

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling)

ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้า จากกระบวนการผลิตแต่ละวันที่มีจำนวนมาก ๆ นั้นถ้าทำการตรวจสอบหมดทุกชิ้นก็จะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเป็นจำนวนมากแต่ถ้าต้องการที่จะลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าให้ลดลงการตรวจสอบคุณภาพสินค้าก็จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเพียงบางส่วน จากกระบวนการผลิตมาเป็นตัวแทนลักษณะบางอย่างของสินค้าทั้งหมดจากกระบวนการผลิต

ประชากร (Population) คือ จำนวนสมาชิกของข้อมูลทั้งหมดหรือข้อมูลที่อยู่ในข่ายที่เราสนใจทั้งหมด

ตัวอย่าง (Sample) คือ ส่วนหนึ่งของประชากรที่ถูกเลือกขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวแทนบางอย่างของประชากร

การสุ่มตัวอย่าง (Random Sampling) เป็นวิธีการที่ใช้ตัวอย่างบางส่วนของประชากรมาเพื่อเป็นตัวแทนของประชากร ในการอนุมานค่าต่าง ๆ หรือหาคำตอบบางอย่างของประชากร โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่น้อยที่สุดและให้ได้ค่าที่อนุมานหรือคำตอบบางอย่างของประชากรถูกต้องที่สุดด้วยแผนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Design) ที่เหมาะกับลักษณะของประชากร ดังนี้

แผนการสุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 2 ชนิดคือ

1. แผนการสุ่มตัวอย่างตามความน่าจะเป็น (Probability Sampling) และ
2. แผนการสุ่มตัวอย่างไม่เป็นตามความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

ในที่นี้จะกล่าวถึงการเลือกตัวอย่างตามความน่าจะเป็น (Probability Sampling) ซึ่งเป็นการเลือกหน่วยของประชากรมาเป็นตัวอย่างโดยที่แต่ละหน่วยของประชากรที่ถูกเลือกมาเป็นตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยความน่าจะเป็น ตามแผนการเลือกสุ่มตัวอย่างซึ่งจำแนกได้ 4 วิธีคือ

1. แผนการเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย
2. แผนการเลือกสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ
3. แผนการเลือกตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ
4. แผนการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม

1. แผนการเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

การเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดของการเลือกตัวอย่างตามความน่าจะเป็นซึ่งกำหนดให้โอกาสของทุกหน่วยในประชากรมีโอกาสถูกเลือกมาเป็นตัวอย่างละหน่วยด้วยโอกาสที่เท่า ๆ กันและแต่ละหน่วยตัวอย่างมีโอกาสเกิดขึ้นด้วยโอกาสเท่า ๆ กัน เช่น ถ้าเลือกตัวอย่าง n จากประชากรขนาด N แบบไม่ใส่คืนจำนวนชุดตัวอย่างที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการเลือกตัวอย่างคือ (N/n) ดังนั้นโอกาสที่แต่ละชุดตัวอย่างจะมีโอกาสถูกเลือกมาด้วยโอกาสเท่ากับ $1/(N/n)$ ซึ่งในการเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่ายนี้จะต้องทราบจำนวนประชากรขนาด N และลักษณะประชากรขนาด N จะต้องมีลักษณะเหมือนหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด

2. แผนการเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่ายแบบมีระบบ (Systematic Sampling)

วิธีการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบนี้เป็นวิธีการเลือกตัวอย่างที่ให้ความสะดวกและรวดเร็ววิธีหนึ่งที่แตกต่างกันไปจากการเลือกตัวอย่างสุ่มอย่างง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกรณีที่ไม่สามารถสร้างกรอบตัวอย่างสำหรับการจดนับหน่วยตัวอย่างได้ ซึ่งวิธีนี้จะทำการเลือกตัวอย่างสุ่ม n หน่วยจากทุก ๆ K หน่วยเท่า ๆ กันซึ่งมีวิธีการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบดังนี้

ในประชากรขนาด N กำหนดหมายเลขประชากร $1, 2, 3, \dots, N$

ถ้าเลือกตัวอย่างขนาด n ดังนั้น $K = N/n$ ถ้า K เป็นจำนวนเต็ม

เลือกตัวเลขสุ่มหนึ่งตัวระหว่าง 1 ถึง K สมมติเป็น I ดังนั้นตัวอย่างแรกคือหน่วยที่ I หน่วยถัดไปคือ $K + I, I + 2K, \dots$ จนครบ n หน่วยที่ต้องการ

แต่ถ้า $K = N/n$ ไม่เป็นจำนวนเต็มกล่าวคือ กรณี $K \neq N/n$ การเลือกตัวอย่างแบบมีระบบในหัวข้อ 3. จะทำให้ขนาดตัวอย่างที่ได้รับไม่คงที่ซึ่งจะทำให้การประมาณค่าต่าง ๆ ที่สนใจเอนเอียง (Bias) ไปจากค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ซึ่งถ้าเกิดกรณีนี้วิธีการเลือกแบบมีระบบจะเปลี่ยนเป็นวิธีการเลือกตัวอย่างแบบมีระบบเป็นวงกลม (Circular Systematic Sampling) มีการเลือกตัวอย่างดังนี้

2.1 ในประชากรขนาด N กำหนดหมายเลขประชากร $1, 2, 3, \dots, N$ ให้เรียงเป็นวงกลม

2.2 ถ้าเลือกตัวอย่างขนาด n ดังนั้นจะหาค่า $K = N/n$ ซึ่ง K เป็นเลขจำนวนทศนิยมให้ปัดเศษทศนิยมนั้นเป็นจำนวนเต็ม

2.3 เลือกตัวเลขสุ่มระหว่าง 1 ถึง N สมมติเป็น J ดังนั้นตัวอย่างแรก คือหน่วยที่ J หน่วยถัดไปคือ $J + K, J + 2K, \dots$ จนกระทั่งครบหน่วยแรกของประชากรแล้วนับย้อนกลับไปยังต้นจนกว่าจะได้ หน่วยครบตามขนาดตัวอย่าง

3. แผนการเลือกตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling)

แผนการเลือกตัวอย่างวิธีนี้ เป็นแผนการเลือกตัวอย่างที่แบ่งหน่วยของประชากรออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยที่แต่ละกลุ่มจะมีลักษณะประชากรจะมีเหมือนกัน ต่างกลุ่มกันมีลักษณะประชากรต่างกันมากที่สุด แล้วเลือกตัวอย่างนั้นออกมาแบบเป็นอิสระกันเช่น จำแนกโรงงานอุตสาหกรรมขนาดย่อม โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก โรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลาง และโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เมื่อจำแนกโรงงานอุตสาหกรรมออกเป็น 4 ประเภทแล้วเลือกตัวอย่างจากโรงงาน 4 ประเภท ดังกล่าวโดยจะใช้วิธีใดเลือกตัวอย่างก็ได้ในแต่ละกลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมที่จำแนกไว้

4. แผนการเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

แผนการเลือกตัวอย่างกลุ่มจะใช้เมื่อกรณีที่ประชากรมีขนาดใหญ่มาก ในการสุ่มตัวอย่างจะแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่ม กลุ่มที่แบ่งแล้วจากประชากรทั้งหมดเป็นกลุ่มประชากรย่อยลงไปอีก แล้วเลือกตัวอย่างจากกลุ่มประชากรย่อยมาทั้งกลุ่มเพียงบางกลุ่มจากนั้นพิจารณาต่อไปว่าสามารถใช้ตัวอย่างจากกลุ่มประชากรย่อยที่เลือกมานั้นได้หรือยัง ถ้ากลุ่มตัวอย่างที่เลือกมามีขนาดใหญ่ก็ยังคงแบ่งกลุ่มประชากรย่อยที่เลือกเป็นตัวอย่างนี้ออกไปอีก จึงเลือกกลุ่มที่แบ่งแล้วมาเป็นตัวอย่างเพียงบางกลุ่มแล้วย้อนกลับไปพิจารณาว่าเลือกเป็นตัวอย่างได้หรือยัง ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ตัวอย่างที่เหมาะสม ซึ่งจำแนกวิธีการเลือกตัวอย่างกลุ่มได้เป็น

การเลือกตัวอย่างกลุ่มชั้นเดียว (One Stage Cluster Sampling)

การเลือกตัวอย่างกลุ่มสองชั้น (Two Stage Cluster Sampling)

การเลือกตัวอย่างกลุ่มหลายชั้น (Multi Stage Cluster Sampling)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงวิธีการเลือกตัวอย่างโดยทั่วไปซึ่งในการควบคุมคุณภาพจะใช้หลักวิธีการข้างต้นสำหรับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพื่อการยอมรับสินค้าในแต่ละล็อต และการใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างก็จะใช้เพียง 3 วิธีคือ วิธีการเลือกตัวอย่างอย่างง่าย การเลือกตัวอย่างอย่างมีระบบ และการเลือกตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ ส่วนวิธีการเลือกตัวอย่างกลุ่มจะไม่ค่อยใช้ในการควบคุมคุณภาพนักและสำหรับงานวิจัยฉบับนี้จะเลือกใช้แผนการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic Sampling) ซึ่งนอกจากจะเป็นแผนที่สะดวกรวดเร็วแล้ว ยังเป็นแผนที่สอดคล้องและเหมาะสมกับการสุ่มตรวจสอบ Case ที่เป็น Finished Goods ของโรงงานบรรจุหีบห่อชิ้นส่วนรถยนต์ CKD

ทฤษฎีความน่าจะเป็นเบื้องต้นที่นำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพ

ความน่าจะเป็น (Probability)

ในชีวิตประจำวันเรามักจะประสบกับเหตุการณ์ต่าง ๆ นานา และมักกล่าวถึงความน่าจะเป็นโดยไม่รู้ตัว เช่นคำว่า “อาจจะ” “น่าจะ” หรือ “โอกาสที่จะ” เป็นต้น ซึ่งคำเหล่านี้จะแสดง

ความที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้ตามความเชื่อของผู้พูด จนกว่าผลนั้นจะประจักษ์ออกมา เช่น เราคงเคยได้ยินว่า “ต่อ 2 เา 1 ว่าทีมฟุตบอลไทยชนะ” “กรุงเทพ ฯ ฝนจะตก 30 %” ตัวอย่างดังกล่าวเป็นการพูดโดยการคาดคะเนซึ่งอาจจะมีข้อมูลมาสนับสนุน อย่างไรก็ตามมันเป็นโอกาสที่จะเกิดขึ้นเท่านั้น เหตุการณ์จริง ๆ ที่เกิดขึ้นอาจไม่เป็นไปตามที่คาดคะเนเอาไว้

คำจำกัดความทางคณิตศาสตร์

ให้

$P[E]$ = โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ E ซึ่งเป็นเหตุการณ์ใด ๆ ก็ได้

$P[E]$ = หนทางที่จะเกิดเหตุการณ์ E / หนทางทั้งหมดที่จะเป็นไปได้

ตัวอย่างเช่น ในการโยนเหรียญ 1 อัน

$P[\text{หัว}] = \text{หัว} / \text{หัว} + \text{ก้อย} = 1/2$

คุณสมบัติโดยทั่วไปของความน่าจะเป็น

1. $0 \leq P[E] \leq 1$ โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ E มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

2. $\sum_{i=1}^n P[E] = 1$ ผลรวมของความน่าจะเป็นทั้งหมดเท่ากับ 1

3. $P[\text{not}E] = 1 - P[E]$ โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ใช่ E มีค่าเท่ากับหนึ่งลบด้วยโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ E

การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution)

การแจกแจงความน่าจะเป็นรูปแบบของทฤษฎีความน่าจะเป็นที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมต่าง ๆ

จากการทดลองเชิงสุ่มทางสถิติประกอบไปด้วยการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรเชิงสุ่มชนิดต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องซึ่งสามารถนำไปใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพได้ตามความเหมาะสมสำหรับการทดลอง

1. การแจกแจงยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)

ให้ X เป็นตัวแปรเชิงสุ่มชนิดไม่ต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยค่าตัวแปรเชิงสุ่ม

$x_1, x_2, \dots, x_k$ ซึ่งต่างก็มีความน่าจะเป็นเท่ากันแล้ว การแจกแจงยูนิฟอร์มคือ

$$f(x; k) = 1/k, \quad x = x_1, x_2, \dots, x_k$$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความแปรปรวนของการแจกแจงยูนิฟอร์ม $f(x; k)$ คือ

$$E(X) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i \quad \text{และ} \quad V(X) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (x_i - E(X))^2 \quad \text{ตามลำดับ}$$

ให้ X เป็นตัวแปรเชิงสุ่มชนิดต่อเนื่อง ซึ่ง X จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง a ถึง b โดยที่ $a < b$ แล้ว ถ้าฟังก์ชันความน่าจะเป็นหนาแน่นของ X นี้คงที่ตลอดช่วงระหว่าง a และ b การแจกแจงยูนิฟอร์มของตัวแปรเชิงสุ่มชนิดต่อเนื่องคือ

$$f(x) = \frac{1}{b-a} \quad ; a < x < b$$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและความแปรปรวนของการแจกแจงยูนิฟอร์ม เมื่อ X เป็นตัวแปรชนิดต่อเนื่อง คือ

$$E(X) = \frac{(b+a)}{2} \quad \text{และ} \quad V(X) = \frac{(b-a)^2}{12} \quad \text{ตามลำดับ}$$

2. การแจกแจงทวินาม (Binomial Distribution)

การแจกแจงทวินาม เป็นการแจกแจงที่ได้จากการทดลอง n ครั้ง ซึ่งการทดลองแต่ละครั้งมีเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ 2 ทาง คือความสำเร็จ (Success) และความไม่สำเร็จ (Failure) ซึ่งมีข้อสังเกตในการพิจารณาดังนี้คือ

การทดลองจะต้องกระทำซ้ำกัน n ครั้ง

เหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการทดลองแต่ละครั้งมีได้ 2 ทาง คือความสำเร็จ (Success) และความไม่สำเร็จ (Failure)

การทดลองแต่ละครั้ง จะต้องเป็นอิสระกัน ความหมายการสุ่ม จะหมายถึงการสุ่มแล้วใส่กลับคืน (Sampling with Replacement)

ถ้าให้ p เป็นความน่าจะเป็นของความสำเร็จ ดังนั้น p จะต้องคงที่ตลอดทุกครั้งของการทดลอง

ถ้าให้ X เป็นตัวแปรเชิงสุ่ม ซึ่งแทนความสำเร็จจากการทดลองทวินาม n ครั้งเราจะเรียก X ว่าเป็นตัวแปรเชิงสุ่มทวินาม

ถ้าให้ p เป็นความน่าจะเป็นของความสำเร็จ และ q เป็นความน่าจะเป็นของความไม่สำเร็จ $q = 1 - p$ และ $0 \leq p \leq 1$ และ $0 \leq q \leq 1$ ดังนั้น การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรเชิงสุ่มทวินาม X ของความสำเร็จในการทดลอง n ครั้ง คือ

$$b(x; n, p) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x} \quad ; \quad x = 0, 1, 2, \dots, n$$

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงทวินามคือ $E(X) = np$ และ $V(X) = npq$ ตามลำดับ

3. การแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริก (Hypergeometric Distribution)

ในกรณีที่เป็น การทดลองหยิบแล้วไม่ใส่คืน กรณีนี้จะใช้การแจกแจงแบบทวินามในการแก้ปัญหาไม่ได้ เนื่องจากการทดลองไม่เป็นอิสระกัน ทำให้ความน่าจะเป็นของความสำเร็จ p ไม่คงที่ในแต่ละครั้งของการทดลอง ดังนั้นการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับกรณีนี้คือการหยิบแล้วไม่ใส่คืนจากประชากรทั้งหมด N ซึ่งในประชากรทั้งหมด N ยังแบ่งออกได้เป็น 2 พวก พวกที่หนึ่ง

เป็นพวกที่เราสนใจมี k จำพวก อีกพวกหนึ่งเป็นพวกที่เราไม่สนใจมี $N-k$ จำนวน ถ้าสุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรทั้งหมด N ในตัวอย่างที่สุ่มได้ขนาด n ยังประกอบด้วย 2 พวกด้วยกันคือ พวกที่หนึ่งเป็นพวกที่เราสนใจมี x และพวกที่สองเป็นพวกที่เราไม่สนใจมี $n-x$ จำนวน

ถ้า X เป็นตัวแปรเชิงสุ่มแทนจำนวนครั้งของความสำเร็จในการสุ่ม n ครั้ง จะได้ความน่าจะเป็นของความสำเร็จคือ

$$h(x; N, n, p) = \frac{\binom{k}{x} \binom{N-k}{n-x}}{\binom{N}{n}} ; x = 0, 1, 2, \dots, n$$

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริก คือ $E(X) = \frac{n}{N} \cdot k$ และ

$$V(X) = \left(\frac{N-n}{N-1} \right) \cdot n \cdot \frac{k}{N} \left(1 - \frac{k}{N} \right) \text{ ตามลำดับ}$$

4. การแจกแจงทวินามประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริก

ในการทดลองไฮเปอร์จีโอเมตริก ถ้า n มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ N เราจะใช้การแจกแจงทวินามมาเพื่อประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกได้เลย ซึ่งค่าของ P ที่ใช้ประมาณการแจกแจงทวินามคือ $P = k/N$ และ $q = 1 - k/N$ สำหรับกรณีที่กล่าวกันว่า n มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับ N การตัดสินใจจะใช้ $N \geq 30$ และ $n/N < 0.1$

5. การแจกแจงปัวซอง (Poisson Distribution)

การทดลองที่มีค่าตัวแปรเชิงสุ่ม X ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่งที่กำหนดให้โดยการติดตามนับจำนวนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น จำนวนครั้งของโทรศัพท์ที่หมุนเข้ามายังโอเปอร์เรเตอร์ในช่วงเวลาหนึ่ง จำนวนเรือที่เข้าเทียบท่าในแต่ละวัน ซึ่งการทดลองที่กล่าวมานี้เรียกว่าการทดลองปัวซอง (Poisson Experiment) ซึ่งจะสังเกตลักษณะของเหตุการณ์ที่เป็นการทดลองปัวซองได้ดังนี้คือ

- 5.1 ต้องเป็นเหตุการณ์ที่เป็นจำนวนนับได้
- 5.2 อัตราเฉลี่ยของการเกิดเหตุการณ์จะต้องคงที่
- 5.3 จะกำหนดขอบเขตให้แน่นอน เช่น ช่วงเวลา ระยะทาง จุด ปริมาตรที่แน่นอน
- 5.4 จำนวนความสำเร็จที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง หรือช่วงเวลาใดในช่วงเวลาหนึ่ง จะเป็นอิสระกับการเกิดนอกช่วงเวลา หรือภายนอกอาณาบริเวณ

การแจกแจงความน่าจะเป็นของ X หรืออาณาบริเวณตัวแปรเชิงสุ่มปัวซอง X จะถูกกำหนดโดยจำนวนความสำเร็จที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา หรืออาณาบริเวณที่กำหนดให้ ดังนั้น X จะเป็น

ตัวแปรเชิงสุ่มที่แทนจำนวนครั้งของความสำเร็จที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหรืออาณาบริเวณที่กำหนดให้มีการแจกแจงความน่าจะเป็นดังนี้

$$P(x; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \quad x = 1, 2, 3, \dots$$

เมื่อ λ เป็นค่าเฉลี่ยของความสำเร็จในช่วงเวลาหนึ่ง หรืออาณาบริเวณหนึ่งที่กำหนดให้ และ $e = 2.71828, \dots$

ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของการแจกแจงปัวซอง $P(x; \lambda)$ ทั้งสองมีค่าเป็น λ กรณีการแจกแจงทวินาม ซึ่งมีการแจกแจงความน่าจะเป็นคือ $b(x; n, p)$ ถ้า n มีขนาดใหญ่่มาก ($n \rightarrow \infty$) และ p มีค่าน้อย ๆ ($p \rightarrow 0$) เราจะประมาณค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงทวินามได้ด้วยการแจกแจงปัวซองโดยที่ $\lambda = np$ จะได้

$$b(x; n, p) \rightarrow P(x; \lambda)$$

$$b(x; n, p) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} ; \quad x = 1, 2, 3, \dots$$

ในการเลือกใช้การแจกแจงใดก็ตามจะขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายของข้อมูลนั้นว่ามีการกระจายแบบใดก็ใช้การแจกแจงนั้น สำหรับกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแบบทวินาม ถ้าขนาดตัวอย่างมีขนาดใหญ่ และ p มีค่าน้อย การคำนวณการแจกแจงทวินามจะทำได้ค่อนข้างยาก ดังนั้นจึงใช้การแจกแจงปัวซองประมาณการแจกแจงทวินามได้ สำหรับการพิจารณาการใช้ปัวซองประมาณการแจกแจงทวินามนอกจากจะดูค่า n และ p แล้วยังพิจารณาจากผลคูณของความน่าจะเป็นกับขนาดตัวอย่าง (np) ถ้า $n \geq 20$ และ $p < 0.05$ จะมีความแม่นยำและจะใช้ปัวซองประมาณทวินามได้ดี ถ้า $n \geq 100$ และ $np \leq 10$ จะใช้ปัวซองประมาณทวินามได้ดีมาก ซึ่งการหาความน่าจะเป็นจะหาจาก ตารางปัวซองเอกซ์โปเนนเชียลทวินาม (Poisson Exponential Binomial Limit) โดยค่าในตารางจะกำหนดความน่าจะเป็นสะสม ของผลิตภัณฑ์เสีย (np) เมื่อ np มีค่าต่าง ๆ กัน

การตัดสินใจใช้วิธีการคำนวณความน่าจะเป็นในการแก้ปัญหาการอุตสาหกรรม

ในการตรวจสอบคุณลักษณะ เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อย่างหยาบ ๆ ว่า การตรวจสอบด้วยตัวแปร แต่ในทางปฏิบัติก็นิยมใช้เพราะว่าในการตรวจสอบสินค้าที่มีส่วนประกอบผลิตภัณฑ์หลายชิ้น เช่น วิทยุ ถ้าใช้การตรวจสอบด้วยตัวแปรในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพก็จำเป็นต้องใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพเป็นร้อย ๆ แผนภูมิ ดังนั้นในผลิตภัณฑ์บางอย่างเราสามารถดูจากคุณลักษณะบางประการซึ่งบอกว่าดี, เสีย, ใช้ได้, ใช้ไม่ได้ก็เพียงพอแล้ว โดยเฉพาะปัญหาการส่งสินค้าของโรงงานอุตสาหกรรมไปยังลูกค้า หรือการยอมรับสินค้าของลูกค้าที่ส่งมาจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้นจะต้องผ่านการตรวจสอบเพียงดูว่าสินค้านั้นเสีย หรือ ดี ใช้ได้ หรือ ไม่ได้เท่านั้นซึ่งการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในลักษณะนี้ทั้งผู้ผลิตและลูกค้าจะใช้การตัดสินใจโดย

วิธีการคำนวณความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสินค้านั้นหรือไม่ภายใต้การตกลงระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อว่าจะยอมรับสินค้าในระดับใด ปัญหาในการตรวจสอบก็คือ ถ้าหากทำการตรวจสอบสินค้าทุกชิ้นจากสินค้าทั้งหมด N ทั้งผู้ผลิตหรือลูกค้าก็จะเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้การตรวจสอบแบบนี้อาจได้ผลไม่เต็ม 100 % เนื่องจากผู้ตรวจสอบอาจเกิดความเมื่อยล้า เกิดความจำเจ เบื่อหน่าย ทำให้มีของเสียหลงหลุดหายไปบ้างอีกด้วย เพื่อให้สามารถลดค่าใช้จ่ายและเพื่อการมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จึงเลือกสุ่มสินค้าบางส่วนขนาด n จากสินค้าทั้งหมด N มาทำการตรวจสอบหรือคำนวณโอกาสความน่าจะเป็นที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสินค้านั้น จากการแจกแจงความน่าจะเป็นที่กล่าวมาแล้ว แต่เนื่องจากการคำนวณความน่าจะเป็นโดยตรงค่อนข้างจะยุ่งยากมากสำหรับการคำนวณจึงได้ใช้การแจกแจงอื่นมาเพื่อทำการประมาณการแจกแจงความน่าจะเป็นที่ต้องใช้ดังจะสรุปได้ดังนี้

1. โดยทั่วไปลักษณะการตรวจสอบจะได้ตัวแปรสุ่ม ของผลิตภัณฑ์ที่สนใจจะมีการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริก (Hypergeometric) การเลือกตัวอย่างแบบไม่ใส่กลับคืน (Sampling Without Replacement) ซึ่งถ้าขนาดของล็อต N มีขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบกับขนาดตัวอย่าง (n) กรณีการเลือกแบบใส่คืน (Sampling with Replacement) และการเลือกแบบไม่ใส่คืน (Sampling Without Replacement) จะไม่แตกต่างกันมากดังนั้นในการตัดสินใจคำนวณจะเลือกการแจกแจงทวินามมาประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกโดยให้ดูจากสัดส่วนการสุ่มตัวอย่าง n เมื่อเทียบกับ N ถ้า $n/N \leq 0.1$ และ $N \geq 30$ ก็จะใช้การแจกแจงทวินามประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกได้ดี
2. ในกรณีขนาดตัวอย่าง (n) จากการแจกแจงทวินามมีขนาดใหญ่มากและ p มีค่าน้อยแล้ว ถ้า $n \geq 20$ และ $p \leq 0.05$ จะใช้ปัวซองประมาณการแจกแจงทวินามได้ดีมาก ถ้า $n \geq 100$ และ $n \leq 10$
3. การใช้การแจกแจงปกติ ประมาณการแจกแจงทวินามได้ดีเมื่อค่า $p = 1/2$ โดยที่ n เป็นเท่าไรก็ได้ แต่ค่าของ p บางครั้งก็จะเบี่ยงไปทางใดทางหนึ่งซึ่งกรณีนี้ถ้า n มีขนาดใหญ่มากกล่าวคือ $n \geq 30$, np และ $nq > 5$ ก็จะใช้การแจกแจงปกติประมาณการแจกแจงทวินามได้ดีเช่นกัน

หลักมูลฐานบางประการเกี่ยวกับแผนการเลือกตัวอย่างเพื่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

วิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะจำแนกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 2 ชนิดคือ

1. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยตัวแปร
2. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยคุณลักษณะ

ซึ่งการควบคุมคุณภาพทั้ง 2 ชนิดนี้ ยังจำแนกวิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้อีก

3 วิธีคือ

1. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น (Screening Inspection)
2. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์โดยสุ่มตัวอย่างจากล็อต (Lot Sampling Inspection)
3. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิต (Process Inspection)

วิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกชิ้น เป็นการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ 100% คือ ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นที่ผลิตมาจะถูก ตรวจสอบทั้งหมดเพื่อหาผลิตภัณฑ์เสียจากการผลิตทั้งหมด ซึ่งวิธีการตรวจสอบนี้เป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกต่อการตรวจสอบ ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเข้ามาช่วย แต่มีข้อเสียบางอย่างสำหรับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะวิธีการนี้จะทำให้ผู้ที่ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เกิดความเบื่อหน่ายและจำเจกับงานเกินไป ผลจะนำไปสู่ความเมื่อยล้า และขาดความตั้งใจที่จะทำงานนั้นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สำหรับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ 100% นอกจากเกิดผลเสียดังกล่าวแล้วยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบมากขึ้นอีกด้วย

วิธีการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดยสุ่มตัวอย่างจากล็อต เนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ 100% มีผลเสียทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย ดังนั้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการตรวจสอบ จึงได้ทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์จากการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์บางส่วนเพื่อใช้เป็นตัวแทนผลิตภัณฑ์ทั้งหมดซึ่งวิธีตรวจสอบผลิตภัณฑ์โดยสุ่มตัวอย่างจากล็อตนี้ จะทำการสุ่มตัวอย่างบางส่วนจากแต่ละล็อตขึ้นมาทำการตรวจสอบเพื่อใช้เป็นตัวแทนสรุปผลจากล็อตนั้นว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธล็อตนั้นภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น

วิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิต เนื่องจากในกระบวนการผลิตหนึ่งอาจมีความผันแปรที่เกิดขึ้นได้จากคน วัตถุดิบ และเครื่องจักร ซึ่งความผันแปรเหล่านี้จะก่อให้เกิดกระบวนการผลิตไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด ดังนั้นในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์อาจทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เริ่มกระบวนการผลิตจากคน วัตถุดิบ และเครื่องจักร ไปสู่ผลผลิตที่ผลิตได้ ซึ่งจะช่วยให้แก้ไขข้อผิดพลาดจากกระบวนการผลิตได้ทันที โดยแก้สาเหตุที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในแต่ละจุด ด้วยการใช้วิธีทางสถิติเข้าช่วยในการวิเคราะห์ตรวจสอบ

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ 100% ผลที่ได้จากการตรวจสอบเกิดจากการนำผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมาทำการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนจากการตรวจสอบ ที่เกิดขึ้นก็คือผู้ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก็จะเกิดความรู้สึกเบื่อหน่าย ขาดความตั้งใจในการทำงาน ทำให้เกิดความผิดพลาดไปได้

ซึ่งผลเสียที่ตามมาก็คือ เราต้องยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน หรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน

การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์จากการสุ่มตัวอย่าง ความเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะเกิดจาก

1. การวัดหรือตรวจสอบผิดพลาด
2. ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง

การวัดหรือการตรวจสอบผิดพลาด ผลความเคลื่อนนี้ถ้าใช้คนเป็นผู้วัดหรือตรวจสอบ ความผิดพลาดนี้ก็เกิดจากคน แต่ถ้าใช้เครื่องมือวัดหรือใช้เครื่องจักรช่วยวัด ความผิดพลาดนี้ก็เกิดจากคนหรือเครื่องจักรหรือเกิดขึ้นจากคนและเครื่องจักรพร้อมกัน ดังนั้นผู้ทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์จึงต้องพยายามแก้ไขและควบคุมความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ไว้ก่อน ด้วยการพยายามตรวจสอบเครื่องมือวัดให้ได้มาตรฐานอยู่เสมอ และถ้าผลความคลาดเคลื่อนเกิดจากคนผู้บริหาร จำเป็นต้องคัดเลือกบุคลากรที่มีความละเอียดและรับผิดชอบงานเพียงพอเข้ามาปฏิบัติงานทางค่านนี้ และพยายามให้ผู้ปฏิบัติตระหนักถึงความสำคัญของงานที่ทำอยู่นี้เสมือนตนเองมีส่วนยอมเป็นเจ้าของธุรกิจนั้นด้วย

ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง เนื่องจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากตัวอย่างเป็นการสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์เพียงบางส่วนเพื่อใช้เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ดังนั้นผลจากการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์เพียงบางส่วนย่อมทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างขึ้น ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้จะประกอบไปด้วยความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับผลิตภัณฑ์จากการตรวจสอบทั้งที่ผลิตภัณฑ์นั้นไม่ได้ตามข้อกำหนดและความคลาดเคลื่อนที่ปฏิเสธผลิตภัณฑ์จากการตรวจสอบทั้งที่ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นไปตามข้อกำหนด

ความเสี่ยงของผู้ผลิต (Producer Risk) และความเสี่ยงของผู้บริโภค (Consumer Risk)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ในแต่ละล็อตที่ผลิตได้จะมีจำนวนมากและในการผลิตในแต่ละล็อตก็จะมีผลิตภัณฑ์เสียปนออกมา ซึ่งในความเป็นจริงก็ไม่ทราบว่าจะมีผลิตภัณฑ์เสียปนออกมาทั้งหมดเท่าไร หากจะทราบว่าจะมีผลิตภัณฑ์เสียในแต่ละล็อตเป็นเท่าไรนั้นก็ต้องใช้วิธีตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในแต่ละล็อตจึงจะทราบได้ว่ามีผลิตภัณฑ์เสียทั้งหมดเป็นร้อยละเท่าไร และก็เป็นเรื่องยากที่จะต้องตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นในแต่ละล็อตดังนั้นในการควบคุมปริมาณผลิตภัณฑ์เสียในแต่ละล็อตก็จะใช้วิธีตั้งเกณฑ์ผลิตภัณฑ์เสียภายในล็อตที่ผลิตได้ว่าควรมีผลิตภัณฑ์เสียต้องไม่มากกว่าร้อยละของผลิตภัณฑ์เสียที่กำหนดขึ้นแล้วใช้วิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในแต่ละล็อตด้วยตัวอย่างเพื่อยืนยันผลิตภัณฑ์เสียในแต่ละล็อตว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นหรือไม่ด้วยแผนการเลือกตัวอย่าง ถ้าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเลือกตัวอย่างเสียไม่เกินกว่าข้อกำหนดในแผนเลือกตัวอย่างก็จะ

ยอมรับผลิตภัณฑ์ในล็อตนั้น แต่ถ้าเสียมากกว่าที่กำหนดไว้ในแผนการเลือกตัวอย่างก็จะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ทั้งล็อตนั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธผลิตภัณฑ์ในแต่ละล็อตจะตัดสินใจบนพื้นฐานจากแผนการเลือกตัวอย่างภายใต้ข้อสมมติเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ว่ามีผลิตภัณฑ์เสียไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ซึ่งการตัดสินใจลักษณะนี้อาจทำให้เกิดความเสี่ยงดังนี้คือ

1. ความเสี่ยงของผู้ผลิต คือ โอกาสที่จะปฏิเสธผลิตภัณฑ์ทั้งล็อตจากการตรวจสอบว่ามีผลิตภัณฑ์เสียมากกว่าที่กำหนดไว้ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วผลิตภัณฑ์เสียภายในล็อตมีผลิตภัณฑ์เสียภายใต้ข้อกำหนดไว้ เขียนแทนด้วย α เมื่อ

$$\alpha = P(\text{ปฏิเสธผลผลิตจากล็อตนั้น} / \text{ผลิตภัณฑ์เสียภายในล็อตนั้นอยู่ภายใต้ข้อกำหนด})$$

2. ความเสี่ยงของผู้บริโภค คือ โอกาสที่จะยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งล็อตจากการตรวจสอบว่ามีผลิตภัณฑ์เสียไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วผลิตภัณฑ์เสียภายในล็อตมีผลิตภัณฑ์เสียมากกว่าที่กำหนดไว้เขียนแทนด้วย β เมื่อ

$$\beta = P(\text{ยอมรับผลิตภัณฑ์จากล็อตนั้น} / \text{ผลิตภัณฑ์เสียภายในล็อตมีเสียมากกว่าที่กำหนดไว้})$$

ข้อดี ข้อเสียของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยตัวอย่าง

วิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยตัวอย่างเป็นวิธีการเลือกตัวอย่างขึ้นมาตรวจสอบเพื่อใช้เป็นตัวแทนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ 100% ซึ่งวิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยตัวอย่างมีข้อดี ข้อเสียดังนี้

ข้อดีของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยตัวอย่าง

1. ประหยัดเวลาในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

1.1 ลดความเมื่อยล้าในการตรวจสอบทำให้ลดความผิดพลาดในการตรวจสอบเนื่องมาจากการตรวจสอบ 100%

1.2 ประหยัดค่าใช้จ่าย

ข้อดีของการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์โดยตัวอย่าง

1. เกิดความคลาดเคลื่อน เนื่องจากการสุ่มตัวอย่างทำให้เกิดความเสียดังทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค ถ้าเกิดขึ้นกับผู้ผลิตจะทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ค่าขนส่ง ค่าแรงงานเพิ่มขึ้น

2. จะต้องปฏิบัติตามแผนการสุ่มตัวอย่างที่เป็นไปตามลักษณะของประชากรซึ่งยากต่อการปฏิบัติของพนักงานที่ขาดความรู้ทางด้านนี้

เส้นโค้ง โอ ซี (OC Curve) ของแผนการยอมรับจากการสุ่มตัวอย่าง

เส้นโค้ง โอ ซี (Operation Characteristic: O.C. Curve) เป็นเส้นโค้ง ที่แสดงความน่าจะเป็นของกสนยอมรับล็อตซึ่งล็อตจะถูกยอมรับด้วยแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดขึ้น ประโยชน์จะใช้สำหรับหาโอกาสของการยอมรับล็อตจากการตรวจสอบ นอกจากนี้ เส้นโค้งโอซี ยังสามารถใช้สำหรับประสิทธิภาพของแผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากตัวอย่างได้อีกด้วย

ชนิดของ เส้นโค้งโอซี แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ เส้นโค้งโอซี A และเส้นโค้งโอซี B ดังนี้

เส้นโค้ง โอซี A จะเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ที่กำหนดด้วยความน่าจะเป็นของการยอมรับสำหรับสัดส่วนที่เปลี่ยนไปเมื่อกำหนดคุณภาพจากคุณภาพของล็อต

เส้นโค้ง โอซี B จะเป็นกราฟที่แสดงความน่าจะเป็นของการยอมรับล็อตในฟังก์ชันของคุณภาพจากกระบวนการผลิต ซึ่งกราฟชนิดนี้จะคำนวณจากจำนวนผลิตภัณฑ์ในล็อตที่มีจำนวนมาก ๆ แบบอนันต์

ลักษณะที่แตกต่างระหว่าง เส้นโค้งโอซี A และ B คือการกำหนดสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นจริง กล่าวคือ เส้นโค้งโอซีA จะกำหนดสัดส่วนเสียจริงจากทั้งหมดภายในล็อตขนาด N โดยคิดคำนวณจากจำนวนที่เสียจริง (M) ในล็อตต่อจำนวนทั้งหมดภายในล็อต N นั่นคือ $P = \frac{M}{N}$ ส่วนเส้นโค้งโอซี B จะเป็นการกำหนดสัดส่วนของเสียในแต่ละล็อตโดยคิดจากการผลิตที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละล็อตต่าง ๆ ต่อเนื่องกัน

การสร้างโอซีเคอร์รับจะสร้างจากโอกาสของการยอมรับล็อตที่มีสัดส่วนของเสียแตกต่างกันด้วยการสมมติสัดส่วนของเสียในล็อต ณ ระดับต่าง ๆ แล้วหาโอกาสของการยอมรับล็อตเพื่อใช้กำหนดจุดสำหรับเขียนเส้นโค้งโอซี ซึ่งการหาโอกาสของกสนยอมรับล็อตจะคำนวณจากการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกแล้วใช้การแจกแจงทวินามประมาณการแจกแจงไฮเปอร์จีโอเมตริกจากนั้นใช้การแจกแจงปัวซองมาประมาณการแจกแจงทวินามตามรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

แผนการเลือกตัวอย่างสำหรับตรวจสอบคุณลักษณะ

แผนการเลือกตัวอย่างสำหรับตรวจสอบคุณลักษณะ เป็นแผนการเลือกตัวอย่างจากการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทีละล็อตด้วยแผนการเลือกตัวอย่างจำแนกออกเป็น

1. แผนการสุ่มตัวอย่างชุดเดียว (Single Sampling Plan)
2. แผนการสุ่มตัวอย่างสองชุด (Double Sampling Plan)
3. แผนการสุ่มตัวอย่างหลายชุด (Multi Sampling Plan)

แผนการเลือกตัวอย่างชุดเดียว เป็นแผนการเลือกสุ่มตัวอย่างจากแต่ละล็อตและหารตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธคุณภาพของสินค้าในล็อตนั้น ๆ ขึ้นอยู่กับตัวอย่างที่เลือกมา

ในล็อตนั้น ๆ เท่านั้น กล่าวคือตัวอย่างกลุ่มขนาด n มาจากล็อตขนาด N ถ้าผลิตภัณฑ์ที่เลือกออกมามีจำนวนของเสียไม่เกินจำนวนของเสียที่กำหนดไว้ c ก็จะยอมรับผลิตภัณฑ์จากล็อต แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ที่เลือกมามีจำนวนของเสียมากกว่าของเสียที่กำหนดไว้ c ก็จะปฏิเสธผลิตภัณฑ์จากล็อตนั้น

แผนการเลือกตัวอย่างสองชุด เป็นแผนการเลือกตัวอย่างสำหรับกรณีที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาจากตัวอย่างชุดแรกอยู่ในเกณฑ์ตัดสินใจไม่ได้ จึงจำเป็นต้องเลือกตัวอย่างชุดที่สองขึ้นมาทำการตรวจสอบแล้วจึงตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธล็อตนั้น กรณีนี้ถ้าตัวอย่างชุดแรกจากล็อตที่เลือกมามีผลิตภัณฑ์ที่เสียมากก็จะปฏิเสธล็อตไปเลย ไม่จำเป็นต้องเลือกตัวอย่างชุดที่สอง เช่น การตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากล็อตที่มีผลิตภัณฑ์เสียมากแต่ไม่ถึงกับปฏิเสธล็อตทันทีเช่นนี้ก็จะทำการเลือกตัวอย่างชุดที่สองขึ้นมาทำการตรวจสอบเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธล็อตนั้น

แผนการเลือกตัวอย่างหลายชุด เป็นแผนการเลือกตัวอย่างเพื่อการยอมรับหรือปฏิเสธจากการเลือกตัวอย่างมากกว่าสองชุดขึ้นไป ซึ่งแผนการเลือกตัวอย่างกรณีนี้จะมีลักษณะเหมือนกับการเลือกแผนตัวอย่างสองชุด จะต่างกันตรงที่แผนการเลือกตัวอย่างหลายชุดจะไม่ยอมรับตัวอย่างในชุดแรก แม้ว่าในตัวอย่างชุดแรกจะไม่มีผลิตภัณฑ์เสียเลยก็ยังไม่ยอมรับแต่จะมายอมรับตั้งแต่การเลือกตัวอย่างชุดที่สองขึ้นไปสำหรับการปฏิเสธล็อตในตัวอย่างชุดแรกสามารถปฏิเสธได้เลยถ้ามีผลิตภัณฑ์เสียมากกว่าที่กำหนดไว้ การที่กำหนดกฎเกณฑ์ไม่ยอมรับล็อตจากการสุ่มตัวอย่างชุดแรก เพราะในการตัดสินใจยอมรับตัวอย่างในชุดแรกอาจเป็นการตัดสินใจที่ไม่ถูกต้องนัก ทั้งนี้เนื่องจากการเลือกตัวอย่างชุดแรกก็จะมีตัวอย่างขนาดเล็กเมื่อเทียบกับแผนการเลือกตัวอย่างชุดเดียว ถ้าลองพิจารณากฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะเห็นว่าแผนการเลือกตัวอย่างหลายชุดนั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายการตรวจสอบลงได้ถ้าเกิดการตัดสินใจได้ในตัวอย่างชุดแรก ๆ กล่าวคือแผนการเลือกตัวอย่างหลายชุดจะใช้ตัวอย่างในการตรวจสอบชุดแรกน้อย นอกจากนี้ในแง่จิตวิทยาผู้บริหารก็จะมีความรู้สึกมั่นใจในผลิตภัณฑ์ว่าได้ผ่านการตรวจสอบมาแล้วหลายชั้น

แผนตัวอย่างมาตรฐานของกรมทหาร MIL-STD -105 E

มาตรฐาน MIL-STD-105E เป็นมาตรฐานที่ประกันคุณภาพด้วยระดับ AQL ซึ่งมีจุดเริ่มต้นจากตารางแผนการชักสิ่งตัวอย่างของกรมสรรพากรแห่งสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2485 จากนั้นได้มีการพัฒนาแผนการดังกล่าวอีกเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2488 โดยกลุ่มนักวิจัยด้านสถิติแห่งมหาวิทยาลัยโคลัมเบีย และได้มีการพัฒนาต่อโดยกระทรวงกลาโหมแห่งสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2492 โดยใช้ชื่อว่า JAN (Joint Army Navy) 105 และในปี พ.ศ. 2493 ได้รับการเปลี่ยนชื่อเป็น MIL-STD-105A (MIL มาจาก Military หมายถึงกรมทหาร) พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงในรายละเอียดของมาตรฐานอีกเล็กน้อย

มาตรฐาน MIL-STD-105A ได้รับการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งเล็กน้อย ในปี พ.ศ. 2501 และปี พ.ศ. 2504 ได้มีการเปลี่ยนชื่อเป็น มาตรฐาน MIL-STD-105B และ มาตรฐาน MIL-STD-105C ตามลำดับ

ในระหว่างปี พ.ศ. 2503 – 2505 ได้มีการตั้งคณะทำงานขึ้นมาชุดหนึ่ง ประกอบด้วย ผู้แทนจากสหรัฐอเมริกา อังกฤษ และแคนาดา โดยมี G.J Keefe เป็นประธานคณะทำงาน ทั้งนี้ เพื่อทำหน้าที่ยกร่างมาตรฐานการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับสำหรับใช้ร่วมกันทั้งสาม และเรียก มาตรฐานนี้ว่า AbC – STD – 105 (ABC มาจากอักษรตัวแรกของประเทศทั้งสามคือ America Britain and Canada) และทางกระทรวงกลาโหมแห่งสหรัฐอเมริกาได้ประกาศใช้เป็นมาตรฐาน MIL-STD-105D เมื่อวันที่ 29 เมษายน 2506 พร้อมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงอีกเล็กน้อยในวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2506 และวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2507

ในปี พ.ศ. 2514 สำนักมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ได้ยอมรับมาตรฐาน มาตรฐาน MIL-STD-105D เป็นมาตรฐานแห่งชาติ ภายใต้ชื่อว่า ANSI Z1.4 ต่อมาได้รับการพัฒนาแก้ไข อีกครั้งในปี พ.ศ. 2524 และครั้งสุดท้ายในปี พ.ศ. 2536

ทางสำนักงานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน โดย ISO / TC 69 ได้มีการศึกษา มาตรฐาน ANSI Z1.4 พร้อมกับปรับแก้ไขเล็กน้อยและประกาศเป็นมาตรฐานระหว่างประเทศ ภายใต้ชื่อว่า ISO – 2859 ในปี พ.ศ. 2517 และมีการแก้ไขครั้งสุดท้ายในปี พ.ศ. 2528

สำนักงานมาตรฐานแห่งชาติญี่ปุ่น ได้ทำการเปลี่ยนแปลงมาตรฐาน มาตรฐาน MIL-STD-105D ในส่วนของความหมายและวิธีการใช้แผนการที่ยั่งยืน และได้ประกาศเป็นมาตรฐาน แห่งชาติ JIS Z9015 ในปี พ.ศ. 2523

สำหรับประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้มีการ ประกาศในมาตรฐาน มอก. 465 – 2527 ซึ่งมีพื้นฐานมาจาก ISO 2859 และ มาตรฐาน MIL-STD-105D ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2527 และยังไม่มีการแก้ไขอีกจนปัจจุบันนี้

มาตรฐาน MIL-STD-105D ได้รับการประกาศให้เปลี่ยนแปลงอีกครั้ง เมื่อวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2532 โดยใช้ชื่อว่า มาตรฐาน MIL-STD-105E แต่อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2538 ทางกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกาได้ประกาศเลิกใช้ มาตรฐาน MIL-STD-105E ทั้งนี้เพราะว่า มาตรฐานแห่งชาติอเมริกา คือ ANSI /ASQC Z1.4 ฉบับปี พ.ศ. 2536 มีความใกล้เคียงกับ มาตรฐาน MIL-STD-105E มาก และแนะนำให้องค์กรลูกค้าของกระทรวงกลาโหมหันไปควบคุมด้านมาตรฐาน ANSI Z1.4 แทน อย่างไรก็ตามประกาศดังกล่าวก็ไม่มีผลต่อองค์กรอื่น ๆ แต่อย่างใด

หลักการและขอบเขต

มาตรฐาน MIL-STD-105E จัดได้ว่าเป็นระบบของการชักสิ่งตัวอย่าง โดยมีการรวบรวมแผนการชักสิ่งตัวอย่างไว้ 15 แผน ซึ่งแสดงโยใช้อักษรในภาษาอังกฤษ A ถึง R (ยกเว้น I และ O) และ S (เฉพาะการตรวจสอบแบบเครื่องจักร) โดยแต่ละแบบแผนประกอบด้วยแผนการชักสิ่งตัวอย่างจำนวนมาก ขึ้นอยู่กับขนาดของ AQL ที่กำหนดและการกำหนดให้มีกฎการสับเปลี่ยน (Switching Rule) เป็นกลยุทธ์ที่กำหนดถึงแนวทางในการใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างในอันที่จะป้องกันลูกค้าจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ตลอดจนกระตุ้นให้ผู้ผลิตทำการปรับปรุงคุณภาพของตนเอง ทั้งนี้ เพราะโดยธรรมชาติของมาตรฐาน MIL-STD-105E ซึ่งเป็นระบบ AQL จะเป็นการป้องกันความเสี่ยงของผู้ผลิตในการปฏิเสธผลิตภัณฑ์ที่ดีเท่านั้น โดยจะไม่ป้องกันลูกค้าเลย หากได้มีการประยุกต์ใช้กฎการสับเปลี่ยน

MIL-STD-105E ได้กำหนดถึงวัตถุประสงค์ของมาตรฐานนี้ไว้อย่างชัดเจนว่า เป็นมาตรฐานที่ได้รับการจัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นวิธีการและแผนในการชักสิ่งตัวอย่างจากล็อตหรือแบชเพื่อการตรวจสอบแบบเชิงคุณภาพ (Attribute) ซึ่งหมายถึงการตรวจสอบเพียงเพื่อระบุว่า หน่วยผลิตภัณฑ์ (Unit of Product) ที่ได้รับการตรวจสอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องหรือไม่ หรือเพื่อบ่งชี้ถึงจำนวนข้อบกพร่องในหน่วยผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่กำหนดเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว ในมาตรฐานนี้ยังได้ระบุชัดเจนถึงการไม่ให้ใช้มาตรฐานนี้ในการตีความให้ขัดแย้งกับคู่สัญญาการค้าใดๆ และคำว่า การยอมรับ (Accept) ที่ใช้ในมาตรฐานนี้ก็จะมีความหมายเพียงการยอมรับตามความต้องการของมาตรฐานเท่านั้น แต่ไม่ได้ครอบคลุมถึงการยอมรับทางกฎหมายหรือกฎระเบียบใดๆ ของทางราชการรวมทั้งคู่สัญญาการค้าใดๆ

แผนการชักสิ่งตัวอย่างที่ระบุในมาตรฐานนี้ ได้รับการออกแบบขึ้นเพื่อการตรวจสอบสิ่งต่อไปนี้ (แต่ไม่ได้จำกัดแค่เท่าที่ระบุ)

- ก. ผลิตภัณฑ์ขั้นสำเร็จรูป (End Items)
- ข. ชิ้นส่วนสำหรับประกอบ และวัตถุดิบ
- ค. การปฏิบัติการหรือการบริการ
- ง. วัสดุในการระหว่างผลิต (Material in Process)
- จ. สินค้าในคลังที่รอการส่งมอบ (Supplies in Storage)
- ฉ. การบำรุงรักษา (Maintenance Operations)
- ช. ข้อมูลหรือบันทึก (Data or Record)
- ซ. กระบวนการที่ใช้ในการบริหาร (Administrative Procedures)

แผนการตรวจสอบมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ได้รับการออกแบบเพื่อตรวจสอบล็อตหรือแบชที่ต่อเนื่อง หากมิได้เป็นแบบล็อตหรือแบบอย่างต่อเนื่องแล้ว จะต้องมีการใช้เส้นโค้งโอซี (OC Curve) เพื่อหาแผนซึ่งมีระดับความคุ้มครองตามที่กำหนดไว้

ในตาราง MIL-STD-105E หรือ AbC-STD-105 จะออกแบบไว้สำหรับการยอมรับลื้ดจากผลิตภัณฑ์ในแต่ละหน่วยที่ผลิตออกมาในแต่ละล็อตต่อเนื่องกัน โดยจะยอมรับลื้ดแต่ละลื้ดหรือกลุ่มที่มาจากระบวนการผลิตที่มีร้อยละของผลิตภัณฑ์เสียเท่ากับหรือต่ำกว่าระดับคุณภาพเพื่อการยอมรับ ซึ่งแผนการตรวจสอบ MIL-STD-105E จะประกอบไปด้วย (1) แผนการเลือกตัวอย่างชุดเดียว (2) แผนการเลือกตัวอย่างสองชุด (3) แผนการเลือกตัวอย่างหลายชุด

1. ในการใช้แผนตัวอย่าง MIL-STD-105E ผู้ใช้ต้องกำหนดสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้
2. ขนาดของลื้ด
3. ระดับการตรวจสอบ
4. ระดับคุณภาพเพื่อการยอมรับ (AQL)

การตรวจสอบระดับปกติ (Normal Inspection) การตรวจสอบระดับเข้มงวด (Tightened Inspection) และการตรวจสอบระดับผ่อนผัน (Reduce Inspection) ซึ่งแผนการเลือกตัวอย่างจะให้สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้

1. ขนาดตัวอย่างที่จำเป็นต้องใช้
2. จำนวนผลิตภัณฑ์เสียที่ยอมรับลื้ด (Acceptance Number)
3. จำนวนผลิตภัณฑ์เสียที่น้อยที่สุดที่จะปฏิเสธลื้ด (Reject Number) และจากค่าที่กล่าวมาทั้งหมดจะถูกกำหนดอยู่ภายในตารางที่เรียกว่าตาราง MIL-STD-105E มีวิธีใช้ดังนี้

1. หารหัสอักษรสำหรับเลือกขนาดตัวอย่างจากตารางรหัสอักษร
 2. หาขนาดตัวอย่างจากรหัสอักษรที่กำหนดระดับ AQL ขนาดต่าง ๆ
- หารหัสอักษรสำหรับเลือกขนาดตัวอย่างจากตารางรหัสอักษร

เนื่องจากขนาดของล็อต (N) เป็นตัวกำหนดการสร้างตาราง ดังนั้นในตาราง 9.1 ซึ่งเป็นตาราง MIL-STD-105D แบ่งกลุ่มขนาดของล็อตออกเป็นหมวด ๆ และจำแนกระดับการตรวจสอบออกเป็น 2 ระดับคือ

1. ระดับการตรวจสอบทั่วไป (General Inspection Level)
2. ระดับการตรวจสอบพิเศษ (Special Inspection Level)

โดยที่ระดับการตรวจสอบพิเศษจะเป็นการตรวจสอบที่หย่อนยานกว่าระดับการตรวจสอบทั่วไป หรือแน่ใจว่ากระบวนการผลิตสามารถควบคุมได้ดีการหาขนาดตัวอย่างก็จะ

ใช้การตรวจสอบระดับพิเศษเพราะขนาดตัวอย่างที่ได้จากการตรวจสอบระดับพิเศษจะเป็นขนาดตัวอย่างที่น้อยกว่าการตรวจสอบระดับทั่วไป

ระดับการตรวจสอบทั่วไป ยังจำแนกระดับการตรวจสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ I, II, III ความแตกต่างของระดับการตรวจสอบทั่วไปทั้ง 3 ระดับ จะใช้สำหรับป้องกันความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปการตรวจสอบถ้าไม่กำหนดให้เป็นอย่างอื่น ก็จะใช้การตรวจสอบระดับ II แต่ถ้าความแตกต่างของคุณภาพในล็อตมีน้อย กล่าวคือมีผลิตภัณฑ์เสียไม่มาก การตรวจสอบก็ควรใช้ระดับการตรวจสอบระดับ II และถ้าความแตกต่างภายในล็อตมีมาก การตรวจสอบก็ควรใช้การตรวจสอบระดับ III หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ถ้าในกระบวนการผลิตสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีความแตกต่างกันน้อย หรือมีความสม่ำเสมอก็ควรใช้การตรวจสอบระดับ I และถ้ามีข้อสงสัยว่าผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิต เริ่มที่จะไม่อยู่ในกระบวนการควบคุมการตรวจสอบก็ควรใช้การตรวจสอบระดับ III ทั้งนี้เพราะใน MIL-STD-105 E จะกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบระดับ III ไว้มากที่สุด และมีขนาดน้อยสำหรับการตรวจสอบระดับ II และมีขนาดตัวอย่างน้อยที่สุดสำหรับการตรวจสอบระดับ I

ระดับการตรวจสอบพิเศษ จำแนกระดับการตรวจสอบออกเป็น 4 ระดับคือ ระดับ S-1, S-2, S-3, S-4 การเลือกใช้ระดับการตรวจสอบนี้เหมาะสำหรับ กรณีที่แน่ใจว่าคุณภาพในกระบวนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ดี หรือกระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุม โดยที่ระดับ S-1 จะเป็นระดับการตรวจสอบที่แน่ใจที่สุดว่ากระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุม หรือคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีที่สุด และรองลงไปก็คือ การตรวจสอบระดับ S-2, S-3 และ S-4 ตามลำดับ ทั้งนี้ก็เพราะในระดับการตรวจสอบพิเศษระดับต่ำจะมีขนาดตัวอย่างน้อยลง

จากส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วในการใช้ ใน MIL-STD-105D ในขั้นแรกและต้องตัดสินใจลงไปว่าจะใช้การตรวจสอบระดับใดจากลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือลักษณะของกระบวนการผลิตดังที่กล่าวมาแล้ว จากนั้นผู้ใช้ตาราง MIL-STD-105E จึงเลือกรหัสอักษรภายใต้ขนาดลอตที่กำหนดจาก ตาราง แล้วจึงนำรหัสอักษรที่เลือกได้ไปหาขนาดตัวอย่างในขั้นถัดไป

ตารางที่ 2-1 รหัสอักษรของมาตรฐาน MIL-STD-105E

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

วิธีการตรวจสอบและกฎการสับเปลี่ยน (Inspection Procedures and Switching Rule)

ตามความต้องการมาตรฐาน ใน MIL-STD-105E ได้แบ่งความเข้มงวดของ

การตรวจสอบออกเป็น 3 แบบคือ

1. แบบปกติ (Normal Inspection)
2. แบบเคร่งครัด (Tightened Inspection)

3. แบบผ่อนคลาย (Reduced Inspection)

โดยทั่วไปให้เริ่มต้นตรวจสอบด้วยแผนการที่มีความเข้มงวดของการตรวจสอบแบบปกติเสมอแล้วจึงให้ใช้กฎการสับเปลี่ยนซึ่งกฎการสับเปลี่ยนตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E นี้ให้ประยุกต์ใช้กับแต่ละระดับของข้อบกพร่อง และผลิตภัณฑ์บกพร่องอย่างอิสระต่อกันตามความต้องการของมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้กำหนดกฎเกณฑ์โดยสรุป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบปกติเป็นเคร่งครัด

ในขณะที่มีการตรวจสอบแบบปกตินั้น ถ้ามีลอตหรือแบชได้รับการปฏิเสธ 2 ลอตหรือแบชในจำนวนตรวจสอบที่ต่อเนื่องกัน 2,3,4 หรือ 5 ลอตหรือแบช ในการตรวจสอบแรกเริ่มแล้วให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบเคร่งครัด

2. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบเคร่งครัดเป็นแบบปกติ

ในขณะที่มีการตรวจสอบแบบเคร่งครัดนั้น ถ้ามีลอตหรือแบชจำนวน 5 ลอตหรือแบชที่ต่อเนื่องกัน ได้รับการยอมรับจากการตรวจสอบแรกเริ่มแล้ว ให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบปกติ

3. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบปกติเป็นแบบผ่อนคลาย

ในขณะที่มีการตรวจสอบแบบปกตินั้น ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้ทั้งหมดเป็นจริงแล้ว ให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบผ่อนคลาย

3.1 มีลอตหรือแบชจำนวน 10 ลอตหรือแบชที่ต่อเนื่องกัน (หรืออาจจะมากกว่า 10 ลอตหรือแบชตาม ได้รับการยอมรับจากการตรวจสอบแรกเริ่ม และ

3.2 จำนวนทั้งหมดของข้อบกพร่องหรือผลิตภัณฑ์บกพร่องในขนาดสิ่งตัวอย่างทั้งหมดของ 10 ลอตหรือแบชนั้น ไม่เกินตัวเลขพิกัดตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตาราง ของมาตรฐานในกรณีที่ใช้แผนการชักสิ่งตัวอย่างเชิงคู่หรือหลายเชิง ให้ทำการรวมสิ่งตัวอย่างทั้งหมดที่ได้รับการตรวจสอบ มิใช่เฉพาะสิ่งตัวอย่างครั้งแรกเท่านั้นและ

3.3 กระบวนการผลิตลอตหรือแบชนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมและ

3.4 นโยบายในการตรวจสอบ ยอมให้มีการใช้การตรวจสอบแบบผ่อนคลาย (โดยกรณีนี้ความมีการระบุเงื่อนไขในกลุ่มสัญญาด้วย)

4. การสับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบแบบผ่อนคลายเป็นแบบปกติ

ในกรณีที่มีการตรวจสอบแบบผ่อนคลายนั้น ถ้าเงื่อนไขต่อไปนี้เพียงข้อใดข้อหนึ่งเป็นจริง สำหรับการตรวจสอบแรกเริ่มแล้วให้สับเปลี่ยนไปใช้การตรวจสอบแบบปกติ

4.1 มีลอตใดลอตหนึ่งหรือแบชใดแบชหนึ่งได้รับการปฏิเสธหรือ

4.2 มีการยอมรับลอตหรือแบชในกรณีที่มีข้อบกพร่องหรือผลิตภัณฑ์บกพร่องที่ได้จากการตรวจสอบตามขนาดตัวอย่างอยู่ระหว่างตัวเลขแห่งการยอมรับและตัวเลขแห่งการปฏิเสธ หรือ

4.3 กระบวนการผลิตลอตหรือแบชนั้นอยู่ภายนอกการควบคุม ทำให้เกิดความผิดปกติ บางประการหรือความล่าช้าในการผลิต หรือ

4.4 เงื่อนไขอื่น ๆ ที่จะทำให้มีการประกันคุณภาพโดยการตรวจสอบแบบปกติ

5. การระงับการตรวจสอบ

ในกรณีที่มีการตรวจสอบแบบเคร่งครัดในการตรวจสอบแรกเริ่มนั้น ถ้าจำนวนสะสมของลอตหรือแบชได้รับการปฏิเสธถึง 5-ลอตหรือแบชจากการตรวจสอบลอตหรือแบชที่ต่อเนื่องแล้ว-ให้ทำการระงับการตรวจสอบไว้แล้วดำเนินการค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตลอตหรือแบชนั้น พร้อมทำการแก้ไขให้ถูกต้องและเมื่อมีการแก้ไขให้ถูกต้องแล้วจึงเริ่มทำการตรวจสอบใหม่อีกครั้ง โดยยังคงใช้การตรวจสอบแบบเคร่งครัด

จากที่ได้กล่าวมาแล้วแต่ตอนต้นว่า มาตรฐาน MIL-STD-105E เป็นระบบ AQL จึงทำให้มาตรฐานดังกล่าวเป็นระบบในการป้องกันความเสี่ยงแก่ผู้ผลิตต่อการปฏิเสธลอตที่ดีเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ค่าความเสี่ยงที่ AQL จะอยู่ประมาณ 5% แต่จากการศึกษาของ Schilling and Sheesley (1978 a อ้างถึงใน ธวัช สุขแซว, 2539) พบว่าค่าความเสี่ยงจะอยู่ระหว่าง 1 % ถึง 12 % ดังนั้นในการป้องกันความเสี่ยงแก่ผู้บริโภคหรือลูกค้าต่อการยอมรับลอตที่บกพร่อง จะต้องดำเนินการด้วยการใช้กฎของการสับเปลี่ยนเท่านั้น โดย Schilling and Sheesley (1978 a, 1978 b อ้างถึงใน ธวัช สุขแซว, 2539) ได้ทำการศึกษาและแสดงถึงคุณภาพของแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่างทุก ๆ แบบแผนทั้ง 15 อักษรรหัส (ในปัจจุบัน ผลการศึกษาดังกล่าวได้รับการยอมรับจากสำนักมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา และได้ตีพิมพ์ผลการศึกษาดังกล่าว ในมาตรฐาน ANSI/ASQC Z1.4 (1993 อ้างถึงใน ธวัช สุขแซว, 2539) จากการศึกษาดังกล่าว Schilling and Seesley (1978 a อ้างถึงใน ธวัช สุขแซว, 2539) ได้สรุปไว้ว่า ในการใช้กฎการสับเปลี่ยนนี้จะขยายการป้องกันความเสี่ยงในการตัดสินใจของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคหรือลูกค้า โดยพบว่าที่ระดับคุณภาพเลว (พิจารณาจากโอกาสที่จะให้การยอมรับลอตหรือแบชดังกล่าวมีไม่เกิน 50%) โอกาสในการยอมรับลอตหรือแบชตามแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่างดังกล่าวจะเท่ากับแผนการตรวจสอบแบบเคร่งครัด และที่ระดับคุณภาพดี (พิจารณาจากโอกาสในการยอมรับลอตหรือแบชดังกล่าวมีไม่ต่ำกว่า 90%) โอกาสในการยอมรับลอตหรือแบชตามแบบแผนการชักสิ่งตัวอย่างดังกล่าวจะมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แผนการตรวจสอบแบบปกติโดยลำพัง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุพิน ชัยเวชสกุล และยุพา ถาวรพิทักษ์ (2548) บทความปริทรรศน์เรื่องการสุ่มตัวอย่างเพื่อการยอมรับเพื่อการควบคุมคุณภาพงานในโรงพยาบาลในทางการแพทย์และสาธารณสุขได้มีการประยุกต์วิธีการสุ่มตัวอย่างมาใช้ไม่เฉพาะแต่การควบคุมคุณภาพเท่านั้น แต่รวมถึงการประเมินความครอบคลุมการให้บริการด้วย เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้ขนาดตัวอย่างน้อย ได้ผลสรุปเร็วในขณะที่อยู่ในพื้นที่ และไม่ต้องใช้บุคลากรเฉพาะทางเพราะเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อน ใช้เวลาฝึกอบรมเพียงเล็กน้อยก็สามารถเข้าใจและทำการประเมินได้ อย่างไรก็ตามมีข้อที่ต้องพิจารณาดังนี้ การกำหนดลีดให้ภายในล็อตเดียวกันมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดและมีความเหมาะสมในการบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน การเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างต้องคำนึงถึงความสะดวกในการเก็บข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องเดินทางเข้าไปเก็บข้อมูลในพื้นที่จะเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างเคี้ยวมากกว่าจะใช้แผนการสุ่มแบบคู่ เพราะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินทางเข้าไปเก็บข้อมูลในชั้นที่สอง เช่น การประเมินความครอบคลุมของการซักรั้วหนักในเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปีในเดือน พฤษภาคม 2544 กำหนดลีดคือหมู่บ้านในพื้นที่รับผิดชอบของสถานีอนามัยคงบังในแผนการสุ่มตัวอย่างแบบเคี้ยวกำหนดให้การไม่ได้รับการซักรั้วหนักไม่ควรเกินร้อยละ 20 ในขนาดตัวอย่าง 5 คน ถ้าพบเด็กไม่ได้ซักรั้วหนักเกิน 1 คน (d^*) จะสรุปว่าการซักรั้วหนักไม่ครอบคลุม เป็นต้น

เจนจิรา ไชยานะ (2547) ศึกษาการทำแผนการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบคุณภาพของน้ำพริกตาแดงเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงกระบวนการผลิต และการควบคุมคุณภาพของน้ำพริกตาแดงให้เป็นที่ยอมรับของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค การสุ่มตัวอย่างจะประกอบด้วยการสุ่มตัวอย่างน้ำพริกตาแดงกระป๋อง 5 บาท, 10 บาท และบรรจุถุงพลาสติก เป็นจำนวนทั้งหมดรวม 5 ลีดที่กำหนดระดับคุณภาพที่ยอมรับ (AQL) = 1 % และ 1.5% โดยแผนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้แบ่งออกเป็นแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะตามมาตรฐาน MIL-STD-105E และแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงตัวแปรตามมาตรฐาน ANSI/ ASQ Z1.9 โดยในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะแบ่งออกเป็นแผนการสุ่มตัวอย่างชุดเดียว และแผนการสุ่มตัวอย่างสองชุดผลปรากฏว่าแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะแบบแผนการสุ่มตัวอย่างชุดเดียวในลีดที่ 1, 3, 4 และ 5 ที่ระดับ AQL = 1 % และ 1.5% ของน้ำพริกตาแดงบรรจุถุงพลาสติกได้แผนที่เหมาะสมสำหรับทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค แต่สำหรับการสุ่มตัวอย่างสองชุดนั้น พบว่าบางแผนก็เหมาะสำหรับผู้บริโภคแต่บางแผนก็เหมาะสำหรับผู้ผลิตไม่มีแผนที่เหมาะสมทั้งในแง่ของผู้ผลิตและผู้บริโภค ส่วนในแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงตัวแปรตามมาตรฐาน ANSI/ ASQ Z1.9 พบว่าลีดที่ได้รับการยอมรับตามแผนที่นี้ คือ ลีดที่ 1, 3 และ 4 ที่ระดับ AQL = 1.5 % และลีดที่ 3 ที่ระดับ AQL = 1% เมื่อนำแผนการสุ่มทั้งสองไปใช้แบบ คือ แบบ

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะตามมาตรฐาน MIL-STD-105E และแบบแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงตัวแปรตามมาตรฐาน ANSI/ ASQ Z1.9 แล้วพบว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงคุณลักษณะตามมาตรฐาน MIL-STD-105E ให้การยอมรับมากกว่าถึงแม้ว่าจะต้องสุ่มตัวอย่างในปริมาณมากกว่า แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงตัวแปรตามมาตรฐาน ANSI/ ASQ Z1.9 ดังนั้นการทำแผนการสุ่มตัวอย่างที่ได้ศึกษามีความเหมาะสมและใช้งานได้ดีระดับหนึ่ง

ไพฑูรย์ ฮ้อยิ่ง และประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา (2547 อ้างถึงใน รัชช สุขแซว, 2539) การคำนวณหาจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่าง ANSI/ASQC Z1.4 หรือ มอก. 465-2527 เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานควบคุมคุณภาพ ของอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ การนำแผนการสุ่มตัวอย่าง ANSI/ASQC Z1.4 มาใช้ จะประกอบไปด้วยแผนการสุ่มตัวอย่าง 3 ระดับ ขึ้นอยู่กับระดับคุณภาพของสินค้า นั้น ๆ อันได้แก่ระดับปกติ ระดับผ่อนคลายเป็นระดับเคร่งครัด โดยจะใช้ร่วมกันทั้ง 3 ระดับ ตามกฎการสับเปลี่ยน การคำนวณค่าจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างในระยะยาว คำนวณได้โดยใช้หลักการของลูกโซ่มาร์คอฟ ค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงการตรวจสอบจากการตรวจสอบระดับปกติ เป็นการตรวจสอบระดับผ่อนคลายเป็นระดับเคร่งครัด คำนวณได้โดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงเรขาคณิตอันดับที่ K และฟังก์ชันของความน่าจะเป็นที่จะพบความสำเร็จเป็นครั้งที่ 2 ภายใน D ครั้ง ติดต่อกันซึ่งการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่าง ทำได้โดยกำหนดระดับคุณภาพโดยเฉลี่ย และ ระดับของการตรวจสอบรวมทั้งขนาดรุ่น จากนั้นเปิดหาค่าจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่างและเลขยอมรับได้ จากตาราง กำหนดระดับคุณภาพเฉลี่ย (AQL) = 2.5% ขนาดรุ่น (N) = 5000 ขึ้น ระดับของการตรวจสอบใช้ระดับ 2 (Level II) เมื่อทำการเปิดตารางมาตรฐานจะได้ค่าอักษรรหัส L และแผนการสุ่มตัวอย่าง 3 ชุด ดังนี้คือ ในสภาวะปกติขนาดตัวอย่าง (n) = 200 ขึ้น เลขยอมรับ (c) = 10 สภาวะผ่อนปรน ขนาดตัวอย่าง (n) = 80 ขึ้น เลขยอมรับ (c) = 5 และในสภาวะเคร่งครัดขนาดตัวอย่าง (n) = 200 ขึ้น เลขยอมรับ (c) = 8 เมื่อนำแผนการสุ่มตัวอย่างไปใช้งานจะมีการสับเปลี่ยนแผนการสุ่มตัวอย่างตามกฎของการสับเปลี่ยน ซึ่งได้มีการนำรายละเอียดและวิธีการและข้อกำหนดในการใช้กฎการสับเปลี่ยนนี้มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเล่มนี้ อีกเช่นกัน

ธันวดี กริชาเวทย์ (2548) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนการเลือกตัวอย่างเชิงเดี่ยวและเชิงคู่เมื่อมีความเสี่ยงของผู้ผลิตและผู้บริโภคซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนการเลือกตัวอย่างเชิงเดี่ยวและเชิงคู่ เมื่อมีความเสี่ยงของผู้ผลิตและผู้บริโภคเป็น 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ ที่ระดับ อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์เสียที่ป้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตที่ผู้ผลิตยอมให้มีได้ (Acceptance Quality Level: AQL) และอัตราส่วนของ

ผลิตภัณฑ์เสียที่ป้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่บริโภคยอมให้มีได้ในลอตใด ๆ (Lot Tolerance Percent Defective: LTPD) ต่าง ๆ กัน โดยใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนสมบูรณ์ (The Absolute Value of the Total Deviation: Design Error) เป็นตัวพิจารณาเปรียบเทียบ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ได้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา Visual Basic มาช่วยในการคำนวณแผนการเลือกตัวอย่างเชิงเดี่ยวและเชิงคู่และค่า Design Error จากการศึกษพบว่า ที่ระดับ AQL = 0.01, 0.02, 0.04, 0.05, 0.06, 0.07, 0.08, 0.10 แผนการเลือกตัวอย่างเชิงเดี่ยวจะมีประสิทธิภาพดีกว่าแผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่ทั้ง 2 กรณี ยกเว้นที่ระดับ AQL = 0.03 และ 0.09 โดยที่ระดับ AQL = 0.03 แผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่กรณี $n_2 = n_1$ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแผนการเลือกตัวอย่างเชิงเดี่ยวและแผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่กรณี $n_2 = 2n_1$ นอกจากนี้ ที่ระดับ AQL = 0.09 แผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่กรณี $n_2 = 2n_1$ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าแผนการเลือกตัวอย่างเชิงเดี่ยวและแผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่กรณี $n_2 = n_1$ จากการสรุปผลการทดลองของงานวิจัยนี้ เมื่อรวมทุกระดับ AQL และ LTPD พบว่าแผนการเลือกตัวอย่างเชิงเดี่ยวจะมีประสิทธิภาพดีที่สุด 51.90 % ดีกว่าแผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่ทั้ง 2 กรณีรองลงมาคือแผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่กรณี $n_2 = 2n_1$ 25.40 % และแผนการเลือกตัวอย่างเชิงคู่กรณี $n_2 = n_1$ 22.70 % ตามลำดับ

กฤษฎณา สุขุมพานิช (2548) ตรวจวิเคราะห์สิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำพื้นเมืองสำหรับส่งออกจากโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำพื้นเมืองจำนวน 15 แห่ง ในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบของกองตรวจสอบ รับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ ส่วนกลาง (กรุงเทพฯ) ระหว่างปี 2544-2546 พบว่า จากจำนวนตัวอย่างที่ตรวจสอบทั้งสิ้น 3,569 ตัวอย่าง ซึ่งแบ่งออกเป็นผลิตภัณฑ์แห้ง ผลิตภัณฑ์หมักดอง และผลิตภัณฑ์พื้นเมืองอื่น ๆ มีการตรวจพบสิ่งแปลกปลอมทั้งสิ้น 395 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 11.1 สิ่งแปลกปลอมส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นถึงสุขลักษณะการผลิตและสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ไม่ดีในโรงงานผลิต เช่น เศษวัสดุเชือกหรือด้ายแมลงและชิ้นส่วนแมลง ขนสัตว์ ขนและเส้นผมมนุษย์ เป็นต้น มีตัวอย่างที่ไม่ผ่านและถูกปฏิเสธการออกไปรับรองผลิตภัณฑ์จำนวน 64 ตัวอย่างหรือคิดเป็นร้อยละ 1.8 สาเหตุของการปฏิเสธการออกไปรับรอง ได้แก่ การตรวจพบเชื้อรา ใบมีดโกนขึ้นสนิม เศษเปลือกหอย ปู ที่อาจเป็นอันตรายต่อการบริโภค และการเน่าเสีย (Decomposition) การตรวจประเมินสุขลักษณะโรงงานและกระบวนการผลิตพบว่า โรงงานทั้ง 15 แห่ง มีปัญหาด้านโครงสร้างซึ่งเป็นอาคารเปิด ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากสิ่งแปลกปลอมได้ง่าย และบุคลากรของโรงงานส่วนใหญ่จำนวน 13 แห่ง หรือร้อยละ 87 ไม่ปฏิบัติตามกระบวนการผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice: GMP) โรงงานจำเป็นต้องพัฒนาและปรับปรุงทั้งทางด้านโครงสร้างโรงงาน สุขลักษณะการผลิต และสุขอนามัยส่วนบุคคล จึงจะสามารถป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอมในผลิตภัณฑ์

พื้นเมืองได้ ทั้งนี้ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำพื้นเมืองของไทยได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของ ประเทศผู้นำเข้า โดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสินคุณภาพตามแผนการสุ่มตัวอย่าง ของ Codex Alimentarius Commission AQL 6.5 ซึ่งหากตรวจพบสิ่งแปลกปลอมชนิดเบาเกินกว่า ข้อกำหนดในแต่ละตัวอย่าง (Sub-sample) นี้ ถือว่าตัวอย่างหน่วยนั้นมีข้อบกพร่อง การตัดสินว่า สิ้นค้ารูนนั้นผ่านหรือไม่ผ่าน เมื่อสินค้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จะไม่ออกใบรับรองคุณภาพ (Health Certificate) ให้ถือว่าตัวอย่างหน่วยนั้นมีข้อบกพร่องเมื่อพบตรวจพบสิ่งแปลกปลอมขนาด เบาจำนวนเท่ากับหรือมากกว่ารายการต่อไปนี้

1. พบแมลงวันทั้งตัวหรือเทียบเท่า 2 ตัว
2. พบแมลงสาบทั้งตัวหรือเทียบเท่า 2 ตัว
3. ขนหนู (Rat or Mouse) ขนาดใดก็ได้ 2 เส้น
4. ขนสัตว์อื่นที่ไม่ใช่หนู (Striated Hair) 3 เส้น

ตัวอย่างของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้นำเสนอมานี้ผู้วิจัยได้แนวคิด วิธีการและประโยชน์ ในการสร้างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบเชิงเดี่ยวและการกำหนดค่า AQL (Acceptance Quality Level) ซึ่งนำมาใช้กับแผนการสุ่มตัวอย่างมาตรฐาน MIL-STD-105E นอกจากนี้ในงานวิจัยยังได้ นำเสนอวิธีการคำนวณหาความเสี่ยงของผู้ผลิตและผู้บริโภคในแผนการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน รวมถึงกฎและวิธีการใช้กฎการสับเปลี่ยนสำหรับการสุ่มตัวอย่างเพื่อค้นหาแผนการสุ่มตัวอย่างที่ เหมาะสมที่สุดประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยเล่มนี้