



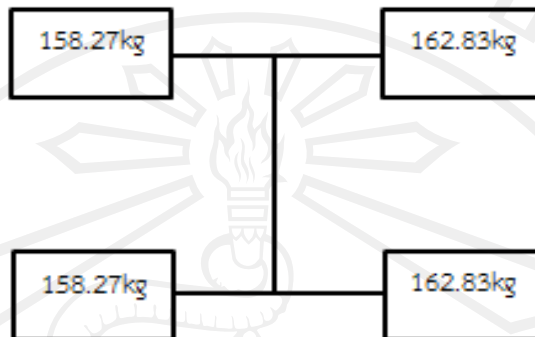
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาคผนวก ก
การคำนวณการออกแบบแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง



1.1 การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์

จากการทดลองและการวัดระยะต่างๆได้ค่าดังนี้

ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางล้อหน้าไปยังจุดศูนย์กลางล้อหลัง =150 cm

ความกว้างของช่วงล้อหลัง =90 cm

ความกว้างของช่วงล้อหน้า =80 cm

รัศมีล้อหลัง =50 cm

รัศมีล้อหน้า =35 cm

ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางล้อหน้าไปยังจุดศูนย์กลางล้อหลังขณะยกทำมุม =153 cm

รัศมีล้อหลังขณะยกทำมุม =54 cm

รัศมีล้อหน้าขณะยกทำมุม =26 cm

น้ำหนักรวม =534 kg

น้ำหนักล้อหน้า =321 kg

น้ำหนักล้อรวมข้างซ้ายหรือข้างขวา =324kg

ความสูงแท่นเฉลี่ย =30 cm

1.2 การคำนวณหาระยะทางจากพื้นถึงจุด CG

จากสมการที่ 2.1

$$l_1 = \frac{W_1 \times l}{W}$$

$$= \frac{321 \times 150}{534}$$

$$= 90.16 \text{ cm}$$

จากสมการที่ 2.3

$$\begin{aligned}\theta_1 &= \tan^{-1} \left[\frac{(r_1 - r_2)}{l} \right] \\ &= \tan^{-1} \left[\frac{(54 - 26)}{155} \right] \\ &= 10.24^\circ\end{aligned}$$

จากสมการที่ 2.4

$$\begin{aligned}\theta_2 &= \sin^{-1} \left[\frac{(y + r_2 - r_1) \cos \theta_1}{l} \right] \\ &= \sin^{-1} \left[\frac{(30 + 26 - 54) \cos 10.24}{150} \right] \\ &= 0.7517^\circ\end{aligned}$$

จากสมการที่ 2.5

$$\begin{aligned}l &= l \left(\frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \right) \\ &= 150 \left(\frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \right) \\ &= 157.495 \text{ cm}\end{aligned}$$

จากสมการที่ θ_{total}

$$\begin{aligned}\theta_{total} &= \theta_1 + \theta_2 \\ &= 10.24 + 0.7275 \\ &= 11.0112\end{aligned}$$

จากสมการที่ 2.6

$$\begin{aligned}l_1 &= r_1 + \left[\frac{l_1 - \left(\frac{l_1}{\cos \theta} \right)}{\tan \theta} \right] \\ &= 54 + \left[\frac{90.16 - \left(\frac{90.16}{\cos 11.0112} \right)}{\tan 11.0112} \right]\end{aligned}$$

จากสมการที่ 2.2

$$\begin{aligned}l_2 &= \frac{(W - w)(T_f + T_r)}{4(W)} \\ &= \frac{(534 - 321)(80 + 90)}{4(534)} \\ &= 17.05 \text{ cm}\end{aligned}$$

จากสมการที่ ๑

$$\delta = \tan^{-1} \left[\frac{\left(\frac{T_f + T_r}{4 + l_2} \right)}{l} \right]$$

$$= \tan^{-1} \left[\frac{\left(\frac{80 + 90}{4 + 17.05} \right)}{50.76} \right]$$

$$= 9.034^\circ$$

2. การคำนวณหารัศมีวงเลี้ยวของรถแทรกเตอร์

จากข้อมูลในการออกแบบขุมดวงเลี้ยวของรถแทรกเตอร์

$$P = 800 \text{ mm}$$

$$K = 1500 \text{ mm}$$

$$T = 100 \text{ mm}$$

$$H = 900 \text{ mm}$$

$$a = 46 \text{ องศา}$$

จากสมการที่ 2.9 การคำนวณหามุมเลี้ยวของล้อด้านนอก

$$\cot b = \frac{P}{K} + \cot a$$

$$= \frac{800}{1500} + \cot 46$$

$$\frac{1}{\tan b} = \frac{800}{1500} + \frac{1}{\tan 46}$$

$$\tan b = \frac{1}{\left(\frac{800}{1500} \right) + \left(\frac{1}{\tan 46} \right)}$$

$$b = \tan^{-1} \left[\frac{1}{\left(\frac{800}{1500} \right) + \left(\frac{1}{\tan 46} \right)} \right]$$

$$= 33.7^\circ$$

จากสมการที่ 2.8 คำนวณหาระยะจากจุดกึ่งกลางเพลาล้อหลังถึงจุดกึ่งกลางการเลี้ยว

$$\begin{aligned} \cot a &= [(L - (0.5P) / K)] \\ \text{จะได้} \quad L &= K \cot a + \frac{P}{2} \\ &= 1500(\cot 46) + \frac{800}{2} \\ &= 1441.99 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ} \quad = 1.442 \text{ m}$$

จากสมการที่ 2.11 คำนวณหารัศมีการเลี้ยวของล้อหน้าล้อนอก

$$\begin{aligned} R &= K \cos eca - 0.5(T - P) \\ &= 1500 \cos ec(46) - 0.5(100 - 800) \\ &= 3128.99 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ} \quad = 3.129 \text{ m}$$

จากสมการที่ 2.12 คำนวณหารัศมีการเลี้ยวของล้อหน้าล้อใน

$$\begin{aligned} R &= K \cos ecb + 0.5(T - P) \\ &= 1500 \cos ec(33.7) - 0.5(100 - 800) \\ &= 2353.67 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{หรือ} \quad = 2.353 \text{ m}$$

3. การคำนวณหาความยาวสายพาน

3.1 มุ่เลย์ตัวหน้ากับมุ่เลย์ตัวกลาง

$$L = 2C + \pi \left(\frac{D+d}{2} \right) + \frac{(D+d)^2}{4C}$$

$$L = 2(21) + \pi \left(\frac{5+4}{2} \right) + \frac{(5+4)^2}{4(21)}$$

$$L = 42 + 14.13 + 0.96$$

$$L = 57.09 \text{ นิ้ว}$$

จากตาราง จ.2 ดังนั้นจึงเลือกใช้สายพานยาว 58 นิ้ว

3.2 มุ่เลย์ตัวกลางกับมุ่เลย์ตัวหลัง

$$L = 2C + \pi \left(\frac{D+d}{2} \right) + \frac{(D+d)^2}{4C}$$

$$L = 2(25) + \pi\left(\frac{10+5}{2}\right) + \frac{(10+5)^2}{4(25)}$$

$$L = 50 + 23.56 + 2.25$$

$$L = 75.81 \text{ นิ้ว}$$

จากตาราง จ.2 ดังนั้นจึงเลือกใช้สายพานยาว 77 นิ้ว

4. อัตราทด

i = อัตราทด

$n_1 = n_3$ = ความเร็วรอบของล้อขับ (rpm)

$n_2 = n_4$ = ความเร็วรอบของล้อตาม (rpm)

$d_1 = d_3$ = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ย์ตัวขับ (inc)

$d_2 = d_4$ = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ มู่เล่ย์ตัวตาม (inc)

$$n_2 = \frac{n_1 \times d_1}{d_2}$$

$$n_2 = \frac{1600 \times 4}{5}$$

$$n_2 = n_3 = 1280 \text{ rpm}$$

$$n_4 = \frac{n_3 \times d_3}{d_4}$$

$$n_4 = \frac{1280 \times 5}{10}$$

$$n_4 = 640 \text{ rpm}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1600}{640}$$

$$i = 2.5$$

5. ความสามารถในการทาง ทฤษฎี รถแทรกเตอร์ทำงานที่ความเร็วรอบ 2000 ของเกียร์ 1 ได้ความเร็วที่ 11 กิโลเมตรต่อชั่วโมงความกว้างของผานไถเท่ากับ 0.4 ได้ความสามารถทางทฤษฎี ดังนี้

$$\text{Field Capacity} = \text{SWT}$$

$$= 11 \frac{\text{กิโลเมตร}}{\text{ชั่วโมง}} \times 0.4 \frac{\text{เมตร}}{\text{เมตร}} \div \frac{1 \text{ ไร่}}{1600 \text{ เมตร}^2} \times 1000 \frac{\text{เมตร}}{\text{กิโลเมตร}}$$

$$= \frac{4.4}{1.6}$$

$$= 2.75 \text{ ไร่/ชั่วโมง}$$

การทดสอบความสามารถในการทำงาน

แปลงที่	ความสามารถในการทำงาน(ไร่)
1	1.245
2	1.2
3	1.32
เฉลี่ย	1.25

ดังนั้นประสิทธิภาพการทำงานของแทรกเตอร์เท่ากับ

$$EFC = \frac{\text{total hectare}}{\text{total houk}}$$

$$= \frac{1.25}{2.75}$$

$$= 45.4 \%$$

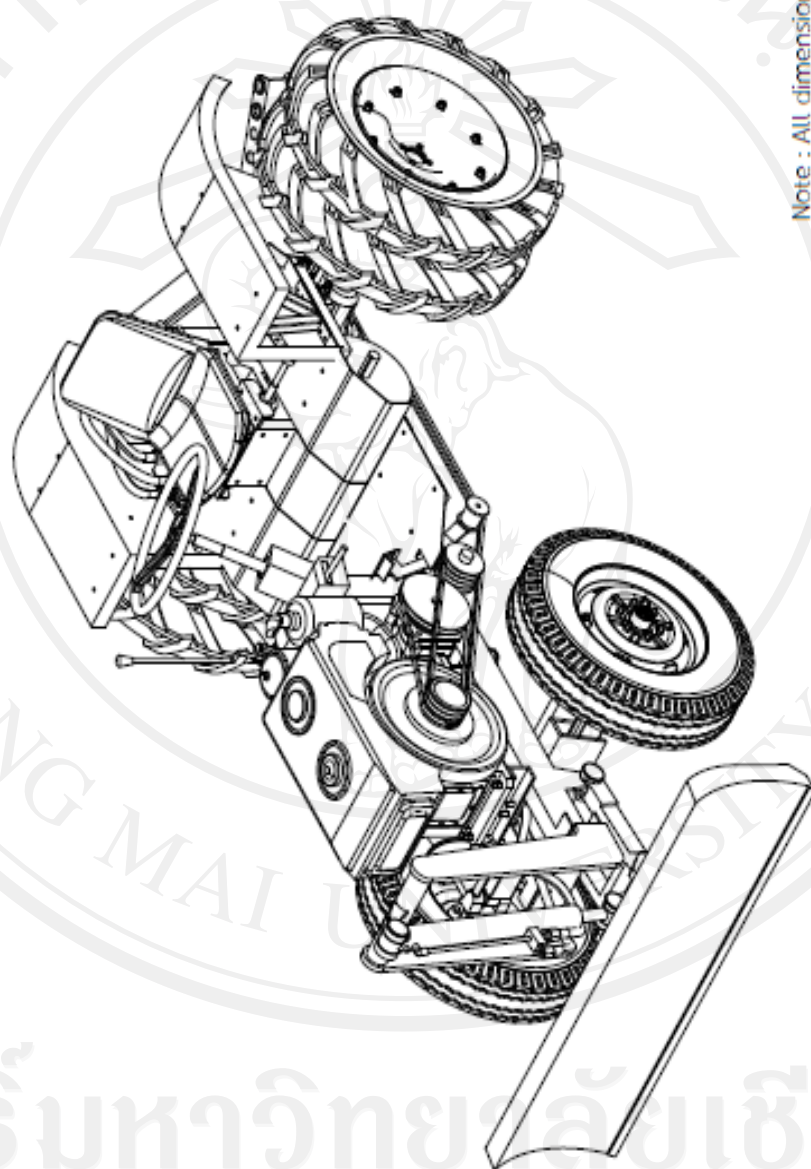


ภาคผนวก ข

แบบรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



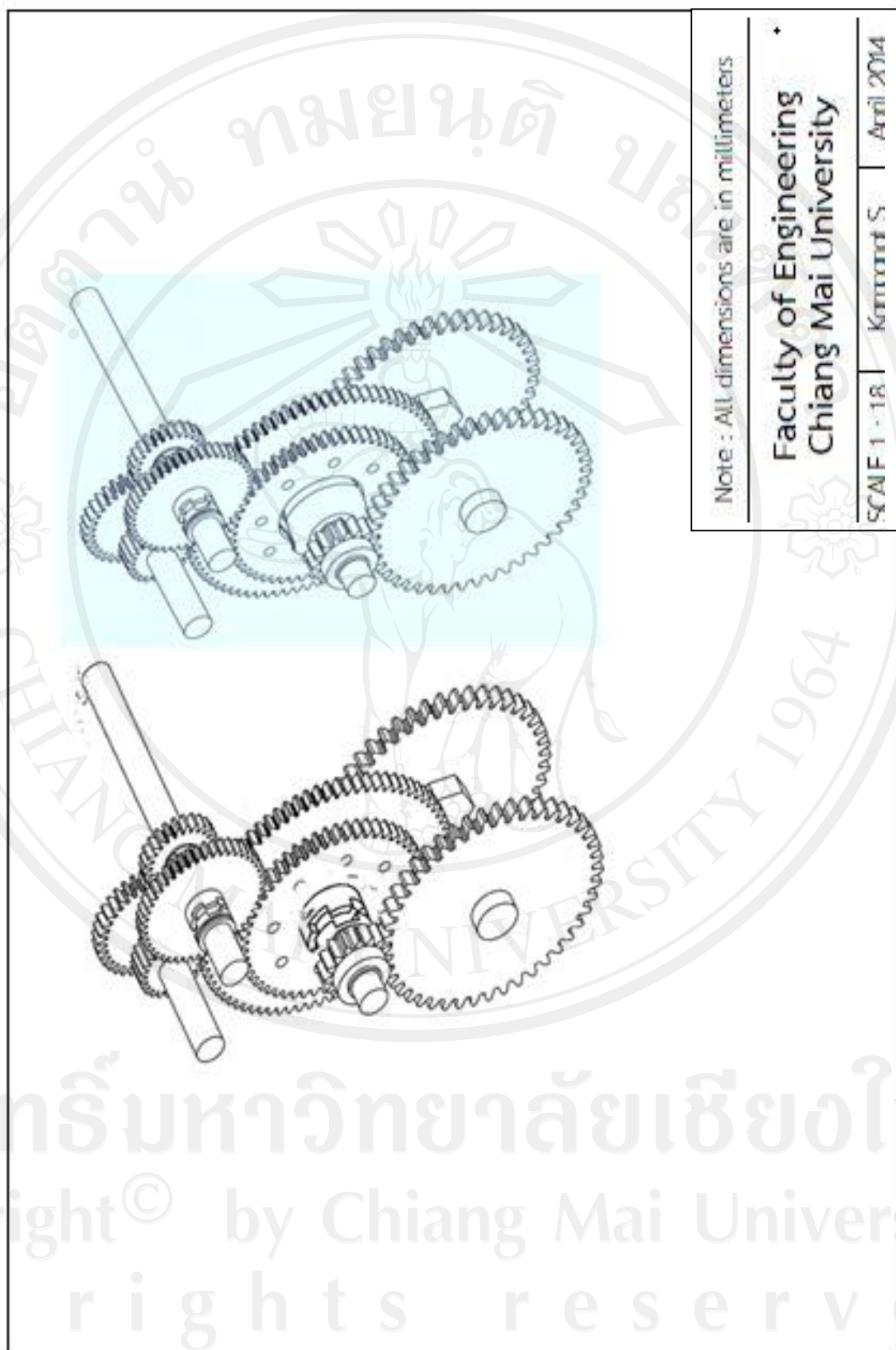
Note : All dimensions are in millimeters

Faculty of Engineering
Chiang Mai University

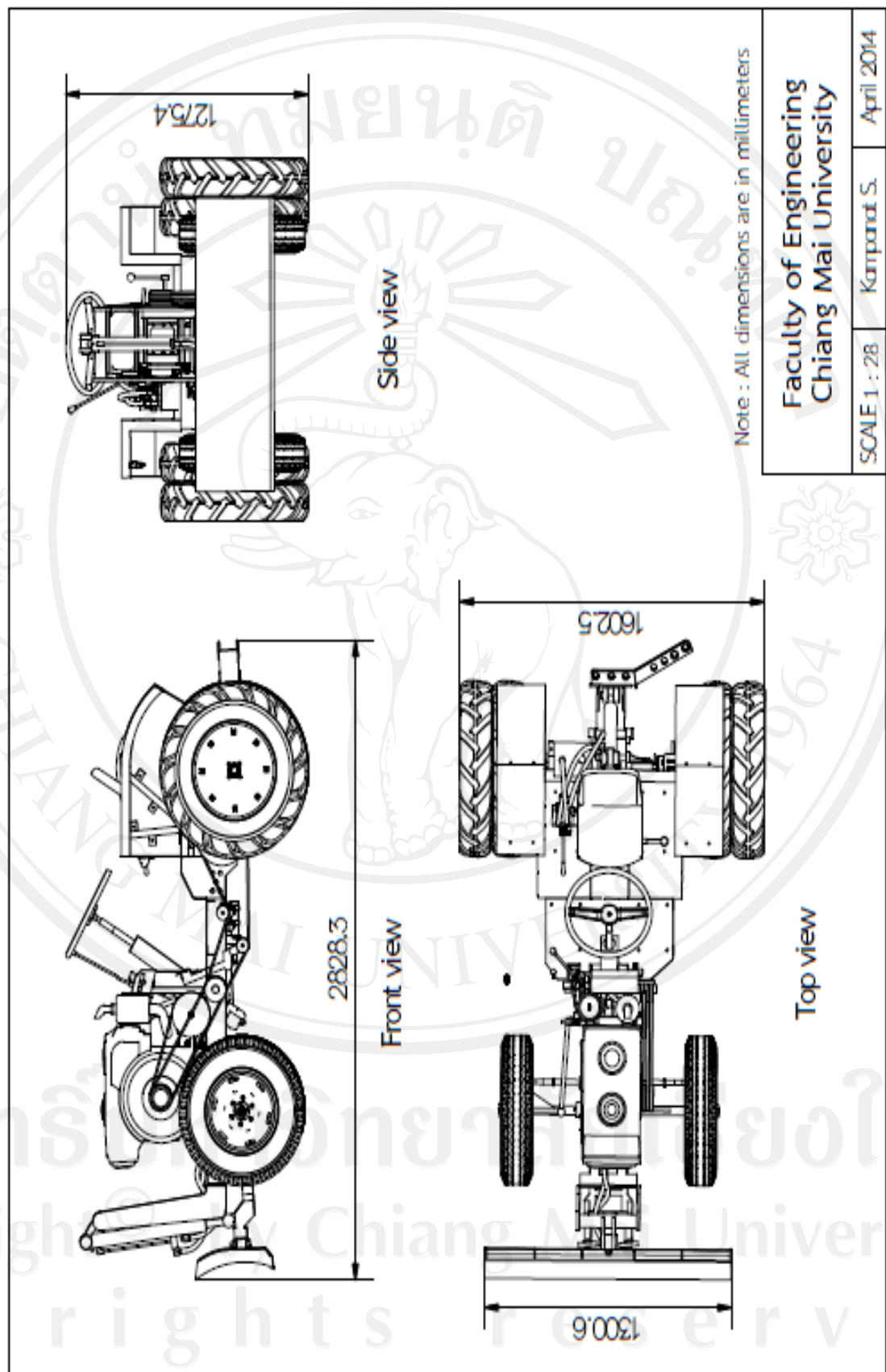
SCALE 1 : 18

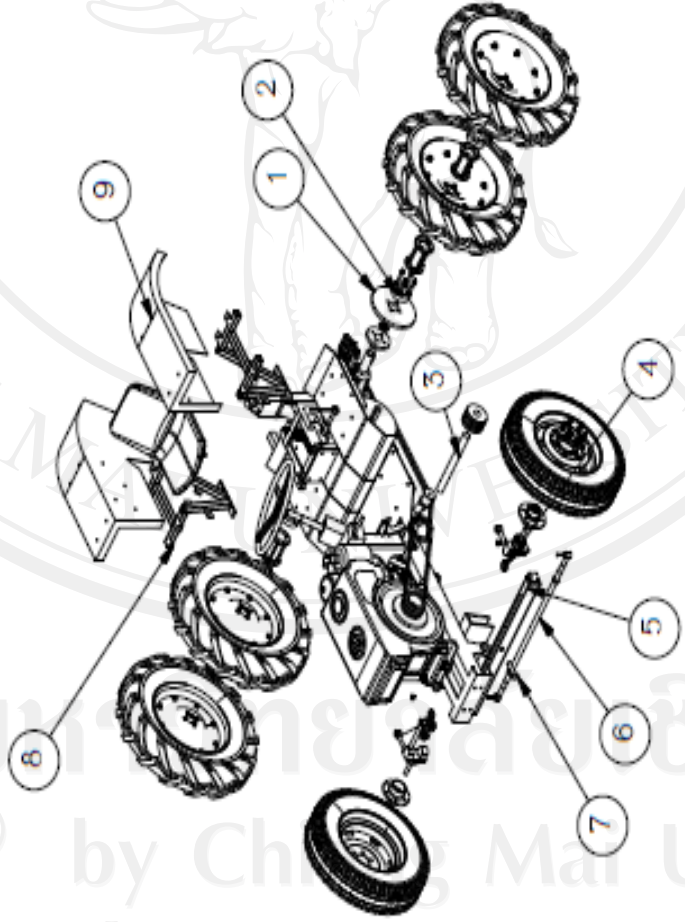
Kompond S.

April 2014









Parts List		
No.	Name	Quantity
1	จากล้อรถ	2
2	อะไหล่ตัว	2
3	เพลา	6
4	ล้อรถ	2
5	สปริง	1
6	ตัวตั้งล้อ	1
7	ล้อรถ	1
8	โครงรถ	2
9	ล้อรถ	1

Note : All dimensions are in millimeters

Faculty of Engineering
Chiang Mai University

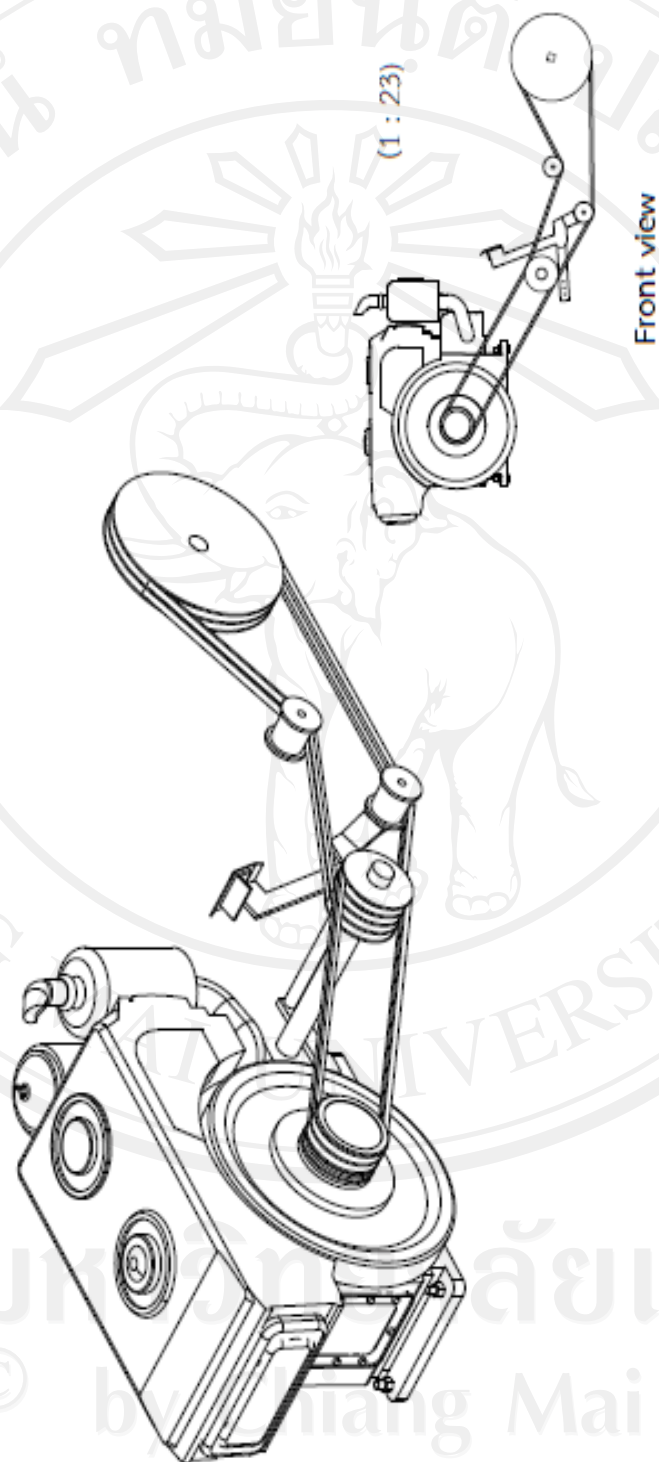
SCALE 1 : 35 Kampanat S. April 2014

Parts List		
Nb.	Name	Quantity
10	ฐานยึดขา	1
11	ตัวรองรับเลนส์กล้องขนาดเล็ก	2
12	เลนส์กล้องขนาดเล็ก	2
13	ตัวตัดเส้น	1
14	ตัวล็อค	2
15	ตัวล็อค	1
16	ตัวรองรับเลนส์กล้องขนาดใหญ่	1
17	ตัวรองรับเลนส์กล้องขนาดเล็ก	1
18	เลนส์กล้อง	1
19	ตัวรองรับเลนส์กล้อง	1
20	แท่งยึดกล้อง	1
21	ฐานรองรับกล้อง	1
22	แท่งยึดกล้อง	2
23	ตัวล็อค	1
24	ตัวล็อค	1
25	ปลอกเลนส์	1
26	ตัวตัดเส้น	2
27	ตัวล็อค	1

Note : All dimensions are in millimeters

Faculty of Engineering
Chiang Mai University

SCALE 1 : 25 Kampanat S. April 2014



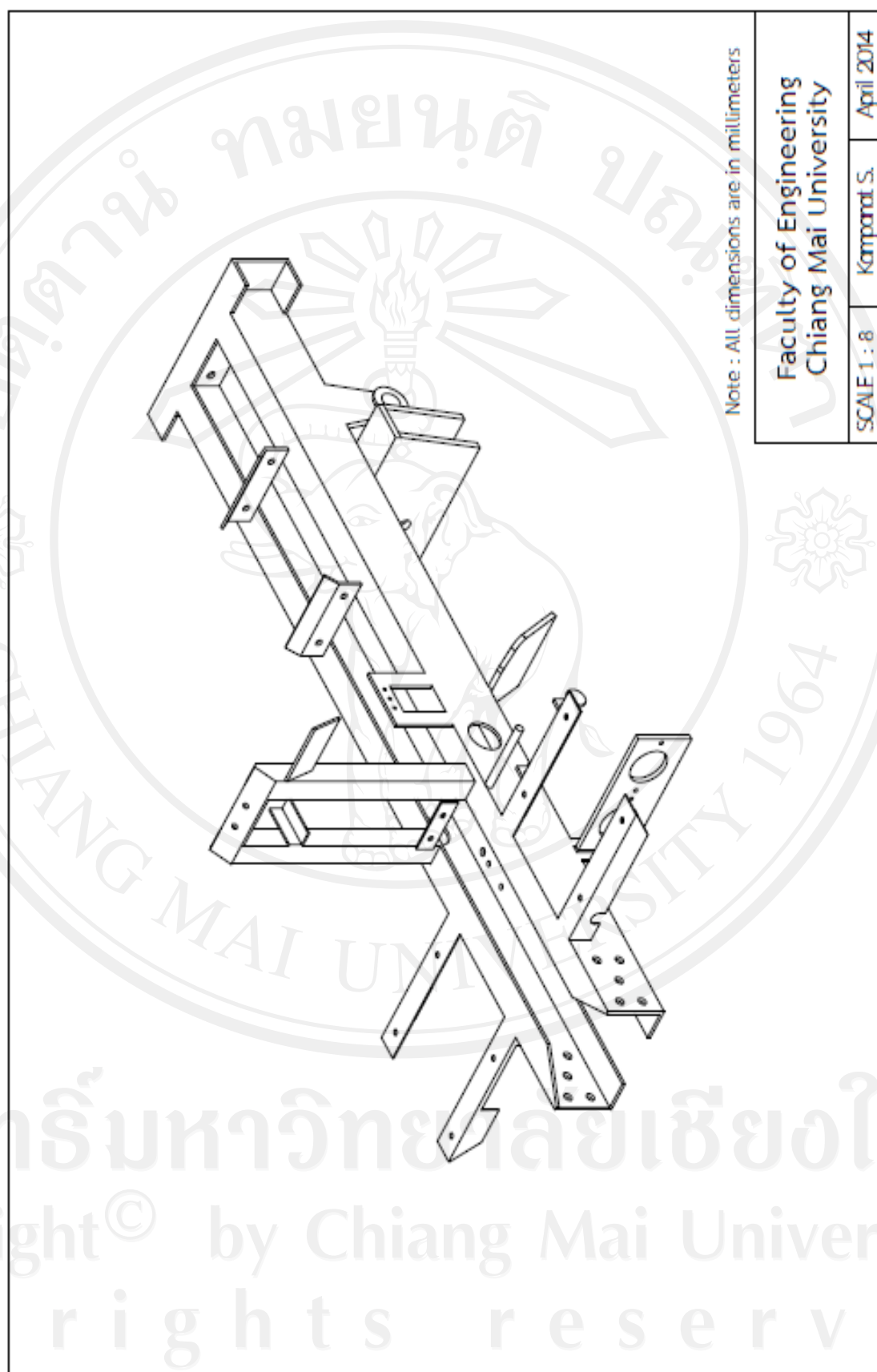
Note : All dimensions are in millimeters

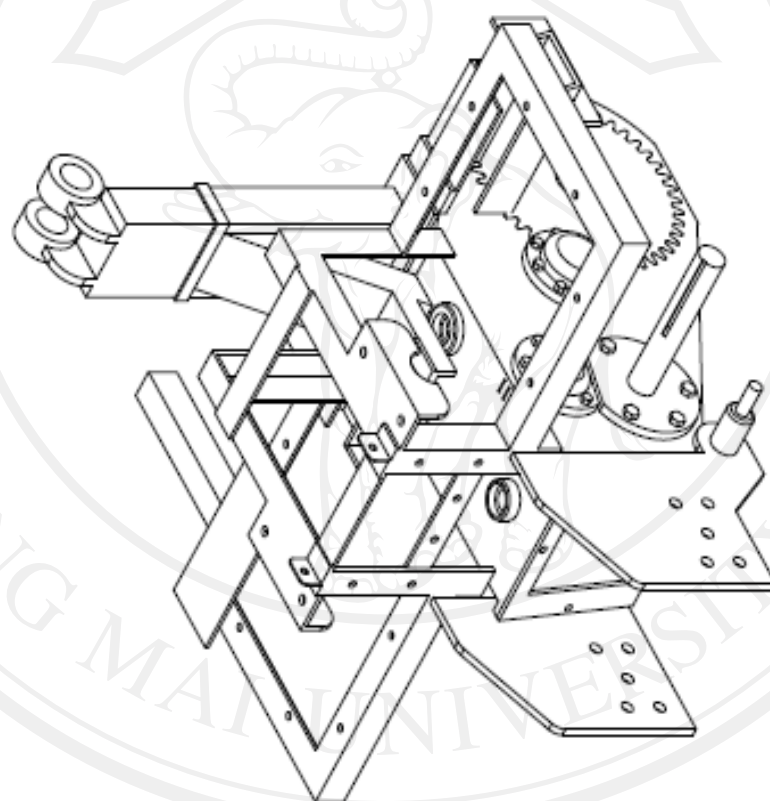
Faculty of Engineering
Chiang Mai University

SCALE 1 : 10

Kompond S.

April 2014





Note : All dimensions are in millimeters

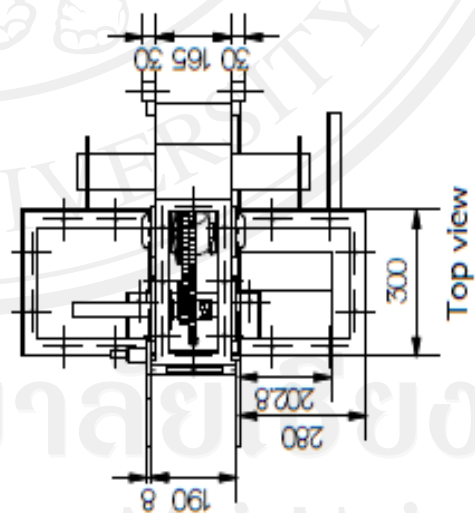
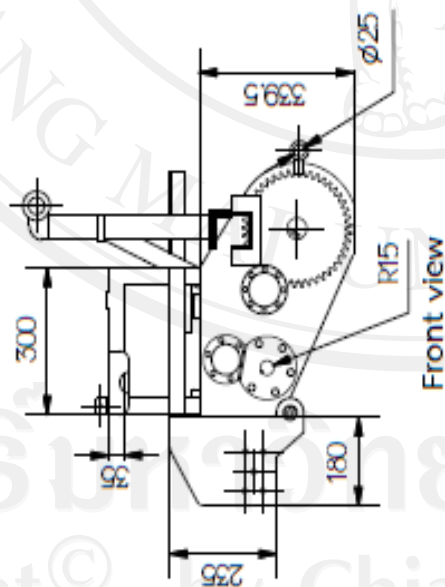
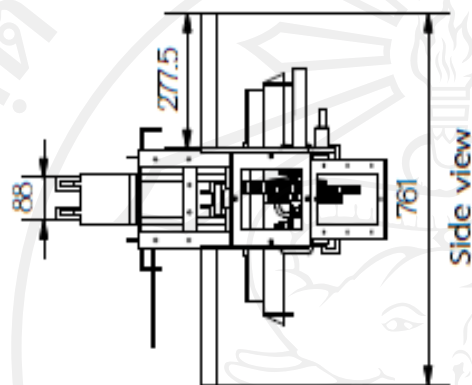
Faculty of Engineering
Chiang Mai University

SCALE 1 : 7

Komparat S.

April 2014

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



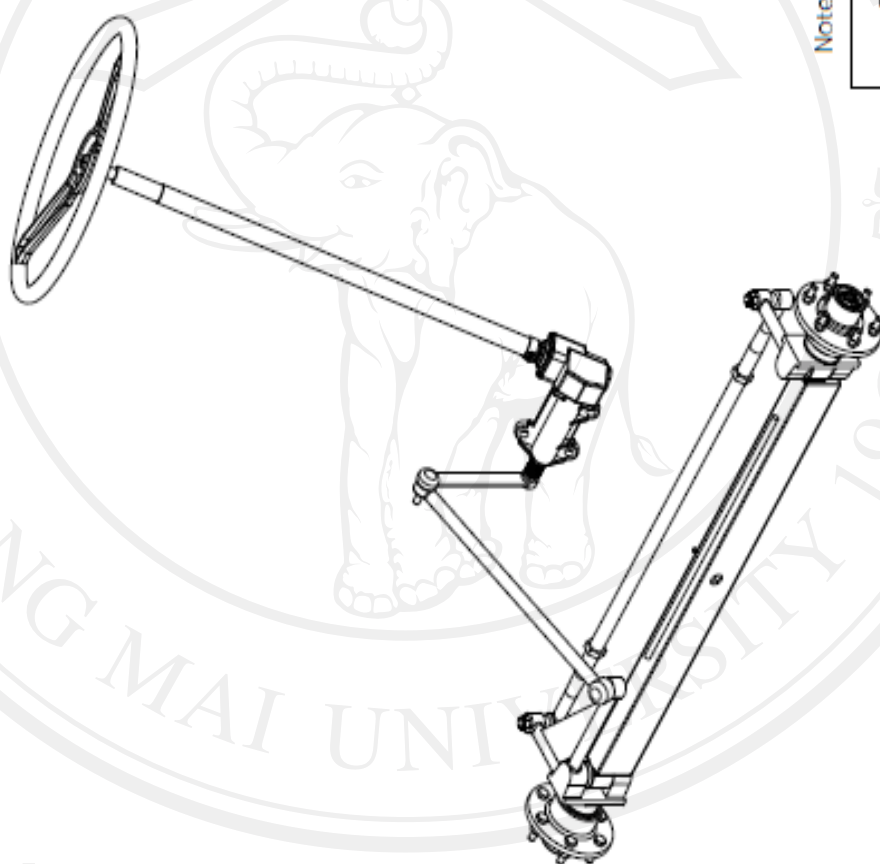
Note : All dimensions are in millimeters

Faculty of Engineering
Chiang Mai University

SCALE 1 : 15

Kompond S.

April 2014



Note : All dimensions are in millimeters

Faculty of Engineering
Chiang Mai University

SCALE 1 : 11

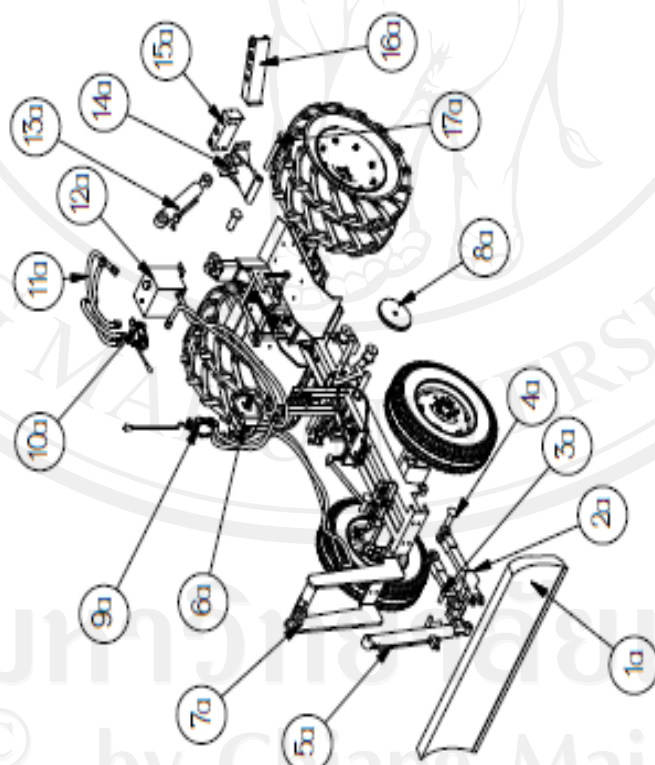
Komporat S.

April 2014

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



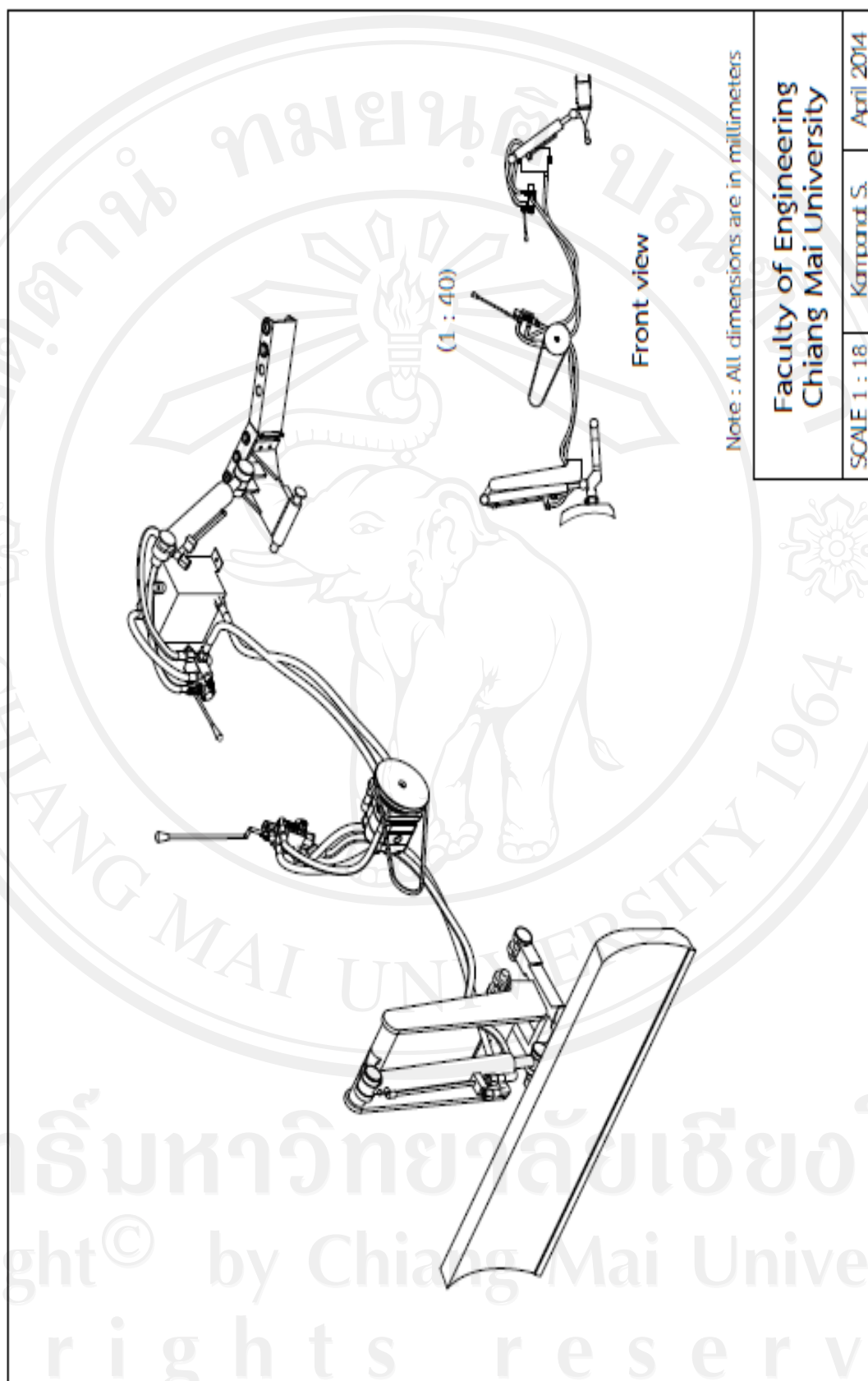
No.	Parts List	Quantity
1a	ฝาหลัง	1
2a	โช๊คหลัง	1
3a	สลับล้อหน้า	2
4a	สลักซี่ (รวมสลัก ยางล้อ โช๊คหลัง)	6
5a	กวางล้อ โช๊คหลัง	1
6a	ปั๊มโช๊ค	1
7a	เพลาโช๊ค โช๊คหลัง	1
8a	มูเล่โช๊ค	1
9a	วาล์วหน้า	1
10a	วาล์วหน้า	1
11a	สลับโช๊ค	12
12a	ปั๊มโช๊ค	1
13a	กวางล้อ โช๊คหน้า	1
14a	ทาสี	1
15a	ตัวปั๊ม	1
16a	ตัวปั๊ม	1
17a	สลักซี่	1



Note : All dimensions are in millimeters

Faculty of Engineering
Chiang Mai University

SCALE 1 : 38 Karpond S. April 2014





ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค1. รูปการดำเนินการสร้างรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค1. เกียร์รถไถเดินตามที่ประกอบเป็นรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค2. ชิ้นส่วนเกียร์รถไถเดินตามที่ประกอบเป็นห้องเกียร์รถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค3. โครงรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค4. รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่ทำการสร้าง

ค2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบรถแทรกเตอร์

ค2.1 รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่ทำการปรับปรุง



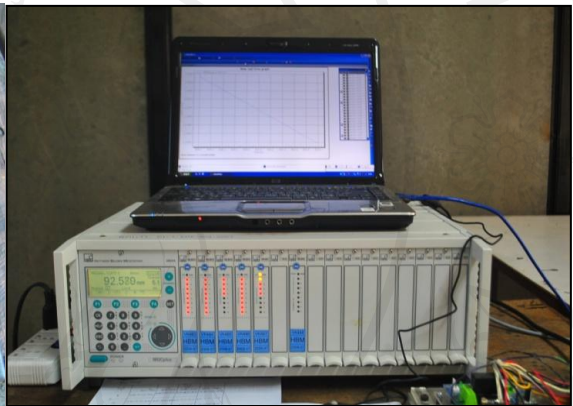
รูปที่ ค5.รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่ทำการปรับปรุง



รูปที่ ค6. เครื่องวัดความเร็วรอบและนาฬิกาจับเวลา



รูปที่ ค7. เครื่องมือวัดระยะ



รูปที่ ค8. เครื่องบันทึกและวิเคราะห์ ข้อมูล

ค3. การทดสอบความสามารถและทดสอบสมรรถนะ

ค3.1 การทดสอบการชั่งน้ำหนัก



รูปที่ ค9. การทดสอบการชั่งน้ำหนักโดยใช้สแตนด์ของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค10. การทดสอบการชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค11. การทดสอบแรงฉุดลากของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค12. การวัดวงเลี้ยวของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ ค13. การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานในพื้นที่ของรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved



ภาคผนวก ง

คำชี้แจง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ ง1. ค่าวัสดุอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	ราคา
1	เกียร์รถไถเดินตาม 72	8,000
2	ล้อรถไถ	3,300
3	น้ำมันดีเซล	850
4	ลูกปืนล้อ	250
5	น็อต	936
6	เหล็กทรง 4 นิ้ว	1,750
7	คานหน้า	2,000
8	ชุดคุมล้อหน้า	2,500
9	กระปุกพ่วงมาลัย	1,500
10	ปั้มเบรก	1,300
11	สปริงกลัดซ์	250
12	ดอกสว่าน	160
13	ค่าตัดเหล็ก	180
14	ค่าเหล็กแผ่นคุมล้อ	513.66
15	น้ำมันเกียร์	950
16	มูลเลย	1,500
17	แผ่นดิสก์	780
18	น้ำมันเบรก	360
19	ลูกหมาก	40
20	ใบปัด	380
21	สี	480
22	โซ้คเบาะ	300
23	สายเบรก	160

ตารางค่าวัสดุอุปกรณ์(ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ราคา
25	สีโป๊	260
26	ใบตัด	100
27	สายพาน ร่อง B เบอร์ 77	154
28	สายพาน ร่อง B เบอร์ 58	116
29	เบรกมุลเลย์	220
30	เหล็กแผ่นวงแหวน	500
31	ลิ่ม	60
32	เทปพันสายไฟ	20
33	คุมล้อ	600
34	เบาะนั่ง	700
35	แผ่นเจียรไน	400
36	กาวดำ	140
37	ท่อน้ำมันเบรก	160
38	ใบตัด	100
39	ยางในล้อหลัง	700
40	อื่นๆ	5,256
	รวม	37,985.66



ภาคผนวก จ

ตารางประกอบกรคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ จ.1 ค่าตัวประกอบความล้า C_m และ C_t

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายูนิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
เพลาม้วน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5 – 2.0	1.0 – 1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0 – 3.0	1.5 – 3.0

ที่มา : รศ.ธีรยุทธ สุวรรณประทีป และ ผศ.ดร.ธัญญา เกียรติวัฒน์. การออกแบบเครื่องจักรกล 1.

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กันยายน 2544.

ตารางที่ จ.2 ตารางเบอร์มาตรฐานของสายพาน

Section	Circumference (in.)
A	26,31,33,35,38,42,46,48,51,53,55,57,60,62,64,66,68,71,75,78,80,85,90,96, 105,112,120,128
B	35,38,42,46,48,51,53,55,57,60,62,64,65,66,68,71,75,78,79,81,83,85,90,93, 97,100,103,105,112,120,128,131,136,144,158,173,180,195,210,240,270,3
C	00 51,60,68,75,81,85,90,96,105,112,120,128,136,144,158,162,173,180,
D	195,210,240,270,300,330,360,390,420 120,128,144,158,162,173,180,195,210,240,270,300,330,360,390,420,480,
E	540,600,660 180,195,210,240,270,300,330,360,390,420,480,540,600,660

ที่มา (Joseph E.Shigley al 2004)

ตารางที่ จ.3 ความกว้างของสายพานแบนส่งกำลังและความกว้างล้อสายพานที่สอดคล้องกันตามมาตรฐาน ISO 22-1975 (E)

สายพาน		ล้อสายพาน		สายพาน		ล้อสายพาน	
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
16	0.63	20	0.8	140	5.6	160	6.3
20	0.8	25	1	160	6.3	180	7.1
25	1	32	1.25	180	7.1	200	8
32	1.25	40	1.6	200	8	224	9
40	1.6	50	2	224	9	250	10
50	2	63	2.5	250	10	280	11.2
63	2.5	71	2.8	280	11.2	315	12.5
71	2.8	80	3.15	315	12.5	355	14
80	3.15	90	3.55	355	14	400	16
90	3.55	100	4	400	16	450	18
100	4	112	4.5	450	18	500	20
112	4.5	125	5	500	20	560	22.4
125	5	140	5.6			630	25.0

ที่มา : ศ.ดร.วิฑูรย์ อึ้งภากรณ์ และ รศ.ชาญ ถนัดงาน การออกแบบเครื่องจักรกล 2 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ4. ผลการทดสอบแรงนุดลากบนพื้นคอนกรีตแบบล้อยู่

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์	นุดลากเฉลี่ย	แรงนุดลากสูงสุด
800	2.3	6.2
1000	2.4	6.4
1200	2.6	7
1400	2.7	7.1
1600	2.9	7.3
1800	3.2	7.7
2000	3.2	7.8

ตารางที่ จ5. ผลการทดสอบแรงนุดลากบนพื้นคอนกรีตแบบล้อเดี่ยว

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์	นุดลากเฉลี่ย	แรงนุดลากสูงสุด
800	2	3.5
1000	2.1	3.7
1200	2.1	3.7
1400	2.3	3.9
1600	2.3	3.9
1800	2.5	4
2000	2.6	4

ตารางที่ จ6. ผลการทดสอบแรงนุดลากบนพื้นดินแบบล้อคู่

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์	นุดลากเฉลี่ย	แรงนุดลากสูงสุด
800	2.5	7.3
1000	2.7	7.9
1200	3.1	8
1400	3.3	8.1
1600	3.5	8.1
1800	3.5	8.2
2000	3.6	8.4

ตารางที่ จ7. ผลการทดสอบแรงนุดลากบนพื้นดินแบบล้อเดี่ยว

ความเร็วรอบของเครื่องยนต์	นุดลากเฉลี่ย	แรงนุดลากสูงสุด
800	3.1	7.3
1000	3.3	7.5
1200	3.3	7.7
1400	3.3	7.7
1600	3.5	7.8
1800	3.5	8
2000	3.6	8.1

ตารางที่ จ8. ผลการทดสอบความเร็วของรถแทรกเตอร์ ของเกียร์ 1

ความเร็วรอบของ เครื่องยนต์	ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	ข้อมูลที่ได้จากการ คำนวณ
800	4.04	5.997
1000	5.9	7.496
1200	7.1	8.995
1400	8.33	10.494
1600	9.8	11.994
1800	10.9	13.493
2000	11.7	14.992

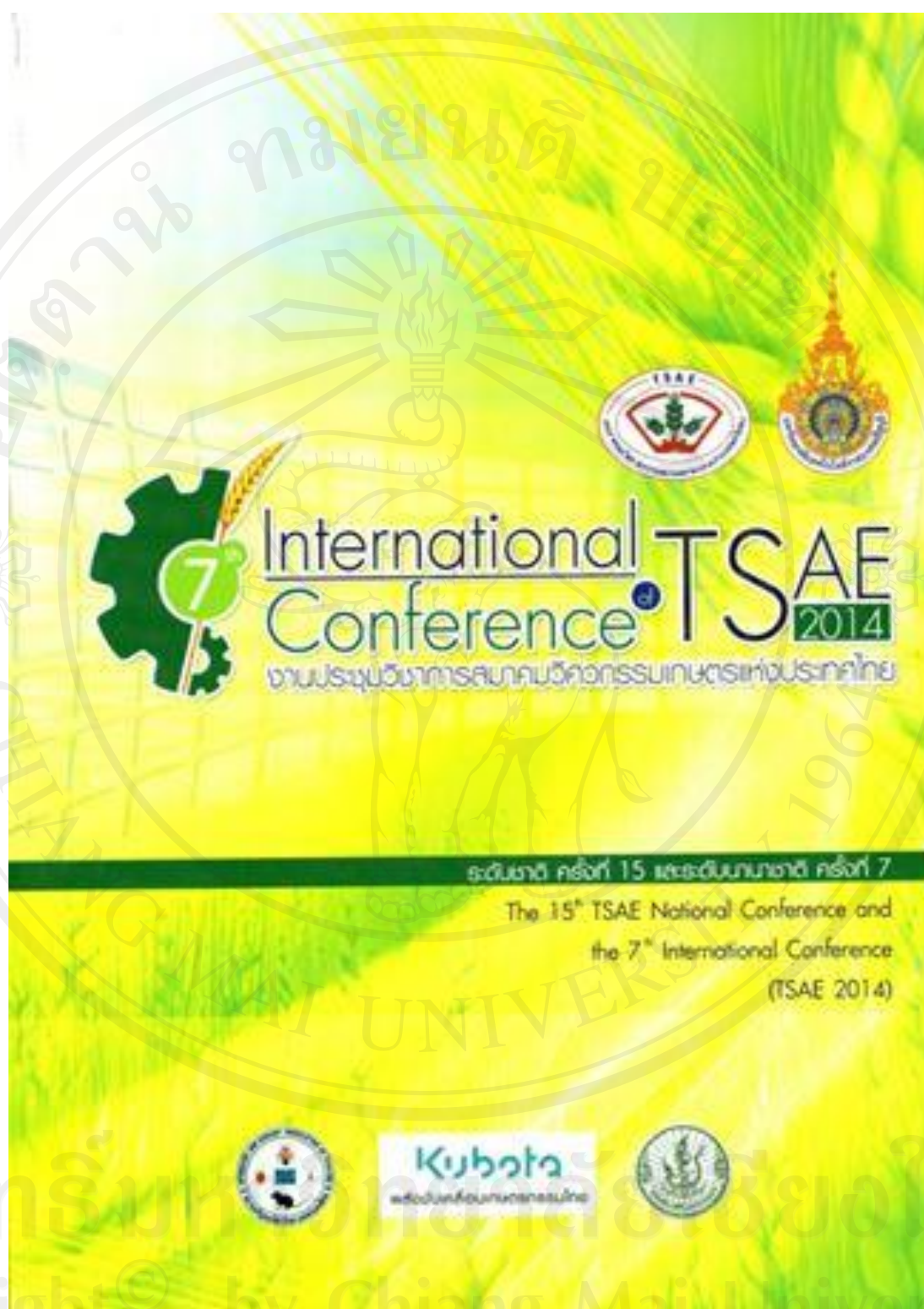
ตารางที่ จ9. ผลการทดสอบความเร็วของรถแทรกเตอร์ ของเกียร์ 2

ความเร็วรอบของ เครื่องยนต์	ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง	ข้อมูลที่ได้จากการ คำนวณ
800	11.3	20.501
1000	16.5	25.753
1200	20.9	30.825
1400	21.2	36.119
1600	22.5	41.494
1800	25.6	46.472
2000	27.1	52.552

ตารางที่ จ10. ข้อมูลจำเพาะรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

แทรกเตอร์ขนาดเล็ก	
ระบบขับเคลื่อน	ขับเคลื่อน 2 ล้อ
ระบบเครื่องยนต์	
เครื่องยนต์	YANMAR 1 สูบ 4 จังหวะ สูบนอนระบายความร้อนด้วยน้ำ
รุ่น	TF110DI-L
แรงม้าสุทธิ	11 แรงม้า/2400 rpm
ความจุถังเชื้อเพลิง (ลิตร)	11
ปริมาตรกระบอกสูบ (ซีซี)	583
ความกว้างกระบอกสูบ-ช่วงชัก (มิลลิเมตร)	88×96
น้ำหนักสุทธิของเครื่องยนต์ (กิโลกรัม)	104.5
ระบบขับเคลื่อน	
ยางล้อ หน้า	5-15
ยางล้อ หลัง	7-17
พวงมาลัย	MAZDA 1000 PICKUP (MODEL:BPB55)
จำนวนเกียร์	เดินหน้า 2 เกียร์ ถอยหลัง 1เกียร์
เบรก	ดิสก์เบรก

ชนิดคลัตช์	ลูกเตะสายพาน
รัศมีวงเลี้ยว (เมตร)	3.25
สัดส่วน/น้ำหนัก	52/48
น้ำหนักรวม (กิโลกรัม)	750
ความยาว(ก้นชนหน้า-ล้อหลัง) (เซนติเมตร)	224
ความกว้าง(ขอบยางล้อหลังซ้าย-ขวา) (เซนติเมตร)	126
ความสูง(พื้น-พวงมาลัย) (เซนติเมตร)	125
ความสูงใต้ท้องรถ (เซนติเมตร)	30
ความกว้างช่วงล้อ(ซ้าย-ขวา) ล้อหน้า (เซนติเมตร)	80
ล้อหลัง (เซนติเมตร)	90
ระบบไฮดรอลิก	
อัตราการไหลของน้ำมัน (ลิตรต่อนาที)	
อุปกรณ์ต่อพ่วง 1 จุด	ตามมาตรฐานรถไถเดินตาม
ระบบควบคุมไฮดรอลิก	ควบคุมตำแหน่ง (Position Control)





การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
2-4 เมษายน 2556 โรงแรมกรุงศรีวิเวอร์ จ. อุดรธานี

การประยุกต์ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามสำหรับการพัฒนาแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาดเล็ก Application of Walking Tractor Transmission System for Development of a Small 4-Wheel Tractor

นายกัมปนาท แสงสุวรรณ¹, วิบูลย์ ช่างเรือ¹, ทวีชัย นิมาแสง¹ และ นิวัตร มุลปา²

Kampanat Sangsuwan¹, Viboon Changrue¹, Taweechai Nimasang and Niwat Moonpa²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiangmai 50200

²สาขาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ 50300

²Major of Agricultural and Biological Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chaingmai 50300

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามแบบเกษตร 72 เพื่อพัฒนาเป็นฟาร์มแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาดเล็ก เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งานโดยมีคุณสมบัติเบื้องต้นให้สามารถใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงของรถไถเดินตามได้ โดยออกแบบและสร้างแทรกเตอร์มีความกว้าง 1,160 มิลลิเมตร ยาว 2,200 มิลลิเมตร สูง 1,250 มิลลิเมตร มีน้ำหนักตัวรถ 534 กิโลกรัม การออกแบบคำนึงถึงหลักการกลศาสตร์และความปลอดภัยของผู้ใช้งาน มี 2 เกียร์ เดินหน้า 1 เกียร์ถอยหลัง ตัวรถมี จุดศูนย์ถ่วงระหว่างล้อหน้าและหลัง โดยวัดจากกึ่งกลางเพลาล้อหน้าเท่ากับ 680 มิลลิเมตร จุดศูนย์ถ่วงด้านข้างจากขอบล้อด้านขวา 210 มิลลิเมตร และจุดศูนย์ถ่วงระยะสูงจากพื้นเท่ากับ 470 มิลลิเมตร การทดสอบการขับเคลื่อนรถเปล่า พบว่า สามารถไต่ทางชันได้ในช่วง 0 ถึง 30 องศา มีน้ำหนักบรรทุก 500 กิโลกรัม และที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 800 รอบต่อนาที ความเร็วรถที่เกียร์ 1 เท่ากับ 2.8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วรถที่เกียร์ 2 เท่ากับ 8 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลการทดสอบแรงฉุดลากพบว่า ทดสอบวัดแรงฉุดลากที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 2000 รอบต่อนาที ได้เท่ากับ 3.5 กิโลนิวตัน และแรงฉุดลากเพิ่มขึ้นเป็น 4.5 กิโลนิวตัน เมื่อใส่ล้อคู่ ทดสอบความสามารถในการทำงานในแปลงด้วยไถงานแบบ 2 ใบได้ 2.5 ไร่ต่อชั่วโมง อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เท่ากับ 0.4 ลิตรต่อไร่

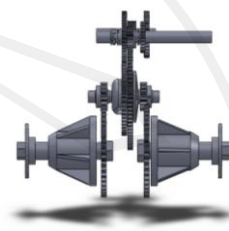
Abstract

The focus of this research is to convert the Kaset-72 walk-behind tractor a 4-wheel small tractor by considering its transmission system. The application of transmission system should basically be able to carry tractor trailers and convenient to use. The tractor was designed by considering its mechanics and user safety. Its dimensions are as follows: 1,160 mm wide, 2,200 mm long and 1,250 mm high. It weighs 534 kg. There are two forward speeds and single reverse speed. Central of gravity of the tractor measured between the centres of front and rear axles is 680 mm from the front

axle. It is 210 mm from the inner rim of the right wheel when measured between the inner rims of the right and left wheels. The height of central of gravity is 470 mm from ground. The tractor with no additional load was able to climb 0-30 degree ramp. It was able to carry an additional load of 500 kg at engine speed of 800 rpm. The tractor was able to have speed of 2.8 km/h using the first gear. The application of second gear results in a tractor speed of 8 km/h. The tractor was able to trail a 3.5 kN load with the engine speed of 1000 rpm. The trailing capability increased to 4.5 kN when an additional two wheels were applied. When the 2-blade spader was used, it was able to spade with a capability of 1 acre per hour with the fuel consumption of 0.4 litre per Rai.

1. บทนำ

รถไถเดินตามเป็นเครื่องจักรกลที่เกษตรกรนิยมมาใช้งานในภาคเกษตรกรรม เมื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ อย่างเช่น รถแทรกเตอร์ มาใช้แทนรถไถเดินตาม เนื่องจากรถแทรกเตอร์สามารถทำงานได้ดี แต่มีต้นทุนที่สูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดในลดต้นทุนเครื่องจักรกลเกษตร โดยนำโครงรถไถเดินตามแบบเกษตร 72 ที่มีตัวโครงรถและอะไหล่อยู่ในท้องตลาด มาทำการปรับปรุง โดยใช้ระบบส่งกำลังของรถไถเดินตามเป็นแบบเฟืองตรงล้อทั้งสองข้างที่ใช้หมุน ไปพร้อมกัน ส่วนการเลี้ยวของรถไถเดินตามนั้นเป็นการ ตัดการส่งกำลังให้ล้อข้างหนึ่งหยุดหมุน และให้อีกล้ออีกข้างหนึ่งหมุนซึ่งยากต่อการเลี้ยว ดังนั้นจึงพัฒนาชุดเฟืองท้ายของรถไถเดินตาม



รูปที่ 1 เกียร์รถไถเดินตาม

การดูดลาก ^[2] (Traction) คือแรงที่เกิดขึ้นจากการที่ล้อเคลื่อนที่ โดยรับกำลังมาจากเครื่องต้นกำลังหรือเครื่องยนต์ให้หมุนไปบนพื้นระดับแล้ว ทำให้เกิดแรงผลักดันให้รถแทรกเตอร์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต้องการดังสมการที่ 1

$$P_{db} = \frac{F \times s}{c} \quad (1)$$

โดยที่ P_{db} คือ กำลังดูดลาก (kW)

F คือ แรงดูดลาก (kg)

s คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ (m/s)

c คือ ค่าคงที่

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1ระบบส่งกำลัง

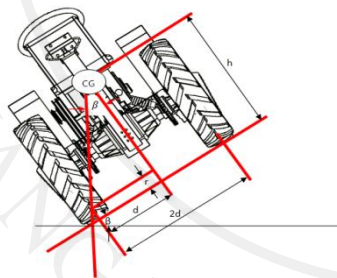
เกียร์ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่แบ่งชั้นความเร็ว และเพิ่มกำลังดูดลากของล้อรถแทรกเตอร์ โดยปกติถ้าใช้เฟืองเกียร์ที่มีอัตราทดรอบสูงจะทำให้ความเร็วรอบของล้อต่ำแต่มีกำลังการดูดลากสูง ซึ่งในทางตรงกันข้าม ถ้าต้องการให้รถแทรกเตอร์วิ่งเร็วที่สุด ก็ต้องใช้เฟืองเกียร์ที่มีอัตราทดรอบต่ำ

จากกรมวิชาการเกษตรได้ทำการออกแบบชุดเกียร์รถไถเดินตามเกษตร 72 มาใช้เป็นต้นแบบในการผลิตรถไถเดินตาม ดังนั้นการนำชุดเกียร์รถไถเดินตามเกษตร 72 มาทำการพัฒนารถแทรกเตอร์ 4 ล้อ เพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของชิ้นส่วนและมีคุณภาพสูง โดยให้รถไถเดินตามมีฟังก์ชันการทำงานเท่าที่จำเป็น คือ มี 2 เกียร์เดินหน้า 1 เกียร์ถอย โดยมีอัตราทดเกียร์ 1 อัตราทดเกียร์ 2 และอัตราทดเกียร์ถอย เท่ากับ 1:20.09 1:5.78 และ 1:37.67 ตามลำดับ

2.2 จุดศูนย์ถ่วงและมุมพลิกคว่ำของรถแทรกเตอร์

รถแทรกเตอร์จะมีองค์ประกอบที่สำคัญในการทรงตัวและเสถียรภาพของรถแทรกเตอร์ขณะปฏิบัติงาน สามารถหาได้หลายวิธีด้วยกัน ในการคำนวณจากน้ำหนักและสัดส่วนต่างๆของรถ การหาค่าตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก^[3] ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงมีผลต่อการกระจายน้ำหนักลงที่ล้อของรถแทรกเตอร์ และ

เสถียรภาพในการทำงานของรถแทรกเตอร์ นอกจากนี้ คุณสมบัติทางกายภาพของรถแทรกเตอร์ ได้แก่ ความกว้างช่วงล้อระยะห่างของฐานล้อ และน้ำหนักของรถแทรกเตอร์เป็นตัวแปรที่มีผลต่อเสถียรภาพของรถแทรกเตอร์โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาเสถียรภาพของรถแทรกเตอร์ ในสภาวะสถิตโดยปกติรถแทรกเตอร์ได้ถูกออกแบบมาให้มีตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้มีเสถียรภาพในการปฏิบัติงานมากที่สุด รถแทรกเตอร์ที่ขับเคลื่อนล้อหลังทั่วไปจะมีตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงไปทางด้านหน้าของเพลาล้อหลังประมาณ 1/3 ของระยะห่างของฐานล้อขณะที่รถแทรกเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยล้อหน้าหรือขับเคลื่อน 4 ล้อ จะมีตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงเอียงไปทางด้านหน้าจากจุดกึ่งกลางของตัวรถใช้การวัดน้ำหนักที่กระทำที่ล้อหลังเมื่อรถแทรกเตอร์ถูกยกขึ้นให้อยู่ในตำแหน่งต่างๆ กัน เพื่อคำนวณหาตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงสามารถบอกได้ใน 3 ทิศทางด้วยกัน



รูปที่ 2 จุดศูนย์ถ่วงและมุมพลิกคว่ำของรถแทรกเตอร์

2.3 ประสิทธิภาพการทำงาน

การวัด ประสิทธิภาพการทำงาน ของเครื่องจักรกลเกษตรจะทำการวัดโดยความสามารถในการทำงานในทางทฤษฎีต่อความสามารถในการทำงานในเชิงปฏิบัติ โดยความสามารถในทางทฤษฎีนั้นจะวัดอัตราการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่ทำงานได้ 100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่และเวลาทั้งหมดของเครื่องจักรเกษตร ส่วนความสามารถในการทำงานในเชิงปฏิบัติจะวัดอัตราการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตรที่สามารถทำงานได้ในพื้นที่จริงและเวลาจริง ดังสมการที่ 2

$$Eff = \frac{C_a}{C_t}$$

(2)

โดยที่ Eff = ประสิทธิภาพของเครื่องจักร

C_a = ความสามารถในการปฏิบัติ
(Actual Capacity)

C_t = ความสามารถในการทำงานทาง
ทฤษฎี
(Theoretical Capacity)

3 วิธีการทดสอบรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

3.1 สรรณะการดูดกลืนของรถแทรกเตอร์ โดยทำการติดตั้งโพลเดเซลล์ขนาด 1 ตัน กับตัวรถแทรกเตอร์ เลือกใช้ เกียร์ 1 เป็นเกียร์ทดสอบ ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 2,000 รอบต่อนาที

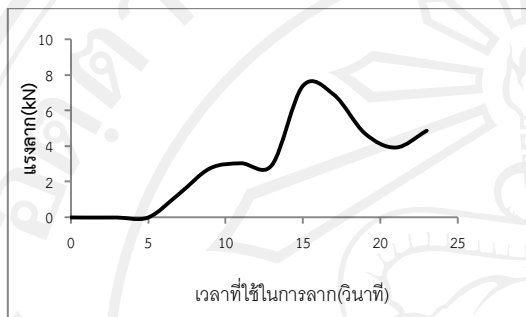
3.2 การทดสอบหาจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์ วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วงและมุมพลิกคว่ำของรถแทรกเตอร์เริ่มต้นด้วยการวัดขนาดรถแทรกเตอร์ตามระยะต่างๆ ดังนี้ ระยะห่างระหว่างล้อหน้าและล้อหลัง (wheel base) ความกว้างของล้อหน้าและล้อหลัง (Tread) รัศมีของล้อหน้าและล้อหลัง (Radius) แล้วทำการชั่งน้ำหนักของรถแทรกเตอร์ น้ำหนักของล้อหน้าขณะรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระดับ ความสูงของล้อหน้าที่ถูกยกขึ้นจากพื้น น้ำหนักที่ล้อหลัง น้ำหนักที่ลงบนล้อด้านซ้ายหรือด้านขวาของรถแทรกเตอร์ ความสูงของล้อด้านข้างที่ถูกยกขึ้นจากพื้น เพื่อหามุมที่รถแทรกเตอร์เริ่มจะพลิกคว่ำแล้วบันทึกผลการวัดลงในตาราง นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงและมุมพลิกคว่ำของรถแทรกเตอร์

3.3 การวัดประสิทธิภาพการทำงาน ของเครื่องจักรทำการทดสอบโดยการกำหนดขนาดพื้นที่ 80x5 เมตร ทำการไถด้วยไถจานแบบ 2 ใบของรถไถเดินตามทำการไถแบบเปิดร่องกลางโดยใช้เกียร์ 2 ทำการจับเวลาการทำงานทั้งหมด นำมาคำนวณหาความสามารถในการทำงาน

4 ผลการทดสอบ

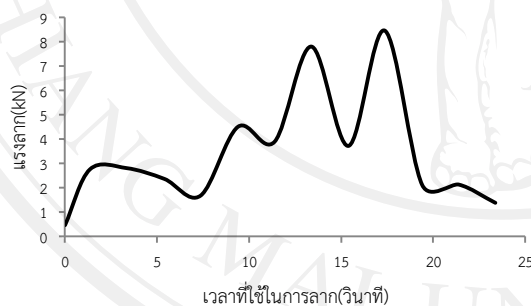
ทำการทดสอบรถแทรกเตอร์ 4 ล้อขนาดเล็ก โดยทำการศึกษาร่างดูดกลืน จุดศูนย์ถ่วงของรถและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

4.1 จากการทดสอบแรงฉุดลากของรถแทรกเตอร์ รถแทรกเตอร์มีน้ำหนักตัวรถ 534 กิโลกรัม หน้ากว้าง ล้อยาง 17.7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ 80 เซนติเมตร ผลการทดสอบแรงในการฉุดลากของรถ แทรกเตอร์บนพื้นดินได้ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ยอยู่ที่ 4.5 kN และที่พื้นคอนกรีตได้ค่าแรงฉุดลากเฉลี่ยอยู่ที่ 3.5 kN



รูปที่ 3 ผลการทดสอบแรงในการฉุดลากของรถ แทรกเตอร์บนพื้นคอนกรีต

จากรูปที่ 3 การทดสอบแรงในการฉุดลาก ของรถแทรกเตอร์บนพื้นคอนกรีต เมื่อเทียบกับเวลาที่ 0 ถึง 23 วินาที จะเห็นได้ว่าแรงในการฉุดลากสูงสุด เท่ากับ 7.39 kN



รูปที่ 4 ผลการทดสอบแรงในการฉุดลากของรถ แทรกเตอร์บนพื้นดิน

จากรูปที่ 4 การทดสอบแรงในการฉุดลากของรถ แทรกเตอร์บนพื้นดิน เมื่อเทียบกับเวลาที่ 0 ถึง 23 วินาที จะเห็นได้ว่ามีแรงในการฉุดลากสูงสุดเท่ากับ 8.40 kN

จากการเปรียบเทียบแรงฉุดลากระหว่างพื้น คอนกรีตและพื้นดินเมื่อเทียบแรงฉุดลากสูงสุดที่ได้ พบว่าแรงฉุดลากที่พื้นดินจะสูงกว่าพื้นคอนกรีตเท่ากับ 13.66% เนื่องจากยางล้อของรถแทรกเตอร์ที่สัมผัสกับ

พื้นผิวดินมีมากกว่าพื้นคอนกรีตดังนั้นจึงทำให้สามารถ ได้แรงฉุดลากที่มากกว่า

4.2 การทดสอบหาจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์

การทดสอบหาจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์ วิธีการการหาจุดศูนย์ถ่วงและมุมพลิกค่า เริ่มต้นด้วยการวัดขนาดตามระยะต่างๆของแทรกเตอร์โดยมีขนาด ความกว้าง 1,160 มิลลิเมตร ความยาว 2,200 มิลลิเมตร ความสูง 1,250 มิลลิเมตร น้ำหนักตัวรถ 534 กิโลกรัม น้ำหนักของรถแทรกเตอร์ น้ำหนักที่ลงที่ล้อ หน้าของรถแทรกเตอร์อยู่ในแนวระดับ 322.5 กิโลกรัม น้ำหนักที่ลงที่ล้อหลัง 316.5 กิโลกรัม น้ำหนักที่ลงบน ล้อด้านซ้ายและขวา 321 กิโลกรัม และจุดศูนย์ถ่วง ระยะสูงจากพื้นเท่ากับ 470 มิลลิเมตร

4.3 การทดสอบหาความสามารถการทำงาน

ความสามารถการทำงาน of รถแทรกเตอร์ 4 ล้อ ขนาดเล็กบนพื้นที่ 80x20 เมตร พบว่าระยะเวลาในการทดสอบอยู่ที่ 24 นาที ที่ความเร็ว 11 กิโลเมตรต่อ ชั่วโมง โดยมีประสิทธิภาพการทำงานอยู่ที่ 72 เปอร์เซ็นต์

5 สรุป

การพัฒนาและสร้างรถไถเดินตามให้เป็นรถ แทรกเตอร์ 4 ล้อขนาดเล็ก โดยทำการทดสอบแรงฉุด ลากที่พื้นคอนกรีตและพื้นดิน พบว่า การทดสอบที่ พื้นดินนั้นมีแรงฉุดลากที่มากกว่าพื้นคอนกรีต คิดเป็น 13.66 % ส่วนการหาจุดศูนย์ถ่วงของรถแทรกเตอร์นั้น พบว่า น้ำหนักที่กดลงล้อหน้าและหลังมีค่าเท่ากับ 322.5 และ 316.5 กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำหนักที่ลง ด้านซ้ายและขวามีค่าเท่ากับ 321 กิโลกรัม ดังนั้น จุดศูนย์ถ่วงระยะสูงจากพื้นเท่ากับ 470 มิลลิเมตร โดย มีประสิทธิภาพการทำงานอยู่ที่ 72 เปอร์เซ็นต์

6 กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจาก ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภาคพายัพ เชียงใหม่ และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

7 เอกสารอ้างอิง

- [1.] สมเกียรติ วงษ์พานิช, แทรกเตอร์. เชียงใหม่. โชตนาการพิมพ์, (2552)
- [2.] อำพล ชื้อตรง, งานส่งกำลังรถยนต์. กรุงเทพฯ. ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, (2551)
- [3.] กฤษณรงค์ อรุณประเสริฐ, บุญส่ง ประพันธ์ และสมนึกยะวงษ์, การพัฒนารถไถเดินตามเป็นรถแทรกเตอร์ 4 ล้อนั่งขับขนาดเล็ก. ปริญญาานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร, (2542).
- [4.] ดอย วัฒนชัย, การออกแบบและสร้างรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก 4 ล้อ ส่วนที่ 2 ระบบส่งกำลังและระบบเบรก. ปริญญาานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, (2544).
- [5.] อรรถชาติ ศรีภักดี, การออกแบบและสร้างรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก 4 ล้อ ส่วนที่ 1 โครงสร้างและระบบบังคับเลี้ยว. ปริญญาานิพนธ์ระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, (2544).

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล

นายกำปนาท แสงสุวรรณ

วัน เดือน ปี เกิด

27 พฤษภาคม 2522

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545

สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเกษตรกลวิธาน

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น

พ.ศ. 2542

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกช่างกลเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ

พ.ศ. 2540

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved