

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาวิธีลดพลังงานในระบบสีข้าว

STUDY ON REDUCING ENERGY COST FOR RICE MILL SYSTEM



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103083
วัน,เดือน,ปี 27 ส.ค. 2552



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาวิธีลดพลังงานในระบบสีข้าว

STUDY ON REDUCING ENERGY COST FOR RICE MILL SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาวิธีลดพลังงานในระบบสีข้าว

Study on Reducing Energy Cost for Rice Mill System

ผู้จัดทำ

1. นายศิธรณ์ แดงฉ่ำ รหัสประจำตัว 48010301
2. นางสาววิจิตรา สุขอร่าม รหัสประจำตัว 48010817
3. นายศุภณิมิตร ไชติมน รหัสประจำตัว 48010911




..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.จिरาภรณ์ เบนจประภาสรัตน์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ.ศัญลักษณ์ กิ่งทอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาวิธีลดพลังงานในระบบสีข้าว

นายศิรธรณ์	แดงจำ	48010301
นางสาววิจิตรา	สุขอร่าม	48010817
นายศุภนิมิตร	โชติมน	48010911
รศ.จิราภรณ์	เบญจประกายรัตน์	อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.สัตถุรักษ์	กึ่งทอง	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีลดพลังงานในโรงสีข้าว(Study on Reducing Energy Cost for Rice Mill System) เป็นงานวิจัยที่เกิดขึ้นจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นของโรงสีข้าวในปัจจุบัน ซึ่งปัญหาที่ผู้ประกอบการโรงสีข้าวพบมากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าที่สูงมาก ทำให้คณะผู้ทำวิจัยได้ศึกษากระบวนการสีข้าวจากโรงสีข้าวต้นแบบของโรงสีข้าวทั่วประเทศ พบว่าส่วนที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ ส่วนขัดขาวและส่วนสีข้าว แต่เมื่อตรวจสอบหน้างานของโรงสีข้าวแล้วพบว่าเก็บข้อมูลได้ยากจึงดำเนินการศึกษาเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก 3 แบบ ได้แก่ เครื่องสีข้าวใช้มอเตอร์ขนาด 3 hp และ 7.5 hp และเครื่องสีข้าวเครื่องชนิดซีเซลขนาด 11.5 hp โดยเครื่องสีข้าว 3 แบบนี้ถูกพัฒนาและออกแบบมาจากระบบการทำงานของระบบสีข้าวทั่วไป แต่ลดขนาดลงให้เหมาะสมกับการสีในระดับท้องถิ่น จากนั้นได้วัดพลังงานในระบบต่างๆ ของเครื่องสีข้าวขนาดเล็กทั้ง 3 แบบ นำข้อมูลที่ได้ออกมาคำนวณหาพลังงานแต่ละจุด เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุพลังงานที่อาจสูญเสียไปขณะที่เครื่องทำงานในสถานะมีโหลดและไม่มีโหลดได้ ผลการวัดพลังงานปรากฏว่า เครื่องสีข้าวใช้มอเตอร์ 3 hp พลังงานที่ใช้ที่ชุดสีข้าว เท่ากับ 1.71 hp คิดเป็น 51.66%, เครื่องสีข้าวใช้มอเตอร์ 7.5 hp พลังงานที่ใช้ที่ชุดสีข้าว เท่ากับ 2.5 hp คิดเป็น 33.33% และเครื่องสีข้าวที่ใช้เครื่องยนต์ 11.5 hp พลังงานที่ใช้ที่ชุดสีข้าว เท่ากับ 1.29 hp คิดเป็น 11.23% เครื่องสีข้าวขนาดมอเตอร์ 3 hp มีประสิทธิภาพการส่งกำลังมายังชุดสีข้าวสูงที่สุด ดังนั้นจึงศึกษาเครื่องสีข้าวขนาด 3 hp ตัวนี้ต่อ โดยเปลี่ยนขนาดพูลเลย์ส่งกำลังเป็น 1:1 กำหนดความเร็วรอบที่ชุดสีข้าวเท่าเดิม โดยผลที่ได้คือ power loss ลดลงและอัตราการสีเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on Reducing Energy Cost for Rice Mill System

Mr.Tisorn	Tangchum	48010301
Miss Vjitra	Sukaram	48010817
Mr. Supanimit	Chotimon	48010911
Assoc.Prof.Jiraporn Benjaphragairat Advisor		
Mr.Sanyalak	kingthong	Advisor

2008

ABSTRACT

The study on reduce energy cost for a rice mill system interests the researchers as this important problem has long been facing the rice mill's owners up till now. The very most trouble some problem that always confronting the owners is the high cost of electricity. The researchers have conducted a preliminary survey for studying this problem of the rice mills that are scattering over the country. It was found that the whitening and milling processes were consuming energy by at most. But the collection of pertaining data at sites maintained the most difficulty to the team researchers. Condequently, three small rice mills that use a 3-hp motor and a 7.5-hp motor and a 11.5-hp diesel engine were designed and developed to fit local need in order to simulate the working process of the traditional rice mills. The study has been done by calculating their energy consumption during the process, and analyzing the causes of energy loss when they were operating with and without pay loads. By measuring the consumed energy, the mill with 3-hp motor used 1.71 hp (or 51.66%) of electricity and the mill with 7.5-hp motor used 2.5 hp (or 33.33%) and the mill with 11.5-hp diesel engine used 1.29 hp (or 11.23%) of petrol. The mill with 3-hp motor gave the best performance and it was therefore kept to further study by changing its pulley size to deliver the power with ratio of 1:1. With the same operating speed, this mill gave much less power loss and better milling performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลทั้งสองท่านที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ รศ. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ และ อาจารย์สัตยุตม์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ ดูแล แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

สำหรับความอนุเคราะห์ที่เอื้ออำนวยให้ศึกษา โรงสีข้าวและเครื่องสีข้าวขนาดเล็กทั้งสามเครื่องอย่างเต็มที่ บุคคลทั้งสองท่านนี้ คือ คุณนันทน์ ตั้งพินิจกุล และ คุณวิบูลย์ เทเพนท์ หากไม่ได้รับความกรุณาจากท่านทั้งสอง โครงการนี้จะไม่สามารถสำเร็จลงได้

สำหรับการหาความคุ้มทุนและการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเพื่อการทดลองที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น บุคคลท่านนี้คือ ผศ. ดร.วิษระ เพิ่มชาติ ที่ให้ความรู้ในเรื่องการคำนวณความคุ้มทุนและให้ยืมเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า(Watt Meter) ขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

สำหรับการใช้งานของเครื่องมือการวัดที่ยังไม่ชำนาญของคณะผู้ทำโครงการ หากไม่ได้ท่านทั้งสองคอยแนะนำให้ความรู้ที่ถูกต้องในการใช้งานเครื่องมือวัด โครงการจะไม่เสร็จสมบูรณ์ได้ บุคคลทั้งสองท่าน คือ อาจารย์ยานทวี รุจิระกำรชัย และ คุณกริช จันทรัมย์ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูคณะผู้ทำโครงการมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ติสรณ์ แดงจำ

วิจิตรา สุขอร่าม

ศุภนิมิตร โชติมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของ โครงการงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วิธีการหาค่าลึง	3
2.2 วิธีการหาประสิทธิภาพของมอเตอร์	4
2.3 การหา Power loss	5
2.4 กระบวนการสีข้าวของโรงสีข้าวต้นแบบที่ศึกษา	5
บทที่ 3 วิธีการทดสอบ	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	6
3.1.1 ชุดวัดแรงบิด	6
3.1.2 ชุดวัดรอบ	7
3.1.3 ชุดวัดกำลังไฟฟ้า	7
3.1.4 ชุดอุปกรณ์อ่านข้อมูล	7
3.1.5 ชุดวัดความชื้น	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2 วิธีการทดสอบ	9
3.2.1 การปรับเทียบ	9
ก) แรงบิดทอร์ค	9
ข) ความเร็วรอบ	10
3.3 วิธีการติดตั้ง	11
3.3.1 เครื่องยนต์ 11.5 hp	11
3.3.2 มอเตอร์ 7.5 hp	13
3.3.3 มอเตอร์ 3 hp	15
3.4 วิธีการวัด	16
บทที่ 4 ผลการทดสอบ	
4.1 ผลจากการทดสอบวัดพลังงานทั้ง 3 เครื่อง	18
4.1.1 เครื่องสี่ขั้วเครื่องยนต์ดีเซล 11.5 hp	18
4.1.2 เครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ 7.5 hp	19
4.1.3 เครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ 3 hp	20
4.2 ผลจากการศึกษาเครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ขนาด 5 hp	21
4.2.1 พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว	22
4.2.2 พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 8 นิ้ว	24
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ	
5.1 สรุปผลการทดสอบ	26
5.1.1 ประสิทธิภาพมอเตอร์	26
5.1.2 การทดสอบวัดพลังงาน	26
5.1.3 พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว	26
5.1.4 พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 8 นิ้ว	26
5.2 วิจารณ์ผลการทดสอบ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน	29
5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการประหยัดพลังงาน	29
ภาคผนวก	30
เอกสารอ้างอิง	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกลของมอเตอร์	4
2.2 แสดงกระบวนการสีข้าวและกำลังงานที่ใช้ตามส่วนต่าง ๆ	5
3.1 ข้อต่อเพลลา	6
3.2 หน้าแปลน	6
3.3 พูลีย์	6
3.4 บู้ช	6
3.5 ชุดทดสอบวัดแรงบิด	6
3.6 Inverter 5 hp ยี่ห้อ Hitachi รุ่น SJ200	6
3.7 proxy smitty switch แบบ 2 สาย	7
3.8 เครื่องวัดความเร็วรอบแบบจิม ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DT-250TP	7
3.9 Watt Meter ยี่ห้อ HIOKI รุ่น 3286	7
3.10 เครื่องบันทึกสัญญาณ ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น OR 1400	7
3.11 เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ SHIZUOKA SEIKI รุ่น CR-2	7
3.12 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ กับเครื่องสีข้าว	8
3.13 แสดงผลจากการ Calibrate เครื่องวัดแรงบิด	9
3.14 แสดงการอ่านค่าความเร็วรอบเป็นหน่วย Hz และ rpm	10
3.15 แสดงการเปรียบเทียบความเร็วรอบ	10
3.16 แสดงเครื่องยนต์ดีเซล 11.5 hp	11
3.17-ก และ รูปที่ 3.17-ข แสดงการทดกำลังไปยังส่วนต่าง ๆ ของเครื่องสีข้าวมอเตอร์ขนาด 11.5 hp	12
3.18 แสดงผังเพลลาเครื่องสีข้าวเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 11.5 hp	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 3.19-ก และ รูปที่ 3.19-ข แสดงการทดกำลังไปยังส่วนต่าง ๆ ของเครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ขนาด 7.5 hp	14
รูปที่ 3.20 แสดงผังเพลาเครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ขนาด 7.5 hp	14
รูปที่ 3.21 แสดงการทดกำลังไปยังส่วนต่าง ๆ ของเครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ขนาด 3 hp	15
รูปที่ 3.22 แสดงผังเพลาเครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ขนาด 3 hp	16
รูปที่ 4.1 แสดงผังเพลาพร้อม power output และความเร็วรอบที่วัดได้ ของเครื่องสี่ขั้ว 11.5 hp	16
รูปที่ 4.2 แสดงผังเพลาพร้อม power output และความเร็วรอบที่วัดได้ ของเครื่องสี่ขั้ว 7.5 hp	17
รูปที่ 4.3 แสดงผังเพลาพร้อม power output และความเร็วรอบที่วัดได้ ของเครื่องสี่ขั้ว 3hp	18
รูปที่ 4.4 แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว กรณีทดสอบจากมอเตอร์มาที่ชุดสี่ขั้วเท่านั้น	19
รูปที่ 4.5 แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว กรณีทดสอบทั้งระบบ	20
รูปที่ 4.6 แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 8 นิ้ว กรณีทดสอบจากมอเตอร์มาที่ชุดสี่ขั้วเท่านั้น	21
รูปที่ 4.7 แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้พู่เลี่ยมอเตอร์ขนาด 8 นิ้ว กรณีทดสอบทั้งระบบ	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 5.1 แสดงประสิทธิภาพมอเตอร์และการเปรียบเทียบ power ระหว่างพู่เล่ย์ 6” กับ 8” กรณีทกรอบทั้งระบบมีโหลดและไม่มีโหลด และทกรอบเฉพาะลูกหินขัด	27
ตารางที่ 5.2 แสดงการประเมินค่าใช้จ่าย	28



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ข้าวถือว่าเป็นอาหารหลักของไทยและยังเป็นพืชเศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญ โดยผลผลิตข้าวที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวนั้นถ้าเป็นชุมชนตามบ้านเรือนจะนิยมใช้เครื่องสีข้าวขนาดเล็กสีข้าวเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน ส่วนข้าวที่เก็บเกี่ยวมีมากเกินไปกำลังของเครื่องเก็บเกี่ยวขนาดเล็กที่จะสามารถสีข้าวได้ด้วยเครื่องสีข้าวขนาดเล็กจะมีการนำข้าวไปสีที่โรงสีข้าวขนาดกลางซึ่งจะมีตามชุมชน ส่วนข้าวที่ทำเพื่อการค้าทั้งภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ เกษตรกรจะส่งขายข้าวเปลือกให้กับโรงสีข้าวขนาดใหญ่ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีโรงสีข้าวทั่วประเทศมากกว่า 40,000 แห่ง โดยทั่วไปโรงสีข้าวในประเทศไทยทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ได้นำมอเตอร์ไฟฟ้ามาใช้เป็นต้นกำลังการผลิต ซึ่งปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้าที่นำมาใช้เป็นตัวกำลังสำหรับการสีข้าวได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความสะดวกสบายในการใช้งาน แต่เมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าที่ต้องใช้จ่ายในแต่ละเดือนนั้นซึ่งค่อนข้างสูงมาก ทำให้เจ้าของกิจการโรงสีเริ่มตระหนักถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น จึงเกิดการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์เพื่อหาวิธีลดต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในแต่ละเดือน โดยปัญหาที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น การเสื่อมคุณภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงสีข้าวที่ใช้งานมาเป็นระยะเวลาหลายปีเสื่อมคุณภาพลงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

สถานการณ์ของโรงสีข้าวในปัจจุบันเป็นเหตุผลที่ทำให้ทางคณะผู้จัดทำโครงการการศึกษาวิธีลดพลังงานในโรงสีข้าว(Study for Reducing Energy Cost in a Rice Mill) ดำเนินการทำการทดสอบหาพลังงานที่ใช้กับเครื่องสีข้าวขนาดเล็กที่เป็นต้นแบบของโรงสีข้าวทั่วไป เพื่อที่จะเป็นแนวทางที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายและหากเป็นไปได้ก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนและคงกำไรให้กับโรงสีข้าวที่ประสบปัญหาเหล่านั้นได้

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาฟังก์ชันกำลังของเครื่องสี่ขาและโรงสี่ขา
- 2) ศึกษาหาวิธีการวัดพลังงานที่ใช้ในขณะทำงาน
- 3) วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1) รวบรวมข้อมูลที่ต้องการศึกษา ได้แก่ ฟังก์ชันหลัก วิธีการส่งกำลังจากมอเตอร์ในแต่ละส่วนของโรงสี่
- 2) ศึกษาวิธีติดตั้งเครื่องมือวัดพลังงาน ณ ศูนย์ปฏิบัติการเกษตรวิศวกรรมปทุมธานี ซึ่งโรงสี่นี้เป็นต้นแบบของโรงสี่ทั่วไป
- 3) สร้างและประยุกต์เครื่องมือวัดให้เข้ากับจุดที่ต้องการวัดพลังงาน
- 4) ดำเนินการวัดพลังงานที่ใช้จริงและพลังงานที่ได้จากต้นกำลัง และบันทึกข้อมูล
- 5) ศึกษาข้อมูลพลังงานที่ใช้จริงและพลังงานที่ได้จากต้นกำลัง
- 6) วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมทั้งหมดและสรุปผลการทดสอบงานที่ลงมือทำ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

แนวทางในการลดพลังงานที่สูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบสมรรถนะของต้นกำลัง

สมรรถนะของต้นกำลัง คือ ความสามารถในการทำงานของต้นกำลังในแ่งมุมต่างๆ เช่น ประสิทธิภาพ แรงบิด กำลังงาน ความเร็ว ความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น การที่จะศึกษาเรื่องต่างๆ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทดสอบ และวิธีการต่างๆอย่างถูกต้องเหมาะสม ประสิทธิภาพของต้นกำลัง คือ อัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานที่ได้ออกมาต่อค่าพลังงานต้นกำลังที่นำมาใช้คูณด้วยเปอร์เซ็นต์ร้อยละ สำหรับค่าแรงบิดของต้นกำลังแสดงให้เห็นถึงขีดความสามารถในการทำงานของต้นกำลัง และค่ากำลังงานของต้นกำลังแสดงให้เห็นถึงค่าพลังงานที่ใช้ไปของต้นกำลังนั้น ๆ

2.1 วิธีการหากำลัง

กำลัง คือ อัตรางานที่ได้ต่อหน่วยเวลา กำลังแสดงถึงปริมาณงานที่ถูกทำให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด สูตรในการแสดงกำลังมีดังต่อไปนี้

1) การหากำลังในเชิงเส้น

$$\text{กำลัง} = \frac{\text{งาน}}{\text{เวลา}}$$

$$\text{กำลัง} = \frac{\text{(แรง}\times\text{ระยะทาง)}}{\text{เวลา}}$$

2) การหกำลังในขณะที่วัตถุหมุน

$$P = \frac{(2\pi r \times T \times n)}{(1000 \times 60)}$$

เมื่อ

$$P \text{ คือ กำลัง (kW)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T คือ แรงบิด (N-m)

n คือ ความเร็วรอบเพลลา (rpm)

2.2 วิธีการหาประสิทธิภาพของมอเตอร์

การคำนวณประสิทธิภาพของมอเตอร์

โดยนิยามนั้น แรงม้าที่ระบุของมอเตอร์เป็นกำลังทางกลที่ส่งออกจากเพลลา (Shaft) ของมอเตอร์ ดังแสดงในรูป 2.1) เป็นการอธิบายกระบวนการสร้างกำลัง output ของมอเตอร์ ซึ่งเป็นการบวนการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานทางกล ที่มีส่วนของการเกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Losses) ด้วย



รูป 2.1) แสดง โครงสร้างการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกลของมอเตอร์

ตามคำนิยามของ NEMA นั้นระบุเอาไว้ว่าประสิทธิภาพเชิงพลังงานของมอเตอร์ก็คือ อัตราส่วนของกำลัง output ที่ใช้ประโยชน์ได้กับกำลังไฟฟ้า input ที่ป้อนให้มอเตอร์ โดยจะแทนค่าประสิทธิภาพเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100$$

โดยที่

$$\eta = \text{ประสิทธิภาพ, (\%)}$$

$$\text{Output} = \text{กำลังที่ได้จากมอเตอร์, (hp)}$$

$$\text{Input} = \text{กำลังที่ป้อนให้กับมอเตอร์, (hp)}$$

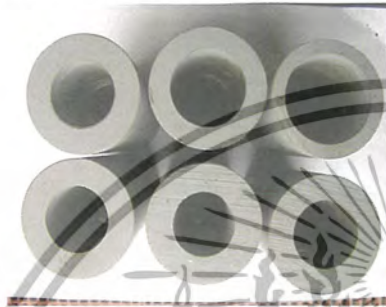
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

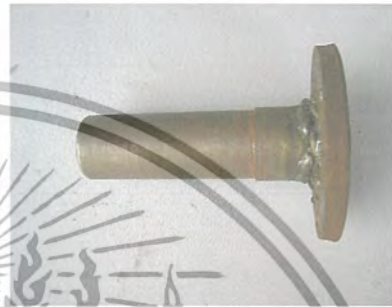
วิธีการทดสอบ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้ง

3.1.1 ชุดวัดแรงบิด



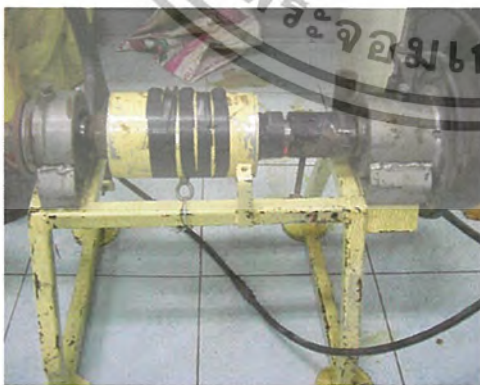
รูป 3.1) ข้อต่อเพลา



รูป 3.2) หน้าแปลน

รูป 3.3) พูลีย์

รูป 3.4) มู่ชู



รูป 3.5) ชุดทดสอบวัดแรงบิด



รูป 3.6) Inverter 5 hp ยี่ห้อ Hitachi รุ่น SJ200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ชุดวัดรอบ

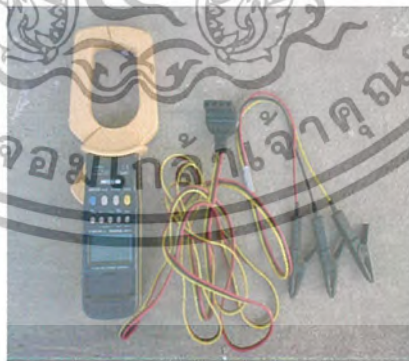


รูป 3.7) proxy smitty switch แบบ 2 สาย



3.8) เครื่องวัดความเร็วรอบแบบจิม ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DT-250TP

3.1.3 ชุดวัดกำลังไฟฟ้า



รูป 3.9) Watt Meter ยี่ห้อ Hioki รุ่น 3286

3.1.4 ชุดอุปกรณ์อ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.10) เครื่องบันทึกสัญญาณ ยี่ห้อ YOKOGAWA รุ่น OR 1400

3.1.5 ชุดวัดความชื้น



รูป 3.11) เครื่องวัดความชื้นยี่ห้อ SHIZUOKA SEIKI รุ่น CR-2



รูป 3.12) แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ กับเครื่องสีข้าว

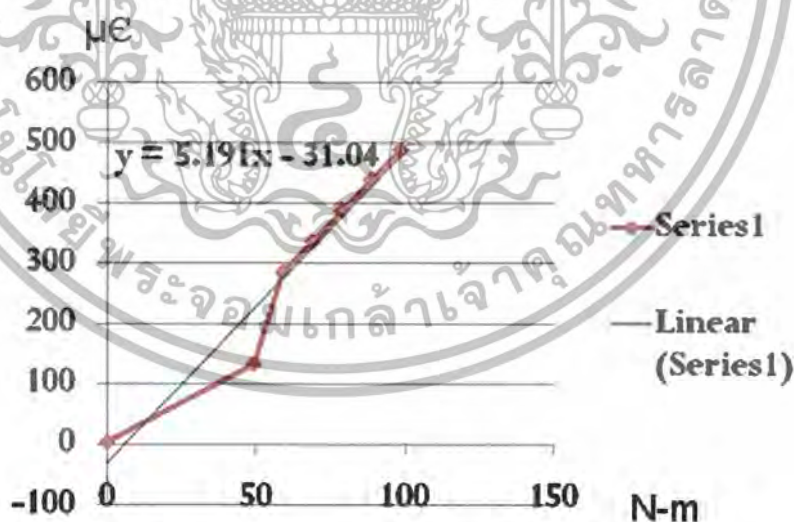
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการทดสอบ

3.2.1) ก่อนทำการทดสอบควรทำการเปรียบเทียบเครื่องวัดแรงบิดและเครื่องมือวัดความเร็วรอบซึ่งมีวิธีการดังนี้

ก) แรงบิดทอร์กที่ได้จากชุดทดสอบวัดแรงบิดซึ่งแสดงผลผ่านหน้าจอ monitor ของเครื่องบันทึกสัญญาณ OR ออกมาเป็นไมโคร strain โดยเป็นค่าที่ไม่สามารถนำมาแทนค่าในสมการหา power output ได้ จึงต้องมีการปรับเทียบค่า โดยเพิ่มน้ำหนัก 5 kg, 6 kg, 7 kg, 8 kg, 9 kg และ 10 kg ตามลำดับ ในการอ่านค่าแรงบิดจากเครื่องบันทึกสัญญาณจะต้องอ่านค่าตั้งแต่ขณะที่ยังไม่เพิ่มน้ำหนักไปจนถึงน้ำหนักสุดท้ายที่ทำการปรับเทียบ และก่อนที่จะลดน้ำหนักจาก 10 kg, 9 kg, 8 kg, 7 kg, 6 kg และ 5 kg นั้น ต้องอ่านค่าแรงบิดที่น้ำหนัก 10 kg ก่อนและอ่านค่าแรงบิดไปจนถึงไม่เหลือ น้ำหนัก ผลการปรับเทียบที่ได้แสดงดังนี้

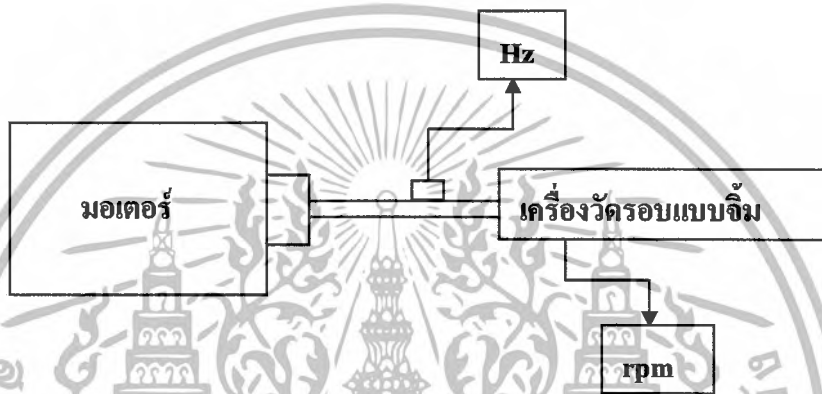
kg-m	0	5	6	7	8	9	10
N-m	0	49.05	58.86	68.67	78.48	88.29	98.1
µε		132.87	285.62	336.62	387.87	439.62	488.87
µε/เลขที่	3	5	5	5	5	5	5



รูปที่ 3.13) แสดงผลจากการ Calibrate เครื่องวัดแรงบิด

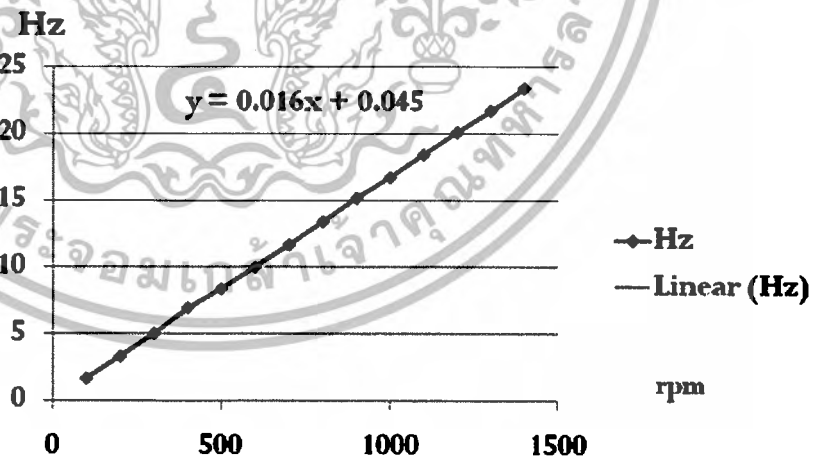
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ความเร็วรอบ โดยต่อสายอุปกรณ์วัดรอบแบบ 2 สาย(ดังแสดงในภาพที่ 3.7) กับชุดทดสอบวัดแรงบิดและเครื่องบันทึกสัญญาณ (OR) จากนั้นสับคัทเอาท์ที่ต่อไฟเข้า inverter ผู้เครื่องสี่ขั้วเพื่อให้เครื่องสี่ขั้วทำงาน นำเครื่องวัดความเร็วรอบแบบจิมไปวัดที่เพลาชุดสี่ขั้ว ปรับความเร็วรอบที่ inverter จาก 100 rpm ค่อย ๆ เพิ่มทีละ 100 rpm จนความเร็วรอบถึง 1,400 rpm โดยในการปรับความเร็วรอบแต่ละครั้งจะต้องอ่านความเร็วรอบที่เครื่องบันทึกสัญญาณ(OR) ที่แสดงผลผ่านจอมอนิเตอร์เป็นหน่วย Hz ซึ่งผลจากการปรับเทียบแสดงเป็นสมการดังนี้



รูปที่ 3.14) แสดงการอ่านค่าความเร็วรอบเป็นหน่วย Hz และ rpm

rpm	Hz
100	1.67
200	3.31
300	5.03
400	6.96
500	8.37
600	9.97
700	11.65
800	13.39
900	15.16
1000	16.71
1100	18.4
1200	20.07
1300	21.69
1400	23.38



รูปที่ 3.15) แสดงการปรับเทียบความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการติดตั้ง

เครื่องสี่ขาที่ใช้ในการทดสอบเป็นเครื่องสี่ขาขนาดเล็กสำหรับชุมชนมีต้นกำลัง ได้แก่ เครื่องยนต์ 11.5 hp, มอเตอร์ 7.5 hp และมอเตอร์ 3 hp ได้แสดงให้เห็นเป็นผังเพลาการส่งกำลังที่ได้ทำการศึกษามาแสดงในรูป 3.16-3.22

ติดตั้งเพลาของชุดทดสอบเข้ากับเพลาขับของเครื่องสี่ขาขนาดเล็ก โดยมีบูช เป็นตัวเชื่อมระหว่างเพลาทั้งสอง โดยใช้สายพานในการถ่ายทอดกำลังจากตัวส่งกำลังไปยังจุดที่ต้องการวัด อ่านค่าแรงบิดและความเร็วรอบจากเครื่องบันทึกสัญญาณ (OR) ในขณะที่เครื่องสี่ขาทำงานและอ่านค่า input จาก watt meter นำค่าที่ได้ไปคำนวณหา power input, power output, power loss,

Efficiency ของมอเตอร์ (อ้างอิงจากรูปที่ 3.20, หน้า 8)

3.3.1) เครื่องยนต์ 11.5 hp



รูปที่ 3.16) แสดงเครื่องยนต์สี่ขา 11.5 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

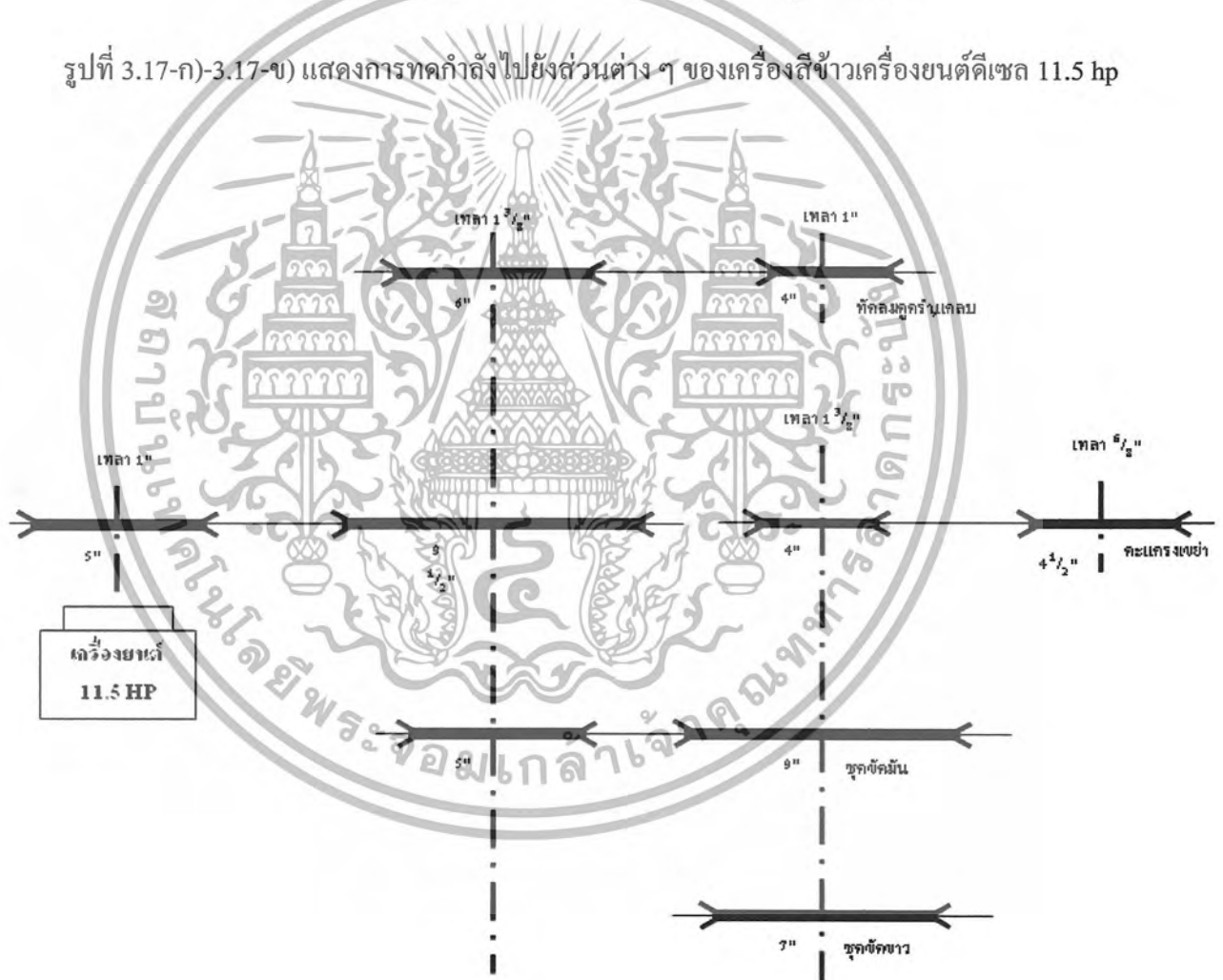


รูปที่ 3.17-ก)



รูปที่ 3.17-ข)

รูปที่ 3.17-ก)-3.17-ข) แสดงการทดกำลังไปยังส่วนต่างๆ ของเครื่องสีข้าวเครื่องยนต์ดีเซล 11.5 hp



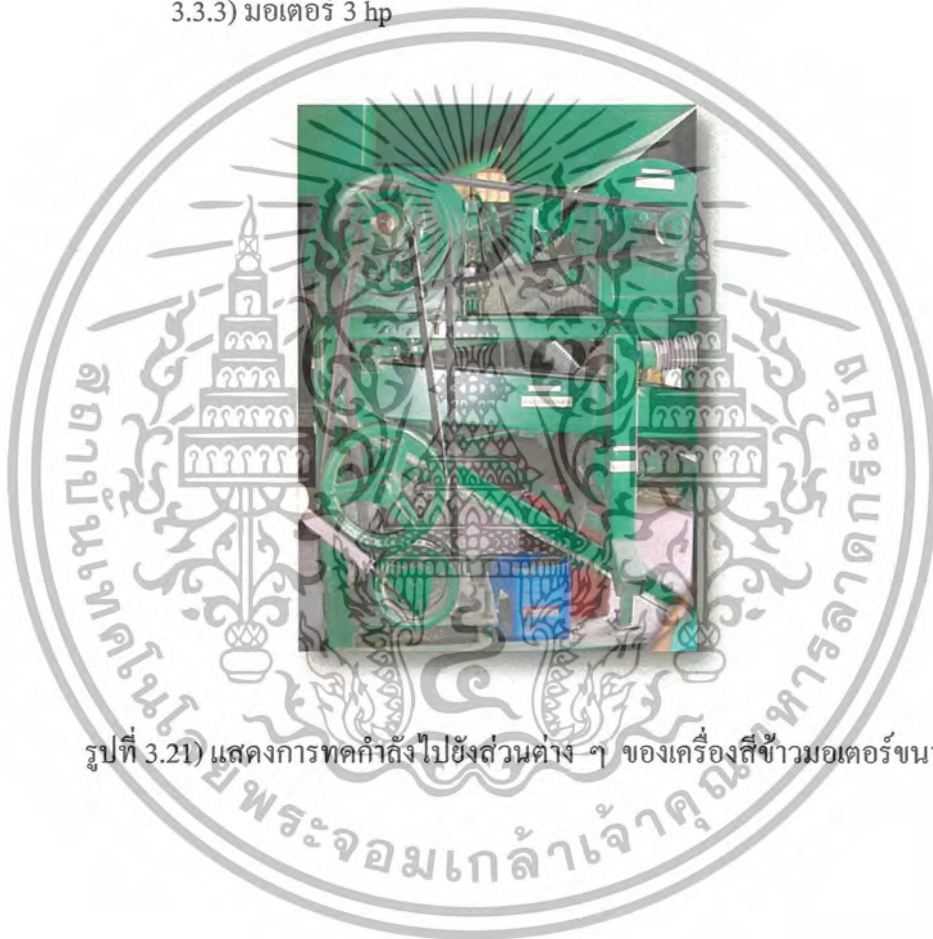
รูปที่ 3.18) แสดงผังเพลลาเครื่องสีข้าวเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 11.5 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดทั้งหมด 6 จุด

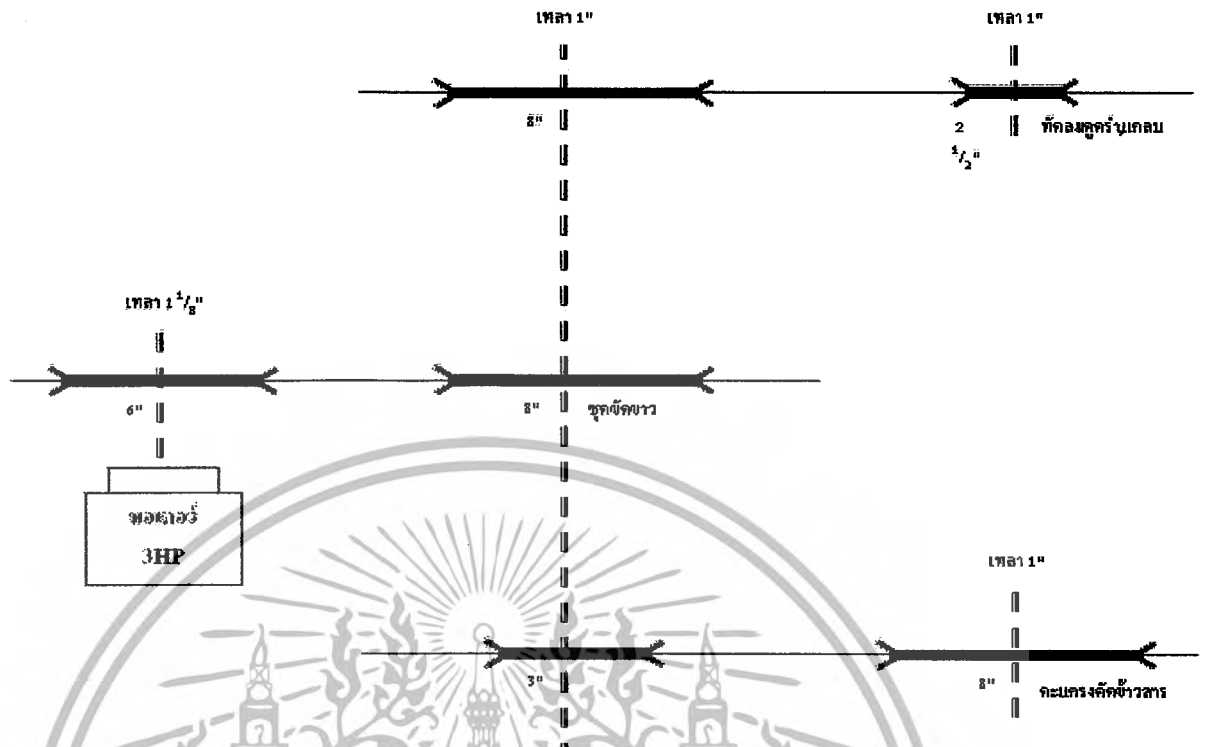
- มอเตอร์
- พัดลมดูดน้ำ 2 จุด
- ชุดขั้วมัน
- ชุดขั้วขาว
- ตะแกรงเขย่า

3.3.3) มอเตอร์ 3 hp



รูปที่ 3.21) แสดงการทศกำลัง ไปยังส่วนต่าง ๆ ของเครื่องสี่ขั้วมอเตอร์ขนาด 3 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22) แสดงผังเพลลาเครื่องตีข้าวมอเตอร์ขนาด 3 hp

วัดทั้งหมด 4 จุด

- มอเตอร์
- ชุดตีข้าว
- ตะแกรงคัดข้าวสาร
- พัดลมดูดฝุ่น, แกลบ

3.4 วิธีการวัด

ติดตั้งเพลลาของชุดทดสอบเข้ากับเพลลาขับของเครื่องตีข้าวขนาดเล็ก โดยมีบู๊ช เป็นตัวเชื่อมระหว่างเพลลาทั้งสอง โดยใช้สายพานในการถ่ายทอดกำลังจากตัวส่งกำลังไปยังจุดที่ต้องการวัด อ่านค่าแรงบิดและความเร็วรอบจากเครื่องบันทึกสัญญาณ (OR) ในขณะที่เครื่องตีข้าวทำงานและอ่านค่า input จาก watt meter นำค่าที่ได้ไปคำนวณหา power input, power output, power loss,

Efficient ของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1) การติดตั้งเครื่องมือวัดพลังงานดังรูป(จากรูป 3.12, หน้า 8)

การติดตั้งเครื่อง โดยวัดที่มอเตอร์เป่า และในสภาวะมีโหลดและไม่มีโหลดทั้ง 3 เครื่อง

2)การวัดในแต่ละจุดจะทำ 3 ซ้ำ



103083

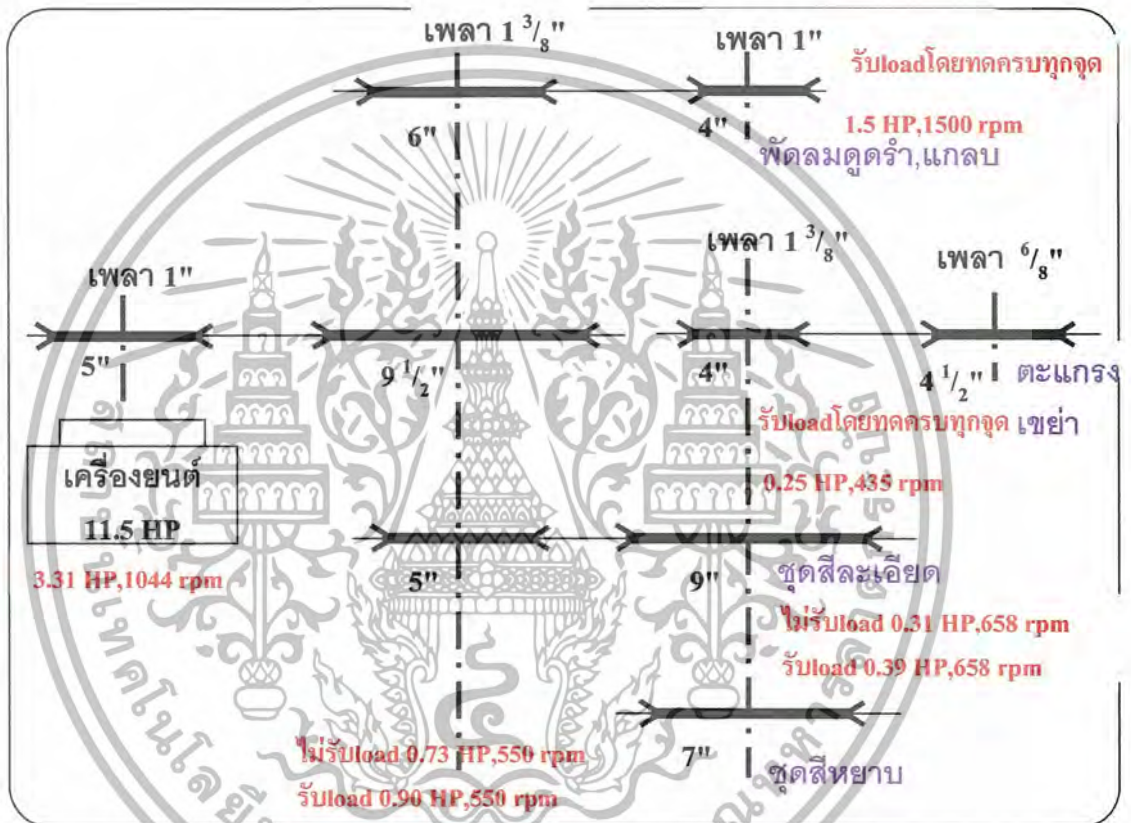
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดสอบ

4.1 ผลจากการทดสอบวัดพลังงานทั้ง 3 เครื่อง แสดงค่าบนผังเพลาดังนี้

4.1.1) เครื่องสี่ขาเครื่องยนต์ดีเซล 11.5 hp



รูปที่ 4.1) แสดงผังเพลารวม power output และความเร็วรอบที่วัดได้ของเครื่องสี่ขา 11.5 hp

จากเครื่องยนต์ต้นกำลัง 11.5 hp จะ ได้กำลังจากเครื่องยนต์ 3.31 hp, 1044 rpm (ใช้ไม่เต็มรอบของต้นกำลัง)

โดยแต่ละกระบวนการจะใช้กำลังงานดังนี้

- ชุดสีละเอียด ไม่รับ load 0.31 hp, 658 rpm

รับ load 0.39 hp, 658 rpm

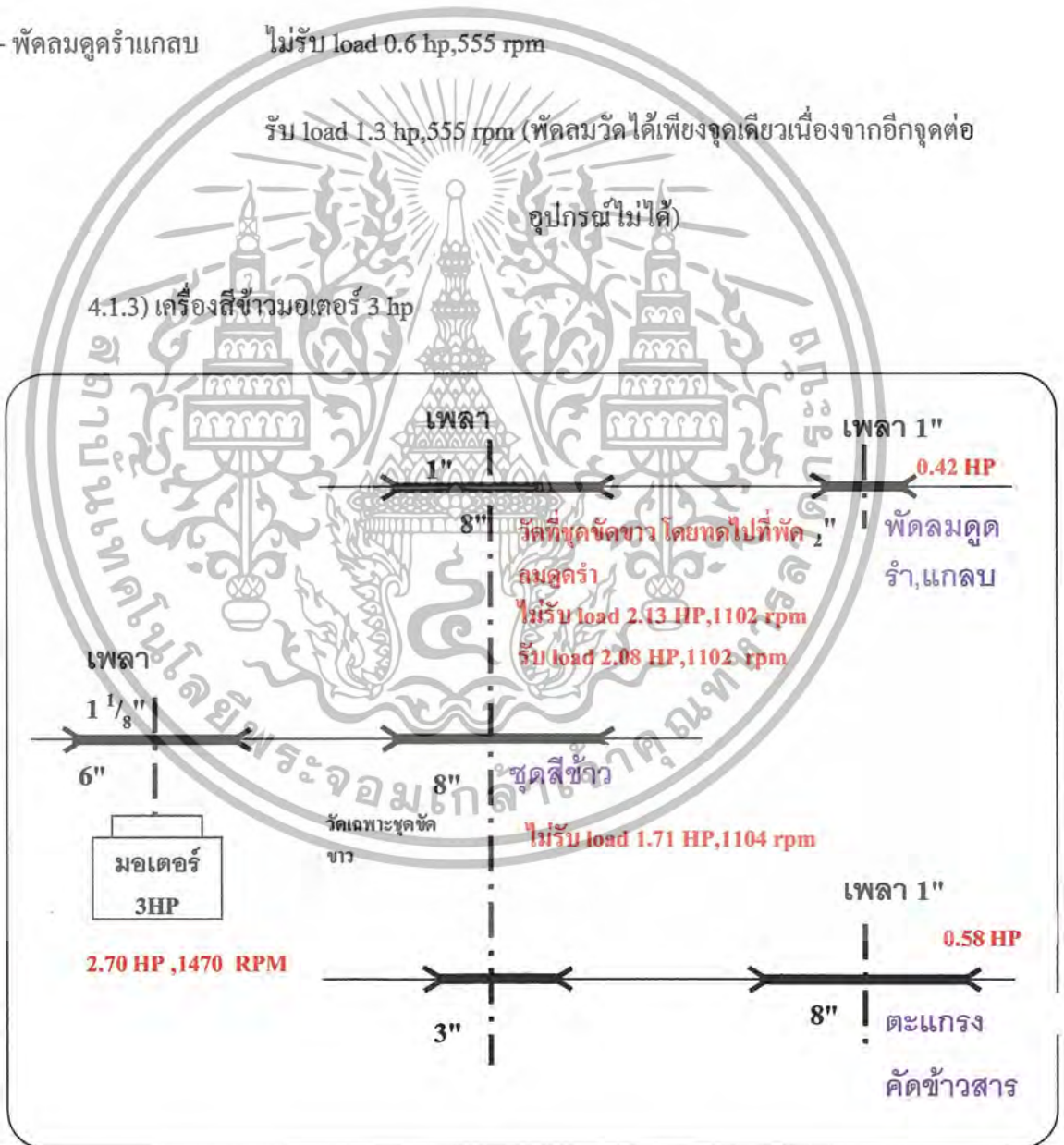
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชุดตีละเอียด ไม่รับ load 0.39 hp,555 rpm
 รับ load 1.25 hp,555 rpm
- ชุดตีหยาบ ไม่รับ load 0.38 hp,650 rpm
 รับ load 1.23 hp,650 rpm
- ตะแกรงเขย่า รับ load โดยทคทุกจุด 0.27 hp,200 rpm
- พัดลมดูดรำแกลบ ไม่รับ load 0.6 hp,555 rpm

รับ load 1.3 hp,555 rpm (พัดลมวัดได้เพียงจุดเดียวเนื่องจากอีกจุดต่อ

อุปกรณ์ไม่ได้)

4.1.3) เครื่องสีข้าวมอเตอร์ 3 hp

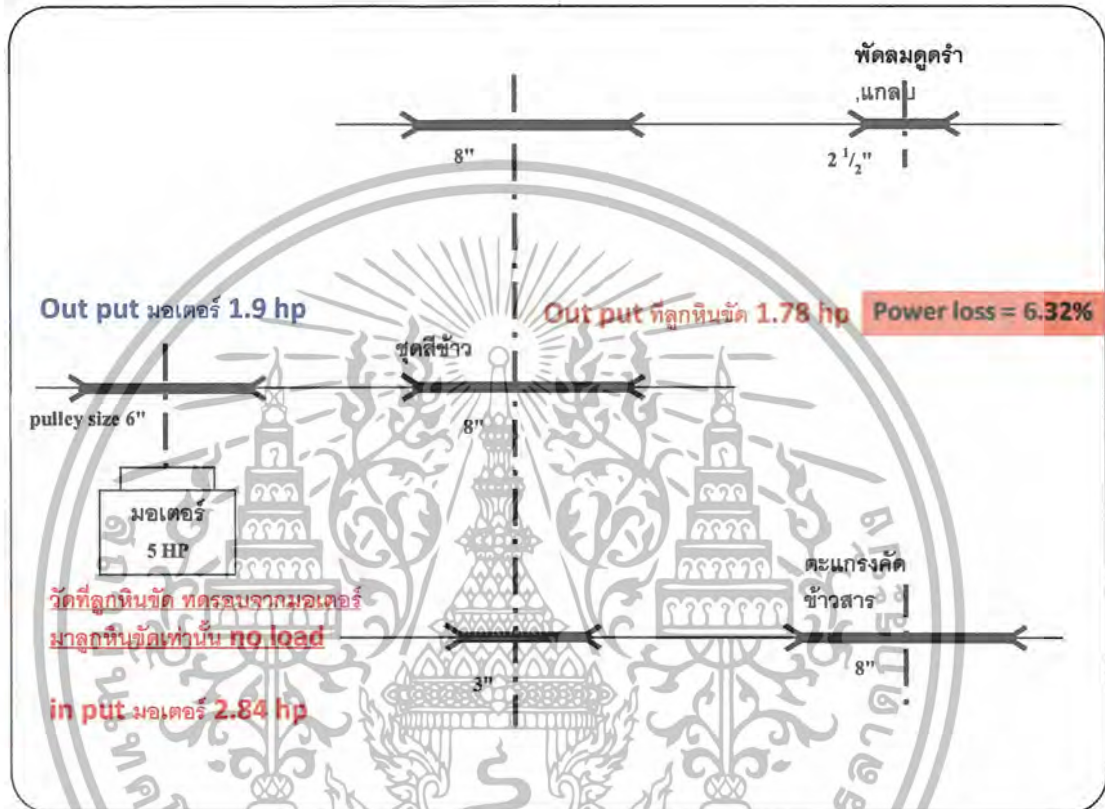


รูปที่ 4.3) แสดงผังเพลาพร้อม power output และความเร็วรอบที่วัดได้ของเครื่องสีข้าว 3 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1) เครื่องสี่ขา โดยเปลี่ยนมอเตอร์จาก 3 hp มาเป็น 5 hp โดยพู่เล่ย์ที่เพลามอเตอร์เท่าเดิม คือ พู่เล่ย์ขนาด 6 นิ้ว

- ทดสายพานจากมอเตอร์มาที่ชุดสี่ขาในสถานะ no load แสดงค่าบนผังเพลาดังนี้

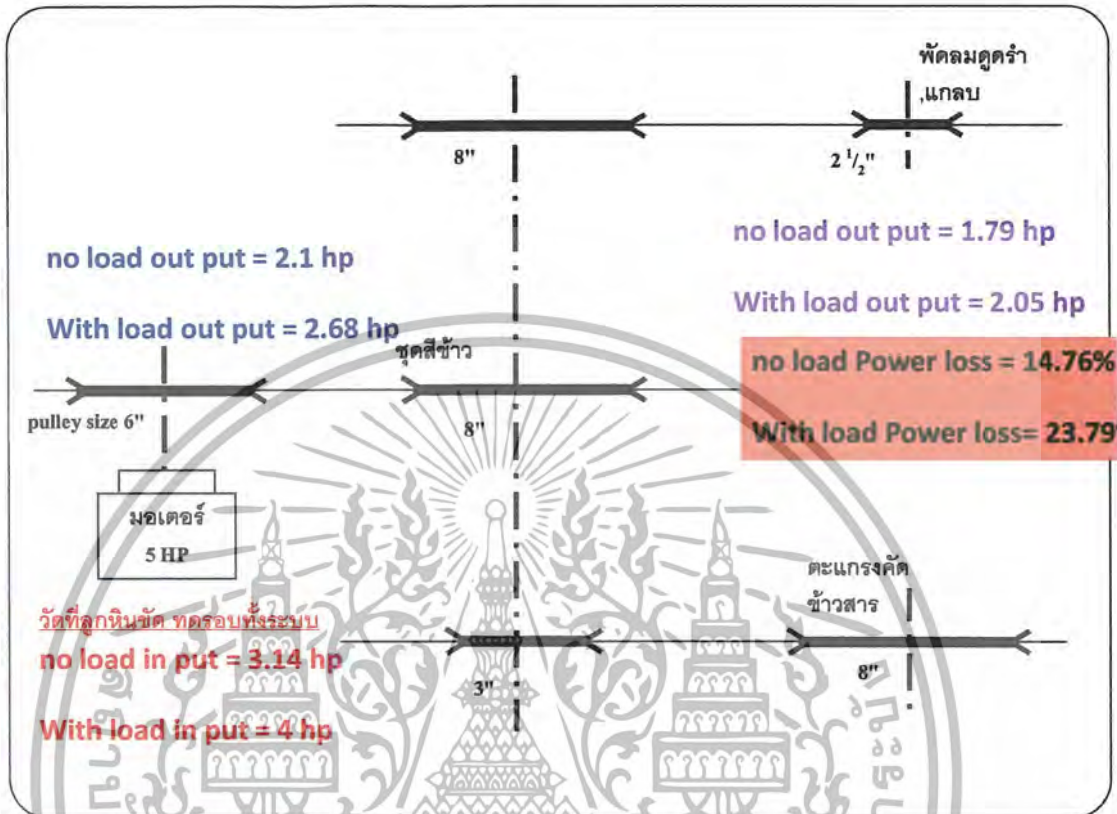


รูปที่ 4.4) แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้พู่เล่ย์เพลามอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว กรณีทอดสายพานจากมอเตอร์มาที่ชุดสี่ขาเท่านั้น

โดยทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์หลังจากใช้ Wattmeter วัดค่ากำลังงานที่ให้กับมอเตอร์เท่ากับ 2.84 hp ส่วน output ที่ออกมาจากมอเตอร์เราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่ากำลังงานออกมาเท่ากับ 1.9 hp ชุดสี่ขาเราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่าออกมาเท่ากับ 1.78 hp ซึ่ง power loss ของเครื่องสี่ขาเท่ากับ 6.32 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ทดสอบพานทั้งระบบในสถานะมี load หาอัตราการสีข้าวได้ 66 kg/hr และแสดงค่าบนผังเพลาดังนี้



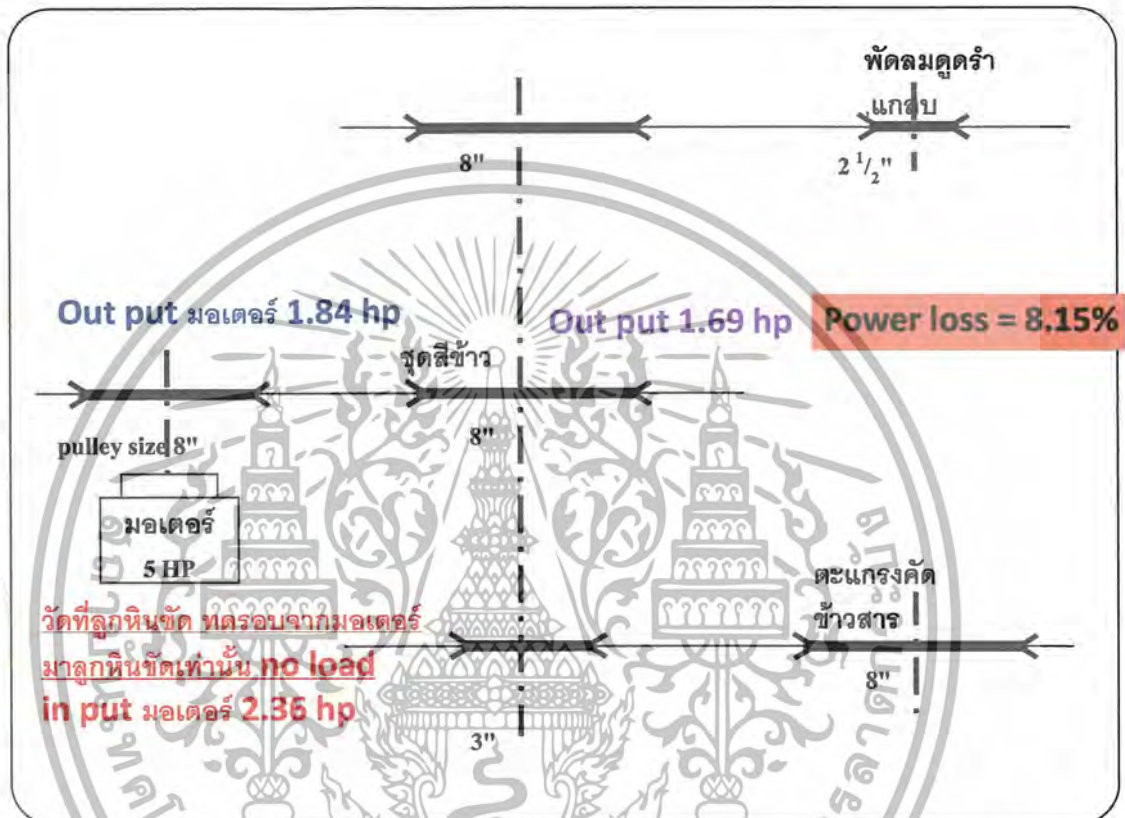
รูปที่ 4.5) แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้พู่เหล็กเพลามอเตอร์ขนาด 6 นิ้ว กรณีทดสอบพานทั้งระบบในสถานะมี load

โดยทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์หลังจากใช้ Wattmeter วัดค่ากำลังงานที่ให้กับมอเตอร์เท่ากับ 4 hp ส่วน output ที่ออกมาจากมอเตอร์เราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่ากำลังงานออกมาเท่ากับ 2.68 hp ชุดสีข้าวเราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่าออกมาเท่ากับ 2.05 hp ซึ่ง power loss ของเครื่องสีข้าวเท่ากับ 23.79 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2) เครื่องสี่ขา โดยเปลี่ยนมอเตอร์จาก 3 hp มาเป็น 5 hp โดยพู่leyที่เพลามอเตอร์เท่าเดิมคือ พู่ley ขนาด 8 นิ้ว

-ทดสอบสายพานจากมอเตอร์มาที่ชุดสี่ขาเท่านั้น(สภาวะ no load) แสดงค่าบนผังเพลาดังนี้

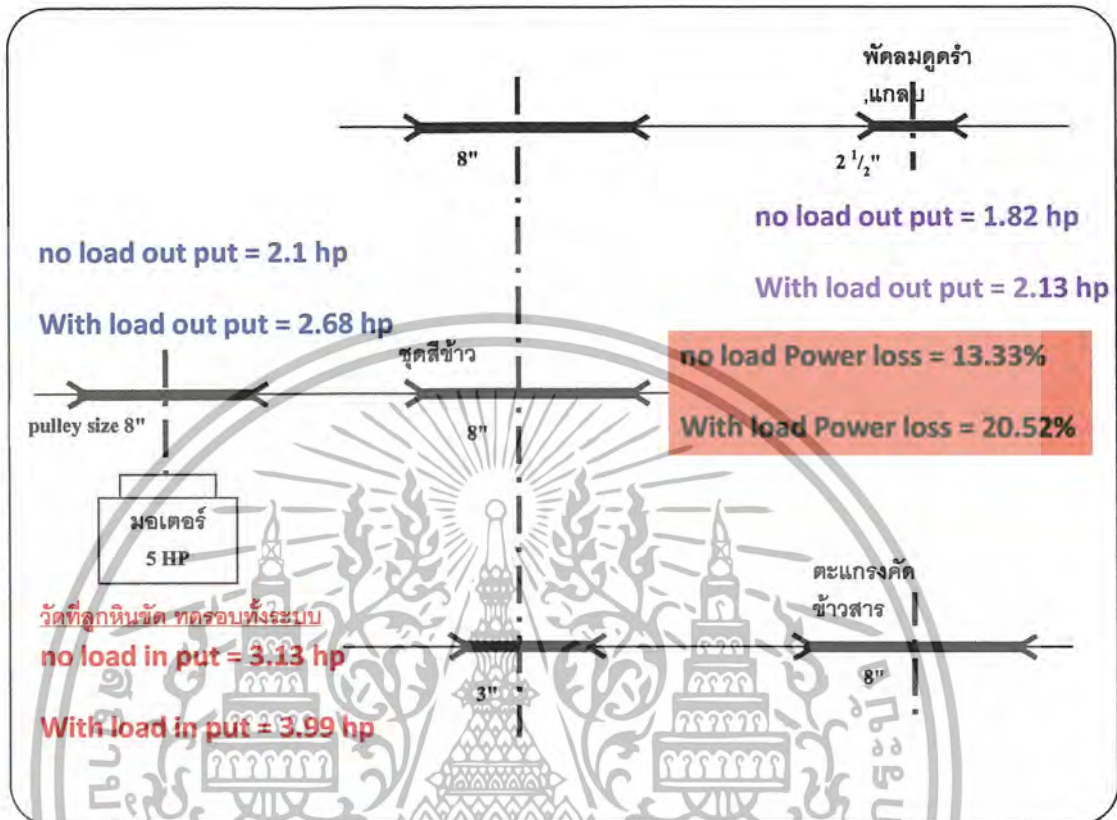


รูปที่ 4.6) แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้พู่leyเพลามอเตอร์ขนาด 8 นิ้ว กรณีทดสอบสายพานจากมอเตอร์มาที่ชุดสี่ขาเท่านั้น

โดยทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์หลังจากใช้ Wattmeter วัดค่ากำลังงานที่ให้กับมอเตอร์ เท่ากับ 2.36 hp ส่วน output ที่ออกมาจากมอเตอร์เราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่ากำลังงานออกมาเท่ากับ 1.84 hp ชุดสี่ขาเราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่าออกมาเท่ากับ 1.69 hp ซึ่ง power loss ของเครื่องสี่ขา เท่ากับ 8.15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบในสถานะมี load หาอัตราการเสียหายได้ 75 kg/hr และแสดงค่าบนผังเพลลาได้ดังนี้



รูปที่ 4.7) แสดงค่า power input, power output และ power loss ขณะที่ใช้ทุลีย์เพลลามอเตอร์ขนาด 8 นิ้ว กรณีทดสอบหาประสิทธิภาพ

โดยทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่มอเตอร์หลังจากใช้ Wattmeter วัดค่ากำลังงานที่ให้กับมอเตอร์เท่ากับ 3.99 hp ส่วน output ที่ออกมาจากมอเตอร์เราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่ากำลังงานออกมาเท่ากับ 2.68 hp ชุดสีข้าวเราใช้ชุดวัดแรงบิดวัดค่าออกมาเท่ากับ 2.13 hp ซึ่ง power loss ของเครื่องสีข้าวเท่ากับ 20.52 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ

5.1 สรุปผลการทดสอบ อุปกรณ์ชุดทดสอบกำลังของเครื่องจักรกลขนาดเล็กที่ออกแบบมาและได้นำมาทำการทดสอบกับเครื่องจักรกลเกษตร คือ เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ขนาดของมอเตอร์ต้นกำลัง 5 Hp สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังนี้

5.1.1 ประสิทธิภาพของมอเตอร์ มอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องสีข้าวขนาดเล็กนำมาทำการวัดหาค่าประสิทธิภาพซึ่งวัดค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ออกมาได้เท่ากับ 67.16 %

5.1.2 การทดสอบวัดพลังงานที่ใช้สำหรับเครื่องสีข้าวที่จุดต่างๆ เช่น มอเตอร์ ลูกหินขัด ตะแกรงคัดข้าวสาร พัดลมดูดรำและเกลบและเพลลากระจายกำลัง พบว่า power loss สูญเสียที่เพลลากระจายกำลังมีประมาณ 70-90% ในระบบสีข้าวแบบใช้เครื่องยนต์ดีเซล 11.5 hp และมอเตอร์ขนาด 7.5 hp ขณะที่เครื่องสีข้าวที่ใช้มอเตอร์ขนาด 3 hp ไม่มีเพลลาส่งกำลัง มอเตอร์จะทรอบไปยังชุดลูกหินขัดทันที จากผลทดสอบพบว่าชุดลูกขัดทำงานตัวเปล่าใช้กำลังงานมากสูงสุดประมาณ 1.7 hp ที่ความเร็วรอบ 1100 rpm

5.1.3 เครื่องสีข้าวขนาดเล็กขนาด 3 hp ได้นำมาศึกษาเพื่อหาแนวทางการลดพลังงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากพบว่ามีค่า power loss ในระบบส่งกำลังน้อยที่สุด ใช้พู่เล่ย์ต้นกำลังขนาด 6” ในการทดสอบเครื่องสีข้าวขนาดเล็กได้ทดสอบวัดหาค่ากำลังที่เครื่องสีข้าวขนาดเล็กต้องการ ขณะที่เครื่องสีข้าวทั้งระบบต้องการในสภาวะที่มีโหลดวัดกำลังได้ 2.05 hp ความเร็วรอบที่ชุดสีข้าวเท่ากับ 1100 rpm

5.1.4 เครื่องสีข้าวขนาดเล็กขนาด 3 hp ใช้พู่เล่ย์ต้นกำลังขนาด 8” ในการทดสอบเครื่องสีข้าวขนาดเล็กได้ทดสอบวัดหาค่ากำลังที่เครื่องสีข้าวขนาดเล็กต้องการ ขณะที่เครื่องสีข้าวต้องการในสภาวะที่มีโหลดวัดกำลังได้ 2.13 hp ความเร็วรอบที่ชุดสีข้าวเท่ากับ 1100 rpm ผลสรุปเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 5.1 พบว่าที่อัตราทด 1:1 จะให้อัตราการสีข้าวสูงกว่าขณะที่ค่าไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงประสิทธิภาพมอเตอร์และการเปรียบเทียบ power ระหว่างพู่เลย์ 6" กับ 8" กรณี ทดสอบทั้งระบบมีโหลดและไม่มีโหลด และทดสอบเฉพาะลูกหินขัด

จุดที่วัด	รูปแบบงาน	มอเตอร์		ลูกหิน	power	หมายเหตุ
		input	output	ขัด	Loss(%)	
มอเตอร์เปล่า	มอเตอร์ eff.=67.16 %					
ทดสอบเฉพาะ	no load	2.84	1.9	1.78	6.32	6" : 8"
มอเตอร์มาลูกหินขัด	no load	3.14	2.1	1.79	14.76	อัตราการสี
ทดสอบทั้งระบบ	Load	4	2.69	2.05	23.79	66 kg/hr
ทดสอบเฉพาะ	no load	2.36	1.84	1.69	8.15	8" : 8"
มอเตอร์มาลูกหินขัด	no load	3.13	2.1	1.82	13.33	อัตราการสี
ทดสอบทั้งระบบ	Load	3.99	2.68	2.13	20.52	75 kg/hr
power requirement	no load			2.26		
	Break			0.94		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิจารณ์ผลการทดสอบ

ตารางที่ 5.2 แสดงการประเมินค่าใช้จ่าย

หมายเหตุ	พู่เลย์ 6 "		พู่เลย์ 8 "	
	no load	load	no load	Load
การใช้ไฟฟ้าต่อวัน (8 hours/day) [หน่วย/วัน]	25.12	32	25.04	31.92
การใช้ไฟฟ้าต่อเดือน [หน่วย/เดือน]	9,043	11,520	9,014	11,491
ปริมาณการใช้พลังงาน ไฟฟ้า [บาท]	32,836	41,813	32,732	41,709
ค่าไฟฟ้าทั้งหมด [บาท]	42,600	54,300	42,500	54,200
อัตราการสีข้าว [kg/hr]		66		75
อัตราการสีข้าว [ton/เดือน]		190		216
ราคาขายข้าว [100 kg, 2800 บาท]		5,322,200		6,048,000

จากการทดสอบได้ลองนำมอเตอร์ขนาด 5 hp มาใช้กับเครื่องสีข้าวขนาดเล็กซึ่งใช้ขนาดพู่เลย์ที่ต้นกำลังแตกต่างกัน ระหว่าง 6" และ 8" ถ้าเราใช้พู่เลย์ที่ต้นขนาด 6" จะใช้ความเร็วรอบที่มอเตอร์เท่ากับ 1400 rpm แต่ถ้าเปลี่ยนมาใช้พู่เลย์ที่ต้นกำลังขนาด 8" จะใช้ความเร็วรอบที่มอเตอร์เท่ากับ 1150 rpm ซึ่งจะเห็นว่าถ้าทำการเปลี่ยนมาใช้พู่เลย์ที่ต้นกำลังขนาด 8" จะใช้รอบการทำงานของมอเตอร์ที่ต่ำกว่า ทำให้ประหยัดค่าพลังงานที่ใช้กับเครื่องสีข้าวขนาดเล็กและช่วยทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการสีข้าวอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน

ในการติดตั้งชุดทดสอบกำลังเข้ากับเครื่องตีข้าวขนาดเล็ก เนื่องจากเครื่องตีข้าวขนาดเล็กมีการถ่ายทอดกำลังด้วยสายพานจะมีโอกาสการเกิด slip ขึ้น ซึ่งทำให้ค่าที่ได้จากเครื่องทดสอบกำลังมีความแม่นยำลดน้อยลง ควรที่จะมีชุดอุปกรณ์ไว้สำหรับปรับสายพานให้ตึงเพื่อลดการเกิด slip ของสายพาน

5.4 ข้อเสนอแนะเพื่อการประหยัดพลังงาน

5.4.1 จำนวนสายพานและอายุการใช้งาน จะมีอายุการใช้งาน 1,000-2,000 ชั่วโมงเฉลี่ยต่อปี

5.4.2 ในระบบส่งกำลัง การส่งกำลังด้วยสายพานและพูลเลย์ เพื่อให้การใช้งานได้สมบูรณ์ควรคำนึงถึงสัดส่วนการทดขนาดรอบไม่ควรมากกว่า 1:3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดเครื่องสีข้าวสีเขียวขนาด 3 hp

จุดที่วัด	หมายเหตุ	ค่าที่อ่าน				Power kw	hp		
		แรงบิด		ความเร็วรอบ					
		μE	N-m	Hz	rpm(cal.) rpm(วัดจริง)				
ลูกหินขัด	ทดสอบเฉพาะลูกหินขัดเท่านั้น โดยไม่รับ load	193	51.22	7.46	463.4375	2.486756	3.333452		
		227	60.30	2.41	147.8125	0.933807	1.251752		
		354	94.23	1.77	107.8125	1.064334	1.426721		
		42	10.88	18.04	1124.6875	1.281683	1.718073		
		42	10.88	18.18	1133.4375	1.291654	1.73144		
		34	8.74	18.27	1139.0625	1.043017	1.398146		
	ทดสอบเฉพาะลูกหินขัดเท่านั้น โดยรับ load	69	18.09	17.9	1115.9375	2.115021	2.835149		
		38	9.81	17.94	1118.4375	1.149346	1.540678		
		25	6.34	17.91	1116.5625	0.741153	0.993503		
		85	22.37	17.93	1117.8125	2.619154	3.51093		
		30	7.67	17.94	1118.4375	0.898916	1.204982		
		20	5.00	17.9	1115.9375	0.58457	0.783606		
		ลูกหินขัด	ทดสอบไปฟัดลมดูดร่าและแกลบ โดยไม่รับ load	55	14.35	18.36	1144.6875	1.720973	2.306935
				51	13.28	18.37	1145.3125	1.59369	2.136313
55	14.35			18.20	1134.6875	1.705939	2.286781		
53	13.82			18.19	1134.0625	1.641517	2.200425		
57	14.89			18.2	1134.6875	1.769456	2.371925		
ทดสอบไปฟัดลมดูดร่าและแกลบ โดยรับ load	56		14.62	18.16	1132.1875	1.733869	2.324221		
	73		19.16	17.93	1117.8125	2.24372	3.007667		
	71		18.63	17.92	1117.1875	2.179928	2.922155		
	68		17.82	17.94	1118.4375	2.088456	2.799539		
	70		18.36	17.92	1117.1875	2.148659	2.88024		
	75	19.69	17.97	1120.3125	2.31145	3.098458			
	76	19.96	17.98	1120.9375	2.344113	3.142243			

วัดเครื่องสีข้าวสีเขียวขนาด 3 hp(ต่อ)

จุดที่วัด	หมายเหตุ	ค่าที่อ่าน				Power kw	hp	
		แรงบิด		ความเร็วรอบ				
		μ€	N-m	Hz	rpm(cal.) rpm(วัดจริง)			
มอเตอร์ 3 hp	ปล่อยมอเตอร์เดินเครื่อง ไม่เบรค	23	5.80	24.55	1531.5625	0.930889	1.247841	
		35	9.01	24.47	1526.5625	1.440569	1.931058	
	ปล่อยมอเตอร์เดินเครื่องและเบรค	69	18.09	13.54	843.4375	1470	1.598556	2.142836
		59	15.42	21.52	1342.1875	2.168168	2.906392	
		61	15.95	9.75	606.5625	1.013794	1.358974	
		150	39.73	2.76	169.6875	0.706303	0.946787	

อัตราการป้อน = $7/273 = 0.026$ [kg/s]

วัดเครื่องสีข้าวสีน้ำเงินขนาด 11.5 hp

จุดที่วัด	หมายเหตุ	ค่าที่อ่าน					Power	hp
		แรงบิด		ความเร็วรอบ			kw	
		μE	N-m	Hz	rpm(cal.)	rpm(วัดจริง)		
กะเทาะบน	เดินเครื่องโดยไม่รับ load	24	6.07	6.9	428.4375	658	0.272397	0.365144
		31	7.94	6.87	426.5625		0.354778	0.475574
		20	5.00	6.81	422.8125		0.221485	0.296897
		24	6.07	6.82	423.4375		0.269218	0.360883
		28	7.14	6.9	428.4375		0.320363	0.429441
		21	5.27	6.91	429.0625		0.236768	0.317383
		34	8.74	6.87	426.5625		0.390595	0.523585
	เดินเครื่องโดยรับ load	35	9.01	6.93	430.3125		0.406072	0.544333
		38	9.81	6.89	427.8125		0.439635	0.589323
		34	8.74	6.94	430.9375		0.394601	0.528956
		29	7.40	6.85	425.3125		0.32993	0.442266
		27	6.87	6.91	429.0625		0.308822	0.41397
		37	9.54	10.91	679.0625		0.678822	0.90995
		42	10.88	11	684.6875		0.780263	1.045929
กะเทาะล่าง	เดินเครื่องโดยรับ load	52	13.55	10.99	684.0625	0.971011	1.301624	
		62	16.22	10.91	679.0625	1.153975	1.546884	
		59	15.42	11.06	688.4375	1.112101	1.490752	
		64	16.76	8.6	534.6875	0.93856	1.258123	
		47	12.21	9.6	597.1875	0.764122	1.024292	
		47	12.21	9.5	590.9375	0.756125	1.013572	
	เดินเครื่องโดยไม่รับ load ข้าวจากลูกหินขัด	40	10.34	9.56	594.6875	0.644411	0.863822	
		44	11.41	9.62	598.4375	0.715472	0.959078	
		40	10.34	9.64	599.6875	0.649829	0.871084	
		40	10.34	9.56	594.6875	0.644411	0.863822	

วัดเครื่องสีข้าวสีน้ำเงินขนาด 11.5 hp(ต่อ)

จุดที่วัด	หมายเหตุ	ค่าที่อ่าน					Power	hp
		แรงบิด		ความเร็วรอบ			kw	
		μE	N-m	Hz	rpm(cal.)	rpm(วัดจริง)		
เครื่องยนต์ดีเซล 11.5 hp		95	25.04	34.74	2168.438	1044	5.687799	7.624395
		85	22.37	33.07	2064.063		4.836318	6.483
		64	16.76	34.00	2122.188		3.725166	4.99352
		118	31.18	33.85	2112.813		6.901999	9.25201
		59	15.42	33.8	2109.688		3.407987	4.568347
		67	17.56	30.14	1880.938		3.459625	4.637567
ตะแกรงโยก	ทอดทุกจุด	19	4.73	6.98	433.4375	435	0.214919	0.288096
		23	5.80	7	434.6875		0.264205	0.354162
		22	5.53	7.03	436.5625		0.253125	0.33931
		25	6.34	6.93	430.3125		0.285633	0.382887
		20	5.00	7.05	437.8125		0.229343	0.30743
		25	6.34	7.17	445.3125		0.29559	0.396233
พัดลมดูดรำและเกลบ	ทอดทุกจุด	47	12.21	22.87	1426.563	1500	1.825335	2.44683
		45	11.68	22.72	1417.188		1.734009	2.324409
		51	13.28	22.65	1412.813		1.965913	2.635272
		48	12.48	22.54	1405.938		1.838295	2.464203
		28	7.14	24.93	1555.313		1.162981	1.558956
		32	8.21	22.82	1423.438		1.223733	1.640393

อัตราการป้อน = $4/97.5 = 0.041$ [kg/s]

วัดเครื่องสีข้าวสีเหลืองขนาด 7.5 hp

จุดที่วัด	หมายเหตุ	ค่าที่อ่าน					Power	hp
		แรงบิด		ความเร็วรอบ			kw	
		μE	N-m	Hz	rpm(cal.)	rpm(วัดจริง)		
กะเทาะบน		19	4.73	10.83	674.0625		0.334233	0.448034
		20	5.00	10.83	674.0625		0.353099	0.473323
	เดินเครื่องเปล่า	10	2.33	10.82	673.4375		0.164285	0.220221
	โดยไม่มี load	16	3.93	10.82	673.4375		0.277377	0.371819
		18	4.47	10.82	673.4375		0.315074	0.422352
		45	11.68	10.51	654.0625		0.800282	1.072765
	เดินเครื่องเปล่า	65	17.02	10.1	628.4375		1.120712	1.502295
	โดยมี load รอบ 1	50	13.02	9.98	620.9375		0.846648	1.134917
		53	13.82	9.79	609.0625		0.881597	1.181766
		57	14.89	9.87	614.0625	650	0.957582	1.283622
		53	13.82	10.8	672.1875		0.972969	1.304248
	เดินเครื่องเปล่า	42	10.88	10.72	667.1875		0.76032	1.019196
	โดยมี load รอบ 2	52	13.55	10.81	672.8125		0.955042	1.280218
		49	12.75	10.83	674.0625		0.900218	1.206727
		50	13.02	10.81	672.8125		0.91738	1.229732
		55	14.35	10.69	665.3125		1.00026	1.340831
	เดินเครื่องเปล่า	47	12.21	10.73	667.8125		0.854489	1.145427
	โดยมี load รอบ 3	46	11.95	10.83	674.0625		0.84362	1.130857
		62	16.22	10.72	667.1875		1.133795	1.519833
		47	12.21	10.72	667.1875		0.853689	1.144355

วัดเครื่องสีข้าวสีเหลืองขนาด 7.5 hp(ต่อ)

จุดที่วัด	หมายเหตุ	ค่าที่อ่าน					Power kw	hp
		แรงบิด		ความเร็วรอบ				
		μE	N-m	Hz	rpm(cal.)	rpm(วัดจริง)		
ลูกขัดมันลูกหนัง		24	6.07	9.08	564.6875	555	0.359024	0.481266
	เดินเครื่อง	22	5.53	9.12	567.1875		0.328864	0.440836
	โดยไม่มี load	19	4.73	9.15	569.0625		0.282169	0.378243
		22	5.53	9.15	569.0625		0.329951	0.442294
		12	2.86	9.15	569.0625		0.170677	0.22879
		58	15.15	9.11	566.5625		0.899367	1.205586
	เดินเครื่อง	55	14.35	9.09	565.3125		0.849916	1.139297
	โดยมี load	55	14.35	9.08	564.6875		0.848976	1.138037
		64	16.76	9.09	565.3125		0.992317	1.330184
		69	18.09	8.98	558.4375		1.058399	1.418765
พัดลมตัวที่ 1		18	4.47	17.75	1106.563	1084	0.517716	0.69399
	เดินเครื่อง	17	4.20	17.62	1098.438		0.483171	0.647682
	โดยไม่มี load	19	4.73	17.76	1107.188		0.548998	0.735922
		20	5.00	17.75	1106.563		0.579659	0.777023
		10	2.33	17.63	1099.063		0.268116	0.359405
		33	8.47	17.55	1094.063		0.97119	1.301863
	เดินเครื่อง	34	8.74	17.63	1099.063		1.00639	1.349048
	โดยมี load	31	7.94	17.67	1101.563		0.916185	1.22813
		35	9.01	17.8	1109.688		1.047177	1.403723
		35	9.01	17.72	1104.688		1.042459	1.397398

วัดเครื่องสีข้าวสีเหลืองขนาด 7.5 hp(ต่อ)

จุดที่วัด	หมายเหตุ	ค่าที่อ่าน					Power	
		แรงบิด		ความเร็วรอบ			kw	hp
		μE	N-m	Hz	rpm(cal.)	rpm(วัดจริง)		
ตะแกรงเขย่า		20	5.00	6.3	390.9375		0.204788	0.274514
	เดินเครื่อง	15	3.66	6.3	390.9375		0.150078	0.201178
	โดยมี load	31	7.94	6.12	379.6875	200	0.315791	0.423313
		10	2.33	6.2	384.6875		0.093845	0.125797
		24	6.07	6.27	389.0625		0.247363	0.331586
มอเตอร์ 7.5 hp		108	28.51	9.61	597.8125		1.785575	2.393532
	เดินเครื่อง	110	29.05	14.02	873.4375	1473	2.657718	3.562624
	เบรค 3 ครั้ง	300	79.81	10.72	667.1875		5.578147	7.477409

พู่เลย์ 6 inches วัด in put by watt meter

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(input) [kW]	p(in put) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสีข้าว [นาที]
ลูกหินขัด	ทอดทั้งระบบ	no load+กระชาก	0.5	0.6702413	31	389		
		no load+คองที	1.2	1.6085791	5.3	389		
		no load+เบรค1	3.7	4.9597855	18.4	388		
		no load+เบรค2	4.5	6.0321716	15.1	390		
		no load+เบรค3	3.1	4.155496	14.2	391		
		with load1	0.8	1.0723861	6.5	383		2.35
		with load2	0.7	0.9383378	6.5	383		2.21
		with load3	0.8	1.0723861	6.7	385		2.15
	ทอดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+กระชาก	0.8	1.0723861	6.1	385		
		no load+คองที	1.7	2.2788204	4.4	385		
		no load+เบรค1	0.8	1.0723861	19.7	385		
		no load+เบรค2	0.9	1.2064343	22.2	385		
	ไม่ทอดไปพัดลม เท่านั้น	no load+กระชาก	0.6	0.8042895	I ไม่กระชาก	384		
		no load+คองที	1.5	2.0107239	4.5	384		
		no load+เบรค	0.9	1.2064343	23.2	384		
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน รอก มอเตอร์เปล้า	วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่พู่เลย์แล้วจะนำทอร์กมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้						

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(out put) [kW]	p(out put) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสีข้าว [นาท]
ลูกหินขัด	ทดทั้งระบบ	no load+กระชาก	2.14	2.8686327				
		no load+คงท	1.18	1.5817694				
		no load+เบรค1	1.42	1.9034853				
		no load+เบรค2	1.35	1.8096515				
		no load+เบรค3	1.47	1.9705094				
		with load1	2	2.6809651				2.35
		with load2	2.07	2.7747989				2.21
		with load3	2.07	2.7747989				2.15
		ทดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+กระชาก	1.76	2.3592493			
	no load+คงท		1.32	1.769437				
	no load+เบรค1		2.13	2.8552279				
	no load+เบรค2		0.82	1.0991957				
	ไม่ทอดไปพัดลม เท่านั้น	no load+กระชาก	2.02	2.7077748				
		no load+คงท	1.39	1.8632708				
		no load+เบรค	1.32	1.769437				
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์คต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน run มอเตอร์เปล่า	วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่ทุลย์แล้วจะนำทอร์คมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้						

พู่เลย์ 8 inches วัด in put by watt meter

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(input) 1 เฟส[kW]	p(input) 3 เฟส[kW]	p(input) 3 เฟส[hp]	I [Amp.]	V [Volts]	เวลาในการสีข้าว [นาที]
ลูกหินขัด	ทอดทั้งระบบ	no load+กระชาก	1.4	1.8186	2.43780161	13	201.5	
		no load+คองที	0.67	0.87033	1.1666622	7	201.6	
		no load+เบรค1	0.72	0.93528	1.25372654	0.8	199.5	
		no load+เบรค2						
		no load+เบรค3						
		with load1	0.97	1.26003	1.68904826	9.5	202.4	
		with load2	0.94	1.22106	1.63680965	9.4	198.8	1.31
		with load3	0.95	1.23405	1.65422252	9.2	199.5	1.36
	ทอดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+กระชาก	0.44	0.57156	0.76616622	5	198.9	
		no load+คองที	0.32	0.41568	0.5572118	3.7	199.4	
		no load+เบรค1	1.64	2.13036	2.85571046	14.1	198.1	
		no load+เบรค2	2.03	2.63697	3.53481233	15.5	198.1	
	ไม่ทอดไปพัดลม เท่านั้น	no load+กระชาก	0.55	0.71445	0.95770777	4.9	199	
		no load+คองที	0.33	0.42867	0.57462466	3.9	200	
		no load+เบรค	2.1	2.7279	3.65670241	17	200	
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน run มอเตอร์เปล่า	วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่พู่เลย์แล้วจะนำทอร์กมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้						

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(out put) [kW]	p(out put) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสีข้าว [นาที]	
ลูกหินขัด	ทดทั้งระบบ	no load+กระชาก							
		no load+คองที่1	1.33	1.7828418			1115		
		no load+คองที่2	1.36	1.8230563			1116		
		no load+เบรค2							
		no load+เบรค3							
		with load1	1.5	2.0107239			1113		
		with load2	1.39	1.8632708			1100	1.31	
		with load3	1.38	1.849866			1099	1.36	
	ทดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+คองที่1	1.57	2.1045576			1132		
		no load+คองที่2	1.26	1.689008			1132		
		no load+เบรค1	0.98	1.3136729					
		no load+เบรค2	0.39	0.5227882			1132		
		no load+เบรค3	0.37	0.4959786					
		no load+เบรค4	0.72	0.9651475			1118		
		no load+เบรค5	0.82	1.0991957					
		no load+เบรค6	1.28	1.7158177			1119		
	ไม่ทอดไปพัดลม เท่านั้น	no load+คองที่	1.21	1.6219839			1131		
		no load+เบรค1	0.69	0.924933					
		no load+เบรค2	0.42	0.5630027					
	มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน run มอเตอร์เปล่า	วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่พู่เสยแล้วจะนำทอร์กมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้						

พุ่มย์ 6 inches วัต in put by inverter

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(input) [kW]	p(in put) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	Power Factor	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสีข้าว [นาที]
ลูกหินขัด	ทดทั้งระบบ	no load+กระชาก							
		no load+คองที่1	2.344435	3.142675	4.7	384	0.75	1097	
		no load+คองที่2	2.394317	3.20954	4.8	384	0.75	1097	
		no load+เบรค1							
		no load+เบรค2							
		with load1	2.977308	3.991029	6	382	0.75	1089	1.48
		with load2	3.02693	4.057547	6.1	382	0.75	1088	1.5
	ทดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+กระชาก							
		no load+คองที่	2.11685	2.837601	4.2	388	0.75	1108	
		no load+เบรค1							
	ไม่ทอดไปฟัดลม เท่านั้น	no load+กระชาก							
		no load+คองที่							
		no load+เบรค							
	run มอเตอร์เปล่า	no load+คองที่	2	2.680965	4.1	383	0.75		
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์คต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน run มอเตอร์เปล่า	วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่พุ่มย์แล้วจะนำทอร์คมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้							

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(output) [kW]	p(output) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	Power Factor	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสีข้าว [นาที]	
ลูกหินขัด	ทอดทั้งระบบ	no load+กระชาก								
		no load+คองที่1	1.64	2.198391						
		no load+คองที่2	1.64	2.198391						
		no load+เบรค1								
		no load+เบรค2								
		with load1	2.24	3.002681					1.48	
		with load2	2.21	2.962466					1.5	
	ทอดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+กระชาก								
		no load+คองที่	1.93					1108		
		no load+เบรค1								
	ไม่ทอดไปพัดลม เท่านั้น	no load+กระชาก								
		no load+คองที่								
		no load+เบรค								
	run มอเตอร์เปล่า	no load+คองที่								
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน run มอเตอร์เปล่า		วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่หูสเลย์แล้วจะนำทอร์กมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้							

พู่เลย์ 8 inches วัต in put by inverter

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(input) [kW]	p(in put) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	Power Factor	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสัข้าว [นาที]	
ลูกหินขัด	ทอดทั้งระบบ	no load+กระชาก								
		no load+คงที่	2.335602	3.130834	5.8	310	0.75	1099		
		no load+เบรค1								
		no load+เบรค2								
		no load+เบรค3								
		with load1	3.22152	4.318391	8	310	0.75	1078	1.41	
		with load2	2.979906	3.994512	7.4	310	0.75	1079	1.39	
	with load3									
	ทอดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+กระชาก								
		no load+คงที่	1.760405	2.359792	4.4	308	0.75	1103		
		no load+เบรค1								
	ไม่ทอดไปพัดลม เท่านั้น	no load+กระชาก								
		no load+คงที่								
	รบก มอเตอร์เปล้า	no load+เบรค								
no load+คงที่		2	2.680965	4.1	383	0.75				
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน รบก มอเตอร์เปล้า		วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่พู่เลย์แล้วจะนำทอร์กมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้							

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(output) [kW]	p(output) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	Power Factor	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสัปดาห์ [นาที]	
ลูกหินขัด	ทอดทั้งระบบ	no load+กระชาก								
		no load+คงที่	1.89	2.533512				1099		
		no load+เบรค1								
		no load+เบรค2								
		no load+เบรค3								
		with load1	2.82	3.780161				1078	1.41	
		with load2	2.47	3.310992				1079	1.39	
	with load3									
	ทอดจากมอเตอร์ มาลูกหินขัดเท่านั้น	no load+กระชาก								
		no load+คงที่	1.83	2.453083				1103		
		no load+เบรค1								
	ไม่ทอดไปพัดลม เท่านั้น	no load+เบรค2								
		no load+กระชาก								
		no load+คงที่								
รอก มอเตอร์เปล้า	no load+เบรค									
	no load+คงที่									
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน รอก มอเตอร์เปล้า		วัดค่าไม่ได้ เนื่องจากใส่ทุลเหี้ยนแล้วจะนำทอร์กมาต่อวัดตรงกับมอเตอร์ไม่ได้							

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(input) [kW]	p(in put) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสีข้าว [นาที]
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน run มอเตอร์เปล่า	no load+กระชาก	0.7	0.9383378	I ไม่กระชาก	391		
		no load+คองที่1	1.3	1.74262735	4.4	391		
		no load+คองที่2	1.7	2.27882038	5.4	391		
		no load+เบรค	0.9	1.20643432	19.3	387		

จุดที่วัด	หมายเหตุ	รูปแบบงาน	p(out put) [kW]	p(out put) [hp]	I [Amp.]	V [Volts]	ความเร็วรอบ [rpm]	เวลาในการสีข้าว [นาที]
มอเตอร์ 5 hp	ทอร์กต่อตรงวัด เพลลาของมอเตอร์ ไม่ทอดสายพาน run มอเตอร์เปล่า	no load+กระชาก	2.53	3.39142091				
		no load+คองที่1	1.78	2.38605898				
		no load+คองที่2	1.82	2.43967828				
		no load+เบรค1	0.71	0.95174263				
		no load+เบรค2	1.02	1.36729223				
		no load+เบรค3	1.34	1.79624665				

เอกสารอ้างอิง

1. กณภัทร์ สุทธิวงศ์,ปริญญา สวัสดิ์,พณิน สนวนานนท์ และเอกวีร์ พูลสวัสดิ์.2543. “ชุดทดสอบกำลังของเครื่องจักรกลเกษตรขนาดเล็ก.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
2. สุปรียา แสงบุญ และสุภาพร บุญเหมือน.2540. “การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ทดสอบเครื่องยนต์ขนาด 5-15 แรงม้า.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
3. จรุงพงศ์ เทียมประทีป.2550. “การศึกษาวิธีทดสอบเครื่องสี่ขาขนาดเล็ก.” รายงานวิชาเทคนิคการทดสอบและประเมินผลเครื่องจักรกลเกษตร.:1-15
4. Gary Krutz,Lester Thompson and Paul Claar.1984.Design of Agricultural Machinery.Canada:John Wiley & Sons,Inc.
5. D.W. Smith , B.G. Sims and D.H. o'Neill.1994.Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment(Principles and practices).Italy:Food and Agricultural Organization of the United Nations.
6. นายจิรพล แก่นทอง.2552.วิธีคิดค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ.[Online].Availble:
<http://www.mea.or.th/internet/ERcal/ERCalculate.xls>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้