



อิทธิพลมุมเอียงของถังบรรจุของเหลวต่อค่าจุดศูนย์กลางถ่วง
INFLUENCE OF TILTING ANGLE OF LIQUID TANK ON CENTER OF GRAVITY

กิตติศักดิ์ คงปก

KITTISAK KONGPUK

ภูรินัฐ แม้นมณี

PHURINAT MAENMANEE

ศุภนุช คิดการ

SUPANUCH KIDKARN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลมุมเอียงของถังบรรจุของเหลวต่อค่าจุดศูนย์ถ่วง
INFLUENCE OF TILTING ANGLE OF LIQUID TANK ON CENTER OF GRAVITY



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INFLUENCE OF TILTING ANGLE OF LIQUID TANK ON CENTER OF GRAVITY



KITTISAK KONGPUK
PHURINAT MAENMANEE
SUPANUCH KIDKARN

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON

2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

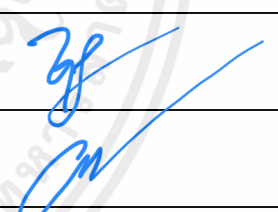
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

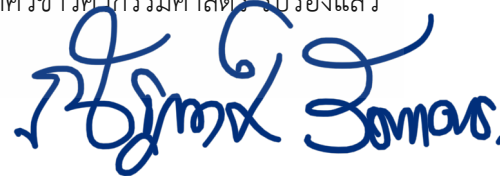
หัวข้อปริญญาานิพนธ์ อิทธิพลมุมเอียงของถังบรรจุของเหลวต่อค่าจุดศูนย์ถ่วง
PROJECT TITLE INFLUENCE OF TILTING ANGLE OF LIQUID TANK ON CENTER OF GRAVITY
ชื่อนักศึกษา นายกิตติศักดิ์ คงปก รหัสนักศึกษา 62201027
นายภูริณัฐ แม้นมณี รหัสนักศึกษา 62201078
นางสาวศุภนุช คิดการ รหัสนักศึกษา 62201093
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสมานนท์
ปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสมานนท์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 9 มิถุนายน 2566 เวลา 14:30 – 15:30 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง B213

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	อิทธิพลมุมเอียงของถังบรรจุของเหลวต่อค่าจุดศูนย์ถ่วง	
ชื่อนักศึกษา	นายกิตติศักดิ์ คงปุก	รหัสนักศึกษา 62201027
	นายภูริณัฐ แม้นมณี	รหัสนักศึกษา 62201078
	นางสาวศุภนุช คิตการ	รหัสนักศึกษา 62201093
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสธานนท์	
ปริญญานิพนธ์		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของมุมเอียงและปริมาณน้ำในถังบรรจุของเหลวที่ส่งผลต่อจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวและภาชนะบรรจุของเหลวและสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ในการทำนายค่าน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ โดยจำลองสภาวะภาชนะบรรจุของเหลวทรงกระบอกที่ติดตั้งบนยานพาหนะ ทำการทดลองด้วยการบรรจุน้ำลงในถังคิดเป็น 25 50 75 และ 100% โดยปริมาตร ทำการปรับระดับความสูงของถังด้านหน้า (A) $0-6^\circ$ พบว่าจุดศูนย์ถ่วงรวมของถังและของเหลวทุกปริมาตรเปลี่ยนแปลงไปตามองศาการเอียง ซึ่งจุดศูนย์ถ่วงนี้จะเลื่อนไปด้านหลัง (B) มากขึ้น จากนั้นนำระยะของจุดตัดในแนวแกน XZ มาสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ทำนายน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับได้ว่าสมการนี้สามารถคำนวณหาน้ำหนักได้ใกล้เคียงกับน้ำหนักจริงที่โหลดเซลล์สามารถวัดได้คิดเป็นความคลาดเคลื่อน 0.02-5.50% ของทุกกรณีศึกษา

คำสำคัญ: มุมเอียง, ปริมาตรของเหลว, สมการทางคณิตศาสตร์

Project Title	Influence of Tilting Angle of Liquid Tank on Center of Gravity	
Student	Mr. Kittisak Kongpuk	Student ID 62201027
	Mr. Phurinat Maenmanee	Student ID 62201078
	Miss Supanuch Kidkarn	Student ID 62201093
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Mechanical Engineering	
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Dithaporn Thungsotanon	

ABSTRACT

The objective of this project is to study the impact of inclination angle and the quantity of water in a liquid tank on the center of gravity of the liquid and the container, and to create mathematical equations for predicting the weight that applied on the adjustable leg set. Simulating the scenario of a liquid-filled cylindrical container installed on a vehicle, the experiments were conducted by filling water in the tank with the volumetric percentages of 25, 50, 75, and 100%. The inclination angle of the front side of the tank (A) was adjusted from 0 to 6°. It was observed that the overall center of gravity of both the tank and the liquid changed according to the angle of inclination at all volume. Furthermore, it was found that the center of gravity shifted towards the back (B) to a greater extent. Then, the distances of the intersection points along the XZ axis were used to create mathematical equation for predicting the weight that acted on the adjustable leg set. It was found that this equation was able to calculate the weight with a proximity to the actual measured weight within a range of 0.02-5.50% deviation in all studied cases.

Keywords: Inclination angle, volume of liquid, mathematical equation.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จได้เพราะมีความร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวคือ ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตรฉบับนี้และ ผศ.ดร.ชมพูนุช กุลเกตุวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปริญญาบัตร ที่ให้ความใส่ใจ ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ความรู้ต่างๆ ทั้งในตำราเรียนและนอกตำราเรียน อีกทั้งประสบการณ์ชีวิตที่ผ่านมา เล่าสู่กันฟังและช่วยเหลือเสมอมา และขอขอบคุณอาจารย์ท่านอื่นๆ ที่ให้คำปรึกษา ตลอดจนเพื่อนๆ ต่างกลุ่มต่างๆ คนที่มีน้ำใจมาช่วยเหลือ

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมาในทุก ๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณและกราบขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

กิตติศักดิ์ คงปุก
ภูริณัฐ แม้นมณี
ศุภนุช คีตการ
มิถุนายน 2566

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.7 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 การหาพื้นที่และปริมาตรของถังทรงกระบอก	5
2.3 ตรรกณิต	6
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาระยะของจุดศูนย์กลาง	6
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	14
3.1 การออกแบบชุดการทดลอง	14
3.2 การสร้างชุดการทดลอง	15
3.3 วิธีการทดลอง	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	36
4.1 ผลการสอบเทียบโพลดเซลล์	36
4.2 น้ำหนักเฉลี่ยและความสูงของของเหลว กรณีศึกษา Long-Front (LF)	37
4.3 น้ำหนักเฉลี่ยและความสูงของของเหลว กรณีศึกษา Short-Front (SF)	38
4.4 จุดศูนย์ถ่วงของของเหลวและถึงบรรจุของเหลว	40
4.5 สมการทางคณิตศาสตร์	42
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	47
5.1 สรุปผลการทดลอง	47
5.2 ปัญหาที่พบ	47
5.3 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลอง	52
ภาคผนวก ข ชุดคำสั่งโปรแกรม LabVIEW	98
ประวัติผู้จัดทำ	100

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการสอบเทียบโพลดเซลล์ทั้ง 4 ตัว	36
4.2 น้ำหนักเฉลี่ยของถั่งเมื่อปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AL และ AR สูงขึ้น	37
4.3 ค่า a'' ที่วัดได้จากการทดลองกรณี LF	39
4.4 น้ำหนักเฉลี่ยที่เกิดขึ้นกรณี SF	39
4.5 ค่า a'' ที่วัดได้จากการทดลองกรณี SF	41
4.6 ค่า X_L และ Z_L ที่คำนวณได้ กรณี LF	41
4.7 ค่า X_L และ Z_L ที่คำนวณได้ กรณี SF	42
4.8 ผลการทำนายค่าตัวแปร กรณี LF	43
4.9 ผลการทำนายค่าตัวแปร กรณี SF	45
ก.1 ผลการสอบเทียบโพลดเซลล์ก่อนทำการปรับค่าในโปรแกรม LabVIEW	53
ก.2 ผลการสอบเทียบโพลดเซลล์หลังทำการปรับค่าในโปรแกรม LabVIEW	53
ก.3 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 25% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้น ตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	54
ก.4 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 25% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	55
ก.5 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 50% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	56
ก.6 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 50% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนดกรณี Short-Front (SF)	57
ก.7 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 75% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	58
ก.8 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 75% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	59
ก.9 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 100% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้น ตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	60
ก.10 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถั่ง 100% ของถั่ง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.11 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	62
ก.12 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	63
ก.13 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	64
ก.14 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	65
ก.15 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	66
ก.16 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	67
ก.17 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	68
ก.18 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	69
ก.19 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	70
ก.20 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	70
ก.21 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	71
ก.22 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับ ระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	71

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.23 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	72
ก.24 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	73
ก.25 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	74
ก.26 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	75
ก.27 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	76
ก.28 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	77
ก.29 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	78
ก.30 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	79

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.31 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	80
ก.32 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	81
ก.33 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	82
ก.34 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	83
ก.35 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	84
ก.36 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	85
ก.37 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)	86
ก.38 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	87
ก.39 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.40 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	89
ก.41 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	90
ก.42 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)	91
ก.43 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 25% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)	92
ก.44 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 25% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Short-Front (SF)	92
ก.45 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 50% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)	93
ก.46 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 50% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Short-Front (SF)	93
ก.47 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 75% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)	94
ก.48 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 75% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Short-Front (SF)	94
ก.49 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 100% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)	95
ก.50 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 100% ของปริมาตรถัง โดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Short-Front (SF)	95
ก.51 การเปรียบเทียบน้ำหนักจริงกับน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ กรณี Long-Front (LF)	96
ก.52 การเปรียบเทียบน้ำหนักจริงกับน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ กรณี Short-Front (SF)	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สามเหลี่ยมมุมฉาก	6
2.2 ภาพตัดขวางของถังในแนวระดับ	7
2.3 ภาพตัดขวางของถังในแนวระดับ	7
2.4 ภาพตัดขวางของถังที่บรรจุของเหลว	8
3.1 ชุดการทดลองที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2020	14
3.2 วอลต์ พูตตี้ Bosny	15
3.3 ยางตันอุดแหงค์น้ำ	16
3.4 Foot mount M12 for load cell shear beam type	16
3.5 ขาตั้งปรับระดับ	17
3.6 Load Cell	17
3.7 Output	18
3.8 ฐานล่างของโครง	19
3.9 ด้านข้างของโครง	19
3.10 ด้านบนของโครง	20
3.11 โครงของชุดรองรับถังบรรจุของเหลว	20
3.12 แผ่นรองถัง	21
3.13 ชุดรองรับถังบรรจุของเหลว	21
3.14 ขาปรับระดับ	22
3.15 แหวนปรับระดับ	22
3.16 ขาปรับระดับ	23
3.17 การประกอบชุดทดลอง	23
3.18 ชุดทดลอง	24
3.19 แบบจำลองรถบรรทุกของเหลว	24
3.20 ตัดแผ่นเหล็ก	25
3.21 นำชิ้นงานไป Milling	25
3.22 ระยะและขนาดของรู	26
3.23 โต้ะปรับระดับ	26
3.24 ขนาดของฐานโพลดเซลล์	27
3.25 ฐานวางชุดทดลอง	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 รูปประกอบชิ้นข้อที่ 1 และ 2 กับ Load Cell	28
3.27 ขนาดของถั่ง	29
3.28 ถั่งที่ติดไม้บรรทัด	29
3.29 นำ Load Cell ที่ประกอบไว้มายึดกับโต๊ะปรับระดับ	30
3.30 ชุดทดลอง	30
3.31 เครื่องเลเซอร์วัดระดับ	31
3.32 DC Power Supply	31
3.33 NI-USB 6100	32
3.34 ชุดภาคขยายสัญญาณ	32
3.35 ต้มน้ำหนักมาตรฐานพิกัด 1g - 2kg	33
3.36 โปรแกรม LabVIEW 2014	33
3.37 การทดลอง (ก) Long-Front (LF)	34
3.38 การทดลอง (ข) Long-Lateral (LL)	34
3.39 การทดลอง (ค) Short-Front (SF)	35
3.40 การทดลอง (ง) Short-Lateral (SL)	35
3.41 การทดลอง (จ) Short-1 Side (SO)	35
4.1 ผลการสอบเทียบโพลดเซลล์	36
4.2 ขาด้าน A และ B	37
4.3 Free body diagram ของถั่ง	43
4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทำนาย LF	44
4.5 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทำนาย SF	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญาโท

ในปัจจุบันมีการนำรถกระบะที่ถูกดัดแปลงเพื่อรองรับการบรรทุกน้ำใช้ในการเกษตร ซึ่งรถกระบะนี้ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานประเภทนี้เป็นหลัก และเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ไม่อยู่ในสภาพสมดุล เพราะลักษณะภูมิประเทศแต่ละพื้นที่ต่างกัน เช่น บางพื้นที่ราบเรียบ บางพื้นที่ขรุขระ อาจส่งผลให้เกิดการเสียดสีหรือสูญเสียการทรงตัวจากการกระเพื่อมของน้ำเนื่องจากจุดศูนย์ถ่วง (CG) ของของเหลวภายในถังเกิดการเคลื่อนที่ [1] ในขณะที่ตัวถังของถังบรรจุนั้นก็ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพด้านข้างของรถในลักษณะที่ซับซ้อน ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของถังบรรจุเพิ่มขึ้นจุดศูนย์ถ่วงของรถก็จะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งส่งผลให้เสถียรภาพด้านข้างของรถลดลงและเมื่อจุดศูนย์ถ่วงสูงก็จะเสี่ยงต่อการพลิกคว่ำและจะทำให้ความเร็วของมุมโรลโอเวอร์เพิ่มขึ้นเช่นกันการเข้าโค้งด้วยความเร็วสูงหรือหลบสิ่งกีดขวางนั้นอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุหรือการพลิกคว่ำได้ [2-4] เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจึงมีนักวิจัยทำการคำนวณหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงโดยใช้วิธียกเพลานขึ้นตามมาตรฐาน ISO 16231-2:2015 การตรวจจับจุดศูนย์ถ่วงแบบ 3 มิติ ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่นำมาใช้ในการป้องกันอุบัติเหตุจากการพลิกคว่ำ [5] ต่อมาได้มีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ให้เป็นแบบจำลองที่แม่นยำ เพื่อนำมาใช้ในการทำนายผลกระทบของการเคลื่อนที่ของของเหลว การคำนวณความสูง CG ของยานพาหนะที่เอียง [6-7] และนำแบบจำลองทฤษฎีการสั่นเชิงเส้นมาทำนายการสั่นด้านข้างที่มีหน้าตัดภาชนะบรรจุต่างๆ โดยแบบจำลองนี้สามารถนำมาใช้ร่วมกับโปรแกรม CFD อย่างง่ายเพื่อตรวจสอบลักษณะการตอบสนองทิศทางของของเหลวในถังที่อยู่บนรถบรรทุก [8] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับเสถียรภาพของยานพาหนะที่ติดตั้งถังบรรจุน้ำของเหลวและเคลื่อนที่บนทางลาดชัน พบว่าระดับของของเหลวจะอยู่ที่ส่วนล่างของถัง ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของของเหลวภายในถังเลื่อนตำแหน่งไป ซึ่งส่งผลอย่างมากต่อเสถียรภาพและระดับความปลอดภัยของการขับขี่รถบรรทุก [9-10]

ดังนั้นโครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างแบบจำลองรถบรรทุกภาชนะบรรจุของเหลวสำหรับใช้ในการศึกษามุมเอียงและปริมาณน้ำในถังบรรจุน้ำของเหลว ที่มีผลกระทบต่อจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวภายในถังที่วางบนรถบรรทุก และสร้างสมการทำนายน้ำหนักที่ตกลงบนขาปรับระดับของชุดทดลอง

1.2 วัตถุประสงค์ของปฏิญานิพนธ์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาผลกระทบของมุมเอียงและปริมาณน้ำในถังบรรจุของเหลวที่ส่งผลต่อจุดศูนย์ถ่วงของของเหลว
- 1.2.2 เพื่อสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายค่าน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

- 1.3.1 องศาเอียงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์ถ่วง

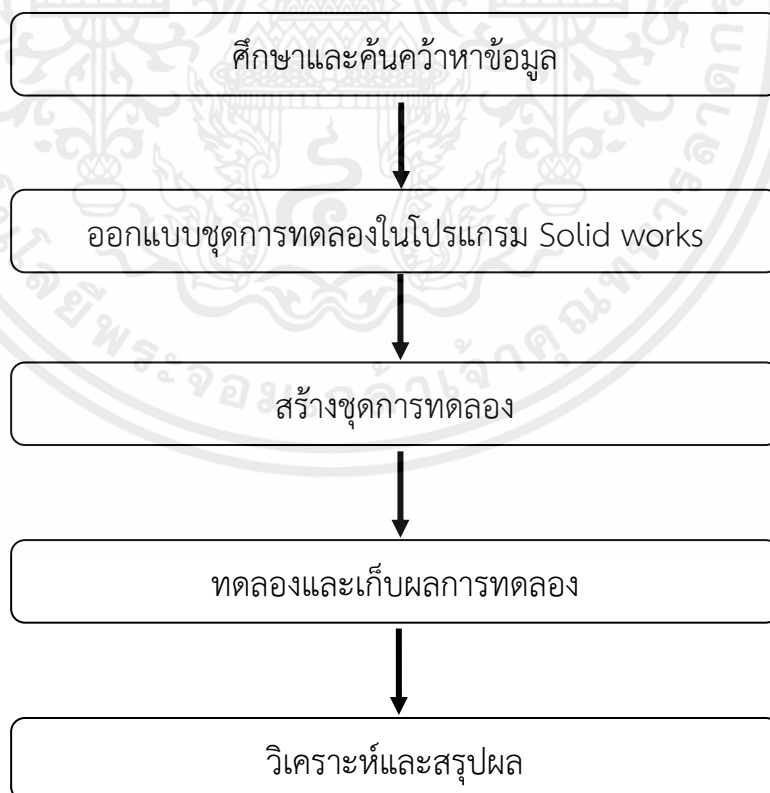
1.4 ขอบเขตของปฏิญานิพนธ์

- 1.4.1. ถังทดสอบเป็นแบบทรงกระบอกกลมมีปริมาตรน้ำ 18.89 L
- 1.4.2. ทำการทดสอบที่ปริมาณน้ำในถัง 25, 50, 75 และ 100 % ของปริมาตรถัง
- 1.4.3. ทำการทดสอบที่ระดับการเอียงไม่เกิน 30 องศา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วงรวมของถังและของเหลว

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงานการออกแบบและสร้างชุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการออกแบบและสร้างชุดการทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ 2565-2566									
	2565					2566				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. รวบรวมและศึกษาข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้อง	←→									
2. ออกแบบชุดการทดลอง		←→								
3. จัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์			←→							
4. สร้างชุดการทดลอง				←→						
5. ทดลองและปรับแก้				←→						
6. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล							←→			
7. สรุปผลการทดลอง								←→		
8. ทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									←→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาศึกษาเป็นข้อมูลสำหรับโครงการนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 จุดศูนย์กลางถ่วง

จุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity) คือจุดที่ความสมดุลของวัตถุหรือระบบที่มีน้ำหนักแพร่กระจายเท่าๆ กัน จุดศูนย์กลางถ่วงจะเป็นจุดที่น้ำหนักทั้งหมดบนวัตถุหรือระบบสามารถสมดุลกันได้ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือจุดที่น้ำหนักรวมที่บนแนวเดียวกันแล้วทำให้วัตถุหรือระบบอยู่ในสถานะที่มีความสมดุลทั้งในทิศตรงกันข้ามและทิศด้านข้างของจุดนั้น

ในรถยนต์หรือยานพาหนะอื่นๆ จุดศูนย์กลางถ่วงมักอยู่บริเวณภายในโครงสร้างของรถ โดยทั่วไปจุดศูนย์กลางถ่วงของรถจะอยู่ใกล้กับจุดศูนย์กลางถ่วงของเครื่องยนต์หรือตำแหน่งของแบตเตอรี่ในกรณีรถไฟฟ้า การออกแบบรถยนต์ให้มีจุดศูนย์กลางถ่วงต่ำ และเป็นอย่างเสถียรเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้รถมีความสมดุลและเสถียรภาพในการขับขี่ การเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางถ่วงของรถอาจส่งผลกระทบต่อควบคุมและการเคลื่อนที่ของรถได้เช่นกัน [12]

2.1.2 การถ่ายเทน้ำหนัก

การถ่ายเทน้ำหนัก (Weight Transfer) คือ การเคลื่อนที่จริงของน้ำหนักที่ตกลงบนล้อ ซึ่งการถ่ายเทน้ำหนักนั้นเป็นไปได้ทั้งแนวตามยาวและแนวขวางกับตัวรถ การถ่ายเทน้ำหนักแนวตามยาวจะเกิดเมื่อเร่งเครื่องหรือเบรก การถ่ายเทน้ำหนักตามขวางนั้นก็เกิดได้จากหลายกรณี ซึ่งการเคลื่อนที่จริงของจุดศูนย์กลางถ่วงของรถจะส่งผลให้มีการกระจายน้ำหนักของรถทั้งหมดในระนาบข้างแต่ละเส้น [13]

2.1.3 สภาวะสมดุล

สภาวะสมดุล (Equilibrium) คือ สภาวะที่วัตถุสามารถรักษาสภาพการเคลื่อนที่ให้คงเดิม เช่น อยู่นิ่ง ไม่มีการเลื่อนตำแหน่งและไม่หมุน หรือเคลื่อนที่ในสภาวะเดิม คือ จุดศูนย์กลางมวลเคลื่อนด้วยอัตราเร็วคงที่และหมุนรอบแกนผ่านจุดศูนย์กลางมวลด้วยอัตราเร็วเชิงมุมคงที่ หรือสมดุลที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุอยู่ในสภาวะนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ สภาวะสมดุลของวัตถุ คือ การคงสภาพของวัตถุ แบ่งได้ 2 กรณี คือ [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สมดุลสถิต (static equilibrium) คือ วัตถุหรือสิ่งก่อสร้างที่อยู่นิ่งและไม่มีการหมุน
2. สมดุลจลน์ (kinetic equilibrium) คือ วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ($a=0$)

2.1.4 ประเภทของเสถียรภาพของสมดุล

1. สภาพสมดุลเสถียร (stable equilibrium) คือ สมดุลที่วัตถุวางอยู่ได้ ถ้าถูกแรงกระทำให้อเอียงเล็กน้อย ก็จะกลับเข้าสู่สภาพเดิมได้ โดยเมื่อวัตถุได้รับแรงกระทำแล้วทำให้จุด CG สูงกว่าเดิม จะมีแนวโน้มกลับสู่สภาพสมดุล

2. สภาพสมดุลไม่เสถียร (unstable equilibrium) คือ สมดุลที่วัตถุไม่สามารถวางเหมือนเดิมได้ ถ้าถูกแรงกระทำเพียงเล็กน้อย โดยเมื่อวัตถุได้รับแรงกระทำแล้วทำให้จุด CG ต่ำกว่าเดิม จะมีแนวโน้มสู่สภาพสมดุลไม่เสถียร

3. สภาพสมดุลสะเทิน (neutral equilibrium) คือ สมดุลที่วัตถุถูกแรงกระทำเพียงเล็กน้อยแล้ววัตถุจะเปลี่ยนตำแหน่งไป แต่ยังคงสถานะเดิมได้ โดยเมื่อวัตถุได้รับแรงกระทำแล้วทำให้จุด CG อยู่ในระดับเดิม จะทำให้วัตถุมีสภาพสมดุลสะเทิน [15]

2.1.5 สมดุลต่อการเคลื่อนที่

วัตถุที่อยู่ในจุดสมดุลต่อการเคลื่อนที่ คือ วัตถุอยู่ในสภาพหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ การเกิดสมดุลลักษณะนี้จะได้แรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน นั่นคือ [16] ตามสมการที่ 2.1

$$\sum F = 0 \quad (2.1)$$

$$F_x + F_y = 0 \quad (2.2)$$

เมื่อ $F_x =$ แรงในแนวแกน x (N)

$F_y =$ แรงในแนวแกน y (N)

2.2 การหาพื้นที่และปริมาตรของถังทรงกระบอก

2.2.1 พื้นที่ของถังทรงกระบอก [17]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$area = r^2 \cos^{-1} \left(\frac{r-h}{r} \right) - (r-h) \sqrt{2rh - h^2} \quad (2.3)$$

โดยที่

r คือ รัศมีของถัง (mm)

h คือ ความสูงของน้ำภายในถัง (mm)

เมื่อ \cos^{-1} มีหน่วยเป็นเรเดียน (rad)

2.2.2 ปริมาตรของถังทรงกระบอก [18]

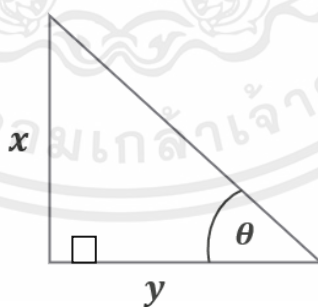
$$volume = L \left(r^2 \cos^{-1} \left(\frac{r-h}{r} \right) - (r-h) \sqrt{2rh - h^2} \right) \quad (2.4)$$

โดยที่

L คือ ความยาวของถังทรงกระบอก (mm)

2.3 อัตราส่วนตรีโกณมิติ [19]

อัตราส่วนตรีโกณมิติ (Trigonometric Ratio) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความยาวของด้านทั้งสองของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งนำมาใช้ในการหาความสูงของชุดขาปรับระดับสำหรับโครงการนี้ โดยใช้หลักการของตรีโกณมิติ ดังสมการที่ 2.5



รูปที่ 2.1 สามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\tan \theta = \frac{X}{Y} \quad (2.5)$$

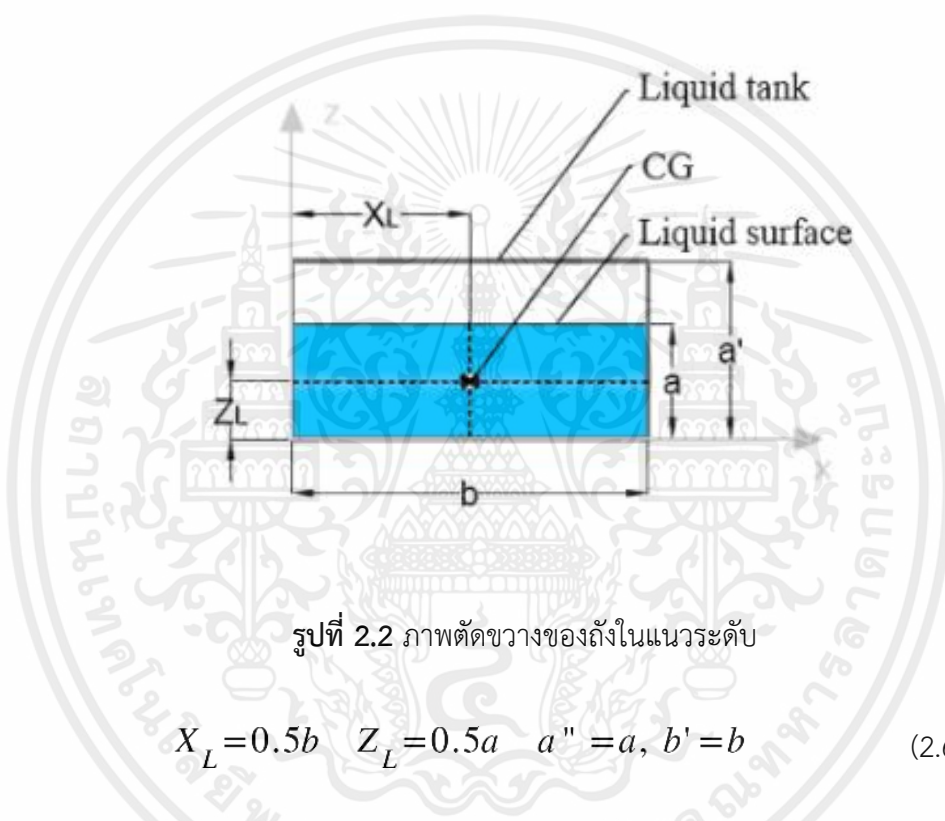
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ x คือ ความสูงด้านตรงข้าม (mm)

y คือ ระยะห่างด้านประชิด (mm)

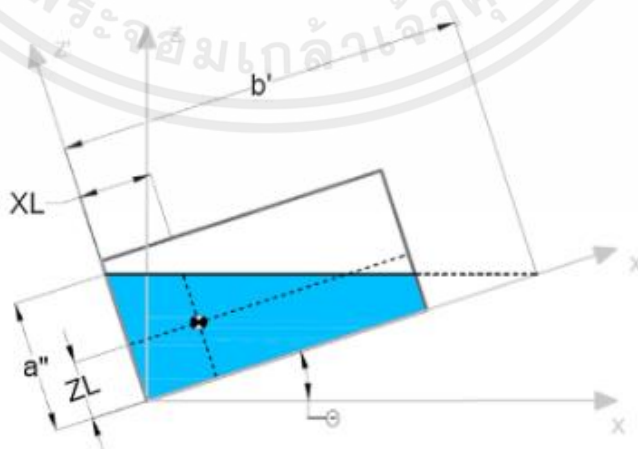
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาระยะของจุดศูนย์ถ่วง

การหาจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวภายในถังบรรจุจะแยกเป็น 2 กรณี คือ แนวระดับจะแสดงภาพตัดขวางถึงดังรูปที่ 2.2 เมื่อเกิดมุมเอียงแสดงภาพตัดขวางถึงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งจะสามารถหาระยะของจุดศูนย์ถ่วงได้ดังสมการที่ 2.6-2.7 ตามลำดับ และจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวและถังบรรจุดังรูปที่ 2.4 สามารถหาระยะของจุดศูนย์ถ่วงตามสมการที่ 2.7-2.8 [1]



รูปที่ 2.2 ภาพตัดขวางของถังในแนวระดับ

$$X_L = 0.5b \quad Z_L = 0.5a \quad a'' = a, \quad b' = b \quad (2.6)$$



รูปที่ 2.3 ภาพตัดขวางของถังในแนวระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_L = \frac{6ab - b^2 \tan \theta}{12a} \quad Z_L = \frac{12a^2 + b^2 \tan^2 \theta}{24a} \quad (2.7)$$

$$a'' \leq a', b' \geq b$$

เมื่อ

X_L คือ ระยะในแนวแกน X ของน้ำในถัง (mm)

Z_L คือ ระยะในแนวแกน Z ของน้ำในถัง (mm)

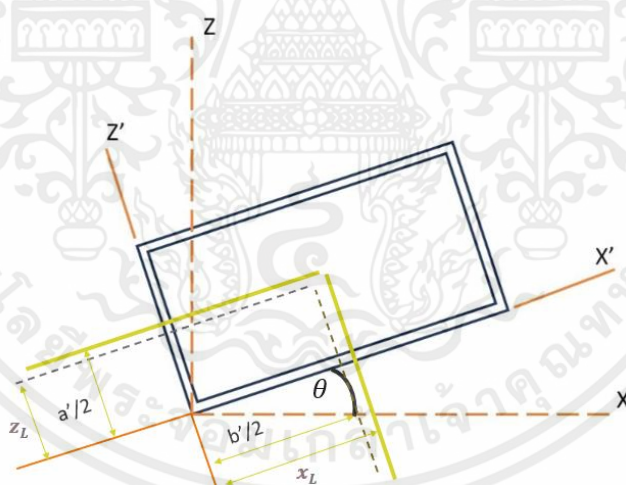
a คือ ระดับความสูงของน้ำในถัง (mm)

a' คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของถัง (mm)

a'' คือ ระดับความสูงของน้ำในถังเมื่อมีมุมเอียง (mm)

b คือ ความยาวของถังไม่รวมฝาปิด (mm)

b' คือ รัศนาอ้างอิงของผิวน้ำบนพิภพ XZ (mm)



รูปที่ 2.4 ภาพตัดขวางของถังที่บรรจุของเหลว

$$Z_{LI} = \frac{m_t \frac{a'}{2} + m_w Z_L}{m_{tt}} \quad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_{LT} = \frac{m_t \frac{b'}{2} + m_w X_L}{m_{tt}} \quad (2.8)$$

เมื่อ

X_{LT} คือ ระยะในแนวแกน X ของน้ำและถังบรรจุของเหลว (mm)

Z_{LT} คือ ระยะในแนวแกน Z ของน้ำและถังบรรจุของเหลว (mm)

a' คือ เส้นผ่านศูนย์กลางวงนอกของถัง (mm)

b' คือ ระยะความยาวของถังรวมฝาปิด (mm)

m_t คือ น้ำหนักของถังบรรจุของเหลว (kg)

m_w คือ น้ำหนักของของเหลวในถัง (kg)

m_{tt} คือ น้ำหนักรวมของของเหลวและถัง (kg)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Farzaneh et al. [1] ได้ศึกษาและสร้างแบบจำลองผลกระทบของการเคลื่อนที่ของเหลวในการคำนวณจุดศูนย์กลางถ่วงของรถเพื่อการเกษตร เนื่องจากตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วง (CG) สูง ยานพาหนะเพื่อการเกษตรจึงมีความเสี่ยงที่จะพลิกคว่ำได้มากกว่า สามารถคำนวณตำแหน่ง CG โดยใช้วิธีเพลายกของ ISO 16231-2:2015 แต่ในขณะที่รถถูกยกขึ้น ของเหลวที่ไม่เต็มภาชนะบรรจุจะเปลี่ยนทั้งตำแหน่งและรูปแบบ ส่งผลต่อการคำนวณความสูงของ CG แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อทำนายผลกระทบของการเคลื่อนที่ของของเหลวต่อการคำนวณความสูง CG ของยานพาหนะที่เอียง แบบจำลองนี้ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้รถเพื่อการเกษตรและรถต้นแบบ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นถูกนำไปใช้ในการคำนวณตำแหน่ง CG โดยพิจารณาจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของของเหลว ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการเอียงทำให้เกิดจุดศูนย์กลางถ่วงที่คำนวณได้สูงขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนที่ของของเหลว แต่เมื่อเพิ่มมุมเอียง ความสูง CG ที่คำนวณได้จะลดลง ผลของการเปลี่ยนของเหลวต่อการวัดความสูง CG สำหรับรถบรรทุกที่มีมวลของเหลว 16.0% เท่ากับ 14.8% และสำหรับรถแทรกเตอร์ที่มีมวลของเหลว 1.2% เท่ากับ 0.41% ข้อผิดพลาดของโมเดลน้อยกว่า 1.3% สำหรับการทดสอบทั้งหมด เมื่อพิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของเหลวในการคำนวณความสูง CG ข้อผิดพลาดในการคำนวณความสูง CG ลดลงจาก 11.9% เป็น 2.6%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pasios et al. [2] ได้วิจัยผลของรูปทรงถังต่อความเสถียรด้านข้างของรถ ปัจจัยหลักบางประการที่ส่งผลต่อความสมดุลของรถบรรทุก เช่น ความสูงของจุดศูนย์ถ่วงและน้ำหนักเพลาของรถ ความสัมพันธ์ระหว่างความสมดุลด้านข้างของรถและการคำนวณที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการตามข้อกำหนดการออกแบบของมาตรฐาน EN 13094 และใช้วิธีการคำนวณของ ECE R111 จากผลการวิจัยพบว่ารูปทรงของรถถังส่งผลต่อเสถียรภาพด้านข้างของรถในลักษณะที่ซับซ้อน นอกจากนี้ยังมีการสร้าง monogram ที่สัมพันธ์กับรูปทรงหน้าตัดของถังและระดับการเติมจนถึงเกณฑ์การพลิกคว่ำ ซึ่งการเพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางของถังทรงกลมจะเพิ่มจุดศูนย์ถ่วงของรถทั้งคัน ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของยานพาหนะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เสถียรภาพด้านข้างลดลง

Skrúcaný et al. [3] ได้วิจัยการตรวจจับและวัดจุดศูนย์ถ่วงของยานพาหนะบนท้องถนน โดยจุดศูนย์ถ่วงเป็นจุดสมมุติที่ถือว่ามวลของยานพาหนะทั้งหมดกระจุกตัวอยู่ และพิกัดของจุดนี้ส่งผลต่อน้ำหนักบรรทุกของล้อเฉพาะของรถ ซึ่งจำเป็นต้องทราบพิกัดเหล่านี้เมื่อคำนวณไดนามิกของรถ ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงจึงมีความสำคัญต่อระดับความปลอดภัยของรถที่ใช้งานอยู่ อย่างไรก็ตาม ตำแหน่งของจุดนี้มีความไม่แน่นอนและได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย วิจัยนี้เน้นไปที่วิธีการวัดจุดศูนย์ถ่วงและการเปลี่ยนตำแหน่งโดยใช้เทอร์โมเมตริกทอนส์ของยานพาหนะ ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงจะวัดจากคนนั่งในรถเพียง 1 คน จากนั้นวัดด้วย 2, 3 และ 4 คน และสุดท้ายวัดโดยมีคนนั่งในรถ 5 คนพร้อมกับสัมภาษณ์ การวัดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงขึ้นอยู่กับชนิดของยานพาหนะ และอาจมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะการทำงานของยานพาหนะ จากการคำนวณแสดงให้เห็นว่าในระหว่างการพลิกคว่ำ มุมการหมุนของรถจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และสังเกตได้ว่ายิ่งตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของรถสูงเท่าใด ความเร็วในการหมุนก็จะมากขึ้นเท่านั้น

Kolaei et al. [4] ได้ใช้ทฤษฎีการสั่นเชิงเส้นสร้างพัฒนาแบบจำลองทางวิเคราะห์ของถังที่มีส่วนเติมบางส่วนและรูปทรงกายภาพที่ไม่แน่นอน เนื่องจากมีการทำนายแรง slosh และการพลิกคว่ำที่เกิดขึ้นในแนวและเชิงขวางของถัง โดยใช้ทฤษฎี slosh เชิงเส้น การประมาณค่าความถี่และลักษณะโหมดของการ slosh ด้วยวิธีการแปรผัน และการแก้สมการอนุพันธ์เชิงเส้นที่ได้รับการถัดไปจากการตัดระบบทฤษฎีแบบเส้นตรงของสมการอนุพันธ์เชิงเส้น และการแก้ไขทางตัวเลขเพื่อหาโอกาสความเร็วของของเหลว แล้วตามด้วยแรงทางไฟฟ้าและการพลิกคว่ำ ความถูกต้องของแบบจำลองได้รับการตรวจสอบผ่านการเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ทางวิเคราะห์ที่มีอยู่และข้อมูลจากการทดลอง โดยได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของรูปทรงของถังต่อแรง slosh และการพลิกคว่ำ จากนั้นนำ

แบบจำลองการ slosh ไปรวมเข้ากับแบบจำลองรถพลิกคว่ำในระนาบของยานพาหนะถึงแยกกันเพื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาผลของการ slosh ของของเหลวและรูปทรงของถังต่อความเสถียรภาพในการพลิกคว่ำของยานพาหนะ

Kawashima and Yutaka [5] ได้สร้างเซนเซอร์วัดจุดศูนย์ถ่วงแบบ 3 มิติเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการพลิกคว่ำและการเคลื่อนไหวที่ปลอดภัยของวัตถุที่เคลื่อนที่ ทดลองได้นำเซนเซอร์มาทดสอบกับรถไฟของประเทศญี่ปุ่น การทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีการตรวจจับจุดศูนย์ถ่วงแบบ 3 มิติเป็นอุปกรณ์ที่ปลอดภัยในการใช้งานบนรางรถไฟ โดยไม่จำเป็นต้องพิจารณาเรขาคณิตของรถยนต์และจำนวนผู้โดยสาร ผลการทดลองพบว่าระบบสปริงในการรับส่งการกันสั่นสะเทือนมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลในการปรับปรุงความปลอดภัยในการเคลื่อนที่ รวมถึงการป้องกันอุบัติเหตุจากการพลิกคว่ำสำหรับรถไฟที่ต้องดำเนินการในภาวะการเงินตึงตัว ควรทำการทดลองเพิ่มเติมกับบรรดาประเภทต่างๆ เพื่อสนับสนุนการปรับปรุงประสิทธิภาพของการตรวจจับจุดศูนย์ถ่วงแบบ 3 มิติให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต

R. Anbazhagan et al. [6] ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของลักษณะการออกแบบของส่วนประกอบต่างๆ ของระบบรถยนต์ พลศาสตร์และเสถียรภาพของยานพาหนะเกี่ยวข้องกับการศึกษายานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่ภายใต้การกระทำของแรงต่างๆ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C เพื่อการวิเคราะห์ความเสถียรและมีอิทธิพลต่อยานพาหนะ เช่น ฐานล้อ ร่องล้อ ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วง และรัศมีล้อ จะช่วยปรับปรุงเสถียรภาพของระบบยานพาหนะประเภทต่างๆ ได้

Billing et al. [7] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความเสถียรภาพของรถบรรทุกถัง โดยดำเนินการทดสอบเอียงเพื่อกำหนดค่าระยะเวลาการถลัมและลักษณะการถลัมเป็นหัวของรถบรรทุกถัง ในการทดสอบใช้รถบรรทุกถัง 17 คัน ซึ่งรวมถึงรูปแบบหลักของรถบรรทุกถังที่ใช้บริการในแคนาดาและระหว่างแคนาดาและสหรัฐอเมริกา โดยค่าระยะเวลาการถลัมขั้นต่ำควรอยู่ที่อย่างน้อย 0.40 g สำหรับรถบรรทุกถังใดๆ 7 คันจาก 17 คันที่ทดสอบ (41%) จะคาดว่าจะมีค่าระยะเวลาการถลัมต่ำกว่า 0.35 g เมื่อบรรทุกให้ถึงน้ำหนักมวลที่อนุญาตในรัฐออนแทรีโอ และ 83% (14 จาก 17) จะมีค่าระยะเวลาการถลัมเป็นหัวต่ำกว่า 0.40 g การยกแกนที่สามารถยกของรถที่อยู่ในรถลดค่าระยะเวลาการถลัมลงไปอีก 0.01-0.03 g

Austin et al. [8] ได้ประเมินเสถียรภาพและความมั่นคงในการเคลื่อนที่ของโมเดลรถจักรยานยนต์ของสามล้อที่ถูกจำลองขึ้น ได้นำโปรแกรม SolidWorks มาใช้ในการคำนวณคุณสมบัติของมวลเพื่อกำหนดตำแหน่ง CG บนโมเดลรถจักรยานยนต์ของสามล้อผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าโมเดลจะตอบสนองต่อภายในด้วยการเคลื่อนที่แบบหมุนอย่างเฉียบพลันและเป็นยานพาหนะที่มีความไม่เสถียร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมากในความเร็วสูงเกินกว่าความเร็ววิกฤติของมัน โดยค่าความสูงของพลิกคว่ำ (Fc) สำหรับโมเดลรถจักรยานจนของสามล้อนี้คือ 0.32g

Ren'ski. [9] ในงานวิจัยนี้จะอธิบายวิธีการคำนวณการล้มในโดเมนเวลาและศึกษาผลกระทบของความสูงของจุดศูนย์กลางน้ำหนักต่อความเพิ่มขึ้นของอัตราเร็วการหมุนของรถยนต์ การคำนวณที่ทำการแสดงว่าระหว่างกระบวนการล้มมุมการหมุนของยานพาหนะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สามารถสังเกตได้ว่ายานพาหนะที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางความสูงที่สูงขึ้นเทียบกับระดับ ในการเพิ่มความเร็วของการหมุนมีอัตราการเพิ่มเร็วมากขึ้น จากผลการคำนวณสามารถสรุปได้ว่าในเฟสเริ่มต้นของกระบวนการล้มมุมการหมุนเพิ่มขึ้นเพียงพอที่จะให้คนขับมีโอกาสแก้ไขการเคลื่อนที่ของรถโดยใช้พวงมาลัยหรือลดความเร็ว แม้ว่ากระบวนการล้มเริ่มขึ้นแล้ว ยานพาหนะส่วนใหญ่ถูกออกแบบเพื่อป้องกันการล้มบนพื้นราบที่มีค่าเสียดทานของยางถนนปกติ ค่าสัมประสิทธิ์ความมั่นคงทางสถิติของรถยนต์ส่วนใหญ่สูงกว่าค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของยางถนน อย่างไรก็ตามในกรณีของยานพาหนะเหล่านี้ การล้มสามารถเกิดขึ้นเมื่อสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานมีค่าที่สูงเกินไปหรือความสูงของจุดศูนย์กลางของน้ำหนักสูงกว่าความสูงที่ออกแบบไว้ เช่น เนื่องจากการไหลไม่ถูกต้อง

HUNTER [10] ได้ศึกษาเสถียรภาพของรถแทรกเตอร์เนื่องจากอุบัติเหตุจากการพลิกคว่ำ ส่งผลให้ผู้ขับขี่ได้รับบาดเจ็บสาหัสหรือถึงขั้นเสียชีวิตได้ อุบัติเหตุส่วนใหญ่ในอังกฤษเกิดขึ้นเพราะยานพาหนะซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานบนพื้นราบเป็นหลักแต่นำมาใช้กับพื้นที่ลาดชัน ซึ่งรถแทรกเตอร์มีความเสถียรเมื่อติดตั้งอุปกรณ์ต่อพ่วงจะทำให้ความเสถียรลดลงและเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการพลิกคว่ำ ในปัจจุบันมีการใช้รถบรรทุกสารละลายของเหลวและเครื่องพ่นยาเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งน้ำหนักของเหลวอาจมากกว่าน้ำหนักของรถแทรกเตอร์ถึงสามเท่า ถึงบรรจุเหล่านี้ถูกติดตั้งด้านท้ายของรถแทรกเตอร์และ ซึ่งอาจเท่ากับน้ำหนักของรถแทรกเตอร์ เมื่อรถบรรทุกขับขึ้นทางลาดชันระดับของของเหลวจะอยู่ที่ส่วนล่างของถังยกเว้นกรณีที่น้ำเต็มถัง ส่งผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางของของเหลวภายในถัง ส่งผลอย่างมากต่อเสถียรภาพของรถบรรทุก นอกจากนี้เมื่อรถบรรทุกกำลังทำงานความเสถียรของตัวรถจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงไป

ทรงวุฒิ และคณะ [11] ได้นำเสนอปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพการบังคับรถยนต์ โดยแนวทางการทดสอบในกรณีของการทดสอบจริงสามารถแบ่งได้เป็น 4 แบบคือ การทดสอบความเร่งด้านข้าง การทดสอบการโคลง การทดสอบแรงเบรก และการทดสอบจุดศูนย์กลางมวลของรถยนต์ ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการควบคุมรถยนต์ให้มีเสถียรภาพได้แก่ ตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงเบรก และการกระจายแรงเบรก รวมไปถึงสภาพของพื้นผิวถนนซึ่งเสถียรภาพการบังคับรถยนต์มีการทดสอบจริงส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การทดสอบความเร่งด้านข้างการโคลงแรงเบรกและตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงกลางมวลของรถยนต์โดยการทดสอบจริงนี้มีเงื่อนไขการทดสอบที่พิจารณาถึงการขับขี่ขณะเข้าโค้ง และความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ การทดสอบด้วยการจำลองทางคณิตศาสตร์และการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการทดสอบจริงและสามารถจำลองสภาวะการขับขี่รูปแบบต่างได้การใช้การทดสอบด้วยการจำลองทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมสำเร็จรูปนี้ควรเปรียบเทียบกับ การทดสอบจริงเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบ ซึ่งการทดสอบจริงและการจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถตอบสนองการขับขี่อย่างปลอดภัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

ในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบและสร้างชุดการทดลองเพื่อใช้ในการศึกษามุมเอียงที่มีผลกระทบต่อจุดศูนย์กลางถ่วงของถังบรรจุของเหลวที่วางบนแบบจำลองรถบรรทุก โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

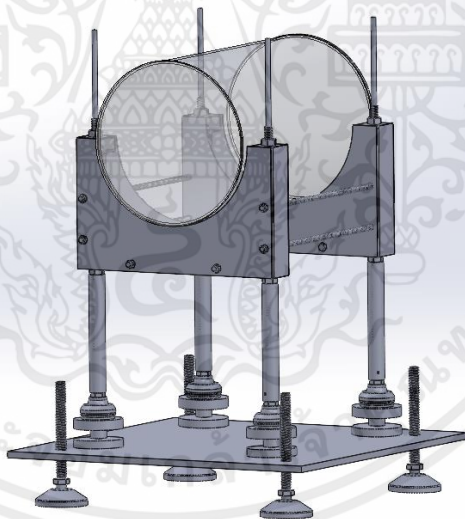
3.1 การออกแบบชุดการทดลอง

3.1.1 วิธีการออกแบบชุดการทดลอง

1. Notebook MSI GP65 Leopard 10SEK-265TH
2. โปรแกรม SOLIDWORKS 2020

3.1.2 วิธีการดำเนินการ

1. ออกแบบชุดการทดลอง
2. เขียนแบบชิ้นส่วนต่างๆ โดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ชุดการทดลองที่ออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การสร้างชุดการทดลอง

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เหล็กแผ่น ขนาด 60x60 cm² หนา 10 mm
2. เหล็กกล่องขนาด 2”x1” ยาว 2 m
3. เหล็กแผ่น หนา 2 mm ขนาด 1600 x 200 mm²
4. เหล็กเพลลาตัน 1” ยาว 1 m
5. นอต M8 จำนวน 8 ชุด
6. นอต M9 จำนวน 4 ชุด
7. นอต M10 จำนวน 4 ชุด
8. ดอกสว่าน ขนาด 5, 8, 10, 12.5, 14, 15, 16 และ 20 mm
9. สตัดสแตนเลส M12 ยาว 1 เมตร จำนวน 2 ชุด
10. สตัดเกลียวตลอด M8 ยาว 1 เมตร จำนวน 2 ชุด
11. ท่ออะคริลิกใส OD 250 mm ID 244 mm หนา 3 mm ยาว 1 m
12. แผ่นอะคริลิกใส ขนาด 60x40 cm² หนา 3 mm จำนวน 2 แผ่น
13. Milling Machine ยี่ห้อ PaoFonG รุ่น PF-5S
14. เครื่องเชื่อม ยี่ห้อ LONGWELL รุ่น MMA 215 HDPE (Digital)
15. ลวดเชื่อม KOBE รุ่น KB-RB26 ขนาด 2.6 mm
16. เครื่องกลึง ยี่ห้อ KINWA รุ่น CHO-660x2300
17. เครื่องเจียร 4 นิ้ว ยี่ห้อ Makita รุ่น M9513 กำลัง 850W
18. สว่านปรับรอบซ้าย-ขวา 10 mm. ยี่ห้อ MAKITA รุ่น 6412
19. สีสเปรย์ ยี่ห้อ FOX
20. วอลล์ พุดตี้ Bosny 500 g จำนวน 1 กระป๋อง (รูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.2 วอลล์ พุดตี้ Bosny

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. ยางตันอุดแท่งค้ำน้ำ ขนาด 21×30 mm ปลาย 10 mm (รูปที่ 3.3)



รูปที่ 3.3 ยางตันอุดแท่งค้ำน้ำ

22. อลูมิเนียม 7075 OD 75.5 mm ยาว 25 cm

23. Foot mount M12 จำนวน 4 ชิ้น (รูปที่ 3.4)



รูปที่ 3.4 Foot mount M12 for load cell shear beam type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. ขาดังปรับระดับแบบฝาฉิ่ง M16 ยาว 150 mm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฐาน 80 mm จำนวน 4 ชิ้น (รูปที่ 3.5)



รูปที่ 3.5 ขาดังปรับระดับ

25. Load Cell ยี่ห้อ DAY SENSOR Model DYMH-103 พิกัด 0 - 100 kg ค่า output (รูปที่ 3.6-3.7)



รูปที่ 3.6 Load Cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



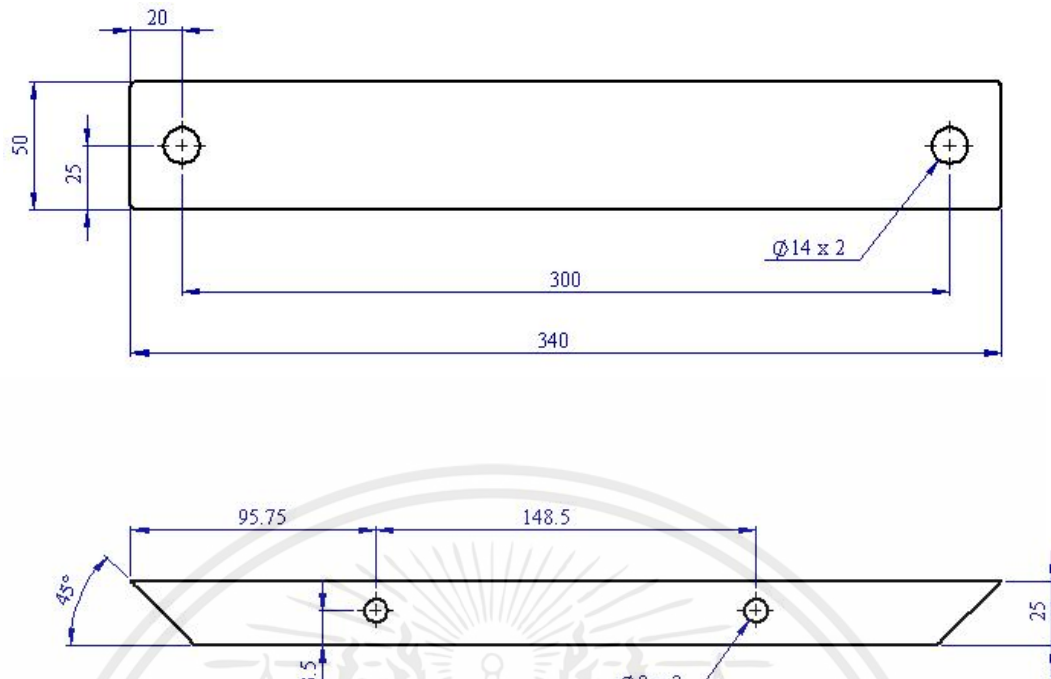
รูปที่ 3.7 Output

26. ไม้บรรทัด 12 นิ้ว จำนวน 8 อัน
27. กระดาษกาวสองหน้า 3M
28. น้ำยาประสานอะคริลิก
29. ชุดประแจ
30. Digimatic Caliper ยี่ห้อ Mitutoyo รุ่น CD-8" ASX
31. ตลับเมตร ยี่ห้อ Stanley

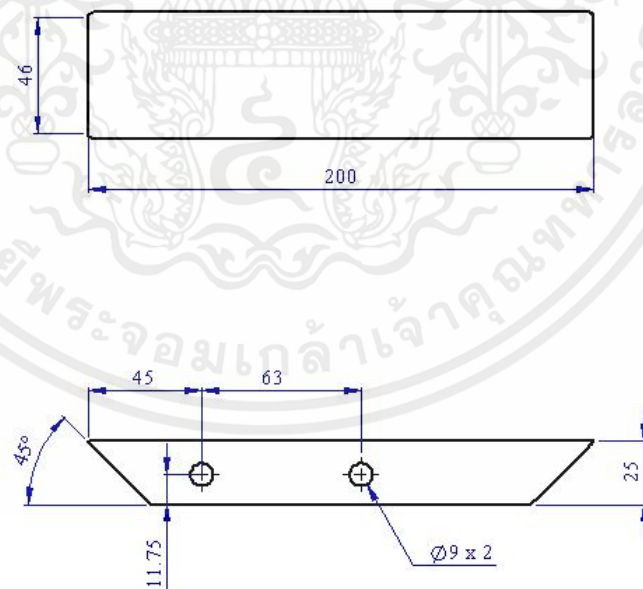
3.2.2 การสร้างชุดรองรับถังบรรจุของเหลว

1. นำเหล็กกล่องขนาด 2"x1" มาตัดและเจาะรูให้ได้ขนาดตามรูปที่ 3.7 จำนวน 2 ชิ้น รูปที่ 3.8 จำนวน 4 ชิ้น และรูปที่ 3.9 จำนวน 2 ชิ้น
2. เชื่อมชิ้นส่วนในข้อที่ 1 จะได้ดังรูปที่ 3.10
3. ตัดเจาะรูแผ่นเหล็กหนา 2 mm ให้ได้ขนาดดังรูปที่ 3.11 จำนวน 4 แผ่น
4. นำชิ้นส่วนจากข้อที่ 2 และ 3 มาประกอบเข้าด้วยกัน โดยยึดด้านข้างด้วยนอต M8 และด้านล่างใช้นอต M9 ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

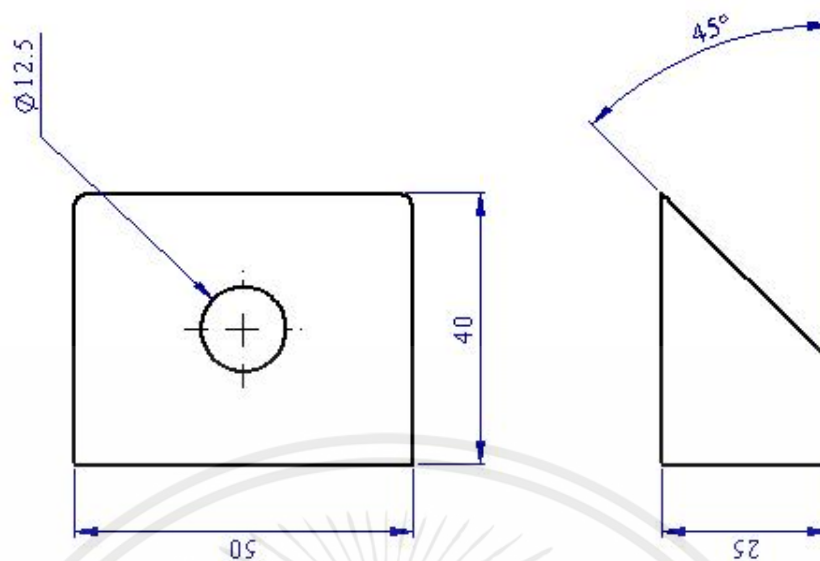


รูปที่ 3.8 ฐานล่างของโครง



รูปที่ 3.9 ด้านข้างของโครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

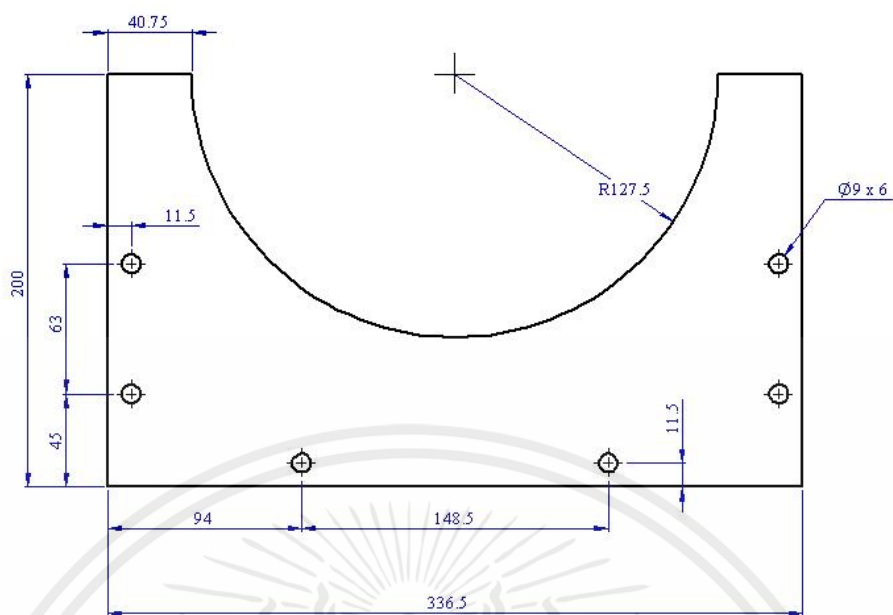


รูปที่ 3.10 ด้านบนของโครง



รูปที่ 3.11 โครงของชุดรองรับถังบรรจุของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แผ่นรองถัง

4. นำชิ้นส่วนจากข้อที่ 2 และ 3 มาประกอบเข้าด้วยกัน โดยยึดด้านข้างด้วยนอต M8 และด้านล่างใช้นอต M9 ดังรูปที่ 3.13

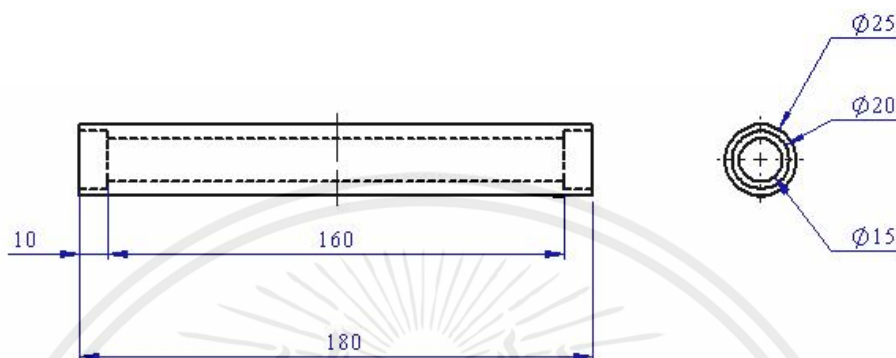


รูปที่ 3.13 ชุดรองรับถังบรรจุของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

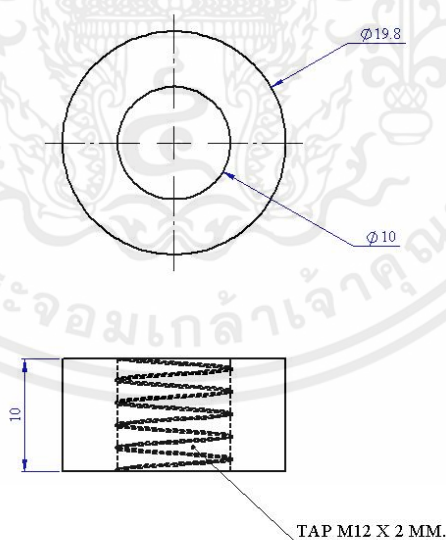
3.2.3 การสร้างขาปรับระดับ

1. นำเหล็กเพลานขนาด 1” มาตัดให้มีมีความยาว 180 mm เจาะรูขนาด 15 mm ให้ทะลุ และเจาะขยายปลายทั้งสองข้างของเพล่าให้มีขนาด 20 mm ลึก 10 mm ดังรูปที่ 3.14 จำนวน 4 ชิ้น



รูปที่ 3.14 ขาปรับระดับ

2. กลึงเหล็กเพลาดัน 1” ให้ได้ขนาด OD เท่ากับ 19.8 mm ยาว 10 mm เจาะรูในให้มีขนาด 10 mm และต๊าปเกลียวขนาดดังรูปที่ 3.15 จำนวน 8 ชิ้น



รูปที่ 3.15 แหวนปรับระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำชิ้นส่วนจากข้อที่ 1 และ 2 มาเชื่อมเข้าด้วยกันดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ขาปรับระดับ

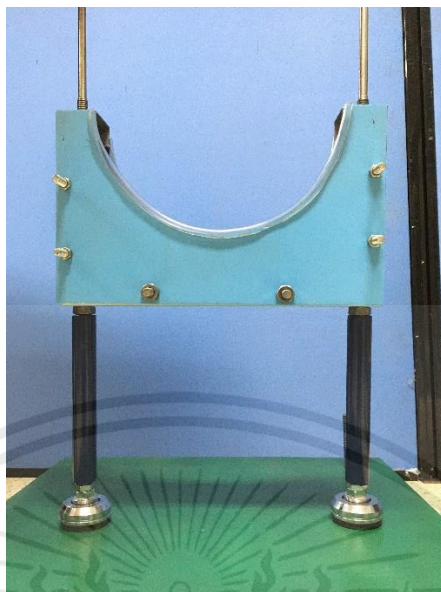
3.2.4 การประกอบชุดทดลอง

1. ประกอบ Foot mount ขาปรับระดับและชุดรองรับถังบรรจุของเหลว โดยใช้สตัด M12 จำนวน 4 ชิ้นดังรูป 3.17 จะได้ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 การประกอบชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 ชุดทดลอง

2. นำชิ้นส่วนในข้อที่ 1 มาต่อกันด้วยสตั๊ดขนาด M8 ดังรูปที่ 3.19

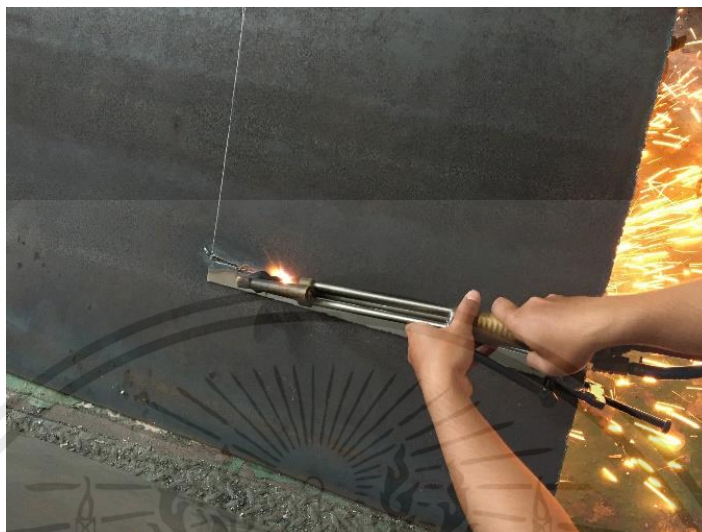


รูปที่ 3.19 แบบจำลองรถบรรทุกของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การสร้างโต๊ะปรับระดับ

1. ตัดเหล็กแผ่น ขนาด $53 \times 53 \text{ cm}^2$ หนา 10 mm จำนวน 1 แผ่น ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ตัดแผ่นเหล็ก

2. นำแผ่นเหล็กไป Milling ให้ได้ขนาด $52 \times 52 \text{ cm}^2$ ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 นำชิ้นงานไป Milling

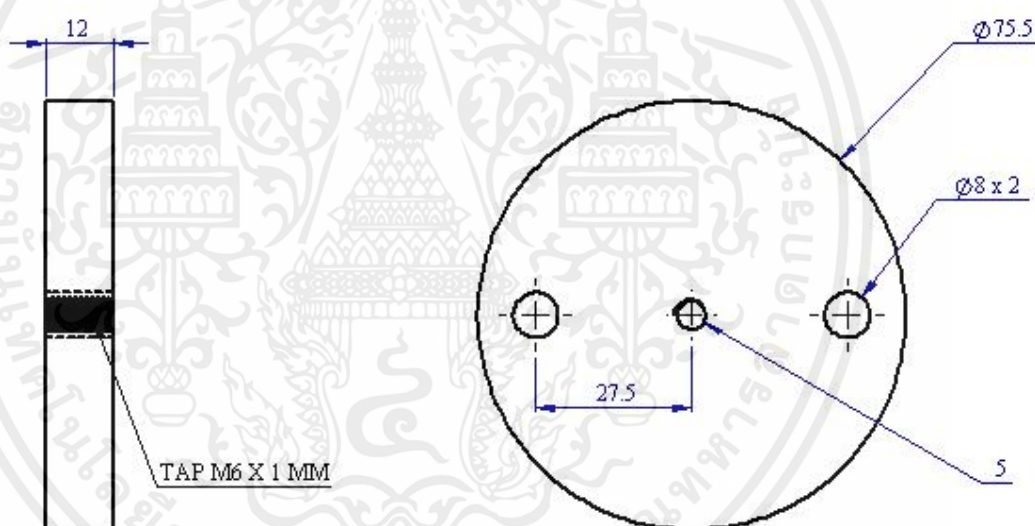
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 การสร้างฐานโหลดเซลล์และฐานวางแบบจำลอง

1. นำอลูมิเนียม 7075 มาตัดให้ได้ความหนา 12.5 mm กลึงปาดหน้าให้เหลือ 12 mm จากนั้นเจาะรู 5 mm เจาะรูขนาด 8 mm ด้วยเครื่องกัด และตีปเกลียวขนาด M6×1 mm ตามรูปที่ 3.24 จำนวน 4 ชิ้น

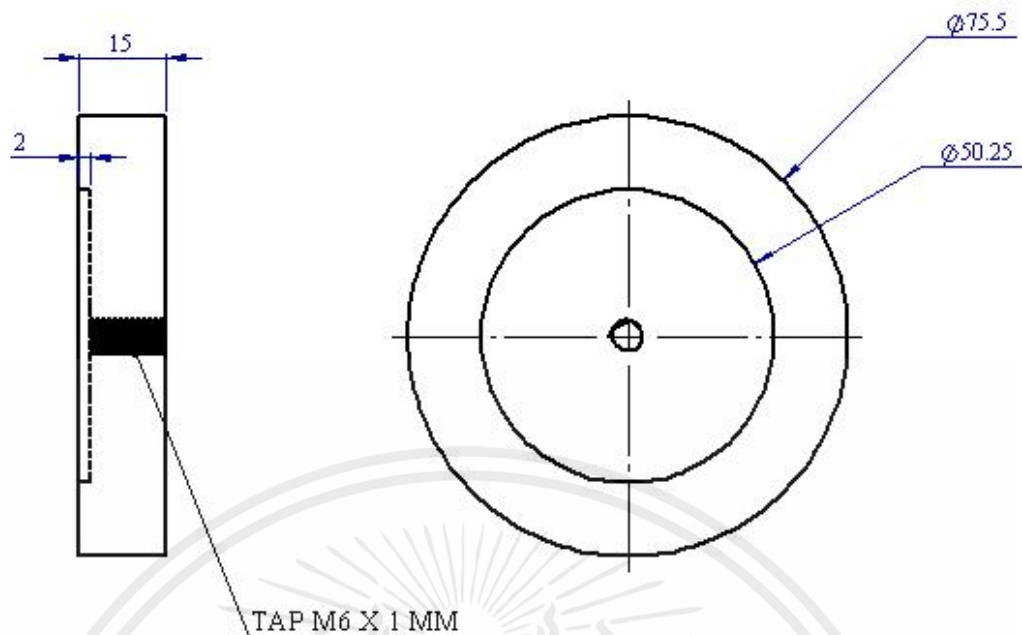
2. นำอลูมิเนียม 7075 มาตัดให้ได้ความหนา 12.5 mm กลึงปาดหน้าให้เหลือ 12 mm จากนั้นเจาะรู 5 mm คว้านให้ได้ ID เท่ากับ 50.25 mm ลึก 2 mm และตีปเกลียวขนาด M6×1 mm จำนวน 4 ชิ้น ตามรูปที่ 3.25

3. นำ Load Cell มาต่อกับฐานโหลดเซลล์ (ข้อที่ 1) และฐานวางชุดทดลอง (ข้อที่ 2) ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.24 ขนาดของฐานโหลดเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ฐานวางชุดทดลอง



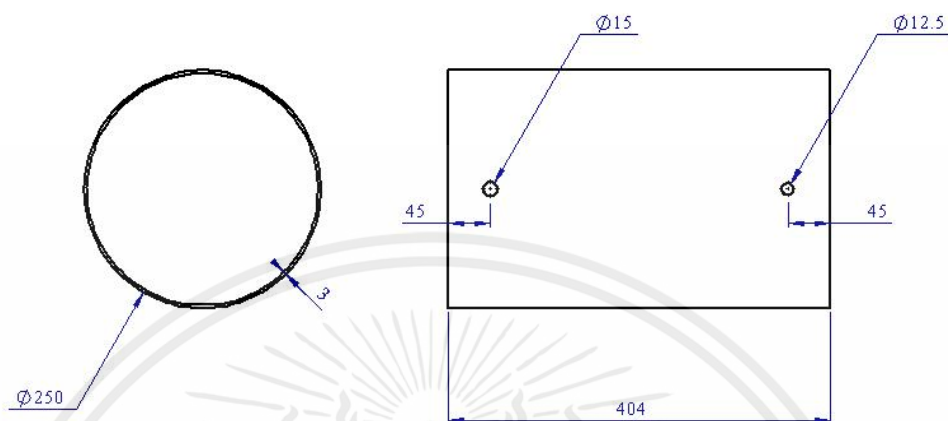
รูปที่ 3.26 รูปประกอบชิ้นข้อที่ 1 และ 2 กับ Load Cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 การสร้างถังบรรจุของเหลว

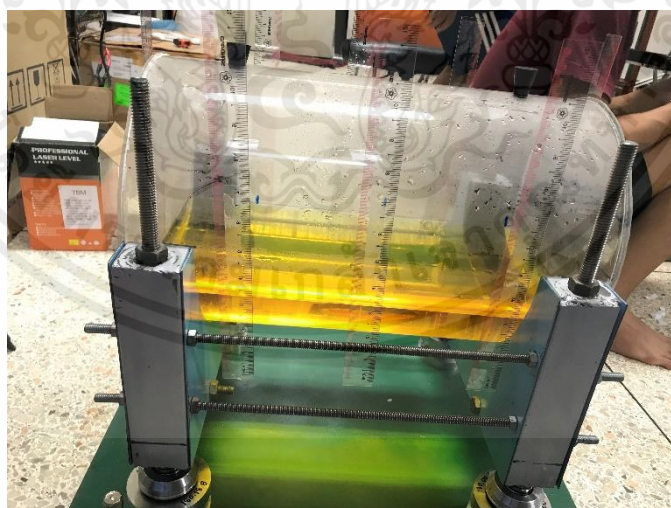
1. นำท่ออะคริลิกสี่เหลี่ยมตัดให้ได้ความยาว 404 mm และนำมาเจาะรูให้ได้ขนาดดังรูปที่

3.27



รูปที่ 3.27

2. นำแผ่นอะคริลิกสี่เหลี่ยมตัดให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 250 mm จำนวน 2 แผ่น ติดประกบท่ออะคริลิกด้วยน้ำยาประสานอะคริลิก และอุดรอยต่อด้วยวอลท์ พุดตี้
3. นำไม้บรรทัดมาติดบริเวณถัง ดังรูปที่ 3.28

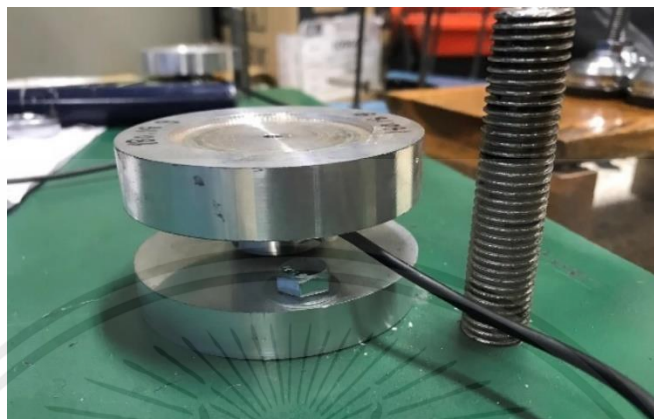


รูปที่ 3.28 ถังที่ติดไม้บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

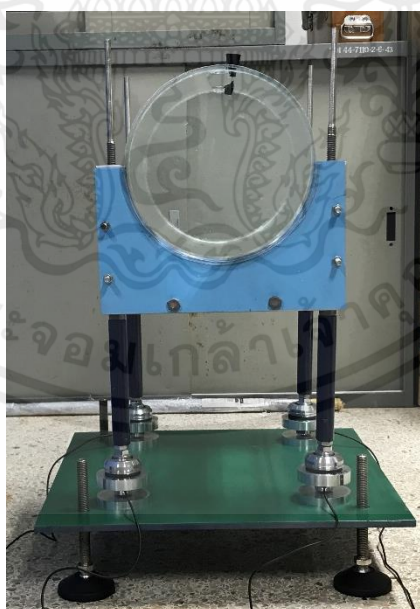
3.2.8 การประกอบชุดทดลอง

1. นำ Load Cell ที่ประกอบไว้ดังรูปที่ 3.26 มายึดกับโต๊ะปรับระดับด้วยนอต M8 ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 นำ Load Cell ที่ประกอบไว้มายึดกับโต๊ะปรับระดับ

2. นำแบบจำลองมาวางบนชุด Load Cell ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ชุดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. ชุดทดลอง
2. เครื่องเลเซอร์วัดระดับ DIAMOND 5L 360 องศา (รูปที่ 3.31)



รูปที่ 3.31 เครื่องเลเซอร์วัดระดับ

3. สีสผสมอาหาร ทรายดาว สีแดงและสีเหลือง
4. Notebook MSI GP65 Leopard 10SEK-265TH
5. DC Power Supply ยี่ห้อ Gw instek รุ่น SPD-3606 (รูปที่ 3.32)



รูปที่ 3.32 DC Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. NI-USB 6100 (รูปที่ 3.33)



รูปที่ 3.33 NI-USB 6100

7. ชุดภาคขยายสัญญาณ (รูปที่ 3.34)



รูปที่ 3.34 ชุดภาคขยายสัญญาณ

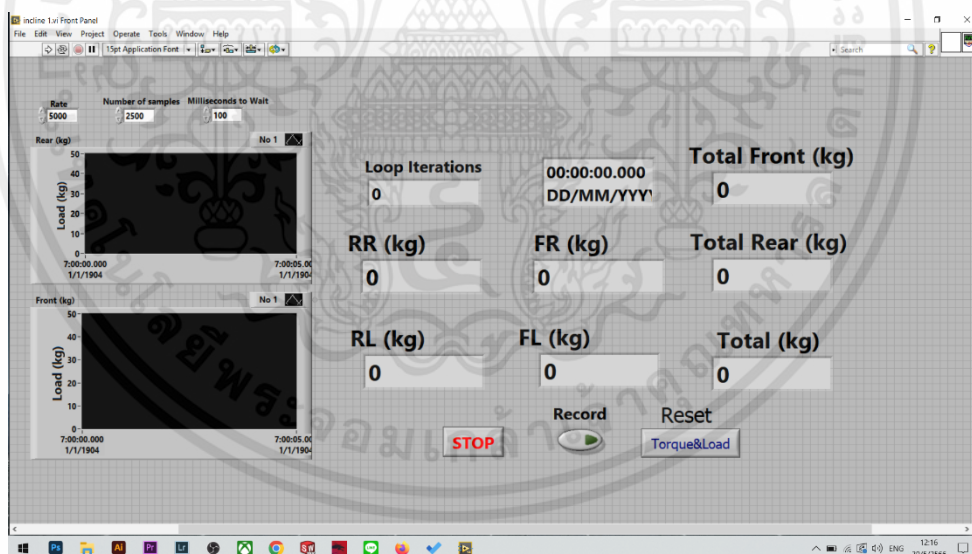
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ต้มน้ำหนักมาตรฐานพิกัด 1g - 2kg (รูปที่ 3.34)



รูปที่ 3.35 ต้มน้ำหนักมาตรฐานพิกัด 1g - 2kg

9. โปรแกรม LabVIEW 2014 (รูปที่ 3.35)



รูปที่ 3.36 โปรแกรม LabVIEW 2014

10. โทรศัพท์มือถือ iPhone 7Plus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ขั้นตอนการ Calibration Load Cell

1. เขียนคำสั่งในโปรแกรม LabVIEW
2. ปรับโต๊ะระดับให้อยู่ในแนวระนาบเดียวกันทั้ง 4 ด้าน โดยใช้เครื่องเลเซอร์วัดระดับ
3. นำตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 1 kg วางบนฐานชดทลงที่ต่อกับ Load Cell แต่ละตัว
4. อ่านค่าผลที่ได้จากหน้าโปรแกรม LabVIEW และปรับแก้ค่าคงที่ใน Block diagram

(Multiply)

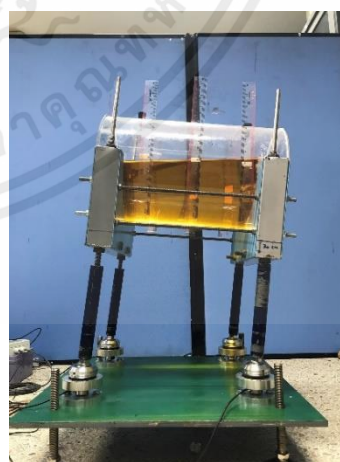
5. เพิ่มตุ้มน้ำหนักมาตรฐานเป็น 2 และ 3 kg และทำตามขั้นตอนที่ 3-4

3.3.3 ขั้นตอนการทดลอง (1. LF, 2. LL, 3. SF, 4. SL, 5. SO ตามรูปที่ 3.36-3.40)

1. เตรียมชุดการทดลอง
2. เปิด Power Supply ตั้งค่าดังรูปที่ และต่อเข้ากับชุดภาคขยายสัญญาณ
3. เปิดโปรแกรม LabVIEW และกำหนดค่า
4. เติมของเหลวลงในถังบรรจุปริมาตร 25% ของถังและใส่สีกัมอาหาร
5. ปรับระดับชดทลงให้อยู่ในแนวระนาบ (0°)
6. Run โปรแกรม LabVIEW กดบันทึก และจับเวลา 10 วินาที ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง
7. หาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก Load Cell ทั้ง 4 ตัว
8. ปรับความสูงของขาปรับระดับด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์จากค่าที่คำนวณได้เพื่อให้ได้มุมเอียง $1-6^\circ$ และทำตามขั้นตอนที่ 6-7
9. เติมของเหลวลงในถังบรรจุของเหลวให้มีปริมาตร 50%, 75% และ 100% ของถัง และทำตามขั้นตอนที่ 4-8 อีกครั้ง

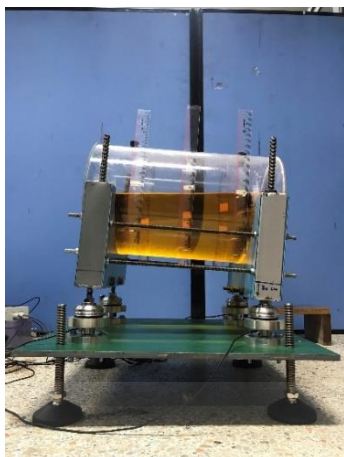


(ก)

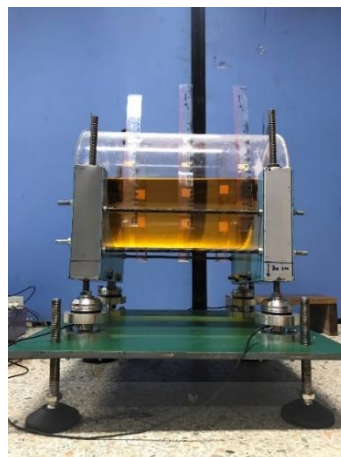


(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)



(ง)



(จ)

- รูปที่ 3.37 การทดลอง (ก) Long-Front (LF)
 รูปที่ 3.38 การทดลอง (ข) Long-Lateral (LL)
 รูปที่ 3.39 การทดลอง (ค) Short-Front (SF)
 รูปที่ 3.40 การทดลอง (ง) Short-Lateral (SL)
 รูปที่ 3.41 การทดลอง (จ) Short-1 Side (SO)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

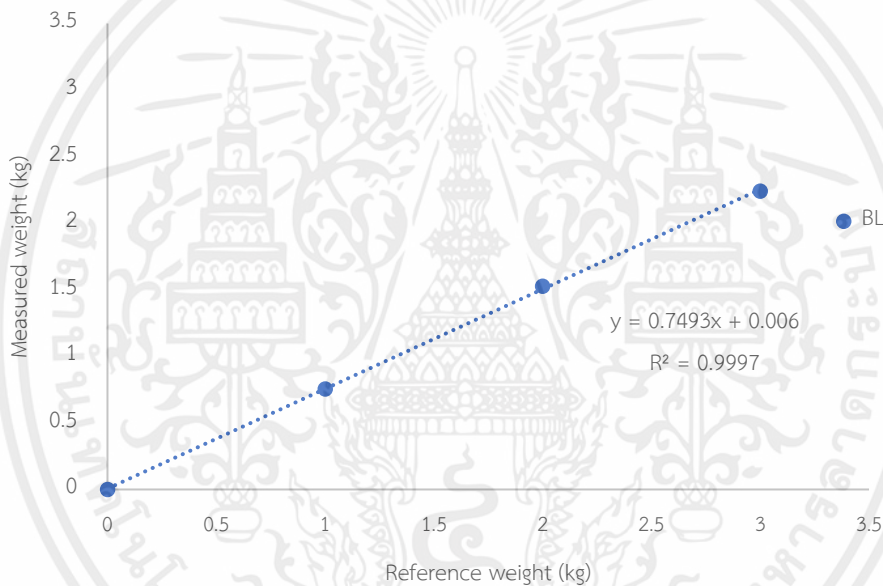
บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองการหาน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับเมื่อปริมาตรน้ำและองศาของถังบรรจุของเหลวมีการเปลี่ยนแปลงรวมถึงการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์

4.1 ผลการสอบเทียบโหลดเซลล์

ก่อนการทดลองหาน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับได้ทำการสอบเทียบโหลดเซลล์ที่นำมาใช้ได้ผลดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลการสอบเทียบโหลดเซลล์

ตารางที่ 4.1 ผลการสอบเทียบโหลดเซลล์ทั้ง 4 ตัว

Load cell	slope	constant	r ²
AL	0.814	0.064	0.995
AR	0.773	0.025	0.999
BL	0.749	0.006	1.000
BR	0.731	0.005	0.995

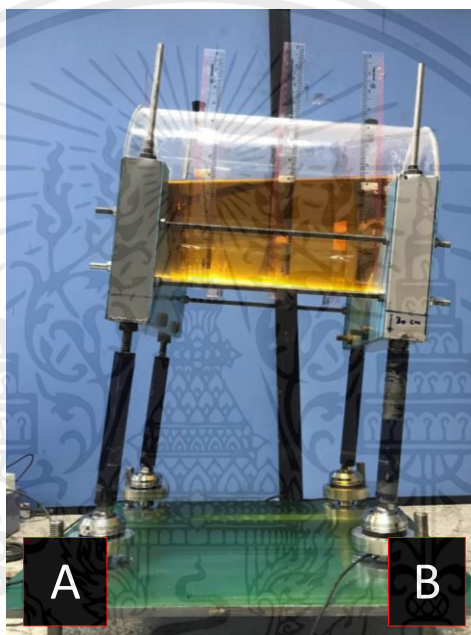
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสีใจ (r^2) ของโพลดเซลล์ BL ที่มีค่า 0.9997 และตารางที่ 4.1 แสดงค่าความชื้นและ r^2 ของโพลดเซลล์ AL AR BL และ BR ได้ค่าเท่ากับ 0.814, 0.773, 0.749 และ 0.731 และ 0.9946, 0.9989, 0.9997 และ 0.9953 ตามลำดับ

4.2 น้ำหนักเฉลี่ยและความสูงของของเหลว กรณีศึกษา Long-Front (LF)

4.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ

ในการทดลองทำการปรับตั้งชุดขาปรับระดับโดยให้ขาด้าน A (รูปที่ 4.2-4.3) สูงขึ้นทีละ 1° จนถึง 6° จากแนวระดับจะได้ผลดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ขาด้าน A และ B

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักเฉลี่ยของถังเมื่อปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AL และ AR สูงขึ้น

ปริมาตร ของเหลว ในถัง (%)	องศาการ เอียง ($^\circ$)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ (kg)				
		AL	AR	BL	BR	Total
25	0	1.56±0.42	1.67±0.32	1.72±0.06	1.65±0.16	6.60±0.86
	1	1.48±0.18	1.39±0.07	1.96±0.04	1.77±0.06	6.60±0.21
	2	1.29±0.18	1.19±0.08	2.00±0.08	2.00±0.03	6.48±0.21
	3	0.99±0.08	1.12±0.06	2.20±0.03	2.15±0.16	6.46±0.07
	4	0.83±0.12	1.04±0.05	2.32±0.03	2.16±0.05	6.34±0.06
	5	0.80±0.21	0.96±0.08	2.42±0.06	2.23±0.12	6.41±0.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	6	0.67±0.32	0.74±0.04	2.46±0.11	2.39±0.18	6.26±0.17
50	0	2.76±0.13	2.64±0.05	2.83±0.02	2.91±0.07	11.15±0.16
	1	2.41±0.13	2.22±0.12	3.18±0.17	3.25±0.04	11.08±0.17
	2	2.18±0.18	2.29±0.03	3.49±0.03	3.21±0.16	11.18±0.29
	3	2.10±0.07	1.96±0.07	3.47±0.04	3.54±0.13	11.08±0.08
	4	1.71±0.08	1.94±0.05	3.86±0.06	3.77±0.03	11.29±0.10
	5	1.85±0.13	1.67±0.15	3.85±0.09	3.94±0.05	11.32±0.21
	6	1.60±0.15	1.58±0.09	4.02±0.03	4.05±0.11	11.26±0.28
75	0	3.91±0.03	3.90±0.18	4.19±0.24	4.20±0.23	16.21±0.37
	1	3.92±0.26	3.60±0.35	4.30±0.34	4.30±0.23	16.13±0.14
	2	3.47±0.68	3.21±0.14	4.58±0.10	4.49±0.12	15.76±0.49
	3	3.04±0.21	3.20±0.12	4.94±0.05	4.92±0.20	16.12±0.03
	4	3.12±0.14	2.86±0.03	5.10±0.06	5.16±0.10	16.25±0.24
	5	2.79±0.41	2.60±0.17	5.43±0.18	5.28±0.05	16.10±0.12
	6	2.60±0.24	2.24±0.36	5.76±0.19	5.70±0.17	16.31±0.31
100	0	5.13±0.37	5.23±0.21	5.32±0.25	5.18±0.19	20.87±0.23
	1	4.70±0.37	4.54±0.26	5.83±0.31	5.91±0.39	20.98±0.19
	2	4.07±0.23	4.25±0.05	6.37±0.08	6.17±0.27	20.86±0.19
	3	3.95±0.28	3.86±0.22	6.67±0.20	6.71±0.13	21.18±0.26
	4	3.76±0.14	3.71±0.20	6.94±0.05	6.85±0.03	21.26±0.12
	5	3.38±0.15	3.42±0.08	7.18±0.11	7.18±0.05	21.16±0.20
	6	3.00±0.14	3.30±0.06	7.35±0.13	7.36±0.01	21.02±0.25

จากตารางที่ 4.2 พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เกิดขึ้นเมื่อปรับความสูงด้าน A ให้เพิ่มขึ้นทีละ 1° จะถูกถ่ายโอนไปยังด้าน B เพิ่มขึ้น โดยมีผลต่างที่เกิดขึ้นเทียบกับน้ำหนักรวมของน้ำในถังคิดเป็น 13.03 23.46 34.71 41.25 45.19 และ 55.08% ตามลำดับ

น้ำหนักเฉลี่ยที่บรรจุน้ำในถังปริมาตร 50 75 และ 100% พบว่าแนวโน้มการถ่ายเทของน้ำเป็นเช่นเดียวกับถังที่มีปริมาตรของเหลว 25% นั่นคือน้ำหนักน้ำจะถ่ายเทไปที่ด้าน B โดยคิดเป็นความต่างตามองศาที่เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับน้ำหนักน้ำในถังบรรจุคือน้ำที่ 50% ของปริมาตรถังได้แก่ 16.25 19.86 26.70 35.28 37.71 และ 43.40% ส่วนที่ 75% พบว่ามีค่าเปลี่ยนแปลงตามความเอียงในช่วง 6.67-40.58% และที่ปริมาตรถึง 100% ค่าที่ระดับความเอียง 6° มีค่าเปอร์เซ็นต์ความต่าง 40.05% ซึ่งน้อยกว่าถังที่มีปริมาตรน้ำแบบอื่นเนื่องจากว่าไม่มีผิวน้ำอิสระสัมผัสกับอากาศ [20]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ระดับความสูงของน้ำในถัง

ในการหาค่าจุดศูนย์ถ่วงจะต้องทำการหาค่าระดับความสูงของน้ำในถัง (a") จากกันถึงจนถึงผิวน้ำได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่า a" ที่วัดได้จากการทดลองกรณี LF

Inclined angle (°)	a" value of liquid in tank (mm)			
	25% by volume	50% by volume	75% by volume	100% by volume
0	76	122	175	244
1	78	129	178	244
2	82	131	182	244
3	85	136	185	244
4	89	139	187	244
5	92	142	191	244
6	95	145	194	244

จากตารางที่ 4.3 ค่า a" จะเพิ่มขึ้นเมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้น ในภาชนะที่บรรจุน้ำปริมาตร 25 50 และ 75%

4.3 น้ำหนักเฉลี่ยและความสูงของของเหลว กรณีศึกษา Short-Front (SF)

4.3.1 น้ำหนักเฉลี่ยที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ

หลังจากทดลองกรณี LF เรียบร้อยแล้ว ปรับชุดรองรับถังให้ต่ำลงใกล้โหลดเซลล์ที่สุด ดังรูปที่ 3.40 (จ) นำมาวิเคราะห์ผลการทดลองได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 น้ำหนักเฉลี่ยที่เกิดขึ้นกรณี SF

ปริมาตร ของเหลว ในถัง (%)	องศาการ เอียง (°)	น้ำหนักเฉลี่ยที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ (kg)				
		AL	AR	BL	BR	Total
25	0	1.52±0.10	1.53±0.14	1.76±0.12	1.58±0.16	6.39±0.05
	1	1.45±0.17	1.48±0.07	1.75±0.10	1.65±0.05	6.34±0.21
	2	1.40±0.04	1.41±0.07	1.85±0.06	1.74±0.03	6.41±0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	3	1.23±0.12	1.36±0.07	1.87±0.06	1.96±0.01	6.42±0.05
	4	1.31±0.28	1.33±0.07	1.95±0.03	1.87±0.12	6.46±0.21
	5	1.15±0.27	1.25±0.10	1.96±0.06	1.99±0.20	6.35±0.32
	6	1.10±0.28	1.25±0.05	2.09±0.11	2.00±0.14	6.45±0.21
50	0	2.45±0.17	2.86±0.14	2.90±0.15	2.81±0.12	11.02±0.16
	1	2.43±0.20	2.70±0.09	3.06±0.08	3.01±0.03	11.20±0.22
	2	2.60±0.45	2.50±0.16	3.15±0.25	3.05±0.08	11.30±0.31
	3	2.39±0.06	2.36±0.22	3.23±0.29	3.20±0.27	11.19±0.18
	4	2.38±0.18	2.39±0.12	3.37±0.08	3.26±0.08	11.39±0.21
	5	2.51±0.10	2.17±0.01	3.38±0.05	3.43±0.05	11.49±0.08
	6	2.07±0.03	2.00±0.08	3.48±0.03	3.63±0.07	11.17±0.07
75	0	3.60±0.22	3.92±0.09	4.05±0.08	4.12±0.09	15.69±0.30
	1	3.50±0.18	3.74±0.14	4.19±0.14	4.34±0.10	15.77±0.31
	2	3.27±0.21	3.73±0.19	4.43±0.18	4.28±0.13	15.71±0.18
	3	3.38±0.15	3.52±0.10	4.43±0.09	4.38±0.21	15.71±0.11
	4	3.16±0.08	3.30±0.32	4.52±0.31	4.47±0.33	15.45±0.19
	5	3.15±0.42	3.17±0.32	4.67±0.31	4.54±0.28	15.52±0.50
	6	3.02±0.16	3.19±0.34	4.70±0.24	4.78±0.38	15.69±0.26
100	0	5.04±0.05	5.06±0.02	5.28±0.10	5.33±0.02	20.72±0.13
	1	4.85±0.37	4.79±0.20	5.66±0.18	5.57±0.20	20.88±0.37
	2	4.74±0.16	4.73±0.08	5.80±0.07	5.66±0.05	20.92±0.29
	3	4.51±0.28	4.59±0.03	6.04±0.04	6.00±0.13	21.14±0.22
	4	4.34±0.23	4.44±0.22	6.09±0.13	6.23±0.26	21.09±0.21
	5	4.42±0.25	4.27±0.08	6.27±0.09	6.21±0.07	21.17±0.30
	6	4.02±0.08	4.02±0.05	6.30±0.07	6.35±0.10	20.69±0.06

จากตารางที่ 4.4 เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของน้ำหนักที่ถ่ายโอนไปด้าน B ต่อน้ำหนักรวมทั้งหมดพบว่าที่มุมเอียง 1° มีค่าประมาณ 7.5-8.5% ที่มุมเอียง 2° อยู่ในช่วง 9.5-12% ซึ่งค่ามากที่สุดอยู่ที่ปริมาตรถังบรรจุน้ำ 25% ส่วนที่มุมเอียง 3° น้ำที่มีปริมาตร 25% ของถังบรรจุมีการถ่ายโอนน้ำหนักไปทางด้าน B มากถึง 19.42% ในขณะที่ปริมาตรอื่นมีค่าในช่วง 12-15% ที่มุมเอียง 4° ค่าความแตกต่างอยู่ที่ 16-18% ในขณะที่มุมเอียง 5° มีเพียงถังที่บรรจุน้ำ 25% ที่มีค่าการถ่ายโอนมากถึง 24.47% แต่ถังบรรจุปริมาตรน้ำอีกสามระดับกลับมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18% ผลการทดลองมุมเอียง 6° พบว่าถึงที่บรรจุน้ำปริมาตร 25 และ 50% มีค่าเปอร์เซ็นต์การถ่ายโอนน้ำหนักจากด้าน A ไป B มีค่าประมาณ 27% ส่วนที่ปริมาตร 75 มีค่าน้อยสุดที่ 20.77%

4.3.2 ระดับความสูงของน้ำในถัง

ทำการวัดระดับความสูงของน้ำในถังบรรจุที่ใส่น้ำปริมาตรต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4.5 ซึ่งค่า "a" ของของเหลวในถังบรรจุ 25 50 และ 75% เพิ่มขึ้นตามองศาที่เปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.5 ค่า "a" ที่วัดได้จากการทดลองกรณี SF

Inclined angle ($^\circ$)	a" value of liquid in tank (mm)			
	25% by volume	50% by volume	75% by volume	100% by volume
0	76	122	172	244
1	78	129	176	244
2	82	133	179	244
3	85	136	182	244
4	88	138	185	244
5	91	141	188	244
6	93	145	192	244

4.4 จุดศูนย์กลางถ่วงของของเหลว

4.4.1 ผลการคำนวณจุดศูนย์กลางถ่วงของของเหลวและถังบรรจุของเหลว (LF)

หลังจากได้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยและความสูงของของเหลวในหัวข้อที่ 4.2 แล้วนำมาคำนวณตามสมการที่ 2.6-2.7 จะทำให้ได้ค่า X_L และ Z_L ของน้ำในปริมาตรและมุมเอียงต่างๆ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่า X_L และ Z_L ที่คำนวณได้ กรณี LF

Inclined angle ($^\circ$)	Calculated X_L and Z_L of liquid in tank (mm)							
	25% by volume		50% by volume		75% by volume		100% by volume	
	X_L	Z_L	X_L	Z_L	X_L	Z_L	X_L	Z_L
0	202.00	38.00	202.00	63.00	202.00	87.50	202	122.00
1	198.96	39.03	200.16	64.52	200.67	89.01	202	122.00
2	196.21	41.10	198.37	65.56	199.39	91.05	202	122.00
3	193.61	42.72	196.76	68.14	198.15	92.60	202	122.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4	191.31	44.87	195.16	69.74	196.91	93.68	202	122.00
5	189.07	46.57	193.62	71.37	195.77	95.77	202	122.00
6	186.95	48.29	192.14	73.02	194.63	97.39	202	122.00

เมื่อเพิ่มมุมเอียงของภาชนะบรรจุของเหลวจะได้ตารางที่ 4.6 ซึ่งค่า X_L จะลดลงในขณะที่ค่า Z_L เพิ่มขึ้นเนื่องจากค่าเหล่านี้ขึ้นอยู่กับค่า a ที่วัดได้ในตารางที่ 4.3 ส่วนค่าที่ 100% โดยปริมาตรถึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพราะความสูงของน้ำถึงขีดจำกัดของถังบรรจุ โดยจุดที่ค่า X_L และ Z_L ตัดกันจะเป็นจุดศูนย์ถ่วงของน้ำในถังบรรจุ

4.4.2 ผลการคำนวณจุดศูนย์ถ่วงของของเหลว (SF)

ในการหาจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวและถังบรรจุในกรณี SF ได้นำค่า a ในหัวข้อที่ 4.3 มาคำนวณหา X_L และ Z_L ได้ดังตารางที่ 4.8 และพบว่าค่าที่ได้ใกล้เคียงกับค่าของการทดลอง LF และแนวโน้มของค่าตัวแปรทั้งสองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ LF

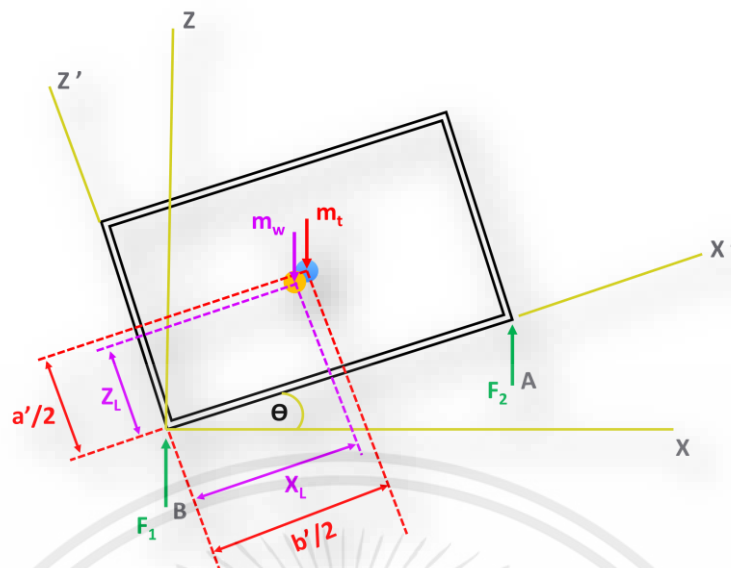
ตารางที่ 4.7 ค่า X_L และ Z_L ที่คำนวณได้ กรณี SF

Inclined angle (°)	Calculated X_L and Z_L of liquid in tank (mm)							
	25% by volume		50% by volume		75% by volume		100% by volume	
	X_L	Z_L	X_L	Z_L	X_L	Z_L	X_L	Z_L
0	202.00	38.00	202.00	61.00	202	86.00	202	122.00
1	198.96	39.03	200.16	64.52	200.65	88.01	202	122.00
2	196.21	41.10	198.43	66.56	199.35	89.55	202	122.00
3	193.61	42.72	196.76	68.14	198.08	91.10	202	122.00
4	191.19	44.38	195.11	69.24	196.86	92.68	202	122.00
5	188.92	46.07	193.56	70.87	195.67	94.28	202	122.00
6	186.63	47.31	192.14	73.02	194.55	96.39	202	122.00

4.5 สมการทางคณิตศาสตร์

จากค่า X_L และ Z_L ในหัวข้อ 4.4 นำมาสร้างสมการทางคณิตศาสตร์โดยการหาโมเมนต์ที่เกิดขึ้น ณ ด้าน B ตาม Free body diagram ดังรูปที่ 4.3 จะได้สมการที่ 4.1-4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 Free body diagram ของถัง

$$\sum F_y = 0; F_1 + F_2 = m_w + m_t \quad (4.1)$$

$$\sum M_A = 0; F_2 b' \cos\theta - m_w X_L \cos\theta + m_w Z_L \sin\theta - m_t \frac{b'}{2} \cos\theta + m_t \frac{a'}{2} \sin\theta = 0 \quad (4.2)$$

$$F_2 = \frac{m_w (X_L \cos\theta - Z_L \sin\theta) + \frac{m_t}{2} (b' \cos\theta - a' \sin\theta)}{b' \cos\theta} \quad (4.3)$$

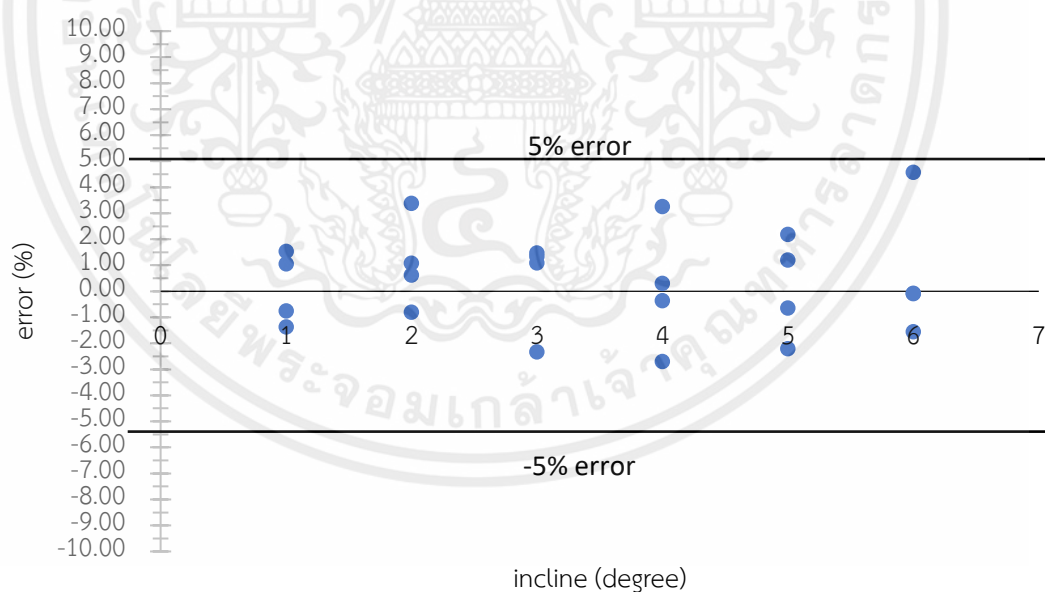
เมื่อได้สมการที่ 4.3 แล้วนำมาทำนายค่าน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับย้อนกลับทั้งกรณี LF และ SF ได้ผลดังตารางที่ 4.10 และ 4.11

ตารางที่ 4.8 ผลการทำนายค่าตัวแปร กรณี LF

Inclined angle (°)	Water level (%)	X_L (mm)	Z_L (mm)	Predicted AL (kg)	Predicted AR (kg)	Predicted BL (kg)	Predicted BR (kg)	Predicted Total (kg)	Error (%)
1	25	198.96	39.03	1.59	1.59	1.68	1.68	6.55	0.76
	50	200.16	64.52	2.74	2.74	2.89	2.89	11.25	1.53
	75	200.67	89.01	3.97	3.97	4.18	4.18	16.30	1.05
	100	202.00	122.00	5.05	5.05	5.30	5.30	20.69	1.37
2	25	196.21	41.10	1.57	1.57	1.71	1.71	6.55	1.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	50	198.37	65.56	2.70	2.70	2.92	2.92	11.25	0.63
	75	199.39	91.05	3.91	3.91	4.24	4.24	16.30	3.38
	100	202.00	122.00	5.00	5.00	5.35	5.35	20.69	0.80
3	25	193.61	42.72	1.54	1.54	1.73	1.73	6.55	1.34
	50	196.76	68.14	2.66	2.66	2.96	2.96	11.25	1.47
	75	198.15	92.60	3.85	3.85	4.30	4.30	16.30	1.10
	100	202.00	122.00	4.94	4.94	5.40	5.40	20.69	2.33
4	25	191.31	44.87	1.52	1.52	1.75	1.75	6.55	3.26
	50	195.16	69.74	2.62	2.62	3.00	3.00	11.25	0.35
	75	196.91	93.68	3.80	3.80	4.35	4.35	16.30	0.31
	100	202.00	122.00	4.89	4.89	5.46	5.46	20.69	2.70
5	25	189.07	46.57	1.50	1.50	1.78	1.78	6.55	2.18
	50	193.62	71.37	2.59	2.59	3.04	3.04	11.25	0.65
	75	195.77	95.77	3.74	3.74	4.41	4.41	16.30	1.20
	100	202.00	122.00	4.83	4.83	5.51	5.51	20.69	2.21
6	25	186.95	48.29	1.47	1.47	1.80	1.80	6.55	4.58
	50	192.14	73.02	2.55	2.55	3.08	3.08	11.25	0.09
	75	194.63	97.39	3.68	3.68	4.47	4.47	16.30	0.08
	100	202.00	122.00	4.78	4.78	5.57	5.57	20.69	1.55



รูปที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทำนาย LF

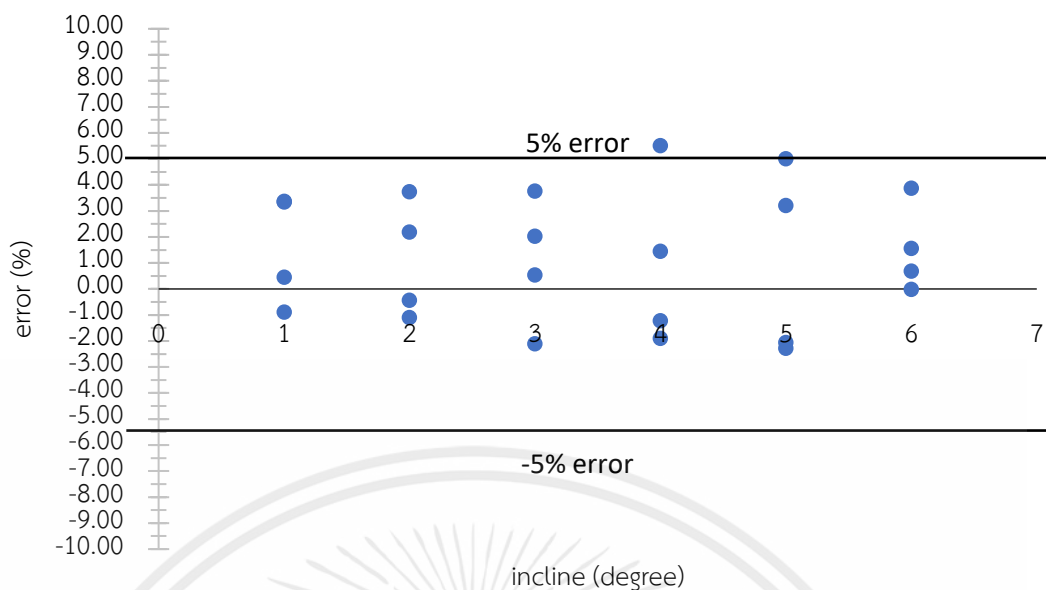
จากตารางที่ 4.10 ที่มุมเอียง 1° ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยสุดเกิดที่ 25% ของปริมาตรถัง ส่วนน้ำในปริมาตรอื่นทำให้น้ำหนักที่ตกลงบนขาชุดปรับระดับมีค่าความผิดพลาด 1-1.5% ที่มุมเอียง 2° ถึงที่บรรจุน้ำปริมาตร 75% มีค่า Error สูงถึง 3.38% ในขณะที่ถังที่มีปริมาตรน้ำเต็มถึงเมื่อยกขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3° จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ส่วนที่มุมเอียง 4° น้ำหนักที่ตกลงบนชุดปรับระดับเมื่อภาชนะบรรจุมีระดับของเหลว 50-75% พบว่าสมการที่ 4.3 เมื่อทำนายกลับมีค่าความผิดพลาดน้อยที่ 0.3% ที่มุมเอียง 5° ได้ว่าค่าความผิดพลาดของน้ำหนักที่คำนวณได้น้อยสุดเมื่อถึงมีของเหลวอยู่ 50% อย่างไรก็ตามสมการที่ 4.3 นี้สามารถทำนายน้ำหนักที่ตกลงบนชุดปรับระดับเมื่อมีน้ำในภาชนะบรรจุปริมาตร 50 และ 75% ใกล้เคียงกับน้ำหนักที่โหลดเซลล์สามารถวัดได้จริงและจากรูปที่ 4.4 แนวโน้มของความคลาดเคลื่อนจะลดลงเมื่อมุมเอียงของถังบรรจุของเหลวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.9 ผลการทำนายค่าตัวแปร กรณี SF

Inclined angle (°)	Water level (%)	X_L (mm)	Z_L (mm)	Predicted AL (kg)	Predicted AR (kg)	Predicted BL (kg)	Predicted BR (kg)	Predicted Total (kg)	Error (%)
1	25	198.96	39.03	1.59	1.59	1.68	1.68	6.55	3.37
	50	200.16	64.52	2.74	2.74	2.89	2.89	11.25	0.45
	75	200.65	88.01	3.97	3.97	4.18	4.18	16.30	3.34
	100	202.00	122.00	5.05	5.05	5.30	5.30	20.69	0.89
2	25	196.21	41.10	1.57	1.57	1.71	1.71	6.55	2.18
	50	198.43	66.56	2.70	2.70	2.92	2.92	11.25	0.44
	75	199.35	89.55	3.91	3.91	4.24	4.24	16.30	3.73
	100	202.00	122.00	5.00	5.00	5.35	5.35	20.69	1.10
3	25	193.61	42.72	1.54	1.54	1.73	1.73	6.55	2.02
	50	196.76	68.14	2.66	2.66	2.96	2.96	11.25	0.54
	75	198.08	91.10	3.85	3.85	4.30	4.30	16.30	3.76
	100	202.00	122.00	4.94	4.94	5.40	5.40	20.69	2.11
4	25	191.19	44.38	1.52	1.52	1.75	1.75	6.55	1.45
	50	195.11	69.24	2.62	2.62	3.00	3.00	11.25	1.23
	75	196.86	92.68	3.80	3.80	4.35	4.35	16.30	5.50
	100	202.00	122.00	4.89	4.89	5.46	5.46	20.69	1.90
5	25	188.92	46.07	1.50	1.50	1.78	1.78	6.55	3.20
	50	193.56	70.87	2.59	2.59	3.04	3.04	11.25	2.06
	75	195.67	94.28	3.74	3.74	4.41	4.41	16.30	5.00
	100	202.00	122.00	4.83	4.83	5.51	5.51	20.69	2.28
6	25	186.63	47.31	1.47	1.47	1.80	1.80	6.55	1.55
	50	192.14	73.02	2.55	2.55	3.08	3.08	11.25	0.69
	75	194.55	96.39	3.68	3.68	4.47	4.47	16.30	3.87
	100	202.00	122.00	4.78	4.78	5.57	5.57	20.69	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทำนาย SF

จากการทำนายค่าน้ำหนักย้อนกลับกรณี SF จะได้ตารางที่ 4.11 พบว่าที่ระดับน้ำ 50% ของถัง ค่าที่พยากรณ์ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่มุมเอียง 1-5° ส่วนเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดพบที่ระดับน้ำ 75% ของถังในทุกมุมเอียง ที่ระดับน้ำ 25% ของภาชนะบรรจุมีค่าการทำนาย เคลื่อนไปจากค่าที่วัดได้จริงเช่นเดียวกับที่ระดับ 75% ในขณะที่มุมเอียง 6° น้ำที่มีปริมาตรเต็มถึงบรรจุมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงคิดเป็น 0.02% และจากรูปที่ 4.5 แสดงแนวโน้มค่าที่ทำนายได้พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเมื่อมุมเอียงเพิ่มขึ้นค่าความคลาดเคลื่อนจะน้อยลง

ดังนั้นสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้นี้สามารถใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักที่ตกลงบนชุดปรับระดับได้โดยมีความคลาดเคลื่อนจากน้ำหนักที่วัดได้จริงน้อยมาก

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

แบบจำลองรถบรรทุกของเหลวทางการเกษตรได้ถูกออกแบบและสร้างให้มีปริมาตรของถังบรรจุ 18.89 L วางบนชุดรองรับถังที่สามารถปรับมุมเอียงได้ ในการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ Long-Front (LF) และ Short-Front (SF) ซึ่งมีของเหลวในถังบรรจุคิดเป็น 25 50 75 และ 100% โดยปรับระดับตั้งแต่ $0-6^\circ$ จากการทดลองพบว่าเมื่อมุมเอียงของภาชนะบรรจุเพิ่มขึ้น จุดศูนย์กลางของเหลวจะเลื่อนไปทางด้านหลัง (B) ทั้ง LF และ SF ในทุกระดับน้ำ แต่จุดศูนย์กลางของถังไม่มีการเปลี่ยนแปลงแม้ระดับน้ำในถังและมุมเอียงเปลี่ยนไป จากนั้นได้นำระยะจุดตัดของศูนย์กลางรวมมาสร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับแต่ละข้าง และคำนวณย้อนกลับพบว่ามีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 6% ซึ่งค่าส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริง

5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 ตั้งค่าการทดลองในแนวระดับ (0°) เนื่องจากน้ำหนักแต่ละขากระจายไม่เท่ากัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรทำการทดลองเอียงข้าง (ปรับ AL และ BL หรือ AR และ BR)

5.3.2 ควรเพิ่มการทดลองกรณีของเหลวมีการเคลื่อนที่

เอกสารอ้างอิง

- [1] Khorsandi, Farzaneh, et al. (2018). "Modeling the effect of liquid movement on the center of gravity calculation of agricultural vehicles." **Journal of Terramechanics** 75 : 37-48.
- [2] Pasios, Ilias A., Clio G. Vossou, and Dimitrios V. Koulocheris. (2021). "The Effect of Tank Geometry on The Lateral Stability of The Tank Vehicle." (October) : 288-295.
- [3] Skrúcaný, T., Synák, F., Semanová, S., Ondruš, J., & Rievaj, V. (2018, April). Detection of road vehicle's centre of gravity. **International Science-Technical Conference Automotive Safety**. IEEE : 1-7.
- [4] Kolaei, Amir, Subhash Rakheja, and Marc J. Richard. (2014). "Effects of tank cross-section on dynamic fluid slosh loads and roll stability of a partly-filled tank truck." **European Journal of Mechanics-B/Fluids** 46 : 46-58.
- [5] Kawashima, Susumu, and Yutaka Watanabe. (2016). "Center of gravity detection for railway cars." **Open Journal of Mechanical Engineering** 1.1 : 8.
- [6] Anbazhagan, R., B. Satheesh, and K. Gopalakrishnan. (2013). "Mathematical modeling and simulation of modern cars in the role of stability analysis." **Indian Journal of Science and Technology** 6.5 : 4633-4641.
- [7] Billing, John R., J. D. Patten, and John R. Billing. (2005). "An assessment of tank truck roll stability." **Report TP 14237**.
- [8] Austin, Ekuase, et al. (2015). "Determination of center of gravity and dynamic stability evaluation of a cargo-type tricycle." **American journal of mechanical engineering** 3.1: 26-31.
- [9] Renski, Andrzej. (2015). "Investigation of the Influence of the Centre of Gravity Position on the Course of Vehicle Rollover." **Proceedings of the 24th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) National Highway Traffic Safety Administration, Gothenburg and Sweden** : 8-11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] Hunter, A. G. M. (1986). "Centre of gravity analysis of fluid in inclined tanks."

Journal of agricultural engineering research 33.2 : 111-126.

[11] ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณีและคณะ. (2556). “เสถียรภาพการบังคับยานยนต์ และแนวทางการทดสอบ.” *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร*. ปีที่ 36 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2556.

[12] tPank Physics Teacher. (2558). **ศูนย์กลางมวลและศูนย์ถ่วง.**

เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566. เข้าถึงได้จาก

<https://sites.google.com/view/tpank/>.

[13] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2023). **Weight transfer.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566.

เข้าถึงได้จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Weight_transfer.

[14] สมศักดิ์ เสนาใหญ่. (2560). **สภาพสมดุล.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566. เข้าถึงได้จาก

<https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7226-equilibrium>.

[15] ทรุปลูกปัญญา. (2561). **สภาพสมดุล.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566. เข้าถึงได้จาก

<https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/65464/-sciphy-sci->

[16] บุญเกิด ยศรุ่งเรือง. (2555). **บทที่ 4 สมดุลกล.** เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566. เข้าถึง

ได้จาก <http://www.krukird.com/teach1.html>.

[17] Math Open Reference. (2011). **Area of a Circular Segment given its height.**

เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2566.

เข้าถึงได้จาก <https://www.mathopenref.com/segmentareaht.html>.

[18] Math Open Reference. (2011). **Volume of a partially filled cylinder.**

เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2566.

เข้าถึงได้จาก <https://www.mathopenref.com/cylindervolpartial.html>.

[19] ติวมาสเตอร์. (2022). **อัตราส่วนตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก-ตรีโกณมิติ.**

เข้าถึงเมื่อ 1 มิถุนายน 2566. เข้าถึงได้จาก <https://tuemaster.com/blog>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[20] สันติ ทองพำนัก. (2534). “เอกสารประกอบการสอนวิชาการไหลในทางน้ำเปิด”

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม : 1-4.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ผลการสอบเทียบโพลดเซลล์ก่อนทำการปรับค่าในโปรแกรม LabVIEW

ตุ้มน้ำหนัก มาตรฐาน (kg)	ครั้งที่	น้ำหนักที่วัดได้			
		AL	AR	BL	BR
1	1	0.73	0.72	0.77	0.61
	2	0.73	0.66	0.78	0.74
	3	0.59	0.72	0.71	0.66
2	1	1.27	1.52	1.5	1.4
	2	1.5	1.59	1.56	1.58
	3	1.75	1.52	1.52	1.68
3	1	2.34	2.25	2.21	2.18
	2	2.56	2.31	2.25	2.17
	3	2.42	2.33	2.26	2.08

ตารางที่ ก.2 ผลการสอบเทียบโพลดเซลล์หลังทำการปรับค่าในโปรแกรม LabVIEW

ตุ้มน้ำหนัก มาตรฐาน (kg)	ครั้งที่	น้ำหนักที่วัดได้			
		AL	AR	BL	BR
1	1	0.81	0.99	1	1.17
	2	0.83	0.87	1.04	1.17
	3	0.93	0.99	1	1.19
2	1	2.07	1.82	1.98	1.92
	2	1.8	1.89	2.08	2.04
	3	1.62	1.91	2.07	2.19
3	1	3.09	2.82	3.28	3.19
	2	3.09	2.91	3.23	2.96
	3	3.1	2.74	3.09	3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	1.38	1.49	1.7	1.47	6.04
	2	1.26	1.49	1.67	1.75	6.17
	3	2.04	2.04	1.78	1.73	7.59
1	1	1.69	1.31	2	1.84	6.84
	2	1.39	1.45	1.94	1.73	6.51
	3	1.36	1.41	1.93	1.75	6.45
2	1	1.23	1.11	1.97	1.97	6.28
	2	1.49	1.26	1.94	2.01	6.7
	3	1.14	1.21	2.09	2.02	6.46
3	1	0.99	1.19	2.24	2.09	6.51
	2	1.06	1.1	2.18	2.04	6.38
	3	0.91	1.08	2.18	2.33	6.5
4	1	0.92	1	2.3	2.16	6.38
	2	0.87	1.09	2.3	2.12	6.38
	3	0.69	1.02	2.35	2.21	6.27
5	1	0.6	1.01	2.36	2.27	6.24
	2	0.78	0.87	2.43	2.33	6.41
	3	1.01	1	2.48	2.09	6.58
6	1	0.98	0.76	2.45	2.23	6.42
	2	0.35	0.76	2.58	2.59	6.28
	3	0.68	0.69	2.36	2.36	6.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	1.61	1.49	1.81	1.48	6.39
	2	1.41	1.68	1.85	1.49	6.43
	3	1.54	1.41	1.63	1.76	6.34
1	1	1.59	1.5	1.84	1.64	6.57
	2	1.26	1.54	1.77	1.71	6.28
	3	1.5	1.4	1.65	1.61	6.16
2	1	1.4	1.34	1.82	1.72	6.28
	2	1.37	1.48	1.82	1.78	6.45
	3	1.44	1.42	1.92	1.72	6.5
3	1	1.12	1.41	1.93	1.97	6.43
	2	1.2	1.39	1.82	1.96	6.37
	3	1.36	1.28	1.86	1.96	6.46
4	1	1.07	1.39	1.93	1.97	6.36
	2	1.61	1.26	1.93	1.9	6.7
	3	1.24	1.35	1.99	1.73	6.31
5	1	0.94	1.15	1.92	2.13	6.14
	2	1.45	1.25	1.93	2.08	6.71
	3	1.05	1.35	2.02	1.77	6.19
6	1	0.91	1.2	1.98	2.15	6.24
	2	0.98	1.3	2.2	1.98	6.46
	3	1.42	1.26	2.09	1.88	6.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	2.91	2.69	2.85	2.84	11.29
	2	2.66	2.59	2.82	2.91	10.98
	3	2.71	2.65	2.84	2.98	11.18
1	1	2.42	2.3	3.3	3.21	11.23
	2	2.29	2.28	3.26	3.28	11.11
	3	2.54	2.09	2.99	3.28	10.9
2	1	2.33	2.31	3.47	3.39	11.5
	2	2.24	2.31	3.48	3.09	11.12
	3	1.99	2.26	3.52	3.15	10.92
3	1	2.02	1.93	3.43	3.69	11.07
	2	2.15	1.92	3.49	3.46	11.02
	3	2.13	2.04	3.51	3.49	11.17
4	1	1.68	1.94	3.91	3.8	11.33
	2	1.8	1.99	3.79	3.78	11.36
	3	1.65	1.9	3.89	3.74	11.18
5	1	1.95	1.72	3.88	3.9	11.45
	2	1.9	1.68	3.92	3.94	11.44
	3	1.71	1.62	3.75	4	11.08
6	1	1.64	1.51	4.05	4.17	11.37
	2	1.44	1.55	3.99	3.96	10.94
	3	1.73	1.69	4.03	4.02	11.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	2.91	2.69	2.85	2.84	11.29
	2	2.66	2.59	2.82	2.91	10.98
	3	2.71	2.65	2.84	2.98	11.18
1	1	2.5	2.62	3.02	3.03	11.17
	2	2.35	2.8	3.1	2.98	11.23
	3	2.43	2.68	3.06	3.03	11.2
2	1	2.38	2.7	3.27	3	11.35
	2	2.61	2.31	3.08	3.18	11.18
	3	2.8	2.5	3.11	2.96	11.37
3	1	2.39	2.42	3.34	3.12	11.27
	2	2.33	2.4	3.18	3.26	11.17
	3	2.46	2.27	3.18	3.22	11.13
4	1	2.67	2.39	3.4	3.3	11.76
	2	2.28	2.34	3.23	3.22	11.07
	3	2.19	2.43	3.47	3.25	11.34
5	1	2.04	2.07	3.34	3.38	10.83
	2	2.27	2.13	3.34	3.49	11.23
	3	3.22	2.3	3.46	3.42	12.4
6	1	1.97	2.13	3.39	3.6	11.09
	2	2.13	1.99	3.48	3.67	11.27
	3	2.12	1.87	3.56	3.61	11.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	3.88	4	4.46	4.3	16.64
	2	3.92	3.7	4.01	4.37	16
	3	3.93	4.01	4.11	3.94	15.99
1	1	4.09	3.93	4.1	4.15	16.27
	2	4.05	3.65	4.11	4.19	16
	3	3.62	3.24	4.7	4.56	16.12
2	1	3.67	3.38	4.54	4.46	16.05
	2	4.04	3.11	4.51	4.39	16.05
	3	2.72	3.16	4.69	4.63	15.2
3	1	3.01	3.35	4.89	4.9	16.15
	2	3.27	3.13	4.98	4.74	16.12
	3	2.86	3.14	4.96	5.14	16.1
4	1	3.06	2.86	5.05	5.06	16.03
	2	3.02	2.84	5.1	5.25	16.21
	3	3.28	2.89	5.17	5.17	16.51
5	1	2.86	2.71	5.33	5.22	16.12
	2	3.17	2.41	5.32	5.32	16.22
	3	2.35	2.69	5.64	5.3	15.98
6	1	2.88	2.42	5.54	5.51	16.35
	2	2.46	2.48	5.86	5.8	16.6
	3	2.48	1.82	5.88	5.81	15.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	3.59	3.99	4.13	4.02	15.73
	2	3.39	3.82	3.97	4.2	15.38
	3	3.82	3.94	4.06	4.15	15.97
1	1	3.94	3.69	4.12	4.11	15.86
	2	3.32	3.82	4.25	4.42	15.81
	3	3.23	3.71	4.21	4.5	15.65
2	1	3.27	3.58	4.48	4.32	15.65
	2	3.25	3.88	4.45	4.24	15.82
	3	3.3	3.73	4.36	4.28	15.67
3	1	3.37	3.55	4.37	4.35	15.64
	2	3.42	3.61	4.49	4.4	15.92
	3	3.34	3.41	4.43	4.39	15.57
4	1	3.38	3.37	4.38	4.44	15.57
	2	2.86	3.33	4.72	4.47	15.38
	3	3.24	3.21	4.46	4.49	15.4
5	1	3.12	3.02	4.67	4.53	15.34
	2	3.21	3.29	4.67	4.66	15.83
	3	3.11	3.2	4.67	4.43	15.4
6	1	2.85	3.33	4.8	4.65	15.63
	2	2.94	3.23	4.76	4.81	15.74
	3	3.28	3.02	4.54	4.87	15.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	5.4	5.21	5.07	5.08	20.76
	2	4.71	5.03	5.57	5.4	20.71
	3	5.29	5.45	5.32	5.07	21.13
1	1	4.42	4.72	6	5.66	20.8
	2	5.12	4.67	5.47	5.7	20.96
	3	4.55	4.24	6.02	6.36	21.17
2	1	3.86	4.24	6.3	6.47	20.87
	2	4.32	4.3	6.46	5.96	21.04
	3	4.03	4.21	6.34	6.08	20.66
3	1	3.88	3.62	6.54	6.84	20.88
	2	3.72	4.04	6.9	6.7	21.36
	3	4.26	3.91	6.56	6.58	21.31
4	1	3.67	3.91	6.99	6.83	21.4
	2	3.93	3.51	6.89	6.83	21.16
	3	3.69	3.72	6.94	6.88	21.23
5	1	3.21	3.34	7.28	7.13	20.96
	2	3.45	3.5	7.18	7.22	21.35
	3	3.49	3.41	7.07	7.19	21.16
6	1	3.1	3.23	7.26	7.36	20.95
	2	3.07	3.35	7.5	7.37	21.29
	3	2.84	3.31	7.3	7.36	20.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	5.09	5.05	5.38	5.35	20.87
	2	5	5.06	5.27	5.33	20.66
	3	5.04	5.08	5.18	5.32	20.62
1	1	5.28	4.61	5.59	5.77	21.25
	2	4.61	5.01	5.87	5.37	20.86
	3	4.66	4.76	5.53	5.57	20.52
2	1	4.56	4.65	5.78	5.61	20.6
	2	4.87	4.73	5.74	5.66	21
	3	4.78	4.81	5.87	5.7	21.16
3	1	4.83	4.56	6.08	5.88	21.35
	2	4.38	4.61	6.03	6.13	21.15
	3	4.32	4.59	6.01	5.99	20.91
4	1	4.5	4.37	5.95	6.16	20.98
	2	4.44	4.26	6.11	6.52	21.33
	3	4.07	4.68	6.2	6.01	20.96
5	1	4.16	4.2	6.18	6.29	20.83
	2	4.66	4.25	6.28	6.15	21.34
	3	4.43	4.36	6.36	6.2	21.35
6	1	3.97	4.05	6.38	6.36	20.76
	2	4.12	4.05	6.26	6.25	20.68
	3	3.98	3.97	6.25	6.44	20.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	1.61	1.49	1.81	1.48	6.39
	2	1.41	1.68	1.85	1.49	6.43
	3	1.54	1.41	1.63	1.76	6.34
1	1	1.76	1.25	1.95	1.74	6.7
	2	1.45	1.4	2.18	1.56	6.59
	3	2.18	1.49	2.04	1.36	7.07
2	1	1.67	1.4	1.95	1.65	6.67
	2	1.99	1.56	2.32	1.28	7.15
	3	1.94	1.3	1.96	1.38	6.58
3	1	1.88	1.16	1.99	1.69	6.72
	2	2.21	1.48	1.99	1.07	6.75
	3	1.87	1.16	2.05	1.34	6.42
4	1	2.3	1.2	2.22	1.31	7.03
	2	1.96	1.17	2	1.33	6.46
	3	1.97	1.2	2.1	1.4	6.67
5	1	2.18	1.16	2.23	1.21	6.78
	2	2.36	1.08	2.06	1.36	6.86
	3	2.08	1.31	2.24	1.23	6.86
6	1	2.06	1.16	2.16	1.32	6.7
	2	2.36	1.02	2.14	1.05	6.57
	3	2.19	1.09	2.39	1.05	6.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	1.72	1.65	1.77	1.36	6.50
	2	1.52	1.65	1.68	1.69	6.54
	3	1.65	1.59	1.61	1.77	6.62
1	1	1.76	1.46	1.91	1.67	6.80
	2	1.64	1.61	1.98	1.50	6.73
	3	1.94	1.41	1.56	1.60	6.51
2	1	1.89	1.52	1.86	1.19	6.46
	2	1.65	1.50	2.08	1.54	6.77
	3	1.64	1.60	1.85	1.38	6.47
3	1	1.60	1.61	1.95	1.71	6.87
	2	1.47	1.30	1.64	1.34	5.75
	3	2.14	1.33	1.72	1.47	6.66
4	1	1.73	1.62	2.09	1.07	6.51
	2	1.68	1.59	2.17	1.36	6.80
	3	2.13	1.25	1.89	1.61	6.88
5	1	1.58	1.43	2.09	1.09	6.19
	2	1.90	1.46	2.17	1.39	6.92
	3	2.13	1.34	2.04	1.25	6.76
6	1	1.83	1.03	1.80	1.62	6.28
	2	2.19	1.33	1.94	1.43	6.89
	3	1.70	1.39	2.15	1.38	6.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.13 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	2.91	2.69	2.85	2.84	11.29
	2	2.66	2.59	2.82	2.91	10.98
	3	2.71	2.65	2.84	2.98	11.18
1	1	2.77	2.44	2.99	2.75	10.95
	2	2.92	2.38	3.16	2.56	11.02
	3	3.02	2.51	3.29	2.53	11.35
2	1	2.86	2.27	3.35	2.61	11.09
	2	2.57	2.68	3.56	3.19	12
	3	2.88	2.29	3.39	2.54	11.1
3	1	3.13	2.36	3.5	2.46	11.45
	2	2.83	2.4	3.39	2.4	11.02
	3	3.06	2.25	3.53	2.32	11.16
4	1	3.16	2.01	3.68	2.12	10.97
	2	3.36	2	3.56	2.25	11.17
	3	3.21	2.09	3.75	2.12	11.17
5	1	3.35	1.97	3.31	2.25	10.88
	2	3.41	2.04	3.75	2.19	11.39
	3	3.62	1.93	3.88	2.14	11.57
6	1	3.32	1.98	3.8	2.24	11.34
	2	3.19	1.93	4.33	1.92	11.37
	3	3.32	1.98	3.8	2.24	11.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.14 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	2.37	2.95	2.98	2.88	11.18
	2	2.65	2.7	2.99	2.67	11.01
	3	2.33	2.92	2.73	2.88	10.86
1	1	2.83	2.54	2.89	2.78	11.04
	2	2.64	2.72	3.02	2.8	11.18
	3	2.44	2.6	2.87	2.83	10.74
2	1	2.34	2.72	3.4	2.86	11.32
	2	3.02	2.43	2.91	2.7	11.06
	3	3.19	2.45	3.25	2.78	11.67
3	1	2.88	2.44	3.01	2.72	11.05
	2	2.81	2.62	3.34	2.48	11.25
	3	2.92	2.19	2.76	3.02	10.89
4	1	2.91	2.29	3.22	2.56	10.98
	2	3.27	2.16	3.07	2.7	11.2
	3	3.16	2.4	3.13	2.71	11.4
5	1	2.88	2.26	3.37	2.38	10.89
	2	3.07	2.25	3.27	2.44	11.03
	3	2.95	2.26	3.32	2.48	11.01
6	1	3.17	2.26	3.52	2.46	11.41
	2	3.19	2.41	3.56	2.33	11.49
	3	3.13	2.28	3.51	2.44	11.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.15 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	3.88	4	4.46	4.3	16.64
	2	3.92	3.7	4.01	4.37	16
	3	3.93	4.01	4.11	3.94	15.99
1	1	4.17	3.77	4.68	4.03	16.65
	2	4.15	3.72	4.41	3.54	15.82
	3	4.11	3.59	4.53	3.92	16.15
2	1	4.43	3.08	4.95	3.84	16.3
	2	4.27	3.63	4.88	3.47	16.25
	3	5.01	3.3	4.79	3.66	16.76
3	1	4.2	3.27	4.99	3.4	15.86
	2	4.76	2.87	5.37	3.54	16.54
	3	5.12	3.07	4.63	3.51	16.33
4	1	4.64	3.2	5.12	2.86	15.82
	2	5.48	2.32	4.33	3.89	16.02
	3	5	3.25	5.59	2.98	16.82
5	1	5.16	2.52	5.47	3.12	16.27
	2	4.89	2.49	5.39	3.22	15.99
	3	4.88	2.44	5.61	3.13	16.06
6	1	4.45	2.49	6.35	2.96	16.25
	2	5.45	2.88	5.71	2.47	16.51
	3	6.33	1.36	5.17	3.92	16.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.16 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	3.59	3.99	4.13	4.02	15.73
	2	3.39	3.82	3.97	4.2	15.38
	3	3.82	3.94	4.06	4.15	15.97
1	1	3.94	4.09	4.5	3.73	16.26
	2	3.59	3.87	4.28	3.93	15.67
	3	3.85	3.84	4.25	3.88	15.82
2	1	3.94	3.59	4.43	3.9	15.86
	2	4.25	3.76	4.42	3.72	16.15
	3	3.84	3.97	4.73	3.64	16.18
3	1	4.01	3.61	4.39	3.84	15.85
	2	3.97	3.8	4.55	3.44	15.76
	3	4.24	3.68	4.55	3.51	15.98
4	1	4.5	3.79	4.54	3.21	16.04
	2	4.41	3.2	4.7	3.36	15.67
	3	4.56	3.29	4.11	3.84	15.8
5	1	4.67	3.4	4.66	3.54	16.27
	2	4.36	3.05	4.27	3.63	15.31
	3	3.83	3.69	4.89	3.11	15.52
6	1	4.21	3	4.47	3.63	15.31
	2	4.33	3.64	4.78	3.06	15.81
	3	4.01	3.54	4.95	2.91	15.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.17 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	5.4	5.21	5.07	5.08	20.76
	2	4.71	5.03	5.57	5.4	20.71
	3	5.29	5.45	5.32	5.07	21.13
1	1	5.48	4.78	5.22	4.86	20.34
	2	4.76	5.15	6.07	4.59	20.57
	3	5.89	4.11	5.34	5.79	21.13
2	1	6.21	4.51	5.9	4.75	21.37
	2	4.81	4.8	6.66	4.32	20.59
	3	5.41	3.86	5.32	5.17	19.76
3	1	6.29	3.32	6.13	5.23	20.97
	2	5.84	4.22	6.47	4.58	21.11
	3	5.38	5	5.91	3.75	20.04
4	1	6.19	3.53	6.86	4.46	21.04
	2	6.06	3.9	6.81	4.04	20.81
	3	6.43	3.78	6.57	4.19	20.97
5	1	6.85	3.27	6.54	4.16	20.82
	2	6.14	3.52	7.32	4.26	21.24
	3	6.72	3.22	7.05	4.08	21.07
6	1	6.58	3.05	7.52	3.79	20.94
	2	7.47	2.54	7.23	4.09	21.33
	3	6.89	2.92	7.72	4.29	21.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.18 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	5.09	5.05	5.38	5.35	20.87
	2	5	5.06	5.27	5.33	20.66
	3	5.04	5.08	5.18	5.32	20.62
1	1	5.26	4.97	5.69	5.15	21.07
	2	4.9	4.96	5.68	5.06	20.6
	3	5.46	4.84	5.5	5.29	21.09
2	1	5.61	5.13	5.77	4.99	21.5
	2	5.3	4.81	5.59	4.94	20.64
	3	5.36	4.82	5.78	4.86	20.82
3	1	5.56	4.25	5.42	5.16	20.39
	2	5.69	4.73	6.04	4.65	21.11
	3	5.51	4.66	5.92	4.87	20.96
4	1	5.66	4	5.72	5.09	20.47
	2	5.89	4.75	6.07	4.88	21.59
	3	5.57	4.46	6.15	4.36	20.54
5	1	5.74	4.52	6.34	4.32	20.92
	2	5.81	4.09	5.89	4.96	20.75
	3	6.03	4.03	5.9	4.9	20.86
6	1	5.82	4.21	6.49	4.33	20.85
	2	6.47	3.43	5.86	4.99	20.75
	3	5.28	4.52	6.78	3.93	20.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.19 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้น ตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	1.72	1.65	1.77	1.36	6.50
	2	1.52	1.65	1.68	1.69	6.54
	3	1.65	1.59	1.61	1.77	6.62
1	1	1.53	1.57	1.81	1.78	6.69
	2	1.69	1.63	1.82	1.58	6.72
	3	1.52	1.50	1.75	1.58	6.35
2	1	1.37	1.53	1.89	1.55	6.34
	2	1.49	1.22	1.65	1.84	6.20
	3	1.61	1.32	1.81	1.81	6.55
3	1	1.76	1.23	1.71	1.76	6.46
	2	1.53	1.17	1.72	1.58	6.00
	3	1.74	1.22	1.81	1.82	6.59

ตารางที่ ก.20 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้น ตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	2.37	2.95	2.98	2.88	11.18
	2	2.65	2.7	2.99	2.67	11.01
	3	2.33	2.92	2.73	2.88	10.86
1	1	2.53	2.64	3.1	2.8	11.07
	2	2.7	2.77	3.17	2.62	11.26
	3	2.62	2.69	3.09	2.58	10.98
2	1	2.93	2.59	3.09	2.93	11.54
	2	2.69	2.52	2.99	2.79	10.99
	3	2.57	2.54	3.15	2.85	11.11
3	1	3.09	2.34	2.84	2.92	11.19
	2	2.89	2.32	3	2.87	11.08
	3	2.98	2.21	2.91	3.01	11.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.21 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้น ตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	3.59	3.99	4.13	4.02	15.73
	2	3.39	3.82	3.97	4.2	15.38
	3	3.82	3.94	4.06	4.15	15.97
1	1	3.77	3.81	4.08	4.43	16.09
	2	3.76	3.84	4.16	4	15.76
	3	3.58	3.84	4.15	4.17	15.74
2	1	3.88	3.53	4.06	4.72	16.19
	2	3.7	3.6	4.05	4.57	15.92
	3	3.73	3.64	4.14	4.11	15.62
3	1	3.74	3.55	4.7	3.85	15.84
	2	3.67	3.34	4.17	4.6	15.78
	3	4.32	3.5	4.45	3.94	16.21

ตารางที่ ก.22 ผลการทดลองปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้น ตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	AL (kg)	AR (kg)	BL (kg)	BR (kg)	Total (kg)
0	1	5.09	5.05	5.38	5.35	20.87
	2	5	5.06	5.27	5.33	20.66
	3	5.04	5.08	5.18	5.32	20.62
1	1	4.82	4.57	5.64	5.68	20.71
	2	5.37	4.44	5.17	6.23	21.21
	3	5.04	4.28	5.57	5.38	20.27
2	1	5.46	3.98	5.16	5.96	20.56
	2	5.54	4.61	5.04	5.8	20.99
	3	5.45	4.14	5.02	5.82	20.43
3	1	5.25	4.11	5.32	5.77	20.45
	2	5.55	4.2	5.18	5.65	20.58
	3	5.66	3.99	5.29	6.08	21.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.23 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
1	1	6.9	7.8	7	7.2	7.5	7.3	7.4	7.5
	2	6.9	7.8	7	7.2	7.5	7.3	7.4	7.5
	3	6.9	7.8	7	7.2	7.5	7.3	7.4	7.5
2	1	6.6	8.2	6.9	7.3	7.8	7	7.4	7.6
	2	6.6	8.2	6.9	7.3	7.8	7	7.4	7.6
	3	6.6	8.2	6.9	7.3	7.8	7	7.4	7.6
3	1	6.3	8.5	6.7	7.3	8	6.9	7.4	7.8
	2	6.3	8.5	6.7	7.3	8	6.9	7.4	7.8
	3	6.3	8.5	6.7	7.3	8	6.9	7.4	7.8
4	1	5.9	8.9	6.4	7.2	8.2	6.7	7.4	8
	2	5.9	8.9	6.4	7.2	8.2	6.7	7.4	8
	3	5.9	8.9	6.4	7.2	8.2	6.7	7.4	8
5	1	5.6	9.2	6.2	7.2	8.4	6.5	7.4	8.3
	2	5.6	9.2	6.2	7.2	8.4	6.5	7.4	8.3
	3	5.6	9.2	6.2	7.2	8.4	6.5	7.4	8.3
6	1	5.2	9.5	6	7.2	8.6	6.3	7.4	8.5
	2	5.2	9.5	6	7.2	8.6	6.3	7.4	8.5
	3	5.2	9.5	6	7.2	8.6	6.3	7.4	8.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.24 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
1	1	7	7.5	7.2	7.3	7.5	7.2	7.3	7.5
	2	7	7.5	7.2	7.3	7.5	7.2	7.3	7.5
	3	7	7.5	7.2	7.3	7.5	7.2	7.3	7.5
2	1	6.7	7.9	7.1	7.3	7.7	7.1	7.3	7.7
	2	6.7	7.9	7.1	7.3	7.7	7.1	7.3	7.7
	3	6.7	7.9	7.1	7.3	7.7	7.1	7.3	7.7
3	1	6.4	8.4	7	7.3	7.8	7	7.3	7.8
	2	6.4	8.4	7	7.3	7.8	7	7.3	7.8
	3	6.4	8.4	7	7.3	7.8	7	7.3	7.8
4	1	6.1	8.8	6.9	7.2	8	6.9	7.2	8
	2	6.1	8.8	6.9	7.2	8	6.9	7.2	8
	3	6.1	8.8	6.9	7.2	8	6.9	7.2	8
5	1	5.8	9.1	6.7	7.2	8.4	6.7	7.2	8.4
	2	5.8	9.1	6.7	7.2	8.4	6.7	7.2	8.4
	3	5.8	9.1	6.7	7.2	8.4	6.7	7.2	8.4
6	1	5.4	9.3	6.5	7.2	8.5	6.5	7.2	8.5
	2	5.4	9.3	6.5	7.2	8.5	6.5	7.2	8.5
	3	5.4	9.3	6.5	7.2	8.5	6.5	7.2	8.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.25 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	2	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	3	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
1	1	12.1	12.9	12.4	12.2	12.7	12.3	12.2	12.7
	2	12.1	12.9	12.4	12.2	12.7	12.3	12.2	12.7
	3	12.1	12.9	12.4	12.2	12.7	12.3	12.2	12.7
2	1	11.7	13.1	12.2	12.2	12.9	12.2	12.2	12.8
	2	11.7	13.1	12.2	12.2	12.9	12.2	12.2	12.8
	3	11.7	13.1	12.2	12.2	12.9	12.2	12.2	12.8
3	1	11.4	13.6	12.1	12.2	13.2	11.8	12.2	12.9
	2	11.4	13.6	12.1	12.2	13.2	11.8	12.2	12.9
	3	11.4	13.6	12.1	12.2	13.2	11.8	12.2	12.9
4	1	11.1	13.9	11.9	12.2	13.4	11.7	12.2	13.1
	2	11.1	13.9	11.9	12.2	13.4	11.7	12.2	13.1
	3	11.1	13.9	11.9	12.2	13.4	11.7	12.2	13.1
5	1	10.8	14.2	11.8	12.2	13.7	11.4	11.2	13.3
	2	10.8	14.2	11.8	12.2	13.7	11.4	11.2	13.3
	3	10.8	14.2	11.8	12.2	13.7	11.4	11.2	13.3
6	1	10.4	14.5	11.6	12.2	13.9	11.3	12.2	13.5
	2	10.4	14.5	11.6	12.2	13.9	11.3	12.2	13.5
	3	10.4	14.5	11.6	12.2	13.9	11.3	12.2	13.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.26 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	2	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	3	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
1	1	12	12.8	12.1	12.2	12.5	12.1	12.2	12.5
	2	12	12.8	12.1	12.2	12.5	12.1	12.2	12.5
	3	12	12.8	12.1	12.2	12.5	12.1	12.2	12.5
2	1	11.6	13.2	11.9	12.2	12.6	11.9	12.2	12.6
	2	11.6	13.2	11.9	12.2	12.6	11.9	12.2	12.6
	3	11.6	13.2	11.9	12.2	12.6	11.9	12.2	12.6
3	1	11.3	13.5	11.7	12.2	12.8	11.7	12.2	12.8
	2	11.3	13.5	11.7	12.2	12.8	11.7	12.2	12.8
	3	11.3	13.5	11.7	12.2	12.8	11.7	12.2	12.8
4	1	11	13.9	11.5	12.2	13	11.5	12.2	13
	2	11	13.9	11.5	12.2	13	11.5	12.2	13
	3	11	13.9	11.5	12.2	13	11.5	12.2	13
5	1	10.7	14.2	11.3	12.2	13.3	11.3	12.2	13.3
	2	10.7	14.2	11.3	12.2	13.3	11.3	12.2	13.3
	3	10.7	14.2	11.3	12.2	13.3	11.3	12.2	13.3
6	1	10.4	14.5	11.1	12.2	13.5	11.1	12.2	13.5
	2	10.4	14.5	11.1	12.2	13.5	11.1	12.2	13.5
	3	10.4	14.5	11.1	12.2	13.5	11.1	12.2	13.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.27 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	17.2	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
	2	17.2	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
	3	17.2	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
1	1	16.8	17.8	17.3	17.5	17.8	17.4	17.5	17.8
	2	16.8	17.8	17.3	17.5	17.8	17.4	17.5	17.8
	3	16.8	17.8	17.3	17.5	17.8	17.4	17.5	17.8
2	1	16.6	18.2	17.2	17.6	18	17.3	17.5	17.9
	2	16.6	18.2	17.2	17.6	18	17.3	17.5	17.9
	3	16.6	18.2	17.2	17.6	18	17.3	17.5	17.9
3	1	16.1	18.5	17	17.6	18.3	16.9	17.5	18.3
	2	16.1	18.5	17	17.6	18.3	16.9	17.5	18.3
	3	16.1	18.5	17	17.6	18.3	16.9	17.5	18.3
4	1	15.8	18.7	16.8	17.6	18.6	16.8	17.5	18.5
	2	15.8	18.7	16.8	17.6	18.6	16.8	17.5	18.5
	3	15.8	18.7	16.8	17.6	18.6	16.8	17.5	18.5
5	1	15.5	19.1	16.7	17.9	18.9	16.8	17.7	18.9
	2	15.5	19.1	16.7	17.9	18.9	16.8	17.7	18.9
	3	15.5	19.1	16.7	17.9	18.9	16.8	17.7	18.9
6	1	15.2	19.4	16.4	17.5	19.1	16.6	17.5	19.1
	2	15.2	19.4	16.4	17.5	19.1	16.6	17.5	19.1
	3	15.2	19.4	16.4	17.5	19.1	16.6	17.5	19.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.28 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
	2	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
	3	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
1	1	16.8	17.6	17.2	17.3	17.7	17.2	17.3	17.7
	2	16.8	17.6	17.2	17.3	17.7	17.2	17.3	17.7
	3	16.8	17.6	17.2	17.3	17.7	17.2	17.3	17.7
2	1	16.5	17.9	17	17.3	17.8	17	17.3	17.8
	2	16.5	17.9	17	17.3	17.8	17	17.3	17.8
	3	16.5	17.9	17	17.3	17.8	17	17.3	17.8
3	1	16.2	18.2	16.7	17.3	18	16.7	17.3	18
	2	16.2	18.2	16.7	17.3	18	16.7	17.3	18
	3	16.2	18.2	16.7	17.3	18	16.7	17.3	18
4	1	15.9	18.5	16.5	17.4	18.2	16.5	17.4	18.2
	2	15.9	18.5	16.5	17.4	18.2	16.5	17.4	18.2
	3	15.9	18.5	16.5	17.4	18.2	16.5	17.4	18.2
5	1	15.6	18.8	16.5	17.4	18.5	16.4	17.4	18.5
	2	15.6	18.8	16.5	17.4	18.5	16.4	17.4	18.5
	3	15.6	18.8	16.5	17.4	18.5	16.4	17.4	18.5
6	1	15.3	19.2	16.3	17.4	18.6	16.3	17.4	18.6
	2	15.3	19.2	16.3	17.4	18.6	16.3	17.4	18.6
	3	15.3	19.2	16.3	17.4	18.6	16.3	17.4	18.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.29 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
1	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
2	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
3	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
4	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
5	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
6	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.30 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ AL สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
1	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
2	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
3	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
4	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
5	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
6	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.31 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
1	1	7.2	7.6	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3
	2	7.2	7.6	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3
	3	7.2	7.6	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3
2	1	7.2	7.6	7.6	7.6	7.6	7.2	7.2	7.2
	2	7.2	7.6	7.6	7.6	7.6	7.2	7.2	7.2
	3	7.2	7.6	7.6	7.6	7.6	7.2	7.2	7.2
3	1	7.2	7.6	7.8	7.8	7.8	7	7	7
	2	7.2	7.6	7.8	7.8	7.8	7	7	7
	3	7.2	7.6	7.8	7.8	7.8	7	7	7
4	1	7.2	7.6	8	8	8	6.7	6.7	6.7
	2	7.2	7.6	8	8	8	6.7	6.7	6.7
	3	7.2	7.6	8	8	8	6.7	6.7	6.7
5	1	7.2	7.6	8.4	8.4	8.4	6.5	6.5	6.5
	2	7.2	7.6	8.4	8.4	8.4	6.5	6.5	6.5
	3	7.2	7.6	8.4	8.4	8.4	6.5	6.5	6.5
6	1	7.2	7.6	8.6	8.6	8.6	6.2	6.2	6.2
	2	7.2	7.6	8.6	8.6	8.6	6.2	6.2	6.2
	3	7.2	7.6	8.6	8.6	8.6	6.2	6.2	6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.32 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
1	1	7.3	7.6	7.9	7.9	7.9	7	7	7
	2	7.3	7.6	7.9	7.9	7.9	7	7	7
	3	7.3	7.6	7.9	7.9	7.9	7	7	7
2	1	7.3	7.6	8	8	8	6.8	6.8	6.8
	2	7.3	7.6	8	8	8	6.8	6.8	6.8
	3	7.3	7.6	8	8	8	6.8	6.8	6.8
3	1	7.3	7.6	8.2	8.2	8.2	6.7	6.7	6.7
	2	7.3	7.6	8.2	8.2	8.2	6.7	6.7	6.7
	3	7.3	7.6	8.2	8.2	8.2	6.7	6.7	6.7
4	1	7.3	7.6	8.5	8.5	8.5	6.4	6.4	6.4
	2	7.3	7.6	8.5	8.5	8.5	6.4	6.4	6.4
	3	7.3	7.6	8.5	8.5	8.5	6.4	6.4	6.4
5	1	7.3	7.6	8.7	8.7	8.7	6.2	6.2	6.2
	2	7.3	7.6	8.7	8.7	8.7	6.2	6.2	6.2
	3	7.3	7.6	8.7	8.7	8.7	6.2	6.2	6.2
6	1	7.3	7.6	8.9	8.9	8.9	5.9	5.9	5.9
	2	7.3	7.6	8.9	8.9	8.9	5.9	5.9	5.9
	3	7.3	7.6	8.9	8.9	8.9	5.9	5.9	5.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.33 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	2	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	3	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
1	1	12.4	12.6	12.9	12.9	12.9	12.2	12.2	12.2
	2	12.4	12.6	12.9	12.9	12.9	12.2	12.2	12.2
	3	12.4	12.6	12.9	12.9	12.9	12.2	12.2	12.2
2	1	12.4	12.6	13.1	13.1	13.1	11.9	11.9	11.9
	2	12.4	12.6	13.1	13.1	13.1	11.9	11.9	11.9
	3	12.4	12.6	13.1	13.1	13.1	11.9	11.9	11.9
3	1	12.4	12.6	13.4	13.4	13.4	11.6	11.6	11.6
	2	12.4	12.6	13.4	13.4	13.4	11.6	11.6	11.6
	3	12.4	12.6	13.4	13.4	13.4	11.6	11.6	11.6
4	1	12.4	12.6	13.6	13.6	13.6	11.4	11.4	11.4
	2	12.4	12.6	13.6	13.6	13.6	11.4	11.4	11.4
	3	12.4	12.6	13.6	13.6	13.6	11.4	11.4	11.4
5	1	12.4	12.6	13.8	13.8	13.8	11.2	11.2	11.2
	2	12.4	12.6	13.8	13.8	13.8	11.2	11.2	11.2
	3	12.4	12.6	13.8	13.8	13.8	11.2	11.2	11.2
6	1	12.4	12.6	13.6	14	14	11	11	11
	2	12.4	12.6	13.6	14	14	11	11	11
	3	12.4	12.6	13.6	14	14	11	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.34 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	2	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	3	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
1	1	12.2	12.2	12.8	12.8	12.8	12.2	12.2	12.2
	2	12.2	12.2	12.8	12.8	12.8	12.2	12.2	12.2
	3	12.2	12.2	12.8	12.8	12.8	12.2	12.2	12.2
2	1	12.2	12.2	13	13	13	12	12	12
	2	12.2	12.2	13	13	13	12	12	12
	3	12.2	12.2	13	13	13	12	12	12
3	1	12.2	12.2	13.2	13.2	13.2	11.8	11.8	11.8
	2	12.2	12.2	13.2	13.2	13.2	11.8	11.8	11.8
	3	12.2	12.2	13.2	13.2	13.2	11.8	11.8	11.8
4	1	12.2	12.2	13.4	13.4	13.4	11.5	11.5	11.5
	2	12.2	12.2	13.4	13.4	13.4	11.5	11.5	11.5
	3	12.2	12.2	13.4	13.4	13.4	11.5	11.5	11.5
5	1	12.2	12.2	13.7	13.7	13.7	11.2	11.2	11.2
	2	12.2	12.2	13.7	13.7	13.7	11.2	11.2	11.2
	3	12.2	12.2	13.7	13.7	13.7	11.2	11.2	11.2
6	1	12.2	12.2	14	14	14	11	11	11
	2	12.2	12.2	14	14	14	11	11	11
	3	12.2	12.2	14	14	14	11	11	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.35 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	17.2	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
	2	17.2	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
	3	17.2	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
1	1	17.2	17.5	17.7	17.7	17.7	17.4	17.4	17.4
	2	17.2	17.5	17.7	17.7	17.7	17.4	17.4	17.4
	3	17.2	17.5	17.3	17.7	17.7	17.4	17.4	17.4
2	1	17.2	17.5	17.9	17.9	17.9	17.2	17.2	17.2
	2	17.2	17.5	17.9	17.9	17.9	17.2	17.2	17.2
	3	17.2	17.5	17.9	17.9	17.9	17.2	17.2	17.2
3	1	17.2	17.5	18.2	18.2	18.2	16.9	16.9	16.9
	2	17.2	17.5	18.2	18.2	18.2	16.9	16.9	16.9
	3	17.2	17.5	18.2	18.2	18.2	16.9	16.9	16.9
4	1	17.2	17.5	18.4	18.4	18.4	16.7	16.7	16.7
	2	17.2	17.5	18.4	18.4	18.4	16.7	16.7	16.7
	3	17.2	17.5	18.4	18.4	18.4	16.7	16.7	16.7
5	1	17.2	17.5	18.6	18.6	18.6	16.5	16.5	16.5
	2	17.2	17.5	18.6	18.6	18.6	16.5	16.5	16.5
	3	17.2	17.5	18.6	18.6	18.6	16.5	16.5	16.5
6	1	17.2	17.5	18.8	18.8	18.8	16.3	16.3	16.3
	2	17.2	17.5	18.8	18.8	18.8	16.3	16.3	16.3
	3	17.2	17.5	18.8	18.8	18.8	16.3	16.3	16.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.36 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
	2	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
	3	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
1	1	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.1	17.1	17.1
	2	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.1	17.1	17.1
	3	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.1	17.1	17.1
2	1	17.2	17.3	17.5	17.5	17.5	17.3	17.3	17.3
	2	17.2	17.3	17.5	17.5	17.5	17.3	17.3	17.3
	3	17.2	17.3	17.5	17.5	17.5	17.3	17.3	17.3
3	1	17.2	17.3	17.9	17.9	17.9	16.7	16.7	16.7
	2	17.2	17.3	17.9	17.9	17.9	16.7	16.7	16.7
	3	17.2	17.3	17.9	17.9	17.9	16.7	16.7	16.7
4	1	17.1	17.3	18.3	18.3	18.3	16.5	16.5	16.5
	2	17.1	17.3	18.3	18.3	18.3	16.5	16.5	16.5
	3	17.1	17.3	18.3	18.3	18.3	16.5	16.5	16.5
5	1	17.1	17.4	18.6	18.6	18.6	16.2	16.2	16.2
	2	17.1	17.4	18.6	18.6	18.6	16.2	16.2	16.2
	3	17.1	17.4	18.6	18.6	18.6	16.2	16.2	16.2
6	1	17.1	17.4	18.9	18.9	18.9	15.9	15.9	15.9
	2	17.1	17.4	18.9	18.9	18.9	15.9	15.9	15.9
	3	17.1	17.4	18.6	18.6	18.6	15.9	15.9	15.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.37 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาตรน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
1	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
2	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
3	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
4	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
5	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
6	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.38 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR และ BR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
1	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
2	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
3	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
4	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
5	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
6	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.39 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 25% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
	3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
1	1	7.2	7.8	7.6	7.7	7.8	7.1	7.1	7.2
	2	7.2	7.8	7.6	7.7	7.8	7.1	7.1	7.2
	3	7.2	7.8	7.6	7.7	7.8	7.1	7.1	7.2
2	1	6.9	7.9	7.8	7.8	8	6.6	6.6	7
	2	6.9	7.9	7.8	7.8	8	6.6	6.6	7
	3	6.9	7.9	7.8	7.8	8	6.6	6.6	7
3	1	6.9	8.1	7.9	8.2	8.5	6.5	6.5	6.8
	2	6.9	8.1	7.9	8.2	8.5	6.5	6.5	6.8
	3	6.9	8.1	7.9	8.2	8.5	6.5	6.5	6.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.40 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 50% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	2	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
	3	12.2	12.2	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4
1	1	12.2	12.6	12.8	12.9	13	12	12	12.1
	2	12.2	12.6	12.8	12.9	13	12	12	12.1
	3	12.2	12.6	12.8	12.9	13	12	12	12.1
2	1	12	12.6	13	13.1	13.3	11.8	11.8	12
	2	12	12.6	13	13.1	13.3	11.8	11.8	12
	3	12	12.6	13	13.1	13.3	11.8	11.8	12
3	1	11.9	13	13.1	13.3	13.6	11.4	11.5	11.9
	2	11.9	13	13.1	13.3	13.6	11.4	11.5	11.9
	3	11.9	13	13.1	13.3	13.6	11.4	11.5	11.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.41 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 75% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
	2	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
	3	17.2	17.2	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4	17.4
1	1	16.8	17.4	17.4	17.5	17.6	16.9	17.1	17.3
	2	16.8	17.4	17.4	17.5	17.6	16.9	17.1	17.3
	3	16.8	17.4	17.4	17.5	17.6	16.9	17.1	17.3
2	1	16.8	17.5	17.5	17.6	17.9	16.5	16.9	17.1
	2	16.8	17.5	17.5	17.6	17.9	16.5	16.9	17.1
	3	16.8	17.5	17.5	17.6	17.9	16.5	16.9	17.1
3	1	16.6	17.7	17.6	17.8	18.2	16.3	16.7	16.9
	2	16.6	17.7	17.6	17.8	18.2	16.3	16.7	16.9
	3	16.6	17.7	17.6	17.8	18.2	16.3	16.7	16.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.42 ระดับความสูงของน้ำในถังที่มีปริมาณน้ำในถัง 100% ของถัง และปรับตั้งชุดขาปรับระดับให้ AR สูงขึ้นตามองศาที่กำหนด กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง (°)	ครั้งที่	ระดับความสูงของน้ำในถัง (cm)							
		ข้างหน้า	ข้างหลัง	ซ้าย (หน้า)	กลาง (ซ้าย)	ซ้าย (หลัง)	ขวา (หน้า)	กลาง (ขวา)	ขวา (หลัง)
0	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
1	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
2	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
3	1	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	2	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4
	3	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4	24.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.43 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 25% ของปริมาตรถังโดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X _L	Z _L
0	0.0000	73	76	404	202.00	38.00
1	0.0175	70	78	404	198.96	39.03
2	0.0349	67	82	404	196.21	41.10
3	0.0524	64	85	404	193.61	42.72
4	0.0698	61	88	404	191.19	44.38
5	0.0873	58	91	404	188.92	46.07
6	0.1047	54	93	404	186.63	47.31

ตาราง ก.44 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 25% ของปริมาตรถังใช้สมการที่ 2.5 กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X _L	Z _L
0	0.0000	72	76	404	202.00	38.00
1	0.0175	69	78	404	198.96	39.03
2	0.0349	66	82	404	196.21	41.10
3	0.0524	63	85	404	193.61	42.72
4	0.0698	59	89	404	191.31	44.87
5	0.0873	56	92	404	189.07	46.57
6	0.1047	52	95	404	186.95	48.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.45 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 50% ของปริมาตรถังโดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X_L	Z_L
0	0.0000	122	122	404	202.00	61.00
1	0.0175	120	129	404	200.16	64.52
2	0.0349	117	133	404	198.43	66.56
3	0.0524	114	136	404	196.76	68.14
4	0.0698	111	138	404	195.11	69.24
5	0.0873	108	141	404	193.56	70.87
6	0.1047	104	145	404	192.14	73.02

ตาราง ก.46 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 50% ของปริมาตรถังใช้สมการที่ 2.5 กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X_L	Z_L
0	0.0000	122	122	404	202.00	61.00
1	0.0175	121	129	404	200.16	64.52
2	0.0349	117	131	404	198.37	65.56
3	0.0524	114	136	404	196.76	68.14
4	0.0698	111	139	404	195.16	69.74
5	0.0873	108	142	404	193.62	71.37
6	0.1047	104	145	404	192.14	73.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.47 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาตรน้ำ 75% ของปริมาตรถังโดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X_L	Z_L
0	0.0000	172	172	404	202	86.00
1	0.0175	168	176	404	200.65	88.01
2	0.0349	165	179	404	199.35	89.55
3	0.0524	162	182	404	198.08	91.10
4	0.0698	159	185	404	196.86	92.68
5	0.0873	156	188	404	195.67	94.28
6	0.1047	153	192	404	194.55	96.39

ตาราง ก.48 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาตรน้ำ 75% ของปริมาตรถังใช้สมการที่ 2.5 กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X_L	Z_L
0	0.0000	172	175	404	202.00	87.50
1	0.0175	168	178	404	200.67	89.01
2	0.0349	166	182	404	199.39	91.05
3	0.0524	161	185	404	198.15	92.60
4	0.0698	158	187	404	196.91	93.68
5	0.0873	155	191	404	195.77	95.77
6	0.1047	152	194	404	194.63	97.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.49 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 100% ของปริมาตรถังโดยใช้สมการที่ 2.5 กรณี Long-Front (LF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X_L	Z_L
0	0.0000	244	244	404	202	122.00
1	0.0175	244	244	404	202	122.00
2	0.0349	244	244	404	202	122.00
3	0.0524	244	244	404	202	122.00
4	0.0698	244	244	404	202	122.00
5	0.0873	244	244	404	202	122.00
6	0.1047	244	244	404	202	122.00

ตาราง ก.50 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงที่ปริมาณน้ำ 100% ของปริมาตรถังใช้สมการที่ 2.5กรณี Short-Front (SF)

องศาการเอียง	เรเดียน	ความสูงน้ำข้างหน้า (mm)	a ความสูงน้ำข้างหลัง (mm)	b ความยาวถัง (mm)	X_L	Z_L
0	0.0000	244	244	404	202	122.00
1	0.0175	244	244	404	202	122.00
2	0.0349	244	244	404	202	122.00
3	0.0524	244	244	404	202	122.00
4	0.0698	244	244	404	202	122.00
5	0.0873	244	244	404	202	122.00
6	0.1047	244	244	404	202	122.00

ตารางที่ ก.51 การเปรียบเทียบน้ำหนักจริงกับน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ กรณี Long-Front (LF)

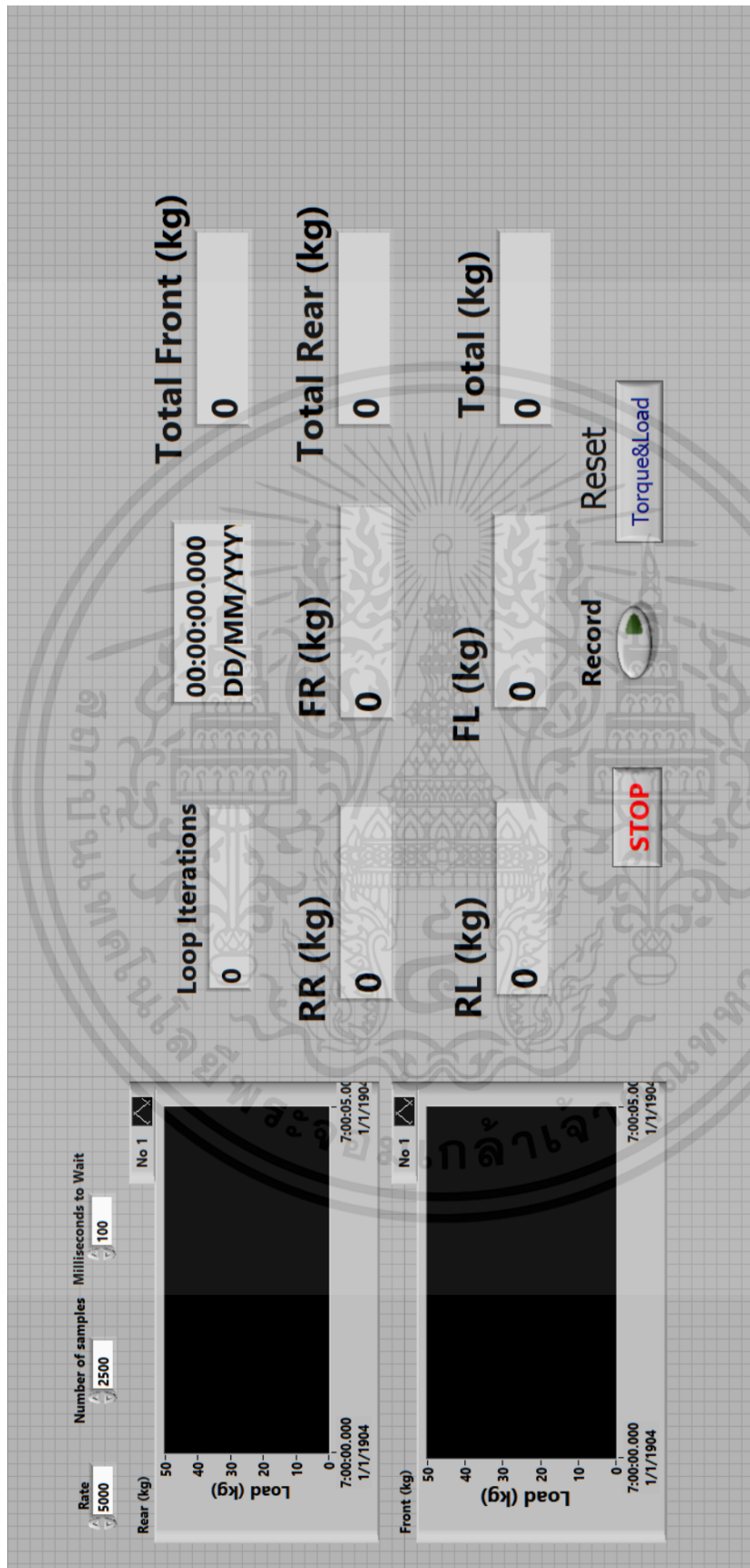
incline (degree)	ระดับน้ำ	ระยะของจุดศูนย์กลาง		actual weight (kg)					calculate weight (kg)					% error
	level (%)	XL (mm)	ZL (mm)	BR	AR	BL	AL	Total	BR	AR	BL	AL	Total	
1	25	198.96	39.03	1.65	1.48	1.75	1.45	6.34	1.67	1.61	1.67	1.61	6.55	3.37
	50	200.16	64.52	3.01	2.70	3.06	2.43	11.20	2.85	2.77	2.85	2.77	11.25	0.45
	75	200.65	88.01	4.34	3.74	4.19	3.50	15.77	4.13	4.02	4.13	4.02	16.30	3.34
	100	202.00	122.00	5.57	4.79	5.66	4.85	20.88	5.23	5.12	5.23	5.12	20.69	0.89
2	25	196.21	41.10	1.74	1.41	1.85	1.40	6.41	1.70	1.58	1.70	1.58	6.55	2.18
	50	198.43	66.56	3.05	2.50	3.15	2.60	11.30	2.89	2.73	2.89	2.73	11.25	0.44
	75	199.35	89.55	4.28	3.73	4.43	3.27	15.71	4.13	4.02	4.13	4.02	16.30	3.73
	100	202.00	122.00	5.66	4.73	5.80	4.74	20.92	5.28	5.06	5.28	5.06	20.69	1.10
3	25	193.61	42.72	1.96	1.36	1.87	1.23	6.42	1.72	1.55	1.72	1.55	6.55	2.02
	50	196.76	68.14	3.20	2.36	3.23	2.39	11.19	2.94	2.69	2.94	2.69	11.25	0.54
	75	198.08	91.10	4.38	3.52	4.43	3.38	15.71	4.25	3.90	4.25	3.90	16.30	3.76
	100	202.00	122.00	6.00	4.59	6.04	4.51	21.14	5.34	5.01	5.34	5.01	20.69	2.11
4	25	191.19	44.38	1.87	1.33	1.95	1.31	6.46	1.75	1.52	1.75	1.52	6.55	1.45
	50	195.11	69.24	3.26	2.39	3.37	2.38	11.39	2.98	2.65	2.98	2.65	11.25	1.23
	75	196.86	92.68	4.47	3.30	4.52	3.16	15.45	4.31	3.84	4.31	3.84	16.30	5.50
	100	202.00	122.00	6.23	4.44	6.09	4.34	21.09	5.39	4.95	5.39	4.95	20.69	1.90
5	25	188.92	46.07	1.99	1.25	1.96	1.15	6.35	1.78	1.50	1.78	1.50	6.55	3.20
	50	193.56	70.87	3.43	2.17	3.38	2.51	11.49	3.02	2.61	3.02	2.61	11.25	2.06
	75	195.67	94.28	4.54	3.17	4.67	3.15	15.52	4.37	3.78	4.37	3.78	16.30	5.00
	100	202.00	122.00	6.21	4.27	6.27	4.42	21.17	5.45	4.90	5.45	4.90	20.69	2.28
6	25	186.63	47.31	2.00	1.25	2.09	1.10	6.45	1.80	1.47	1.80	1.47	6.55	1.55
	50	192.14	73.02	3.63	2.00	3.48	2.07	11.17	3.06	2.57	3.06	2.57	11.25	0.69
	75	194.55	96.39	4.78	3.19	4.70	3.02	15.69	4.43	3.72	4.43	3.72	16.30	3.87
	100	202.00	122.00	6.35	4.02	6.30	4.02	20.69	5.50	4.84	5.50	4.84	20.69	0.02

ตารางที่ ก.52 การเปรียบเทียบน้ำหนักจริงกับน้ำหนักที่ตกลงบนชุดขาปรับระดับ กรณี Short-Front (SF)

incline (degree)	ระดับน้ำ	ระยะของจุดศูนย์ถ่วง		actual weight (kg)					calculate weight (kg)					% error
	level (%)	XL (mm)	ZL (mm)	BR	AR	BL	AL	Total	BR	AR	BL	AL	Total	
1	25	198.96	39.03	1.65	1.48	1.75	1.45	6.34	1.67	1.61	1.67	1.61	6.55	3.37
	50	200.16	64.52	3.01	2.70	3.06	2.43	11.20	2.85	2.77	2.85	2.77	11.25	0.45
	75	200.65	88.01	4.34	3.74	4.19	3.50	15.77	4.13	4.02	4.13	4.02	16.30	3.34
	100	202.00	122.00	5.57	4.79	5.66	4.85	20.88	5.23	5.12	5.23	5.12	20.69	0.89
2	25	196.21	41.10	1.74	1.41	1.85	1.40	6.41	1.70	1.58	1.70	1.58	6.55	2.18
	50	198.43	66.56	3.05	2.50	3.15	2.60	11.30	2.89	2.73	2.89	2.73	11.25	0.44
	75	199.35	89.55	4.28	3.73	4.43	3.27	15.71	4.13	4.02	4.13	4.02	16.30	3.73
	100	202.00	122.00	5.66	4.73	5.80	4.74	20.92	5.28	5.06	5.28	5.06	20.69	1.10
3	25	193.61	42.72	1.96	1.36	1.87	1.23	6.42	1.72	1.55	1.72	1.55	6.55	2.02
	50	196.76	68.14	3.20	2.36	3.23	2.39	11.19	2.94	2.69	2.94	2.69	11.25	0.54
	75	198.08	91.10	4.38	3.52	4.43	3.38	15.71	4.25	3.90	4.25	3.90	16.30	3.76
	100	202.00	122.00	6.00	4.59	6.04	4.51	21.14	5.34	5.01	5.34	5.01	20.69	2.11
4	25	191.19	44.38	1.87	1.33	1.95	1.31	6.46	1.75	1.52	1.75	1.52	6.55	1.45
	50	195.11	69.24	3.26	2.39	3.37	2.38	11.39	2.98	2.65	2.98	2.65	11.25	1.23
	75	196.86	92.68	4.47	3.30	4.52	3.16	15.45	4.31	3.84	4.31	3.84	16.30	5.50
	100	202.00	122.00	6.23	4.44	6.09	4.34	21.09	5.39	4.95	5.39	4.95	20.69	1.90
5	25	188.92	46.07	1.99	1.25	1.96	1.15	6.35	1.78	1.50	1.78	1.50	6.55	3.20
	50	193.56	70.87	3.43	2.17	3.38	2.51	11.49	3.02	2.61	3.02	2.61	11.25	2.06
	75	195.67	94.28	4.54	3.17	4.67	3.15	15.52	4.37	3.78	4.37	3.78	16.30	5.00
	100	202.00	122.00	6.21	4.27	6.27	4.42	21.17	5.45	4.90	5.45	4.90	20.69	2.28
6	25	186.63	47.31	2.00	1.25	2.09	1.10	6.45	1.80	1.47	1.80	1.47	6.55	1.55
	50	192.14	73.02	3.63	2.00	3.48	2.07	11.17	3.06	2.57	3.06	2.57	11.25	0.69
	75	194.55	96.39	4.78	3.19	4.70	3.02	15.69	4.43	3.72	4.43	3.72	16.30	3.87
	100	202.00	122.00	6.35	4.02	6.30	4.02	20.69	5.50	4.84	5.50	4.84	20.69	0.02



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 หน้าโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้เก็บผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายกิตติศักดิ์ คงปก
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543
 ภูมิลำเนา จังหวัดสตูล
 ที่อยู่ 55 หมู่ 5 ตำบลปาล์มพัฒนา อำเภอมะนัง
 จังหวัดสตูล 91130
 E-mail kongpuk01@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนสตูลวิทยา จังหวัดสตูล
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรีสาขา วิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงาน R&D ณ บริษัท บริษัทโอเซียนกลาส จำกัด (มหาชน) ปี 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายภูริณัฐ แมนมณี
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2543
 ภูมิลำเนา จังหวัดตรัง
 ที่อยู่ 15 หมู่ 3 ตำบลท่าจี้ว อำเภอย้ายยอด
 จังหวัดตรัง 92130
 E-mail phurinat1912@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงาน Utility ณ บริษัทไอเซียนกลาส จำกัด (มหาชน) ปี 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นางสาวศุภนุช คิดการ
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543
 ภูมิลำเนา จังหวัดชุมพร
 ที่อยู่ 31 หมู่ 4 ตำบลเขาทะเล อำเภอสวี
 จังหวัดชุมพร 86130
 E-mail Bow.supanuch@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) โรงเรียนศรีราษฎร์ จังหวัดชุมพร
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. วิศวกรรมเครื่องกล ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพหลักสูตรปริญญาตรีสาขา วิศวกรรมเครื่องกล ในส่วนงานวิศวกรฝ่ายผลิต ณ บริษัท ซีเทค ออโต้ พาร์ท จำกัด ปี 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้