

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษากลศาสตร์รถไฟเดินตามขนาด 5 แรงม้า  
ต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียมจำนวน 10 แถว

STUDY FOR MECHANICS OF THE POWER TILLER 5 HP  
ATTACHED WITH 10 ROWS GARLIC PLANTER



โดย  
นางสาวปาริชาติ คงจ้อย  
นายอริรัชญ์ ชันติธีวโร

ร/พ.  
ร/55417  
2549

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 72254  
วัน,เดือน,ปี..... 12 ส.ย. 2550

b. 117 6577x  
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษากลศาสตร์รถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียมจำนวน 10 แถว

Study For Mechanics Of The Power Tiller 5 Hp Attached With 10 Rows Garlic Planter

ผู้จัดทำ

1. นางสาวปาริชาติ คงขี้ย รหัสประจำตัว 46010450
2. นายอริรัชญ์ ชันดิธิวาโร รหัสประจำตัว 46010906



.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รศ.จิราภรณ์ เบลูจประกายรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ สัจฉลักษณ์ กิ่งทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ปรีชานันท์ ศรีแก้ว)

## การศึกษากลศาสตร์รถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียมจำนวน 10 แถว

น.ส.ปาริชาติ กงจ้อย 46010450  
 นายอริรัชญ์ ชันติธิวาโร 46010906  
 รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
 อาจารย์ สัญลักษณ์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษา  
 อาจารย์ปรีชานันท์ ศรีแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา  
 ปีการศึกษา 2549

### บทคัดย่อ

โครงการการศึกษากลศาสตร์รถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว ได้ทำการศึกษาดังนี้ ภาคสถิติศาสตร์ ศึกษาสมการสมมูลของรถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว และทดสอบหาพิกัดและระยะจุดศูนย์กลางและแรงต่างๆที่เกิดขึ้น สำหรับภาคจลนศาสตร์ ได้ศึกษาการปรับสมมูลของแรงเนื่องจากการลดลงของกระเทียมขณะทำงาน แล้วรวบรวมเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา C++ เพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาจุดศูนย์กลางมวลของส่วนต่างๆและแรงที่แขน เมื่อมีการปรับตำแหน่งของเครื่องยนต์และความยาวแขน ผลที่ได้คือระยะเครื่องยนต์ที่เหมาะสม อยู่ในช่วง 50 – 60 ซม. และความยาวแขนจับ 160 – 170 ซม. วัดจากศูนย์กลางเพลาล้อขับ ซึ่งจะทำให้แรงที่แขนจับประมาณ 20 กก. ลดลงจากเครื่องต้นแบบ 50 % ผลการทดสอบความรู้สึของผู้ใช้งานรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถวเพศหญิง 10 คน ที่ระยะเครื่องยนต์ 50 , 55 และ 60 ซม. และความยาวแขน 160 , 165 และ 170 ซม. เปรียบเทียบกับเครื่องต้นแบบ พบว่าระยะเครื่องยนต์ 50 ซม. และความยาวแขน 170 ซม. ให้ความสะดวกสบายและความคล่องตัวในการทำงานมากที่สุด

## Study For Mechanics Of The Power Tiller 5 Hp Attached With 10 Rows Garlic Planter

Parichat	kongchuy	46010450
Atirat	kantiteevaro	46010906
Assoc. Prof. Jiraporn	Benjaphragairat	Advisor
Sanyaluck	Kingtong	Advisor
Preechanun	Srikaew	Advisor

### ABSTRACT

This project deals with mechanics of a 5-HP power tiller attaching to with a garlic planter of 10 rows. Statics consideration has been done, pertaining to the analysis of equilibrium of the power tiller and the 10-row garlic planter attachment. The position of center of mass and all applied forces were also evaluated. Additionally, dynamics consideration has been done to refine the equilibrium of all applied forces upon the weight of garlic being gradually lessened during operation. The computer programme (in the C++ dialect) has been constructed to analyze the handle, by changing the position of the power engine and varying the handle length. As a result, the optimal distance between the center of driven wheel and the engine c.g. was 50-60 centimeters while the optimal handle length was 160-170 centimeters, measured from the driven wheel center. With the applied force to the handle of 20 kg<sub>r</sub> (which is 50% lesser than that was applied to the model), the distance between the center of driven wheel and the engine c.g. of 50, 55 and 60 centimeters, and the handle length of 160, 165 and 170 centimeters, the tests were conducted by 10 female operators yielded the result that the most comfortable manner and most flexible working environment was obtained by the engine distance of 50 centimeters and the handle length of 170 centimeters.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ รศ. จิราภรณ์ เเบญจประกายรัตน์ อ.สัญญาลักษณ์ กิ่งทอง อ. ปรีชานันท์ ศรีแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา และที่ขาดไปไม่ได้คือ Dr.Hai Sakurai อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ ต้องขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณ พี่สมชัย ประดิษฐ์สุวรรณ นักศึกษาปริญญาโท และเพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอดการทำโครงการนี้

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ อ. บิ ดา มา รดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ปารีชาติ

อริรัชฎ์

คงจ้อย

จันตธีวโร

## สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
ถิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญตาราง		ฉ
สารบัญภาพ		ช
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
	1.2 วัตถุประสงค์	4
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	4
	1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	5
	2.1 กลศาสตร์รูดไถเดินตามและอุปกรณ์เตรียมดิน	5
	2.1.1 กลศาสตร์รูดไถเดินตาม	6
	2.1.2 กลศาสตร์ระหว่างรูดไถเดินตามกับไถหัวหมู	7
	2.1.3 การวิเคราะห์ความสมดุลของแรงภายนอกในแนวระดับ	9
	2.1.4 การวิเคราะห์ความสมดุลของแรงภายนอกในแนวตั้ง	10
	2.2 กลศาสตร์ตัวรถแทรกเตอร์	11
	2.2.1 วิธีหาจุดศูนย์ถ่วง	11
บทที่ 3	การออกแบบและพัฒนา	16
	3.1 แนวทางและขั้นตอนการพัฒนา	16
	3.1.1 แนวทางการพัฒนา	16
	3.1.2 ขั้นตอนการพัฒนา	17
	3.2 การเขียนโปรแกรมหาเงื่อนไขในการปรับปรุง	17
	3.2.1 โปรแกรมหาจุดศูนย์กลางมวล	18
	3.2.2 โปรแกรมหาแรงที่แขน	19
	3.2.3 โปรแกรมรักษาสมดุล	20

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.3 การออกแบบและสร้างส่วนพัฒนา	21
3.3.1 การออกแบบและสร้างแขนบังคับเครื่องปลูกกระเทียม	21
3.3.2 การออกแบบและสร้างแท่นรองรับเครื่องยนต์	22
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	24
4.1 การหาจุดศูนย์กลางมวลโดยวิธีแขวน	24
4.2 การหาจุดศูนย์กลางมวลโดยวิธีชั่งน้ำหนัก	26
4.3 การทดสอบระยะของเครื่องยนต์	28
4.4 การทดสอบความยาวแขน	30
4.5 การทดสอบเมื่อปรับระยะเครื่องยนต์และความยาวแขน	31
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	34
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ของโปรแกรม	36
ภาคผนวก ข การทดสอบเครื่องปลูกเมื่อทำการปรับระยะเครื่องยนต์ และปรับความยาวแขน	45
ภาคผนวก ค การหาจุดศูนย์กลางมวลโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก	61
เอกสารอ้างอิง	63



## สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่	
รูปที่ 1.1	แสดงแรงงานในการปลูกกระเทียม	1
รูปที่ 1.2	แผนผังแสดงการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมจากอดีตถึงปัจจุบัน	2
รูปที่ 2.1	การกระจายน้ำหนักของรถไถเดินตาม	6
รูปที่ 2.2	ไถหัวหมุดิครถไถเดินตาม	8
รูปที่ 2.3	แรงภายนอกกระทำต่อรถไถเดินตามกับ ไถหัวหมู	9
รูปที่ 2.4	แรงภายนอกกระทำในแนวระดับ	10
รูปที่ 2.5	แรงภายนอกกระทำในแนวตั้ง	11
รูปที่ 2.6	แสดงการหาจุดศูนย์กลางด้วยวิธีแวน	12
รูปที่ 2.7	แสดงการหาจุดศูนย์กลางด้วยวิธีสมคูลย์	12
รูปที่ 2.8	แสดงการหาจุดศูนย์กลางด้วยวิธีซัง	13
รูปที่ 2.9	แสดงการหาระนาบใหม่เพื่อหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางด้วยวิธีการซัง	14
รูปที่ 2.10	การขยายรูปล้อหลังเพื่อแสดงวิธีหาค่า $X'$ และมุม $B_1$ ที่ถูกต้องมากขึ้น	15
รูปที่ 3.1	แสดงแผนผังการทำงานหลักและการส่งต่อข้อมูลของโปรแกรม	17
รูปที่ 3.2	แสดงแผนผังการทำงานของ โปรแกรมหาจุดศูนย์กลางมวล	18
รูปที่ 3.3	แสดงแผนผังการทำงานของ โปรแกรมหาแรงที่แขน	19
รูปที่ 3.4	แสดงแผนผังการทำงานของ โปรแกรมรักษาสมคูล	20
รูปที่ 3.5	แสดงตำแหน่งของแขนบังคับและแผ่นยางกลบร่อง	21
รูปที่ 3.6	กราฟแสดงการเลือกความยาวแขน	22
รูปที่ 3.7	แสดงความยาวแขนต่างๆ	22
รูปที่ 3.8	กราฟแสดงการเลือกระยะเครื่องยนต์	23
รูปที่ 3.9	แสดงแท่นรองเครื่องยนต์ใหม่	23
รูปที่ 4.1	แสดงการหาจุดศูนย์กลางมวลโดยการแขวนด้านหน้าและด้านหลัง	25
รูปที่ 4.2	แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว	25
รูปที่ 4.3	แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของเครื่องยนต์	25
รูปที่ 4.4	แสดงการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลโดยการชั่งน้ำหนัก	27
รูปที่ 4.5	แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของ โครงรถไถเดินตาม	27
รูปที่ 4.6	แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตาม	27
รูปที่ 4.7	แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว	28

## สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

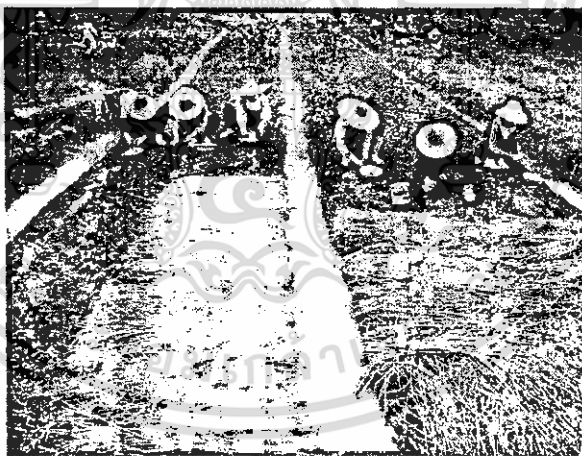
	หน้าที่	
รูปที่ 4.8	แสดงการทดสอบทางตรงและขณะเดียว	29
รูปที่ 4.9	แสดงการทดสอบหาความยาวแขน	31
รูปที่ 4.10	แสดงเครื่องที่ปรับระยะเครื่องยนต์และความยาวแขนแล้ว	32
รูปที่ 4.11	แสดงการทดสอบเครื่องเมื่อปรับระยะเครื่องยนต์และความยาวแขน	33
รูปที่ 5.1	แสดงลักษณะเครื่องปลุกกระเทียมที่ปรับปรุงแล้ว	34
รูปที่ 5.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว	35
รูปที่ ก.1	แสดงแผนผังการทำงานหลักและการส่งต่อข้อมูลของ โปรแกรม	36
รูปที่ ก.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่แขนกับระยะเครื่องยนต์	38
รูปที่ ก.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่แขนกับความยาวแขน	40
รูปที่ ก.4	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระยะการติดตั้งเครื่องยนต์	44
รูปที่ ข.1	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว	48
รูปที่ ข.2	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว	52
รูปที่ ข.3	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว	56
รูปที่ ข.4	แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว	60

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

กระเทียมเป็นพืชเศรษฐกิจพืชหลักของประเทศไทย นอกจากจะใช้ประกอบอาหารและยังเป็นพืชสมุนไพรรักษาโรคได้หลายชนิด ประเทศที่ผลิตกระเทียมได้มากคือ สาธารณรัฐประชาชนจีน เกาหลีใต้ และอินเดีย สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกกระเทียม 150,000-190,000 ไร่ ผลผลิตประมาณ 9,000 ตัน/ปี ผลผลิตสดเฉลี่ย 1,700-1,900 กิโลกรัม ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 429,441 ตัน ( พ.ศ. 2540 / 2541) ผลผลิตเฉลี่ย 2,051 กก./ไร่ (พ.ศ. 2540 / 2541) ราคาที่เกษตรกร ขายได้ 22 - 60 บาท/กก. (พ.ศ. 2541) ปริมาณที่ใช้ในประเทศ 429,416 ตัน (พ.ศ. 2541) การส่งออก ปริมาณ 25 ตัน มูลค่า 3.5 ล้านบาท ( พ.ศ.2540 ) แต่ก็ยังไม่เพียงพอกับความต้องการของคนไทย การที่จะเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกกระเทียมนั้นทำได้ยาก เนื่องจากการปลูกยังใช้แรงงานคนเป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดแนวคิดในการนำเครื่องปลูกมาใช้ทดแทนแรงงานคน

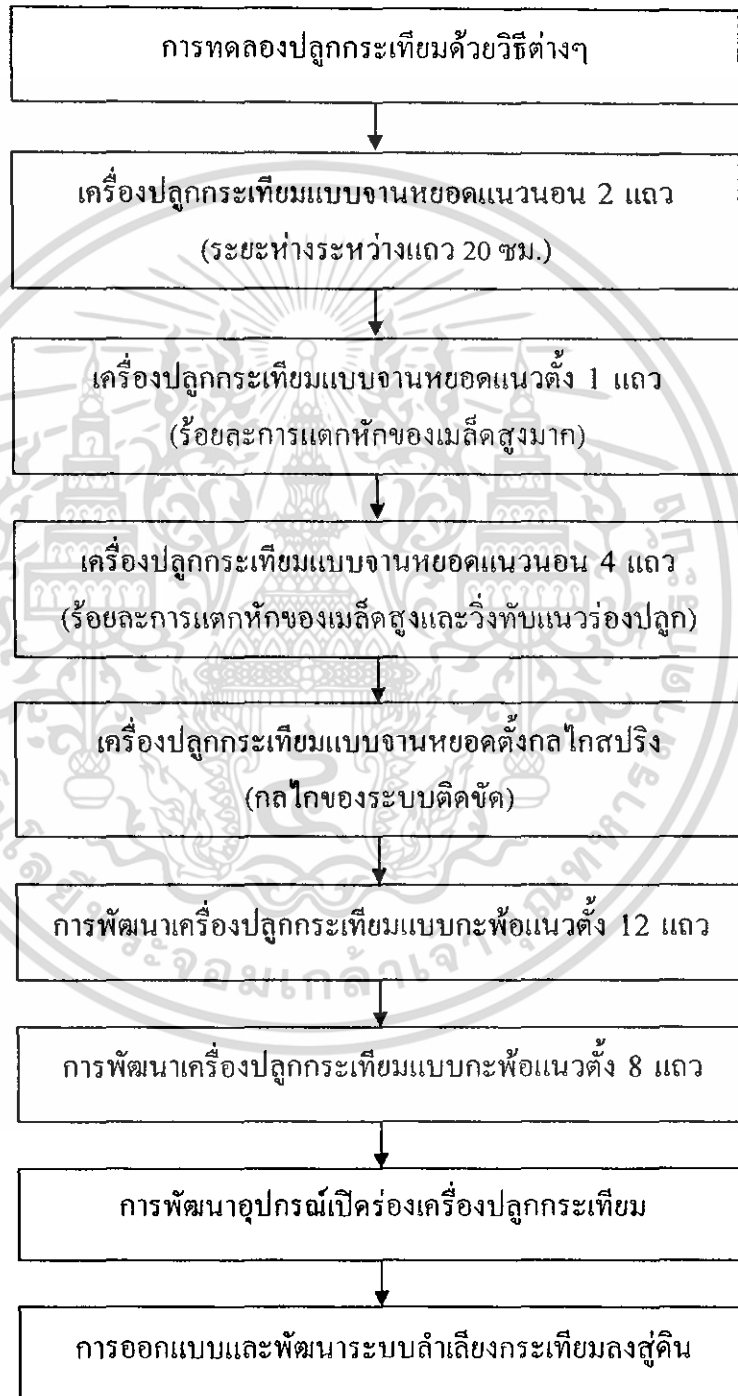


รูปที่ 1.1 แสดงแรงงานในการปลูกกระเทียม

การศึกษาและการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมที่ผ่านมา แนวทางหลักในการพัฒนา คือ กลไกการทำงานของเครื่องปลูกต้องไม่ซับซ้อน ง่ายแก่การสร้างและซ่อมบำรุง ปลูกได้ระยะแม่นยำตามต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีการผลิตภายในประเทศเป็นหลักและสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของเกษตรกรได้ แต่ปัญหาที่พบจากเครื่องปลูกกระเทียมต้นแบบที่จะนำมาศึกษาและพัฒนา คือ ความแม่นยำในการปลูก (ระยะปลูก 10 เซนติเมตร) และความคล่องตัวในการทำงานที่เกิดจาก

ตัวเครื่องปลูกมีน้ำหนักมาก คือ 205 กิโลกรัม ส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองมากและความคล่องตัวในการทำงานลดลง ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานไม่เป็นที่น่าพอใจ

การพัฒนาและออกแบบเครื่องปลูกกระเทียมได้มีการดำเนินการวิจัย ออกแบบและ พัฒนา โดย (รศ. จิราภรณ์ เบนจุงประภษรัตน์ และคณะ, 2542) มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 จนถึงปัจจุบัน โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้



รูปที่ 1.2 แผนผังแสดงการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมจากอดีตถึงปัจจุบัน

## การวิจัยทดลองและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียม

1.1.1 การทดลองปลูกกระเทียมด้วยวิธีต่างๆ 6 วิธีการ โดยมี การปลูกแบบปักกรากลงดิน รากชี้ขึ้น หงายกลีบ คว่ำกลีบ ตะแคง และแบบโรย ผลการจากการทำการปลูก 15 วัน การปลูกโดยวิธีดำและการโรยมีอัตราการงอกสูงกว่า 50 % และเมื่อปลูกได้ 29 วัน อัตราการงอกของการปลูกโดยวิธีการดำและการโรยมีอัตราการงอกราก 93 % การปลูกโดยวิธีที่มปลายลงดิน ให้อัตราการงอกต่ำสุดประมาณ 15 % สรุปได้ว่า การปลูกแบบโรยมีอัตราการงอกเท่ากับกระเทียมที่ปลูกโดยใช้วิธีแบบเกษตรกร

1.1.2 การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอด 2 แถว ในปี 2542 ผลการทดลองจะเห็นว่า อัตราการไหลออกของกระเทียม ที่ถูกหยอดเมื่อกระเทียมบรรจุเต็มถึงจะมากกว่ากระเทียมที่บรรจุครึ่งถึง 2.91 % อีกทั้งรูหยอดวงนอกจะมีอัตราการหยอดกระเทียมสูงกว่ารูหยอดวงในและทั้งสองรูมีอัตราการหยอดกระเทียมสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้

1.1.3 การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอดแนวตั้ง 1 แถว ในปี 2543 พบว่าการทดสอบในช่วงต้นๆ สามารถหยอดกระเทียมได้ในระยะที่ต้องการกลีบกระเทียมลงมาอย่างสม่ำเสมอ แต่เมื่อทดสอบไปนานๆ พบว่ากลีบกระเทียมมีการอุดตันทางออกระหว่างท่อ นำเมล็ด เนื่องจากการเสียดสีของงานหยอดทำให้เศษกระเทียมอุดตัน

1.1.4 การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอด 4 แถว ในปี 2545 พบว่าไม่สามารถทำการตรวจสอบได้ เนื่องจากเกิดการติดขัด ในระบบหยอด เมื่อทำการทดสอบไปประมาณ 30 นาที เนื่องจากกลีบกระเทียมที่แตกก่อนหน้านี้จับกันเป็นกาวเหนียวทำให้งานหยอดหมุนฝืดมาก

1.1.5 การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอดกลไกสปริง ปี 2545 พบว่าเครื่องปลูกแบบนี้มีการปล่อยกระเทียมปริมาณมากกว่าที่ออกแบบไว้ 10) กลีบ / m (และมีการจ่ายกระเทียมไม่สม่ำเสมอเมื่อกระเทียมเต็มถึง ส่วนผลการจ่ายกระเทียมเมื่อบรรจุ 5/1 ถึง พบว่าค่อนข้างสม่ำเสมอแต่ปริมาณมากเกินไป ส่วนค่าการแตกหักพบว่าเมื่อความเร็วมากขึ้นการแตกหักก็มากขึ้นด้วย

1.1.6 การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอดแนวตั้ง 12 แถว ในปี 2545 พบว่า มีการอุดตันในช่องทางออกและกระพ้อ เมื่อกระเทียมมีขนาดใหญ่ และเนื่องจากช่องว่างระหว่างแถวน้อยจึงทำให้เกิดการพุนของดินหน้าชุดเปิดร่องทำให้กำลังดูดลากของเครื่องไม่พอหรือลื้อฟรีได้เพราะกองดินที่ขวางอยู่

1.1.7 การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอดกระพ้อแนวตั้ง 8 แถว ในปี 2546 เป็นเครื่องที่พัฒนามาจากเครื่องปลูกแบบงานหยอดแบบแนวตั้ง 12 แถว เพื่อลดปัญหาการพุนของดินหน้าตัวเปิดร่องและพัฒนา รูปแบบและขนาดกระพ้อลำเลียงให้ไม่มีการอุดตัน แต่ปัญหาที่พบคือความแม่นยำในการปลูกยังไม่ดีนัก เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกของเกษตรกร และเมื่อทำการขึ้นร่องใหม่ จำต้องทำการเว้นระยะช่วงปลูกเพราะลื้อบังค้ำความลึกกว้างกว่าช่องเปิดร่องอาจทำให้ทับรอยเก่าได้

การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมที่กล่าวมาแล้วนั้นเป็นการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาระบบหยอด ท่อน้ำเมล็ด ความสม่ำเสมอของระยะปลูก ตัวเปิดร่อง และการสิ้นไถล แต่ก็ยังมีปัญหาเกิดขึ้นกับเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานกระพ้อแนวตั้ง 10 แถว คือ ความคล่องตัวขณะปฏิบัติงานน้อย การสิ้นไถลเนื่องจากน้ำหนักถ่วง ทำให้ระยะในการปลูกไม่สม่ำเสมอ จึงได้ศึกษากลศาสตร์รถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 เพื่อปรับปรุงเครื่องปลูกกระเทียมต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาพิกัดและระยะของแรงที่เกิดขึ้นของรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว เพื่อเพิ่มเสถียรภาพและความคล่องตัวในการทำงานโดยลดแรงที่แขนจับสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

1.2.2 เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานและประสิทธิภาพในการปลูกของเครื่องปลูกกระเทียมแบบงานกระพ้อจำนวน 10 แถว

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาแรงทั้งหมดที่เกิดขึ้นของรถไถเดินตาม 5 แรงม้าและรถไถเดินตาม 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว

1.3.2 เขียนโปรแกรมอธิบายการเกิดขึ้นของแรงเบื้องต้น

1.3.3 ศึกษาสมมูลของรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า ต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียมจำนวน 10 แถว เป็นการหาตำแหน่งการเกิดแรงที่แขนจับที่เหมาะสมที่สุด โดยมีการปรับระยะติดตั้งเครื่องต้นกำลังและระยะแขนจับ

1.3.4 เปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณและผู้ปฏิบัติงานจริง

## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 แรงกระทำที่แขนบังคับเครื่องปลูกจะต้องมีน้อยที่สุดขณะทำงาน (ผู้ปฏิบัติงานทำงานสะดวกสบายมากขึ้น)

1.4.2 เพิ่มความคล่องตัว ทำให้ได้ประสิทธิภาพการทำงาน

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การศึกษากลศาสตร์รถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว ได้นำหลักการของการวิเคราะห์ กลศาสตร์รถไถเดินตามและอุปกรณ์เตรียมดิน และกลศาสตร์ของรถแทรกเตอร์ มาใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ เพื่อนำผลที่ได้มาเขียนโปรแกรมโดยใช้ visual c++

ซึ่งการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมมีประโยชน์มากในช่วยวิเคราะห์ เนื่องจากผลที่ได้จะสามารถกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ เพื่อการทดสอบการทดสอบหาคำตอบจริงในทางปฏิบัติ และเป็นการประหยัดเวลา และงบประมาณ

#### 2.1 กลศาสตร์รถไถเดินตามและอุปกรณ์เตรียมดิน (สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์. 2539.)

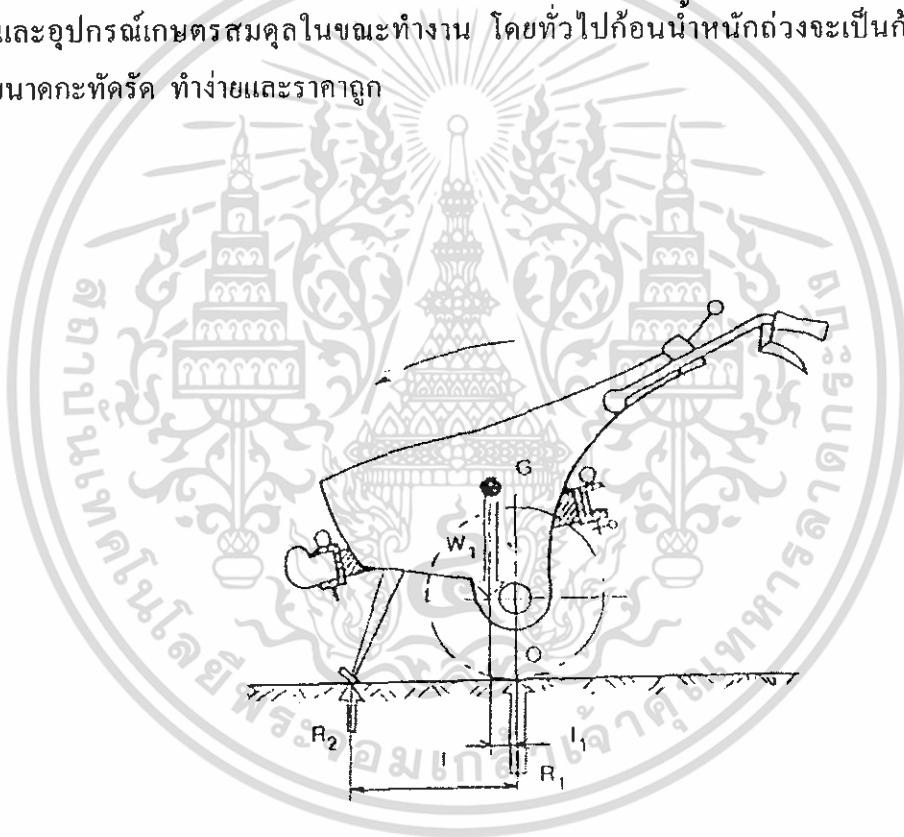
กลศาสตร์รถไถเดินตามก็คล้ายคลึงกับกลศาสตร์รถแทรกเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของแรงภายนอก (external forces) ที่กระทำต่อรถไถเดินตาม นอกจากนั้นกลศาสตร์รถไถเดินตามยังเป็นปัญหาเชิงซ้อน เพราะว่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบมีจำนวนมาก และพารามิเตอร์เหล่านี้สามารถมีค่าเปลี่ยนแปลงตามสภาพการใช้งานและองค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงในสภาพพื้นที่ทำงานของรถไถเดินตาม และชนิดอุปกรณ์เตรียมดิน หนึ่งองค์ประกอบบางส่วนต่อไปนี้มีผลทำให้การศึกษวิเคราะห์กลศาสตร์รถไถเดินตามมีความยากมากขึ้น คือ

- (1) ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง
- (2) ชนิดอุปกรณ์มูลดาก
- (3) การออกแบบและตำแหน่งของจุดพ่วงอุปกรณ์
- (4) คุณสมบัติแรงต้านทานของอุปกรณ์เตรียมดิน
- (5) สภาพพื้นที่ผิวสัมผัสของอุปกรณ์มูลดาก
- (6) ความเร็วและความเร่งการเคลื่อนที่

วัตถุประสงค์การวิเคราะห์กลศาสตร์รถไถเดินตามและอุปกรณ์เตรียมดิน ก็เพื่อหาความสัมพันธ์ของแรงภายนอกที่กระทำต่อรถไถเดินตาม และอุปกรณ์เตรียมดินในสภาพการทำงานปกติ ขนาด หิสทาง และตำแหน่งของแรงภายนอกในสภาวะการทำงานดังกล่าว จะเป็นประโยชน์สำหรับใช้ออกแบบรถไถเดินตาม ล้อขับเคลื่อน และอุปกรณ์เตรียมดิน เพราะว่ารถไถเดินตามไม่สามารถทำงานได้ดีและมีเสถียรภาพ โดยปราศจากอุปกรณ์เกียรและล้อขับเคลื่อนที่เหมาะสม

### 2.1.1 กลศาสตร์รถไถเดินตาม

รถไถเดินตามมีล้อขับเคลื่อนเพียงสองล้อ ดังนั้นขณะรถจอดการกระจายน้ำหนักของตัวรถไถเดินตามลงบนล้อทั้งสอง และขาตั้งหน้า การที่น้ำหนักของตัวรถกระจายมาข้างหน้ามากกว่าข้างหลัง เพราะว่าเมื่อติดอุปกรณ์เตรียมดินที่จุดพ่วงอุปกรณ์หลังก็ทำให้น้ำหนักอุปกรณ์เตรียมดิน และแรงต้านทานดินที่กระทำต่ออุปกรณ์เตรียมดินในขณะที่ทำงานช่วยถ่วงข้างหลัง ทำให้น้ำหนักตัวรถไถเดินตามเงยขึ้นมาอยู่ในตำแหน่งสมดุล บางกรณีจะต้องใช้ก้อนน้ำหนักถ่วงที่อุปกรณ์เกษตร ถ้าหากเครื่องยนต์มีน้ำหนักมากและแรงต้านทานดินน้อย อนึ่ง กรณีรถไถเดินตามขนาดเล็กใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีนที่มีน้ำหนักน้อย เมื่อติดอุปกรณ์เตรียมดินทำงานก็จะทำให้น้ำหนักกระจายมาทางหลังตัวรถมากเกินไป จำต้องเอาก้อนน้ำหนักขนาดที่เหมาะสมถ่วงที่จุดพ่วงอุปกรณ์หน้า เพื่อให้ตัวรถไถเดินตามและอุปกรณ์เกษตรสมดุลในขณะที่ทำงาน โดยทั่วไปก้อนน้ำหนักถ่วงจะเป็นก้อนเล็กหล่อ เพราะมีขนาดกะทัดรัด ทนง่ายและราคาถูก



รูปที่ 2.1 การกระจายน้ำหนักของรถไถเดินตาม

เมื่อรถไถเดินตามอยู่ในสภาพสมดุล สมการสมดุลของแรงภายนอกทั้งหมดในแนวตั้งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$R_1 + R_2 = W \quad (1)$$

และสมการโมเมนต์รอบจุด O ก็เขียนได้ดังนี้

$$R_2 \times I = W \times I_1$$

$$R_2 = \left( \frac{I_1}{I} \right) W \quad (2)$$

เมื่อแทนสมการที่ 2 ในสมการที่ 1 จะได้สมการหาค่าของ  $R_1$  ดังนี้

$$R_1 = \left( 1 - \frac{I_1}{I} \right) W \quad (3)$$

เมื่อ

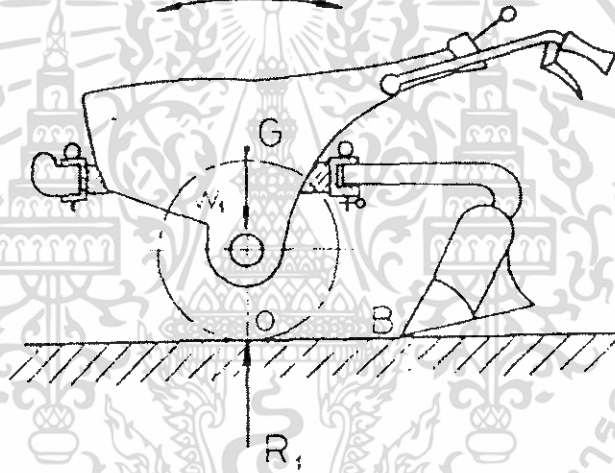
- $R_1$  เป็นแรงปฏิกิริยาที่ล้อ ,kN
- $R_2$  เป็นแรงปฏิกิริยาที่ขาตั้ง ,kN
- $W$  เป็นน้ำหนักรถไถเดินตาม ,kN
- $I$  เป็นระยะห่างระหว่างขาตั้งกับจุดศูนย์กลางล้อ ,cm
- $I_1$  เป็นระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางล้อกับจุดศูนย์กลางล้อ ,cm

เมื่อพิจารณากลศาสตร์เฉพาะตัวรถไถเดินตามจะพบว่าตำแหน่งจุดศูนย์กลางล้อจะเอียงมาทางหน้าของจุดศูนย์กลางล้อ ทำให้ตัวรถเอียงมาทางข้างหน้า ดังนั้นจึงต้องมีขาตั้งช่วยค้ำขณะจอด และขาตั้งนี้สามารถยกขึ้นเก็บได้แทนเครื่องยนต์ขณะรถไถเดินตามเคลื่อนที่

### 2.1.2 กลศาสตร์ระหว่างรถไถเดินตามกับไถหัวหมู

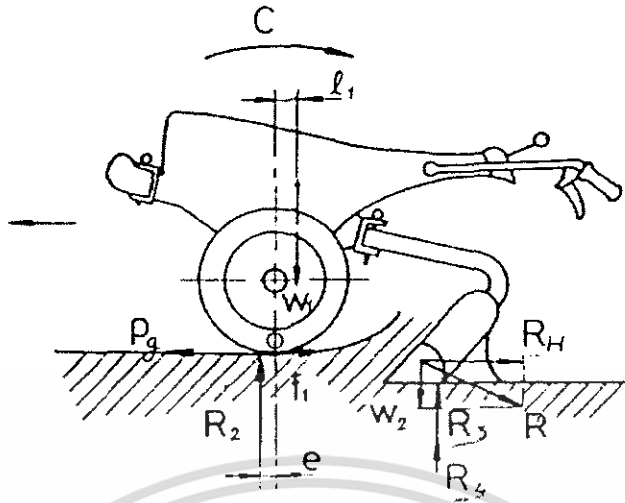
ในการไถดินรถไถเดินตามจะใช้ล้อเหล็กวงเดี่ยวและไถหัวหมูติดที่จุดพ่วงอุปกรณ์หลังทำให้หน้าตัวรถไถเดินตามยกขึ้นและอยู่ในสภาพสมดุล ดังแสดงในรูปที่ 2.8 โดยทั่วไปเมื่อติดไถหัวหมุกับรถไถเดินตามแล้ว น้ำหนักรวม  $W_1, kN$  จะไม่ผ่านตำแหน่งจุดศูนย์กลางล้อพอดี แต่จะเอียงมาข้างหน้าตัวรถเล็กน้อย เพราะว่าจะมีแรงต้านทานดินกระทำต่อไถหัวหมู ทำให้ตัวรถไถเดินตามถูกถ่วงเพิ่มข้างหลัง แต่ถ้าหากแรงต้านทานดินน้อยไม่เพียงพอ ก็จะต้องหาถ่วงน้ำหนักถ่วงที่ไถหัวหมู เพื่อจะทำให้พอดีกับน้ำหนักส่วนที่ถ่วงข้างหน้า รถไถเดินตามก็จะมีเสถียรภาพและสมดุลขณะไถดิน ผู้ใช้ก็ไม่ต้องออกแรงกดหรือยกคันมือถือมากทำให้ไม่เหนื่อยลำทำงานได้อย่างสะดวกและปลอดภัย ดังนั้นความสมดุลระหว่างรถไถเดินตามและอุปกรณ์ที่พ่วงข้างหลังในระหว่างการทำงานนั้นมีความสำคัญมาก

โรงงานทำรถไถรถเดินตามส่วนใหญ่ในประเทศไทยประเทศมักจะไม่ทราบและเข้าใจเรื่องการถ่วงสมดุลเพราะว่าโรงงานเหล่านี้ไม่ได้ออกแบบรถไถเดินตามและอุปกรณ์เกษตรพร้อมๆกัน นอกจากนั้นเครื่องยนต์ก็ไม่ได้ติดตั้งจากโรงงาน ผู้ซื้อจะเลือกซื้อขนาดเครื่องยนต์ต่างหากเอง จากนั้นจึงค่อยนำเครื่องยนต์ติดบนแท่นเครื่องยนต์ของรถไถเดินตาม เครื่องยนต์ที่มีขนาดต่างกันก็จะมีน้ำหนักต่างกัน และตำแหน่งการติดตั้งเครื่องยนต์ก็จะมีผลต่อการถ่วงดุล ดังนั้นจึงทำให้การออกแบบขนาดค้อนน้ำหนักถ่วงที่เหมาะสมได้ยาก จึงมีผลทำให้เมื่อนำรถไถเดินตามและไถหัวหมูมาใช้งานร่วมกันจึงมักจะมีปัญหาเกิดขึ้นเสมอ ดังนั้นในงานวิจัยและพัฒนารถไถเดินตามจะเน้นเฉพาะการออกแบบและสร้างต้นแบบรถไถเดินตามอย่างเดียวไม่ได้ จะต้องพิจารณาถึงอุปกรณ์เกษตรที่ใช้ทำงานร่วมกับรถไถเดินตามด้วย



รูปที่ 2.2 ไถหัวหมูติดรถไถเดินตาม

ลักษณะการสมดุลของรถไถเดินตามกับไถหัวหมู ที่มีแรงภายนอกกระทำที่จุดศูนย์กลางถ่วงล้อ และไถหัวหมู แสดงในรูปที่ 2.9 แรงเหล่านี้สามารถแยกพิจารณาได้ 4 กลุ่มดังนี้



รูปที่ 2.3 แรงภายนอกกระทำต่อรถไถเดินตามกับไถหัวหมู

- 1) แรงปฏิกิริยาลัพธ์ดิน  $R_2$  , kN กระทำที่ล้อตรงตำแหน่งจุดศูนย์กลางพื้นที่สัมผัสระหว่างล้อกับพื้นดินซึ่งอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางล้อเป็นระยะ  $e$  , cm (แสดงในรูปที่ 2.9)
- 2) น้ำหนักรวมของรถไถเดินตามและไถหัวหมู  $W_1$  , kN กระทำที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางวงซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งห่างจากจุดศูนย์กลางล้อเป็นระยะ  $l_1$  , cm (แสดงในรูปที่ 2.9)
- 3) แรงปฏิกิริยาลัพธ์ดิน  $R$  , kN กระทำที่ไถหัวหมูเป็นมุมเอียงประมาณ 20 องศาจากแนวราบสำหรับไถหัวหมูแบบเอเชีย และมุมนี้มีค่าประมาณ 18 องศา สำหรับไถหัวหมูแบบยุโรป แรงลัพธ์  $R$  เกิดจากแรงต้านทานดิน และแรงต้านทานดินที่กระทำต่อไถหัวหมูและสามารถแยกออกเป็นแรงปฏิกิริยาข้อยในแนวระดับ  $R_H$  และในแนวตั้ง  $W_2$  (แสดงในรูปที่ 2.9)
- 4) แรงปฏิกิริยาดิน  $R_3$  , kN และแรง  $R_4$  , kN กระทำที่ฐานไถ โดยแรง  $R_3$  เป็นแรงปฏิกิริยาดินอันเนื่องมาจากน้ำหนักรวม  $W_1$  ส่วนแรง  $R_4$  เป็นแรงปฏิกิริยาอันเนื่องมาจากแรงต้านทานดินข้อยที่กระทำต่อไถในแนวตั้ง  $W_2$  (แสดงในรูปที่ 2.9)

### 2.1.3 การวิเคราะห์ความสมดุลของแรงภายนอกในแนวระดับ

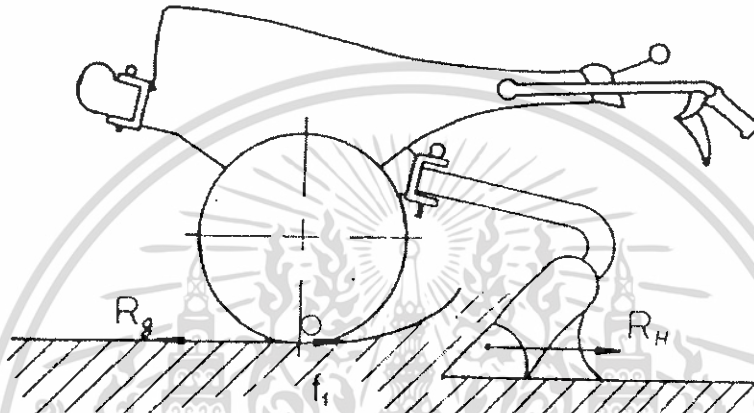
เมื่อรถไถเดินตามและไถหัวหมูทำงานอยู่ในสภาพสมดุล ผลรวมของแรงภายนอกทั้งหมดที่อยู่ในแนวระดับมีค่าเป็นศูนย์ และขณะที่รถไถเดินตามไถดินจะใช้อัตราเร็วต่ำและคงที่สม่ำเสมอ ทำให้แรงต้านทานความเร่งเฉลี่ย  $A$  มีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นสมการความสมดุลของแรงในแนวระดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 สามารถเขียนได้ดังนี้

$$P_g - f_1 - R_H = 0 \quad (26)$$

หรือ

$$R_H = P_g - f_1 \quad (27)$$

- เมื่อ  $R_H$  เป็นแรงปฏิกิริยาดินกระทำต่อไถหัวหมูในแนวระดับ ,kN  
 $P_g$  เป็นแรงจุดลากรวม .kN  
 $f_1$  เป็นแรงต้านทานการเคลื่อนที่ ,kN



รูปที่ 2.4 แรงภายนอกกระทำในแนวระดับ

#### 2.1.4 การวิเคราะห์ความสมดุลของแรงภายนอกในแนวตั้ง

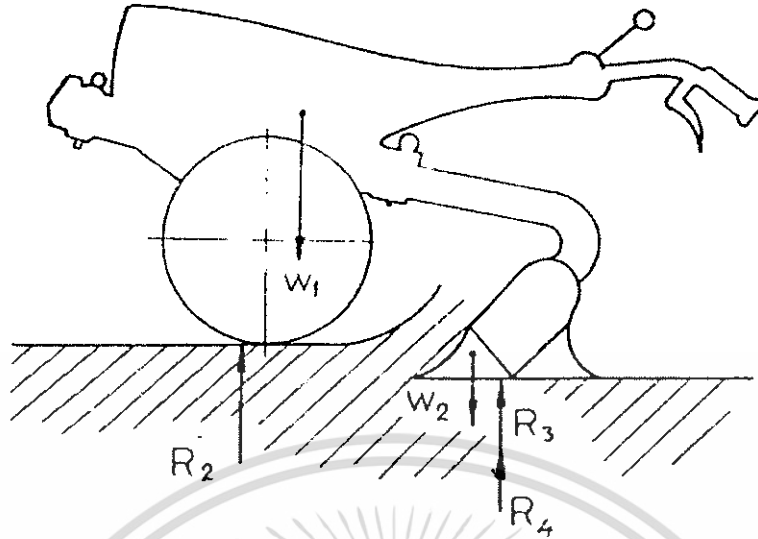
เมื่อรถไถเคลื่อนตามและไถหัวหมูทำงาน ไถเคลื่อนร่วมกันและอยู่ในสภาพสมดุล ผลรวมของแรงภายนอกทั้งหมดที่กระทำอยู่ในแนวตั้งมีค่าเป็นศูนย์ และพื้นดินช่วยพยุงรถไถเคลื่อนตามและไถหัวหมูสองตำแหน่ง คือ ล้อขับเคลื่อน และฐานไถ จึงมีแรงภายนอกกระทำที่สองตำแหน่งนี้ด้วย ดังรูปที่ 2.11 สมการความสมดุลของแรงภายนอกทั้งหมดในแนวตั้งสามารถเขียนได้ดังนี้

$$R_2 + R_3 + R_4 - W_1 - W_2 = 0 \quad (28)$$

หรือ

$$R_2 = W_1 + W_2 - R_3 - R_4 \quad (29)$$

แนวแรงปฏิกิริยาดินกระทำต่อล้อในแนวตั้ง  $R_2$  จะไม่ผ่านจุดศูนย์กลางล้อ แต่แนวแรงจะเอียงไปข้างหน้าเล็กน้อย เพราะเมื่อพิจารณาจากเส้นที่ผ่านจุดศูนย์กลางล้อขึ้นผิวดินที่สัมผัสล้อด้านหน้า เส้นตั้งนี้มากกว่าด้านหลัง



รูปที่ 2.5 แรงภายนอกกระทำในแนวนิ่ง

สำหรับการวิเคราะห์น้ำหนักเคลื่อนย้ายของรถไถเดินตามขณะไถดิน ก็สามารถคำนวณได้จากผลต่างระหว่างแรง  $R_1$  และ  $R_2$  ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{W.T.} &= R_1 + R_2 \\ &= W_1 - W_1 - W_2 + R_3 + R_4 \\ &= R_3 + R_4 - W_2 \end{aligned} \quad (30)$$

น้ำหนักเคลื่อนย้ายของรถไถเดินตามขณะไถดินโดยทั่วไปจะมีค่าไม่มาก เพราะหากมีค่ามาก ผู้ใช้จะต้องออกแรงช่วยยกกันมือถือ หรือออกแบบให้มีล้อควบคุมความลึกในการไถ เพื่อรักษาความเหมาะสมของความลึกให้สม่ำเสมอ นอกจากนั้นก็อาจจะคำนวณขนาดก้อนน้ำหนักถ่วงที่เหมาะสม

## 2.2 กลศาสตร์ตัวรถแทรกเตอร์

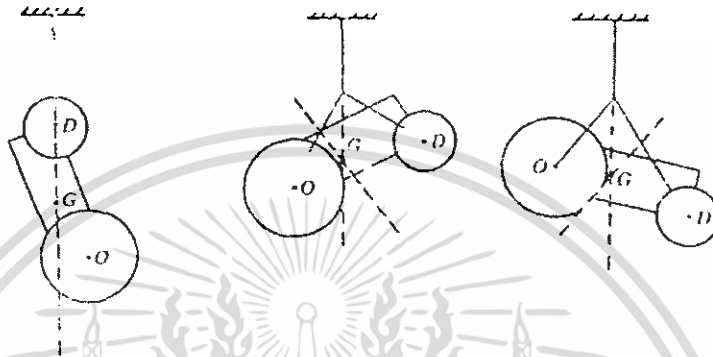
### 2.2.1 วิธีหาจุดศูนย์กลางถ่วง (Center of Gravity)

จุดศูนย์กลางถ่วงของรถแทรกเตอร์ หมายถึง จุดที่น้ำหนักทั้งหมดของตัวรถแทรกเตอร์กระทำ ดังนั้นการวิเคราะห์กลศาสตร์ของตัวรถแทรกเตอร์ด้วยการใช้น้ำหนักทั้งหมดของรถกระทำผ่านจุดศูนย์กลางถ่วงเมื่อตัวรถแทรกเตอร์ไม่อยู่ในแนวราบจะทำได้ง่ายกว่าการแทนด้วยน้ำหนัก  $W_1$  และ  $W_2$  กรณีเช่นนี้จึงจำเป็นต้องหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วง แต่เนื่องจากตัวรถแทรกเตอร์ประกอบขึ้นด้วยส่วนต่างๆจึงทำให้รูปร่างของรถยากต่อการวิเคราะห์หาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วง

เนื่องจากตัวรถแทรกเตอร์จะสมมาตรตามระนาบแนวนิ่งที่ผ่านจุดกึ่งกลางของเพลาล้อรถ ดังนั้นจุดศูนย์กลางถ่วงของรถจะอยู่ในระนาบนี้ วิธีทดลองหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วงรถกระทำได้ 3 วิธีดังนี้

### (1) วิธีแขวน (Suspension Method)

วิธีนี้จะกระทำได้ง่ายหากมีเครื่องตั้งรถแทรกเตอร์ขึ้นหรือเครื่องยก ดังแสดงในรูปที่ 2.12 จุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์จะอยู่ในระนาบตั้งผ่านจุดแขวนและเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของจุดแขวนใหม่ก็จะได้แนวราบตั้งใหม่ จุดที่เกิดจากแนวระนาบทั้งสองตัดกันจะเป็นตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์



รูปที่ 2.6 แสดงการหาจุดศูนย์ถ่วงด้วยวิธีแขวน

### (2) วิธีสมดุล (Balancing Method)

วิธีนี้เหมาะสำหรับการใช้หาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงอย่างประมาณของรถแทรกเตอร์ล้อตีนตะขาบ โดยการใช้ท่อนไม้ขนาดหนาไม่ต่ำกว่า 6 นิ้ว และยาวกว่าความกว้างทั้งหมดของรถวางบนพื้นราบ จากนั้นจับรถแทรกเตอร์ด้วยความเร็วช้าๆ ขึ้นบนท่อนไม้จนกระทั่งรถอยู่ในสภาพสมดุลจะได้แนวระนาบตั้งหนึ่ง ต่อมาให้ถอยหลังรถขึ้นท่อนไม้จนกระทั่งรถอยู่ในสภาวะสมดุลบนท่อนไม้ก็จะได้แนวระนาบตั้งใหม่ซึ่งตัดกับแนวระนาบตั้งเดิมที่จุดๆหนึ่ง และจุดตัดนี้จะเป็นตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของรถ ดังแสดงในรูปที่ 2.13

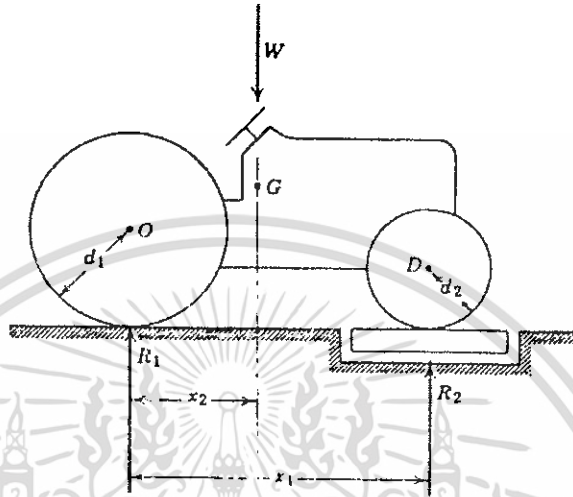


รูปที่ 2.7 แสดงการหาจุดศูนย์ถ่วงด้วยวิธีสมดุล

### (3) วิธีชั่ง (Weighing Method)

การหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงด้วยวิธีชั่งสามารถทำได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 2.14 และตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ในระนาบตั้งซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$x_2 = \frac{R_2 x_1}{W} \quad (1)$$



รูปที่ 2.8 แสดงการหาจุดศูนย์กลางด้วยวิธีซึ่ง

ถ่ายกล้อหน้าของรถแทรกเตอร์ให้สูงขึ้นเป็นระยะ  $y_2$  จากนั้นซึ่งหาหน้าหนักของ  $R'_2$  ระบายใหม่ซึ่งมีจุดศูนย์กลางอยู่สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังแสดงในรูปที่ 2.15

$$x'_2 = \frac{R'_2 x'_1}{W}$$

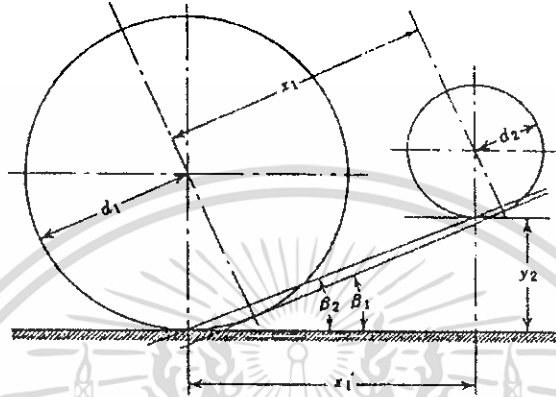
การตัดกันของระนาบทั้งสองจะได้ตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง  $G$  การกำหนดตำแหน่งนี้โดยการลากแนวระนาบทั้งสองไว้ข้างรถแทรกเตอร์ ค่าของ  $X'_1$  สามารถคำนวณอย่างประมาณได้จากสมการ

$$X'_1 \approx X_1 \cos B_1 \quad (2)$$



ในรูปที่ 2.16 แสดงระยะที่ถูกตัดของ  $X_1$  และมุม  $B_1$  ก็สามารรถคำนวณได้ใกล้เคียงค่าที่ถูกตัดจากสมการนี้

$$B_1 \approx \frac{\tan^{-1} y_2}{x'_1} \quad (8)$$



รูปที่ 2.10 การขยายรูปถ้อยหลังเพื่อแสดงวิธีหาค่า  $X'_1$  และมุม  $B_1$  ที่ถูกต้องมากขึ้น

### บทที่ 3

#### การออกแบบและพัฒนา

การออกแบบและพัฒนาเครื่องเครื่องปลูกกระเทียมต่อพวงรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า ซึ่งได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ( รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์และคณะ, 2542 ) ทำให้ได้รูปแบบของเครื่องปลูกกระเทียมที่เหมาะสมที่สุด เป็นรูปแบบของรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าต่อพวงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว ซึ่งในการทำงานของเครื่องปลูกกระเทียมแบบนี้จะพบปัญหาที่ควรทำการพัฒนา ได้แก่

1. ความคล่องตัวในการทำงาน ซึ่งความคล่องตัวในการทำงาน โดยเฉพาะช่วงการทำงานที่ ต้องมีการเลี้ยวบริเวณหัวแปลงนั้นมีความคล่องตัวน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากรถไถเดินตามขนาดเล็กที่ผลิตในประเทศไทยจะไม่มีระบบบีบเลี้ยว
2. การจมตัวของล้อ เนื่องจากในขณะที่เครื่องปลูกกระเทียมทำงานนั้นจะต้องมีการถ่วงน้ำหนักทางด้านหน้าอย่างน้อย 30 กิโลกรัมเพื่อทำให้เกิดสภาวะสมดุล แรงที่แขนอยู่ในช่วงที่คนสามารถทำงานได้
3. ระยะการปลูกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งระยะการปลูกที่ต้องการนั้นคือ ระยะ 10 เซนติเมตร แต่เนื่องจากการจมตัวของล้อ จึงทำให้เกิดปัญหาระยะการปลูกไม่สม่ำเสมอตามมาเป็นปัญหาเกี่ยวเนื่องกัน

#### 3.1 แนวทางและขั้นตอนการพัฒนา

##### 3.1.1 แนวทางการพัฒนา

การศึกษาความรู้ทางกลศาสตร์และการวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่จะทำการพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมนั้น ทำให้ได้แนวทางในการพัฒนาดังนี้

(1) ลดแรงที่แขนบังคับของเครื่องปลูกกระเทียมให้อยู่ในช่วง 15 – 25 กิโลกรัม โดยแรงที่อยู่ในช่วง 15 – 25 กิโลกรัมนี้เป็นช่วงของแรงที่คนสามารถทำงานได้อย่างสบายในสภาพการทำงานที่ต้องยกของที่ระดับเอว

(2) ทำการปรับปรุงเครื่องปลูกกระเทียมโดยไม่ทำการถ่วงน้ำหนักเพิ่ม ซึ่งการถ่วงน้ำหนักจะทำให้เกิดปัญหาการจมตัวของล้อเกิดการสั่นไถลและทำให้อัตรการสิ้นเปลืองพลังงานสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข

(3) ทำการปรับปรุงเครื่องปลุกกระเทียมโดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อกลไกการหยอดของเครื่องปลุกกระเทียม เนื่องมาจากกลไกการหยอดของเครื่องปลุกกระเทียมนี้ได้ทำการออกแบบและพัฒนาโดย รศ.จิราภรณ์ เบลูจประภาสรัตน์ และคณะตั้งแต่ปี 2542 จนได้รูปแบบที่เหมาะสมแล้ว เมื่อพิจารณาแนวทางการพัฒนาเครื่องปลุกกระเทียมที่กล่าวมาข้างต้นแล้วพบว่า เงื่อนไขที่สามารถทำการพัฒนาได้คือ การย้ายตำแหน่งของเครื่องชนิดต้นกำลัง และการปรับความยาวของแขนบังคับของเครื่องปลุกกระเทียม

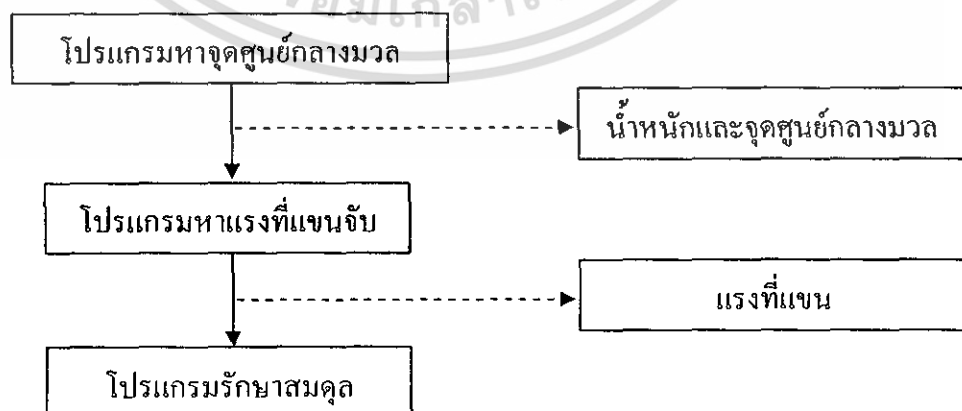
### 3.1.2 ขั้นตอนการพัฒนา

แนวทางการพัฒนาที่ได้ในข้างต้น สามารถวางขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาได้ ดังนี้คือ

- (1) ศึกษาเอกสารบรรณวิทยาด้านเทคโนโลยี เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาเครื่องปลุกกระเทียม
- (2) จัดทำโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์หาเงื่อนไขต่างๆที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องปลุกกระเทียมเพื่อลดแรงกระทำที่แขนจับของรถไถเดินตาม
- (3) ทำการปรับปรุงและทดสอบเครื่องปลุกกระเทียมที่ได้ทำการปรับปรุงแล้ว

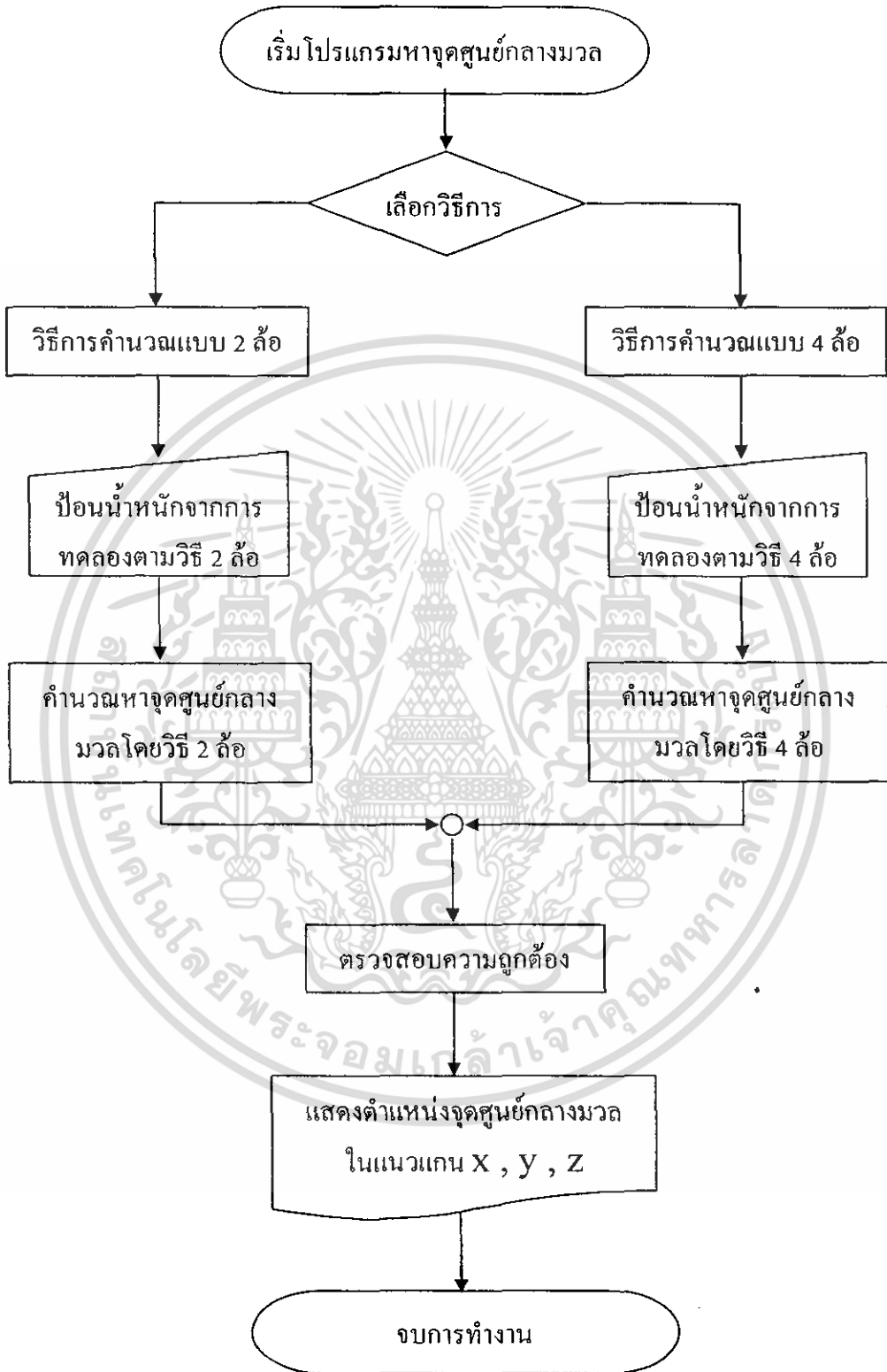
### 3.2 การเขียนโปรแกรมหาเงื่อนไขในการปรับปรุง

การเขียนโปรแกรมเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการพัฒนาเครื่องปลุกกระเทียมนั้นเป็นการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษา มาเขียนเป็นโปรแกรมโดยเลือกใช้ภาษา C++ ทำการเขียนโปรแกรม ในโปรแกรมที่ได้จัดทำขึ้นมานั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 โปรแกรมหลักคือ โปรแกรมหาจุดศูนย์กลางมวล โปรแกรมหาแรงที่แขน และ โปรแกรมรักษาสมดุล โดยการทำงานของโปรแกรมนั้นจะทำงานตามลำดับและส่งข้อมูลให้แก่กันอย่างต่อเนื่อง



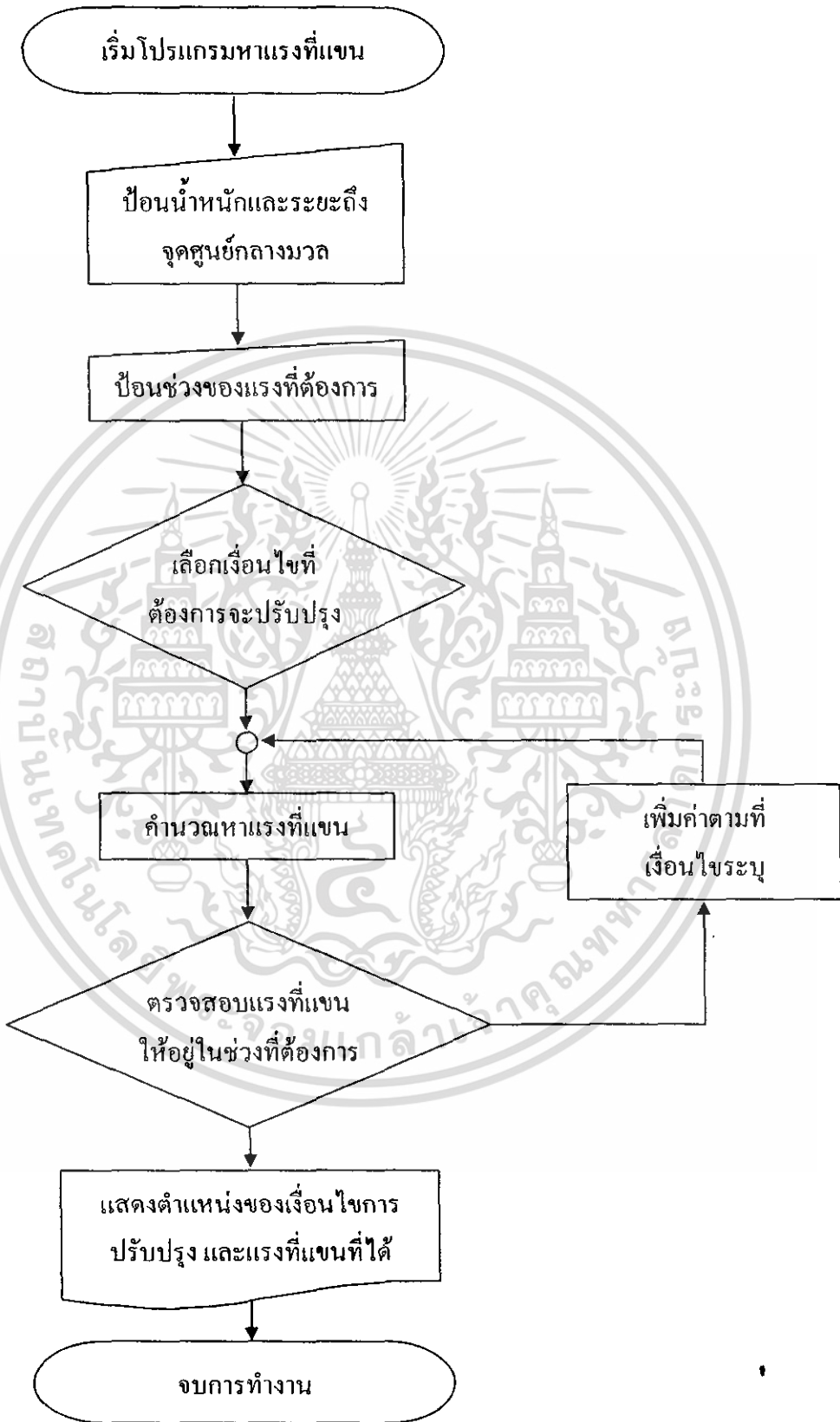
รูปที่ 3.1 แสดงแผนผังการทำงานหลักและการส่งต่อข้อมูลของโปรแกรม

## 3.2.1 โปรแกรมหาจุดศูนย์กลางมวล



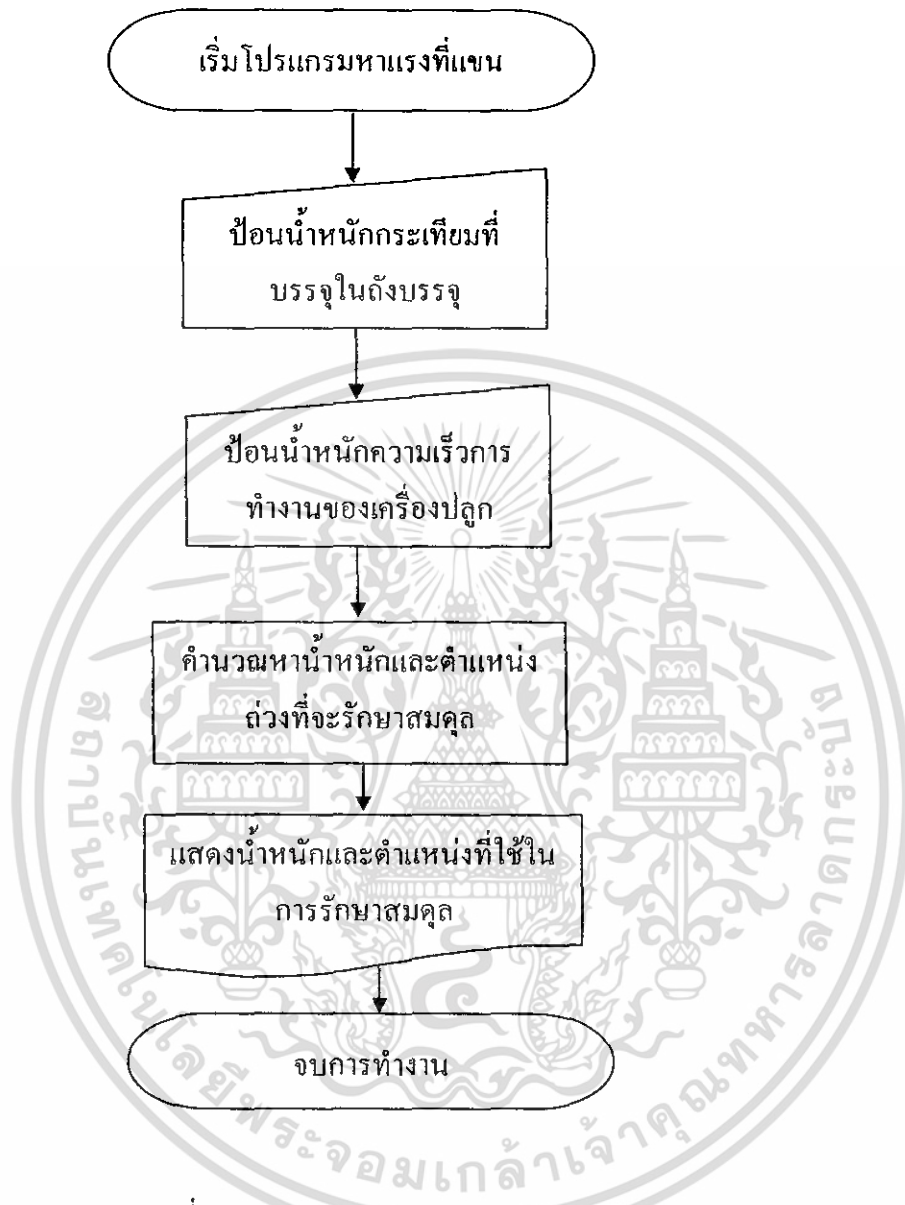
รูปที่ 3.2 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมหาจุดศูนย์กลางมวล

## 3.2.2 โปรแกรมหาแรงที่แขน



รูปที่ 3.3 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมหาแรงที่แขน

### 3.2.3 โปรแกรมรักษาสมดุล



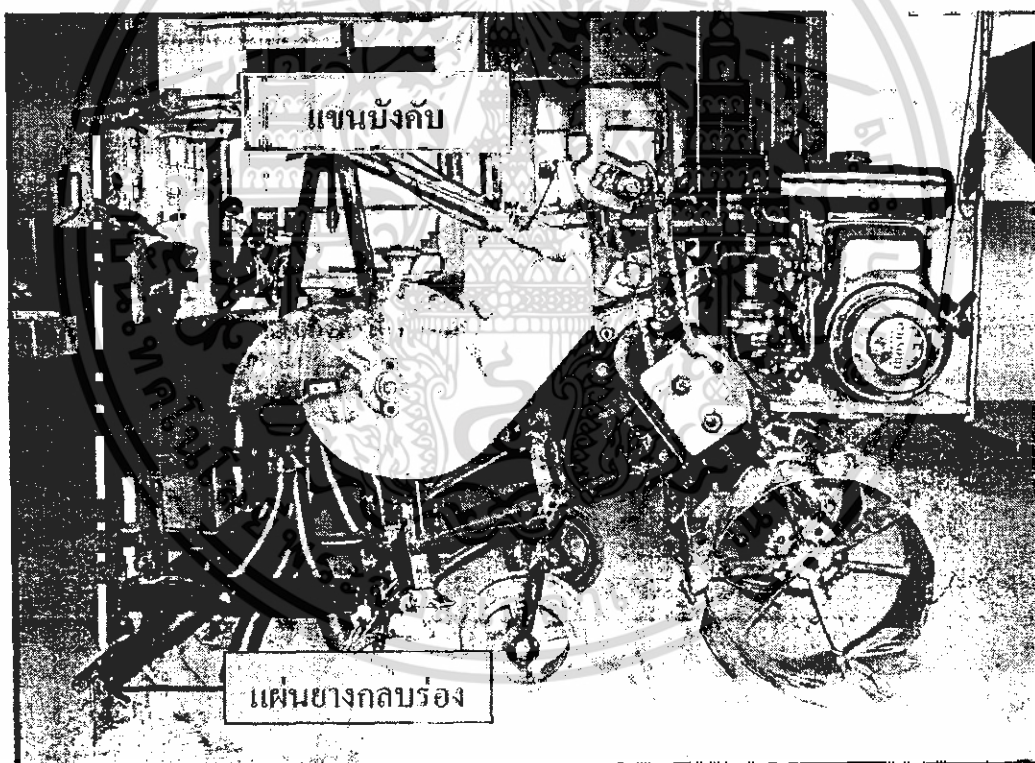
รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรมรักษาสมดุล

### 3.3 การออกแบบและสร้างส่วนพัฒนา

จากการพิจารณาโดยผ่านขั้นตอนต่างๆทำให้ทราบเงื่อนไขการปรับปรุงเครื่องปลูกกระเทียมที่เหมาะสมดังที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นคือการปรับตำแหน่งของเครื่องชนิด และปรับความยาวของแขนบังคับ ดังนั้นในส่วนของ การออกแบบและสร้างจึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักดังกล่าว

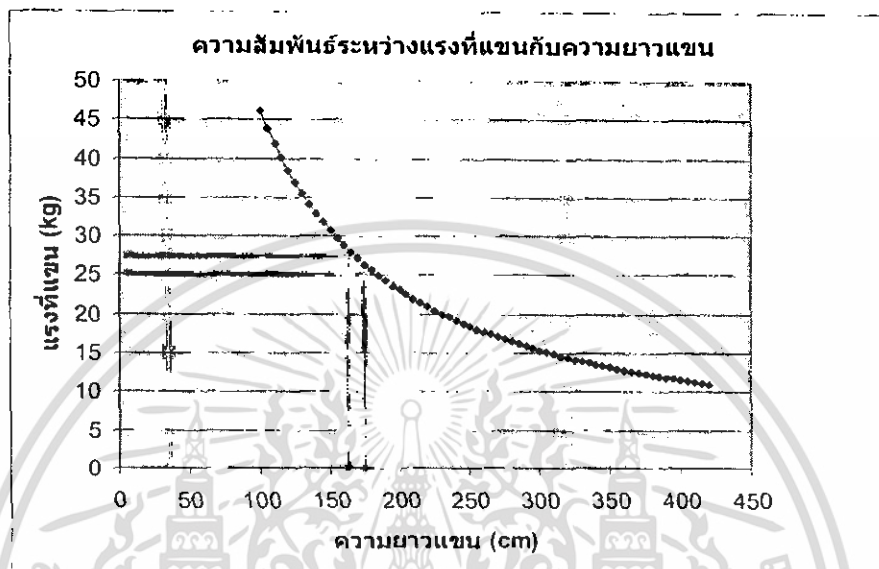
#### 3.3.1 การออกแบบและพัฒนาแขนจับเครื่องปลูกกระเทียม

การออกแบบแขนจับของเครื่องปลูกกระเทียมนั้นจะคำนึงถึงความสะดวกสบายในการใช้งานเป็นหลัก โดยพิจารณาระยะก้าวเคลื่อนของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเครื่องปลูกกระเทียมต้นแบบตำแหน่งของแขนบังคับกับตำแหน่งของแผ่นยางซึ่งทำหน้าที่กลบร่องนั้นอยู่ในตำแหน่งเดียวกันในแนวตั้ง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ความคล่องตัวในการทำงานของเครื่องปลูกกระเทียมต่ำ



รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งของแขนบังคับและแผ่นยางกลบร่อง

การศึกษาเพื่อหาระยะก้าวเฉลี่ยของคนไทยพบว่าระยะก้าวเฉลี่ยของคนไทยนั้นจะอยู่ในช่วง 60 – 70 เซนติเมตร (สุรศักดิ์ สรเพชญ์พิสัย.2534.) ดังนั้นในการสร้างแขนบังคับสำหรับรถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว ซึ่งเดิมมีความยาวแขน 100 เซนติเมตร จึงได้มีการปรับปรุงระยะความยาวแขนให้อยู่ในช่วง 160 – 170 เซนติเมตร



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงการเลือกความยาวแขน

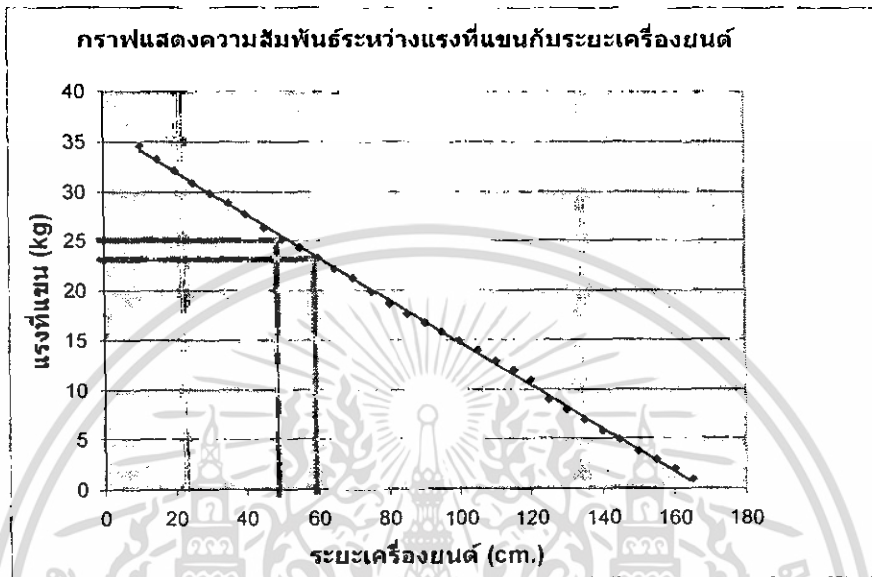


รูปที่ 3.7 แสดงความยาวแขนต่างๆ

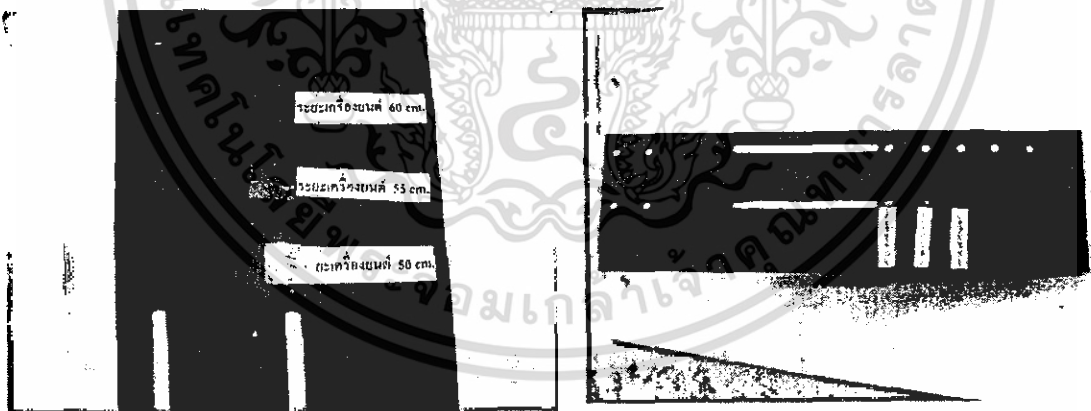
### 3.3.2 การออกแบบและสร้างแท่นรองรับเครื่องยนต์

การออกแบบแท่นรองรับเครื่องยนต์นั้นจะมีเป้าหมายสำคัญคือจะทำการลดแรงที่แขนให้อยู่ในช่วงที่กำหนดตามแนวทางการพัฒนา คือ 15 – 25 กิโลกรัม (ปานมนัส ศิริสมบุญ, 2540) ซึ่งเป็นช่วงแรงที่ผู้ปฏิบัติงานรู้สึกสบาย โดยมีการกำหนดความยาวแขนอยู่แล้วคือ 160 – 170 เซนติเมตร ระยะของเครื่องยนต์ที่มีผลทำให้แรงที่แขนอยู่ในช่วง 15 – 25 กิโลกรัม นั้นสามารถคำนวณได้จาก

โปรแกรมหาแรงที่แขนที่ได้จัดทำขึ้น และเมื่อทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ ที่ได้จากการทำงานของ โปรแกรมหาแรงที่แขน ทำให้ได้ระยะเครื่องยนต์ 50 - 60 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะเครื่องยนต์ที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงการเลือกระยะเครื่องยนต์ที่ความยาวแขน 160 เซนติเมตร



รูปที่ 3.9 แสดงแท่นรองเครื่องยนต์ใหม่

## บทที่ 4

### การทดสอบและผลการทดสอบ

การใช้โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์หาเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการนั้น จำเป็นต้องป้อนค่าตัวแปรให้แก่โปรแกรมก่อน ตัวแปรก็คือ ตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง ระยะต่างๆ ซึ่งการหาจุดศูนย์กลางมวล โดยจากการศึกษาทฤษฎีการเคลื่อนที่ตามสามารถหาจุดศูนย์กลางมวลได้ 2 วิธีคือ การแขวนและการชั่งน้ำหนัก

#### 4.1 การหาจุดศูนย์กลางมวลโดยวิธีแขวน

วิธีนี้จะกระทำได้ง่ายหากมีเครื่องตั้งรถแทรกเตอร์ขึ้นหรือเครื่องยก จุดศูนย์กลางถ่วงของรถแทรกเตอร์จะอยู่ในระนาบตั้งผ่านจุดแขวนและเมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของจุดแขวนใหม่ก็จะได้แนวราบตั้งใหม่ จุดที่เกิดจากแนวระนาบทั้งสองตัดกันจะเป็นตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วง

##### 4.1.1 จุดประสงค์

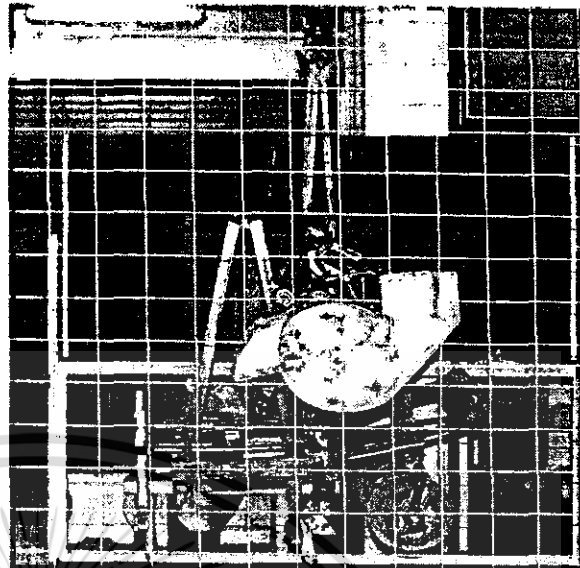
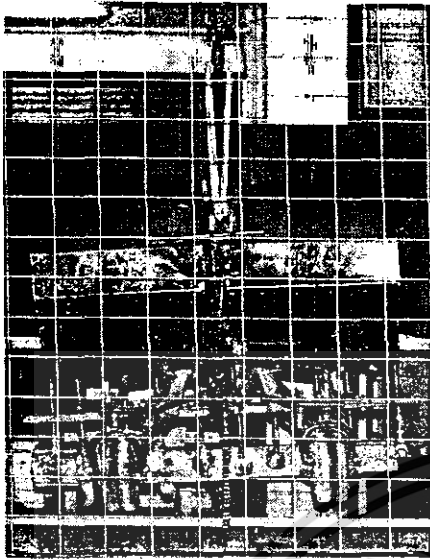
เพื่อหาจุดศูนย์กลางมวลของเครื่องยนต์และชุดปลุกกระเทียม

##### 4.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องยก
2. เชือก
3. ตาชั่งรูขนาด

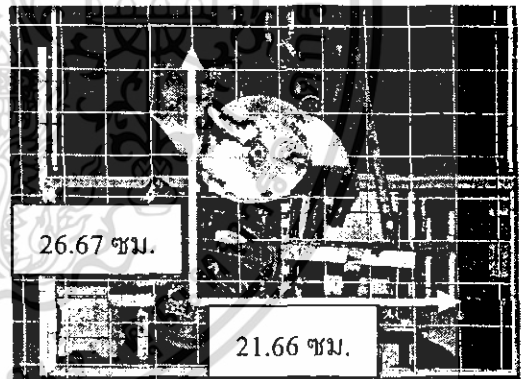
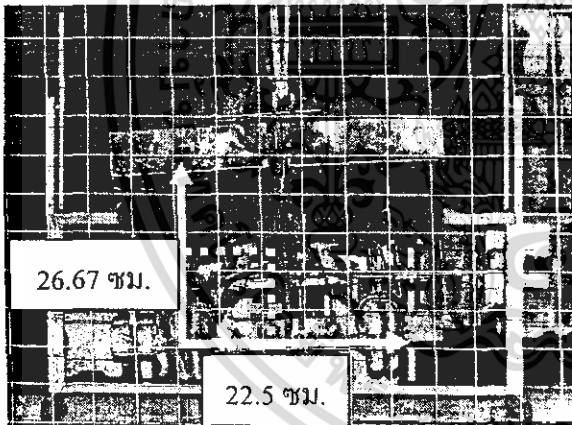
##### 4.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. ยกเครื่องยนต์ขึ้น สังเกตว่าอยู่ตำแหน่งไหนของตาชั่ง
2. เปลี่ยนตำแหน่งแขวนใหม่ สังเกตว่าอยู่ตำแหน่งไหนของตาชั่ง
3. ยกชุดปลุกขึ้น ทำเหมือน ข้อ 2 และ 3
4. สรุปลงและวิเคราะห์ผลที่ได้

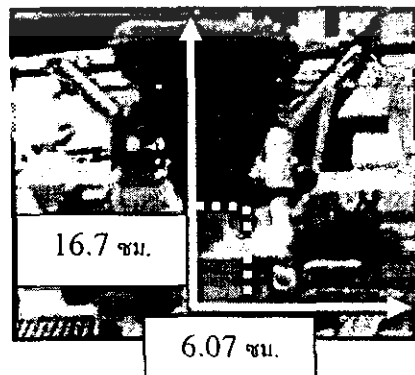
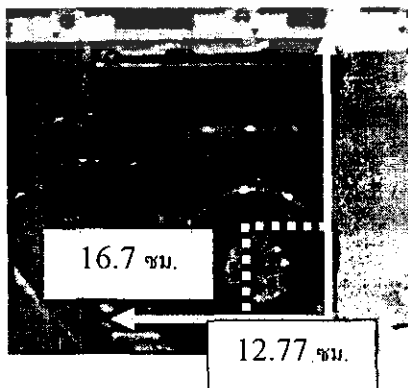


รูปที่ 4.1 แสดงการหาจุดศูนย์กลางมวลโดยการแขวน ด้านหน้าและด้านหลัง

4.1.4 ผลที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของเครื่องปลุกกระเทียม 10 แถว



รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของเครื่องยนต์

## 4.2 การหาจุดศูนย์กลางมวลโดยวิธีชั่งน้ำหนัก

การหาจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตามและโครงรถไถเดินตามนั้นจะใช้วิธีการชั่ง ซึ่งจะทำการชั่งน้ำหนักที่ล้อทั้งสองข้าง ทำการเอียงรถแล้วทำการชั่งน้ำหนักล้อที่อยู่ด้านบน นำค่าที่ได้มาคำนวณโดยโปรแกรมหาจุดศูนย์กลางมวลที่จัดทำขึ้นเพื่อหาดำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตามและโครงรถไถเดินตาม (ดูภาคผนวก)

### 4.2.1 จุดประสงค์

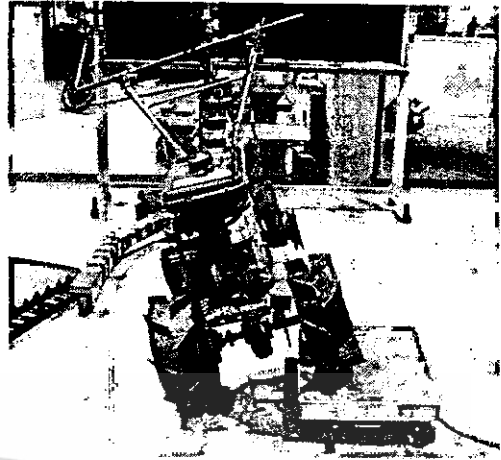
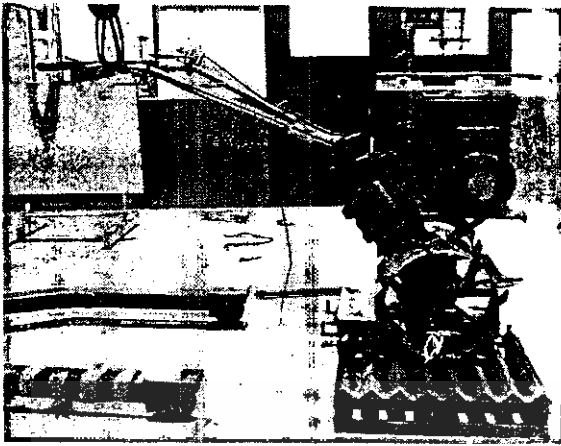
เพื่อหาดำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตามและโครงรถไถเดินตาม

### 4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- (1) รถไถเดินตาม
- (2) โครงรถไถเดินตาม
- (3) เครื่องชั่งแบบสปริง
- (4) เครื่องชั่งแบบแท่น
- (5) โครงเหล็กรองล้อที่สูงเท่าแทนของเครื่องชั่ง
- (6) เทปวัดระยะ
- (7) ลูกดิ่ง
- (8) ซอส์ก

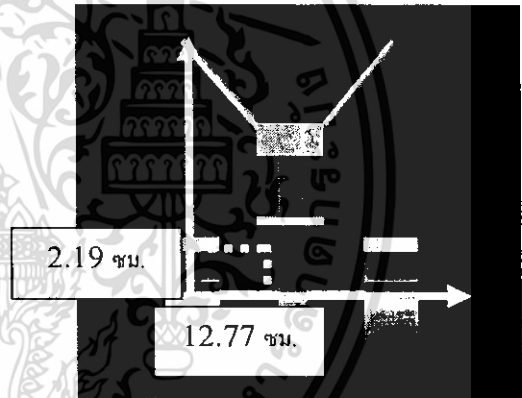
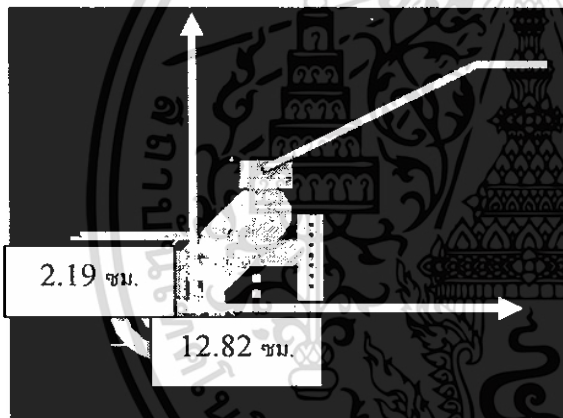
### 4.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

- (1) วัดระยะห่างระหว่างล้อ
- (2) ชั่งน้ำหนักรถทั้งคัน
- (3) ชั่งน้ำหนักล้อที่ละข้างโดยให้ล้ออยู่ในระดับเดียวกัน
- (4) ใช้แท่นรองหนุนล้อข้างใดข้างหนึ่งให้สูงขึ้น
- (5) ชั่งน้ำหนักล้อที่ละข้างขณะตัวรถเอียง
- (6) นำค่าที่ได้ป้อนให้โปรแกรมวิเคราะห์จะได้ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวล

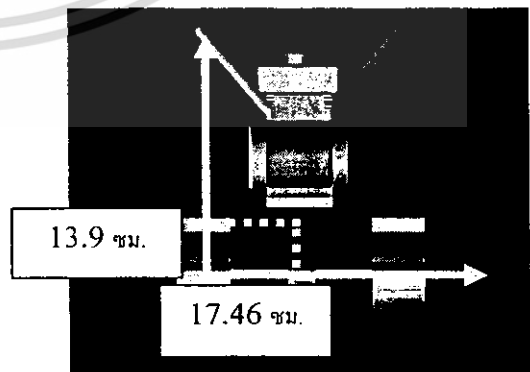
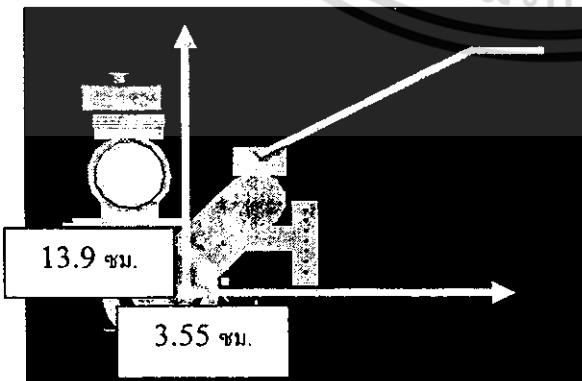


รูปที่ 4.4 แสดงการหาดำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลโดยการชั่งน้ำหนัก

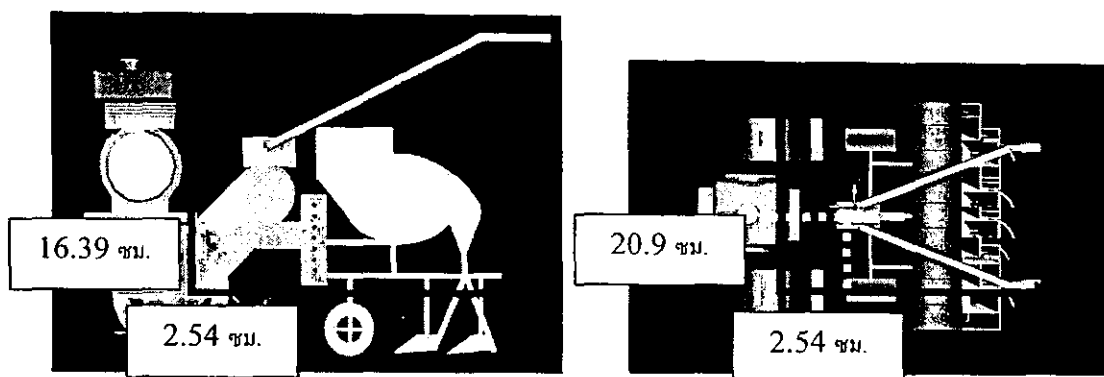
4.2.4 ผลที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.5 แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของโครงรถไถเดินตาม



รูปที่ 4.6 แสดงตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตาม



รูปที่ 4.7 แสดงจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า  
ต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียม 10 แถว

จากการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้โปรแกรมทำให้เรานำข้อมูลที่มีความเหมาะสมมาปรับปรุงเครื่อง การปรับปรุงเครื่องปลูกกระเทียมนั้นได้เลือกปรับปรุงในส่วนของระยะการติดตั้งเครื่องยนต์และความยาวแขน เนื่องจากตัวแปรดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อกลไกการหยอดที่ได้มีการพัฒนาไว้ก่อนหน้านี้แล้ว โดยได้ปรับระยะเครื่องยนต์อยู่ในช่วง 50 – 60 ซม. และความยาวแขน 160 – 170 ซม. และหลังจากปรับปรุงแล้วได้นำไปทดสอบในแปลงภาคิวิชาดังนี้

#### 4.3 การทดสอบเมื่อปรับระยะของเครื่องยนต์และกงความยาวแขนไว้ที่ 100 เซนติเมตร

##### 4.3.1 จุดประสงค์

เพื่อศึกษาความรู้สึของผู้ปฏิบัติงานเมื่อปรับระยะของเครื่องยนต์ในช่วง 50-60 ซม.

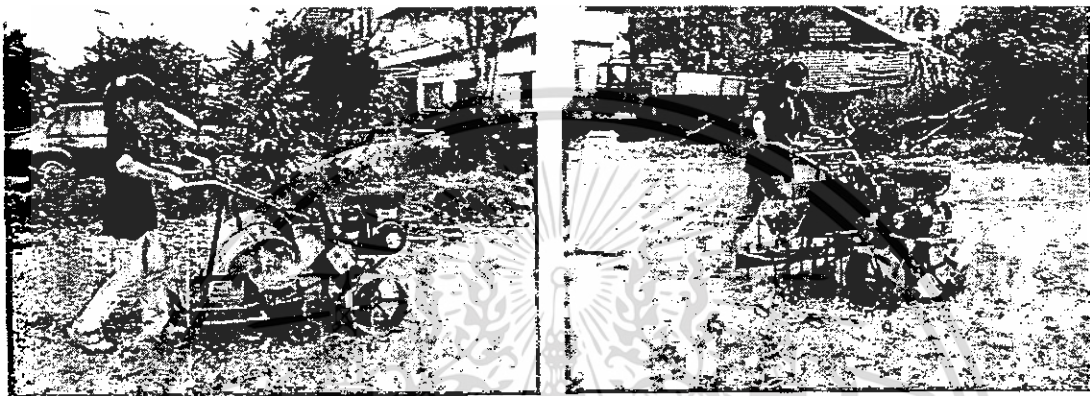
##### 4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- (1) รถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียมจำนวน 10 แถว
- (2) แทนเครื่องใหม่ที่ปรับระยะได้
- (3) สายพานปรับระยะได้
- (4) นาฬิกาจับเวลา
- (5) เทปวัดระยะ

### 4.3.3 ขั้นตอนการทดสอบ

(1) คัดเลือกผู้ทดสอบเพศหญิง 10 คน ที่มีน้ำหนักและส่วนสูงแตกต่างกัน ทำการทดสอบเครื่องปลูกกระเทียมที่ความเร็ว 1.68 km/hr ใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1200 rpm

(2) ทำการทดสอบเครื่องปลูกต้นแบบ และเครื่องปลูกที่มีการปรับระยะ เครื่องยนต์ 50, 55 และ 60 เซนติเมตร ทดสอบทางตรงประมาณ 10 เมตร ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1200 rpm และการเลี้ยวหัวแปลงเป็นมุม  $360^{\circ}$



รูปที่ 4.8 แสดงการทดสอบทางตรงและขณะเลี้ยว

(3) บันทึกเวลาในการเลี้ยว รัศมีวงเลี้ยว (วินิต ชินสุวรรณ.2530.) ความรู้สึกของผู้ทดสอบในทางตรงและขณะเลี้ยว โดยกำหนดไว้ 5 ระดับ คือ สบาย เบา หนักปานกลาง หนักมาก และยกไม่ขึ้น

(4) ทำการทดสอบเมื่อปรับระยะเครื่องยนต์ไปที่ 50, 55 และ 60 cm. ตามลำดับ ทดสอบและบันทึกผลเหมือนเครื่องต้นแบบ

(5) สรุปและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ

### 4.3.4 ผลที่ได้จากการทดสอบ

จากการทดสอบเครื่องต้นแบบและเมื่อปรับระยะเครื่องยนต์ไปที่ 50, 55 และ 60 cm. นั้นได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลที่ได้จากการทดสอบเมื่อปรับระยะของเครื่องยนต์

ระยะ เครื่องยนต์ (cm.)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	รัศมีวงเลี้ยว (cm.)	แรงที่ได้จาก การคำนวณ (kg)	ความรู้สึก ทางตรง	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
10 (ต้นแบบ)	11.58	281	46.10	เบา	หนักมาก
50 (ปรับปรุง)	7.20	146	36.18	เบา	หนักมาก
55 (ปรับปรุง)	7.02	175.6	34.94	เบา	หนักมาก
60 (ปรับปรุง)	4.83	130.4	33.70	เบา	หนักปานกลาง

#### 4.4 การทดสอบเมื่อปรับความยาวแขนและคงระยะเครื่องยนต์ไว้ที่ 10 เซนติเมตร

##### 4.4.1 จุดประสงค์

เพื่อหาความยาวแขนที่ทำให้แรงที่แขนน้อยที่สุดและขณะปฏิบัติงานสามารถก้าวเดินได้อย่างสะดวกสบาย เปรียบเทียบกับเครื่องปลูกกระเทียมต้นแบบ

##### 4.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- (1) รถไถเดินตามต่อฟางเครื่องปลูกกระเทียมจำนวน 10 แถว
- (2) แขนที่ความยาว 160, 165 และ 170 cm.
- (3) นาฬิกาจับเวลา
- (4) เทปวัดระยะ

##### 4.4.3 ขั้นตอนการทดสอบ

- (1) คัดเลือกผู้ทดสอบเพศหญิง 10 คน ที่มีน้ำหนักและส่วนสูงแตกต่างกัน ทำการทดสอบเครื่องปลูกกระเทียมที่ความเร็วใช้งาน 1.68 km/hr ใช้ความเร็วรอบ 1200 rpm
- (2) ทำการทดสอบทางตรงประมาณ 10 เมตร และการเลี้ยวหัวแปลงเป็นมุม 360 องศา ที่ความยาวแขน 160, 165 และ 170 cm.
- (3) บันทึก เวลาในการเลี้ยว รัศมีวงเลี้ยว ความรู้สึกของผู้ทดสอบในทางตรง และขณะเลี้ยว โดยกำหนดไว้ 5 ระดับ คือ สบาย เบา หนักปานกลาง หนักมาก และยกไม้ขึ้น
- (4) บันทึกผลที่ได้จากการทดสอบ สรุปผลและวิเคราะห์ผล



รูปที่ 4.9 แสดงการทดสอบหาความยาวแขน

#### 4.4.4 ผลที่ได้จากการทดสอบ

จากการทดสอบเครื่องที่ความยาวแขน 100, 160, 165 และ 170 เซนติเมตร โดยมีระยะเครื่องยนต์ 10 เซนติเมตร ผลการทดสอบที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลที่ได้จากการทดสอบเมื่อปรับความยาวแขน

ความยาวแขน (cm.)	เวลาในการ เลี้ยง (s)	รัศมีวงเลี้ยง (cm.)	แรงที่ได้จาก การคำนวณ (kg)	ความรู้สึก ทางตรง	ความรู้สึก ขณะเลี้ยง
100(ต้นแบบ)	11.58	281	46.10	เบา	หนักมาก
160 (ปรับปรุง)	8.34	248	28.81	เบา	หนักปานกลาง
165 (ปรับปรุง)	7.99	193	27.93	เบา	หนักปานกลาง
170 (ปรับปรุง)	6.69	160	27.11	เบา	เบา

#### 4.5 การทดสอบเมื่อปรับระยะเครื่องยนต์ 50-60 เซนติเมตร และความยาวแขน 160-170 เซนติเมตร

##### 4.5.1 จุดประสงค์

เพื่อหาระยะเครื่องยนต์และความยาวแขนที่ทำให้แรงที่แขนน้อยที่สุดและขณะปฏิบัติงานสามารถก้าวเดินได้อย่างสะดวกสบาย

#### 4.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- (1) รถไถเดินตามต่อพ่วงเครื่องปลูกกระเทียมจำนวน 10 แถว
- (2) แขนที่มีความยาว 160, 165 และ 170 cm.
- (3) แท่นเครื่องใหม่ที่ปรับระยะได้
- (4) สายพานปรับระยะได้
- (5) นาฬิกาจับเวลา
- (6) เทปวัดระยะ

#### 4.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

- (1) คัดเลือกผู้ทดสอบเพศหญิง 10 คน ที่มีน้ำหนักและส่วนสูงแตกต่างกัน ทำการทดสอบที่ความเร็ว 1.68 km/hr ใช้ความเร็วรอบ 1200 rpm
- (2) ทำการทดสอบทางตรงประมาณ 10 เมตร ที่ความเร็ว 1.68 km/hr ใช้ความเร็วรอบ 1200 rpm และการเลี้ยวหัวแปลงเป็นมุม 360 องศา โดยใช้ระยะเครื่องต้นแบบ ก่อนที่ 10 cm. ปรับความยาวแขน 160, 165 และ 170 cm. ตามลำดับ



รูปที่ 4.10 แสดงเครื่องที่ปรับระยะเครื่องยนต์และความยาวแขนแล้ว

- (3) บันทึก เวลาในการเลี้ยว รัศมีวงเลี้ยว ความรู้สึกของผู้ทดสอบในทางตรงและขณะเลี้ยวโดยกำหนดไว้ 5 ระดับคือ สบาย เบา หนักปานกลาง หนักมาก และยกไม่ขึ้น



รูปที่ 4.11 แสดงการทดสอบเครื่องเมื่อปรับระยะเครื่องยนต์และความยาวแขน

(4) ทำการทดลองเหมือนข้อ 2 และ 3 แต่ปรับระยะเครื่องยนต์เป็น 50, 55 และ 60 cm. ตามลำดับ

(5) สรุปและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ

#### 4.3.4 ผลที่ได้จากการทดลอง

จากการทดลอง โดยปรับระยะเครื่องยนต์ 50, 55 และ 60 cm. และปรับความยาวแขน 160, 165 และ 170 cm. ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลที่ได้จากการทดสอบเมื่อปรับระยะของเครื่องยนต์และความยาวแขน

ระยะเครื่องยนต์ (cm.)	ความยาวแขน (cm.)	เวลาในการเดิน (s)	รัศมีวงเดิน (cm.)	แรงที่ได้จากการคำนวณ(kg)	ความรู้สึกทางตรง	ความรู้สึกขณะเดิน
10 (ต้นแบบ)	160	8.34	248	28.81	เบา	หนักปานกลาง
	165	7.99	192	27.93	เบา	หนักปานกลาง
	170	6.69	159	27.11	เบา	เบา
50 (ปรับปรุง)	160	5.56	108	22.61	เบา	หนักปานกลาง
	165	5.67	95.4	21.92	เบา	เบา
	170	4.45	74	21.28	เบา	สบาย
55 (ปรับปรุง)	160	5.80	132	21.83	เบา	หนักปานกลาง
	165	5.28	122	21.17	เบา	หนักปานกลาง
	170	5.27	115	20.55	เบา	หนักปานกลาง
60 (ปรับปรุง)	160	5.06	115	20.43	เบา	หนักปานกลาง
	165	5.16	115	19.82	เบา	เบา
	170	4.48	98.5	19.25	เบา	เบา

## บทที่ 5

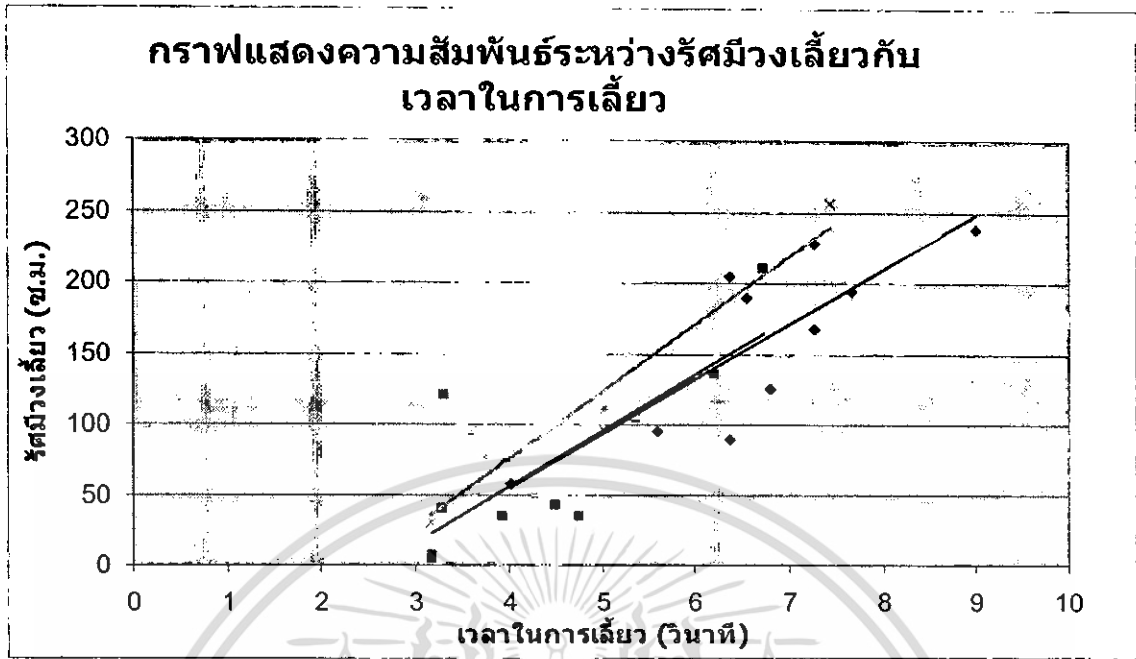
### สรุปและวิจารณ์

จากการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมทำให้เรานำข้อมูลที่มีความเหมาะสมมาปรับปรุงเครื่อง การปรับปรุงเครื่องปลูกกระเทียมนั้นได้เลือกปรับปรุงในส่วนของระยะการติดตั้งเครื่องยนต์และความยาวแขน เพราะระยะทั้งสองไม่มีผลกระทบต่อกลไกการหยอดที่ได้มีการพัฒนาไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ผลที่ได้รับจากการคำนวณด้วยโปรแกรม ก็คือการปรับระยะเครื่องยนต์จาก 10 ซม. ไปเป็น 50 – 60 ซม. และความยาวแขนจากเดิม 100 ซม. ปรับเป็น 160 – 170 ซม.



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะเครื่องปลูกกระเทียมที่ปรับปรุงแล้ว

เมื่อได้ทดสอบในแปลงภาคิชาพบว่าระยะเครื่องยนต์ 50 ซม. และความยาวแขน 170 ซม. จะทำให้ได้เมื่อเลี้ยว 360 องศา รัศมีวงเลี้ยว 74 เซนติเมตร และเวลาในการเลี้ยว 4.5 วินาที ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดในการทดสอบ (จากรูปที่ 5.2)



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว

จากผลที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับการทำงานของเครื่องต้นแบบซึ่งทำงานในแปลงภาคเหมือนกันพบว่ารัศมีวงเลี้ยวลดลง 74% เวลาในการเลี้ยวลดลง 62% และที่สำคัญคือ แรงที่แขนลดลง 56.50% เมื่อนำผลที่ได้ไปคำนวณพบว่า ความสามารถทางไร่เพิ่มขึ้นประมาณ 6 %

## ภาคผนวก ก

### การวิเคราะห์ของโปรแกรม

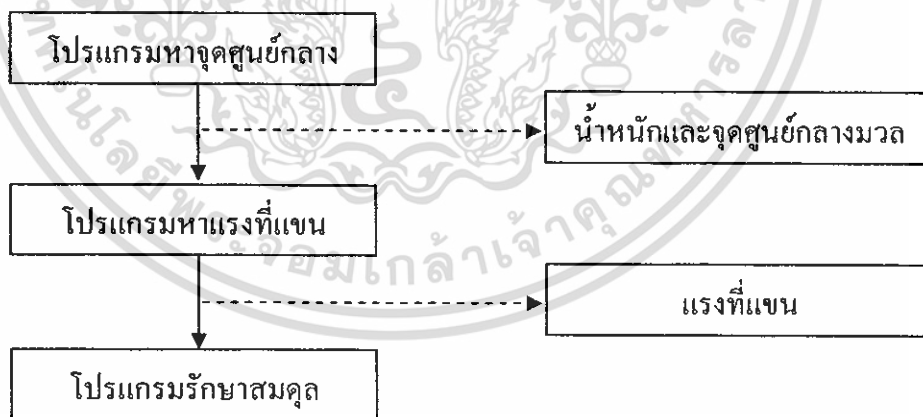
เมื่อป้อนค่าตัวแปรต่างๆ ให้แก่โปรแกรมแล้ว โปรแกรมก็จะวิเคราะห์ข้อมูล ออกมาตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป ปัญหาก็คือ

1. ความคล่องตัวในการทำงาน ซึ่งความคล่องตัวในการทำงานโดยเฉพาะช่วงการทำงานที่ต้องมีการเลี้ยวบริเวณหัวแปลงนั้นมีความคล่องตัวน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากรถไถเดินตามขนาดเล็กที่ผลิตในประเทศไทยจะไม่มีระบบบีบเลี้ยว

2. การจมตัวของล้อ เนื่องจากในขณะที่เครื่องปลูกกระเทียมทำงานนั้นจะต้องมีการถ่วงน้ำหนักทางด้านหน้าอย่างน้อย 30 กิโลกรัมเพื่อทำให้เกิดสภาวะสมดุล แรงที่แขนอยู่ในช่วงที่คนสามารถทำงานได้

3. ระยะการปลูกไม่สม่ำเสมอ ซึ่งระยะการปลูกที่ต้องการนั้นคือ ระยะ 10 เซนติเมตร แต่เนื่องจากการจมตัวของล้อ จึงทำให้เกิดปัญหาระยะการปลูกไม่สม่ำเสมอตามมาเป็นปัญหาเกี่ยวเนื่องกัน

โปรแกรมเงื่อนไขในการปรับปรุงคือ



รูปที่ ก.1 แสดงแผนผังการทำงานหลักและการส่งต่อข้อมูลของโปรแกรม

โปรแกรมจะวิเคราะห์ข้อมูลออกมาตามเงื่อนไขดังกล่าวออกมาตามตารางที่ ก.1 ถึง ก.3

ตารางที่ ก.1 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมเมื่อเปลี่ยนระยะเครื่องยนต์

ระยะเครื่องยนต์ (cm.)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
แรงที่แกน (kg)	46.09	44.86	43.62	42.37	41.14	39.9	38.65	37.41	36.18	34.93	33.7	32.46
ratio	w/5c m	1.23	1.24	1.25	1.23	1.24	1.25	1.24	1.23	1.25	1.23	1.24

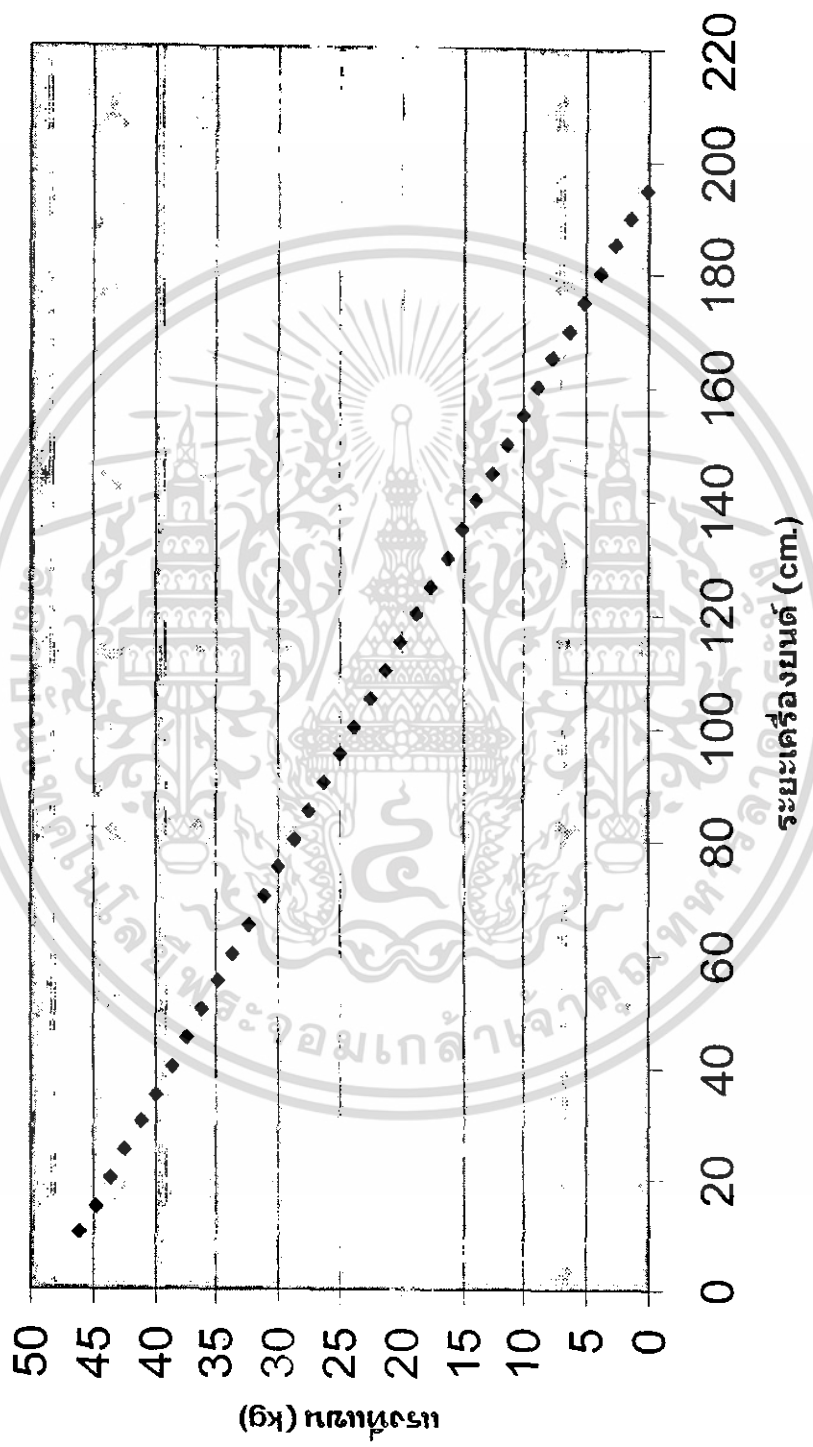
(ต่อ)

ระยะเครื่องยนต์ (cm.)	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135
แรงที่แกน (kg)	31.22	29.98	28.74	27.5	26.26	25.02	23.78	22.54	21.3	20.06	18.82	17.58	16.34	15.1
ratio	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24	1.24

(ต่อ)

ระยะเครื่องยนต์ (cm.)	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
แรงที่แกน (kg)	13.85	12.62	11.38	10.14	8.89	7.66	6.42	5.18	3.93	2.7	1.46	0.22
ratio	1.25	1.23	1.24	1.24	1.25	1.23	1.24	1.24	1.25	1.23	1.24	1.24

### เมื่อเปลี่ยนระยะเครื่องยนต์



รูปที่ ก.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่เขมือกับระยะเครื่องยนต์

ตารางที่ ก.2 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมเมื่อเทียบความยาวแขน

ความยาวแขน (cm.)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
แรงที่แขน (kg)	46.1	43.9	41.9	40.08	38.41	36.88	35.46	34.15	32.93	31.79	30.73	29.74	28.81	27.93	27.11	26.34
ratio		2.2	2	1.82	1.67	1.53	1.42	1.31	1.22	1.14	1.06	0.99	0.93	0.88	0.82	0.77

(ต่อ)

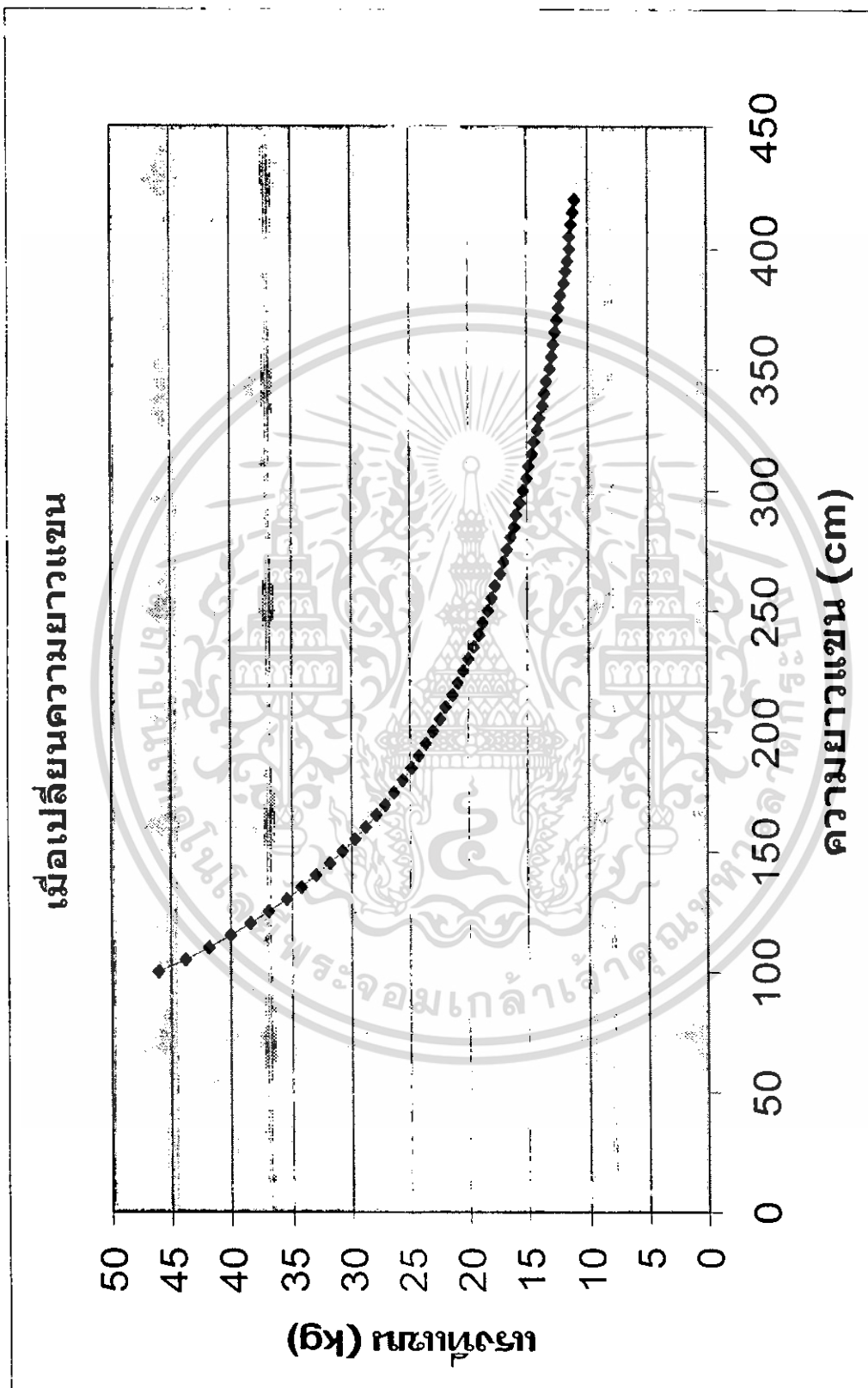
ความยาวแขน (cm.)	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255
แรงที่แขน (kg)	25.61	24.91	24.26	23.64	23.05	22.48	21.95	21.44	20.95	20.48	20.04	19.61	19.2	18.8	18.43	18.07
ratio	0.73	0.7	0.65	0.62	0.59	0.57	0.53	0.51	0.49	0.47	0.44	0.43	0.41	0.4	0.37	0.36

(ต่อ)

ความยาวแขน (cm.)	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335
แรงที่แขน (kg)	17.73	17.39	17.07	16.76	16.46	16.17	15.89	15.62	15.37	15.11	14.87	14.63	14.4	14.18	13.96	13.76
ratio	0.34	0.34	0.32	0.31	0.3	0.29	0.28	0.27	0.25	0.26	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22	0.2

(ต่อ)

ความยาวแขน (cm.)	340	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415
แรงที่แขน (kg)	13.55	13.36	13.17	12.98	12.8	12.63	12.45	12.29	12.13	11.97	11.82	11.67	11.52	11.38	11.24	11.1
ratio	0.21	0.19	0.19	0.19	0.18	0.17	0.18	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14



รูปที่ ก.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่แขนกับความยาวแขน

ตารางที่ ก.3 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมเมื่อคงระยะเครื่องชนิดที่ 50 ซม. และเปลี่ยนความยาวแขนในช่วง 100-330 ซม.

ความยาวแขน (cm.)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
แรงที่แขน (kg)	36.18	34.46	32.89	31.46	30.15	28.94	27.83	26.8	25.84	24.95	24.11	23.34	22.61	21.92	21.28	20.67
ratio	1.72	1.57	1.43	1.31	1.21	1.11	1.03	0.96	0.89	0.84	0.77	0.73	0.69	0.64	0.61	0.61

(ต่อ)

ความยาวแขน (cm.)	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255
แรงที่แขน (kg)	20.1	19.55	19.04	18.55	18.09	17.65	17.22	16.82	16.44	16.08	15.73	15.39	15.07	14.77	14.47	14.18
ratio	0.57	0.55	0.51	0.49	0.46	0.44	0.43	0.4	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.3	0.3	0.29

(ต่อ)

ความยาวแขน (cm.)	260	265	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330
แรงที่แขน (kg)	13.91	13.65	13.15	12.92	12.69	12.47	12.26	12.05	11.86	11.67	11.49	11.3	11.13	10.96
ratio	0.27	0.26	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.19	0.19	0.18	0.19	0.17	0.17

ตารางที่ ก.4 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมเมื่อคงระยะเครื่องยนต์ที่ 55 ซม. และเปลี่ยนความยาวแขนในช่วง 100-320 ซม.

ความยาวแขน (cm.)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
แรงที่แขน (kg)	34.94	33.28	31.76	30.38	29.11	27.95	26.87	25.88	24.95	24.09	23.29	22.54	21.83	21.17	20.55	19.96
ratio	1.66	1.52	1.38	1.27	1.16	1.08	0.99	0.93	0.86	0.8	0.75	0.71	0.66	0.62	0.59	

(ต่อ)

ความยาวแขน (cm.)	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255
แรงที่แขน (kg)	19.41	18.88	18.38	17.91	17.46	17.04	16.63	16.25	15.88	15.52	15.19	14.86	14.55	14.26	13.97	13.7
ratio	0.55	0.53	0.5	0.47	0.45	0.42	0.41	0.38	0.37	0.36	0.33	0.33	0.31	0.29	0.29	0.27

(ต่อ)

ความยาวแขน(cm.)	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320
แรงที่แขน (kg)	13.43	13.18	12.94	12.7	12.47	12.25	12.04	11.84	11.64	11.45	11.27	11.09	10.91
ratio	0.27	0.25	0.24	0.24	0.23	0.22	0.21	0.2	0.2	0.19	0.18	0.18	0.18

ตารางที่ ก.5 ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมเมื่อคงระยะเครื่องขบที่ 60 ซม. และเปลี่ยนความยาวแขนในช่วง 100-305 ซม.

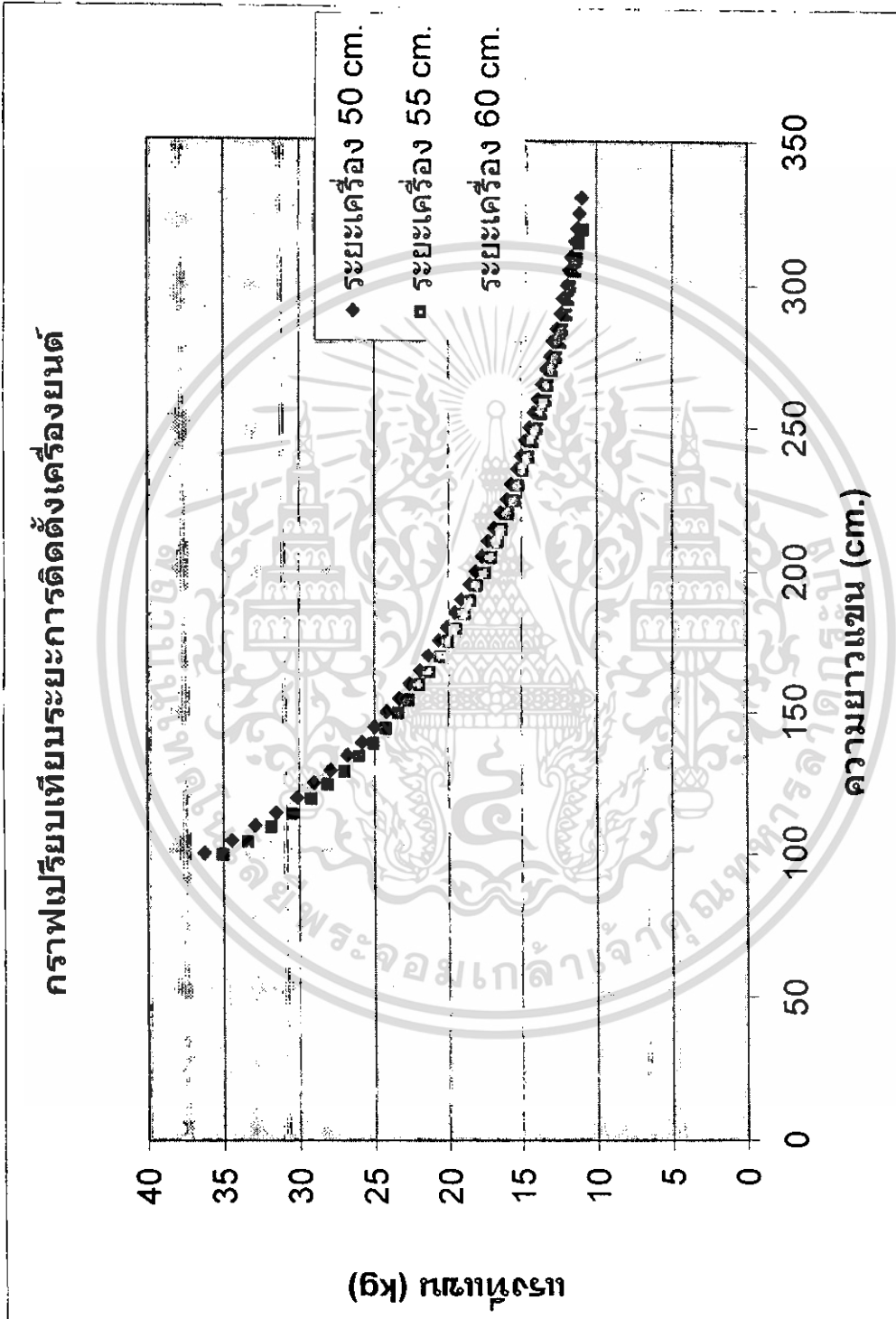
ความยาวแขน (cm.)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
แรงที่แขน (kg)	33.7	30.63	29.3	28.08	26.95	25.92	24.96	24.07	23.24	22.47	21.74	21.06	20.43	19.82	19.25	18.72
ratio		3.07	1.33	1.22	1.13	1.03	0.96	0.89	0.83	0.77	0.73	0.68	0.63	0.61	0.57	0.53

(ต่อ)

ความยาวแขน (cm.)	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255
แรงที่แขน (kg)	18.21	17.73	17.28	16.84	16.43	16.04	15.67	15.31	14.97	14.65	14.34	14.04	13.75	13.47	13.21	12.96
ratio	0.51	0.48	0.45	0.44	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.32	0.31	0.3	0.29	0.28	0.26	0.25

(ต่อ)

ความยาวแขน (cm.)	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305
แรงที่แขน (kg)	12.71	12.48	12.25	12.03	11.82	11.62	11.42	11.23	11.05	10.87
ratio	0.25	0.23	0.23	0.22	0.21	0.2	0.2	0.19	0.18	0.18



รูปที่ ก.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบระยะการติดตั้งเครื่องยนต์

ภาคผนวก ข

การทดสอบเครื่องปลูกเมื่อทำการปรับระยะเครื่องยนต์และปรับความยาวแขน

ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบ เมื่อปรับความยาวแขน 100-170 เซนติเมตร และระยะเครื่องยนต์ 50-60 เซนติเมตร ทำการทดสอบเครื่องในแปลงภาควิชา

ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบเครื่องเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 10 ซม. ความยาวแขน 100 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึกทางตรง	รัศมีวงเลี้ยว (cm)	เวลาในการเลี้ยว (s)	ความรู้สึกขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	234	9.47	หนักมาก
2	159	56	หนักปานกลาง	330	14.97	หนักปานกลาง
3	158	87	เบา	174	7.55	เบา
4	154	44	หนักปานกลาง	437	16.69	หนักมาก
5	168	47	เบา	463	15.9	หนักมาก
6	162	45	เบา	310	12.59	หนักมาก
7	163	47	เบา	353	11.44	หนักมาก
8	153	38	หนักปานกลาง	-	-	เลี้ยวไม่ได้
9	155	44	หนักมาก	-	-	เลี้ยวไม่ได้
10	159	45	หนักปานกลาง	-	-	เลี้ยวไม่ได้
เฉลี่ย				281	11.58	
max				463	16.69	
min				174	7.55	

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบเครื่องเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 10 ซม. และความยาวแขน 160 ซม.

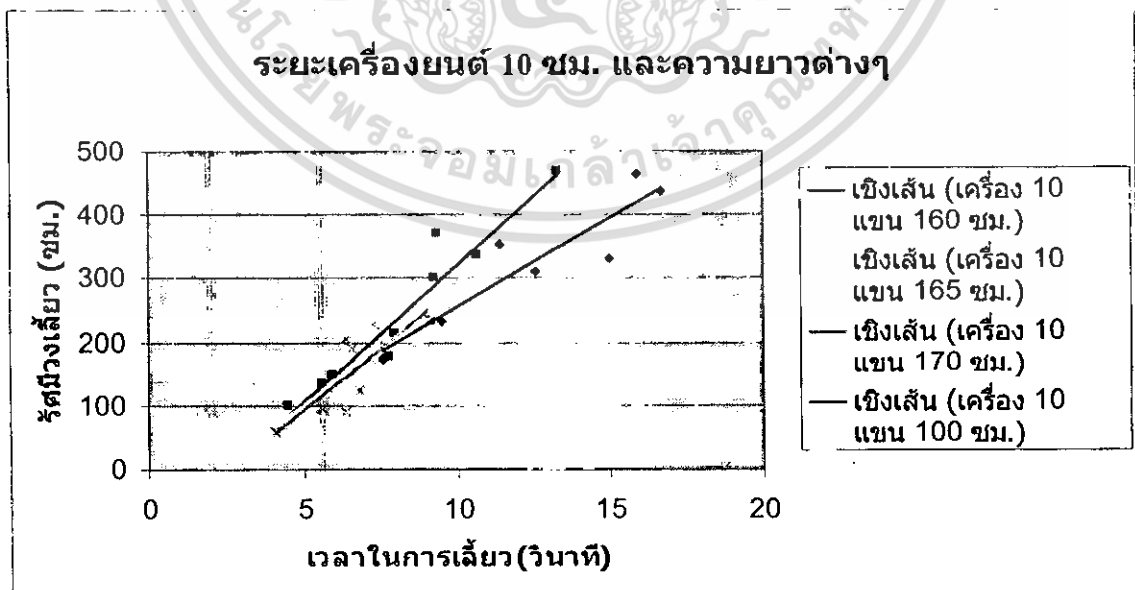
ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เดี่ยว (cm)	เวลาในการ เดี่ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเดี่ยว
1	164	55	เบา	370	9.35	หนักปานกลาง
2	159	56	เบา	135	5.6	เบา
3	155	44	หนักมาก	338	10.63	หนักมาก
4	159	45	เบา	150	5.93	หนักปานกลาง
5	158	87	เบา	178	7.78	เบา
6	154	44	หนักปานกลาง	234	9.16	หนักปานกลาง
7	168	47	เบา	214	7.97	หนักปานกลาง
8	163	47	เบา	300	9.25	หนักปานกลาง
9	153	38	หนักมาก	468	13.28	หนักมาก
10	162	45	เบา	100	4.5	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				248	8.34	
max				468	13.28	
min				100	4.5	

ตารางที่ ข.3 ผลการทดสอบเครื่องเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 10 ซม. และความยาวแขน 165 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เดี่ยว (cm)	เวลาในการ เดี่ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเดี่ยว
1	164	55	สบาย	197	8.81	เบา
2	159	56	เบา	88	4.32	เบา
3	155	44	หนักปานกลาง	238	8.57	หนักปานกลาง
4	159	45	เบา	158	7.09	เบา
5	158	87	สบาย	154	6.47	สบาย
6	154	44	หนักปานกลาง	190	9.57	หนักปานกลาง
7	168	47	เบา	198	7.37	หนักปานกลาง
8	163	47	เบา	320	10.43	หนักปานกลาง
9	153	38	เบา	303	10.15	หนักปานกลาง
10	162	45	เบา	181	7.25	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				192.7	7.99	
max				320	10.43	
min				88	4.32	

ตารางที่ ข.4 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 10 ซม. และความยาวแขน 170 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	164	55	สบาย	95	5.6	เบา
2	159	56	สบาย	58	4.03	เบา
3	155	44	เบา	190	6.56	หนักปานกลาง
4	159	45	เบา	125	6.81	เบา
5	158	87	สบาย	90	6.37	เบา
6	154	44	เบา	205	6.37	เบา
7	168	47	เบา	168	7.28	เบา
8	163	47	เบา	194	7.66	เบา
9	153	38	เบา	238	9	เบา
10	162	45	เบา	228	7.28	เบา
เฉลี่ย				159.1	6.69	
max				238	9	
min				58	4.03	



รูปที่ ข.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว

ตารางที่ ข.5 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 50 ชม. และ ความยาวแขน 100 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	155	8.16	หนักปานกลาง
2	162	45	เบา	65	4.34	หนักปานกลาง
3	153	38	เบา	181	13.71	หนักมาก
4	159	45	เบา	85	6.15	เบา
5	154	44	เบา	200	7.25	หนักมาก
6	159	56	เบา	53	5	เบา
7	158	87	เบา	170	6.06	เบา
8	155	44	เบา	216	6.85	หนักมาก
9	168	47	เบา	173	7.18	หนักมาก
10	165	78	เบา	161	7.28	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				145.9	7.198	
max				200	13.71	
min				53	4.34	

ตารางที่ ข.6 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 50 ซม. และ ความยาวแขน 160 ซม.

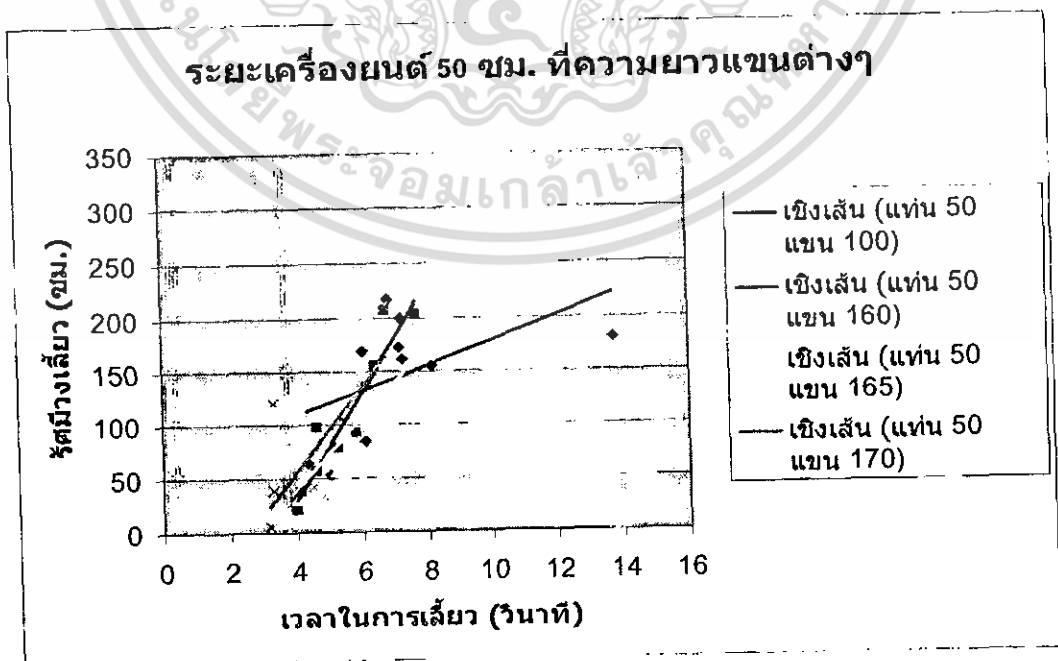
ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึกทางตรง	รัศมีวงเลี้ยว (cm)	เวลาในการเลี้ยว (s)	ความรู้สึกขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	98	4.66	หนักปานกลาง
2	162	45	เบา	57	4.59	เบา
3	153	38	เบา	203	7.72	หนักปานกลาง
4	159	45	เบา	37	4.12	เบา
5	154	44	เบา	79	5.28	หนักปานกลาง
6	159	56	สบาย	20	4	เบา
7	158	87	สบาย	92	5.87	เบา
8	155	44	เบา	206	6.77	หนักปานกลาง
9	168	47	เบา	155	6.46	หนักปานกลาง
10	165	78	เบา	137	6.19	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				108.4	5.566	
max				203	7.72	
min				20	4	

ตารางที่ ข.7 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 50 ซม. และความยาวแขน 165 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	100	6.1	เบา
2	162	45	สบาย	30	4.16	เบา
3	153	38	เบา	285	11.68	หนักปานกลาง
4	159	45	สบาย	38	4.59	สบาย
5	154	44	เบา	57	5.18	เบา
6	159	56	สบาย	21	3.5	สบาย
7	158	87	สบาย	26	3.53	สบาย
8	155	44	เบา	152	6.03	หนักปานกลาง
9	168	47	เบา	109	5.18	เบา
10	165	78	เบา	136	6.81	เบา
เฉลี่ย				95.4	5.676	
max				285	11.68	
min				21	3.5	

ตารางที่ ข.8 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 50 ซม. และความยาวแขน 170 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	40	3.28	สบาย
2	162	45	เบา	5	3.17	สบาย
3	153	38	เบา	210	6.74	หนักปานกลาง
4	159	45	เบา	35	3.94	สบาย
5	154	44	เบา	43	4.5	สบาย
6	159	56	สบาย	34	4.75	สบาย
7	158	87	สบาย	7	3.18	สบาย
8	155	44	เบา	136	6.21	เบา
9	168	47	เบา	105	5.37	เบา
10	165	78	เบา	121	3.31	เบา
เฉลี่ย				73.6	4.445	
max				210	6.74	
min				5	3.17	



รูปที่ ข.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว

ตารางที่ ข.9 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 55 ชม. และ ความยาวแขน 100 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	155	44	เบา	145	6.19	หนักมาก
2	162	45	เบา	73	3.93	หนักปานกลาง
3	159	56	เบา	103	4.91	หนักมาก
4	159	45	เบา	76	3.9	หนักปานกลาง
5	153	38	เบา	416	13.57	หนักมาก
6	164	55	เบา	137	5.9	หนักปานกลาง
7	158	87	เบา	113	6.48	หนักปานกลาง
8	168	47	เบา	148	6.46	หนักมาก
9	173	65	เบา	389	12.68	หนักมาก
10	154	44	เบา	156	6.22	หนักมาก
เฉลี่ย				175.6	7.024	
max				416	13.57	
min				73	3.9	

ตารางที่ ข.10 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 55 ซม. และความยาวแขน 160 ซม.

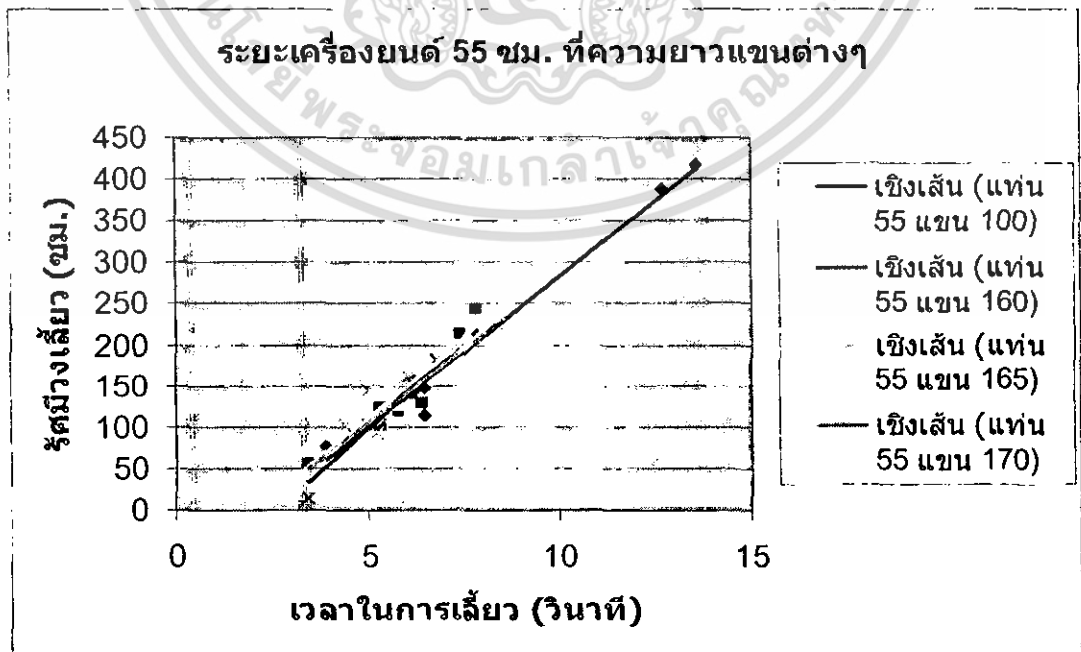
ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เดี่ยว (cm)	เวลาในการ เดี่ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเดี่ยว
1	155	44	เบา	105	5.3	หนักปานกลาง
2	162	45	เบา	122	5.32	หนักปานกลาง
3	159	56	เบา	103	5	เบา
4	159	45	เบา	55	3.44	เบา
5	153	38	เบา	244	7.82	หนักปานกลาง
6	164	55	เบา	128	6.4	หนักปานกลาง
7	158	87	เบา	118	5.78	หนักปานกลาง
8	168	47	เบา	102	5.34	หนักปานกลาง
9	173	65	เบา	212	7.43	หนักปานกลาง
10	154	44	เบา	140	6.16	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				132.9	5.799	
max				244	7.82	
min				55	3.44	

ตารางที่ ข.11 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 55 ชม. และความยาวแขน 165 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	155	44	เบา	99	4.59	หนักปานกลาง
2	162	45	เบา	70	3.15	หนักปานกลาง
3	159	56	เบา	93	4.66	เบา
4	159	45	เบา	70	4.53	เบา
5	153	38	เบา	223	7.66	หนักปานกลาง
6	164	55	เบา	128	5.79	หนักปานกลาง
7	158	87	เบา	84	4.44	เบา
8	168	47	เบา	90	4.94	หนักปานกลาง
9	173	65	เบา	210	7.56	หนักปานกลาง
10	154	44	เบา	152	5.5	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				121.9	5.282	
max				223	7.66	
min				70	3.15	

ตารางที่ ข.12 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 55 ซม. และ ความยาวแขน 170 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	155	44	เบา	69	4.1	เบา
2	162	45	เบา	182	6.78	หนักปานกลาง
3	159	56	เบา	103	4.35	เบา
4	159	45	เบา	63	3.87	เบา
5	153	38	เบา	212	8.62	หนักปานกลาง
6	164	55	เบา	108	5.35	หนักปานกลาง
7	158	87	เบา	15	3.43	เบา
8	168	47	เบา	92	5.22	หนักปานกลาง
9	173	65	เบา	160	6.03	หนักปานกลาง
10	154	44	เบา	145	5	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				114.9	5.275	
max				212	8.62	
min				15	3.43	



รูปที่ ข.3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว

ตารางที่ ข.13 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 60 ชม. และ ความยาวแขน 100 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เดี่ยว (cm)	เวลาในการ เดี่ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเดี่ยว
1	164	55	เบา	172	5.03	หนักปานกลาง
2	162	45	เบา	236	7.81	หนักปานกลาง
3	168	47	เบา	130	6	หนักปานกลาง
4	155	44	เบา	110	5.74	หนักปานกลาง
5	159	45	เบา	143	4.67	หนักปานกลาง
6	159	56	เบา	122	3.75	หนักปานกลาง
7	165	78	เบา	96	5.31	เบา
8	158	87	เบา	86	3.75	เบา
9	154	44	เบา	209	6.28	หนักมาก
10	153	38	เบา	-	-	เดี่ยวไม่ได้
เฉลี่ย				130.4	4.834	
max				236	7.81	
min				86	3.75	

ตารางที่ ข.14 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 60 ซม. และความยาวแขน 160 ซม.

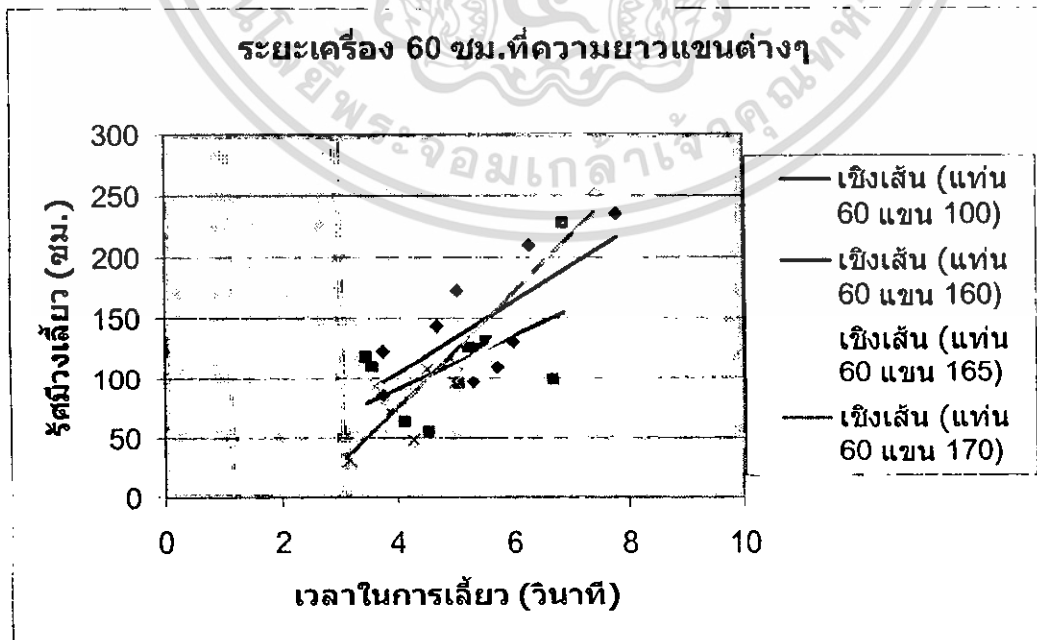
ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	126	5.25	หนักปานกลาง
2	162	45	เบา	99	6.72	หนักปานกลาง
3	168	47	เบา	95	5.06	หนักปานกลาง
4	153	38	เบา	227	6.9	หนักมาก
5	155	44	เบา	117	3.45	หนักปานกลาง
6	159	45	เบา	131	5.57	หนักปานกลาง
7	159	56	เบา	63	4.12	เบา
8	165	78	เบา	55	4.53	เบา
9	158	87	เบา	110	3.57	เบา
10	154	44	เบา	124	5.4	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				114.7	5.057	
max				227	6.9	
min				63	3.45	

ตารางที่ ข.15 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 60 ชม. และ ความยาวแขน 165 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึก ทางตรง	รัศมีวง เลี้ยว (cm)	เวลาในการ เลี้ยว (s)	ความรู้สึก ขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	116	5.47	หนักปานกลาง
2	162	45	เบา	155	5.97	หนักปานกลาง
3	168	47	เบา	119	5.47	หนักปานกลาง
4	153	38	เบา	227	8.95	หนักมาก
5	155	44	เบา	98	3.75	เบา
6	159	45	เบา	68	3.15	เบา
7	159	56	เบา	86	4.09	เบา
8	165	78	เบา	71	4.84	เบา
9	158	87	เบา	74	4.25	เบา
10	154	44	เบา	130	5.68	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				114.4	5.162	
max				227	8.95	
min				68	3.15	

ตารางที่ ข.16 ผลการทดสอบเมื่อมีระยะเครื่องยนต์ 60 ชม. และ ความยาวแขน 170 ซม.

ผู้ทดลองที่	น้ำหนัก (kg)	ความสูง (cm)	ความรู้สึกทางตรง	รัศมีวงเลี้ยว (cm)	เวลาในการเลี้ยว (s)	ความรู้สึกขณะเลี้ยว
1	164	55	เบา	96	5	เบา
2	162	45	เบา	108	4.5	เบา
3	168	47	เบา	112	5.03	หนักปานกลาง
4	153	38	เบา	256	7.44	หนักมาก
5	155	44	เบา	77	3.75	เบา
6	159	45	เบา	75	3.93	เบา
7	159	56	เบา	88	4.16	เบา
8	165	78	เบา	49	4.28	เบา
9	158	87	เบา	30	3.16	เบา
10	154	44	เบา	94	3.59	หนักปานกลาง
เฉลี่ย				98.5	4.484	
max				256	7.44	
min				30	3.16	



รูปที่ ข.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างรัศมีวงเลี้ยวกับเวลาในการเลี้ยว

## ภาคผนวก ก.

### การหาจุดศูนย์กลางมวลโดยวิธีการชั่งน้ำหนัก

เครื่องจักรกลเกษตรส่วนใหญ่เป็นเครื่องจักรที่ทำงานบนพื้นดิน ซึ่งมีสภาพแตกต่างจากท้องถนนที่สามารถควบคุมการขับเคลื่อนได้ง่าย เสถียรภาพของเครื่องจักรกลเกษตรที่เคลื่อนที่ เช่น รถไถเดินตาม รถแทรกเตอร์ เทรลเลอร์ รถบรรทุก รถเก็บผลไม้ มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของเกษตรกรผู้ขับขี่ที่ได้ทราบมาแล้ว หากตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของวัตถุเคลื่อนที่ออกนอกเส้นของฐานของวัตถุ วัตถุจะเสียสมดุล การหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของเครื่องจักรกลเกษตรทำได้หลายวิธี เช่น การแขวน การชั่ง การแขวนนั้นใช้กับอุปกรณ์ขนาดเล็ก การชั่งใช้กับเครื่องจักรขนาดใหญ่ ซึ่งจะยกตัวอย่างการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลของรถไถเดินตามมีรายละเอียดดังนี้

#### วัสดุและอุปกรณ์

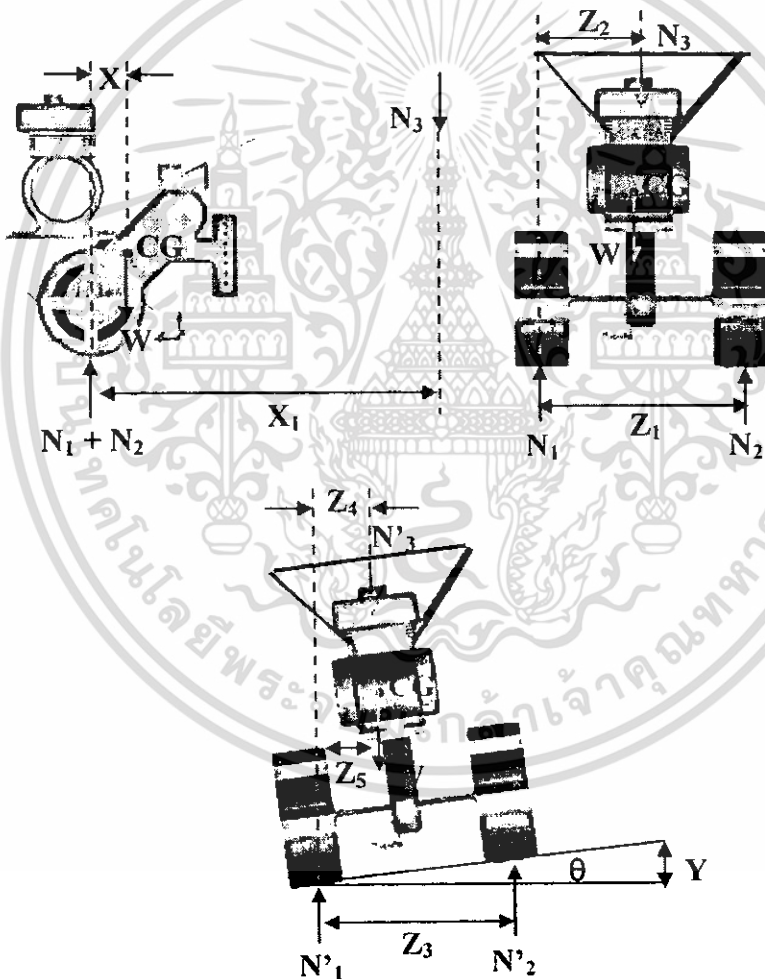
- (1) รถไถเดินตาม
- (2) โกรงรถไถเดินตาม
- (3) เครื่องชั่งแบบสปริง
- (4) เครื่องชั่งแบบแท่น
- (5) โกรงเหล็กทรงดิ่งที่สูงเท่าแทนของเครื่องชั่ง
- (6) เทปวัดระยะ
- (7) ลูกคิ่ง
- (8) ชอล์ก

#### วิธีการทดสอบ

1. วัดระยะห่างระหว่างล้อหน้าและแกน ( $X_1$ )
2. วัดระยะห่างระหว่างล้อหน้าและล้อหน้า ( $Z_1$ ) และระหว่างล้อหน้าขวาและกลางแกน ( $Z_2$ )
3. ชั่งน้ำหนักรถทั้งคัน ( $W$ )
4. ชั่งน้ำหนักล้อหน้าที่ละข้าง โดยให้ล้อทั้งสองและแกนอยู่ในแนวระดับ ( $N_1, N_2, N_3$ )
5. ใช้โปรแกรมคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลตามแกน ( $X$ )  
โดยใช้สมการ  $X = X_1(N_1 + N_2)/W$
6. ใช้โปรแกรมคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลตามแกน ( $Z$ )  
โดยใช้สมการ  $Z = (Z_1N_1 - Z_2N_2)/W$
7. ใช้แท่นรองหนุนล้อหน้าข้างซ้ายให้สูงขึ้นเป็นระยะ  $Y$

8. ใช้โปรแกรมคำนวณหามุมเอียง ( $\theta$ ) โดยใช้  $\theta = \sin^{-1} Y/Z_1$
9. ใช้โปรแกรมคำนวณระยะในแนวราบจากจุดรับน้ำหนักที่ล้อซ้ายถึงล้อขวาและขนตามแนวตั้ง ( $Z_3, Z_4$ )
10. ชั่งน้ำหนักล้อทั้งสองข้างและแขนขณะตัวรถเอียง ( $N'_1, N'_2, N'_3$ )
11. ใช้โปรแกรมคำนวณระยะในแนวราบจากจุดศูนย์กลางมวลล้อซ้ายถึงแนวจุดศูนย์กลางมวลตามแนวแกนตั้ง ( $Z_5$ ) โดย  $Z_5 = (Z_3 N'_2 - Z_4 N'_3)/W$
12. ใช้โปรแกรมคำนวณตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลตามแกน ( $Y$ )

$$\text{โดย } Y = Z - (Z_5 - \cos \theta) / \tan \theta$$



## เอกสารอ้างอิง

- จรัสชัย เข็นพยับ 2547. “การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จิราภรณ์ เบนจอบประกายรัตน์ และคณะ. 2548. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมให้มีความแม่นยำในการปลูก. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ปานมนัส ศิริสมบูรณ์. 2540. วิศวกรรมการขนถ่ายวัสดุ. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- วินิต ชินสุวรรณ. 2530. เครื่องจักรกลเกษตรและการจัดการเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุรศักดิ์ สรเพชญ์พิสัย. 2534. การสำรวจ. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- สุรินทร์ พงศ์สุกสมิทธิ์. 2539. วิศวกรรมรถไถเดินตาม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

