บทที่ 2

หลักการควบคุมคุณภาพ

บทนำ

เป็นเรื่องที่จะพบได้บ่อยในสายการผลิตที่ว่ามีการหยิบผลิตภัณฑ์ขึ้นมา 1 อัน แล้วต้องคัดทิ้งเพราะสินค้าเหล่านั้นมี **ความบกพร่อง** (DEFECT) อยู่ในตัวเราจึงเรียกมันว่า **ของเสีย** (DEFECTIVE) หรือ **ชิ้นงานเสีย**

การเกิดของเสียเป็นสิ่งที่ต้องยอมรับในกระบวนการผลิต หากเราคิดอย่างนั้นจะทำให้เราถอยห่างจากการแก้ปัญหา เพื่อที่จะแก้ปัญหาและทำให้ดีขึ้นเราต้องมองว่า ของเสียเป็นสิ่งที่สามารถป้องกันและสามารถกำจัดให้หมดไปได้ และถือว่าการค้นหาให้พบสาเหตุแห่งความบกพร่องและกำจัดสาเหตุเหล่านั้นให้หมดไปเท่านั้นที่จะสามารถทำให้ของเสียที่เกิดจากสาเหตุนั้นหมดไปได้

แต่คนส่วนใหญ่กลับมองเห็นว่าการเกิดของเสียในสายการผลิตของตนว่า เนื่องจากสินค้าของตนเองมีคุณสมบัติและข้อกำหนดทางเทคนิคหรือสเป็คสูงมากเกินไป การเกิดของเสียถือเป็นเรื่องปกติ

สาเหตุการเกิดของเสียที่ทำให้เกิดขึ้นนั้นถือว่าเป็นสากล มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลัก 4 ตัวคือความผิดผันใน

1. MATERIAL
2. MACHINERY
3. METHOD OF WORK
4. MAN-MADE ERROR

เราพบเสมอว่า แม้แต่ชิ้นงานที่ผลิตออกมาจากเครื่องเดียวกันและในเวลาไล่เลี่ยกัน ก็ไม่เคยมีชิ้นงานคู่ใด ที่มีขนาดหรือคุณสมบัติ **เหมือนกันทุกประการ** ในชิ้นงานที่แตกต่างกัน ชิ้นงานที่ออกนอกมาตรฐานก็จะถือว่าเป็น**ของเสีย** ส่วนชิ้นงานที่มีคุณสมบัติอยู่ในค่าพิกัดก็จะถือว่าอยู่ในพิกัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเผื่อ (TOLERANCE) หรือตรงตามข้อกำหนดทางเทคนิค (SPECIFICATION) ก็ถูกจัดว่าเป็น **ของดี** และส่งต่อไปได้

ในการผลิตในสายงานหนึ่งๆ เราจะพบว่ามิใช่มีการผลิตแต่เพียงของดีอย่างเดียว หรือมีการผลิตแต่ของเสียอย่างเดียว แต่จะถูกผลิตปะปนกันออกมาทั้งนี้เนื่องจากปัจจัย 4 ตัวข้างต้นดังที่กล่าวไว้แล้ว

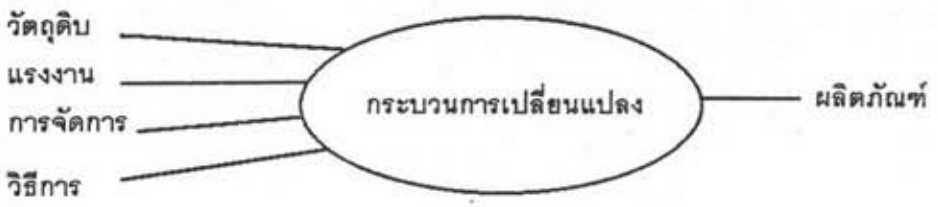
การผลิตในแต่ละขั้นตอนก็จะมีโอกาสทำให้เกิดของเสียดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการผลิตก็คือการผนวกรวมและสะสมความผิดแผกกันจำนวนมากมารวมกันในชิ้นงานที่ผลิตออกไปแต่ละชิ้นนั่นเอง

แม้ว่าจะมีสาเหตุมากมายที่ทำให้เกิดความผิดแผกแตกต่างกันก็จริง แต่สาเหตุบางอย่างก็ไม่มีผลมากมายนักและไม่ต้องใส่ใจหรือต้องกำจัดให้หมดสิ้นไปทุกๆสาเหตุก็ได้ทั้งนี้เนื่องจากความผิดแผกกันเล็กๆ น้อยๆ นั้นอยู่ในขอบเขตการควบคุมแล้วโดยเรายอมรับว่าไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าชิ้นนั้น

เราสามารถสรุปได้ว่าในกระบวนการผลิตของเรานี้มีจุดที่จะเกิดความบกพร่องได้มากมายเกินกว่าที่เราจะเข้าไปควบคุมได้ทุกจุด ต้องเลือกควบคุมจุดที่คุ้มที่สุดเพียงไม่กี่จุดที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน เมื่อเราควบคุมได้ก็ควบคุมมาตรฐานคุณภาพของการผลิตนั้นได้

ความเป็นมาและแนวคิด

โดยทั่วไประบบการผลิตจะประกอบไปด้วยวัตถุดิบซึ่งป้อนเข้าไปในโรงงาน โรงงานเป็นสถานที่ซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องจักร, คน, วิธีการผลิต และการจัดการซึ่งจะเป็นแหล่งเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์



รูปที่ 2.1 ระบบการผลิต

จะเห็นได้ว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับ วัตถุดิบ, คน, เครื่องจักร, วิธีการผลิต และการจัดการ แต่เนื่องจากทั้งวัตถุดิบ, คน, เครื่องจักร, วิธีการผลิต และ การจัดการ มีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยบ้างซึ่งส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาไม่คงที่ แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงไปนั้นจะต้องอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมคุณภาพเพื่อควบคุมปัจจัยต่างๆ

การควบคุมอาจแบ่งออกเป็น

1. การควบคุมการยอมรับทั้งวัตุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาเพื่อการจำหน่าย
2. การควบคุมกระบวนการผลิต

ความสำเร็จของงานควบคุมคุณภาพ

การที่จะทำให้ระบบควบคุมคุณภาพประสบกับความสำเร็จได้ก็ควรที่จะได้มีการพิจารณาสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. ควรจะกำหนดนโยบายและวัตถุประสงค์ออกมาอย่างเด่นชัด

2. การวางแผนการดำเนินงานควรจะมีการวางแผนล่วงหน้าเพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องกับนโยบายและวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดเอาไว้ควรกำหนดเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพให้ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะของคุณภาพที่จะควบคุมอย่างได้ผล โดยที่ไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นแต่สามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามต้องการได้

3. การจัดหน่วยงานและจัดสรรกำลังคนเพื่อดำเนินการตามแผน เมื่อได้ทำการวางแผนเรียบร้อยแล้วต่อไปก็ต้องมีการจัดสรรหน่วยงานและจัดสรรกำลังคนเพื่อดำเนินตามแผน ซึ่งโดยปกติแล้ว หน่วยงานควบคุมคุณภาพมักจะให้ขึ้นโดยตรงกับฝ่ายบริหารระดับสูง ผู้ที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องกับงานควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต้องได้รับการฝึกอบรมและมีความรู้อย่างดีเกี่ยวกับงานควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ตนผลิตอยู่ นอกจากนี้ผู้วางแผนควรจัดอบรมและสร้างจิตสำนึกให้แก่พนักงานเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในระบบคุณภาพยิ่งขึ้น

4. การจูงใจนับว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จของงานควบคุมคุณภาพ ทั้งนี้เพราะว่างานควบคุมคุณภาพจะสำเร็จได้ต้องได้รับความร่วมมือร่วมใจจากองค์กรเป็นสำคัญ ซึ่งการจูงใจให้ทุกฝ่ายร่วมมือกันแก้ปัญหานั้นมิใช่เรื่องง่ายเลยในทางปฏิบัตินั้นจะต้องใช้ความพยายาม

อย่างมากและอย่างต่อเนื่องจึงจะประสบความสำเร็จได้ จะต้องมีการรณรงค์ในโรงงานเพื่อให้ทุกคนเกิดความคิดที่จะให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง การรณรงค์ทำให้คนงานมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาจึงทำให้เขาได้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหาช่วยลดความผิดพลาดในการทำงานของเขาเอง ชี้ให้เห็นถึงความบกพร่องของกระบวนการผลิต ช่วยให้คนงานเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาการผลิตงานที่มีคุณภาพ และเขาจะมีความรู้สึกว่าเขาก็มีความสำคัญต่อองค์กรของเขาเหมือนกัน สำหรับโครงงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับการจูงใจ ได้แก่ กลุ่มการควบคุมคุณภาพ (QUALITY CONTROL CIRCLE) และโครงการของเสียเป็นศูนย์ (ZERO-DEFECTS PROGRAME) ซึ่งโครงการทั้ง 2 ดังกล่าวเป็นโครงการที่ใช้ได้ผลอย่างมากในโรงงานอื่นๆ ที่พบในปัจจุบัน

5. การดำเนินการควบคุมเพื่อให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ มีความสำคัญต่อความสำเร็จของงานควบคุมคุณภาพเป็นอย่างยิ่ง การควบคุมจะทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็น เพื่อใช้ในการปรับปรุง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

6. การประเมินผลการดำเนินงานว่าบรรลุตามเป้าหมายหรือไม่

จะเห็นได้ว่า ความสำเร็จของงานควบคุมคุณภาพต้องมีหลักการและวิธีการที่แน่นอน การฝึกอบรมและการให้การศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐานการควบคุมคุณภาพถือเป็นสิ่งที่จำเป็น การวางแผนการควบคุมคุณภาพจะต้องสำนึกไว้เสมอว่า แผนการควบคุมที่ใช้ต้องช่วยให้เกิดการประหยัดแก่การผลิต จุดที่จำเป็นที่จะต้องควบคุมเท่านั้นที่จะควบคุมจึงนับได้ว่า การควบคุมคุณภาพนั้นประสบความสำเร็จ

เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการควบคุมคุณภาพ

วิธีการเก็บข้อมูล (Hitoshi Kume , ED., 2535)

การเก็บข้อมูลต้องมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอนเนื่องจากข้อมูลจะบอกปรากฏการณ์ พฤติกรรม หรือคุณสมบัติใดๆ ที่เราต้องการจะทราบ ดังนั้นก่อนจะลงมือเก็บข้อมูลเราจะต้องสร้างภาพมองที่ชัดเจนในใจก่อนว่า เราต้องการเก็บข้อมูลไปเพื่อทำอะไร

ในโรงงานทั่วไป บ่อยครั้งที่วัตุดิบบางล็อตถูกปฏิเสธจากฝ่ายตรวจสอบคุณภาพ แต่ด้วยเหตุผลทางการผลิตบางประการ จำเป็นต้องอนุมัติให้ยอมรับวัตถุดิบล็อตนั้นเพื่อส่งเข้าไปใช้ร่วมกันกับวัตถุดิบล็อตอื่นๆ ที่ผ่านการตรวจสอบปกติ โดยที่ข้อมูลจากฝ่ายตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ ซึ่งมี

ประโยชน์ต่อการค้นหาสาเหตุความบกพร่องในการผลิตต่อไป อาจไม่ได้ถูกส่งไปยังฝ่ายผลิตก็ได้ เมื่อวัตถุดิบล็อตที่มีปัญหานั้นถูกนำไปปะปนใช้กับล็อตที่ดีก็จะสร้างปัญหาแก่ฝ่ายผลิตไม่น้อยเลยทีเดียว

ในเชิงควบคุมคุณภาพแล้ว วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลคือ

1. เพื่อควบคุมและติดตามดู (MONITORING) ผลการดำเนินการผลิต
2. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง (NON-CONFERENCE)
3. เพื่อการตรวจสอบ

ดังนั้นข้อมูลใดๆ ที่มีการเก็บขึ้นมาจะต้องมีวัตถุประสงค์เฉพาะตัวที่ชัดเจนและ ต้องตามด้วยการปฏิบัติการเท่านั้นจึงจะเกิดประโยชน์

เมื่อกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนได้แล้ว ก็จำเป็นต้องออกแบบฟอร์มในการจดบันทึกข้อมูลให้ง่ายต่อการจดบันทึกและสะดวกต่อการอ่านค่า และนำไปวิเคราะห์ต่อไปได้

แบบฟอร์มที่ใช้กันอยู่ไม่มีรูปแบบที่ตายตัวขึ้นอยู่กับผู้ใช้จะออกแบบมาให้เหมาะสมกับการเก็บข้อมูลที่ตนต้องการอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แผ่นบันทึกข้อมูล
2. แผ่นตรวจสอบ

แผ่นบันทึกข้อมูล ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลเป็นตัวเลขหรือตัวอักษร อาจใช้เป็น

- กระดาษเปล่า เพื่อบันทึกข้อมูลทั่วไป เพื่อนำไปจำแนกวิเคราะห์ภายหลัง
- กระดาษมีบรรทัด เพื่อบันทึกข้อมูลทั่วไปแต่จะให้ความสะดวกในการวิเคราะห์มากกว่ากระดาษเปล่า
- ตารางที่ใช้บันทึกข้อมูลตัวเลขหรือตัวอักษร ดังตัวอย่าง

วันที่	เวลา			
	9.00 น.	11.00 น.	14.00 น.	16.00 น.
1 กุมภาพันธ์	12.3	11.5	13.2	14.2
2 กุมภาพันธ์	13.2	12.5	14.0	14.0
3 กุมภาพันธ์	⋮	⋮	⋮	⋮

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผ่นบันทึกข้อมูล

แผ่นตรวจสอบ คือแผ่นที่มีแบบฟอร์มซึ่งได้รับการออกแบบช่องว่างต่างๆ และพิมพ์มาเรียบร้อยเพื่อให้ผู้บันทึกสามารถลงบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในแต่ละช่องว่างได้โดยสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยากและต้องเขียนน้อยที่สุด ขณะเดียวกันผู้ที่อ่านข้อมูลหลังการจดบันทึกแล้วต้องเข้าใจได้ง่าย ดังตัวอย่าง

ขนาดกำหนดของขนาด	ความ	จำนวนชิ้นที่ตรวจพบ 5 10 15 20	ความถี่
	-10		
	-9		
ขนาดเล็กสุด	-8		
	-7		
	-6		
	-5	X	1
	-4	XX	2
	-3	XXXX	4
	-2	XXXXXX	6
	-1	XXXXXXXXX	9
8.300	0	XXXXXXXXXXX	11
	1	XXXXXXXX	8
	2	XXXXXXX	7
	3	XXXX	3
	4	XX	2
	5	X	1
	6	X	1
	7		
ขนาดโตสุด	8		
	9		
	10		
		จำนวนชิ้นที่ตรวจสอบทั้งสิ้น	55

รูปที่ 2.3 แผ่นตรวจสอบที่แสดงการแจกแจง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผ่นตรวจสอบ

สินค้า : _____ วันที่ : _____

ขั้นตอนการผลิต : ตรวจสอบขั้นสุดท้าย แผนก : _____

ชนิดของความบกพร่อง : ตำหนิที่ผิวชิ้นงาน,รอยแตก ชื่อผู้ตรวจสอบ : _____
จิดไม่เต็มชิ้น, รูปร่างบิดเบี้ยว ล็อตที่ : _____

จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบทั้งสิ้น : 1525 ใบสั่งผลิตที่ : _____

หมายเหตุ : ตรวจทุกชิ้น

ชนิดของความบกพร่อง		ผลรวมแต่ละชนิดบกพร่อง
ตำหนิที่ผิวชิ้นงาน	𝍸 𝍸 𝍸 ||	17
รอยแตก	𝍸 𝍸 |	11
จิดไม่เต็มชิ้น	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 |	26
รูปร่างบิดเบี้ยว	|||	3
อื่นๆ	𝍸	5
	รวมจำนวนความบกพร่อง	62 (จุดบกพร่อง)
จำนวนชิ้นงาน ที่เป็นของเสีย	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 |||| 𝍸 𝍸 𝍸 ||	42 ชิ้น

รูปที่ 2.4 แผ่นตรวจสอบสำหรับของเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผ่นตรวจสอบ

ชื่อผลิตภัณฑ์และหมายเลข .....

วัสดุ .....

ผู้ผลิต .....

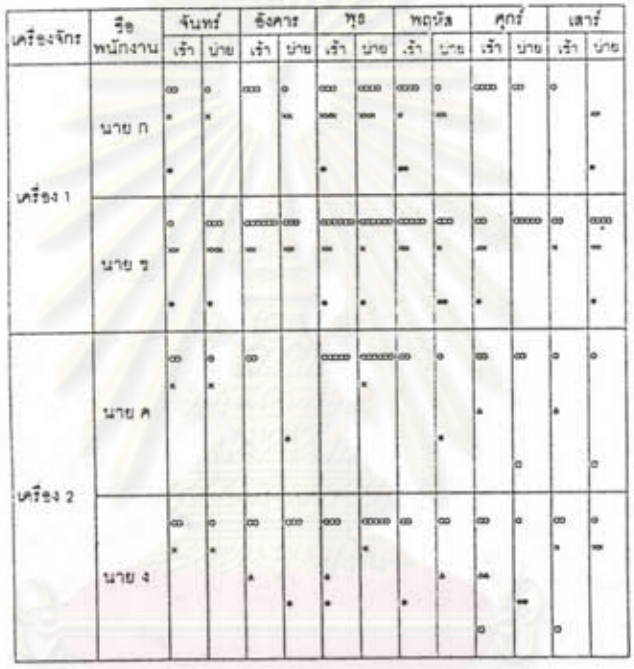
1. รูปสเกตช์

2. ตารางแสดงตำแหน่งจุดบกพร่อง

ทิศทางรอบวง \ ความลึก	1	2	3	4	5	6	7	จำนวนที่พบ 10
A			/					1
B								
C								
D								
E	///		/// /					9
F	/	//						3
G								
H								
จำนวนที่พบ 10	4	2	7					13

รูปที่ 2.5 แผ่นตรวจสอบตำแหน่งจุดบกพร่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



○ รอยขีดข่วนผิวงาน × ฟองอากาศ Δ ผิวงานสำเร็จไม่ได้คุณภาพ

● งานผิดรูปร่าง □ ความบกพร่องอื่นๆ

รูปที่ 2.6 แผ่นตรวจสอบชนิดแสดงสาเหตุของความบกพร่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผังพาเรโต

แผนภูมิพาเรโต คือ ผลของปัญหาที่แสดงออกมาในรูปของความสูญเสีย ที่สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างง่ายๆ ในรูปแผนภูมิแท่งที่แกนตั้งเป็นตัวเลขและแกนนอนเป็นตัวหนังสือที่แสดงลักษณะข้อมูล ที่เรียงจากแท่งสูงสุดและต่ำลงไปตามลำดับจนถึงแท่งต่ำสุด ตัวเลขบนแกนตั้งอาจจะเป็นจำนวนข้อมูลที่เก็บมาหรือจะเป็นตัวเลขที่คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วก็ได้ หรืออาจจะแสดงทั้งจำนวนจริงและจำนวนเป็นเปอร์เซ็นต์คู่กัน ทางขวากับทางซ้ายของแผนภูมิก็ได้ เพื่อให้เข้าใจง่าย อาจจะเรียก แผนภูมิขั้นบันได เพราะมีลักษณะเป็นขั้นจากสูงมาหาต่ำ คล้ายขั้นบันได

พาเรโตเป็นชื่อนักเศรษฐศาสตร์ ชาวอิตาเลียน ชื่อ วี.พาเรโต ที่ได้คิดวิธีการนี้ขึ้น เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา เราจึงให้เกียรติแก่ผู้คิดและเรียกตามชื่อผู้คิดว่า แผนภูมิพาเรโต

ข้อมูลที่จะนำมาใช้กับแผนภูมิพาเรโตนั้น ต้องเป็นข้อมูลที่เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข หรือที่เรียกว่า "ตัวเลขข้อมูล" (data) และข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ ซึ่งแสดงถึงลักษณะต่างๆ ของสิ่งที่เป็นปัญหาที่ได้แยกแยะไว้ตามวิธีการของการจำแนกข้อมูล แล้วนำมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แล้วนำไปเขียนกราฟแท่ง ให้ตัวเลขอยู่บนแกนตั้ง และ ตัวหนังสืออยู่บนแกนนอน

ข้อมูลที่เป็นตัวเลขและตัวหนังสือนั้น อาจจะได้มาจากเลขตัวเต็มหรือตัวแปรที่เก็บมาโดยการใช้ตารางตรวจสอบ และได้จำแนกเป็นหมวดหมู่แล้ว

การสร้างผังพาเรโต (Hitoshi Kume, ED. , 2535)

ขั้นที่ 1. ตัดสินใจว่าจะลงมือศึกษาปัญหาอะไรและต้องการเก็บข้อมูลชนิดใด

ขั้นที่ 2. ออกแบบแผ่นบันทึกจำนวนข้อมูล ดังตัวอย่าง

รหัส	ชนิดของความบกพร่อง	จำนวนที่ตรวจพบ	รวม
A	รอยแตก	𝍸 𝍸	10
B	รอยข่วน	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ..... 𝍸 //	42
C	คราบสกปรก	𝍸 /	6
D	รอยย่น	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 ..... 𝍸 ////	104
E	ช่องว่าง	////	4
F	รูเข็ม	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸	20
G	อื่นๆ	𝍸 𝍸 ////	14
		รวมทั้งสิ้น	200

ตารางที่ 2.1 แผ่นบันทึกความบ่อยของข้อมูลที่ตรวจพบ

ขั้นที่ 3.ทำการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลแล้วหายอดรวมของแต่ละรายการ

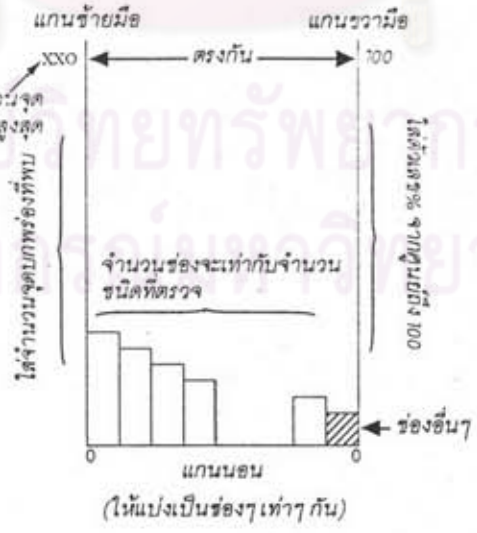
ขั้นที่ 4. นำตัวเลขที่บวกรวมได้จากแผ่นบันทึกในขั้นที่ 3 ใส่ลงใน ใบสรุปข้อมูลสำหรับผังพาเรโต ดังตัวอย่าง

	a	b	c	d	e
รหัส	ชนิดของความบกพร่อง	จำนวนจุดบกพร่อง	จำนวนจุดบกพร่องสะสม	เปรียบกับผลรวม	x สะสม
D	รอยย่น	104	104	52	52
B	รอยข่วน	42	146	21	73
F	รูเข็ม	20	166	10	83
A	รอยแตก	10	176	5	88
C	คราบสกปรก	6	182	3	91
E	ช่องว่าง	4	186	2	93
G	อื่นๆ	14	200	7	100
	รวม	200	-	100	-

ตารางที่ 2.2 ใบสรุปข้อมูลสำหรับผังพาเรโต

ขั้นที่ 5. นำใบสรุปข้อมูลมาเรียงตามลำดับจากมากสุดไปน้อยสุด

ขั้นที่ 6. เขียนกรอบของแผ่นกราฟโดยมีแกนตั้งแสดง % และแกนนอนแสดงความบกพร่อง ดังนี้



รูปที่ 2.7 กราฟผังพาเรโต

ขั้นที่ 7. เขียนแผนภูมิจากซ้ายมาขวาเรียงจากมากมาหาน้อยก็เป็นอันเสร็จการสร้างผังพาเรโต

เมื่อเสร็จตามขั้นตอนข้างต้นแล้วผังพาเรโตก็พร้อมที่จะนำมาวิเคราะห์ว่าหัวข้อใดควรจะถูกนำมาแก้ไขก่อน ส่วนการเลือกหัวข้อมาแก้ไขเราใช้หลักการแยกจุดบกพร่องดังนี้

1. น้อยชนิดแต่มีผลมาก (THE VITAL FEW)

2. มากชนิดแต่มีผลน้อย (THE TRIVIAL MANY)

การแก้ปัญหาที่ดีมิใช่แก้ปัญหาทุกปัญหาที่พบแต่ควรเลือกแก้ปัญหา น้อยชนิดแต่มีผลมาก และให้ความสนใจในการแก้ที่จริงจังจนได้ผลออกมา แล้วจึงทำผังใหม่เพื่อเลือก THE VITAL FEW ตัวใหม่ต่อไป

ประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโต (เจริญ วัชระรังสี , เล่ม 3)

แผนภูมิพาเรโต มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการแยกข้อมูลหรือปัญหาที่มีความสำคัญสูง 2-3 อย่าง (VITAL FEW) ออกจากข้อมูลหรือปัญหาที่มีความสำคัญต่ำ ซึ่งมีจำนวนมาก (TRIVIAL MANY) เพื่อที่จะได้นำปัญหา 2-3 อย่างนั้นไปแก้ไข เพราะถ้าไม่แก้แล้วจะเกิดความสูญเสียจำนวนมากและถ้าแก้แบบเหวี่ยงแหก็จะไม่ตรงประเด็นและได้ผลไม่คุ้มค่า ดังนั้นประโยชน์ของแผนภูมิพาเรโตจึงสรุปได้ดังนี้

(1) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา เมื่อเราเขียนแผนภูมิพาเรโตเพื่อแสดงลักษณะปัญหาต่าง ๆ แล้ว จะต้องนำแท่งแรกที่สูงที่สุดมาแก้ก่อน หรือจะแก้ แท่งที่ 1. ที่ 2. ที่ 3 ไปพร้อมกันเลยก็ได้ หรือถ้าแก้แท่งแรกไม่ได้ เพราะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มอื่นมาก ก็อาจเลื่อนไปเลือกแท่งที่ 2 หรือถ้าแท่งที่ 2 ยังเกี่ยวข้องกับกลุ่มอื่นมาก ก็ไปเลือกแท่งที่ 3 ได้ แต่ถ้าทั้ง 3 แท่งยังแก้ไม่ได้ เพราะเป็นเรื่องของผู้อื่นทั้งหมดแล้วแสดงว่าข้อมูลที่เก็บมายังไม่เหมาะสม

(2) ใช้ประกอบการเลือกหัวข้อปัญหา ในการตั้งหัวข้อปัญหา เพื่อการทำกิจกรรม QC เพื่อให้ทุกคนในสายการผลิตมีความเข้าใจตรงกันว่าควรแก้ที่ปัญหาใดตรงกัน ไม่ใช่ต่างคนต่างแก้ปัญหาของตน การแก้ก็จะไม่มีประสิทธิภาพ

(3) ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมายในการทำกิจกรรม การเริ่มต้นทำกิจกรรมทุกครั้งจะต้องมีการตั้งเป้าหมายของกิจกรรมไว้เป็นตัวเลข ซึ่งอาจจะเป็นจำนวนหรือปริมาณ หรือเปอร์เซ็นต์ ที่แสดงว่าจะลดค่าอะไรลงเท่าไร หรือจะเพิ่มค่าอะไรเป็นเท่าไร การแสดงค่านี้ อาจจะแสดงด้วยแผนภูมิพาเรโตและมักจะตั้งเป็นหมายเฉพาะแท่งแรก หรือทั้ง 3 แท่ง หรือเฉพาะ 2 แท่งแรกรวมกัน

(4) ใช้เปรียบเทียบในการประเมินผล ในการทำกิจกรรมควบคุมคุณภาพถ้ากลุ่มตั้งเป้าหมายของกิจกรรมไว้ด้วยแผนภูมิพาเรโตไม่ว่าจะตั้งจากแท่งแรกหรือตั้งจากทุกแท่ง เมื่อทำกิจกรรมจนถึงขั้นทดลองแก้ไข และติดตามผลแล้วจะต้องนำผลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนแก้ไข ซึ่งต้องเขียนเป็นแผนภูมิพาเรโต หรือเป็นกราฟแท่งที่เทียบกับของเดิมแท่งต่อแท่ง

แผนภูมิก้างปลา

แผนภูมิก้างปลา คือ แผนภูมิที่ใช้แสดงสาเหตุทั้งที่เป็นสาเหตุจริง หรือ สาเหตุจากแนวความคิดของผล หรือ ผลเสีย หรือ ปัญหา ที่เกิดขึ้นหรือใช้แสดงองค์ประกอบที่จะนำไปสู่ผลอย่างใดอย่างหนึ่ง ก็ได้

แผนภูมิก้างปลา (FISHBONE DIAGRAM) มีชื่อเรียกอย่างอื่นอีก คือ เรียกว่า แผนภูมิ เหตุและผล (CAUSE AND EFFECT DIAGRAM) ตามวัตถุประสงค์ของการใช้แสดงสาเหตุของผลเสียที่เกิดขึ้น และเรียกว่า แผนภูมิอิชิกาวา (ISHIKAWA DIAGRAM) ซึ่งเรียกตามชื่อ ดร. อิชิกาวา ที่คิดแผนภูมินี้ขึ้น สำหรับชื่อ แผนภูมิก้างปลานั้น เป็นชื่อที่เรียกตามลักษณะที่ปรากฏเหมือนก้างปลาของแผนภูมินี้

วิธีทำแผนภูมิก้างปลา

การเลือกข้อความ ข้อความที่จะเขียนที่หัวลูกศร หรือ "ปากปลา" จะต้องเป็นข้อความ ที่แสดงถึงปัญหา หรือ ผลเสีย ที่ชัดเจนทุกคนอ่านแล้วเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น ลูกกระสุนไม่ได้ขนาด

*หมายเหตุ ข้อความที่คลุมเครือ มีความหมายไม่ชัดเจน ว่าดี หรือไม่ดี ไม่ควรนำมาเขียน เช่น ปัญหาคุณภาพ" "การทำงาน" "ปัญหาคน" ฯลฯ การหาสาเหตุหรือองค์ประกอบจะไม่มีประสิทธิภาพ

ข้อความที่มาจากตัวเลขข้อมูล หรือที่มาจากแท่งแรกของแผนภูมิพาเรโต ถ้าจะนำมาเขียนแผนภูมิก้างปลา จำเป็นต้อง ปรับข้อความให้แสดงถึงปัญหา เช่น จากการนำขยะในสนามหญ้า มาจำแนก และเขียนแผนภูมิพาเรโตแล้ว ปรากฏว่าแท่งแรกเป็น "เศษกระดาษ"

เมื่อจะนำไปเขียนที่หัวลูกศรของแผนภูมิก้างปลาควรจะใช้ข้อความว่า "เศษกระดาษในสนามมาก" หรือ "มีเศษกระดาษในสนามมาก" แต่ไม่ควรใช้คำว่า "เศษกระดาษ" เฉย ๆ

ขั้นตอนการเขียนแผนภูมิก้างปลา (Hitoshi Kume, ED. , 2535)

ขั้นที่ 1. ลากเส้นตรงตามแนวนอนจากซ้ายไปขวา เปรียบเสมือนก้างสันยาวพอประมาณ แล้วใส่ลูกศรหรือรูปหัวปลาที่ปลายขวาสุด

ขั้นที่ 2. เขียนข้อความที่แสดงถึงปัญหา ลงไปที่หัวลูกศร หรือ ปากปลา

ขั้นที่ 3. เขียนเส้นแขนงหรือก้างแขนงแบบก้างปลา เชื่อมกับเส้นนอน แล้วเขียนข้อความที่เป็น "สาเหตุใหญ่" ลงที่ปลายก้างแขนงแต่ละก้าง

ขั้นที่ 4. เขียนเส้นแขนงย่อยหรือก้างย่อย เชื่อมกับเส้นแขนงใหญ่ แล้วเขียนข้อความที่เป็น "สาเหตุย่อย แล้วเขียน ข้อความที่แสดง "สาเหตุย่อย ๆ" ของสาเหตุย่อย ลงที่ปลายก้างฝอย

การเขียนข้อความบนก้างแขนงเพื่อหาสาเหตุ ข้อความที่เป็นสาเหตุใหญ่มีหลักในการเขียนดังนี้

(1) ใช้หลัก 4M + 1E คือ ใช้องค์ประกอบของการทำงาน ได้แก่ คน (MAN) เครื่องจักร (MACHINE) วัสดุ (MATERIAL) วิธีการทำงาน (METHOD) และสิ่งแวดล้อม (ENVIRONMENT) แล้วเขียนสาเหตุย่อย และสาเหตุย่อยๆ ของแต่ละสาเหตุลงไป ดังตัวอย่างในรูป

รูปที่ 2.8 ผังก้างปลา

(2) ใช้ขั้นตอนหรือกระบวนการทำงาน คือขั้นตอนที่ปฏิบัติในการผลิตหรือการปฏิบัติเกี่ยวกับปัญหา หรือของเสียที่เกิดขึ้น เช่น ขั้นวัตถุดิบ ขั้นเตรียมชิ้นงาน ขั้นขุบ ขั้นตัด ฯลฯ

(3) ใช้หลักผสมขององค์ประกอบกับขั้นตอนการทำงาน ซึ่งอาจจะใช้องค์ประกอบ บางอย่างหรือปรับปรุงองค์ประกอบให้เจาะจงลงไป เช่น "ไม้อัดมีรอยพองมาก" อาจมีสาเหตุใหญ่มาจาก "กาวไม่ดี" (คือวัสดุอย่างหนึ่ง) หรือ "ไม้ไม่ดี" (คือวัสดุอีกอย่างหนึ่ง) "เครื่องอัดไม่ดี" (คือเครื่องจักร) "น้ำเข้า" (คือสิ่งแวดล้อม)

สาเหตุจริงกับสาเหตุไม่จริง

การเขียนข้อความบนผังก้างปลานั้น ไม่จำเป็นต้องเอาข้อมูลจริงหรือสาเหตุจริงมาเขียนเสมอไป สาเหตุส่วนใหญ่มาจากความคิด การเขียนข้อความบนก้างของแผนภูมิก้างปลา ไม่ว่าจะเขียนจากความคิด หรือจากประสบการณ์ ควรจะเขียนให้เป็นลักษณะ สาเหตุใหญ่และสาเหตุประกอบ สาเหตุประกอบนี้ หมายถึงสาเหตุย่อยที่ทำให้เกิดผลสืบเนื่องไปเป็นสาเหตุใหญ่หรือเป็นลักษณะสาเหตุต่อเนื่อง เช่น สาเหตุที่ 1 ทำให้เกิดสาเหตุที่ 2 ทำให้เกิดสาเหตุที่ 3 ฯลฯ ในการเขียนข้อความบนก้างแขนง ก้างย่อย และก้างฝอย จึงควรแสดงให้เป็นส่วนประกอบซึ่งกันและกัน เช่น กระดาษขาดเนื่อง

จากกระดาษชื้น และกระดาษชื้นเกิดจากเปียกน้ำ และน้ำนั้นมาจากฝนรั่ว ซึ่งเกิดขึ้น เพราะกระเบื้องหลังคาแตก จะแสดงการต่อเนื่องของสาเหตุได้ดังนี้

สาเหตุ "กระดาษขาด" เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้กระดาษเสียมาก ซึ่งมีสาเหตุต่อเนื่องกันมาหลายทอด ในการวิเคราะห์ปัญหานั้น จะต้องสืบสาวโดยการหาความเชื่อมโยงให้พบสาเหตุต้นตอจริง ๆ แล้วแก้ไขที่ต้นตอของสาเหตุ ในที่นี้ คือ "แก้เรื่องกระเบื้องหลังคาแตก" แต่ไม่ใช่ไปแก้ที่สาเหตุปลาย เช่น ถ้า "แก้กระดาษชื้นด้วยการอบให้แห้ง" ดังนี้ จะไม่ใช่การแก้ไขที่ถูกต้องและปัญหานั้นจะไม่มีวันหมดไป

วัตถุประสงค์สำคัญของการเขียนแผนภูมิก้างปลา

การเขียนแผนภูมิก้างปลา มีวัตถุประสงค์สำคัญ 3 ข้อ คือ

(1) เพื่อระดมพลังสมอง หรือความคิดจากสมาชิก โดยเฉพาะ ให้ทุกคนได้มีส่วนร่วม อย่างน้อยก็โดยการร่วมให้ความคิด ตามหลักการทำงาน แบบทุกคนมีส่วนร่วม

(2) เพื่อหาสาเหตุคร่าว ๆ ของปัญหา ทั้งที่เป็นสาเหตุจริง และไม่จริงก็ได้

(3) เพื่อสืบไปให้ถึงสาเหตุที่แท้จริงและคิดครอบคลุมปัญหา

ประโยชน์ของแผนภูมิก้างปลา (เจริญ วัชระรังสี , เล่ม 4)

(1) บันทึกความเห็น หรือข้อถกเถียง เมื่อสมาชิกออกความเห็น หรือให้เหตุผลอะไร หรือคิดแล้วจะเอาไปไว้ที่ไหน ก็จะต้องมีการบันทึกไว้ ถ้าไม่บันทึกไว้อาจจะเกี่ยวกันไม่มีวันจบ หากจะใช้วิธีการบันทึกแบบอื่นจะไม่สะดวกในทางปฏิบัติ จึงใช้วิธีบันทึกลงบน แผนภูมิก้างปลา

(2) ร่วมออกความคิดเห็น ซึ่งจะนำไปสู่จิตสำนึกที่ดีว่าทุกคนได้มีส่วน และมีบทบาท และรับฟังความเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้รับรู้ปัญหาร่วมกันซึ่งถือว่ามีความสำคัญยิ่งของการทำงาน

(3) ฝึกให้ทุกคนคิดและใช้เหตุผล ซึ่งจะเป็นที่มา ของการเสริมสร้างพลังสมอง ซึ่งจะมีคุณค่ามหาศาล จะนำไปสู่การมีความคิดดีๆ ความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์

(4) ให้เป็นที่มาของสาเหตุ ของปัญหาและสามารถสืบไปถึงตัวสาเหตุที่แท้จริง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวทางปฏิบัติ 4 วิธี ในการวิเคราะห์ขั้นละเอียด

(1) โดยการดูของจริง หรือ การทำงานจริง หมายความว่าต้องกลับไปสำรวจตรวจดูสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการทำงาน จากชิ้นงาน จากวิธีทำ จากคน จากเครื่องจักร ฯลฯ เพื่อให้ทราบแน่ว่าเป็น ใคร อะไร ที่ไหน อย่างไร ทำไม เท่าไร เมื่อไร

(2) โดยการดูข้อมูลที่เก็บไว้ แล้วนำมาจำแนกแยกแยะขั้นละเอียด ถ้าไม่พอก็ให้เก็บข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาประกอบการพิจารณายืนยัน และระบุสาเหตุที่แท้จริงให้ได้

(3) โดยการใช้เทคนิคคู่มืออื่นช่วย หมายความว่า การนำเทคนิคคู่ใหม่เข้ามาวิเคราะห์เพิ่มเติม เพื่อหาความเกี่ยวโดย ความสัมพันธ์ ชี้ประเด็นสำคัญ และ ระบุสาเหตุให้ชัดเจน

(4) โดยการหารือผู้เกี่ยวข้อง หมายความว่าอาจจะหารือกับบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับตัวปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ก็อาจจะขอความเห็นจากเขาได้ บุคคลที่ควรจะหารือได้แก่ ที่ปรึกษา วิศวกร หัวหน้า หรือผู้มีความรู้และประสบการณ์อื่น ๆ การหารือนั้นอาจจะเชิญมาหารือระหว่างการประชุมกลุ่ม หรือจะไปปรึกษาที่ใดก็ได้แล้วแต่จะนัดหมายกัน

ประสิทธิภาพของแผนภูมิก้างปลา

การใช้แผนภูมิก้างปลานั้น ถึงแม้จะเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่ก็มีการใช้ทั้งที่มีประสิทธิภาพ และ ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัย หลายประการ ด้วยกัน พอมีแนวทางจะสังเกตได้ดังต่อไปนี้

(1) มีลักษณะที่ดี คือมีลักษณะคล้าย "ก้างปลาตะเพียน" โดยมีก้างแขนงแสดง สาเหตุใหญ่ (องค์ประกอบใหญ่) มี "ก้างย่อย" แสดงสาเหตุย่อยหรือสาเหตุประกอบและมี "ก้างฝอย" แสดงสาเหตุย่อย ๆ เป็นหมวดหมู่ของสาเหตุที่สัมพันธ์ ต่อเนื่องกัน

(2) หัวข้อชัดเจน ข้อความที่เขียนที่ "ปากปลา" ซึ่งหมายถึง ปัญหาที่แยกแยะ และจัดลำดับความสำคัญแล้ว จะต้องเป็นข้อความชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจได้ง่ายว่าเป็นปัญหาอะไร อย่างไร หรือ ถ้าเป็น ผลดี หรือสิ่งดี ก็อ่านเข้าใจได้โดยไม่สับสน ไม่ปะปนกับสิ่งที่เป็นปัญหา

(3) สาเหตุไม่สับสน ข้อความที่เขียนบน "ก้างแขนง" "ก้างย่อย" และ "ก้างฝอย" ต้องไม่สับสน หรือใส่ไว้ผิดที่ อ่านเข้าใจง่าย และถ้าเป็นองค์ประกอบของ "ผลดี" ก็สามารถบอกได้ว่าเป็น

ส่วนประกอบอะไร หรืออย่างไร ของผลดีนั้น ข้อความบนก้างแขนงแต่ละก้าง ไม่ควรซ้ำซ้อนกัน และมีแบ่งเป็นกลุ่ม ที่แตกต่างกันโดยไม่มีการสับสน

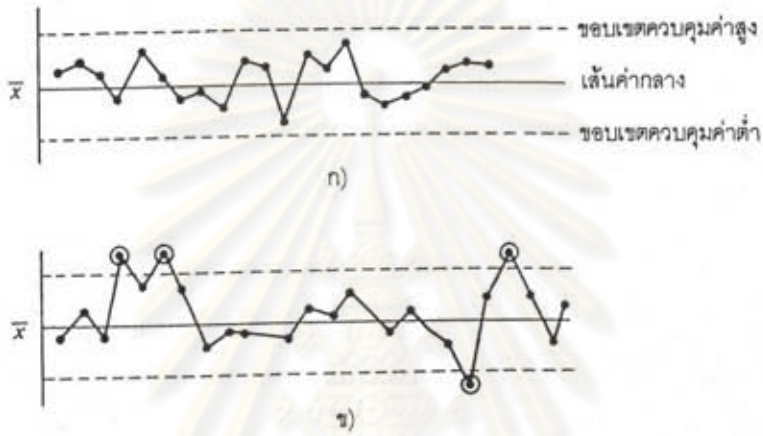
(4) ใช้ถูกขั้นตอนและถูกวัตถุประสงค์ การใช้ แผนภูมิก้างปลาให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องใช้ให้ถูกต้องตามขั้นตอน

แผนภูมิควบคุม (Hitoshi Kume, ED. , 2535)

แผนภูมิควบคุม (CONTROL CHART) คือ แผนภูมิหรือแผ่นกราฟที่เขียนขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยข้อมูลจากข้อกำหนดทางเทคนิค (SPECIFICATION) ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ทำการผลิตและต้องการจะควบคุมนั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิตขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งโดยการตรวจวัดค่าซึ่งวัดได้ (VARIABLE) ที่เรียกว่า **ค่าวัด** หรือการนับจำนวนของค่าที่เป็น หน่วยนับ (ATTRIBUTE) แล้วเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้น ๆ ซึ่งจะมี 3 เส้น (โดยปกติ) ได้แก่ **เส้นค่ากลาง** คือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนด หรือเป้าหมายของการผลิต พร้อมกับเส้นแสดงขอบเขตควบคุมค่าสูง และ เส้นแสดงขอบเขตควบคุมค่าต่ำที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่ในขอบเขตควบคุมนี้ก็ถือว่า ผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันทีต่อไป

แผนภูมิควบคุมได้ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกโดย W.A.Shewhart ในปี ค.ศ.1924 ขณะที่เขาปฏิบัติงานอยู่กับ BELL TELEPHONE LABORATORIES ในสหรัฐอเมริกา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แสดงตัวอย่างแผนภูมิควบคุม 2 กรณี

ก. แสดงแผนภูมิควบคุมซึ่งบ่งบอกถึงสถานภาพในการผลิตขณะนั้นว่า อยู่ในควบคุม

ข. แสดงแผนภูมิควบคุมซึ่งบ่งบอกว่าการผลิตในขณะนั้นอยู่นอกควบคุม จะต้องได้รับการแก้ไขและกำจัดสาเหตุแห่งปัญหาต่อไป

รูปที่ 2.9 แผนภูมิควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตทั้งหลายย่อมมีความผันแปร (VARIATION) เกิดขึ้นกับชิ้นงานหรือผลผลิตได้ ความผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติและอนุญาตหรือยอมให้เกิดขึ้นได้ในการผลิตโดยไม่ก่อความเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ความผันแปรบางชนิดมีผลกระทบมากและมีผลเสียต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะทำให้ขนาดของชิ้นงาน หรือคุณสมบัติบางประการ) ผิดไปจากมาตรฐานกำหนด ดังนั้น การเข้าใจในสาเหตุแห่งความผันแปรจึงเป็นสิ่งสำคัญ

สาเหตุสำคัญของความผันแปร

ความผันแปรต่าง ๆ มีผลมาจากสาเหตุสำคัญ ๆ 2 ชนิดคือ

1. สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย หรือสาเหตุโดยบังเอิญ (CHANCE CAUSE)

เป็นกลุ่มสาเหตุของความผันแปรที่ไม่มีความรุนแรง และไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ เกิดจากความผันแปรหรือความแตกต่างเล็ก ๆ น้อย ๆ ของวัตถุดิบ และปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ซึ่งแน่นอนที่สุดว่า ไม่มีของสองสิ่งที่เหมือนกันทุกประการ วัตถุดิบ 100 ชิ้นที่มีขนาดตรงตามสเป็คทั้ง 100 ชิ้นก็ จะมีขนาดแต่ละชิ้นที่แตกต่างกันออกไป เพียงแต่ว่าความแตกต่างเหล่านั้นอยู่ในพิกัดที่ข้อกำหนดทางเทคนิคได้อนุญาตเอาไว้แล้วในค่า พิกัดความเผื่อ (TOLERANCE) ของชิ้นงานหรือขนาดวัดต่าง ๆ ของชิ้นงาน

ฉะนั้น ความผันแปรในคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เกิดจาก สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย ของการผลิตจึงเป็นสิ่งที่ยอมรับได้ในการควบคุมคุณภาพด้วยแผนภูมิควบคุมนี้

2. สาเหตุที่ระบุได้ หรือสาเหตุที่กำจัดได้ (ASSIGNABLE CAUSE)

เป็นกลุ่มสาเหตุของความผันแปรที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ ความชำรุด ความไม่ได้เกณฑ์ ฯลฯ ของปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และไม่ใช่เป็นปกติวิสัยหรือธรรมชาติของการผลิตในเรื่องนั้น ๆ จำเป็นจะต้องได้รับการกำจัดหรือแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของงานผลิตกลับเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้งได้

ในแผนภูมิควบคุม เมื่อมีจุด(ซึ่งเขียนจากการเก็บข้อมูลและวัดค่าผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจากการผลิต) ไปปรากฏอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม ย่อมแสดงว่าได้เกิดมีสาเหตุที่ระบุได้เกิดขึ้นมาในกระบวนการผลิตนั้นแล้ว และเรียกสภาวะการผลิตอันนั้นว่า กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม (THE PROCESS IS OUT OF CONTROL) ส่วนกระบวนการผลิตที่มีผลงานซึ่งเขียนแสดงด้วยแผนภูมิ

ควบคุมแล้วไม่มีจุดใดอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุมเราเรียกว่า กระบวนการผลิตนั้นอยู่ในควบคุม (THE PROCESS IS IN CONTROL) ส่วนความผันแปรเล็ก ๆ น้อย ๆ ระหว่างจุดต่าง ๆ ที่พล็อตต่อเนื่องกันนั้นเป็นผลจาก สาเหตุที่เป็นปกติวิสัย ซึ่งยอมรับให้มีได้ในกระบวนการผลิต ๆ นั้น ๆ

ก่อนสร้างแผนภูมิควบคุม เราจำเป็นจะต้องทราบขนาดของความผันแปร (VARIATION) ที่เกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัยของกระบวนการผลิตนั้นก่อน ซึ่งในการนี้เราจะแบ่งข้อมูลที่วัดได้ออกเป็น กรุ๊ปย่อย (SUBGROUPS) โดยที่ตัวแปรอื่น ๆ ยังคงที่เมื่อเราหาค่าความผันแปรภายใน กรุ๊ปย่อยนั้นได้โดยประมาณ เราก็ใช้เป็นค่าประมาณของความผันแปรที่จะเกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัย

แม้ว่าแผนภูมิควบคุมจะมีหลายชนิดก็ตาม แต่ที่พบเสมอและมีหลักการเดียวกันก็คือ แผนภูมิควบคุม ชนิด 3 ซิกม่า (3-SIGMA CONTROL CHART) กล่าวคือเป็นแผนภูมิควบคุมที่มีระยะห่างของเส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง (UPPER CONTROL LIMIT) ห่างจากเส้นค่ากลาง (CENTRAL LINE) อยู่เท่ากับ 3 หน่วยซิกม่า หรือ 3s เมื่อ s = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลจากกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่เป็นปกติวิสัยในกระบวนการผลิตนั้น และหากมีเส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (LOWER CONTROL LIMIT) ก็จะห่างหรือต่ำจากเส้นค่ากลางอยู่ -3s เช่นกัน

ชนิดของแผนภูมิควบคุม (TYPES OF CONTROL CHART)

แผนภูมิควบคุมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ โดยพิจารณาจากคุณลักษณะของตัวแปรที่ใช้เขียนแผนภูมิ คือ

1. แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าต่อเนื่องหรือเป็นข้อมูลจากหน่วยวัด (CONTINUOUS VALUE)

2. แผนภูมิควบคุมชนิดข้อมูลมีค่าเป็น ค่าแจงนับ (DISCRETE VALUE) หรือ มีค่าเต็มหน่วย ซึ่งเป็นข้อมูลจาก หน่วยนับ

ในตาราง แสดงชนิดของแผนภูมิควบคุม

ลักษณะจำเพาะของค่าที่จะควบคุม	ชื่อแผนภูมิควบคุมที่ใช้
1. ข้อมูลมีค่าต่อเนื่องหรือข้อมูลจากหน่วยวัด	$\bar{x}$-R Chart (แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย)
	x Chart (แผนภูมิควบคุมค่าวัด)
2. ข้อมูลแบบค่าแจงนับหรือข้อมูลจากหน่วยนับ	pn Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสีย)
	p Chart (แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย)
	c Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิ)
	u Chart (แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิต่อชิ้น)

ตารางที่ 2.3 ชนิดของแผนภูมิควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะเฉพาะตัวของแผนภูมิควบคุมสำคัญ ๆ

1. $\bar{x}$-R Chart

เป็นแผนภูมิควบคุมที่อาศัยค่าหน่วยวัด (x) และค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของกลุ่มข้อมูลในการควบคุม โดยหน่วยวัด (x) อาจเป็นขนาดความยาว น้ำหนัก ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะของของเหลว เป็นต้น หรือปริมาณน้ำหนักต่อ 1 หน่วยบรรจุ (เช่นน้ำหนักของเนื้อแป้งภายใน 1 กระป๋องที่บรรจุเสร็จแล้ว)

$\bar{x}$ จะหาได้จากค่าเฉลี่ยของ x ใน กรุ๊ปย่อย (SUBGROUP) และค่า R หรือ พิสัยก็เป็นค่าพิสัยของ x ภายในกรุ๊ปย่อยนั้นเรามักจะใช้ $\bar{x}$ Chart คู่กับ R Chart เพื่อควบคุมความผันแปรภายในกรุ๊ปย่อย

2. x Chart

เป็นแผนภูมิควบคุมที่ใช้ตัวเลขค่าวัด (x) โดด ๆ แต่ละตัวมาพล็อตลงในแผนภูมิโดยไม่หาค่าเฉลี่ยของค่าวัดจากกรุ๊ปย่อยก่อนอาจเป็นเพราะว่าการสุ่มตัวอย่างกระทำห่างกันและเก็บเป็นตัวข้อมูลโดด ๆ ก็ได้ ค่าพิสัย (R) ของกรุ๊ปย่อยจึงไม่มี (เพราะมีข้อมูลเพียง 1 ตัว) จึงอาศัยพิสัยเคลื่อนที่ (MOVING RANGE) ซึ่งวัดเทียบกันระหว่างค่าวัดที่อยู่ต่อเนื่องกันเป็นหลักในการคำนวณหาค่าขอบเขตควบคุม

3. pn Chart, p Chart

เป็นแผนภูมิควบคุมสำหรับกรณีนับจำนวนของเสีย หรือชิ้นงานชำรุด (DEFECTIVES) หรือค่าสัดส่วนของเสีย (FRACTION DEFECTIVE) ที่เกิดจากกระบวนการผลิตหนึ่ง ๆ

หากขนาดของสิ่งตัวอย่าง มีค่าคงที่ (คือ จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ชักออกมาแต่ละครั้งเท่ากัน) จะใช้ pn Chart

หากขนาดของสิ่งตัวอย่าง มีค่าไม่คงที่ (คือ จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ชักออกมาแต่ละครั้งไม่เท่ากัน) จะใช้ p Chart

ชนิดของแผนภูมิควบคุม	Upper Control Limit (UCL), Central Line (CL), Lower Control Limit (LCL)
$\bar{x}$	UCL $= \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$ CL $= \bar{\bar{x}}$ LCL $= \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$
R	UCL $= D_4\bar{R}$ CL $= \bar{R}$ LCL $= D_3\bar{R}$
x	UCL $= \bar{x} + 2.66\bar{R}s$ CL $= \bar{x}$ LCL $= \bar{x} - 2.66\bar{R}s$
pn	UCL $= \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$ CL $= \bar{p}n$ LCL $= \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$
p	UCL $= \bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$ CL $= \bar{p}$ LCL $= \bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$
c	UCL $= \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$ CL $= \bar{c}$ LCL $= \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$
u	UCL $= \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n}$ CL $= \bar{u}$ LCL $= \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n}$

หมายเหตุ UCL = ขอบเขตควบคุมค่าสูง *(Upper Control Limit)*

LCL = ขอบเขตควบคุมค่าต่ำ *(Lower Control Limit)*

CL = เส้นค่ากลาง *(Central Line)*

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลและสูตรคำนวณของแผนภูมิแต่ละชนิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. c Chart, u Chart

แผนภูมิควบคุมทั้ง 2 ชนิดนี้ ใช้ควบคุมจำนวนรอยตำหนิ (DEFECTS) ที่ปรากฏบน 1 หน่วยผลิตภัณฑ์ หรือต่อ 1 ครั้งที่มีการตรวจสอบ

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดหรือหน่วยวัดที่คงที่ เช่น ชิ้นงานรุ่นหนึ่ง ๆ (ทีวีขนาด 14" 1 เครื่อง) หรือต่อ 1 หน้ากระดาษเราจะใช้แผนภูมิ c Chart เพื่อกำหนดจำนวนรอยตำหนิต่อ 1 หน่วยผลิตภัณฑ์(เช่น จำนวนรอยบัดกรีที่เสียต่อทีวี 14" แต่ละเครื่อง)

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดหรือหน่วยวัดขณะทำการชักสิ่งตัวอย่างเก็บข้อมูลที่ไม่แน่นอน เช่น รอยตำหนิ / บกพร่อง บนผืนผ้าทอหรือผ้าพิมพ์ เราจะใช้ u Chart ในการควบคุม

วิธีสร้างแผนภูมิควบคุม

1. การสร้างแผนภูมิแบบ $\bar{x}$-R Chart

กรุ๊ปย่อยที่	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	Σx	$\bar{x}$	R
1	47	32	44	35	20	178	35.6	27
2	19	37	31	25	34	146	29.2	18
3	19	11	16	11	44	101	20.2	33
4	29	29	42	59	38	197	39.4	30
5	28	12	45	36	25	146	29.2	33
6	40	35	11	38	33	157	31.4	29
7	15	30	12	33	26	116	23.2	21
8	35	44	32	11	38	160	32.0	33
9	27	37	26	20	35	145	29.0	17
10	23	45	26	37	32	163	32.6	22
11	28	44	40	31	18	161	32.2	26
12	31	25	24	32	22	134	26.8	10
13	22	37	19	47	14	139	27.8	33
14	37	32	12	38	30	149	29.8	26
15	25	40	24	50	19	158	31.6	31
16	7	31	23	18	32	111	22.2	25
17	38	0	41	40	37	156	31.2	41
18	35	12	29	48	20	144	28.8	36
19	31	20	35	24	47	157	31.4	27
20	12	27	38	40	31	148	29.6	28
21	52	42	52	24	25	195	39.0	28
22	20	31	15	3	28	97	19.4	28
23	29	47	41	32	22	171	34.2	25
24	28	27	22	32	54	163	32.6	32
25	42	34	15	29	21	141	28.2	27
					Total		746.6	686
					ค่าเฉลี่ย		$\bar{\bar{x}}$= 29.86	$\bar{R}$= 27.44

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างข้อมูล

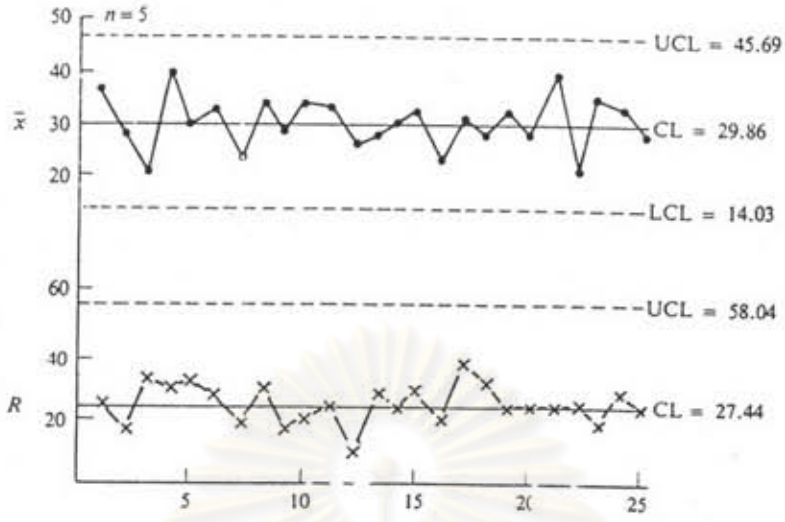
ตารางที่ 2.6 การสร้าง $\bar{x}$-R CHART

วิธีการ	ตัวอย่าง
ขั้นที่ 1 : เก็บรวบรวมข้อมูล ควรจะเก็บข้อมูลประมาณ 100 ตัว โดยแบ่งเป็นกรุ๊ปย่อยขนาดกรุ๊ปละ 4-5 ข้อมูล จะได้จำนวนกรุ๊ปย่อย 20 - 25 กรุ๊ป ตาราง 7.3 เป็นตัวอย่างแผ่นข้อมูลที่เหมาะสม	**ขั้นที่ 1 :** (ดูข้อมูลในตาราง 7.3) คำนวณค่า Σx, $\bar{x}$ และ R
ขั้นที่ 2 : คำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) หาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ของเฉพาะภายในกรุ๊ปย่อย สูตร $\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$ เมื่อ n คือ ขนาดของกรุ๊ปย่อย ปกติ $\bar{x}$ เราจะหารให้มีทศนิยมมากกว่าค่า x อีก 1 ตำแหน่ง เพื่อความละเอียดถูกต้องยิ่งขึ้น	**ขั้นที่ 2 :** ในที่นี้ $n = 5$ $\Sigma n = x_1+x_2+x_3+x_4+x_5$ $\therefore \quad x_1 = [47+32+44+35+20] \times \frac{1}{5}$ $= 178 \div 5 = 35.6$ เอาใส่ในช่อง $\bar{x}$ ทำทุกกรุ๊ปย่อยจนครบ ส่วนค่า R ก็ดูจากสายตา โดยเอาค่า x น้อยสุดไปลบจากค่า x มากสุดภายในกรุ๊ปย่อยเดียวกัน แล้วเติมในตาราง
ขั้นที่ 3 : คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย ($\bar{\bar{x}}$) หาค่า x เฉลี่ยของทุกกรุ๊ปย่อย สูตร $\bar{\bar{x}} = \frac{\Sigma \bar{x}}{k}$ เมื่อ k คือ จำนวนกรุ๊ปย่อย ค่า $\bar{\bar{x}}$ จะต้องให้ละเอียดถึงทศนิยมมากกว่า $\bar{x}$ อีก 1 ตำแหน่ง	**ขั้นที่ 3 :** ในที่นี้ $\Sigma \bar{x} = 746.6$ และ $k = 25$ $\therefore \bar{\bar{x}} = \frac{\Sigma \bar{x}}{k} = \frac{746.6}{25}$ $\therefore \bar{\bar{x}} = 29.86$
ขั้นที่ 4 : คำนวณหาค่าพิสัย (R) พิสัย R ของแต่ละกรุ๊ปย่อยหาได้จากการใช้สูตร R = (ค่าสูงสุดในกรุ๊ป)-(ค่าต่ำสุดในกรุ๊ป)	**ขั้นที่ 4 :** ตัวอย่างกรุ๊ปที่ 1 $R = 47 - 20 = 27$ ใส่ลงช่องสุดท้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการ	ตัวอย่าง
ขั้นที่ 5 : คำนวณค่าเฉลี่ยของพิสัย (R) ค่าพิสัยเฉลี่ย $\bar{R}$ คือ ค่าเฉลี่ยของพิสัย (R) ของข้อมูลแต่ละกรุ๊ปย่อย หาได้จากสูตร $\bar{R} = \frac{R_1+R_2+...+R_k}{k}$ เมื่อ k คือ จำนวนกรุ๊ปย่อย	ขั้นที่ 5 : $\bar{R} = \frac{(27+18+...+27)}{25}$ $\therefore \bar{R} = 27.44$
ขั้นที่ 6 : คำนวณค่าเพื่อสร้างเส้นแสดงขอบเขตควบคุม (Control Lines) ของแผนภูมิ $\bar{x}$ และแผนภูมิ R โดยใช้สูตรต่อไปนี้	
6.1 แผนภูมิ $\bar{x}$: • เส้นค่ากลาง (CL) CL = $\bar{\bar{x}}$ = ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ • เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง (UCL) UCL = $\bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$ • เส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (LCC) LCC = $\bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$	6.1 แผนภูมิ $\bar{x}$: • CL = $\bar{\bar{x}}$ = 29.86 • UCL = $\bar{\bar{x}}+A_2\bar{R}$ = 29.86 + (0.577)(27.44) $\therefore$ UCL = 45.69 • LCL = $\bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$ = 29.86-(0.577)(27.44) $\therefore$ LCL = 14.03
บันทึก : ค่า A_2 คือ ค่าคงที่ หาได้จากตาราง7.4 ท้ายการคำนวณนี้	
6.2 แผนภูมิ R • เส้นค่ากลาง CL = $\bar{R}$ = ค่าเฉลี่ยของพิสัย • เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง UCL = $D_4\bar{R}$ • เส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ LCL = $D_3\bar{R}$	6.2 แผนภูมิ R • CL = $\bar{R}$ = 27.44 • UCL = $D_4\bar{R}$ = 2.115 × 27.44 = 58.04 • LCL = ไม่พิจารณา (ไม่มีค่า D_3)
บันทึก : ค่า D_3 กับ D_4 หาได้จากตาราง 7.4 และตาราง A.2 ในภาคผนวก	บันทึก : จากตาราง A.2 ในภาคผนวก เราจะพบว่าที่ขนาดของกรุ๊ปสิ่งตัวอย่างน้อยกว่า 7 แล้ว ค่า D_3 จะไม่ปรากฏ หมายความว่า ไม่มีค่า D_3 และ LCL ไม่ต้องใช้

วิธีการ	ตัวอย่าง
ขั้นที่ 7 : เขียนเส้นขอบเขตควบคุมทั้ง 3 เส้น ใช้กระดาษกราฟทั่วไปเขียนแกนนอนและแกนตั้ง จากนั้นแบ่งสเกลของทั้ง 2 แกน โดยแกนตั้งพยายามให้ระยะห่างระหว่างเส้นขอบเขตควบคุมมาถึงเส้นกึ่งกลางมีขนาด 2 ถึง 3 ซม. และเรามักนิยมเขียนเส้นค่ากลาง (CL) ด้วยเส้นเต็มและเส้นขอบเขตควบคุม (ULL,LCL) ด้วยเส้นประ(เส้นไข่ปลา)	**ตารางที่ 7.4 ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับ $\bar{x}$-R Chart** ขนาดของกลุ่มย่อย (n) | $\bar{x}$ Chart A_2 | R Chart D_3 | R Chart D_4 | R Chart d_2 2 | 1.880 | - | 3.267 | 1.128 3 | 1.023 | - | 2.575 | 1.693 4 | 0.729 | - | 2.283 | 2.059 5 | 0.577 | - | 2.115 | 2.326 6 | 0.483 | - | 2.004 | 2.534
ขั้นที่ 8 : พล็อตค่าข้อมูลลงในแผนภูมิ ให้นำค่าในตารางข้อมูลมาพล็อตลงในแผนภูมิทีละจุด ใช้จุด (.) แทนข้อมูล สำหรับ $\bar{x}$ Chart และ กากบาท(×) สำหรับข้อมูลใน R Chart ถ้าจะให้กราฟสวยงามควรกำหนดระยะห่างระหว่างจุดที่พล็อตโดยกำหนดบนแกนนอนระหว่าง 2-5 มม. - จะได้จุดต่างๆ จากนั้นลากเส้นตรงต่อจุด - หากพบว่ามีจุดใดอยู่นอกขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าทางค่าสูงหรือทางค่าต่ำ) ให้เขียน วงกลมล้อมรอบจุดนั้นเอาไว้	
ขั้นที่ 9 : เติมข้อความที่จำเป็นให้ครบ - มุมซ้ายบนของ $\bar{x}$ Chart ควรระบุค่า n ของกลุ่มย่อย ในที่นี้ n=5 - ใส่ตัวเลขท้ายอักษรกำกับเส้นควบคุมทั้งUCL, CL และ LCL - อย่าลืมใส่อักษร $\bar{x}$ กับ R ไว้ที่แกนตั้งด้วย - อาจเขียนรายละเอียด เช่น วัน เดือน ปี ที่เก็บข้อมูล ช่วงเวลา เครื่องจักร หรือกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนชื่อของผู้ทำ	**ขั้นที่ 9 :** ดูรูปตัวอย่างในรูป 7.2ท้ายตาราง แสดงวิธีการนี้ **บันทึก :** โดยความนิยมแล้วเมื่อเขียน $\bar{x}$-R Chart คู่กัน มักจะเขียน $\bar{x}$ Chart อยู่บน และR Chart อยู่ล่าง จัดให้แนวดิ่งตรงกันเสมอเพื่อสะดวกในการอ่านและวิเคราะห์ผลต่อไป



รูปที่ 2.10 $\bar{x}$-R CHART

2. การเขียน pn Chart

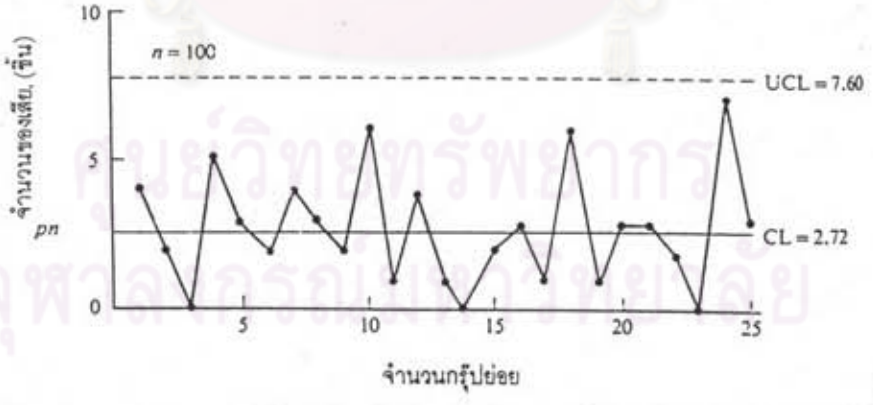
ตารางที่ 2.7 การสร้าง pn CHART

วิธีการ	ตัวอย่าง
ขั้นที่ 1 : เก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจาก *pn* Chart เป็นแผนภูมิควบคุมสำหรับตัวแปรที่เป็นหน่วยนับ เช่น จำนวนชิ้นของเสียกับของดีจึงต้องเก็บข้อมูลและจัดทำในตารางข้อมูลที่เหมาะสม - ในการเก็บข้อมูลให้ใช้ขนาดกรุ๊ปย่อยโตพอที่จะทำให้เราตรวจพบ ชิ้นงานเสียจำนวน 1 ถึง 5 ชิ้นต่อ 1 กรุ๊ปย่อยโดยเฉลี่ย และควรเก็บข้อมูลจำนวน 20 ถึง 25 กรุ๊ป (สำหรับการเขียนแผนภูมิควบคุม 1 แผนภูมิ) ดังแสดงในตาราง 7.5 **บันทึก** : (เพื่อความเข้าใจง่ายขึ้น) ในตาราง 7.5 เราจะพบว่า *pn* คือจำนวนของเสียที่พบ(ชิ้น) เพราะ *p* คือ สัดส่วนของเสียต่อการชักสิ่งตัวอย่างขนาด *n* ชิ้น	**ขั้นที่ 1 : เก็บรวบรวมข้อมูล** ดูตาราง 7.5 ต่อไปนี้ **ตาราง 7.5 ข้อมูลสำหรับ *pn* Chart**

กรุ๊ปย่อยที่	ขนาดของกรุ๊ปย่อย n	จำนวนของเสียที่พบในชิ้น
1	100	4
2	100	2
3	100	0
4	100	5
5	100	3
6	100	2
7	100	4
8	100	3
9	100	2
10	100	6
11	100	1
12	100	4
13	100	1
14	100	0
15	100	2
16	100	3
17	100	1
18	100	6
19	100	1
20	100	3
21	100	2
22	100	2
23	100	0
24	100	7
25	100	3
Total	$\Sigma n = 2500$	$\Sigma pn = 68$

วิธีการ	ตัวอย่าง
ดังนั้น $p = \frac{\text{จำนวนของเสีย(ชิ้น)}}{n}$ นั่นคือ จำนวนชิ้นของเสีย $= pn$ โดยทั่วไปเมื่อ $n = 100$ ชิ้นต่อการชักตัวอย่าง 1 ครั้งแล้ว ค่า p ที่ได้จะกลายเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียไปโดยปริยาย (Percent Defective)	
ขั้นที่ 2 : หาค่าเฉลี่ยของค่าสัดส่วนของเสีย ($\bar{p}$) $\bar{p} = \frac{\text{จำนวนของเสียทั้งหมด}}{\text{จำนวนสิ่งตัวอย่างทั้งหมด}}$ $\bar{p} = \frac{\Sigma(pn)}{k \times n}$ เมื่อ k คือจำนวนกรุ๊ปย่อยซึ่งแต่ละกรุ๊ปมีขนาด n สิ่งตัวอย่างและมีจำนวนของเสียเท่ากับ pn ชิ้นต่อกรุ๊ป	**ขั้นที่ 2 :** $\bar{p} = \frac{\Sigma pn}{k \times n} = \frac{68}{25 \times 100} = 0.0272$
ขั้นที่ 3 : คำนวณหาเส้นขอบเขตควบคุม **สูตรสำคัญ :** • เส้นค่ากลาง (CL) $CL = \bar{p}n$ • เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง (UCL) $UCL = \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n\,(1-\bar{p})}$ • เส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (LCL) $LCL = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n\,(1-\bar{p})}$ **บันทึก :** กรณีค่า LCL ถ้าหากว่าเป็นค่าลบ เราจะไม่คิดค่า LCL คงคิดที่ค่าศูนย์เท่านั้น เพราะเหตุว่าจำนวนชิ้นของเสียนั้นค่าน้อยที่สุด คือ ศูนย์ หมายความว่า ไม่พบแม้แต่ 1	**ขั้นที่ 3 :** • $CL = \bar{p}n = 0.0272 \times 100 = 2.72$ • $UCL = \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n\,(1-\bar{p})}$ $= 2.72 + 3\sqrt{2.72\,(1-0.0272)}$ $\therefore UCL = 7.60$ • $LCL = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$ $= 2.72 - 3\sqrt{2.72\,(1-0.0272)}$ $\therefore LCL = -2.16$ (ค่าติดลบไม่ใช้)

วิธีการ	ตัวอย่าง
ชิ้น คือ ค่าที่ดีที่สุด (Zero Defects คือ ไม่มีของเสียเลย) ค่าติดลบจึงเป็นไปไม่ได้จึงไม่ใช้ ขั้นที่ 4 : สร้างแผนภูมิควบคุม - แกนนอนเป็นตัวเลขแสดงจำนวนกรุ๊ปย่อย - แกนตั้งเป็นตัวเลขแสดงจำนวนของเสีย - เขียนเส้นเต็มแทนเส้นค่ากลาง (CL) - เขียนเส้นประ 1 หรือ 2 เส้น แทน UCL และ LCL - พล็อตจำนวนชิ้นงานที่เป็นของเสียลงในกราฟแล้วลากเส้นต่อจุดที่พล็อต	ขั้นที่ 4 : ดูรูป 7.3 ประกอบ



รูปที่ 2.11 pn CHART

I16696529.

วิธีอ่านแผนภูมิควบคุม

สิ่งสำคัญที่สุดของการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิควบคุมคือ การอ่านหรือตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ เพื่อโยงเหตุผลไปที่สภาวะของกระบวนการผลิตซึ่งได้ผลิตข้อมูลที่เราได้นำมาเขียนเป็นแผนภูมิควบคุมเพราะอาการผิดปกติต่าง ๆ กระบวนการผลิตที่จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะแสดงออกให้เห็นเป็นรูปธรรมที่แผนภูมิควบคุมนี้เอง และเมื่อเราตรวจพบความผิดปกติของกระบวนการผลิตโดยอ่านจากแผนภูมิควบคุมนี้แล้ว เราจะได้ไปทำการแก้ไขที่สาเหตุของความผันแปรใด ๆ ในกระบวนการผลิตนั้น เพื่อปรับสภาวะการผลิตให้กลับสู่สภาวะที่อยู่ในควบคุม (IN-CONTROLLED) ได้ต่อไป

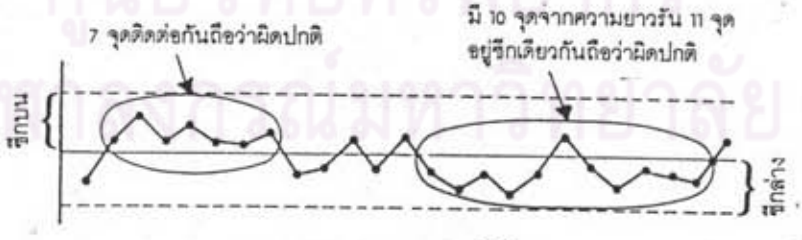
ต่อไปนี้ คือ ข้อแนะนำเกี่ยวกับ 6 ลักษณะอาการสำคัญเพื่อการอ่านแผนภูมิควบคุม

1. จุดอยู่นอกควบคุม

พบได้ชัดเจน คือ มีจุดในแผนภูมิปรากฏอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุม เรียกว่า จุดอยู่นอกควบคุม (OUT OF CONTROL) (อาจนอกที่ค่าสูงหรือนอกที่ค่าต่ำก็ได้)

2. การเกิดรัน (RUN)

เมื่อมีจุดปรากฏติดต่อกันบนซีกใดซีกหนึ่งของเส้นค่ากลาง เราเรียกว่า เกิดรัน (RUN) ความยาวของรันแต่ละชุดนับจากจำนวนจุดในชุดนั้น และรันที่มีความยาวตั้งแต่ 7 จุดขึ้นไป เราตีความได้ว่า "ได้เกิดความผิดปกติขึ้นแล้วในการผลิตช่วงที่เกิดรันนั้น" (โปรดดูรูป ประกอบ)



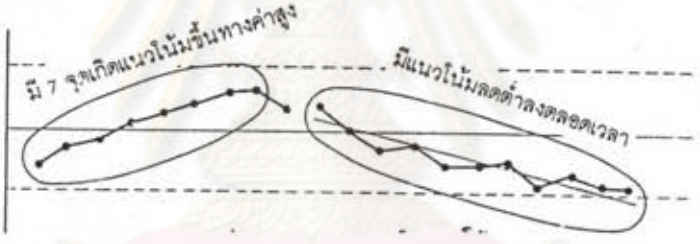
รูปที่ 2.12 แสดงการเกิดรัน

นอกจากหลักเกณฑ์ 2 ข้อข้างต้นในการตีความจากการเกิดรันแล้ว ยังมีกฎเกณฑ์ต่อไปนี้เพิ่มเติมอีก และใน 2 กรณีต่อไปนี้ถือว่ามีสิ่งผิดปกติ เช่นกันคือ

1. มีจุดอย่างน้อย 12 จุด จาก 14 จุด อยู่ซีกเดียวกัน
2. มีจุดอย่างน้อย 16 จุด จาก 20 จุด อยู่ซีกเดียวกัน

3. การเกิดแนวโน้ม

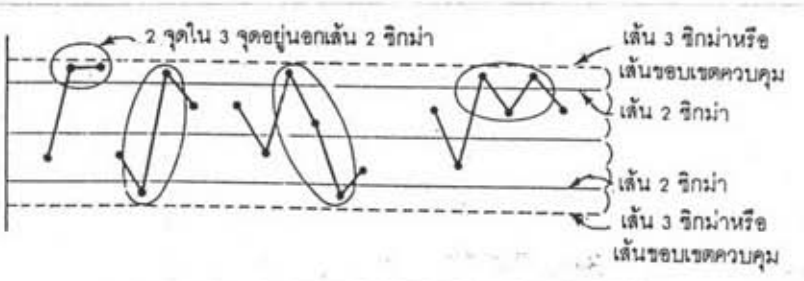
การที่มีจุดต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดียวกันอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการสลับฟันปลาเลยมีผลทำให้เส้นต่อจุดเหล่านั้นคล้าย ๆ เส้นตรงพาดขึ้นหรือพาดลง เช่นนี้ เราเรียกว่า มีการเกิดแนวโน้ม (TREND) ขึ้นในแผนภูมิควบคุม แนวโน้มที่ว่านี้คือแนวโน้มที่กำลังบอกเราว่า ค่าเฉลี่ยของขนาดควบคุมที่ผลิตได้จากกระบวนการผลิตนั้นกำลังมีปัญหา หรือมีแนวโน้มจะเคลื่อนไปจากขนาดกำหนดที่ได้ตั้งเอาไว้แต่แรก (โปรดดูรูป ประกอบ)



รูปที่ 2.13 การเกิดแนวโน้ม

4. การเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม

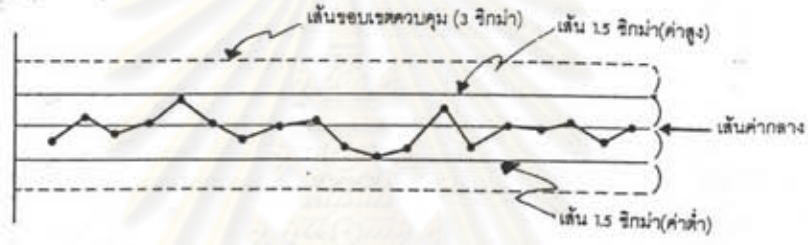
หากเราแบ่งระยะ 3 ซิกม่า (3s) จากเส้นค่ากลางออกเป็นเส้น 2 ซิกม่า แล้วพบว่ามีจุด 2 ใน 3 จุดที่อยู่ต่อเนื่องกันในแต่ละช่วงได้ตกไปอยู่ในพื้นที่ระหว่างเส้น 2 ซิกม่า กับเส้นขอบเขตควบคุม (3 ซิกม่า) ถือว่าได้เกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุมแล้วเป็นการบอกว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแล้ว (ดูรูป)



รูปที่ 2.14 การเกิดการเข้าใกล้เส้นขอบเขตควบคุม

5. การเกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง

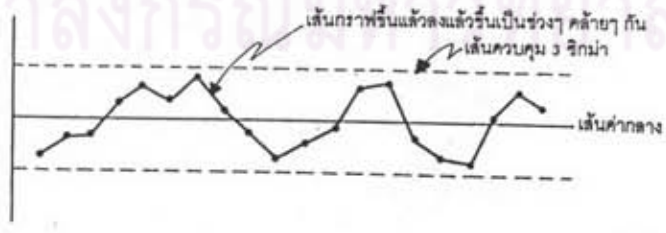
หากพบว่าเส้นกราฟทั้งหมดตกอยู่ในระหว่างเส้น 1.5 ซิกม่า นับจากเส้นค่ากลางขึ้นไปและลงมาแล้ว ไม่ได้หมายความว่า กระบวนการผลิตนั้นอยู่ในควบคุมแต่กลับแสดงว่า คงจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการกำหนดขนาดของกรุ๊ปย่อย ข้อมูลอาจมีการปะปนกันของข้อมูลที่นำมาจากต่างประชากรกันและเกิดปะปนกันในกรุ๊ปย่อยก็ได้ จึงทำให้เส้น 3 ซิกม่าที่เขาใช้กว้างเกินไปกว่าลักษณะข้อมูลปะปนกันนั้น จะต้องตรวจสอบทบทวนวิธีการเก็บข้อมูลใหม่ซึ่งเราเรียกลักษณะอาการนี้ว่าเกิดการเข้าใกล้เส้นค่ากลาง (APPROACH TO THE CENTRAL LINE) (ดูรูป)



รูปที่ 2.15 การเกิดการใกล้ค่ากลาง

6. การเกิดวัฏจักร

มีลักษณะ คือ ค่าในเส้นกราฟจะเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ มีลักษณะเป็นวงจรวงรอบหรือวัฏจักรที่เกือบจะทำนายลักษณะเส้นกราฟในช่วงต่อ ๆ ไปได้ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า เกิดวัฏจักร (PERIODICITY) ซึ่งถือว่าเกิดความผิดปกติเช่นกัน (ดูรูป ประกอบ)



รูปที่ 2.16 การเกิดวัฏจักร

การควบคุมกระบวนการผลิตโดยแผนภูมิควบคุม

เมื่อเราได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะจำเพาะทางคุณภาพกับปัจจัยของกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ เราต้องหาวิธีเพื่อควบคุมปัจจัยกระบวนการผลิตแต่ละตัวเพื่อให้ผลผลิตจากกระบวนการผลิตนั้นมีคุณภาพตามที่เราต้องการ ขั้นตอนนี้เรียกว่า "การควบคุมกระบวนการผลิต" (PROCESS CONTROL) เครื่องมือที่ใช้เพื่อช่วยในการควบคุมกระบวนการผลิตก็คือแผนภูมิควบคุมซึ่งจะช่วยบอกความผิดปกติของปัจจัยการผลิต และ ควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ในสภาวะที่ต้องการ

1. ลักษณะจำเพาะเพื่อใช้ควบคุม

ตัวแปร ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการผลิตนั้น เรียกว่า ลักษณะจำเพาะเพื่อใช้ควบคุม (CONTROL CHARACTERISTIC) หากเราเลือกตัวแปรดังกล่าวไม่เหมาะสม ย่อมส่งผลต่อคุณภาพในการควบคุมกระบวนการผลิตนั้นด้วย การเลือกตัวแปรเพื่อทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการผลิตที่ดีควรพิจารณาดังนี้

ก. ค่าของตัวแปรที่เป็นลักษณะจำเพาะ จะต้องสามารถสะท้อนให้เห็นสภาวะของกระบวนการผลิตนั้นได้อย่างถูกต้อง

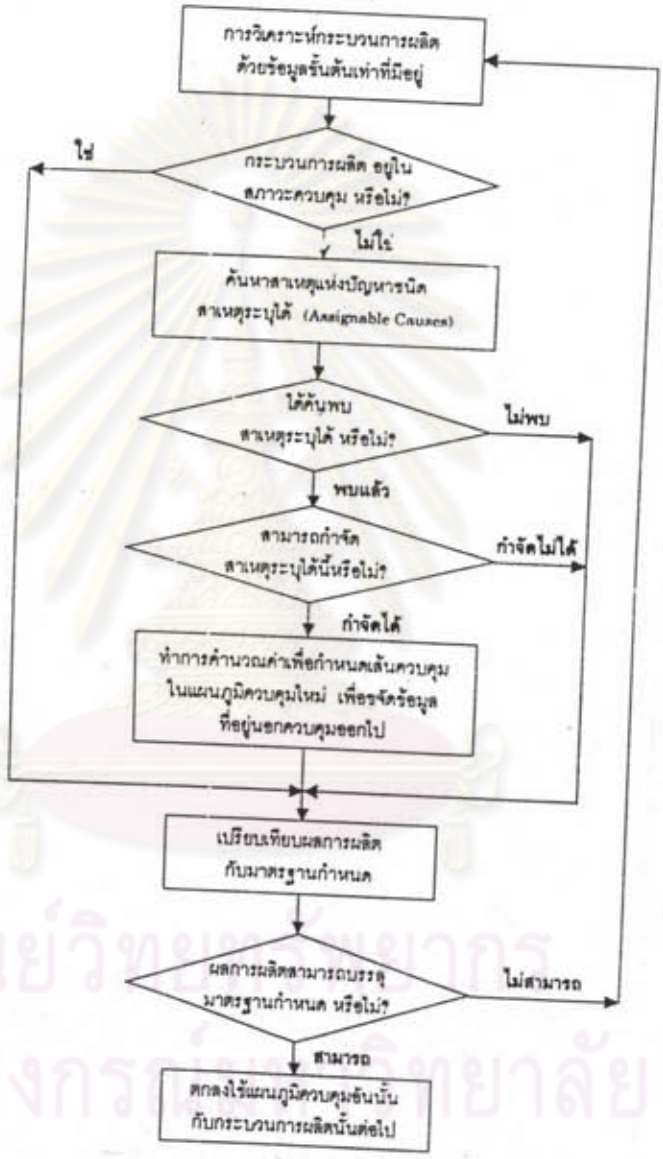
ข. ผลกระทบจากปัจจัยภายนอกต่อตัวแปรดังกล่าว ต้องไม่มีหรือมีน้อยที่สุด

ค. ผลลัพธ์หรือการตรวจวัดค่าตัวแปรต้องกระทำได้ในทันที

ง. การชักสิ่งตัวอย่างและการวัดค่าของตัวแปรควรจะมีค่าใช้จ่ายต่ำและสมเหตุสมผล

2. การพิจารณากำหนดเส้นขอบเขตควบคุม

ในการใช้แผนภูมิควบคุม เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตนั้นสิ่งสำคัญที่เราต้องสนใจก็คือสมรรถนะของกระบวนการนั้นเพียงพอหรือไม่ และค่าพิสัยของตัวแปรที่ใช้เป็นลักษณะจำเพาะเพื่อควบคุมนั้นอยู่ในพิกัดตามสเปคของงานนั้นหรือไม่หากพบว่าประเด็นดังกล่าวไม่อยู่ในควบคุมแล้ว วิธีแก้ไขก็คือการกำหนดเส้นควบคุมชั่วคราวขึ้นมาก่อนเพื่อช่วยในการบ่งชี้สถานภาพของกระบวนการผลิตในขณะนั้นขณะที่กิจกรรมเพื่อค้นหาและกำจัดต้นเหตุแห่งปัญหากำลังดำเนินไปอยู่นั้น เมื่อแก้ไขต้นเหตุของปัญหาไปแล้วและพบว่าเส้นควบคุมในแผนภูมิควบคุมชั่วคราวนั้นใช้ได้ ก็สามารถขยายผลของเส้นควบคุมต่อไปเพื่อใช้ควบคุมกระบวนการผลิตนั้น ๆ ต่อไป ขั้นตอนเช่นว่านี้ได้แสดงเป็นภาพดังรูป



รูปที่ 2.17 ขั้นตอนการใช้แผนภูมิควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การปรับเปลี่ยนเส้นควบคุมในแผนภูมิควบคุม

เส้นควบคุม (CONTROL LINES) ที่ใช้ในแผนภูมิควบคุม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เส้นขอบเขตควบคุม (CONTROL LIMIT) จะมีค่าอยู่ 2 ค่า คือ เส้นขอบเขตควบคุมค่าสูง (UPPER CONTROL LIMIT; UCL) และเส้นขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (LOWER CONTROL LIMIT; LCL) นั้นมีความสัมพันธ์กับสภาวะของกระบวนการผลิตนั้น ๆ เป็นอย่างมาก หากมีค่ากำหนดที่ไม่เหมาะสมแล้วจะมีผลให้ข้อมูลที่ปรากฏบนแผนภูมิควบคุม ขาดความถูกต้องและน่าเชื่อถือไปทันที ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของเส้นขอบเขตควบคุมทั้งสองอยู่เสมอ โดยการสังเกตจากความแปรเปลี่ยนของค่าพิสัยของข้อมูลในแผนภูมิควบคุมนั้น

4. มาตรฐานการปฏิบัติงาน

ในการรักษาให้กระบวนการผลิตใดอยู่ภายใต้สภาวะควบคุมได้อย่างต่อเนื่องนั้น เราจำต้องรวบรวมบรรดาตัวแปรซึ่งเป็นลักษณะจำเพาะของกระบวนการผลิตนั้นไว้ และพยายามป้องกันหรือหลีกเลี่ยงมิให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงใด ๆ ต่อปัจจัยเหล่านี้ วิธีการหนึ่งก็คือ การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตนั้นๆ ขึ้นมา เพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะไม่เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงขึ้นในกระบวนการผลิตนั้น เนื่องมาจากการทำงานที่ผิดไปจากเดิมในการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานนั้น ขอให้คำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้ ด้วย

1. มาตรฐานการปฏิบัติงานต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้น

2. มาตรฐานการปฏิบัติงานต้องควบคุมถึงปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อความแปรปรวนของกระบวนการผลิตนั้น

3. ควรต้องปฏิบัติได้จริงและถือเป็นข้อจำกัด (CRITERION) อันหนึ่ง ประจำกระบวนการผลิตนั้น

4. มาตรฐานการปฏิบัติงานนี้จะต้องระบุขั้นตอนสำคัญของแต่ละกิจกรรมเอาไว้

5. ควรมีการทบทวนและปรับแต่งมาตรฐานการปฏิบัติงานนั้นได้

6. ในมาตรฐานการปฏิบัติงานดังกล่าวจะต้องระบุบทบาทหน้าที่ และขอบเขตความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องอย่างชัดเจน

7. ที่มาของมาตรฐานการปฏิบัติงาน ควรแจ้งไว้ให้เข้าใจได้ชัดเจน และกรรมวิธีการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานจะต้องระบุไว้อย่างชัดเจน

8. ในการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน ต้องคำนึงถึงการนำไปใช้เป็นคู่มือได้ในทางปฏิบัติด้วย

9. มาตรการชั่วคราวสำหรับกรณีฉุกเฉินก็ควรมีระบุไว้ด้วย

10. ควรคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงานด้วย พร้อมมาตรการป้องกันความผิดพลาด (FOOL-PROOF)

11. ควรเน้นที่ผลสำเร็จสุดท้ายของงานมากกว่าที่พิธีการหรือกรรมวิธีปฏิบัติ

ในการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน เราต้องคำนึงถึงความสามารถในการควบคุมปัจจัยหลักแห่งสาเหตุของปัญหาให้ได้ อย่างไรก็ดีความสำเร็จแห่งการใช้มาตรฐานการปฏิบัติงานย่อมขึ้นกับการเอาใจใส่อย่างจริงจังของพนักงานผู้ปฏิบัติ งานนั้น นอกจากนี้ ยังควรคำนึงถึงประเด็นเกี่ยวเนื่องอีกด้วย อาทิ การประยุกต์ใช้ การจัดทำเป็นเอกสารอ้างอิง การทบทวนแก้ไข และการจัดฝึกอบรมพนักงาน เป็นต้น

5. การเปรียบเทียบมาตรฐานกำหนด

ในการเปรียบเทียบข้อมูลจากแผนภูมิควบคุมกับค่าที่กำหนดในมาตรฐานกำหนดหรือสเปคนั้น ต้องระวังว่า ให้ใช้ค่าวัดของแต่ละข้อมูลไปเปรียบเทียบ แต่อย่าใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ไปเปรียบเทียบ

ถ้าฮีสโตแกรมที่สร้างขึ้นยังอยู่ในระหว่างเส้นขอบเขตควบคุม (ทั้ง UCL และ LCL) แสดงว่าค่าดังกล่าวสอดคล้องกับมาตรฐาน และกระบวนการผลิตนั้นสามารถใช้แผนภูมิควบคุมซึ่งคำนวณค่าเส้นขอบเขตควบคุมจากข้อมูลจากกระบวนการผลิตนั้นได้ แต่ในทางกลับกัน หากฮีสโตแกรมอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุมไปแล้ว เราจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขก่อน

ข้อควรทราบเกี่ยวกับเส้นขอบเขตควบคุมในแผนภูมิควบคุม ซึ่งต่างจากพิกัดควบคุมของสเปคก็คือ

เส้นขอบเขตควบคุมในแผนภูมิควบคุมใช้เพื่อเป็นข้อบ่งชี้ว่ากระบวนการผลิตอันนั้น อยู่ในควบคุมหรือไม่ และคำว่า อยู่ในควบคุม มีความหมายว่า ขณะนั้นกระบวนการผลิตปลอดจากสาเหตุระบุได้ของความบกพร่องใด ๆ ความผันแปรของค่าวัดที่วัดได้และปรากฏอยู่บนแผนภูมิควบคุมและอยู่ระหว่างเส้นขอบเขตควบคุมทั้งสองนั้นเป็นการบอกว่า เกิดจากสาเหตุระบุไม่ได้ใน

กระบวนการผลิตนั้น และความกว้างของเส้นขอบเขตควบคุมย่อมขึ้นกับความแปรปรวนของสาเหตุระบุไม่ได้ (หรือสาเหตุบังเอิญ) ในกระบวนการผลิตนั้น

แต่ทว่า กระบวนการผลิตใด ๆ ก็อาจผลิตสินค้าเสียออกมาได้ แม้ว่ากระบวนการผลิตนั้นกำลังอยู่ในควบคุม ก็ได้ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าค่าของผลผลิตชิ้นนั้นอาจเกินจากค่าขอบเขตจำกัดในสเปคก็ได้ เพราะ ค่าขอบเขตจำกัดของสเปค (SPECIFICATION LIMITS) ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานหรือความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ส่วนขอบเขตควบคุมในแผนภูมิควบคุมนั้น ขึ้นอยู่กับความสามารถของกระบวนการผลิตเป็นหลัก จึงเป็นไปได้ว่า บางกระบวนการผลิตมีค่าความแปรปรวนโดยธรรมชาติจากสาเหตุบังเอิญ ที่กว้างมากกว่าพิกัดความเผื่อ (ALLOWANCE) ที่ระบุในสเปคเช่นนี้แล้ว ย่อมแสดงว่ากระบวนการผลิตนั้นไม่มีสมรรถนะเพียงพอสำหรับผลิตสินค้าตอบสนองสเปคอันนั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

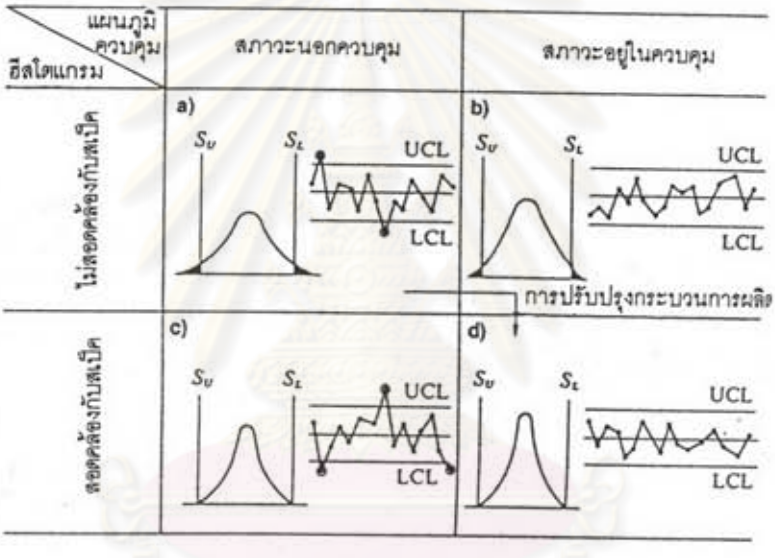
โปรดพิจารณากรณีเช่นว่านี้จากรูป ซึ่งแสดงปัญหา 4 กรณี เกี่ยวกับแผนภูมิควบคุม และสเปค

กรณีที่ 1 : กระบวนการผลิตไม่อยู่ในควบคุมและมีของเสียผลิตออกมา

กรณีที่ 2 : กระบวนการผลิตอยู่ในควบคุมแต่ยังมีของเสียออกมา

กรณีที่ 3 : กระบวนการผลิตไม่อยู่ในควบคุมแต่ก็มิได้ผลิตผลผลิตที่เป็นของเสียออกมา

กรณีที่ 4 : กระบวนการผลิตอยู่ในควบคุมและไม่มีของเสียผลิตออกมา



รูปที่ 2.18 การเปรียบเทียบแผนภูมิควบคุมกับ สเป็ค

บันทึก : 1. S_U = ขอบเขตจำกัดค่าสูงของสเปค (UPPER SPECIFICATION LIMIT)

2. S_L = ขอบเขตจำกัดค่าต่ำของสเปค (LOWER SPECIFICATION LIMIT)

3. UCL = ขอบเขตควบคุมค่าสูง (ของแผนภูมิควบคุม)(UPPER CONTROL LIMIT)

4. LCL = ขอบเขตควบคุมค่าต่ำ (ของแผนภูมิควบคุม)(LOWER CONTROL LIMIT)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ฮีสโตแกรม ในที่นี้หมายถึง กราฟซึ่งเขียนเป็นเส้นโค้งรูประฆังคว่ำจากข้อมูลของผลผลิตจากกระบวนการผลิตหนึ่งที่สมมติเป็นตัวอย่าง ซึ่งฮีสโตแกรมนี้ใช้แทนความแปรปรวนของสาเหตุต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลอันตรวจวัดได้ที่ผลผลิต

6. การที่ค่า S_U อยู่ทางซ้ายค่า S_L นั้น มาจากการเขียนรูปเส้นโค้งซึ่งแต่เดิม S_U กับ S_L อยู่ในแกนตั้ง (แกน Y) เช่นเดียวกับเส้น UCL กับ LCL เมื่อหมุนแกนตั้งทวนเข็มนาฬิกามา 90 องศา จึงเกิดรูปตามปรากฏนี้

จากรูปมีข้อสังเกตคือ

ในกรณี (a) นอกจากกระบวนการผลิตจะมีสาเหตุความบกพร่องที่ระบุได้แล้ว (ซึ่งต้องกำจัดออกไป) ค่าพิสัยของขอบเขตควบคุม (UCL-LCL) ยังกว้างกว่าค่าพิสัยของสเปค (S_U - S_L) ดังนั้น แม้ว่าผลผลิตบางชิ้นจะมีค่าตกอยู่ใน UCL หรือ LCL แต่ก็อาจตกอยู่นอก S_U หรือ S_L ก็ได้ ซึ่งแสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตอันนั้นไม่ดีพอที่จะผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองสเปค ขนาดนั้น เราเรียกว่าไม่สามารถตอบสนองหรือ IN CAPABLE หรือ NOT SATISFYING THE SPECIFICATION และเรียกกระบวนการผลิตนี้ว่า ไม่มีสมรรถนะเพียงพอ

ส่วนในกรณี (d) ไม่มีปัญหาอะไร เพราะนอกจากกระบวนการผลิตจะอยู่ในควบคุมแล้ว ค่าพิสัยของกระบวนการผลิตยังน้อยกว่าพิสัยของสเปคอีกด้วย จึงไม่ปรากฏของเสียเลย

ส่วนกรณี (b) และ (c) จะเป็นปัญหามากทั้งคู่แต่ในลักษณะที่ต่างกัน กล่าวคือ กรณี (c) ค่าพิสัยควบคุมแคบกว่าค่าพิสัยสเปค แต่ขณะนั้นมีสาเหตุระบุได้ปรากฏอยู่ ถ้ากำจัดออกไปได้หมด กระบวนการผลิตนั้นก็ใช้ได้ ส่วนกรณี (b) นั้นพิสัยควบคุมกว้างกว่าพิสัยสเปคแม้ว่าจะไม่มีสาเหตุระบุได้เกิดขึ้นก็ตาม แต่กระบวนการผลิตนั้นก็ไม่สามารถตอบสนองข้อกำหนดจากสเปคได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย