

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ (Statistical Process Control) ในอุตสาหกรรมผลิตฝากระป๋องผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ

2.1.1 การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ

ในกระบวนการผลิตมักพบว่าความเบี่ยงเบน หรือความแปรปรวนของกระบวนการผลิตมีโอกาสเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ไม่ว่าระบบการผลิตจะได้รับการออกแบบไว้ดีเพียงใด ความแปรปรวนต่างๆ มีผลมาจากปัจจัยต่างๆ มากมาย ทั้งที่สามารถควบคุมได้และไม่สามารถควบคุมได้ ทั้งปัจจัยที่มีผลกระทบมากและปัจจัยที่มีผลกระทบน้อย ความแปรปรวนเหล่านี้ส่งผลกระทบถึงคุณภาพของสินค้าที่ทำการผลิต ถ้าความแปรปรวนมีน้อยและไม่ส่งผลกระทบต่อตลาดของคุณภาพสินค้า ก็กล่าวได้ว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม แต่เมื่อใดที่ความแปรปรวนเกิดขึ้นมากและส่งผลให้สินค้าคุณภาพลดลง ก็แสดงว่ากระบวนการผลิตมิได้อยู่ภายใต้การควบคุม หรืออีกนัยหนึ่งคือกระบวนการผลิตได้ผิดปกติไปจากที่ควรจะเป็น

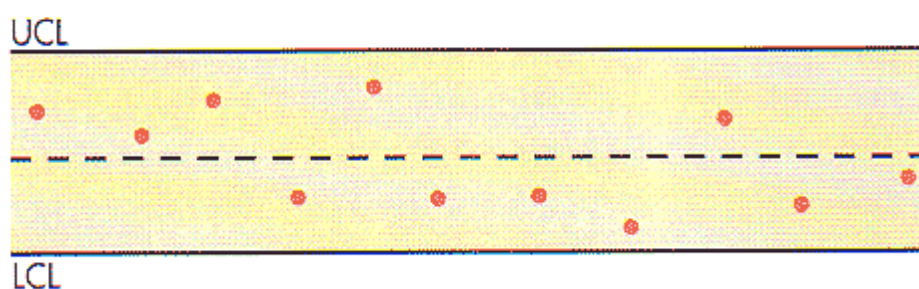
สาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดผิดปกติไป อาจเกิดจากเครื่องจักร คนทำงานหรือวัตถุดิบ โดยทั่วไปกระบวนการผลิต จะอยู่ภายใต้การควบคุม อย่างไรก็ตามปัจจัยการผลิตอาจเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้กระบวนการผลิตเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด ทำให้ผลิตสินค้าหรือชิ้นงานที่ไม่ตรงตามข้อกำหนด หรือสินค้าที่มีคุณภาพลดลงนั่นเอง เพื่อควบคุมกระบวนการผลิต ให้อยู่ภายใต้การควบคุม จึงต้องมีวิธีการเชิงสถิติเพื่อให้ผู้ผลิตรู้ว่ากระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนดไว้ วิธีการเชิงสถิติที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตคือ แผนภูมิควบคุม วัตถุประสงค์หลักของแผนภูมิควบคุมคือ การใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงไปของกระบวนการผลิต เพื่อการแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว และไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าที่ผลิต นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เป็นตัวกำหนดความสามารถของกระบวนการผลิต และการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุมอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ผู้ผลิตสามารถปรับปรุงคุณภาพสินค้าที่

ผลิตให้ดียิ่งขึ้นตลอดเวลา แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อลดความแปรปรวนของกระบวนการผลิตซึ่งจะทำให้การผลิตสินค้ามีคุณภาพดีสม่ำเสมอ

2.1.2 แผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นแผนภูมิกราฟที่ใช้เพื่อการควบคุมกระบวนการผลิต โดยมีการแสดงให้เห็นถึงขอบเขตในการควบคุมทั้งขอบเขตควบคุมบน (UCL) และขอบเขตล่าง (LCL) แล้วนำข้อมูลด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการมาเขียนเทียบกับขอบเขตที่ตั้งไว้เพื่อจะได้อันรู้ว่า ในกระบวนการผลิต ณ เวลาใดมีปัญหาด้านคุณภาพ จะได้รับแก้ไขปรับปรุงกระบวนการให้กลับสู่สภาพปกติโดยเร็ว

Control chart

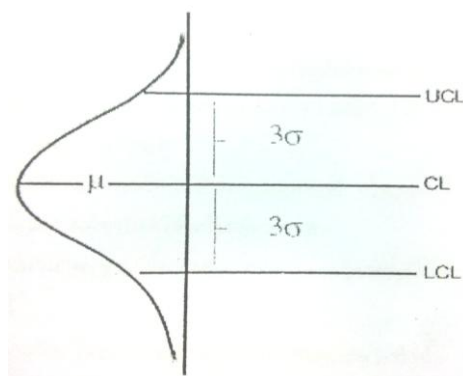


ภาพที่ 2.1 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

ที่มา: William, J. Stevenson, Operations Management (2002, p.479)

หลักการของแผนภูมิควบคุม คือ ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) จะมีพารามิเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้อง 2 ค่าคือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) มีการกระจายรอบๆ ค่าเฉลี่ยช่วง $+3\sigma$ และ -3σ ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.9974 ซึ่งแผนภูมิควบคุม มีส่วนประกอบสามส่วน คือ จุดกึ่งกลางควบคุม UCL (Upper Control Limit) และเส้นกึ่งกลาง CL (Center Line) และขีดจำกัดควบคุมล่าง LCL (Lower Control Limit)

ดังแผนภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.2 แผนภูมิควบคุมเชิงสถิติ

จากกราฟถ้าจุดต่างๆ กระจายอยู่ภายในขอบเขตของขีดจำกัดควบคุมทางสูง และขีดจำกัดควบคุมทางต่ำอย่างสม่ำเสมอ ก็แสดงว่ากระบวนการผลิต อยู่ภายใต้การควบคุม (In Control)

หลักการของแผนภูมิควบคุม

- 1) ขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง คำนวณได้จากตัวอย่างที่สุ่มไว้
- 2) จุดที่กระจายอยู่ในขีดจำกัดควบคุมบนและล่างแสดงถึงสภาพกระบวนการผลิตว่ายังอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ ถ้าจุดต่างๆ กระจายอยู่ระหว่างขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง อย่างสม่ำเสมอ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ภายใต้การควบคุม แต่เมื่อมีจุดใดตกออกนอกขีดจำกัดควบคุมบน หรือล่าง หรือมีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอ แสดงว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ประเภทของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 1) แผนภูมิควบคุมชนิดแปรผัน ประกอบด้วย

แผนภูมิ $\bar{x}$ เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ย

แผนภูมิ R เพื่อควบคุมค่าพิสัย

แผนภูมิ s เพื่อควบคุมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- 2) แผนภูมิควบคุมตามลักษณะ ประกอบด้วย

แผนภูมิ p เพื่อควบคุมสัดส่วนของเสีย

แผนภูมิ np เพื่อควบคุมจำนวนของเสีย

แผนภูมิ c เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย

แผนภูมิ u เพื่อควบคุมจำนวนสาเหตุต่อหน่วยที่ทำให้เกิดของเสีย

ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

- 1) ควบคุมกระบวนการผลิตได้ทันต่อเหตุการณ์ เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง ทำให้ทราบถึงความผิดปกติได้อย่างทันทั่วถึง
- 2) ตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด สามารถตรวจสอบได้ว่า ผลการผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่
- 3) ช่วยเพิ่มผลผลิต โดยการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ
- 4) ช่วยป้องกันการปรับแต่งกระบวนการโดยไม่จำเป็น เพราะแผนภูมิควบคุมสามารถช่วยแยกแยะสภาพการแปรปรวนของกระบวนการผลิตว่าเมื่อใดเป็นความแปรปรวนจากธรรมชาติ หรือความแปรปรวนที่เกิดจากความผิดปกติ ทำให้ทราบได้ว่า เมื่อใดควรปรับปรุงกระบวนการผลิต
- 5) ให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางวิศวกรรม

2.1.3 แผนภูมิควบคุม $\bar{x}$ -bar และ R

แผนภูมิควบคุม $\bar{x}$ -bar และใช้ควบคู่กันเพื่อควบคุมค่าเฉลี่ย ของกระบวนการและค่าการกระจายของกระบวนการ วัตถุประสงค์และประโยชน์ที่สำคัญของแผนภูมิทั้งสอง ประกอบด้วย

- 1) แผนภูมิ $\bar{x}$ -bar ใช้เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต เช่น น้ำหนักเฉลี่ยของสินค้า ความหนา และความแข็งของชิ้นงาน
- 2) แผนภูมิ R ใช้เพื่อควบคุมการกระจายของกระบวนการผลิต
- 3) แผนภูมิ $\bar{x}$ -bar และ R สามารถใช้เพื่อประเมินสมรรถภาพ ของกระบวนการเมื่อวิเคราะห์ถึงความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด และประเมินจำนวนสินค้าที่มีระดับคุณภาพต่ำกว่าที่กำหนด

การคำนวณค่าพิสัยของแผนภูมิควบคุม $\bar{x}$ -bar และ R คือ

$$\text{แผนภูมิควบคุม } \bar{X} \text{ CL} = \bar{X} \quad (2.1)$$

$$\text{UCL} = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad (2.2)$$

$$\text{LCL} = \bar{X} - A_2 \bar{R} \quad (2.3)$$

$$\text{แผนภูมิควบคุม } R \text{ CL} = \bar{R} \quad (2.4)$$

$$\text{UCL} = D_4 \bar{R} \quad (2.5)$$

$$\text{LCL} = D_3 \bar{R} \quad (2.6)$$

โดยที่ LCL = พิกัดควบคุมด้านล่าง

UCL = พิกัดควบคุมด้านบน

A_2	=	สัมประสิทธิ์ของพิกัดควบคุม
A_2	=	สัมประสิทธิ์ของพิกัดควบคุม
D_3	=	สัมประสิทธิ์ของพิกัดควบคุม
D_4	=	สัมประสิทธิ์ของพิกัดควบคุม

การสร้างแผนภูมิควบคุม $\bar{x}$ -bar และ R มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดสิ่งที่จะต้องควบคุม หรือวัตถุประสงค์ของการควบคุมแผนภูมิ $\bar{x}$ -bar และ R ใช้สำหรับการควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งสิ่งที่จะต้องควบคุมต้องเป็นลักษณะคุณภาพที่วัดค่าได้ เช่น ความยาว ความหนา ความแข็ง ความเข้มข้น น้ำหนักสินค้าบางชนิดอาจจะมีลักษณะคุณภาพอย่างเดียว บางชนิดอาจมีลักษณะคุณภาพหลายอย่าง การควบคุมคุณภาพอาจจะต้องใช้แผนภูมิควบคุมแผนภูมิเดียว หรือหลายแผนภูมิ และการพิจารณาเลือกลักษณะคุณภาพที่จะควบคุมก็เป็นสิ่งสำคัญ ในกรณีที่สินค้ามีลักษณะคุณภาพหลายอย่างอาจจะใช้แผนภาพพาเรโต เพื่อพิจารณาคัดเลือกลักษณะคุณภาพที่มีผลสำคัญต่อสินค้าก็ได้

2) การกำหนดจำนวนตัวอย่าง โดยทั่วไปการกำหนดจำนวนตัวอย่างที่จะจัดเก็บ และความถี่ห่างของการจัดเก็บนั้น ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัว แต่โดยทั่วไปควรเก็บข้อมูลถี่ ในช่วงแรกของการใช้แผนภูมิควบคุม และอาจทิ้งช่วงได้มากขึ้นเมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมที่ดีขึ้น จำนวนตัวอย่างที่จะเก็บต่อวันอาจจะกำหนดโดยใช้ตารางมาตรฐานทางการทหารของสหรัฐอเมริกา (Military standard 105E: MIL – STD – 105E กำหนดให้จำนวนตัวอย่างที่จะเก็บต่อวัน 5000 หน่วย จากตาราง MIL – STD – 105E กำหนดให้จำนวนตัวอย่างที่จะเก็บต่อวัน คือ 60 หน่วย ถ้าแบ่งเก็บตัวอย่างครั้งละ 5 หน่วย จะต้องเก็บตัวอย่างวันละ 12 ครั้ง ซึ่งถ้ากระบวนการผลิตวันละ 8 ชั่วโมง ก็จะต้องเก็บตัวอย่างทุกๆ 40 นาที

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล กระทำโดยใช้แผ่นบันทึกข้อมูล โดยอาจทำในรูปแบบตาราง การเก็บข้อมูลในทางปฏิบัติจะทำโดยพนักงานควบคุมเครื่องจักร หรือกระบวนการผลิต

4) การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และการลงจุดในแผนภูมิทำโดยใช้โปรแกรม Minitab V.14.0

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิควบคุม $\bar{x}$ -bar และ R

ข้อมูลที่ทราบจากแผนภูมิควบคุม $\bar{x}$ -bar และ R สามารถแบ่งวิเคราะห์ได้สองประเภทคือ

1) กระบวนการอยู่ในการควบคุม ไม่มีจุดหลุดออกนอกเส้นควบคุมพิสัยบน และล่าง ไม่แสดงสภาพปกติ เช่น การกระจายตัว แนวนอน

2) กระบวนการอยู่นอกการควบคุม ซึ่งมีลักษณะความผิดปกติดังนี้

รูปแบบการกระจายตัวผิดปกติ มีจุดหลุดออกนอกขีดจำกัดควบคุม อาจเกิดจากความผิดปกติที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราวในกระบวนการ

การเปลี่ยนระดับคุณภาพ

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{x}$ -bar Chart มีดังนี้

- 1) มีการเปลี่ยนแปลงในการติดตั้งกระบวนการใหม่
- 2) มีการใช้พนักงานใหม่ หรือขาดประสบการณ์
- 3) ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพต่างกัน หรือใช้วัตถุดิบคนละแหล่ง
- 4) ใช้เครื่องจักรใหม่ หรือมีการปรับแต่งเครื่องจักรเดิม
- 5) มีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ หรือวิธีการตรวจสอบคุณภาพ
- 6) ชิ้นส่วนบางตัวที่ไม่สำคัญของเครื่องจักร หลวม ชำรุดหรือ สึกหรอ

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

- 1) พนักงานขาดประสบการณ์หรือเปลี่ยนพนักงาน
- 2) เปลี่ยนวัตถุดิบใหม่
- 3) เปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่

แนวโน้ม

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{x}$ -bar Chart มีดังนี้

- 1) อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้มีการสึกหรอหรือชำรุดไปที่ละน้อยๆ
- 2) สภาพแวดล้อมในการผลิต เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ฯลฯ มีการเปลี่ยนแปลงระดับไป

ที่ละน้อยอย่างสม่ำเสมอ

- 3) ความล่าช้าของพนักงานผลิต

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

- 1) พนักงานมีทักษะในการทำงานเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการฝึกอบรม
- 2) ความล่าช้าของพนักงาน ความไม่ตั้งใจทำงาน หรืออื่นๆ
- 3) มีการปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ที่ละน้อยๆ เพื่อให้มีคุณภาพเหมือนกัน

ทั้งหมด

- 4) ข้อมูลเป็นกลุ่ม หรือไม่มีการกระจาย

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{x}$ -bar chart

คำนวณหาเส้นพิกัดควบคุมผิด ควรตรวจสอบดูใหม่

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1) มีการรวบรวมข้อมูลในแต่ละกลุ่มย่อยผิดพลาดไป หรือเก็บข้อมูลมาจากประชากรคนละชุดที่มีความแตกต่างกันมากเกินไป

2) วงจรหรือวัฏจักร

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{x}$ -bar chart

1) สภาพแวดล้อม อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปมาเป็นวัฏจักร

2) ความล้าของพนักงาน

3) ใช้เครื่องมือวัด หรือทดสอบแตกต่างกันและใช้เรียงลำดับ

4) การหมุนเวียนตามปกติของเครื่องจักรหรือพนักงาน

5) กระบวนการหรือชิ้นส่วนหลายอย่างมารวมกัน

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

1) ผลจากการบำรุงรักษาป้องกันตามกำหนดเวลา

2) ความล้าของพนักงาน

3) เครื่องมือสึกหรอ

แสดงประชากรสองชุด

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ $\bar{x}$ -bar chart

1) คุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละ Lot มีความแตกต่างกันมากเกินไป

2) ข้อมูลจากการผลิตด้วยเครื่องจักรตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป

3) วิธีการอุปกรณ์ในการทดสอบ การวัด มีความแตกต่างกันมากเกินไป

4) จงใจผลิตให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิตทางด้านสูง

5) มีความคลาดเคลื่อนในระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติ

สาเหตุที่มีผลกระทบต่อ R Chart

มีการนำข้อมูลที่ได้จากการผลิตด้วยพนักงานหลายคนมาควบคุมบนแผนควบคุมเดียวกัน

2.1.4 แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P Chart)

แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P Chart) เป็นการแสดงถึงสัดส่วนของเสียในตัวอย่าง ซึ่งมีการแจกแจงแบบทวินาม โดยใช้ตรวจสอบด้วยการสุ่มตัวอย่างแล้วระบุจำนวนของดีหรือของเสียในกระบวนการผลิตว่าอยู่ในสภาพปกติหรือไม่ ซึ่งแผนควบคุมสัดส่วนของเสีย สามารถใช้ได้กับการสุ่มตัวอย่างที่มีขนาดของตัวอย่างคงที่และไม่คงที่ ทำให้สามารถนำมาใช้ในการควบคุมปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตได้

การคำนวณค่าพิสัยของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P Chart) คือ

$$CL = \bar{P} \quad (2.7)$$

$$UCL = \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (2.8)$$

$$LCL = \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (2.9)$$

โดยที่ LCL = พิกัดควบคุมด้านล่าง
 UCL = พิกัดควบคุมด้านบน
 n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย

1) เพื่อกำหนดระดับคุณภาพเฉลี่ยของสินค้าว่าทำการผลิตแล้วมีของดีเท่าไร ของเสียเท่าไร

2) เพื่อประเมินความสามารถในการผลิตสินค้าของคน หรือเครื่องจักร

3) เพื่อต้องการใช้ตัดสินใจว่าควรส่งสินค้าที่ผลิตได้ให้แก่ลูกค้าหรือไม่

การสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย ต้องทำการกำหนดให้ชัดเจนว่าต้องการควบคุมอะไร ที่จุดไหน เพราะเป็นแผนภูมิควบคุมคุณภาพลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือจุดใดจุดหนึ่งของชิ้นงาน

2) การกำหนดจำนวนตัวอย่าง ต้องพยายามรวบรวมข้อมูลให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จำนวนตัวอย่างต้องมากพอจึงจะทำให้แผนภูมิอ่านง่าย เพราะถ้าสัดส่วนของเสียมีค่าน้อยจะทำให้ได้จำนวนของเสียที่พบในกลุ่มตัวอย่างมีค่าน้อยไปด้วย ซึ่งเมื่อนำไปสร้างแผนภูมิควบคุมอาจทำให้ตีความไม่ออกได้

3) การรวบรวมข้อมูล ควรเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 25 กลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลอย่างน้อยวันละ 1 กลุ่มตัวอย่าง และครอบคลุมเวลาการผลิตไม่น้อยกว่า 1 เดือน

4) การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และการลงจุดในแผนภูมิควบคุม ทำโดยใช้โปรแกรม Minitab V.14.0

5) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียมีหลักการเดียวกับแผนภูมิ $\bar{x}$ -bar และ R

2.1.5 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ

แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิเป็นแผนภูมิควบคุมตามลักษณะประเภทหนึ่ง ในที่นี้จะนำเสนอแผนภูมิ c และ u ซึ่งทั้งสองแผนภูมินี้มีข้อกำหนดที่ควรทราบคือ

- 1) จำนวนเฉลี่ยของรอยตำหนิจะต้องน้อยกว่าจำนวนรอยตำหนิที่มีโอกาสเกิดขึ้นมาก กล่าวคือโอกาสที่จะมีรอยตำหนิมีสูง แต่โอกาสที่จะเกิดเฉพาะตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งมีน้อยมาก
- 2) โอกาสที่จะเกิดรอยตำหนิในที่ต่างๆ เป็นอิสระแก่กัน กล่าวคือโอกาสในการที่รอยตำหนิที่จะเกิดในครั้งต่อไปไม่ขึ้นกับการเกิดรอยตำหนิที่ผ่านมา

วัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ

- 1) เพื่อกำหนดระดับคุณภาพเฉลี่ยของสินค้า
- 2) เพื่อดึงดูดความสนใจของฝ่ายบริหาร เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงไปของระดับคุณภาพเฉลี่ย จะได้ว่าทางปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพสูง
- 3) เพื่อบ่งบอกว่าแนวทางที่ปรับปรุงคุณภาพที่ดำเนินการอยู่นั้น ถูกต้องหรือไม่
- 4) เพื่อประเมินความสามารถในการผลิตและการจัดการ เนื่องจากแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมจำนวนความผิดพลาดในการทำงานได้

ประเภทของแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ

แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิมีอยู่ 2 ประเภท คือ แผนภูมิ c และแผนภูมิ u ซึ่งทั้ง 2 แผนภูมิมีสิ่งที่เหมือนกันคือ ใช้ควบคุมรอยตำหนิที่เกิดขึ้นกับสินค้า แต่ต่างกันตรงที่แผนภูมิ c จะใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาด 1 หน่วย เช่น กระเบื้องเคลือบ 1 ตารางเมตร ผ้า 1 ตารางหลา กระดาศ 1 รีม แต่แผนภูมิ u จะใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เท่ากัน

การสร้างแผนภูมิควบคุมรอยตำหนิ

แผนภูมิควบคุม c และ u มีขั้นตอนในการสร้างเหมือนกัน ดังนี้ คือ

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิใช้ควบคุม
ลักษณะคุณภาพอย่างใดอย่างหนึ่งของสินค้า
ชิ้นส่วนสินค้า
สินค้าที่ผลิต
จำนวนของสินค้า
- 2) การกำหนดจำนวนตัวอย่าง ต้องพยายามรวบรวมข้อมูลให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จำนวนตัวอย่างต้องมากพอจึงจะทำให้แผนภูมิอ่านง่าย

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

4) การคำนวณขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิ และการลงจุดในแผนภูมิควบคุม ทำโดยใช้โปรแกรม Minitab V.14.0

5) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิควบคุม $\bar{c}$ และ u มีหลักการเดียวกับแผนภูมิ $\bar{x} - R$ และ R

2.1.6 ทฤษฎีการวางแผนคุณภาพ

กระบวนการในการบริหารด้านคุณภาพ ประกอบด้วยกระบวนการ 3 กระบวนการ (Juran Trilogy) อันได้แก่

1) การวางแผนคุณภาพ (Quality planning) คือ กิจกรรมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการ เพื่อให้สามารถบรรลุตามความต้องการของลูกค้า ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

การตั้งเป้าหมายตามคุณภาพ

ระบุลูกค้าขององค์กรซึ่งได้รับผลกระทบจากเป้าหมายทางคุณภาพที่สร้างไว้ค้นหาความต้องการของลูกค้า พัฒนาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เพื่อสนองความต้องการของลูกค้าพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถทำการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ จัดตั้งระบบควบคุมกระบวนการและนำแผนที่ได้วางไว้ไปบังคับใช้กับกระบวนการ

2) การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

การประเมินประสิทธิภาพทางคุณภาพ ของสถานะกระบวนการปัจจุบันเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพทางคุณภาพ ที่เป็นจริงในสภาพปัจจุบันกับเป้าหมายทางคุณภาพที่ตั้งไว้แล้ว ดำเนินการเพื่อให้สภาพการทำงานจริงมีสภาพตรงกับเป้าหมายที่วางไว้

3) การปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement) เป็นกระบวนการในการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพ ทางคุณภาพไปสู่ระดับที่ดีกว่าและแตกต่างจากเดิม ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

จัดตั้งโครงสร้างสำหรับการปรับปรุงคุณภาพ

ระบุลักษณะเฉพาะที่ต้องการปรับปรุง โดยพิจารณาปรับปรุงเป็นลักษณะโครงการแต่ละโครงการไป

สำหรับแต่ละโครงการมีการจัดตั้ง Project team ทำหน้าที่ในการรับผิดชอบดำเนินการให้โครงการสำเร็จลุล่วง

มีการจัดสรรทรัพยากร การฝึกอบรม และการกระตุ้นขวัญและกำลังใจ ให้กับทีมเพื่อดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ดำเนินการแก้ไข และการควบคุมให้เป็นไปตามที่ต้องการ

2.1.7 เครื่องมือสำหรับการควบคุมคุณภาพ

ใบตรวจสอบ (Check-sheets) เป็นตารางที่แสดงรายการรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูล โดยออกแบบให้ง่ายต่อการจดบันทึกข้อมูล สะดวกต่อการจำแนกข้อมูลและวิเคราะห์ผล ซึ่งมักจะมีช่องให้พนักงานผู้ตรวจสอบสามารถทำเครื่องหมาย? ลงได้เลย ตัวอย่างหนึ่งของใบตรวจสอบแสดงในตารางที่ 2.1

Check sheet

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

ตารางที่ 2.3 ใบตรวจสอบ (Check-sheets)

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management (2002, p.479)

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

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างใบตรวจสอบสำหรับ Group Size ในภัตตาคาร

ที่มา : Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase, Fundamentals of Operations Management, 2003: 250.

ชนิดแผ่นตรวจสอบ สามารถจำแนกออกเป็น 5 ชนิด ดังนี้

- 1) แผ่นตรวจสอบ สำหรับสำรวจหัวข้อผลิตภัณฑ์ผลิตจากข้อกำหนด (คุณภาพ)
- 2) แผ่นตรวจสอบสำหรับสำรวจสาเหตุของผลิตภัณฑ์ ผลิตจากข้อกำหนด (คุณภาพ)
- 3) แผ่นตรวจสอบสำหรับการแจกแจง (Distribution) ของกระบวนการผลิต
- 4) แผ่นตรวจสอบแสดงตำแหน่งของของเสีย
- 5) แผ่นตรวจสอบสำหรับการตรวจสอบและตรวจยืนยันซ้ำ

วิธีใช้แผ่นตรวจสอบประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดเป้าหมายให้ชัดเจน คือ กำหนดจุดมุ่งหมายในการเก็บข้อมูลให้ชัดเจนว่าเก็บข้อมูลเอาไว้เพื่ออะไร
- 2) การเลือกชนิดของแผ่นตรวจสอบขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บข้อมูลว่าสามารถเก็บและจัดจำแนกเรียบเรียงได้ง่าย
- 3) การจัดทำแผ่นตรวจสอบควรรับฟังความคิดเห็นจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องใช้หลัก 5 W 1 H ได้แก่ Who (ใคร) What (ทำอะไร) When (เมื่อ) Where (ที่ไหน) How (อย่างไร)
- 4) การดำเนินการตรวจสอบ คือ การนำแผ่นตรวจสอบที่ได้ไปตรวจสอบกับสภาพจริง
- 5) การวิเคราะห์แผ่นตรวจสอบโดยรวบรวมข้อมูลจากแผ่นตรวจสอบแล้วมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งนิยมใช้ร่วมกับเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพกับตัวอื่น ได้แก่ พาราโต กราฟ ผังเหตุและผล เป็นต้น เพื่อประสิทธิภาพในการค้นหาปัญหา
- 6) ค้นหาสาเหตุให้รู้ชัดแจ้ง โดยอาศัยผลของการวิเคราะห์ไปหาสาเหตุ จากการกระจายของข้อมูล การจัดลำดับความสำคัญ เพื่อให้ได้ทราบถึงข้อด้อยของคุณภาพที่เกิดขึ้น
- 7) การกำหนดมาตรการ ใช้ความพยายามและความคิดสร้างสรรค์พิจารณาข้อเสนอในการแก้ปัญหาแล้วนำไปปฏิบัติ มาตรการต่างๆ อาจใช้กรรมวิธีทาง QC เพื่อหาและแสดงผลให้เห็นได้

จุดสำคัญของการใช้แผ่นตรวจสอบ

- 1) การทำแผ่นตรวจสอบ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เช่น อะไรคือปัญหาที่ต้องรู้ เป็นต้น
- 2) พิจารณาหัวข้อที่ใช้ในการตรวจสอบตลอดเวลา เช่น ควรมีการปรับปรุงหัวข้อที่ตรวจสอบเพื่อลดความจำเจและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ใหม่ เป็นต้น
- 3) การกำหนดวิธีการตรวจสอบไว้ให้แน่นอนชัดเจน เช่น กำหนดชัดเจนว่าเขียนสัญลักษณ์ชัดเจน อาจประกอบด้วยสาระ ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไรและมีวิธีการอย่างไร เป็นต้น
- 4) ควรปรับหัวข้อในการตรวจสอบให้สอดคล้องกับลำดับในการทำงาน เช่น กำหนด

และเรียงหัวข้อ (ตรวจสอบ) ให้สอดคล้องกับลำดับการตรวจสอบ (ที่เป็นจริง) เป็นต้น

5) ควรมีการบันทึกที่มาและภูมิหลังของข้อมูลเอาไว้ เช่น ควรจัดทำช่องสำหรับเติมหัวข้อที่จำเป็น เช่น ชื่อสินค้า/ชื่อขั้นตอนการผลิต/วัน/เวลา/ชื่อ ผู้จัดหรืออ่านค่า เป็นต้น

6) ควรมีมาตรการในการแก้ไขก่อนที่จะเสียโอกาสไป ควรมีการใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่นๆเพื่อผลของข้อมูลให้เกิดประโยชน์ในการควบคุมและปรับปรุงแก้ไข

ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fish Diagram) หรือ ผังอิชิกาวา เป็นแผนภูมิที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต ซึ่งเมื่อเลือกแก้ปัญหาใดจากแผนภูมิพาเรโตแล้วก็นำปัญหานั้นมาแจกแจงสาเหตุของปัญหาเป็น 4 ประการ คือ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วิธีการ (Method) วัสดุดิบ (Material)

วิธีการสร้างแผนผังแสดงเหตุผล

1) กำหนดหัวข้อ (ผล) ที่สนใจจะหาสาเหตุของผลนั้น เช่น การขาดงาน สินค้าขาดคุณภาพของเสียในกระบวนการ เป็นต้น

2) เขียนลูกศรหันไปทางใดทางหนึ่งที่นิยมคือ หันจากซ้ายไปขวา โดยเริ่มจากแกนกลางของปลา

3) เขียนลูกศร (หัวปลา)

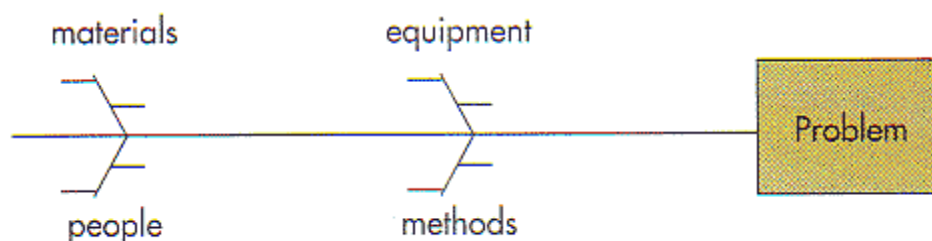
4) เขียนสาเหตุใหญ่ (สาเหตุหลัก) ของปัญหา เป็นก้างปลาหันเข้าหาแกนกลาง (กระดูกสันหลัง) ซึ่งสาเหตุหลักนี้อาจมีหลายสาเหตุสุดแล้วแต่ลักษณะผลนั้น

5) เขียนสาเหตุย่อย (สาเหตุดรอง) ที่ทำให้เกิดสาเหตุใหญ่ โดยทำเป็นลูกศรย่อย (ก้างย่อย) หันเข้าหาสาเหตุใหญ่ (ก้างปลา)

6) เขียนสาเหตุย่อยๆ (ก้างย่อย) ที่ทำให้เกิดสาเหตุย่อย (สาเหตุดรอง) ที่เข้าใจว่าเป็นสาเหตุย่อยๆ ของสาเหตุดรองนั้น

7) พิจารณาบททวนว่าการใส่สาเหตุต่างๆ มีความสัมพันธ์กันถูกต้องแล้วหรือไม่ แล้วใส่ข้อมูลเพิ่มเติมให้ครบถ้วน ตัวอย่างของผังก้างปลา

Cause-and-effect diagram



ภาพที่ 2.5 แสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management (2002, p.479)

ประโยชน์ของแผนผังแสดงและผล หรือผังก้างปลา

- 1) ใช้เป็นเครื่องมือในการระดมสมองจากสมาชิกของกลุ่ม
 - 2) ทำให้ทราบสาเหตุของผลที่เกิดขึ้น ซึ่งสาเหตุที่ได้นั้นจะละเอียดลึกซึ้งและมีขั้นตอนตามเหตุและผล ซึ่งสะดวกที่จะนำสาเหตุนั้นๆ ไปพิจารณาแก้ไข
 - 3) เป็นเครื่องมือซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ได้มากมาย
- ข้อระวังในการเขียนแผนผังก้างปลา

ข้อควรระวังในการเขียนแผนผังก้างปลา

- 1) ผล ซึ่งอยู่ที่หัวลูกศร (หัวปลา) จะต้องกระชับชัดเจนว่าเป็นอะไรแน่
- 2) สาเหตุใหญ่ (กระดูกสันหลังปลา) แต่ละอันจะต้องไม่ขึ้นแก่กัน
- 3) มีหัวลูกศรกำหนดทิศทางของก้างปลาให้ชัดเจน
- 4) มีสาเหตุย่อย (สาเหตุรอง) และสาเหตุย่อยๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะระดมความคิดได้โดยพยายามใช้คำถาม ทำไม ตลอดเวลา
- 5) ตอนเขียนก้างย่อย และก้างย่อยๆ นั้นจะต้องตรวจสอบว่าอะไรเป็นสาเหตุก่อน อะไรเป็นสาเหตุหลัง เช่นฝนตกก่อนถนนลื่น หรือถนนลื่นก่อนฝนตก
- 6) การระดมความคิดด้วยก้างปลาไม่จำเป็นต้องพูดเสมอไป อาจใช้วิธีการเขียนในเศษกระดาษบ้างก็ได้ในบางครั้ง
- 7) อย่าหมกมุ่นใจเมื่อเขียนผังก้างปลาไม่ได้ในระยะแรก เพราะก้างปลานั้นดูแล้วเหมือนจะง่าย แต่จริงๆ แล้วไม่ง่าย แต่ก็อย่าท้อจนเกินความสามารถของเรา
- 8) ลักษณะก้างปลาที่ไม่ดี คือมีแต่ก้างปลาใหญ่แต่ไม่สามารถรวมก้างใหญ่เหล่านั้นเข้าด้วยกันได้ และก้างใหญ่เหล่านั้นอาจมีความสัมพันธ์กันอยู่ (เป็นเหตุและผลซึ่งกันและกัน)

แผนภูมิพาเรโต

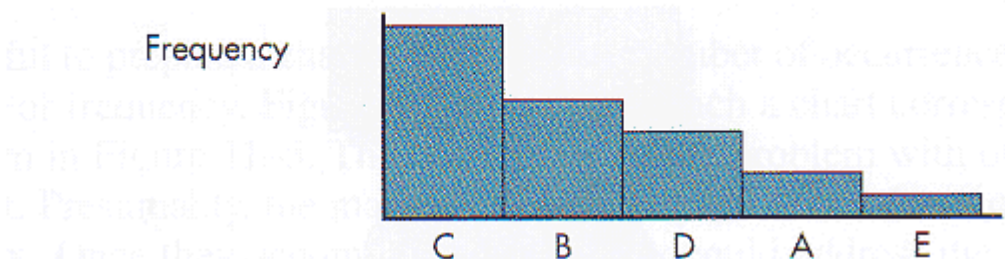
แผนภูมิพารето (Pareto Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับแสดงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเรียงลำดับปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปหาน้อย และแสดงขนาดความถี่มากน้อย ด้วยกราฟแท่งควบคู่ไปกับการแสดงค่าสะสมของความถี่ ด้วยกราฟเส้น ซึ่งแกนนอนของกราฟเป็นประเภทของปัญหาและแกนตั้งเป็น ค่าร้อยละของปัญหาที่พบ

แผนภูมิพารетоใช้เลือกปัญหาที่จะลงมือทำ เพราะปัญหาสำคัญในเรื่องคุณภาพมีอยู่ไม่กี่ประการ แต่สร้างข้อบกพร่องด้านคุณภาพจำนวนมาก ส่วนปัญหาลดข้อบกพร่องอยู่มากมายแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อด้านคุณภาพมากนัก ดังนั้นจึงควรเลือกแก้ไขปัญหาที่สำคัญซึ่งถ้าแก้ไขได้จะลดข้อบกพร่องด้าน คุณภาพลงได้มาก

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิพารето

- 1) ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และต้องการเก็บข้อมูลชนิดใด
- 2) แยกปัญหาเล็กที่สำคัญออกจากปัญหาใหญ่ ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลกระทบมาก (The Vital Few) ประเภทมากชนิดแต่มีผลกระทบน้อย (The Trivial Many)
- 3) ออกแบบแผ่นบันทึกความบ่อยของข้อมูลที่ตรวจพบ (Data tally sheet) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแยกตามหัวข้อต่างๆ เช่น การใช้ตารางตรวจสอบ
- 4) เขียนตารางแสดงสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่ หัวข้อของสาเหตุหรือปัญหา จำนวน จำนวนสะสม เปอร์เซ็นต์สะสม
- 5) นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากขั้นตอน 1-3 มาบรรจุลงในตาราง โดยเรียงลำดับข้อมูลจากรายการที่มีการตรวจพบจำนวนมากที่สุดก่อนแล้วเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ยกเว้นรายการอื่นๆ ให้เอาไว้ท้ายสุดเสมอ จากนั้นคำนวณมากที่สุดก่อนแล้วเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ยกเว้นรายการอื่นๆ ให้เอาไว้สุดท้ายเสมอ จากนั้นคำนวณสะสมของข้อมูล
- 6) คำนวณเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละตัว (เทียบร้อยละจากข้อมูลทั้งหมด)
- 7) คำนวณเปอร์เซ็นต์สะสม (สะสมแล้วต้องได้ 100%)
- 8) เขียนกราฟแท่ง โดยให้แกนตั้ง ซ้ายมือ แสดงจำนวน ส่วนขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์ และให้แกนนอนแสดงการจำแนกของปัญหาหรือข้อมูล โดยให้ความสูงของกราฟแต่ละแท่งแสดงจำนวนหรือ เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละหัวข้อตามลำดับ (ยกเว้นอื่นๆ ซึ่งจะต้องเอาไว้ท้ายสุดท้ายเสมอ)
- 9) ลากกราฟเส้นแสดงการสะสมข้อมูล (ทั้งจำนวนและเปอร์เซ็นต์)
- 10) ลงรายละเอียดต่างๆ ของแผนภูมิพารето

Pareto chart



ภาพที่ 2.6 แผนภูมิพารेटอ (Pareto Chart)

ที่มา : William, J. Stevenson, Operations Management (2002, p.479)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฑาทิพย์ ทะประสบ (2551) ได้ศึกษาการลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก งานวิจัยนี้ดำเนินการภายในโรงงานกรณีศึกษาแห่งหนึ่งซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกหลากหลายรูปแบบ โดยมีผลิตภัณฑ์หลักคือถุงบรรจุฝ้ายอนามัย จากการสำรวจพบว่ากระบวนการที่สำคัญและมีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือ กระบวนการพิมพ์ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า กระบวนการพิมพ์กราฟิกรีวิว ปัญหาหลักของกระบวนการพิมพ์กราฟิกรีวิว ปัญหาหลักของกระบวนการพิมพ์กราฟิกรีวิว คือ มีของเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากถึง 25-45%

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหาคุณภาพในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติก และพัฒนาวิธีการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดของเสียโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพ ได้แก่ กราฟ แผนภาพการกระจาย แผนผังแสดงสาเหตุและผล แผนภาพพารेटอ แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังต้นไม้ แผนภูมิควบคุม ซึ่งในระหว่างการดำเนินงานวิจัยนั้นผู้วิจัยได้มีการจัดตั้งทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน และเป็นผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 5 ระยะ ได้แก่ (I) ระยะการกำหนดปัญหา ได้ทำการคัดเลือกปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เบี่ยงในการบวนการพิมพ์ถุงบรรจุฝ้ายอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10 (II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไข ได้แก่ (1) ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม (2) แรงดึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม (3) พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และ (4) การขาดการ

บำรุงรักษาเชิงป้องกัน (III) ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหาประกอบด้วย 2 วิธี คือ การออกแบบการทดลอง และการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ ผลจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 50°C อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50°C และแรงดึงของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm . (IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ (V) ระยะการประเมินผลพบว่า สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเวลาในการพิมพ์งาน A018 ลดลงเฉลี่ย 8.87 นาทีต่อม้วน

สุภาวดี บุญชนะวิวัฒน์ (2541) ได้นำเนิ่นการวางแผนคุณภาพในอุตสาหกรรมการหล่อขึ้นส่วนยานยนต์อะลูมิเนียม ซึ่งกำหนดขั้นตอนของระบบแผนคุณภาพล่วงหน้าประกอบไปด้วย 5 ระยะ คือ ในระยะที่ 1 การกำหนดความต้องการของลูกค้าโดยใช้เทคนิคการแปรหน้าที่ด้านคุณภาพ (Quality Function Deployment) เพื่อเข้าสู่ระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

สำหรับทางโรงงานตัวอย่างไม่มีขั้นตอนของการออกแบบ แต่ทำการรับแบบจากลูกค้า จึงไม่มีการศึกษาในระยะที่ 2 นี้ จากนั้นในระยะที่ 3 เป็นการออกแบบและพัฒนากระบวนการผลิต โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode Effects Analysis FMEA) รวมทั้งแผนภาพแสดงเหตุผล แผนภาพต้นไม้ และแผนภาพความสัมพันธ์เป็นเครื่องมือช่วยในการค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อลักษณะบกพร่องจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินค่าความของลักษณะบกพร่อง โอกาสการเกิดข้อบกพร่อง และโอกาสการตรวจพบข้อบกพร่องจากการควบคุมกระบวนการ เพื่อทำการคำนวณการหาค่าดัชนีความเสี่ยงขึ้น (Risk Priority Number หรือ RPN) สำหรับการศึกษานี้จะทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่าคะแนนความเสี่ยงตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป ภายหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต

จากนั้นเข้าสู่ในระยะที่ 4 เป็นการจัดทำแผนควบคุมสำหรับลักษณะข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต สำหรับระยะที่ 5 เป็นระยะการประเมินผลการวางแผนคุณภาพ และแผนควบคุมคุณภาพที่จัดทำขึ้นจากการดำเนินงานในระยะที่ 3 และ 4 จากการนำแผนเสนอแนะไปปฏิบัติจริงกับทางโรงงานตัวอย่างพบว่า ของเสียในกระบวนการผลิตลดลงจาก 8.421% เหลือ 5.594% สำหรับปัญหาของเสียลูกค้า ส่งคืนลดลงจาก 6.913% เหลือ 4.351% และมีแนวโน้มในการลดลงอย่างต่อเนื่อง สำหรับค่าคะแนน RPN ที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินใหม่สำหรับกระบวนการผลิต กรณีที่ได้มีการนำปฏิบัติการเสนอแนะไปใช้ได้จริงทั้งหมด พบว่า RPN ลดลง 40-90% จากค่า RPN ของกระบวนการผลิตเดิมก่อนการปรับปรุง

ปราโมทย์ เลิศโกวิท (2547) วิธีการลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่องในกระบวนการหล่อขึ้นรูปของมอเตอร์น้ำ GMK 15 จึงดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้วิธีการทางสถิติในลำดับแรกนั้นมุ่งพิจารณาในส่วนเครื่องจักรที่มีผลกระทบกับการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องโดยตรง ทำให้ทราบถึงตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกระทบกับการเกิดปัญหาขึ้นงานหล่อขึ้นรูปไม่เต็ม

จากนั้นทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยด้วยการใช้การทดลองแบบ 2 แฟกทอเรียลที่มีจุดเซ็นเซอร์ พบว่าควรปรับตั้งค่าของปริมาณ Return Scrap เท่ากับ 70% อุณหภูมิเทน้ำโลหะเท่ากับ 1250°C ปริมาณคิวโปฟอร์สเท่ากับ 0.6% เกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องประเภทขึ้นงานหล่อขึ้นรูปไม่เต็มน้อยสุด และจากการปรับตั้งพารามิเตอร์ทั้งสามในสภาวะดังกล่าวพบว่ากระบวนการผลิตเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องเท่ากับ 2.63% ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ตั้งเป้าไว้คือ 8% หลังจากนั้นจึงจัดทำมาตรฐานในการทำงานต่อไป

อภิชาติ ศรีณนิตย์ (2548) ได้ทำการลดของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมฉีดพลาสติกโดยใช้ หลักการทางสถิติมาช่วยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และใช้หลักการทางทฤษฎีด้านโพลิเมอร์เข้ามาอธิบายถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อทำการปรับปรุงสภาพของโรงงานก่อนดำเนินการแก้ไข

ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญ 3 อันดับคือ Holding Pressure, Mold Temperature และ Cycle Time ทั้งสามปัจจัยมีผลกระทบต่อขนาดขึ้นงานทั้งแบบ Main Effect และ Interaction จากนั้นได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของโรงงานในเรื่องของเสียประเภทขนาดไม่ได้มาตรฐานโดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 ตัวข้างต้นแล้วดำเนินการผลิตพบว่าสามารถลดปริมาณของเสียได้จากเดิมร้อยละ 37.42 ลดลงมาเป็นร้อยละ 2 จากผลผลิตที่ได้เนื่องจากได้มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ใน Mold Temperature เป็น 75 °C มีค่าสูงจากเดิมส่งผลให้ขนาดลดลง ในส่วนค่าพารามิเตอร์ Cycle Time ได้ใช้ค่า 22 วินาที ซึ่งมีค่าลดลง มีผลให้ขึ้นงานเอาออกจากแม่พิมพ์เร็วขึ้น ทำให้สามารถเย็นตัวนอกแม่พิมพ์ได้มาก ทำให้ขึ้นงานสามารถหดตัวได้เพิ่มขึ้น

มนัสวี ยานยนต์ (2546) ได้ทำการค้นหาสาเหตุและทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตหัวอ่านฮาร์ดิสก์รูมซีไดรฟ์ เพื่อลดการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง เนื่องจากการคายประจุไฟฟ้าสถิตในกระบวนการผลิต และได้ใช้หลักการทางสถิติในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผล และแบบสอบถามสาเหตุและผลการวิเคราะห์ถึงผลกระทบอันเนื่องจากลักษณะข้อบกพร่องและการยืนยันสาเหตุของปัญหาได้ใช้การออกแบบการทดลองแบบ 2 Factorial Design หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบการทดลองแบบ 2 Factorial With Center Point เพื่อทดสอบความเป็นเชิงเส้นบริเวณที่ทำการศึกษาก่อนที่จะดำเนินการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด เพื่อทำการปรับปรุง ซึ่งผลของกระบวนการผลิต สามารถลดปริมาณผลิตภัณฑ์บกพร่อง เนื่องจากการคายประจุไฟฟ้าสถิต

ในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์รุ่นซีไคร์ฟ สายการผลิต ลงการผลิตลงได้เป็น 3,565 PM ของการเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง

ศุภชัย โษณะกุล (2546) ศึกษาการลดของเสียจากการดิ่งขึ้นรูปด้วยการออกแบบการทดลองกรณีศึกษาโรงงานผลิตอุปกรณ์ประปา

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการนำองค์ความรู้ทางวิชาการมาใช้เสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับโรงงานผลิตอุปกรณ์ประปาที่ใช้เป็นโรงงานตัวอย่าง เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้น ทั้งในด้านปริมาณและด้านคุณภาพ ทำให้โรงงานตัวอย่างต้องพัฒนาความสามารถในการผลิตซึ่งจะเห็นว่าความสามารถในการผลิตจะสูงได้ด้วยการพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพสูง และผลิตได้ทันเวลาภายใต้ต้นทุนต่ำ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้เน้นไปที่การลดปริมาณของเสียของแผนกผลิตทองเหลืองเส้นด้วยกรรมวิธีการดิ่งขึ้นรูป ซึ่งเป็นต้นตอที่ทำให้เกิดความสูญเสีย โดยการนำเครื่องมือทางคุณภาพและหลักการทางสถิติเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ได้นำเทคนิคการออกแบบการทดลองแบบ 3 (4) แฟกทอเรียลมาใช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด โพรงของทองเหลืองเส้นที่ผ่านกระบวนการดิ่งของรูป และได้้นำการวิเคราะห์การถดถอยมาใช้สำหรับสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหลาย เพื่อหาค่าของปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานจริง ซึ่งมีปัจจัยที่ต้องควบคุมอยู่ 4 ปัจจัย คือ ระยะเวลาการเผาก่อนทองเหลือง (นาทิจ) อุณหภูมิแม่พิมพ์ (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิคอนเทนเนอร์ (องศาเซลเซียส) และแรงอัด (ตัน) และแต่ละปัจจัยกำหนดให้มี 3 ระดับ ผลของการวิจัยพบว่า ระยะเวลาการเผาก่อนทองเหลือง อุณหภูมิคอนเทนเนอร์และแรงอัด เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโพรงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากการวิเคราะห์การถดถอยสามารถสร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ของการเกิดโพรงในรูปฟังก์ชันของระยะเวลาการเผาก่อนทองเหลือง อุณหภูมิคอนเทนเนอร์และแรงอัด พร้อมทั้งสามารถหาค่าปัจจัยที่เหมาะสมได้อีกด้วย โดยค่าของปัจจัยที่เหมาะสม คือระยะเวลาที่ใช้ในการเผาก่อนทองเหลือง 50 นาทิจ อุณหภูมิของคอนเทนเนอร์ 400 องศาเซลเซียส และแรงอัด 1,800 ตันซึ่งจะทำให้เกิดโพรงเป็นความยาวประมาณ 105 เซนติเมตร และเมื่อนำค่าปัจจัยที่เหมาะสมไปปฏิบัติพบว่าทองเหลืองเส้นที่ผลิตได้มีความยาวโพรงเฉลี่ย 97.38 เซนติเมตรซึ่งทำให้มีผลิตภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.06

จรัสวรรณ โกยวานิช (2549) งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโตช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลิตภัณฑ์บกพร่องที่เกิดจากท่อปูดนูนเป็นปัญหาหลักในการผลิตสายไฮดรอลิกแรงดันสูง และประยุกต์ใช้แผนภูมิควบคุมเพื่อวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ จากนั้นกำหนดค่าเป้าหมายที่ต้องการ ขึ้นวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าได้มีการนำแผนภาพก้างปลาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดปัญหาท่อปูดนูน มีระบบการระดมสมองโดยใช้บัตร

ความคิดเพื่อให้ได้ความที่หลากหลายและเป็นอิสระต่อกัน จากนั้นจึงกำหนดมาตรการตอบโต้ปัญหา พบว่าสามารถลดจำนวนครั้งของการเกิดปัญหาต่อปฏุนขึ้น 1 ครั้ง/Lot ทำให้สามารถเพิ่มความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการผลิตได้

ภาคภูมิ สุระนะวัฒน์ (2549) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเครื่องมือทางสถิติ 7 QC Tools ไปใช้เป็นเครื่องมือในการลดของเสียในกระบวนการผลิตฟิล์มแผ่นบาง โดยเริ่มจากการสัมภาษณ์พนักงานฝ่ายผลิตที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต พร้อมเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตในอดีตมาใช้วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย โดยใช้แผนภูมิพาเรโตและแผนผังก้างปลาเพื่อเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญห ผลการดำเนินการแก้ไขได้มีการปรับปรุงมาตรฐานการทำงาน การออกแบบเครื่องจักร การเสนอการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี พบว่าอัตราส่วนของเสียหลังการดำเนินการแก้ไขพบว่าลดลงตามลำดับเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด

สรุปจากทฤษฎีที่ได้กล่าวถึงในบทนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตฝากระป๋อง ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานจะแสดงในบทที่ 3