

การปรับปรุงกระบวนการผลิตตัดตั้งทูลส์ความเที่ยงตรงสูง

Improving the production process of high precision cutting tools

สุทัศน์ พรหมนัส^{1*}, อรรถชัย ชาญศิลป์¹, สมนึก กมฺพพิมาน¹
ชานนท์ มุลวรรณ², วีรญา กรทิพย์², สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ³

¹ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

³ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหการเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาเจียรไนขึ้นรูปชิ้นงาน Hollow tools ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร โดยนำหลักการ ECRS ปรับปรุงการทำงานโดยจัดลำดับการทำงาน มีงานเลือกใช้หินเจียรไนร่องคายเศษ ชนิด D64 ขนาด ๑ 50 มิลลิเมตร เกิดการตัดเฉือนจำนวน 13 ครั้งต่อคมตัดหลังปรับปรุง จำนวนลดลงเป็น 10 ครั้งต่อคมตัด โดยเปลี่ยนหินเจียรไนให้มีส่วนโค้งบริเวณขอบล้อหินเจียรไนการตัดเฉือนเพื่อลดภาระในขณะขึ้นรูปใช้ความเร็ว 3,400 รอบต่อนาที อัตราป้อน 35 มิลลิเมตรต่อรอบ สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อหินเจียรไน 90,000 บาท ลดลงเป็น 62,400 บาท และลดต้นทุนจากการขัดข้องของเครื่องจักรคิดเป็น 10,140 บาท เวลาเฉลี่ยในการเจียรไนร่องคายเศษ จากเดิม 36.46 นาทีต่อชิ้น ลดลงเป็น 11.98 นาทีต่อชิ้น หรือร้อยละ 9.88 %

คำสำคัญ : ตัดตั้งทูล, ทังสเตนคาร์ไบด์, โพลีคริสตัลไลน์ไดมอนด์, การลดเวลา, การเจียรไน, Hollow tools

Abstract

This project aims to reduce the grinding time for forming hollow tools with a diameter of 16 mm by applying the ECRS principle, improving work by sequencing work There is a selection of grinding stones, chip breaker type D64. Size ๑ 50 mm, 13 cuts per cutting edge, after adjustment the number is reduced to 10 per cutting edge. by changing the grinding stone to have an arc on the edge of the grinding wheel, the cutting process reduces the load while forming, using a speed of 3,400 rpm, and a feed rate of 35 mm per revolution. Can reduce the cost of ordering a grinding stone 90,000 baht, reduced to 62,400 baht and reduce the cost of machine failure, accounting for 10,140 baht. The average time for grinding the grooves from the original 36.46 minutes per piece, reduced to 11.98 minutes per piece or 9.88%

Keywords: Cutting Tool, Tungsten Carbide, Polycrystalline Diamond, Reducing grinding time, Hollow tools

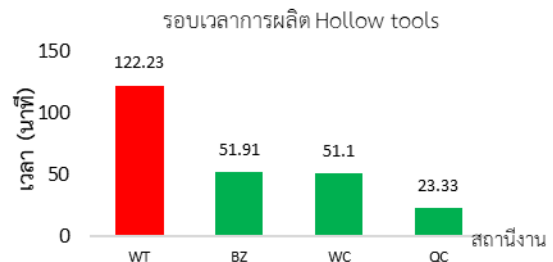
1. บทนำ (Introduction)

การผลิตคัตติ้งทูลชนิด Hollow tools ขนาด \varnothing 16 ความยาว 60 มิลลิเมตร ซึ่งได้ออกแบบมาเพื่อใช้กับงานที่มีความเที่ยงตรงสูงโดยเฉพาะการผลิตชิ้นส่วน ฮาร์ด ดิสก์ ไดรฟ์ (HDD) ที่มีความต้องการสินค้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตคัตติ้งทูลมีการขยายตัวตามไปด้วยภายใต้สภาวะต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น มีข้อมูลการสั่งซื้อ ในช่วงเดือนเมษายน - กันยายน พ.ศ. 2565 จำนวน 687 ชิ้น คิดเป็น 45.8 % ของชิ้นงานนี้ ซึ่งมีรอบเวลาในการผลิตที่สูงต่อหน่วยทำให้ผู้ผลิตมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตในด้านเวลาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และลดต้นทุนการผลิต โดยวัสดุที่ใช้มีอยู่ 2 อย่าง คือ tungsten carbide (A) ใช้ทำส่วนของ Body และ Polycrystalline Diamond (B) ใช้เป็นคมตัด ดังภาพที่ 1



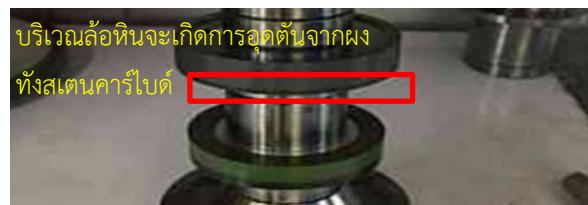
ภาพที่ 1 คัตติ้งทูลชนิด Hollow tools

ในกระบวนการผลิตพบว่าใช้เวลารวมทั้งหมด 248.57 นาทีต่อหน่วย ประสิทธิภาพสายการผลิตเท่ากับ 50.84% โดยสถานีนงานที่ใช้รอบเวลามากที่สุดคือสถานีนงาน (WT) ขั้นตอนที่ 5 คือการเจียรระโนชิ้นรูปแบบอัตโนมัติ ด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซี Walter Grinding โดยใช้รอบเวลาในการผลิตเท่ากับ 36.46 นาที คิดเป็น 33.14% ของกระบวนการผลิต Body Hollow tools และใช้เวลารวมทั้งหมดในกระบวนการเท่ากับ 122.23 นาทีต่อชิ้น ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รอบเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีนงาน

ในขั้นตอนที่ 5 การขึ้นรูปร่างคายเศษหยาบ ใช้หิน ชนิด D64 ขนาด \varnothing 50 มิลลิเมตร จำนวนการตัดเฉือน 13 ครั้งต่อคมตัด การเจียรระโนชิ้นงาน 3 ชิ้น บริเวณล้อยินจะเกิดการเสียดสีกับแท่งคาร์ไบด์ และไม่สามารถใช้งานต่อได้ ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการลัพท์หน้าหิน เพื่อที่จะเอาผงทั้งสแตนคาร์ไบด์ที่หลุดตันออก ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 บริเวณล้อยินเกิดการหลุดตันจากผงทั้งสแตนคาร์ไบด์

จากภาพที่ 3 เมื่อบริเวณล้อยินเกิดการหลุดตันจากผงทั้งสแตนคาร์ไบด์จะส่งผลทำให้เกิด [1,2] การเสียดสีระหว่างล้อยินกับชิ้นงานจนเกิดความร้อน ผลที่ตามมาคือผิวของชิ้นงานหลังจากการเจียรระโนชิ้นรูปนั้นจะเกิดผิวไหม้บนร่องคายเศษ ดังภาพที่ 4



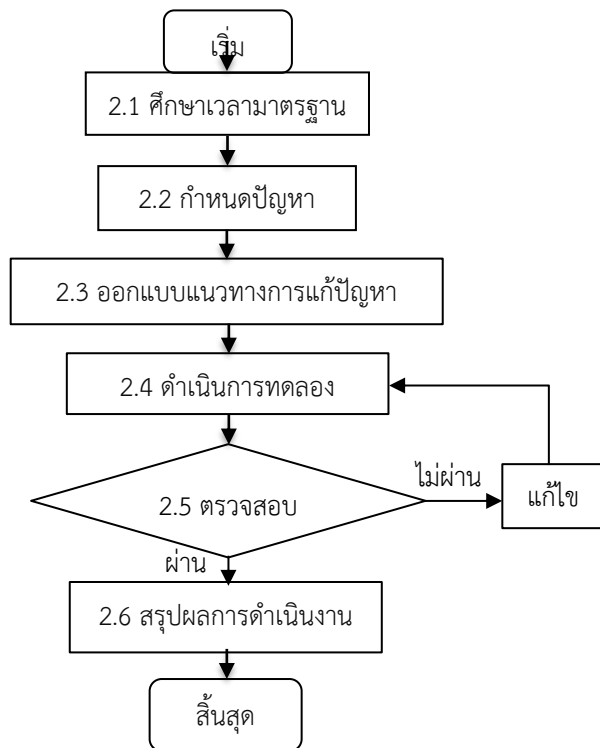
ภาพที่ 4 ผิวไหม้หลังจากการเจียรระโน

ดังนั้นจึงจำเป็นสำหรับการลดเวลาในขั้นตอนการเจียรระโนชิ้นรูปจากเดิมใช้หินเจียรระโนชนิด D64 ขนาด \varnothing 50 มิลลิเมตร จำนวนการตัดเฉือน 13 ครั้งต่อคมตัด สามารถลดให้เหลือ 10 ครั้งต่อหนึ่งฟัน โดยการนำหลักการ ECRS มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้น [3] การเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Change the Sequence of Operation or Rearrange)

ลำดับขั้นตอนในการทำงานมักจะเกิดมาจากความคุ้นชินที่จะทำแบบเดิมของพนักงานแต่หาใช้วิธีในการตั้งคำถามเพื่อดูลำดับการทำงานเพื่อการจัดหรือโยกย้ายลำดับของขั้นตอนการผลิตใหม่ให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดความง่าย ความรวดเร็ว ความสะดวกในการปฏิบัติงาน การทำงานมักจะเหลือขั้นตอนที่มีความสำคัญมีความจำเป็นมีความยากและมีความลำบากในการปฏิบัติงาน แต่อาจจะจะมีวิธีที่สามารถตัดแปลงหรือพลิกแพลงในการทำงานนั้นๆ ได้ง่ายขึ้น

ดังนั้นโครงการนี้จึงมีเป้าหมายในการนำเอาหลักการแก้ไขปัญหา ECRS มาใช้ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตเพื่อการจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange), การทำให้ง่าย (Simplify) มาใช้ในกระบวนการผลิตตัดตั้งทุกลความเที่ยงตรงสูงชนิด Hollow tools นี้ให้เวลาในการผลิตลดลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตตามเป้าหมายที่วางไว้

2. วิธีการวิจัย (Methodology)



ภาพที่ 5 กระบวนการผลิต Hollow tools

2.1 ศึกษาเวลามาตรฐาน

การคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต (ปัจจุบัน)

ตารางที่ 1 การคำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต

สถานีผลิต	เวลายามาตรฐาน (นาที)	เวลาที่เสียไปต่อหน่วย (นาที)
1.สถานีงานเจียรในขั้นรูปอัดโนมิติ (WALTER)	122.23	-
2.สถานีเชื่อม (BZ)	51.91	70.32
3.สถานีงานตัด PCD (WC)	51.1	71.13
4.สถานีงานตรวจสอบและบรรจุ (QC)	23.33	98.9
รอบเวลาผลิตของสถานีงานเท่ากับ 122.23 นาที		

ประสิทธิภาพสายการผลิต

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพ} &= ((\text{ผลรวมของเวลายามาตรฐานในแต่ละสายการผลิต}) / ((\text{รอบเวลาการผลิต}) \times (\text{จำนวนสถานี}))) \times 100 \\ &= ((248.57) / ((122.23) \times (4))) \times 100 \\ &= 50.84 \% \end{aligned}$$

จากตารางที่ 1 แสดงเวลาในสายการผลิต การคำนวณเวลายามาตรฐานและหาประสิทธิภาพสายการผลิต เป็นการแสดงความสมดุลของสายการผลิต (Line Balancing) มีประสิทธิภาพ 50.84 % พบว่าสถานีงานที่ใช้เวลาในการผลิตต่อชิ้นน้อยที่สุดคือ สถานีงาน (QC) ใช้เวลา 23.33 นาทีต่อชิ้น สถานีงานที่ใช้เวลาในการผลิตต่อชิ้นนานที่สุดคือสถานีงาน (WT) ใช้เวลา 122.23 นาทีต่อชิ้น ดังนั้นปัญหาของสายการผลิตคือ สถานีงานที่ 1 (WT) แสดงเวลายามาตรฐานได้ดังนี้

กำหนดเวลาเพื่อและเวลายามาตรฐาน

1. เวลาเพื่อกิจส่วนตัวของพนักงาน 2.5 %
2. เวลาเพื่อความเมื่อยล้าของพนักงาน 2.5 %
3. เวลาเพื่อความล่าช้า 5.0 %

รวมเวลาเพื่อ เท่ากับ 10 %

$$\begin{aligned} \text{1. เวลาปกติ} &= \text{เวลาเลือก} \times (\text{ค่าสเกล}) / 100 ; \text{ค่าสเกลเท่ากับ } 100 \\ \text{คือ อัตราการทำงานปกติ} &= 6,600.78 \times (100) / 100 = 6,600.78 \text{ วินาที} \\ \text{2. การหาเวลายามาตรฐานต่องาน 1 ชิ้น (เวลาปกติ} &\times 100\%) / (100\% - \% \text{เวลาเพื่อ)} = (6,600.78 \times 100\%) / (100\% - 10\%) = 7,334.2 \text{ วินาที} \\ \text{เปลี่ยนจากวินาทีให้เป็นนาที} &= 122.23 \text{ นาทีต่อชิ้น} \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพสายการผลิต WT ก่อนปรับปรุง

$$\text{อัตราการผลิต} = \frac{\text{เวลาการผลิต}}{\text{รอบการผลิต}}$$

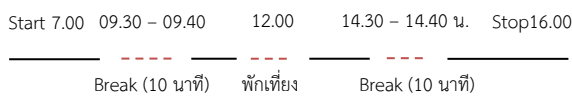
$$\text{อัตราการผลิตต่อชั่วโมง} = \frac{60}{122.23} = 0.49 \text{ หน่วย/ชั่วโมง}$$

$$\text{อัตราการผลิตต่อวัน} = \frac{460}{122.23} = 3.76 \text{ หน่วย/ชั่วโมง ใน 1 วันทำงาน 460 นาที}$$

$$\text{อัตราการผลิตต่อเดือน} = \frac{11,960}{122.23} = 97.84 \text{ หน่วย/ชั่วโมง ใน 1 เดือนทำงาน 26 วัน}$$

2.1.1 ประสิทธิภาพของเครื่องจักร (OEE) [4]

เวลามาตรฐานที่ได้จากการปรับปรุง



2.1.2 อัตราการเดินเครื่อง

$$= \frac{(\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลา Breakdown})}{(\text{เวลารับภาระงาน})} \times 100$$

$$= \frac{(460 - 20)}{(460)} \times 100$$

$$= 95.65 \%$$

2.1.3 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง

$$= \frac{(\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{ปริมาณการผลิตทั้งหมด})}{(\text{เวลาเดินเครื่อง})} \times 100$$

$$= \frac{(122.23 \text{ นาที/ชิ้น} \times 3.76 \text{ ชิ้น})}{(460)} \times 100$$

$$= 100\%$$

2.1.4 อัตราคุณภาพ

$$= \frac{(\text{ปริมาณการผลิตทั้งหมด} - \text{ปริมาณของเสีย})}{(\text{ปริมาณการผลิตทั้งหมด})} \times 100$$

$$= \frac{(3.76 - 0)}{(3.76)} \times 100$$

$$= 100\%$$

2.1.5 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

$$= (\text{อัตราเดินเครื่อง} \times \text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง}) \times (\text{อัตราคุณภาพ}) \times 100$$

$$= (0.957 \times 0.973) \times (1.00) \times 100$$

$$= 95.5\%$$

ต้นทุนการผลิตชิ้นตอนเจียรระไนก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ต้นทุนการซื้ออุปกรณ์เจียรระไนวัสดุ [5]

ค่าใช้จ่าย	ราคา/หน่วย (บาท)	จำนวน/เดือน (ชิ้น)	ยอดรวม/เดือน (บาท)	ยอดรวม 6 เดือน (บาท)
ค่าหินเจียรในเพชร	2,4000/ก้อน	1ก้อน/2เดือน	48,000บาท	72,000
หินลิทซ์	300/ก้อน	10ก้อน/เดือน	3,000บาท	18,000
ค่าแรง	500/วัน	12,000/เดือน	1,200	72,000
ค่าเวลาเครื่องจักรที่ใช้ไป	11,960 บาท/วัน	-	310,960บาท	1,865,760
ค่าน้ำมันเจียรระไน	5,000/ถัง	1ถัง	5,000บาท	5,000
เศษผ้า	500/ถุง	1ถุง/2เดือน	500บาท	3,000
ค่าอื่นๆ	-	3	30บาท	180
รวม				2,035,940

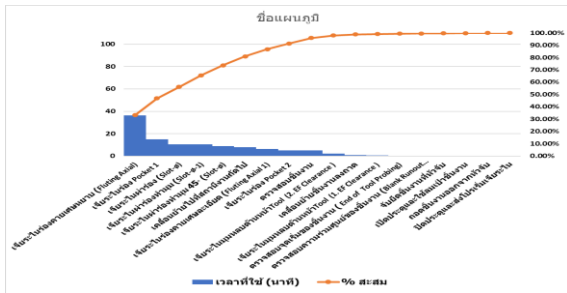
2.2 กำหนดปัญหา

จากภาพที่ 6 แสดงเวลาในสายการผลิต การคำนวณเวลามาตรฐาน พบว่าใช้เวลาในกระบวนการนานถึง 122.23 นาทีต่อชิ้น จึงได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการไหลของงานดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขั้นตอนงานย่อยสถานีงาน WT [6]

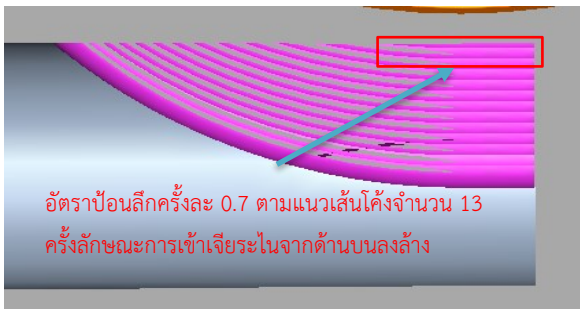
แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)				
		สรุป		
		ปฏิบัติงาน	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
รหัสสินค้า	ปฏิบัติงาน	9	9	
กรรมวิธี: (Hollow tools Prod - 0165)	เคลื่อนย้าย	2	2	
□ ปัจจุบัน □ เปรียบเทียบ	การรอคอย	4	4	
คำแนะที่ดึง: บริษัท แอสเซมบลีเทคโนโลยี จำกัด (มหาชน)	ตรวจสอบ	3	3	
ผู้บันทึก: นายวรชัช ชานศิริณี	การบริการลูกค้า	0	0	
ผู้อนุมัติ:	ระยะเวลา (เมตร)	7.5	7.5	
	เวลา (นาที)	110.013 นาที	98.03 นาที	
ขั้นตอน	จำนวน	ระยะเวลา (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์
1.จับได้ชิ้นงานที่ตัดจับ	-	-	0.16	●
2.ปิดประตูและตั้งโปรแกรมเวลาดึง	-	-	0.083	→
3.ตรวจสอบชิ้นงานในช่องชิ้นงาน	1 ชิ้น	-	0.22	○
4.ตรวจสอบความพร้อมของชิ้นงาน	1 ชิ้น	-	0.17	○
5.การเจียรในร่องสายเคเบิล (Fluting Axial)	1 ชิ้น	-	36.46	▭
6.เจียรในร่องสายเคเบิล (Fluting Axial 1)	1 ชิ้น	-	6.44	▭
7.เจียรในร่องพาด้านหน้า Tool (2. EF Clearance)	1 ชิ้น	-	2.22	▭
8.เจียรในร่องพาด้านหน้า Tool (1. EF Clearance)	1 ชิ้น	-	0.39	▭
9.เจียรในร่อง (Slot-๑)	1 ชิ้น	-	10.33	▭
10.เจียรในร่องพาด้านหน้า (Slot-๑-1)	1 ชิ้น	-	10.31	▭
11.เจียรในร่องพาด้านหน้า 45° (Slot-๑)	1 ชิ้น	-	8.91	▭
12.เจียรในร่อง Pocket 1	1 ชิ้น	-	15	▭
13.เจียรในร่อง Pocket 2	1 ชิ้น	-	5	▭
14.เปิดประตูและหยิบแม่พิมพ์ชิ้นงาน	1 ชิ้น	-	0.16	○
15.ถอดชิ้นงานออกจากตัวจับ	1 ชิ้น	-	0.16	○
16.ตรวจสอบชิ้นงาน	1 ชิ้น	2	5	○
17.เคลื่อนย้ายชิ้นงานลงถาด	1 ชิ้น	0.5	1	○
18.เคลื่อนย้ายชิ้นงานจากถาดไป	10 ชิ้น	5	8	○

สรุปขั้นตอนการเจียรระไนชิ้นงาน มีทั้งหมด 18 ขั้นตอนใช้เวลาทั้งหมด 122.23 นาที



ภาพที่ 6 ภาพแผนภูมิพาราโตแสดงเปอร์เซ็นต์เวลาที่ใช้ในขั้นตอนการเจียรระโนขึ้นรูป Hollow tools

จากตารางที่ 3 ปัญหาหลักที่ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตคือขั้นตอนที่ 5 โดยการผลิตใช้หิน ชนิด D64 ขนาด ๑ 50 จำนวนการตัดเฉือน 13 ครั้งในหนึ่งคมตัด ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การจำลองจำนวนครั้งที่ทำการเจียรระโน

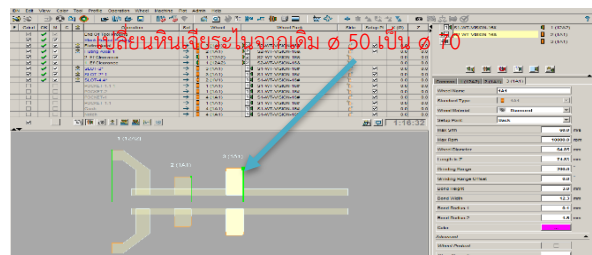
จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ ว่าขอบบนสุดของชิ้นงานเป็น การเจียรระโนครั้งที่ 1-3 ซึ่งแท่งทั้งสแตนคาร์ไบด์จะถูกกระทำ น้อยกว่ารอบอื่นๆตามรัศมีโค้งของชิ้นงานดังนั้นโครงการนี้จึง ได้ปรับปรุงวิธีการเจียรระโนให้เร็วขึ้นโดยการเลือกใช้ [7] หิน เจียรระโนชนิดปานกลาง D69 ขนาด ๑ 70 จำนวน 10 ครั้งต่อ หนึ่งคมตัดเพื่อลดเวลาในการเจียรระโนร่องคายพิเศษหายาใน แบบเดิมและยังช่วยลดการBreakdownของเครื่องจักรที่ต้อง นำหินไปลับ

2.3 ออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา ผลจากการศึกษาจึงทำ การวิเคราะห์การทำงานของสถานงาน WT และเสนอแนว ทางการทำงานที่ใช้เวลาในการผลิตต่อหน่วยน้อยลงโดยการ ลดเวลามาตรฐานของกระบวนการ เจียรระโนขึ้นรูป Hollow tools ลงโดยการใช้หลักการ ECRS เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ใน ขั้นตอนที่ 5 ในตารางที่ 4 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ขั้นตอนที่ 5 ด้วยหลักการ ECRS

ทำอะไร	ทำไมถึงทำ	มีอะไรบ้างได้ไหม
เจียรระโนขึ้นรูปร่องคายหายา (Fluting Axis) ด้วยหินเจียร 1A1 ใช้หินเจียรในขนาด ๑ 50 มิลลิเมตร หมายเลข 12 มิลลิเมตร ขนาด D64 อัตราป้อน Feed Rate 0.7 มิลลิเมตรรอบ อัตราป้อนลึกครั้งละ 0.7 มิลลิเมตร จำนวน 13 ครั้งต่อรอบเจียรระโนหนึ่งทีใช้เวลา -เวลาในการเจียรระโน 36.46 นาที/ชิ้น	เนื่องจากเป็นการเจียรระโนที่ส่วนหัวที่ได้นั้นแบบสี่เหลี่ยม	ได้โดยการปรับปรุงวิธีการเจียรระโนแบบเดิมที่มี หินเจียรระโนขนาด ๑ 50 มิลลิเมตร หมายเลข 12 มิลลิเมตร ขนาด D64 เจียรระโน ปรับปรุงมาใช้ หิน เจียรระโนขนาด ๑ 70 มิลลิเมตร หมายเลข 12 มิลลิเมตร ขนาด D69 มาเจียรระโนหายา และ เจียรระโนกับอะไหล่หัวหิน ๑ 50 มิลลิเมตร
ใครทำ	ทำไมถึงต้องนั้น	คนอื่นทำได้ไหม
นาย สุทัศน์ พรหมใส อายุ 23 ปี อยู่งาน 1 ปี 21 เดือน	เนื่องจาก - ความชำนาญการใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี Water Grinding - ทักษะการเจียรระโนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก	ได้เพราะในแผนกอื่นเครื่องจักรซีเอ็นซี Water Grinding ทั้งหมด
ใช้เครื่องมือจักรซีเอ็นซี Water Grinding -สกรูกรึงที่ 3 แยก (Water Grinding) เจียรระโนขึ้นรูปผลิตไม่มีดี	เป็นการถ่วงดุลให้สมดุลการผลิต และเพื่อให้สามารถส่งชิ้นไปต่อแผนกที่ กำหนดจะใช้ได้อย่างสะดวก	ได้เพราะมีหินเจียรระโนรูปทรงเหมือนกัน ขนาด ความโค้งเหมือนกัน สามารถพัฒนาหินเจียรระโนในขนาด ๑ 50 มิลลิเมตร เปลี่ยนเป็น ขนาด ๑ 70 มิลลิเมตรและถือเอาเจียรระโนใหม่
ทำอย่างไร	ทำไมถึงต้องอย่างนั้น	ทำวิธีอื่นได้ไหม
นำรัศมีแบบเจียรระโนขึ้นรูปร่องคายหายาแบบสี่เหลี่ยม	เพื่อใช้เป็นไปตามแบบสี่เหลี่ยมของงานที่ให้ออกแบบไว้และสามารถนำชิ้นมาตรวจร่างจนได้เป็นจุดจนเสร็จกระบวนการ	ไม่ได้ใช้วิธีอื่นเจียรระโนแบบเดิมที่มี ขนาด ๑ 70 มิลลิเมตร ถือว่าเวลาในการเจียรระโนขึ้นรูปร่องคายหายา (Fluting Axis) และ เจียรระโนกับอะไหล่หัวหิน
ทำเมื่อไหร่	ทำไมถึงทำเวลานั้นขึ้นตอนนั้น	ทำเวลาขึ้นตอนอื่นได้ไหม
เมื่อมีงานเจียรระโนขึ้นรูป Hollow tools	เพราะเครื่องแบบอย่างนี้เป็นตัวที่ค่อนข้างดีก็จริง ไม่สามารถจะขึ้นตอนได้	ไม่ได้เพราะต้องเจียรระโนหายาด้วยกับอะไหล่หัว

2.3.1 ออกแบบการวางหินเจียรระโนด้วยโปรแกรม Helitronic Tool Studio



ภาพที่ 8 แบบชุดหินเจียรระโนร่องคายพิเศษ

จากภาพที่ 8 เลือกใช้หินเจียรระโนขนาดชนิด D69 ขนาด ๑ 70 มิลลิเมตรแทนหินเจียรระโนหายาแบบเดิมและได้ทำการ ปรับแต่งให้มีส่วนโค้งบริเวณขอบของล้อหินเจียรระโนเพื่อลด ภาระโหลดในขณะเจียรระโนดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ชุดหินเจียรระโนที่พร้อมใช้งาน

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบทางเคมีของชุดหินเจียรไน [8]

Grades	Composition (wt.%)				
	WC	Co	Ni	Cr3C2	Mo2C
WC-C	92.0	8.0			
WC-Ni	92.0		8.0		
WC-CoNi	92.0	5.5	2.5		
WC-CoCr	92.0	7.2		0.8	
WC-NiCr	91.2		8.0	0.8	
WC-NiCrMo	90.6		8.0	0.8	0.6
WC-CoNiCr	94.2	3.5	1.5	0.8	

ตารางที่ 6 คุณสมบัติพิเศษเชิงกลของหินเจียรไน [9]

A	100	N	B	205	0.8	25.4
เกรด	ขนาด	ความแข็ง	ตัวประสาน	ค.น.เล็ก	ความหนา	ค.น.ใหญ่
A (Alundum)	#80	H, J, L, N,		0.75mm - 0.305mm		0.6mm-0.3175mm
WA (white Alundum)	#100	(ฮอว --- หนึ่ง)	B Resinoid Bond		0.3mm-1.2mm	
HANA (Hewa Alundum)	#150					
GC (Green Carborundum)	#220					
TC (Diamond AC (Alundum & Carborundum))	#320					
	#400					
	#600					

2.4 ดำเนินการทดลอง

ทดลองเจียรไนชิ้นรูปในขั้นตอนงานย่อยที่ 5 ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การทดลองเจียรไนตามเงื่อนไขดังนี้

จำนวนทดลอง (ครั้ง)	ความเร็วรอบ (RPM)	ความเร็วตัด (mm/min)	การตัดเฉือน (mm/รอบ)	Cycle time (min)
1	3200	25	0.75/10	26.98
2	3400	30	0.75/10	25.70
3	3600	35	0.75/10	24.48
4	3800	40	0.75/10	23.25
5	4000	45	0.75/10	22.09

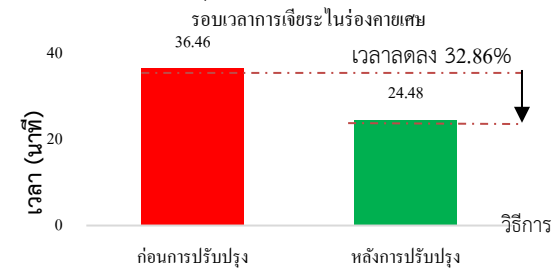
จากการทดลองจะพบว่าการใช้ความเร็วรอบ และ อัตราการป้อน (Feed) ที่ต่างกัน จะมีผลต่อเวลา ชิ้นงานการตีกรหของชิ้นงานและหินเจียรไน ด้วยแม้จะใช้อุปกรณ์จับยึดและเครื่องมือตัดชนิดเดียวกันก็ตาม

2.5 ตรวจสอบผลและสรุปผลการดำเนินงาน

สรุปได้ว่าการปรับค่าความ เร็วรอบ และอัตราการป้อนงานของหินเจียรไนชนิด D69 ขนาด ๑ 70 มิลลิเมตร ทำการเจียรไนชิ้นรูปร่องคายเศษชิ้นงานทั้ง 5 ตัวอย่างจะเห็น

ได้ว่าชิ้นงานที่ผ่านการเจียรไนที่สมบูรณ์ที่สุดคือชิ้นงานที่ไม่เกิดตำหนิที่ตัวของชิ้นงาน คือชิ้นงานที่เจียรไนครั้งที่ 3 ซึ่งเกิดจากการใช้ความเร็วรอบที่ 3600 รอบต่อนาที และอัตราการป้อนลึกอยู่ที่ 0.75 มิลลิเมตรต่อรอบ ความเร็วตัดอยู่ที่ 35 มิลลิเมตรต่อรอบ

2.5.1 เปรียบเทียบเวลางานเจียรไนร่องคายเศษหยาบก่อนและหลังการปรับปรุง



ภาพที่ 10 แผนภูมิแสดงเวลาเจียรไนหยาบก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

3. ผลการวิจัย (Results)

หลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต Body Hollow tools ในขั้นตอนงานย่อยที่ 5 การเจียรไนร่องคายเศษหยาบใช้เวลา 24.48 นาที ซึ่งสามารถลดเวลาลงจากวิธีการจากเดิมได้ 32.86%

3.1 ผลการวิเคราะห์ชิ้นงานหลังการปรับปรุง

ผลการตรวจสอบผิว ชิ้นงาน หลังจากการทดลอง ชิ้นงานเพื่อดูว่าสามารถเจียรไนได้จริงหรือไม่ดัง ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ลักษณะชิ้นงานหลังการเจียรไน

ลำดับที่	ผลที่ได้หลังจากการเจียรไน	รูปภาพ
1	การใช้ความเร็วรอบ 3200 (RPM) ความเร็วตัดที่ 25 (mm/min) จะเกิดลักษณะผิวสะท้อนเป็นรอยตำหนิพื้นปลายกระจายตามขอบของชิ้นงาน	ชิ้นงานเกิดพื้นเวลา
2	ผิวชิ้นงานมีรอยเส้นจากการเจียรไนด้วยความเร็วรอบ 3800 (RPM) ความเร็วตัดที่ 30 (mm/min) เป็นผลทำให้เกิดผิวของชิ้นงานที่ไม่เรียบ	ชิ้นงานเกิดรอยกร้าว
3	ชิ้นงาน Body Hollow tools ที่ใช้เงื่อนไขความเร็วรอบ 3400 (RPM) ความเร็วตัดที่ 35 (mm/min) ได้ผลออกมาที่สามารถยอมรับได้	ชิ้นงานที่ยอมรับได้
4	ผิวใหม่เกิดจากหินเจียรไนเสียดสีชิ้นงานมากจึงเกิดอุณหภูมิสูงจากการใช้ความเร็วรอบ 3400 (RPM) ความเร็วตัดที่ 40 (mm/min)	ชิ้นงานเกิดการไหม้
5	ชิ้นงานหักเกิดจากการใช้เงื่อนไขในการเจียรไนที่รวดเร็วด้วยความเร็วรอบ 4000 (RPM) ความเร็วตัดที่ 45 (mm/min) ซึ่งไม่สามารถรับแรงที่ถูกระทำได้	ชิ้นงานเกิดการแตกหัก

3.2 ประสิทธิภาพสายการผลิต WT

ตารางที่ 9 แสดงอัตราการผลิต

ประสิทธิภาพสายการผลิต WT	ก่อนปรับปรุง (หน่วย/ชิ้น)	หลังปรับปรุง (หน่วย/ชิ้น)
อัตราการผลิตต่อชั่วโมง	0.49	0.57
อัตราการผลิตต่อวัน	3.76	4.47
อัตราการผลิตต่อเดือน	97.84	116.11

3.3 ผลด้านประสิทธิภาพของเครื่องจักร (OEE)

ตารางที่ 10 สรุปประสิทธิภาพเครื่องจักรก่อนและหลัง

อัตราการเดินเครื่อง	ก่อนปรับปรุง (หน่วย/เปอร์เซ็นต์)	หลังปรับปรุง (หน่วย/เปอร์เซ็นต์)
อัตราการเดินเครื่อง	95.65 %	97.87 %
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง	99.9 %	100 %
อัตราคุณภาพ	100 %	100 %
ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)	95.5 %	95.7 %

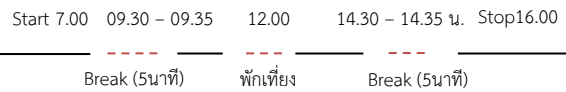
3.4 ต้นทุนการผลิตชิ้นตอนเจียรระโนหลังปรับปรุง

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ต้นทุนการซื้ออุปกรณ์เจียรระโน

ค่าใช้จ่าย	ราคา/หน่วย (บาท)	จำนวน/เดือน (ชิ้น)	ยอดรวม/เดือน (บาท)	ยอดรวม 6 เดือน(บาท)
ค่าหินเจียรระโนเพชร	2,400/ก้อน	1ก้อน/3เดือน	48,000บาท	48,000
หินลัพท์	300/ก้อน	8ก้อน/เดือน	3,000บาท	14,400
ค่าแรง	500/วัน	12,000/เดือน	1,2000	72,000
ค่าเวลาเครื่องจักรที่ใช้ ไป	11,895 บาท/วัน	-	309,2700บาท	1,855,620
ค่าน้ำมันเจียรระโน	5,000/ถัง	1ถัง	5,000บาท	5,000
เศษผ้า	500/ถุง	1ถุง/2เดือน	500บาท	3,000
ค่าอื่นๆ	-	3	30บาท	180
รวม				2,008,340

จากตารางที่ 11 กรอบสีแดงในตารางจะแสดงยอดการสั่งซื้อหินที่ลดลงและแสดงต้นทุนที่ได้จากการปรับปรุงวิธีการเจียรระโนใหม่โดยใช้หินเจียรระโนชนิด D69 ขนาด ๑ 70 มิลลิเมตรแทนหินเจียรระโนชนิด D64 ขนาด ๑ 50 มิลลิเมตรสามารถลดต้นทุนในการสั่งซื้อหินเจียรระโนเพชร และหินลัพท์ได้ถึง 27,600 บาทและลดต้นทุนจากการ Breakdown ของเครื่องจักร 10,140 บาท

3.5 ผลด้านเวลามาตรฐานที่ได้จากการปรับปรุง



กำหนดเวลาเพื่อและเวลามาตรฐาน

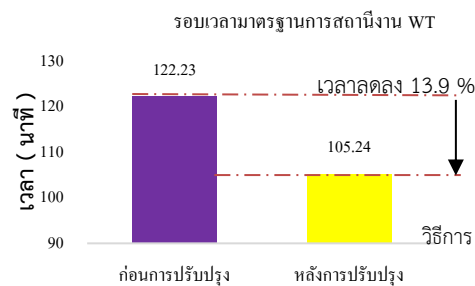
1. เวลาเพื่อกิจส่วนตัวของพนักงาน 2.5 %
2. เวลาเพื่อความเมื่อยล้าของพนักงาน 2.5 %
3. เวลาเพื่อความล่าช้า 2.5 %

รวมเวลาเพื่อ เท่ากับ 7.5 %

1. เวลาปกติ = เวลาเลือก x (ค่าสเกล) / 100 ; ค่าสเกลเท่ากับ 100 คือ อัตราการทำงานปกติ = $5,882 \times (100) / 100 = 5,882$ วินาที 2. การหาเวลามาตรฐานต่องาน 1 ชิ้น (เวลาปกติ x 100%) / (100% - %เวลาเพื่อ) = $(5,882 \times 100\%) / (100\% - 7.5\%) = 6,358.9$ วินาที /ชิ้น เปลี่ยนจากวินาทีให้เป็นนาที = 105.24 นาทีต่อชิ้น

ภาพที่ 11 รอบเวลามาตรฐานก่อนการปรับปรุง-หลังปรับปรุง

จากภาพเวลามาตรฐานในสายการผลิต WT หลังการปรับปรุงวิธีการใหม่เท่ากับ 105.24 นาที ซึ่งสามารถลดรอบเวลามาตรฐานลงจากวิธีการเดิมได้ 13.9%



ภาพที่ 12 แผนภูมิแสดงรอบเวลามาตรฐานก่อนปรับปรุง-หลังการปรับปรุงการเจียรระโน Hollow tools

4. การอภิปราย (Discussion)

จากการศึกษาและแก้ปัญหาในสถานีงานเจียรระโนขึ้นรูป Hollow tools ที่มีรอบเวลาการผลิตสูงในขั้นตอนงานย่อยที่ 5 ในกระบวนการเจียรระโนขึ้นรูปร่องคายเศษหยาบจากการออกแบบให้ใช้หินเจียรระโน ขนาด ๑70 mm. ขึ้นมา เพื่อทำการเจียรระโนขึ้นรูปร่องคายเศษหยาบแทนการใช้หิน ขนาด ๑50 mm. สามารถลดเวลาลงในขั้นตอนงานนี้ได้จาก 36.46 นาที ลดลงเหลือ 24.84 นาทีคิดเป็น 32.86% โดยลดต้นทุน

การสั่งซื้อหินในรอบ 6 เดือนเท่ากับ 27,600 บาทและลดต้นทุนจากการ Breakdown ของเครื่องจักร 10,140 บาทนำข้อมูลเวลามาตรฐานที่ได้ในการทำงานจริงใน สถานีงาน เจียรระโนขึ้นรูป Hollow tools ก่อนการปรับปรุงกระบวนการและหลังปรับปรุงกระบวนการทำงานมาเปรียบเทียบพบว่าเวลาก่อนการปรับปรุงมีค่าเป็น 122.23 นาที หน่วยหลังการปรับปรุง กระบวนการมีค่าเป็น 105.24 นาที ต่อขึ้น รอบเวลามาตรฐานลง 13.9%

5. สรุปผล (Conclusion)

จากศึกษากระบวนการทำงานโดยนำทฤษฎี ECRS วิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานเดิมและลดความสูญเปล่า โดยออกแบบอุปกรณ์ในการปฏิบัติงานให้ทำงานง่ายขึ้นทำให้ สามารถลดรอบเวลามาตรฐานในสายการผลิต WT ได้ถึง 13.9% และสามารถลดเวลาการทำงานในขั้นตอนการเจียรระโนขึ้นรูป ร่องกายเศษหยาบได้ถึง 32.86% สามารถลด ต้นทุนการซื้อหินในรอบ 6 เดือนได้ถึง 27,600 บาทและลดต้นทุนจากการ Breakdown ของเครื่องจักร 10,140 บาท

6. กิติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ทางผู้จัดทำขอขอบคุณ บริษัท แอสเซียมเทคโนโลยี จำกัด (มหาชน) และสาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรมคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่ช่วย สนับสนุน และให้ความร่วมมือในการวิจัยโครงการนี้ ตลอด ทั้งหัวหน้างาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ช่วยให้ ค่าปรึกษาตลอดมา

7. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Görgülü, K., and A. Ceylanoglu. "Evaluation of continuous grinding tests on some marble and limestone units with silicon carbide and diamond type abrasives." *Journal of Materials Processing Technology* 204.1-3 (2008): 264-268.
- [2] Gu, K. K., et al. "Analysis on the effects of rotational speed of grinding stone on removal behavior of rail material." *Wear* 342 (2015): 52-59.
- [3] ณราวดี สิทธิเดชธำรง งานประชุมวิชาการช่างงาน วิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 38 ประจำปี 2563 (IE

Network 2020) วันที่ 7-8 พฤษภาคม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร

[4] ทวี ชัย อวยพร กชกร. "Spy OEE: กระบวนการหาค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ด้วยพฤติกรรมเวลา."

ROMPHRUEK JOURNAL 30.1 (2012): 1-24.

[5] ปิยมน โกศลชัย, การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุน, สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน. 2559, มหาวิทยาลัยบูรพา.

[6] วิทยา อินทร์สอน สัญลักษณ์ที่มีในแผนภูมิกระบวนการไหลที่มา

<http://www.thailandindustry.com/onlinemag/view>

[7] Senos, A. M. R., et al. "Optimizing the Mechanical Properties of WC-ALSi304 Stainless Steel Hardmetals through Carbon Addition." *European Congress and Exhibition on Powder Metallurgy. European PM Conference Proceedings. The European Powder Metallurgy Association, 2016.*

[8] de Castilho, Aline RF, et al. "Mechanical and biological characterization of resin-modified glass-ionomer cement containing doxycycline hyclate." *Archives of oral biology* 57.2 (2012): 131-138.

[9] กาทำงานของหินเจียร NASTON

ที่มา:<https://www.heiwatec.co.jp/thailand/assets/pdf/products/CuutingWheel.Catalog.pdf>

[10] Irifune, Tetsuo, et al. "Ultrahard polycrystalline diamond from graphite." *Nature* 421.6923 (2003): 599-600.

[11] วรธ น พร ชิว วุฒิ พงศ์. "สมบัติ การนำ ความ ร้อน และ สมบัติ ทาง กล ของ พอ ลิ โฟ รพี ลี น โบรอน ไน ไตร ด์/ซี ลิ กอน คาร์ไบด์ คอม โพ สิต." *Engineering Journal of Research and Development* 28.4 (2017): 49-57.

[12] ธเนศ ตา ปราบ. การ ศึกษา อุนหภูมิ จาก การ ตัด เฉือน ใน กระบวนการ กัด โลหะ. Diss. สาขา วิชา วิศวกรรม การผลิต สำนัก วิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี สุร นารี.