บทที่ 4

การเก็บรวบรวมของเสียก่อนการปรับปรุง และวิเคราะห์โดยอาศัย QC TOOLS

การเก็บข้อมูล

ในเชิงควบคุมคุณภาพแล้ว วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลคือ

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

ในการควบคุมคุณภาพจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเราได้แยกการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนวิเคราะห์หาปัญหา
2. ขั้นตอนวิเคราะห์หาสาเหตุ

ขั้นตอนวิเคราะห์หาปัญหา

ได้ออกแบบแผ่นบันทึกและตรวจสอบขึ้นมาดังนี้

ใบบันทึกข้อมูลทำผิดพลาดใด

รายข้อการผลิต

บันทึกโดย

วันที่	จำนวนของเสีย	จำนวนทั้งหมด
รวม		

FORM 1

รูปที่ 4.1 ใบบันทึกข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผ่นเก็บรวบรวมข้อมูลทำฝังพาเรโต

บันทึกโดย

รายข้อการผลิต	จำนวนของเสีย	จำนวนทั้งหมด	คิดเป็น%
ยัด 1 ยัด 2 ยัด 3 ตัดปากครั้งแรก เจาะช่องขนวน กลึงขอบ เผาตัว รวมปาก ตัดปากครั้งสุดท้าย เผาปาก ตรวจขนาดและชั่งน้ำหนัก			

FORM 2

รูปที่ 4.2 แผ่นรวบรวมข้อมูล

ใบสรุปข้อมูลสำหรับฝังพาเรโต

บันทึกโดย

ลำดับที่	รายข้อการผลิต	%

FORM 3

รูปที่ 4.3 ใบสรุปข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากนั้นก็ทำการเก็บข้อมูลโดย

1. เก็บตามรายข้อการผลิต เพื่อหาจำนวนของเสียต่อชิ้นงานที่ FLOW ผ่านขั้นตอนแต่ละขั้นตอนโดยบันทึกลงใน ใบบันทึกข้อมูล FORM 1

2. จากนั้นนำผลที่ได้มาบันทึกสรุปรวมลงในใบบันทึกข้อมูล FORM 2 เพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบเป็น เปอร์เซ็นต์ของแต่ละรายข้อการผลิต

3. นำเปอร์เซ็นต์ที่หาได้จาก FORM 2 มาเรียงใหม่โดยให้ความสำคัญต่อลำดับของปัญหาเพื่อเขียนลงในแผนภูมิพาเรโตต่อไป

4. เขียนแผนภูมิพาเรโตเพื่อเปรียบเทียบและสามารถมองเห็นปัญหาอย่างคร่าว ๆ ได้โดยง่าย

5. เลือกปัญหาที่สำคัญ 2 - 3 ปัญหาเพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุโดยละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องมือทางการควบคุมคุณภาพอื่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุ

ออกแบบแผ่นบันทึกและตรวจสอบข้อมูลดังนี้

กรุปย่อยที่	x1	x2	x3	x4	x5	sum x	x	R
						TOTAL		
						x		
							R	

รูปที่ 4.4 ใบบันทึกข้อมูลสำหรับ x-R CHART

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลโดย

1. เขียนแผนภูมิก้างปลาโดยการระดมความคิดจากผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานทั้งหมดเพื่อหาปัญหาในระดับลึกลงไป

2. หลังจากได้สาเหตุคร่าวๆ แล้วก็นำสาเหตุเหล่านั้นมาวิเคราะห์ความจริงอีกครั้งด้วยเครื่องมือทางการควบคุมคุณภาพอื่น ซึ่งในที่นี้ คือ $\bar{x}$-R CHART เพื่อหาสมรรถนะของกระบวนการ

3. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาทำระบบควบคุมคุณภาพโดยหา SPECIFICATION และ INSPECTION AND TEST PLAN

ปัญหาที่สำรวจพบ

จากการได้เข้าสำรวจปัญหาต่างๆ ของโรงงานผลิตลูกกระสุนปืนขนาด 5.56 มม. ในช่วงระยะเวลาหนึ่งได้พบเห็นปัญหาหรือของเสียที่เกิดขึ้นมากมายจากแต่ละขั้นตอนการผลิต จึงจำเป็นต้องหา วิธีการจำแนกข้อมูล (STRATIFICATION METHODOLOGY) ซึ่งการจำแนกข้อมูลของเสียหรือของที่มีปัญหาจากงาน ย่อมสามารถนำมารวบรวมและจำแนกแยกแยะได้โดยอาศัยหลักการ ดังนี้

1. จำแนกโดยนำมากองไว้ตามลักษณะตำหนิ หรือลักษณะที่เสีย เช่นชิ้นส่วนโลหะที่ปั๊มออกมาจากเครื่องปั๊มมีตำหนิ หรือกระดาษโรเนียวเสีย ก็คัดออกนำมากองไว้ และนำมาจำแนกของเป็นกอง ๆ ตามลักษณะตำหนิ

2. จำแนกโดยนำของมากองตามขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือสาเหตุที่มีของเสีย เช่น ตามขั้นตอนของกระบวนการทำงาน สมมุติว่างานทำปากกาลูกลื่นมีการทำงาน 5 ขั้นตอน คือ 1. การฉีดด้ามพลาสติก 2. การกลึงหัวท้าย 3. การกรอกหมึก 4. การบรรจุไส้ 5. การปิดหัวท้าย และปั๊มตรา ถ้ามีของเสียเกิดขึ้นก็เก็บของเสีย โดยแยกเก็บแต่ละขั้นตอน

3. การจำแนกตามผู้ปฏิบัติงาน ผลัดการทำงาน หรือเวลาการผลิตซึ่งในการทำงาน ถ้าหากมีการทำหลายผลัด เช่น ผลัดเช้า ผลัดบ่าย ผลัดกลางคืน และแต่ละผลัดนั้นคนทำคนละคน หรือพนักงานคนละกลุ่ม และเมื่อมีของเสียเกิดขึ้น ก็สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลหรือของเสียมา แล้วนำมาจำแนก เช่น นาย ก ทำงานผลัดเช้าเช้า และนาย ข ทำงานผลัดบ่าย โดยใช้เครื่องจักรเครื่องเดียวกัน เมื่อมีของเสียเกิดขึ้น นำของเสียมากองไว้แยกกันระหว่างผลัดเช้ากับผลัดบ่ายก็ได้

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะมีผลสืบเนื่องถึงกันโดยตลอด เช่น ของเสียคือปลอกหนาไม่ได้ขนาด หลุดมาจากขั้นอัด 1 แล้วมาเข้าอัด 2 ก็จะไม่สามารถระบุได้ว่าของเสียชิ้นนี้ลักษณะนี้เกิดจากขั้นตอนการผลิตใดที่ทำให้เกิดของเสีย การตรวจสอบของโรงงานควรจะมีการตรวจสอบอย่างเคร่งครัดคือควรมีการสุ่มตรวจของเสียทุกๆ ขั้นตอนการผลิตดังนั้น การทำวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะทราบว่าขั้นตอนใดในการผลิตที่ทำให้เกิดของเสีย เพื่อวิเคราะห์หาปัญหาหลักก่อนว่าอยู่ที่ขั้นตอนการผลิตใดแล้วหาสาเหตุให้ถูกต้อง แล้วกำหนด INSPECTION AND TEST PLAN การแก้

การแก้ปัญหาก็จะได้ผลดีกว่าการหาปัญหาจากตำหนิของเสียซึ่งสามารถระบุภายหลังได้ยากว่าเกิดจากอะไร เนื่องจากชิ้นงานมีการเปลี่ยนรูปอยู่ตลอดเวลามิใช่เป็นชิ้นงานประกอบแบบปากกาลูกลื่น แต่หากใช้การแยกปัญหาแบบแบ่งกะก็ไม่เหมาะสม เนื่องจากการทำงานอาศัยเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ และคนงานในแต่ละกะของแต่ละเครื่องก็มีจำนวนมาก การแยกปัญหาแบบเป็นกะเหมาะกับงานที่รู้แล้วว่าของเสียเกิดจากเครื่องจักรเครื่องใดเครื่องหนึ่งแต่ไม่ทราบว่าเกิดจากสาเหตุใด

จากที่กล่าวมาแล้วดังนั้นจึงแยกข้อมูลแบบแบ่งๆของเสียออกตามขั้นตอนการผลิต โดยมีของเสียลักษณะต่างๆ ตามขั้นตอนการผลิต

ประเภทของของเสีย (DEFECT)

รูปที่ 4.5 จอกทองเหลืองเบี้ยวจากการอัด

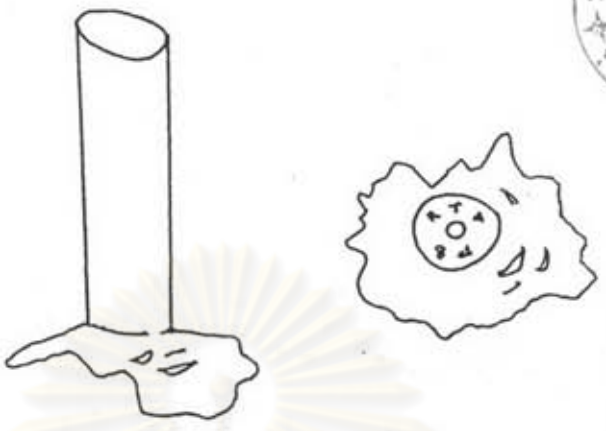
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.6 ของเสียจากขั้นอัด 1-2-3 ที่เบี้ยว

รูปที่ 4.7 ของเสียจากการอัดปากบางเกินไปและฉีกขาด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 ของเสียจากการปั๊ม RTA 84 ผิดจังหวะ

รูปที่ 4.9 ของเสียจากการเจาะรูไม่ทะลุ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.10 ของเสียที่มีปากเป็นจีบ

รูปที่ 4.11 ของเสียจากสาเหตุอื่นๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการข้อบกพร่องในขั้นตอนต่าง ๆ

ขั้นตอน	ลักษณะที่พบมาก
อัด 1	1. ความหนาของผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด 2. ความหนาที่ฐานไม่ได้ตามกำหนด
อัด 2	1. ความหนาของผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด 2. ความหนาที่ฐานไม่ได้ตามกำหนด 3. ความแตกต่างของผนังข้างเกิน .0035"
อัด 3	1. ความหนาของผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด 2. ความหนาที่ฐานไม่ได้ตามกำหนด 3. ความแตกต่างของผนังข้างเกิน .002"
ตัดปากครั้งแรก	1. ความยาวไม่ได้ขนาด
เจาะช่องขนวน	1. ความลึกของช่องขนวนไม่ได้ขนาด
กลึงขอบจานท้าย	1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจานท้ายปลอกไม่ได้ขนาด
เผาตัวปลอก	1. ความแข็งไม่ได้ขนาด
รวมปากปลอก	1. ปากปลอกเป็นจีบ
ตัดปากครั้งสุดท้าย	1. ความยาวไม่ได้ขนาด
100 % INSPECTION	1. บุบบี้ 2. ความยาวไม่ได้ขนาด
ตรวจขนาด + ชั่งน.น.	1. น.น. ไม่ได้มาตรฐาน 2. ขนาดไม่ได้มาตรฐาน

ตารางที่ 4.1 รายการข้อบกพร่อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์ปัญหาที่สำรวจพบโดยใช้วิธีทาง QC

วิเคราะห์หาปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต เนื่องจากแผนภูมิพาเรโตจะทำให้เราสามารถมองเห็นปัญหาทั้งหมด สามารถจัดลำดับความสำคัญของปัญหา และสามารถเลือกแก้ไขปัญหาได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดเป้าหมายจากแผนภูมิพาเรโตก็ได้

จากการเก็บข้อมูล ในบทที่ 4 นำมาทำแผนภูมิพาเรโตเต็มแบบโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) นำข้อมูลที่ได้มารวมตัวเลขหรือคำนวณเป็น %

2) เรียงลำดับจากจำนวนมากที่สุดไปหาจำนวนน้อยที่สุด

3) แบ่งช่องสเกลบนแกนตั้งของกราฟเป็นขีดๆและใส่ตัวเลขกำกับให้ขีดบนสุดให้มากกว่าจำนวนหรือ % สูงสุดเพียงเล็กน้อยและแบ่งแกนนอนออกตามหัวข้อที่ได้แบ่งไว้

4) เขียนกราฟแท่งตามความสูงบนแกนตั้ง เรียงตามลำดับจากแท่นที่ 1 ถึงแท่นสุดท้ายจะได้กราฟเรียงจากแท่งสูงสุดไปต่ำสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลูกกระสุนเสีย

(จากการเก็บข้อมูลวันที่ 15 ธ.ค-12 ม.ค)

รายข้อการผลิต	รวมของเสียทั้งหมด	จากจำนวน	คิดเป็น %
อัด 1	632	320,000	0.1975
อัด 2	544	520,000	0.1046
อัด 3	200	145,000	0.1429
ตัดปากครั้งแรก	273	100,000	0.2730
เจาะช่องขนวน	622	120,000	0.5183
กลึงขอบ	3,384	400,000	0.8460
เผาตัว	134	80,000	0.1675
รวมปาก	1,449	80,000	1.8113
ตัดปากครั้งสุดท้าย	1,848	80,000	2.3100
เผาปาก	554	544,739	0.1017
ตรวจขนาด+ชั่งน้ำหนัก	4,457	335,598	1.3281

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลลูกกระสุนเสีย

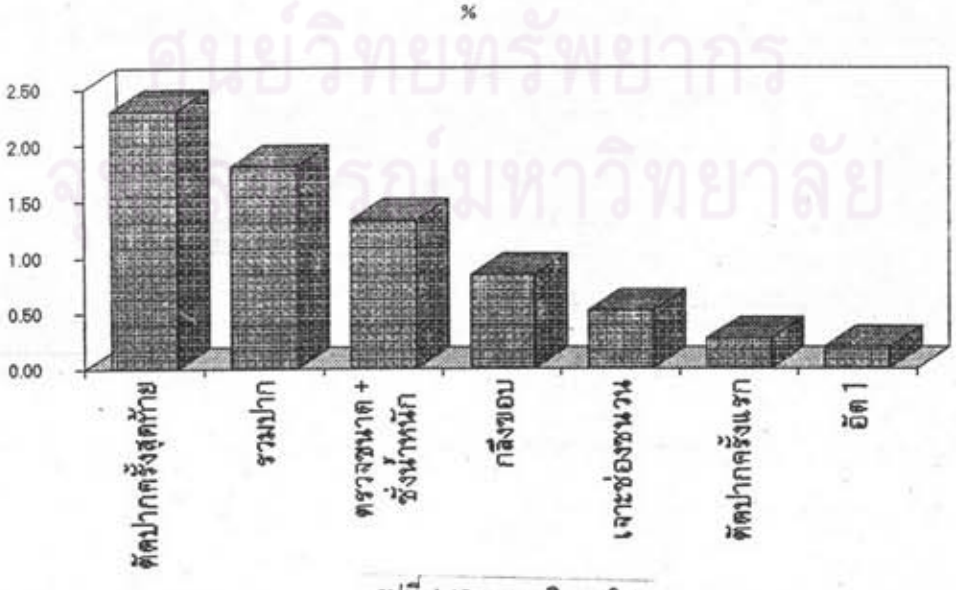
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จัดลำดับข้อมูลได้ดังนี้

ลำดับ	รายข้อการผลิต	%
1	ตัดปากครั้งสุดท้าย	2.310
2	รวมปาก	1.813
3*	ตรวจขนาด + ชั่งน้ำหนัก	1.3281
4	กลึงขอบ	0.8460
5	เจาะช่องขนวน	0.5183
6	ตัดปากครั้งแรก	0.2730
7	อัด1	0.1975

ตารางที่ 4.3 ตารางสรุปข้อมูลทำผังพาเรโต

แผนภูมิพาเรโต

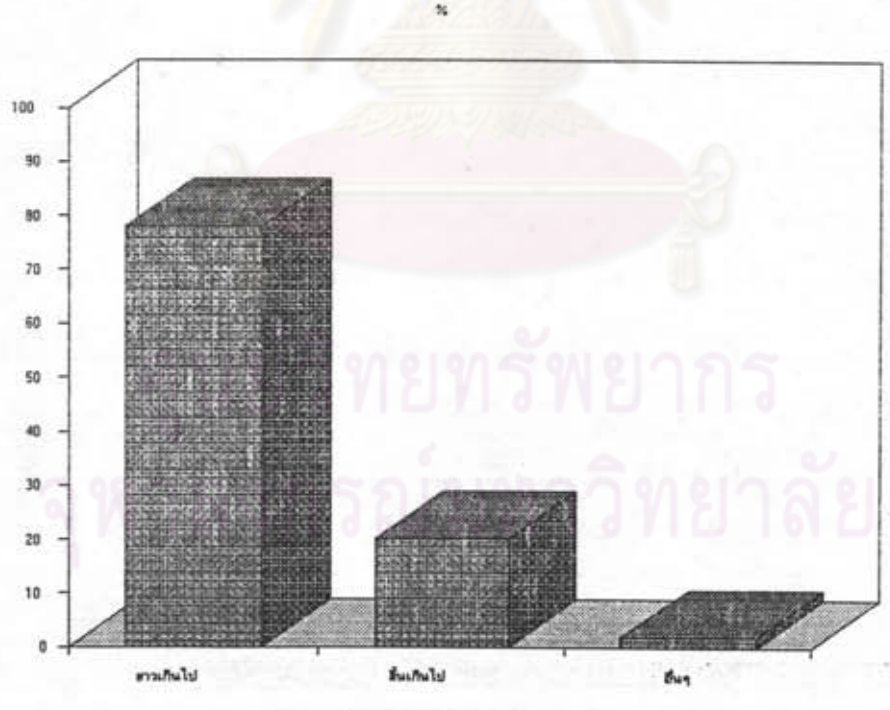


รูปที่ 4.12 แผนภูมิพาเรโต

ตัดปากชั้นสุดท้าย

ของเสีย	จำนวน	%
ยาวเกินไป	1,442	78.03
สั้นเกินไป	372	20.13
อื่นๆ	34	1.84
รวม	**1,848**	**100.00**

ตารางที่ 4.4 ตารางสรุปข้อมูลทำผังพาเรโต

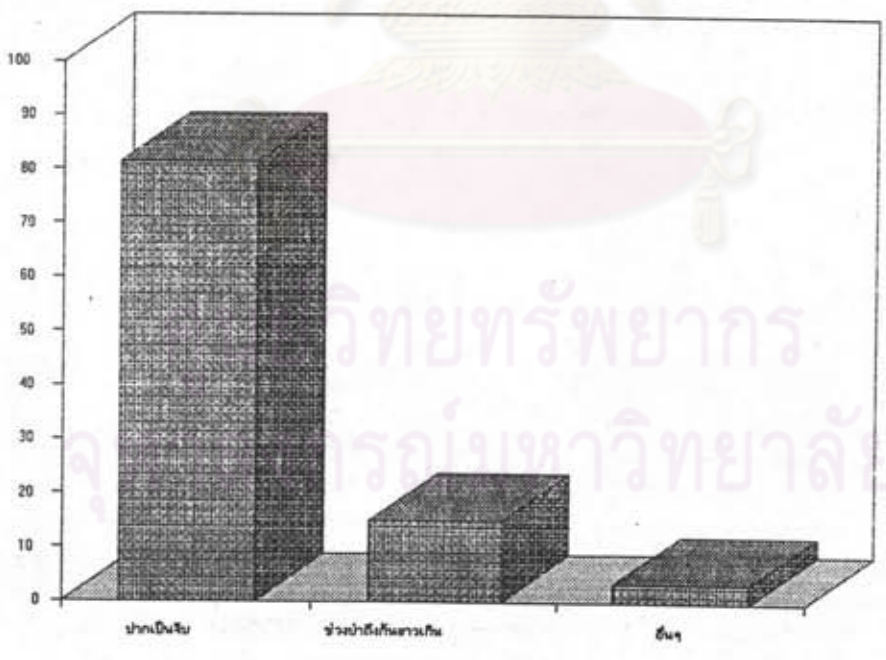


รูปที่ 4.13 แผนภูมิพาเรโต

รวมปาก

ของเสีย	จำนวน	%
ปากเป็นจีบ	1,180	81.44
ความยาวช่วงบ่าถึงก้นยาวเกิน	218	15.04
อื่นๆ	51	3.52
รวม	**1,449**	**100.00**

ตารางที่ 4.5 ตารางสรุปข้อมูลทำผังพาเรโต

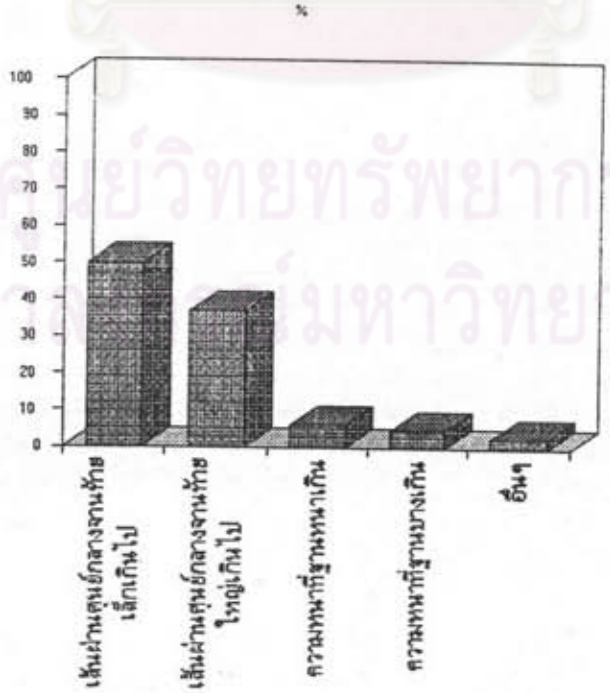


รูปที่ 4.14 แผนภูมิพาเรโต

กลึงขอบ

ของเสีย	จำนวน	%
เส้นผ่านศูนย์กลางจานท้ายเล็กเกินไป	1,686	49.82
เส้นผ่านศูนย์กลางจานท้ายใหญ่เกินไป	1,248	36.88
ความหนาที่ฐานบางเกิน	155	4.58
ความหนาที่ฐานหนาเกิน	208	6.15
อื่นๆ	87	2.57
รวม	**3,384**	**100.00**

ตารางที่ 4.6 ตารางสรุปข้อมูลทำผังพาเรโต



รูปที่ 4.15 แผนภูมิพาเรโต

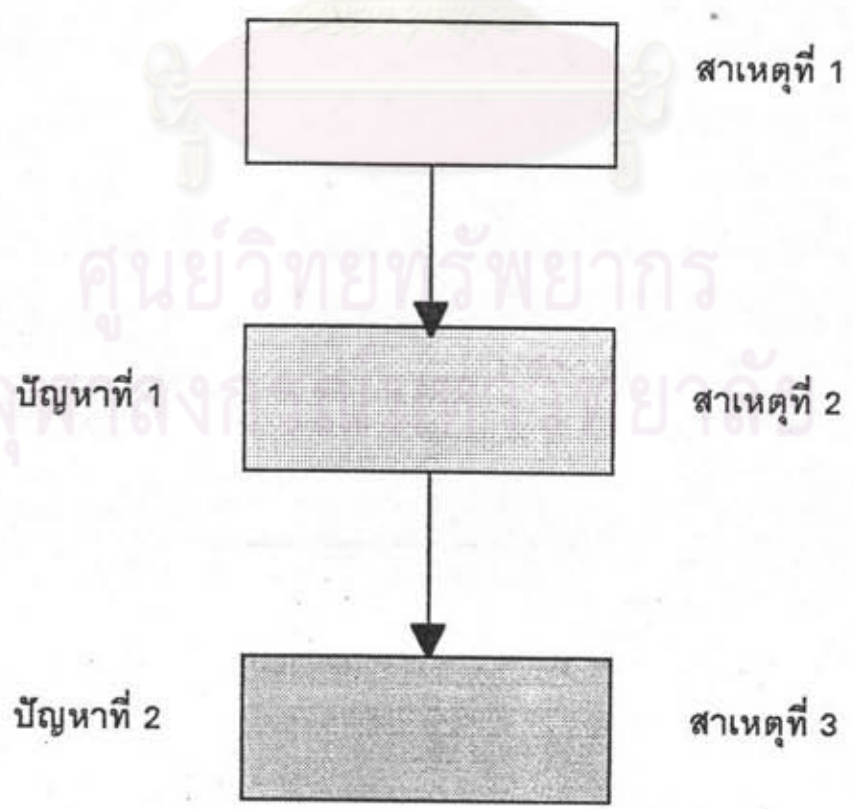
การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

ก่อนอื่นต้องแยกให้ออกระหว่างปัญหากับสาเหตุแล้วพิจารณาความสัมพันธ์

ปัญหา คือ "อุปสรรค" และ "สิ่งบกพร่อง" ที่เกิดขึ้นกับการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติการกิจ หรือแม้กระทั่งการดำรงชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นงานผลิต งานบริการ งานราชการ ธุรกิจ การเกษตร งานเรียน งานสอน ฯลฯ

สาเหตุ คือ "ต้นตอ" หรือ "ต้นเหตุ" ที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้นตัวปัญหาที่เกิดขึ้น ย่อมมีตัวต้นเหตุหรือสาเหตุเสมอ แต่สาเหตุดังกล่าว เราอาจจะมองไม่เห็นในขณะที่เราพบปัญหานั้นจึงจะทำให้เรารู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุที่แท้จริงของตัวปัญหานั่น คือ "มีสาเหตุจึงทำให้เกิดปัญหา"

สาเหตุที่ต่อเนื่องทำให้เกิดปัญหาต้น/ปัญหาปลาย ปัญหาบางปัญหา อาจจะมีสาเหตุที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกันหลายสาเหตุ ทำให้ผู้ที่ไม่ชำนาญในการวิเคราะห์ปัญหาเกิดความสับสนหรือมีหลายสาเหตุจะแก้สาเหตุใด และเกิดมีหลายปัญหาซับซ้อนพัวพันกันอยู่ ไม่รู้ว่าจะแก้ปัญหาใดก่อน เนื่องจาก สาเหตุที่ 1 ทำให้เกิดสาเหตุที่ 2 หรือปัญหาที่ 1 และ สาเหตุที่ 2 ทำให้เกิดสาเหตุที่ 3 หรือปัญหาที่ 2 ดังรูป



รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของสาเหตุและปัญหา

การแก้ปัญหาแบบเหวี่ยงแหนั้น หมายถึงแก้ไปเรื่อยๆ แก้ทุกอย่างที่อยู่ในแผนภูมิก้างปลา โดยไม่คำนึงถึงว่า อันไหนเป็นสาเหตุต้นอันไหนเป็นสาเหตุปลาย สาเหตุนั้นสำคัญหรือไม่ ซึ่งเป็นการ "แก้ปัญหามากแต่ได้ผลน้อย" ส่วนการแก้ปัญหาอย่างชาญฉลาดนั้น หมายถึง แก้เฉพาะที่สาเหตุหลักที่แท้จริง หรือต้นเหตุของปัญหาซึ่งก่อนแก้ต้องวิเคราะห์หาสาเหตุให้ละเอียดเสียก่อน หาความเชื่อมโยงจนได้ต้นตอจริงๆ แล้วจึงเลือกวิธีแก้ที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีนี้เป็นการ "แก้น้อยแต่ได้ผลมาก" ทำให้เกิดคุณภาพและประสิทธิภาพอย่างแท้จริง การแก้ไขที่มีประสิทธิภาพนั้น วิธีแก้มักจะมีสิ่งใหม่เกิดขึ้น เทียบกับวิธีที่ปฏิบัติอยู่เดิม เช่นอาจจะ "เกิดวิธีการทำงานแบบใหม่" "การปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือใหม่" การใช้ความรู้ใหม่" หรือ มีการประดิษฐ์ "เครื่องมือใหม่"

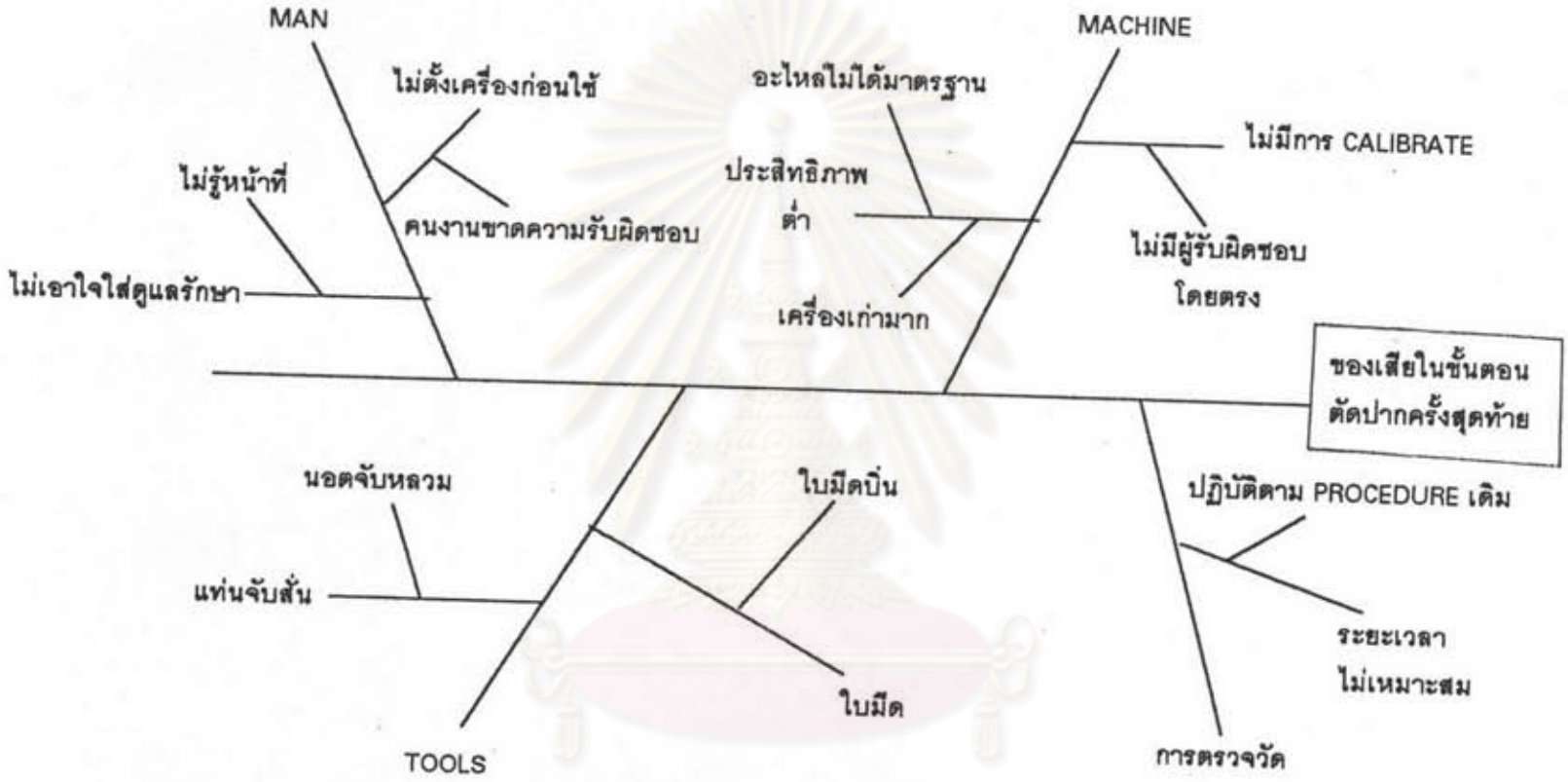
ข้อมูลที่นำมาเขียนลงบนแผนภูมิก้างปลานี้ เป็นข้อมูลที่เป็นข้อความที่มีความหมายถึง "เหตุ" และ "ผล" ซึ่งกันและกัน

ข้อมูลที่เป็นผล หมายถึง ข้อมูลที่แสดงถึงลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น ของเสีย หรือผลเสียที่เกิดขึ้น หรืออาจจะเป็นปัญหาที่แยกเป็นกลุ่มย่อย ออกมาจากปัญหาใหญ่แล้ว เช่น "ลูกกระสุนเสียในขั้นตอนรวมปาก" ซึ่งแยกออกมาจากปัญหารวม คือ "ลูกกระสุนเสียมาก" ทั้งนี้แล้วแต่ลักษณะของวัตถุประสงค์ นอกจากนั้น ข้อมูลที่เป็นผลอาจจะเป็น "ผลงาน" หรือ "ผลผลิต" ซึ่งเป็นผลในทางดี หรือผลในทางเสีย (แล้วแต่วัตถุประสงค์ของการหาสาเหตุ)

ส่วนที่มาของข้อมูลที่นำมาเขียนแผนภูมิก้างปลานั้น มีที่มาหลายทาง แล้วแต่โอกาสที่นำมาใช้ ดังนี้

1. ข้อมูลที่เป็นผล ส่วนใหญ่จะได้มาจาก "ปัญหา" ที่เกิดขึ้น โดยการยกหัวข้อขึ้นมา เพื่อหาทางแก้ไข หรือ เป็นปัญหาที่ได้จากการจำแนกแยกแยะ จัดลำดับความสำคัญด้วยแผนภูมิพาเรโต แล้วข้อมูลที่เป็นผลนี้ จะนำมาเขียนไว้ที่หัวลูกศร หรือ "ปากปลา" ของแผนภูมิ

2. ข้อมูลที่เป็นเหตุ ข้อมูลที่นำมาเขียนลงบน "ก้างแขนง" "ก้างย่อย" และ"ก้างฝอย" นั้นมีที่มาที่สำคัญ คือ จากการประชุมกับผู้ที่เกี่ยวข้องโดยใกล้ชิดในงาน เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหานั้น โดยจะระดมพลังสมองกัน เพื่อหาสาเหตุคร่าว ๆ ของปัญหา แล้วเขียนลงบน "ก้างปลา" สาเหตุที่ระดมออกมานี้ อาจจะเป็นเพียง "ความคิด" หรือเป็น "ประสบการณ์" ที่เคยประสบมา หรือที่ได้มาจาก การทำงานของแต่ละคนก็ได้



รูปที่ 4.17 แผนภูมิก้างปลา

ขั้นตอนตัดปากครั้งสุดท้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รวบรวมปัญหาจากแผนภูมิก้างปลา (ยังไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง)

ขั้นตอนการตัดปากครั้งสุดท้าย

MAN คนไม่รู้หน้าที่ในการดูแลรักษาเครื่องจักรเนื่องจากไม่มีการกำหนด WORK INSTRUCTION อย่างชัดเจนแน่นอนว่าใครมีหน้าครอบคลุมอะไรและขาดตารางการ MAINTENANCE

คนงานขาดความรับผิดชอบในการตั้งเครื่องก่อนใช้งานทำให้ค่า SET UP ในการ ผลิตคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

MACHINCE มีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากเครื่องเก่ามาก ขาดอะไหล่เนื่องจากอะไหล่ไม่มีการผลิตแล้วในปัจจุบัน

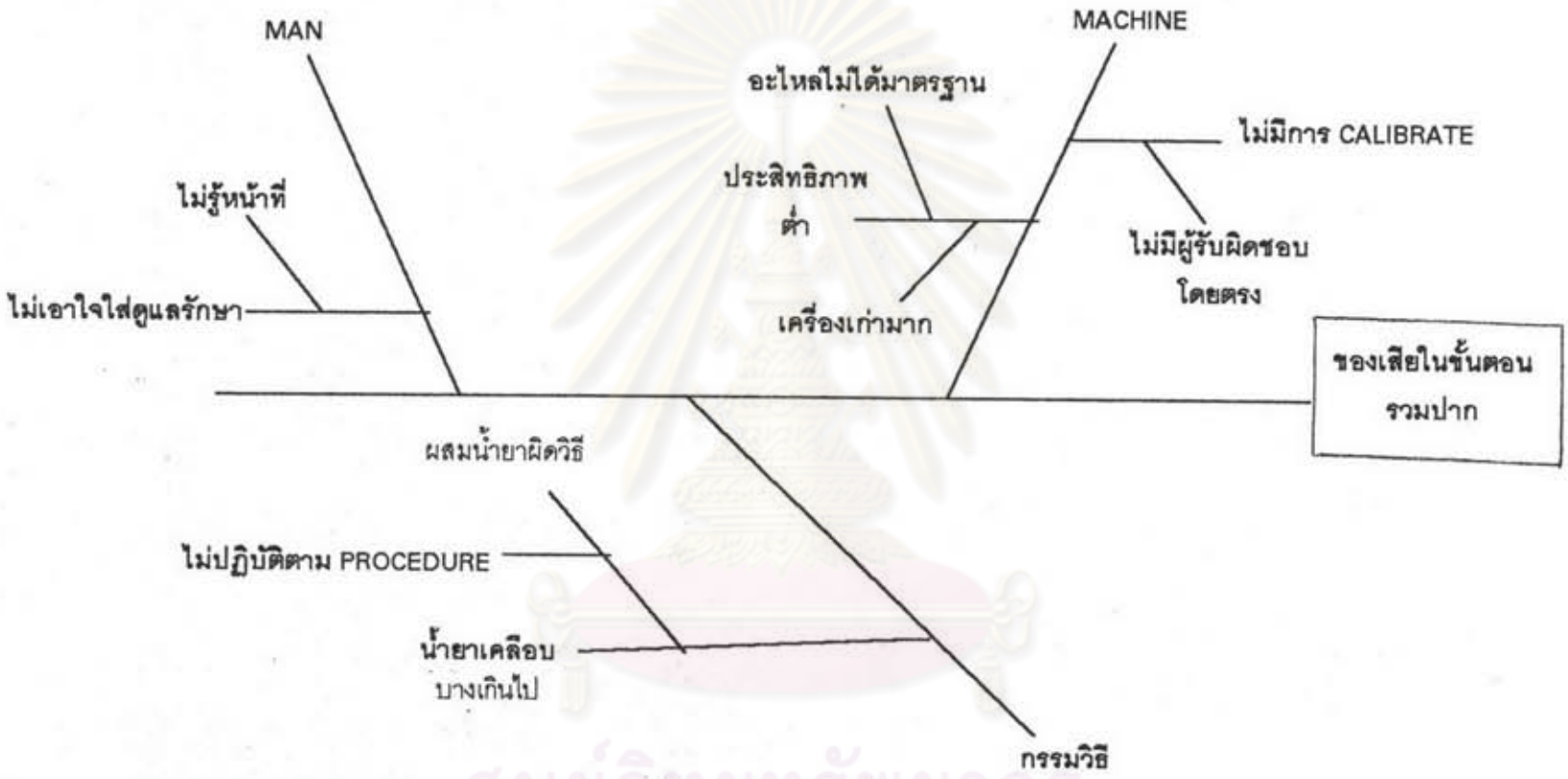
ไม่มีการ CALIBRATE เครื่องจักรมาเป็นเวลานานเนื่องจากไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรง

TOOLS บางครั้งใบมีดบิ่นก่อนที่จะถึงเวลาเปลี่ยน

แท่นจับมีการสั่นแม้เพียงเล็กน้อยก็มีผลเพราะงานต้องการความละเอียดสูง

การตรวจวัด ระยะเวลาในการตรวจวัดในบางขั้นตอนไม่เหมาะสมเนื่องจาก PROCEDURE เป็นของเก่ามากแล้วเหมาะสำหรับเครื่องจักรในสมัยก่อนมากกว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.18 แผนภูมิก้างปลา

ขั้นตอนรวมปาก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการรวมปาก

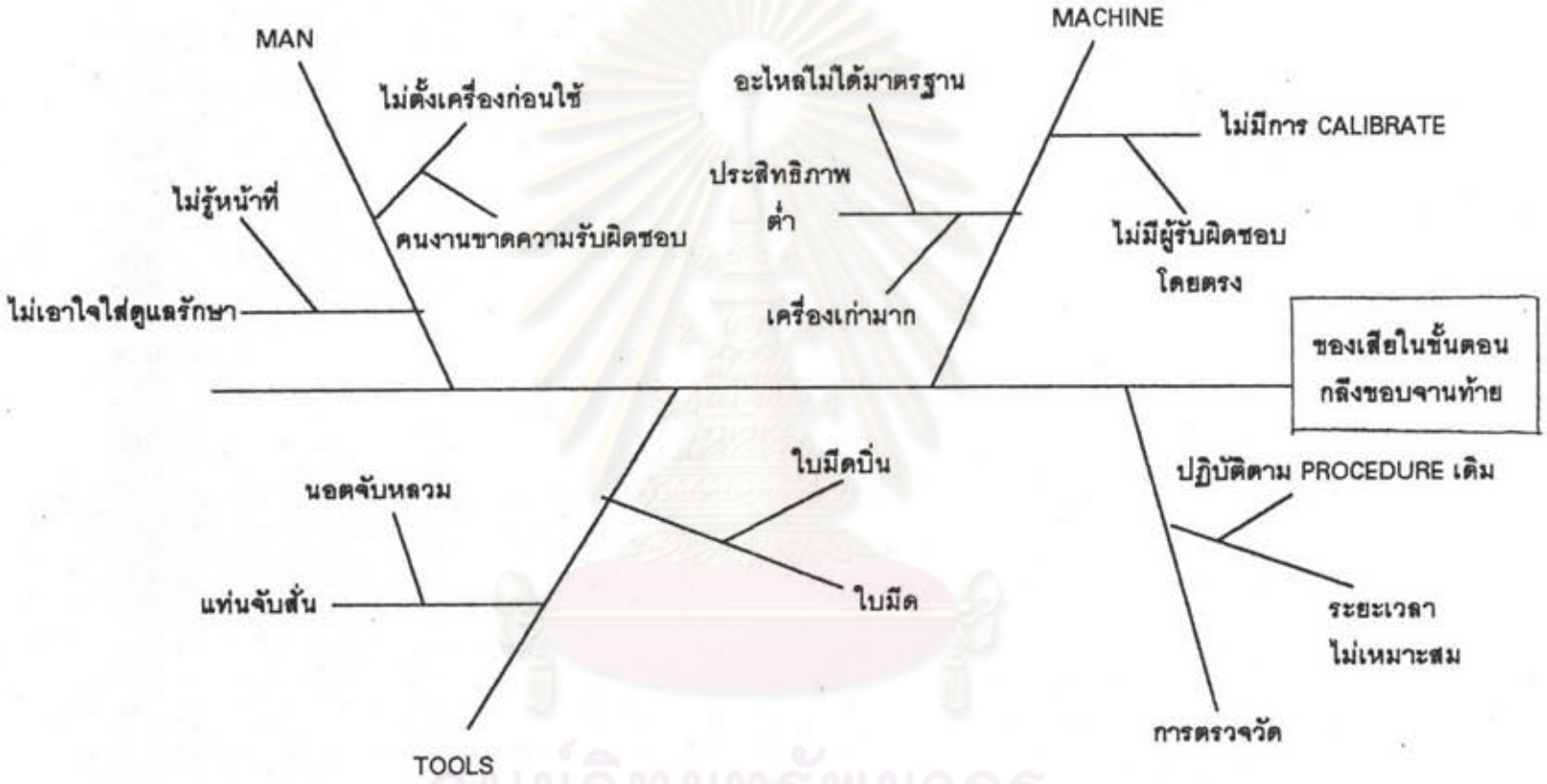
MAN คนไม่รู้หน้าที่ในการดูแลรักษาเครื่องจักรเนื่องจากไม่มีการกำหนด WORK INSTRUCTION อย่างชัดเจนแน่นอนว่าใครมีหน้าครอบคลุมอะไรและขาดตารางการ MAINTENANCE

MACHINCE มีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากเครื่องเก่ามาก ขาดอะไหล่เนื่องจากอะไหล่ไม่มีการผลิตแล้วในปัจจุบัน

ไม่มีการ CALIBRATE เครื่องจักรมาเป็นเวลานานเนื่องจากไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรง

METHOD ปากจีบเนื่องมาจากการอบในขั้นรวมปากเนื่องจากน้ำยาเคลือบลูกกระสุนบางเกินไปจากการตรวจดูโรงงานพบว่าการผสมและเปลี่ยนน้ำยาไม่ตรงกับ PROCEDURE ที่ระบุไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.19 แผนภูมิก้างปลา

ขั้นตอนกลึงขอบจานท้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการกลึงขอบจานท้าย

มีขั้นตอนค่อนข้างคล้ายกันกับการตัดปากและมีสาเหตุคล้าย ๆ กัน เนื่องจากมีปัจจัยคล้าย ๆ กัน

MAN คนไม่รู้หน้าที่ในการดูแลรักษาเครื่องจักรเนื่องจากไม่มีการกำหนด WORK INSTRUCTION อย่างชัดเจนแน่นอนว่าใครมีหน้าครอบคลุมอะไรและขาดตารางการ MAINTENANCE

คนงานขาดความรับผิดชอบในการตั้งเครื่องก่อนใช้งานทำให้ค่า SET UP ในการ ผลิตคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

MACHINCE มีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากเครื่องเก่ามาก ขาดอะไหล่เนื่องจากอะไหล่ไม่มีการผลิตแล้วในปัจจุบัน

ไม่มีการ CALIBRATE เครื่องจักรมาเป็นเวลานานเนื่องจากไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรง

TOOLS บางครั้งใบมีดบิ่นก่อนที่จะถึงเวลาเปลี่ยน

แท่นจับมีการสั่นแม้เพียงเล็กน้อยก็มีผลเพราะงานต้องการความละเอียดสูง

การตรวจวัด ระยะเวลาในการตรวจวัดในบางขั้นตอนไม่เหมาะสมเนื่องจาก PROCEDURE เป็นของเก่ามากแล้วเหมาะสำหรับเครื่องจักรในสมัยก่อนมากกว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลของขั้นตอนตัดปากขั้นสุดท้าย

กรุ๊ปย่อยที่	x1	x2	x3	x4	x5	sum x	$\bar{x}$	R
1	1.7570	1.7575	1.7560	1.7550	1.7545	8.7800	1.7560	0.0030
2	1.7560	1.7575	1.7570	1.7570	1.7550	8.7825	1.7565	0.0025
3	1.7570	1.7565	1.7570	1.7555	1.7555	8.7815	1.7563	0.0015
4	1.7580	1.7575	1.7555	1.7560	1.7550	8.7820	1.7564	0.0030
5	1.7540	1.7550	1.7545	1.7525	1.7535	8.7695	1.7539	0.0025
6	1.7575	1.7545	1.7545	1.7560	1.7560	8.7785	1.7557	0.0030
7	1.7550	1.7570	1.7560	1.7555	1.7555	8.7790	1.7558	0.0020
8	1.7565	1.7560	1.7535	1.7560	1.7555	8.7775	1.7555	0.0030
9	1.7560	1.7575	1.7560	1.7555	1.7550	8.7800	1.7560	0.0025
10	1.7570	1.7540	1.7560	1.7575	1.7555	8.7800	1.7560	0.0035
11	1.7550	1.7560	1.7545	1.7545	1.7570	8.7770	1.7554	0.0025
12	1.7565	1.7540	1.7565	1.7555	1.7580	8.7805	1.7561	0.0040
13	1.7580	1.7570	1.7580	1.7540	1.7545	8.7815	1.7563	0.0040
14	1.7530	1.7565	1.7570	1.7580	1.7575	8.7820	1.7564	0.0050
15	1.7560	1.7580	1.7580	1.7565	1.7550	8.7835	1.7567	0.0030
16	1.7550	1.7570	1.7545	1.7560	1.7545	8.7770	1.7554	0.0025
17	1.7555	1.7570	1.7535	1.7540	1.7555	8.7755	1.7551	0.0035
18	1.7550	1.7560	1.7540	1.7570	1.7570	8.7790	1.7558	0.0030
19	1.7570	1.7565	1.7520	1.7570	1.7555	8.7780	1.7556	0.0050
20	1.7560	1.7535	1.7530	1.7535	1.7545	8.7705	1.7541	0.0030
21	1.7550	1.7565	1.7540	1.7570	1.7560	8.7785	1.7557	0.0030
22	1.7565	1.7540	1.7545	1.7560	1.7560	8.7770	1.7554	0.0025
23	1.7570	1.7530	1.7560	1.7580	1.7560	8.7800	1.7560	0.0040
24	1.7570	1.7565	1.7560	1.7535	1.7555	8.7785	1.7557	0.0035
25	1.7565	1.7570	1.7580	1.7555	1.7570	8.7840	1.7568	0.0025
						TOTAL	43.8946	0.0775
						$\bar{\bar{X}}$ =	1.7558	
							$\bar{R}$ =	0.0031

ตารางที่ 4.7 ตารางข้อมูลทำ $\bar{x}$-R CHART

วิเคราะห์หาสาเหตุจากเครื่องจักรในขั้นตอนการตัดปากขั้นสุดท้าย

จากข้อมูลขั้นตอนการตัดปากขั้นสุดท้าย

$\bar{\bar{x}} = 1.7558$ $\bar{R} = 0.0031$

สามารถหา s จากสูตร

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

$$= 0.00137$$

$\bar{x}$ CHART

$CL = \bar{\bar{x}} = 1.7558$

$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$

$= 1.7558 + (0.577)\ 0.0031$

$= 1.7576$

$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$

$= 1.7558 - (0.577)\ 0.0031$

$= 1.7540$

R CHART

$CL = \bar{R} = 0.0031$

$UCL = D_4\bar{R}$

$= 2.115(0.0031)$

$= 0.0066$

$LCL = D_3\bar{R}$

$= 0$

เนื่องจากหากกลุ่มที่เก็บข้อมูลมีค่าน้อยกว่า 7 ค่า D_3 จะมีค่าเป็น 0

หมายเหตุ ค่า A_2, D_3, D_4 ดูตารางสัมประสิทธิ์ $\bar{x}$-R CHART ในภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.20 $\bar{x}$-R CHART

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนวณหาดัชนีสมรรถนะของกระบวนการ

เมื่อเราวัดค่าข้อมูลจากการผลิตของกระบวนการผลิตหนึ่งของกระบวนการผลิตหนึ่งและนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ได้แล้ว เราสามารถหาสมรรถนะของกระบวนการของกระบวนการผลิต (PROCESS CAPABILITY) เมื่อเอาค่า ($\bar{x}$,s) ที่ได้ไปเทียบกับค่าขอบเขตตามสเปค (SPECIFICATION LIMITS) ถ้าค่าของผลจากการผลิตจากกระบวนการผลิตนั้นเป็นการแจกแจงปกติและอยู่ในระหว่าง 6s นั้นอยู่ในระหว่างค่าขอบเขตตามสเปคแล้ว แสดงว่ากระบวนการผลิตนั้นมีสมรรถนะเพียงพอในทางปฏิบัติ เราจะกำหนดให้ค่าดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (PROCESS CAPABILITY INDEX ; C.P.I) ใช้สัญลักษณ์ C_P สำหรับขอบเขตสเปค 2 ด้าน

$$C_P = \frac{S_U - S_L}{6s}$$

เมื่อ S_U = ค่าขอบเขตสูงของสเปค (UPPER SPECIFICATION LIMIT)

S_L = ค่าขอบเขตต่ำของสเปค (LOWER SPECIFICATION LIMIT)

$$C_P = \frac{1.7580 - 1.7520}{6\ (0.00137)}$$

$$= 0.729927$$

สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นกับขั้นตอนการตัดปากขั้นสุดท้าย

จากการคำนวณหาค่า $\bar{x}$, s, R, Cp และค่าต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้ดังนี้

$\bar{x}$ CHART

CL = 1.7558

UCL = 1.7576

LCL = 1.7540

R CHART

CL = 0.0031

UCL = 0.0066

LCL = 0

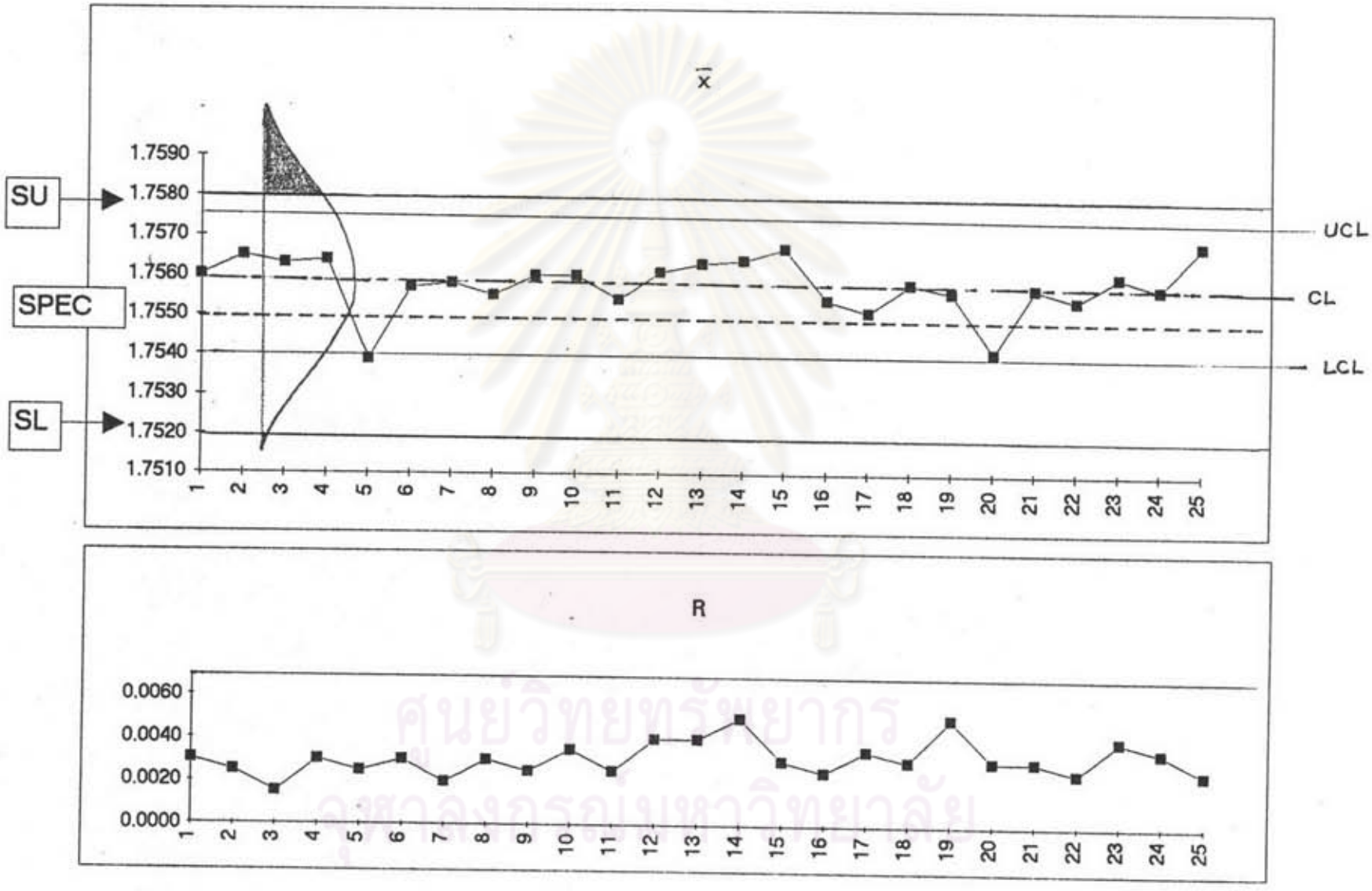
s = 0.00137

Cp = 0.729927

นำมาสร้างแผนภูมิเปรียบเทียบกับค่า S_U และ S_L ได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.21 กราฟวิเคราะห์ผลของกระบวนการ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากกราฟวิเคราะห์ได้ว่า

รูปกราฟเข้าข่ายเกณฑ์ของการเปรียบเทียบใน กรณีที่ 1 : กระบวนการผลิตไม่อยู่ในควบคุมและมีของเสียผลิตออกมา

หากพิจารณาจากค่า x จะเห็นได้ว่าอยู่สูงกว่าสเปคมาก แสดงว่าการ SET เครื่องมีข้อผิดพลาด

พิจารณาจาก ฮีสโตแกรม ในที่นี้หมายถึง กราฟซึ่งเขียนเป็นเส้นโค้งรูประฆังคว่ำจากข้อมูลของผลผลิตจากกระบวนการผลิต ซึ่งฮิสโตแกรมนี้ใช้แทนความแปรปรวนของสาเหตุต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลอันตรวจวัดได้ที่ผลผลิต ฮิสโตแกรมมีค่าเกิน S_U และ S_L ส่งผลให้ ค่า Cp มีค่าต่ำ (Hitoshi Kume , 2535)

ค่า Cp มีค่า มากกว่าหรือเท่ากับ 1.33 ถือว่าการผลิตใช้ได้ดี

ค่า Cp มีค่า อยู่ระหว่าง 1.00 กับ 1.33 ถือว่าการผลิตพอใช้ได้

ค่า Cp มีค่า ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1.00 ถือว่าการผลิตนั้นใช้ไม่ได้

ค่า Cp ที่หามาได้มีค่า 0.729927 ดังนั้นถือว่าสมรรถนะของขบวนการยังไม่ดี

นอกจากกระบวนการผลิตจะมีสาเหตุความบกพร่องที่ระบุได้แล้ว (ซึ่งต้องกำจัดออกไป) ค่าพิสัยของขอบเขตควบคุม (UCL-LCL) ยังกว้างกว่าค่าพิสัยของสเปค (S_U - S_L) ดังนั้นแม้ผลผลิตบางชิ้นจะมีค่าตกอยู่ใน UCL หรือ LCL แต่ก็อาจตกอยู่นอก S_U หรือ S_L ก็ได้ ซึ่งแสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตอันนั้นไม่ดีพอที่จะผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองสเปค ขนาดนั้น เราเรียกว่า ไม่สามารถตอบสนองหรือ IN CAPABLE หรือ NOT SATISFYING THE SPECIFICATION และเรียกกระบวนการผลิตนี้ว่า ไม่มีสมรรถนะเพียงพอ

สามารถแยกสาเหตุตาม 4M + 1E ดังนี้

MACHINCE มีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากเครื่องเก่ามาก ขาดอะไหล่เนื่องจากอะไหล่ไม่มีการผลิตแล้วในปัจจุบัน

ไม่มีการ CALIBRATE เครื่องจักรมาเป็นเวลานานเนื่องจากไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรงดังนั้น การตั้งค่าเริ่มต้น SET UP ในแต่ละวันก็ทำให้ได้ค่าที่ผิดจากความเป็นจริงได้เช่นต้องการตั้งเครื่องที่ 1.7550 แต่ สปริงอาจหย่อนหรือการทดรอบไม่เที่ยง การตั้งเครื่องที่ 1.7550 อาจจะได้ค่าจริงที่ 1.7558 ก็ได้

MAN คนไม่รู้หน้าที่ในการดูแลรักษาเครื่องจักรเนื่องจากไม่มีการกำหนด WORK INSTRUCTION อย่างชัดเจนแน่นอนว่าใครมีหน้าครอบคลุมอะไรและขาดตารางการ MAINTENANCE

คนงานขาดความรับผิดชอบในการตั้งเครื่องก่อนใช้งาน ทำให้ค่า SET UP ใน การผลิตคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

TOOLS บางครั้งใบมีดบิ่นก่อนที่จะถึงเวลาเปลี่ยน

แท่นจับมีการสั่นแม้เพียงเล็กน้อยก็มีผล เพราะงานต้องการความละเอียดสูง

การตรวจวัด ระยะเวลาในการตรวจวัดในบางขั้นตอนไม่เหมาะสมเนื่องจาก PROCEDURE เป็นของเก่ามากแล้วเหมาะสำหรับเครื่องจักรในสมัยก่อนที่ยังมีความพร้อมมากกว่านี้

ขาด INSPECTION AND TEST PLAN

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลของขั้นตอนกลึงขอบ

กรุ๊ปย่อยที่	x1	x2	x3	x4	x5	sum x	$\bar{x}$	R
1	0.0420	0.0423	0.0423	0.0395	0.0403	0.2063	0.0413	0.0028
2	0.0395	0.0393	0.0400	0.0428	0.0393	0.2008	0.0402	0.0035
3	0.0415	0.0410	0.0393	0.0415	0.0420	0.2053	0.0411	0.0027
4	0.0418	0.0400	0.0390	0.0418	0.0405	0.2030	0.0406	0.0028
5	0.0408	0.0410	0.0418	0.0420	0.0413	0.2068	0.0414	0.0012
6	0.0420	0.0418	0.0415	0.0428	0.0398	0.2078	0.0416	0.0030
7	0.0420	0.0390	0.0395	0.0430	0.0423	0.2058	0.0412	0.0040
8	0.0390	0.0400	0.0423	0.0408	0.0420	0.2040	0.0408	0.0033
9	0.0400	0.0395	0.0390	0.0398	0.0393	0.1975	0.0395	0.0010
10	0.0410	0.0403	0.0408	0.0398	0.0400	0.2018	0.0404	0.0012
11	0.0418	0.0415	0.0413	0.0410	0.0420	0.2075	0.0415	0.0010
12	0.0420	0.0413	0.0418	0.0428	0.0425	0.2103	0.0421	0.0015
13	0.0415	0.0413	0.0418	0.0420	0.0418	0.2083	0.0417	0.0007
14	0.0418	0.0430	0.0420	0.0428	0.0430	0.2125	0.0425	0.0012
15	0.0425	0.0418	0.0430	0.0423	0.0428	0.2123	0.0425	0.0012
16	0.0413	0.0410	0.0415	0.0418	0.0413	0.2068	0.0414	0.0008
17	0.0408	0.0405	0.0405	0.0400	0.0398	0.2015	0.0403	0.0010
18	0.0390	0.0390	0.0410	0.0395	0.0393	0.1978	0.0396	0.0020
19	0.0420	0.0413	0.0418	0.0415	0.0420	0.2085	0.0417	0.0007
20	0.0420	0.0413	0.0415	0.0430	0.0398	0.2075	0.0415	0.0032
21	0.0420	0.0423	0.0420	0.0410	0.0413	0.2085	0.0417	0.0013
22	0.0415	0.0423	0.0430	0.0430	0.0410	0.2108	0.0422	0.0020
23	0.0413	0.0423	0.0415	0.0418	0.0398	0.2065	0.0413	0.0025
24	0.0420	0.0423	0.0415	0.0410	0.0420	0.2088	0.0418	0.0013
25	0.0393	0.0410	0.0395	0.0390	0.0393	0.1980	0.0396	0.0020
						TOTAL	1.0288	0.0479
						$\bar{\bar{X}}$ =	0.0412	
							$\bar{R}$ =	0.0019

ตารางที่ 4.8 ตารางข้อมูลทำ $\bar{x}$-R CHART

วิเคราะห์หาสาเหตุจากเครื่องจักรในขั้นตอนการกลึงขอบ

จากข้อมูลขั้นตอนการกลึงขอบ

$\bar{\bar{x}} = 0.0412$ $\bar{R} = 0.0019$

สามารถหา s จากสูตร

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

$= 0.001162$

$\bar{x}$ CHART

CL = $\bar{\bar{x}}$ = 0.0412

UCL = $\bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$

= 0.0412 + (0.577) 0.0019

= 0.0423

LCL = $\bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$

= 0.0412 - (0.577) 0.0019

= 0.0401

R CHART

CL = $\bar{R}$ = 0.0019

UCL = $D_4\bar{R}$

= 2.115(0.0019)

= 0.00402

LCL = $D_3\bar{R}$

= 0

เนื่องจากหากกลุ่มที่เก็บข้อมูลมีค่าน้อยกว่า 7 ค่า D_3 จะมีค่าเป็น 0

หมายเหตุ ค่า A_2, D_3, D_4 ดูตารางสัมประสิทธิ์ $\bar{x}$-R CHART ในภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำนวณหาดัชนีสมรรถนะของกระบวนการกลึงขอบ

$$C_P = \frac{S_U - S_L}{6s}$$

เมื่อ S_U = ค่าขอบเขตสูงของ สเป็ค (UPPER SPECIFICATION LIMIT)

S_L = ค่าขอบเขตต่ำของ สเป็ค (LOWER SPECIFICATION LIMIT)

$$C_P = \frac{0.043 - 0.039}{6\ (0.001162)}$$

$$= 0.5738$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นกับขั้นตอนการกลึงขอบจานท้าย

จากการคำนวณหาค่า $\bar{x}$, s, R, Cp และค่าต่างๆที่เกี่ยวข้อง ได้ดังนี้

$\bar{x}$ CHART

CL = 0.0412

UCL = 0.0423

LCL = 0.0401

R CHART

CL = 0.0019

UCL = 0.00402

LCL = 0

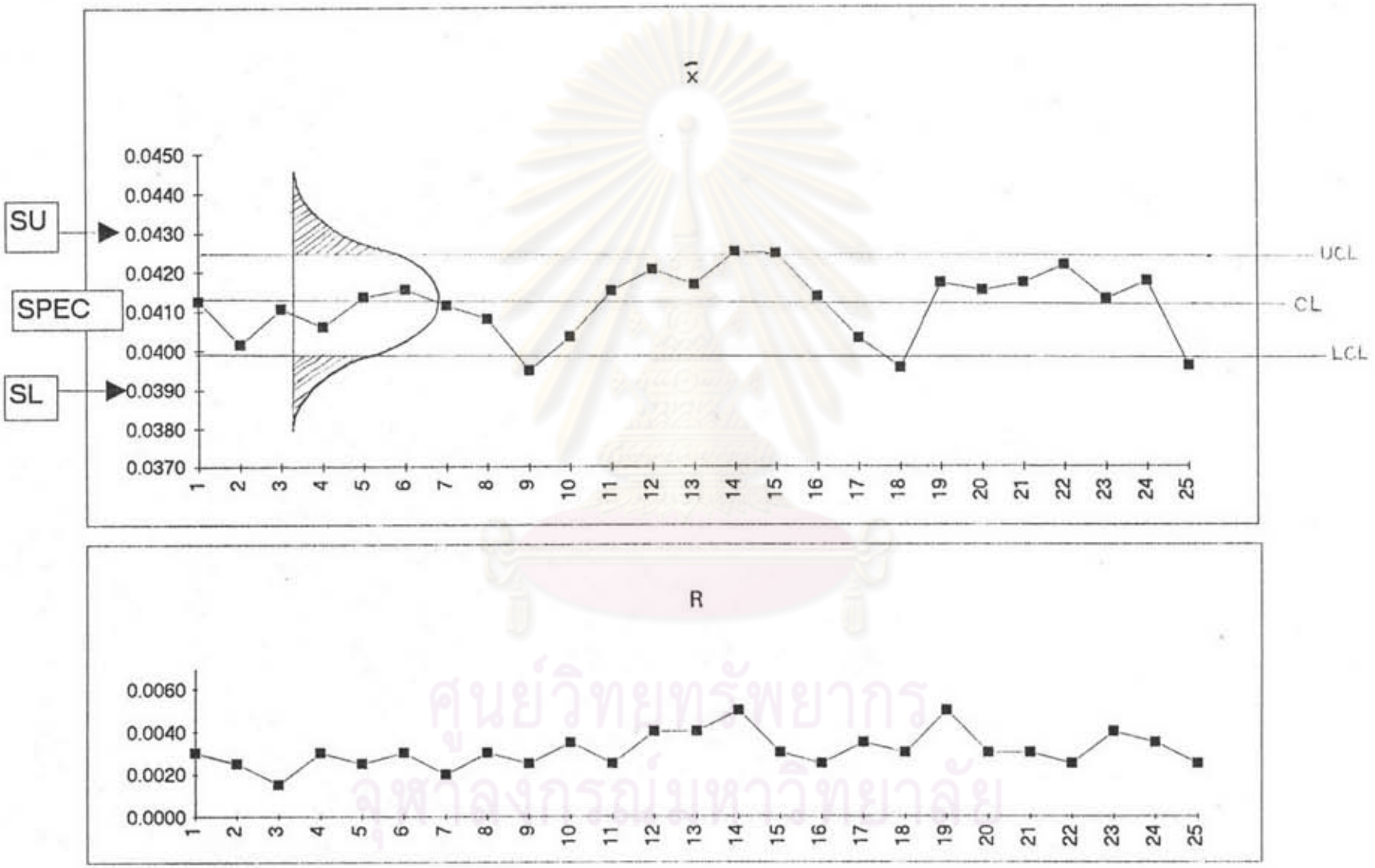
s = 0.001162

Cp = 0.5738

นำมาสร้างแผนภูมิเปรียบเทียบกับค่า S_U และ S_L ได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.22 $\bar{x}$-R CHART



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากกราฟวิเคราะห์ได้ว่า

รูปกราฟเข้าข่ายเกณฑ์ของการเปรียบเทียบใน กรณีที่ 1 : กระบวนการผลิตไม่อยู่ในควบคุมและมีของเสียผลิตออกมา

จากรูปกราฟแสดงให้เห็นว่ามีการเดินเครื่องแบบผิดปกติเป็นแบบวัฏจักร

พิจารณาจาก ฮิสโตแกรม ในที่นี้หมายถึง กราฟซึ่งเขียนเป็นเส้นโค้งรูประฆังคว่ำจากข้อมูลของผลผลิตจากกระบวนการผลิต ซึ่งฮิสโตแกรมนี้ใช้แทนความแปรปรวนของสาเหตุต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลอันตรวจวัดได้ที่ผลผลิต ฮิสโตแกรมมีค่าเกิน S_U และ S_L ส่งผลให้ ค่า Cp มีค่าต่ำ

ค่า Cp มีค่า มากกว่าหรือเท่ากับ 1.33 ถือว่าการผลิตใช้ได้ดี

ค่า Cp มีค่า อยู่ระหว่าง 1.00 กับ 1.33 ถือว่าการผลิตพอใช้ได้

ค่า Cp มีค่า ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1.00 ถือว่าการผลิตนั้นใช้ไม่ได้

ค่า Cp ที่หามาได้มีค่า 0.5738 ดังนั้นถือว่าสมรรถนะของขบวนการยังไม่ดี

นอกจากกระบวนการผลิตจะมีสาเหตุความบกพร่องที่ระบุได้แล้ว (ซึ่งต้องกำจัดออกไป) ค่าพิสัยของขอบเขตควบคุม (UCL-LCL) ยังกว้างกว่าค่าพิสัยของสเป็ค (S_U - S_L) ดังนั้นแม้ผลผลิตบางชิ้นจะมีค่าตกอยู่ใน UCL หรือ LCL แต่ก็อาจตกอยู่นอก S_U หรือ S_L ก็ได้ ซึ่งแสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตอันนั้นไม่ดีพอที่จะผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองสเป็ค ขนาดนั้น เราเรียกว่า ไม่สามารถตอบสนองหรือ IN CAPABLE หรือ NOT SATISFYING THE SPECIFICATION และเรียกกระบวนการผลิตนี้ว่า ไม่มีสมรรถนะเพียงพอ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลของขั้นตอนรวมปาก

กรุ๊ปย่อยที่	ขนาดของกรุปย่อย	sum x
1	100	2
2	100	1
3	100	0
4	100	2
5	100	2
6	100	0
7	100	0
8	100	2
9	100	2
10	100	2
11	100	7
12	100	8
13	100	1
14	100	0
15	100	0
16	100	1
17	100	2
18	100	6
19	100	2
20	100	0
21	100	0
22	100	1
23	100	4
24	100	2
25	100	1
TOTAL	2500	48

ตารางที่ 4.9 ตารางข้อมูลทำ pn CHART

สร้างแผนภูมิควบคุม PN CHART ในขั้นตอนรวมปาก

จากข้อมูลขั้นตอนการรวมปาก

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{k \times n}$$

$$\bar{p} = \frac{48}{25 \times 100}$$

$\bar{p} = 0.0192$

pn CHART

$CL = \bar{pn} = 1.92$

$UCL = \bar{pn} + 3\sqrt{\bar{pn}(1 - \bar{p})}$

$= 1.92 + 3\sqrt{1.92(1 - 0.0192)}$

$= 6.0368$

$LCL = \bar{pn} - 3\sqrt{\bar{pn}(1 - \bar{p})}$

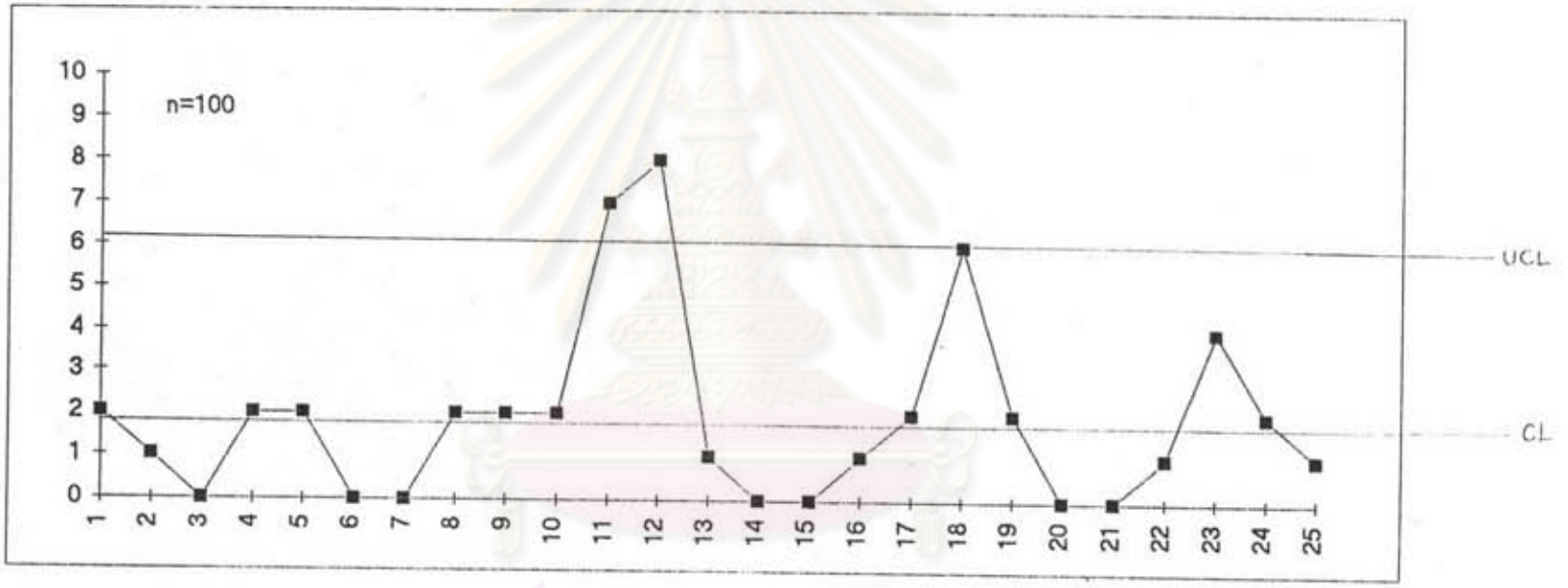
$= 1.92 - 3\sqrt{1.92(1 - 0.0192)}$

$= -2.1968$ (ค่าติดลบไม่ใช้)

จากกราฟแผนภูมิควบคุมนี้สามารถนำไปใช้เป็นแผนภูมิควบคุมเบื้องต้นได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.23 pn CHART



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์สาเหตุ แต่ละขั้นตอนเพื่อวางแผน INSPECTION AND TEST PLAN

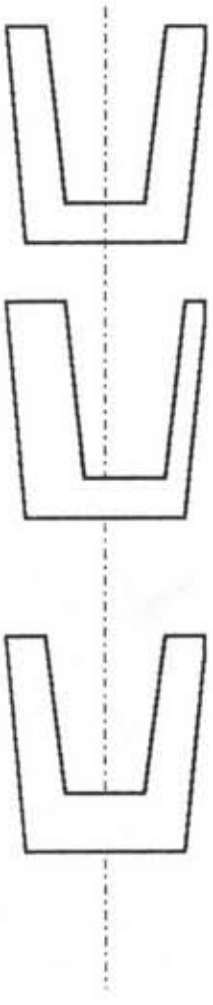
อัด 1

รูปที่ 4.24 แสดงของเสียจากขั้นตอน อัด 1

1. เกิดจากตัวตอกไม่อยู่ในแนวที่กำหนด
2. เกิดจากตัวตอกลงมาไม่ถึงจุดที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัด 2



ปกติ

1. ความหนาผนังข้างต่างกันเกิน 0.0035 *

2. ความหนาฐานไม่ได้ตามกำหนด

3. ความหนาผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด

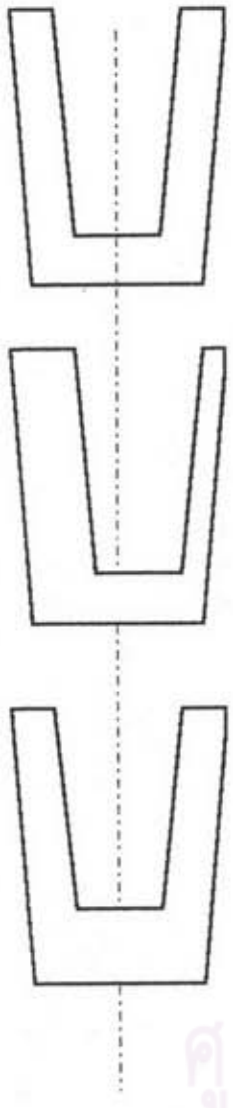
รูปที่ 4.25 แสดงของเสียจากขั้นตอน อัด 2

1. เกิดจากตัวตอกไม่อยู่ในแนวที่กำหนด

2 , 3. เกิดจากตัวตอกลงมาไม่ถึงจุดที่กำหนดทำให้ความหนาฐานและผนังข้างไม่เป็นไปตามที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัด 3



ปกติ

1. ความหนาผนังข้างต่างกันเกิน 0.002 "

2. ความหนาฐานไม่ได้ตามกำหนด

3. ความหนาผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด

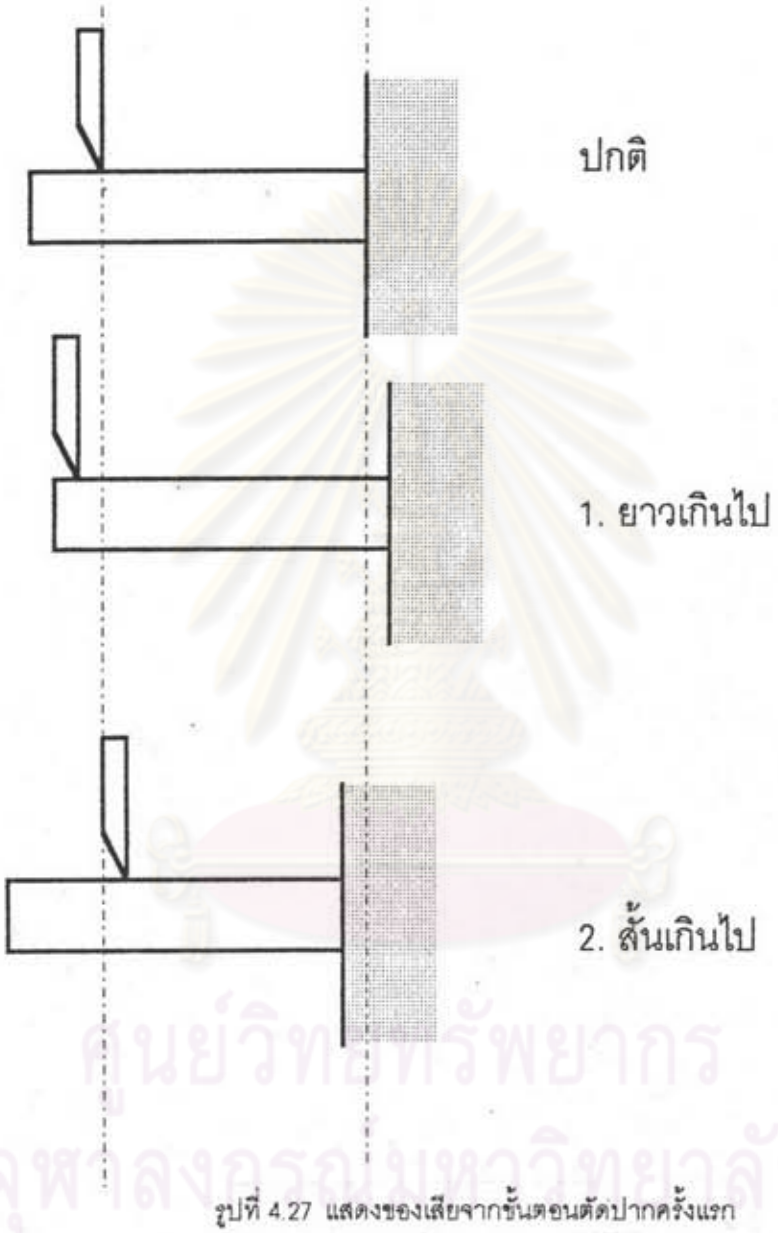
รูปที่ 4.26 แสดงของเสียจากขั้นตอน อัด 3

1. เกิดจากตัวตอกไม่อยู่ในแนวที่กำหนด

2 , 3. เกิดจากตัวตอกลงมาไม่ถึงจุดที่กำหนดทำให้ความหนาฐานและผนังข้างไม่เป็นไปตามที่กำหนด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัดปากครั้งแรก

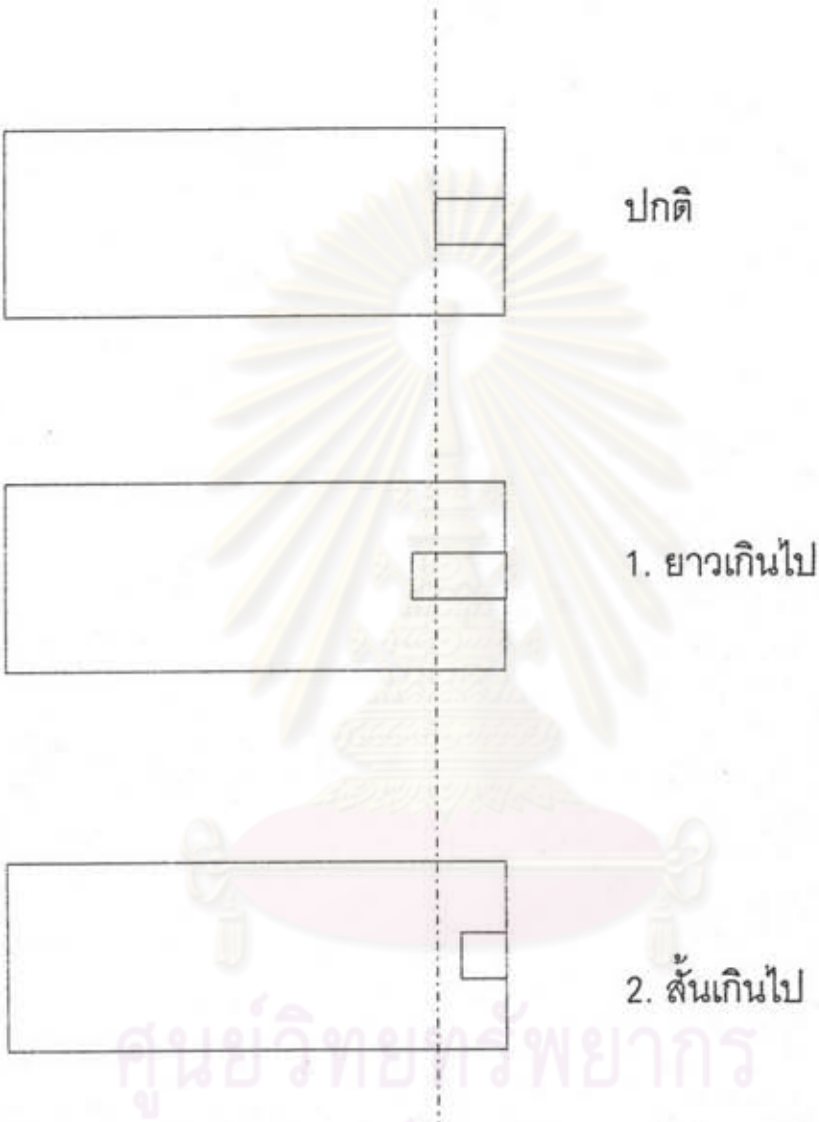


รูปที่ 4.27 แสดงของเสียจากขั้นตอนตัดปากครั้งแรก

1. เกิดจาก
   1.1 STOPPER เลื่อนออก
   1.2 มีดเลื่อนออก
2. เกิดจาก
   2.1 STOPPER เลื่อนเข้า
   2.2 มีดเลื่อนเข้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เจาะช่องชนวน

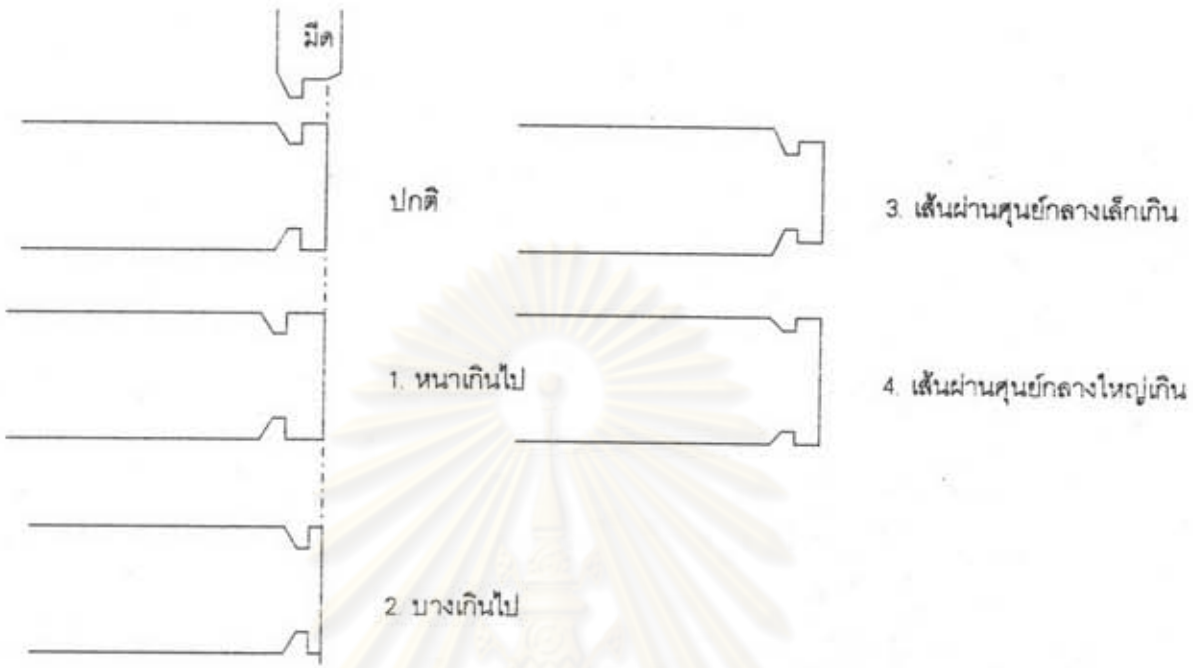


รูปที่ 4.28 แสดงของเสียจากขั้นตอนเจาะช่องชนวน

1. เกิดจากสว่านเข้าตื้นเกินไป
2. เกิดจากสว่านเข้าลึกเกินไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลิ้งขอบจานท้าย



รูปที่ 4.29 แสดงของเสียจากขั้นตอนกลิ้งขอบจานท้าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. เกิดจากใบมีดเลื่อนออกขวา
2. เกิดจากใบมีดเลื่อนออกซ้าย
3. เกิดจากใบมีดเลื่อนเข้า
4. เกิดจากใบมีดเลื่อนออก

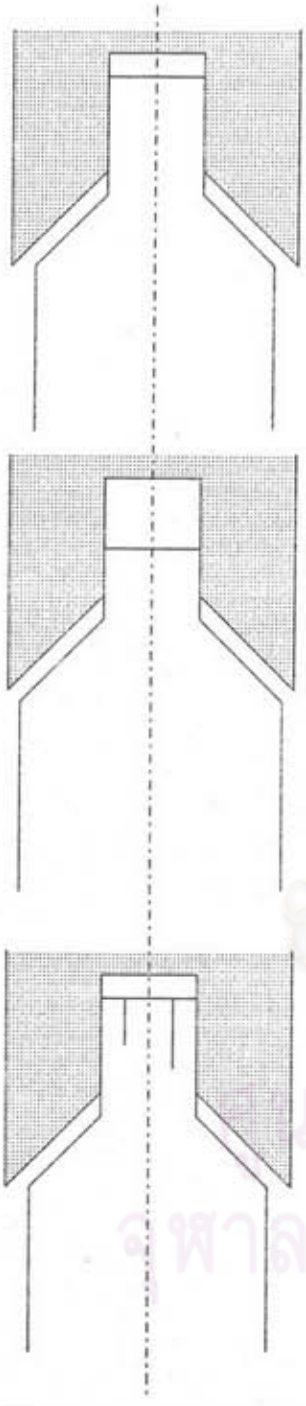
เผาตัวปลอก

รูปที่ 4.30 แสดงของเสียจากขั้นตอนเผาตัวปลอก

1. เกิดจากการตั้งอุณหภูมิคลาดเคลื่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รวมปากปลอก



ปกติ

1. ช่วงบ่าถึงจานท้ายยาวเกิน (ปากสั้นเกินไป)

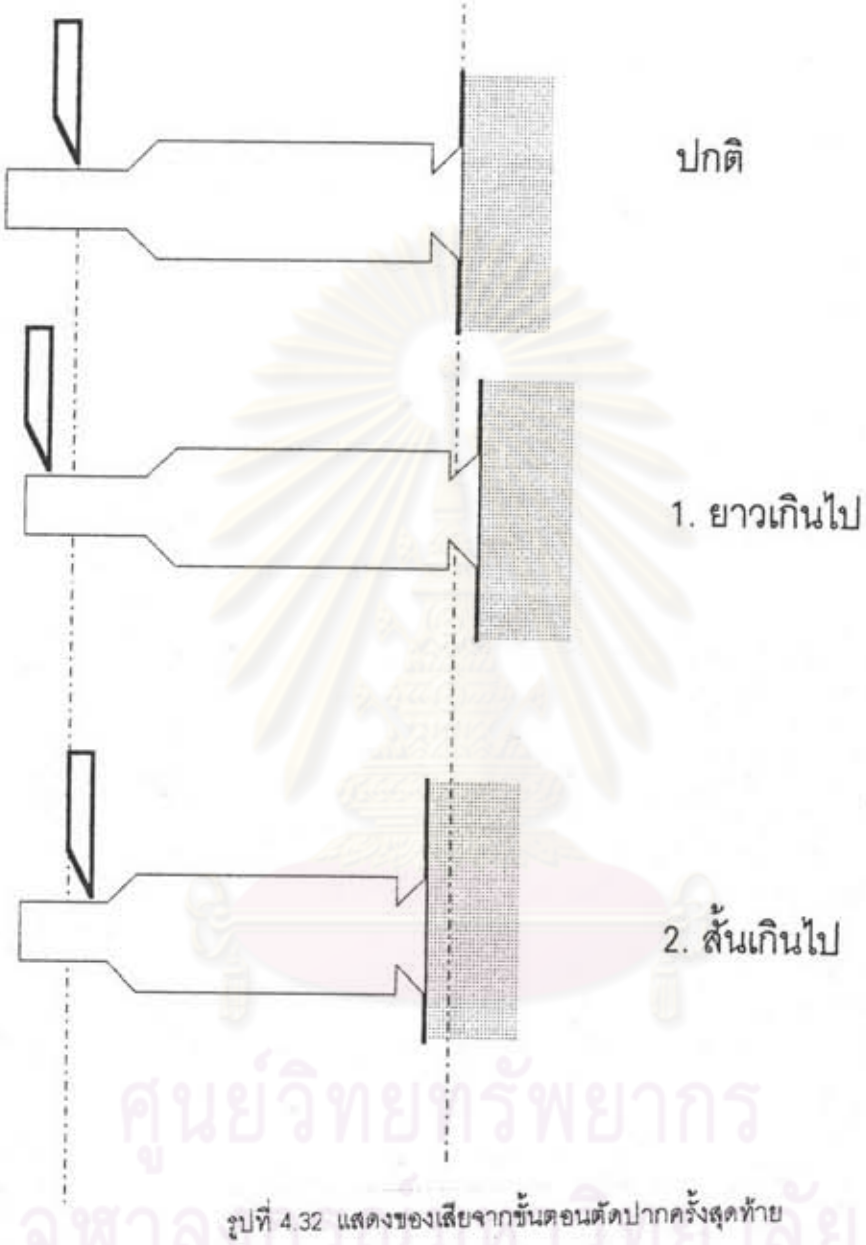
2. ปากเป็นจีบ

รูปที่ 4.31 แสดงของเสียจากขั้นตอนรวมปากปลอก

1. เกิดจากปลอกใหญ่เกินไป
2. เกิดจากปลอกอ่อนคุณสมบัติของปลอกไม่ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัดปากครั้งสุดท้าย



รูปที่ 4.32 แสดงของเสียจากขั้นตอนตัดปากครั้งสุดท้าย

1. เกิดจาก
   1.1 STOPPER เลื่อนออก
   1.2 มีดเลื่อนออก
2. เกิดจาก
   2.1 STOPPER เลื่อนเข้า
   2.2 มีดเลื่อนเข้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตรวจขนาดและชั่งน้ำหนัก

1. น้ำหนักไม่ได้มาตรฐาน

2. ขนาดไม่ได้มาตรฐาน

รูปที่ 4.33 แสดงของเสียจากขั้นตอนตรวจขนาดและชั่งน้ำหนัก

1. เกิดจากดินปืนใส่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป
2. เนื่องจากการหลุดมาจากขั้นตอนต่างๆ ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่าเกิดจากขั้นตอนใด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การแก้ไข

ขั้นตอน	ลักษณะที่พบบ่อย	ผลการวิเคราะห์	การแก้ไข
อัด 1	1. ความหนาของผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด 2. ความหนาที่ฐานไม่ได้ตามกำหนด	- ตัวตอกไม่อยู่ในแนวที่กำหนด - ตัวตอกลงมาไม่ถึงจุดที่กำหนด	- ตั้งเครื่องมือให้อยู่ในแนวที่กำหนด - ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร
อัด 2	1. ความหนาของผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด 2. ความหนาที่ฐานไม่ได้ตามกำหนด 3. ความแตกต่างของผนังข้างเกิน .0035"	- ตัวตอกไม่อยู่ในแนวที่กำหนด - ตัวตอกลงมาไม่ถึงจุดที่กำหนด	- ตั้งเครื่องมือให้อยู่ในแนวที่กำหนด - ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร
อัด 3	1. ความหนาของผนังข้างไม่ได้ตามกำหนด 2. ความหนาที่ฐานไม่ได้ตามกำหนด 3. ความแตกต่างของผนังข้างเกิน .002"	- ตัวตอกไม่อยู่ในแนวที่กำหนด - ตัวตอกลงมาไม่ถึงจุดที่กำหนด	- ตั้งเครื่องมือให้อยู่ในแนวที่กำหนด - ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร
ตัดปากครั้งแรก	1. ความยาวไม่ได้ขนาด	- STOPPER ยึดไม่แน่น - ตัวยึดมีดตัดไม่แน่น	- ทำการตรวจวัดสม่ำเสมอ - ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร
เจาะช่องชนวน	1. ความลึกของช่องชนวนไม่ได้ขนาด	- ตัวยึดเสว่านไม่แน่น	- ทำการตรวจวัดสม่ำเสมอ - ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร
กลึงขอบจานท้าย	1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจานท้ายปลอกไม่ได้ขนาด	- ตัวจับใบมีดไม่แน่นและไม่อยู่ในแนวที่กำหนด	- ตั้งเครื่องมือให้อยู่ในแนวที่กำหนด - ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร
เผาตัวปลอก	1. ความแข็งไม่ได้ขนาด	- อุณหภูมิคลาดเคลื่อน	- ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร

ตารางที่ 4.10 การแก้ไข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอน	ลักษณะที่พบมาก	ผลการวิเคราะห์	การแก้ไข
รวมปากปลอก	1. ปากปลอกเป็นจีบ	- ปลอกไม่ได้ขนาด - คุณสมบัติของปลอกไม่ดีเนื่องจากน้ำยาเคลือบบางเกินไป	- แก้ที่การผสมน้ำยาให้มีความเข้มข้นตามที่กำหนด
ตัดปากครั้งสุดท้าย	1. ความยาวไม่ได้ขนาด	- STOPPER ยึดไม่แน่น - ตัวยึดมีดตัดไม่แน่น	- ทำการตรวจวัดสม่ำเสมอ - ทำการ CALIBRATE เครื่องจักร
ตรวจขนาด + ชั่งน.น.	1. น.น. ไม่ได้มาตรฐาน 2. ขนาดไม่ได้มาตรฐาน	- ดินปั้นใส่มากเกินไป - สาเหตุเกิดจากขั้นตอนอื่น	- แก้ที่การผลิตก่อนหน้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย