บทที่ 7
การสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ

ค่าของคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ วัดค่าได้เป็นเชิงปริมาณ เป็นค่าตัวเลขมากกว่าที่จะแยกแยะคุณสมบัติว่าเป็นของเสียหรือของดี ในแผนตัวอย่างของการตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณนั้น คุณภาพของลอตที่ตรวจสอบ จะตัดสินใจโดยใช้ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มได้และขอบเขตที่กำหนด หรือ ขอบเขตของการยอมรับ

ในทางปฏิบัติ การสุ่มตัวอย่างที่จะนำไปใช้ จะยึดถือหลักการของการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงคุณภาพ เพราะแผนตัวอย่างสามารถนำไปใช้งานได้ง่าย ไม่สลับซับซ้อน และยังเกิดความผิดพลาดในการใช้งาน น้อยกว่าแผนตัวอย่างเชิงปริมาณ และทั้งยังง่ายต่อการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าว่า ผ่านหรือไม่ผ่าน ในขณะที่แผนตัวอย่างเชิงปริมาณต้องวัดค่าที่แท้จริงของคุณสมบัติ อาจจะเป็นน้ำหนัก อุณหภูมิ ค่าความต้านทาน เป็นต้น ดังนั้น แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ จึงมีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

สำหรับข้อดีของ แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินคาเชิงปริมาณ คือ

1. รายละเอียดหรือข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของสินค้าที่ต้องการศึกษาจะมีมากกว่า และยังใช้ขนาดตัวอย่างที่เล็กกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ หมายความว่าที่ระดับเกณฑ์การป้องกันแบบเดียวกัน แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ จะใช้ขนาดตัวอย่างที่เล็กกว่าแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ ทั้งยังสามารถให้ระดับการป้องกันคุณภาพของสินค้าได้ดีกว่า สูงกว่าแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ ที่ใช้ขนาดตัวอย่างเดียวกัน

2. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ จะให้รายละเอียดข้อมูลในเรื่องคุณสมบัติของสินค้าที่ต้องการศึกษาได้ดีกว่าและปริมาณมากกว่า จึงเป็นผลดีในการนำรายละเอียดเหล่านี้ไปปรับปรุงแก้ไขคุณภาพของสินค้าได้ดีขึ้น

3. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ยังให้คุณภาพของสินค้าที่มีคุณสมบัติที่เหมือนๆ กันภายหลังการปรับปรุงแล้ว ผู้ซื้อก็จะเกิดความเชื่อถือในคุณภาพของสินค้าที่ได้รับไป

สำหรับข้อเสียของแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ คือ

1. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลของแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ สามารถทำได้ง่ายกว่าค่าใช้จ่ายและเวลาที่ใช้ ในการดำเนินงานทั้งหมดทั้งการสุ่มตัวอย่าง การตรวจสอบคุณภาพของสินค้า น้อยกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ

2. โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบ ของแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพจะน้อยกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ

3. ในขณะที่ แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ สามารถกำหนดกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขของการยอมรับลอต เพียงแบบเดียวก็ใช้ตรวจสอบสินค้าในลอตได้ทุกชิ้น แต่กฎเกณฑ์ของการยอมรับลอตในการตรวจสอบของแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ต้องแยกคนละกฎเกณฑ์ของแต่ละคุณภาพของลอต หรือนั่นก็คือ ถ้าต้องการตรวจสอบคุณลักษณะหลายๆ อย่างของสินค้า ก็สามารถใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ จะให้ผลการตรวจสอบที่ดีและแน่นอนกว่า และขนาดตัวอย่างที่น้อยกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ

4. การนำแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณมาใช้ต้องอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า ค่าของคุณสมบัติเป็นค่าต่อเนื่องและต้องมีการแจกแจงแบบปกติ

ในการเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณตามสถานการณ์ที่สามารถนำไปใช้ในแต่ละแผน การเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ หรือคุณสมบัติที่จะตรวจสอบ ต้องอยู่ภายใต้การตัดสินใจว่าจะนำแผนการสุ่มตัวอย่างชนิดใดมาใช้ ถ้าวิเคาะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณมีค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่อหน่วยตัวอย่างสูง ดังนั้นเราจึงควรสุ่มตัวอย่างขนาดที่เล็กกว่า ซึ่งค่าใช้จ่ายเหล่านี้ จะเป็นตัวชี้ให้เห็นว่า แผนตัวอย่างชนิดใดให้ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่สูงกว่า เช่น สินค้ามีการถูกทำลายเมื่อทำการทดสอบ กระบวนการตรวจสอบนี้จึงควรใช้ขนาดตัวอย่างที่เล็กกว่าของแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ เพราะจะเสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่น้อยกว่า ดังนั้น แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ สามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ ต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไข ดังนี้

1. คุณลักษณะที่สำคัญๆ ของสินค้า หรือ คุณสมบัติของสินค้าที่ซ่อนอยู่ ควรมีการเปลี่ยนคุณลักษณะเหล่านั้น เป็นค่าตัวเลข ซึ่งสามารถนำไปคำนวณได้ง่าย

2. การตรวจสอบคุณภาพของสินค้าที่ทำการทดสอบแล้วเกิดการทำลาย ใช้การไม่ได้ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบต่อหน่วยสูง จึงต้องใช้ขนาดตัวอย่างที่เล็ก

3. การตรวจสอบคุณภาพของสินค้า จะให้รายละเอียดหรือข้อมูลไม่เพียงพอเกี่ยวกับขอบเขตที่เกิดความผันแปร และสาเหตุที่ทำให้ได้คุณภาพของสินค้าเลว

4. ค่าของคุณสมบัติ หรือค่าที่วัดได้ในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ จะมีการแจกแจงแบบปกติ หรือ สมมติให้มีการแจกแจงแบบปกติ

1. การประมาณค่าผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดด้วยการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จากแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณมีการแจกแจงแบบปกติ

ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ($\bar{X}'$) กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ (σ') เมื่อทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ ทำให้ตัดสินใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่จะตรวจสอบคุณภาพ เป็นผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดหรือไม่ โดยกำหนดค่าสูงสุดของผลิตภัณฑ์เท่ากับ U ถ้าสินค้าชิ้นใดมีค่า มากกว่า U จะถือว่า ผลิตภัณฑ์นั้นชำรุด ตัวอย่างเช่น ในการผลิตลวดทองแดง โดยวัดความต้านทานเฉลี่ยได้ 86.5 โอห์มต่อไมล์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.0 โอห์มต่อไมล์ กำหนดขอบเขตของลวดทองแดงให้มีความต้านทานได้ไม่เกิน 91 โอห์มต่อไมล์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$z = \frac{U - \bar{X}'}{\sigma'} = \frac{91 - 86.5}{2} = 4.5/2 = 2.25$$

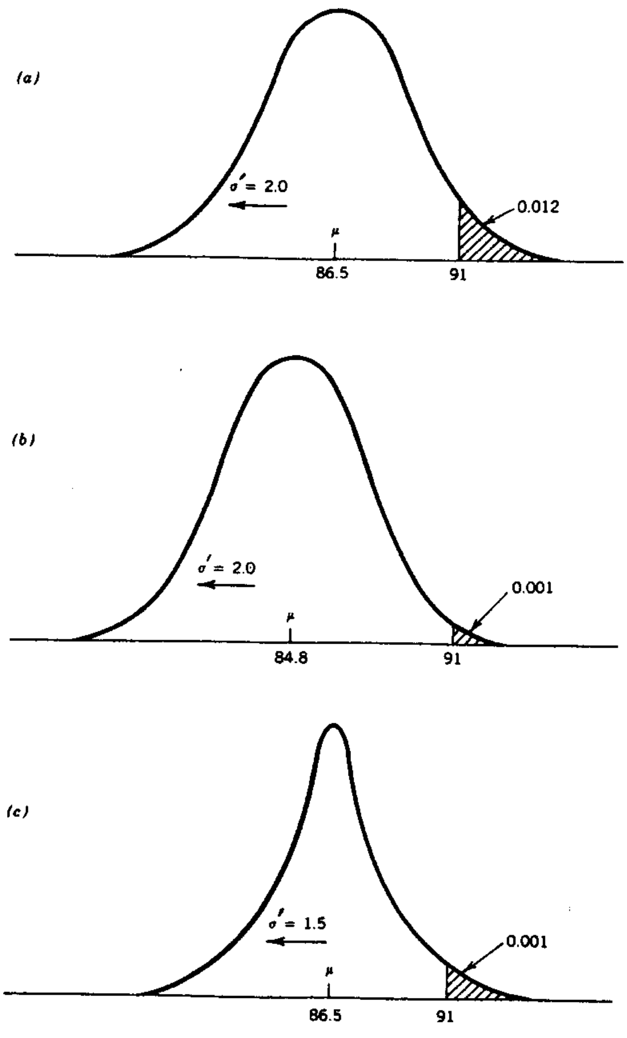
เมื่อค่าผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดมีการแจกแจงแบบปกติ พื้นที่ที่อยู่เหนือจุด z = 2.25 มีอยู่ประมาณ 0.012 หรือ มีเปอร์เซนต์ที่อยู่เหนือจุด z = 2.25 อยู่ 1.2% ถ้าลวดทองแดง 12 เส้นจากกระบวนการผลิต จำนวน 1,000 เส้น เป็นค่าที่ยอมรับได้ หรือมีลวดทองแดงที่ไม่ได้มาตรฐานเท่ากับ 12 เส้น ในการผลิต 1,000 เส้น แล้วเป็นจำนวนที่พอใจของโรงงาน กระบวนการผลิตนี้ ก็สามารถใช้ต่อไปได้ แต่ถ้าเราตัดสินใจว่า ต้องการคุณภาพของลวดทองแดง ดีกว่า 12 เส้นใน 1,000 เส้น ที่มีค่าความต้านทานสูงกว่า 91 โอห์มต่อไมล์ เราอาจจะเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยังเท่าเดิม สามารถหาค่า $\bar{X}'$ ได้ โดยต้องกำหนดว่า ลวดที่มีความต้านทานสูงกว่า 91 โอห์มต่อไมล์ จะต้องมีเปอร์เซนต์ของลวดที่ไม่ได้มาตรฐานอยู่จำนวนไม่เกิน 0.1% นั่นคือ พื้นที่ที่อยู่เหนือจุด z = 3.1 มีค่าเท่ากับ 0.001 สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$z = \frac{U - \bar{X}'}{\sigma'} \text{ ได้ } 3.1 = \frac{91 - \bar{X}'}{2} \quad \therefore\ \bar{X}' = 84.8$$

หรือถ้าต้องการเปลี่ยนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ แต่ค่าเฉลี่ยยังคงเดิม โดยมีเปอร์เซนต์ของลวดที่ไม่ได้มาตรฐานอยู่ไม่เกิน 0.1% คำนวณได้ดังนี้

$$z = \frac{U - \overline{\overline{X}}'}{\sigma'} \text{ ได้ } 3.1 = \frac{91 - 86.5}{2} \quad \therefore \sigma' = 1.5$$

รูปที่ 7.1 แสดงสัดส่วนของลวดที่ไม่ได้มาตรฐาน กรณีกำหนดเกณฑ์สูงสุดของผลิตภัณฑ์

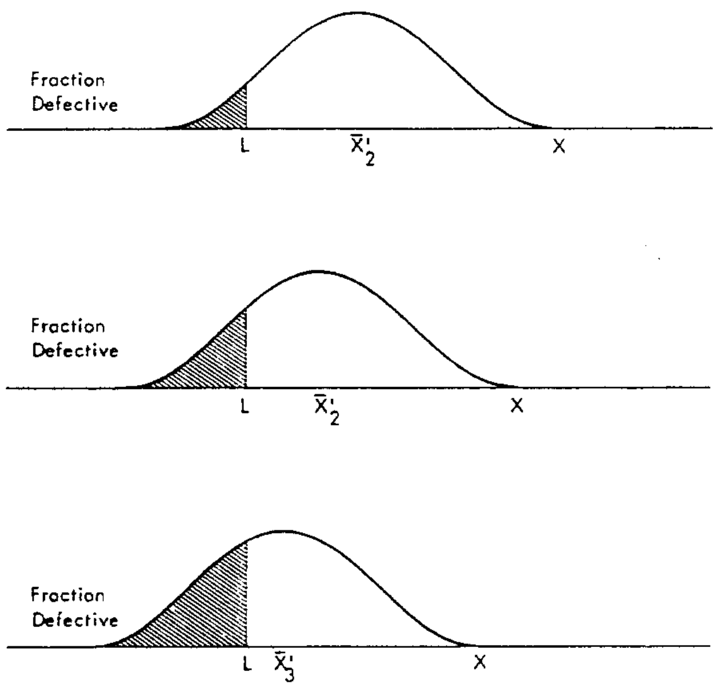


Example of a Variables Inspection Situation

จากตัวอย่าง จะได้ว่า ถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการมีค่าคงที่ เปอร์เซนต์ของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน จะขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ยิ่งค่า $\overline{X}'$ เข้าใกล้ U มากเท่าใด เปอร์เซนต์ของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ยิ่งมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย ในทำนองเดียวกัน ถ้ากำหนดเกณฑ์ต่ำที่สุดของกระบวนการเป็น L และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการมีค่าคงที่ ถ้าค่าฉลี่ยของกระบวนการ มีค่ามากกว่า L ยิ่ง $\overline{X}'$ มีค่าเข้าใกล้ L มากเท่าใด เปอร์เซนต์ที่ชำรุดหรือไม่ได้มาตรฐาน ยิ่งมีค่ามากขึ้นด้วย แต่ถ้าค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ' มีค่าไม่คงที่ เปอร์เซนต์ของผลิตภัณฑ์ที่ชำรุด จะขึ้นอยู่กับค่า σ' ในกรณีที่ $\overline{X}'$ คงที่ คือ $\overline{X}'$ ของกระบวนการผลิต หรือลอต 2 กลุ่ม มีค่าเท่ากัน แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน กระบวนการที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มากกว่า จะมีเปอร์เซนต์ของผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดมากกว่า ดังรูปโดยพื้นที่ ส่วนที่แรเงา คือ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ชำรุด

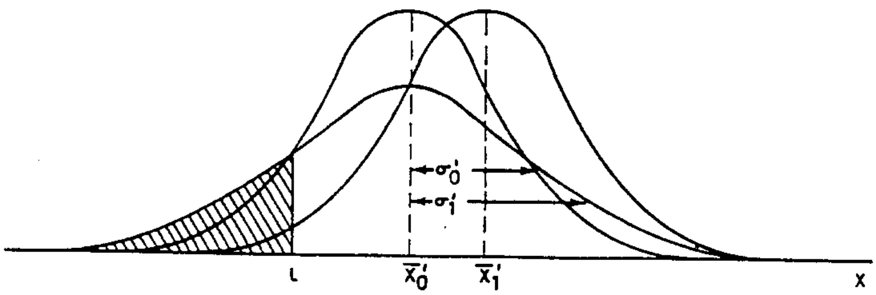
รูป 7.2 แสดงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ชำรุด กรณีกำหนดเกณฑ์ต่ำสุดของผลิตภัณฑ์

Illustrations of the Relationship between the Mean ($\bar{X}'$) of a Process or Lot and the Fraction Defective (p'), with the Standard Deviation Assumed Constant



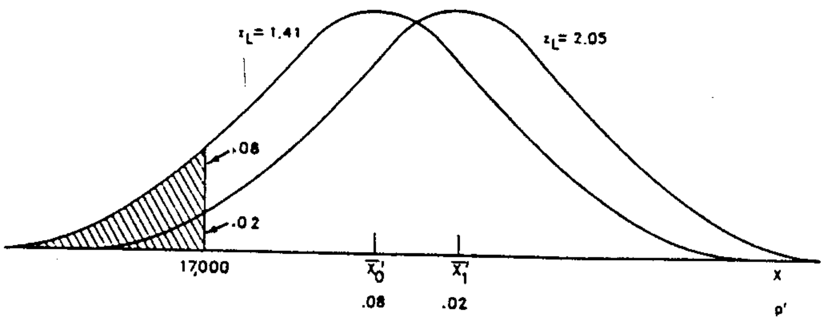
รูปที่ 7.3 แสดงสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ชำรุด ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยของกระบวนการและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Illustration of How the Fraction Defective Varies with the Mean and Standard Deviation of the Distribution of a Quality Characteristic



รูปที่ 7.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง z_L กับ สัดส่วนชำรุด

Illustration of a Relationship between z_L and the Fraction Defective



ในการคำนวณหาเปอร์เซนต์ของสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือผลิตภัณฑ์ชำรุด ประมาณค่าจากตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และถ้าทราบค่าเปอร์เซนต์ของผลิตภัณฑ์ชำรุด ก็สามารถหาค่า z_U หรือ z_L ได้ดังนี้

เมื่อค่าของ $z_U = \dfrac{U - \overline{X}'}{\sigma'}$ หรือ $z_L = \dfrac{\overline{X}' - L}{\sigma'}$

สัดส่วนของสินค้าชำรุด	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.02	0.01
z_U หรือ z_L	0.6745	0.8416	1.0364	1.2816	1.6449	2.0537	2.3263

เมื่อเปอร์เซนต์ของชำรุดในลอต = 100p′% เราสามารถประมาณค่า $Z_{p'}$ ได้จากตารางปกติมาตรฐาน เช่นเดียวกัน และในทางตรงกันข้าม ถ้าทราบค่า $z_{p'}$ ก็จะประมาณค่าสัดส่วนของชำรุดจากลอตได้

2. แผนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ เมื่อทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ

เมื่อกระบวนการผลิต ต้องการพิจารณาว่า ค่าเฉลี่ยของกระบวนการนี้ เป็นค่าที่ยอมรับได้หรือไม่ จากเปอร์เซนต์ของเสียที่ได้จากผลิตภัณฑ์ เมื่อทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ (σ' ซึ่งสามารถประมาณค่านี้ได้จาก R chart หรือ σ chart) และกำหนดเกณฑ์คุณภาพเพียงทางเดียว คือ L หรือ U การตรวจรับสินค้าโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างนี้ สามารถทำได้ 2 แบบ คือ

(1) แบบ k-method (2) แบบ M-method

การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ และเลือกใช้แบบ k-method มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างจากลอตขนาด n ชิ้น วัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ คำนวณหาค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างที่สุ่มได้ คือ

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{n} X_i / n$$

2. คำนวณค่า z_L หรือ z_U อยู่ที่ว่ากำหนดค่า L หรือ U เมื่อ

$$z_L = \frac{\bar{X} - L}{\sigma'} \quad \text{หรือ} \quad z_U = \frac{U - \bar{X}}{\sigma'}$$

3. เราจะตัดสินใจยอมรับลอต เมื่อ

$k \leq z_L$ หรือ $k \leq z_U$ นอกเหนือจากนี้ถือว่าปฏิเสธลอตสินค้านั้น

การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณที่เลือกใช้แบบ M-method มีวิธีดำเนินการดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างจากลอตขนาด n ชิ้น วัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ คำนวณค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างได้

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^{n} X_i / n$$

2. คำนวณค่า Q_L หรือ Q_U เมื่อกำหนดค่า L หรือค่า U เมื่อ

$$Q_L = \frac{\bar{X} - L}{\sigma'}\sqrt{\frac{n}{n-1}} \quad \text{หรือ} \quad Q_U = \frac{U - \bar{X}}{\sigma'}\sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

3. ประมาณค่าสัดส่วนของสินค้าที่ชำรุด $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ จากตารางปกติมาตรฐานซึ่ง $\hat{P}_L$ ก็คือ พื้นที่ที่อยู่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน เหนือจุด Q_L และ $\hat{P}_U$ ก็คือพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน เหนือจุด Q_U

4. ประมาณค่า M จากพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่อยู่เหนือจุด $k\sqrt{n/(n-1)}$

5. เราจะตัดสินใจยอมรับลอต เมื่อ

$\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$

ถ้านอกเหนือจากนี้ ถือว่า ปฏิเสธลอตของสินค้านั้น

2.1 การหาแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว

การหาแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ เป็นการหาขนาดของตัวอย่าง (n) และค่าที่เป็นเกณฑ์ที่จะยอมรับ (k หรือ M) ซึ่งแต่ละแผนที่จะได้ต้องระบุค่า p_1', p_2', α และ β และนอกจากนี้ จะต้องมีข้อสมมติที่ว่า

(1) ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ต้องวัดเป็นสเกลที่ต่อเนื่อง

(2) ต้องทราบค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ (σ')

(3) ต้องกำหนด เกณฑ์สูงสุดของผลิตภัณฑ์ (U) หรือ เกณฑ์ต่ำสุดของผลิตภัณฑ์ (L)

จากกระบวนการแบบ 1 หรือ แบบ k-method นั้น เราจะยอมรับลอต เมื่อ

$$\frac{\overline{X} - L}{\sigma'} \geq k$$

$$\frac{\overline{X} - \overline{X}'}{\sigma'} + \frac{\overline{X}' - L}{\sigma'} \geq k$$

$$\frac{\overline{X} - \overline{X}'}{\sigma'} \geq k - \frac{\overline{X}' - L}{\sigma'}$$

$$\frac{\overline{X} - \overline{X}'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq \left(k - \frac{\overline{X}' - L}{\sigma'}\right)\sqrt{n}$$

เมื่อ $\frac{\overline{X}_1' - L}{\sigma'} = z_1$ และ $\frac{\overline{X}_2' - L}{\sigma'} = z_2$

ดังนั้น $$P\left[\frac{\overline{X} - \overline{X}_1'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq \left(k - \frac{\overline{X}_1' - L}{\sigma'}\right)\sqrt{n}\right] = 1 - \alpha \qquad \text{--------- (1)}$$

$$P\left[\frac{\overline{X} - \overline{X}_1'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq (k - z_1)\sqrt{n}\right] = 1 - \alpha$$

นั่นคือ $\left(k - z_1\right)\sqrt{n} = z_{1-\alpha} = -z_\alpha$ ---------- (2)

และ $$P\left[\frac{\bar{X} - \bar{X}_2'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq \left(k - \frac{\bar{X}_2' - L}{\sigma'}\right)\sqrt{n}\right] = \beta$$ --------- (3)

$$P\left[\frac{\bar{X} - \bar{X}_2'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq \left(k - z_2\right)\sqrt{n}\right] = \beta$$

นั่นคือ $\left(k - z_2\right)\sqrt{n} = z_\beta$ ---------- (4)

จากสมการ (1) เป็นความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ที่สัดส่วนของชำรุด = p_1' มีค่าเท่ากับ $1 - \alpha$ เมื่อ $\bar{X}_1'$ เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการนี้

จากสมการ (3) เป็นความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต ที่สัดส่วนของชำรุด = p_2' มีค่าเท่ากับ β เมื่อ $\bar{X}_2'$ เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการนี้

จากสมการ (2) จะได้ $k = z_1 - z_\alpha/\sqrt{n}$ ----------- (5)

จากสมการ (4) จะได้ $k = z_2 + z_\beta/\sqrt{n}$ ----------- (6)

(4) - (2) จะได้ $(z_1 - z_2)/\sqrt{n} = z_\alpha + z_\beta$

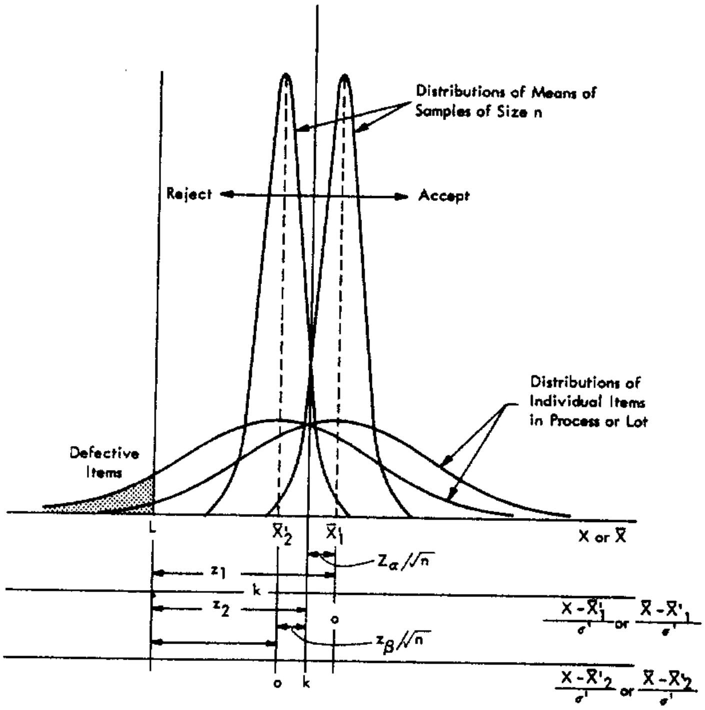
$$n = \left(\frac{z_\alpha + z_\beta}{z_1 - z_2}\right)^2$$ ---------- (7)

แทนค่า n ในสมการ (2) จะได้

$$k = \frac{z_1 z_\beta + z_2 z_\alpha}{z_\alpha + z_\beta}$$ --------- (8)

รูปที่ 7.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า z ในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ เมื่อทราบค่า σ'

Illustrating the Relationship between the z's Involved in the Design of a Variables Sampling Plan (σ' Known)



ตัวอย่างที่ 7.1 จงหาแผนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ เมื่อ $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$, $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.15$

คำตอบ $p_1' = 0.01$ ได้ $z_1 = 2.327$, $\alpha = 0.05$ ได้ $z_\alpha = 1.645$

$p_2' = 0.15$ ได้ $z_2 = 1.037$, $\beta = 0.10$ ได้ $z_\beta = 1.282$

จากสมการ (7) ได้ $$n = \left(\frac{1.645 + 1.282}{2.327 - 1.037}\right)^2 = 5.148$$

จากสมการ (8) ได้ $$k = \frac{(2.327)(1.282) + (1.037)(1.645)}{1.645 + 1.282} = 1.602$$

ดังนั้น แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ คือ $n = 6, k = 1.602$

<u>ตัวอย่างที่ 7.2</u> จากแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณที่ได้ของตัวอย่างที่ 7.1 เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบโดยมีเกณฑ์สูงสุด เท่ากับ 91 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการเท่ากับ 2 เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากลอตได้ค่าเป็น 86.8 87.3 86.2 85.9 86.1 86.5 เราจะตัดสินใจอย่างไร เมื่อใช้กระบวนการทั้งแบบ 1 (แบบ k-method) และแบบ 2 (แบบ M-method)

<u>คำตอบ</u> (1) กระบวนการแบบ k-method

$\bar{X} = 86.47$, $z_U = (U - \bar{X})/\sigma' = (91 - 86.47)/2 = 2.27$

ค่า $k = 1.602$ ซึ่ง $k < (U - \bar{X})/\sigma'$ นั่นคือ เราจะยอมรับลอตสินค้านี้

(2) กระบวนการแบบ M-method

$$Q_U = \frac{U - \bar{X}}{\sigma'}\sqrt{\frac{n}{n-1}} = \frac{91 - 86.47}{2}\sqrt{\frac{6}{5}} = 2.48$$

ค่า $\hat{P}_U$ คือพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ที่อยู่เหนือจุด 2.48 ได้ $\hat{P}_U = 0.0066$

$k\sqrt{n/(n-1)} = 1.602\sqrt{6/5} = 1.75$

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ที่อยู่เหนือจุด 1.75 คือ $M = 0.0401$

เมื่อ $\hat{P}_U = 0.66\%$ $M = 4.01\%$ $\therefore \hat{P}_U < M$

นั่นคือ เราตัดสินใจยอมรับลอต หรือกระบวนการนี้

เส้นโค้ง OC ที่ได้จากแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว สามารถหาได้จาก ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต เมื่อสัดส่วนสินค้าชำรุด เป็น p' และค่าเฉลี่ยของกระบวนการ คือ $\bar{X}'$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการเป็น σ'

ความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต $= P\left[(\bar{X} - L)/\sigma' \geq k\right]$

$$= P[\bar{X} \geq L + k\sigma']$$

$$= P\left[\frac{\bar{X} - \bar{X}_p'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq (k - z_{p'})\sqrt{n}\right]$$

$$= P[Z \geq (k - z_{p'})\sqrt{n}]$$

เช่น แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ มี $n = 10, k = 1.809, p' = 0.03$ จะได้ความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอต เป็น

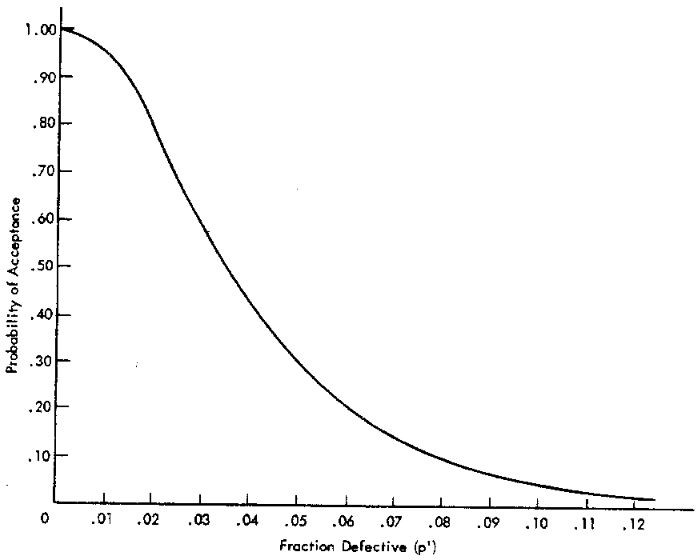
$$P[\text{ยอมรับลอต}] = P[Z \geq (1.809 - 1.881)\sqrt{10}]$$

$$= P[Z \geq -0.2277] = 0.59$$

เมื่อค่า p' เปลี่ยนแปลงไป ก็จะได้ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตต่างๆ กัน สามารถนำมาเขียนเส้นโค้ง OC เพื่อการตัดสินใจในการเลือกแผนตัวอย่างที่เหมาะสมได้ ดังรูป

รูปที่ 7.6 แสดงเส้นโค้ง OC ของแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ n = 10, k = 1.809 (รู้ค่า σ')

Operating Characteristic Curve for the Variables Sampling Plan $n = 10$, $k = 1.809$ (standard deviation known)



2.2 การหาแผนตัวอย่างสุ่มเชิงปริมาณ กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพสองทาง

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ที่กระบวนการหรือลอต มีการแจกแจงแบบปกติ ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้กำหนดเกณฑ์สูงสุด U และเกณฑ์ต่ำสุด L มาให้ โดยมีค่าเฉลี่ยของกระบวนการ $\overline{X}'$ ตกอยู่กึ่งกลางระหว่าง U และ L สำหรับกรณีนี้ เราสามารถหาขอบเขตที่ต่ำสุดของสัดส่วนของชำรุดได้โดยไม่ต้องสุ่มตัวอย่างจากลอตเลย คือ สามารถคำนวณได้จาก

$$z = \frac{U - \overline{X}'}{\sigma'} \quad \text{และ} \quad -z = \frac{-(L - \overline{X}')}{\sigma'} = \frac{U - L}{2\sigma'}$$

เมื่อ $\overline{X}' = (U + L)/2$ จะได้พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเหนือจุด $\pm z$ จะเป็นสัดส่วนของชำรุด

ในกรณีที่กระบวนการหรือลอต มีการแจกแจงแบบปกติ ที่ทราบค่า σ' และมีเกณฑ์สูงสุดกับเกณฑ์ต่ำสุด เราจะพิจารณาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน เหนือจุด $z = \pm (U - L)/2\sigma'$ ว่ามีค่ามากกว่า สัดส่วนของชำรุดที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ามากกว่า จะทำการปฏิเสธลอตโดยไม่ต้องทำการสุ่มตัวอย่างเลย แต่ถ้าสัดส่วนของชำรุดที่ต่ำที่สุด เป็นค่าที่ดีกว่าที่เราต้องการ เราอาจจะต้องทำการสุ่มตัวอย่าง เพราะ $\overline{X}'$ อาจจะให้ค่าที่เรายอมรับได้ หรือยอมรับไม่ได้ จึงจะเกิดความมั่นใจมากขึ้น แต่ถ้ากรณี $(U - L)/2\sigma'$ มีค่าโตมาก ค่าเฉลี่ยของกระบวนการก็อยู่กึ่งกลางระหว่าง U และ L ถือว่ากระบวนการไม่มีของชำรุดเลย หรือสัดส่วนของชำรุดเป็น 0

กรณีที่ช่วงกว้างระหว่างเกณฑ์สูงสุด และเกณฑ์ต่ำสุด มีค่าโตมาก แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ จะประกอบด้วย แผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว 2 แบบ แผนหนึ่งจะประยุกต์ใช้กับเกณฑ์ต่ำสุด และอีกแผนหนึ่งจะประยุกต์ใช้กับเกณฑ์สูงสุด การดำเนินการหาแผนตัวอย่าง จะเหมือนกับกรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว คือมี การตัดสินใจยอมรับลอตให้ดำเนินการได้ 2 แบบ เป็นแบบ k-method หรือ แบบ M-method ถ้าแบบ k-method จะตัดสินใจยอมรับลอตเมื่อ $(\overline{X}' - L)/\sigma' \geq k$ <u>และ</u> $(U - \overline{X}')/\sigma' \geq k$ นอกนั้นจะปฏิเสธลอต แต่ถ้าตัดสินใจยอมรับลอตแบบ M-method จะได้จาก

คำนวณค่า $$Q_L = \frac{\overline{X} - L}{\sigma'}\sqrt{\frac{n}{n-1}}$$ และหาพื้นที่ $\hat{P}_L$ ที่อยู่เหนือจุด Q_L ของเส้นโค้งปกติ

และคำนวณค่า $Q_U = \dfrac{U - \overline{X}}{\sigma'}\sqrt{\dfrac{n}{n-1}}$ หาพื้นที่ $\hat{P}_U$ ที่อยู่เหนือจุด Q_U ของเส้นโค้งปกติ

เราจะยอมรับลอต ถ้า $\hat{P}_L \le M$ และ $\hat{P}_U \le M$ นอกเหนือจากนี้ จะปฏิเสธลอต

ในการหาแผนการสุ่มตัวอย่าง สามารถพิสูจน์ได้เช่นเดียวกับกรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว แต่ค่า p_1' และ α จะเปลี่ยนแปลง ดังนี้

$$\frac{U - \overline{X}_1'}{\sigma'} = z_{p_1'/2} \qquad \text{และ} \qquad \frac{L - \overline{X}_1'}{\sigma'} = -z_{p_1'/2}$$

เมื่อ $\overline{X}' = (U + L)/2$ เมื่อเราจะยอมรับลอต ที่มีสัดส่วนของชำรุด p_1' ด้วยความน่าจะเป็น $1 - \alpha$

จะได้ $P[L + k\sigma' \le \overline{X} \le U - k\sigma'] = 1 - \alpha$

$$P[\overline{X} \ge L + k\sigma'] - P[\overline{X} \ge U - k\sigma'] = 1 - \alpha$$

$$P\left[\frac{\overline{X} - \overline{X}_1'}{\sigma'/\sqrt{n}} \ge \left(\frac{L - \overline{X}_1'}{\sigma'} + k\right)\sqrt{n}\right] - P\left[\frac{\overline{X} - \overline{X}_1'}{\sigma'/\sqrt{n}} \ge \left(\frac{U - \overline{X}_1'}{\sigma'} - k\right)\sqrt{n}\right] = 1 - \alpha$$

$$P\left[Z \ge -z_{p_1'/2}\sqrt{n} + k\sqrt{n}\right] - P\left[Z \ge z_{p_1'/2}\sqrt{n} - k\sqrt{n}\right] = 1 - \alpha$$

$$2P\left[Z \ge -z_{p_1'/2}\sqrt{n} + k\sqrt{n}\right] - 1 = 1 - \alpha$$

$$P\left[Z \ge -z_{p_1'/2}\sqrt{n} + k\sqrt{n}\right] = 1 - \alpha/2$$

$$-z_{p_1'/2}\sqrt{n} + k\sqrt{n} = z_{1-\alpha/2} = -z_{\alpha/2} \qquad \text{---------} (9)$$

ความน่าจะเป็นในการยอมรับลอตที่มีสัดส่วนของชำรุด p_2' เท่ากับ β จะได้ว่า $\overline{X}'$ จะห่างจาก $(U + L)/2$ มาก คือ $\overline{X}'$ อาจเข้าใกล้ค่า U หรือค่า L จนอีกด้านหนึ่ง ไม่มีสัดส่วนของชำรุดอยู่เลย การพิจารณาความน่าจะเป็นของการยอมรับลอต จึงพิจารณาได้จากค่า U หรือค่า L ค่าใดค่าหนึ่งเท่านั้น จึงได้ว่า

$$P\left[\frac{\bar{X} - \bar{X}_2'}{\sigma'/\sqrt{n}} \geq \left(k - \frac{\bar{X}_2' - L}{\sigma'}\right)\sqrt{n}\right] = \beta$$

จะได้ $$(k - z_{p_2'})\sqrt{n} = z_\beta \qquad \text{--------- (10)}$$

(10) - (9)

ได้ $$n = \left(\frac{z_{\alpha/2} + z_\beta}{z_{p_1'/2} - z_{p_2'}}\right)^2$$

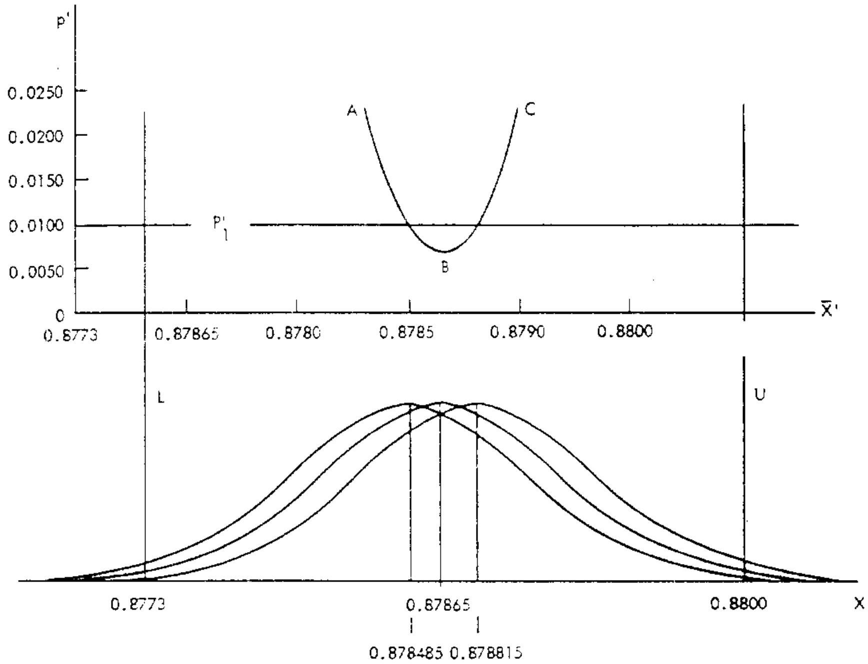
และ $$k = \frac{z_{p_1'/2}\, z_\beta + z_{\alpha/2}\, z_{p_2'}}{z_{\alpha/2} + z_\beta}$$

เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ กรณีกำหนดเกณฑ์คุณภาพสองทาง

ถ้าในกรณีที่ $\bar{X}'$ เลื่อนไปทางใดทางหนึ่ง ถ้าเลื่อนเข้าใกล้ U อีกทางด้านหนึ่ง คือด้าน L ค่า

เปอร์เซนต์ของชำรุดจะเป็น 0 หรือถ้าค่า $\bar{X}'$ มีค่าใกล้ L ค่าสัดส่วนของสินค้าที่ชำรุดทางด้าน U จะมีค่าเป็น 0 จากรูป จะเห็นว่า ถ้า $\bar{X}' = 0.878485$ ค่าสัดส่วนของชำรุดทางด้าน U จะเป็น 0 และถ้า $\bar{X}' = 0.878815$ สัดส่วนของชำรุดทางด้าน L จะเป็น 0

รูปที่ 7.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าเฉลี่ย และสัดส่วนของเสีย กรณีเกณฑ์คุณภาพด้านใดด้านหนึ่ง



ตัวอย่างที่ 7.3 จงหาแผนตัวอย่างเชิงปริมาณ เมื่อ $p_1' = 0.0089$, $p_2' = 0.08$, $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.10$, $L = 0.8773$, $U = 0.8800$ กรณีที่ค่าเฉลี่ยมีค่าใกล้เกณฑ์คุณภาพด้านใดด้านหนึ่ง

คำตอบ กรณีที่ค่าเฉลี่ยเลื่อนเข้าใกล้ L หรือ U การหาแผนการสุ่มตัวอย่าง จะเหมือนกับ กรณีการกำหนดเกณฑ์คุณภาพทางเดียว คือ

$$n = \left(\frac{z_\alpha + z_\beta}{z_1 - z_2}\right)^2 = \left(\frac{z_{0.05} + z_{0.10}}{z_{0.0089} - z_{0.08}}\right)^2$$

$$n = \left(\frac{1.6449 + 1.2816}{2.3698 - 1.4053}\right)^2 = 9.2 \approx 9$$

$$k = \frac{z_1 z_\beta + z_2 z_\alpha}{z_\alpha + z_\beta} = \frac{(2.3698)(1.2816) + (1.4053)(1.6449)}{1.6449 + 1.2816} = 1.827$$

แผนการสุ่มตัวอย่างที่ต้องการคือ $n = 9, k = 1.827$

ดังนั้นถ้ากระบวนการตรวจสอบลอตเพื่อการตัดสินใจแบบ 1 k-mthod เราจะยอมรับลอตหรือกระบวนการนี้ เมื่อ $(\bar{X} - 0.8773)/\sigma' \geq 1.827$ และถ้า $(0.8800 - \bar{X})/\sigma' \geq 1.827$ นอกเหนือจากนี้ เราจะปฏิเสธลอต แต่ถ้าใช้แบบ 2 M-method เราจะยอมรับลอตหรือกระบวนการนี้ เมื่อ คำนวณค่า $Q_L = [(\bar{X} - 0.8773)/\sigma'](\sqrt{9/8})$ หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่เหนือจุด Q_L เป็น $\hat{P}_L$ และคำนวณค่า $Q_U = [(U - \bar{X})/\sigma'](\sqrt{9/8})$ หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่เหนือจุด Q_U ได้เป็น $\hat{P}_U$ และคำนวณค่า $k\sqrt{[n/(n-1)]} = (1.827)(\sqrt{9/8}) = 1.938$ พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติที่อยู่เหนือจุด 1.938 มีค่าเท่ากับ 0.0263 ให้เป็น M_1 ซึ่ง M_1 เป็นพื้นที่ของการยอมรับสำหรับสัดส่วนของชำรุด มีค่าอยู่ด้านใดด้านหนึ่ง จะได้ว่าถ้า $\hat{P}_L \leq M$ และถ้า $\hat{P}_U \leq M$ จะยอมรับลอต นอกเหนือจากนี้ จะปฏิเสธลอต

3. แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ เมื่อไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ

เมื่อไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการหรือลอต ต้องประมาณค่าจากตัวอย่าง โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่าง หรือ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของพิสัยจากตัวอย่าง ทั้งสองวิธีการยังคงดำเนินการตามแบบ k-method และ M-method

3.1 การใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากตัวอย่าง

เมื่อไม่ทราบค่า σ' และกำหนดเกณฑ์เพียงทางเดียว กระบวนการแบบ k-method จะดำเนินการดังนี้

(1) สุ่มตัวอย่างขนาด n วัดค่าคุณสมบัติ และคำนวณค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง $\bar{X} = \sum X/n$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง $S = \sqrt{\sum(X - \bar{X})^2/(n - 1)}$

(2) คำนวณค่า $z_L = (\bar{X} - L)/S$ หรือ $z_U = (U - \bar{X})/S$

(3) จะตัดสินใจยอมรับลอต เมื่อ $z_L \geq k$ เมื่อกำหนด L หรือ $z_U \geq k$ เมื่อกำหนด U แต่ถ้า $z_L < k$ หรือ $z_U < k$ จะปฏิเสธลอต แต่สำหรับกระบวนการแบบ M-mehod เมื่อได้ z_L หรือ z_U แล้วสามารถประมาณค่าสัดส่วนของเสีย $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ จากรูปที่ 7.8 และหาค่า M จากรูปที่ 7.9 ได้โดยเราสามารถนำไปตัดสินใจยอมรับลอตหรือปฏิเสธลอตได้ถ้า $\hat{P}_L \leq M$ กรณีกำหนดค่า L หรือ $\hat{P}_U \leq M$ เมื่อกำหนดค่า U เราจะยอมรับลอต นอกเหนือจากนี้จะปฏิเสธลอต

จากเกณฑ์การตัดสินใจนี้ เราจะยอมรับลอตถ้า

$\overline{X} - kS \geq L$ กรณีกำหนดค่า L หรือ $\overline{X} + kS \leq U$ กรณีกำหนดค่า U ได้ $E(\overline{X} + kS) = E(\overline{X}) + kE(S) = \overline{X}' + k\sigma'$ เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S) เป็นตัวประมาณที่ไม่เอียงเฉของ σ' คือ $E(S) = \sigma'$ แต่ $V(S) = (\sigma')^2/2n$ ดังนั้นจะได้

$$V(\overline{X} + kS) = V(\overline{X}) + k^2V(S)$$

$$V(\overline{X} + kS) = (\sigma')^2/n + k^2[(\sigma')^2/2n]$$

จะได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า $\sigma'\sqrt{(1/n) + (k^2/2n)}$

ถ้ากำหนด $\overline{X}_1'$ เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ที่มีสัดส่วนของชำรุด p_1' มีความน่าจะเป็นในการยอมรับลอต เท่ากับ $1 - \alpha$ นั่นคือ

$$P(\overline{X} - kS \geq L) = 1 - \alpha$$

$$P\left[\frac{(\overline{X} - kS) - (\overline{X}_1' - k\sigma')}{\sigma'\sqrt{(1/n + k^2/2n)}} \geq \frac{L - (\overline{X}_1' - k\sigma')}{\sigma'\sqrt{(1/n + k^2/2n)}}\right] = 1 - \alpha$$

$$P\left[Z \geq \frac{-z_1 + k}{\sqrt{1/n + k^2/2n}}\right] = P[Z \geq z_{1-\alpha}]$$

ดังนั้น $$\frac{-z_1 + k}{\sqrt{1/n + k^2/2n}} = z_{1-\alpha} = -z_\alpha \qquad \text{-------- (11)}$$

แต่ถ้ากำหนด $\overline{X}_2'$ เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ที่มีสัดส่วนของชำรุด p_2' จะมีความน่าจะเป็นที่จะยอมรับลอตเท่ากับ β จะได้

$$P(\overline{X} - kS \geq L) = \beta$$

$$P\left[\frac{(\overline{X} - kS) - (\overline{X}_2' - k\sigma')}{\sigma'\sqrt{(1/n + k^2/2n)}} \geq \frac{L - (\overline{X}_2' - k\sigma')}{\sigma'\sqrt{(1/n + k^2/2n)}}\right] = \beta$$

$$P\left[Z \geq \frac{-z_2 + k}{\sqrt{1/n + k^2/2n}}\right] = \beta$$

$$\text{จะได้} \quad \frac{-z_1 + k}{\sqrt{1/n + k^2/2n}} = z_\beta \qquad \text{-------- (12)}$$

นำสมการ (11) หาร สมการ (12) จะได้

$$\frac{-z_1 + k}{-z_2 + k} = \frac{-z_\alpha}{z_\beta} \quad \therefore\ -z_1 z_\beta + k z_\beta = z_2 z_\alpha - k z_\alpha$$

$$\text{จะได้} \quad k = \frac{z_1 z_\beta + z_2 z_\alpha}{z_\alpha + z_\beta} \qquad \text{--------- (13)}$$

แทนค่า k ในสมการ (12) ดังนั้น

$$n = \left(1 + k^2/2\right)\left(\frac{z_\alpha + z_\beta}{z_1 - z_2}\right)^2 \qquad \text{--------- (14)}$$

<u>ตัวอย่างที่ 7.4</u> จงหาแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ กรณีไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ เมื่อ $p_1' = 0.01$, $p_2' = 0.08$, $\alpha = 0.05$ และ $\beta = 0.10$

<u>คำตอบ</u>

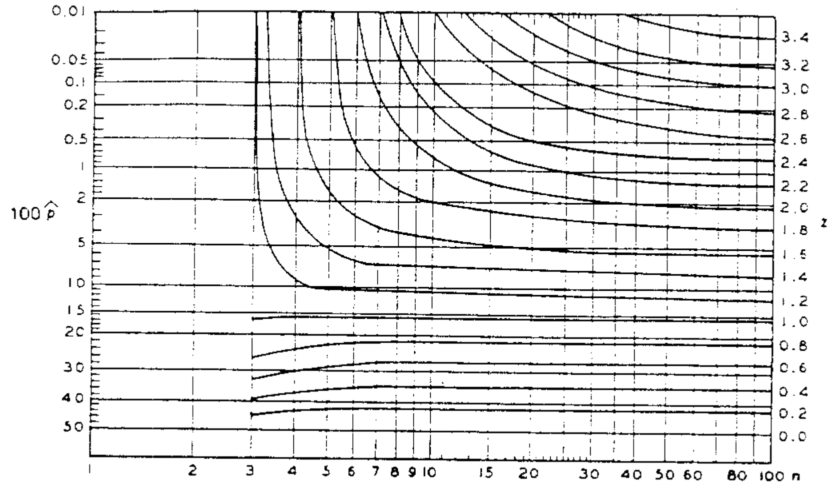
$$k = \frac{(1.6449)(1.4053) + (1.2816)(2.3263)}{(1.6449 + 1.2816)} = 1.809$$

$$n = \left(1 + (1.809)^2/2\right)\left(\frac{1.6449 + 1.2816}{2.3263 - 1.4053}\right)^2 = 26.6 \approx 27$$

เมื่อได้แผนตัวอย่างเชิงปริมาณ n = 27 k = 1.809 โดยกระบวนการแบบ k-method จะยอมรับลอตเมื่อกำหนดเกณฑ์ทางเดียว คือ $z_L \geq k$ หรือ $z_U \geq k$ แต่ถ้าใช้กระบวนการแบบ M-method เมื่อไม่ทราบค่า σ' จะใช้วิธีการ Lieberman - Resnikoff ซึ่งเป็นแผนภูมิเฉพาะสำหรับการตัดสินใจ เกี่ยวกับค่า M, $\hat{P}_L$ และ $\hat{P}_U$ โดยประมาณค่า $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ จากรูปที่ 7.8 และหาค่า M จากรูปที่ 7.9 เมื่อทราบค่า k และ n

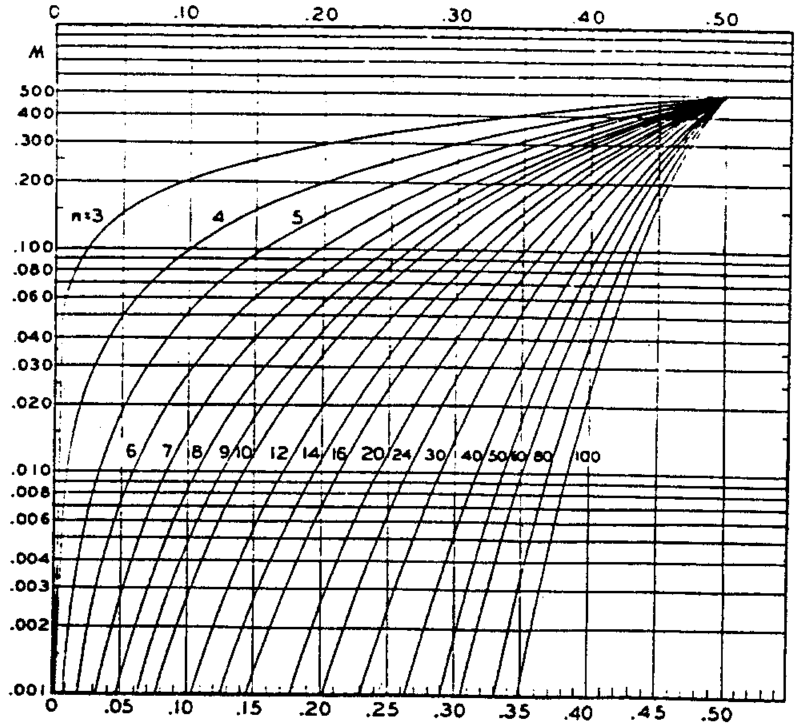
รูปที่ 7.8 แผนภูมิสำหรับหาค่า $\hat{P}$ จาก z แผนตัวอย่างใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Chart for Determining $\hat{p}$ from z, Standard Deviation Plans



รูปที่ 7.9 แผนภูมิสำหรับหาค่าสัดส่วนของชำรุดสูงสุด ที่ยอมให้มีได้ M

Chart for Determining the Maximum Allowable Fraction Defective M



For Standard Deviation Plans Take abscissa $= \frac{1 - k\sqrt{n}/(n-1)}{2}$

For Average Range Plans Take abscissa $= \frac{1 - k/\sqrt{c}}{2}$

ตัวอย่างที่ 7.5 จากแผนการสุ่มตัวอย่างที่ไม่ทราบค่า σ' ของตัวอย่าง 7.4 ได้ $n = 27$, $k = 1.809$ จากตัวอย่าง 27 ชิ้น ได้ค่า $\bar{X} = 18{,}526$ $S = 754$ กำหนด $L = 17{,}000$ จงพิจารณาว่า จะยอมรับกระบวนการนี้หรือไม่ โดยกระบวนการแบบ M-method

คำตอบ จาก $z_L = (\bar{X} - L)/S = (18{,}526 - 17{,}000)/754 = 2.02$

จากรูป 7.8 บนแกนนอน ที่ค่า 27 ลากสันตั้งฉากกับแกนนอนไปพบกับเส้นโค้งที่พิจารณาจากแกนตั้งด้านขวามือ ที่ค่า 2.02 จากจุดที่ตัดกันลากเส้นตั้งฉากกับแกนตั้งด้านซ้ายมือ จะเป็นค่าสัดส่วนของชำรุด $\hat{P}_L$ ซึ่งมีค่า 0.019

จากรูปที่ 7.9 บนแกนนอน จะดูที่ค่า $[1 - k\sqrt{n}/(n-1)]/2 = [1 - (1.809)\sqrt{27}/26]/2 = 0.32$ ลากเส้นตรงจากจุดนี้ตั้งฉากกับแกนนอนไปพบกับเส้นโค้งที่อยู่ระหว่าง $n = 24$ และ $n = 30$ จะได้ค่า M ประมาณ 0.033

จะได้ว่า $\hat{P}_L < M$ เราจะยอมรับลอตสินค้านี้

3.2 การใช้พิสัยจากตัวอย่าง

โดยทั่วไปแล้ว ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ชอบที่จะใช้ค่าพิสัยจากตัวอย่าง R ในการประมาณค่า σ' มากกว่าที่จะใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากตัวอย่าง (S) แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณโดยใช้พิสัยจากตัวอย่าง จะให้ค่าความเสี่ยง และเส้นโค้ง OC เช่นเดียวกับ แผนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ต้องใช้ขนาดตัวอย่างที่โตกว่า ดังนั้นอาจจะขัดแย้งกับจุดประสงค์หลักของแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ทั้งยังได้รับประโยชน์และประสิทธิภาพน้อยลง แต่ส่วนที่ได้รับน้อยลงนี้ อาจจะเป็นส่วนชดเชยในด้านความสะดวกสบาย เกี่ยวกับการจัดการทั้งหลายในแผนการสุ่มตัวอย่างได้

ในตัวอย่างจะแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มย่อยขนาดเท่ากัน ในแต่ละกลุ่มย่อยหาค่าพิสัย (R) คำนวณค่าเฉลี่ยของพิสัย ($\bar{R}$) ค่า $\bar{R}/d_2^*$ เป็นค่าประมาณของค่า σ'

การตัดสินใจในกระบวนการแบบ 1 k-method เราจะยอมรับลอต เมื่อ

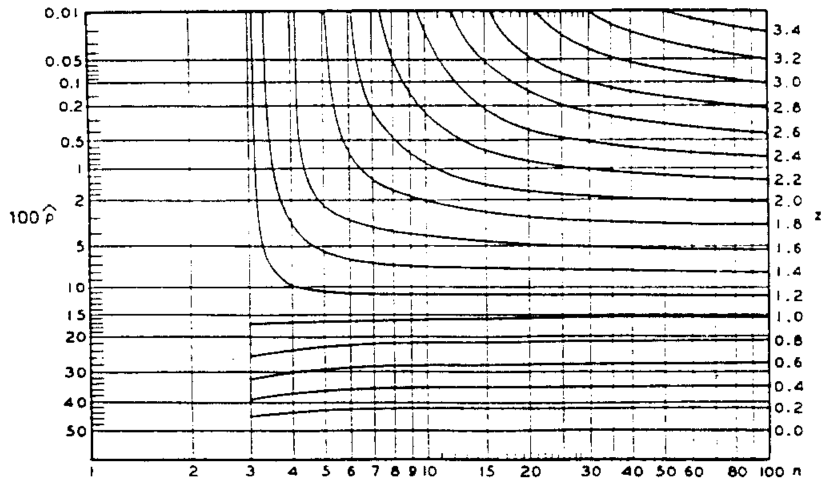
$$z_L = \frac{\bar{X} - L}{\bar{R}/d_2^*} \geq k \qquad \text{กรณีกำหนดค่า L หรือ}$$

$$z_U = \frac{U - \bar{X}}{\bar{R}/d_2^*} \geq k \qquad \text{กรณีกำหนดค่า U}$$

การตัดสินใจในกระบวนการแบบ 2 M-method เราจะยอมรับลอต เมื่อ $\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ เมื่อ $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ อ่านค่าได้จากแผนภูมิของรูปที่ 7.10 จากค่า z_L หรือ z_U และ n ที่เราทราบ ส่วนค่า M อ่านได้จากแผนภูมิของรูปที่ 7.9 โดยค่าบนแกนนอน จะได้จาก $(1-k/\sqrt{V})/2$ ซึ่งค่า V อ่านได้จากตาราง D โดยประมาณค่า V จาก n-1 = V จากตารางจึงหาค่า จำนวนกลุ่ม และขนาดภายในกลุ่ม พร้อมทั้งค่า d_2^*

รูปที่ 7.10 แผนภูมิสำหรับหาค่า $\hat{p}$ และ z จากแผนตัวอย่างใช้พิสัย

Chart for Determining $\hat{p}$ from z, Average Range Plans



จากแผนตัวอย่างมี n = 27 k = 1.809 แต่ถ้าใช้พิสัยของตัวอย่าง เราจะประมาณค่า ν ได้จาก n -1 ซึ่ง $\nu = 26$ ค่า ν ใกล้เคียงกับ 26 จากตาราง D ได้ $\nu = 26.6$ จะได้ กลุ่มตัวอย่าง = 5 กลุ่ม ขนาดตัวอย่างภายในกลุ่ม = 7 ชิ้น และ $d_2^* = 2.73$

ภายใต้กระบวนการแบบ 1 k-method ขนาดตัวอย่างใหม่จะเป็น 35 ชิ้น แบ่งเป็น 5 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 7 ชิ้น แต่ละกลุ่ม หาค่า R และคำนวณค่า $\bar{R}$ จะยอมรับลอต ถ้า

$(\bar{X} - L)/(\bar{R}/d_2^*) \geq 1.809$ กรณีกำหนดค่า L หรือ

$(U - \bar{X})/(\bar{R}/d_2^*) \geq 1.809$ กรณีกำหนดค่า U

ภายใต้กระบวนการแบบ 2 M-method

หาค่า M ได้จาก บนแกนนอน คำนวณค่า $(1 - k/\sqrt{\nu})/2$ เท่ากับ $\left(1 - (1.809)/(\sqrt{26.6})\right)/2$ = 0.325 ลากเส้นตรงตั้งฉากกับแกนนอน ที่จุด 0.325 พบเส้นโค้ง n = 27 ได้ค่า M = 0.039 จากแผนภูมิของรูปที่ 7.9 หาค่า $\hat{P}_L$ ได้จากแผนภูมิของรูปที่ 7.10 โดยคำนวณค่า z_L หรือ z_U จาก

$z_L = (\bar{X} - L)/(\bar{R}/2.73)$

หรือ $z_U = (U - \bar{X})/(\bar{R}/2.73)$

บนแกนนอน ดูที่ค่า n = 35 ลากเส้นตรง พบกับเส้นโค้ง ที่ตรงกับ z_L ตรงสเกลด้านขวามือ จุดตัดที่ได้ลากเส้นตรงไปตั้งฉากกับ แกนตั้งด้านซ้ายมือ ก็จะเป็นค่าสัดส่วนของชำรุด $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ นำไปเปรียบเทียบกับค่า M เราจะยอมรับลอต ถ้า $\hat{P}_L \leq M$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ กรณีกำหนดเกณฑ์ทางเดียว แต่ถ้ากรณีกำหนดเกณฑ์สองทาง เราจะยอมรับลอต ถ้า $\hat{P}_L + \hat{P}_U \leq M$ นอกนั้นจะปฏิเสธ

4. แผนการสุ่มตัวอย่างตามตารางมาตรฐาน 414

แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ จะใช้ตารางมาตรฐาน 414 ซึ่งอาศัยหลักการเดียวกับแผนตัวอย่างแบบกรมทหาร ซึ่งเป็นแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าเชิงคุณภาพ ซึ่งจะแตกต่างกันตรงการวัดค่าของผลิตภัณฑ์ และเงื่อนไขของการใช้ ซึ่งช่วงของ AQL จะมีค่าตั้งแต่ 0.04% ถึง 15% ซึ่งเหมือนกับแผนตัวอย่างกรมทหาร แต่ขนาดของลอตในแต่ละชั้นจะแตกต่างกัน มีระดับการตรวจสอบ 5 ระดับ คือระดับ I, II, III, IV, V แต่ระดับ IV เป็นระดับการตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง การหารหัสของขนาดตัวอย่างจะเหมือนแผนตัวอย่างกรมทหารแต่ถ้าได้รหัสเหมือนกัน ไม่ได้หมายความว่า จะได้ขนาดตัวอย่างเดียวกันในสองแผนตัวอย่าง การใช้ตารางมาตรฐาน 414 นี้ ค่าที่วัดคุณสมบัติจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติ คือ อาจจะทราบค่า σ' (อาจจะได้จากการทำแผนภูมิควบคุม R chart หรือ σ chart หรือวิธีอื่นๆ) และไม่ทราบค่า σ' ก็ให้ใช้ค่าประมาณจากตัวอย่าง คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S) หรือ ค่าพิสัยเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\bar{R}$) ในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ มีการกำหนดเกณฑ์ทางเดียว และเกณฑ์สองทาง การใช้กระบวนการแบบ 1 k-method ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับลอตหรือไม่ จะใช้กับกรณีกำหนดเกณฑ์ทางเดียวเท่านั้น แต่กระบวนการแบบ 2 M-method จะใช้ได้ทั้ง กรณีกำหนดเกณฑ์ทางเดียว และกำหนดเกณฑ์สองทาง แต่วิธีของ M-method นิยมใช้กับกรณีกำหนดเกณฑ์สองทางมากกว่า

4.1 การใช้ตารางมาตรฐาน 414 และเกณฑ์การตัดสินใจ

สำหรับการใช้ตารางมาตรฐาน 414 นี้ ต้องกำหนดขนาดของลอต (N) และระดับการตรวจสอบ ซึ่งมี 5 ระดับตามที่กล่าวมาแล้ว ถ้าไม่กำหนด จะตรวจสอบที่ระดับ IV กำหนดระดับ AQL เมื่อได้รหัสของขนาดตัวอย่างก็ต้องทราบว่า จะตรวจสอบที่ความเข้มงวดแบบใด เช่น หาแผนตัวอย่างกรณีไม่ทราบค่า σ' ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตรวจสอบลอตขนาด 181-300 ที่ระดับ AQL = 2.5% ตรวจสอบความเข้มงวดแบบปานกลาง และ แบบความเข้ม งวดมาก จงหารหัสของขนาดตัวอย่าง และขนาดตัวอย่างในแต่ละระดับการตรวจสอบ จะได้คือ

ระดับการตรวจสอบ	I	II	III	IV	V
รหัสขนาดตัวอย่าง	B	D	F	H	J
ขนาดตัวอย่าง	3	5	10	20	30

จากนี้จะต้องทราบว่า กระบวนการจะใช้วิธีการใด คือ ทราบ σ' แบบ 1 กำหนดเกณฑ์ทางเดียว หรือ แบบ 2 กำหนดเกณฑ์ทางเดียวและเกณฑ์สองทาง ถ้าไม่ทราบ σ' จะใช้ S หรือใช้ R

ถ้าใช้ S จะใช้แบบ 1 กำหนดเกณฑ์ทางเดียว หรือ แบบ 2 กำหนดเกณฑ์ทางเดียวและกำหนดเกณฑ์สองทาง แล้วนำเงื่อนไขดังกล่าวไปเปิดตารางที่ 7.1 - 7.5 หาแผนการสุ่มตัวอย่าง ส่วนตารางที่ 7.6 - 7.7 ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจยอมรับลอตหรือไม่ สำหรับเกณฑ์การตัดสินใจดำเนินการดังนี้

(ก) การใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S)

1. สุ่มตัวอย่างขนาด n วัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นให้เป็น X

2. คำนวณหาค่า $\sum X, \sum X^2, \overline{X}$ และ $S = \sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2/n)/(n-1)}$

3. คำนวณค่า $Q_L = (\overline{X} - L)/S$ กรณีกำหนดค่า L และคำนวณค่า $Q_U = (U - \overline{X})/S$ กรณีกำหนดค่า U ถ้ากำหนดค่าใดค่าหนึ่งก็คำนวณเฉพาะค่านั้น

4. เปิดตารางหาค่าสัดส่วนของชำรุด $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ ตามค่า Q_L หรือ Q_U ที่ได้จากข้อ 3 และตามขนาดตัวอย่าง (n)

5. การตัดสินใจ

- แบบ 1 เกณฑ์ทางเดียว ผลจากข้อ 3 เปรียบเทียบกับค่า k ถ้ามากกว่าหรือเท่ากับ k จะยอมรับลอต นอกเหนือจากนี้ปฏิเสธลอต

- แบบ 2 เกณฑ์ทางเดียว และเกณฑ์สองทาง จะนำผลจากข้อ 4 เปรียบเทียบกับ ค่า M จากตาราง จะตัดสินใจยอมรับลอตถ้า

$\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ กรณีเกณฑ์ทางเดียว

$\hat{P}_L \leq M_L$ และ $\hat{P}_U \leq M_U$ และ $\hat{P}_L + \hat{P}_U \leq \max(M_L, M_U)$ สำหรับกรณีเกณฑ์สองทาง

(ข) การใช้ค่าพิสัยของตัวอย่าง (R)

1. สุ่มตัวอย่างขนาด n ชิ้น วัดค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นเป็น X แบ่งตัวอย่างออกเป็น g กลุ่มย่อย กลุ่มละ m ชิ้น เท่ากันทุกกลุ่ม

2. หาค่า R ของแต่ละกลุ่มย่อย คำนวณหาค่า $\sum X, \sum X^2, \overline{X}, \overline{R}$ โดย $\overline{X} = \sum X/n$, $\overline{R} = \sum R/g$

3. คำนวณค่า $(\overline{X} - L)/\overline{R}$ กรณีกำหนดค่า L และคำนวณค่า $(U - \overline{X})/\overline{R}$ กรณีกำหนดค่า U ถ้ากำหนดค่า L หรือค่า U ค่าใดค่าหนึ่ง ก็ให้คำนวณเฉพาะค่านั้น

4. คำนวณค่า $Q_L = (\overline{X} - L)/(\overline{R}/d_2^*)$ และค่า

$$Q_U = (U - \overline{X})/(\overline{R}/d_2^*)$$

กรณีกำหนดค่า L หรือค่า U ค่าใดค่าหนึ่ง ให้หาเฉพาะค่า Q_L หรือ Q_U

5. เปิดตาราง 7.6-7.7 เพื่อหาค่า สัดส่วนของชำรุด $\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U$ ตามค่า Q_L หรือ Q_U ที่

ได้จากข้อ 4 และตามขนาดตัวอย่าง (n)

6. การตัดสินใจ

- แบบ 1 เกณฑ์ทางเดียว ผลที่ได้จากข้อ 3 เปรียบเทียบกับค่า k จากตาราง ถ้า มากกว่าหรือเท่ากับค่า k จะยอมรับลอต นอกเหนือจากนี้ จะปฏิเสธลอต

- แบบ 2 เกณฑ์ทางเดียว และเกณฑ์สองทาง ผลที่ได้จากข้อ 5 เปรียบเทียบกับค่าจากตาราง และจะตัดสินใจยอมรับลอต เมื่อ

$\hat{P}_L$ หรือ $\hat{P}_U \leq M$ กรณีเกณฑ์ทางเดียว

$\hat{P}_L \leq M_L$ และ $\hat{P}_U \leq M_U$ และ $\hat{P} = \hat{P}_L + \hat{P}_U \leq \max(M_L, M_U)$

กรณีเกณฑ์สองทาง

__ตัวอย่างที่ 7.6__ ผู้ผลิตสินค้าได้ส่งสินค้าเป็นลอตๆ ละ 250 ชิ้น โดยตรวจสอบตามตารางมาตรฐาน 414 ระดับ IV และ AQL = 6.5% เมื่อกำหนดเกณฑ์ต่ำสุดของสินค้านั้นเป็น 14.5 หน่วย จงหาแผนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจรับสินค้านี้ โดยใช้

(1) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง แบบ 1

(2) ใช้พิสัย แบบ 1

(3) ใช้พิสัย แบบ 2

(4) ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง โดยกำหนดเกณฑ์สูงสุดเป็น 49.5 หน่วย กรณี (1) ถึง (4) ท่านจะสรุปผลอย่างไร เมื่อสุ่มตัวอย่างจากลอตได้ข้อมูลดังนี้

43	36	31	12	32	
26	45	36	22	23	
32	29	11	31	21	
29	13	30	18	36	
37	35	26	18	34	กรณีข้อ (1) และ (4) ใช้ข้อมูล 20 ตัวแรก

__คำตอบ__ ขนาดของลอต = 250 ระดับการตรวจสอบ IV จะได้อักษรH ที่ AQL = 1.5% จะได้แผนการสุ่มตัวอย่างคือ

(1) จากตาราง 7.2 n = 20 k = 1.12

ค่าข้อมูล 20 ค่าแรกได้ $\sum X = 556 \quad \sum X^2 = 17,202$

$\overline{X} = 556/20 = 27.8,\ S = \sqrt{(17,202 - (556)^2/20)/19} = 9.58$

$(\bar{X} - L)/S = (27.8 - 14.5)/9.58 = 1.39 > 1.12$

นั่นคือ $(\bar{X} - L)/S > k$ $\therefore$ เราจะยอมรับลอตของสินค้านี้

(2) จากตาราง 7.4 $n = 25$ $k = 0.484$

ข้อมูล 25 ตัว ได้ $\sum X = 706$ $\bar{X} = 28.24 = 706/25$ $\sum R = 117$ $\bar{R} = 117/5 = 23.4$

$(\bar{X} - L)/\bar{R} = (28.24 - 14.5)/23.4 = 0.587 > 0.484$

นั่นคือ $(\bar{X} - L)/\bar{R} > k$ สรุปว่า เราจะยอมรับลอตของสินค้านี้

(3) จากตาราง 7.5 ได้ $n = 25$, $d_2^* = 2.358$, $M = 12.59$

$$Q_L = \frac{(\bar{X} - L)}{\bar{R}/d_2^*} = \frac{28.24 - 14.5}{23.4/2.358} = 1.38$$

ค่า $Q_L = 1.38$ อ่านค่า $\hat{P}_L$ จากตาราง 7.6 ได้ค่า = 8.11

นั่นคือ $\hat{P}_L < M$ เมื่อ $\hat{P}_L = 8.11\%$ $M = 12.59\%$

สรุปว่าเราจะยอมรับลอตสินค้านี้

(4) จาก $L = 14.5$ $U = 49.5$ ได้ $Q_L = 1.38$

$Q_U = (49.5 - 28.24)/(23.4/2.358) = 2.14$

จากตาราง 7.4 อ่านค่า $Q_U = 2.14$ ได้ $\hat{P}_U \approx 1.17$

ค่า $\hat{P}_L = 8.11\%$, $\hat{P}_U = 1.17\%$, $M = 12.59\%$

นั่นคือ $\hat{P}_L < M$, $\hat{P}_U < M$ และ $\hat{P}_L + \hat{P}_U = 9.28 < M$

สรุปได้ว่า เราตัดสินใจยอมรับกระบวนการหรือลอตนี้

__ตัวอย่างที่ 7.7__ การตรวจสอบสินค้า ใช้ตารางมาตรฐาน 414 ตรวจสอบลอตที่มีขนาด 400 ที่ระดับ III มี AQL = 1% กำหนดเกณฑ์สูงสุด = 1.75 และเกณฑ์ต่ำสุด = 1.65 สุ่มตัวอย่างจากลอต ได้ข้อมูลดังนี้

1.72	1.73	1.69	1.72	1.70
1.67	1.66	1.71	1.69	1.71
1.69	1.69	1.73	1.68	1.70

จงหาแผนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจรับลอตสินค้านี้ เมื่อ

1. ใช้พิสัย แบบ 1

2. ใช้พิสัย แบบ 2 กำหนดเกณฑ์สองทาง

3. ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 2 กำหนดเกณฑ์สองทาง

จากแต่ละกรณี ท่านจะตัดสินใจยอมรับลอตหรือไม่

คำตอบ เมื่อขนาดของลอต 400 ตรวจสอบที่ระดับ III จากตาราง 7.1 ได้อักษร G

(1) จากตาราง 7.4 ได้ $n = 15$ $k = 0.738$

แบ่งกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ๆ ละ 5 ชิ้น หาค่า R ของแต่ละกลุ่ม แล้วจึงหาค่า $\bar{R}$

ได้ $\bar{R} = 0.14/3 = 0.047$ และ $\sum X = 25.49$ $\bar{X} = 25.49/15 = 1.699$

$(\bar{X} - L)/\bar{R} = (1.699 - 1.65)/.047 = 1.04 > 0.738$

ดังนั้น $(\bar{X} - L)/\bar{R} > k$

$(U - \bar{X})/\bar{R} = (1.75 - 1.699)/.047 = 1.085 > 0.738$

ดังนั้น $(U - \bar{X})/\bar{R} > k$ เราจะยอมรับลอตหรือกระบวนการนี้

(2) จากตาราง 7.5 ได้ $n = 15$, $d_2^* = 2.379$, $M = 3.11$

$Q_L = (\bar{X} - L)/(\bar{R}/d_2^*) = (1.699 - 1.65)/(.047/2.45) = 2.45$

เปิดตาราง 7.7 อ่านค่า $Q_L = 2.48$ ได้ $\hat{P}_L = 0.238$

$Q_U = (1.75 - 1.699)/(.047/2.379)$

$Q_U = 2.58$ ได้ $\hat{P}_U = 0.141$

$\hat{P}_L = 0.238\%$ $\hat{P}_U = 0.141\%$ $M = 3.11\%$

ดังนั้น $\hat{P}_L < M$ และ $\hat{P}_U < M$ และ $\hat{P}_L + \hat{P}_U = 0.379 < M$

นั่นคือ จะตัดสินใจยอมรับลอต หรือกระบวนการนี้

(3) จากตาราง 7.3 ได้ $n = 15$, $M = 3.05$ จากตัวอย่างได้ $S = .021$

$Q_L = (\bar{X} - L)/S = (1.699 - 1.65)/(0.021) = 2.333$

จากตาราง 7.7 $Q_L = 2.33$ ได้ $\hat{P}_L = 0.476$

$Q_U = (U - \bar{X})/S = (1.75 - 1.699)/(0.021) = 2.43$

จากตาราง 7.7 $Q_U = 2.43$ ได้ $\hat{P}_U = 0.304$

นั่นคือ $\hat{P}_L = 0.476\%$ $\hat{P}_U = 0.304\%$ $M = 3.05\%$

จะได้ $\hat{P}_L < M$ และ $\hat{P}_U < M$ และ $\hat{P}_L + \hat{P}_U = 0.78 < M$

สรุป เราจะตัดสินใจยอมรับลอตนี้

TABLE 7.1
(Table A-2, Mil. Std. 414)
Sample Size Code Letters*

Lot Size	Inspection Levels I	II	III	IV	V
3 to 8	B	B	B	B	C
9 to 15	B	B	B	B	D
16 to 25	B	B	B	C	E
26 to 40	B	B	B	D	F
41 to 65	B	B	C	E	G
66 to 110	B	B	D	F	H
111 to 180	B	C	E	G	I
181 to 300	B	D	F	H	J
301 to 500	C	E	G	I	K
501 to 800	D	F	H	J	L
801 to 1,300	E	G	I	K	L
1,301 to 3,200	F	H	J	L	M
3,201 to 8,000	G	I	L	M	N
8,001 to 22,000	H	J	M	N	O
22,001 to 110,000	I	K	N	O	P
110,001 to 550,000	I	K	O	P	Q
550,001 and over	I	K	P	Q	Q

* Sample size code letters given in subsequent tables are applicable when the indicated inspection levels are to be used.

a process producing AQL quality, the probability of going to reduced inspection is approximately equal to 0.005. For full details see United States Department of the Navy, Bureau of Ordnance, *Mil-Std-414 Technical Memorandum.*

TABLE 7.2 (Table B-1, Mil. Std. 414)

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown (standard deviation method) (single specification limit – Form 1)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.12	.958	.765	.566	.341
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.45	1.34	1.17	1.01	.814	.617	.393
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	.874	.675	.455
E	7	↓	↓	↓	↓	2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	.955	.755	.536
F	10	↓	↓	↓	2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	.828	.611
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	.886	.664
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	.917	.695
I	25	2.72	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	.936	.712
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	.946	.723
K	35	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	.969	.745
L	40	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	.971	.746
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	.774
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	.804
O	100	2.92	2.80	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	.819
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.841
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	.845
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptable Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as k value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

TABLE 7.3 (Table B-3, Mil. Std, 414)

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown (standard deviation method) (double specification limit and Form 2 – single specification limit)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.33	3.32	5.83	9.80	14.39	20.19	26.56	33.99
E	7	↓	↓	↓	↓	0.422	1.06	2.14	3.55	5.35	8.40	12.20	17.35	23.29	30.50
F	10	↓	↓	↓	0.349	0.716	1.30	2.17	3.26	4.77	7.29	10.54	15.17	20.74	27.57
G	15	0.099	0.186	0.312	0.503	0.818	1.31	2.11	3.05	4.31	6.56	9.46	13.71	18.94	25.61
H	20	0.135	0.228	0.365	0.544	0.846	1.29	2.05	2.95	4.09	6.17	8.92	12.99	18.03	24.53
I	25	0.155	0.250	0.380	0.551	0.877	1.29	2.00	2.86	3.97	5.97	8.63	12.57	17.51	23.97
J	30	0.179	0.280	0.413	0.581	0.879	1.29	1.98	2.83	3.91	5.86	8.47	12.36	17.24	23.58
K	35	0.170	0.264	0.388	0.535	0.847	1.23	1.87	2.68	3.70	5.57	8.10	11.87	16.65	22.91
L	40	0.179	0.275	0.401	0.566	0.873	1.26	1.88	2.71	3.72	5.58	8.09	11.85	16.61	22.86
M	50	0.163	0.250	0.363	0.503	0.789	1.17	1.71	2.49	3.45	5.20	7.61	11.23	15.87	22.00
N	75	0.147	0.228	0.330	0.467	0.720	1.07	1.60	2.29	3.20	4.87	7.15	10.63	15.13	21.11
O	100	0.145	0.220	0.317	0.447	0.689	1.02	1.53	2.20	3.07	4.69	6.91	10.32	14.75	20.66
P	150	0.134	0.203	0.293	0.413	0.638	0.949	1.43	2.05	2.89	4.43	6.57	9.88	14.20	20.02
Q	200	0.135	0.204	0.294	0.414	0.637	0.945	1.42	2.04	2.87	4.40	6.53	9.81	14.12	19.92
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptability Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL and table values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as M value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

ตาราง 7.4 (Mil. Std. 414)

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown (range method) (single specification limit – Form 1)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
		.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	.587	.502	.401	.296	.178
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	.651	.598	.525	.450	.364	.276	.176
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	.663	.614	.565	.498	.431	.352	.272	.184
E	7	↓	↓	↓	↓	.702	.659	.613	.569	.525	.465	.405	.336	.266	.189
F	10	↓	↓	↓	.916	.863	.811	.755	.703	.650	.579	.507	.424	.341	.252
G	15	1.09	1.04	.999	.958	.903	.850	.792	.738	.684	.610	.536	.452	.368	.276
H	25	1.14	1.10	1.05	1.01	.951	.896	.835	.779	.723	.647	.571	.484	.398	.305
I	30	1.15	1.10	1.06	1.02	.959	.904	.843	.787	.730	.654	.577	.490	.403	.310
J	35	1.16	1.11	1.07	1.02	.964	.908	.848	.791	.734	.658	.581	.494	.406	.313
K	40	1.18	1.13	1.08	1.04	.978	.921	.860	.803	.746	.668	.591	.503	.415	.321
L	50	1.19	1.14	1.09	1.05	.988	.931	.893	.812	.754	.676	.598	.510	.421	.327
M	60	1.21	1.16	1.11	1.06	1.00	.948	.885	.826	.768	.689	.610	.521	.432	.336
N	85	1.23	1.17	1.13	1.08	1.02	.962	.899	.839	.780	.701	.621	.530	.441	.345
O	115	1.24	1.19	1.14	1.09	1.03	.975	.911	.851	.791	.711	.631	.539	.449	.353
P	175	1.26	1.21	1.16	1.11	1.05	.994	.929	.868	.807	.726	.644	.552	.460	.363
Q	230	1.27	1.21	1.16	1.12	1.06	.996	.931	.870	.809	.728	.646	.553	.462	.364
		.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptable Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as k value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

ตาราง 7.5 (Mil. Std. 414)

Master Table for Normal and Tightened Inspection for Plans Based on Variability Unknown† (range method) (double specification limit and for Form 2—single specification limit)

Sample size code letter	Sample size	d_2^* factor	Acceptable Quality Levels (normal inspection)													
			.04	.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
			M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	1.910	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	▼	▼	7.59	18.86	26.94	33.69	40.47
C	4	2.234	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.53	5.50	10.92	16.45	22.86	29.45	36.90
D	5	2.474	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1.42	3.44	5.93	9.90	14.47	20.27	26.59	33.95
E	7	2.830	↓	↓	↓	↓	.28	.89	1.99	3.46	5.32	8.47	12.35	17.54	23.50	30.66
F	10	2.405	↓	↓	↓	.23	.58	1.14	2.05	3.23	4.77	7.42	10.79	15.49	21.06	27.90
G	15	2.379	.061	.136	.253	.430	.786	1.30	2.10	3.11	4.44	6.76	9.76	14.09	19.30	25.92
H	25	2.358	.125	.214	.336	.506	.827	1.27	1.95	2.82	3.96	5.98	8.65	12.59	17.48	23.79
I	30	2.353	.147	.240	.366	.537	.856	1.29	1.96	2.81	3.92	5.88	8.50	12.36	17.19	23.42
J	35	2.349	.165	.261	.391	.564	.883	1.33	1.98	2.82	3.90	5.85	8.42	12.24	17.03	23.21
K	40	2.346	.160	.252	.375	.539	.842	1.25	1.88	2.69	3.73	5.61	8.11	11.84	16.55	22.38
L	50	2.342	.169	.261	.381	.542	.838	1.25	1.60	2.63	3.64	5.47	7.91	11.57	16.20	22.26
M	60	2.339	.158	.244	.356	.504	.781	1.16	1.74	2.47	3.44	5.17	7.54	11.10	15.64	21.63
N	85	2.335	.156	.242	.350	.493	.755	1.12	1.67	2.37	3.30	4.97	7.27	10.73	15.17	21.05
O	115	2.333	.153	.230	.333	.468	.718	1.06	1.58	2.25	3.14	4.76	6.99	10.37	14.74	20.57
P	175	2.331	.139	.210	.303	.427	.655	.972	1.46	2.08	2.93	4.47	6.60	9.89	14.15	19.88
Q	230	2.330	.142	.215	.308	.432	.661	.976	1.47	2.08	2.92	4.46	6.57	9.84	14.10	19.82
			.065	.10	.15	.25	.40	.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
			Acceptable Quality Levels (tightened inspection)													

All AQL and table values are in percent defective.

↓ Use first sampling plan below arrow, that is, both sample size as well as M value. When sample size equals or exceeds lot size, every item in the lot must be inspected.

† *Military Standard 414 uses c to represent d_2^**

Table 7.6 Estimates of lot percentage defective for various values of quality index as defined in MIL-STD-414

Q_U or Q_L	Variability unknown—standard deviation method				Variability unknown—range method				Variability known
	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 20$	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 25$	Any n
0.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.000
0.10	46.26	46.16	46.10	46.08	46.29	46.20	46.13	46.08	46.017
0.20	42.54	42.35	42.24	42.19	42.60	42.42	42.29	42.19	42.074
0.30	38.87	38.60	38.44	38.37	38.95	38.70	38.51	38.38	38.209
0.35	37.06	36.75	36.57	36.49	37.15	36.87	36.65	36.50	36.317
0.40	35.26	34.93	34.73	34.65	35.36	35.05	34.82	34.66	34.458
0.45	33.49	33.13	32.92	32.84	33.60	33.27	33.02	32.85	32.636
0.50	31.74	31.37	31.15	31.06	31.85	31.51	31.25	31.07	30.854
0.55	30.01	29.64	29.41	29.32	30.13	29.78	29.52	29.33	29.116
0.60	28.32	27.94	27.72	27.63	28.44	28.08	27.82	27.64	27.425
0.65	26.66	26.28	26.07	25.98	26.78	26.42	26.17	25.99	25.785
0.70	25.03	24.67	24.46	24.38	25.14	24.80	24.56	24.39	24.196
0.75	23.44	23.10	22.90	22.83	23.55	23.22	22.99	22.84	22.663
0.80	21.88	21.57	21.40	21.33	21.98	21.69	21.48	21.34	21.186
0.85	20.37	20.10	19.94	19.89	20.46	20.20	20.01	19.89	19.766
0.90	18.90	18.67	18.54	18.50	18.98	18.75	18.60	18.50	18.406
0.95	17.48	17.29	17.20	17.17	17.54	17.36	17.24	17.17	17.106
1.00	16.10	15.97	15.91	15.89	16.14	16.02	15.94	15.89	15.866
1.05	14.77	14.71	14.68	14.67	14.79	14.73	14.69	14.67	14.686
1.10	13.49	13.50	13.51	13.52	13.50	13.49	13.50	13.52	13.567
1.15	12.27	12.34	12.39	12.42	12.25	12.31	12.37	12.42	12.507
1.20	11.10	11.24	11.34	11.38	11.05	11.19	11.29	11.38	11.507
1.25	9.98	10.21	10.34	10.40	9.91	10.12	10.27	10.39	10.565
1.30	8.93	9.22	9.40	9.48	8.83	9.11	9.32	9.47	9.680
1.35	7.92	8.30	8.52	8.61	7.80	8.16	8.41	8.60	8.851
1.40	6.98	7.44	7.69	7.80	6.83	7.27	7.57	7.79	8.076
1.45	6.10	6.63	6.92	7.04	5.93	6.44	6.78	7.03	7.353
1.50	5.28	5.87	6.20	6.34	5.08	5.66	6.05	6.33	6.681
1.55	4.52	5.18	5.54	5.69	4.30	4.94	5.37	5.68	6.057
1.60	3.83	4.54	4.92	5.09	3.58	4.28	4.74	5.08	5.480
1.65	3.19	3.95	4.36	4.53	2.93	3.68	4.17	4.52	4.947
1.70	2.62	3.41	3.84	4.02	2.35	3.13	3.64	4.00	4.457
1.75	2.11	2.93	3.37	3.56	1.83	2.63	3.16	3.54	4.006
1.80	1.65	2.49	2.94	3.13	1.38	2.19	2.73	3.11	3.593
1.85	1.26	2.09	2.56	2.75	0.99	1.79	2.34	2.73	3.216
1.90	0.93	1.75	2.21	2.40	0.67	1.45	1.99	2.38	2.872
1.95	0.65	1.44	1.90	2.09	0.42	1.15	1.68	2.07	2.559
2.00	0.43	1.17	1.62	1.81	0.23	0.89	1.41	1.79	2.275

Table 7.7 Estimates of lot percentage defective for various values of quality index as defined in MIL-STD-414. (*Continued*)

Q_U or Q_L	Variability unknown—standard deviation method				Variability unknown—range method				Variability known
	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 20$	$n = 7$	$n = 10$	$n = 15$	$n = 25$	Any n
2.05	0.26	0.94	1.37	1.56	0.10	0.67	1.17	1.54	2.018
2.10	0.14	0.74	1.16	1.34	0.02	0.49	0.96	1.32	1.786
2.15	0.06	0.58	0.97	1.14	0.00	0.35	0.78	1.13	1.578
2.20	0.015	0.437	0.803	0.968	0.000	0.236	0.625	0.954	1.390
2.25	0.001	0.324	0.660	0.816	0.000	0.150	0.495	0.802	1.222
2.30	0.000	0.233	0.538	0.685	0.000	0.089	0.386	0.672	1.072
2.35	0.000	0.163	0.435	0.571	0.000	0.047	0.296	0.558	0.939
2.40	0.000	0.109	0.348	0.473	0.000	0.021	0.223	0.461	0.820
2.45	0.000	0.069	0.275	0.389	0.000	0.007	0.165	0.378	0.714
2.50	0.000	0.041	0.214	0.317	0.000	0.001	0.118	0.307	0.621
2.55	0.000	0.023	0.165	0.257	0.000	0.000	0.083	0.247	0.539
2.60	0.000	0.011	0.125	0.207	0.000	0.000	0.056	0.198	0.466
2.65	0.000	0.005	0.094	0.165	0.000	0.000	0.037	0.157	0.402
2.70	0.000	0.001	0.069	0.130	0.000	0.000	0.023	0.123	0.347
2.75	0.000	0.000	0.049	0.102	0.000	0.000	0.014	0.096	0.298
2.80	0.000	0.000	0.035	0.079	0.000	0.000	0.007	0.074	0.256
2.85	0.000	0.000	0.024	0.060	0.000	0.000	0.004	0.055	0.219
2.90	0.000	0.000	0.016	0.046	0.000	0.000	0.002	0.042	0.187
2.95	0.000	0.000	0.010	0.034	0.000	0.000	0.001	0.031	0.159
3.00	0.000	0.000	0.006	0.025	0.000	0.000	0.000	0.022	0.135
3.10	0.000	0.000	0.002	0.013	0.000	0.000	0.000	0.011	0.097
3.20	0.000	0.000	0.001	0.006	0.000	0.000	0.000	0.005	0.069
3.30	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.003	0.048
3.40	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.034
3.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023
3.60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016
3.70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011
3.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007
3.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
4.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003

4.2 หลักเกณฑ์ในการใช้การตรวจสอบความเข้มงวดแบบต่างๆ

โดยทั่วไป การตรวจสอบจะเริ่มที่ความเข้มงวดปานกลาง การเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบความเข้มงวดน้อย หรือ ความเข้มงวดมาก จะต้องเป็นตามเงื่อนไข ซึ่งจะเหมือนกับการตรวจสอบตามตารางของกรมทหาร แต่จำนวนลอตที่นำมาตรวจสอบ จะน้อยกว่า อาจจะเป็น 5 หรือ 10 หรือ 15 ลอต แต่ปกติจะนิยมใช้ 10 ลอต เริ่มต้นตรวจสอบที่ความเข้มงวดปานกลาง จะเปลี่ยนเป็นความเข้มงวดน้อย เมื่อมีเงื่อนไขครบทุกข้อ ดังนี้

1. ตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง 10 ลอต ไม่มีลอตใดเลยที่ถูกปฏิเสธ
2. ค่าประมาณเปอร์เซนต์ของชำรุด หรือของเสียของแต่ละลอต จะต้องน้อยกว่าขอบเขตต่ำสุดที่ระบุในตารางพิเศษ
3. อัตราการผลิตมีอัตราที่สม่ำเสมอ

เมื่อการตรวจสอบแบบความเข้มงวดน้อยใช้อยู่ในกระบวนการผลิต เราจะเปลี่ยนเป็น การตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง เมื่อมีเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่ง ดังนี้

1. ลอตใดลอตหนึ่งถูกปฏิเสธ
2. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์ของเสียภายในลอต มากกว่า ค่า AQL
3. อัตราการผลิตไม่สม่ำเสมอ เกิดการผลิตที่ล่าช้า
4. มีเงื่อนไขอื่นๆ ที่บอกให้เปลี่ยนเป็น การตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง

เมื่อการตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลางใช้อยู่ในกระบวนการผลิต จะเปลี่ยนเป็นการตรวจสอบแบบความเข้มงวดมาก เมื่อตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง 10 ลอตแล้ว มีจำนวนลอตที่มีเปอร์เซนต์ของเสีย มากกว่า AQL อยู่ จำนวนมากกว่า T (ซึ่งค่า T ได้จากตาราง) และค่าประมาณเปอร์เซนต์ของเสียโดยเฉลี่ยมีค่ามากกว่า AQL แต่ถ้าการตรวจสอบแบบความเข้มงวดมากดำเนินอยู่ จนได้ค่าประมาณเปอร์เซนต์ของเสียโดยเฉลี่ย มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า AQL เราจะเปลี่ยนเป็นการตรวจสอบแบบความเข้มงวดปานกลาง

ตารางที่ 7.8 แสดงเกณฑ์ของการเปลี่ยนการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลางเป็นแบบความเข้มงวดน้อย และแบบเข้มงวดมาก เมื่อไม่ทราบค่า σ' ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง จากอักษร H ของตารางมาตรฐาน 414

AQL	ค่า T สำหรับตรวจแบบเข้มงวดมาก จำนวนลอต			%ของเสียของขอบเขตต่ำสุดแบบเข้มงวดน้อย จำนวนลอต		
	5	10	15	5	10	15
0.10	3	5	7	.002	.023	.058
0.15	3	6	8	.005	.048	.105
0.25	4	6	8	.017	.111	.215
0.40	4	6	9	.048	.225	.369
0.65	4	7	9	.123	.445	.65
1.00	4	7	9	.266	.785	1.00
1.50	4	7	10	.521	1.31	1.50
2.50	4	7	10	1.14	2.40	2.50
4.00	4	8	11	2.24	4.00	4.00
6.50	4	8	11	4.29	6.50	6.50
10.00	4	8	11	7.40	10.00	10.00

ตัวอย่างที่ 7.8 ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง AQL = 6.5% เริ่มการตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ 15 ลอต สุ่มตัวอย่างจากลอตมาตรวจสอบ ได้เปอร์เซ็นต์ของเสียในลอต ดังนี้

6.73	7.24	6.10	6.05	6.40
6.32	6.40	6.88	5.82	6.38
6.91	6.73	6.32	6.38	6.91

จงพิจารณาว่า จะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดมากหรือเข้มงวดน้อยได้หรือไม่

ค่า T = 11 ขอบเขตต่ำสุด = 6.50 จะเปลี่ยนเป็นตรวจสอบแบบเข้มงวดมาก พิจารณาจาก

1. จำนวนลอตที่มีเปอร์เซนต์ของเสียมากกว่า AQL มีอยู่จำนวน 6 ลอต คือ 6.73, 7.24, 6.88, 6.91, 6.73, 6.91 ซึ่งมีค่า น้อยกว่า T
2. ค่าประมาณเปอร์เซนต์ของเสียโดยเฉลี่ย = 97.57/15 = 6.5047 ซึ่งมีค่า มากกว่า AQL

ดังนั้นกฎเกณฑ์ไม่ครบ จึงต้องตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง

เราจะเปลี่ยนการตรวจสอบเป็นแบบเข้มงวดน้อย พิจารณาจาก เปอร์เซนต์ของเสียในลอตจะต้องน้อยกว่า ค่าในตาราง คือ %ของเสียของขอบเขตต่ำสุด ได้ เท่ากับ 6.50 มีอยู่ 9 ลอต ที่มี % ของเสียน้อยกว่า 6.50% จึงยังไม่เปลี่ยนการตรวจสอบ นั่นคือ ยังคงตรวจสอบแบบเข้มงวดปานกลาง

แบบฝึกหัด

1. วัดค่าคุณสมบัติได้ 104, 93,107, 95, 100 ที่ AQL = 2.5% ขนาดของลอต = 45 ตรวจสอบตามตารางมาตรฐาน 414 ระดับ IV ไม่ทราบค่า σ' มีค่าเกณฑ์สูงสุด = 109 ไม่มีเกณฑ์ต่ำสุด ท่านจะตัดสินใจอย่างไร และหาเปอร์เซนต์ของเสียในลอตสินค้านี้
2. กำหนด AQL = 0.05, LTPD = 0.10, α = 0.01, β = 0.10 จงหาแผนการสุ่มเพื่อตรวจรับวัสดุ ที่มีค่าสูงสุดไม่เกิน 50 และค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่ทดสอบเป็น 80 ถ้าใช้แผนสุ่มตัวอย่างเชิงคุณภาพ แผนการสุ่มที่จะนำมาใช้เป็นอย่างไร เปรียบเทียบกับแผนที่ใช้เดิม
3. จงหาแผนการสุ่มตัวอย่าง ที่มีค่า α = 0.05 β = 0.10 AQL = 0.10 LTPD = 0.08 เมื่อค่าต่ำสุดของผลิตภัณฑ์เป็น 0.25 ซม. และความแปรปรวนเป็น 0.000025 ซม.
4. แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงปริมาณ ไม่ทราบค่า σ' มี AQL = 1.3% ตรวจรับลอตขนาด 40 ระดับ IV ซึ่งมีเกณฑ์สูงสุด 164 วัดค่าของผลิตภัณฑ์ได้ $\sum X = 750$ $\sum X^2 = 112{,}900$ จงหา

   4.1 แผนการสุ่มตัวอย่าง

   4.2 ควรจะยอมรับลอตหรือไม่ และจงประมาณ %ของเสียในลอตผลิตภัณฑ์นี้
5. ผู้ผลิตผลิตสินค้าให้ตัวแทนจำหน่าย จัด เป็นลอตๆ ละ 1,500 ชิ้น โดยใช้ตารางมาตรฐาน 414 ระดับ IV มี AQL = 1.5% จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่จะใช้

   5.1 ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และ แบบ 2

   5.2 ใช้พิสัย แบบ 1 k-method และ แบบ 2 M-method
6. ผู้ตรวจสอบกองทัพสหรัฐ ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจรับสินค้าที่มี AQL = 1% มีขนาดของลอต 15,000 ชิ้น โดยใช้ตารางมาตรฐาน 414 จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่ใช้

   6.1 ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และแบบ 2

   6.2 ใช้พิสัย แบบ 1 และแบบ 2
7. ผู้ผลิตสินค้ารายย่อย จัดส่งสินค้าเป็นลอตๆ ละ 200 ชิ้น ใช้ตารางมาตรฐาน 414 ตรวจสอบที่ระดับ II มี AQL = 4%

   7.1 ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และแบบ 2

   7.2 ใช้พิสัย แบบ 1 และแบบ 2
8. จงหาแผนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจรับสินค้าเชิงปริมาณ เมื่อมี $p_1' = 0.02$, $p_2' = 0.05$, α = 0.05, β = 0.10 ผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบ มีเกณฑ์ต่ำที่สุด 4.345 และเกณฑ์สูงสุด

4.355 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.001 จงบอกเงื่อนไขของการยอมรับลอต ทั้งแบบ k-meth และ M-method ของทั้งสองเกณฑ์

9. จงหาแผนสุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการตรวจรับลอตของชิ้นอุปกรณ์ A จัดเป็นลอตๆ ละ 2,000 ชิ้น โดยตรวจสอบตามตารางมาตรฐาน 414 ระดับ II มี AQL = 1.0% ใช้วิธีพิสัย แบบ 2 ถ้าวัดค่าของชิ้นอุปกรณ์ A (X) คำนวณได้ $\sum X = 1{,}575$ และ $\sum R = 50$ กำหนดเกณฑ์ต่ำสุดของชิ้นอุปกรณ์ A เป็น 55 จงสรุปผลที่ได้

10. การตรวจสอบสินค้าโดยใช้ตารางมาตรฐาน 414 ซึ่งมีเกณฑ์สูงสุด 6.86 มิลลิเมตรต่อกรัม ใช้ตารางตรวจสอบได้อักษร H กำหนด AQL 2.5% จงหา

10.1 แผนการสุ่มตัวอย่าง ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แบบ 1 และแบบ 2

10.2 ถ้าสุ่มตัวอย่าง ได้ค่าดังต่อไปนี้

6.63	6.91	6.81	6.32	6.45
6.91	6.73	6.32	6.38	6.91
6.38	5.82	6.88	6.40	6.32
6.73	7.24	6.10	6.05	6.40

จงประมาณเปอร์เซนต์ของเสียในลอต และสรุปผลที่ได้