บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรมมีเทคนิคการควบคุมคุณภาพมากมาย หากแบ่งขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อควบคุมคุณภาพตามกระบวนการผลิต สามารถแบ่งได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ก) การตรวจสอบวัตถุดิบ (Incoming Inspection) หมายถึง การตรวจสอบวัตถุดิบเมื่อรับวัตถุดิบเข้ามาในโรงงาน

ข) การตรวจสอบระหว่างผลิต (In - process Inspection) หมายถึง การตรวจสอบชิ้นงานในขณะที่ทำการผลิตชิ้นงานไปด้วย

ค) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ (Final Inspection) หมายถึง การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายก่อนส่งมอบสู่ลูกค้า

การตรวจสอบ 3 ขั้นตอนนี้ สามารถใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพที่อาศัยกลวิธีทางสถิติและไม่อาศัยกลวิธีทางสถิติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ , คุณค่าของผลิตภัณฑ์ ,ข้อมูลคุณภาพผลิตภัณฑ์สัมพันธ์กันในเชิงสถิติหรือไม่

2.1.1 การตรวจสอบและแผนการสุ่มตัวอย่าง (Inspection & Acceptance Sampling)

(ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย , 2538) ได้แบ่งการตรวจสอบและแผนการสุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 ประการ คือ

ก) การตรวจสอบ 100% (Screening) คือ การตรวจสอบวัสดุทุกชิ้น ทั้งนี้เพราะต้องการความถูกต้องแม่นยำ 100% ซึ่งวิธีนี้เหมาะเฉพาะกับวัสดุจำนวนน้อย ๆและมีมูลค่าแพงเท่านั้น เนื่องจากค่าใช้จ่ายสูงและเสียเวลามาก

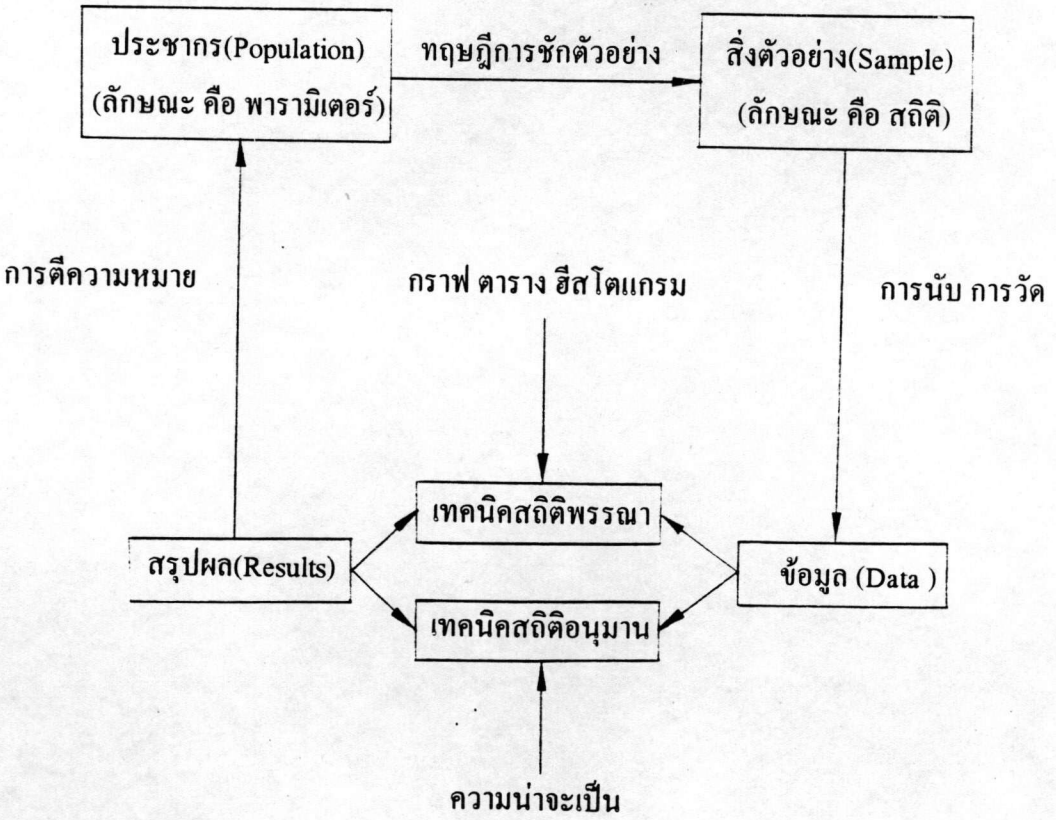
ข) การตรวจสอบระหว่างการผลิต (Process Inspection) คือ การตรวจสอบในระหว่างกระบวนการผลิต โดยจะเลือกตรวจสอบเป็นจุด ๆไปตามความสำคัญเฉพาะบางตอนของการผลิตเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อสามารถแก้ไขปัญหาคุณภาพได้ทันเหตุการณ์

ค) การตรวจสอบแบบสุ่มตัวอย่าง (Acceptance Sampling) คือ การตรวจสอบเลือกสุ่มตัวอย่างจากจำนวนวัสดุจำนวนมาก โดยถือเสมือนหนึ่งว่าตัวอย่างที่สุ่มขึ้นมาตรวจสอบนั้นจะแทนลักษณะคุณภาพของทั้งรุ่น (Lot) ทั้งนี้เพื่อประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย โดยในทางสถิติถือว่าสามารถอนุโลมความผิดพลาดได้ในระดับหนึ่งที่ตั้งเกณฑ์ความแม่นยำไว้

2.1.2 สถิติและการควบคุมคุณภาพ

(เจริญ สุนทราวาณิชย์ , 2539) ได้นิยามคำว่า สถิติดังนี้ สถิติ คือ ศาสตร์แขนงหนึ่งที่ใช้ตัดสินใจเหตุการณ์ภายใต้ความผันแปร โดยการตัดสินใจประกอบด้วยการรวบรวม การวิเคราะห์ ตลอดจนการสรุปผลเพื่อดำเนินการจากข้อมูล

รูปที่ 2.1 ระเบียบวิธีการทางสถิติ



2.1.3ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

(กานดา พูนลาภทวี , 2530)

ประชากร (Population) หมายถึง จำนวนสมาชิกทุกหน่วยข้อมูลที่สนใจศึกษา เช่น ผู้วิจัยสนใจศึกษาความคงทนของหลอดไฟฟ้าในโรงงาน ประชากรในกรณี นี้คือ หลอดไฟฟ้าทุกหลอดในโรงงานแห่งนี้ หรือต้องการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นม . 6ทุกคนทั่วประเทศ สำหรับการแบ่งประเภทของประชากรสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก) ประชากรที่มีจำนวนจำกัดหรือนับถ้วน (Finite Population) เป็นประชากรที่มีสมาชิกจำนวนจำกัด และสามารถนับได้แน่นอน เช่น จำนวนนักศึกษา จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม จำนวนบริษัท

ข) ประชากรที่มีจำนวนไม่จำกัด (Infinite Population) เป็นประชากรที่มีจำนวนสมาชิกที่ไม่สามารถนับจำนวนที่แน่นอนได้ เช่น ปริมาณน้ำในมหาสมุทร จำนวนเมล็ดข้าว

สิ่งตัวอย่าง (Sample) หมายถึง ส่วนหนึ่งของประชากรที่ถูกเลือกมาเพียงบางส่วนจากประชากรทั้งหมดเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา เช่น ในการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นม.6 เกี่ยวกับการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยของรัฐดังกล่าว เนื่องจากนักเรียนชั้นม.6 มีจำนวนมาก ผู้วิจัยอาจทำการสุ่มนักเรียนมาเพียงบางส่วน นักเรียนบางส่วนที่นำมาศึกษาความคิดเห็นนี้ถือว่าเป็นสิ่งตัวอย่าง

2.1.4 ค่าพารามิเตอร์และค่าสถิติ

ค่าพารามิเตอร์ (Parameter) หมายถึง ค่าที่แท้จริง ซึ่งใช้บรรยายลักษณะของประชากรคำนวณได้จากข้อมูลทั้งหมดของประชากร

ค่าสถิติ (Statistic) หมายถึง ค่าที่ใช้บรรยายลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าที่คำนวณได้จากข้อมูลสิ่งตัวอย่าง โดยทั่วไปจะนำค่าสถิติไปใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์

2.1.5 ข้อมูล (Data)

ข้อมูล หมายถึง ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องที่สนใจศึกษา ซึ่งอาจอยู่ในรูปตัวเลข เช่น ความกว้าง ความยาว คะแนน น้ำหนัก ความสูง ระยะทาง หรืออาจเป็นข้อเท็จจริงที่อยู่ในรูปคุณลักษณะ หรือคุณสมบัติ เช่น ของดี ของเสีย ชื่อ เพศ ที่อยู่ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ ศาสนา

การแบ่งประเภทของข้อมูล มีวิธีการแบ่งได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

2.1.5.1 จำแนกตามลักษณะการเก็บข้อมูลสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก) ข้อมูลที่ได้จากการนับ (Counting Data) เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยใช้วิธีการนับ เช่น การนับจำนวนชิ้นงานทั้งสิ้น 50 ชิ้น เป็นจำนวนชิ้นงานที่ได้มาตรฐาน 45 ชิ้น จำนวนชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐาน 5 ชิ้น ซึ่งจำนวนตัวเลข 45 และ 5 เป็นข้อมูลที่ได้จากการนับ ลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการนับนี้โดยทั่วไปตัวเลขจะเป็นจำนวนเต็ม

ข) ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Measurement Data) เป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้โดยใช้วิธีการวัด เช่น การวัดขนาดของชิ้นงาน การชั่งน้ำหนักปริมาณสินค้า จำนวนตัวเลขที่ได้จากวิธีการวัดจะเป็นตัวเลขต่อเนื่อง ซึ่งอาจจะเป็นตัวเลขทศนิยมหรือเศษส่วนก็ได้ เช่น ขนาดชิ้นงานที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.23 เซนติเมตร

2.1.5.2 จำแนกตามการจัดกระทำข้อมูล สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก) ข้อมูลดิบ (Raw Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยยังไม่ได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดกระทำหรือจัดระเบียบ ข้อมูลเหล่านี้ยังคงปะปนกันอยู่ ไม่มีการจัดแบ่งเป็นประเภทหรือหมวดหมู่

ข) ข้อมูลที่จัดเป็นหมวดหมู่ (Group Data) เป็นข้อมูลที่มีการจัดกระทำให้เป็นหมวดหมู่อย่างเป็นระเบียบ มีการแจกแจงความถี่ ซึ่งจะช่วยให้ข้อมูลเหล่านี้ง่ายต่อการคำนวณ หรือการนำไปใช้

2.1.5.3 จำแนกตามลักษณะข้อมูล สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก) ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) เป็นข้อมูลที่แสดงปริมาณหรือขนาด ในลักษณะของตัวเลขโดยตรง เช่น ความกว้าง ความยาว อายุ น้ำหนัก คะแนน

ข) ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) เป็นข้อมูลที่แสดงถึงคุณลักษณะไม่ได้อยู่ในรูปของตัวเลขโดยตรง เช่น ของดี ของเสีย เพศชาย เพศหญิง

2.1.6 ตัวแปร (Variable)

ตัวแปร หมายถึง สิ่งที่มีความผันแปรซึ่งอาจจะเป็นทางด้านปริมาณ เช่น น้ำหนัก ความสูง อายุ ความเร็ว หรืออาจเป็นทางด้านคุณภาพ เช่น เพศ เชื้อชาติ ศาสนา สีผม สีนัยน์ตา ตัวแปรเหล่านี้จะประกอบด้วยค่าต่าง ๆ กัน เช่น ในกลุ่มนักศึกษากลุ่มหนึ่ง นักศึกษาแต่ละคนย่อมมีความสูงแตกต่างกัน ดังนั้นความสูงจึงถือว่าเป็นตัวแปร

การแบ่งประเภทของตัวแปร ถ้าพิจารณาตามคุณสมบัติของตัวแปรสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous Variable) หมายถึง ตัวแปรสามารถที่มีค่าต่อเนื่องกันระหว่างค่าสองค่าที่กำหนดให้ จะมีค่าอยู่ระหว่างค่าสองค่านั้นมากมาย เช่น ความสูง น้ำหนัก อายุ ระยะทาง ในด้านตัวแปรความสูง ช่วงความสูงระหว่าง 160 - 165 เซนติเมตร มีค่าความสูงที่เป็นไปได้มากมายนับไม่ถ้วน

2. ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (Discrete Variable) หมายถึงตัวแปรที่มีคาไม่ต่อเนื ่องเป็นตัวแปรที่ไม่สามารถกำหนดให้มีค่าย่อยระหว่างค่าสองค่าได้ เช่น จำนวนนักศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน จำนวนครัวเรือน จำนวนรถยนต์ในกรุงเทพมหานคร ค่าตัวเลขของตัวแปรเหล่านี้ไม่มีทศนิยม จะไม่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 5.5 คน หรือจำนวนครัวเรือน 134.2 หลัง และระหว่างครัวเรือนที่ 1 และครัวเรือนที่ 2 จะไม่มีตัวเลขอยู่ระหว่าง 1 และ 2

2.1.7 สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน

ก) สถิติเชิงพรรณนา (Desciption Statistics) เป็นสถิติที่ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลเพื่อบรรยายคุณลักษณะของสิ่งตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรเฉพาะที่ใช้ในการศึกษาเท่านั้น โดยผลที่ได้จากการศึกษาจะไม่นำไปสรุปอ้างอิงถึงสิ่งตัวอย่างหรือกลุ่มประชากรอื่นๆ การศึกษาหาคำตอบจะบรรยายลักษณะหรือการแจกแจงของข้อมูลตามที่เก็บรวบรวมข้อมูลมาได้เท่านั้น ซึ่งอาจแสดงด้วยความถี่ของข้อมูล ร้อยละ สัดส่วน อัตราสัดส่วน การหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

ข) สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)เป็นสถิติที่ศึกษาถึงข้อมูลจากสิ่งตัวอย่างแล้วนำข้อสรุปที่ได้ไปคาดคะเนหรือสรุปอ้างอิงถึงลักษณะของประชากร โดยได้นำทฤษฎีความน่าจะเป็นมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากสิ่งตัวอย่าง เพื่อสรุปลักษณะของประชากร สถิติเชิงอนุมานจะเกี่ยวกับการประมาณค่า(Estimation)
การทดสอบสมมุติฐาน(HypothesisTesting)

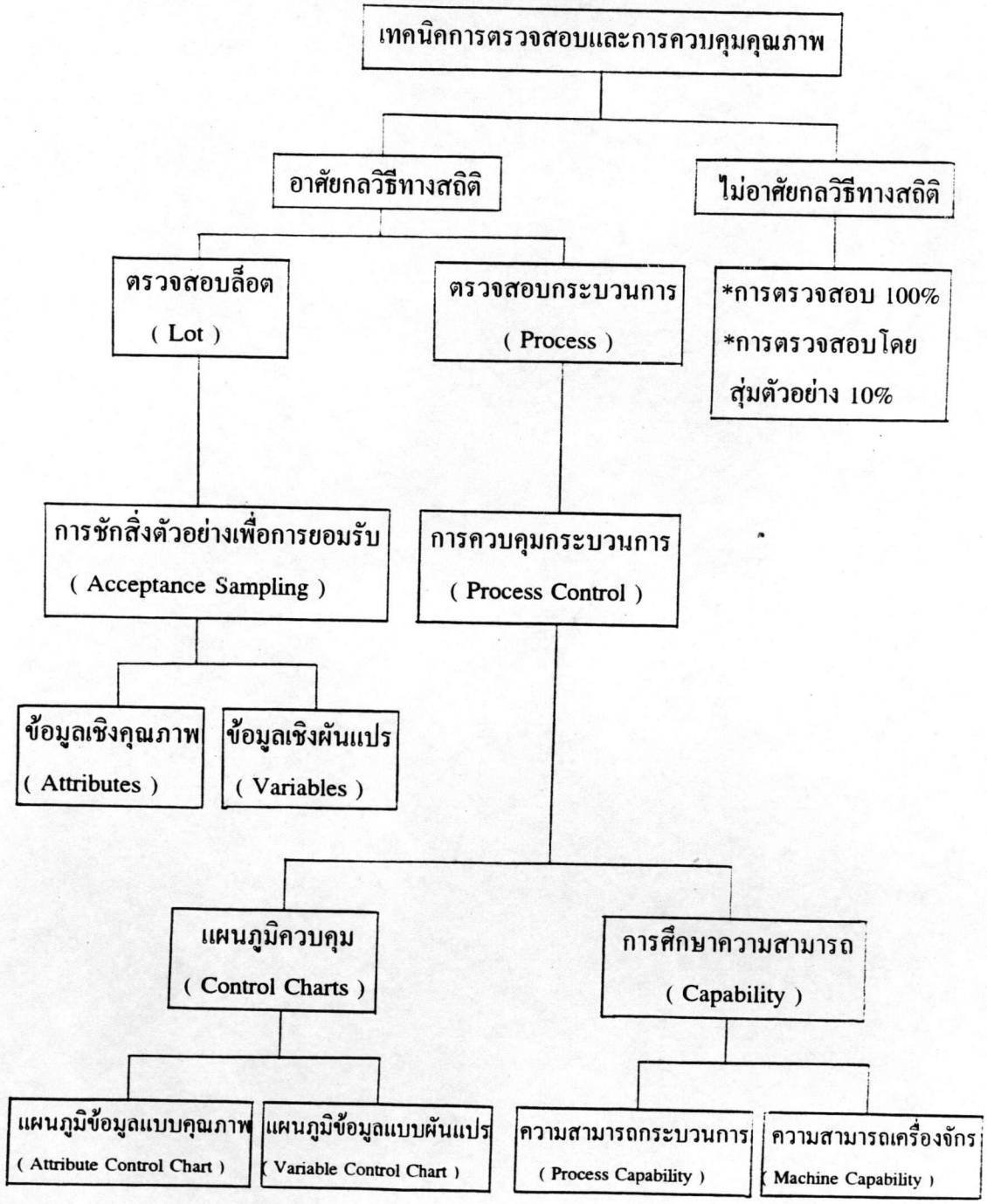
ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ค่าสถิติและค่าพารามิเตอร์

ความหมาย	สัญลักษณ์	
	ค่าสถิติ	ค่าพารามิเตอร์
ค่าเฉลี่ย	$\bar{X}$	μ
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	s	σ
ความแปรปรวน	s^2	σ^2

2.1.8 เทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ

แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ ดังนี้

รูปที่ 2.2 เทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ



การวิจัยในที่นี้ศึกษาเทคนิคการตรวจสอบและการควบคุมคุณภาพ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบอาศัยกลวิธีทางสถิติเฉพาะการศึกษาความสามารถกระบวนการ ความสามารถเครื่องจักร แผนภูมิข้อมูลแบบผันแปร และการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับแบบข้อมูลเชิงคุณภาพ (แผนการชักตัวอย่างต่อเนื่อง CSP-2) และส่วนที่ 2 แบบไม่อาศัยกลวิธีทางสถิติ

2.1.9 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Tendency Measure)

(อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , 2535) การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ที่นิยมใช้โดยทั่วไป จะประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ฐานนิยม และมัธยฐาน ซึ่งการใช้ค่ากลางเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายของข้อมูลเป็นหลัก กล่าวคือ

ถ้าข้อมูลมีลักษณะการกระจายที่มีสมมาตรกันทั้งสองข้างของกราฟข้อมูล การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางก็จะวัดด้วย<u>ค่าเฉลี่ยเลขคณิต</u> แต่ถ้ากราฟของข้อมูลมีลักษณะเบ้ไปทางใดทางหนึ่ง การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางจะวัดด้วย<u>มัธยฐาน</u> และถ้าข้อมูลมีค่าของจำนวนข้อมูลเกิดบ่อยที่สุด เราก็จะวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วย<u>ฐานนิยม</u>

จากที่กล่าวมานี้ ในการสร้างแผนภูมิเพื่อควบคุมคุณภาพสินค้า มักจะวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ทั้งนี้เนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพสินค้าจากกระบวนการผลิตจะนิยมใช้ขนาดของตัวอย่างมาก จะทำให้ข้อมูลมีลักษณะการกระจายสมมาตรกันทั้งสองข้าง ดังนั้นในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพสินค้าจึงนิยมวัดค่ากลางของข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ส่วนการวัดค่ากลางของข้อมูลด้วยมัธยฐานและฐานนิยม จะมีความสัมพันธ์กับแผนภูมิควบคุมคุณภาพสินค้าน้อยมาก ซึ่งถ้าจะใช้ค่ามัธยฐานและฐานนิยมในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพแล้ว จะต้องมีการปรับค่าความถี่ของข้อมูลก่อน จึงจะสามารถสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพสินค้าได้อย่างเหมาะสม

(ก) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) คือ ผลรวมทั้งหมดของข้อมูลกลุ่มหนึ่งหารด้วยจำนวนทั้งหมดของข้อมูลกลุ่มนั้น เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\bar{X}$ การคำนวนค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีวิธีดังนี้ ถ้าให้ข้อมูลกลุ่มหนึ่งมีค่าสังเกตจำนวน n ข้อมูล และ $X_1, X_2, \ldots\ldots X_n$ เป็นค่าสังเกตข้อมูลขนาด n ข้อมูล ดังนั้น

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \ldots\ldots + X_n}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูล

n แทนจำนวนค่าสังเกต

ตัวอย่างเช่น ในการตรวจสอบความต้านทานของขดลวด 5 เส้น วัดหน่วยเป็นโอมห์ ได้ค่าสังเกตดังนี้ $x_1 = 3.4$ $x_2 = 3.3$ $x_3 = 3.4$ $x_4 = 3.3$ และ $X_5 = 3.2$ จงหาค่าเฉลี่ยของความต้านทาน

วิธีทำ ให้ $\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ยความต้านทานของขดลวด

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

$$= \frac{3.4 + 3.3 + 3.4 + 3.3 + 3.2}{5}$$

$$= 3.32 \text{ โอห์ม}$$

นั่นคือ ค่าเฉลี่ยความต้านทานของขดลวด จำนวน 5 เส้นมีค่าเท่ากับ 3.32 โอห์ม

(ข) ค่ามัธยฐาน (Median)

ในการวัดค่ากลางของข้อมูลในกรณีที่ข้อมูลเบ้ไปทางใดทางหนึ่งการวัดค่ากลางของข้อมูลจะวัดค่ามัธยฐาน ซึ่งการนิยามค่ามัธยฐานจะนิยามไว้ดังนี้

มัธยฐาน หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ตรงกลางเมื่อเรียงข้อมูลจากน้อยไปหามาก หรือเรียงข้อมูลจากมากไปหาน้อยซึ่งการพิจารณาค่าที่อยู่ตรงกลางนี้ จะพิจารณาจากจำนวนข้อมูล ดังนี้

$$Me = \frac{X_{n/2} + X_{(n/2+1)}}{2}$$ เมื่อ n เป็นจำนวนคู่

$$Me = X_{(n+1)/2}$$ เมื่อ n เป็นจำนวนคี่

Me แทนค่ามัธยฐานของข้อมูล

n แทนจำนวนข้อมูล

X_k แทนข้อมูลตัวที่ K

ตัวอย่างเช่น จงหาค่ามัธยฐานของข้อมูลของความต้านทานของขดลวด 5 เส้น ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังนี้ 3.4 , 3.3 , 3.4 , 3.3 , 3.2 โอห์ม

วิธีทำ จากข้อมูลดังกล่าว มีข้อมูลอยู่จำนวน 5 ค่า ซึ่งจำนวนข้อมูลเป็นคี่ ถ้าเอาข้อมูลมาเรียงลำดับจากน้อยไปหามากจะได้ 3.2 , 3.3 , 3.3 , 3.4 , 3.4 โอห์ม

เนื่องจาก n =5 เป็นจำนวนคี่ ดังนั้น

$$Me = X_{(n+1)/2} = X_{(5+1)/2} = X_3 = 3.3$$

นั่นคือ มัธยฐานของความต้านทานของขดลวด 5 เส้นจะเท่ากับ 3.3

(ค) ฐานนิยม (Mode)

ฐานนิยมเป็นเซตของจำนวนข้อมูลที่มีค่าเกิดขึ้นมากที่สุด หรือเกิดบ่อยที่สุดการวัดค่ากลางในกรณีนี้จะไม่ค่อยเกิดขึ้นบ่อยครั้งนักกับวงการอุตสาหกรรม ฐานนิยมก็คือ ข้อมูลที่เกิดบ่อยที่สุด เช่น 4 , 8 , 5 , 7 , 7 , 7 , 7 ฐานนิยมก็คือ 7

ตาราง 2.2เปรียบเทียบตัววัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง

(เจริญ สุนทราวาณิชย์ , 2539)

	สัญญลักษณ์	นิยาม	คำอธิบายเสริม
1.ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	$\bar{X}$	$1/n \sum_{i=1}^{n} X_i$	• คำนวณจากข้อมูลทุกตัว • ใช้เป็นตัวกำหนดแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง ในกรณีการกระจายสมมาตร • ไม่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการกระจายผิดปกติ เช่น มีค่าสูงมาก , ต่ำมาก • มีความคลาดเคลื่อนในการชักตัวอย่างต่ำ
2. ค่ามัธยฐาน	Me	ค่ากลางของข้อมูลทั้งหมด	• แบ่งข้อมูลออก 2 ส่วนที่มีความถี่เท่ากัน • เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการกระจายผิดปกติ • มีความคลาดเคลื่อนในการชักตัวอย่างสูงเมื่อเทียบกับ $\bar{X}$
3. ค่าฐานนิยม	Mo	ค่าที่มีความถี่สูงสุด	• เป็นตัวกำหนดค่าแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง • ไม่ค่อยนิยมใช้ โดยเฉพาะข้อมูลต่อเนื่อง

2.1.10 การวัดการกระจายของข้อมูล (Dispersion)

การสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพสินค้า นอกจากจะใช้ค่ากลางของข้อมูลแล้วยังต้องใช้ค่าที่ได้จากการวัดการกระจายของข้อมูล เพื่อพิจารณาถึงความกว้างของข้อมูลว่า มีลักษณะการกระจายไปมากน้อยเพียงใด และในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพก็จะใช้ค่าที่ได้จากการวัดการกระจายเพื่อดูลักษณะของข้อมูลว่าเบี่ยงเบนไปจากค่ากลางของข้อมูลมากน้อยเพียงใด ในการวัดการกระจายของข้อมูลมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของการวัดการกระจายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ดังนี้คือ (ก) การวัดการกระจายด้วยพิสัย (Range) และ (ข) การวัดการกระจายด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

(ก) พิสัย (Range) คือ การวัดการกระจายของข้อมูลด้วยค่าของผลต่างของข้อมูลสูงสุดกับข้อมูลต่ำสุด เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ R ซึ่งถ้าให้ X_n เป็นค่าของข้อมูลสุงสุดและ X_1 เป็นค่าของข้อมูลต่ำสุด ดังนั้น

$$R = X_n - X_1$$

(ข) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นวิธีวัดการกระจายของข้อมูลรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย กล่าวคือ ถ้าค่าของข้อมูลอยู่ห่างค่าเฉลี่ยมากวัดการกระจายของข้อมูลก็มีค่ามาก นิยามของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ รากที่สองของส่วน เฉลี่ยเลขคณิตของผลต่างกำลังสองระหว่างข้อมูลแต่ละค่า กับส่วนเฉลี่ยเลขคณิต $\bar{X}$ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ σ

ซึ่งถ้าให้ $X_1, X_2, ..., X_n$ เป็นค่าของข้อมูลแต่ละค่าและ $\bar{X}$ เป็นส่วนเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลชุดนี้ ดังนั้น

$$\sigma = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}$$

หรือ $$\sigma = \sqrt{1/n \sum X^2 - \bar{X}^2}$$

2.1.11 การแจกแจงปกติ (Normal Distribution)

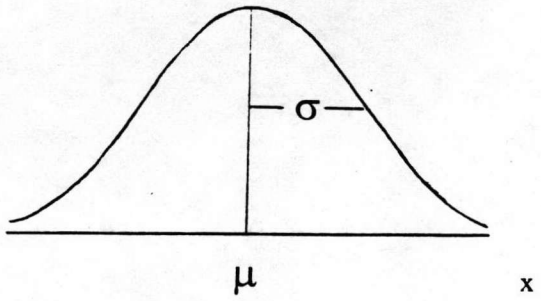
เทคนิควิธีการต่าง ๆ ในหลายสาขาวิชา มักจะใช้การประยุกต์สถิติบนพื้นฐานของการแจกแจงปกติ เพื่อการศึกษาถึงการกระจายของข้อมูล สำหรับในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการแจกแจงปกติเพื่อใช้ประยุกต์กับการสร้างแผนภูมิ เพื่อควบคุมคุณภาพสินค้า

ถ้า X เป็นตัวแปรเชิงสุ่ม เราจะกล่าวว่า X มีการแจกแจงปกติ

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} \qquad -\infty < x < \infty$$

เมื่อ μ แทนค่าเฉลี่ยของประชากรและ σ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร หรือพารามิเตอร์ (parameter) ซึ่งมีลักษณะทั่วไปของการแจกแจงปกติ คือ

1. เป็นโค้งรูประฆังคว่ำ สมมาตรกับแกนตั้งที่ลากเส้นผ่านค่าเฉลี่ย μ ดังรูป 2.3



รูปที่ 2.3 โค้งการแจกแจงแบบปกติ

2. มีฐานนิยมเดียว มีจุดสูงสุด $x = \mu$
3. กราฟลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งสองข้างมีจุดเปลี่ยนเว้าที่ $x = \mu \pm \sigma$ ปลายโค้งจะลดลงเข้าหาแกน x เมื่อ x ห่างจากค่าเฉลี่ย แต่จะไม่บรรจบกับแกน x
4. พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งจะมีค่าเท่ากับ 1 นั่นคือ

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} dx = 1$$

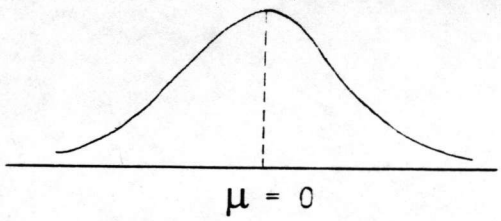
การแจกแจงปกติจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเป็น σ ในการหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งแบบปกติในทางปฏิบัติจะเปลี่ยนการแจกแจงของตัวแปรเชิงสุ่ม x จากการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ย μ และความแปรปรวน σ ให้เป็นการแจกแจงปกติมาตรฐานที่มี ค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และความแปรปรวนเป็น 1 ด้วยตัวแปรเชิงสุ่ม Z โดยที่

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

มีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นคือ

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-Z^2/2} \qquad -\infty < Z < \infty$$

เรียก f(z) นี้ว่าการแจกแจงปกติมาตรฐาน มีกราฟเป็นรูประฆังคว่ำที่สมมาตรกับแกนตั้งที่ลากผ่านค่าเฉลี่ย $\mu = 0$ และความแปรปรวน $\sigma^2 = 1$ ดังรูป 2.4



รูป 2.4 โค้งการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน
ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$

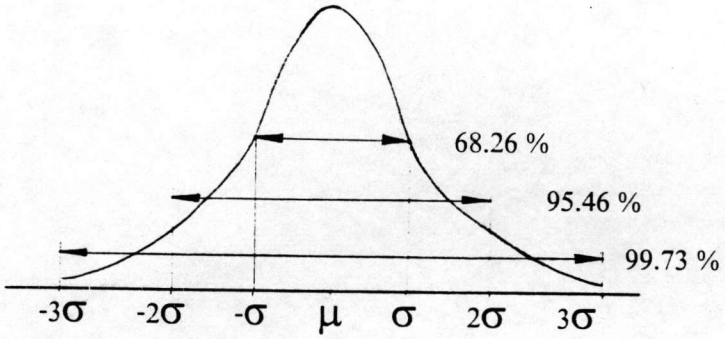
ค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานจะแสดงในตาราง ก ภาคผนวก ก และจากตาราง ก ในภาคผนวก ก พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งในตารางจะเป็นพื้นที่สะสมที่คำนวณจาก

$$P(Z \leq z) = F(z) = \int_{-\infty}^{Z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} \, dt$$

ซึ่งพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งของการแจกแจงแบบปกติภายใต้ขอบเขตต่าง ๆ จะกำหนดได้ดังตารางที่2.3 แสดงในรูปที่ 2.5

ตารางที่ 2.3 แสดงขอบเขตของพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งแบบปกติ

ขอบเขต	พื้นที่ภายใต้เส้นโค้ง
$\mu \pm 0.6745\sigma$	50.00 %
$\mu \pm \sigma$	68.26 %
$\mu \pm 2\sigma$	95.46 %
$\mu \pm 3\sigma$	99.73 %



รูปที่ 2.5

จากตารางที่ 2.3และรูป2.5 จะพบว่าสำหรับการแจกแจงแบบปกติ จะมีร้อยละ 68.26 ของข้อมูลที่ตกอยู่ในช่วง $\mu \pm \sigma$ มีร้อยละ 95.46 ที่มีข้อมูลที่ตกอยู่ในช่วง $\mu \pm 2\sigma$ และมีร้อยละ 99.73 ที่มีข้อมูลตกอยู่ในช่วง $\mu \pm 3\sigma$

ตัวอย่างเช่น อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าจากโรงงานผลิตหลอดไฟฟ้าแห่งหนึ่ง มีการแจกแจงปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 800 ชั่วโมง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 40 ชั่วโมง ถ้ากำหนดพิกัดของอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 778 ชั่วโมง ถึง 834 ชั่วโมง จงหาโอกาสที่อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าที่ผลิตมาได้ไม่ได้พิกัดตามที่กำหนด

วิธีทำ ให้ X แทนอายุการใช้งานของหลอดๆไฟฟ้า

ถ้ากำหนดพิกัดของอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 778 ชั่วโมงถึง 834 ชั่วโมง ดังนั้นโอกาสที่อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าที่ได้พิกัดคือ

$$P(778 < X < 834) = P\left(\frac{778-800}{40} < \frac{X-\mu}{\sigma} < \frac{834-800}{40}\right)$$

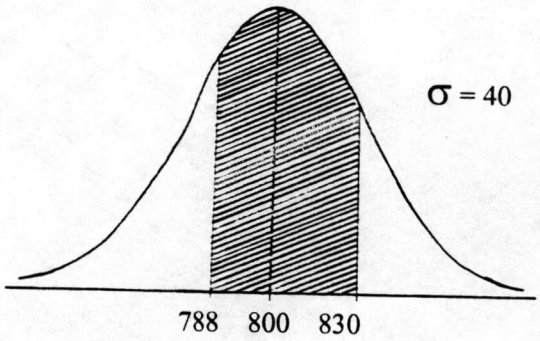
$$= P(-0.55 < Z < 0.85)$$

$$= P(Z < 0.85) - P(Z < -0.55)$$

$$= 0.8023 - 0.2912 \quad \text{(จากตาราง ก ในภาคผนวก ก)}$$

$$= 0.511$$

นั่นคือ โอกาสที่อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าที่ผลิตมาได้ไม่ได้พิกัดตามที่กำหนด จะเท่ากับ 1-0.511 = 0.489 หรือร้อยละ 48.89 ที่มีอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าไม่ได้พิกัดตามที่กำหนด (พื้นที่ในส่วนที่ไม่แรเงา)



รูป 2.6

2.1.12 การประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

ในการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพสินค้า เราจะพยายามที่จะใช้ต้นทุนการตรวจสอบน้อยที่สุด โดยให้มีประสิทธิภาพของการตรวจสอบมากที่สุด นั่นคือ ถ้าขนาดตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบมีขนาดใหญ่มาก ต้นทุนการตรวจสอบก็มีมาก ประสิทธิภาพของการตรวจสอบก็ดี ราคาสินค้าก็แพง แต่ถ้าต้องการลดขนาดของตัวอย่างให้น้อยลง ต้นทุนการตรวจสอบก็ลดลง ประสิทธิภาพการตรวจสอบก็ลดลง ราคาสินค้าก็ลดลงตามมาด้วย แต่ปัญหาอยู่ที่ว่าในการตรวจสอบคุณภาพสินค้านั้นต้องการใช้ต้นทุนการตรวจสอบน้อย โดยให้มีประสิทธิภาพของการตรวจสอบมาก ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ในทางปฏิบัติจึงได้ทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาเพียงบางส่วน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจากกระบวนการผลิต ด้วยการสุ่มตัวอย่างมาจากแต่ละกลุ่มย่อย แล้วทำการตรวจสอบทุกหน่วยที่เลือกมา

ถ้าประชากรมีการแจกแจงแบบปกติแล้ว เลือกตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติจากการแจกแจงการสุ่มตัวอย่าง ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างก็ยังคงมีการแจกแจงเป็นแบบปกติด้วย

ในกรณีที่ประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ก็จะไม่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ แต่ถ้าเลือกตัวอย่างขนาดใหญ่พอแล้ว การแจกแจงค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ก็สามารถประมาณได้ด้วยการแจกแจงปกติด้วยทฤษฎีขอบเขตเข้าสู่ส่วนกลาง ดังนี้

ทฤษฎีขอบเขตเข้าสู่ส่วนกลาง (Central Limit Theorem) ถ้า $\bar{X}$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวอย่างสุ่มที่มีขนาด n จากประชากรที่มีค่าเฉลี่ย μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ

เมื่อ $n \rightarrow \infty$ การแจกแจง $Z = X - \mu$ จะประมาณได้ด้วยการแจกแจงปกติมาตรฐาน

ที่มี $\mu = 0$ และ $\sigma = 1$

กรณีที่กล่าวว่า n มีขนาดใหญ่ ในทางปฏิบัติจะกำหนดให้ $n \geq 30$ ไม่จำเป็นต้องสนใจถึงการแจกแจงของประชากร แต่ขอให้ทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรก็พอแล้ว การประมาณการแจกแจงค่าเฉลี่ยก็จะประมาณได้ด้วยการแจกแจงแบบปกติ และถ้า $n < 30$ บางครั้งอาจใช้การแจกแจงแบบปกติประมาณได้ ถ้าเลือกตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงไม่แตกต่างจากการแจกแจงแบบปกติ กล่าวคือ ข้อมูลมีลักษณะสมมาตร การประมาณการแจกแจงค่าเฉลี่ยจะประมาณได้ด้วยการแจกแจงปกติมาตรฐาน

จากการแจกแจงการสุ่มตัวอย่างข้างต้น ในการควบคุมคุณภาพ จึงได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มย่อย ภายใต้ข้อสมมุติที่ว่าข้อมูลที่ว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มย่อยมากลุ่มละ 4 หรือมากกว่า 5 ตัวอย่าง จำนวน m กลุ่มย่อย ภายใต้กฎเกณฑ์ที่ว่า ถ้าสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ การแจกแจงค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างก็จะมีการแจกแจงแบบปกติด้วย

สำหรับกรณีถ้าประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ แต่การแจกแจงของประชากรสมมาตรมีฐานนิยมเดียวและเป็นการแจกแจงของข้อมูลที่วัดด้วยตัวแปรเชิงสุ่มชนิดต่อเนื่องแล้ว การใช้ขนาดตัวอย่างขนาด 4 หรือ 5 ตัวอย่าง ก็เพียงพอในการประมาณค่าเฉลี่ยด้วยการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 2.4 แสดงการสุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

	กลุ่มย่อย				
	1	2	3	...	m
ขนาดตัวอย่าง n = 4 หรือ 5	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓	... ...	X_1, X_2 X_3, X_4 X_5 ↓
ค่าเฉลี่ย	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	...	$\bar{X}_m$
การกระจาย	S_1 หรือ R_1	S_2 หรือ R_2	S_3 หรือ R_3	...	S_m หรือ R_m

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในทางปฏิบัติขนาดตัวอย่าง(n)ที่ใช้สำหรับการสุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยจะใช้อย่างน้อย 4 ตัวอย่าง แต่จะใช้มากกว่านี้ก็ดี จากตารางที่ 2.4 จะเห็นว่าการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละกลุ่มย่อยจะประมาณด้วย $\bar{X}$ และวัดการกระจายของตัวอย่างแต่ละกลุ่มย่อยด้วย S หรือ R แต่ประเด็นสำคัญของการควบคุมคุณภาพการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ก็คือ การหาค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร (σ)

การประมาณค่า σ ได้เมื่อในการควบคุมคุมคุณภาพเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสุ่มตัวอย่างมากลุ่มย่อยละ 4 ตัวอย่างหรือมากกว่า แล้วทำการวัดการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่มย่อย จะใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (S) หรือค่าพิสัยเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง(R) ในการประมาณค่า σ ได้ ซึ่งการประมาณค่า σ สามารถประมาณค่าได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ กับ $\bar{S}$ และจากความสัมพันธ์ระหว่าง σกับ $\bar{R}$

(ก) การประมาณค่า σ จากความสัมพันธ์ระหว่าง σกับ $\bar{S}$

σ' คือ ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

n คือ ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

c_2 คือ ค่าที่กำหนดในตาราง ข ภาคผนวก ก

$\bar{S}$ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้นจะได้ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร คือ

$$\sigma' = \bar{S} / C_2$$

(ข) การประมาณค่า σ จากความสัมพันธ์ระหว่าง σ และ $\bar{R}$

σ' คือ ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

n คือ ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย

d_2 คือ ค่าที่กำหนดในตาราง ข ภาคผนวก ก

$\bar{R}$ คือ ค่าพิสัยเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้นจะได้ค่าประมาณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร คือ

$$\sigma' = \bar{R} / d_2$$

(ค) (ภรณี เจริญภักตร์ และคณะ , 2536) การประมาณค่า σ เมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่มีลักษณะการแจกแจงปกติ หากไม่ทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร ให้ใช้ขนาดตัวอย่าง $n \geq 30$ เมื่อใช้ขนาดตัวอย่างดังกล่าว สามารถใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรได้ (แม้ไม่ทราบค่า σ ก็ให้ใช้ S แทน σ ได้)

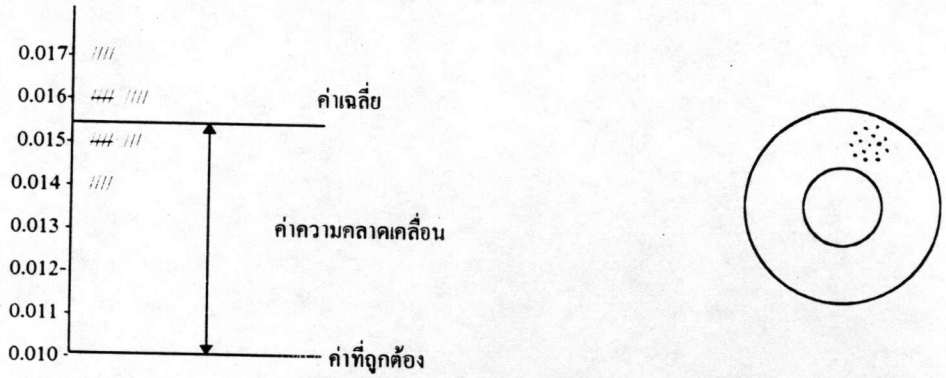
2.1.13ความแม่นยำและความเที่ยงตรง

(ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย , 2538) ได้นิยามคำว่า ความแม่นยำและความเที่ยงตรง ดังนี้

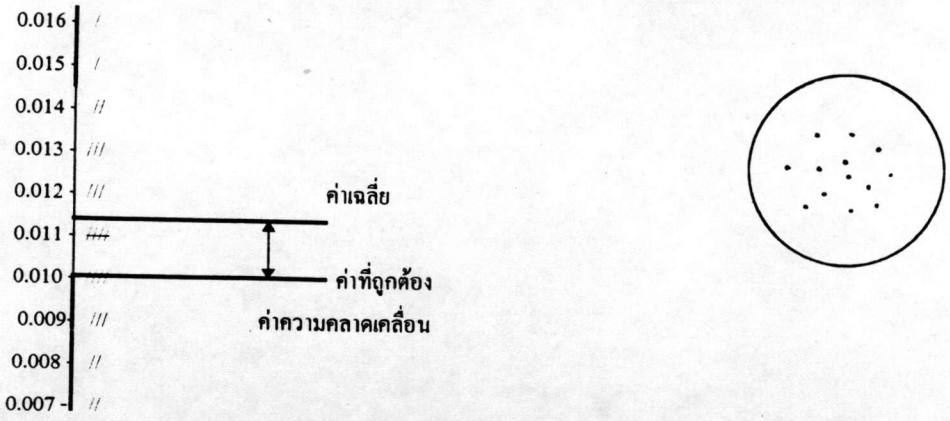
<u>ความแม่นยำ</u> (Precision) คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ผลค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ค่าไม่กระจัดกระจาย และจะให้ความแม่นยำไม่เปลี่ยนค่ามาก ไม่มีการปรับวิธีการหรือปรับเครื่องมือวัด

<u>ความเที่ยงตรง</u> (Accuracy) คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ค่าที่ใกล้ความจริงมาก ผลต่างของค่าจริงและค่าวัดโดยเฉลี่ยน้อยมาก

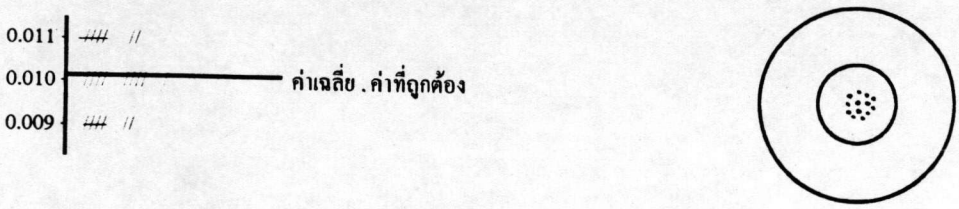
รูป 2.7 อธิบายความแตกต่างระหว่างความเที่ยงตรง(Accuracy) และความแม่นยำ



ก. ข้อมูลมีความแม่นยำ แต่ไม่มีความเที่ยงตรง



ข. ข้อมูลมีความเที่ยงตรง แต่ไม่มีความแม่นยำ



ค.ข้อมูลมีความเที่ยงตรงและความแม่นยำ

2.1.14 การศึกษาความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Study)

การศึกษาความสามารถของกระบวนการ มีวัตถุประสงค์สำหรับใช้ตรวจสอบว่าปัจจุบันความสามารถในกระบวนการผลิตมีความสามารถในการผลิตเป็นอย่างไร ถึงเวลาแล้วหรือยังที่จะต้องมีการปรับปรุงศักยภาพของการผลิตให้ดีขึ้น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีสมรรถนะในการผลิตพอที่จะผลิตต่อไปได้หรือไม่ ซึ่งการศึกษาถึงองค์ประกอบต่างๆเหล่านี้ เรียกง่าย ๆ ก็คือ การศึกษาความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Study)

(เจริญ สุนทราวาณิชย์ , 2539) ได้จัดแบ่งลักษณะของการศึกษาความสามารถของกระบวนการ ไว้ดังนี้

<u>ความสามารถของเครื่องจักร</u> (Machine Capability)

การศึกษาภายในระยะเวลาสั้น ๆ ภายใต้ความผันแปรเนื่องจากเครื่องจักร / อุปกรณ์เพียงประการเดียว (จะต้องศึกษาภายใต้สภาวะที่อยู่ในควบคุม อาทิ วัตถุดิบ เครื่องมือวัด พนักงาน การห้าม SET เครื่องจักรใหม่ในระหว่างศึกษา เป็นต้น)

<u>ความสามารถของกระบวนการ</u> (Process Capability)

การศึกษาภายใต้ระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปขององค์ประกอบทั้งหมดในการผลิตไม่ว่าเครื่องจักร พนักงาน วัตถุดิบ เครื่องมือวัด และอื่น ๆ

2.1.15 ดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ

(อดิศักดิ์ พงษ์พลูผลศักดิ์ , 2535) กล่าวได้ว่า การศึกษาความสามารถของกระบวนการ คือ การวิเคราะห์ถึงแหล่งที่มาของ ความผันแปรที่เกิดขึ้น ซึ่งก็หมายถึงแหล่งที่เป็นไปได้ของความผันแปร โดยพิจารณาจากค่าของผลิตภัณฑ์ที่วัดได้ในข้อมูลตัวอย่างช่วยในการวิเคราะห์หาความผันแปรที่เกิดขึ้น การวัดความสามารถของกระบวนการด้วยค่าของตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบ ความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดด้านบน และด้านล่าง กับ 6 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (6σ) ของกระบวนการ ภายใต้เงื่อนไขว่าข้อมูลที่ได้จากกระบวนการมีการแจกแจงปกติที่มีกระบวนการเฉลี่ยเป็น $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น σ และค่าที่วัดได้นี้เรียกว่า ดัชนีความสามารถของกระบวนการ ใช้สัญลักษณ์ คือ C_P

โดยที่ C_P = ความกว้างขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง

$$\frac{\text{ความกว้างขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง}}{6\sigma}$$

$$= \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

เมื่อ USL แทน ขอบเขตข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit)

LSL แทน ขอบเขตข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit)

σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

สำหรับการวิจัยในที่นี้จะเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 30 ค่า เพื่อใช้สำหรับหาค่า C_P ดังนั้นเมื่อใช้ขนาดตัวอย่าง $n = 30$ สามารถใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง แทนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรได้ (แม้ไม่ทราบค่า σ ก็ให้ใช้ S แทน σ ได้)

ดังนั้น $$C_P = \frac{USL - LSL}{6S}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (ขนาดตัวอย่าง $n = 30$)

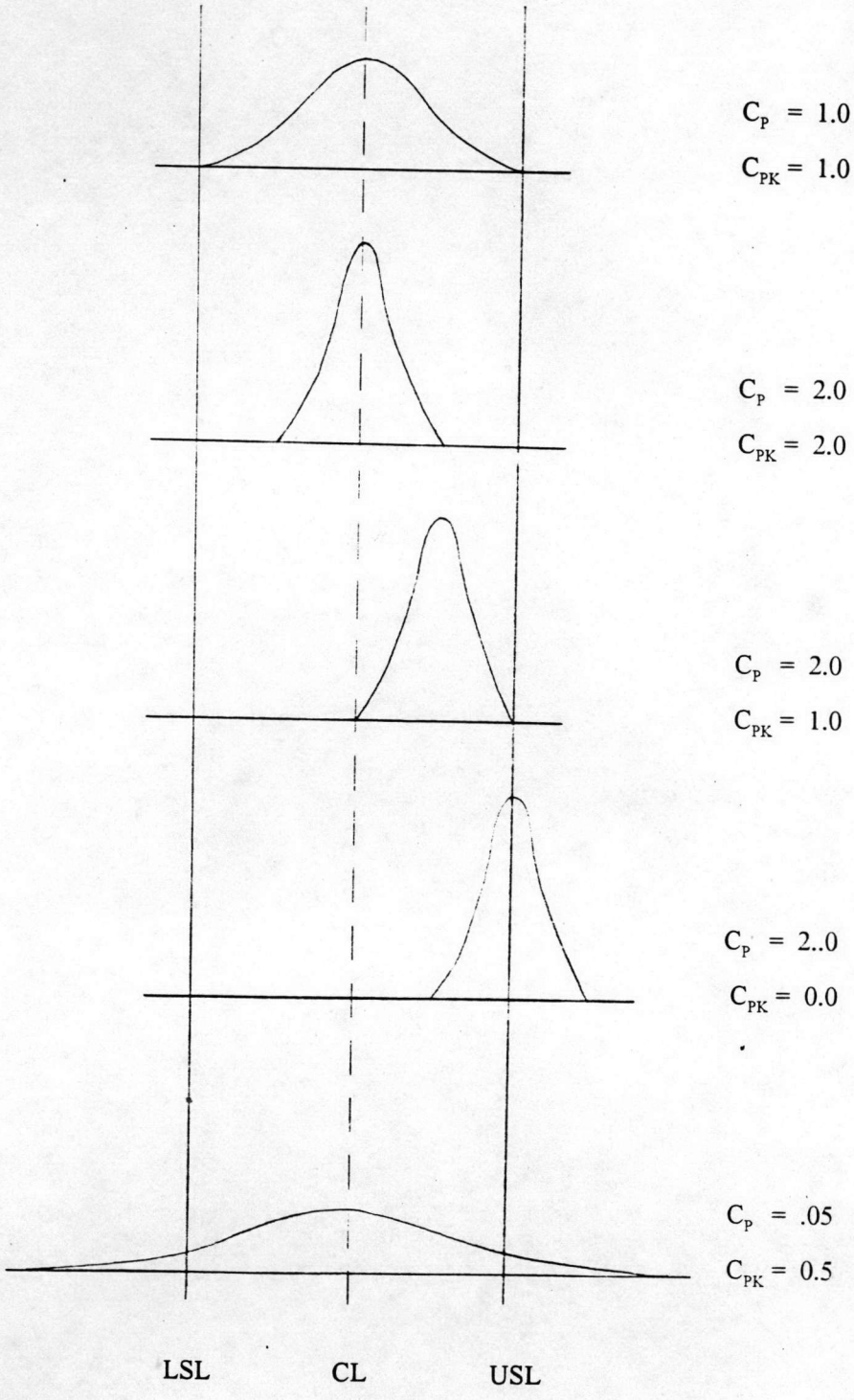
ในกรณีที่ข้อมูลจากกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ไม่เท่ากับค่ากลางของ USL และ LSL ให้ปรับค่า C_P เป็น C_{PK}

$$C_{PK} = (1 - K) C_P$$

เมื่อ $$K = \frac{\left| \text{ค่ากลางของ USL และ LSL} - \bar{X} \right|}{\frac{USL - LSL}{2}}$$

สำหรับการอธิบายลักษณะของค่า C_P และ C_{PK} สามารถอธิบายได้โดยดูรูปที่ 2.8 แสดงค่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ C_P และ C_{PK}

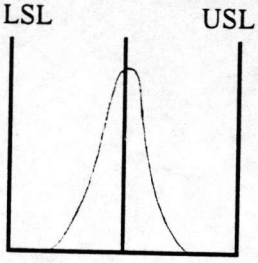
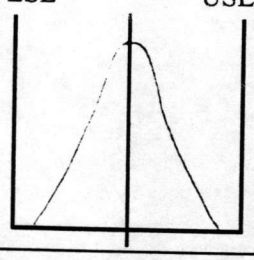
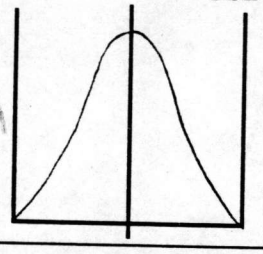
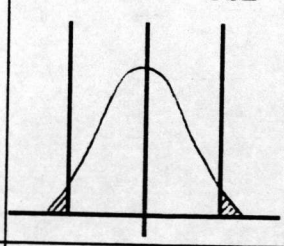
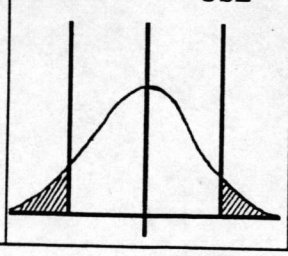
ส่วนแนวทางในการตีความเพื่อวิเคราะห์ค่า C_P และ C_{PK} สำหรับปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า C_P กับ ความสามารถของกระบวนการ (กรณีที่ข้อมูลจากกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ เท่ากับค่ากลางของ USL และ LSL) ต่อไป



รูปที่ 2.8 แสดงค่าดัชนีชี้ความสามารถของกระบวนการ C_P และ C_{PK}

(Roland Caulcutt , 2538)

ตารางที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า C_P , C_{PK} กับ ความสามารถของกระบวนการ
(กรณีที่ข้อมูลจากกระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ เท่ากับค่ากลางของ USL และ LSL)

NO	ค่า C_P หรือ C_{PK}	การแจกแจงข้อมูลกับค่าของ SPEC	สรุปผล	การปรับปรุงแก้ไข
1	$C_P > 1.67$		- ความสามารถของกระบวนการสูงมากเกินความจำเป็น	-ไม่ต้องกังวล ถึงแม้ว่าการกระจายของข้อมูลจะเพิ่มขึ้น แต่ควรพิจารณาในเรื่องความคุ้มค่าในเรื่องของการลงทุน
2	$1.33 < C_P < 1.67$		- ความสามารถของกระบวนการมีเพียงพอต่อการผลิต	-เป็นสภาพที่ต้องการและควรรักษาให้อยู่ในระดับนี้ตลอด
3	$1.00 < C_P < 1.33$		- ความสามารถของกระบวนการยังไม่พอเพียงต่อการผลิต	- เป็นสภาพที่จำเป็นต้องมีการควบคุมในการผลิต
4	$0.67 < C_P < 1.00$		- ความสามารถของกระบวนการต่ำ	-จะเกิดของเสียจากการผลิต - เป็นสภาพที่จำเป็นต้องมีการควบคุมในกระบวนการและต้องมีการสุ่มวัดอย่างต่อเนื่อง
5	$C_P < 0.67$		- ความสามารถของกระบวนการต่ำมาก	-จำเป็นต้องมีการปรับปรุงการควบคุมความสามารถของกระบวนการให้เพิ่มขึ้น หรือควรมีการทบทวนค่าของ SPEC.

2.1.16 แผนภูมิควบคุมคืออะไร (What Are Control Chart)

(วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ , ผู้แปล , 2537) ได้อธิบายความหมายของแผนภูมิควบคุม (Control Chart) ดังนี้

แผนภูมิควบคุม คือ แผนภูมิหรือกราฟที่จัดทำขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากขอบเขตข้อกำหนด (Specification) ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ดำเนินการผลิต และต้องการจะควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิตขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยการตรวจวัดคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งในการวัดข้อมูลอาจอยู่ในลักษณะ 2 แบบ คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Variable Data) และ ข้อมูลที่ได้จากการนับ (Attribute Data) จากนั้นเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้น ๆ ซึ่งโดยปกติจะมีเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นขอบเขตกลาง คือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายในการผลิต เส้นขอบเขตควบคุมบนและเส้นขอบเขตควบคุมล่างเป็นค่าที่อนุญาติให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่ในขอบเขตนี้ก็ถือว่า ผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่า การผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันที

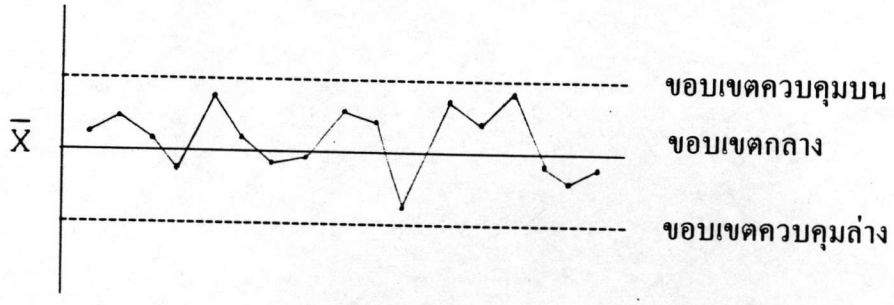
โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตทั้งหลายย่อมมีความผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับชิ้นงานหรือผลผลิตได้ โดยความผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติและอนุญาติหรือยอมให้เกิดขึ้นได้ในการผลิต โดยไม่ก่อความเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ความผันแปรบางชนิดมีผลกระทบมากและมีผลเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะทำให้ขนาดของชิ้นงาน (หรือคุณสมบัติบางประการ) ผิดไปจากมาตรฐานกำหนด ดังนั้นการเข้าใจในสาเหตุแห่งความผันแปรจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยสาเหตุความผันแปรต่าง ๆ มีผลมาจากสาเหตุสำคัญๆ 2 ชนิด คือ

ก. สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย หรือเป็นธรรมชาติของการผลิต (Chance Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่ไม่มีความรุนแรง และไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ เกิดจากความผันแปรหรือความแตกต่างเล็กๆน้อยๆของวัตถุดิบและปัจจัยการผลิตต่างๆ ซึ่งแน่นอนว่าไม่มีของสองสิ่งที่เหมือนกันทุกประการ วัตถุดิบ 100 ชิ้นที่มีขนาดตรงตามสเป็คทั้ง 100 ชิ้นก็จะมีขนาดแต่ละชิ้นที่แตกต่างกันออกไป เพียงแต่ว่าความแตกต่างเหล่านั้น อยู่ในพิกัดที่ขอบเขตข้อกำหนดที่ได้อนุญาติเอาไว้แล้วในค่า พิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของชิ้นงาน

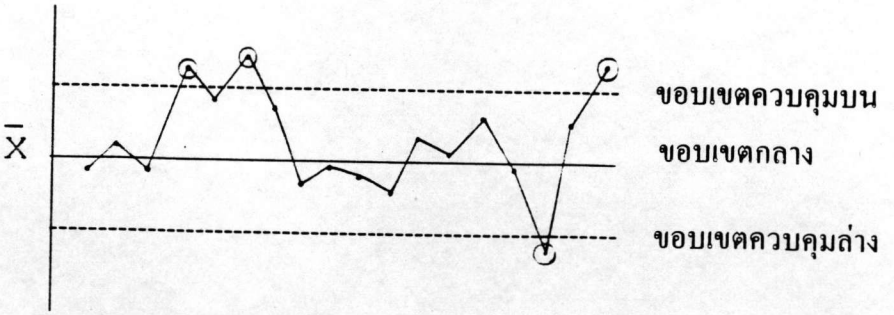
ฉะนั้นความผันแปรในคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัยของการผลิตจึงเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ในการควบคุมคุณภาพด้วยแผนภูมินี้ นั่นคือ กระบวนการผลิตที่เขียนแสดงด้วยแผนภูมิควบคุมแล้วไม่มีจุดใดอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม และเรียกสภาวะการผลิตในลักษณะนี้ว่า กระบวนการผลิตอยู่ในควบคุม (The Process is In Control) ดังแสดงรูปที่ 2.9

ข. สาเหตุที่ระบุได้ หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (Assignable Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ ความชำรุด ความไม่ได้เกณฑ์ ฯลฯ ของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และไม่ใช่เป็นปกติวิสัยหรือธรรมชาติของการผลิตในเรื่องนั้น ๆ จำเป็นจะต้องได้รับการกำจัดหรือแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของงานผลิตกลับเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้งได้

ในแผนภูมิควบคุม เมื่อมีจุด (ซึ่งเขียนจากการเก็บข้อมูลและวัดค่าชิ้นงานตัวอย่างจากการผลิต) ปรากฏว่าอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม ย่อมแสดงว่าได้เกิดมีสาเหตุที่ระบุได้เกิดขึ้นมาในกระบวนการผลิตนั้นแล้ว และเรียกสภาวะการผลิตนั้นว่า กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม (The Process is Out of Control) ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 แสดงแผนภูมิควบคุมที่กระบวนการผลิตอยู่ในควบคุม
(The Process is In Control)



รูปที่ 2.10 แสดงแผนภูมิควบคุมที่กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม
(The Process is Out of Control)

แผนภูมิควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของตัวแปรที่ใช้เขียนแผนภูมิ คือ

2.1.16.1 แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าต่อเนื่อง (Continuous Value) หรือเป็นข้อมูลที่ได้จากการวัด

2.1.16.2 แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าไม่ต่อเนื่อง , ค่าที่นับได้ลงตัวแน่นอน (Discrete Value) หรือเป็นข้อมูลที่ได้จากการนับ

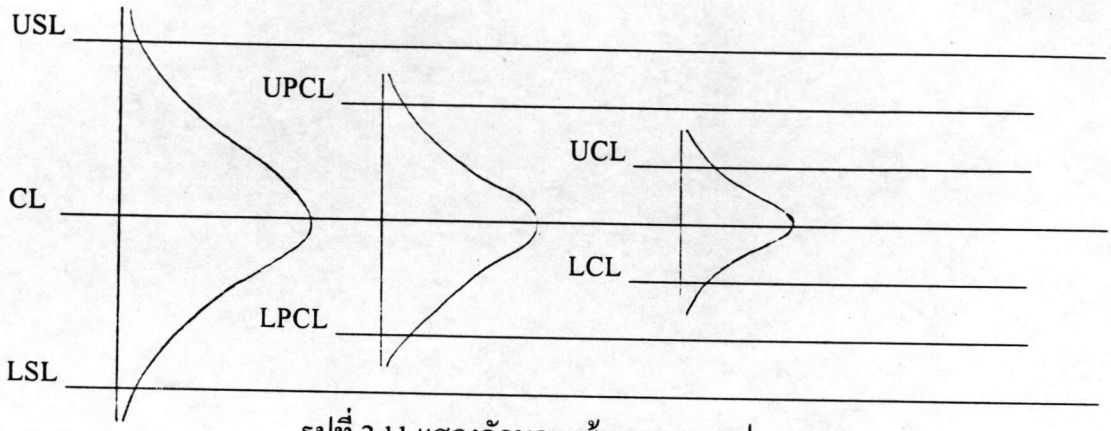
ตารางที่ 2.6 ชนิดของแผนภูมิควบคุม

ลักษณะจำเพาะของค่าที่จะควบคุม	ชื่อแผนภูมิควบคุมที่ใช้
1. ข้อมูลมีค่าต่อเนื่องหรือข้อมูลที่ได้จากการวัด	$\bar{X}$ - R Chart (แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย)
	x Chart (แผนภูมิควบคุมค่าวัด)
2. ข้อมูลแบบค่าไม่ต่อเนื่องหรือข้อมูลที่ได้จากการนับ	pn Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสีย)
	p Chart (แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย)
	c Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิ)
	u Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิต่อชิ้นงาน)

(ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย , 2538) ได้อธิบายว่าแผนภูมิควบคุมเป็นคิวซีเทคนิคอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมการผลิตในระหว่างการผลิต เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีจุดใดเปลี่ยนแปลงหรือไม่ หรือการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ยังอยู่ในพิกัดควบคุมหรือไม่ ปกติจะใช้แผนภูมิควบคุมกับระบบการผลิตสภาพปกติ หรือมีการผลิตสม่ำเสมอ จะไม่ใช้กับการผลิตแบบเลว ๆ หรือผิดปกติโดยเด็ดขาด จุดมุ่งหมายที่ใช้เทคนิคของแผนภูมิควบคุม มีดังนี้

1. เพื่อหาเป้าหมาย หรือมาตรฐานของการผลิต
2. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบว่า การผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่
3. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้เป้าหมายที่วางแผนล่วงหน้าไว้แล้ว

การนำแผนภูมิควบคุมมาใช้งาน ก่อนอื่นจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะของเส้นควบคุม ทั้ง 3 ประเภท เสียก่อน คือ เส้นควบคุมข้อกำหนด (Specification Limit) , เส้นควบคุมขีดความสามารถ (Process Capability Limit) และเส้นขอบเขตควบคุม (Control Limit) ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะเส้นควบคุม 3 ประเภท

สัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับเส้นควบคุม 3 ประเภท ดังต่อไปนี้

USL แทน เส้นควบคุมข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit)

LSL แทน เส้นควบคุมข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit)

UPCL แทน เส้นควบคุมขีดความสามารถบน (Upper Process Capability Limit)

LPCL แทน เส้นควบคุมขีดความสามารถล่าง (Lower Process Capability Limit)

UCL แทน เส้นขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit)

CL แทน เส้นขอบเขตกลาง (Control Limit)

LCL แทน เส้นขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit)

เส้นควบคุมข้อกำหนด (Specification Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตข้อกำหนดของสินค้าหรือชิ้นงานที่โรงงานหรือรัฐบาลเป็นผู้กำหนดขึ้น ทั้งนี้เส้นควบคุมข้อกำหนดขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ออกแบบว่าต้องการความเสี่ยงหรือความปลอดภัย (Safety Factor) ไว้ที่ระดับเท่าใด

เส้นควบคุมขีดความสามารถ (Process Capability Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตความสามารถจริงของกระบวนการ โดยทั่วไปคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ของประชากรหรือคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่จำนวนมาก เส้นควบคุมขีดความสามารถมีขนาดความกว้างเท่ากับ ค่าห่างจากค่าเฉลี่ยของประชากร $\pm 3\sigma$

เส้นขอบเขตควบคุม (Control Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต โดยที่เส้นขอบเขตควบคุมเป็นเส้นที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เป็นเป้าหมายหรือเป็นมาตรฐานในการผลิต และเพื่อเป็นการติดตามสภาวะการผลิตว่ายังอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ เช่น กำหนดเส้นขอบเขตควบคุมที่จะลงมือแก้ไขไว้ในช่วง ค่าเฉลี่ย $\pm 3\sigma$ และกำหนดเส้นขอบเขตควบคุมสำหรับเป็นสัญญาณเตือนว่าการผลิตเริ่มออกจากการควบคุมหรือยัง กำหนดในช่วง ค่าเฉลี่ย $\pm 2\sigma$

2.1.17 การใช้งานแผนภูมิควบคุม

การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิต ควรมีเทคนิคต่อไปนี้

1. เลือกบริเวณที่จะควบคุม ก่อนอื่นก็คือปัญหาอะไรที่จะต้องทำ และเรามีจุดมุ่งหมายอะไร จากการตัดสินใจในปัญหานี้ทำให้ทราบทันทีอย่างชัดแจ้งว่าต้องการข้อมูลอะไร

2. พิจารณาใช้แผนภูมิควบคุมแบบไหน อาจจะเป็นแผนภูมิแบบ $\bar{X}$ - R , x , p , pn , u หรือ c Chart ก็ได้ขึ้นอยู่กับโรงงานและผลิตภัณฑ์แต่ละแห่ง

3.ทำแผนภูมิควบคุมสำหรับการวิเคราะห์เก็บข้อมูลในช่วงเวลาที่เหมาะสมแล้วใช้ข้อมูลที่ผ่านมาทำแผนภูมิ ถ้ามีจุดใด ๆ ผิดปกติต้องทำการค้นหาเหตุผลที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนไปทันที แล้วทำการแก้ไข

4. สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับการควบคุมในโรงงาน หากว่าต้นเหตุที่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนได้ขจัดหมดสิ้นแล้วจากในข้อ 3 และกระบวนการผลิตก็คงที่ ให้พิจารณาดูอีกครั้งว่าผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หลังจากนั้นถ้าทุกอย่างเรียบร้อยก็ให้สรุปผลทั้งหมดเพื่อทำมาตรฐานวิธีทำงาน (Standardize Working Procedure) หรืออาจจะมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นถ้าจำเป็นต่อเส้นควบคุมของแผนภูมิออกไป จากนั้นพลอตข้อมูลที่เก็บได้ในแต่ละวันต่อไป

5. ควบคุมกระบวนการผลิต ถ้าการทำงานของคนงานและวิธีการผลิตเป็นแบบมาตรฐานแล้ว แผนภูมิควบคุมจะชี้แสดงออกให้เห็นว่าสภาวะที่โรงงานอยู่ภายใต้การควบคุมที่ดีหรือไม่ แต่ถ้าปรากฏว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น ต้องทำการค้นหาสาเหตุทันที แล้วแก้ไขให้ถูกต้องเสีย

6. คำนวณเส้นควบคุมใหม่ ถ้าเครื่องจักรหรือมาตรฐานการทำงานเปลี่ยนแปลง เส้นควบคุมต้องนำมาคำนวณใหม่ ถ้าการควบคุมของกระบวนการผลิตในโรงงานยังดีตลอด ระดับคุณภาพที่แสดงบนแผนภูมิจะปรับดีเพิ่มด้วย ในกรณีเช่นนี้ให้สังเกตแผนภูมิควบคุมเป็นระยะ (Periodic) ในการคำนวณเส้นควบคุมให้สังเกตกฎต่อไปนี้

6.1 ข้อมูลที่จุดผิดปกติ ซึ่งค้นพบสาเหตุที่ผิดปกติ และทำการแก้ไขแล้วไม่ควรรวมไปคำนวณใหม่

6.1 ข้อมูลที่จุดผิดปกติ แต่ไม่พบสาเหตุ หรือไม่มีการแก้ไขควรจะรวมเข้าไปในการคำนวณใหม่

แผนภูมิควบคุมสร้างได้ง่ายมาก ทำให้มีการใช้แพร่หลาย แต่แผนภูมิที่ให้ประโยชน์จริง ๆ ถ้าพิจารณาดูให้ดีจะพบน้อยมาก

2.1.18 การสร้างและวิธีการอ่านแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{X}$ - R Chart)

(อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์ , 2535)

2.1.18.1 การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย (Control Chart for Mean)

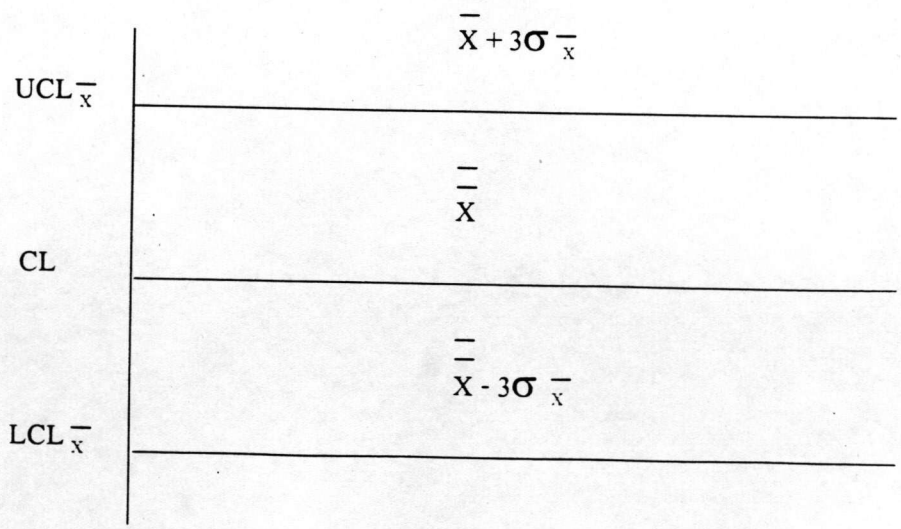
แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้สำหรับควบคุมคุณภาพโดยเฉลี่ยในกระบวนการผลิตหนึ่ง ภายใต้ขอบเขตคุณภาพผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่กำหนดไว้ด้วย $\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$ เมื่อแผนการควบคุมคุณภาพนั้นมาจากการแจกแจงเฉลี่ย ซึ่งมีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยของประชากร X และความแปรปรวน $\sigma_{\bar{X}}$ (ในกรณีถ้าประชากรไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ถ้าการแจกแจงของประชากรสมมาตร มีฐานนิยมเดียว และเป็นการแจกแจงของข้อมูลที่วัดด้วยตัวแปรเชิงสุ่มต่อเนื่องแล้ว การใช้ขนาดตัวอย่างขนาด 4 หรือ 5 ตัวอย่างก็เพียงพอสำหรับการประมาณค่าเฉลี่ยด้วยการแจกแจงแบบปกติ

ถ้า n แทนจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย $\bar{X}$ แทนค่าเฉลี่ยของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย S แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย และ R แทนพิสัยของข้อมูลของตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย $\bar{\bar{X}}$ แทนค่าเฉลี่ยของข้อมูลในทุกกลุ่มย่อย และ m แทนจำนวนกลุ่มย่อย จะได้แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย คือ

ขอบเขตควบคุมบน (Upper Control Limit) คือ $\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$ เขียนแทนด้วย $UCL_{\bar{X}}$

ขอบเขตกลาง (Central Limit) คือ $\bar{\bar{X}}$ เขียนแทนด้วย CL

ขอบเขตควบคุมล่าง (Lower Control Limit) คือ $\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$ เขียนแทนด้วย $LCL_{\bar{X}}$



รูป 2.12 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$)

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่นำมาตรวจสอบ ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างเพียงบางส่วนจากกระบวนการผลิต ดังนั้นค่าต่าง ๆ ที่นำมาสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\bar{X}$ ก็จะต้องมาจากตัวอย่างที่เก็บรวบรวมขึ้น แต่ $\sigma_{\bar{X}}$ เป็นค่าจากประชากรที่เราไม่ทราบค่า ดังนั้นค่า $\sigma_{\bar{X}}$ ที่ใช้ในการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพ X นั้น จึงเป็นเพียงค่าประมาณจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S) หรือ พิสัยของตัวอย่าง (R) ดังนี้คือ

$$\sigma_{\bar{X}} = S / \sqrt{n}$$

แต่ σ ประมาณได้จาก $\bar{S}$ และ R ดังนั้นจะได้

$$\sigma_{\bar{X}} = \bar{S} / C_2 \sqrt{n} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{S})$$

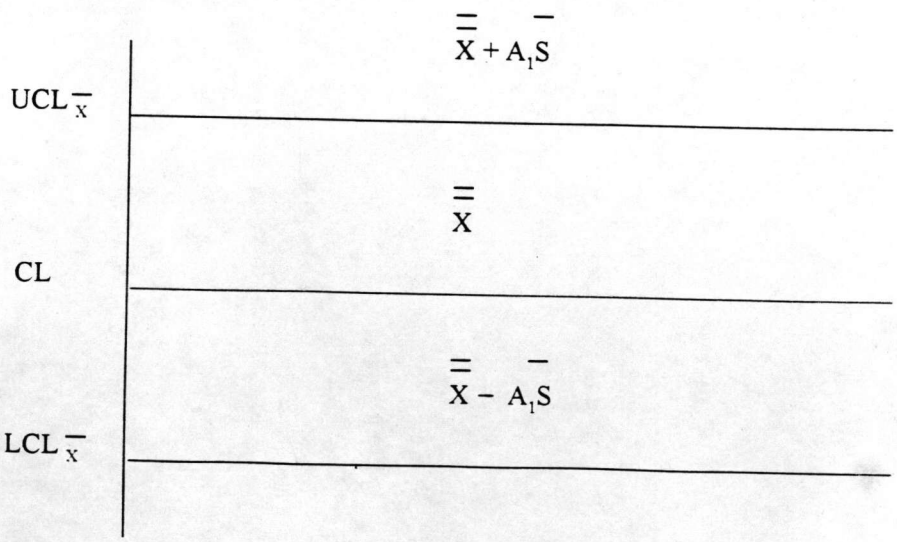
หรือ $$\sigma_{\bar{X}} = R / d_2 \sqrt{n} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{R})$$

ถ้าให้ $A_1 = 3 / C_2 \sqrt{n}$ และ $A_2 = 3 / d_2 \sqrt{n}$ จะได้ขอบเขตการยอมรับผลิตภัณฑ์ของแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{\bar{X}}$) คือ

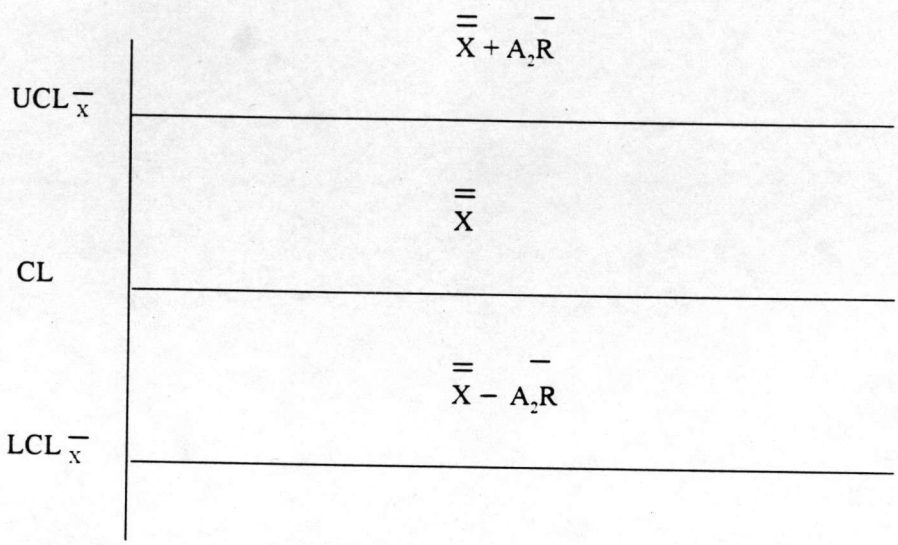
$$\bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_1 \bar{S} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{S})$$

$$\bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \qquad \text{(ถ้าประมาณ } \sigma \text{ จาก } \bar{R})$$

เมื่อกำหนดขนาดของกลุ่มย่อยแตกต่างกัน และค่า A_1และ A_2จะแสดงในตาราง ข ในภาคผนวก ก สำหรับแผนภูมิเฉลี่ยจากการประมาณ σ ด้วย $\bar{S}$ และ $\bar{R}$ จะแสดงดังรูปที่ 2.13 และ 2.14

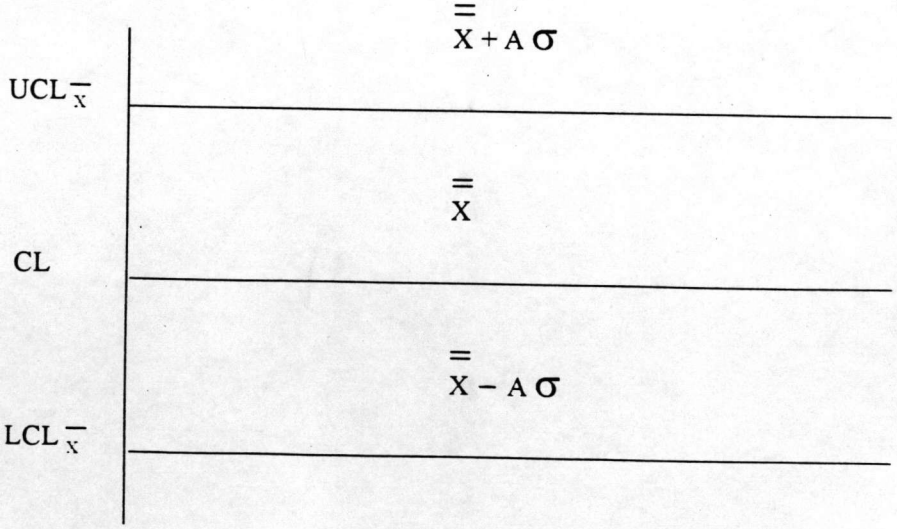


รูปที่ 2.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{\bar{X}}$) เมื่อประมาณ $\sigma_{\bar{X}}$ จาก $\bar{S}$



รูปที่ 2.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) เมื่อประมาณ $\sigma_{\bar{X}}$ จาก $\bar{R}$

จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย($\bar{X}$) ซึ่งไม่ทราบค่า σ แต่กรณีที่ทราบค่า σ ของประชากร เราจะสร้างขอบเขตควบคุมคุณภาพด้วย $\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma/\sqrt{n}$ ซึ่งถ้าให้ $A = 3/\sqrt{n}$ และ A เป็นค่าที่คำนวณไว้ในตาราง ข.ในภาคผนวก ก ของขนาดกลุ่มย่อยที่แตกต่างกัน ดังนั้นขอบเขตควบคุมคุณภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ คือ $\bar{X} \pm A\sigma$ จะได้แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$)ดังรูป 2.1.15



รูปที่ 2.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$) เมื่อทราบค่า σ

สรุปขอบเขตควบคุมคุณภาพของแผนภูมิควบคุมคุณภาพ $\bar{X}$ จะแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงขอบเขตเพื่อการยอมรับของแผนภูมิควบคุมคุณภาพเฉลี่ย ($\bar{X}$)

ขอบเขต	เมื่อทราบค่า σ	ไม่ทราบค่า σ และประมาณค่าด้วย S	ไม่ทราบค่า σ และประมาณค่าด้วย R
ควบคุมบน ($UCL_{\bar{X}}$)	$\bar{\bar{X}} + A\sigma$	$\bar{\bar{X}} + A_1\sigma$	$\bar{\bar{X}} + A_2\sigma$
ควบคุมกลาง	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}}$
ควบคุมล่าง ($LCL_{\bar{X}}$)	$\bar{\bar{X}} - A\sigma$	$\bar{\bar{X}} - A_1\sigma$	$\bar{\bar{X}} - A_2\sigma$

หมายเหตุ : ค่า A , A_1 , A_2 แสดงในตาราง ข จากภาคผนวก ก

2.1.18.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพเพื่อควบคุมการกระจาย (Control Chart for Measures of Dispersion)

แผนภูมิควบคุมคุณภาพ R เป็นแผนภูมิควบคุมคุณภาพ เพื่อควบคุมการกระจายผลิตภัณฑ์ของแต่ละกลุ่มย่อยจากการวัดการกระจายด้วยพิสัย (R) ซึ่งมีขอบเขตควบคุมการกระจายภาพใต้ขอบเขต 3σ ของคุณภาพที่จะยอมรับได้ คือ $\bar{R} + 3\sigma_R$

ในการคำนวณขอบเขตควบคุมล่างและขอบเขตควบคุมบนของแผนภูมิควบคุมการกระจาย จะคำนวณด้วย

$$\bar{R} \pm 3\sigma_R = \bar{R} (1 \pm 3\sigma_R / \bar{R})$$

ถ้าให้ $D_3 = 1 - 3\sigma_R / \bar{R}$ และ $D_4 = 1 + 3\sigma_R / \bar{R}$

และจาก Hayes And Romig (1982) การกระจายของพิสัย $\sigma_R = d_3\sigma$

และจาก $\sigma = \bar{R} / d_2$ จะได้ $\sigma_R = d_3\sigma$

ดังนั้น $D_3 = 1 - 3d_3 / d_2$ และ $D_4 = 1 + 3d_3 / d_2$

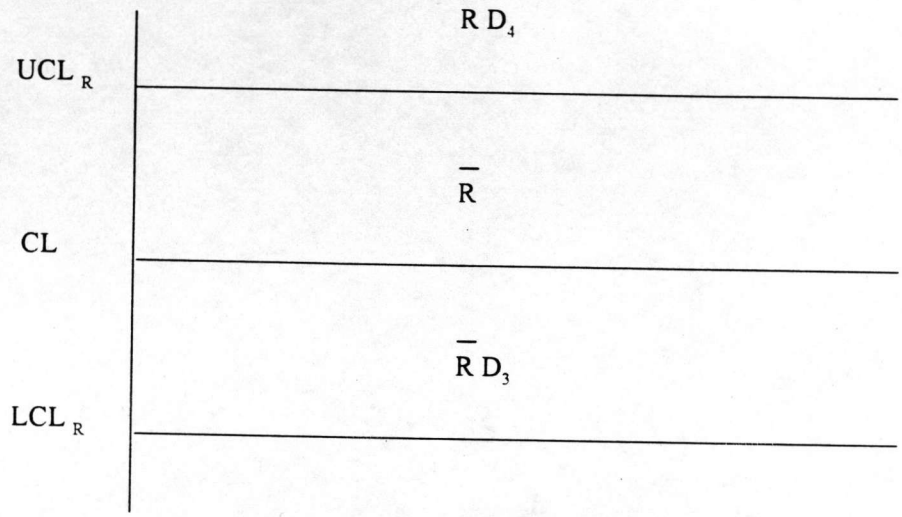
เมื่อกำหนดขนาดของกลุ่มย่อยแตกต่างกัน และค่า D_3และ D_4 จะแสดงในตาราง ข ในภาคผนวก ก และขอบเขตควบคุมของแผนภูมิควบคุมการกระจาย R คือ

$$UCL_R = \bar{R} D_4$$

$$LCL_R = \bar{R} D_3$$

แผนภูมิควบคุมการกระจาย R จะแสดงดังรูปที่ 2.16

I 17399518



รูปที่ 2.16 แผนภูมิควบคุมการกระจาย R

2.1.18.3 วิธีอ่านแผนภูมิควบคุม (How to Read Control Charts)

(วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ , ผู้แปล , 2537)

สิ่งสำคัญที่สุดของการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิ คือ การอ่านหรือตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ เพื่อโยงเหตุผลไปที่สภาวะของกระบวนการผลิตซึ่งได้ผลิตข้อมูลที่เราได้นำมาเขียนเป็นแผนภูมิควบคุมเพราะอาการผิดปกติต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตที่จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จะแสดงออกให้เห็นเป็นรูปธรรมที่แผนภูมิควบคุมนี้เอง และเมื่อเราตรวจพบความผิดปกติของกระบวนการผลิตโดยอ่านจากแผนภูมิควบคุมนี้แล้ว เราจะได้ไปทำการแก้ไขที่สาเหตุของความผันแปรใด ๆ ในกระบวนการผลิตนั้นเพื่อปรับสภาวะการผลิตให้กลับสู่สภาวะที่อยู่ในควบคุม (In - Controlled) ได้ต่อไป

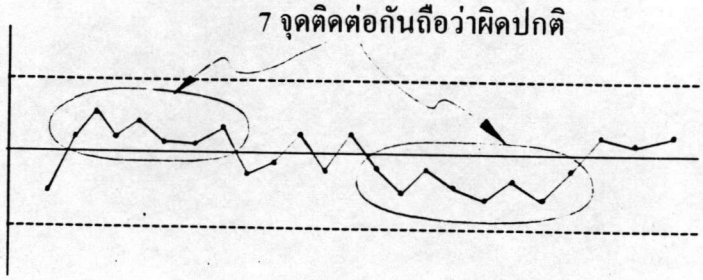
ต่อไปนี้ คือ ข้อแนะนำเกี่ยวกับ 6 ลักษณะอาการสำคัญ เพื่อการอ่านแผนภูมิควบคุม

1. จุดอยู่นอกควบคุม

พบได้ชัดเจน คือ มีจุดในแผนภูมิปรากฏอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม เรียกว่าจุดอยู่นอกควบคุม (Out of Control) (อาจอยู่นอกที่ค่าสูงหรือนอกที่ค่าต่ำก็ได้)

2. การเกิดรัน (Run)

เมื่อมีจุดปรากฏติดต่อกันบนซีกใดซีกหนึ่งของเส้นค่ากลาง เราเรียกว่า เกิดรัน (Run) ความยาวของรันแต่ละชุดนับจากจำนวนจุดในชุดนั้นและรันที่มีความยาวตั้งแต่ 7 จุดขึ้นไป เราตีความได้ว่า ได้เกิดความผิดปกติขึ้นแล้วในการผลิตช่วงที่เกิดรันนั้น (ดูรูปที่ 2.17 ประกอบ)



รูปที่ 2.17 แผนภูมิควบคุมแสดงการเกิดรัน

3. การเกิดแนวโน้ม

การมีจุดต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการสลับฟันปลาเลย มีผลทำให้เส้นต่อจุดเหล่านั้นคล้าย ๆ เส้นตรงพาดขึ้นหรือพาดลงเช่นนี้เราเรียกว่า มีการเกิดแนวโน้ม (Trend) ขึ้นในแผนภูมิควบคุม แนวโน้มที่ว่านี้คือแนวโน้มที่กำลังบอกเราว่า ค่าเฉลี่ยของขนาดควบคุมที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตนั้นกำลังมีปัญหาหรือมีแนวโน้มจะเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดที่ได้ตั้งเอาไว้แต่แรก (ดูรูปที่ 2.18 ประกอบ)

รูปที่ 2.18 แผนภูมิควบคุมแสดงการเกิดแนวโน้ม

4. การเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม

หากเราแบ่งระยะ 3ซิกม่า (3 σ) จากเส้นค่ากลางออกเป็นเส้น 2 σ แล้วพบว่ามีจุด 2 ใน 3 จุดที่อยู่ต่อเนื่องกันในแต่ละช่วงได้ตกไปอยู่ในพื้นที่ระหว่างเส้น 2 σ กับเส้นขอบเขตควบคุม (3 σ) ถือว่าได้เกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม (Approach to The Control Limits) แล้ว และเป็นการบอกว่า มีความผิดปกติขึ้นในกระบวนการผลิตแล้ว

5. การเกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง

หากพบว่าเส้นกราฟทั้งหมดตกอยู่ในระหว่างเส้น 1.5 σ นับจากเส้นค่ากลางขึ้นไปและลงมาแล้ว ไม่ได้หมายความว่ากระบวนการผลิตนั้นอยู่ในควบคุม แต่กลับแสดงว่า คงจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการกำหนดขนาดของกรุ๊ปย่อย ข้อมูลอาจมีการปะปนกันของข้อมูลที่นำมาจากต่างประชากรกันและเกิดปะปนกันในกรุ๊ปย่อยก็ได้ จึงทำให้เส้น 3 σ ที่ใช้กว้างเกินไปกว่าลักษณะข้อมูลปะปนกันนั้น จะต้องตรวจสอบทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลใหม่ ซึ่งเราเรียกลักษณะอาการนี้ว่า เกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง (Approach to The Central Line)

6. การเกิดวัฏจักร

มีลักษณะคือ ค่าในเส้นกราฟจะเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ มีลักษณะเป็นวงจรวงรอบหรือวัฏจักรที่เกือบจะทำนายลักษณะเส้นกราฟในช่วงต่อ ๆ ไปได้ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า เกิดวัฏจักร (Periodicity) ซึ่งถือว่าเกิดความผิดปกติเช่นกัน

2.1.19 แผนการตรวจสอบเพื่อการยอมรับสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตต่อเนื่อง

(อดิศักดิ์ พงษ์พลูผลศักดิ์ , 2535)

แผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพื่อการยอมรับด้วยการเลือกตัวอย่างที่มาจากการนำผลิตภัณฑ์นั้นมาบรรจุรวมกันเป็นล๊อต แล้วจึงเลือกตัวอย่างขึ้นมาทำการตรวจสอบก่อนที่จะมีการยอมรับหรือปฏิเสธล๊อตนั้น แต่โดยทั่วไปสินค้าบางประเภท จะมีกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาแบบต่อเนื่อง เช่น การผลิตน้ำอัดลมการผลิตกริฟและการผลิตกระดุม เป็นต้น ดังนั้นในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีการผลิตต่อเนื่อง แผนการตรวจสอบด้วยการเลือกตัวอย่างจะใช้แผนการเลือกตัวอย่างแบบต่อเนื่อง (Continuous Sampling Plan เขียนย่อด้วย CSP) ซึ่งนายเฮส.เอฟ.ดอดจ์ ได้เสนอวิธีการตรวจสอบนี้ สำหรับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตต่อเนื่องด้วยแผน CSP - 1 ในปี ค . ศ . 1943 และต่อมาได้รับการพัฒนาโดยนายดอดจ์และนางทอร์เรย์ (N.N Torrey) เป็นแผน CSP - 2 และ CSP - 3 ตามลำดับ

2.1.18.1 แผนการตรวจสอบแบบ CSP - 1

แผนการตรวจสอบแบบ CSP - 1 จะเป็นแผนการตรวจสอบของนายเฮส.เอฟ.ดอดจ์ ซึ่งกำหนดหลักที่ใช้ในการตรวจสอบดังนี้

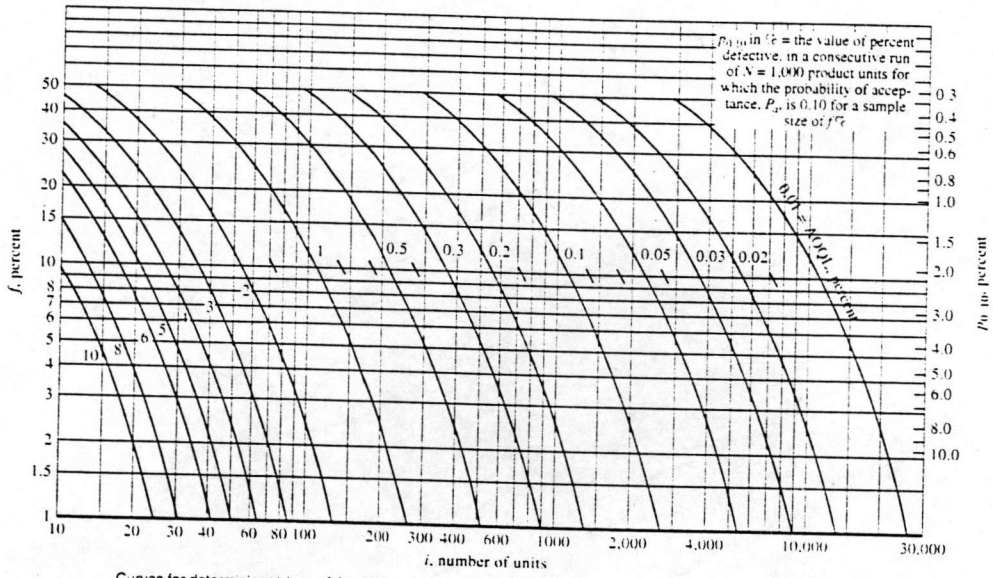
1. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกหน่วยที่ผลิตได้ไปเรื่อย ๆ ติดต่อกัน i หน่วย

2. ถ้าตรวจสอบผลิตภัณฑ์ i หน่วยติดต่อกัน ไม่มีผลิตภัณฑ์เสียเลยให้หยุดตรวจสอบ100% เปลี่ยนมาตรวจสอบเพียงบางหน่วยด้วยอัตราส่วน f โดยเลือกตัวอย่างสุ่มที่ปราศจากความเอียงเฉขึ้นมาตรวจสอบทีละหน่วย

3. ถ้าพบหน่วยหนึ่งหน่วยใดในอัตราส่วน f เสีย จะหันกลับไปตรวจสอบทุกชิ้นอย่างเดิม จนกระทั่งพบว่าใน i หน่วยติดต่อกันไม่เสียเลยก็หันกลับมาตรวจสอบเพียงอัตราส่วน f เช่นเดียวกับข้อ 2

4. นำผลิตภัณฑ์ดีมาแทนผลิตภัณฑ์เสียทั้งหมดที่ตรวจสอบได้

สำหรับการเลือกแผนการตรวจสอบ CSP -1 จะกำหนดด้วยกราฟจากค่า AOQL ดังรูป 2.19



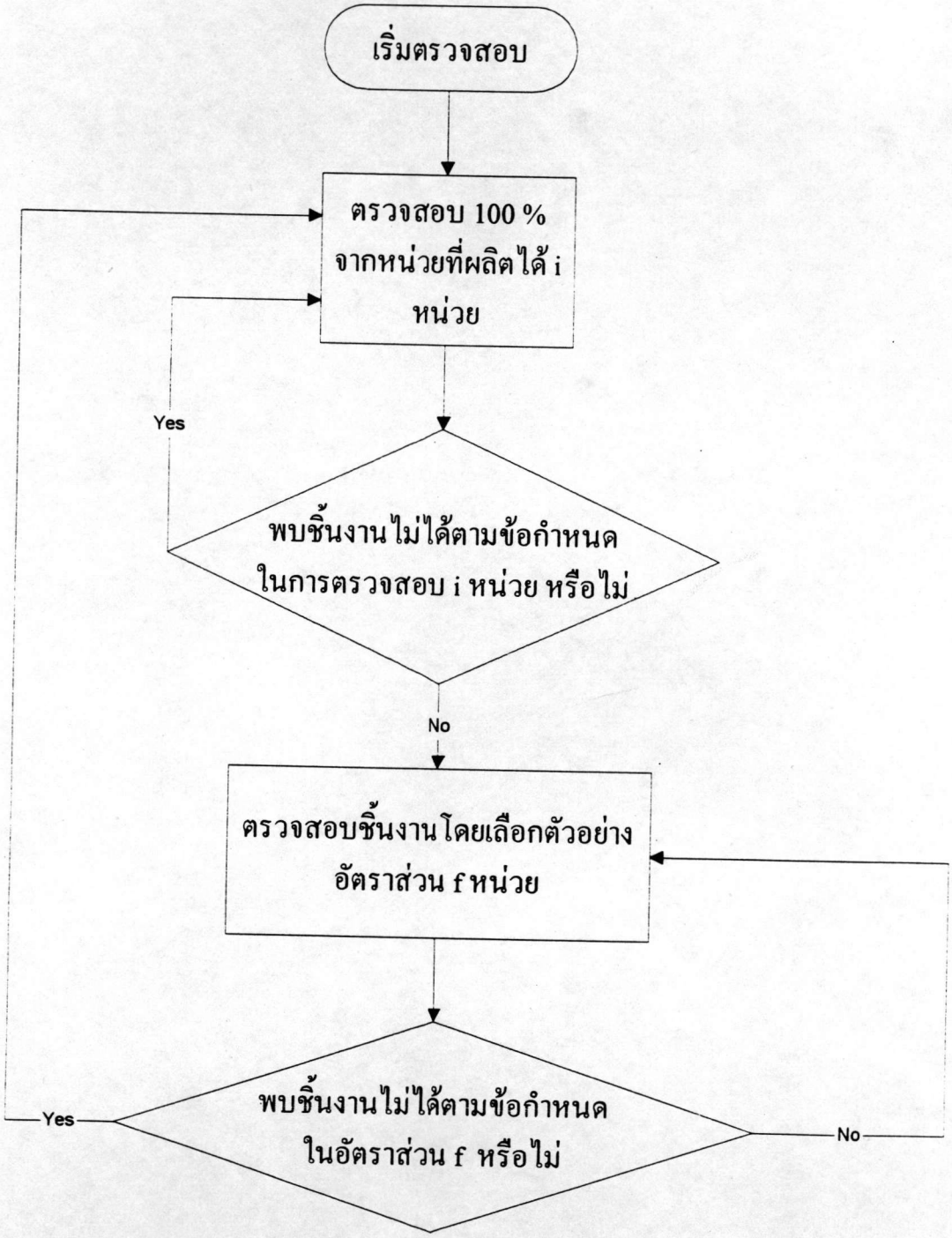
Curves for determining values of *f* and *i* for a given value of AOQL in Dodge's plan for continuous production CSP-1. *(Reproduced by permission from H. F. Dodge, "A Sampling Inspection Plan for Continuous Production," The Annals of Mathematical Statistics, vol. 14, pp. 264–279, September 1943.)*

รูป 2.19 กราฟสำหรับหาค่าของ i เมื่อกำหนด AOQL ในแผน CSP - 1

หมายเหตุ : AOQ แทน ค่าเฉลี่ยร้อยละของผลิตภัณฑ์เสียในทุก ๆ ล๊อตที่ผ่านการตรวจสอบ (Average Out going Quality)

AOQL แทน ค่าสูงสุดของ AOQ (Average Out going Quality Limit)

สำหรับแผนการตรวจสอบเพื่อการยอมรับสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตแบบต่อเนื่องแบบ CSP - 1 สามารถอธิบายได้ด้วยผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 1 ในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 ผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 1

จากรูป 2.19 เป็นกราฟที่กำหนดข้อมูล สำหรับเลือกแผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตแบบต่อเนื่องในแผน CSP - 1 ที่ให้ AOQL ระดับต่าง ๆ ด้วยเส้นโค้งโดยมีแกนนอนเป็นจำนวนหน่วย(i)ที่ต้องทำการตรวจสอบทุกชิ้นและแกนตั้งเป็นร้อยละของสัดส่วนที่นำมาตรวจสอบ (100 f %) เช่น กำหนด AOQL = 2 % และต้องการแผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้นในทุก ๆ 20 ชิ้นจากงานที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง จากกราฟรูป 2.19 จะได้แผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตต่อเนื่องในแผน CSP - 1 คือ f = 0.05 และ i = 76 นั้นก็หมายความว่าในการตรวจสอบจะมี 76 หน่วยที่ทำการตรวจสอบทุกหน่วย ถ้าไม่พบผลิตภัณฑ์เสียเลยก็จะหยุดตรวจสอบทุกหน่วย หันกลับมาตรวจสอบเพียงบางส่วนด้วยอัตราส่วน f โดยเลือกตัวอย่างทีละหน่วยในทุก 20 หน่วย ถ้าไม่มีผลิตภัณฑ์เสียเลยในการตรวจสอบอัตราส่วน f ก็จะตรวจสอบอัตราส่วน f ไปเรื่อย ๆ แต่ถ้าพบผลิตภัณฑ์เสียชิ้นใดชิ้นหนึ่งในการตรวจสอบด้วยอัตราส่วน f ก็จะหันกลับไปตรวจสอบ 100 % ด้วย i = 76 ต่อไป และเพื่อความสะดวกต่อการหาค่า i จากกราฟจะกำหนดค่า i ในแผน CSP - 1 ได้จากตาราง ค ในภาคผนวก ก

2.1.18.2 แผนการตรวจสอบแบบ CSP - 2 และ CSP - 3

แผนการตรวจสอบจากการเลือกตัวอย่างแบบต่อเนื่องได้มีการออกแบบปรับปรุงจากแผนการตรวจสอบ CSP - 1 มาเป็นแผนการตรวจสอบแบบ CSP - 2 และ CSP - 3 โดยดอดจ์และทอร์แรย์ได้ช่วยกันปรับปรุงภายใต้เงื่อนไขเพื่อป้องกันไม่ให้กลับไปตรวจสอบ 100 % ตั้งแต่เริ่มต้นด้วยหลักการตรวจสอบแผน CSP-2 ดังนี้

1. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นที่ผลิตได้ i หน่วย

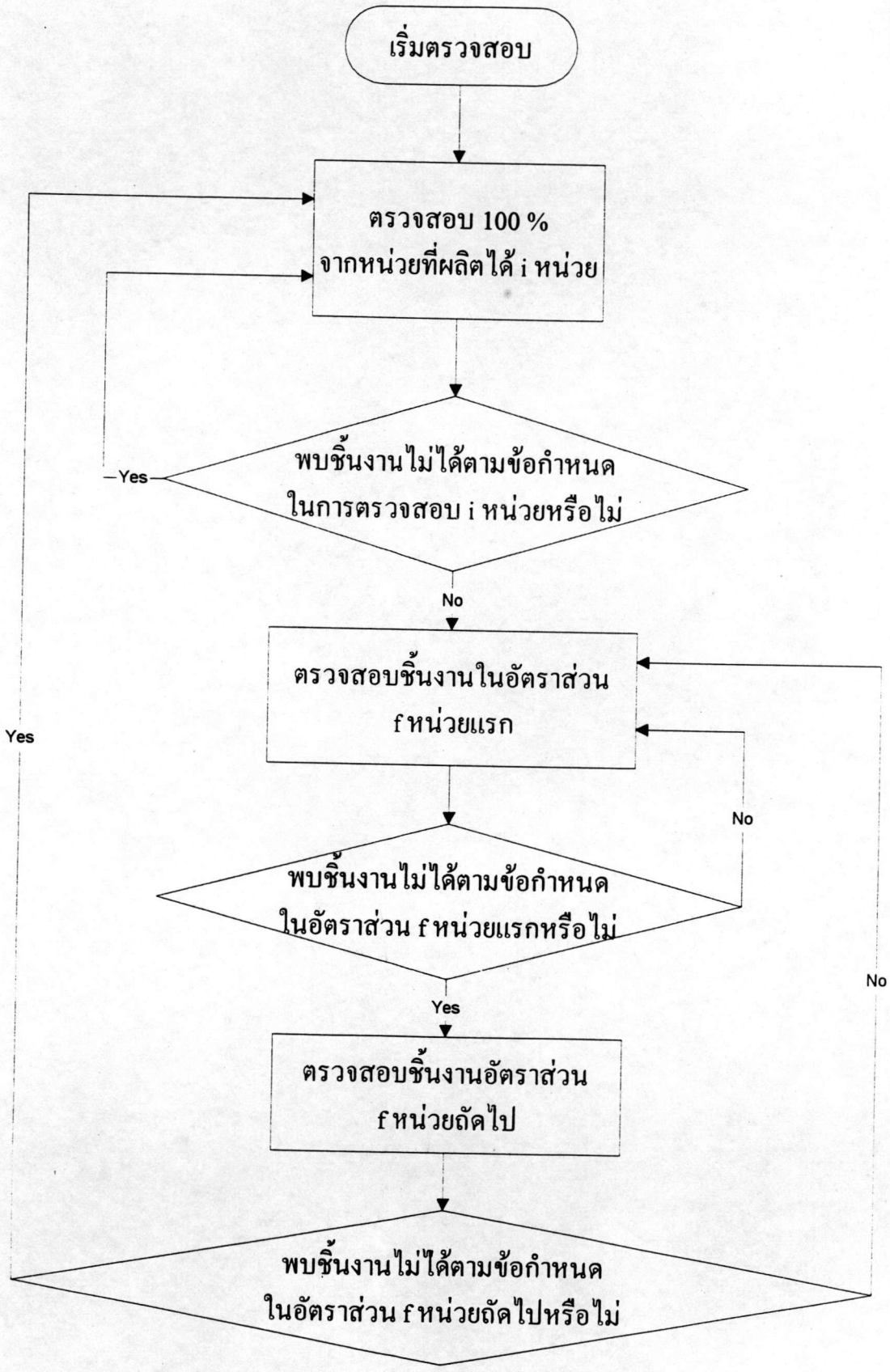
2. ถ้าตรวจสอบ i หน่วยติดต่อกันของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแล้วไม่มีเสียเลย .ให้หยุดตรวจสอบ 100 % เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นอัตราส่วน f โดยสุ่มเลือกตัวอย่างทีละหน่วยจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ จากการเลือกตัวอย่างที่ไม่เอียงเฉ

3. ถ้าพบหน่วยใดเสียในการตรวจสอบด้วยตัวอย่างไปเรื่อย ๆจนกว่าจะพบหน่วยที่ 2 เสียอีกภายใน f หน่วยถัดไป หลังจากนั้นจะต้องหันกลับมาตรวจสอบ 100% อีกครั้งหนึ่ง

4. แทนผลิตภัณฑ์เสียด้วยผลิตภัณฑ์ดี

การหาค่า i และอัตราส่วน f สามารถหาได้โดยหลักการเดียวกับกราฟรูป 2.19 และเพื่อความสะดวกต่อการหาค่า i จากกราฟ จะแสดงค่าของ i สำหรับ CSP - 2 .ได้จากตาราง ง ในภาคผนวก ก

สำหรับแผนการตรวจสอบเพื่อการยอมรับสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตแบบต่อเนื่องแบบ CSP - 2 สามารถอธิบายได้ด้วยผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 2 ในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 2

ตัวอย่างเช่น เมื่อ f = 1/10 และ AOQL = 1.90 % จากตาราง ง ในภาคผนวก ก จะได้ค่า i = 76 นั่นคือ จะตรวจสอบทั้งหมด 76 หน่วยจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ถ้าตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 76 หน่วยไม่เสียเลยจะหยุดตรวจสอบ 100 % เปลี่ยนการตรวจสอบ f = 1/10 โดยเลือกตัวอย่างสุ่มทำการตรวจสอบทีละหน่วยจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ในทุก ๆ 10 หน่วย ถ้าพบผลิตภัณฑ์เสียหน่วยใดหน่วยหนึ่งก็จะตรวจสอบไปเรื่อย ๆ จนกว่าการตรวจสอบจะพบผลิตภัณฑ์เสียในหน่วยที่ 2 ก็หันกลับไปตรวจสอบ 100% อีกครั้งหนึ่ง แล้วแทนผลิตภัณฑ์เสียด้วยผลิตภัณฑ์ดี ดังรูปที่ 2.21

สำหรับแผนการตรวจสอบแบบ CSP-3 จะเป็นแผนการตรวจสอบที่ปรับปรุงมาจากแผนการตรวจสอบแบบ CSP -2 เพื่อป้องกันระดับคุณภาพที่ไม่ดีที่เกิดขึ้นมาอย่างกระทันหัน ภายใต้วิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ดังนี้

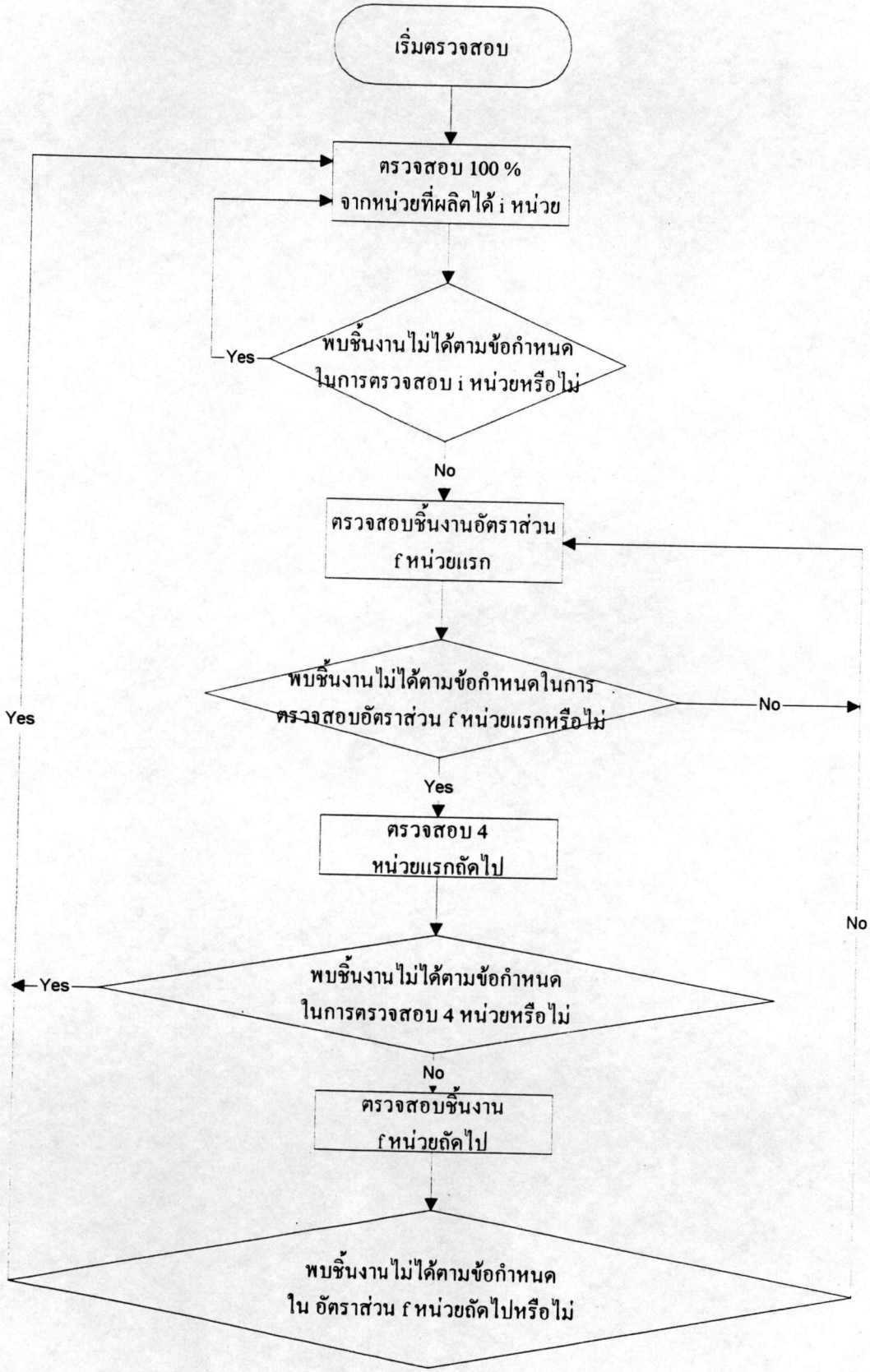
1. ตรวจสอบผลิตภัณฑ์หน่วยชิ้นที่ผลิตได้ i หน่วย

2. ถ้าตรวจสอบ i หน่วยติดต่อกันของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่มีผลิตภัณฑ์เสียเลย ให้หยุดตรวจสอบ 100% เปลี่ยนการตรวจสอบเป็นอัตราส่วน f โดยสุ่มเลือกตัวอย่างทีละหน่วยจากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ จากการเลือกตัวอย่างที่ไม่เอียงเฉ

3. ถ้าพบหน่วยหนึ่งในตัวอย่างเสีย ผลิตภัณฑ์ 4 หน่วยถัดไปจะถูกเก็บมาตรวจสอบ ถ้าไม่พบผลิตภัณฑ์เสียก็จะทำการตรวจสอบแบบ CSP - 2 แต่ถ้าใน 4 หน่วยพบผลิตภัณฑ์เสีย 1 หน่วย จากการตรวจสอบ ก็จะหันกลับมาตรวจสอบ 100 % และทำการตรวจสอบแบบ CSP - 2

4. แทนผลิตภัณฑ์เสียด้วยผลิตภัณฑ์ดี

ค่าของ i และ AOQL ใน CSP - 3 จะมีค่าเหมือนกับ CSP - 2 ซึ่งผังการตรวจสอบแบบ CSP - 3 จะแสดงดังรูป 2.22



รูปที่ 2.22 ผังแสดงการตรวจสอบแบบ CSP - 3

2.1.20 การหาค่าความเที่ยงตรงในการตรวจสอบ (Evaluation the Accuacy of Inspector)

การวัดความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบได้ถูกพัฒนาขึ้นมาหลายวิธีเพื่อเป็นการตรวจสอบการทำงานของพนักงานตรวจสอบ

(C.A. Melshefmer , 1928)ได้ออกแบบแผนในการวัดความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบ โดยคิดจากเปอร์เซนต์ของชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานที่แท้จริงที่ถูกตรวจพบ

ค่าความเที่ยงตรง = เปอร์เซนต์ของชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานที่แท้จริงที่ถูกตรวจพบ

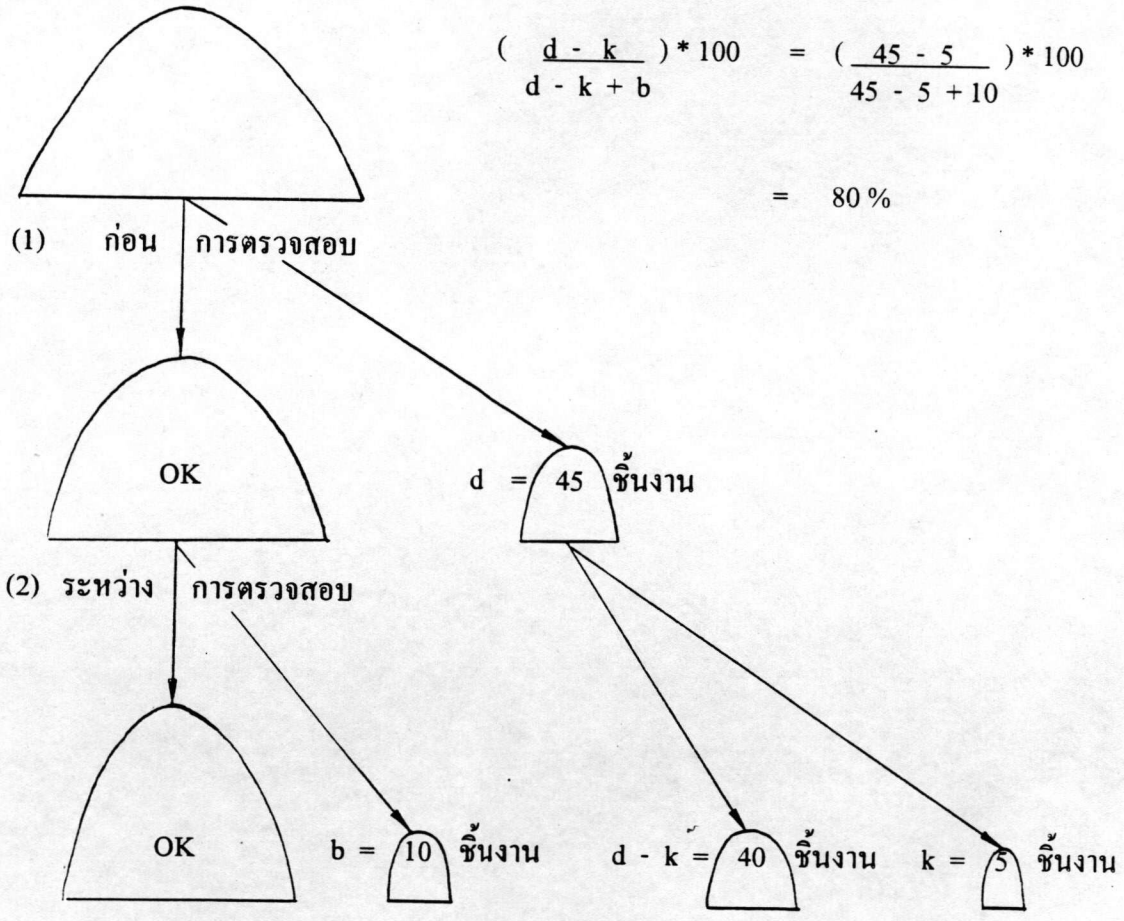
$$= \frac{d - k}{d - k + b}$$

โดยที่ d = จำนวนชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานที่พนักงานตรวจพบ

k = จำนวนชิ้นงานที่ได้มาตรฐานที่พนักงานตรวจสอบผิดพลาด

d - k = จำนวนชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานที่แท้จริงที่ถูกตรวจพบ

b = จำนวนชิ้นงานที่ไม่ได้มาตรฐานที่พนักงานตรวจสอบไม่พบ



รูปที่ 2.23 อธิบายการวัดความเที่ยงตรงในการตรวจสอบของพนักงานตรวจสอบ

2.2 การสำรวจงานวิจัย

2.2.1 สันติ วิลาสศักดานนท์ , 2538

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการวิจัยเพื่อการควบคุมคุณภาพ เพื่อลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปในโรงงานขนาดกลาง ได้เสนอวิธีการควบคุมคุณภาพการผลิตโดยการใช้ระบบการควบคุมคุณภาพ (Quality Control System) พร้อมทั้งแนวทางการรายงานผลการควบคุมโดยการใช้รายงานชนิดต่าง ๆ จากการศึกษาพบปัญหาหลักในการนำระบบคุณภาพไปใช้ คือ การขาดความร่วมมือ การไม่ยอมรับจากผู้ปฏิบัติงาน และปัญหาข้อกำหนดมาตรฐานไม่ชัดเจนพอ ซึ่งทำให้ยากต่อการตัดสินใจของหน่วยงานควบคุมคุณภาพ ซึ่งปัญหาดังกล่าวต้องปรับปรุงแก้ไข โดยจัดทำคู่มือมาตรฐานการผลิต และคู่มือปฏิบัติงานแก่หัวหน้างานที่รับผิดชอบ และมีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องต่าง ๆ ไว้ ตลอดจนเก็บตัวอย่างของข้อบกพร่องไว้อ้างอิง

2.2.2 ผจญ ภักดีกุล , 2531

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการวิจัยเพื่อการปรับปรุง เพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมการประกอบตู้เย็น พบว่าหากกิจกรรมของงานในบางกระบวนการมีการสูญเปล่าอยู่ เช่น การรอคอย ความล่าช้า และการขนส่ง เป็นต้น จะมีผลทำให้เกิดสภาพความไม่สมดุลย์ของการผลิต (Imbalance of Process) เกิดขึ้น จากการศึกษาพบว่าการจัดการของเทคนิคในการบริการควบคุมงานการผลิตที่ดี โดยนำการวิเคราะห์ถึงกิจการการประกอบ(Assembling Activity) ซึ่งเป็นกระบวนการหลักของอุตสาหกรรมประเภทนี้ และดำเนินการจัดลำดับขั้นงานการประกอบใหม่เพื่อลดและขจัดการสูญเปล่ากรณีต่าง ๆ จะทำให้เกิดสภาพความสมดุลย์ และต่อเนื่องในทุก ๆ กระบวนการตามขั้นตอนกรรมวิธี

จากผลการดำเนินการจัดสมดุลย์สายงานการประกอบ จะมีผลทำให้ผลผลิตของแรงงานเพิ่มขึ้น 6.38 % และผลผลิตของชั่วโมงแรงงาน (Man - hour Productivity) และได้เสนอแนะหัวข้องานวิจัยที่ควรดำเนินการต่อ หลังจากการประสานงานระหว่างกระบวนการ (Synchroniging of Process) ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว นั่นคือ การนำเอาระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Production System) มาใช้ประสานต่อในแต่ละกระบวนการที่ต่อเนื่อง โดยใช้หลักระบบคัมปัง (Kamban Card System)

2.2.3 ศุภวัชร์ เมฆบูรณ์, 2537

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบคุณภาพในโรงงานผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับมาตรฐาน มอก:9000 โดยทำการออกแบบระบบงานในส่วนของการควบคุมกระบวนการและการตรวจ และการทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดระบบคุณภาพในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 9001 (มอก.9002-2534) ได้แก่ หัวข้อที่ 4.8 การควบคุมกระบวนการและหัวข้อที่ 4.9 การตรวจ และการทดสอบ ซึ่งในส่วนของการบริหารระบบการผลิตได้จัดระเบียบปฏิบัติงาน(Procedure)แสดงรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน รวมทั้งกำหนดผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในขั้นตอนต่างๆ เริ่มตั้งแต่การรับ Job Order การวางแผนการผลิต การผลิต การจัดเก็บและการส่งมอบ สำหรับในส่วนการตรวจและการทดสอบได้จัดทำระบบงาน 3 ขั้นตอน นั่นคือ การตรวจและการทดสอบวัสดุที่ใช้ในการผลิต การตรวจและการทดสอบระหว่างกระบวนการผลิต การตรวจและการทดสอบขั้นสุดท้าย ซึ่งทั้ง 3 ขั้นตอนได้จัดทำระเบียบปฏิบัติงาน(Procedure)แสดงรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน รวมทั้งกำหนดผู้รับผิดชอบในขั้นตอนต่าง ๆ มีเอกสารข้อกำหนดการยอมรับ รวมทั้งจัดทำและเก็บเอกสารบันทึกเพื่อเป็นหลักฐานยืนยันว่าผลิตภัณฑ์นั้น ได้ผ่านการตรวจและ / หรือ ทดสอบตามเกณฑ์การตรวจที่ได้กำหนดไว้

จากผลการดำเนินงานพบว่า เปอร์เซ็นต์การตอบสนองแผนการผลิตต่อเดือนเฉลี่ยเท่ากับ 91.5 % ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีพอสมควร Set Up Time เฉลี่ยของเครื่องรีดแผ่นพลาสติกต่อเดือนจากการตรวจสอบขั้นสุดท้ายเท่ากับ 8.1 % ซึ่งสามารถลดลงได้ 2.2 % และได้เสนอแนะว่าการจัดทำระบบคุณภาพ มอก. 9000 ให้สำเร็จนั้นจะต้องอาศัยความตั้งใจ และความร่วมมือของพนักงานทุกระดับ ดังนั้นควรมีการจัดตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน(Steering Committee) และคณะกรรมการตัวแทนฝ่ายบริหารคุณภาพ (“Quality Management Representative Committee QMRC”) เพื่อทำหน้าที่ริเริ่มจัดทำ ทบทวน และรักษาระบบคุณภาพที่สร้างไว้ นอกจากนี้ต้องมีการตรวจติดตามคุณภาพภายใน(Internal Quality Audit) เพื่อทำการตรวจติดตามการดำเนินงานและรายงานผลกาดำเนินงานให้คณะกรรมการฝ่ายบริหารคุณภาพรับทราบ เพื่อสรุปแนวทางในการแก้ไขต่อไป

2.2.4 ชัยยศ วัชรอยู่ , 2537

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุง เพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้าขนาดกลาง เนื่องจากสภาพการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมทอผ้าส่วนใหญ่ไม่มีการวางแผนการซ่อมบำรุงจะทำการซ่อมเมื่อเครื่องจักรชำรุดเสียหายเท่านั้น การทำงานส่วนใหญ่จะใช้

ประสบการณ์ ไม่มีมาตรฐานการทำงานที่แน่นอน นอกจากนี้ยังไม่มีการจัดเตรียมอะไหล่สำรองในกรณีเครื่องจักรชำรุดเสียหาย และไม่มีการจัดทำประวัติข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์ การศึกษานี้ได้ทำการจัดวางระบบซ่อมบำรุงแบบป้องกัน โดยการตรวจสอบสภาพตามกำหนดระยะเวลา จัดทำมาตรฐานในการซ่อมบำรุง การวางแผนในการจัดเตรียมอะไหล่สำรอง และจัดทำระบบข้อมูลทางด้านงานบำรุงรักษา

จากผลการดำเนินงานพบว่า สามารถลดอัตราความขัดข้องของเครื่องจักรลงได้เฉลี่ย 9.5 เปอร์เซ็นต์ และลดค่าใช่จ่ายในการซ่อมบำรุงได้โดยเฉลี่ย 8.7 เปอร์เซ็นต์ และได้เสนอแนะว่าหน่วยงานซ่อมบำรุงของโรงงานควรแยกออกจากหน่วยผลิต เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการทำงานและมีความชัดเจนสำหรับการบริหารงาน

2.2.5 อนุพงษ์ บุณยเกียรติ , 2537

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาการกระจาย การขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุดทรัพยากรที่ใช้ในการบำรุงรักษา และนโยบายการดำเนินงานของกรมชลประทานจัดงานบำรุงรักษาแบบเป็นระบบ โดยมุ่งไปในลักษณะการป้องกันการขัดข้อง ระบบจะมีการป้อนข้อมูลกลับเพื่อการติดตามผล และการปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสมยิ่งขึ้น วิธีการปฏิบัติของแผนการบำรุงรักษามีการปฏิบัติการบำรุงขั้นพื้นฐาน การกำหนดเวลาตรวจสอบสภาพ และการซ่อมแซมให้เครื่องจักรกลรถขุดอยู่ในสภาพดี

จากผลการดำเนินงานพบว่า สามารถลดการขัดข้องในระหว่างเวลาปฏิบัติงาน ลดเวลางานซ่อมบำรุงรักษาแต่ละครั้ง และเพิ่มปริมาณงานดินได้ประมาณ 6.2 ล้านลูกบาศก์เมตร จากจำนวนเครื่องจักรกลรถขุดที่นำมาศึกษา 163 คัน และได้เสนอแนะว่า แผนการบำรุงรักษานี้ต้องมีการดำเนินงานที่ต่อเนื่องตลอดกันไปทั้งระบบ การขาดตอนของระบบย่อยหนึ่งจะมีผลให้ระบบย่อยอื่น ๆ ได้รับความกระทบกระเทือน เช่น หากไม่ทำการบำรุงรักษาประจำวันตามปกติ การขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุดจะเกิดขึ้นเร็วกว่าเวลาที่คาดคะเนไว้ วิธีการซ่อมบำรุงรักษาเพื่อป้องกันตามแผนที่กำหนดไว้ก็จะไม่เกิดผล

2.2.6 ผศ.ดำรงศ์ ทวีแสงสกุลไทย

หนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึง เทคนิคการควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหาร และกรณีศึกษา โดยจะเน้นคิวซีในเชิงการวิเคราะห์ การวางแผน และการพัฒนาระบบคิวซีในอุตสาหกรรม เพื่อให้มองเห็นภาพรวมของระบบการควบคุมคุณภาพทั้งหมด โดยเริ่มตั้งแต่ การจัดองค์กรสำหรับคุณภาพ การตรวจสอบ และวัดคุณภาพ คุณภาพเชิงเศรษฐศาสตร์ ความสัมพันธ์กับลูกค้า ความ

สัมพันธ์กับผู้ขาย การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการใช้งานของลูกค้า วิธีจูงใจการควบคุมคุณภาพ การปรับปรุงคุณภาพ การประกันคุณภาพ คุณภาพของผลิตภัณฑ์ใหม่ การออกแบบคุณภาพที่เหมาะสม การยอมรับในสินค้าสำเร็จรูป และการควบคุมคุณภาพเชิงรวม TQC

นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ของในประเทศ ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับการแก้ไขปัญหาอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้

2.2.7 ดร.พิชิต สุขเจริญพงษ์

หนังสือเล่มนี้ได้กล่าวถึง การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม โดยมุ่งเน้นทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ เนื้อหาประกอบด้วย หลักการควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม การควบคุมคุณภาพสมบูรณ์แบบ การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ เทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติแบบอื่น ๆ การวิเคราะห์สมรรถภาพกระบวนการ แนวคิดพื้นฐานในเรื่องการชักตัวอย่างเพื่อการยอมรับ แผนชักตัวอย่างแบบแอตตริบิวต์ ตารางชักตัวอย่างแบบแอตตริบิวต์ แผนชักตัวอย่างแบบแปรผัน แผนชักตัวอย่างแบบแอตตริบิวต์ชนิดพิเศษ และความเชื่อถือได้และการทดสอบผลิตภัณฑ์