

การพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยด้วยระบบพัดลม

Development of sugarcane leaf pruning machine using propeller system



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2563

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยด้วยระบบพัดลม

Development of sugarcane leaf pruning machine using propeller system



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2563
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Development of sugarcane leaf pruning machine using propeller system



Koonkanya Namwong

Kullathat Theeraraktrakul

Nawapol Punwilai

Panusorn Pratumma

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE
OF BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING FACULTY OF
ENGINEERING KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG ACADEMIC
YEAR 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

การพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยด้วยระบบพัดลม

Development of sugarcane leaf pruning machine using propeller system

ผู้ดำเนินโครงการงาน

นางสาวกุลกัญญา นามวงษ์ รหัส 60010090
นายกุลธัช อธิรักษ์ตระกูล รหัส 60010091
นายนพพล พันธุ์วิไล รหัส 60010518
นายภาณุสรณ์ ประทุมมา รหัส 60010782

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

หลักสูตร


วิศวกรรมเกษตร

ภาควิชา

วิศวกรรมเกษตร

ปีการศึกษา

2563

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร.จีรายุทธ หงษ์เวียงจันทร์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยด้วยระบบพัดลม		
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นางสาวกุลกัญญา	นามวงษ์	รหัส 60010090
	นายกุลรัช	ธีรรัชตระกูล	รหัส 60010091
	นายนवल	พันธวิไล	รหัส 60010518
	นายภาณุสรณ์	ประทุมมา	รหัส 60010782
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.จีรายุทธ หงษ์เวียงจันทร์		
ปีการศึกษา	2563		

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเครื่องสางใบอ้อยและออกแบบรูปแบบใบพัดลมที่เหมาะสมต่อการสางใบอ้อย โดยได้ทำการศึกษาค่าความเร็วมวลที่ได้จากวัดจริงกับค่าที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS ของเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ซึ่งใช้เป็นตัวต้นแบบ จากผลการทดสอบพบว่าค่าความเร็วมวลที่ได้จากการวัดจริงจะมีค่ามากกว่าความเร็วมวลที่จำลองด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS และกราฟค่าความเร็วมวลของพัดลมที่ได้จากทั้งการวัดและการจำลองที่ตำแหน่งต่างๆ ของใบมีลักษณะที่คล้ายกันและผลการทดสอบ t-test พบว่า ค่าความเร็วในแนวระดับตลอดความกว้างของพัดลมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สามารถใช้การจำลองในการออกแบบพัดลมได้ จึงได้ทำการออกแบบและทดสอบพัดลมโดยใช้ลักษณะของพัดลมตามเครื่องต้นแบบ ใบพัดที่มีใช้ในรถตัดอ้อย และตามหลักการอากาศพลศาสตร์ในการออกแบบ เมื่อทำการทดลองเปรียบเทียบการจำลองความเร็วมวลของใบพัดทั้ง 6 แบบ สรุปได้ว่า เลือกใบพัดตัวอย่างหมายเลข 6 ซึ่งเป็นใบพัดที่มีรูปแบบผสมกันระหว่างตามหลักอากาศพลศาสตร์และใบพัดที่มีใช้ในรถตัดอ้อยเพราะมีความเร็วมวลมากกว่าใบพัดต้นแบบรูปแบบอื่นๆ รวมถึงการกระจายของลมมีความสม่ำเสมอตลอดความยาวของใบพัด รูปแบบใบพัดต้นแบบที่เลือกใช้ถูกทดสอบความแข็งแรง ใช้แรงทดสอบที่ 1000 N โดยเลือกใช้วัสดุเหล็ก ASTM A36 เนื่องจากหาได้ง่ายในท้องตลาด การทดสอบความแข็งแรงของใบพัดมีระยะยึดและหดเท่ากับ 0.87 มิลลิเมตร และได้ทำการศึกษาการทำงานของใบพัดเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด โดยทำการทดสอบเครื่องในการปฏิบัติงานเพื่อต้องการหาความเร็วรอบพัดลมและเกียร์ที่เหมาะสมจากการประเมินความสะดวกหลังการสางใบ ผลจากการทดสอบพบว่า ความเร็วรอบพัดลมที่ 760 rpm และเกียร์ Low1 สางใบอ้อยได้สะอาดที่สุดและการสางใบด้วยความเร็วพัดลมและเกียร์ของรถแทรกเตอร์นี้จะทำให้ผู้ขับรถแทรกเตอร์มีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ใบอ้อยหลังจากการสางจะมีลักษณะกองรวมกันอยู่ที่บริเวณโคนต้นของอ้อย การนำรถตัดอ้อยชนิดวางกองที่ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์เข้ามาตัดอ้อยที่พียงผ่านการสางใบด้วยเครื่องสางใบแบบพัดลมนี้จะทำให้ใบอ้อยติดขัดช่องทางลำเลียงอ้อยของเครื่องตัดได้ หากมีการวางแผนการสางใบอ้อยและการตัดอ้อยที่ดีจะช่วยให้การจัดการได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการสามารถดำเนินการได้โดยทำการสางใบอ้อยก่อนการตัดอ้อย 2 - 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เดือน จะช่วยให้อ้อยมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาความหวานที่ดี และการตัดอ้อยด้วยเครื่องตัดวางกองใบอ้อย จะไม่ติดขัดเครื่องตัดได้เนื่องจากใบอ้อยที่กองรวมกันบริเวณโคนอ้อยจะยุบตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Development of sugarcane leaf pruning machine using propeller system		
Authors	Koonkanya	Namwong	60010090
	Kullathat	Theeraraktrakul	60010091
	Nawapol	Punwilai	60010518
	Panusorn	Pratumma	60010782
Thesis Advisor	Dr. Jeerayut Hongwiangjan		
Year	2020		

Abstract

This research aims to study principles operation of a sugarcane leaf pruning machine using a propeller system and appropriated propeller blade design for pruning sugarcane leaf. This experiment was conducted to compare air velocity obtained from the actual experiment and the values from simulation with program SOLIDWORKS of the propeller blade, K.K. Kasetkollakarn Banpong Co., Ltd. to use for the prototype model. The result showed that the value obtained from the actual measurement was greater than values from simulation with the program SOLIDWORKS and the graph from experiment was similar. The t-test results showed that the horizontal velocity across the fan width was not significantly different at a 95% confidence level. It was possible to use simulations for fan designs. Therefore, the fan was designed and tests were performed using the characteristics from prototype propellers, propeller used in sugarcane harvesters and aerodynamic principles. After comparing the wind velocity of the 6 types of propellers, the propeller No.6 was chosen. It had a combination of aerodynamic principles and used characteristics from propeller sugarcane harvesters. Moreover, wind velocity value of the propeller No.6 was higher than other propellers. The selected propeller was made of ASTM A36 steel material and the strength of selected original propeller design was tested with a strength force value 1000 N. The result showed that an extension and retraction value of the propeller was 0.87 mm. In addition, this research was studying principal operation of sugarcane leaf pruning machine from K.K. Kasetkollakarn Banpong Co., Ltd. find suitable fan speed and gear from evaluating cleanness. The results showed that the fan speed at 760 rpm and the Low1 gear was the best for pruning sugarcane leaves and fan speed and gear of tractor will make the tractor driver safer in their operations. Sugarcane leaves after harvesting will be stacked at the base of the sugar cane. Bringing a pruning machine connected

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

to a tractor to cut sugarcane that has just been carded with a propeller because the leaves to become jammed in the cutter's cane conveying channel. If planning to carding sugarcane leaves, this made will help effective. Harvesting sugarcane 2 - 3 months before cutting will provide good growth and sweetness development. Cutting sugarcane with a pile cutter will not jam the cane harvester because the leaves that were stacked together at the base of the sugarcane will collapse.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถทำสำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.จีรายุทธ หงษ์เวียงจันทร์ อาจารย์หลักสูตตรีวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่ช่วยให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาอยู่เสมอ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการทดลอง



กุลกัญญา นามวงษ์ 60010090

กุลธัช ชีร์รัชตระกูล 60010091

นवल พันธุ์ไฉ 60010518

ภาณุสรณ์ ประทุมมา 60010782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
สารบัญ.....	จ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.5 แผนการดำเนินการ.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 อ้อย.....	4
2.1.1 ลักษณะของอ้อย.....	4
2.1.2 การเจริญเติบโตของอ้อย.....	5
2.1.3 สายพันธุ์ของอ้อย.....	6
2.2 ทฤษฎีพัดลมและเครื่องเป่า.....	6
2.2.1 ความหมายของพัดลมเครื่องเป่า.....	6
2.2.2 กฎความสัมพันธ์ของพัดลม (Fan's Law).....	6
2.2.3 ประเภทและหลักการทำงานของพัดลม.....	7
2.2.4 การคำนวณปริมาณลม.....	12
2.2.5 การปรับปรุงการทำงานของพัดลม.....	12
2.3 พลังงานลมกับอากาศพลศาสตร์.....	12
2.3.1 กฎของเบ็ตซ์ (Betz's Law).....	12
2.3.2 แพนอากาศ (Airfoil).....	13
2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	14
2.4.1 One-way ANOVA.....	14
2.4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม.....	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
2.5.1 การพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยโดยใช้แรงลมดูด.....	16
2.5.2 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรความแม่นยำสูงสำหรับอ้อย.....	16
2.5.3 การออกแบบและพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยตัดทำพันธุ์โดยใช้ระบบไฮดรอลิก.....	16
2.5.4 ข้อมูลทั่วไปของอ้อย.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการทดลอง.....	17
3.1 เปรียบเทียบใบพัดจริงกับใบพัดจำลอง.....	17
3.1.1 สร้างแบบจำลองของเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด โดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS.....	17
3.1.2 เปรียบเทียบค่าความเร็วที่ได้จากทดลองจริงกับค่าได้จากการ Flow Simulation ของเครื่องต้นแบบ.....	21
3.2 ทดสอบเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด.....	22
3.2.1 ประเมินความสะอาด.....	24
3.3 ออกแบบใบพัดต่างๆ ขนาด 20 นิ้ว ด้วยโปรแกรมSOLIDWORKS.....	24
3.3.1 การออกแบบใบพัดด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS.....	24
3.3.2 การเปรียบเทียบความเร็วลมของแต่ละใบพัด.....	27
3.3.3 การวิเคราะห์แรงของใบพัดด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS.....	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	29
4.1 เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการจำลองจริงกับค่าที่ได้จาก flow simulation ของเครื่องสางใบอ้อยต้นแบบ.....	29
4.1.1 เปรียบเทียบค่าความเร็วลมของใบพัดต้นแบบจากการวัดจริง และ ค่าจาก การจำลองซึ่งกำหนดความเร็วรอบที่ 400 RPM.....	29
4.1.2 เปรียบเทียบค่าความเร็วลมของใบพัดต้นแบบจากการวัดจริง และ ค่าจาก การจำลองซึ่งกำหนดความเร็วรอบที่ 550 RPM	30
4.1.3 เปรียบเทียบค่าความเร็วลมของใบพัดต้นแบบจากการวัดจริง และ ค่าจาก การจำลองซึ่งกำหนดความเร็วรอบที่ 650 RPM.....	31
4.2 ทดสอบเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด.....	33
4.3 การออกแบบใบพัดแบบต่างๆ ขนาด 20 นิ้ว ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS.....	41
4.3.1 การเปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดทั้งหมดที่ได้ออกแบบ.....	41
4.3.2 ผลการเปรียบเทียบความเร็วลมของแต่ละใบด้วยวิธี Single factor ANOVA (1-Way ANOVA).....	46
4.3.3 การวิเคราะห์แรงของใบพัดจากโปรแกรม SOLIDWORKS.....	47
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	49
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	49
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	49

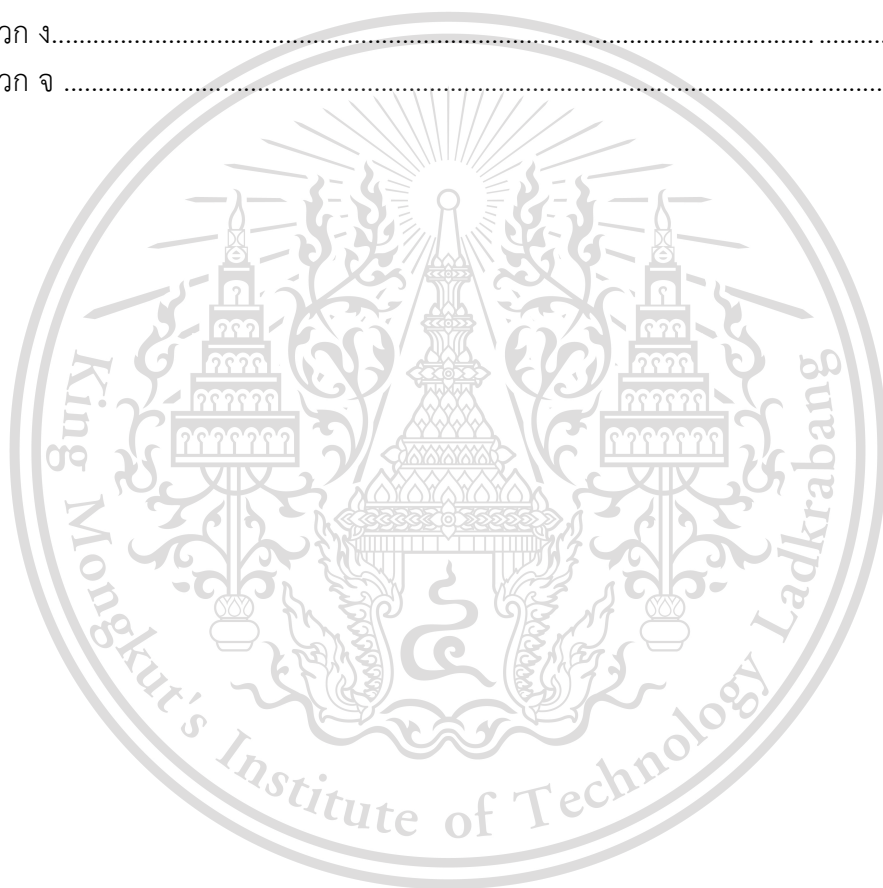
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บรรณานุกรม.....	50
ภาคผนวก.....	52
ภาคผนวก ก.....	53
ภาคผนวก ข.....	56
ภาคผนวก ค.....	60
ภาคผนวก ง.....	63
ภาคผนวก จ	76



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูปลูกภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินการ.....	3
รูปที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย.....	5
รูปที่ 2.2 ประเภทของพัดลม	7
รูปที่ 2.3 พัดลมแบบหอยโข่งหรือแบบใช้แรงเหวี่ยง.....	8
รูปที่ 2.4 พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน.....	9
รูปที่ 2.5 พัดลมแบบใบพัด.....	9
รูปที่ 2.6 พัดลมไหลตามแกนแบบมีท่อครอบ.....	10
รูปที่ 2.7 พัดลมไหลตามแนวแกนแบบมีท่อครอบและมีคียบน้า.....	10
รูปที่ 2.8 แสดงคุณลักษณะและการทำงาน.....	11
รูปที่ 2.9 แสดงคุณลักษณะและการทำงาน (ต่อ).....	11
รูปที่ 2.10 รูปร่างของแพนอากาศ.....	13
รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของใบพัด.....	14
รูปที่ 3.1 เครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโปรง จำกัด.....	18
รูปที่ 3.2 จำลองใบพัดบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโปรง จำกัด ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS.....	18
รูปที่ 3.3 จำลองเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโปรง จำกัด ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS.....	18
รูปที่ 3.4 เลือก Material สำหรับชิ้นงานใน SOLIDWORKS.....	19
รูปที่ 3.5 การเลือกคุณสมบัติต่างๆ สำหรับการใ้ Flow simulation ในโปรแกรม SOLIDWORKS.....	19
รูปที่ 3.6 เลือกความเร็วรอบ 400 550 และ 650 RPM.....	20
รูปที่ 3.7 คำสั่ง Mesh.....	20
รูปที่ 3.8 วิเคราะห์ความเร็วในแต่ละจุดที่ได้กำหนดไว้.....	21
รูปที่ 3.9 วัดความเร็วรอบใบพัดด้วย Tachometer.....	23
รูปที่ 3.10 ทำการจับเวลาที่รถวิ่งในระยะ 10 เมตร.....	23
รูปที่ 3.11 รถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าติดตั้งเครื่องสางใบอ้อย บริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้าโปรง จำกัด ขณะทำการสางใบ.....	23
รูปที่ 3.12 แสดงคุณสมบัติของเหล็ก ASTM A36 Steel.....	24
รูปที่ 3.13 รูปแบบใบพัดหมายเลข 1.....	25
รูปที่ 3.14 รูปแบบใบพัดหมายเลข 2.....	25
รูปที่ 3.15 รูปแบบใบพัดหมายเลข 3.....	25
รูปที่ 3.16 รูปแบบใบพัดหมายเลข 4.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูปรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.17 รูปแบบใบพัดหมายเลข 5.....	26
รูปที่ 3.18 รูปแบบใบพัดหมายเลข 6.....	27
รูปที่ 3.19 การใช้งาน Simulation.....	28
รูปที่ 3.20 การกำหนดแรงที่กระทำกับชิ้นงาน.....	28
รูปที่ 4.1 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 400 rpm.....	29
รูปที่ 4.2 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 400 rpm.....	30
รูปที่ 4.3 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 550 rpm.....	31
รูปที่ 4.4 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 550 rpm.....	31
รูปที่ 4.5 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 650 rpm.....	32
รูปที่ 4.6 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 650 rpm.....	32
รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 380 rpm เกียร์ Low 1.....	33
รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 rpm เกียร์ Middle 2.....	34
รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 rpm เกียร์ Low2.....	35
รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 720 rpm เกียร์ Low1.....	36
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความสะอาดของแต่ละเกียร์ของความเร็วรอบต่างๆ	39
รูปที่ 4.12 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดต้นแบบแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 400 RPM.....	41
รูปที่ 4.13 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดต้นแบบแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 400 RPM.....	42
รูปที่ 4.14 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดต้นแบบแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 550 RPM.....	43
รูปที่ 4.15 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดต้นแบบแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 550 RPM.....	43
รูปที่ 4.16 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข และ ใบพัดต้นแบบ แนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 650 RPM.....	44
รูปที่ 4.17 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดต้นแบบ แนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 650 RPM.....	45
รูป 4.18 รูปทดสอบ Simulations ของใบพัดตัวอย่างหมายเลข 6.....	47
รูป 4.19 รูปทดสอบ Simulations ของใบพัดตัวอย่างหมายเลข 6 ในทิศทางหมุน.....	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1	4
ตารางที่ 2.2	15
ตารางที่ 4.1	37
ตารางที่ 4.2	37
ตารางที่ 4.3	38
ตารางที่ 4.4	40
ตารางที่ 4.5	46
ตารางที่ 4.6	46
ตารางที่ 4.7	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอ้อยนั้นเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ในประเทศไทยเนื่องจากว่าอ้อยเป็นพืชหลักในการส่งออกสร้างรายได้ให้ประเทศไทยเป็นอย่างมาก แต่ว่าปัญหาคือเนื่องจากการเก็บเกี่ยวอ้อยนั้นต้องใช้เวลาและไม่สามารถเก็บเกี่ยวได้ทันฤดูเปิดหีบของโรงงานน้ำตาลอีกทั้งแรงงานคนสามารถตัดอ้อยที่ล้มได้แต่วิธีดังกล่าวส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมามากมาย สภาพการณ์ที่ลดลงและปัญหาที่พบเจอในปัจจุบันอย่าง PM 2.5 รวมทั้งราคาอ้อยที่เรามีราคาลดลงถึง 30 บาทต่อตัน จึงได้มีการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวอ้อยขึ้นแต่ถึงแม้ว่าจะมีการพัฒนาจนถึงปัจจุบันเกษตรกรยังคงมีปัญหาในการเก็บเกี่ยวตรงที่ว่าอ้อยนั้นมีส่วนที่เสียหายจากการตัดของเครื่องสางใบอ้อยเนื่องจากเครื่องจักรยังมีประสิทธิภาพไม่มากพอทำให้ยังมีการเผาอยู่ทุก ๆ ปีจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อทำการศึกษาลักษณะการทำงานของเครื่องสางใบอ้อย
2. ออกแบบรูปแบบใบพัดสำหรับสางใบอ้อย
3. จำลองการทำงานของใบพัดต้นแบบและใบพัดที่เกษตรกรใช้ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. รูปแบบการสางใบพัดสางใบอ้อยแบบใช้พัดลมชนิดเป่าหรือดูด
2. อายุอ้อยที่ใช้ในการทดสอบอยู่ในช่วง 9 - 12 เดือน
3. กำหนดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 130 เซนติเมตร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. รูปแบบใบพัดลมและความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการสางใบอ้อย
2. ใบพัดและเครื่องสางใบอ้อยต้นแบบที่สามารถพัฒนาต่อเป็นรถสางใบอ้อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.5 แผนการดำเนินการ

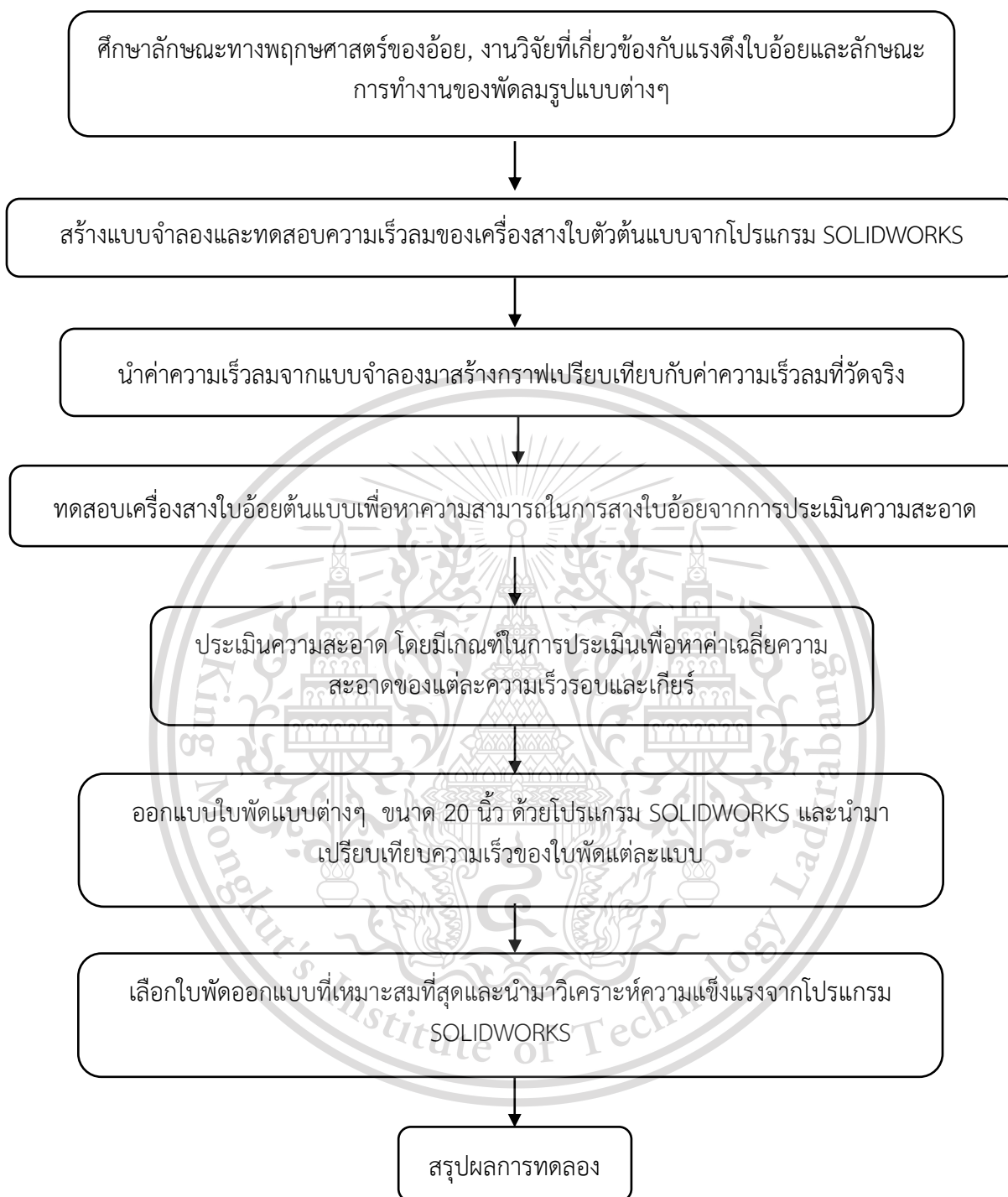
1. ศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย, งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงดึงใบอ้อยและศึกษาลักษณะการทำงานของพัฒลมรูปแบบต่างๆ
2. สร้างแบบจำลองของเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัดโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS จำลองหาค่าความเร็วลมด้วยคำสั่ง Flow Simulation เพื่อนำค่าความเร็วลมที่ได้จากการจำลองมาทำการทดลองเปรียบเทียบที่ได้จากการวัดจริง
3. ทดสอบเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด เพื่อหาความสามารถในการสางใบอ้อยจากการประเมินความสะอาดโดยออกแบบเกณฑ์ในการประเมิน เพื่อหาค่าเฉลี่ยความสะอาดของแต่ละความเร็รรอบและเกียร์
4. ออกแบบใบพัดรูปแบบต่างๆ ที่มีขนาด 20 นิ้ว ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS และเปรียบเทียบค่าความเร็วลมที่ได้จากใบพัดแต่ละแบบด้วยคำสั่ง Flow Simulation โดยการสร้างกราฟเปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดแต่ละใบเพื่อเลือกใบพัดที่เหมาะสมที่สุด
5. สรุปผลการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อ้อย

2.1.1 ลักษณะของอ้อย

อ้อยเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทย จัดเป็นพืชวงศ์เดียวกับไผ่และหญ้า มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปเอเชีย มีหลายประเทศที่มีการปลูกอ้อยจำนวนมาก เช่น บราซิล คิวบา อินเดีย และไทย โดยส่วนที่สำคัญของอ้อย คือ ลำต้นของอ้อยที่เอามาใช้แปรรูปน้ำตาลซึ่งมีปริมาณซูโครสประมาณ 17-35% อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ในดินเกือบทุกประเภท ตั้งแต่ดินร่วนไปจนถึงดินร่วนปนทราย แต่จะเจริญเติบโตได้ดีหรือไม่ดีหรือไม่เจริญเติบโตในดินเหนียวจัด ดินทรายจัด และดินลูกรัง (เกษม สุขสถาน, 2523)

จำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังตารางที่ 1 อ้อยเป็นไม้ล้มลุก สูง 2 ถึง 5 เมตร เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แตกกอแน่น ดังรูปที่ 1-a ลำต้นเป็นปล้องๆ ไม่แตกกิ่งก้าน ใบเรียวยาวคล้ายรูปหอก เรียงสลับฝั่งตรงข้ามกัน กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ยาว 0.5 ถึง 1 เมตร ดังรูปที่ 1-b อ้อยเมื่อสุกลำต้นจะมีสีเหลืองอมเขียว บางพันธุ์มีสีแดงม่วง ดังรูปที่ 1-c ออกดอกที่ปลายยอดเป็นช่อแยกแขนง ดังรูปที่ 1-d โดยสามารถขยายพันธุ์ด้วยการปลูกอ้อยจากข้อตาได้

ตารางที่ 2.1 การจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ของอ้อย

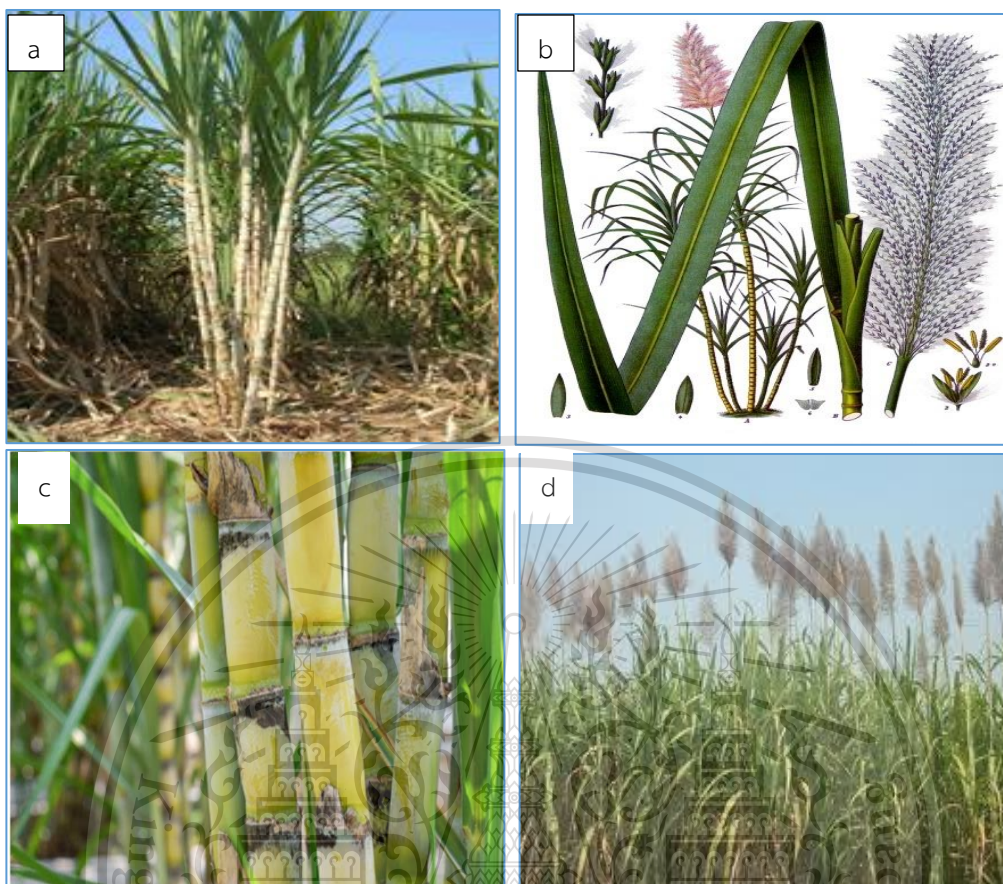
ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Saccharum officinarum.</i>
อาณาจักร	Plantae
อันดับ	Poales
วงศ์	Poaceae
วงศ์ย่อย	Panicoideae
สกุล	<i>Saccharum</i>

ที่มา: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AD%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A2>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของอ้อย
ต้นอ้อย (a), ปล้องอ้อย (b), ใบอ้อย (c), ดอกอ้อย (d)

ที่มา: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AD%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A2>
<https://sites.google.com/site/lovebannataku/dxk-xy>
<https://sites.google.com/site/phanthugh/xy-phanthu-kaphaengsaen-00-58-kps-00-58>
<https://economicalldays.com/tech-page/62-63-74-89-8-27-63-64>

2.1.2 การเจริญเติบโตของอ้อย

อ้อยมีอายุเก็บเกี่ยวช่วง 10 ถึง 12 เดือน โดยการปลูกอ้อยจะสามารถแบ่งเป็นระยะต่างๆ ได้ดังนี้

1. ระยะงอก (germination phase) ระยะนี้เริ่มตั้งแต่ปลูกจนหน่อโผล่ขึ้นมาที่หน้าดิน ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์อ้อย ความหนาแน่นของดิน เป็นต้น
2. ระยะแตกกอ (tillering phase) ระยะนี้จะเริ่มหลังปลูก 1.5 ถึง 4 เดือน โดยการควบคุมน้ำและวัชพืชจะช่วยกระตุ้นการแตกกอ ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมาก การแตกกออ้อยที่เหมาะสม จะทำให้ได้ผลผลิตที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. ระยะย่างปล้อง (stalk elongation phase) ระยะจะเกิดขึ้นในช่วง 3 ถึง 4 เดือน โดยอ้อยจะมีการเพิ่มความสูงของต้นอ้อยและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องอ้อย ระยะนี้อ้อยจะเติบโตอย่างรวดเร็วจนถึงช่วงอายุ 7 ถึง 8 เดือน และหลังจากนั้นจะเริ่มทำการสะสมน้ำตาลมากขึ้นและจะเจริญเติบโตช้าลง
4. ระยะแก่และสุก (maturity and ripening phase) ระยะนี้จะมีการเจริญเติบโตลดลงมากกว่าระยะอื่น น้ำตาลที่ถูกสร้างขึ้นจากการสังเคราะห์แสงของใบจะถูกนำไปใช้น้อยลงและจะถูกนำไปเก็บสะสมในลำต้น โดยจะมีน้ำตาลเพิ่มจากส่วนโคนขึ้นไปยังส่วนปลายจนมีน้ำตาลใกล้เคียงกันทั้งลำต้น คือระยะสุก

2.1.3 สายพันธุ์ของอ้อย

พันธุ์อ้อยที่นิยมปลูกในประเทศไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) อ้อยเคี้ยว

ลักษณะคือ จะมีเปลือกและชานที่นิ่ม จึงใช้สำหรับรับประทานสดหรือนำไปทำเป็นน้ำอ้อย พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ อ้อยสิงคโปร์ อ้อยพันธุ์มอริเชียส และอ้อยพันธุ์บาดิสมาสีม่วงดำ

2) อ้อยทำน้ำตาล

จะเป็นอ้อยลูกผสมที่เกิดจากการนำพันธุ์อ้อยของต่างประเทศมาผสมกัน โดยประเทศไทยมีการนำพันธุ์อ้อยลูกผสมเข้ามาปลูกจากต่างประเทศรวมแล้วประมาณ 220 พันธุ์แต่จะมีประมาณ 20 มีพันธุ์ที่ปลูกเพื่อการค้าขาย ได้แก่ บี 4098 ,เอฟ 108 ,ซีโอ 419 เป็นต้น

2.2 ทฤษฎีพัดลมและเครื่องเป่า

2.2.1 ความหมายของพัดลมและเครื่องเป่า

พัดลมและเครื่องเป่า คือ อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศด้วยความเร็วและทิศทางที่ต้องการ โดยพัดลมจะมีแรงดันลมต่ำกว่า 1000 มิลลิเมตรน้ำ ส่วนเครื่องเป่าจะมีแรงดันลมตั้งแต่ 1000 มิลลิเมตรน้ำขึ้นไปแต่น้อยกว่า 10 เมตรน้ำ

2.2.2 กฎความสัมพันธ์ของพัดลม (Fan's Law)

ใช้เพื่อบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ของพัดลม

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^3 \times \frac{N_1}{N_2} \quad (2.1)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^2 = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^2 \times \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^2 \quad (2.2)$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3 = \left[\frac{D_1}{D_2} \right]^4 \times \left[\frac{N_1}{N_2} \right]^3 \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

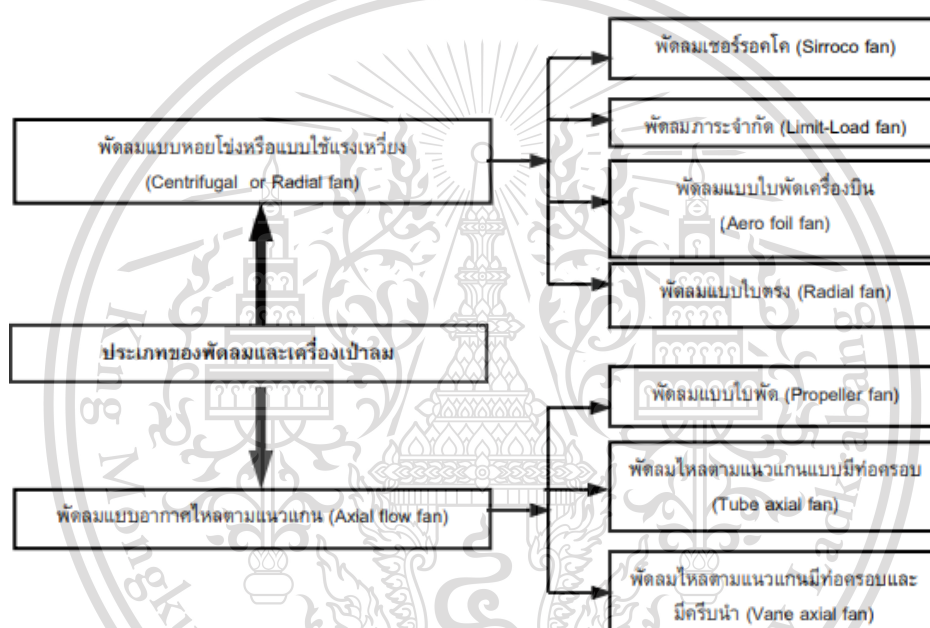
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เมื่อ	Q	คือ อัตราการไหลของของไหล (m/min)
	P	คือ ความดันลม (mmH ₂ O)
	D	คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (m)
	N	คือ ความเร็วรอบของพัดลม (rpm)
	W	คือ กำลังเพลาชับ (kW)

2.2.3 ประเภทและหลักการทำงานของพัดลม

การออกแบบพัดลมหรือเครื่องเป่าเพื่อที่จะนำไปใช้งานจำเป็นต้องทราบประเภทและคุณลักษณะการทำงานของพัดลม แบ่งได้เป็น 2 แบบดังนี้



รูปที่ 2.2 ประเภทของพัดลม

ที่มา : <https://www.dip.go.th/Portals/0/electrical%20handbook/19%8C.pdf>

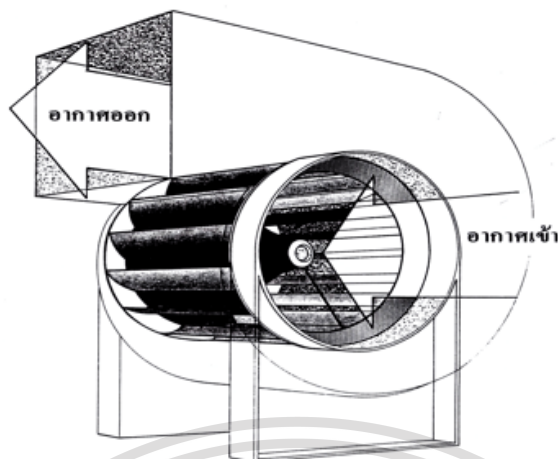
1) พัดลมแบบหอยโข่งหรือแบบใช้แรงเหวี่ยง (Centrifugal or Radial fan)

ทำงานโดยดึงลมเข้าด้านข้างและเหวี่ยงลมออกในแนวรัศมี โดยลมที่เข้าจะไหลขนานกับแนวแกน ส่วนลมที่ออกจะไหลตั้งฉากกับแนวแกน ดังรูปที่ 3 เป็นลักษณะแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้อากาศจะมีความเร็วสูงขึ้นในพัดลมจะประกอบด้วยใบพัดแผ่นเล็กๆ ประกอบกันเป็นลักษณะวงล้อ แบ่งประเภทได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.3 พัดลมแบบหอยโข่งหรือแบบใช้แรงเหวี่ยง

ที่มา: <https://sites.google.com/site/chakkrit13011999/chnid-phadlm>

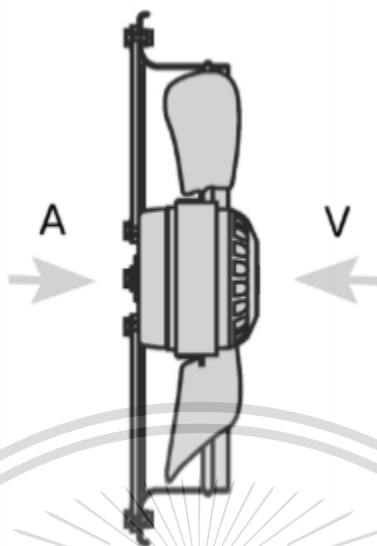
1. พัดลมเซอร์รอกโค (Sirroco fan) มีลักษณะใบโค้งไปทางเดียวกับการหมุน เหมาะสำหรับงานที่มีความเร็วลมต่ำ พัดลมแบบนี้มีประสิทธิภาพต่ำ
 2. พัดลมภาระจำกัด (Limit-Load fan) มีลักษณะใบโค้งไปทางตรงกันข้ามกับการหมุน จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้กับงานที่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลต่ำ
 3. พัดลมแบบใบพัดเครื่องบิน (Aerofoil fan) มีลักษณะใบโค้งไปทางตรงกันข้ามกับการหมุน ใบพัดลมจะมีลักษณะคล้ายปีกเครื่องบิน เหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วลมสูง มีประสิทธิภาพการทำงานสูงแต่มีราคาแพง
 4. พัดลมแบบใบตรง (Radial fan) มีลักษณะใบพัดตรงตามแนวรัศมี ทนต่อทรายหรือฝุ่น แต่มีประสิทธิภาพการทำงานต่ำ
- 2) พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน (Axial flow fan)

ทำงานโดยดูดลมเข้ามาทางด้านหลังใบพัดและส่งลมไหลผ่านไปตามแนวแกน ชุดใบพัดจะถูกติดตั้งอยู่ที่แกนเพลลาขับของมอเตอร์ต้นกำลัง ดังรูปที่ 2.4 ทำให้เมื่อใช้งานพัดลมจะเป็นการระบายความร้อนมอเตอร์ไปในตัวด้วย แต่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในระบบปรับอากาศ เนื่องจากมีประสิทธิภาพการทำงานต่ำและมีเสียงดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

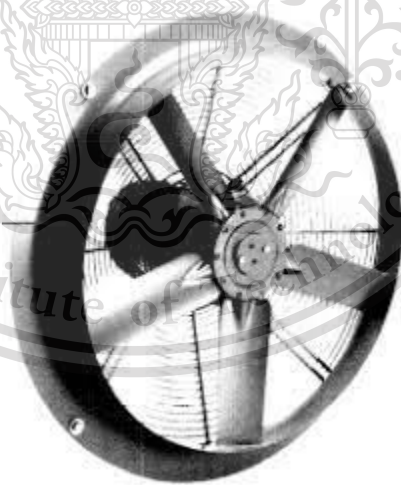


รูปที่ 2.4 พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน

ที่มา : <https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info?ID=220>

1. พัดลมแบบใบพัด (Propeller fan)

เป็นพัดลมที่ไม่มีท่อครอบ เสียงดัง ด้านทานการเคลื่อนที่ของลมได้น้อย ประสิทธิภาพการทำงานต่ำและมีเสียงค่อนข้างดัง แต่มีราคาถูก ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 พัดลมแบบใบพัด

ที่มา: https://www.pdghth.com/site/index.php/hub/knowledge_management/read/14

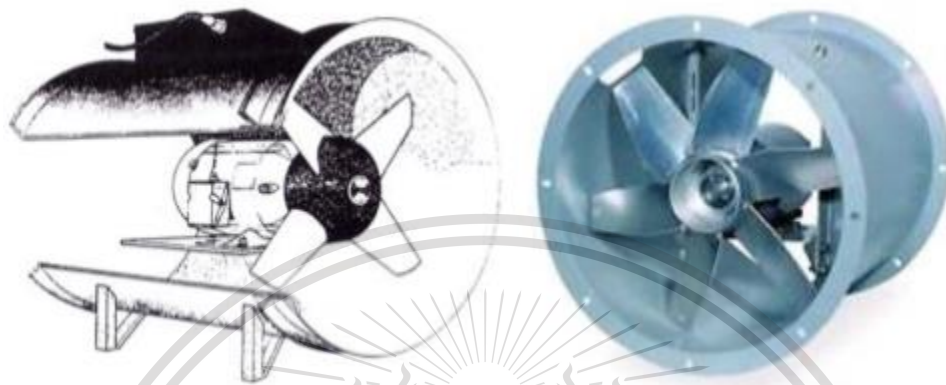
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. พัดลมไหลตามแกนแบบมีท่อครอบ (Tube axial fan)

มีท่อครอบชุดใบพัดไว้ อากาศจะไหลจากด้านหลังไปด้านหน้า ทำให้ความดันสถิตและอัตราการไหลของอากาศสูงกว่าพัดลมแบบใบพัด มีเสียงค่อนข้างดัง ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 พัดลมไหลตามแกนแบบมีท่อครอบ

ที่มา: https://www.pm.co.th/Axial_Und_Fans_Und_%E0%B8%A3_Que_

3) พัดลมไหลตามแนวแกนแบบมีท่อครอบและมีครีบนำ (Vane axial fan)

เป็นพัดลมแบบเดียวกับพัดลมไหลตามแกนแบบมีท่อครอบ แต่พัดลมชนิดนี้จะมีครีบนำทางเพื่อให้การไหลของลมเป็นการไหลแบบราบเรียบ ประสิทธิภาพการทำงานสูงแต่มีราคาแพง ดังรูปที่ 2.7




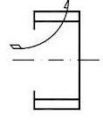

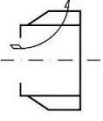

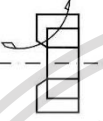
รูปที่ 2.7 พัดลมไหลตามแนวแกนแบบมีท่อครอบและมีครีบนำ

ที่มา: https://www.pm.co.th/Axial_Und_Fans_Und_%E0%B8%A3_Que_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




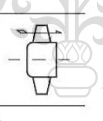

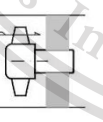
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชนิด	รูปร่างของใบพัด		ประสิทธิภาพ อะเดียบัติควรม (%)	ปริมาตรอากาศ (m ³ /min)	ความดัน (mmAq)	ความเหมาะสมในการใช้งาน
	ทิศทางการหมุน	ทิศทางการไหล				
- พัดลม หลายใบ (Sirroco fan)			45-60	10-2,000	10-125	การปรับอากาศ การระบายอากาศ งานอุตสาหกรรม
- โบลว์เออร์ ใบโค้งหลัง - พัดลมแอร์ โรพอลย์			โบลว์เออร์ 50-65	โบลว์เออร์ 20-3,200	โบลว์เออร์ 10-150	ท่อลมความเร็วสูงงานอุตสาหกรรม
			พัดลม 70-80	พัดลม 60-300	พัดลม 125-250	การปรับอากาศขนาดกลางและ ใหญ่
- พัดลม เวเตียล			40-50	3-20	1-8	งานอุตสาหกรรม

รูปที่ 2.8 แสดงคุณลักษณะและการทำงาน

ที่มา : <https://www.dip.go.th/Portals/0/electrical%20handbook/16%.pdf>

ชนิด	รูปร่างของใบพัด		ประสิทธิภาพ อะเดียบัติควรม (%)	ปริมาตรอากาศ (m ³ /min)	ความดัน (mmAq)	ความเหมาะสมในการใช้งาน
	ทิศทางการหมุน	ทิศทางการไหล				
- พัดลม แบบใบพัด			40-50	10-50	1-6	พัดลมระบายอากาศ ท่อฝั่งเย็น งานอุตสาหกรรม
- พัดลม แบบไหลตาม แนวแกน (Tube)			50-60	15-1,000	1-55	ระบายอากาศเฉพาะที่ ท่อฝั่งเย็นขนาดใหญ่ งานอุตสาหกรรม
- พัดลม แบบมีท่อครอบ และครีบนำ (Vane)			50-75	15-1,000	1-55	การปรับอากาศ การระบายอากาศ งานอุตสาหกรรม

รูปที่ 2.9 แสดงคุณลักษณะและการทำงาน (ต่อ)

ที่มา : <https://www.dip.go.th/Portals/0/electrical%20handbook/16%.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.4 การคำนวณปริมาณลม

ปริมาณลม หาได้จากการวัดความเร็วที่พื้นที่หน้าตัดของพัดลม สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$Q = V \times A \quad (2.4)$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณลมที่ต้องการวัด มีหน่วยเป็น cfm. (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

V คือ ความเร็วลมที่วัดได้ มีหน่วยเป็น ft. /m. (ฟุตต่อนาที)

A คือ พื้นที่หน้าตัดที่ทำการวัดปริมาณลม มีหน่วยเป็น sq.ft. (ตารางฟุต)

2.2.5 การปรับปรุงการทำงานของพัดลม

1. การเพิ่มรอบการหมุนของพัดลม

จากกฎความสัมพันธ์ของพัดลม เมื่อเพิ่มรอบของพัดลม อัตราการไหลจะเพิ่มขึ้น การเพิ่มรอบการหมุนของพัดลมทำได้โดยการใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบสูงขึ้น

2. การควบคุมความเร็วในการหมุน

ทำได้โดยการใช้ตัวขับเคลื่อนที่เปลี่ยนความเร็วได้ สมการที่ใช้

$$N_2 = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right) \times N_1 \quad (2.5)$$

$$P_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times P_1 \quad (2.6)$$

$$W_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \times W_1 \quad (2.7)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลของของไหล (m^3/min)

N คือ ความเร็วรอบของพัดลม (rpm)

P คือ ความดันลม (mmH_2O)

Q คือ อัตราการไหลของของไหล (m^3/min)

W คือ กำลังเพลาชัก (kW)

2.3 พลังงานลมกับอากาศพลศาสตร์

2.3.1 กฎของเบ็ตซ์ (Betz's Law)

กฎของเบ็ตซ์คือกฎที่แสดงการเปลี่ยนพลังงานจลน์ในลมให้เป็นพลังงานกลโดยใช้กังหันลม สามารถคำนวณได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$P_{wind} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (2.8)$$
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และจะหาแรง (F) ที่กระทำต่อใบพัดได้จาก

$$F = \frac{1}{2} \rho A v^2 \quad (2.9)$$

เมื่อ P_{wind} คือ กำลังในลม

ρ คือ ความหนาแน่นของอากาศ มีหน่วยเป็น Kg/m^3

A คือ พื้นที่หน้าตัด m^2

V คือ ความเร็วลม มีหน่วยเป็น m/s

2.3.2 แพนอากาศ (Airfoil)

Airfoil (U.S.) หรือ aerofoil (U.K.) คือรูปทรงที่ตัดขวางของปีกเครื่องบิน ซึ่งรูปร่างของแพนอากาศนั้นมีหลากหลายรูปแบบ โดยแต่ละแบบจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้องการนำไปใช้งาน บางรูปแบบให้แรงยกสูง บางรูปแบบให้แรงต้านต่ำ



รูปที่ 2.10 รูปร่างของแพนอากาศ

ที่มา: <https://www.thwiki.press/wiki/Airfoil>

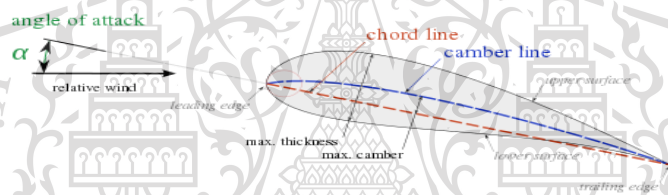
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนประกอบของแผนอากาศมีดังนี้

1. ขายหน้า (leading edge) คือ จุดที่อยู่บริเวณข้างหน้าสุดของเส้นแคมเบอร์หรือแผนอากาศ
2. ขายหลัง (trailing edge) คือ จุดที่อยู่บริเวณข้างหลังสุดของเส้นแคมเบอร์หรือแผนอากาศ
3. คอร์ด (chord) คือ เส้นตรงจากจุดที่อยู่บริเวณข้างหน้าสุด จุดที่อยู่บริเวณข้างหลังสุดของแผนอากาศ (มักกำหนดสัญลักษณ์ c)
4. เส้นคอร์ด (chord line) คือ เส้นตรงสมมุติที่ลากจากขายน้้าปีกไปยังขายหลังปีกของแผนอากาศ
5. เส้นแคมเบอร์ (mean camber line) หรือเรียกว่า เส้นกลางความโค้งตัว เป็นเส้นสมมุติที่ลากแบ่งครึ่งผิวปีกบนและผิวปีกล่างของแผนอากาศออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน
6. ค่าแคมเบอร์ (camber) คือระยะห่างที่มากที่สุดระหว่างเส้นแคมเบอร์กับเส้นคอร์ด ซึ่งถ้าเส้นแคมเบอร์อยู่ระหว่างเส้นคอร์ดกับพื้นผิวบน ทำให้แผนอากาศมีความโค้งหรือแคมเบอร์เป็นบวก ถ้าเส้นแคมเบอร์ทับเป็นเส้นเดียวกับเส้นคอร์ด ทำให้แผนอากาศไม่มีความโค้งหรือเป็นแผนอากาศแบบสมมาตร ถ้าเส้นแคมเบอร์อยู่ระหว่างเส้นคอร์ดกับพื้นผิวล่าง จะทำให้แผนอากาศมีความโค้งเป็นลบ



รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของใบพัด

ที่มา: <https://www.thwiki.press/wiki/Airfoil>

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อบรรยายลักษณะของกลุ่มที่ศึกษา ตอบคำถาม อธิบายและสรุปผลการวิจัย

2.4.1 One-way ANOVA

เป็นวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีองค์ประกอบเดียวซึ่งเป็นการทดสอบ ระหว่างตัวอิสระเพียงตัวเดียวกับตัวแปรตามเพียงตัวเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 2.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ One-way ANOVA

Source of variance (SOV)	df	Sum Square (SS) ผลรวมของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน	Mean Square (MS) ความแปรปรวน	F - ratio
Between Groups (Treatment)	K-1 K = จำนวนกลุ่ม	$SSB = \sum_{j=1}^k \left(\frac{T_j^2}{n_j} \right) - \frac{T^2}{n}$ $SSB = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{x}_j - \bar{x}_t)^2$	$MSB = \frac{SSB}{k-1}$	$F = \frac{MSB}{MSW}$
Within Groups (Error)	n-k จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	$SSW = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \left(\frac{T_j^2}{n_j} \right)$ $SSW = SST - SSB$ $SSW = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$	$MSW = \frac{SSW}{n-k}$	
Total	n-1	$SST = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \frac{T^2}{n}$ $SST = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_t)^2$		

โดยที่ T_j = ผลรวมของคะแนน n ค่าในแต่ละกลุ่ม
 T = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n_j = จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่ม
 k = จำนวนกลุ่ม
 x_{ij} = ข้อมูลตัวที่ i (แถว) ในกลุ่ม j (คอลัมน์)
 \bar{x}_j = ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม j
 \bar{x}_t = ค่าเฉลี่ยรวม

2.4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม (Multiple Comparison)

ทดสอบด้วยวิธี Tukey HSD

$$HSD = q_{\alpha, a, N-a} \sqrt{\frac{MSE}{n}} \quad (2.10)$$

โดยที่ α = ระดับนัยสำคัญ

a = จำนวนทรีทเมนต์ในการทดลอง
 N = จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดในการทดลอง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

n = จำนวนค่าสังเกตในแต่ละทรีทเมนต์

MSE = mean square error หรือ within mean square ที่ได้จากราย ANOVA

q เปิดจากราย H ที่ 4, a และ $N - 4$

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 การพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยโดยใช้แรงลมดูด

จิระศักดิ์ (2549) ทำการพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยโดยใช้แรงลมดูด โดยทำหน้าที่ลอกกาบใบอ้อยออกจากต้นอ้อยออกจากต้นอ้อยให้สะอาดก่อนที่จะตัดด้วยเครื่องตัดอ้อยตัดทำยรถแทรกเตอร์ชนิดตัดเป็นลำ จากข้อมูลการทดลองค่าเฉลี่ยแรงดึงใบอ้อยออกจากลำต้น ไม่ขึ้นกับองศาการดึง ส่วนกาบใบสีเขียวมีค่าแรงดึงมากที่สุด

2.5.2 วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรความแม่นยำสูงสำหรับอ้อย

วิชัย (2558) ศึกษาและวัดแรงดึงใบโดยใช้เครื่องชั่งสปริงดึงทั้งใบและกาบใบออกของอ้อยพันธุ์ ขอนแก่น 3 อายุ 10 เดือน ทำให้ทราบว่าแรงดึงใบจะเพิ่มขึ้นตามความสูงและบางช่วงของความสูงจะมีการเปลี่ยนแรงดึงอย่างเฉียบพลัน เนื่องจากใบอ้อยบริเวณนั้นยังอ่อนกว่าใบอ้อยบริเวณช่วงที่ต่ำลงมาซึ่งแห้งกว่า

2.5.3 การออกแบบและพัฒนาเครื่องสางใบอ้อยตัดทำพันธุ์โดยใช้ระบบไฮดรอลิก

ตฤณสิษฐ์ และคณะ (2562) ศึกษาการสางใบอ้อยสำหรับอ้อยตัดทำพันธุ์ โดยจะทำก่อนการตัดอ้อยประมาณ 2 เดือน เพื่อให้ แรงงานเข้าตัดอ้อยได้สะดวก อากาศระบายได้ดี ลำต้นอ้อยได้รับแสงแดด อ้อยและตาอ้อยมีความ สมบูรณ์มากขึ้น เปอร์เซ็นต์ความงอกของอ้อยสูงขึ้น ทำให้ขยายขนาดปล้องขึ้น อ้อยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงขึ้น 15-20% เครื่องสางใบอ้อยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะใช้สาง ใบอ้อยสำหรับตัดอ้อยเข้าโรงงาน แต่ไม่สามารถ ใช้สางใบอ้อยสำหรับอ้อยตัดทำพันธุ์ได้งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกลไกการสางใบอ้อย สำหรับอ้อยตัดทำพันธุ์

2.5.4 ข้อมูลทั่วไปของอ้อย

กรมส่งเสริมการเกษตร (2551) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลความต้องการพืชเศรษฐกิจในประเทศไทยและข้อมูลเทคโนโลยีการผลิตพืชที่เหมาะสม จัดทำเป็นคู่มือนักวิชาการส่งเสริมการเกษตรขึ้น โดยเนื้อหาของเอกสารประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของพืชเศรษฐกิจรวมถึงอ้อย จากข้อมูลทราบว่าใบอ้อยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ กาบใบและแผ่นใบ กาบใบ คือ ส่วนที่อยู่ติดและโอบรอบลำต้นที่มีตาและส่วนต่อมาที่อยู่ติดกับกาบใบเรียกว่าแผ่นใบ ซึ่งแผ่นใบอ้อยจะเป็นส่วนที่ผลิตน้ำตาล โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศและน้ำจากดินโดยมีแสงแดดเป็นพลังงานจึงไม่ควรสางใบอ้อยเร็วเกินไป เนื่องจากจะทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำตาลในอ้อยต่ำ การสางใบอ้อยและใช้ใบอ้อยคลุมดินจะช่วยรักษาความชื้น ช่วยป้องกันการงอกวัชพืชและลดการระบาดของหนอนกออ้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 เปรียบเทียบใบพัดจริงกับใบพัดจำลอง

3.1.1 สร้างแบบจำลองของเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัดโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS

การจำลองเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัดซึ่งถือเป็นเครื่องต้นแบบ เพื่อต้องการนำค่าที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวัดจริง โดยในการออกแบบนั้นได้ทำการวัดขนาดจริงของเครื่องสางใบอ้อยของเคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ดังรูปที่ 3.1 มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ โครงสร้างและใบพัด โครงของเครื่องนั้นจะต่อกับท้ายรถแทรกเตอร์แบบพวง 3 จุด ส่วนใบพัดจะมีขนาด ใบยาว 56 cm มีความหนา 5 mm และมุมกาบใบ 120 องศา มีจำนวน 3 ใบพัด ตัวใบพัดสามารถถอดเปลี่ยนออกได้เมื่อเกิดความเสียหาย หรือสึกหรอ เมื่อพัดลมทำงานใบพัดจะหมุนตามเข็มนาฬิกา จากนั้นสร้างแบบจำลองดูทิศทางการไหลของลม (Flow simulate) ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS เพื่อหาความเร็วลม โดยกำหนดความเร็วรอบในการทดสอบเท่ากับ 400 550 650 rpm ใบพัดเครื่องต้นแบบมีลักษณะดังรูปที่ 3.2 ทำการทดสอบใบพัดโดยต่อกับเครื่องต้นกำลัง รถแทรกเตอร์รุ่น L4200 ยี่ห้อ Kubota ขนาด 42 แรงม้า มีความเร็วรอบเครื่อง 540/2447 รอบ/นาที เพลา PTO จะทำการส่งแรงผ่านไปให้เกียร์ตรอบ ที่ต่ออยู่กับแกนพัดลม หากต้องการหาความเร็วรอบของพัดลม จำเป็นต้องคำนวณจากสูตรหาอัตราทด โดยสูตรคือ

$$\frac{n_1}{n_2} = i \quad (3.1)$$

เมื่อ อัตราทดระหว่างเพลา PTO และ เกียร์ตรอบ คือ 1 : 1.93

n_1 = ความเร็วรอบของเฟืองตัวที่ 1 (รอบ/นาที)

n_2 = ความเร็วรอบของเฟืองตัวที่ 2 (รอบ/นาที)

i = อัตราทด

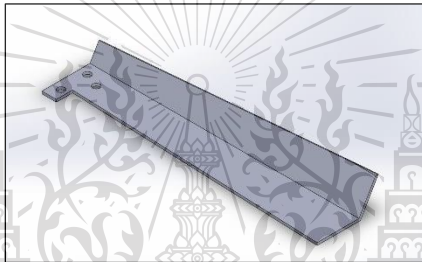
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

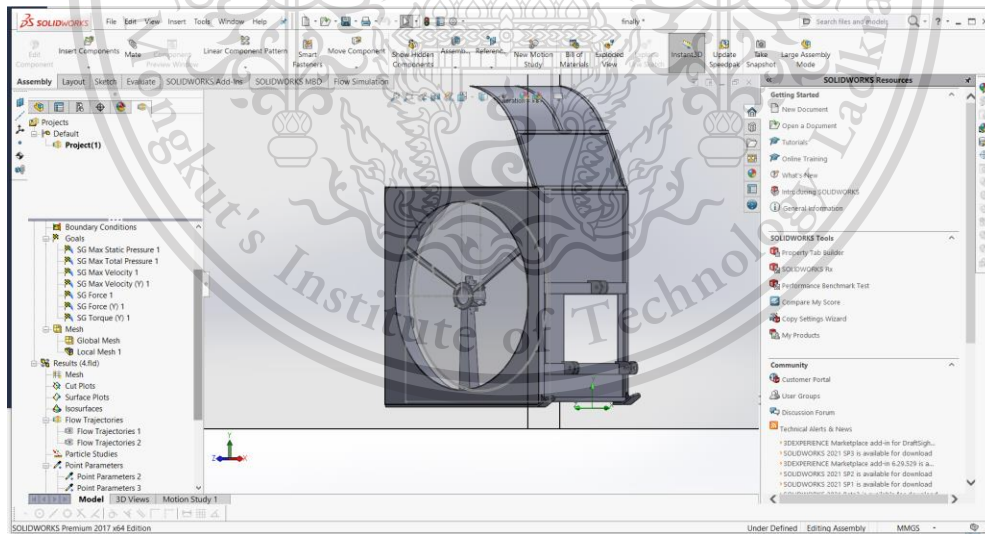
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.1 เครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด



รูปที่ 3.2 จำลองใบพัดบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS



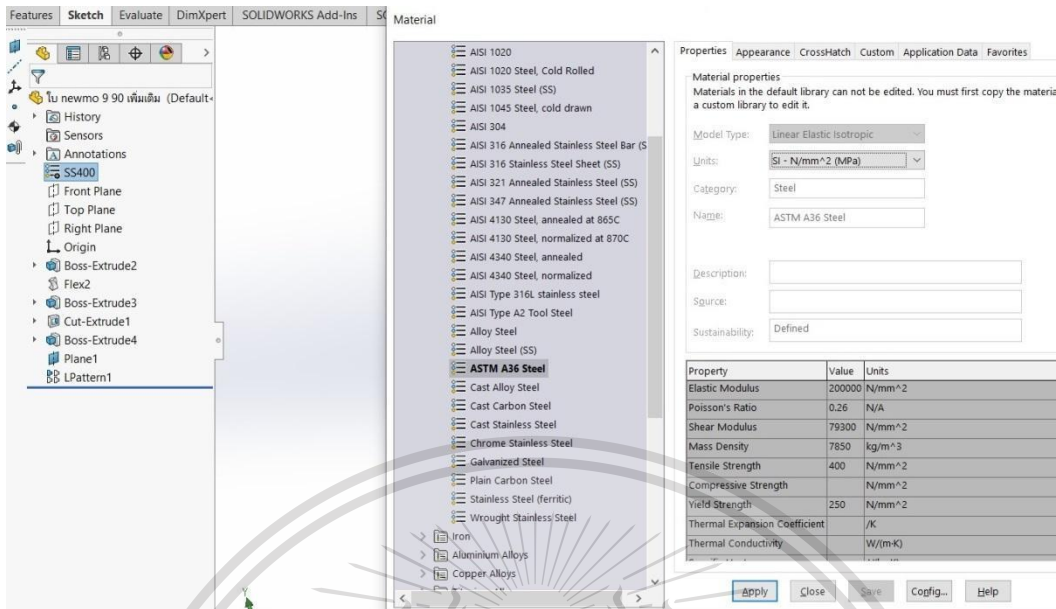
รูปที่ 3.3 จำลองเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS

1. การวิเคราะห์ใบพัดจำลองที่ได้จากโปรแกรม SOLIDWORKS

ออกแบบจำลองตามรูปแบบใบพัดบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด เลือกวัสดุ ASTM A36 เป็น วัสดุที่ใช้โดยเลือกที่ค่าสัง Material เพราะว่าเป็นเหล็กที่มีมากและหาได้ง่ายในท้องตลาด ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

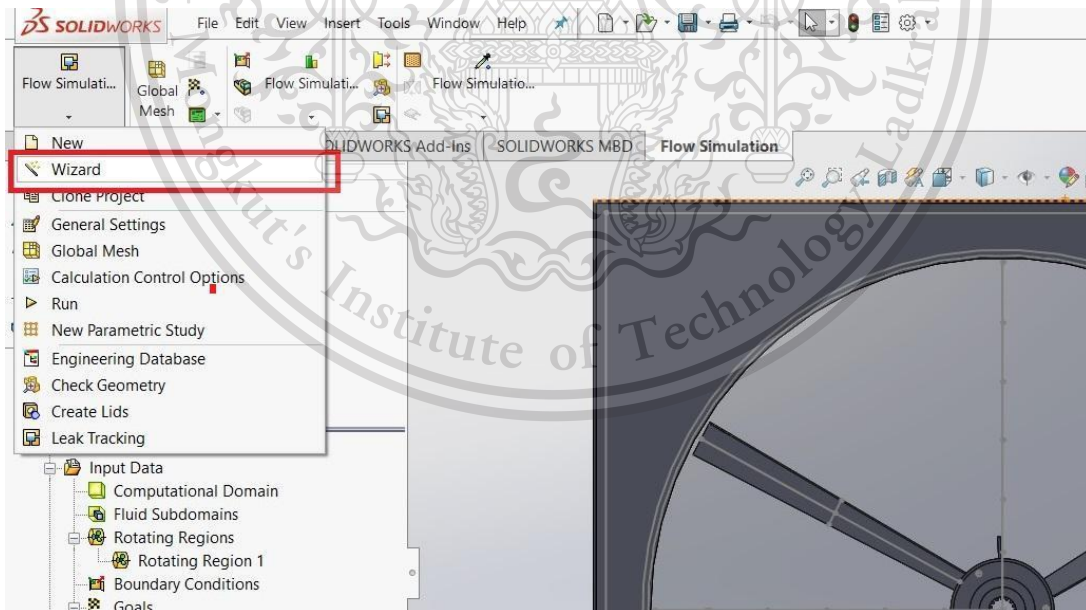
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.4 เลือก Material สำหรับชิ้นงานใน SOLIDWORKS

2. เลือกคำสั่ง Flow simulation ในการวิเคราะห์หาความเร็วของลม เลือก Wizard เพื่อกำหนดค่าต่างๆ ที่ต้องการทราบ เช่น กำหนดความเร็วแบบ External เลือกแบบการหมุน Rotation, เลือกของไหลที่ในการจำลอง ให้เป็น Air เป็นต้น



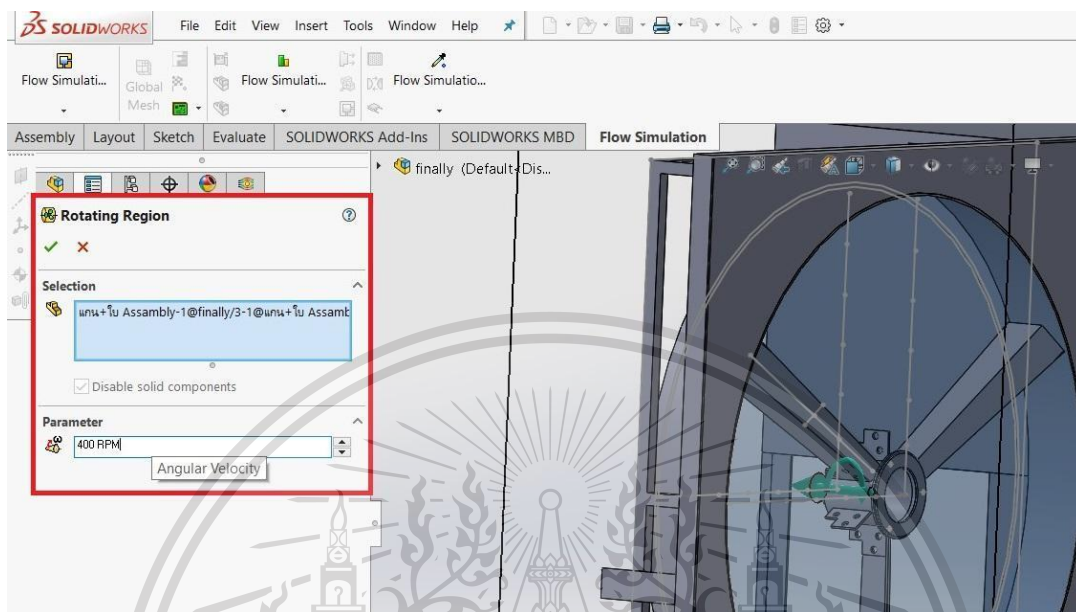
รูป 3.5 การเลือกคุณสมบัติต่างๆ สำหรับการ ใช้ Flow simulation ในโปรแกรม SOLIDWORKS

3. เลือก Computational Domain ในหัวข้อ Input Data เพื่อกำหนดพื้นที่สำหรับทดสอบ เลือก Rotating Regions เพื่อกำหนดความเร็วรอบตามที่กำหนดไว้ คือ 400 550 และ 650 RPM จากนั้นเลือกคำสั่ง ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

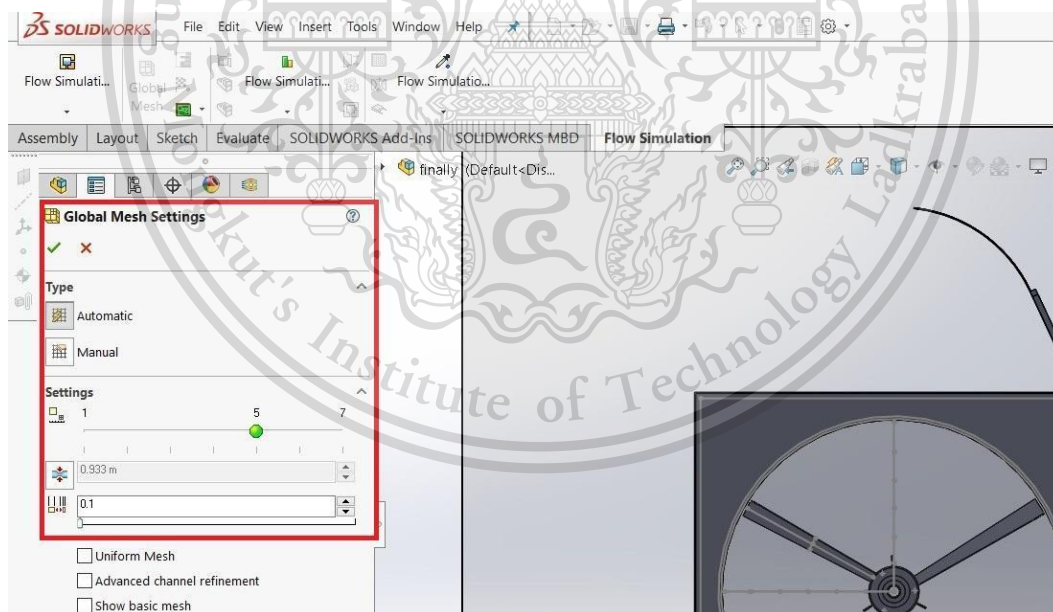
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Mesh และปรับ Global Mesh ให้อยู่ที่ระดับ 5 เพราะว่าจะยิ่งปรับสูงค่าที่ได้จะใกล้เคียงกับความจริง แล้วทำการกด Run



รูปที่ 3.6 เลือกความเร็วรอบ 400 550 และ 650 RPM

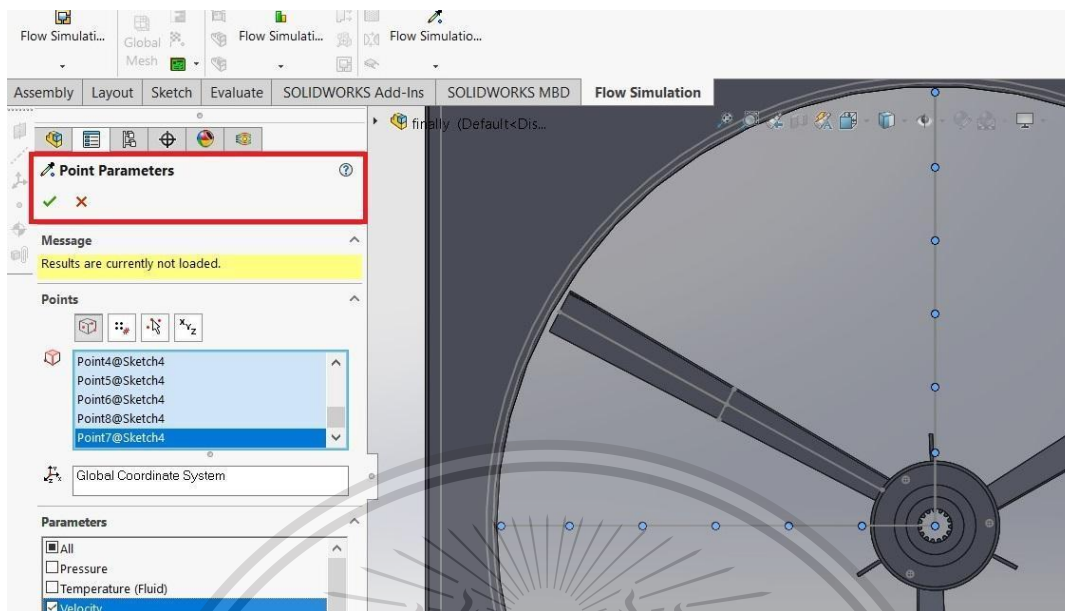


รูปที่ 3.7 คำสั่ง Mesh

4. หลังจาก Run เสร็จให้เลือกคำสั่ง Point Parameter เพื่อต้องการหาค่าความเร็วลม ณ จุดต่างๆ ที่ได้กำหนดเอาไว้ในแนวแกน x และแกน y โดยเริ่มที่ตำแหน่ง 0 ถึง 60 cm บริเวณหน้าเครื่อง เลือก Velocity แล้วคลิกถูกจากนั้นจะได้ค่าความเร็วออกมา
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.8 วิเคราะห์ความเร็วในแต่ละจุดที่ได้กำหนดไว้

3.1.2 เปรียบเทียบค่าความเร็วที่ได้จากทดลองจริงกับค่าได้จากการ Flow Simulation ของเครื่องต้นแบบ

การทดลองเปรียบเทียบความเร็วลมที่ได้จากการทดลองและจาก Flow Simulation เพื่อต้องการใช้โปรแกรม SOLIDWORKS ในการออกแบบพัดลมให้มีความน่าเชื่อถือเหมาะสมกับการสางใบอ้อยจึงทำการทดสอบเครื่องสางใบอ้อยบริษัทเคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัดที่เป็นเครื่องต้นแบบโดยวัดความเร็วลมจาก anemometer วัดความเร็วรอบจากเครื่อง Tachometer เทียบกับค่าที่ได้จากโปรแกรม SOLIDWORKS

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องสางใบอ้อย เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด
2. รถแทรกเตอร์ยี่ห้อ Kubota รุ่น L4200 ขนาด 42แรงม้า มีความเร็วรอบเครื่อง 540/2447 รอบ/นาที
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ Tachometer
4. ตลับเมตร
5. เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer

วิธีการทดสอบ

1. วัดที่ตำแหน่งต่างๆ บริเวณหน้าโครงมีระยะตามแนวตั้งและแนวนอน 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 cm ตามแนวแกน x และแกน y โดยมีระยะห่างจากโครงหน้า 0 cm
2. ปรับความเร็วรอบของพัดลมที่ความเร็วรอบ 400 550 และ 650 rpm โดยใช้อุปกรณ์ Tachometer ในการวัดความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. ใช้ Anemometer ทดสอบวัดความเร็วลมที่ได้จากหน้าเครื่องบริเวณแนวตั้ง และแนวนอน 0, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 cm
4. ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวัดจริงและผลที่ได้จากการจำลองการไหล (Flow Simulation) จากโปรแกรม SOLIDWORKS

3.2 ทดสอบเครื่องสางใบอ้อยต้นแบบบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด

ทดสอบการทำงานของใบพัดเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด เพื่อหาความสามารถในการสางใบอ้อยจากการประเมินความสะอาด หาความเร็วรอบพัดลมและเกียร์ที่เหมาะสมในการทำงาน ซึ่งเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัดถือเป็นเครื่องต้นแบบในการพัฒนาใบพัดความเร็วรอบพัดลมจะสัมพันธ์กับเกียร์ PTO มีอัตราทดเท่ากับ 1.93 : 1 โดยทดสอบเครื่องสางใบอ้อยที่ไร่อ้อย ตำบลศรีมงคล อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี กำหนดความเร็วรอบของพัดลมที่ 360, 510, 640 และ 760 rpm ใช้เกียร์ Low1, Low2, Low3, Middle1 และ Middle2 ในทุกความเร็วรอบ จากนั้นก็จะประเมินความสะอาดของแต่ละบุคคล

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องสางใบอ้อย เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด
2. รถแทรกเตอร์ Kubota 2420 ขนาด 24 แรงม้า
3. เครื่องวัดความเร็วรอบ Tachometer
4. ตลับเมตร
5. อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อายุ 10-12 เดือน
6. กล้องถ่ายรูปดิจิทัล

วิธีการทดสอบ

1. ต่อพ่วงเครื่องสางใบอ้อย เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด กับรถแทรกเตอร์ Kubota 2420 ขนาด 24 แรงม้า
2. วัดระยะที่รถแทรกเตอร์วิ่ง 10 เมตรตามร่องอ้อย กำหนดความเร็วรอบของพัดลมที่ 380, 510, 640 และ 760 rpm ใช้เกียร์ Low1, Low2, Low3, Middle1 และ Middle2 ในทุกความเร็วรอบ
3. ถ่ายรูปต้นอ้อยในร่องก่อนสาง
4. ปรับความเร็วรอบพัดลมที่ 380 rpm เลือกใช้เกียร์ Low1 ขับรถแทรกเตอร์วิ่งสางใบอ้อยในร่อง
5. ทำการจับเวลาที่รถวิ่งในระยะ 10 เมตรและบันทึกเวลา
6. ถ่ายรูปต้นอ้อยในร่องหลังสางใบ
7. ทำการทดสอบซ้ำโดยเปลี่ยนความเร็วรอบใบพัดกับเกียร์ให้ครบตามขั้นตอนที่ 2 โดยเลือกแบบสุ่มและในแต่ละการทดลองทำซ้ำจำนวน 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.9 วัดความเร็วรอบใบพัดด้วย Tachometer



รูปที่ 3.10 ทำการจับเวลาที่รถวิ่งในระยะ 10 เมตร



รูปที่ 3.11 รถแทรกเตอร์ขนาด 24 แรงม้าติดตั้งเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ขณะทำการสางใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.1 ประเมินความสะอาด

เมื่อเครื่องสำอางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัดส่งใบอ้อยในแปลงเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการประเมินความสะอาดจากรูปถ่ายก่อน-หลังล้างใบ โดยมีผู้ร่วมประเมิน 5 คน

เกณฑ์ในการประเมิน

- ไม่สะอาด = 1 (ใบอ้อยเหลืออยู่ที่ต้นอ้อยมาก ไม่อยู่ในเกณฑ์อ้อยสะอาดของโรงงานน้ำตาล)
- สะอาดปานกลาง = 2 (ใบอ้อยถูกส่งออกไปปานกลางไม่แต่อยู่ในเกณฑ์อ้อยสะอาดของโรงงานน้ำตาล)
- สะอาด = 3 (เหลือใบอ้อยติดอยู่ที่ต้นอ้อยเล็กน้อย อยู่ในเกณฑ์อ้อยสะอาดของโรงงานน้ำตาล)

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics เพื่อหาค่าเฉลี่ยความสะอาดของแต่ละความเร็วรอบและเกียร์ รวมถึงความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างทางสถิติของแต่ละเกียร์ ซึ่งจะทดสอบ Multiple comparison ด้วยวิธี Tukey 's HSD

3.3 ออกแบบใบพัดแบบต่างๆ ขนาด 20 นิ้ว ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS

3.3.1 การออกแบบใบพัดด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS

จากการทดลองเปรียบเทียบความเร็วลมระหว่างค่าที่วัดจริงกับค่าที่ได้จากการจำลองเพื่อต้องการสร้างใบพัดรูปแบบใหม่ให้มีค่าความเร็วลมดีกว่าใบพัดเครื่องต้นแบบ จึงได้ทำการออกแบบใบพัดลมใหม่โดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS ในการออกแบบใบพัดรูปแบบต่างๆ โดยเลือกใช้เหล็ก ASTM A36 Steel เป็นเหล็กโครงสร้างที่มีตามท้องตลาดทั่วไป

มีค่า Tensile Strength 400 MPa , Yield Strength 250 MPa

Property	Value	Units
Elastic Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0,26	N/A
Shear Modulus	79300	N/mm ²
Mass Density	7850	kg/m ³
Tensile Strength	400	N/mm ²
Compressive Strength		N/mm ²
Yield Strength	250	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient		/K
Thermal Conductivity		W/(m-K)

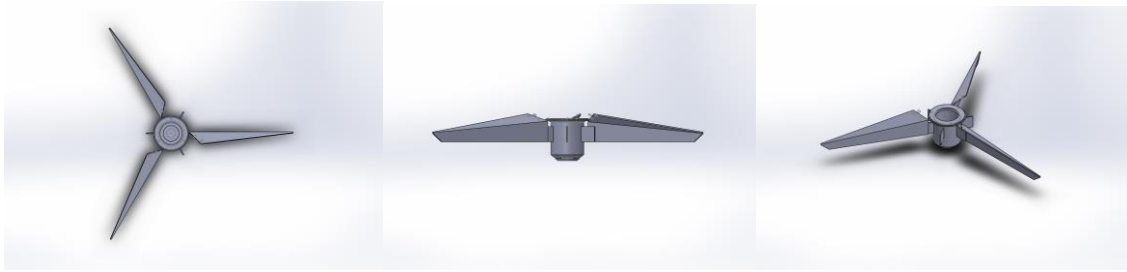
รูปที่ 3.12 แสดงคุณสมบัติของเหล็ก ASTM A36 Steel

ที่มา: โปรแกรม SOLIDWORKS 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

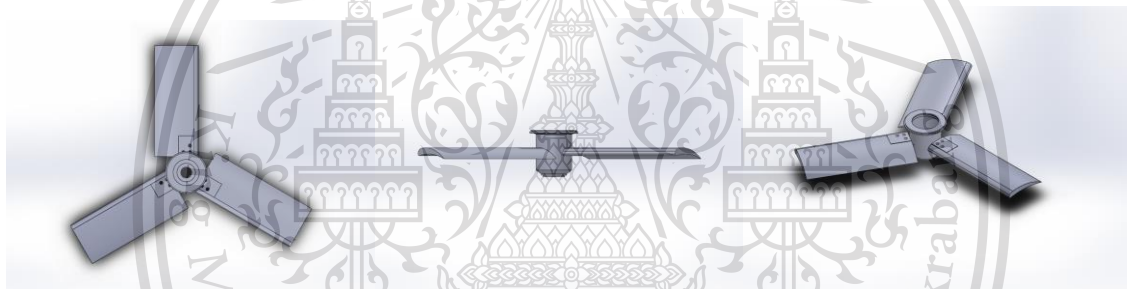
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ใบพัดทดลองหมายเลข 1

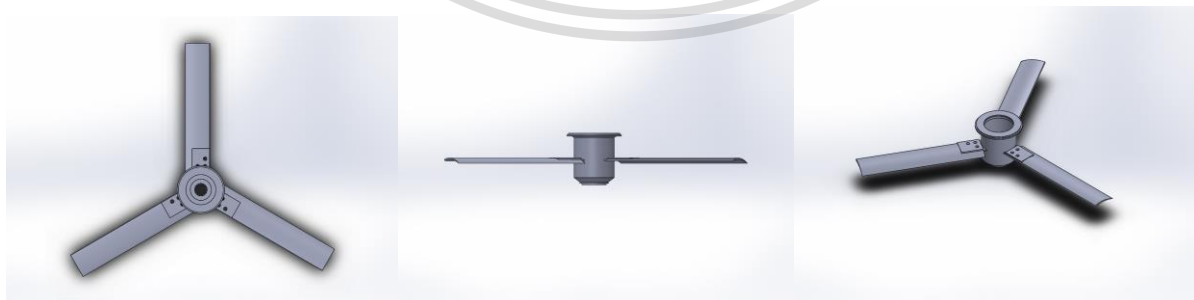
รูปที่ 3.13 รูปแบบใบพัดหมายเลข 1

ใบพัดรูปแบบนี้ได้นำแบบของใบพัดบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัด มาดัดแปลงโดยออกแบบให้ใบพัดมีน้ำหนักเบาสูงกว่าเดิม ขนาดเล็กลง หน้าใบเรียบเพื่อให้เหมาะกับการสา่งใบ

ใบพัดทดลองหมายเลข 2

รูปที่ 3.14 รูปแบบใบพัดหมายเลข 2

ใบพัดรูปแบบหมายเลข 2 ได้จำลองการทำงานของใบพัดแบบ aerofoil มีลักษณะคล้ายใบพัดเครื่องบิน มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ทำให้ความเร็วลมด้านหน้าพัดลมค่อนข้างต่ำ

ใบพัดทดลองหมายเลข 3

รูปที่ 3.15 รูปแบบใบพัดหมายเลข 3

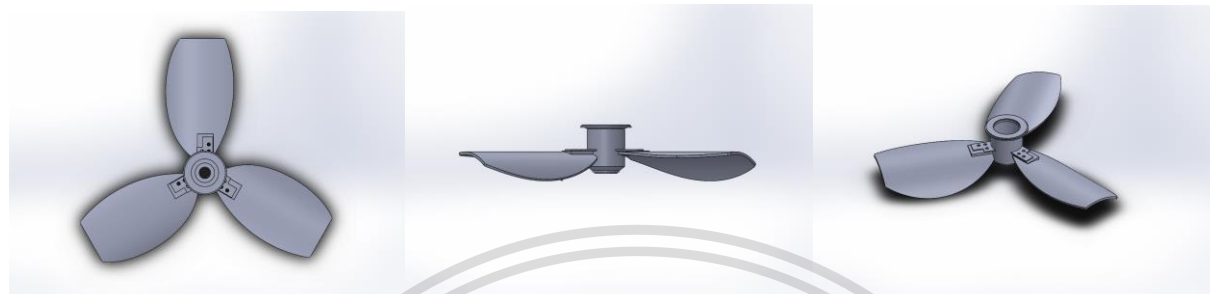
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรใช้งานเพื่อการรศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลดขนาดจากใบพัดหมายเลข 2 ให้มีน้ำหนักลดลงและปรับความหนาของใบลง ทำให้ได้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อน้ำหนักของใบพัดลดลง

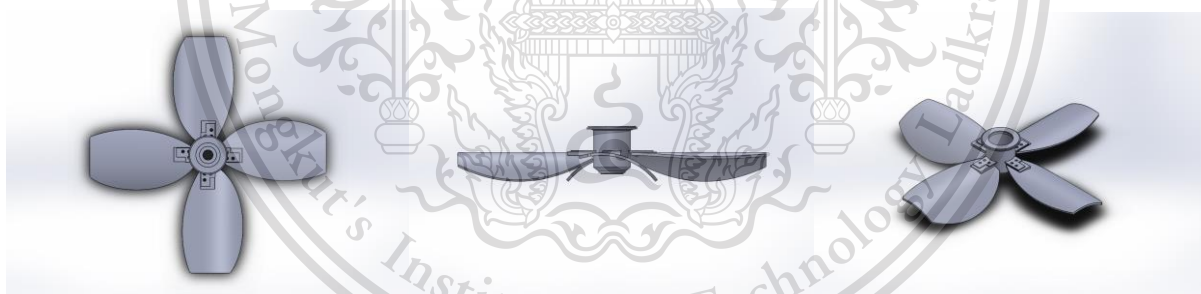
ใบพัดทดลองหมายเลข 4



รูปที่ 3.16 รูปแบบใบพัดหมายเลข 4

ออกแบบรูปแบบใบพัดหมายเลข 4 ให้หน้าใบพัดโค้ง หนาและขนาดใหญ่ขึ้น คล้ายใบพัดลมมากขึ้น ซึ่งคล้ายคลึงกับใบพัดลมรถตัดอ้อยของบริษัท JOHN DEERE รุ่น CH570 ทำให้ได้ความเร็วลมที่มากขึ้นจากใบพัดหมายเลข 3

ใบพัดทดลองหมายเลข 5



รูปที่ 3.17 รูปแบบใบพัดหมายเลข 5

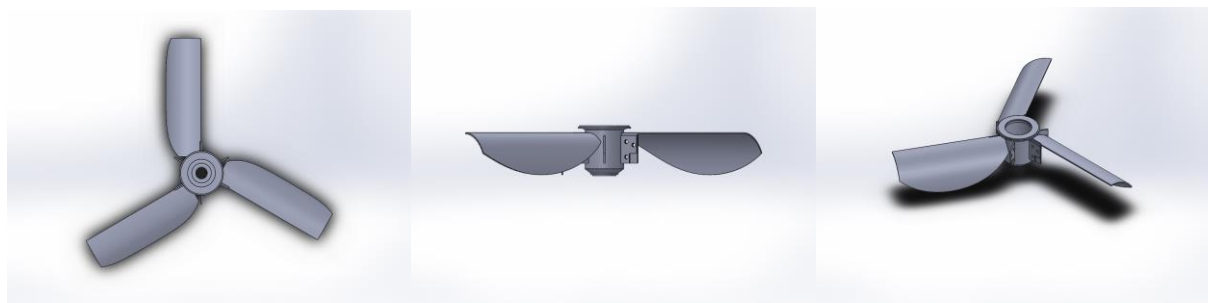
ออกแบบใบพัดหมายเลข 5 โดยทดลองเพิ่มจำนวนใบพัด 1 ใบ ที่ใบพัดหมายเลข 4 รวมเป็น 4 ใบ ทำให้ความเร็วลมบริเวณด้านหน้าพัดลมลดลง และยังทำให้มีบริเวณช่องว่างที่ใบอ้อยสามารถโดนดูดเข้าไปเพื่อสางน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ใบพัดทดลองหมายเลข 6



รูปที่ 3.18 รูปแบบใบพัดหมายเลข 6

ใบพัดหมายเลข 6 นี้ เป็นการผสมระหว่างใบพัดหมายเลข 3 และหมายเลข 4 โดยนำข้อดีของใบพัดที่หน้าใบเรียบเหมาะกับการสางใบอ้อยจากใบพัดหมายเลข 3 และลักษณะใบโค้งทำให้ได้ความเร็วลมที่มากขึ้นจากใบพัดหมายเลข 4 มารวมกัน

3.3.2 เปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดแต่ละตัว

นำข้อมูลความเร็วลมที่ได้จาก Flow simulation ของใบพัดรูปแบบต่างๆ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติจากโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหาความเร็วเฉลี่ยของแต่ละใบพัดที่ออกแบบและความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างกันทางสถิติของแต่ละใบพัดโดยจะทดสอบด้วยวิธี Single Factor - ANOVA (1-Way ANOVA)

3.3.3 การวิเคราะห์แรงของใบพัดจากโปรแกรม SOLIDWORKS

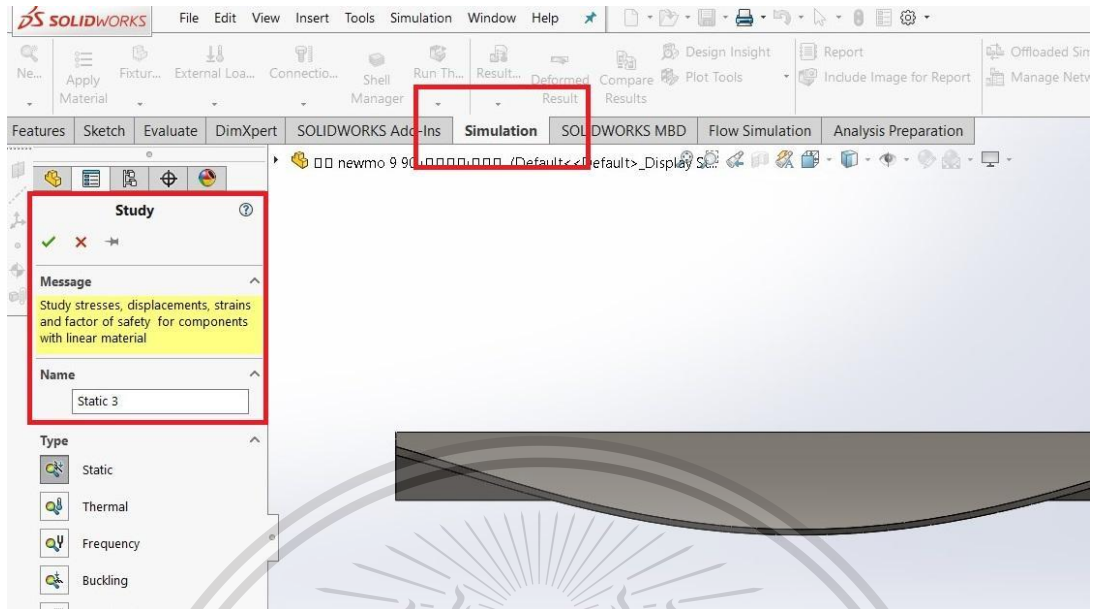
เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเลือกใบพัดที่ได้ทำการออกแบบแล้ว จากนั้นก็จำลองการวิเคราะห์แรงของใบพัดด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS เพื่อทดสอบว่าใบพัดมีความแข็งแรงหรือไม่

- 1) เลือกคำสั่ง SOLIDWORK Simulations เลือก Study เพื่อกำหนดค่าคุณสมบัติของการวิเคราะห์ แล้วเลือกการวิเคราะห์เป็นแบบ static

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

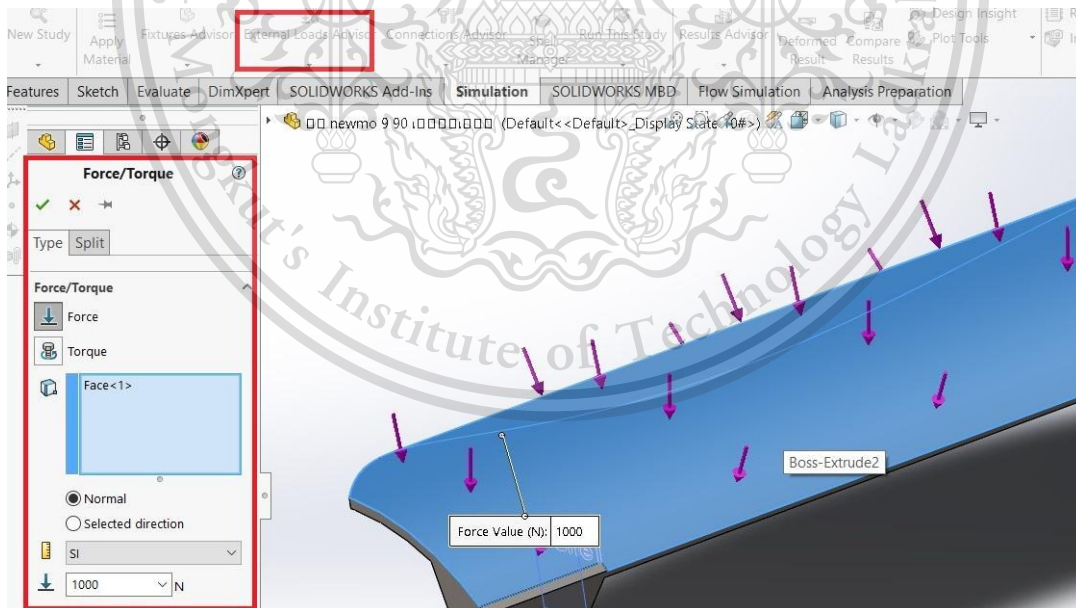
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.19 การใช้งาน Simulation

- 2) เลือก External Loads แล้วเลือก Force เพื่อกำหนดให้แรงกระทำกับชิ้นงาน เลือกใช้ Fix Geometry เพื่อวิเคราะห์แบบ Static จึงต้องกำหนดการจับยึดให้ครบถ้วนในแต่ละส่วนของชิ้นงานให้มีความมั่นคง จึงทำการยึดแน่นที่รูทั้งสองของชิ้นงาน จากนั้นสั่งให้โปรแกรมประมวลผลด้วยคำสั่ง Run This Study



รูปที่ 3.20 การกำหนดแรงที่กระทำกับชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

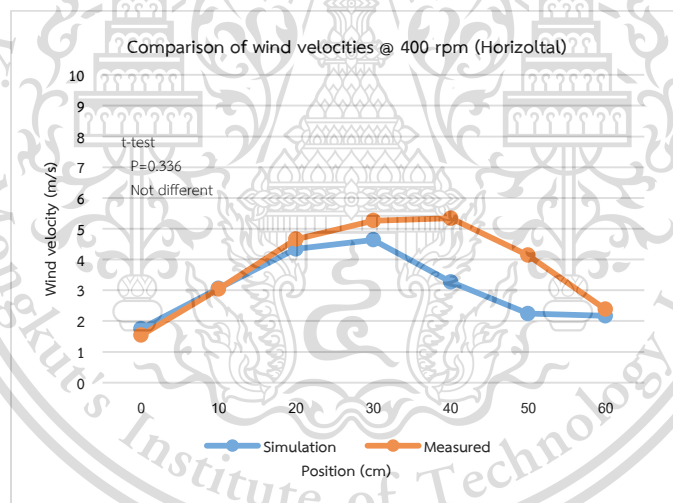
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 เปรียบเทียบค่าที่ได้จากทดลองจริงกับค่าได้จากการ Flow simulation ของเครื่องสางใบ อ้อยต้นแบบ

4.1.1 เปรียบเทียบค่าความเร็วลมของใบพัดต้นแบบและค่าจากการจำลองซึ่งกำหนดความเร็วรอบที่ 400 RPM

จากการทดสอบหาค่าความเร็วลมจากการวัดจริงและค่าความเร็วลมจากการจำลองด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS จะเห็นได้ว่าค่าของกราฟนั้นมีแนวโน้มเหมือนกัน คือกราฟจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดที่บริเวณ ระยะที่ 40 cm แล้วจะค่อยๆ ลดลงจนถึงระยะที่ 60 cm ทั้งแนวแกน x และแกน y แต่ค่าจากการวัดจริงจะมีค่าที่มากกว่าค่าจำลองจากโปรแกรม จาก t-test พบว่ากราฟแกน x ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนกราฟแกน y มีความแตกต่างกันทางสถิติ ได้ผลดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2

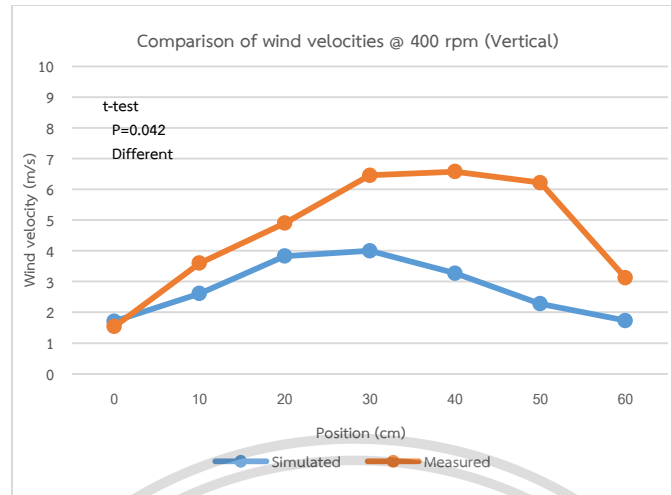


รูปที่ 4.1 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 400 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 400 rpm

จากรูปที่ 4.1 พบว่า ณ ความเร็วที่ระยะ 0 ถึง 20 cm ค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันและค่าความเร็วลมตั้งแต่ระยะ 30 ถึง 60 cm ค่าที่ได้จากการวัดจริงมีค่ามากกว่า

จากรูป 4.2 พบว่า ณ ความเร็วลมที่ระยะ 0 cm ถึง 60 cm พบว่าความเร็วลมที่ได้จากการวัดจริงมีค่ามากกว่าความเร็วลมที่ได้จากการจำลอง

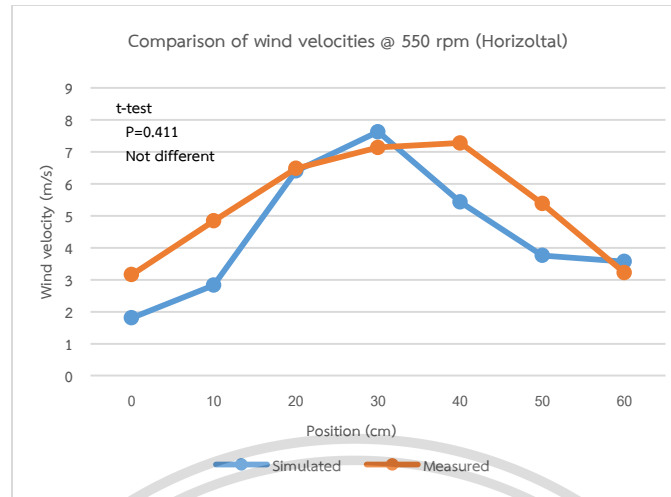
4.1.2 เปรียบเทียบค่าความเร็วลมของใบพัดต้นแบบจากการวัดจริงและค่าจากการจำลองซึ่งกำหนดความเร็วรอบที่ 550

ค่าของกราฟนั้นมีแนวโน้มเหมือนกัน คือกราฟจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึงระยะสูงสุดที่บริเวณระยะที่ 30 cm แล้วจะค่อยๆ ลดลงจนถึงระยะที่ 60 cm ทั้งแนวแกน x และแกน y ค่าจากการวัดจริงจะมีค่าที่มากกว่าค่าจำลอง ยกเว้นที่ระยะ 40 cm ที่ค่าจากการจำลองมีค่าที่มากกว่าค่าจากการวัดจริง จาก t-test พบว่ากราฟแกน x ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนกราฟแกน y มีความแตกต่างกันทางสถิติได้ผลดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4

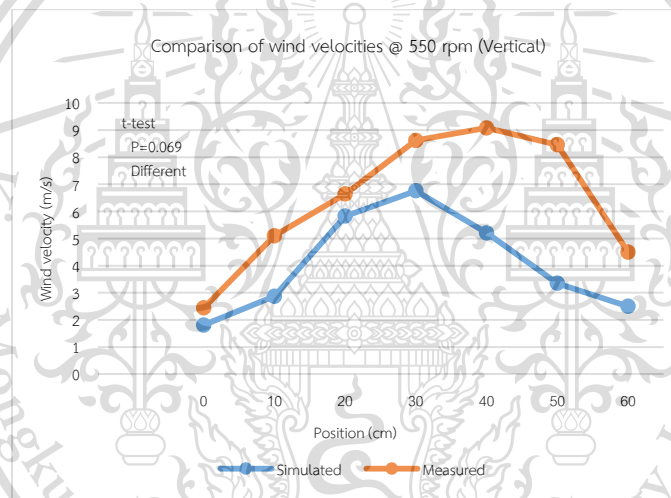
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.3 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 550 rpm



รูปที่ 4.4 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 550 rpm

จากรูปที่ 4.3 พบว่าความเร็วลมที่ระยะ 0 ถึง 10 cm และ 40 ถึง 60 cm ค่าความเร็วลมที่ได้จากการวัดจริงมีค่ามากกว่า แต่ที่จุด 20 ถึง 30 cm ค่าที่ได้จากการจำลองมีค่ามากกว่า

จากรูปที่ 4.4 พบว่าความเร็วลมที่ระยะ 0 ถึง 60 cm มีค่าความเร็วที่ได้จากการวัดจริงมากกว่าค่าที่ได้จากการจำลอง

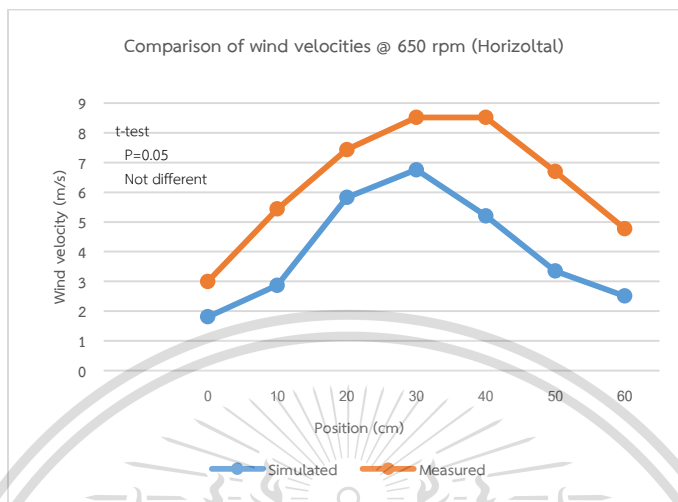
4.1.3 เปรียบเทียบค่าความเร็วลมของใบพัดต้นแบบจากการวัดจริงและค่าจากการจำลองซึ่งกำหนดความเร็วรอบที่ 650

ค่าของกราฟนั้นมีแนวโน้มเหมือนกันกับความเร็วรอบอื่นๆ คือกราฟจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดที่บริเวณเอกสระยะที่ 40 cm แล้วจะค่อยๆ ลดลงจนถึงระยะที่ 60 cm ทั้งแนวแกน x และแกน y ค่าจากการวัดจริงจะมีค่าที่ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

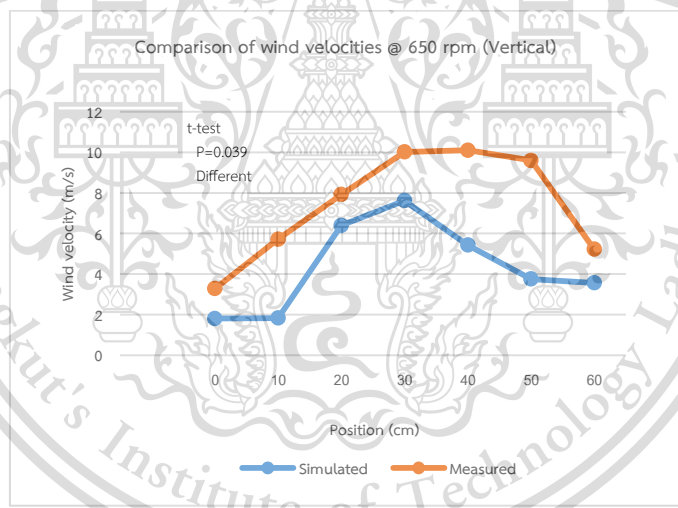
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มากกว่าค่าจำลอง จาก t-test พบว่ากราฟแกน x ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนกราฟแกน y มีความแตกต่างกันทางสถิติ ได้ผลดังรูปที่ 4.5 และ รูป 4.6



รูปที่ 4.5 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 650 rpm



รูปที่ 4.6 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วตามแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 650 rpm

จากรูปที่ 4.5 พบว่าความเร็วลมที่ระยะ 0 ถึง 60 cm ค่าที่ได้จากการวัดจริงมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการจำลองค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับที่ความเร็วรอบอื่นๆ

จากรูปที่ 4.6 พบว่าความเร็วลมที่ระยะ 0 ถึง 60 cm ค่าที่ได้จากการวัดจริงมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการจำลองอยู่มากและที่ตำแหน่งที่ 10 cm ของค่าความเร็วจากการจำลองจะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับที่ระยะ 0 cm ซึ่งอาจเกิดจากความผิดพลาดของโปรแกรมได้

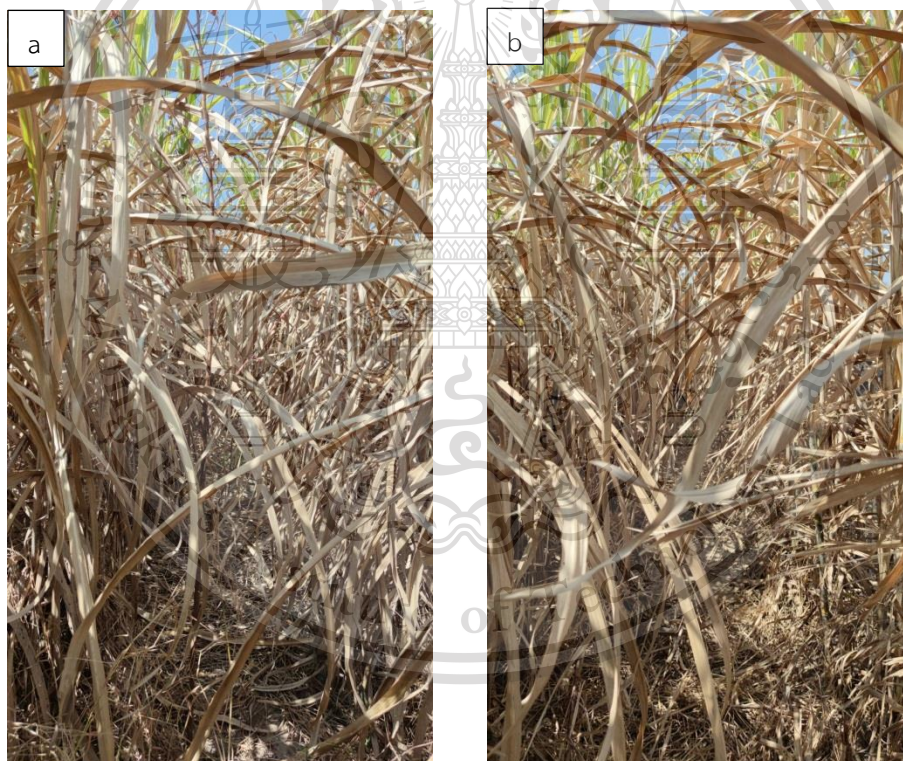
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองรูปที่ 4.1 ถึง 4.6 กราฟแสดงให้เห็นว่าความเร็วลมจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุดที่ระยะ 40 cm ทั้งแนวแกน x และแกน y จากนั้นความเร็วลมจะค่อยๆ ลดลง ซึ่งค่าความเร็วลมที่ได้จากการวัดจริงและ ค่าความเร็วลมที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS จาก t-test พบว่ากราฟมีความคล้ายกันทางสถิติ

ผลการทดลองจากการวัดค่าความเร็วลมจากการวัดจริงและจากการจำลองอาจมีการคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากว่า มีปัจจัยภายนอกต่างๆ เช่นความเร็วลมจากภายนอก เนื่องจากว่าสถานที่ในการทดลองเป็นพื้นที่เปิด อาจทำให้มีลมพัดเข้ามากระหว่างทำการทดลอง และมีสิ่งกีดขวางขวางทางลมเอาไว้ทำให้ค่าความเร็วลมจากแนวแกน x และแกน y มีค่าไม่เท่ากันได้

4.2 ทดสอบเครื่องสางใบอ้อยต้นแบบบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด

ทดสอบเครื่องสางใบอ้อยต้นแบบบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ด้วยการประเมินความสะอาดหลังสางใบของแต่ละเกียร์และแต่ละความเร็วรอบพัดลม โดยกำหนดความเร็วรอบพัดลม 380, 510, 640 และ 760 rpm ใช้เกียร์ Low1, Low2, Low3, Middle1 และ Middle2 ทุกความเร็วรอบพัดลม



รูปที่ 4.7 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 380 rpm เกียร์ Low 1

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่าใช้เกียร์ Low1 ที่ความเร็วรอบพัดลม 380 rpm สางได้ไม่สะอาด แม้อ้อยจะไม่หนาแต่ต้นอ้อยสูง ปริมาณใบอ้อยค่อนข้างเยอะและยาว ส่วนโคนต้นอ้อยสางออกไปได้บ้างแต่ที่บริเวณกลางต้นอ้อยยังมีใบอ้อยที่ไม่สามารถสางออกไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.8 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 rpm เกียร์ Middle 2

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าใช้เกียร์ Middle 2 ที่ความเร็วรอบพัดลม 510 rpm สางได้ไม่สะอาด ใบอ้อยหลังสางยังเยอะและยาวมากแทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงจากรูปก่อนสาง แม้ว่ากอต้นอ้อยจะไม่หนาแต่ต้นอ้อยค่อนข้างสูงและใบอ้อยมีปริมาณมาก ซึ่งเกียร์ Middle 2 ที่เลือกใช้มีความเร็วมาก รถแทรกเตอร์วิ่งไวเกินไปและความเร็วรอบพัดลมต่ำ ทำให้สางใบได้ไม่สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.9 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 rpm เกียร์ Low2

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าใช้เกียร์ Low2 ที่ความเร็วรอบพัดลม 640 rpm สางได้สะอาดปานกลาง เนื่องจากต้นอ้อยสูงไม่มากและกอดต้นอ้อยค่อนข้างบาง รวมถึงปริมาณใบอ้อยมีน้อยไม่รก แต่ก็ยังมีใบอ้อยที่สางออกไม่หมด สางออกไปได้แค่ครึ่งใบอาจเป็นเพราะใบอ้อยมีลักษณะที่ลู่ลงติดกับลำต้นอ้อยไม่ค่อยยื่นห่างจากลำต้นมากนัก ทำให้สางออกได้สะอาดแค่ปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.10 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 760 rpm เกียร์ Low1

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่าใช้เกียร์ Low1 ที่ความเร็วรอบพัดลม 760 rpm สางได้สะอาดมาก กอต้นอ้อยบางและความสูงไม่มาก เมื่อรถแทรกเตอร์วิ่งด้วยเกียร์ต่ำความเร็วช้าแต่ความเร็วรอบพัดลมสูง ทำให้พัดลมสางใบอ้อยได้มากเพราะรถแทรกเตอร์ขับเคลื่อนด้วยความเร็วต่ำ ใบอ้อยมีโอกาสถูกพัดลมดูดเข้ามากขึ้นและความเร็วรอบที่สูงใบพัดหมุนเร็วทำให้สางใบอ้อยออกไปได้มาก ปัญหาที่พบคือหลังจากการสางใบอ้อยมักมีใบอ้อยกองอยู่ที่โคนต้นอ้อยในร่องถัดไป ทำให้รถตัดอ้อยวางกองที่ทำงานต่อจากการสางใบอ้อยทำงานได้ยากยิ่งขึ้นเนื่องจากเกิดปัญหาใบอ้อยค้างเครื่องตัดอ้อยวางกอง ซึ่งทำให้เสียเวลาในการเอาใบอ้อยที่ค้างออก ดังนั้นจึงควรสางใบอ้อยก่อนเก็บเกี่ยวอ้อย 1-2 เดือน เพื่อให้ใบอ้อยที่โคนต้นยุบตัวลงก่อน รวมถึงจะช่วยให้อ้อยเจริญเติบโตได้ดีขึ้น เนื่องจากอากาศระบายได้ดีขึ้น ลำต้นได้รับแสงแดด ทำให้ขยายขนาดปล้องขึ้น อ้อยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลสูงขึ้น 15-20% ทั้งนี้ผลการประเมินอาจคลาดเคลื่อนได้จากปัจจัยความหนาแน่นและความสูงของต้นอ้อยที่ไม่เท่ากัน รูปถ่ายก่อน – หลัง สางใบอ้อยที่มองไม่ชัดเจน หรือผู้ร่วมประเมินน้อยไป

นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินความสะอาดเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics เพื่อหาค่าเฉลี่ยความสะอาดของแต่ละความเร็วรอบและเกียร์ดังตารางที่ 4.1 – 4.3 และรูปที่ 4.11 รวมถึงทดสอบ Multiple comparison ด้วยวิธี Tukey 's HSD ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยความสะอาดในแต่ละความเร็วรอบ

Dependent Variable: CLEAN

RPM	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
380	1.760	0.088	1.587	1.933
510	2.140	0.088	1.967	2.313
640	2.340	0.088	2.167	2.513
760	2.900	0.088	2.727	3.073

* หมายเหตุ เกณฑ์ในการประเมิน
 ไม่สะอาด = 1 สะอาดปานกลาง = 2 สะอาด = 3

จากตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลประเมินความสะอาดทางสถิติ แสดงค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของค่าเฉลี่ย และ 95% ช่วงความเชื่อมั่นของความสะอาด แยกตามตัวแปร RPM 4 กลุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้คือ ความเร็วรอบที่ 760 RPM มีค่าเฉลี่ยของความสะอาดสูงที่สุด เท่ากับ 2.90

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยความสะอาดในแต่ละเกียร์

Dependent Variable: CLEAN

Gear	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Low1	2.375	0.098	2.181	2.569
Low2	2.325	0.098	2.131	2.519
Low3	2.075	0.098	1.881	2.269
Mid1	2.325	0.098	2.131	2.519
Mid2	2.325	0.098	2.131	2.519

* หมายเหตุ เกณฑ์ในการประเมิน
 ไม่สะอาด = 1 สะอาดปานกลาง = 2 สะอาด = 3

จากตารางที่ 4.2 ผลวิเคราะห์ข้อมูลประเมินความสะอาดทางสถิติ แสดงค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของค่าเฉลี่ย และ 95% ช่วงความเชื่อมั่นของความสะอาด แยกตามตัวแปร เกียร์ 5 กลุ่ม ผลลัพธ์ที่ได้คือ เกียร์ Low1 มีค่าเฉลี่ยของความสะอาดสูงที่สุด เท่ากับ 2.375

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยความสะอาดในแต่ละความเร็วรอบและเกียร์

Dependent Variable: CLEAN

RPM	Gear	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
380	Low1	1.800	0.196	1.413	2.187
	Low2	1.600	0.196	1.213	1.987
	Low3	1.600	0.196	1.213	1.987
	Mid1	1.400	0.196	1.013	1.787
	Mid2	2.400	0.196	2.013	2.787
510	Low1	2.400	0.196	2.013	2.787
	Low2	2.500	0.196	2.113	2.887
	Low3	2.000	0.196	1.613	2.387
	Mid1	2.500	0.196	2.113	2.887
	Mid2	1.300	0.196	0.913	1.687
640	Low1	2.400	0.196	2.013	2.787
	Low2	2.400	0.196	2.013	2.787
	Low3	2.400	0.196	1.513	2.287
	Mid1	1.900	0.196	2.013	2.787
	Mid2	2.400	0.196	2.213	2.987
760	Low1	2.900	0.196	2.513	3.287
	Low2	2.800	0.196	2.413	3.187
	Low3	2.800	0.196	2.413	3.187
	Mid1	3.000	0.196	2.613	3.387
	Mid2	3.000	0.196	2.613	3.387

* หมายเหตุ เกณฑ์ในการประเมิน

ไม่สะอาด = 1

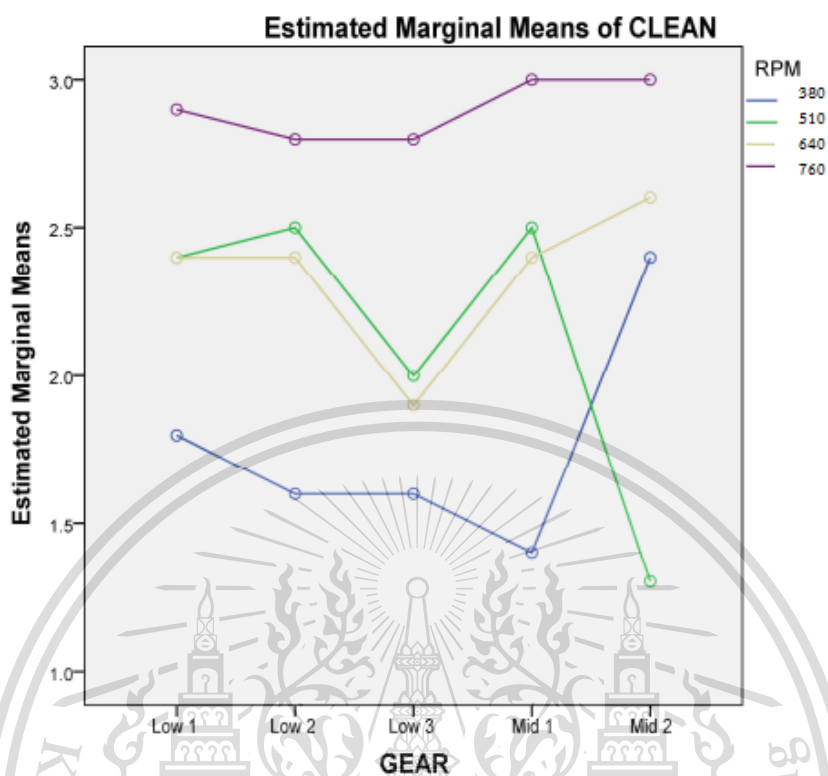
สะอาดปานกลาง = 2

สะอาด = 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความสะอาดของแต่ละเกียร์ของความเร็วรอบต่างๆ

จากตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์ข้อมูลประเมินความสะอาดทางสถิติ แสดงค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของค่าเฉลี่ย และ 95% ช่วงความเชื่อมั่นของความสะอาด แยกตามตัวแปร RPM 4กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มมี 4 เกียร์ ผลลัพธ์ที่ได้คือ ความเร็วรอบ 760 RPM มีค่าเฉลี่ยความสะอาดของแต่ละเกียร์สูงสุด คือ เกียร์ Low1 = 2.900, Low2 = 2.800, Low3 = 2.800, Middle1 = 3.000, Middle2 = 3.000 และพบว่า เกียร์ Low1 มีค่าเฉลี่ยความสะอาดสูงสุดทุกความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.4 ข้อมูล Multiple Comparison แสดงความแปรปรวนความสะอาดของแต่ละความเร็วรอบและเกียร์

Dependent Variable: CLEAN

Tukey HSD

(I) Gear	(J) Gear	Mean Difference(I-J)	Std. Error	Sig	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Low1	Low2	0.05	0.139	0.996	-0.33	0.43
	Low3	0.30	0.139	0.199	-0.08	0.68
	Mid1	0.05	0.139	0.996	-0.33	0.43
	Mid2	0.05	0.139	0.996	-0.33	0.43
Low2	Low1	-0.05	0.139	0.996	-0.43	0.33
	Low3	0.25	0.139	0.376	-0.13	0.63
	Mid1	0.00	0.139	1.000	-0.38	0.38
	Mid2	0.00	0.139	1.000	-0.38	0.38
Low3	Low1	-0.30	0.139	0.199	-0.68	0.08
	Low2	-0.25	0.139	0.376	-0.63	0.13
	Mid1	-0.25	0.139	0.376	-0.63	0.13
	Mid2	-0.25	0.139	0.376	-0.63	0.13
Mid1	Low1	-0.05	0.139	0.996	-0.43	0.33
	Low2	0.00	0.139	1.000	-0.38	0.38
	Low3	0.25	0.139	0.376	-0.13	0.63
	Mid2	0.00	0.139	1.000	-0.38	0.38
Mid2	Low1	-0.05	0.139	0.996	-0.43	0.33
	Low2	0.00	0.139	1.000	-0.38	0.38
	Low3	0.25	0.139	0.376	-0.13	0.63
	Mid1	0.00	0.139	1.000	-0.38	0.38

Based on observed means.

The error term is Mean Square(error) = 0.385

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

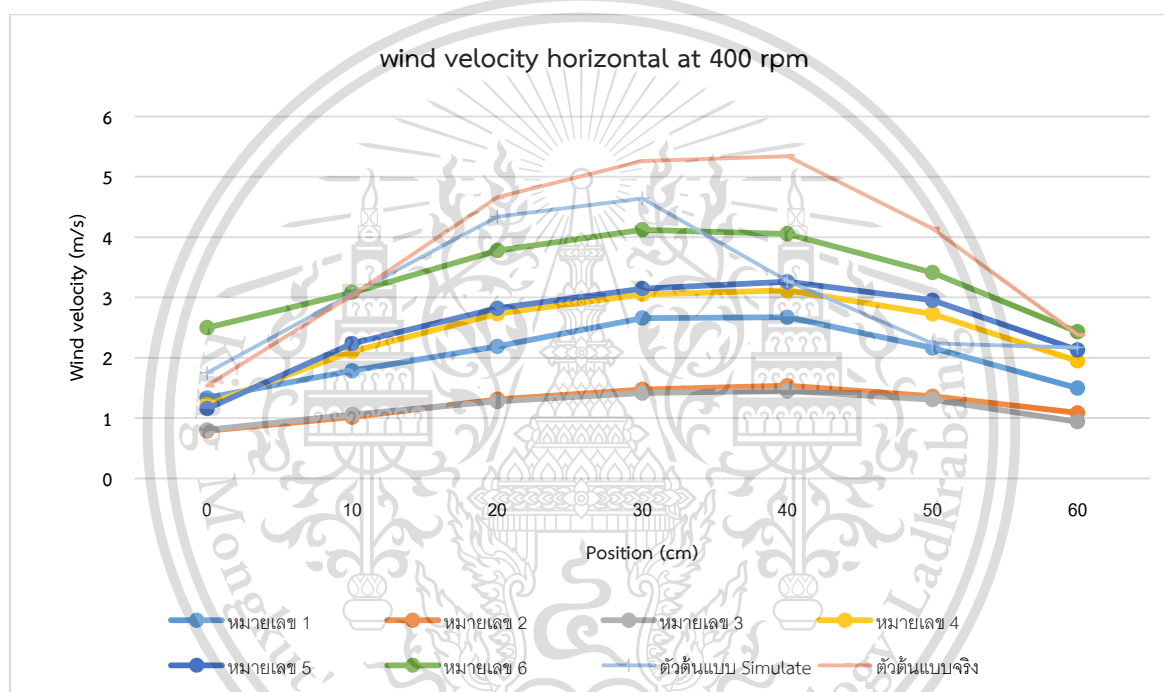
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่า Sig. แต่ละเกียร์เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ซึ่งหมายความว่า เกียร์แต่ละเกียร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha = 0.05$)

4.3 การออกแบบใบพัดแบบต่างๆ ขนาด 20 นิ้ว ด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS

4.3.1 การเปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดทั้งหมดที่ได้ออกแบบ

เมื่อออกแบบใบพัดหมายเลข 1 ถึง 6 แล้วจึงจำลองการวิเคราะห์ความเร็วลมด้วยคำสั่ง Flow simulation รวมถึงนำข้อมูลความเร็วลมที่ได้จาก Flow Simulation ของใบพัดเครื่องสำอางใบอ้อยต้นแบบบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด มาเปรียบเทียบกับเช่นกัน

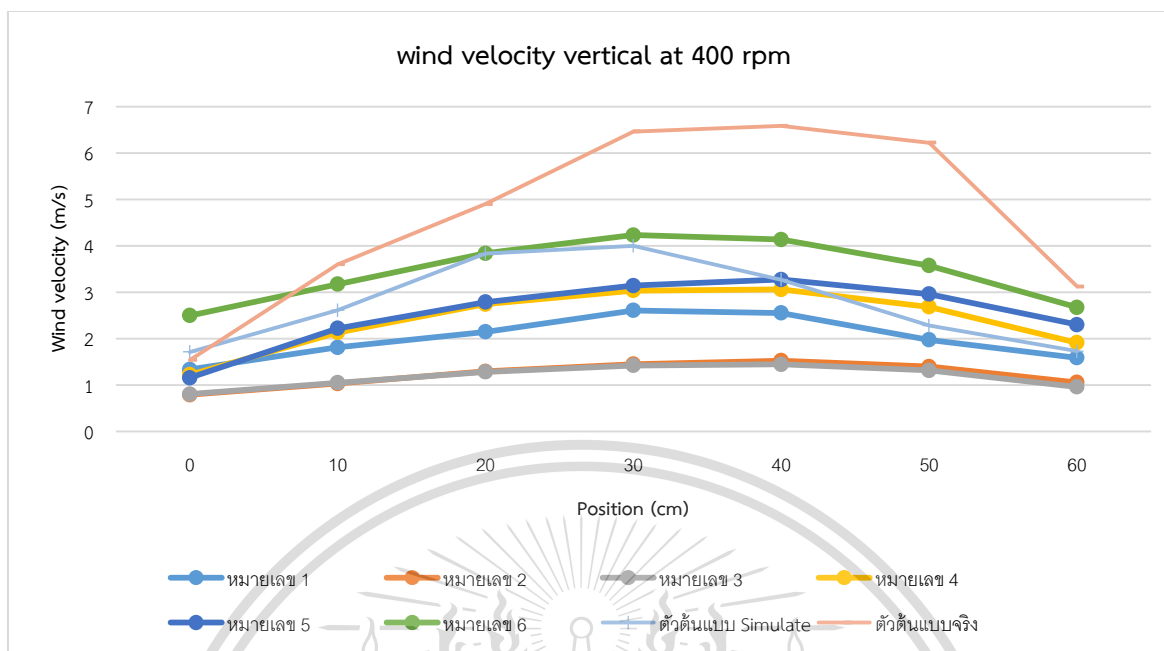


รูปที่ 4.12 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากตัวอย่างใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และใบพัดจำลองบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัด แนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 400 RPM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



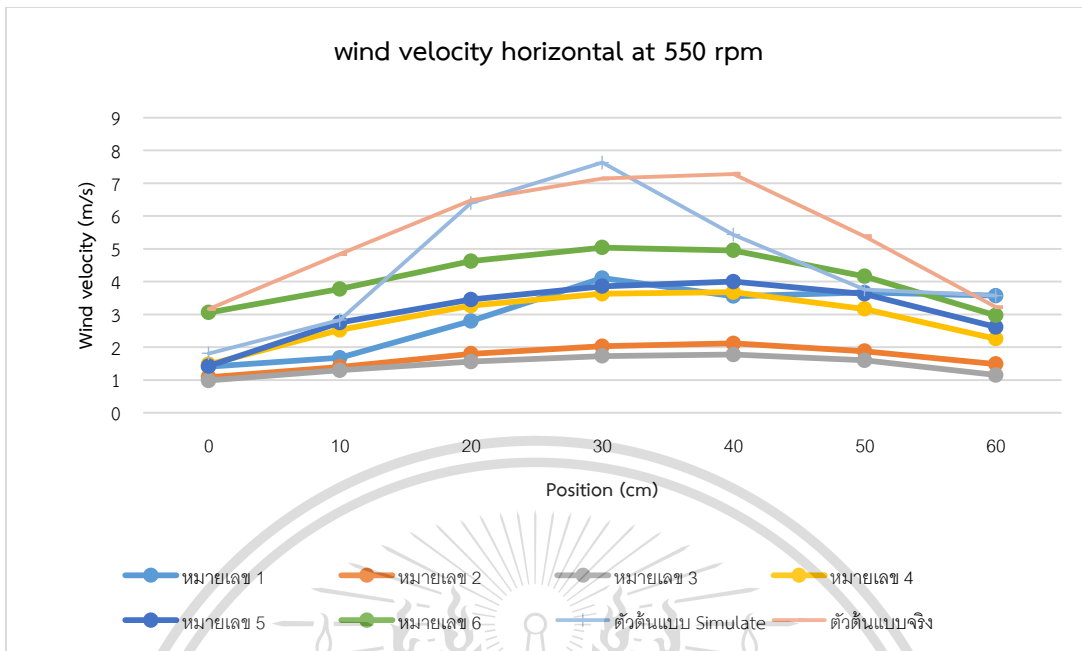
รูปที่ 4.13 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากตัวอย่างใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดจำลองบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัด แนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 400 RPM

จากรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13 ค่าความเร็วลมของใบพัดทดลองเมื่อนำมาพล็อตกราฟจะได้กราฟที่มีค่าแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันโดยค่าความเร็วลมของใบพัดหมายเลข 2 และ 3 มีค่าที่ใกล้เคียงกันโดยมีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 1.5 m/s ใบพัดหมายเลข 1 มีความเร็วสูงกว่าใบพัดหมายเลข 2 และ 3 โดยมีความเร็วลมสูงสุดที่ระยะ 30 cm ใบพัดหมายเลข 4 และ 5 มีความเร็วลมใกล้เคียงกันมากและได้ระยะที่มีความเร็วสูงสุดคือระยะ 40 cm ใบพัดหมายเลข 6 จะมีความเร็วลมสูงสุดจากการเปรียบเทียบใบพัดทุกหมายเลข มีความเร็วลมสูงสุดที่ระยะ 30 cm ซึ่งความเร็วลมมากกว่า 4 m/s ใบพัดต้นแบบ simulation หรือใบพัดเครื่องสำอางอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัด ในแนวแกน x มีความเร็วลมมากกว่าตัวอย่าง 6 ที่ระยะ 20 และ 30 cm และจะลดลงจนมีความเร็วลมสุดท้ายต่ำกว่าใบพัดหมายเลข 4, 5 และ 6 ตามลำดับ ในแนวแกน y ค่าความเร็วลมสูงสุดที่ระยะ 20 และ 30 cm และจะลดลงจนมีความเร็วลมสุดท้ายต่ำกว่าใบพัดหมายเลข 4, 5 และ 6 ตามลำดับเช่นกัน ใบพัดต้นแบบวัดจริงหรือใบพัดเครื่องสำอางอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ที่วัดความเร็วลมจากการทดลองจริง มีความเร็วลมเริ่มต้นสูงกว่าใบพัดหมายเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 ความเร็วลมสูงขึ้นจนถึงช่วง 30 และ 40 cm ที่ระยะถัดไปความเร็วเริ่มลดลง จนถึงระยะ 60 cm ความเร็วลมมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ 6

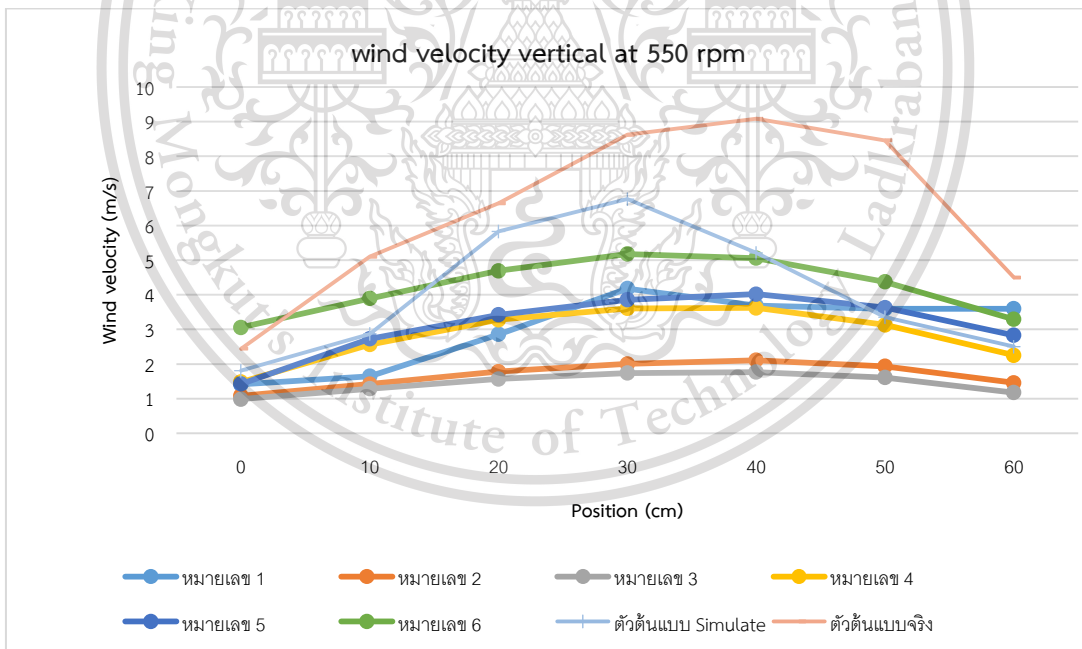
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



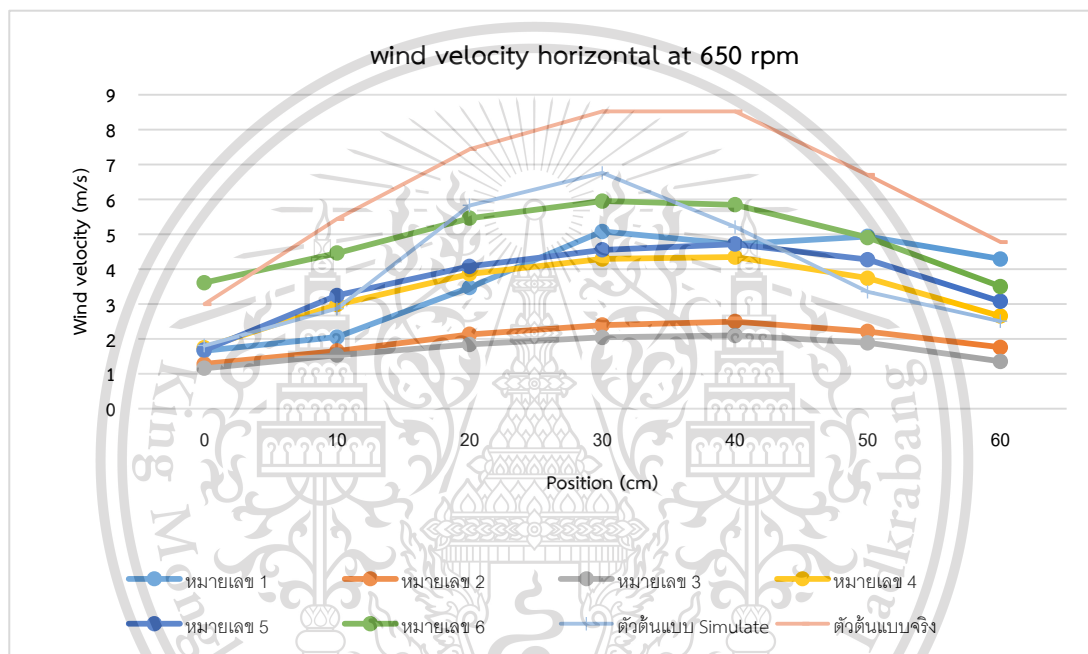
รูปที่ 4.14 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากตัวอย่างใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดจำลองบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัด แนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 550 RPM



รูปที่ 4.15 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากตัวอย่างใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดจำลอง เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งแนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 550 RPM

เอกสารนี้เป็นจากรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15 แนวโน้มกราฟความเร็วลมมีทิศทางเดียวกัน โดยค่าความเร็วลมของใบพัด หมายเลข 2 และ 3 มีค่าความเร็วลมที่ใกล้เคียงกันในช่วง 0 ถึง 30 cm และจะห่างกันมากขึ้นเพียงเล็กน้อยจนถึง

ระยะที่ 60 cm เช่นเดียวกับ ใบพัดหมายเลข 4 และ 5 ใบพัดหมายเลข 1 ค่าความเร็วลมน้อยกว่าใบพัดหมายเลข 4, 5, 6 และใบพัดต้นแบบsimulation มีค่าความเร็วลมสูงสุดที่ระยะ 30 cm สูงกว่าใบพัดหมายเลข 2, 3, 4 และ 5 หลังจากนั้นจึงต่ำลงมาที่ระยะ 40 cm ซึ่งได้ค่าความเร็วลมใกล้เคียงกันกับระยะที่ 50 และ 60 cm ใบพัดหมายเลข 6 มีค่าความเร็วลมสูงกว่าใบพัดหมายเลข 2, 3, 4 และ 5 ทุกจุด ยกเว้นใบพัดหมายเลข 1 ซึ่งมีค่าความเร็วลมที่ระยะสุดท้ายมากกว่า ใบพัดต้นแบบ simulation ที่ระยะเริ่มต้นมีค่าความเร็วลมต่ำกว่าใบพัดหมายเลข 6 และสูงขึ้นจนมีค่ามากกว่าที่ระยะ 20 cm และสูงสุดที่ระยะ 30 cm หลังจากนั้นความเร็วลมจะค่อยๆ ลดลงจนต่ำกว่าระยะสุดท้ายของใบพัดหมายเลข 1 และ 6 ใบพัดต้นแบบวัดจริงมีค่าความเร็วลมโดยเฉลี่ยมากที่สุด โดยมีเพียงระยะที่ 30 cm ในแนวแกน x ที่มีค่าน้อยกว่าใบพัดต้นแบบ simulation

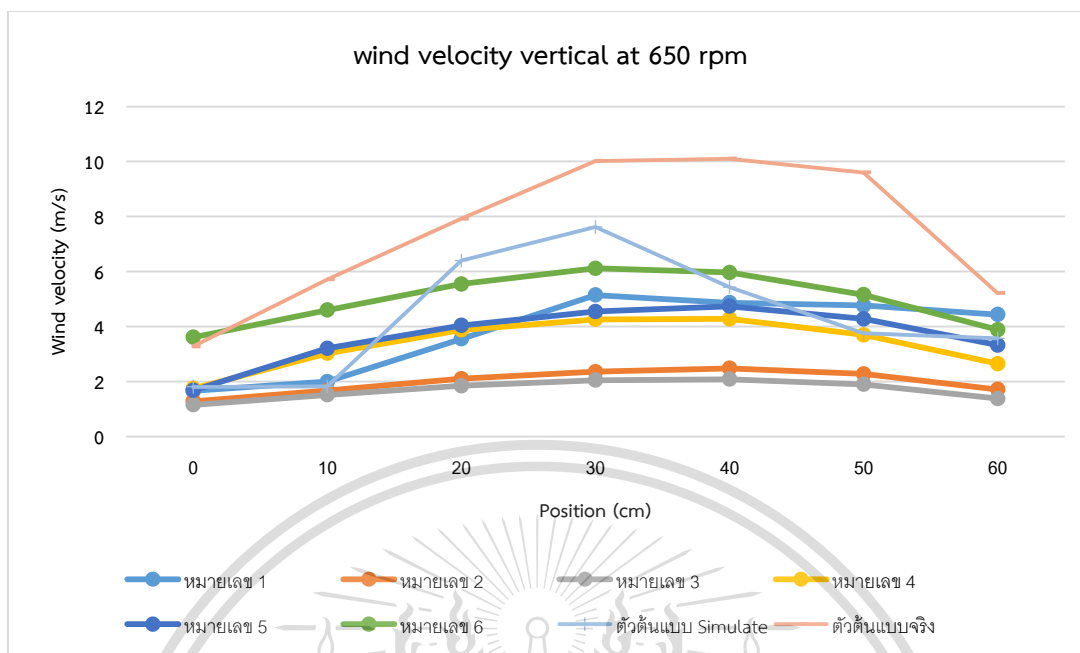


รูปที่ 4.16 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากตัวอย่างใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และใบพัดจำลองบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัด แนวแกน x ที่ความเร็วรอบ 650 RPM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.17 กราฟการเปรียบเทียบความเร็วลมจากตัวอย่างใบพัดที่ออกแบบหมายเลข 1 ถึงหมายเลข 6 และ ใบพัดจำลองบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่งจำกัด แนวแกน y ที่ความเร็วรอบ 650 RPM

จากรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 แนวโน้มของกราฟความเร็วลมยังไปในทิศทางเดียวกัน โดยค่าความเร็วลมของใบพัดหมายเลข 2 และ 3 มีค่าความเร็วลมที่ใกล้เคียงกันในระยะที่ 0 ถึง 30 cm และต่างกันมากขึ้นเพียงเล็กน้อยจนถึงระยะที่ 60 cm เช่นเดียวกับใบพัดหมายเลข 4 และ 5 มีแนวโน้มเหมือนกันทุกความเร็วรอบ ใบพัดหมายเลข 1 แนวโน้มของกราฟความเร็วลมมีลักษณะคล้ายกับกราฟความเร็วรอบ 550 RPM โดยมีค่าความเร็วลมน้อยกว่าใบพัดหมายเลข 4 และ 5 ที่ระยะ 0 ถึง 20 cm และมากกว่าที่ระยะ 30 cm และมีค่าความเร็วลมลดลงเพียงเล็กน้อยจนถึงระยะที่ 60 cm ใบพัดหมายเลข 6 มีค่าความเร็วลมสูงที่สุดมากกว่าหมายเลขอื่นๆ โดยมีค่าความเร็วอยู่ที่ประมาณ 6 m/s ยกเว้นระยะที่ 60 cm ซึ่งใบพัดหมายเลข 1 มีค่าความเร็วลมมากกว่าเพียงเล็กน้อย ใบพัดต้นแบบ simulation แนวโน้มของกราฟความเร็วลมมีลักษณะคล้ายกับกราฟความเร็วรอบ 550 RPM โดยมีค่าความเร็วลมในช่วงแรกต่ำและจะสูงขึ้นจนมีค่ามากกว่าใบพัดหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ที่ระยะ 20 และ 30 cm หลังจากนั้นค่าความเร็วลมลดลงจนมีค่าความเร็วลมสุดท้ายในแนวแกน x น้อยกว่าใบพัดหมายเลข 1, 4, 5 และ 6 ในแนวแกน y น้อยกว่าใบพัดหมายเลข 1 และ 6 ใบพัดต้นแบบวัดจริงมีค่าความเร็วลมโดยเฉลี่ยสูงที่สุดมีเพียงระยะที่ 0 cm ที่มีค่าความเร็วลมน้อยกว่าใบพัดหมายเลข 6

จากกราฟรูปที่ 4.13 พบว่าค่าของความเร็วพัดลมที่แนวแกน x และ แกน y ของทุกๆ ความเร็วลมใบพัดหมายเลข 6 จะมีค่าความเร็วที่สูงที่สุด เมื่อเทียบกับใบพัดหมายเลข 1 ถึง 5 ส่วนใบพัดจำลองจากบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด มีค่าความเร็วลมที่ระยะ 20 - 30 cm มากกว่าค่าความเร็วลมของใบพัดหมายเลข 6 แต่ค่าความเร็วลมที่ระยะ 0 ถึง 10 cm และ 40 ถึง 60 cm ใบพัดหมายเลข 6 จะมีค่าความเร็วลมมากกว่า ทำให้ทราบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยในแต่ละตำแหน่งของใบพัดหมายเลข 6 มีค่าที่มากกว่าใบพัดบริษัท เคเค เกษตรกลการ เอกส บ้านโป่ง จำกัด การที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบความเร็วมของแต่ละใบด้วยวิธี Single factor ANOVA (1-Way ANOVA)

นำข้อมูลความเร็วมของใบพัดหมายเลข 1 ถึง 6 และใบพัดต้นแบบที่ได้จาก Flow Simulation มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วมจากโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อหาความแปรปรวนด้วยวิธี Single Factor – ANOVA ได้ผลตามตารางที่ 4.5 -4.7

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลแสดงค่าความแปรปรวนของความเร็วมจากใบพัดแต่ละใบพัดที่ความเร็วมรอบ 400 RPM

ANOVA : Single Factor

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F _{crit}
Between Groups	56.47	6.00	9.41	27.62	0.00	2.21
Within Groups	28.62	84.00	0.34			
Total	85.10	90.00				

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Single Factor – ANOVA แสดงค่าความแปรปรวนที่ความเร็วมรอบ 400 RPM พบว่าค่า $F > F_{crit}$ แสดงว่าค่าความเร็วมของใบพัดแต่ละใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha = 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลแสดงค่าความแปรปรวนของความเร็วมจากใบพัดแต่ละตัวอย่างที่ความเร็วมรอบ 550 RPM

ANOVA : Single Factor

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F _{crit}
Between Groups	99	6.00	16.55	18.87	0.00	2.21
Within Groups	73.68	84.00	0.88			
Total	172.92	90.00				

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Single Factor – ANOVA แสดงค่าความแปรปรวนที่ความเร็วมรอบ 550 RPM พบว่าค่า $F > F_{crit}$ แสดงว่าค่าความเร็วมของใบพัดแต่ละใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

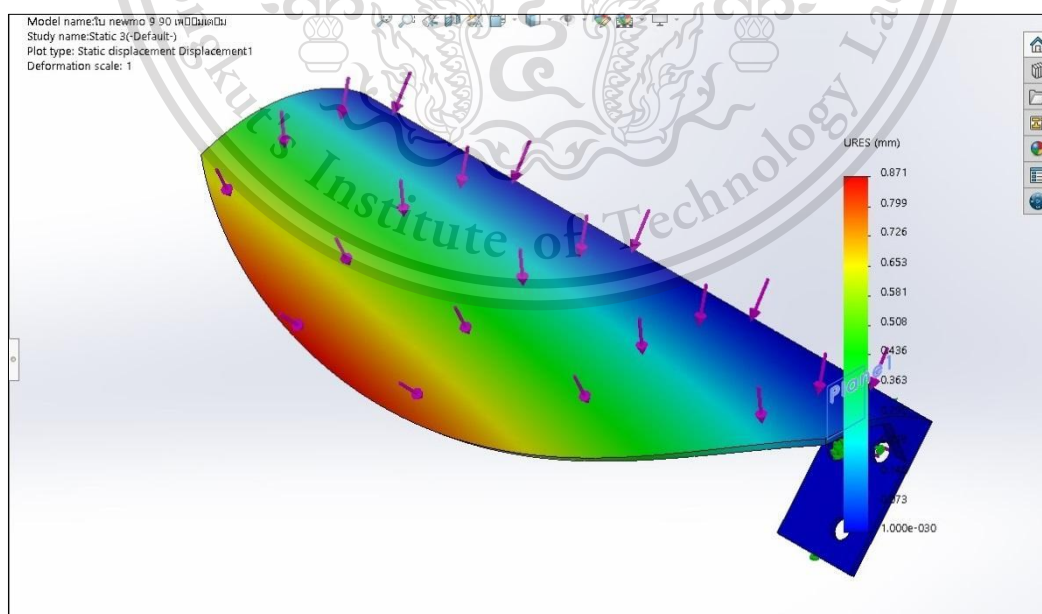
ตารางที่ 4.7 ข้อมูลแสดงค่าความแปรปรวนของความเร็วมจากใบพัดแต่ละตัวอย่างที่ความเร็วรอบ 650 RPM

ANOVA : Single Factor						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F _{crit}
Between Groups	110.56	6.00	18.43	16.36	0.00	2.21
Within Groups	94.62	84.00	1.13			
Total	205.18	90.00				

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย Single Factor – ANOVA แสดงค่าความแปรปรวนที่ความเร็วรอบ 650 RPM พบว่าค่า $F > F_{crit}$ แสดงว่าค่าความเร็วมของใบพัดแต่ละใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha = 0.05$)

4.3.3 การวิเคราะห์แรงของใบพัดจากโปรแกรม SOLIDWORKS

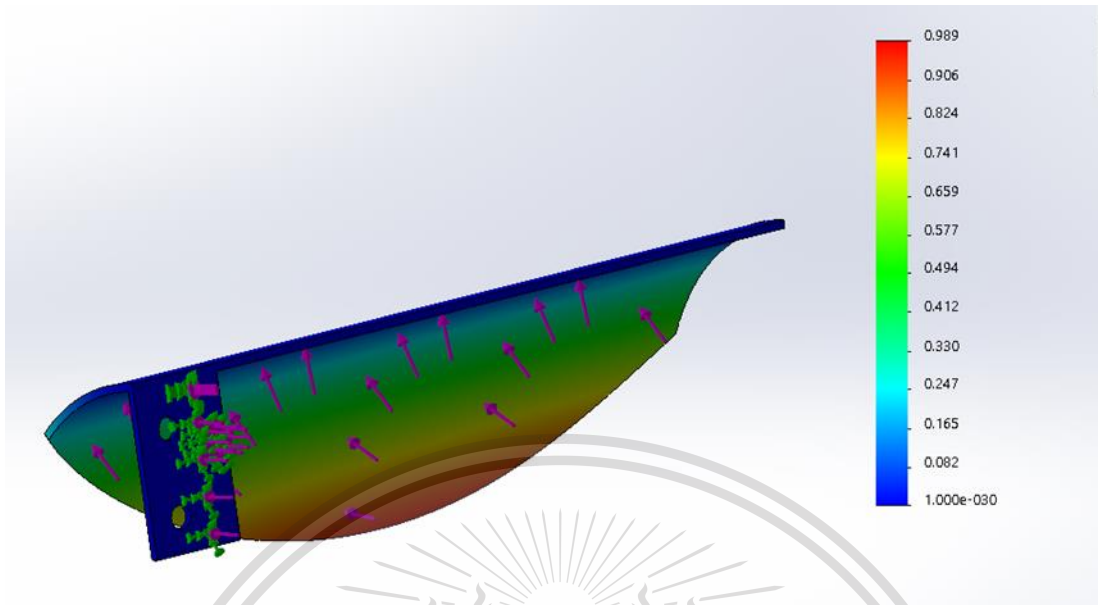
เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแล้วจึงทำการเลือกใบพัดหมายเลข 6 หลังจากนั้นได้ทดสอบความแข็งแรงของใบพัดหมายเลข 6 แรงที่ใบพัดทดสอบคือ 1000 N เลือก Displacement เพื่อต้องการดูระยะการยืดของใบพัด จะเห็นได้ว่าระยะยืดหดแค่ 0.87 mm ตรงบริเวณปลายใบและในทิศการหมุนจะเห็นว่าใบพัดมีระยะยืดหดตรงบริเวณใต้ใบ 0.98 mm แสดงว่าวัสดุมีความแข็งแรงพอที่จะสามารถกางใบอ้อยได้ ดังรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.19 สาเหตุที่ใช้แรง 1000 N ในการทดสอบ เพราะว่า เป็นการเผื่อแรงไว้ถ้ามีแรง 1000 N มากจะทำกับใบพัดระหว่างที่กางใบแล้วใบพัดไม่เกิดความเสียหายหรือเกิดความเสียหายน้อย แสดงว่าแรงที่ต่ำลงมาจะไม่ทำให้ใบพัดเสียหาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูป 4.18 รูปทดสอบ Simulations ของใบพัดตัวอย่างหมายเลข 6
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 4.19 รูปทดสอบ Simulations ของใบพัดตัวอย่างหมายเลข 6 ในทิศทางการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการทดลอง

จากการศึกษาและเปรียบเทียบใบพัดจริงกับใบพัดที่จำลองจากโปรแกรม SOLIDWORKS โดยมีเครื่องสางใบอ้อย เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัดเป็นตัวต้นแบบ กำหนดระยะในแนวแกน x และแกน y เพื่อศึกษาทิศทางการไหลของลม ณ จุดต่างๆ ตามความเร็วรอบที่ได้กำหนดในการทดลอง จากการเปรียบเทียบทั้ง 6 กราฟพบว่าค่าความเร็วที่ได้จากการวัดจริงจะมีค่าที่มากกว่าค่าจากการจำลองด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS จากการทดสอบด้วยวิธี t-test พบว่ามีความคล้ายกันในทางสถิติ

การทดสอบเครื่องสางใบอ้อยบริษัท เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด เพื่อต้องการทราบความเร็วรอบพัดลมและเกียร์ที่เหมาะสมต่อทำงาน ซึ่งได้ทดสอบที่ไร้อ้อยโดยจะประเมินความสะอาดเครื่องสางใบอ้อยหลังสางที่ความเร็วรอบพัดลมและเกียร์ต่างๆ จากนั้นจึงนำผลประเมินไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Tukey' HSD Test ได้ผลลัพธ์ว่า ความเร็วรอบพัดลมที่ 760 rpm และเกียร์ Low 1 สางใบอ้อยได้สะอาดที่สุด ซึ่งแสดงว่าเครื่องสางอ้อยบริษัทเคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด ทำงานที่ความเร็วรอบพัดลม 760 rpm และใช้เกียร์ Low1 ได้ดีและเหมาะสมที่สุด

เปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าความเร็วลมจากใบพัดหมายเลข 1 ถึง 6 ที่ได้ทำการออกแบบไป สรุปได้ว่าเลือกใช้ใบพัดหมายเลข 6 เพราะค่าความเร็วลมมีที่ได้มีค่ามากกว่าใบพัดตัวอื่นๆ และมีความเร็วลมเฉลี่ยมากกว่าตัวต้นแบบบริษัทเคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด เนื่องจากการสางใบอ้อยเข้ามาในพัดลมจำเป็นต้องมีความเร็วลมในแต่ละระยะสูงเพื่อที่จะสามารถดูดใบอ้อยเข้ามาได้มาก ซึ่งก่อนที่จะสร้างใบพัดหมายเลข 6 ได้ทำการวิเคราะห์ความแข็งแรงของชิ้นงานพบว่าจากการทดสอบใบพัดหมายเลข 6 ใช้แรงทดสอบที่ 1000 N มีระยะยืดหดแค่ 0.87mm ดังนั้นใบพัดจึงมีความแข็งแรงสำหรับการสางใบอ้อย รวมถึงทำการเลือกใช้เหล็ก ASTM A36 ในการสร้างใบพัดเนื่องจากเป็นเหล็กที่หาได้ง่ายในท้องตลาดและมีความแข็งแรงคงทน

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ผลจากการทดสอบอาจมีการคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากมีปัจจัยภายนอกต่างๆ เช่น ลมจากภายนอก เนื่องจากว่าสถานที่ในการทดลองเป็นพื้นที่เปิดอาจทำให้มีลมพัดเข้ามาระหว่างทำการทดลองได้ทำให้ผลเปลี่ยนแปลงได้
2. ผลประเมินความสะอาดเครื่องสางใบอ้อยบริษัทเคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด อาจมีความคลาดเคลื่อนได้จากปัจจัยความหนาแน่นและความสูงของต้นอ้อยที่ไม่เท่ากัน รูปถ่ายก่อน - หลัง สางใบอ้อยที่มองไม่ชัดเจน หรือผู้ร่วมประเมินน้อยไป
3. ควรสางใบอ้อยก่อน 1 ถึง 2 เดือนเพื่อช่วยลดปัญหาใบอ้อยค้ำในเครื่องของรถตัดอ้อยวางกองได้ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

Wikipedia., Ltd. 2563: อ้อย. [Online]. Available: <https://th.wikipedia.org/wiki/อ้อย>

Department Of Industrial Promotion., Ltd. 2563: การออกแบบพัดลม. [Online]. Available: <https://www.dip.go.th/Portals/0/electrical%20handbook/16พัดลมและโบลเวอร์.pdf>

Trironk. 2560 : อ้อย. [Online]. Available: <http://www.trironk.net/w0257/12kamol/test6.htm>

อ้อย.2549 : *Saccharum officinarum*. [ภาพ]. สืบค้น 25 พ.ค 2564, From: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AD%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A2>

Lovebannataku. : ดอกอ้อย . [ภาพ]. สืบค้น 25 พฤษภาคม 2564. จาก : <https://sites.google.com/site/lovebannataku/dxk-xy>

chakkrit13011999. : ชนิดพัดลม. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/chakkrit13011999/chnid-phadlm>

economicalldays. 2563 : โรงงานน้ำตาล ปิดหีบปี 62/63 มีอ้อยเข้าหีบ 74.89 ล้านตัน. [ภาพ]. สืบค้น 25 พฤษภาคม 2564. จาก : <https://economicalldays.com/tech-page/62-63-74-89-8-27-63-64>

primusthai. 2563 : Axial Fans. [ภาพ]. สืบค้น 25 เมษายน 2564. จาก : <https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info?ID=22>

Pholdhanya, Ltd. 2556 : พัดลมแบบดูดแนวตรง หรือ axial fan. [ภาพ]. สืบค้น 25 เมษายน 2564. จาก : https://www.pdgth.com/site/index.php/hub/knowledge_management/read/14

iEnergyGuru. 2558 : กฎของเบ็ตซ์ (Betz' law). [Online]. Available: <https://ienergyguru.com/2015/07/%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%A5%E0%B8%A1-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA/>

ThWiki.press. Airfoil. [ภาพ]. สืบค้น 25 พฤษภาคม 2564. จาก : <https://www.thwiki.press/wiki/Airfoil>

aerodynamicsthai. 2555: รูปทรงของแพนอากาศ (Airfoil Section Geometry). [Online].

Available: <http://aerodynamicsthai.blogspot.com/2012/04/airfoil-section-geometry.html>

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วิชัย โอภาณุกุลและคณะ. 2559. *วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรความแม่นยำสูงสำหรับอ้อย*. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมและศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรขอนแก่น.

จีระศักดิ์ หมูโยธา. (2549). *เครื่องลอกกาบใบอ้อยโดยใช้แรงลมดูด*. (ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตร, คณะวิศวกรรม, วิศวกรรมเกษตร.

Frank P.Bleier. (1997). *Fan Handbook selection, application and design*. New York: McGraw-Hill.

วสันต์ จันทร์หยา. (2559). *SOLIDWORKS Flow Simlation CFD Analysis by SOLIDWORKS*. สมุทรปราการ : บริษัท บุญกุลการพิมพ์ จำกัด .

ตฤณสิทธิ์ ไกรสินบุรศักดิ์, วิชัย โอภาณุกุล, อานนท์ สายคำฟู, วีระ สุขประเสริฐ, พิณิจ จิระคกุล และมงคล ตุ่นเฮ้า. (2560). *ออกแบบและพัฒนากลไกการผลิตและเก็บใบอ้อย*. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กลุ่มวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น.

มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. “อ้อย”, สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 5, หน้า 3-4.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

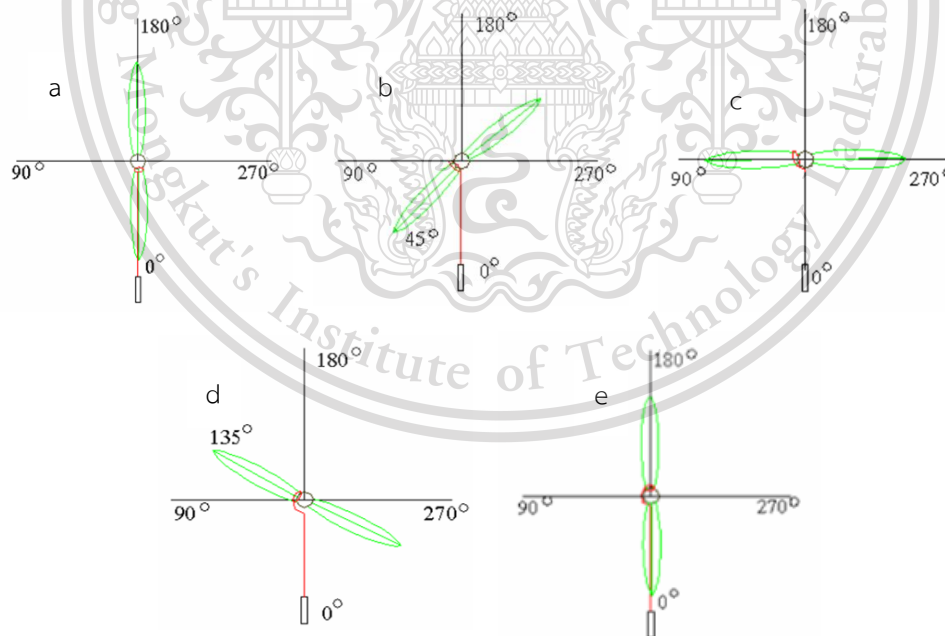
วิธีการวัดแรงดึงใบอ้อยด้วยเครื่องดึงมือถือ

1. ใช้เครื่องดึงมือถือ รุ่น IMADA DIGITAL FORCE GAUGE DPS20 ดึงเชือกที่ผูกกับกาบใบอ้อย ดังรูปที่ 1ก



รูปที่ ก1 วิธีวัดแรงดึงใบอ้อย

2. ทดลองวัดแรงดึงใบอ้อยที่มุมองศาต่างๆ ที่กำหนด ได้แก่ ที่มุม 0 องศา ดังรูปที่ 2(a), มุม 45 องศา ดังรูปที่ 2(b), มุม 90 องศา ดังรูปที่ 2(c), มุม 135 องศา ดังรูปที่ 2(d) และมุม 180 องศา ดังรูปที่ 2(e)



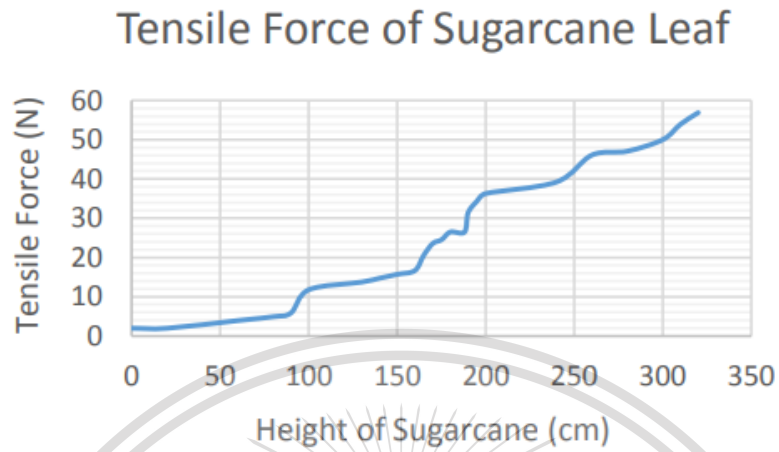
รูปที่ ก2 ดึงใบอ้อยที่มุมองศาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาในเพียงการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผลการทดสอบการวัดแรงดึงใบอ้อย



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงและความสูงต้นอ้อย

DEGREE(D)	GREEN	GREEN BROWN	BROWN
0 องศา	11.007	3.905	1.555
45 องศา	9.770	5.027	1.637
90 องศา	11.627	3.425	0.991
135 องศา	11.210	6.277	1.557
180 องศา	11.952	6.485	2.595
ค่าเฉลี่ย	11.113	5.024	1.667

หน่วย: (kgf)

GREEN=สีเขียว
 GREEN BROWN=สีเขียวปนน้ำตาล
 BROWN=สีน้ำตาล

รูปที่ 4 ตารางแสดงผลวิเคราะห์แรงดึงที่ใช้ดึงกาบใบอ้อยออกจากลำต้นที่ระดับสีใบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาคผนวก ข
ข้อมูลการเปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ ข1 การเปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดลมหมายเลข 1 ถึง 6 รวมทั้งตัวต้นแบบ Simulate และตัวต้นแบบวัดจริงที่ความเร็วรอบ 400 rpm

rpm	ตำแหน่ง	ความเร็วลม (m/s)						ตัวต้นแบบ Simulate	ตัวต้นแบบวัดจริง
		หมายเลข 1	หมายเลข 2	หมายเลข 3	หมายเลข 4	หมายเลข 5	หมายเลข 6		
400	0,0	1.336	0.79	0.805	1.223	1.158	2.498	1.75	1.54
	0,10	1.813	1.031	1.051	2.131	2.222	3.173	2.61	3.04
	0,20	2.147	1.293	1.283	2.743	2.787	3.837	3.83	4.66
	0,30	2.609	1.451	1.421	3.035	3.143	4.23	4	5.26
	0,40	2.551	1.525	1.446	3.058	3.274	4.134	3.27	5.34
	0,50	1.975	1.397	1.315	2.684	2.958	3.572	2.28	4.14
	0,60	1.589	1.056	0.959	1.912	2.301	2.674	1.73	2.38
	10,0	1.787	1.017	1.062	2.105	2.237	3.082	3.06	3.6
	20,0	2.19	1.31	1.277	2.729	2.821	3.776	4.34	4.9
	30,0	2.658	1.475	1.415	3.051	3.146	4.122	4.64	6.46
	40,0	2.671	1.536	1.451	3.118	3.259	4.052	3.27	6.58
	50,0	2.162	1.361	1.305	2.728	2.952	3.412	2.24	6.22
60,0	1.497	1.086	0.94	1.947	2.127	2.43	2.17	3.12	

ตารางที่ ข2 การเปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดลมหมายเลข 1 ถึง 6 รวมทั้งตัวต้นแบบ Simulate และตัวต้นแบบวัดจริงที่ความเร็วรอบ 550 rpm

rpm	ตำแหน่ง	ความเร็วลม (m/s)						ตัวต้นแบบ Simulate	ตัวต้นแบบวัดจริง
		หมายเลข 1	หมายเลข 2	หมายเลข 3	หมายเลข 4	หมายเลข 5	หมายเลข 6		
550	0,0	1.411	1.085	0.984	1.479	1.426	3.058	1.81	3.16
	0,10	1.648	1.42	1.284	2.56	2.729	3.892	2.868	4.84
	0,20	2.859	1.782	1.569	3.279	3.421	4.694	5.83	6.48
	0,30	4.18	2.002	1.738	3.606	3.855	5.178	6.76	7.14
	0,40	3.689	2.108	1.768	3.618	4.015	5.055	5.21	7.28
	0,50	3.59	1.935	1.61	3.132	3.631	4.374	3.35	5.38
	0,60	3.597	1.457	1.174	2.254	2.831	3.29	2.5	3.22
	10,0	1.678	1.401	1.299	2.525	2.748	3.776	2.83	5.1
	20,0	2.801	1.801	1.561	3.266	3.453	4.623	6.4	6.64
	30,0	4.108	2.03	1.73	3.63	3.858	5.039	7.63	8.62
	40,0	3.553	2.118	1.775	3.675	3.997	4.951	5.43	9.08
	50,0	3.667	1.876	1.598	3.167	3.623	4.162	3.76	8.46
	60,0	3.57	1.488	1.15	2.256	2.616	2.971	3.57	4.5

ตารางที่ ข3 การเปรียบเทียบความเร็วลมของใบพัดลมหมายเลข 1 ถึง 6 รวมทั้งตัวต้นแบบ Simulate และตัวต้นแบบวัดจริงที่ความเร็วรอบ 650 rpm

rpm	ตำแหน่ง	ความเร็วลม (m/s)						ตัวต้นแบบ Simulate	ตัวต้นแบบวัดจริง
		หมายเลข 1	หมายเลข 2	หมายเลข 3	หมายเลข 4	หมายเลข 5	หมายเลข 6		
650	0,0	1.666	1.285	1.162	1.75	1.685	3.615	1.81	3
	0,10	2.005	1.679	1.517	3.03	3.214	4.6	1.83	5.44
	0,20	3.553	2.106	1.854	3.882	4.044	5.547	6.4	7.44
	0,30	5.15	2.364	2.054	4.264	4.551	6.118	7.62	8.52
	0,40	4.869	2.486	2.089	4.279	4.739	5.966	5.43	8.52
	0,50	4.772	2.279	1.902	3.702	4.28	5.157	3.76	6.7
	0,60	4.437	1.716	1.386	2.653	3.327	3.888	3.57	4.78
	10,0	2.056	1.655	1.534	2.987	3.246	4.461	2.87	5.72
	20,0	3.477	2.131	1.845	3.864	4.08	5.46	5.83	7.92
	30,0	5.08	2.4	2.045	4.294	4.552	5.951	6.76	10.02
	40,0	4.719	2.5	2.098	4.345	4.72	5.848	5.21	10.1
	50,0	4.938	2.214	1.888	3.742	4.273	4.906	3.35	9.6
	60,0	4.292	1.759	1.359	2.657	3.075	3.504	2.51	5.22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องสางใบอ้อย เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด



รูปที่ ค1 เครื่องสางใบอ้อย เคเค เกษตรกลการ บ้านโป่ง จำกัด

2. Anemometer



รูปที่ ค2 Anemometer

3. Tachometer



รูปที่ ค3 Tachometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. ตลับเมตร



รูปที่ ค4 ตลับเมตร

5. รถแทรกเตอร์ Kubota L4200 ขนาด 42 แรงม้า



รูปที่ ค5 รถแทรกเตอร์ Kubota L4200 ขนาด 42 แรงม้า

6. รถแทรกเตอร์ยี่ห้อ Kubota รุ่น B2420 ขนาด 24 แรงม้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน **รูปที่ ค6** รถแทรกเตอร์ Kubota รุ่น B2420 ขนาด 24 แรงม้า นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

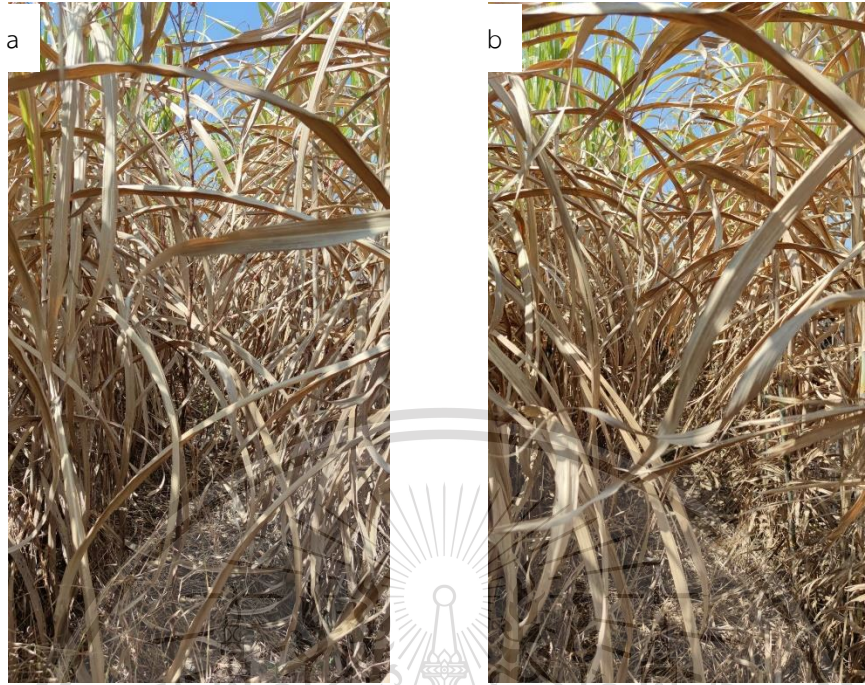
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๑1 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 380 RPM เกียร์ L1



รูปที่ ๑2 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 380 RPM เกียร์ L2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๓ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 380 RPM เกียร์ L3

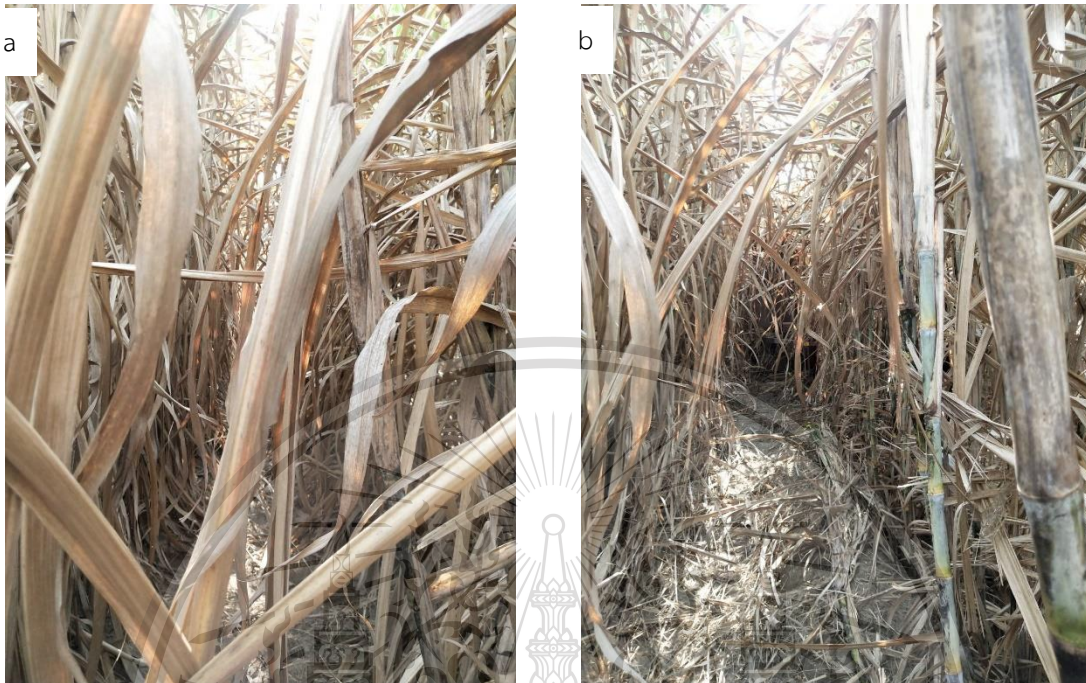


รูปที่ ๔ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 380 RPM เกียร์ M1

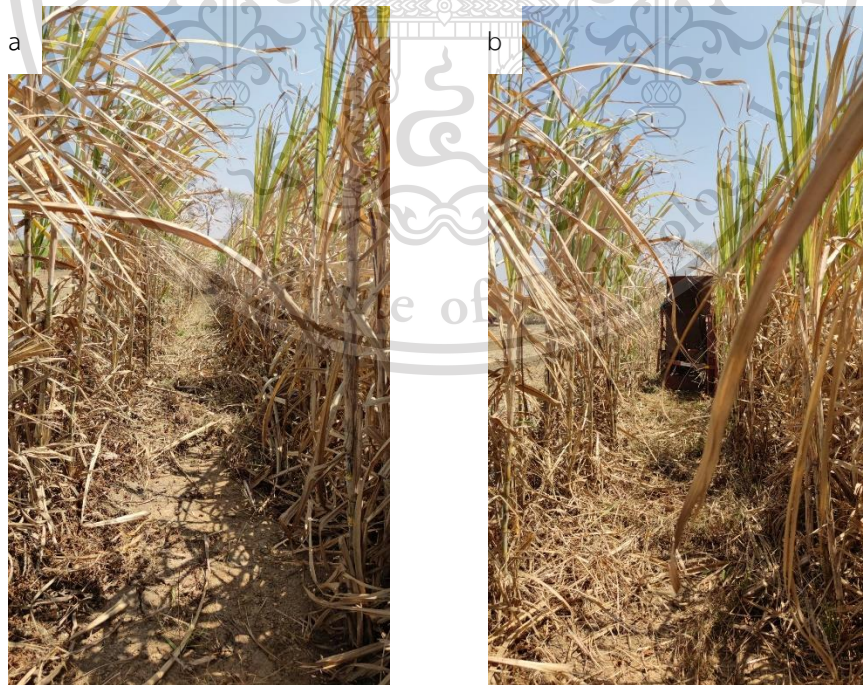
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



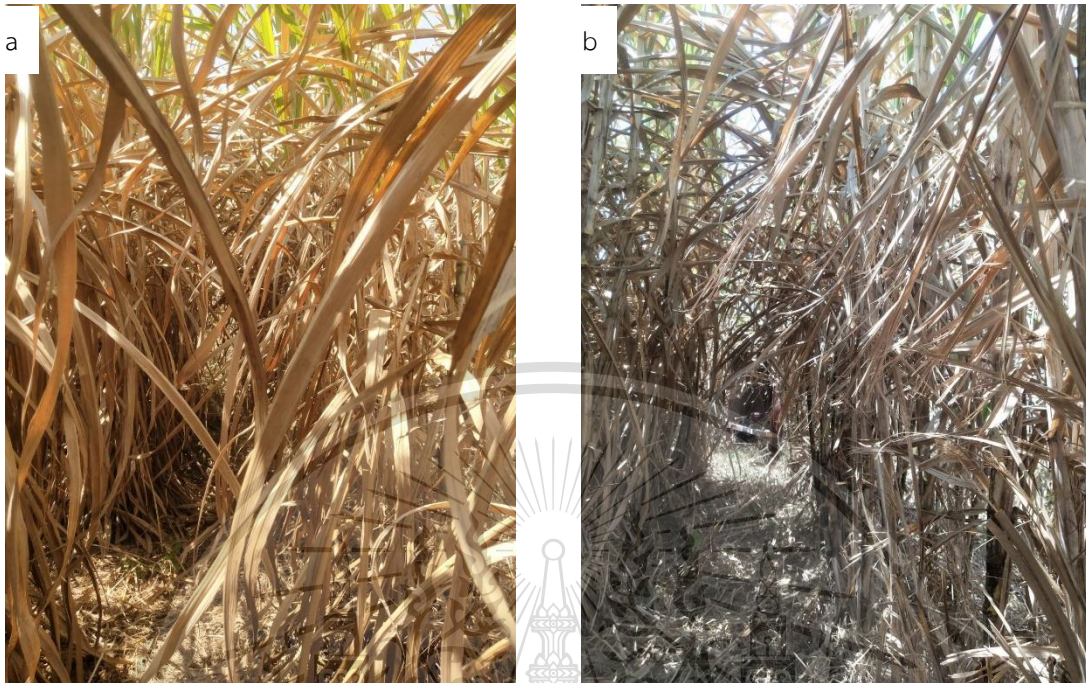
รูปที่ ๕ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 380 RPM เกียร์ M2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ ๖ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 RPM เกียร์ L1
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๘ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสาบใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 RPM เกียร์ L2

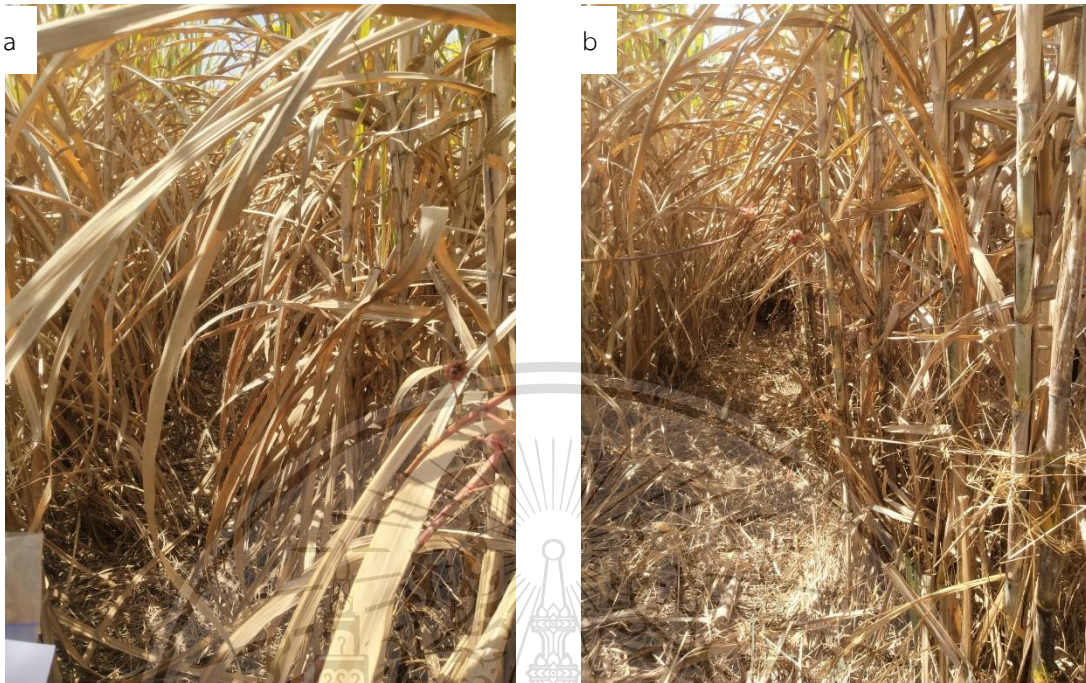


รูปที่ ๙ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสาบใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 RPM เกียร์ L3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๑๑๐ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 RPM เกียร์ M1



รูปที่ ๑๑๑ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 RPM เกียร์ M2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 12 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 510 RPM เกียร์ M3



เอกสารนี้เป็นเอกสารรูปที่ 13 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 RPM เกียร์ 1 โยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๑๔ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 RPM เกียร์ L2

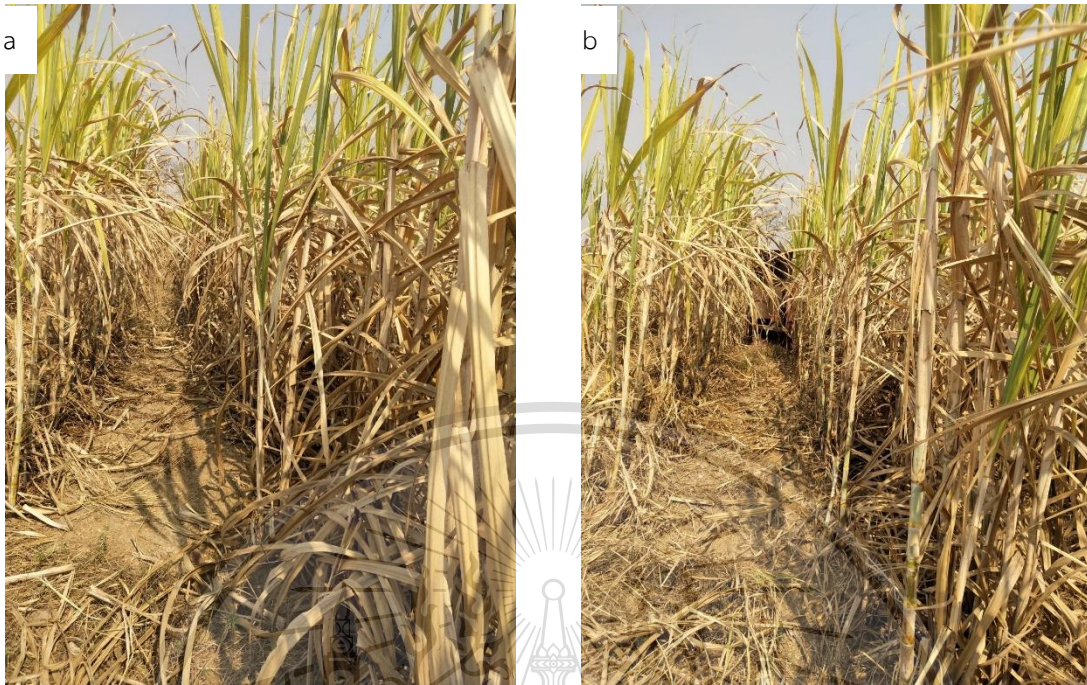


รูปที่ ๑๕ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 RPM เกียร์ L3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๑16 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 RPM เกียร์ M1

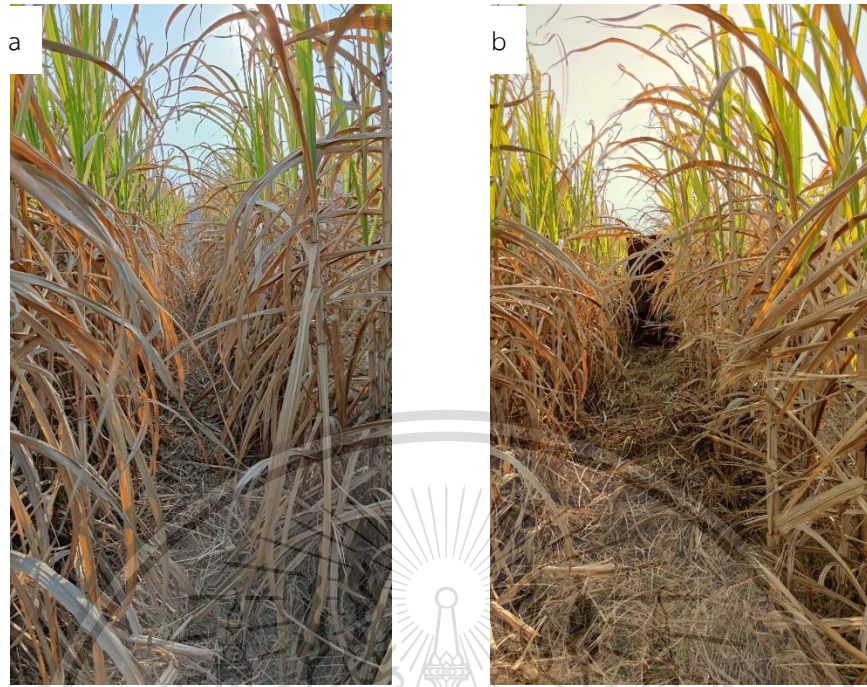


รูปที่ ๑17 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 RPM เกียร์ M2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 18 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 640 RPM เกียร์ M3

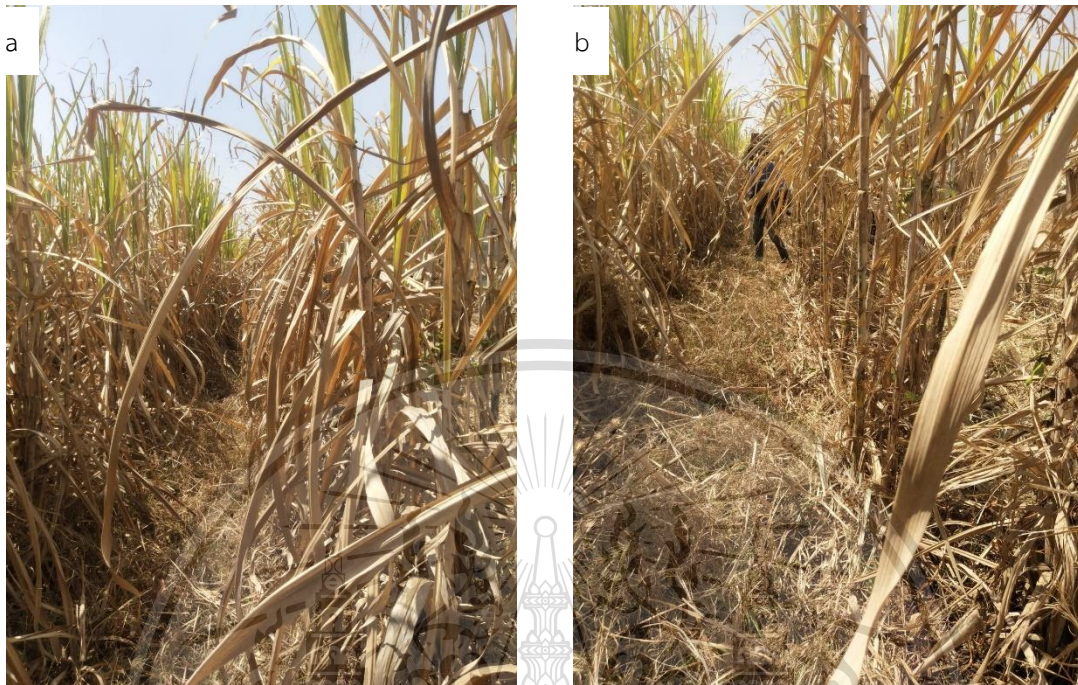


รูปที่ 19 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 760 RPM เกียร์ L1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๒๐ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสาบใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 760 RPM เกียร์ L2

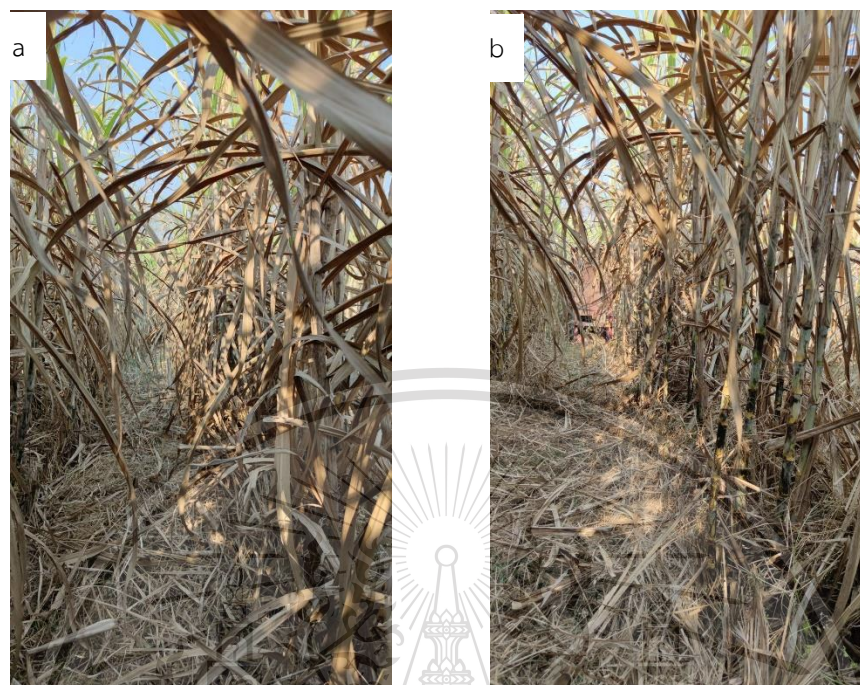


รูปที่ ๒๑ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสาบใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 760 RPM เกียร์ L3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ๒๒ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 760 RPM เกียร์ M1

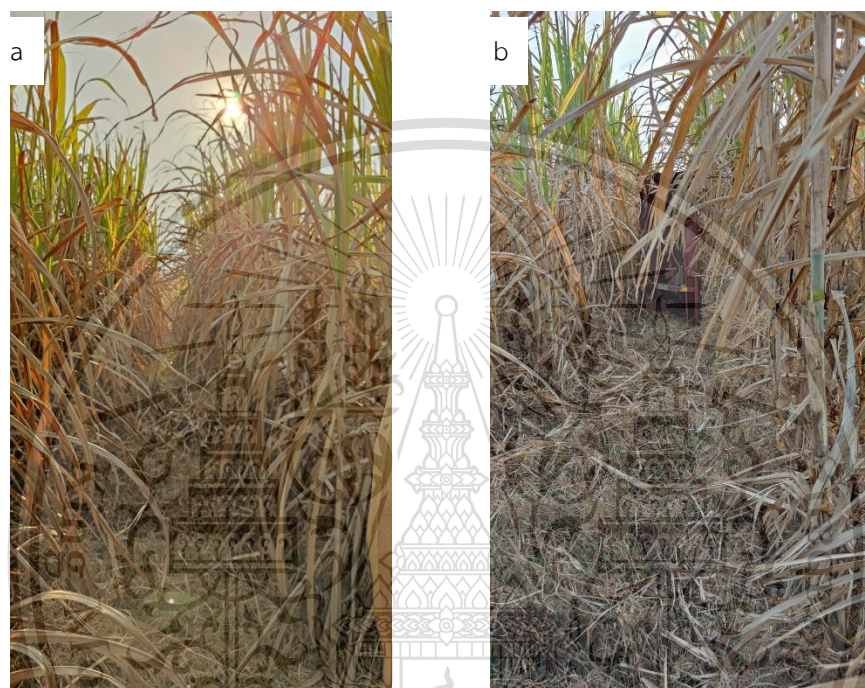


รูปที่ ๒๓ ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 760 RPM เกียร์ M2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ ง24 ภาพถ่ายต้นอ้อยก่อน(a) – หลังสางใบ(b) ที่ความเร็วรอบ 760 RPM เกียร์ M3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบ Kubota 2420 ขนาด 24 แรงม้า

อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 อายุ

ผู้ประเมิน

เกณฑ์ ไม่สะอาด = 1 สะอาดปานกลาง = 2 สะอาดมาก = 3

ความเร็วรอบพัดลม 380 rpm ระยะทางที่ทดสอบ 10 เมตร

380 rpm เกียร์ L1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	116	98	107
ความเร็ว (m/s)	0.09	0.10	0.095
ความสะอาด			

380 rpm เกียร์ L2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	67	70	68.5
ความเร็ว (m/s)	0.15	0.14	0.145
ความสะอาด			

380 rpm เกียร์ L3

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	42	37	39.5
ความเร็ว (m/s)	0.24	0.27	0.265
ความสะอาด			

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีลาดกระบัง ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้าโดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

380 rpm เกียร์ M1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	34	33	33.5
ความเร็ว (m/s)	0.29	0.30	0.295
ความสะอาด			

380 rpm เกียร์ M2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา	22	20	21
ความเร็ว (m/s)	0.42	0.50	0.46
ความสะอาด			

ความเร็วรอบพัดลม 510 rpm ระยะทางที่ทดสอบ 10 เมตร

510 rpm เกียร์ L1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	65	73	69
ความเร็ว (m/s)	0.15	0.14	0.145
ความสะอาด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

510 rpm เกียร์ L2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	51	50	50.5
ความเร็ว (m/s)	0.20	0.20	0.20
ความสะอาด			

510 rpm เกียร์ L3

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	26	27	26.5
ความเร็ว (m/s)	0.38	0.37	0.375
ความสะอาด			

510 rpm เกียร์ M1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	23	25	24
ความเร็ว (m/s)	0.43	0.40	0.415
ความสะอาด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

510 rpm เกียร์ M2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	15	17	16
ความเร็ว (m/s)	0.67	0.59	0.63
ความสะอาด			

ความเร็วรอบพัลลม 640 rpm ระยะทางที่ทดสอบ 10 เมตร

640 rpm เกียร์ L1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	55.2	56	55.5
ความเร็ว (m/s)	0.18	0.18	0.18
ความสะอาด			

640 rpm เกียร์ L2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	38	27	32.5
ความเร็ว (m/s)	0.26	0.37	0.315
ความสะอาด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

640 rpm เกียร์ L3

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	21	23	22
ความเร็ว (m/s)	0.48	0.43	0.455
ความสะอาด			

640 rpm เกียร์ M1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	18	19	18.5
ความเร็ว (m/s)	0.56	0.53	0.545
ความสะอาด			

640 rpm เกียร์ M2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	13	14	13.5
ความเร็ว (m/s)	0.77	0.71	0.74
ความสะอาด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ความเร็วรอบพัลลม 760 rpm ระยะทางที่ทดสอบ 10 เมตร

760 rpm เกียร์ L1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	46	49	47.5
ความเร็ว (m/s)	0.22	0.20	0.21
ความสะอาด			

760 rpm เกียร์ L2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	33	35	34
ความเร็ว (m/s)	0.30	0.29	0.295
ความสะอาด			

760 rpm เกียร์ L3

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	18	19	18.5
ความเร็ว (m/s)	0.56	0.53	0.72
ความสะอาด			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

760 rpm เกียร์ M1

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	13	15	14
ความเร็ว (m/s)	0.77	0.67	0.72
ความสะอาด			

760 rpm เกียร์ M2

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
เวลา (s)	9	9	9
ความเร็ว (m/s)	1.11	1.11	1.11
ความสะอาด			

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.