

## การพัฒนากระบวนการผลิต คัทติ้งทูลส์ พีซีดี ความเที่ยงตรงสูง

กรณีศึกษา สเต็ป ดิล ไดมอนด์ พีซีดี ขนาด 20 มิลลิเมตร

Production Process Development, Cutting Tools, PCD high precision.

Case study: Step Drill Diamond PCD, size 20 mm.

วัชรระ พิภาส<sup>1\*</sup>, จิรายุทธ วาตะรัมย์<sup>1</sup>, เกียรติศักดิ์ จัฑะพักดี<sup>1</sup>

ชานนท์ มุลวรรณ<sup>2</sup>, วีรญา กรทิพย์<sup>2</sup>, สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ฝ่ายผลิต บริษัท ท็อป เทคโนโลยี ไดมอนด์ จำกัด ttd@toptechdiamond.com

<sup>2</sup> อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต; ie.engineer@kbu.ac.th

<sup>3</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
saharat\_w@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตคัทติ้งทูลส์ความเที่ยงตรงสูงและความแข็งสูง ชนิดพีซีดี ในการเจียระไนขึ้นรูปจากเดิมใช้เวลา 23.22 นาทีต่อชิ้น มีจำนวน 19 ขั้นตอน ทำการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเครื่องเลเซอร์เพื่อขึ้นรูปทดแทนวิธีการเจียระไน โดยวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโต ปรับปรุงการดำเนินการด้วย ECRS ปรากฏว่าสามารถลดขั้นตอนการเจียระไนจาก 19 ขั้นตอน เป็น 12 ขั้นตอน ผลการเลเซอร์สามารถลดเวลาจาก 23.22 นาทีต่อชิ้น เป็น 10.18 นาทีต่อชิ้น คิดเป็นลดลงร้อยละ 56.16 ประสิทธิภาพการทำงานจากร้อยละ 45.61 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 77.40 ต้นทุนวัตถุดิบลดลงจากร้อยละ 61.25 เป็นร้อยละ 30.75 ต้นทุนรวมลดลง 360,000 บาท

**คำสำคัญ :** การลดเวลาการเจียระไน (PCD), การวิเคราะห์ด้วยพาเรโต, ต้นทุนการผลิตเครื่องเลเซอร์

### Abstract

This study aims To develop the production process cutting tools high precision and high hardness. PCD type for grinding forming from the original takes 23.22 minutes per piece there are 19 steps increasing the production efficiency with a laser machine to replace the grinding method by analyzing the Pareto chart Improved operations with ECRS. It appears that the grinding process can be reduced from 19 steps to 12 steps Laser results can be reduced from 23.22 minutes per piece to 10.18 minutes per piece accounted for a percentage reduction 56.16 Work efficiency from 45.61% increased to 77.40% raw material cost decreased from 61.25 percent to 30.75 percent. Total cost decreased by 360,000 baht.

**Keywords :** reduction of grinding time (PCD) ; Pareto analysis ; Cost of manufacturing a laser machine

## 1. บทนำ (Introduction)

การผลิตตัดตึงทูลส์ความเที่ยงตรงสูง ชนิด สเต็ป ดิล พีซีดี (Step Drill PCD) ขนาดมาตรฐาน 20 มิลลิเมตร มีความสำคัญต่อการผลิตและการนำไปใช้งาน เนื่องจากบริษัทที่อุป เทคโนโลยี ทูลส์ มีแนวโน้มการผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจุบันนี้การผลิตด้วยการเจียรไนมีวิธีการตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเจียรไนลดขนาด

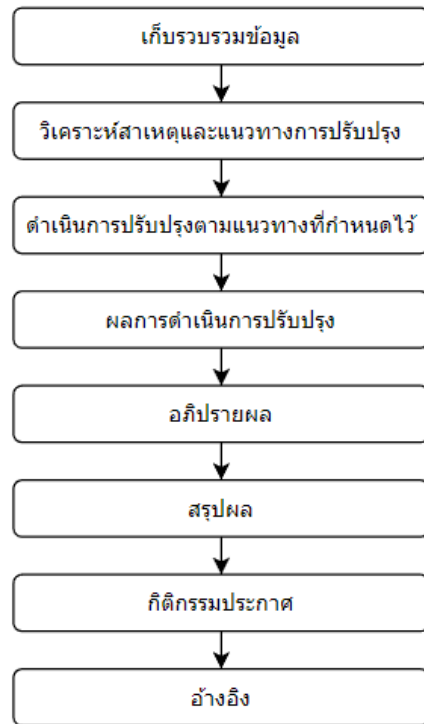
ใช้เวลาผลิตสเต็ป ดิล ด้วยขนาด  $\varnothing 16.3$  ,  $\varnothing 14.9$   $\varnothing 14.6$  ,  $\varnothing 14$  ,  $\varnothing 11$  มิลลิเมตร เป็นเวลานาน 23.22 นาที/ชิ้น ทำให้ลูกค้าเกิดการรอคอย สาเหตุจากการเจียรไนที่ใช้หินโดมอนด์ ทูลส์ลิ้ง(Diamond Tooling)ขนาด 405 มม.ความละเอียด 600 ไมครอน โดยมี 19 ขั้นตอนในการผลิต

การเจียรไนในปัจจุบันนี้มีการพัฒนา โดยการใช้เลเซอร์ในการกัดผิว (PCD) และวัสดุอื่นๆ โดยใช้เครื่องเลเซอร์กัดละเอียดเม็ด (Insert) และมุมหลบ (Cutting tools PCD) ยังไม่เคยนำมาผลิตกัดหยาบ (PCD) แต่พบว่าการใช้เลเซอร์ในการกัดหยาบ (Cutting Tools PCD) ปรากฏว่าได้ผลตาม [1] Christian Brecher , Michael Emonts ได้ผลโดยวิธีการใช้เลเซอร์ด้วยการตัดเฉือนแบบทั่วไปโดยการเจียรใช้เวลาประมาณ 8 นาที ในขณะที่การเก็บผิวละเอียด  $20 \mu\text{m}$  สุดท้ายใช้เวลาประมาณ 2.5 นาที ด้วยการผสมผสานระหว่างการเจียรหยาบและการเลเซอร์หยาบ เวลาประมวลผลโดยรวมจะลดลง 50% จาก 8 นาทีเหลือ 3.5 นาที

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนากระบวนการขึ้นรูป สเต็ป ดิล โดมอนด์ พีซีดี (Step Drill Diamond PCD) โดยการปรับปรุงการเจียรไนกลมหยาบ (PCD) ไปเป็นการเลเซอร์หยาบ (PCD) โดยเปรียบเทียบด้านผิวของชิ้นงาน ด้านเวลาการผลิต ด้านอัตราการผลิต ด้านประสิทธิภาพการทำงานและด้านต้นทุนการผลิตเครื่องเลเซอร์แบบเก่าและแบบใหม่ ถ้าผลิตได้ตามนี้ จะนำไปทำการผลิตจริง วัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตด้วยการเลเซอร์ ในการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องเลเซอร์จากเดิมร้อยละ 45.61

## 2. วิธีการวิจัย (Methodology)

ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการวางแผนดำเนินการวิจัย

### 2.1 การเก็บข้อมูล

(เวลาในการผลิตชิ้นงานต่อชิ้น ซึ่งในกรณีศึกษาใช้เป็นการผลิตที่ 1 ขึ้นต่อหน้าที) {5} (คมสัน จิระภัทรศิลป์, 2548) เก็บข้อมูลจำนวน 10 ชิ้น ดังตารางที่ 1 เพื่อหาค่าเฉลี่ยและความแม่นยำของข้อมูล ดังตารางที่ 1

### ตารางที่ 1 รอบเวลายานยนต์ของเครื่องเจียระไน

ลำดับงานย่อย	การจับเวลาเริ่มต้น										5/8/2022		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย	ค่าพิสัย	R/X̄
1	0.6	0.56	0.58	0.6	0.61	0.67	0.59	0.55	0.59	0.6	0.595	0.12	0.202
2	2	2.03	2.26	2.15	2.1	2.07	2.2	2.19	2.15	2.13	2.128	0.26	0.122
3	1.05	1.03	1.04	1	1.08	1.13	1.19	1.08	1.12	1.11	1.083	0.19	0.175
4	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.035	0.01	0.286
5	0.37	0.34	0.35	0.32	0.4	0.46	0.48	0.49	0.38	0.39	0.398	0.17	0.427
6	0.55	0.49	0.58	0.46	0.59	0.57	0.48	0.53	0.51	0.52	0.528	0.13	0.246
7	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.053	0.03	0.566
8	0.1	0.08	0.12	0.13	0.1	0.09	0.1	0.11	0.12	0.11	0.106	0.05	0.472
9	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.023	0.01	0.435
10	0.5	0.53	0.54	0.49	0.48	0.46	0.49	0.5	0.51	0.52	0.502	0.08	0.159
11	15.56	15.5	16.1	16	15.55	15.58	15.45	15.43	16.07	16.15	15.739	0.72	0.046
12	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.027	0.01	0.370
13	0.1	0.08	0.09	0.09	0.08	0.1	0.11	0.12	0.13	0.1	0.1	0.05	0.500
14	0.2	0.26	0.25	0.24	0.19	0.2	0.23	0.2	0.24	0.22	0.223	0.07	0.314
15	0.12	0.13	0.1	0.14	0.13	0.12	0.1	0.15	0.13	0.12	0.124	0.05	0.403
16	0.1	0.08	0.09	0.09	0.12	0.1	0.09	0.12	0.11	0.1	0.1	0.04	0.400
17	0.2	0.2	0.21	0.22	0.24	0.2	0.2	0.21	0.23	0.22	0.213	0.04	0.188
18	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.036	0.01	0.278
19	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.053	0.01	0.189
รวม	21.66	21.54	22.55	22.17	21.9	21.98	21.92	21.91	22.51	22.52	22.066	1.01	0.046

การคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลาของงานย่อยที่ 1 รอบ เวลาการทำงานย่อยที่ 10 รอบที่บันทึกได้คือ 0.6, 0.56, 0.58, 0.6, 0.61, 0.67, 0.59, 0.55, 0.59 และ 0.6 วินาที  
 รอบเวลาเฉลี่ย =  
 $0.6 + 0.56 + 0.58 + 0.6 + 0.61 + 0.67 + 0.59 + 0.55 + 0.59 + 0.6$   
 $\div 10$   
 รอบเวลาเฉลี่ย = 0.595  
 รอบเวลาสูงสุด = 0.67  
 รอบเวลาต่ำสุด = 0.55  
 จากการเปิดตาราง (Maytag) จะได้ค่าของ N ระหว่าง 7 ซึ่งเมื่อเทียบบัญญัติไตรยางค์

$$N = 7$$

ซึ่งหมายความว่าจำนวนข้อมูลที่ต้องการสำหรับ  $\pm 5\%$  ความคลาดเคลื่อน 95 % ความเชื่อมั่นคือ 7 ข้อมูล

หาเวลายามาตรฐานเครื่องเจียระไน Outside Grinding (OG-1) การกำหนดเวลาเพื่อรวมเวลาเผื่อ เท่ากับ 5.0 %

เวลาปกติ

$$\text{เวลาปกติ} = \text{เวลาเลือก} \times (\text{ค่าสเกล}) / 100 ; \text{ค่าสเกล}$$

เท่ากับ 100 คือ อัตราการทำงานปกติ

$$= 22.06 \times (100) / 100$$

$$= 22.06 \text{ นาที}$$

$$\text{เวลารวมในสถานีนงาน Grinding} = 22.06 \text{ นาที}$$

การหาเวลายามาตรฐานต่องาน 1 ชิ้น

$$= (\text{เวลาปกติ} \times 100\%) / (100\% - \% \text{เวลาเผื่อ})$$

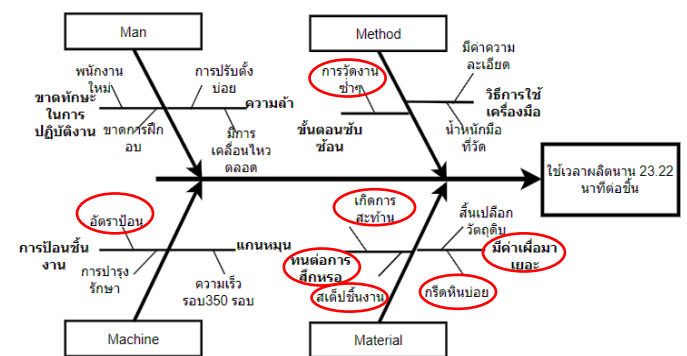
$$= (22.06 \times 100\%) / (100\% - 5.0\%)$$

$$= 23.22 \text{ นาที / ชิ้น}$$

$$\text{เวลายามาตรฐานในสถานีนงาน Tool Grinding} = 23.22 \text{ นาที / ชิ้น}$$

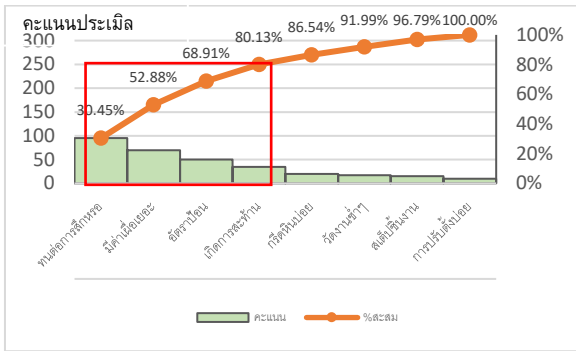
### 2.2 วิเคราะห์สาเหตุและแนวทางการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเวลาผลิตนาน 23.22 นาที/ชิ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงสาเหตุที่ใช้เวลาผลิตนาน

จากภาพที่ 3 จากการคัดกรองปัจจัยที่ทำให้ใช้เวลาผลิตนานด้วยการวิเคราะห์ผังก้างปลาจะเห็นว่าสาเหตุที่ทำให้ใช้เวลาผลิตนาน มีหลายปัจจัย และสาเหตุที่มากที่สุดมาจากค่าเผื่อชิ้นงานและ ทนต่อการสึกหรอ ซึ่งทำให้เสียเวลาการผลิตและสิ้นเปลืองวัตถุดิบ {6} (นันทกฤษณ์ ยอด พิจิตร 2545. วิทยานิพนธ์ : การประยุกต์ใช้เทคนิคการศึกษางานเพื่อเพิ่มผลผลิต) ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาของเวลาผลิตที่สูง ด้วยการให้คะแนน (Cause & Effect Matrix )



ภาพที่ 4 แสดงคะแนนประเมิน (Cause & Effect Matrix)

พบว่าปัจจัยทั้งหมดที่คาดว่าจะทำให้ใช้เวลาการผลิตนานมีสาเหตุต่างๆได้แก่มีค่าเผื่อชิ้นงานมาเยอะ ทนต่อการสึกได้ดี เกิดการสะสมงานจากอัตราป้อนที่ไม่คงที่ จึงต้องมีการแก้ไข เพราะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ใช้เวลาการผลิตนาน ซึ่งปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยนี้ {7}ชาญ ทองไพรวรรณ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA จึงเป็นที่มาของการศึกษางานวิจัย การพัฒนากระบวนการผลิต คัทติ้งทูลส์ พีซีดี กรณีศึกษา สตีป ดิล โดมอนต์ พีซีดี ขนาด 20 มิลลิเมตร

### 2.3 ต้นทุนการผลิตเครื่องเจียระไน

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ต้นทุนเครื่องเจียระไน

ค่าใช้จ่าย	หน่วย/ชิ้น (บาท)
ค่าหิน	100
ค่าแรง	19.27
ค่าไฟฟ้า	87.54
ค่าน้ำ	6
ค่าอื่นๆ	27.82
รวม	240.63

หมายเหตุ : การสอบถามข้อมูลต้นทุนจากฝ่ายวางแผน ต้นทุน

### 2.4 ดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดไว้

ศึกษาและเก็บข้อมูลเครื่องเลเซอร์ โดยศึกษาจาก {2} Christian Brecher , Michael Emonts แนวทางโดยรวมของกลยุทธ์นี้คือการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเจียร

ที่เป็นที่ยอมรับโดยใช้เทคโนโลยีเลเซอร์ ดังภาพที่ 5 แบบบูรณาการในกระบวนการผลิต ซึ่งช่วยลดเวลาในการตัดเฉือนผิวสำเร็จและลดการใช้ล้อยเจียรเพชรที่มีต้นทุนสูง



ภาพที่ 5 เครื่อง Laser line Precision

สาเหตุที่เลือกเครื่อง Laser line Precision รุ่น 1-20019 เนื่องจากประสิทธิภาพเครื่องเลเซอร์ ช่วงปี 2564 ต่ำกว่า 80%

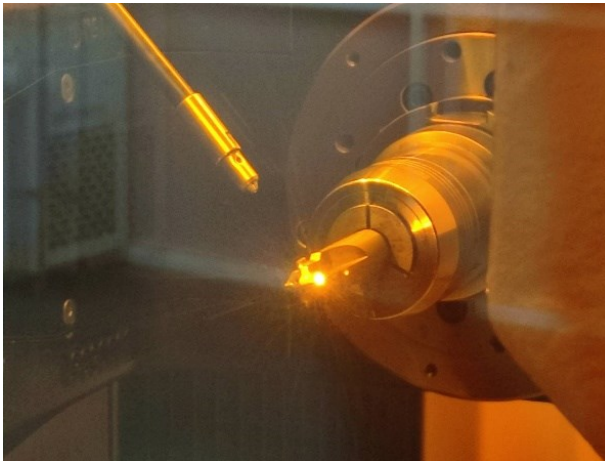
ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรปี 2564

รายชื่อเครื่องจักร	ประสิทธิภาพเครื่องจักร (%)	จำนวนที่ผลิต (ชิ้น)
LASER	45.61%	4,126

หมายเหตุ : ข้อมูลได้จากฝ่ายวางแผนการผลิต

จากข้อมูลข้างต้น ประสิทธิภาพเครื่องเลเซอร์ 45.61% เนื่องจากมีงานเข้าเครื่องจักรค่าเฉลี่ย 11-15 ชิ้น/วัน ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องจักรต่ำกว่า 80% ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยการพัฒนาจากการเจียรระไน เป็นการเลเซอร์ โดยการตัดเฉือนด้วยลำแสงเลเซอร์แบบสัมผัสจะสร้างคมตัดคุณภาพสูงและรูปทรงการตัดอย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นตอนนี้ พื้นผิวจะถูกสร้างด้วยพื้นผิวด้านนอกของลำแสงเลเซอร์ ร่องตัดเกิดขึ้นจากรูปแบบการพักซ้ำๆของหน่วยสแกนด้วยเลเซอร์และโดยการเคลื่อนที่ไปพร้อมกันของแกน CNC เทคโนโลยีการตัดเฉือนที่จดสิทธิบัตรเฉพาะนี้วางตลาดภายใต้ แบนด์ EWAG Laser Touch Machining





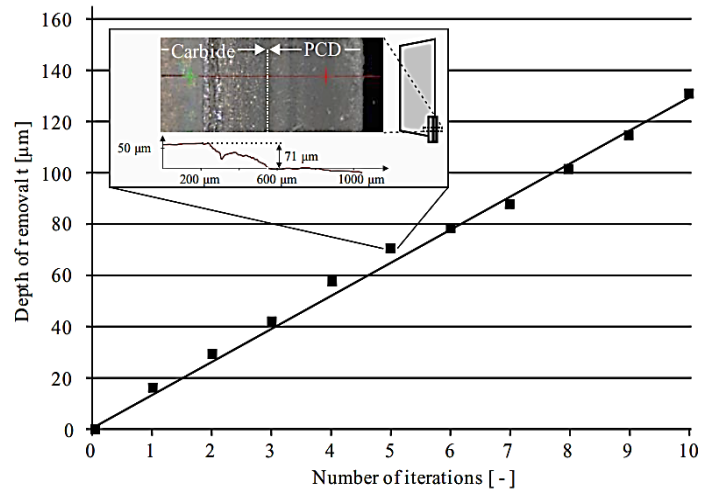
ภาพที่ 6 Short-pulse laser in green-wavelength range(532 nm)with perfect erosion properties

จากภาพที่ 6 เงื่อนไขในการทำงานจะต้องเป็นไปตามพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 4 เพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน  
ตารางที่ 4 Laser Parameter

PCD Laser Parameter				
description	Unit	Rough all Full cut	Rough all Partial cut	Finish 1
Laser power	Watt	40		20
Laser frequency	KHZ	100		300
Laser hatch	Ø in mm.	0.3	0.3	0.2
Scan Speed	mm/s	2,000	2,000	800
CNC Feed rate	mm/min	70		60
Pitch angle	°	2.5		2.5
Tool offset	mm	0.156	0.156	0.106
Contour offset	mm	0.03		0
Layer step size	µm	80		1

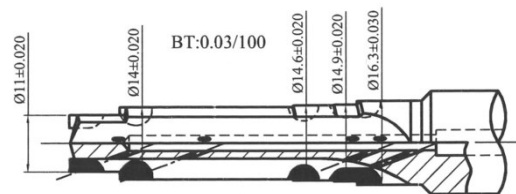
ความลึกของการกำจัดถูกตรวจสอบโดยการทดลองด้วยการเปลี่ยนจำนวนการวนซ้ำ ดังแสดงในภาพที่ 7 มีแนวโน้มเชิงเส้นตรงโดยประมาณระหว่างจำนวนการวนซ้ำและความลึกของการกำจัด หลังจากทำซ้ำสิบครั้ง ความลึกในการขจัด 130 µm

Christian Brecher et al. / Physics Procedia 56 (2014) 1107 – 1114



ภาพที่ 7. Depth of removal as a function of number of iterations

หลังจากการหยาบทั้งสี่ด้าน ค่าเผื่อ PCD ที่วัดได้หลังกระบวนการแสงเลเซอร์คือ 30-50 ไมครอน อยู่ในค่าเพื่อมาตรฐานที่เหลือสำหรับกระบวนการเก็บผิวละเอียดโดยการเจียรถูกกำหนดไว้ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 Process การทำงานขั้นตอนเจียรระโนเก็บละเอียด

## 2.5 เก็บข้อมูลงานย่อยเครื่องเลเซอร์

จากการเก็บข้อมูลเครื่องจักรสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ 12 ขั้นตอน ดังตารางที่ 5

### ตารางที่ 5 รอบเวลายานยนต์ของเครื่องเลเซอร์

ลำดับ	การจับเวลาเริ่มต้น										25/9/22			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ยค่าที่เสีย	R/X	N	
1	0.6	0.59	0.58	0.61	0.53	0.52	0.5	0.55	0.62	0.54	0.564	0.12	0.213	7
2	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.026	0.01	0.385	24
3	0.34	0.36	0.34	0.3	0.31	0.39	0.31	0.34	0.32	0.37	0.338	0.09	0.266	11
4	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.035	0.01	0.286	13
5	2	2.1	2.12	2.13	2.03	2.09	2.04	2.1	2.13	2.15	2.089	0.15	0.072	2
6	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.025	0.01	0.400	27
7	0.34	0.3	0.34	0.33	0.31	0.39	0.37	0.35	0.33	0.31	0.337	0.09	0.267	11
8	6	6	6	6.01	6.01	6.02	6	6	6.01	6	6.005	0.02	0.003	2
9	0.12	0.13	0.11	0.12	0.12	0.15	0.14	0.12	0.11	0.15	0.127	0.04	0.315	16
10	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.04	0.04	0.031	0.02	0.645	69
11	0.6	0.57	0.56	0.59	0.68	0.59	0.64	0.63	0.59	0.57	0.602	0.12	0.199	7
12	0.03	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.037	0.02	0.541	49
รวม	10.1	10.2	10.2	10.2	10.1	10.3	10.11	10.2	10.3	10.2	10.18	0.68	0.07	2

การคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลาของงานย่อยที่ 2 รอบ เวลาการทำงานย่อยที่ 10 รอบที่บันทึกได้คือ 0.34, 0.36, 0.34, 0.3, 0.31, 0.39, 0.31, 0.34, 0.32 และ 0.37 วินาที

รอบเวลาเฉลี่ย = 
$$\frac{0.34+0.36+0.34+0.3+0.31+0.39+0.31+0.34+0.32+0.37}{10}$$

รอบเวลาเฉลี่ย = 0.338

รอบเวลาสูงสุด = 0.39      รอบเวลาดำสุด = 0.3

จากการเปิดตาราง (Maytag) จะได้ค่าของ N ระหว่าง 11 ซึ่งเมื่อเทียบบัญญัติไตรยางค์

$$N = 11$$

ซึ่งหมายความว่าจำนวนข้อมูลที่ต้องการสำหรับ  $\pm 5\%$

ความคลาดเคลื่อน 95 % ความเชื่อมั่นคือ 11 ข้อมูล

หาเวลามาตรฐานเครื่องเลเซอร์

เวลาปกติ

เวลาปกติ = เวลาเลือก x (ค่าสเกล) / 100 ; ค่าสเกล

เท่ากับ 100 คือ อัตราการทำงานปกติ

$$= 10.18 \times (100) / 100$$

$$= 10.18 \text{ นาที}$$

เวลารวมในสถานงาน Grinding = 10.18 นาที

การหาเวลามาตรฐานต่องาน 1 ชิ้น

$$= (\text{เวลาปกติ} \times 100\%) / (100\% - \% \text{เวลาเผื่อ})$$

$$= (10.18 \times 100\%) / (100\% - 5.0\%)$$

$$= 10.72 \text{ นาที / ชิ้น}$$

เวลามาตรฐานในสถานงาน Tool Grinding = 10.72 นาที/ชิ้น

### 2.6 ต้นทุนการผลิตเครื่องเลเซอร์หยาบ

#### ตารางที่ 6 วิเคราะห์ต้นทุนเครื่องเลเซอร์หยาบ (PCD)

ค่าใช้จ่าย	หน่วย/ชิ้น (บาท)
ค่าแรง	8.90
ค่าไฟฟ้า	117.92
ค่าน้ำ	12
ค่าอื่นๆ	27.82
รวม	166.64

หมายเหตุ : การสอบถามข้อมูลต้นทุนจากฝ่ายวางแผน

### 3.ผลการดำเนินการ (performance)

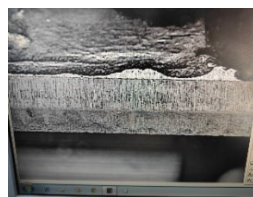
ผลจากการดำเนินการพัฒนาเพื่อลดเวลาการผลิต ขั้นตอนเจียรไนกลม โดยใช้หลักการ Work Study และการใช้หรือเทคนิคต่างๆ ที่ทำให้ปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้น การสรุปผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD) ผลด้านการเปรียบเทียบผลด้านประสิทธิภาพเครื่องจักรและผลด้านต้นทุนการผลิต

#### 3.1 ผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD)

จากการดำเนินการด้านลดเวลาด้วยเครื่องเลเซอร์ แสดงให้เห็นว่าสามารถลดเวลาที่ใช้ในการผลิตได้ โดยการพัฒนาจากการเจียรไน เป็นการเลเซอร์ ซึ่งผลมาจากก่อนปรับปรุงการเจียรไนมี 19 ขั้นตอนและเวลารวม 23.22 นาที หลังปรับปรุงโดยการเลเซอร์มี 12 ขั้นตอนและเวลารวม 10.18 นาที ในเบื้องต้นสามารถลดขั้นตอนได้ 7 ขั้นตอนและลดเวลาลงได้ 13.04 นาที ร้อยละ 56.16

#### 3.2 ผลด้านการเปรียบเทียบผิว

จากการเปรียบเทียบการเจียรไนและเลเซอร์



ภาพที่ 9 ผิวเจียรไน



ภาพที่ 10 ผิวเลเซอร์

จากการเทียบผิวเจียรไนความละเอียด 0.1 ไมครอน และผิวเลเซอร์ความละเอียด 1 ไมครอนสามารถมองเห็นด้วยตาได้

### 3.3 ผลด้านประสิทธิภาพเครื่องจักร

ตารางที่ 7 สรุปประสิทธิภาพที่ได้จากการปรับปรุง

ประสิทธิภาพ	ก่อนปรับปรุง (%)	หลังปรับปรุง (%)
เครื่องจักร	45.61	77.40

หมายเหตุ : อ้างอิงจากฝ่ายวางแผนการผลิต ข้อมูลที่ได้หลังจากการปรับปรุงแล้ว

### 3.4 ผลด้านต้นทุนการผลิต

จากการวิเคราะห์ต้นทุนด้านค่าแรง วัสดุ ค่าสาธารณูปโภค มารวมต้นทุนได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปต้นทุนที่ได้จากการปรับปรุง

สรุปต้นทุน	ก่อนได้รับการปรับปรุง (บาท)	หลังได้รับการปรับปรุง (บาท)	รวม (บาท)
	240.63	166.64	74

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = อัตราค่าแรงของพนักงาน

เฉลี่ยต่อคนต่อนาที x นาทีต่อชิ้นต่อคน

ต้นทุนแรงงานต่อชิ้นก่อนการปรับปรุงเท่ากับ

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 0.83 บาทต่อคนต่อนาที x

23.22 นาทีต่อชิ้นต่อคน

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 19.3 บาทต่อชิ้น

ต้นทุนแรงงานต่อชิ้นหลังการปรับปรุงเท่ากับ

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 0.83 บาทต่อคนต่อนาที x

10.18 นาทีต่อชิ้นต่อคน

ต้นทุนแรงงานต่อหน่วยผลิต = 8.45 บาทต่อชิ้น

## 4. อธิบายผล (explain)

จากวัตถุประสงค์ที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกระบวนการผลิต Cutting Tools (PCD) เพื่อลดเวลาขั้นตอนการเจียรไนโดยพัฒนาเป็นการเลเซอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร

ผลทดลองพบว่า ผลด้านเวลาหลังการปรับปรุงสามารถลดเวลาได้ 13.04 นาที ลดขั้นตอนได้ 7 ขั้นตอน ซึ่งผลการดำเนินการโครงการสอดคล้องกับผลงานวิจัย[1] ที่ศึกษา

พบว่า หลักการการเลเซอร์สามารถผลิตชิ้นงานได้รวดเร็วกว่าการเจียรไนร้อยละ 50 ผลด้านประสิทธิภาพเครื่องจักรสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 77.40 ผลด้านต้นทุน สามารถลดค่าใช้จ่ายเงินโตมอนด์ทูลส์ได้ 360,000 ต่อปี (อ้างอิงจากข้อมูลฝ่ายวางแผนการผลิตปี 2564)

## 5.สรุปผลดำเนินงาน (performance summary)

ผลจากการดำเนินการพัฒนาเพื่อลดเวลาการผลิต ขั้นตอนเจียรไนกลม โดยใช้หลักการ Work Study และการใช้หรือเทคนิคต่างๆ ที่ทำให้ปฏิบัติงานรวดเร็วขึ้น การสรุปผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD) ผลด้านประสิทธิภาพสายการผลิตและผลด้านต้นทุนการผลิต การสรุปผลดำเนินงาน แสดงดังภาพที่ 9

ตารางที่ 9 สรุปผลดำเนินงาน

วัตถุประสงค์ของ	เป้าหมาย (ร้อยละ)	ผลดำเนินงาน (ร้อยละ)
การศึกษา		
ผลด้านการลดเวลาด้วยการเลเซอร์หยาบ (PCD)	50	56.18
ผลด้านการลดต้นทุนการผลิต	50	30.75
ประสิทธิภาพเครื่องจักร	50	87.5

## 6.กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgments)

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สหรัตน์ วงษ์ศรีชนะ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย การให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ต่องานวิจัยนี้ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน พนักงานของหน่วยงานสายการผลิต (Cutting Tools) ของบริษัท ทีโอพี เทคโนโลยี จำกัด ที่ได้มีส่วนในการให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานสำหรับการวิเคราะห์ และการปรับปรุงสายการผลิตในครั้งนี้ รวมทั้งการสนับสนุนข้อมูลการ

ดำเนินงาน เพื่อใช้เป็นประโยชน์สำหรับการปรับปรุง  
สายการผลิตให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ส่งผลให้งานวิจัยนี้  
สำเร็จไปได้ด้วยดี

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว  
และเพื่อนๆ ที่ร่วมเป็นกำลังใจและคอยให้ความช่วยเหลือ  
อย่างดีเสมอมา ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะ  
เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เพื่อก่อให้เกิด  
ประโยชน์ในงานหรือเป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป  
ในอนาคต

## 7.เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Christian Brechera,b, Michael Emonts เลเซอร์  
หยาบของ (PCD) Steinbachstraße 17, Aachen  
52074, เยอรมนี สืบค้นเมื่อ 11 กันยายน 2565

[2] Dold, C., Henerichs, M., Bochmann, L.,  
Wegener, K., 2012. Comparison of ground and  
laser machined polycrystalline diamond (PCD)  
tools in cutting carbon fiber reinforced plastics  
(CFRP) for aircraft structures, CIRP Procedia 1C,  
p. 178-183.

[3] Westraadt JE, Dubrovinskaia N, Neethling JH,  
Sigalas I, 2007. 622: Thermally stable  
polycrystalline diamond sintered with calcium  
623 carbonate. Diam Relat Mater 16:1929–1935

[4] ธีรภัทรพงษ์สอนสุวิทย์. (2547). วิศวกรรมวิธีการ  
Method Engineering. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริม  
เทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[5] คมสัน จิระภัทรศิลป์. (2548). การใช้เทคนิคการศึกษา  
การเคลื่อนไหวและ เวลา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์  
อุตสาหกรรม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
อุตสาหกรรม

[6] นันทกฤษณ์ยอดพิจิตร. 2547. “การประยุกต์ใช้ เทคนิค  
การศึกษางานเพื่อเพิ่มผลผลิต: กรณีศึกษา หจก. รวม  
การช่าง จำกัด” นำเสนอใน การประชุมวิชาการ40ปี  
คณะ 117 วิศวกรรมศาสตร์เรื่อง นวัตกรรมทาง  
วิศวกรรมสำหรับการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน ณ  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[7] วิชาญ ทองไพรวรรณ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิค  
FMEA ในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบ และ  
พัฒนาแม่พิมพ์ขึ้นรูปแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร. กรุงเทพฯ :  
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อ.ดร.อลงกต ลีเมธี  
“เอกสารคำสอนวิชา 255251 Motion And Time  
Study” สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[8] สุพัฒตรา เกษราพงศ์. (2551). ใช้ เทคนิค 5W1H,  
ECRS และผังก้างปลาในการทำวิเคราะห์สายการผลิต.  
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรม  
อุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

[9] สุลภัส เครือกาญจนา. (2550). เพิ่มประสิทธิภาพการ  
ทำงานด้วยไคเซ็น (Kaizen). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริม  
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[10] อัจฉรา กลิ่นจันทร์. (2553). การศึกษาต้นทุนต่อหน่วย  
ผลผลิตของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์. ราชภัฏ  
เพชรบูรณ์สาร, 13(1), 61-62