

การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์
DEVELOPMENT OF TRACTOR MOUNTED CASSAVA HARVESTER FOR
COMMUNITY



โดย
นาย พลกฤษณ์ นิเมพันธ์
นาย พิศศักดิ์ มีบุญ
นางสาว อนาอิส อารีย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิชาวิศวกรรมขนส่งทางราง

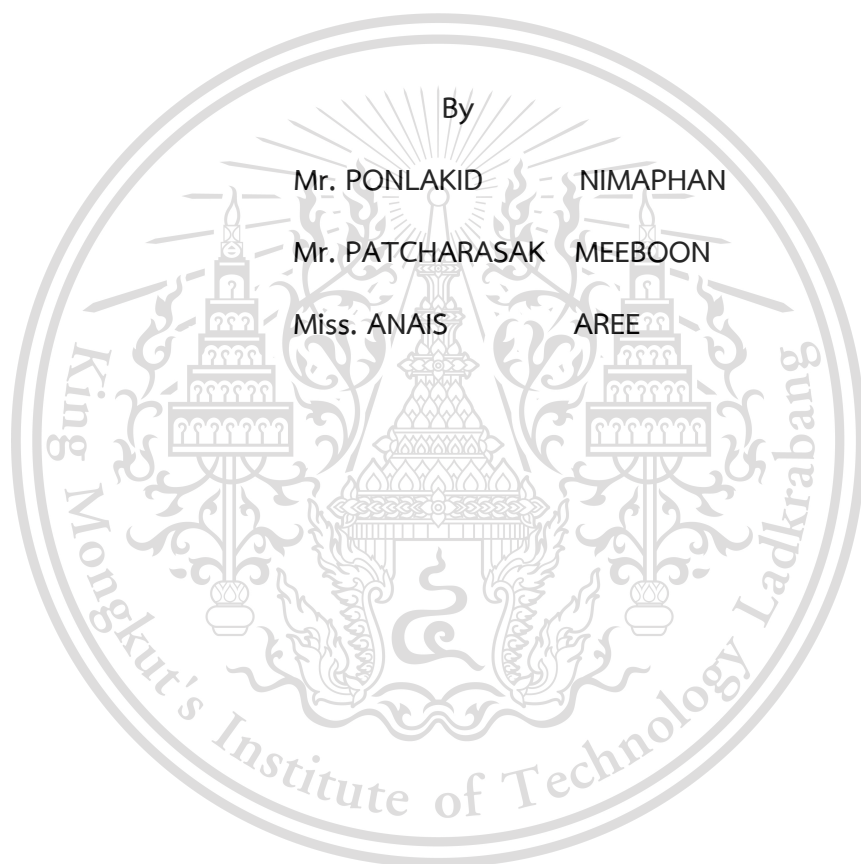
คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาสาระของเอกสารนี้ไปใช้
ปีการศึกษา 2563

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

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

DEVELOPMENT OF TRACTOR MOUNTED CASSAVA HARVESTER FOR COMMUNITY



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN RAIL TRANSPORTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2020

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

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

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมขนส่งทางราง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์

DEVELOPMENT OF TRACTOR MOUNTED CASSAVA HARVESTER FOR
COMMUNITY

ผู้จัดทำ

1. นายพลกฤษณ์ นิเมพันธ์ รหัสประจำตัว 60010672
2. นายพัชรศักดิ์ มีบุญ รหัสประจำตัว 60010683
3. นางสาวอนาส อารี รหัสประจำตัว 60011139

ณัฐวุฒิ เตไพบ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. ณัฐวุฒิ เตไพบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์

DEVELOPMENT OF TRACTOR MOUNTED CASSAVA HARVESTER FOR COMMUNITY

นายพลกฤษณ์ นิเมพันธ์ 60010672

นายพัชรศักดิ์ มีบุญ 60010683

นางสาวอนาอิส อารีย์ 60011139

ผศ.ดร. ญัฐวุฒิ เตไปวา อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ เพื่อออกแบบกลไกและเลือกอุปกรณ์ต่างๆในเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังให้เหมาะสม เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้มีหน้าที่ขุด หนีบเหง้า ลำเลียง ตัดเหง้าออกจากหัวมันสำปะหลังและยกมันสำปะหลังขึ้นสู่รถบรรทุก ส่วนที่มีพัฒนาเพิ่มเติมคือ การลำเลียง การตัดเหง้าออกจากหัวมันสำปะหลัง และการยกมันสำปะหลังขึ้นสู่รถบรรทุก โดยในส่วนของกลไกการตัดเหง้าและการยกมันสำปะหลังจะทำงานด้วยระบบไฮดรอลิก และเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้มีเพลลาอำนาจกำลังจากรถแทรกเตอร์ 50-55 แรงม้าเป็นต้นกำลัง โดยทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพของมันสำปะหลังขณะเก็บเกี่ยว ทำการออกแบบกลไก และคำนวณความเร็วที่เหมาะสมในกลไกต่างๆ ซึ่งพบว่า ขุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังสามารถหนีบมันสำปะหลังที่มีความดันบีม 3,800 กิโลปาสคาล ขุดตัดมันสำปะหลังทำงานได้ดีที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที ด้วยความดันบีม 18,800 กิโลปาสคาล ขุดลำเลียงสามารถลำเลียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ 0.5 เมตรต่อวินาที และขุดยกสามารถยกกระบะมันสำปะหลังได้โดยใช้ความดันบีม 10,614 กิโลปาสคาล จากนั้นดำเนินการสร้างและทดสอบการใช้งาน แต่เนื่องด้วยสถานการณ์การระบาดของโควิด-19 ทำให้ส่วนของการตัดทดสอบจากเครื่องจำลองการตัดมันสำปะหลัง และผลทดสอบพบว่า การลำเลียงและการตัดเหง้ามันสำปะหลังสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

DEVELOPMENT OF TRACTOR MOUNTED CASSAVA HARVESTER FOR COMMUNITY

Ponlakid Nimaphan 60010672

Patcharasak Meeboon 60010683

Anais Aree 60011139

Asst. prof. Dr.Nattawoot Depaiwa

Advisor

Year 2563

Abstract

This project presents about development of tractor mounted cassava harvester for designing mechanism parts which consists of digger, clamping unit conveying unit cutting unit and lifting unit. The lifting unit and cutting unit are worked by hydraulic system. This cassava harvester uses power take-off shaft from 50-55 horsepower tractor to be power source. This project will start with studying the physical property of the cassava, designing the mechanism in the cassava harvester, designing the appropriate velocity in each mechanism and then constructing the machine and testing, respectively. The calculation for this project is founded that rhizome clamping unit was able to clamp the cassava at the pump pressure of 3800 kPa. The conveying unit can work effectively with 0.5 m/s of speed. And the lifting unit can lift the cassava tray to a truck by using 10,614 kPa pressure from pump. Unfortunately, due to COVID-19 pandemics, the cutting unit result got from cutter model. The final result also founded that clamping and cutting unit are useable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี ก็เพราะด้วยความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือในด้านต่างๆ เสมอจาก ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ เตไปวา อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณพี่โมเสส ที่ให้การสนับสนุนการสร้างเครื่องชุดมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบให้แก่คณะผู้วิจัย

ขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ ร่วมสถาบันทุกท่านจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านที่ทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จไปด้วยดี

และสุดท้ายต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจความเอาใจใส่เสมอมาในทุกๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้



นาย พลฤกษ์	นิมะพันธ์
นาย พชรศักดิ์	มีบุญ
นางสาว อนาอิส	อารีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูปภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.4 วิธีการดำเนินโครงการ.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง.....	7
2.1.1 ลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลัง.....	7
2.1.2 ประวัติความเป็นมาของมันสำปะหลัง.....	7
2.1.3 มันสำปะหลังในประเทศไทย.....	7
2.1.4 มันสำปะหลังกับเศรษฐกิจในประเทศไทย.....	8
2.1.5 การปลูกมันสำปะหลัง.....	9
2.1.6 การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	10
2.1.7 ปัญหาในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	12
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรถแทรกเตอร์.....	13
2.2.1 เพลอำนาจกำลัง.....	13
2.2.2 การเปลี่ยนเพลอำนาจกำลัง.....	14
2.2.3 ที่ต่อพ่วงสำหรับเครื่องมือท่อนแรงที่ใช้กับรถแทรกเตอร์.....	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3 การออกแบบชุดตัดเห้ง้ำมันสำปะหลัง.....	15
2.4 การออกแบบชุดลำเลียง	16
2.5 งานวิจัยพัฒนาเครื่องชุดมันสำปะหลังในประเทศไทย(เพิ่มเติม)	19

บทที่ 3 ทฤษฎีและการคำนวณเพื่อออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

3.1 หลักการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	24
3.2 การออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	24
3.3 การออกแบบชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเห้ง้ำมันสำปะหลัง.....	25
3.3.1 การวางตำแหน่งชุดตัดเห้ง้ำมันสำปะหลัง.....	25
3.3.2 การออกแบบความเร็วรอบของชุดตัดเห้ง้ำมันสำปะหลัง.....	28
3.4 การออกแบบและการคำนวณชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลัง.....	29
3.4.1 การออกแบบรูปร่างของชุดลำเลียง.....	29
3.4.2 การออกแบบการวางสายพานลำเลียง.....	29
3.4.3 การออกแบบขนาดและช่วงระยะห่างของบังเหียงบนสายพาน.....	30
3.4.4 การคำนวณหาความเร็วของสายพานลำเลียง.....	31
3.4.5 การคำนวณเลือกวัสดุทำสายพานตาข่าย.....	32
3.4.6 การคำนวณเลือกโซ่ลำเลียงและขนาดเฟืองโซ่.....	33
3.5 การออกแบบและการคำนวณความแข็งแรงของโครงสร้างหลักของเครื่องเก็บเกี่ยวมัน สำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์.....	35
3.5.1 การออกแบบและการคำนวณโครงสร้างหลักของชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	36
3.5.2 การออกแบบและการคำนวณชุดยกกระบะรวมกองมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก.....	43
3.6 การออกแบบและการคำนวณระบบไฮดรอลิกสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยว มันสำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาด 50-55 แรงม้า.....	54
3.6.1 การออกแบบและการคำนวณกระบะสูบไฮดรอลิกสำหรับกระบะสูบ ของชุดยกกระบะรวมกองในการขนย้ายมันสำปะหลัง.....	55
3.6.2 การออกแบบและการคำนวณมอเตอร์ไฮดรอลิกเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	70
3.6.3 ตารางสรุปกำลังของระบบไฮดรอลิก.....	75
3.7 วิธีการทดสอบการใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์นี้ให้เป็นของโรงเรียน และสงวนลิขสิทธิ์เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.7.1	วิธีการทดสอบการใช้งานชุดหนีบเห้งมันสำปะหลัง.....	76
3.7.2	วิธีการทดสอบการใช้งานชุดตัดเห้งมันสำปะหลัง.....	77
3.7.3	วิธีการทดสอบการใช้งานชุดลำเลียง.....	77
3.7.4	แนวทางการทดสอบการใช้ชุดกระบะรวมกอง.....	77
3.7.5	การวิเคราะห์ผลการทำงานของชุดอุปกรณ์เก็บเกี่ยว.....	77

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1	ผลการออกแบบและพัฒนาชุดหนีบมันสำปะหลัง.....	79
4.2	ผลการออกแบบและพัฒนาชุดตัดเห้งมันสำปะหลังเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร.....	80
4.3	ผลการออกแบบชุดลำเลียงมันสำปะหลังไปยังกระบะรวมกอง.....	83
4.4	ผลการออกแบบและพัฒนากระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก.....	84
4.5	ผลการทดสอบและประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	85
4.6	ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังกับความสามารถในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องต้นแบบ.....	86

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1	สรุปผลการศึกษา.....	87
5.2	สรุปข้อได้เปรียบของการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	88
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	89

เอกสารอ้างอิง.....90

ภาคผนวก.....91

ภาคผนวก ก.....92

ภาคผนวก ข.....103

ภาคผนวก ค.....121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การสำรวจผลผลิตมันสำปะหลังในปี 2562-2563 และผลพยากรณ์ปี 2564.....	8
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องผลิตหัวมัน.....	16
ตารางที่ 2.3 ความสามารถในการขุดมันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้.....	17
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงความเร็วไต่ป้อนและความเร็วใบเลื่อยจากงานวิจัย ของนายอนุชิต ฉ่ำสิงห์.....	28
ตารางที่ 3.2 แสดงรุ่นมาตรฐาน ตะแกรงเหล็กฉีก.....	33
ตารางที่ 3.3 ตารางสัมประสิทธิ์ความเสียหายของล้อรถแทรกเตอร์.....	40
ตารางที่ 3.4 ขนาดท่อน้ำมันไฮดรอลิก.....	59
ตารางที่ 3.5 ขนาดท่อน้ำมันไฮดรอลิก.....	66
ตารางที่ 3.6 ขนาดท่อน้ำมันไฮดรอลิก.....	73
ตารางที่ 3.7 กำลังของระบบกระบอสูบไฮดรอลิก.....	75
ตารางที่ 3.8 กำลังของระบบมอเตอร์ไฮดรอลิก.....	76
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการหนีบมันสำปะหลังของชุดหนีบมันสำปะหลัง.....	80
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบเครื่องจำลองชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง.....	83
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังก่อนและหลังพัฒนา.....	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1	แผนผังขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง.....	1
รูปที่ 1.2	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	2
รูปที่ 1.3	แสดงเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของ รศ.วิชา หมั่นทำการ และคณะ.....	3
รูปที่ 1.4	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบไว้ของ ผศ.ธนุวัศ ทางดี.....	3
รูปที่ 1.5	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้สร้างไว้ของนายระพี บุญบุตร (พีโมเสส)	3
รูปที่ 1.6	ลักษณะทางกายภาพของเหง้ามันสำปะหลัง.....	5
รูปที่ 2.1	สถิติการส่งออกมันสำปะหลัง ตั้งแต่ปี 2561 ถึง 2563.....	9
รูปที่ 2.2	ลักษณะการปลูกของต้นมันสำปะหลังด้านหน้าแปลง และความสูงของการยกทรง.....	10
รูปที่ 2.3	ลักษณะการปลูกของต้นมันสำปะหลังด้านหน้าและด้านข้างแปลง.....	10
รูปที่ 2.4	การเรียงต้นมันเพื่อรอสับเหง้า.....	11
รูปที่ 2.5	การเก็บหัวมันใส่เข่งขนขึ้นรถบรรทุก.....	11
รูปที่ 2.6	คานงัดเหง้ามันสำปะหลัง.....	11
รูปที่ 2.7	การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องชุด.....	12
รูปที่ 2.8	เพลอาำนวยกำลัง.....	13
รูปที่ 2.9	เพลอาำนวยกำลังชนิด 1000 รอบต่อนาที และ 540 รอบต่อนาที ตามลำดับ.....	13
รูปที่ 2.10	ที่ต่อพวงแบบ 3 จุด (three point hitch)	15
รูปที่ 2.11	เครื่องต้นแบบปลิดเหง้ามันสำปะหลังโดยใช้ใบเลื่อยวงเดือนที่ 2.....	15
รูปที่ 2.12	ลักษณะรอยจากการตัดเหง้ามันสำปะหลัง.....	16
รูปที่ 2.13	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้กระพ้อลำเลียง	18
รูปที่ 2.14	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	18
รูปที่ 2.15	เครื่องชุดมันสำปะหลังพร้อมชุดลำเลียงเมื่อประกอบเข้ากับรถแทรกเตอร์.....	19
รูปที่ 2.16	ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้น.....	20
รูปที่ 2.17	ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังออก.....	20
รูปที่ 2.18	เครื่องชุดมันสำปะหลัง มข.48.....	21
รูปที่ 2.19	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบติดตั้งด้านข้างสำหรับใช้กับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ.....	21
รูปที่ 2.20	เครื่องชุดมันสำปะหลังโดย รศ.วิชา หมั่นทำการ.....	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการถือลิขสิทธิ์อื่น ๆ หรือการนำเนื้อหาไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.21 ชุดกลไกจับยึดและสับเห้งน้ำมันสำปะหลัง.....	23
รูปที่ 2.22 การจำแนกรูปทรงลำต้น 6 กลุ่ม.....	23
รูปที่ 3.1 รูปโมเดลรถแทรกเตอร์ที่พ่วงท้าย.....	24
รูปที่ 3.2 รูปโมเดลรถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังด้วยรถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	24
รูปที่ 3.3 ชุดตัดเห้งน้ำมันสำปะหลัง.....	25
รูปที่ 3.4 ลักษณะการตำแหน่งการวางของใบเลื่อยวงเดือนทั้ง 3 ใบ.....	26
รูปที่ 3.5 ระยะห่างของตำแหน่งใบเลื่อยวงเดือนทั้ง 3 ใบ.....	26
รูปที่ 3.6 ตัวบังคับทิศทางลักษณะเป็นแท่ง.....	27
รูปที่ 3.7 ระยะและขนาดตัวบังคับทิศทางลักษณะเป็นแท่ง.....	27
รูปที่ 3.8 ระยะและขนาดตัวบังคับทิศทางแบบทางลาดเอียง.....	28
รูปที่ 3.9 ลักษณะชุดลำเลียง.....	29
รูปที่ 3.10 สายพานที่ออกแบบ.....	30
รูปที่ 3.11 ลักษณะบั้งเหล็ก.....	31
รูปที่ 3.12 ลักษณะการวางบั้งเหล็ก.....	31
รูปที่ 3.13 แสดงขนาดของชุดลำเลียงกับกระบะรวมกอง.....	31
รูปที่ 3.14 ลักษณะดาข่าย.....	33
รูปที่ 3.15 แผนภาพวัตถุอิสระของการเคลื่อนที่ของมันสำปะหลัง.....	34
รูปที่ 3.16 ชุดอัตราทดกำลังของชุดลำเลียงมันสำปะหลัง.....	35
รูปที่ 3.17 โมเดลชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	37
รูปที่ 3.18 โครงสร้างชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	37
รูปที่ 3.19 โครงสร้างหลักของชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง.....	41
รูปที่ 3.20 การ fixed จุดที่รับแรงจากการลากจูงด้วยรถแทรกเตอร์.....	41
รูปที่ 3.21 การกำหนดแรงหรือน้ำหนักลงบนโครงสร้างชุดเก็บเกี่ยว.....	42
รูปที่ 3.22 การ mesh โครงสร้าง.....	42
รูปที่ 3.23 กำหนดวัสดุของชิ้นงาน.....	42
รูปที่ 3. 24 ผลการSimulationความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องเก็บเกี่ยว.....	43
รูปที่ 3.25 ผลตำแหน่งของวัสดุที่รับภาระสูงในจุดต่างๆของโครงสร้างเครื่องเก็บเกี่ยว.....	43
รูปที่ 3.26 โมเดลรถยกกระบะรวมกอง.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการถือลิขสิทธิ์ ลิขสิทธิ์นี้เป็นให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.27 การประกอบกระเบาะเข้าสู่ข้อพวงเสา(MAST)	45
รูปที่ 3.28 fixedจุดที่รับแรงจากโซ่ดึงข้อพวงของกระเบาะ.....	46
รูปที่ 3.29 การกำหนดแรงหรือน้ำหนักลงบนกระเบาะ.....	46
รูปที่ 3.30 การ mesh กระเบาะ.....	46
รูปที่ 3.31 กำหนดวัสดุของชิ้นงาน.....	46
รูปที่ 3.32 ผลการSimulationความแข็งแรงของกระเบาะ.....	47
รูปที่ 3.33 ผลตำแหน่งของวัสดุที่รับภาระสูงในจุดต่างๆของกระเบาะ.....	47
รูปที่ 3.34 รูปแสดงการวิเคราะห์โมเมนต์ของเสา(MAST).....	48
รูปที่ 3.35 รูปแสดงขนาด ระยะ และข้อมูลทางกายภาพของคาน I-beam.....	48
รูปที่ 3.36 รูปแสดงขนาด ระยะ และข้อมูลทางกายภาพของคาน L-beam.....	49
รูปที่ 3.37 รูปฐานรถของรถยกกระเบาะรวมกอง.....	50
รูปที่ 3.38 การfixedจุดที่รับแรงจากโซ่ดึงข้อพวงของฐานรถ.....	50
รูปที่ 3.39 การกำหนดแรงหรือน้ำหนักลงบนฐานรถ.....	51
รูปที่ 3.40 การ mesh ฐานรถ.....	51
รูปที่ 3.41 กำหนดวัสดุของชิ้นงาน.....	51
รูปที่ 3.42 ผลการ Simulation ความแข็งแรงของกระเบาะ.....	51
รูปที่ 3.43 ผลตำแหน่งของวัสดุที่รับภาระสูงในจุดต่างๆของกระเบาะ.....	52
รูปที่ 3.44 แรงที่ล้อหน้าและล้อหลังรับของรถยกเมื่อยกมันสำปะหลัง 3,000 kg.....	52
รูปที่ 3.45 แรงที่ล้อหน้าและล้อหลังรับของรถยกเมื่อยกมันสำปะหลัง 1,500 kg.....	53
รูปที่ 3.46 วงจรไฮดรอลิก.....	54
รูปที่ 3.47 วงจรกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับยกกระเบาะรวมกอง.....	55
รูปที่ 3.48 การคำนวณหาโหลดของกระบอกสูบไฮดรอลิก.....	56
รูปที่ 3.49 แสดงการยกน้ำหนักของกระบอกสูบ.....	56
รูปที่ 3.50 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ B ขณะเคลื่อนที่ขึ้น.....	59
รูปที่ 3.51 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ A ขณะเคลื่อนที่ขึ้น.....	60
รูปที่ 3.52 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ A ขณะเคลื่อนที่ลง.....	61
รูปที่ 3.53 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ B ขณะเคลื่อนที่ลง.....	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.54 วงจรกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับเปิด-ปิดท้ายกระบะรวมกอง.....	63
รูปที่ 3.55 น้ำหนักของน้ำมันสำปะหลังที่กระบะรับ.....	64
รูปที่ 3.56 น้ำหนักน้ำมันสำปะหลังที่ท้ายกระบะรับ.....	64
รูปที่ 3.57 แผนภาพอิสระของน้ำหนักน้ำมันสำปะหลังที่ท้ายกระบะรับ.....	64
รูปที่ 3.58 รูปการหา FBD ของประตู่ท้ายกระบะ.....	65
รูปที่ 3.59 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ C ขณะเคลื่อนที่เปิดท้ายกระบะ.....	67
รูปที่ 3.60 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบขณะก้านสูบดันยึดสูงสุด.....	67
รูปที่ 3.61 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ C ขณะเคลื่อนที่ปิดท้ายกระบะ.....	68
รูปที่ 4.1 ชุดหนีบมันสำปะหลัง.....	79
รูปที่ 4.2 ลักษณะเครื่องจำลองชุดตัดเห้งมันสำปะหลัง.....	81
รูปที่ 4.3 การติดตั้งมอเตอร์ดีซีขนาดเล็กและใบเลื่อยวงเดือน.....	81
รูปที่ 4.4 ขณะทำการทดลองเครื่องจำลองชุดตัดเห้งมันสำปะหลัง.....	82
รูปที่ 4.5 ลักษณะของมันสำปะหลังหลังจากการตัด.....	83
รูปที่ 4.6 ชุดลำเลียง.....	84
รูปที่ 4.7 ชุดยกกระบะรวมกอง.....	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ทำอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน โดยเกษตรกรไทยนั้นปลูกพืชไร่เป็นส่วนมาก ได้แก่ ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง อ้อย ปาล์มน้ำมัน

จากข้อมูลปี 2562 พบว่า ประเทศไทยเป็นประเทศที่ปลูกมันสำปะหลังเพื่อการแปรรูปและส่งออกต่างประเทศ มากเป็นอันดับ 3 ของโลก ซึ่งมีพื้นที่ในการเพาะปลูกมันสำปะหลังรวมทั้งประเทศประมาณ 8.7 ล้านไร่ (8,701,451 ไร่) และมีผลผลิตมันสำปะหลังรวมทั้งประเทศประมาณ 31.1 ล้านตัน (31,079,966 ตัน)

โดยวิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในสมัยก่อน-ปัจจุบัน ยังนิยมใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวเป็นหลัก และยังมีบางส่วนที่ใช้เครื่องทุ่นแรงกับเครื่องจักรอยู่แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ซึ่งขั้นตอนการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังมีดังนี้



รูปที่ 1.1 แผนผังขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลัง

ซึ่งวิธีการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีการนี้ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพน้อย และไม่ต่อเนื่อง และมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวต่อวันได้สูงสุดเพียง 2-2.5 ไร่/วัน ดังนั้นในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและสร้างอุปกรณ์เครื่องจักรในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังขึ้นมาทดแทนแรงงานคนเรื่อยมา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวให้ดีขึ้น และอุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลที่ใช้การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

จากการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำโดยนางสาวทรงศนีย์ กัปตัน นายธนวันต์ ห่องดอกไม้ และนายภคพงศ์ นันทพรหมมา โดยมีผศ.ดร.ณัฐวุฒิ เตไปวา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ดังรูป 1.1 ที่พัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง โดยใช้ความรู้จากเครื่องต้นแบบที่ได้ออกแบบไว้ของ รศ.วิชาหมั่นทำการ และคณะ ดังรูปที่ 1.2 และของผศ.ดนุวัต ทางดี ดังรูปที่ 1.3 โดยภาคปฏิบัติ ได้มีคุณระพี บุญบุตร (พีโมเสส) สร้างเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังไว้ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่มีความแตกต่างในด้านของตำแหน่งอุปกรณ์ ความเร็วเล็กน้อยและขาดส่วนยกกระบะขึ้นรถบรรทุก ดังรูปที่ 1.4

โดยขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกลสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คือ ขุดเหง้ามันสำปะหลังขึ้นมาบนดิน แล้วมีโซ่หนีบหนีบเหง้ามันสำปะหลังขึ้นมาที่ส่วนโซ่ลำเลียง เพื่อลำเลียงขึ้นส่วนกระบะรวมกอง จากนั้นก็จะยกเหง้ามันสำปะหลังบนกระบะรวมกองขึ้นสู่รถบรรทุก



รูปที่ 1.2 เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำโดยนางสาวทรงศนีย์ กัปตัน นายธนวันต์ ห่องดอกไม้ และนายภคพงศ์ นันทพรหมมา โดยมีผศ.ดร.ณัฐวุฒิ เตไปวา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 1.3 แสดงเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของ รศ.วิชา หมั่นทำการ และคณะ



รูปที่ 1.4 เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบไว้ของ ผศ.دنุวัศ ทางดี



รูปที่ 1.5 เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้สร้างไว้ของนายระพี บุญบุตร (พีโมเสส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

จะเห็นว่าเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ของนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังมีขั้นตอน คือการดึงหัวมันขึ้นจากพื้นดินและการรวมกองขึ้นรถบรรทุกเพียงเท่านั้น แต่ยังคงต้องอาศัยแรงงานคนในการตัดเหง้าออกจากหัวมันสำปะหลัง

ดังนั้น เพื่อให้เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนั้นสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและครอบคลุมในหลายขั้นตอนของการเก็บเกี่ยว และเพื่อให้ได้ความสามารถและประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ดีขึ้น ผู้จัดทำจึงได้ออกแบบกลไกในเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สามารถขุดเหง้ามันสำปะหลัง ตัดเหง้าออกจากหัวมันสำปะหลัง ลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นสู่กระเบรรวมกองและสามารถนำขึ้นรถบรรทุกได้ โดยผู้จัดทำได้ทำการออกแบบกลไกการทำงาน คำนวณความแข็งแรงและความเร็วของกลไกที่เหมาะสมสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. พัฒนาเพื่อเพิ่มความสามารถของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบพวงท้ายรถแทรกเตอร์ ให้สามารถเก็บเกี่ยวหัวมันสำปะหลังได้อย่างครอบคลุม ตัดเหง้าออกจากหัวมันสำปะหลัง และลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นสู่กระเบรรวมกองได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังสามารถขนกองหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกได้
2. ออกแบบและคำนวณเพื่อเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมในชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง ขุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังและชุดยกกระเบรรวมกองขึ้นรถบรรทุก
3. ออกแบบโครงสร้างและระบบไฮดรอลิกสำหรับชุดยกกระเบรรวมกองขึ้นท้ายรถบรรทุก
4. ศึกษาและออกแบบความเร็วของกลไกให้เหมาะสมกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบกลไกการทำงานไว้

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องนี้เป็นเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังชนิดต่อพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาด 45-55 แรงม้า และใช้ได้กับไร่มันสำปะหลังที่มีระยะห่างระหว่างแถวอย่างน้อย 100 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างต้นอย่างน้อย 80 เซนติเมตร โดยลักษณะเหง้าของมันสำปะหลังมีความกว้างไม่เกิน 310 มิลลิเมตร ความยาวเหง้าไม่เกิน 450 มิลลิเมตร และมีความสูงไม่เกิน 150 มิลลิเมตร และมีเหง้าจะมีจำนวนหัวมันสำปะหลังไม่เกิน 15 หัว มันสำปะหลังมีน้ำหนักเหง้าไม่เกิน 7.6 กิโลกรัม ดังรูปที่ 1.6 โดยไร่มันสำปะหลังที่ใช้ทดสอบนั้นตั้งอยู่ที่อำเภอหนองบัวระเหว จังหวัดชัยภูมิ(ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากเป็นอันดับ 3 ของจังหวัดในประเทศไทย) โดยเครื่องที่ได้ออกแบบนั้นมิกลไกการขุดเหง้ามันสำปะหลัง การหนีบมันสำปะหลัง การตัดหัวมัน

สำปะหลังออกจากเหง้า การลำเลียงหัวมันสำปะหลังลงกระเบรรวมกอง การขนย้ายหัวมันสำปะหลัง

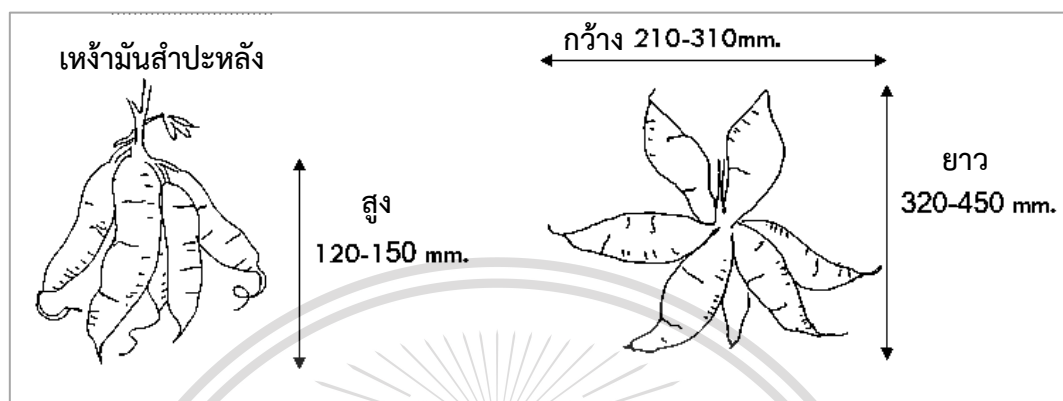
เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเนื้อหาสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

โดยในขั้นตอนการรวมกองนี้ จะอาศัยแรงงานคนในการคัดแยกเอาก้านมันสำปะหลังออกจากกอง จากนั้นจะออกแบบการขนย้ายกองหัวมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยใช้รถแทรกเตอร์ที่ให้เพลอาำนวยกำลังมีความเร็ว 540 รอบต่อนาทีเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนต่าง ๆ และปั๊มไฮดรอลิก



รูปที่ 1.6 ลักษณะทางกายภาพของเหง้ามันสำปะหลัง

1.4 วิธีการดำเนินโครงการ

1. ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของต้นและหัวมันสำปะหลังที่พร้อมเก็บเกี่ยวในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังในจังหวัดที่มีการปลูกมันสำปะหลังเป็นอันดับต้น ๆ ในประเทศไทย
2. ออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง โดยมีกลไกเพิ่มจากเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของพีเอ็มเอสที่ได้ออกแบบไว้ ดังนี้

- 2.1 ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง ในขณะที่เหง้ามันกำลังถูกหนีบอยู่บนโซ่หนีบ
- 2.2 ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลัง โดยลำเลียงจากหัวมันสำปะหลังที่ถูกตัดจากชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังลำเลียงขึ้นสู่กระบะรวมกอง
- 2.3 ชุดยกกระบะรวมกองหัวมันสำปะหลังไปใส่หลังรถบรรทุก ในชุดอุปกรณ์นี้จะใช้แรงงานคนในการแยกก้านเหง้ามันสำปะหลังออกจากกองหัวมันสำปะหลัง

3. ทำการวิเคราะห์คำนวณความแข็งแรงต่อการใช้งาน แล้วเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และชิ้นส่วนที่เหมาะสม เช่น เพลลา ตลับลูกปืน ใบมีด เฟือง โซ่ เป็นต้น

4. การคำนวณ และหาค่าอัตราเร็วที่สัมพันธ์กันของกลไกในชุดต่าง ๆ ของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

5. นำชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบตามที่เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบไว้

6. ทดสอบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในไรทดสอบที่ อ.หนองบัวระเหว จ.ชัยภูมิ

และทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

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

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

7. วิเคราะห์ผลของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังทั้งในด้านการเก็บเกี่ยวผลผลิตและแรงงาน
8. สรุปผลการออกแบบการสร้างเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

หลังจากการออกแบบและสร้างเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง คาดว่าเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจะสามารถใช้งานได้จริง และสามารถรวมขั้นตอนการเก็บเกี่ยวหลายขั้นตอนไว้ในเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องเดียว รวมทั้งคาดว่าอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ มีความแข็งแรง ทนทาน และปลอดภัยต่อการใช้งาน และยังคงคาดว่าเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ออกแบบไว้ สามารถลดระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว และทดแทนแรงงานคนในความเป็นจริงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

2.1.1 ลักษณะทางกายภาพของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มเตี้ย มีหัวที่เกิดจากการขยายใหญ่ของราก (Root Crop) ลำต้นมีความสูงประมาณ 1-5 เมตร ไม่แตกกิ่ง ส่วนยอดจะมีใบไม้พุ่มสีเขียว ส่วนลำต้นจะเป็นก้านสีน้ำตาลอ่อน โดยทั่วไปหัวมันสำปะหลังจะมีจำนวนประมาณ 5-15 หัวต่อเหง้า ขนาดของหัวมันจะยาวประมาณ 15-100 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-15 เซนติเมตร มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก และอาจบิดเบี้ยวเล็กน้อย และหัวมันสำปะหลังมีน้ำหนักประมาณ 1-8 กิโลกรัม

โดยทั่วไปมันสำปะหลังสามารถถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้ในทุกส่วน ไม่ว่าจะเป็น ราก(หัวมัน) ลำต้น และใบ ซึ่งรากหรือหัวมันเป็นส่วนที่สะสมแป้ง ใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องอุปโภคบริโภคต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมกาว อุตสาหกรรมไม้อัด และการผลิตพลังงานจากเอทานอล เป็นต้น

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกากลางและอเมริกาใต้ เป็นพืชดั้งเดิมของชนพื้นเมืองเมื่อ 6,000 ปีมาแล้ว จากนั้นมันสำปะหลังได้แพร่หลายไปในหลายประเทศ ในกลางศตวรรษที่ 16 และในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 มันสำปะหลังจากอินโดนีเซียมายังประเทศไทยตอนใต้ ก่อนจะขยายตัวสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและระยอง และแพร่สู่ภาคอื่นในประเทศไทยอย่างรวดเร็วเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของอุตสาหกรรม เป็นต้น สำหรับประเทศไทย มันสำปะหลังถูกเรียกว่า มันต้นเตี้ย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และถูกเรียกว่า มันเทศ ในภาคใต้ ซึ่งในเวลาปัจจุบันคนไทยส่วนมากเรียกว่า มันสำปะหลัง

2.1.3 มันสำปะหลังในประเทศไทย

ประเทศไทยได้รับมันสำปะหลังมาเพราะปลูกในช่วงก่อนสงครามโลกที่ 2 ในประเทศไทยทางตอนใต้ ก่อนจะขยายตัวสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและระยอง และแพร่สู่ภาคอื่นในประเทศไทยอย่างรวดเร็ว โดยพันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทยที่ได้รับจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ พันธุ์ชนิดหวาน (Sweet type) และ พันธุ์ชนิดขม (Bitter type) ดังนี้

-พันธุ์ชนิดหวาน (Sweet type) เป็นพันธุ์ที่ใช้ในการบริโภคโดยตรง มีปริมาณของกรด

ไฮโดรไซยานิก (HCN) ต่ำ ไม่มีรสขม จึงนิยมนำมาบริโภคในครัวเรือน โดยการเชื่อม ปิ้ง หรือเผา เช่น พันธุ์ระยอง 2 และพันธุ์ห่านาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเนื้อหาสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

- **พันธุ์ขนิษฐ (Bitter type)** เป็นพันธุ์ที่ไม่นิยมนำมาบริโภคโดยตรงหรือใช้หิวมันเลี้ยงสัตว์โดยตรง เนื่องจากมีปริมาณของกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) สูง มีรสขมและเนื้อหยาบ แต่มีปริมาณแป้งสูง ซึ่งสามารถนำมาแปรรูปเป็นแป้งมัน มันอัดเม็ด แอลกอฮอล์ และมันเส้นในอุตสาหกรรมแปรรูปต่าง ๆ

ในประเทศไทยมีการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังให้มีผลผลิตต่อไร่สูง เชื้อแป้งสูง ได้หลากหลายพันธุ์ โดยสถาบันหลักที่พัฒนาพันธุ์มี 2 ราย คือ กรมวิชาการเกษตรและคณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสายกรมวิชาการเกษตรพัฒนาพันธุ์ระยะของ 3, ระยะของ 5, ระยะของ 60, ระยะของ 72, ระยะของ 90, ระยะของ 7, ระยะของ 9, ระยะของ 11 และระยะของ 13 และส่วนสายคณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พัฒนาพันธุ์ ศรีราชา 1, เกษตรศาสตร์ 50 (KU50), หัวบัง 60 (HB60), และ หัวบัง 80 (HB80)

2.1.4 มันสำปะหลังกับเศรษฐกิจในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีแหล่งผลิตมันสำปะหลัง 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดอุบลราชธานี ตามลำดับ

ข้อมูลจากคณะกรรมการพัฒนาข้อมูลด้านการเกษตร (กันยายน 2563) รายงานว่า ในประเทศไทยมีเนื้อที่ในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังรวมทั้งหมด 8,701,451 ไร่ ได้ผลผลิตรวมทั้งหมด 27,347,282 ตัน โดยมีผลผลิตต่อไร่ 3,143 กิโลกรัมต่อไร่ จากแหล่งปลูกมันสำปะหลังที่สำคัญของประเทศไทย คือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีผลผลิตประมาณร้อยละ 54.96 ภาคกลางร้อยละ 23.31 และภาคเหนือร้อยละ 21.73 และยังรายงานอีกว่าเนื้อที่การผลิตเพิ่มขึ้นในทุกภาค เมื่อเทียบกับปี 2562/63 ทั้งยังมีการพยากรณ์สถานการณ์การผลิตมันสำปะหลังในปี 2564 เทียบกับปี 2563 คาดว่าเนื้อที่เก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.81 มีผลผลิต (ตัน) เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.97 และมีผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม) เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.07 ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงพื้นที่เก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนผลผลิตหัวมันสดรวมมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 2.1 การสำรวจผลผลิตมันสำปะหลังในปี 2562-2563 และผลพยากรณ์ปี 2564

ปี	2562/63	2563/64	2564
พื้นที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	8,666,596	8,701,451	8,859,105
ผลผลิตหัวมันสดรวม (ตัน)	31,079,966	27,347,282	28,980,140
ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กิโลกรัมต่อไร่)	3,586	3,143	3,271

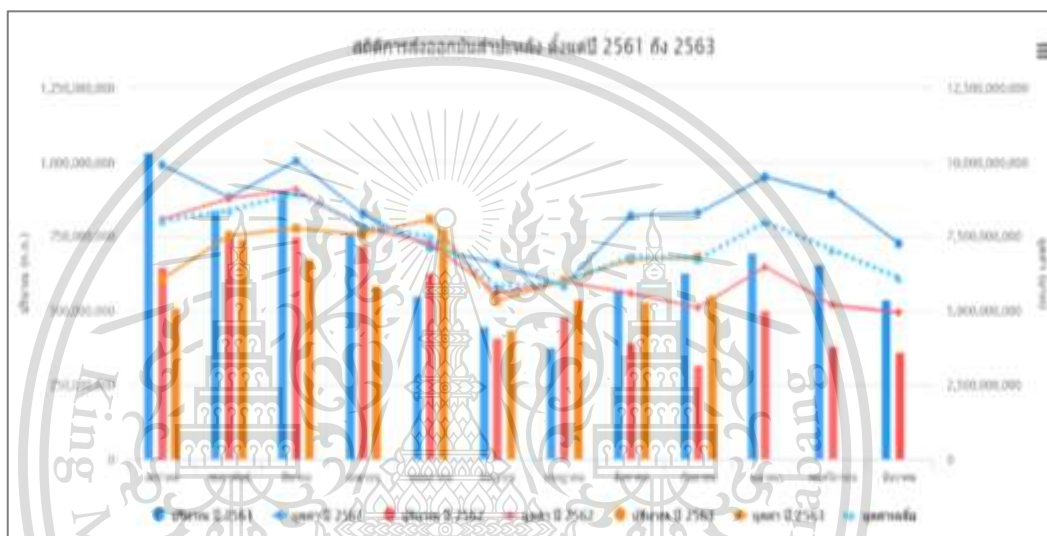
(ที่มา : คณะกรรมการพัฒนาข้อมูลด้านการเกษตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

การเพิ่มผลผลิตด้านปริมาณและคุณภาพของหัวมันสำปะหลังเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้อุตสาหกรรมการแปรรูปพัฒนาอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยส่งออกมันสำปะหลังไปทั่วโลกกว่า 90 ประเทศ ทำให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออก Tapioca Starch ที่สำคัญที่สุดในโลก โดยผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังแปรรูปที่ประเทศไทยส่งออกเป็นหลัก ได้แก่ มันเส้น(Chip) มันอัดเม็ด(Hard Pellet) และ แป้งมัน(Starch) ดังกราฟที่ 1 สถิติการส่งออกมันสำปะหลังของประเทศไทยในช่วงปี 2561-2563 พบว่าการส่งออกมันสำปะหลังในปี 2563 มีแนวโน้มลดลง เมื่อเทียบกับปี 2561 แต่มีแนวโน้มการส่งออกที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2563 เมื่อเทียบกับปี 2562



รูปที่ 2.1 สถิติการส่งออกมันสำปะหลัง ตั้งแต่ปี 2561 ถึง 2563

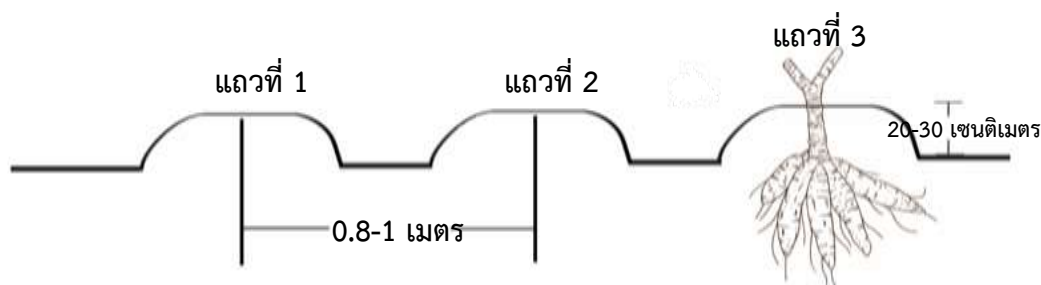
(ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร)

2.1.5 การปลูกมันสำปะหลัง

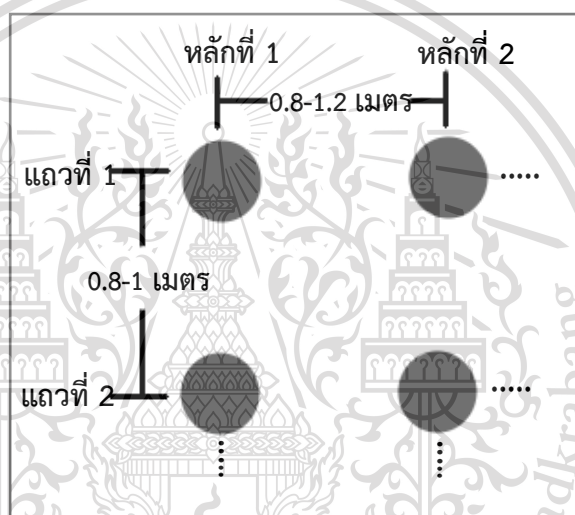
การปลูกมันสำปะหลังในประเทศไทยจะมีการปลูกอยู่ 2 ฤดู คือ ปลายฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน - มกราคม) และ ต้นฤดูฝน (เดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน) ซึ่งสองช่วงนี้จะเป็นช่วงที่ได้ผลผลิตมากที่สุด มันสำปะหลังมีอายุการเก็บเกี่ยว 12 เดือน การเตรียมดินก่อนการปลูกมันสำปะหลังควรจะไถกลบ แล้วพรวนดินลึก 20-30 เซนติเมตร จากนั้นเตรียมท่อนพันธุ์สำหรับปลูกมันสำปะหลังทำได้โดยใช้ ท่อนพันธุ์สด อายุ 8-12 เดือน ที่ตัดไว้ไม่นานเกิน 15 วัน มีตาไม่น้อยกว่า 5 ตาต่อท่อนพันธุ์ ใช้ท่อนพันธุ์ยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร ระยะปลูกที่นิยมใช้คือ ระยะ 1.0 x 1.0 เมตร 1.0 x 1.20 เมตร 1.0 x 0.8 เมตร หรือ 0.8 x 0.8 เมตร สำหรับพื้นที่ที่ระบายน้ำได้ดีให้ปักต้นพันธุ์ราบหรือเอียงเล็กน้อย ไปประมาณ 5-10 เซนติเมตร สำหรับพื้นที่แฉะให้ปลูกแบบยกร่องแล้วปักท่อนพันธุ์บนสันร่อง (การผลิตมันสำปะหลัง, 2550)

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

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



รูปที่ 2.2 ลักษณะการปลูกของต้นมันสำปะหลังด้านหน้าแปลง และความสูงของการยกร่อง



รูปที่ 2.3 ลักษณะการปลูกของต้นมันสำปะหลังด้านหน้าและด้านข้างแปลง

2.1.6 การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังควรเก็บเกี่ยวเมื่อมีอายุครบ 8 เดือนขึ้นไป ซึ่งอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมที่สุดของมันสำปะหลัง คือ 12 เดือน ซึ่งหัวมันที่มีอายุ 8-12 เดือนมีเปอร์เซ็นต์ของแป้งในหัวไม่ต่างกันมากนัก ถ้าต้นมันสำปะหลังมีอายุเกิน 16 เดือน หัวจะมีขนาดใหญ่แต่ตรงกลางจะฝ่อ มีน้ำมากเปอร์เซ็นต์แป้งก็จะลดลง ช่วงการเก็บเกี่ยวที่จะได้ปริมาณแป้งสูง คือ ช่วงหน้าแล้งในเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน มันสำปะหลังจะหยุดการเจริญเติบโตเพราะความชื้นในดินน้อยลง ทำให้มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ซึ่งการแตกหักเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษามันสำปะหลัง ถ้ามีการแตกหัก หรือเกิดแผลขึ้นกับหัวมันสำปะหลังจะทำให้อายุในการเก็บรักษามันสำปะหลังสั้นลง(การผลิตมันสำปะหลัง, 2550) การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังมีขั้นตอนตั้งแต่ การตัดลำต้น การขุดหรือถอนหัวมัน การสับเหง้ามันสำปะหลัง และการลำเลียงขึ้นรถบรรทุกต่อไป ซึ่งมีวิธีเก็บเกี่ยวได้หลายวิธี ดังนี้

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

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

- การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคน จะเก็บเกี่ยวด้วยการใช้จอบขุดหรือถอน ห้วมันขึ้นมาจากดินด้วยแรงงานคน สามารถเก็บเกี่ยวได้ทั้งแบบการปลูกแบบยกร่องและไม่ยกร่อง เกษตรกรจะเป็นผู้เก็บเกี่ยวด้วยวิธีนี้เอง หรืออาจมีการจ้างแรงงานรายวันหรือเหมาไร่ ซึ่งโดยส่วนมากแล้วมีการจ้างแรงงานคนประมาณ 10-20 คนต่อ รถบรรทุก 6 ล้อ 1 คัน โดยแบ่งแรงงานออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งทำการถอนทั้งต้นมันพร้อมกับหัวมันมาวางเรียงกัน (รูปที่ 2.4) กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ขุดหัวมันที่หลงเหลืออยู่ในดิน และกลุ่มที่สามทำหน้าที่สับเหง้ามันสำปะหลังโดยอุปกรณ์ที่ให้ความคมอย่างมีดพร้า ซึ่งหลังจากที่สับเหง้าเรียบร้อยแล้ว ผู้คนจะช่วยกันนำหัวมันใส่เข่ง (รูปที่ 2.5) แล้วช่วยกันขนเข่งขึ้นรถบรรทุกจนเต็มจึงจะส่งผลผลิตไปโรงงานรับซื้อเพื่อให้ทางโรงงานแปรรูปต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้แรงงานคนนี้จะต้องใช้จำนวนคนและกำลังแรงเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ในยุคปัจจุบันมักจะขาดแรงงานคนในการทำเกษตร อีกทั้งยังมีค่าใช้จ่ายสูง เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ล่าช้า ไม่ทันตามจำนวนและเวลาที่ต้องการ และหากนานเกินไปอาจทำให้ผลผลิตเสื่อมสภาพได้เร็วมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.4 การเรียงต้นมันเพื่อรอสับเหง้า รูปที่ 2.5 การเก็บหัวมันใส่เข่งขนขึ้นรถบรรทุก

- การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้คานจัดเหง้า เป็นการใช้อุปกรณ์ในการจัดเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดิน ที่เกษตรกร เรียกกันว่า “แบคโฮ” ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นแฉงเหล็กติดกับคานไม้ (รูปที่ 2.6) การใช้วิธีการเก็บเกี่ยวนี้เป็นเพียงแค่การผ่อนแรงเท่านั้น ยังคงต้องใช้แรงงานคนในการถอนหัวมันสำปะหลัง พบมากในพื้นที่ที่เป็นดินทรายหรือดินทรายเหนียว ซึ่งเป็นดินที่ค่อนข้างแข็ง พื้นที่การเพาะปลูกส่วนมากเป็นแบบไม่ยกร่อง



รูปที่ 2.6 คานจัดเหง้ามันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... หากท่านนั้น ไม่อนุญาต... ขันด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุแต่... ครั้งจึงจะ... ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

- การเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องขุดมันสำปะหลัง เป็นการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องทุ่นแรงที่ติดท้ายรถแทรกเตอร์ (รูปที่ 2.7) พื้นที่ที่ใช้การเก็บเกี่ยวลักษณะนี้เป็นพื้นที่ที่ปลูกแบบยกร่อง ซึ่งดินจะแห้งและแข็งมากในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม ถ้าใช้แรงงานคนในการขุดจะต้องใช้เวลานานและบางพื้นที่ไม่สามารถใช้แรงงานคนในการขุดหรือถอนหัวมันสำปะหลังได้ ซึ่งการเก็บเกี่ยววิธีนี้ต้องใช้แรงงานประมาณ 2-3 คนในการตัดต้นมันสำปะหลังก่อนการขุด โดยมีความสามารถประมาณ 1 ไร่/คน-ชม. หลังจากการตัดต้นมันสำปะหลังเสร็จ ต่อมาใช้รถแทรกเตอร์ที่ติดตั้งเครื่องขุดไว้ เข้าไปขุดมันสำปะหลัง มันสำปะหลังที่ขุดได้จะขึ้นมากองอยู่บนพื้นดิน จากนั้นแรงงานคนจะเก็บหัวมันมารวมเป็นกองเพื่อรอการตัดเหง้าโดยใช้แรงงานประมาณ 7-8 คน ในการเก็บหัวมันมารวมกอง และความสามารถในการสับเหง้าประมาณ 440 เหง้า/คน-ชม. สำหรับการเก็บมันใส่เชิงจะใช้แรงงานประมาณ 3-4 คน และการยกเข่งขึ้นรถบรรทุกจะใช้แรงงานประมาณ 1-2 คน โดย 1 รถบรรทุก 6 ล้อจะสามารถบรรทุกได้ประมาณ 10 ตัน



รูปที่ 2.7 การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องขุด

(ที่มา : วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 2549)

2.1.7 ปัญหาในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

การผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรมีขั้นตอนเริ่มตั้งแต่ การเตรียมดิน การเตรียมพ่อนพันธุ์ การไถยกร่อง การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการขนย้ายไปจำหน่าย ซึ่งในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญ ตั้งแต่การขุดหรือถอนต้นมันสำปะหลัง การสับเหง้า การขนย้ายขึ้นรถบรรทุกเพื่อไปจำหน่าย ทำให้การเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจึงต้องใช้แรงงานจำนวนมากในการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะขั้นตอนการขุดมันสำปะหลัง และมีค่าใช้จ่ายสูงในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ซึ่งหมายถึงต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชหัวขนาดใหญ่

และมีฤดูการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่าพืชไร่อื่น ๆ ทำให้เกษตรกรต้องใช้เวลาในการดูแลรักษาเป็นพิเศษ และเมื่อถึงฤดูการเก็บเกี่ยวแล้วเกษตรกรก็ต้องรีบนำมันสำปะหลังไปจำหน่าย เพราะมันสำปะหลังมีอายุการเก็บเกี่ยวที่สั้นกว่าพืชไร่อื่น ๆ ทำให้เกษตรกรต้องรีบนำมันสำปะหลังไปจำหน่าย

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

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

ภาคอุตสาหกรรมและพาณิชย์กรรม ทำให้ต้องรอหรือเลื่อนระยะเวลาการเก็บเกี่ยวออกไป ส่งผลถึงความสูญเสียและการเสื่อมคุณภาพของหัวมันสำปะหลัง

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรถแทรกเตอร์

2.2.1 เพลาอำนาจกำลัง

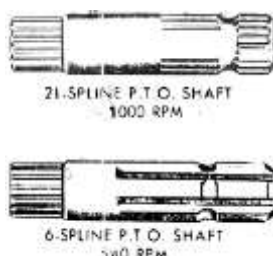
เพลาอำนาจกำลัง หรือ PTO (Power Take Off) คือระบบในการแปลงแรงจากเครื่องยนต์รถบรรทุกเพื่อใช้เป็นวัตถุประสงค์อื่นนอกจากการขับเคลื่อน ส่วนมากเพลาอำนาจกำลังจะติดอยู่ด้านท้ายของรถแทรกเตอร์ จากมาตรฐานของสมาคมวิศวกรเกษตรแห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกา สามารถจำแนกเพลาอำนาจกำลัง (รูปที่ 2.8) ตามความเร็วรอบของเพลาได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ เพลาอำนาจกำลังชนิด 540 รอบต่อนาที และ เพลาอำนาจกำลังชนิด 1000 รอบต่อนาที (รูปที่ 2.9)

1. เพลาอำนาจกำลังชนิด 540 รอบต่อนาที เพลาอำนาจกำลังชนิดนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มม. หรือ 1 3/8 นิ้ว โดยมีการเจาะร่อง 6 ร่อง โดยส่วนมากจะใช้ในรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กและกลาง

2. เพลาอำนาจกำลังชนิด 1000 รอบต่อนาที เพลาอำนาจกำลังชนิดนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มม. หรือ 1 3/8 นิ้ว เช่นเดียวกับเพลาอำนาจกำลังชนิด 540 รอบต่อนาที แต่จะถูกเจาะร่องไว้ทั้งหมด 21 ร่อง โดยส่วนมากจะใช้ในรถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่



รูปที่ 2.8 เพลาอำนาจกำลัง



รูปที่ 2.9 เพลาอำนาจกำลังชนิด 1000 รอบต่อนาที และ 540 รอบต่อนาที ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้มีการใช้รถแทรกเตอร์และเครื่องทุ่นแรงการเกษตร) ารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

โดยทั่วไปรถแทรกเตอร์จะติดตั้งเพลลาอำนาจกำลังได้ 3 ชนิดคือ ชนิด 540 รอบต่อนาที ชนิด 1000 รอบต่อนาที และ ชนิด 540/1000 รอบต่อนาที(รูปที่ 2.6) ซึ่งชนิดความเร็วรอบ 540/1000 รอบต่อนาทีผู้ใช้รถแทรกเตอร์สามารถเปลี่ยนความเร็วได้ตามต้องการให้เหมาะสมกับเครื่องมือท่นแรงที่จะนำมาติดตั้ง ในรถแทรกเตอร์บางรุ่นขนาดของเพลลาอำนาจกำลังที่ติดกับตัวรถอาจมีขนาดใหญ่กว่าเพลลาของเครื่องท่นแรงจึงต้องใช้ตัวต่อ (adapter)

2.2.2 การเปลี่ยนเพลลาอำนาจกำลัง

เพลลาอำนาจกำลังชนิดความเร็วคู่ หรือ ชนิด 540/1000 รอบต่อนาที สำหรับการเปลี่ยนความเร็วจากความเร็วหนึ่งไปอีกความเร็วหนึ่ง กล่าวคือ จากชนิด 540 รอบต่อนาที เป็นชนิด 1000 รอบต่อนาทีหรือจาก ชนิด 1000 รอบต่อนาที เป็นชนิด 540 รอบต่อนาที ในเพลลาอำนาจกำลังชนิดนี้จะมีชุดเฟืองทดเพิ่มขึ้นอีก 1 ชุด เพื่อใช้ในการถ่ายทอดกำลังจากเพลลาป้อนเพื่อเปลี่ยนเป็นความเร็ว 540 รอบต่อนาที แต่สำหรับเพลลาอำนาจกำลังชนิด 1000 รอบต่อนาที กำลังจากเพลลาป้อนจะถ่ายทอดให้กับเพลลาอำนาจกำลังชนิด 1000 รอบต่อนาทีได้โดยตรง และการเปลี่ยนความเร็วของเพลลาอำนาจกำลังอาจทำได้ด้วยการเปลี่ยนเพลลากำลังชนิดที่ต้องการเข้ามาแทนที่

2.2.3 ที่ต่อพ่วงสำหรับเครื่องมือท่นแรงที่ใช้กับรถแทรกเตอร์

ที่ต่อพ่วงแบบ 3 จุด (three point hitch) (รูปที่ 2.10) เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดกับการเชื่อมรถแทรกเตอร์เข้ากับเครื่องมือท่นแรงแบบ 3 จุด ซึ่งสะดวกต่อการเปลี่ยนเครื่องมือท่นแรงและสามารถบังคับรถแทรกเตอร์ได้ง่ายขึ้น ซึ่งใช้ในรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กและขนาดกลาง ที่ต่อพ่วงแบบ 3 จุด จะทำให้เครื่องมือท่นแรงและรถแทรกเตอร์เป็นเครื่องมือชิ้นเดียวกันและถ่ายเทน้ำหนักของเครื่องมือท่นแรงไปยังล้อหลังได้โดยอัตโนมัติ สามารถยกเครื่องมือท่นแรงเมื่อต้องการเคลื่อนย้าย และขณะทำงานยังมีหน้าที่ควบคุมความลึกของเครื่องมือท่นแรงอีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกต่อการบังคับรถแทรกเตอร์โดยที่ต่อพ่วงจะอยู่ทางด้านท้ายของรถแทรกเตอร์

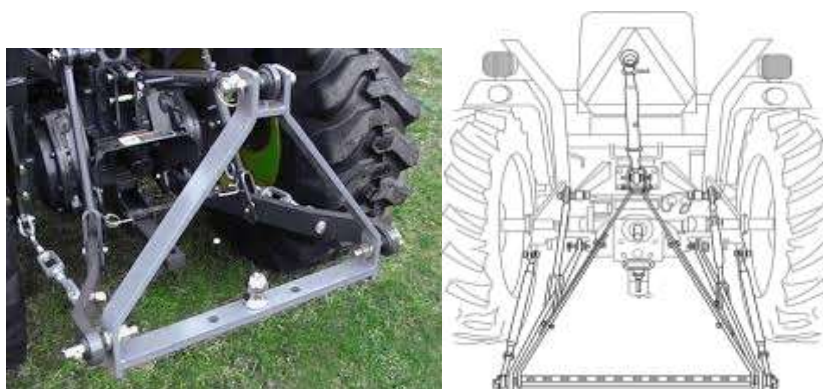
ส่วนประกอบของที่ต่อพ่วงแบบ 3 จุด ประกอบด้วย แขนยก (lift links) แขนลาก (draft links) แขนกลาง (center link) เพลายก (rocker shaft) และ คันยก (lift arms)

ขนาดของที่ต่อพ่วงแบบ 3 จุดจะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องมือท่นแรง โดย แบ่งออกเป็น 5 ขนาดด้วยกัน คือ ขนาดที่ 0 (category 0) ขนาดที่ 1 (category I) ขนาดที่ 2 (category II) ขนาดที่ 3 (category III) ขนาดที่ 4 (category IV) โดยที่ ที่ต่อพ่วงขนาดที่ 4 เป็นที่ต่อพ่วงที่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ที่สุดซึ่งเหมาะกับเครื่องมือท่นแรงขนาดใหญ่ และที่ต่อพ่วงขนาดที่ 0 เป็นที่ต่อพ่วงที่มีขนาดเล็กที่สุดซึ่งเหมาะกับเครื่องมือท่นแรงขนาดเล็ก เครื่องมือท่นแรงและที่ต่อพ่วงขนาดที่ 2 เป็นขนาดที่นิยมใช้ กันมากที่สุดในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 2.10 ที่ต่อพ่วงแบบ 3 จุด (three point hitches)

ที่มา : RanchEx

2.3 การออกแบบชุดตัดเห้ามันสำปะหลัง

งานวิจัยและพัฒนาเครื่องปลิดและขนย้ายเห้ามันสำปะหลัง ในปี 2558 โดยมีนายอนุชิต คำสิงห์ เป็นหัวหน้าชุดโครงการวิจัยนี้ เครื่องต้นแบบปลิดเห้ามันสำปะหลังของโครงการนี้เป็นเครื่องตัดเห้ามันสำปะหลังโดยเฉพาะ มีลักษณะเป็นโซ่ลำเลียงเห้ามันสำปะหลัง มายังชุดตัดที่วางอยู่เหนือโซ่ลำเลียง โดยการใช้ใบเลื่อยวงเดือนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 60 ฟัน ติดด้านข้าง (ซ้ายและขวา) และใบเลื่อยวงเดือนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว และ 10 นิ้ว สำหรับการติดด้านหน้า ดังรูปที่ 2.11

ได้ทำการทดสอบเห้ามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 อายุเก็บเกี่ยว 11 เดือน พบว่า ที่ความเร็วรอบการทำงานระดับความเร็วปานกลางที่ความเร็วเชิงเส้นใบเลื่อยตัดทั้งสามใบประมาณ 16.30 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วที่ทำให้เครื่องไม่สั่นและเดินได้เรียบ รอยจากการตัดเห้ามันสำปะหลังมีลักษณะดังรูปที่ 2.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.11 เครื่องต้นแบบปลิดเห้ามันสำปะหลังโดยใช้ใบเลื่อยวงเดือนที่ 2
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 2.12 ลักษณะรอยจากการตัดเห้งมันสำปะหลัง

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงความสามารถในการทำงานของเครื่องปัดหัวมัน

กรรมวิธีการปัดหัวมัน (รอบ/นาที)	ความเร็ว ไซปอน (ม./วินาที)	ความเร็ว ใบเลื่อย (ม./วินาที)	ความเร็ว การ ทำงาน (กก./ชม.)	ความเร็ว การ ทำงาน (กก./ชม.)	% การ ผลิต หัวมัน	% สูญเสีย ติดหัว	% หัวมัน กับ หัวมัน	น้ำมัน เชื้อเพลิง (ลิตร/ช. ม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ช. ม.)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ไร่)	
ปัดหัวมันด้วย เครื่องต้นแบบที่ 2	1.807	0.07	13.11	676	1.36	98.87	1.13	0.99	1.59	39.80	265
เฉลี่ย	2.257	0.09	16.30	829	1.66	98.56	1.44	1.00	2.08	51.95	251
เฉลี่ย	2.971	0.18	21.46	922	1.84	98.22	1.78	0.49	2.60	65.07	282
เฉลี่ย	2.345	0.11	16.96	810	1.62	98.55	1.45	0.83	2.09	52.27	266
ปัดด้วยแรงงานคน				855	1.71	100	0.0	0.97	-	-	-

อ้างอิงจากงานวิจัยและพัฒนาเครื่องปัดหัวมันสำปะหลังโดยนาย อนุชิต ฉ่ำสิงห์ พบว่ามีประสิทธิภาพในการตัดเห้งมันสำปะหลังมาก ดังนั้นส่วนของชุดการตัดเห้งหัวออกจากหัวมันสำปะหลังในเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของคณะผู้จัดทำนี้ จะใช้ใบเลื่อยวงเดือนที่ได้รับกำลังมาจากเพลอาำนวนยกำลังของรถแทรกเตอร์และทดรอบกำลังจากเฟืองเพื่อให้มีความเร็วที่เหมาะสมในการตัดเห้งมันสำปะหลัง

ใบเลื่อยวงเดือนที่จะนำมาประกอบบนเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้จะมีทั้งหมด 3 ใบ ได้แก่ ด้านข้างทั้งสอง (ซ้ายและขวา)และด้านหลัง ซึ่งใบเลื่อยทั้งสามใบจะติดอยู่บริเวณข้างใต้ของส่วนปลายชุดหนีบมันสำปะหลัง

2.4 การออกแบบชุดลำเลียง

1. ผศ.ดร.วิศ ททางดี (2554) ได้ศึกษาความสามารถนอนและรวมกองเห้งมันสำปะหลังของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรใช้วิธีการชุดมันสำปะหลังทั้งหมด 3 วิธี และมีความสามารถในการชุดตั้ง

ไม่ว่ากรณีใดก็ตามนี้ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ตารางที่ 2.3 ความสามารถในการขุดมันสำปะหลังด้วยวิธีที่เกษตรกรนิยมใช้

วิธีการเก็บเกี่ยว	ความสามารถในการขุด(ไร่/คน-ชั่วโมง)
วิธีที่ 1 ใช้คนถอนทั้งต้น	0.05
วิธีที่ 2 ใช้เครื่องมือจัด	0.07
วิธีที่ 3 ใช้เครื่องขุดแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์	1.28

(ที่มา : ผศ.دنุวัต ทางดี, 2554)

และยังได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของมันสำปะหลัง พบว่า มันสำปะหลังมีความกว้างอยู่ในช่วง 50-1069 มิลลิเมตร มีความยาวเหง้าอยู่ในช่วง 100-880 มิลลิเมตร และมีความลึกที่หัวมันสำปะหลังหยั่งลงในดินอยู่ในช่วง 40-250 มิลลิเมตร และมันสำปะหลังมีน้ำหนักเหง้า 0.4-7.6 กิโลกรัม มีการทดสอบมุมเสียดทานสถิตของเหง้ามันสำปะหลังบนพื้นเหล็ก พบว่า มันสำปะหลังจะเริ่มไถลลงจากพื้นเอียงเมื่อทำมุม 10-36 องศา ยังทดสอบอีกว่าในกล่อง 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถบรรจุมันสำปะหลังได้ตั้งแต่ 171-207 กิโลกรัมซึ่งเป็นการบรรจุแบบสุ่มโยนไม่มีการจัดเรียงหัวมันสำปะหลัง และแรงต้านการทะลุของดินที่ศึกษาในแปลงทดสอบมีค่าอยู่ในช่วง 4-65 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร แต่ไม่สามารถวัดค่าแรงต้านของดินที่ 25 เซนติเมตรเป็นต้นไปได้

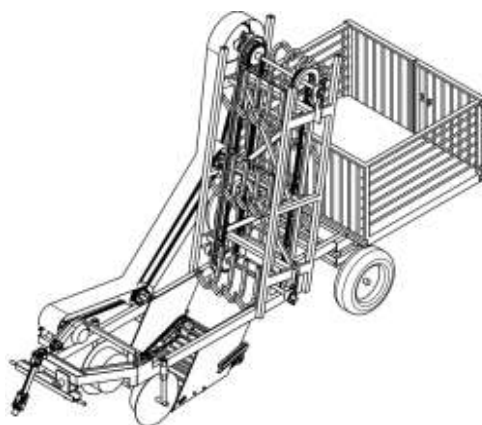
ผศ.دنุวัตได้ทำการออกแบบเครื่องขุดมันสำปะหลัง (รูปที่ 2.13) โดยใช้ผานขุดที่มีผนังด้านข้างเพื่อย่อยดินให้เป็นก้อนเล็ก ๆ และมีตะแกรงแยกดินที่ทำมุมเอียงเท่ากับมุมผานขุดด้านหลังของผานขุด คือ 20 องศาและ 25 องศา และได้ออกแบบชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้ามันสำปะหลังโดยใช้กระพ้อลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังขึ้นจากดินไปยังอุปกรณ์เก็บรวบรวมเหง้าเพื่อลดระยะทางในแนวราบของเครื่องขุดมันสำปะหลัง ทำให้ชุดกระพ้อลำเลียงมีมุม 10 องศากับแนวตั้งฉากเพื่อเพิ่มแรงเหวี่ยงให้กับกระพ้อให้มันสำปะหลังสามารถลงกระบะรวมกองได้พอดี

ข้อจำกัดของเครื่องขุดมันสำปะหลังนี้ คือ กระพ้อไม่สามารถแยกดินออกจากเหง้ามันสำปะหลังได้หมดเพราะดินยังคงมีความชื้นอยู่จึงติดดินขึ้นไปพร้อมกันเหง้ามันสำปะหลังทำให้กระบะรวมเหง้าเต็มเร็วและยังต้องขุดเหง้ามันแยกออกจากดิน อีกทั้งความสามารถในการทำงานของเครื่องขุดมันสำปะหลังยังต่ำ ต้องเพิ่มความเร็วในการทำงานเพื่อให้ได้ความสามารถในการทำงานที่สูงขึ้น และยังคงต้องคำนวณออกแบบความแข็งแรงของชิ้นส่วนให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 2.13 เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดยใช้กระท้อลำเลียง

2. นักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2559) นำโดยนางสาวทรงศนีย์ กัปตัน นายธนวันต์ ห่องดอกไม้ และนายภคพงศ์ นันทพรหมมา โดยมีผศ.ดร.ณัฐวุฒิ เดไปวา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ได้พัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต่อจาก ผศ.ดร.นวัศ ทางดี (ดังรูป 2.14) ซึ่งได้เพิ่มส่วนของการหนีบเหง้าด้วยโซ่ เพื่อดึงเหง้ามันสำปะหลังออกจากดินและยังสามารถลำเลียงต่อไปเพื่อไปรวมกองที่กระบะ แล้วยกกระบะรวมกองขึ้นรถบรรทุกได้



รูปที่ 2.14 เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำโดยนางสาวทรงศนีย์ กัปตัน นายธนวันต์ ห่องดอกไม้ และนายภคพงศ์ นันทพรหมมา โดยมีผศ.ดร.ณัฐวุฒิ เดไปวา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

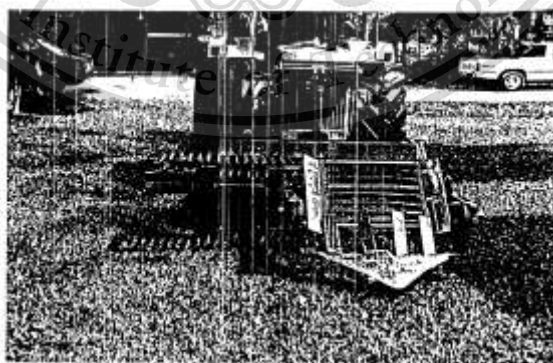
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5 งานวิจัยพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังในประเทศไทย(เพิ่มเติม)

ในประเทศไทยมีการพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ เอกชนและจากงานวิจัยของสถาบันการศึกษา เพื่อแก้ไขปัญหาต้นทุนการจ้างแรงงาน ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน และต้องการที่จะลดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง แต่ยังคงมีข้อจำกัดในการใช้งานค่อนข้างมาก เครื่องขุดมันสำปะหลังที่ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลส่วนมากหลังการใช้ผานขุดมันที่ติดตั้งกับรถแทรกเตอร์แล้วยังคงต้องมีคนเก็บหัวมันสำปะหลังออกจากแนวการขุด และยังมีปัญหาที่จะต้องใช้แรงงานคนทั้งการเก็บหัวมันหลังจากการขุดแล้วลงแข่งและการขนมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

1. สมนึก ชูศิลป์ และคณะ (2537) ได้ทำการศึกษาและออกแบบชุดเครื่องขุดมันสำปะหลัง (รูปที่ 2.15) แบบขุดและลำเลียงออกทางด้านข้างโดยประกอบด้วย ผานขุดรูปสามเหลี่ยมขนาดกว้าง 80 เซนติเมตร โขลาลำเลียงมันสำปะหลังขึ้นจากดินยาว 100 เซนติเมตร ทำมุมเอียง 30 องศาในแนวนอน และมีโขลาลำเลียงมันสำปะหลังออกทางด้านข้างในแนวนอนยาว 200 เซนติเมตร ได้ทำการติดเครื่องยนต์เบนซินขนาด 8 แรงม้าสำหรับใช้ขับโขลาลำเลียงทั้งสองชุด เครื่องขุดมันสำปะหลังถูกออกแบบให้อยู่ด้านหน้าของรถแทรกเตอร์ และได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของหัวมันสำปะหลังในดิน พบว่า ใช้แรงในการดึงหัวมันสำปะหลังเฉลี่ย 81.19 กิโลกรัมหรือ 796.47 นิวตัน และสรุปได้ว่า ควรขุดมันสำปะหลังควรขุดลึก 25-27 เซนติเมตร และความกว้างในการขุด 65-70 เซนติเมตร สำหรับผลการทดสอบเครื่องขุดมันสำปะหลัง พบว่า ความสามารถในการขุดเป็น 0.834 ไร่ต่อชั่วโมง ใช้ความเร็วรถแทรกเตอร์เฉลี่ย 0.371 เมตร/วินาที

ข้อจำกัดของเครื่องขุดมันสำปะหลังนี้ คือ ในการใช้ความเร็วรถแทรกเตอร์สูง โขลาลำเลียงไม่สามารถแยกดินออกจากหัวมันสำปะหลังได้ทำให้เกิดการสั่นไถระหว่างสายพานกับพูล์ชุดถ่ายทอด ยังคงต้องทำการปรับปรุง และยังคงต้องการการทดสอบในพื้นที่ดินแข็ง



รูปที่ 2.15 เครื่องขุดมันสำปะหลังพร้อมชุดลำเลียงเมื่อประกอบเข้ากับรถแทรกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

2. ศุภวัฒน์ ปากเมย (2540) ได้ทำการทดสอบการใช้หัวขุดรูปตัวยูและสี่เหลี่ยมแต่พบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับการขุดลึกที่สามารถทำได้ยาก ล้อหน้ายก มีวัชพืชติด และหัวมันสำปะหลังขาด ทั้งยังหลงเหลือในดินมาก และยังได้ศึกษาการแพร่กระจายของหัวมันสำปะหลังในดิน พบว่า กระแสกระจายไปด้านข้างตั้งฉากกับแนวร่องเฉลี่ย 59 เซนติเมตร และในแนวขนานกับแนวร่อง 77 เซนติเมตร ความลึกของหัวมันสำปะหลังเฉลี่ย 21.5 เซนติเมตร และน้ำหนักของหัวมันสำปะหลังเฉลี่ย 3.35 กิโลกรัม จึงได้ออกแบบเครื่องขุดมันสำปะหลัง ที่มีหัวขุดรูปสามเหลี่ยมมีหน้ากว้าง 100 เซนติเมตร และโครงเครื่องขุดมันกว้าง 200 เซนติเมตร พร้อมทั้งมีชุดลำเลียงขึ้น (รูปที่ 2.16) และชุดลำเลียงมันสำปะหลังออก (รูปที่ 2.17) ที่ใช้เครื่องยนต์ขนาด 7.46 กิโลวัตต์เป็นต้นกำลัง และใช้โซ่ขับอุปกรณ์ลำเลียง พบว่า มีความสามารถในการขุดโดยเฉลี่ย 0.74 ไร่ต่อชั่วโมง ร้อยละในการขุดมันสำปะหลังได้เฉลี่ยร้อยละ 92.51 ร้อยละการขาดโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.86 และหลงเหลือในดินเฉลี่ยร้อยละ 3.63 และความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมของเครื่องขุดมันสำปะหลังนี้ คือ 28 เมตรต่อนาที หรือ 0.5 เมตรต่อวินาที และความเร็วเชิงเส้นที่เหมาะสมของอุปกรณ์ลำเลียงอยู่ที่ 42 เมตรต่อนาที หรือ 0.7 เมตรต่อวินาที และศุภวัฒน์ยังคงทดสอบการขุดหัวมันสำปะหลังโดยใช้แรงงานคนพบว่า มีความสามารถ 0.035 ไร่ต่อคนต่อชั่วโมง ในการขุดมันสำปะหลังเฉลี่ยได้ร้อยละ 85.64 การขาดโดยเฉลี่ยร้อยละ 7.39 และหลงเหลือในดินเฉลี่ยร้อยละ 6.96

มีข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไปว่า ควรปรับปรุงระบบต้นกำลังของชุดลำเลียงโดยใช้กำลังจากปั๊มไฮดรอลิกและมอเตอร์ไฮดรอลิกที่ต่อมาจากเพลานานวยกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ และควรเพิ่มอุปกรณ์การตัดต้น ยอดต้นมันสำปะหลังและอุปกรณ์ลำเลียงมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก



รูปที่ 2.16 ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้น



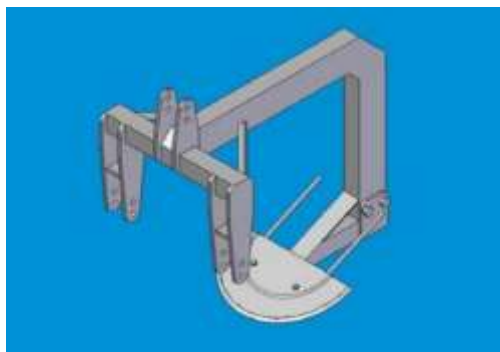
รูปที่ 2.17 ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังออก

3. เสรีและคำนิง (2550) ได้พัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลังที่ชื่อว่า มข.48 (รูปที่ 2.18) ซึ่งสามารถใช้ได้กับแปลงมันสำปะหลังที่มีระยะระหว่างแถวมากกว่า 80 เซนติเมตรขึ้นไป โดยใช้รถแทรกเตอร์ต้นกำลัง 18-25 แรงม้า ฝานมีลักษณะเป็นจานโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 2.18 เครื่องขุดมันสำปะหลัง มข.48

4. รศ.รัชชัย ทิววรรณวงศ์ และนายมนตรี ทาสันเทียะ ได้ออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบติดตั้งด้านข้างสำหรับใช้กับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ แบบผานขุดรูปสามเหลี่ยม (รูปที่ 2.19) โดยใช้ขุดมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 อายุ 7 เดือน มีลักษณะการปลูกแบบยกร่องเฉลี่ย 36 เซนติเมตร โดยความเร็วรถแทรกเตอร์ที่สามารถขุดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ 2.36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 0.65 เมตรต่อวินาที ความสามารถเชิงพื้นที่ เท่ากับ 0.87 ไร่ต่อชั่วโมง ร้อยละของมันสำปะหลังที่ขุดได้ คือ 88.63 และร้อยละของมันสำปะหลังที่เหลือในดิน คือ 11.32 ข้อจำกัดของเครื่องขุดมันสำปะหลังชนิดนี้คือ ร้อยละของมันสำปะหลังยังหลงเหลืออยู่ในดินค่อนข้างมาก



รูปที่ 2.19 เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบติดตั้งด้านข้างสำหรับใช้กับรถแทรกเตอร์ 4 ล้อ

แบบผานขุดรูปสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... 5. รศ.วิชา หมั่นทำการ (2553) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องขุดมันสำปะหลัง (รูปที่ 2.20) ไม่ว่ากรณีใดที่มีกรทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนขุดและส่วนลำเลียงติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ด้วยวิธีพวง 3 จุด โดยใช้

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

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

ผานชุดแฉะมันสำปะหลังขึ้นมา จากนั้นใช้โซ่ลำเลียงคืบเห้งมันแล้วดึงไปไว้ด้านหลัง โดยเครื่องชุดมันสำปะหลังนี้มีความเร็วโซ่ลำเลียงเท่ากับ 0.58 เมตรต่อวินาที มีมุมในการดึงเห้งมันสำปะหลังเท่ากับ 45 องศา และใช้แรงดึงเฉลี่ย 125 กิโลกรัม หรือประมาณ 1,250 นิวตัน โดยมีความสามารถในการทำงาน 0.49 ไร่ต่อชั่วโมง ด้วยการเคลื่อนที่ที่ความเร็ว 0.17 เมตรต่อวินาที สามารถดึงมันสำปะหลังได้ร้อยละ 87.33 ไม่สามารถดึงมันสำปะหลังได้ร้อยละ 12.67 และมีมันสำปะหลังที่ขาดหลงเหลืออยู่ในดินร้อยละ 0.88

ข้อจำกัดของเครื่องชุดมันสำปะหลังชนิดนี้คือ ใช้ได้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 60 แรงม้าขึ้นไป และสามารถใช้ได้เฉพาะกับแปลงปลูกมันสำปะหลังที่มีระยะห่างระหว่างแถว 1.2 เมตรขึ้นไปเท่านั้น (เสรี วงพิเชษฐ์, 2559)



รูปที่ 2.20 เครื่องชุดมันสำปะหลังโดย รศ.วิชา หมั่นทำการ

6. นักศึกษาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำโดยนายกิตติเชษฐ์ สิริพันธุ์ภาค นายณัฐวัตร ศรีสุขขี และนางสาวสรารัตน์ สุภาเอื้อง ซึ่งมีผศ.ดร.เสรี วงษ์พิเชษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ได้พัฒนาชุดกลไกจับยึดและสับเห้งมันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ (รูปที่ 2.21) กลไกนี้ใช้หลักการการทำงานเหมือนกับเครื่องเจาะกระแทก จากการศึกษารูปทรงและขนาดของต้นมันสำปะหลังพบว่าสามารถจำแนกรูปทรงลำต้นได้ 6 กลุ่ม ประกอบด้วย S11, S12, S13, S2, S3 และ X (รูปที่ 2.22)

โดยที่การศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนากลไกสำหรับการสับเห้งกลุ่ม S11, S12 และ S13 และมีเส้นผ่านศูนย์กลางชุดจับยึดและสับเห้งมัน 5.50 และ 5.63 cm. ตามลำดับ ชุดจับกลไกที่ออกแบบสามารถปรับขนาดความกว้างได้ โดยให้ชุดจับยึดอยู่ด้านบนและชุดสับอยู่ด้านล่าง ทำการสับแยกหัวมันโดยให้ชุดสับเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง ในขณะที่ชุดจับยึดกับต้นมันอยู่นิ่ง กลไกมีลักษณะเหมือนกลไกที่จับคอนเดนเซอร์และเนียนขอบด้านล่าง ชุดสับทำมุม 45 องศาจากแนวดิ่งเพื่อใช้เป็นคมมีด

จากการทดสอบการทำงาน พบว่าใช้แรงในการสับเฉลี่ย 2,160 นิวตัน และมีร้อยละหัวมันที่สับไม่หมดโดยเฉลี่ยร้อยละ 15.60 ชุดทดสอบทำงานได้ดีกับต้นมันกลุ่ม S12 และ S13 เนื่องจากต้นมันทั้ง 2 กลุ่มมีกิ่งแตกออก ซึ่งใช้ในการประคองและค้ำต้นมันไม่ให้เกิดการล้มในขณะทำการสับ

ในการออกแบบกลไกนี้ยังมีข้อจำกัดและปัญหาบางประการที่ไม่สามารถตัดหัวมันสำปะหลังที่แผ่ออกในลักษณะแฉกและเนื่องจากใบมีดมีลักษณะเป็นแบบคิมคิปทำให้หัวมันสำปะหลังบางส่วนไม่ถูกตัด จึงเกิดความสูญเสียจากหัวมันสำปะหลังที่ยังติดอยู่กับเหง้า



รูปที่ 2.21 ชุดกลไกจับยึดและสับเหง้ามันสำปะหลัง



รูปที่ 2.22 การจำแนกรูปทรงลำต้น 6 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 3

ทฤษฎีและการคำนวณเพื่อออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

3.1 หลักการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

หลักการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ได้ถูกออกแบบโดยรับกำลังทำงานมาจากเพลลาอำนาจกำลัง (Power Take Off, PTO) ที่อยู่ท้ายรถแทรกเตอร์ที่มีความเร็วรอบในการหมุน 540 รอบต่อนาที เพื่อขับเคลื่อนปั๊มและส่งกำลังจากปั๊มไปยังมอเตอร์ชุดตัดและมอเตอร์ชุดหนีบมันสำปะหลัง เมื่อรถแทรกเตอร์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าและผ่านเหง้ามันสำปะหลัง การทำงานจะเริ่มขึ้น โดยชุดหนีบลำเลียงจะหนีบเหง้ามันสำปะหลังขึ้นมาและส่งผ่านขึ้นไปยังชุดตัดเหง้า จากนั้นหัวมันสำปะหลังที่ถูกตัดออกจากเหง้าระหว่างถูกหนีบ แล้วหัวมันสำปะหลังที่ถูกตัดจะร่วงลงสู่ชุดลำเลียง จากนั้นหัวมันสำปะหลังที่ถูกตัดจะถูกลำเลียงต่อขึ้นไปสู่กระบะรวมกอง เมื่อกระบะรวมกองเต็มแล้วสามารถใช้ระบบไฮดรอลิกในการขนเหง้ามันสำปะหลังขึ้นสู่รถบรรทุกได้ ในส่วนของเหง้ามันสำปะหลังที่เหลืออยู่ในดิน(ชุดหนีบไม่ได้หนีบขึ้นมาบางส่วน) จะมีผานชุดมันอยู่ตรงบริเวณด้านหลังเครื่องเพื่อชุดมันสำปะหลังขึ้นมาจากดิน ลักษณะการทำงานดังกล่าวได้ถูกออกแบบเป็นโมเดลเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบมีลักษณะดังรูป 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 รูปโมเดลรถแทรกเตอร์ที่พ่วงท้าย

รูปที่ 3.2 รูปโมเดลรถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังด้วยรถ

เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

3.2 การออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบต้องมีความสามารถในการหนีบ ตัด ลำเลียงมันสำปะหลังขึ้นสู่กระบะรวมกอง และขนส่งมันสำปะหลังขึ้นท้ายรถบรรทุก โดยการออกแบบที่พัฒนาเพิ่มเข้ามาในเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คือส่วนของชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง ชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลัง และชุดยกกระบะรวมกอง โดยการทำงานของชุดอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้ามาต้องมีความสัมพันธ์ในการ

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

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

ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ในส่วนของ ชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลัง ที่ได้ถูกออกแบบไว้ก่อนแล้ว โดยมีระบบไฮดรอลิกใช้ในการควบคุมชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลัง ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง และชุดยกกระเบระรวมกอง ซึ่งกำหนดให้ทุกขั้นตอนของการทำงานในอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องมีความสัมพันธ์กันในเรื่องของความเร็วในกลไกต่าง ๆ ออกแบบให้รถสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ โดยอุปกรณ์ต้องมีความแข็งแรงสามารถรับภาระต่าง ๆ ในการทำงานได้ ภายใต้เพลลาอำนาจกำลังของเครื่องยนต์รถแทรกเตอร์ขนาด 50-55 แรงม้า

3.3 การออกแบบชุดตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้ามันสำปะหลัง

การออกแบบชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบให้สามารถตัดหัวมันสำปะหลังออกจากเหง้ามันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถตัดเหง้ามันสำปะหลังได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีความเร็วกลไกการตัดสอดคล้องกับชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลัง โดยที่ชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังใช้ยางผ้าใบชนิดความหนา 8 มิลลิเมตร เพื่อความแน่นในการหนีบจับเหง้าและสามารถรับแรงต้านของชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังขณะตัดเหง้าได้ โดยทั้งชุดหนีบเหง้าและชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฮดรอลิก ซึ่งมีการคำนวณไฮดรอลิกในหัวข้อ 3.6 ต่อไป

3.3.1 การวางตำแหน่งชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง

ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังใช้ใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 นิ้ว จำนวน 3 ใบ ในการตัด และตัวบังคับทิศทาง 2 แบบ ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งมีลักษณะการวางใบเลื่อยวงเดือนทั้ง 3 ใบดังรูปที่ 3.4 และระยะการวางของใบเลื่อยทั้ง 3 ใบดังรูปที่ 3.5 โดยใบเลื่อย 2 ใบ วางตั้งฉากกับพื้น ทำหน้าที่ตัดด้านข้างของเหง้า และอีกหนึ่งใบวางขนานกับชุดหนีบเหง้า ทำหน้าที่ตัดส่วนด้านหน้าหลังและส่วนอื่น ๆ ของเหง้ามันสำปะหลัง

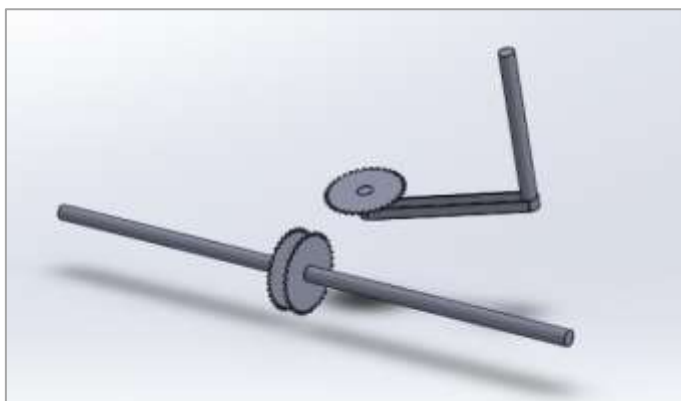


รูปที่ 3.3 ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง

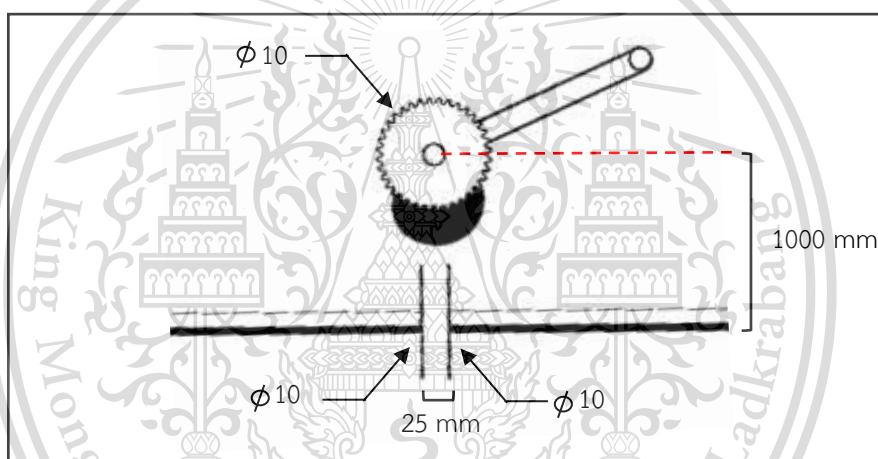
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.4 ลักษณะการตำแหน่งการวางของใบเลื่อยวงเดือนทั้ง 3 ใบ



รูปที่ 3.5 ระยะห่างของตำแหน่งใบเลื่อยวงเดือนทั้ง 3 ใบ

เนื่องจากชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังใช้ยางในการจับเหง้า มีผลทำให้มีช่องว่างด้านข้างของเส้นทางการเคลื่อนที่ของเหง้ามันสำปะหลัง ดังนั้นเพื่อความแน่นอนในตำแหน่งการตัดเหง้า จึงเพิ่มตัวบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ของเหง้า หรือ Guide line โดยแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ ตัว Guide line ที่มีลักษณะเป็นแท่ง วางอยู่เหนือใบเลื่อยวงเดือนสองใบแรก ทำหน้าที่บังคับให้เหง้ามันสำปะหลังเคลื่อนที่อยู่ในเส้นตรง ไม่ขยับไปด้านซ้ายหรือด้านขวา ดังรูปที่ 3.6 มีระยะและขนาดดังรูปที่ 3.7

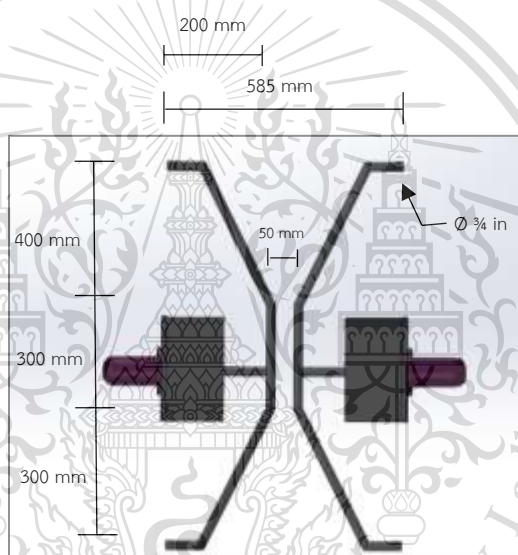
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.6 ตัวบังคับทิศทางลักษณะเป็นแท่ง



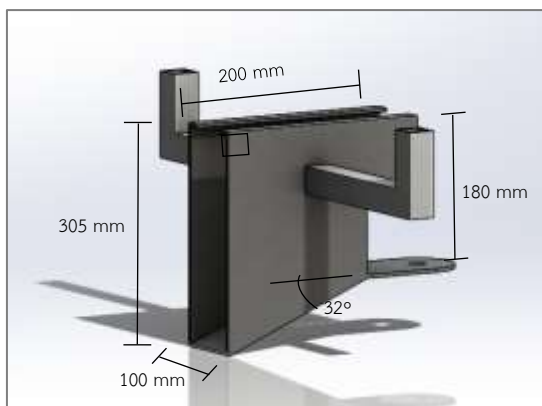
รูปที่ 3.7 ระยะและขนาดตัวบังคับทิศทางลักษณะเป็นแท่ง

และตัว Guide line แบบที่ 2 มีลักษณะเป็นพื้นลาดเอียง วางอยู่ด้านหน้าใบเลี้ยววงเดือนใบที่สาม ทำหน้าที่บังคับให้เหล้ามันสำปะหลังโน้มเอียงเพื่อสามารถตัดเหล้าออกจากหัวมันได้อย่างสมบูรณ์ ครบถ้วน มีระยะและขนาดดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.8 ระยะและขนาดตัวบังคับทิศทางแบบทางลาดเอียง

3.3.2 การออกแบบความเร็วรอบของชุดตัดเห้งน้ำมันสำปะหลัง

ใบเลื่อยแต่ละใบจะติดอยู่กับมอเตอร์ไฮดรอลิก(ความเร็วสูง)ของแต่ละตัว เพื่อส่งกำลังในการหมุนไปยังใบเลื่อยและตัดเห้งน้ำมันสำปะหลังออกจากหัวมันสำปะหลัง

การออกแบบประสิทธิภาพการตัดของชุดตัดเห้งน้ำมันสำปะหลังจะอ้างอิงจากงานวิจัยของนายอนุชิต ฉ่ำสิงห์ ซึ่งได้ทำการทดลองการตัดมันสำปะหลังด้วยใบเลื่อยวงเดือนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7 นิ้ว ดังตารางที่ 3.1 โดยใช้เครื่องยนต์ขนาด 5 แรงม้า ในการส่งกำลัง

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงความเร็วโซ่ป้อนและความเร็วใบเลื่อยจากงานวิจัยของนายอนุชิต ฉ่ำสิงห์

ความเร็วโซ่ป้อน (m/s)	ความเร็วใบเลื่อย	
	m/s	rev/s
0.07	13.11	23.18
0.09	16.3	28.825
0.18	21.46	37.95
0.11	16.96	29.99

จากตารางผลการทดลองงานวิจัยนี้พบว่า ที่ความเร็วใบเลื่อยวงเดือน 16.3 m/s เป็นความเร็วเหมาะสมในการตัด เนื่องจากเป็นความเร็วที่ทำให้เครื่องยนต์เดินเครื่องได้เรียบ และไม่สั่น

สำหรับชุดตัดเห้งน้ำมันสำปะหลังของทางคณะผู้จัดทำใช้ความเร็วในการป้อนที่สูงกว่างานวิจัย และต้องการให้สามารถตัดมันสำปะหลังได้ขาดแน่นอน จึงอ้างอิงความเร็วใบเลื่อยจากเครื่องตัดไฟเบอร์ขนาด 14 นิ้ว ซึ่งมีความเร็ว 3800 รอบต่อนาที

จากการทดลองนำหัวมันสำปะหลังไปตัดที่เครื่องตัดไฟเบอร์พบว่า ใบเลื่อยวงเดือนควรมีความเร็วรอบอย่างน้อย 3000 รอบต่อนาทีในการตัดเห้งน้ำมันสำปะหลังออกจากหัวมันสำปะหลัง ซึ่ง

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

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

จะนำไปเลือกและคำนวณมอเตอร์ไฮดรอลิกในหัวข้อที่ 3.6 ต่อไป และใบเลื่อยวงเดือนที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว

3.4 การออกแบบและการคำนวณชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลัง

การออกแบบชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบให้สามารถขนย้ายมันสำปะหลังหลังจากการตัดด้วยชุดตัดหัวมันสำปะหลังไปสู่กระบะรวมกองได้อย่างต่อเนื่อง โดยเป็นการลำเลียงด้วยสายพานลำเลียงแบบตาข่าย โดยมีบั้งเหล็กชั้นระหว่างสายพานและมีโครงเหล็กด้านข้าง โดยชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังนี้ใช้เพลอาำนวยกำลังเป็นต้นกำลังในการขับ มีการออกแบบและคำนวณสายพานลำเลียง ดังนี้

3.4.1 การออกแบบรูปร่างของชุดลำเลียง

จากขอบเขตการศึกษาได้กำหนดขนาดหัวมันสำปะหลัง จึงได้ออกแบบลักษณะชุดลำเลียงดังรูปที่ 3.9 รองรับหัวมันสำปะหลังจากตัดหัวมันสำปะหลังและลำเลียงขึ้นไปยังกระบะรวมกองได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นสายพานแบบตาข่ายเพื่อให้ดินที่ติดมันสำปะหลังสามารถหล่นลงผ่านตาข่าย มีบั้งเหล็กยื่นออกจากตัวสายพาน เพื่อเป็นตัวลำเลียงหัวมันสำปะหลังบนสายพาน และมีแผงกันด้านข้างป้องกันหัวมันสำปะหลังหล่นออกจากสายพาน



รูปที่ 3.9 ลักษณะชุดลำเลียง

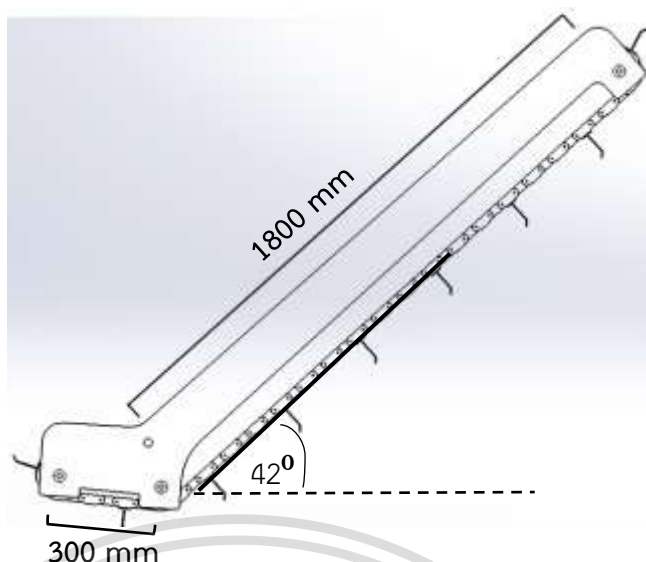
3.4.2 การออกแบบการวางสายพานลำเลียง

ออกแบบชุดลำเลียงให้มีส่วนรองรับหัวมันสำปะหลังที่ถูกตัดจากชุดตัดหัวมันสำปะหลัง และมีส่วนลำเลียงที่ลำเลียงหัวมันสำปะหลังขึ้นสู่กระบะรวมกองโดยไม่ใช้การเหวี่ยงและมีความสูงที่สูงกว่ากระบะของชุดยกกระบะรวมกองจึงเหมาะกับการลำเลียงแบบปรับระดับ ซึ่งมาจากคำแนะนำการ

ออกแบบสายพานของบริษัท คอนเวเยอร์ไกด์ จำกัด ได้ขนาดความยาวของแต่ละส่วนดังรูปที่ 3.10 เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.10 สายพานที่ออกแบบ

จากการออกแบบสายพานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง พบว่าสายพานที่ใช้นั้นรับน้ำหนักไม่มาก มีขนาดเล็ก และต้องการให้ติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมให้น้อยที่สุด แต่ยังสามารถลำเลียงได้ จากคำแนะนำของบริษัท คอนเวเยอร์ไกด์ จำกัด ดังนั้นการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมจึงได้ออกแบบไว้ตามกรณีดังนี้

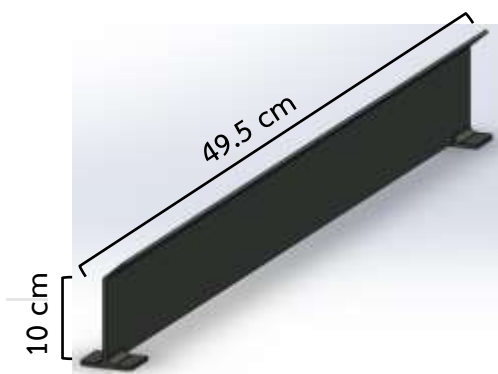
- กรณีสายพานมีขนาดหน้ากว้างมากกว่า 600 มิลลิเมตร จะทำให้สายพานโก่งหากไม่มีสิ่งมารองรับ จึงได้ออกแบบให้สายพาน กว้าง 500 มิลลิเมตร ซึ่งดูจากความกว้างที่จะติดตั้งได้ของตัวเครื่องชุดต้นแบบ
- กรณีจะเกิดระยะตกท้องช้างมาก คือระยะ $I_a, I_c \geq 900$ มิลลิเมตร จึงออกแบบระยะ I_c เท่ากับ 450 มิลลิเมตร เพราะ เพียงพอต่อการรับน้ำหนักมันสำปะหลังที่ตก และระยะ I_a เท่ากับ 430 มิลลิเมตร เพราะ เพียงพอต่อการส่งน้ำหนักมันสำปะหลังลงกระบะรวมกอง เมื่อไม่มีระยะตกท้องช้างมาก ก็จะทำให้สายพานกับ Sprocket ขบกันได้ดีทำงานโดยมีประสิทธิภาพ
- กรณีสายพานมีความยาวมากกว่า 30 เมตร เราต้องใส่ระบบ Take up เพื่อปรับให้ได้ระยะที่เหมาะสมในการทำงาน แต่สายพานเรามียาวไม่ถึงจึงไม่ต้องมีระบบนี้

3.4.3 การออกแบบขนาดและช่วงระยะห่างของบั้งเหล็กบนสายพาน

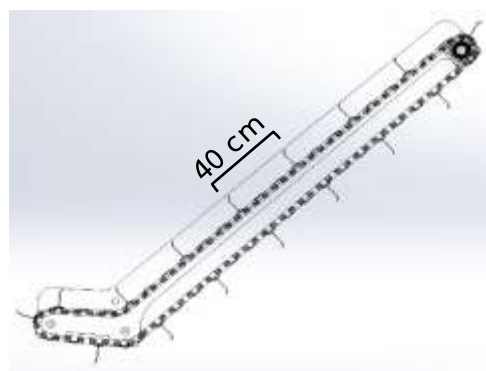
จากงานวิจัยของธนุวัศ ทางดี ซึ่งศึกษาลักษณะทางกายภาพของหัวมันสำปะหลัง พบว่าหัวมันสำปะหลังมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12-15 เซนติเมตร และยาวประมาณ 16-23 เซนติเมตร โดย 1 เหง้าจะมีจำนวนหัว 5-15 หัว จึงได้ทำการออกแบบเหล็กขึ้นให้มีขนาดสูง 10 เซนติเมตร ยาว 49.5 เซนติเมตร (รูปที่ 3.11) ซึ่งสามารถรองรับมันสำปะหลัง 2-3 หัว ไม่ให้หล่นได้ โดยแบ่งเหล็กแต่ละแห่งจะห่างกันประมาณ 40 เซนติเมตร จะได้ 11 ชิ้น (รูปที่ 3.12) ซึ่งสามารถรองรับมันสำปะหลังขนาดที่ยาวที่สุดได้ ซึ่ง 1 ช่องสามารถรองรับหัวมันขนาดเฉลี่ยได้ประมาณ 5 หัว ซึ่งเพียงพอต่อการลำเลียง

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

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

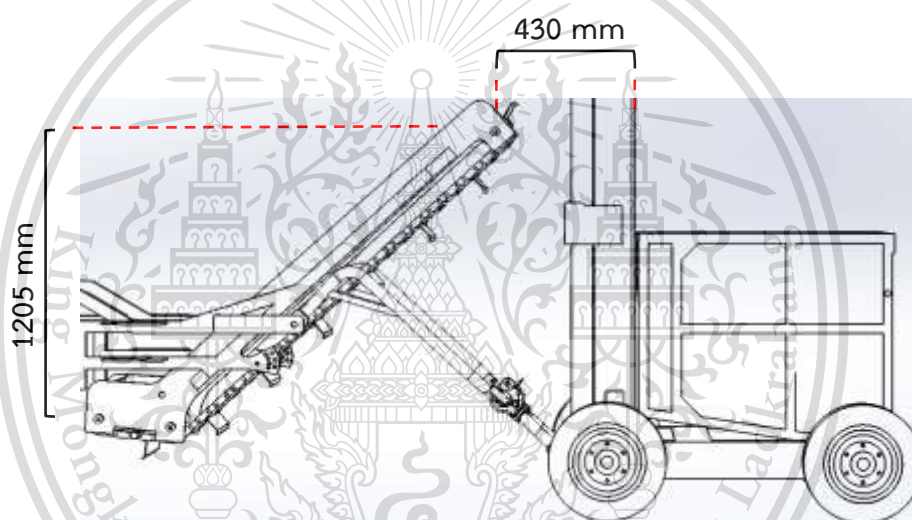


รูปที่ 3.11 ลักษณะบั้งเหล็ก



รูปที่ 3.12 ลักษณะการวางบั้งเหล็ก

3.4.4 การคำนวณหาความเร็วของสายพานลำเลียง



รูปที่ 3.13 แสดงขนาดของชุดลำเลียงกับกระบะรวมกอง

เนื่องจากความเร็วของสายพานลำเลียงต้องไม่เร็วเกินไปและช้าเกินไป โดยจะออกแบบให้ความเร็วลำเลียงสัมพันธ์กับความเร็วในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เพื่อให้หัวมันสำปะหลังที่ถูกตัดจากชุดตัดหัวมันสามารถลำเลียงหัวมันสำปะหลังได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่เกิดการติดขัดจากการลำเลียงหัวมันสำปะหลังไม่ทัน

หาช่วงความเร็วที่จะทำให้มันสำปะหลังไม่เคลื่อนที่เลยกระบะรวมกองหรือตกโดนขอบกระบะรวมกอง โดยกำหนดช่วงมันสำปะหลังหล่นลงกระบะรวมกองที่มีความยาว 100 - 900 มิลลิเมตร และความสูงของตัวลำเลียงอยู่ที่ 1230 มิลลิเมตร

จากสมการ

$$S_y = U_y t + 0.5gt^2 \quad (3.1)$$

$$S_x = U_x t \quad (3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย S คือ ระยะทาง (m)

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

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

U คือ ความเร็วต้น (m/sec)

g คือ ค่าความเร่งโน้มถ่วง (m/sec²)

t คือ เวลา (sec)

กำหนดให้ $\theta = 42^\circ$, $S_y = 1205$ mm และ $S_{x,\max} = 900$ mm

จาก $U_x = U \cos \theta$ และ $U_y = U \sin \theta$

แทนค่าใน (3.1) และ (3.2) ได้ $t = \frac{0.9}{U \cos(42)}$

$$1.205 = \left[U \sin(42) \left(\frac{0.9}{U \cos(42)} \right) \right] + \left[(0.5)(9.81) \left(\frac{0.9}{U \cos(42)} \right)^2 \right]$$

$$U_{\max} = 4.27 \text{ m/s}$$

กำหนดให้ $S_{x,\min} = 100$ mm

แทนสูตรได้ (3.1) และ (3.2) $t = \frac{0.1}{U \cos(42)}$

$$1.205 = \left[U \sin(42) \left(\frac{0.1}{U \cos(42)} \right) \right] + \left[(0.5)(9.81) \left(\frac{0.1}{U \cos(42)} \right)^2 \right]$$

$$U_{\min} = 0.28 \text{ m/s}$$

ดังนั้น ความเร็วของการลำเลียงที่จะทำให้มันสำปะหลังหล่นลงกระบะรวมกอง จะต้องอยู่ในช่วง $0.28 \leq V \leq 4.27$ เมตรต่อวินาที

จากเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบมีการทำงานร่วมกับคน จึงออกแบบให้ชุดลำเลียงมันสำปะหลังต้องมีความเร็วของสายพานทำงานอยู่ที่ 0.3-0.5 เมตรต่อวินาที ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมในการที่คนทำงานกับเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากความเร็วของรถแทรกเตอร์ 0.5 เมตรต่อวินาที จะสามารถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังได้ 0.625 เหง้าต่อวินาที จึงเลือกความเร็วของตัวลำเลียง 0.5 เมตรต่อวินาที โดยอยู่ในช่วงความเร็วที่ใช้งานได้ เพื่อให้ลำเลียงได้อย่างต่อเนื่อง โดยความเร็วการลำเลียงที่เร็วกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที จะทำให้ทำงานกับคนได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ และความเร็วการลำเลียงที่น้อยกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที จะทำให้เป็นการเพิ่มภาระต่อสายพาน

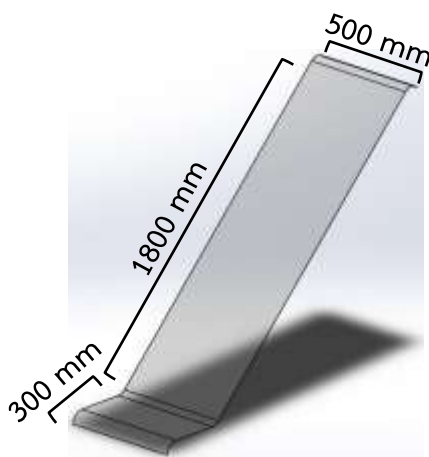
3.4.5 การคำนวณเลือกวัสดุทำสายพานตาข่าย

จากงานวิจัยของผศ.ดร.นวัศ ทางดี พบว่าเหง้ามันสำปะหลัง 1 หัวมีน้ำหนักประมาณ 0.4-7.6 กิโลกรัม โดยในการออกแบบเราจะทำการคำนวณน้ำหนักมันสำปะหลังเป็น 10 กิโลกรัม ความเร็วในการลำเลียงจะใช้ 0.5 เมตรต่อวินาที โดยความเร็วนี้จะทำให้มันสำปะหลังสามารถอยู่บนส่วนลำเลียงมากที่สุด 3 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.14 ลักษณะตาข่าย

จากรูปที่ 3.14 ตาข่ายใช้พื้นที่ทั้งหมด $0.5 \times (1.8 + 0.3) = 1.05$ ตารางเมตร

ตารางที่ 3.2 แสดงรุ่นมาตรฐาน ตะแกรงเหล็กฉีก

รุ่นตะแกรงเหล็กฉีก	ช่องกว้างรู	ช่องยาวรู	ความหนา	สัน	น้ำหนัก(กก.) 4x8ฟุต	การรับน้ำหนัก กก./ตร.ม.(Span600)
XS 31	12.0	30.5	1.2	1.5	7.01	8
XS 32	12.0	30.5	1.6	2.0	12.4	20
XS 33	12.0	30.5	2.3	3.0	26.8	65
XS 34	16.0	35.0	1.2	1.5	5.26	17
XS 35	16.0	35.0	1.6	2.0	9.34	58
XS 36	16.0	35.0	2.3	3.0	20.15	106
XS 41	22.0	50.8	1.6	2.0	6.9	11
XS 42	22.0	50.8	2.3	2.5	12.2	25
XS 43	22.0	50.8	3.2	3.5	23.8	67
XS 51	25.0	61.0	1.6	2.5	7.5	15
XS 52	25.0	61.0	2.3	3.0	12.9	31
XS 53	25.0	61.0	3.2	4.0	23.9	77

จากตารางที่ 3.2 เราจะเลือกเป็นเหล็กฉีก XS52 ซึ่งตาข่ายที่ใช้มีพื้นที่ 1.05 ตารางเมตร จะหนัก 4.55 กิโลกรัม สามารถรับน้ำหนักได้ 32.55 กิโลกรัมเพียงพอต่อการรองรับเหง้า 3 ต้น

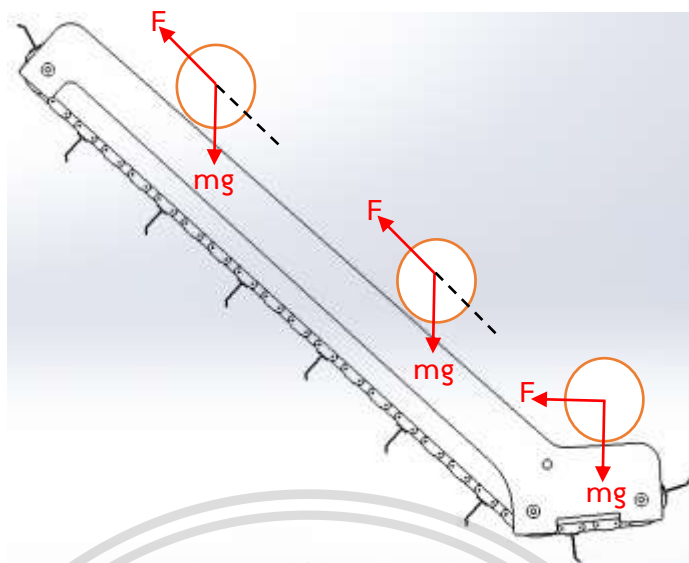
3.4.6 การคำนวณเลือกโซ่ลำเลียงและขนาดเฟืองโซ่

จากงานวิจัยของผศ.ดร.นวัศ ทางดี พบว่าเหง้ามันสำปะหลัง 1 หัวมีน้ำหนักประมาณ 0.4-7.6 กิโลกรัม โดยในการออกแบบเราจะทำการคำนวณน้ำหนักมันสำปะหลังเป็น 10 กิโลกรัม ความเร็วในการลำเลียงจะใช้ 0.5 เมตรต่อวินาที โดยความเร็วนี้จะทำให้มันสำปะหลังสามารถอยู่บนส่วนลำเลียงมากที่สุด 3 ต้น และยังมีน้ำหนักประมาณ 12.48 กิโลกรัม ซึ่งเป็นส่วนที่ไซรองรับ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.15 แผนภาพวัตถุอิสระของการเคลื่อนที่ของม้าน้ำสำหรับ

$$\Sigma F = 0 ;$$

$$F - mg \cos \theta = 0$$

$$F - [((10 + 12.481) \times 9.81) + (10 \times 2 \times (9.81 \cos \theta))] = 0$$

$$F = 366.34 \text{ N}$$

เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัยจึงใช้ $F \times 2 = 366.34 \times 2 = 732.68 \text{ N}$

เพื่อคำนวณเลือกโซ่จึงใช้สมการจากแคตตาล็อก MISUMI ดังสมการต่อไปนี้

แรงดึงสูงสุดที่โซ่ยอมรับได้ = แรงดึงสูงสุดที่กระทำต่อโซ่ $\times$ สัมประสิทธิ์การใช้งาน $\times$ สัมประสิทธิ์ความเร็ว

$$732.68 \times 1.3 \times 1.4 = 1,333.48 \text{ N} = 1.33 \text{ kN}$$

ดังนั้น จึงเลือกใช้โซ่ CHE80 ซึ่งสามารถทนแรงดึงได้สูงสุด 14.71 kN

เพื่อคำนวณหาขนาดของล้อฟันเฟือง จากสมการความเร่งสู่ศูนย์กลาง

$$\frac{v^2}{r} = g$$

$$\frac{0.5^2}{r} = 9.81$$

$$r = 0.025 \text{ m}$$

เส้นผ่านศูนย์กลางล้อฟันเฟืองมีขนาด 0.05 เมตร เป็นขนาดไม่มีในตารางจึงเลือก

สำหรับล้อฟันเฟืองที่ใช้กับโซ่เบอร์ CHE80 คือ Standard Double pitch Sprocket 80B ที่มีจำนวน

ฟัน 11 ฟัน, $D_p = 90.16 \text{ mm}$, $D_o = 102 \text{ mm}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$v = 0.665 \text{ m/s}$$

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

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

ซึ่งพบว่า เฟืองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 85 มิลลิเมตร ใช้ความเร็วในการหมุน 0.665 เมตรต่อวินาที เป็นช่วงความเร็วที่เราต้องการ ดังนั้นเฟืองนี้สามารถใช้ได้

หาความเร็วรอบของล้อฟันเฟือง

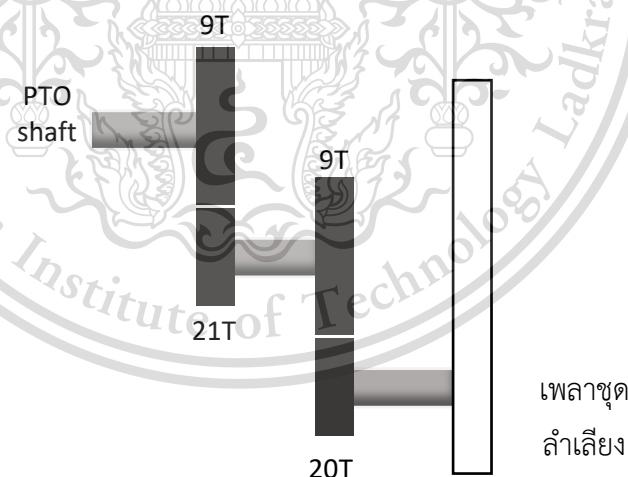
$$\begin{aligned} \text{จากสมการที่ 2.4} \quad \text{RPM} &= \frac{v}{2\pi r} \times 60 \\ &= \frac{0.5}{2\pi \left(\frac{0.09016}{2} \right)} \times 60 \\ &= 105.91 \text{ RPM} \end{aligned}$$

ดังนั้น ล้อฟันเฟืองนี้ต้องมีความเร็วรอบ 105.91 รอบต่อนาที

คำนวณหาอัตราทดของฟันเฟือง

$$\begin{aligned} n_2 &= \left| \frac{N_1}{N_2} \right| \times n_1 \\ &= \left(\frac{9}{21} \right) \left(\frac{9}{20} \right) \times 540 \\ &= 104.14 \text{ RPM} \end{aligned}$$

นั่นคือมีอัตราทดกำลังของชุดเฟืองโซ่เป็น 1 : 0.192 ซึ่งมีการทดกำลังของเฟือง 2 ครั้ง ในครั้งแรกใช้เฟืองขนาด 9 ซี่และ 21 ซี่ และครั้งที่ 2 ใช้เฟืองขนาด 9 ซี่และ 20 ซี่ ส่งถ่ายกำลังไปยังชุดลำเลียงมันสำปะหลัง จะได้ความเร็วรอบ 104.14 rpm ใกล้เคียงกับที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ชุดอัตราทดกำลังของชุดลำเลียงมันสำปะหลัง

3.5 การออกแบบและคำนวณความแข็งแรงของโครงสร้างหลักของเครื่องเก็บเกี่ยวมัน

สำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
การออกแบบและคำนวณโครงสร้างหลักของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ออกแบบให้เครื่องจักรมีความสามารถรับภาระที่เกิดจากการทำการเก็บเกี่ยวทั้งหมดได้อย่างมี

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

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

ประสิทธิภาพ โดยการวิเคราะห์โครงสร้างหลักจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกหรือการวิเคราะห์ส่วนชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง และส่วนที่สองหรือการวิเคราะห์ส่วนชุดยกกระบะรวมกอง ดังนี้

3.5.1 การออกแบบและการคำนวณโครงสร้างหลักของชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

การออกแบบโครงสร้างหลักของชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบให้ชุดเก็บเกี่ยวสามารถรับภาระทำงานระหว่างการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวโครงหลักต้องรับภาระจากการลากจูงจากรถแทรกเตอร์ และจากชุดกระบะยกรวมกอง อีกทั้งยังต้องรับภาระน้ำหนักจากอุปกรณ์เสริมที่อยู่บนโครง เช่น มอเตอร์ สายพานโซ่หนีบ สายพานโซ่ลำเลียง เป็นต้น ในการวิเคราะห์ภาระต่างๆนี้ โครงหลักของชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต้องมีความแข็งแรง และปลอดภัยมากที่สุด

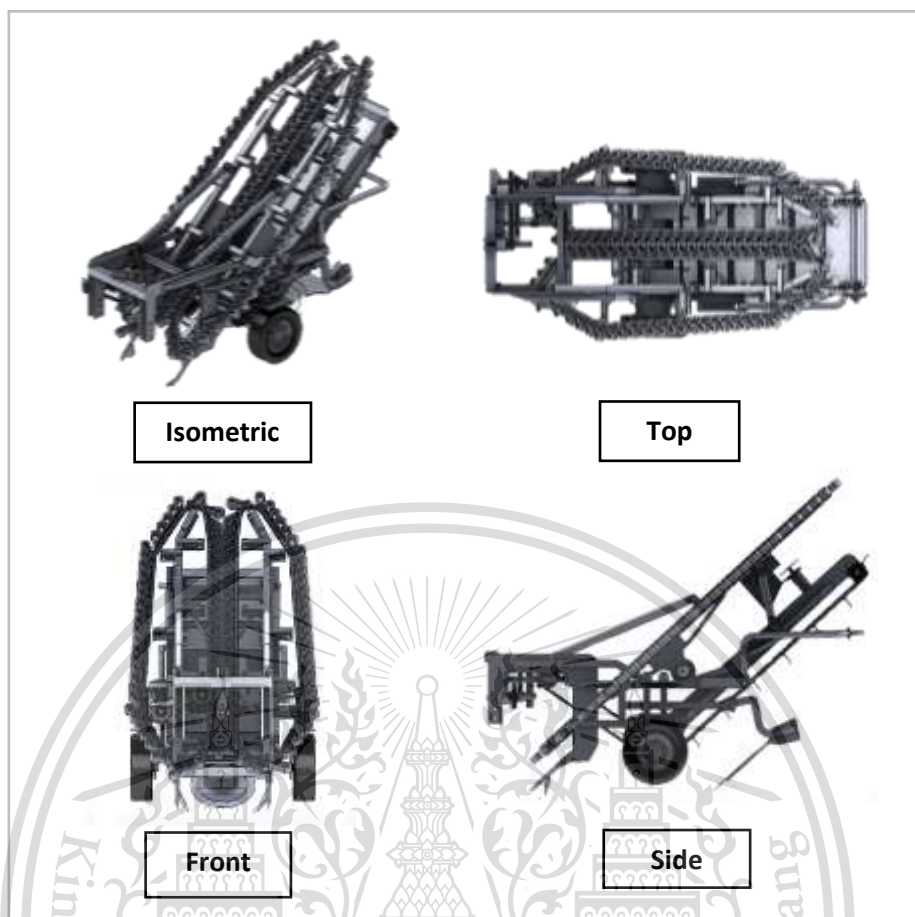
3.5.1.1 การออกแบบรูปร่างของชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

ชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจะถูกออกแบบให้มีลักษณะการทำงานคล้ายกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างโครงเครื่องและกระบวนการทำงานบางอย่างให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการออกแบบโมเดลจะถูกออกแบบให้มีลักษณะการเก็บเกี่ยวเป็นการหนีบเหง้าขึ้นมา โดยไม่ต้องใช้ตัวผลาญชุดในการช่วยดึงเหง้ามันสำปะหลังออกมา อีกทั้งมีตัวตัดระหว่างลำเลียง เพื่อลดกำลังคนที่ใช้ในขั้นตอนการตัด และส่วนสุดท้ายคือส่วนลำเลียง ซึ่งส่วนนี้จะลำเลียงหัวมันสำปะหลังที่ถูกตัวไปแล้ว ลำเลียงสู่ชุดกระบะยกรวมกอง โดยชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจะถูกออกแบบดังรูปที่ 3.17

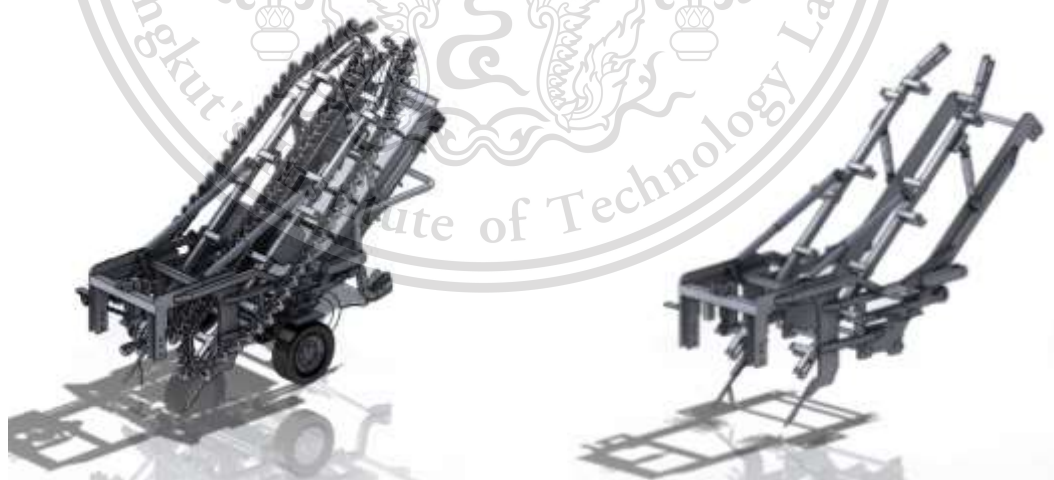
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.17 โมเดลชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง



รูปที่ 3.18 โครงสร้างชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ 1. แท่งแบน(Flat bar) ขนาด 400 มิลลิเมตร,หนา 15 มิลลิเมตร

2. แท่งแบน(Flat bar) ขนาด 400 มิลลิเมตร หรือ 10 นิ้ว,หนา 6 มิลลิเมตร

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

3. เหล็กกล่องขนาด 50*50 มิลลิเมตร²หนา 5 มิลลิเมตร
4. เหล็กกล่องขนาด 75*75 มิลลิเมตร²หนา 6.2 มิลลิเมตร
5. เหล็กแท่งกลมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.25 นิ้ว หรือ 31.75 มิลลิเมตร
6. เหล็กแท่งกลมเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 35 มิลลิเมตร
7. เหล็กกลมตันเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1.75 นิ้ว หรือ 44.45 มิลลิเมตร
8. ตะแกรงเหล็กฉีกมาตรฐาน ชนิด XS52
9. แบร็ง UCF207 6 ตัว
10. แบร็ง UCP207 6 ตัว
11. แบร็ง UCFL207 2 ตัว
12. โซ่แบบ standard roller chain ชนิด DID80
13. โซ่แบบ Double pitch roller chain with Attachment ชนิด C2080H
14. ล้อรถขนาด 7.5-16 น้ำหนัก 15 kg

3.5.1.2 การออกแบบและการคำนวณความแข็งแรงของชุดเก็บบีบเกี่ยวมันสำปะหลัง

การออกแบบความแข็งแรงของชุดเก็บบีบเกี่ยวมันสำปะหลังจะถูกกำหนดให้มีความสามารถในการทำงานระหว่างแบร็งภาระจากน้ำหนักของมอเตอร์ สายพานโซ่ลำเลียง สายพานโซ่หนีบเห้งมันสำปะหลัง ภาระแรงดึงจากการลากจูงชุดยกระบะรวมกอง ภาระจากแรงการถูกดึงจากรถแทรกเตอร์ด้วยข้อพ่วง 3 จุด

โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบจะใช้เหล็กตามอุตสาหกรรมทั่วไปคือ เหล็กชนิด AISI 1015 Cold drawn

โดยการวิเคราะห์การออกแบบความแข็งแรงของชุดเก็บบีบเกี่ยวมันสำปะหลัง จะใช้โปรแกรม SolidWorks ในการ Simulation เพื่อดูความแข็งแรงของโครงสร้างชุดเก็บบีบเกี่ยวมันสำปะหลัง ดังนี้

วิเคราะห์การรับโหลดจากแรงและน้ำหนักจากอุปกรณ์ต่างๆที่กระทำบนชิ้นงาน

- แรงที่กระทำจากชุดหนีบเห้งมันสำปะหลัง

โซ่ จากMISUMI แบบ Double pitch roller chain with Attachment ชนิด C2080H มีน้ำหนัก 2.37 กิโลกรัม/เมตร เพิ่มน้ำหนักจากยางที่ใช้ติดบนโซ่หนีบอีก 1 กิโลกรัม/เมตร เป็นน้ำหนักโซ่โดยรวม คือ 3.37 กิโลกรัม/เมตร โดยโซ่หนีบยาวข้างละ 2.13 เมตร เพราะฉะนั้นน้ำหนักจากโซ่กระทำต่อโครงหลักคือ $3.37(2.13) = 7.18$ กิโลกรัม/ข้าง

เฟือง จากMISUMI แบบ DID80 จำนวนฟัน 11 ฟัน มีน้ำหนักเฟือง 0.62 กิโลกรัม/เฟือง
 เอกสารนี้เป็นเอกสารนำเสนอสู่สาธารณะ โดยไม่มีการแก้ไขใดๆทั้งสิ้น
 ไม่ว่าการแก้ไขใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

น้ำหนักของเหง้ำมันสำปะหลัง การทำงานของชุดหนีบมันสำปะหลังขณะทำงานจะรับน้ำหนักเหง้ำมันสำปะหลังได้สูงสุด 4-5 เหง้า คิดน้ำหนักประมาณ 60 กิโลกรัม ดังนั้นน้ำหนักจากเหง้ำมันสำปะหลังที่กระทำต่อโครงหลักคือ $60/2 = 30$ กิโลกรัม/ข้าง

เพราะฉะนั้นแรงกระทำจากชุดหนีบเหง้ำมันสำปะหลัง คือ

$$\begin{aligned}\text{โซ่} + \text{เฟือง} + \text{น้ำหนักของเหง้ำมันสำปะหลัง} &= 7.18 + 4.96 + 30 \\ &= 42.14 \text{ กิโลกรัม/ข้าง} \\ &\approx 413.4 \text{ นิวตัน/ข้าง}\end{aligned}$$

- **แรงที่กระทำจากชุดลำเลียงเหง้ำมันสำปะหลัง**

โซ่ จากMISUMI แบบ standard roller chain ชนิด DID80 มีน้ำหนัก 2.55 กิโลกรัม/เมตร โดยโซ่ลำเลียงยาวข้างละ 1.762 เมตร เพราะฉะนั้นน้ำหนักจากโซ่กระทำต่อโครงหลักคือ $2.55(1.762) = 4.493$ กิโลกรัม/ข้าง

บัง ใช้เหล็กแผ่นขนาด $\frac{1}{4}$ นิ้ว โดยบังแต่ละตัวมีน้ำหนัก 1.13 กิโลกรัม/อัน มี 15 อันบนสายพานโซ่ลำเลียง เพราะฉะนั้นน้ำหนักจากบังกระทำต่อโครงหลักคือ $1.13(15) = 16.95$ กิโลกรัม โดยแรงกระทำแบ่งต่อโซ่สายพานลำเลียงแต่ละข้างเป็น $16.95/2 = 8.475$ กิโลกรัม/ข้าง

เฟือง จากMISUMI แบบ DID80 จำนวนฟัน 14 ฟัน มีน้ำหนักเฟือง 1.02 กิโลกรัม/เฟือง โดยใช้ 4 ตัว/ข้าง ดังนั้นน้ำหนักจากเฟืองกระทำต่อโครงหลักคือ $1.02(4) = 4.08$ กิโลกรัม/ข้าง

น้ำหนักของเหง้ำมันสำปะหลัง การทำงานของชุดลำเลียงเหง้ำมันสำปะหลังขณะทำงานจะรับน้ำหนักเหง้ำมันสำปะหลังได้สูงสุด 4-5 เหง้า คิดน้ำหนักประมาณ 60 กิโลกรัม ดังนั้นน้ำหนักจากเหง้ำมันสำปะหลังที่กระทำต่อโครงหลักคือ $60/2 = 30$ กิโลกรัม/ข้าง

เพราะฉะนั้นแรงกระทำจากชุดลำเลียงเหง้ำมันสำปะหลัง คือ

$$\begin{aligned}\text{โซ่} + \text{บัง} + \text{เฟือง} + \text{น้ำหนักของเหง้ำมันสำปะหลัง} &= 4.493 + 8.475 + 4.08 + 30 \\ &= 47.048 \text{ กิโลกรัม/ข้าง} \\ &\approx 461.54 \text{ นิวตัน/ข้าง}\end{aligned}$$

- **แรงที่กระทำจากน้ำหนักของล้อ และดุมล้อ**

ล้อ ใช้ล้อขนาด 7.5-16 มีน้ำหนัก 15 กิโลกรัม มีความสามารถรับน้ำหนักได้ 650 kg/ล้อ

ดุมล้อ คิดน้ำหนักของดุมล้อที่ออกแบบจากโปรแกรม SolidWorks โดยน้ำหนักของดุมล้อจะอยู่ประมาณ 22.35 กิโลกรัม/ชิ้น

เพราะฉะนั้นแรงกระทำจากน้ำหนักของล้อ และดุมล้อ คือ

$$\text{ล้อ} + \text{ดุมล้อ} = 15 + 22.35$$

$$= 37.35 \text{ กิโลกรัม/ข้าง}$$

$$\approx 366.4 \text{ นิวตัน/ข้าง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

- แรงที่กระทำจากการลากจูงชุดยกกระบะรวมกอง

โดยพิจารณาจากน้ำหนักโครงสร้างทั้งหมดของชุดยกกระบะรวมกอง คือ 1,593 กิโลกรัม หรือประมาณ 1,600 กิโลกรัม กับน้ำหนักของน้ำมันส่ำปะหลัง 1,500 กิโลกรัม ที่ต้องยกขึ้นรถบรรทุก โดยน้ำหนักรวมทั้งหมดที่กำหนดให้ชุดยกกระบะรวมกองสามารถรับได้คือ $1,600 + 1,500 = 3,100$ กิโลกรัม

โดยสัมประสิทธิ์ต้านทานการเคลื่อนที่ของล้อรถแทรกเตอร์มีดังนี้

ตารางที่ 3.3 ตารางสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของล้อรถแทรกเตอร์

ชนิดของพื้น	สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน
ดินแข็งอัดแน่น	0.04
ดินแห้งขรุขระ	0.10
ดินเปียก	0.14

โดยจะเลือกสัมประสิทธิ์สูงสุดเพื่อหาแรงกระทำสูงสุดได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานเท่ากับ 0.14

แรงที่กระทำจากการลากจูงชุดยกกระบะรวมกอง จะพิจารณาจากแรงต้านจากการเคลื่อนที่

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } f &= \mu N = \mu mg \\
 &= 0.14(3,100) \\
 &= 434 \text{ กิโลกรัม หรือประมาณ } 4,340 \text{ นิวตัน}
 \end{aligned}$$

- แรงที่กระทำจากการผลาญชุดดิน

โดยจากค่าความแข็งแรงของดินจากการทดลองของรศ.วิชา หมั่นทำการ ได้ค่าความแข็งแรงของดินสูงสุดในการขุดมันส่ำปะหลังคือ 50 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

โดยใบผลาญชุดเรามีพื้นที่ที่ใช้ในการผลาญชุดคือ 102.6 ตารางเซนติเมตร

เพราะฉะนั้นแรงต้านสูงสุดจากการใช้ตัวผลาญชุด คือ $50(102.6) = 5,130$ กิโลกรัม หรือประมาณ 51,300 นิวตัน

3.5.1.3 วิเคราะห์การรับโหลดจากการทำงานของชุดเก็บเกี่ยวมันส่ำปะหลังโดยใช้

โปรแกรมSolidWorks

ใช้โปรแกรมSolidWork ในการคำนวณการรับโหลดจากการทำงานของชุดเก็บเกี่ยวมัน

ส่ำปะหลัง ตัวโครงหลักจะใช้เหล็กแผ่นหน้า 15 มิลลิเมตร กับเหล็กกล่องขนาด 50*50 มิลลิเมตร

หน้า 5 มิลลิเมตร เป็นหลัก ดังรูปที่ 3.19

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

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



รูปที่ 3.19 โครงสร้างหลักของชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

ทำการ simulation เริ่มโดย fixed จุดที่ขึ้นงาน จุดที่ชุดเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังโดนลาก
จูงจากรถแทรกเตอร์ ดังรูปที่ 3.20



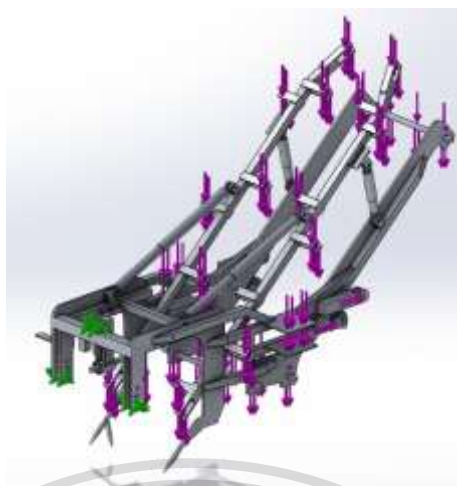
รูปที่ 3.20 การ fixed จุดที่รับแรงจากการลากจูงด้วยรถแทรกเตอร์

ทำการใส่แรงบนชิ้นงานจาก แรงที่กระทำจากชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลัง 413.4 นิวตัน/
ข้าง, แรงที่กระทำจากชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลัง 461.54 นิวตัน/ข้าง, แรงที่กระทำจากน้ำหนักขอล้อ
366.4 นิวตัน/ข้าง, แรงที่กระทำจากการลากจูงชุดยกกระบะรวมกอง 4,340 นิวตัน, แรงที่กระทำจาก
การผลาญชุดดิน 51,300 นิวตัน ดังรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.21 การกำหนดแรงหรือน้ำหนักลงบนโครงสร้างชุดเก็บเกี่ยว

จากนั้นทำการMeshชิ้นงานเพื่อการsimulation ดังรูปที่ 3.22 และกำหนดวัสดุ AISI 1015 Steel(Cold Drawn) ดังรูปที่ 3.23



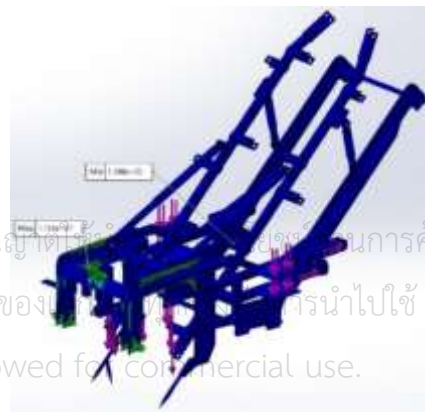
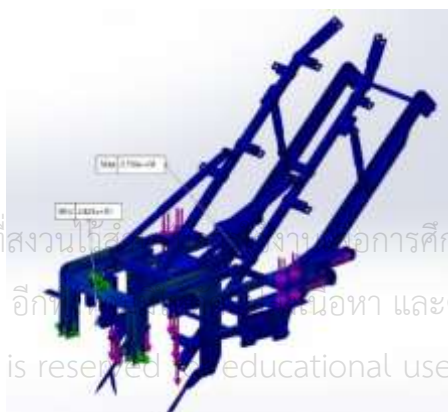
รูปที่ 3.22 การ mesh โครงสร้าง



รูปที่ 3.23 กำหนดวัสดุของชิ้นงาน

ผลการ simulation แสดงดังรูปที่ 3.24

- มีความเค้น Von mises stress สูงสุด คือ 2.786×10^8 MPa
- มีค่า Factor of safety ต่ำสุด คือ 1.188



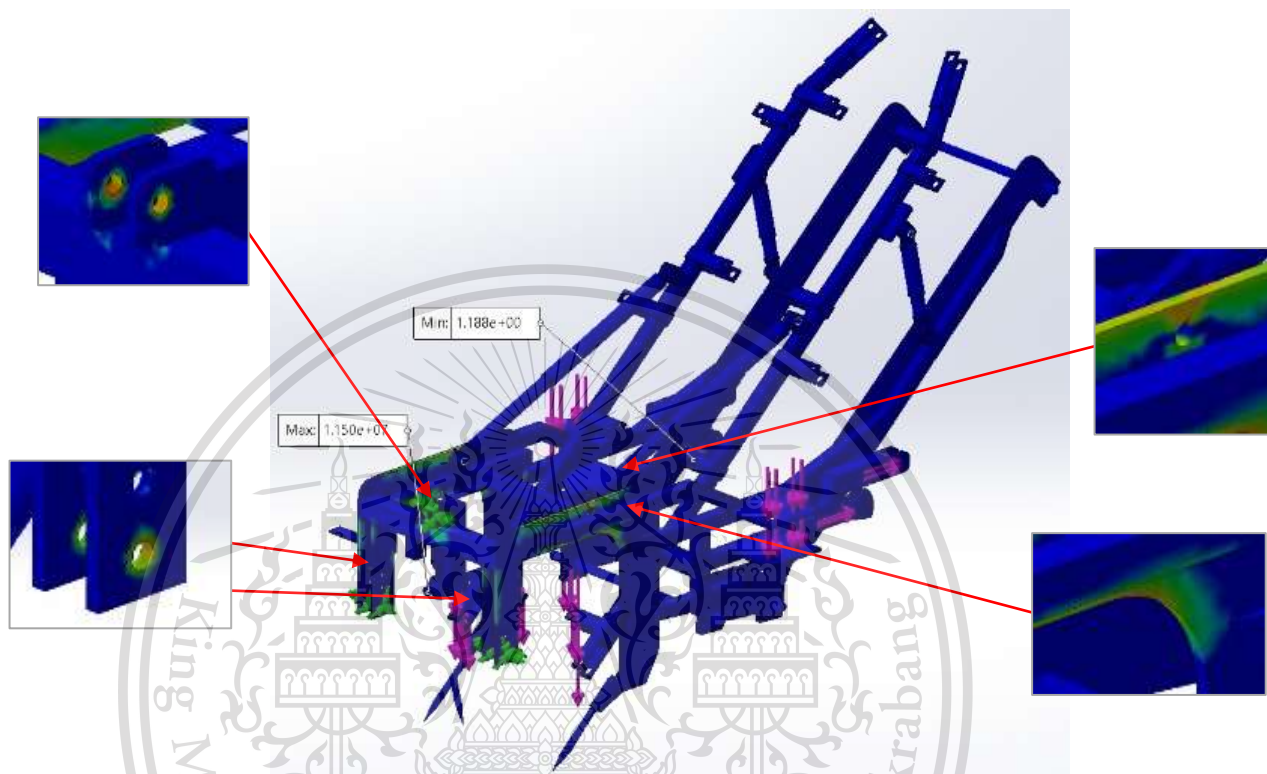
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษานานาชาติเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้เพื่อการพาณิชย์ การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์และแหล่งที่มาของเอกสารนำไปใช้

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

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

รูปที่ 3. 24 ผลการSimulationความแข็งแรงของโครงสร้างเครื่องเก็บเกี่ยว

ตำแหน่งบนวัสดุที่รับแรงมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ผลตำแหน่งของวัสดุที่รับภาระสูงในจุดต่างๆของโครงสร้างเครื่องเก็บเกี่ยว

จากค่าความเค้น Von mises stress สูงสุด คือ 2.786×10^8 MPa และค่ามีค่า Factor of safety ต่ำสุด คือ 1.188 ที่ได้จากการ simulation จากโปรแกรม SolidWorks แสดงให้เห็นว่า โครงหลักของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง สามารถรองรับภาระโหลดได้อย่างปลอดภัย

3.5.2 การออกแบบและการคำนวณชุดยกกระบะรวมกองมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

การออกแบบชุดยกกระบะรวมกองมันสำปะหลังนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบให้สามารถขนย้ายมันสำปะหลังจากชุดลำเลียงขึ้นรถบรรทุกได้ โดยรูปแบบการยกจะคล้ายกับการยกของด้วยรถโฟล์คคลิฟท์ (Forklift) ซึ่งเป็นการยกของด้วยการทำงานของระบบไฮดรอลิก อุปกรณ์ วัสดุ โครงสร้างส่วนต่าง ๆ ของตัวรถต้องมีความแข็งแรง มีความปลอดภัยและสามารถยกขึ้นรถบรรทุกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

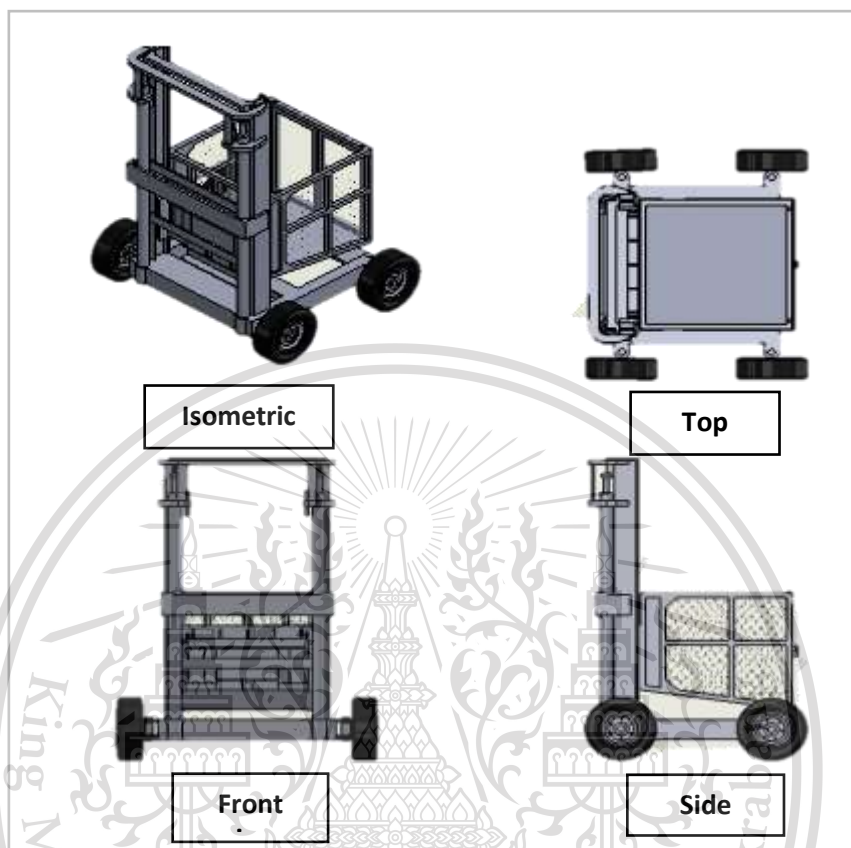
3.5.2.1 การออกแบบรูปร่างของชุดยกกระบะรวมกอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ชุดยกกระบะรวมกองจะถูกออกแบบให้มีลักษณะการทำงานคล้ายรถ forklift และการไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ออกแบบโมเดลจะถูกออกแบบให้รองรับกับการทำงานร่วมกับชุดอุปกรณ์ก่อนหน้าหรือชุดลำเลียง

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

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

โดยเสาหรือMASTต้องมีความกว้างระหว่างเสามากขึ้น เพื่อชุดลำเลียงจะสามารถลำเลียงหัวมัน
สำปะหลังขึ้นสู่กระบะได้อย่างต่อเนื่อง โดยรถยกกระบะรวมกองจะถูกออกแบบดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 โมเดลรถยกกระบะรวมกอง

วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. เหล็กแบน(Flat bar) ขนาด 250 mm หรือ 10 inหนา 6 mm
2. เหล็กบีม H-Beam ขนาด 125*125 mm
3. เหล็กบีม H-Beam ขนาด 150*150 mm
4. เหล็กกล่องขนาด 38*38 mm หนา 3.2 mm
5. เหล็กกล่องขนาด 150*100 mm หนา 10 mm
6. ตาข่ายถัก ขนาด 12*2 in
7. เสา (Mast) ของรถยกจะใช้ของรถอะไหล่ของรถforklift ที่มีความสามารถยกน้ำหนัก 3 ton ของบริษัท Heli Anhui Heli co., LTD.

8. กระบอกสูบไฮดรอลิกของบริษัท rexroth กระบอกสูบรุ่น CD210

9. ล้อรถแทรกเตอร์ของ TIRETRUCK ขนาด 7.5-20 ถึง 16.9-24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

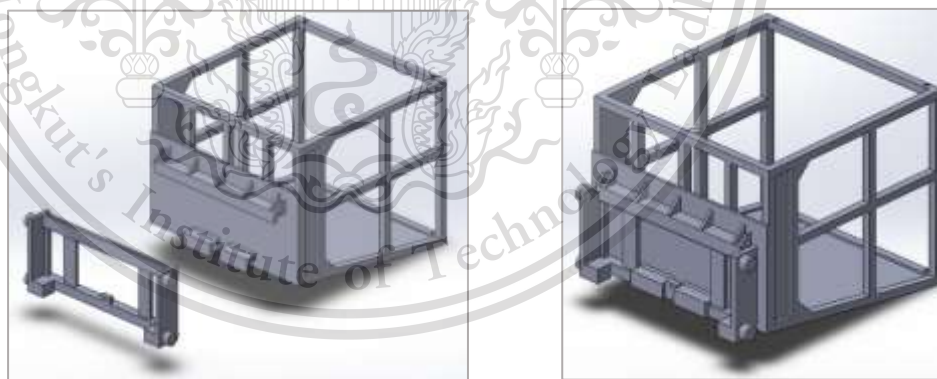
3.5.2.2 การออกแบบและการคำนวณความแข็งแรงของชุดยกกระบะรวมกอง (Forklift)

การออกแบบความแข็งแรงของชุดยกกระบะจะถูกกำหนดให้มีความสามารถยกกระบะน้ำหนักรวมสูงสุด 3 ton หรือ ประมาณ 30,000 N แต่ในทางปฏิบัติจะใช้น้ำหนักสำหรับ 1.5 ton หรือประมาณ 15,000 N ซึ่งสามารถยกกระบะได้สูง โดยความสูงได้กระบะสูงจากพื้นดิน 3 เมตร ซึ่งเป็นความสูงที่สูงกว่าท้ายรถพ่วง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบจะใช้เหล็กตามอุตสาหกรรมทั่วไป คือ เหล็กชนิด AISI 1015 Cold drawn

โดยการวิเคราะห์การออกแบบความแข็งแรงของชุดกระบะยกรวมกอง จะใช้โปรแกรม SolidWorks ในการ Simulation เพื่อดูความแข็งแรงของโครงสร้างชุดกระบะยกรวมกอง และจะคำนวณตามหลักวิศวกรรมแทนโปรแกรมในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ไม่ได้ โดยจะแบ่งการวิเคราะห์ความแข็งแรงของวัสดุอุปกรณ์เป็น 4 ส่วน ได้แก่ วิเคราะห์การรับน้ำหนักของกระบะขนน้ำหนักสำหรับ วิเคราะห์การรับแรงของเสา (MAST) วิเคราะห์การรับแรงของฐานรถ และการวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อล้อและเพลา ดังนี้

3.5.2.3 วิเคราะห์การรับน้ำหนักของกระบะขนน้ำหนักสำหรับ

ใช้โปรแกรม SolidWorks ในการคำนวณการรับแรงของกระบะขนน้ำหนักสำหรับ เมื่อรถยกมีความสามารถในการรับน้ำหนัก 30,000 N ตัวโครงกระบะใช้เหล็กแท่งขนาด 38×38 mm หนา 3.2 mm ดังรูปที่ 3.27



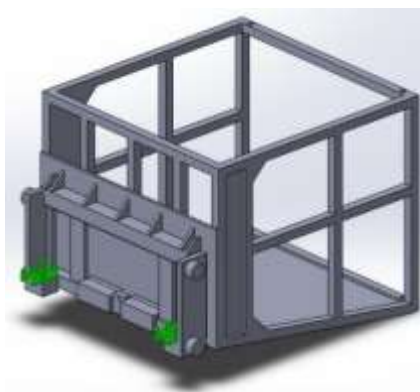
รูปที่ 3.27 การประกอบกระบะเข้าสู่ข้อพ่วงเสา(MAST)

ทำการ simulation โดย fixed จุดที่ขึ้นงานที่โดนโซ่จากไฮดรอลิกในการดึงกระบะขึ้น ดังรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

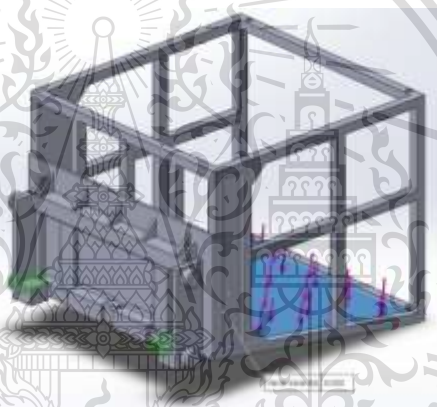
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.28 fixedจุดที่รับแรงจากโซ่ดึงข้อพ่วงของกระบะ

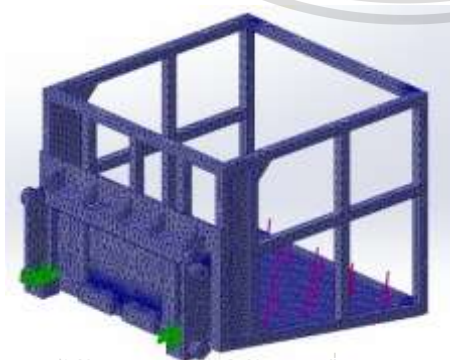
ทำการใส่แรงบนชิ้นงานแทนที่น้ำหนักหัวมันบนรถกระบะ โดยใช้แรงขนาด 30,000 N

ดังรูปที่ 3.29

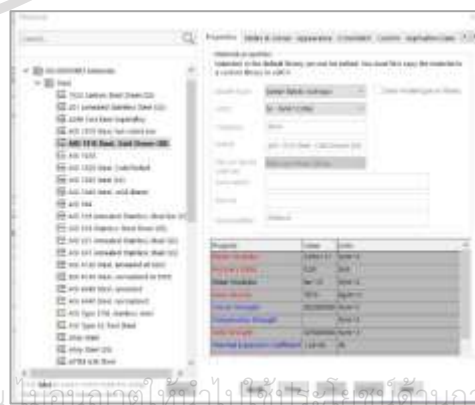


รูปที่ 3.29 การกำหนดแรงหรือน้ำหนักลงบนกระบะ

จากนั้นทำการMeshชิ้นงานเพื่อการsimulation ดังรูปที่ 3.30 และกำหนดวัสดุ AISI 1015 Steel(Cold Drawn) ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.30 การ mesh กระบะ



รูปที่ 3.31 กำหนดวัสดุของชิ้นงาน

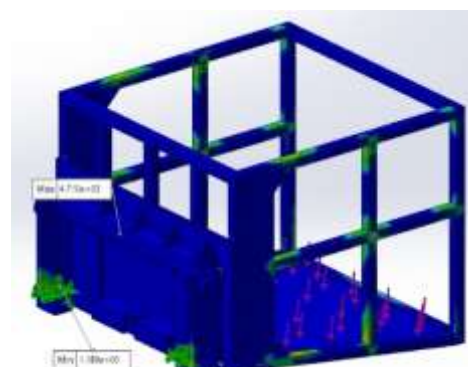
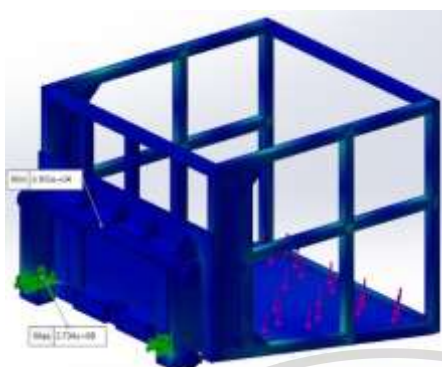
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

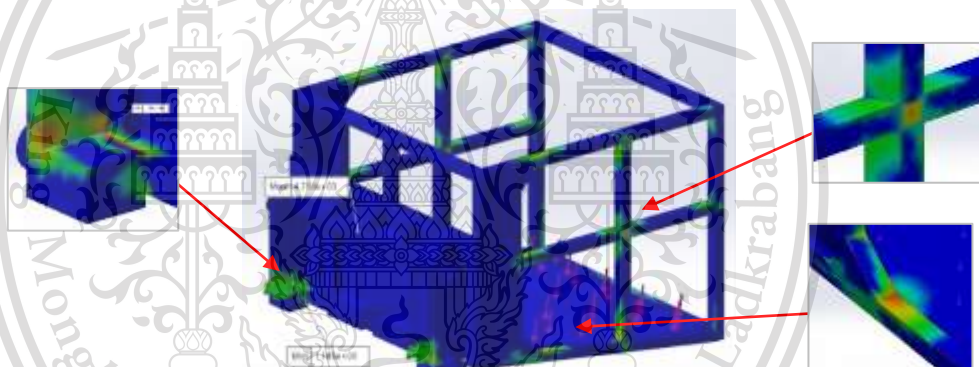
ผลการ simulation แสดงดังรูปที่ 3.32

- มีความเค้น Von mises stress สูงสุด คือ 2.734×10^8 MPa
- มีค่า Factor of safety ต่ำสุด คือ 1.183



รูปที่ 3.32 ผลการSimulationความแข็งแรงของกระบะ

ตำแหน่งบนวัสดุที่รับแรงมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 ผลตำแหน่งของวัสดุที่รับภาระสูงในจุดต่างๆของกระบะ

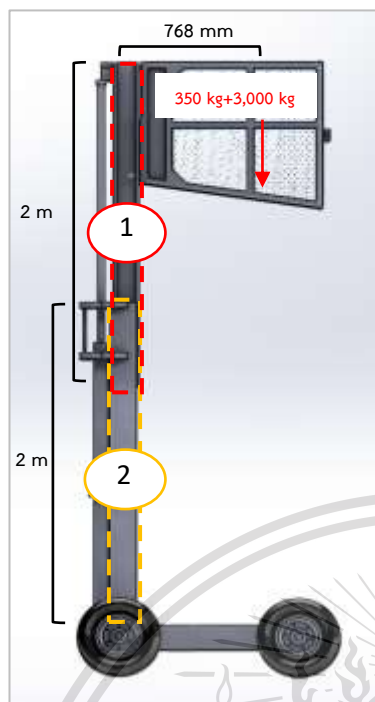
3.5.2.4 วิเคราะห์การรับแรงของเสา (MAST)

มีเสา(Mast) 2 เสาที่รับแรงโมเมนต์ตัดจากกระบะขนมันสำปะหลัง โดยแบ่งพิจารณาทีละเสา โดยเสาแต่ละเสาเป็นคานยาว 2 เมตร และเป็นเสาคนละชนิดกัน โดยเสาแรกเป็น I-Beam และเสาสองเป็น L-Beam ดังรูป 3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



หาแรงโมเมนต์ดัดรวมที่เกิดจากน้ำหนักของกระเบยยกมัน
สำปะหลัง และมันสำปะหลัง 3,000 kg

$$\begin{aligned} \text{จาก } \Sigma M_{s1} &= (350 + 3000)(9.81)(0.768) \text{ N.m} \\ &= 25,239.168 \approx 25,240 \text{ N.m} \end{aligned}$$

รูปที่ 3.34 รูปแสดงการวิเคราะห์โมเมนต์ของเสา(MAST)

คานแรก (I-Beam)

	ข้อมูลทางกายภาพของคาน I-Beam - ใช้เป็นวัสดุ AISI 1015 (Cold drawn) - มีพื้นที่หน้าตัด (A) = 4,274.185 mm² - มี area moment of inertia (I_{xx}) = 13,125,652 mm⁴ - มีความยาวคาน 2 เมตร
--	---

รูปที่ 3.35 รูปแสดงขนาด ระยะ และข้อมูลทางกายภาพของคาน I-beam

หาความเค้นที่ได้จากแรงโมเมนต์ดัดบนคาน I-Beam

$$\text{จาก } \sigma_{\max} = \frac{Mc}{I} = \frac{12,620 \text{ N.m} \times 73.025 \text{ mm}}{13,125,652 \text{ mm}^4} = 70.2118 \text{ MPa} \approx 71 \text{ MPa}$$

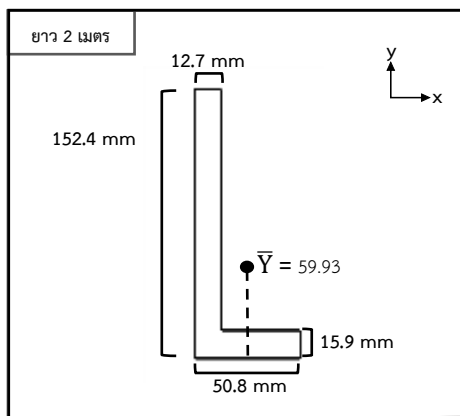
$$\text{จะได้ค่า Factor of Safety} = \frac{\sigma_{\text{ultimate}}}{\sigma_{\text{actual}}} = \frac{325}{71} = 4.577$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

คานสอง (L-Beam)

	ข้อมูลกายภาพของคาน L-Beam - ใช้เป็นวัสดุ AISI 1015 (Cold drawn) - มีพื้นที่หน้าตัด (A) = 2,541.27 mm² - มีarea moment of inertia(I_{xx}) = 5,011,073 mm⁴ - มีความยาวคาน 2 เมตร
---	--

รูปที่ 3.36 รูปแสดงขนาด ระยะ และข้อมูลทางกายภาพของคาน L-beam

หาความเค้นอัดที่ได้จากแรงโมเมนต์ดัดบนคาน L-Beam

จาก
$$\sigma_{\max} = \frac{Mc}{I} = \frac{12,620 \text{ N.m} \times (152.4 - 59.93) \text{ mm}}{5,011,073 \text{ mm}^4} = 232.8785 \approx 233 \text{ MPa}$$

จะได้ค่า Factor of Safety = $\frac{\sigma_{\text{ultimate}}}{\sigma_{\text{actual}}} = \frac{325}{233} = 1.395$

หาความเค้นดึงที่ได้จากแรงโมเมนต์ดัดบนคาน L-Beam

จาก
$$\sigma_{\max} = \frac{Mc}{I} = \frac{12,620 \text{ N.m} \times 59.93 \text{ mm}}{5,011,073 \text{ mm}^4} = 150.929 \text{ MPa} \approx 151 \text{ MPa}$$

จะได้ค่า Factor of Safety = $\frac{\sigma_{\text{ultimate}}}{\sigma_{\text{actual}}} = \frac{325}{151} = 2.152$

ออกแบบรอยเชื่อมคานที่ 2 (L-Beam) กับฐานของรอกกระบะ

จากความเค้นสูงสุดของส่วนที่ต่อกันระหว่างคานกับฐานรอกกระบะ คือ 233 MPa

จากตาราง Table 9-4 ในหนังสือ Machine design ระบุว่า เมื่อแรงกระทำต่อรอยเชื่อมเป็นแรง

จากโมเมนต์ดัด รอยเชื่อมนั้นจะสามารถรับความเค้นได้สูงสุด คือ $0.6S_y$ โดย S_y จะมาจากลวดเชื่อม

ถ้าใช้ AISI 1015 (Cold drawn) จะมี Yield strength = 325 MPa

ดังนั้นรอยเชื่อมจะรับได้ $0.6(325) = 195 \text{ MPa} < 233 \text{ MPa}$ ใช้ไม่ได้

จึงเปลี่ยนคานเป็น Alloy Steel ที่มี Yield strength = 620.42 MPa

ดังนั้นรอยเชื่อมจะรับได้ $0.6(620.42) = 372.25 > 233 \text{ MPa}$ ใช้ได้

∴ รอยเชื่อมจะใช้ลวดเชื่อม E100 ขนาด 20 mm เชื่อมรอบรอยต่อของคานและฐานของรอกกระบะ

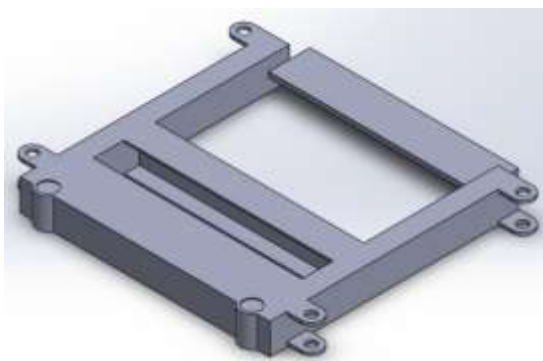
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่ง 3.5.2.5 วิเคราะห์การรับแรงของฐานรอกเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งโปรแกรม SolidWork ในการคำนวณการรับแรงจากกระบอกไฮดรอลิกส่งสู่ฐานล่าง

ของตัวรอก เมื่อรอกรับน้ำหนัก 30,000 N ดังรูปที่ 3.37

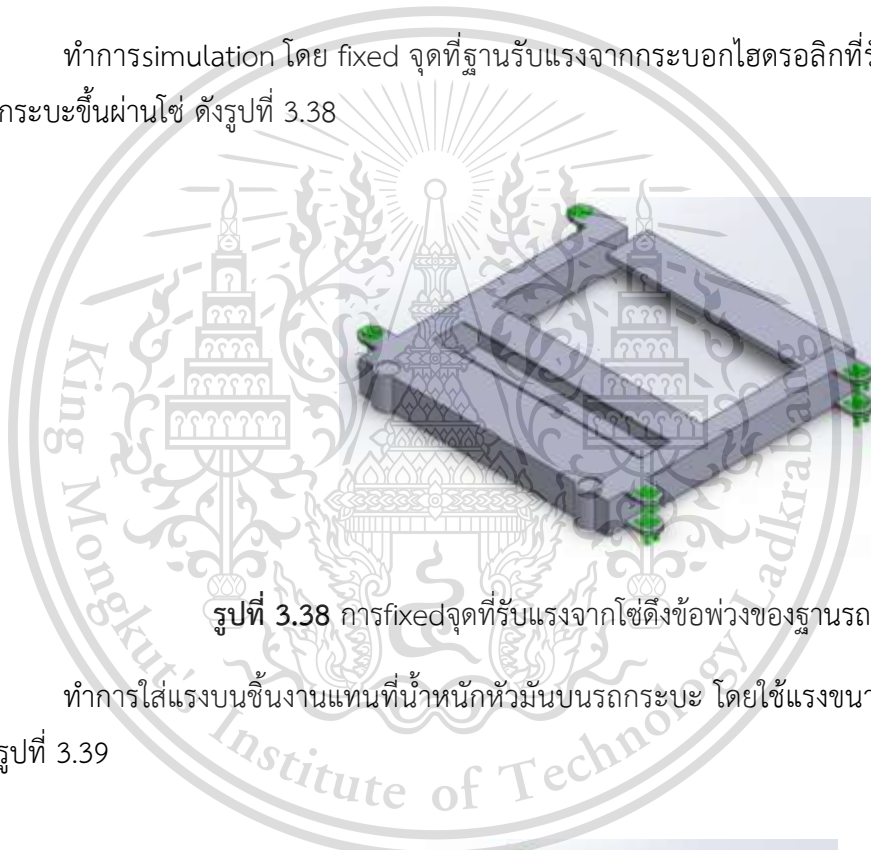
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



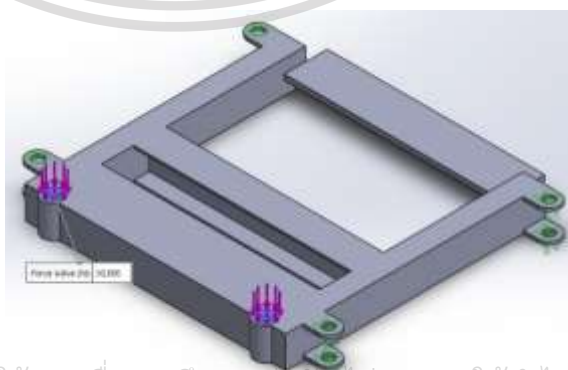
รูปที่ 3.37 รูปฐานรถของรถยกกระบะรวมกอง

ทำการsimulation โดย fixed จุดที่ฐานรับแรงจากกระบะไฮดรอลิกที่รับน้ำหนักจากการดึงกระบะขึ้นผ่านโซ่ ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 การfixedจุดที่รับแรงจากโซ่ดึงข้อพ่วงของฐานรถ

ทำการใส่แรงบนชิ้นงานแทนที่น้ำหนักหัวมันบนรถกระบะ โดยใช้แรงขนาด 30,000 N/จุด ดังรูปที่ 3.39

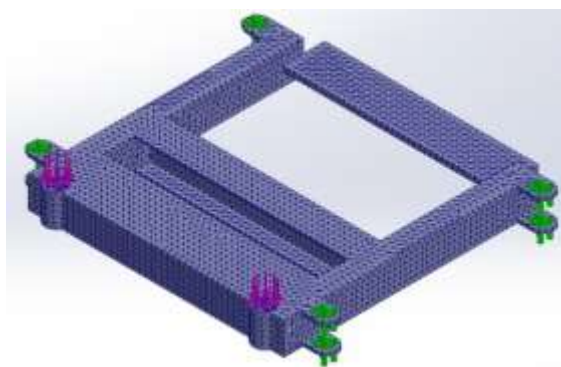


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูปที่ 3.39 การกำหนดแรงหรือน้ำหนักลงบนฐานรถทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

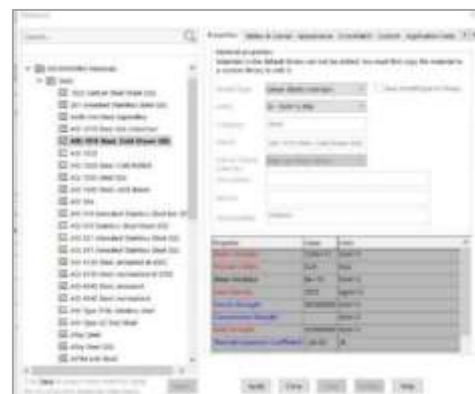
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

จากนั้นทำการ Mesh ชิ้นงานเพื่อการ simulation ดังรูปที่ 3.41 และกำหนดวัสดุ AISI 1015 Steel (Cold Drawn) ดังรูปที่ 3.42



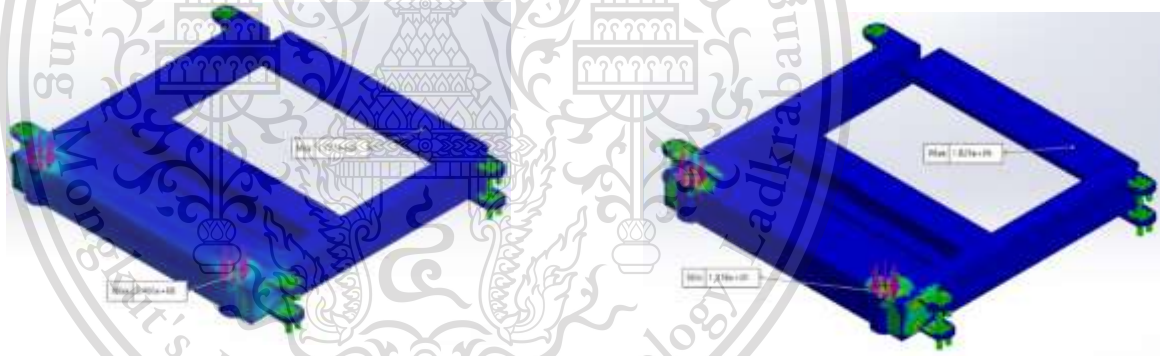
รูปที่ 3.40 การ mesh ฐานรถ



รูปที่ 3.41 กำหนดวัสดุของชิ้นงาน

ผลการ simulation แสดงดังรูปที่ 3.42

- มีความเค้น Von mises stress สูงสุด คือ 2.466×10^8 MPa
- มีค่า Factor of safety ต่ำสุด คือ 1.318



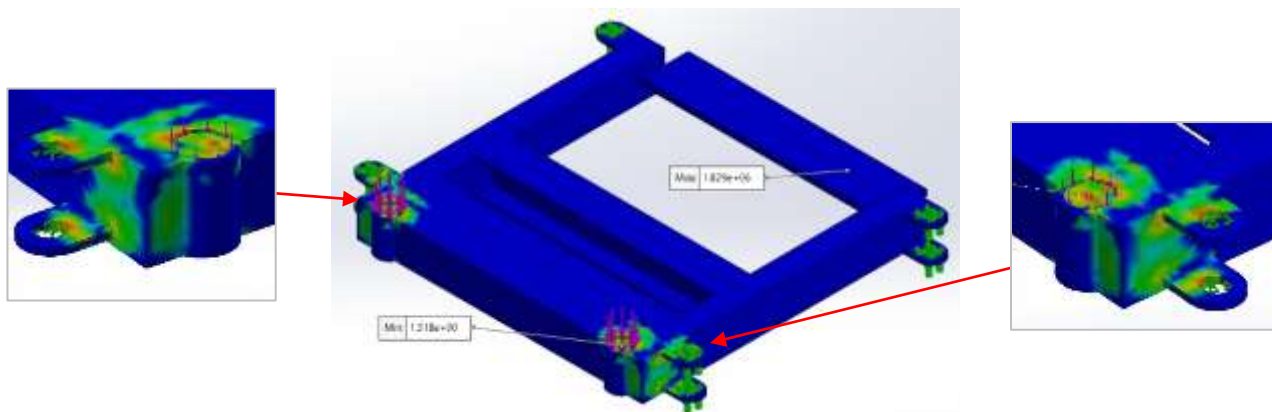
รูปที่ 3.42 ผลการ Simulation ความแข็งแรงของกระเบ

ตำแหน่งบนวัสดุที่รับแรงมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 3.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

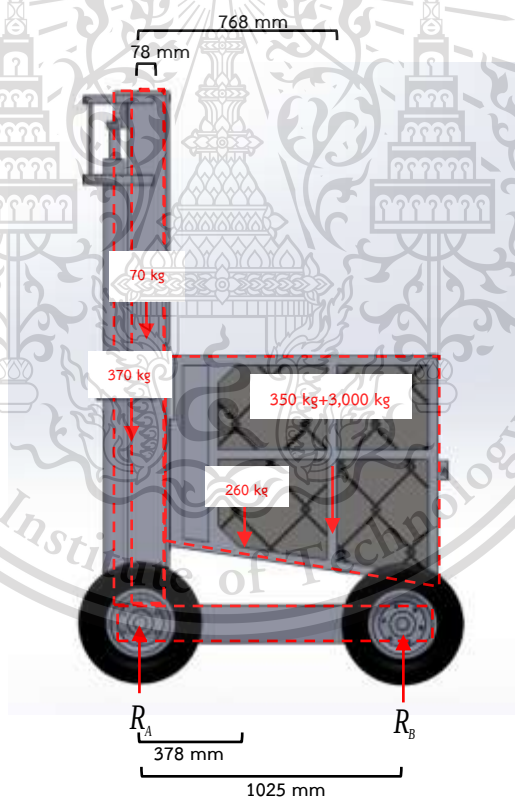
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.43 ผลตำแหน่งของวัสดุที่รับภาระสูงในจุดต่างๆของกระบะ

3.5.2.5 การวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อล้อและเพล

ตลับลูกปืนล้อหน้าและหลังของกระบะรวมกอง เมื่อรถยกกระบะสามารถยกมันสำปะหลัง 3,000 kg



รูปที่ 3.44 แรงที่ล้อหน้าและล้อหลังรับของรถยกเมื่อยกมันสำปะหลัง 3,000 kg

จากการวิเคราะห์แรงตามแนวดิ่ง และโมเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$\sum F_y = 0; \quad R_A + R_B - 370 - 70 - 350 - 260 = 0 \text{ kg}$$

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

$$\sum M_A=0; \quad R_B(1.025) - 260(0.378) - 70(0.078) - 3,350(0.768) = 0 \text{ N.m}$$

$$R_B = 2,611.06 \text{ kg} = 25,616.45 \text{ N}$$

$$R_A = 1,438.74 \text{ kg} = 14,144.04 \text{ N}$$

ดังนั้น ล้อหน้า 2 ล้อ จะรับแรงข้างละ 7,057.02 N หรือประมาณ 719 kg

ล้อหลัง 2 ล้อ จะรับแรงข้างละ 12,808.23 N หรือประมาณ 1,305 kg

ดังนั้น เลือกล้อจากภาคผนวก 3.ค จะได้

ล้อหน้าใช้ล้อขนาด 7.5-20 น้ำหนัก 16 kg สามารถรับน้ำหนักได้ 860 kg/ล้อ

ล้อหลังใช้ล้อขนาด 16.9-24 น้ำหนัก 59 kg สามารถรับน้ำหนักได้ 1,550 kg/ล้อ

ตลับลูกปืนล้อหน้าและหลังของกระบะรวมกอง เมื่อรดยกกระบะสามารถยกมันสำปะหลัง 1,500 kg



รูปที่ 3.45 แรงที่ล้อหน้าและล้อหลังรับของรดยกเมื่อยกมันสำปะหลัง 1,500 kg

จากการวิเคราะห์แรงตามแนวดิ่ง และโมเมนต์

$$\sum F_y=0; \quad R_A + R_B - 370 - 70 - 350 - 260 = 0 \text{ kg}$$

$$\sum M_A=0; \quad R_B(1.025) - 260(0.378) - 70(0.078) - 1,850(0.768) = 0 \text{ N.m}$$

$$R_B = 1,487.36 \text{ kg} = 14,590.96 \text{ N}$$

$$R_A = 1,062.644 \text{ kg} = 10,457.9 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

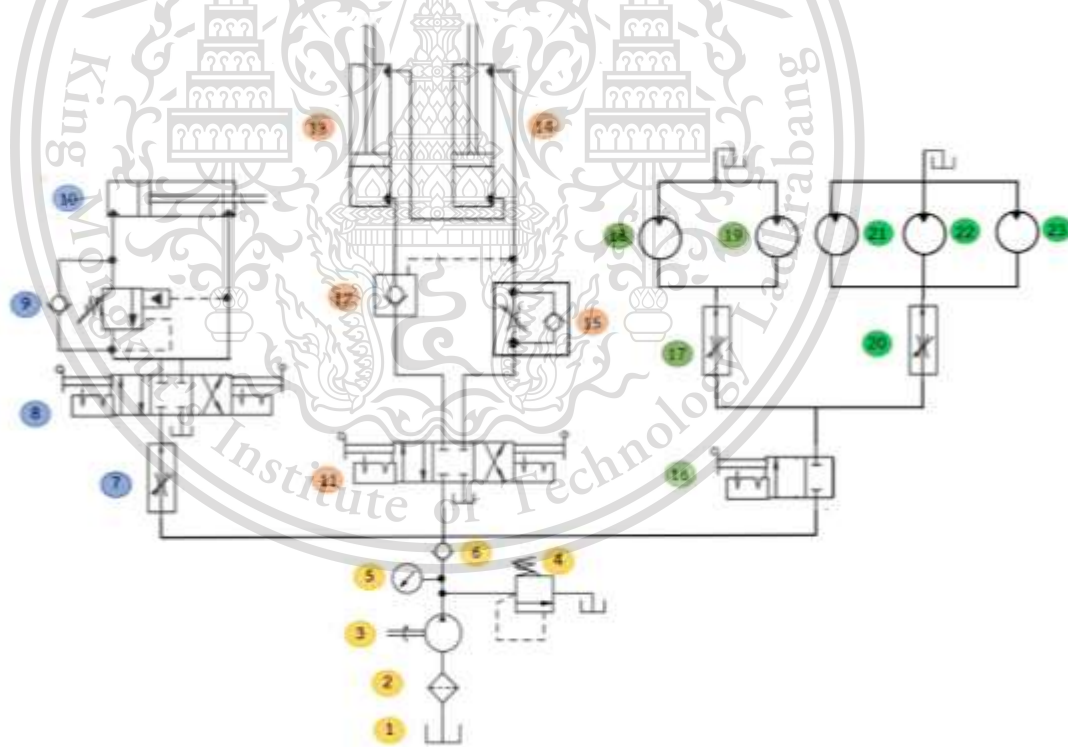
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- ดังนั้น ล้อหน้า 2 ล้อ จะรับแรงข้างละ 5,212.27 N หรือประมาณ 531 kg
 ล้อหลัง 2 ล้อ จะรับแรงข้างละ 7,295.48 N หรือประมาณ 743 kg
- ดังนั้น เลือกขนาดล้อจากภาคผนวก 3.ค จะได้
 ล้อหน้าและล้อหลังสามารถใช้ล้อขนาด 7.5-20 น้ำหนัก 16 kg สามารถรับน้ำหนัก
 ได้ 860 kg/ล้อ

3.6 การออกแบบและการคำนวณระบบไฮดรอลิกสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวมัน

ลำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาด 50-55 แรงม้า

การออกแบบระบบไฮดรอลิกสำหรับเครื่องเก็บเกี่ยวมันลำปะหลังชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาด 50-55 แรงม้า มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การทำงานของชุดอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องเก็บเกี่ยวมันลำปะหลังมีประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาการเก็บเกี่ยว และลดแรงงานในการเก็บเกี่ยวมันลำปะหลังขั้นรถบรรทุก ในการออกแบบครั้งนี้ออกแบบโดยใช้น้ำมันไฮดรอลิก HYDRAULIC ISO VG46 ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความหนืด $45.88 \text{ mm}^2/\text{s}$ โดยออกแบบวงจรไฮดรอลิกดังนี้



รูปที่ 3.46 วงจรไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

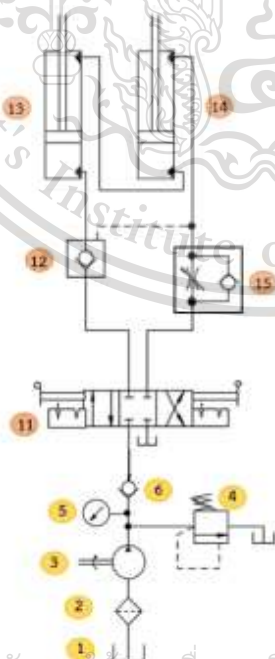
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

- | | |
|--|--|
| 1. ถังน้ำมันไฮดรอลิก | 13. Hydraulic cylinder B |
| 2. กรองน้ำมัน | 14. Hydraulic cylinder A |
| 3. ปัมไฮดรอลิก | 15. one-way restrictor |
| 4. Pressure relief valve | 16. Manual direction control valve : 2/2-way valve |
| 5. Pressure gauge | 17. Flow control valve B |
| 6. Check valve | 18. Motor rotary fixed displacement A |
| 7. Flow control valve A | 19. Motor rotary fixed displacement B |
| 8. Manual direction control valve : 4/3-way valve | 20. Flow control valve C |
| 9. Counterbalance valve | 21. Motor rotary fixed displacement C |
| 10. Hydraulic cylinder | 22. Motor rotary fixed displacement D |
| 11. Manual direction control valve : 4/3-way valve | 23. Motor rotary fixed displacement E |
| 12. Pilot-operating check valve | |

3.6.1 การออกแบบและการคำนวณกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับกระบอกสูบของชุดยก กระบะรวมกองในการขนย้ายมันสำปะหลัง

3.6.1.1 การออกแบบและการคำนวณกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับยกกระบะรวมกอง วงจรกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับยกกระบะรวมกองมีวงจรไฮดรอลิก ดังนี้



- | |
|--|
| 1. ถังน้ำมันไฮดรอลิก |
| 2. กรองน้ำมัน |
| 3. ปัมไฮดรอลิก |
| 4. Pressure relief valve |
| 5. Pressure gauge |
| 6. Check valve |
| 11. Manual direction control valve : 4/3-way valve |
| 12. Pilot-operating check valve |
| 13. Hydraulic cylinder B |
| 14. Hydraulic cylinder A |
| 15. one-way restrictor |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.47 วงจรกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับยกกระบะรวมกอง

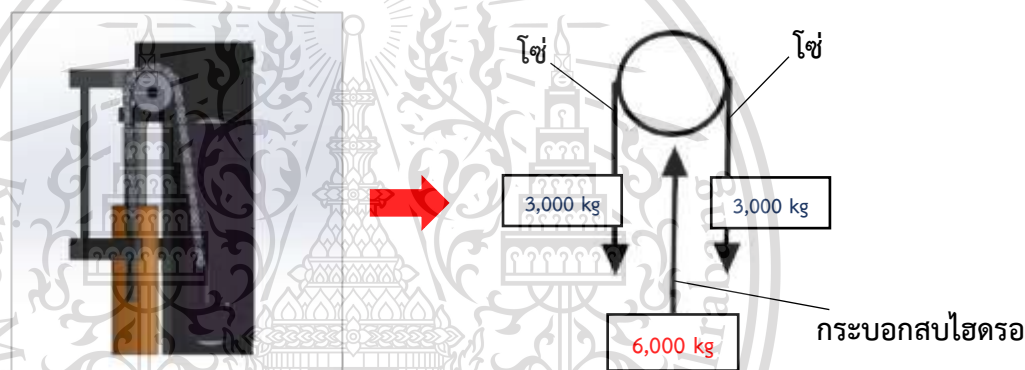
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

1) การคำนวณขนาดของกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับยกกระบะรวมกอง

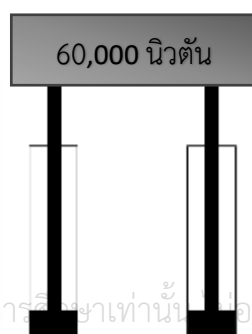
การออกแบบกระบอกสูบไฮดรอลิกนั้น ออกแบบเพื่อใช้ยกชุดยกกระบะรวมกองขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกหกล้อ ซึ่งหลักการยกไฮดรอลิกของชุดยกกระบะรวมกองนั้น จะใช้ใช้ในการช่วยยกกระบะ เพื่อให้ชุดยกกระบะรวมกองนั้นสามารถยกกระบะยกสูงขึ้นเหนือจากพื้นดินประมาณ 3 เมตร โดยโหลดที่กระบอกสูบไฮดรอลิกจะต้องยกมีดังนี้

- มวลของมันเป็นสำปะหลังที่ต้องยกประมาณ 1,500 กิโลกรัม
- มวลของโครงสร้างกระบะที่ต้องยกประมาณ 500 กิโลกรัม
- รวมน้ำหนักที่กระบอกสูบไฮดรอลิกต้องยก คือ 2,000 กิโลกรัม แต่เพื่อความปลอดภัยกำหนดให้กระบอกไฮดรอลิกต้องมีความสามารถยกมันสำปะหลังน้ำหนัก 3,000 กิโลกรัม
- ซึ่งจากหลักการใช้กระบอกสูบไฮดรอลิกใช้ใช้ในการยกกระบะให้สูงขึ้นนั้นนั้น โหลดของไฮดรอลิกจะเป็นดังนี้



รูปที่ 3.48 การคำนวณหาโหลดของกระบอกสูบไฮดรอลิก

ดังนั้น กระบอกสูบต้องออกแรงยกน้ำหนักทั้งหมด 6,000 กิโลกรัม หรือประมาณ 60,000 นิวตัน แต่ในการออกแบบจะใช้กระบอกสูบ 2 กระบอกสูบ ในการยกกระบะ ดังนั้นกระบอกสูบแต่ละกระบอกจะมีโหลด $60,000/2$ นิวตัน หรือ 30,000 นิวตัน ดังรูป 3.49



รูปที่ 3.49 แสดงการยกน้ำหนักของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เนื่องจากต้องการออกแบบให้กระบอกสูบ A และ B จะต้องเคลื่อนที่ขึ้น-ลงพร้อมกัน ดังนั้นจึงต่อกระบอกสูบแบบอนุกรม (Cylinders hooked in series will operate in synchronization) เนื่องจากการต่อแบบขนานนั้น เมื่อกระบอกสูบไม่ได้มาตรฐาน หรือกระบอกสูบมีแรงเสียดทานไม่เท่ากัน จะทำให้น้ำมันไหลไปฝั่งที่กระบอกสูบที่มีแรงเสียดทานน้อยกว่าก่อน ทำให้กระบอกสูบฝั่งที่แรงเสียดทานน้อยเคลื่อนที่ก่อนจนสุด แล้วอีกฝั่งถึงเริ่มเคลื่อนที่ จึงอาจจะเกิดความเสียหายได้ การต่อแบบอนุกรมแรงเสียดทานที่ใช้ในการยกกระบอกจะมีแรงเสียดทานที่เท่ากัน ดังนั้นกระบอกไฮดรอลิกจะยกข้างทีละนิดจนสุด เพราะฉะนั้นในการออกแบบจึงเลือกการต่อไฮดรอลิกแบบอนุกรม โดยขนาดกระบอกสูบ A และ B จะเลือกขนาดจากสมการความต่อเนื่อง ดังนี้

$$Q_{out,A} = Q_{in,B}$$

$$(A_{p,A} - A_{r,A}) v_A = A_{p,B} v_B$$

เมื่อต้องการให้กระบอกสูบทั้งสองเคลื่อนที่ขึ้นพร้อมกัน $v_A = v_B$ ดังนั้น

$$A_{p,A} - A_{r,A} = A_{p,B}$$

หรือก็คือการออกแบบให้พื้นที่ด้านก้านสูบของกระบอกสูบ A มีค่าเท่ากับพื้นที่ด้านลูกสูบของกระบอกสูบ B ดังนั้นกระบอกสูบไฮดรอลิก A เลือกกระบอกสูบไฮดรอลิกขนาดลูกสูบ 100 mm และก้านสูบขนาด 60 mm กระบอกสูบไฮดรอลิก B เลือกกระบอกสูบไฮดรอลิกขนาดลูกสูบ 80 mm และก้านสูบขนาด 56 mm

$$A_{p,A} - A_{r,A} = A_{p,B}$$

$$\frac{\pi}{4}(100^2 - 60^2) = \frac{\pi}{4}(80^2)$$

$$1600\pi = 1600\pi$$

ดังนั้น จึงสามารถใช้กระบอกสูบไฮดรอลิกทั้งสองขนาดนี้ต่อกระบอกสูบแบบอนุกรมได้ เพื่อให้กระบอกสูบทั้งสองเคลื่อนที่ขึ้นพร้อมกันได้

2) คำนวณหาอัตราไหลของกระบอกสูบไฮดรอลิก

จากแค็ตตาล็อกกระบอกสูบไฮดรอลิกของบริษัท rexroth กระบอกสูบรุ่น CD210 สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดได้ที่ 0.50 m/s และรถโฟล์กลิฟต์ (Forklift) ขนาด 3 ตัน หัวไป สามารถเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วขณะมีโหลดอยู่ในช่วง 0.20–0.40 m/s และเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็วขณะไม่มีโหลดอยู่ในช่วง 0.30 – 0.50 m/s ดังนั้นจึงเลือกความเร็วในการยกขึ้นของกระบอกสูบที่ $v = 0.20$ m/s และสมมติให้ไม่มีการรั่วภายในกระบอกสูบไฮดรอลิก

ขณะกระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$Q_p = A_p v$$

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_p = \left(\frac{\pi}{4} \times 0.1^2 \text{ m}^2\right)(0.2 \text{ m/s})$$

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

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

$$Q_p = 1.57 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_p = 94.3 \text{ LPM}$$

ขณะกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง

$$Q_R = A_R v$$

$$1.57 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} = \left(\frac{\pi}{4} \times (0.08^2 - 0.056^2) \text{ m}^2 \right) v$$

$$v = 0.613 \text{ m/s}$$

เนื่องจากความเร็วขณะทำงานกระบอกสูบขณะเคลื่อนที่ขึ้น มีความเร็วที่เกินค่าความเร็วของช่วงที่กระบอกสูบไฮดรอลิกยอมรับได้ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาปรับอัตราการไหลขณะลูกสูบเคลื่อนที่ลง

3) คำนวณหาขนาดของปั๊มไฮดรอลิก

จากแค็ตตาล็อกปั๊มของบริษัท rexroth ชนิด External Gear รุ่น AZPU 50 ดังภาคผนวกข. มีอัตราการกวาดน้ำมัน $V_D = 50 \text{ cc/rev}$ ทำงานที่ความดันไม่ต่อเนื่อง ที่ $P = 25 \text{ MPa}$ และมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊ม $\eta_v = 95\%$

คำนวณหาอัตราการไหลของปั๊มไฮดรอลิก

อัตราการไหลของกระบอกสูบไฮดรอลิกที่ต้องการคือ 94.3 LPM

จากสมการ

$$\eta_v = \frac{Q_A}{Q_T}$$

$$0.95 = \frac{94.3}{Q_T}$$

$$Q_T = 99.26 \text{ LPM}$$

ดังนั้น อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกที่ต้องได้จากปั๊มไฮดรอลิก คือ 99.26 LPM

คำนวณหาความเร็วรอบของปั๊มไฮดรอลิก

จากสมการ

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right) = V_D \left(\frac{\text{m}^3}{\text{rev}} \right) \times N \left(\frac{\text{rev}}{\text{min}} \right)$$

$$\left(\frac{99.26 \text{ m}^3}{1000 \text{ min}} \right) = \left(\frac{50 \text{ m}^3}{10^6 \text{ rev}} \right) \times N$$

$$N = 1985.2 \text{ RPM}$$

เลือกความเร็วรอบที่ $N = 2160 \text{ RPM}$ เนื่องจากเป็นอัตราส่วน 1 : 4 กับความเร็วรอบของเพลาอำวนยกกำลัง ทำให้ปั๊มไฮดรอลิกสร้างอัตราการไหลตามทฤษฎี $Q_T = 108 \text{ LPM}$ และอัตราการไหลจริงได้ $Q_A = 102.6 \text{ LPM}$ ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกเคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็ว 0.218 m/s ซึ่งยังอยู่ในช่วงที่ใช้งานของกระบอกสูบไฮดรอลิก

ในขณะที่กระบอกสูบไฮดรอลิกเคลื่อนที่ลงได้ทำการพิจารณาปรับอัตราการไหล โดยเปิดวาล์วให้น้ำมันไฮดรอลิกไหลผ่านที่ 47% ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว 0.314 m/s ซึ่งยังอยู่ในช่วงที่ใช้งานของกระบอกสูบไฮดรอลิก

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

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

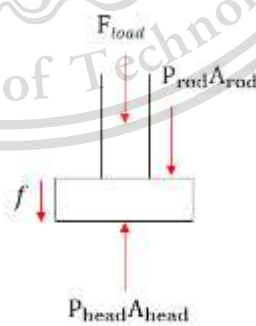
4) ท่อน้ำมันไฮดรอลิกสำหรับกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกชุดยกกระบะรวมกอง

ตารางที่ 3.4 ขนาดท่อน้ำมันไฮดรอลิก

ช่วงของท่อน้ำมัน	อัตราการไหล (LPM)	ขนาดท่อ ID (mm)	ความเร็วในท่อ (m/s)
ปั๊มไฮดรอลิกถึงวาล์วหมายเลข 11	102.60	31	2.265
ท่อกลับลงถึงพักน้ำมันไฮดรอลิก (สูงสุด)	147.79	38	2.168
ขณะกระบอกลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้น			
วาล์วหมายเลข 11 ถึงทางเข้ากระบอกลูกสูบ A	102.60	31	2.265
ทางออกกระบอกลูกสูบ A ถึงทางเข้ากระบอกลูกสูบ B	65.66	25	2.229
ทางออกกระบอกลูกสูบ B ถึงวาล์วหมายเลข 11	33.49	19	1.967
ขณะกระบอกลูกสูบเคลื่อนที่ลง			
วาล์วหมายเลข 11 ถึงทางเข้ากระบอกลูกสูบ B	48.24	19	2.835
ทางออกกระบอกลูกสูบ B ถึงทางเข้ากระบอกลูกสูบ A	94.59	25	3.212
ทางออกกระบอกลูกสูบ A ถึงวาล์วหมายเลข 11	147.79	31	3.258

5) คำนวณความดันที่ใช้ในกระบอกลูกสูบขณะเคลื่อนที่ขึ้น

คำนวณหาความดันของลูกสูบขณะเคลื่อนที่ขึ้นของกระบอกลูกสูบ B



รูปที่ 3.50 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ B ขณะเคลื่อนที่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

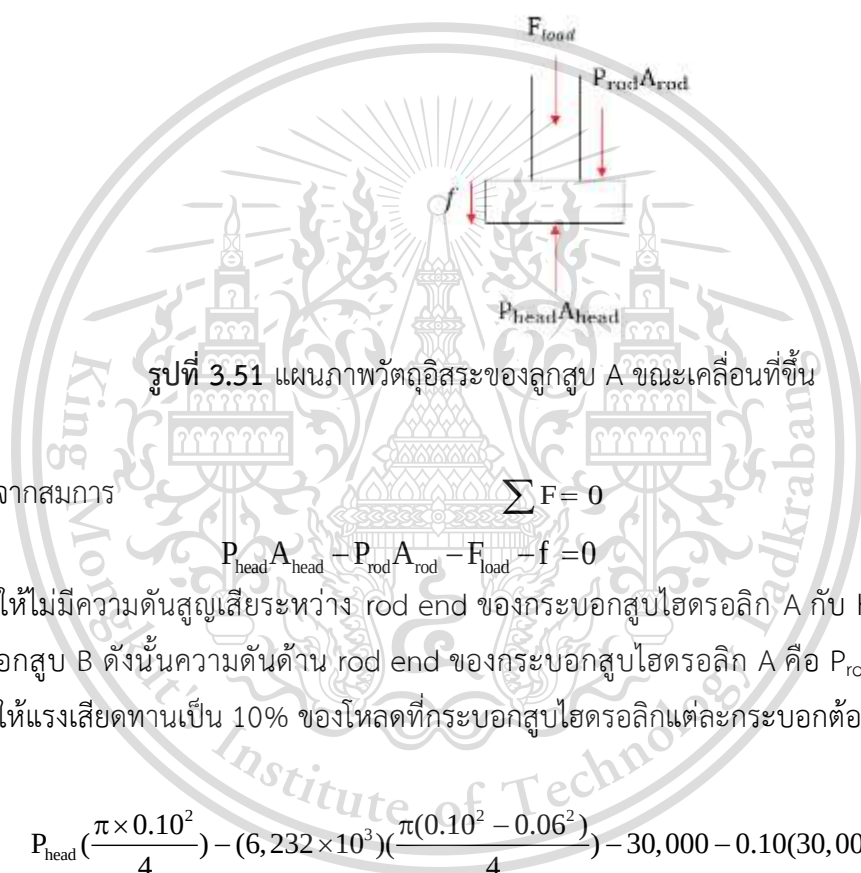
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หาความดันด้าน rod end ของกระบอกสูบไฮดรอลิก B ได้จากความดันลดจากท้ายกระบอกสูบไฮดรอลิก B ถึงถังน้ำมันไฮดรอลิกได้ $P_{rod} = 653 \text{ kPa}$ ดังภาคผนวก 1.ก และสมมติให้แรงเสียดทานเป็น 10% ของโหลดที่กระบอกสูบไฮดรอลิกแต่ละกระบอกต้องยกคือ 30,000 นิวตัน

$$P_{head} \left(\frac{\pi \times 0.08^2}{4} \right) - (653 \times 10^3) \left(\frac{\pi (0.08^2 - 0.056^2)}{4} \right) - 30,000 - 0.10(30,000) = 0$$

$$P_{head} = 6,232 \text{ kPa}$$

คำนวณหาความดันของลูกสูบขณะเคลื่อนที่ขึ้นของกระบอกสูบ A



จากสมการ

$$\sum F = 0$$

$$P_{head} A_{head} - P_{rod} A_{rod} - F_{load} - f = 0$$

สมมติให้ไม่มีความดันสูญเสียระหว่าง rod end ของกระบอกสูบไฮดรอลิก A กับ head end ของกระบอกสูบ B ดังนั้นความดันด้าน rod end ของกระบอกสูบไฮดรอลิก A คือ $P_{rod} = 2,465 \text{ kPa}$ สมมติให้แรงเสียดทานเป็น 10% ของโหลดที่กระบอกสูบไฮดรอลิกแต่ละกระบอกต้องยกคือ 30,000 นิวตัน

$$P_{head} \left(\frac{\pi \times 0.10^2}{4} \right) - (2,465 \times 10^3) \left(\frac{\pi (0.10^2 - 0.06^2)}{4} \right) - 30,000 - 0.10(30,000) = 0$$

$$P_{head} = 8,190 \text{ kPa}$$

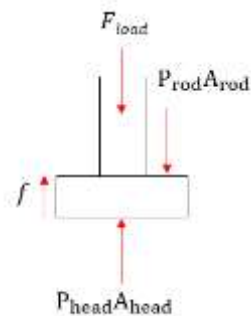
6) คำนวณความดันที่ใช้ในกระบอกสูบขณะเคลื่อนที่ลง

คำนวณหาความดันด้านก้านสูบขณะเคลื่อนที่ลงของกระบอกสูบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.52 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ A ขณะเคลื่อนที่ลง

จากสมการ

$$\sum F = 0$$

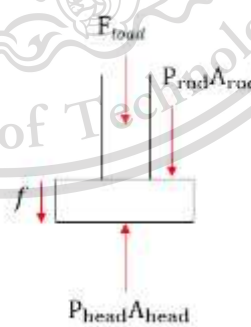
$$P_{\text{head}} A_{\text{head}} - P_{\text{rod}} A_{\text{rod}} - F_{\text{load}} + f = 0$$

หาความดันด้าน head end ของกระบอกสูบไฮดรอลิก A ได้จากความดันลดจากหัวกระบอกสูบไฮดรอลิก A ถึงถังน้ำมันไฮดรอลิกได้ $P_{\text{head}} = 1,973 \text{ kPa}$ ดังภาคผนวก 2.ก และสมมติให้แรงเสียดทานเป็น 10% ของโหลด กรณีเทมันส์ป่าปะหลังออกหมดแล้ว ดังนั้นน้ำหนักไฮดรอลิกที่ต้องยก คือน้ำหนักกระบะประมาณ 500 กิโลกรัม เพื่อความปลอดภัยคิดประมาณ 750 กิโลกรัม หรือประมาณ 7,500 นิวตัน

$$(1,973 \times 10^3) \left(\frac{\pi \times (0.1^2 - 0.06^2)}{4} \right) - 7,500 + 0.10(7,500) = 0$$

$$P_{\text{rod}} = 1,740 \text{ kPa}$$

คำนวณหาความดันของลูกสูบขณะเคลื่อนที่ลงของกระบอกสูบ B



รูปที่ 3.53 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ B ขณะเคลื่อนที่ลง

จากสมการ

$$\sum F = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ P_rod A_rod - F_load + f = 0 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สมมติให้ไม่มีความดันสูญเสียระหว่าง rod end ของกระบอกสูบไฮดรอลิก A กับ head end

ของกระบอกสูบ B ดังนั้นความดันด้าน head end ของกระบอกสูบไฮดรอลิก B คือ $P_{\text{head}} = 2,443$

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

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

kPa สมมติให้แรงเสียดทานเป็น 10% ของโหลดกรณีหมันสำหรับหลังออกหมดแล้ว ดังนั้นน้ำหนักไฮดรอลิกที่ต้องยก คือ น้ำหนักกระบอกประมาณ 500 กิโลกรัม เพื่อความปลอดภัยคิดประมาณ 750 กิโลกรัม หรือประมาณ 7,500 นิวตัน เอาไฟเบอร์มาใส่ใบเรือยวงเดือน วัดรอบเอาไว้ใช้รอบเท่าไรถึงตัดได้

$$(1,740 \times 10^3) \left(\frac{\pi \times 0.08^2}{4} \right) - P_{rod} \left(\frac{\pi}{4} \times (0.08^2 - 0.056^2) \right) - (7,500) + 0.10(7,500) = 0$$

$$P_{rod} = 778 \text{ kPa}$$

7) ความดันของปั๊มไฮดรอลิกขณะลูกสูบยกกระบอกเคลื่อนที่ขึ้น

จากสมการของเบอร์นูลลีประยุกต์

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

โดยที่ ถังน้ำมันไฮดรอลิกอยู่สูงกว่ากระบอกสูบ 0.40 ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่และเปิดสู่บรรยากาศไม่มีมอเตอร์ไฮดรอลิกอยู่ในช่วงนี้ และกระบอกสูบต้องการน้ำมัน 102.6 LPM และมีความดันน้ำมันที่ใช้ยก คือ 8,190 kPa ในและมีเฮดสูญเสีย 282 เมตร (ภาคผนวก 5.ก)

ดังนั้น $Z_1 - Z_2 = 0.4$, $v_1 = 0$, $P_1 = 0$, $H_m = 0$ และ $H_L = 282$

$$(Z_1 - Z_2) + H_p - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$0.4 + H_p - 282 = \frac{8,190,000}{876.9 \times 9.81} + \frac{2.265^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_p = 1233.92 \text{ m}$$

ความดันที่ปั๊มต้องใช้ในการยกกระบอกสูบไฮดรอลิกขึ้น $P = 10,614 \text{ kPa}$

8) ความดันของปั๊มไฮดรอลิกขณะลูกสูบยกกระบอกเคลื่อนที่ลง

จากสมการของเบอร์นูลลีประยุกต์

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

โดยที่ ถังน้ำมันไฮดรอลิกอยู่ต่ำกว่ากระบอกสูบ 1.4 เมตร, ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่และเปิดสู่บรรยากาศ, ไม่มีมอเตอร์ไฮดรอลิกอยู่ในช่วงนี้ และกระบอกสูบต้องการน้ำมัน 48.24 LPM และมีความดันน้ำมันที่ไฮดรอลิก คือ 778 kPa และมีเฮดสูญเสีย 284 เมตร (ภาคผนวก 6.ก)

ดังนั้น $Z_2 - Z_1 = 1.40$, $v_1 = 0$, $P_1 = 0$, $H_m = 0$ และ $H_L = 284$

$$H_p - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + (Z_2 - Z_1)$$

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

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

$$H_p - 284 = \frac{778,000}{876.9 \times 9.81} + \frac{2.56^2}{2 \times 9.81} + 1.4$$

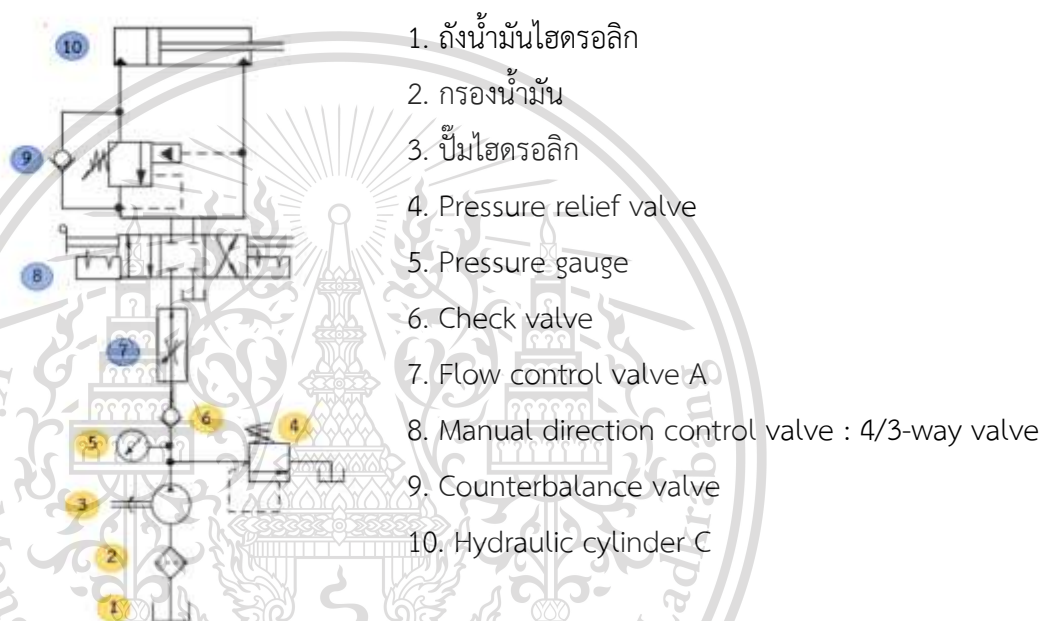
$$H_p = 376.17 \text{ m}$$

ความดันที่ปัมต้องใช้ในการยกกระบอบอกสูบไฮดรอลิกขึ้น $P = 3,236 \text{ kPa}$

3.6.1.2 การออกแบบและการคำนวณกระบอบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับการเปิด-ปิดท้าย

กระบะกระบะรวมกอง

วงจรกระบอบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับเปิด-ปิดท้ายกระบะรวมกองมีวงจรไฮดรอลิก ดังนี้



รูปที่ 3.54 วงจรกระบอบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับเปิด-ปิดท้ายกระบะรวมกอง

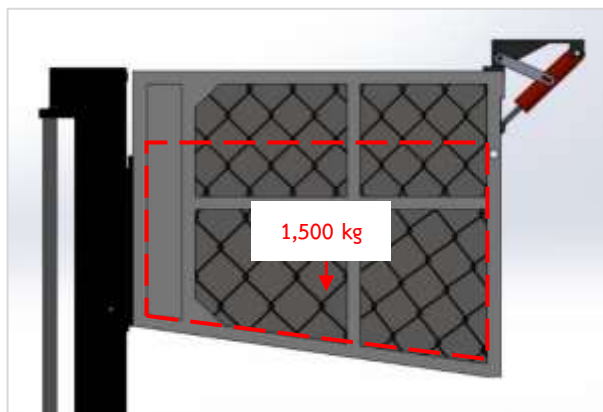
1) การคำนวณขนาดของกระบอบอกสูบไฮดรอลิก

การออกแบบกระบอบอกสูบไฮดรอลิกนั้น ออกแบบเพื่อใช้เปิด-ปิดฝาท้ายของชุดยกกระบะรวมกอง โดยการวิเคราะห์แรงกระทำจากน้ำหนักของน้ำมันสำปะหลังที่กระบะกระทำต่อกระบอบอกสูบไฮดรอลิก ในการออกแบบจะใช้น้ำหนักน้ำมันสำปะหลังที่ยกจริงในการวิเคราะห์ หรือประมาณ 1,500 กิโลกรัม และใช้กระบอบอกสูบไฮดรอลิกรุ่น CD210 ขนาด 80 mm และก้านสูบขนาด 56 mm ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

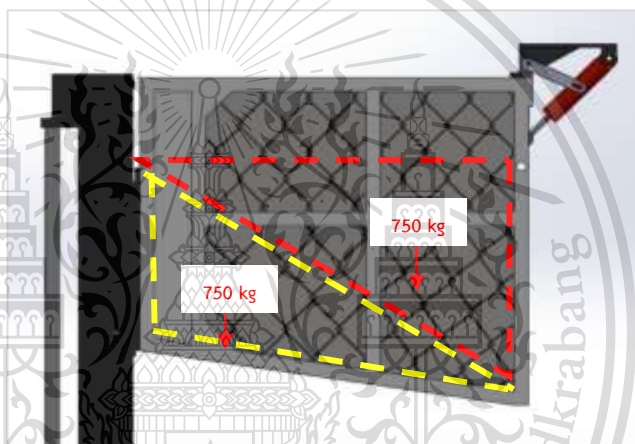
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



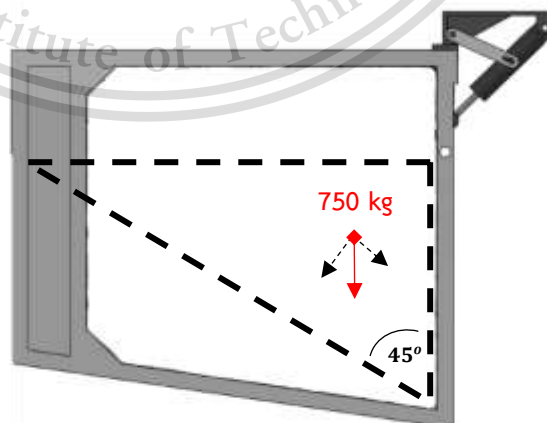
รูปที่ 3.55 น้ำหนักของน้ำมันสำหรับที่กระบะรับ

- โดยแรงกระทำต่อประตูท้ายกระบะจะวิเคราะห์ ดังนี้



รูปที่ 3.56 น้ำหนักน้ำมันสำหรับที่ท้ายกระบะรับ

- เขียน free body diagram ของแรงที่กระทำต่อท้ายกระบะ ดังนี้

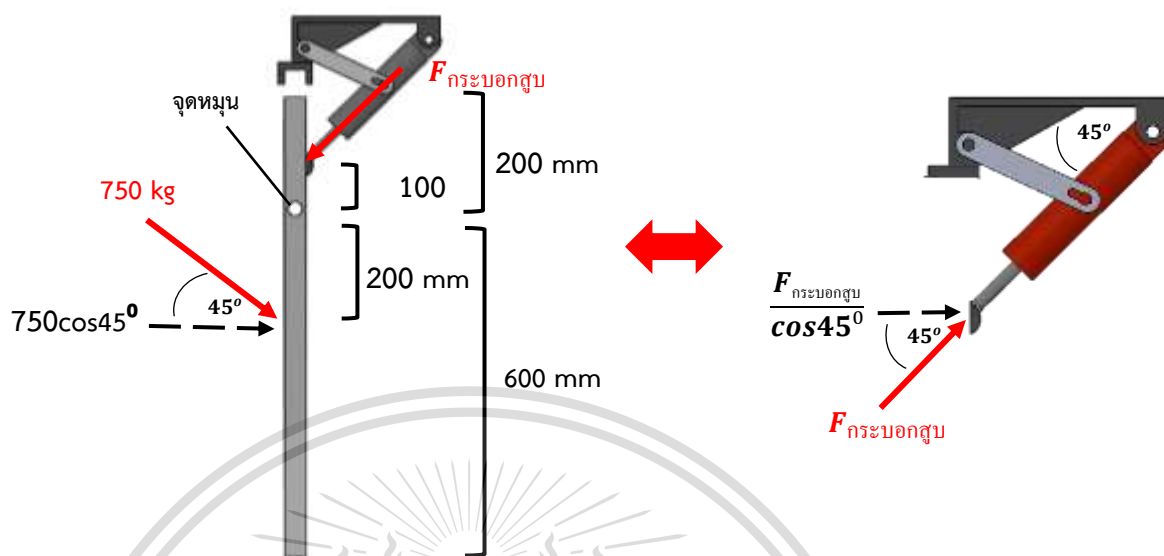


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.57 แผนภาพอิสระของน้ำหนักน้ำมันสำหรับที่ท้ายกระบะรับ
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

- หาแรงกระทำต่อประตู่ท้ายกระบะ จากแรงกระทำจากน้ำมันส่ำปะหลัง กับแรงกระทำจากกระบอสูบ ดังนี้



รูปที่ 3.58 รูปการหา FBD ของประตู่ท้ายกระบะ

จากสมการ

$$\sum M_{ทวน} = \sum M_{ตาม}$$

$$\sum (FR) = \sum (FR)$$

$$750 \cos 45^\circ \times 0.2 = \frac{F_{\text{กระบอสูบ}}}{\cos 45^\circ} \times 0.1$$

$$F_{\text{กระบอสูบ}} = 750 \text{ kg} \\ \approx 7,500 \text{ N} \text{ \textbf{ANS}}$$

2) คำนวนหาอัตราไหลของกระบอสูบไฮดรอลิก

จากแค็ตตาล็อกกระบอสูบไฮดรอลิกของบริษัท rexroth กระบอสูบรุ่น CD210 สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุดได้ที่ 0.50 m/s และปรับอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกที่ 40% หรืออัตราการไหลของน้ำมันเท่ากับ 41.04 LPM ดังนั้น

ขณะกระบอสูบเคลื่อนที่เปิดท้ายกระบะ

$$Q_p = A_p v$$

$$\left(\frac{41.04}{60000} \text{ m}^3 / \text{s} \right) = \left(\frac{\pi}{4} \times 0.08^2 \text{ m}^2 \right) v$$

$$v = 0.136 \text{ m/s}$$

ขณะกระบอสูบเคลื่อนที่ปิดท้ายกระบะ

$$Q_R = A_R v$$

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

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

$$\left(\frac{41.04}{60000} \text{ m}^3 / \text{s}\right) = \left(\frac{\pi}{4} \times (0.08^2 - 0.056^2) \text{ m}^2\right) v$$

$$v = 0.267 \text{ m/s}$$

เนื่องจากความเร็วในช่วงที่กระบอกสูบไฮดรอลิกยอมรับได้ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องติตวาล์วปรับอัตราการไหลขณะกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง

3) ท่อน้ำมันไฮดรอลิกสำหรับกระบอกสูบไฮดรอลิกเปิดท้ายกระบะ

ตารางที่ 3.5 ขนาดท่อน้ำมันไฮดรอลิก

ช่วงของท่อน้ำมัน	อัตราการไหล (LPM)	ขนาดท่อ (mm)	ความเร็วในท่อ (m/s)
วาล์วหมายเลข 6 ถึงวาล์วหมายเลข 7	102.60	31	2.265
วาล์วหมายเลข 7 ถึงวาล์วหมายเลข 8	41.04	19	2.412
ขณะกระบอกสูบเคลื่อนที่เปิดท้ายกระบะ			
วาล์วหมายเลข 8 ถึงทางเข้ากระบอกสูบ C	41.04	19	2.412
ทางออกกระบอกสูบ C ถึงวาล์วหมายเลข 8	20.93	19	1.230
ท่อกลับสู่ถังน้ำมันไฮดรอลิก	20.93	19	1.230
ขณะกระบอกสูบเคลื่อนที่ปิดท้ายกระบะ			
วาล์วหมายเลข 8 ถึงทางเข้ากระบอกสูบ C	41.04	19	2.412
ทางออกกระบอกสูบ C ถึงวาล์วหมายเลข 8	80.47	19	4.728
ท่อกลับสู่ถังน้ำมันไฮดรอลิก	80.47	19	4.728

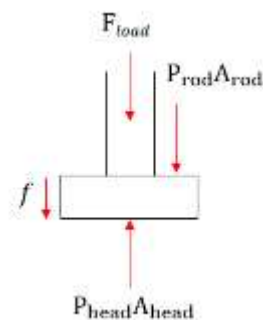
4) คำนวณความดันที่ใช้ในกระบอกสูบขณะเคลื่อนที่เปิดท้ายกระบะ

คำนวณหาความดันของลูกสูบขณะเคลื่อนที่เปิดท้ายกระบะของกระบอกสูบ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 3.59 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบ C ขณะเคลื่อนที่เปิดท้ายกระบะ

จากสมการ

$$\sum F = 0$$

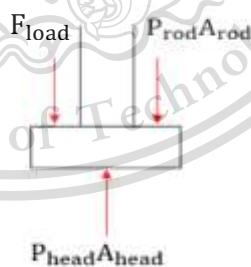
$$P_{head} A_{head} - P_{rod} A_{rod} - F_{load} - f = 0$$

หาความดันด้าน rod end ของกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก C ได้จากความดันลดจากท้ายกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก C ถึงถังน้ำมันไฮดรอลิกได้ $P_{rod} = 2,177 \text{ kPa}$ ดังภาคผนวก 3.ก และไม่คิดผลของแรงเสียดทานเนื่องจากน้ำหนักของท้ายกระบะมีค่าน้อยมาก หรือ $F_{load} + f \approx 0$ ดังนี้

$$P_{head} \left(\frac{\pi \times 0.08^2}{4} \right) - (2,177 \times 10^3) \left(\frac{\pi (0.08^2 - 0.056^2)}{4} \right) = 0$$

$$P_{head} = 1,110 \text{ kPa}$$

5) คำนวณหาความดันที่ต้องตั้งให้กับ Counterbalance Valve



รูปที่ 3.60 แผนภาพวัตถุอิสระของลูกสูบขณะก้านสูบดันยัดสูงสุด

ติดตั้ง Counterbalance Valve หรือวาล์วกันตก เพื่อป้องกันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของเอกสารนี้เป็นเอกสารประกอบการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

จากสมการ

$$\sum F = 0$$

$$P_{head} A_{head} - P_{rod} A_{rod} - F_{load} = 0$$

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

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

และ $P_{rod} = 2,177 \text{ kPa}$

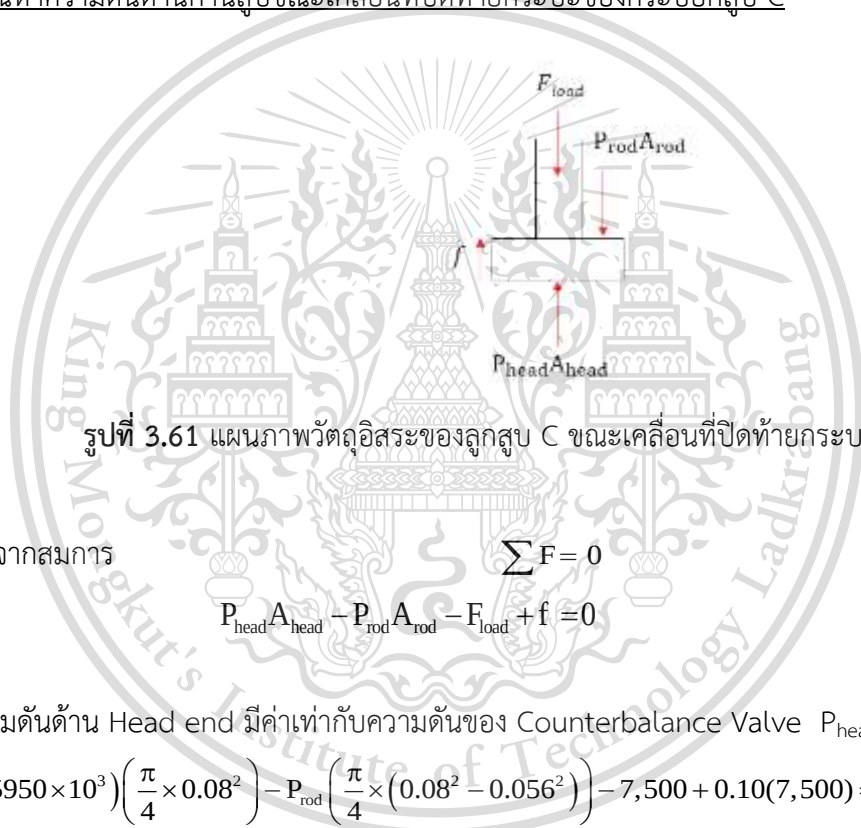
$$P_{count} \left(\frac{\pi}{4} \times 0.08^2 \right) - (2,177 \times 10^3) \left(\frac{\pi}{4} (0.08^2 - 0.056^2) \right) - 7500 = 0$$

$$P_{count} = 2,586 \text{ kPa}$$

ดังนั้น ต้องตั้งความดันของ Counterbalance Valve ให้มีความดันไม่ต่ำกว่า 2,586 kPa และไม่ต่ำกว่าความดันลดระหว่างหัวลูกสูบถึงถังพักน้ำมันไฮดรอลิก $P_{loss} = 5,914 \text{ kPa}$ (ภาคผนวก 4.ก) ดังนั้น เลือกตั้งความดันของ Counterbalance Valve ที่ 5,950 kPa

6) คำนวณความดันที่ใช้ในกระบอกสูบขณะเคลื่อนที่ปิดท้ายกระบะ

คำนวณหาความดันด้านก้านสูบขณะเคลื่อนที่ปิดท้ายกระบะของกระบอกสูบ C



จากสมการ

$$\sum F = 0$$

$$P_{head} A_{head} - P_{rod} A_{rod} - F_{load} + f = 0$$

ให้ความดันด้าน Head end มีค่าเท่ากับความดันของ Counterbalance Valve $P_{head} = 5,950 \text{ kPa}$

$$(5950 \times 10^3) \left(\frac{\pi}{4} \times 0.08^2 \right) - P_{rod} \left(\frac{\pi}{4} \times (0.08^2 - 0.056^2) \right) - 7,500 + 0.10(7,500) = 0$$

$$P_{rod} = 9,034 \text{ kPa}$$

7) ความดันของปั๊มไฮดรอลิกขณะลูกสูบเปิด-ปิดฝายึดออก

จากสมการของเบอร์นูลลีประยุกต์

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

โดยที่ ถังน้ำมันไฮดรอลิกอยู่ต่ำกว่ากระบอกสูบ 2.5 เมตร, ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่และเปิดสู่บรรยากาศ ไม่มีมอเตอร์ไฮดรอลิกอยู่ในช่วงนี้ และกระบอกสูบต้องการน้ำมัน 41.04 LPM และความดันน้ำมันที่ใช้ฉีดออก คือ 1,110 kPa และมีเฮดสูญเสีย 253 เมตร (ภาคผนวก 7.ก)

ดังนั้น $Z_1 - Z_2 = 2.5$, $v_1 = 0$, $P_1 = 0$, $H_m = 0$ และ $H_L = 253$

$$(Z_1 - Z_2) + H_p - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$2.5 + H_p - 253 = \frac{1,100,000}{876.9 \times 9.81} + \frac{2.18^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_p = 379.78 \text{ m}$$

ดังนั้น ความดันที่ปั๊มต้องใช้ในการยกกระบอกสูบไฮดรอลิกฉีดออก $P = 3,267 \text{ kPa}$

8) ความดันของปั๊มไฮดรอลิกขณะลูกสูบเปิด-ปิดฝาหัดเข้า

จากสมการของเบอร์นูลีประยุกต์

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

โดยที่ ถังน้ำมันไฮดรอลิกอยู่สูงเท่ากับกับกระบอกสูบ, ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่และเปิดสู่บรรยากาศ ไม่มีมอเตอร์ไฮดรอลิกอยู่ในช่วงนี้ และกระบอกสูบต้องการน้ำมัน 41.04 LPM ความดันน้ำมันที่ใช้หัดเข้า คือ 9,034 kPa และมีเฮดสูญเสีย 173 เมตร (ภาคผนวก 8.ก)

ดังนั้น $Z_1 - Z_2 = 0$, $v_1 = 0$, $P_1 = 0$, $H_m = 0$ และ $H_L = 173$

$$(Z_1 - Z_2) + H_p - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$H_p - 173 = \frac{9,034,000}{876.9 \times 9.81} + \frac{2.411^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_p = 1,223.47 \text{ m}$$

ดังนั้น ความดันที่ปั๊มต้องใช้ในการยกกระบอกสูบไฮดรอลิกหัดเข้า $P = 10,524 \text{ kPa}$

3.6.1.3 คำนวณหาแรงบิดสูงสุดที่ใช้ขับปั๊มไฮดรอลิกเพื่อขับเคลื่อนกระบอกสูบ

เพื่อหาแรงบิดที่สูงสุดที่เพลาน้ำมันสามารถรับภาระได้ จากจากเพลาน้ำมันกำลังที่มีแรงบิด $544.8/4 = 136.2 \text{ N.m}$ และปั๊มไฮดรอลิกของชุดกระบอกสูบทำงานสูงสุดที่ความดัน 10,614 kPa และที่ความเร็วรอบ 2,160 RPM

จากสมการ $T_r (\text{N} \cdot \text{m}) = \frac{V_D (\text{m}^3) \times P (\text{Pa})}{2\pi}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_r = \frac{10^6 \times 10,614,000}{2\pi} = 84.4635 \text{ N.m}$$

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

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

จากแค็ตตาล็อกปั๊มของบริษัท rexroth ปั๊มไฮดรอลิกที่มีอัตราการกวาดน้ำมัน $V_D = 50 \text{ cc/rev}$ มีประสิทธิภาพรวม $\eta_o = 90\%$ และมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตร $\eta_v = 95\%$

จาก
$$\eta_o = \eta_v \times \eta_m$$

ดังนั้น
$$\eta_m = \frac{\eta_o}{\eta_v} = \frac{0.90}{0.95} = 0.947$$

จากสมการ
$$\eta_m = \frac{T_T}{T_A}$$

ดังนั้น
$$T_A = \frac{T_T}{\eta_m} = \frac{84.4635}{0.947} = 89.19 \text{ N.m} < 136.2 \text{ แสดงว่าใช้ได้}$$

3.6.2 การออกแบบและการคำนวณมอเตอร์ไฮดรอลิกเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

3.6.2.1 การออกแบบและการคำนวณมอเตอร์ไฮดรอลิกสำหรับชุดตัดเหง้ามัน

สำปะหลัง

ในการตัดเหง้ามันสำปะหลังจะต้องใช้ความเร็วรอบสูงในการตัด จึงเลือกใช้มอเตอร์แบบไฮดรอลิกชนิดความเร็วสูงที่มีความเร็วรอบอย่างน้อย 3000 นาที่ต่อรอบ จากแค็ตตาล็อกบริษัท Parker มอเตอร์รุ่น M4-030 โดยคุณสมบัติความเร็วรอบอยู่ในช่วง 50-5000 รอบต่อนาทีและมีปริมาตร 4.91 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อรอบ ดังภาคผนวก 13.ข โดยมีอัตราการไหลที่ต้องการจากปั๊มคือ 17.03 LPM

- 1) คำนวณหาอัตราการไหลของปั๊มไฮดรอลิก
โดยมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊ม $\eta_v = 95\%$

จากสมการ
$$\eta_v = \frac{Q_A}{Q_T}$$

$$0.95 = \frac{17.03}{Q_T}$$

$$Q_T = 17.93 \text{ LPM}$$

ดังนั้น อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกที่ต้องได้จากปั๊มไฮดรอลิก คือ 17.93 LPM

- 2) คำนวณหาประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฮดรอลิก

จากสมการ
$$\eta_{motor} = \frac{V (\text{ปริมาตรของมอเตอร์})}{V_o (\text{ปริมาตรของน้ำมันที่ป้อนให้มอเตอร์})}$$

$$\eta_{motor} = \frac{\left(4.91 \frac{\text{cc}}{\text{rev}}\right) \left(3000 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right) (1 \text{ min}) (1 \text{ s}) (10^{-6})}{(60 \text{ s}) (0.000284 \text{ m}^3)}$$

$$\eta_{motor} = 0.864 = 86.4 \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เลือกใช้ความเร็วรอบที่ 3000 รอบต่อนาที ที่การไหลแบบ Transient Max มีความดัน 3000 psi หรือ 207 bar จะมีอัตราการไหล 4.5 GPM หรือ 17.0344 LPM และแรงบิด 130 lbs.in หรือ 14.688 N.m ดังภาคผนวก 13.ข

3) แรงในการตัดเห้งน้ำมันสำปะหลัง

จากสมการ

$$T = F \times R$$

โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางใบเลื่อยวงเดือนขนาด 10 นิ้ว = 0.1016 m

จะได้ แรงในการตัดเห้งน้ำมันสำปะหลัง

$$F = T / R = 14.688 \times 2 / 0.1016$$

$$F = 290 \text{ N}$$

4) ความดันของปั๊มไฮดรอลิกขณะขับเคลื่อนมอเตอร์ไฮดรอลิกชุดตัดเห้งน้ำมันสำปะหลัง

จากสมการของเบอร์นูลีประยุกต์

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

โดยที่ ถังน้ำมันไฮดรอลิกอยู่สูงกว่ามอเตอร์ไฮดรอลิก 0.20 เมตร, ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่และเปิดสู่บรรยากาศ และมีเฮดสูญเสีย 77.88 เมตร (ภาคผนวก 9.ก)

ดังนั้น $Z_1 - Z_2 = 0.2$, $v_1 = 0$, $P_1 = 0$, $H_m = 0$ และ $H_L = 63.76 \text{ m}$

$$(Z_1 - Z_2) + H_p - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$0.2 + H_p - 77.88 = \frac{669,924}{876.9 \times 9.81} + \frac{1.002^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_p = 155.61 \text{ m}$$

ดังนั้น ความดันที่ปั๊มต้องใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฮดรอลิกชุดตัดเห้งน้ำมันสำปะหลังอย่างน้อย ตัวละ

$P = 120 \text{ kPa}$

ความดันที่มอเตอร์ไฮดรอลิกต้องการ

$$\text{จากสมการ} \quad P(\text{bar}) = \frac{2\pi \times 10 \times T(\text{N.m})}{V_m \left(\frac{\text{cc}}{\text{rev}} \right)}$$

$$P(\text{bar}) = \frac{2\pi \times 10 \times 14.69}{4.91}$$

$$P(\text{bar}) = 188 \text{ bar} = 18,800 \text{ kPa}$$

3.6.2.2 การออกแบบและการคำนวณมอเตอร์สำหรับชุดหนีบมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม คุณทหารลาดกระบัง มีความเร็วในส่วนของชุดหนีบสูงสุดที่ 0.5 เมตรต่อวินาที และมีความเร็วอย่าง

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

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

ต่ำที่ 0.25 เมตรต่อวินาที และใช้เฟืองขนาดเบอร์ 80 ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์เท่ากับ 25.4 มิลลิเมตร ในการขับเคลื่อนชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังนี้ ใช้มอเตอร์ไฮดรอลิก(ความเร็วรอบต่ำ) ตัวละ ข้าง

1) ความเร็วรอบการหมุนของเฟืองโซ่หนีบ

$$\begin{aligned} \text{RPM} &= \frac{(60)(v)}{2\pi r} \\ &= \frac{(60)(0.25)}{2\pi \left(\frac{0.0254}{2}\right)} \quad \text{และ} \quad = \frac{(60)(0.5)}{2\pi \left(\frac{0.0254}{2}\right)} \\ &= 188 \text{ rpm ถึง } 376 \text{ rpm} \end{aligned}$$

จากแค็ตตาล็อกบริษัท Hydraulus มอเตอร์รุ่น BMR BMRS 100 ที่คุณสมบัติความเร็วรอบที่ 286 RPM มีความจุปริมาตร 102 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อรอบ ดังภาคนว 14.ข ดังนั้นชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังมีความเร็วที่ 0.38 เมตรต่อวินาที โดยมีอัตราการไหลที่ต้องการจากปั๊ม คือ 30 LPM

2) คำนวณหาอัตราการไหลของปั๊มไฮดรอลิก

โดยมีประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊ม $\eta_v = 95\%$

จากสมการ

$$\eta_v = \frac{Q_A}{Q_T}$$

$$0.95 = \frac{30}{Q_T}$$

$$Q_T = 31.58 \text{ LPM}$$

ดังนั้น อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกที่ต้องได้จากปั๊มไฮดรอลิก คือ 31.58 LPM

3) คำนวณหาประสิทธิภาพของมอเตอร์ไฮดรอลิก

จากสมการ

$$\eta_{motor} = \frac{V \text{ (ปริมาตรของมอเตอร์)}}{V_o \text{ (ปริมาตรของน้ำมันที่ป้อนให้มอเตอร์)}}$$

$$\eta_{motor} = \frac{\left(102 \frac{\text{cc}}{\text{rev}}\right) \left(275 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right) (1\text{min})(1\text{s})(10^{-6})}{(60\text{s})(0.0005\text{m}^3)}$$

$$\eta_{motor} = 0.935 = 93.5$$

เลือกใช้ความเร็วรอบที่ 286 รอบต่อนาที มีความดันที่ 5 Mpa อัตราการไหลของน้ำมันที่ 30 LPM และแรงบิดที่ 63 N.m ดังภาคนว 14.ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด 4) ความดันของปั๊มไฮดรอลิกขณะขับเคลื่อนมอเตอร์ไฮดรอลิกชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการของเบอร์นูลลีประยุกต์

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

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

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + H_p - H_m - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

โดยที่ ถังน้ำมันไฮดรอลิกอยู่สูงกว่ามอเตอร์ไฮดรอลิก 0.50 เมตร, ถังน้ำมันมีขนาดใหญ่และเปิดสู่บรรยากาศ และมีเฮดสูญเสีย 80.4 เมตร (ภาคผนวก 9.ก)

ดังนั้น $Z_1 - Z_2 = 0.5$, $v_1 = 0$, $P_1 = 0$, $H_m = 0$ และ $H_L = 73.34$ m

$$(Z_1 - Z_2) + H_p - H_L = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$0.5 + H_p - 80.4 = \frac{691,605}{876.9 \times 9.81} + \frac{1.763^2}{2 \times 9.81}$$

$$H_p = 160.45 \text{ m}$$

ดังนั้น ความดันที่ปั๊มต้องใช้ในการขับเคลื่อนไฮดรอลิกชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังอย่างน้อย ตัว

ละ $P = 127$ kPa

ความดันที่มอเตอร์ไฮดรอลิกต้องการ

จากสมการ

$$P(\text{bar}) = \frac{2\pi \times 10 \times T(\text{N.m})}{V_m \left(\frac{\text{cc}}{\text{rev}} \right)}$$

$$P(\text{bar}) = \frac{2\pi \times 10 \times 63}{102}$$

$$P(\text{bar}) = 38.8 \text{ bar} = 38,800 \text{ kPa}$$

5) ท่อน้ำมันไฮดรอลิกสำหรับมอเตอร์ไฮดรอลิก

ตารางที่ 3.6 ขนาดท่อน้ำมันไฮดรอลิก

ช่วงของท่อน้ำมัน	อัตราการไหล (LPM)	ขนาดท่อ ID (mm)	ความเร็วในท่อ (m/s)
ปั๊มถึงวาล์วหมายเลข 9	102.6	31	2.266
ชุดหนีบมันสำปะหลัง			
วาล์วหมายเลข 9 ถึงมอเตอร์หมายเลข 18 และ 19	30	19	1.763
มอเตอร์หมายเลข 18 และ 19 ถึงถังพักน้ำมัน	28.05	38	0.413
ชุดตัดมันสำปะหลัง			
วาล์วหมายเลข 9 ถึงมอเตอร์หมายเลข 21 22 และ 23	17.03	19	1.002
มอเตอร์หมายเลข 21 22 และ 23 ถึงถังพักน้ำมัน	14.71	38	0.216

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

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

3.6.2.3 คำนวณหาแรงบิดสูงสุดที่ใช้ขับปั๊มไฮดรอลิกเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ชุดตัดกับ

ชุดหนีบ

1) มอเตอร์ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง

ปั๊มไฮดรอลิกทำงานสูงสุดที่ความดัน 18,800 kPa ที่ความเร็วรอบ 358.6 RPM

จากสมการ

$$T_T (\text{N}\cdot\text{m}) = \frac{V_D (\text{m}^3) \times P (\text{Pa})}{2\pi}$$

$$T_T = \frac{\frac{4.91}{10^6} \times 18,800 \times 1,000}{2\pi} = 14.69 \text{ N}\cdot\text{m}$$

จากแค็ตตาล็อกปั๊มของบริษัท rexroth ปั๊มไฮดรอลิกดังภาคผนวก 4.ข

จากสมการการหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

$$\eta_v = \frac{Q}{V_N (10^{-6})}$$

$$\eta = 0.95$$

จากสมการการหาประสิทธิภาพรวม

$$\eta_o = \frac{pQ}{P \times 6} \eta$$

$$\eta = 0.53$$

และจาก

$$\eta_o = \eta_v \eta_m$$

ดังนั้น

$$\eta_m = \frac{\eta_o}{\eta_v} = \frac{0.53}{0.95} = 0.56 \eta_m$$

จากสมการ

$$\eta_m = \frac{T_T}{T_A}$$

ดังนั้น

$$T_A = \frac{T_T}{\eta_m} = \frac{14.69}{0.56} = 26.23 \text{ N}\cdot\text{m}$$

2) มอเตอร์ชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลัง

ปั๊มไฮดรอลิกทำงานสูงสุดที่ความดัน 3880 kPa ที่ความเร็วรอบ 631.6 RPM

จากสมการ

$$T_T (\text{N}\cdot\text{m}) = \frac{V_D (\text{m}^3) \times P (\text{Pa})}{2\pi}$$

$$T_T = \frac{\frac{10^2}{10^6} \times 3,880 \times 1,000}{2\pi} = 63 \text{ N}\cdot\text{m}$$

จากแค็ตตาล็อกปั๊มของบริษัท rexroth ปั๊มไฮดรอลิกดังภาคผนวก 4.ข

จากสมการการหาประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

$$\eta_v = \frac{Q}{V_N (10^{-6})}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

$$\eta = 0.95$$

จากสมการการหาประสิทธิภาพรวม

$$\eta_o = \frac{pQ}{P \times 6}$$

$$\eta = 0.83$$

และจาก

$$\eta_o = \eta_v \times \eta_m$$

ดังนั้น

$$\eta_m = \frac{\eta_o}{\eta_v} = \frac{0.53}{0.95} = 0.87$$

จากสมการ

$$\eta_m = \frac{T_T}{T_A}$$

ดังนั้น

$$T_A = \frac{T_T}{\eta_m} = \frac{63}{0.87} = 72.4 \text{ N.m}$$

3.6.3 ตารางสรุปกำลังของระบบไฮดรอลิก

ปั๊มไฮดรอลิกใช้สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ชุดตัด มอเตอร์ชุดหนีบและกระบอกสูบของกระบะยกกองมันสำปะหลัง ซึ่งปั๊มไฮดรอลิกนี้จะนำกำลังมาจากเพลาลำดับกำลังที่พ่วงต่อกับรถแทรกเตอร์ โดยที่กำลังในปั๊มจะต้องเพียงพอสำหรับเป็นกำลังขับ 2 ส่วนดังนี้

- กำลังสูงสุดของมอเตอร์ไฮดรอลิก แบ่งเป็นชุดตัดและชุดหนีบ
- กำลังสูงสุดของกระบอกสูบไฮดรอลิก ชุดกระบะยกกอง

จากเพลาลำดับกำลังที่มีแรงบิด $544.8/4 = 136.2 \text{ N.m}$ และรอบความเร็วมายังปั๊มที่ 2160 RPM หรือ 226.19 rad/s ปั๊มจึงรับกำลังมาจากเพลาลำดับกำลังสูงสุด 30.8 kW หรือ 41.3 Hp กระบอกสูบไฮดรอลิก

ตารางที่ 3.7 กำลังของระบบกระบอกสูบไฮดรอลิก

ช่วง	ความเร็วรอบ (rad/s)	แรงบิด (N.m)	กำลังเข้าปั๊ม ไฮดรอลิก (kW)	ความดัน (kPa)	อัตราการไหล (m ³ /s)	กำลังจากปั๊มไฮดรอลิก (kW)	แรง (N)	ความเร็ว (m/s)	กำลังจากกระบอกสูบไฮดรอลิก (kW)
กระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้น	226.19	89.19	20.173	10,614	1.8×10^{-3}	19.11	60,000	0.218	13.08
กระบอกสูบเคลื่อนที่ลง	226.19	27.18	6.147	3,236	1.8×10^{-3}	5.82	15,000	0.314	4.71

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

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

เปิดฝา	226.19	26.00	5.881	3,267	1.8×10^{-3}	5.88	7,500	0.136	1.02
ปิดฝา	226.19	83.75	18.943	10,524	1.8×10^{-3}	18.94	500	0.267	0.13

มอเตอร์ไฮดรอลิก

ตารางที่ 3.8 กำลังของระบบมอเตอร์ไฮดรอลิก

ช่วง	ความเร็วรอบ (rad/s)	แรงบิด (N.m)	กำลังเข้าปั๊มไฮดรอลิก (kW)	ความดัน (kPa)	อัตราการไหล (m ³ /s)	กำลังจากปั๊มไฮดรอลิก (kW)	ความเร็วรอบ (rad/s)	แรงบิด (N.m)	กำลังจากมอเตอร์ไฮดรอลิก (kW)
มอเตอร์ชุดตัด	226.19	26.23	5.90	18800	3.0×10^{-4}	5.64	271.43	14.69	4.0
มอเตอร์ชุดหนีบ	226.19	72.4	16.40	3880	5.3×10^{-4}	2.06	26.93	63	1.70

ดังนั้นจากการเลือกปั๊มของบริษัท rexroth ชนิด External Gear รุ่น AZPU 50 ดังภาคผนวก 4.ข มีอัตราการกวาดน้ำมัน $V_D = 50 \text{ cc/rev}$ ทำงานที่ความดันไม่ต่อเนื่อง ที่ $P = 25 \text{ MPa}$ ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊ม $\eta_v = 95\%$ ความเร็วรอบ 2160 RPM ทำงานที่อัตราการไหล 102.6 LPM สามารถรองรับการทำงานของมอเตอร์ไฮดรอลิกชุดตัดและชุดหนีบเห้งน้ำมันสำปะหลัง และเมื่อการทำงานของทั้งสองชุดมอเตอร์ไฮดรอลิกนั้นหยุดลง ปั๊มยังสามารถส่งกำลังไปยังกระบอกสูบไฮดรอลิกชุดยกกระบะรวมกองและกระบอกสูบไฮดรอลิกเปิดท้ายกระบะได้เช่นกัน

3.7 วิธีการทดสอบการใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

การทดสอบการใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจะทำการทดสอบแบบสุ่มแปลงการทดสอบ โดยแต่ละการทดสอบจะใช้การทดสอบมันสำปะหลังครั้งละ 20 ต้น จำนวน 3 ครั้ง โดยจะทำการทดสอบแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

3.7.1 วิธีการทดสอบการใช้งานชุดหนีบเห้งมันสำปะหลัง

1. ทำการเก็บข้อมูลความเร็วรอบของเพลารับกำลัง โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ

2. เมื่อใช้งานอุปกรณ์หนีบมันสำปะหลังเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการนับจำนวนเห้งมันสำปะหลังที่ถูกหนีบไปยังกระพ้อลำเลียงและจำนวนเห้งมันสำปะหลังที่ไม่ถูกหนีบไปยังกระพ้อลำเลียง

3. ทำขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำทั้งหมด 3 การทดสอบ

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

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

3.7.2 วิธีการทดสอบการใช้งานชุดตัดหัวมันสำปะหลัง

1. ทำการเก็บข้อมูลความเร็วรอบของเพลานำกำลัง โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ
2. เมื่อใช้งานชุดตัดหัวมันสำปะหลังเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการแยกเก็บหัวมันสำปะหลังที่มีลักษณะรูปร่างสามารถนำไปขายได้ กับหัวมันสำปะหลังที่มีลักษณะรูปร่างไม่สามารถนำไปขายได้
3. ทำขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำทั้งหมด 3 การทดสอบ

3.7.3 วิธีการทดสอบการใช้งานชุดลำเลียง

กระพ้อลำเลียง

1. ทำการเก็บข้อมูลความเร็วรอบของเพลานำกำลัง โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ
2. เมื่อใช้งานกระพ้อลำเลียงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการนับจำนวนหัวมันสำปะหลังที่ถูกลำเลียงลงกระบะรวมกองสำเร็จ จำนวนหัวมันสำปะหลังที่กระดอนออกจากกระพ้อลำเลียง และจำนวนหัวมันสำปะหลังที่ไม่ตกลงบนกระบะรวมกอง
3. ทำขั้นตอนที่ 1 และ 2 ซ้ำทั้งหมด 3 การทดสอบ

3.7.4 แนวทางการทดสอบการใช้ชุดกระบะรวมกอง

1. ทำการวัดอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิกภายในถังพักน้ำมันไฮดรอลิกก่อนการใช้งาน
2. ทำการวัดความดันจากเกจวัดความดันก่อนการใช้งาน ขณะยกกระบะบอกสูบไฮดรอลิกเคลื่อนที่ขึ้น ขณะยกกระบะบอกสูบไฮดรอลิกเคลื่อนที่ลง ขณะเปิดฝาปิดกระบะรวมกอง และขณะการปิดฝาปิดกระบะรวมกอง
3. ทำการสังเกตว่ากระบะบอกสูบไฮดรอลิกขณะยกขึ้นและยกลงนั้นเคลื่อนที่พร้อมกันหรือไม่ รวมทั้งจับเวลาในการเคลื่อนที่ของกระบะบอกสูบไฮดรอลิก
4. ทำการวัดอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิกภายในถังพักน้ำมันไฮดรอลิกภายหลังจากการทำงานครบทุกขั้นตอน
5. ทำการชั่งน้ำหนักของหัวมันสำปะหลังเมื่อเต็มกระบะรวมกอง
6. ทำการชั่งน้ำหนักดินที่อยู่ภายในกระบะรวมกอง
7. ทำขั้นตอนที่ 1 ถึง 6 ซ้ำทั้งหมด 3 การทดสอบ

3.7.5 การวิเคราะห์ผลการทำงานของชุดอุปกรณ์เก็บเกี่ยว

1. วิเคราะห์ความสามารถทางทฤษฎีของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง โดยใช้สมการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามการดัดแปลงเนื้อหา หรือการนำเนื้อหาไปใช้

ความสามารถทางทฤษฎีของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (ไร่/คน-ชั่วโมง)

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

พื้นที่ที่ทำงานทั้งหมด (ไร่)

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

เวลาที่ใช้สำหรับเก็บเกี่ยว (ชั่วโมง) × จำนวนคนที่ทำงานทั้งหมด (คน)

2. วิเคราะห์ความสามารถจริงของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง โดยใช้สมการดังนี้

ความสามารถจริงของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (ไร่/คน-ชั่วโมง)

$$= \frac{\text{พื้นที่ที่ทำงานทั้งหมด (ไร่)}}{\text{เวลาทั้งหมด(ชม.)} \times \text{จำนวนคนที่ทำงานทั้งหมด (คน)}}$$

โดยที่เวลาทั้งหมด(ชม.) = เวลาในการเก็บเกี่ยว(ชม.) + เวลาที่ไม่ได้งาน (ชม.)

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง โดยใช้สมการดังนี้

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (ร้อยละ)

$$= \frac{\text{ความสามารถทางทฤษฎีของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (ไร่/คน-ชั่วโมง)}}{\text{ความสามารถจริงของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง (ไร่/คน-ชั่วโมง)}}$$

4. วิเคราะห์ร้อยละการสูญเสียของมันสำปะหลังจากชุดหนีบ โดยใช้สมการดังนี้

ร้อยละของการสูญเสียของมันสำปะหลังจากชุดหนีบ

$$= \frac{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังที่สูญเสียจากชุดหนีบ(ก.ก.)}}{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังทั้งหมดที่ชุดได้ (ก.ก.) + น้ำหนักมันสำปะหลังที่สูญเสียจากชุดหนีบ(ก.ก.)}}$$

5. วิเคราะห์ร้อยละการสูญเสียของมันสำปะหลังจากชุดตัด โดยใช้สมการดังนี้

ร้อยละของการสูญเสียของมันสำปะหลังจากชุดตัด

$$= \frac{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังที่สูญเสียจากชุดตัด(ก.ก.)}}{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังทั้งหมดที่ชุดได้ (ก.ก.) + น้ำหนักมันสำปะหลังที่สูญเสียจากชุดตัด(ก.ก.)}}$$

6. วิเคราะห์ร้อยละการสูญเสียของมันสำปะหลังจากชุดลำเลียง โดยใช้สมการดังนี้

ร้อยละการสูญเสียของมันสำปะหลังจากชุดลำเลียง

$$= \frac{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังที่สูญเสียจากชุดลำเลียง(ก.ก.)}}{\text{น้ำหนักมันสำปะหลังทั้งหมดที่ชุดได้ (ก.ก.) + น้ำหนักมันสำปะหลังที่สูญเสียจากชุดลำเลียง (ก.ก.)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการดำเนินการออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องชุดหมั่นสำปะหลังเพื่อชุมชนแบบพ่วงท้ายรถแทรกเตอร์ขนาด 50-55 แรงม้า ที่เพลอาำนวยกำลัง 540 รอบต่อนาที ด้วยความเร็วของรถแทรกเตอร์ 1.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (2 เมตรต่อวินาที) ซึ่งมีการศึกษาดังนี้ 1) ผลการออกแบบและพัฒนาชุดหมั่นสำปะหลัง 2) ผลการออกแบบและพัฒนาชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร 3) ผลการออกแบบและพัฒนาชุดลำเลียงเหง้ามันสำปะหลังไปยังกระบะรวมกอง 4) ผลการออกแบบและพัฒนากระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก 5) ผลการทดสอบ และประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง 6) การวิเคราะห์ผลการทำงานของชุดอุปกรณ์ลำเลียงและชุดกระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดหมั่นสำปะหลัง

การออกแบบชุดหมั่นสำปะหลัง มีเงื่อนไข คือ ต้องหมั่นเหง้ามันสำปะหลังโดยตรงโดยไม่ผ่านการชุดโดยผลชุด และสามารถลำเลียงขึ้นไปสู่ชุดลำเลียงมันสำปะหลัง โดยที่มันสำปะหลังไม่เกิดความเสียหายหรือเหง้าเกิดการแตกหัก ในการสร้างชุดหมั่นนี้มีความยาว 2.5 เมตร เอียงทำมุมกับพื้น 45 องศา และใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกในการขับเคลื่อนชุดหมั่นเหง้ามันสำปะหลังด้วยความเร็วในช่วง 0.25 เมตรต่อวินาที ถึง 0.5 เมตรต่อวินาที



รูปที่ 4.1 ชุดหมั่นมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการหนีบมันสำปะหลังของชุดหนีบมันสำปะหลัง

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ความเร็วชุดหนีบ (เมตร/วินาที)	0.38	0.28	0.42
จำนวนเหง้าที่ชุด (เหง้า)	30	30	30
จำนวนเหง้าที่แตกหัก (เหง้า)	5	4	6
จำนวนเหง้าที่สมบูรณ์ (เหง้า)	25	26	24
จำนวนเหง้าที่สมบูรณ์ (%)	83.33	86.67	80.00

หมายเหตุ จากการทดสอบเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอายุ 9 เดือน ในช่วงปลายเดือนเมษายน พบว่า มีฝนตกเป็นช่วง ๆ จึงมีต้นหญ้าและพืชขึ้นบนดินที่ใช้ทดลองการเก็บเกี่ยว ทำให้เป็นอุปสรรคในการดึงเหง้ามันสำปะหลังออกจากดินโดยใช้ชุดหนีบเหง้าโดยตรง

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บเกี่ยวของเกษตรกร

การออกแบบชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังนี้ มีเงื่อนไข คือ ตัดหัวมันให้ขาดออกจากเหง้า โดยหัวมันที่สามารถนำไปใช้ได้ จะต้องไม่มีเหง้ามันสำปะหลังเหลือติดอยู่เลย

เนื่องจากสถานการณ์ฉุกเฉินการระบาดของไวรัส COVID-19 ทำให้จำเป็นต้องสร้างเครื่องจำลองในการตัดเหง้ามันสำปะหลัง โดยสร้างให้มีความคล้ายกับชุดมันสำปะหลังที่ได้ออกแบบและคำนวณเอาไว้ มีลักษณะเครื่องดังรูป 4.2 ในการออกแบบเครื่องจำลองชุดการตัดนี้ ใช้ใบเลื่อยวงเดือนขนาด 7 นิ้ว จำนวน 2 ใบและใบเลื่อยวงเดือนขนาด 10 นิ้ว จำนวน 1 ใบ วางในลักษณะดังรูป 4.3 โดยที่ใบเลื่อย 10 นิ้ว สามารถปรับองศาการวางได้และแต่ละใบเลื่อยมีมอเตอร์ดีซีขนาดเล็กที่มีกำลัง 25 W รอบจัดที่ 4000 rpm เหมาะสำหรับการขับเคลื่อนใบเลื่อยโดยตรงของเครื่องทดสอบการตัดนี้ มอเตอร์ดีซีนี้มีแหล่งพลังงานจาก Switching power supply 24 volt และใช้ตัวข้อต่อสั่งทำพิเศษเพื่อเชื่อมต่อเพลามอเตอร์ขนาด 8 mm และรูของใบเลื่อยวงเดือนขนาด 25.4 mm ดังรูปที่ 4.3 ส่วนของรางเลื่อนหนีบเหง้าด้านบนของเครื่องจำลอง ออกแบบให้มีลักษณะเป็นเส้นทางลาดชันตามองศาของชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในโครงการเล่มนี้ และสำหรับตัวบังคับทิศทางเคลื่อนที่ของมันสำปะหลัง (Guide line) มีการเปลี่ยนไปจากเดิมที่ออกแบบไว้เล็กน้อย โดยใช้เป็นท่อนเหล็กยาวสองข้างในการบังคับไม่ให้เหง้ามันสำปะหลังสับต้อออกจากเส้นทางดังรูปที่

4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 4.2 ลักษณะเครื่องจำลองชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง



รูปที่ 4.3 การติดตั้งมอเตอร์ดีซีขนาดเล็กและใบเลื่อยวงเดือน

ในการสร้างเครื่องจำลองชุดการตัดเหง้ามันสำปะหลังนี้ ใช้วัสดุในการสร้าง มีดังนี้

1. เหล็กกล่องหนา 3 mm (สำหรับโครงเครื่องและแท่นยึดมอเตอร์)
2. เหล็กชั้นวางของ (สำหรับโครงเครื่อง)
3. เหล็กราง (สำหรับวางลากเหง้ามันสำปะหลัง)
4. เหล็กฉาก (สำหรับยึดเป็นฐานรางเลื่อน)
5. ใบเลื่อยวงเดือนขนาด 7 นิ้ว และ 10 นิ้ว

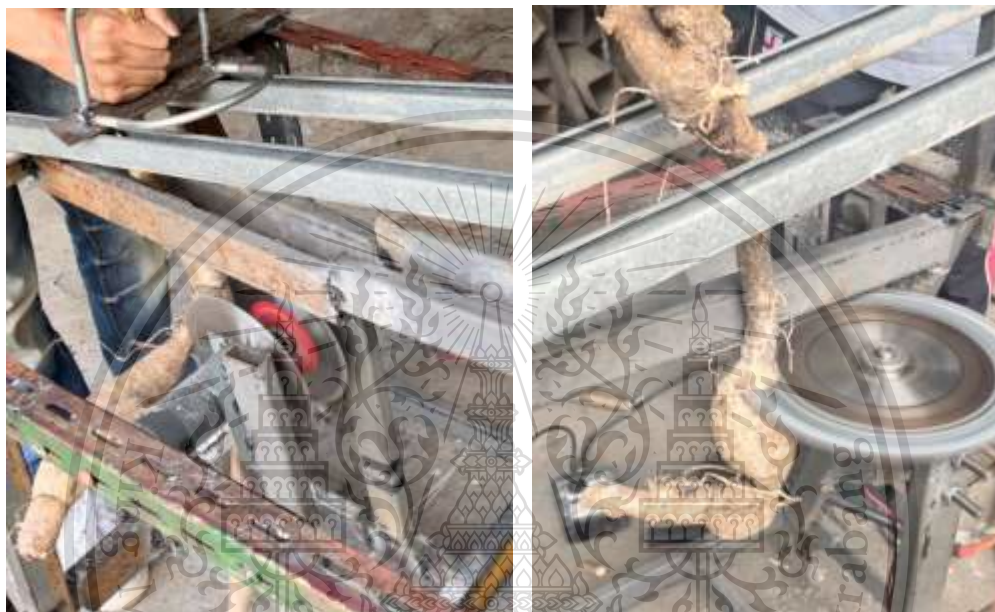
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลนี้ออกไป และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

6. มอเตอร์ดีซีขนาดเล็ก 25 W , 4000 rpm
7. Switching power supply 24 Volt (ปรับความเร็วได้)
8. ตัวข้อต่อ (สั่งทำพิเศษ) รู 8 mm ไป 25.4 mm

จากการทดสอบเครื่องจำลองชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังดังรูป 4.4 มีลักษณะของมันสำปะหลังหลังจากที่ถูกตัดแล้ว ลักษณะตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 ขณะทำการทดลองเครื่องจำลองชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



รูปที่ 4.5 ลักษณะของมันสำปะหลังหลังจากการตัด

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบเครื่องจำลองชุดตัดเหง้ามันสำปะหลัง

	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ความเร็วรอบใบเลื่อยวงเดือน (รอบ/นาท)	4000	3500	3000
ความเร็วในการป้อน (เมตรต่อวินาที)	0.42	0.34	0.25
จำนวนเหง้าหัวมันที่ใช้ได้ (ชิ้น)	11	10	9
จำนวนหัวมันที่ใช้ไม่ได้ (ชิ้น)	3	4	4
หัวมันที่ใช้ได้ (%)	78.57	71.43	69.23

หมายเหตุ เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ในเครื่องทดลองชุดตัดนี้มีกำลังน้อยกว่ามอเตอร์ไฮดรอลิกที่ใช้ในเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังจริง จึงมีผลทำให้แรงในการตัดลดลง อีกทั้งมันสำปะหลังที่นำมาทดลองปลูกอยู่ในจังหวัดกรุงเทพฯ มีไว้สำหรับบริโภค ซึ่งจะมีอายุมากกว่ามันสำปะหลังที่นำมาทำอุตสาหกรรมแปรรูป ทำให้มันสำปะหลังที่ทดลองครั้งนี้มีเนื้อเหนียวและแข็งกว่าขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ ข้างต้นโครงการเล่มนี้

4.3 ผลการออกแบบชุดลำเลียงมันสำปะหลังไปยังกระบะรวมกอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารการออกแบบชุดลำเลียงมันสำปะหลัง มีเงื่อนไข คือ ต้องออกแบบชุดลำเลียงให้มีความยาวดีให้ การคำนวณน้อย เนื่องจากถ้าชุดลำเลียงมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ยากในการเลี้ยวหัวแปลง และต้องลำเลียง

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

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

มันสำปะหลังต่อจากชุดตัดได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ทำให้มันสำปะหลังเสียหายโดยใช้ความเร็วประมาณ 0.5 เมตรต่อวินาที จึงมีการออกแบบดังนี้

ชุดลำเลียง ดังรูปที่ 4.4 ได้มีการออกแบบที่ส่วนรองรับเป็นแบบตาข่ายเพื่อให้ดินที่ติดกับเหง้ามันสำปะหลังที่ร่วงลงสู่พื้น ต่อจากนั้นมันสำปะหลังจะถูกลำเลียงต่อไปโดยตัวบั้งจะดันมันสำปะหลังขึ้นไปเพื่อนำสู่กระบะรวมกอง ซึ่งต้นกำลังของเฟืองนั้นได้ใช้แรงจากเพลาลำเลียงกำลังของรถแทรกเตอร์



รูปที่ 4.6 ชุดลำเลียง

การออกแบบชุดลำเลียงมันสำปะหลังไปยังกระบะรวมกองนี้ไม่สามารถสร้างให้เสร็จได้ในงานวิจัยนี้ เพียงแต่ได้ทำการออกแบบและคำนวณไว้เท่านั้น โดยปัจจัยที่สำคัญของชุดลำเลียงนี้คือความเร็วของชุดลำเลียงที่ต้องสัมพันธ์กับชุดหนีดและชุดตัด เพราะว่าหากมีความเร็วที่ช้าเกินไปจะทำให้มันสำปะหลังเต็มชุดลำเลียงและร่วงหล่นสู่พื้นได้ ส่วนถ้าเร็วเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานจากเพลาลำเลียง แต่จะสามารถแก้ไขความเร็วได้ด้วยการเปลี่ยนเฟืองขับชุดลำเลียง

4.4 ผลการออกแบบและพัฒนากระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก

การออกแบบชุดกระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นสู่รถบรรทุก มีเงื่อนไขต้องยกชุดกระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุกหกล้อ โดยยกสูงขึ้นเหนือจากพื้นดินประมาณ 2.7 เมตร และกระบะรวมกองจะต้องบรรจุมันสำปะหลังได้ปริมาณมากพอเพื่อลดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวในการลำเลียงมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก จากการศึกษาวิเคราะห์น้ำหนักของหัวมันสำปะหลัง พบว่าขนาดเฉลี่ยของหัวมันสำปะหลังคือ 06 เซนติเมตรและน้ำหนักเฉลี่ยของหัวมันสำปะหลังคือ 1.27×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อหัวมันสำปะหลัง 1 หัว จึงได้ออกแบบให้กระบะรวมกองมีขนาด กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง เท่ากับ

0.9 $\times$ 0.9 $\times$ 0.5 หรือมีปริมาตร 0.486 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งบรรจุได้มันสำปะหลังได้สูงสุด 1,432

กิโลกรัม ดังรูปที่ 4.6 โดยได้ออกแบบให้ใช้กระบะบอกสูบไฮดรอลิกจำนวนสองกระบะบอกสูบในการยกกระบะมันรวมกองนี้ด้วยความเร็ว 0.218 เมตรต่อวินาที และเคลื่อนที่ลงด้วยความเร็ว 0.314 เมตร

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

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

ต่อวินาที ซึ่งอยู่ในช่วงความเร็วในการยกของรถโฟล์กลิฟต์โดยทั่วไป และในการเปิดปิดฝาสำหรับเทมันสำปะหลังได้ออกแบบให้ใช้กระบอกลูกสูบเช่นเดียวกัน ซึ่งต้นกำลังของระบบไฮดรอลิกนั้นได้ใช้แรงจากเพลาลำนำของรถแทรกเตอร์มาขับเคลื่อนไฮดรอลิกเพื่อสร้างแรงดันและอัตราการไหลให้น้ำมันไฮดรอลิก

การออกแบบชุดกระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นสู่รถบรรทุกนี้ไม่สามารถสร้างให้เสร็จได้ในงานวิจัยนี้ เพียงแต่ได้ทำการออกแบบและคำนวณไว้เท่านั้น โดยปัจจัยที่สำคัญของชุดยกกระบะขนย้ายนี้คือ ความเร็วของกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกทั้งสองกระบอกลูกสูบต้องมีความเร็วเท่ากัน และอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิก เพราะว่าหากกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ไม่พร้อมกันจะทำให้คานยกมันสำปะหลังเกิดการเอียงและอาจทำให้ชุดกระบะขนย้ายเกิดความเสียหายได้ ส่วนอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิกนั้นถ้าหากสูงเกิน 50 องศาเซลเซียส จะทำให้ความหนืดของน้ำมันไฮดรอลิกลดลงและทำให้ความสามารถของของเหลวส่งกำลังลดลง แต่จะสามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้พัดลมระบายความร้อนในการควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิก



รูปที่ 4.7 ชุดยกกระบะรวมกอง

4.5 ผลการทดสอบ และประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

จากการนำเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังไปทดสอบเก็บมันสำปะหลังอายุ 9 เดือน ในช่วงปลายเดือนเมษายน พบว่า ดินในไร่มันสำปะหลังที่ทำการทดสอบนั้นมีลักษณะแข็ง เหนียว ขึ้นและจับตัวกันเป็นก้อนใหญ่ เนื่องจากมีฝนตกเป็นช่วงๆ

โดยสำหรับชุดโซ่หนีบมันสำปะหลัง พบว่า สามารถหนีบมันสำปะหลังไปยังชุดลำเลียงได้สำเร็จเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.33 โดยเหง้ามันสำปะหลังที่ไม่ถูกลำเลียงขึ้นมานั้นทั้งหมดเป็นเหง้ามันสำปะหลังที่ลำต้นลึมนอนไม่สามารถเข้าชุดโซ่หนีบได้ และเป็นเหง้ามันที่หัวมันมีขนาดใหญ่จนชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังไม่สามารถดึงหนีบขึ้นมาจากดินได้ โดยบางครั้งหัวมันจะขาดบริเวณปลายของ

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

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

เหง้ามันสำปะหลังที่มีขนาดใหญ่และลึกลงไปดินบริเวณปลายจะถูกแรงดึงขณะอยู่ในดินทำให้เกิดความเสียหายและขาดค้างอยู่ในดิน โดยการใช้ชุดไซ่หนีบหนีบมันสำปะหลังพบว่าสามารถทำให้ดินที่ติดอยู่กับเหง้ามันสำปะหลังหลุดออกไปได้มาก โดยมีการหนีบเหง้ามันสำปะหลังไม่ขึ้นและตกค้าง เนื่องจากการขาดของมันสำปะหลังเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 16.67 ของเหง้ามันสำปะหลังที่สมบูรณ์

สำหรับชุดตัดมันสำปะหลัง หลังจากได้ทำการทดลองจากการใช้เครื่องจำลองการตัดเหง้ามันสำปะหลัง พบว่า ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังสามารถตัดเหง้ามันสำปะหลังได้ดี สามารถตัดเหง้ามันสำปะหลังสำเร็จเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.08 ซึ่งหากสร้างชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังบนเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังของโครงการนี้ คาดว่าจะมีประสิทธิภาพการเก็บเกี่ยวที่มากขึ้น โดยมีกำลังในการตัดที่เพิ่มขึ้นจากมอเตอร์ไฮดรอลิกและกำลังของเพลอาวนยกกำลังและยังคงต้องมีการเปลี่ยนแปลงตัวบังคับทิศทางเคลื่อนที่ของมันสำปะหลังอย่างเหมาะสมต่อไป

จากการทดลองครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องนี้สามารถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีดินแข็งและก้อนใหญ่ได้แต่ยังมีดินจำนวนหนึ่งที่ติดหัวมันมาจากการหนีบ และชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังสามารถตัดเหง้าออกจากหัวมันได้เป็นอย่างดี แต่เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้ไม่เหมาะสำหรับไร่มันสำปะหลังที่ลำต้นของเหง้ามันสำปะหลังเยื้องออกจากแนวร่องมาก และไม่เหมาะสำหรับเหง้ามันสำปะหลังที่ลำต้นล้มนอน

4.6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง กับความสามารถในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องต้นแบบ

ในหัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบและพัฒนาความสามารถในการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องนี้กับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต้นแบบของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(รุ่นก่อน) และวิธีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป โดยจะหาความสามารถในการทำงาน ความต้องการด้านแรงงาน และร้อยละความสูญเสียในการทำงานของการทดสอบมันสำปะหลังใน 1 ไร่ แต่เนื่องจากขาดส่วนของชุดอุปกรณ์ลำเลียงและชุดอุปกรณ์ขนย้ายมันสำปะหลังจึงยังไม่สามารถวิเคราะห์ในส่วนนี้ได้ แต่จากการออกแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างและคำนวณทางทฤษฎีที่ออกแบบไว้ และมีการเพิ่มอุปกรณ์ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังในเครื่องเก็บเกี่ยว คาดว่ามีผลที่ได้จากการทดลองเมื่อเครื่องเก็บเกี่ยวมีอุปกรณ์ครบทุกชุดจะทำให้มีความสามารถทางทฤษฎีของเครื่องเก็บเกี่ยวมีค่ามากกว่า 0.53 ไร่/คน-ชั่วโมง ซึ่งมีความสามารถมากกว่าเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต้นแบบของนักศึกษาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(รุ่นก่อน) และวิธีการเกี่ยวมันสำปะหลังที่เกษตรกรนิยมใช้กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาและการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังชุมชนแบบพวงท้ายรถแทรกเตอร์มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังแบบพวงท้ายรถแทรกเตอร์ให้สามารถเก็บเกี่ยว ตัดหัวมันสำปะหลัง และลำเลียงหัวมันสำปะหลังได้อย่างต่อเนื่อง สามารถออกแบบและคำนวณเพื่อเลือกใช้ชิ้นส่วนที่เหมาะสมในชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลัง สามารถออกแบบโครงสร้างและระบบไฮดรอลิกสำหรับชุดหนีบหัวมันสำปะหลัง ชุดตัดหัวมันสำปะหลัง และชุดยกกระบะรวมกองขึ้นท้ายรถบรรทุก รวมทั้งศึกษาและออกแบบความเร็วของกลไกให้เหมาะสมกับเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง จากการทดสอบการใช้งานเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบการพัฒนาชุดหนีบมันสำปะหลัง พบว่า ชุดหนีบมันสำปะหลังสามารถหนีบหัวมันสำปะหลังขึ้นมาจากดินได้ดี และสามารถหนีบมันสำปะหลังขึ้นมาได้โดยที่หัวมันสำปะหลังโดยส่วนใหญ่ยังคงสมบูรณ์อยู่ โดยที่ความเร็วชุดหนีบเฉลี่ย 0.36 เมตรต่อวินาที สามารถเก็บหัวมันสำปะหลังได้สมบูรณ์เฉลี่ยร้อยละ 83.33 และฤดูในการเก็บเกี่ยวมีผลกับความแข็งแรงของดินและพืชที่เป็นอุปสรรคในการเก็บเกี่ยว

2. ผลการทดสอบการตัดหัวมันสำปะหลังจากเครื่องจำลองชุดตัดหัวมันสำปะหลัง พบว่า ใบเลื่อยวงเดือนขนาด 7 นิ้วและ 10 นิ้ว ที่หมุนด้วยความเร็วรอบ 3000-4000 rpm สามารถตัดหัวมันสำปะหลังออกจากหัวมันสำปะหลังได้ และการใช้ตัวบังคับทิศทางแบบกันทั้งสองข้างการเคลื่อนที่สามารถป้องกันการสับหรือติดของมันสำปะหลังได้ดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น กำลังของมอเตอร์ที่เพิ่มขึ้นจะสามารถตัดได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งกำลังมอเตอร์ 25 W ควรใช้ความเร็วป้อนที่ไม่เร็วจนเกินไป โดยเฉลี่ยป้อนด้วยความเร็ว 0.25-0.40 เมตรต่อวินาที ทำให้ไม่เกิดแรงต้านจนหัวมันติดใบเลื่อย และความหนาแน่นของมันสำปะหลัง ซึ่งควรใช้มันสำปะหลังที่มีอายุระหว่าง 6-8 เดือน จะมีหัวมันและหัวมันไม่เหี่ยวและแข็งจนเกินไป

3. ผลการทดสอบการพัฒนาชุดลำเลียงหัวมันสำปะหลังไปยังกระบะรวมกอง โดยออกแบบให้มีขนาดความยาวไม่มากเพื่อให้สามารถเลี้ยวหัวแปลงได้ ส่วนความเร็วการลำเลียงออกแบบให้มีความเร็วประมาณ 0.5 เมตรต่อวินาที เพื่อให้สามารถลำเลียงได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนรองรับได้ออกแบบให้ใช้เหล็กทแยง XS52 เพื่อรองรับมันสำปะหลังน้ำหนัก 30 กิโลกรัม

4. ผลการออกแบบชุดกระบะขนย้ายมันสำปะหลังขึ้นรถบรรทุก โดยออกแบบให้ใช้กระบะบอกลูกไฮดรอลิกจำนวน 2 กระบะบอกลูกต่างขนาดกันต่ออนุกรมกัน เพื่อออกแบบให้กระบะบอกลูกทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วเท่ากัน ซึ่งกระบอกสูบนี้สามารถยืดออกเพื่อยกให้ยกกระเบรวมกองขึ้นสู่รถบรรทุกที่มีความสูง 2.2-2.4 เมตร ส่วนขนาดของกระเบรวมกองออกแบบให้มีปริมาตร 0.486 ลูกบาศก์เมตรเพื่อรองรับมันสำปะหลังน้ำหนักประมาณ 1,432 กิโลกรัม และในชุดกระเบขนย้ายขึ้นรถบรรทุกยังมีกระบอกสูบไฮดรอลิกสำหรับเปิดปิดฝากระเบรวมกองเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

5. ผลการทดสอบและประเมินความสามารถในการทำงานของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังพบว่า เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องนี้สามารถเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีดินแข็งและก้อนใหญ่ได้ แต่ไม่เหมาะสำหรับไร่มันสำปะหลังที่ลำต้นของเหง้ามันสำปะหลังเอียงออกจากแนวร่องมาก และไม่เหมาะสำหรับเหง้ามันสำปะหลังที่ลำต้นล้มนอน เนื่องจากทำให้ชุดหนีบมันสำปะหลังไม่สามารถหนีบขึ้นได้และทำให้ชุดตัดเหง้ามันสำปะหลังตัดเหง้าออกจากหัวมันสำปะหลังได้ยากขึ้น

คณะผู้จัดทำคาดหวังว่าเมื่อเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังชุมชนสำหรับพวงท้ายรถแทรกเตอร์นี้ได้รับการพัฒนาต่อจนเสร็จสมบูรณ์จะสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง โดยสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพ ช่วยลดแรงงานในการเก็บเกี่ยว รวมถึงช่วยลดระยะเวลาในการเก็บเกี่ยว

5.2 สรุปข้อได้เปรียบของการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังก่อนและหลังพัฒนา

	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังรุ่นก่อน	เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังรุ่นนี้
ข้อได้เปรียบ	1. ส่วนของตัวชุดอยู่ทางด้านหน้าเครื่องเพื่อสามารถชุดมันสำปะหลัง ไม่ว่าเหง้าจะนอนหรือตั้งตรง 2. ส่วนของชุดหนีบเหง้าและชุดลำเลียงมีขนาดความยาวไม่มาก ช่วยในเรื่องของการเลี้ยวโค้งของตัวรถ 3. ส่วนร่อนดินทำให้มีโหลดในการรับน้ำหนักลดลง 4. การใช้ระบบการขับเคลื่อนของเฟืองทำให้มีกำลังงานที่คงที่	1. ส่วนของตัวชุดอยู่ตรงกลางเครื่อง เพื่อชุดมันสำปะหลังที่ชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังไม่สามารถดึงขึ้นมาได้ 2. ส่วนของชุดหนีบเหง้ามันสำปะหลังทำด้วยยางทำให้มีความแน่นหนาในการจับเหง้ามันสำปะหลัง 3. ส่วนของชุดการตัด ทำให้สามารถลดทอนแรงงานคนและประหยัดเวลาการเก็บเกี่ยวมากขึ้น 4. ส่วนของชุดลำเลียง ลำเลียงได้ต่อเนื่องและลำเลียงมันสำปะหลังลงกระเบได้อย่างปลอดภัย 5. ส่วนของการยกขึ้นรถบรรทุกสามารถรับน้ำหนักมันสำปะหลังได้มากและมีโครงสร้างรถที่แข็งแรงเพื่อรับโหลดที่มากขึ้น เนื่องจากมีกระบวนการที่ครอบคลุม จึงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือเก็บเกี่ยวได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

ข้อจำกัด	1. ส่วนของชุดลำเลียงสามารถทำให้เกิดความเสียหายของหัวมันสำปะหลัง 2. ส่วนของการยกมีโครงสร้างความแข็งแรงไม่สูงพอที่จะรับโหลดสูง 3. ขาดการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น จุดคุ้มทุน	1. ส่วนของชุดหนีบหัวมันสำปะหลังสามารถหนีบหัวที่ตั้งตรงได้เท่านั้น อีกทั้งความยาวของชุดหนีบเป็นอุปสรรคต่อการเลี้ยวโค้งของตัวรถ 2. การใช้ระบบไฮดรอลิกอาจทำให้เกิดความดันและกำลังตกขณะทำงานได้ 3. ขาดการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ เช่น จุดคุ้มทุน
----------	--	---

5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังชุมชนที่ได้สร้างขึ้นนี้เพื่อเป็นแนวทางให้กับการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังต่อไปในอนาคต โดยเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ยังคงมีข้อจำกัดในการใช้อยู่มาก ทั้งมันสำปะหลังต้องมีระยะห่างระหว่างต้นและระยะห่างระหว่างแถวที่กว้างพอ ต้นมันสำปะหลังต้องไม่ล้มและไม่เอียงออกจากแนวร่องและฤดูในการเก็บเกี่ยวซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยากสำหรับการเพาะปลูกมันสำปะหลัง อีกทั้งขนาดของเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเครื่องนี้ยังคงมีความยาวที่มากประมาณ 4.3 เมตร ทำให้ยากในการเลี้ยวหัวแปลง จึงควรออกแบบให้มีขนาดเล็กลงและเหมาะสมสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก และส่วนของชุดตัดมันสำปะหลังยังต้องมีการสร้างและทดลองเพื่อปรับเปลี่ยนขนาดและโครงสร้างของทั้งใบตัดมันสำปะหลังและตัวบังคับทิศทางการเคลื่อนที่(Guideline) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการตัดมันสำปะหลังให้ดียิ่งขึ้น เครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้ยังต้องการการสร้างชุดกระบะขนย้ายเฉพาะสำหรับเก็บและแยกหัวมันสำปะหลังกับก้านมันสำปะหลัง และสำหรับขนย้ายมันสำปะหลังสู่รถบรรทุกเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้เก็บเกี่ยวได้สะดวกและครบทุกขั้นตอนมากขึ้น อีกทั้งเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้ควรมีการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์เพื่อให้สามารถคำนวณได้ว่าเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังนี้สามารถผลิตแล้วนำมาใช้ได้จริงหรือไม่ มีระยะคุ้มทุนเท่าใด เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปานศิริ นิบุญธรรม (2555). เครื่องมือเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง, วารสารเคหการเกษตร 36, 1, มกราคม 2555, หน้า 174-176.
- [2] วิชา หมั่นทำการ (2554). เครื่องจักรกลการเกษตร, ข่าวสารเกษตรศาสตร์ 56, 2, กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2554, หน้า 52-60
- [3] ดนุวัศ ทางดี (2554). การออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องชุดและเก็บรวบรวมเห้้ามันสำปะหลังต้นแบบ, วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [4] ประณต กุลประสูติ (2535). แทรกเตอร์เพื่อการเกษตร, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [5] พรจิต ประทุมสุวรรณ (2548). ระบบไฮดรอลิก, พิมพ์ครั้งที่ 1. ISBN: 974-482-052-7. กรุงเทพฯ, เรือนแก้วการพิมพ์.
- [6] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สถาบันภาษามูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย (2560). อัจฉริยะมันสำปะหลัง(Wonders of Tapioca), พิมพ์ครั้งที่ 1. ISBN: 9786169281801. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย.
- [7] MISUMI (2010), Mechanical Standard Components for Factory Automation, 1/2 Catalog, 1st Edition. Rayong, MISUMI (Thailand) CO., LTD.
- [8] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2563). ผลพยากรณ์การผลิตพืชไร่ที่สำคัญ ปีเพาะปลูก 2563/64, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/forecastdata/files/forecast/region/5T_C_A.pdf.
- [9] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2563). มันสำปะหลังโรงงาน: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2562, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา [http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/casava62\(1\).pdf](http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/casava62(1).pdf)
- [10] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2561). นศ.วิศวะ พัฒนาเครื่องสับเห้้ามันสำปะหลังแบบกึ่งอัตโนมัติ ช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนแรงงาน, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <https://www.en.kku.ac.th/web>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

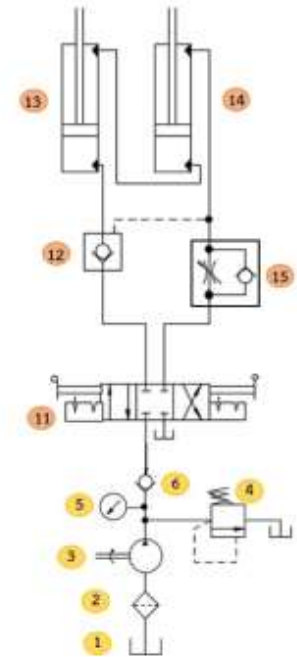
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

ตาราง 1.ก เฮดสูญเสียจากก้านสูบ B ถึงถังน้ำมันไฮดรอลิก

ก้านสูบ B ถึงถัง น้ำมัน		Kinetic viscosity(m ² /s)		0.0004588		density(kg/m ³)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	friction factor	H (m)
	1	ก้านสูบ B ถึง 11	57.3	38	3	33.49	0.000558	0.492	40.73	0.01	1.5706	1.529
	2	11 ถึง ถังน้ำมัน	32.1	19	2	33.49	0.000558	1.967	81.47	0.01	0.7857	16.314
		รวม										17.842

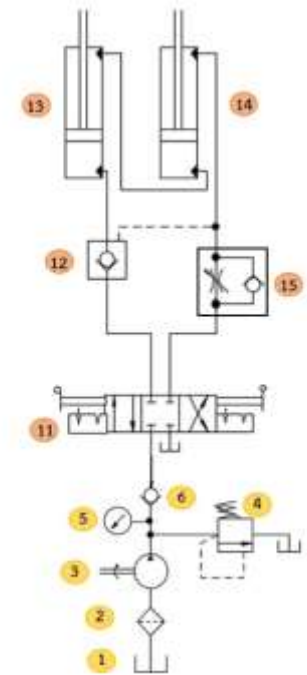
Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)			
	1	one-way restrictor	4	46.5	head รวม (m)		
	2	Direction valve with manual actuation	1	11.6	Pressure drop		
		รวม		58.1			



ตาราง 2.ก เฮตสูญเสียจากลูกสูบ A ถึงถังน้ำมันไฮดรอลิก

ลูกสูบA ถึง ถังน้ำมัน		Kinetic viscosity(m^2/s)		0.0004588		density(kg/m^3)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m^3/s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	friction factor	H (m)
	1	ลูกสูบA ถึง 11	57.3	38	3	147.79	0.002460	2.168	179.58	0.01	0.3564	6.742
	2	11 ถึงถังน้ำมัน	49.8	31	1.5	147.79	0.002460	3.258	220.13	0.01	0.2907	7.611
											รวม	14.353

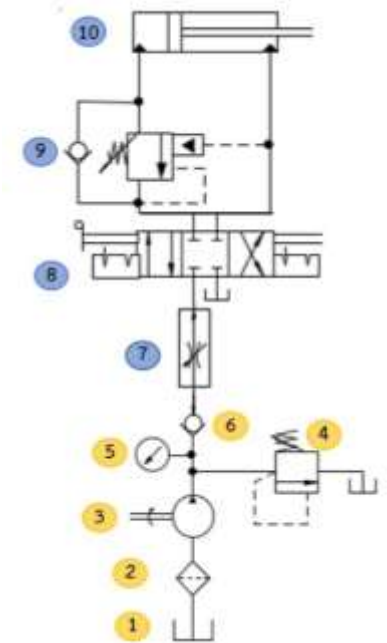
Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)		
	1	Pilot-operating check vavle	3.5	40.7	head รวม (m)	229.453
					Pressure drop (kPa)	1973.842
2	Direction valve with manual actuation	15	174.4			
				รวม	215.1	



ตาราง 3.ก เฮดสูญเสียจากก้านสูบ C ถึงถังน้ำมันไฮดรอลิก

ก้านสูบC ถึง ถังน้ำมัน		Kinetic viscosity(m^2/s)		0.0004588		density(kg/m^3)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m^3/s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	friction factor	H (m)
	1	ก้านสูบC ถึง 8	32.1	19	3	20.93	0.000349	1.230	50.95	0.01	1.2564	15.308
	2	8 ถึง ถังน้ำมัน	32.1	19	4.5	20.93	0.000349	1.230	50.95	0.01	1.2564	22.962
											รวม	38.270

Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)		
	1	Direction valve with manual actuation	0.5	5.8	head รวม (m)	44.070
					Pressure drop (kPa)	379.109
			รวม	5.8		

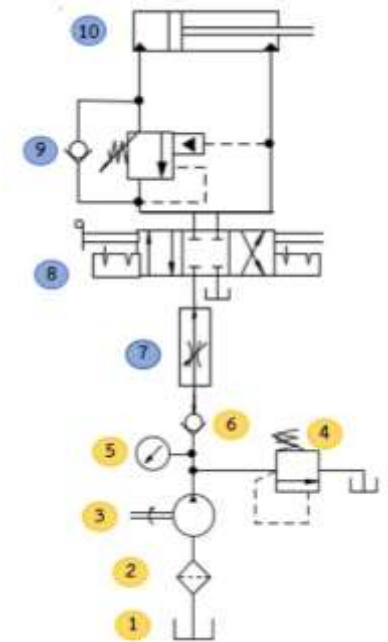


ตาราง 4.ก เฮดสูญเสียจากลูกสูบ C ถึงถังน้ำมันไฮดรอลิก

ลูกสูบ C ถึง ถังน้ำมัน		Kinetic viscosity(m^2/s)		0.0004588		density(kg/m^3)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m^3/s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	friction factor	H (m)
	1	ลูกสูบ C ถึง 8	32.1	19	3	80.47	0.001341	4.728	195.81	0.01	0.3269	58.812
	2	8 ถึง ถังน้ำมัน	32.1	19	4.5	80.47	0.001341	4.728	195.81	0.01	0.3269	88.217
		รวม										147.029

Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)			
	1	Counterbalance valve	42	488.2			
	2	Direction valve with manual actuation	4.5	52.3			
		รวม		540.5			

head รวม (m)		687.565	
Pressure drop (kPa)		5914.705	

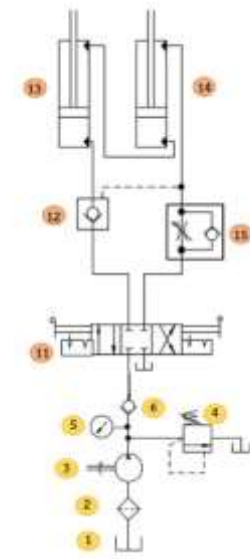


ตาราง 5.ก เฮดสูญเสียจากถังน้ำมันไฮดรอลิกถึงลูกสูบ A

ถังน้ำมัน ถึง ลูกสูบA		Kinetic viscosity(m ² /s)		0.0004588		density(kg/m ³)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	friction factor	H (m)
	1	1 ถึง 11	57.3	38	3	102.6	0.001710	1.507	124.83	0.01	0.5128	4.687
	2	11 ถึงลูกสูบA	49.8	31	1.5	102.6	0.001710	2.265	153.02	0.01	0.4182	5.290
รวม												9.976

Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)
	1	filter 3 micron	2	23.2
	2	Check valve	3	34.9
	3	Direction valve with manual actuation	7.4	86.0
	4	Pilot-operating check valve	11	127.9
	รวม			272.0

head รวม (m)	281.994
Pressure drop (kPa)	2425.820

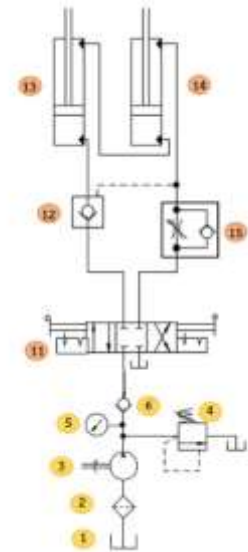


ตาราง 6.ก เฮดสูญเสียจากถังน้ำมันไฮดรอลิกถึงก้านสูบ B

ถังน้ำมัน ถึง ก้านสูบB		kineticviscosity(m ² /s)		0.0004588		density(kg/m ³)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	fiction factor	H (m)
	1	1 ถึง 11	57.3	38	3	102.6	0.001710	1.507	124.83	0.01	0.5128	4.687
	2	11 ถึง ก้านสูบB	32.1	19	2	48.24	0.000804	2.835	117.39	0.01	0.5451	23.499
											รวม	28.185

Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)			
	1	filte 3 micron	2	23.2			
	2	Check valve	3	18.6			
	3	Direction valve with manual actuation	7.4	86.0			
	4	One-way restrictor	11	127.9			
	รวม			255.7			

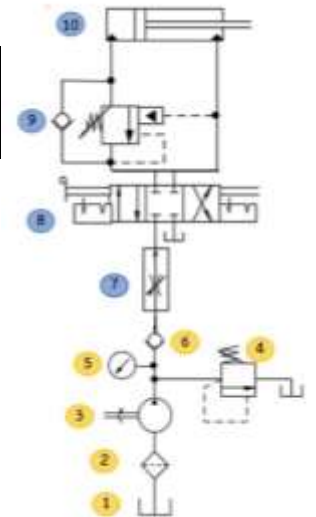
head รวม (m)		283.935
Pressure drop (kPa)		2442.517



ตาราง 7.ก เฮตสูญเสียจากถังน้ำมันไฮดรอลิกถึงลูกสูบ C

ถังน้ำมัน ถึง ลูกสูบ C		kinetic viscosity (m ² /s)		0.0004588		density (kg/m ³)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	fiction factor	H (m)
	1	1 ถึง 7	57.3	38	3	102.6	0.001710	1.507	124.83	0.01	0.5128	4.687
	2	7 ถึง ลูกสูบ C	32.1	19	4.5	41.04	0.000684	2.411	99.87	0.01	0.6410	44.997
รวม												49.684

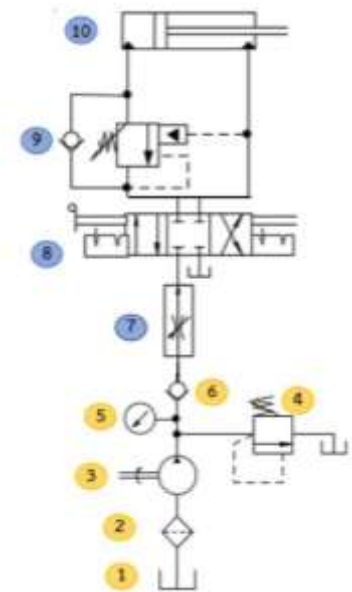
Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H (m)		
	1	filte 3 micron	2	23.2	head รวม (m)	253.115
	2	Check valve	1.6	18.6	Pressure drop (kPa)	2177.397
	3	Needle valve	5	58.1		
	4	Direction valve with manual actuation	2	23.2		
	5	Counterbalance valve	6.9	80.2		
	รวม			203.4		



ตาราง 8.ก เฮตสูญเสียจากถังน้ำมันไฮดรอลิกถึงก้านสูบ C

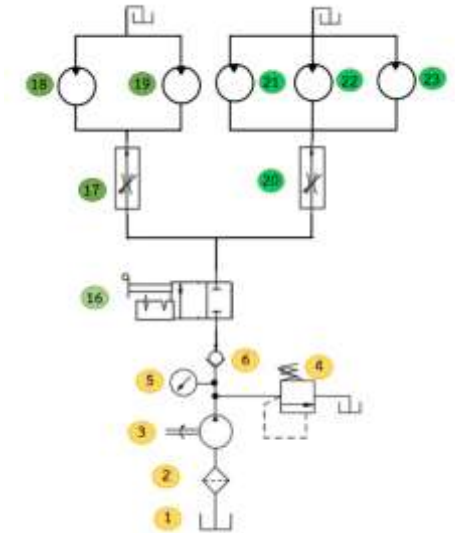
ถังน้ำมัน ถึง ก้านสูบ C		kinetic viscosity (m ² /s)		0.0004588		density (kg/m ³)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาวท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	fiction factor	H (m)
	1	1 ถึง 7	57.3	38	3	102.6	0.001710	1.507	124.83	0.01	0.5128	4.687
	2	7 ถึง ก้านสูบ C	32.1	19	4.5	41.04	0.000684	2.411	99.87	0.01	0.6410	44.997
รวม												49.684

Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)		
	1	filte 3 micron	2	23.2	head รวม (m)	172.905
	2	Check valve	1.6	18.6	Pressure drop (kPa)	1487.397
	3	Needle valve	5	58.1		
	4	Direction valve with manual actuation	2	23.2		
	รวม			123.2		



ตาราง 9.ก เฮตสูญเสียจากมอเตอร์ไฮดรอลิกถึงถังน้ำมันไฮดรอลิก

Motor		kineticviscosity(m^2/s)		0.0004588		density(kg/m^3)		876.9				
Major loss		ชนิด	OD (mm)	ID (mm)	ความยาว ท่อ (m)	Q (LPM)	Q (m^3/s)	V (m/s)	Re	roughness (mm)	fiction factor	H (m)
	1	ปั้มถึงวาล์วหมายเลข 16	49.8	31	2	102.6	0.00171	2.266	153.11	0.01	0.418	7.057736
	2	(16)-(18)(19)	32.1	19	1.5	30	0.0005	1.763	73.01	0.01	0.876	10.95588
	3	(16)-(21)(22)(23)	32.1	19	1.5	17.03	0.000284	1.002	41.5	0.01	1.542	6.229576
	4	(18)(19)-ถังน้ำมัน	57.3	38	3	28.05	0.000468	0.413	34.21	0.01	1.872	1.284827
	5	(21)(22)(23)-ถังน้ำมัน	57.3	38	3	14.71	0.000245	0.216	17.89	0.01	3.577	0.67153



Minor loss		ชนิด	pressure drop (bars)	H(m)
	ชุดตัด	Flow control valve	0.5	5.8
	ชุดหนีบ	Flow control valve	1	11.6
		Direction valve with manual actuation	1	11.6
		Check valve	1.6	18.6



Cutting part
Clasping part

Head loss รวม (m)	Pressure drop (kpa)
77.87652293	669.9241442
80.39689113	691.6053319



ภาคผนวก ข.

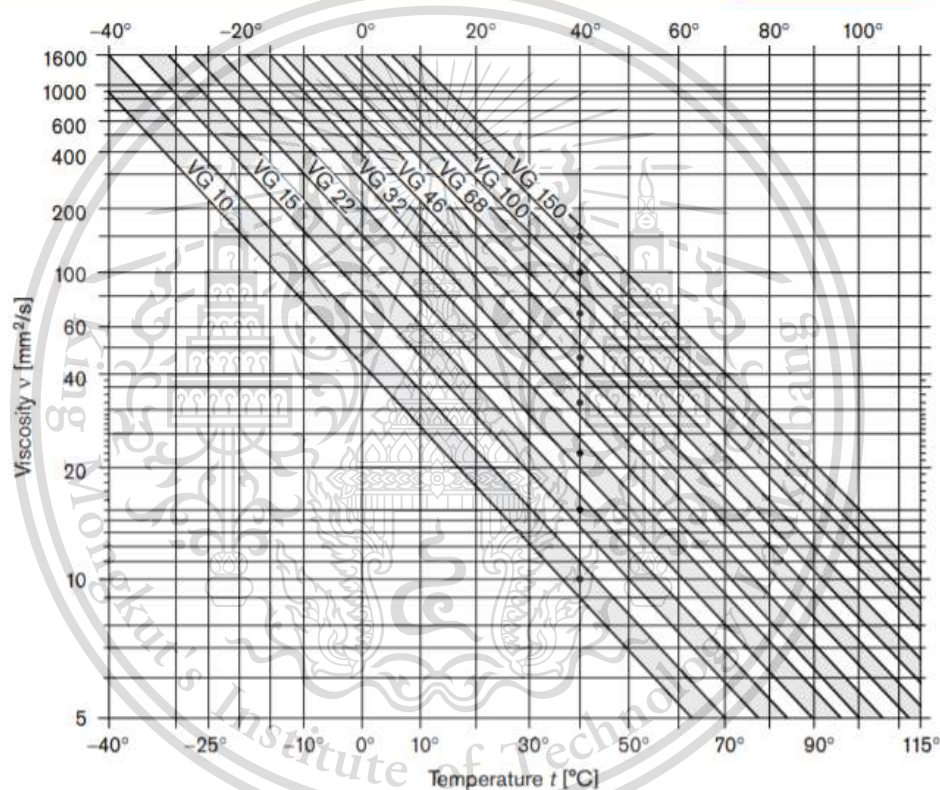
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 1.ข น้ำมันไฮดรอลิก

Typical Characteristics						
Tests	Methods	Units	32	37	46	100
Kinematic Viscosity at 40 °C	ASTM D 445	mm ² /s	31.57	36.85	45.88	68.98
Kinematic Viscosity at 100 °C	ASTM D 445	mm ² /s	5.59	6.17	7.024	8.90
Viscosity Index	ASTM D 2270		115.9	114.5	110.6	103.5
Density at 15 °C	ASTM D 4052	g/cm ³	0.8702	0.8740	0.8769	0.8835
Flash Point (COC)	ASTM D 92	°C	229	231	242	255
Pour Point	ASTM D 97	°C	-12	-12	-9	-9
Copper Strip Corrosion	ASTM D 130		1b	1b	1b	1b
Foaming Seq. I	ASTM D 892	ml/ml	0/0	0/0	0/0	0/0
Seq. II	ASTM D 892	ml/ml	10/0	10/0	0/0	0/0
Seq. III	ASTM D 892	ml/ml	0/0	0/0	0/0	0/0



อ้างอิง :

[1] https://pttlubricants.pttor.com/pds_msds.cshhtml?r_product_id=5,6,7,8,237&language=en

[2] <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-support/hydraulic-fluids/index>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 2.ข ขนาดท่อไฮดรอลิก

Hoses

18

SR13

SAE 100R13/EN 856 R13 | Very High Pressure

**Application**

Very high-pressure applications subject to surges or flexing such as construction equipment, mining and the high-performance industrial market.

Inner Tube

Polychloroprene

Reinforcement

Four alternating layers of spiralled high-tensile steel wire (sizes 3/4" and 1") and six alternating layers of spiralled high-tensile steel wire (sizes 1 1/4", 1 1/2" and 2")

Cover

Black polychloroprene

Temperature Range

-40°F to 250°F (-40°C to 121°C)

Fitting Reference

All fittings compatible with the SR13 hose family are listed in Section 4 (starting on page 148) of the catalog.

Branding

Example: Continental ContiTech SR13-12 SAE 100R13/EN 856 R13 3/4" (DN19) W.P. 5100 PSI (35.0 MPa) MSHA 2G-IC-14C/44

Meets or exceeds the performance requirements of: SAE 100R13; EN 856 R13

Meets Flame Resistance USMSHA Designation

SAE J1942/U.S. Coast Guard

ABS Type Pending

Descriptive #/ Product #	SAP #	Hose Size ID		Hose OD		Max. Working Pressure		Min. Bend Radius		Min. Burst Pressure		Weight	USCG Approved
		in.	mm	in.	mm	psi	MPa	in.	mm	psi	MPa	lbs./ft.	
SR13-12	20704441	3/4	19	1.26	32.1	5100	35.0	9.4	240	20400	140.7	1.09	H
SR13-16	20704442	1	25	1.52	38.7	5100	35.0	11.8	300	20400	140.7	1.42	H
SR13-20	20704443	1 1/4	31	1.96	49.8	5100	35.0	16.5	420	20400	140.7	2.69	H
SR13-24	20704449	1 1/2	38	2.25	57.3	5100	35.0	19.7	500	20400	140.7	3.35	H
SR13-32	20704450	2	51	2.80	71.1	5100	35.0	25.2	640	20400	140.7	4.93	H

อ้างอิง : GOODYEAR hydraulic catalog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 3.ข Hydraulic Filter

Inline filter
with filter element according to DIN 24550

Type 50LEN0040 to 0400; 50LE0130, 0150

RE 51447

Issue: 2019-12

Replaces: 11.14



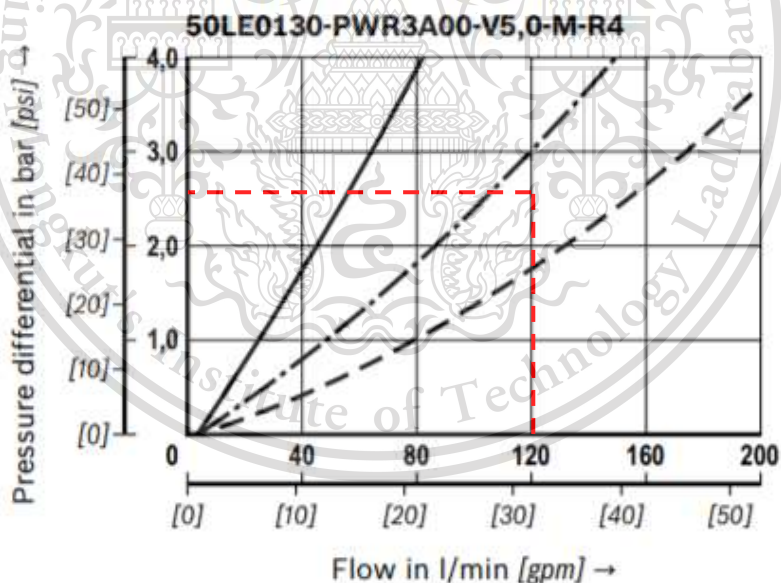
Characteristic curves PWR3

(measured with mineral oil HLP46 according to DIN 51524 at $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$) [104 °F]

Spec. weight: $< 0.9\text{ kg/dm}^3$ Δp -Q-characteristic curves for complete filters recommended initial Δp for design = 1 bar [14.5 psi]

Selection of the perfect filter is made possible by our online "Bosch Rexroth FilterSelect" design software.

Oil viscosity: — 140 mm²/s [649 SUS]
— 68 mm²/s [315 SUS]
— 30 mm²/s [143 SUS]



อ้างอิง : https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dl/RE%2051447_2019-12_Web.pdf?db=brmv2&lvid=1214933&mvid=14530&clid=20&sid=61AD14B1F2547F784094DF3709729365.s142-vm&sch=M&id=14530,20,1214933

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 4.ข ปัมไฮดรอลิกแบบเฟืองนอก

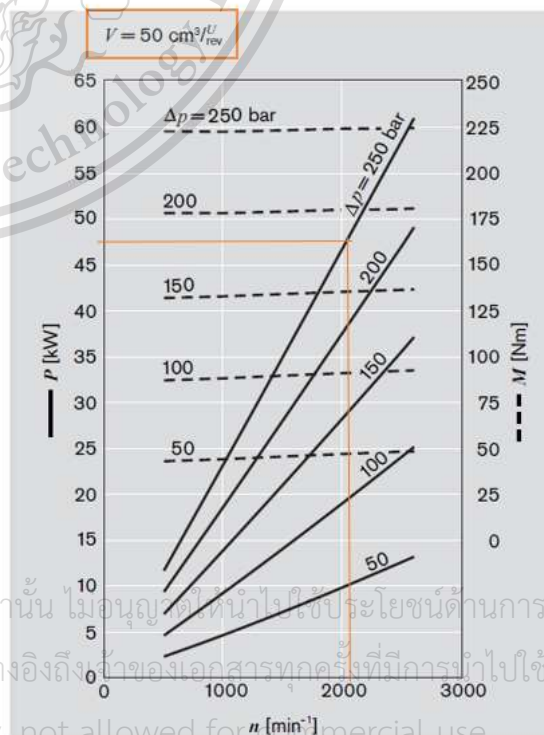
Rexroth
Bosch Group

External gear pump
Series U



Size AZPU

Displacement	V	cm ³ /rev	22.5	25	28	32	36	40	45	50	56	63
Suction pressure p_0		bar	0.7...3 (absolute), with tandem pumps: $p_0(p_1) = \max. 0.5 > p_0(p_1)$									
max. continuous pressure p_1		bar				250				220	195	170
max. intermittent pressure p_2		bar				280				250	225	200
max. peak pressure p_3		bar				300				280	250	230
min. rpm	< 100	rpm	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
12 mm ² /s	100...180		1,200	1,200	1,000	1,000	1,000	800	800	800	800	800
at bar	180... p_2		1,400	1,400	1,400	1,400	1,200	1,200	1,000	1,000	1,000	1,000
25 mm ² /s			600	600								
max. rotational speed at p_2			3,000	3,000	3,000							



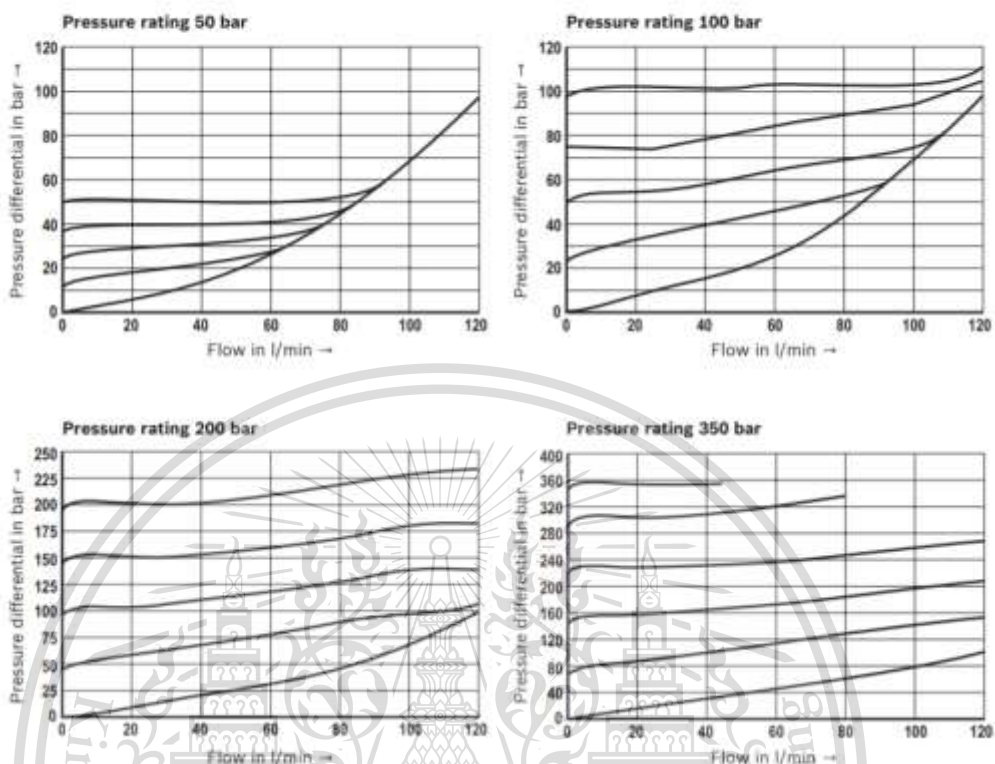
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

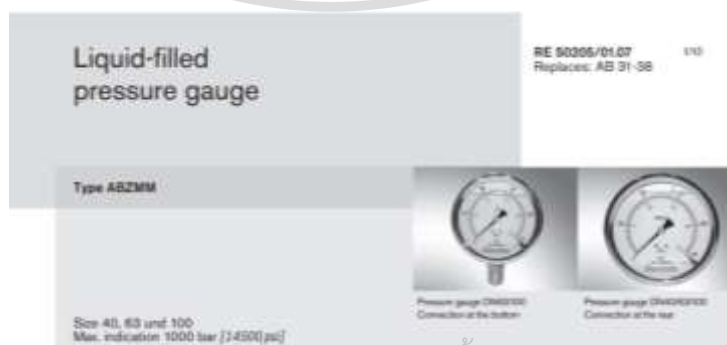
Characteristic curves
(measured with HLP46, $\theta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Δp - q_v characteristic curves



อ้างอิง : https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re25774_2016-03.pdf?db=brmv2&lvid=1193753&mvid=14532&clid=20&sid=E8033F17D0BE6A96066B109B7B7576BB.s142-vm&sch=M&id=14532,20,1193753

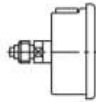
รูปที่ 6.๗ Pressure gauge



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Size	DN40
Form	
Accuracy class to DIN EN 837	2.5
Max. indication	See selection table on page 2
Application range:	
– Constant loading	3/4 x scale value
– Fluctuating loading	2/3 x scale value
Overpressure protection	1.0 x scale value (briefly)
Permissible temperature range:	1)
– Ambient °C [°F]	–20 to +60 [–4 to +140]
– Measured material (medium) °C [°F]	–20 to +60 [–4 to +140]
Pressure gauge material:	
– Housing	Stainless steel 1.4301 bright
– Flat front ring	Stainless steel 1.4301 bright
– Sight-glass	Plexiglass
– Scale	Al white, lettering black
– Pointer to DIN EN 837	Al black
– Mechanism	CuZn (Ms)
– Measuring element	Cu alloy up to 40 bar Bourdon tube, from 60 bar on helical spring
Connection to DIN EN 837-1	G1/4B
Material	CuZn (Ms)
Filled with	Glycerine (filling level = 90 %)
Mounting clamp	
Indication accuracy of scale value	% 2.5
Weight kg [lbs]	0.11 [0.24]

อ้างอิง : https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-Internet.dll/re50205_2007-01.pdf?db=brmv2&lvid=1098303&mvid=14530&clid=20&sid=61AD14B1F2547F784094DF3709729365.s142-vm&sch=M&id=14530.20.1098303

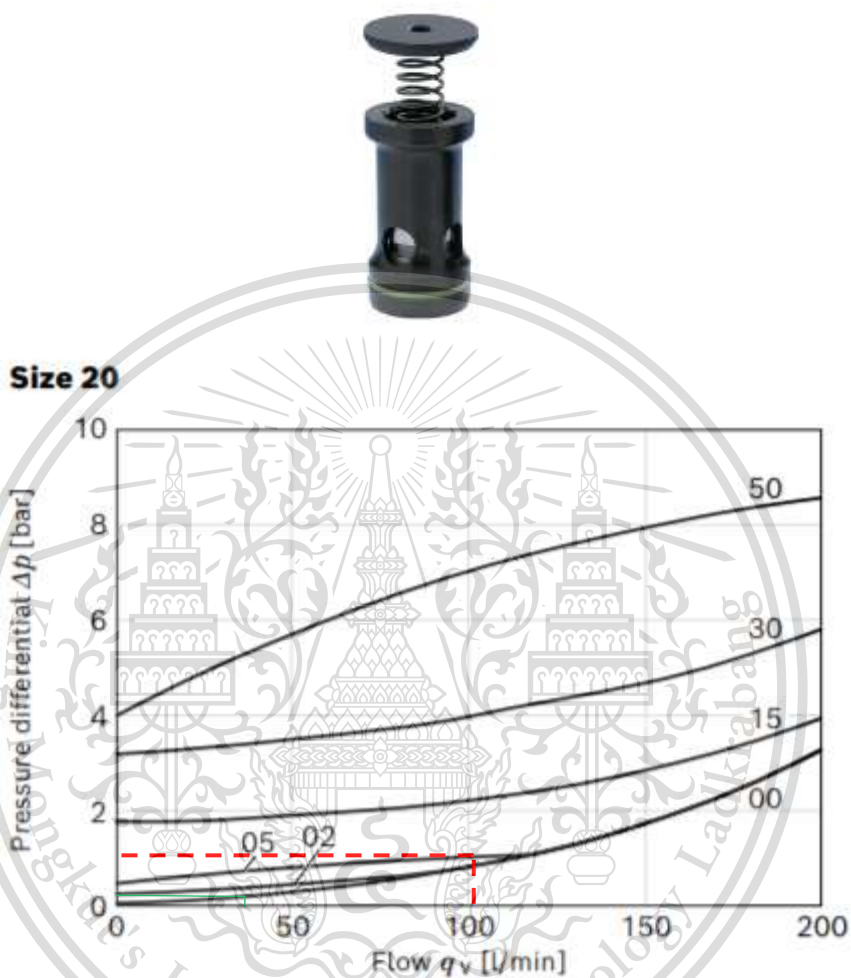
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 7.๗ Check valve

Check valve, cartridge design Type M-SR



อ้างอิง : https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re20380_2020-02-17.pdf?db=brmv2&lvid=1215544&mvid=14530&clid=20&sid=61AD14B1F2547F784094DF3709729365.s142-vm&sch=M&id=14530,20,1215544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

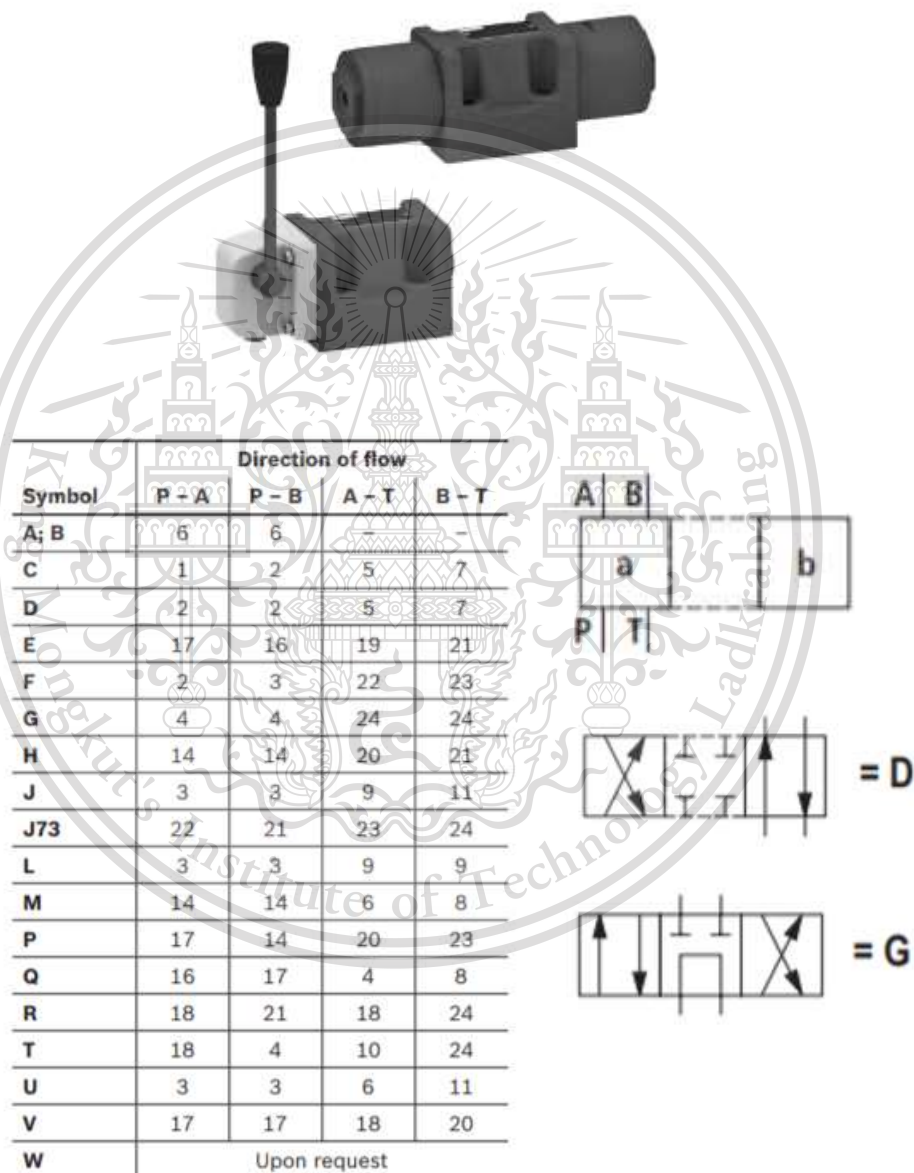
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 8.๗ Manual direction control valve

Directional spool valves, directly operated, with manual and fluid logics actuation

Type WMM, WN and WP

RE 22334
Edition: 2013-04
Replaces: 22331



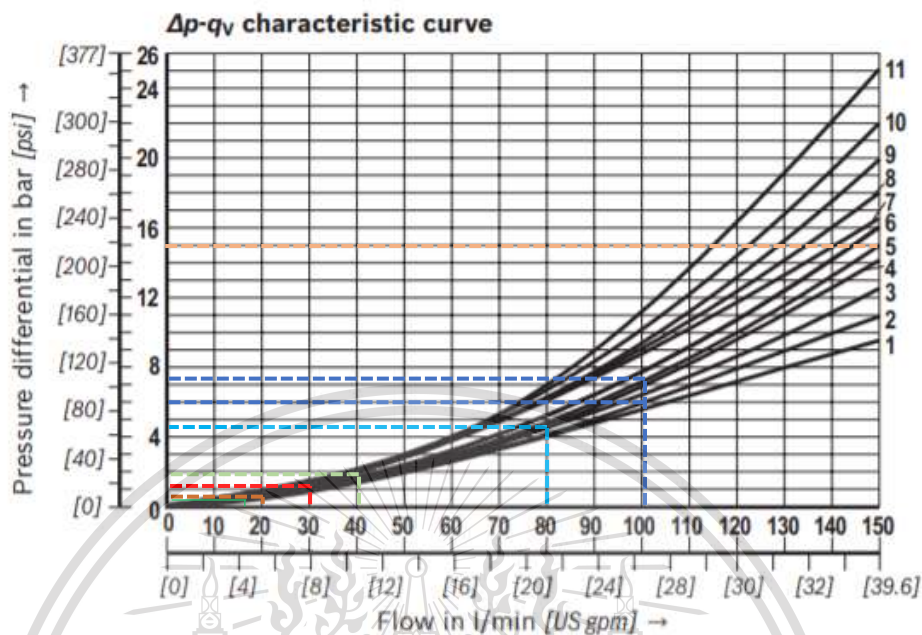
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Characteristic curves

(measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [$104 \pm 9 \text{ }^{\circ}\text{F}$])



อ้างอิง : https://dc-us.resource.bosch.com/media/us/products_13/product_groups_1/industrial_hydraulics_5/pdfs_4/re22334.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 9.๗ Pilot-operating check valve size 16

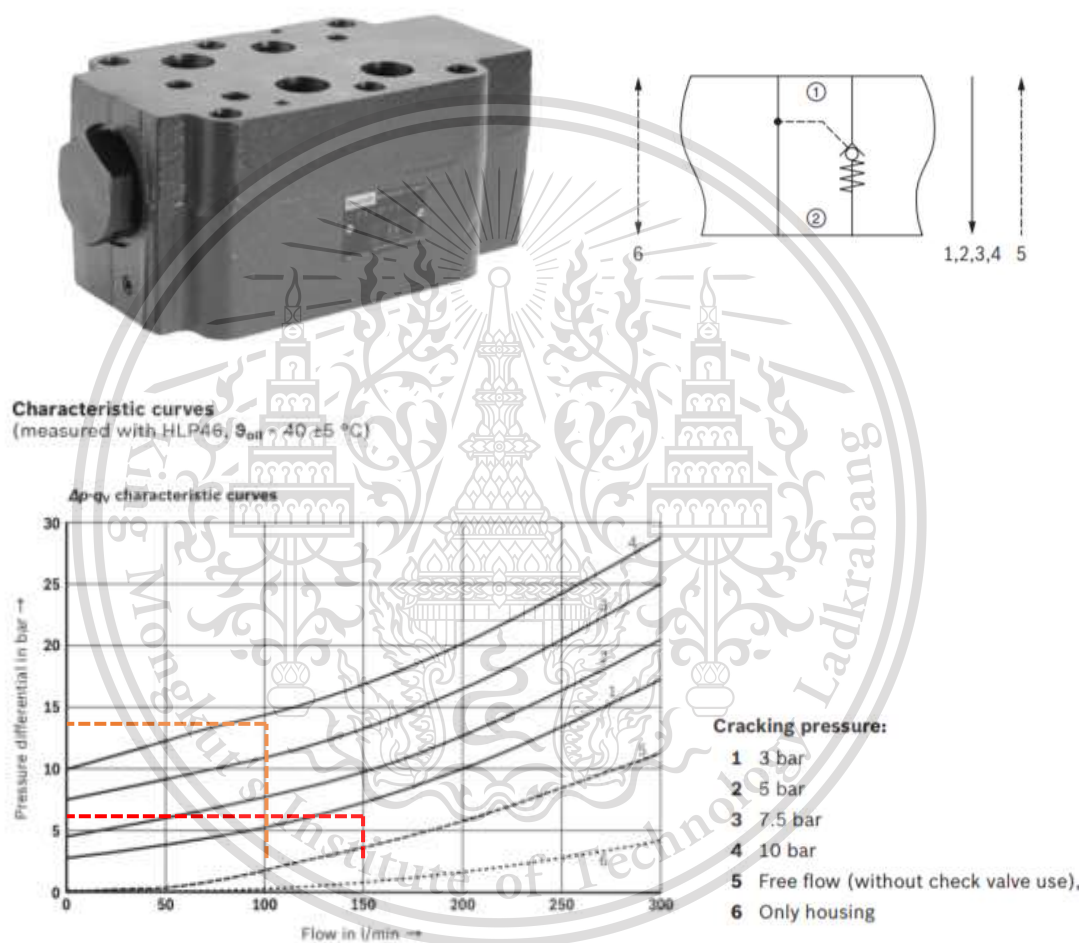
Check valve, pilot operated

Type Z2S

RE 21558

Edition: 2018-06

Replaces: 07.10



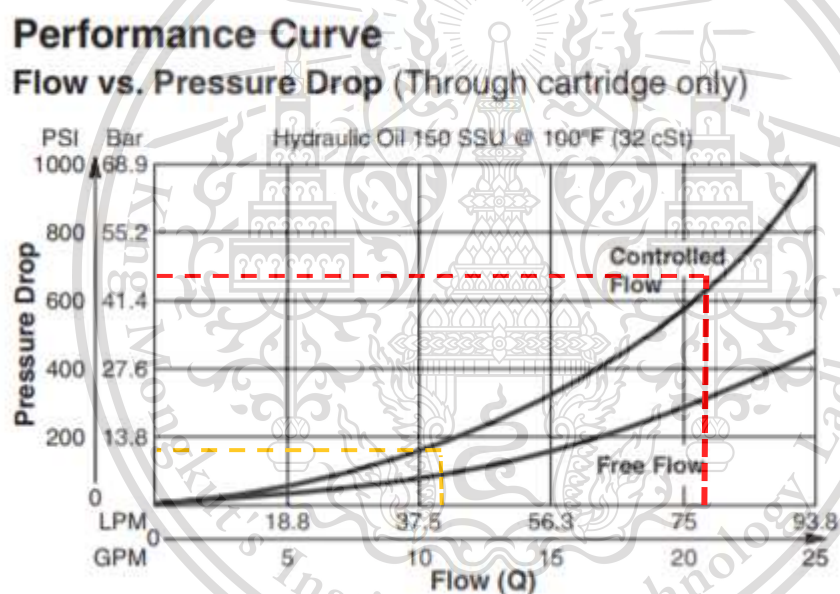
อ้างอิง : https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re21558_2018-06.pdf?db=brmv2&lvid=1206296&mvid=14528&clid=20&sid=34BCAC55A0887D15C51AD5C5656E44BD.s142-vm&sch=M&id=14528,20,1206296

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 10.๗ Counterbalance valve

Counterbalance Valve
Series MHC-010

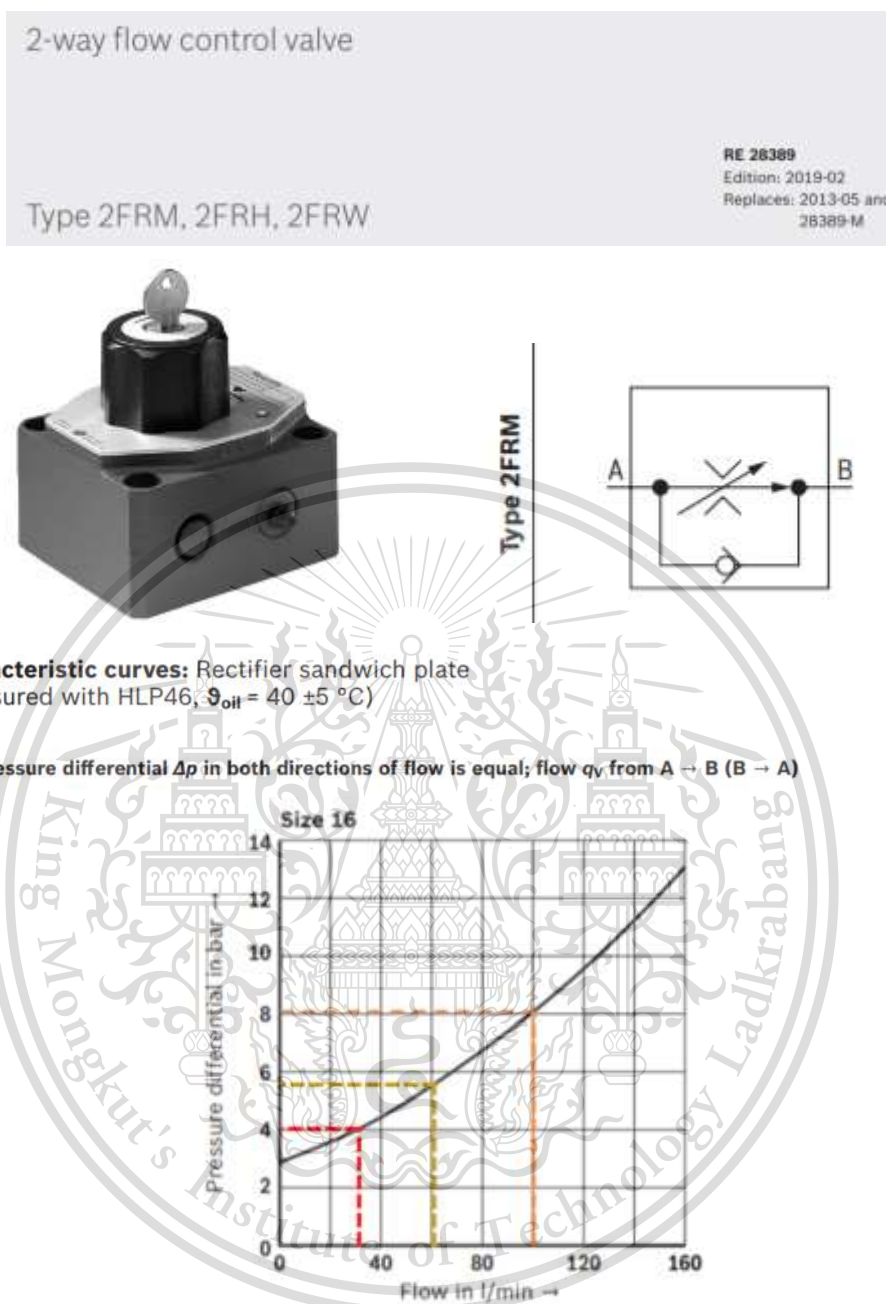
อ้างอิง : <https://www.parker.com/literature/Hydraulic%20Cartridge%20Systems/Product%20Series%20PDFs/LM/Standard%20Pilot%20Assisted%20Load%20Control.pdf>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 11.๗ 2-way flow control valve



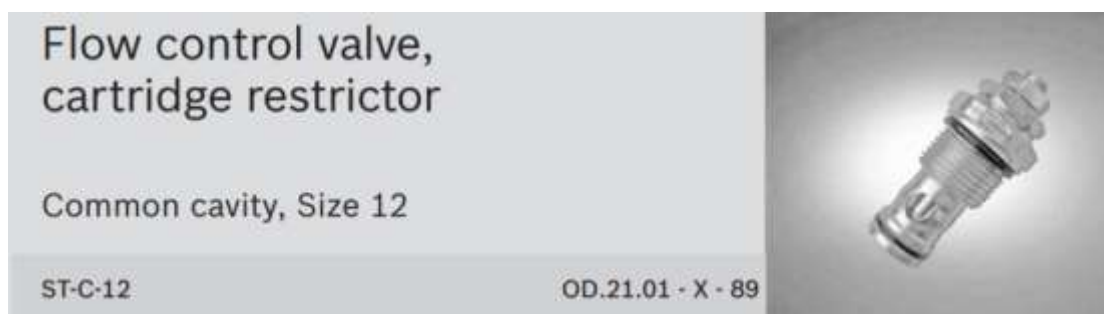
อ้างอิง : https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re28389_2019-02.pdf?db=brmv2&lvid=1210025&mvid=14528&clid=20&sid=4A5C4603F6558437522B81E06C069067.s142-vm&sch=M&id=14528,20,1210025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

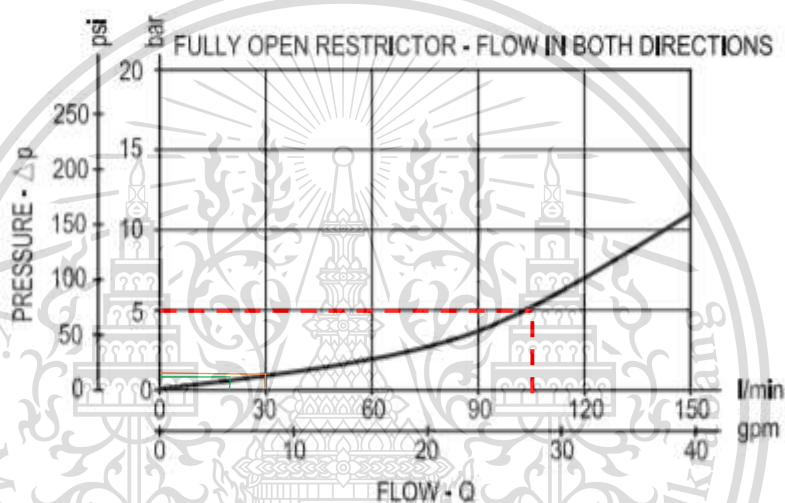
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

รูปที่ 12.ข Flow control valve



Performance



อ้างอิง : https://dc-us.resource.bosch.com/media/us/products_13/product_groups_1/industrial_hydraulics_5/pdfs_4/re18321-28.pdf

รูปที่ 13.ข Motor hydraulic (สำหรับชุดตัด)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Displacement

	cm ³ /rev	(in ³ /rev)
015 Unit	2.45	(.15)
030 Unit	4.91	(.30)
045 Unit	7.37	(.45)
060 Unit	9.83	(.60)
075 Unit	12.29	(.75)

Weight

	Kg	(lb)
015 Unit	7.3	(16 lb)
030 Unit	7.7	(17 lb)
045 Unit	8.2	(18 lb)
060 Unit	8.6	(19 lb)
075 Unit	9.1	(20 lb)

Speed**Recommended Range**

015 Unit	75 to 7500 rpm
030 Unit	50 to 5000 rpm
045 Unit	50 to 5000 rpm
060 Unit	36 to 3600 rpm
075 Unit	30 to 3000 rpm

Minimum speeds indicated are based on constant load. For speeds outside of the recommended range, consult the factory.

Performance Curves:

Data based on:

Oil: 68 cSt (300 SSU)
Mobil DTE-26
Temp: 38°C (100°F)

Pressure

Continuous: 2000 PSI

† Intermittent, Max: 2400 PSI

‡ Transient, Max: 3000 PSI

† Intermittent conditions are to be less than 10% of each minute.

‡ Transient conditions are to be less than 1% of every minute.

Hydraulic Pump, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000, 11000, 12000, 13000, 14000, 15000, 16000, 17000, 18000, 19000, 20000, 21000, 22000, 23000, 24000, 25000, 26000, 27000, 28000, 29000, 30000, 31000, 32000, 33000, 34000, 35000, 36000, 37000, 38000, 39000, 40000, 41000, 42000, 43000, 44000, 45000, 46000, 47000, 48000, 49000, 50000, 51000, 52000, 53000, 54000, 55000, 56000, 57000, 58000, 59000, 60000, 61000, 62000, 63000, 64000, 65000, 66000, 67000, 68000, 69000, 70000, 71000, 72000, 73000, 74000, 75000, 76000, 77000, 78000, 79000, 80000, 81000, 82000, 83000, 84000, 85000, 86000, 87000, 88000, 89000, 90000, 91000, 92000, 93000, 94000, 95000, 96000, 97000, 98000, 99000, 100000, 101000, 102000, 103000, 104000, 105000, 106000, 107000, 108000, 109000, 110000, 111000, 112000, 113000, 114000, 115000, 116000, 117000, 118000, 119000, 120000, 121000, 122000, 123000, 124000, 125000, 126000, 127000, 128000, 129000, 130000, 131000, 132000, 133000, 134000, 135000, 136000, 137000, 138000, 139000, 140000, 141000, 142000, 143000, 144000, 145000, 146000, 147000, 148000, 149000, 150000, 151000, 152000, 153000, 154000, 155000, 156000, 157000, 158000, 159000, 160000, 161000, 162000, 163000, 164000, 165000, 166000, 167000, 168000, 169000, 170000, 171000, 172000, 173000, 174000, 175000, 176000, 177000, 178000, 179000, 180000, 181000, 182000, 183000, 184000, 185000, 186000, 187000, 188000, 189000, 190000, 191000, 192000, 193000, 194000, 195000, 196000, 197000, 198000, 199000, 200000, 201000, 202000, 203000, 204000, 205000, 206000, 207000, 208000, 209000, 210000, 211000, 212000, 213000, 214000, 215000, 216000, 217000, 218000, 219000, 220000, 221000, 222000, 223000, 224000, 225000, 226000, 227000, 228000, 229000, 230000, 231000, 232000, 233000, 234000, 235000, 236000, 237000, 238000, 239000, 240000, 241000, 242000, 243000, 244000, 245000, 246000, 247000, 248000, 249000, 250000, 251000, 252000, 253000, 254000, 255000, 256000, 257000, 258000, 259000, 260000, 261000, 262000, 263000, 264000, 265000, 266000, 267000, 268000, 269000, 270000, 271000, 272000, 273000, 274000, 275000, 276000, 277000, 278000, 279000, 280000, 281000, 282000, 283000, 284000, 285000, 286000, 287000, 288000, 289000, 290000, 291000, 292000, 293000, 294000, 295000, 296000, 297000, 298000, 299000, 300000, 301000, 302000, 303000, 304000, 305000, 306000, 307000, 308000, 309000, 310000, 311000, 312000, 313000, 314000, 315000, 316000, 317000, 318000, 319000, 320000, 321000, 322000, 323000, 324000, 325000, 326000, 327000, 328000, 329000, 330000, 331000, 332000, 333000, 334000, 335000, 336000, 337000, 338000, 339000, 340000, 341000, 342000, 343000, 344000, 345000, 346000, 347000, 348000, 349000, 350000, 351000, 352000, 353000, 354000, 355000, 356000, 357000, 358000, 359000, 360000, 361000, 362000, 363000, 364000, 365000, 366000, 367000, 368000, 369000, 370000, 371000, 372000, 373000, 374000, 375000, 376000, 377000, 378000, 379000, 380000, 381000, 382000, 383000, 384000, 385000, 386000, 387000, 388000, 389000, 390000, 391000, 392000, 393000, 394000, 395000, 396000, 397000, 398000, 399000, 400000, 401000, 402000, 403000, 404000, 405000, 406000, 407000, 408000, 409000, 410000, 411000, 412000, 413000, 414000, 415000, 416000, 417000, 418000, 419000, 420000, 421000, 422000, 423000, 424000, 425000, 426000, 427000, 428000, 429000, 430000, 431000, 432000, 433000, 434000, 435000, 436000, 437000, 438000, 439000, 440000, 441000, 442000, 443000, 444000, 445000, 446000, 447000, 448000, 449000, 450000, 451000, 452000, 453000, 454000, 455000, 456000, 457000, 458000, 459000, 460000, 461000, 462000, 463000, 464000, 465000, 466000, 467000, 468000, 469000, 470000, 471000, 472000, 473000, 474000, 475000, 476000, 477000, 478000, 479000, 480000, 481000, 482000, 483000, 484000, 485000, 486000, 487000, 488000, 489000, 490000, 491000, 492000, 493000, 494000, 495000, 496000, 497000, 498000, 499000, 500000, 501000, 502000, 503000, 504000, 505000, 506000, 507000, 508000, 509000, 510000, 511000, 512000, 513000, 514000, 515000, 516000, 517000, 518000, 519000, 520000, 521000, 522000, 523000, 524000, 525000, 526000, 527000, 528000, 529000, 530000, 531000, 532000, 533000, 534000, 535000, 536000, 537000, 538000, 539000, 540000, 541000, 542000, 543000, 544000, 545000, 546000, 547000, 548000, 549000, 550000, 551000, 552000, 553000, 554000, 555000, 556000, 557000, 558000, 559000, 560000, 561000, 562000, 563000, 564000, 565000, 566000, 567000, 568000, 569000, 570000, 571000, 572000, 573000, 574000, 575000, 576000, 577000, 578000, 579000, 580000, 581000, 582000, 583000, 584000, 585000, 586000, 587000, 588000, 589000, 590000, 591000, 592000, 593000, 594000, 595000, 596000, 597000, 598000, 599000, 600000, 601000, 602000, 603000, 604000, 605000, 606000, 607000, 608000, 609000, 610000, 611000, 612000, 613000, 614000, 615000, 616000, 617000, 618000, 619000, 620000, 621000, 622000, 623000, 624000, 625000, 626000, 627000, 628000, 629000, 630000, 631000, 632000, 633000, 634000, 635000, 636000, 637000, 638000, 639000, 640000, 641000, 642000, 643000, 644000, 645000, 646000, 647000, 648000, 649000, 650000, 651000, 652000, 653000, 654000, 655000, 656000, 657000, 658000, 659000, 660000, 661000, 662000, 663000, 664000, 665000, 666000, 667000, 668000, 669000, 670000, 671000, 672000, 673000, 674000, 675000, 676000, 677000, 678000, 679000, 680000, 681000, 682000, 683000, 684000, 685000, 686000, 687000, 688000, 689000, 690000, 691000, 692000, 693000, 694000, 695000, 696000, 697000, 698000, 699000, 700000, 701000, 702000, 703000, 704000, 705000, 706000, 707000, 708000, 709000, 710000, 711000, 712000, 713000, 714000, 715000, 716000, 717000, 718000, 719000, 720000, 721000, 722000, 723000, 724000, 725000, 726000, 727000, 728000, 729000, 730000, 731000, 732000, 733000, 734000, 735000, 736000, 737000, 738000, 739000, 740000, 741000, 742000, 743000, 744000, 745000, 746000, 747000, 748000, 749000, 750000, 751000, 752000, 753000, 754000, 755000, 756000, 757000, 758000, 759000, 760000, 761000, 762000, 763000, 764000, 765000, 766000, 767000, 768000, 769000, 770000, 771000, 772000, 773000, 774000, 775000, 776000, 777000, 778000, 779000, 780000, 781000, 782000, 783000, 784000, 785000, 786000, 787000, 788000, 789000, 790000, 791000, 792000, 793000, 794000, 795000, 796000, 797000, 798000, 799000, 800000, 801000, 802000, 803000, 804000, 805000, 806000, 807000, 808000, 809000, 810000, 811000, 812000, 813000, 814000, 815000, 816000, 817000, 818000, 819000, 820000, 821000, 822000, 823000, 824000, 825000, 826000, 827000, 828000, 829000, 830000, 831000, 832000, 833000, 834000, 835000, 836000, 837000, 838000, 839000, 840000, 841000, 842000, 843000, 844000, 845000, 846000, 847000, 848000, 849000, 850000, 851000, 852000, 853000, 854000, 855000, 856000, 857000, 858000, 859000, 860000, 861000, 862000, 863000, 864000, 865000, 866000, 867000, 868000, 869000, 870000, 871000, 872000, 873000, 874000, 875000, 876000, 877000, 878000, 879000, 880000, 881000, 882000, 883000, 884000, 885000, 886000, 887000, 888000, 889000, 890000, 891000, 892000, 893000, 894000, 895000, 896000, 897000, 898000, 899000, 900000, 901000, 902000, 903000, 904000, 905000, 906000, 907000, 908000, 909000, 910000, 911000, 912000, 913000, 914000, 915000, 916000, 917000, 918000, 919000, 920000, 921000, 922000, 923000, 924000, 925000, 926000, 927000, 928000, 929000, 930000, 931000, 932000, 933000, 934000, 935000, 936000, 937000, 938000, 939000, 940000, 941000, 942000, 943000, 944000, 945000, 946000, 947000, 948000, 949000, 950000, 951000, 952000, 953000, 954000, 955000, 956000, 957000, 958000, 959000, 960000, 961000, 962000, 963000, 964000, 965000, 966000, 967000, 968000, 969000, 970000, 971000, 972000, 973000, 974000, 975000, 976000, 977000, 978000, 979000, 980000, 981000, 982000, 983000, 984000, 985000, 986000, 987000, 988000, 989000, 990000, 991000, 992000, 993000, 994000, 995000, 996000, 997000, 998000, 999000, 1000000, 1001000, 1002000, 1003000, 1004000, 1005000, 1006000, 1007000, 1008000, 1009000, 1010000, 1011000, 1012000, 1013000, 1014000, 1015000, 1016000, 1017000, 1018000, 1019000, 1020000, 1021000, 1022000, 1023000, 1024000, 1025000, 1026000, 1027000, 1028000, 1029000, 1030000, 1031000, 1032000, 1033000, 1034000, 1035000, 1036000, 1037000, 1038000, 1039000, 1040000, 1041000, 1042000, 1043000, 1044000, 1045000, 1046000, 1047000, 1048000, 1049000, 1050000, 1051000, 1052000, 1053000, 1054000, 1055000, 1056000, 1057000, 1058000, 1059000, 1060000, 1061000, 1062000, 1063000, 1064000, 1065000, 1066000, 1067000, 1068000, 1069000, 1070000, 1071000, 1072000, 1073000, 1074000, 1075000, 1076000, 1077000, 1078000, 1079000, 1080000, 1081000, 1082000, 1083000, 1084000, 1085000, 1086000, 1087000, 1088000, 1089000, 1090000, 1091000, 1092000, 1093000, 1094000, 1095000, 1096000, 1097000, 1098000, 1099000, 1100000, 1101000, 1102000, 1103000, 1104000, 1105000, 1106000, 1107000, 1108000, 1109000, 1110000, 1111000, 1112000, 1113000, 1114000, 1115000, 1116000, 1117000, 1118000, 1119000, 1120000, 1121000, 1122000, 1123000, 1124000, 1125000, 1126000, 1127000, 1128000, 1129000, 1130000, 1131000, 1132000, 1133000, 1134000, 1135000, 1136000, 1137000, 1138000, 1139000, 1140000, 1141000, 1142000, 1143000, 1144000, 1145000, 1146000, 1147000, 1148000, 1149000, 1150000, 1151000, 1152000, 1153000, 1154000, 1155000, 1156000, 1157000, 1158000, 1159000, 1160000, 1161000, 1162000, 1163000, 1164000, 1165000, 1166000, 1167000, 1168000, 1169000, 1170000, 1171000, 1172000, 1173000, 1174000, 1175000, 1176000, 1177000, 1178000, 1179000, 1180000, 1181000, 1182000, 1183000, 1184000, 1185000, 1186000, 1187000, 1188000, 1189000, 1190000, 1191000, 1192000, 1193000, 1194000, 1195000, 1196000, 1197000, 1198000, 1199000, 1200000, 1201000, 1202000, 1203000, 1204000, 1205000, 1206000, 1207000, 1208000, 1209000, 1210000, 1211000, 1212000, 1213000, 1214000, 1215000, 1216000, 1217000, 1218000, 1219000, 1220000, 1221000, 1222000, 1223000, 1224000, 1225000, 1226000, 1227000, 1228000, 1229000, 1230000, 1231000, 1232000, 1233000, 1234000, 1235000, 1236000, 1237000, 1238000, 1239000, 1240000, 1241000, 1242000, 1243000, 1244000, 1245000, 1246000, 1247000, 1248000, 1249000, 1250000, 1251000, 1252000, 1253000, 1254000, 1255000, 1256000, 1257000, 1258000, 1259000, 1260000, 1261000, 1262000, 1263000, 1264000, 1265000, 1266000, 1267000, 1268000, 1269000, 1270000, 1271000, 1272000, 1273000, 1274000, 1275000, 1276000, 1277000, 1278000, 1279000, 1280000, 1281000, 1282000, 1283000, 1284000, 1285000, 1286000, 1287000, 1288000, 1289000, 1290000, 1291000, 1292000, 1293000, 1294000, 1295000, 1296000, 1297000, 1298000, 1299000, 1300000, 1301000, 1302000, 1303000, 1304000, 1305000, 1306000, 1307000, 1308000, 1309000, 1310000, 1311000, 1312000, 1313000, 1314000, 1315000, 1316000, 1317000, 1318000, 1319000, 1320000, 1321000, 1322000, 1323000, 1324000, 1325000, 1326000, 1327000, 1328000, 1329000, 1330000, 1331000, 1332000, 1333000, 1334000, 1335000, 1336000, 1337000, 1338000, 1339000, 1340000, 1341000, 1342000, 1343000, 1344000, 1345000, 1346000, 1347000, 1348000, 134

รูปที่ 14.ข Motor hydraulic (สำหรับชุดหนีบ)

Hydraulus



BMR TECHNICAL SPECIFICATIONS

Technical data for BMR with 25 and 1 in and 1 in splined and 28,56 tapered shaft

Type		BMR	BMR	BMR	BMR	BMR	BMR	BMR	BMR	BMR	BMR
		BMRS	BMRS	BMRS	BMRS	BMRS	BMRS	BMRS	BMRS	BMRS	BMRS
		36	50	80	100	125	160	200	250	315	375
Geometric displacement (cm³/rev.)		36	51.7	81.5	102	127.2	167.2	194.5	253.3	317.5	381.4
Max. speed (rpm)	cont.	1085	960	750	600	475	378	310	240	190	155
	int.	1220	1150	940	750	600	475	385	300	240	190
Max. torque (N·m)	cont.	72	100	195	240	300	360	360	390	390	365
	int.	83	126	220	280	340	430	440	490	535	495
	peak	105	165	270	320	370	460	560	640	650	680
Max. output (kW)	cont.	8.5	9.5	12.5	13.0	12.5	12.5	10.0	7.0	6.0	5.0
	int.	9.8	11.2	15.0	15.0	14.5	14.0	13.0	9.5	9.0	8.0
Max. pressure drop (MPa)	cont.	14.0	14	17.5	17.5	17.5	16.5	13	11	9	7
	int.	16.5	17.5	20	20	20	20	17.5	15	13	10
	peak	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	20	17.5	15
Max. flow (L/min)	cont.	40	50	60	60	60	60	60	60	60	60
	int.	45	60	75	75	75	75	75	75	75	75
Weight (kg)		6.5	6.7	6.9	7	7.3	7.6	8.0	8.5	9.0	9.5

- * Continuous pressure: Max. value of operating motor continuously.
- * Intermittent pressure: Max. value of operating motor in 6 seconds per minute.
- * Peak pressure: Max. value of operating motor in 0.6 second per minute.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

BMR 100 [102cm³/rev.]

Pressure (MPa)

						Max.cont.		Max.int.	
	5	7	9	10	12	14	16	17,5	20
Flow (L/min)	5	66 45	92 42	120 38	135 34	156 27			
	10	68 93	96 90	125 86	138 81	159 74	188 57	212 42	
	20	65 189	94,0 185	123 180	137 173	155 165	186 158	210 150	238 139
	30	63 286	92 281	120 275	133 266	153 257	185 246	209 237	235 225
	40	57 385	88 378	117 365	130 355	152 345	185 332	208 320	233 314
	50	48 482	79 477	110 470	123 460	150 448	183 435	204 420	228 405
	60	38 580	70 572	105 560	120 548	144 535	178 523	200 510	220 500
	70	32 678	65 670	100 660	118 648	141 638	176 626	197 615	215 606
	75	23 728	59 720	93 710	111 695	136 681	170 667	192 650	210 634

อ้างอิง: <http://www.hjhydraulic.com/BMR-Hydraulic-Orbital-Motor/31.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 1.๓ Standard 2080 Double Pitch Sprocket

Semi-F Series
FTLINK
Roller
Chains
Accessories
Tensioners
Sprockets
Others
Transmission
Accessories
Conveyor Chains
Couplings
Fresh Rails
Truck/Tractor
Pulleys/Rollers
Timing Belts/
Pulleys/Rollers
Shaft Coll

2080B

Standard Double Pitch Sprocket for S Rollers B-type

● Order No. Example
2080B 6 1/2
 Type No. of Active Teeth
 Sprocket No.

Chain No.C2080H
 Chain Pitch (P)50.80mm
 Roller Link Inner Width (W)15.88mm
 Roller Outside Diameter (Dr)15.88mm
 Tooth Width (T)14.6 mm

Ground Specification Weld Specification

Type	Action No. of Teeth	Actual No. of Teeth	Outer Diameter Do	Pitch Diameter Dp	Shaft Hole Diameter d	Boss Diameter BD	Boss Length BL	Shape	Material	Weight kg	¥	Semi-F ¥
2080B	6 1/2	13	118	109.31	16 17 46	70	40	Ground Specification	Carbon Structural Steel	1.62		
	7 1/2	15	135	124.90	20 21 60	88	40		High-frequency Hardened Teeth	2.34		
	8 1/2	17	151	140.63	20 21 63	93	40			2.48		
	9 1/2	19	167	156.45	20 21 63	93	40			3.24		
	10 1/2	21	184	172.35	20 21 63	93	40			3.68		
	11 1/2	23	200	188.29	26 27 75	107	45	Welded Specification	Common Steel	4.88		
	12 1/2	25	216	204.27	26 27 75	107	45			5.43		

Sprocket No. and Quantity
 Same-day shipping
 Postage
 Guide

* Since we also manufacture sizes other than those in the catalog, and machine shaft holes/keys/taps, etc., depending on your request, please contact our company's sales office for details.

* Please refer to P24 to P33 for the Semi-F Series <Complete Product> order method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 2.ค Standard 2080 Double Pitch Roller chain with Attachment

Double Pitch Roller Chains with Attachments

A1/A2-type Attachments

- Order No. Example
C2040-2L A1 120 Links

Chain No. Configuration Type Unit
10ft
3m

Type: A1

Type: A2

Double pitch roller chains are roller chains for transmission with a double pitch. Small conveyor chains, each part of which is the same as roller chains and which are excellent in rupture strength and wear resistance. The R-type and S-type are available for rollers, and the A1/2 and K1/2 types for chains with attachments.

Chain No.		Attachment Config.	Pitch	Common Dimensions				Attachment A1/A2			
Type	Roller Shape	Unit	P	C	B	D	T	A	K	G	S
C2040	S	ALL 2L A1 A2	25.40	9.1	19.1	3.6	1.5	12.7	17.4	19.0	9.5
C2042	R										
C2050	S		31.75	11.1	23.8	5.2	2.0	15.9	21.9	24.0	11.9
C2052	R										
C2060H	S		38.10	14.7	28.6	5.2	3.2	21.45	28.4	31.8	14.30
C2062H	R										
C2080H	S		50.80	19.1	38.1	6.8	4.0	27.8	37.0	41.1	19.10
C2082H	R										

Chain No.		Average Tensile Strength KN (kgf)	Maximum Allowable Tension KN (kgf)	Attachment Max. Weight g	Approx. Weight kg/m	No. of Links	m	No. in Box (Quantity)	Unit	JL
Type	Roller Shape								ALL Y	2L Y
C2040	S	17.2 (1,750)	2.63 (270)	3	0.48	120L	3	10		
C2042	R				0.82					
C2050	S	27.9 (2,850)	4.31 (440)	7	0.79	96L		6		
C2052	R				1.25					
C2060H	S	39.5 (4,000)	6.28 (640)	16	1.43	80L		5		
C2062H	R				2.11			3		
C2080H	S	68.6 (7,000)	10.69 (1,090)	33	2.37	60L		3		
C2082H	R				3.41					

Order Method

Chain No. Configuration Type Unit and Quantity

Postage

Same-day shipping (Unit Only)

* Products with dimensional cutting are shipped in 3 working days.

Precautions

* There are no OL for chains with attachments.

* Dimensional cutting products will be charged as a combination of product price with chain cutting fee included.

User Examples

For continued lubrication and effective anti-corrosion, protect your chains with Kanalon. See P344

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

86. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.ค Standard 2080 Standard Sprocket

D.I.D

DID 80 Standard Sprocket

Single sprocket
with hub on one side
(Single B type)

Single sprocket
with hub on one side
(Single BW type Welded)

Double sprocket
with hub on one side
(Double B type)

Double sprocket with hub on one side
(Double BW type Welded)

Flat plain
(A type)

Unit (mm)

Number of teeth	Pitch dia. D_p	Tip dia. D_o	Single sprocket with hub on one side (B type/ BW type)					Double sprocket with hub on one side (B type/ BW type)					Flat plain (A type)			Number of teeth
			Bore d		Hub		Approx. weight (Kg)	Material	Bore d		Hub		Approx. weight (Kg)	Material		
			Stock	Max.	(Dia.) D_h	(Length) L			Stock	Max.	(Dia.) D_h	(Length) L			Stock	
9	74.27	85	11	35	58	40	0.87								9	
10	82.19	93	17	32	52	40	0.97						17	0.58	10	
11	90.16	101	17	38	60	40	1.20						17	0.62	11	
12	98.14	110	17	45	67	40	1.50		23	45.5	67	63	2.50	17	0.55	12
13	106.14	118	17	48	77	40	1.90		23	50	77	63	3.10	17	0.87	13
14	114.15	126	17	50	77	40	2.00		23	58	86	63	3.70	17	1.02	14
15	122.17	134	20	63	93	40	2.59	S35C	23	64	93	63	4.30	20	1.20	15
16	130.20	142	20	63	93	40	2.78		23	70	102	71	5.50	20	1.35	16
17	138.23	151	20	63	93	40	3.00		23	76	110	71	6.40	20	1.54	17
18	146.27	159	20	63	93	40	3.20		23	86	98	71	8.00	20	1.75	18
19	154.32	167	20	63	93	40	3.40		23	96	98	71	9.50	20	1.95	19
20	162.37	175	20	63	93	40	3.60		23	75	107	71	7.60	20	2.15	20
21	170.42	183	20	63	93	40	3.80		23	75	107	71	7.80	20	2.41	21
22	178.48	192	20	75	107	45	4.80		20	80	117	71	8.80	20	2.63	22
23	186.54	200	20	75	107	45	5.10		20	80	117	71	9.30	20	2.90	23
24	194.60	208	20	75	107	45	5.40		20	80	117	80	10.50	20	3.20	24
25	202.68	216	20	75	107	45	5.60		20	80	117	80	11.10	20	3.45	25
26	210.72	224	20	75	107	45	5.90		20	80	117	80	11.70	20	3.70	26
27	218.79	233	20	75	107	45	6.10		20	80	117	80	12.20	20	3.96	27
28	226.86	241	20	75	107	45	6.50		20	80	117	80	12.70	20	4.26	28
29	234.93	249	20	75	107	45	6.90		20	80	117	80	13.20	20	4.65	29
30	243.00	257	20	75	107	45	7.10		20	80	117	80	14.20	20	5.00	30
31	251.07	265	20	75	107	45	7.40		20	80	117	80	14.70	20	5.30	31
32	259.14	273	20	75	107	45	7.80		20	80	117	80	15.20	20	5.60	32
33	267.21	281	20	75	107	45	8.10		20	80	117	80	15.70	20	6.00	33
34	275.29	289	20	75	107	45	8.50		20	80	117	80	16.20	20	6.40	34
35	283.36	297	20	75	107	45	8.90		20	80	117	80	16.70	20	6.85	35
36	291.43	306	20	80	117	50	10.10		20	80	117	80	17.20	20	7.20	36
37	299.51	314	20	80	117	50	10.50	SS400 Welded	20	80	117	80	17.70	20	7.40	37
38	307.58	322	20	80	117	50	10.90		20	80	117	80	18.20	20	8.00	38
39	315.66	330	20	80	117	50	11.50		20	80	117	80	18.70	20	8.47	39
40	323.74	338	20	80	117	50	11.80		20	89	127	90	23.70	20	9.00	40
41	331.81	346	20	80	117	50	12.30		20	89	127	90	24.20	20	9.42	41
42	339.89	354	20	80	117	50	12.70		20	89	127	90	24.70	20	9.75	42
43	347.97	362	20	80	117	50	13.20		20	89	127	90	25.20	20	10.34	43
44	356.04	370	20	80	117	50	13.70		20	89	127	90	25.70	20	10.65	44
45	364.12	378	20	80	117	50	14.20		20	89	127	90	26.20	20	11.25	45
48	388.36	403	20	80	117	50	15.80		20	89	127	90	27.20	20	13.00	48
50	404.52	419	20	80	117	50	16.80		20	89	127	90	28.20	20	14.80	50
54	436.84	451	20	80	117	50	19.20		20	89	127	90	30.20	20	17.00	54
60	485.33	500	20	80	117	50	23.10		20	89	127	90	34.20	20	21.00	60
65	525.73	540	20	80	117	50	28.80		20	89	127	90	40.20	20	25.00	65
70	566.15	581	20	89	127	63	32.10		20	89	127	90	46.20	20	28.30	70
75	606.56	621	20	89	127	63	36.20		20	89	127	90	52.20	20	32.00	75

Note: 1. Determine the required bore size less than the Max. value shown above taking strength reduction into consideration.

2. The shaded area of the above table indicates heat treated teeth.

3. Those marked * have slot on hub.

Roller Chains for
Power Transmission

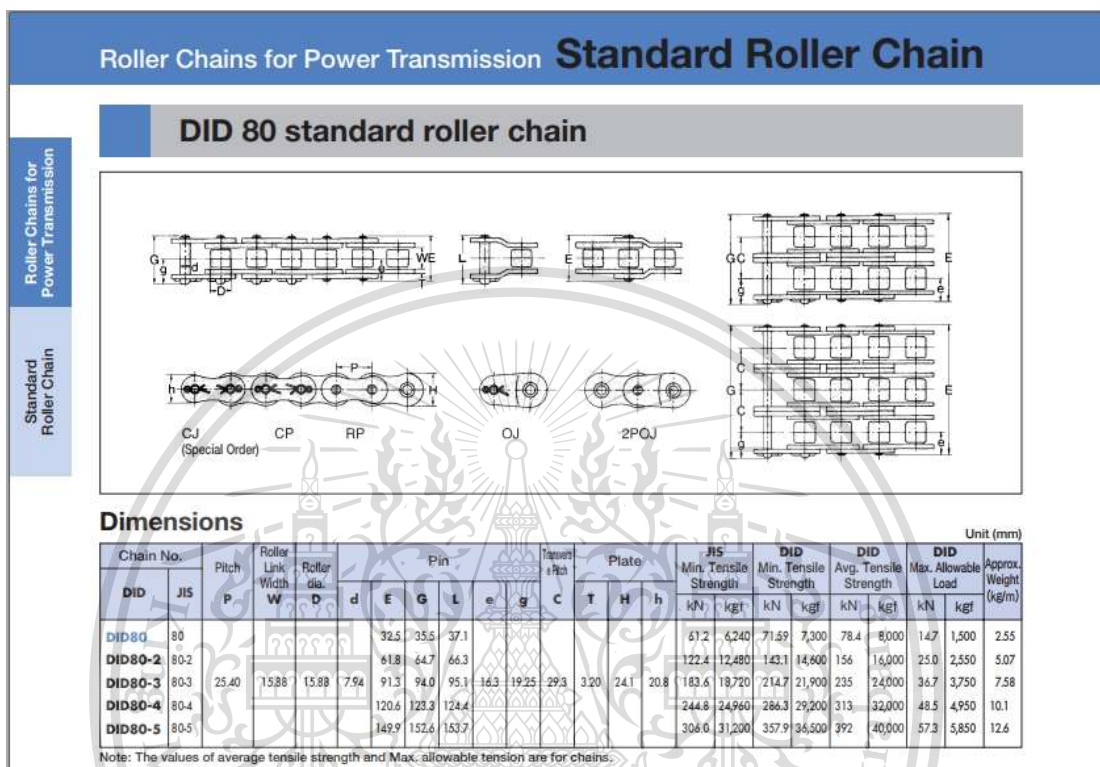
Standard
Roller Chain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 4.ค Standard 2080 Standard Roller Chain



รูปที่ 5.ค ล้อรถแทรกเตอร์ขนาดมาตรฐาน



Institute of Technology

RF (TRA CODE-R-1) REAR FARM

Best traction performance and excellent self-cleaning action.

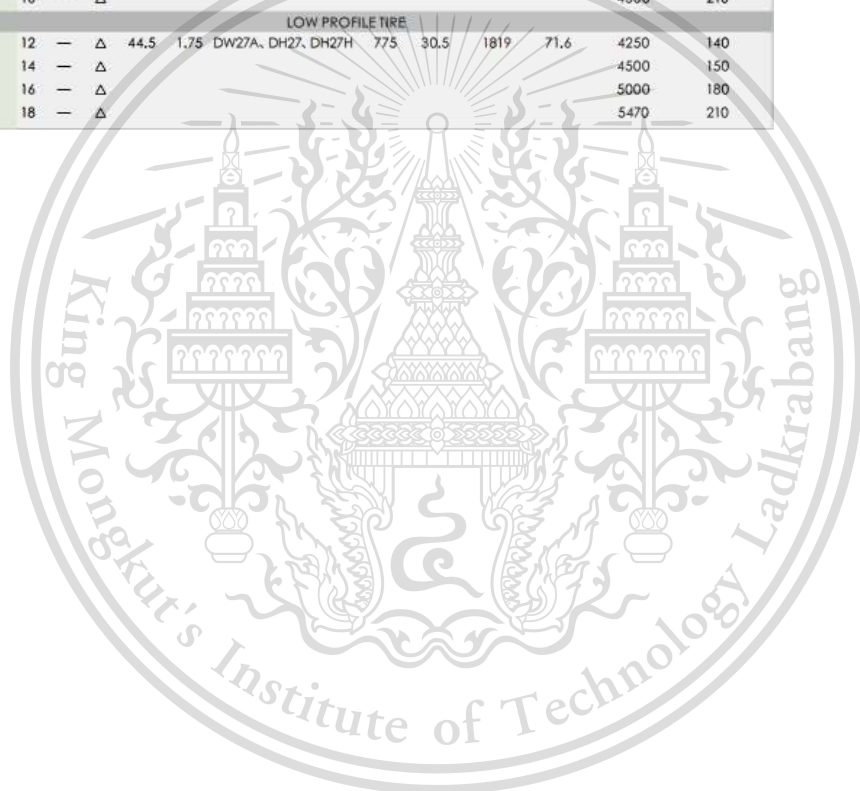
Tire Size	P. R.	Type	Tread Depth		Standard Rim	Inflated Dimensions				Load Capacity	
						Overall Width		Overall Diameter		MAX@30km/h	
						mm	inch	mm	inch	Load Kg	Inflation Kpa
6.00-12	6	△	—	22.0 0.87	4.50E, 5.00F	165	6.5	640	25.2	405	250
7.50-16	6	△	—	25.0 0.98	5.00F, 6.4B	205	8.1	810	31.9	650	210
7.50-20	6	△	—	25.0 0.98	5.50F, 5.00F	205	8.1	910	35.8	760	210
11-38	8	△	—	33.0 1.30	W10, DW10A	305	12.0	1540	60.6	1400	140
12-38	8	△	—	34.0 1.34	DW11A	322	12.7	1569	61.8	1370	140
13.6-36	8	△	—	37.0 1.46	W12, W11	345	13.6	1515	59.6	1885	200
15-24	10	△	—	38.0 1.50	W14	410	16.1	1330	52.4	2800	280
15.5-38	8	△	—	36.0 1.42	W14L, DW14A	395	15.6	1570	61.8	2040	180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Tire Size	P. R.	Type		Tread Depth		Standard Rim	Inflated Dimensions				Load Capacity	
							Overall Width		Overall Diameter		MAX@40km/h	
		TT	TL	mm	inch		mm	inch	mm	inch	Load Kg	Inflation Kpa
15.5-38	6	△	△	37.0	1.46	W14L, DW14A	394	15.5	1569	61.8	1600	140
	8	△	△								1850	180
16.9-24	6	△	△	39.0	1.54	W15L	429	16.9	1333	52.5	1550	120
	8	△	△								1850	170
16.9-30	6	△	△	39.0	1.54	W15L, DW15A DW14A, W14L	429	16.9	1485	58.5	1700	120
18.4-30	6	△	△	40.0	1.57	DW16A, W15L, DW15A	467	18.4	1552	61.6	1900	110
	8	△	△								2180	140
	10	△	△								2500	180
18.4-34	6	△	△	40.0	1.57	DW16A, W16L, W15L	467	18.4	1654	65.1	2000	110
	8	△	△								2300	140
18.4-38	6	△	△	40.0	1.57	W16A, W15L, 16DD	467	18.4	1755	69.1	2120	110
	8	△	△								2430	140
20.8-38	8	△	△	41.9	1.65	W18A, 18DD, DW18A	528	20.8	1834	72.2	2800	120
	10	△	△								3150	150
23.1-26	10	△	△	54.0	2.13	DW20A	587	23.1	1603	63.1	2900	140
	12	△	△								3250	170
	16	△	△								3860	220
24.5-32	10	—	△	43.4	1.71	DW21A, DH21, DW20A	622	24.5	1803	71.0	3550	140
	12	—	△								4000	170
	16	—	△								4500	210
LOW PROFILE TIRE												
30.5L-32	12	—	△	44.5	1.75	DW27A, DH27, DH27H	775	30.5	1819	71.6	4250	140
	14	—	△								4500	150
	16	—	△								5000	180
	18	—	△								5470	210



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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