บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ของบริษัทฯ โดยใช้การควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ ผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎีเอกสารและองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบการสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าและนำเสนอผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่กำหนดไว้ ตามลำดับดังนี้

2.1 แนวคิดเรื่องคุณภาพ

2.2 การลดของเสีย

2.3 เครื่องมือการควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools)

2.4 การทดสอบสมมติฐาน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเรื่องคุณภาพ

ในภาวะปัจจุบันที่การแข่งขันทางธุรกิจเป็นไปอย่างรุนแรง ส่งผลให้องค์กรธุรกิจต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งมีความต้องการสินค้าที่หลากหลาย ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อก็คือ คุณภาพ ความหมายของคำว่า “คุณภาพ” มีการให้คำจำกัดความ ดังนี้

คุณภาพ (เสรี ยูนิพันธ์ และคณะ, 2528 : 13) คือจะมีสิ่งสำคัญที่หมายถึงอยู่ 2 อย่างคือ (1) หน้าที่ สื่อความหมายไปในส่วนของความคงทน และความมั่นคงกับการอยู่ในสภาพที่ดี และทำงานได้ (2) รูปร่างลักษณะ มีความหมายออกไปในทางสวยงาม สี ความเรียบร้อยกลมกลืน เส้นแนวและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์

คุณภาพ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2550 : 29) เป็นตามสภาวะการแข่งขันของตลาดโดยอาศัยวิวัฒนาการด้านอุตสาหกรรมเป็นเกณฑ์กำหนด ประกอบด้วย ในยุคการผลิตเชิงมวล : การตรงต่อข้อกำหนดเฉพาะ ในยุคแห่งการแข่งขัน : การสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า ในยุคโลกาภิวัฒน์ : การสร้างความประทับใจต่อลูกค้า และจัดเป็นกลยุทธ์ในทางการสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ

คุณภาพ (Deming อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 29) ของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการสามารถเปลี่ยนแปลง ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ดังนั้นคำที่จำกัดความจึงเน้นไปในทางวิธีการเชิงปริมาณ ที่แสดงผลออกมาในตัวผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ระดับของผลลัพธ์จากการลดความผันแปรที่คาดหวัง
2. ต้นทุนที่ต่ำกว่า
3. ความเหมาะสมสำหรับตลาด

คุณภาพ (Juran อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 30) คุณลักษณะประเภทสินค้าที่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า ได้แก่การออกแบบให้มีการจูงใจผู้ใช้มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดที่ลูกค้าต้องการทำให้ลูกค้านิยมมากกว่าสินค้าอื่น มีลักษณะการใช้งานดี ยังส่งผลให้ลูกค้าเกิดความเชื่อมั่นและวางใจในสินค้านั้น

คุณภาพ (Ishikawa อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 30) กิจกรรมในองค์การ หรือหน่วยงานที่ปรับปรุงคุณภาพ โดยเป็นความรับผิดชอบของทุกคนตั้งแต่ระดับสูงสุด ไปจนถึงระดับคนงาน ตั้งแต่การออกแบบ การจัดซื้อ การผลิต การขายและการให้บริการหลังการขายเพื่อให้สินค้านั้นมีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการของผู้ซื้ออย่างสม่ำเสมอ มีค้นทุนการผลิตต่ำและสามารถแข่งขันในตลาดได้เป็นอย่างดี

คุณภาพ (Feigenbaum อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 30) คุณลักษณะที่ต้องเป็นองค์ประกอบของสินค้าและบริการทั้งหมด ที่เกี่ยวกับการตลาด วิศวกรรม การผลิตและการบำรุงรักษา เพื่อให้การใช้สินค้าหรือบริการดงกล่าวตอบสนองความคาดหวังของลูกค้า

2.1.1 ปัญหาคุณภาพ

ปัญหาคุณภาพ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ อ้างถึงในจุฑาทิพย์ ทะประสพ, 2551 : 31) เป็นความเบี่ยงเบนของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการออกไปจากค่าความหวังของลูกค้าหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

กระบวนการคืออะไร โดยอาจต้องพิจารณาได้จากใบรายการ ซึ่งอธิบายถึงลักษณะของประเภทงาน (JD : Job Description) หรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

(1) ผลิตภัณฑ์คืออะไร ซึ่งได้มาจากการนิยามผลลัพธ์ของกระบวนการหรือกิจกรรมที่รับผิดชอบ

(2) ลูกค้าคือใคร ในการควบคุมคุณภาพจะให้ความสนใจกับลูกค้าภายในเท่านั้น หรือถ้าหากสนใจต่อการควบคุมคุณภาพเชิงเทคนิคก็ควรให้ความสนใจต่อลูกค้าที่เป็นผู้รับผลิตภัณฑ์ต่อจากเรา แต่ถ้าหากสนใจต่อการควบคุมคุณภาพเชิงการจัดการก็ลูกค้าที่เป็นผู้บังคับบัญชาโดยตรง

(3) ความคาดหวังของลูกค้าคืออะไร การทำความเข้าใจกับความคาดหวังของลูกค้าจะทำให้ทราบถึงหัวข้อควบคุมและเป้าหมายสำหรับการควบคุมคุณภาพ ซึ่งลูกค้าประเภทผู้รับผลิตภัณฑ์ต่อจากเราจะคาดหวังในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความคาดหวังในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายของผู้ซื้อหรือผู้ใช้ สำหรับลูกค้าประเภทผู้บังคับบัญชาจะคาดหวังในความมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

(4) ระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริงคืออะไร จากกระบวนการวัดผลและประเมินผลจะทำให้ทราบถึงระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือระดับความคาดหวังของลูกค้า เพื่อการนิยามปัญหาคุณภาพที่ต้องการการแก้ไขได้

กระบวนการแก้ไขหาคุณภาพเริ่มต้นจากการค้นหาสาเหตุหลักของปัญหา เพื่อหาทางแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ กรณีที่การค้นหาสาเหตุมาจากความไร้ประสิทธิภาพของบุคลากรทั้งระดับปฏิบัติการและระดับจัดการและเกิดปัญหาแบบครั้งคราว จะเรียกกระบวนการนี้ว่าการควบคุมคุณภาพ (Quality control) แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่มีการค้นหาสาเหตุจากระบบและเกิดปัญหาแบบเรื้อรัง จะเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า การปรับปรุงคุณภาพเชิงตอบได้ (Reactive improvement) ซึ่งได้มีการรวบรวมการจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพ และการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางของ Deming, Juran, Shewhart และ Kepner-Tregoe แสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงคุณภาพ

ผู้เขียน	การควบคุมคุณภาพ	การปรับปรุงคุณภาพ
Deming	- ปัญหาจากสาเหตุผิดพลาด (Special causes)	-ปัญหาจากสาเหตุระบบ (Common cause)
Juran	-ปัญหาครั้งคราว (Sporadic)	-ปัญหาเรื้อรัง(Chronic)
Shewhart	-ปัญหาจากสาเหตุที่ระบุได้ (Assignable causes)	-ปัญหาจากสาเหตุแบบสุ่ม (Chance causes)
Kepner-Tregoe	-ปัญหาที่เกิดจากจุดเปลี่ยนแปลง (Change deviation)	-ปัญหาที่เกิดแต่วันแรก (Day one deviation)

2.1.2 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control; QC) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551 : 63) เป็นระบบที่ใช้เพื่อรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนด โดยการเทียบกับมาตรฐานหรือรายละเอียด (Specification) ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ตั้งแต่การวางแผนการ

ออกแบบของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ต้องตรงตามรายละเอียดที่กำหนด การเลือกกระบวนการผลิตหรือการติดตั้งที่ตรงตามจุดประสงค์ในทุกๆ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ การเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อการผลิต การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องตรงตามรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่เจาะจงไว้ การแก้ไขกรณีที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และการให้บริการ

2.1.3 ความสำคัญของการควบคุมคุณภาพ

ธิดาเดียว มยุรีสวรรค์ (อ้างถึงในสุกัญญา น้อยจันทร์, 2552 : 6 - 7) ได้กล่าวว่าในวงการของธุรกิจและอุตสาหกรรม การผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพเป็นที่เชื่อถือของผู้บริโภคและการบริการที่ดี เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ธุรกิจและอุตสาหกรรมนั้นๆ ประสบผลสำเร็จ ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพหมายถึงการที่ผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ดีและเป็นที่พอใจของผู้บริโภค เช่น เหมาะสมต่อการใช้งาน มีรูปร่างลักษณะและความถูกต้องตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (Standard) หรือเกณฑ์กำหนด (Specification) ซึ่งมาตรฐานหรือเกณฑ์กำหนดของผลิตภัณฑ์ อาจเกิดจากผู้บริโภค ผู้ผลิต วิศวกรหรือรัฐบาลเป็นผู้กำหนด การควบคุมคุณภาพมีความสำคัญมากขึ้น เมื่อการผลิตมีปริมาณมาก เนื่องจากต้องใช้วัตถุดิบที่มีปริมาณมาก บางครั้งวัตถุดิบมาจากแหล่งผลิตต่างกัน ทำให้คุณภาพของวัตถุดิบแตกต่างกัน ส่งต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์โดยตรง หรือเมื่อต้องใช้คนงานจำนวนมาก ความแตกต่างในตัวคนงานหรือความสามารถที่แตกต่างกัน ก็ส่งต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เช่นกัน

1) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผันแปรของผลิตภัณฑ์

ความผันแปรของผลิตภัณฑ์ หมายถึงความแตกต่างในคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ไม่คงที่ ความผันแปรของผลิตภัณฑ์บางครั้งไม่มาก ผู้ผลิตยอมให้เกิดขึ้นได้ เนื่องจากไม่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากนัก แต่ถ้าความผันแปรที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงจนไม่สามารถยอมรับได้ เพราะอาจจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นกลายเป็นของเสีย หรือไม่สามารถใช้งานได้ หรือถูกปฏิเสธเมื่อส่งมอบให้ผู้บริโภค จะส่งผลต่อภาพพจน์โดยรวมของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นผู้ผลิตต้องให้ความสำคัญต่อการควบคุมความผันแปรที่เกิดขึ้นไม่ให้มีในปริมาณที่มาก ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความผันแปรของผลิตภัณฑ์ มีดังนี้ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการ (Method) หรือการจัดการ (Management)

คน (Man) คนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปร เนื่องจากในการผลิตที่มีปริมาณมากต้องใช้คนงานมากตาม แต่ความสามารถของคนงานไม่เท่าเทียมกันอันเนื่องจากความชำนาญที่ต่างกัน การศึกษาอบรมที่ต่างกัน ความมุ่งมั่นในการทำงานที่ต่างกัน เป็นต้น ความแตกต่างเหล่านี้จะส่งผลต่อการทำงานของคนงานแต่ละคน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เขาควบคุมดูแลมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น การใช้คนงานควบคุมดูแลเครื่องจักรในการผลิต หากคนงาน

เอาใจใส่ดูแลเครื่องจักรคอยสังเกตและตรวจเช็คความผิดปกติก็จะทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา ไม่เกิดปัญหาในการผลิต หรือการใช้คนงานตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนการบรรจุกล่องโดยการคัดผลิตภัณฑ์เสียทิ้ง หากคนงานไม่ตั้งใจทำงานหรือขาดความระมัดระวังในการตรวจสอบจะทำให้ผลิตภัณฑ์ในกล่องมีของเสียปะปนอยู่ด้วย ดังนั้นผู้ประกอบการหรือผู้ผลิตต้องหาวิธีการลดความผันแปรที่เกิดจากคน เช่นการจัดฝึกอบรมให้ความรู้ในการทำงานแก่คนงาน การสร้างจิตสำนึกของการเป็นเจ้าของกิจการให้กับคนงาน การใช้สื่อหรือเทคนิคใดๆ ให้คนงานเห็นผลงานที่เกิดจากการทำงานของเขา เป็นต้น

เครื่องจักร (Machine) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความผันแปรของกระบวนการผลิต โดยเฉพาะเมื่อต้องใช้เครื่องจักรหลายเครื่องผลิต การเปลี่ยนแปลงของสภาพเครื่องจักรอันเนื่องมาจากอายุการใช้งานมาก การขาดการบำรุงรักษา หรือเกิดจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของเครื่องจักร ถึงแม้ว่าจะเป็นเครื่องจักรยี่ห้อเดียวกัน แต่ต่างเครื่องกันก็อาจได้ผลผลิตที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องจักรจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะนอกจากจะเป็นการลดความผันแปรของผลิตภัณฑ์แล้วยังเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

วัตถุดิบ (Material) วัตถุดิบถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยตรง หากในตัวของวัตถุดิบเองเกิดความผันแปรย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้วัตถุดิบเหล่านั้นเกิดความผันแปรแน่นอน ดังนั้นก่อนนำวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิตต้องมีการตรวจสอบมาตรฐานของวัตถุดิบเสียก่อนเทคนิคต่าง ๆที่นำมาใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์หรือควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของการตรวจสอบหรือควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ

วิธีการ(Method) หรือการจัดการ (Management) หมายถึงวิธีการผลิตหรือการวางแผนการผลิต ซึ่งสิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นปัจจัยที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความผันแปรได้ หากผู้ผลิตวางแผนการผลิตที่ดี มีการวางระบบการทำงานที่ดี มีวิธีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพและสามารถลดความผันแปรในผลิตภัณฑ์ได้

2) ลักษณะของการตรวจสอบ

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการตรวจ สอบเพื่อควบคุมในการผลิตแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์เชิงปริมาณ เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่สามารถวัดค่าคุณสมบัติได้โดยเครื่องมือวัด ตวง ชั่ง เช่น น้ำหนักของชิ้นงาน เส้นผ่านศูนย์กลางของวงแหวนลูกสูบ ปริมาณของเครื่องดื่มบรรจุกระป๋อง เป็นต้น การตรวจสอบผลิตภัณฑ์เชิงปริมาณนี้ จะนำค่าคุณสมบัติที่ดีได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์หรือเกณฑ์กำหนด เพื่อพิจารณาว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์มีค่าสอดคล้องกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

2.2) การตรวจสอบผลิตภัณฑ์เชิงคุณลักษณะ เป็นการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการนับจำนวนของสิ่งที่สนใจที่เกิดขึ้นด้วยสายตา การตรวจสอบเชิงคุณลักษณะ จะแบ่งลักษณะที่พบบนผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ทาง คือ ดีหรือเสีย ชำรุดหรือไม่ชำรุด ผ่านหรือไม่ผ่าน เป็นต้น การตรวจสอบแบบนี้ มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมคุณลักษณะที่ไม่ต้องการไม่ให้เกิดในปริมาณที่มากเกินขีดจำกัดที่ยอมรับได้ เพราะถ้าจากการตรวจสอบพบว่า ในกระบวนการผลิตมีผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ไม่ต้องการออกมาในปริมาณที่สูงเกินไป แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้ ตัวอย่างการตรวจสอบเชิงคุณลักษณะ ได้แก่ การตรวจสอบรอยตำหนิบนผ้าทอ การตรวจสอบผลิตภัณฑ์พลาสติกขึ้นรูปที่ชำรุด การตรวจสอบรอยเชื่อมที่เสียจากการม้วนเหล็กแผ่น การตรวจสอบสายตาตามบนถังแก๊สที่ผลิตได้

3) ประโยชน์ที่ได้รับจากการควบคุมคุณภาพ

ก. ลดค่าใช้จ่ายภายในโรงงาน

โรงงานที่มีระบบการควบคุมคุณภาพที่เหมาะสม และสามารถลดค่าใช้จ่ายเหล่านี้ลงได้ คือ

(1) ทำให้เกิดของเสียน้อยลง เป็นการลดค่าความเสียหาย

(2) ลดค่าใช้จ่ายที่ต้องทำงานซ่อม ทำให้ไม่ต้องทำงานซ้ำซ้อน

(3) ไม่ต้องลดเกรดของสินค้า จึงขายได้ในราคาที่ตั้งไว้ ทำให้ไม่ขาดรายได้

(4) ลดค่าใช้จ่ายในการแยกผลิตภัณฑ์

(5) ไม่ต้องหยุดการผลิต ทำให้ไม่ต้องเสียเวลา ไม่ต้องเสียค่าแรงงานและค่าเครื่องจักรไปโดยเปล่าประโยชน์

ข. ลดค่าใช้จ่ายภายนอกโรงงาน

(1) ลดการถูกต่อว่าและเปลี่ยนสินค้าจากผู้บริโภคทำให้ไม่เสียชื่อเสียงไม่เสียหายค่าสินค้าที่ถูกเปลี่ยน

(2) ทำให้ชื่อเสียงขององค์กรดีขึ้น ทำให้ยี่ห้อหรือตราสินค้าเป็นที่น่าเชื่อถือ สินค้าจึงขายง่ายขึ้น

(3) ทำให้ขายสินค้าได้ตามราคาที่กำหนด จึงได้กำไรตามที่วางเป้าหมายไว้

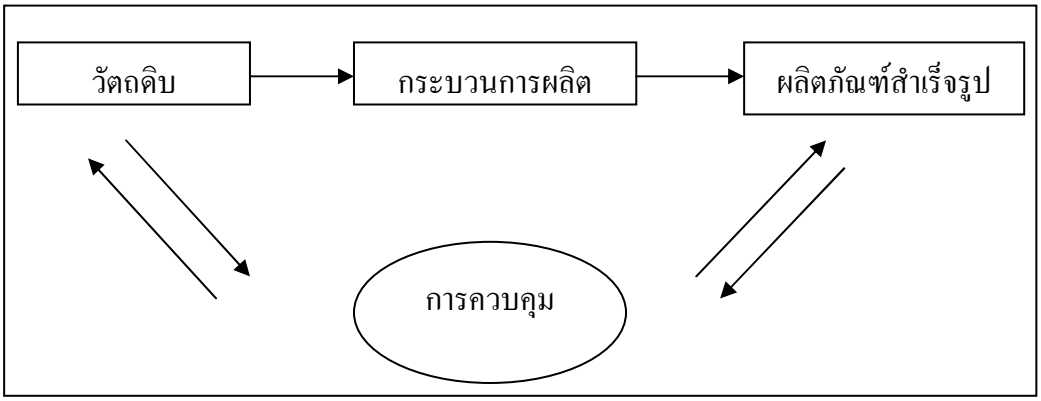
การควบคุมคุณภาพได้เหมาะสม นอกจากทำให้องค์กรสามารถลดค่าใช้จ่ายทั้งภายในและภายนอกโรงงานได้แล้ว ยังทำให้ภาพพจน์ของโรงงานดีในสายตาของสังคมภายนอกด้วย พนักงานภายในเองก็มีขวัญและกำลังใจในการทำงาน เพราะนอกจากจะได้ทำงานในองค์กรที่มีชื่อเสียงแล้ว ยังได้รับค่าจ้างและสวัสดิการที่ดีจากองค์กรด้วย เนื่องจากองค์กรสามารถขายสินค้าได้

และมีกำไร นอกจากนี้โรงงานยังสามารถพัฒนาคุณภาพของสินค้าให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอยู่เสมอ สามารถเป็นผู้นำตลาดได้

2.1.4 การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต

ระบบการผลิต (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2538: 6 – 8) คือระบบที่เกี่ยวข้องกันกับการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ให้มีคุณค่าขึ้นมา โดยการใช้ปัจจัยการผลิต อันได้แก่ คน วัตถุดิบ พลังงาน เครื่องจักร วิธีการ โดยมีผู้บริหารงานทำหน้าที่วางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ วัตถุดิบ กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตจึงต้องควบคุมทั้ง 3 ขั้นตอนของระบบการผลิต แสดงได้ดังภาพ 2.1



ภาพที่ 2.1 การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต

ที่มา: เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, (2538 : 6)

การควบคุมคุณภาพในระบบการผลิตต้องกำหนดมาตรฐานต่างๆ ขึ้นมาก่อน ได้แก่

กำหนดมาตรฐานของคุณภาพ ได้แก่ มาตรฐานของวัตถุดิบแต่ละชนิด มาตรฐานของกระบวนการผลิตแต่ละขั้นตอน มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ในแต่ละขั้นตอน มาตรฐานของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร

กำหนดมาตรฐานของการตรวจสอบ ได้แก่ วิธีการตรวจสอบวัตถุดิบ กระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ว่าต้องทำอย่างไร

กำหนดมาตรฐานของวิธีการสุ่มตัวอย่าง

การตรวจสอบอาจทำได้โดยการตรวจ 100% หรือการสุ่มตัวอย่าง ถ้าสุ่มตัวอย่างต้องการกำหนดจุดสุ่มตัวอย่าง ขนาดของตัวอย่าง การยอมรับหรือปฏิเสธสิ่งที่ตรวจเมื่อไหร่ อย่างไร นั่นคือต้องมีการสุ่มตัวอย่าง

ฝ่ายผลิตมีหน้าที่ดำเนินการให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานคุณภาพที่กำหนดไว้ จึงต้องมีหน่วยตรวจสอบทำการตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตที่ได้ โดยดำเนินการตรวจสอบตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป หน่วยตรวจสอบมีหน้าที่ตรวจดูว่าวัตถุดิบ / ผลผลิต ที่ตรวจนั้นมีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานหรือลักษณะเฉพาะที่กำหนดไว้หรือไม่ แล้วแจ้งข้อมูลกลับไปให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อว่าถ้ามีผลผลิตใดไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ จะได้หาทางแก้ไขหรือวิธีการป้องกันต่อไป

มาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพในระบบการผลิต สามารถแบ่งออกเป็น 2 มาตรการใหญ่ๆ ดังนี้

ก. มาตรการที่ต้องทำเป็นประจำในกระบวนการผลิต

เป็นมาตรการที่ทำเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามที่ต้องการ คุณสมบัติสม่ำเสมอ โดยมีของเสียน้อยที่สุดได้แก่

(1) ทำการควบคุมวัตถุดิบ โดยทำการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบมาตรวจสอบว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

(2) ทำการควบคุมกระบวนการผลิต ควบคุมขั้นตอนการผลิตให้ ตรงตามมาตรฐาน ตรวจสอบผลผลิตที่ผ่านออกมาในแต่ละขั้นตอนว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ หรือไม่ ก่อนสั่งต่อไปยังขั้นตอนการผลิตที่อยู่ถัดไป

(3) ตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เมื่อวัตถุดิบได้ผ่านการแปรรูปออกมาจนเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทุกขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบมาแล้วก็น่าจะได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ได้มาตรฐาน แต่เพื่อความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จึงควรตรวจสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอีกครั้งว่ามีคุณสมบัติตรงตามมาตรฐานหรือไม่

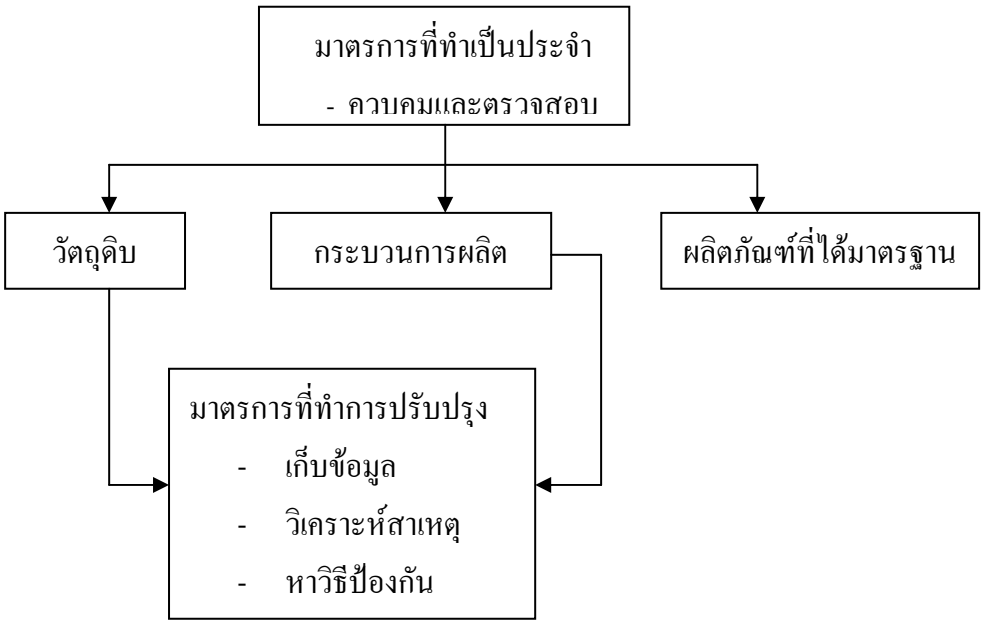
ข. มาตรการเพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนา

เป็นมาตรการที่ทำเพื่อการปรับปรุงหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ไม่ให้มีของเสียหรือลดปริมาณของเสีย

(1) การจัดเก็บสถิติการผลิต เก็บข้อมูลปัญหาของผลิตภัณฑ์ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลไว้ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา

(2) วิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา นำข้อมูลที่จัดเก็บไว้มาวิเคราะห์หาต้นเหตุของปัญหา เช่น ปัญหาความล่าช้า ปัญหาของเสียหาย เป็นต้น เมื่อวิเคราะห์จนทราบต้นเหตุของปัญหาจะได้กำหนดวิธีการแก้ไข และวิธีการป้องกันต่อไป

มาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพสามารถแสดงความสัมพันธ์กันได้ดังภาพ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของมาตรการต่างๆ ในการควบคุมคุณภาพ

ที่มา: เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, (2538 : 8)

จุดต่างๆ ที่มักจะมีการตรวจสอบ ได้แก่

1) ขั้นการเก็บหรือพัก (Storage) เพราะสะดวกในการตรวจ

2) ตรวจก่อนที่จะถึงขั้นทำให้เกิดการเสียหายแก่ชิ้นส่วนและเครื่องจักร

3) ตรวจตรงจุดที่มีการตั้งเครื่องใหม่หรือเริ่มเดิมเครื่องใหม่

ลักษณะการตรวจสอบอาจแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1) แบบตรวจตามตัวแปร เพื่อควบคุมคุณลักษณะของชิ้นส่วนซึ่งผันแปรได้ให้อยู่ในขอบเขตอันหนึ่ง (Control of Variable) ได้แก่ การวัดความยาวหรือน้ำหนักของชิ้นส่วนว่าอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ หรือคุณลักษณะอื่น ๆ ที่วัดได้ เช่น ความแข็ง ความเร็ว เป็นต้น

2) แบบตรวจว่าดีหรือเสีย เพื่อควบคุมจำนวนชิ้นส่วนที่เสีย (Control of Defectives) เช่น การตรวจหลอดไฟฟ้าว่าติดหรือการตรวจขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นส่วนว่าลอดรูกลมได้หรือไม่ ถ้าไม่ลอดถือว่าใหญ่เกินไปเป็นของเสียหรือของที่ไม่ต้องการ เช่น การร่อนทราย เป็นต้น

3) การตรวจตามจำนวนตำหนิ เพื่อควบคุมจำนวนตำหนิบนชิ้นส่วนให้อยู่ในขอบเขต (Control of Defects) เช่น จำนวนตำหนิบนเฟอร์นิเจอร์ จำนวนตำหนิบนผืนผ้า จำนวนฟองอากาศในแผ่นแก้ว เป็นต้น

เป้าหมายของการตรวจสอบ คือ พยายามรักษาคุณภาพให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ และหากไม่สามารถจะทำการตรวจได้ครบถ้วนสมบูรณ์แบบ เนื่องจากไม่มีเวลาหรือไม่คุ้มที่จะทำก็พยายามควบคุมคุณภาพให้ผันแปรอยู่ในขอบเขตอันหนึ่งที่พอจะยอมรับได้

2.2 การลดของเสีย

การลดของเสีย (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. 2541: 32) คือ การลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตและจากกิจกรรมต่างๆ โดยเน้นที่การป้องกันไม่ให้เกิดของเสียตั้งแต่เริ่มแรก ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตคือ องค์ประกอบของวัตถุดิบที่ไม่สามารถแปรสภาพเป็นผลผลิตได้ ถือเป็นการสูญเสีย ดังนั้น กระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดของเสีย จึงเป็นกระบวนการผลิตที่มีผลผลิตสูงสุด

การลดของเสีย (ปราณี พันธุมสินชัย. 2541 : 32) นั้นได้รวมหลักการหลายวิธีเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะลดปริมาณของเสียเหลือน้อยที่สุด ซึ่งมีวิธีตามแนวคิดอยู่ 2 วิธี คือการลดที่แหล่งกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์

2.3 เครื่องมือการควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools)

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551 : 65) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่อาศัยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยกลวิธีทางสถิติ (Statistical Process Control; SPC) มาใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องให้กระบวนการผลิตไม่สามารถเปลี่ยนแปลงและมีสมรรถภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย ใบตรวจสอบ แผนภาพพาเรโต ผังแสดงเหตุและผล กราฟ ฮีสโตแกรม แผนภาพการกระจาย และแผนภูมิควบคุม

2.3.1 ใบตรวจสอบ (cheek-sheets) (ศิริพร ขอพรกลาง, 2544 : 118-154) คือ แผนผังหรือตารางที่มีการออกแบบไว้ล่วงหน้า โดยมีวัตถุประสงค์คือ สามารถเก็บข้อมูลได้ง่ายและถูกต้อง สามารถดูและเข้าใจได้ง่าย สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ง่าย

โดยปกติในสถานประกอบการมักมีงานยุ่งอยู่แล้วการเก็บข้อมูลจึงเป็นงานที่เบื่อหน่าย ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย ในการออกในตรวจสอบจึงใช้ขีด (/) แทนจะสะดวกกว่า เช่น ในกรณีที่มีข้อมูลประเภทเดียวกันหรือในกรณีที่มีข้อมูลอยู่หลายประเภท

ชนิดของใบตรวจสอบ โดยปกติแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามลักษณะการใช้ง่าย

1) ใบตรวจสอบที่ใช้บันทึก แบ่งได้ดังนี้

1.1) ใบตรวจสอบสำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง ในกรณีที่ต้องการลดของเสียหรือข้อบกพร่อง อันดับแรกต้องสำรวจดูก่อนว่ามีของเสียหรือข้อบกพร่องเกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร เกิดในอัตราส่วนอย่างไร จากนั้นสำรวจหัวข้อที่มีของเสียสูงกว่ามีสาเหตุจากไหน เพื่อที่จะดำเนินการแก้ไข สำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง อาจเป็นหัวข้อที่คาดคะเนว่าจะเกิดหรือมีของเสียเกิดขึ้นและชื่อไว้ แล้วนำมาแยกเป็นข้อตามลำดับความสำคัญในการแก้ไข และที่สำคัญควรออกแบบให้สามารถสำรวจและบันทึกด้วยการขีด (/) เท่านั้น

ใบตรวจสอบประเภทข้อบกพร่อง

สินค้า : ยางใน — วันที่ 1 ธันวาคม 2541

ขนาด : 5.60 – 1.3 — แผนกตรวจสอบยางใน

จำนวนรวม : 7,530 เส้น — ผู้ตรวจ : นายธนา

ประเภทข้อบกพร่อง	จำนวนนับ	รวม
รอยต่อแยก	///	3
ฟองอากาศ	𝍸 𝍸 𝍸 //	17
เศษผงฝังใน	𝍸	5
เศษผงบนผิว	𝍸 /	6
ฐานวาล์วเปิด	𝍸 //	7
อื่น ๆ	𝍸 ///	8
	ยอดรวม	46

ภาพที่ 2.3 ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 118)

1.2) ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจหาสาเหตุของเสีย เมื่อเราทราบหัวข้อของเสียแล้ว ยังจะหาต่อไปถึงสาเหตุของปัญหา โดยคำนึงถึง 4M (Man, Material, Method, Machine) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการผลิตรวมทั้งเวลา ทำให้เมื่อเช็คเสร็จแล้วสามารถทราบหัวข้อต่อไปนี้

(1) หัวข้อบกพร่อง หัวข้อใดมีมาก

(2) เกิดกับเครื่องใดมาก

(3) มีความแตกต่างของพนักงานหรือไม่

(4) เกิดขึ้นเวลาใด

1.3) ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจการกระจายตัวของขบวนการผลิตที่ต้องใช้สำหรับกระบวนการผลิตที่ต้องควบคุมเกี่ยวกับรูปร่างขนาด คือ น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ซึ่งที่ต้องการทราบความ สัมพันธ์ ของการกระจายตัว ค่าเฉลี่ย กับค่าที่กำหนด นอกจากนั้นยังใช้วิเคราะห์หาสาเหตุการกระจายที่ผิดปกติหรือผิดไปจากค่าที่กำหนด โดยการแยกประเภทข้อมูลตามผู้ปฏิบัติงานวัตถุดิบ หรือเครื่องจักร เป็นต้น ใบตรวจสอบสำหรับการแจกแจงของขบวนการผลิต

ชื่อชิ้นส่วน		แผนก : การผลิต						วันที่ 1 พ.ย. 2541				
หัวหน้าแผนก : วิชัย		ค่ากำหนด : 0.05						ชื่อผู้วัด : ธวัช				
ลำดับที่		การเช็คความถี่										รวม
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
1	-0.07												
2	-0.06												
3	-0.05	𝍸											4
4	-0.04	𝍸	𝍸										7
5	-0.03	𝍸	𝍸	𝍸									15
6	-0.02	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸				37
7	-0.01	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸			45
8	0	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		49
9	0.01	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸					31
10	0.02	𝍸	𝍸	𝍸									11
11	0.03	𝍸											1
12	0.04												
13	0.05												
14	0.06												
15	0.07												
หมายเหตุ		ปริมาณการผลิตทั้งหมด 15,000 ชิ้น											200

ภาพที่ 2.4 ตารางใบตรวจสอบสำหรับการแจกแจงของขบวนการผลิต

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 120)

1.4) ใบตรวจสอบสำหรับตำแหน่งของเสีย โดยทั่วไปจะวาดรูปสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ไว้เครื่องหมายตามตำแหน่งของเสียหรือข้อบกพร่อง และหากของเสียมีมากกว่า 1 ประเภทก็อาจใช้เครื่องหรือสัญลักษณ์แสดงความแตกต่างได้

2) ใบตรวจสอบ เป็นใบตรวจสอบเพื่อใช้ยืนยันสภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์นั้นๆว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ เช่น การตรวจสอบยืนยันการทำงานรถยนต์ หรือสภาพความสมบูรณ์ของรถยนต์ เป็นต้น

เนื้อหาการตรวจสอบ		5	6	7	8	9			
สิ่งที่ต้องตรวจสอบจุดที่ 1	ปริมาณน้ำหล่อเย็นและการรั่วไหล	/		/	/				
	ความลึกหรือบอกช้ำและรอยบิดของยางใน	/		/	/				
	ปริมาณน้ำมันแบรคและคลักซ์	/		/	/				
สิ่งที่ต้องตรวจสอบจุดที่ 2	สภาพสึกกร่อนของสปริง	/	/	/	/				
	รอยรั่วของน้ำมันและน้ำมันในช่วงล่าง	/	/	/	/				
	มีแม่แรงและอุปกรณ์อื่น ๆ	/	/	/	/				
	แรงดันของยางอะไหล่	/	/	/	/				
สิ่งที่ต้องตรวจสอบจุดที่ 3	สภาพตอนสตาร์ทเครื่อง	/	/	/					
	สภาพการทำงาน	/	/	/					
	สภาพแถบสะท้องแสง	/	/	/					

ภาพที่ 2.5 ใบตรวจสอบการทำงานและตรวจสอบยืนยัน

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 122)

การออกแบบใบตรวจสอบ

(1) ไม่มีข้อบังคับหรือกฎเกณฑ์ตายตัวในการออกแบบ

(2) สามารถใช้งานได้ง่ายถูกต้อง สามารถนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ง่าย

(3) เมื่อกำหนดจะเก็บข้อมูลชนิดใด สามารถเลือกเอาจากตัวอย่างที่กำหนดให้หรือเพิ่มเติมไปใช้ได้

(4) เก็บใบตรวจสอบไว้ทุกครั้งเพื่อเป็นประวัติใช้ศึกษาย้อนหลังได้

Check sheet

	Day			
Defect	1	2	3	4
A	///		////	/
B	//	/	//	///
C	/	////	//	////

ภาพที่ 2.6 ใบตรวจสอบ (Cheek-sheets)

ที่มา: William, J.Stevenson, (2002 : 15)

Customers in Party	Count
1	𝍸
2	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 |||
3	𝍸 𝍸 ||
4	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 |
5	𝍸 𝍸 𝍸
6	𝍸 ||
>6	||

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับ Group size ในภัตตาคาร

ที่มา: Mark, M. Davis, J. Aqulano, and Richard, B. Chase, (2003: 250)

2.3.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยเรียงลำดับปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อยและแสดงขนาดความถี่มากน้อยด้วยกราฟแท่งควบคู่ไปกับการแสดงค่าสะสมของความถี่ด้วยกราฟเส้น ซึ่งแกนนอนของกราฟเป็นประเภทของปัญหาและแกนตั้งเป็นค่าร้อยละของปัญหาที่พบ แผนภูมิพาเรโตใช้เลือกปัญหาที่จะลงมือทำเพราะปัญหาสำคัญในเรื่องคุณภาพมีอยู่ไม่กี่ประการแต่สร้างข้อบกพร่องด้านคุณภาพจำนวน

มาก ส่วนปัญหาปลีกย่อยมีอยู่มากมาย แต่ไม่ส่งผลกระทบด้านคุณภาพมากนัก ดังนั้นจึงควรเลือกแก้ไขปัญหาที่สำคัญ ซึ่งถ้าแก้ไขได้จะลดข้อบกพร่องด้านคุณภาพได้มาก

ขั้นตอนในการจัดทำแผนภูมิพาเรโต

1) กำหนดหัวข้อที่จะทำการสำรวจ แล้วรวบรวมข้อมูลเหล่านั้น

1.1) กำหนดช่วงระยะเวลาและวิธีการในการเก็บรวบรวมข้อมูล ช่วงระยะเวลานั้นอาจจะกำหนดเป็นสัปดาห์หรือเดือน เป็นต้นให้ตัดตอนเป็นช่วงโดยให้ระยะความสั้นยาวขึ้นกับสภาพที่เกิดปัญหา

1.2) นำใบตรวจสอบ (Check Sheet) มาใช้เพื่อสำรวจปัญหา ไม่เพียงแต่จำนวนของปัญหาแต่ยังสามารถสำรวจสาระและสาเหตุของปัญหาได้ด้วย

2) จำแนกและรวบรวมข้อมูลตามสาเหตุหรือปรากฏการณ์โดยพยายามจำแนกข้อมูลในลักษณะที่ง่ายต่อการกำหนดเป็นมาตรการแก้ไข

2.1) จำแนกตามสาเหตุ : วัตถุดิบ เครื่องจักร ผู้ปฏิบัติงาน วิธีการทำงาน เป็นต้น

2.2) จำแนกตามปรากฏการณ์ : หัวข้อของเสีย สถานที่ กระบวนการผลิต เวลา ฯลฯ

ตาราง 2.2 ตารางรวบรวมข้อมูลของใบตรวจสอบ

รถยนต์ที่นั่ง : SO1.16				ช่วงระยะเวลา : 1พ.ค. – 30 พ.ย. 2542			
ตารางรวบรวมข้อมูล : ข้อบกพร่องการพ่นสีรถ				ผู้จัดทำ : นายธวัช			
ตำแหน่ง หัวข้อ	Front Door	Front Piller	ขอบคิ้ว กระจก	หลังคา	Back Door	Back Piller	รวม
ฝุ่นผง	𝍸 𝍸	𝍸	𝍸𝍸	𝍸𝍸	𝍸 𝍸		51
สีย้อย	𝍸	𝍸	𝍸 𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	36
สีเป็นเม็ด							15
สีบาง							10
สีหนา							10
รอยกระดาษทราย							5
อื่น ๆ							7
รวม	24	17	32	23	23	15	134

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 149)

3) จัดแจงข้อมูลให้เหมาะสมแล้วคำนวณปริมาณสะสม (Accumulation)

3.1) ให้เรียงหัวข้อตามลำดับจำนวนข้อมูลที่มีปริมาณมากไปสู่น้อย แล้วเติมจำนวนข้อมูลของแต่ละหัวข้อลงไป ต่อจากนั้นให้เขียน “อื่น ๆ” ลงเป็นหัวข้อสุดท้าย

3.2) ทำการคำนวณปริมาณสะสมโดยเริ่มจากหัวข้อที่มีข้อมูลมากแล้ว คำนวณไปเรื่อย ๆ

ตารางที่ 2.3 การคำนวณค่าสะสม

ลำดับที่	ข้อบกพร่อง	จำนวนข้อมูล	ค่าสะสม	% ของเสีย
1	ฝุ่นผง	51	51	
2	สีย้อย	36	87	
3	สีเป็นเม็ด	15	102	
4	สีบาง	10	112	
5	สีหนา	10	122	
6	รอยกระดาษทราย	5	127	
7	อื่น ๆ	7	134	
		134		

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 150)

หมายเหตุ : ค่าสะสมหาได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 51

ลำดับที่ 2 51 + 36 = 87

ลำดับที่ 3 87 + 15 = 102

ลำดับที่ 4 102 + 10 = 112

ลำดับที่ 5 112 + 10 = 122

ลำดับที่ 6 122 + 5 = 127

ลำดับที่ 7 127 + 7 = 134

4) คำนวณเปอร์เซ็นต์สะสมโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$= \frac{\text{ปริมาณสะสม}}{\text{จำนวนทั้งหมด}} \times 100\ (\%)$$

หมายเหตุ : ค่าเปอร์เซ็นต์สะสมหาได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 (51/134)*100 = 38.10

ลำดับที่ 2 (87/134)*100 = 64.90

ลำดับที่ 3 (102/134)*100 = 76.10

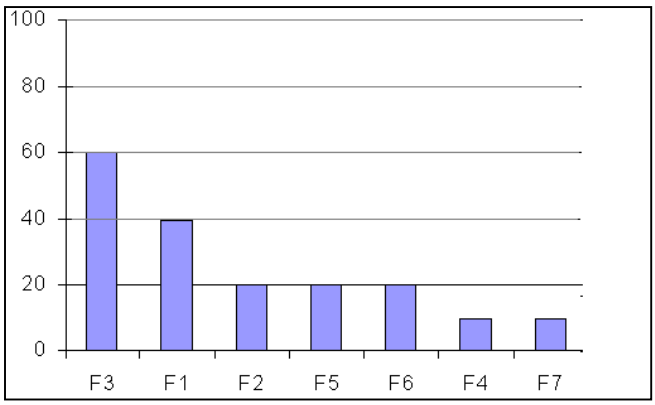
5) เขียนแกนตั้งและแกนนอนลงบนกระดาษกราฟ

5.1) ที่แกนนอนให้เขียนเติมชื่อหัวข้อโดยเรียงลำดับจากหัวข้อที่มีจำนวนข้อมูลมากไปสู่น้อย โดยเรียงจากซ้ายไปขวา

5.2) ที่แกนตั้งให้เขียนลักษณะคุณสมบัติที่เรากำลังจะทำการสำรวจ โดยจัดทำสเกลให้ครอบคลุมจำนวนรวมของข้อมูลทั้งหมดได้ ควรกำหนดสเกลและระยะช่องไฟเพื่อให้ขนาดความยาวของแกนตั้งกับแกนนอนนั้นเป็น 1 : 1 – 1: 2 (โดยให้แผนภูมิพาเรโตที่ได้มีขนาดเกือบเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส)

6) จัดทำกราฟแท่ง

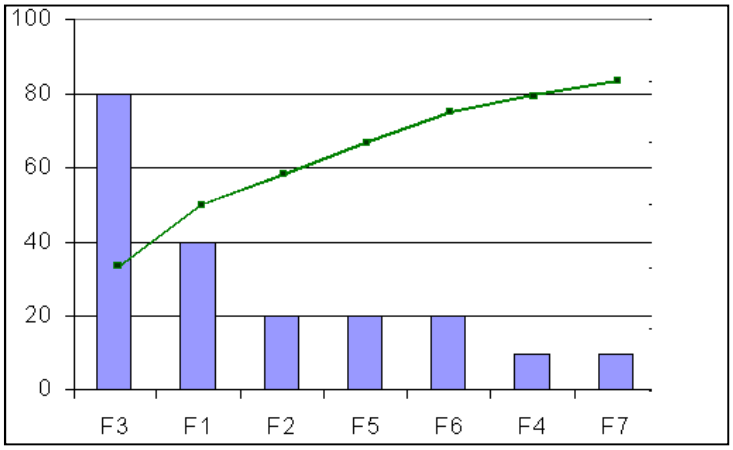
6.1) เขียนจำนวนข้อมูลออกเป็นกราฟแท่ง เรียงตามลำดับจากซ้ายไปขวา โดยให้มีความกว้างของกราฟแต่ละแท่งเท่ากัน ในกรณีที่เขียนกราฟแต่ละแท่งแยกออกจากกันควรจัดช่องไฟระหว่างแท่งให้เท่ากันด้วย



ภาพที่ 2.8 กราฟแท่งของแต่ละหัว

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 151)

7) เดิมเส้นกราฟค่าสะสมเติมจุดกราฟของค่าสะสมลงทางด้านขวามือของกราฟแท่ง



ภาพที่ 2.9 กราฟแสดงค่าสะสม

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 152)

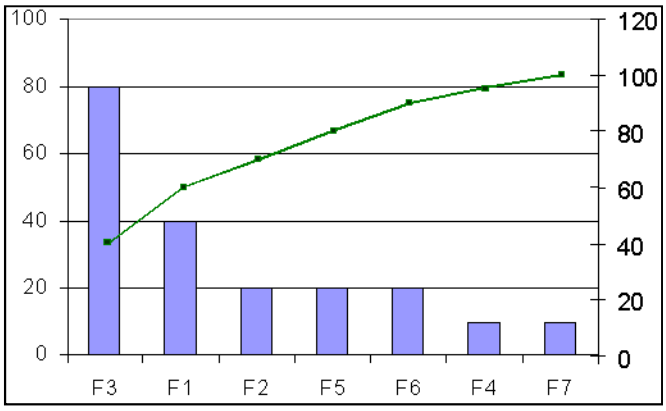
8) ลากแกนตั้งขึ้นทางด้านขวาสุด แล้วกำหนดสเกล

8.1) กำหนดให้จุดเริ่มของกราฟเส้นตรงเป็น “0” (%) แล้วจุดสุดท้ายเป็น “100” (%)

8.2) แบ่งส่วนระหว่าง 0 – 100 % ออก 5 ส่วนเท่ากันแล้วเติมสเกล 20, 40, 60, 80, (%) (หรืออาจจะแบ่งออกเป็น 10 ส่วน แล้วเติมค่า 10, 20, 30, … , 100 ก็ได้)

9) เติมข้อความที่จำเป็นลงไป

9.1) หัวข้อเรื่อง ช่วงเวลา จำนวนรวมของข้อมูล (n) ชื่อขบวนการผลิต ผู้จัดทำ เป็นต้น แผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องในการพ่นสีรถยนต์นั่ง



ภาพที่ 2.10 แผนภูมิพาเรโตของข้อบกพร่องในการพ่นสีรถยนต์นั่ง

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 153)

ชนิดของแผนภูมิพาเรโต

ดังได้กล่าวมาแล้ว แผนภูมิพาเรโตคือระเบียบวิธีเพื่อหาประเด็นปัญหาสำคัญจำนวนน้อยและแบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามที่นำไปใช้

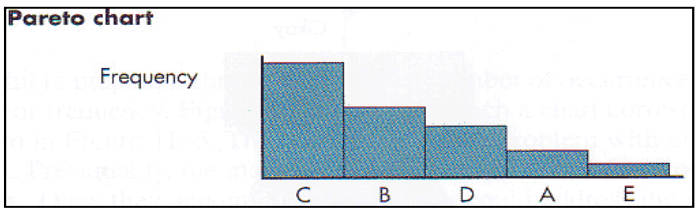
1) แผนภูมิพาเรโตโดยผล แผนภูมินี้เกี่ยวจะข้องกับผลิตภัณฑ์ต้อยคุณภาพ และใช้หาว่าปัญหาสำคัญคืออะไร

1.1) คุณภาพ ความบกพร่อง ความผิด ความล้มเหลว คำร้องเรียน ค่าร้องเรียน ส่งคืนและการซ่อมแซม

1.2) ราคา มูลค่าสูญเสีย ค่าใช้จ่าย

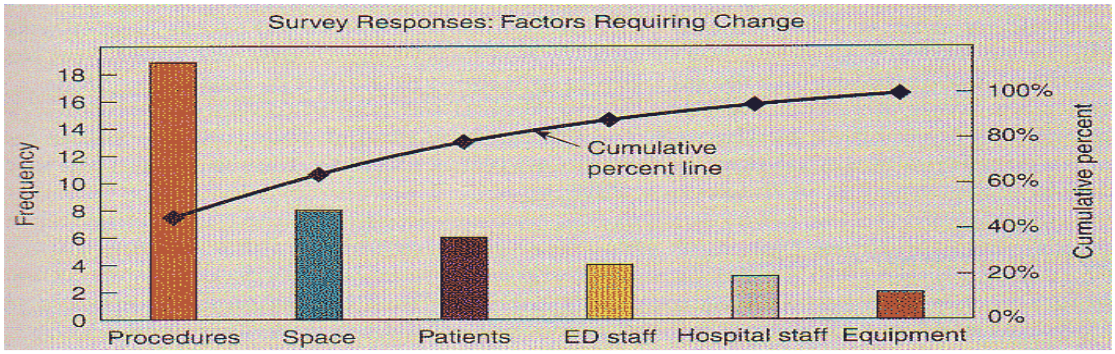
1.3) การส่ง มูลภัณฑ์ การขาดแคลนของ การเก็บเงินไม่ได้ การส่งล่าช้า

1.4) ความปลอดภัย อุบัติเหตุ ความผิดพลาด การเสีย



ภาพที่ 2.11 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

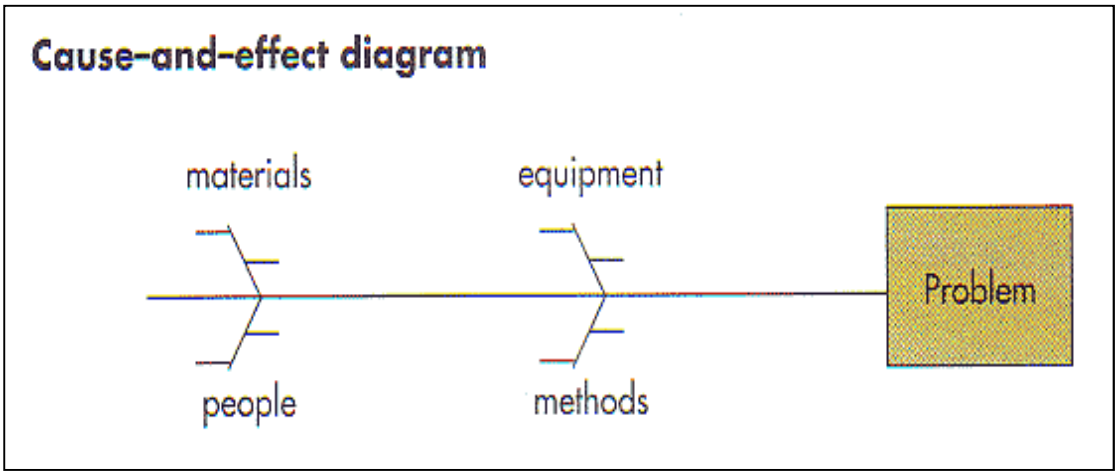
ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)



ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโตของปัจจัยในห้องฉุกเฉิน

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B.Chase, (2003 : 250)

2.3.3 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fish Diagram) หรือผังอิชิกาวาเป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต ซึ่งเมื่อเลือกแก้ปัญหาใดจากแผนภูมิพาเรโตแล้ว ก็นำปัญหานั้นมาแจกแจงสาเหตุของปัญหาเป็น 4 ประการ คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) วัตถุดิบ (Material)



ภาพที่ 2.13 ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ที่มา: William, J. Stevenson, (2002: 479)

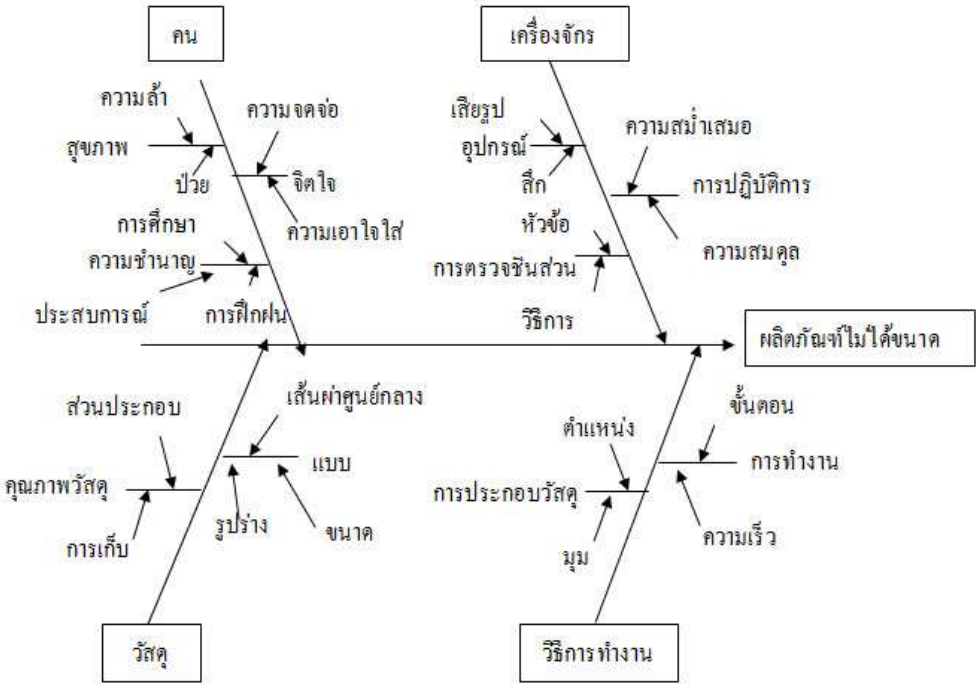
ผลผลิตหรือผลงานของขบวนการผลิตแต่ละหน่วย ย่อมประกอบขึ้นมาจากองค์ประกอบต่างๆ เหล่านั้น

องค์ประกอบหรือสาเหตุหลักโดยทั่วไปไม่ว่าจะอยู่ในหน่วยงานการผลิตหรืองานสำนักงานมักจะให้เหมือนกัน คือ

Man	=	คน
Machine	=	เครื่องมือ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์
Material	=	วัตถุดิบหรือวัสดุ
Method	=	วิธีการทำงาน

การรวบรวมองค์ประกอบหรือสาเหตุต่างๆ ให้เป็นระบบในรูปของงานแผนภาพสาเหตุและผลช่วยให้เราสามารถค้นหา วิเคราะห์ปัญหาได้ง่ายขึ้น ว่าองค์ประกอบใดหรือสาเหตุใดที่มีอิทธิพบต่อคุณภาพของผลผลิตหรือผลงาน จะได้ควบคุมปรับปรุงสาเหตุหรือองค์ประกอบนั้นๆ ต่อไป

สาเหตุต่างๆ ที่น่าจะทำให้เกิดข้อบกพร่องทางด้านขนาดของผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่ง



ภาพที่ 2.14 แสดงสาเหตุต่าง ๆ

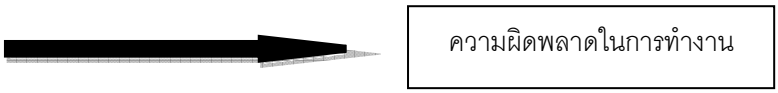
ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 127)

ผู้ร่วมงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความบกพร่องทางด้านขนาด ได้ร่วมกันอภิปรายและระดมความคิดเห็นถึงสาเหตุต่างๆ ที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาดังกล่าวแล้วเขียนเป็นแผนภาพสาเหตุและผล ดังในภาพ 2.14 จากนั้นก็ช่วยกันพิจารณาความสำคัญของสาเหตุต่าง ๆ จึงได้กำหนดมาตรฐานวิธีประกอบวัสดุขึ้นทำให้ข้อบกพร่องด้านขนาดของผลิตภัณฑ์ลดลงจากเดิม

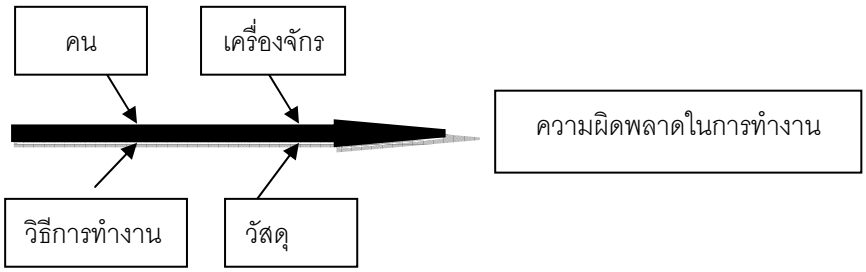
การสร้างแผนภาพสาเหตุและผล

ขั้นที่ 1 ชี้ลักษณะคุณภาพที่เป็นปัญหาออกมาให้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น เรื่องความผิดพลาดในการทำงาน

ขั้นที่ 2 ที่ริมขวาสุดของกระดาษเขียนลักษณะคุณภาพลงไป ตีกรอบสี่เหลี่ยมแล้วลากเส้นราบหนาจากซ้ายมือมายังกรอบนี้ (เรียกเส้นกระดูกสันหลัง) แล้วเดิมเป็นลูกศร



ขั้นที่ 3 แบ่งสาเหตุหรือองค์ประกอบที่สำคัญออกเป็น 4-8 ข้อ จากนั้นลาดเส้น “ก้างใหญ่” จากซ้ายมือเอียงเข้าหากระดูกสันหลังแล้วเขียนสาเหตุสำคัญต่าง ๆ ข้างต้น ที่ต้นลูกศรและล้อมกรอบสี่เหลี่ยม ดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 การเขียนก้างใหญ่ของแผนผังสาเหตุ

ที่มา: ศิริพร ขอพรกลาง, (2544 : 128)

สาเหตุหรือองค์ประกอบที่สำคัญไม่ว่าจะอยู่ในหน่วยหรืองานสำนักงานมักจะใช้ 4M เหมือนๆ กัน คือ

Man	:	คน
Machine	:	เครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์
Material	:	วัตถุดิบหรือวัสดุ
Method	:	วิธีการทำงาน

นอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่น ๆ เช่น

Environment	:	สภาพแวดล้อม
Time	:	เวลา
Measurement	:	การวัด
Transportation	:	การขนส่ง

ขั้นที่ 4 พยายามหาสาเหตุที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุใหญ่เขียนเป็นก้างปลา หาหาเหตุย่อยที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุเขียนเป็นก้างเล็ก และในที่สุดหามูลเหตุซึ่งส่งผลให้เกิดสาเหตุย่อยเขียนเป็นก้างฝอยของสาเหตุ

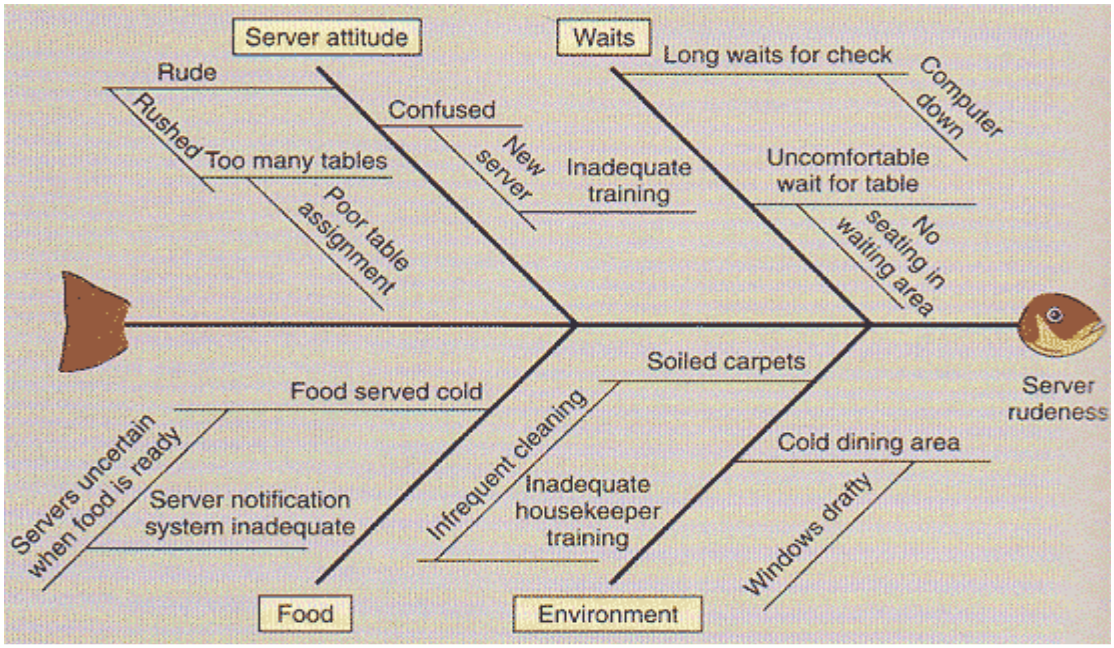
ขั้นที่ 5 สำรวจแผนภาพสาเหตุและผลอีกครั้งว่ามีสาเหตุอื่นๆ เพิ่มเติมอีกหรือไม่ ถ้ามีให้เขียนเติมลงไป

ขั้นที่ 6 ต่อจากนั้นจัดลำดับความสำคัญต่างๆ ในการกำหนดความสำคัญมากน้อย ดังกล่าวอาจใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ถกเถียงร่วมกัน ใช้แผนภูมิพาเรโต กราฟ หรือกระทั่งเปิดอภิปรายทั่วไป เป็นต้น โดยจะใช้ล้อมกรอบหรือเดิมวงกลมสีแดงข้างหน้าสาเหตุที่สำคัญมากกว่าเพื่อให้แบ่งแยกชัดขั้น

ขั้นที่ 7 เดิมหัวข้อที่เกี่ยวข้องลงไป

1. ชื่อผลิตภัณฑ์
2. ขั้นตอนการผลิต
3. วัน เดือน ปี ที่เขียน

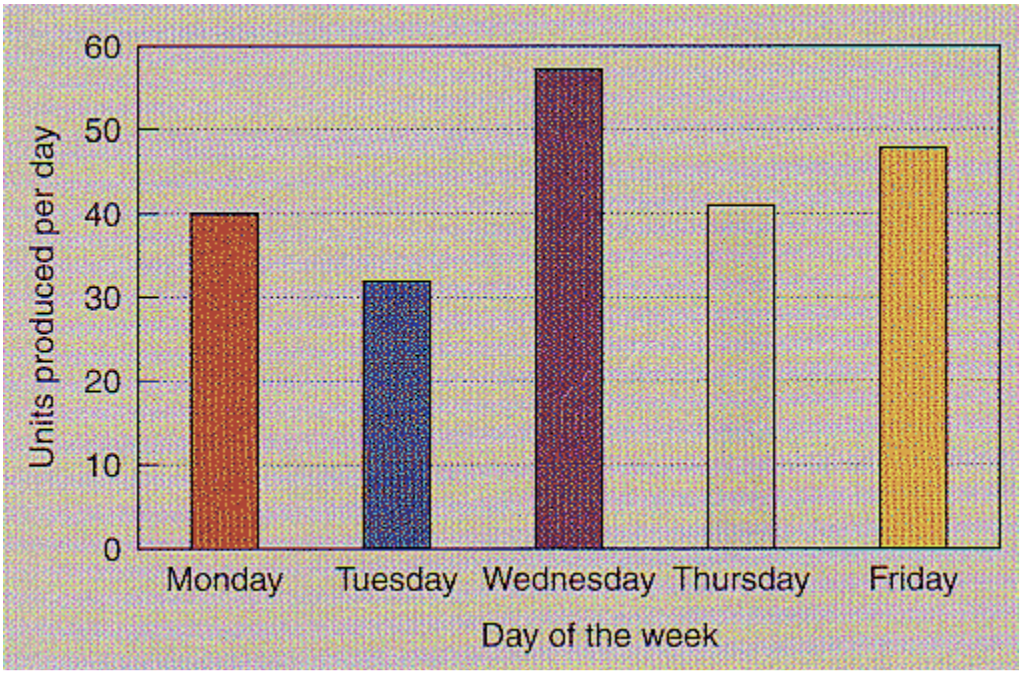
ตามตัวอย่างภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างผังแสดงเหตุและผลคำตำหนิของลูกค้าในร้านอาหาร

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, (2003 : 254)

2.3.4 กราฟ (Graph) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงสำเสนอข้อมูลให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่างๆ ได้ง่ายและชัดเจนขึ้นและสามารถใช้วิเคราะห์แปลความหมายตลอดจนให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีโดยเฉพาะเมื่อข้อมูลมีจำนวนมากการนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟสามารถใช้กราฟเส้น กราฟแท่ง กราฟวงกลม กราฟภาพ



ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างกราฟแท่ง (Bar Chat)

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, (2003 : 254)

ในจำนวน QC เทคนิคทั้งหมด ตัวที่ง่ายที่สุดและเป็นต้นเคยมากที่สุด มีโอกาสได้เห็นและได้ใช้เกือบทุกวันก็คือกราฟนั่นเอง

การใช้ประโยชน์

ข้อมูลทุกประเภทสามารถเสนอในรูปกราฟได้ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการ คือ

1) ใช้วิเคราะห์ข้อมูล กราฟจะแสดงความหมายของตัวเลขออกมาและสามารถชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงซึ่งเราอาจมองข้ามไปได้หากดูจากตัวเลขโดยตรง ดังนั้น กราฟจึงมีประโยชน์มากในการวิเคราะห์สภาพของข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน เพื่อขุดค้นหาสาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง

2) ใช้อธิบาย กราฟช่วยให้สามารถอธิบายหรือชี้แจงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ให้แก่ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบายโดยตรง วัตถุประสงค์อันหนึ่งของการทำ QC ในสถานประกอบการก็เพื่อสร้างสรรค์บรรยากาศให้อยู่ในวัตถุประสงค์ร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นระดับเพื่อนร่วมงานก็ดี ตัวผู้บังคับบัญชาก็ดี เมื่อสื่อความเข้าใจกันได้ดีแล้วบรรยากาศในการทำงานก็ดีด้วย เช่น ใช้อธิบายอัตราการหยุดงานของพนักงาน อัตราของเสียจากการผลิต อัตรายอดจำหน่าย เป็นต้น

3) ใช้ควบคุม กราฟที่เขียนแสดงอัตราการหยุดงานหรือของเสียตามเวลาที่เปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งทำให้กราฟเป็นอุปกรณ์สำคัญในการควบคุมงานต่าง ๆ ด้วย

4) ใช้บันทึก ข้อมูลที่เก็บได้สามารถบันทึกลงเป็นกราฟได้เลย และเมื่อต้องการใช้สามารถดูจากกราฟได้ทันที

กราฟประเภทต่าง ๆ

กราฟที่นิยมใช้กันแพร่หลายและเป็นที่คุ้ยเคยที่สุดมีอยู่ 4 ประเภทหลัก ๆ คือ

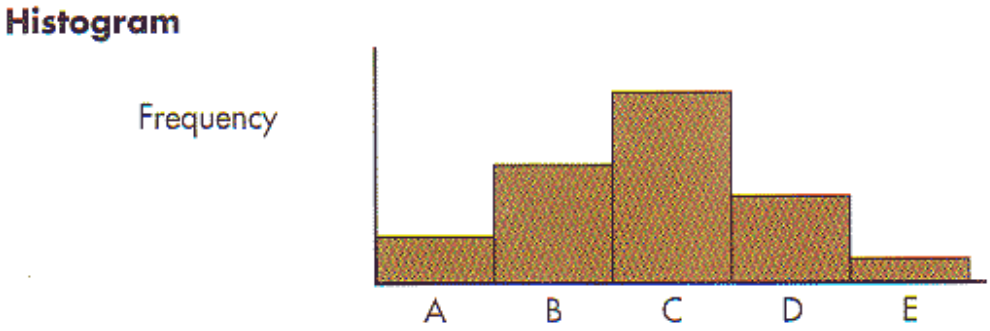
(1) กราฟแท่ง ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบขนาดใหญ่ เล็ก หรือปริมาณมากน้อย ฯลฯ

(2) กราฟเส้น ในกรณีที่ต้องการแสดงหรือใช้สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของค่าข้อมูลตามแต่ละช่วงเวลา ใช้แกนยืนแสดงค่าของข้อมูลและแกนนอนแสดงเวลาเมื่อโยงค่าข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งจุดเอาไว้จะได้กราฟเส้นซึ่งสามารถชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงหรือแนวโน้มอย่างต่อเนื่อง

(3) กราฟวงกลม ในกรณีที่ต้องการแสดงเนื้อหาสาระภายในใช้แบ่งเนื้อที่ในรูปวงกลมออกเป็นส่วนๆ จากจุดศูนย์กลาง ตามอัตราส่วนของเนื้อหาทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่งฯ เช่น การแบ่งประเภทจำนวนประชากรในกรุงเทพฯ สำรวจเมื่อปี 2528 เป็นต้น

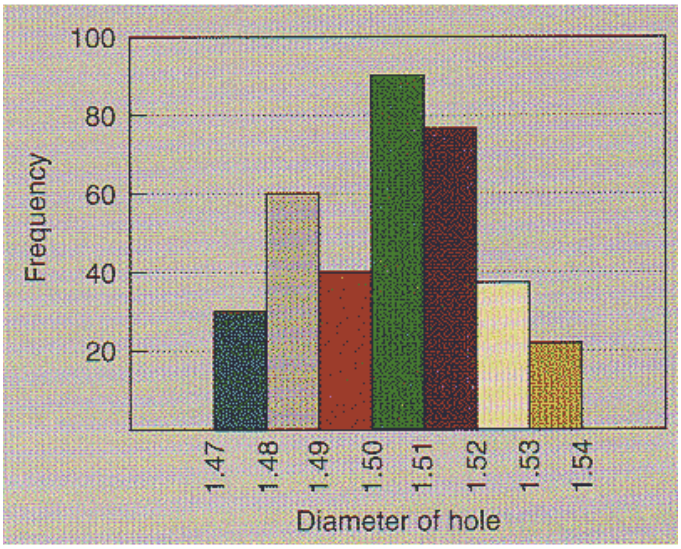
(4) กราฟแถบ เช่นเดียวกับกราฟวงกลม แต่ใช้แบ่งสัดส่วนในแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าตามสัดส่วนของหัวข้อต่าง ๆ ที่แบ่งไว้ ซึ่งกราฟแถบมีข้อดีกว่ากราฟวงกลมที่สามารถชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาให้ชัดเจนดีกว่า

2.3.5 ฮีสโตแกรม (Histogram) เป็นกราฟแท่ง แสดงถึงข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในการจัดการคุณภาพมักใช้ฮิสโตรแกรมเพื่อแสดงข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลงาน เช่น ใช้ฮิสโตรแกรมแสดงระยะเวลาในการให้บริการทางโทรศัพท์ หรือสร้างขนาดหน้าปัดรถยนต์ ทั่วไปฮิสโตรแกรมมีประโยชน์ในการสรุป แสดงแบบแผนข้อมูลและง่ายต่อการวิเคราะห์ความเบี่ยงเบน เช่น การวิเคราะห์จุดศูนย์กลาง (Center) ความกว้าง (Width) และรูปร่าง (Shape) ของข้อมูลตามหลักแล้วข้อมูลที่ตกอยู่ศูนย์กลางจะเป็นข้อมูลยาก สำหรับรูปร่างของข้อมูล มีทั้งรูปปกติ (normal) รูปคู่หรือจุดยอดคู่แฝด (double or twin peak) รูปเนิน (plateau) รูปหวี (comb) และรูปเบ้ (skewed distribution) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์มาก เช่นรูปเบ้ซ้ายแสดงว่ามีค่าต่ำกว่าค่ากลางมาก รูปเบ้ขวามีค่าสูงกว่าค่ากลาง หรือรูปเนินแสดงว่าไม่มีจุดสูงสุดเป็นพิเศษหรือเป็นการรวบรวมข้อมูลปกติหลายๆ รูปเข้าด้วยกัน การวิเคราะห์ฮิสโตรแกรมจึงมีประโยชน์ต่อการพิจารณาความบกพร่องของกระบวนการและผลงานซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์และหาแนวทางปรับปรุงคุณภาพได้ถูกต้องต่อไป ดังแสดงในภาพ 2.18



ภาพที่ 2.18 ฮีสโตแกรม (Histogram)

ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)



ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างฮีสโตแกรมของ Hole Diameters

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, (2003 : 254)

การวิเคราะห์ข้อมูลจากฮิสโตรแกรม

หลังจากการสร้างฮิสโตรแกรม ลากเส้นควบคุมเฉพาะแล้วจะตอบปัญหา 3 ข้อนี้ได้คือ

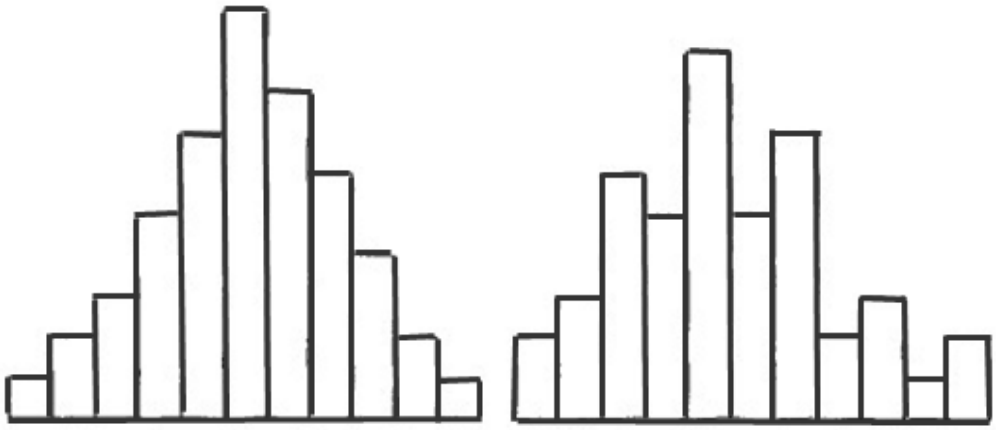
1) ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเหมือนกับการตรวจสอบครั้งก่อนหรือไม่

2) ผลิตภัณฑ์มีการกระจายอยู่ในช่วงกึ่งกลางดีหรือไม่ (well center)

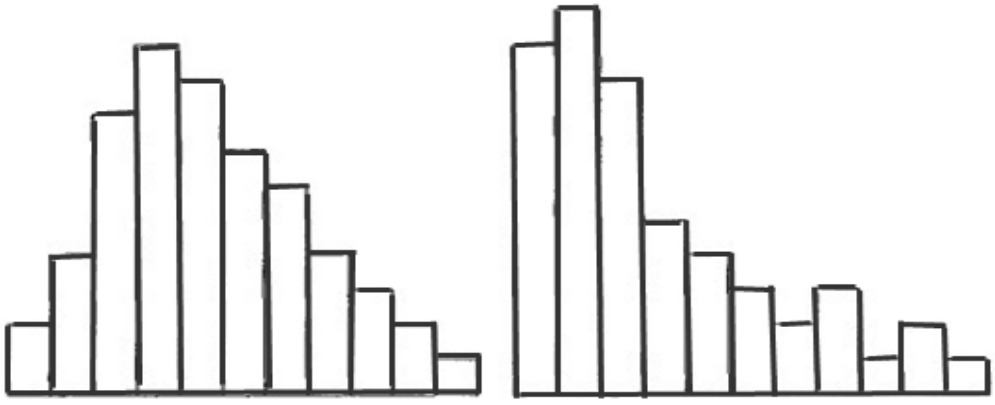
3) ผลิตภัณฑ์อยู่ในมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ (meet engineering specification)

ชนิดของฮิสโตรแกรม

ฮิสโตรแกรมมีหลายชนิด ดังแสดงในภาพประกอบ การทราบลักษณะชนิดของฮิสโตรแกรมที่เขียนขึ้นมาจากข้อมูลชุดหนึ่ง ๆ นั้น จะช่วยให้ได้แนวทางที่ดีในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นต่อไป

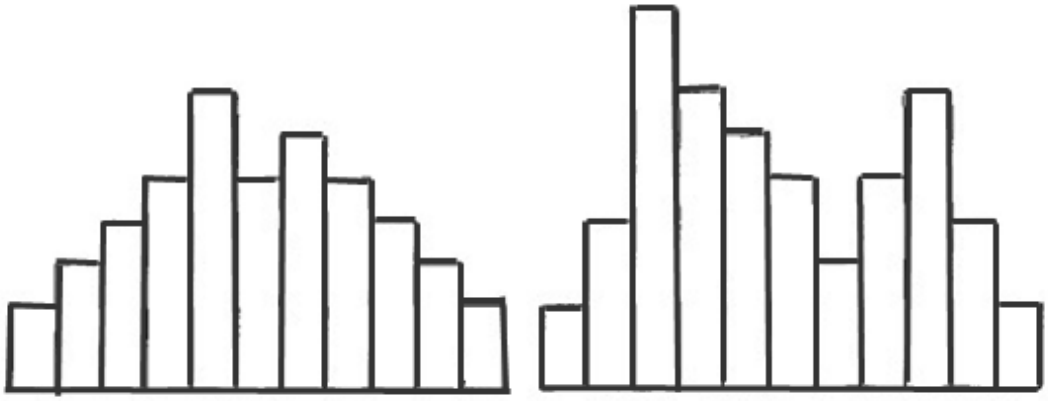


ก. รูปทรงทั่วไป ข. ชนิดไม่เรียบ



ค. ชนิดเบ้ขวา ง. ชนิดหน้าผาซ้าย

ภาพที่ 2.20 ชนิดของฮิสโตรแกรม



จ. ชนิดทรงที่ราบสูง ฉ. ชนิดภูเขา 2 ยอด

ภาพที่ 2.20 (ต่อ)

ที่มา: วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, (2541 : 44)

ก. ชนิดรูปทรงทั่วไป

ลักษณะ ทรงเหมือนระฆังคว่ำ จะสมมาตรกันซ้ายและขวา ค่าเฉลี่ยของฮิสโตรแกรมจะอยู่กึ่งกลางของพิสัยข้อมูล ฮิสโตรแกรมที่มีความถี่สูงสุดจะอยู่ตรงกลางแล้วค่อยๆ ลดหลั่นลงไปทั้งซ้ายและขวา เป็นรูปทรงที่พบมากที่สุดจากชุดข้อมูลทั่วไป ที่มีการแจกแจงปกติ

ข. ชนิดรูปทรงฟันหัก หรือชนิดไม่เรียบ

ลักษณะ จะมีช่วงของชั้นข้อมูลซึ่งมีความถี่มากน้อยสลับกันไปไม่ลดหลั่นอย่างเป็นระบบ อาจเยกว่า Multi –Model Type คือมียอดสูงหลาย ๆ ยอดสลับกัน เกิดได้เมื่อจำนวนที่บรรจุอยู่ในแต่ละชั้นข้อมูลมีค่าไม่เท่ากันและแตกต่างกันมากระหว่างชั้นข้อมูลที่อยู่ติดกัน หรืออาจเกิดจากการปัดเศษค่าของแต่ละข้อมูล

ค. ชนิดเบ้ขวา

ลักษณะ ค่าเฉลี่ยของฮิสโตรแกรมจะไม่กึ่งกลางรูปแต่ จะอยู่ทางซ้ายมือของแนวกึ่งกลางรูปค่าความถี่จะลดลงรวดเร็วทางซ้ายมือและจะค่อยๆ ลดลงทางขวามือ คำว่าเบ้ขวา จะนับขวามือของฮิสโตรแกรมโดยคิดจากขวามือ เมื่อฮิสโตรแกรมหันหน้าออกมาหาเรากล่าวคือ การเบ้ขวายอดกราฟจะไปอยู่ซ้ายมือของเรา ทางด้านค่าต่ำ ทำให้ข้อมูลที่ต่ำกว่าค่าขอบเขต หรือค่าควบคุม

ค่านั้นไม่ได้รับการบันทึก ทำให้ข้อมูลค่าที่ต่ำกว่านั้นอีกหลายค่าถูกข้ามไป ผลคือ ทำให้ค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มใกล้มาทางค่าขอบเขตค่าต่ำ

ง. ชนิดหน้าผาซ้าย

ลักษณะ คล้ายชนิดเบ้ขวาแต่ค่าความถี่ของข้อมูลทางซ้ายมือ จะลดอย่างรวดเร็วมาก ประกอบกับค่าเฉลี่ยของฮิสโตรแกรมก็ใกล้มาทางซ้ายมือมาก จึงทำให้รูปกราฟทางซ้ายมือสูงชันคล้ายหน้าผา กราฟชนิดนี้เกิดได้เมื่อมีการตรวจสอบแบบ 100 % เฉพาะขนาดชิ้นงานทางด้านค่าขอบเขตค่าต่ำ ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิตที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียง หรือต่ำหว่าค่าขอบเขตค่าต่ำ ดังนั้นชิ้นงานที่มีขนาดใกล้เคียงกับค่าขอบเขตค่าต่ำจึงมีมาก ทำให้ค่าความถีในย่านนี้มีค่าสูงมากและขาดหายไปทันที่ที่ใกล้กับค่าขอบเขตค่าต่ำ

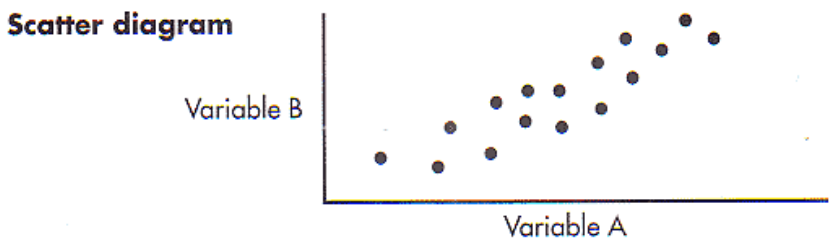
จ. ชนิดทรงที่ราบสูง

ลักษณะข้อมูลในชั้นบริเวณกลาง ๆจะมีค่าความถี่ใกล้เคียงกันมาก แต่จะลดลงทันทีเฉพาะชั้นข้อมูลหัวท้าย เกิดจากข้อมูลที่มีลักษณะการแจกแจง ที่แตกต่างกันหลายแบบมาปะปนกันและแต่ละแบบมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน แต่อาจใกล้เคียงกัน

ฉ. ชนิดภูเขา 2 ยอด

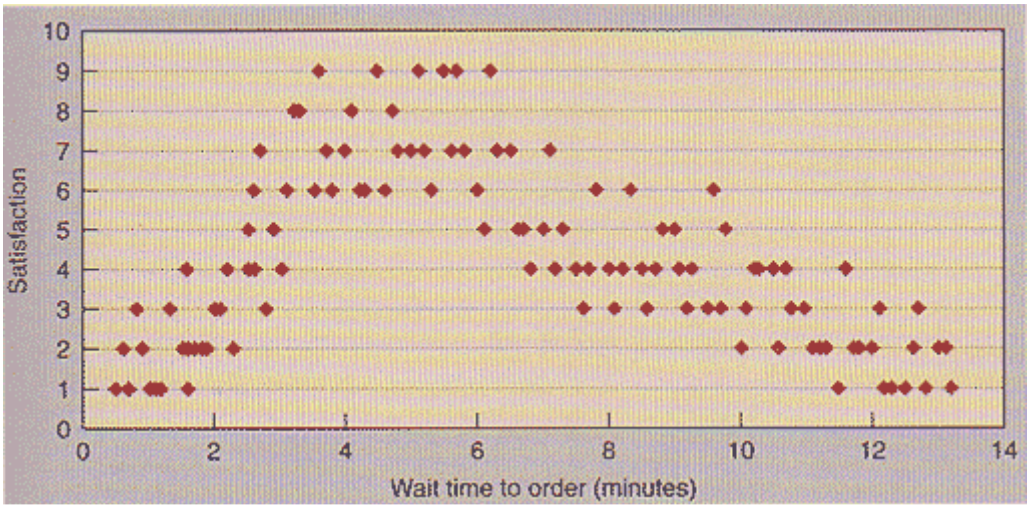
ลักษณะมียอดความถี่สูง 2 ยอดห่างกัน ตรงกลางกับเป็นค่าความถี่ต่ำ เกิดจากข้อมูล 2 ชุดหรือ 1 ชุดที่มาจากการแจกแจง 2 ชุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน หากเป็นการผลิต เป็นไปได้ว่าอาจเป็นข้อมูลที่ได้มาจากชิ้นงาน ซึ่งผลิตจากเครื่องจักร 2 เครื่องหรือวัตถุดิบ 2 รุ่น

2.3.6 ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวว่าสัมพันธ์กันในลักษณะใด ซึ่งจะสามารถหาสหพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทั้งสองตัวที่แสดงด้วยแกน X และแกน Y ของกราฟว่าสหพันธ์เป็นบวกคือตัวแปร มีความสัมพันธ์แปรตามกันหรือมีสหพันธ์เป็นลบ คือตัวแปรมีความสัมพันธ์แปรผกผันต่อกัน



ภาพที่ 2.21 ผังแสดงการกระจาย (Scatter Diagram)

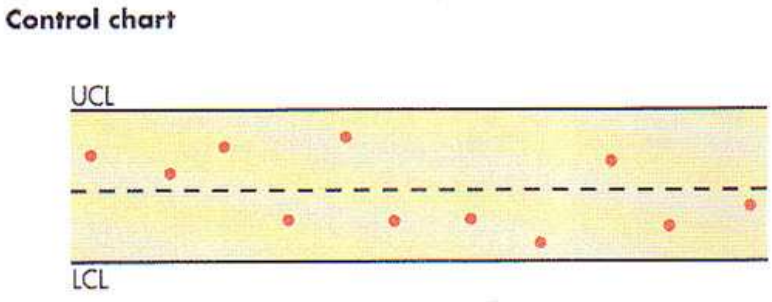
ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)



ภาพที่ 2.22 ตัวอย่างการกระจายของความพอใจของลูกค้าและเวลาที่รอในร้านอาหาร

ที่มา: Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquiano, and Richard, B. Chase, (2003 : 253)

2.3.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นแผนภูมิกราฟที่ใช้เพื่อการควบคุมกระบวนการผลิต มีการแสดงให้เห็นถึงขอบเขตในการควบคุมทั้งขอบเขตควบคุมบน (UCL) และขอบเขตล่าง (LCL) แล้วนำข้อมูลด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการมาเขียนเทียบกับของเขตที่ตั้งไว้เพื่อจะได้รู้ว่าในกระบวนการผลิต ณ เวลาใดมีปัญหาด้านคุณภาพจะได้รับแก้ไขปรับปรุงกระบวนการให้กลับสู่สภาพปกติโดยเร็ว



ภาพที่ 2.23 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

ที่มา: William, J. Stevenson, (2002 : 479)

ชนิดของแผนภูมิควบคุม

ชนิดของแผนภูมิขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลที่ได้ เนื่องจากว่าข้อมูลมีอยู่ 2 ประการ คือ ข้อมูลแบบต่อเนื่อง และข้อมูลแบบช่วง ทำให้แผนภูมิควบคุมมี 2 ชนิด ได้แก่

1) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous, Variable Chart) ใช้ควบคุมค่าที่สามารถวัดได้อย่างต่อเนื่อง เช่น ความยาว น้ำหนัก เวลา เป็นต้น

2) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบช่วง (Discrete, Attribute Chart) ใช้ควบคุมค่าที่นับได้ แต่ไม่ต่อเนื่อง นั่นคือข้อมูลที่ขาดตอน เช่น

- จำนวนของเสีย (Number of nonconforming items (defective))
- สัดส่วนของเสีย หรือ จำนวนของเสียต่อหน่วย (Fraction nonconforming)
- จำนวนความบกพร่อง (Number of nonconformities (defects))
- สัดส่วนบกพร่อง หรือ จำนวนความบกพร่องต่อหน่วย (Nonconformities per unit)

ข้อมูลเป็นหน่วยวัด (ต่อเนื่อง)		ข้อมูลเป็นหน่วยนับ (ช่วง)			
$\bar{X}$ - R Chart	X and MR Chart	pn Chart	p Chart	c Chart	u Chart
กลุ่มข้อมูล	ข้อมูลเดี่ยวในการเก็บแต่ละครั้ง	จำนวนของเสีย (Defective)[5]	จำนวนของเสีย (Defective)	จำนวนรอยตำหนิ (Defects)[5]	จำนวนรอยตำหนิ (Defects)
หาค่า $\bar{X}$ จากกลุ่มย่อยๆ	มีค่า X เพียงค่าเดียว	ขนาดของสิ่งตัวอย่าง (n) เท่ากันทุกครั้ง	ขนาดของตัวอย่าง (n) ไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง	สามารถระบุสาเหตุของรอยตำหนิบนผลิตภัณฑ์ได้ชัดเจนในหนึ่งหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น จำนวนรอยบัดกรีที่เสียบนทีวีหนึ่งเครื่อง	ไม่สามารถระบุประเภทหรือขนาดของรอยตำหนิได้ (เช่น รอยตำหนิบนผ้าทอ 1 ผืน)

ภาพที่ 2.24 ชนิดของแผนภูมิควบคุม และลักษณะเฉพาะของแผนภูมิควบคุม

ที่มา: กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข, (ม.ป.ป. : 6)

2.4 การทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานสถิติ (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, 2554 : 257-261) หมายถึง ข้อสงสัยหรือข้อความที่เกี่ยวข้องกับประชากรหนึ่งชุดหรือมากกว่า ซึ่งอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ การหาคำตอบหรือข้อสรุปว่าสิ่งที่สงสัยเป็นจริงหรือไม่นั้น ทำได้ด้วยการสำรวจจากประชากรทั้งหมด ซึ่งในทางปฏิบัติทำได้ยาก เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องเวลา บุคลากร เครื่องมือ หรืองบประมาณ จึงมักสรุปผลจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ศึกษา แล้วใช้หลักของการทดสอบสมมติฐานมาช่วยในการวิเคราะห์หาคำตอบ ข้อสรุปจะมี 2 แบบคือ ปฏิเสธสมมติฐาน และยอมรับสมมติฐาน ถ้าหลักฐานที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะสรุปได้ว่าปฏิเสธสมมติฐาน (Reject Hypothesis) และถ้าหลักฐานที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะสรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐาน หรืออาจกล่าวได้ว่า ไม่มีหลักฐานพอที่จะเชื่อเป็นอย่างอื่น

สมมติฐานที่ตั้งขึ้นสำหรับการทดสอบสมมติฐานจะมี 2 ส่วนคือ

1) สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) หรือ H_0 เป็นข้อความหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งขึ้นเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของประชากรหนึ่งชุดหรือมากกว่า แสดงให้เห็นถึงสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เครื่องหมายที่ระบุในสมมติฐานหลักมักจะใช้ = (เท่ากับ) ซึ่งจะแสดงถึงสภาพดั้งเดิมหรือมูลค่าคงเดิม

2) สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) หรือ H_1 เป็นข้อความหรือข้อสมมติฐานที่ตั้งขึ้น แสดงให้เห็นถึงสภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเป็นสิ่งที่สงสัยแล้วต้องการตรวจสอบ เครื่องหมายที่รถบุในสมมติฐานทางเลือกจะใช้ > (มากกว่า) < (น้อยหว่า) หรือ ≠ (ไม่เท่ากับ) เพื่อแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเลือกใช้เครื่องหมายใดนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบว่าต้องการจะตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์

การทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ที่พบบ่อยคือ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และสัดส่วน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ

1) กำหนดสมมติฐานหลัก H_0

2) กำหนดสมมติฐานทางเลือก H_1

3) เลือกค่าระดับนัยสำคัญ α

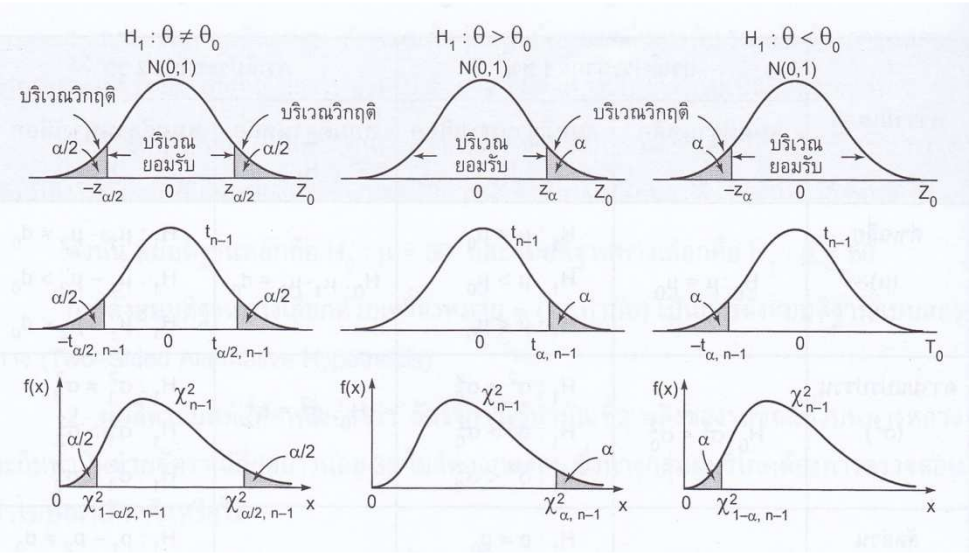
4) กำหนดบริเวณวิกฤติ (Critical Region) ตามระดับนัยสำคัญและการตั้งสมมติฐานทางเลือก H_1 (สมมติฐานแบบสองทางหรือทางเดียว) ดังภาพที่ 2.25

5) สุ่มตัวอย่างขนาด n และคำนวณค่าสถิติที่ใช้ทดสอบ

6) นำค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณตามข้อที่ 5. เปรียบเทียบกับบริเวณวิกฤติตามข้อที่ 4. แล้วสรุปผลดังนี้

6.1) ถ้าอยู่ในบริเวณวิกฤติ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0

6.2) ถ้าอยู่ในบริเวณวิกฤติ จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_1



ภาพที่ 2.25 การทดสอบสมมติฐานแบบสองทางและทางเดียวของการแจกแจง Z, t และ χ^2

ที่มา: นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, (2554 : 260)

ภาพที่ 2.25 แสดงการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (เช่น $H_1 : \mu \neq \mu_0$) จะพบว่าบริเวณวิกฤติแบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนมีพื้นที่ได้กราฟ α/2 ส่วนบริเวณของการยอมรับ (Acceptance Region) มีพื้นที่ได้กราฟ1 - α

ในขณะที่การทดสอบสมมติฐานทางเดียวด้านบน (เช่น $H_1 : \mu > \mu_0$) หรือทางเดียวด้านล่าง (เช่น $H_1 : \mu < \mu_0$) จะพบว่าบริเวณวิกฤติมีเพียงด้านเดียวคือด้านบน (Upper) หรือด้านล่าง (Lower) ด้วยพื้นที่ใต้กราฟเท่ากับ α ส่วนบริเวณของการยอมรับมีพื้นที่ใต้กราฟ 1 - α

การสรุปผลในขั้นตอนที่ 6 ของการทดสอบสมมติฐาน จะขอยกตัวอย่างการแจกแจง Z คือ ถ้าค่าสถิติ Z_0 ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างตกในบริเวณวิกฤติ จะสรุปผลว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 แต่ถ้าค่าสถิติ Z_0 ที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างตกในบริเวณของการยอมรับ จะสรุปผลว่ายอมรับสมมติฐานหลัก H_0

ค่า P – Value

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานของพารามิเตอร์ในส่วนของการสรุปผลว่า จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 นั้น จะพิจารณาจากค่าสถิติซึ่งคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับค่าวิกฤติดังภาพที่ 2.26 ถ้าค่าสถิติมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤติ (หรือตกอยู่ในบริเวณวิกฤติ) จะปฏิเสธ H_0 แต่ถ้าค่าสถิติมีค่าน้อยกว่าค่าสัมบูรณ์ของค่าวิกฤติ (หรือตกอยู่ในบริเวณยอมรับ) จะยอมรับ H_0 ตัวอย่างเช่น การทดสอยสมมติฐานสองทางของการแจกแจง Z จะได้ว่า (นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์, 2554 : 276-277)

$Z_0 \geq |Z_{\alpha/2}|$ สรุปผล ปฏิเสธ H_0

$Z_0 \leq |Z_{\alpha/2}|$ สรุปผล ยอมรับ H_0

อีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการสรุปผลคือ พิจารณาค่า P – Value ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ α ค่า P – Value เป็นค่าความน่าจะเป็นน้อยที่สุดที่ทำให้ปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 ได้ ซึ่งจะเป็นความน่าจะเป็นที่สอดคล้องกับค่าสถิติที่คำนวณจากกลุ่มตัวอย่าง โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติโดยส่วนใหญ่จะแสดงผลวิเคราะห์ทั้งค่าสถิติและค่า P- Value การเทียบค่า P – Value กับ α จะสะดวกต่อการสรุปผลมากกว่า เพราะไม่ต้องเปิดตารางสถิติเพื่อหาค่าวิกฤติมาเปรียบเทียบ

ถ้าค่า P – Value มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0

ถ้าค่า P –Value มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ α จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0

ค่า P – Value จะสอดคล้องกับพื้นที่ได้กราฟหรือความน่าจะเป็นของค่าสถิติ ตัวอย่างเช่น การแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน Z สามารถคำนวณหาค่า P – Value ที่สอดคล้องกับค่าสถิติ Z_0 ได้ดังนี้

$P - Value = 2[1 - \Phi(|Z_0|)]$ สำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง (Two – Tailed Test)

$P - Value = 1 - \Phi(Z_0)$ สำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวด้านบน (Upper – Tailed - Test)

$P - Value = \Phi(Z_0)$ สำหรับการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวด้านล่าง (Lower – Tailed - Test)

เมื่อ $\Phi(Z_0) = P(Z \leq Z_0)$ ความน่าจะเป็นสะสมของการแจกแจงปกติมาตรฐาน N(0,1)

จากภาพที่ 2.26 เป็นการทดสอบสมมติฐานแบบสองทาง ค่าสถิติ $Z_0 = -2.47$ จะให้ค่า $P - Value = 2[1 - \Phi(|-2.47|)] = 2(0.0068) = 0.0136$ ซึ่งเมื่อเทียบกับระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า

P – Value < α จึงสรุปได้ว่า ปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 อีกวิธีหนึ่งคือ เทียบค่าสถิติ Z_0 = -2.47 กับค่าวิกฤติ Z = -1.96 ซึ่งจะให้ผลสรุปที่เหมือนกัน

ตัวอย่างผลลัพธ์ทางคอมพิวเตอร์ ในการทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการที่กล่าวมาแล้ว ผู้ตัดสินใจต้องกำหนดค่าที่แน่นอนของระดับนัยสำคัญ เช่น 0.01 0.05 หรือ 0.10 ซึ่งในทางปฏิบัติจะทำได้ค่อนข้างยาก นอกจากกำหนดได้เพียงว่าค่าของระดับนัยสำคัญมีค่าต่ำเท่านั้น โดยสามารถกำหนดเป็นระดับเคียง (Benchmark level) มากกว่าการกำหนดที่แน่นอน และโดยทั่วไปแนะนำให้ใช้ที่ระดับ 0.05 หรือ 0.10 สำหรับการตัดสินใจแบบยืนยันผล และให้ใช้ที่ระดับ 0.25 หรือ 0.30 สำหรับการตัดสินใจแบบค้นคว้า (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2554 :228)

ในการตัดสินใจด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะตัดสินใจจากค่า P (หรือ Probability) แล้วพิจารณาว่า P มีค่าสูงหรือต่ำ (เมื่อเทียบกับระดับเทียบเคียง) และทำการตัดสินใจจากตัวสถิติทดสอบ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิชิต ศรัณยนิตย์ (2548) ได้ทำการลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมฉีดพลาสติกโดยใช้หลักการทางสถิติมาช่วยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และใช้หลักการทางทฤษฎีด้านโพลีเมอร์เข้ามาอธิบายถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อทำการปรับปรุงสภาพปัญหาของโรงงานก่อนดำเนินการแก้ไข ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญ 3 อันดับแรก คือ Holding Pressure, Mold Temperature และ Cycle Time ทั้งสามปัจจัยมีผลกระทบต่อขนาดของชิ้นงานทั้งแบบ Main Effect และ Interaction จากนั้นได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของโรงงานในเรื่องของเสียประเภทขนาดไม่ได้มาตรฐาน โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวข้างต้นแล้วดำเนินการผลิตพบว่า สามารถลดปริมาณของเสียได้จากเดิมร้อยละ 37.42 ลดลงมาเป็นร้อยละ 2 จากผลที่ได้ เนื่องจากได้มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ใน Mold Temperature เป็น 75 °C มีค่าสูงจากเดิมส่งผลให้การเกิดโครงสร้างผลึกมีโอกาสในการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบมากขึ้น ส่งผลให้ขนาดลดลง ในส่วนค่าพารามิเตอร์ Cycle Time ได้ใช้ค่า 22 วินาที ซึ่งมีค่าลดลง มีผลให้ชิ้นงานถูกเอา ออกจากแม่พิมพ์เร็วขึ้น ทำให้สามารถเย็นตัวนอกแม่พิมพ์ได้มาก ทำให้ชิ้นงานสามารถ หดตัวได้เพิ่มขึ้น

พงษ์พันธุ์ โครตประทุม (2548) ศึกษาการลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องในกระบวนการหล่อชิ้นงานขึ้นรูปอะลูมิเนียม ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยประเภทของการหล่อไม่เต็มแบบ(Misrun) โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมเพื่อหาสภาวะระดับปัจจัยที่เหมาะสมโดยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีงานหล่อขึ้นรูปอะลูมิเนียมแล้วจึงศึกษาข้อมูลการผลิต และสภาพการผลิตจริง

เพื่อรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลังจากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบพบว่า ปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลองจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบ (FMEA) แล้วจึงนำปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลองจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบพบว่า ปัจจัยที่น่าจะมีอิทธิพลต่อชิ้นงานไม่เต็มมี 3 ปัจจัยคือ อุณหภูมิเตาหลอม, อุณหภูมิแม่พิมพ์ และเวลาในการฉีดน้ายาเคลือบแม่พิมพ์ จากนั้นได้นำทั้ง 3 ปัจจัยนี้มาผ่านการทดลอง โดยวิเคราะห์ทีละปัจจัยซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการไม่เต็มอย่างมีนัยสำคัญคือ อุณหภูมิเตาหลอม และอุณหภูมิแม่พิมพ์ จากนั้นได้ทำการทดลองเพิ่มเติมว่า ณ อุณหภูมิแม่พิมพ์ ที่ 750 องศาเซลเซียส และ 220 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ให้ผลการเกิดอาการไม่เต็มน้อยที่สุด และเมื่อทำการติดตามผลเดือนเมษายน 49 พบว่าของเสียทั้งหมดของชิ้นงานในการศึกษานี้ (Casing Cap รุ่น CTC-11) นั้นลดลงจาก 20% เหลือ 3% ซึ่งส่งผลให้ของเสียรวมทั้งหมดของบริษัทลดลงจาก 12.5% เหลือเพียง 8.5% ของยอดการผลิตทั้งหมด

สุเมธ กาฬภักดี (2547) ได้ทำศึกษาการลดของเสียประเภทผ้าเหี่ยวเป็นลอนในกระบวนการรีดพลาสติกแผ่นด้วยการวิเคราะห์ถึงปัจจัย ที่มีผลต่อการเหี่ยวเป็นลอนของผ้าพลาสติกโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองทางวิศวกรรมเพื่อหาสภาวะควบคุมการผลิตที่เหมาะสมโดยใช้หลักการ Why-Why-Analysis โดยอาศัยการเปรียบเทียบสิ่งที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับสิ่งที่ควรจะ เป็นตามหลักเกณฑ์หรือทฤษฎีแล้วจึงนำปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัยเหล่านั้นจากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเหี่ยวเป็นลอนของผ้าพลาสติกและสภาวะควบคุมการผลิตที่เหาะสม คือ อัตราการดึงยืดในแนวยาวของชุดลูกรีด Take off อยู่ที่ 2.50 อุณหภูมิของชุดลูกรีดคาเลนเตอร์อยู่ที่ 175, 177, 175 และ173 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของชุดลูกรีด Take of & Emboss (C) อยู่ที่ 175 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนผลจากการนำค่าควบคุมการผลิตแบบใหม่ที่ได้จากการทดลอง ไปประยุกต์ใช้ ในสายการผลิตจริง มีผลทำให้อัตราการเหี่ยวเป็นลอน จากการผลิตโดยรวมต่อเดือน มีค่าลดลงร้อยละ 2.17 จากเดิมร้อยละ 3.01 เป็นร้อยละ 0.8

ณัฐพล สินตระกูล (2543) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องของเพลาข้างรถยนต์ ในกระบวนการดีขึ้นรูป พบว่าการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลนไม่เต็มเกิดจาก พารามิเตอร์ต่างๆ สามตัวด้วยกันประกอบด้วยค่า Useting Temperature, Spindle Pressure และ Forging Force จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ของการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลงไม่เต็ม โดยความสัมพันธ์เป็นดังนี้ ถ้าให้ Spindle Pressure มีความดันเพิ่มขึ้น 1 kg/cm² แล้วจะทำให้จำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องลดลง 335 ppm ถ้าให้ Upsetting Temperature มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส แล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์บกพร่องลดลง 719 ppm และถ้าให้ Forging Force ลดลง 1 Ton

แล้วจะทำให้ผลิตภัณฑ์บกพร่องเพิ่มขึ้น 365 ppm ซึ่งในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ จากการหาค่าที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลนไม่เต็มน้อยที่สุดพบว่ามีสภาวะคือให้ปรับค่า Upsetting Temperature เท่ากับ 1200 องศาเซลเซียส, Spindle Pressure เท่ากับ 70 kg/cm² และ Forging Force เท่ากับ 1,250 ตัน

ในการควบคุมให้คุณภาพของฝ่ายผลิตที่ทำการศึกษาให้มีคุณภาพดีขึ้นนั้นจะทำการควบคุมค่าของพารามิเตอร์โดยอ้างอิงผลจากการทดลองและวิจัย ซึ่งสามารถสรุปได้คือการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทหน้าแปลนไม่เต็มนั้น เป็นผลมาจากแรงอัดในการขึ้นรูปร้อนและอุณหภูมิในการขึ้นรูปร้อนด้วยเครื่อง Electric Up setter ซึ่งในการผลิตใช้เครื่องยี่ห้อ GOHSYU ดังนั้นค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จึงใช้ได้เฉพาะเครื่องรุ่นนี้เท่านั้น โดยการปรับค่าพารามิเตอร์สำหรับการผลิตให้ปรับเครื่องดังนี้ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 1,200 องศาเซลเซียส และตั้งค่าของ Spindle Pressure ไว้ที่ 70 kg/cm² และค่าของแรงที่ใช้ในการตีขึ้นรูปที่เครื่อง Screw Press ยี่ห้อ ENOMOTO โดยการปรับที่ค่าของ Down Power Set เท่ากับ 39

พิชัย ศรัณยโชติ (2548)ได้ทำการศึกษาการลดของเสีย ในการผลิตเหล็กแหนบสปริงรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตันโดยของเสียที่เกิดขึ้นจะเกิดจากความสูงโค้งที่ไม่อยู่ในค่าที่ควบคุม ซึ่งกระบวน การที่มีผลต่อความโค้งสูง คือกระบวนการช็อทพีนนิ่ง กระบวนการเผาชุบ และกระบวนการอบคืนตัว สาเหตุของกระบวนการช็อทพีนนิ่ง มีสาเหตุมาจากการยิงเม็ดเหล็กลงบนแหนบไม่ทั่วถึงและใช้หมอนรองไม่เหมาะสม การปรับปรุงกระบวนการช็อทพีนนิ่ง เหล็กแหนบเบอร์ 1 ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียร้อยละ 88 หลังการปรับปรุงโดยเพิ่มความสูงหมอนไม่พบของเสีย เหล็กแหนบเบอร์ 2 ก่อนปรับปรุงกระบวนการ มีของเสียร้อยละ 30 และหลังปรับปรุงกระบวนการไม่มีของเสียเกิดขึ้น เหล็กแหนบเบอร์ 3 ก่อนปรับปรุงไม่มีของเสียและหลังปรับปรุงโดยเพิ่มความเร็วสายพานไม่พบของเสีย

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการอบคืนตัวสาเหตุมาจากความเร็วสายพานสองฝั่งไม่เท่ากันและเหล็กแหนบเรียงติดกันมาก การปรับปรุงกระบวนการอบคืนตัวโดยเพิ่มอุณหภูมิอบคืนตัว ติดตั้งลูกสูบเพื่อกระจายแหนบ และเพิ่มสายพานลำเลียงแหนบ เหล็กแหนบเบอร์ 1 ก่อนปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 46 หลังปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 2 เหล็กแหนบเบอร์ 2 ก่อนปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 41 และหลังปรับปรุงกระบวนการไม่พบของเสีย เหล็กแหนบเบอร์ 3 ก่อนปรับปรุงกระบวนการไม่มีของเสียเกิดขึ้นและหลังปรับปรุงไม่มีของเสียเกิดขึ้นด้วยเช่นกัน ในกระบวนการอบชุบเหล็กแหนบเบอร์ 1 เบอร์ 2 และเบอร์ 3 ไม่มีของเสีย ค่าความสูงโค้งอยู่ในค่าที่ควบคุม เหล็กแหนบที่ผ่านร่องเอและร่องบีอุณหภูมิก่อนชุบแข็งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่าอุณหภูมิวิกฤตค่าความสูงโค้ง

อยู่ในค่าที่ควบคุมทั้งร่องเอและร่องบี ดังนั้นโครงสร้างหลังชุบไม่มีเฟอร์ไรเหลือ อยู่ค่าความแข็งอยู่ในค่าที่กำหนดตามแผนควบคุมทั้งสองร่องด้วย

ศิริรัตน์ เซียวประยูร (2547) ได้ทำการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการหล่อฝาสูบอะลูมิเนียมโดยการเพิ่มการถ่ายเทความร้อนของแบบหล่อ ซึ่งปัญหารอบรั่ว (Leak) ในงานหล่ออลูมิเนียมนี้พนักงานไม่สามารถตรวจสอบด้วยสายตาได้ เนื่องจากภายในเป็นท่อผ่านน้ำหล่อเย็นและน้ำมันของเครื่องยนต์ ซึ่งปัญหาด้าน (Leak) เป็นปัญหาอันดับหนึ่งของกระบวนการผลิตฝาสูบอะลูมิเนียมนี้เป็นเป้าหมายคือลดจากเปอร์เซ็นต์ของเสีย 90.1% ของอาการเสียทั้งหมดนี้ให้ลดลงได้น้อยที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้เริ่มจากการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักโดยการระดมสมอง โดยใช้ผู้มีความรู้เฉพาะทางซึ่งได้ปัจจัยมาทั้งหมด 17 ปัจจัยจากนั้น ได้นำมาประเมินผลให้คะแนนค่าความรุนแรงของผลกระทบ, โอกาสการเกิดและผลการตรวจจับระดับควบคุม เพื่อแสดงลำดับความสำคัญของการเสี่ยงที่จะทำให้เกิดปัญหาโพรงหดตัว ซึ่งจากค่า RPN งานวิจัยนี้ได้นำคะแนน RPN มาทำการวิเคราะห์ผ่านพาเรโต เพื่อดูความมีเสถียรภาพของข้อมูลซึ่งจากพาเรโต พบว่าปัจจัยที่นำมาออกแบบการทดลองเพื่อหาระดับปัจจัยที่ให้ค่าอัตราการแข็งตัวของงานหล่อฝาสูบอะลูมิเนียมมากที่สุด มีทั้งหมด 3 ปัจจัยได้แก่ อัตราน้ำหล่อเย็นด้านล่าง, อุณหภูมิอุ่นแบบหล่อด้าน Front และ การถ่ายเทความร้อนของแบบหล่อ โดยนำปัจจัยเหล่านี้ไปทำการออกแบบการทดลองแบบ 1 เรพลิเคต โดยที่งานวิจัยนี้ได้กำหนดตัวแปรตอบสนองโดยใช้ค่าอัตราการแข็งตัวของอะลูมิเนียม ในตำแหน่งด้าน Front โดยวัดครั้งละ 3 ระดับ คือด้านล่าง, ตรงกลาง และด้านบน ซึ่งจากผลการทดลองแบบ 1 เรพลิเคต นั้นได้ค่าปัจจัยที่เหมาะสมดังต่อไปนี้คือ อัตราน้ำหล่อเย็นด้านล่างปรับตั้งค่าไว้ที่ 60 liter/min, อุณหภูมิอุ่นแบบด้าน Front ปรับตั้งค่าไว้ที่ 190-210 องศาเซลเซียส และการถ่ายเทความร้อนของแบบหล่อ ต้องใช้แบบหล่อที่ปรับปรุงใหม่

คมสัน ศรีประสิทธิ์ (2551) ได้ทำการศึกษา เพื่อลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปเน็ทโดย หลักการควบคุมอุณหภูมิเชิงสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ประเภทปัญหาตัดสั้น ซึ่งเกิดจากการหดตัวของเน็ทหลังจากการขึ้นรูป โดยออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะระดับปัจจัยที่เหมาะสม การดำเนินงานเริ่มต้นด้วยการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์โดยผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงศึกษาข้อมูลการผลิตและสภาพการผลิตจริงเพื่อรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ โดยใช้แผนภูมิก้างปลาในการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหา แล้วนำปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบความถี่ข้อบกพร่องของชิ้นงานประเภทปัญหา ตัดสั้นคืออุณหภูมิที่ใช้สำหรับการผลิตขึ้นรูปเน็ท จากนั้นได้ทำการทดลองเพื่อหาระดับในการปรับตั้งอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อใช้สำหรับการผลิตขึ้นรูปเน็ท พบว่า ณ อุณหภูมิการขึ้นรูปที่ 111°C

ความเร็ว 90 RPM ให้ผลต่อระยะของการหดตัวของเน็ทลดลง ส่งผลให้ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ลดลง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสภาวะการควบคุมการผลิตแบบใหม่ของอุณหภูมิที่ใช้สำหรับการขึ้นรูปที่ 111 °C ความเร็ว 90 RPM เพื่อใช้ในการผลิตจริง และเมื่อทำการติดตามผลพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียเกิดจากปัญหาตัดสั้น เดือน มิถุนายน ถึงเดือน พฤศจิกายน 2550 ของรุ่น 2P1 66335-1B ลดลงจาก 0.64% เหลือ 0.03% มีค่าลดลงร้อยละ95.31% ซึ่งส่งผลให้ของเสียรวมทั้งหมดของการขึ้นรูปเน็ทจากสายการผลิตที่ 2 ลดลงจาก 1.48% เหลือ 0.86% ของยอดผลิตทั้งหมด

จุฑาทิพย์ ทะประสพ (2551) ได้ทำการศึกษาการลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพ ได้แก่ กราฟ แผนภาพการกระจาย แผนผังแสดงเหตุและผล แผนภาพพาเรโต แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังต้นไม้ การออกแบบการทดลอง และแผนภูมิควบคุม ปัญหาที่พบ มีของเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ มากถึง 25 – 45 % ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบไปด้วย 5 ระยะ ได้แก่ ระยะการกำหนดปัญหาได้ทำการคัดเลือกปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุภัณฑ์ผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE มีขนาด 0.04 มิลลิเมตร รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10 (II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไข ได้แก่ 1 ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม 2 แรงดึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม 3 พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และ 4 การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ระยะการหาวิธีการแก้ไขปัญหาประกอบด้วย 2 วิธี คือ การออกแบบการทดลอง และการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ ผลจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 50°C อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50°C และแรงตึงของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm. (IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ระยะการประเมินผลพบว่า สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเวลาในการพิมพ์งาน A018 ลดลงเฉลี่ย 8.87 นาทีต่อม้วน

จิระเดช ดิสสัน (2551) ได้ศึกษาการลดสัดส่วนของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกโดยใช้เทคนิคการควบคุมกระบวนการด้วยหลักการทางสถิติ ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนลำโพง (Speaker Unit) ที่ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติก พบว่ามีผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะบกพร่องหรือมีคุณภาพไม่ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า ปัญหาสำคัญของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบมี 3 ลักษณะได้แก่ ชิ้นงานมีรอยขีดข่วน มีจุดดำในชิ้นงาน และชิ้นงานไม่เต็มรูป ซึ่งจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมีแนวโน้มของปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของบริษัทฯ สูงขึ้น งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการควบคุมกระยวนการผลิต โดย

นำเอาเทคนิคการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) มาใช้ในกระบวนการผลิต และนำเอาเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่างมาช่วยทำการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อค้นหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ผลจากงานวิจัยนี้สามารถลดของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตจากเดิมรวม 56.64 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถลดปัญหาผลิตภัณฑ์บกพร่อง เป็นจุดดำ จากเดิม 63.50 เปอร์เซ็นต์ ข้อบกพร่องจากการฉีดชิ้นงานไม่เต็มรูปมีจำนวนลดลงจากเดิม 52.50 เปอร์เซ็นต์ และชิ้นงานที่เกิดข้อบกพร่องจากการฉีดชิ้นงานมีจำนวนลงลงจากเดิม 46.98 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งสามารถลดการสูญเสียค่าของสินค้าได้ลดลงเป็นจำนวน 63,338 ชิ้น ซึ่งมีมูลค่าการขายทางการตลาดเป็นจำนวน 22,168,300 บาท และยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของบริษัทฯ สร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าในการจัดส่งของที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้าได้อย่างครบถ้วน ซึ่งส่งผลให้บริษัทฯ มีความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจได้สูงขึ้น รวมถึงสามารถเพิ่มผลประกอบการของบริษัทฯ ให้สูงขึ้นได้อีกด้วย