บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิต Connector ในอุตสาหกรรมฉีดพลาสติก เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีวิวัฒนาการฉีดพลาสติก

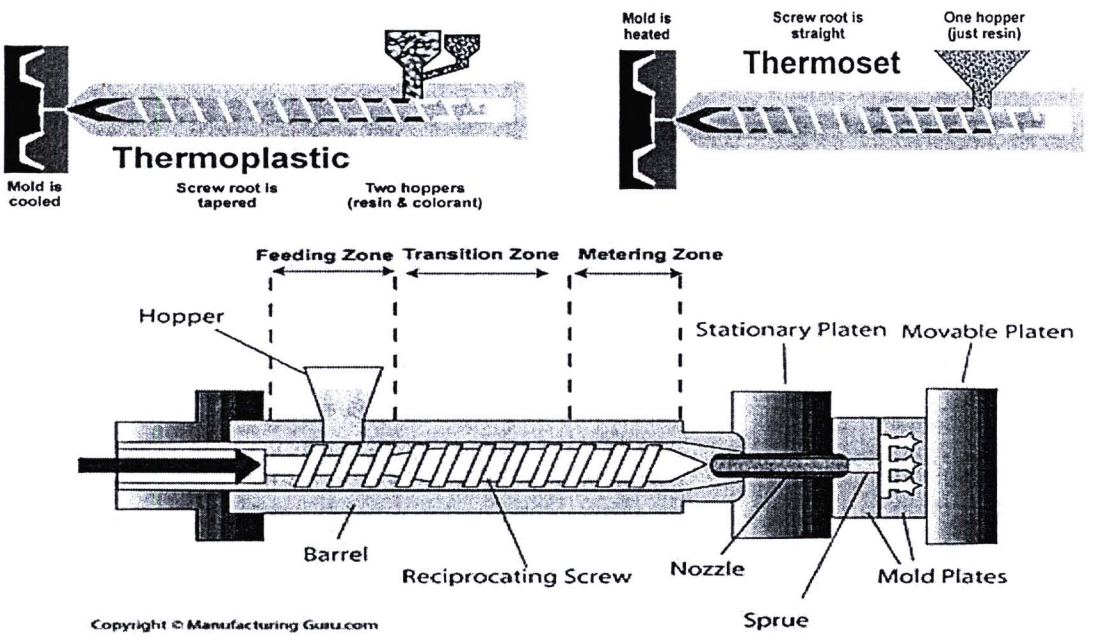
พลาสติกถูกผลิตขึ้นมาครั้งแรกในปี 1851 ที่อังกฤษ โดย Alexander Parkers และเผยแพร่สู่สาธารณในปี 1862 โดยมีชื่อว่า "Parkesine" พลาสติกประเภทนี้ถูกผลิตขึ้นมาจาก Cellulose โดยที่ "Parkesine" สามารถหลอมเหลวและนำไปใช้กับ Injection Molding

Plastic นิยามของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก กรรมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกนั้น โดยทั่วไปแล้วเราสามารถกระทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น กรรมวิธีการรีด (Extrusion) เพื่อผลิตชิ้นงานรูปพรรณต่างๆทั้งกลวงและตัน เช่น ท่อ สายยาง กรอบประตูหน้าต่าง เป็นต้น กรรมวิธีการเป่า (Blown molding) กรรมวิธีการอัดและอัด ฉีด (Compression and Transfer molding) การที่จะเลือกใช้กรรมวิธีใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับรูปร่าง ลักษณะของผลิตภัณฑ์ชนิดของพลาสติก และความสะดวกรวดเร็วในการผลิต แต่กรรมวิธีการผลิต ผลิตภัณฑ์พลาสติกที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันคือ กรรมวิธีการฉีดพลาสติก (Injection molding) เพราะสามารถผลิตชิ้นงาน ที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ดีและมีหลายลักษณะงาน กรรมวิธีก็ไม่ค่อยยุ่งยาก มากนัก ราคาเครื่องจักรก็ไม่แพงจนเกินไป ตลอดจนพื้นที่ที่ใช้ในการทำการผลิตก็ไม่มากเหมือนกับ กรรมวิธีการผลิตแบบอื่น นอกจากนี้ยังสามารถทำงานได้กับพลาสติกที่มีลักษณะเป็นเม็ดและผงและกับพลาสติกทุกประเภทคือ เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) เทอร์โมเซ็ตติ้ง (Thermosetting) และอีลาสโทเมอร์ (Elastomers)

ทฤษฎีงานฉีดพลาสติก

งานขึ้นรูปพลาสติกโดย์การฉีดนั้นจะใช้พลาสติกที่เป็นเม็ดหรือเป็นผง ซึ่งอาจจะเป็น 2 ชนิดคือ thermoplastics หรือ elastomers ก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบเครื่องฉีดที่จะดัดแปลงให้เหมาะสมกับพลาสติก ชนิดต่างๆสำหรับเทอร์โมพลาสติกนั้นเมื่อได้รับความร้อนจะอ่อนตัวและเหลวสามารถนำไปแปรรูป ได้หลายครั้ง ที่ผลิตออกมาจำหน่ายจะมีทั้งเป็นสีธรรมชาติของพลาสติกและแบบผสมสีพร้อมทั้งเติม สารเติมแต่ง (additives) ที่แตกต่างกันก็อยู่ที่โครงสร้างเป็นแบบ amorphous หรือ partial crystalline เ ท่านั้นเนื่องจากคุณสมบัติของพลาสติกขึ้นอยู่กับสิ่งที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง เช่น ความแข็งแรง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลักษณะการรับภาระและระยะเวลาการรับภาระ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลจากสารเคมีความชื้น รังสีเช่น จากแสง UV และจากอิทธิพลจากกรรมวิธีการผลิต

ดังนั้นก่อนที่จะทำการขึ้น รูปพลาสติกเอาไปใช้งานควรจะต้องรู้คุณสมบัติพลาสติกนั้นๆให้แน่ชัดเสียก่อน หลังจากที่ชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ได้ถูกออกแบบแล้ว ขั้นตอนต่อจากนั้นคือการออกแบบ Mold ส่วนมากจะถูกส่งต่อไปยัง Mold Maker เพื่อทำการออกแบบและผลิตขึ้นมา กระบวนการ Injection molding สามารถผลิตชิ้นส่วนออกมาได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่ชิ้นส่วนเล็กๆ ที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงไปจนชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์และรวมถึง Connector



รูปที่ 2.1 แสดงภาพรวมของกระบวนการผลิต Injection Molding

2.2 ภาพรวมของกระบวนการผลิต Injection Molding

ภาพรวมของกระบวนการผลิต Injection Molding สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

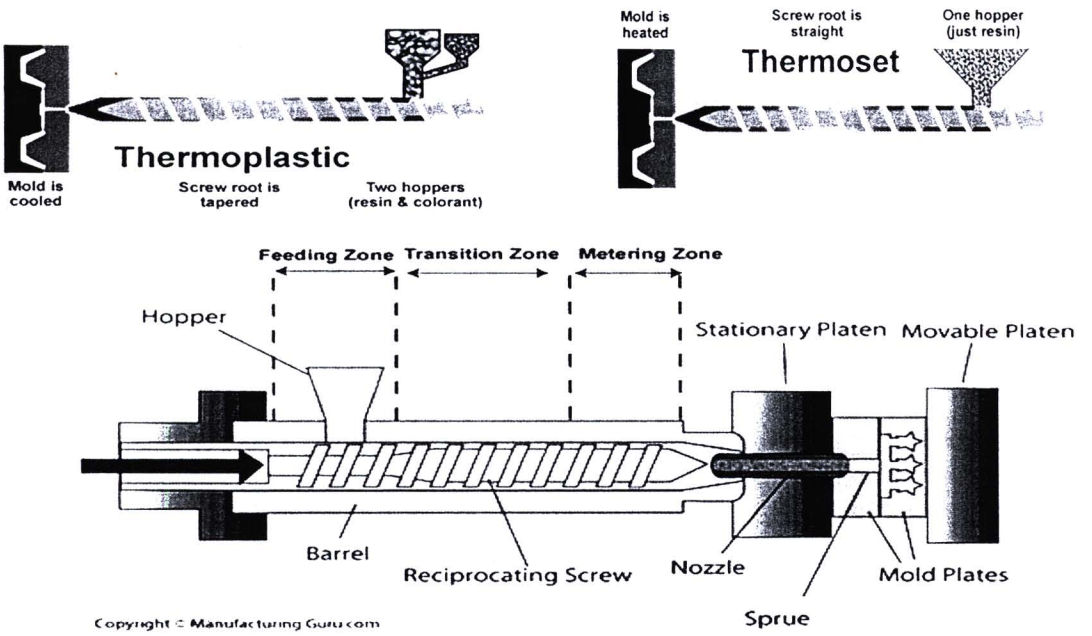
2.2.1 ชิ้นส่วนพื้นฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ส่วนประกอบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกประกอบด้วย 10 ส่วนหลักดังนี้

2.2.1.1 ส่วนที่อยู่กับที่และส่วนเคลื่อนที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ส่วนที่อยู่กับที่ (fixed half) เป็นส่วนที่ยึดติดกับแม่พิมพ์ ยึดอยู่กับที่ของเครื่องที่ฉีดพลาสติก
2. ส่วนที่เคลื่อนที่ (Moving half)เป็นส่วนที่ยึดอยู่กับแม่พิมพ์ที่เคลื่อนที่ของเครื่องฉีดพลาสติก

ดังนั้นก่อนที่จะทำการขึ้น รูปพลาสติกเอาไปใช้งานควรจะต้องรู้คุณสมบัติพลาสติกนั้นๆให้แน่ชัดเสียก่อน หลังจากที่ชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ได้ถูกออกแบบแล้ว ขั้นตอนต่อจากนั้นคือการออกแบบ Mold ส่วนมากจะถูกส่งต่อไปยัง Mold Maker เพื่อทำการออกแบบและผลิตขึ้นมา กระบวนการ Injection molding สามารถผลิตชิ้นส่วนออกมาได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่ชิ้นส่วนเล็กๆ ที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงไปจนชิ้นส่วนขนาดใหญ่ เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์และรวมถึง Connector



รูปที่ 2.1 แสดงภาพรวมของกระบวนการผลิต Injection Molding

2.2 ภาพรวมของกระบวนการผลิต Injection Molding

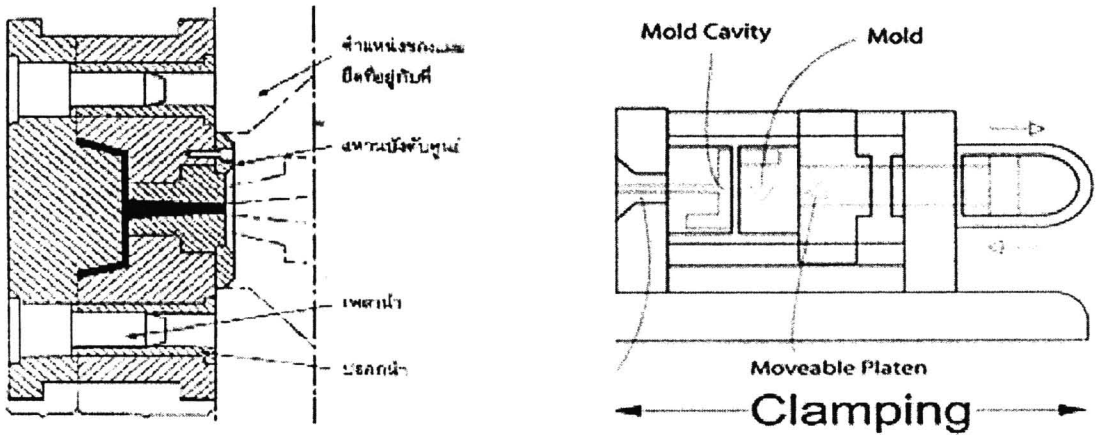
ภาพรวมของกระบวนการผลิต Injection Molding สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.2.1 ชิ้นส่วนพื้นฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ส่วนประกอบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกประกอบด้วย 10 ส่วนหลักดังนี้

2.2.1.1 ส่วนที่อยู่กับที่และส่วนเคลื่อนที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

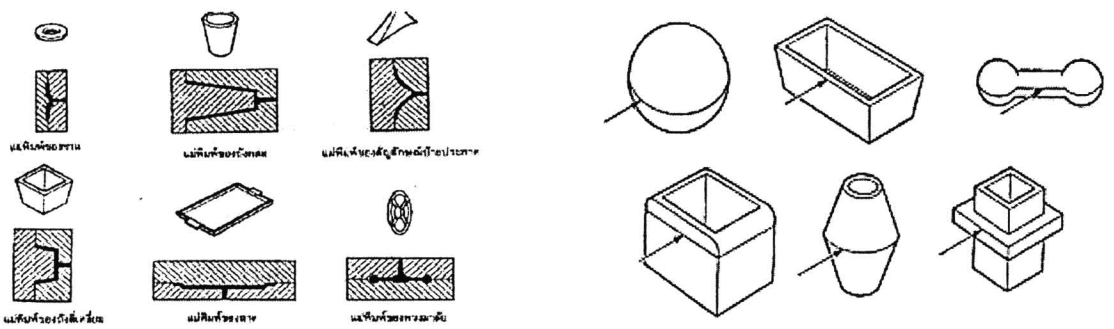
1. ส่วนที่อยู่กับที่ (fixed half) เป็นส่วนที่ยึดติดกับแม่พิมพ์ ยึดอยู่กับที่ของเครื่องที่ฉีดพลาสติก
2. ส่วนที่เคลื่อนที่ (Moving half)เป็นส่วนที่ยึดอยู่กับแม่พิมพ์ที่เคลื่อนที่ของเครื่องฉีดพลาสติก



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนที่อยู่กับที่และเคลื่อนที่

2.2.1.2 อิมเพรสชั่น (Impression) แม่พิมพ์ฉีดเป็นแม่พิมพ์ที่ประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนต่าง ๆ หลายชิ้น เกิดเป็นโพรงภายในที่เรียกว่า อิมเพรสชั่น ที่ซึ่งเนื้อพลาสติกจะถูกฉีดเข้าไปและเย็นตัวลงได้ชิ้นงานพลาสติกที่มีรูปร่างเหมือนกับ อิมเพรสชั่น อิมเพรสชั่นที่เกิดจากการประกอบชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ 2 ชิ้นคือ

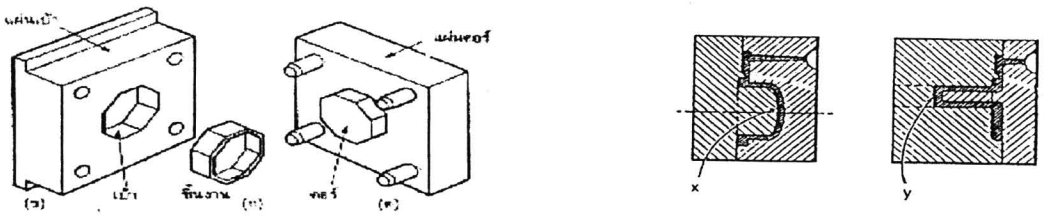
1. เบ้า (Cavity) ซึ่งเป็นแม่พิมพ์ตัวเมียทำให้เกิดเป็นรูปร่างภายนอกของชิ้นงาน
2. คอร์ (Core) เป็นส่วนของแม่พิมพ์ตัวผู้ที่ทำให้เกิดเป็นรูปร่างภายในของชิ้นงาน



รูปที่ 2.3 แสดงอิมเพรสชั่น (Impression)

2.2.1.3 แผ่นเบ้าและแผ่นคอร์ จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึงแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ ของภาชนะบรรจุสิ่งของทรงแปดเหลี่ยมแม่พิมพ์แบบง่าย ๆ นี้ในกรณี ประกอบด้วยแผ่นแม่พิมพ์สองแผ่น แผ่นหนึ่งขุดลึกเป็นโพรงเข้าไปซึ่งเป็นส่วนขึ้นรูปภายนอกของชิ้นงานและเรียกว่า “แผ่นเบ้า” และอีกแผ่นหนึ่งจะทำเป็นยืดออกมาและเป็นส่วนขึ้นรูปภายในของชิ้นงานส่วนนี้เรียกว่า “แผ่นคอร์” เมื่อแม่พิมพ์ปิดแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์จะเลื่อนเข้าประกบกัน ทำให้เกิดเป็นช่องว่างขึ้นระหว่างแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์ ซึ่งก็คือสาวนที่เรียกว่า อิมเพรสชั่น

2.2.1.4 เบ้าแม่พิมพ์และคอร์แม่พิมพ์ จากหัวข้อที่ผ่านมากล่าวถึงการก่อรูปของอิมเพรสชั่นของแม่พิมพ์จากความสัมพันธ์ของเบ้าและคอร์ซึ่งทำให้เกิดรูปร่างภายในและภายนอก อิมเพรสชั่นจะถ่ายรูปทรงทั้งหมดไปยังชิ้นงาน กล่าวถึงวิธีการทำเบ้าและคอร์เพราะว่ามีอยู่ด้วยกันสองวิธี คือ แบบชั้นเดียวและแบบอินเสิร์ต ที่สามารถทำเป็นเบ้าได้คือแบบอินเสิร์ตแยกชิ้นหรือแบบแยกชิ้น

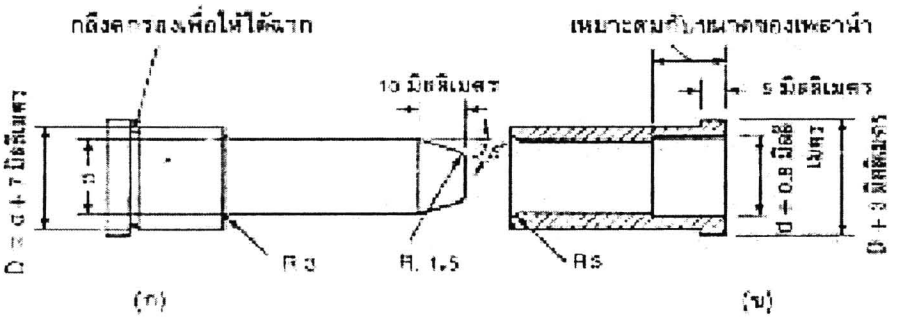


รูปที่ 2.4 แผ่นเบ้าและแผ่นคอร์

2.2.1.5 แผ่นยึดอินเสิร์ต แบ่งออกเป็นหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันมี 5 ชนิดดังนี้

1. แผ่นยึดอินเสิร์ตแบบตัน (solid bolster) แบบนี้เหมาะที่จะใช้กับอินเสิร์ตแบบสี่เหลี่ยมและแบบทรงกลม
2. แผ่นยึดอินเสิร์ตแบบแทบ (strip-type bolster) ใช้เฉพาะกับอินเสิร์ตแบบสี่เหลี่ยมเท่านั้น
3. แผ่นยึดอินเสิร์ตแบบกรอบ (frame-type bolster) ใช้ได้กับอินเสิร์ตทั้งสองแบบ แต่เหมาะที่สุดคืออินเสิร์ตทรงกระบอก
4. แผ่นยึดอินเสิร์ตแบบกรอบเรียว (chase-bolster) แบบนี้จะใช้ร่วมกับอินเสิร์ตแบบแยก (split inserts)
5. แผ่นยึดอินเสิร์ต (bolster plate) แบบนี้จะใช้ในกรณีพิเศษสำหรับอินเสิร์ตแบบสี่เหลี่ยมและวงกลมเฉพาะบางกรณีเท่านั้น

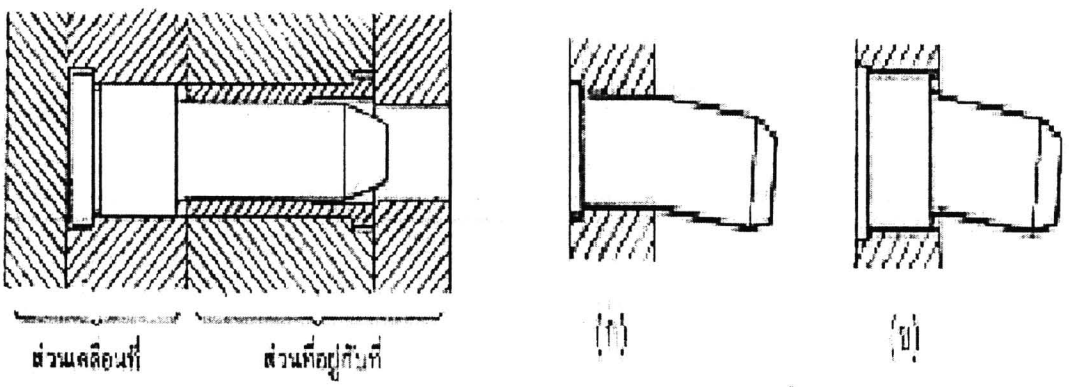
2.2.1.6 เพลานำและปลอกนำ หน้าที่ของเพลานำคือเพื่อให้ได้ความหนาของชิ้นงานจึงควรทำให้เบ้าและคอร์ได้ศูนย์กันกระทำได้โดยการใช้ เพลานำประกอบกับแม่พิมพ์ด้านหนึ่งและจะนำไปสวมกับปลอกนำซึ่งอยู่กับแม่พิมพ์อีกด้านหนึ่ง



รูปที่ 2.5 แสดงแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์

ชนิดของเพลานำและปลอกนำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด

1. เพลานำแบบมีบ่า สามารถแบ่งขอดี และข้อเสียได้ดังนี้
   - ข้อดี คือเมื่อเกิดการคดงอของเพลานำเราสามารถถอดออกได้ง่าย
   - ข้อเสีย คือการนำไปกลึงได้อยากกว่าและเปลืองวัสดุมากกว่าเพลาไม่มีบ่า
2. เพลานำแบบไม่มีบ่า สามารถแบ่งขอดี และข้อเสียได้ดังนี้
   - ข้อดี คือสามารถตกแต่งเพลานำและปลอกนำให้ได้ศูนย์กันได้ง่าย
   - ข้อเสีย คือ เวลาที่เกิดการคดงอจะทำการถอดออกได้อยาก



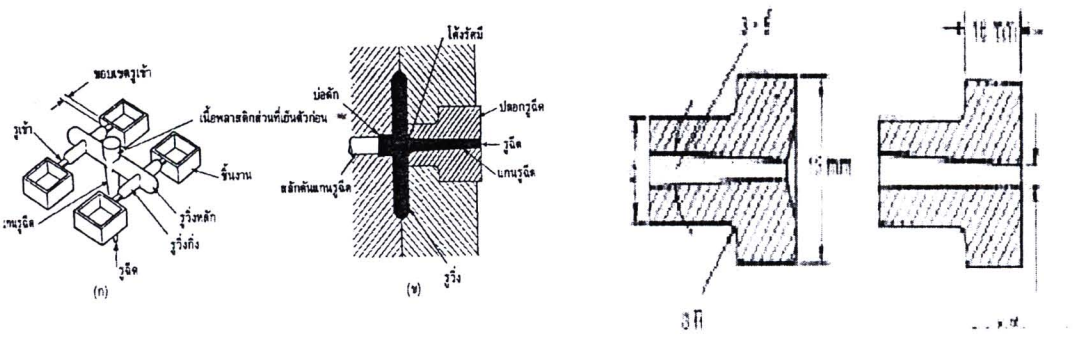
รูปที่ 2.6 แสดงการประกอบเพลานำและปลอกน้ำกับแผ่นแม่พิมพ์ทั้งสอง

จากรูปที่ 2.6 แสดงถึงข้อดีของการใช้เพลานำแบบลดบ่า

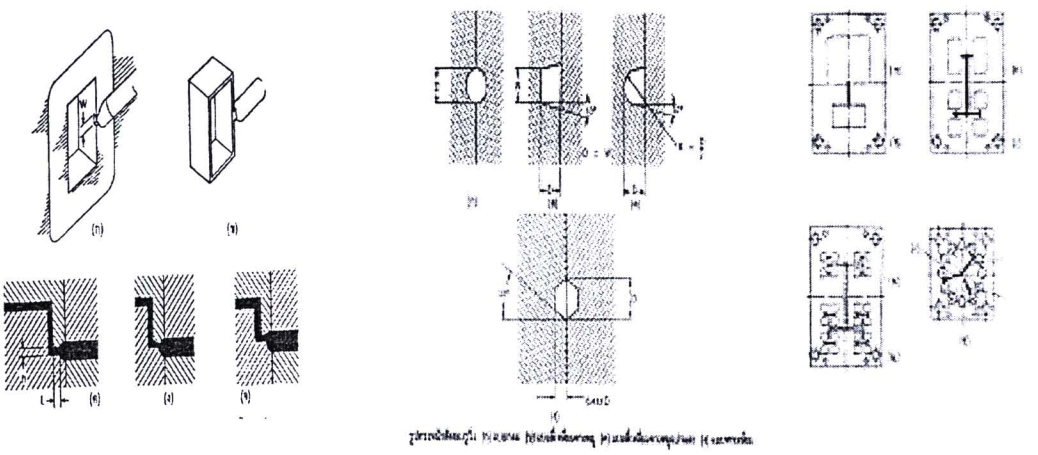
(ก) เพลานำที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางคงที่เมื่อคดงอจะถอดออกได้อยาก

(ข) เพลานำแบบลดบ่าเมื่อคดงอจะถอดออกได้ง่าย

2.2.1.7 ปลอกรูฉีด ในระหว่างขบวนการฉีดพลาสติกเนื้อพลาสติกจะถูกส่งจากหัวฉีดของเครื่องฉีดพลาสติกในสภาวะของเหลวและเข้าแม่พิมพ์ทางรูฉีดผ่านเข้าไปในทางอิมเพรสชั่น รูฉีดเข้าแบบง่าย ๆ จะเป็นรูเรียวที่อยู่ภายในปลอกรูฉีด ดังแสดงในรูปเนื้อพลาสติกที่อยู่ในรูฉีดเข้านี้เรียกว่า แกนรูฉีด

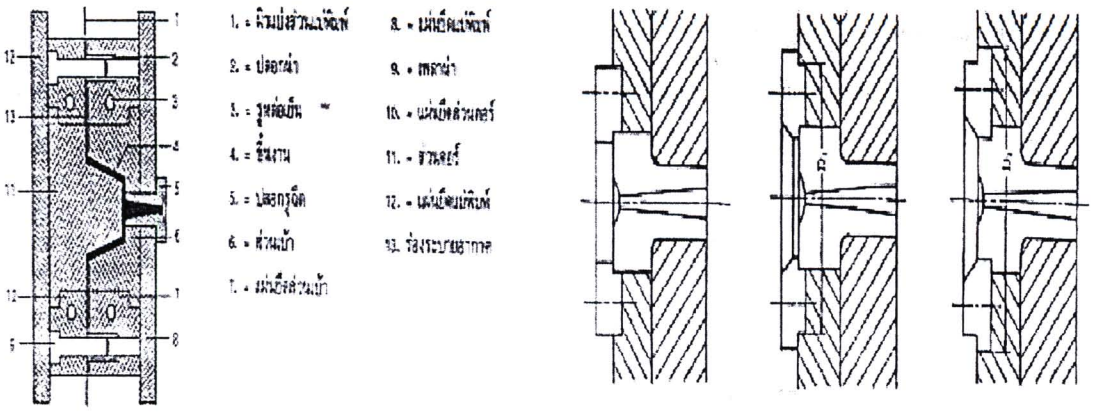


รูปที่ 2.7 แสดงปลอกรูฉีด (ก) บ่ารับโค้งเป็นรัศมี (ข) บ่ารับแบบเรียบ



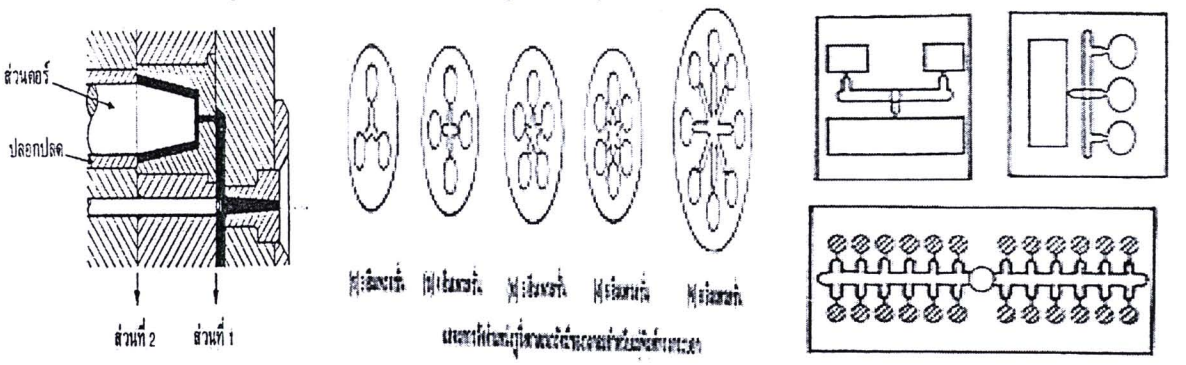
รูปที่ 2.8 แสดงรูวิ่งหรือ Runner

2.2.1.8 แหวนบังคับศูนย์ แหวนบังคับศูนย์มีลักษณะกลมแบนใช้ประกอบอยู่กับผิวด้านหน้าของแม่พิมพ์เป็นชิ้นส่วน ที่ทำหน้าที่บังคับตำแหน่งหัวฉีดและปลอกฉีดให้ได้ศูนย์เพื่อไม่ให้เกิดการเยื้อศูนย์กันระหว่างหัวฉีดและปลอกรูฉีดจะได้ไม่เกิดการกีดขวางทางรูวิ่ง



รูปที่ 2.9 แสดงการใช้แหวนบังคับศูนย์ยึดปลอกรูฉีดในลักษณะต่าง ๆ กัน

2.2.1.9 ระบบรูวิ่งและรูเข้า เนื้อพลาสติกอาจถูกฉีดเข้าไปในอิมเพรสชั่น ผ่านปลอกรูฉีด โดยตรงหรือ สำหรับแม่พิมพ์หลายอิมเพรสชั่น (multi-impression moulds) เนื้อพลาสติกจะถูกฉีดเข้ารูของปลอกรูฉีดและวิ่งไปตามระบบรูวิ่งและรูเข้า ก่อนที่จะเข้าไปในอิมเพรสชั่น



รูปที่ 2.10 แสดงระบบป้อนของแม่พิมพ์แบบหลายอิมเพรสชั่น

2.2.1.10 ระบบปลดชิ้นงาน ระบบปลดชิ้นงานจะแยกออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ห้องปลดชิ้นงาน มีลักษณะการออกแบบที่แตกต่างกันอยู่ 3 แบบ คือ
   a. ห้องระบบปลดชิ้นงานโดยตรง
   b. ห้องระบบปลดชิ้นงานแบบกรอบ
   c. ห้องระบบปลดชิ้นงานแบบรองรับด้วยแท่งทรงกระบอก
2. แผ่นประกอบตัวปลดแผ่นประกอบตัวปลด เป็นส่วนหนึ่งของแม่พิมพ์ที่ใช้ยึดชิ้นส่วนตัวปลดชิ้นงาน แผ่นประกอบทั้งชุดจะสวมอยู่ในช่องภายในของห้องระบบปลดชิ้นงาน และอยู่หลังของแม่พิมพ์โดยตรง

2.3 ชิ้นส่วนพื้นฐานของเครื่องฉีดพลาสติก

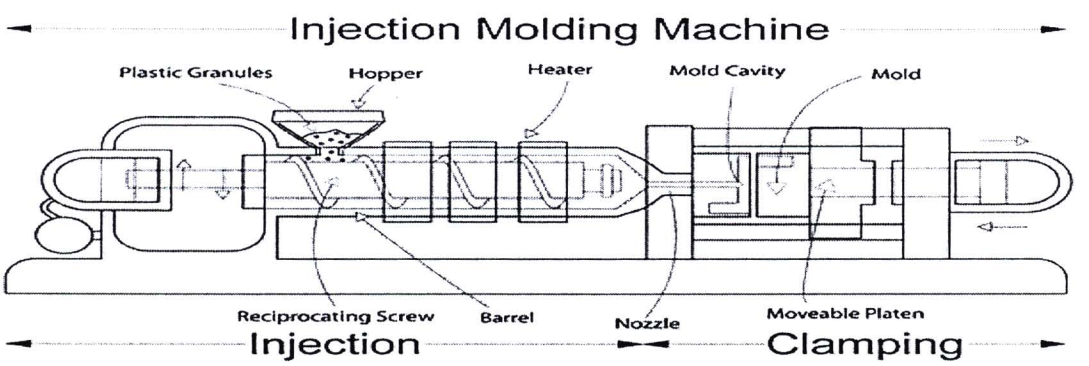
พื้นฐานของเครื่องฉีดพลาสติก โดยทั่วไปแล้วเครื่องฉีดพลาสติก จะมีโครงสร้างส่วนประกอบสำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.3.1 ส่วนชุดฉีด (Injection Unit)

จะทำหน้าที่ ดึงพลาสติกเข้าสู่กระบอกฉีดหลอมเหลว แล้วส่งพลาสติกเหลวไปที่หัวฉีด และทำหน้าที่ในการฉีด และรักษาความดันย้ำ ซึ่งจะมีส่วนประกอบพื้นฐานดังต่อไปนี้ คือ

1. หัวฉีด (Nozzle)
2. สกรู (Screw)
3. กระบอกฉีด (Barrel)
4. แผ่นความร้อน (Heater)
5. กรวยเติมพลาสติก (Hopper)
6. กระบอกสูบ และลูกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic cylinder and pistol)
7. มอเตอร์ขับเคลื่อนสกรู (drive motor)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

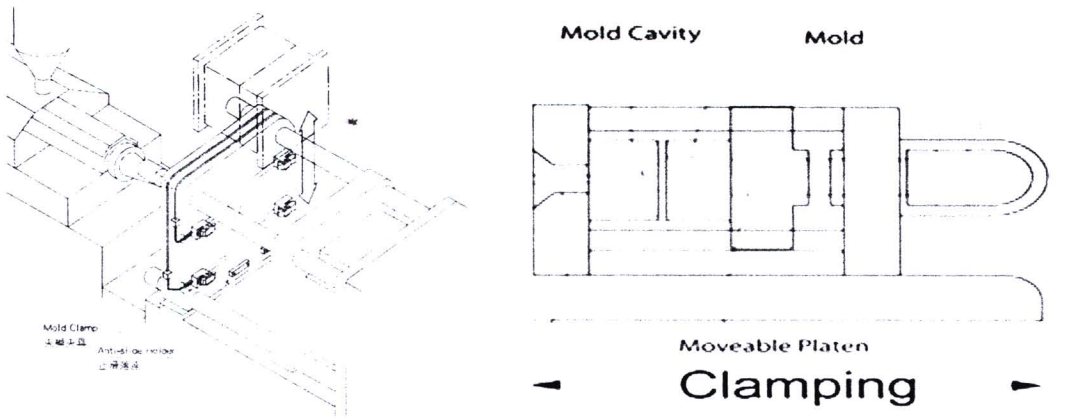


รูปที่ 2.11 แสดงส่วนชุดฉีด (Injection Unit)

2.3.2 ส่วนชุดปิด

เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit) ทำหน้าที่ในการยึดแม่พิมพ์ทั้งสองส่วน เลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์ ให้แรงในการปิดแม่พิมพ์ หล่อเย็นชิ้นงานฉีดพลาสติก และปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ประกอบไปด้วยแผ่นยึดแม่พิมพ์ ซึ่งมีส่วนที่เคลื่อนที่ และอยู่กับที่ เพลานำเลื่อน ระบบขับเคลื่อนปิด – เปิดแม่พิมพ์ และแผ่นยึดระบบขับเครื่อง

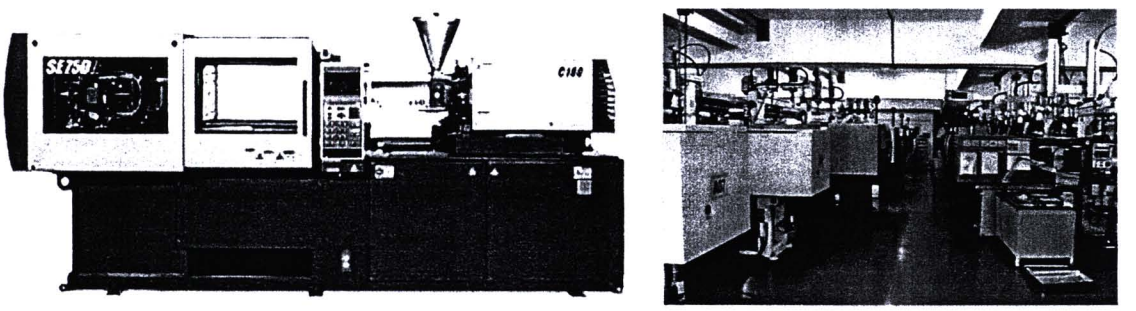
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ - 3 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 246177
เลขเรียกหนังสือ



รูปที่ 2.12 แสดงส่วนชุดปิด – เปิดแม่พิมพ์ (Clam ping Unit)

2.3.3 ส่วนฐานของเครื่องฉีด (Base)

ทำหน้าที่คอยรับน้ำหนักของชุดฉีด และชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ยึดติดอุปกรณ์ไฮดรอลิกทั้งหมดในเครื่อง และยังทำหน้าที่เป็นถังน้ำมันไฮดรอลิก โดยส่วนใหญ่แล้วตัวฐานเครื่อง จะทำด้วยเหล็กเหนียว ที่เชื่อมประกอบเข้าเป็นฐานเครื่อง เพื่อความแข็งแรง และสามารถรับน้ำหนักมากๆได้ดี



รูปที่ 2.13 แสดงส่วนฐานของเครื่องฉีด (Base)

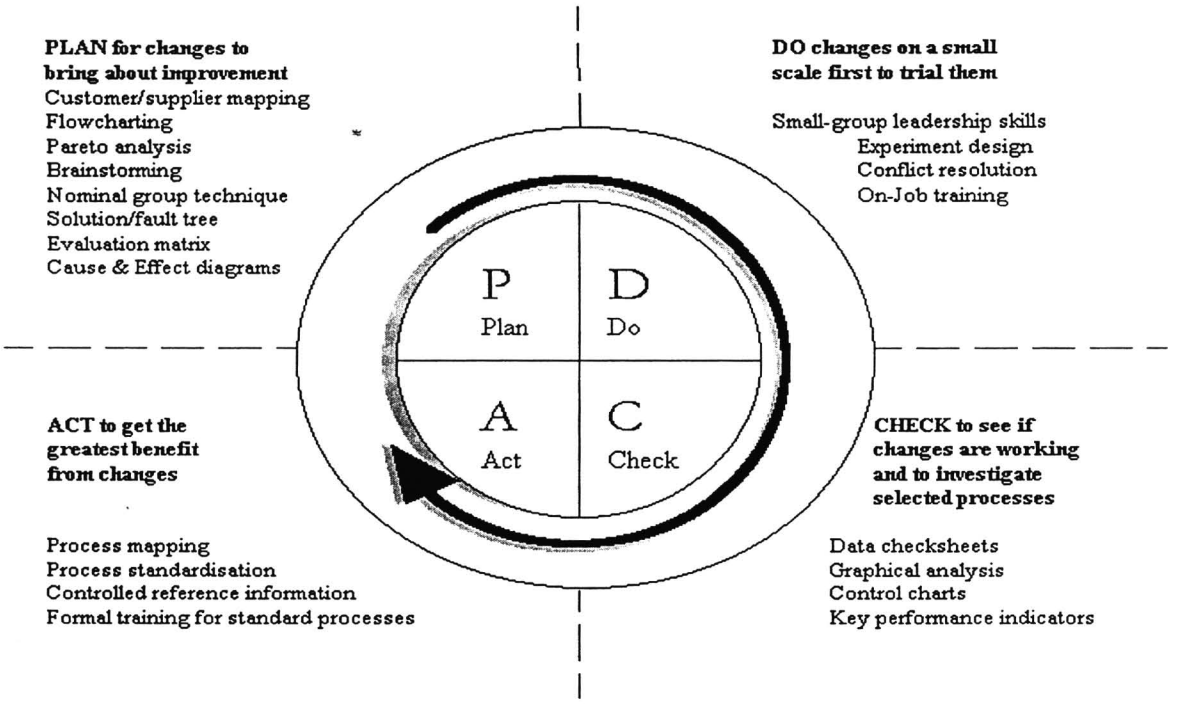
2.4 ขั้นตอนการฉีดพลาสติก

การฉีดพลาสติกแบบ Injection molding นี้เครื่องฉีดจะประกอบด้วยสกรู และเคลื่อนที่ไปตามแนวแกน เหมาะสมกับชิ้นงานที่มีขนาดเล็กไปจนถึงชิ้นงานขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานได้หลายลักษณะงาน จึงทำให้มีความนิยมในการฉีดพลาสติกแบบนี้มาก ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนของการฉีดพลาสติกได้ 9 จังหวะ ดังต่อไปนี้

1. แม่พิมพ์เคลื่อนที่เข้าปิด และล็อคแน่นเพื่อป้องกันการแยกออกด้วยแรงด้านภายในแม่พิมพ์
2. ชุดฉีดเลื่อนเข้าหาแม่พิมพ์จนกระทั่งชนกับแม่พิมพ์ และค้างไว้ด้วยแรงที่พอเหมาะ เพื่อป้องกันชุดฉีดถอยหลังกลับ ในขณะที่ทำการฉีด
3. ฉีดพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์ โดยสกรูจะเคลื่อนที่ตามแนวแกน
4. ย้ำรักษาความดันให้กับพลาสติกเหลวในแม่พิมพ์ เพื่อให้ได้ชิ้นงานเนื้อแน่น และไม่เกิดรอยยุบตัวที่ผิวของชิ้นงาน
5. หล่อเย็นชิ้นงานฉีดในแม่พิมพ์ โดยที่จังหวะนี้จะมีอิทธิพลมากต่อเวลาการทำงานทั้งวงจร
6. การหลอมและป้อนพลาสติก ไปหน้าปลายสกรูเมื่อได้ ปริมาณพลาสติกเหลวตามที่ต้องการแล้วเกลียวหนอนจะหยุดหมุน
7. ชุดฉีดจะถอยหลังกลับเพื่อป้องกันอุณหภูมิของหัวฉีดลดต่ำลงเกินไป เพราะจะทำให้พลาสติกหนืดเกินไปและไหลไม่ได้
8. แม่พิมพ์จะเปิดออกหลังจากสิ้นสุดเวลาในการหล่อเย็น
9. ทำการปลดชิ้นงาน เมื่อแม่พิมพ์เปิดออกสุดแล้ว

2.5 ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing)

ระบบการผลิตแบบลีน เป็นเครื่องมือในการจัดการกระบวนการ ที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถให้แก่องค์การ โดยการพิจารณาคุณค่าในการดำเนินงานเพื่อมุ่งตอบสนองความต้องการของลูกค้า มุ่งสร้างคุณค่าในตัวสินค้าและบริการ และกำจัดความสูญเสียที่เกิดขึ้นตลอดทั้งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลกำไรและผลลัพธ์ที่ดีทางธุรกิจในที่สุด ในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญกับการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพควบคู่ไปด้วย ระบบบริหารจัดการด้านการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าแบบทันที โดยเน้นสร้างประสิทธิผลสูงสุดและลดการสูญเสียในวงจรการผลิตน้อยที่ระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) คือ “ระบบผลิตที่มุ่งเน้นในเรื่องการไหล (Flow) ของงานเป็นหลัก โดยทำการจัดการความสูญเปล่า (Waste) ต่าง ๆ ของงาน และเพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับตัวสินค้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด (Customer Satisfaction) แนวทางการปรับปรุงด้วยวงจรคุณภาพ (PDCA)



รูปที่ 2.14 แสดงแนวทางการปรับปรุงด้วยวงจรคุณภาพ (PDCA)

2.5.1 **ทฤษฎีของ Lean** มีหลักการสำคัญ 5 หลักการ ที่สามารถให้ผู้บริหารใช้เป็นแนวทางในการนำแนวคิด Lean ไปใช้ ดังนี้

2.5.1.1 **คุณค่า (Specify Value)** ซึ่งลูกค้าต้องการ นั่นเป็นเป้าหมายขั้นสูงสุดของระบบธุรกิจ คุณค่าที่ได้มานั้นจึง ต้องถูกสร้างมาจากองค์ประกอบต่างๆ ที่มาบูรณาการเข้าด้วยกันแล้วได้สิ่งใหม่

2.5.1.2 **สายธารคุณค่า (Identify The Value Stream)** ต้องมีการระบุสายธารแห่งคุณค่าของสินค้าซึ่งเป็นทุกกิจกรรมที่จำเป็นทั้งหมดตั้งแต่การออกแบบ การสั่งซื้อ และผลิตสินค้า เพื่อที่จะแยกกิจกรรมที่ไม่เพิ่มมูลค่าหรือของเสีย (WASTE)ออกไป สายธารคุณค่านี้ก็ต้องสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ นั่นหมายความว่า เราต้องเข้าใจความเป็นองค์รวมหรือความเป็นระบบของสายธารคุณค่าหรือกระบวนการธุรกิจที่สร้างคุณค่าตอบสนองต่อลูกค้า เมื่อเราเข้าใจสายธารคุณค่าในลักษณะขององค์ประกอบต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ นั้น เราจึงสามารถกำจัดกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพออกได้

แนวคิดของสายธารคุณค่า (Value Stream) ในการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันเพื่อนำไปสู่การลดเวลานำ (Lead time) รักษาระดับคุณภาพ ควบคุมระดับสินค้าคงคลังและลดต้นทุนในโซ่อุปทาน (Supply chain) โดยการวิเคราะห์การไหลของวัสดุและสารสนเทศ ด้วยการวิเคราะห์ความสูญเสีย (wastes) ที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าและการปรับปรุงกระบวนการ

ทำให้เห็นถึงส่วนที่มีมูลค่าเพิ่ม (Value Added) และ ไม่มีมูลค่าเพิ่ม (Non-value added) เพื่อการปรับปรุงต่อไป

ผังงานสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping) เป็นการแสดงให้เห็นถึงการไหลของวัตถุดิบและสารสนเทศ จากการรวบรวมกระบวนการทั้งหมดสำหรับการนำพากระบวน(Processes) ไปตลอดกระบวนการผลิต หรือ การบริการ หรือจาก วัตถุดิบส่งไปถึงลูกค้า โดยการแสดงถึงกิจกรรมที่มีคุณค่าเพิ่ม (Value added) และ กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม(Non-value added) เพื่อบ่งชี้กิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (Wastes) ที่จะนำมาใช้ในการจัดการลดเวลานำ (Lead time) และลดต้นทุนในโซ่อุปทาน ความสูญเสียเป็นกิจกรรมทั้งหมด ที่ใช้ทรัพยากรซึ่งทำให้เกิดต้นทุนต่อผลิตภัณฑ์แต่ไม่เกิดมูลค่าต่อลูกค้า ความสูญเสียประกอบไปด้วยเกณฑ์ 7 ข้อ คือ การผลิตที่มากเกินไป (Overproduction) การรอคอย (Waiting) การขนส่ง (Transportation) การดำเนินงานที่ไม่เหมาะสม (Inappropriate Processing) สินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Inventory) การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Motion) และข้อบกพร่อง (Defects)

2.5.1.3 **การไหล (Flow)** ขององค์ประกอบภายในสายธารคุณค่าได้ ระบบคุณค่า หรือสายธารคุณค่ายังเชื่อมโยงกับลูกค้า เป็นการสร้างการไหลของกิจกรรมที่สร้างคุณค่าให้สินค้าให้มีการไหลอย่างรวดเร็วสม่ำเสมอและต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดพัก หยุดชะงัก ไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น

2.5.1.4 **การดึง (Pull)** การผลิตสินค้าควรที่จะเกิดขึ้นจากคำสั่งเท่านั้น ซึ่งถ้าระยะเวลาใน Value Stream นั้นถูกทำให้ลดลงก็จะทำให้องค์กรสามารถที่จะออกแบบวางตารางการผลิต และผลิตสินค้าที่ลูกค้าต้องการในเวลาที่ลูกค้าต้องการได้ ซึ่งหลักการ Pull นี้ จะสำเร็จได้เมื่อใช้ระบบ Just-In-Time (JIT)

2.5.1.5 **ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)** องค์กรจะต้องพยายามที่จะสร้างความสมบรูณ์แบบด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีการประเมินผลของ Value Stream อย่างต่อเนื่องเพื่อที่จะทำให้การไหลของทั้งสินค้าและข้อมูลมีความสำเร็จที่จะตอบสนองลูกค้าได้ ซึ่งของเสีย (Waste) จากระบบจะถูกกำจัดอย่างต่อเนื่องจนเหลือเพียงแต่กิจกรรมที่เพิ่มมูลค่าให้กับลูกค้าเท่านั้น โดยใช้เครื่องมือต่าง

ระบบการผลิต Lean ไปประยุกต์ใช้ จะทำให้มีการใช้ต้นทุนลดลงจากการลดของเสีย (Waste) ในการทำงานโดยนำแนวทางหรือกลยุทธ์ต่าง ๆ ไปใช้ เช่น การลดระดับสินค้าคงคลังโดยการลด Lot Size และใช้ระบบดึง (Pull System) การลดพื้นที่และระยะทางการทำงานอันเกิดมาจากการปรับผังโรงงาน เป็นต้น นอกจากนั้นยังช่วยทำให้สินค้ามีคุณภาพจากการเพิ่มความสามารถในการตรวจหาสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ โดยไม่ยอมให้ของเสียถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการถัดไป สุดท้ายทำให้ระยะเวลาในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นเวลาที่ใช้ในการผลิตหรือขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าจากการลดกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า การสร้างช่องทางการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การสร้างความสัมพันธ์

กับผู้ส่งมอบสินค้า (Supplier) และการให้ความสำคัญกับการพัฒนาบุคลากรและทีมงานซึ่งจะทำให้องค์กรมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น ซึ่งทั้งหมดนี้ทำให้การสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า ห่วงโซอุปทาน (Supply Chain Management) ในสายการผลิตสามารถจัดการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing)

2.5.2 ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-in-Time Production Systems): JIT

การผลิตแบบ JIT คือ การที่ชิ้นส่วนที่จำเป็นเข้ามาถึงกระบวนการผลิตในเวลาที่จำเป็นและด้วยจำนวนที่จำเป็นหรืออาจกล่าวได้ว่า JIT คือ การผลิตหรือการส่งมอบ " สิ่งของที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ ด้วยจำนวนที่ต้องการ" ใช้ความต้องการของลูกค้าเป็นเครื่องกำหนดปริมาณการผลิตและการใช้วัตถุดิบ ซึ่งลูกค้าในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะลูกค้าผู้ซื้อสินค้าเท่านั้น แต่ยังหมายรวมถึงบุคลากรในส่วนงานอื่นที่ต้องการงานระหว่างทำหรือวัตถุดิบเพื่อทำการผลิตต่อเนื่องด้วย โดยใช้วิธีดึง (Pull Method of Material Flow) ควบคุมวัสดุคงคลังและการผลิต ณ สถานีที่ทำการผลิตนั้นๆ ซึ่งถ้าทำได้ตามแนวคิดนี้แล้ววัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็นในรูปของวัตถุดิบ งานระหว่างทำและสินค้าสำเร็จรูปจะถูกขจัดออกไปอย่างสิ้นเชิง

2.5.2.1 วัตถุประสงค์ของการผลิตแบบทันเวลาพอดี

1. ควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุดหรือให้เท่ากับศูนย์ (Zero inventory)
2. ลดเวลานำหรือระยะเวลารอคอยในกระบวนการผลิต (Zero lead time)
3. ขจัดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต (Zero failures)

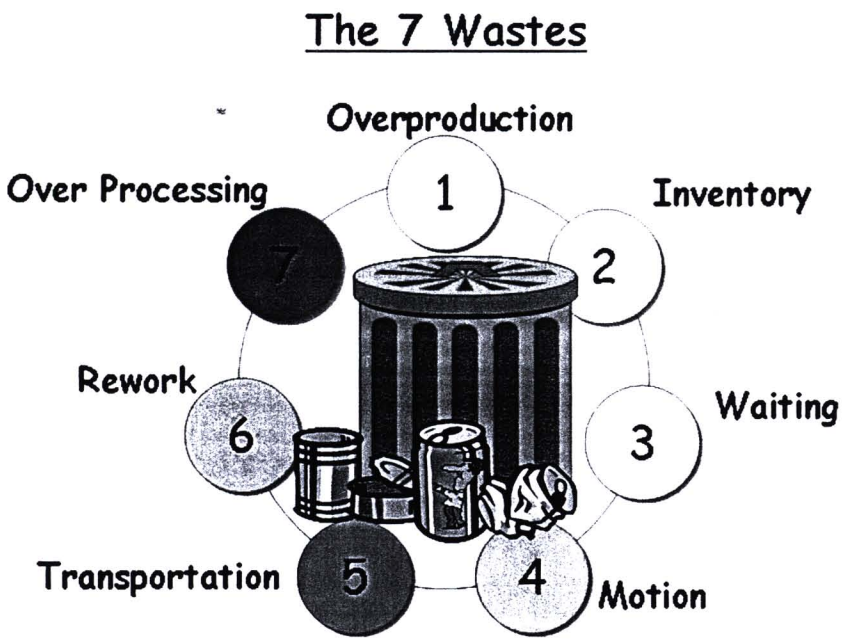
2.5.2.2 ผลกระทบจากการผลิตแบบทันเวลาพอดี

1. ปริมาณการผลิตขนาดเล็ก (Small lot size) ระบบ JIT จะพยายามควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุด เพื่อไม่ก่อให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บและต้นทุนค่าเสียโอกาส จึงผลิตในปริมาณที่ต้องการ
2. ระยะเวลาการติดตั้งและเริ่มดำเนินงานสั้น (Short setup time) ผลจากการลดขนาดการผลิตให้เล็กลงทำให้ฝ่ายผลิตต้องเพิ่มความถี่ในการจัดการขึ้น ดังนั้นผู้ควบคุมกระบวนการผลิตจึงต้องลดเวลาการติดตั้งให้สั้นลง เพื่อไม่ให้เกิดเวลาว่างเปล่าของพนักงานและอุปกรณ์และให้เกิดประสิทธิภาพเต็มที่
3. วัสดุคงคลังในระบบการผลิตลดลง (Reduce WIP inventory) เหตุผลที่จำเป็นต้องมีวัสดุคงคลังสำรองเกิดจากความไม่แน่นอน ไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ระบบ JIT มีนโยบายที่จะขจัดวัสดุคงคลังสำรองออกไปจากกระบวนการผลิตให้หมด โดยให้คนงานช่วยกันแก้ไขปัญหาความไม่สม่ำเสมอที่เกิดขึ้น
4. สามารถควบคุมคุณภาพสินค้า ได้อย่างทั่วถึงในระบบ JIT ผู้ปฏิบัติงานจะเป็นผู้ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพด้วยตนเอง หรือที่เรียกว่า "คุณภาพ ณ แหล่งกำเนิด (Quality at the source)"

2.5.3 การศึกษาของเสีย 7 ประการ

การขจัดความสูญเปล่าในการผลิต (Eliminate 7 Types of Waste) ดังต่อไปนี้ แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota production system) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ ดังนี้

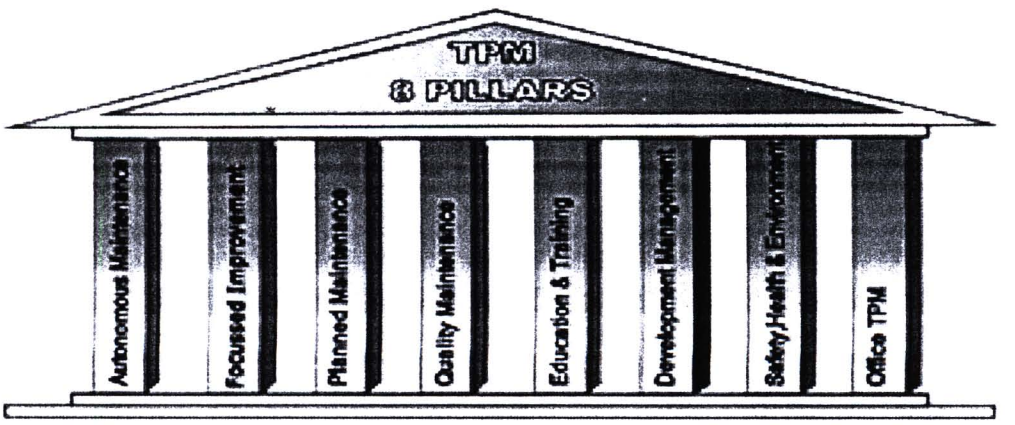
1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็น เวลานานมาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น
2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การซื้อวัสดุคราวละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งาน
3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลด ระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น
4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย
5. ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำ ๆ กันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรง เพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น
6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัย ที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น
7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น



รูปที่ 2.15 แสดงของเสีย 7 ประการ (7 WASTE)

2.5.4 TPM (Total Productive Maintenance)

TPM (Total Productive Maintenance) คือ ระบบการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม, เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์ หรือ Zero Breakdown ของเสียเป็นศูนย์ หรือ Zero Defect และอุบัติเหตุเป็นศูนย์ Zero Accident) ประกอบด้วยเสาหลัก 8 ประการ (8 Pillars) ของ TPM ประกอบด้วย การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง หรือ Individual Improvement การบำรุงรักษาด้วยตนเอง หรือ Autonomous Maintenance การบำรุงรักษาตามแผน หรือ Planned Maintenance การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษา หรือ Operation and Maintenance Skill Development การคำนึงถึงการบำรุงรักษาตั้งแต่ขั้นตอนของการออกแบบ หรือ Initial Phase Management การบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ หรือ Quality Maintenance



รูปที่ 2.16 แสดง TPM 8 PILLARS

การดำเนินการ TPM บางครั้งต้องมีกิจกรรมอื่นควบคู่กันไปด้วย เพื่อเป็นส่วนเสริมหรือส่วนเพิ่มศักยภาพ เช่น การดำเนินกิจกรรม

1. 5ส หรือ 5S Activity
2. การนำระบบการควบคุมด้วยการมองเห็นหรือ Visual Control การติดตั้งระบบป้องกันความผิดพลาด หรือ Pokka - Yoke แม้กระทั่งการนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ หรือ IE Technique มาใช้ก็สามารถทำได้ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการลดความสูญเสีย (waste) ในกระบวนการผลิตหรือการบริหารการผลิต ซึ่งเป็นแนวทางไปสู่ระบบการผลิตแบบปราศจากความสูญเสีย หรือ Waste-free Production ได้อีกทางหนึ่ง

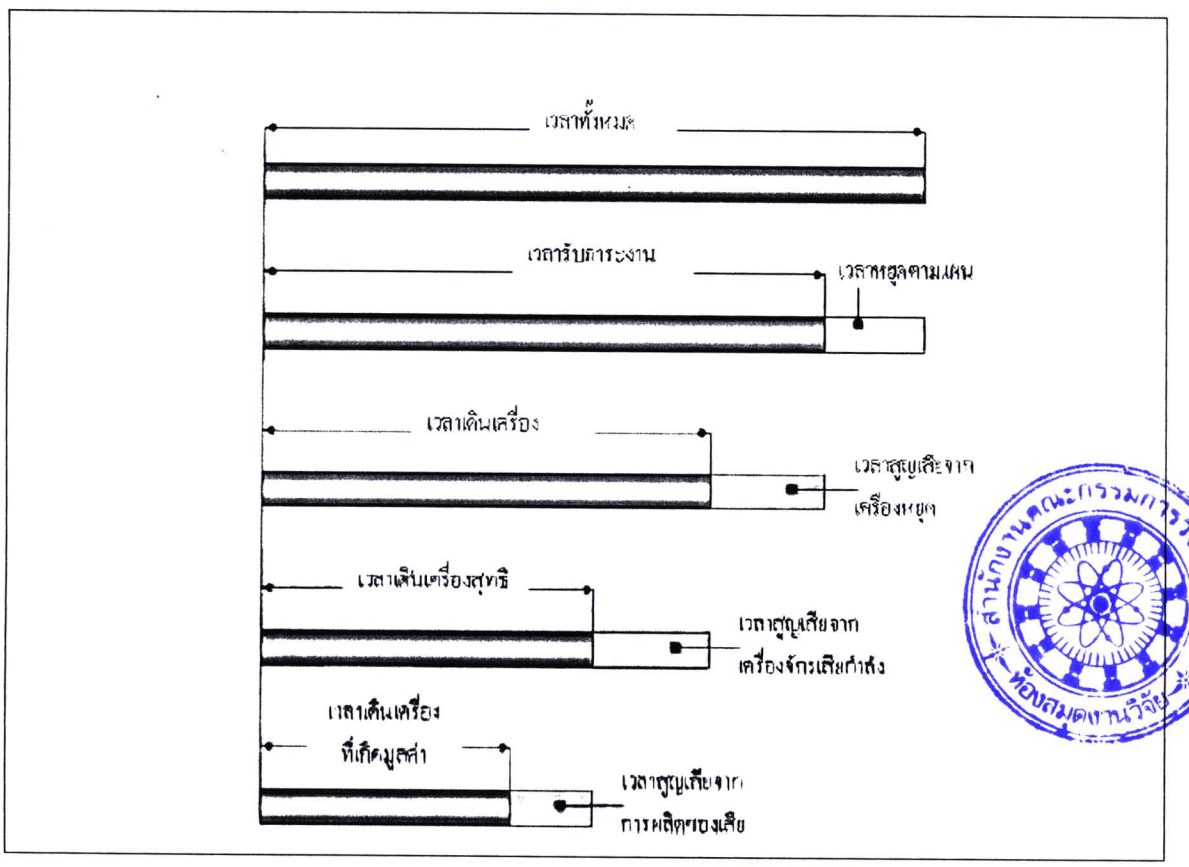
2.5.5 ทฤษฎีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องจักร

การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม วัดประสิทธิผลของการปฏิบัติที่ค่า ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือ OEE (Overall Equipment Effectiveness) ซึ่งถือเป็นดัชนีความสำเร็จ เครื่องจักรที่ดีต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ คือ เดินเครื่องได้เต็ม กำลังความสามารถ ผลิตชิ้นงานออกมามีคุณภาพและที่สำคัญเครื่องจักรที่ดีต้องใช้งานได้อย่าง ปลอดภัย

แนวคิดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การประเมินประสิทธิผลการทำงานของครื่องจักรนั้นมีเป้าหมายเพื่อ สะท้อนภาพการใช้งานของ เครื่องจักรหรือเพิ่มผลผลิตและการกำจัดความสูญเปล่า โดยมีดัชนีในการวัดซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะ โดยรวมของเครื่องจักรนั้นเราเรียกว่า “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร” (Overall Equipment Effectiveness: OEE) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ซึ่งประกอบไปด้วยดัชนีย่อย 3 ตัว คูณกันคือ

$$OEE = \text{อัตราเดินเครื่อง (Availability)} \times \text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง (Performance Efficiency)} \times \text{อัตราคุณภาพ (Quality Rate)}$$

การคำนวณ OEE ประกอบด้วยผลคูณของ 3 Factors ดังนี้



รูปที่ 2.17 แสดงการหาอัตราความพร้อม อัตราสมรรถนะและอัตราของดี

2.5.5.1 อัตราความพร้อม (Availability Rate: A)

เวลาทั้งหมด (Total Time) หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรมีตามนโยบายของฝ่ายบริหาร แต่ไม่ได้หมายความว่าเราจะต้องวางแผนการใช้เครื่องให้เท่ากับเวลาที่มีทั้งหมด เราคงต้องมีเวลาหยุดเพื่อการบำรุงรักษาประจำวัน เวลาหยุดเพื่อการประชุมชี้แนะ เวลาหยุดเพื่อทำกิจกรรมต่างๆของโรงงาน เช่น กิจกรรม 5ส เวลาหยุดที่เราตั้งใจทั้งหมดนั้นเราเรียกว่า เราหยุดตามแผน (Planned Shutdown) ดังนั้น เวลาที่เราต้องการให้เครื่องจักรใช้งานได้ตลอดเวลาจึงไม่ใช่เวลาทั้งหมด

เวลารับภาระงาน (Loading Time) หมายถึง เวลาที่มีการวางแผนการผลิตโดยนำเวลาทั้งหมดลบออก ด้วยเวลาหยุดตามแผน ซึ่งเวลารับภาระงานที่จะต้องทำให้เครื่องจักรเดินได้ตลอดเวลา

เวลาเดินเครื่อง = เวลารับภาระงาน – เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด

ดังนั้น

อัตราการความพร้อม (Availability Rate) = เวลาเดินเครื่อง (Operating Time) / เวลารับภาระ (Loading Time) *100

ตัวอย่างเช่น ในเวลาหนึ่งกะทำงานกะละ 8 ชั่วโมง มีการหยุดพักสั้นๆ 2 ครั้ง ๆ ละ 10 นาทีซึ่งคาดหวังไว้ว่าเครื่องจักรมีเวลาเดินเครื่อง 460 นาทีแต่ถ้ามีการหยุดเนื่องจากข้อขัดข้อง เช่น ตั้ง เครื่อง 20 นาทีเครื่องเสีย 20 นาทีปรับแต่งเครื่อง 20 นาทีเวลาที่ทำงานของเครื่องจักร จริงๆ คือ 460 นาทีลบด้วย 60 นาทีเท่ากับ 400 นาทีดังนั้น อัตราความพร้อมของเครื่องจักร เท่ากับ 400 นาทีหารด้วย 460 นาทีคูณด้วย 100 เท่ากับ 87%

2.5.5.2 อัตราสมรรถนะ (Performance Rate: P)

เวลาเดินเครื่องไม่เท่ากับเวลารับภาระงาน หากเกิดความสูญเสียที่ทำให้เครื่องหยุดทำงาน แต่ความสูญเสียที่มีโอกาสเกิดขึ้นยังไม่หมดเพียงแค่นั้น ยังมีความสูญเสียที่ทำให้เครื่องเสียกำลัง ซึ่งทำให้เวลาเดินเครื่องที่น้อยอยู่แล้วเหลือน้อยลงไปอีก เรียกว่า เวลาเดินเครื่องสุทธิ

เวลาเดินเครื่องสุทธิ = เวลาเดินเครื่อง – เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรเสียกำลัง

อัตราความเร็วในการทำงาน = รอบเวลาตามทฤษฎี / รอบเวลาจริง * 100

อัตราการทำงานสุทธิ = จำนวนชิ้นงานผลิตได้ * รอบเวลา / เวลาเดินเครื่องสุทธิ *100

ประสิทธิภาพเชิงสมรรถนะ = อัตราทำงานสุทธิ * อัตราความเร็วในการทำงาน

ประสิทธิภาพเชิงสมรรถนะ = จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ * รอบเวลาจริง *รอบเวลาตามทฤษฎี / เวลาเดินเครื่องสุทธิ * รอบเวลาจริง

ดังนั้น อัตราสมรรถนะ = จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ * รอบเวลาตามทฤษฎี * 100 / เวลาเดินเครื่องสุทธิ

ตัวอย่าง เช่น รอบเวลาตามทฤษฎีเท่ากับ 0.008 นาที/ชิ้น ผลิตงานได้ 29,942 ชิ้น ดังนั้นอัตราสมรรถนะ เท่ากับ (0.008 . 29,942/400) x 100 เท่ากับ 60%

2.5.5.3 อัตราของดี (Quality Rate: Q)

เวลาเดินเครื่องสุทธิอาจเกิดความสูญเสียเวลาไปกับการผลิตของเสียหรือที่เรียกว่า เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย

เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า = เวลาเดินเครื่องสุทธิ – เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย

อัตราของดี = เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า (Net Operating Time)
เวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time)

อัตราของดีบางครั้งก็ไม่สามารถหาได้โดยการใช้สมการดังกล่าว เนื่องจากความยากลำบากในการจับ เวลาที่ต้องสูญเสียไปกับงานผลิตงานเสย แต่เราสามารถดูความสูญเสียที่ออกมาในรูปของใช้งานที่เสียและชิ้นงานที่นำกลับไปแก้ไข ดังนั้น

อัตราของดี = จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด – จำนวนชิ้นงานที่เสียและที่ซ่อมจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด

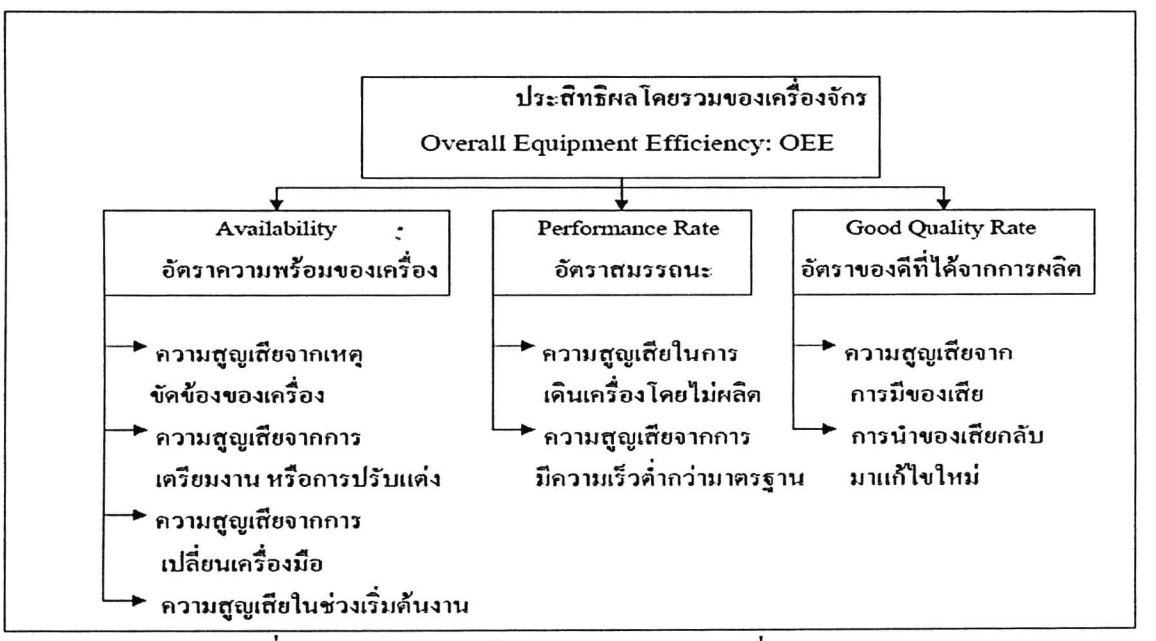
ตัวอย่างเช่น ในการช่วงการเดินเครื่องผลิตงานนั้น พบว่ามีของเสียทั้งหมด 1250 ชิ้น คิดเป็นของดีเท่ากับ 95.8 เปอร์เซ็นต์

การคำนวณประสิทธิผลโดยรวม: OEE (Overall Equipment Efficiency: OEE)

เนื่องจากประสิทธิผลโดยรวมเท่ากับ อัตราความพร้อม (A). * อัตราสมรรถนะ (P). * อัตราของดี (Q)

ดังนั้นประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมเท่ากับ 87 *60 * 85.8 * 100 = 44.79%

ในการปรับปรุง OEE จึงควรปรับปรุงตัวประกอบที่มีค่าต่ำที่สุดก่อน เพราะมีผลมากที่สุดในการทำให้ OEE มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังทำได้ง่ายกว่าการทำให้ตัวแปรที่มีค่าสูงอยู่แล้วให้มีค่าสูงขึ้นไปอีก ซึ่ง สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการพิจารณาเครื่องจักรกับ OEE



รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์ระหว่างการพิจารณาเครื่องจักรกับ OEE

เนื่องจากประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนั้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เพื่อ ง่ายต่อการวัดผลและการปรับปรุง และพัฒนาประสิทธิภาพจึงสามารถแยกพิจารณาปรับปรุงเฉพาะ ส่วนที่มีประสิทธิภาพต่ำเช่น เครื่องจักรหนึ่งมีความพร้อมในการทำงานอยู่ที่ 85 % สมรรถนะการ ทำงาน 70 % และคุณภาพของการผลิต 95 % ซึ่งจะมีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่ 56.5 % ดังนั้นเห็นได้ชัดเจนว่าควรทำการปรับปรุงในส่วนของสมรรถนะการทำงานก่อนเนื่องจากเป็นส่วนที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด เป็นต้น โดยในการปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพในแต่ละส่วนนั้นก็มีวิธีการและลักษณะของโครงการต่างกันไปดังนี้

การพัฒนาในเรื่องความพร้อมในการทำงาน แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องความพร้อมในการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 หัวข้อหลักๆ ดังนี้

1. โครงการพัฒนาเพื่อลดการปรับตั้งเครื่อง ด้วยการวิเคราะห์ทุกแง่มุมในทุกๆกิจกรรมย่อยที่จำเป็นในการเปลี่ยนการผลิตจากผลิตภัณฑ์หนึ่งไปผลิตอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการปรับแต่งและตั้งเครื่องลง
2. โครงการพัฒนาและปรับปรุงเรื่องความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ซึ่งทำเพื่อเป็นการพัฒนาหรือแทนที่ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่มีความไม่แน่นอนเช่น เสียหายบ่อยครั้ง ไม่ยืดหยุ่นต่อการใช้งาน เป็นต้น
3. โครงการพัฒนาและปรับปรุงเรื่องความสามารถในการบำรุงรักษา โดยทำเพื่อให้เครื่องจักรนั้นง่ายต่อการบำรุงรักษาเช่น ทำการออกแบบชิ้นส่วนให้ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงและซ่อมแซม เป็นต้น

การพัฒนาในเรื่องสมรรถนะในการทำงาน แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องสมรรถนะในการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 หัวข้อหลักๆ ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์และหาสาเหตุแห่งความสูญเสียที่บั่นทอนสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรเพื่อหาแนวทางในการกำจัดความสูญเสียเหล่านั้น
2. โครงการพัฒนากระบวนการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งานของเครื่องจักรและเพิ่มความเร็วในการปฏิบัติงาน ด้วยการค้นคว้าและศึกษานำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้
3. โครงการพัฒนากระบวนการในการดำเนินงานซึ่งมีวัตถุประสงค์มุ่งเน้นพัฒนาในเรื่อง วิธีการปฏิบัติงาน ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน เครื่องมือและระบบการปฏิบัติงาน

การพัฒนาในเรื่องคุณภาพ

แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องคุณภาพสามารถแบ่งได้เป็น 3 หัวข้อหลักๆดังนี้

1. ศึกษาความสามารถของกระบวนการและเครื่องจักร เพื่อวิเคราะห์หาความผันแปรและหาแนวทางในการกำจัดความผันแปรเหล่านั้นซึ่งเป็นต้นเหตุของผลิตภัณฑ์บกพร่อง ทั้งนี้เพื่อเป็นการพัฒนาความน่าเชื่อถือของกระบวนการ

2. ใช้Pokka yoke (การป้องกันความผิดพลาด) มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะกำจัดความเป็นไปได้ที่จะผลิตของเสียและทำสิ่งผิดพลาดในการผลิต ด้วยการออกแบบสถานที่ทำงานให้ง่ายต่อการตรวจจับความผิดพลาดเหล่านั้นหรือไม่ให้ความผิดพลาดเหล่านั้นเกิดขึ้นเลย

3. โครงการพัฒนาด้านความสม่ำเสมอในการดำเนินงาน ซึ่งทำเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้การดำเนินงานนั้นถูกขัดจังหวะในระหว่างการผลิตบ่อยครั้งเช่น การปรับแต่งระหว่างการผลิต เป็นต้น แล้วกำจัดสาเหตุเหล่านั้นเพื่อการดำเนินงานที่มีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น

จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าสิ่งที่แตกต่างกัน คือมีความสูญเสีย (Loss) 3 กลุ่ม เกิดขึ้นโดย Loss กลุ่ม ที่

1. ทำให้เวลาเดินเครื่องเหลือน้อยลง
2. ทำให้เวลาเดินเครื่องสุทธิเหลือน้อยลง
3. ทำให้เวลาเดินเครื่องสุทธิเกิดมูลค่าเหลือน้อยลง

ซึ่งการลดลงทั้งหมดเป็นสาเหตุให้ OEE มีค่าไม่ถึง 100% ดังนั้น เราจึงสรุปได้ว่า OEE ต่ำเพราะ Loss ซึ่งความสูญเสียที่พบประจำนั้นมีอยู่เพียง 6 ประการ (6 Big Loss) ซึ่งแบ่งเข้ากลุ่มดังที่กล่าวมาข้างต้น

ตารางที่ 2.1 แสดงการแบ่งกลุ่มความสูญเสียเวลาการผลิต

กลุ่มของความสูญเสียที่ยิ่งใหญ่ 6 ประการ		
กลุ่มที่ 1 การขัดข้อง	กลุ่มที่ 2 เสียกำลังการผลิต	กลุ่มที่ 3 สูญเสียด้านคุณภาพ
1. เครื่องจักรขัดข้อง 2. การปรับตั้งเครื่อง	3. การหยุดเล็กๆ น้อยๆ 4. การสูญเสียความเร็ว 5. การเริ่มเดินเครื่อง	6. งานเสียและแก้ไขงาน

2.5.6 ทฤษฎีการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Single Minute Exchange of Die: SMED)

การลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Single Minute Exchange of Die: SMED) นิยามของเวลาการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Machine Setup Time) หมายถึง เวลาทั้งหมดที่ใช้ตั้งแต่เครื่องจักรหยุด เพื่อทำการถอด เปลี่ยน ติดตั้งอุปกรณ์แม่พิมพ์ เครื่องมือต่างๆ รวมถึงการปรับค่าต่างๆ ให้ถูกต้องจนเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างปกติ

2.5.6.1 งานพื้นฐานของการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร

1. งานจัดเตรียมความพร้อม สัดส่วนของเวลา 30% ของการปรับเปลี่ยน เครื่องจักรทั้งหมด
2. งานถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ แม่พิมพ์ต่างๆ สัดส่วนของเวลา 5% ของการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรทั้งหมด
3. งานปรับตั้งค่าความถูกต้องของอุปกรณ์แม่พิมพ์ต่างๆสัดส่วนของเวลา 65% ของการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรทั้งหมด เทคนิคการปรับปรุงการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร

2.5.6.2 เทคนิคการปรับปรุงการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การปรับปรุงขั้นที่ 1 การศึกษาสภาพปัจจุบันและการเตรียมการเบื้องต้น
2. การปรับปรุงขั้นที่ 2 การแยกงานการเตรียมงานนอก (outside exchange of die: OED) ออกไปจากการ ทำงานขณะหยุดเครื่องจักรและการปรับปรุงที่มีค่าใช้จ่ายต่ำ สำหรับงานชนิด X ซึ่งเป็นงานย่อยหรือกลุ่มงานย่อยที่สามารถทำการปรับปรุง หรือกำจัดออกไปจากการ ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ทันที ไม่ต้องรอเวลา หรือเงินทุน
3. การปรับปรุงขั้นที่ 3 การแยกงานการเตรียมงานนอก (outside exchange of die: OED) ออกไปจากการ ทำงานขณะหยุดเครื่องจักรและการปรับปรุงสำหรับงาน ชนิด Y ซึ่งเป็นงานย่อย หรือกลุ่มงานย่อย ที่ยังไม่สามารถทำ การปรับปรุง หรือกำ จัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ทันที เพราะต้องรอเวลา หรือเงินทุน จำนวนหนึ่งที่ไม่สูงมากนัก และ Z ซึ่งเป็นงานย่อย หรือกลุ่มงานย่อย ที่ไม่สามารถทำการปรับปรุงหรือกำ จัดออกไปจากการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรได้ในระยะเวลาอันใกล้ เพราะต้องใช้เวลา เงินทุนหรือเทคโนโลยีที่สูงมาก
4. การปรับปรุงขั้นที่ 4 การลดเวลาหรือขั้นตอนของงานโดยใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมและอุปกรณ์ช่วย

2.5.7 การบริหารคุณภาพโดยรวม (TQM: Total Quality Management)

การบริหารเชิงคุณภาพโดยรวม เป็นการจัดระบบและวินัยในการทำงานเพื่อป้องกันความผิดพลาดเสียหาย และมุ่งสร้างคุณค่าในกระบวนการทำงานทุก ๆ ขั้นตอน โดยที่ทุกคนในองค์การต้องมีส่วนร่วมซึ่งจะทำให้เป็นปัจจัยสำคัญในการก้าวไปสู่ความเป็นเลิศ Total Quality Management หรือ TQM หรือการบริหารคุณภาพแบบเบ็ดเสร็จ การบริหารคุณภาพทั่วทั้งองค์การ และการบริหารคุณภาพแบบองค์รวม เป็นต้น ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า TQM หมายถึง การบริหารคุณภาพโดยรวม ความหมายของ TQM มีความหมายเป็นพลวัต มีพัฒนาการ เป็นวัฒนธรรมขององค์การที่สมาชิกทุกคนต่างให้ความสำคัญ และมีส่วนร่วมในการพัฒนาการดำเนินงานขององค์การอย่างต่อเนื่อง

2.5.7.1 แนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับการบริหารจัดการคุณภาพทั่วทั้งองค์การ

คุณภาพหมายถึงการดำเนินงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน หรือข้อกำหนดที่ต้องการ โดยสร้างความพอใจให้กับลูกค้า และมีต้นทุนการดำเนินงานที่ต่ำที่สุด โดยสามารถอธิบายพัฒนาการของแนวคิดด้านคุณภาพของนักคิดด้านการจัดการคุณภาพดังนี้ โดยสรุปพัฒนาการของแนวคิดด้านคุณภาพสามารถแบ่งได้ 4 ระดับ ได้แก่

1. เหมาะสมกับมาตรฐาน
2. เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย
3. เหมาะสมกับต้นทุน
4. เหมาะสมกับความต้องการที่แฝงเร้น

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

หลักการสำคัญของการจัดการคุณภาพ การจัดการคุณภาพ (Quality Management) ประกอบไปด้วยงานที่สำคัญดังนี้คือ

1. การวางแผนคุณภาพเชิงกลยุทธ์ (Strategic Quality Management) เป็นการกำหนดวิสัยทัศน์ กลยุทธ์ และการวางแผนคุณภาพ เป็นจุดเริ่มต้นของการบริหารคุณภาพ
2. การปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement) เป็นการแก้ไขปัญหาและการพัฒนาคุณภาพขององค์การ จะต้องดำเนินงานอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ข้อจำกัดของสถานการณ์ โดยผู้พัฒนาคุณภาพจะต้องศึกษา วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นตามหลักเหตุผล
3. การควบคุมคุณภาพ(Quality Control) เป็นกระบวนการจัดระบบการทำงาน และการปฏิบัติการเพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ผลิตขึ้น มีคุณสมบัติสอดคล้องกับที่กำหนดไว้ ซึ่งจะดำเนินการโดยกำหนดมาตรฐาน เกณฑ์

2.5.7.2 การนำหลักการ Deming มาใช้กับ TQM

คุณภาพเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินงาน ดังนั้นในการสร้างคุณภาพให้เกิดขึ้นกับองค์การ Deming ได้นำเสนอ วงจร PDCA (Plan, Do, Check, Act) เพื่อเป็นหลักในการเริ่มต้นการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ส่วนประกอบทั้ง 4 ด้าน สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. การวางแผน (Plan) ขั้นตอนการวางแผนถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด โดยจุดเริ่มต้นจะต้องมีการตระหนักถึงปัญหาและกำหนดปัญหาที่จะแก้ไข มีการเก็บรวบรวมข้อมูล เลือกทางเลือก และวิเคราะห์ทางเลือกเพื่อเลือกวิธีที่จะใช้ในการแก้ไขปัญหา
2. การปฏิบัติ (Do) ผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบดำเนินงานตามแผน รู้ถึงรายละเอียดและขั้นตอนต่าง ๆ มีการจัดอบรมเพื่อดำเนินงานตามแผน และมีการจัดทรัพยากรที่จำเป็น
3. การตรวจสอบ (Check) มีการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการปฏิบัติงาน การประเมินควรประเมินการดำเนินงานขได้ตามแผนหรือไม่ หากการประเมินพบว่าผลงานออกมาได้ถูกต้องตรงตามเป้าหมายก็สามารถนำไปจัดทำเป็นมาตรฐานสำหรับการดำเนินงานในครั้งต่อไปได้

4. การปรับปรุงแก้ไข (Act) ในการปฏิบัติงานมีการกำหนดมาตรฐานจากผลการดำเนินงานเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในอนาคต และทำการแก้ไขในส่วนที่ทำให้ผลลัพธ์ไม่เป็นไปตามตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

องค์ประกอบที่สำคัญของ TQM แบ่งออกเป็น 3 ประการ ดังนี้

1. การให้ความสำคัญกับลูกค้า (Customer Oriented) ลูกค้า (Customer) เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ธุรกิจอยู่รอด และความมุ่งหมายของธุรกิจ คือ การสร้างและรักษาลูกค้า ของ Peter F. Drucker ปรมาจารย์ด้านการบริหารธุรกิจร่วมสมัย (Modern Business Management Guru) ที่กระตุ้นให้คิดว่าธุรกิจสามารถดำรงอยู่ได้ เพราะลูกค้าที่เข้ามาซื้อสินค้าหรือบริการ

2. การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) นวัตกรรมใหม่ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้องค์การต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาอย่างต่อเนื่องจะก่อให้เกิดโมเมนตัม (Momentum) โดยองค์การที่ทำ TQM จะต้องกล้าตัดสินใจแก้ไขปรับปรุง และเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีแนวทางในการดำเนินงานดังนี้

2.1. การศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนข้อมูลการดำเนินงานและสภาพแวดล้อมเพื่อหาแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงคุณภาพของระบบและผลลัพธ์อย่างสร้างสรรค์ และต่อเนื่อง

2.2. การพยายามหาวิธีในการแก้ไขปัญหา และพัฒนาการดำเนินงานที่เรียบง่ายแต่ให้ผลลัพธ์สูง ติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลงานอย่างเป็นระบบ จากการตรวจสอบ

2.3. การมีส่วนร่วมจากพนักงาน (Employees Innovation) พนักงานทุกคนทั้งพนักงานระดับ ล่าง และผู้บริหารในหน่วยงานจะต้องร่วมมือกัน โดยทุกแผนกต้องปฏิบัติงานในฐานะสมาชิกขององค์การคุณภาพเดียวกัน

วัตถุประสงค์ของTQM สามารถแบ่งออกเป็นวัตถุประสงค์หลัก ๆ ได้เป็น 4 หัวข้อดังนี้

1. การลดต้นทุนและการพัฒนาคุณภาพสินค้าหรือบริการ จะเป็นวัตถุประสงค์เบื้องต้นในการดำเนินงานด้านคุณภาพ เพื่อการดำรงอยู่ และการแข่งขันขององค์การ
2. สร้างความพอใจและความซื่อสัตย์ของลูกค้า เพราะลูกค้าเป็นบุคคลที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับปัจจุบันและอนาคต ซึ่งธุรกิจจะต้องดำเนินงานในเชิงรุก เพื่อให้ได้และธำรงรักษาลูกค้าได้อย่างต่อเนื่อง
3. สร้างความพึงพอใจในงาน และพัฒนาคุณภาพชีวิตของพนักงานให้เขามีความมุ่งมั่นและทุ่มเทในการทำงานของธุรกิจ
4. ประสิทธิภาพในการดำเนินงานและการเจริญเติบโตในอนาคต โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างองค์การคุณภาพโดยสมบูรณ์ ซึ่งจะสอดคล้องกับปรัชญาขององค์การเรียนรู้ ที่ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ และพัฒนาการ เพื่อความอยู่รอดขององค์การ ซึ่งเราอาจจะกล่าวได้ว่า TQM เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างองค์การเรียนรู้ (ณัฐพันธ์ เขจรนันท์, 2545:66-67)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 ยุทธศักดิ์ บุญศิริเอื้อเฟื้อ (2546) งานวิจัย การพัฒนาต้นแบบในการลดความสูญเปล่า 7 ประการ การลดความสูญเปล่าและสร้างมาตรฐานควบคุมความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ อันได้แก่ การผลิตที่มากเกินไปการรอคอย การขนส่ง กระบวนการที่ไม่เหมาะสม สินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสม และข้อบกพร่องของสินค้า ให้สามารถนำไปใช้กับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมได้ โดยใช้กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องสำอาง การพัฒนาต้นแบบในการลดความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ จะเริ่มจากการศึกษาองค์ประกอบ หรือปัจจัยที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการบรรจุน้ำยาทาเล็บโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้แนวทางของ Process Activity Mapping วิเคราะห์เปรียบเทียบกับทฤษฎีความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ พร้อมหาขั้นตอน และใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการการบริหารพัสดุคงคลัง และเครื่องมือคุณภาพ เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเพื่อลดความสูญเปล่า นำไปทดสอบและปรับปรุงขั้นตอน และระบบเอกสารที่นำมาช่วยลดความสูญเปล่า เพื่อพัฒนาและออกแบบระบบเอกสารให้สามารถนำไปใช้ได้กับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และนำขั้นตอนที่ปรับปรุงแล้วไปให้กับวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อมอื่นอีกจำนวน 2 แห่ง ประเมินผลเพื่อนำข้อเสนอแนะการปรับปรุงมาพัฒนาต้นแบบให้มีขั้นตอนการลดความสูญเปล่า และวิธีการใช้แบบฟอร์มเพื่อความเหมาะสม สะดวก และง่ายต่อการนำไปใช้กับวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม และจากการนำต้นแบบไปทดสอบกับโรงงาน กรณีศึกษาสามารถลดความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการได้ประมาณ 2.74-40.29% ภายในระยะเวลา 4 เดือน และได้มีมาตรฐานของวัตถุดิบขวดแปรง และฝาน้ำยาทาเล็บ แผนการตรวจสอบวัตถุดิบ ขั้นตอนการผลิตน้ำยาทาเล็บ แผนคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิต เส้นทางการเคลื่อนย้ายระหว่างกระบวนการผลิต รอบเวลาการผลิต และเวลารับภาระของแต่ละขั้นตอนวิธีการบรรจุกล่อง วิธีการเคลื่อนย้ายขวด และจุดสั่งผลิต และจำนวนจัดเก็บเพื่อควบคุมความสูญเปล่าทั้งเจ็ดประการ

2.6.2 วรวัชร์ อำพันโรจนานันท์ (2549) ได้ศึกษาการลดต้นทุนการผลิตด้วยการออกแบบเพื่อการประกอบ กรณีศึกษา : บริษัทผลิตเครื่องเล่นวีซีดี และดีวีดี โดย ประยุกต์ใช้ "วิธีการออกแบบเพื่อการประกอบ (Design for Assembly: DFA)" การวิเคราะห์การหยิบจับและการป้อน และการวิเคราะห์การยึด ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาศึกษาวิจัยคือ เครื่องเล่นดีวีดี ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีกระบวนการการประกอบเป็นส่วนสำคัญ และสำหรับผล ของการดำเนินงานวิจัยที่ได้ ก่อนการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีต้นทุนการผลิตรวมเท่ากับ 1,590.598 บาท/เครื่อง และหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงการออกแบบแล้วต้นทุนการผลิตรวมลดลง เหลือ 1,570.668 บาท หรือสามารถลงต้นทุนการผลิตรวมได้ 19.93 บาท คิดเป็น 1.25% ซึ่งยอดการ ผลิตโดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,000 เครื่อง แสดงว่าสามารถลดต้นทุนรวมลงได้ 19,930 บาท/เดือน และสำหรับเวลาที่ใช้ในกาประกอบผลิตภัณฑ์ ก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 424.99 วินาที และหลัง การปรับปรุงเวลาลดลงเหลือ 389.99 วินาที หรือสามารถ

ลดเวลาได้ 35.00 วินาที นอกจากนี้การ ดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ยังสามารถลดชิ้นส่วนประกอบจากเดิม 80 ชิ้น เหลือเพียง 68 ชิ้น อีกด้วย

2.6.3 ดาริกา สิมาพัฒนพงศ์ (2548) การเพิ่มผลผลิตสำหรับโรงงานชิ้นส่วนยางอะไหล่ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนยางอะไหล่กรณีศึกษาแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตให้มากยิ่งขึ้น จากการศึกษาพบว่าปัญหาที่เกิดจากการผลิตไม่มีประสิทธิภาพ มีหลายประการแต่ปัญหาหลักก็คือการที่โรงงานไม่สามารถผลิตได้ตามแผนที่วางไว้ ซึ่งส่งผลให้มอบสินค้าไม่ทันตามกำหนดเวลา โดยสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหานี้มาจากการวางแผนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ประกอบกับไม่มีการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการวางแผนการผลิตรวมไปถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ปัญหาเครื่องจักรและแม่พิมพ์มีสภาพไม่พร้อมใช้งานและเกิดการเสียกะทันหันบ่อยครั้ง เป็นต้น จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยการปรับปรุงระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต มีการปรับปรุงโดยใช้โปรแกรมระบบฐานข้อมูล ACCESSเข้ามาช่วยในการวางแผนการผลิต พร้อมทั้งทำการควบคุมปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต คือ จัดให้มีการทำแผนตรวจเช็คและบำรุงรักษาเครื่องจักร มีระบบการจัดการแม่พิมพ์ซึ่งถือเป็นหัวใจหลักของการผลิตขึ้นรูป และการวางแผนฝึกอบรมให้แก่พนักงาน โดยผลหลังจากดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ พบว่าการผลิตเป็นไปตามแผนการผลิตที่วางไว้มากขึ้น คือ ประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรจากก่อนปรับปรุง 93.19% เป็น 95.26% และการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าได้ทันเวลาและจำนวนครบตามที่กำหนดจากก่อนปรับปรุง 90.8% เป็น 95.48% หลังการปรับปรุง พร้อมทั้งสามารถลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นจากเดิม 2.82% เป็น 1.94%

2.6.4 พงษ์พันธุ์ เลอเลิศวณิชย์ (2544) การเพิ่มอัตราการผลิตต่อชั่วโมงของผลิตภัณฑ์ Voice Coil Motor การปรับปรุงอัตราการผลิตต่อชั่วโมง ของขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงานของผลิตภัณฑ์วอยซ์คอยล์มอเตอร์ การทำวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาผ่านโมเดลฮอนเน็ต ซึ่งมีอัตราการทำความสะอาดชิ้นงานเฉลี่ยอยู่ที่ 60 ตัวต่อ ชั่วโมงการทำความสะอาด ชิ้นงานนั้นจะกระทำภายใต้กล้องกำลังขยาย 6 เท่าในห้องสะอาด คลาสหนึ่งร้อย จากการศึกษาพบว่า สาเหตุหลักที่ส่งผลกระทบให้ขั้นตอนการทำความสะอาด ชิ้นงานมีอัตราการผลิตต่อชั่วโมงต่ำนั้น เนื่องจากมีปัญหาของอนุภาคที่ตกอยู่บนชิ้นงาน โดย อนุภาคนั้นอาจจะเกิดขึ้นจากการทำงานและการสึกหรอของเครื่องจักร เครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์ที่สัมผัสกับชิ้นงานโดยตรงในระหว่างการดำเนินการผลิต ตามกระบวนการปกติ ทำให้พนักงานที่ทำความสะอาดชิ้นงานมีความจำเป็นต้องใช้เวลาในการทำความสะอาดค่อนข้างสูง จากการศึกษาขั้นตอนการผลิตพบว่ามีการแบ่งการล้างชิ้นงานออกเป็น 2 ครั้งด้วยกัน คือ การล้างชิ้นงานก่อนที่จะเริ่มนำงานเข้ามาในสายการผลิตและการล้างชิ้นงานขณะที่ผ่านขั้นตอน การผลิตไปแล้วบ้างบางส่วน กล่าวคือทำการล้างชิ้นงานหลังจากการทดสอบค่าความแข็งแรง ของกาว หรือก่อนขั้นตอนการทำให้ชิ้นงานเป็นแม่เหล็ก ดังนั้นจึงสามารถกำหนดแนวทางในการ ปรับปรุงอัตราความเร็วในการ

ทำความสะอาด โดยทำการย้ายขั้นตอนการล้างชิ้นงานครั้งที่สอง ให้มาอยู่ก่อนขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงานเพื่อให้เครื่องล้าง ล้างเอาอนุภาคที่เกิดขึ้น ระหว่างขั้นตอนการผลิตออกไปและเพื่อให้ผลในการล้างที่ดีที่สุด ได้มีการนำเอาเทคนิคการ ออกแบบการทดลองในการกำหนดปัจจัยต่างๆ ของเครื่องล้างที่มีผลต่อการล้างทำความสะอาด ชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่ดีที่สุด รวมถึงมีการแก้ไขปัญหาฝุ่นเหล็กที่พบที่เกิดจากการขัดสีกัน ของตะกร้ากับตัวลูกกลิ้งขณะป้อนงานเข้าเครื่องล้างและการขัดสีกันของตะกร้ากับตัวขอเกี่ยว ที่ใช้ยกตะกร้าขณะทำการเปลี่ยนบ่อล้างด้วย

2.6.5 ธนวรรณ อัศวไพบูลย์ (2544) การเพิ่มผลผลิตโรงงานผลิตของเด็กเล่นที่ใช้ขับขี่และเฟอร์นิเจอร์เหล็กโดยการปรับปรุงวิธีการทำงานและการวางแผนการผลิต เพื่อวางแผนการผลิตและปรับปรุงการทำงานโดยเลือกศึกษาจากผลิตภัณฑ์หลักที่มีมูลค่าการจำหน่ายสูง 5 ผลิตภัณฑ์ในโรงงานผลิตของเด็กเล่นที่ใช้ขับขี่ และเฟอร์นิเจอร์เหล็กที่มีการบริหารงานแบบครอบครัว คาดว่าจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการ แก้ปัญหาของโรงงานที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือมีสายการผลิตประเภทเดียวกันโดยได้มีการทำเวลามาตรฐานกันผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการทำเวลามาตรฐานของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาไร้ประสิทธิภาพ จัดวางผังโรงงานเพื่อให้เกิดความสะดวก ลดเวลาและความเสียหายที่เกิดจากการเคลื่อนย้าย จัดระบบควบคุมคุณภาพการจัดลำดับของงานและการจัดลำดับ งานเข้ากับเครื่องจักรเพื่อให้มีเวลาว่างน้อยที่สุดการวางแผนความต้องการใช้วัสดุและการวางระบบเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้ในโรงงาน เพื่อช่วยให้ระบบการผลิตรวดเร็วขึ้นจากการศึกษาพบว่า การปรับปรุงวิธีการทำงานสามารถลดเวลาการผลิตและของเสียได้ ส่วนการวางแผนการผลิตนั้น สามารถกำหนดแผนการผลิตและกำหนดวันส่งลูกค้าได้แม่นยำยิ่งขึ้น พร้อมกันนั้นสามารถตอบรับหรือ ปฏิเสธใบสั่งซื้อที่เข้ามาใหม่ได้ทันทีการวางแผนการผลิตจะให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นนั้นต้องมีข้อมูลเบื้องต้นที่มีความแน่นอน และรวดเร็วทันต่อสภาพการณ์นั้น ๆ ที่สำคัญต้องสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงหรือความเป็นไปได้ของโรงงาน นอกจากนี้การยอมรับและความร่วมมือร่วมใจของคนงานในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยความคิดหรือวิธีการใหม่ จะทำให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

2.6.6 นายอนุชิต กิจปกรณ์สันติ (2549) ในการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ต้นทุนคุณภาพโดยรวมสูงเกิดจากต้นทุนความล้มเหลวภายในสูง เนื่องจากสูญเสียเวลาการผลิต (Downtime) สูง จากการศึกษาในเชิงลึกพบว่า ความสูญเสียเกิดมากที่สุดมาจากการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ชิ้นงาน BOBBIN 0230 คือ เกิดครีบที่บริเวณผิวแบ่งแม่พิมพ์ (Parting line) สูงเกิน 0.05 มิลลิเมตร โดยมีเหตุจาก แม่พิมพ์ปิดไม่สนิทขณะฉีดพลาสติก จึงทำให้งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การลดต้นทุน คุณภาพ โดยลดการสูญเสียเวลาการผลิต การดำเนินงานเริ่มต้นด้วยการศึกษาองค์ประกอบของ ต้นทุนคุณภาพ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอาการแม่พิมพ์ปิดไม่สนิท โดยการศึกษาข้อมูลการ ผลิตและสภาพการผลิตจริงเพื่อรวบรวมปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และทำการคัดเลือกปัจจัยโดยใช้การ วิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของผลกระทบ (FMEA) แล้วจึงนำปัจจัยที่ได้มาทำการออกแบบการ ทดลองเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของปัจจัย

เหล่านั้น จากการทดลองพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า ความสูงของครีบและระดับของปัจจัยที่เหมาะสม คือ แรงดันปิดแม่พิมพ์ (Clamp) มีค่าเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์แรงดันฉีดมีค่าเท่า 55 เปอร์เซ็นต์ และระยะ Clamp มีค่าเท่ากับ 235 มม. ตามลำดับ ส่วน ผลจากการนำค่าพารามิเตอร์ใหม่ที่ได้จากการทดลองไปประยุกต์ใช้ในสายการผลิตจริง มีผลทำให้ความสูงครีบของชิ้นงาน BOBBIN 0230 บริเวณผิวแบ่งแม่พิมพ์ลดลง ส่งผลให้ต้นทุนความล้มเหลว ภายในลดลงจาก3.72 เปอร์เซ็นต์ของยอดขาย เหลือเพียง 2.32 เปอร์เซ็นต์ของยอดขาย ส่งผลให้ต้นทุน คุณภาพโดยรวมลดลงได้ตามเป้าหมายจาก 3.92 เปอร์เซ็นต์เหลือ 2.53 เปอร์เซ็นต์ของยอดขาย