H | K | N | Q | R |

**TABLE 6.2**

**Master Table for Normal Inspection – Single Sampling (Mil. Std. 105D, Table II-A)**

| Sample size code letter | Sample size | Acceptable Quality Levels (normal inspection) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.010 | | 0.015 | | 0.025 | | 0.040 | | 0.065 | | 0.10 | | 0.15 | | 0.25 | | 0.40 | | 0.65 | | 1.0 | | 1.5 | | 2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | | 15 | | 25 | | 40 | | 65 | | 100 | | 150 | | 250 | | 400 | | 650 | | 1000 | |
| | | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re |
| A | 2 | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | ⇩ | | 0 | 1 | ⇩ | | ⇩ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | 30 | 31 |
| B | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | ⇧ | | ⇩ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | 30 | 31 | 44 | 45 |
| C | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | 30 | 31 | 44 | 45 | ⇧ | |
| D | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | ⇧ | | ⇩ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | 30 | 31 | 44 | 45 | ⇩ | |
| E | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 1 | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | 30 | 31 | 44 | 45 | ⇧ | | | |
| F | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | | | | |
| G | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | | | | | | |
| H | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | ⇧ | | | | | | | | | |
| J | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | ⇧ | | | | | | | | | |
| K | 125 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | | | | | | | | | | |
| L | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | | | | | | | | | | |
| M | 315 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | | | | | | | | | | |
| N | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | | | | | | | | | | |
| P | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | | | | | | | | | | |
| Q | 1250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ⇧ | | ⇧ | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 | 14 | 15 | 21 | 22 | ⇧ | | | | | | | | | | | |
| R | 2000 | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | | ⇧ | |

⇩ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.

⇧ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.

Re = Rejection number.

**TABLE 6.3**

**Master Table for Tightened Inspection – Single Sampling (Mil. Std. 105D, Table II-B)**

| Sample size code letter | Sample size | Acceptable Quality Levels (tightened inspection) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |
| | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 27 28 |
| B | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 27 28 | 41 42 |
| C | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 27 28 | 41 42 | ↑ |
| D | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 27 28 | 41 42 | ↑ | ↑ |
| E | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 27 28 | 41 42 | ↑ | ↑ | ↑ |
| F | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| G | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| H | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| J | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| K | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| L | 200 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| M | 315 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| N | 500 | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| P | 800 | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Q | 1250 | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| R | 2000 | 0 1 | ↑ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| S | 3150 | | | 1 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.

**TABLE 6.4**

**Master Table for Reduced Inspection—Single Sampling (Mil. Std. 105D, Table II-C)**

| Sample size code letter | Sample size | Acceptable Quality Levels (reduced inspection)† | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |
| | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↓ | ↓ | 1 2 | 2 3 | 3 4 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | 30 31 |
| B | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 2 4 | 3 5 | 5 6 | 7 8 | 10 11 | 14 15 | 21 22 | 30 31 |
| C | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | 14 17 | 21 24 | ↑ |
| D | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | 14 17 | 21 24 | ↑ | ↑ |
| E | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | 14 17 | 21 24 | ↑ | ↑ | ↑ |
| F | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| G | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| H | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| J | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| K | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| L | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| M | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| N | 200 | ↓ | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| P | 315 | ↓ | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Q | 500 | 0 1 | ↑ | ↓ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| R | 800 | ↑ | ↑ | 0 2 | 1 3 | 1 4 | 2 5 | 3 6 | 5 8 | 7 10 | 10 13 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ = Use first sampling plan above arrow.
Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.
† = If the acceptance number has been exceeded, but the rejection number has not been reached, accept the lot, but reinstate normal inspection (see 10.1.4).

TABLE 6.5

**Master Table for Normal Inspection – Double Sampling (Mil. Std. 105D, Table III-A)**

| Sample size code letter | Sample | Sample size | Cumulative sample size | Acceptable Quality Levels (normal inspection) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |
| | | | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A | | | | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| B | First | 2 | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | 17 22 | 25 31 |
| | Second | 2 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | 37 38 | 56 57 |
| C | First | 3 | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | 17 22 | 25 31 | ↑ |
| | Second | 3 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | 37 38 | 56 57 | |
| D | First | 5 | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | 17 22 | 25 31 | ↑ | ↑ |
| | Second | 5 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | 37 38 | 56 57 | | |
| E | First | 8 | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | 17 22 | 25 31 | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 8 | 16 | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | 37 38 | 56 57 | | | |
| F | First | 13 | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 13 | 26 | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | |
| G | First | 20 | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 20 | 40 | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | |
| H | First | 32 | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 32 | 64 | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | |
| J | First | 50 | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 50 | 100 | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | |
| K | First | 80 | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 80 | 160 | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | | |
| L | First | 125 | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 125 | 250 | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | | | |
| M | First | 200 | 200 | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 200 | 400 | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | | | | |
| N | First | 315 | 315 | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 315 | 630 | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | | | | | |
| P | First | 500 | 500 | ↓ | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 500 | 1000 | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | First | 800 | 800 | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 800 | 1600 | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | First | 1250 | 1250 | ↑ | ↑ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 9 | 7 11 | 11 16 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 1250 | 2500 | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 8 9 | 12 13 | 18 19 | 26 27 | | | | | | | | | | | | | | | | |

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ = Use first sampling plan above arrow.
Re = Rejection number
• = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, where available).

TABLE 6.6

Master Table for Tightened Inspection—Double Sampling (Mil. Std. 105D, Table III-B)

| Sample size code letter | Sample | Sample size | Cumulative sample size | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A | | | | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | • | • | • | • | • | • | • |
| B | First | 2 | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | 15 20 | 23 29 |
| | Second | 2 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | 34 35 | 52 53 |
| C | First | 3 | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | 15 20 | 23 29 | ↑ |
| | Second | 3 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | 34 35 | 52 53 | |
| D | First | 5 | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | 15 20 | 23 29 | ↑ | ↑ |
| | Second | 5 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | 34 35 | 52 53 | | |
| E | First | 8 | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | 15 20 | 23 29 | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 8 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | 34 35 | 52 53 | | | |
| F | First | 13 | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 13 | 26 | | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | |
| G | First | 20 | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 20 | 40 | | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | |
| H | First | 32 | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 32 | 64 | | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | |
| J | First | 50 | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 50 | 100 | | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | |
| K | First | 80 | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 80 | 160 | | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | | |
| L | First | 125 | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 125 | 250 | | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | | | |
| M | First | 200 | 200 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 200 | 400 | | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | | | | |
| N | First | 315 | 315 | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 315 | 630 | | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | | | | | |
| P | First | 500 | 500 | ↓ | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 500 | 1000 | | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | First | 800 | 800 | ↓ | • | ↓ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 800 | 1600 | | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | First | 1250 | 1250 | • | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 10 | 9 14 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 1250 | 2500 | | | | 1 2 | 3 4 | 4 5 | 6 7 | 11 12 | 15 16 | 23 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S * | First | 2000 | 2000 | | | 0 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Second | 2000 | 4000 | | | 1 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.

↑ = Use first sampling plan above arrow

Ac = Acceptance number

Re = Rejection number

• = Use corresponding single sampling plan (or, alternatively, use double sampling plan below, where available).

# TABLE 6.7 *Double sampling plans for reduced inspection (Master table)*

| Sample size code letter | Sample | Sample size | Cumulative sample size | Acceptable Quality Levels (reduced inspection)† | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |
| | | | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| A<br>B<br>C | | | | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓<br>* | ↓<br>*<br>↑ | *<br>↑<br>↓ | ↓<br>* | ↓<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>* | *<br>*<br>↑ |
| D | First | 2 | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | 7 12 | 11 17 | ↑ | ↑ |
| | Second | 2 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | 18 22 | 26 30 | | |
| E | First | 3 | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | 7 12 | 11 17 | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 3 | 6 | | | | | | | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | 18 22 | 26 30 | | | |
| F | First | 5 | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 5 | 10 | | | | | | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | |
| G | First | 8 | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 8 | 16 | | | | | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | |
| H | First | 13 | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 13 | 26 | | | | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | |
| J | First | 20 | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 20 | 40 | | | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | |
| K | First | 32 | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 32 | 64 | | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | | |
| L | First | 50 | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 50 | 100 | | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | | | |
| M | First | 80 | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 80 | 160 | | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | | | | |
| N | First | 125 | 125 | ↓ | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 125 | 250 | | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | | | | | |
| P | First | 200 | 200 | ↓ | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 200 | 400 | | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | First | 315 | 315 | * | ↑ | ↓ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 315 | 630 | | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | First | 500 | 500 | ↑ | ↑ | 0 2 | 0 3 | 0 4 | 0 4 | 1 5 | 2 7 | 3 8 | 5 10 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 500 | 1000 | | | 0 2 | 0 4 | 1 5 | 3 6 | 4 7 | 6 9 | 8 12 | 12 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ = Use first sampling plan above arrow.
Ac = Acceptance number.
Re = Rejection number.
* = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, when available.)
† = If, after the second sample, the acceptance number has been exceeded, but the rejection number has not been reached, accept the lot, but reinstate normal inspection (see 10.14).

## TABLE 6.8

## Master Table for Normal Inspection—Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-A)

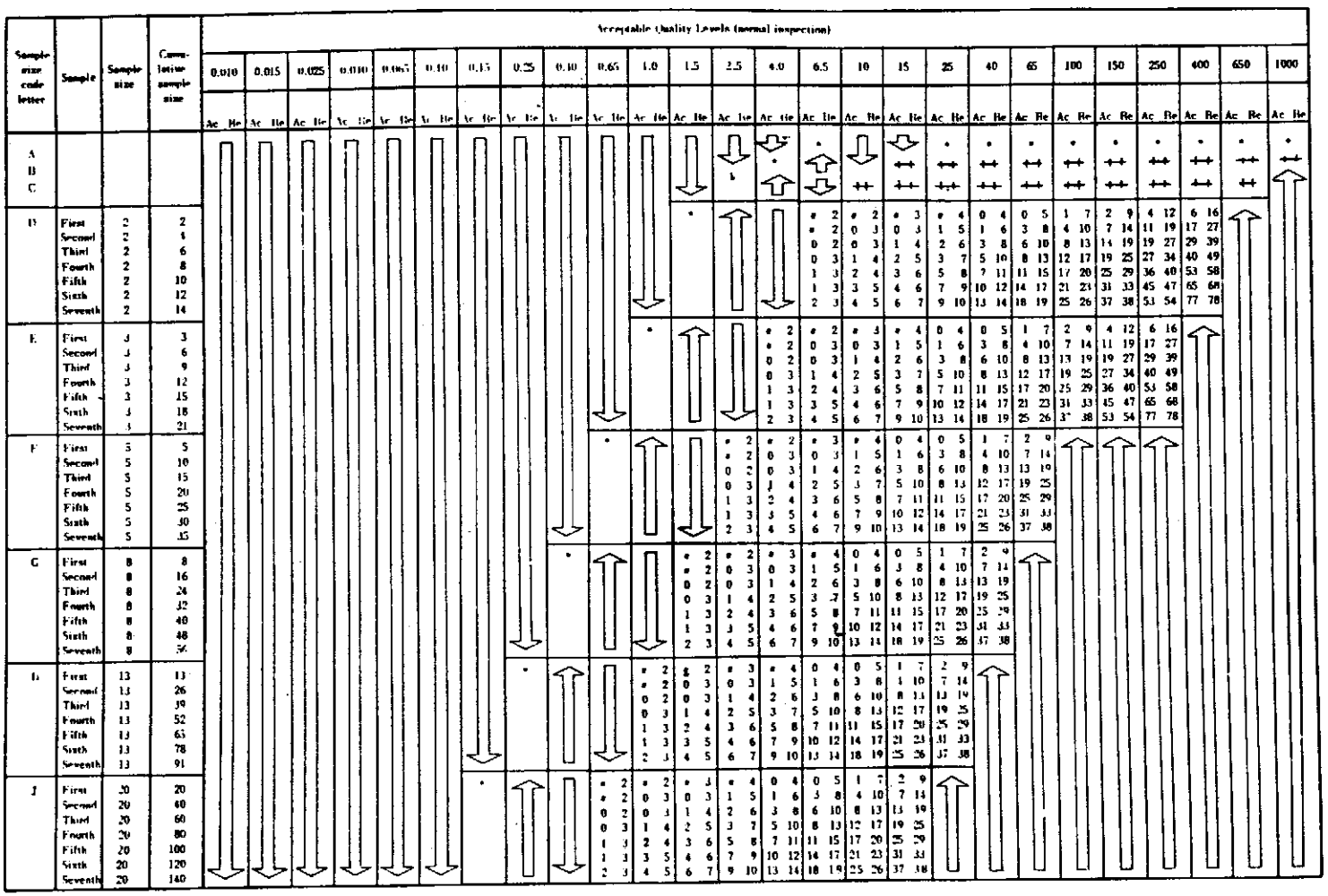


TABLE 6.9 – *Continued*

**Master Table for Normal Inspection – Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-A, Continued)**

| Sample size code letter | Sample | Sample size | Cumulative sample size | Acceptable Quality Levels (normal inspection) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 |
| | | | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re |
| K | First | 32 | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | * 2 | * 2 | * 3 | * 4 | 0 4 | 0 5 | 1 7 | 2 9 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 32 | 64 | | | | | | | | | * 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 1 6 | 3 8 | 4 10 | 7 14 | | | | | | | | | | |
| | Third | 32 | 96 | | | | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 3 8 | 6 10 | 8 13 | 13 19 | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 32 | 128 | | | | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 10 | 8 13 | 12 17 | 19 25 | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 32 | 160 | | | | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 7 11 | 11 15 | 17 20 | 25 29 | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 32 | 192 | | | | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 14 17 | 21 23 | 31 33 | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 32 | 224 | | | | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 13 14 | 18 19 | 25 26 | 37 38 | | | | | | | | | | |
| L | First | 50 | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | * 2 | * 2 | * 3 | * 4 | 0 4 | 0 5 | 1 7 | 2 9 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 50 | 100 | | | | | | | | * 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 1 6 | 3 8 | 4 10 | 7 14 | | | | | | | | | | | |
| | Third | 50 | 150 | | | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 3 8 | 6 10 | 8 13 | 13 19 | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 50 | 200 | | | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 10 | 8 13 | 12 17 | 19 25 | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 50 | 250 | | | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 7 11 | 11 15 | 17 20 | 25 29 | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 50 | 300 | | | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 14 17 | 21 23 | 31 33 | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 50 | 350 | | | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 13 14 | 18 19 | 25 26 | 37 38 | | | | | | | | | | | |
| M | First | 80 | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | * 2 | * 2 | * 3 | * 4 | 0 4 | 0 5 | 1 7 | 2 9 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 80 | 160 | | | | | | | * 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 1 6 | 3 8 | 4 10 | 7 14 | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 80 | 240 | | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 3 8 | 6 10 | 8 13 | 13 19 | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 80 | 320 | | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 10 | 8 13 | 12 17 | 19 25 | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 80 | 400 | | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 7 11 | 11 15 | 17 20 | 25 29 | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 80 | 480 | | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 14 17 | 21 23 | 31 33 | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 80 | 560 | | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 13 14 | 18 19 | 25 26 | 37 38 | | | | | | | | | | | | |
| N | First | 125 | 125 | ↓ | ↓ | • | ↑ | ↓ | * 2 | * 2 | * 3 | * 4 | 0 4 | 0 5 | 1 7 | 2 9 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 125 | 250 | | | | | | * 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 1 6 | 3 8 | 4 10 | 7 14 | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 125 | 375 | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 3 8 | 6 10 | 8 13 | 13 19 | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 125 | 500 | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 10 | 8 13 | 12 17 | 19 25 | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 125 | 625 | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 7 11 | 11 15 | 17 20 | 25 29 | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 125 | 750 | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 14 17 | 21 23 | 31 33 | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 125 | 875 | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 13 14 | 18 19 | 25 26 | 37 38 | | | | | | | | | | | | | |
| P | First | 200 | 200 | ↓ | • | ↑ | ↓ | * 2 | * 2 | * 3 | * 4 | 0 4 | 0 5 | 1 7 | 2 9 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 200 | 400 | | | | | * 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 1 6 | 3 8 | 4 10 | 7 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 200 | 600 | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 3 8 | 6 10 | 8 13 | 13 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 200 | 800 | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 10 | 8 13 | 12 17 | 19 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 200 | 1000 | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 7 11 | 11 15 | 17 20 | 25 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 200 | 1200 | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 14 17 | 21 23 | 31 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 200 | 1400 | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 13 14 | 18 19 | 25 26 | 37 38 | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | First | 315 | 315 | • | ↑ | ↓ | * 2 | * 2 | * 3 | * 4 | 0 4 | 0 5 | 1 7 | 2 9 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 315 | 630 | | | | * 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 1 6 | 3 8 | 4 10 | 7 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 315 | 945 | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 3 8 | 6 10 | 8 13 | 13 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 315 | 1260 | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 10 | 8 13 | 12 17 | 19 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 315 | 1575 | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 7 11 | 11 15 | 17 20 | 25 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 315 | 1890 | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 14 17 | 21 23 | 31 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 315 | 2205 | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 13 14 | 18 19 | 25 26 | 37 38 | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | First | 500 | 500 | ↑ | ↑ | * 2 | * 2 | * 3 | * 4 | 0 4 | 0 5 | 1 7 | 2 9 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 500 | 1000 | | | * 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 1 6 | 3 8 | 4 10 | 7 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 500 | 1500 | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 3 8 | 6 10 | 8 13 | 13 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 500 | 2000 | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 5 10 | 8 13 | 12 17 | 19 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 500 | 2500 | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 7 11 | 11 15 | 17 20 | 25 29 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 500 | 3000 | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 10 12 | 14 17 | 21 23 | 31 33 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 500 | 3500 | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 13 14 | 18 19 | 25 26 | 37 38 | | | | | | | | | | | | | | | | |

## TABLE 6.10

### Master Table for Tightened Inspection—Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-B)

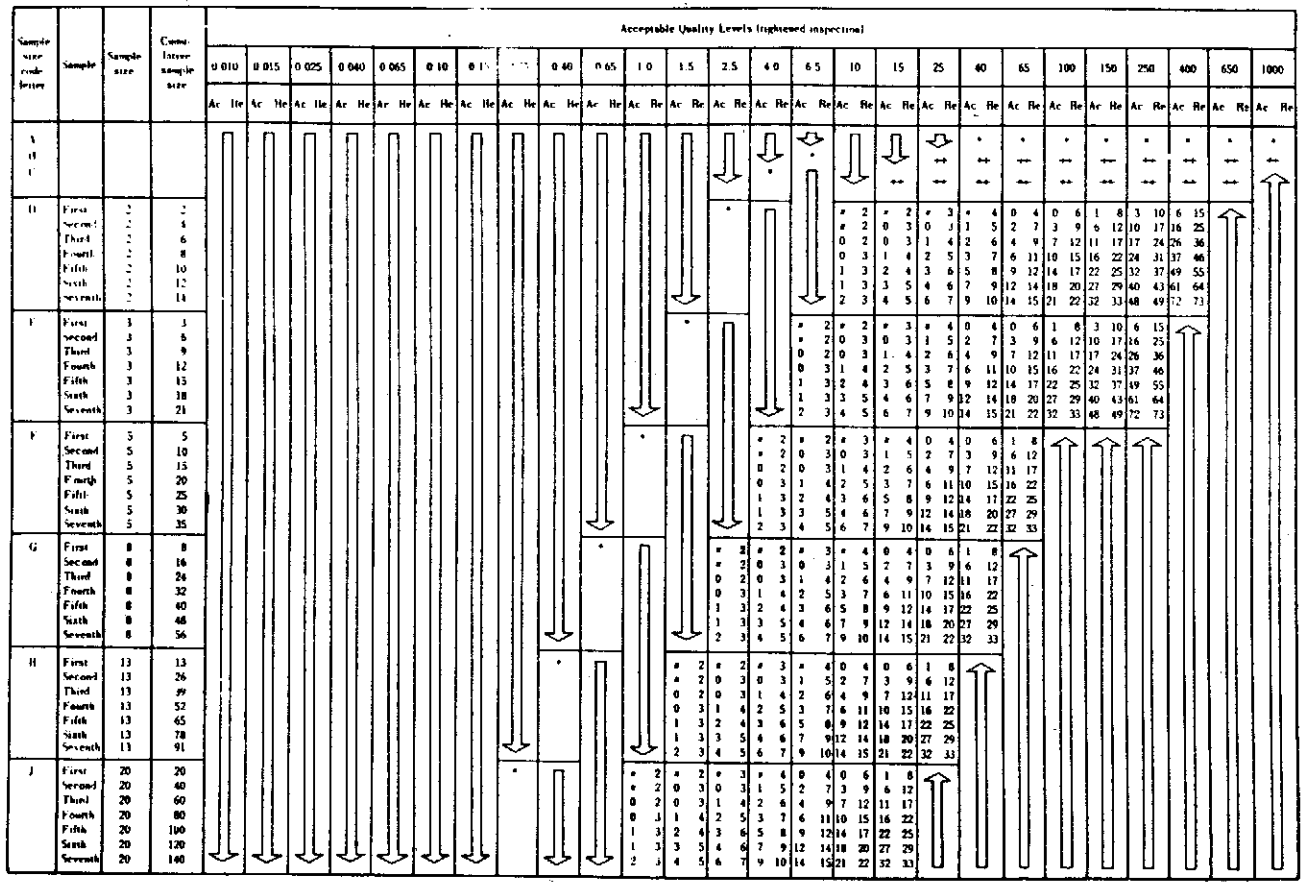


TABLE 6.11 - *Continued*

**Master Table for Tightened Inspection – Multiple Sampling (Mil. Std. 105D, Table IV-B, Continued)**

| Sample size code letter | Sample | Sample size | Cumulative sample size | 0.010 Ac Re | 0.015 Ac Re | 0.025 Ac Re | 0.040 Ac Re | 0.065 Ac Re | 0.10 Ac Re | 0.15 Ac Re | 0.25 Ac Re | 0.40 Ac Re | 0.65 Ac Re | 1.0 Ac Re | 1.5 Ac Re | 2.5 Ac Re | 4.0 Ac Re | 6.5 Ac Re | 10 Ac Re | 15 Ac Re | 25 Ac Re | 40 Ac Re | 65 Ac Re | 100 Ac Re | 150 Ac Re | 250 Ac Re | 400 Ac Re | 650 Ac Re | 1000 Ac Re |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | First | 32 | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↓ | ↓ | # 2 | # 2 | # 3 | # 4 | 0 4 | 0 6 | 1 8 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 32 | 64 | | | | | | | | | | # 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 2 7 | 3 9 | 6 12 | | | | | | | | | | |
| | Third | 32 | 96 | | | | | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 4 9 | 7 12 | 11 17 | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 32 | 128 | | | | | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 11 | 10 15 | 16 22 | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 32 | 160 | | | | | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 9 12 | 14 17 | 22 25 | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 32 | 192 | | | | | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 12 14 | 18 20 | 27 29 | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 32 | 224 | | | | | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 14 15 | 21 22 | 32 33 | | | | | | | | | | |
| L | First | 50 | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↓ | ↓ | # 2 | # 2 | # 3 | # 4 | 0 4 | 0 6 | 1 8 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 50 | 100 | | | | | | | | | # 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 2 7 | 3 9 | 6 12 | | | | | | | | | | | |
| | Third | 50 | 150 | | | | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 4 9 | 7 12 | 11 17 | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 50 | 200 | | | | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 11 | 10 15 | 16 22 | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 50 | 250 | | | | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 9 12 | 14 17 | 22 25 | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 50 | 300 | | | | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 12 14 | 18 20 | 27 29 | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 50 | 350 | | | | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 14 15 | 21 22 | 32 33 | | | | | | | | | | | |
| M | First | 80 | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↓ | ↓ | # 2 | # 2 | # 3 | # 4 | 0 4 | 0 6 | 1 8 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 80 | 160 | | | | | | | | # 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 2 7 | 3 9 | 6 12 | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 80 | 240 | | | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 4 9 | 7 12 | 11 17 | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 80 | 320 | | | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 11 | 10 15 | 16 22 | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 80 | 400 | | | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 9 12 | 14 17 | 22 25 | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 80 | 480 | | | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 12 14 | 18 20 | 27 29 | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 80 | 560 | | | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 14 15 | 21 22 | 32 33 | | | | | | | | | | | | |
| N | First | 125 | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | * | ↓ | ↓ | # 2 | # 2 | # 3 | # 4 | 0 4 | 0 6 | 1 8 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 125 | 250 | | | | | | | # 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 2 7 | 3 9 | 6 12 | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 125 | 375 | | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 4 9 | 7 12 | 11 17 | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 125 | 500 | | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 11 | 10 15 | 16 22 | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 125 | 625 | | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 9 12 | 14 17 | 22 25 | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 125 | 750 | | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 12 14 | 18 20 | 27 29 | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 125 | 875 | | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 14 15 | 21 22 | 32 33 | | | | | | | | | | | | | |
| P | First | 200 | 200 | ↓ | ↓ | * | ↓ | ↓ | # 2 | # 2 | # 3 | # 4 | 0 4 | 0 6 | 1 8 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 200 | 400 | | | | | | # 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 2 7 | 3 9 | 6 12 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 200 | 600 | | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 4 9 | 7 12 | 11 17 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 200 | 800 | | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 11 | 10 15 | 16 22 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 200 | 1000 | | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 9 12 | 14 17 | 22 25 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 200 | 1200 | | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 12 14 | 18 20 | 27 29 | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 200 | 1400 | | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 14 15 | 21 22 | 32 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| Q | First | 315 | 315 | ↓ | * | ↓ | ↓ | # 2 | # 2 | # 3 | # 4 | 0 4 | 0 6 | 1 8 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 315 | 630 | | | | | # 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 2 7 | 3 9 | 6 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 315 | 945 | | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 4 9 | 7 12 | 11 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 315 | 1260 | | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 11 | 10 15 | 16 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 315 | 1575 | | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 9 12 | 14 17 | 22 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 315 | 1890 | | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 12 14 | 18 20 | 27 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 315 | 2205 | | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 14 15 | 21 22 | 32 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| R | First | 500 | 500 | * | ↑ | ↓ | # 2 | # 2 | # 3 | # 4 | 0 4 | 0 6 | 1 8 | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| | Second | 500 | 1000 | | | | # 2 | 0 3 | 0 3 | 1 5 | 2 7 | 3 9 | 6 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 500 | 1500 | | | | 0 2 | 0 3 | 1 4 | 2 6 | 4 9 | 7 12 | 11 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 500 | 2000 | | | | 0 3 | 1 4 | 2 5 | 3 7 | 6 11 | 10 15 | 16 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 500 | 2500 | | | | 1 3 | 2 4 | 3 6 | 5 8 | 9 12 | 14 17 | 22 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 500 | 3000 | | | | 1 3 | 3 5 | 4 6 | 7 9 | 12 14 | 18 20 | 27 29 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 500 | 3500 | | | | 2 3 | 4 5 | 6 7 | 9 10 | 14 15 | 21 22 | 32 33 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | First | 800 | 800 | | | # 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Second | 800 | 1600 | | | # 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Third | 800 | 2400 | | | 0 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fourth | 800 | 3200 | | | 0 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fifth | 800 | 4000 | | | 1 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sixth | 800 | 4800 | | | 1 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Seventh | 800 | 5600 | | | 2 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Acceptable Quality Levels (tightened inspection)

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
↑ = Use first sampling plan above arrow (refer to preceding page, when necessary).
Ac = Acceptance number
Re = Rejection number
* = Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use multiple sampling plan below, where available).
# = Acceptance not permitted at this sample size.

## 2. การตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพ (Rectifying Inspection)

ในกระบวนการผลิตสินค้านั้น สินค้าที่ไม่ได้รับการตรวจสอบเลย อาจมีสินค้าคุณภาพเลวปะปนอยู่ ซึ่งอาจประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ แต่ส่งผลเสียต่อโรงงานอย่างมาก ดังนั้นวิธีที่จะช่วยให้เกิดความแน่ใจในคุณภาพของสินค้า จึงสุ่มตัวอย่างสินค้าจากลอตมาตรวจสอบ จึงจะตัดสินได้ว่าลอตใดควรยอมรับ และลอตใดควรปฏิเสธ สินค้าลอตที่ถูกปฏิเสธ จะถูกส่งคืน อาจจะทั้งลอต หรือบางส่วน ดังนั้นในการตรวจสอบ ถ้าลอตใดได้รับการปฏิเสธ ลอตนั้นจะต้องได้รับการตรวจสินค้าทุกชิ้น (100% inspection) แล้วนำชิ้นที่เสียออกแทนที่ด้วยชิ้นที่ดี มอบให้ผู้ซื้อไป ดังนั้น ลอตใดที่ถูกปฏิเสธ ลอตนั้นจะเป็นสินค้าที่มีคุณภาพดีทั้ง 100% สำหรับลอตที่ได้รับการยอมรับ ตรวจพบสินค้าที่เสียให้คัดออกแล้วแทนที่ด้วยชิ้นที่ดี เท่ากับจำนวนที่ตรวจพบในตัวอย่าง ไม่จำเป็นต้องตรวจสินค้าทุกชิ้น การตรวจสอบเช่นนี้ เป็นการตรวจสอบเพื่อปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งจะมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

1. แต่ละลอตที่ตรวจสอบ จะมีขนาดไม่เปลี่ยนแปลง
2. ลอตที่ถูกปฏิเสธ จะเป็นลอตที่ไม่มีของเสียเลย
3. คุณภาพของลอต เท่ากับ $p'$ สำหรับลอตที่ถูกยอมรับ ถึงแม้จะนำของเสียออกไปบางส่วนแล้ว แทนที่ด้วยของดีก็ตาม ถือว่าค่า $p'$ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

### 2.1 แผนตัวอย่างเดี่ยว

เป็นแผนตัวอย่างที่สุ่มจากลอตแล้วมาตรวจสอบคุณภาพ จึงจะตัดสินใจว่าจะคัดของเสียออกแล้วแทนด้วยของดี เท่ากับจำนวนของเสียนั้น หรือจะนำสินค้าในลอตมาตรวจสอบทุกชิ้น ในแต่ละลอตประกอบด้วยสินค้าขนาด N ชิ้น สุ่มตัวอย่างขนาด n จากลอตมาตรวจสอบพบของเสียไม่เกิน c ชิ้น จึงตัดสินใจยอมรับลอต โดยสินค้า n ชิ้นที่ตรวจสอบจะเป็นสินค้าดีทั้งหมด เพราะเมื่อตรวจพบของเสีย ก็คัดออกแล้วนำของดีใส่แทนที่ แต่ถ้าจากตัวอย่าง n ชิ้น ตรวจพบของเสียเกิน c ชิ้น จึงปฏิเสธลอตนั้น และนำของที่เหลือมาตรวจสอบ เมื่อพบของเสียจะคัดออกและแทนที่ด้วยของดี ดังนั้น ลอตที่ถูกปฏิเสธจะเป็นลอตที่ไม่มีของเสียเหลืออยู่ แต่ลอตที่ยอมรับ จะมีของเหลือคือ $N - n$ โดย $p'$ เป็นคุณภาพของลอต ดังนั้นลอตที่ถูกยอมรับ จะมีของเสียอยู่ประมาณ $(N - n)p'$

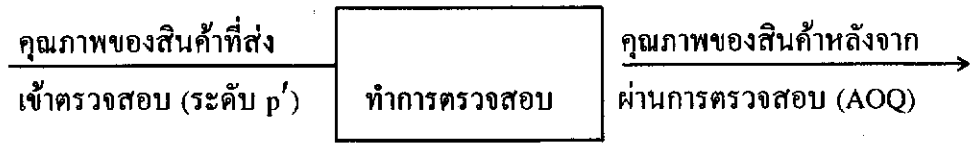
#### 2.1.1 คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ (AOQ)

ลอตที่เรายอมรับจะมีของเสียอยู่ในลอต ดังนั้น คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบแบบ 100% inspection ของลอตที่ยอมรับ มีค่าเท่ากับ $[(N - n)p'/N]P_a$ และลอตที่ถูกปฏิเสธ จะมีของ

ของเสียอยู่ในลอต = $(O/N)(1 - P_a)$ ดังนั้นคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ = AOQ

$= P_a[(N-n)/N]p'$ แต่ถ้า N โตมาก เมื่อเทียบกับค่า n จะได้ n/N มีค่าเข้าใกล้ 0 ซึ่งจะได้

$$AOQ = P_a p'$$




**ตัวอย่างที่ 6.15** แผนตัวอย่าง มี n = 100, c = 2, lot size 10,000 สินค้ามีคุณภาพ $p' = 0.05$ ทำการตรวจสอบ 1,000 ลอต จงหาค่า AOQ

**คำตอบ** เมื่อ $np' = 100(0.05) = 5$ $c = 2$ ได้ $P_a = 0.13$ ใน 1,000 ลอต มี 870 ลอตที่ถูกปฏิเสธ และเป็นลอตที่มีสินค้าคุณภาพดีหมดทุกชิ้น

ในแต่ละลอตจะมีของเสียอยู่ = (10,000 - 100)(0.05)

= 495 ชิ้น สำหรับลอตที่ถูกยอมรับ

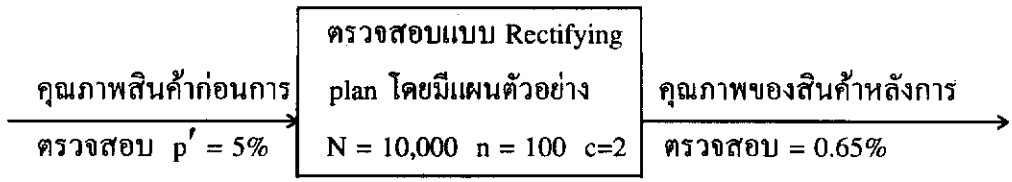
มีสินค้าที่ยังเป็นของเสียอยู่ทั้งหมด = 495 x 130 = 64,350 หน่วย

$$\therefore \text{ คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบโดยเฉลี่ย มีค่า} = \frac{64,350}{10,000 \times 1,000}$$

$$AOQ = 0.006435$$

AOQ = 0.64% หมายความว่า ถ้านำแผนตัวอย่างดังกล่าวมาตรวจสอบ โดยใช้นโยบายที่ว่า ลอตใดที่ถูกปฏิเสธ จะทำการตรวจสอบสินค้าทุกชิ้น พบสินค้าชิ้นที่เสียให้คัดออกแล้วนำชิ้นที่ดีใส่แทนที่ คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบดังกล่าว จะมีคุณภาพ = 0.64%

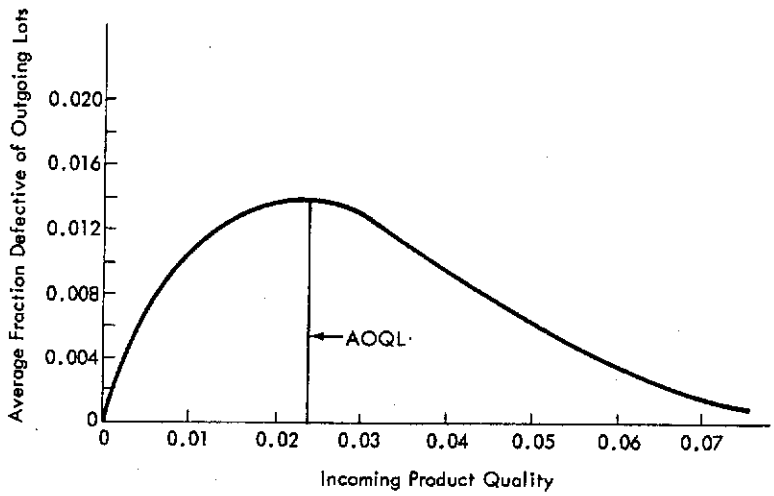
หรืออาจเขียนสรุปด้วยรูป ดังนี้



แผนการสุ่มตัวอย่างนี้ ถ้าคุณภาพของสินค้าในลอตเปลี่ยนแปลงไป คือ 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7% สามารถที่จะหาค่าของคุณภาพของสินค้า หลังการตรวจสอบ AOQ ได้ค่าต่างๆ กัน และนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟ เส้นโค้ง AOQ ได้ดังนี้

| $p'$ | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $np'$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| $P_a$ | 0.92 | 0.677 | 0.423 | 0.238 | 0.125 | 0.062 | 0.03 |
| $AOQ = P_a p'$ | 0.009 | 0.013 | 0.012 | 0.009 | 0.006 | 0.004 | 0.002 |

**Average Outgoing Quality Curve for the Sampling Inspection Plan $n = 100$, $c = 2$**




จากเส้นโค้ง AOQ จะได้ว่า คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ จะเปลี่ยนแปลงตามค่าเปอร์เซนต์ของเสียของแต่ละลอตที่นำเข้ามาตรวจสอบ ถ้าคุณภาพของสินค้าในแต่ละลอตที่นำมาตรวจสอบ มีค่าเปอร์เซนต์ของเสียน้อยมาก ลอตของสินค้าเหล่านั้นส่วนใหญ่จะได้รับการยอมรับ การคัดของเสียออกแล้วนำของดีเข้าแทนที่ ก็จะมีจำนวนน้อย คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบจึงมีเปอร์เซนต์ของเสียต่ำ สินค้าส่วนใหญ่จึงเป็นสินค้าที่มีคุณภาพดี ในทางตรงกันข้าม ถ้าคุณภาพในแต่ละลอตที่นำมาตรวจสอบ มีเปอร์เซนต์ของเสียมาก ลอตของสินค้าเกือบทุกลอตจะถูกปฏิเสธ ต้องนำสินค้าทุกชิ้นในลอตมาตรวจสอบใหม่ และคัดของเสียออก แล้วนำของดีเข้าแทนที่ทุกชิ้นที่คัดออก สินค้าลอตที่ถูกปฏิเสธและผ่านการตรวจสอบ จะเป็นลอตที่ไม่มีของเสียอยู่เลย คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบจึงมีคุณภาพดี หรือมีเปอร์เซนต์ของเสียน้อย ดังนั้นสำหรับลอตสินค้าที่มีเปอร์เซนต์ของเสียน้อยและเปอร์เซนต์ของเสียมาก จะมีค่าคุณภาพของสินค้า

สินค้าหลังการตรวจสอบน้อย หรือ คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบดีขึ้น ค่าของคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบของลอตต่างๆ เหล่านี้ จะมีค่าๆ หนึ่ง ซึ่งเป็นค่าคุณภาพหลังการตรวจสอบที่สูงที่สุด เป็นค่า AOQ ที่มีค่ามากที่สุด เรียกค่านี้ว่า AOQL (Average Outgoing Quality Limit) เป็นระดับของคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบที่เลวที่สุดของแต่ละแผนการสุ่มตัวอย่าง โดยค่านี้จะต้องเป็นค่าที่กำหนดขึ้นโดยผู้ซื้อและผู้ขายตกลงร่วมกัน ในการพิจารณาเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง

2.1.2 จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย (ATI)

จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย จะขึ้นอยู่กับคุณภาพของสินค้าที่ส่งเข้ามาตรวจ และขึ้นอยู่กับแผนตัวอย่างที่ใช้ โดยใช้นโยบายที่จะปรับปรุงคุณภาพของสินค้า ที่ว่าลอตใดถูกปฏิเสธ จะตรวจสอบสินค้าในลอตทุกชิ้น พบของเสียให้คัดออก แล้วนำของดีใส่แทนที่ ดังนั้น จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมด จะเป็นดังนี้

ก) ถ้าสินค้าที่ส่งเข้ามาตรวจนั้น เป็นลอตที่ไม่มีของเสียปนอยู่เลย นั่นคือมี $p' = 0$ เราจะยอมรับสินค้าในลอตเหล่านั้นหมด ดังนั้น แต่ละลอต จะตรวจสอบสินค้าทั้งหมด n หน่วย

ข) ถ้าสินค้าที่ส่งมาตรวจสอบนั้น เป็นลอตที่มีของเสียทุกหน่วย คือมีค่า $p' = 1$ หรือเป็นลอตที่มีของเสีย 100% สินค้าทุกลอตจะถูกปฏิเสธ จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบในแต่ละลอต จะเท่ากับ N หน่วย

ค) ถ้าสินค้าที่ส่งเข้ามาตรวจ เป็นลอตที่มีเปอร์เซนต์ของเสียอยู่ระหว่าง 0 และ 100% คือค่า $p'$ อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบโดยเฉลี่ย จะอยู่ระหว่าง n กับ N

ถ้าคุณภาพของสินค้าในลอตมีค่า $p'$ และความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต มีค่าเป็น $P_a$ ความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอต = $1 - P_a$ จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบโดยเฉลี่ย มีค่าดังนี้

$$ATI = n + (N - n)(1 - P_a)$$

**<u>ตัวอย่างที่ 6.16</u>** กำหนด N = 10,000 เมื่อใช้แผนตัวอย่าง n = 100, c = 2 ที่ค่า $p'$ ต่างๆ กัน คือ 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% และ 7% จงหาค่า จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย (ATI) พร้อมทั้งบอกความหมายของค่า ATI ที่ได้ ที่ $p' = 0.01$

N = 10,000 c = 2

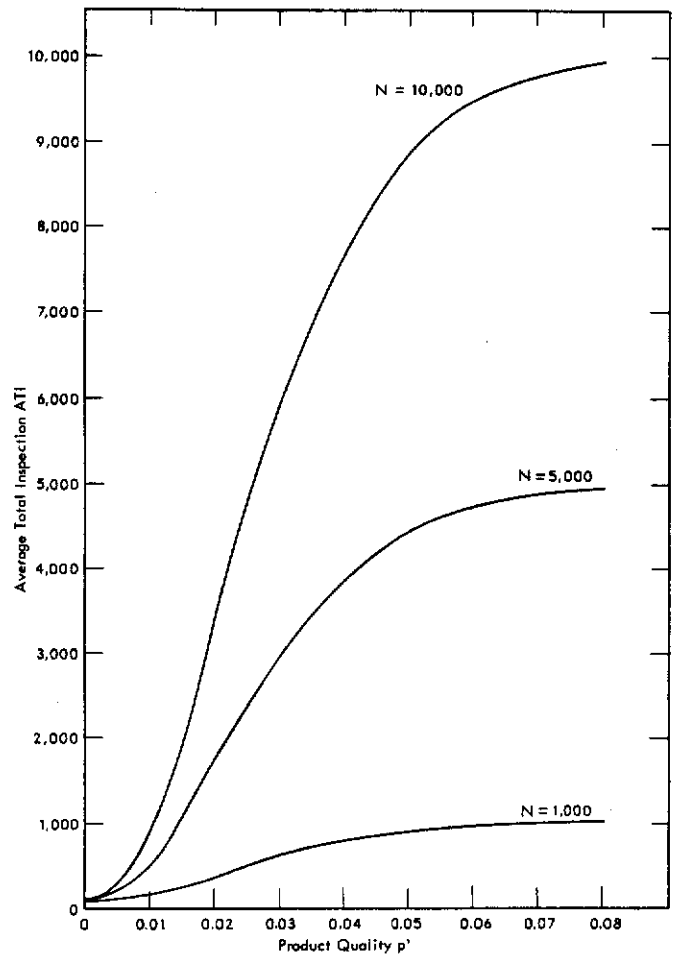
| $np'$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $P_a$ | 0.92 | 0.677 | 0.423 | 0.238 | 0.125 | 0.062 | 0.030 |
| $1-P_a$ | 0.08 | 0.323 | 0.577 | 0.762 | 0.875 | 0.938 | 0.97 |
| ATI | 892 | 3,298 | 5,812 | 7,644 | 8,763 | 9,386 | 9,703 |

เมื่อ $p' = 0.01$ ; ATI = 100 + (0.08)(10,000 - 100) = 892

ATI = 892 หมายความว่า แผนการสุ่มตัวอย่างนี้ มีคุณภาพของสินค้าที่ $p' = 0.01$ ตรวจรับสินค้าโดยใช้นโยบายที่ว่า ลอตใดที่ถูกปฏิเสธ จะถูกตรวจสอบทุกชิ้น และพบสินค้าชิ้นที่เสียให้คัดออก ล้วนำสินค้าชิ้นที่ดีใส่แทนที่ จะต้องนำสินค้ามาตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย = 892 ชิ้น

เมื่อค่า $p'$ มีค่าต่างๆ กัน จะได้ค่า ATI ที่ต่างกันด้วย สามารถเขียนกราฟเส้นโค้ง ATI ได้ โดยแกนนอนแทนค่า $p'$ และแกนตั้งแทนค่า ATI จากรูป จะมีเส้นโค้ง ATI 3 เส้นที่ขนาดลอตแตกต่างกัน คือ N = 10,000 ; 5,000 และ 1,000

**Average Total Inspection Curves for the Sampling Plan $n = 100$, $c = 2$: Lots of 1,000, 5,000, and 10,000**



2.1.3 การหาแผนตัวอย่าง เมื่อกำหนดค่า AOQL

ในทางปฏิบัติ เราไม่ทราบค่า AOQ ว่ามีค่าเป็นเท่าใด จนกว่าจะทราบค่า $p'$ แต่ที่จริงแล้วในแผนตัวอย่างแต่ละแผน เราจะไม่ทราบได้เลยว่า สินค้าที่ส่งเข้าตรวจมีคุณภาพอย่างไร ซึ่งในระยะยาว แล้วคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบอย่างเลวที่สุด จะมีค่าเท่ากับ AOQL ดังนั้น การหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้นโยบายตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นในลอตถ้าลอตนั้นถูกปฏิเสธ จึงต้องคำนึงถึงค่า AOQL เพื่อให้ได้จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด

ในการหาแผนการสุ่มตัวอย่าง ก็คือการหาค่า n และ c เมื่อกำหนดค่า AOQL เพื่อให้มีค่า ATI น้อยที่สุด มีขั้นตอนในการหาดังนี้

1. กำหนดค่า c ขึ้นมา
2. หาค่า Y จากตารางที่ค่า c ในข้อ (1)
3. คำนวณหาค่า n ได้จาก

$$AOQL = Y[(1 - n/N)/n]$$

$$\text{ได้ } n = \frac{Y.N}{N(AOQL) + Y}$$

4. หาค่า $np'$ เพื่อหาค่า $P_a$
5. คำนวณหาค่า ATI
6. เปรียบเทียบค่า ATI เลือกแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

จากข้อ 3 ถ้าค่า N โตมาก เมื่อ n มีขนาดเล็กมาก จะได้

$$AOQL = Y/n$$

ได้ค่า Y จากค่า c ต่างๆ กัน ตามตาราง คือ

$$Y = P_a P_m' n$$

| c | Y | c | Y | c | Y | c | Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0.3679 | 5 | 3.168 | 10 | 6.528 | 15 | 10.13 |
| 1 | 0.8408 | 6 | 3.812 | 11 | 7.233 | 16 | 10.88 |
| 2 | 1.371 | 7 | 4.472 | 12 | 7.948 | 17 | 11.62 |
| 3 | 1.942 | 8 | 5.146 | 13 | 8.670 | 18 | 12.37 |
| 4 | 2.544 | 9 | 5.831 | 14 | 9.398 | 19 | 13.13 |

**ตัวอย่างที่ 6.17** ต้องการหาแผนตัวอย่างที่มี AOQL = 2% ตรวจรับลอตที่มีสินค้า 5,000 หน่วย มี $p' = 0.01$ จงหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสมที่สุด

**คำตอบ** ขั้นตอนในการคำนวณคือ 1. กำหนดค่า c และหาค่า Y จากตาราง

2. คำนวณหาค่า n
3. หาค่า Pa เพื่อคำนวณค่า ATI
4. เลือกแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

ถ้า $c = 2$ $n = \dfrac{(1.371)(5000)}{(.02)(5000) + 1.371} = 68$

$np' = 0.68$ $c = 2$ ได้ $P_a = 0.9684$

$ATI = n + (1 - Pa)(N - n) = 68 + (0.0316)(4932) = 223.85$

กำหนด $c = 3$ $n = \dfrac{(1.942)(5000)}{(.02)(5000) + 1.942} = 95$

$np' = 1.24$ $c = 3$ ได้ $P_a = 0.984$

$ATI = 95 + (.016)(4905) = 173.48$

$c = 4$ $n = \dfrac{(2.544)(5000)}{(.02)(5000) + 2.544} = 124$

$np' = 1.24$ $c = 4$ ได้ $P_a = 0.9908$

$ATI = 124 + (0.0092)(4876) = 168.85$

$c = 5$ $n = \dfrac{(3.168)(5000)}{(.02)(5000) + 3.168} = 154$

$np' = 1.54$ $c = 5$ ได้ $P_a = 0.9952$

$ATI = 154 + (0.0048)(4846) = 177.26$

| แผนตัวอย่าง | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| c | 2 | 3 | 4 | 5 |
| n | 68 | 95 | 124 | 154 |
| ATI | 223.85 | 173.48 | 168.85 | 177.26 |

ดังนั้นแผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ แผน C เพราะให้ค่า ATI ต่ำที่สุด คือ n = 124, c = 4

ในการหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสม และให้ค่า ATI ต่ำที่สุดนั้น Dodge-Romig ได้สร้างตารางเพื่อหาแผนตัวอย่างตามที่ต้องการได้ เช่น จากข้อกำหนดนี้ ถ้าใช้ตารางของ Dodge-Romig เมื่อ AOQL = 2% N = 5,000 $p' = 0.01$ แผนตัวอย่างที่มีค่า ATI ต่ำสุดคือ แผนตัวอย่างที่มี n = 125, c = 4 ซึ่งตรงกับการคำนวณที่ได้ แผนตัวอย่าง C เป็นแผนตัวอย่างที่เหมาะสม ดังนั้นในการใช้งานจริง จะนำตารางของ Dodge-Romig มาใช้ได้อย่างสะดวก แต่ต้องระวังว่า จะใช้ตารางนี้ได้ ต้องมีนโยบายที่จะตรวจสินค้าในลอตที่ถูกปฏิเสธทั้ง 100% ทางโรงงานจึงจะมีความมั่นใจสำหรับคุณภาพของสินค้าที่ส่งเข้าตรวจ คือ ทราบค่า $p'$ ที่แน่นอน แผนตัวอย่างที่ได้จากตาราง Dodge-Romig จึงจะมี คุณสมบัติตรงตามที่โรงงานกำหนดได้

## 2.2 แผนตัวอย่างคู่

เป็นแผนการเก็บตัวอย่างจากลอต 2 ครั้ง โดยแต่ละลอตมีขนาด N ชิ้น สุ่มตัวอย่างจากลอตครั้งแรก $n_1$ ชิ้น ตรวจสอบคุณภาพของสินค้า ถ้ายอมรับลอต เราจะตรวจสินค้าเพียง $n_1$ ชิ้น แต่ถ้าปฏิเสธลอต จะตรวจสินค้าทั้งหมดในลอต = N ชิ้น ดังนั้นในลอตที่เราตัดสินใจยอมรับ ยังมีจำนวนสินค้าที่สงสัยในคุณภาพ = $N - n_1$ แต่ถ้าตัดสินใจไม่ได้จะเก็บตัวอย่างจากลอตอีก $n_2$ ชิ้น ตรวจสอบสินค้าจำนวน $n_1 + n_2$ ชิ้น แล้วปฏิเสธสินค้าลอตนั้น จะตรวจสอบสินค้าในลอตนั้นทุกชิ้น แต่ถ้าตรวจสอบสินค้า $n_1 + n_2$ ชิ้น ตัดสินใจยอมรับลอตนั้น สินค้าที่เหลืออยู่ในลอตจำนวน $N - n_1 - n_2$ จะเป็นจำนวนที่ยังสงสัยในคุณภาพ นโยบายในการตรวจสอบ จะใช้นโยบายที่ว่า เมื่อตรวจพบของเสีย จะต้องคัดออก แล้วนำของดีใส่แทนที่ และลอตใดที่ถูกปฏิเสธ ลอตนั้นจะต้องนำสินค้ามาตรวจสอบทุกชิ้น

### 2.2.1 คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ (AOQ)

ถ้าในลอตใดที่ถูกปฏิเสธ จะมีกรตรวจสอบ 100% และเมื่อพบของเสียให้คัดออก แล้วนำของดีใส่แทนที่ คุณภาพของสินค้าหลังตรวจสอบจะหาได้จาก ค่า AOQ (Average Outgoing Quality)

$$AOQ = \frac{[Pa_1(N - n_1) + Pa_2(N - n_1 - n_2)]p'}{N}$$

เมื่อ $Pa_1$ คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากตัวอย่างแรก

$Pa_2$ คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากตัวอย่างที่ 2

เมื่อ N โตมาก และ $n_1, n_2$ มีค่าเล็กมาก AOQ หาได้จาก

$$AOQ = Pa\ p'$$

เมื่อ Pa คือความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต คือ $Pa = Pa_1 + Pa_2$

**<u>ตัวอย่างที่ 6.18</u>** จากแผนตัวอย่างคู่ $n_1 = 50, n_2 = 100, c_1 = 2, c_2 = 6$ ตรวจสอบลอตขนาด 10,000 ชิ้น จำนวน 1,000 ลอต ที่คุณภาพของสินค้าที่มี $p' = 1\%$ และ 6%

กรณี $p' = 0.01$, $n_1p' = 50(0.01) = 0.5$ $c_1 = 2$ ได้ $Pa_1 = 0.986$

$n_2p' = 100(0.01) = 1.0$ ในตัวอย่างที่สอง จะหาค่า $Pa_2$ ได้จาก

| $S_1$ | $S_2$ | ความน่าจะเป็น |
|---|---|---|
| 3 | $\leq 3$ | (0.012)(.981) = 0.01177 |
| 4 | $\leq 2$ | (.002)(.920) = 0.00184 |
| 5 | $\leq 1$ | 0 |
| 6 | 0 | 0 |

$$Pa_2 = 0.01177 + 0.00184 = 0.0136$$

$$AOQ = \frac{[(N - n_1)Pa_1 + (N - n_1 - n_2)Pa_2]p'}{N}$$

$$= \frac{\left[(10{,}000 - 50)(.986) + (10{,}000 - 150)(.0136)\right](0.01)}{10{,}000}$$

$$= 0.0099$$

$\therefore$ AOQ = 0.0099 คือคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบโดยใช้นโยบายที่ลอตใดถูกปฏิเสธ ลอตนั้นจะต้องตรวจสอบทุกชิ้น พบของเสียให้คัดออกแล้วนำของดีใส่แทนที่ มีค่า 0.99% เมื่อใช้แผนตัวอย่างคู่ดังกล่าว

กรณี $p' = 0.06$ $n_1p' = 50(0.06) = 3$ ได้ $Pa_1 = 0.423$ $n_2p' = 100(0.06) = 6$ จะหาค่า $Pa_2$ ได้จาก

| $S_1$ | $S_2$ | ความน่าจะเป็น | |
|---|---|---|---|
| 3 | $\leq 3$ | (.224)(.151) | ได้ค่า $Pa_2 = 0.046$ |
| 4 | $\leq 2$ | (.168)(.062) | |
| 5 | $\leq 1$ | (.101)(.017) | |
| 6 | 0 | (0.05)(.002) | |

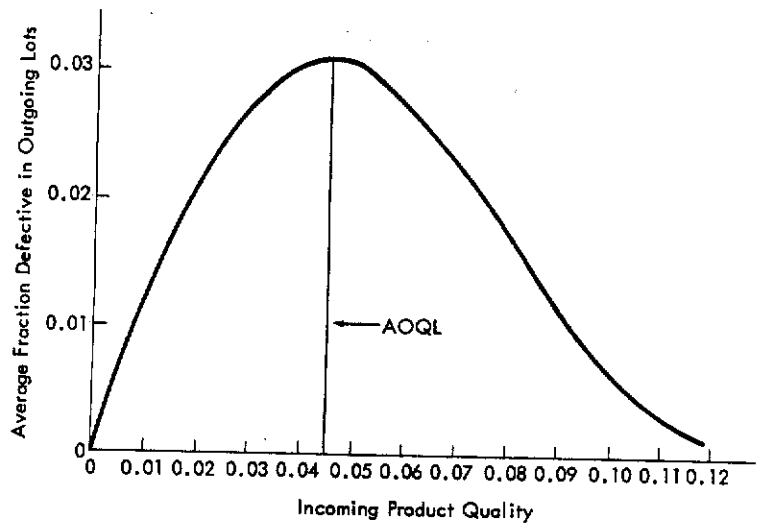
$$AOQ = \frac{[(10{,}000 - 50)(0.423) + (10{,}000 - 150)(.046)](0.06)}{10{,}000}$$

$AOQ = 0.02797$ หรือ $AOQ = 0.028$

หรือ $AOQ = Pa\ p' = (0.423 + 0.046)(0.06) = 0.028$

จากแผนตัวอย่างนี้ เมื่อค่า $p'$ เปลี่ยนแปลง จะได้ค่า AOQ ต่างๆ กัน สามารถเขียนเส้นโค้ง AOQ ได้ดังนี้

**Average Outgoing Quality Curve for the Double-Sampling Plan $n_1 = 50$, $n_2 = 100$, $c_1 = 2$, $c_2 = 6$**



2.2.2 จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย (ATI)

ในแผนตัวอย่างคู่ จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย จะได้จาก การเก็บตัวอย่างครั้งแรก ถ้าลอตนั้นได้รับการยอมรับ จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบจะเท่ากับ $n_1$ ชิ้น ด้วยความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต คือ $Pa_1$ แต่ถ้าไม่สามารถตัดสินใจยอมรับได้ จะสุ่มตัวอย่างที่สองจำนวน $n_2$ ชิ้น ถ้าได้รับการยอมรับในตัวอย่างที่สอง จะต้องตรวจสอบสินค้าจำนวน $n_1 + n_2$ ชิ้น ด้วยความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต $Pa_2$ แต่ถ้าลอตถูกปฏิเสธ จะต้องนำสินค้าทุกชิ้นในลอตมาตรวจสอบ จำนวน N ชิ้น ด้วยความน่าจะเป็นที่จะปฏิเสธลอตคือ 1 - Pa ดังนั้น จำนวนสินค้าที่ตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย หาได้จาก

$$ATI = n_1Pa_1 + (n_1 + n_2)Pa_2 + N(1 - Pa)$$

**ตัวอย่างที่ 6.19** จากแผนตัวอย่างคู่ของตัวอย่างที่ 6.18 จงหาค่า ATI พร้อมทั้งบอกความหมายกรณีที่ $p' = 0.06$ และ $N = 1,600$

**คำตอบ** $Pa_1 = 0.423$ $Pa_2 = 0.046$ $n_1 = 50$ $n_2 = 100$ $N = 1,600$ $Pa = 0.469$

$$ATI = 50(0.423) + 150(0.046) + 1,600(1 - 0.469)$$

$$ATI = 877.65 \text{ หรือ } ATI = 878$$

ATI = 878 หมายความว่า ถ้าใช้แผนการตรวจสอบสินค้า สำหรับลอตที่ถูกปฏิเสธทั้ง 100% แล้ว โดยเฉลี่ยในแต่ละลอต จะตรวจสินค้าทั้งหมด 878 ชิ้น

โดยปกติแล้ว แผนตัวอย่างคู่ จะให้ค่า ATI ที่น้อยกว่า ค่า ATI ที่ได้จากแผนตัวอย่างเดี่ยว โดยเฉพาะคุณภาพของลอตดีมากหรือเลวมาก แต่สำหรับลอตที่มีคุณภาพปานกลาง ATI ของแผนตัวอย่างเดี่ยว จะมีค่าน้อยกว่า ATI จากแผนตัวอย่างคู่ ดังนั้นโรงงานจึงควรเลือกใช้แผนตัวอย่างให้เหมาะสม โดยต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ควบคู่ กับการเลือกแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

เมื่อค่า $p'$ หนึ่งค่า จะได้ค่า ATI หนึ่งค่า ถ้าค่า $p'$ เปลี่ยนแปลงไป เราจะได้เส้นโค้ง ATI โดยแกน X เป็นค่า $p'$ และแกน Y เป็นค่า ATI

**2.3 แผนตัวอย่างหมู่**

แผนตัวอย่างหมู่ จะมีวิธีการสุ่มตัวอย่างเหมือนกับแผนการสุ่มตัวอย่างหมู่ทั่วไป เพียงแต่มีนโยบายที่ว่า ลอตใดถูกปฏิเสธ จะต้องตรวจสอบสินค้าทุกชิ้น พบของเสียให้คัดออก แล้วใส่ของดีแทนที่ของเสียเสมอ ดังนั้น คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบ จะหาได้จาก

$$AOQ = \frac{[Pa_1(N - n_1) + Pa_2(N - n_1 - n_2) + \ldots + Pa_k(N - n_1 - n_2 - \ldots - n_k)]p'}{N}$$

เมื่อทำการสุ่มตัวอย่าง จนถึงตัวอย่างที่ k และ

$Pa_1$ = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก

$Pa_2$ = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจากตัวอย่างที่สอง

$Pa_k$ = ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตจากตัวอย่างที่ k

โดยที่ $Pa = Pa_1 + Pa_2 + \ldots + Pa_k$

ถ้า N มีค่าโตมาก และ $n_1, n_2, \ldots, n_k$ มีค่าน้อยมาก จะได้

$$AOQ = Pap'$$

ในกรณีแผนตัวอย่างหมู่ เราจะหาค่าจำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยได้จาก

$$ATI = n_1Pa_1 + (n_1 + n_2)Pa_2 + \ldots + (n_1 + n_2 + \ldots + n_k)Pa_k + N(1 - Pa)$$

**ตัวอย่างที่ 6.20** จากแผนตัวอย่างหมู่ จงหาค่า AOQ และ ATI พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าที่ได้ทั้งสอง เมื่อ N = 1,000 และ $p' = 0.02$

| ตัวอย่างที่ | n | Pa |
|---|---|---|
| 1 | 20 | 0 |
| 2 | 20 | .449 |
| 3 | 20 | .241 |
| 4 | 20 | .113 |
| 5 | 20 | 0 |
| 6 | 20 | 0 |
| 7 | 20 | .013 |

**คำตอบ**

$$AOQ = \frac{[Pa_1(N-n_1) + Pa_2(N-n_1-n_2) + \ldots + (N - n_1 - \ldots - n_7)]p'}{N}$$

$$ATI = n_1Pa_1 + (n_1+ n_2)Pa_2 + \ldots + (n_1 + n_2 \ldots + n_7)Pa_7 + N(1 - Pa)$$

$$AOQ = \frac{[0+(.449)(1,000-40)+(.241)(1,000-60)+(.113)(1,000-80)+0+0+(.013)(1,000-140)](0.02)}{1,000}$$

= 0.015

หรือ AOQ = Pa p′ = (.816)(.02) = 0.016

AOQ = 0.015 หมายความว่า ถ้าใช้แผนการตรวจสอบสินค้าสำหรับลอตที่ถูกปฏิเสธ ทั้ง 100% แล้วคุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบมีค่าเป็น 1.5%

ATI = 20(0) + 40(.449) + 60(.241) + 80(.113) + 0 + 0 + 140(.013) + 1,000(1 - .816)

ATI = 227.28

ATI = 227 หมายความว่า ถ้าใช้แผนการตรวจสอบสินค้า สำหรับลอตที่ถูกปฏิเสธทั้ง 100% แล้ว จำนวนสินค้าที่ต้องการตรวจสอบโดยเฉลี่ยลอตละ 227 ชิ้น

**2.4 ตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig เพื่อสุ่มตัวอย่าง**

ตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig สร้างขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบสินค้าให้สินค้ามีคุณภาพดีขึ้น โดยที่ผู้นำไปใช้ประโยชน์ไม่ต้องไปดำเนินการหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสม เพื่อให้ได้จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย (ATI) มีค่าน้อยที่สุด และแผนการตรวจสอบต้องดำเนินโดยใช้นโยบายที่ว่า ถ้าลอตใดถูกปฏิเสธ จะต้องตรวจสอบสินค้าในลอตนั้นทุกชิ้น พบชิ้นที่เสียให้คัดออก แล้วนำชิ้นที่ดีใส่แทนที่ สิ่งสำคัญในการทำให้ได้จำนวนสินค้าที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด ก็คือ ลอตที่นำมาตรวจสอบ ต้องมีระดับคุณภาพของสินค้าอยู่ในระดับดี จำนวนลอตที่ถูกปฏิเสธจึงมีจำนวนน้อย การที่จะต้องตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นในลอต จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายและเวลาสูง ดังนั้นถ้าตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นมีจำนวนลอตน้อย ก็จะเป็นผลดีต่อหน่วยงานนั้น ตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig จะมีทั้งตารางของแผนตัวอย่างเดี่ยว และตารางแผนตัวอย่างคู่ สำหรับการสุ่มตัวอย่าง แต่ไม่มีแผนตัวอย่างหมู่ ในตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig ตารางการตรวจสอบจะมีให้เลือก 2 ประเภทคือ

1. กำหนดค่า คุณภาพของสินค้าหลังการตรวจสอบที่สูงที่สุด (AOQL) ค่านี้จะต้องเป็นไปตามข้อตกลงของผู้ซื้อและผู้ขาย ซึ่งแผนตัวอย่างที่ได้ จะเลือกจากค่า AOQL ต่างๆ กัน 13 ค่า คือ 0.1% 0.25% 0.50% 0.75% 1.0% 1.5% 2.0% 2.5% 3.0% 4.0% 5.0% 7.0% และ 10.0% ตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig ทุกตาราง จะแยกค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นช่วงๆ ซึ่งจะหมายถึงว่าเราจะทราบค่าหรือประมาณค่า เปอร์เซนต์ของเสียในลอตต่างๆ เพื่อการตรวจสอบได้ ถ้าค่านี้ไม่ทราบ จะไม่มีพื้นฐานอะไรที่จะให้ค่าประมาณที่ดีได้ ก็จะหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสมจากตารางนี้ไม่ได้

2. การกำหนดค่าเปอร์เซนต์ของเสียในลอต (LTPD) และค่าความเสี่ยงของผู้บริโภค ($\beta$)

แผนการสุ่มตัวอย่างที่ได้จากตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig จะกำหนดค่า LTPD และ $\beta$ ร่วมกัน คือค่า LTPD จะกำหนดที่ 0.5% 1% 2% 3% 4% 5% 7% และ 10% ส่วนค่า $\beta$ จะเท่ากับ 0.10

แผนการสุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้จากตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig จะมีลักษณะ ดังนี้

1. แผนตัวอย่างเดี่ยว จำนวนสินค้าในแต่ละลอตมี N ชิ้น สุ่มสินค้าจากลอตเพียงครั้งเดียว จำนวน n ชิ้น ตรวจนับจำนวนของเสีย ถ้าจำนวนของเสีย มีน้อยกว่าหรือเท่ากับ c ชิ้น จะยอมรับลอต โดยการตรวจนั้นได้ของเสียแล้วจะคัดออกนำของดีใส่แทนที่ทุกครั้ง แต่ถ้ามีของเสียจำนวนมากกว่า c ชิ้น จะปฏิเสธลอต และนำสินค้าทุกชิ้นในลอตมาตรวจสอบเมื่อพบของเสียให้คัดออกและนำของดีใส่แทนที่เสมอ

2. แผนตัวอย่างคู่ สินค้าในแต่ละลอตมีขนาด N ชิ้น สุ่มสินค้าจากลอต จำนวน $n_1$ ชิ้น ตรวจสอบมีของเสีย น้อยกว่าหรือเท่ากับ $c_1$ ชิ้น จะยอมรับลอตโดยนำของเสียออกแล้วใส่ของดีแทนที่ แต่ถ้าพบของเสีย จำนวนมากกว่า $c_2$ ชิ้น จะปฏิเสธลอตนั้นๆ และตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นในลอตพบของเสียให้คัดออก แล้วนำของดีใส่แทนที่ ซึ่งถ้าตรวจพบของเสีย จำนวนมากกว่า $c_1$ แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ $c_2$ ชิ้น จะสุ่มตัวอย่างที่สองอีกจำนวน $n_2$ ชิ้น จากสินค้าที่เหลือในลอตตรวจสอบสินค้าจำนวน $n_1 + n_2$ ถ้ามีของเสียรวมกันสองตัวอย่างจำนวนไม่เกิน $c_2$ ชิ้น จะยอมรับลอต แต่ถ้าของเสียมากกว่า $c_2$ ชิ้นจะปฏิเสธลอต และนำสินค้าทุกชิ้นในลอตมาตรวจสอบ ถ้าพบของเสียให้คัดออก และนำของดีใส่แทนที่

2.4.1 ตารางแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดค่า AOQL

การหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสมจากตาราง Dodge - Romig จะพิจารณาจากขนาดของลอตและค่าเฉลี่ยของกระบวนการ เมื่อกำหนดค่า AOQL ที่ค่าใด ก็จะหาแผนตัวอย่างและเปอร์เซนต์ของเสียในลอต ($p_t$%)

จากตาราง Dodge - Romig ตาราง 6.12 แผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มี AOQL = 2.5% สามารถหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสม เมื่อ N = 1,000 และค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 2.01 - 2.50% แผนตัวอย่างที่เหมาะสม คือ n = 90, c = 4 และ LTPD = 8.5% = $p_t$ เป็นแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด แต่ถ้าค่าเฉลี่ยของกระบวนการ =1% จะได้แผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ n = 33, c = 1 และ $p_t$ = 11.7%

จากตาราง Dodge - Romig ตาราง 6.14 การหาแผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสม เมื่อกำหนด AOQL = 2% เมื่อ N = 1,000 ค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 1.21-1.60% ได้ $n_1$ = 70, $n_2$ = 100,

$c_1 = 1, c_2 = 6$ และค่า $p_t = 6.5\%$ แผนตัวอย่างคู่นี้จะให้ค่า ATI ต่ำที่สุด

**ตัวอย่างที่ 6.21** กระบวนการผลิตสินค้าชนิดหนึ่ง มีค่าเฉลี่ยของกระบวนการ 1.2% เมื่อลอตแต่ละลอตมีสินค้าจำนวน 2,500 ชิ้น และ AOQL = 2.5% จงเปรียบเทียบ แผนตัวอย่างเดี่ยวที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบสินค้าว่า แผนใดจึงจะเหมาะสมที่สุด (1) n = 50 c = 1 (2) n = 75 c = 3 (3) n = 100 c = 4

**คำตอบ** แผนตัวอย่าง (1) $np' = 50(0.012) = 0.6$ c = 1 ได้ $P_a = 0.878$

$$ATI = n + (N - n)(1 - P_a)$$

$$= 50 + (2,500 - 50)(1 - 0.878) = 348.9$$

แผนตัวอย่าง (2) $np' = 75(0.012) = 0.9$ c = 3 ได้ $P_a = 0.987$

$$ATI = 75 + (2,500 - 75)(1 - 0.987) = 106.525$$

แผนตัวอย่าง (3) $np' = 100(0.012) = 1.2$ c = 4 ได้ $P_a = 0.992$

$$ATI = 100 + (2,500 - 100)(1 - 0.992) = 119.2$$

แผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ แผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด นั่นคือ แผน (2) ซึ่งเมื่อใช้ตารางของ Dodge-Romig จะได้ค่าแผนตัวอย่างตรงกัน และมีเปอร์เซนต์ของเสีย $p_t = 8.8\%$ (จากตาราง 6.12) แต่ถ้ากำหนดค่า AOQL = 2% จะต้องหาแผนตัวอย่างจากตาราง 6.13 เช่น N = 2,500 ค่าเฉลี่ยกระบวนการ = 1.2% จะได้แผนตัวอย่างที่เหมาะสมคือ ได้ค่า ATI ต่ำที่สุด คือ n = 95, c = 3; $p_t = 7\%$

2.4.2 ตารางแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดค่า LTPD และ $\beta$

จากตารางของ Dodge-Romig ทุกตาราง จะกำหนดค่าความเสี่ยงของผู้บริโภค = 0.10 และตารางที่ 6.15 จะกำหนดค่า LTPD = 5% สำหรับแผนตัวอย่างเดี่ยว และตาราง 6.16 จะกำหนดค่า LTPD = 5% สำหรับแผนตัวอย่างคู่ การหาแผนตัวอย่างที่เหมาะสม ก็คือ การหาแผนตัวอย่างที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด และต้องมีนโยบายที่ว่า การตรวจสอบสินค้าถ้าลอตใดปฏิเสธจะนำสินค้าทุกชิ้นในลอตนั้น มาตรวจสอบคุณภาพพบชิ้นที่เสียให้คัดออก แล้วนำชิ้นที่ดีใส่แทนที่เสมอ จากตาราง 6.15 ถ้าขนาดของลอต = 800 สามารถจะหาแผนตัวอย่างจากค่าเฉลี่ยกระบวนการต่างๆ กันได้ คือ ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 0-0.05% จะได้แผนตัวอย่างที่เหมาะสม คือ n = 45 c = 0 แต่ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 0.06-0.50% แผนตัวอย่างที่ได้คือ n = 75, c = 1 ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 0.51-1.00% แผนตัวอย่างที่ได้คือ n = 100, c = 2 ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 1.01-1.50% และแผนตัวอย่างที่ได้คือ n = 130, c = 3 ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ใน

ช่วง 1.51-2.00% แผนตัวอย่างที่ได้คือ n = 175, c = 5 ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 2.01-2.50% แผนตัวอย่างที่ได้คือ n = 200, c = 6 ทุกแผนตัวอย่างที่ได้จะมีค่า ATI ต่ำที่สุด

จากตาราง 6.16 เป็นตารางที่หาแผนตัวอย่างคู่ที่เหมาะสม มีค่า ATI ต่ำที่สุด ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการอยู่ในช่วง 1.01-1.50 ขนาดของลอต = 1,000 จะได้ $n_1 = 90$, $n_2 = 150$, $c_1 = 1$, $c_2 = 7$ และได้ค่า AOQL = 1.5%

**TABLE 6.12** Single Sampling Table for AOQL = 2.5 Percent

| *Process Average %* | 0–0.05 | | | 0.06–0.50 | | | 0.51–1.00 | | | 1.01–1.50 | | | 1.51–2.00 | | | 2.01–2.50 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Lot Size* | *n* | *c* | $p_t$% | *n* | *c* | $p_t$% | *n* | *c* | $p_t$% | *n* | *c* | $p_t$% | *n* | *c* | $p_t$% | *n* | *c* | $p_t$% |
| 1–10 | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — |
| 11–50 | 11 | 0 | 17.6 | 11 | 0 | 17.6 | 11 | 0 | 17.6 | 11 | 0 | 17.6 | 11 | 0 | 17.6 | 11 | 0 | 17.6 |
| 51–100 | 13 | 0 | 15.3 | 13 | 0 | 15.3 | 13 | 0 | 15.3 | 13 | 0 | 15.3 | 13 | 0 | 15.3 | 13 | 0 | 15.3 |
| 101–200 | 14 | 0 | 14.7 | 14 | 0 | 14.7 | 14 | 0 | 14.7 | 29 | 1 | 12.9 | 29 | 1 | 12.9 | 29 | 1 | 12.9 |
| 202–300 | 14 | 0 | 14.9 | 14 | 0 | 14.9 | 30 | 1 | 12.7 | 30 | 1 | 12.7 | 30 | 1 | 12.7 | 30 | 1 | 12.7 |
| 301–400 | 14 | 0 | 15.0 | 14 | 0 | 15.0 | 31 | 1 | 12.3 | 31 | 1 | 12.3 | 31 | 1 | 12.3 | 48 | 2 | 10.7 |
| 401–500 | 14 | 0 | 15.0 | 14 | 0 | 15.0 | 32 | 1 | 12.0 | 32 | 1 | 12.0 | 49 | 2 | 10.6 | 49 | 2 | 10.6 |
| 501–600 | 14 | 0 | 15.1 | 32 | 1 | 12.0 | 32 | 1 | 12.0 | 50 | 2 | 10.4 | 50 | 2 | 10.4 | 70 | 3 | 9.3 |
| 601–800 | 14 | 0 | 15.1 | 32 | 1 | 12.0 | 32 | 1 | 12.0 | 50 | 2 | 10.5 | 50 | 2 | 10.5 | 70 | 3 | 9.4 |
| 801–1000 | 15 | 0 | 14.2 | 33 | 1 | 11.7 | 33 | 1 | 11.7 | 50 | 2 | 10.6 | 70 | 3 | 9.4 | 90 | 4 | 8.5 |
| 1001–2000 | 15 | 0 | 14.2 | 33 | 1 | 11.7 | 55 | 2 | 9.3 | 75 | 3 | 8.8 | 95 | 4 | 8.0 | 120 | 5 | 7.6 |
| 2001–3000 | 15 | 0 | 14.2 | 33 | 1 | 11.8 | 55 | 2 | 9.4 | 75 | 3 | 8.8 | 120 | 5 | 7.6 | 145 | 6 | 7.2 |
| 3001–4000 | 15 | 0 | 14.3 | 33 | 1 | 11.8 | 55 | 2 | 9.5 | 100 | 4 | 7.9 | 125 | 5 | 7.4 | 195 | 8 | 6.6 |
| 4001–5000 | 15 | 0 | 14.3 | 33 | 1 | 11.8 | 75 | 3 | 8.9 | 100 | 4 | 7.9 | 150 | 6 | 7.0 | 225 | 9 | 6.3 |
| 5001–7000 | 33 | 1 | 11.8 | 55 | 2 | 9.7 | 75 | 3 | 8.9 | 125 | 5 | 7.4 | 175 | 7 | 6.7 | 250 | 10 | 6.1 |
| 7001–10,000 | 34 | 1 | 11.4 | 55 | 2 | 9.7 | 75 | 3 | 8.9 | 125 | 5 | 7.4 | 200 | 8 | 6.4 | 310 | 12 | 5.8 |
| 10,001–20,000 | 34 | 1 | 11.4 | 55 | 2 | 9.7 | 100 | 4 | 8.0 | 150 | 6 | 7.0 | 260 | 10 | 6.0 | 425 | 16 | 5.3 |
| 20,001–50,000 | 34 | 1 | 11.4 | 55 | 2 | 9.7 | 100 | 4 | 8.0 | 180 | 7 | 6.7 | 345 | 13 | 5.5 | 640 | 23 | 4.8 |
| 50,001–100,000 | 34 | 1 | 11.4 | 80 | 3 | 8.4 | 125 | 5 | 7.4 | 235 | 9 | 6.1 | 435 | 16 | 5.2 | 800 | 28 | 4.5 |

**Table 6.13 Example of Dodge-Romig single sampling AOQL tables**

Note: Average outgoing quality limit = 2.0%

(Reprinted by permission from "Sampling Inspection Tables" by Dodge & Romig, John Wiley & Sons, Inc.)

| Process Average % | 0–.04 | | | .05–.40 | | | .41–.80 | | | .81–1.20 | | | 1.21–1.60 | | | 1.61–2.00 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lot Size | n | c | $100p_{0.10}$ | n | c | $100p_{0.10}$ | n | c | $100p_{0.10}$ | n | c | $100p_{0.10}$ | n | c | $100p_{0.10}$ | n | c | $100p_{0.10}$ |
| 1–15 | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — | All | 0 | — |
| 16–50 | 14 | 0 | 13.6 | 14 | 0 | 13.6 | 14 | 0 | 13.6 | 14 | 0 | 13.6 | 14 | 0 | 13.6 | 14 | 0 | 13.6 |
| 51–100 | 16 | 0 | 12.4 | 16 | 0 | 12.4 | 16 | 0 | 12.4 | 16 | 0 | 12.4 | 16 | 0 | 12.4 | 16 | 0 | 12.4 |
| 101–200 | 17 | 0 | 12.2 | 17 | 0 | 12.2 | 17 | 0 | 12.2 | 17 | 0 | 12.2 | 35 | 1 | 10.5 | 35 | 1 | 10.5 |
| 201–300 | 17 | 0 | 12.3 | 17 | 0 | 12.3 | 17 | 0 | 12.3 | 37 | 1 | 10.2 | 37 | 1 | 10.2 | 37 | 1 | 10.2 |
| 301–400 | 18 | 0 | 11.8 | 18 | 0 | 11.8 | 38 | 1 | 10.0 | 38 | 1 | 10.0 | 38 | 1 | 10.0 | 60 | 2 | 8.5 |
| 401–500 | 18 | 0 | 11.9 | 18 | 0 | 11.9 | 39 | 1 | 9.8 | 39 | 1 | 9.8 | 60 | 2 | 8.6 | 60 | 2 | 8.6 |
| 501–600 | 18 | 0 | 11.9 | 18 | 0 | 11.9 | 39 | 1 | 9.8 | 39 | 1 | 9.8 | 60 | 2 | 8.6 | 60 | 2 | 8.6 |
| 601–800 | 18 | 0 | 11.9 | 40 | 1 | 9.6 | 40 | 1 | 9.6 | 65 | 2 | 8.0 | 65 | 2 | 8.0 | 85 | 3 | 7.5 |
| 801–1000 | 18 | 0 | 12.0 | 40 | 1 | 9.6 | 40 | 1 | 9.6 | 65 | 2 | 8.1 | 65 | 2 | 8.1 | 90 | 3 | 7.4 |
| 1001–2000 | 18 | 0 | 12.0 | 41 | 1 | 9.4 | 65 | 2 | 8.2 | 65 | 2 | 8.2 | 95 | 3 | 7.0 | 120 | 4 | 6.5 |
| 2001–3000 | 18 | 0 | 12.0 | 41 | 1 | 9.4 | 65 | 2 | 8.2 | 95 | 3 | 7.0 | 120 | 4 | 6.5 | 180 | 6 | 5.8 |
| 3001–4000 | 18 | 0 | 12.0 | 42 | 1 | 9.3 | 65 | 2 | 8.2 | 95 | 3 | 7.0 | 155 | 5 | 6.0 | 210 | 7 | 5.5 |
| 4001–5000 | 18 | 0 | 12.0 | 42 | 1 | 9.3 | 70 | 2 | 7.5 | 125 | 4 | 6.4 | 155 | 5 | 6.0 | 245 | 8 | 5.3 |
| 5001–7000 | 18 | 0 | 12.0 | 42 | 1 | 9.3 | 95 | 3 | 7.0 | 125 | 4 | 6.4 | 185 | 6 | 5.6 | 280 | 9 | 5.1 |
| 7001–10,000 | 42 | 1 | 9.3 | 70 | 2 | 7.5 | 95 | 3 | 7.0 | 155 | 5 | 6.0 | 220 | 7 | 5.4 | 350 | 11 | 4.8 |
| 10,001–20,000 | 42 | 1 | 9.3 | 70 | 2 | 7.6 | 95 | 3 | 7.0 | 190 | 6 | 5.6 | 290 | 9 | 4.9 | 460 | 14 | 4.4 |
| 20,001–50,000 | 42 | 1 | 9.3 | 70 | 2 | 7.6 | 125 | 4 | 6.4 | 220 | 7 | 5.4 | 395 | 12 | 4.5 | 720 | 21 | 3.9 |
| 50,001–100,000 | 42 | 1 | 9.3 | 95 | 3 | 7.0 | 160 | 5 | 5.9 | 290 | 9 | 4.9 | 505 | 15 | 4.2 | 955 | 27 | 3.7 |

**Table 6.14 Example of Dodge-Romig double sampling AOQL tables**

Note: Average outgoing quality limit = 2.0%

(Reprinted by permission from "Sampling Inspection Tables" by Dodge & Romig, John Wiley & Sons, Inc.)

| Process Average % | 0–.04 | | | | .05–.40 | | | | .41–.80 | | | | .81–1.20 | | | | 1.21–1.60 | | | | 1.61–2.00 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lot Size | Trial 1 | Trial 2 | | | Trial 1 | Trial 2 | | | Trial 1 | Trial 2 | | | Trial 1 | Trial 2 | | | Trial 1 | Trial 2 | | | Trial 1 | Trial 2 | | |
| | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | $100p_{0.10}$ | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | $100p_{0.10}$ | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | $100p_{0.10}$ | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | $100p_{0.10}$ | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | $100p_{0.10}$ | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | $100p_{0.10}$ |
| 1–15 | All 0 | — — — | | — | All 0 | — — — | | — | All 0 | — — — | | — | All 0 | — — — | | — | All 0 | — — — | | — | All 0 | — — — | | — |
| 16–50 | 14 0 | — — — | | 13.6 | 14 0 | — — — | | 13.6 | 14 0 | — — — | | 13.6 | 14 0 | — — — | | 13.6 | 14 0 | — — — | | 13.6 | 14 0 | — — — | | 13.6 |
| 51–100 | 21 0 | 12 33 1 | | 11.7 | 21 0 | 12 33 1 | | 11.7 | 21 0 | 12 33 1 | | 11.7 | 21 0 | 12 33 1 | | 11.7 | 21 0 | 12 33 1 | | 11.7 | 23 0 | 23 46 2 | | 10.9 |
| 101–200 | 24 0 | 13 37 1 | | 11.0 | 24 0 | 13 37 1 | | 11.0 | 24 0 | 13 37 1 | | 11.0 | 27 0 | 28 55 2 | | 9.6 | 27 0 | 28 55 2 | | 9.6 | 27 0 | 28 55 2 | | 9.6 |
| 201–300 | 26 0 | 15 41 1 | | 10.4 | 26 0 | 15 41 1 | | 10.4 | 29 0 | 31 60 2 | | 9.1 | 29 0 | 31 60 2 | | 9.1 | 32 0 | 48 80 3 | | 8.4 | 32 0 | 48 80 3 | | 8.4 |
| 301–400 | 26 0 | 16 42 1 | | 10.3 | 26 0 | 16 42 1 | | 10.3 | 30 0 | 35 65 2 | | 9.0 | 33 0 | 52 85 3 | | 8.2 | 33 0 | 52 85 3 | | 8.2 | 36 0 | 60 105 4 | | 7.6 |
| 401–500 | 27 0 | 16 43 1 | | 10.3 | 30 0 | 35 65 2 | | 9.0 | 30 0 | 35 65 2 | | 9.0 | 34 0 | 56 90 3 | | 7.9 | 36 0 | 74 110 4 | | 7.5 | 60 1 | 90 150 6 | | 7.0 |
| 501–600 | 27 0 | 16 43 1 | | 10.3 | 31 0 | 34 65 2 | | 8.9 | 35 0 | 55 90 3 | | 7.9 | 35 0 | 55 90 3 | | 7.9 | 37 0 | 78 115 4 | | 7.4 | 65 1 | 95 160 6 | | 6.8 |
| 601–800 | 27 0 | 17 44 1 | | 10.2 | 31 0 | 39 70 2 | | 8.8 | 35 0 | 60 95 3 | | 7.7 | 38 0 | 82 120 4 | | 7.3 | 38 0 | 82 120 4 | | 7.3 | 70 1 | 120 190 7 | | 6.4 |
| 801–1000 | 27 0 | 17 44 1 | | 10.2 | 32 0 | 38 70 2 | | 8.7 | 36 0 | 59 95 3 | | 7.6 | 38 0 | 87 125 4 | | 7.2 | 70 1 | 100 170 6 | | 6.8 | 70 1 | 145 215 8 | | 6.2 |
| 1001–2000 | 33 0 | 37 70 2 | | 8.5 | 33 0 | 37 70 2 | | 8.5 | 37 0 | 63 100 3 | | 7.5 | 43 0 | 112 155 5 | | 6.5 | 80 1 | 180 240 8 | | 5.8 | 110 2 | 205 315 11 | | 5.5 |
| 2001–3000 | 34 0 | 41 75 2 | | 8.2 | 34 0 | 41 75 2 | | 8.2 | 41 0 | 84 125 4 | | 7.0 | 75 1 | 115 190 6 | | 6.1 | 115 2 | 195 310 10 | | 5.3 | 160 3 | 310 470 15 | | 4.7 |
| 3001–4000 | 34 0 | 41 75 2 | | 8.2 | 38 0 | 62 100 3 | | 7.3 | 41 0 | 89 130 4 | | 6.9 | 80 1 | 140 220 7 | | 5.8 | 120 2 | 255 375 12 | | 5.0 | 235 5 | 415 650 20 | | 4.3 |
| 4001–5000 | 34 0 | 41 75 2 | | 8.2 | 38 0 | 62 100 3 | | 7.3 | 42 0 | 88 130 4 | | 6.9 | 80 1 | 175 255 8 | | 5.5 | 125 2 | 285 410 13 | | 4.9 | 275 6 | 475 750 23 | | 4.2 |
| 5001–7000 | 35 0 | 40 75 2 | | 8.1 | 38 0 | 62 100 3 | | 7.3 | 44 0 | 116 160 5 | | 6.4 | 85 1 | 205 290 9 | | 5.3 | 125 2 | 320 445 14 | | 4.8 | 280 6 | 575 855 26 | | 4.1 |
| 7001–10,000 | 35 0 | 40 75 2 | | 8.1 | 38 0 | 62 100 3 | | 7.3 | 45 0 | 115 160 5 | | 6.3 | 85 1 | 210 295 9 | | 5.2 | 165 3 | 335 500 15 | | 4.5 | 320 7 | 645 965 29 | | 4.0 |
| 10,001–20,000 | 35 0 | 40 75 2 | | 8.1 | 39 0 | 66 105 3 | | 7.2 | 45 0 | 115 160 5 | | 6.3 | 90 1 | 200 350 11 | | 5.1 | 170 3 | 425 595 18 | | 4.4 | 395 9 | 835 1230 37 | | 3.9 |
| 20,001–50,000 | 35 0 | 40 75 2 | | 8.1 | 43 0 | 92 135 4 | | 6.6 | 47 0 | 148 195 6 | | 6.0 | 130 2 | 300 430 13 | | 4.7 | 205 4 | 515 720 22 | | 4.3 | 480 11 | 1090 1570 48 | | 3.7 |
| 50,001–100,000 | 35 0 | 45 80 2 | | 8.0 | 43 0 | 92 135 4 | | 6.6 | 85 1 | 185 270 8 | | 5.2 | 135 2 | 345 480 14 | | 4.5 | 250 5 | 615 865 26 | | 4.1 | 580 13 | 1460 2040 58 | | 3.5 |

**TABLE 6.15** Single Sampling Table for LTPD = 5 Percent

| *Process Average %* | 0–0.05 | | | 0.06–0.50 | | | 0.51–1.00 | | | 1.01–1.50 | | | 1.51–2.00 | | | 2.01–2.50 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Lot Size* | *n* | *c* | *AOQL%* | *n* | *c* | *AOQL%* | *n* | *c* | *AOQL%* | *n* | *c* | *AOQL%* | *n* | *c* | *AOQL%* | *n* | *c* | *AOQL%* |
| 1–30 | All | 0 | 0 | All | 0 | 0 | All | 0 | 0 | All | 0 | 0 | All | 0 | 0 | All | 0 | 0 |
| 31–50 | 30 | 0 | .49 | 30 | 0 | .49 | 30 | 0 | .49 | 30 | 0 | .49 | 30 | 0 | .49 | 30 | 0 | .49 |
| 51–100 | 37 | 0 | .63 | 37 | 0 | .63 | 37 | 0 | .63 | 37 | 0 | .63 | 37 | 0 | .63 | 37 | 0 | .63 |
| 101–200 | 40 | 0 | .74 | 40 | 0 | .74 | 40 | 0 | .74 | 40 | 0 | .74 | 40 | 0 | .74 | 40 | 0 | .74 |
| 201–300 | 43 | 0 | .74 | 43 | 0 | .74 | 70 | 1 | .92 | 70 | 1 | .92 | 95 | 2 | .99 | 95 | 2 | .99 |
| 301–400 | 44 | 0 | .74 | 44 | 0 | .74 | 70 | 1 | .99 | 100 | 2 | 1.0 | 120 | 3 | 1.1 | 145 | 4 | 1.1 |
| 401–500 | 45 | 0 | .75 | 75 | 1 | .95 | 100 | 2 | 1.1 | 100 | 2 | 1.1 | 125 | 3 | 1.2 | 150 | 4 | 1.2 |
| 501–600 | 45 | 0 | .76 | 75 | 1 | .98 | 100 | 2 | 1.1 | 125 | 3 | 1.2 | 150 | 4 | 1.3 | 175 | 5 | 1.3 |
| 601–800 | 45 | 0 | .77 | 75 | 1 | 1.0 | 100 | 2 | 1.2 | 130 | 3 | 1.2 | 175 | 5 | 1.4 | 200 | 6 | 1.4 |
| 801–1000 | 45 | 0 | .78 | 75 | 1 | 1.0 | 105 | 2 | 1.2 | 155 | 4 | 1.4 | 180 | 5 | 1.4 | 225 | 7 | 1.5 |
| 1001–2000 | 45 | 0 | .80 | 75 | 1 | 1.0 | 130 | 3 | 1.4 | 180 | 5 | 1.6 | 230 | 7 | 1.7 | 280 | 9 | 1.8 |
| 2001–3000 | 75 | 1 | 1.1 | 105 | 2 | 1.3 | 135 | 3 | 1.4 | 210 | 6 | 1.7 | 280 | 9 | 1.9 | 370 | 13 | 2.1 |
| 3001–4000 | 75 | 1 | 1.1 | 105 | 2 | 1.3 | 160 | 4 | 1.5 | 210 | 6 | 1.7 | 305 | 10 | 2.0 | 420 | 15 | 2.2 |
| 4001–5000 | 75 | 1 | 1.1 | 105 | 2 | 1.3 | 160 | 4 | 1.5 | 235 | 7 | 1.8 | 330 | 11 | 2.0 | 440 | 16 | 2.2 |
| 5001–7000 | 75 | 1 | 1.1 | 105 | 2 | 1.3 | 185 | 5 | 1.7 | 260 | 8 | 1.9 | 350 | 12 | 2.2 | 490 | 18 | 2.4 |
| 7001–10,000 | 75 | 1 | 1.1 | 105 | 2 | 1.3 | 185 | 5 | 1.7 | 260 | 8 | 1.9 | 380 | 13 | 2.2 | 535 | 20 | 2.5 |
| 10,001–20,000 | 75 | 1 | 1.1 | 135 | 3 | 1.4 | 210 | 6 | 1.8 | 285 | 9 | 2.0 | 425 | 15 | 2.3 | 610 | 23 | 2.6 |
| 20,001–50,000 | 75 | 1 | 1.1 | 135 | 3 | 1.4 | 235 | 7 | 1.9 | 305 | 10 | 2.1 | 470 | 17 | 2.4 | 700 | 27 | 2.7 |
| 50,001–100,000 | 75 | 1 | 1.1 | 160 | 4 | 1.6 | 235 | 7 | 1.9 | 355 | 12 | 2.2 | 515 | 19 | 2.5 | 770 | 30 | 2.8 |

## Table 6.16 Example of Dodge-Romig double sampling lot tolerance tables

Lot tolerance per cent defective = 5.0%

Consumer's risk = 0.10

(Reprinted by permission from H. F. Dodge and H. G. Romig, "Sampling Inspection Tables—Single and Double Sampling," 2d ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959)

| Process Average % | 0–.05 | | | | .06–.80 | | | | .81–1.00 | | | | 1.01–1.50 | | | | 1.51–2.00 | | | | 2.01–2.50 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lot Size | Trial 1 | Trial 2 | | AOQL in % | Trial 1 | Trial 2 | | AOQL in % | Trial 1 | Trial 2 | | AOQL in % | Trial 1 | Trial 2 | | AOQL in % | Trial 1 | Trial 2 | | AOQL in % | Trial 1 | Trial 2 | | AOQL in % |
| | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | | $n_1$ $c_1$ | $n_2$ $n_1+n_2$ $c_2$ | | |
| 1–30 | All 0 | — — — | | 0 | All 0 | — — — | | 0 | All 0 | — — — | | 0 | All 0 | — — — | | 0 | All 0 | — — — | | 0 | All 0 | — — — | | 0 |
| 31–40 | 30 0 | — — — | | .49 | 30 0 | — — — | | .49 | 30 0 | — — — | | .49 | 30 0 | — — — | | .49 | 30 0 | — — — | | .49 | 30 0 | — — — | | .49 |
| 41–75 | 38 0 | — — — | | .59 | 38 0 | — — — | | .59 | 38 0 | — — — | | .59 | 38 0 | — — — | | .59 | 38 0 | — — — | | .59 | 38 0 | — — — | | .59 |
| 76–100 | 44 0 | 21 65 | 1 | .64 | 44 0 | 21 65 | 1 | .64 | 44 0 | 21 65 | 1 | .64 | 44 0 | 21 65 | 1 | .64 | 44 0 | 21 65 | 1 | .64 | 44 0 | 21 65 | 1 | .64 |
| 101–200 | 49 0 | 26 75 | 1 | .84 | 49 0 | 26 75 | 1 | .84 | 49 0 | 26 78 | 1 | .84 | 49 0 | 51 100 | 2 | .91 | 49 0 | 51 100 | 2 | .91 | 49 0 | 51 100 | 2 | .91 |
| 201–300 | 50 0 | 30 80 | 1 | .91 | 50 0 | 30 80 | 1 | .91 | 50 0 | 55 105 | 2 | 1.0 | 50 0 | 55 106 | 2 | 1.0 | 50 0 | 80 130 | 3 | 1.1 | 50 0 | 100 150 | 4 | 1.1 |
| 301–400 | 55 0 | 30 85 | 1 | .92 | 55 0 | 55 110 | 2 | 1.1 | 55 0 | 55 110 | 2 | 1.1 | 55 0 | 80 135 | 3 | 1.1 | 55 0 | 100 155 | 4 | 1.2 | 55 1 | 105 190 | 6 | 1.3 |
| 401–500 | 55 0 | 30 85 | 1 | .93 | 55 0 | 55 110 | 2 | 1.1 | 55 0 | 80 135 | 3 | 1.2 | 55 0 | 105 160 | 4 | 1.3 | 55 1 | 120 205 | 6 | 1.4 | 55 1 | 140 225 | 7 | 1.4 |
| 501–600 | 55 0 | 30 85 | 1 | .94 | 55 0 | 60 115 | 2 | 1.1 | 55 0 | 85 140 | 3 | 1.2 | 55 0 | 110 165 | 4 | 1.3 | 55 1 | 145 230 | 7 | 1.4 | 55 1 | 165 250 | 8 | 1.5 |
| 601–800 | 55 0 | 35 90 | 1 | .95 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.1 | 55 0 | 85 140 | 3 | 1.3 | 90 1 | 125 215 | 6 | 1.5 | 90 1 | 170 260 | 8 | 1.5 | 120 2 | 185 305 | 10 | 1.6 |
| 801–1000 | 55 0 | 35 90 | 1 | .96 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.1 | 55 0 | 115 170 | 4 | 1.4 | 90 1 | 150 240 | 7 | 1.5 | 90 1 | 200 290 | 9 | 1.6 | 120 2 | 210 330 | 11 | 1.7 |
| 1001–2000 | 55 0 | 35 90 | 1 | .98 | 55 0 | 95 150 | 3 | 1.3 | 55 0 | 120 175 | 4 | 1.4 | 90 1 | 185 275 | 8 | 1.7 | 120 2 | 225 345 | 11 | 1.9 | 175 4 | 260 435 | 15 | 2.0 |
| 2001–3000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 95 150 | 3 | 1.3 | 55 0 | 150 205 | 5 | 1.5 | 120 2 | 190 300 | 9 | 1.8 | 150 3 | 270 420 | 14 | 2.1 | 205 5 | 375 580 | 21 | 2.3 |
| 3001–4000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 95 150 | 3 | 1.3 | 90 1 | 160 230 | 6 | 1.6 | 120 2 | 210 330 | 10 | 2.0 | 150 3 | 295 445 | 15 | 2.3 | 230 6 | 420 650 | 24 | 2.4 |
| 4001–5000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 95 150 | 3 | 1.4 | 90 1 | 165 255 | 7 | 1.8 | 120 2 | 255 375 | 12 | 2.1 | 150 3 | 345 495 | 17 | 2.3 | 255 7 | 445 700 | 28 | 2.5 |
| 5001–7000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 95 150 | 3 | 1.4 | 90 1 | 165 255 | 7 | 1.8 | 120 2 | 260 380 | 12 | 2.1 | 150 3 | 370 520 | 18 | 2.3 | 255 7 | 435 750 | 28 | 2.6 |
| 7001–10,000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 120 175 | 4 | 1.5 | 90 1 | 190 280 | 8 | 1.9 | 120 2 | 285 405 | 13 | 2.1 | 175 4 | 370 545 | 19 | 2.4 | 280 8 | 540 820 | 31 | 2.7 |
| 10,001–20,000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 120 175 | 4 | 1.5 | 90 1 | 190 280 | 8 | 1.9 | 120 2 | 310 430 | 14 | 2.2 | 175 4 | 420 595 | 21 | 2.4 | 280 8 | 660 940 | 36 | 2.8 |
| 20,001–50,000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 150 205 | 5 | 1.7 | 90 1 | 215 305 | 9 | 2.0 | 120 2 | 335 455 | 15 | 2.2 | 205 5 | 485 690 | 25 | 2.5 | 305 9 | 745 1050 | 41 | 2.9 |
| 50,001–100,000 | 55 0 | 65 120 | 2 | 1.2 | 55 0 | 150 205 | 5 | 1.7 | 90 1 | 240 330 | 10 | 2.1 | 120 2 | 360 480 | 16 | 2.3 | 205 5 | 555 760 | 28 | 2.6 | 330 10 | 810 1140 | 45 | 3.0 |

## แบบฝึกหัด

1. ถ้าแผนตัวอย่างเดี่ยว กำหนดรายละเอียด ดังนี้

| แผน | N | n | c |
|---|---|---|---|
| ก | 10,000 | 50 | 2 |
| ข | 10,000 | 40 | 2 |

1.1 เมื่อ $p'$ มีค่าต่างๆ ดังนี้ $p' = 0.01, 0.02, .03, .04, .06, .10$
จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต จากทั้งสองแผน

1.2 เขียนเส้นโค้ง OC ที่ได้จากแผนตัวอย่างเดี่ยวทั้งสองเปรียบเทียบกัน

1.3 ถ้า แผน ก กำหนดค่า $p_1' = 0.01, p_2' = 0.10$ แผน ข กำหนดค่า $p_1' = .02, p_2' = 0.06$ จงหาค่า $\alpha$ และ $\beta$ ที่ได้จากแผนทั้งสอง

1.4 จงหาค่า AOQ จากทั้งสองแผนที่ค่า $p'$ ในข้อ 1.1

1.5 จงหาค่า AOQL ของทั้งสองแผน จากข้อ 1.4

2. กำหนดค่า $p_1' = .01, p_2' = 0.05, \alpha = 0.05, \beta = 0.01$ จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมที่สุด

3. เมื่อ lot size = 1,000 , AOQL = 2% , $p' = 0.02$ จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมที่สุด (คือให้ค่า ATI ต่ำที่สุด)

4. แผนตัวอย่างคู่ $n_1 = 50$ $n_2 = 50$ $c_1 = 0$ $c_2 = 2$ $p' = 0.01$ จงหาความน่าจะเป็นของ

4.1 การยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก 4.2 การปฏิเสธลอตจากตัวอย่างแรก

4.3 การยอมรับลอต 4.4 การสุ่มตัวอย่างที่สอง

4.5 จงหาค่า ASN พร้อมทั้งบอกความหมายของค่าที่ได้

4.6 ถ้า N = 1,000 จงคำนวณค่า AOQ และ ATI พร้อมอธิบายความหมายของค่าทั้งสอง

5. แผนตัวอย่างคู่ มี $p_1' = .02$ $p_2' = .10$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$ จงหาแผนตัวอย่างคู่ กรณี $n_1 = n_2$ และ $n_2 = 2n_1$

6. โรงงานแห่งหนึ่ง นำแผนตัวอย่างแบบกรมทหารมาใช้ โดยผู้บริหารกำหนดค่า AQL = 1.5% ตรวจสอบที่ระดับ III ถ้าใช้แผนตัวอย่างคู่ N = 10,500

6.1 จงหาแผนตัวอย่างคู่ ที่การตรวจสอบระดับความเข้มงวดทั้ง 3 แบบ

6.2 ถ้าโรงงานแห่งนี้ เริ่มติดต่อซื้อวัตถุดิบจากโรงงาน ก เป็นครั้งแรกโดยใช้แผนตัวอย่างที่กล่าวมาแล้ว สินค้าที่ส่งมาให้ตรวจ และจำนวนตำหนิในแต่ละตัวอย่างกำหนดให้ในตาราง โดยที่

การตัดสินใจจะ ยอมรับลอต หรือปฏิเสธลอต ในตัวอย่างแรกก็ตาม โรงงานนี้ก็ยังจะตรวจคุณภาพของสินค้าในตัวอย่างที่สอง จงหาว่าการตรวจสอบในแต่ละลอต จะใช้การตรวจสอบระดับความเข้มงวดแบบใด และในแต่ละลอตจะตัดสินใจยอมรับ หรือปฏิเสธลอตอย่างไร

| | ลอตที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนสินค้าที่มีตำหนิใน | $S_1$ | 8 | 12 | 9 | 8 | 10 | 7 | 8 | 9 | 7 | 5 | 9 | 7 | 10 | 7 | 7 | 9 |
| | $S_2$ | 6 | 2 | 2 | 9 | 9 | 5 | 9 | 2 | 7 | 3 | 2 | 8 | 8 | 10 | 8 | 9 |

| | ลอตที่ | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนสินค้าที่มีตำหนิใน | $S_1$ | 10 | 8 | 9 | 4 | 6 | 3 | 2 | 0 | 3 | 1 | 4 | 1 | 3 | 5 | 0 | 3 | 7 |
| | $S_2$ | 7 | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 10 |

7. ต้องการหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มี $p_1' = .05$, $p_2' = .35$, $\alpha = 0.01$, $\beta = 0.05$ จงแสดงวิธีหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ถ้าการซื้อขายอยู่ในสภาพที่ผู้ขายต้องง้อผู้ซื้อ
8. โรงงานแห่งหนึ่ง ใช้แผนตัวอย่างคู่ จงหาค่า $n_2$ ถ้ากำหนด

   8.1 $n_1 = 30$ $c_1 = 2$ $c_2 = 4$

   8.2 ถ้าผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบมีคุณภาพ $p' = .20$ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตในแผนตัวอย่างคู่นี้ เท่ากับ 0.06227

   8.3 ความน่าจะเป็นที่จะไม่พบสินค้าที่มีตำหนิในตัวอย่างที่สอง เท่ากับ 0
9. แผนตัวอย่างลูกโซ่ สองแผน ซึ่งมีคุณภาพ $p' = 0.05$ จงพิจารณาว่า แผนตัวอย่างใด เป็นแผนตัวอย่างที่เข้มงวดกว่ากัน จงแสดงการคำนวณประกอบเหตุผล ถ้า

   แผน ก $n = 2$ $c = 0$ $i = 2$ แผน ข $n = 3$ $c = 0$ $i = 3$
10. แผนตัวอย่างลูกโซ่ ที่มี $n = 3$, $c = 0$ $i = 2$ ถ้าแต่ละลอตสุ่มตัวอย่างแล้วพบ จำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิ ดังนี้ อยากทราบว่าในแต่ละลอตจะตัดสินใจอย่างไร

| ลอตที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| จำนวนผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิ | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 |

11. กำหนดแผนตัวอย่างหมู่ ดังนี้

| ตัวอย่างที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ขนาดตัวอย่าง | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Ac | * | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 |
| Re | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

กำหนดค่า $p'$ =0.16 จงหาค่าความน่าจะเป็นของ

11.1 การปฏิเสธลอต จากตัวอย่างแรก

11.2 การยอมรับลอต จากตัวอย่างที่สอง

11.3 การสุ่มตัวอย่างที่ 3

11.4 การยอมรับลอต จากตัวอย่างที่ 5

11.5 การปฏิเสธลอต จากตัวอย่างที่ 7

11.6 ASN พร้อมอธิบายความหมาย

12. แผนตัวอย่างคู่ ถ้าสุ่มตัวอย่างจากลอตขนาด 20 ชิ้น มา 2 ชิ้น ถ้าตรวจสอบแล้วสินค้าทั้งสองชิ้นดี จะยอมรับลอต แต่ถ้าสินค้าทั้งสองชิ้นเป็นของเสีย จะปฏิเสธลอต และถ้าเสีย 1 ชิ้น ดี 1 ชิ้น จะสุ่มตัวอย่างที่สองมาอีก 1 ชิ้น ถ้าสินค้าในตัวอย่างที่สองเป็นชิ้นที่ดีจะยอมรับลอต แต่ถ้าเสียจะปฏิเสธลอต ถ้าลอตที่ตรวจมีเปอร์เซนต์ของเสีย 25% จงหาความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต

13. แผนตัวอย่างหมู่ กำหนดดังนี้

| ตัวอย่างที่ | ขนาดตัวอย่าง | Ac | Re |
|---|---|---|---|
| 1 | 5 | * | 2 |
| 2 | 5 | 0 | 2 |
| 3 | 5 | 0 | 3 |
| 4 | 5 | 1 | 3 |
| 5 | 5 | 2 | 3 |

กำหนดค่า $p' = 0.10$ และถือว่าขนาดของลอตโตมาก จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

14. แผนตัวอย่างคู่ มี $n_1 = 25, n_2 = 50, c_1 = 1, c_2 = 3$ เมื่อ $p' = 4\%$ และลอตมีขนาดโตมากเมื่อเทียบกับขนาดตัวอย่าง จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

15. จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่จะทำให้ได้ค่า AOQL = 2% โดยมี $p' = 0.02$ N = 5,000 โดยแผนตัวอย่างเดี่ยวที่เหมาะสมต้องมีค่า ATI ต่ำที่สุดด้วย

16. จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มี $p_1' = 0.02$ $p_2' = 0.20$ $\alpha = 0.05, \beta = 0.10$ ให้เลือกแผนที่เหมาะสมที่สุด ที่สภาพตลาดผู้ซื้อจะต้องง้อผู้ขาย

17. ถ้าแผนตัวอย่างลูกโซ่ มี $n = 3$ $c = 0$ $i = 5$ $p' = 0.01$ จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

18. แผนตัวอย่างเดี่ยว มี $n = 15$ $c = 1$ จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต โดยใช้การแจกแจงแบบไฮเปอร์จีออเมตริก สำหรับลอตที่มีขนาด 50 และมีเปอร์เซนต์ของเสียในลอต 2%, 6%, 10% และ 20%

19. แผนตัวอย่างเดี่ยว มี N = 10,000 n = 300 c = 1 เปอร์เซนต์ของเสียในลอต 0.5% ถ้าใช้นโยบายว่าลอตใดถูกปฏิเสธ จะตรวจสอบสินค้าในลอตนั้นทุกชิ้น จงหาค่า AOQ และ ATI
20. แผนตัวอย่างเดี่ยว มี n = 150 c = 2 จงหาค่า AOQL
21. ขนาดของลอต = 2,000 ชิ้น AOQL = 2.0% จากแผนตัวอย่าง 3 แผนที่กำหนดให้ คือ แผน ก n = 65 c = 2 แผน ข n = 41 c = 1 แผน ค n = 18 c = 0 แผนตัวอย่างเดี่ยวแผนใดเหมาะสมที่สุดที่ให้ค่า ATI ต่ำที่สุด เมื่อเปอร์เซนต์ของเสียในลอตเป็น 0.3% ผลที่ได้ให้เปรียบเทียบ กับผลที่ได้จากตาราง Dodge-Romig เมื่อ AOQL เท่ากับค่าที่กำหนด
22. ถ้าความเสี่ยงของผู้บริโภคที่ยอมรับสินค้าที่มีของเสีย 3% มีค่า 0.10 และความเสี่ยงของผู้ผลิตที่จะถูกปฏิเสธสินค้าที่ดี คือมีของเสียในลอตที่จะยอมรับได้ 1% มีค่าความเสี่ยง เท่ากับ 0.05 จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว แสดงให้เห็นทั้งกรณีตรึง $\alpha$ และตรึง $\beta$ และเลือกแผนตัวอย่างที่เหมาะสม
23. จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่มีการตรวจสอบระดับ II จากตารางกรมทหาร ตรวจสอบลอตที่มีขนาด 2,500 ชิ้น ที่ AQL = 1.5% ที่การตรวจสอบความเข้มงวดทั้งสามแบบ
24. ลอตสินค้ามีขนาด 800 ชิ้น มีของเสียในลอต 3% จงหาแผนตัวอย่างที่ได้จากตารางการตรวจสอบของกรมทหาร ที่ระดับ AQL = 0.65% โดยการตรวจสอบที่ความเข้มงวดปานกลาง จาก แผน ก. แผนตัวอย่างเดี่ยว ข. แผนตัวอย่างคู่ ค. แผนตัวอย่างหมู่
จงพิจารณาว่า แผนตัวอย่างใดเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่า ATI ที่ต่ำที่สุด
25. โรงงานแห่งหนึ่ง ใช้ตารางการตรวจสอบหา Dodge-Romig ที่มีค่า AOQL 2% ขนาดของลอต 3,500 ชิ้น ค่าเฉลี่ยของกระบวนการ 1%
    25.1 จงหาแผนตัวอย่างคู่ ค่า LTPD
    25.2 จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว
    25.3 จากแผนตัวอย่างเดี่ยว จงหาความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต เมื่อเปอร์เซนต์ของเสียในลอตเป็น 2%
26. จากค่าเฉลี่ยกระบวนการ 1.0% ขนาดของลอต 500 ชิ้น LTPD 5% จงหา
    26.1 แผนตัวอย่างเดี่ยว และ AOQL
    26.2 แผนตัวอย่างคู่ และ AOQL
27. บริษัทแห่งหนึ่งรับสินค้า ขนาดลอตละ 500 ชิ้น จากโรงงานผู้ผลิตแห่งหนึ่ง โดยใช้แผนตัวอย่างคู่ ที่มี $n_1 = 30$ $n_2 = 40$ $c_1 = 0$ $c_2 = 2$ คุณภาพของลอตเป็น 5% จงหา
    27.1 ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตจากตัวอย่างแรก

27.2 ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต

27.3 คำนวณค่า AOQ และ ATI

28. แผนตัวอย่างเดี่ยว มีสินค้าในลอตจำนวน 300 ชิ้น $n = 25$ $c = 2$ เปอร์เซนต์ของเสียในลอต 8% จงหา

28.1 ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต

28.2 คำนวณหาค่า AOQ และ ATI พร้อมอธิบายความหมายของค่าทั้งสอง

29. จากแผนตัวอย่างเดี่ยว จงเปรียบเทียบว่าควรจะใช้แผนตัวอย่างใดจึงจะเหมาะสม โดยแผน ก $n = 65$ $c = 2$ แผน ข $n = 41$ $c = 1$ แผน ค $n = 18$ $c = 0$ โดยแผนตัวอย่างนี้ ตรวจรับสินค้าลอตละ 2,000 ชิ้น $p' = 0.8\%$ ถ้าลอตใดตรวจแล้วถูกปฏิเสธลอต จะต้องตรวจสินค้าทุกชิ้นในลอต

30. จากแผนตัวอย่างทั้งสอง จงเปรียบเทียบว่าควรจะใช้แผนใดจึงจะเหมาะสม จาก แผน ก $n = 200$ $c = 4$ แผน ข $n_1 = 100$ $n_2 = 100$ $c_1 = 2$ $c_2 = 3$ เมื่อตรวจรับลอตขนาด 2,000 ชิ้น คุณภาพของลอตเป็น 2.5% โดยใช้การตรวจสอบแบบ Rectifying Inspection

31. ผู้ขายได้จัดส่งสินค้าให้ผู้ซื้อโดยจัดเป็นลอตๆ ละ 2,000 ชิ้น ซึ่งใช้การตรวจสอบตามตารางแผนกรมทหาร 105 D ที่ระดับ S-3 มี AQL = 4%

31.1 จงหาแผนตัวอย่างเดี่ยว ที่ใช้การตรวจสอบความเข้มงวดทั้ง 3 แบบ

31.2 จงหาแผนตัวอย่างคู่ และใช้การตรวจสอบความเข้มงวดทั้ง 3 แบบ

31.3 จงหาแผนตัวอย่างหมู่ ใช้การตรวจสอบความเข้มงวดทั้งสามแบบ

32. แผนตัวอย่างหมู่ มี $p' = 0.005$ ขนาดของลอต = 5,000 ใช้การตรวจสอบแบบ Rectifying Inspection จงหาค่า AOQ และ ATI

| ตัวอย่างที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ขนาดตัวอย่าง | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Ac | * | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 |
| Re | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 8 | 8 |

33. จงหาแผนตัวอย่างคู่ ที่ใช้ในการตรวจสอบสินค้าขนาดลอตละ 450 ชิ้น ตรวจสอบแบบตารางกรมทหาร 105 D ที่ AQL = 1% มีของเสียในลอต 2% ตรวจสอบแบบความเข้มงวดน้อย

33.1 จงหาความน่าจะเป็นของการยอมรับ แต่ยังคงตรวจสอบโดยใช้ระดับความเข้มงวดน้อย

33.2 จงหาความน่าจะเป็นของการยอมรับ และเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบระดับความเข้มงวดปานกลาง

33.3 จงหาความน่าจะเป็นของการปฏิเสธลอต

34. แผนตัวอย่างที่ตรวจรับลอตขนาด 1,000 ชิ้น ตรวจสอบระดับความเข้มงวดปานกลาง มี AQL = 1.5% จงหา

34.1 แผนตัวอย่างคู่ และแผนตัวอย่างหมู่

34.2 หาขนาดตัวอย่างถัวเฉลี่ย (ASN) ของทั้งสองแผน เปรียบเทียบกัน เมื่อลอตที่นำสินค้ามาตรวจมีของเสีย 2%

35. จากตารางการตรวจสอบของ Dodge-Romig มี AOQL = 2% มีค่าเฉลี่ยกระบวนการ = 0.8% ตรวจรับลอตสินค้าที่มีขนาด 2,500 ชิ้น จงหา

35.1 แผนตัวอย่างเดี่ยว

35.2 แผนตัวอย่างคู่

35.3 เปรียบเทียบค่า AOQ ของแต่ละแผน และค่า ATI ของแต่ละแผน

---