การพัฒนาเครื่องปีนต้นมะพร้าว

DEVELOPMENT OF A COCONUT TREE CLIMBING MACHINE

ณัฐพงศ์ ป้อมแดง

NATTHAPONG POMDAENG

ปฏิภาณ ฉิมประเสริฐ

PATIPARN CHIMPRASERT

เอกภพ คงฉิม

AEKKAPOB KONGCHIM

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตหลักสูตร

วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF A COCONUT TREE CLIMBING MACHINE

NATTHAPONG POMDAENG

PATIPARN CHIMPRASERT

AEKKAPOB KONGCHIM

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

2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2022

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHONE CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องปีนต้นมะพร้าว

PROJECT TITLE DEVELOPMENT OF A COCONUT TREE CLIMBING MACHINE

ชื่อนักศึกษา นายณัฐพงศ์ ป้อมแดง รหัสประจำตัว 61512037

นายปฏิภาณ ฉิมประเสริฐ รหัสประจำตัว 61512063

นายเอกภพ คงฉิม รหัสประจำตัว 61512084

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.วิสิทธิ์ เอกวานิช

ปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์			**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.ปัญญา	แดงวิไลลักษณ์	กรรมการ	.....
ผศ.ดร.นารถระพี	นาคะวัจนะ	กรรมการ	.....
ผศ.ดร.ปราโมทย์	กุศล	กรรมการ	.....
ดร.วิสิทธิ์	เอกวานิช	อาจารย์ที่ปรึกษา	.....

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 11 กรกฎาคม 2565 เวลา 13.00 – 16.00 น.

สถานที่สอบ สอบแบบออนไลน์

ภาควิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 11 กรกฎาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาเครื่องปีนต้นมะพร้าว	
ชื่อนักศึกษา	นายณัฐพงศ์ ป้อมแดง	**รหัสประจำตัว** 61512037
	นายปฏิภาณ ฉิมประเสริฐ	**รหัสประจำตัว** 61512063
	นายเอกภพ คงฉิม	**รหัสประจำตัว** 61512084
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิสิทธิ์ เอกวานิช	
ปริญญานิพนธ์		

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องปีนต้นมะพร้าวสำหรับการลดต้นทุนและการใช้แรงงานสัตว์ ออกแบบและสร้างเครื่องปีนมะพร้าวสำหรับต้นมะพร้าวที่มีลำต้นตรงและมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 25 ถึง 30 เซนติเมตร เครื่องปีนมะพร้าวในแนวตั้งมีน้ำหนักประมาณ 40 กิโลกรัม ประกอบด้วยเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ขาประคอง ล้อ (ทรงกระบอกและทรงกรวย) และโช๊คช่วยงัดล้อขนาด 300 และ 600 นิวตัน ศึกษาผลของน้ำหนักและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ต่อแรงบิด ผลการทดลองพบว่า ล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกรวยและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตันเหมาะสมในการปีนต้นมะพร้าวเนื่องจากไม่เกิดปัญหาการลื่นไถล

คำสำคัญ: เครื่องปีนต้นมะพร้าว, ล้อทรงกระบอก, ล้อทรงกรวย, โช๊ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	DEVELOPMENT OF A COCONUT TREE CLIMBING MACHINE	
Student	Mr. Natthapong Pomdaeng	**Student ID** 61512037
	Mr. Patiparn Chimprasert	**Student ID** 61512053
	Mr. Aekkapop Kongchim	**Student ID** 61512084
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Mechanical Engineering	
Project Advisor	Dr. Visit Eakvanich	

ABSTRACT

The objective of this study was to develop a coconut tree climbing machine for cost savings and to reduce an animal labor. Designing and constructing a coconut climbing machine for the coconut tree with a straight trunk and a diameter in the range of 25 to 30 centimeters. The vertical scooter itself weighs around 40 kilograms, which consists of a two-stroke engine, support legs, wheels (namely cylindrical wheels and conical wheels), and shock absorbers, which are 300 and 600 N. The effect of weight and trunk diameter on torque value was investigated. The results showed that a conical wheel and 600 N shock absorbers were suitable for the vertical scooter because of the moving without slipping problem.

Keywords: Coconut tree climbing machine, cylindrical wheels, conical wheels, shock absorbers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.วิสิทธิ์ เอกวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ความรู้ต่างๆ ตลอดจนขั้นตอนและวิธีการในการทำปริญญานิพนธ์

บุคคลที่ขาดมิได้คือ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและเป็นที่เคารพรัก ที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยช่วยเหลือแนะนำและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน รวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้การจัดทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มีก็น้อยต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องปีนต้นมะพร้าว

ณัฐพงศ์ ป้อมแดง
ปฏิภาณ ฉิมประเสริฐ
เอกภพ คงฉิม
กรกฎาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูปภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 สมมติฐานของโครงงาน	1
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.7 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้อมูลทั่วไปของต้นไม้	4
2.2 เครื่องยนต์ 2 จังหวะ	8
2.3 ลักษณะทั่วไปของเหล็กและเหล็กกล้า	9
2.4 ล้อยางรถยนต์	11
2.5 แก๊สสปริง	12
2.6 พลาสติกวิศวกรรม	12
2.7 ตลับลูกปืน	13
2.8 จานเบรก	15
2.9 แรงโน้มถ่วงของโลก	15
2.10 แรงเสียดทาน	15
2.11 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องทอร์กหรือแรงบิด	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 การหาอัตราทดเฟือง	18
2.13 โมเมนต์	19
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	21
3.1 การออกแบบเครื่องปีนต้นมะพร้าว	21
3.2 การสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว	22
3.3 การทดสอบเครื่องปีนต้นมะพร้าวเบื้องต้น	51
3.4 การทดสอบเครื่องปีนต้นมะพร้าว	54
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	55
4.1 ทดสอบแรงบิดเพื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนัก	55
4.2 ทดสอบการปีนต้นมะพร้าว	62
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	65
5.1 สรุปผลการทดลอง	65
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง	65
5.3 ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	68
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง	69
ภาคผนวก ข เครื่องปีนต้นมะพร้าว	76
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางสถิติ	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานการออกแบบและการสร้างเครื่องปืนต้นมะพร้าว	3
4.1	ค่าเฉลี่ยของแรงบิดจากการทดลอง	55
4.2	ต้นทุนการผลิต	62
4.3	ต้นทุนขายทางการตลาด	63
ก.1	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร	70
ก.2	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร	70
ก.3	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร	71
ก.4	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร	71
ก.5	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร	72
ก.6	ค่าน้ำหนักและแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร	72
ก.7	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร	73
ก.8	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร	73
ก.9	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร	74
ก.10	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร	74
ก.11	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร	75
ก.12	ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังการดำเนินงานออกแบบและสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว	2
2.1	ต้นมะพร้าว	4
2.2	ลำต้นมะพร้าว	5
2.3	ใบมะพร้าว	5
2.4	ช่อดอก	6
2.5	ผลมะพร้าว	7
2.6	เมล็ดมะพร้าว	8
2.7	เหล็กหล่อ	9
2.8	เหล็กกล้า	10
2.9	ส่วนประกอบของลูกปืน	14
2.10	เพลากลมตรงภายใต้การรับแรงบิด	17
2.11	โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา	19
2.12	โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา	19
3.1	เครื่องปีนต้นมะพร้าวที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2019 ล้อทรงกระบอก	21
3.2	เครื่องปีนต้นมะพร้าวที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2019 ล้อทรงกรวย	22
3.3	แบบร่างโครงสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว	24
3.4	โครงสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว	24
3.5	แบบร่างล้อไม้ทรงกรวย	25
3.6	แบบร่างเพลาล้อไม้ทรงกรวย	25
3.7	แบบร่างแผ่นเพลตกลมยึดล้อไม้ทรงกรวย	26
3.8	แบบร่างประกอบของชุดเพลาล้อไม้ทรงกรวย	26
3.9	ชุดเพลาล้อไม้ทรงกรวย	27
3.10	เชื่อมแผ่นเหล็กกลมเข้ากับเหล็กท่อที่เตรียมไว้	27
3.11	แบบร่างดุมล้อยาง	28
3.12	กรีดเนื้อยาง	28
3.13	ยิงน็อตหัวเรียบยึดยางเข้ากับท่อกลม	29
3.14	ชุดล้อยาง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.15	แบบร่างการประกอบชุดเพลาล้อยาง	30
3.16	แบบร่างสแปเซอร์ยึดจานเบรก	30
3.17	การเชื่อมสเปเซอร์ยึดจานเบรกติดกับเพลาล้อ	31
3.18	ชุดล้อยางพร้อมจานเบรก	31
3.19	แบบร่างการติดตั้งชุดเพลาล้อ	32
3.20	การติดตั้งชุดเพลาล้อ	32
3.21	แบบร่างบูทต่อเพลา	33
3.22	แบบร่างการติดตั้งบูทต่อเพลา	33
3.23	แบบร่างสแปเซอร์เฟือง A	34
3.24	แบบร่างการติดตั้งสแปเซอร์ยึดเฟือง A	34
3.25	แบบร่างล้อประคองทรงกรวย	35
3.26	ล้อประคองทรงกรวย	35
3.27	แบบร่างล้อประคองทรงกระบอก	36
3.28	ล้อประคองทรงกระบอก	36
3.29	แบบร่างสแปเซอร์ยึดเฟือง B	37
3.30	สแปเซอร์ยึดเฟือง B	37
3.31	แบบร่างขายึดล้อประคอง	38
3.32	ขายึดล้อประคอง	38
3.33	แบบร่างขาล้อประคอง	39
3.34	ขาล้อประคอง	39
3.35	แบบร่างขายึดโช๊คข้างซ้าย	40
3.36	ขายึดโช๊คข้างซ้าย	40
3.37	แบบร่างขายึดโช๊คข้างขวา	41
3.38	แบบร่างขายึดโช๊คข้างขวา	41
3.39	แบบร่างการติดตั้งชิ้นส่วนขายึดโช๊ค	42
3.40	แบบร่างขาดันล้อขับ	42
3.41	ขาดันล้อขับ	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.42	แบบร่างการติดตั้งขาดันล้อขับ	43
3.43	แบบร่างขาดันล้อตาม	44
3.44	ขาดันล้อตาม	44
3.45	แบบร่างการติดตั้งขาดันล้อตาม	45
3.46	แบบร่างบูทยาว 38 มิลลิเมตร	45
3.47	แบบร่างบูทยาว 17.7 มิลลิเมตร	46
3.48	แบบร่างบูทยาว 17 มิลลิเมตร	46
3.49	แบบร่างบูทยาว 10 มิลลิเมตร	47
3.50	แบบร่างบูทยาว 8 มิลลิเมตร	47
3.51	แบบร่างการติดชิ้นส่วนขาประคอง	48
3.52	แบบร่างโครงเหล็กยึดเบาะ	48
3.53	แบบร่างเบาะไม้	49
3.54	เบาะไม้	49
3.55	เครื่องปีนต้นมะพร้าว	50
3.56	การติดตั้งเครื่องปีนต้นมะพร้าวเข้ากับต้นมะพร้าว	51
3.57	ขันน๊อตล็อคขาประคอง	52
3.58	ต่อทอร์คเซ็นเซอร์รุ่น DYN-200 เข้ากับเพลาของล้อขับ	52
3.59	อ่านค่าและจดบันทึกข้อมูล	53
3.60	เพิ่มน้ำหนัก	53
3.61	ผู้ทดสอบปีนต้นมะพร้าว	54
4.1	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาด เมื่อล้อประคองเป็นล้อทรงกระบอกและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน	57
4.2	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่าค่างแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาด เมื่อล้อประคองเป็นล้อทรงกระบอกและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน	58
4.3	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาด เมื่อล้อประคองเป็นล้อทรงกรวยและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.4	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาดเมื่อล้อประคองเป็นล้อทรงกรวยและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน	60
4.4	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในล้อและโช๊คแต่ละชนิด	61
4.5	การปีนต้นมะพร้าวโดยใช้คน	62
ข.1	เครื่องปีนต้นมะพร้าวที่สร้างขึ้น	77
ข.2	เครื่องปีนต้นมะพร้าวที่ออกแบบ	78
ข.3	โครงเครื่องปีนต้นมะพร้าว	79
ข.4	คาน A	80
ข.5	คาน B	81
ข.6	ขาประคอง A	82
ข.7	ขาประคอง B	83
ข.8	ล้อไม้	84
ข.9	เพลาล้อ B	85
ข.10	แผ่นเพลตกลม	86
ข.11	ดุมล้อ	87
ข.12	เพลาล้อ A	88
ข.13	สเปเซอร์จานเบรก	89
ข.14	บูทต่อเพลา	90
ข.15	บูทยึดเฟือง A	91
ข.16	ล้อซุปเปอร์ลีนทรงกรวย	92
ข.17	ล้อซุปเปอร์ลีนทรงกระบอก	93
ข.18	สเปเซอร์ยึดเฟือง B	94
ข.19	ขาประคอง A	95
ข.20	ขาประคอง B	96
ข.21	ขายึดโช๊คฝั่งซ้าย	97
ข.22	ขายึดโช๊คฝั่งขวา	98
ข.23	ขาดันล้อ A	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.24 ขาดันล้อ B	100
ข.25 บูทยาว 17.7 มิลลิเมตร	101
ข.26 บูทยาว 17 มิลลิเมตร	102
ข.27 บูทยาว 10 มิลลิเมตร	103
ข.28 บูทยาว 8 มิลลิเมตร	104
ข.29 บูทยาว 25.4 มิลลิเมตร	105
ข.30 โครงเบาะ	106
ข.31 เบาะไม้	107
ค.1 ตารางแสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อทรงกระบอกและโช๊ค 300 นิวตัน	109
ค.2 ตารางแสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อทรงกระบอกและโช๊ค 600 นิวตัน	109
ค.3 ตารางแสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อทรงกรวยและโช๊ค 300 นิวตัน	109
ค.4 ตารางแสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อทรงกรวยและโช๊ค 600 นิวตัน	110
ค.5 ตารางแสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละล้อที่ต้นขนาด 27 เซนติเมตร และโช๊ค 300 นิวตัน	110
ค.6 ตารางแสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละล้อที่ต้นขนาด 27 เซนติเมตร และโช๊ค 600 นิวตัน	111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์

ประเทศไทยมีสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศร้อนชื้น ซึ่งเหมาะสำหรับการเพาะปลูกมะพร้าว ทำให้คุณภาพผลผลิตดีและเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นชนิดหนึ่ง อยู่ในตระกูลปาล์ม มะพร้าว เป็นพืชซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ในหลายทาง เช่น น้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนใช้รับประทาน เนื้อในผลแก่นำไปขูดและคั้นทำกะทิ กะลานำไปประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ เช่น กระบวย โคมไฟ ฯลฯ นอกจากนี้มะพร้าวจัดเป็นพรรณไม้มงคลชนิดหนึ่ง ตามตำราพรหมชาติฉบับหลวง ได้กำหนดให้ปลูกมะพร้าวไว้ทางทิศตะวันออกของบ้าน เพื่อความสิริมงคล

ในปัจจุบันการเก็บเกี่ยวผลมะพร้าวยังมีทางเลือกไม่มากนัก ซึ่งหนึ่งในทางเลือกที่เป็นที่นิยมในประเทศไทยและมีประสิทธิภาพมากที่สุดแต่กลับถูกแบนในต่างประเทศคือ วิธีการใช้แรงงานลิง ทางกลุ่มของเราได้เล็งเห็นถึงปัญหานี้จึงได้มีการสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าวเพื่อลดการใช้แรงงานในการเก็บผลมะพร้าว ลดปัญหาการใช้แรงงานสัตว์ในอุตสาหกรรมมะพร้าว และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บผลมะพร้าว อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาเพื่อนำไปสู่การต่อยอดในเวลาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องปีนต้นมะพร้าว

1.2.2 เพื่อลดการใช้แรงงานสัตว์ในการเก็บเกี่ยวผลมะพร้าว

1.3 สมมติฐานของโครงงาน

1.3.1 เครื่องปีนต้นมะพร้าวสามารถช่วยปีนต้นมะพร้าวได้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ปีนต้นมะพร้าวที่มีลำต้นตรง

1.4.2 สามารถปีนต้นมะพร้าวที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 24-30 เซนติเมตร

1.4.3 สามารถรับน้ำหนักเพิ่มได้สูงสุด 50 กิโลกรัม

1.4.4 มีระบบเบรกป้องกันการตกลงมาจากที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 ใช้เครื่องยนต์ 2 จังหวะ 4 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 พัฒนาวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นมะพร้าว

1.5.2 ลดต้นทุนการใช้แรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจากต้นมะพร้าว

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงานออกแบบและสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานการออกแบบและการสร้างเครื่องปืนต้นมะพร้าว

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน									
	2564				2565					
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1. ศึกษาและรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง	←	→								
2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือวัด			←	—	—	→				
3. ทดสอบและรวบรวมข้อมูล						←	—	—	→	
4. วิเคราะห์ผลและสรุปผล							←	—	→	
5. ทำเล่มปริญญานิพนธ์									←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของต้นไม้

รูปที่ 2.1 ต้นมะพร้าว

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมะพร้าว

(1) ราก (Roots) มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นใบเลี้ยงเดี่ยว ระบบรากแบบรากฝอย ทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวลำต้น ดูดซึมน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ หากมะพร้าวมีอายุมากหรือดินมีน้ำขัง มะพร้าวจะสร้างรากชุดใหม่เรียกว่ารากอากาศ ซึ่งเป็นรากที่เจริญเติบโตออกจากโคนต้นนอกผิวดิน

(2) ลำต้น (Stem) เมื่อมะพร้าวเจริญเติบโตเต็มที่ ลำต้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ลำต้นที่อยู่ในดิน มีลักษณะเป็นทรงกรวยคว่ำ พร้อมทั้งมีรากใหญ่เจริญออกมาโดยรอบ เรียกลำต้นที่อยู่ในดินนี้ว่า Bole ลำต้นส่วนที่สองคือลำต้นที่อยู่เหนือผิวดินเรียกว่า Trunk ในส่วนนี้ลำต้นจะมีลักษณะเป็นทรงกระบอกส่วนโคนต้นที่อยู่เหนือพื้นดินเล็กน้อยมีลักษณะใหญ่และค่อย ๆ เล็กลงเมื่อสูงขึ้นไป ที่ส่วนยอดของต้นมะพร้าวจะมีตาอยู่เพียงตาเดียว ที่จะเจริญเติบโตเป็นลำต้น ใบ และช่อดอก ถ้าหากตานี้ถูกทำลายหรือเน่า มะพร้าวทั้งต้นก็จะตายไปด้วย ซึ่งตายอดที่มีความสำคัญที่สุดของมะพร้าวนี้เรียกว่า Terminal bud ลำต้นมะพร้าวส่วนที่อยู่เหนือดินจะเริ่มปรากฏรูปร่างเป็นทรงกระบอกเมื่อมะพร้าวมีอายุได้ประมาณ 4 - 5 ปี โดยที่มะพร้าวจะมีลำต้นค่อนข้างตั้งตรงแต่มักจะเอียงออกไปหาแสงสว่างหรือเอียงตามทิศทางลมที่พัดประจำมาสู่บริเวณนั้นได้ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25 - 30 cm. บนส่วนของลำต้นประกอบด้วย ข้อ ปล้อง และใบ เช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่ว ๆ ไป แต่ทว่าความห่างของปล้องจะอยู่ใกล้ชิดติดกันมาก

รูปที่ 2.2 ลำต้นมะพร้าว

(3) ใบ (Leaves) ใบมะพร้าวจะอยู่รวมกันเป็นกระจุกและเกิดจากตายอดของมะพร้าว ปลายใบกระจายออกเป็นรัศมีรอบลำต้น อัตราการสร้างใบของมะพร้าวในแต่ละปีใช้เป็นเครื่องวัดความเจริญเติบโตของมะพร้าวได้เป็นอย่างดี ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม มะพร้าวที่มีการเจริญเติบโตดีจะสร้างจำนวนใบได้มาก และมีใบสดติดอยู่บนลำต้นได้มากด้วย แต่อย่างไรก็ตาม จำนวนใบที่เกิดขึ้นบนลำต้นจะแปรผันตรงกับอายุของมะพร้าว อัตราการเกิดใบ อัตราการร่วงของใบ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสภาพลมฟ้าอากาศต่าง ๆ แต่จำนวนใบมะพร้าวจะลดลงเมื่อมะพร้าวอายุมากขึ้น

รูปที่ 2.3 ใบมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ช่อดอก (Inflorescence) ช่อดอกมะพร้าวจะมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกกันแต่ดอกทั้งสองชนิดอยู่ในช่อดอกเดียวกัน สิ่งที่กำหนดระยะเวลาการออกดอกของมะพร้าวคือลักษณะของพันธุ์มะพร้าว มะพร้าวพันธุ์ต้นสูงจะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 6 ปี แต่มะพร้าวพันธุ์เตี้ยหรือพันธุ์ลูกผสมจะออกดอกเมื่ออายุประมาณ 4 - 5 ปี ช่อดอกมะพร้าวเกิดอยู่ในมุมใบระหว่างส่วนของลำต้นกับโคนใบโดยมีแผ่นใยของโคนใบห่อหุ้มอยู่ มะพร้าวที่มุมใบทุกใบมีช่อดอกเกิดขึ้นอย่าง และมีช่อดอกปี ละประมาณ 10 - 14 ช่อดอก

รูปที่ 2.4 ช่อดอก

(5) ผล (Fruit) ผลมะพร้าวจะมีขนาดโตเต็มที่หลังจากที่มีการผสมเกสรไปแล้ว 6 เดือน และพร้อมเก็บเกี่ยวในอีก 6 เดือน ต่อมา ขนาดของผลและสีของผล จะเปลี่ยนแปลงไปตามพันธุ์ของมะพร้าว ผลของมะพร้าวหรือเปลือกมะพร้าวนี้ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ 3 ชั้น ได้แก่

Exocarp คือ เปลือกนอกสุดของผล เป็นแผ่นของเส้นใยที่เหนียวและแข็ง เมื่อผลแก่จะมีสีเขียวแดงหรือเหลืองตามลักษณะประจำพันธุ์ สำหรับผลที่แก่และแห้งจัดจะมีสีน้ำตาลเข้ม

Mesocarp เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเปลือกนอกเข้ามา เมื่อผลยังอ่อนมีลักษณะอ่อนนุ่มบางพันธุ์อาจมีรสหวานรับประทานได้แต่เมื่อผลแก่จะกลายเป็นชั้นของเส้นใยที่เรียกว่า กาบมะพร้าว (Coir) ซึ่งชั้นนี้จะหนาประมาณ 4 – 5 เซนติเมตร

Endocarp เป็นชั้นในสุดที่มีกาบมะพร้าวหุ้มล้อมรอบ เมื่อผลแก่จะมีลักษณะแข็ง สีน้ำตาลดำที่เรียกว่า กะลา (Husk or shell) ซึ่งผิวด้านนอกของกะลาจะมีสันนูน 3 สัน ที่กะลาด้านที่อยู่ทางขั้วของผลจะมีตาอยู่ 3 ตา Carpel ละ 1 ตา โดยมีตาแข็ง 2 ตา และตานิ่มอันใหญ่ 1 ตา ตานิ่มนี้จะอยู่บนส่วนของกะลาอันใหญ่ที่สุด เมื่อมะพร้าวงอกหน่อออกมา ต้นอ่อนจะแทงทะลุผ่านตานิ่มนี้ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ผลมะพร้าว

(6) เมล็ด (Seed) เมล็ดมะพร้าวมีขนาดใหญ่ ซึ่งเมล็ดมะพร้าวนี้ก็คือเนื้อมะพร้าว (Kernel or meat or endosperm) ที่อยู่ภายในกะลาประกอบด้วยแผ่นบาง ๆ สีน้ำตาลคั่นอยู่ระหว่างกะลากับเนื้อมะพร้าว ซึ่งเรียกสิ่งนี้ว่า Seed coat นี้จะติดแน่นกับเนื้อมะพร้าว เนื้อมะพร้าวโดยทั่วไปจะมีความหนาเฉลี่ยประมาณ 1 - 2 เซนติเมตร สีขาวและมีน้ำมันอยู่มาก ส่วนของคัพภะ (Embryo) จะอยู่ใต้ตานิ่ม มีลักษณะคล้ายหัวเข็มหมุดสีเหลืองขนาด 0.5 - 1 เซนติเมตร ฝังอยู่ในเนื้อมะพร้าวภายในเมล็ดจะเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ เมื่อผลอ่อนจะมีน้ำ (Liquid endosperm) บรรจุอยู่เต็ม ซึ่งน้ำมะพร้าวมีน้ำตาลพวกกลูโคสและซูโครส (Sucrose) เมื่อผลแก่จะมีสารที่ขับออกมาจากเซลล์ของ Endosperm รวมอยู่ด้วยทำให้น้ำมะพร้าวมีรสกร่อยลงไป ปริมาณน้ำก็มีน้อยลง ดังนั้นเมื่อเขย่าผลมะพร้าวจะได้ยินเสียงของน้ำ ภายในผลและน้ำมะพร้าวภายในผลจะถูกดูดซึมหมดไปภายในเวลา 6 เดือนหลังจากเก็บเกี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 เมล็ดมะพร้าว

2.2 เครื่องยนต์ 2 จังหวะ

เครื่องยนต์ 2 จังหวะ ใช้ในรถจักรยานยนต์ขนาดเล็กทั่วไปที่ประหยัดพลังงานและรถสกูตเตอร์ รวมไปถึงอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เลื่อยยนต์ และเจ็ตสกี เครื่องยนต์ 2 จังหวะทำงานเหมือนกับเครื่องยนต์ 4 จังหวะ แต่ใช้เพียง 2 จังหวะเท่านั้น เมื่อใช้ชิ้นส่วนน้อยกว่า จึงทำให้มีขนาดเล็กกว่า เบากว่า ยุ่งยากน้อยกว่า และถูกกว่าเครื่องยนต์ 4 จังหวะ

การทำงานของเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

เครื่องยนต์ 2 จังหวะใช้อ่างน้ำมันเครื่องและกระบอกสูบเพื่อแปรเปลี่ยนน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นพลังงานในการทำงานเพียง 2 จังหวะ ในการทำงาน หัวเทียนจะจุดระเบิดทุกๆ รอบการทำงาน (ในขณะที่เครื่องยนต์ 4 จังหวะ หัวเทียนจะจุดระเบิดแบบรอบเว้นรอบ) การทำงาน 1 รอบมีดังนี้

ดูด (Intake) ในจังหวะลูกสูบเคลื่อนที่ลงจะเกิดสุญญากาศภายในกระบอกสูบทำให้เกิดการดูดส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศเข้ามาในอ่างน้ำมันเครื่อง

การอัดในอ่างน้ำมันเครื่อง (Crankcase Compression) ในระหว่างนั้น ส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง/อากาศจะถูกอัดในอ่างน้ำมันเครื่อง

คาย (Transfer/Exhaust) ในจังหวะเกือบถึงตำแหน่งล่างสุด ลูกสูบจะเปิดช่องไอดี ส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง/อากาศที่อัดจะเคลื่อนผ่านกระบอกสูบเข้าสู่ช่องไอดี และดันก๊าซไอเสียออกไป

อัด (Compression) ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและอัดส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง/อากาศ

ระเบิด (Power) เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งบนสุด หัวเทียนจะจุดระเบิดและเริ่มเกิดการเผาไหม้ เชื้อเพลิงจากการเผาไหม้จะขยายตัว และดันลูกสูบลงเพื่อเริ่มทำงานรอบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ลักษณะทั่วไปของเหล็กและเหล็กกล้า

เหล็ก สามารถได้มากในธรรมชาติ ซึ่งจะมีสีแดงอมน้ำตาลและจะดูดติดกับแม่เหล็ก ส่วนพื้นที่ที่ค้นพบเหล็กได้มากที่สุดก็คือ ตามชั้นหินใต้ดินที่อยู่บริเวณที่ราบสูงและภูเขา โดยจะอยู่ในรูปของสินแร่เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งก็ต้องใช้วิธีถลุงออกมาเพื่อให้ได้เป็นแร่เหล็กบริสุทธิ์และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

รูปที่ 2.7 เหล็กหล่อ

2.3.1 เหล็กหล่อ

เป็นเหล็กที่ขึ้นรูปด้วยการหล่อ ซึ่งจะมีปริมาณของธาตุคาร์บอนประมาณ 1.7 - 2% จึงทำให้เหล็กมีความแข็ง แต่ในขณะเดียวกันก็มีความเปราะ และด้วยเหตุนี้จึงทำให้เหล็กหล่อ สามารถขึ้นรูปได้แค่วิธีการหล่อวิธีเดียวเท่านั้นไม่สามารถขึ้นรูปด้วยการรีดหรือวิธีการอื่นๆ ได้นอกจากนี้เหล็กหล่อสามารถแบ่งได้ดังนี้

(1) เหล็กหล่อเทา เป็นเหล็กหล่อที่มีโครงสร้างคาร์บอนในรูปของกราฟไฟต์เพราะมีคาร์บอนและซิลิคอนเป็นส่วนประกอบสูงมาก

(2) เหล็กหล่อขาว เป็นเหล็กที่มีความแข็งแรงทนทานสูง สามารถทนต่อการเสียดสีได้ดี แต่จะเปราะจึงแตกหักได้ง่าย โดยเหล็กหล่อประเภทนี้ จะมีปริมาณของซิลิคอนต่ำกว่าเหล็กหล่อเทา

(3) เหล็กหล่อกราฟไฟต์กลม เป็นเหล็กที่มีโครงสร้างเป็นกราฟไฟต์ ซึ่งจะมีส่วนผสมของแมกนีเซียมหรือซีเรียมอยู่ในน้ำเหล็ก ทำให้เกิดรูปร่างกราฟไฟต์ทรงกลมขึ้นมา ทั้งยังได้คุณสมบัติทางกลในทางที่ดีและโดดเด่นยิ่งขึ้น เหล็กหล่อกราฟไฟต์จึงได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายและถูกนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) เหล็กหล่ออบเหนียว เป็นเหล็กที่ผ่านกระบวนการอบเพื่อให้ได้คาร์บอนในโครงสร้างคาร์ไบด์แตกตัวมารวมกับกราฟไฟต์เม็ดกลม และกลายเป็นเฟอร์ไรด์หรือเพิร์ลไลต์ ซึ่งก็จะมีคุณสมบัติที่เหนียวแน่นกว่าเหล็กหล่อขาวเป็นอย่างมาก ทั้งได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานที่สุด

(5) เหล็กหล่อโลหะผสม เป็นประเภทของเหล็กที่มีการเติมธาตุผสมเข้าไปหลายอย่างด้วยกัน ซึ่งก็จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็กให้ดีขึ้น โดยเฉพาะการทนต่อความร้อนและการต้านทานต่อแรงเสียดสีที่เกิดขึ้น เหล็กหล่อประเภทนี้จึงนิยมใช้ในงานที่ต้องสัมผัสกับความร้อน

2.3.2 เหล็กกล้า

รูปที่ 2.8 เหล็กกล้า

เหล็กกล้า เป็นเหล็กที่มีความเหนียวแน่นมากกว่าเหล็กหล่อ ทั้งสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีทางกลได้ จึงทำให้เหล็กชนิดนี้ นิยมถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายและกว้างขวางมากขึ้น ตัวอย่างเหล็กกล้าที่มักจะพบได้บ่อยๆ ในชีวิตประจำวัน คือ เหล็กแผ่น เหล็กโครงรถยนต์หรือเหล็กเส้น เป็นต้น นอกจากนี้คาร์บอนก็สามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มดังนี้

(1) เหล็กกล้าคาร์บอน จะมีส่วนผสมหลักเป็นคาร์บอนและมีส่วนผสมอื่นๆ ปนอยู่บ้างเล็กน้อยทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับจะมีธาตุอะไรติดมาในขั้นตอนการถลุงบ้างดังนั้นเหล็กกล้าคาร์บอนจึงสามารถแบ่งเป็นย่อยๆ ได้อีก ตามปริมาณธาตุที่ผสมดังนี้

เหล็กคาร์บอนต่ำ มีคาร์บอนต่ำกว่า 0.2% และมีความแข็งแรงต่ำมาก จึงนำมารีดเป็นแผ่นได้ง่าย เช่น เหล็กเส้น เหล็กแผ่น เป็นต้น

เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง จะมีคาร์บอนอยู่ประมาณ 0.2-0.5% มีความแข็งแรงสูงขึ้นมาหน่อย สามารถนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กกล้าคาร์บอนสูง มีคาร์บอนสูงกว่า 0.5% มีความแข็งแรงสูงมาก นิยมนำมาอบชุบความร้อนเพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งมากขึ้น และสามารถต้านทานต่อการสึกหรอได้ดี จึงนิยมนำมาทำเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องการผิวแข็ง

(2) เหล็กกล้าผสม เป็นเหล็ก ที่มีการผสมธาตุอื่นๆ เข้าไปโดยเจาะจง เพื่อให้คุณสมบัติของเหล็กเป็นไปตามที่ต้องการโดยเหล็กประเภทนี้มักจะมีความสามารถในการต้านทานต่อการกัดกร่อนและสามารถนำไฟฟ้าได้ รวมถึงมีคุณสมบัติทางแม่เหล็กอีกด้วยซึ่งก็จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ เหล็กกล้าผสมต่ำและเหล็กกล้าผสมสูง นั่นเอง โดยเหล็กกล้าผสมต่ำ จะเป็นเหล็กกล้าที่มีการผสมด้วยธาตุอื่นๆ น้อยกว่า 10% และเหล็กกล้าผสมสูง จะเป็นเหล็กกล้าที่มีการผสมด้วยธาตุอื่นๆ มากกว่า 10%

เหล็ก เป็นแร่ธาตุที่ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันมากที่สุด และเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะกับการนำมาใช้งานในหลายๆ ด้าน แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้าง คือมีน้ำหนักมาก ทำให้เคลื่อนย้ายได้ไม่ค่อยสะดวกมากนัก อย่างไรก็ตาม เหล็ก ก็ยังคงเป็นที่นิยมและมีการนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมหรือการผลิตเครื่องจักรกลต่างๆ รวมทั้งใช้ในการสร้างบ้านด้วย เพราะเป็นโลหะที่มีความแข็งแรงและทนทานมาก

2.4 ล้อยางรถยนต์

ยางรถยนต์เป็นผลิตภัณฑ์ยางที่เราพบเห็นได้ทั่วไปถูกผลิตขึ้นให้มีสมบัติที่เหมาะสมกับรถยนต์แต่ละประเภทล้อยางรถบรรทุกก็ควรมีสมบัติที่ทนทานและรับน้ำนักบรรทุกได้มากมีการทรงตัวที่ดีซึ่งแตกต่างจากล้อยางของรถยนต์นั่งที่มุ่งแน่นในเรื่องของความนุ่มนวลในการขับขี่การทรงตัว การยึดเกาะถนน และความทนทานเป็นอันดับรองลงมาแต่เดิมยางรถยนต์ผลิตจากยางธรรมชาติหรือแรกว่ายาง NR (natural rubber) ปัจจุบันมีการนำยางสังเคราะห์ประเภทยาง SBR (styrene butadiene rubber) และยาง BR (butadiene rubber) มาผสมด้วยเพื่อปรับปรุงสมบัติของยางธรรมชาติให้ดียิ่งขึ้น บริษัทผลิตยางรถยนต์ต่างแข่งขันกันวิจัยค้นคว้าเพื่อให้ได้ยางที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยปรับปรุงสมบัติเรื่องการทนความร้อนและน้ำมัน การยึดเกาะผิวถนน ความต้านทานการหมุนที่น้อยลง ลดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน รวมทั้งความสามารถในการ run-flat ซึ่งถ้าแปลตรงๆ จะมีความหมายว่า รถยนต์ยังคงวิ่งได้ แม้ยางแบน กล่าวคือความสามารถในการที่ล้อยางทำให้รถยนต์ยังคงวิ่งอยู่ได้ ถึงแม้ว่าลมจะรั่วออกมาจากยางแล้วก็ตาม การผลิตยางที่มีสมบัติ run - flat นี้ใช้ เทคนิคการเคลือบผิวใต้ดอกยางด้วยวัสดุ sealant ที่สามารถอุดรอยรั่วเล็กๆ ได้หรือเรียกว่า self-sealing หรือใช้วิธีเสริมด้วยวัสดุแข็งที่ผนังด้านในของแก้มยางเพื่อพยุงล้อไว้ที่เรียกว่า self-supporting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แก๊สสปริง (Struts lift)

คืออุปกรณ์ช่วยลดแรงกระแทก (Hydropneumatics) ประกอบด้วยท่อแรงดัน ก้านลูกสูบและลูกสูบรวมถึงข้อต่อปลายที่พอดี ภายในท่อแรงเต็มไปด้วยไนโตรเจนซึ่งทำงานภายใต้ความดันคงที่ทำให้ลูกสูบที่มีขนาดแตกต่างกันมีหน้าที่สร้างแรงในทิศทางการขยาย แรงนี้สามารถระบุได้อย่างแม่นยำผ่านการเติมแรงดันแต่ละครั้ง ข้อดีของสปริงแก๊สเหล่านี้เมื่อเทียบกับสปริงเชิงกล คือเส้นโค้งความเร็วที่กำหนดไว้และคุณสมบัติของการหน่วงที่ดีเยี่ยม ซึ่งทำให้ยกฝากระโปรงรถหรือประตูที่มีน้ำหนักมากได้อย่างสะดวกสบาย อีกทั้งยังง่ายในการติดตั้งและมีขนาดกะทัดรัด

ข้อดีของแก๊สสปริง

(1) มีขนาด แรง และข้อต่อท้ายที่หลากหลาย

(2) มีการออกแบบที่กะทัดรัด น้ำหนักเบา และต้องการพื้นที่น้อย

(3) เร็ว และง่ายในการประกอบ

(4) ล๊อคในจุดสุดท้าย

2.6 พลาสติกวิศวกรรม (Superlene)

2.6.1 ซุปเปอร์ลีน (Superlene nylon)

ซุปเปอร์ลีน คือ พลาสติกวิศวกรรมที่มีสีขาวขุ่นและทึบแสงมีคุณสมบัติคือ แข็ง เหนียว เสียรูปทรงยาก เหมาะสำหรับงานการใช้งานที่ต้องการรับแรงมากๆ ทนต่อการกัดกร่อนและทนต่อการเสียดสี ไม่ทนต่อสารเคมีที่เป็นกรดเข้มข้น

(1) ไนลอน คือ มีลักษณะทางกายภาพเป็นวัตถุทึบแสง คุณสมบัติที่สำคัญ คือ มีความแข็งเหนียว ไม่เสียรูปทรงง่าย เหมาะสำหรับงานรับแรงมากๆ ทนต่อการกัดกร่อนและการเสียดสีเหมาะสมกับการนำมาใช้งานประเภททำเฟือง ล้อ ลูกกลิ้ง

(2) โพลีอะซิทั่ล มีลักษณะทางกายภาพเป็นวัตถุทึบแสง มีคุณสมบัติคือ แข็ง ลื่น มีสปริงทนต่อการเสียดสี และมีความยืดหยุ่นสูงในอุณหภูมิที่สูงและต่ำ ซึ่งเป็นข้อดีของการคงสภาพเหมาะอย่างยิ่งที่จะนำไปใช้ทดแทนเหล็ก โดยเฉพาะฟันเฟืองที่มักจะทำจากโลหะ มีข้อเสียคือน้ำหนักมาก เสียงดัง และต้องหล่อลื่นด้วยน้ำมัน ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการเปรอะเปื้อน และง่ายต่อการสึกกร่อน

(3) เทปล่อน มีน้ำหนักโมเลกุล 9,000,000 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความทนทานอุณหภูมิสูง อุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ได้อย่างต่อเนื่อง คือ 260 องศาเซลเซียส และใช้สูงกว่านี้ได้ในระยะสั้น อุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ได้คือ –290 องศาเซลเซียส สามารถใช้งานที่ต้องทนการกัดกร่อนของสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) โพลีเอททิลีน มีลักษณะ ทึบแสง สีขาวขุ่น และผิวลื่น ข้อดีที่เด่นชัดของพลาสติกชนิดนนี้คือ มีความหนาแน่นของโมเลกุลสูง จึงส่งผลให้ มีความทนทานต่อการสึกหรอสูงมาก เหมาะกับงานที่ต้องการความทนทานต่อแรงกระแทกและเสียดสี นอกจากนี้แล้วยังคงทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีด้วย

2.6.2 คาสต์ไนล่อน (Cast nylon)

คาสต์ไนล่อน (Cast Nylon) มีคุณสมบัติดีกว่าซุปเปอร์ลีนไนล่อนทั่วไป เช่น มีความแข็งมากกว่า ทนอุณหภูมิสูงได้มากกว่า เราเรียกซุปเปอร์ลีนไนล่อนประเภทนี้ว่า คาสต์ไนล่อน (Cast Nylon) มีการเพิ่มสารเติมแต่งเพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการรับแรงกระแทก แรงเสียดทาน และคงสภาพในความร้อน ได้มากขึ้น เหมาะสำหรับการทำลูกกลิ้ง ชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักรขนาดใหญ่

2.6.3 ปอมแท่ง (Pom rod)

ปอม คือ พลาสติกประเภทโพลีออกซิเมทิลีน (Polyoxymethylene) เป็นพลาสติกที่ได้จากการตกผลึกของ เทอโมพลาสติก มีน้ำหนักเบา มีความแข็ง ทนแรงเสียดสี เป็นฉนวนไฟฟ้า การดูดความชื้นต่ำ และสามารถทนความร้อนได้สูงถึง 110 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับการใช้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบท่อ อุตสาหกรรมอาหารและยา และชิ้นส่วนของเครื่องจักร

2.6.3 ไนล่อนแท่ง (Nylon rod)

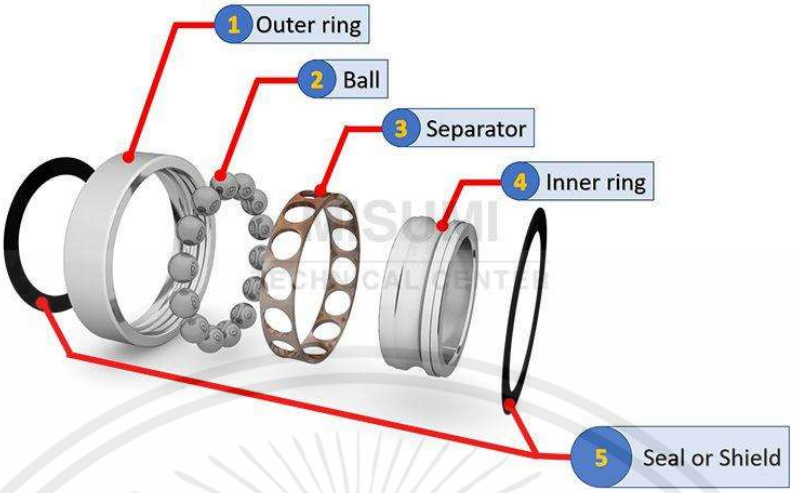
ไนล่อนแท่ง (Nylon Rod) คือ พลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก จัดอยู่ในกลุ่มพลาสติกวิศวกรรม มีการเพิ่มสารเติมแต่งประเภทกราไฟท์ (Graphite) ทำให้เพิ่มคุณสมบัติให้ดีขึ้น อย่างเช่น ทนความร้อน ไม่มีกลิ่นและรสชาติ มีความเหนียว มีความยืดหยุ่น ทนต่อการกัดกร่อน ทนต่อการเสียดสี แข็งแกร่ง ทนต่อสารเคมี ออกซิเจนและกลิ่นไม่สามารถไหลผ่านได้ เหมาะสำหรับการผลิตล้อ จักรยายนต์ แห อวน สายไฟ ผมเทียม เส้นใยสิ่งทอ ฟิล์มบรรจุอาหาร

2.7 ตลับลูกปืน (Bearing)

วัตถุประสงค์หลักของลูกปืน คือป้องกันการสัมผัสโดยระหว่างโลหะสองชิ้นที่เกี่ยงข้องกับการเคลื่อนไหว อีกทั้งยังสามารถป้องกันแรงเสียดทาน ความร้อนและป้องกันการสึกหรอของชิ้นส่วน นอกจากนี้ยังช่วยลดการใช้พลังงานเนื่องจากการลื่นไถลจะถูกแทนด้วยแรงเสียดทานกลิ้งที่น้อยกว่า

ส่วนประกอบหลักของตลับลูกปืนมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของลูกปืน

(1) แหวนวงนอก (Outer ring) ทำหน้าที่ประคองเม็ดลูกปืนภายใน

(2) เม็ดลูกกลิ้ง (Roller) ทำหน้าที่รับน้ำหนัก และถ่ายเทแรงที่เกิดขึ้นจากแกนหมุน

(3) ตัวกั้น หรือ รัง (Separator or retainer) ทำหน้าที่กำหนดระยะห่างระหว่างเม็ดลูกกลิ้งให้มีระยะห่างที่เท่ากัน และไม่ให้เม็ดลูกกลิ้งสัมผัสกันเอง

(4) แหวนวงใน (Inner ring) ทำหน้าที่ป้องกันเม็ดลูกกลิ้งไม่ให้สัมผัสกับเพลาโดยตรง

(5) แผ่นป้องกันสิ่งแปลกปลอม (Seal or shield) ใช้สำหรับป้องกันสิ่งแปลกปลอมไม่ให้เข้าไปภายในตลับลูกปืน

ประเภทของตลับลูกปืน

(1) ตลับลูกปืนเม็ดกลม (Ball bearing) ลักษณะของตลับลูกปืนชนิดนี้ เม็ดลูกปืนทรงกลมจะถูกบรรจุไว้ภายใน เคลื่อนที่อยู่ระหว่างวงแหวนชั้นนอกและวงแหวนชั้นใน เม็ดของลูกปืนนี้ทำจากโลหะแข็ง ทำหน้าที่รองรับการเคลื่อนที่และลดความฝืดระหว่างเพลากับเครื่องจักร อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหมุนได้อีกด้วย ตลับลูกปืนชนิดนี้นิยมนำมาใช้ในการรับแรงประเภทแรงตามแนวรัศมี (Radial load) และ สามารถใช้กับงานที่มีความเร็วรอบสูงได้ดี

(2) ตลับลูกปืนเม็ดทรงกระบอก (Roller bearing) ลักษณะของตลับลูกปืนชนิด Roller bearing เม็ดลูกปืนทรงกระบอกจะถูกบรรจุไว้ภายใน ซึ่งเคลื่อนที่อยู่ระหว่างวงแหวนด้านบนและวงแหวนด้านล่าง เม็ดของลูกปืนนี้ทำจากโลหะแข็ง มีหน้าที่เหมือนกับ ลูกปืนเม็ดกลม แต่ Roller bearing นั้นนิยมนำมาใช้รับแรงตามแนวแกน ซึ่งรับแรงได้ดีกว่าลูกปืนทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 จานเบรก (Disc brake)

ดิสก์เบรกเป็นเบรกที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้จักรยานสามารถเบรกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เบรกประเภทนี้เป็นที่นิยมมากสำหรับจักรยานเสือภูเขา เพราะล้อจะถูกเกาะด้วยเศษดินโคลนการใช้เบรกชนิดอื่นทำให้ประสิทธิภาพในการเบรกลดลง

ดิสก์เบรกจักรยานแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

(1) แบบมีสายเคเบิ้ล

เป็นดิสก์เบรกแบบเริมแรกที่ทำออกมาจุดเด่นของดิสก์เบรกประเภทนี้คือ สามารถปรับระบบเบรกใหม่ได้ง่ายโดยสามารถติดตั้งระบบใหม่เข้ากับสายเคเบิลที่มีอยู่ได้อย่างไม่มีปัญหา

(2) ดิสก์เบรกไฮดรอลิค

เป็นดิสก์เบรกที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากพัฒนามาจากเบรกของรถมอเตอร์ไซค์ จึงทำให้มีแรงเบรกที่สูง ลดการบิดตัวของจานเบรกได้อย่างดี และยังช่วยลดความร้อนของผ้าเบรกได้อีกด้วย

2.9 แรงโน้มถ่วงของโลก (Gravitational force)

คือแรงที่โลกดึงดูดวัตถุบนโลกไม่ให้หลุดลอยไปในอวกาศซึ่งแรงโน้มถ่วงของโลกที่มีผลต่อวัตถุจะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับขนาดของมวลของวัตถุและระยะห่างระหว่างวัตถุกับจุดศูนย์กลางของโลก

มวลของสาร (Mass) คือปริมาณเนื้อสาร ซึ่งมีค่าคงตัว มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

น้ำหนัก (Weight) คือแรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยตามระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N)

$$\mathbf{w = mg} \tag{2.1}$$

เมื่อ w แทน น้ำหนัก

m แทน มวล

g แทน ค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (9.8 m/s^2)

2.10 แรงเสียดทาน (Friction force)

คือ แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุและมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของวัตถุแรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

(1) ลักษณะของผิวสัมผัสถ้าผิวหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) น้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้นถ้าน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงบนพื้นมาก จะเกิดแรงเสียดทานมาก แต่ถ้าน้ำหนักหรือแรงกดลงบนพื้นน้อย จะเกิดแรงเสียดทานน้อย

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุยังไม่เคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงตัวแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุจะมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งแสดงว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

(1) แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) คือแรงเสียดทานซึ่งเกิดจากผิววัตถุ 2 ชนิด มาสัมผัสกัน ในขณะที่มีแรงพยายามจะทำให้วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุ ซึ่งวัตถุนั้นยังไม่เคลื่อนที่และจะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

(2) แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับผิววัตถุ 2 ชนิด ในขณะที่วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่ไปบนผิวของอีกวัตถุหนึ่งสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน (μ) คืออัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานกับแรงที่กดลงบนพื้นผิวสัมผัส

$$\mathbf{F = \mu N} \tag{2.2}$$

เมื่อ F แทน แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส
N แทน แรงที่พื้นกระทำกับวัตถุ
μ แทน สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

2.11 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องทอร์กหรือแรงบิด (Torque)

จากการที่เพลากลมตรงรัศมี R รับภาระกรรมอยู่ภายใต้โมเมนต์บิดหรือทอร์ก T ค่าความเค้นเฉือน (Shear stress, τ) ที่เกิดขึ้นบนจุดใดๆ ที่ระยะรัศมี r ของหน้าตัดมีค่าเท่ากับ

$$\boldsymbol{\tau = \frac{Tr}{J}} \tag{2.3}$$

เมื่อ r เป็นระยะตามแนวรัศมี และ J คือโมเมนต์ความเฉื่อยเชิงมุม (Polar moment of inertia) รอบจุด ศูนย์กลาง โดยที่

$$\mathrm{J} = \boldsymbol{\pi r^{\frac{4}{2}}} \tag{2.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

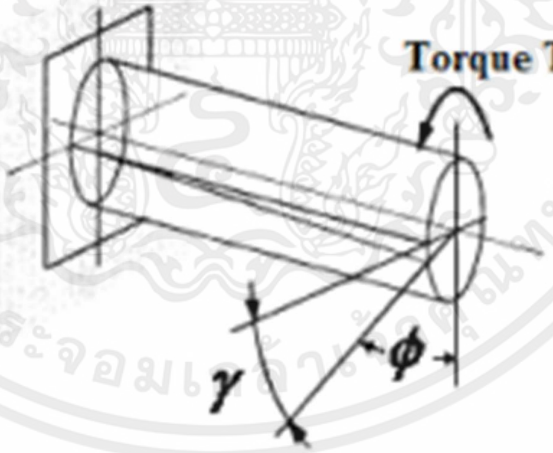
จากสมการที่ (2.3) จะพบว่าค่าความเค้นเฉือนมากที่สุดเกิดขึ้นที่ผิวนอกสุดของเพลา หรือ ที่ r เท่ากับ R สำหรับ ความเครียดเฉือนซึ่งเป็นการวัดมุมที่บิดไปจากมุมฉากเดิมของวัตถุ จากรูปที่ 3 จะได้ว่า

$$\gamma \text{ max} = R\frac{\phi}{L} \tag{2.5}$$

เมื่อ ϕ คือมุมที่บิดไป (หน่วยเรเดียน) ที่ระยะ L ของเพลา และจากความสัมพันธ์ของความเค้นและ ความเครียดจะได้ว่า $\tau = G\gamma$ เมื่อ G คือ ค่าโมดูลัสแรงเฉือน (Shear modulus) และจากสมการ (2.4) และ (2.5) สามารถเขียนความสัมพันธ์ของมุมบิดและแรงบิดในช่วงยืดหยุ่นได้เป็น

$$T = \frac{JG}{L} \times \phi \tag{2.6}$$

หากเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงบิดและมุมบิดในช่วงยืดหยุ่น ก็จะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชัน เท่ากับ JG/L ดังนั้น หากทราบค่า L และ J ก็จะสามารถหาค่าโมดูลัสแรงเฉือนได้



รูปที่ 2.10 เพลากลมตรงภายใต้การรับแรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 การหาอัตราทดเฟือง (Gear ratio)

อัตราทดของเฟือง คือ สัดส่วนระหว่างเฟือง 2 ตัว ขึ้นไปที่ส่งกำลังถึงกัน ซึ่งเฟืองตัวหนึ่งจะเป็นตัวขับและอีกเฟืองตัวจะเป็นตัวตาม (เรียกสั้นๆ คือ เฟืองขับ และ เฟืองตาม) โดยการเคลื่อนที่ของเฟืองทั้งสองจะมีทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน เช่น เฟืองขับหมุนตามเข็มนาฬิกา เฟืองตามจะหมุนทวนเข็มนาฬิกา เฟืองขับและเฟืองตาม จะมีความเร็วรอบและจำนวนฟันเฟืองที่ต่างกัน ซึ่งตัวไหนจะมากกว่าหรือน้อยกว่าก็ขึ้นอยู่กับความต้องการที่ปลายทางว่าต้องการเพิ่มหรือลดความเร็วโดยเฟืองขับและเฟืองตามจะมีความสัมพันธ์กันดังนี้

ความเร็วรอบเฟืองขับ x จำนวนฟันเฟืองขับ = ความเร็วรอบเฟืองตาม x จำนวนฟันเฟืองตาม

$$\mathbf{N_1 Z_1 = N_2 Z_2} \tag{2.7}$$

เมื่อ N_1 = ความเร็วรอบเฟืองขับ

Z_1 = จำนวนฟันเฟืองขับ

N_2 = ความเร็วรอบเฟืองตาม

Z_2 = จำนวนฟันเฟืองตาม

2.12.1 การหาอัตราทดชั้นเดียว

$$\text{อัตราทด} = \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม}} \tag{2.8}$$

$$i = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\text{อัตราทด} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม}}{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ}} \tag{2.9}$$

$$i = \frac{Z_2}{Z_1}$$

เมื่อ i = อัตราทด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 โมเมนต์ (Moment)

โมเมนต์ (Moment) หมายถึงแรงที่กระทำต่อวัตถุหมุนไปรอบจุดคงที่ซึ่งเรียกว่าจุดฟัลครัม (Fulcrum) ค่าของโมเมนต์(M) หาได้จากผลคูณของแรงที่มากระทำ(F) กับระยะที่วัดจากจุดฟัลครัมมาตั้งฉากกับแนวแรง(S) ดังสูตรที่ (2.10)

$$\mathbf{M = F \times S} \qquad (2.10)$$

(1) โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

คาน A B มีจุดหมุนที่ F มีแรงมากระทำที่ปลายคาน A จะเกิดโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

รูปที่ 2.11 โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

(2) โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

คาน A B มีจุดหมุนที่ F มีแรงมากระทำที่ปลายคาน B จะเกิดโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

รูปที่ 2.12 โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

กฎของโมเมนต์

เมื่อวัตถุหนึ่งถูกกระทำด้วยแรงหลายแรงแล้วทำให้วัตถุนั้นอยู่ในสภาวะสมดุล (ไม่เคลื่อนที่และไม่หมุน) จะได้ว่า ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

V.V. Agravat et al. พัฒนาอุปกรณ์ปีนต้นมะพร้าวแบบนั่งประกอบด้วยสองส่วนที่แตกต่างกัน เรียกว่าหน่วยบนและหน่วยล่าง ส่วนประกอบหลักของอุปกรณ์ ได้แก่ หน้าสัมผัส ข้อต่อ ท่อรองรับที่นั่ง ท่อฐาน เบาะนั่ง ท่อแบบยืดหด ลวดสลิง และแผ่นหน้าจับ อุปกรณ์นี้สามารถช่วยให้ปีนต้นมะพร้าวได้อย่างง่ายดายและปลอดภัย น้ำหนักอุปรกรณ์ 4.5 กิโลกรัม และอุปกรณ์สามารถรองรับน้ำหนักภายนอกได้ถึง 160 กิโลกรัม

Narong Chomchalow ศึกษาเกี่ยวกับสายพันธุ์ต่างๆ ของมะพร้าวในประเทศไทย สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มหลักๆ คือ ต้นสูงและต้นแคระ ต้นสูงจะมีลำต้นที่ตั้งตระหง่านซึ่งต่างจากต้นแคระที่จะมีลำต้นที่เล็ก ประเภทต้นสูง เช่น มะพร้าวหัวลิง, มะพร้าวปลวกหวาน, มะพร้าวกลางและมะพร้าวใหญ่ ส่วนประเภทต้นเตี้ย เช่น มะพร้าวนกคุ่ม, มะพร้าวน้ำหอม และมะพร้าวหมูสี

Parvathi Subramanian et al. 2021 เป็นการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อปีน, ตัดแต่งและบำรุงรักษาต้นมะพร้าว โดยออกแบบการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์, กลไกการยึดจับระหว่างอุปกรณ์และต้นมะพร้าว, การใช้พลังงาน, ชนิดของพลังงานที่ใช้ และความปลอดภัยของผู้ใช้งาน การออกแบบอุปกรณ์เก็บเกี่ยวมะพร้าวจากต้นเป็นสิ่งที่ท้าทายเนื่องจากต้องคำนึงถึงตัวแปรหลายอย่าง เช่น ความขรุขระของผิวลำต้น, น้ำหนักของอุปกรณ์, ความคุ้มค่า และเป็นมิตรต่อส่งแวดล้อม

Juthanee Phromjan et al. ประยุกต์ใช้แนวทางในการกำหนดแบบจำลองส่วนประกอบของยางตันสำหรับการทดสอบ FEM ของแรงอัด ยางตันรุ่นที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมจะถูกนำมาใช้เพื่อจำลองประสิทธิภาพการทดสอบยาง การทดสอบ FEM จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางที่มีคุณภาพดีของผู้ผลิตยางล้อตัน

W.A.A.S. Premarathna et al. พัฒนาแบบจำลอง 3D FE โดยละเอียดและตรวจสอบยางตันเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของยางในสภาวะคงที่และไดนามิก และการประเมินประสิทธิภาพของการปรับเปลี่ยนการออกแบบที่แตกต่างกันสองแบบสำหรับยางตันโดยใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น เป็นรูปทรงโพรงสองประเภทคือแบบวงกลมและวงรี เพื่อนำมาใช้กับชั้นกันกระแทกเพื่อลดการสะสมความร้อนและรอยแตกที่แก้มยาง การเสริมแรงยางได้รับการปรับปรุงใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และมีผลการทดลองเพื่อหาการออกแบบที่ดีที่สุด

N Jahan et al. พัฒนาอุปกรณ์ปีนต้นมะพร้าว โดยเป็นอุปกรณ์ประเภทเครื่องปีนแบบยืนสามารถใช้งานได้ง่ายโดยคนคนเดียว อุปกรณ์แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกใช้งานสำหรับขาซ้าย ส่วนสองใช้งานสำหรับขาขวา ทำให้ผู้ปีสามารถเคลื่อนที่ได้และหยุได้ตามต้องการ ส่วนที่เครื่องปีนสัมผัสกับต้นมะพร้าวทำจากสแตนเลสและยาง ทำให้มีน้ำหนักเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบและสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าวเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการปีนต้นมะพร้าวของชาวสวนมะพร้าวในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้เครื่องวัดแรงบิดพร้อมทั้งสามารถอ่านค่าแรงบิดในการปีนแต่ละครั้งเพื่อประเมินหาค่าแรงบิดที่ดีที่สุดในการปีนต้นมะพร้าว

3.1 การออกแบบเครื่องปีนต้นมะพร้าว

3.1.1 วิธีการออกแบบเครื่องปีนต้นมะพร้าว

3.1.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

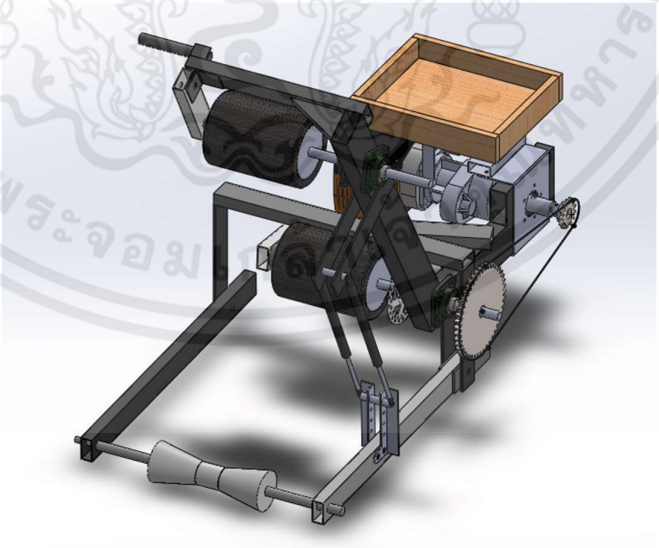
(1) คอมพิวเตอร์

(2) โปรแกรม SOLIDWORKS 2019

3.1.1.2 วิธีการดำเนินการ

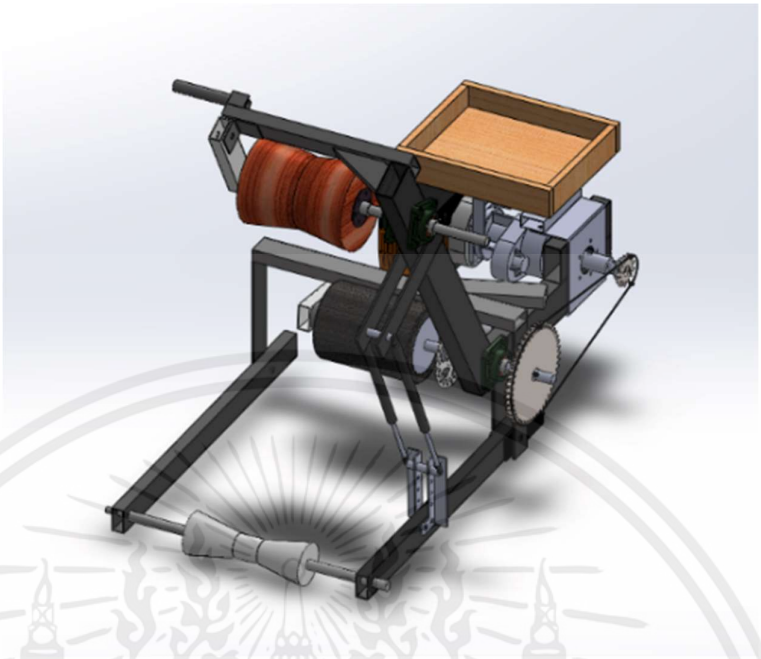
(1) ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว

(2) เขียนแบบชิ้นส่วนต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2019 ดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 เครื่องปีนต้นมะพร้าวที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2019 ล้อทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 เครื่องปีนต้นมะพร้าวที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2019 ล้อทรงกรวย

3.2 การสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว

3.2.1. วัสดุและอุปกรณ์

(1) เหล็กกล่อง ขนาด 1.5” x 3” ยาว 120 cm.

(2) เหล็กกล่อง ขนาด 1” x 2” ยาว 343 cm.

(3) เหล็กแผ่นกลม 3” x 2 mm. จำนวน 2 แผ่น

(4) เหล็กแผ่นกลม 4 1/2” x 2 mm. จำนวน 4 แผ่น

(5) เหล็กแผ่น 2” x 1/4” ยาว 160 cm.

(6) เหล็กท่อกลม 1” x 3/4” ยาว 60 cm.

(7) เหล็กท่อกลม 4 1/2” x 2 mm. ยาว 20 cm. จำนวน 2 เส้น

(8) เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 4” ยาว 5 cm.

(9) เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 2” ยาว 15 cm.

(10) เหล็กเพลาตัน ขนาด 1” ยาว 50 cm. จำนวน 3 เส้น

(11) เหล็กเพลาตัน ขนาด 1” ยาว 60 cm. จำนวน 1 เส้น

(12) ซุปเปอร์ลีนทรงกรวย ขนาด 90 x 45 cm. จำนวน 2 ชิ้น

(13) ซุปเปอร์ลีนทรงกระบอก ขนาด 45 x 50 cm. จำนวน 1 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(14) ตลับลูกปืนตุ๊กตา 6/8” ยี่ห้อ ETK F204 จำนวน 3 ตัว

(15) ลูกปืน 2” x 1” จำนวน 2 ชิ้น

(16) น๊อตตัวผู้ ขนาด 1/2” ยาว 6 cm. จำนวน 10 ตัว

(17) น๊อตตัวเมีย ขนาด 1/2” จำนวน 12 ตัว

(18) น๊อต M8 ยาว 30 cm. จำนวน 7 ตัว

(19) น๊อต M8 ยาว 90 cm. จำนวน 2 ตัว

(20) น๊อต M8 ยาว 2 cm. จำนวน 2 ตัว

(21) น๊อต M6 ยาว 6 cm. จำนวน 5 ตัว

(22) น๊อต M6 จำนวน 6 ตัว

(23) น๊อตหัวเรียบ 1” x 3/4” จำนวน 100 ตัว

(24) น๊อตยิงเหล็ก 12-14 x 48 จำนวน 40 ตัว

(25) เฟือง ยี่ห้อ Osaki 45T จำนวน 1 ชิ้น

(26) เฟือง ยี่ห้อ Osaki 13T จำนวน 1 ชิ้น

(27) โซ่สแตนเลส Osaki จำนวน 1 ชุด

(28) จานเบรกมอเตอร์ไซค์จิ๋ว 49 cc ขนาด 140 cm. จำนวน 1 ชิ้น

(29) ปั๊มเบรกมอเตอร์ไซค์ 49 cc จำนวน 1 ชิ้น

(30) สายเบรก จำนวน 1 ชิ้น

(31) เบรกมือ จำนวน 1 ชิ้น

(32) เครื่องเจาะหลุม - เจาะดิน ยี่ห้อ Nippon 2 จังหวะ ขนาด 4 แรงม้า

(33) โช้ค Universal Gas Struts 300N-600mm. จำนวน 2 ชิ้น

(34) ทอร์คเซ็นเซอร์รุ่น DYN-200

(35) ยางนอก ยี่ห้อ จำนวน 1 เส้น

(36) เครื่องกลึง ยี่ห้อ WinHo รุ่น C6245x150

(37) มีดกลึง รุ่น SIT45143

(38) ตู้เชื่อมไฟฟ้า ยี่ห้อ Welpro รุ่น Arc160

3.2.2 วิธีการสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว

(1) นำเหล็กที่เตรียมไว้ตัดและเชื่อมขึ้นรูปตามแบบร่างโครงสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว ดังรูป ที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

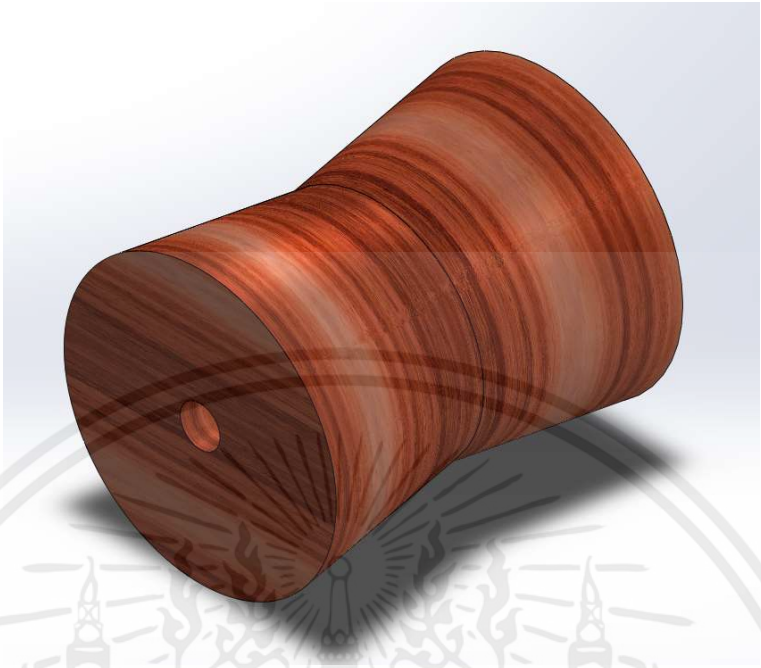
รูปที่ 3.3 แบบร่างโครงสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว

(2) ขัดเก็บรายละเอียดและพ่นสีโครงสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.4 โครงสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าว

(3) นำไม้ขนาด 7” x 8” กลึงปอกผิว เจาะรู เพื่อทำเป็นล้อทรงกรวยตามแบบ ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



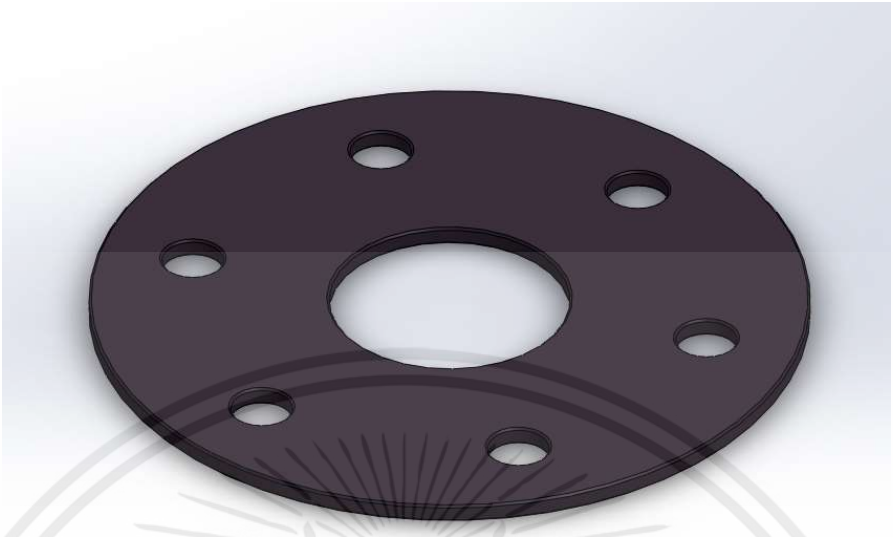
รูปที่ 3.5 แบบร่างล้อไม้ทรงกรวย

(4) นำเหล็กเพลาตันขนาด 1” ยาว 50 cm. กลึงปอกผิวให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 19 mm. ยาว 25 cm. และกลึงปอกส่วนปลาย ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 mm. ยาว 1 นิ้ว

(5) นำเหล็กแผ่นกลมขนาด 3” เจาะรู ตามแบบ ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 แบบร่างเพลาล้อไม้ทรงกรวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แบบร่างแผ่นเพลตกลมยึดล้อไม้ทรงกรวย

(6) นำล้อไม้ เหล็กเพลาตัน และเหล็กแผ่นกลมประกอบเข้าด้วยกัน โดยจะใช้สกรูยิงไม้ยึดเหล็กแผ่นกลมเข้ากับล้อไม้ และทำการเชื่อมเหล็กแผ่นกลมเข้ากับเหล็กเพลาตันที่เตรียมไว้

รูปที่ 3.8 แบบร่างประกอบของชุดเพลาล้อไม้ทรงกรวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 ชุดเพลาล้อไม้ทรงกรวย

(7) เชื่อมเหล็กแผ่นกลมปิดหัวและท้ายติดกับเหล็กท่อกลมขนาด 4 1/2” ยาว 20 cm. ทั้ง 2 ชิ้น

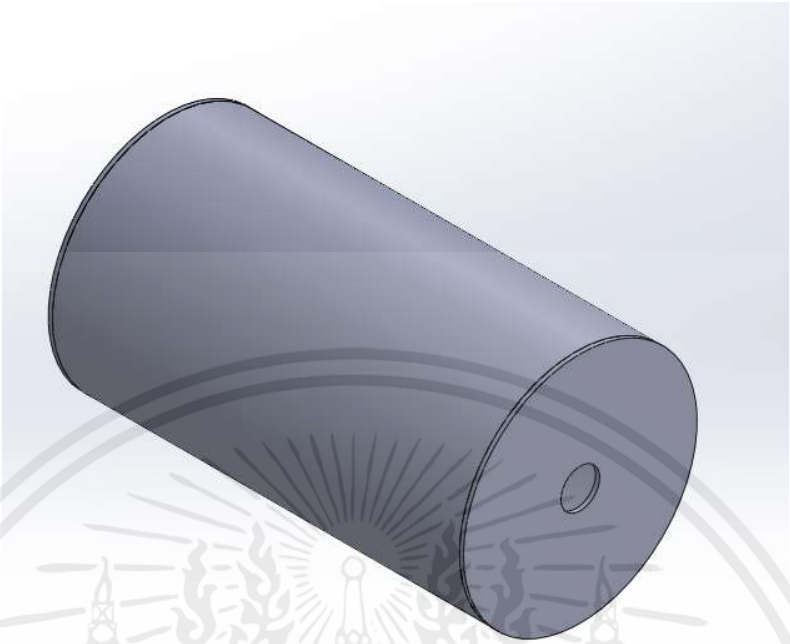
(8) เจาะรูเหล็กแผ่นกลมขนาด 4 1/2.” x 2 mm. ตามแบบ ดังรูปที่ 3.10

(9) ตัดยางนอกให้มีเส้นรอบวงขนาด 57.15 cm. จำนวน 2 เส้น

(10) ยิงน๊อตหัวเรียบขนาด 1” x 3/4 และน๊อตยิงเหล็ก ยึดยางเข้ากับเหล็กท่อกลม ทั้ง 2 เส้น

รูปที่ 3.10 เชื่อมแผ่นเหล็กกลมเข้ากับเหล็กท่อที่เตรียมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แบบร่างดุมล้อยาง

รูปที่ 3.12 กรีดเนื้อยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 ยิงน๊อตหัวเรียบยึดยางเข้ากับท่อกลม

รูปที่ 3.14 ชุดล้อยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(11) นำเหล็กเพลาตัน ขนาด 1” ยาว 50 cm. กลึงปอกผิวชิ้นงานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 mm. จำนวน 2 เส้น

(12) นำเหล็กเพลาตันขนาด 19 mm. เชื่อมติดกับเหล็กท่อกลมที่เตรียมไว้ โดยมีระยะห่างจากปลายเหล็กเพลากับขอบของเหล็กท่อกลม 1 นิ้ว ทั้ง 2 ชิ้น ตามแบบ ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.15 แบบร่างการประกอบชุดเพลาล้อยาง

(13) นำเหล็กเพลาตันขนาด 2” ยาว 1.5 cm กลึงปอกผิว เจาะรูตามแบบดังรูปที่ 3.15

(14) เชื่อมบูทยึดจานเบรกเข้ากับเพลาของล้อขับ โดยมีระยะห่างจากของบูทถึงขอบล้อ 70 mm.

รูปที่ 3.16 แบบร่างสแปเซอร์ยึดจานเบรก

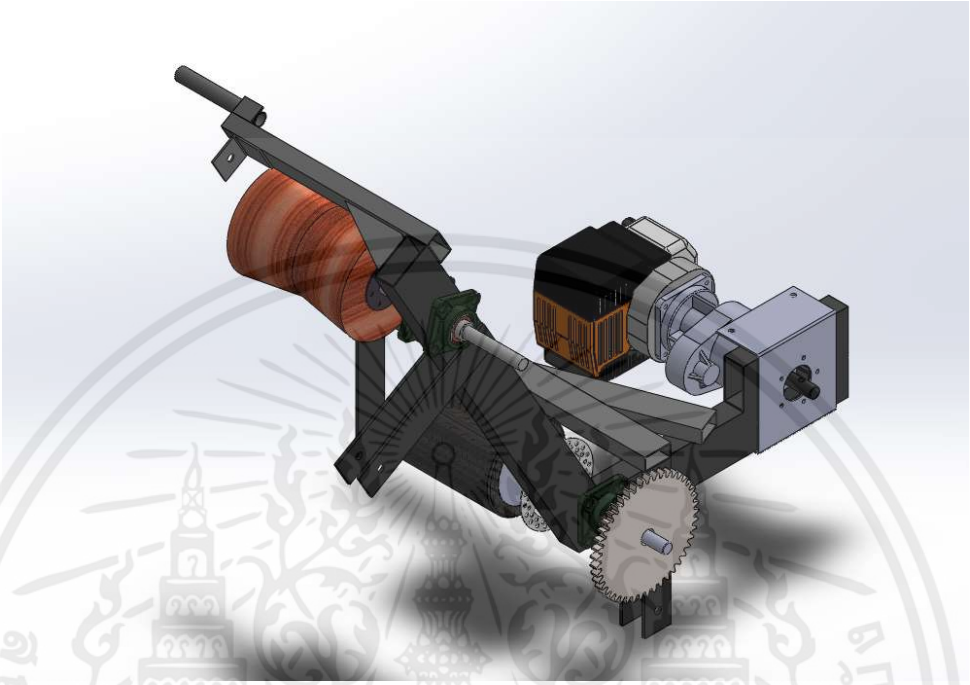
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 การเชื่อมสเปเซอร์ยึดจานเบรกติดกับเพลาล้อ

รูปที่ 3.18 ชุดล้อยางพร้อมจานเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(15) ประกอบเครื่องยนต์และล้อเข้ากับโครง ดังรูปที่ 3.18



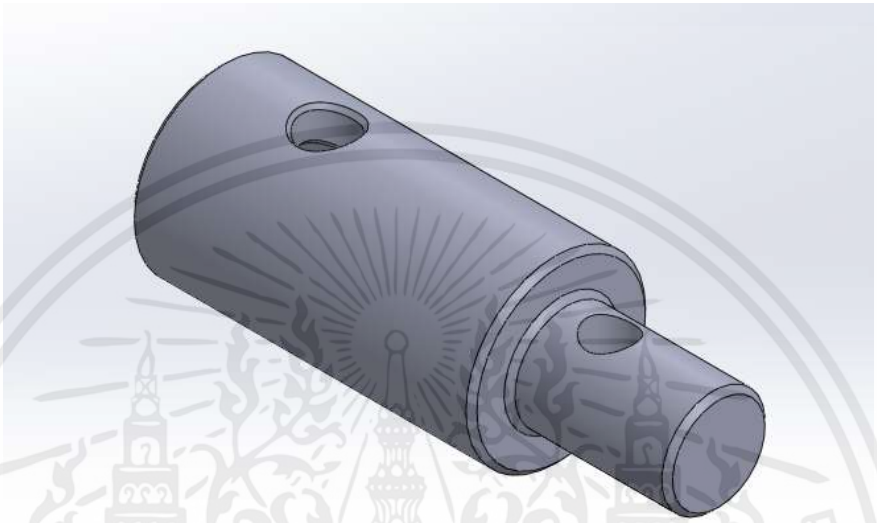
รูปที่ 3.19 แบบร่างการติดตั้งชุดเพลาล้อ

รูปที่ 3.20 การติดตั้งชุดเพลาล้อ

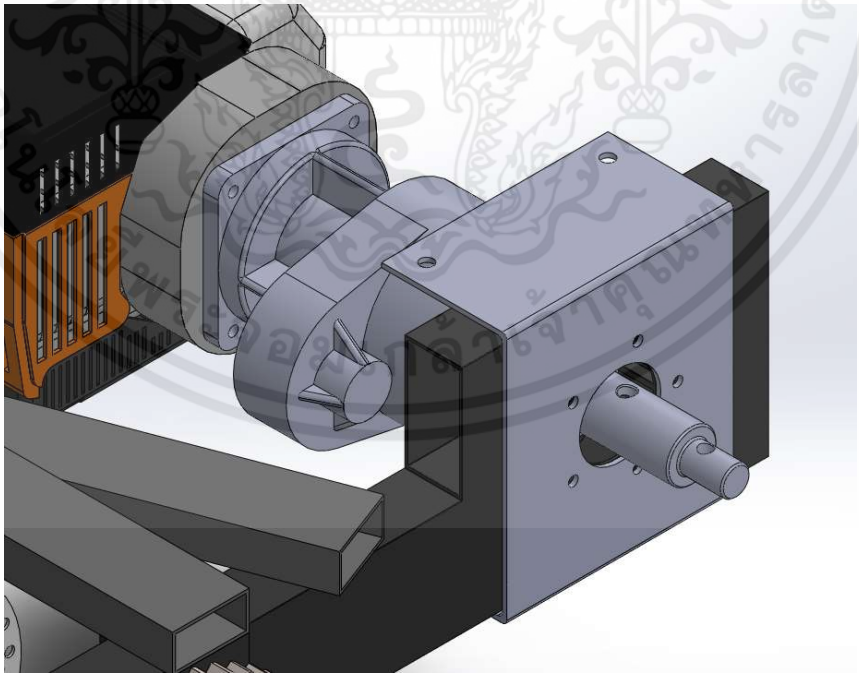
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(16) นำเหล็กเพลาตันขนาด 2”ยาว 100 mm. กลึงปอกผิวและเจาะรูตามแบบดังรูปที่ 3.19

(17) ติดตั้งชิ้นส่วนของบูทต่อเพลา ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.21 แบบร่างบูทต่อเพลา



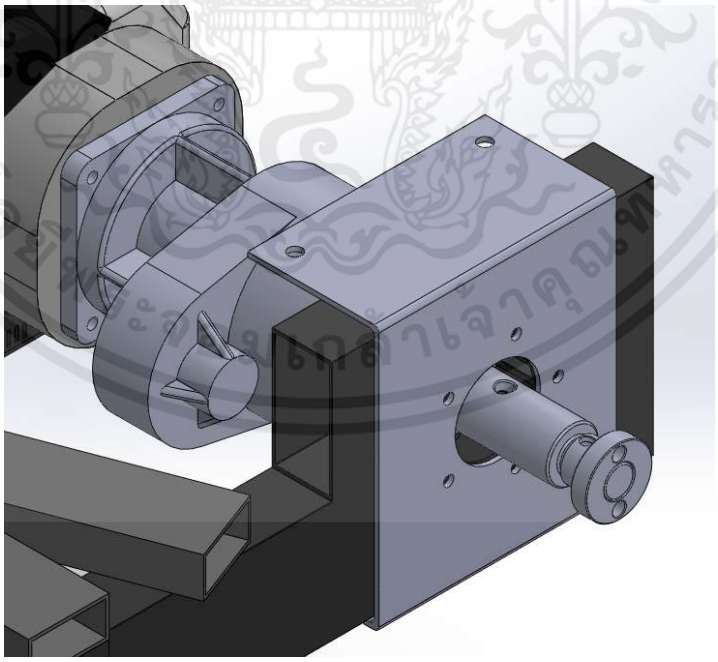
รูปที่ 3.22 แบบร่างการติดตั้งบูทต่อเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(18) นำเหล็กเพลาตันขนาด 2” ยาว 30 mm. กลึงปอกผิว เจาะรู ต๊าปเกลียว M8 ตามแบบ ดังรูปที่ 3.21

(19) ติดตั้งชิ้นส่วนสแปเซอร์เฟือง A ตามรูปที่ 3.22

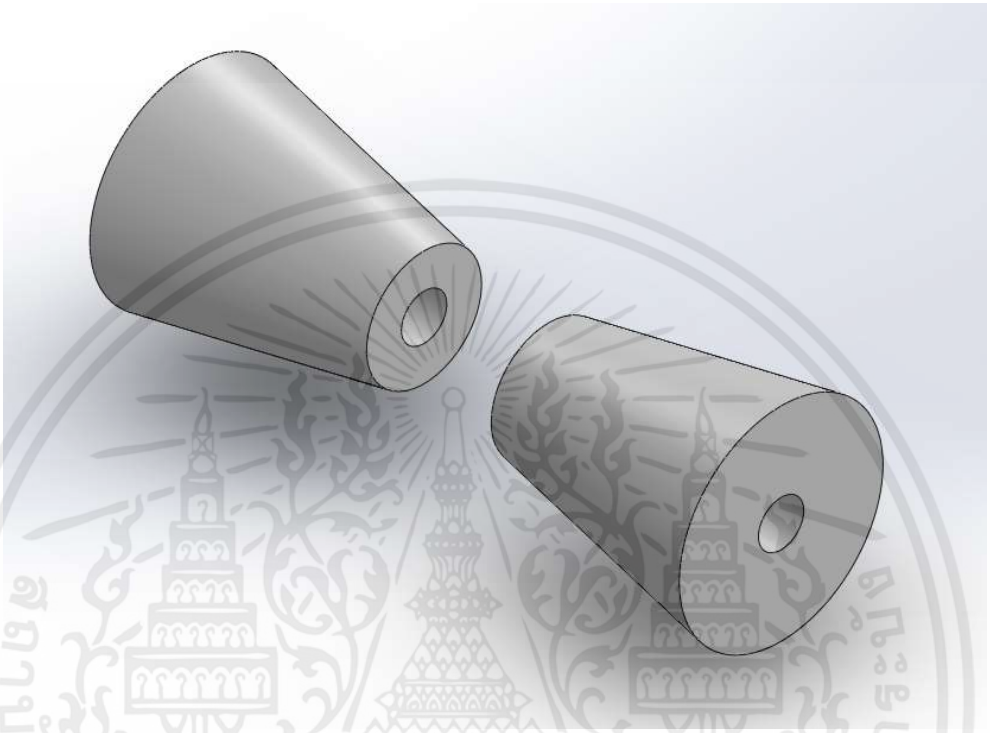
รูปที่ 3.23 แบบร่างสแปเซอร์เฟือง A



รูปที่ 3.24 แบบร่างการติดตั้งสแปเซอร์ยึดเฟือง A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(20) นำซุปเปอร์ลีนกลึงปอกผิวให้เป็นทรงกรวยขนาด 90×45 mm. และเจาะรู ตามแบบ ดังรูปที่ 3.23

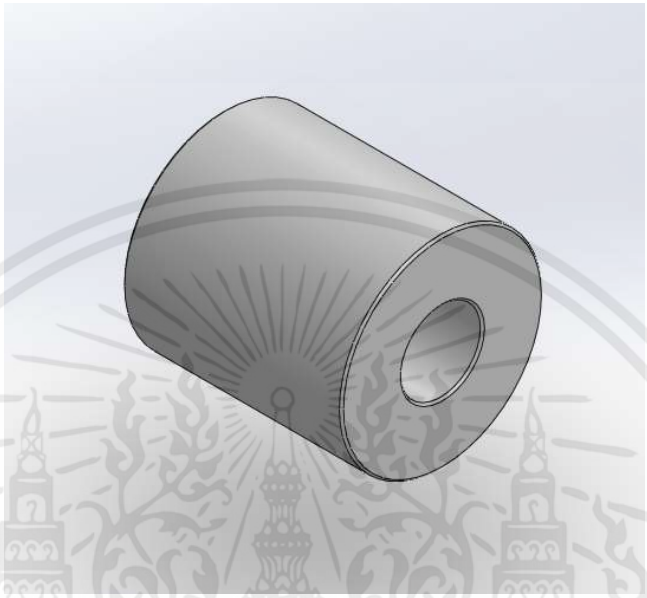


รูปที่ 3.25 แบบร่างล้อประคองทรงกรวย

รูปที่ 3.26 ล้อประคองทรงกรวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(21) นำซุปเปอร์ลีน กลึงปอกผิวให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์ 45 mm. ยาว 50 cm. เจาะรูตรงกลางขนาด 19 mm. ตามแบบ ดังรูปที่ 3.25

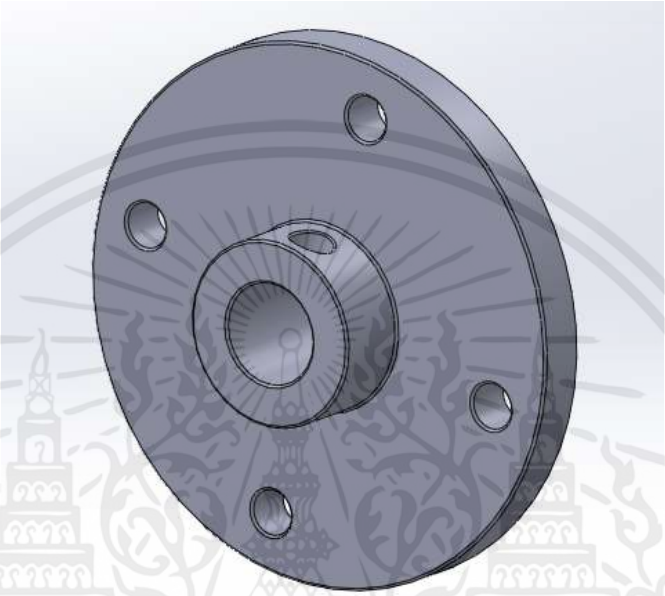


รูปที่ 3.27 แบบร่างล้อประคองทรงกระบอก

รูปที่ 3.28 ล้อประคองทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(22) นำเหล็กเพลาตันขนาด 4 1/2”ยาว 30 mm. กลึงปาดหน้าผิวชิ้นงานให้มีความยาว 10 mm. และกลึงปอกผิวให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 mm. ยาว 20 mm. และเจาะรูตามแบบ ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.29 แบบร่างสแปเซอร์ยึดเฟือง B

รูปที่ 3.30 สแปเซอร์ยึดเฟือง B

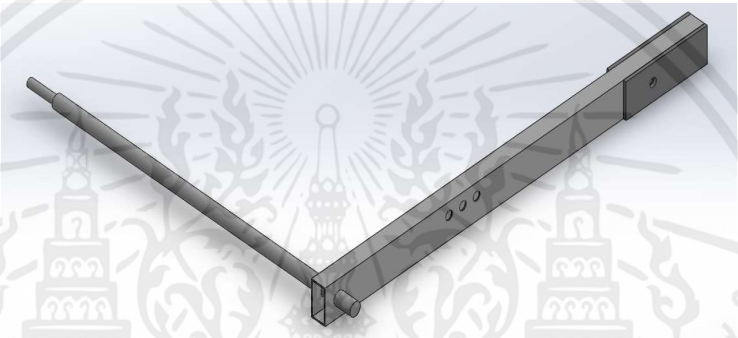
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(23) ตัดเหล็กกล่อง 2” x 1” ยาว 700 mm. จำนวน 1 เส้น

(24) ตัดเหล็กแผ่น 2” ยาว 150 mm. จำนวน 2 แผ่น เชื่อมติดกับเหล็กกล่องที่เตรียมไว้บริเวณปลายของเหล็กกล่อง และเจาะรู ตามแบบ

(25) นำเหล็กเพลาตัน 1” ยาว 60 cm. กลึงปอกผิวให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 mm. และกลึงเกลียว ตรงส่วนปลายของเพลา ยาว 30 mm.

(26) นำเหล็กเพลาตันที่เตรียมไว้มาเชื่อมติดกับเหล็กกล่องที่เตรียมไว้ ตามแบบดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.31 แบบร่างขายึดล้อประคอง

รูปที่ 3.32 ขายึดล้อประคอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(27) ตัดเหล็กกล่องขนาด 2” x 1” ยาว 700 mm. จำนวน 1 เส้น และเจาะรู ตามแบบ ดังรูปที่ 3.31

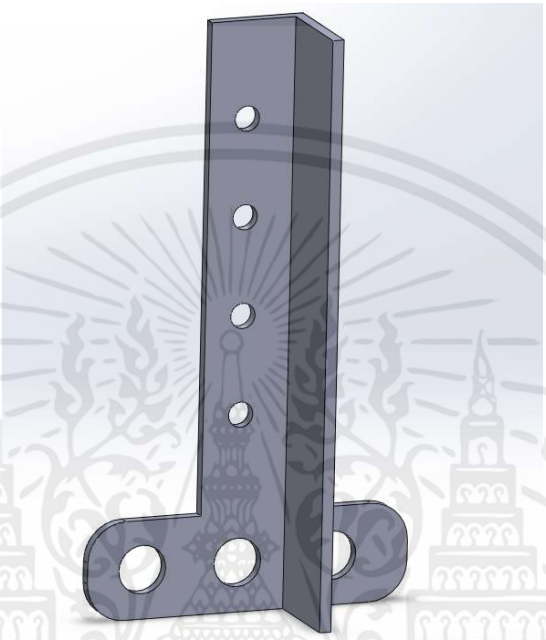
รูปที่ 3.33 แบบร่างขาล้อประคอง

รูปที่ 3.34 ขาล้อประคอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(28) ตัดเหล็กฉากขนาด 1” ยาว 20 cm. และตัดเหล็กแผ่นขนาด 1” ยาว 50 mm.

(29) นำเหล็กแผ่นเชื่อมติดเข้ากับเหล็กฉากที่เตรียมไว้ และเจาะรู ตามแบบ ดังรูปที่ 3.33



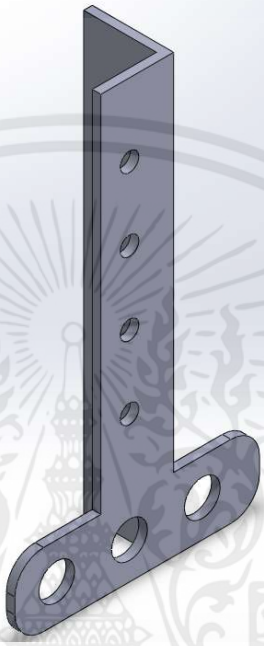
รูปที่ 3.35 แบบร่างขายึดโช๊คข้างซ้าย

รูปที่ 3.36 ขายึดโช๊คข้างซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(30) ตัดเหล็กฉากขนาด 1” ยาว 20 cm. และตัดเหล็กแผ่น 1” ยาว 50 mm.

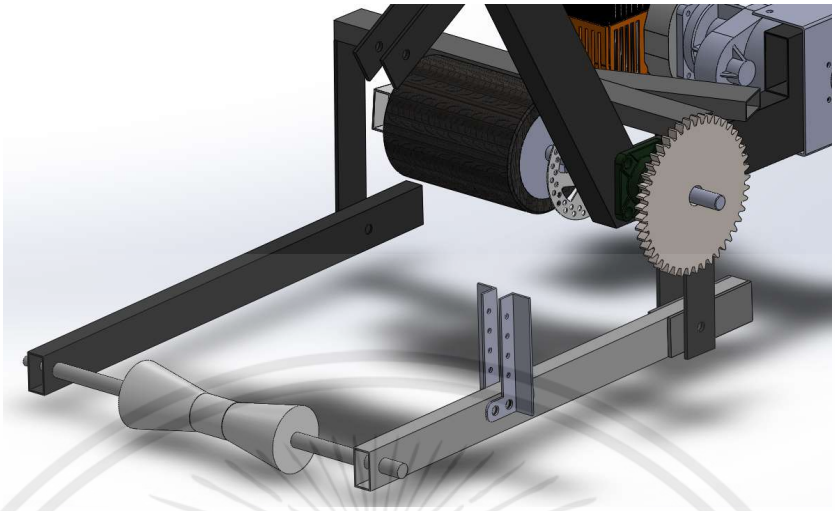
(31) นำเหล็กแผ่นเชื่อมติดเข้ากับเหล็กฉากที่เตรียมไว้ และเจาะรู ตามแบบ ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.37 แบบร่างขายึดโช๊คข้างขวา

รูปที่ 3.38 แบบร่างขายึดโช๊คข้างขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

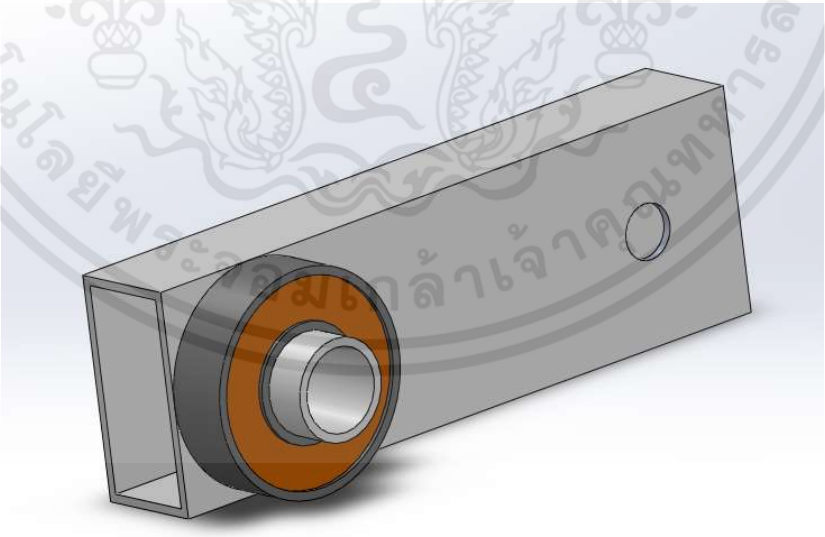


รูปที่ 3.39 แบบร่างการติดตั้งชิ้นส่วนขายึดโช๊ค

(32) ตัดเหล็กกล่องขนาด 2” x 1” ยาว 16 cm. เจาะรู ตามแบบ และนำลูกปืนขนาด 2” เชื่อมติดตรงปลายของเหล็กล่อง ดังรูปที่ 3.38

(33) นำเหล็กเพลาตันขนาด 1” กลึงปาดหน้าให้มีขนาดความยาว 20 mm. เจาะรูขนาด 19 mm. สวมอัดเข้ากับลูกปืนขนาด 2” ที่เชื่อมติดไว้

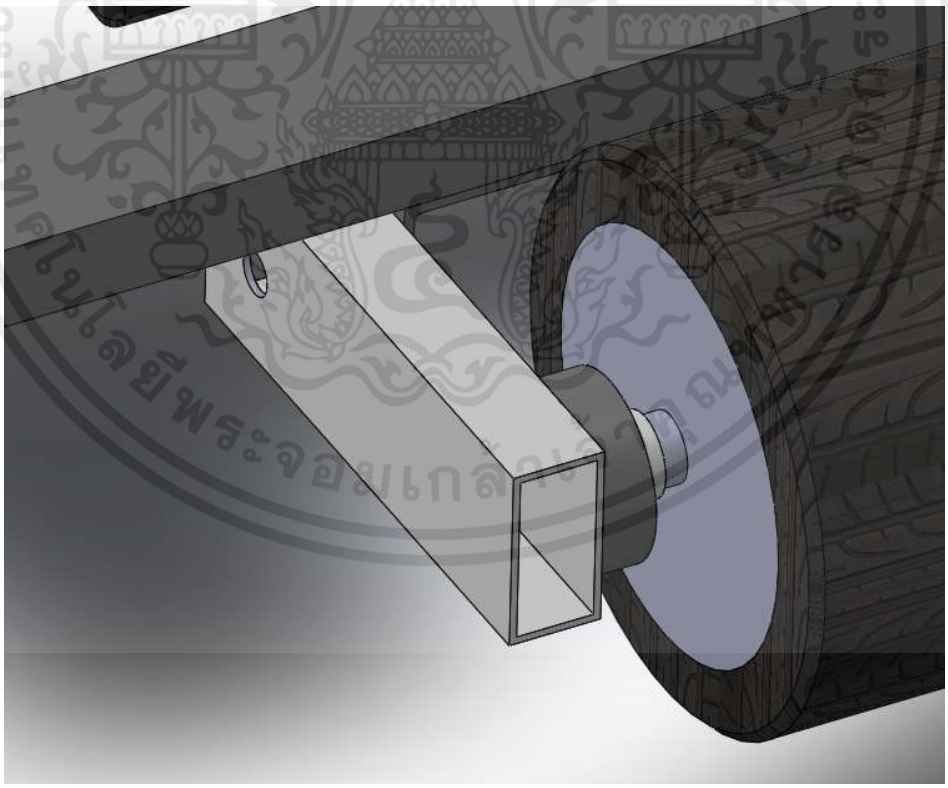
(34) ติดตั้งขาดันล้อขับตามแบบ ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 แบบร่างขาดันล้อขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.41 ขาดันล้อขับ



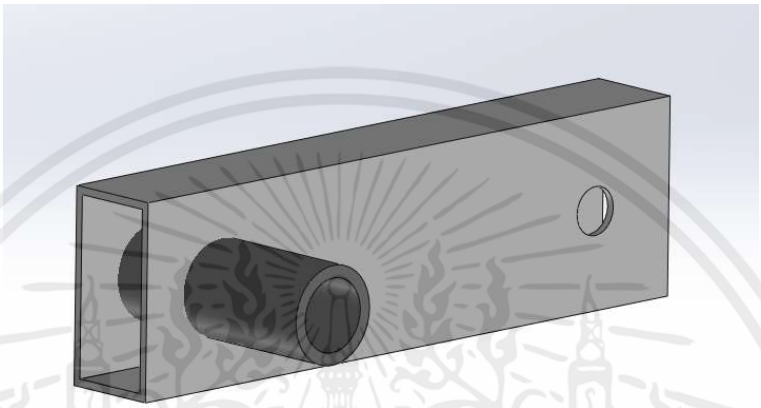
รูปที่ 3.42 แบบร่างการติดตั้งขาดันล้อขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(36) ตัดเหล็กกล่องขนาด 2” x 1” ยาว 17.5 cm. เจาะรู ตามแบบ

(37) นำเหล็กเพลาตันขนาด 1” กลึงปาดหน้าให้มีขนาดความยาว 50 mm. เจาะรู ขนาด 19 mm. นำมาเชื่อมติดกับเหล็กกล่องที่เตรียมไว้ ตามแบบ ดังรูปที่ 3.41

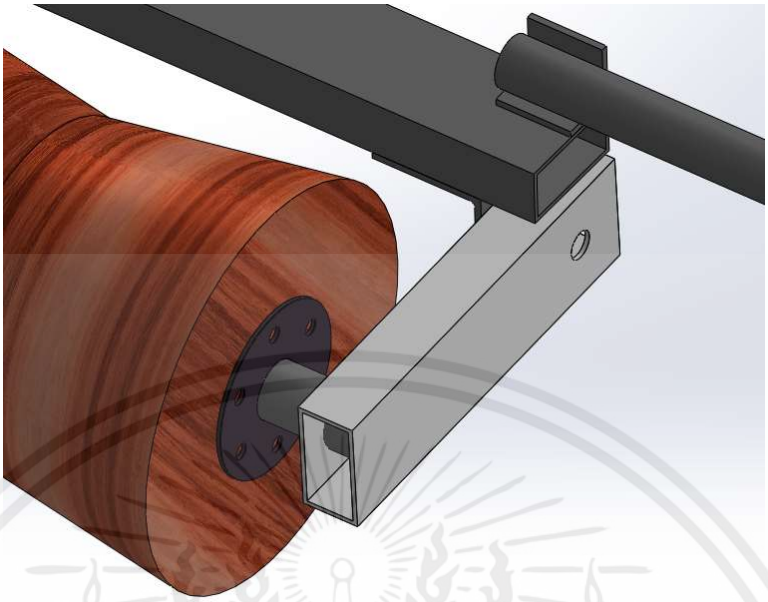
(38) ติดตั้งชิ้นส่วนขาดันล้อตาม ตามแบบดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 แบบร่างขาดันล้อตาม

รูปที่ 3.44 ขาดันล้อตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



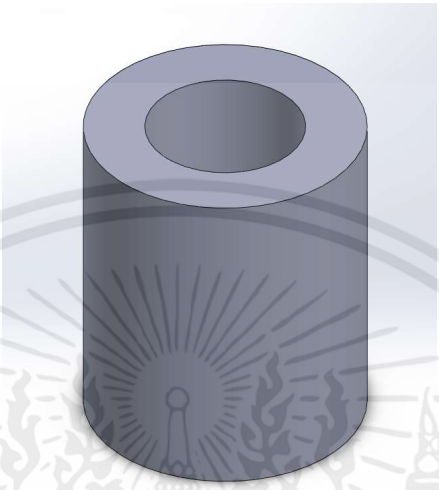
รูปที่ 3.45 แบบร่างการติดตั้งขาดันล้อตาม

(39) กลึงเหล็กเพลาตันขนาด 1” ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm. ยาว 38 mm. เจาะรูตรงกลางขนาด 8.5 mm. ตามแบบ ดังรูปที่ 3.44

รูปที่ 3.46 แบบร่างบูทยาว 38 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(40) กลึงเหล็กเพลาตันขนาด 1” ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm. ยาว 17.7 mm. เจาะรูตรงกลางขนาด 8.5 mm. ตามแบบ ดังรูปที่ 3.45



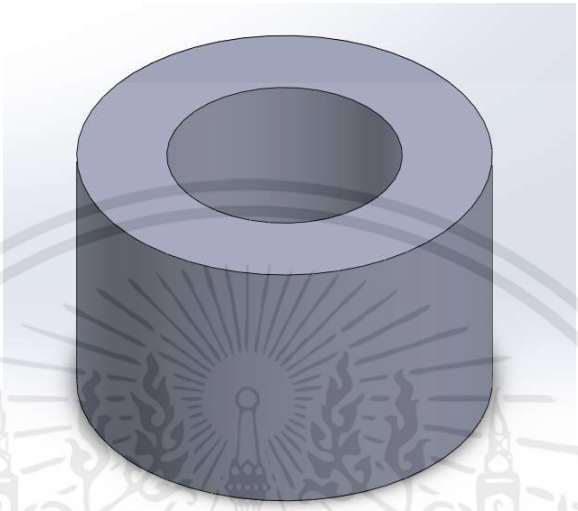
รูปที่ 3.47 แบบร่างบูทยาว 17.7 มิลลิเมตร

(41) กลึงเหล็กเพลาตันขนาด 1” ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm. ยาว 17 mm. เจาะรูตรงกลางขนาด 8.5 mm. ตามแบบ ดังรูปที่ 3.46

รูปที่ 3.48 แบบร่างบูทยาว 17 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(42) กลึงเหล็กเพลาตันขนาด 1” ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm. ยาว 10 mm. เจาะรูตรงกลางขนาด 8.5 mm. ตามแบบ ดังรูปที่ 3.47



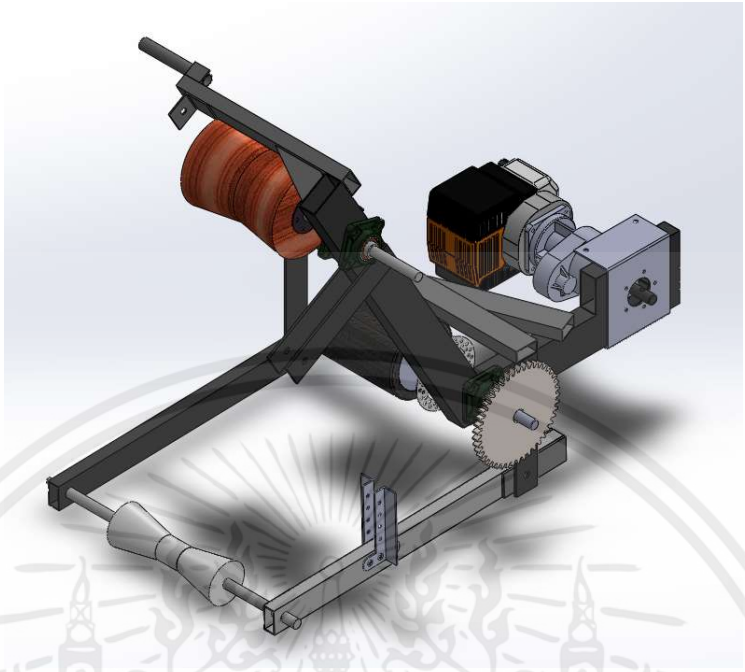
รูปที่ 3.49 แบบร่างบูทยาว 10 มิลลิเมตร

(43) กลึงเหล็กเพลาตัน 1” ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm. ยาว 8 mm. เจาะรูตรงกลางขนาด 8.5 mm. ตามแบบ ดังรูปที่ 3.48

(44) นำชิ้นส่วนชุดขาประคองติดตั้งเข้ากับตัวโครง ตามแบบดังรูปที่ 3.49

รูปที่ 3.50 แบบร่างบูทยาว 8 มิลลิเมตร

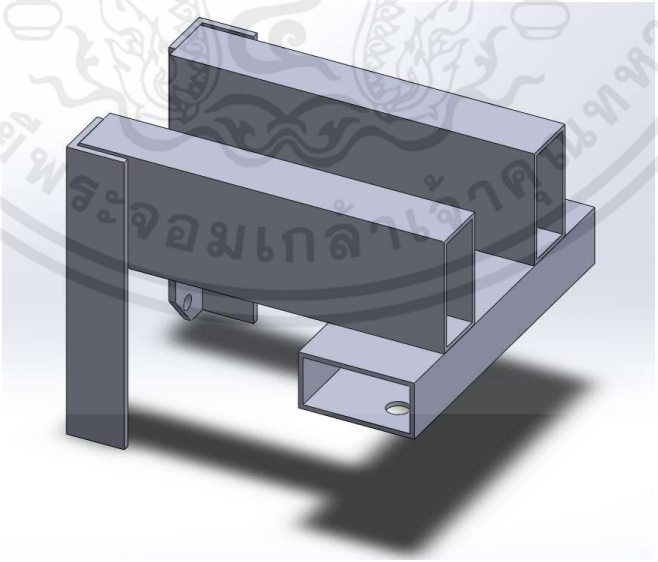
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 แบบร่างการติดชิ้นส่วนขาประคอง

(45) ตัดเหล็กฉากขนาด 1” ยาว 13 cm.จำนวน 2 ชิ้น และตัดเหล็กกล่อง 2” x 1” ยาว 15 cm. จำนวน 3 ชิ้น เจาะรู ตามแบบ

(46) นำเหล็กฉาก เหล็กกล่องที่เตรียมไว้ เชื่อมเข้าด้วยกันตามแบบ ดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.52 แบบร่างโครงเหล็กยึดเบาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(47) ตัดไม้ขนาด 3” x 5/8” ยาว 14 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้น ตัดไม้ 3” x 5/8” ยาว 9 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้น ตัดไม้ 4 1/2” x 5/8” ยาว 12 นิ้ว จำนวน 2 ชิ้น ยึดไม้เข้าด้วยกันด้วยน๊อตหัวเรียบตามแบบ ดังรูปที่ 3.51

(48) ทำการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆของเครื่องปีนต้นมะพร้าวเข้าด้วยกัน

รูปที่ 3.53 แบบร่างเบาะไม้

รูปที่ 3.54 เบาะไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.55 เครื่องปีนต้นมะพร้าวล้อหน้าทรงกรวย

รูปที่ 3.56 เครื่องปีนต้นมะพร้าวล้อหน้าทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดสอบเครื่องปีนต้นมะพร้าวเบื้องต้น

3.4.1 วัสดุและอุปกรณ์

(1) เครื่องปีนต้นมะพร้าว

(2) โซ๊คแรงดัน 300 นิวตัน และ 600 นิวตัน

(3) ล้อหน้าทรงกระบอกและล้อหน้าทรงกรวย

(4) ต้นมะพร้าว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24-30 เซนติเมตร

(5) ตาชั่งดิจิตอล TANITA รุ่น KD-321

(6) ตุ้มน้ำหนัก 10-50 กิโลกรัม

3.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

(1) ทำการติดตั้งเครื่องปีนต้นมะพร้าวด้วยล้อหน้าทรงกระบอกและทรงกรวย พร้อมกับโซ๊คขนาดแรงดัน 300 และ 600 นิวตัน ตามลำดับ

(2) นำเครื่องปีนต้นมะพร้าวสวมเข้ากับต้นมะพร้าวที่ต้องการจะทดสอบ

รูปที่ 3.57 การติดตั้งเครื่องปีนต้นมะพร้าวเข้ากับต้นมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ล็อคยึดขาประคองเข้ากับตัวเครื่องปีนต้นมะพร้าวให้แน่น

รูปที่ 3.58 ขันน๊อตล็อคขาประคอง

(4) ต่อทอร์คเซ็นเซอร์รุ่น DYN-200 เข้ากับเพลาของล้อขับ

(5) ทำการหมุนล้อขับ ให้ล้อมีการหมุนพาเครื่องขึ้นไป

รูปที่ 3.59 ต่อทอร์คเซ็นเซอร์รุ่น DYN-200 เข้ากับเพลาของล้อขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) ทำการอ่านค่าและจดบันทึกข้อมูล จากนั้นทำซ้ำครั้งละ 5 รอบ

รูปที่ 3.60 อ่านค่าและจดบันทึกข้อมูล

(7) ทำการเพิ่มน้ำหนักขึ้นครั้งละ 10 กิโลกรัม และทำการทดสอบอีกครั้ง จนครบตามน้ำหนักที่ได้เตรียมไว้

รูปที่ 3.61 เพิ่มน้ำหนัก

(8) นำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การทดสอบเครื่องปีนต้นมะพร้าว

(1) ทำการติดตั้งเครื่องปีนต้นมะพร้าวด้วยล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกระบอกและทรงกรวย พร้อมกับโช๊คแรงดัน 600 นิวตัน

(2) นำเครื่องปีนต้นมะพร้าวสวมเข้ากับต้นมะพร้าวที่ต้องการจะทดสอบ

(3) ล็อคยึดขาประคองเข้ากับตัวเครื่องปีนต้นมะพร้าวให้แน่น

(4) ผู้ทดสอบติดเครื่องยนต์และทดสอบปีนต้นมะพร้าว

(5) สังเกตและบันทึกผล

รูปที่ 3.62 ผู้ทดสอบปีนต้นมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผล

จากการเตรียมอุปกรณ์และสร้างเครื่องปั่นต้นมะพร้าว ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบแรงบิดของล้อขับและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกรณี ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ทดสอบแรงบิดเพื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนัก

หาค่าเฉลี่ยของแรงบิดในล้อขับเพื่อนำไปวิเคราะห์แรงบิดในการปั่นต้นมะพร้าว ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 24-30 เซนติเมตร ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยของแรงบิดจากการทดลอง

ประเภทของล้อ	โช๊ค (นิวตัน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ลำต้นขนาด 24 เซนติเมตร	ลำต้นขนาด 27 เซนติเมตร	ลำต้นขนาด 30 เซนติเมตร
ล้อหน้าทรงกระบอก	300	40	71.12	95.70	81.20
		50	83.94	86.60	87.66
		60	93.04	91.06	92.58
		70	94.54	86.38	94.06
		80	103.62	93.42	111.30
		90	114.20	114.34	146.62
	600	40	81.08	85.06	109.06
		50	100.84	76.84	129.86
		60	112.08	83.26	139.80
		70	103.24	88.54	154.90
		80	124.80	122.64	135.98
		90	145.62	122.98	150.47

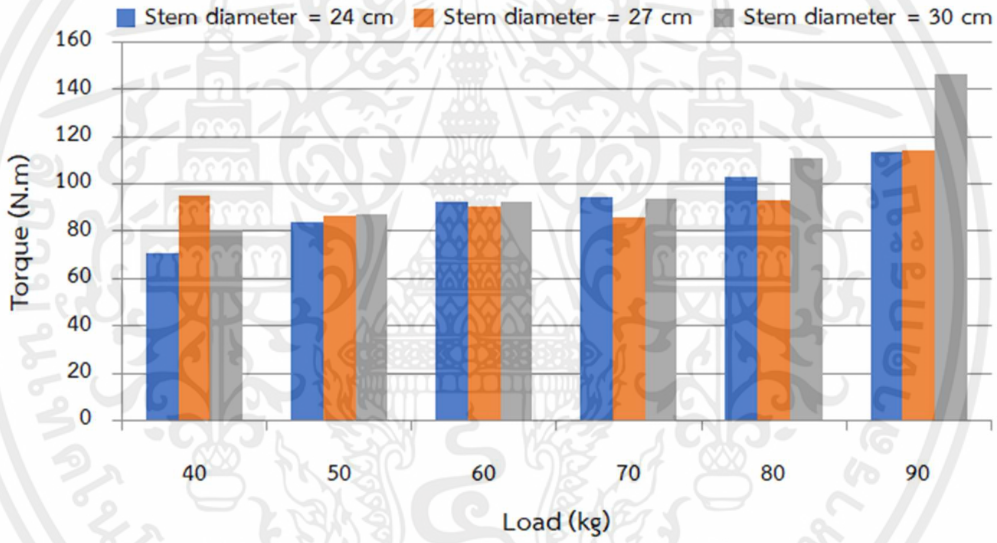
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 ค่าเฉลี่ยของแรงบิดจากการทดลอง (ต่อ)

ประเภทของล้อ	โช๊ค (นิวตัน)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ลำต้นขนาด 24 เซนติเมตร	ลำต้นขนาด 27 เซนติเมตร	ลำต้นขนาด 30 เซนติเมตร
ล้อหน้าทรงกรวย	300	40	54.68	45.96	68.52
		50	56.44	61.00	70.30
		60	65.86	60.36	65.68
		70	82.44	73.16	79.20
		80	83.98	84.64	96.64
		90	91.90	82.88	91.66
ล้อหน้าทรงกรวย	600	40	89.66	77.06	96.14
		50	104.90	77.22	94.12
		60	119.40	79.82	84.46
		70	127.78	90.68	101.30
		80	137.60	109.00	132.16
		90	132.04	113.04	105.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

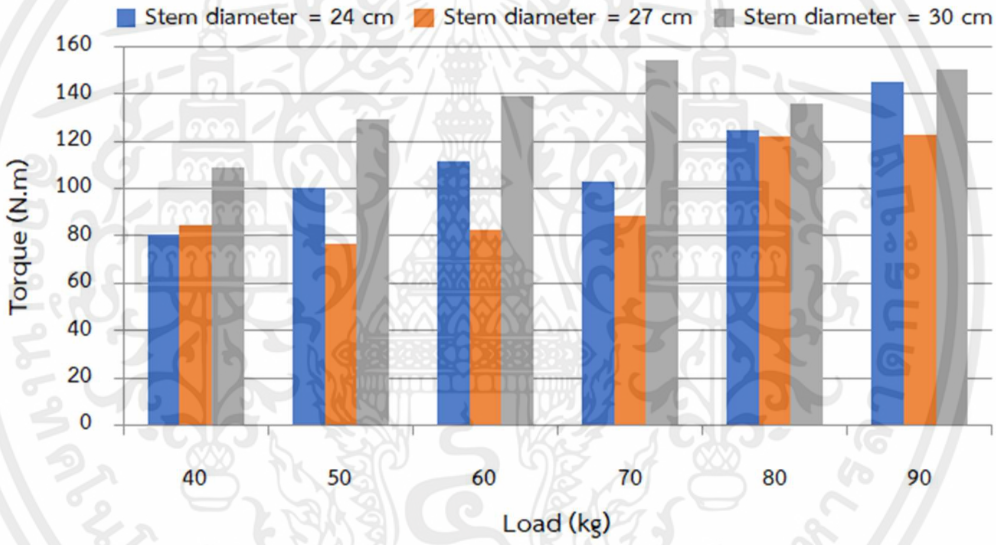
การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาด กรณีที่ล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกระบอกและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน แสดงดังรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าแรงบิดในช่วงเริ่มต้นจะมีค่าแตกต่างกันมากเนื่องจากขนาดของต้นมีผลต่อระยะยืดหดของโช๊ค แต่เมื่อน้ำหนักเครื่องถึง 50 กิโลกรัม ค่าแรงบิดของเครื่องจะกลับมาใกล้เคียงกันตามการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ดังภาคผนวก ค รูปที่ ค.1) พบว่าโช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน มีแรงไม่เพียงพอที่จะสามารถผลักล้อตามให้งัดกับต้นได้ทำให้ขนาดของลำต้นไม่มีผลต่อค่าของแรงบิด จึงต้องอาศัยน้ำหนักเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มแรงงัดนั้นดังนั้นค่าแรงบิดของต้นมะพร้าวแต่ละต้นจึงมีขนาดใกล้เคียงกัน และค่าแรงบิดของต้นมะพร้าวที่มีขนาดกลางจะมีค่าแรงบิดน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำหนักเนื่องจากลำต้นขนาดกลางเป็นขนาดที่พอดีสำหรับระยะยืดหดของโช๊ค



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาดเมื่อล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกระบอกและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

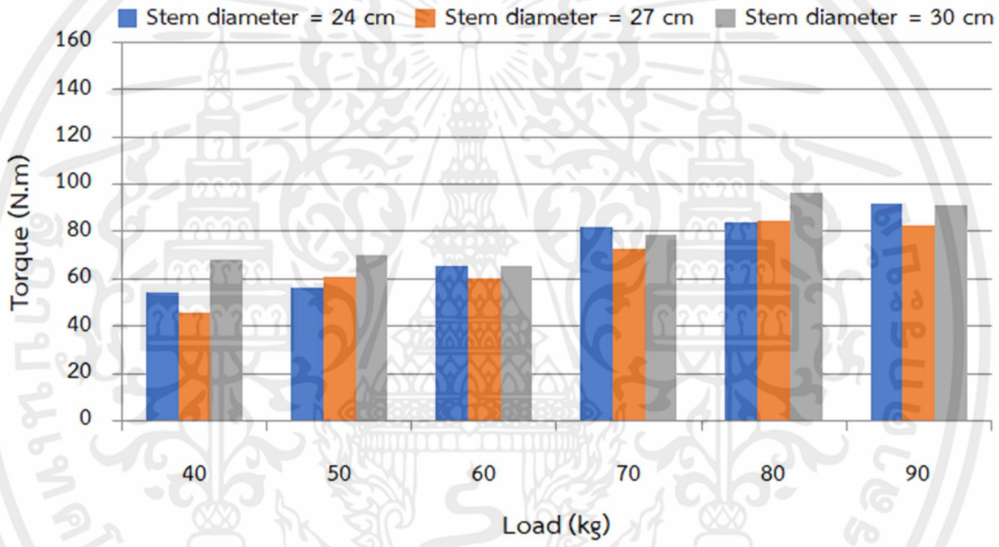
การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาด กรณีที่ล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกระบอกและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน แสดงดังรูปที่ 4.2 พบว่าในช่วงเริ่มต้นต้นมะพร้าวที่มีขนาดเล็กและขนาดกลางมีค่าแรงบิดใกล้เคียงกัน เนื่องจากขนาดของต้นมะพร้าวมีผลต่อระยะยืดหดของโช๊ค ซึ่งต่างจากต้นมะพร้าวที่มีขนาดใหญ่ที่มีค่าแรงบิดสูงที่สุด เนื่องจากการที่เพิ่มขนาดแรงดันของโช๊คเป็น 600 นิวตัน ทำให้ล้อตามมีแรงงัดเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำหนักถึง 70 กิโลกรัม ค่าแรงบิดของต้นมะพร้าวที่มีขนาดใหญ่ได้ลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากล้อขับมีการหมุนอยู่กับที่ทำให้เครื่องไม่สามารถปีนขึ้นต่อได้ ในส่วนของต้นมะพร้าวที่มีขนาดกลางและขนาดเล็กในช่วงของน้ำหนัก 80 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่ามีค่าแรงบิดที่ใกล้เคียงกัน แต่ต้นมะพร้าวที่มีขนาดกลางมีค่าแรงบิดน้อยที่สุด ซึ่งเป็นไปตามการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ดังภาคผนวก ค รูปที่ ค.2)



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาดเมื่อล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกระบอกและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

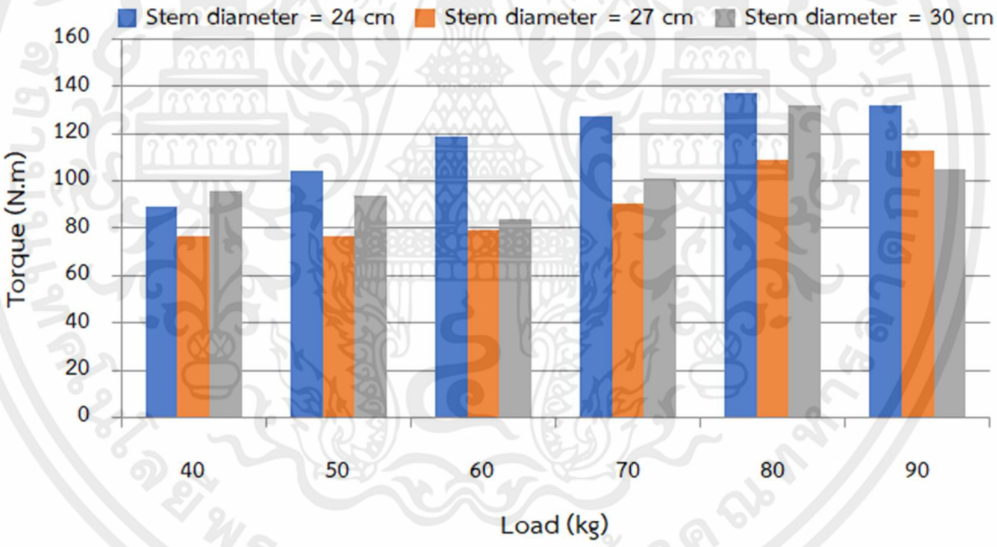
การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักของต้นมะพร้าวแต่ละขนาด กรณีที่ล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกรวยและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน แสดงดังรูปที่ 4.3 พบว่าค่าแรงบิดในแต่ละต้นมีขนาดใกล้เคียงกันตามการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ดังภาคผนวก ค รูปที่ ค.3) เนื่องจากโช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน มีแรงไม่เพียงพอที่จะสามารถงัดล้อตามให้ติดกับต้นมะพร้าวได้ ทำให้ขนาดของลำต้นไม่มีผลต่อแรงบิดแต่น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อค่าแรงบิด ต้นมะพร้าวที่มีขนาดกลางและขนาดใหญ่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่ของต้นมะพร้าวที่มีขนาดกลางมีค่าแรงบิดน้อยที่สุดเนื่องจากขนาดของต้นขนาดกลางทำให้โช๊คมีระยะยืดหดได้เต็มที่และล้อทรงกรวยสามารถยึดติดกับต้นมะพร้าวได้พอดีต่างจากต้นมะพร้าวขนาดเล็กและขนาดใหญ่



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาดเมื่อล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกรวยและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

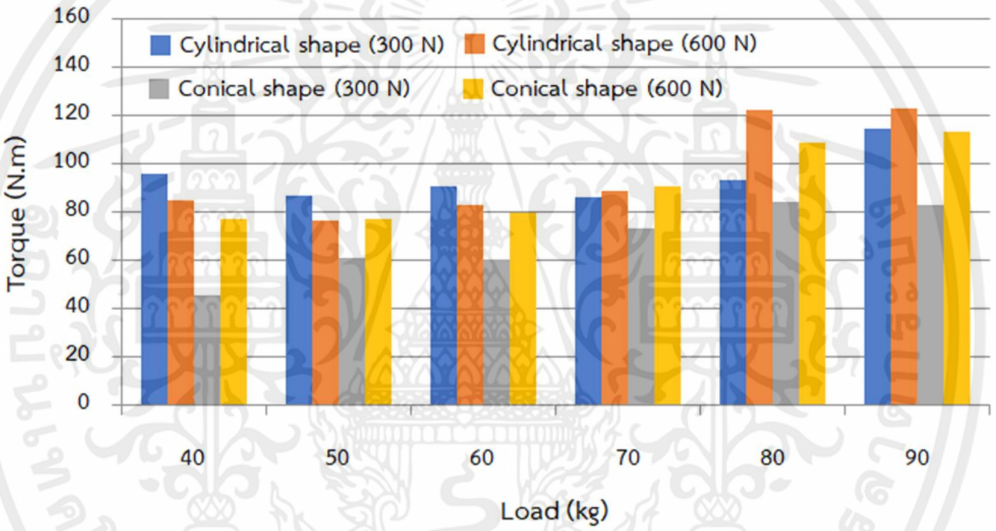
การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาดกรณีที่ล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกรวยและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน แสดงดังรูปที่ 4.4 พบว่าต้นมะพร้าวที่มีขนาดเล็กมีค่าแรงบิดมากที่สุดและค่อยๆ ลดลงเมื่อน้ำหนักถึง 80 กิโลกรัม เนื่องจากการเพิ่มขนาดแรงดันของโช๊คเป็น 600 นิวตัน ทำให้ล้อหน้ามีแรงงัดกับลำต้นมากเกินไปซึ่งเป็นไปตามการวอเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จึงต้องใช้ค่าแรงบิดที่สูงขึ้นในการเริ่มเคลื่อนที่แต่เมื่อน้ำหนักถึง 90 กิโลกรัม ล้อจะเริ่มมีอาการลื่นทำให้ไม่สามารถขึ้นต้นมะพร้าวได้ ในส่วนของลำต้นมะพร้าวที่มีขนาดใหญ่มีค่าแรงบิดที่ไม่คงที่และเมื่อน้ำหนักถึง 80 กิโลกรัม ค่าแรงบิดจะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากขนาดของลำต้นทำให้ล้อขับเกิดอาการลื่นเป็นบางครั้งและเมื่อน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ล้อขับจะมีอาการลื่นทำให้ค่าแรงบิดลดลงอย่างรวดเร็ว ต่างจากต้นขนาดกลางที่ค่าแรงบิดน้อยที่สุดใน 3 ต้น เนื่องจากลำต้นมีขนาดพอดีกับล้อตามและล้อขับไม่มีอาการลื่นทำให้ค่าแรงบิดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นไปตามการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ดังภาคผนวก ค รูปที่ ค.4)



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในต้นมะพร้าวแต่ละขนาดเมื่อล้อประคองเป็นล้อหน้าทรงกรวยและใส่โช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักของล้อและโช๊คแต่ละชนิด แสดงดังรูปที่ 4.5 โดยลำต้นที่ใช้เป็นลำต้นขนาดกลาง พบว่าที่ล้อหน้าทรงกระบอกและโช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน จะมีค่าแรงบิดลดลงเมื่อน้ำหนัก 50 กิโลกรัม และ 70 กิโลกรัม เนื่องจากล้อขับเกิดอาการลื่นเป็นบางครั้ง เช่นเดียวกับล้อหน้าทรงกระบอกและโช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน ล้อหน้าทรงกรวยและโช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน มีค่าแรงบิดน้อยที่สุดแต่ในบางช่วงล้อมีอาการลื่นเช่นกัน ดังนั้นล้อประคองและขนาดแรงดันของโช๊คที่เหมาะสมที่สุดคือ ล้อหน้าทรงกรวยและโช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน เนื่องจากค่าแรงบิดมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและล้อขับไม่เกิดอาการลื่นอีกทั้งยังมีค่าแรงบิดที่ไม่สูงเกินไป ซึ่งเป็นไปตามการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (ดังภาคผนวก ค รูปที่ ค.5-6)



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดและน้ำหนักในล้อประคองและโช๊คแต่ละชนิดโดยลำต้นที่ใช้เป็นลำต้นขนาดกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดสอบการปีนต้นมะพร้าว

รูปที่ 4.5 การปีนต้นมะพร้าวโดยใช้คน

จากการสังเกตพบว่าล้อตามทรงกรวยสามารถปีนต้นมะพร้าวได้ดีกว่าล้อตามทรงกระบอก เนื่องจากล้อตามทรงกระบอกจะทำให้เครื่องเลี้ยวตามข้อของลำต้นมะพร้าว ต่างจากล้อตามทรงกรวยที่มีร่องยึดกับลำต้นและช่วยในการเคลื่อนที่ขึ้นของเครื่อง และล้อตามทรงกรวยสร้างความเสียหายต่อลำต้นน้อยกว่าล้อตามทรงกระบอก

4.3 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต

Total cost = Fixed cost + Variable cost

ตาราง 4.2 ต้นทุนการผลิต

ต้นทุนคงที่	**ราคา (บาท)**
เหล็กกล่อง ขนาด 1.5” x 3” ยาว 120 cm.	990
เหล็กกล่อง ขนาด 1” x 2” ยาว 343 cm.	370
เหล็กแผ่นกลม 3” x 2 mm. จำนวน 2 แผ่น	43
เหล็กแผ่นกลม 4 1/2” x 2 mm. จำนวน 4 แผ่น	84
เหล็กแผ่นแบนตัด 2” x 4 mm. ยาว 160 cm.	379
เหล็กท่อกลม 1” x 3/4” ยาว 60 cm.	302
เหล็กท่อกลม 4 1/2” x 2 mm. ยาว 20 cm. จำนวน 2 เส้น	1,022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2 ต้นทุนการผลิต (ต่อ)

ต้นทุนคงที่	**ราคา (บาท)**
เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 4” ยาว 5 cm.	720
เหล็กทรงกระบอกตัน ขนาด 2” ยาว 15 cm.	720
เหล็กเพลาตัน ขนาด 1” ยาว 50 cm. จำนวน 4 เส้น	250
ซุปเปอร์ลีนทรงกระบอก ขนาด 90 cm. ยาว 100 cm. จำนวน 1 ชิ้น	1,250.35
ตลับลูกปืนตุ๊กตา 6/8” ยี่ห้อ ETK F204 จำนวน 3 ตัว	270
ลูกปืน 2” x 1” จำนวน 2 ชิ้น	100
น๊อตตัวผู้ ขนาด 1/2” ยาว 6 cm. จำนวน 12 ตัว	120
น๊อต M8 ยาว 3 cm. จำนวน 7 ตัว	14
น๊อต M8 ยาว 9 cm. จำนวน 2 ตัว	10
น๊อต M8 ยาว 2 cm. จำนวน 2 ตัว	5
น๊อต M6 ยาว 6 cm. จำนวน 5 ตัว	50
น๊อตหัวเรียบ 1” x 3/4” จำนวน 100 ตัว	60
น๊อตยิงเหล็ก 12-14 x 48 จำนวน 40 ตัว	40
เฟือง ยี่ห้อ Osaki 45T จำนวน 1 ชิ้น	265
เฟือง ยี่ห้อ Osaki 13T จำนวน 1 ชิ้น	50
โซ่สแตนเลส Osaki จำนวน 1 ชุด	210
จานเบรกมอเตอร์ไซค์จิ๋ว 49 cc ขนาด 140 cm. จำนวน 1 ชิ้น	130
ชุดปั๊มเบรก สายเบรก เบรกมือ มอเตอร์ไซค์ 49 cc จำนวน 1 ชุด	475
เครื่องเจาะหลุม - เจาะดิน ยี่ห้อ Nippon 2 จังหวะ ขนาด 4 แรงม้า	2,569
โช้ค Universal Gas Struts 300N-600mm. จำนวน 2 ชิ้น	295
ยางนอก ยี่ห้อ Deestone จำนวน 1 เส้น	100
จิปาถะ	1,500
ค่าแรง (20 วัน)	10,000
รวม	21,918.35

ตาราง 4.3 ต้นทุนขายทางการตลาด (Variable Cost)

ต้นทุนแปรผัน	**ราคา (บาท)**
ขนส่งและการเดินทาง	3,000
รับประกันความเสียหายของเครื่องยนต์ (6เดือน)	3,000
รวม	6,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Total cost) = 21,918.35 + 6,000 = 27,918.35 บาท

การตั้งราคาขาย = ต้นทุนการผลิต + กำไรที่ต้องการ (100%) + ค่าจดสิทธิบัตร

ราคาขาย = 27,918.35 + 28,000 + 1,500 = 57,418.35

ดังนั้น ราคาขายที่ตั้งไว้คือ 57,500 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสร้างเครื่องปีนต้นมะพร้าวและการทดลองหาค่าแรงบิด ซึ่งกำหนดขนาดของต้นมะพร้าวโดยเปรียบเทียบจากล้อตามทรงกระบอกและทรงกรวยที่ขนาดโช๊คแรงดัน 300 600 นิวตัน สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1. ชนิดของล้อมีผลต่อการขึ้นของเครื่องเนื่องจากล้อทรงกระบอกจะเลี้ยวตามผิวของต้นมะพร้าว แตกต่างจากล้อทรงกรวยที่ยึดกับต้นมะพร้าวและไม่เลี้ยวตามผิวของต้น

5.1.2. แรงดันของโช๊คมีผลต่อการขึ้นของเครื่องเนื่องจากโช๊คขนาดแรงดัน 300 นิวตัน มีแรงดันไม่เพียงพอที่จะงัดล้อตามให้ยึดติดกับต้นมะพร้าว ซึ่งต่างจากโช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน ที่สามารถใช้ได้ดีกับต้นทุกขนาดแต่ถ้าน้ำหนักมากเกินไปจะทำให้ล้อเกิดการลื่นจนไม่สามารถขึ้นต่อได้

จากการทดลองพบว่า ล้อทรงกรวยและโช๊คขนาดแรงดัน 600 นิวตัน เหมาะสมที่สุดในการปีนต้นมะพร้าวเนื่องจากมีแรงงัดที่ล้อตามทำให้ล้อเกิดการลื่นน้อยหรือไม่เกิดเลยในบางต้นและเครื่องจะสามารถทำงานได้ดีที่สุดที่ลำต้นขนาด 27 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นขนาดที่พอดีสำหรับระยะยืดหดของโช๊ค และไม่ใหญ่เกินไปสำหรับล้อทรงกรวย

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทดลอง

5.2.1. จากการทดลองในช่วงแรกเพลาล้อมีการโก่งตัวทำให้ล้อมีอาการลื่น

5.2.2. หากต้นมะพร้าวมีรอยแผลลึกจะทำให้ล้อไม่สามารถหมุนขึ้นไปต่อได้

5.2.3. เนื่องจากล้อทรงกระบอกมีหัวน็อตที่ไม่เรียบไปกับผิวยาง ทำให้ต้นมะพร้าวมีรอยแผลเล็กน้อย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1. เหล็กเพลาล้อควรเป็นเหล็กเพลากลวงที่ขนาดใหญ่ เนื่องจากเหล็กเพลากลวงสามารถรับแรงบิดได้มากกว่าและมีน้ำหนักน้อยกว่าเพลาตัน

5.3.2. ล้อควรมีลักษณะของดอกยางที่สามารถยึดเกาะผิวของต้นมะพร้าวได้ดี

5.3.3. เครื่องปีนต้นมะพร้าวควรมีน้ำหนักที่น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (2006). **ผ่ายางรถยนต์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/material1/

[2] Pneumax Co., Ltd. (2018). **Gas Spring.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.pneumax.co.th/gas-spring-stabilus

[3] YONG THAI METAL LTD., PART. (2013). **พลาสติกวิศวกรรม (Superlene).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.yongthaimetal.com/15029736/superlene

[4] บุลวัชร์ (ป๋อม) เจริญยืนนาน. (2021). **ตลับลูกปืน (Bearing) คือ อะไร.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://misumitechnical.com/technical/mechanical/bearing-usage/

[5] Andreas Velling (2020). **Types of Bearings.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://fractory.com/types-of-bearings/

[6] Brandt, Jobst (2009). **เบรกจักรยาน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://hmong.in.th/wiki/Bicycle_brakes

[7] ณัฐวุฒิ รอตเกษม. (2020). **โมเมนต์ของแรง (moment of force) หรือโมเมนต์ (moment).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.ay-sci.go.th/aynew/640330-6/

[8] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2014). **Torque**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://eng.sut.ac.th/me/2014/laboratory/document_torque

[9] บริษัท ไชยเจริญเทค จำกัด - Chaijaroen Tech Co., Ltd. (2022). **ความรู้เรื่องเหล็ก และประเภทของเหล็กที่น่าสนใจ.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.chi.co.th/article/article-831/

[10] Unknown. (2017). **ลักษณะทั่วไปของมะพร้าว**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://putcharapafern0110.blogspot.com/2017/02/blog-post.html

[11] V.V. Agravat et al. (2018). Development of Sitting Type Coconut Palm Climbing Device. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences** 7, 3591-3602.

[12] Narong Chomchalow. (1999). Coconut Varieties in Thailand. **AU J.T.** 3, 19-30.

[13] Parvathi Subramanian and Tamil Selvi Sankar. (2021). Development of a novel coconut-tree-climbing machine for harvesting. **MECHANICS BASED DESIGN OF STRUCTURES AND MACHINES.** doi: 10.1080/15397734.2021.1907756.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] Juthanee Phromjan and Chakrit Suvanjumrat. (2018). Material Properties of Natural Rubber Solid Tires for Finite Element Analysis. **Key Engineering Materials**. 775, 560-564.

[15] W.A.A.S. Premarathna et al. (2021). Investigation of design and performance improvements on solid resilient tires through numerical simulation. **Engineering Failure Analysis.** doi: 10.1016/j.engfailanal.2021.105618.

[16] N Jahan et al. (2018). Development of Low Cost Coconut Tree Climber for Small Farmer in Bangladesh. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH & TECHNOLOGY (IJERT)**. 7, 242-248.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.1 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	70	70	74.3	72.2	69.1	71.12
50	87.1	84.6	86.4	78.6	83	83.94
60	91.4	93.1	93.2	94.3	93.2	93.04
70	94.6	99.1	91.1	94.4	93.5	94.54
80	102.4	104	105	100.8	105.9	103.62
90	114.1	111.3	116.1	110.3	119.2	114.2

ตาราง ก.2 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	77.1	86.4	75	78	88.9	81.08
50	106.5	97.7	102.9	94.9	102.2	100.84
60	104	105.4	112.7	123.8	114.5	112.08
70	103.5	103.8	107.6	94.5	106.8	103.24
80	113.2	126.3	134.9	119.1	130.5	124.8
90	129.7	151.1	155.7	149.2	142.4	145.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	63.5	48.9	73.9	42.7	44.4	54.68
50	62.9	63.1	47.3	47.8	61.1	56.44
60	73.5	55.3	65.3	57.8	77.4	65.86
70	89.1	77.7	97.4	79.4	68.6	82.44
80	80.4	82.2	83.6	95.6	78.1	83.98
90	91.1	87.1	88.9	94.5	97.9	91.9

ตาราง ก.4 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	97.3	90.2	92	81.1	87.7	89.66
50	108.4	94.6	106.1	102.1	113.3	104.9
60	125.8	116.7	109.2	133.5	111.8	119.4
70	162	141.1	100.1	109	126.7	127.78
80	140.4	152.9	132.5	133.2	129	137.6
90	155.1	141.9	124.1	118.1	121	132.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.5 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	95.1	96.6	95.6	94.8	96.4	95.7
50	89.3	77.3	97.4	84.4	84.6	86.6
60	76	91	75	99.6	113.7	91.06
70	79.6	88.2	95	76.1	93	86.38
80	92.5	91	95.6	93.6	94.4	93.42
90	105	124.3	118.4	107.6	116.4	114.34

ตาราง ก.6 ค่าน้ำหนักและแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	87.1	83.7	84.9	72	97.6	85.06
50	80.3	70.6	73.2	78.9	81.2	76.84
60	81.1	81.2	82	82.5	89.5	83.26
70	89.4	90.5	96.2	81.6	85	88.54
80	119	125.1	125.1	116.2	127.8	122.64
90	124.3	124.4	119.5	120.2	126.5	122.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.7 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	41.5	44.6	48.6	42.5	52.6	45.96
50	62.8	50.3	63.8	56.7	71.4	61
60	68.2	68.2	49	61	55.4	60.36
70	77.1	85.8	76.7	62.8	63.4	73.16
80	85.6	69.8	82.7	86	99.1	84.64
90	80.9	103.9	72.8	75.1	81.7	82.88

ตาราง ก.8 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 27 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	77.5	79.2	77.2	75.7	75.7	77.06
50	80.3	74.5	77.9	75.6	77.8	77.22
60	69.3	77.6	81.5	84.7	86	79.82
70	90.3	96.2	80.8	85.8	100.3	90.68
80	113.1	113.5	100	90.7	127.7	109
90	109.6	103.5	117.3	124.3	110.5	113.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.9 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร))					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	80.5	78	82.5	93	72	81.2
50	93.3	86	91.5	87.3	80.2	87.66
60	93.8	95.7	94.3	86.9	92.2	92.58
70	92.2	97.7	87.9	96.2	96.3	94.06
80	110.3	115.4	107.9	112.2	110.7	111.3
90	141.8	163.6	135.5	139.1	153.1	146.62

ตาราง ก.10 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกระบอกที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	115.1	126.2	98	109.6	96.4	109.06
50	114.4	108.5	148.9	141	136.5	129.86
60	131	157.9	137.2	140.9	132	139.8
70	159.1	149.1	160	157.6	148.7	154.9
80	142.7	131.5	137.5	132.1	136.1	135.98
90	117.5	163.5	170.4	163.2	137.7	150.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.11 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 300 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร)					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	73.3	54.8	63.2	72	79.3	68.52
50	71.3	77.4	73.8	64.1	64.9	70.3
60	57.9	77.6	64.2	66.8	61.9	65.68
70	88	78.9	81.6	75.6	71.9	79.2
80	96.2	99.1	92	101.4	94.5	96.64
90	95.8	75.7	84.4	91.9	110.5	91.66

ตาราง ก.12 ค่าน้ำหนักและค่าแรงบิดที่วัดได้ของล้อหน้าทรงกรวยที่แรงดันโช้ค 600 นิวตัน โดยต้นมะพร้าวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร

น้ำหนักเครื่อง (กิโลกรัม)	แรงบิด (นิวตันเมตร))					แรงบิดเฉลี่ย (นิวตันเมตร)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
40	120	85.8	87.1	110.1	77.7	96.14
50	88.5	99.6	100	94.3	88.2	94.12
60	85.4	84.6	84	87.1	81.2	84.46
70	112.1	109.1	90.5	103.6	91.2	101.3
80	137.4	133.3	138.5	129.8	121.8	132.16
90	121.2	100.9	94	96.8	112.2	105.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

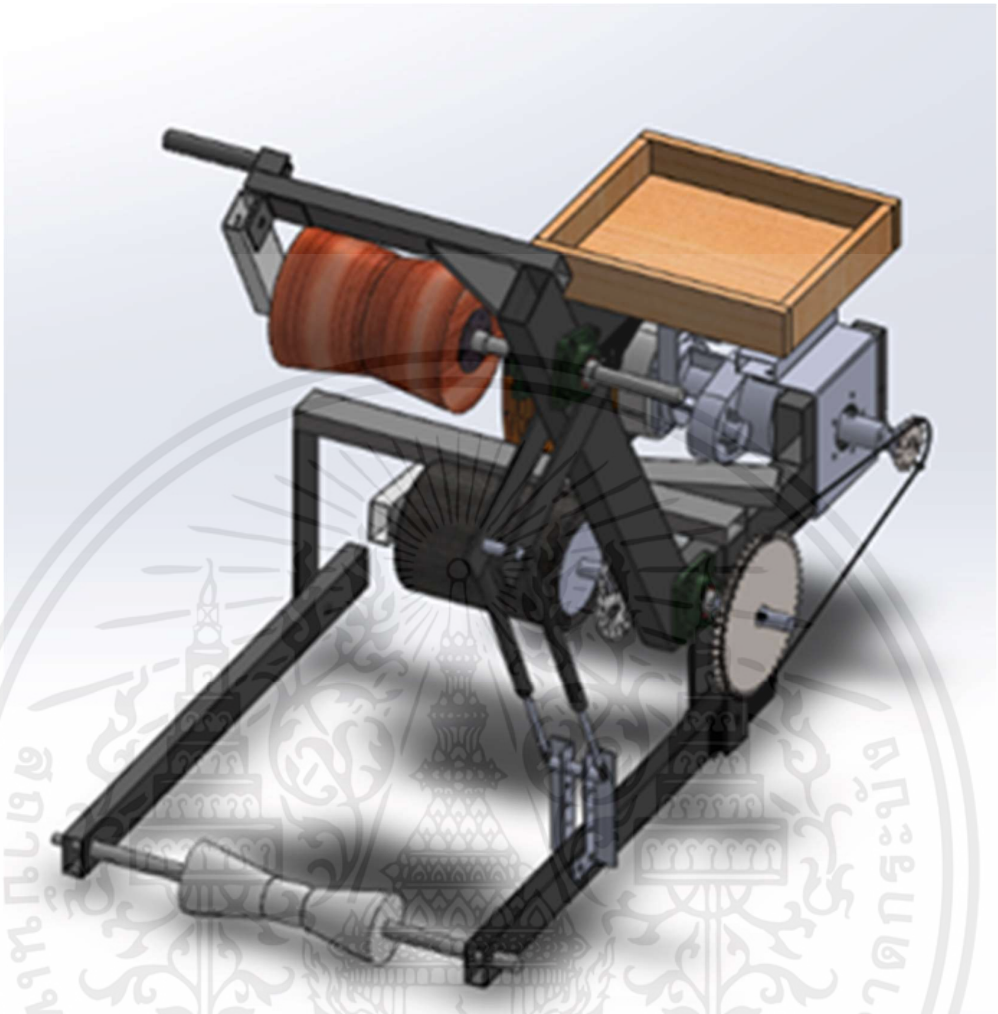
ภาคผนวก ข

เครื่องปีนต้นมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

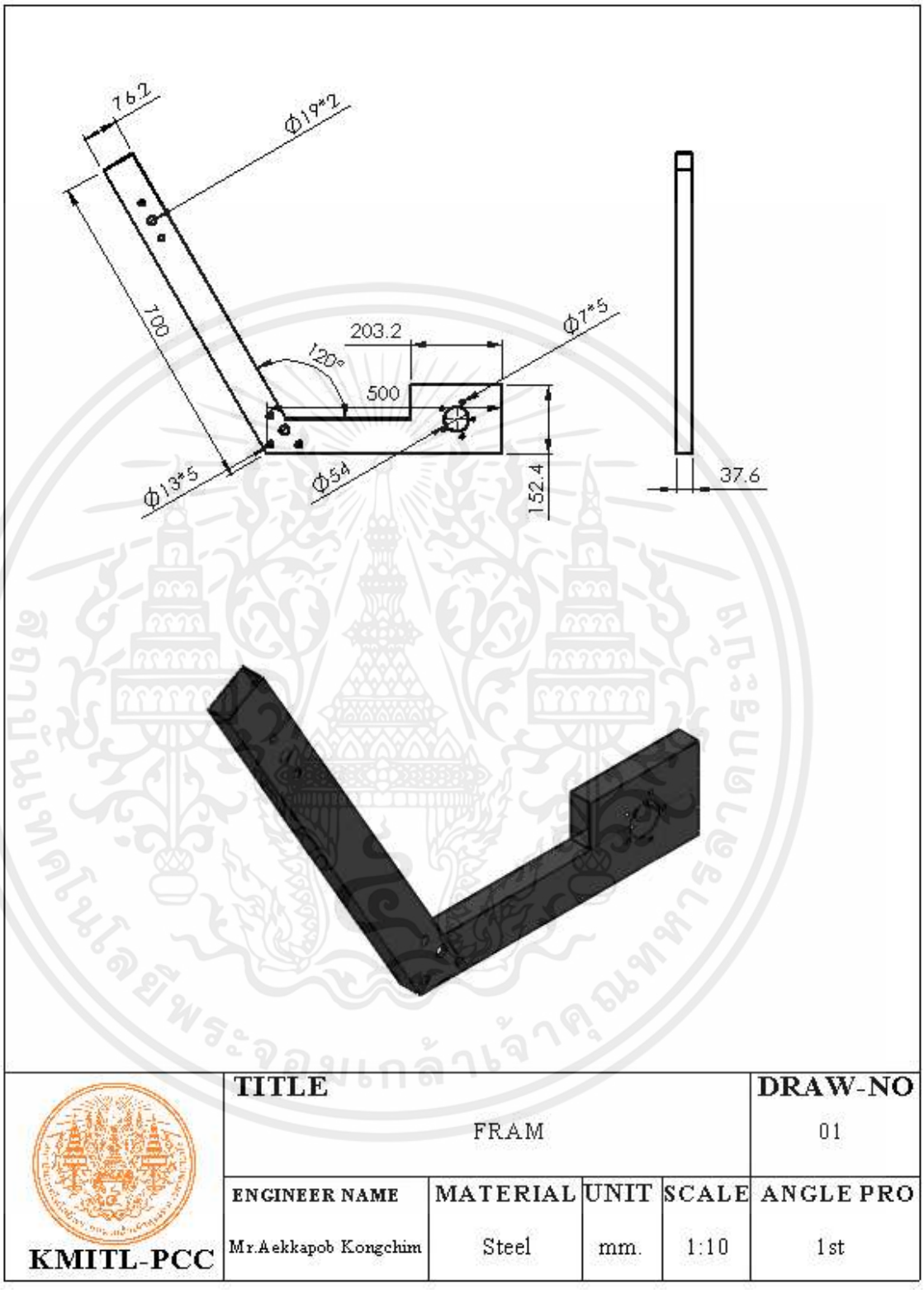
รูปที่ ข.1 เครื่องปีนต้นมะพร้าวที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



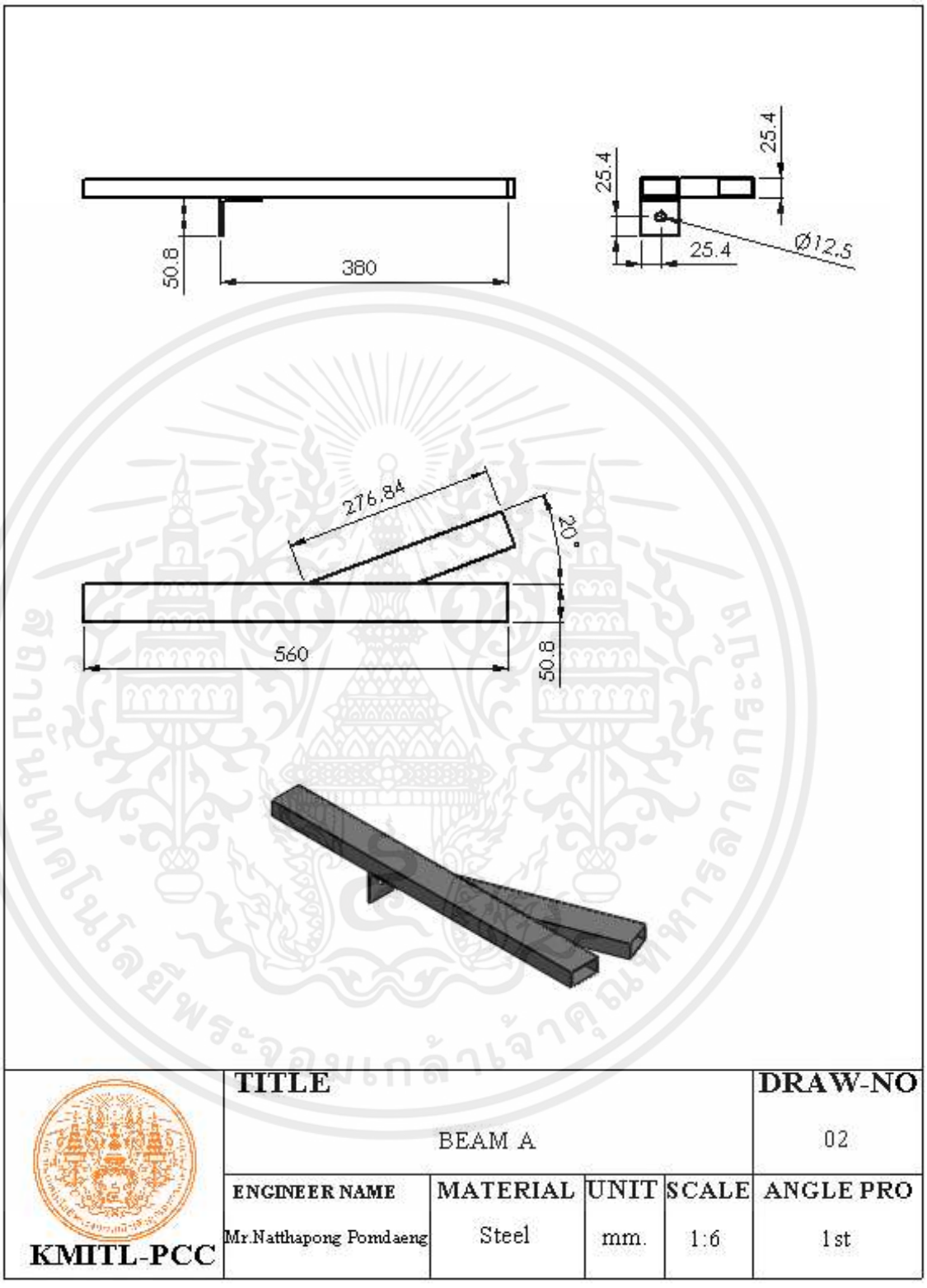
รูปที่ ข.2 เครื่องปั่นต้นมะพร้าวที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



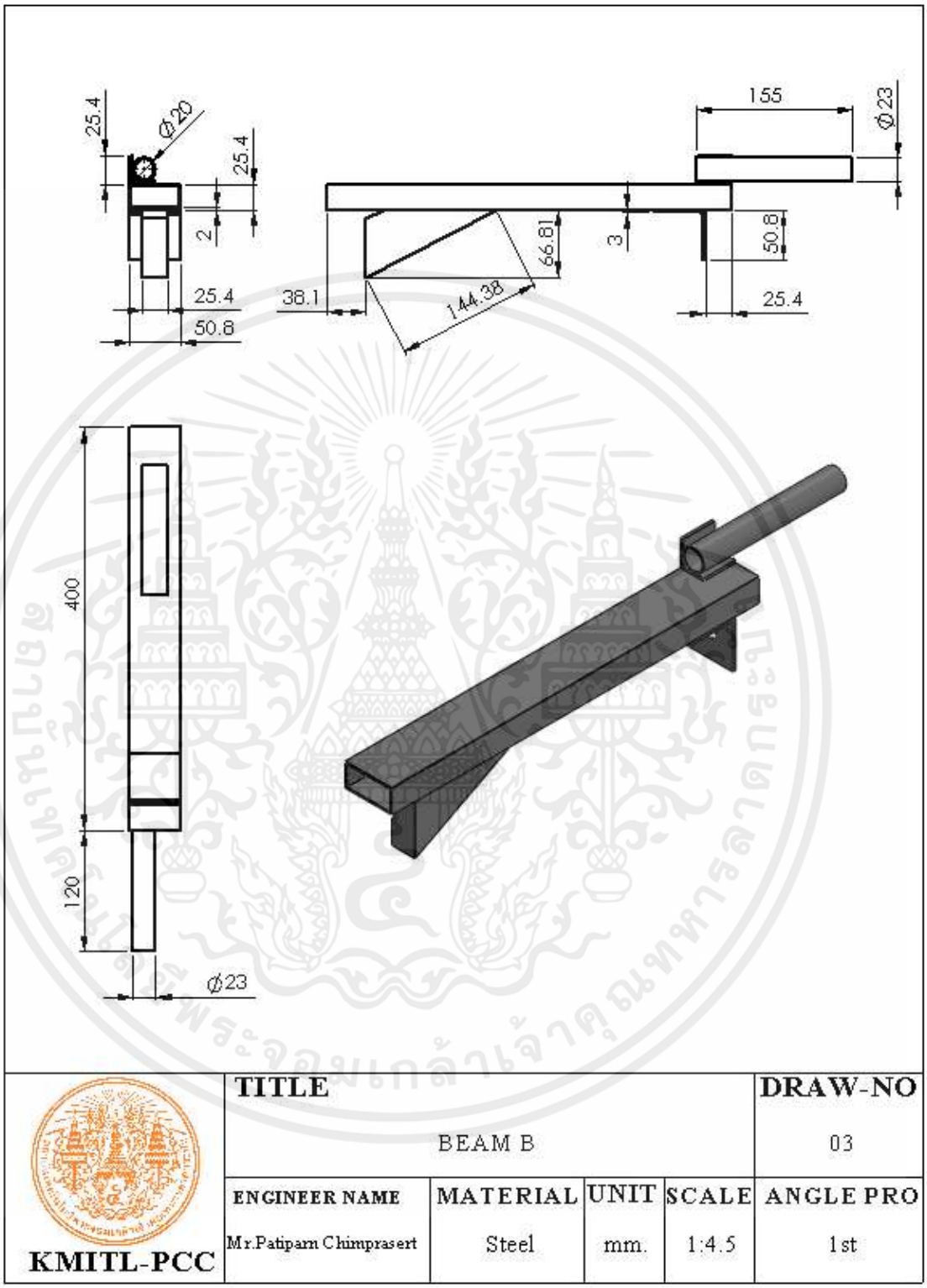
รูปที่ ข.3 โครงเครื่องปีนต้นมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



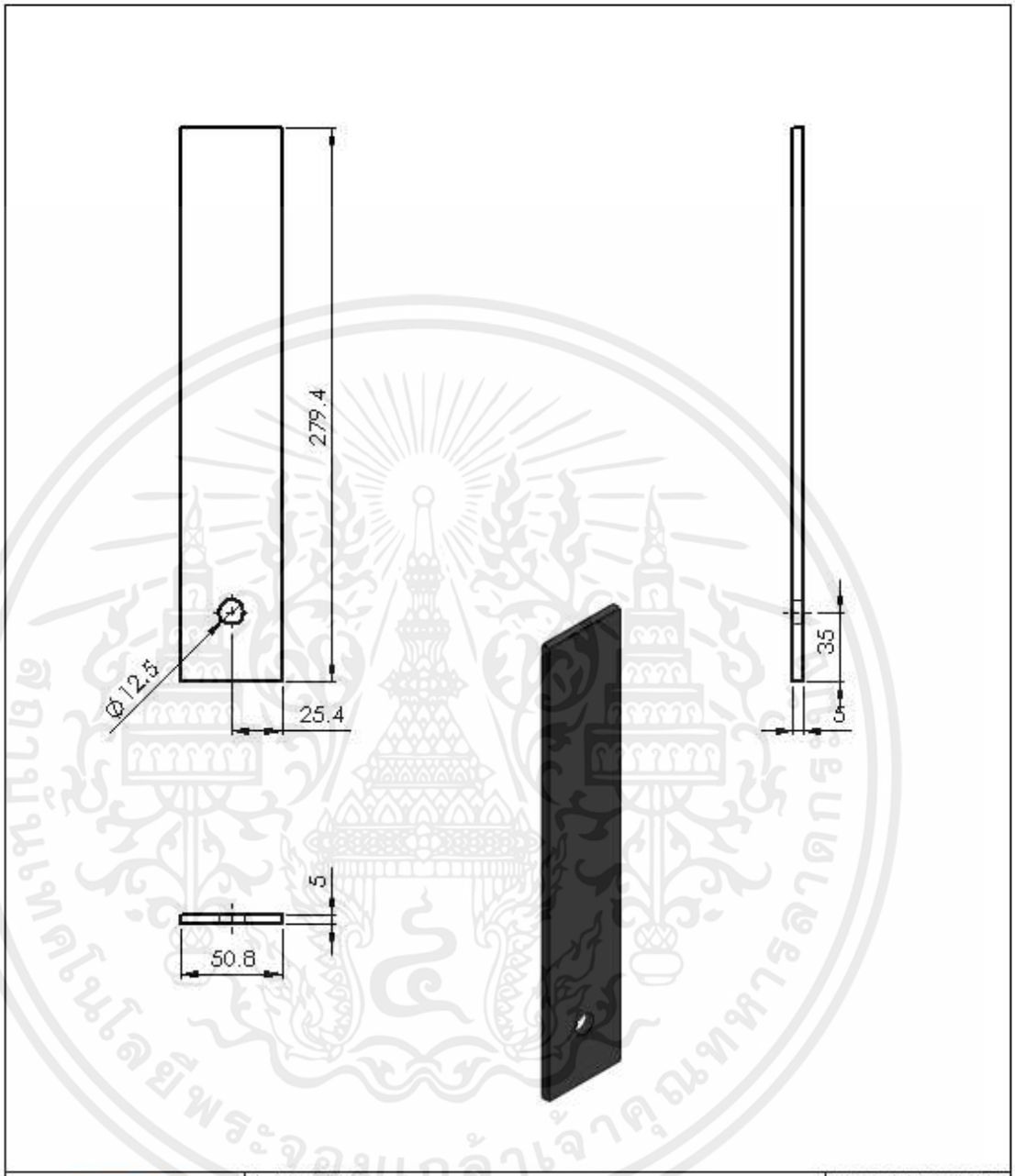
รูปที่ ข.4 คาน A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 คาน B

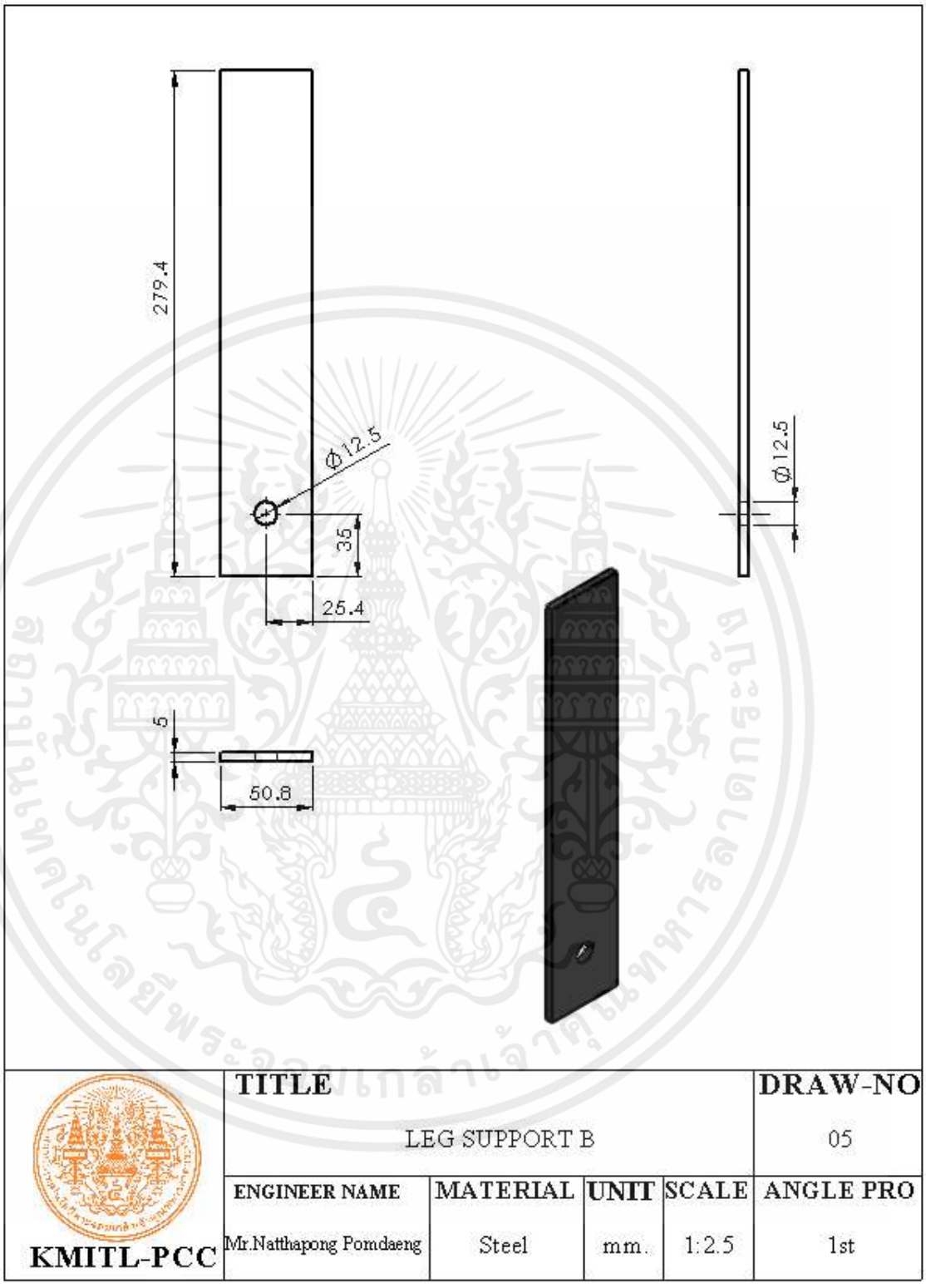
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KMITL-PCC	TITLE				DRAW-NO
	LEG SUPPORT A				04
	ENGINEER NAME	MATERIAL	UNIT	SCALE	ANGLE PRO
	Mr.Aekkapob Kongchim	Steel	mm.	1:2.5	1st

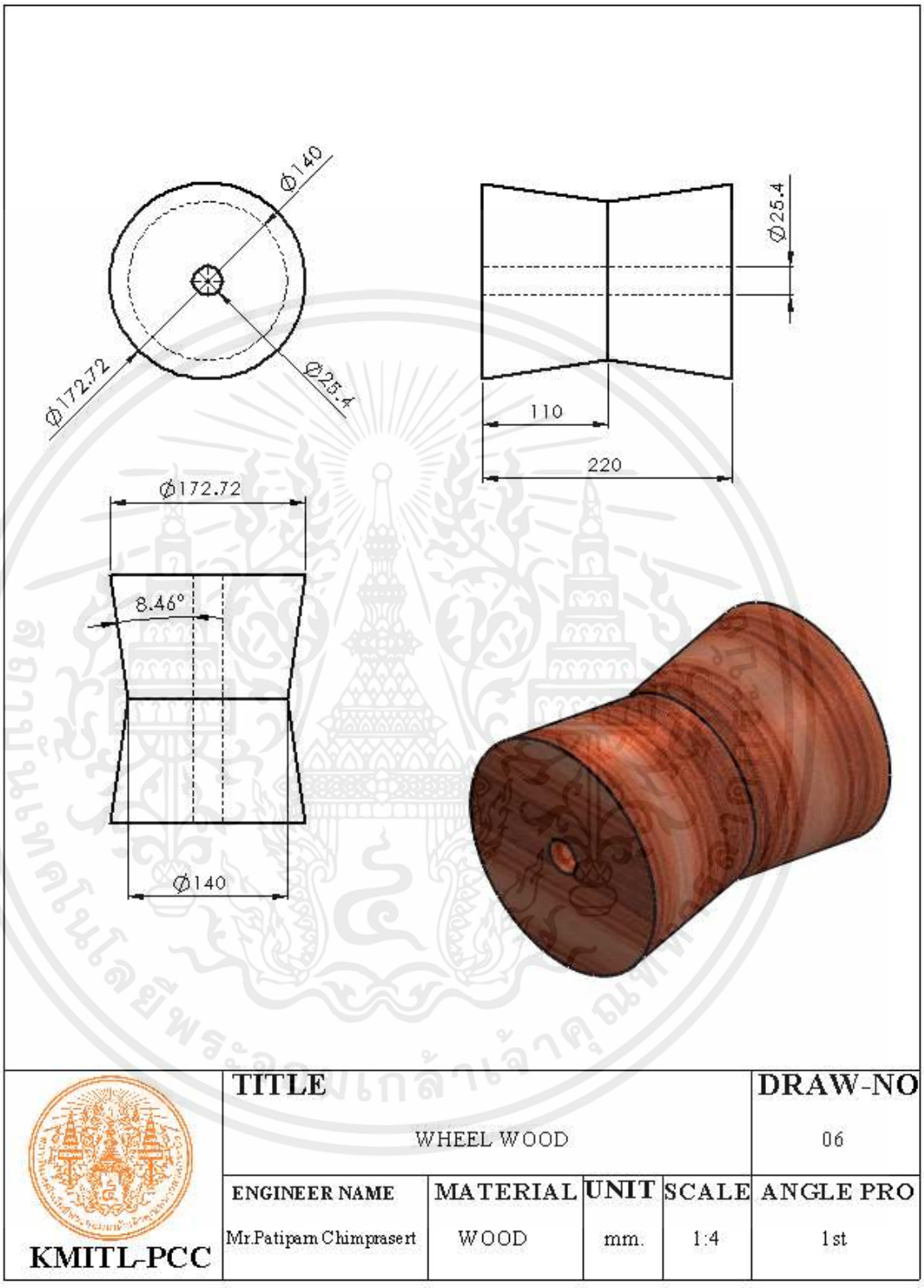
รูปที่ ข.6 ขาประคอง A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



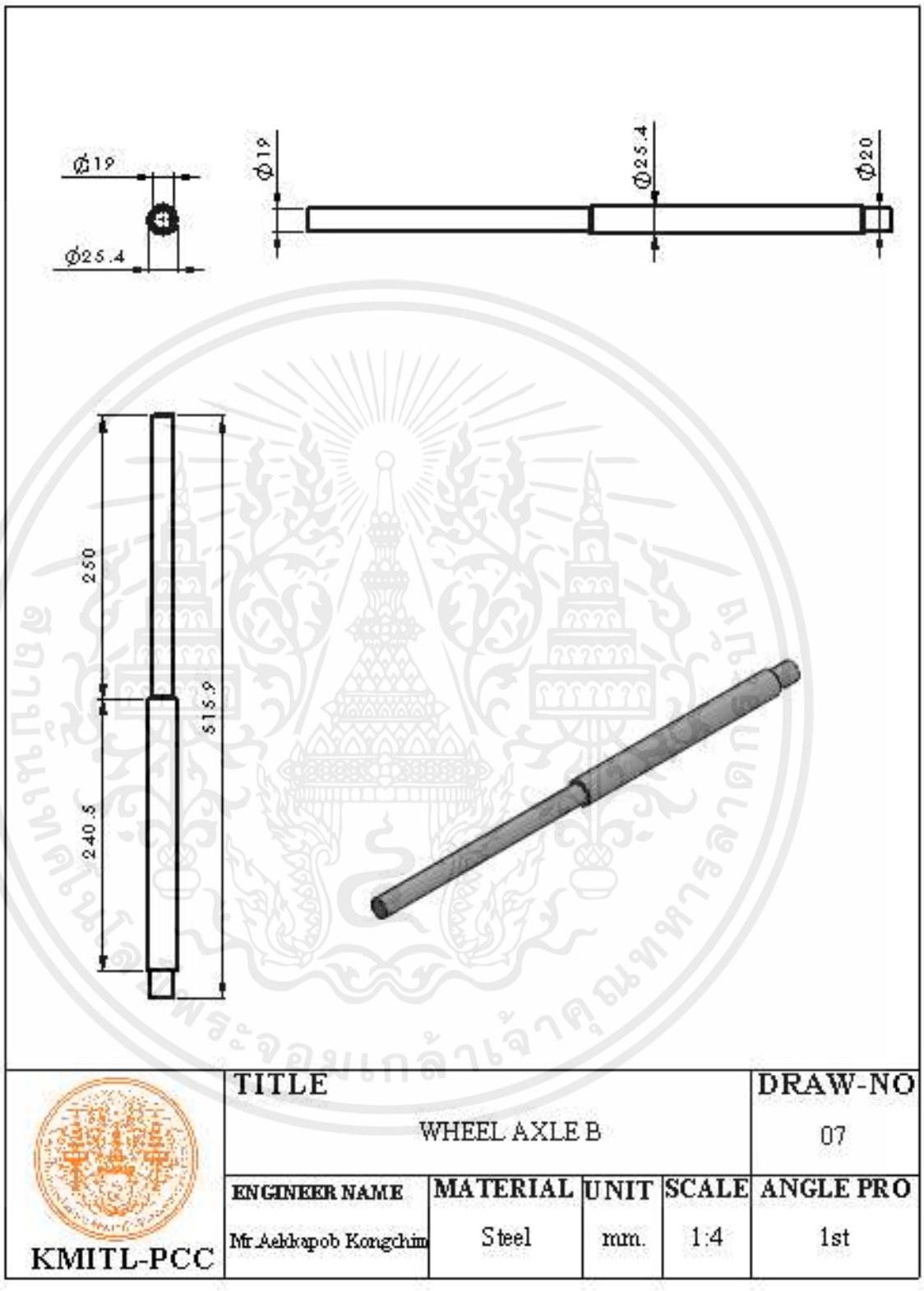
รูปที่ ข.7 ขาประคอง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



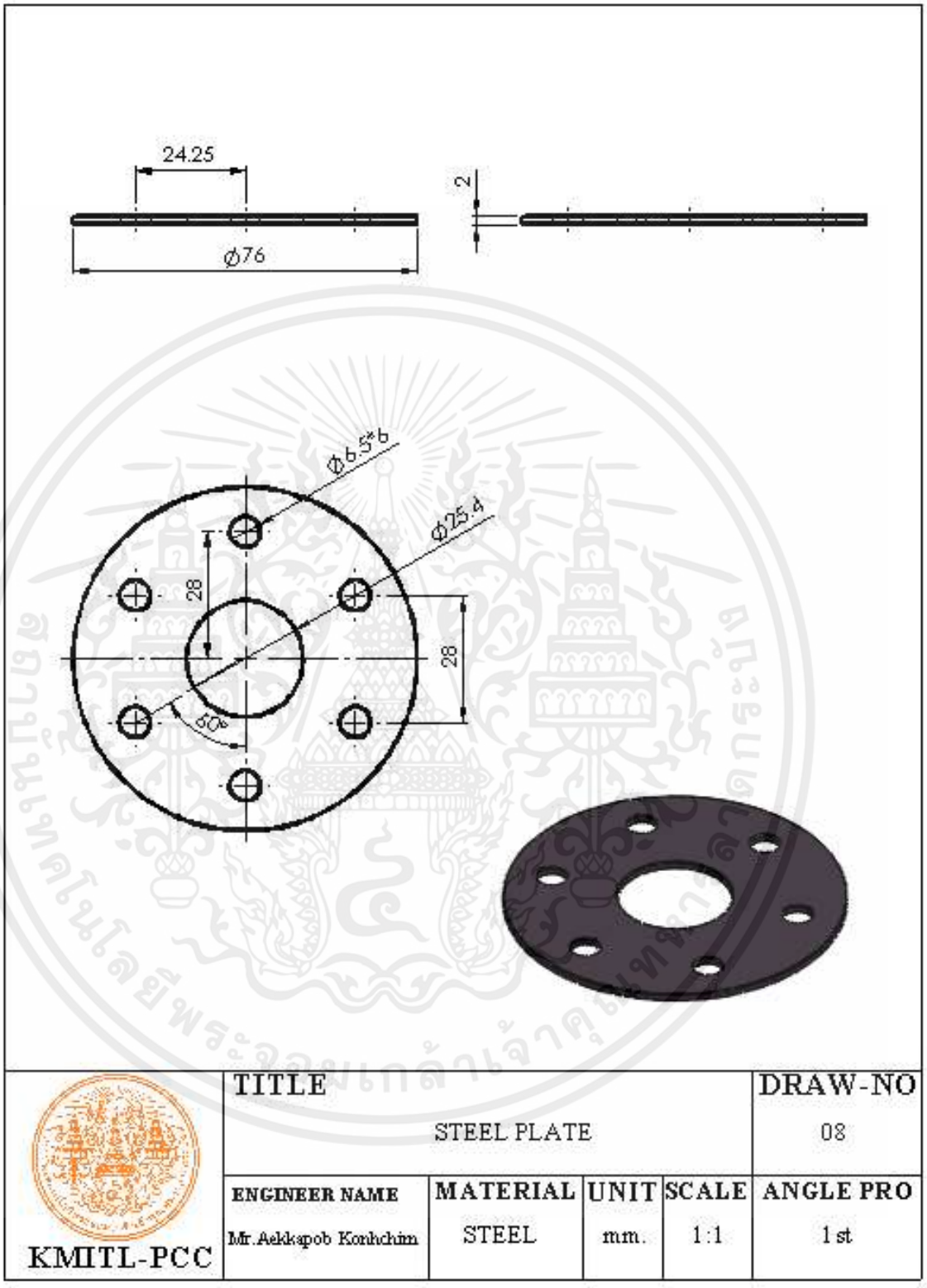
รูปที่ ข.8 ล้อไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



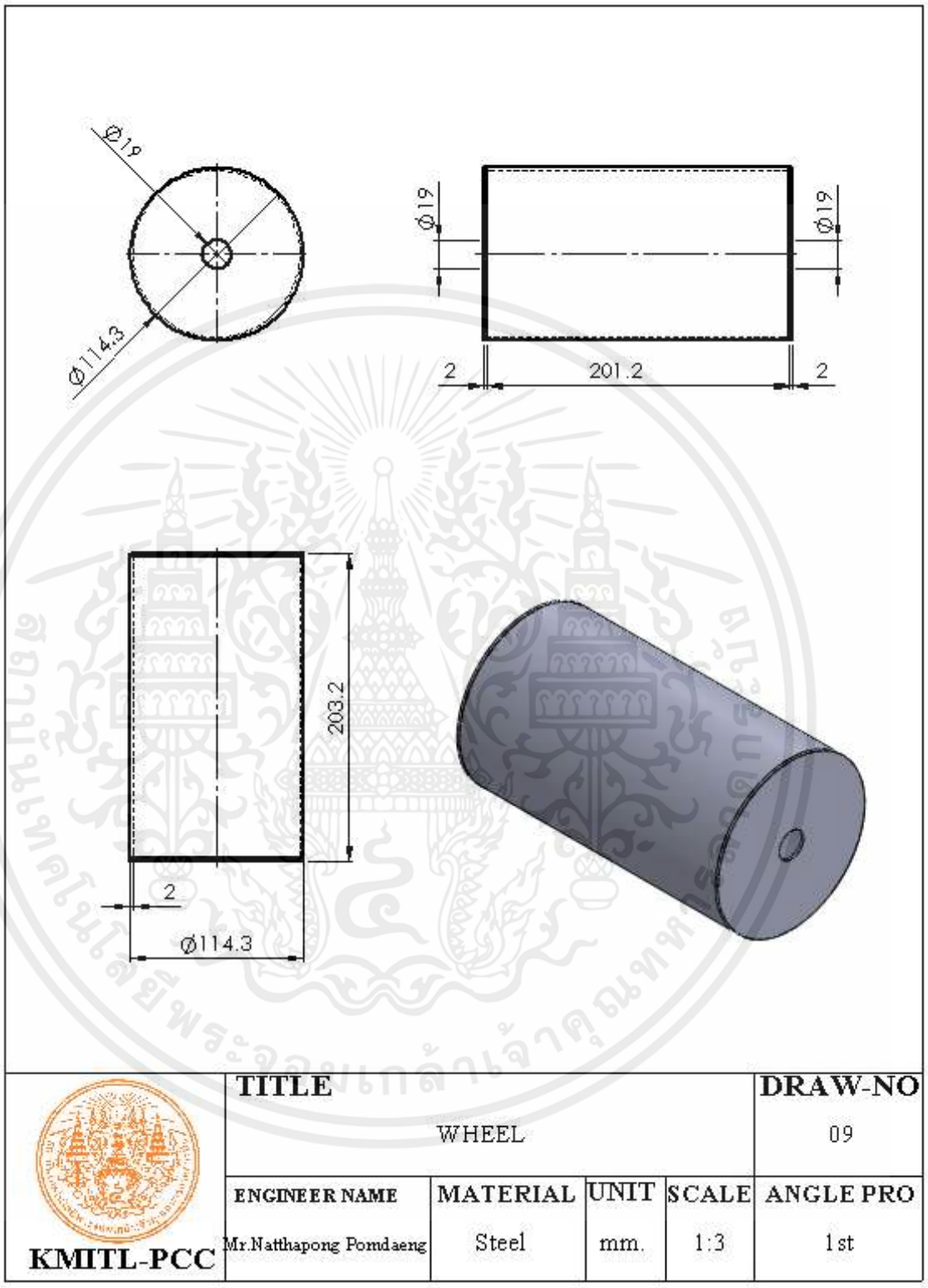
รูปที่ ข.9 เพลาล้อ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



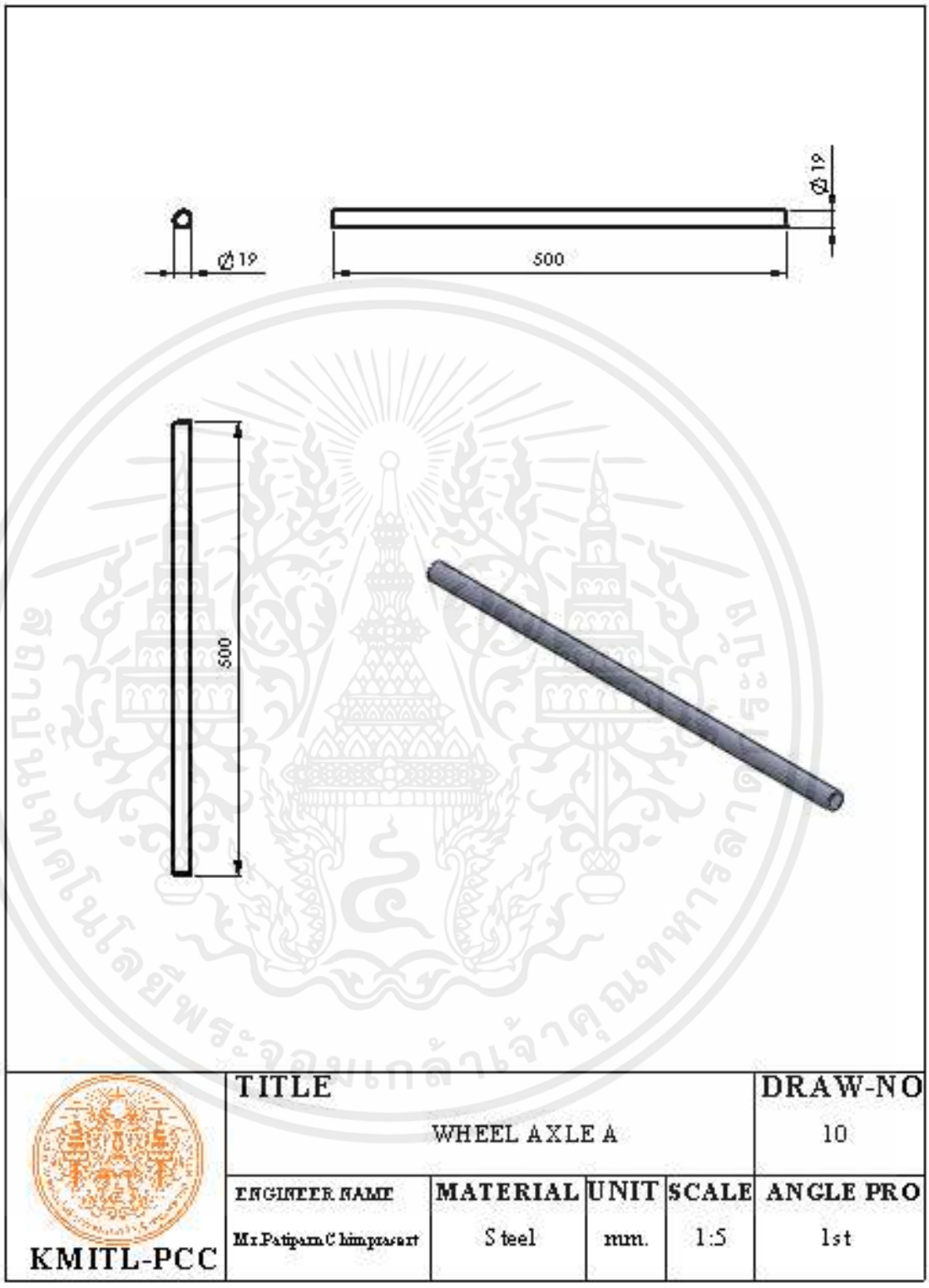
รูปที่ ข.10 แผ่นเพลตกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



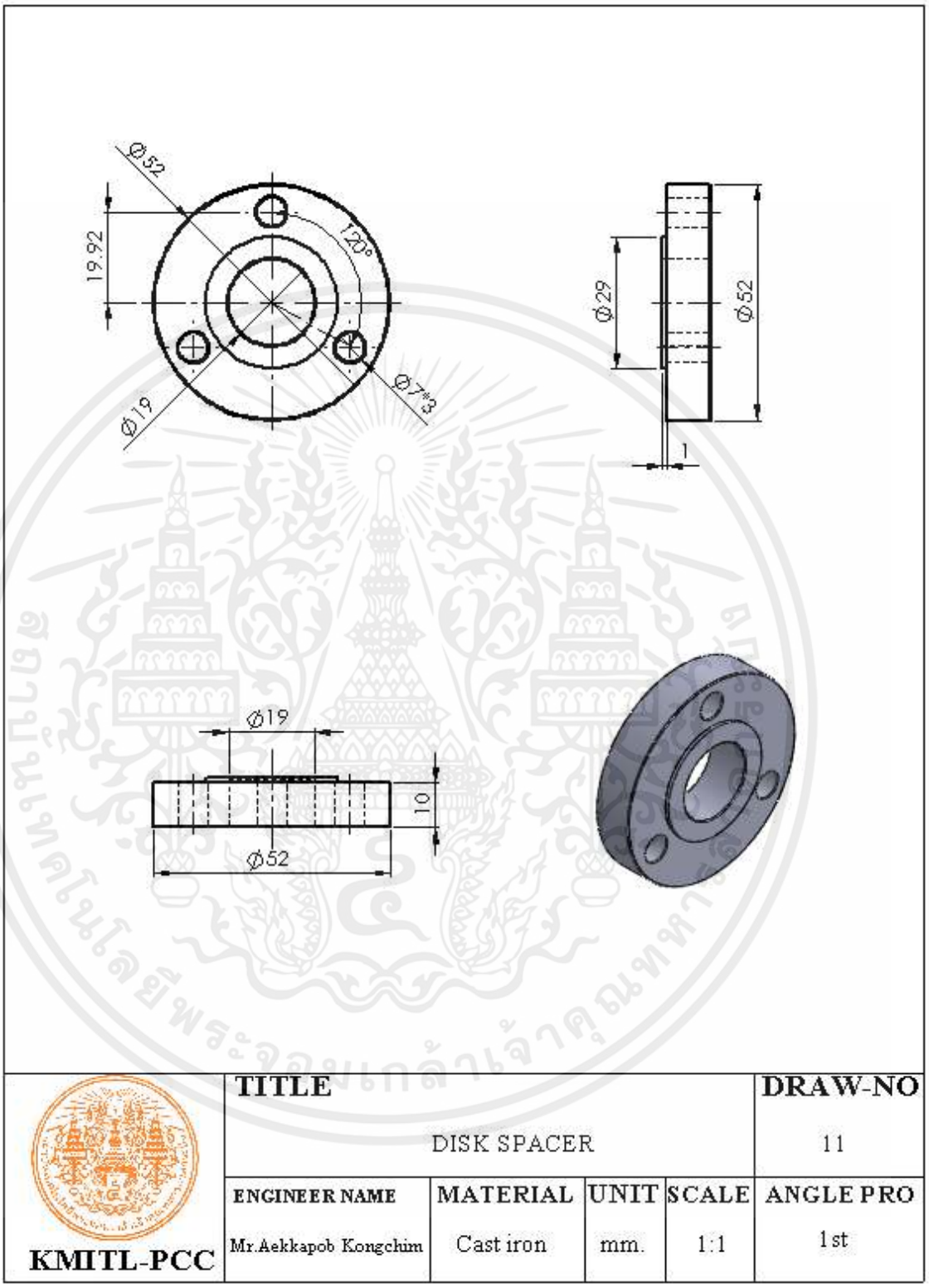
รูปที่ ข.11 ดุมล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



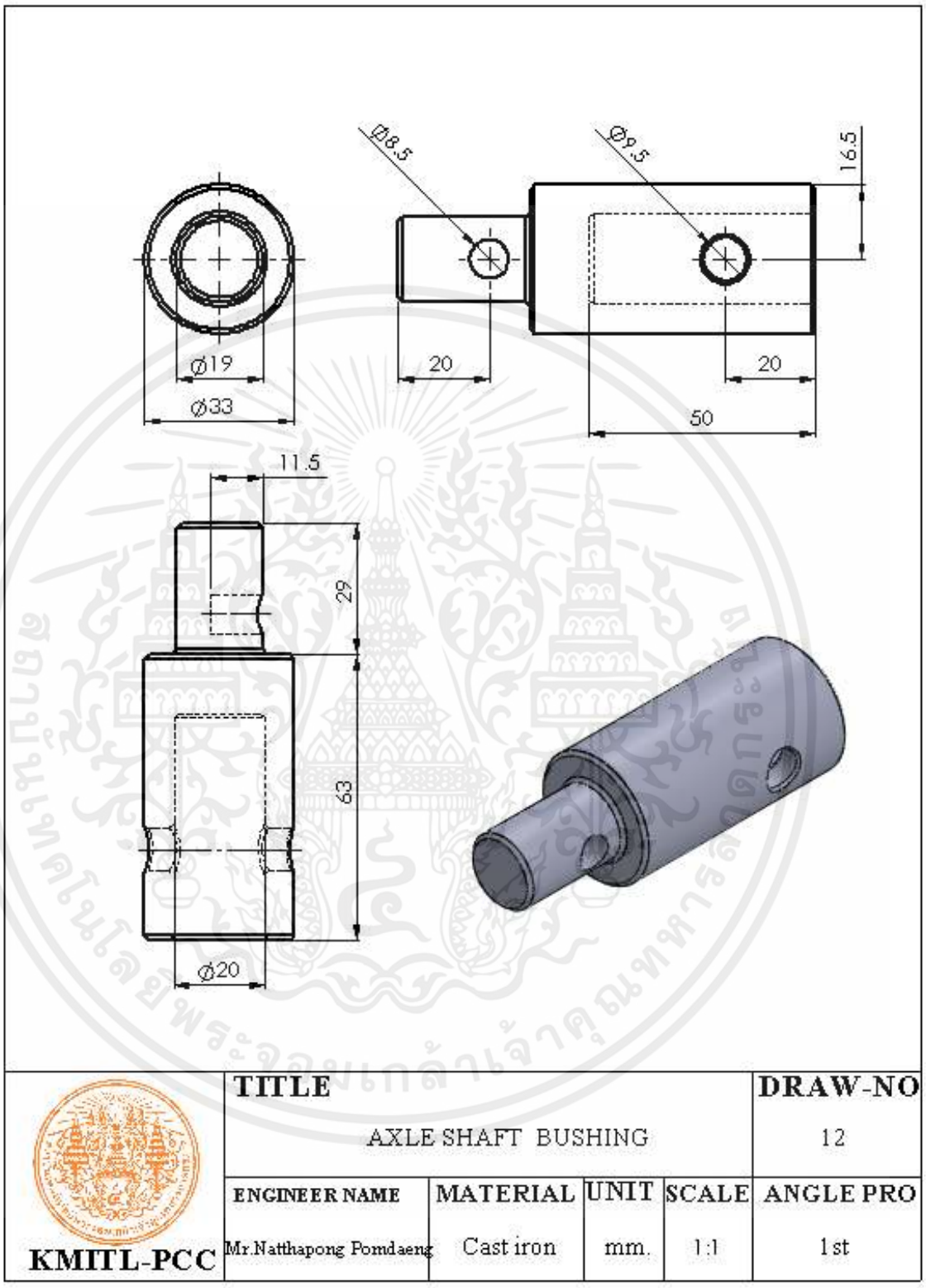
รูปที่ ข.12 เพลาล้อ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



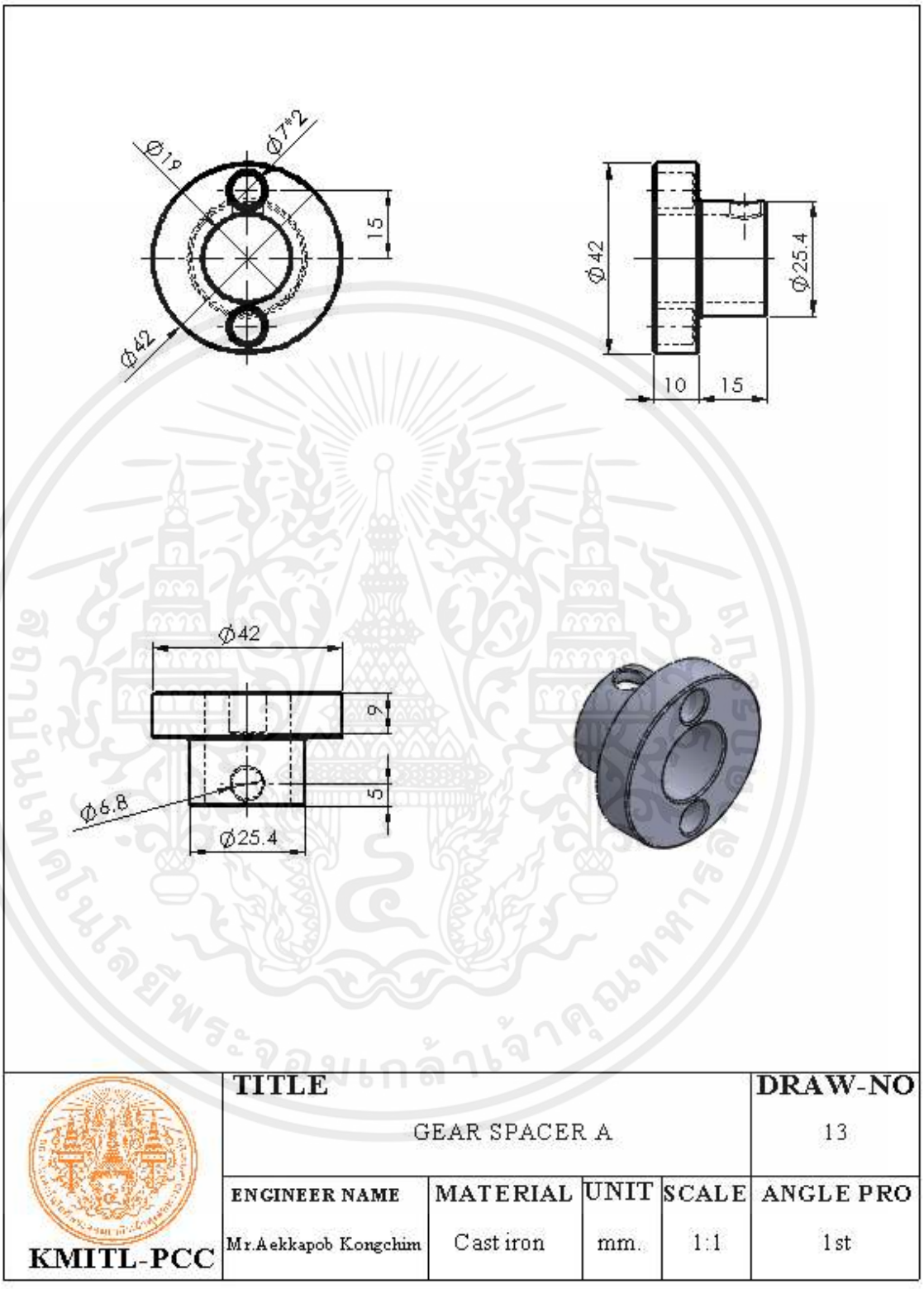
รูปที่ ข.13 สเปเซอร์จานเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



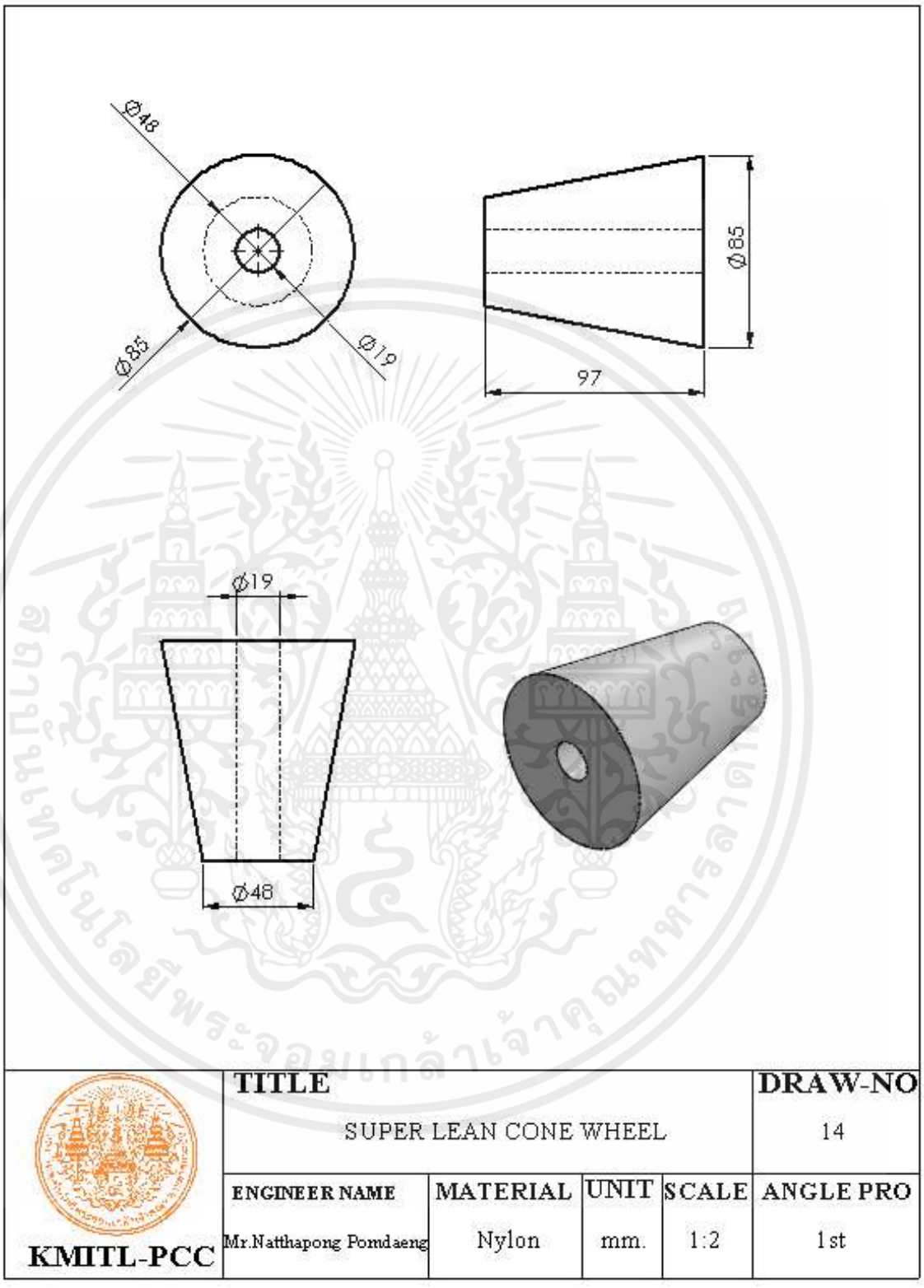
รูปที่ ข.14 บูทต่อเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



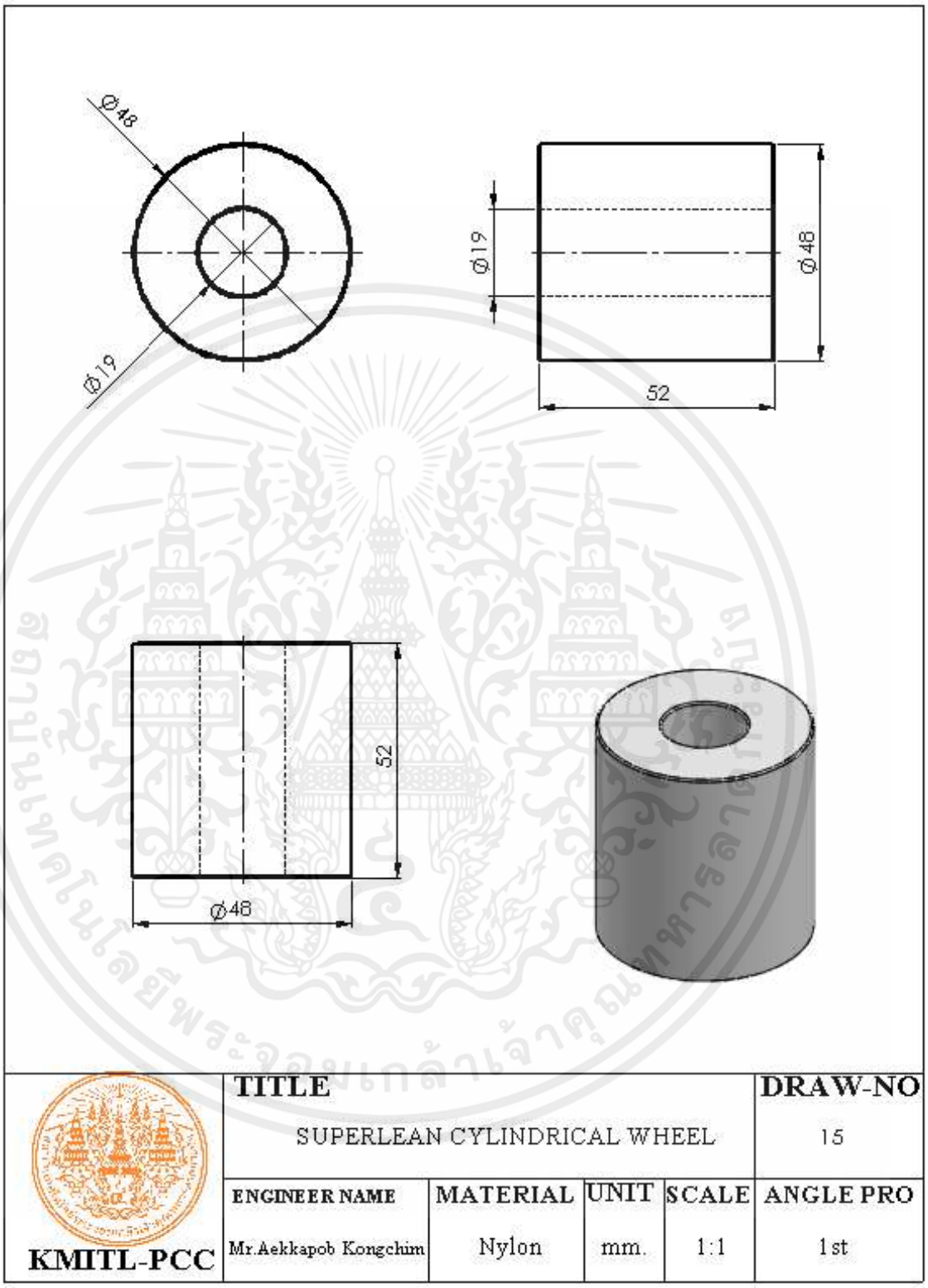
รูปที่ ข.15 บูทยึดเฟือง A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



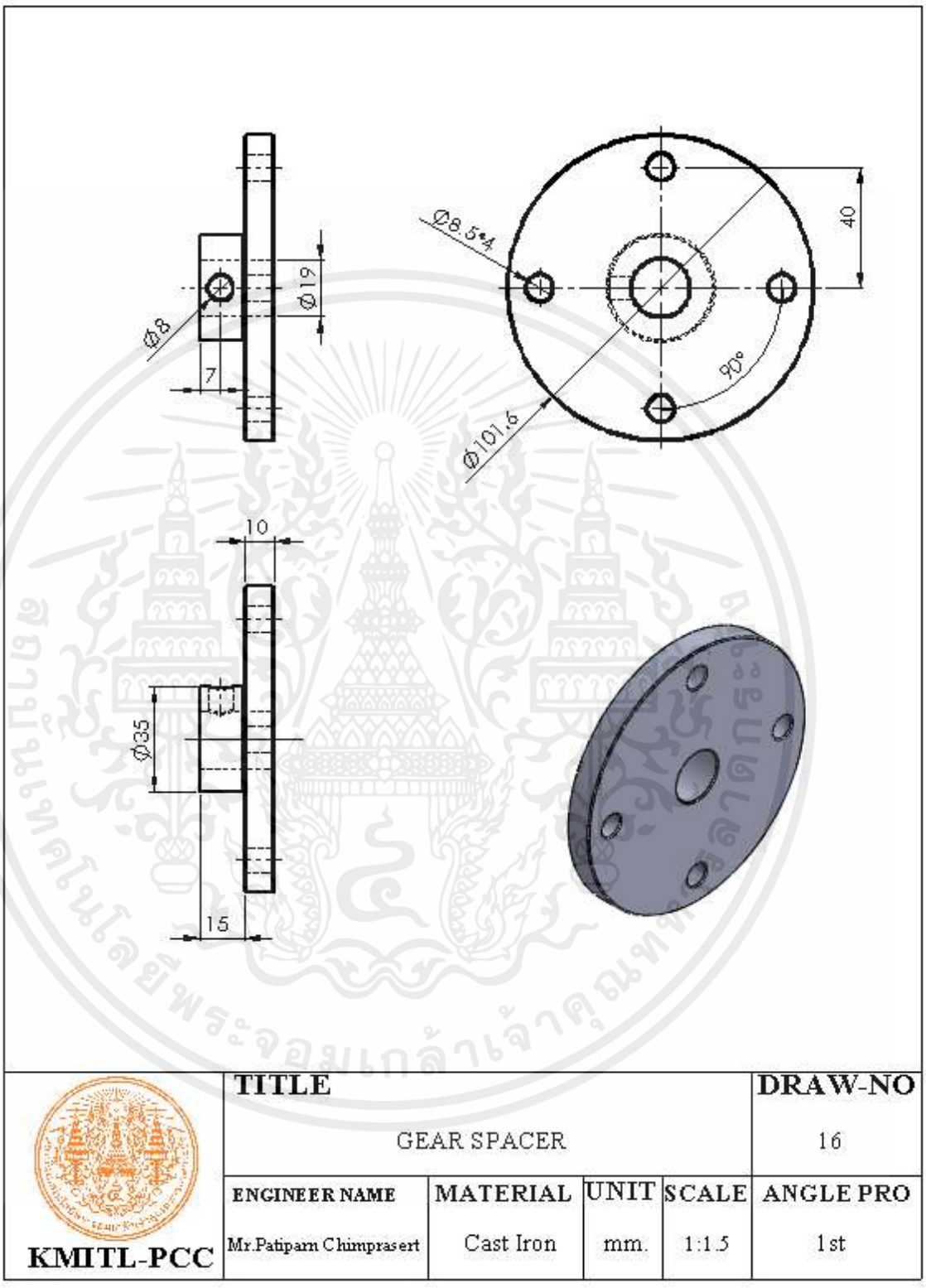
รูปที่ ข.16 ล้อซุปเปอร์ลีนทรงกรวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



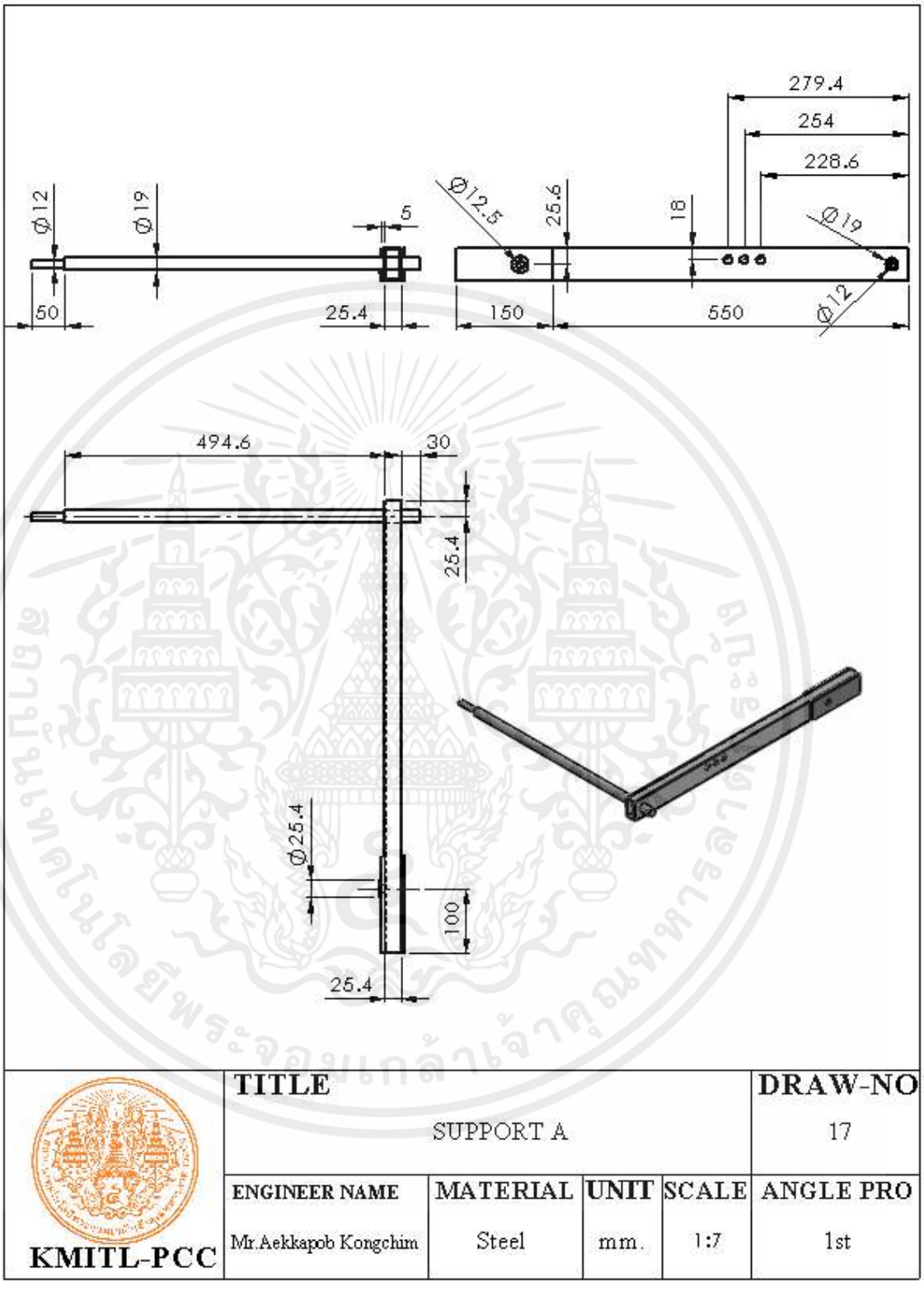
รูปที่ ข.17 ล้อซุปเปอร์ลีนทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



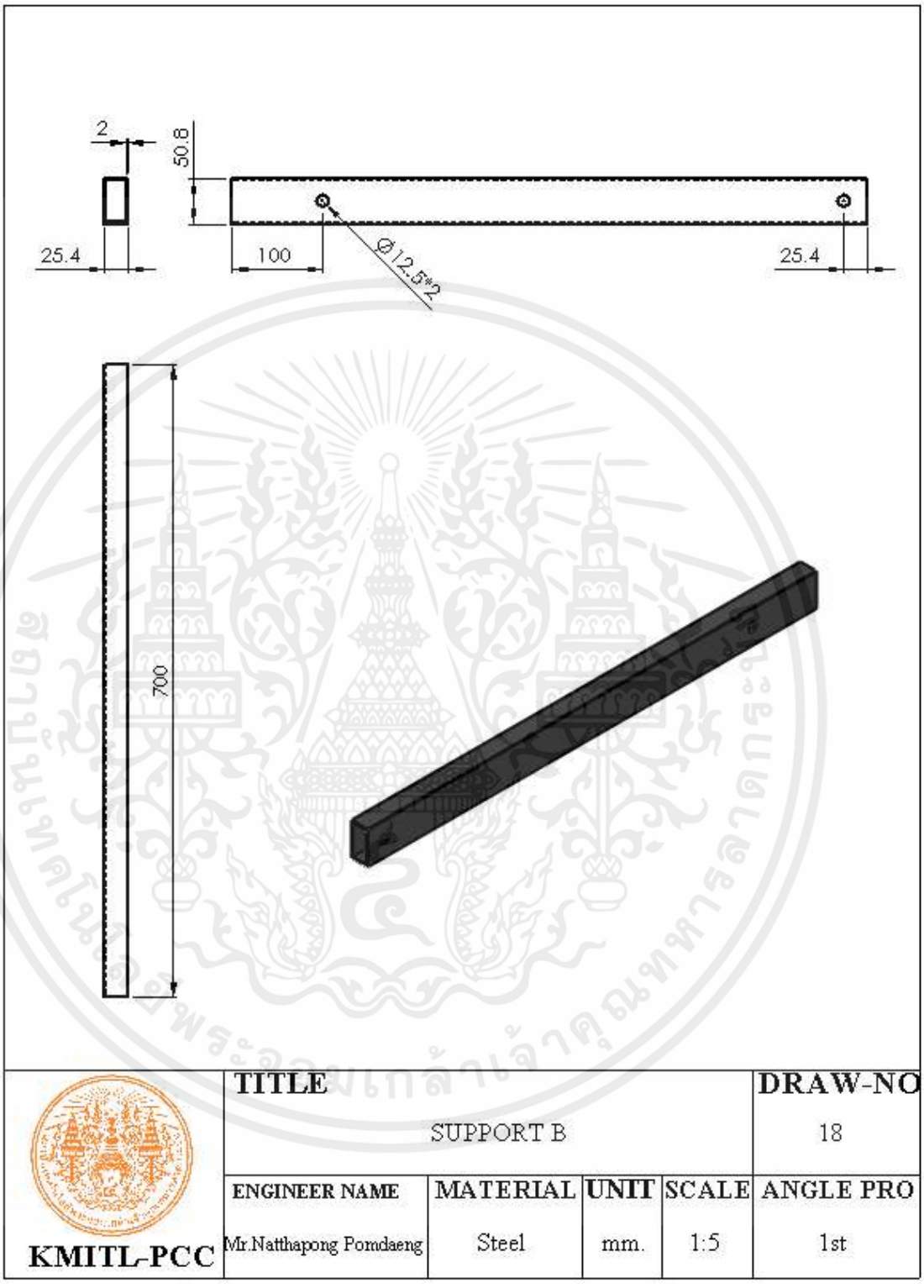
รูปที่ ข.18 สเปเซอร์ยึดเฟือง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



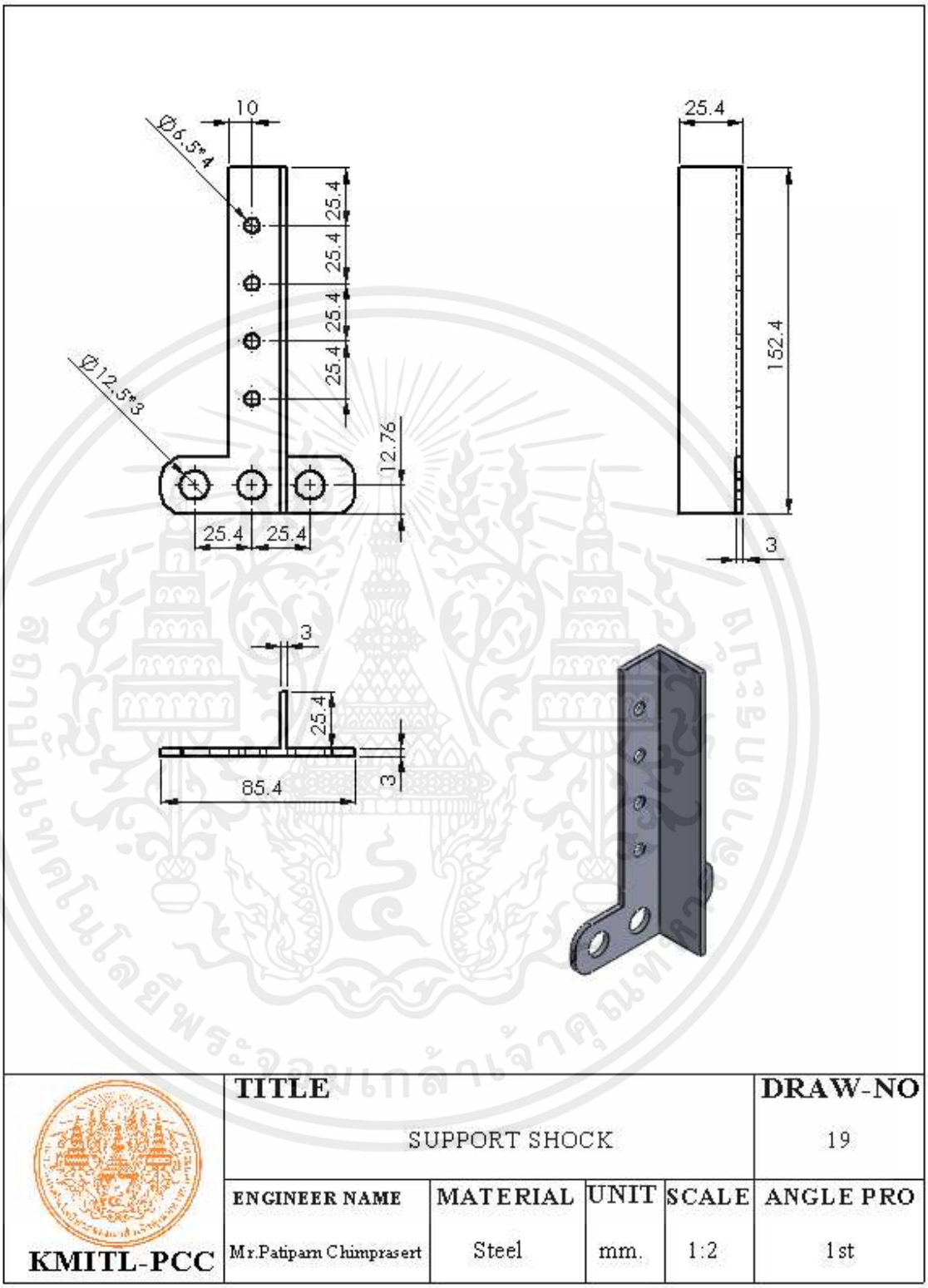
รูปที่ ข.19 ขาประคอง A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



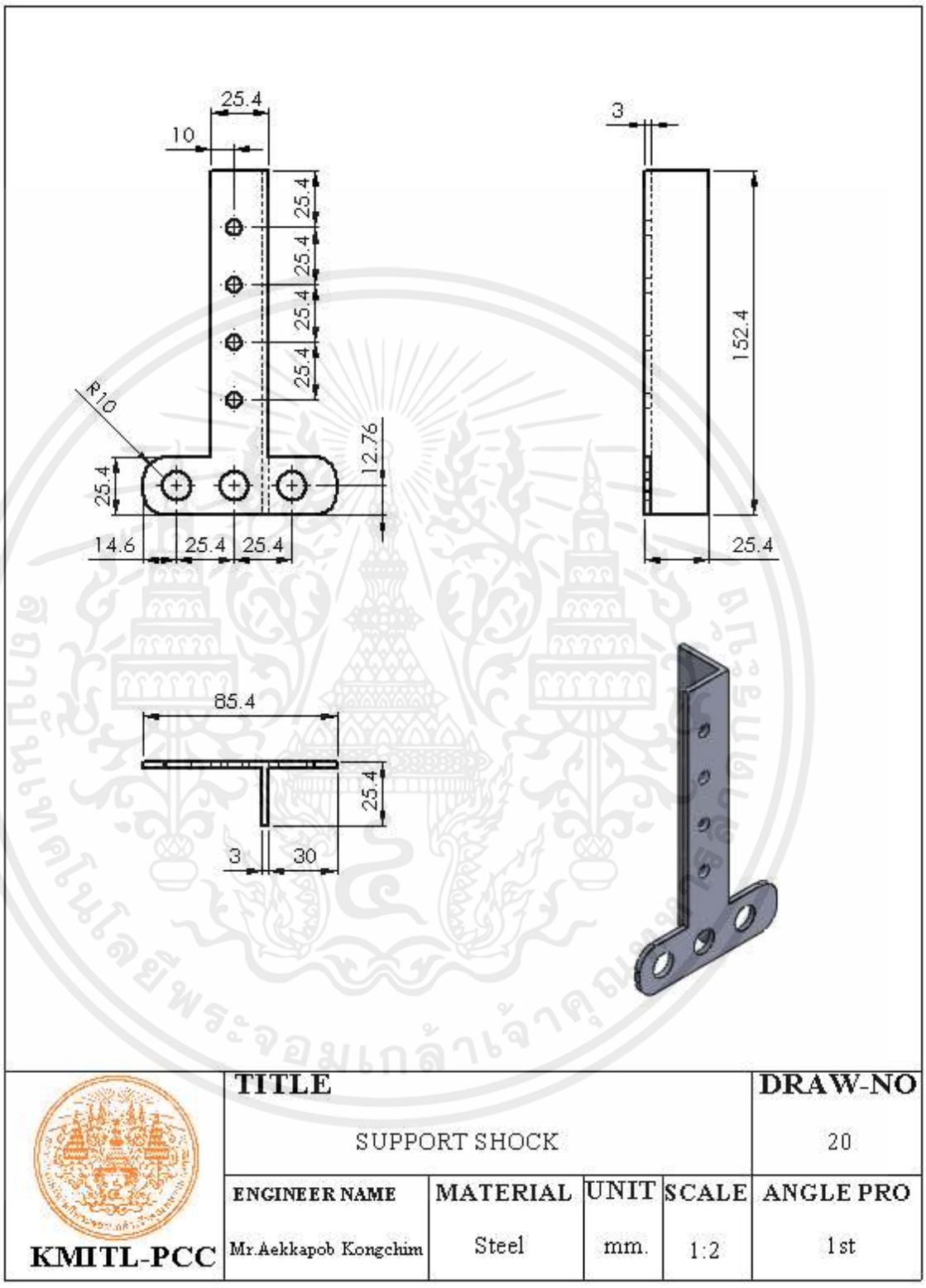
รูปที่ ข.20 ขาประคอง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



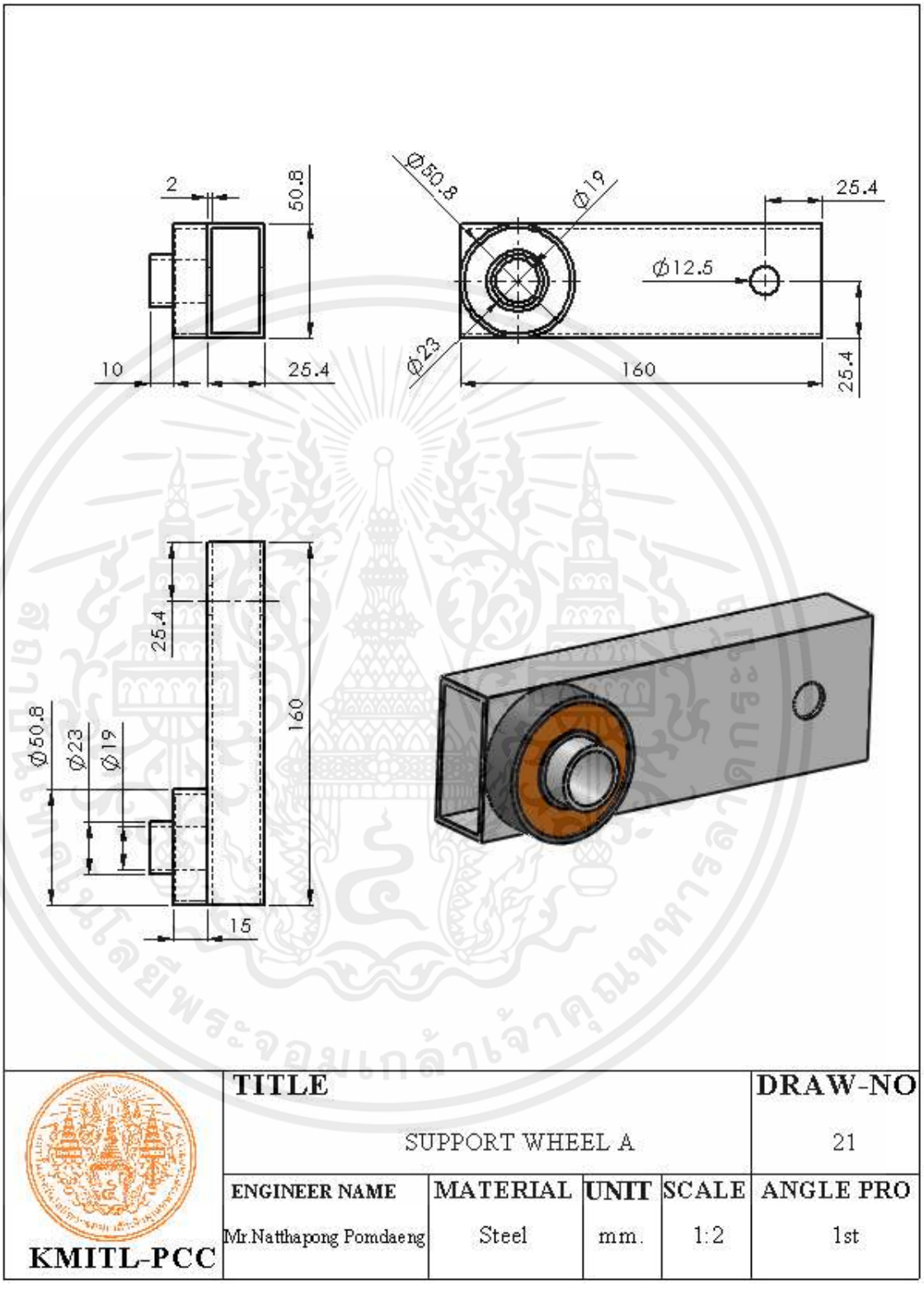
รูปที่ ข.21 ขายึดโช๊คฝั่งซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



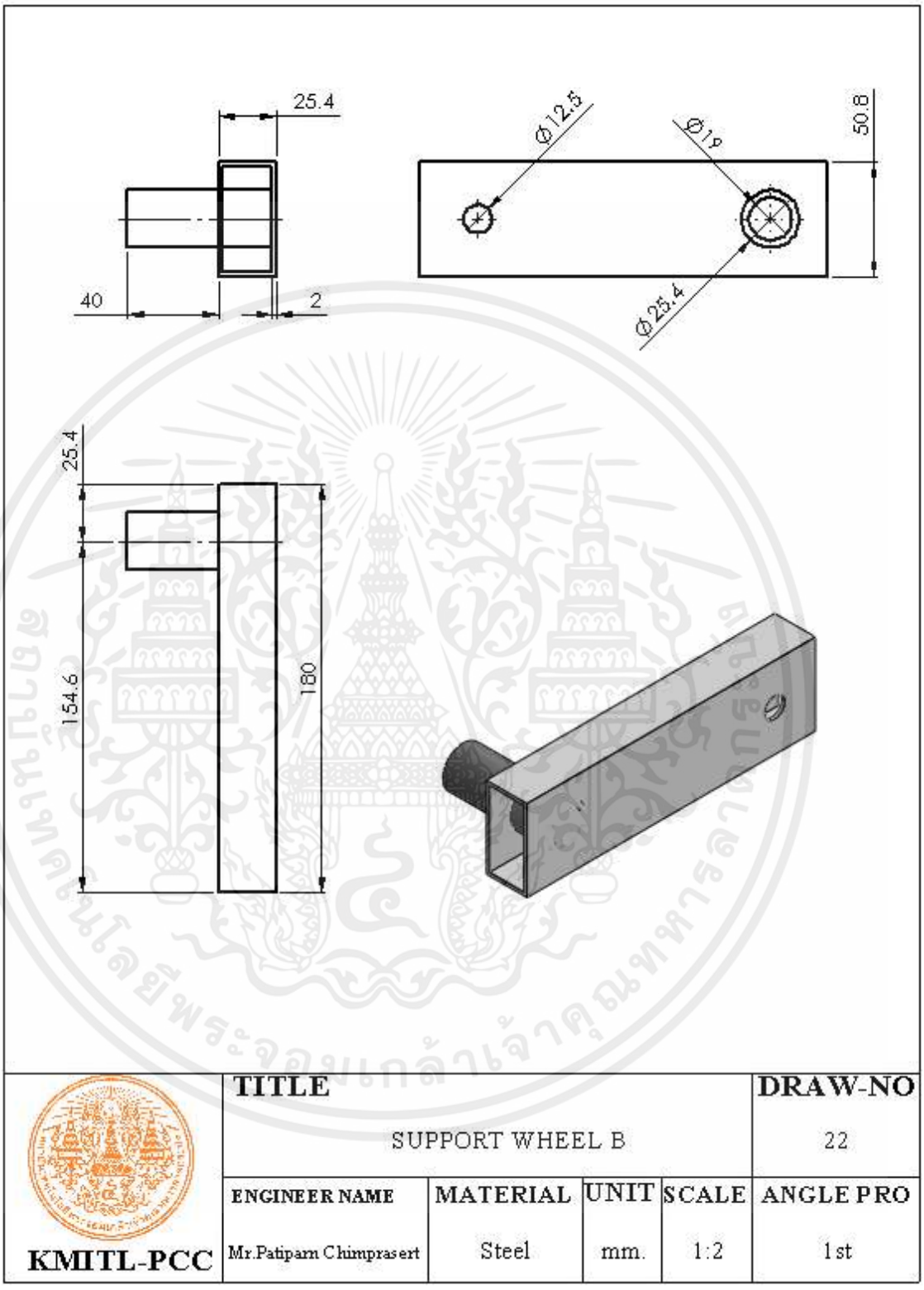
รูปที่ ข.22 ขายึดโช๊คฝั่งขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



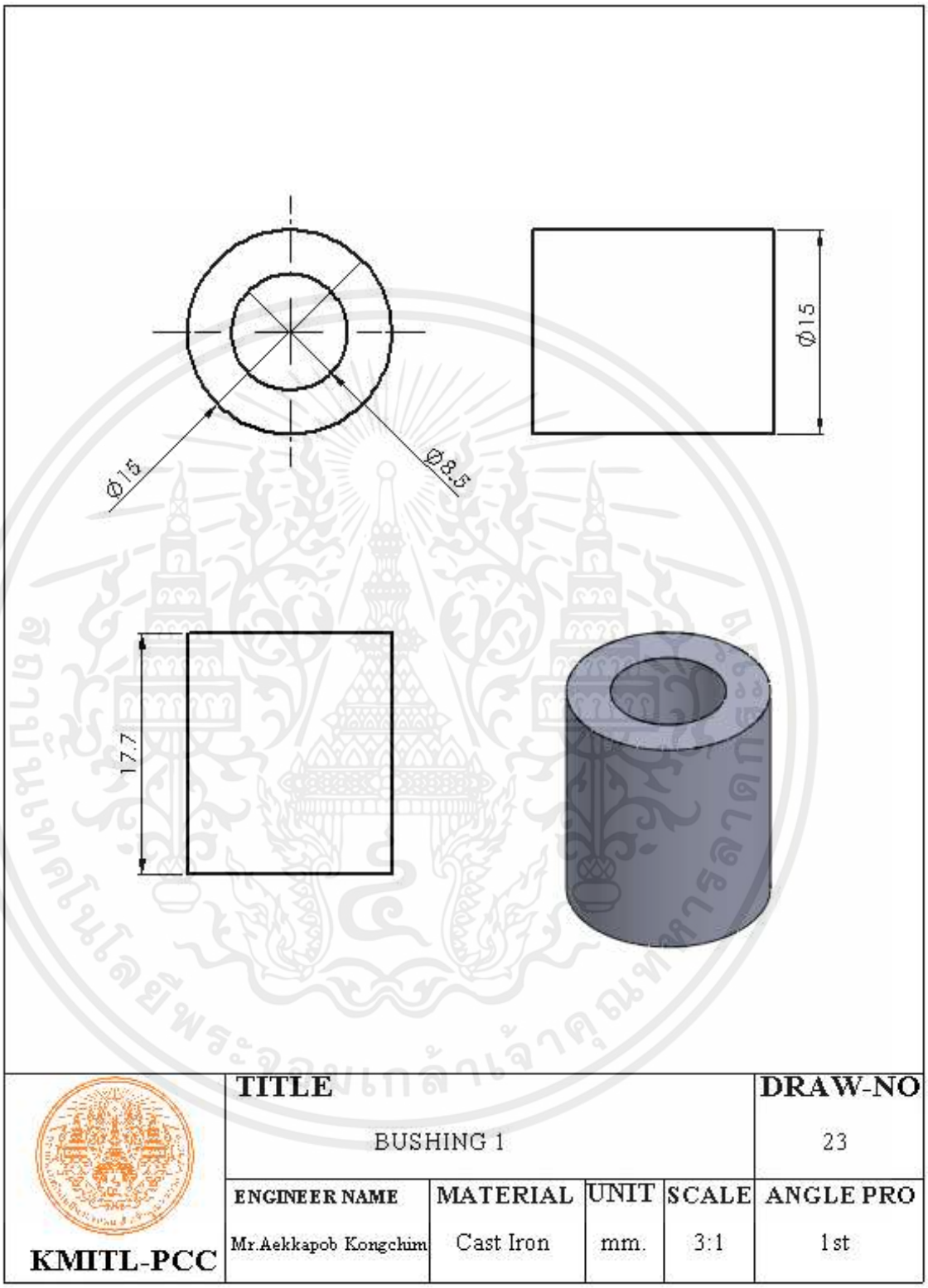
รูปที่ ข.23 ขาดันล้อ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



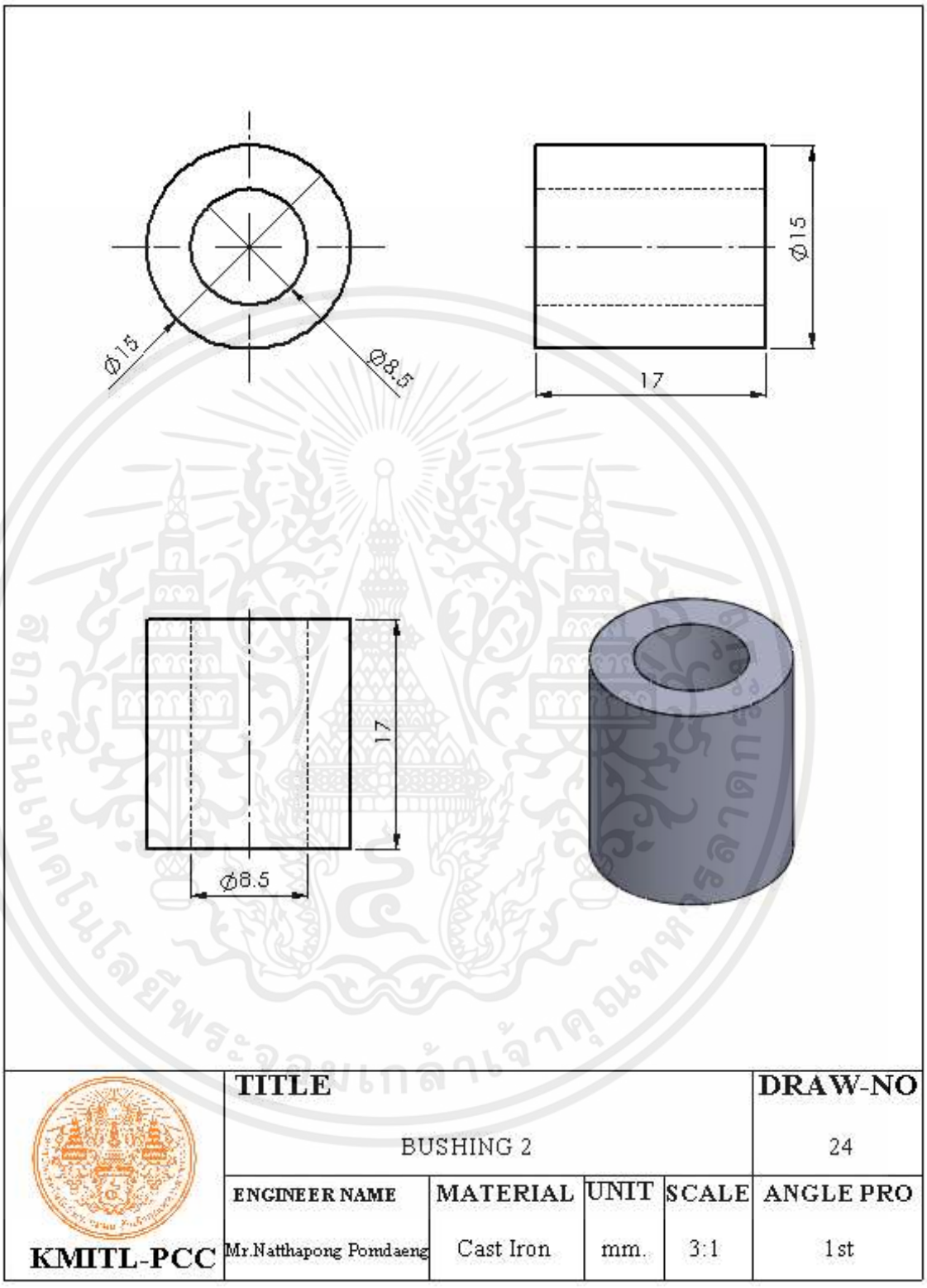
รูปที่ ข.24 ขาดันล้อ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



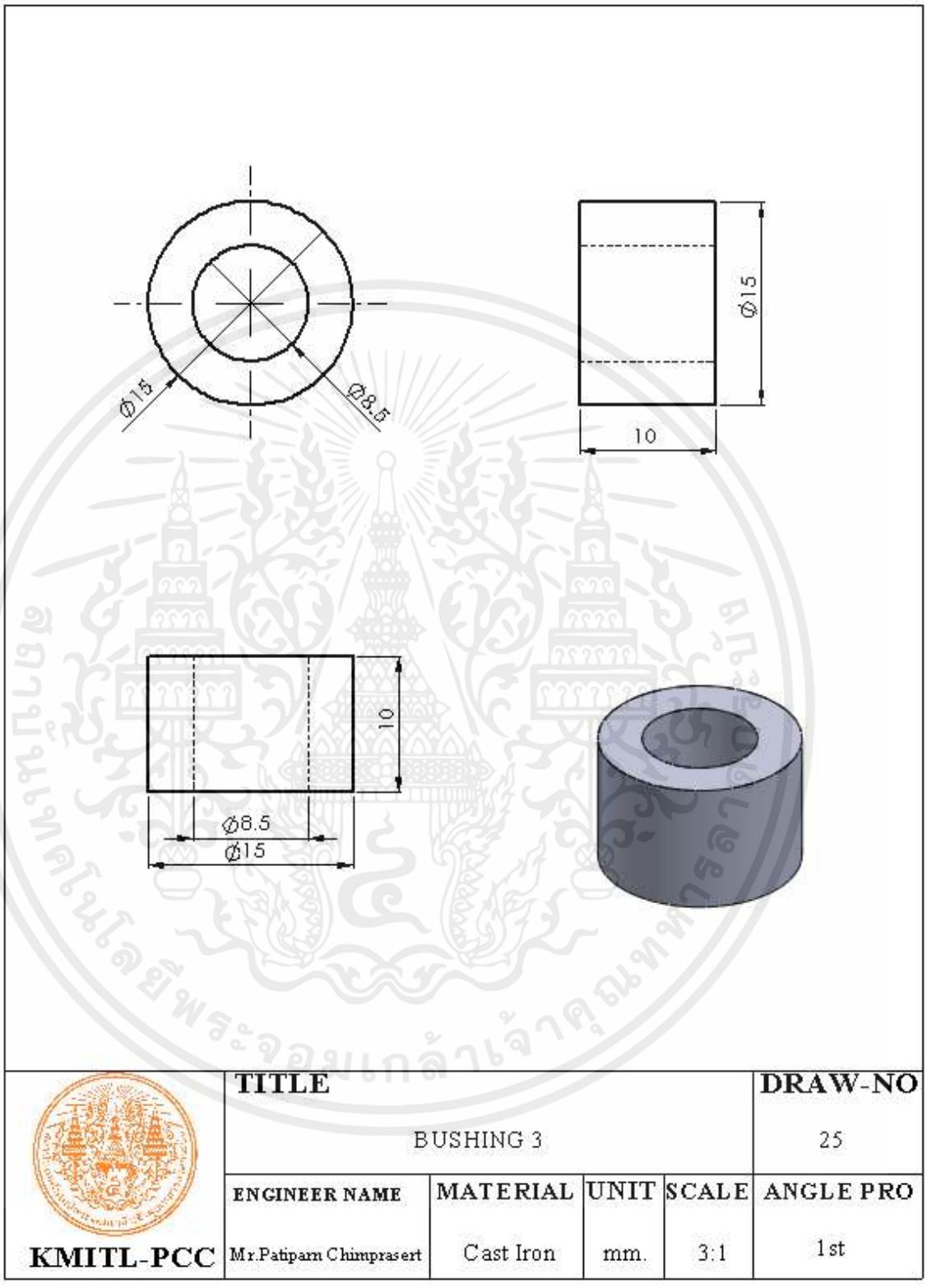
รูปที่ ข.25 บูทยาว 17.7 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



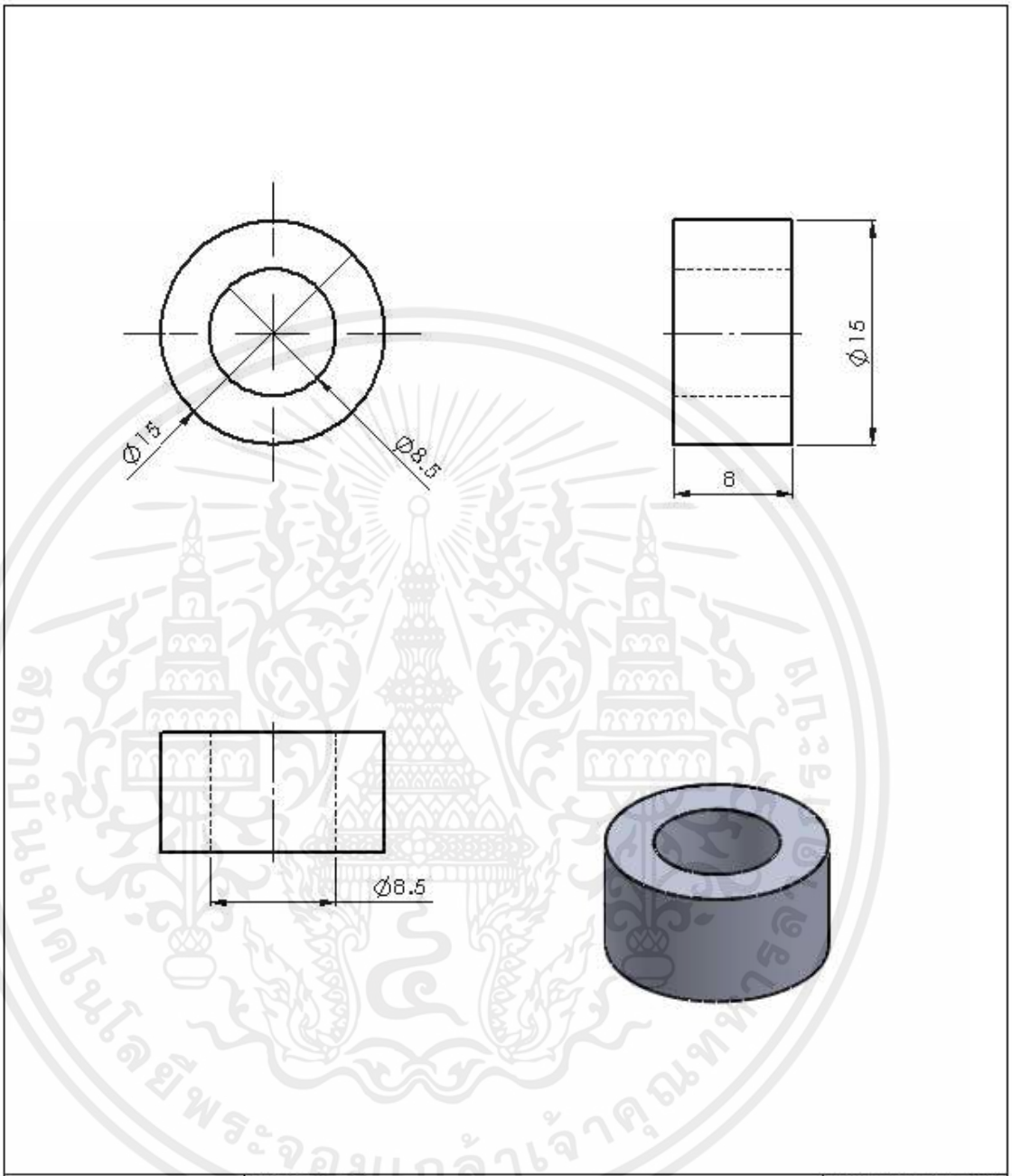
รูปที่ ข.26 บูทยาว 17 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.27 บูทยาว 10 mm.

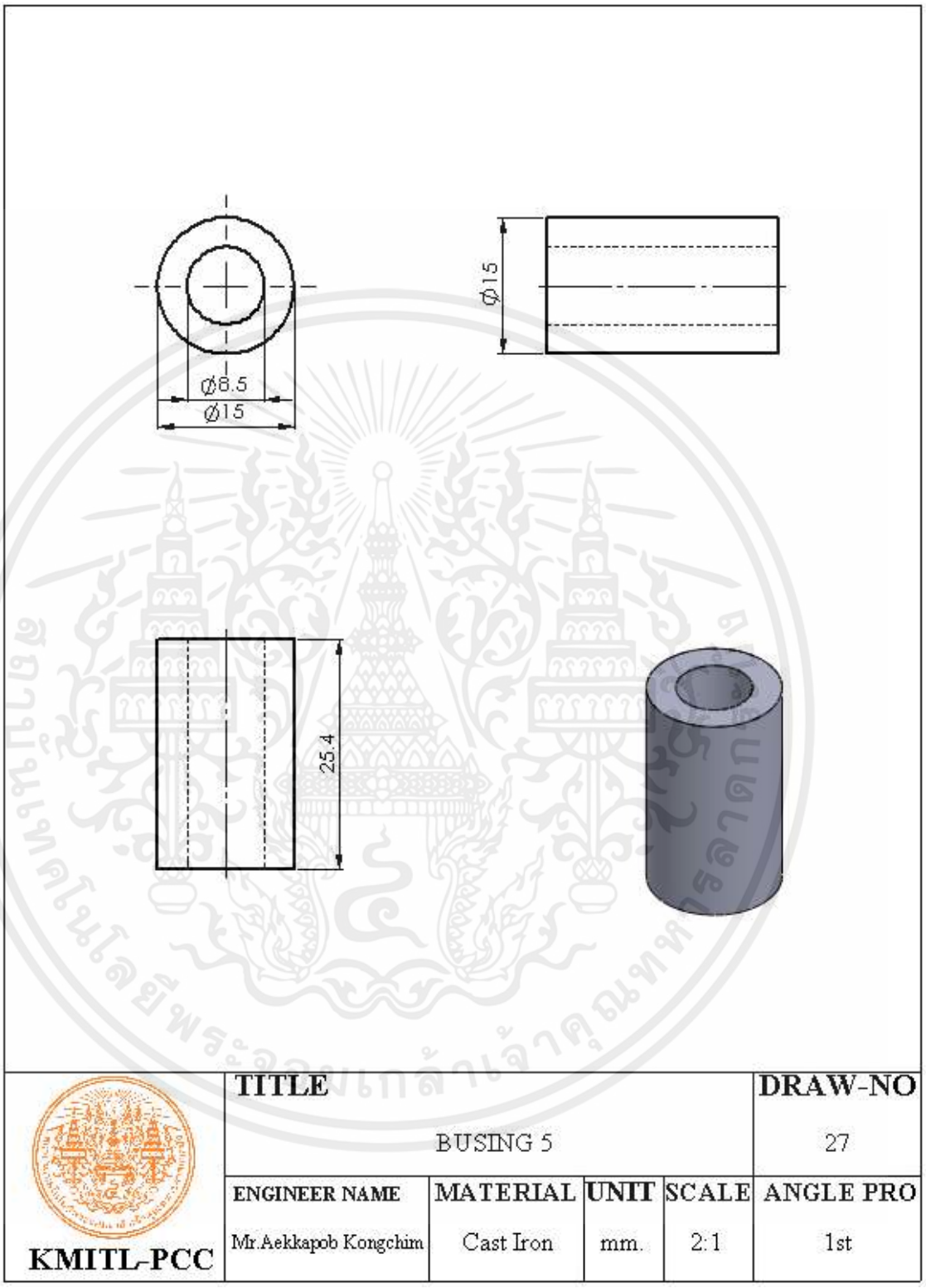
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	TITLE				DRAW-NO
	BUSHING 4				26
	ENGINEER NAME	MATERIAL	UNIT	SCALE	ANGLE PRO
KMITL-PCC	Mr.Aekkapob Kongchim	Cast Iron	mm.	3:1	1st

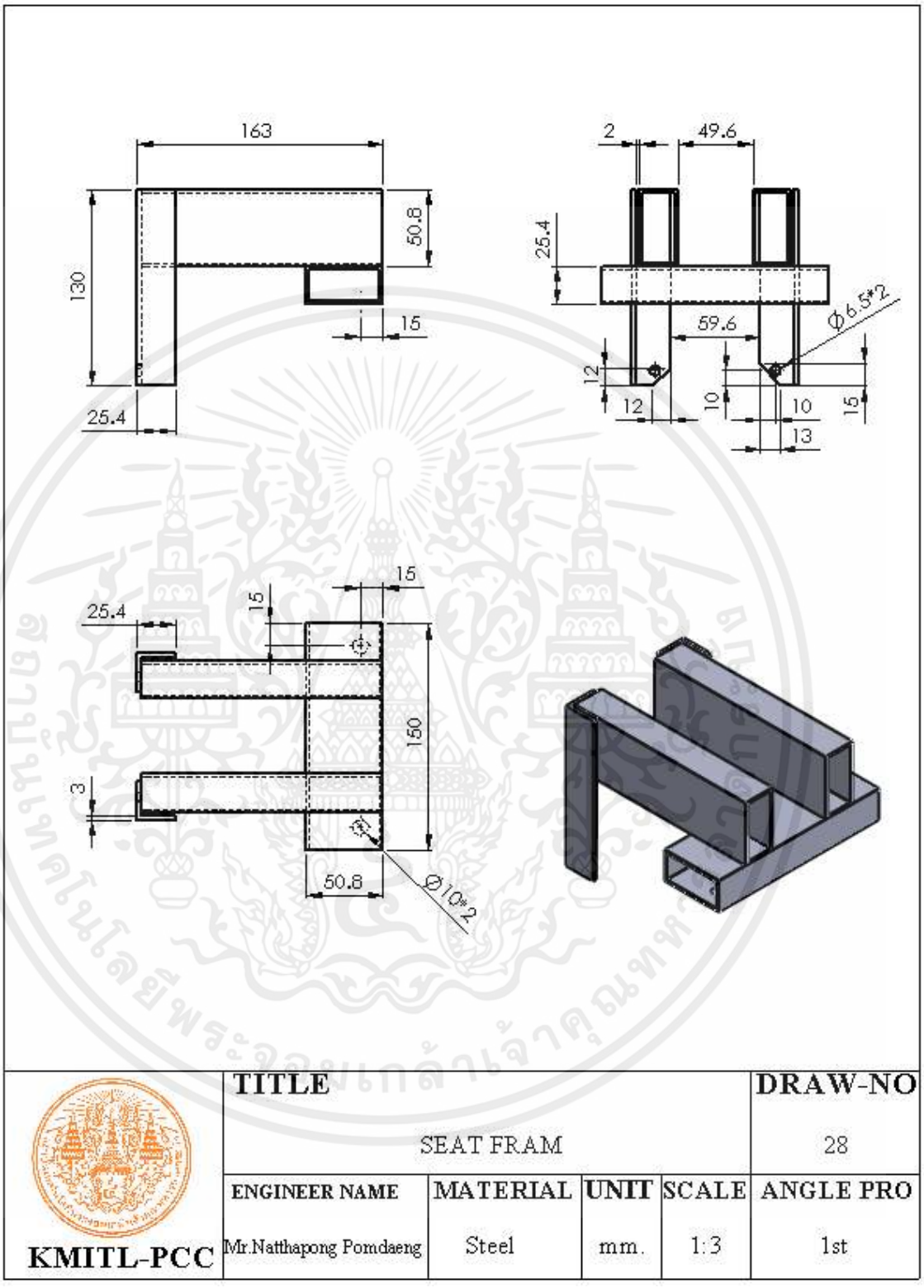
รูปที่ ข.28 บูทยาว 8 mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.29 บูทยาว 25.4 mm.

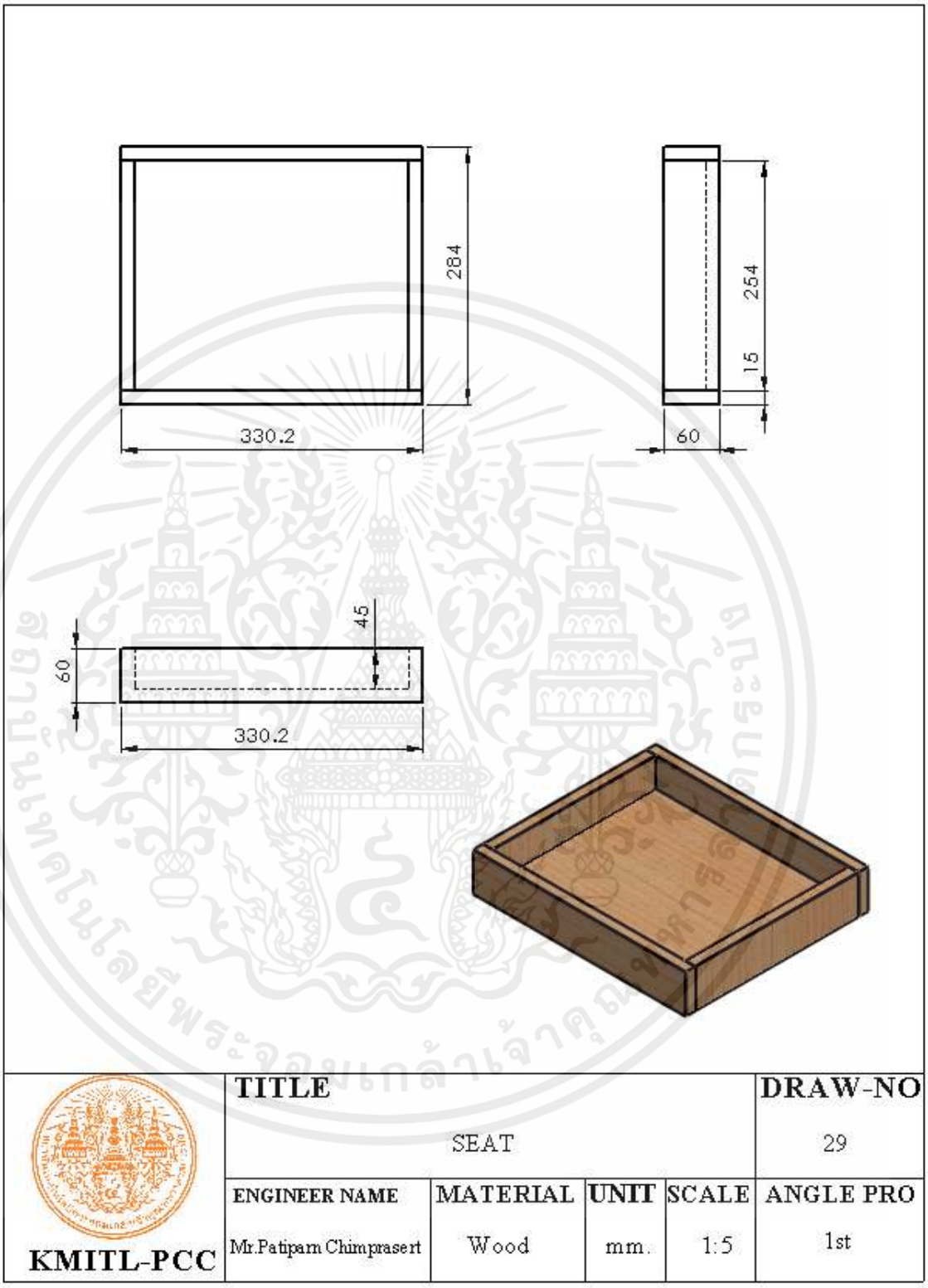
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KMITL-PCC	TITLE				DRAW-NO
	SEAT FRAM				28
	ENGINEER NAME	MATERIAL	UNIT	SCALE	ANGLE PRO
	Mr.Natthapong Pomdaeng	Steel	mm.	1:3	1st

รูปที่ ข.30 โครงเบาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.31 เบาะไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) การการวิเคราะห์ทางสถิติ (Compare Means/One-Way ANOVA) ทดสอบค่าแรงบิดในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว พบว่า ค่า F = 0.457 ค่า Sig. = 0.642 มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้น ค่าแรงบิดที่เกิดกรณีล้อหน้าทรงกระบอกและโช๊คขนาด 300 นิวตัน ในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว มีค่าไม่แตกต่างกัน ดังรูปที่ ค.1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	275.721	2	137.860	.457	.642
Within Groups	4527.929	15	301.862		
Total	4803.650	17			

รูปที่ ค.1 แสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อหน้าทรงกระบอกและโช๊ค 300 นิวตัน

(2) การการวิเคราะห์ทางสถิติ (Compare Means/One-Way ANOVA) ทดสอบค่าแรงบิดในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว พบว่า ค่า F = 6.252 ค่า Sig. = 0.011 มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้น ค่าแรงบิดที่เกิดกรณีล้อหน้าทรงกระบอกและโช๊คขนาด 600 นิวตัน ในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว มีค่าแตกต่างกัน ดังรูปที่ ค.2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4943.637	2	2471.818	6.252	.011
Within Groups	5930.320	15	395.355		
Total	10873.957	17			

รูปที่ ค.2 แสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อหน้าทรงกระบอกและโช๊ค 600 นิวตัน

(3) การการวิเคราะห์ทางสถิติ (Compare Means/One-Way ANOVA) ทดสอบค่าแรงบิดในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว พบว่า ค่า F = 0.811 ค่า Sig. = 0.463 มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้น ค่าแรงบิดที่เกิดกรณีล้อหน้าทรงกรวยและโช๊คขนาด 300 นิวตัน ในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว มีค่าไม่แตกต่างกัน ดังรูปที่ ค.3

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	343.788	2	171.894	.811	.463
Within Groups	3178.327	15	211.888		
Total	3522.115	17			

รูปที่ ค.3 แสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อหน้าทรงกรวยและโช๊ค 300 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) การการวิเคราะห์ทางสถิติ (Compare Means/One-Way ANOVA) ทดสอบค่าแรงบิดในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว พบว่า ค่า F = 3.991 ค่า Sig. = 0.041 มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้น ค่าแรงบิดที่เกิดกรณีล้อหน้าทรงกรวยและโช๊คขนาด 600 นิวตัน ในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว มีค่าแตกต่างกัน ดังรูปที่ ค.4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2284.756	2	1142.378	3.991	.041
Within Groups	4293.789	15	286.253		
Total	6578.546	17			

รูปที่ ค.4 แสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละต้นที่ล้อหน้าทรงกรวยและโช๊ค 600 นิวตัน

(5) การการวิเคราะห์ทางสถิติ (Compare Means/One-Way ANOVA) ทดสอบค่าแรงบิดในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว พบว่า ค่า F = 12.814 ค่า Sig. = 0.005 มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้น ค่าแรงบิดที่เกิดกรณีติดตั้งโช๊คขนาด 300 นิวตัน ในแต่ประเภทของล้อหน้า มีค่าแตกต่างกัน ดังรูปที่ ค.5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2120.021	1	2120.021	12.814	.005
Within Groups	1654.429	10	165.443		
Total	3774.450	11			

รูปที่ ค.5 แสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละประเภทของล้อหน้าที่ต้นมะพร้าว ขนาด 27 เซนติเมตรและโช๊ค 300 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) การการวิเคราะห์ทางสถิติ (Compare Means/One-Way ANOVA) ทดสอบค่าแรงบิดในแต่ละขนาดของต้นมะพร้าว พบว่า ค่า F = 0.254 ค่า Sig. = 0.625 มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้น ค่าแรงบิดที่เกิดกรณีติดตั้งโช๊คขนาด 600 นิวตัน ในแต่ประเภทของล้อหน้า มีค่าไม่แตกต่างกัน ดังรูปที่ ค.5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	88.021	1	88.021	.254	.625
Within Groups	3459.478	10	345.948		
Total	3547.499	11			

รูปที่ ค.6 แสดงเลขนัยสำคัญของแรงบิดในแต่ละประเภทของล้อหน้าที่ต้นต้นมะพร้าวขนาด 27 เซนติเมตรและโช๊ค 600 นิวตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐพงศ์ ป้อมแดง
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดชุมพร
ที่อยู่	52/4 หมู่ 2 ตำบลบางสน อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
E-mail	61512037@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทย์–คณิต) ปีการศึกษา 2557 จากโรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย (วิทย์–คณิต) ปีการศึกษา 2560 จากโรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- นักศึกษาฝึกงานบริษัท ชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายปฏิภาณ ฉิมประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดระนอง
ที่อยู่	239/2 หมู่ 1 ตำบลทรายแดง อำเภอเมือง จังหวัดระนอง 85130
E-mail	61512053@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2557 จากโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร จังหวัดระนอง
- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลาย (วิทย์–คณิต) ปีการศึกษา 2560 จากโรงเรียนพิชัยรัตนาคาร จังหวัดระนอง
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- นักศึกษาฝึกงานการรถไฟแห่งประเทศไทย โรงรถจักรหาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายเอกภพ คงฉิม
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ที่อยู่	115/1 หมู่ 5 ตำบลท่าเรือ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000
E-mail	61512084@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2557 จากโรงเรียนจรัสพิชากร จังหวัดนครศรีธรรมราช
- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน สาขางานงาน เครื่องมือกล ปีการศึกษา 2560 จากวิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- นักศึกษาฝึกงานการรถไฟแห่งประเทศไทย โรงรถจักรหาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้