รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเลื่อยไม้ยางพาราให้ได้ปริมาณเนื้อไม้ใช้งานสูงด้วยเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน

High Yield Parawood Sawing With Horizontal Band Saw

โดย

รศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน (วช.)

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2558-2559 รหัสโครงการ ENG580230S

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การเลื่อยไม้ยางพาราให้ได้ปริมาณเนื้อไม้ใช้งานสูงด้วยเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน

High Yield Parawood Sawing With Horizontal Band Saw

คณะผู้วิจัย

รศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง

รศ.ดร. เจริญยุทธ เดชวายุกุล

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน (วช.)

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประจำปีงบประมาณ 2558-2559 รหัสโครงการ ENG580230S

หัวข้อวิจัย การเลื่อยไม้ยางพาราให้ได้ปริมาณเนื้อไม้ใช้งานสูงด้วยเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน

คณะผู้วิจัย 1.รศ.ดร.วิริยะ ทองเรือง

2.รศ.ดร. เจริญยุทธ เดชวายุกุล

ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร.วรวุธ วิสุทธิ์เมธางกูร

หน่วยงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ปีงบประมาณ 2558-2559

รหัสโครงการ ENG580230S

บทคัดย่อ

งานวิจัยการเลื่อยไม้ยางพาราให้ได้ปริมาณเนื้อไม้ใช้งานสูงด้วยเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน เป็นงานวิจัยต่อยอดเพื่อแก้ปัญหาการเลื่อยที่ได้ปริมาณเนื้อไม้ใช้งาน (Yield) ต่ำ ลดการใช้พลังงานในการเลื่อย และศึกษาประสิทธิภาพจำเพาะซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณเนื้อไม้ใช้งานกับพลังงานที่ใช้ กระบวนการเลื่อยประกอบไปด้วยเครื่องเลื่อย 3 เครื่อง คือ เครื่องเปิดปีกไม้ เครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน และเครื่องตัดขอบ การเลื่อยไม้ยางพาราที่ศึกษามี 3 รูปแบบ คือ การเลื่อยแบบตีตับ การเลื่อยแบบตีปอน และการเลื่อยแบบผ่าครึ่งของท่อนไม้ 2 ช่วงขนาดคือ เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-6 และ 6-7 นิ้ว ข้อมูลแบ่งเป็นสองส่วนก่อนการเลื่อยใน 3 รูปแบบข้างต้น โดยคนคำนวณระยะเปิดปีก และ โปรแกรมประมวลผลด้วยภาพก่อนใช้คนเลื่อย พบว่าในส่วนใช้คนคำนวณการเปิดปีกการเลื่อยแบบตีตับด้วยวิธีการเลื่อยแบบกำหนดให้ชิ้นงานยาวสุดสองชิ้นอยู่ตรงกลาง (LL) ให้ปริมาตรเนื้อไม้ใช้งานมากที่สุดที่ 0.322 ถึง 0.357 ft^3/ท่อนในไม้ขนาด 5-6 และ 6-7 นิ้ว ตามลำดับ และค่าของประสิทธิภาพจำเพาะสูงสุดประมาณ 4.60×10^{-3} ft^3/Wh ในไม้ทั้งสองขนาด การเลื่อยวิธีนี้เหมาะการนำไปใช้เนื่องจากง่ายและประสิทธิภาพสูง สำหรับผลการโปรแกรมประมวลผลก่อนใช้คนเลื่อย พบว่าการเลื่อยแบบตีตับยังคงให้ให้ปริมาตรเนื้อไม้ใช้งานและประสิทธิภาพจำเพาะค่อนข้างสูงและสอดคล้องกับการใช้คนคำนวณเปิดปีกเช่นกัน การใช้โปรแกรมประมวลผลด้วยภาพสามารถเพิ่มปริมาตรเนื้อไม้ใช้งานได้ประมาณ 6-8% และประสิทธิภาพการเลื่อยให้สูงขึ้นได้ประมาณ 4-6% ซึ่งควรพัฒนาในส่วนโปรแกรมให้ใช้งานได้สะดวกเพื่อเป็นประโยชน์ต่อไป

Research Title	High Yield Parawood Sawing With Horizontal Band Saw
Researchers	1. Assoc. Prof. Dr. Wiriya Thongruang 2. Assoc. Prof. Dr. Charoenyut Dechwayukul
Research Consultant	Assoc. Prof. Dr. Worawut Wisutmethangoon
Organization	Mechanical Engineering Prince of Songkla University
Year	2015-2016
Project ID	ENG580230S

Abstract

The research of high-yield parawood sawing with horizontal band saw was an extended research work to solve the problem of lower yield sawing, to reduce energy consumption and to study the specific efficiency denoted as the ratio between yield and total energy usage. The sawing process consists of 3 steps; slap opening, horizontal band sawing and final-slap edge cutting. Three types of sawing were compared in this study: Live Sawing, Cant Sawing and Half Sawing. The experiments were conducted with two size ranges of parawood log: 5-6 inches and 6-7 inches in diameter. Two parts of sawing processes were studied and compared whose the sawing process was analyzed and sawn by lumbermen and the sawing process was analyzed by image-processing program but sawn by lumbermen. The results revealed that with analyzed and controlled by lumbermen sawing, the live sawing with two-piece centered line (LL) resulted in a highest yield of 0.322 to 0.357 ft^3/log were found for log-size of 5-6 and 6-7 in, respectively. The maximum specific efficiency of both sizes were about 4.60 x 10-3 ft^3/Wh. This sawing process has denoted as the most efficient sawing and easy to process. With using of the program, however, it was also found that the live sawing (with centered fitch) gave high yield and performance as analyzed by lumbermen. The yield and the specific efficiency obtained in this case were about 6-8% and 4-6%, respectively. Hence, the image processing method should be developed for further benefit and easily use.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยทุกท่านและผู้ช่วยวิจัย (นายพิษณุ ศรีผล) ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและสถานที่มา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ข

Abstract ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญ จ

สารบัญตาราง ซ

สารบัญภาพประกอบ ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย **1**

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ **2**

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน 2

1.4 ขอบเขตการวิจัย **3**

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.3 รูปแบบการเลื่อยไม้ยางพารา 9

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 14

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 16

3.2 ออกแบบโปรแกรมช่วยในการเปิดปีกไม้ 21

3.3 รูปแบบการวิจัย 25

3.4 แนวการเลื่อยไม้ในรูปต่างๆ 27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	30
4.1 เปรียบเทียบการใช้พลังงานทั้งหมดของการควบคุมการเลื่อยด้วยคนเลื่อย (Part 1)	30
4.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงานทั้งหมดของการระบุตำแหน่งการเปิดปีกไม้ด้วยโปรแกรมประมวลผลด้วยภาพ (Image Processing) และควบคุมการทำงานด้วยคนเลื่อย (Part 2)	42
4.3 เปรียบเทียบพลังงานทั้งหมดในช่วงการทดลองที่ 1 (Part 1) กับ ช่วงการทดลองที่ 2 (Part 2)	54
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	73
5.1 สรุปผล	73
5.1.1 ผลการศึกษาการเลื่อยไม้ยางพาราในรูปแบบการเลื่อยวิธีต่าง ๆ โดยคำนวณและควบคุมด้วยคนเลื่อย	73
5.1.2 ผลการศึกษาการเลื่อยไม้ยางพาราในรูปแบบการเลื่อยวิธีต่าง ๆ โดยคำนวณด้วยโปรแกรมประมวลผลด้วยภาพและควบคุมด้วยคนเลื่อย	74
5.1.3 เปรียบเทียบผลการศึกษาการเลื่อยไม้ยางพาราในรูปแบบการเลื่อยวิธีต่าง ๆ โดยคำนวณตำแหน่งการเปิดปีกไม้ด้วยคนเลื่อยกับคำนวณตำแหน่งด้วยโปรแกรมประมวลผลด้วยภาพ	74
5.2 ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	77

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก 79

ภาคผนวก ก พลังงานในการเปิดปีกไม้ยางพารา (Wh) 79

ภาคผนวก ข พลังงานในการเลื่อยไม้ของเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน (Wh) 87

ภาคผนวก ค พลังงานในเครื่องเก็บปีกไม้ยางพารา (Wh) 95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเครื่องเลื่อยวงเดือน	8
2.2	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของเครื่องเลื่อยสายพาน	9
3.1	รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องเลื่อยเก็บปีกไม้	20
3.2	แสดงตารางการทดลองโดยควบคุมด้วยคนเลื่อย	26
3.3	แสดงตารางการทดลองโดยคำนวณด้วยโปรแกรมและควบคุมด้วยคนเลื่อย (Part 2)	27
4.1	แสดงการใช้พลังงานเฉลี่ยในเครื่องเปิดปีกท่อนไม้ยางพาราของการควบคุมด้วยคนเลื่อยจากจำนวนไม้ 10 ท่อนของแต่ละการทดลอง	31
4.2	พลังงานเฉลี่ยในแต่ละวิธีของแนวการเลื่อย A-D	33
4.3	พลังงานเฉลี่ยของเครื่องเก็บปีกไม้	36
4.4	พลังงานรวมเฉลี่ยในแต่ละกระบวนการของการเปิดปีก การเลื่อย การตัดขอบของการทดลองของการเลื่อยไม้ในช่วงการทดลองที่ 1 (Part 1)	38
4.5	ปริมาตรเนื้อไม้ใช้งานของไม้แต่ละท่อนที่เลื่อยได้และค่าเฉลี่ยของ 10 ท่อน	40
4.6	ค่าประสิทธิภาพจำเพาะของการทดลองช่วงที่ 1	41
4.7	ตารางการทดลองช่วงที่ 2	45
4.8	แสดงการใช้พลังงานเฉลี่ยในเครื่องเปิดปีกไม้ยางพาราของการใช้โปรแกรมประมวลผลด้วยภาพ (Image Processing) (Part 2)	46
4.9	พลังงานเฉลี่ยในแต่ละวิธีของแนวการเลื่อย A-D (Part 2)	47
4.10	พลังงานเฉลี่ยของเครื่องเก็บปีกไม้ (Part 2)	49
4.11	พลังงานรวมเฉลี่ยในแต่ละกระบวนการของการเปิดปีก การเลื่อย การตัดขอบของการทดลองของการเลื่อยไม้ในช่วงที่ 2 (Part 2)	50
4.12	ปริมาตรเนื้อไม้ใช้งานของไม้แต่ละท่อนที่เลื่อยได้และค่าเฉลี่ยของ 10 ท่อน (Part 2)	52
4.13	ค่าประสิทธิภาพจำเพาะของการทดลองช่วงที่ 2	53
4.14	ตารางรวมการทดลองทั้งหมด	55
4.15	ตารางรวมพลังงานการเปิดปีกไม้	56
4.16	ตารางรวมพลังงานการเลื่อยด้วยเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.17 ตารางรวมพลังงานของการเลื่อยด้วยเครื่องเก็บปีกไม้	60
4.18 ตารางรวมพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการเลื่อย	63
4.19 ตารางรวมปริมาตรไม้ใช้งานทั้งหมด	65
4.20 ตารางรวมประสิทธิภาพจำเพาะของการทดลองทั้งหมด	68

สารบัญภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงหลักการการเลื่อย	6
2.2 คลองเลื่อยฟันสลับ	7
2.3 คลองเลื่อยฟันคลื่น	7
2.4 คลองเลื่อยฟันแบบตอก	8
2.5 Live Sawing with Variable Face Opening	10
2.6 Live Sawing with Centered Flitch Sawing	10
2.7 Live Sawing with Centered Line Sawing	10
2.8 Cant Sawing with variable face opening	11
2.9 Cant Sawing with Centered Flitch Sawing	11
2.10 ระยะต่างๆในการคำนวณการเลื่อยแบบตีปอน	12
2.11 Half Sawing with Centered Line sawing	13
3.1 แผนภาพการทำงาน	15
3.2 ท่อนไม้ยางพารา	16
3.3 เครื่องเปิดปีกไม้ต้นแบบ	17
3.4 เครื่องเปิดปีกไม้กึ่งอัตโนมัติ	18
3.5 เครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน	19
3.6 เครื่องเลื่อยเก็บปีกไม้	20
3.7 เครื่องมือสาหรับวัดพลังงาน Gossen Metrawatt A2000	21
3.8 แผนผังการทำงานของ image processing	21
3.9 แสดงระบบสี HLS	22
3.10 ภาพเปรียบเทียบระหว่างภาพจริงกับภาพที่โปรแกรมเห็น	23
3.11 ตำแหน่งของกล้อง	24
3.12 ตำแหน่งภาพเมื่อมีการหมุนไม้	25
3.13 ลำดับชั้นการเลื่อยของการทดลองที่ 1 , 3 , 4 และ 6	27

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 ลำดับชั้นการเลื่อยของการทดลองที่ 2	28
3.15 ลำดับชั้นการเลื่อยของการทดลองที่ 5	28
3.16 ลำชั้นการเลื่อยของการทดลองของการเลื่อยแบบตีปอน	29
3.17 ลำชั้นการเลื่อยของการทดลองของการเลื่อยแบบตีผ่าครึ่ง	29
4.1 แสดงพลังงานรวมเฉลี่ยทั้งหมดต่อการทดลองของการเปิดปีกไม้	31
4.2 การเปิดปีกไม้ในครั้งแรกของการทดลองที่ช่วงที่ 1	32
4.3 แสดงการเปรียบเทียบตำแหน่งเปิดปีกไม้ครั้งแรกของวิธีต่าง ๆในไม้ขนาด 5-6 นิ้ว	33
4.4 เปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละวิธีของไม้ขนาด 5-6 นิ้วในเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน	34
4.5 เปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละวิธีของไม้ขนาด 6-7 นิ้วในเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน	34
4.6 แนวเส้นการเลื่อยรวมในการเลื่อยแบบตีตับ (Live Sawing)	35
4.7 พลังงานในแต่ละแนวเส้นของการเลื่อยในการเลื่อยแบบตีตับ	35
4.8 พลังงานของการเลื่อยในวิธีต่าง ๆด้วยเครื่องเลื่อยเก็บปีก	37
4.9 พลังงานรวมในไม้ขนาด 5-6 นิ้วในช่วงการทดลองที่ 1	38
4.10 พลังงานรวมในไม้ขนาด 6-7 นิ้วในช่วงการทดลองที่ 1	39
4.11 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาตรเนื้อไม้ใช้งานจากการเลื่อยรูปแบบต่างๆของช่วงการทดลองที่ 1	40
4.12 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพจำเพาะในการทดลองช่วงที่ 1	41
4.13 วิธีที่ใช้ในโปรแกรมประมวลด้วยภาพ	43
4.14 พารามิเตอร์ของรูปภาพ	43
4.15 หน้าต่างโปรแกรมประมวลผลด้วยภาพ	44
4.16 แสดงพลังงานรวมเฉลี่ยทั้งหมดของการเปิดปีกไม้ (Part 2)	46
4.17 เปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละวิธีของไม้ขนาด 5-6 นิ้วในเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน	48

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.18 เปรียบเทียบการใช้พลังงานในแต่ละวิธีของไม้ขนาด 6-7 นิ้วในเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอน 48
4.19 พลังงานของการเลื่อยในวิธีต่าง ๆด้วยเครื่องเก็บปีกไม้ (Part 2) 49
4.20 พลังงานรวมในไม้ขนาด 5-6 นิ้ว (Part 2) 51
4.21 พลังงานรวมในไม้ขนาด 6-7 นิ้ว (Part 2) 51
4.22 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาตรเนื้อไม้ใช้งานจากการเลื่อยรูปแบบต่างๆ (Part 2) 52
4.23 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพจำเพาะในการทดลองช่วงที่ 2 54
4.24 พลังงานในการเปิดปีกไม้ของทั้งสองช่วงการทดลองในไม้ขนาด 5-6 นิ้ว (S1) 56
4.25 พลังงานในการเปิดปีกไม้ของทั้งสองช่วงการทดลองในไม้ขนาด 6-7 นิ้ว (S2) 57
4.26 เปรียบเทียบพลังงานในการเลื่อยด้วยเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอนในไม้ขนาด 5-6 นิ้ว (S1) 59
4.27 เปรียบเทียบพลังงานในการเลื่อยด้วยเครื่องเลื่อยสายพานแนวนอนในไม้ขนาด 6-7 นิ้ว (S2) 59
4.28 เปรียบเทียบพลังงานของเครื่องเก็บปีกไม้ในไม้ขนาด 5-6 นิ้ว 61
4.29 เปรียบเทียบพลังงานของเครื่องเก็บปีกไม้ในไม้ขนาด 6-7 นิ้ว 62
4.30 เปรียบเทียบพลังงานรวมทั้งหมดในไม้ขนาด 5-6 นิ้ว 63
4.31 เปรียบเทียบพลังงานรวมทั้งหมดในไม้ขนาด 6-7 นิ้ว 64
4.32 เปรียบเทียบปริมาตรไม้ใช้งานทั้งหมดของไม้ขนาด 5-6 นิ้ว 66
4.33 เปรียบเทียบปริมาตรไม้ใช้งานทั้งหมดของไม้ขนาด 6-7 นิ้ว 66
4.34 เปรียบเทียบประสิทธิภาพจำเพาะของการทดลองในไม้ขนาด 5-6 นิ้ว 68
4.35 เปรียบเทียบประสิทธิภาพจำเพาะของการทดลองในไม้ขนาด 6-7 นิ้ว 69