

บทที่ 6

การสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับ

การตรวจรับเชิงคุณภาพ

เมื่อบริษัทได้รับสินค้าที่ส่งมา ก็จะตรวจสอบสินค้านั้นว่า มีคุณภาพได้มาตรฐานตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ และจะตัดสินใจว่ายอมรับ (accept) หรือไม่ยอมรับ (reject) สินค้าเหล่านั้น หากบริษัทไม่ยอมรับสินค้าในลักษณะที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน ก็อาจจะส่งสินค้านั้นคืนผู้ผลิต หรือผู้ส่ง หรืออาจจะยังคงรับสินค้านั้นไว้ ซึ่งขึ้นอยู่กับนโยบายของบริษัทว่าจะยอมรับสินค้าที่มีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานได้แค่ไหน อย่างไร หรือจะจัดการอย่างไรกับผู้ผลิตต่อไป ในหน่วยงานของรัฐบาลที่ทำหน้าที่ผลิตสินค้า จะมีผู้ตรวจสอบสินค้าที่ผลิตได้ก่อนจะออกไปเสนอทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้สินค้าคุณภาพต่ำถูกส่งคืนกลับมา ซึ่งเป็นผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง และลูกค้าอาจจะขาดความเชื่อถือ หันไปคิดต่อกับแหล่งผลิตอื่นก็ได้ ทำให้เสียลูกค้าไป ในโรงงานหลายแห่งทำหน้าที่เป็นหัวผู้ช้อ (ผู้บริโภค) และผู้ขาย (ผู้ผลิต) โดยโรงงานซื้อวัสดุดิบ หรือซื้อส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการผลิต และเมื่อผลิตเรียบร้อยแล้ว ก็จัดส่งไปยังแผนกตรวจสอบของโรงงานก่อนส่งให้กับลูกค้า หรือจัดส่งโดยตรงไปให้ลูกค้าเลยก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการซื้อหรือการผลิตเพื่อส่งออกไป ก็ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพว่าตรงตามเกณฑ์กำหนด ได้มาตรฐานหรือไม่ การตรวจสอบในบางโรงงานอาจจะมีทุกขั้นตอน เช่นเริ่มต้นจากการตรวจสอบวัสดุดิบหรือซื้อส่วนที่นำมาประกอบตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการผลิต ตรวจสอบกระบวนการผลิตในแต่ละจุด ตรวจสอบสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตสมบูรณ์แล้ว เพื่อให้แน่ใจและเชื่อมั่นได้ว่า สินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพได้มาตรฐาน ตามเกณฑ์กำหนดแล้ว และจะไม่ถูกปฏิเสธโดยผู้ช้อ (ผู้บริโภค) นอกจากนี้ ยังมีการตรวจสอบขั้นสุดท้ายโดยผู้ช้อ เพื่อให้แน่ใจว่า จะได้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ตรงตามที่ต้องการจริง ๆ

คำว่าผู้ผลิตหรือผู้ขาย กับผู้ช้อหรือผู้บริโภค เราร่วมความไปถึง บุคคล บริษัท องค์กร หรือหน่วยงาน ฯลฯ ที่ทำหน้าที่ขาย ตรวจสอบยังคง ซื้อหรือยอมรับผลิตภัณฑ์หรือสินค้านั้น

การตรวจสอบสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็นทางด้านผู้ผลิตหรือผู้ขาย และผู้บริโภคหรือผู้ช้อ แต่การจะตรวจสอบสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้งหมด (100% inspection) บางครั้งก็ไม่สะดวกและไม่จำเป็น ทั้งนี้เนื่องจาก การ

ตรวจสอบของชนิดเดียวกันทั้งหมด ซึ่งมีปริมาณมากเป็นการทำงานช้า ๆ กัน ย่อมสิ้นเปลือง หัวเวลาและค่าใช้จ่ายมาก และยังก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายในการทำงานด้วย นอกจากนี้ ในบางครั้งอาจจะทำไม่ได้เลย หากการตรวจสอบนั้นทำให้ของเสื่อมสภาพถูกทำลายหรือใช้ การไม่ได้ เช่น การตรวจสอบอายุของหลอดไฟ กว่าจะรู้ว่าหลอดไฟมีอายุใช้งานกี่เดือน หลอดไฟนั้นก็นำมาใช้การต่อไปไม่ได้อีกแล้ว ดังนั้นวิธีการที่ดีและเหมาะสมก็คือการเก็บตัวอย่าง เมื่อพูดถึงตัวอย่าง เรา kak ล่าวว่า

ตัวอย่าง (sample) หมายถึงสิ่งของหรือผลิตภัณฑ์หรือบุคคลที่นำมาวัดค่าคุณสมบัติ หรือตรวจสอบแยกประเภท โดยถือว่าเป็นตัวแทนของประชากร หรือของจำนวนทั้งหมด

การเก็บตัวอย่าง เราแยกตามวัตถุประสงค์ของการใช้ ดังนี้

1) เก็บตัวอย่างเพื่อควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการ ซึ่งการเก็บตัวอย่างประเภทนี้ เราได้กล่าวมาแล้วในเรื่องแผนภูมิควบคุม

2) เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบวัตถุดิบ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ หรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว (ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป) ตามข้อตกลงของผู้ผลิตหรือผู้ขาย กับ ผู้บริโภคหรือผู้ซื้อ ว่าควรจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ

โดยทั่วไปแล้ว การตรวจสอบเพื่อการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ อาจจะ เป็นการตรวจสอบทั้งหมด หรือเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและ ความจำเป็น

ไม่ว่าจะเป็นการเก็บตัวอย่างเพื่อควบคุมคุณภาพระหว่างกระบวนการ ซึ่งเก็บมาจาก แต่ละขั้นตอนของการผลิต เพื่อนำมาทำแผนภูมิ วิเคราะห์ผลเพื่อดำเนินการต่อไป อัน เป็นการค้นหาปัญหา แก้ปัญหา ปรับปรุงและเสริมสร้างคุณภาพ หรือจะเป็นการเก็บตัวอย่าง เพื่อช่วยในการตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับก็ตาม เราได้แยกการเก็บตัวอย่างตามความนิยม ใช้ทั่วไป ดังนี้

1) เก็บตามช่วงเวลาที่กำหนดในระหว่างการผลิต เช่น เก็บชั่วโมงละครั้ง 2 ชั่วโมง ต่อครั้ง หรือตามผลัด ฯลฯ การเก็บตัวอย่างแบบนี้ให้ระยะเวลาคงที่

2) เก็บจากกลุ่มหรือหน่วยของผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งของที่ผลิตออกมากพร้อมกัน ของ กระบวนการที่ไม่ต่อเนื่องจากวัตถุดิบและกระบวนการแบบเดียวกัน ระหว่างกระบวนการ ที่ได้ผลิตออกจากกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง แล้วนำไปกองรวมกันไว้ เพื่อนำเข้า กระบวนการขั้นต่อไป

3) เก็บจากloth มีลักษณะคล้ายกับการเก็บจากกองระหว่างกระบวนการ ซึ่งใช้ใน กรณีที่จะตรวจรับวัตถุดิบหรือตรวจผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย ก่อนส่งให้ผู้บริโภค

4) การตรวจสอบทั้งหมด (100% inspection) มักจะใช้กับกรณีการตรวจที่ไม่ทำให้ของเสื่อมสภาพ และมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในทุกๆ กระบวนการ โดยเฉพาะกรณีที่การเกิดข้อเสียหรือรอยตำหนิตรงจุดใด ส่วนใด มีผลเสียต่อผลิตภัณฑ์สำคัญ ไปจนถึงสุดท้าย จึงจำเป็นต้องตรวจสอบทุกชิ้นที่ผ่านกระบวนการผลิต เช่น ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ หรืออุตสาหกรรมดูแลรักษา

ในเรื่องของการเก็บตัวอย่างไม่ว่าเพื่อวัดคุณภาพคงที่ตาม จะต้องเก็บโดยวิธีการสุ่ม ทั้งนี้เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของจำนวนทั้งหมด เราใช้ทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง กำหนด เป็นแบบแผนการสุ่มตัวอย่าง ระบุวิธีปฏิบัติการกำหนดหลักเกณฑ์แน่นอนที่จะใช้ในการตัดสินใจ การเก็บตัวอย่างแบบนี้เรียกว่า การสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับ (acceptance sampling)

การสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับ จัดเป็นหลักเกณฑ์ที่จะใช้ในการประกันคุณภาพมากกว่าจะเป็นการควบคุมคุณภาพ จึงมีอิทธิพลต่อกระบวนการโดยทางอ้อม การสุ่มตัวอย่าง เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพด้อยกว่าแผนภูมิการควบคุม แต่มีวิธีการที่ทำได้ง่ายกว่า การดำเนินงานและการปฏิบัติการเป็นแบบธรรมชาติ และง่ายต่อการควบคุมโดยผู้บริโภค จึงจัด เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากกว่า

เมื่อเทียบการสุ่มตัวอย่างกับการตรวจทั้งหมด เราจะใช้การสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับ กายได้เงื่อนไขต่อไปนี้

1) เมื่อค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบสูง และการสูญเสียอันเนื่องมาจากการผลิตภัณฑ์ชำรุด มีค่าน้อยมาก

2) การตรวจสอบทั้งหมดเป็นงานที่เหนื่อยยากและต้องใช้ความระมัดระวังมาก การตรวจสอบอาจจะเกิดจากเครื่องมือ เครื่องใช้ หรือเทคนิคในการตรวจสอบ ตลอดจนตัวคนผู้ตรวจสอบเอง

- 3) เมื่อการตรวจสอบทำให้ของเสียใช้การไม่ได้ หรือเสื่อมสภาพ เราสรุปประโยชน์การสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับ ดังนี้
- 1) ลดการเสียเวลาในการตรวจสอบ พร้อมทั้งลดค่าใช้จ่ายลงด้วย
 - 2) แก้ไขสถานที่จะยอมรับของเสีย
 - 3) เป็นหลักเกณฑ์ที่แน่นอน ในการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับของ หรือผลิตภัณฑ์ ที่มีคุณภาพต่ำ เพื่อบังคับการเกิดกรณีพิพาทระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภค
 - 4) เป็นแนวทางให้เกิดการปรับปรุงสินค้าให้มีคุณภาพตามความประสงค์ของผู้บริโภค

แผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม จะูกเลือกมาจากตารางการสุ่ม ภายใต้ข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภค เราแยกแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับ เป็น 2 ประเภท ตามชนิดของการวัดดังนี้

1) แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับเชิงคุณภาพ (acceptance sampling plan by attribute) ใช้กับกรณีของการตรวจสอบคุณภาพสินค้า จากการเปรียบเทียบกับมาตรฐานว่าใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ ดีหรือเสีย เป็นต้น

2) แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับเชิงปริมาณ (acceptance sampling plan by variable) ใช้กับกรณีของการตรวจสอบคุณสมบัติต่อเนื่อง การตรวจสอบจะทำได้โดยใช้การวัด ชั่ง หรือตวง ออกมาเป็นค่าตัวเลข

ทั่วไปแล้วแผนการสุ่มเชิงปริมาณ อาศัยวิธีการที่ยุ่งยากมากกว่า ต้องใช้เครื่องมือการตรวจสอบที่มีมาตรฐาน ผู้ตรวจสอบที่ชำนาญงาน ในขณะที่แผนการสุ่มเชิงคุณภาพใช้การตรวจแบบง่าย ๆ เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า แต่การตรวจสอบเชิงปริมาณให้ข้อมูลข่าวสารได้รายละเอียดมากกว่า และในกรณีที่กำหนดการป้องกันการยอมรับลอทที่มีคุณภาพดี แบบเดียวกัน แผนการสุ่มเชิงปริมาณต้องการขนาดตัวอย่างที่เล็กกว่า

ต่อไปนี้ เราจะกล่าวถึงแผนการสุ่มตัวอย่าง ที่นำมาใช้ในการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจรับเชิงคุณภาพ

6.1 แผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว

แผนการสุ่มตัวอย่าง คือตารางแสดงขั้นตอนในการปฏิบัติการเกี่ยวกับการเก็บตัวอย่าง เพื่อประกอบการตัดสินใจ ตารางนี้จะกำหนดขนาดของตัวอย่าง (n) ที่จะทำการสุ่ม จากลอทที่มีจำนวนของ (N) ต่าง ๆ กัน และกำหนด % ของเสียหรือจำนวนรอยตำหนิต่อน้ำยตัวอย่าง ที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ

แผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว (single sampling plan) เป็นตารางกำหนดการเก็บตัวอย่างจากลอทเพียงครั้งเดียวที่สามารถตัดสินใจได้ว่า จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ แผนการสุ่มนี้ จะกำหนดขนาดตัวอย่าง (n) และจำนวนยอมรับ (c) ซึ่งแสดงถึงจำนวนสูงสุดของชิ้นของเสียที่จะยอมให้มีได้ในตัวอย่างนั้นก็หมายความว่า

เราเก็บตัวอย่างจากลอทที่มีจำนวน N ชิ้น โดยวิธีการสุ่ม (อาจจะใช้ตารางเลขสุ่ม หรืออื่น ๆ) มา n ชิ้น ตรวจสอบคุณภาพว่าได้มาตรฐานหรือไม่ แยกชิ้นที่มีคุณภาพไม่ได้ มาตรฐาน ซึ่งจัดเป็นของเสีย岡มา ถ้าเราได้จำนวนชิ้นของเสียมากกว่าค่า c เราไม่ยอมรับลอทนั้น แต่ถ้าจำนวนชิ้นของเสียไม่เกิน c เรายอมรับลอทนั้น

ตัวอย่างเช่น เราใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่มี $n = 20$, $c = 1$ ตรวจรับสินค้าซึ่งแบ่งเป็นลoto ๆ แต่ละลoto มีจำนวน 200 ชิ้น ตรวจหาสินค้าที่เสีย ถ้าในจำนวน 20 ชิ้นที่สุ่มมาได้ไม่มีชิ้นใดเสีย หรือมีชิ้นที่เสีย 1 ชิ้น เรายอมรับลotoสินค้านั้น นอกเหนือจากนี้ไม่ยอมรับ

6.1.1 ความน่าจะเป็นของการยอมรับและเส้นโค้ง OC

เมื่อเรามีแผนการเก็บตัวอย่างครั้งเดียวประกอบด้วยค่า N , n และ c เราสามารถคาดคะเนได้ว่า จะมีโอกาสยอมรับลoto ได้แค่ไหน ความน่าจะเป็นหรือโอกาสของการยอมรับ (Probability of Acceptance : P_a) จะคำนวณได้จาก

$$P_a = \frac{\text{จำนวนครั้งที่มีของเสียไม่เกินจำนวน } c}{\text{จำนวนครั้งของการตรวจทั้งหมด}}$$

ตัวอย่าง เช่น

การใช้แผนการสุ่มที่มี $n = 20$, $c = 1$ ตรวจรับลotoที่มีขนาด 200 ชิ้น สมมติว่าเราทำการตรวจชิ้นทั้งหมด 150 ครั้ง ในจำนวนนี้พบว่าไม่มีของเสียเลย 70 ครั้ง และตรวจพบว่ามีของเสีย 1 ชิ้น 50 ครั้ง ดังนั้น

$$P_a = \frac{50+70}{150} = 0.80$$

นั่นก็หมายความว่า การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างนี้ จะมีโอกาสยอมรับ 80% ไม่ยอมรับ 20%

โดยเหตุที่การตรวจสอบของแต่ละชิ้น มีเหตุการณ์เพียง 2 อย่างที่จะเกิดขึ้นได้ คือ ดีหรือเสีย จึงเป็นลักษณะการสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มี 2 ประเภท หากการสุ่มแต่ละครั้ง ไม่เป็นอิสระกัน และในลotoสินค้าแต่ละลoto เราทราบว่า มีของเสีย $100 p' \%$ นั่นคือ ถ้าลoto มีขนาด N จะมีของเสียอยู่ Np' ชิ้น และของดี $N-Np'$ เมื่อเราสุ่มตัวอย่างมา n ชิ้น จำนวนของเสียที่อาจจะตรวจพบในตัวอย่าง จะเป็นตัวแปรเชิงสุ่มที่มีการแจกแจงแบบไอก Perovy ออเมตริก (N , Np' , n) ถ้า D เป็นจำนวนของเสียที่ตรวจพบในตัวอย่าง เราจะได้โอกาสหรือ ความน่าจะเป็นของการยอมรับ

$$P_a = P(D \leq c) = \sum_{d=0}^c \frac{\binom{Np'}{d} \binom{N-Np'}{n-d}}{\binom{N}{n}}$$

ในทางปฏิบัติ N จะมีขนาดใหญ่มาก เราจึงประมาณจำนวนของเสีย D ด้วยการแจกแจงแบบทวินาม (n, p') นั่นก็คือ

$$P_a = P(D \leq c) = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} p'^d (1-p')^{n-d}$$

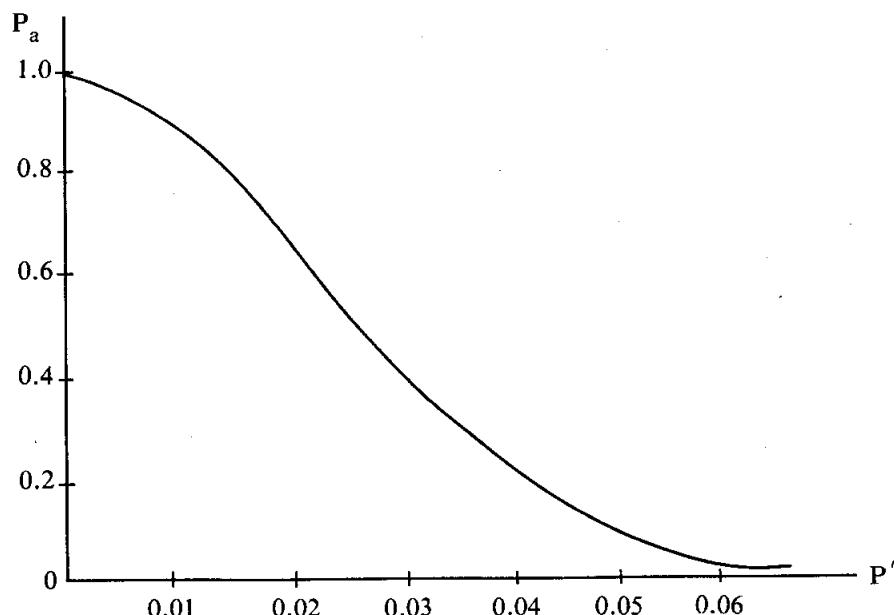
ในบางกรณีจะใช้ขนาดตัวอย่าง n โตกما ก ในขณะที่ p' เล็กมาก ($p' \leq 0.10$) เราประมาณจำนวนของเสีย D ด้วยการแจกแจงแบบป์วชอง (np') นั่นก็คือ

$$P_a = P(D \leq c) = \sum_{d=0}^c \frac{e^{-np'} (np')^d}{d!}$$

ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตาม จะเห็นว่าโอกาสของการยอมรับ P ขึ้นอยู่กับค่า p' คุณภาพของลotto ที่นำมาตรวจ P จะเป็นพังก์ชันของ p' ถ้าเรานำค่า p' ต่าง ๆ พร้อมด้วย P_a ของมันมาเขียนกราฟ จะได้กราฟเส้นโค้ง ซึ่งเราเรียกว่า เส้นโค้ง OC (Operation Characteristic curve)

กล่าวได้ว่า เส้นโค้ง OC เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสของการยอมรับ P กับ % ของเสีย $100p'$ ในลotto ของแผนการสุ่มตัวอย่างหนึ่ง ๆ

OC curve สำหรับแผนการสุ่ม $n = 100, c = 2$



ถ้าแผนการสุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไป n และ/หรือ c มีค่าต่าง ๆ กัน ความน่าจะเป็นหรือโอกาสของการยอมรับ P_a จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นก็คือ เส้นโค้ง OC แต่ละเส้นจะแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง % ของเสียในลotto $100p'$ กับความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลotto P_a ที่เกิดจาก $N; n, c$ แต่ละชุด ในทางปฏิบัติมักจะจัดทำตารางสำหรับจำนวน N, n และ c ไว้ ซึ่งเรียกว่าแผนการสุ่มตัวอย่าง เส้นโค้ง OC สามารถคำนวณได้ดังตารางด้านล่าง

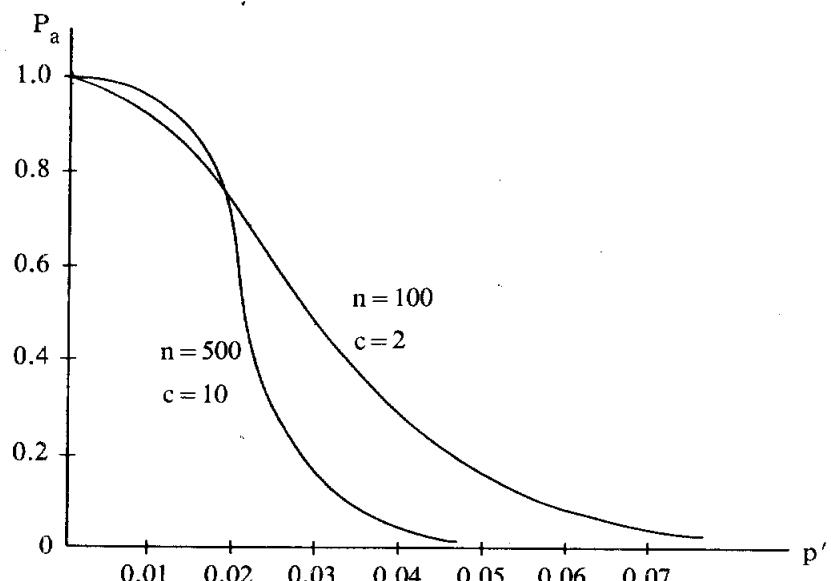
ความน่าจะเป็นของการยอมรับ : P_a

p'	n = 100			c = 2		n = 500, c = 10
	c = 0	c = 1	c = 2	n = 50	n = 200	
0.002	0819	0992	0999	1.000	0.992	1.000
0.004	0.670	0.938	0.992	0.998	0.953	1.000
0.006	0.549	0.878	0.977	0.996	0.879	1.000
0.008	0.449	0.809	0.953	0.992	0.783	0.997
0.01	0.368	0.736	0.920	0.986	0.677	0.986
0.02	0.135	0.406	0.677	0.920	0.238	0.583
0.03	0.050	0.199	0.423	0.809	0.062	0.118
0.04	0.018	0.092	0.238	0.677	0.014	0.011
0.05	0.007	0.040	0.125	0.545	0.003	0.001
0.06	0.002	0.017	0.062	0.423	0.001	—
0.07	0.001	0.007	0.030	0.321	—	—
0.08	—	0.003	0.014	0.238	—	—
0.09	—	0.001	0.006	0.174	—	—
0.10	—	—	0.003	0.125	—	—

หมายเหตุ

ในที่นี้เราประมาณค่าด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง เขียนเส้นโค้ง OC แสดงการเปลี่ยนแปลงตามแต่ละแผนที่ใช้

- 1. เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC ของแผนการสุ่มตัวอย่าง $n = 100, c = 2$ กับ $n = 500, c = 10$

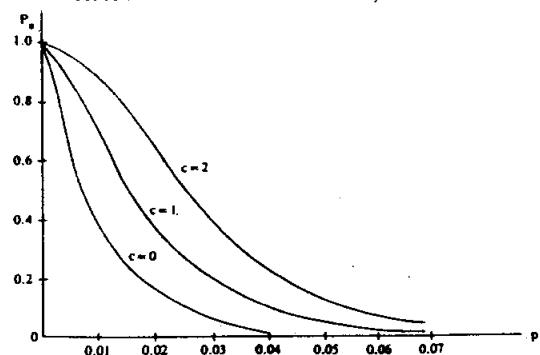


พิจารณาค่า c จากแผนที่ 2 จะเห็นว่า ค่า c เป็นอัตราส่วนของ n ตัวอย่างยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น ความชันของเส้นโค้ง OC ยิ่งมากขึ้น เมื่อ n และ c โต ลักษณะเส้นโค้งจะเข้าใกล้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความเที่ยงตรงของแผนกราฟสุ่มที่จะแยกระหว่างลูกคุณภาพดีกับลูกคุณภาพไม่ดี จะมีค่าเพิ่มขึ้นถ้าขนาดตัวอย่างโตขึ้น นี้ย่อมแสดงว่า แผนที่มีขนาดโตกว่า จะช่วยให้สามารถพิจารณาแยกลูกคุณภาพแตกต่างกันออกจากกันได้่ายกกว่า เช่นลูกที่มีสินค้าเสีย 0.8% ถ้าใช้แผนกราฟสุ่ม $n=500, c=10$ จะมีโอกาสที่จะได้รับการยอมรับ 99.7% แต่ถ้าใช้แผน $n=100, c=2$ จะมีโอกาสได้รับการยอมรับ 95.3% และสำหรับลูกที่มีคุณภาพเลว เช่นลูกที่มีสินค้าเสีย 5% จะถูกปฏิเสธโดยแผน $n=500, c=10$ ถึง 99.9% และจะถูกปฏิเสธโดยแผน $n=100, c=2$ เพียง 87.5%

2. เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC เมื่อ n คงที่ แต่ค่าของ c ไม่คงที่

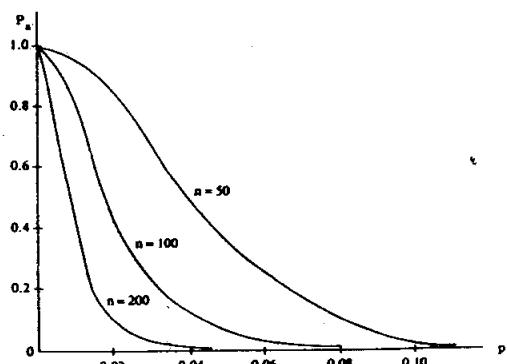
เมื่อ $c=0$ ลักษณะเส้นโค้งจะเป็นแบบ exponential แต่ถ้าคง ขนาดที่ค่า c เพิ่มขึ้น เส้นโค้งจะพุ่งสูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่อ p' มีค่าน้อย แสดงว่า เมื่อ n คงที่ แผนกราฟสุ่มตัวอย่าง จะทำให้สามารถมองเห็นข้อแตกต่างระหว่างลูกที่มีคุณภาพต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น เมื่อลดค่าของ c ลงมา

เส้นโค้ง OC เมื่อ $n=100, c$ ไม่คงที่



3. เปรียบเทียบเส้นโค้ง OC เมื่อ c คงที่ แต่ n มีขนาดแตกต่างกัน

เส้นโค้ง OC เมื่อ n ไม่คงที่ $c=2$



เมื่อ c คงที่ แต่ n ไม่คงที่ n ยิ่งโต เส้นโค้ง OC ยิ่งมีความชันมากยิ่งขึ้น ซึ่งแสดงว่า โอกาสที่จะยอมรับลอทสินค้าดีก็ยิ่งมีมากขึ้นด้วย ในขณะที่โอกาสของการยอมรับลอทสินค้าที่มีคุณภาพไม่ดีก็จะยังลดลง หรือแทนจะเป็นไปไม่ได้

สรุปได้ว่า เส้นโค้ง OC ของแผนการสุ่มที่มี $c>0$ ดีกว่าแผนการสุ่มอื่น ๆ ที่มี $c=0$ และแผนการสุ่มที่มีขนาดของ n โตกว่า จะสามารถแยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างลอทที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการกับลอทที่มีคุณภาพต่ำได้ดีกว่า สิ่งที่ต้องระหักระบการหนึ่งก็คือ ไม่มีแผนการสุ่มตัวอย่างใดที่จะป้องกันได้อย่างสมบูรณ์ ที่จะไม่ให้เกิดการยอมรับลอทที่มีคุณภาพไม่ดี ในทางปฏิบัติ แม้จำนวนของเสียในตัวอย่างไม่เกินค่าที่กำหนด แต่ % ของเสียในลอทก็อาจจะเกินค่าที่จะยอมรับได้ เนื่องจากมีการกระจายทางสถิติและการคำนวณความน่าจะเป็นของการยอมรับ P_u ก็เป็นการคำนวณโดยเฉลี่ย เป็นการซึ่งให้เห็นว่า การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบใดก็ตามย่อมมีความคลาดเคลื่อน มีข้อบกพร่องเกิดขึ้นได้เสมอ ดังนั้น การเลือกใช้แผนการสุ่มจึงต้องพิจารณาในปัญหาเหล่านี้ด้วย อย่างไรก็ตาม การใช้เส้นโค้ง OC ก็นับว่ามีประโยชน์อยู่มากและนิยมใช้กันอยู่จนปัจจุบันนี้

6.1.2 คุณสมบัติของแผนการสุ่มตัวอย่าง

แผนการสุ่มตัวอย่างดังที่กล่าวมาแล้ว เป็นการกำหนดชั้นของตัวอย่าง n จำนวนของเสียในตัวอย่าง c ซึ่งเป็นเกณฑ์ตัดสินว่าจะรับหรือไม่รับลอตนั้น และจำนวนของเสียในตัวอย่างจะมีความสัมพันธ์กับ % ของเสียในลอท โดยอาศัยเส้นโค้ง OC แต่ในบางครั้งความสนใจของเราจะมุ่งไปที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพ เช่น อาจจะต้องการรู้ว่าคุณภาพของลอทหรือสินค้าควรจะเป็นเท่าใด จึงจะทำให้โอกาสของการยอมรับมีค่าสูง ผู้ผลิตมักจะสนใจในการนี้นี้ เนื่องจากมันจะเป็นตัวชี้ให้รู้ว่า เป้าหมายของเขากำลังเป็นอย่างไร จึงจะได้ปรับปรุงตัวของแผนการยอมรับสูง แผนการสุ่มตัวอย่างมักจะกำหนดว่าเส้นโค้ง OC จะต้องผ่านจุดที่มีโอกาสของการยอมรับ 0.95 หรือ 0.99 ซึ่งเรียกว่าจุด $p'_{0.95}$ และ $p'_{0.99}$ ตามลำดับ ในทางตรงกันข้าม ผู้บริโภคอย่างรู้ว่าคุณภาพของลอทหรือสินค้าขนาดไหนที่จะมีโอกาสของการยอมรับต่ำ นั่นคือเขายาจะสนใจจุด $p'_{0.10}$ หรือ $p'_{0.05}$ ในทางปฏิบัติเกี่ยวกับการตรวจสอบของ ผู้บริโภคกับผู้ผลิตจะต้องตกลงร่วมกันว่า ผู้บริโภคจะรับของเมื่อ % ของเสียไม่เกินจำนวนหนึ่ง ซึ่งเรียกว่าระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ อันหมายถึงระดับคุณภาพที่ Lewitt ระบุว่าสุด หรือสัดส่วนของเสียสูงสุดที่ผู้ผลิตผลิตได้ และผู้ซื้อจะยอมรับได้ และถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยของเสียในกระบวนการ (process average) สำหรับจุดประสงค์ของแผนการสุ่มเพื่อการตรวจรับ ระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ (Acceptable Quality Level) หรือ AQL จะเป็นคุณสมบัติที่นิยามในกระบวนการของผู้ผลิต ไม่ใช่ของแผนการสุ่มที่ใช้โดยผู้บริโภค เพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม การกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่าง จุด $p'_{0.95}$ หรือ $p'_{0.99}$ จะเป็น AQL เป็นการเน้นว่า AQL เป็นข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินการตรวจสอบ AQL ไม่ใช่

เกณฑ์กำหนดของสินค้าและไม่ได้เป็นเป้าหมายของการผลิต มันเป็นเพียงค่ามาตรฐานที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินผลิตภัณฑ์หรือสินค้า

นอกจากผู้บริโภคจะสนใจ AQL แล้ว เขายังต้องสนใจคุณภาพของสินค้าแต่ละloth ในการนี้เราจะกำหนดอัตราของเสียในแต่ละloth ที่จะมีได้ (Lot Tolerance Fraction Defective) หรือ LTPD เป็นสิ้น ๆ ว่า p' ซึ่งจะแสดงถึงคุณภาพที่เลวที่สุดที่เขาจะยอมได้ในแต่ละloth LTPD จะถูกพิจารณาในแบบของค่ามาตรฐานของผู้บริโภค ทั่วไปจะใช้ค่า $p'_{0.10}$ หรือ $p'_{0.05}$

การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างตามข้อตกลงระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภค จึงต้องกำหนดในค่า AQL และ LTPD การใช้ตัวอย่างในการตรวจสอบดูจำนวนของเสีย ย่อมเป็นไปตามหลักสถิติ จำนวนของเสียที่ติดมากับตัวอย่าง ไม่จำเป็นต้องตรงกับปริมาณของเสียในlothนั้น ๆ แต่โดยเฉลี่ยหรือในการเก็บตัวอย่างระยะยาว เราคาดว่าจะได้ปริมาณตรงกัน ด้วยเหตุนี้ ผลที่อาจจะเกิดขึ้น เราจะพูดในแบบของความหมายทางสถิติ นั่นก็คือความหมายในลักษณะเฉลี่ย หรือความหมายในการดำเนินการระยะยาว มากกว่าความหมายของการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง ด้วยเหตุที่ จำนวนของเสียที่ติดมากับตัวอย่างแต่ละครั้ง ไม่ใช่ปริมาณเดียวกันกับที่มีในlothสินค้าเสมอไป เราจึงกล่าวได้ว่า การใช้แผนย่อมจะต้องมีการเสี่ยงหรือความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งตรงกับหลักสถิติในเรื่องการสุ่มตัวอย่าง สมมุติว่า ผู้บริโภคใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง (n, c) นั่นก็คือ สุ่มของมาตรฐาน n ชิ้น และจะยอมรับlothถ้าเจอกองเสียในตัวอย่างไม่เกิน c ชิ้น ถ้าใช้แผนการสุ่มนี้ตรวจรับlothสินค้า ซึ่งผู้ผลิตยืนยันว่ามีของเสียน้อยกว่า (c/n) 100% แต่ผลการตรวจสอบตัวอย่าง เจอของเสียมากกว่า c ชิ้น เป็นผลให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับlothสินค้านั้น นี่ก็เรียกได้ว่าเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งก็คือความคลาดเคลื่อนประเภทที่ I นั่นเอง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนนี้ ก็คือความเสี่ยงของผู้ผลิตหรือขายมักแทนด้วย α ในทางตรงข้ามถ้าผู้ผลิตได้สินค้าในloth มีของเสียเกิน (c/n) 100% แต่จากการใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง เจอของเสียในตัวอย่างน้อยกว่า c ชิ้น เช่นนี้ ผู้บริโภคก็ต้องรับสินค้าลงหั้น ทั้ง ๆ ที่โดยความเป็นจริงจะต้องไม่รับ นี่ก็จัดได้ว่าเป็นความคลาดเคลื่อนอีกประเภทหนึ่ง เรียกว่าความคลาดเคลื่อนประเภทที่ II ความน่าจะเป็นที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ II ก็คือความเสี่ยงของผู้บริโภคหรือผู้ซื้อ แทนค่าด้วย β ตัวอย่างเช่น บริษัทผลิตวิทยุ ซื้อทรานซิสเตอร์จากบริษัทไฟฟ้าจำกัด โดยส่งมอบกันเป็นloth บริษัทผลิตวิทยุใช้แผนการสุ่มตัวอย่างในการตรวจสอบ และกำหนดว่าจะยอมรับlothถ้าตรวจเจอทรานซิสเตอร์เสียไม่เกิน 3 ชิ้น ในตัวอย่างที่เก็บมาตรฐานแบบสุ่ม 30 ชิ้น

ถ้าของเสียในlothมี 10% ความน่าจะเป็นที่lothนี้จะถูกคัดออกจะเท่ากับ

$$P(\text{จำนวนของเสีย} > 3|p' = 0.1) = 1 - 0.647 = 0.352$$

0.352 หรือ 35.2% จะเป็นความเสี่ยงของผู้ผลิตหรือผู้ขาย

ในทางตรงข้าม ถ้า % ของเสียในลอทเป็น 20% ความผิดจะเป็นที่บริษัทผลิตวิทยุจะยอมรับลอนี้จะเท่ากับ

$$P \text{ (จำนวนของเสีย } \leq 3\bar{p}' = 0.2) = 0.151$$

นี่ก็หมายความว่าบริษัทวิทยุอาจจะต้องเสียในการที่ยอมรับลอทที่ไม่ได้มาตรฐาน ความเสียงของเข้า = .151 หรือ 15.1% (หมายเหตุ ในที่นี้ เราประมาณค่าความผิดเป็นด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง)

สรุปได้ว่า การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างจะมีความเสียง 2 ประเภท

1) ความเสียงของผู้ผลิตหรือผู้ขาย (α) หมายถึง % หรือสัดส่วนของสิ่งของที่ควรจะได้รับการยอมรับ แต่ถูกปฏิเสธหรือคัดออก

2) ความเสียงของผู้บริโภค (β) หมายถึง % หรือสัดส่วนของสิ่งของที่ไม่ควรยอมรับ หรือควรจะถูกคัดออก แต่กลับได้รับการยอมรับ หรือผ่านการตรวจ

อย่างไรก็ตามการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่าง จะต้องคำนึงถึง

ก. แผนนั้นจะต้องมีลักษณะที่ว่า ลอทสินค้าที่มีคุณภาพได้มาตรฐานตามเกณฑ์กำหนดควรจะผ่านการตรวจหรือการยอมรับ ไม่ใช่ถูกคัดออก

ข. ลอทที่มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ไม่ควรจะผ่านการตรวจ นั่นคือควรจะถูกคัดออกมากกว่าการยอมรับ

ดังนั้น เพื่อความยุติธรรมของทั้ง 2 ฝ่าย ผู้ผลิตและผู้บริโภคจะต้องตกลงร่วมกันในการกำหนดการใช้แผน จึงต้องมีแผนการเก็บตัวอย่างเป็นจำนวนมาก ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้ผลิตและผู้ขาย ระดับคุณภาพที่ควรยอมรับและ % ของเสียที่จะมีในแต่ละลอท การจัดทำแผนการสุ่มอาจจะพิจารณาจุดกำหนด เช่น เบียนเส้นโคงให้ผ่านจุดที่ต้องการ

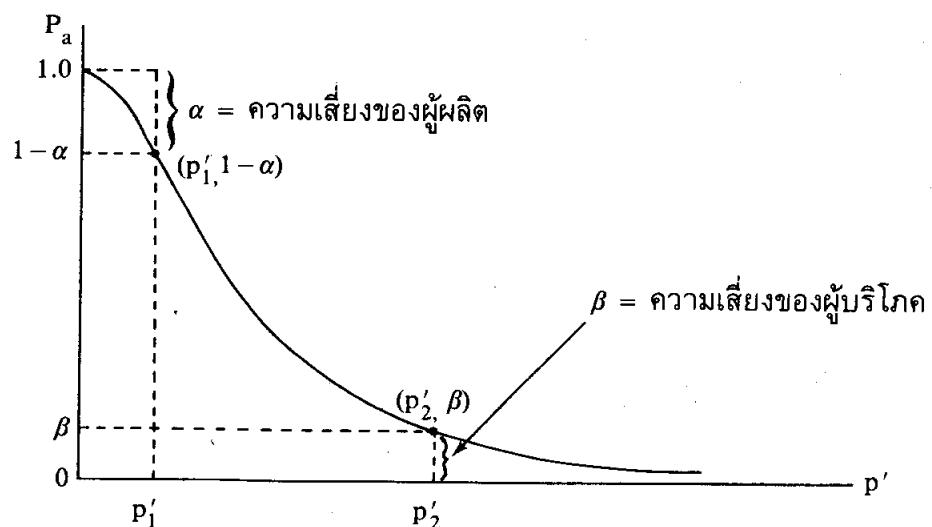
6.1.3 การกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่าง

การกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามจุดประสงค์ของผู้ผลิตและผู้บริโภค การกำหนด (n, c) ที่เหมาะสม ยึดหลักที่ว่า จะต้องได้ผลประโยชน์มากที่สุด แต่ให้ได้แผนการสุ่มที่สามารถแยกลอทที่ดีกับลอทที่ไม่ดี นั่นคือ เป็นแผนที่ทำให้เรามองเห็นข้อแตกต่างระหว่างลอทที่มีคุณภาพแตกต่างกันได้ชัดเจน โดยทั่วไป การกำหนดแผน จะพิจารณาจากเส้นโคง OC ที่ผ่านจุด.2 จุด คือ จุด ($p'_1, 1 - \alpha$) กับ (p'_2, β) ในเมื่อ

$$p'_1 = \text{ระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ} = AQL$$

$$p'_2 = \text{ระดับของเสียที่จะมีได้ในลอท} = LTPD$$

ซึ่งแสดงให้เห็นได้ดังนี้



จะเห็นว่า ถ้าผู้ผลิตผลิตได้สินค้าในแต่ละloth มีคุณภาพดีกว่า p'_1 โอกาสที่จะยอมรับลอทนั้นจะสูงกว่า $1 - \alpha$ ในทางกลับกัน ถ้าคุณภาพในแต่ละloth เลวกว่า p'_2 โอกาสที่ลอทนี้จะถูกยอมรับ จะน้อยกว่า β

จากเส้นโค้ง OC ในแต่ละแผน เราสามารถรวมเป็นตารางสามเหลี่ยม เพื่อสะดวกในการใช้ ซึ่งเราจะได้กล่าวถึงต่อไป

การหาแผนการสุ่มตัวอย่าง หรือค่า n และ c เมื่อกำหนดเส้นโค้ง OC ของแผนนี้ให้ผ่านจุด $(p'_1, 1 - \alpha)$ กับ (p'_2, β) เราคำนวณค่า n และ c จากกราฟได้ดังต่อไปนี้
(ในที่นี้เราจะประมาณด้วยการแจกแจงแบบปัวซอง)

1. ความน่าจะเป็นที่ลอทคุณภาพ P_1 จะผ่านการตรวจสอบหรือถูกยอมรับ จะเท่ากับ $1 - \alpha$ นั่นก็คือ

$$P_a(p'_1) = \sum_{x=0}^c \frac{e^{-np'_1} (np'_1)^x}{x!} = 1 - \alpha \quad (1)$$

2. ความน่าจะเป็นที่ลอทคุณภาพ p'_2 จะผ่านการตรวจสอบหรือถูกยอมรับ จะเท่ากับ β นั่นก็คือ

$$P_a(p'_2) = \sum_{x=0}^c \frac{e^{-np'_2} (np'_2)^x}{x!} = \beta \quad (2)$$

โดยที่ x เป็นจำนวนของเสียที่ตรวจเจอในแต่ละตัวอย่าง เราแก้สมการทั้ง 2 จะได้ค่า n และ c ตามต้องการ

ตัวอย่างที่ 6.1

จงหาแผนการสุ่มที่เก็บตัวอย่างครั้งเดียว ตามข้อตกลงร่วมกันให้มี $AQL = p'_1 = 0.02$, $\alpha = 0.05$ และ $LTPD = p'_2 = 0.08$, $\beta = 0.05$

วิธีทำ หาอัตราส่วน $p'_2/p'_1 = 0.08/0.02 = 4$

เราเริ่มต้นการแก้สมการ (1) และ (2) โดยการกำหนด $c=0$ และเปลี่ยนเทียบ ค่า p'_2/p'_1 ที่ได้จากสมการทั้ง 2 กับ p'_2/p'_1 จากที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

เมื่อ $c=0$ (จากตารางปั๊ซอง)

$$P_a(0.02) = 0.95 \quad \text{เมื่อ } np'_1 = 0.05$$

$$\text{และ } P_a(0.08) = 0.05 \quad \text{เมื่อ } np'_2 = 3.0$$

เพราะฉะนั้น $np'_2/np'_1 = 3.0/0.05 = 60$ มากกว่าค่ากำหนด

เราพิจารณาเมื่อ $c=1$ ต่อไป จากตารางปั๊ซอง จะเห็นว่า

$$P_a(0.02) = 0.95 \quad \text{เมื่อ } np'_1 = 0.35$$

$$\text{และ } P_a(0.08) = 0.05 \quad \text{เมื่อ } np'_2 = 4.8$$

เพราะฉะนั้น $np'_2/np'_1 = 4.8/0.35 = 13.7$ มากกว่าค่ากำหนด

เราพิจารณาจาก $c=2$ ต่อไป ทำซ้ำด้วยวิธีการเช่นนี้จนกว่าจะได้

$$\frac{np'_2}{np'_1} = \frac{p'_2}{p'_1} \quad \text{เข้าใกล้ } 4 \text{ มากที่สุด}$$

ซึ่งจะได้ผลสรุปดังตารางต่อไปนี้

c	$np'_1 (1 - \alpha = .95)$	$np'_2 (\beta = .05)$	p'_2/p'_1
0	0.05	3.0	60.0
1	0.35	4.8	13.7
2	0.80	6.3	7.9
3	1.36	7.8	5.73
4	1.97	9.17	4.65
5	2.60	10.5	4.04
6	3.30	11.9	3.61

จะเห็นว่า เมื่อ $c=5$ จะได้อัตราส่วน p'_2/p'_1 ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดมากที่สุด เราจึงเลือก $c=5$ สำหรับการหาค่า n จะเลือกจาก np'_1 นั้นคือให้ได้ $\alpha = .05$ β ใกล้เคียง .05 หรือ เลือกจาก np'_2 นั้นคือให้ได้ค่า α ใกล้เคียง .05 แต่ $\beta = .05$ หรือเลือกจากค่าเฉลี่ยก็ได้ตาม ความเหมาะสม ในที่นี้เราคำนวณจาก np'_1 ดังนั้น

$$0.2 n = 2.60 \quad \text{หรือ} \quad n = 130$$

สรุปว่า

เราใช้แผนการสุ่มตัวอย่างที่มี $n = 130, c = 5$

เราสรุปขั้นตอนของการคำนวณหา n และ c เมื่อเส้นโค้ง OC ผ่านจุด $(p'_1, 1 - \alpha), (p'_2, \beta)$ นั่นก็คือ จากค่า $\alpha, \beta, p'_1, p'_2$ ที่กำหนดให้

1. หาอัตราส่วน p'_2 / p'_1
2. ภายใต้เกณฑ์สมมติว่า จำนวนของเสียงการแยกແงบปัวซอง เปิดตารางปัวซองตามค่า c (ในตารางคือ x) เท่ากับ 0, 1, 2, ..., โดยเริ่มต้นจาก $c=0$ ใน colum ของค่า c (หรือ x) ดูแล้วที่มีค่าความน่าจะเป็น $1-\alpha$ และ β ตรงกับค่าใด ค่านั้น คือ np'_1 และ np'_2 ตามลำดับ
3. คำนวณอัตราส่วนระหว่าง np'_2 กับ np'_1 ของแต่ละค่า c
4. เปรียบเทียบอัตราส่วนที่ได้ กับผลจาก (1) เลือกค่าที่ใกล้เคียงที่สุด จะได้ค่า c
5. คำนวณหา n จาก np_1 หรือ np_2 ก็ได้ตามความเหมาะสม

มีนักสถิติและนักคณิตศาสตร์หลายคน ได้ทำตารางสำเร็จไว้ชี้งก้อศัยหลักเกณฑ์อันนี้

6.2 แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง

แผนการสุ่มตัวอย่างสองครั้ง (Double Sampling Plan) เป็นการเก็บตัวอย่างในแต่ละloth อย่างน้อย 1 ครั้ง แต่ไม่เกิน 2 ครั้ง การตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับ อาจกระทำได้ตั้งแต่ การสุ่มครั้งแรก หรืออาจจะต้องสุ่มทั้ง 2 ครั้ง จึงจะตัดสินใจได้ ก็ได้ ลักษณะของแผนการสุ่ม จะประกอบด้วย ตัวอย่าง 2 ชุด คือ (n_1, a_1, r_1) และ (n_2, a_2, r_2) ในเมื่อ

n_1, n_2 เป็นจำนวนชิ้นที่จะเก็บมาตรวจในตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ตามลำดับ
 a_1, r_1 และ a_2, r_2 เป็นจำนวนชิ้นของเสียงที่ตรวจเจอเพื่อจะดูว่าควรยอมรับ (ac) หรือ ไม่ยอมรับ (re) ในตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ตามลำดับ
โดยทั่วไป $a_2 > a_1$ และ $r_2 = a_2 + 1, r_1 = r_2$ มีความหมายในทางปฏิบัติดังนี้

ขั้นที่ 1 เก็บตัวอย่างจากlothสินค้าที่มี N ชิ้น แบบสุ่ม n_1 ชิ้นตรวจสอบค่าแต่ละหน่วย และตัดสินใจดังนี้

- 1.1 ถ้าพบจำนวนชิ้นของเสียงไม่เกิน a_1 เรายอมรับlothนั้น โดยไม่ต้องตรวจต่อไป
- 1.2 ถ้าพบจำนวนชิ้นของเสียงอย่างน้อยที่สุด r_1 ชิ้น เราไม่ยอมรับlothสินค้านั้น โดยไม่ต้องตรวจต่อไป
- 1.3 ถ้าพบจำนวนชิ้นของเสียงมากกว่า a_1 แต่น้อยกว่า r_1 เราดำเนินการในขั้นที่ 2 ต่อไป

ขั้นที่ 2 เก็บตัวอย่างจากกลอทสินค้าเดิมมาอีก n_2 ชิ้น ตรวจสอบสินค้าแต่ละหน่วย นับจำนวนชิ้นที่เสียในตัวอย่างนี้ รวมจำนวนชิ้นของเสียที่ตรวจเจอนั้นในตัวอย่างทั้ง 2 เข้าด้วยกัน

- 2.1 ถ้าได้จำนวนไม่เกิน a_2 เรายอมรับลอท
- 2.2 ถ้าได้จำนวนมากกว่าหรือเท่ากับ r_2 เราไม่ยอมรับลอทสินค้านั้น

6.2.1 เส้นโค้ง OC ของแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง

เช่นเดียวกับแผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง มีเส้นโค้ง OC ที่กำหนดความน่าจะเป็นในการยอมรับ P_a เป็นพังก์ชันของคุณภาพสินค้า p' หากเรามาวิเคราะห์แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง จะเห็นว่าเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ในแผนการสุ่มนี้ มีทางเกิดขึ้นได้ 4 เหตุการณ์ด้วยกันคือ

1. การยอมรับภายหลังการสุ่มตัวอย่างชุดแรก
2. การปฏิเสธภายหลังการสุ่มตัวอย่างชุดแรก
3. การยอมรับภายหลังการสุ่มตัวอย่างชุดที่ 2
4. การปฏิเสธภายหลังการสุ่มตัวอย่างชุดที่ 2

นั่นก็คือ ถ้า $\% \text{ ของเสียในลอทสินค้า} = 100 p' \%$

X_1, X_2 เป็นจำนวนชิ้นที่เสีย ตรวจเจอในตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 ตามลำดับ $P_{a_1}, P_{r_1}, P_{a_2}, P_{r_2}$ เป็นโอกาสหรือความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ แล้วเราจะได้

$$P_{a_1} = P(X_1 \leq a_1), P_{r_1} = P(X_1 \geq r_1)$$

$$P_{a_2} = P(a_1 < X_1 < r_1, X_1 + X_2 \leq a_2)$$

$$P_{r_2} = P(a_1 < X_1 < r_1, X_1 + X_2 \geq r_2)$$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอท $P_a = P_{a_1} + P_{a_2}$

ความน่าจะเป็นที่จะไม่ยอมรับลอท $P_r = P_{r_1} + P_{r_2}$

$$P_a + P_r = 1$$

ตัวอย่างที่ 6.2

จงอธิบายแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งที่มี $n_1 = 50, n_2 = 100, a_1 = 2, a_2 = 6$ และ $r_1 = r_2 = 7$ และคำนวณหาโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะ

1. ยอมรับลอทในตัวอย่างแรก

2. ยอมรับลอท

3. ไม่ยอมรับลอทในตัวอย่างแรก

เมื่อลอทที่นำมาตรวจสอบมีจำนวนชิ้นของเสีย 6%

วิธีทำ การปฏิบัติในการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างนี้คือ เริ่มต้นจากการสุ่มตัวอย่างจากลอทมา 50 ชิ้น ตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนดไว้ ถ้าไม่พบของเสียในตัวอย่าง หรือเจอของเสีย 1 ชิ้น หรือ 2 ชิ้น เรายอมรับลอทไม่ต้องตรวจต่อไป แต่ถ้าเจอของเสีย 7 ชิ้นหรือมากกว่า เราหยุดการตรวจและไม่ยอมรับลอท ถ้าเจอเสีย 3 หรือ 4 หรือ 5 หรือ 6 เราเก็บตัวอย่างจากลอทเดิมอีกครั้งมา 100 ชิ้น ตรวจสอบด้วยวิธีการเดิม ถ้าได้จำนวนชิ้นที่เสียของการตรวจทั้ง 2 ครั้งรวมกัน เท่ากับ 3 หรือ 4 หรือ 5 หรือ 6 เราจะยอมรับลอทนี้ นอกเหนือจากนี้ ไม่ยอมรับ

การคำนวณความน่าจะเป็นของแต่ละเหตุการณ์ เราจะประมาณโดยใช้การแจกแจงแบบปัวซอง ในที่นี้ เรายังคงให้ N โตมากเมื่อเทียบกับ n_1 และ n_2 จึงถือว่าการสุ่มแต่ละครั้ง จะเป็นอิสระต่อกัน นั่นคือ $P(X_1 \leq d_1, X_2 \leq d_2) = P(X_1 \leq d_1) P(X_2 \leq d_2)$ จากตารางปัวซอง

เมื่อ $np' = (50)(0.06) = 3$

$$P(X_1 \leq 2) = 0.423$$

$$P(X_1 \leq 3) = 0.647, P(X_1 = 3) = 0.224$$

$$P(X_1 \leq 4) = 0.815, P(X_1 = 4) = 0.168$$

$$P(X_1 \leq 5) = 0.916, P(X_1 = 5) = 0.101$$

$$P(X_1 \leq 6) = 0.966, P(X_1 = 6) = 0.050$$

เมื่อ $np' = (100)(0.06) = 6$ เราจะได้

x	0	1	2	3
$P(X_2 \leq x)$	0.002	0.017	0.062	0.151

$$1. \text{ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอทในตัวอย่างแรก} = 0.423$$

$$2. \text{ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอทในตัวอย่างที่ 2}$$

$$= P(2 < X_1 < 7, X_1 + X_2 \leq 6)$$

แยกพิจารณาได้ ดังนี้

$$P(X_1 = 3, X_2 \leq 3) = (0.224)(0.151) = 0.0338$$

$$P(X_1 = 4, X_2 \leq 2) = (0.168)(0.062) = 0.0104$$

$$P(X_1 = 5, X_2 \leq 1) = (0.101)(0.017) = 0.0017$$

$$P(X_1 = 6, X_2 \leq 0) = (0.050)(0.002) = 0.0001$$

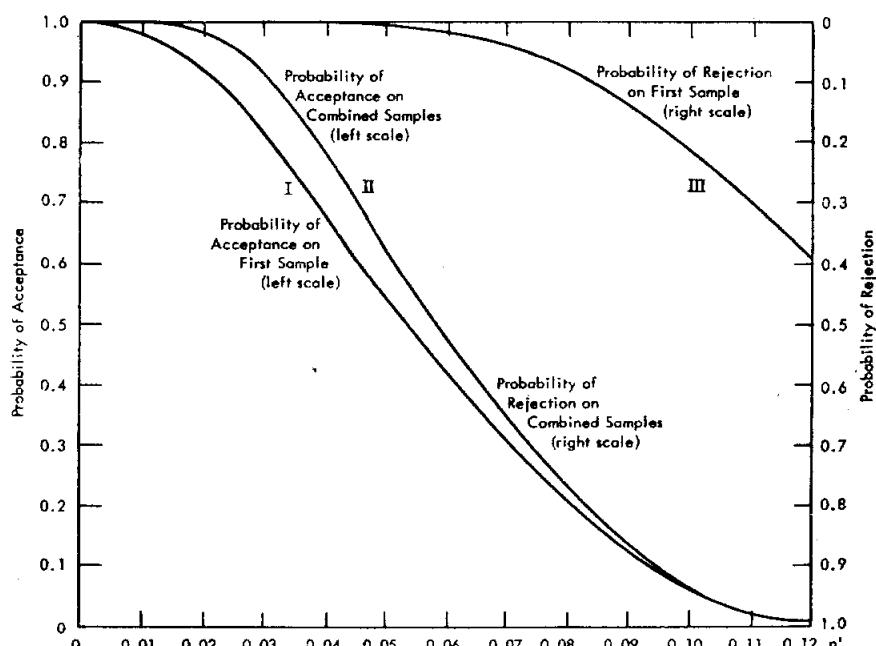
$$\text{ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอท } 0.423 + 0.046 = 0.469$$

3. ความน่าจะเป็นที่จะไม่ยอมรับลอตในตัวอย่างแรก

$$\begin{aligned}
 &= P(X_1 \geq 7) \\
 &= 1 - 0.966 \\
 &= 0.034
 \end{aligned}$$

ถ้าลอตมีคุณภาพแตกต่างกัน การคำนวณความน่าจะเป็นของแต่ละเหตุการณ์ทำได้ด้วยวิธีการแบบเดียวกัน กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของแต่ละเหตุการณ์กับ p' ต่าง ๆ จะมีรูปร่างดังนี้

เส้นโค้ง OC ของแผนการสุ่มที่มี $n_1 = 50$, $n_2 = 100$, $a_1 = 2$, $a_2 = 6$, $r_1 = r_2 = 7$



6.2.2 เส้นโค้ง ASN

การทำแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง นอกจากจะดูในรูปของเส้นโค้ง OC แล้ว เรา ยังสนใจเส้นโค้ง ASN ซึ่งเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นตัวอย่าง (Average Sample Number) ASN กับคุณภาพของลอต p' ในแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งเดียว จำนวนชิ้นตัวอย่างจะคงที่เสมอ สำหรับแผนการสุ่มหนึ่ง ๆ แต่ในแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง จำนวนชิ้นตัวอย่างจะเปลี่ยนแปลงไปขึ้นอยู่กับว่าคุณภาพของลอตที่นำมาตรวจนี้ หรือเลขค่าไหน หากคุณภาพของลอตนั้นดีมาก ๆ ผลจากการตรวจสอบในตัวอย่างแรกก็อาจจะ

ตัดสินใจยอมรับลอทได้ หรือถ้าคุณภาพของลอthat เลวมาก ๆ ก็อาจจะตัดสินใจไม่ยอมรับลอthatนั้น ตั้งแต่การเก็บตัวอย่างแรกแล้ว หรือในบางคุณภาพทั่ว ๆ ไป ก็อาจจะต้องเก็บตัวอย่างมาครบ 2 ชุด จึงจะตัดสินใจได้ว่าควรจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ จึงเห็นได้ว่าจำนวนชิ้นตัวอย่างที่จะนำมาตรวจสอบ มีค่าเปลี่ยนแปลงไป ขึ้นอยู่กับว่า การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 มีความจำเป็นแค่ไหน

ตัวอย่าง เช่น

เราใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ตรวจสอบลอthatที่มีของเสีย 6% แผนการสุ่มนี้ $n_1 = 50, n_2 = 100, a_1 = 2, a_2 = 6$, และ $r_1 = r_2 = 7$ (ในบางครั้งเราราจายใช้ $c_1 = a_1, c_2 = a_2$ และ $r_1 = r_2 = c_2 + 1$) จากผลการตรวจ 1,000 ลอthat ปรากฏว่ายอมรับในตัวอย่างแรก 423 ลอthat และปฏิเสธตั้งแต่การตรวจตัวอย่างแรก 34 ลอthat และยอมรับหลังจากที่สุ่มตัวอย่างที่ 2 แล้ว 469 ลอthat นอกจากนี้ เป็นการไม่ยอมรับ สรุปได้ว่า

$$\text{เราตรวจเพียงตัวอย่างเดียว} = 423 + 34 = 457 \text{ ลอthat}$$

$$\text{จำนวนชิ้นที่ตรวจ} = (457) (50) = 22,850 \text{ ชิ้น}$$

$$\text{นอกจากเป็นการตรวจ 2 ครั้ง จำนวนที่ตรวจ} = 543 \text{ ลอthat}$$

$$\text{จำนวนชิ้นที่ตรวจ} = (543) (150) = 81,450 \text{ ชิ้น}$$

แสดงว่า

$$\text{ในจำนวน } 1,000 \text{ ลอthat เราจะตรวจสอบ} = 22,850 + 81,450 = 104,300 \text{ ชิ้น}$$

$$\text{ดังนั้นจำนวนชิ้นที่จะต้องตรวจต่อลอthat} = \frac{104,300}{1,000} = 104.3$$

$$\text{นั่นคือค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นตัวอย่าง} = 105 \text{ ชิ้น}$$

พิจารณาจากการคำนวณที่ได้ จะเห็นว่า

$$\begin{aligned} \text{ASN} &= \frac{104,300}{1,000} = \frac{22,850 + 81,450}{1,000} \\ &= \frac{(457) (50)}{1,000} + \frac{(543) (150)}{1,000} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{457}{1,000} &= \frac{423}{1,000} + \frac{34}{1,000} = P_{a_1} + P_{r_1} \\ \text{และ } \frac{543}{1,000} &= 1 - \frac{457}{1,000} = 1 - P_{a_1} - P_{r_1} \end{aligned}$$

$P_{a_1} + P_{r_1}$ ก็คือความน่าจะเป็นของการตัดสินใจในตัวอย่างแรก เรากำหนดให้เป็น P_1 ดังนั้น

$$1 - P_{a_1} - P_{r_1} = 1 - P_1$$

สรุปได้ว่า

$$\begin{aligned} ASN &= n_1 P_1 + (n_1 + n_2) (1 - P_1) \\ \text{หรือ } ASN &= n_1 + n_2 (1 - P_1) \end{aligned}$$

ในขณะที่ การสุ่มตัวอย่างครั้งเดียวจะมี ASN = n เสมอ

ในทางปฏิบัติ การตรวจสอบตัวอย่างที่ 2 มักจะสิ้นสุดลง และไม่ยอมรับผล หากตรวจพบว่ามีจำนวนชิ้นที่เสียใน 2 ตัวอย่างรวมกันมากกว่าจำนวนยอมรับ a_2 เราเรียกการตรวจสอบเช่นนี้ว่า การตรวจสอบแบบตัดตอน (curtailed inspection) ค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นตัวอย่างจะคำนวณได้จาก

$$ASN = n_1 + \sum_{k=a_1+1}^{a_2} P_{n_1:k} \left[n_2 P''_{n_2:a_2-k} + \frac{a_2 - k + 1}{p'} P'_{n_2+1:a_2-k+2} \right]$$

ในเมื่อ

k = จำนวนชิ้นของเสีย (เป็นผลรวมของ X)

$P_{n:X}$ = ความน่าจะเป็นที่จะมีของเสีย X ชิ้นในตัวอย่าง n ชิ้น

$P'_{n:X}$ = ความน่าจะเป็นที่จะมีของเสียมากกว่าหรือเท่ากับ X ชิ้น ในตัวอย่างขนาด n ชิ้น

$P''_{n:X}$ = ความน่าจะเป็นที่จะมีของเสียน้อยกว่าหรือเท่ากับ X ชิ้น ในตัวอย่างขนาด n ชิ้น

การคำนวณค่า ASN ในกรณีของการตรวจสอบแบบตัดตอน กระทำได้ดังนี้

1. จากผลการตรวจสอบตัวอย่างแรก n_1 ชิ้น พบร่วมกันว่ามีของเสียมากกว่า a_1 แต่ไม่เกิน r_1 เราตรวจสอบต่อไป

2. เก็บตัวอย่างจากกลothเดิมมาตรวจทีละชิ้น หยุดตรวจ ถ้า

2.1 เก็บมาครบ n_2 ชิ้น แต่มีของเสียไม่เกิน $a_2 - a_1$ ยอมรับผลนั้น

2.2 เจอของเสีย $a_2 - a_1 + 1$ ชิ้น หยุดการตรวจ แม้ว่าจะตรวจไม่ครบ n_2 ชิ้น ไม่ยอมรับผลนั้น

จะเห็นได้ว่า การตรวจสอบด้วยวิธีนี้ เราอาจจะตรวจตั้งแต่ n_1 ชิ้น, $n_1 + a_2 - a_1 + 1$, $n_1 + a_2 - a_1 + 2, \dots, n_2$ ชิ้น ซึ่งเราจะต้องพิจารณาว่าในแต่ละกรณี เราตรวจสอบกี่ครั้งหรือกี่ลoth หากลูกูณะระหว่างจำนวนครั้งหรือลothกับจำนวนชิ้นที่ตรวจ นำผลที่ได้รวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนครั้งหรือลothที่นำมาตรวจทั้งหมด ก็จะเป็นค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวอย่าง ASN ตามสูตร เพื่อความสะดวกเราทำตารางการคำนวณ ดังนี้

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
k	$a_2 - k$	$P_{n_1:k}$	$P''_{n_2:a_2-k}$	$P'_{n_2+1:a_2-k+2}$	$\frac{a_2 - k + 1}{p'}$	$n_2(4) + (5)(6)$	$(3)(7)$
$a_1 + 1$							
a_2							

จากตาราง เราจะได้ ASN = $n_1 + (8)$

ตัวอย่างที่ 6.3

จงหา ASN ของแผนการสุ่มในตัวอย่าง 5.2 เมื่อใช้การตรวจสอบแบบตัดทอน
วิธีทำ

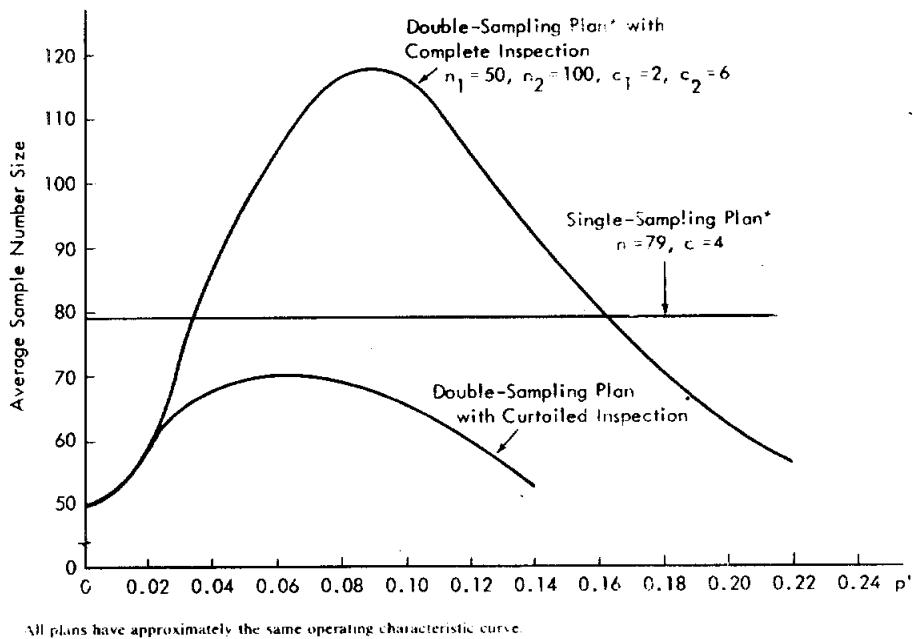
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
k	$a_2 - k$	$P_{n_1:k}$	$P''_{n_2:a_2-k}$	$P'_{n_2+1:a_2-k+1}$	$\frac{a_2 - k + 1}{p'}$	$n_2(4) + (5)(6)$	$(3)(7)$
3	3	0.224	0.151	0.7228	66.67	63.289	14.18
4	2	0.168	0.062	0.8541	50.00	48.905	8.22
5	1	0.101	0.017	0.9404	33.33	33.043	3.34
6	0	0.050	0.002	0.9836	16.67	16.597	0.83

ดังนั้น ASN = $50 + (14.18 + 8.22 + 3.34 + 0.83) = 77$ ชั่ว

อย่างไรก็ตามในตัวอย่างชุดแรกของแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง และตัวอย่างของการตรวจสอบครั้งเดียว จะไม่มีการตัดทอนการตรวจ เนื่องจากต้องการให้มีจำนวนชั่วที่จะนำมาตรวจสอบอย่างสมบูรณ์ เพื่อความปลอดภัยในการบันทึกค่าประมาณแบบไม่เสียเจลของคุณภาพสินค้าที่ส่งมาตรวจสอบ สาระดังกล่าวไม่มีผลโดยตรงต่อการดำเนินการของแผนการสุ่ม แต่เป็นสาระที่มีประโยชน์ทางด้านการบริหาร หากการตรวจสอบไม่สมบูรณ์ แต่ถูกตัดทอนลงไป การประมาณค่าของคุณภาพจะเป็นแบบเสียเจล ตัวอย่าง เช่น ในแผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว ที่มี $c=3$ (หรือมี $a=3, r=4$ นั้นเอง) หากผลการตรวจพบว่า 4 ชั่วแรกเสียแล้วหยุดการตรวจสอบ พร้อมกับรายงานว่าเสียหมดทั้งloth นั้นก็คือเสีย 100% ซึ่งเป็นการยกที่จะเชื่อได้ว่าของจริงเสียทั้งloth

ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตาม การคำนวณค่าของ ASN ในแผนหนึ่ง ๆ จะเปลี่ยนแปลงเสมอ (ยกเว้นแผนการสุ่มครั้งเดียว) ตราบเท่าที่คุณภาพของลottoเปลี่ยนไป ซึ่งเราจะแสดงให้เห็นได้ด้วยกราฟเส้นโค้งที่เรียกว่า เส้นโค้ง ASN ดังนี้

Average Sample Number Curves for Single- and Double-Sampling Inspection Plans



All plans have approximately the same operating characteristic curve.

ในที่นี้ $c_1 = a_1, c_2 = a_2, c_2 + 1 = r_1 = r_2$
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง กับการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว จะเห็นว่า แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง มีข้อได้เปรียบกว่าแผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว ดังนี้

- ลดจำนวนการตรวจสอบ เนื่องจากจำนวนชิ้นในตัวอย่างแรกของการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง น้อยกว่าจำนวนชิ้นในตัวอย่างของแผนการสุ่มครั้งเดียว และการตรวจในตัวอย่างแรก เราอาจยอมรับหรือปฏิเสธลota ซึ่งเท่ากับว่า ช่วยประหยัดหักเวลาในการตรวจสอบกรณีนี้จะเห็นได้ชัด เมื่อเราเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นที่นำมารวจสอบหักหมวดภายนอกได้การตกลงร่วมกันของผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งจะได้กล่าวในบทต่อไป
- ความรู้สึกทางด้านจิตวิทยา การตรวจครั้งที่ 2 ให้ความรู้สึกว่ายังมีโอกาสตัดสินใจอีกครั้ง เพื่อความมั่นใจ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านผู้ผลิตหรือผู้บริโภคก็ตาม ผู้ผลิตมีความรู้สึกกว่าไม่เป็นการยุติธรรมที่สินค้าของเขายังคงปฏิเสธโดยการใช้การสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว หรือทางด้านผู้บริโภคก็อาจจะไม่แน่ใจว่าการยอมรับสินค้าจากการตรวจเพียงครั้งเดียวจะปลอดภัยพอ การยอมให้มีการตรวจครั้งที่ 2 เป็นการช่วยให้รู้สึกดีขึ้น

6.2.3 แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง กำหนดตามค่า p'_1 , p'_2 , α , β

การหาแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ใช้หลักเกณฑ์แบบเดียวกับแผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว นั่นก็คือ ต้องเป็นการตกลงร่วมกัน ระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งจะกำหนดการป้องกันในค่าของ p'_1 , p'_2 , α , β

เราทราบว่า ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอท คือ

$$\begin{aligned} P_a &= P_{a_1} + P_{a_2} \\ &= P(X_1 \leq a_1) + P(a_1 < X_1 < r_1, X_1 + X_2 \leq a_2) \\ &= P(X_1 \leq a_1) + \sum_{j=a_1+1}^{a_2} P(X_1 = j) P(X_2 \leq a_2 - j) \end{aligned}$$

ถ้าเราคำนวณ P_a ของลอทที่มีของเสีย $100p' \%$ ค่า P_a ที่ได้จะเท่ากับ $1 - \alpha$ แต่ถ้าเราคำนวณ P_a ของลอทที่มีของเสีย $100p'_2 \%$ ค่า P_a ที่ได้ จะเท่ากับ β

โดยทั่วไป จะกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง n_1 กับ n_2 โดยให้ $n_2 = kn_1$ เช่น $n_2 = n_1$ หรือ $n_2 = 2n_1$ เป็นต้น

การคำนวณใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับของแผนการสุ่มครั้งเดียว ดังนี้

1. คำนวณอัตราส่วน p'_2 / p'_1
2. กำหนดค่า a_1 และ a_2 เขียนสมการ

$$P_a(p'_1) = 1 - \alpha$$

และ

$$P_a(p'_2) = \beta$$

3. จากสมการที่ได้ใน (2) หาก $n_1 p'_1$ และ $n_2 p'_2$ แล้วหาค่าอัตราส่วน

$$\frac{n_2 p'_2}{n_1 p'_1} = k(p'_2 / p'_1)$$

4. เปรียบเทียบค่าที่ได้จาก (3) กับค่าใน (1) ทำซ้ำข้อ (2) ถึง (4) จนกว่าจะได้ค่าจาก (3) ใกล้เคียงค่าใน (1) มากที่สุด เราจะได้ a_1 , a_2 (สำหรับ r_1 , r_2 ก็คือ $a_2 + 1$) หาก n_1 และ n_2 จากสมการได้สมการหนึ่งของ (2)

โดยทั่วไปแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง จะทำเป็นตารางสามเร็จรูป ซึ่งเราจะได้แผนการสุ่มตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

6.3 แผนการสุ่มตัวอย่างแบบเรียงลำดับชิ้นต่อชิ้น

ผลที่ได้จากการแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ซึ่งให้เห็นว่า เราสามารถลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบได้ ถ้าเราเก็บตัวอย่างเรียงลำดับทีละชิ้นในการสุ่มครั้งที่ 2 ทำให้เกิดความคิดว่า เราจะสามารถลดค่าใช้จ่ายและเวลาลงได้ ถ้าเราเก็บตัวอย่างมาตรวจทีละชิ้น โดยไม่จำกัดจำนวนชิ้นที่จะนำมาตรวจที่ยังตัดสินใจได้ว่าควรยอมรับหรือไม่ยอมรับลอทนั้น วิธีการสุ่มแบบนี้ รู้จักกันดีในชื่อ การสุ่มแบบเรียงลำดับ (sequential sampling) มีหลายแบบ ด้วยกัน เช่น แบบที่พัฒนาขึ้นมาโดย A.Wald, แบบของ G.A.Barnard และที่ปรับปรุงขึ้นมาโดย W.Bartky เป็นต้น ในที่นี้เราจะพูดถึงแผนการสุ่มที่ปรับปรุงขึ้นมาโดย Wald

การสุ่มแบบเรียงลำดับ (sequential sampling) จะเป็นการสุ่มจากลอทเดียวกัน หรือจากกระบวนการเดียวกันมาทีละชิ้น เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว จะมีทางตัดสินใจได้ 3 ทาง จากผลของการตรวจในชิ้นนั้น คือ

ยอมรับ
ไม่ยอมรับ
เก็บตัวอย่างชิ้นต่อไป

จะไม่มีการกำหนดจำนวนชิ้นที่จะนำมาตรวจทั้งหมด กล่าวโดยทางทฤษฎี ก็หมายความว่า การตรวจสอบดำเนินไปโดยไม่มีขีดจำกัด เช่นเดียวกับแผนการสุ่มอื่น ๆ การกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่างแบบเรียงลำดับ (Sequential Sampling Plan) จะได้มาจากการกำหนดค่า p'_1 , p'_2 , α และ β การพิจารณาแผนตามค่าที่กำหนดไว้ นี้ เราใช้ Sequential Probability Ratio เรียกสั้น ๆ ว่า SPR ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างความน่าจะเป็นของผลที่ได้จากการสุ่มที่ระดับ p'_2 กับความน่าจะเป็นของผลที่ได้จากการสุ่มที่ระดับ p'_1 ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอทที่ระดับ $p'_1 = 1 - \alpha$ และความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอทที่ระดับ $p'_2 = \beta$

สมมติเราเก็บตัวอย่างมาตรวจแล้ว n ชิ้น และพบว่ามีของเสียอยู่ X ชิ้น SPR จะถูกกำหนดโดย

$$SPR = \frac{\frac{p'_2}{p'_1}^X (1-p'_2)^{n-X}}{\frac{p'_1}{p'_2}^X (1-p'_1)^{n-X}} = \left(\frac{p'_2}{p'_1} \right)^X \left(\frac{1-p'_2}{1-p'_1} \right)^{n-X}$$

เราตัดสินใจจากการตรวจชิ้นที่ n ดังนี้

- ถ้า $SPR \geq B$ หยุดการสุ่ม ตัดสินใจไม่ยอมรับลอท
- ถ้า $SPR \leq A$ หยุดการสุ่ม ตัดสินใจยอมรับลอท
- ถ้า $A < SPR < B$ เก็บตัวอย่างชิ้นที่ $n+1$ มาตรวจต่อไป

ค่าคงที่ A และ B เป็นค่าที่ประมาณได้จากค่า α, β ที่กำหนดไว้ เราจะประมาณค่า A ด้วย $\frac{\beta}{1-\alpha}$ และประมาณค่า B ด้วย $\frac{1-\beta}{\alpha}$
นิ่งหมายความว่า เราจะยอมรับลอท ถ้า

$$(p'_2/p'_1)^X ((1-p'_2)/(1-p'_1))^{n-X} \leq \beta/(1-\alpha)$$

ใส่ค่า \log ทั้ง 2 ข้าง จะได้ว่า

$$X \log \left(\frac{p'_2}{p'_1} \right) + (n-X) \log \left(\frac{1-p'_2}{1-p'_1} \right) \leq \log \left(\frac{\beta}{1-\alpha} \right)$$

$$X \log \left(\frac{p'_2 (1-p'_1)}{p'_1 (1-p'_2)} \right) + n \log \left(\frac{1-p'_2}{1-p'_1} \right) \leq \log \left(\frac{\beta}{1-\alpha} \right)$$

$$X \log \left(\frac{p'_2 (1-p'_1)}{p'_1 (1-p'_2)} \right) < -\log \frac{1-\alpha}{\beta} + n \log \left(\frac{1-p'_1}{1-p'_2} \right) \quad \dots\dots(1)$$

และเราจะไม่ยอมรับลอท ถ้า

$$(p'_2/p'_1)^X ((1-p'_2)/(1-p'_1))^{n-X} \geq (1-\beta)/\alpha$$

นั่นก็คือ

$$X \log \left(\frac{p'_2 (1-p'_1)}{p'_1 (1-p'_2)} \right) \geq \log \left(\frac{1-\beta}{\alpha} \right) + n \log \left(\frac{1-p'_1}{1-p'_2} \right) \quad \dots\dots(2)$$

จาก (1) และ (2) เอา $\log \left(\frac{p'_2 (1-p'_1)}{p'_1 (1-p'_2)} \right)$ หารตลอด กำหนด

$$h_1 = \log \left(\frac{1-\alpha}{\beta} \right) / \log \left(\frac{p'_2 (1-p'_1)}{p'_1 (1-p'_2)} \right)$$

$$h_2 = \log \left(\frac{1-\beta}{\alpha} \right) / \log \left(\frac{p'_2 (1-p'_1)}{p'_1 (1-p'_2)} \right)$$

$$S = \log \left(\frac{1-p'_1}{1-p'_2} \right) / \log \left(\frac{p'_2 (1-p'_1)}{p'_1 (1-p'_2)} \right)$$

เราจะได้สมการเส้นตรง 2 เส้นคือ

$$X = -h_1 + Sn \quad \dots\dots(3)$$

เป็นสมการของเส้นยอมรับ

$$\text{และ } X = h_2 + Sn \quad \dots\dots(4)$$

เป็นสมการของเส้นไม่ยอมรับ (rejection line)

ถ้าเราเก็บตัวอย่างมาตรวจที่ละชิ้น รวมจำนวนชิ้นที่เสีย ถ้าตรวจได้ค่าสะสมของจำนวนชิ้นที่เสีย \leq ค่า X ใน (3) เรายอมรับลอท แต่ถ้าได้จำนวนสะสมของชิ้นที่เสีย \geq ค่า X ใน (4) เราไม่ยอมรับลอท นอกนั้นต้องสุ่มต่อไป

วิธีการที่สะดวกที่สุดในทางปฏิบัติ ก็คือหากเส้นตรงของ (3) และ (4) ซึ่งจะเป็นเส้นตรง 2 เส้น ที่เมื่อเรามากำหนดจำนวนสะสมของชิ้นที่เสีย X อญญในแกนตั้ง และจำนวนสะสมของชิ้นที่เก็บมาตรวจ n อญญในแกนนอน ถ้าค่าสะสม X อญญเหนือเส้นปฏิเสธ เราไม่ยอมรับลอท ถ้าอยู่ใต้เส้นยอมรับเราจะยอมรับลอท แต่ถ้าจะอยู่ระหว่างเส้นทั้ง 2 เราดำเนินการเก็บตัวอย่างมาตรวจต่อไป

แสดงให้เห็นได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6.4

จงเขียนตารางและแผนภูมิของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบเรียงลำดับ (Sequential Sampling Plan) กำหนดค่า $p'_1 = 0.01$, $p'_2 = 0.08$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$

ท่านจะตัดสินใจอย่างไร ถ้าผลการตรวจสอบได้

GGGGG GGGGG DGGGG GGGGG GGGGG

GGGGG GGGGG GGGDG GGGGD

ในเมื่อ G แทนชิ้นที่ดี D แทนชิ้นที่เสีย

วิธีทำ

จากตารางที่ v ห้ายเล่ม เมื่อ $p'_1 = 0.01$, $p'_2 = 0.08$ เราจะได้ $h_2 = 1.3426$, $h_1 = 1.0458$, $s = 0.03406$

ดังนั้นเราจะได้สมการของเส้นยอมรับและของเส้นปฏิเสธตามลำดับ ดังนี้

$$X = -1.0458 + 0.03406 n$$

$$\text{และ } X = 1.3426 + 0.03406 n$$

จำนวนค่า X เมื่อกำหนด $n = 2, 3, 4, \dots$

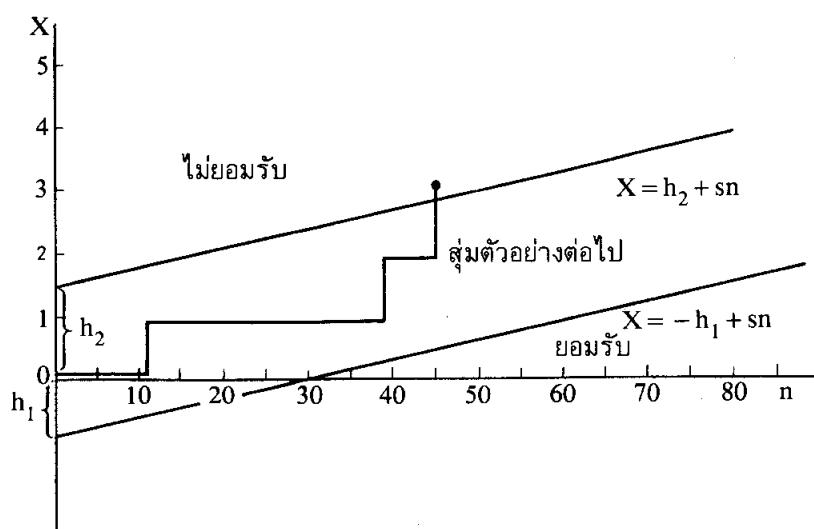
ค่า X ที่คำนวณได้จากสมการแรก หมายถึงค่ายอมรับ A ถ้าผลที่ได้อ้อยกว่า 0 ใส่เครื่องหมาย * แสดงว่าไม่มีการตัดสินใจยอมรับจากการตรวจชิ้นนั้น

ค่า X ที่คำนวณได้จากการที่สอง หมายถึงค่าปฎิเสธ R ในแต่ละกรณี ถ้าคำนวณได้เลขทศนิยมให้ปัดเป็นจำนวนเต็ม ดังตารางต่อไปนี้

Illustration of a Table of Acceptance and Rejection Numbers for the Sequential-Sampling Plan $p_1 = 0.01$, $p_2 = 0.08$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$

n	A	R									
1	*	2	19	*	2	37	0	3	55	0	4
2	*	2	20	*	3	38	0	3	56	0	4
3	*	2	21	*	3	39	0	3	57	0	4
4	*	2	22	*	3	40	0	3	58	0	4
5	*	2	23	*	3	41	0	3	59	0	4
6	*	2	24	*	3	42	0	3	60	0	4
7	*	2	25	*	3	43	0	3	61	1	4
8	*	2	26	*	3	44	0	3	62	1	4
9	*	2	27	*	3	45	0	3	63	1	4
10	*	2	28	*	3	46	0	3	64	1	4
11	*	2	29	*	3	47	0	3	65	1	4
12	*	2	30	*	3	48	0	3	66	1	4
13	*	2	31	0	3	49	0	4	67	1	4
14	*	2	32	0	3	50	0	4	68	1	4
15	*	2	33	0	3	51	0	4	69	1	4
16	*	2	34	0	3	52	0	4	70	1	4
17	*	2	35	0	3	53	0	4			
18	*	2	36	0	3	54	0	4			

ไม่มีการตัดสินใจยอมรับ จนกว่าจะเก็บมาตรวจถึงชั้นที่ 31 เขียนแผนภูมิของ Sequential-Sampling ได้ดังนี้



นับจำนวน G และ D จำนวนของ D แสดงด้วยความสูง 1 หน่วยของ X ผลที่ได้สรุปว่า เราจะไม่ยอมรับลอตนี้

6.4 แผนการสุ่มตัวอย่างหลายครั้ง

แผนการสุ่มตัวอย่างหลายครั้ง (multiple sampling plan) เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดการเก็บตัวอย่างได้มากกว่า 2 ครั้ง แต่ไม่เกินจำนวนที่ระบุไว้ การใช้แผนการนี้จะช่วยลดหักเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ ทั้งยังทำให้เกิดความรู้สึกปลอดภัย และมีความนิ่นใจในผลการตัดสินใจ

สมมติว่าเรากำหนดการเก็บตัวอย่าง k ครั้ง $k > 2$ การตัดสินใจจากตัวอย่างแต่ละครั้งอาจเป็น

การยอมรับ

การไม่ยอมรับ

หรือสุ่มตัวอย่างชุดต่อไป

ก็ได้ และเมื่อมาถึงครั้งที่ k ผลที่ได้จากตัวอย่างชุดที่ k จะนำไปสู่การตัดสินใจยอมรับหรือไม่ยอมรับเท่านั้น ในตัวอย่างแต่ละชุดจะประกอบด้วยค่า a_i, r_i นั่นก็หมายความว่า เมื่อเราเก็บตัวอย่างครั้งที่ i หรือชุดที่ $i, i=1, 2, \dots, k$ ตรวจสอบจำนวนชิ้นที่เสีย สมมติได้ X_j ชิ้น เราตัดสินใจดังนี้

1. ถ้า $\sum_{j=1}^i X_j \leq a_i$ หยุดการตรวจ ยอมรับลอท
2. ถ้า $\sum_{j=1}^i X_j \geq r_i$ หยุดการตรวจ ไม่ยอมรับลอท
3. ถ้า $a_i < \sum_{j=1}^i X_j < r_i$ เก็บตัวอย่างชุดที่ $i+1$ ต่อไป

ทำข้อเช่นนี้นิ่นกว่าจะตัดสินใจได้ว่า ยอมรับหรือไม่ยอมรับ

การกำหนดแผนของการสุ่มตัวอย่างหลายครั้ง ต้องเป็นไปตามจุดประสงค์หรือข้อตกลงระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค และนั่นคือต้องสอดคล้องตามค่า $\alpha, \beta, p'_1, p'_2$ การหาแผนใช้หลักการเดียวกัน ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอทจะเท่ากับผลบวกของ ความน่าจะเป็นของ การยอมรับลอทในตัวอย่างที่ i, P_{ai} นั่นก็คือ

$$P_a = \sum_{i=1}^k P_{ai}$$

ความน่าจะเป็นที่จะไม่ยอมรับลอท จะเท่ากับผลบวกของความน่าจะเป็นที่จะไม่ยอมรับลอทในตัวอย่างที่ i, P_{ri} นั่นก็คือ

$$P_r = \sum_{i=1}^k P_{ri}$$

และเราจะได้ $P_a(p'_1) = 1 - \alpha, P_a(p'_2) = \beta$

ค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นตัวอย่าง ASN จะกำหนดได้โดย

$$ASN = P_1 n_1 + P_2 (n_1 + n_2) + \dots + P_k (n_1 + n_2 + \dots + n_k)$$

หรือ

$$ASN = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} P_j n_j$$

เมื่อ

$$P_j = P_{aj} + P_{rj}$$

ตัวอย่างที่ 6.5

กำหนดแผนการสุ่มตัวอย่างที่มีการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง แต่ละครั้งประกอบด้วย n_i , a_i และ r_i ดังนี้

ตัวอย่างที่ i	n_i	a_i	r_i
1	50	0	3
2	50	1	4
3	50	2	4
4	50	4	5

ถ้าเราใช้แผนการสุ่มตัวอย่างนี้ ตรวจรับสินค้าที่จัดเป็นล็อก แต่ละล็อกมีขนาด 2,000 ชิ้น มีของเสีย 4%

1. จงคำนวณความน่าจะเป็นที่จะต้องสุ่มตัวอย่างที่ 3
2. จงคำนวณความน่าจะเป็นที่จะยอมรับล็อกสินค้านี้
3. จงหาค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นตัวอย่าง

วิธีทำ ก่อนอื่นเรามาวิเคราะห์จำนวนของเสียในแต่ละตัวอย่าง และผลรวมของจำนวนชิ้นที่เสียที่จะเป็นไปได้ในตัวอย่างนั้น ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นการกระจายดังนี้

ผลรวมของจำนวน ชิ้นที่เสีย	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4
0	0			
1	1	10		
2	2	11 20	110 200	
3	3	12 21	111 201 120 210	1110 2010 1200 2100
4		13 22	112 202 121 211	1111 2011 1201 2101
5				1112 2012 1202 2102

เราประมาณด้วยการแจกแจงแบบพื้นที่ $np' = (50) (.04) = 2$

x	0	1	2	3
$P(X \leq x)$	0.135	0.406	0.677	0.857
$P(x) = P(X = x)$	0.135	0.271	0.271	0.180
$P(x^+) = P(X \geq x)$	1.000	0.865	0.594	0.323

ผลรวมของจำนวน ชั้นที่เสีย	ความน่าจะเป็น			
	1	2	3	4
0	0.135			
1	0.271	0.0366		
2	0.271	0.0734 0.0366 0.1100		0.0149
3	0.323	0.1469	0.0298 0.1983 0.0496	0.0067
4		0.0875 0.1610 0.2485	0.0653 0.1271 0.1924	0.0134
5				0.0295

$$1. \text{ ความน่าจะเป็นที่จะต้องสูญตัวอย่างที่ } 3 = 0.1100 + 0.1469 = 0.2569$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอท} &= 0.135 + 0.0366 + 0.0149 + 0.0067 + 0.0134 \\ &= 0.2066 \end{aligned}$$

3. คำนวณ ASN ตามขั้นตอนต่อไปนี้

(0) ตัวอย่างที่ j	(1) $\sum_{i=1}^j n_i$	(2) P_{aj}	(3) Pr_j	(4) $P_j = (2) + (3)$	(5) $(1) - (4)$
1	50	0.135	0.323	0.458	22.9
2	100	0.0366	0.2485	0.2851	28.51
3	150	0.0149	0.1924	0.2073	31.095
4	200	0.0201	0.0295	0.0496	9.92

$$\text{ตั้งนั้น ASN} = 22.9 + 28.51 + 31.09 + 9.92 = 93 \text{ ชิ้น}$$

คำอธิบาย

จากตัวอย่างแรก ถ้าไม่พบของเสีย เรายอมรับล็อกแล้วได้ $P_{a_1} = P(0)$ ซึ่งเท่ากับ 0.135 ถ้าพบของเสีย 1 หรือ 2 ชิ้น เราจะสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 ถ้าพบของเสียมากกว่าหรือเท่ากับ 3 เราไม่ยอมรับ และจะได้ $P_{r_1} = P(X \geq 3) = 0.323$

เราสุ่มตัวอย่างที่ 2 เมื่อพบของเสียในตัวอย่างที่ 1 เท่ากับ 1 หรือ 2 ชิ้น และจะยอมรับถ้าผลรวมของชิ้นของเสียทั้ง 2 ตัวอย่างรวมกันเท่ากับ 1 นั่นก็คือ ถ้าครั้งแรกพบของเสีย 1 ชิ้น การสุ่มครั้งที่ 2 จะต้องไม่มีของเสีย เราจึงได้

$$P_{a_2} = P(10) = P(1)P(0) = (0.271)(0.135) = 0.0366$$

ถ้าได้ผลรวมของชิ้นของเสียเป็น 2 หรือ 3 ชิ้น เราจะสุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3 ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่จะต้องสุ่มตัวอย่างที่ 3

$$\begin{aligned} &= P(11, 20, 12, 21) \\ &= P(11) + P(20) + P(12) + P(21) \\ &= [P(1)]^2 + P(2)P(0) + 2P(1)P(2) \\ &= [(0.271)^2 + (0.271)(0.135)] + [2(0.271)(0.271)] \\ &= (0.0734 + 0.0366) + 0.1469 = 0.2569 \end{aligned}$$

ถ้าได้จำนวนของเสียรวมกันมากกว่าหรือเท่ากับ 4 เราไม่ยอมรับ ดังนั้น

$$P_{r_2} = P(13^+, 22^+) = (.135)(.323) + (.271)(.594) = 0.2485$$

การคำนวณความน่าจะเป็นในตัวอย่างที่ 3 และที่ 4 อาศัยวิธีการเดียวกัน

6.5 แผนการสุ่มตัวอย่างมาตรฐาน MIL-STD-105D

MIL-STD-105D เป็นแผนการสุ่มที่ขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพที่ควรยอมรับ AQL จัดเป็น มาตรฐานที่กำหนดใช้ในกองทัพสหรัฐ MIL-STD-105D ปรับปรุงขึ้นมาในระหว่างสงครามโลก ครั้งที่ 2 จากการศึกษาร่วมกันระหว่างอเมริกา อังกฤษ และแคนาดา ดัดแปลงแก้ไขเรื่อยมา จนถึงปัจจุบันนี้ MIL-STD-105D ได้กำหนดวิธีการตรวจ โดยการเก็บตัวอย่างจากล็อกหรือ จากแบบทดสอบ n ชิ้น ตามจำนวนหักหมดในล็อก N ชิ้น และกำหนดจำนวนของเสียที่ จะยอมรับได้ a ตลอดจนจำนวนชิ้นของเสียที่จะทำให้ไม่ยอมรับล็อก r จำนวนต่าง ๆ เหล่านี้ คำนวณมาจากเส้นโค้ง OC และนำมารวบรวมเป็นตารางสำเร็จ เพื่อสะดวกในการใช้

6.5.1 คุณสมบัติที่สำคัญ

ตารางมาตรฐาน MIL-STD-105D มีลักษณะที่สำคัญดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชิ้นในล็อท N กับจำนวนชิ้นในตัวอย่าง n ที่จะเก็บมาตรวจ มักจะขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางการทดลองมากกว่าทางด้านสถิติ
2. ข้อมูลที่กำหนดในตารางแยกตามแผนการสุ่มตัวอย่างที่จะใช้ว่าเป็นการสุ่มครั้งเดียว แผนการสุ่ม 2 ครั้ง หรือแผนการสุ่มหลายครั้ง
3. กำหนดลักษณะการเก็บตัวอย่าง ว่าเป็นแบบธรรมชาติ แบบลดหย่อนหรือแบบเคร่งตลอดจนกำหนดกฎเกณฑ์ของการเปลี่ยนแบบการเก็บตัวอย่าง
4. แยกรอยตำหนิหรือข้อบกพร่องออกเป็น รอยตำหนิวิกฤติ (critical defect) รอยตำหนิสำคัญ (major defect) และ รอยตำหนิย่อย (minor defect)
5. เป็นการป้องกันทางด้านผู้ผลิต ไม่ต้องเสียต่อการที่จะถูกปฏิเสธล็อทที่มีคุณภาพดี สำหรับการป้องกันทางด้านผู้บริโภคเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่กำหนด แม้จะไม่ได้กำหนดไว้แต่ก็สามารถถูกได้จากเส้นโค้ง OC ของแผนการสุ่มนั้น

6.5.1.1 แผนการเก็บตัวอย่าง

แผนการเก็บตัวอย่าง คือตารางกำหนดชั้นตัวอย่าง n หรือเซตของจำนวนชิ้นตัวอย่างในการเก็บแต่ละครั้ง จากล็อทหรือแบบที่มีจำนวน (N) ต่าง ๆ กัน และเกณฑ์ที่จะใช้พิจารณาการยอมรับของล็อทหรือแบบที่ โดยการกำหนด จำนวนชิ้นของเสียที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ตามแผนการเก็บตัวอย่างซึ่งมี 3 ลักษณะ คือ

1. แผนการเก็บตัวอย่างครั้งเดียว (Single Sampling Plan) เป็นตารางที่กำหนดจำนวนชิ้น n ที่จะตรวจสอบ จำนวนชิ้นของเสียที่จะใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับเพียงชุดเดียว การเก็บตัวอย่างเพียงครั้งเดียวที่สามารถตัดสินได้ว่า จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ล็อตนั้น จำนวนชิ้นในตัวอย่าง n มักจะกำหนดไว้ค่อนข้างสูง
2. แผนการเก็บตัวอย่างสองครั้ง (Double Sampling Plan) เป็นตารางกำหนดจำนวนชิ้นที่จะตรวจสอบ จำนวนชิ้นของเสียที่จะใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ 2 ชุด ซึ่งมีความหมายว่า จะต้องมีการเก็บตัวอย่างจากล็อท หรือแบบอย่างมาก 2 ชุด โดยที่การเก็บตัวอย่างในครั้งแรกอาจจะตัดสินใจได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ หรืออาจจะไม่มีความมั่นใจยังตัดสินใจไม่ได้ จนกว่าจะเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 จึงจะสามารถตัดสินใจได้ว่าควรจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ จำนวนชิ้นของตัวอย่างที่จะเก็บมาตรวจสอบแต่ละครั้ง จะกำหนดไว้เท่ากัน
3. แผนการเก็บตัวอย่างหลายครั้ง (Multiple Sampling Plan) เป็นตารางกำหนดแผนการสุ่มมากกว่า 2 ครั้ง โดยที่ผลการเก็บตัวอย่างในครั้งแรกและครั้งที่ 2 อาจจะนำมาตัดสินใจได้ว่ายอมรับหรือไม่ยอมรับ หรือยังไม่มีความมั่นใจพอ ต้องเก็บตัวอย่างจากล็อทหรือแบบเดิมมาตรวจสอบเป็นครั้งที่ 3, 4,... จนกว่าจะได้ข้อมูล คือ จำนวนชิ้นของเสีย

จากทุกตัวอย่างรวมกันเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่วางไว้ ซึ่งจะตัดสินได้ว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับ จำนวนชิ้นที่จะนำมาตรวจสอบแต่ละตัวอย่างจะเท่ากัน และมักจะมีจำนวนน้อยกว่าในแผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง เมื่อกำหนดระดับการป้องกันเดียวกัน

ในแผนการสุ่มตัวอย่างแต่ละลักษณะ จะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับและประเภทของการตรวจสอบ เราแบ่งประเภทการตรวจสอบออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. การตรวจสอบแบบธรรมด้า (Normal Inspection) ใช้เมื่อไม่มีหลักฐานสำคัญทางด้านสถิติว่าผลิตภัณฑ์ในลottoหรือแบบที่จะนำมาตรวจ มีคุณภาพดีกว่าหรือเลวกว่าระดับคุณภาพที่ระบุไว้ การตรวจสอบแบบนี้ จะกำหนดจำนวนชิ้นในตัวอย่างไว้ปานกลาง
2. การตรวจสอบแบบเคร่ง (Tightened Inspection) ใช้ระดับคุณภาพเดียวกันกับการตรวจสอบแบบธรรมด้า แต่ต้องการให้มีเกณฑ์ตัดสินที่แน่นอน ให้ความมั่นใจได้มากกว่า ดังนั้นจำนวนชิ้นในตัวอย่างจึงถูกกำหนดไว้สูงกว่าแบบธรรมด้า
3. การตรวจสอบแบบลดหย่อน (Reduced Inspection) ใช้ระดับคุณภาพเดียวกันกับการตรวจสอบแบบธรรมด้า แต่มีความเชื่อถือในคุณภาพสินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้น จำนวนชิ้นในตัวอย่างจึงกำหนดไว้น้อยกว่าแบบธรรมด้า

การตรวจสอบมักจะเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบแบบธรรมด้า เว้นเสียแต่จะมีคำสั่งให้เป็นการตรวจสอบอื่น ไม่ว่าเราจะใช้การตรวจสอบแบบใดก็ตาม เราจะดำเนินการตรวจสอบตามแบบที่เราเลือกนั้นไปเรื่อย ๆ นอกจากจะมีสัญญาณบางอย่างที่จะทำให้เราต้องเปลี่ยนกระบวนการ สัญญาณที่แสดงการเปลี่ยนการตรวจสอบมีดังต่อไปนี้

เปลี่ยนจากการตรวจสอบแบบธรรมด้าเป็นแบบเคร่ง

เริ่มต้นจากการตรวจสอบแบบธรรมด้า ปรากฏผลว่า มี 5 ลottoติดต่อกันถูกปฏิเสธไป 2 ลotto

เปลี่ยนจากการตรวจสอบเคร่งเป็นแบบธรรมด้า

จากการตรวจสอบเคร่ง ถ้าผลการตรวจสอบปรากฏว่ายอมรับ 5 ลottoติดต่อกัน เราจะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบธรรมด้า

เปลี่ยนแบบธรรมด้าเป็นแบบลดหย่อน

การเปลี่ยนแปลงจากการตรวจสอบแบบธรรมด้าเป็นแบบลดหย่อน กระทำได้ภายใต้เงื่อนไขทุกข้อดังนี้

ก. เมื่อผลการตรวจสอบแบบธรรมด้า ทำให้เรายอมรับlotติดต่อกัน 10 lot ไม่มีการปฏิเสธเลย

ข. ผลกระทบของจำนวนชิ้นของเสียใน 10 lotหรือแบบที่ ดังกล่าวน้อยกว่า จำนวนที่ระบุไว้

ค. มีขั้นตอนการผลิตสม่ำเสมอ และ

ง. การตรวจสอบแบบหย่อนกำหนดขึ้นมาโดยหัวหน้าผู้รับผิดชอบ

การเปลี่ยนจากการตรวจสอบแบบหย่อนเป็นแบบธรรมดា

เมื่อเราตรวจสอบแบบหย่อน เราจะเปลี่ยนเป็นการตรวจสอบธรรมดา ถ้ามีเหตุการณ์ ได้ต่อไปนี้เกิดขึ้น

ก. ไม่ยอมรับลอทหรือเบทช์ หรือ

ข. การยอมรับลอทหรือเบทช์ เกิดขึ้นภายใต้กฎเกณฑ์อื่นที่ไม่ใช่เกณฑ์ยอมรับหรือ ไม่ยอมรับ หรือ

ค. อัตราการผลิตไม่สม่ำเสมอหรือช้าไป หรือ

ง. เนื่องไขขึ้น ๆ ที่เป็นสัญญาณเตือนว่าควรจะตรวจสอบแบบธรรมดា

เราจะหยุดการตรวจสอบแล้วหันมาปรับปรุงคุณภาพใหม่ ถ้าเกิดกรณีการตรวจสอบแบบเครื่อง 10 ลota แล้วไม่มีสัญญาณของการเปลี่ยนการตรวจสอบ

6.5.1.2 การแยกประเภทของรอยตำหนิและของเสีย

การแยกประเภทรอยตำหนิ เป็นการระบุรอยตำหนิที่เป็นไปได้ของชิ้นผลิตภัณฑ์ แยกตามความสาหัสของมัน เราแยกกลุ่มของรอยตำหนิ (defects) ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. รอยตำหนิวิกฤติ (critical defect) เป็นรอยตำหนิที่ก่อให้เกิดอันตรายหรือไม่ปลอดภัย ต่อการนำไปใช้หรือเก็บรักษา หรือจัดเป็นรอยตำหนิที่จะเป็นเหตุให้เกิดรอยตำหนิเชื่อมโยง อย่างกว้างขวางต่อระบบงานที่ใช้ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนนั้นประกอบอยู่ด้วย

2. รอยตำหนิสำคัญ (major defect) เป็นรอยตำหนิที่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วน ที่มีรอยตำหนินี้ไม่สามารถทำงานหรือใช้งานได้ หรือลดประสิทธิภาพในการทำงาน แต่ไม่ถึงกับเชื่อมโยงให้ส่วนที่เกี่ยวข้องเสียไปด้วย

3. รอยตำหนิย่อย (minor defect) เป็นรอยตำหนิที่ไม่ถึงกับเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพ การใช้งานลดลง จะเป็นเพียงรอยตำหนิที่ผิดไปจากเกณฑ์กำหนดเด็กน้อยเท่านั้น ผลกระทบ ต่อการใช้งานมีน้อยมาก

การแยกประเภทของเสีย ขึ้นอยู่กับประเภทของรอยตำหนิ เมื่อพูดถึงของเสีย เราหมายถึงชิ้นของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีรอยตำหนิ 1 รอยหรือมากกว่า ประเภทของเสีย มีดังนี้

1. ของเสียวิกฤติ (critical defective)

ของเสียวิกฤติจะเป็นสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีรอยตำหนิวิกฤติอย่างน้อยที่สุด 1 รอย และอาจจะมีรอยตำหนิสำคัญหรือรอยตำหนิย่อยรวมอยู่ด้วย

2. ของเสียสำคัญ (major defective)

เป็นของเสียที่ประกอบด้วยรอยตำหนิสำคัญ 1 รอย หรือมากกว่า และอาจจะมีรอยตำหนิย่อยด้วย แต่จะต้องไม่มีรอยตำหนิวิกฤติ

3. ของเสียย่อย (minor defective)

เป็นของเสียที่ประกอบด้วยรอยตำหนิย่อย 1 รอยหรือมากกว่า แต่จะต้องไม่มีรอยตำหนิวิกฤติและรอยตำหนิสำคัญรวมอยู่ด้วย

6.5.2 ขั้นตอนการใช้ตาราง MIL-STD-105D

ขั้นตอนการใช้มาตรฐานมีดังนี้

1. ตัดสินใจเลือกค่า AQL
2. ตัดสินใจเลือกระดับการตรวจสอบ
3. พิจารณาขนาดของลอกหรือแม่บท
4. เปิดตารางรหัสจำนวนตัวอย่าง
5. ตัดสินใจเลือกแบบหรือชนิดของแผนการสุ่มตัวอย่างที่จะใช้
6. เปิดตารางสำหรับแผนการสุ่มและประเภทการตรวจสอบ

จะเห็นว่า การเลือกแผนการสุ่มตัวอย่างจากตารางมาตรฐาน "ไม่ว่าจะใช้แผนการสุ่มแบบใด หรือจะเลือกการตรวจสอบบิชีได เรายังสามารถจากตาราง 2 ตาราง ตารางแรกเป็นตารางรหัสจำนวนตัวอย่าง (Sample Size code Letters) กำหนดรหัสเป็นตัวอักษร ซึ่งแบ่งไปตามขนาดของลอกหรือแม่บท และระดับการตรวจสอบ ส่วนอีกตารางหนึ่งเป็น ตารางกำหนดแผนการสุ่ม ภายใต้วิธีการตรวจสอบและแบบแผนของการสุ่มตัวอย่างที่จะใช้ แต่ละตาราง จะให้แผนการสุ่มตามรหัสที่เราได้จากตารางแรกและค่า AQL ที่เราเลือกไว้"

ในตารางรหัสจำนวนตัวอย่าง (ตารางที่ 6.1) จะแบ่งระดับการตรวจสอบเป็นระดับทั่วไป (General Inspection Levels) และระดับพิเศษ(Special Inspection Levels) ระดับเหล่านี้แสดงถึงความรัดกุมของการตรวจสอบ

ระดับทั่วไป จะแยกออกเป็น 3 ระดับคือ

ระดับ I เป็นระดับค่อนข้างหย่อน จึงกำหนดจำนวนตัวอย่างน้อยกว่าระดับอื่น ๆ มักจะใช้ตรวจสอบกระบวนการซึ่งผ่านการทดสอบและวิเคราะห์มาแล้ว เป็นกระบวนการผลิตที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติแตกต่างกันน้อยมาก หรือมีคุณภาพสม่ำเสมอเชื่อถือได้

ระดับ II เป็นระดับที่ใช้กับการตรวจสอบกระบวนการที่อยู่ภายใต้การควบคุมปานกลาง เป็นระดับที่ใช้ทั่วไปเมื่อไม่ระบุหรือไม่มีเหตุผลใดที่จะใช้ระดับอื่น

ระดับ III เป็นระดับที่ต้องการการตรวจสอบเข้มงวดอันเป็นผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่

แล้วมา จากแผนภูมิการควบคุมหรือการวิเคราะห์ทางสถิติอื่น ๆ ซึ่งให้เห็นว่า กระบวนการมีแนวโน้มจะออกนอกรอบควบคุม หรือมีของเสียมากขึ้น

ระดับพิเศษ เป็นระดับการตรวจสอบแบบหย่อน มักใช้กับกระบวนการที่อยู่ในความควบคุมในระดับที่เหมาะสม หรือจากการวิเคราะห์ ทดสอบทางสถิติ จนเกิดความมั่นใจและมีความเชื่อถือได้ในระดับสูงหรือใช้ในการณ์ที่การตรวจสอบจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง เราก็แบ่งเป็นระดับย่อยดังนี้

- S-1 เป็นระดับที่หย่อนมากที่สุด คือเก็บตัวอย่างน้อยที่สุด มักจะใช้กับผลิตภัณฑ์แบบง่าย ๆ ที่กระบวนการผลิตของมันอยู่ในความควบคุมดีแล้ว
- S-2 เป็นระดับที่หย่อนน้อยลง จำนวนตัวอย่างมากขึ้น
- S-3 เป็นระดับหย่อนปานกลาง กำหนดจำนวนตัวอย่างมากกว่าระดับ S-1 และ S-2
- S-4 เป็นระดับเครื่องของการตรวจสอบแบบหย่อน กำหนดจำนวนตัวอย่างมากขึ้น และมักจะมีขนาดใกล้เคียงระดับ I

การจะเลือกใช้แบบใดก็ต้องพิจารณาทั้งทางด้านค่าใช้จ่าย และผลการวิเคราะห์อื่น ๆ ประกอบกัน ซึ่งก็ต้องอาศัยความชำนาญ ประสบการณ์ และข้อเท็จจริงจากข้อมูลที่แล้วมาโดยทั่วไป ถ้าไม่มีเหตุผลอื่น หรือไม่มีหลักฐานใดที่จะบ่งชี้ระดับการตรวจสอบเราจะเลือกการตรวจสอบระดับ

II เสมอ

ในตารางที่เจาะจง (proper table) จะเป็นตารางกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่างที่เจาะจงใช้ในการตรวจสอบธรรมดា หรือแบบลดหย่อน หรือแบบเครื่อง ตามแผนกำหนดการสุ่มครั้งเดียว หรือ 2 ครั้ง ในแต่ละตารางจะกำหนดแผนที่จะใช้ตามค่า AQL ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และอักษรซึ่งเป็นรหัสที่ได้มาจากการรหัสจำนวนตัวอย่าง

การกำหนดระดับค่ายอมรับ (AQL) ซึ่งเป็น % ของเสียสูงสุด หรือจำนวนรอยตำหนิสูงสุด ต่อสิ่งของ 100 ชิ้น ในลotaหรือเบบทอร์ที่ผู้ซื้อจะยอมรับได้ และผู้ผลิตจะผลิตให้ได้ ตามความตกลงยินยอมซึ่งกันและกัน หรือในกรณีที่เราทราบค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนของเสีย นั่นก็คือ ค่าเฉลี่ยของเสียในกระบวนการผลิต (process average) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่แล้วมา เราจะใช้ค่าที่ได้นี้ เป็นค่า AQL

ค่า AQL นี้จะกำหนดไว้ในແກ່ແຮງຂອງແຕ່ລະຕາຮາງ (ตารางที่ 6.2-6.9) มีค่าตั้งแต่ 0.010-1,000 $AQL > 10$ ได้กำหนดมาจากการกระจายแบบบัวชอง ใช้กับกรณีของจำนวนรอยตำหนิต่อ 100 ชิ้น

ที่เราจะกล่าวถึงต่อไปนี้ จะถือว่าเกณฑ์การตรวจสอบจะเข้าอยู่กับจำนวนของเสีย เมื่อกำหนด AQL เป็น % ของเสีย นั่นก็หมายความว่า เมื่อผู้ซื้อรับบุค่า AQL ตามแผนการสุ่ม

ตัวอย่างแล้ว เมื่อเก็บตัวอย่างตามแผนที่ได้ ผู้ซื้อจะยอมรับของจากlothหรือแบบที่มี % ของเสียโดยเฉลี่ยในกระบวนการ (ในlothหรือแบบที่) นั้นไม่เกิน AQL ที่ระบุไว้

การกำหนดแผนการสุ่มตัวอย่างตามมาตรฐาน MIL-STD-105D ที่กล่าวแล้ว เป็นการเลือกแผนจากตารางมาตรฐาน เมื่อได้กำหนด AQL ไว้ล่วงหน้า แบ่งlothหรือแบบที่มีจำนวนชิ้นแน่นอนแล้ว แต่มีในบางกรณีจะมีการตกลงกันระหว่างผู้ซื้อและผู้ผลิตว่า จะใช้ AQL ระดับใด จำนวนชิ้นในตัวอย่างควรจะมีเท่าใด แล้วอาศัยผลที่ได้จากการมาตรฐานในการจัดlothหรือแบบที่ภายหลัง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 6.6

เลือกแผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียวจากตารางมาตรฐาน เมื่อต้องการใช้ตรวจสอบระดับ II AQL เป็น 4% และขนาดของloth 2,500 ชิ้น จงหาเกณฑ์การยอมรับ เมื่อตรวจสอบแบบธรรมด้า แบบเครื่ง และแบบลดหย่อนตามลำดับ

- ก. ถ้าใช้แผนการสุ่มที่กำหนดจากการตรวจสอบแบบธรรมด้าตรวจสอบlothที่มีของเสีย 8% จงหาความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนการตรวจเป็นแบบเครื่ง หลังจากที่ตรวจไป 2loth (กำหนดว่าไม่มีการปฏิเสธใน 4lothแรก)
- ข. ภายนอกการใช้แผนการการตรวจสอบแบบเครื่ง แล้วไม่ยอมรับloth ได้นำไปปรับปรุงคุณภาพใหม่ จนมีของเสียเพียง 4% จงหาความน่าจะเป็นที่จะหันกลับไปตรวจสอบแบบธรรมด้า เมื่อได้ตรวจสอบสินค้าที่ปรับปรุงแล้ว 5loth
- ค. ถ้าใช้แผนการสุ่มจากการตรวจสอบแบบลดหย่อน ไปตรวจlothที่มีของเสีย 8% จงประมาณความน่าจะเป็นที่
 - ค. 1 ยอมรับloth และยังคงตรวจสอบแบบลดหย่อน
 - ค. 2 ยอมรับloth แต่เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบธรรมด้า
 - ค. 3 ไม่ยอมรับloth

วิธีทำ

ในที่นี้ $N = 2,500$ ตรวจสอบระดับ II จากตารางรหัสจำนวนตัวอย่าง (แผลค่า N ในช่อง 1,201-3,200 คอลัมน์ 7) ได้อักษร K ต่อไปเปิดตารางแผนการสุ่มตัวอย่างครั้งเดียวตามชนิดการตรวจ

ตรวจสอบแบบธรรมด้า : $n = 125, c = 10$ (หรือ $a = 10, r = 11$)

ตรวจสอบแบบเครื่ง : $n = 125, c = 8$ (หรือ $a = 8, r = 9$)

ตรวจสอบแบบลดหย่อน : $n = 50, a = 5, r = 8$

$$\text{ก. (ยอมรับลอทที่มี } p' = 0.08) = P(X \leq 10 | np') = (125)(.08) \\ = 0.583$$

เราเปลี่ยนการตรวจสอบถ้าไม่ยอมรับลอททั้ง 2 ด้วยเหตุที่การตรวจแต่ละลอทเป็นอิสระกัน ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนเป็นการตรวจแบบเครื่อง จะเท่ากับ

$$= P(\text{ไม่ยอมรับลอททั้ง 2}) \\ = (1 - 0.583)^2 \\ = 0.17$$

ข. จากแผนการตรวจแบบเครื่อง จะเปลี่ยนเป็นตรวจแบบธรรมด้า ถ้ายอมรับติดต่อกัน 5 ลอท

$$P(\text{ยอมรับลอท}) = P(X \leq 8 | np') = (125)(.04) = 0.932 \\ P(\text{เปลี่ยนการตรวจ}) = (0.932)^5 = 0.703$$

ค. จากแผนการสุ่ม กำหนดการตรวจสอบแบบลดหย่อน

ค. 1 ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอท และยังคงตรวจแบบเดิม
 $= P(X \leq 5 | np') = (50)(.08) = 0.785$

ค. 2 ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอทแต่เปลี่ยนตรวจแบบธรรมด้า
 $P(5 < X < 8 | np') = (50)(.08)$
 $= P(X \leq 7 | np') = 4) - P(X \leq 5 | np') = 4) \\ = 0.949 - 0.785 = 0.164$

ค. 3 ความน่าจะเป็นที่จะไม่ยอมรับลอท
 $= P(X \geq 8 | np' = 4) = 1 - 0.949 = 0.051$

ตัวอย่างที่ 8.7 (Grant 429–430)

ในการเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างตรวจรับลอทที่มีขนาด 1,000 ชิ้น ตรวจสอบแบบธรรมด้า AQL = 0.65% จงหา

- ก) แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง
- ข) แผนการสุ่มตัวอย่างหลายครั้ง
- ค) จงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นตัวอย่าง (ASN) ของแผน (ก) กับ (ข) เมื่อลอทที่นำมาตรวจมีของเสีย 1%

วิธีทำ

จากตารางรหัสจำนวนตัวอย่าง เมื่อ $N = 1,000$ ไม่ได้กำหนดระดับการตรวจสอบ จึงใช้ระดับ II จะได้อัตรา J

ก. จากตารางมาตรฐาน แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ตรวจแบบธรรมด้า จะได้แผนการสุ่ม

$$n_1 = n_2 = 50, a_1 = 0, a_2 = 1, r_1 = r_2 = 2$$

ข. แผนการสุ่มตัวอย่างหลายครั้ง จะประกอบด้วยตัวอย่าง 7 ชุด แต่ละชุดมีจำนวนชิ้นตัวอย่าง 20 ชิ้น และมีจำนวนยอมรับและจำนวนปฏิเสธ ดังนี้

a	*	*	0	0	1	1	2
r	2	2	2	3	3	3	3

*แสดงว่า ไม่มีการตัดสินใจยอมรับในตัวอย่างนี้

ค. ขั้นแรกคำนวณความน่าจะเป็นของการยอมรับ และไม่ยอมรับloth จากการใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง เราจะได้

$$P_{a1} = P(X=0|np') = (50)(.01) = 0.607$$

$$P_{r1} = P(X \geq 2|np') = (50)(.01) = 1 - .910 = .090$$

$$\text{ดังนั้น ASN} = 50 + 50(1 - .607 - .090) = 65.15$$

ต่อไปคำนวณความน่าจะเป็นของการตัดสินใจจากการสุ่มแต่ละครั้ง และคำนวณค่า ASN ของแผนการสุ่มหลายครั้ง

$$np' = (20)(.01) = 0.2$$

x	0	1	2
P(X ≤ x)	0.819	0.982	0.999
P(X = x)	0.819	0.163	0.017
P(X ≥ x)	1.000	0.181	0.018

ตัวอย่างที่ j (1)	Paj (2)	Prj (3)	P _{a j} + P _{r j} (4)	$\sum_{i=1}^j n_i$ (5)	(4) (5)
1	0.000	0.018	0.018	20	0.36
2	0.000	0.045	0.045	40	1.80
3	0.549	0.060	0.609	60	36.54
4	0.000	0.006	0.006	80	0.48
5	0.220	0.015	0.235	100	23.50
6	0.000	0.016	0.016	120	1.92
7	0.058	0.013	0.071	140	9.94

$$\text{ดังนั้น ASN} = 0.36 + 1.80 + 36.54 + 0.48 + 23.50 + 1.92 + 9.94$$

$$= 74.54$$

จะเห็นว่า ภายใต้ค่า AQL = 0.65% และของเสียในloth เป็น 1% ค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นตัวอย่างของแผนการสุ่มหลายครั้ง มากกว่าของแผนการสุ่ม 2 ครั้ง

Sample size code letters—MIL-STD-105D (ABC Standard)

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

Master table for normal inspection (single sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard)

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	1,000
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																										
B	3																										
C	5																										
D	8																										
E	13																										
F	20																										
G	32																										
H	50																										
J	80																										
K	125																										
L	200																										
M	315																										
N	500																										
P	800																										
Q	1,250	0	1																								
R	2,000																										

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

↑ = use first sampling plan above arrow.

Ac = acceptance number.

Re = rejection number.

Master table for tightened inspection (single sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard)

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	1,000	
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																											
B	3																											
C	5																											
D	8																											
E	13																											
F	20																											
G	32																											
H	50																											
I	80																											
J																												
K	125																											
L	200																											
M	315																											
N	500																											
P	800																											
Q	1,250																											
R	2,000	0	1																									
S	3,150																											

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

↑ = use first sampling plan above arrow.

Ac = acceptance number.

R_e = rejection number.

Master table for reduced inspection (single sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard)

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	16	25	40	65	100	150	250	400	650	1,000	
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																											
B	2																											
C	2																											
D	3																											
E	5																											
F	8																											
G	13																											
H	20																											
J	32																											
K	50																											
L	80																											
M	125																											
N	200																											
P	315																											
Q	500	0	1																									
R	800	1																										

↓ = use first sampling plan below arrow.

↑ = 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.

Master table for normal inspection (double sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard)

Sample size code letter	Sample size	Cumulative sample size	Acceptable quality levels (normal inspection)																					
			0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	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
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
A																								
B	First	2																						
	Second	2	4																					
C	First	3																						
	Second	3	6																					
D	First	5																						
	Second	5	10																					
E	First	8																						
	Second	8	16																					
F	First	13																						
	Second	13	26																					
G	First	20																						
	Second	20	40																					
H	First	32																						
	Second	32	64																					
I	First	50																						
	Second	50	100																					
K	First	80																						
	Second	80	160																					
L	First	125																						
	Second	125	250																					
M	First	200																						
	Second	200	400																					
N	First	315																						
	Second	315	630																					
P	First	500																						
	Second	500	1,000																					
Q	First	800																						
	Second	800	1,600																					
R	First	1,250																						
	Second	1,250	2,500																					

↓ use first sampling plan below arrow. If sample sizes equals or exceeds lot or batch size, do 100% inspection.

↑

↓

Ac

Re

acceptance number.

rejection number.

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

Master table for tightened inspection (doubling sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard)

Sample size code letter	Sample size	Cumulative sample size	Acceptance 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	1,000	
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																											
	Second	2	4																										
C	First	3																											
	Second	3	6																										
D	First	5																											
	Second	5	10																										
E	First	8																											
	Second	8	16																										
F	First	13																											
	Second	13	26																										
G	First	20																											
	Second	20	40																										
H	First	32																											
	Second	32	64																										
I	First	50																											
	Second	50	100																										
K	First	80																											
	Second	90	160																										
L	First	125																											
	Second	125	250																										
M	First	200																											
	Second	200	400																										
N	First	315																											
	Second	315	630																										
P	First	500																											
	Second	500	1,000																										
Q	First	800																											
	Second	800	1,600																										
R	First	1,250																											
	Second	1,250	2,500																										
S	First	2,000																											
	Second	2,000	4,000																										

↓ = use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100% 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).

Master table for reduced inspection (double sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard)

Sample size code letter	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	1,000
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																												
C																												
D	First	2	2																									
	Second	2	4																									
E	First	3	3																									
	Second	3	6																									
F	First	5	5																									
	Second	5	10																									
G	First	8	8																									
	Second	8	16																									
H	First	13	13																									
	Second	13	26																									
J	First	20	20																									
	Second	20	40																									
K	First	32	32																									
	Second	32	64																									
L	First	50	50																									
	Second	50	100																									
M	First	80	80																									
	Second	80	160																									
N	First	125	125																									
	Second	125	250																									
P	First	200	200																									
	Second	200	400																									
Q	First	315	315																									
	Second	315	630																									
R	First	500	500																									
	Second	1,000	1,500																									

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

↑ = use first sampling plan above arrow.

Ac = acceptance number.

Re = rejection number.

[†]If, after the second sample, the acceptance number has been exceeded but the rejection number has not been reached, accept the lot but reinspect normal inspection.

[‡]Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use double sampling plan below, when available.)

Master table for normal inspection (multiple sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard)

		Acceptable quality levels (normal inspection)																											
		Cumulative sample size																											
Sample size code letter	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	1,000		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
D	First	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	
Second	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	
Third	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	
Fourth	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	
Fifth	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	
Sixth	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	
Seventh	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	
First	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	
Second	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	
Third	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	
Fourth	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	
Fifth	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	
Sixth	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	
Seventh	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	
First	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	
Second	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	
Third	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	
Fourth	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	
Fifth	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	
Sixth	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	
Seventh	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	
First	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	
Second	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	
Third	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	
Fourth	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	
Fifth	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	
Sixth	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	
Seventh	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	
First	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69
Second	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71
Third	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73
Fourth	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
Fifth	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77
Sixth	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79
Seventh	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81
First	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69
Second	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71
Third	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73
Fourth	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75
Fifth	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77
Sixth	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79
Seventh	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	77	79	81

↓ = use first sampling plan below arrow (refer to continuation of table on following page, when necessary). ↑ = use first sampling plan above arrow.

↓ = use first acceptance number.

↑ = use acceptance number.

↓ = reject lot number.

↑ = use corresponding single sampling plan (or alternatively, use multiple sampling plan below, where available).

↓ = use multiple sampling plan below, where available.

↑ = use multiple sampling plan above, where available.

↓ = acceptance not permitted at this sample size.

↑ = acceptance not permitted at this sample size.

Master table for normal inspection (multiple sampling)—MIL-STD-105D (ABC Standard). (Continued)

Sample size letter	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	1,000	
K	First 32	72																										
	Second 32	64																										
	Third 32	128																										
	Fifth 32	160																										
	Sixth 32	192																										
	Seventh 32	224																										
	First 96	192																										
L	Second 96	160																										
	Third 96	150																										
	Fifth 96	200																										
	Sixth 96	200																										
	Seventh 96	310																										
	First 80	80																										
	Second 80	120																										
M	Third 80	120																										
	Fifth 80	120																										
	Sixth 80	120																										
	Seventh 80	120																										
	First 60	60																										
	Second 60	90																										
	Third 60	120																										
N	Fifth 60	120																										
	Sixth 60	120																										
	Seventh 60	120																										
	First 120	120																										
	Second 120	120																										
	Third 120	120																										
	Fifth 120	120																										
P	Sixth 120	120																										
	Seventh 120	120																										
	First 200	200																										
	Second 200	200																										
	Third 200	200																										
	Fifth 200	200																										
	Sixth 200	200																										
Q	Seventh 200	200																										
	First 315	315																										
	Second 315	315																										
	Third 315	315																										
	Fifth 315	315																										
	Sixth 315	315																										
	Seventh 315	315																										
R	First 500	500																										
	Second 500	500																										
	Third 500	500																										
	Fifth 500	500																										
	Sixth 500	500																										
	Seventh 500	500																										
	First 1,000	1,000																										

↑ use first sampling plan above arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100% inspection.

→ no inspection number.

↔ relative number.

↑ Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use multiple plan below, where applicable).

↓ Acceptance not permitted at this sample size.

Master table for tightened inspection (multiple sampling) — MIL-STD-105D (ABC Standard)

		Acceptable quality levels (tightened inspection)																										
Sample size code letter	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	1,000
A			Ac-Re																									
B																												
C																												
D	First Second Third Fourth Fifth Sixth Seventh	2 3 4 5 6 7 8																										
E	First Second Third Fourth Fifth Sixth Seventh	2 3 4 5 6 7 8																										
F	First Second Third Fourth Fifth Sixth Seventh	2 3 4 5 6 7 8																										
G	First Second Third Fourth Fifth Sixth Seventh	2 3 4 5 6 7 8																										
H	First Second Third Fourth Fifth Sixth Seventh	2 3 4 5 6 7 8																										
I	First Second Third Fourth Fifth Sixth Seventh	2 3 4 5 6 7 8																										
J	First Second Third Fourth Fifth Sixth Seventh	20 30 40 50 60 70 80																										
		100 120 140																										

♦ Use first sampling plan above arrow (refer to continuation of Table on following page, when necessary). If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 % inspection.

↑ Use first sampling plan below arrow.

= Acceptance number.

Re = rejection number.

* Use corresponding single sampling plan (or alternatively, use multiple sampling plan below, where available).

† Use corresponding double sampling plan (or alternatively, use multiple sampling plan below, where available).

‡ Acceptance not permitted at this sample size.

แบบฝึกหัด

1. แผนสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว ใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 15 จำนวนยอมรับเป็น 1 จงคำนวณความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอทมีอัตราของเสียเป็น 2%, 6%, 19% และ 20% ตามลำดับ
 - 1.1 ลอทมีขนาด 50 ชิ้น ($1.000, 0.789, 0.524, 0.121$)
 - 1.2 ถือว่าลอทมีขนาดโตมาก จึงประมาณค่าด้วยการแจกแจงแบบพัชอง ($0.963, 0.772, 0.558, 0.199$)
2. แผนสุ่มตัวอย่างครั้งเดียวมีขนาดตัวอย่าง 110 และจำนวนยอมรับ 3 ถูกนำมาใช้ในการตรวจรับลอทสินค้าที่มีขนาดโตมาก จงประมาณความน่าจะเป็นในการยอมรับลอทและเขียนเส้นโค้ง OC ในเมื่อ % ของเสียในลอทเป็น 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% และ 8%

จากเส้นโค้ง OC จงประมาณค่า % ของเสียในลอท เมื่อโอกาสของการยอมรับลอทนี้เป็น 0.95, 0.50 และ 0.10 ตามลำดับ ($1.2\%, 3.3\%, 6.1\%$)
3. ตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย กำหนดว่าเก็บตัวอย่างมา 125 ชิ้น เมื่อตรวจแล้วจะต้องมีของเสียไม่เกิน 6 ชิ้น ผู้ซื้อจึงจะตกลงยอมรับลอทนั้น จงหา
 - 3.1 ความเสี่ยงของผู้ขาย ถ้า % ของเสียลอทสินค้านั้นเป็น 4%
 - 3.2 ความเสี่ยงของผู้ซื้อ ถ้าของเสียลอทสินค้านั้นเป็น 8%
4. จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการตรวจรับของ ที่มีความเสี่ยงของผู้ผลิตในการที่ลอทของเสีย 0.5% จะถูกคัดออก เท่ากับ 0.10 กำหนดว่า จำนวนยอมรับเป็น 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากแผนสุ่มตัวอย่างแต่ละแผน จงหา % ของเสียในลอทที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงของผู้บริโภคเป็น $0.05 (106, 4.5\%; 220, 2.9\%; 349, 2.2\%)$
5. การใช้แผนสุ่มตัวอย่างที่ต้องการให้มีความเสี่ยงของผู้บริโภคเป็น 0.01 ในการที่จะยอมรับลอทของเสีย 1.2% จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่จะใช้ โดยแผนที่ได้จะมีจำนวนยอมรับเป็น 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และจากแต่ละแผน จงหา % ของเสียในลอท ที่จะทำให้เกิดความเสี่ยงของผู้ผลิตเป็น $0.01 (553, 0.027\%; 700, 0.062\%; 837, 0.098\%)$
6. จงหาแผนสุ่มตัวอย่าง ที่มี ความเสี่ยงของผู้ผลิต ในการที่ลอทของเสีย 1% ถูกคัดออก เป็น 0.05 และความเสี่ยงของผู้บริโภค ในการที่จะยอมรับลอทของเสีย 3% เท่ากับ $0.10 (398, 7)$
7. ในการใช้แผนสุ่มตัวอย่างตรวจรับลอทสินค้า ผู้บริโภคต้องการแผนที่จะยอมรับลอทของเสีย 5% เพียง 12.5% ของจำนวนที่ตรวจ เข้าคาดหวังว่าผู้ผลิตจะผลิตสินค้าที่มีของเสียไม่เกินไปกว่า 1% และหากผู้ผลิตผลิตได้ดังกล่าว เขาก็ต้องแผนสุ่มตัวอย่างที่ใช้นี้

จะทำให้เขายอมรับลอตสินค้านี้อย่างน้อยที่สุด 92% ของจำนวนที่ตรวจ จงหาแผนสุ่มตัวอย่างนี้ (100, 2)

8. การใช้แผนสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งมีดังต่อไปนี้

ก. เก็บตัวอย่างจากลอทที่มีอยู่ 2 ชิ้นมา 2 ชิ้น ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าดีทั้ง 2 ชิ้น เราจะยอมรับลอทนั้น แต่ถ้าเสียทั้ง 2 ชิ้นเราจะไม่ยอมรับลอทนั้น หากพบว่าดี 1 ชิ้น และเสีย 1 ชิ้น ให้เก็บตัวอย่างจากลอทดิบเพิ่มเติมอีก 1 ชิ้น

ข. ถ้าตรวจสอบพบว่าชิ้นที่เก็บมาใหม่นี้ดี เราจะยอมรับลอท นอกนั้นไม่ยอมรับ ถ้าลอทนี้มีของเสีย 25% จงคำนวณความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอท (0.86)

9. ในการตรวจรับลอตสินค้าที่มีของเสีย 4.0% ได้ใช้วิธีการดังต่อไปนี้

ก. เก็บตัวอย่างจากลอทมา 25 ชิ้น ตรวจสอบคุณภาพของแต่ละชิ้น หากไม่มีของเสีย หรือมีเสียเพียง 1 ชิ้น จะยอมรับลอท แต่ถ้าหากตรวจสอบของเสียเกินกว่า 3 ชิ้น จะไม่ยอมรับลอท และถ้าตรวจสอบของเสีย 2 ชิ้นหรือ 3 ชิ้น จะเก็บตัวอย่างจากลอทนี้มาอีก 50 ชิ้น

ข. จะยอมรับลอทถ้าตรวจสอบของเสียจากตัวอย่างสุ่มทั้งสองครั้ง รวมกันเป็น 2 ชิ้น หรือเป็น 3 ชิ้น นอกเหนือจากนี้จะไม่ยอมรับลอท

จงประมาณความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอทนี้ ถือว่าขนาดของลอทโตมากเมื่อเทียบกับขนาดตัวอย่าง (0.819)

10. จงอธิบายวิธีใช้แผนสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้งที่มี $n_1 = 150$, $n_2 = 300$, $a_1 = 1$, $a_2 = 4$, $r_1 = r_2 = 5$ เมื่อนำแผนสุ่มตัวอย่างนี้ตรวจรับลอตสินค้าที่มีของเสีย 2% จงประมาณค่าความน่าจะเป็นที่จะ

10.1 ไม่ยอมรับลอทจากการผลการเก็บตัวอย่างครั้งแรก

10.2 สุ่มตัวอย่างที่ 2

10.3 ยอมรับลอท

11. จงหาสมการของเส้นตรงยอมรับ และของเส้นตรงไม่ยอมรับ ในแผนสุ่มตัวอย่างเรียงลำดับชิ้นต่อชิ้นที่มี $p_{0.90} = 0.05$ และ $p_{0.20} = 0.15$

$$(X_1 = 0.092 n - 1.243, X_2 = 0.092 n + 1.719)$$

12. จงหาแผนสุ่มตัวอย่างเรียงลำดับชิ้นต่อชิ้น ที่จะใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

$$H_O : P = p_1 = 0.10$$

$$H_a : P = p_2 = 0.20$$

ที่ระดับนัยสำคัญ 1% และต้องการปฏิเสธ H_O เมื่อ H_a เป็นจริง ด้วยความน่าจะเป็น .95 (เส้นยอมรับ : $X = 0.145n - 3.68$ และเส้นไม่ยอมรับ : $X = 0.145n - 5.61$)

13. จงเขียนแผนภูมิของการสุ่มตัวอย่างแบบเรียงลำดับ ที่มี $p_1=0.02$, $p_2=0.08$, $\alpha=0.05$ และ $\beta=0.10$

ผู้ตรวจสอบใช้แผนนี้ในการตรวจรับชิ้นส่วน จากผลการตรวจสอบ 40 ชิ้นแรก ไม่มีชิ้นส่วนใดเสีย งพิจารณาว่า เข้าครวจยอมรับลอทชิ้นส่วนนี้ ก่อนที่ตรวจถึงชิ้นที่ 40 หรือไม่ หรือว่าจะต้องเก็บตัวอย่างมาตรวจต่อไปจนกว่าจะตัดสินใจได้ ถ้าผลการตรวจสอบพบว่าชิ้นส่วนที่เสียคือ ชิ้นส่วนที่ 10, 18 และชิ้นส่วนที่ 23 เข้าครวจตัดสินใจปฏิเสธลอทนี้หรือไม่

14. กำหนดแผนสุ่มตัวอย่างหลายครั้ง ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ i	จำนวนชิ้น ในตัวอย่าง	ผลรวมของ จำนวนชิ้นตัวอย่าง	จำนวนยอมรับ ac	จำนวนไม่ยอมรับ rc
1	5	5	*	2
2	5	10	0	2
3	5	15	0	3
4	5	20	1	3
5	5	25	2	3

ใช้แผนสุ่มตัวอย่างนี้ตรวจรับลอทของเสีย 10% จงประมาณค่า

14.1 ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอท (0.586)

14.2 จำนวนชิ้นตัวอย่างโดยเฉลี่ย

ถือว่าลอทมีขนาดโตมาก

15. แผนสุ่มตัวอย่างหลายครั้งประกอบด้วยตัวอย่าง 7 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างมีขนาด 40 ชิ้น จำนวนยอมรับและจำนวนไม่ยอมรับของแต่ละตัวอย่าง กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7
จำนวนยอมรับ	*	*	0	0	1	2	4
จำนวนไม่ยอมรับ	2	2	2	3	3	4	5

ใช้แผนนี้ในการตรวจรับลอทของเสีย 1.0% จงประมาณค่าความน่าจะเป็นที่จะ

15.1 ไม่ยอมรับลอท จากผลการตรวจ 2 ตัวอย่างแรก

15.2 ต้องสุ่มตัวอย่างที่ 4 และความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอท ภายหลังการตรวจตัวอย่างนี้

15.3 ต้องสุ่มตัวอย่างที่ 7

15.4 ยอมรับลอท (0.582)

16. ผู้ขายได้จัดส่งสินค้าให้ผู้ซื้อ โดยจัดเป็นล็อท ๆ ละ 2,000 ชิ้น ซึ่งต้องตรวจสอบตาม มาตรฐาน MIL-STD-150D ระดับ S-4, AQL = 4%
- 16.1 จงหาแพนสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว ถ้าตรวจสอบแบบธรรมดा แบบลดหย่อน และ แบบเครื่อง
- 16.2 จงหาแพนสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ถ้าตรวจสอบแบบธรรมดा แบบลดหย่อน และแบบ เครื่อง
- 16.3 จงหาแพนสุ่มตัวอย่าง hely ถ้าตรวจสอบแบบธรรมด่า แบบลดหย่อน และแบบ แบบเครื่อง
17. ก่อนการส่งสินค้าให้ตัวแทนจำหน่าย ผู้ผลิตได้ตรวจสอบคุณภาพสินค้าซึ่งจัดเป็นล็อท ล็อทละ 5,000 ชิ้น โดยใช้แพนสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว ตรวจสอบระดับ I ใช้ AQL = 1.5%
- 17.1 จงหาแพนสุ่มตัวอย่าง ถ้าตรวจสอบแบบหย่อน จะประมาณค่าความน่าจะเป็นที่
- 17.1.1 ล็อทถูกยอมรับ และยังคงตรวจแบบเดิม
- 17.1.2 ล็อทถูกยอมรับ แต่เปลี่ยนการตรวจเป็นแบบธรรมดា
- 17.1.3 ไม่ยอมรับล็อท เมื่อถูกยอมรับล็อท 5%
- 17.2 จงหาแพนสุ่มตัวอย่าง ถ้าตรวจสอบแบบธรรมดា และจะประมาณค่าความน่าจะ เป็นที่จะยอมรับล็อทของเสีย 5% จะประมาณความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนการตรวจ สอบเป็นแบบเครื่อง ภายหลังการตรวจล็อทสินค้าดังกล่าว 2 ล็อท ถือว่าการตรวจ สอบก่อนหน้านี้ 4 ล็อท ไม่มีล็อทใดถูกคัดออก
- 17.3 จงหาแพนสุ่มตัวอย่าง ถ้าตรวจสอบแบบธรรมดា และจะประมาณค่าความน่าจะเป็น ที่จะไม่ยอมรับล็อทของเสีย 5% ภายหลังการคัดออก ผู้ผลิตได้ปรับปรุงสินค้าจน กลายเป็นล็อทสินค้าที่มีของเสีย 3% จะประมาณความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนการ ตรวจสอบเป็นแบบธรรมดា ภายหลังการตรวจสอบล็อทที่ปรับปรุงคุณภาพแล้วนี้ 5 ล็อท
18. จงหาแพนสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ที่จะใช้ในการตรวจสอบสินค้าที่จัดเป็นล็อท ล็อทละ 750 ชิ้น ซึ่งต้องตรวจสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-105D ระดับ II ใช้ AQL = 1% ตรวจสอบ แบบลดหย่อน ถ้าล็อทสินค้ามีของเสีย 2% จะประมาณค่าของความน่าจะเป็นที่จะ
- 18.1 ยอมรับล็อท และยังคงตรวจสอบแบบลดหย่อน (0.670)
- 18.2 ยอมรับล็อท แต่เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบธรรมดា (0.3165)
- 18.3 ไม่ยอมรับล็อท

19. จงหาแผนสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ใช้ในการตรวจสอบสินค้าที่จัดเป็นล็อต ล็อตละ 400 ชิ้น ตรวจสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-105D ระดับ III ใช้ AQL=1.0% จากแผนสุ่มตัวอย่างที่ได้ จงหาจำนวนชิ้นตัวอย่างโดยเฉลี่ย ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการเป็น 0.5, 3 และ 6% ตามลำดับ หากจำนวนชิ้นตัวอย่างโดยเฉลี่ยแต่ละค่า ในเทอมของ % ของขนาดตัวอย่าง เมื่อเราเปลี่ยนแผนสุ่มตัวอย่าง เป็นแผนสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว
(คำตอบ 61, 79, 69, 76.25%, 98.75%, 86.25%)
20. จงหาแผนสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ใช้ในการตรวจสอบสินค้าที่จัดเป็นล็อต ล็อตละ 1,500 ชิ้น ตามมาตรฐาน MIL-STD-105D ระดับ III ใช้ AQL=0.65%
- 20.1 ตรวจสอบแบบธรรมดា
- 20.2 ตรวจสอบแบบเคร่ง
ในแต่ละแผนที่ได้ จงคำนวณความน่าจะเป็นที่จะยอมรับล็อต ถ้าค่าเฉลี่ยกระบวนการเป็น 4%
21. นำสินค้าจากกระบวนการที่มีค่าเฉลี่ยกระบวนการ 3% มาจัดเป็นล็อต ล็อตละ 800 ชิ้น จงหาแผนสุ่มตัวอย่าง ใช้ในการตรวจสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-105D ใช้ AQL=0.65% ตรวจสอบแบบธรรมดា
- 21.1 แผนสุ่มตัวอย่างครั้งเดียว
- 21.2 แผนสุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง
- 21.3 แผนสุ่มตัวอย่างหลายครั้ง
จงเปรียบเทียบจำนวนชิ้นตัวอย่างโดยเฉลี่ย ของแต่ละแผน