



## เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

MULTI-PURPOSE AGRICULTURAL FURROW OPENER

จิราวัฒน์ ม่วงทองคำ

JIRAWAT MAUNGTHONGKUM

ปรเมศวร์ รักพริก

PORAMAT RAKPRIK

โสทรญา แก้ววัดปริง

SORAYA KAEOWATPRING

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

MULTI-PURPOSE AGRICULTURAL FURROW OPENER

จิราวัฒน์ ม่วงทองคำ

JIRAWAT MAUNGTHONGKUM

ปรเมศวร์ รักพริก

PORAMAT RAKPRIK

โสทรญา แก้ววัดปริง

SORAYA KAEOWATPRING

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MULTI-PURPOSE AGRICULTURAL FURROW OPENER

JIRAWAT MAUNGTHONGKUM

PORAMAT RAKPRIK

SORAYA KAEOWATPRING

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT  
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON

2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์  
PROJECT TITLE MULTI-PURPOSE AGRICULTURAL FURROW OPENER  
ชื่อนักศึกษา นายจิราวัฒน์ ม่วงทองคำ รหัสนักศึกษา 62201038  
นายปรเมศวร์ รักพริก รหัสนักศึกษา 62201064  
นางสาวไศรญา แก้ววัดปริง รหัสนักศึกษา 62201095  
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์  
ปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ดิษฐ์พร ตุงโสธานนท์	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 9 มิถุนายน 2566 เวลา 12.30 – 13.30 น.  
สถานที่สอบ ห้องสอบ ห้อง B 213

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์	
ชื่อนักศึกษา	นายจิราวัฒน์ ม่วงทองคำ	รหัสนักศึกษา 62201038
	นายปรเมศวร์ รักพริก	รหัสนักศึกษา 62201064
	นางสาวโศรญา แก้ววัดปริง	รหัสนักศึกษา 62201095
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์	
ปริญญานิพนธ์		

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์โดยสามารถเปิดร่องสำหรับซ่อมแซมท่อน้ำฝังดินที่แตกและสร้างร่องน้ำ ทำการทดลองภาคสนามด้วยการใช้ใบมีดเปิดร่อง (2” 3” 4” และผสม (2”&4”)) ความลึก (10 และ 20 cm ) และความเร็รรอบชุดเปิดร่อง (180 200 และ 220 rpm) พบว่าแรงบิดที่ใบผสมมีค่าน้อยกว่าใบมีดแบบอื่นเนื่องจากการคายดินได้เร็วกว่าใบเดี่ยว เครื่องเปิดร่องสามารถทำงานที่ความลึก 10 cm ได้เร็วกว่า 20 cm ความเร็รรอบชุดเปิดที่ 180 rpm ต่ำเกินไปทำให้เครื่องยนต์ดับกะทันหันจึงไม่เหมาะกับการนำมาใช้กับเครื่องเปิดร่องนี้

**คำสำคัญ:** ใบมีดเปิดร่อง, แรงบิด, ความเร็รรอบ

<b>Project Title</b>	Multi-purpose Agricultural Furrow Opener	
<b>Student</b>	Mr. Jirawat Maungthongkum	<b>Student ID</b> 62201038
	Mr. Poramat Rakprik	<b>Student ID</b> 62201064
	Miss Soraya Kaeowatpring	<b>Student ID</b> 62201095
<b>Degree</b>	Bachelor of Engineering	
<b>Program</b>	Mechanical Engineering	
<b>Project Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Chompoonud Kulketwong	

## ABSTRACT

The objective of this project was to design and create a multi-purpose agricultural furrow opener that can be used to open trenches for repairing the broken underground water pipes and fabricating ditches. Field testing was performed by varying the different opening furrow blade types (2", 3", 4", and mixed blades (2"&4")), the depth (10 and 20 cm), and the speed of the furrow blade set (180, 200 and 220 rpm). The results showed that the torque applied to the combination blades was lower than that of the other blade types due to the faster release of soil. The machine was able to operate at 10 cm deep that faster than 20 cm. The 180-rpm speed was too low, which caused the engine to stop, so it is not appropriate to operate this machine.

**Keywords:** trench opener blades, torque, rotational speed.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์ อาจารย์  
ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ และ ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโศธานนท์ ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ร่วม ที่ให้  
คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ความรู้ต่างๆ ตลอดจนขั้นตอนและวิธีการในการทำปริญญาานิพนธ์  
ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ได้แก่ เสก เวฟ บ่อม เสี่ยไนท์ เอก ต้ม นุ่น บ่อม โก้เล็ก โก้ใหญ่ ฟ้า แพร คิม  
โบว์ มอส โย บอย น้องฟอร์ด น้องบาส น้องเฟิร์ส น้องอาร์ต น้องเอกและแก๊งค์หอหลง ที่คอยช่วยใน  
การทดลองภาคสนามและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน รวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้การจัดทำปริญญาานิพนธ์นี้  
สำเร็จลุล่วง และบุคคลที่ขาดไม่ได้คือ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและเป็นทีเคารพรัก ที่คอยให้การ  
สนับสนุนและกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และคณะ  
ผู้จัดทำหวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มีก็น้อยต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับเครื่องเปิดร่อง  
ดินเกษตรรอนเนกประสงค์

จิราวัฒน์ ม่วงทองคำ  
ปรเมศวร์ รักพริก  
โศรญา แก้ววัดปริง  
มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินการ	2
1.7 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การชูดิน	4
2.2 แรงบิด	8
2.3 สายพานส่งกำลัง	8
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	13
3.1 การออกแบบเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์	13
3.2 การสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์	14
3.3 การสร้างชุดเปิดร่องดิน	17
3.4 การติดตั้งชุดควบคุม	23
3.5 การทดลองภาคสนาม	25
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	29
4.1 ผลการหาความชื้นและค่าแรงทางทะลุดิน	29
4.2 ผลการทดลองหาแรงบิดที่เกิดขึ้น	29
4.3 ลักษณะการคงรูปของหลุมที่ทำการขุด	44
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	47
5.2 ปัญหาที่พบ	47
5.3 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	50
ภาคผนวก ก เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์	51
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต	80
ภาคผนวก ค โปรแกรม LabVIEW 2015	83
ภาคผนวก ง ตารางผลการทดลอง	88
ประวัติผู้เขียน	94

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงาน	3
3.1	ลำดับสู่การทดลอง	26
4.1	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ใบมีดเปิดร่องดินต่างกัน	30
4.2	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อความเร็วรอบชุดเปิดร่องดินต่างกัน	37
4.3	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของร่อง	45
ข.1	ต้นทุนการผลิต	81
ข.2	ต้นทุนขายทางการตลาด	82
ง.1	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 180 rpm ชุดลึก 10 cm	89
ง.2	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 200 rpm ชุดลึก 10 cm	89
ง.3	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 220 rpm ชุดลึก 10 cm	89
ง.4	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 180 rpm ชุดลึก 20 cm	90
ง.5	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 200 rpm ชุดลึก 20 cm	90
ง.6	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 220 rpm ชุดลึก 20 cm	90
ง.7	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2" ที่เปิดร่อง 10 cm	91
ง.8	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2" ที่เปิดร่อง 20 cm	91
ง.9	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3" ที่เปิดร่อง 10 cm	91
ง.10	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3" ที่เปิดร่อง 20 cm	92
ง.11	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4" ที่เปิดร่อง 10 cm	92
ง.12	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4" ที่เปิดร่อง 20 cm	92
ง.13	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2"& 4" ที่เปิดร่อง 10 cm	93
ง.14	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2"& 4" ที่เปิดร่อง 20 cm	93

## สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังการดำเนินงาน	2
2.1	แบคโฮ	4
2.2	รถขุดทำร่อง	5
2.3	แครมเซล	5
2.4	แครกไลย์	5
2.5	เพาเวอร์ชัฟเฟิล	6
2.6	รถตักล้อยาง	6
2.7	รถตักตีนตะขาบ	7
2.8	บลูโตเซอร์	7
2.9	สแคปเปอร์	7
2.10	ชุดส่งกำลังตัวขับ A ส่งกำลังผ่านสายพานไปยังตัวตาม B	8
3.1	เครื่องเปิดร่องดินที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2020	13
3.2	ตัวต้นสายพาน	15
3.3	แบบร่างโครงสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรรอกเนกประสงค์	15
3.4	โครงสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรรอกเนกประสงค์	15
3.5	เพลาล้อหน้า	16
3.6	เพลาล้อหลัง	16
3.7	โครงสร้างเครื่องเปิดร่องเกษตรรอกเนกประสงค์	16
3.8	แบบร่างอุปกรณ์ Safety เครื่องเปิดร่องเกษตรรอกเนกประสงค์	17
3.9	อุปกรณ์ Safety เครื่องเปิดร่องเกษตรรอกเนกประสงค์	17
3.10	ใบมีด Crusher	18
3.11	แบบร่างแขนขุดเปิดร่องดิน	19
3.12	แขนขุดเปิดร่องดิน	19
3.13	ชุดโครงเปิดร่องดิน	19
3.14	รูใส่نواتยึดใบมีด	20
3.15	ขุดเปิดร่องดิน	20
3.16	ขวยึดขุดเปิดร่อง	20
3.17	ขาจับไหลดเซลล์	21

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.18	ประกอบชุดโพลดเซลล์	21
3.19	ประกอบชุดเปิดร่องดิน	21
3.20	ใบมีด Crusher ขนาด 4”	22
3.21	เครื่อง Honda GX390 13 hp ประกอบกับพู่เล่ย์	22
3.22	ติดตั้งตัวดันสายพาย	22
3.23	ติดตั้งพู่เล่ย์กับสายพาน	23
3.24	การติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากับเฟืองโซ่	24
3.25	การต่อวงจรควบคุมเครื่องเปิดร่องดินเกษตรرونกประสงค์	24
3.26	เครื่องเปิดร่องดิน	27
3.27	วัตรอบที่จะทดลอง	27
3.28	โปรแกรม LabVIEW 2015	27
3.29	ลักษณะร่องที่ขุด ความลึก และความกว้างของหลุม	28
4.1	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 180 rpm ชุดลึก 10 cm	29
4.2	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 200 rpm ชุดลึก 10 cm	32
4.3	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 220 rpm ชุดลึก 10 cm	33
4.4	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 180 rpm ชุดลึก 20 cm	34
4.5	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 200 rpm ชุดลึก 20 cm	35
4.6	แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 220 rpm ชุดลึก 20 cm	36
4.7	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2” ที่ร่องเปิด 10 cm	37
4.8	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2” ที่ร่องเปิด 20 cm	40
4.9	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3” ที่ร่องเปิด 10 cm	40
4.10	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3” ที่ร่องเปิด 20 cm	41
4.11	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4” ที่ร่องเปิด 10 cm	42
4.12	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4” ที่ร่องเปิด 20 cm	42
4.13	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบผสม(2”&4”) ที่เปิดร่อง 10 cm	43
4.14	แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบผสม(2”&4”) ที่เปิดร่อง 20 cm	43
4.15	ลักษณะการคงรูปของร่องด้วยใบเปิดร่อง 2”	44
4.16	ลักษณะการคงรูปของร่องด้วยใบเปิดร่องแบบผสม	45
ก.1	เครื่องเปิดร่องดินเกษตรرونกประสงค์	52

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ก.2	เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์ (ต่อ)	53
ก.3	องค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องเปิดร่องดิน	54
ก.4	โครงเครื่องเปิดร่องดิน	55
ก.5	ชุดแขนเปิดร่องดิน	56
ก.6	ตัวยึดใบมีด	57
ก.7	อุปกรณ์ Safety	58
ก.8	เพลาล้อ	59
ก.9	ล้อหลัง	60
ก.10	ล้อหน้า	61
ก.11	ตัวดันสายพาน	62
ก.12	เพลาล้อ	63
ก.13	เพลาล้อ	64
ก.14	เพลากร่องเปิดร่องดิน	65
ก.15	เพลากร่องเปิดร่องดิน	66
ก.16	ฟูล์เลย์ 3”	67
ก.17	ฟูล์เลย์ 12”	68
ก.18	ฟูล์เลย์ 14”	69
ก.19	เครื่องยนต์	70
ก.20	กล่องคอนโทรล	71
ก.21	มอเตอร์	72
ก.22	เฟือง 49 ฟัน	73
ก.23	เฟือง 44 ฟัน	74
ก.24	เฟือง 9 ฟัน	75
ก.25	โซ่รถจักรยานยนต์	76
ก.26	ตลับลูกปืนตุ้กตา	77
ก.27	โพลดเซลล์	78
ก.28	ใบมีด Chuser	79
ค.1	หน้าโปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง	84

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ค.2	หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง	85
ค.3	หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง (ต่อ)	86
ค.4	หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง (ต่อ)	87



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเพาะปลูกในปัจจุบันนิยมวางท่อแบบฝังใต้ดินเพื่อป้องกันการเสียหายจากเครื่องจักรกลเกษตร และความร้อนจากแสงแดด โดยวางท่อประธานและท่อรองประธานที่หัวแปลง ที่ระดับความลึก 25-50 cm [1-2] และเมื่อระบบน้ำมีการใช้งานท่อที่ฝังดินซึ่งโดยส่วนใหญ่ ในระบบทางการเกษตรจะนิยมเลือกใช้ท่อ PVC การเกษตรชนิดสีเทา ซึ่งมีราคาถูกแต่มีโอกาสเกิดการเสียหายง่ายกว่า ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องมีการขุดและเปิดพื้นผิวดินด้านบนของท่อ PVC นั้นเพื่อทำการซ่อมแซม โดยใช้แรงงานคนหรือรถแบคโฮขนาดเล็กเพื่อดำเนินการ ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและเวลา จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่าในประเทศไทยมีการนำเครื่องมือเพื่อช่วยในการเปิดผิวดินและขุดร่องดินมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน แต่เครื่องมือโดยส่วนใหญ่จะนำเข้ามาจากต่างประเทศ มีทั้งแบบจานหมุนติดใบมีด และโซ่ติดใบมีด มีความสามารถขุดร่องดินได้ความกว้าง 20-30 cm [1] นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเครื่องเปิดร่องดินด้วยใบมีดแบบต่างๆ อาทิ เช่น disk shoe shovel หรือ hoe ซึ่งสามารถทำงานได้หลากหลายโดยไม่ทำลายหน้าดินในพื้นที่เพาะปลูกแบบไม่ไถพรวน [3-12] แต่เครื่องมือส่วนมากมีขนาดใหญ่และใช้ต้นทุนกำลังจากรถแทรกเตอร์ [7] ซึ่งเครื่องจักรเหล่านี้จะมีขนาดใหญ่เหมาะกับพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ในต่างประเทศมากกว่าการนำเอามาใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมพืชสวนของไทย

จากประเด็นปัญหาดังกล่าวทำให้ในขั้นตอนการเปิดผิวดินและขุดร่องดินด้วยเครื่องจักรในพื้นที่แปลงเกษตรพืชสวนของประเทศไทยยังคงประสบปัญหาอยู่ ดังนั้นโครงการนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบ สร้างเครื่องเปิดร่องดินสำหรับนำมาใช้ในด้านเกษตรเพื่อลดแรงงานและลดระยะเวลาในการทำงาน

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์ขนาดเล็ก

### 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

- 1.3.1 เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์สามารถเปิดร่องดินโดยใช้ใบมีด 2” ทอร์คจะมากและใช้ใบมีด 4” ทอร์คจะน้อย

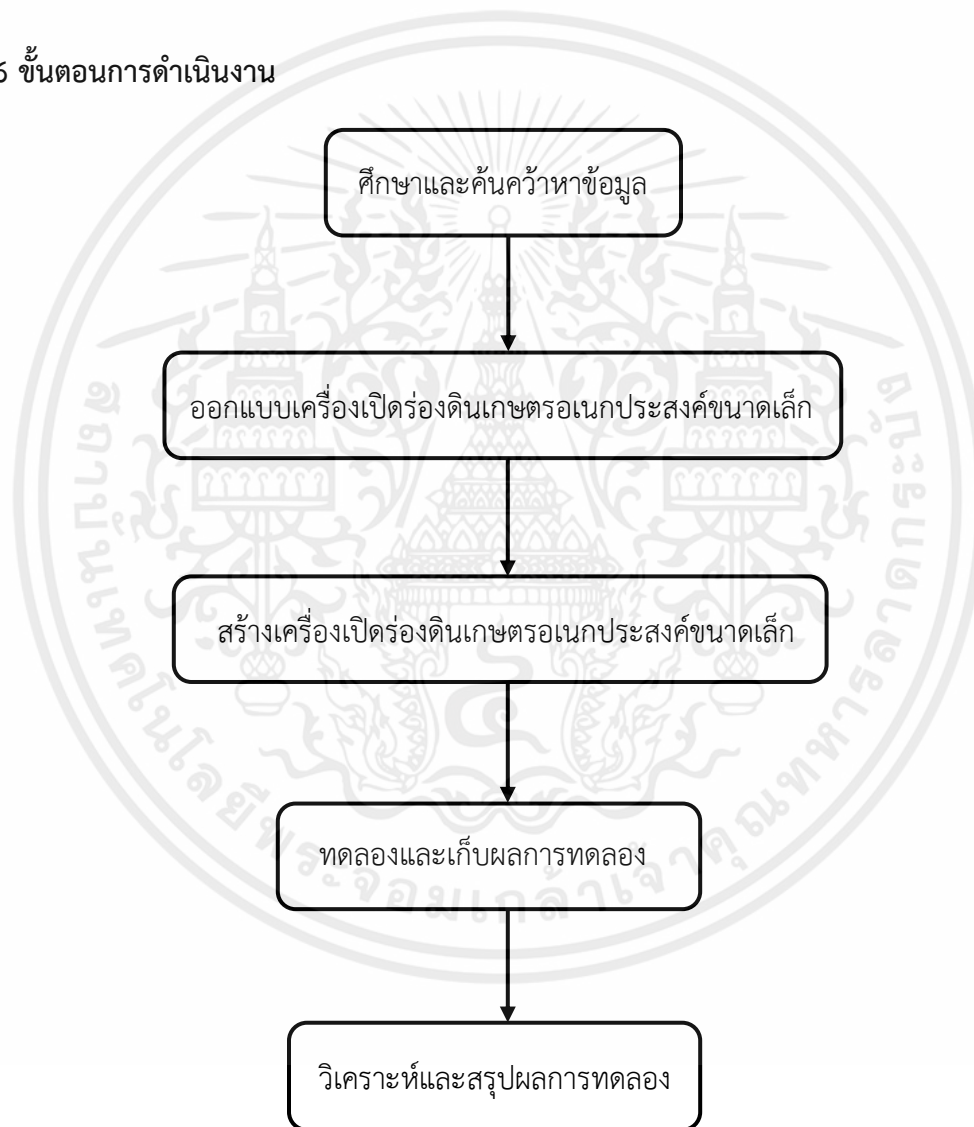
#### 1.4 ขอบเขตของโครงการ

- 1.4.1 เครื่องเปิดร่องดินสามารถใช้งานกับใบมีด 2” 3” และ 4”  
 1.4.2 เครื่องเปิดร่องดินสามารถขุดร่องได้ลึกไม่เกิน 50 cm

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 เครื่องเปิดร่องดินเกษตรรอนอกประสงค์ขนาดเล็ก

#### 1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.7 แผนการดำเนินงาน

### ตารางที่ 1.1 แผนดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน 2565-2566									
	2565					2566				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.รวบรวมและศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	←→									
2.ออกแบบและสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์	←→									
3.ทดลองและแก้ไข	←→									
4.วิเคราะห์ผลและสรุปผล	←→									
5.ทำเล่มปริญญานิพนธ์	←→									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรม และหลักการต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับโครงการนี้

### 2.1 การขุดร่องดิน

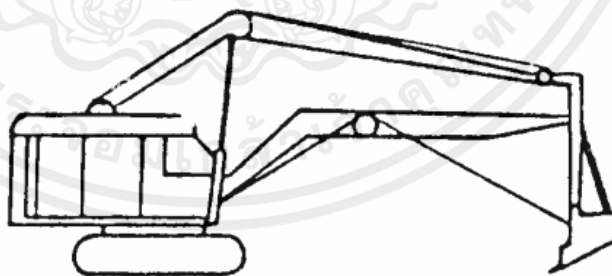
ในการก่อสร้างวางท่อหรือท่อลอดและการดันท่อหรือการควบคุมระดับน้ำใต้ดิน ข้อมูลของสภาพดินใต้พื้นที่ที่ทำงานมีความจำเป็นมากทั้งในการออกแบบและการก่อสร้าง ความหนาของแต่ละชั้นดินตลอดจนระดับน้ำใต้ดินในบริเวณที่ฝังท่อต้นอาจใช้ที่ขุดมือ (Hand Augers) หรือใช้ Sounding rods แต่หากมีการก่อสร้างท่อซึ่งมีความลึกมากอาจต้องให้เครื่องมือที่มีเครื่องจักรกลช่วย [13]

#### 2.2.1 เครื่องจักรที่ใช้ในการขุดดิน

การใช้เครื่องจักรกลควรพิจารณาถึงชนิด และปริมาณของวัสดุที่ต้องขุดความกว้างและความลึกของร่องที่ต้องการ ข้อจำกัดของขนาดที่กำหนดในแบบ ขนาดท่อ พื้นที่การทำงานและการวางดินที่ขุดได้ เครื่องจักรกลที่ใช้เกี่ยวกับงานขุดดินโดยทั่วไปมีดังนี้

##### 2.2.1.1 แแบคโฮ (Backhoe)

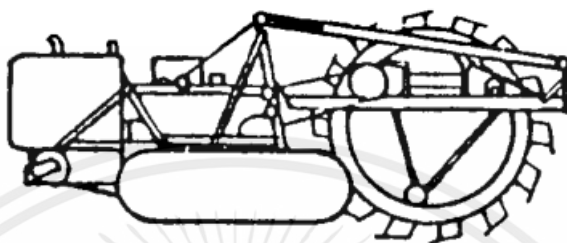
สามารถขุดดินได้เกือบทุกชนิดจนถึงลูกรัง ใช้ฉากร่องดินหรือแนวคลองได้ดี  
พอควร ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แแบคโฮ [13]

### 2.2.1.2 รถขุดทำร่อง (Trencher)

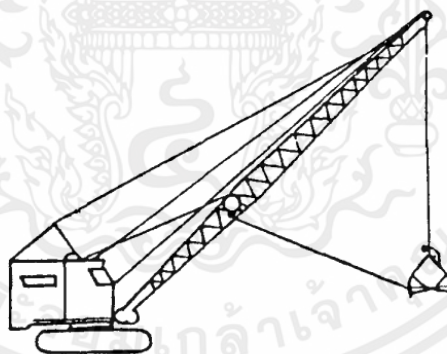
ใช้ขุดร่องคูดินที่มีขนาดคงที่ชนิดของดินที่ขุดมีความหนาแน่นปานกลาง และสามารถทรงตัวอยู่ในแนวตั้งได้เอง โดยไม่ต้องมีการค้ำยันผนังดินด้านข้างให้ขนาดของร่องดินที่เรียบร้อยและลึกเท่ากับช่วงแขนของวงล้อขุดขุดที่จะหยั่งลงไป ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้เพราะมีข้อจำกัดมากกว่าดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 รถขุดทำร่อง [13]

### 2.2.1.3 แครมเชล (Clamshell)

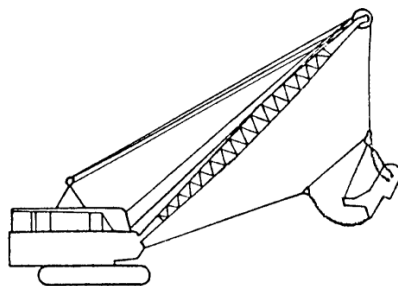
ใช้ขุดตักดินซึ่งมีลักษณะทิศทางการเคลื่อนตัวของกะบะตักไปในแนวตั้ง โดยกะบะตักจะถูกทิ้งตัวลงในดินที่จะขุด แล้วน้ำหนักตัวเองมันจะกดตัวจมในดินแล้วจึงจับดินขึ้นมาเหมาะสมกับงานที่ต้องขุดในทางตั้งที่ลึกและมีพื้นที่จำกัดดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แครมเชล [13]

### 2.2.1.4 แครกไถ่ (Dragline)

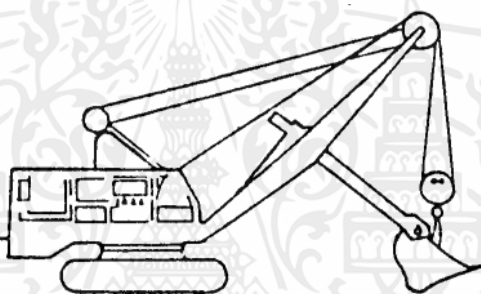
ใช้ขุดดินได้ทุกประเภท มีรัศมีทำการขุดห่างจากตัวเครื่องจักรไกลกว่าเครื่องขุดชนิดอื่น ๆ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แครกไถ่ [13]

#### 2.2.1.5 เพาเวอร์ชัฟเฟิล (Power Shovel)

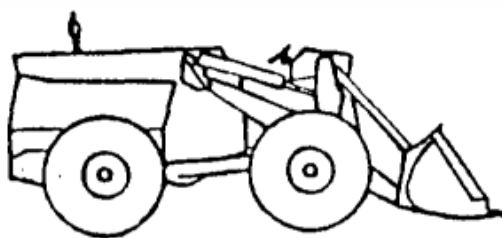
ใช้ตักรัดที่กองวางอยู่ในระดับพื้นที่หรืออยู่สูงในลักษณะของหน้าผา และมีความหนาแน่นสูงและแข็งตัว กะบะตักจะเคลื่อนตัวคล้ายกับปลั้วตักดินดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เพาเวอร์ชัฟเฟิล [13]

#### 2.2.1.6 รถตักล้อยาง (Wheel Loader)

ใช้ตักรัดที่ร่วนรุย มีช่วงทำการที่น้อยกว่า power shovel แต่ทำงานคล่องแคล่วและรวดเร็วกว่าดังรูปที่ 2.6

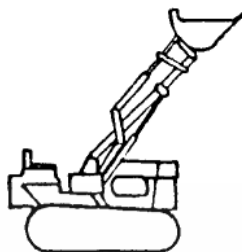


รูปที่ 2.6 รถตักล้อยาง [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1.7 รถตักดินตะขาบ (Crawler Loader)

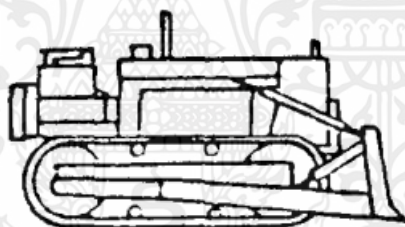
มีความสามารถตักดินที่มีความแน่นสูงกว่ารถตักล้ออย่างดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 รถตักดินตะขาบ [13]

### 2.2.1.8 บลูโดเซอร์ (Bulldozer)

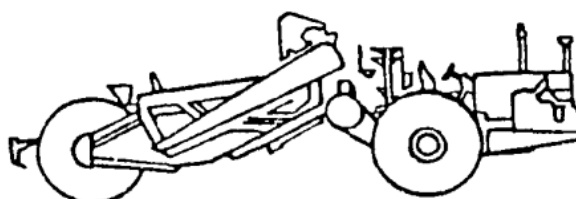
ใช้กับงานมีความทุรกันดารทุกรูปแบบ ใช้ได้กับการขุดคลองซึ่งมีขนาดกว้างพอที่เครื่องจักรจะลงได้โดยทำงานในพื้นที่ที่มีความลาดชันได้มากกว่าเครื่องจักรชนิดอื่นดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 บลูโดเซอร์ [13]

### 2.2.1.9 สแคปเปอร์ (Scraper)

ใช้สำหรับขนย้ายดินที่มีให้พ้นจากบริเวณหน้างาน ปริมาณดินที่เก็บกวาดไปจะได้ปริมาณที่สูงกว่าเครื่องจักรอื่นโดยทั่วไปดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 สแคปเปอร์ [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 แรงบิด

ในการเคลื่อนที่แบบวงกลม แรงที่ใช้ในระยะรัศมีที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของการหมุน แรงบิดสามารถหยุด เริ่ม หรือเปลี่ยนทิศทางของการเคลื่อนที่เป็นวงกลม มันคือ "แรงไม่สมดุล" ของการเคลื่อนที่แบบวงกลม [14]

$$T = F \times D \quad (2.1)$$

โดยที่  $T$  คือ แรงบิด (Nm)

$F$  คือ แรง (N)

$D$  คือ รัศมี (m)

## 2.3 สายพานส่งกำลัง

อัตราทดสายพาน คือ การที่มีการส่งกำลังจากตัวขับ (Driver ณ จุดที่ A) มาตำแหน่งตัวถูกขับ (Driven ณ จุดที่ B) ผ่านพู่เลย์ และสายพาน ส่งกำลัง ซึ่งจะทำให้รอบ และแรงบิดเปลี่ยนไป มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพู่เลย์ตัวขับ และตัวตาม หาได้จากสมการที่ (2.2) และรูปที่ 2.10 [15]



รูปที่ 2.10 ชุดส่งกำลังตัวขับ A ส่งกำลังผ่านสายพาน ไปยังตัวตาม B [15]

$$i = \frac{n_a}{n_b} = \frac{D_b}{D_a} \quad (2.2)$$

โดยที่  $i$  คือ อัตราทด (ไร้หน่วย)

$n$  คือ ความเร็วรอบของพู่เลย์ (rpm)

$D$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของพู่เลย์ (in)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาวิ และคณะ [1] ได้ทำการทดสอบเครื่องขุดร่องขนาดเล็กจากต่างประเทศ 2 แบบคือ แบบจานหมุนตีใบมีดและแบบโซ่ตีใบมีด เครื่องขุดร่องแบบจานหมุนตีใบมีดขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ 8 แรงม้า มีความเร็วในการทำงาน 0.5 m/min และ 1m/min และมีขนาดความกว้างของร่องขุด 0.20 m ลึก 0.25 m ส่วนเครื่องขุดร่องแบบโซ่ตีใบมีดขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ 11 แรงม้า มีความเร็วในการทำงาน 3.30 m/min และ 5.0 m/min และมีขนาดความกว้างของร่องขุด 0.20 m ลึก 3.0 m จากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าเครื่องขุดแบบจานหมุนแบบใบมีดใช้ได้เฉพาะค่อนข้างราบ ส่วนเครื่องขุดแบบโซ่ตีใบมีดสามารถใช้กับพื้นที่ลาดเอียงได้ และวางท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ถึง 3 นิ้ว และฝังลึกไม่เกิน 0.35 m

พงศ์ศักดิ์และสมพงษ์ [2] ได้ศึกษาการให้น้ำทางใต้ผิวดินในอ้อยโดยออกแบบระบบให้น้ำทางใต้ผิวดิน ซึ่งเป็นวิธีการให้น้ำแก่พืชโดยการให้น้ำไหลเข้าไปในท่อน้ำหยดที่ติดตั้งใต้ผิวดิน ในเขตรากอ้อยลึกจากผิวดินประมาณ 45-50 cm แต่ละหัวจ่ายห่างกัน 20 cm ปัญหาหลักที่พบจากการใช้ระบบให้น้ำแบบหยดใต้ผิวดินเกิดจากการกัดทำลายของศัตรูพืชโดยเฉพาะหนู โดยจะกัดทำลายท่อน้ำหยดที่ฝังไว้ใต้ดิน และนอกจากนี้ยังพบการตกตะกอนของน้ำภายในท่อน้ำหยดถ้าหากไม่ล้างท่ออาจก่อให้เกิดการอุดตันที่หัวจ่ายน้ำได้

Barr et al. [3] ได้วิเคราะห์และออกแบบเครื่องเปิดร่องดินแบบ bentleg opener ในการเพาะปลูกแบบไม่ไถดิน (no-till) โดยใช้วิธีการจำลองอิลิเมนต์ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกลของดินและระบบเมล็ดพืช ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าเครื่องเปิดร่องดินแบบ bentleg opener ช่วยลดการรบกวนดินในร่องและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน การออกแบบที่เหมาะสมของเครื่องเปิดร่องดินแบบ bentleg opener มีผลต่อความเร็วและความลึกที่เหมาะสม การลดการรบกวนดินช่วยให้ผิวดินในแปลงนาเรียบเนียนขึ้น ผลของการศึกษายังเสนอข้อแนะนำในการออกแบบที่เหมาะสมสำหรับการทำงานที่เร็วในระดับความลึกและความเร็วที่กำหนด ผลการศึกษานี้สามารถเพิ่มความเข้าใจในการใช้เครื่องเปิดร่องดินแบบ bentleg opener และนำไปสู่การออกแบบที่ดีที่สุดสำหรับการทำงานที่เร็วในระดับความลึกและความเร็วที่เป้าหมาย

Qin et al. [4] ได้สำรวจประสิทธิภาพ straw stubble cutting และเปิดร่องดินของเครื่องปลูกพืชแบบจอบขนาดเล็กมีความสำคัญอย่างมาก สำหรับการพัฒนาและปรับแต่งระบบปลูกพืชแบบไม่ไถพรวน (no-till seeding assemblies) สำหรับการทดสอบในสนาม ได้ทำการออกแบบและผลิตชุดของเครื่องเปิดร่องดินแบบจอบขนาดเล็ก รวมถึงตัวเจาะชนิด sliding knife notch-type disc opener, (SKO) ที่ถูกปรับแต่ง ตัวเจาะชนิด modified notch-type disc opener, (MNO) และตัวเจาะชนิด smooth-type disc opener, (SDO) โดยมีขนาดหน้าตัดสูงสุด 160 mm เพื่อทดสอบในสนาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสำหรับเครื่องเปิดร่องดินแบบจอบขนาดเล็กแบบเดียวกัน ที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของจอบแผ่นใหญ่ขึ้นจะทำให้ความลึกและความกว้างของร่องใหญ่ขึ้น สำหรับเครื่องเปิดร่องดินแบบจอบขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน SKO จะให้ความลึกและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกว้างของร่องมากกว่า MNO โดย SDO จะให้ค่าที่ต่ำที่สุด ค่าความลึกและความกว้างของร่องที่วัดได้สำหรับ SKO ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 160 mm คือ 3.52 cm และ 3.56 cm ตามลำดับ ซึ่งตรงกับข้อกำหนดในการเปิดร่องแบบไม่ไถพรวนสำหรับ CHCSD

Tessier et al. [5] ได้ศึกษาวัตถุประสงค์การวัดระดับผลกระทบของเครื่องเปิดร่องแบบไม่ใช้การไถพรวนต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดินในสภาพแวดล้อมรอบที่เพาะปลูก เทคนิคการออกแบบเครื่องเปิดร่องมีผลโดยตรงต่อการรบกวนพื้นผิวดิน ระดับการบดบังของร่อง และความต้องการน้ำในดินหลังการเพาะปลูกเมล็ดในแถว แม้ว่าอุณหภูมิในดินและพันธุ์ข้าวสาลีที่ใช้จะแตกต่างกันระหว่างการทดลองในแปลงเพาะปลูกสองแห่ง การออกแบบเครื่องเปิดร่องที่สามารถบดบังร่องเมล็ดพร้อมลือกัดดินได้อย่างเหมาะสมเป็นสิ่งที่จะก่อให้เกิดการงอกของข้าวสาลีที่ดีขึ้นเมื่อสภาวะความเครียดของน้ำในดินไม่เป็นปัญหา การศึกษานี้เสนอให้เห็นว่าการออกแบบเครื่องปลูกมีผลกระทบที่สามารถวัดได้ต่อคุณสมบัติของร่องเมล็ดพืช และข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาแนวทางที่แม่นยำสำหรับการออกแบบเครื่องเปิดร่องและลือกัดดินในอนาคต

Xiangcai et al. [6] ได้ศึกษาโครงสร้างของเครื่องเปิดร่องดินที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของดินในร่องเพาะปลูกในการปลูกพืชแบบไม่ไถพรวน ซึ่งมีผลต่อการเติบโตและผลผลิตของพืชเพื่อวิเคราะห์ผลของพารามิเตอร์ที่สำคัญของเครื่องเปิดร่องดินต่อคุณสมบัติของดินในระดับ 0-10 cm และการทำลายฟางบนผิวดิน ทำการออกแบบและทดสอบเครื่องเปิดร่องดินที่มีพารามิเตอร์โครงสร้างที่แตกต่างกัน รวมถึงความหนาของขอบตัด, เส้นโค้งของขอบตัด, penetration clearance angle และมุมตั้งเครื่องเปิดร่องดิน ภายใต้เงื่อนไขการปลูกแบบไม่ไถพรวน ใช้วิธีการทดลอง Orthogonal และการทดสอบ single factor test ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่ามุมตั้งเครื่องเปิดร่องดิน (rake angle) ความหนาของขอบตัด (cutting edge thickness) และเส้นโค้งของขอบตัด (cutting edge curve) มีผลมากต่อพื้นที่ของร่อง (cross-sectional area of furrow) และการทำลายฟางบนผิวดิน โดยมุมตั้งเครื่องเปิดร่องดินมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อความหนาแน่นมวลรวมของดิน นอกจากนี้ประเภทดินและความลึกของการทำงานยังมีผลมีนัยสำคัญต่อการทำลายดินที่เกิดจากเครื่องเปิดร่องดิน เครื่องเปิดร่องดินชนิด concave สร้างผลกระทบต่ำที่สุดต่อการทำลายดินและความหนาแน่นมวลรวมของดินในร่องเพาะปลูก และสร้างผลกระทบสูงสุดต่อการทำลายฟางบนผิวดินและช่องว่างระหว่างเมล็ดดินและน้ำ ที่มีขนาดมากกว่า 0.5 mm เมื่อมุมตั้งเครื่องเปิดร่องดินเพิ่มขึ้น ความกว้างของ seedbed และพื้นที่ของร่องลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นตามลำดับ ในขณะที่ความกว้างของ soil throw และความสูงของเนินเพิ่มขึ้น ความกว้างของ seedbed และภาคตัดขวางของร่องที่เครื่องเปิดร่องดินที่มีมุมตั้งเป็น 60° มีค่าต่ำกว่าที่มุมอื่น ๆ นอกจากนี้ เครื่องเปิดร่องดินที่ rake angle 45-60° ทำให้ความหนาแน่นของดินต่ำ การเพิ่มมุม penetration clearance angle ทำให้ช่องว่างระหว่างเมล็ดดินและน้ำที่มีขนาดมากกว่า 0.5 mm ลดลง แต่ไม่มีผลต่อช่องว่างระหว่างเมล็ดดินและน้ำที่มีขนาดน้อยกว่า 0.5 mm ความหนาของขอบตัดที่น้อยกว่า 2 mm ไม่มีผลต่อคุณสมบัติของดินใน seedbed

Munir et al. [7] ได้ศึกษาการใช้งานเครื่องเปิดร่องดินในสนามที่พัฒนาขึ้นใหม่ทั้งหมด โดยมีการปลูกข้าวสายพันธุ์ Sehar-2006 ในแปลงข้าวสาเลที่มีพางหนาแน่น มีการสร้างเครื่องเปิดร่องดินสามประเภทได้แก่ disk-type, reverse hoe-type, และ hoe-type ทำการติดตั้งเครื่องปลูกพืชแบบแผ่นพลาสติกและทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเปิดร่องดินที่ความเร็วของแทรกเตอร์ 3 ระดับ คือ 3.5 km/hr 4.75 km/hr และ 6.4 km/hr โดยประเมินผลกระทบของเครื่องเปิดร่องดินต่อการจัดการพางที่เหลืออยู่ พบว่าเครื่องเปิดร่องดินประเภท disk-type ที่มีความเร็ว 4.75 km/hr ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและผลิตผลข้าวสุกก็มีมูลค่าสูงสุด โดยช่วยลดปริมาณพางที่เหลืออยู่ในแปลงนามากกว่าเครื่องเปิดร่องดินแบบ reverse hoe-type, hoe-type

Darmora and Pandey [8] ได้พัฒนาดัชนีประสิทธิภาพสำหรับเครื่องเปิดร่องในเครื่องปลูกแบบรวมเมล็ดพันธุ์และปุ๋ย โดยพิจารณาจากผลผลิต คุณภาพพาง และพลังงานที่ป้อนเข้า การบดอัดของดินในความลึกที่เพาะปลูก เกณฑ์การกระจายของเมล็ดพันธุ์และปุ๋ยในชั้นใต้ดิน การปกคลุมดินและความหยาบของแถวถือเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของการหว่านและมีความสัมพันธ์กับอัตราการงอก การทดลองในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องเปิดร่อง 7 รุ่น โดยใช้ออกแบบ Shoe, Shovel และ hoe โดยใช้ดัชนีประสิทธิภาพ พบว่าแรงดึงสูงขึ้นเมื่อความกว้างของเครื่องเปิดร่องกว้างขึ้น ในขณะที่การแยกตัวแนวนอนและแนวตั้งระหว่างเมล็ดพันธุ์และปุ๋ยได้รับผลกระทบจากการเว้นระยะของท่อในแนวทแยง ดังนั้นเครื่องเปิดร่องดินประเภท hoe type ที่มีมุมคาบ  $30^\circ$  มีระยะห่างของท่อแนวราบ 40 mm และระยะห่างของท่อตามขวางและแผ่นกันบูตทำงานได้ดีที่สุด

Sahu et al. [9] ได้ศึกษาการเพาะปลูกพืชโดยเริ่มต้นด้วยการเตรียมแปลงให้เหมาะสม การวางเมล็ดพันธุ์และปุ๋ยในโซนที่มีความชื้นของดินอยู่ในระดับที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการเพาะปลูกพืช งานวิจัยในปัจจุบันได้นำเสนอการศึกษาความครอบคลุมของดินในร่องเมล็ดพร้อมเครื่องทำความครอบคลุมร่องที่พัฒนาขึ้นด้วยเครื่องเปิดร่อง ประสิทธิภาพการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นด้วย shovel and shoe ได้รับการทดลองในดินทรายหรือดินทรายนุ่มโดยมีความชื้นในอัตรา 10-11% (มาตรฐานความชื้น) ที่ความเร็วคงที่ 2.1 km/hr และลึก 80 mm ความแข็งของดินถูกคงไว้ระหว่าง 300-400 kPa/cm<sup>2</sup> จากการทดลองค่าแรงลากสำหรับร่องดินแบบ shovel และ ร่องดินแบบ shoe พบว่ามีค่าความต้องการแรงลากเท่ากับ 36.6 N, 41.0 N, และ 49.8 N ตามลำดับในเงื่อนไขการทดสอบ ข้อมูลการปกคลุมดินเป็นหลักฐานว่าอุปกรณ์เปิดร่องดินที่พัฒนาขึ้นนั้นให้ประสิทธิภาพการปกคลุมดินที่ดีที่สุด

Singh et al. [10] ได้ศึกษาการปลูกเมล็ดพันธุ์เครื่องเทศต้องทำร่องให้ลึกเพียงเล็กน้อย (1-3 cm) ดังนั้นเครื่องเปิดร่องจึงมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในการปลูกเมล็ด เมล็ดเครื่องเทศบางชนิด เช่น ยี่หระ, ผักชีและพริก เมล็ดมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว หากไม่รักษาความลึกในการปลูกอย่างถูกวิธีก็ส่งผลต่อการงอกของเมล็ด ดังนั้นเครื่องเปิดร่องเป็นส่วนสำคัญที่สุดเพื่อให้มีการสัมผัสระหว่างเมล็ดและดินที่เหมาะสมและการวางเมล็ดความลึกของเมล็ดพันธุ์เครื่องเทศเหล่านี้ ได้ทำการประเมินผลของความเร็วในการทำงานที่สามระดับ (1.5, 2 และ 2.5 km/hr) ความหนาของปลายด้าม (2, 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 5 mm) ความลึกในการทำงาน (15, 25 และ 35 mm) และมุมเอียง  $\alpha$  ( $30^\circ$ ,  $90^\circ$  และ  $130^\circ$ ) ต่อความต้องการแรงดึงและเปอร์เซ็นต์การเติมดินในร่องเพื่อการปรับปรุงเครื่องเปิดร่องสำหรับการปลูกเมล็ดพันธุ์ของฝักซีและฟีนูกรีก

Karayel and zmerzi [11] ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องเปิดร่องดินในการปลูกเมล็ดพืช โดยการพิจารณาการกระจายของเมล็ดภายในแปลงเพาะปลูก มีการพัฒนาเกณฑ์ใหม่ที่มีชื่อว่า "พื้นที่การกระจายเมล็ด" ซึ่งประเมินความลึกในการปลูกและการกระจายของเมล็ดไปในทิศทางแนวนอน การทดลองในสนามได้แสดงผลที่สอดคล้องกับเครื่องเปิดร่องดินตามเกณฑ์การประเมินทั้งแบบดั้งเดิมและแบบที่พัฒนาขึ้น กระบวนการประเมินแบบใหม่นี้จะช่วยอธิบายการกระจายเมล็ดในรูปแบบสองมิติในระนาบแนวตั้ง ซึ่งจะช่วยในการปรับปรุงเครื่องเปิดร่องดินเพื่อให้การวางเมล็ดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Singh et al. [12] ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องเปิดร่องดินแบบความลึกที่แตกต่างกันสำหรับเครื่องปลูกเมล็ดพืชพร้อมใส่ปุ๋ยในรูปแบบร่องที่ยกสูงมีผลดีต่อประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ย ชุดเปิดร่องดินได้รับการประเมินโดยการตรวจสอบความต้องการพลังงานในถังดินที่มีความลึก 4 ระดับ (5, 10, 15 และ 20 cm), ความเร็วการเคลื่อนที่ 4 ระดับ (1.8, 3.2, 4.3 และ 5.4 km/hr) และระดับการกดของดินสามระดับ (200, 400 และ 600 kPa/cm<sup>2</sup>) การประเมินผลงานในสนามของเครื่องเปิดร่องดินทำขึ้นในพืชข้าวสาลีสองสายพันธุ์ คือ HI-1544 (*Triticum aestivum* L.) และ HI-8663 (*T. durum*) ในการสำรวจทดลองประกอบด้วยระดับการวางปุ๋ยที่แตกต่างกัน คือการใช้ปุ๋ยผสม NPK บนพื้นผิว (T1) และ 5 cm (T2), 10 cm (T3), 15 cm (T4) และ 20 cm (T5) ผลลัพธ์ที่เปรียบเทียบสำหรับ T3 (10 cm) และ T4 (15 cm) เป็นค่าที่คงที่ แต่หากพิจารณาจากความต้องการด้านการใช้พลังงาน การใส่ปุ๋ยลึก 15 cm ต้องการแรงดันที่สูงขึ้น 47% และพลังงานที่สูงขึ้น 42% เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยลึก 10 cm

## บทที่ 3

# อุปกรณ์และวิธีการ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์และวิธีการดำเนินงาน เพื่อศึกษาการใช้หลักการไบมิตในการเปิดร่องดิน

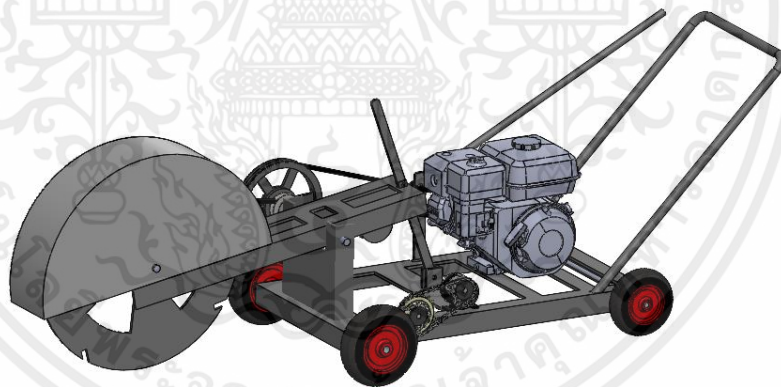
### 3.1 การออกแบบเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

#### 3.1.1. วัสดุอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ ACER NITRO 5 AN515-57-7083
2. โปรแกรม SOLIDWORKS 2020

#### 3.1.2 วิธีดำเนินการ

1. ออกแบบเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์
2. เขียนแบบชิ้นส่วนต่างๆ โดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 เครื่องเปิดร่องดินที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

### 3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เหล็กฉาก 2” ยาว 60 cm จำนวน 6 ท่อน
2. เหล็กฉาก 2” ยาว 110 cm จำนวน 2 ท่อน
3. เหล็กฉาก 2” ยาว 33 cm จำนวน 2 ท่อน
4. เหล็กฉาก 2” ยาว 32 cm จำนวน 1 ท่อน
5. เหล็กกลม 1.5” ยาว 270 cm จำนวน 1 ท่อน
6. เหล็กกลม 1” ยาว 93 cm จำนวน 1 ท่อน
7. เหล็กแบนหนา 5 mm ยาว 40 cm จำนวน 2 แผ่น
8. เหล็กแบน 1.5” หนา 3 mm ยาว 2 cm จำนวน 1 แผ่น
9. เหล็กแผ่น ขนาด 23 cm x 23 cm x 1 cm จำนวน 1 แผ่น
10. เหล็กเพลาดัน 1” ยาว 80 cm จำนวน 1 เส้น
11. เหล็กเพลาดัน 3/4” ยาว 80 cm จำนวน 2 เส้น
12. ตลับลูกปืนตุ๊กตา UCP 204-16 ขนาด 3/4” จำนวน 2 ตลับ
13. ตลับลูกปืนตุ๊กตา UCP 205-16 ขนาด 1” จำนวน 2 ตลับ
14. ลูกกลิ้งสายพาน เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm (รูปที่ 3.2)
15. ล้อหน้า ขนาด 12 นิ้ว จำนวน 2 ล้อ
16. ล้อหลัง ขนาด 10 นิ้ว จำนวน 2 ล้อ
17. เฟืองรถจักรยาน ยี่ห้อ L-faster 410 44T
18. เครื่องเชื่อม ยี่ห้อ LONGWELL รุ่น MMA 215 HDPE (Digital)
19. ลวดเชื่อม KOBE รุ่น KB-RB26 ขนาด 2.6 mm
20. สว่าน ยี่ห้อ Makita รุ่น 6412
21. ดอกสว่าน 6 mm
22. เครื่องมิลลิ่ง ยี่ห้อ PaoFonG รุ่น PF-5S
23. ดอกมิลลิ่ง 10 mm
24. เครื่องกลึง ยี่ห้อ KINWA รุ่น CHO-660x2300
25. ชุดตัดแก๊ส ยี่ห้อ Harris
26. สีฟัน ยี่ห้อ นกแก้ว
27. ถังลม ยี่ห้อ PUMA
28. กาฟนสี แบบทราย รุ่น F75G 400ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ตัวดันสายพาน

### 3.2.2 วิธีการสร้างโครงเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

1. นำเหล็กที่เตรียมไว้และเชื่อมขึ้นรูปตามแบบร่างโครงสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์ ดังรูปที่ 3.3 และ รูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แบบร่างโครงสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์



รูปที่ 3.4 โครงสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัดเหล็กเพลาด้านขนาด 1" ยาว 80 cm เพื่อทำแกนล้อและกลึงปลายเพลาทิ้งสองข้าง ให้เหลือขนาด 2 cm โดยมีระยะห่างจากปลายเพลาช้างละ 6 cm จากนั้นนำตลับลูกปืนตึกตามาสวมติดกับเหล็กเพลาด้าน 1" และนำเฟืองจักรยาน 44T มาใส่ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 เพลาล้อหน้า

3. ตัดเหล็กเพลาด้านขนาด 3/4" ยาว 80 cm เพื่อทำแกนล้อและกลึงปลายเพลาทิ้งสองข้าง ให้เหลือขนาด 2 cm โดยมีระยะห่างจากปลายเพลาช้างละ 6 cm จากนั้นนำตลับลูกปืนตึกตามาสวมติดกับเหล็กเพลาด้าน 3/4" ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 เพลาล้อหลัง

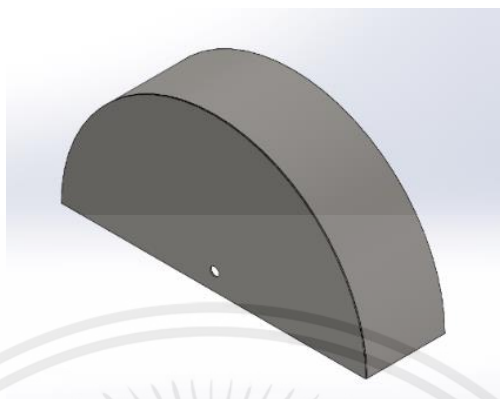
4. นำล้อหน้าและล้อหลังมาติดกับโครงจากนั้นเก็บรายละเอียดและพ่นสีโครงสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรรอนเนกประสงค์ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 โครงสร้างเครื่องเปิดร่องดินเกษตรรอนเนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำเหล็กแผ่นขนาด 400 cm x 200 cm x 0.3 cm มาตัดและยึดให้เข้ากันดังแบบร่างที่ได้กำหนดไว้ เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ Safety ดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 แบบร่างอุปกรณ์ Safety เครื่องเปิดร่องเกสรตรอนเนกประสงค์



รูปที่ 3.9 อุปกรณ์ Safety เครื่องเปิดร่องเกสรตรอนเนกประสงค์

### 3.3 การสร้างชุดเปิดร่องดิน

#### 3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เหล็กเพลลาตัน ขนาด 1" ยาว 50 cm จำนวน 1 ท่อน
2. เหล็กเพลลาตัน ขนาด 1" ยาว 33 cm จำนวน 1 ท่อน
3. เหล็กเพลลาตัน ขนาด 3/4" ยาว 6 cm จำนวน 2 ท่อน
4. เหล็กฉาก ขนาด 2" ยาว 110 cm จำนวน 2 ท่อน
5. เหล็กฉาก ขนาด 1" ยาว 7 cm จำนวน 4 ท่อน
6. เหล็กแบนหนา 5 mm กว้าง 5 cm ยาว 23 cm จำนวน 3 แผ่น
7. เหล็กแบน หนา 5 mm กว้าง 5 cm ยาว 22 cm จำนวน 2 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เหล็กแบน หนา 5 mm กว้าง 5 cm ยาว 17 cm จำนวน 2 แผ่น
9. เหล็กแผ่น 3 cm x 8 cm x 1 cm จำนวน 8 แผ่น
10. ตลับลูกปืนตึกตา UCP 205-16 ขนาด 1" จำนวน 2 ตลับ
11. ตลับลูกปืน ขนาด 63/22 ยี่ห้อ Koyo จำนวน 2 ตลับ
12. ใบมีด Crusher ขนาด 2" จำนวน 4 ใบ (รูปที่ 3.10)
13. ใบมีด Crusher ขนาด 3" จำนวน 4 ใบ (รูปที่ 3.10)
14. ใบมีด Crusher ขนาด 4" จำนวน 4 ใบ (รูปที่ 3.10)
15. โหลดเซลล์มาตรฐาน Single End Shear Beam ยี่ห้อ ZEGA รุ่น KBQS พิกัด 0-250 kg จำนวน 2 ชั้น
16. เครื่องยนต์ ยี่ห้อ Honda รุ่น GX390 13 hp
17. เหล็กแผ่น ขนาด 100 cm x 100cm x 1 cm จำนวน 1 แผ่น
18. พู่เล่ย์ขนาด 3" จำนวน 2 ชั้น
19. พู่เล่ย์ขนาด 12" จำนวน 1 ชั้น
20. พู่เล่ย์ขนาด 14" จำนวน 1 ชั้น
21. นอต M6 ยาว 15 mm จำนวน 6 ตัว
22. นอต M6 ยาว 30 mm จำนวน 4 ตัว
23. นอต M10 ยาว 15 mm จำนวน 10 ตัว
24. นอต M10 ยาว 25 mm จำนวน 25 ตัว
25. นอต M12 ยาว 25 mm จำนวน 2 ตัว

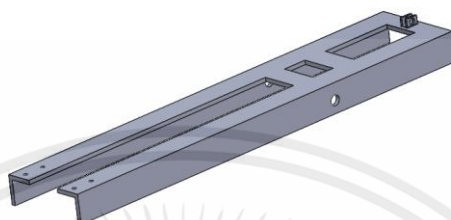


รูปที่ 3.10 ใบมีด Crusher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 วิธีการสร้างชุดเปิดร่องดิน

1. ตัดเหล็กฉาก ขนาด 2” ตามที่ได้ออกแบบไว้และนำมาเชื่อมต่อกัน เพื่อสร้างโครงชุดเปิดร่องดิน และนำเหล็กที่เชื่อมต่อกันมาเจาะรูสำหรับใส่เหล็กเพลลาตันขนาด 1” ดังรูปที่ 3.11 และรูปที่ 3.12

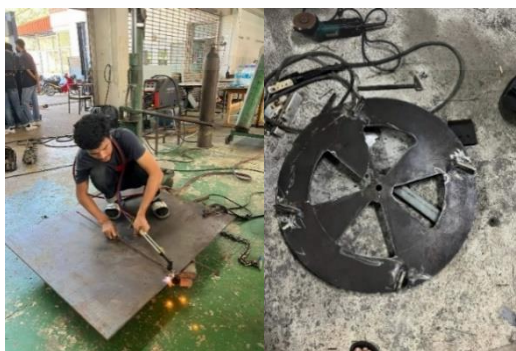


รูปที่ 3.11 แบบร่างแขนชุดเปิดร่องดิน



รูปที่ 3.12 แขนชุดเปิดร่องดิน

2. นำเหล็กแผ่นขนาด 100 cm x 100cm x 1 cm ตัดเป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 76 cm จากนั้นเจาะรูตรงกลาง ขนาด 1” ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ชุดโครงเปิดร่องดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำเหล็กแผ่นขนาด 3 cm x 8 cm x 1 cm เชื่อมต่อกันกับตัวยึดใบมีด จากนั้นทำการ เจาะรูขนาด 12 mm เพื่อใส่สกรูยึดใบมีด ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 รูใส่สกรูยึดใบมีด

4. นำเหล็กเพลลาตัน ขนาด 1" ยาว 50 cm ที่เตรียมไว้ประกอบเข้ากับโครงและชุดเปิดร่อง ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ชุดเปิดร่องดิน

5. นำเหล็กแบนยาว 70 cm เจาะรูขนาด 12 mm เพื่อทำขายึดชุดเปิดร่อง และประกอบเข้ากับโครง ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ขายึดชุดเปิดร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำเหล็กแบน ยาว 17 cm เชื่อมติดกับตลับลูกปืนขนาด 63/22 และนำเพลาดัน 3/4" มาสวมและยึดติดกับเหล็กแบนยาว 20cm จำนวน 2 ชิ้น เพื่อนำมาทำขาจับโหลดเซลล์ ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ขาจับโหลดเซลล์

7. นำขาจับโหลดเซลล์ประกอบเข้ากับโหลดเซลล์ และนำชุดเปิดร่องดินมาประกอบ ดังรูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 ประกอบชุดโหลดเซลล์



รูปที่ 3.19 ประกอบชุดเปิดร่องดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำชุดใบมีดมาประกอบกับชุดเปิดร่องดิน ดังรูปที่ 3.20



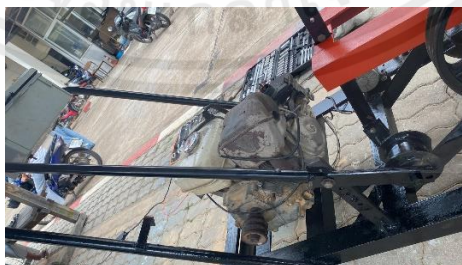
รูปที่ 3.20 ใบมีด Crusher ขนาด 4”

9. นำเครื่องยนต์ Honda GX390 13 hp มาติดตั้งกับโครงและนำพู่เลย์ขนาด 3” มาประกอบกับเครื่อง Honda ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 เครื่อง Honda GX390 13 hp ประกอบกับพู่เลย์

10. นำตัวต้นสายพานมายึดติดกับโครง ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ติดตั้งตัวต้นสายพาน

11. นำพู่เลย์ขนาด 3” และ 12” ที่เตรียมไว้มายึดกันและนำมาประกอบเข้ากับเพลาระหว่างชุดเปิดร่องกับชุดโครง และนำพู่เลย์ขนาด 14” มาประกอบกับเพลลาของชุดเปิดร่อง ดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 ติดตั้งพ่วงอยู่กับสายพาน

### 3.4 การติดตั้งชุดควบคุม

#### 3.4.1 วัสดุและอุปกรณ์

ชิ้น

1. มอเตอร์ DC 24V ยี่ห้อ Unite รุ่น MY1016Z2-24V 350W พร้อมเฟือง 9T จำนวน 1
2. กล่องคอนโทรล ขนาด 30 cm x 20 cm x 15 cm จำนวน 1 กล่อง
3. แบตเตอรี่ ยี่ห้อ BIONTO รุ่น 6-DFM-8 12V 8A จำนวน 2 ลูก
4. สายไฟ ขนาด 1.5 mm ยาว 4 m
5. เซนเซอร์วัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ OEM รุ่น 5135ZSB จำนวน 1 ชิ้น
6. สวิตช์ควบคุมเปิด-ปิดเครื่อง ยี่ห้อ SUMO รุ่น JD03-A1-A05-108
7. วอลลุ่มปรับความเร็วรอบ ยี่ห้อ Resistor รุ่น RB-0147
8. ฟิวส์ 15 A ยี่ห้อ Pacific
9. โโช ยี่ห้อ ITERA ROLLER 410
10. ปุ่มฉุกเฉิน รุ่น XB4-BS542
11. ปลั๊กฟิวส์ Fb-045u
12. สวิตช์คั่นโยก ยี่ห้อ Cam Starter รุ่น QS5-15N
13. เฟืองรถจักรยาน ยี่ห้อ L-faster 410 44T
14. เฟืองรถจักรยานยนต์ ยี่ห้อ JOMTHAI 428 49T
15. โโช ยี่ห้อ JOMTHAI 428
16. โโช ยี่ห้อ ITERA ROLLER 410

#### 3.4.2 การติดตั้งสายไฟและระบบควบคุม

3.4.2.1 ติดตั้งมอเตอร์ DC ที่มีเฟืองขับ 9T ที่ติดมากับมอเตอร์ไฟฟ้า และเฟืองตาม L-faster 410 44T จากนั้นใช้โโชเป็นตัวส่งกำลังไปยังชุดเพลาล้อหน้า ดังรูปที่ 3.23

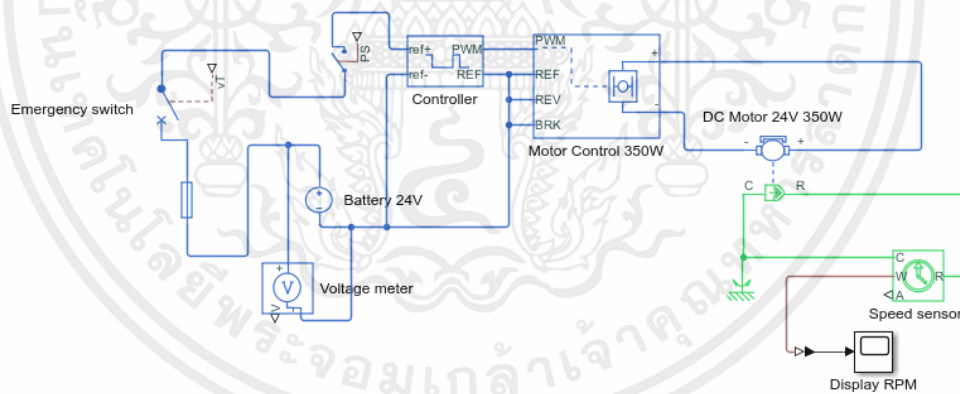
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 การติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากับเฟืองโซ่

### 3.4.2.2 การติดตั้งสายไฟและระบบควบคุม

นำสายไฟบวกและสายไฟลบที่มาจากแบตเตอรี่ที่ทำการทำงานต่ออนุกรมกันต่อเข้ากับVoltage meter และนำสายไฟบวกต่อเข้ากับฟิวส์ สายไฟบวกที่ออกจากฟิวส์เข้ากับสวิตช์Emergency เพื่อหยุดการทำงานทั้งหมด จากนั้นนำสายไฟบวกเข้ากับสวิตช์เปิด-ปิดมอเตอร์ นำสายไฟบวกจากกล่องคอนโทรลต่อเข้ากับมอเตอร์ นำสายไฟบวกและสายไฟลบต่อเข้ากับเซนเซอร์วัดความเร็วรอบ ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 การต่อวงจรควบคุมเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การทดลองภาคสนาม

#### 3.5.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ ACER NITRO 5 AN515-57-7083
2. แบตเตอรี่ ยี่ห้อ BIONTO รุ่น 6-DFM-8 12V 8A จำนวน 2 ลูก
3. น้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95
4. เครื่องวัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ TESTO รุ่น 470
5. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล Electronic Compact Scale รุ่น SF-400C
6. Power supply
7. Data acquisition NI-USB 6210
8. คอมพิวเตอร์ ASUS
9. โปรแกรม LabVIEW 2015
10. โทรศัพท์มือถือ iPhone 13 Pro 128 GB
11. โทรศัพท์มือถือ iPhone 13 128 GB
12. โทรศัพท์มือถือ iPhone 11 128 GB
13. เหล็กปักหลัก จำนวน 4 ชั้น
14. เชือกฟาง
15. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล Electronic Compact Scale รุ่น SF-400C
16. สปาตุลา
17. จอบ
18. ปากกามีจิก
19. ถูร้อน
20. Core Sampler
21. Cone Penetrometer
22. ถ้วยอบ
23. ตู้อบ
24. foil aluminum
25. ค้อนปอนด์
26. ไม้ฉากวัดมุม
27. ชุดทดลองพร้อมใบมีด
28. แบตเตอรี่ 12 V 40 A ยี่ห้อ FOCUS BATTERY รุ่น NS40L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.2 วิธีการทดลองเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์

1. ระบุพิกัด GPS ในแปลงทดลอง
2. หาค่าความแข็งของดินด้วย Cone Penetrometer
3. เก็บตัวอย่างดินด้วย Core Sampler ที่ระดับความลึก 0, 10 และ 20 cm
4. ชั่งน้ำหนักดินและใส่ถุงมัดให้แน่น
5. นำดินไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 h
6. นำดินในข้อที่ 5 มาชั่งน้ำหนักเพื่อหาความชื้นเริ่มต้น
7. ทำการสุ่มการทดลองได้ดังตารางที่ 3.1
8. ต่อแบตเตอรี่ 12 V เข้ากับโพลดเซลล์
9. สตาร์ทเครื่องยนต์และทำการเร่งเครื่องยนต์ให้มีความเร็วรอบที่ 200 rpm จากนั้นเริ่มบันทึกค่าแรงบิด และความเร็วรอบด้วยโปรแกรม LabVIEW 2015 เมื่อชุดได้ตามความยาวที่ต้องการแล้ว ทำการหยุดเครื่องยนต์ ดังรูปที่ 3.25 3.26 และ 3.27
10. เก็บข้อมูล ความกว้างและความลึกของร่อง และสังเกตลักษณะของร่องที่ขุด ดังรูปที่ 3.30
11. เปลี่ยนการทดลองตามลำดับสุ่มในตารางที่ 3.1
12. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลการทดลอง

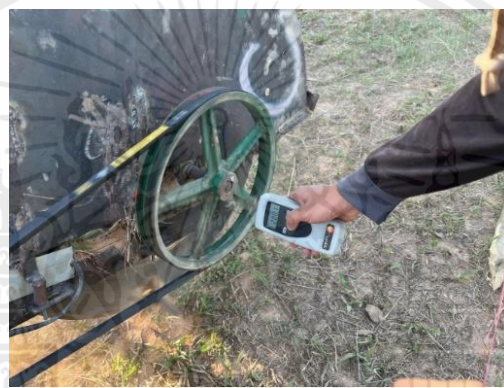
ตารางที่ 3.1 ลำดับสุ่มการทดลอง

ขนาดใบมีด	ความลึก (cm)	ความเร็วรอบ (rpm)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
4"	20	200	220	180
	10	220	180	200
2"	10	220	200	180
	20	220	180	200
3"	20	220	180	200
	10	220	200	180
2" x 4"	10	180	200	220
	20	180	200	220

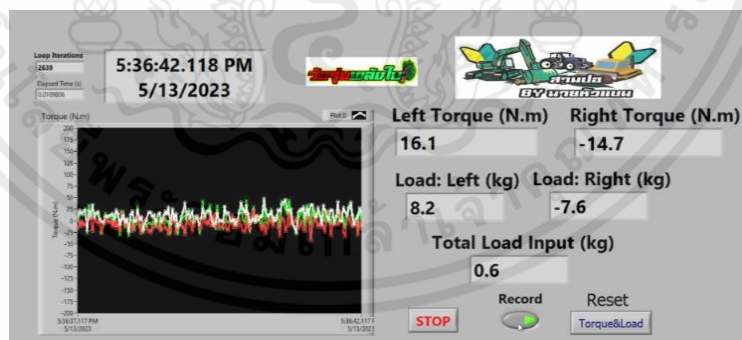
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 เครื่องเปิดร่องดิน



รูปที่ 3.27 วัดรอบที่จะทดลอง



รูปที่ 3.28 โปรแกรม LabVIEW 2015

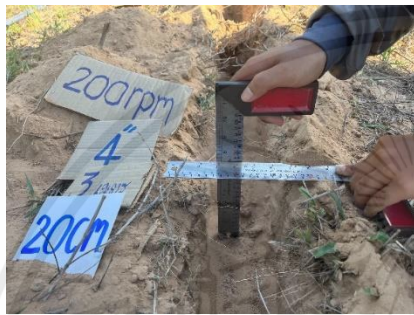
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ความลึกและความกว้างของร่องที่ 1 m



(ข) ความลึกและความกว้างของร่องที่ 2 m



(ค) ความลึกและความกว้างของร่องที่ 3 m



(ง) ความลึกและความกว้างของร่องที่ 4 m



(จ) ลักษณะร่องที่ขุด

รูปที่ 3.29 ลักษณะร่องที่ขุด ความลึก และความกว้างของหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลและวิจารณ์ผล

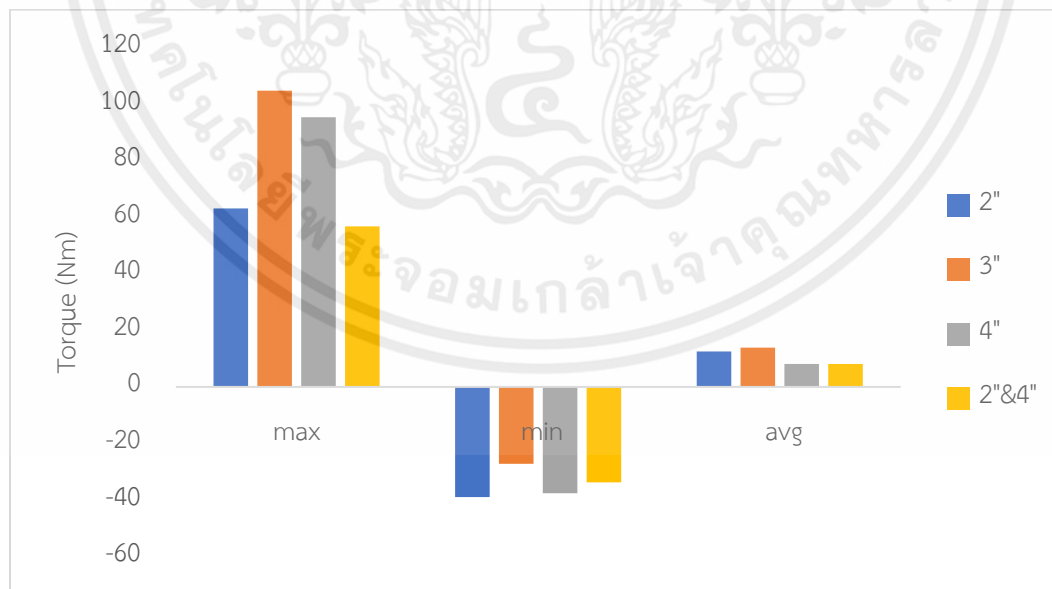
ในบทนี้ได้กล่าวถึงผลการทดลองจากวิธีการดำเนินการในบทที่ 3 ได้แก่ การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวัดค่าความชื้นของดินในวันที่ทำการทดลอง การวัดค่าความสามารถในการแทงทะลุดิน และค่าแรงบิด (Torque) ของชุดไบริมิตทั้ง 4 แบบ

#### 4.1 ผลการหาความชื้นและค่าการแทงทะลุดิน

ทำการทดลองในแปลงพิกัด Lat:10.730712885052439 Long:99.36401378363371 นำดินที่ทำการเก็บที่ระดับความลึกที่ผิวดิน 10 cm และ 20 cm มาอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 24 hr พบว่าดินมีความชื้นเฉลี่ย  $2.96 \pm 0.74\%$  db ส่วนค่าการแทงทะลุดินไม่สามารถใช้ Cone Penetrometer วัดได้เนื่องจากดินมีความแข็งมากกว่า 2 MPa

#### 4.2 ผลการทดลองหาแรงบิดที่เกิดขึ้น

จากการทดลองเปิดร่องลึก 10 และ 20 cm ด้วยความเร็วรอบของชุดเปิดร่องที่ 180 200 และ 220 rpm ด้วยไบริมิตขนาด 2" 3" 4" และ ไบริมิตผสม(2"& 4") ได้ผลดังรูปและตารางต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 180 rpm ชุดลึก 10 cm

ตารางที่ 4.1 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ใบมีดเปิดร่องดินต่างกัน

Depth (cm)	Speed (rpm)	Side	Blade size	Maximum torque (Nm)	Minimum torque (Nm)	Average torque (Nm)
10	180	Left	2"	67.200 <sup>a</sup> (15.415)	-46.300 <sup>a</sup> (29.560)	-0.883 <sup>a</sup> (26.805)
			3"	58.800 <sup>a</sup> (9.836)	-31.667 <sup>a</sup> (9.840)	12.263 <sup>a</sup> (6.815)
			4"	68.833 <sup>a</sup> (10.854)	-34.267 <sup>a</sup> (12.411)	16.123 <sup>a</sup> (14.508)
			Mix	59.267 <sup>a</sup> (21.266)	-18.367 <sup>a</sup> (10.484)	16.033 <sup>a</sup> (9.299)
		Right	2"	25.200 <sup>a</sup> (4.808)	-45.433 <sup>a</sup> (14.242)	-8.323 <sup>a</sup> (13.256)
			3"	49.867 <sup>a</sup> (17.768)	-34.000 <sup>a</sup> (7.744)	1.660 <sup>a</sup> (8.092)
			4"	36.400 <sup>a</sup> (4.309)	-45.833 <sup>a</sup> (10.176)	-9.557 <sup>a</sup> (9.114)
			Mix	15.400 <sup>a</sup> (16.471)	-33.767 <sup>a</sup> (16.475)	-10.383 <sup>a</sup> (13.718)
		Total	2"	63.050 <sup>a</sup> (6.293)	-38.900 <sup>a</sup> (10.607)	49.367 <sup>b</sup> (19.619)
			3"	104.667 <sup>a</sup> (22.871)	-27.133 <sup>a</sup> (9.340)	13.923 <sup>a</sup> (7.723)
			4"	95.367 <sup>a</sup> (15.687)	-37.633 <sup>a</sup> (10.624)	37.633 <sup>ab</sup> (10.624)
			Mix	56.700 <sup>a</sup> (19.442)	-33.700 <sup>a</sup> (1.980)	8.057 <sup>a</sup> (9.596)
	200	Left	2"	69.267 <sup>a</sup> (15.540)	-32.967 <sup>a</sup> (15.616)	14.943 <sup>a</sup> (13.999)
			3"	105.833 <sup>a</sup> (47.893)	-47.433 <sup>a</sup> (11.609)	9.173 <sup>a</sup> (16.202)
			4"	83.233 <sup>a</sup> (43.089)	-28.767 <sup>a</sup> (17.413)	19.497 <sup>a</sup> (22.418)
			Mix	46.333 <sup>a</sup> (36.067)	-44.133 <sup>a</sup> (20.481)	-1.567 <sup>a</sup> (25.929)
		Right	2"	36.100 <sup>a</sup> (18.743)	-46.767 <sup>a</sup> (19.065)	-3.750 <sup>a</sup> (18.529)
			3"	80.500 <sup>a</sup> (18.860)	-36.067 <sup>a</sup> (16.185)	5.993 <sup>a</sup> (3.718)
			4"	59.133 <sup>a</sup> (36.519)	-41.600 <sup>a</sup> (15.985)	-1.517 <sup>a</sup> (15.791)
			Mix	38.400 <sup>a</sup> (22.699)	-30.667 <sup>a</sup> (8.358)	0.733 <sup>a</sup> (15.375)
Total		2"	232.300 <sup>b</sup> (26.182)	-46.800 <sup>ab</sup> (18.698)	26.330 <sup>a</sup> (2.305)	
		3"	171.100 <sup>ab</sup> (70.851)	-56.133 <sup>ab</sup> (13.848)	15.163 <sup>a</sup> (12.542)	
		4"	143.050 <sup>ab</sup> (22.840)	-28.167 <sup>b</sup> (14.925)	18.413 <sup>a</sup> (17.659)	
		Mix	67.333 <sup>a</sup> (59.785)	-67.550 <sup>a</sup> (32.598)	27.460 <sup>a</sup> (20.003)	
220	Left	2"	62.500 <sup>a</sup> (27.422)	-51.833 <sup>ab</sup> (30.200)	6.340 <sup>a</sup> (27.390)	
		3"	73.467 <sup>a</sup> (22.609)	-66.567 <sup>b</sup> (10.904)	-7.163 <sup>a</sup> (8.676)	
		4"	74.233 <sup>a</sup> (33.100)	-27.133 <sup>a</sup> (32.157)	19.037 <sup>a</sup> (29.109)	
		Mix	46.767 <sup>a</sup> (6.673)	-56.100 <sup>ab</sup> (12.915)	-9.077 <sup>a</sup> (7.519)	
	Right	2"	30.733 <sup>a</sup> (20.607)	-42.967 <sup>a</sup> (17.486)	-5.197 <sup>a</sup> (16.762)	
		3"	65.500 <sup>a</sup> (11.409)	-52.933 <sup>a</sup> (7.298)	-14.210 <sup>a</sup> (5.339)	
		4"	43.267 <sup>a</sup> (8.372)	-47.033 <sup>a</sup> (13.681)	-8.050 <sup>a</sup> (9.204)	
		Mix	32.567 <sup>a</sup> (38.728)	-46.533 <sup>a</sup> (46.126)	-8.043 <sup>a</sup> (35.205)	
	Total	2"	54.350 <sup>a</sup> (6.576)	-78.800 <sup>a</sup> (20.930)	24.843 <sup>a</sup> (19.236)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

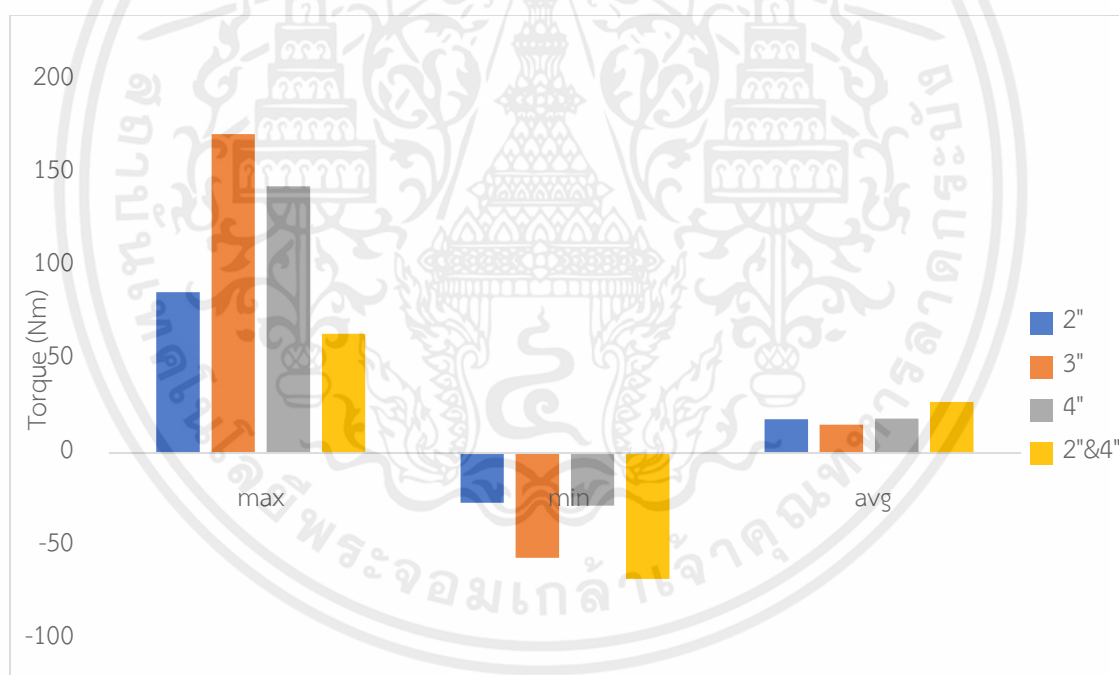
			3"	112.800 <sup>a</sup> (25.010)	-62.150 <sup>ab</sup> (1.202)	6.303 <sup>a</sup> (8.507)
			4"	106.000 <sup>a</sup> (50.517)	-39.867 <sup>b</sup> (20.529)	15.887 <sup>a</sup> (15.011)
			Mix	56.900 <sup>a</sup> (20.846)	-80.600 <sup>a</sup> (11.576)	19.243 <sup>a</sup> (16.092)
20	180	Left	2"	79.800 <sup>a</sup> (55.780)	-39.300 <sup>a</sup> (18.136)	9.357 <sup>a</sup> (23.371)
			3"	107.267 <sup>a</sup> (7.234)	-23.867 <sup>a</sup> (7.470)	32.780 <sup>a</sup> (5.052)
			4"	111.167 <sup>a</sup> (8.129)	-37.533 <sup>a</sup> (3.153)	26.570 <sup>a</sup> (7.858)
			Mix	83.600 <sup>a</sup> (40.296)	-37.500 <sup>a</sup> (4.951)	12.550 <sup>a</sup> (17.853)
		Right	2"	42.300 <sup>a</sup> (22.538)	-40.333 <sup>a</sup> (3.204)	-2.520 <sup>a</sup> (9.853)
			3"	71.767 <sup>a</sup> (25.425)	-45.233 <sup>a</sup> (4.966)	-4.563 <sup>a</sup> (8.083)
			4"	62.600 <sup>a</sup> (9.215)	-50.200 <sup>a</sup> (10.624)	-2.233 <sup>a</sup> (3.052)
			Mix	26.300 <sup>a</sup> (12.005)	-45.533 <sup>a</sup> (24.102)	-10.257 <sup>a</sup> (10.995)
		Total	2"	135.800 <sup>a</sup> (46.103)	-26.750 <sup>a</sup> (1.485)	21.503 <sup>a</sup> (7.844)
			3"	158.133 <sup>a</sup> (38.137)	-33.867 <sup>a</sup> (3.668)	28.217 <sup>a</sup> (7.785)
			4"	136.867 <sup>a</sup> (24.242)	-26.200 <sup>a</sup> (6.248)	24.337 <sup>a</sup> (8.819)
			Mix	94.900 <sup>a</sup> (15.981)	-42.800 <sup>a</sup> (6.509)	9.410 <sup>a</sup> (3.733)
	200	Left	2"	144.933 <sup>a</sup> (22.448)	-56.033 <sup>b</sup> (17.139)	18.047 <sup>a</sup> (5.376)
			3"	115.600 <sup>a</sup> (34.288)	-29.200 <sup>ab</sup> (21.706)	29.447 <sup>a</sup> (24.586)
			4"	119.933 <sup>a</sup> (22.555)	-32.767 <sup>ab</sup> (14.770)	31.647 <sup>a</sup> (20.048)
			Mix	105.733 <sup>a</sup> (6.123)	-16.967 <sup>a</sup> (12.781)	32.053 <sup>a</sup> (9.743)
		Right	2"	97.867 <sup>a</sup> (17.591)	-45.533 <sup>a</sup> (5.139)	8.287 <sup>a</sup> (5.094)
			3"	70.333 <sup>a</sup> (5.260)	-49.600 <sup>a</sup> (23.729)	4.920 <sup>a</sup> (7.966)
			4"	58.733 <sup>a</sup> (16.268)	-55.233 <sup>a</sup> (5.894)	-4.883 <sup>a</sup> (10.359)
			Mix	47.433 <sup>a</sup> (13.168)	-36.267 <sup>a</sup> (5.066)	-2.427 <sup>a</sup> (3.228)
Total		2"	232.300 <sup>b</sup> (26.182)	-46.800 <sup>a</sup> (18.698)	26.330 <sup>a</sup> (2.305)	
		3"	167.933 <sup>ab</sup> (26.220)	-40.650 <sup>a</sup> (26.092)	34.367 <sup>a</sup> (24.421)	
		4"	147.867 <sup>ab</sup> (39.284)	-37.633 <sup>a</sup> (14.884)	26.760 <sup>a</sup> (17.479)	
		Mix	136.067 <sup>a</sup> (33.251)	-37.250 <sup>a</sup> (36.204)	29.627 <sup>a</sup> (12.865)	
220	Left	2"	106.967 <sup>ab</sup> (4.980)	-46.367 <sup>a</sup> (10.002)	11.537 <sup>a</sup> (13.984)	
		3"	118.433 <sup>ab</sup> (30.317)	-23.033 <sup>a</sup> (27.465)	32.967 <sup>ab</sup> (24.030)	
		4"	131.133 <sup>b</sup> (37.852)	-13.467 <sup>a</sup> (24.851)	46.487 <sup>b</sup> (29.160)	
		Mix	67.500 <sup>a</sup> (16.405)	-33.667 <sup>a</sup> (16.235)	14.187 <sup>ab</sup> (5.830)	
	Right	2"	81.500 <sup>a</sup> (15.368)	-52.500 <sup>a</sup> (8.827)	4.493 <sup>a</sup> (5.747)	
		3"	65.500 <sup>a</sup> (11.409)	-52.933 <sup>a</sup> (7.298)	-14.210 <sup>a</sup> (5.339)	
		4"	63.800 <sup>a</sup> (10.224)	-49.533 <sup>a</sup> (16.610)	-5.510 <sup>a</sup> (11.719)	
		Mix	49.933 <sup>a</sup> (31.709)	-21.133 <sup>a</sup> (2.491)	9.017 <sup>a</sup> (12.340)	
	Total	2"	153.633 <sup>ab</sup> (8.329)	-46.967 <sup>a</sup> (7.170)	16.030 <sup>a</sup> (11.101)	
		3"	163.800 <sup>ab</sup> (10.850)	-50.133 <sup>a</sup> (20.832)	19.517 <sup>a</sup> (17.708)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		4"	185.767 <sup>b</sup> (49.403)	-41.350 <sup>a</sup> (5.728)	40.977 <sup>a</sup> (32.151)
		Mix	115.050 <sup>a</sup> (17.607)	-23.233 <sup>a</sup> (14.789)	23.203 <sup>a</sup> (6.512)

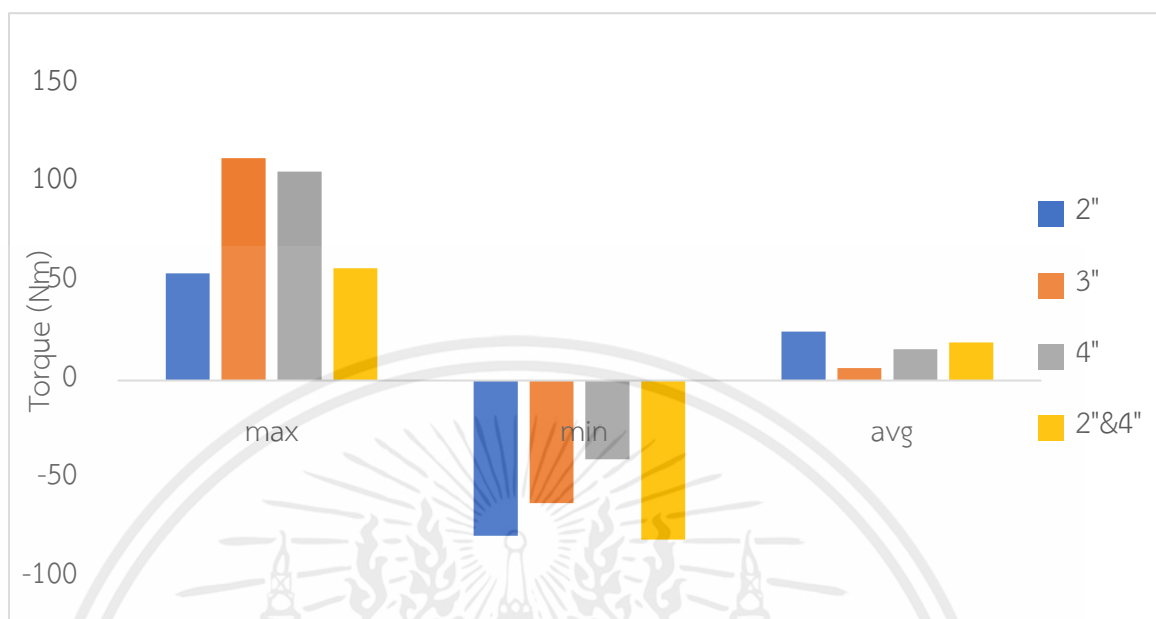
จากรูปที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 ทำการวิเคราะห์สถิติด้วยวิธี Bonferroni correction พบว่าค่าทอร์กรวมสูงสุดของใบมีดทั้ง 4 ชนิด เมื่อเปิดร่องลึก 10 cm และที่ความเร็วรอบของชุดเปิดร่อง 180 rpm ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยใบผสมมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าใบอื่นที่ 56.7 Nm และใบ 3" มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่ 104.7 Nm

ค่าทอร์กรวมต่ำสุดมีแนวโน้มทางสถิติคล้ายกับค่าทอร์กสูงสุดนั้นคือไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนโดยมีค่าอยู่ในช่วง 27.133 - 38.900 Nm (เครื่องหมาย - ในตารางแสดงถึงทิศทางที่เกิดขึ้น) ส่วนค่าทอร์กเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติโดยค่าน้อยที่สุดเกิดเมื่อเปิดร่องด้วยใบผสมโดยใช้แรงบิดที่ 8 Nm และมากที่สุดที่ 49.4 Nm ที่ใบมีดขนาด 2"



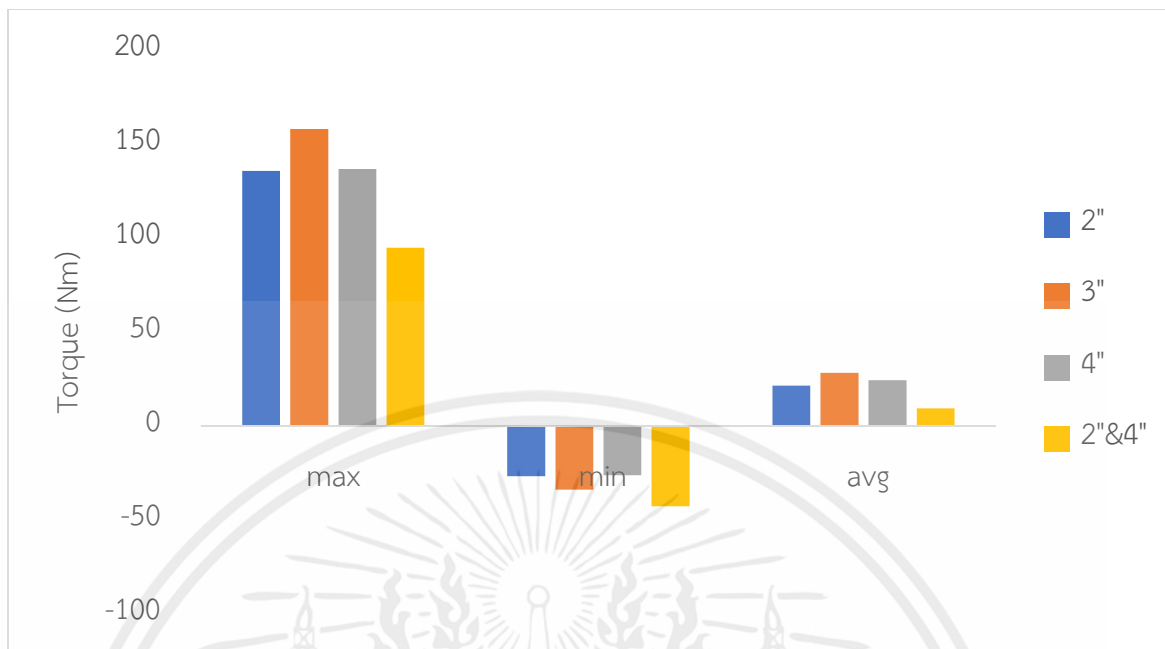
รูปที่ 4.2 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 200 rpm ชุดลึก 10 cm

จากรูปที่ 4.2 และตารางที่ 4.1 พบว่าค่าทอร์กรวมสูงสุดที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันที่ใบผสมและใบ 2" โดยใบผสมมีค่าน้อยกว่าที่ 71% ส่วนค่าทอร์กรวมน้อยที่สุด พบที่ใบ 4" ซึ่งต่างจากใบผสมที่มีค่ามากที่สุด คิดเป็น 58%ค่าแรงบิดรวมเฉลี่ยไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 15.163 - 27.460



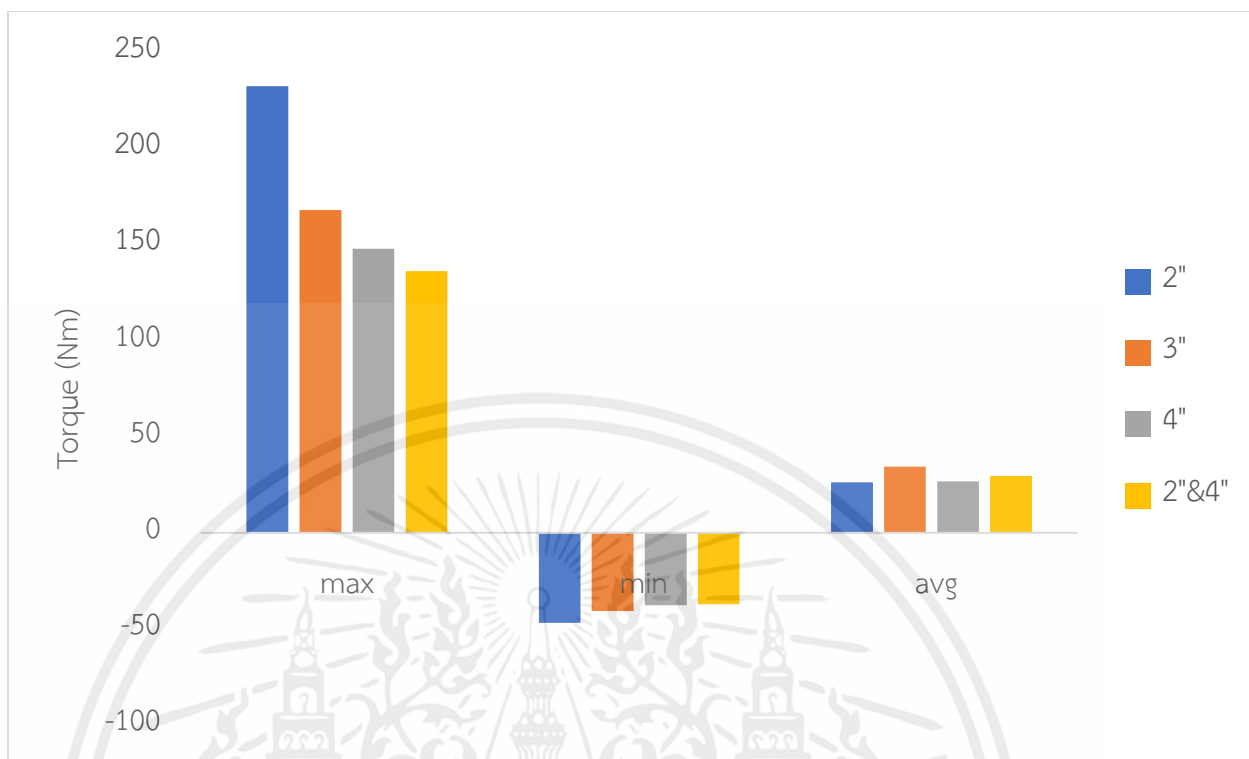
รูปที่ 4.3 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่อนที่ 220 rpm ชุดลึก 10 cm

จากรูปที่ 4.3 และตารางที่ 4.1 พบว่าค่าทอร์กรวมสูงสุดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) มีค่ามากที่สุดที่ใบ 3" (112.8 Nm) และน้อยสุดที่ใบ 2" (54.35 Nm) ทอร์กรวมน้อยที่สุดเกิดที่ใบ 4" (39.9 Nm) ส่วนใบมีด 2" (78.8 Nm) และใบผสม (80.6 Nm) มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนทอร์กรวมเฉลี่ยไม่มีความต่างกันทางสถิติโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6.3 – 24.8 Nm



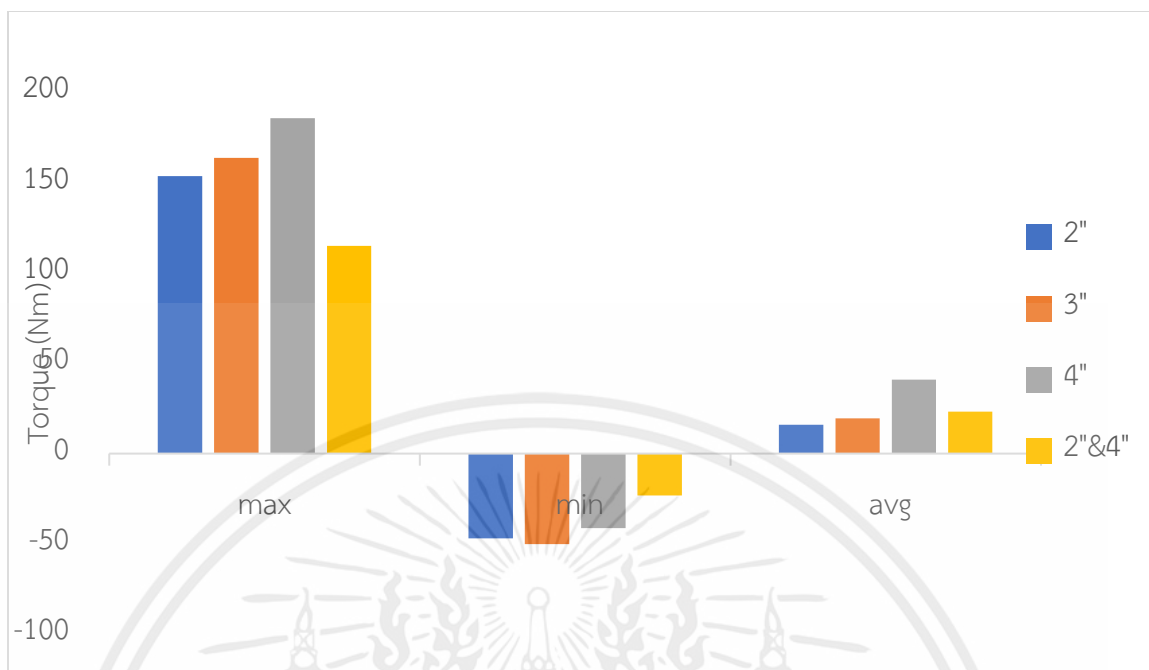
รูปที่ 4.4 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่อนหมุนที่ 180 rpm ชุดลึง 20 cm

เมื่อพิจารณาความลึกการขุดที่ 20 cm จากรูปที่ 4.4 และตารางที่ 4.1 พบว่าค่าทอร์กรวมทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างชัดเจน เนื่องจากสภาพของดินที่มีความชื้นน้อยมาก ทำให้มีพฤติกรรมใกล้เคียงวัสดุเปราะและอีกเหตุผลหนึ่งเกิดจากการออกแบบระบบส่งกำลังให้มีระบบป้องกันการเสียหายของเครื่องจักรเมื่อมีค่าทอร์กสูงมากกว่า(200 Nm)



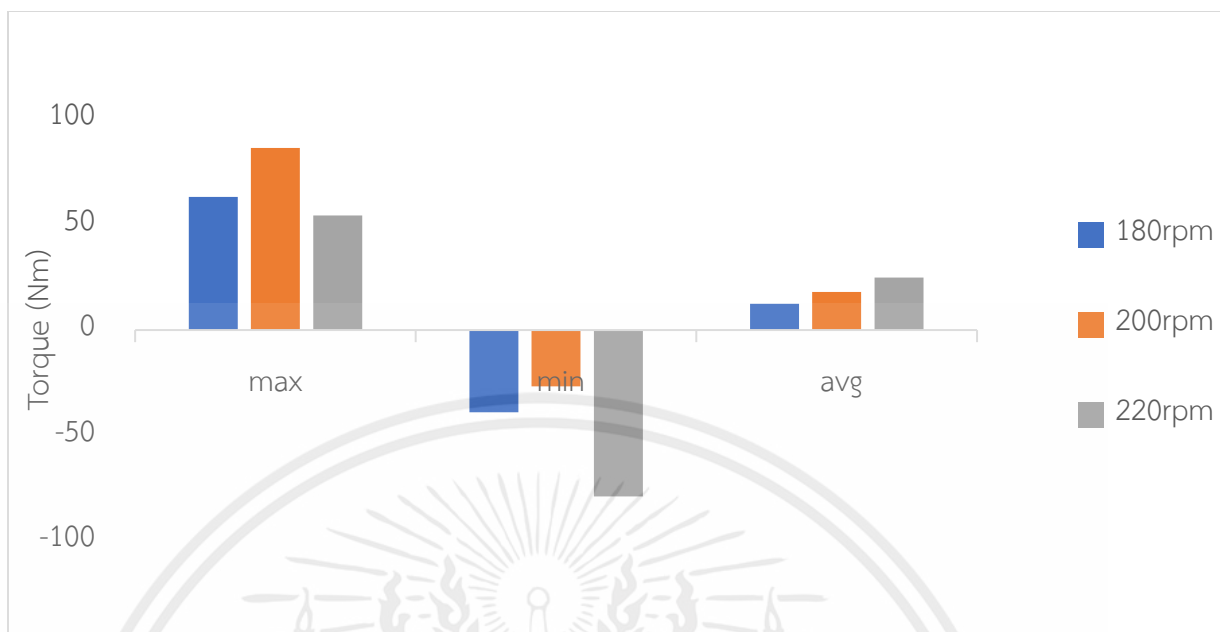
รูปที่ 4.5 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่อนหมุนที่ 200 rpm ชุดลิค 20 cm

จากรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.1 ทอร์กที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่อนหมุน 200 rpm นำมาวิเคราะห์ทางสถิติได้ว่า ทอร์กรวมสูงสุดแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างใบ 2" (232.3 Nm) กับใบผสม (136.1 Nm) เนื่องจากการคายดินของใบผสมดีกว่าใบ 2" จึงทำให้ใช้ทอร์กน้อยกว่า ในส่วนของทอร์กต่ำสุดและทอร์กเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 4.6 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่อนหมุนที่ 220 rpm ชุดลึก 20 cm

จากรูปที่ 4.6 และตารางที่ 4.1 พบว่าใบผสมใช้ทอร์กสูงสุดน้อยกว่าแบบอื่น (115 Nm) เนื่องจากใบมีดสามารถคายดินได้ง่ายกว่าชุดใบมีดที่ติดตั้งใบมีดเดียวกันทั้งชุด ส่วนทอร์กที่เหลืออีก 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



รูปที่ 4.7 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2” ที่เปิดร่อง 10 cm

จากรูปที่ 4.7 และตารางที่ 4.2 พบว่าแรงบิดสูงสุดเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้วมีค่าไม่ต่างกันทุกความเร็วรอบ โดยมีค่าอยู่ในช่วง(54.35 Nm – 86.2 Nm) แรงบิดรวมน้อยสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบที่ 200 rpm มีค่า 26.7 Nm ซึ่งไม่ต่างกับ 180 rpm(38.9 Nm) ในขณะที่ค่าสูงสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 220 rpm เพราะว่ามีพื้นที่ความสม่ำเสมอไม่เท่ากัน ในส่วนของแรงบิดเฉลี่ยไม่มีค่าความต่าง

ตารางที่ 4.2 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อความเร็วรอบชุดเปิดร่องดินต่างกัน

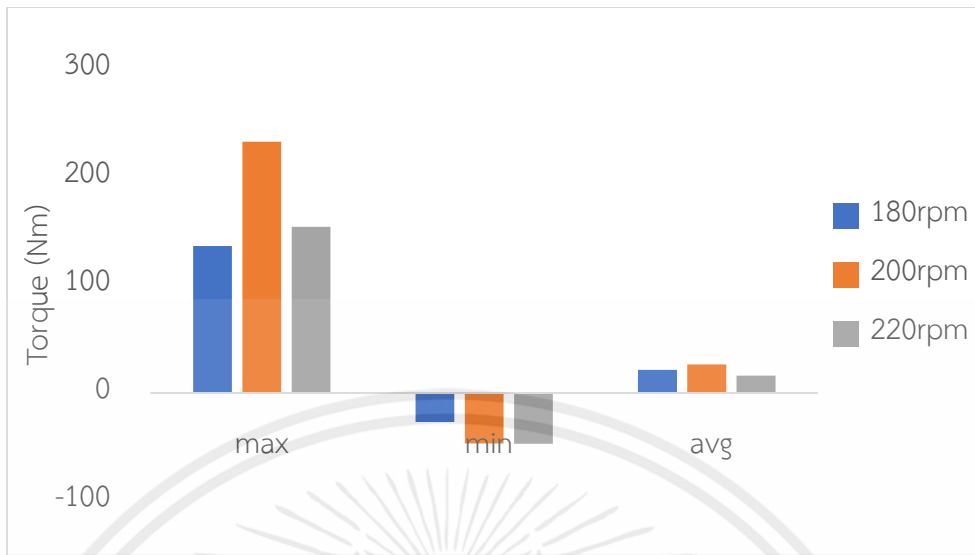
Side	Depth (cm)	Blade size	Speed (rpm)	Maximum torque (Nm)	Minimum torque (Nm)	Average torque (Nm)
Left	10	2”	180	67.200 <sup>a</sup> (15.415)	-46.300 <sup>a</sup> (29.560)	-0.883 <sup>a</sup> (26.805)
			200	69.267 <sup>a</sup> (15.540)	-32.967 <sup>a</sup> (15.616)	14.943 <sup>a</sup> (13.999)
			220	62.500 <sup>a</sup> (27.422)	-51.833 <sup>a</sup> (30.200)	6.340 <sup>a</sup> (27.390)
		3”	180	58.800 <sup>a</sup> (9.836)	-31.667 <sup>a</sup> (9.840)	12.263 <sup>a</sup> (6.815)
			200	105.833 <sup>a</sup> (47.893)	-47.433 <sup>ab</sup> (11.609)	9.173 <sup>a</sup> (16.202)
			220	73.467 <sup>a</sup> (22.609)	-66.567 <sup>b</sup> (10.904)	-7.163 <sup>a</sup> (8.676)

Right	20	4"	180	68.833 <sup>a</sup> (10.854)	-34.267 <sup>a</sup> (12.411)	16.123 <sup>a</sup> (14.508)	
			200	83.233 <sup>a</sup> (43.089)	-28.767 <sup>a</sup> (17.413)	19.497 <sup>a</sup> (22.418)	
			220	74.233 <sup>a</sup> (33.100)	-27.133 <sup>a</sup> (32.157)	19.037 <sup>a</sup> (29.109)	
		Mix	180	59.267 <sup>a</sup> (21.266)	-18.367 <sup>a</sup> (10.484)	16.033 <sup>a</sup> (9.299)	
			200	46.333 <sup>a</sup> (36.067)	-44.133 <sup>b</sup> (20.481)	-1.567 <sup>a</sup> (25.929)	
			220	46.767 <sup>a</sup> (6.673)	-56.100 <sup>b</sup> (12.915)	-9.077 <sup>a</sup> (7.519)	
		10	2"	180	79.800 <sup>a</sup> (55.780)	-39.300 <sup>a</sup> (18.136)	9.357 <sup>a</sup> (23.371)
				200	144.933 <sup>b</sup> (22.448)	-56.033 <sup>a</sup> (17.139)	18.047 <sup>a</sup> (5.376)
				220	106.967 <sup>ab</sup> (4.980)	-46.367 <sup>a</sup> (10.002)	11.537 <sup>a</sup> (13.984)
	3"		180	107.267 <sup>a</sup> (7.234)	-23.867 <sup>a</sup> (7.470)	32.780 <sup>a</sup> (5.052)	
			200	115.600 <sup>a</sup> (34.288)	-29.200 <sup>a</sup> (21.706)	29.447 <sup>a</sup> (24.586)	
			220	118.433 <sup>a</sup> (30.317)	-23.033 <sup>a</sup> (27.465)	32.967 <sup>a</sup> (24.030)	
	4"		180	111.167 <sup>a</sup> (8.129)	-37.533 <sup>a</sup> (3.153)	26.570 <sup>a</sup> (7.858)	
			200	119.933 <sup>a</sup> (22.555)	-32.767 <sup>a</sup> (14.770)	31.647 <sup>a</sup> (20.048)	
			220	131.133 <sup>a</sup> (37.852)	-13.467 <sup>a</sup> (24.851)	46.487 <sup>a</sup> (29.160)	
	Mix	180	83.600 <sup>a</sup> (40.296)	-37.500 <sup>a</sup> (4.951)	12.550 <sup>a</sup> (17.853)		
		200	105.733 <sup>a</sup> (6.123)	-16.967 <sup>a</sup> (12.781)	32.053 <sup>a</sup> (9.743)		
		220	67.500 <sup>a</sup> (16.405)	-33.667 <sup>a</sup> (16.235)	14.187 <sup>a</sup> (5.830)		
	20	2"	180	25.200 <sup>a</sup> (4.808)	-45.433 <sup>a</sup> (14.242)	-8.323 <sup>a</sup> (13.256)	
			200	36.100 <sup>a</sup> (18.743)	-46.767 <sup>a</sup> (19.065)	-3.750 <sup>a</sup> (18.529)	
			220	30.733 <sup>a</sup> (20.607)	-42.967 <sup>a</sup> (17.486)	-5.197 <sup>a</sup> (16.762)	
		3"	180	49.867 <sup>a</sup> (17.768)	-34.000 <sup>a</sup> (7.744)	1.660 <sup>a</sup> (8.092)	
			200	80.500 <sup>a</sup> (18.860)	-36.067 <sup>a</sup> (16.185)	5.993 <sup>a</sup> (3.718)	
			220	62.500 <sup>a</sup> (8.464)	-35.900 <sup>a</sup> (13.438)	2.730 <sup>a</sup> (6.300)	
4"		180	36.400 <sup>a</sup> (4.309)	-45.833 <sup>a</sup> (10.176)	-9.557 <sup>a</sup> (9.114)		
		200	59.133 <sup>a</sup> (36.519)	-41.600 <sup>a</sup> (15.985)	-1.517 <sup>a</sup> (15.791)		
		220	43.267 <sup>a</sup> (8.372)	-47.033 <sup>a</sup> (13.681)	-8.050 <sup>a</sup> (9.204)		
Mix	180	15.400 <sup>a</sup> (16.471)	-33.767 <sup>a</sup> (16.475)	-10.383 <sup>a</sup> (13.718)			
	200	38.400 <sup>a</sup> (22.699)	-30.667 <sup>a</sup> (8.358)	0.733 <sup>a</sup> (15.375)			
	220	32.567 <sup>a</sup> (38.728)	-46.533 <sup>a</sup> (46.126)	-8.043 <sup>a</sup> (35.205)			
20	2"	180	42.300 <sup>a</sup> (22.538)	-40.333 <sup>a</sup> (3.204)	-2.520 <sup>a</sup> (9.853)		
		200	97.867 <sup>b</sup> (17.591)	-45.533 <sup>a</sup> (5.139)	8.287 <sup>a</sup> (5.094)		
		220	81.500 <sup>ab</sup> (15.368)	-52.500 <sup>a</sup> (8.827)	4.493 <sup>a</sup> (5.747)		
	3"	180	71.767 <sup>a</sup> (25.425)	-45.233 <sup>a</sup> (4.966)	-4.563 <sup>a</sup> (8.083)		
		200	70.333 <sup>a</sup> (5.260)	-49.600 <sup>a</sup> (23.729)	4.920 <sup>a</sup> (7.966)		
		220	65.500 <sup>a</sup> (11.409)	-52.933 <sup>a</sup> (7.298)	-14.210 <sup>a</sup> (5.339)		
4"	180	62.600 <sup>a</sup> (9.215)	-50.200 <sup>a</sup> (10.624)	-2.233 <sup>a</sup> (3.052)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

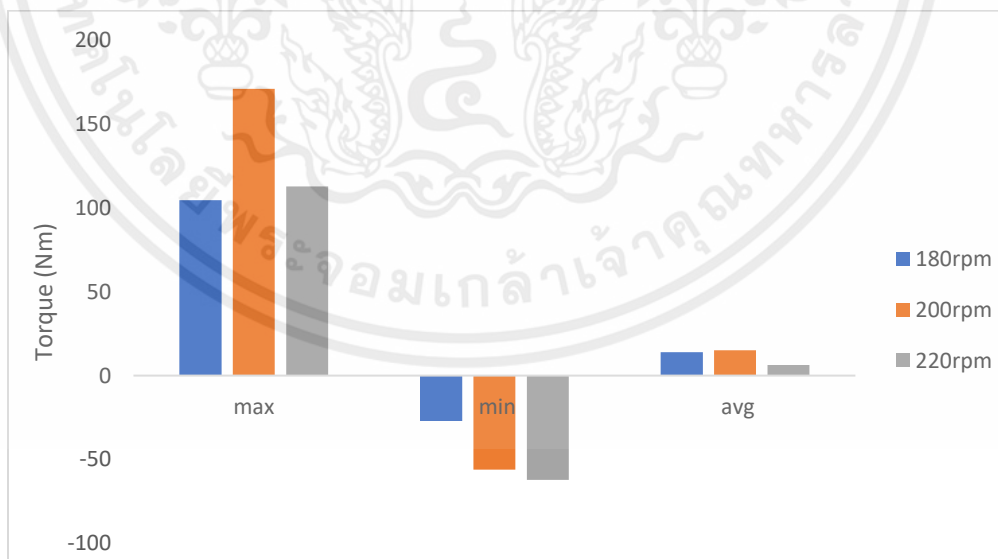
			200	58.733 <sup>a</sup> (16.268)	-55.233 <sup>a</sup> (5.894)	-4.883 <sup>a</sup> (10.359)
			220	63.800 <sup>a</sup> (10.224)	-49.533 <sup>a</sup> (16.610)	-5.510 <sup>a</sup> (11.719)
		Mix	180	26.300 <sup>a</sup> (12.005)	-45.533 <sup>a</sup> (24.102)	-10.257 <sup>a</sup> (10.995)
			200	47.433 <sup>a</sup> (13.168)	-36.267 <sup>a</sup> (5.066)	-2.427 <sup>a</sup> (3.228)
			220	49.933 <sup>a</sup> (31.709)	-21.133 <sup>a</sup> (2.491)	9.017 <sup>a</sup> (12.340)
Total	10	2"	180	63.050 <sup>a</sup> (6.293)	-38.900 <sup>a</sup> (10.607)	49.367 <sup>b</sup> (19.619)
			200	86.200 <sup>a</sup> (3.394)	-26.700 <sup>a</sup> (16.405)	18.127 <sup>a</sup> (6.895)
			220	54.350 <sup>a</sup> (6.576)	-78.800 <sup>b</sup> (20.930)	24.843 <sup>ab</sup> (19.236)
		3"	180	104.667 <sup>a</sup> (22.871)	-27.133 <sup>a</sup> (9.340)	13.923 <sup>a</sup> (7.723)
			200	171.100 <sup>b</sup> (70.851)	-56.133 <sup>ab</sup> (13.848)	15.163 <sup>a</sup> (12.542)
			220	112.800 <sup>a</sup> (25.010)	-62.150 <sup>b</sup> (1.202)	6.303 <sup>a</sup> (8.507)
		4"	180	95.367 <sup>a</sup> (15.687)	-37.633 <sup>a</sup> (10.624)	37.633 <sup>a</sup> (10.624)
			200	143.050 <sup>a</sup> (22.840)	-28.167 <sup>a</sup> (14.925)	18.413 <sup>a</sup> (17.659)
			220	106.000 <sup>a</sup> (50.517)	-39.867 <sup>a</sup> (20.529)	15.887 <sup>a</sup> (15.011)
		Mix	180	56.700 <sup>a</sup> (19.442)	-33.700 <sup>a</sup> (1.980)	8.057 <sup>a</sup> (9.596)
			200	67.333 <sup>a</sup> (59.785)	-67.550 <sup>ab</sup> (32.598)	27.460 <sup>a</sup> (20.003)
			220	56.900 <sup>a</sup> (20.846)	-80.600 <sup>b</sup> (11.576)	19.243 <sup>a</sup> (16.092)
	20	2"	180	135.800 <sup>a</sup> (46.103)	-26.750 <sup>a</sup> (1.485)	21.503 <sup>a</sup> (7.844)
			200	232.300 <sup>b</sup> (26.182)	-46.800 <sup>a</sup> (18.698)	26.330 <sup>a</sup> (2.305)
			220	153.63 <sup>a</sup> (8.329)	-46.967 <sup>a</sup> (7.170)	16.030 <sup>a</sup> (11.101)
		3"	180	158.133 <sup>a</sup> (38.137)	-33.867 <sup>a</sup> (3.668)	28.217 <sup>a</sup> (7.785)
			200	167.933 <sup>a</sup> (26.220)	-40.650 <sup>a</sup> (26.092)	34.367 <sup>a</sup> (24.421)
			220	163.800 <sup>a</sup> (10.850)	-50.133 <sup>a</sup> (20.832)	19.517 <sup>a</sup> (17.708)
		4"	180	136.867 <sup>a</sup> (24.242)	-26.200 <sup>a</sup> (6.248)	24.337 <sup>a</sup> (8.819)
			200	147.867 <sup>a</sup> (39.284)	-37.633 <sup>a</sup> (14.884)	26.760 <sup>a</sup> (17.479)
			220	185.767 <sup>a</sup> (49.403)	-41.350 <sup>a</sup> (5.728)	40.977 <sup>a</sup> (32.151)
		Mix	180	94.900 <sup>a</sup> (15.981)	-42.800 <sup>a</sup> (6.509)	9.410 <sup>a</sup> (3.733)
			200	136.067 <sup>a</sup> (33.251)	-37.250 <sup>a</sup> (36.204)	29.627 <sup>a</sup> (12.865)
			220	115.050 <sup>a</sup> (17.607)	-23.233 <sup>a</sup> (14.789)	23.203 <sup>a</sup> (6.512)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2” ที่เปิดร่อง 20 cm

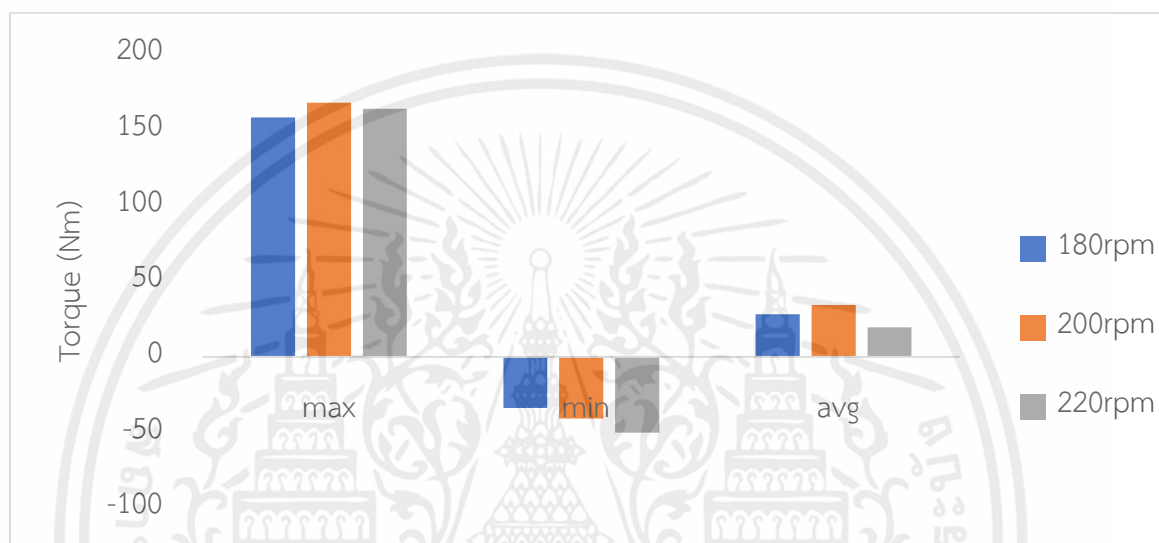
จากรูปที่ 4.8 และตารางที่ 4.2 พบว่าทอร์กสูงสุดเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบ 200 rpm เนื่องจากการเดินเครื่องเปิดร่องดินไม่สม่ำเสมอและสภาพดินที่เป็นพื้นที่ลาดเอียง จึงทำให้ชุดเปิดร่องดินหยุดทำงานในบางจังหวะ จึงมีการถอยหลังเล็กน้อยเพื่อให้ชุดเปิดร่องดินทำงานต่อได้ ในส่วนของแรงบิดรวมต่ำสุดและแรงบิดรวมเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.9 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3” ที่เปิดร่อง 10 cm

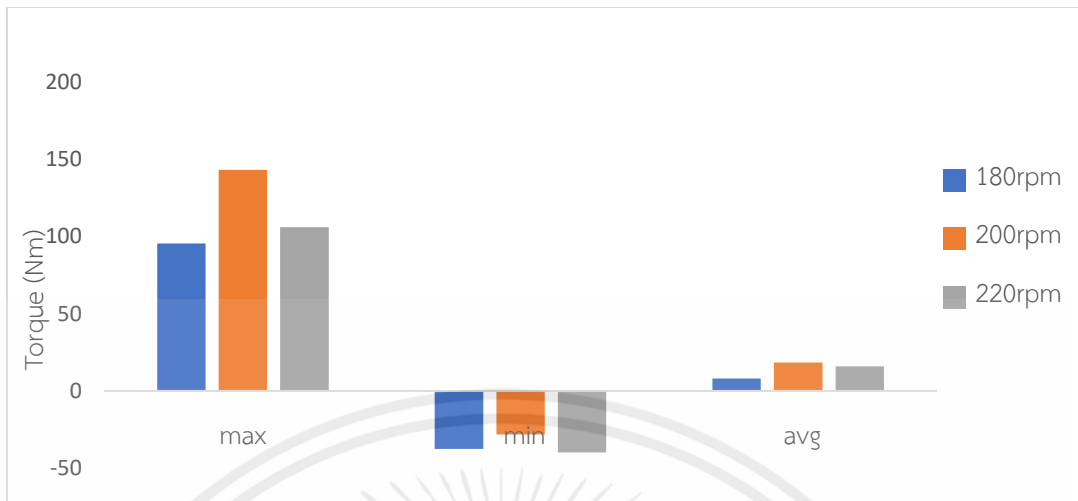
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏการณ์ของค่าทอร์กสูงสุดที่เกิดขึ้น(จากรูปที่ 4.9 และตารางที่ 4.2 )มีแนวโน้มคล้ายกับรูปที่ 4.8 เนื่องจากชุดเปิดร่องดินจะหยุดหมุนกรณีเดียวกันกับใบมีด 2” ที่ความลึก 20 cm ในส่วนของค่าทอร์กรวมน้อยที่สุด ที่ความเร็วรอบ 180 rpm (27.13 Nm) ขณะที่ค่าทอร์กรวมเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ความเร็วรอบ 6.30 – 15.16 Nm

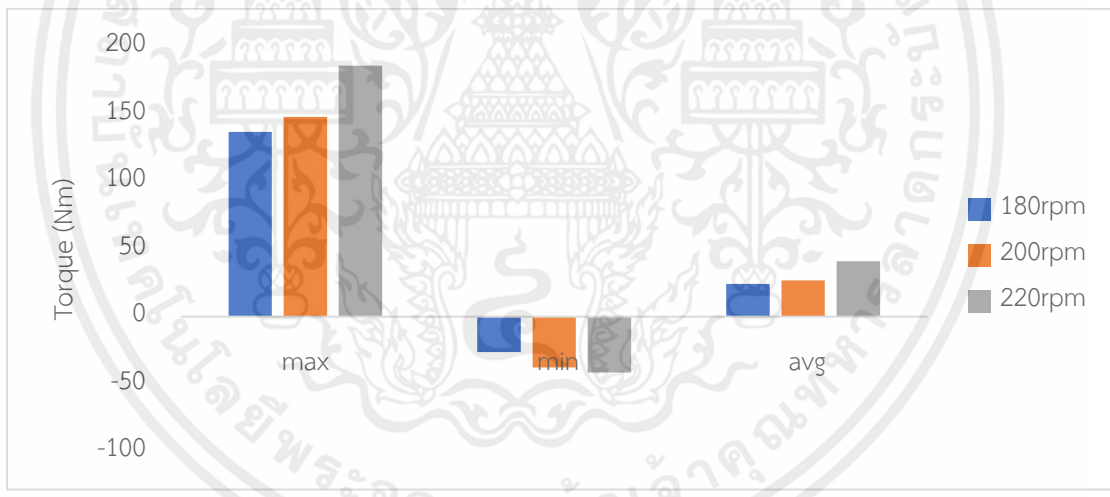


รูปที่4.10 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3” ที่เปิดร่อง 20 cm

จากรูปที่4.10 และตารางที่4.2พบว่าไม่มีค่าต่างกันทุกตัวแปรเพราะว่าเครื่องมีการหยุดทำงานในบางจังหวะที่เจอดินแข็งจึงต้องถอยหลังเล็กน้อยเพื่อทำให้เครื่องทำงานต่อไป

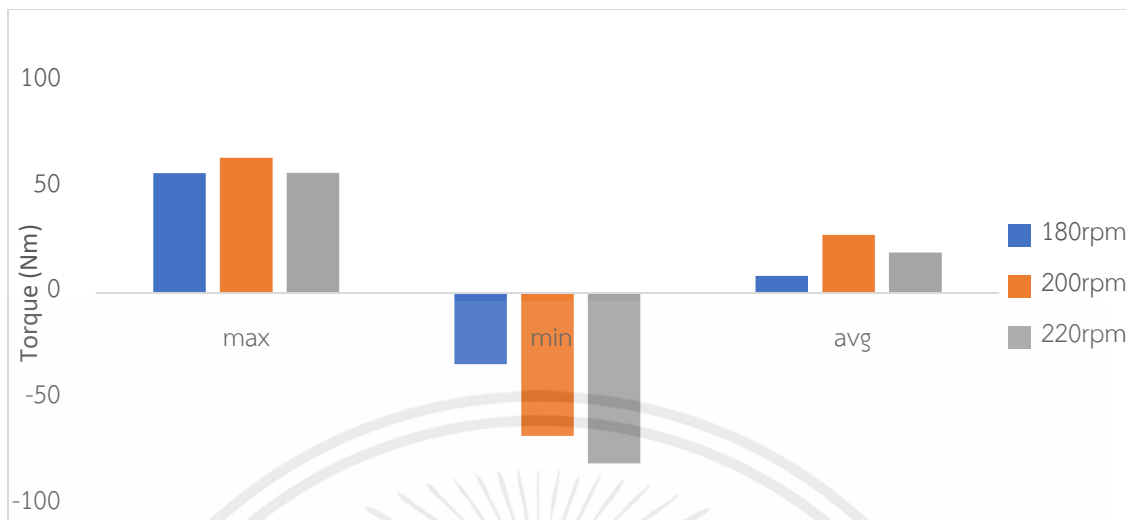


รูปที่ 4.11 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4” ที่เปิดร่อง 10 cm

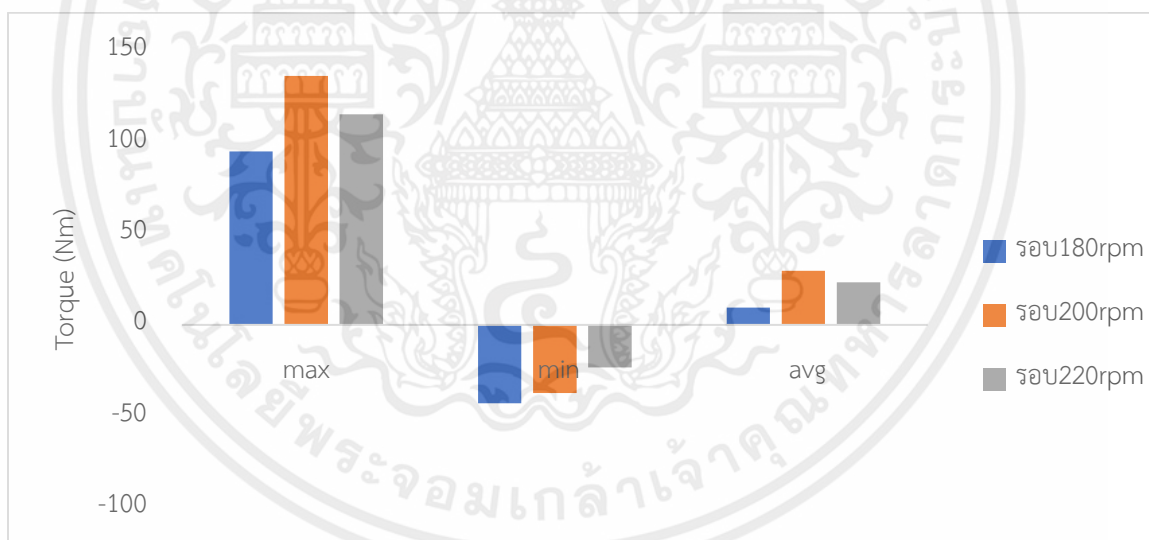


รูปที่ 4.12 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4” ที่เปิดร่อง 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบผสม(2”&4”) ที่เปิดร่อง 10 cm



รูปที่ 4.14 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบผสม(2”&4”) ที่เปิดร่อง 20 cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.11 – 4.14 และตารางที่ 4.2 พบว่าความเร็วรอบทั้งสามไม่แตกต่างกันเนื่องจากตอนทดสอบจริงกำลังของเครื่องไม่พอและความเร็วรอบที่ทดสอบใกล้เคียงกัน จึงทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่แตกต่างกันมากนัก ส่งผลให้พลังงานจลน์สูงขึ้นจนเกิดปัญหาการหยุดหมุนของชุดเปิดร่องทำให้ข้อมูลไม่ต่างกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์สถิติจึงแสดงผลออกมาว่าชุดข้อมูลทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เพราะค่าทอร์คแปรผันขณะทดลองและเมื่อเกิดเป็นค่าทอร์คเฉลี่ยสูงสุดทำให้ข้อมูลเกิดการซ้อนทับกัน เป็นผลให้ค่าจากการทดลองใกล้เคียงกัน

### 4.3 ลักษณะการคงรูปของหลุมที่ทำการขุด

หลังจากขุดเปิดร่องดินแล้วทำการวัดความลึกและความกว้างของร่องโดยเทียบกับความลึกที่กำหนดและความกว้างใบมีดได้ดังรูปที่ 4.15 และ 4.16



รูปที่ 4.15 ลักษณะการคงรูปของร่องด้วยใบเปิดร่อง 2”



รูปที่ 4.16 ลักษณะการคงรูปของร่องด้วยใบเปิดร่องแบบผสม

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของร่อง

Blade	Depth (cm)	Speed (rpm)	Depth error (%)	Width error (%)
2"	10	180	-36.67	25.75
		200	-33.75	47.55
		220	-11.88	71.03
	20	180	-23.21	37.97
		200	-13.00	40.85
		220	-12.29	35.81
3"	10	180	-40.42	6.84
		200	-11.25	7.96
		220	-28.33	1.21
	20	180	-20.00	22.58
		200	-13.41	14.10
		220	-16.82	12.87
4"	10	180	-27.08	9.30
		200	-28.75	-2.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		220	-12.92	6.02
	20	180	-6.88	4.78
		200	2.71	1.08
		220	-7.63	5.60
Mix	10	180	-33.75	-23.57
		200	-18.75	-25.21
		220	-30.00	-27.38
	20	180	-10.83	-20.01
		200	-13.13	-23.57
		220	-17.92	-22.75

จากตารางที่ 4.3 พบว่าร่องที่เปิดได้มีความลึกส่วนใหญ่น้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ เพราะพื้นที่ที่ทำการทดลองไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของความกว้างร่องเมื่อใช้ใบมีด 2”3”และ 4” มีขนาดกว้างกว่าใบมีดที่ใช้เปิดร่องดิน โดยใบมีด 2” มีค่าความคลาดเคลื่อนมากถึง 71% เมื่อเปิดร่องลึก 10 cm ด้วยความเร็วรอบ 220 rpm และใกล้เคียงขนาดใบมีดมากที่สุดพบที่ใบมีดเปิดร่อง 4” ที่ความเร็วรอบ 200 rpm เปิดร่องลึก 20 cm ส่วนใบผสม(2”&4”) เมื่อคิดเทียบที่ใบมีดกว้างที่สุดคือ 4” พบว่าร่องที่เปิดได้มีความกว้างน้อยกว่าใบมีด 4” ที่ใช้เนื่องจากเมื่อจังหวะที่ใบมีด 4” เปิดร่องและใบมีด 2” คายดินออกมาทำให้เกิดการสไลด์ของดินด้านข้างที่ไม่ได้โดนอัดให้ขอบร่องแข็งตัว จึงทำให้ความกว้างของร่องแคบกว่าใบมีดที่กว้างที่สุด

จากหัวข้อที่ 4.2 และ 4.3 จึงสรุปได้ว่าเครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์ สามารถใช้เปิดร่องได้ดีที่ใบผสม เนื่องจากมีค่าทอร์กเฉลี่ยน้อยจึงใช้กำลังเครื่องน้อยกว่าใบมีดแบบอื่น โดยใบมีดผสมสามารถคายดินได้เร็ว

## บทที่ 5

# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

### 5.1 บทสรุปผลการทดลอง

เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์ได้ถูกทำการออกแบบให้สามารถเปิดร่องได้ตั้งแต่ 5 – 10 cm ด้วยความลึกจากการฝังท่อของเกษตรกรโดยส่วนใหญ่ที่วางท่อประธานในช่วง 10 – 20 cm ในการทดลองได้ทำในพื้นที่แปลงเกษตรภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ โดยใช้ใบเปิดร่องกว้าง 2” 3” 4” และแบบผสมระหว่าง 2” และ 4” ด้วยความเร็วชุดเปิดร่องที่ 180 200 และ 220 rpm ชุดร่องลึก 10 และ 20 cm พบว่าพื้นที่ทดลองมีความแข็งของดินมาก ดินมีความชื้นน้อยกว่า 3% db พื้นผิวดินบางจุดไม่สม่ำเสมอ เมื่อทำการทดสอบได้ว่าการใช้ใบเปิดร่องแบบผสมสามารถทำงานได้ค่าแรงบิดที่น้อยกว่า เนื่องจากดินที่ติดใบมีดสามารถคายตัวได้รวดเร็วกว่าแบบใบเดี่ยว ส่วนที่ความเร็วรอบ 180 rpm มักเกิดเครื่องยนต์หยุดกะทันหันเพราะรอบการหมุนของชุดเปิดร่องต่ำเกินไป ไม่สามารถเอาชนะแรงต้านของดินได้ ในขณะที่ความลึก 20 cm ทุกความเร็วรอบจะเกิดทอร์คววมสูงเนื่องจากกำลังของเครื่องไม่พอ ส่งผลให้พลังงานจลน์สูงขึ้นจนทำให้ชุดเปิดร่องหยุดหมุนในบางจังหวะ

### 5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์มีน้ำหนักที่มากเกินไปจึงทำให้เคลื่อนย้ายลำบาก

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 แก้ไขใบมีดให้มีลักษณะการคายดินได้เร็วขึ้น

5.3.2 ปรับแก้ระยะสายพานส่งกำลัง

5.3.3 ปรับขนาดเครื่องเปิดร่องดินให้มีขนาดเล็กลง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] นาวิ จิระชีวี, วิโรจน์ โทธาศาสตร์ และสุรัชย์ สวยลิก. (2548). “การศึกษาความเหมาะสมในการใช้งานเครื่องขุดร่องขนาดเล็กที่นำเข้ามาจากต่างประเทศในการวางท่อระบบให้น้ำ.”  
เข้าถึงเมื่อ 5 พฤษภาคม 2566. เข้าถึงได้จาก <http://lib.doa.go.th/multim/BB00969.pdf>.
- [2] พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์, สมพงษ์ เกษภูธรธรรมสถิต. (2540). “การศึกษาการให้น้ำใต้ผิวดินในอ้อย.”  
รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [3] Barr, James, et al. (2020). "Bentleg furrow opener performance analysis using the discrete element method." **Biosystems Engineering**. 189 : 99-115.
- [4] Qin, Kuan, et al. (2018). "Design and experimental validation of sliding knife notch-type disc opener for a no-till combine harvester cum seed drill." **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**. 11.4 : 96-103.
- [5] Tessier, S., et al. (1991). "Zero-tillage furrow opener effects on seed environment and wheat emergence." **Soil and Tillage Research**. 21.3-4 : 347-360.
- [6] Xiangcai, Zhang, et al. (2016). "Effects of key design parameters of tine furrow opener on soil seedbed properties." **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**. 9.3 : 67-80.
- [7] Munir, Muhammad Atif, Muhammad Iqbal, and Sajjad Miran. (2012). "Evaluation of three seed furrow openers mounted on a zone disk tiller drill for residue management, soil physical properties and crop parameters." **Pakistan Journal of Agricultural Sciences** 49.3 : 349-355.
- [8] Darmora, D. P., and K. P. Pandey. (1995). "Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertiliser drills." **Soil and Tillage Research**. 34.2: 127-139.
- [9] Sahu, Gunasagar, Jyotirmay Mahapatra, and Nrushinhananda Mahapatra. (2019). "Development and Evaluation of a Furrow Covering Device for Tractor Operated Seed-Cum-Fertilizer Drill under Controlled Laboratory Condition." **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**. 8.12 : 2836-2845.

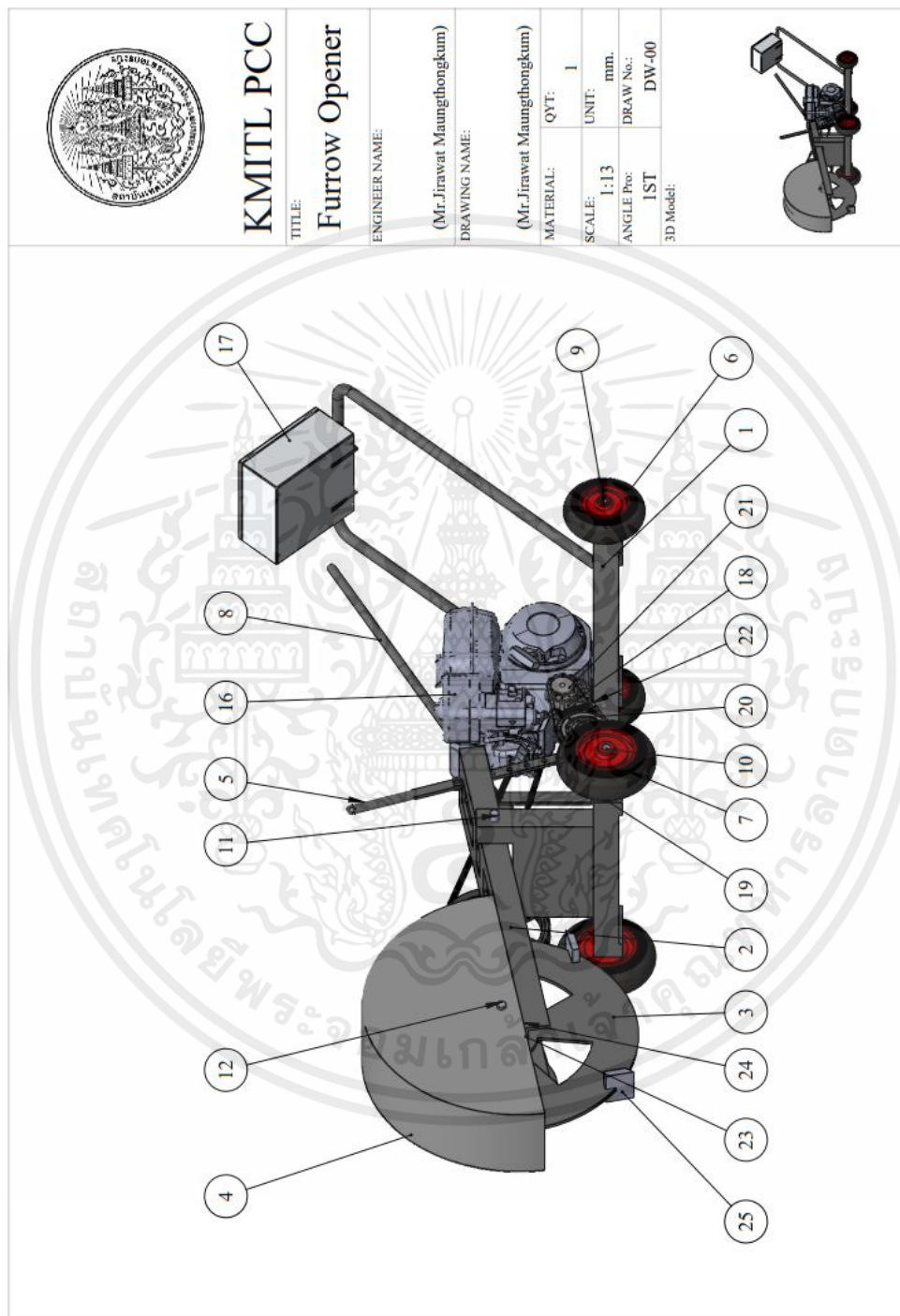
- [10] Singh, Mukesh Kumar, et al. (2020). "Development and Optimization of Furrow Opener for Planting of Seed Spices." *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 9.5: 2002-2009.
- [11] Karayel, D. A. V. U. T., and Aziz Özmerzi. (2007). "Comparison of vertical and lateral seed distribution of furrow openers using a new criterion." *Soil and Tillage Research.* 95.1-2: 69-75.
- [12] Singh, K. P., et al. (2016). "Design, development and evaluation of furrow opener for differential depth fertilizer application." *Indian journal of agricultural sciences* 86.2 : 250-255.
- [13] ทศพร สุทธิจินดา. (2532). "การสร้างระบบท่อระบายน้ำ". *วารสารวิศวกรรมโยธาและการก่อสร้าง มก.* 4 : 105-140.
- [14] Peggy E. Schweiger. (n.d.). "Torque" เข้าถึงเมื่อ 2 พฤษภาคม 2566. เข้าถึงได้จาก. <http://www.pschweigerphysics.com/rotmot.html>.
- [15] BestConveyorCenter. (n.d.). "การคำนวณอัตราทดของสายพาน" เข้าถึงเมื่อ 3 มิถุนายน 2566 เข้าถึงได้จาก. <https://www.bestconveyorcenter.com/belt-ratio-calculation/>.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

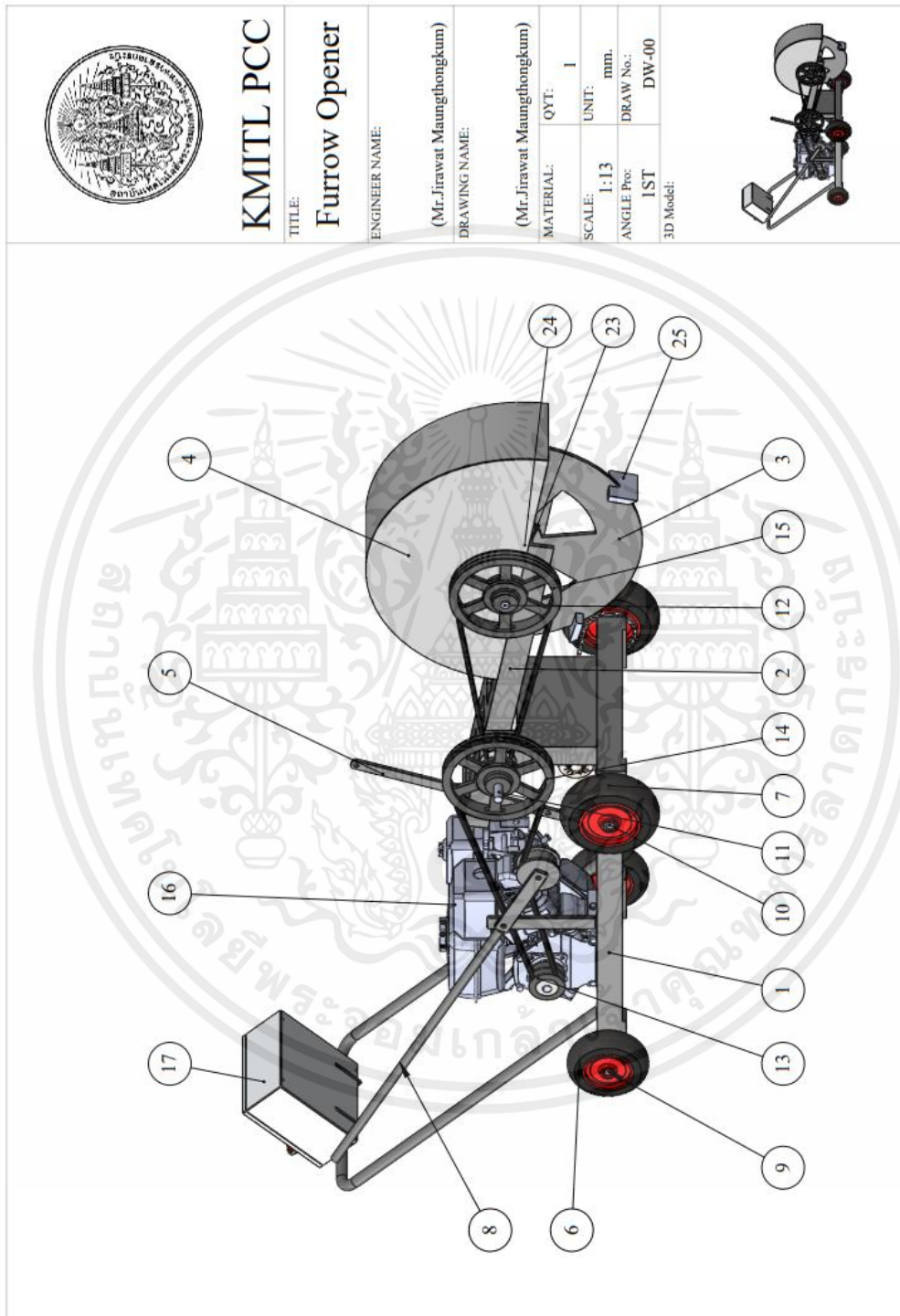


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 เครื่องเปิดร่องดินเกชตรอนเมนประกอบสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 เครื่องเปิดร่องดินเกษตร (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	TITLE	DRAW No.
1	Body	DW-01
2	Groove Set	DW-02
3	Blabe Holder	DW-03
4	Safety Cover	DW-04
5	Bracket	DW-05
6	Rear Wheel	DW-06
7	Front Wheel	DW-07
8	Belt Pusher	DW-08
9	Shaft Wheel	DW-09
10	Shaft Wheel	DW-10
11	Shaft Furrow Opener	DW-11
12	Shaft Furrow Opener	DW-12
13	Pulley	DW-13
14	Pulley	DW-14
15	Pulley	DW-15
16	Honda Engine	DW-16
17	Control Box	DW-17
18	Motor	DW-18
19	Sprocket	DW-19
20	Sprocket	DW-20
21	Sprocket	DW-21
22	Motorcycle Chain	DW-22
23	Bearing Unit	DW-23
24	Load call Shear Beam	DW-24
25	Blade Crusher	DW-25



**KMITL PCC**

TITLE:  
**Parts List**

ENGINEER NAME:

(Mr.Jirawat Maungthongkum)

DRAWING NAME:

(Mr.Jirawat Maungthongkum)

MATERIAL:

QYT: 1

UNIT: mm.

SCALE: 1:1

ANGLE Proj: 1ST

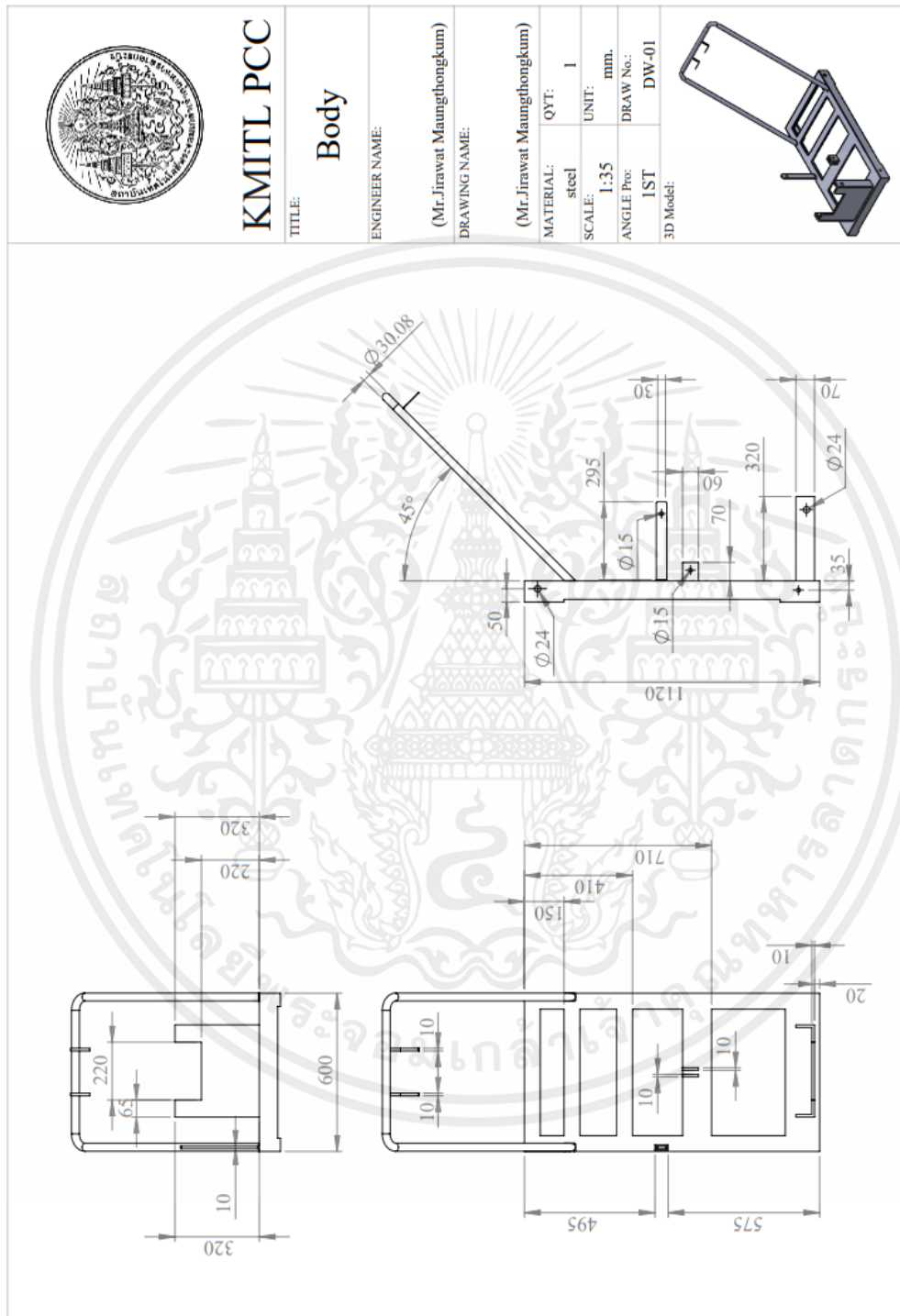
DRAW No.: DW-00

3D Model:



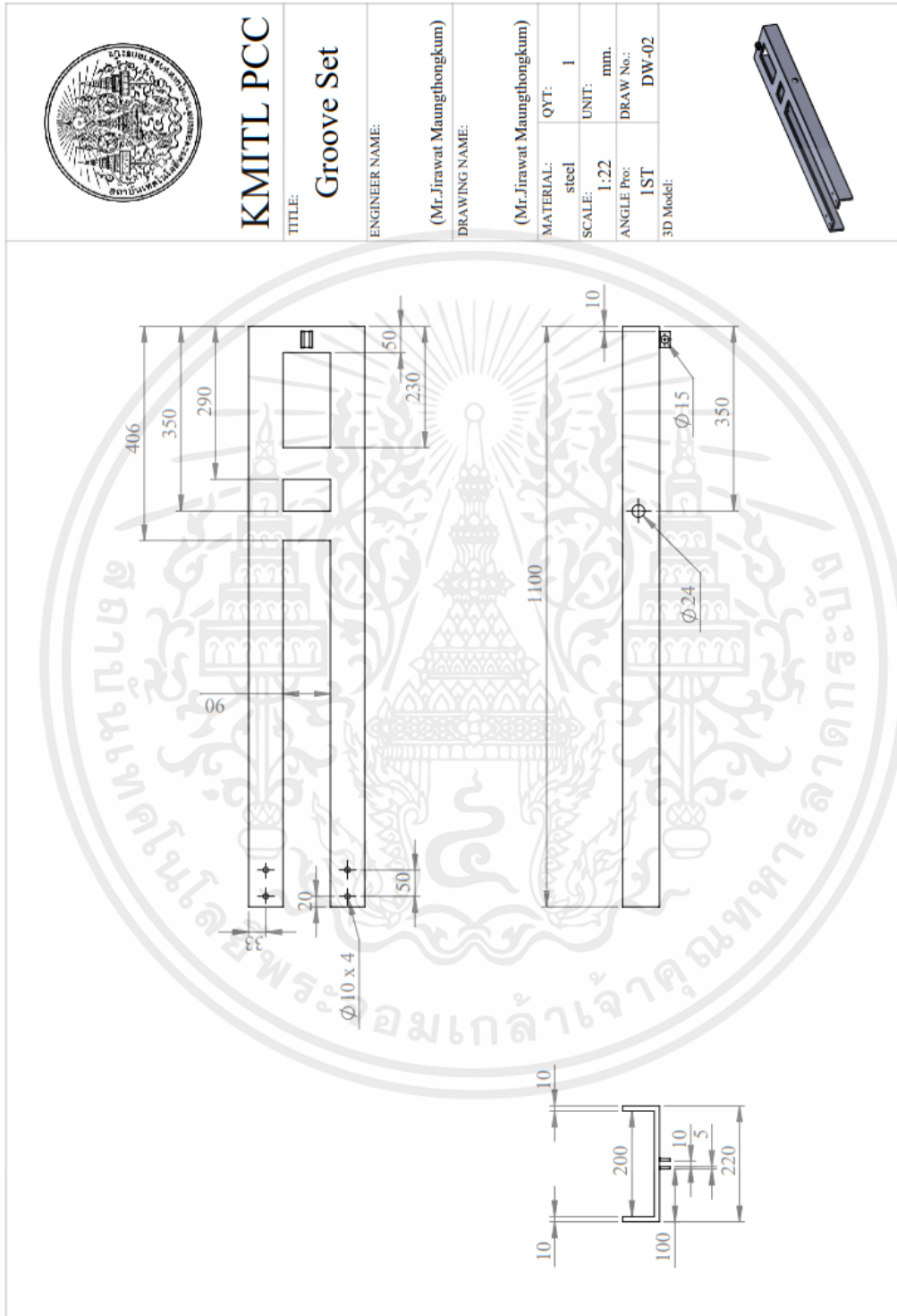
รูปที่ ก.3 องค์ประกอบในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องเปิดร่องดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



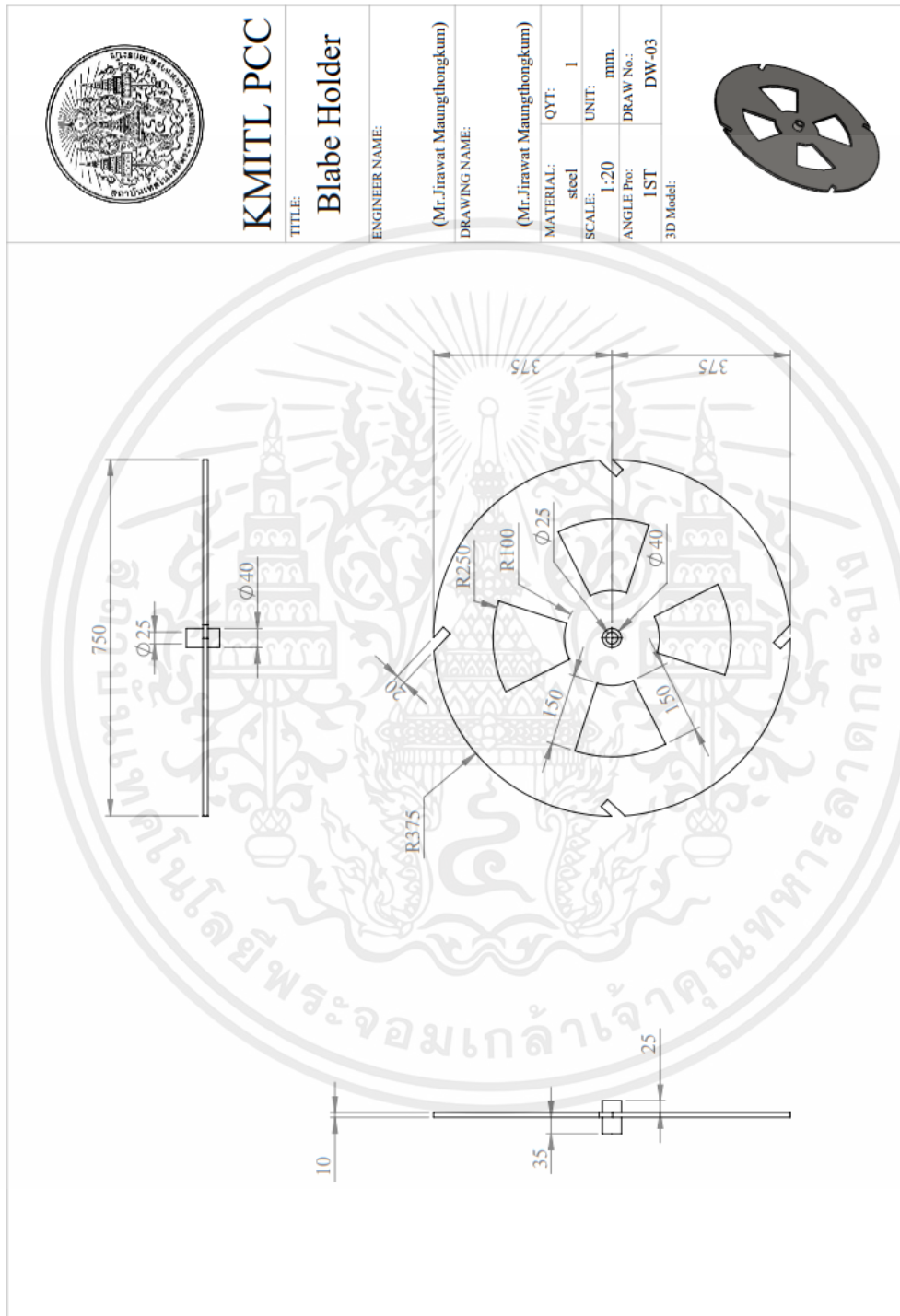
รูปที่ ก.4 โครงเครื่องเปิดรองดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



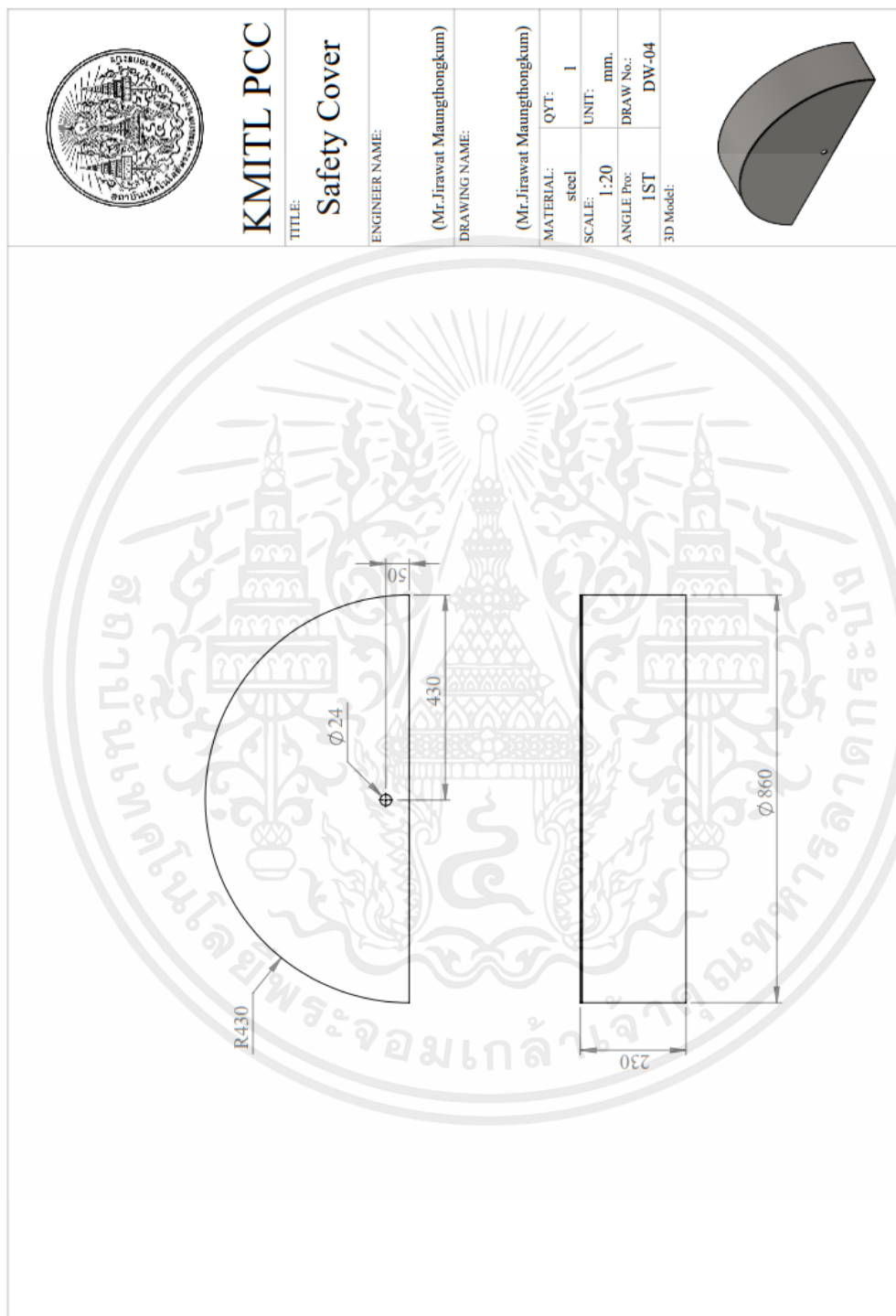
รูปที่ ก.5 ชุดแกนเปิดรูดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



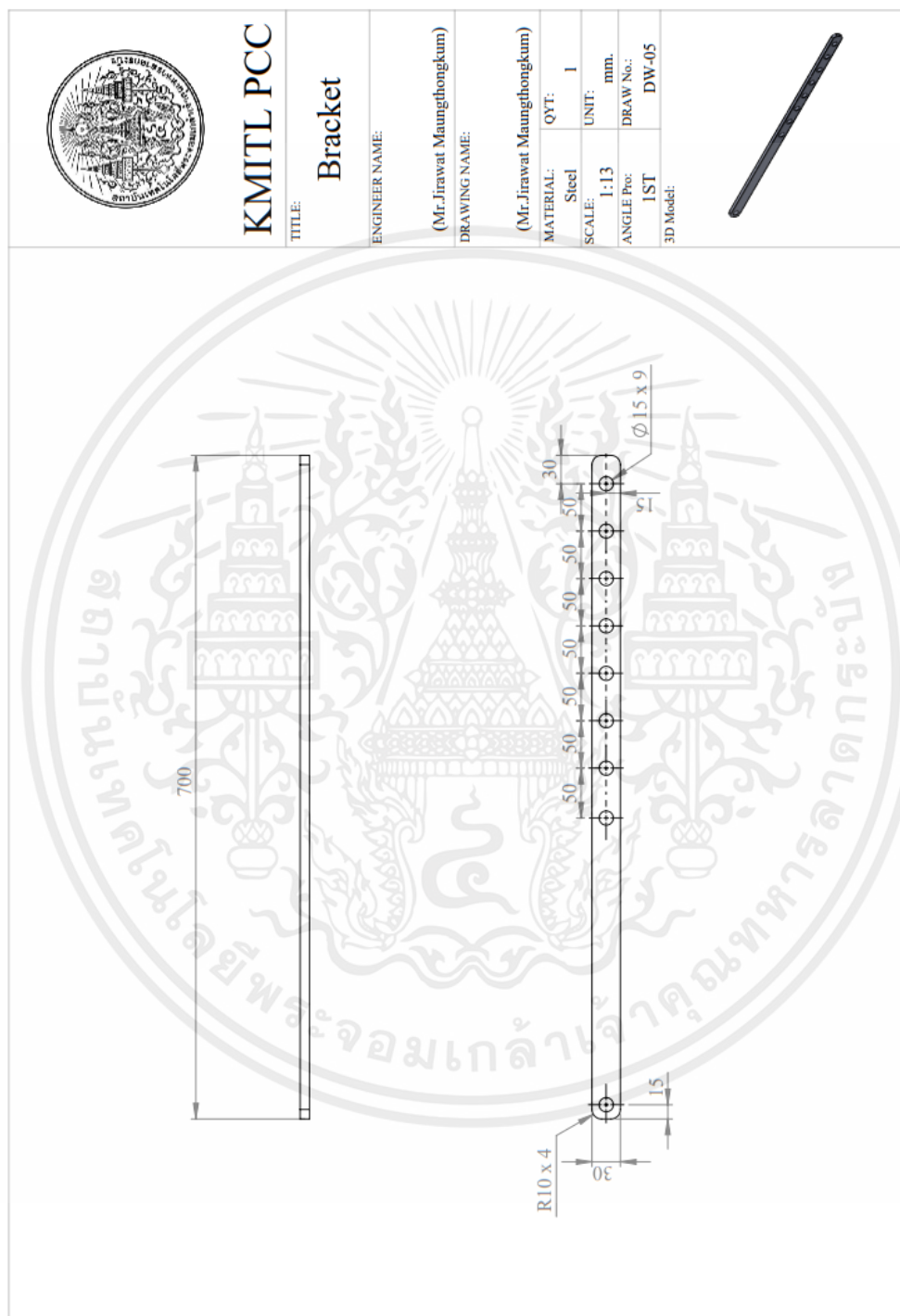
รูปที่ ก.6 ตัวยึดใบมีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ ก.7 อุปกรณ์ Safety

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ ก.8 เฟลล่าถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<b>KMITL PCC</b>	
		<b>Rear Wheel</b>	
ENGINEER NAME: (Mr.Jirawat Maungthongkum)		DRAWING NAME: (Mr.Jirawat Maungthongkum)	
MATERIAL: Cast Iron		QTY: 1	
SCALE: 1:2		UNIT: mm.	
ANGLE Proj: IST		DRAW No.: DW-06	
3D Model:			
			
Details	Materials	Size	
Dimeter	-	250 mm	
Shaf Wheel	Steel	20 mm	
Bearing	Bearing Steel	6304	
Maximum Load	-	200 kg.	
Wheel	Cast Iron	-	

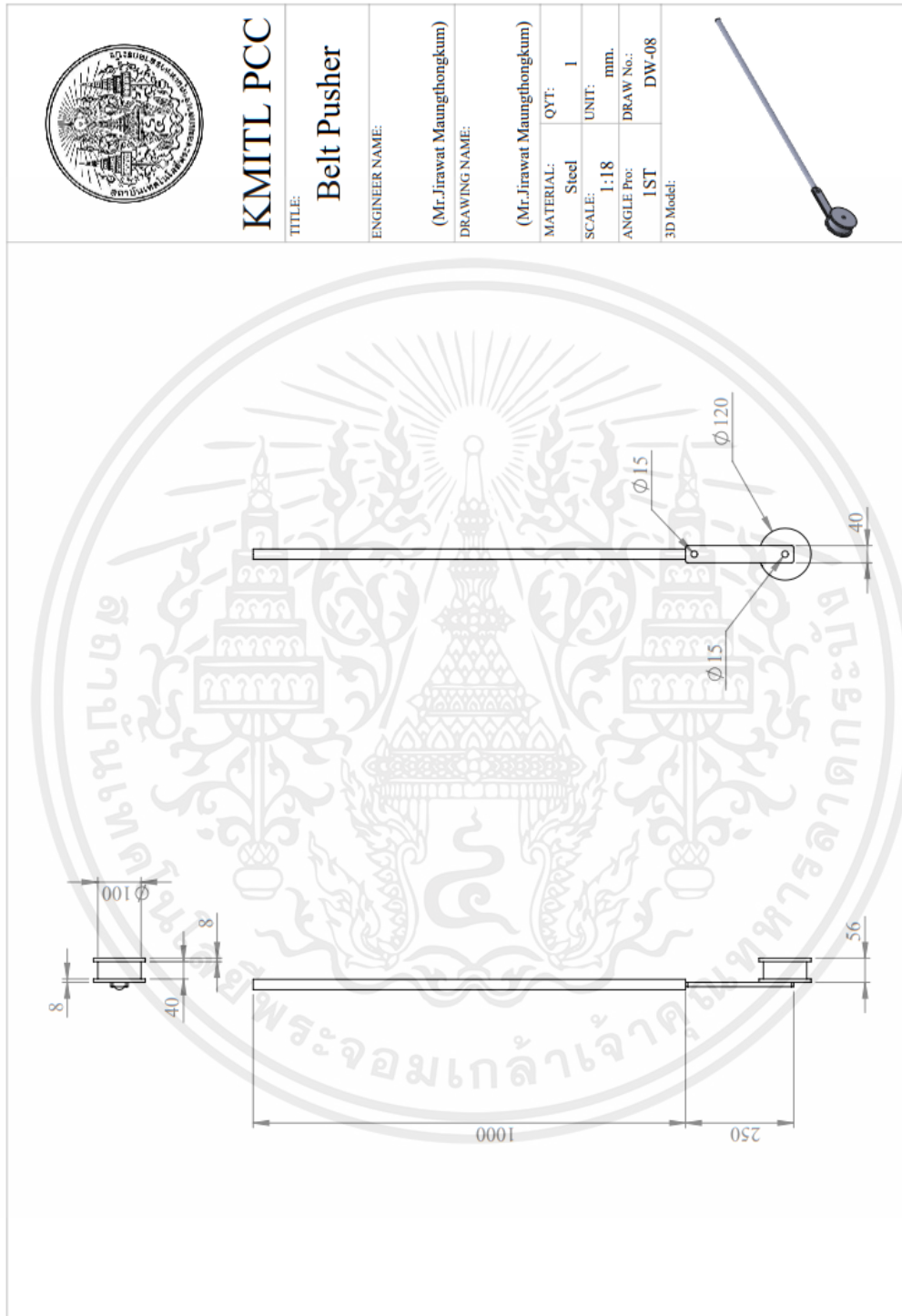
รูปที่ ก.9 ล้อหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<b>KMITL PCC</b>	
		<b>Front Wheel</b>	
ENGINEER NAME: (Mr.Jirawat Maungthongkum)		DRAWING NAME: (Mr.Jirawat Maungthongkum)	
MATERIAL: Cast Iron		QTY: 1	
SCALE: 1:2		UNIT: mm.	
ANGLE Proj: 1ST		DRAW No.: DW-07	
3D Model:			
			
Details	Materials	Size	
Dimeter	-	300 mm	
Shaf Wheel	Steel	20 mm	
Bearing	Bearing Steel	6304	
Maximum Load	-	250 kg.	
Wheel	Cast Iron	-	


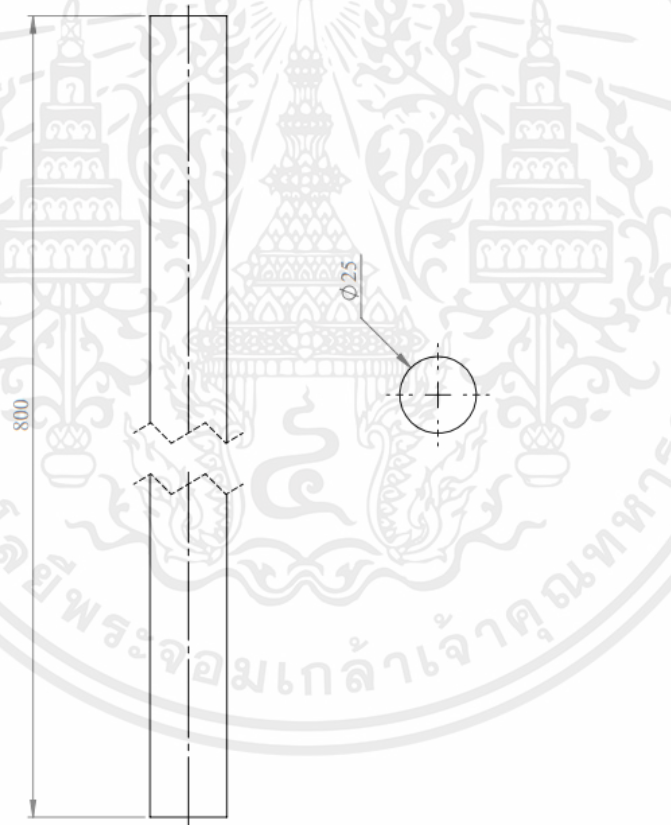
รูปที่ ก.10 ล้อหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ ก.11 ตัวดันสายพาน

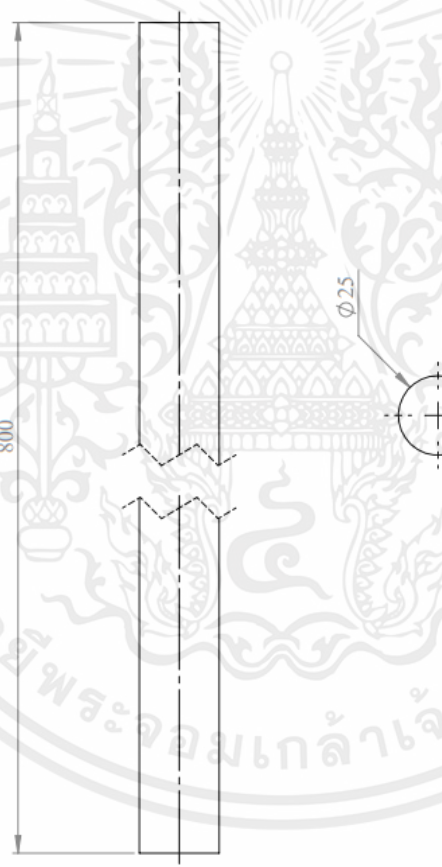
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>KMITL PCC</b>
<b>Shaft Wheel</b>	<b>ENGINEER NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)
<b>DRAWING NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)	<b>MATERIAL:</b> QYT: 1
<b>SCALE:</b> 1:1	<b>UNIT:</b> mm.
<b>ANGLE Pro:</b> IST	<b>DRAW No.:</b> DW-09
	

รูปที่ ก.12 เฟลาต้อ

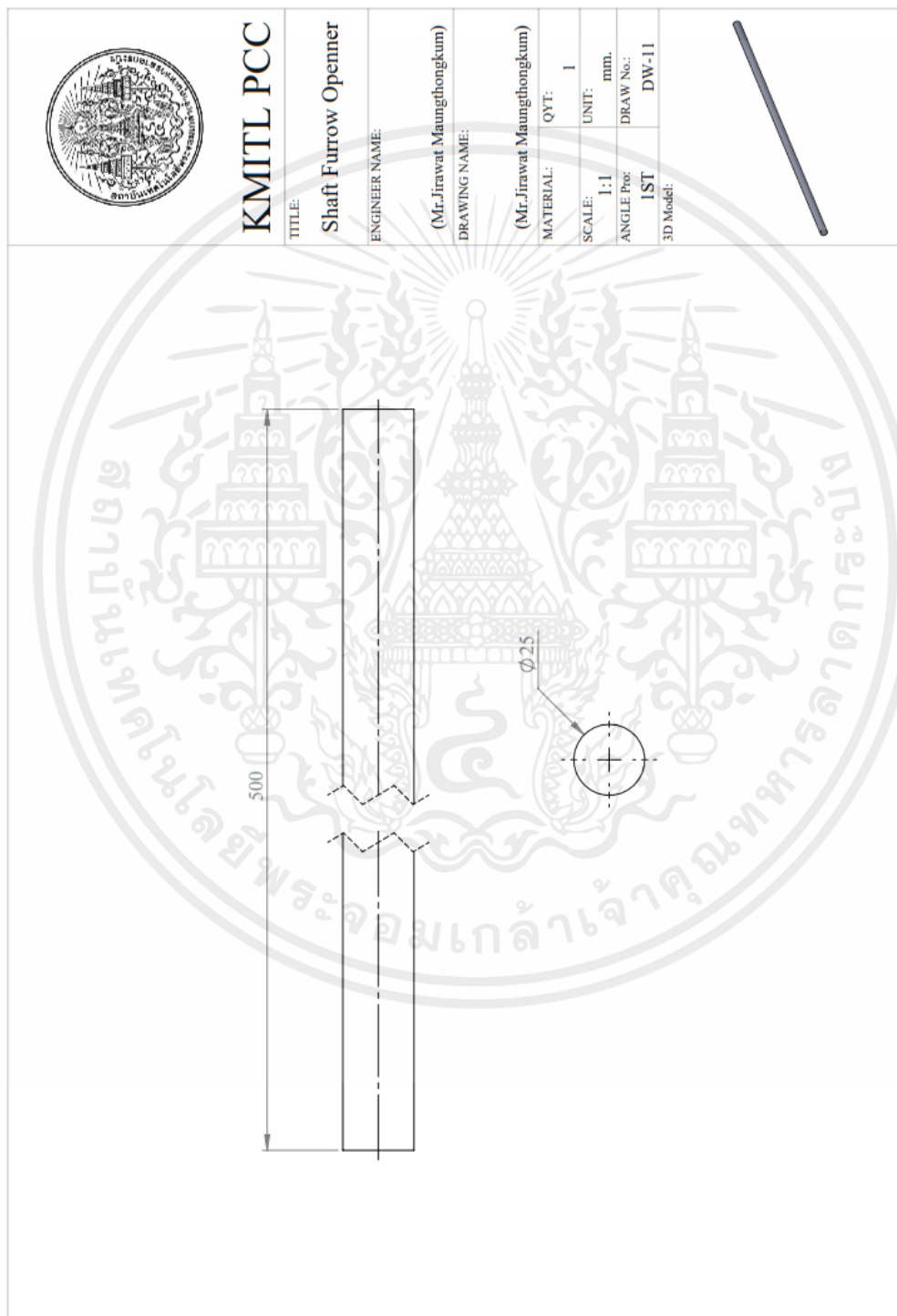
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>KMITL PCC</b>
<b>TITLE:</b> <b>Shaft Wheel</b>	
<b>ENGINEER NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)	
<b>DRAWING NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)	
<b>MATERIAL:</b>	<b>QTY:</b> 1
<b>SCALE:</b> 1:1	<b>UNIT:</b> mm.
<b>ANGLE Pro:</b> 1ST	<b>DRAW No.:</b> DW-10
<b>3D Model:</b>	

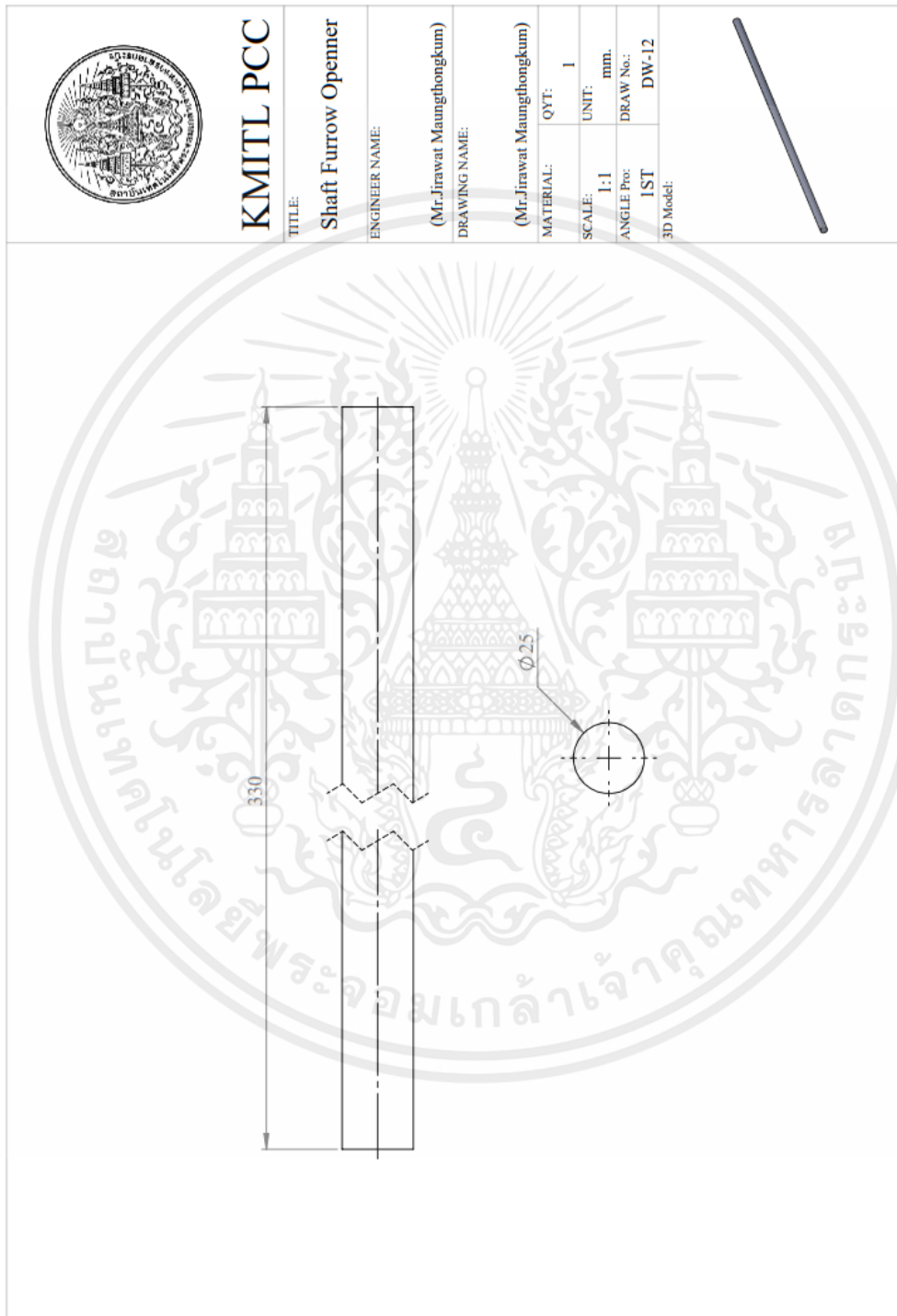
รูปที่ ก.13 เพลาล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.14 เพลาเครื่องเปิดร่องดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.15 เฟลาเครื่องเปิดร่องดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**KMITL PCC**

**Pulley**



---

ENGINEER NAME:  
**(Mr. Jirawat Maungthongkum)**

DRAWING NAME:  
**(Mr. Jirawat Maungthongkum)**

MATERIAL: QTY: **1**

SCALE: **1:2** UNIT: **mm.**

ANGLE Pro: **1ST** DRAW No.: **DW-13**

3D Model:




---

Material	Cast Iron
Number	B
Diameter Shaft	25 mm
Diameter Pulley	3 inch
Groove Pulley	2

รูปที่ ก.16 พูลีย์ 3”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<b>KMITL PCC</b>											
<b>Pulley</b>													
TITLE:													
ENGINEER NAME:													
(Mr.Jirawat Maungthongkum)													
DRAWING NAME:													
(Mr.Jirawat Maungthongkum)													
MATERIAL:		QTY: 1											
SCALE: 1:5		UNIT: mm.											
ANGLE Proj: 1ST		DRAW No.: DW-14											
3D Model:													
		<table border="1"> <tr> <td>Material</td> <td>Cast Iron</td> </tr> <tr> <td>Number</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Diameter Shaft</td> <td>25 mm</td> </tr> <tr> <td>Diameter Pulley</td> <td>12 inch</td> </tr> <tr> <td>Groove Pulley</td> <td>2</td> </tr> </table>		Material	Cast Iron	Number	B	Diameter Shaft	25 mm	Diameter Pulley	12 inch	Groove Pulley	2
Material	Cast Iron												
Number	B												
Diameter Shaft	25 mm												
Diameter Pulley	12 inch												
Groove Pulley	2												

รูปที่ ก.17 พูเลย์ 12”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>KMITL PCC</b>
<b>Pulley</b>	
ENGINEER NAME: (Mr. Jirawat Maungthongkum)	
DRAWING NAME: (Mr. Jirawat Maungthongkum)	
MATERIAL:	QTY: 1
SCALE: 1:5	UNIT: mm.
ANGLE Proc: IST	DRAW No.: DW-15
3D Model:	
	

Material	Cast Iron
Number	B
Diameter Shaft	25 mm
Diameter Pulley	14 inch
Groove Pulley	2





รูปที่ ก.18 พูลีย์ 14”


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.19 เครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<b>KMITL PCC</b> <b>Control Box</b>
<b>TITLE:</b>	
<b>ENGINEER NAME:</b>	
(Mr. Jirawat Maungthongkum)	
<b>DRAWING NAME:</b>	
(Mr. Jirawat Maungthongkum)	
<b>MATERIAL:</b>	<b>QTY:</b>
	1
<b>SCALE:</b>	<b>UNIT:</b>
1:5	mm.
<b>ANGLE Proc:</b>	<b>DRAW No.:</b>
1ST	DW-17
<b>3D Model:</b>	
	



รูปที่ ก.20 กล่องคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p><b>KMITL PCC</b></p>
<p>TITLE:</p>	<p><b>Motor</b></p>
<p>ENGINEER NAME:</p>	<p>(Mr.Jirawat Maungthongkum)</p>
<p>DRAWING NAME:</p>	<p>(Mr.Jirawat Maungthongkum)</p>
<p>MATERIAL:</p>	<p>QYT: 1</p>
<p>SCALE:</p>	<p>UNIT: mm.</p>
<p>ANGLE Pro:</p>	<p>DRAW No: DW-18</p>
<p>3D Model:</p>	



รูปที่ ก.21 มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<b>KMITL PCC</b>							
<b>Sprocket</b>		<b>ENGINEER NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)							
<b>DRAWING NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)		<b>MATERIAL:</b>							
<b>QTY:</b> 1	<b>UNIT:</b> mm.	<b>3D Model:</b>							
<b>SCALE:</b> 1:5	<b>ANGLE Proj:</b> 1ST	<b>DRAW No.:</b> DW-19							
									
<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Material</td> <td style="text-align: center;">Steel</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Size</td> <td style="text-align: center;">49 T</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Number</td> <td style="text-align: center;">420</td> </tr> </table>		Material	Steel	Size	49 T	Number	420		
Material	Steel								
Size	49 T								
Number	420								





รูปที่ ก.22 เฟือง 49 ฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<h2 style="margin: 0;">KMITL PCC</h2>	<p><b>TITLE:</b> Sprocket</p>	<p><b>ENGINEER NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)</p>	<p><b>DRAWING NAME:</b> (Mr. Jirawat Maungthongkum)</p>	<p><b>MATERIAL:</b> Steel</p>	<p><b>QTY:</b> 1</p>	<p><b>UNIT:</b> mm.</p>	<p><b>DRAW No.:</b> DW-20</p>	
								<p><b>Material</b></p>	<p>Steel</p>
								<p><b>Size</b></p>	<p>44 T</p>
								<p><b>Number</b></p>	<p>428</p>

รูปที่ ก.23 เฟือง 44 ฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<b>KMITL PCC</b>	
<b>Sprocket</b>			
TITLE:			
ENGINEER NAME:			
(Mr.Jirawat Maungthongkum)			
DRAWING NAME:			
(Mr.Jirawat Maungthongkum)			
MATERIAL:		QTY:	
		2	
SCALE:		UNIT:	
1:5		mm.	
ANGLE Proc:		DRAW No.:	
IST		DW-21	
3D Model:			
			
Materail		Steel	
Size Number		9 T 420	

รูปที่ ก.24 เฟือง 9 ฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<b>KMITL PCC</b>	
TITLE: <b>Motorcycle Chain</b>		ENGINEER NAME: (Mr. Jirawat Maungbhongkum)	
DRAWING NAME: (Mr. Jirawat Maungbhongkum)		MATERIAL: QTY: 2	
SCALE: 1:1		UNIT: mm.	
ANGLE Proc: 1ST		DRAW No.: DW-22	
3D Model:			
		Materail Number	Stainless Steel 428

รูปที่ ก.25 โซ่รถจักรยานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p><b>KMITL PCC</b></p>	
<p>TITLE: <b>Bearing Unit</b></p>		
<p>ENGINEER NAME: (Mr. Jirawat Maungthongkum)</p>		
<p>DRAWING NAME: (Mr. Jirawat Maungthongkum)</p>		
<p>MATERIAL: UNIT: 4</p>		
<p>SCALE: 1:1 mm.</p>		
<p>ANGLE Pro: IST</p>		
<p>DRAW No.: DW-23</p>		
<p>3D Model:</p>		

											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Material</td> <td style="width: 50%;">Cast Iron</td> </tr> <tr> <td>Diameter Shaft</td> <td>1 inch</td> </tr> <tr> <td>Differ Nut Mouring Holes</td> <td>110 mm</td> </tr> <tr> <td>High</td> <td>60.70 mm</td> </tr> <tr> <td>Long</td> <td>130.80 mm</td> </tr> </table>	Material	Cast Iron	Diameter Shaft	1 inch	Differ Nut Mouring Holes	110 mm	High	60.70 mm	Long	130.80 mm
Material	Cast Iron										
Diameter Shaft	1 inch										
Differ Nut Mouring Holes	110 mm										
High	60.70 mm										
Long	130.80 mm										

รูปที่ ก.26 ตลับลูกปืนตุ๊กตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		<b>KMITL PCC</b>	
		<b>Load cell Shear Beam</b>	
TITLE:		ENGINEER NAME:	
(Mr.Jirawat Maunghongkum)		(Mr.Jirawat Maunghongkum)	
DRAWING NAME:		MATERIAL:	
(Mr.Jirawat Maunghongkum)		QTY: 2	
SCALE: 1:1		UNIT: mm.	
ANGLE Proj: IST		DRAW No.: DW-24	
3D Model:			
		Capacity	250 kg
		Material	Alloy steel/stainless steel
		Rated Output(mV/V)	2.0 ± 0.005 3.0 ± 0.005
		Nonlinearity	±0.02% FS
		Hysteresis	±0.02% FS
Repeatability	±0.01% FS		

รูปที่ ก.27 โหลดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

 <b>KMITL PCC</b>	
<b>TITLE:</b> <b>Blade Crusher</b>	
<b>ENGINEER NAME:</b> (Mr.Jirawat Maungthongkum)	
<b>DRAWING NAME:</b> (Mr.Jirawat Maungthongkum)	
<b>MATERIAL:</b>	<b>QTY:</b> 4
<b>SCALE:</b> 1:1	<b>UNIT:</b> mm.
<b>ANGLE Pro:</b> 1ST	<b>DRAW No.:</b> DW-25
<b>3D Model:</b>	

<b>Material</b>	Steel
<b>Wide</b>	101.60 mm
<b>Long</b>	80 mm
<b>High</b>	17 mm

รูปที่ ก.28 ใบมีด Chusher

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต (Cost Analysis)

Total cost = Fixed cost+Variable Cost

#### ตาราง ข.1 ต้นทุนการผลิต (Fix Cost) เครื่องเปิดร่องดินเกษตรอเนกประสงค์ขนาดเล็ก

ต้นทุนคงที่	ราคา(บาท)
เหล็กเพลาด้านขนาด 1” ยาว 100 cm	400
เหล็กฉากขนาด 2” ยาว 600 cm	1,500
เหล็กแบนขนาด2”ยาว 200cm	200
เหล็กแผ่น ขนาด 200 cm x 300 cm x 1 cm	540
ตลับลูกปืนตุ๊กตา UCP 204-16 ขนาด 3/4”	170
ตลับลูกปืนตุ๊กตา UCP 205-16 ขนาด 1”	220
ลูกกลิ้งสายพาน เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 cm	300
ล้อหน้า ขนาด 12 นิ้ว	700
ล้อหลัง ขนาด 10 นิ้ว	350
เฟืองรถจักรยาน ยี่ห้อ L-faster 410 44T	50
สีฟัน ยี่ห้อ นกแก้ว	200
เครื่องยนต์ ยี่ห้อ Honda รุ่น GX390 13 hp	16,000
พู่เล่ย์ขนาด 3”	150
พู่เล่ย์ขนาด 12”	350
พู่เล่ย์ขนาด 14”	450
นอต M6 ยาว 15 mm	80
นอต M6 ยาว 30 mm	100
นอต M10 ยาว 15 mm	50
ใบมีด Crusher ขนาด 2”	200
ใบมีด Crusher ขนาด 3”	300
ใบมีด Crusher ขนาด 4”	400
มอเตอร์ DC 24V ยี่ห้อ Unite รุ่น MY1016Z2-24V 350W	470
กล่องคอนโทรล ขนาด 30 cm x 20 cm x 15 cm	230
แบตเตอรี่ ยี่ห้อ BIONTO รุ่น 6-DFM-8 12V 8A	460

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟ ขนาด 1.5 mm ยาว 4 m	100
เซนเซอร์วัดความเร็วรอบ ยี่ห้อ OEM รุ่น 5135ZSB	340
สวิตช์ควบคุมเปิด-ปิดเครื่อง ยี่ห้อ SUMO รุ่น JD03-A1-A05-108	80
วอลุ่มปรับความเร็วรอบ ยี่ห้อ Resistor รุ่น RB-0147	25
ฟิวส์ 15 A ยี่ห้อ Pacific	5
โซ่ ยี่ห้อ ITERA ROLLER 410	90
ปั๊มลูกฉิ่ง รุ่น XB4-BS542	150
ปลั๊กฟิวส์ Fb-045u	15
สวิตช์คันโยก ยี่ห้อ Cam Starter รุ่น QS5-15N	80
เฟืองรถจักรยาน ยี่ห้อ L-faster 410 44T	70
เฟืองรถจักรยานยนต์ ยี่ห้อ JOMTHAI 428 49T	100
โซ่ ยี่ห้อ JOMTHAI 428	100
จีปาดะ	1,500
ค่าแรง(4เดือน)	36,000
รวม	62,525

หมายเหตุ: ต้นทุนการผลิตไม่รวม Datalogger

## ตาราง ข.2 ต้นทุนขายทางการตลาด(Variable Cost)

ต้นทุนผันแปร	ราคา(บาท)
ขนส่งและการเดินทาง	2,500
รับประกันความเสียหายของเครื่องมือวัด(1ปี)	5,000
รวม	7,500

ดังนั้นต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Total Cost)= 62,525 + 7,500 = 70,025 บาท

การตั้งราคาขาย=ต้นทุนการผลิต+กำไรที่ต้องการ(100%)+ค่าจดสิทธิบัตร

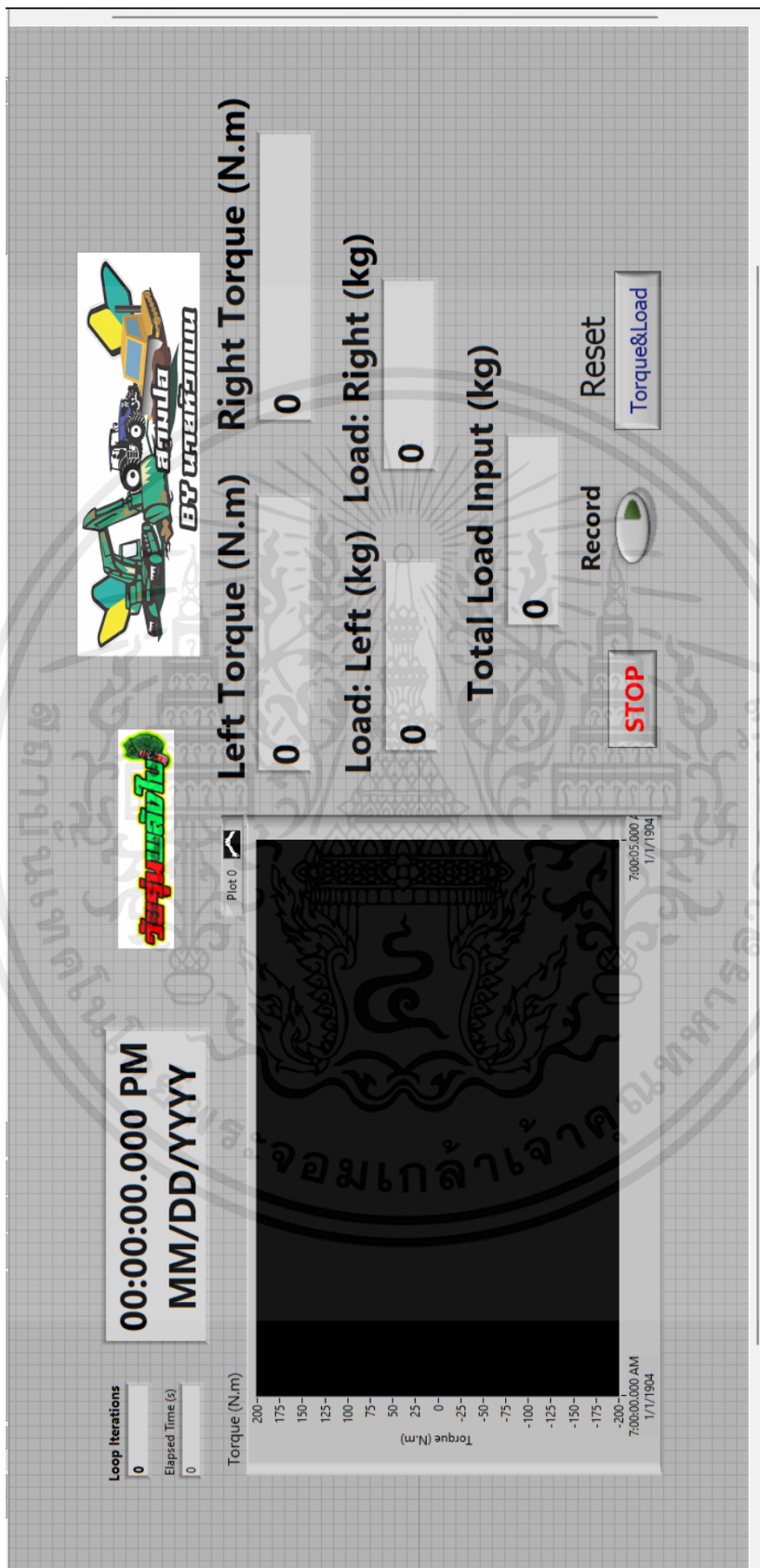
ราคาขาย = 70,025 + 9,000 + 4,500 = 83,525 บาท

ดังนั้น ราคาขายที่ตั้งไว้คือ 84,000 บาท และจะคืนทุนภายใน 1 ปี 1 เดือน 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

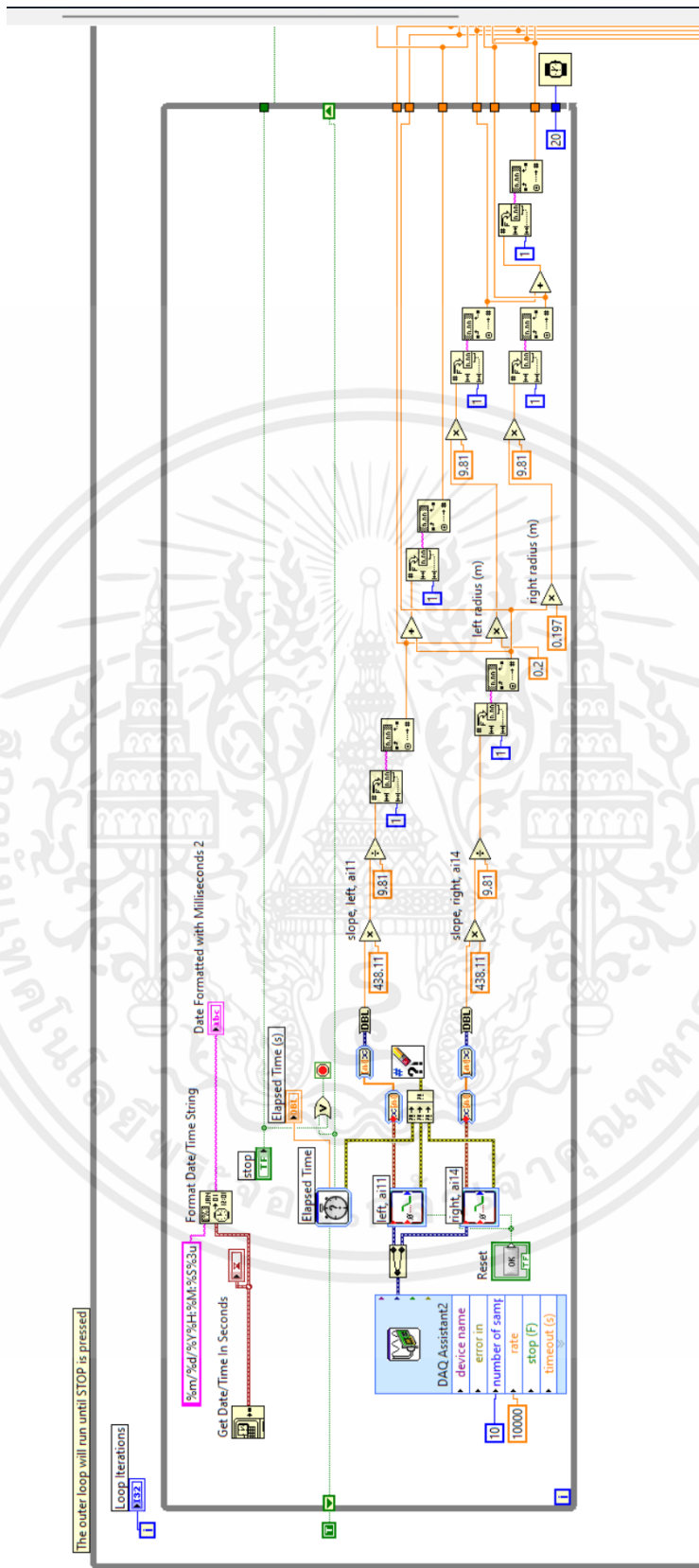


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



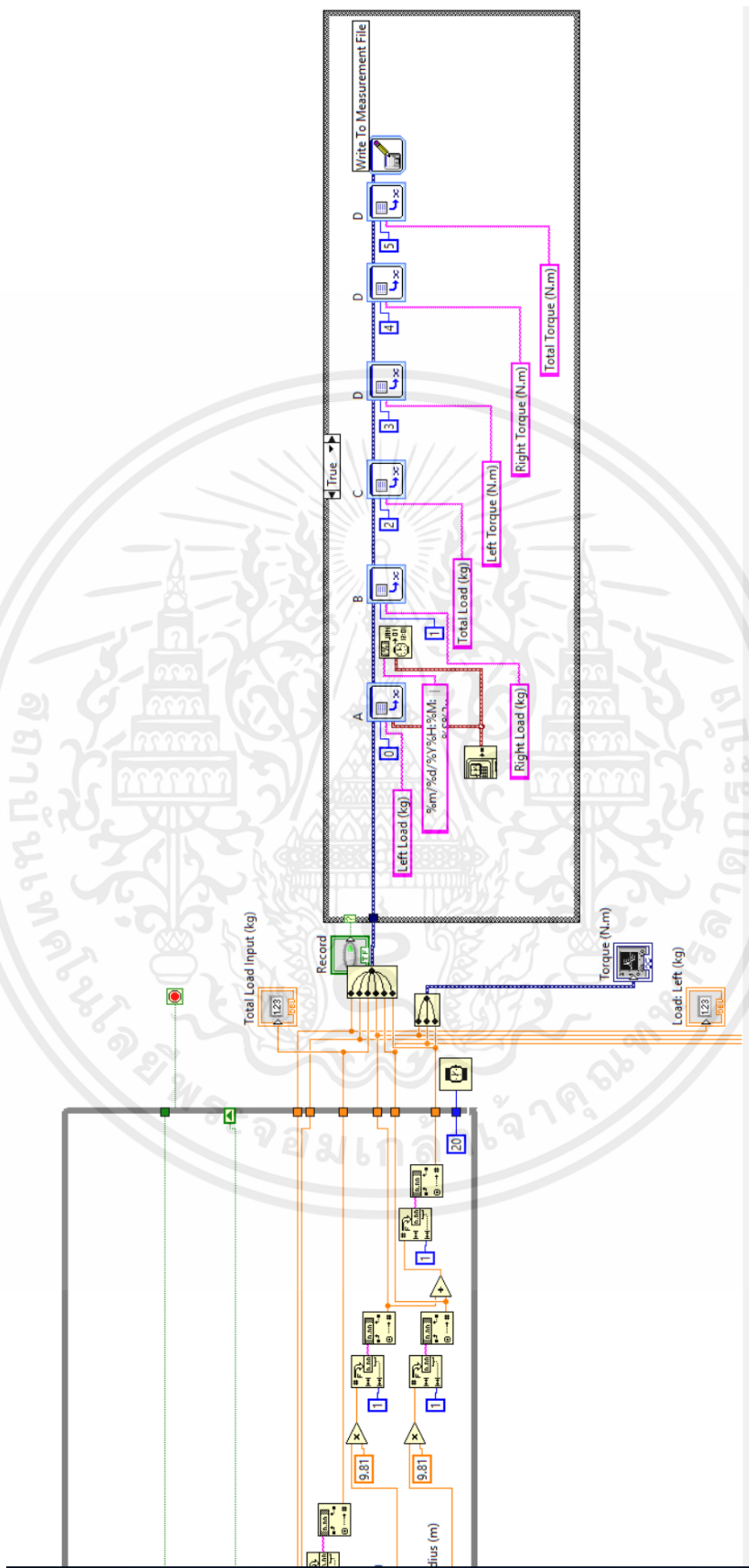
รูปที่ ค.1 หน้าโปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



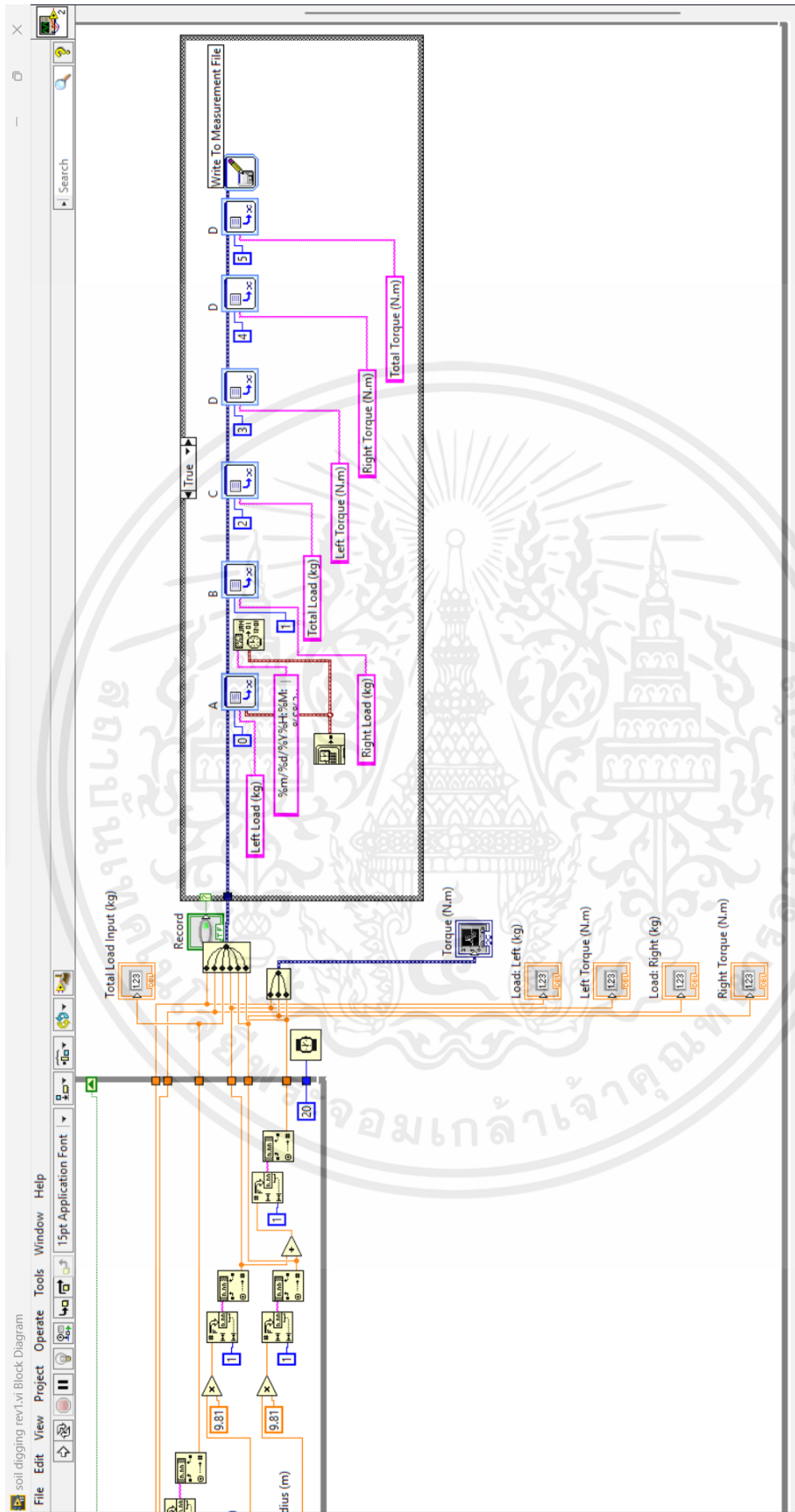
รูปที่ ค.2 หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.3 หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.4 หน้า Block Diagram โปรแกรม LabVIEW 2015 ที่ใช้เก็บผลการทดลอง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 180 rpm ชุดลึก 10 cm

ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	ความเร็วรอบ (rpm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
2"	10	180	58.6	N/A	63.05
3"	10	180	129.9	85.3	98.8
4"	10	180	113.2	83.7	89.2
2"x 4"	10	180	66.6	34.3	69.2

ตารางที่ ง.2 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 200 rpm ชุดลึก 10 cm

ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	ความเร็วรอบ (rpm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
2"	10	200	88.6	83.8	N/A
3"	10	200	131.4	252.9	129
4"	10	200	N/A	126.9	159.2
2"x 4"	10	200	13.2	N/A	57.3

ตารางที่ ง.3 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 220 rpm ชุดลึก 10 cm

ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	ความเร็วรอบ (rpm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
2"	10	220	59	49.7	N/A
3"	10	220	153.9	175.4	162.1
4"	10	220	58.4	159	100.6
2"x 4"	10	220	55.3	78.5	36.9

ตารางที่ ง.4 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 180 rpm ชุดลึง 20 cm

ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	ความเร็วรอบ (rpm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
2"	20	180	168.4	103.2	N/A
3"	20	180	201.4	143.6	129.4
4"	20	180	148.9	241.9	166.5
2"x 4"	20	180	106.2	83.6	N/A

ตารางที่ ง.5 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 200 rpm ชุดลึง 20 cm

ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	ความเร็วรอบ (rpm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
2"	20	200	206.9	259.2	230.8
3"	20	200	197.8	148.7	157.3
4"	20	200	128.2	193.1	122.3
2"x 4"	20	200	120	174.3	113.9

ตารางที่ ง.6 แรงบิดที่เกิดขึ้นเมื่อชุดเปิดร่องหมุนที่ 220 rpm ชุดลึง 20 cm

ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	ความเร็วรอบ (rpm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
2"	20	220	159.5	144.1	157.3
3"	20	220	153.9	175.4	162.1
4"	20	220	148.9	241.9	166.5
2"x 4"	20	220	127.5	N/A	102.6

ตารางที่ ง.7 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2” ที่เปิดร่อง 10 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	2”	10	58.6	N/A	67.5
200	2”	10	88.6	83.8	N/A
220	2”	10	59	49.7	N/A

ตารางที่ ง.8 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 2” ที่เปิดร่อง 20 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	2”	20	168.4	103.2	N/A
200	2”	20	206.9	259.2	230.8
220	2”	20	159.5	144.1	157.3

ตารางที่ ง.9 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3” ที่เปิดร่อง 10 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	3”	10	129.9	85.3	98.8
200	3”	10	131.4	252.9	129
220	3”	10	112	88.2	138.2

ตารางที่ ง.10 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 3” ที่เปิดร่อง 20 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	3”	20	201.4	143.6	129.4
200	3”	20	197.8	148.7	157.3
220	3”	20	153.9	175.4	162.1

ตารางที่ ง.11 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4” ที่เปิดร่อง 10 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	4”	10	113.2	83.7	89.2
200	4”	10	N/A	126.9	159.2
220	4”	10	58.4	159	100.6

ตารางที่ ง.12 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบมีด 4” ที่เปิดร่อง 20 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	4”	20	139.3	159.8	111.5
200	4”	20	128.2	193.1	122.3
220	4”	20	148.9	241.9	166.5

ตารางที่ ง.13 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบผสม(2”&4”) ที่เปิดร่อง 10 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	2”x 4”	10	66.6	34.3	69.2
200	2”x 4”	10	13.2	131.5	57.3
220	2”x 4”	10	55.3	78.5	36.9

ตารางที่ ง.14 แรงบิดที่เกิดขึ้นบนใบผสม(2”&4”) ที่เปิดร่อง 20 cm

ความเร็วรอบ (rpm)	ขนาดของใบ (inch)	ความลึก (cm)	Total Torque (N.m)		
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
180	2”x 4”	20	106.2	83.6	N/A
200	2”x 4”	20	120	174.3	113.9
220	2”x 4”	20	127.5	N/A	102.6

## ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล นาย จิราวัฒน์ ม่วงทองคำ  
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 06 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2544  
 ภูมิลำเนา จังหวัดชุมพร  
 ที่อยู่ 169/5 หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว  
 จังหวัดชุมพร 86160  
 E-mail tawanno3351@gmail.com

### ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ช่างอิเล็กทรอนิกส์) ปีการศึกษา 2561 จากวิทยาลัยเทคนิคชุมพร

- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

### ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกงานในแผนกฝ่ายผลิต บริษัท คิว เอ็ม บี (QMB) จำกัด จังหวัดชลบุรี

## ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล นาย ประเมศวร์ รักพริก  
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 04 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2543  
 ภูมิลำเนา จังหวัดพัทลุง  
 ที่อยู่ 32 หมู่ 2 ตำบลโคกม่วง อำเภอเขาชัยสน  
 จังหวัดพัทลุง 93130  
 E-mail poramat.pon2543@gmail.com

### ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ช่างยนต์ )  
 ปีการศึกษา 2561 จาก วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
 (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จาก  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกงานในแผนกฝ่ายซ่อมบำรุง  
 บริษัท ส.สมบัติเทคโนโลยี่

## ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล นางสาว โศรญา แก้ววัดปริง  
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 11 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2543  
 ภูมิลำเนา จังหวัดสุราษฎร์ธานี  
 ที่อยู่ 23/6 หมู่ 9 ถนนก้าวเจริญ ตำบลตอสัก  
 อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี  
 84220  
 E-mail aamsry1503@gmail.com

### ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลาย (วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2561 จาก โรงเรียนสตรีระนอง
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขต ชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
- ผ่านการฝึกงานในแผนกฝ่ายผลิต บริษัท คิว เอ็ม บี (QMB) จำกัด จังหวัดชลบุรี

### ผลงานและกิจกรรม