

## อิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ในการตัดไม้ยางพาราโดยใช้ไบมีดทั้งสแตนคาร์ไบด์ (Influences of Various Working Parameters in Routing process of Rubber Wood using Tungsten-Carbide Routers)

เทิดศักดิ์ อาลัย พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์ กุศล พร่อมมูล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
91 ถ.ประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

โทร 0-2470-9339 โทรสาร 0-2872-9691 E-mail: [terdsak@fibo.kmutt.ac.th](mailto:terdsak@fibo.kmutt.ac.th) , [pongpan.kae@kmutt.ac.th](mailto:pongpan.kae@kmutt.ac.th) , [kusol.pro@kmutt.ac.th](mailto:kusol.pro@kmutt.ac.th)

Terdsak ARLAI, Pongpan KAEWTATIP, Kusol PROMMUL  
Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi  
91 Pracha-u-tit Rd. Bangmod Tungkru Bangkok 10140 Thailand

Tel: 0-2470-9339 Fax: 0-2872-9691 E-mail: [terdsak@fibo.kmutt.ac.th](mailto:terdsak@fibo.kmutt.ac.th) , [pongpan.kae@kmutt.ac.th](mailto:pongpan.kae@kmutt.ac.th) , [kusol.pro@kmutt.ac.th](mailto:kusol.pro@kmutt.ac.th)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อสมรรถภาพของการตัดไม้ (Routing process) ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราโดยใช้ไบมีดตัดทำมาจากทั้งสแตนคาร์ไบด์ (Tungsten Carbide; WC , TC) ในปัจจุบันไบมีดตัดที่ใช้ในงานตัดไม้ทำมาจากวัสดุหลายประเภทเช่น เหล็กกล้าความเร็วสูง (High speed steel) ทั้งสแตนคาร์ไบด์ (Tungsten carbide) และเพชรแบบหลายผลึก (Polycrystal diamond) เป็นต้น ซึ่งอายุการใช้งานของไบมีดแต่ละชนิดจะแตกต่างกันออกไป โดยที่เป็นที่ทราบกันดีว่าไบมีดตัด TC (ชื่อเรียกในงานอุตสาหกรรม) เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายภายในประเทศไทย เนื่องจากว่าราคาไม่สูงมากนักในขณะที่อายุการใช้งานก็ยาวนานระดับหนึ่ง แต่อาจไม่สูงมากเมื่อเทียบกับไบมีดแบบเพชร ในปัจจุบันผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในประเทศไทย ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในการตัดไม้ยางพาราโดยใช้ไบมีดตัดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงอิทธิพลความเร็วในการตัด อัตราการป้อนตัด และทิศทางการป้อนตัดเทียบกับทิศทางเส้นไม้ที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน นั่นก็คือความเรียบผิวของไม้ที่ได้ การเกิดขุยไม้และรอยไหม้บนเนื้อไม้ และยังศึกษาถึงอิทธิพลของเงื่อนไขในการตัดที่มีต่ออัตราการสิ้นเปลืองพลังงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเลือกสภาวะการตัดที่เหมาะสมสำหรับไบมีด TC ผลจากการวิจัยพบว่าที่ความเร็วรอบ 16,000 rpm และอัตราการป้อนตัด 12 m/min จะทำให้ได้ชิ้นงานที่ปราศจากขุยและมีความเรียบผิวดีที่สุด อัตราการผลิตสูงถึง80% เมื่อเทียบกับอัตราการป้อนตัดที่ใช้กันทั่วไปคือ 1 m/min และปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดเพียง 30% เมื่อเทียบกับความเร็วรอบที่ใช้กันทั่วไป (10,000 rpm)

คำสำคัญ: การตัดไม้ ไบมีดทั้งสแตนคาร์ไบด์ สภาวะการตัด คุณภาพผิวไม้

### Abstract

This research is to study parameters that affect the efficiencies of the routing process for manufacturing rubber-wood furniture using a TC (Tungsten Carbide; WC) cutting tool. Cutting tools, currently in use, may include: High Speed Steel (HSS), Tungsten Carbide, and PCD tools. However, more Thai manufacturers have been using the TC tools for years, they do not have enough decision-making information in order to determine optimum cutting conditions for producing quality parts. In this research, the optimum cutting conditions, affecting surface roughness, wood splinter, and burn, were investigated. They include: cutting speeds, feed rates, and cutting directions (relative to wood-grain orientations). In addition, power consumption rates for each condition were studied. The results show that the condition at a cutting speed of 16,000 rpm and at a feed rate of 12 m/min yields a part with the best surface finish having smallest surface roughness (Rq) and having no wood splinter. Moreover, productivity rate of this condition is 80% higher than at condition feed rate of 1 m/min. And electrical current use is 30% lower than that of conventional cutting speed of 10,000 rpm

Key word: Wood cutting, TC router, Cutting conditions, Surface integrity

## 1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้เข้าประเทศปีละกว่าสามหมื่นล้านบาท [1] แต่อุตสาหกรรมดังกล่าว โดยเฉพาะในส่วนของเครื่องจักรซีเอ็นซี ยังขาดข้อมูลที่จำเป็นในการกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมของกระบวนการตัดชิ้นรูป เนื่องจากในการตัดไม้จะต่างจากการตัดโลหะ เพราะไม้เป็นวัสดุที่มีสมบัติไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (nonhomogeneous material) ดังนั้นการกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมในการตัดไม้จึงทำได้ยากเพราะจะมีคุณสมบัติเกี่ยวกับทิศทางเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม้ที่ใช้งานตัดไม้จะไม่ทำมาจากวัสดุหลายประเภท แต่ที่ใช้กันมากที่สุดคือไม้ดีทิงสเตนคาร์ไบด์เพราะมีราคาปานกลางและคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากเฟอร์นิเจอร์ไม้ของไทยที่ส่งออกทั้งหมดกว่า 80% เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่ทำมาจากไม้ยางพาราซึ่งเป็นไม้เนื้อแข็งปานกลาง และเกิดขุยขึ้นได้ง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อตัดตามทิศทางของเสี้ยนไม้ เมื่อเกิดขุยขึ้นผู้ประกอบการในปัจจุบันแก้ปัญหา โดยการนำไม้มาผ่านกระบวนการขัดผิวอีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำผ่านขั้นตอนการลงสีและประกอบต่อไป ขั้นตอนการขัดผิวที่เพิ่มมาทำให้ต้นทุนในการผลิตต่อชิ้นเพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่ค่อนข้างมากเทียบกับต้นทุนทั้งหมด ก่อนหน้านี้คณะผู้วิจัยได้นำเสนองานวิจัยในการใช้เม็ดตัดที่ทำมาจากเพชรหลายผลึก (PCD) มาแล้วครั้งหนึ่ง[2] ซึ่งเห็นคุณภาพผิวชิ้นงานที่ได้จากการตัดด้วยไม้ดีทิง PCD จะมีคุณภาพผิวที่ดีมากก็ตาม แต่เนื่องจากไม้ดีทิง PCD มีราคาสูงมาก โดยสูงกว่าไม้ดีทิง TC ขนาดเท่ากันถึงประมาณ 10 เท่าหรือมากกว่า ทำให้ไม่เป็นที่นิยมใช้มากในประเทศ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นในงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นที่จะหาเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดในการตัดไม้ยางพาราด้วยไม้ดีทิง TC (TC router) เพื่อให้ได้คุณภาพผิวชิ้นงานที่ดีที่สุดโดยไม่ต้องนำไปขัดผิว หรือขัดน้อยที่สุด และสิ้นเปลืองพลังงานในการตัดน้อยที่สุด ตัวแปรที่ทำการศึกษาคือ ความเร็วในการตัด อัตราการป้อนตัด และทิศทางการตัดไม้เทียบกับแนวเสี้ยนไม้

## 2. ผิวของชิ้นงานที่ได้จากการตัด

คุณภาพของผิวจากการตัดโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการคือ (1) คุณภาพของเนื้อไม้ (2) รูปทรงเรขาคณิตของไม้ดีทิง และ (3) เงื่อนไขในการตัด คุณภาพของเนื้อไม้เช่นความชื้นภายในเนื้อไม้ ตำแหน่งของตาไม้ แนวการเรียงตัวของเสี้ยนไม้ และความเค้นภายในเนื้อไม้ (Growth stress) เป็นต้น เป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่มีผลอย่างมากในกระบวนการตัดไม้ [4] ดังนั้นในการที่จะได้คุณภาพผิวหลังการตัดที่ดีที่สุดจำเป็นต้องกำหนดปัจจัยอื่นที่เหลือให้เหมาะสม ในกรณีที่ไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบยืดหยุ่นของไม้ ความแตกต่างของเนื้อไม้ในแต่ละจุด และการสั่นไหวของไม้ดีทิงบนเนื้อไม้จะสามารถทำนายลักษณะผิวหลังการตัดได้ตามรูปที่ 1

$F_z$  (Chip Load หรือ Feed per Tooth) ในรูปที่ 1 หมายถึงระยะที่คมตัดหนึ่งคมตัดเฉือนเนื้อไม้ออกไปเมื่อคมตัดของมีดหมุนไปหนึ่งรอบ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร/คมตัด เมื่อ  $F_z$  มีค่าน้อยจะแสดงถึงผิวคุณภาพงานตัดที่สูงขึ้น ซึ่งเกิดเมื่ออัตราการป้อนตัดที่ช้าแต่ความเร็วตัดมีค่าสูง

แต่จะมีข้อเสียเกิดขึ้นคืออายุคมตัดอาจสั้นลง ค่า  $F_z$  สามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

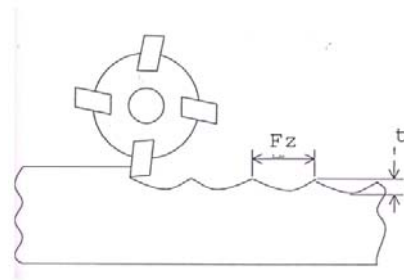
$$F_z = F / (N \times Z) \quad (1)$$

โดยที่  $F$  = อัตราการป้อนตัด (Feed rate); mm/min  
 $N$  = ความเร็วรอบของไม้ดีทิง; rpm  
 $Z$  = จำนวนคมตัดของมีด

รอยลึกของคมตัด (Cutter mark;  $t$ ) คือความสูงของรอยคมตัดที่ผิวชิ้นงานซึ่งมีความสัมพันธ์กับ  $F_z$  และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมีด โดยรอยลึกของคมตัดเป็นสัดส่วนผกผันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมีด ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยความสัมพันธ์ในสมการ (2)

$$t = (F_z)^2 / 4D \quad (2)$$

โดยที่  $F_z$  = Chip load (mm/tooth)  
 $D$  = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของผิวหลังการตัด (Routed surface)

## 3. ขั้นตอนและอุปกรณ์การทดลอง

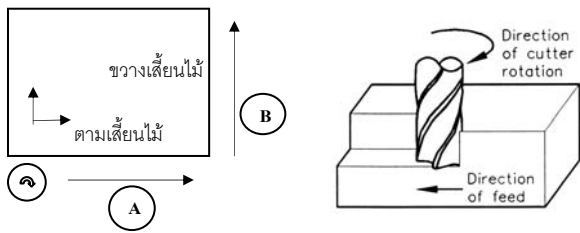
ในงานวิจัยนี้ใช้เม็ดตัดที่ทำมาจากทังสเตนคาร์ไบด์ (TC router) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 mm วัสดุที่ใช้คือไม้ยางพาราแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 450 x 750 mm ความหนาเท่ากับ 20 mm เครื่องจักรซีเอ็นซีที่ใช้คือ CNC-boring and routing machine ซึ่งมีความเร็วรอบสูงสุดเท่ากับ 24,000 rpm และอัตราการป้อนตัดสูงสุดเท่ากับ 24 m/min ตัวแปรที่เลือกมาศึกษาคือความเร็วรอบในการตัดที่ 8,000 10,000 12,000 14,000 16,000 และ 18,000 rpm และอัตราการป้อนตัดที่ 1 2 3 6 9 12 และ 15 m/min ระยะกินลึกในการตัด (Depth of cut) จะกำหนดให้คงที่เท่ากับ 3 mm เพื่อศึกษาอิทธิพลของทิศทางการตัดเทียบกับทิศทางของเสี้ยนไม้จะแบ่งลักษณะการตัดออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

- A: ตัดตามเสี้ยนไม้และสวนทิศทางการป้อนตัด (Along grain, against feed: upcut)
- B: ตัดตามเสี้ยนไม้ และตามทิศทางการป้อนตัด (Along grain, with feed: downcut)
- C: ตัดขวางเสี้ยนไม้ และสวนทิศทางการป้อนตัด (Across grain, against feed: upcut)

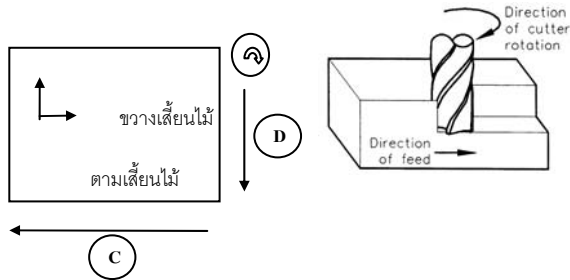
D: ตัดขวางเส้นไม้ และตามทิศทางการป้อนตัด (Across grain, with feed: downcut)

(การตัดแบบ Upcut สำหรับงานไม้ในบางครั้งอาจถูกเรียกเป็น Against feed ในขณะที่การตัดแบบ Downcut ในบางครั้งอาจถูกเรียกเป็น With feed) ลักษณะการตัดไม้ทั้งสี่แบบแสดงให้เห็นในรูปที่ 2 (ก) และ (ข)

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินผลได้แก่คุณภาพผิว (Surface Integrity) ซึ่งประกอบไปด้วยความเรียบผิว ขูดบนเนื้อไม้ และรอยไหม้ และจะทำการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน (Power consumption) ของแต่ละเงื่อนไขในการตัด โดยจะทำการวัดจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ขณะทำการตัด



(ก) แสดงทิศทางการตัดแบบ Upcut



(ข) แสดงทิศทางการตัดแบบ Downcut

รูปที่ 2. แสดงทิศทางการตัดแบบ A B C และ D [2]

#### 4. ผลการทดลองและวิเคราะห์

##### 4.1 คุณภาพผิวของชิ้นงานหลังการตัด

###### 4.1.1 การเกิดขุยและการฉีกขาดของเนื้อไม้

จากการสังเกตการเกิดขูดบนผิวไม้ที่เงื่อนไขการตัดต่างๆ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1 จากการทดลองจะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบต่ำจะมีโอกาสเกิดขูดบนเนื้อไม้น้อยกว่าที่ความเร็วรอบสูง การตัดในทิศทางตามแนวเส้นจะทำให้เกิดขุยได้ง่ายกว่าการตัดขวางกับแนวเส้นไม้ และการตัดแบบ Downcut จะทำให้เกิดขุยได้ง่ายกว่าการตัดแบบ Upcut โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อัตราการป้อนตัดสูงๆหรือที่ 9 12 และ 15 m/min ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่ออัตราการป้อนตัดมีค่าสูงป้อนตัดจะไม่สามารถตัดเนื้อเส้นไม้ได้ทันกับอัตราการป้อนตัดทำให้มีขุยไม้เกิดขึ้น

###### 4.1.2 รอยไหม้บนผิวไม้

มีรอยไหม้เกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 18,000 รอบต่อนาที ที่อัตราการป้อนตัด 1 เมตรต่อนาที เนื่องจากสาเหตุที่สภาวะดังกล่าวมีการเสียดสีระหว่างใบมีดกับเนื้อไม้เป็นเวลานาน

###### 4.1.3 ความเรียบผิวของชิ้นงาน

ความเรียบผิวหลังการตัดของชิ้นงานที่ได้จากการตัดแบบ A B C และ D แสดงให้เห็นในรูปที่ 3 4 5 และ 6 จากการวัดความเรียบผิวของชิ้นงานพบว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองมีการกระจายตัวของข้อมูลค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามจากข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการสังเกตขุยที่เกิดขึ้นบนรอยตัด

Cutting direction	Speed (rpm)	feed (m/min)															
		1		2		3		6		9		12					
		Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut				
Along grain	8000	☉	✗	○	✓	☉	✓	○	✓	☉	✓	○	✓	☉	✗	○	✗
	10000	*	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓	☉	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓
	12000	*	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓	*	✗	○	✓
	14000	*	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓	*	✓	○	✓	*	✗	○	✓
	16000	☉	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓	*	✓	○	✓	*	✗	○	✓
	18000	☉	✓	☉	✗	☉	✓	☉	✓	*	✓	*	✓	*	✓	○	✓
Across grain	8000	*	✓	☉	✓	☉	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓	*	✓	*	☉
	10000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	12000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	14000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	16000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓
	18000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓

Cutting direction	Speed (rpm)	feed (m/min)											
		9		12		15		9		12		15	
		Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut	Upcut	Downcut
Along grain	8000	*	✗	○	✓	*	✓	*	✓	*	✗	*	✗
	10000	*	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓	*	✓	☉	✓
	12000	*	✓	☉	✓	*	✗	☉	✓	*	✗	☉	✓
	14000	*	✓	○	✗	*	✗	☉	✓	*	✗	☉	✓
	16000	*	✓	☉	✓	*	✗	☉	✓	*	✗	○	✓
	18000	☉	✗	*	✓	☉	✗	*	✓	☉	✗	*	✓
Across grain	8000	*	✓	*	☉	*	✓	*	☉	*	✓	*	☉
	10000	*	✓	*	✓	*	✓	*	☉	*	✓	*	☉
	12000	*	✓	*	✓	*	✓	*	☉	*	✓	*	☉
	14000	*	✓	*	✓	*	✓	*	☉	*	✓	*	☉
	16000	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	✓	*	☉
	18000	*	✓	*	✓	*	☉	*	☉	*	✓	*	✓

☉ = ไม่มีขุยเกิดขึ้นเลย      ☉ = มีขุยเกิดขึ้นเล็กน้อย      ○ = มีขุยเกิดขึ้นปานกลาง  
 △ = มีขุยเกิดขึ้นมาก      ✓ = ไม่มีกาวลึก      ✗ = มีรอยฉีกตามแนวยาว  
 ⊗ = มีการหลุดของเนื้อไม้



งานหลุดออกไม่ทัน ทำให้คมตัดถัดไปที่หมุ่นมาทำการตัดไม้กดทับเศษไม้ดังกล่าว ทำให้เศษไม้บางส่วนฝังลงในเนื้อไม้ ส่งผลให้เนื้อไม้หลังการตัดมีรอยขึ้น ในทำนองเดียวกันที่อัตราการป้อนตัดสูงๆก็มีผลในลักษณะใกล้เคียงกัน

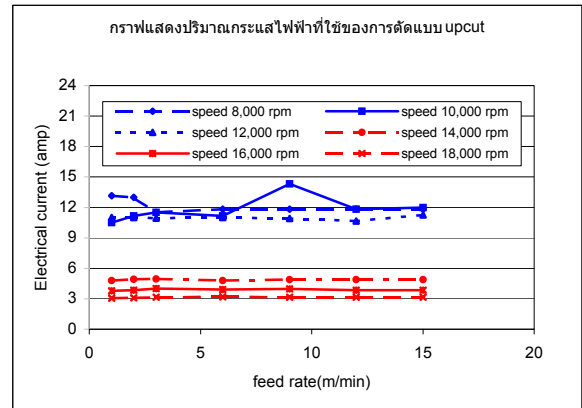
จากการวัดค่าความเรียบผิวของไม้ที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรม ไม้ยางพาราที่ผ่านขั้นตอนการขัดผิวครั้งสุดท้ายก่อนทำการฟันสีพบว่า ค่าความเรียบผิว ( $R_a$ ) ที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ  $2.88 \mu\text{m}$  ซึ่งจากการทดลองพบว่าที่ทุกความเร็วรอบและทุกอัตราการป้อนตัดของการตัดตามเส้นไม้ยกเว้นที่อัตราการป้อนตัด 12 และ 15 เมตรต่อนาที ของความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที ค่าความเรียบผิวที่ได้นั้นมีค่าน้อยกว่าค่าความเรียบผิวของไม้ที่วัดได้จากโรงงาน ซึ่งบ่งชี้ถึงว่าถ้าทำการตัดไม้ด้วยเครื่องซีเอ็นซีที่ความเร็วรอบและอัตราการป้อนตัดนี้ทำให้ไม่ต้องทำการขัดผิวด้วยกระดาษทรายซ้ำหลังผ่านการตัดไม้ ลักษณะการตัดแบบ Downcut และการตัดแบบ Upcut ค่าความเรียบผิวที่ได้มีแนวโน้มไปทางเดียวกันและค่อนข้างใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าความเรียบผิวที่ได้จากการตัดทั้งสองแบบนี้เป็นไปตามทฤษฎี(ความเรียบผิวแปรผกผันกับอัตราการป้อนตัดคือเมื่ออัตราการป้อนตัดต่ำความเรียบผิวจะดี) ทิศทางการตัดของใบมีดแบบตามเส้นไม้ให้ความเรียบผิวที่ดีกว่าการตัดแบบขวางเส้น เนื่องจากการตัดแบบขวางเส้นนั้นมีการหลบของเส้นไม้เกิดขึ้นในระหว่างการตัด ทำให้เมื่อใบมีดเคลื่อนตัวผ่านไปเส้นไม้ที่หลบเข้าไปฝังในเนื้อไม้จะติดตัวออกมา ทั้งนี้การตัดของใบมีดต่อเส้นไม้ก็ยังขึ้นอยู่กับอายุของไม้ด้วยเช่น ถ้าไม้ที่มีอายุมาก การตัดเส้นไม้จะทำได้ยากทำให้เนื้อไม้ที่มีความหยาบ ในทางกลับกันถ้าเนื้อไม้ที่นำมาทำการผลิตมีอายุที่เหมาะสมการตัดขาดของเส้นไม้จะทำได้ง่ายกว่า

#### 4.2 อัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน

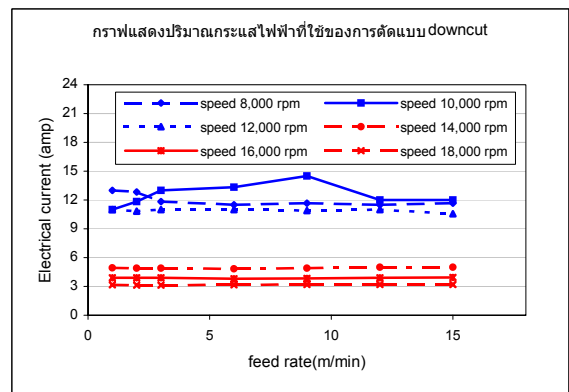
อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานสามารถวัดได้จากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีใช้ในขณะทำการตัดไม้โดยใช้ Clamp-on meter ผลของการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องซีเอ็นซีใช้เทียบกับอัตราการป้อนตัด สำหรับการตัดแบบ Upcut และ Downcut แสดงให้เห็นดังในกราฟอัตราการกำจัดเศษสามารถคำนวณได้ตามความสัมพันธ์  $\text{Material removal rate} = \text{Feed rate} \times \text{Depth of cut} \times \text{Working depth}$  ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการกำจัดเศษวัสดุแปรผันตรงกับอัตราการป้อนตัด แต่ไม่ขึ้นกับความเร็วรอบในการตัดไม้ อัตราการกำจัดเศษจะบ่งบอกถึงความสามารถหรือความเร็วในการผลิตชิ้นงาน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้น้อยที่สุดเมื่อความเร็วรอบของใบมีดตัดเท่ากับ 18,000 รอบต่อนาที ซึ่งผลดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเมื่ออัตราการป้อนตัดน้อยๆ สาเหตุเนื่องมาจากมอเตอร์ของเครื่องซีเอ็นซีที่ใช้มีค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ความเร็วรอบดังกล่าว และจะพบว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้เมื่อทำการการตัดแบบ Upcut และ Downcut จะไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนั้นจะเห็นได้ว่าที่อัตราการป้อนตัดสูงๆ ภาระโหลดในการตัดไม้จะเริ่มสูงขึ้นส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานสูงตามไปด้วย

#### 5. สรุป

ในการตัดไม้ยางพาราโดยใช้ใบมีดตัด TC พบว่าความเร็วรอบ 16,000 rpm และอัตราการป้อนตัด 12 m/min จะทำให้ได้ชิ้นงานที่ปราศจากขุยและมีความเรียบผิวดีที่สุดในอัตราการผลิตสูงถึง 80% เมื่อเทียบกับอัตราการป้อนตัดที่ใช้กันทั่วไปคือ 1 m/min และปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการตัดเพียง 30% เมื่อเทียบกับความเร็วรอบที่ใช้กันทั่วไป (10,000 rpm) ดังนั้นการที่จะเลือกเงื่อนไขการทำงานที่เหมาะสมต้องพิจารณาข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนในการขัดผิว และต้นทุนค่าพลังงานเพิ่มเติมต่อไป



รูปที่ 9 กราฟแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้เมื่อทำการตัดแบบ Upcut



รูปที่ 10. กราฟแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้เมื่อทำการตัดแบบ Downcut

#### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการทำวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.) ศูนย์โลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และบริษัทเอสดีทีอินเตอร์เทรดจำกัด คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ผ่องเพ็ญ สัมมาพันธ์, เอกสารประกอบการสัมมนาทางพาราแห่ง ประเทศไทย ครั้งที่ 4, [http://www.thailandrubber.thaigov.net/songkhla1/news\\_event/001.doc/](http://www.thailandrubber.thaigov.net/songkhla1/news_event/001.doc/), March 15, 2002
- [2] กุศล พร้อมมูล พงศ์พันธ์ แก้วตาทิพย์ สุรพันธ์ สุวรรณภูมิ และ เทิดศักดิ์ อาลัย, “การหาเงื่อนไขการตัดไม้ที่เหมาะสมของใบมีด PCD”,การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่16, ปี พ.ศ. 2545, หน้า526-530
- [3] Lin, Su-Chen Jonathan, “Computer Numerical Control: From Programming to Networking,” Delmar Publishers, USA, 1994, p. 269.
- [4] Aquilera, A., Meausoone, P. J., and Martin, P., “Wood Material Influence in Routing Operations: the PDF Case,” Holz als Roh-und Werkstoff, Vol 58, 2000, pp. 278-283.