ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบติดตั้งรถไถเดินตาม
Design and Development of Napier grass Lawnmower Machine with Power Tiller

เจนภพ ศิริบุญญฤทธิ์
ชุมพล จันทรัตน์
เดชชฎา เดชสง
ภาณุมาศ เกษี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบติดตั้งรถไถเดินตาม
Design and Development of Napier grass Lawnmower Machine with Power Tiller

เจนภพ ศิริบุญญฤทธิ์
ชุมพล จันทรัตน์
เดชชฎา เดชสง
ภาณุมาศ เกษี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design and Development of Napier grass Lawnmower Machine with Power Tiller

JENPOB SIRIBOONYARIT
CHUMPOL JANTARAT
DETCHADA DETSONG
PHANUMAS KESEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERRING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559
คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบติดตั้งรถไถเดินตาม Design and Development of Napier grass Lawnmower Machine with Power Tiller			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายเจนภพ	ศิริบุญญฤทธิ์	**รหัสนักศึกษา**	56010222
	นายชุมพล	จันทรัตน์	**รหัสนักศึกษา**	56010321
	นายเดชชฎา	เดชสง	**รหัสนักศึกษา**	56010454
	นายภาณุมาศ	เกษี	**รหัสนักศึกษา**	56010929
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมเกษตร			
ปีการศึกษา	2559			

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบติดตั้งรถไถเดินตาม
Design and Development of Napier grass Lawnmower Machine with Power Tiller

นักศึกษาผู้จัดทำ นายเจนภพ ศิริบุญญฤทธิ์ **รหัสนักศึกษา** 56010222
นายชุมพล จันทรัตน์ **รหัสนักศึกษา** 56010321
นายเดชชฎา เดชสง **รหัสนักศึกษา** 56010454
นายภาณุมาศ เกษี **รหัสนักศึกษา** 56010929
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

โครงงานนี้วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบติดตั้งรถไถเดินตามขนาด 7 แรงม้า ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ 1)โครงของเครื่อง 2)ชุดใบมีดตัดหญ้า 3)ชุดลำเลียง 4) อุปกรณ์ส่งกำลัง 5)เฟืองทดรอบ โดยมีหลักการทำงานคือ ใช้กำลังส่งมาจากรถไถเดินตามเข้าเครื่องตัดหญ้าโดยระบบส่งกำลัง เช่น สายพาน เฟืองทดรอบและโซ่ เข้าที่ชุดใบมีดตัดหญ้าและชุดลำเลียง เมื่อมีการตัดต้นหญ้าแล้วหลังการตัดจะมีชุดลำเลียง ให้ต้นหญ้าออกทางด้านข้างของเครื่องตัดเพื่อง่ายต่อการเก็บผลผลิต ผลการทดลองความเร็วรอบใบมีดตัดหญ้าและความเร็วรอบการลำเลียง ได้ความเร็วรอบใบมีดีที่สุดที่ 1803.9 รอบต่อนาที ที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วรอบการลำเลียงดีที่สุดที่ 898.6 รอบต่อนาที ที่ความเร็ว 1.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และพบว่าเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.5, 1.75 และ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการตัดหญ้าที่ 98.3, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการลำเลียง ประสิทธิภาพ 81.7, 61.7 และ 53.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความสามารถในการตัดหญ้า 0.75, 0.88 และ 1 ไร่ต่อชั่วโมง ตามลำดับ

คำสำคัญ – ออกแบบ; พัฒนา; เครื่องตัดหญ้า; หญ้าเนเปียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Design and Development of Napier grass Lawnmower Machine with Power Tiller
Authors	Mr. Jenpob Siriboonyarit
	Mr. Chumpol Jantarat
	Mr. Detchada Detsong
	Mr. Phanumas Kesee
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Teerapong Pholpho
Year	2016

ABSTACT

This project had the objective for design and development of Napier grass lawnmower machine with the power tiller at 7 HP. The machine consisted the frame, blades, the conveyor, the power transmission and the gear. The principle of working was using the power from the power tiller from transmission for example the conveyor, gears and chains, by connecting to blades and a conveyor. After grass was cut, the conveyor would send grass to the side of the machine in order to be easier for the harvest. Results showed round speeds of blades and the conveyor. The best round speed of blades was 1803.9 rpm. With the speed of the power tiller at 2 km/hr. the best round speed for the conveyor was 898.6 rpm with the speed at 1.5 km/hr. After that experiments of efficiency of grass cutting at 1.5, 1.75 and 2 km/hr. The machine had the performance at 98.3, 100 and 100% respectively. Performance of the conveyer had 81.7, 61.7 and 53.3% respectively. The capacity are 0.75, 0.88 and 1 rai/hr respectively.

Keywords— design; development; Lawnmower machine; Napier grass

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เป็นเพราะได้รับความช่วยเหลือ และความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่าย คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางและใช้ความช่วยเหลือจนงานสำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ และ รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดสอบ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ คุณอภัย คำทั่ง คุณกฤษณ์ ผลโพธิ์ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ได้อนุเคราะห์เรื่อง อุปกรณ์ สถานที่ และให้คำปรึกษา

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายเจนภพ ศิริบุญฤทธิ์
นายชุมพล จันทรัตน์
นายเดชชฎา เดชสง
นายภาณุมาศ เกษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหญ้าเนเปียร์	3
2.1.1 ถิ่นกำเนิดและสภาพอากาศ	3
2.1.2 ลักษณะเด่น	3
2.1.3 พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม	3
2.1.4 ลักษณะพันธุ์	4
2.1.5 การปลูก	4
2.1.6 การเก็บเกี่ยวผลผลิต	5
2.2 เครื่องตัดหญ้า	5
2.2.1 ชนิดของเครื่องตัดหญ้า	5
2.2.1.1 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่	5
2.2.1.2 เครื่องตัดหญ้าแบบเข็น	5
2.2.1.3 เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับ	5
2.2.2 ส่วนประกอบของเครื่องตัดหญ้า	7
2.2.2.1 ใบมีดตัดหญ้า	7
2.2.2.2 อุปกรณ์ลำเลียง	7
2.2.2.3 การถ่ายทอดกำลัง	8
2.2.3 เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน	9
2.2.3.1 แบบตัดหญ้าได้อย่างเดียว	9
2.2.3.2 แบบตัดและสับย่อยหญ้าได้ในเครื่องเดียว	10
2.3 รถไถเดินตาม	12
2.3.1 ส่วนประกอบของรถไถเดินตาม	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 ประเภทของรถไถเดินตาม	14
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างเครื่อง	**16**
3.1 แนวทางการออกแบบและสร้างเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์	16
3.2 การออกแบบเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์	16
3.2.1 การออกแบบชุดโครงสร้าง	16
3.2.2 การออกแบบชุดใบมีด	18
3.2.3 การออกแบบชุดส่งกำลัง	23
3.2.4 การออกแบบชุดเฟืองทดรอบ	24
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	**27**
4.1 การทดสอบหาความเร็วรอบของต้นกำลังรถไถเดินตาม	27
4.1.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ	27
4.1.2 วัสดุอุปกรณ์	27
4.1.3 วิธีการทดสอบ	27
4.1.4 ผลการทดสอบหาความเร็วของต้นกำลังรถไถเดินตาม	28
4.2 การทดสอบความเร็วรอบของใบมีดและโซ่ลำเลียงในห้องปฏิบัติการ	29
4.2.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ	29
4.2.2 วัสดุอุปกรณ์	29
4.2.3 วิธีการทดสอบ	29
4.2.4 ผลการทดสอบความเร็วรอบของใบมีดและโซ่ลำเลียง	30
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพการตัดและการลำเลียงของเครื่องตัดหญ้าในแปลงทดลอง	30
4.3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ	30
4.3.2 วัสดุอุปกรณ์	31
4.3.3 วิธีการทดสอบ	31
4.3.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการตัดและการลำเลียงของเครื่องตัดหญ้า	31
4.4 การคำนวณผลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดหญ้า	32
บทที่ 5 สรุปผลการทดสอบ	**33**
5.1 สรุปผลการทดสอบ	33
5.2 ปัญหาที่พบ	33
5.3 ข้อเสนอแนะ	33
บรรณานุกรม	**34**
ภาคผนวก	**35**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เปลือกต้นหญ้าแตกของตัวอย่าง	19
4.1 ความเร็วของต้นกำลังที่ความเร็วรอบรถไถตามที่กำหนด	28
4.2 ความเร็วรอบของใบมีดและชุดลำเลียงในความเร็วต่างรอบๆของต้นกำลังรถไถเดินตาม	30
1ก ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เปลือกต้นหญ้าแตก	37
2ก ความเร็วรอบของต้นกำลังขณะความเร็วที่กำหนด	37
3ก แสดงประสิทธิภาพการตัดหญ้าที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	37
4ก แสดงประสิทธิภาพการตัดหญ้าที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	38
5ก แสดงประสิทธิภาพการตัดหญ้าที่ความเร็วรถไถเดินตาม 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	38
6ก แสดงประสิทธิภาพการลำเลียงที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	38
7ก แสดงประสิทธิภาพการลำเลียงที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	39
8ก แสดงประสิทธิภาพการลำเลียงที่ความเร็วรถไถเดินตาม 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 ขนาดของท่อนพันธุ์ 4
2.2 ระยะห่างการปลูกท่อนพันธุ์ 4
2.3 ปักท่อนพันธุ์ลงดิน 2 ท่อนไขว้กัน 4
2.4 การปักท่อนพันธุ์ลงดินเอียง 30 องศา 4
2.5 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่ 5
2.6 เครื่องตัดหญ้าแบบเข็น 6
2.7 เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับ 6
2.8 ใบมีดตัดหญ้าแบบใบเดี่ยววงเดือนติดเล็บ 7
2.9 ลักษณะของโซ่ลำเลียง 7
2.10 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่ 9
2.11 รถตัดอ้อย 10
2.12 รถตัดสับหญ้าเนเปียร์ Jaguar 10
2.13 เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Chopper 11
2.14 เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Double Chopper 11
2.15 ส่วนประกอบของรถไถเดินตาม 13
2.16 รถไถเดินตามแบบผลักเลี้ยว 14
2.17 รถไถเดินตามแบบบีบเลี้ยว 14
3.1 โครงสร้างทั้งหมดของเครื่องตัดหญ้า 17
3.2 อุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านซ้าย 17
3.3 อุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านขวา 17
3.4 ขนาดและชนิดของใบมีด 18
3.5 เครื่อง TA HD PLUS Texture Analyzer 19
3.6 กราฟขณะทำการทดสอบโดยเครื่อง TA HD PLUS Texture Analyzer 19
3.7 ขนาดเพลาและเฟืองของชุดส่งกำลังจากเครื่องยนต์ (เพลาชุดที่ 1) 20
3.8 ขนาดเพลาและเฟืองดอกจอกเพื่อเปลี่ยนทิศทางของแรง (เพลาชุดที่ 2) 21
3.9 ขนาดเพลาและเฟืองของชุดส่งกำลังเพื่อส่งไปยังใบมีดและโซ่ลำเลียง (เพลาชุดที่ 3) 22
3.10 ขนาดของโซ่ขับ 23
3.11 ขนาดของสายพานส่งกำลัง ล่อง B 23
3.12 ขนาดของครีบและโซ่ลำเลียง 24
3.13 การเชื่อมต่อชุดเฟือง 25
3.14 การทดรอบของเฟืองต่างๆในเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ 25
4.1 เครื่อง Tachometer 27
4.2 ขณะทำการทดสอบหาความเร็วของรถไถเดินตาม 28
4.3 รถไถเดินตาม Kubota รุ่น ET70 ขนาด 7 แรงม้า 29
4.4 หญ้าเนเปียร์ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.5 รอยการตัดที่ต้นหญ้าที่สมบูรณ์ 30
4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การตัดและลำเลียง 32
4.7 โคนค้นที่สามารถตัดได้ทุกต้น 32
4.8 ต้นหญ้าที่ลำเลียงได้ไม่ดี 32
1ข ภาพแสดงเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ 41
2ข ภาพแสดงเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ขณะติดตั้งกับรถไถเดินตาม 41
3ข ภาพแสดงขนาดของโครงสร้างเครื่องตัดหญ้าด้านบน 42
4ข. ภาพแสดงขนาดของโครงสร้างเครื่องตัดหญ้าด้านหน้า 42
5ข ภาพแสดงขนาดของโครงสร้างเครื่องตัดหญ้าด้านข้าง 43
6ข ภาพแสดงขนาดของอุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัด 43
7ข. ภาพแสดงขนาดของอุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านซ้าย 44
8ข. ภาพแสดงขนาดของอุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านขวา 44
9ข ภาพแสดงขนาดของชุดใบตัด 45
10ข ภาพแสดงขนาดของใบมีดตัดหญ้า 45
11ข ภาพแสดงขนาดของสายพานส่งกำลัง B 52 in 46
12ข. ภาพแสดงขนาดของชุดเพลาส่งกำลังไปเฟืองดอกจอก 46
13ข. ภาพแสดงขนาดของชุดเพลาส่งกำลังจากเฟืองดอกจอกไปเฟืองขับ 46
14ข. ภาพแสดงขนาดของชุดเพลาส่งกำลังไปโซ่ลำเลียง 47
15ข. ภาพแสดงการทดรอบของเฟือง 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้ปลูกหญ้าเนเปียร์ เป็นพืชอาหารสัตว์เพราะหญ้าเนเปียร์มีศักยภาพสูงทั้งด้านผลผลิตต่อไร่ โปรตีนสูง เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น โคเนื้อ โคนม แพะ และแกะ มีปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้สูงสามารถนำมาผลิตหญ้าหมักโดยไม่จำเป็นต้องเติมสารช่วยใดๆ จากศักยภาพในการให้ผลผลิตชีวมวลได้หลายรอบต่อปี โดยสามารถให้ผลผลิต 40-80 ตันสดต่อไร่ต่อปี [1] หญ้าเนเปียร์จึงถูกจัดให้กลายเป็นพืชชีวมวลชนิดใหม่ภายใต้การสนับสนุนของกระทรวงพลังงานสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเชื้อเพลิงแข็ง เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าและสามารถใช้ในกระบวนการย่อยแบบปราศจากอากาศ เพื่อผลิตพลังงานก๊าซชีวภาพ (ก๊าซมีเทน) หญ้าเนเปียร์ 1 ตันสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้ 90 ลูกบาศก์เมตร โดยมีอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพประมาณ 6,860 – 7,840 ลบ.ม./ไร่/ปี สามารถนำมาผลิตก๊าซไบโอมีเทนอัด Compressed Bio-methane Gas (CBG) มีค่าความร้อนประมาณ 14 – 18 MJ/kg ที่สามารถทดแทนก๊าซ Natural Gas Vehicle NGV ได้ประมาณ 3,118 - 3,563 กก./ปี [กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2556] การหญ้าเนเปียร์ปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยการปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้ 5-6 ครั้งต่อปี หากมีน้ำและปุ๋ยเพียงพอโดยมีอายุเก็บเกี่ยวได้นานถึง 6-7 ปี [1] จึงเหมาะสมกับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัด สร้างรายได้แก่เกษตรกรได้ทั้งปี

ปัจจุบันเกษตรกรรายย่อยได้มีการปลูกหญ้าเนเปียร์เฉพาะในพื้นที่ที่ตนเองมีและเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวเกษตรกรรายย่อยก็มีปัญหา ทางด้านแรงงานคนและค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยว และในปัจจุบันที่ได้ไปค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ ก็พบว่าเครื่องเกี่ยวหญ้ามีว่าขนาดใหญ่ ราคาก็สูงมาก และมีปัญหาตัดเนื่องจากเครื่องตัดหญ้าในปัจจุบันตัดแล้วเหลือต่อไว้สูงเพราะหญ้าเนเปียร์จะต้องตัดให้ชิดโคนมากที่สุด จึงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานมาสับตอที่ยังยาวอยู่ให้ชิดดิน [2] จึงไม่คุ้มที่เกษตรกรรายย่อยจะซื้อมาใช้ตัดหญ้าเนเปียร์ในแปลงของตนเองที่มีขนาดไม่มาก ดังนั้นทางกลุ่มโครงงานจึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาและออกแบบเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ติดรถไถเดินตาม ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่มีรถไถเดินตามเป็นของตนเองอยู่แล้ว

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาพัฒนาและออกแบบเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์แบบติดตั้งรถไถเดินตาม
2. เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์และหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ทดลองที่แปลงทดลองบริเวณหน้าภาควิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ใช้เฉพาะหญ้าเนเปียร์พันธุ์ ปากช่อง 1
3. ใช้ติดตั้งเฉพาะรถไถเดินตาม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ได้เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ที่เกษตรกรสามารถนำไปใช้กับรถไถเดินตามที่เกษตรกรมีอยู่แล้ว
3. สามารถนำไปให้เกษตรกรใช้เพื่อลดต้นทุนและแรงงานในการเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี/เดือน									
	พ.ศ.2559					พ.ศ.2560				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์	←	→						✖	✖	✖
2.ออกแบบเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์		←	─	→				✖	✖	✖
3.สร้างเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์			←	─	─	→		✖	✖	✖
4.ทดสอบ,ตรวจสอบ,ปรับปรุงเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์				←	─	─	→	✖	✖	✖
5.สรุป,ประเมินผลและจัดทำวิทยานิพนธ์	←	─	─	─	─	─	→	✖	✖	✖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหญ้าเนเปียร์

2.1.1 ถิ่นกำเนิดและสภาพอากาศ

ชื่อพันธุ์ (ไทย) ปากช่อง 1 (อังกฤษ) Pak Chong 1

ชื่อวิทยาศาสตร์ Pennisetumpurpureum x Pennisetum Americanum

หญ้าเนเปียร์นำเข้ามากจากไต้หวัน แล้วนำไปปลูกคัดเลือกทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาซึ่งหญ้าเนเปียร์ปากช่อง1 เป็นหญ้าลูกผสมเนเปียร์สายพันธุ์หนึ่ง ซึ่งเกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างหญ้าเนเปียร์ยักษ์และหญ้าไข่มุก เป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพสูงทั้งในแง่การให้ผลผลิตและมีคุณค่าทางอาหารสัตว์ดีตามที่สัตว์ต้องการ เหมาะสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้องเช่น โคนม โคเนื้อ กระบือ แพะ และแกะ ปัจจุบันกรมปศุสัตว์ได้สนับสนุนส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกกันอย่างแพร่หลายทั้งประเทศไทย หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้มีอายุหลายปีโตเต็มที่สูงประมาณ 4 เมตร มีระบบรากฝอยที่แข็งแรงแผ่กระจายออกรอบลำต้นในรัศมีประมาณ 50-100 เซนติเมตร ลึก 30-50 เซนติเมตร แผ่กระจายในดิน ดูดซึมน้ำและปุ๋ยได้ดี ลักษณะลำต้นและทรงต้นตั้งตรง ปลูกขยายพันธุ์โดยใช้ท่อนพันธุ์ [3]

2.1.2 ลักษณะเด่น

เติบโตเร็ว ให้ผลผลิตต่อไร่สูง โปรตีนสูง มีความน่ากินสูง สัตว์ชอบกิน ตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยดี แตกกอดี แก่ช้า ทนแล้ง ในฤดูหนาวยังเติบโตได้ดี ไม่ชะงัก ไม่มีระยะพักตัว ใบและลำต้นอ่อนนุ่ม ขอบใบไม่คมไม่มีขนที่ทำให้เกิดอาการคันคาย ระยะออกดอกสั้น ไม่ติดเมล็ด ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี ปริมาณน้ำตาลในใบและลำต้นสูง ทำเป็นหญ้าหมักโดยไม่จำเป็นต้องเติมสารเสริมใดๆ ปรับตัวได้ดีในดินหลายสภาพ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน เก็บเกี่ยวง่าย ปลุกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวได้นานถึง 6-7 ปี เหมาะกับเกษตรกรที่มีพื้นที่จำกัด [3]

2.1.3 พื้นที่ปลูกที่เหมาะสม

ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย เจริญเติบโตได้ดีในดินหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นดินร่วนปนทราย ดินเหนียว หรือดินลูกรัง ชอบดินที่มีการระบายน้ำดีและมีความอุดมสมบูรณ์ ทนแล้ง แต่ไม่ทนน้ำท่วมขัง ต้องการน้ำฝน ประมาณ 1,000 มิลลิเมตร/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับอ้อยที่ต้องการน้ำฝน 1,200-1,500 มิลลิเมตร/ปี กล่าวได้ว่าในพื้นที่แห้งแล้งที่ปลูกอ้อยได้ก็สามารถปลูกหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ได้ สำหรับพื้นที่ลุ่มหรือที่นาที่น้ำอาจจะท่วมขังให้ยกร่องเพื่อระบายน้ำก็จะสามารถปลูกได้เช่นกัน หญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ต้องการแสงแดดเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตพบว่า การปลูกใกล้ร่มเงาหรือที่ร่มในสวนผลไม้จะให้ผลผลิตไม่มาก จึงควรปลูกในบริเวณพื้นที่ที่มีแสงแดดส่องถึงอย่างเพียงพอ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ลักษณะพันธุ์

เป็นหญ้าข้ามปี ลำต้นมีลักษณะตั้งตรงสูง 2.5-3.5 เมตร และเมื่อออกดอกมีความสูงถึงปลายช่อดอก 3.5-4.5 เมตรให้ผลผลิตน้ำหนักสด 12-15 ต้นต่อไร่ต่อรอบการตัดทุก 60 วัน หรือผลผลิตน้ำหนักแห้ง 2-2.5 ตันต่อไร่ต่อรอบมีโปรตีน 13-17 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ Water Soluble Carbohydrates (WSC) 11-12 เปอร์เซ็นต์ ที่การตัดทุก 60 วัน [3]

2.1.5 การปลูก

สำหรับพื้นที่ขนาดเล็กและใช้แรงงานคน ปลูกโดยนำท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มาตัดเป็นท่อนสั้นๆ ประมาณ 25-30 เซนติเมตรให้มีตาติดมาท่อนละ 2 ตา มัดรวบเป็นกำๆละ 10 ท่อนนำไปใส่ตะกร้าคลุมด้วยกระสอบป่าน หรือฟางข้าว บ่มไว้ในที่ร่ม รดน้ำให้ชุ่มประมาณ 5-7 วัน จะแตกรากและยอดอ่อน ภายหลังจากที่เตรียมดินเสร็จ เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นจากดินควรปลูกทันที นำไปปลูกโดยใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 120 เซนติเมตร ระหว่างต้น 80 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 2 ท่อนปักไขว้ท่อนพันธุ์เอียง 30 องศาให้ 1 ข้อจมอยู่ในดินประมาณ 1-2 นิ้ว [1]

รูปที่ 2.1 แสดงขนาดของท่อนพันธุ์

รูปที่ 2.2 แสดงระยะห่างการปลูกท่อนพันธุ์

รูปที่ 2.3 ปักท่อนพันธุ์ลงดิน 2 ท่อนไขว้กัน

รูปที่ 2.4 การปักท่อนพันธุ์ลงดินเอียง 30 องศา

การยกร่องปลูกหรือปลูกแบบอ้อย เป็นวิธีที่ช่วยการปฏิบัติงานสะดวกมากขึ้น ทั้งในการปลูกการให้น้ำ และการระบายน้ำ ซึ่งจะช่วยให้รากสามารถหยั่งลึกลงไปในดินได้ดี การยกร่องควรวางแนวร่อง ขวางแนวลาดเอียงของพื้นที่ เพื่อลดการพัดพา ของดินเนื่องจากน้ำและทำให้น้ำซึมลงดินได้ดีขึ้น การปลูกปลายฝนต้องไถให้ลึกและ ยกร่องให้สูง ภายหลังจากการยกร่องเสร็จควรปลูกทันทีอย่า เปิดร่องไว้นาน เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นจากดิน การปลูกลึกจะช่วยให้ทนแล้งได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตสูง และไว้ตอ ได้นานกว่าการปลูกตื้น การปลูกโดยการยกร่องปลูก ระยะร่องห่างกัน ประมาณ 85 เซนติเมตร นำต้นพันธุ์ทั้งลำวางลงในร่องลำต่อลำ แล้วใช้มีดสับ ให้ลำต้นขาดออกจากกัน ภายหลังจากวางต้นพันธุ์เรียบร้อยแล้ว ควรกลบดินให้มี ความหนาพอประมาณ ถ้าปลูกข้ามแล้งจะต้องกลบดินให้หนากว่าการปลูกต้นฝน [1]

2.1.6 การเก็บเกี่ยวผลผลิต

เพื่อให้ระบบรากของหญ้าพัฒนาเจริญเติบโตและแข็งแรงเต็มที่ ให้ตัดครั้งแรกหลังปลูกประมาณ 75 วัน จากนั้น ให้ตักทุกๆ 45-60 วัน การตัดหญ้าทำได้โดยการใช้มีด เคียว เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่ เครื่องเก็บเกี่ยว Double Chopper การเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์สายพันธุ์นี้ ต้องตัดให้ชิดดินที่สุด เพื่อให้แตกหน่อใหม่จากใต้ดิน จะทำให้มีขนาดโตอวบอ้วน แล้วจะกลายเป็นลำต้นที่สมบูรณ์ให้ผลผลิตสูง ถ้าตัดสูงเหลือข้อไว้จะมีแขนงออกมาจากข้างข้อ ลำต้นเล็กทำให้ได้ผลผลิตต่ำ การปลูกในเขตชลประทานหรือเขตที่ทำหารให้น้ำได้และมีการใส่ปุ๋ยสม่ำเสมอตัดได้ปีละ 5-6 ครั้ง ให้ผลผลิตน้ำหนักสดประมาณ 100 ตัน/ไร่/ปี การปลูกในพื้นที่ 1 ไร่พบว่าสามารถเลี้ยงโคได้ 7-8 ตัวตลอดทั้งปี [3]

2.2 เครื่องตัดหญ้า

2.2.1 ชนิดของเครื่องตัดหญ้า

เครื่องตัดหญ้าแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่

2.2.1.1 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่ (Brush Cutter)

เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่แบ่งตามระบบคาบูเรเตอร์จะมี 2 แบบ คือแบบคาบูเรเตอร์ลูกลอย และแบบคาบูเรเตอร์ไดอะแฟรม หรือผ้าปั๊ม แบบนี้ถังน้ำมันจะอยู่ด้านล่างและจะมีลูกยางใส่ๆสำหรับกดปั๊มน้ำมันอยู่ตรงคาบูเรเตอร์ ที่นิยมใช้ตามไร่, ตามสวน จะมีแบบเครื่องยนต์ 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ แสดงดังรูป 2.5

รูปที่ 2.5 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 เครื่องตัดหญ้าแบบเข็น (Lawn Mower/Walk-behind Mower)

เครื่องตัดหญ้าแบบเข็นใช้ในสนามหญ้าต้องมีบริเวณมากพอสมควร และ สนามหญ้าจะต้องมีการปรับพื้นที่ค่อนข้างเรียบ แสดงดังรูป 2.6

รูปที่ 2.6 เครื่องตัดหญ้าแบบเข็น

2.2.1.3 เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับ (Lawn Tractor/Ride-on Mower)

เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับเป็นเครื่องตัดหญ้า ที่ใช้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนโดยน้ำมัน ส่วนมีขนาดใบมีดตัด 30 ถึง 48 นิ้ว เครื่องตัดหญ้าแบบใบมีดหมุนเหวี่ยงนี้ จะมีใบจานกลมหมุน ด้วยความเร็วรอบสูงถึง 3,000 รอบต่อนาที จะต้องอาศัย กำลังจากเพลาส่งกำลัง ของรถแทรกเตอร์ ซึ่งจะต้องมีการทดรอบ การหมุนของเพลา ส่งกำลัง ผ่านชุดเฟือง เสียก่อน เพื่อเป็นการเปลี่ยนแปลงกำลังให้แก่ใบมีด การเปลี่ยนแปลงความเร็ว รอบของการหมุนของใบมีดนี้ สามารถทำการเพิ่มโดย ทำการเปลี่ยนชุดเฟืองที่ห้องเกียร์ (gear box) สามารถทำงานได้รวดเร็วกว่า และประสิทธิภาพในการทำงานสูง แสดงดังรูป 2.7

รูปที่ 2.7 เครื่องตัดหญ้าแบบนั่งขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ส่วนประกอบเครื่องตัดหญ้า

2.2.21. ใบมีดตัดหญ้า

ปัจจุบันใบมีดตัดหญ้ามีการออกแบบออกมามากมาย เราสามารถเลือกซื้อและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่เราจะตัด ซึ่งหญ้าเนเปียร์มีลำต้นที่มีความแข็งพอสมควรจึงเลือกใบดังนี้ แสดงดังรูป 2.8

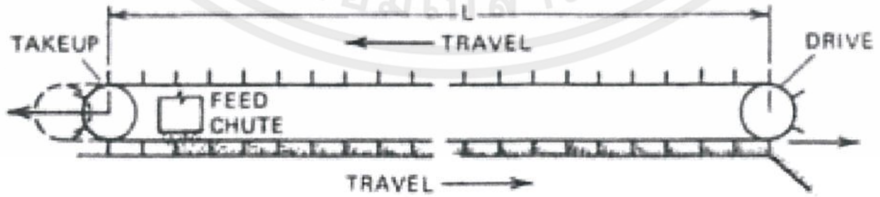
รูปที่ 2.8 ใบมีดตัดหญ้าแบบใบเดี่ยววงเดือนติดเล็บ

2.2.2.2. อุปกรณ์ลำเลียง

การลำเลียงต้นหญ้าที่จะตัดให้เข้ามายังอุปกรณ์ลำเลียงให้ไปตามทิศทางที่ต้องการ เพื่อไม่ให้ต้นหญ้าหลุดออกด้านข้างหรือล้มไปทางด้านหน้าจนทำให้เป็นอุปสรรคในการตัด

1. โซ่ลำเลียง

เป็นอุปกรณ์ลำเลียงที่ใช้กวาดวัสดุไปตามรางหรือท่อ โดยใช้ครีบกวาด รูปร่างและความสูงของครีบใช้เป็นหลักในการแบ่งชนิดของอุปกรณ์ลำเลียง โดยแยกระหว่างโซ่ครีบกวาดที่มีรูปร่างปกติและรูปแบบพิเศษ มีทั้งการลำเลียงไปทางเดียวอย่างต่อเนื่อง หรือให้เคลื่อนที่กลับไปกลับมา มีข้อดีคือ ไม่ยุ่งยาก รับวัสดุและถ่ายเทวัสดุได้ในระหว่างทางได้ส่วนข้อเสีย ชิ้นส่วนสึกหรอเร็ว กินกำลังมาก ไม่ควรใช้กับวัสดุเปราะแตกได้ และวัสดุที่แข็งมากอาจติดขัดกับรางได้ แสดงดังรูป 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของโซ่ลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3. การถ่ายทอดกำลัง

การถ่ายทอดกำลังเป็นการส่งกำลังของเครื่องจักรโดยทั่วไปมีหลายอย่างแล้วแต่ความเหมาะสมของแต่ละประเภทงานที่ทำ ซึ่งหลักการส่งกำลังของเครื่องจักรกล คือ การส่งกำลังจากต้นกำลังหรือเพลาขับ ส่งกำลังไปยังจุดที่ต้องการ เพื่อจะใช้กำลังงานไปใช้งานเรียกว่า เพลาตาม

การส่งกำลังของเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์นี้ใช้ 4 ประเภท

1. การส่งกำลังด้วยเพลา (Shaft) ซึ่งมีส่วนประกอบของการคำนวณดังนี้

ภาระแรงที่เพลารับได้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$F = \frac{T}{r} \tag{2.1}$$

เมื่อ F = ภาระแรงที่เพลารับได้ (N)

T = แรงบิดในเพลา (N.m)

r = รัศมีของเพลา (m)

แรงบิดในเพลาสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.2

$$T = \frac{60W_p}{2\pi N} \tag{2.2}$$

เมื่อ T = แรงบิดในเพลา (N.m)

W_p = กำลังของเครื่องยนต์ (Watt)

N = ความเร็วรอบของเพลา (RPM)

2. การส่งกำลังด้วยเฟือง (Gears) เป็นการส่งกำลังที่มีอัตราทดรอบที่เฟือง

อัตราการทดกำลังสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.3

$$i = \frac{n_1}{n_2} \tag{2.3}$$

เมื่อ i = อัตราทดกำลัง

n_1 = จำนวนฟันของเฟืองขับ

n_2 = จำนวนฟันของเฟืองตาม

3. การส่งกำลังด้วยโซ่ (Chain Drives) เป็นการส่งกำลังระหว่างเฟืองโดยใช้โซ่เป็นตัวส่งกำลัง

4. การส่งกำลังด้วยสายพาน (Belts) เป็นการส่งกำลังระหว่างมู่เล่ที่มีอัตราทดที่สายพานกับมู่เล่

อัตราทดสายพานสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.4

$$I = \frac{D_1}{D_2} \tag{2.4}$$

เมื่อ I = อัตราการทดกำลัง

D_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับ

D_2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์หลายแบบ ซึ่งแต่ละแบบมีการทำงานที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้, ผลผลิตที่จะได้ และขนาดของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งแบ่งออกได้ 2 แบบใหญ่ๆ

1. แบบตัดหญ้าได้อย่างเดียว

2. แบบตัดและสับย่อยหญ้าได้ในเครื่องเดียว

2.2.3.1 แบบตัดหญ้าได้อย่างเดียว มีเครื่องตัดหญ้าแบ่งได้ 2 ประเภท ก.เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่ ข.เครื่องตัดหญ้าแบบปัตตาเลี่ยน ดังมีรายละเอียดดังนี้

ก) เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่

เครื่องตัดหญ้าสะพายไหล่สามารถตัดได้ทั้งพื้นที่ล่มและดอน เป็นเครื่องยนต์เบนซิน สามารถตัดหญ้าได้ 2-5 ไร่ต่อวัน น้ำหนักเบา ใช้งานสะดวก แสดงดังรูป 2.10

รูปที่ 2.10 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายไหล่

ข) เครื่องตัดหญ้าแบบปัตตาเลี่ยน

เครื่องตัดหญ้าแบบปัตตาเลี่ยนสามารถติดตั้งกับรถไถเดินตามทุกรุ่น ติดตั้งใบตัดหัวจรวจของเครื่องเกี่ยวข้าว ขนาดหน้ากว้าง 150 ซม สามารถตัดหญ้าได้ประมาณ 8-10 ไร่ต่อวัน แสดงดังรูป 2.11

รูปที่ 2.11 เครื่องตัดหญ้าแบบปัตตาเลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 แบบตัดและสับย่อยหญ้าได้ในเครื่องเดียว มีการทำงานโดยเมื่อตัดต้นหญ้าแล้วจะมีระบบสับย่อยภายในตัวเครื่องได้เลยก่อนที่จะเก็บผลผลิต แบ่งได้ 4 ประเภท ก.รถตัดอ้อยชนิดต่างๆ ข.รถตัดสับหญ้าเนเปียร์ Jaguar ค.เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Chopper ง.เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Double Chopper

ก) รถตัดอ้อยชนิดต่างๆ

รถตัดอ้อยชนิดต่างๆมีความคล่องตัวในการทำงานสูง เครื่องยนต์ดีเซลที่มีกำลังสูง สามารถตัดและหั่นท่อนได้ในตัว มีประสิทธิภาพสูงในการเก็บเกี่ยว แสดงดังรูป 2.11

รูปที่ 2.11 รถตัดอ้อย

ข) รถตัดสับหญ้าเนเปียร์ Jaguar

รถตัดสับหญ้าเนเปียร์ Jaguar จะมีระบบตัดที่ทรงพลัง สามารถสับย่อยพืชได้ละเอียด สามารถปรับความละเอียดของหญ้าได้ 6 ระดับ ตามความต้องการและมีระบบช่วยในการทำงานให้เป็นเรื่องง่าย และลดภาระในการทำงาน แสดงดังรูป 2.12

รูปที่ 2.12 รถตัดสับหญ้าเนเปียร์ Jaguar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Chopper

เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Chopper สามารถตัดและสับย่อยได้ด้วยการถ่ายกำลังจากแทรกเตอร์ผ่าน PTO ที่ 540 รอบต่อนาที ระบบใบมีดรูปดอกไม้ตัดเหลื่อมแบบวงเดือน และจำนวนใบมีดสับย่อยถึง 10 ใบ เหมาะสำหรับรถแทรกเตอร์ที่มีแรงม้าขั้นต่ำ 75 แรงม้า แสดงดังรูป 2.13

รูปที่ 2.13 เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Chopper

ง) เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Double Chopper

เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Double Chopper สามารถตัดและสับย่อยได้ด้วยการถ่ายกำลังจากแทรกเตอร์ผ่าน PTO ที่ 540 รอบต่อนาที สามารถตัดได้มากกว่า 5 ตันต่อชั่วโมง แสดงดังรูป 2.14

รูปที่ 2.14 เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ Double Chopper

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 รถไถเดินตาม

ปัจจุบันเกษตรกรชาวไร่ชาวนาส่วนใหญ่หันมานิยมใช้รถไถแบบเดินตามกันมากขึ้น แทนที่จะใช้แรงงานวัวควายอย่างแต่ก่อน รถไถเดินตามที่ใช้บ้านเราส่วนใหญ่จะผลิตใน ประเทศไทย ซึ่งส่วนมากแล้วจะมีโครงสร้างการทำงานแบบง่ายๆ ซึ่งก็มีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และลักษณะของงานตามสมควร รถไถเดินตามที่สั่งมาจากต่าง ประเทศก็มีใช้ในประเทศไทยเหมือนกันแต่ราคาแพงกว่าที่ผลิตในบ้านเรามาก เกษตรกรจะ ใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลังในการไถเตรียมดินเสียเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นแล้วรถไถเดิน ตามยังสามารถนำไปใช้เป็นต้นกำลังในการทำงานอื่น ๆ อีกมาก เช่น ใช้ลากเครื่องปลูกพืช ลากจูงรถพ่วงขนถ่ายสิ่งของต่างๆ เครื่องยนต์ของรถไถสามารถใช้เป็นต้นกำลังในการฉุด เครื่องสูบน้ำได้อีกด้วย

2.3.1 ส่วนประกอบของรถไถเดินตาม

ส่วนประกอบของรถไถเดินตามส่วนใหญ่จะมีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกัน แสดงดังรูป 2.15 ต่างกันแต่ เพียงขนาดซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามผู้ผลิต และความนิยมของเกษตรกรในท้องถิ่น อย่างไรก็ตามส่วนประกอบที่สำคัญของรถไถเดินตามได้แก่

1. โครงแขนยึดเครื่อง

โครงแขนยึดเครื่องเป็นส่วนเชื่อมติดกับห้องเฟือง และ เป็นที่วางตำแหน่งของเครื่องยนต์โดยมีแท่นเครื่องรองรับอีกชั้นหนึ่ง เครื่องยนต์ที่ติดตั้งอยู่บนแท่นเครื่อง สามารถ เลื่อนไปมาได้ เมื่อคลายน๊อตที่ยึด

2. เครื่องยนต์

เครื่องยนต์ที่ใช้เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไถเดินตามส่วนใหญ่ติดเครื่องยนต์เบนซินที่มีขนาด 5-8 แรงม้า หรือเครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาด 8-12 แรงม้า เครื่องยนต์ดีเซลเป็นที่นิยมใช้มากกว่าถึงแม้ว่าเครื่องยนต์เบนซินจะมีข้อดีที่ราคาต้นทุนและค่าซ่อมบำรุงต่ำเพราะเครื่องยนต์ดีเซลมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานหนัก ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงถูกกว่านอกจากนั้นยังให้แรงม้าสูงที่รอบต่ำทำให้อัตราทดของเกียร์ และขนาดของห้องเกียร์ลดลง สำหรับเครื่องยนต์ที่วางอยู่บนโครงแขนยึดเครื่องนั้น สามารถจะเลื่อนไปมาได้ตลอดแนว เพื่อความสะดวกในการปรับตั้งความตึงของสายพานที่ส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังห้องเฟืองอีกด้วย

3. ห้องเฟือง

ห้องเฟืองทำหน้าที่ทดกำลังที่ส่งมาจากเครื่องยนต์ออกไปหมุนล้อโดยอาศัยเฟืองและโซ่ หรือ เฟืองเพียงอย่างเดียว แต่ระบบเฟืองและโซ่ในปัจจุบันเริ่มเสื่อมความนิยมใช้ เนื่องจากเมื่อใช้ไปนานๆโซ่จะหย่อน ต้องมีการปรับความตึงของโซ่บ่อยๆ นอกจากนั้นยังทำให้ห้องเกียร์มีขนาดใหญ่เทอะทะ แต่ข้อดีก็มีราคาถูกกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สายพาน

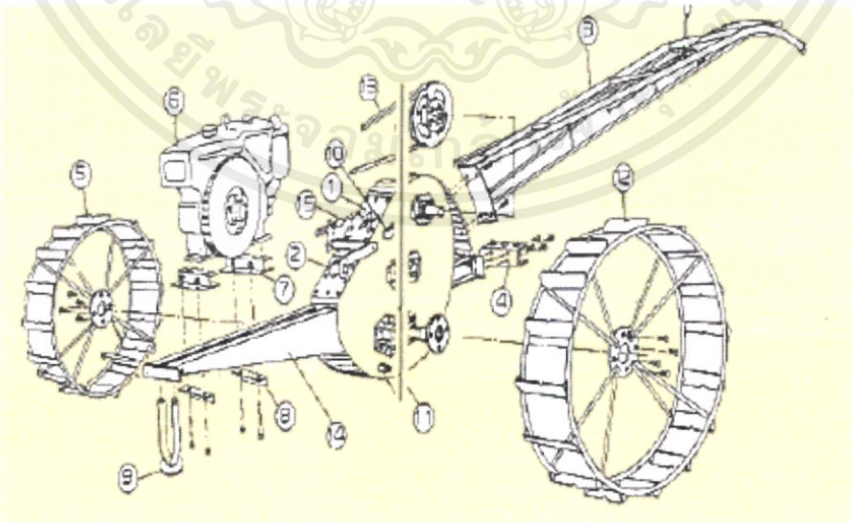
สายพานเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการส่งกำลังออกจากเครื่องยนต์ไปยังห้องเฟือง ผ่านมู่เล่ โดยมีลูกเตะสายพานเป็นตัวที่ทำให้สายพานตึงหรือหย่อน โดยปกติสายพาน ที่ใช้มักจะเป็นคู่ เพื่อลดการลื่นที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างสายพานกับมู่เล่ ส่วนมู่เล่นั้นอาจจะ เป็นแบบเถา ซึ่งทำให้สามารถเปลี่ยนอัตราทดรอบระหว่างเครื่องยนต์และห้องเฟืองได้ 2 ขนาด คือ ทดรอบช้าสำหรับไถ และทดรอบเร็ว สำหรับการขนส่งและเคลื่อนย้าย

5. ล้อ

ล้อของรถไถเดินตาม เป็นล้อที่ทำด้วยเหล็กมีแผ่นครีบติดอยู่ใต้ล้อ ทำให้มีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า ตีนเป็ด แผ่นครีบนี้ทำหน้าที่ตะกุยดินไม่ให้ลื่นขณะทำงาน นอกจากนั้นยังช่วยพยุงไม่ให้รถไถจมในขณะที่กำลังใช้งานดินเหลว ล้อเหล็กนี้เหมาะสำหรับทำงานในนา ถ้าเป็นงานในไร่ รถจะสะเทือนมาก ทำให้ผู้ใช้งานเหนื่อยง่าย ดังนั้น ถ้าจะใช้งานในไร่หรือถนนก็ควรจะใช้ล้อยางหรือเชื่อมวงเหล็กกลมบนครีบของวงล้อ

6. คันบังคับ

คันบังคับที่สำคัญของรถไถเดินตาม คือ มือจับที่ใช้สำหรับบังคับทิศทาง ซึ่งติดอยู่ปลายโครงแขนที่ต่อออกมาจากหลังห้องเฟือง โครงแขนนี้มักจะฉีกหักเสียหายก่อนส่วนอื่นโดยเฉพาะรถไถเดินตามประเภทผลักเลี้ยว ซึ่งต้องใช้แรงเหนี่ยวโหนขณะเลี้ยวสูง เพราะฉะนั้นโครงแขนนี้จึงยาวกว่าประเภทอื่น ซึ่งเป็นผลทำให้การนำไปใช้งานในแปลงขนาดเล็กไม่สะดวก ถ้าเป็นรถไถประเภทบีบเลี้ยวก็จะมีสายและก้านบีบเลี้ยวอยู่ที่มือจับ ถ้าเป็นรถไถประเภทที่มีเกียร์ก็จะมีคันเกียร์เพิ่มขึ้นมาสำหรับส่วนประกอบพื้นฐาน ซึ่งเหมือนกันก็มีคันเร่งเครื่อง และคันชักลูกเตะสายพาน



รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบของรถไถเดินตาม

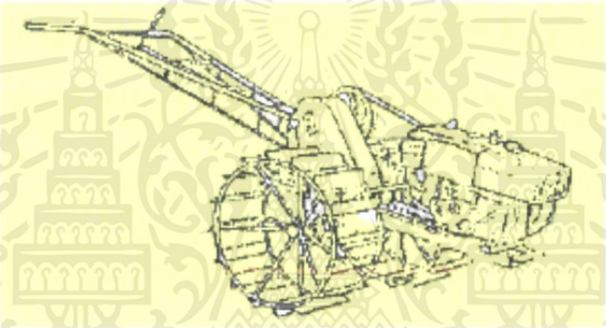
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ประเภทของรถไถเดินตาม

รถไถเดินตามที่นิยมใช้กันอยู่ปัจจุบันนี้เป็นรถที่ผลิตโดยคนไทย รวมทั้งอุปกรณ์ติดตั้งและชิ้นส่วนต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทผลักเลี้ยว

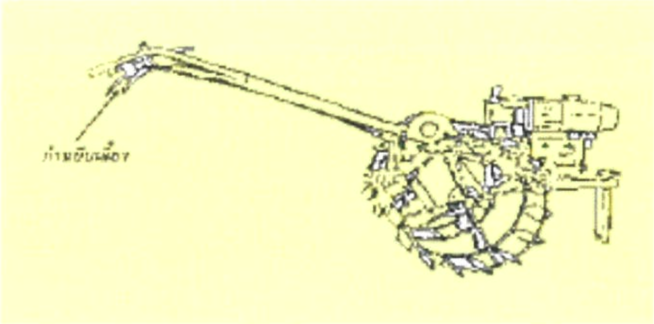
รถประเภทนี้ไม่มีระบบช่วยเลี้ยว ถ้าจะเลี้ยวก็ต้องผลักที่มือจับให้รถเลี้ยวไปทางด้านที่ต้องการ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการไถในแปลงเพาะปลูกที่มีขนาดใหญ่เพราะไม่มีการเลี้ยงรถบ่อยๆ รถไถเดินตามประเภทนี้แบ่งออกเป็นแบบ 3 เพลา และ 4 เพลา เพลาในที่นี้จะ หมายถึงเพลาที่อยู่ในห้องเฟือง แต่โดยเหตุที่ว่าขนาดของห้องเฟืองมีขนาดเท่าๆ กัน รถไถแบบ 4 เพลาจึงมีระยะห่างระหว่างเพลาน้อยกว่าแบบ 3 เพลา จึงทำให้โซ่ที่ใช้ส่งกำลังได้รับ แรงมากเกินไป บางครั้งแรงกระชากสูงๆ อาจจะทำให้โซ่ขาดง่ายกว่าแบบ 3 เพลา แต่แบบ 4 เพลามีข้อดีคืออัตราทดรอบระหว่างเพลาแต่ละคู่ต่ำกว่าแบบ 3 เพลา ทำให้ประสิทธิภาพ ของการส่งกำลังดีกว่า แสดงดังรูป 2.16



รูปที่ 2.16 รถไถเดินตามแบบผลักเลี้ยว

2. ประเภทบีบเลี้ยว

รถไถประเภทนี้มีระบบช่วยในการเลี้ยว เพราะที่มือจับจะมีก้านบีบเลี้ยวเพิ่มขึ้นทั้งสองข้าง เมื่อต้องการเลี้ยวรถไปทางด้านใดก็บีบเลี้ยวที่มือจับข้างนั้น รถไถประเภทนี้จึงมีความคล่องตัว เบาแรง ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับนำไปใช้งานในพื้นที่เพราะปลูกขนาดเล็กซึ่งมีการเลี้ยวบ่อยๆ สำหรับส่วนประกอบอื่นๆ นั้นจะคล้ายคลึงกับแบบผลักเลี้ยว ยกเว้นระบบส่งกำลังภายในห้องเฟืองซึ่งขนาดมีขนาดกะทัดรัดกว่า เพราะใช้เฟืองเกียร์ทดกำลังแทนเฟืองโซ่ แสดงดังรูป 2.17



รูปที่ 2.17 รถไถเดินตามแบบบีบเลี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประเภทบีบเลี้ยวมีเกียร์

รถไถประเภทนี้พัฒนามาจากรถไถประเภทที่สอง โดยการเพิ่มเกียร์เดินหน้า และเกียร์ถอยหลัง ทำให้เกิดความสะดวกและคล่องตัวในการทำงาน เกษตรกรจึงนิยมใช้กันมาก เพราะนอกจากจะใช้ติดอุปกรณ์สำหรับการไถแล้ว ยังนำไปลากรถพ่วงหรือสาลี่บรรทุกเพื่อ บรรทุกผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย รถไถเดินตามประเภทนี้นอกจากจะผลิตไปประเทศ แล้ว ยังมีการสั่งเข้ามาจากต่างประเทศบ้าง รถที่ผลิตจากประเทศมักจะมีเพลาส่งกำลังมา ทางด้านหลังเพื่อขับจอบหมุนหรืออุปกรณ์ทางการเกษตรอื่น ๆ เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถใช้งานได้กว้างขวางขึ้นแต่ราคาสูงกว่า 3-4 เท่า ดังนั้น จึงไมเป็นที่นิยมเพราะเป็นการไม่คุ้มทุน

รถไถเดินตามสองประเภทแรกมีอัตราการส่งกำลังจากเฟืองโซ่หรือเกียร์เพียงความเร็วเดียว ถ้าต้องการเปลี่ยนความเร็วในการเคลื่อนที่ก็จำเป็นต้องเปลี่ยนขนาดมู่เล่ของเครื่องยนต์ หรือมู่เล่ของห้องเฟือง ซึ่งเป็นการยุ่งยากและเสียเวลา แต่ถ้าจะเปลี่ยนความเร็วรอบของเครื่องยนต์ก็จะทำให้กำลังที่ได้ไม่แน่นอน

ดังนั้น การเลือกใช้รถไถเดินตามประเภทใดประเภทหนึ่งให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการโดยที่ราคาไม่สูงจนเกินไป จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ

รถไถเดินตามที่เกษตรมีใช้โดยทั่วไปมีขนาดมิติรถไถที่ผลิตในประเทศ มีมิติดังนี้ [4]

ความกว้างของล้อวัดจากขอบนอก	1,200	มิลลิเมตร
ความยาว	2,960	มิลลิเมตร
เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อเหล็ก	800	มิลลิเมตร
ความสูงของจุดต่อพ่วง อุปกรณ์วัดจากตำแหน่งสูงสุด	1,220	มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างเครื่อง

3.1 แนวทางการออกแบบและสร้างเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

1. วัสดุที่ใช้ในการผลิตสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
2. มีกลไกการทำงานไม่ยุ่งยากซับซ้อน
3. มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก
4. มีความแข็งแรงทนทาน
5. สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 การออกแบบเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

เครื่องตัดหญ้ามีส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่

1. ชุดโครงสร้าง
2. ชุดใบมีดตัดหญ้า
3. ชุดส่งกำลัง
4. ชุดเฟืองทดรอบ

โดยแต่ละส่วนมีการออกแบบดังนี้

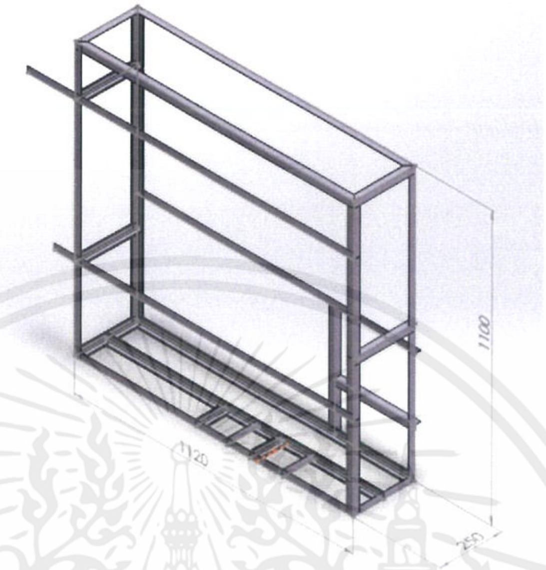
3.2.1 การออกแบบชุดโครงสร้าง

เงื่อนไขการออกแบบ

1. ต้องสร้างให้สัมพันธ์กับทุกภาคส่วนของรถไถเดินตามและชิ้นส่วนต่างๆ
2. สร้างให้สามารถตัดหญ้าเนเปียร์ได้เพียงแถวเดียว

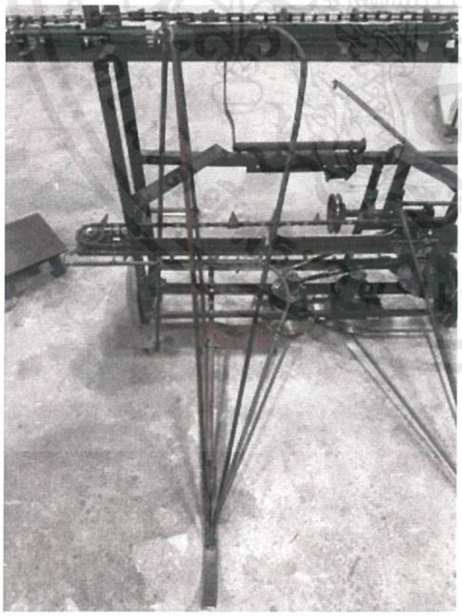
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ทำจากเหล็กเส้นกับเหล็กฉาก ขนาดกว้าง 250 มิลลิเมตร ยาว 1120 มิลลิเมตร สูง 1100 มิลลิเมตร แสดงดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างทั้งหมดของเครื่องตัดหญ้า

อุปกรณ์ลำเลียงต้นหญ้าก่อนตัดทำจากเหล็กเส้น ขนาด 19.05 มิลลิเมตร กว้าง 900 มิลลิเมตร ยาว 300 มิลลิเมตร สูง 1100 มิลลิเมตร แสดงดังรูป 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านซ้าย

รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบชุดใบมีด

เงื่อนไขการออกแบบ

1. ใบมีดตัดหญ้าต้องสามารถตัดต้นหญ้าให้ขาดได้ง่าย

2. ใบมีดตัดหญ้าต้องมีจำนวนฟันมากกว่า 36 ฟัน จึงจะสามารถตัดหญ้าเนเปียร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

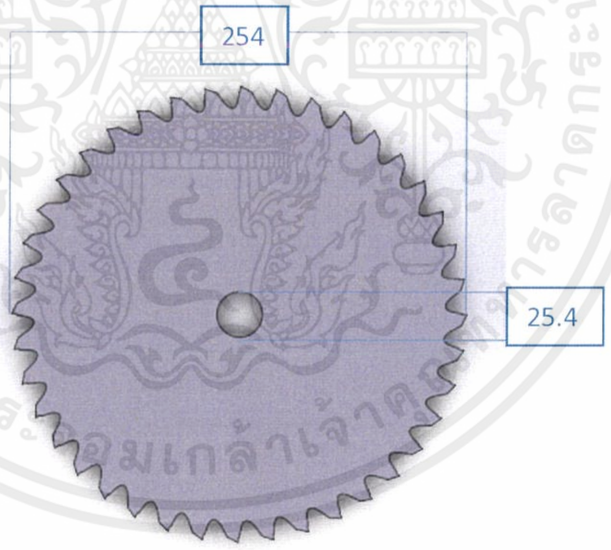
3. ใบมีดตัดหญ้าต้องมีความเร็วรอบที่เหมาะสม

4. เพลาต้องสามารถรับแรงบิด และทอร์กได้อย่างเหมาะสม

มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ดังนี้ 1. ใบมีดตัดหญ้า 2. เพลารับแรง

1) ใบมีด

ลักษณะของใบมีดเป็นใบมีดวงเดือนที่หาซื้อได้ตามท้องตลาด ที่นำไปใช้ในการตัดต้นไม้หรือตอไม้ขนาดเล็กที่ติดกับเครื่องตัดหญ้าขนาดเล็ก โดยมีจำนวนฟัน 40 ฟัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 มิลลิเมตร (10 inch) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านใน 25.4 มิลลิเมตร (1 inch) แสดงดังรูป 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงขนาดและชนิดของใบมีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เพลา

การออกแบบต้องมีการทดสอบหาค่าความแข็งของหญ้าเพื่อนำมาคำนวณหาขนาดเพลาและต้นกำลังที่ใช้โดยใช้เครื่อง TA HD PLUS Texture Analyzer แสดงดังรูป 3.5 และจะได้กราฟ แสดงดังรูป 3.6

รูปที่ 3.5 เครื่อง TA HD PLUS Texture Analyzer

รูปที่ 3.6 กราฟขณะทำการทดสอบโดยเครื่อง TA HD PLUS Texture Analyzer

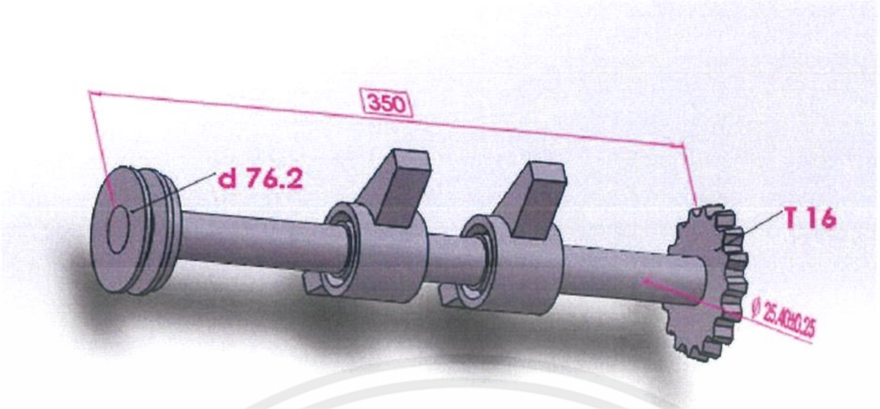
จากรูปที่ 3.6 แกน Y ของกราฟในรูปจะเป็นค่าแรงที่ใช้ในการกด ซึ่งมีหน่วยเป็นนิวตัน (N) ส่วนค่าในแกน X ของกราฟคือระยะทางที่หัวทดสอบกดลงไปในต้นหญ้า สังเกตในระยะแรกกราฟจะสูงขึ้น ดูแกน Y เมื่อถึงจุดที่กราฟลดลงแบบทันทีคือจุดที่หัวทดสอบกดลงบนผิวของหญ้าเนเปียร์แล้วผิวเกิดการแตกหักของเปลือกต้นหญ้า

ตารางที่ 3.1 ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เปลือกต้นหญ้าแตกของตัวอย่าง

ต้นหญ้าที่	แรงที่ทำให้เปลือกต้นหญ้าแตก (N)
1	131.02
2	49.74
3	56.89
4	61.95
5	107.50
ค่าเฉลี่ย	81.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความแข็งเฉลี่ยของหญ้าเนเปียร์มีค่าต่ำกว่าค่าความแข็งสูงสุด เราจะใช้ค่าสูงสุดในการคำนวณ



รูปที่ 3.7 แสดงขนาดเพลาและเฟืองของชุดส่งกำลังจากเครื่องยนต์ (เพลาชุดที่ 1)

เพลาชุดที่ 1 ชุดเพลาตามจากการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ด้วยสายพานที่ความเร็วรอบ 480.03 รอบต่อนาที ที่รัศมี 0.0125 เมตร (0.5 in)

การคำนวณหาแรงบิดของเพลา จากสูตร $T = Fr$ (2.1)

กำหนดให้

แรงที่ใช้ในการตัดหญ้าเนเปียร์ เท่ากับ 131.02 N

รัศมีของเพลา เท่ากับ 0.0125 m(1 in)

แทนค่า $T = 131.02 \times 0.0125$

จะได้ แรงบิด (T) = 1.6378 N.m

การคำนวณหากำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ จากสูตร $W_p = \frac{2\pi NT}{60}$ (2.2)

กำหนดให้

แรงบิดในเพลา เท่ากับ 1.6378 N

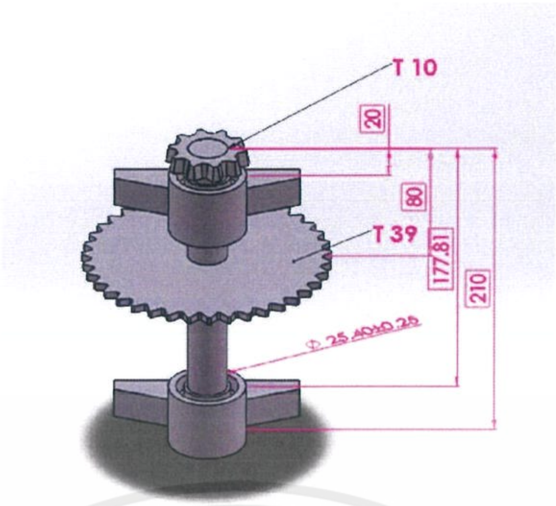
ความเร็วรอบที่ใช้งานต่ำสุด N (ต่ำสุด) เท่ากับ 480.03 rpm

แทนค่า $W_p = \frac{2\pi(480.03)(1.6378)}{60}$

จะได้ กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ = 82.330 watt = $\frac{82.33}{746}$ HP = 0.11 HP

กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ในการสร้างเครื่อง 7 HP แสดงว่าสามารถใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงขนาดเพลาและเฟืองดอกจอกเพื่อเปลี่ยนทิศทางของแรง (เพลาชุดที่ 2)

เพลาชุดที่ 2 ชุดเพลาตามจากเพลาชุดที่ 1 และเฟืองดอกจอกเพื่อเปลี่ยนทิศทางแรงที่ความเร็วรอบ 768.05 รอบต่อนาที ที่รัศมี 0.0125 เมตร (0.5 in)

การคำนวณหาแรงบิดของเพลา จากสูตร $T = Fr$ (2.1)

กำหนดให้

แรงที่ใช้ในการตัดหญ้าเนเปียร์ เท่ากับ 131.02 N

รัศมีของเพลา เท่ากับ 0.0125 m (1 in)

แทนค่า $T = 131.02 \times 0.0125$

จะได้ แรงบิด (T) $= 1.6378$ N.m

การคำนวณหากำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ จากสูตร $W_p = \frac{2\pi NT}{60}$ (2.2)

กำหนดให้

แรงบิดในเพลา เท่ากับ 1.6378 N

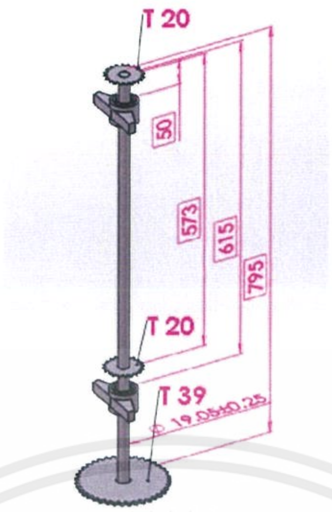
ความเร็วรอบที่ใช้งานต่ำสุด N (ต่ำสุด) เท่ากับ 768.05 rpm

แทนค่า $W_p = \frac{2\pi(768.05)(1.6378)}{60}$

จะได้ กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ $= 131.728$ watt $= \frac{131.728}{746}$ HP $= 0.18$ HP

กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ในการสร้างเครื่อง 7 HP แสดงว่าสามารถใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงขนาดเพลาและเฟืองของชุดส่งกำลังเพื่อส่งไปยังใบมีดและโซ่ลำเลียง (เพลาชุดที่ 3)

เพลาชุดที่ 3 ชุดเพลาตามจากเพลาชุดที่ 2 เพื่อส่งกำลังไปชุดลำเลียงที่ความเร็วรอบ 768.05 รอบต่อนาที ที่รัศมี 0.095 เมตร (3/8 in)

การคำนวณหาแรงบิดของเพลา จากสูตร $T = Fr$ (2.1)

กำหนดให้

แรงที่ใช้ในการตัดหญ้าเนเปียร์ เท่ากับ 131.02 N

รัศมีของเพลา เท่ากับ 0.0095 m (3/4 in)

แทนค่า $T = 131.02 \times 0.0095$

จะได้ แรงบิด (T) $= 1.2447$ N

การคำนวณหากำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ จากสูตร $W_p = \dfrac{2\pi NT}{60}$ (2.2)

กำหนดให้

แรงบิดในเพลา เท่ากับ 1.2447 N

ความเร็วรอบที่ใช้งานต่ำสุด N (ต่ำสุด) เท่ากับ 768.05 rpm

แทนค่า $W_p = \dfrac{2\pi(768.05)(1.2447)}{60}$

จะได้ กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ $= 100.11$ watt $= \dfrac{100.11}{746}$ HP $= 0.13$ HP

กำลังเครื่องยนต์ที่ใช้ในการสร้างเครื่อง 7 HP แสดงว่าสามารถใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบชุดส่งกำลัง

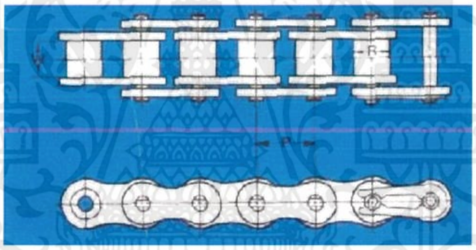
เงื่อนไขการออกแบบ

1. โซ่ขับต้องมีความตึงที่เหมาะสม
2. ระยะห่างของเฟืองโซ่ที่เหมาะสม
3. สายพานต้องมีความยาวที่เหมาะสม
4. สายพานต้องหมุนโดยมีการเลื่อนไถล (slip) ของสายพานน้อยที่สุด
5. โซ่ลำเลียงต้องลำเลียงต้นหญ้าที่ตัดมาแล้วออกไปในทิศทางที่ต้องการได้
6. โซ่ลำเลียงต้องปล่อยต้นหญ้าออกทั้งหมดในจุดปล่อยและต้องไม่มีต้นหญ้ากลับเข้ามา

การออกแบบชุดส่งกำลังมีส่วนประกอบ 3 ส่วน ดังนี้ 1. โซ่ขับ 2. สายพาน 3. โซ่ลำเลียง

1) โซ่ขับ

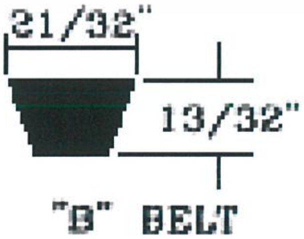
โซ่ขับใช้โซ่เบอร์มาตรฐานที่หาได้ตามท้องตลาด เบอร์ 420 ข้อบาง ระยะ Pitch 12.7 มิลลิเมตร กว้าง 6.4 มิลลิเมตร แสดงดังรูป 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงขนาดของโซ่ขับ

2) สายพาน

สายพานที่ต่อจากต้นกำลังมายังเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ โดยเลือกใช้สายพานล่อง B ขนาด 52 นิ้ว แสดงดังรูป 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงขนาดของสายพานส่งกำลัง ล่อง B

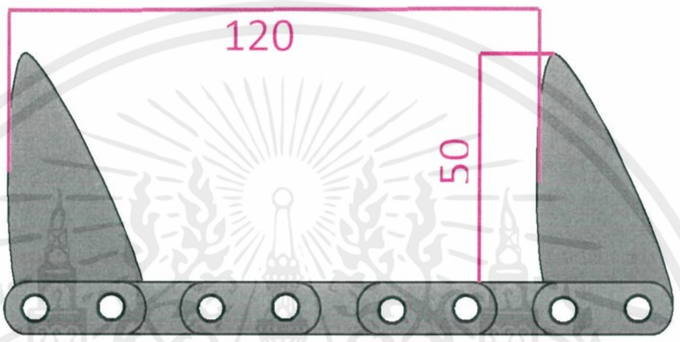
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) โซ่ลำเลียง

การออกแบบโซ่ลำเลียงมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ 1.ครีบ 2.โซ่

1) ครีบ ทำจากเหล็กแผ่นตัดตามแบบ เจาะรูให้มีขนาดเท่ารูของข้อโซ่เพื่อ มีความสูง 50 มิลลิเมตร

2) โซ่ ใช้โซ่เบอร์ 4020 ข้อยาว ถอดตัวประกบข้อโซ่ออกหนึ่งข้าง จากนั้นนำครีบและโซ่มาประกอบกัน แสดงดังรูป 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงขนาดของครีบและโซ่ลำเลียง

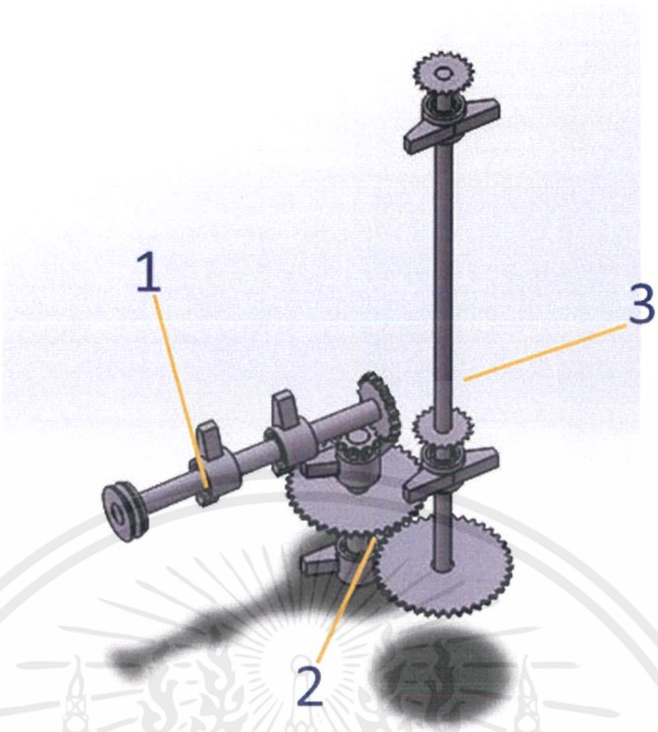
3.2.4 การออกแบบชุดเฟืองทดรอบ

โดยชุดเฟืองจะมีการต่อจากต้นกำลัง โดยต้นกำลังส่งกำลังไปยังชุดเพลาที่ 1 ผ่านสายพาน จากนั้นชุดเพลาที่ 1 ส่งกำลังไปยังยังชุดเพลาที่ 2 มีเฟืองดอกจอกเปลี่ยนทิศทางก่อนส่งไปยังชุดเพลาที่ 3 (ชุดลำเลียง) และชุดใบมีด แสดงดังรูป 3.13

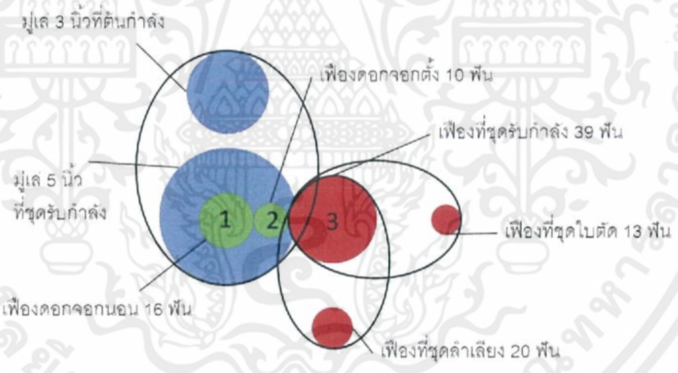
เงื่อนไขการออกแบบ

1. ต้องมีอัตราทดที่ทำให้รอบของใบมีดและการลำเลียงเป็นไปตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.13 แสดงการเชื่อมต่อชุดเฟือง



รูปที่ 3.14 แสดงการทดรอบของเฟืองต่างๆในเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

$$\text{อัตราการทดกำลัง } i = \frac{n_1}{n_2} \qquad (2.3)$$

i = อัตราทดกำลัง

n_1 = จำนวนฟันของเฟืองขับ

n_2 = จำนวนฟันของเฟืองตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราทดของชุดเฟืองขับระบบลำเลียง (หมายเลข 3)

จำนวนฟันของเฟืองขับ 39 ฟัน จำนวนฟันของเฟืองตาม 20 ฟัน

อัตราการทด i = $\frac{n_1}{n_2}$; i = $\frac{39}{20}$ = 1.95

อัตราทดของชุดเฟืองขับใบตัด (หมายเลข 2)

จำนวนฟันของเฟืองขับ 39 ฟัน จำนวนฟันของเฟืองตาม 13 ฟัน

อัตราการทด i = $\frac{n_1}{n_2}$; i = $\frac{39}{13}$ = 3

อัตราการทดเฟืองดอกจอก (หมายเลข 1)

จำนวนฟันของเฟืองขับ 16 ฟัน จำนวนฟันของเฟืองตาม 10 ฟัน

อัตราการทด i = $\frac{n_1}{n_2}$; i = $\frac{16}{10}$ = 1.6

อัตราทดสายพาน I = $\frac{D_1}{D_2}$ (2.4)

I = อัตราการทดกำลัง

D_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับ

D_2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อตาม

อัตราทดของล้อขับจากเครื่องยนต์

ล้อขับจากเครื่องยนต์ขนาด 3 นิ้ว ล้อตามเข้าชุดเพลาขนาด 5 นิ้ว

อัตราการทด I = $\frac{D_1}{D_2}$; I = 0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การทดสอบหาความเร็วรอบของต้นกำลังรถไถเดินตาม

4.1.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาความเร็วรอบของต้นกำลังที่ความเร็วต่างๆของรถไถเดินตาม และนำมาคำนวณหาความเร็วรอบของชุดใบมีดและชุดลำเลียง โดยทั่วไปรถไถเดินตามจะมีความเร็วที่ 2 – 4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทางกลุ่มต้องเลือกใช้ที่ความเร็ว 1.5, 1.75 และ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมงเพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ที่ออกแบบ

4.1.2 วัสดุอุปกรณ์

1. รถไถเดินตามต้นกำลังเครื่องยนต์ดีเซล Kubota รุ่น ET70 ขนาด 7 แรงม้า
2. Tachometer 1 เครื่อง แสดงดังรูปที่ 4.1
3. ตลับเมตร 20 เมตร 1 อัน

รูปที่ 4.1 เครื่อง Tachometer

4.1.3 วิธีการทดสอบ (เพื่อหาความเร็วรอบของรถไถเดินตาม)

1. วัดระยะทาง 10 เมตร
2. วัดความเร็วรอบของต้นกำลัง
3. จับเวลาที่ต้นกำลังเคลื่อนที่ได้ ใน10 เมตร
4. ทำตามข้อ2, ข้อ3 จำนวน 3 ซ้ำและบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 ผลการทดสอบหาความเร็วของต้นกำลังรถไถเดินตาม

ตารางที่ 4.1 ความเร็วของต้นกำลังที่ความเร็วรอบรถไถตามที่กำหนด

ความเร็วรอบของต้นกำลัง (รอบต่อนาที)	ระยะเวลาที่ใช้ในระยะ 10 เมตร (วินาที)	ความเร็วของรถไถเดินตาม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
480.03	23.8	1.5
568.73	20.4	1.75
626.36	18.2	2

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบหาความเร็วของต้นกำลังรถไถเดินตามที่ความเร็วรอบ 480.03, 568.73 และ 626.36 รอบต่อนาที ได้ความเร็ว 1.5, 1.75 และ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ขณะทำการทดสอบหาความเร็วของรถไถเดินตามในแปลงทดลอง แสดงดังรูป 4.2

รูปที่ 4.2 ขณะทำการทดสอบหาความเร็วของรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบความเร็วรอบของใบมีดและโซ่ลำเลียงในห้องปฏิบัติการ

4.2.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาความเร็วรอบของใบมีดและโซ่ลำเลียงในความเร็วต่างๆของรถไถเดินตามและพิจารณาว่าในความเร็วใดของรถไถที่ทำให้ความเร็วรอบของใบมีดและโซ่ลำเลียงใช้งานได้ดีที่สุด

4.2.2 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

2. รถไถเดินตามต้นกำลังเครื่องยนต์ดีเซล Kubota รุ่น ET70 ขนาด 7 แรงม้า แสดงดังรูปที่ 4.3

3. หญ้าเนเปียร์ แสดงดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.3 รถไถเดินตาม Kubota รุ่น ET70 ขนาด 7 แรงม้า

รูปที่ 4.4 หญ้าเนเปียร์

4.2.3 วิธีการทดสอบ

1. นำเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ติดตั้งกับรถไถเดินตาม Kubota รุ่น ET70 7 แรงม้า

2. ตั้งความเร็วรอบของรถไถให้ได้ความเร็วที่ 480.03, 568.73 และ 626.36 รอบต่อนาที ตามลำดับ

3. นำหญ้าเนเปียร์ป้อนเข้าเครื่องตัดหญ้า ดูการตัดและลำเลียง

4. ทำซ้ำข้อ2, ข้อ3 โดยใช้ความเร็วรอบ 480.03, 568.73 และ 626.36 รอบต่อนาที ตามลำดับและบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลการทดสอบความเร็วรอบของใบมีดและโซ่ลำเลียง

ตารางที่ 4.2 ความเร็วรอบของใบมีดและชุดลำเลียงในความเร็วต่างรอบๆของต้นกำลังรถไถเดินตาม

ความเร็วรอบรถไถเดินตาม (รอบ/นาที)	ความเร็วรอบของใบมีด (รอบ/นาที)	ความเร็วรอบของชุดลำเลียง (รอบ/นาที)
480.03	1382.4	898.6
568.73	1637.9	1064.6
626.36	1803.9	1172.5

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบของการตัดและลำเลียงที่ความเร็วรอบรถไถเดินตาม 480.03,568.73 และ 626.36 ในห้องปฏิบัติการ ได้ความเร็วรอบของชุดใบมีด 1382.4, 1637.9 และ 1803.9 รอบต่อนาที ส่วนความเร็วรอบของชุดลำเลียง 898.6, 1064.6 และ 1172.5 รอบต่อนาที ตามลำดับ

จากการทดลองตัดหญ้าเนเปียร์ในห้องปฏิบัติการรอยการตัดที่ต้นหญ้าที่ดีจะต้องเรียบ ไม่เป็นรอยฉีกที่เปลือกของต้น แสดงดังรูป 4.3

รูปที่ 4.5 รอยการตัดที่ต้นหญ้าที่สมบูรณ์

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพการตัดและการลำเลียงของเครื่องตัดหญ้าในแปลงทดลอง

4.3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อหาประสิทธิภาพการตัดและการลำเลียงของเครื่องตัดหญ้าจากจำนวนต้นหญ้าที่ตัดขาด, ไม่โดนการตัด, ลำเลียงออกได้ดี และ ติดค้างอยู่ในเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

2. รถไถเดินตาม Kubota รุ่น ET70 ขนาด 7 แรงม้า

3. หญ้าเนเปียร์

4.3.3 วิธีการทดสอบ

1. นำเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ติดตั้งกับรถไถเดินตาม Kubota รุ่น ET70 ขนาด 7 แรงม้า

2. ตั้งความเร็วของรถไถให้ได้ตามที่กำหนด

3. เดินเครื่องตัดหญ้าและดูจำนวนต้นหญ้าทั้งที่ตัดขาดและไม่โดนตัด, ดูจำนวนต้นหญ้าที่ลำเลียงออกได้และที่ติดค้างภายในเครื่อง นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพ

4. ทำซ้ำข้อ2, ข้อ3 โดยปรับความเร็วที่ 1.5,1.75 และ2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง โดยได้จากการทดสอบต้นกำลังที่ความเร็วรอบ 480.03, 568.73 และ 626.36รอบต่อนาที ตามลำดับและบันทึกผล

4.3.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการตัดและการลำเลียงของเครื่องตัดหญ้า

โดยจำนวนต้นหญ้าที่ใช้ทดลองจำนวน 20 ต้น โดยการจำลองแปลงทดสอบ (เพราะหญ้าที่ปลูกมีความสูงไม่พอที่จะทำการทดสอบได้)

1. ประสิทธิภาพการตัดหญ้าที่ความเร็ว 1.5,1.75 และ2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

คำนวณจากสมการที่ 4.1

$$\frac{\text{จำนวนต้นที่ตัดได้เฉลี่ย}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}} \times 100\% \qquad (4.1)$$

2. ประสิทธิภาพการลำเลียงที่ความเร็ว 1.5, 1.75 และ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

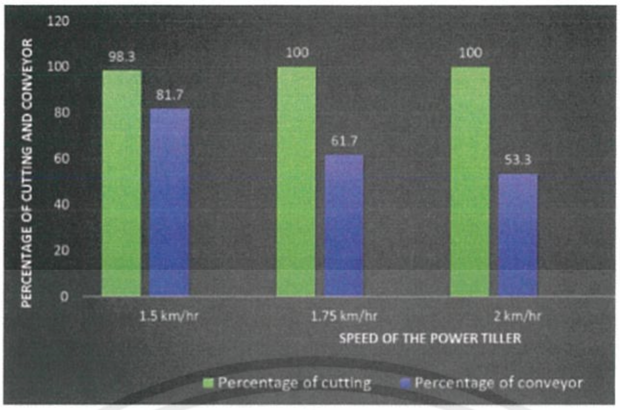
คำนวณจากสมการที่ 4.2

$$\frac{\text{จำนวนต้นที่ลำเลียงได้เฉลี่ย}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}} \times 100\% \qquad (4.2)$$

ที่ความเร็วของรถไถเดินตาม 1.5,1.75 และ2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สามารถตัดได้เฉลี่ย 19.67, 20, และ 20 ต้นตามลำดับ คำนวณได้เปอร์เซ็นต์การตัด 98.3, 100 และ 100

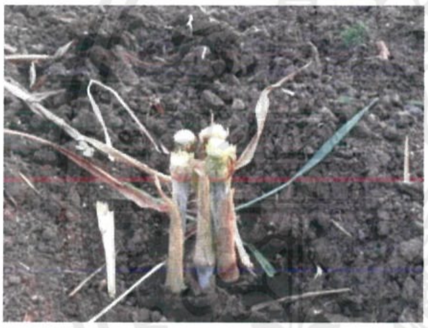
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สามารถลำเลียงได้เฉลี่ย 16.33, 12.33, และ 10.67 ต้นตามลำดับ คำนวณได้เปอร์เซ็นต์การลำเลียง 81.7, 61.7 และ 53.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงดังรูป 4.4



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การตัดและลำเลียง

จากการทดสอบในแปลงทดลองกอต้นหญ้าที่สามารถตัดได้หมดทั้งกอ แสดงดังรูป 4.7 และ การลำเลียงที่ไม่ดีจะมีต้นหญ้าติดอยู่ในเครื่องตัดหญ้า แสดงดังรูป 4.8



รูปที่ 4.7 โคนค้นที่สามารถตัดได้ทุกต้น

รูปที่ 4.8 ต้นหญ้าที่ลำเลียงได้ไม่ดี

4.4 การคำนวณผลประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดหญ้า

สามารถคำนวณประสิทธิภาพได้จากสมการที่ 4.3

$$\eta = \frac{W \times V}{1.6} \tag{4.3}$$

η = ประสิทธิภาพการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง)

W = หน้ากว้างของการทำงาน (เมตร)

V = ความเร็วของรถไถเดินตาม (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

หน้ากว้างที่ทำงานของเครื่องตัดหญ้ากว้าง 0.8 เมตร ที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.5, 1.75 และ 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพการทำงาน 0.75, 0.88 และ 1 ไร่ต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดสอบ

5.1 สรุปผลการทดสอบ

5.1.1 จากการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมและการลำเลียงที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการ ได้ความเร็วรอบ 480.03 รอบต่อนาที (1.5กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ลำเลียงดีที่สุด และตัดได้ดี

5.1.2 จากการทดสอบหาประสิทธิภาพการตัดและการลำเลียงที่ดีที่สุดของเครื่องตัดหญ้าที่ความเร็ว 1.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพการตัดหญ้าเนเปียร์ 98.3 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการลำเลียงต้นหญ้าเนเปียร์ 81.7 เปอร์เซ็นต์

5.1.3 จากการคำนวณหาความสามารถในการทำงานที่ดีที่สุดของเครื่องตัดหญ้าที่ความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง มีความสามารถในการทำงาน 1 ไร่ต่อชั่วโมง แต่เราเลือกที่ความเร็วรถไถเดินตามที่ 1.5กิโลเมตรต่อชั่วโมง เพราะมีประสิทธิภาพดีที่สุด แต่มีความสามารถในการทำงาน 0.75 ไร่ต่อชั่วโมง

5.2 ปัญหาที่พบ

1. หญ้าเนเปียร์ที่นำมาปลูกที่แปลงทดลองของภาควิชาเจริญเติบโตเกือบไม่ทันทำการทดลอง เพราะดินเป็นดินเหนียวและแข็งมากจากต่อการแผ่รากของต้นหญ้า

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบไม่เพียงพอ เช่น รถไถเดินตาม, Tachometer เป็นต้น

3. หญ้าเนเปียร์ในแต่ละกอ ต้นมีความสูงและน้ำหนักไม่เท่ากันทำให้การลำเลียงไม่เกิดการสม่ำเสมอ

4. ในการลำเลียงสามารถลำเลียงได้เฉพาะต้นที่เอียงเข้าหาเครื่องหรือตั้งตรงเท่านั้น ส่วนต้นที่เอียงออกจากเครื่องจะไม่สามารถลำเลียงได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. จากปัญหาข้างต้นควรวางแผนให้ดีและควรตรวจสอบสภาพดินก่อนการปลูก

2. จากปัญหาในการลำเลียงควรทำตัวลำเลียงก่อนการตัดให้ดีกว่านี้เพื่อประสิทธิภาพในการลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ดร.ไกรลาศ เขียวทอง. (2556). คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1, 1 กันยายน 2559. http://www.dld.go.th/th/images/stories/news/newsflash/2557/25561126_1napia.pdf

[2] ดร.ธำรงศักดิ์ พลบำรุง. (2552). ข่าวสารพืชอาหารสัตว์ ISSN : 1513-2749 ปีที่ 14 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน-ธันวาคม 2552, 1 กันยายน 2559. http://www.nutrition.dld.go.th/newletter/1432552/14-3/14-3.pdf

[3] ธนพร วัฒนเสน นิลาวัลย์ จันทร์เพ็ญและบุณย์วรางค์ ภัทรชาติโยธิน. (2557). การหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของหญ้าเนเปียร์(พันธุ์ปากช่อง 1), ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2557

[4] บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2559). เครื่องยนต์ดีเซล, 2 กันยายน 2559. http://www.siamkubota.co.th/product/tractor

[5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2556). หญ้าเนเปียร์ พืชพลังงานสีเขียว, 1 กันยายน 2559. http://www.webkc.dede.go.th/testmax/node/152

[6] รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. (2547). วิศวกรรมขนถ่ายวัสดุ (เล่ม 2) บทที่ 11 โซ่ครีบกวาด (หน้า 297-306), สิงหาคม 2547 ณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ:แผนกตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[7] บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2559). รถไถเดินตาม, 7 กันยายน 2559. http://www.siamkubota.co.th/product/download/brochure/3194

[8] บริษัท IPPC (International Precision Products) จำกัด. (2555). หลักการระบบส่งกำลังของเครื่องจักรกล, 7 กันยายน 2559. http://i-p-p-c.blogspot.com/2012/02/coupling-1.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. ตารางการเก็บค่าและผลการทดลองต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1ก.ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เปลือกต้นหญ้าเนเปียร์แตก

ต้นหญ้าที่	แรงที่ทำให้เปลือกต้นหญ้าแตก (N)
1	131.02
2	49.74
3	56.89
4	61.95
5	107.50
เฉลี่ย	**81.42**

ตารางที่ 2ก. ความเร็วรอบของต้นกำลังขณะความเร็วที่กำหนด

จำนวนครั้งที่ทดสอบ	ความเร็วรอบของต้นกำลัง (รอบต่อนาที)		
1	482.6	572.4	626.8
2	479	566.4	626.1
3	478.5	567.4	626.2
เฉลี่ย	**480.03**	**568.73**	**626.36**

ตารางที่ 3ก. แสดงประสิทธิภาพการตัดหญ้าที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนต้นที่สามารถตัดได้ (ต้น)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	19	95
2	20	100
3	20	100
เฉลี่ย	**19.67**	**98.3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4ก.แสดงประสิทธิภาพการตัดหญ้าที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนต้นที่สามารถตัดได้ (ต้น)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	20	100
2	20	100
3	20	100
เฉลี่ย	**20**	**100**

ตารางที่5ก.แสดงประสิทธิภาพการตัดหญ้าที่ความเร็วรถไถเดินตาม 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนต้นที่สามารถตัดได้ (ต้น)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	20	100
2	20	100
3	20	100
เฉลี่ย	**20**	**100**

ตารางที่ 6ก. แสดงประสิทธิภาพการลำเลียงที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนต้นที่สามารถตัดได้ (ต้น)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	15	75
2	18	90
3	16	80
เฉลี่ย	**16.33**	**81.7**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7ก. แสดงประสิทธิภาพการลำเลียงที่ความเร็วรถไถเดินตาม 1.75 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนต้นที่สามารถตัดได้ (ต้น)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	10	50
2	13	65
3	14	70
เฉลี่ย	**12.33**	**61.7**

ตารางที่ 8ก. แสดงประสิทธิภาพการลำเลียงที่ความเร็วรถไถเดินตาม 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จำนวนครั้งที่ทดสอบ	จำนวนต้นที่สามารถตัดได้ (ต้น)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)
1	14	70
2	10	50
3	8	40
เฉลี่ย	**10.67**	**53.3**

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

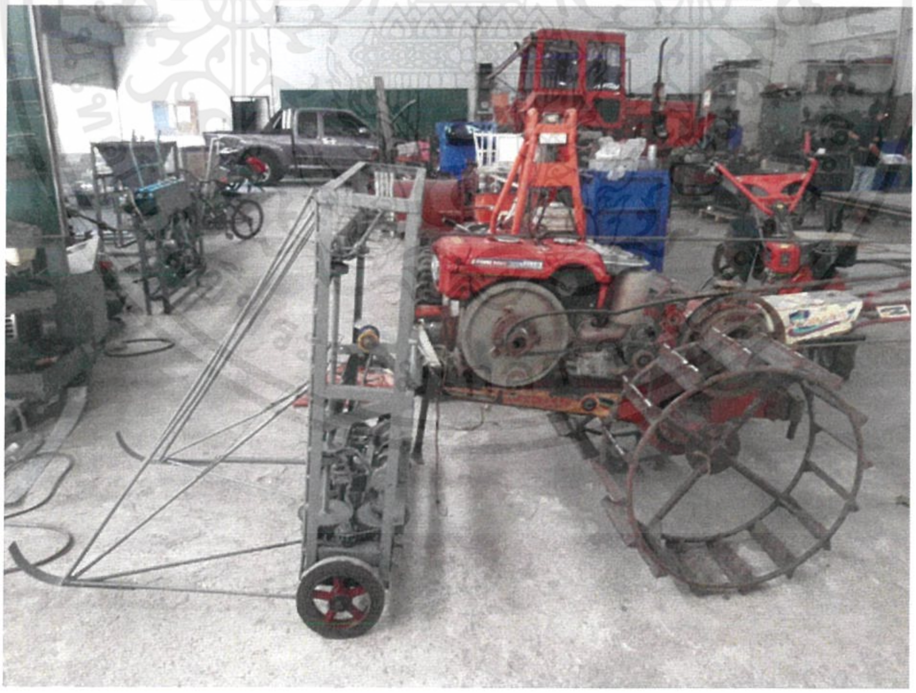
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข. รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

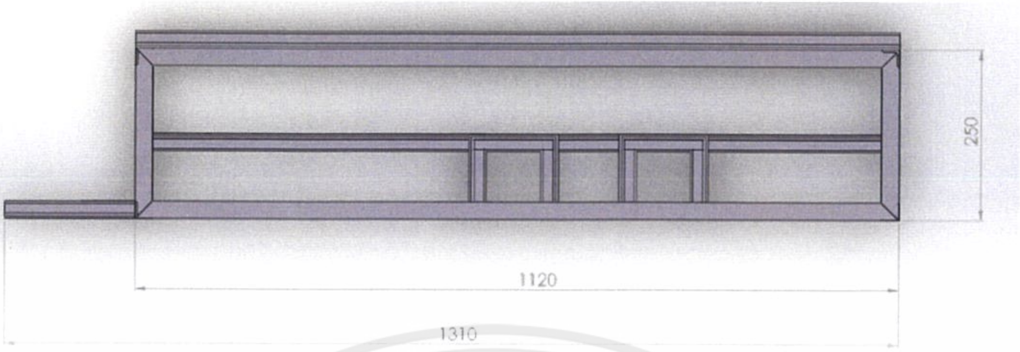
ภาคผนวก ข

รูปที่ 1ข. ภาพแสดงเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์

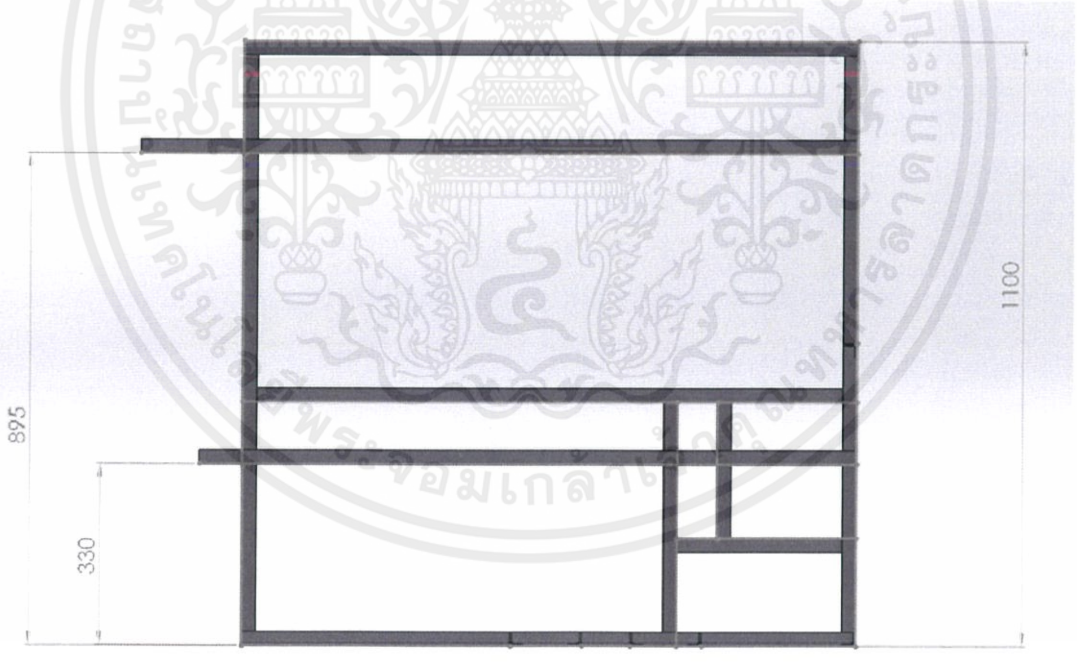


รูปที่ 2ข. ภาพแสดงเครื่องตัดหญ้าเนเปียร์ขณะติดตั้งกับรถไถเดินตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

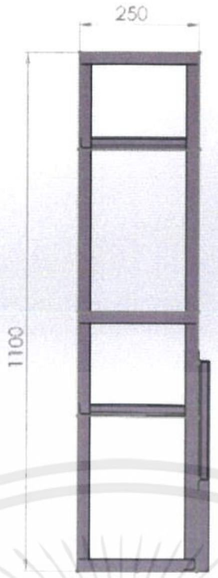


รูปที่ 3ข. ภาพแสดงขนาดของโครงสร้างเครื่องตัดหญ้าด้านบน

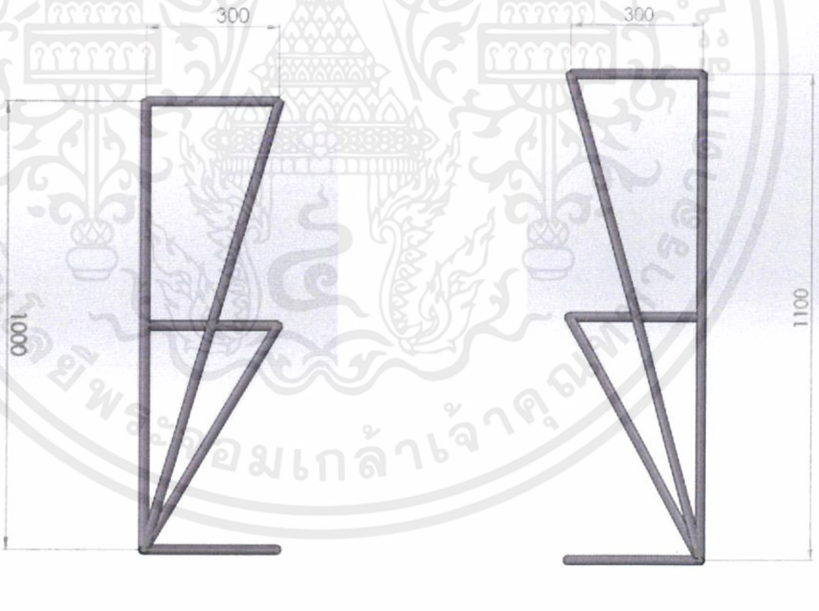


รูปที่ 4ข. ภาพแสดงขนาดของโครงสร้างเครื่องตัดหญ้าด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5ข. ภาพแสดงขนาดของโครงสร้างเครื่องตัดหญ้าด้านข้าง



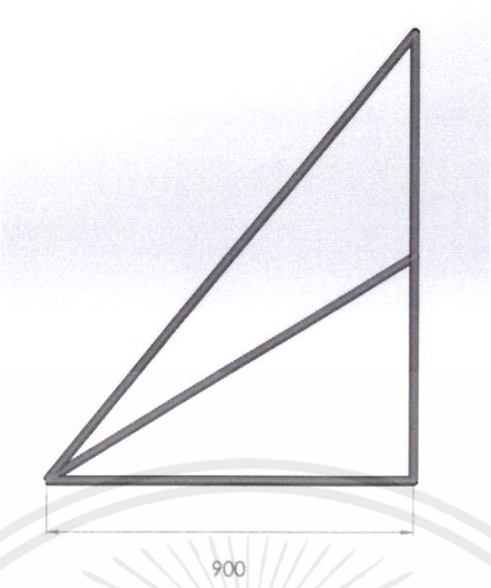
ก) ข)

รูปที่ 6ข. ภาพแสดงขนาดของอุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัด

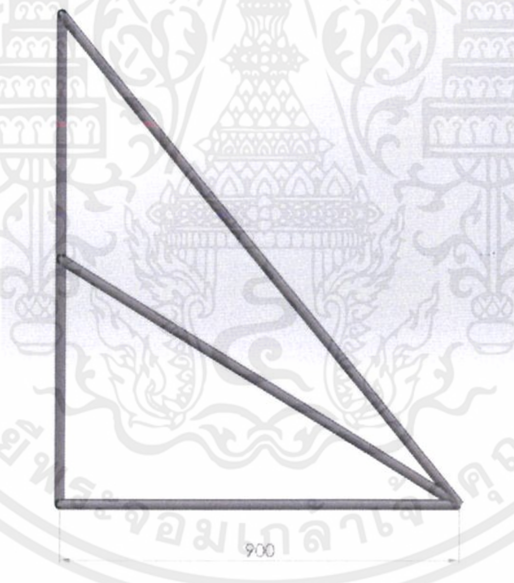
ก) อุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านซ้าย

ข) อุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

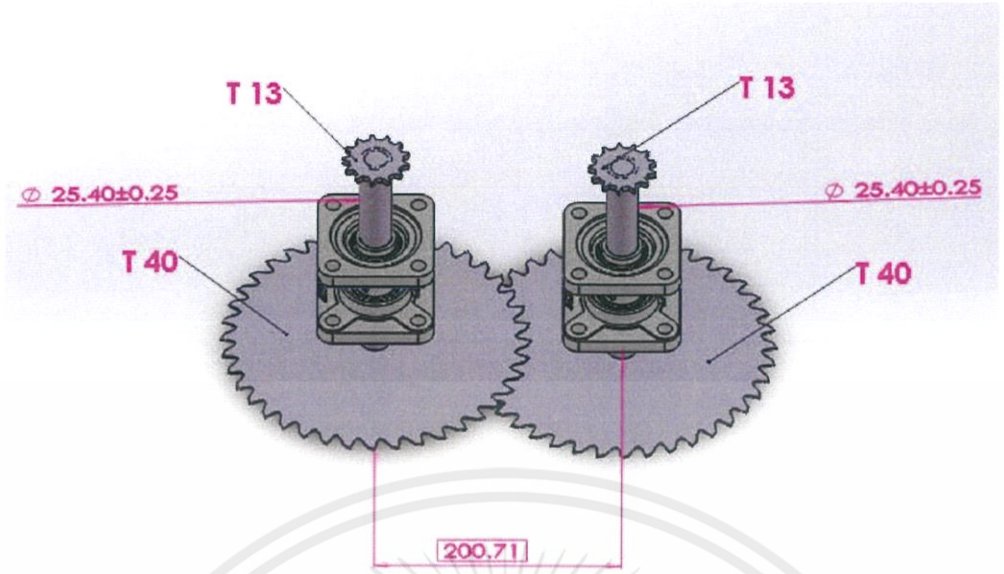


รูปที่ 7ข. ภาพแสดงขนาดของอุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านซ้าย

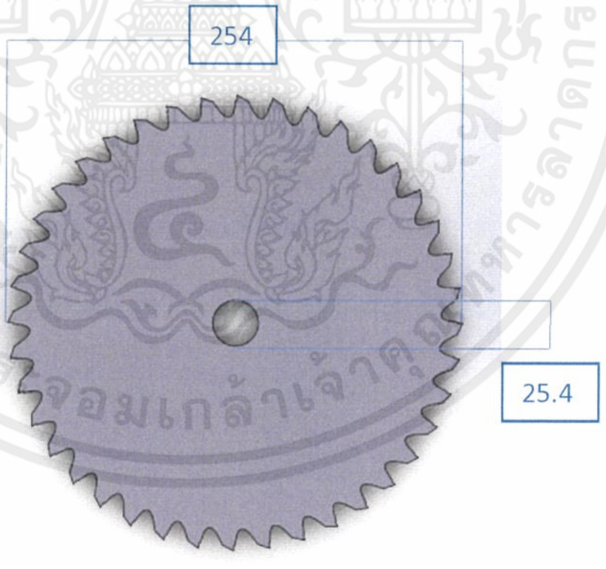


รูปที่ 8ข. ภาพแสดงขนาดของอุปกรณ์ลำเลียงก่อนตัดด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

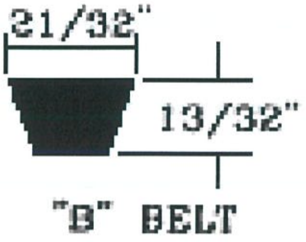


รูปที่ 9ข. ภาพแสดงขนาดของชุดใบตัด

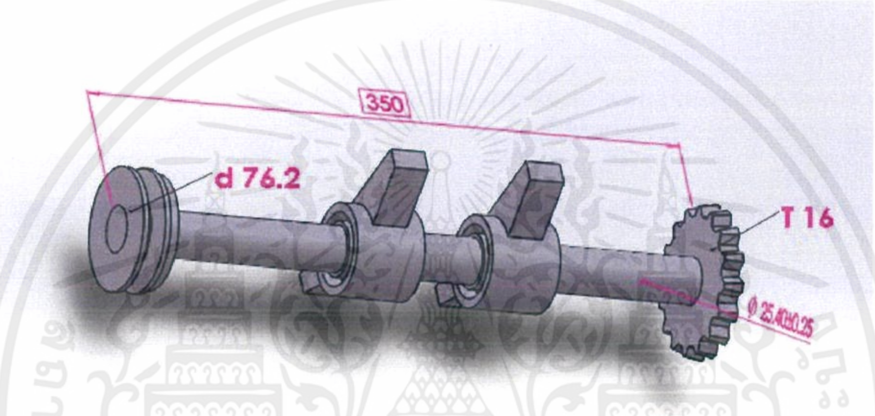


รูปที่ 10ข. ภาพแสดงขนาดของใบมีดตัดหญ้า

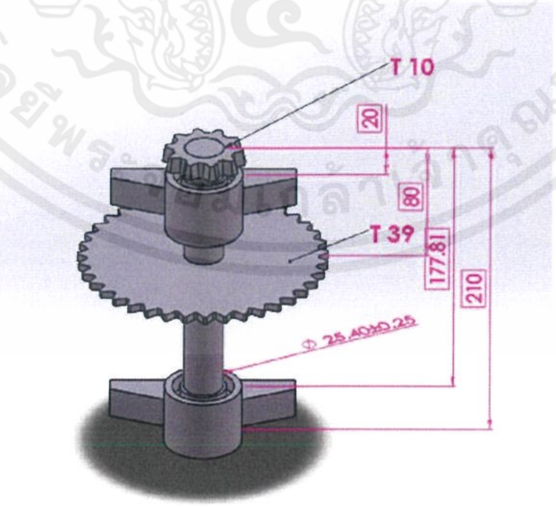
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11ข. ภาพแสดงขนาดของสายพานส่งกำลัง B 52 in

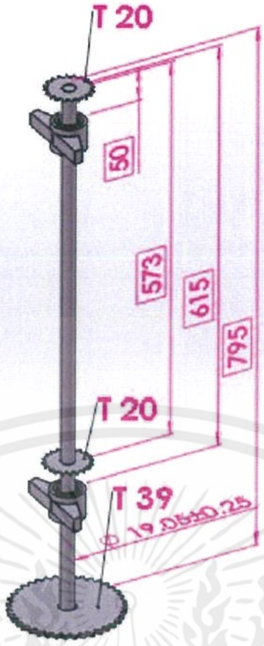


รูปที่ 12ข. ภาพแสดงขนาดของชุดเพลาส่งกำลังไปเฟืองดอกจอก

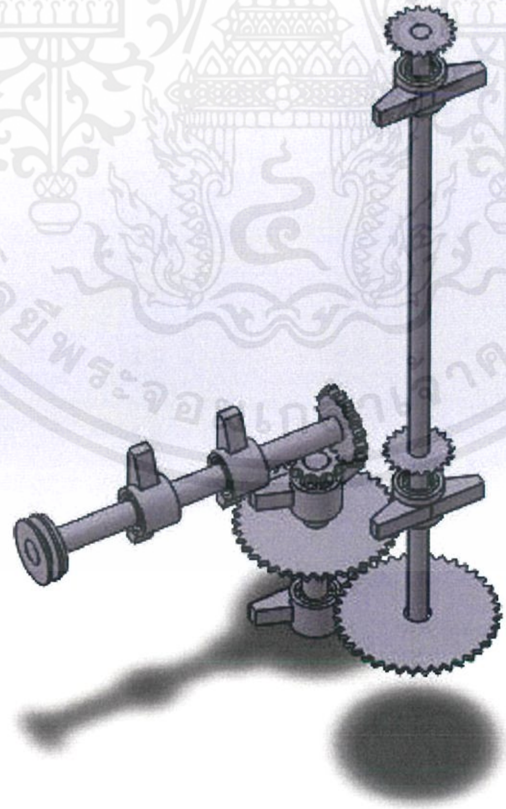


รูปที่ 13ข. ภาพแสดงขนาดของชุดเพลาส่งกำลังจากเฟืองดอกจอกไปเฟืองขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14ข. ภาพแสดงขนาดของชุดเพลาส่งกำลังไปโซ่ลำเลียง



รูปที่ 15ข. ภาพแสดงการทดรอบของเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้