บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกกรณีศึกษาของเสียประเ
ดำผู้วิจัยได้กำหนดแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ

2.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ

จักริน ยิ้มย่อง (2555) ในกระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเสียต่าง ๆ ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่กำหนด เช่น ใช้เวลานานในการผลิตสินค้าคุณภาพต่ำ ต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากมาย แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr.Taiichi Ohno หัวหน้าวิศวกร คือระบบการผลิตแบบโตโยต้า Toyota Production System โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการได้แก่

2.1.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

2.1.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

2.1.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transpiration)

2.1.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

2.1.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

2.1.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

2.1.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2.1.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป

การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in Process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

1. เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น
2. เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ
3. เกิดการขนย้าย
4. ของเสียไม่ได้รับการแก้ไขทันที
5. ต้นทุนจม
6. ปิดบังปัญหาการผลิต

การปรับปรุง

1. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา
2. ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร โดยศึกษาเวลาในการตั้งเครื่องจักร จากนั้นทำการปรับปรุง
   2.1 จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มตั้งเครื่อง
   2.2 แยกขั้นตอนที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ออกจากขั้นตอนที่ต้องทำเมื่อเครื่องจักรหยุดเท่านั้น
   2.3 จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม
   2.4 กระจายงานอย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดการรองาน
   2.5 จัดหา/ ทำอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว
3. ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวดในกระบวนการ เพื่อลดรอบเวลาการผลิต
4. ผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการเท่านั้น
5. ฝึกให้พนักงานมีทักษะหลายอย่าง

2.1.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง

การซื้อวัสดุคราวละมาก ๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ เป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

1. ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก
2. ต้นทุนจม
3. วัสดุเสื่อมคุณภาพ
4. สั่งซื้อซ้ำซ้อน
5. ต้องการแรงงานและการจัดการมาก

การปรับปรุง

1. กำหนดระดับในการจัดเก็บ มีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน

2. ควบคุมปริมาณวัสดุโดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น Visual Control เพื่อให้สามารถเข้าใจและสังเกตได้ง่าย

3. ใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อน First in First Out เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานาน

4. วิเคราะห์หาวัสดุทดแทน Value Engineering ที่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาใช้แทนเพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องทำการจัดเก็บ

2.1.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง

การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุม และลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ปัญหาจากการขนส่ง

1. ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง แรงงาน

2. เสียเวลาในการผลิต

3. วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม

4. เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

การปรับปรุง

1. วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อลดระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน

2. ลดการขนส่งซ้ำซ้อน

3. ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม

4. ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้เร็วขึ้นไม่ต้องเสียเวลารอนาน

2.1.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว

ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานเป็นอีกปัญหาจากการเคลื่อนไหว

1. เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต

2. เกิดความล้าและความเครียด

3. อุบัติเหตุ

4. เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

การปรับปรุง

1. ศึกษาการเคลื่อนไหวเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักการศาสตร์เท่าที่จะทำได้

2. จัดสภาพการทำงานให้เหมาะสม

3. ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน

4. ทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงานเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

5. ออกกำลังกาย

2.1.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต

เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอนซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

ปัญหาจากกระบวนการผลิต

1. เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของการทำงาน

2. สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการนั้น ๆ

3. ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์

การปรับปรุง

1. วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart

2. ใช้หลักการ 5 W 1 H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการ

3. หากระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียวกัน

2.1.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย

การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิต เช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

ปัญหาจากการรอคอย

1. ต้นทุนที่สูญเปล่าของแรงงาน เครื่องจักรที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

2. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

3. เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ

การปรับปรุง

1. จัดวางแผนการผลิต วัตถุดิบและลำดับการผลิตให้ดี

2. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

3. จัดสรรงานให้มีความสมดุล

4. วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม

5. เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง

6. ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

2.1.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย

เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้นปัญหาจากการผลิตของเสีย

1. ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

2. สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย

3. เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน

4. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

การปรับปรุง

1. มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง

2. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก

3. พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการทำงานที่ผิดพลาด

4. ฝึกให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ

5. ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต

สรุปความสูญเสีย 7 ประการ ที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด พบว่าความสูญเสียจากสายการผลิต ในกระบวนการที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีความสูญเสียต่าง ๆ แฝงอยู่ส่วนใหญ่เป็นความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต และความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

ส่วนความสูญเสียในด้านอื่น ๆ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไปเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง เนื่องจากการขนส่ง เนื่องจากการเคลื่อนไหว เนื่องจากการรอคอยพบว่าสายการผลิตคานด้านหน้าคอนโซล เชื่อมด้วยแก๊สและไฟฟ้า สถานะปัจจุบันของ

สายการผลิตเกิดความสูญเสียจากสาเหตุข้างต้นน้อยมากเมื่อเทียบกับ 2 สาเหตุข้างต้นที่กล่าวมา เนื่องจากมีการจัดการที่ดีทางด้านการไหลของชิ้นงาน การวางแผนผังที่ดี รวมถึงการจัดทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงานเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และยังประกอบกับข้อจำกัดด้านชิ้นงานทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ในปริมาณมาก เพราะชิ้นงานมีขนาดใหญ่พื้นที่การจัดเก็บจำกัด ทำให้ปัญหาเรื่องความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไปและการเก็บวัสดุคงคลัง ไม่เกิดขึ้นนั่นเอง

2.2 เครื่องมือคุณภาพ

สมสกุล คูเจริญทรัพย์ (2551) เครื่องมือ 7 อย่างทางคุณภาพ เป็นเครื่องมือพื้นฐานสำคัญในการบริหารคุณภาพ ซึ่งจะช่วยอำนวยประโยชน์เมื่อนำไปใช้อย่างเหมาะสมเครื่องมือทางคุณภาพประกอบด้วย

2.2.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

2.2.2 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

2.2.3 กราฟ (Graph)

2.2.4 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

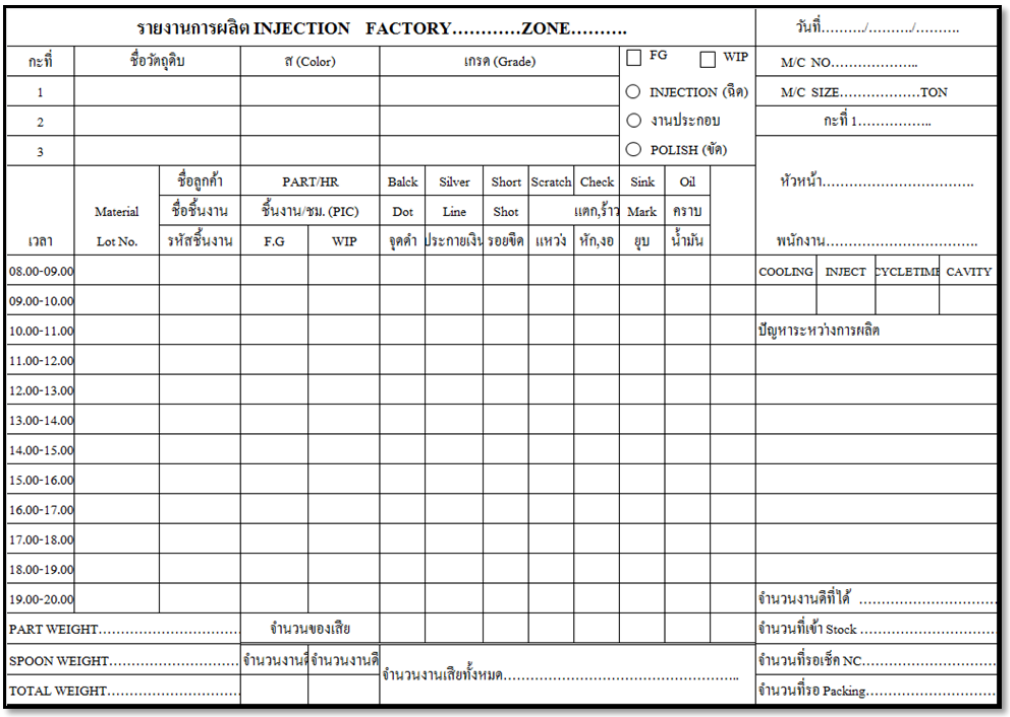
2.2.5 แผนภูมิเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

2.2.6 ฮิสโตแกรม (Histogram)

2.2.7 แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram)

2.2.1 ใบตรวจสอบ

ใบตรวจสอบ คือ แผนผังหรือตารางที่นำมาออกแบบไว้ล่วงหน้า โดยมีวัตถุประสงค์ คือ สามารถเก็บข้อมูลได้ง่ายและถูกต้อง สามารถดูและเข้าใจได้ง่าย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อได้ง่าย ชนิดของใบตรวจสอบสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งานดังภาพที่ 2.1



รายงานการผลิต INJECTION FACTORY.....ZONE.....													วันที่...../...../.....
กะที่	ชื่อวัตถุดิบ		สี (Color)		เกรด (Grade)							☐ FG ☐ WIP	M/C NO.....
1												○ INJECTION (ฉีด)	M/C SIZE.....TON
2												○ งานประกอบ	กะที่ 1.....
3												○ POLISH (ขัด)	
		ชื่อลูกค้า	PART/HR		Balck	Silver	Short	Scratch	Check	Sink	Oil		หัวหน้า.....
	Material	ชื่อชิ้นงาน	ชิ้นงาน/ชม. (PIC)		Dot	Line	Shot		แตก,ร้าว	Mark	คราบ		
เวลา	Lot No.	รหัสชิ้นงาน	F.G	WIP	จุดดำ	ประกายเงิน	รอยชิด	แหว่ง	หัก,งอ	ยุบ	น้ำมัน		พนักงาน.....
08.00-09.00													COOLING / INJECT / CYCLETIME / CAVITY
09.00-10.00													
10.00-11.00													ปัญหาระหว่างการผลิต
11.00-12.00													
12.00-13.00													
13.00-14.00													
14.00-15.00													
15.00-16.00													
16.00-17.00													
17.00-18.00													
18.00-19.00													
19.00-20.00													จำนวนงานดีที่ได้ .....
PART WEIGHT.....			จำนวนของเสีย										จำนวนที่เข้า Stock .....
SPOON WEIGHT.....			จำนวนงานดี	จำนวนงานดี	จำนวนงานเสียทั้งหมด.....								จำนวนที่รอเช็ค NC.....
TOTAL WEIGHT.....													จำนวนที่รอ Packing.....

ภาพที่ 2.1 ใบตรวจสอบ

ที่มา : บริษัทไทยมิตซูวา จำกัด (มหาชน)

1. ใบตรวจสอบที่ใช้ในการบันทึก แบ่งได้ดังนี้
   1) ใบตรวจสอบสำหรับหัวข้อของเสียหรือข้อบกพร่อง
   2) ใบตรวจสอบสำหรับการสำรวจหาสาเหตุของการเกิดของเสีย
   3) ใบตรวจสอบสำหรับสำรวจการกระจายตัวของขบวนการผลิต
   4) ใบตรวจสอบสำหรับตำแหน่งของเสีย
2. ใบตรวจสอบที่ใช้ในการยืนยันสภาพของผลิตภัณฑ์ ว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่

การสร้างใบตรวจสอบ

1. เอกข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. บันถึกผลของความถี่ด้วยการทำเครื่องหมาย “/” แทนการนับในแต่ละค่าของข้อมูล

ประโยชน์

1. เพื่อสามารถเก็บข้อมูลหรือตัวเลขได้ง่ายและถูกต้อง

2. เพื่อสามารถวิเคราะห์ข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ ได้ง่าย และนำไปใช้ประโยชน์ต่อการตัดสินใจได้ถูกต้อง

2.2.2 แผนภูมิควบคุม

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550) แผนภูมิควบคุมหรือแผนภาพที่เขียนขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากข้อกำหนดทางด้านเทคนิคที่ระบุถึงคุณสมบัติหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการผลิต เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามที่กำหนด โดยมีเส้นควบคุมคอยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงหรือการผิดปกติที่ เกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน เมื่อมีการผิดปกติที่ทำให้แก้ไขได้ทันท่วงที สำหรับเส้นควบคุมมี 3 เส้นด้วยกันคือ

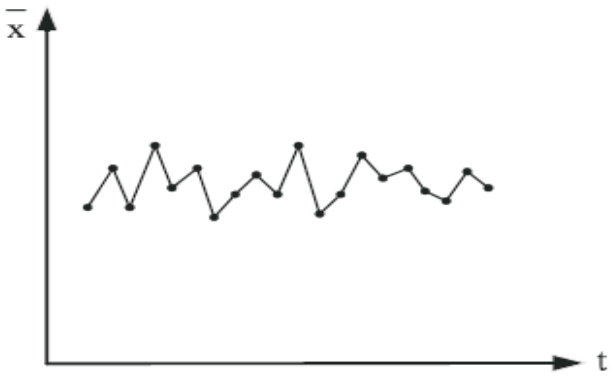
1. เส้นควบคุมบน (Upper Control Line; UCL) ได้จากค่ากึ่งกลางบวกกับค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นของพื้นที่โค้งปกติ (Normal Curve)

2. เส้นกึ่งกลาง (Central Line;CL) เป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูล ได้จากผลรวมของข้อมูลหารด้วยข้อมูลทั้งหมด

3. เส้นควบคุมล่าง (Lower Control;LCL) ได้จากค่ากึ่งกลางลบกับค่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (Normal Curve)

วิธีหาค่า UCL-LCL

ค่า UCL-LCL เป็นค่าที่แสดงถึง*สภาวะ*ปกติ หรือความเป็นธรรมชาติของกระบวนการ ดังนั้น การหาค่า UCL-LCL จึงต้องคำนวณจาก*ข้อมูล*ที่ได้จากกระบวนการเองในสภาวะที่เป็นปกติ โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นประมาณ 20-25 กลุ่มกลุ่มละ 4-5 ตัวอย่าง ในสภาวะปกติที่กระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุมและนำข้อมูลในแต่ละกลุ่มมาคำนวณค่าเฉลี่ยพร้อมกับวาดลงบนกราฟที่ยังไม่มีเส้นพิกัดใด ๆ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ข้อมูลเบื้องต้นจากกระบวนการที่เป็นปกติ

ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

แต่เนื่องจากสถิติไม่มั่นใจว่าข้อมูลที่ทำการเก็บมานั้นเป็นปกติจริงหรือไม่ จึงต้องทำการทวนสอบโดยการนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณหาค่า UCL-LCL ซึ่งได้จากหลักการของการทดสอบสมมติฐาน

$$LCL = \mu_0 - Z_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$UCL = \mu_0 - Z_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

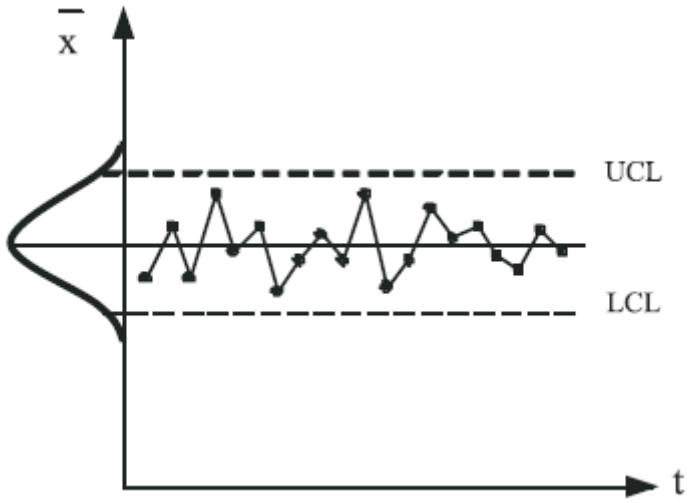
โดยที่

μ_0 คือ ค่าเฉลี่ยของประชากร

$Z_{\alpha/2}$ คือ ค่ามาตรฐานที่ระดับความเสี่ยง

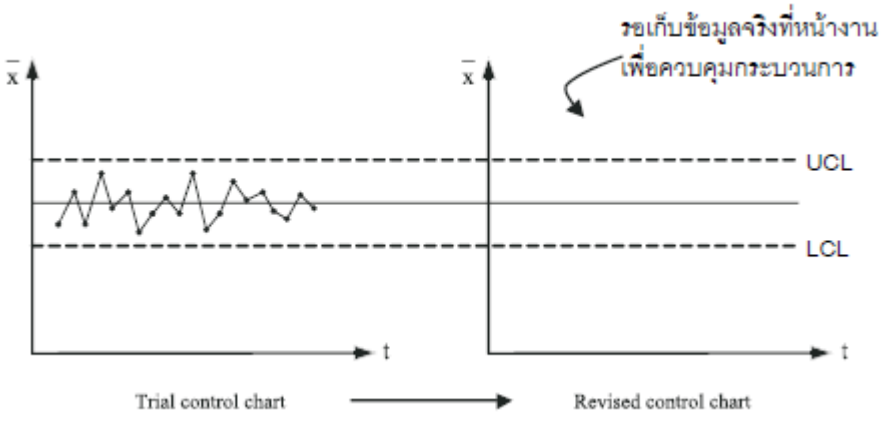
$\alpha/2$ และ α คือ ค่าความผันแปรของประชากร

หลังจากนั้นนำเส้นพิกัดควบคุมที่คำนวณได้นี้วาดลงบนกราฟเพื่อทวนสอบว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นเป็นปกติหรือไม่ หากพบว่าข้อมูลอยู่ในพิกัดอย่างสุ่ม แสดงว่ากระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุม คือ เป็นปกติและมีช่วงความเป็นปกติเท่ากับค่า UCL-LCL ที่คำนวณไว้นั่นเอง ดังแสดงดังภาพที่ 2.3 กรณีที่ข้อมูลไม่อยู่ในพิกัดอย่างสุ่ม ก็ต้องทำการพิจารณาต่อไปว่า ข้อมูลที่ผิดปกตินั้นมีมากน้อยเพียงใด ถ้าข้อมูลที่ผิดปกติมีน้อย ก็สามารถตัดข้อมูลที่ผิดปกติออกไปและคำนวณค่าพิกัดกันใหม่ แต่ถ้าข้อมูลที่ผิดปกติมีจำนวนมาก แสดงว่ากระบวนอาจยังไม่อยู่ในการควบคุมจำเป็นต้องกลับไปทบทวนระบบการควบคุมและเก็บข้อมูลใหม่ จนกว่าข้อมูลส่วนมากจะอยู่ภายใต้พิกัดควบคุมอย่างสุ่ม และด้วยเหตุดังกล่าวทำให้แผนภูมิควบคุมนี้มีชื่อว่า Trial Control Chart เมื่อพบว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมีความเป็นปกติ จึงนำค่าพิกัดควบคุมที่คำนวณได้นั้นไปวาดลงบนกราฟเปล่าเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการ ดังภาพที่ 2.3 ทำให้แผนภูมิควบคุมที่มีเส้นพิกัดควบคุมก่อนข้อมูลนี้มีชื่อเรียกว่า Revised Control Chart



ภาพที่ 2.3 Trial Control Chart
ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

เมื่อพบว่าข้อมูลที่เก็บมานั้นมีความเป็นปกติ จึงนำค่าพิกัดควบคุมที่คำนวณได้นั้นไปวาดลงบนกราฟเปล่าเพื่อนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 2.4 ทำให้แผนภูมิควบคุมที่มีเส้นพิกัดควบคุมก่อน ข้อมูลนี้มีชื่อเรียกว่า Revised Control Chart



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง Trial Control Chart และ Revised Control Chart
ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

สำหรับการใช้แผนภูมิควบคุมกระบวนการนี้ หากต้องการทดสอบว่ากระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ ก็ให้ทำการเก็บข้อมูลขณะปฏิบัติงานและพล็อตลงกราฟที่มีเส้น

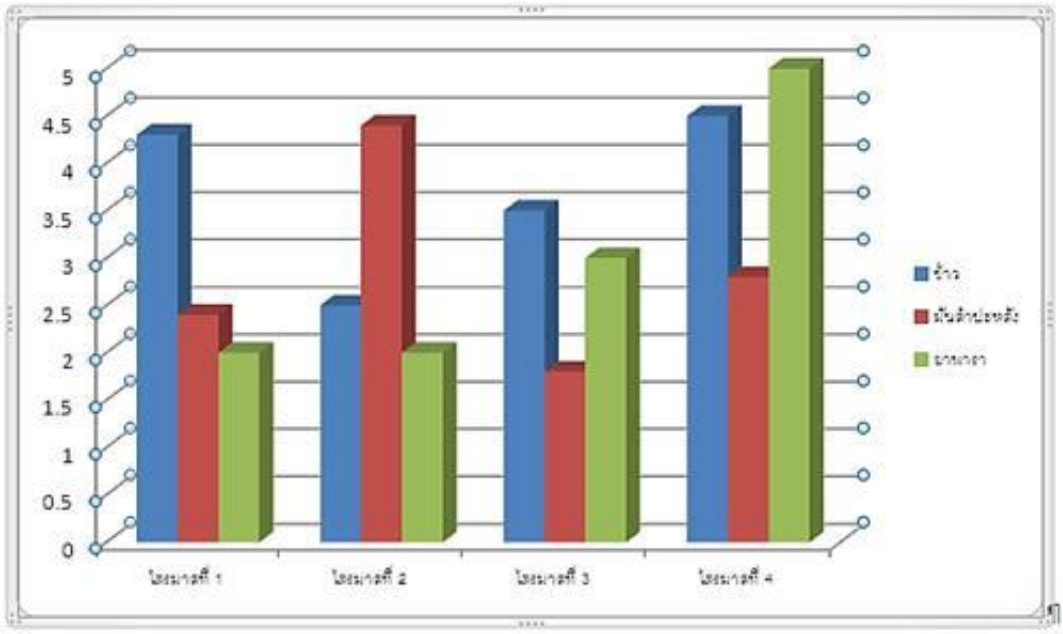
พิกัดเตรียมไว้ พร้อมกับตีความทันทีหลังจากพล็อตกราฟเสร็จ โดยหากข้อมูลยังกระจายตัวอย่างสุ่มและอยู่ภายใต้พิกัดก็แสดงว่ากระบวนการยังเป็นปกติ หรือยังอยู่ในสภาวะควบคุม จะเห็นได้ว่าแผนภูมิควบคุมนั้นจะมี 2 แบบ โดยแต่ละแบบก็มีการใช้งานที่แตกต่างกันตามจุดประสงค์กล่าวคือ แบบที่ 1 ที่มีข้อมูลก่อนเส้นพิกัดควบคุมนั้น จะมีไว้สำหรับการทวนสอบข้อมูลว่ามีความเป็นปกติหรือไม่ ซึ่งความปกตินี้จะพิจารณาจากข้อมูลทั้งหมดที่เก็บมาทั้งหมดในขณะที่แผนภูมิแบบที่ 2 จะมีเส้นพิกัดควบคุมก่อนข้อมูลซึ่งแผนภูมินี้มีไว้สำหรับการควบคุมกระบวนการ (ทำให้มีชื่อเรียกว่า SPC chart) และต้องสร้างแผนภูมิ หรือพล็อตข้อมูลทันทีที่เก็บข้อมูล 1 กลุ่มเสร็จ พร้อมตีความเพื่อพิจารณาว่ากระบวนการอยู่ในการควบคุมหรือไม่ดังนั้น ถ้าเราต้องการใช้แผนภูมิควบคุมสำหรับควบคุมกระบวนการ จะต้องเป็นแผนภูมิในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งอาศัยค่าพิกัดควบคุมจากแผนภูมิควบคุมแผนแรก แต่ก็มิใช่ว่าเราจะสามารถใช้ค่าพิกัดควบคุมนี้ไปได้ตลอด กล่าวคือเมื่อเราเก็บข้อมูลในแผนภูมิควบคุมใบที่ 2 นี้เสร็จแล้ว ก็ต้องนำข้อมูลชุดใหม่นี้ไปทำการคำนวณพิกัดควบคุมใหม่และนำไปใช้กับแผนภูมิควบคุมใบที่ 3 ดังนั้น ทุกครั้งที่จบแผนภูมิควบคุม 1 ใบ และต้องขึ้นแผนภูมิควบคุมใบใหม่ ก็จะต้องมีการคำนวณค่าพิกัดควบคุมกันใหม่

ประโยชน์

1. เพื่อแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตมีเสถียรภาพหรือไม่
2. เพื่อแสดงให้เห็นขอบเขตในการควบคุม

2.2.3 กราฟ

กราฟ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการแสดง หรือแปลงข้อมูลให้เป็นภาพที่เห็นได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่ายอาจเป็นกราฟเส้น กราฟแท่ง หรือกราฟวงกลม เป็นต้น เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ขึ้นสูงต่อไป



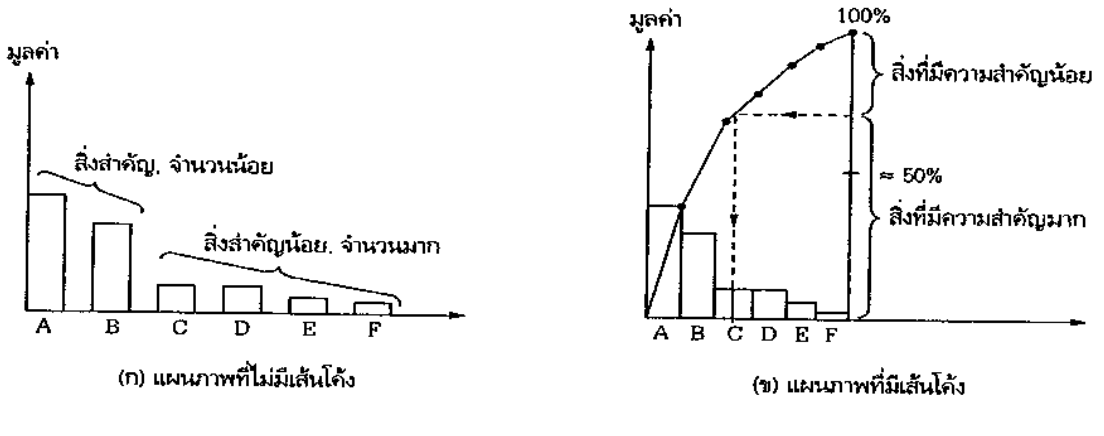
ภาพที่ 2.5 แผนภูมิกราฟ
ที่มา : วีรพจน์ ลือประสิทธิ์สกุล (2543)

ประโยชน์

1. เพื่อใช้อธิบายสิ่งต่างๆ ด้วยกราฟที่สามารถเข้าใจได้ง่ายกว่าการอธิบายด้วยข้อมูลหรือตัวเลขโดยตรง

2.2.4 แผนผังพาเรโต

แผนผังพาเรโต คือ แผนภาพที่ใช้สำหรับตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสถานที่ทำงานหรือโรงงาน เช่น จำนวนสินค้าคุณภาพที่ไม่ดี ข้อบกพร้อง คำร้องเรียนจากลูกค้า อุบัติเหตุ เป็นต้นเพื่อดูว่าปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด และเป็นปัญหารอง ลงไปเป็นตามลับ โดยนำปัญหาหรือสาเหตุเหล่านั้นมาจัดหมวดหมู่หรือแบ่งแยกตามประเภทแล้วเรียงลำดับตามความสำคัญจากมากไปหาน้อยโดยการแสดงขนาดความสำคัญมากน้อยด้วยกราฟและแสดงค่าสะสมด้วยกราฟเส้น



ภาพที่ 2.6 แผนผังพาเรโต

ที่มา : พิพัฒพงศ์ ศรีชนะ (2555)

ประโยชน์

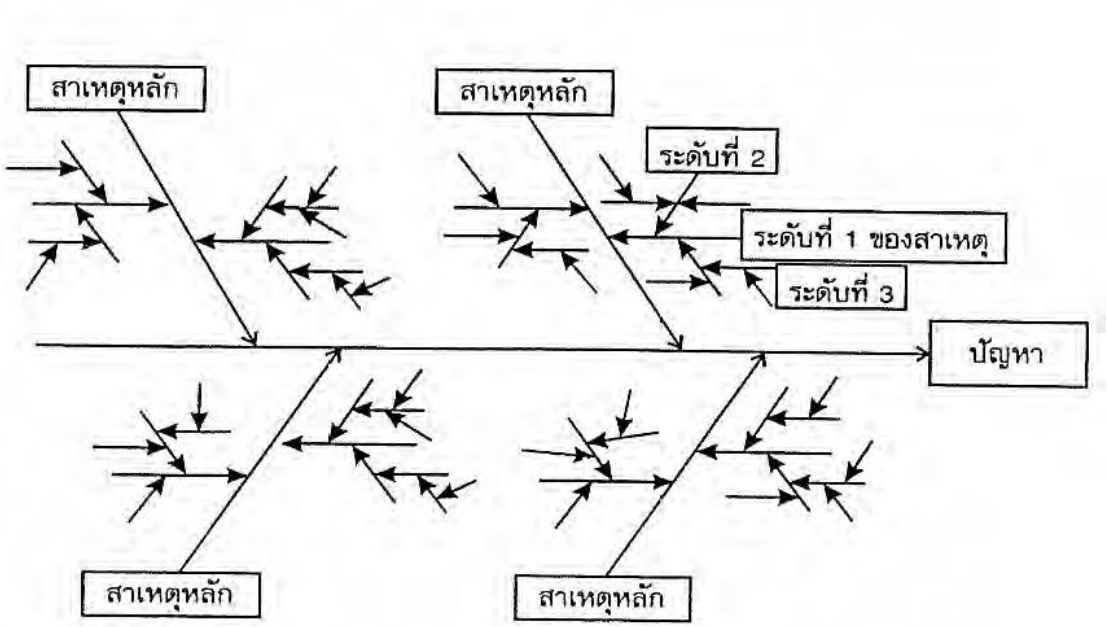
1. เพื่อแสดงให้เห็นถึงลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆ ว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด เพื่อการเลือกแก้ปัญหาก่อนหลัง

2. เพื่อแสดงให้เห็นว่าแต่ละปัญหามีอัตราส่วนเท่าใดเมื่อเปรียบเทียบกับทั้งหมด

2.2.5 แผนภูมิเหตุและผล

แผนภูมิเหตุและผล คือแผนภาพที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง(ผล) กับองค์ประกอบหรือสาเหตุต่างๆ (เหตุ) ที่มีผลทำให้เกิดคุณลักษณะนั้นๆ ไว้อย่างเป็นระบบ โดยรวบรวมในแผนภาพที่มีลักษณะคล้ายก้างปลา จึงเรียกกันว่า “ผังก้างปลา” และเป็นที่รู้จักกัน

อย่างแพร่หลาย ซึ่งแผนภูมิเหตุและผลนี้ถูกคิดค้นโดย ดร.อิชิกาวา หรือบางครั้งจึงเรียกว่า แผนภาพ อิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แผนภูมิเหตุและผล

ที่มา : พิพัฒพงศ์ ศรีชนะ (2555)

องค์ประกอบ หรือ สาเหตุหลักโดยทั่วไปไม่ว่าจะอยู่ในหน่วยงานการผลิต หรือ งานสำนักงานมักใช้เหมือนกันคือ

Man = คน

Machine = เครื่องมือ เครื่องจักร

Material = วัตถุดิบ

Method = วิธีการทำงาน

การสร้างแผนภูมิเหตุและผล

1. ชี้ลักษณะคุณภาพที่เป็นปัญหาออกมาให้ชัดเจน

2. เขียนปัญหาที่ต้องการจะแก้ไข แล้วลากเส้นราบหนา (เส้นกระดูก) จากปัญหาที่ต้องการแก้ไข

3. แบ่งสาเหตุหรือองค์ประกอบที่สำคัญออกเป็น 4-8 ข้อ จากนั้นบากเส้นก้างใหญ่เอียงเข้าหาเส้นกระดูก

4. พยายามกาสาเหตุที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุใหญ่เป็นก้างปลา หาสาเหตุย่อยที่ส่งผลให้เป็นสาเหตุเขียนเป็นก้างเล็ก และในที่สุดหามูลสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดสาเหตุย่อยเขียนเป็นก้างฝอย

5. สำรวจแผนภาพสาเหตุและผลอีกครั้งว่าสาเหตุอื่นๆ เพิ่มเติมอีกหรือไม่ ถ้ามีให้เพิ่มลงไป

6. จัดลำดับความสำคัญต่างๆ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ระดมสมองร่วมกันใช้แผนภูมิพาเรโต้กราฟ หรือกระทั้งเปิดอภิปลายทั่วไป

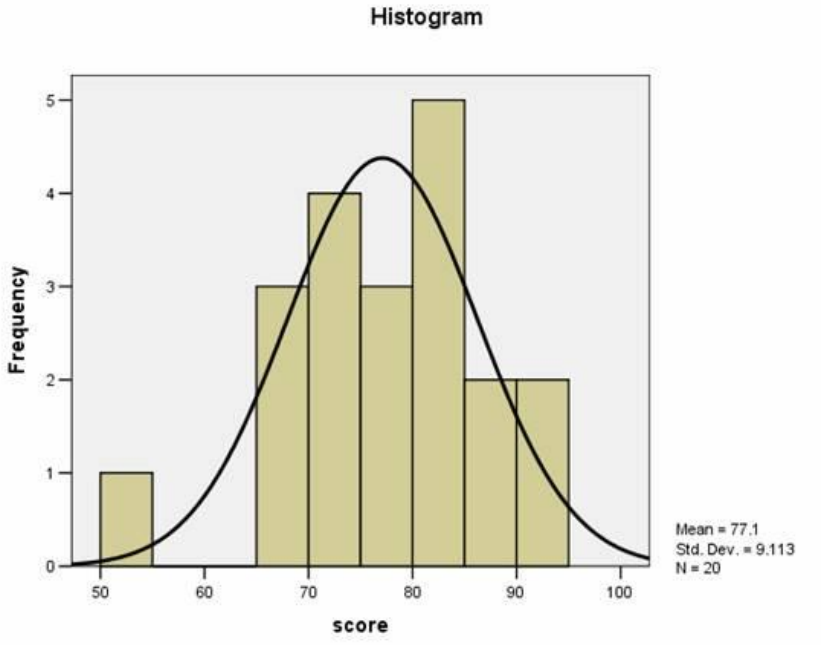
7. เติมหัวข้อที่เกี่ยวข้องลงไป เช่น ชื่อผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการผลิต วัน เดือน ปี

ประโยชน์

1. ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางความคิดและประสมการณ์ที่ดีต่อกัน
2. ทำให้การประชุมเป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง
3. สามารถนำมาใช้กับงานทุกประเภท
4. ใช้ในการอธิบายเรื่องงานและใช้อบรมพนักงานได้อีกด้วย

2.2.6 ฮิสโตแกรม

ฮิสโตแกรม คือ กราฟแท่งชนิดหนึ่งซึ่งแสดงการกระจายความถี่ของข้อมูลที่ได้จากการวัด หรือข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง (Measurement Data หรือ Indiscrete Data) เช่น ความยาว น้ำหนัก เวลา อุณหภูมิ ความแข็ง เป็นต้น เพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้สะดวก และจัดเจนมากขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ฮิสโตแกรม

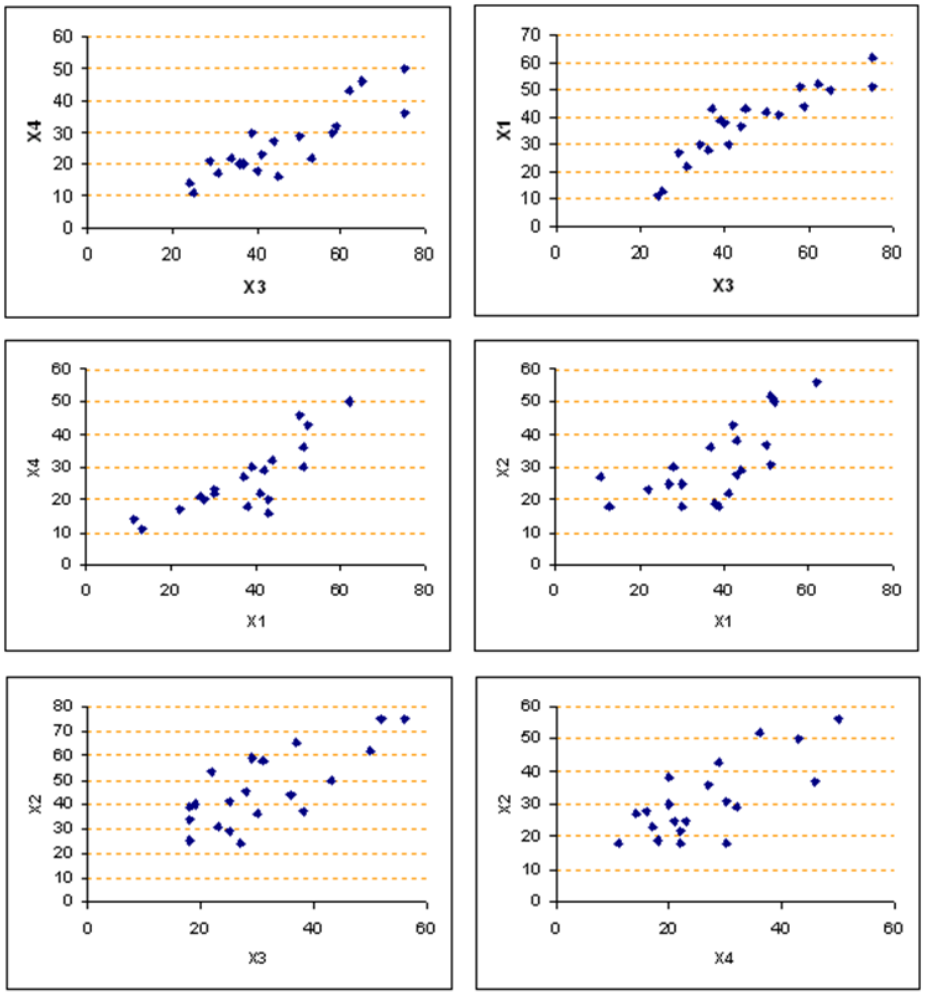
ที่มา : วีรพจน์ ลือประสิทธิ์สกุล (2543)

ประโยชน์

1. เพื่อให้เข้าใจถึงรูปแบบการกระจายข้อมูลและแนวโน้ม
2. เพื่อแสดงความถี่ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามตัวแปรตัวหนึ่ง
3. เพื่อใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

2.2.7 แผนผังการกระจาย

แผนภาพการกระจาย คือ แผนภาพที่แสดงความสำพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการผลิต ว่ามีความสำพันธ์กันอย่างไร ในเชิงสถิติ จึงสามารถ กาความสำพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทั้งสองได้จากผังการกระจายนี้ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แผนผังการกระจาย

ที่มา : วีรพจน์ ลือประสิทธิ์สกุล (2543)

ประโยชน์

1. เพื่อแสดงให้เห็นความสำพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ
2. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการที่ได้คุณภาพตามที่กำหนด

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก

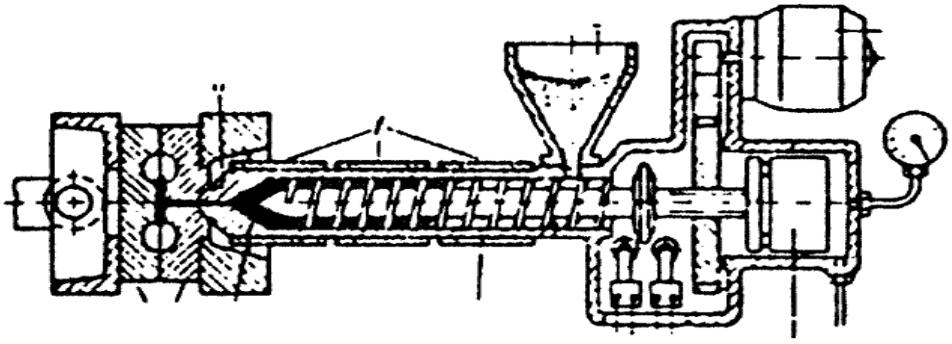
งานฉีดพลาสติก เป็น*กระบวนการ*ขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติกอีกอย่างหนึ่ง โดยอาศัยเครื่องฉีดพลาสติกที่ทำงานเป็นรอบ เริ่มจากพลาสติกที่อยู่ในรูปผลหรือเม็ด ถูกส่งป้อนเข้าไปในชุดสกรูฉีดแล้วจะค่อยๆ หลอมเหลวในส่วนที่อุณหภูมิต่างๆ และฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ด้วยแรงส่งของลูกสูบหรือสกรูอัด น้ำพลาสติกเหลวจะไหลเข้าสู้แม่พิมพ์จนเต็มแบบชิ้นงานและหล่อเย็นจนกระทั่งพลาสติกแข็งตัว จึงออกมาจากแม่พิมพ์โดยไม่เสียรูปทรง จะได้ชิ้นงานพลาสติกตามแบบในแม่พิมพ์นั้น แล้วเริ่มต้นกระบวนการฉีดใหม่ต่อไป

ปริมาณพลาสติกที่ฉีด ขนาดของชิ้นงาน ความเป็นเนื้อเดียวกับน้ำพลาสติก และคุณภาพของชิ้นงานฉีดพลาสติก ได้รับการปรับปรุงอย่างมาก หลังจาก ค.ศ.1950 เมื่อมีการนำเครื่องฉีดแบบสกรูอัดมาใช้แทนเครื่องฉีดแบบลูกสูบ

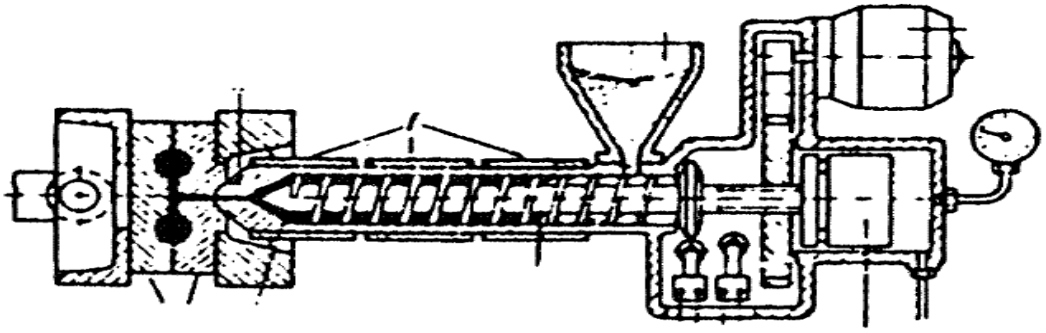
งานฉีดพลาสติก นอกจากจะเกี่ยวข้องกับเครื่องฉีดแล้ว แม่พิมพ์ เม็ดพลาสติกและชิ้นงานแล้วยังต้องมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิของแม่พิมพ์อีกด้วย (Temperature Controller) พร้อมทั้งใช้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีและประสบการเป็นอย่างสูง เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและใช้งานได้ดีชิ้นงานจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับแม่พิมพ์ที่ฉีด ดังนั้น ผู้ออกแบบแม่พิมพ์ และช่างทำแม่พิมพ์จึงมีมีความสำคัญต่องานนี้ คุณภาพเชื่อถือได้ของแม่พิมพ์มีผลต่อความสวยงามของชิ้นงานและต้นทุนการผลิตอีกด้วย

2.3.1 กระบวนการฉีดพลาสติก

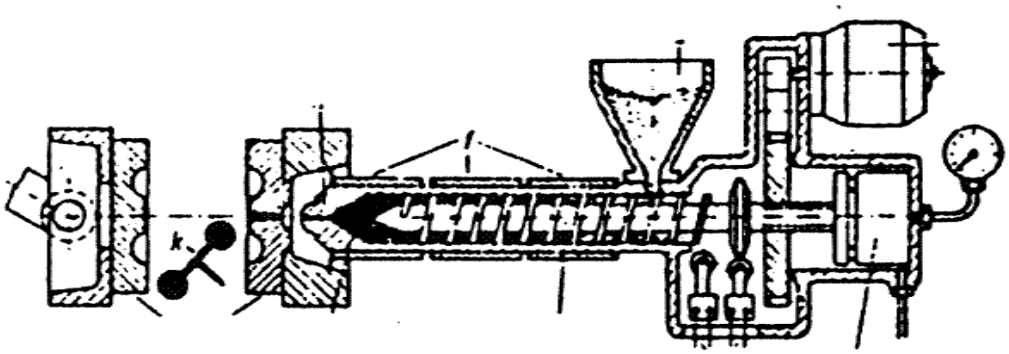
การขึ้นรูปพลาสติกได้เริ่มมาตั้งแต่ปลาศตวรรษที่ 18 คือเริ่มมีความสำคัญ เมื่อมีการค้นพบ Bakelite ขึ้นในอเมริกา ขั้นตอนการผลิตได้ดำเนินมาประมาณ 50 ปี โดยการอัดขึ้นรูป ต่อมาก็ใช้กรรมวิธีการฉีด การฉีดในสมัยก่อนใช้เครื่องฉีดชนิดกระบอกฉีด หลังจากได้มีการคิดค้นและผลิตพลาสติกชนิด Thermoplasts ใหม่ๆ ขึ้นมา และหลังจากนั้นได้มีเครื่องฉีดชนิดสกรูอัดมาแทนที่ ดังภาพที่ 2.10-2.12



ภาพที่ 2.10 การฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปในแบบโดยสกรูอัดไม่หมุน



ภาพที่ 2.11 การฉีดสมบูรณ์น้ำพลาสติกแข็งตัวและแรงดันชดเชยการอดตัว



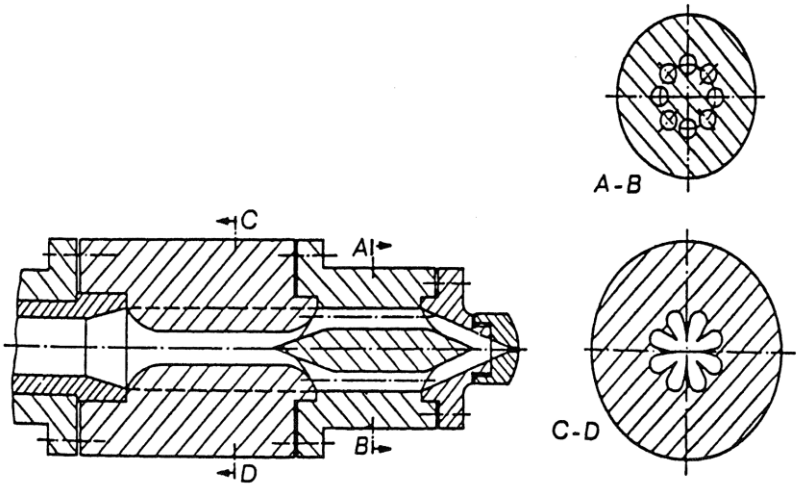
ภาพที่ 2.12 แม่พิมพ์เปิดออก ชิ้นงานถูกดันออกมา

ที่มา: ชัยรัตน์ แก้วด้วง (2549)

2.3.2 เครื่องฉีดพลาสติก

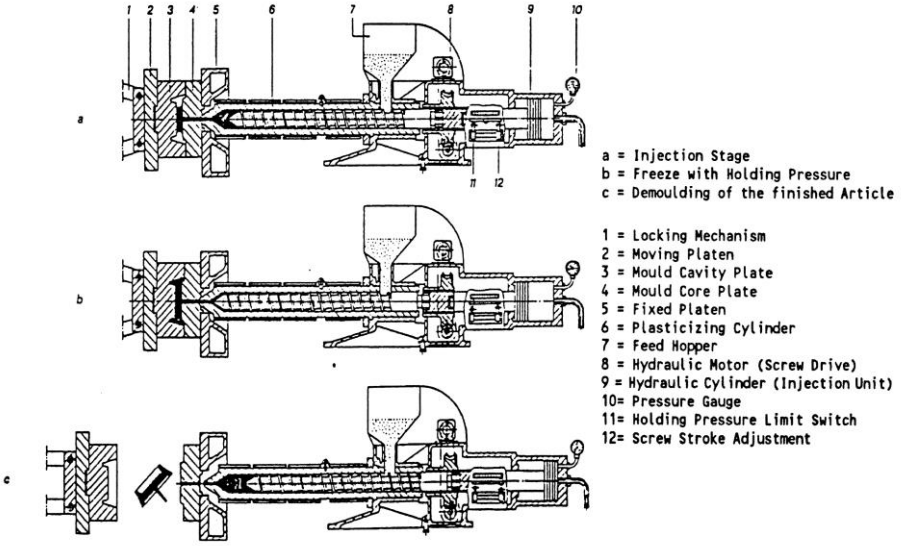
ลักษณะของเครื่องฉีดพลาสติกที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ อาศัยหลักการเดียวกับเครื่องฉีดยุคแรกที่เป็นแบบแนวตั้ง ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของอเมริกา คือ ชุดฉีด ชุดประกอบ และแม่พิมพ์ จะทำงานร่วมกันเป็นหน่วยเดียว หน่วยนี้จะรวมกับชุดขับและชิ้นส่วนเคลื่อนที่เป็นระบบการทำงานที่สัมพันธ์กันเครื่องฉีดพลาสติกแบ่งออกเป็น 5 แบบดังนี้

1. เครื่องฉีดพลาสติกแบบลูกสูบ

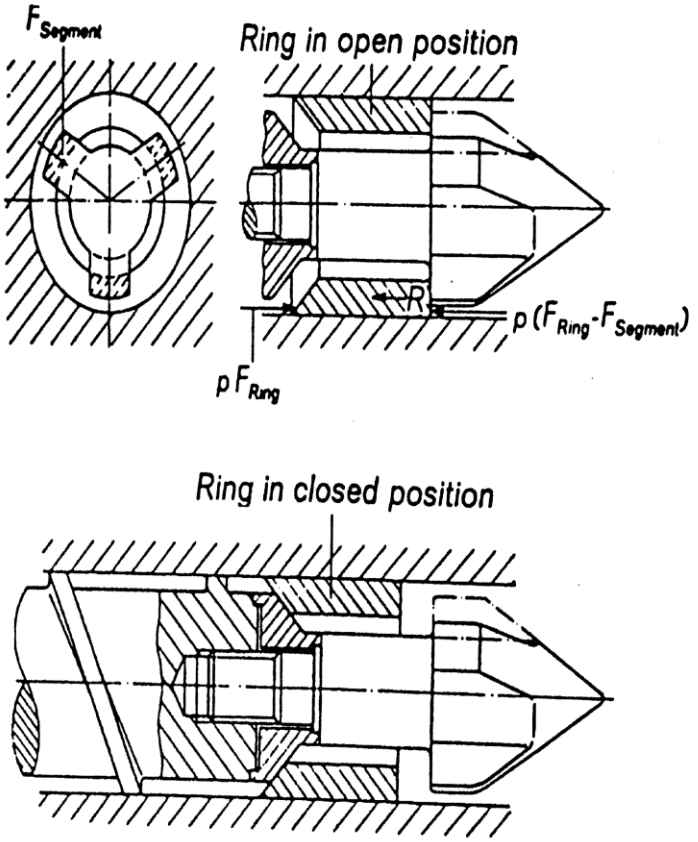


ภาพที่ 2.13 เครื่องฉีดพลาสติกแบบลูกสูบ

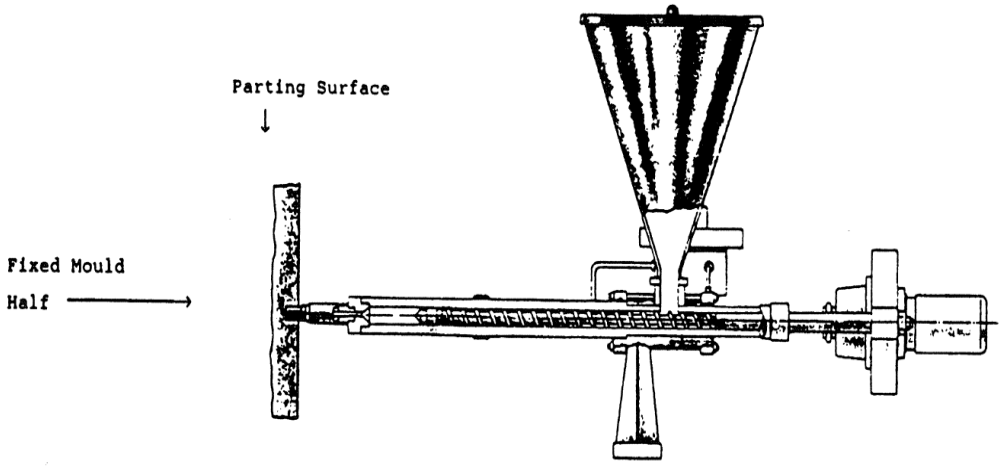
2. เครื่องฉีดพลาสติกแบบสกรูอัด



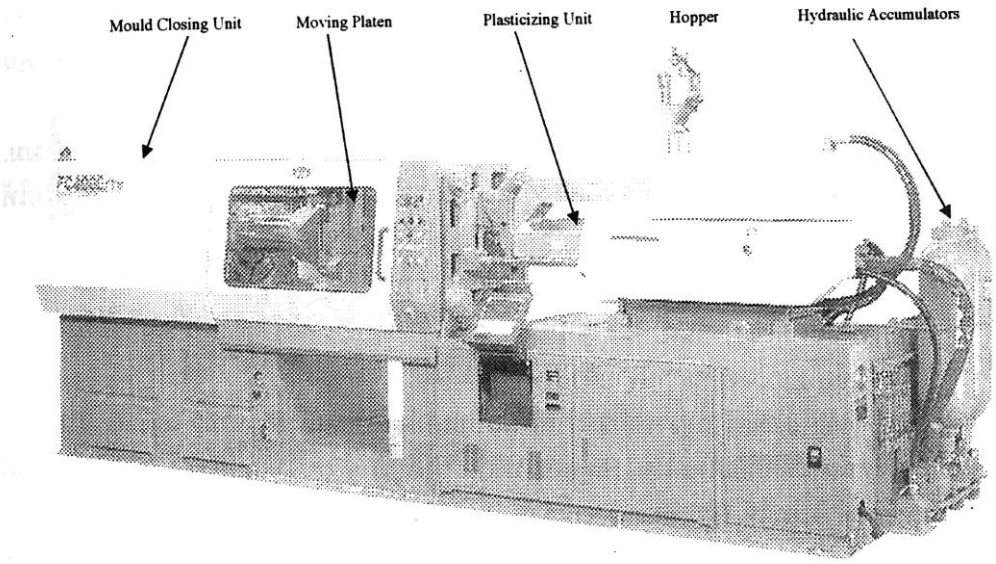
ภาพที่ 2.14 โครงสร้างและการทำงานของเครื่องฉีดแบบสกรูอัด



ภาพที่ 2.15 วาล์วป้องกันการไหลกลับของเครื่องฉีดแบบสกรู

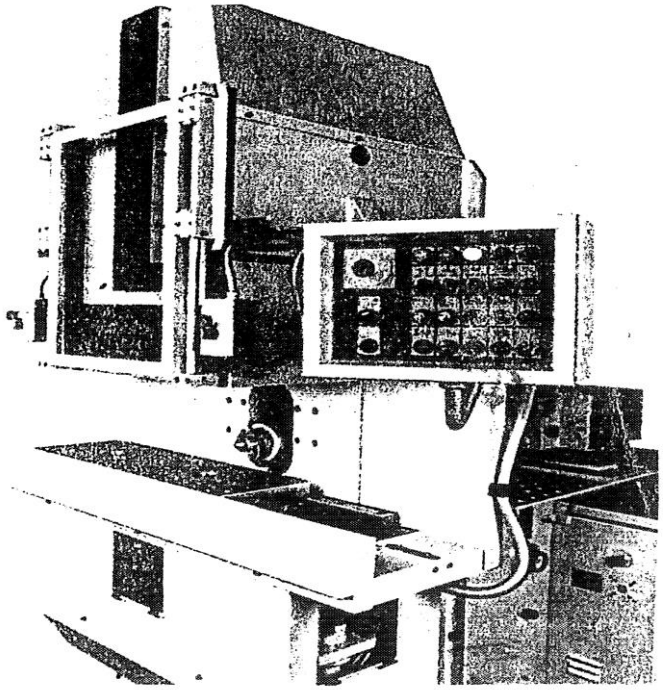


ภาพที่ 2.16 ชุดฉีดพลาสติกที่ขนานกับการเลื่อนเปิดแม่พิมพ์



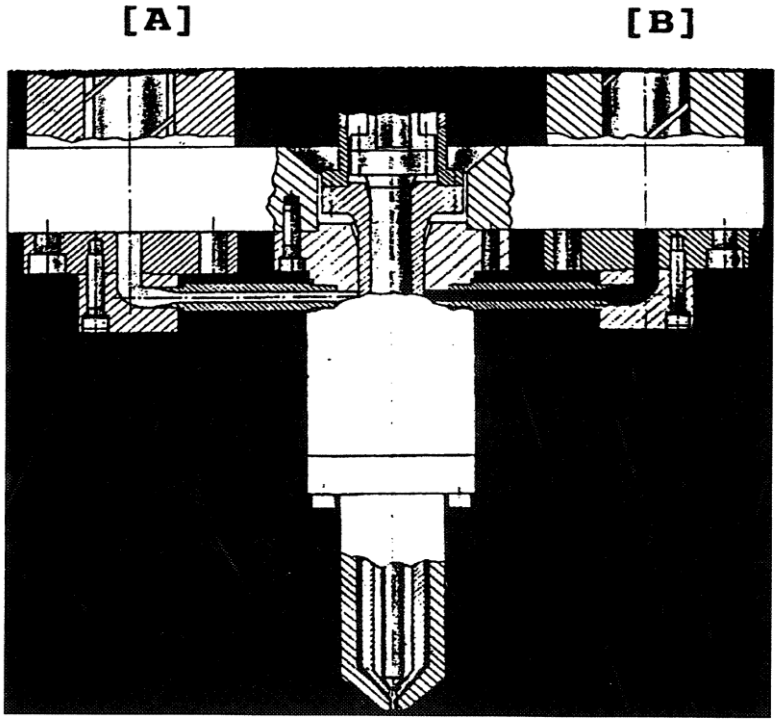
ภาพที่ 2.17 เครื่องฉีดพลาสติกในยุคปัจจุบัน

3. เครื่องฉีดพลาสติกแบบชนิดพิเศษ



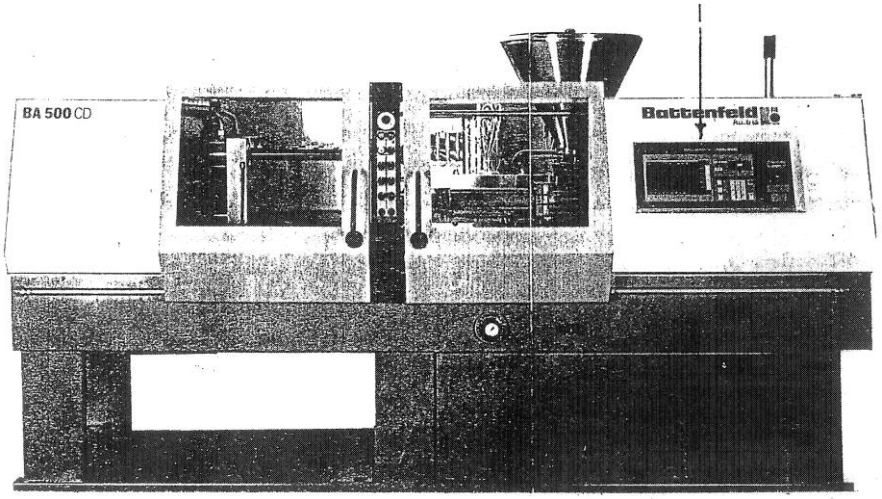
ภาพที่ 2.18 เครื่องฉีดพลาสติกชนิดพิเศษ

4. เครื่องฉีดพลาสติกแบบชั้นๆ



ภาพที่ 2.19 เครื่องฉีดพลาสติกแบบชั้นๆ

5. เครื่องฉีดพลาสติกแบบควบคุมด้วย CNC



ภาพที่ 2.20 เครื่องฉีดพลาสติกแบบควบคุมด้วย CNC

ที่มา : ชัยรัตน์ แก้วด้วง (2549)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฐาปนันดร์ เขียวสังข์ (2555) ได้ทำการทดลองลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ QC Tool ในด้านการค้นหาสาเหตุและปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิตตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2553 ถึง เดือนกรกฎาคม 2554 ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลโดยใช่ใบตรวจสอบ Check Sheet และแจกแจงปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต Pareto Chart และความถี่ของการเกิดปัญหา เพื่อแยกความสำคัญตามลำดับด้วยกฎ 80:20 ในการเลือกการแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด แล้วนำมาวิเคราะห์แก้ไขปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา Fish Bone Diagram เพื่อวางมาตรการแก้ไขปัญหาจากการระดมความคิด จากการแก้ไขและปรับปรุงสามารถลดของเสียจากเดิม 1.53 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเป็น 0.53 เปอร์เซ็นต์ และคิดเป็นมูลค่าที่สามารถลดได้ถึง 74,862 ต่อปี

พรสุดา ยอดบุนอก (2553)ได้ทำการทดลองการลดของเสียในกระบวนการผลิตฝาครอบชิ้นส่วนซีดีติดรถยนต์ Part PAN0851โดยมีการนำหลักการของ QC 7 Tool เข้ามาช่วยในการลดของเสีย การดาเนินการพบว่า จากการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2552 ก่อนการปรับปรุงมีของเสียเกิดขึ้นทั้งหมด 228 ชิ้น ซึ่งของเสียที่เกิดจากงานเป็นรอย เท่ากับ 60 ชิ้นจากปริมาณการผลิต 163,268 ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ยจากงานเป็นรอย เท่ากับ 26.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต.โดยใช้เครื่องมือทาง QC 7 Tool เข้ามาช่วยวิเคราะห์สาเหตุและทาการปรับปรุงเล็กๆ น้อยๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิตตามสาเหตุที่ตรวจพบซึ่งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2553 มีของเสียเกิดขึ้นทั้งหมด 151 ชิ้นซึ่งของเสียที่เกิดจากงานเป็นรอย เท่ากับ 14 ชิ้น จากปริมาณการผลิต 138,382ชิ้น คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียเฉลี่ยจากงานเป็นรอยเท่ากับ 8.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ของเสีย เฉลี่ยจากงานเป็นรอยก่อนการปรับปรุงวิธีการทางานและหลังการปรับปรุงวิธีการทางาน ของกระบวนการผลิต ต่างกันอยู่ 17.87 เปอร์เซ็นต์ซึ่งมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสาคัญ ทางสถิติดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าหลักการทาง QC 7 Tool สามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตฝาครอบชิ้นส่วนซีดีติดรถยนต์ Part PAN0851 ทาให้ลดของเสียจากงานเป็นรอยได้

ธนวรรณ อัศวไพบูลย์ (2554) ได้ทำการทดลองเพื่อลดจำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการชุบแข็งชิ้นงานเบรครถจักรยานยนต์ จากการผลิตเดิมมีชิ้นงานเสียเกิดขึ้นจำนวนมาก จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณของเสีย และศึกษากระบวนการผลิต ซึ่งพบว่าชิ้นงานเสียเกิดขึ้นทั้งหมดเฉลี่ยเดือนละ 23,426 ชิ้น จากปริมาณการผลิตทั้งหมด 231,761 ชิ้น โดยเป็นของเสียที่เกิดจากกระบวนการชุบแข็งจำนวน 8,417 ชิ้น คิดเป็น 35.93% จากปริมาณของเสียทั้งหมด จึงได้นำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด ซึ่งในบทความวิจัยนี้ ใช้เครื่องมือ 3 ชนิด คือ ใบตรวจสอบ กราฟ

และแผนผังเหตุและผล สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุและแก้ไขปัญหา ซึ่งพบว่าสาเหตุของเสียเกิดจากตะกร้าที่ใส่ชิ้นงาน เมื่อผ่านกระบวนการชุบแข็งแล้ว ตะกร้าจะห่อตัวหรือบิดเบี้ยว ทำให้ชิ้นงานกระทบ เบียด และเกิดเป็นรอย โดยตะกร้าเก่า ใส่ชิ้นงานได้ครั้งละ 640 ชิ้น จะได้ชิ้นงานดี 450 ชิ้น ชิ้นงานเสีย 190 ชิ้น จึงเสนอแนวทางในการปรับปรุง คือ การออกแบบและสร้างตะกร้าให้มีความแข็งแรงเหมาะสมกับชิ้นงานและใส่ชิ้นงานได้ครั้งละ 530 ชิ้น เมื่อนำตะกร้าใหม่ไปใช้งานพบว่า เมื่อชิ้นงานผ่านกระบวนการชุบแข็งแล้ว ตะกร้าไม่มีการห่อตัวหรือบิดเบี้ยว จึงไม่เกิดชิ้นงานเสีย ซึ่งถือว่าสามารถลดชิ้นงานเสียจากการชุบแข็งได้ 100% และสามารถเพิ่มชิ้นงานดี 80 ชิ้นต่อครั้งของการชุบแข็ง โดยมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 17.8%

โสภิดา ท้วมมี (2550) ได้ทำการทดลองในกระบวนการผลิตพลาสติกพีวีซีแผ่นมีปริมาณของเสียประเภทเม็ดพีวีซีไม่หลอมละลายที่เกิดขึ้นบนผิวผลิตภัณฑ์ 54.66% ของปัญหาของเสียทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,561,716 บาทต่อปี ทำให้เกิดการเก็บผลิตภัณฑ์เข้าคลังเพื่อรอการนำกลับมาผลิตใหม่ ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านข้อกำหนดการตรวจสอบประเภทเม็ดพีวีซีไม่หลอมละลายที่เกิดขึ้นบนผิวผลิตภัณฑ์ โดยประยุกต์ใช้หลักการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อการเกิดเม็ดพีวีซีไม่หลอมละลายที่เกิดขึ้นบนผิวผลิตภัณฑ์ และเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมด้วยเทคนิคพื้นผิวตอบสนอง ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ที่อุณหภูมิในการหลอม PVC Compound ที่ Mixing Rolls 180 องศาเซลเซียส และปริมาณเศษพีวีซีแผ่นที่นำกลับมาหลอมใหม่ที่ Mixing Rolls 30 กิโลกรัม/Batch จะทำให้ค่าจำนวนจุดบกพร่องประเภทเม็ดพีวีซีไม่หลอมละลายที่เกิดขึ้นบนผิวผลิตภัณฑ์ 1 ตารางเมตร อยู่ในช่วงที่ต้องการ คือ ไม่เกิน 10 จุดต่อตารางเมตร ซึ่งทำให้สามารถลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านข้อกำหนดการตรวจสอบประเภทเม็ดพีวีซีไม่หลอมละลายที่เกิดขึ้นบนผิวผลิตภัณฑ์ลงได้ 73.08 เปอร์เซ็นต์

กมลรัตน์ ศรีสังข์สุข และ ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย (2553) ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็กพบว่ามีปัญหาผลผลิตที่ต่ำและต้นทุนการผลิตสูงดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก โดยประยุกต์ใช้แนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมาทั้ง 5 ขั้นตอนมาใช้คือ การนิยามปัญหา การวัดเพื่อกาหนดสาเหตุของปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การปรับปรุงแก้ไขประบวนการ และการควบคุมกระบวนการตามลาดับ โดยทาการศึกษากระบวนการผลิตเพื่อหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยทาการวัดสายธารคุณค่าก่อนการปรับปรุง การวิเคราะห์ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ จากนั้น ได้ทาการปรับปรุงโดยการออกแบบการผลิตใหม่และทาการวัดสายธารคุณค่าหลัง

การปรับปรุง การลดความสูญเปล่าจากสินค้าคงคลังที่ไม่จาเป็นโดยหลักการ 5ส การขนส่งตัวจับยึดชิ้นงาน และการลดข้อบกพร่องของการเกิดปัญหา Short circuit ในกระบวนการผลิต โดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง และควบคุมกระบวนการมาตรฐานการทางานจากค่าที่ได้จากการทดลองและมีการติดตามให้พนักงานทางานตามมาตรฐานนั้นๆ ผลที่ได้จากการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตสายเคเบิลขนาดเล็ก พบว่า การผลิตมีแนวโน้มที่ดีขึ้น คือ ผลผลิตจาก 15 ชิ้น ต่อชั่วโมงการทางานของพนักงานหนึ่งคน เป็น 24 ชิ้น ต่อชั่วโมงการทางานของพนักงานหนึ่งคนคิดเป็น 37.5% อีกทั้งยังส่งผลทาให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลงจาก 48.25 บาทต่อชิ้น เป็น 42.54 บาทต่อชิ้นคิดเป็น 11.83%