แผนการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการข้ามลอต กรณีศึกษา โรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

Skip Lot Sampling Plan: a Case Study of Hard Disk Drive Manufacturer

พลกฤษณ์ โคตรภูธร[1] และ ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา[1]

Pholkris Koatpoothon[1] and Prapaisri Sudasna–na–Ayudthya[1]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต พบว่าแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตทั้ง 2 ชนิด คือ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 และแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-V นั้นมีโอกาสในการยอมรับลอตมากกว่าแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงเดี่ยวในทุกๆ ระดับของการตรวจสอบตามระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ อีกทั้งยังสามารถลดจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และลดจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย นำมาซึ่งความพอใจจากในส่วนของผู้ผลิต แต่ทั้งนี้การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตต้องควบคุมระดับคุณภาพออกเฉลี่ยของการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต เพื่อไม่ให้เกินขีดจำกัดระดับคุณภาพออกเฉลี่ยจากแผนอ้างอิงผ่านช่วงระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ของแผนการสุ่มตัวอย่าง เพื่อควบคุมความเสี่ยงของผู้บริโภคในระดับที่ตอบสนองความพึงพอใจทั้งในส่วนของผู้ผลิต และผู้บริโภคในเวลาเดียวกัน

ABSTRACT

The study of designing the skip lot sampling plan indicated that both types of the skip sampling plan (i.e. skip lot sampling plan-2 (SkSP-2) and skip lot sampling plan-V (SkSP-V) have more chance to accept lots (Pa) more than the existing single sampling plan at all AQLs. Besides the average total inspection (ATI) and average sample number (ASN) are decreased which lead to the manufacturer satisfaction. However, using the plans, the strictly control for the average outgoing quality (AOQ) not to exceed the average outgoing quality limit (AOQL) is necessary. This criteria will simultaneously ensure to control the customer's risk (β) at the satisfaction levels of the both producers and consumers.

Keywords: Skip lot sampling, Sampling Plan, Hard Disk

e-mail address: pholkris.koatpoothon@hotmail.com

[1]โครงการจัดการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Engineering Management Program, Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

คำนำ

แผนการสุ่มตัวอย่างของบริษัทกรณีศึกษาที่ใช้ในปัจจุบันคือการสุ่มตรวจสอบคุณภาพทุกๆลอต (lot by lot inspection) ตามข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Data) ตามระดับคุณภาพที่ยอมรับ (Acceptable Quality Level; AQL) ที่กำหนด แต่เมื่อเวลาผ่านไป ระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีประวัติที่ดีอย่างต่อเนื่องจากการสุ่มตรวจสอบคุณภาพทุกๆลอต ดังนั้น จึงควรมีการพัฒนาวิธีการเลือกเทคนิคการสุ่มตัวอย่างที่ยังคงสามารถควบคุมขีดจำกัดคุณภาพออกเฉลี่ย (Average Outgoing Quality; AOQ) แต่สามารถลดค่าจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย (Average Total Inspection; ATI) และลดค่าจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย (Average Sample Number; ASN) ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพลดลง และเพิ่มผลกำไรต่อชิ้นของการผลิตสินค้า

จากประวัติการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟรุ่นหนึ่งของบริษัทกรณีศึกษา ในรอบ 2 เดือน จากจำนวนทั้งหมด 127 ลอต โดยใช้ AQL = 0.25% ขนาดลอต (Lot Size) = 3600 ขนาดตัวอย่าง (Sample size) = 200 จำนวนของเสียที่ยอมรับได้ (Acceptance number) = 1 พบว่ามีโอกาสในการยอมรับลอตจริง = 96.85% (จำนวนการยอมรับ = 123 ลอต จากทั้งหมด 127 ลอต) ซึ่งมีค่ามากกว่าโอกาสในการยอมรับลอตจากการคำนวณที่ AQL = 0.25% โดยมีค่า = 91% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประวัติคุณภาพที่ดี

ดังนั้นเมื่อระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีประวัติที่ดีต่อเนื่อง จากการสุ่มตรวจสอบคุณภาพทุกๆลอต เทคนิคการสุ่มตัวอย่างที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้คือ การสุ่มตรวจคุณภาพแบบข้ามลอต (Skip lot sampling plan) เพื่อรักษาระดับคุณภาพและความพึงพอใจของลูกค้าให้คงเดิม แต่สามารถลดจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ยและลดจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการออกแบบแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต (Skip lot sampling plan) เพื่อการยอมรับที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงระดับคุณภาพตรวจสอบที่ยอมรับได้ (AQL) ระดับคุณภาพที่ปฏิเสธ (RQL) การลดจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย (ATI) และการลดจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย (ASN) ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ขณะที่ผู้ผลิตและผู้บริโภคพึงพอใจโดยการควบคุมระดับความเสี่ยงของผู้ผลิต (α) และผู้บริโภค (β) ไว้ ณ มาตรฐานที่กำหนด

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตนั้นเริ่มจาก Dodge and Perry (1971) ได้พัฒนาและนำเสนอแผนการสุ่มตัวอย่างแบบ skip lot sampling plan ที่เรียกว่า SkSP-2 ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบปกติเชิงเดี่ยวที่สุ่มตัวอย่างในทุกๆลอตที่เรียกว่าแผนอ้างอิง (reference plan) ต่อมา Balamurali *et al.* (2010) ได้เสนอแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต (skip lot sampling plan) แบบ SkSP-V โดยพิจารณาขยายส่วนการพิจารณาเมื่อถูกปฏิเสธจากการสุ่มการตัวอย่างจากแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต โดยพิจารณาประวัติคุณภาพในช่วงการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตเพื่อลดจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย (ATI) และ จำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย (ASN) ขณะที่ระดับคุณภาพยังคงเดิม ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต Skip-lot sampling plan แสดงได้ดังนี้

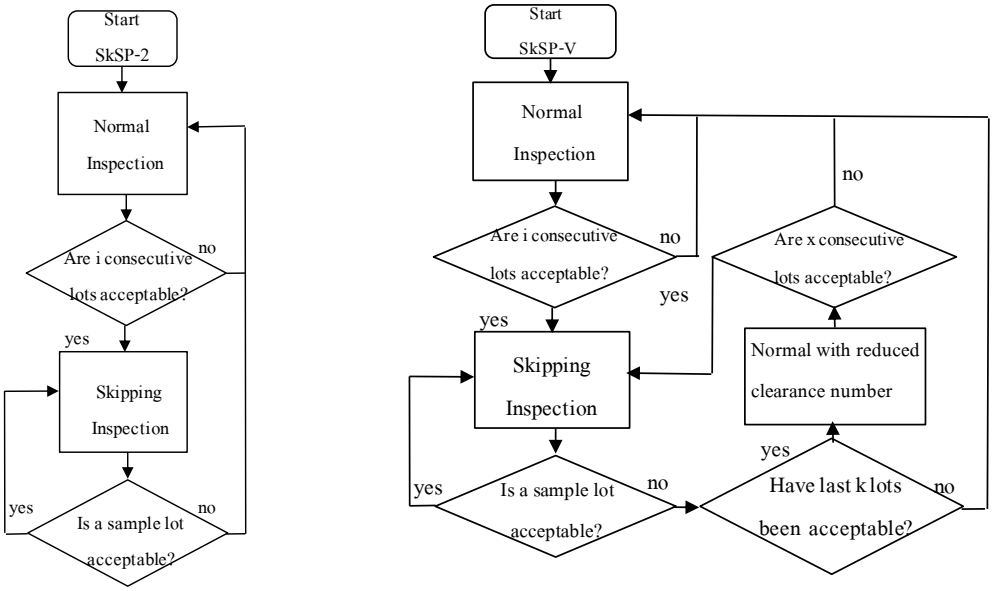


Figure 1 Flow chart of skip lot sampling plan-2 (SkSP-2) and skip lot sampling plan-V (SkSP-V)

ตาม Figure 1 (ซ้าย) การใช้งานแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. เริ่มต้นแผนสุ่มตัวอย่างด้วยการตรวจสอบจากแผนอ้างอิงตามจำนวนลอต i ที่กำหนดทุกๆ ลอต

2. เมื่อจำนวนลอต = i ได้รับการยอมรับต่อเนื่องจากตรวจสอบแบบปกติ เปลี่ยนไปใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 แต่ถ้ามีการปฏิเสธลอต ระหว่างการตรวจสอบ ให้ตรวจสอบแบบปกติจากแผนอ้างอิงตามเดิม จนกว่าจำนวนลอต i ได้รับการยอมรับต่อเนื่อง

3. เมื่อใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 สามารถตรวจสอบเพียงบางลอต เช่น f = 1/10 จะทำการตรวจสอบเพียง 1 ลอต จาก 10 ลอต (หรือ ตรวจสอบ 1 ลอต จากนั้นข้าม 9 ลอต)

4. ใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 จนกว่าพบการปฏิเสธลอต

5. เมื่อพบการปฏิเสธลอตขณะใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 ต้องกลับไปใช้การตรวจสอบแบบปกติจากแผนอ้างอิงตามเดิม จนกว่าจำนวนลอต i ได้รับการยอมรับต่อเนื่องจากตรวจสอบแบบปกติ จึงเปลี่ยนไปใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 อีกครั้ง

เมื่อมีการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต แสดงว่าระดับคุณภาพที่ดี เมื่อมีการปฏิเสธ ขณะใช้แผนการสุ่มตัวอย่าง สามารถทำการพิจารณา ลดจำนวนลอตที่เริ่มทำการตรวจสอบแบบปกติ โดยใช้แผนผังการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V Skip-lot sampling plan-V (SkSP-V) จาก Figure 1 (ขวา) ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างแบบ-V มีลักษณะคล้ายกับการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 ดังลำดับที่ 1-4 ขณะที่ เมื่อพบการปฏิเสธลอตขณะใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V ในขั้นตอนที่ 5 จะพิจารณาขั้นตอนลำดับต่อไปขณะใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V ถ้าจำนวนลอต = k ได้รับการยอมรับอย่างต่อเนื่องก็สามารถลดจำนวนลอต = x เมื่อกลับไปใช้การตรวจสอบแบบปกติจากแผนอ้างอิงเพื่อเปลี่ยนไปใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V อีกครั้ง เมื่อ จำนวนลอต x ได้รับการยอมรับต่อเนื่องจากตรวจสอบแบบปกติ

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต

i ลอต คือ จำนวนลอตที่ต้องยอมรับต่อเนื่องจากแผนปกติที่จะเปลี่ยนไปใช้การสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต

f ลอต คือ เศษส่วนของลอตที่ตรวจสอบ หรือจำนวนการข้ามลอตของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต และในแบบปกติ มีค่า 0<f<1 เมื่อ f =1 คือการใช้แผนแบบปกติจากแผนอ้างอิง

k ลอต คือ จำนวนลอตที่ยอมรับต่อเนื่องจาก การใช้แผนสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต เพื่อลดจำนวนลอตที่ต้องการยอมรับต่อเนื่องจากการตรวจสอบแบบปกติที่ต้องการเปลี่ยนไปใช้ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต อีกครั้ง หรือ จำนวน x ลอต

การกำหนดจำนวน i ลอต โดยอ้างอิงจาก ISO 2859-3, Skip-lot sampling procedures มาตรฐานการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตได้แนะนำการกำหนดจำนวนการตรวจสอบเริ่มต้นในแผนการตรวจสอบแบบปกติ เพื่อไปสู่การใช้แผนการสุ่มอย่างแบบข้ามลอตที่ต้องการ โดยลอตที่ได้ยอมรับต่อเนื่อง i > 10 ลอต แต่ขณะเดียวกันสามารถกำหนดจำนวนลอต i ที่เหมาะสมในการออกแบบแผน เช่น 5 ลอต, 15 ลอต และ 20 ลอต ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยทั้งนี้ ค่า Pa, AOQ, AOQL, ASN, ATI และการกำหนดจำนวนลอต f จะให้ค่าแตกต่างกัน ตามค่า i ใดๆ ที่กำหนด

Gharaibeh (2011) ได้นำเสนอวิธีการหาปัจจัยที่สำคัญการกำหนดจำนวนลอต f ในการเลือกใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต โดยอ้างอิงที่ระดับคุณภาพออกสูงสุดที่ยอมรับได้โดยจะพิจารณาโดยทราบค่าขีดจำกัดคุณภาพออกเฉลี่ย AOQL ที่กำหนด และจำนวนลอตที่ยอมรับต่อเนื่องที่ต้องการเปลี่ยนไปใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต (จำนวนลอต i) และหาค่าลอตที่ควรข้ามที่เหมาะสม ดังสมการที่ 1 และ 2

$$P1 = \frac{1+(i \times AOQL)}{i+1} \qquad (1)$$

เมื่อ P1 = โอกาสในการปฏิเสธ

$$f = \frac{(1-P1)^{i+1}}{i \times AOQL + (1-P1)^{i+1}} \qquad (2)$$

การหาค่า f โดยกำหนด i = 5, 10, 15 และ 20 ที่ AOQL ระดับต่างๆ จากสูตร ตามสมการที่ (1) และ (2) จะพบว่า ที่ระดับ AOQL ต่างๆ ให้ผลไม่ต่างกัน ในทุกๆ ค่า %AQL ที่ต้องการศึกษาในกรณีนี้ ดังนั้น ควรกำหนด i = 5 ควรใช้ f ที่ประมาณ 1/5, กำหนด i = 10 ควรใช้ f ที่ประมาณ 1/10, กำหนด i = 15 ควรใช้ f ที่ประมาณ 1/15 และ กำหนด i = 20 ควรใช้ f ที่ประมาณ 1/20

วิธีการกำหนดจำนวนลอต k สามารถกำหนดได้ 3 กรณี เมื่อเทียบกับจำนวนลอต i คือ k=i, k<i, k>i โดยทั้งนี้ ค่า Pa, AOQ, AOQL, ASN และ ATI จะให้ค่าแตกต่างกัน

วิธีการกำหนดจำนวนลอต x สามารถกำหนด เมื่อ x<i ทั้งนี้ ค่า Pa, AOQ, AOQL, ASN และ ATI จะให้ค่าแตกต่างกัน เมื่อกำหนดค่า x แตกต่างกัน

สูตรการคำนวณการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต

Muthulakshmi and Lakshm (2011) ได้นำเสนอการเปรียบเทียบแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 และแบบข้ามลอต-V โดยคำนวณเปรียบเทียบ ค่า Pa, AOQ, AOQL, ASN และ ATI ผ่านสูตรต่างๆ ดังนี้

โอกาสในการยอมรับลอต

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงเดี่ยว (SSP)

$$Pa = P\{d \le c\} = \sum_{d=0}^{c} \frac{n!}{d!(n-d)!} AQL^{d}(1-AQL)^{n-d} \quad (3)$$

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 (SkSP-2)

$$Pa(p) = \frac{fP + (1-f)P^{i}}{f + (1-f)P^{i}} \quad (4)$$

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-V (SkSP-V)

$$Pa(p) = \frac{fP + (1-f)p^{i} + fp^{k+1}(P^{i} - P^{x})}{f(1 + P^{i+k} - P^{k+x})F + (1-f)P^{i}} \quad (5)$$

คุณภาพผ่านออกเฉลี่ย

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงเดี่ยว (SSP)

$$AOQ = \frac{Pa \times AQL(N-n)}{N} \quad (6)$$

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 (SkSP-2)

$$AOQ = p\frac{fP + (1-f)p^{i}}{f + (1-f)p^{i}} \quad (7)$$

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-V (SkSP-V)

$$AOQ = p\frac{fp + (1-f)p^{i} + fp^{k+1}(p^{i} - p^{x})}{f(1 + P^{i+k} - p^{k+x})f + (1-f)p^{i}} \quad (8)$$

ค่าจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 (SkSP-2)

$$ASN(p) = \frac{nf}{f + (1-f)p^{i}} \quad (9)$$

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-V (SkSP-V)

$$ASN(p) = \frac{nf + nf(p^{i+k} - p^{k+x})}{f(1 + p^{i+k} - p^{k+x}) + (1-f)p^{i}} \quad (10)$$

ค่าจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย

แผนการสุ่มตัวอย่างเชิงเดี่ยว (SSP)

$$ATI = n + (1-Pa)(N-n) \quad (11)$$

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 (SkSP-2)

$$ATI(p) = \frac{n + (N-n)(1-p)f}{(1-f)p^i} \quad (12)$$

แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-V (SkSP-V)

$$ATI(p) = \frac{n + (N-n)(1-p)[f + f(P^{i+k} - p^{k+x})]}{f(1 + p^{i+k} - p^{k+x}) + (1-f)p^i} \quad (13)$$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

กำหนดแผนอ้างอิง: Lot size = 3600, Sample size = 200, c=1 แผนผังการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2: i=10, f=1/10 แผนผังการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V: i=10, f=1/10, k=i=10, x=5

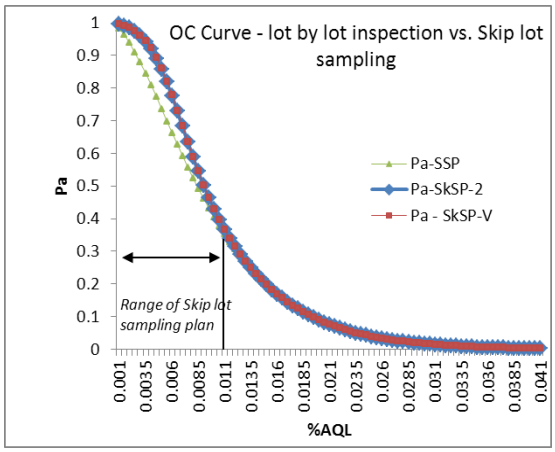
Table 1 เปรียบเทียบโอกาสในการยอมรับลอตของแผนการสุ่มตัวอย่างเชิงเดี่ยว (แผนอ้างอิง), แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 และการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V เมื่อคำนวณตามสมการ (3)-(5)

Table 1 Comparison on the probability of lot acceptance when apply skip lot sampling plan vs. single sampling plan at AQL point

AQL	Pa-SSP	Pa-SkSP-2	Pa - SkSP-V
0.10%	98.25%	99.80%	99.81%
0.15%	96.32%	99.49%	99.53%
0.20%	93.86%	98.94%	99.03%
0.25%	91.00%	98.00%	98.15%
0.30%	87.83%	96.48%	96.65%
0.35%	84.44%	94.15%	94.31%
0.40%	80.89%	90.81%	90.95%
0.45%	77.26%	86.48%	86.56%
0.50%	73.58%	81.37%	81.41%
0.55%	69.89%	75.92%	75.94%
0.60%	66.24%	70.55%	70.56%
0.65%	62.65%	65.54%	65.54%
0.70%	59.13%	60.97%	60.97%
0.75%	55.72%	56.84%	56.84%
0.80%	52.42%	53.08%	53.08%
0.85%	49.23%	49.61%	49.61%
0.90%	46.18%	46.39%	46.39%
0.95%	43.25%	43.37%	43.37%
1.00%	40.46%	40.53%	40.53%

จะพบว่า แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 จะมีโอกาสในการยอมรับลอตมากกว่า แผนอ้างอิง และในขณะที่ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V จะมีโอกาสในการยอมรับลอตมากกว่าแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 ตลอดทุก %AQL หรือ%สัดส่วนของเสีย ในช่วงค่าๆ หนึ่ง ซึ่งเป็นช่วงในการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต เมื่อเทียบกับแผนอ้างอิงนั้นๆ ดังแสดงใน Figure 2 (ซ้าย)

อย่างไรก็ตามในช่วงในการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตนั้น จำเป็นจะต้องพิจารณาค่า (Average Outgoing Quality; AOQ) คุณภาพผ่านออกเฉลี่ย ควบคู่กันไป ขณะใช้แผนสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต เพื่อควบคุมไม่ให้เกินค่า (Average Outgoing Quality Limit; AOQL) ขีดจำกัดคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยของแผนอ้างอิง



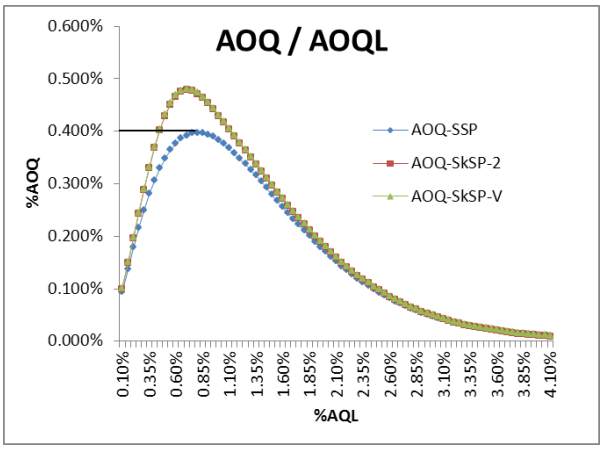


Figure 2 Range of skip lot sampling plan and control for the average outgoing quality (AOQ) not to exceed the average outgoing quality limit

และเช่นเดียวกัน ระดับคุณภาพผ่านออกเฉลี่ยของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V นั้นจะมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 หมายถึงสัดส่วนของเสียที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V และ แบบ-2 ตามลำดับ ดังนั้นค่า %AQL ที่เหมาะสมเมื่อใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต กรณีแผนอ้างอิง: Lot size = 3600, Sample size=200, c=1 แผนผังการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2: i=10, f=1/10 แผนผังการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V: i=10, f=1/10, k=i=10, x=5 คือช่วง %AQL 0.10% ถึง 0.45% เมื่อ AOQL ของแผนอ้างอิง = 0.003960 ที่ 0.80 % AQL โดยประมาณ ดังใน Figure 2 (ขวา)

Table 2 Skip lot sampling plan-2 when i = 5,10,15,20

i		f	SkSP-2 Pa	AOQ-ppm	ASN	ATI	ASN reduced	ATI reduced
5	1/5	0.2	97.4252%	2436	44	64	156	442
	1/3	0.333	95.9958%	2400	76	128	124	378
10	1/10	0.1	98.0016%	2450	24	32	176	474
	1/5	0.2	96.4803%	2412	53	84	147	422
15	1/15	0.067	97.9549%	2449	18	24	182	482
	1/10	0.1	97.1752%	2429	29	43	171	463
20	1/20	0.05	97.6803%	2442	16	22	184	484
	1/15	0.067	97.1171%	2428	23	34	177	472

Table 2 เปรียบเทียบ Pa, AOQ, AOQL, ASN และ ATI เมื่อ กำหนดจำนวน i และ f ลอต ที่เหมาะสม จะพบว่าเมื่อตัวอย่าง i = 5 เท่ากัน แต่ใช้ f = 1/5 และ f = 1/3 จะให้ค่า Pa, AOQ, AOQL, ASN และ ATI ที่แตกต่างกัน โดย ที่ f = 1/5 จะมีโอกาสในการยอมรับลอต มากกว่า f = 1/3 เนื่องจากทำการข้ามลอตที่มากกว่า ขณะที่คุณภาพออกเฉลี่ย ที่ f=1/5 จะสูงกว่าเช่นกัน โดยที่จำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย ที่ f=1/5 จะน้อยกว่า f=1/3 เช่นเดียวกัน ในขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณา i = 5 และ i = 10 เมื่อ f = 1/5 เท่ากัน จะพบว่า ที่ i=10 จะมีโอกาสในการยอมรับลอต และคุณภาพออกเฉลี่ยน้อยกว่า เมื่อ i = 5 แต่ค่าจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย ที่ i=10 จะมากกว่า i=5

Table 3 Skip lot sampling plan-V when i= 5,10,15,20

					AQL=0.25%, n=200, c=1													
					SkSP-V										SkSP-V				
i		f	k	x	Pa	AOQ	AOQ-ppm	ASN	ATI	i		f	k	x	Pa	AOQ	AOQ-ppm	ASN	ATI
5	1/5	0.2	3	4	97.5118%	0.002437796	2438	43	62	15	1/15	0.067	5	13	98.0050%	0.00245	2450	17	23
	1/5	0.2	5	4	97.4968%	0.002437419	2437	44	62		1/15	0.067	15	13	97.9743%	0.002449	2449	17	23
	1/5	0.2	10	4	97.4697%	0.002436742	2437	44	62		1/15	0.067	20	13	97.9670%	0.002449	2449	17	23
	1/5	0.2	3	2	97.7209%	0.002443023	2443	42	58		1/15	0.067	5	10	98.1023%	0.002453	2453	16	22
	1/5	0.2	5	2	97.6681%	0.002441704	2442	42	59		1/15	0.067	15	10	98.0115%	0.00245	2450	17	22
	1/5	0.2	10	2	97.5747%	0.002439367	2439	42	60		1/15	0.067	20	10	97.9901%	0.00245	2450	17	23
	1/3	0.333	3	4	96.1013%	0.002402534	2403	74	124		1/10	0.1	5	13	97.2368%	0.002431	2431	28	41
	1/3	0.333	5	4	96.0829%	0.002402072	2402	75	124		1/10	0.1	15	13	97.1991%	0.00243	2430	28	42
	1/3	0.333	10	4	96.0498%	0.002401244	2401	75	125		1/10	0.1	20	13	97.1901%	0.00243	2430	29	42
	1/3	0.333	3	2	96.3627%	0.002409069	2409	71	115		1/10	0.1	5	10	97.3575%	0.002434	2434	26	38
	1/3	0.333	5	2	96.2959%	0.002407397	2407	71	116		1/10	0.1	15	10	97.2449%	0.002431	2431	27	40
	1/3	0.333	10	2	96.1789%	0.002404472	2404	72	119		1/10	0.1	20	10	97.2185%	0.00243	2430	28	41
10	1/10	0.1	5	9	98.0391%	0.002450978	2451	24	31	20	1/20	0.05	5	18	97.7143%	0.002443	2443	15	21
	1/10	0.1	10	9	98.0250%	0.002450624	2451	24	32		1/20	0.05	15	18	97.6935%	0.002442	2442	15	21
	1/10	0.1	15	9	98.0161%	0.002450404	2450	24	32		1/20	0.05	20	18	97.6885%	0.002442	2442	15	21
	1/10	0.1	5	5	98.2368%	0.002455921	2456	22	29		1/20	0.05	5	15	97.7799%	0.002444	2444	14	20
	1/10	0.1	10	5	98.1465%	0.002453663	2454	22	29		1/20	0.05	15	15	97.7187%	0.002443	2443	15	20
	1/10	0.1	15	5	98.0913%	0.002452283	2452	22	30		1/20	0.05	20	15	97.7042%	0.002443	2443	15	21
	1/5	0.2	5	9	96.5323%	0.002413307	2413	52	82		1/15	0.067	5	18	97.1559%	0.002429	2429	22	33
	1/5	0.2	10	9	96.5126%	0.002412816	2413	52	83		1/15	0.067	15	18	97.1322%	0.002428	2428	22	33
	1/5	0.2	15	9	96.5004%	0.002412511	2413	52	83		1/15	0.067	20	18	97.1265%	0.002428	2428	22	33
	1/5	0.2	5	5	96.8132%	0.002420329	2420	47	73		1/15	0.067	5	15	97.2309%	0.002431	2431	21	31
	1/5	0.2	10	5	96.6834%	0.002417084	2417	48	75		1/15	0.067	15	15	97.1609%	0.002429	2429	21	32
	1/5	0.2	15	5	96.6053%	0.002415132	2415	49	77		1/15	0.067	20	15	97.1444%	0.002429	2429	22	32

เมื่อพิจารณาส่วนขยาย โดยใช้ จำนวนลอต k เพื่อลดจำนวนลอต x ในแผนการสุ่มตัวอย่างข้ามลอต-V ตัวอย่างที่ i=5, f=1/3 เช่นเดียวกับตัวอย่างในกรณีแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 แต่กำหนด k=10 เพื่อลด x=4 จะพบว่า โอกาสในการยอมรับลอต และคุณภาพออกเฉลี่ยจะมากกว่าแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต-2 ที่ i=5, f=1/3 ขณะที่ค่าจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ยที่น้อยกว่า เมื่อกำหนด k=3 เพื่อลด x=4 จะพบว่า โอกาสในการยอมรับลอต และคุณภาพออกเฉลี่ย จะมากกว่า k=10 เพื่อลด x=4 ขณะที่จำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ยที่น้อยกว่าเมื่อใช้แผนสุ่มตัวอย่างข้ามลอต-V เช่นเดียวกัน ผลของการใช้แผนสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตทั้ง 2 แบบ เพื่อลดจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และ จำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย ซึ่งจะมีค่าลดลงตลอด ทุก %AQL เมื่อใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอต แผนการสุ่มตัวอย่างข้ามลอต

แบบ-V จะใช้จำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ยน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบที่ค่า % AQL และค่าพารามิเตอร์เดียวกันของแผนอ้างอิง การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ใน แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V จะมีผลต่อค่า Pa, AOQ, AOQL, ASN และ ATI ตามความต้องการของผู้ใช้แต่ยังได้รับความพึงพอใจทั้งความเสี่ยงของผู้ผลิต (α) และ ผู้บริโภค (β) และสามารถคำนวณได้ตามสมการ (9) – (13)

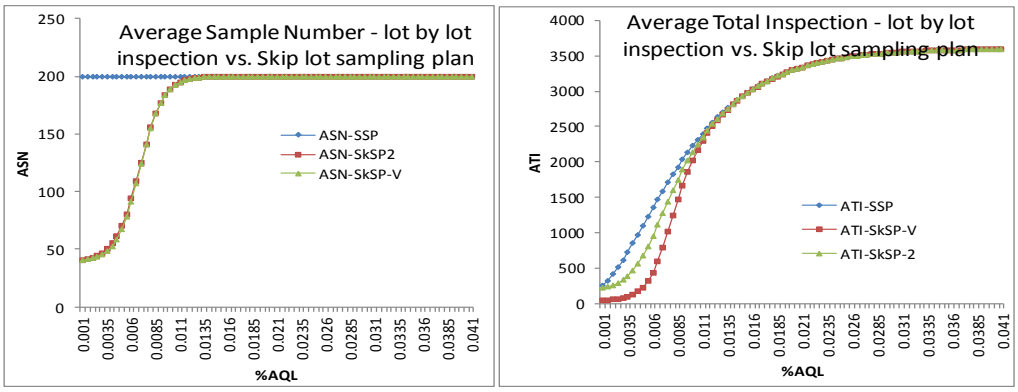
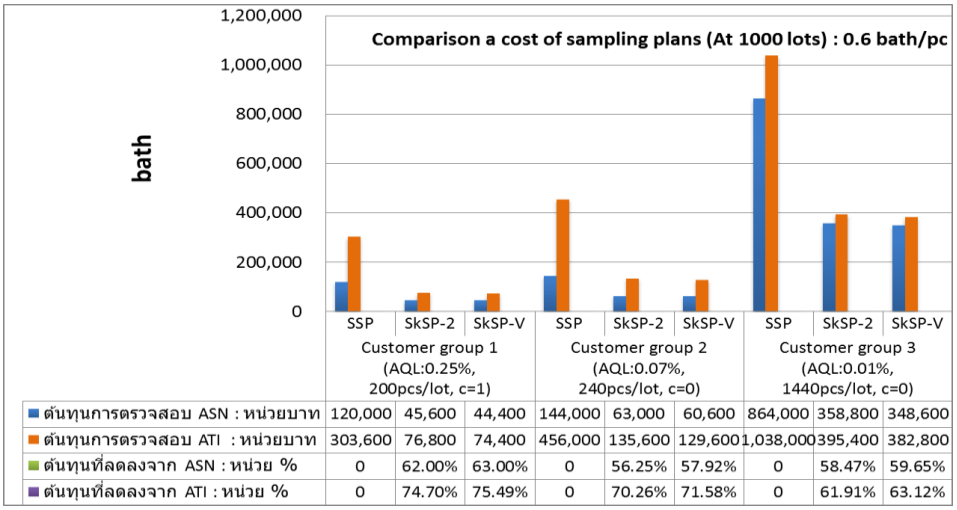


Figure 3 Comparison of Average Sample Number (ASN) and Average Total Inspection (ATI)

การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากการตรวจสอบคุณภาพโดยแผนการสุ่มตัวอย่างแบบปกติ และ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 และ แบบ-V

เมื่อพิจารณาต้นทุนด้านการตรวจสอบคุณภาพจากแผนการสุ่มตัวอย่างแบบเดิม และ แบบข้ามลอตจากระยะเวลา 3 เดือนโดยเฉลี่ย และมีลอตในเข้ารับการตรวจสอบที่ 1000 ลอต โดยพิจารณาต้นทุนการตรวจสอบทั้งหมดโดยเฉลี่ย 0.6 บาทต่อชิ้น พบว่าเมื่อใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 โดยกำหนด i=5 และ f=1/3 และ แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V โดยกำหนด i=5, f=1/3, k=3 และ x=4 นั้น สามารถลดต้นทุนด้านการตรวจสอบจากจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย (ASN) ได้ถึง 50-60% และ สามารถลดต้นทุนด้านการตรวจสอบจากจำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย (ATI) มากกว่า ถึง 60-75% ในทุกๆกลุ่มลูกค้า เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจสอบแบบทุกๆ ลอต ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบใน Figure 4



	SSP	SkSP-2	SkSP-V	SSP	SkSP-2	SkSP-V	SSP	SkSP-2	SkSP-V
ต้นทุนการตรวจสอบ ASN : หน่วยบาท	120,000	45,600	44,400	144,000	63,000	60,600	864,000	358,800	348,600
ต้นทุนการตรวจสอบ ATI : หน่วยบาท	303,600	76,800	74,400	456,000	135,600	129,600	1,038,000	395,400	382,800
ต้นทุนที่ลดลงจาก ASN : หน่วย %	0	62.00%	63.00%	0	56.25%	57.92%	0	58.47%	59.65%
ต้นทุนที่ลดลงจาก ATI : หน่วย %	0	74.70%	75.49%	0	70.26%	71.58%	0	61.91%	63.12%

Figure 4 Comparison a cost of sampling plans

สรุป

การควบคุมระดับคุณภาพออกเฉลี่ยของการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตเพื่อไม่ให้เกินขีดจำกัดระดับคุณภาพออกเฉลี่ยจากแผนอ้างอิงเป็นสิ่งที่สำคัญเพื่อรักษาระดับที่ตอบสนองความพึงพอใจทั้งในส่วนของผู้ผลิตและ ผู้บริโภค แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-V จะใช้จำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ยและจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ย น้อยกว่า แต่จะมีโอกาสในการยอมรับลอต และคุณภาพออกเฉลี่ยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตแบบ-2 ที่ค่า % AQL และค่าพารามิเตอร์เดียวกัน

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตทั้ง 2 แบบ ที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้โดยพิจารณาโอกาสในการยอมรับลอต, คุณภาพออกเฉลี่ย, จำนวนตรวจพินิจรวมเฉลี่ย และจำนวนตรวจพินิจเฉลี่ยที่ต้องการ และการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสม ทั้งนี้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบข้ามลอตเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่มีประวัติคุณภาพที่ดีอย่างต่อเนื่องจากการผลิตที่ควบคุมคุณภาพเป็นอย่างดีเยี่ยม ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบคุณภาพลดลง และเพิ่มผลกำไรต่อชิ้นของการผลิตสินค้าจากการประกอบธุรกิจ

เอกสารอ้างอิง

Balamurali S., M. Aslam, C.H. Jun and M. Ahmad. 2010. Optimal designing of a skip lot sampling plan by two point method. **Pakistan Journal of Statistics** 26: 585-592.

Dodge, H.F. Skip-lot sampling plans. **Industrial Quality Control**, 11, No. 5, February 1955, pp. 3-5

Dodge, H.F. and Perry, R.L. A system of skip-lot sampling plans for lot-by-lot inspection. **ASQC Technical Conference Transaction**, 1971, pp. 469-477.

Gharaibeh N., L. Litao and W. Sujay. 2010. Skip lot acceptance sampling plans for highway construction and materials. **Journal of Construction Engineering and Management** 59: 1-27

ISO 2859-3, **Skip-lot sampling procedures** - Part 3: Skip-lot sampling procedures.

Muthulakshmi S. and B.Lakshm. 2011. Analysis of Skip Lot Sampling Plans. **International Journal of Microsystems Technology and its Applications** 1: 63-68.

Perry, R.L. Skip-lot sampling plans. **Journal of Quality Technology**, 5, No. 3, July 1973.