

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(10)
บทที่	
1 บทนำ	1
1.1 บทนำต้นเรื่อง	1
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย	6
1.5 ขอบเขตการวิจัย	6
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 หลักการพื้นฐานการตัดโดยใช้ใบมีด	10
2.2 ความขรุขระพื้นผิว	19
2.3 ไม้อย่างพารา	26
2.4 เครื่องไสไม้สีหน้า	30
2.5 การออกแบบการทดลอง	32
3 วิธีการวิจัย	47
3.1 วัสดุชิ้นงานและใบมีดตัด	47
3.2 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	48
3.3 วิธีการทดลอง	52
4 ผลและการอภิปรายผลการทดลอง	58
4.1 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1	58

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 2	64
4.2.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	65
4.2.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	68
4.2.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	70
4.2.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_t$ แนวขวางเส้นไม้	71
4.2.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	73
4.2.6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	74
4.2.7 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	76
4.2.8 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	77
4.2.9 การวิเคราะห์ผลการทดลอง วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเส้นไม้	79
4.3 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 3	80
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	83
5.2 สรุปผลการวิจัย	83
5.3 ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก ก ตารางบันทึกผลการทดลอง	89
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1	115
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 2	159
ภาคผนวก ง ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องใส่ไม้	176
ต้นฉบับเอกสารตีพิมพ์ในการประชุมทางวิชาการ	179
ประวัติผู้เขียน	187

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สมบัติทางกลและความแข็งแรงของไม้ยางพาราเทียบกับไม้สัก	27
2.2 ข้อมูลสำหรับการทดลองปัจจัยเดียว	8
2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ Fixed Effect Model ตัวแปรเดียว	8
2.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับแบบจำลอง 3 ปัจจัยแบบ Fixed Effect	42
2.5 เมตริกซ์การออกแบบ	43
2.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการออกแบบ $2^K$	44
3.1 การทดลองที่ได้จากการออกแบบขั้นตอนที่ 1	54
3.2 การทดลองที่ได้จากการออกแบบขั้นตอนที่ 2	57
4.1 สรุปผลการทดลองตอนที่ 1 วัดค่า $R_a$ ในแนวขวางเสี้ยนไม้	58
4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_a$ ในแนวขวางเสี้ยนไม้	59
4.3 Regression coeffs. for roughnes	63
4.4 สรุปผลการทดลองตอนที่ 2 วัดค่า $R_a$ ในแนวขวางเสี้ยนไม้	65
4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_a$ ในแนวขวางเสี้ยนไม้	66
4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_a$ ในแนว 45 องศา	68
4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน วัดค่า $R_a$ ในแนวตามเสี้ยนไม้	70
4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_t$ ในแนวขวางเสี้ยนไม้	71
4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_t$ ในแนว 45 องศา	73
4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_t$ ในแนวตามเสี้ยนไม้	74
4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_{rms}$ ในแนวขวางเสี้ยนไม้	76
4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_{rms}$ ในแนว 45 องศา	77
4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนวัดค่า $R_{rms}$ ในแนวตามเสี้ยนไม้	79
4.14 ตารางเปรียบเทียบค่าความขรุขระพื้นผิวกับอายุการใช้งานมุมงโยบมีดตัด	98
ผก.1 ผลการทดลองตอนที่ 1	89
ผก.2 ผลการทดลองตอนที่ 2	95
ผก.3 ตารางอายุการใช้งานมุมงโยบมีดตัด	107
ผก.4 ตารางอายุการใช้งานมุมงโยบมีดตัด (ใช้ Universal Milling Machine)	113

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่	หน้า
1.1 ความสัมพันธ์ของปัจจัยกับการสิ้นเปลืองพลังงาน	7
2.1 ลักษณะทางเรขาคณิตของใบมีดตัดในการตัดเฉือนไม้	11
2.2 องค์ประกอบของพื้นผิว	22
2.3 การแบ่งเส้นขอบของพื้นผิวเป็นอีลีเมนต์ย่อย	23
2.4 ค่าระหว่างยอดสูงสุดกับก้นร่องต่ำสุด	25
2.5 ค่าระหว่างยอดสูงสุดกับก้นร่องต่ำสุดหาค่าแรก	25
2.6 ลักษณะของไม้ยางพารา	26
2.7 แผนผังแสดงวิวัฒนาการการใช้ประโยชน์จากไม้ยางพารา	30
2.8 เครื่องไสไม้สี่หน้าแบบอัตโนมัติ ยี่ห้อ Weinig	30
2.9 ส่วนประกอบของเครื่อง	31
2.10 การออกแบบเชิงแพททอเรียล 2 ปัจจัย	39
2.11 การออกแบบเชิงแพททอเรียล	40
3.1 ชิ้นงานไม้ยางพารา	47
3.2 ใบมีดคาร์ไบด์และมุมงโยใบมีดตัด	48
3.3 กะโหลกและตำแหน่งในการจับยึดกะโหลกในเครื่องไส	48
3.4 เครื่องไสไม้สี่หน้าแบบอัตโนมัติ ยี่ห้อ Weinig	49
3.5 เครื่องกัด Universal Milling Machine	49
3.6 เครื่องวัดความขรุขระพื้นผิว	50
3.7 เครื่องมือวัดความชื้นในเนื้อไม้	50
3.8 เครื่องลับคมมีดตัด ยี่ห้อ Weinig	51
3.9 ใบวัดมุมยี่ห้อ Shinwa	51
3.10 ค่า n จาก Power Curve	52
3.11 การออกแบบการทดลองตอนที่ 1	53
3.12 ตำแหน่งการวัดค่าความขรุขระ	54
3.13 ค่า n จาก Power Curve	55
3.14 การออกแบบการทดลองตอนที่ 2	56
4.1 Main Effect Plot for Roughness วัดค่า $R_a$ แนวขวางเสี้ยนไม้	62

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
4.2 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	62
4.3 Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	63
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	68
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	69
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	71
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_t$ แนวขวางเส้นไม้	72
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	74
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	75
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	77
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	78
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับค่ามุมเงย วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเส้นไม้	80
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความขรุขระผิวกับอายุการใช้งานค่ามุมเงย	81
ผข. 1 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	123
ผข. 2 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	123
ผข. 3 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	124
ผข. 4 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	124
ผข. 5 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	124
ผข. 6 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	125
ผข. 7 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	125
ผข. 8 Interaction Plot วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	126
ผข. 9 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	126
ผข. 10 Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	127
ผข. 11 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	128
ผข. 12 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	128
ผข. 13 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	128
ผข. 14 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	129

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
ผข. 15 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	129
ผข. 16 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	129
ผข. 17 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	130
ผข. 18 Interaction Plot วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	130
ผข. 19 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	131
ผข. 20 Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	131
ผข. 21 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	132
ผข. 22 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	132
ผข. 23 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	132
ผข. 24 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	133
ผข. 25 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	133
ผข. 26 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	133
ผข. 27 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	134
ผข. 28 Interaction Plot วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	134
ผข. 29 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	135
ผข. 30 Estimate Response Surface วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	135
ผข. 31 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	136
ผข. 32 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	136
ผข. 33 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	136
ผข. 34 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	137
ผข. 35 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	137
ผข. 36 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	137
ผข. 37 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	138
ผข. 38 Interaction Plot วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	138
ผข. 39 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	139
ผข. 40 Estimate Response Surface วัดค่า $R_f$ แนวขวางเส้นไม้	139
ผข. 41 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_f$ แนว 45 องศา	140

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
ผข. 42 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	140
ผข. 43 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	140
ผข. 44 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	141
ผข. 45 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	141
ผข. 46 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	141
ผข. 47 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	142
ผข. 48 Interaction Plot วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	142
ผข. 49 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	143
ผข. 50 Estimate Response Surface วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	143
ผข. 51 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	144
ผข. 52 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	144
ผข. 53 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	144
ผข. 54 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	145
ผข. 55 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	145
ผข. 56 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	145
ผข. 57 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	146
ผข. 58 Interaction Plot วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	146
ผข. 59 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	147
ผข. 60 Estimate Response Surface วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	147
ผข. 61 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	148
ผข. 62 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	148
ผข. 63 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	148
ผข. 64 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	149
ผข. 65 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	149
ผข. 66 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	149
ผข. 67 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	150

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
ผข. 68 Interaction Plot วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเฉียงไม้	150
ผข. 69 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเฉียงไม้	151
ผข. 70 Estimate Response Surface วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเฉียงไม้	151
ผข. 71 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	152
ผข. 72 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	152
ผข. 73 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	152
ผข. 74 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	153
ผข. 75 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	153
ผข. 76 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	153
ผข. 77 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	154
ผข. 78 Interaction Plot วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	154
ผข. 79 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	155
ผข. 80 Estimate Response Surface วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	155
ผข. 81 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	156
ผข. 82 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	156
ผข. 83 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	156
ผข. 84 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Feed วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	157
ผข. 85 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Depth วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	157
ผข. 86 Pareto Chart for roughness วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	157
ผข. 87 Main Effect Plot for roughness วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	158
ผข. 88 Interaction Plot วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	158
ผข. 89 Contours of Estimate Response Surface วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	159
ผข. 90 Estimate Response Surface วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเฉียงไม้	159
ผค. 1 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	160
ผค. 2 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	160
ผค. 3 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	161
ผค. 4 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_t$ แนว 45 องศา	161



## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
ผค. 5 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	162
ผค. 6 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	162
ผค. 7 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	163
ผค. 8 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_t$ แนวตามเส้นไม้	163
ผค. 9 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	164
ผค. 10 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	164
ผค. 11 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	165
ผค. 12 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_{rms}$ แนวขวางเส้นไม้	165
ผค. 13 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	166
ผค. 14 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	166
ผค. 15 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	167
ผค. 16 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_{rms}$ แนว 45 องศา	167
ผค. 17 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเส้นไม้	168
ผค. 18 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเส้นไม้	168
ผค. 19 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเส้นไม้	169
ผค. 20 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_{rms}$ แนวตามเส้นไม้	169
ผค. 21 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	170
ผค. 22 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	170
ผค. 23 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	171
ผค. 24 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_a$ แนวขวางเส้นไม้	171
ผค. 25 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	172
ผค. 26 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	172
ผค. 27 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	173
ผค. 28 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_a$ แนว 45 องศา	173
ผค. 29 ตรวจสอบความเป็นอิสระของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	174
ผค. 30 ตรวจสอบการกระจายของข้อมูล วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	174

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบที่	หน้า
ผค. 31 ความคงที่ของค่าความแปรปรวนของ Rake Angle วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	175
ผค. 32 ค่า $R^2$ วัดค่า $R_a$ แนวตามเส้นไม้	175