

ภาคผนวก ก
แบบรตัดตัญ้าปลอดมลพิษ

All dimensions are in millimeters.

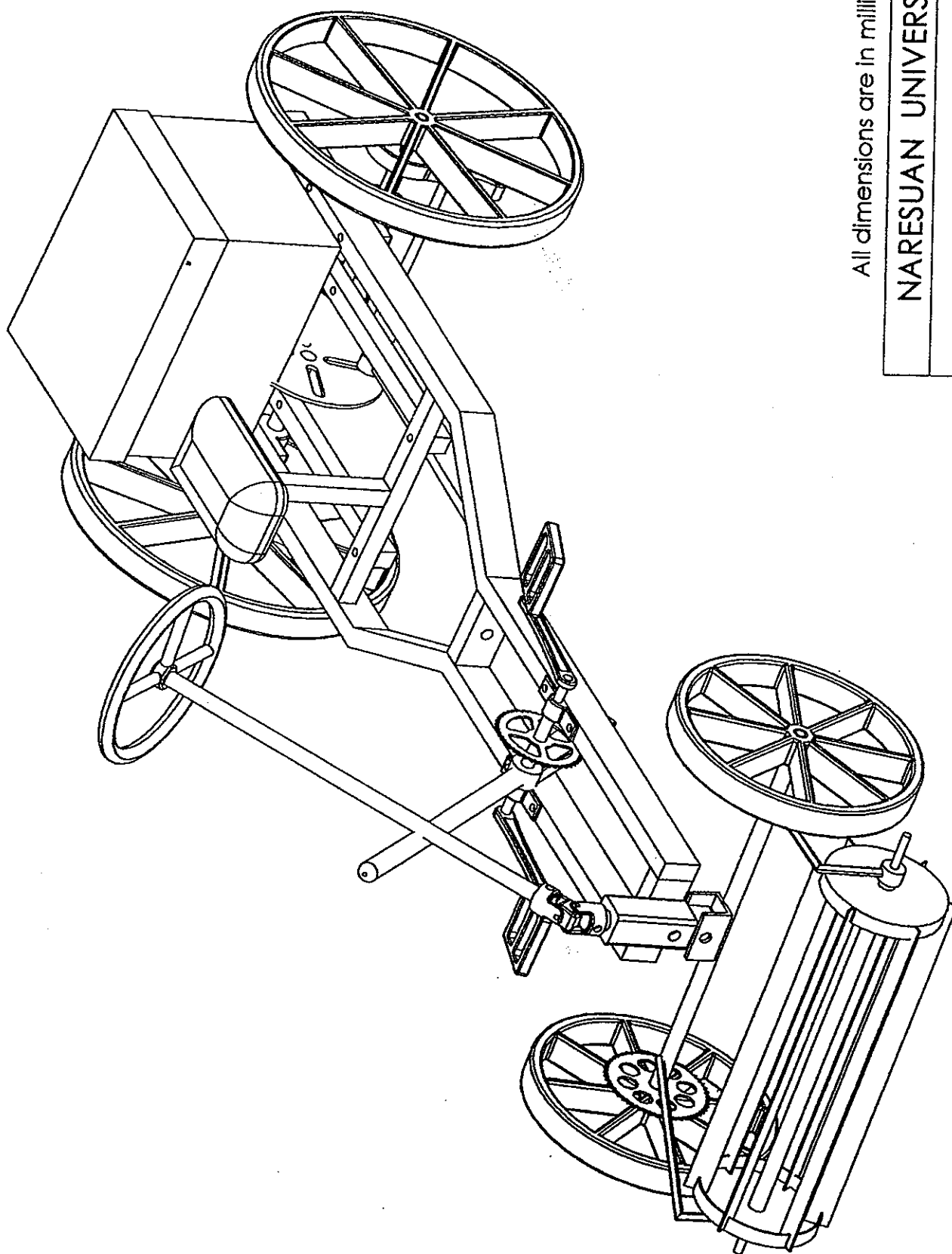
NARESUAN UNIVERSITY

Lawn Mower

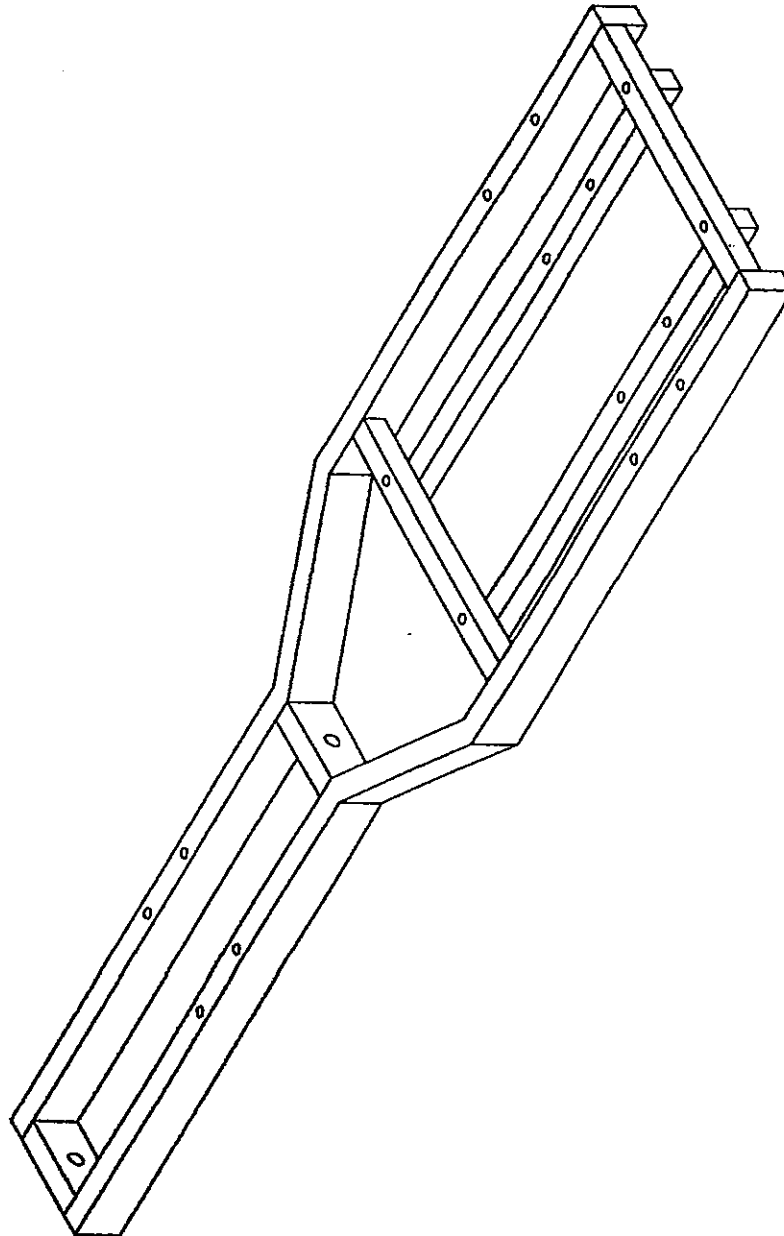
SCALE 1:7

PLATE 1

15/06/48



ITEM. QTY. PART NO. DESCRIPTION		
1	2	คานหน้า
2	2	โครง
3	1	คานหลัง



ISOMETRIC VIEW

All dimensions are in millimeters.

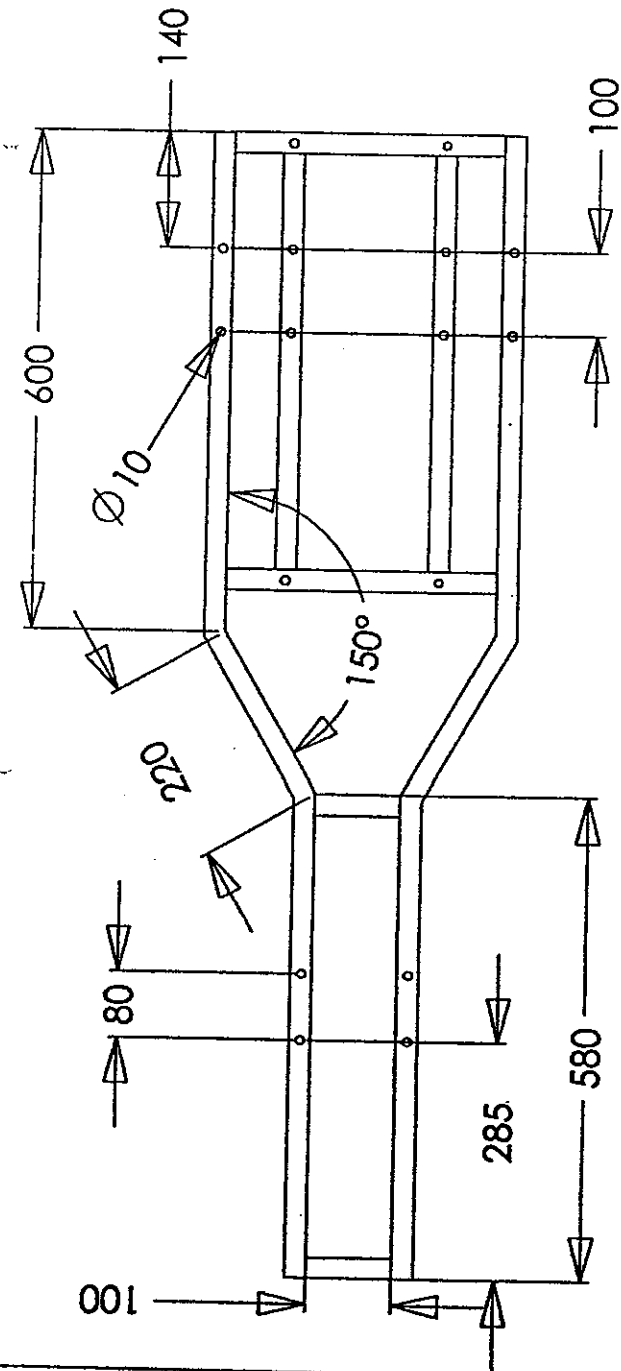
NARESUAN UNIVERSITY

โครงรถ

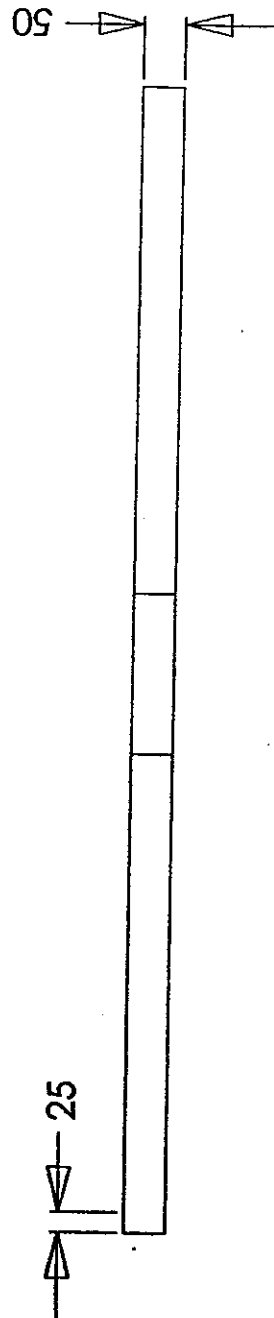
SCALE 1:7

PLATE 2

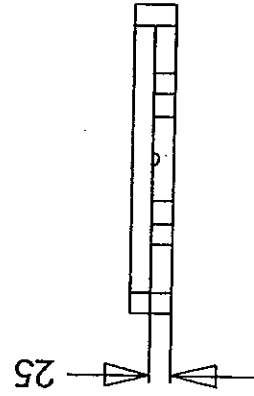
15/06/48



TOP VIEW



FRONT VIEW



SIDE VIEW

All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

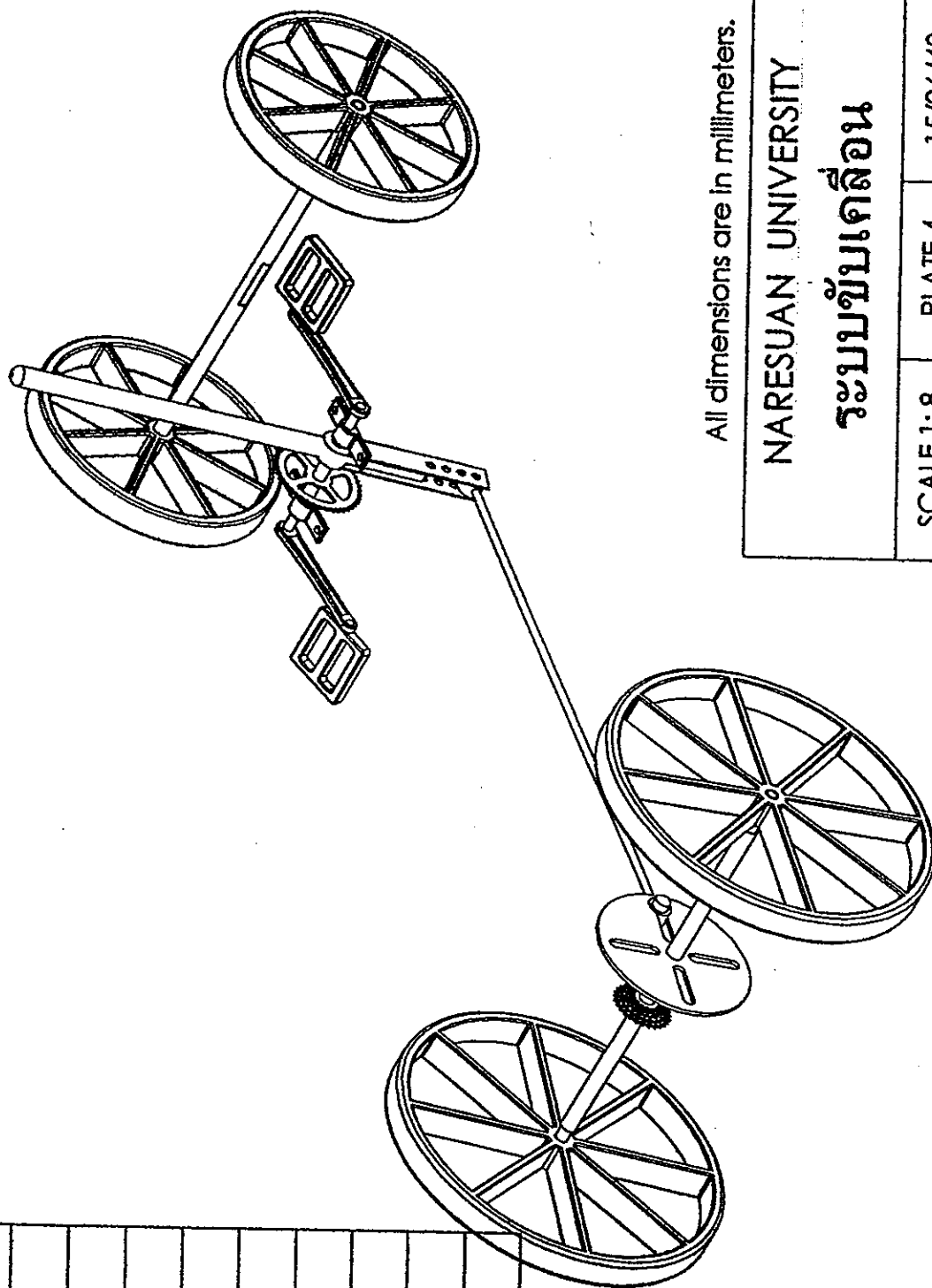
โครงงาน (2)

SCALE 1:7

PLATE 3

15/06/48

ISOMETRIC VIEW



All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

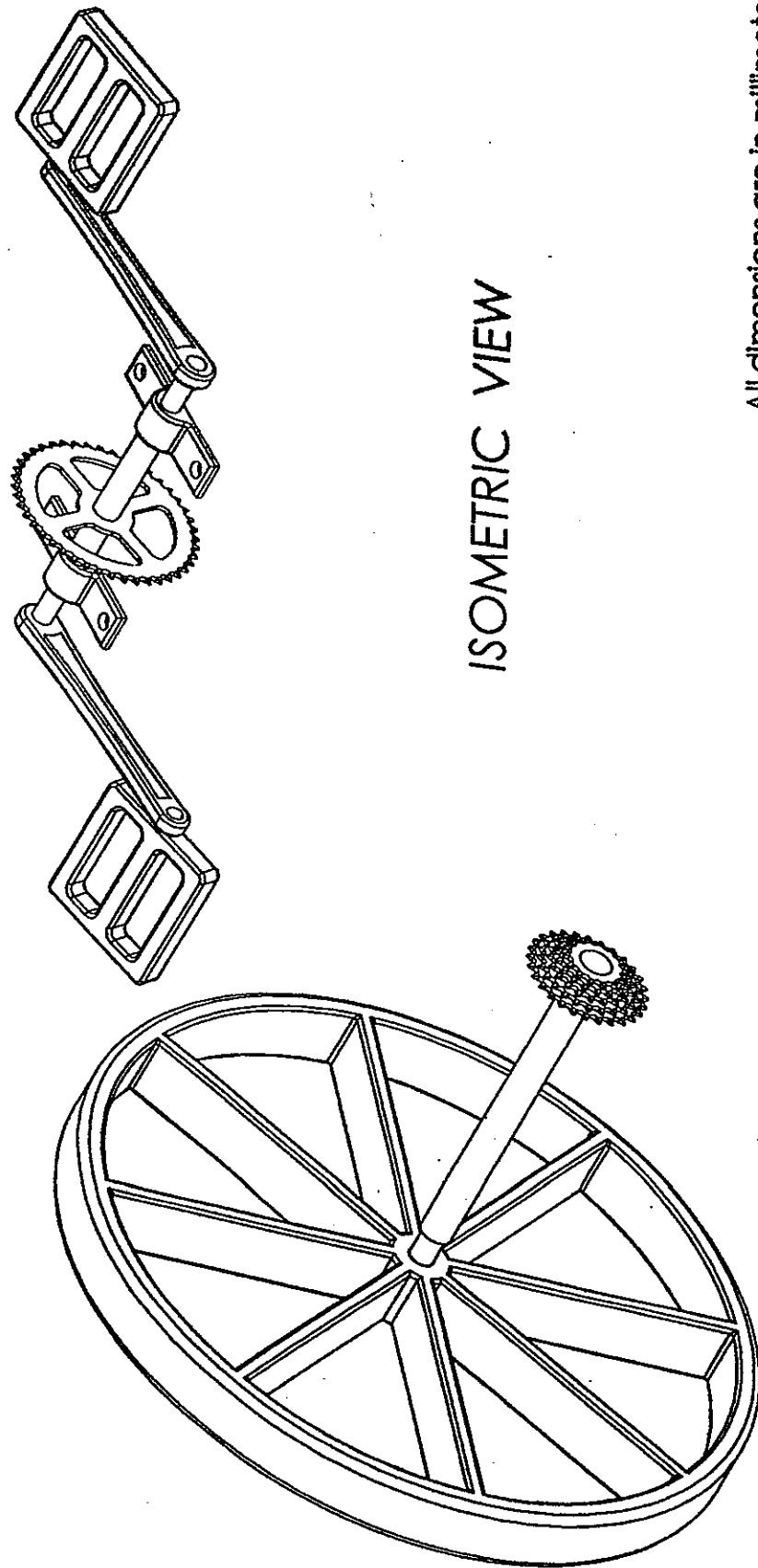
ระบบขับเคลื่อน

SCALE 1:8

PLATE 4

15/06/48

1	2	ลูกปืนหน้า	
2	1	เพลานั่น	
3	2	ก้านปั่น	
4	2	ที่ปั่นซ้าย	
5	1	เสตอร์ปั่น	
6	2	เพลลา	
7	2	ล้อหลัง	
8	1	ลูกเบี่ยง	
9	1	เสตอร์หลัง	
10	1	ตัวโยก	
11	1	ก้านชัก	
12	1	น็อตเพลลาเหวี่ยง	
13	1	คันโยก	
14	1	เพลานั่น	
15	2	ล้อหน้า	



ISOMETRIC VIEW

All dimensions are in millimeters.

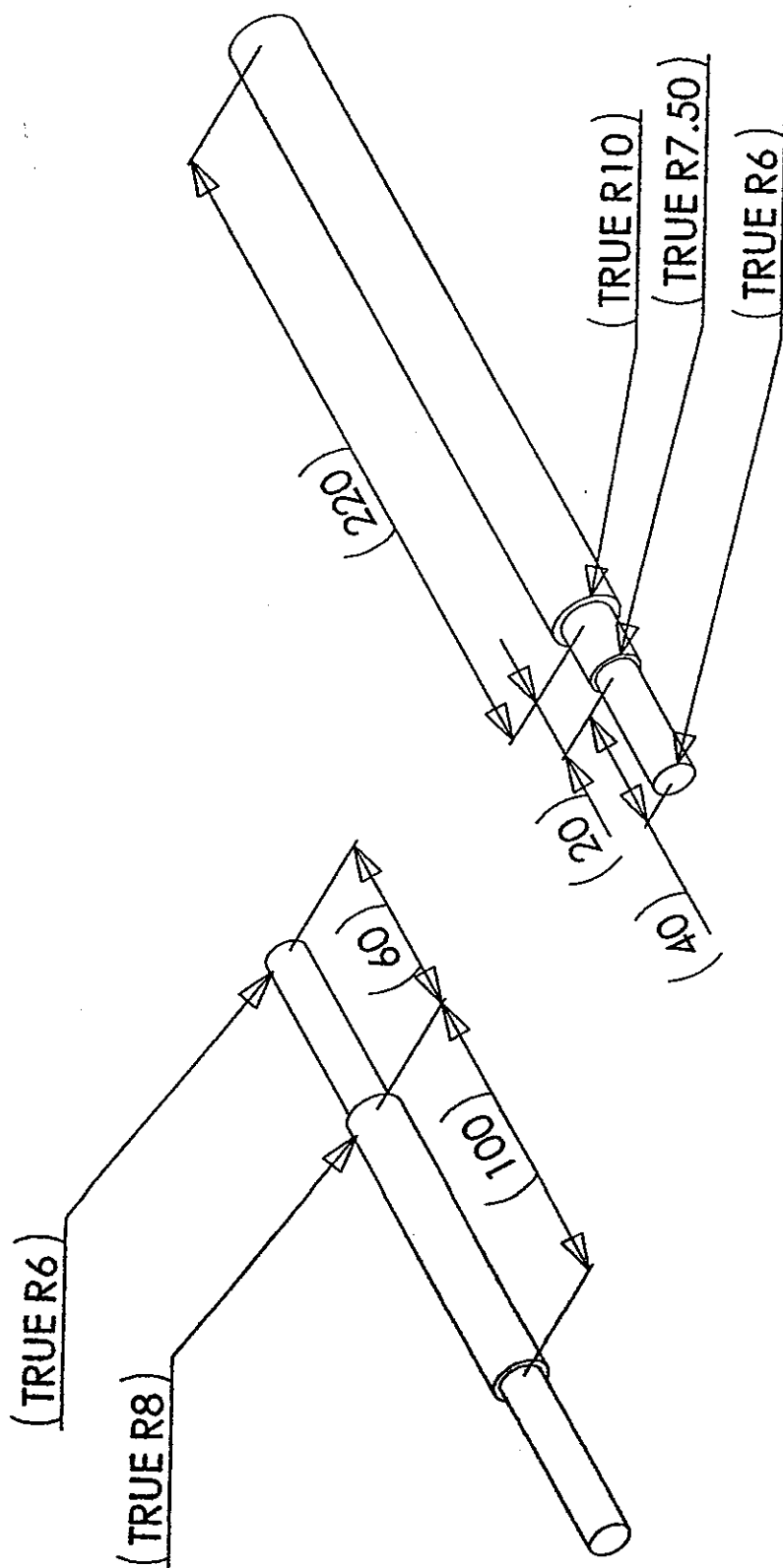
NARESUAN UNIVERSITY

ระบบโซ่ส่งกำลัง

SCALE 1:4

PLATE 5

15/06/48



เพล้าน

เพลาล้อ

All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

ระบบโซ่ส่งกำลัง(2)

ISOMETRIC VIEW

SCALE 1:2

PLATE 6

15/06/48

All dimensions are in millimeters.

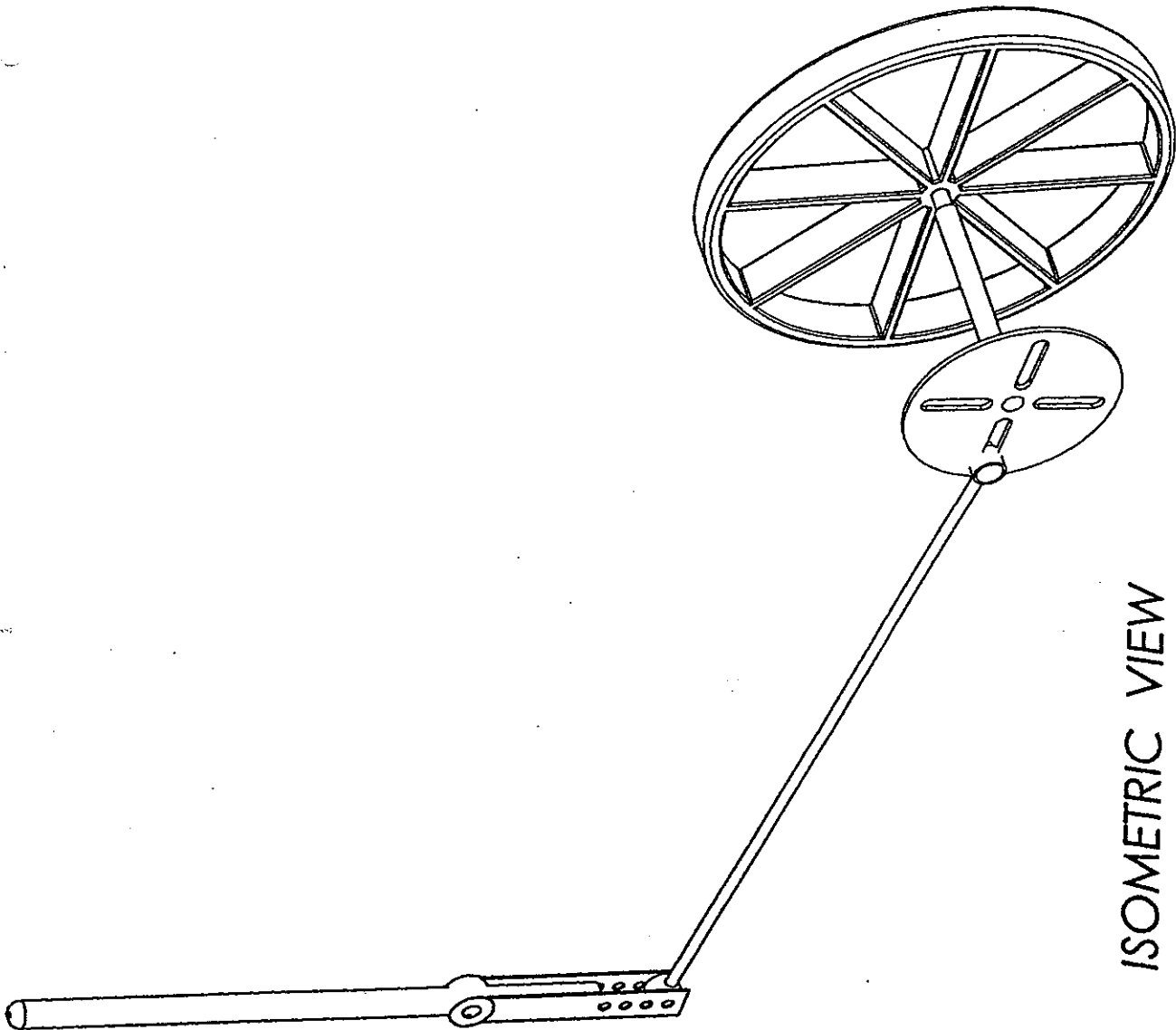
NARESUAN UNIVERSITY

ระบบคันโยก

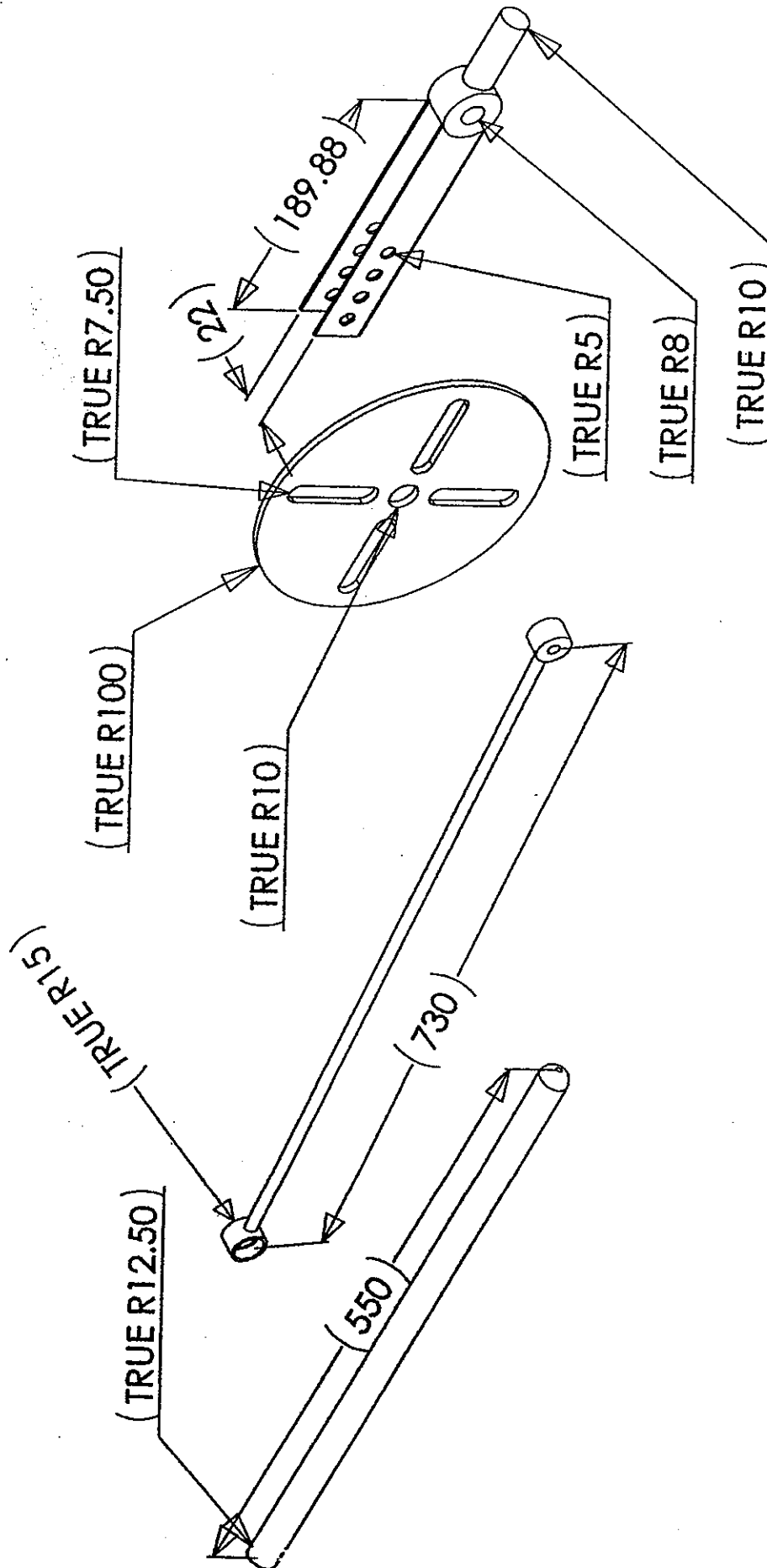
SCALE 1:6

PLATE 7

15/06/48



ISOMETRIC VIEW



All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

ระบบกันโยก (2)

SCALE 1:5

PLATE 8

15/06/48

All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

ล้อหน้า - ล้อหลัง

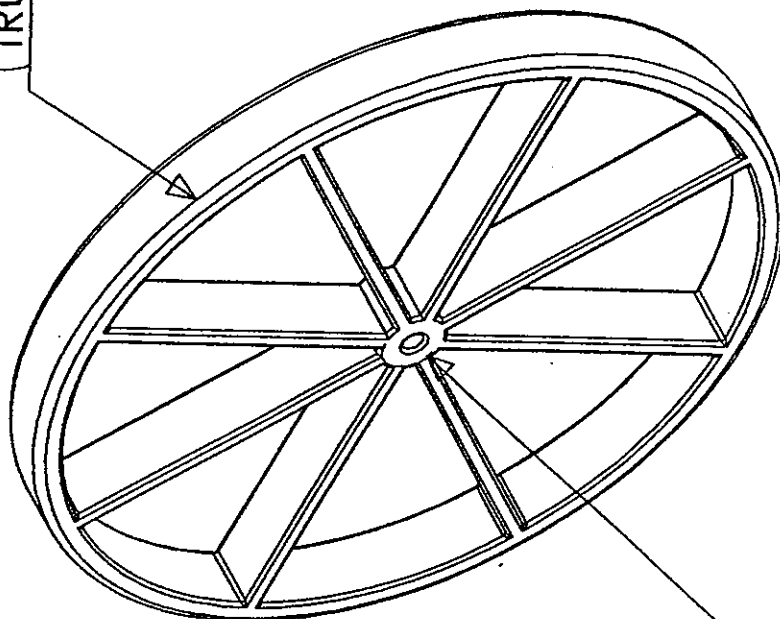
SCALE 1:4

PLATE 9

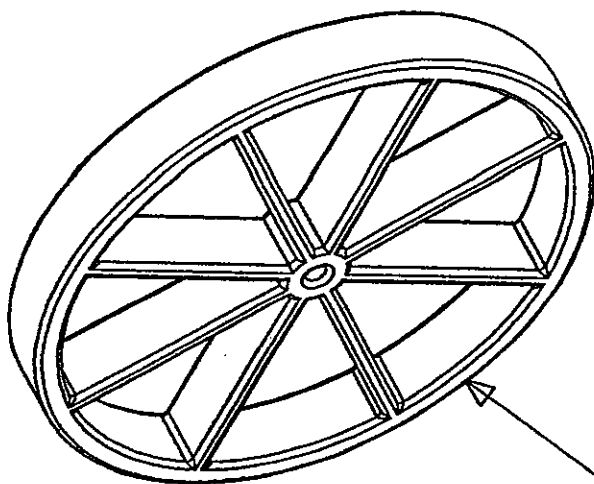
15/06/48

ISOMETRIC VIEW

(TRUE R215)

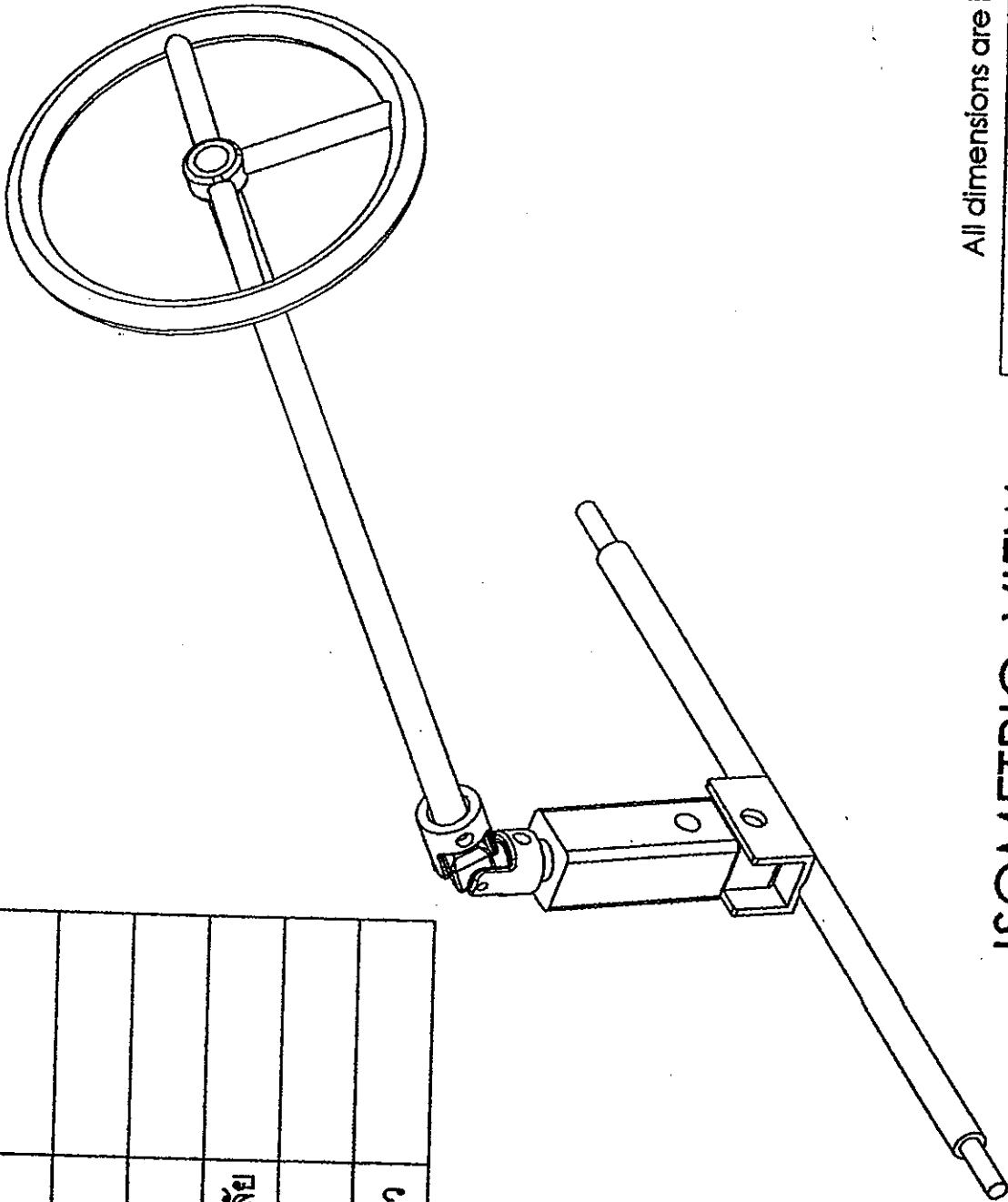


(TRUE R18)



(TRUE R160)

1	1	ยึดเพลาน้ำ	
2	1	แกนลิ้น	
3	1	bolt หน้า	
4	1	เพลาน้ำ	
5	1	เพลางวงมัลดี	
6	1	พวงมัลดี	
7	1	ข้อต่อชุดลิ้น	



ISOMETRIC VIEW

All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

ระบบบังคับลิ้น

SCALE 1:4

plate 10

15/06/48

All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

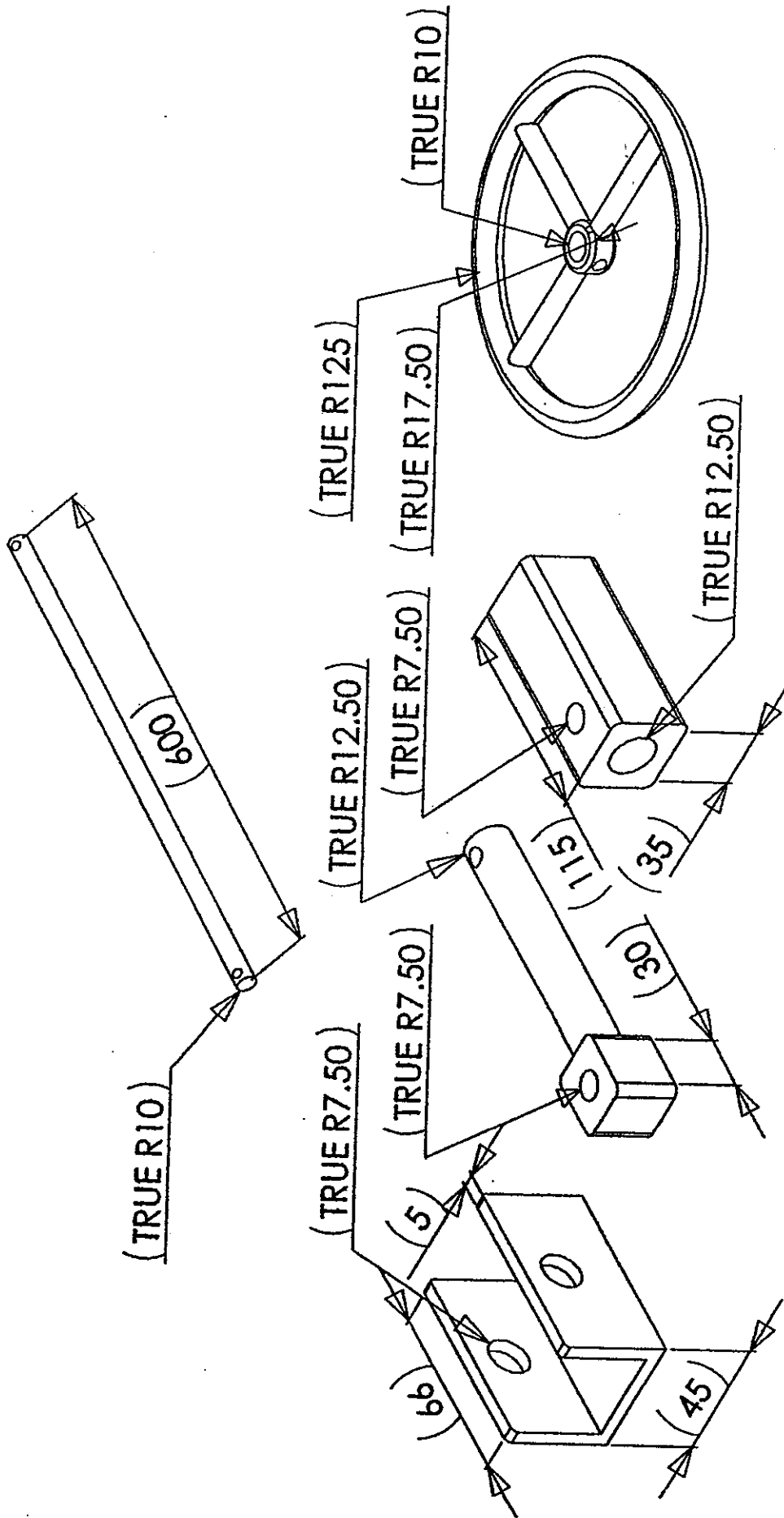
ระบบบังคับเลี้ยว (2)

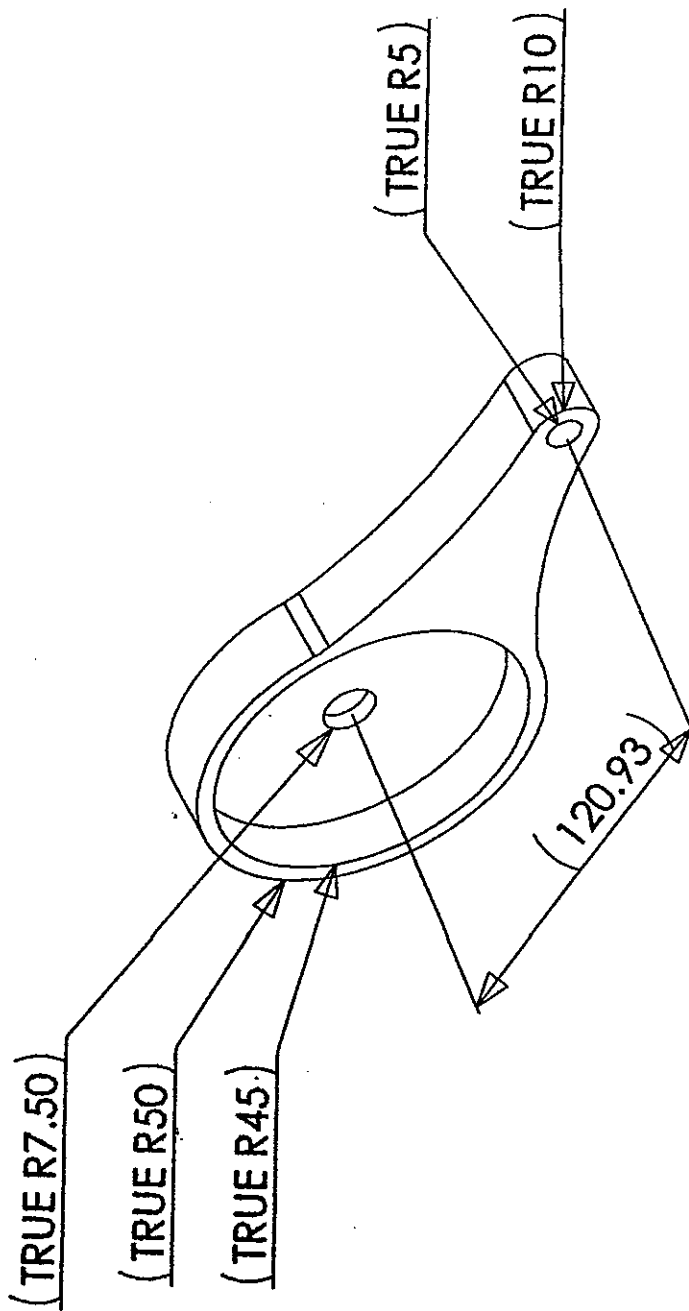
SCALE 1:3

PLATE 11

15/06/48

ISOMETRIC VIEW





ISOMETRIC VIEW

All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

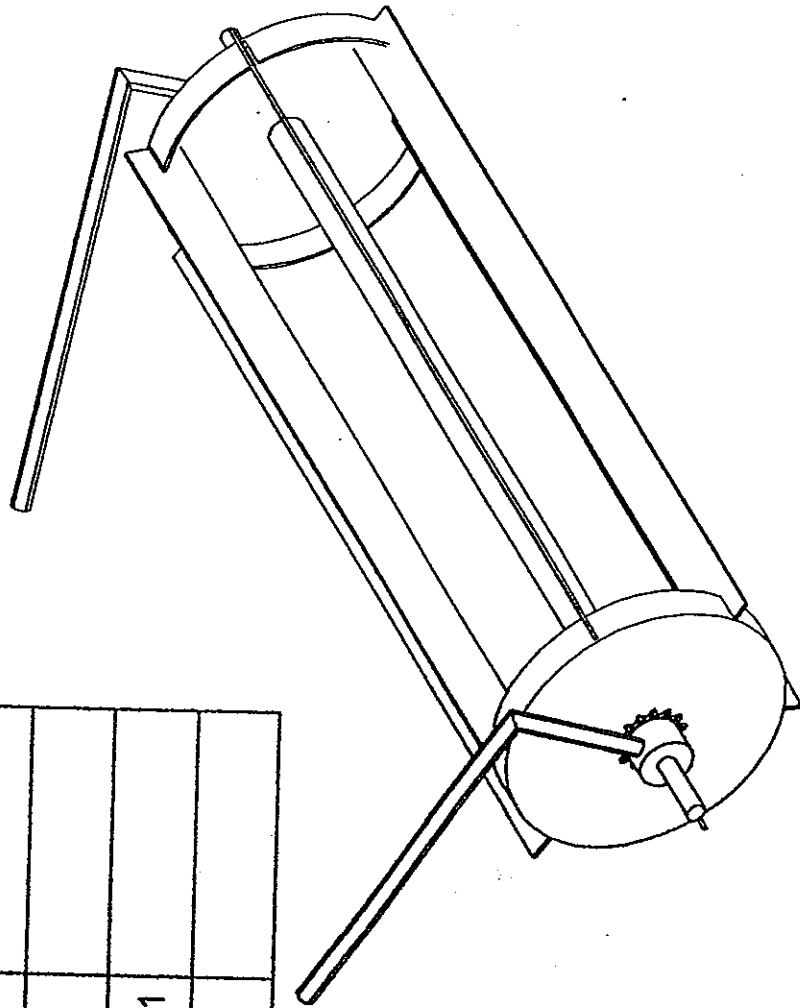
ระบบเบรก

SCALE 1:2

PLATE 12

15/06/48

QTY	NO.	PART NO.	DESCRIPTION
1	1	แกนใบตัด	
2	2	จานยึดใบมีด	
3	6	ใบมีด	
4	1	เพลานใบตัด	
5	1	เสตอร์ใบตัด	
6	2	นุทยึดชุดใบตัด 1	
7	2	ตัวยึดใบตัด	



ISOMETRIC VIEW

All dimensions are in millimeters.

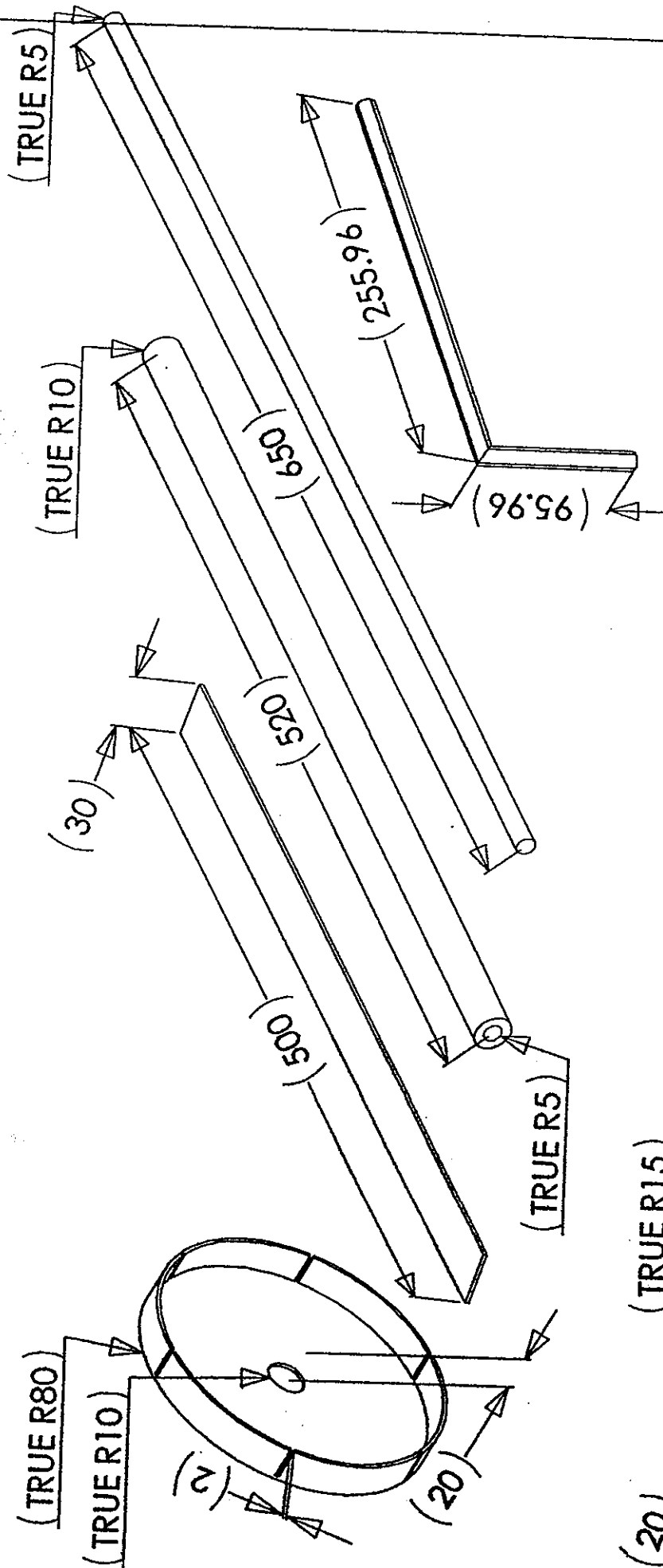
NARESUAN UNIVERSITY

ระบบใบตัด

SCALE 1:4

PLATE 13

15/06/48



All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

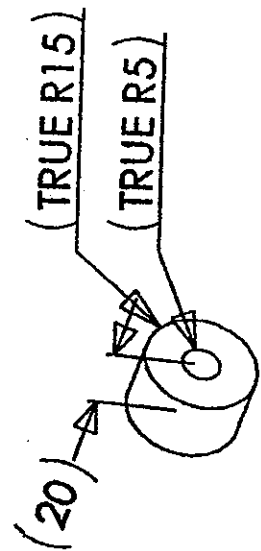
ระบบใบตัด (2)

SCALE 1:3

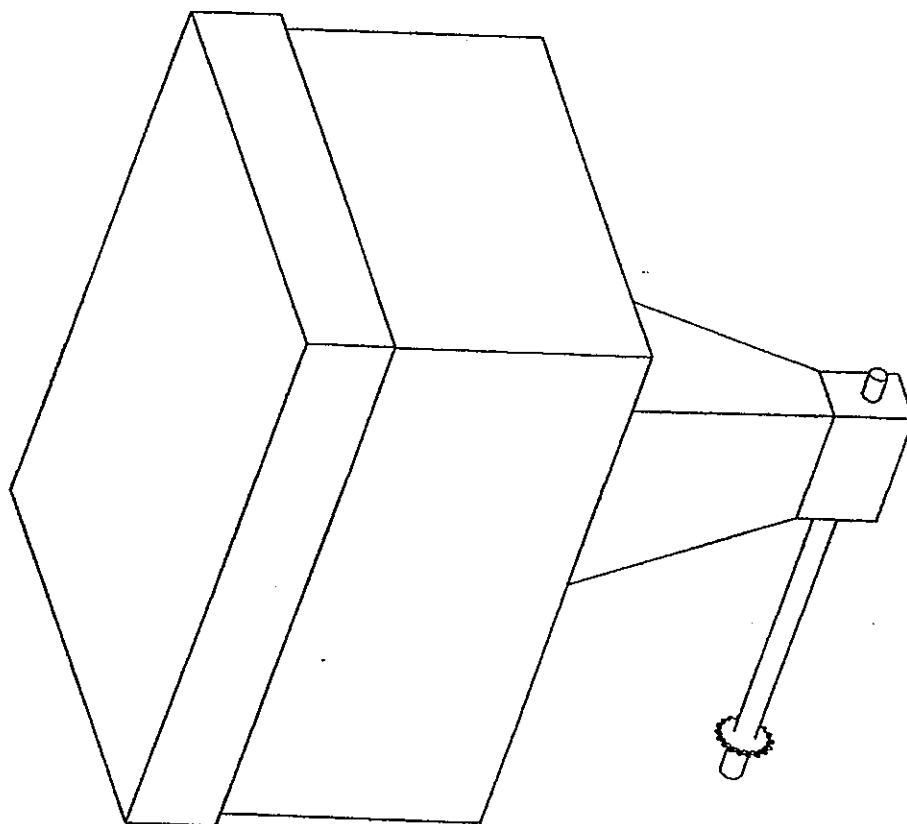
PLATE 14

15/06/48

ISOMETRIC VIEW



ITEM NO.	QTY.	PART NO.	DESCRIPTION
1	1	กล่อง	
2	1	ถังโรยปูน	
3	1	เพลารอยแบ่ง	
4	1	เฟืองโรย1	
5	1	ฝากล่อง	



ISOMETRIC VIEW

All dimensions are in millimeters.

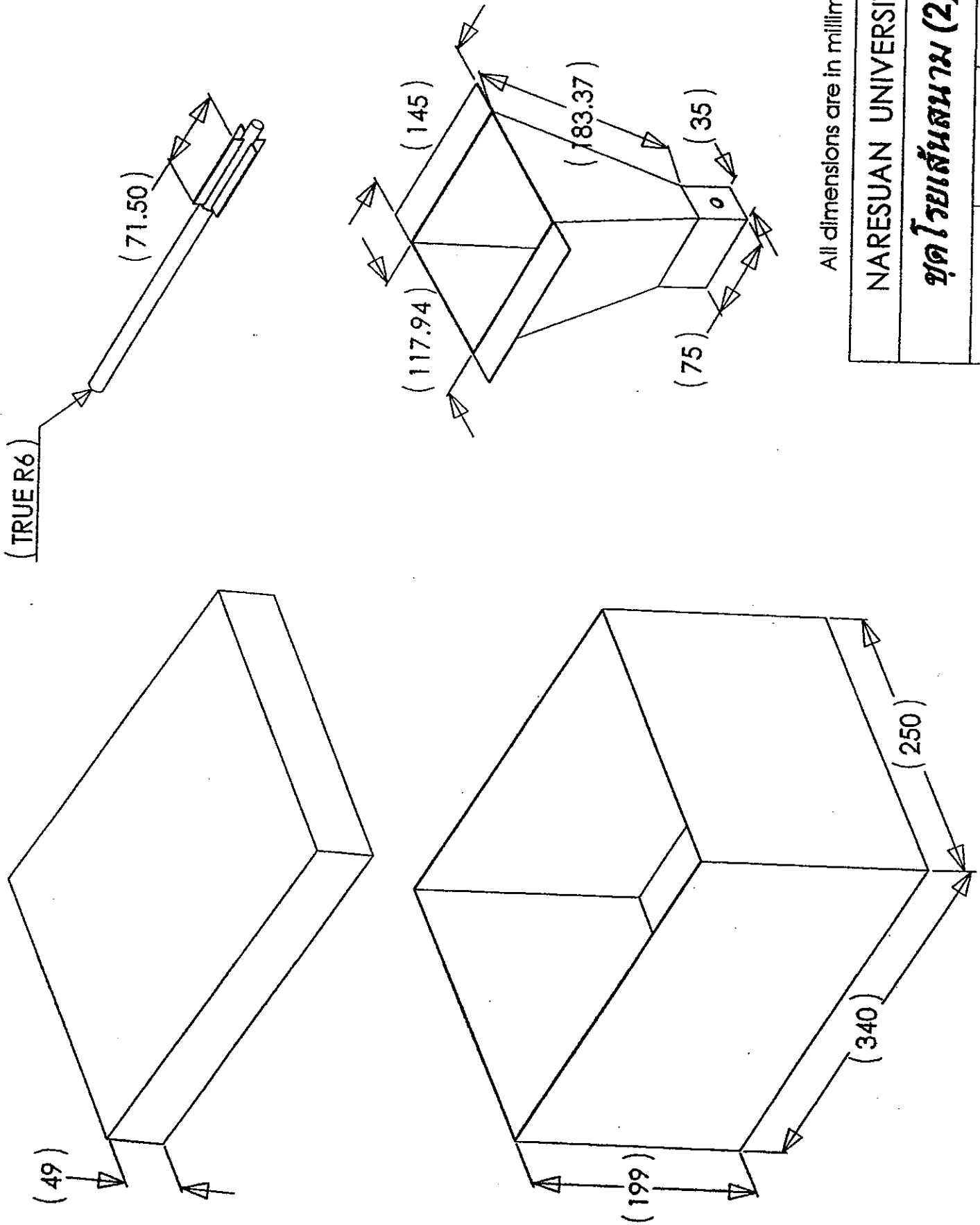
NARESUAN UNIVERSITY

ชุดโรยเส้นสนาม

SCALE 1:4

PLATE 15

1/07/48



All dimensions are in millimeters.

NARESUAN UNIVERSITY

ชุดไวเลส่นาม (2)

SCALE 1:4

PLATE 16

1/07/48

ภาคผนวก ข
การคำนวณหาอัตราดอกเบี้ย

การคำนวณหาอัตราทดเฟืองชุดใบตัด

การหาอัตราทดเฟืองชุดใบตัด

จากการศึกษาข้อมูลจากรดัดหญ้าแบบเดินตามได้ข้อมูลพื้นฐานที่นำมาใช้ในการออกแบบอัตราทดเฟืองชุดใบตัดของรดัดหญ้าปลอคมลพิษดังนี้

ความเร็วรดัดหญ้า (v) = 52 เมตรต่อนาที

ความเร็วตัด (n_1) = 350 รอบต่อนาที

นำข้อมูลมาหาความสัมพันธ์กับล้อเพื่อหาจำนวนรอบของล้อหน้าและเฟืองขับซึ่งติดอยู่กับล้อหน้า

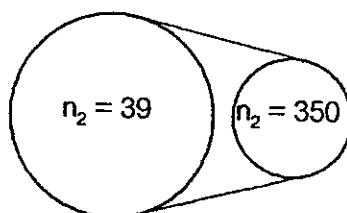
เส้นผ่านศูนย์กลางล้อหน้า = 16 นิ้ว

หาเส้นรอบวงล้อหน้าจาก $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวงล้อหน้า = 1.27 เมตร

$$\begin{aligned} n_2 &= \frac{V}{2\pi r} \\ &= \frac{52}{1.27} \\ &= 39 \text{ รอบต่อนาที} \end{aligned}$$

ดังนั้นความเร็วรอบเฟืองขับ (n_2) คือ 39 รอบต่อนาที

$$\begin{aligned} \text{อัตราทดเฟือง (i)} &= \frac{\text{ความเร็วรอบเฟืองตาม (} n_1 \text{)}}{\text{ความเร็วรอบเฟืองขับ (} n_2 \text{)}} \\ &= \frac{350}{39} \\ &= 9 \end{aligned}$$



รูปที่ ข -1 แสดงความเร็วรอบที่ต้องการ

ดังนั้นอัตราทดเฟืองที่ทำให้ได้ความเร็วตัด 350 รอบต่อนาที โดยที่ความเร็วของรดัดหญ้าเท่ากับ 52 เมตรต่อนาที คือ 1 : 9

อัตราทดเฟืองชุดใบตัด

หลังจากได้อัตราทดเฟืองที่ต้องการคือ 1 : 9 แล้ว จึงได้ออกแบบและหาเฟืองให้ได้ตามอัตราทดเฟืองที่ต้องการ โดยมีเฟืองขับ (Z_1) = 52 ฟัน หาจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2)

$$\text{อัตราทดเฟือง (i)} = \frac{\text{จำนวนฟันเฟืองขับ } (Z_1)}{\text{จำนวนฟันเฟืองตาม } (Z_2)}$$

$$9 = \frac{52}{Z_2}$$

$$Z_2 = 6$$

ดังนั้นจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2) ที่ต้องการคือ 6 ฟันแต่เนื่องจากไม่สามารถหาเฟืองจำนวน 6 ฟันได้จึงต้องเพิ่มเป็นการทด 2 ชั้น โดยเฟืองทดชุดที่สองมีเฟืองขับ (Z_3) = 72 ฟัน และเฟืองตามตัว (Z_4) = 13 ฟัน จึงต้องหาจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2) ใหม่ดังนี้

$$\text{อัตราทดเฟืองรวม (i)} = \frac{\text{ผลคูณของจำนวนฟันเฟืองขับทั้งหมด } (Z_1 \times Z_3)}{\text{ผลคูณของจำนวนฟันเฟืองตามทั้งหมด } (Z_2 \times Z_4)}$$

$$9 = \frac{52 \times 72}{Z_2 \times 13}$$

$$Z_2 = \frac{3744}{117}$$

$$Z_2 = 32$$

ดังนั้นจำนวนฟันเฟืองตาม (Z_2) คือ 32 ฟัน

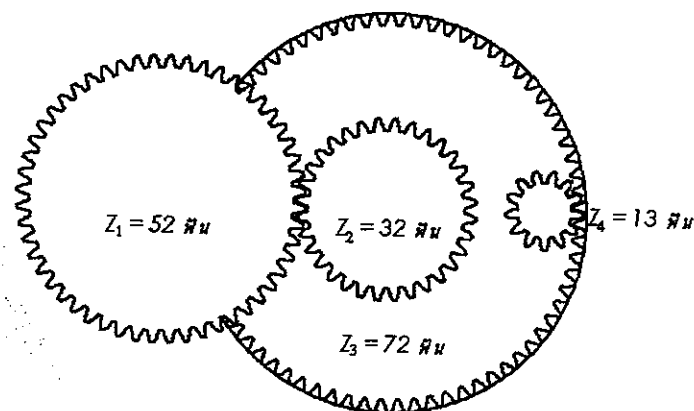
จากการทดเฟือง 2 ชั้น ซึ่งให้อัตราทด 1 : 9 จะประกอบไปด้วยเฟือง 4 ตัวดังนี้ (ดังรูปที่ ข -2)

1. เฟืองขับตัวแรก (Z_1) = 52

2. เฟืองตามตัวแรก (Z_2) = 32

3. เฟืองขับตัวที่สอง (Z_3) = 72

4. เฟืองตามตัวที่สอง (Z_4) = 13



รูปที่ ข -2 แสดงการทดเฟือง

อัตราส่วนระหว่างความเร็วใบตัดกับความเร็วบันไดปั่นของรถตัดหญ้าปลดคมลพิษ

ความเร็วรถตัดหญ้า (v) = 52 เมตรต่อนาที

เส้นผ่านศูนย์กลางล้อหลัง = 20 นิ้ว

หาเส้นรอบวงล้อหน้าจาก $2\pi r$ จะได้เส้นรอบวงล้อหลัง = 1.59 เมตร

หาจำนวนรอบของล้อหลังและเฟืองตามซึ่งติดอยู่กับล้อหลัง

$$\begin{aligned} n &= \frac{V}{2\pi r} \\ &= \frac{52}{1.59} \\ &= 31 \text{ รอบต่อนาที} \end{aligned}$$

เนื่องจากอัตราทดระหว่างบันไดปั่นกับเฟืองตามล้อหลังเท่ากับ 1 : 1 จะได้ความเร็ว
บันไดปั่นของรถตัดหญ้าปลดคมลพิษ = 31 รอบต่อนาที

ความเร็วตัด (n_t) = 350 รอบต่อนาที

$$\begin{aligned} \text{อัตราส่วนระหว่างความเร็วใบตัดกับความเร็วบันไดปั่น} &= \frac{350}{31} \\ &= 11 \end{aligned}$$

ดังนั้นเมื่อปั่นบันไดปั่นของรถตัดหญ้าปลดคมลพิษ 1 รอบ ใบตัดจะหมุน 11 รอบ

การคำนวณ RATIO ของรถตัดหญ้าปลอดมลพิษ

จากสมการ Shear stress

$$\text{Shear stress} = \frac{\text{FOCMX}}{(\text{LWC} \times \text{LTC})}$$

เมื่อ FOCMX = cutting force maximum value , N

LWC = width of cut , mm.

LTC = actual thickness of material layer , mm.

หาสมการแรงที่กระทำได้จาก

$$\begin{aligned} \text{FOCMX} &= \text{shear stress} \times (\text{LWC} \times \text{LTC}) \\ &= 60 \times (320 \times 3) \\ &= 57,600 \text{ N} \end{aligned}$$

นำสมการที่ได้ให้ไปหา ENCI (cutting energy for one cut , J)

$$\text{จากสมการ} \quad \text{ENCI} = 3.5 \times \text{FOCMX} \times \left(\frac{\text{LTS}}{1000} \right)$$

เมื่อ LTS = thickness of solid material layer , mm.

$$\text{ENCI} = 3.5 \times 57,600 \times \left(\frac{3}{1000} \right)$$

$$= 604,800 \text{ J}$$

$$\text{จากสมการ} \quad \text{ENCSM} = \frac{1000 \times \text{ENCI}}{(\text{LWC} \times \text{MAAE})}$$

เมื่อ ENCSM = specific cutting energy per unit material load on countershear

LWC = width of cut , mm

MAAE = mass per unit countershear area , mg/mm^2

$$\begin{aligned} \text{ENCSM} &= \frac{1000 \times 604,800}{(320 \times 6.5)} \\ &= 290,767 \frac{\text{kJ.mm}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

จากสมการ $\text{ENCS} = \frac{\text{ENCSM}}{\text{LLP}}$

เมื่อ ENCS = specific cutting energy , kJ/kg solids
 = specific cutting energy per unit cut (chopped) mass
 LLP = length of removed piece of material layer , mm

$$\begin{aligned} \text{ENCS} &= \frac{290,767}{6} \\ &= 48,461 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{aligned}$$

จากสมการ $\text{POC} = \text{ENCS} \times \text{MAT}$

เมื่อ POC = power for cutting , kw
 MAT = amount of dry matter cut per unit time , kg/s

$$\begin{aligned} \text{POC} &= 48,461 \times 0.013 \\ &= 634 \text{ kw} \end{aligned}$$

จากสมการ $\text{POC} = \text{ENCSAE} \times \text{VLF} \times \text{LWD}$

เมื่อ ENCSAE = specific cutting energy per field area , kJ/m²
 VLF = forward travel velocity , m/s
 LWD = width of cutting device , m

ดังนั้น

$$VLF = \frac{POC}{(ENCSAE \times LWD)}$$

$$= \frac{634}{(2.11 \times 320)}$$

$$= 0.94 \frac{m}{s}$$

$$= 57.7 \frac{m}{min}$$

$$= 3.384 \frac{km}{hr}$$

จากสมการ $V = 2\pi nr$

เมื่อ r = radius of cylinder cutter

n = cutting speed

D = Diameter of cylinder cutter

ดังนั้น

$$r = \frac{V}{2\pi n}$$

$$= \frac{3.384}{2 \times 3.14 \times 350}$$

$$= 0.0459 m$$

$$= 4.59 cm$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ} \quad D &= 2r \\
 &= 2 \times 4.59 \\
 &= 9.18 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

คำนวณกลับหา cutting speed ของรถตัดหญ้า

$$\text{จากสมการ} \quad V = 2\pi rn$$

$$n = \frac{V}{2\pi r}$$

$$n = \frac{57.7}{2 \times 3.14 \times 0.0459}$$

$$n = 200 \text{ rpm}$$

ฉะนั้น cutting speed ของรถตัดหญ้าปลดคมลพิษ = 200 rpm

$$\text{RATIO} = \frac{\text{Cutting speed}}{\text{RPM}}$$

เมื่อ RPM = ความเร็วปั่นไต่ปั่นของรถตัดหญ้าปลดคมลพิษ

$$\text{RATIO} = \frac{200}{31}$$

$$\text{RATIO} = \frac{6.45}{1}$$

ฉะนั้น RATIO ของรถตัดหญ้าปลดคมลพิษ คือ 6.45 : 1

ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา

คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษา

ข้อมูลของรถตัดหญ้าปลอดมลพิษ

ชนิดของใบมีด	แบบ Cylinder จำนวน 5 ใบมีด
ความยาวของใบมีด	38 เซนติเมตร
ความเร็วตัด	350 – 800 รอบต่อนาที
ความเร็วในการเคลื่อนที่	52 เมตรต่อนาทีขึ้นไป
ระดับความสูงของใบตัด	2 - 6.5 เซนติเมตร
รัศมีวงเลี้ยว	6 เมตร

ข้อควรปฏิบัติก่อนการใช้งาน

1. ตรวจสอบแรงดันลมยางรถตัดหญ้าทุกครั้ง ควรให้ลมยางรถแข็งอยู่เสมอ
2. ตรวจสอบระบบโซ่ส่งกำลัง ว่า โซ่หย่อน หรือ ตึง ผิดปกติหรือไม่
3. ตรวจสอบชุดใบตัด ว่ามีความคม พร้อมใช้งานหรือไม่
4. ตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในตำแหน่ง และ สภาพที่พร้อมใช้งาน
5. ควรวางแผนเส้นทางในการตัดหญ้า เพื่อความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

การปรับแต่งตัวรถให้เหมาะกับการใช้งาน

1. ปรับระดับความสูงของชุดใบตัดขึ้นลงตามความต้องการ ถ้าต้องการให้หญ้าที่ตัดสั้นให้ปรับชุดใบตัดลง หรือถ้าต้องการให้หญ้าที่ตัดยาวให้ปรับชุดใบตัดขึ้น



รูปที่ ค-1 แสดงการปรับระดับความสูงของชุดใบตัด

2. ปรับระยะระหว่างใบมีดกับตัวรองใบมีดซึ่งมีส่วนสำคัญในการตัดหญ้าเป็นอย่างมาก เพราะถ้าระยะห่างระหว่างใบมีดกับตัวรองใบมีดมีมากก็จะทำให้ตัดหญ้าไม่เข้า ดังนั้นควรปรับให้ใบมีดกับตัวรองใบมีดเฉือนกันพอดี



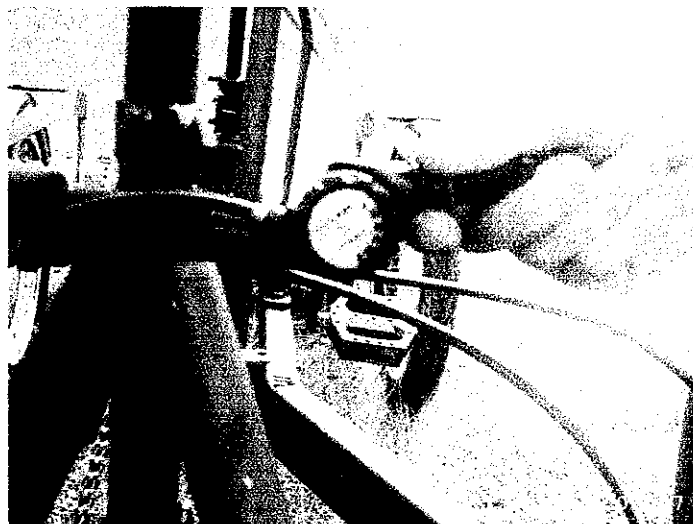
รูปที่ ค-2 แสดงการปรับระยะใบมีดกับตัวรองใบมีด

3. ปรับระดับความสูงของเบาะนั่งของคนขับตามความพอดีของผู้ใช้



รูปที่ ค-3 แสดงการปรับระดับความสูงของเบาะนั่ง

4. ปรับระดับเกียร์ของรถตามสภาพพื้นผิวของสนามหญ้า ซึ่งมีอยู่ 5 เกียร์ ในสภาพพื้นผิวของสนามหญ้าทั่วไปแนะนำให้ใช้เกียร์ 1 หรือเกียร์ 2 ก็ได้ เนื่องจากจะช่วยลดแรงในการปั่นลงได้มาก ส่วนเกียร์ 3, 4 และ 5 ควรใช้เมื่อขับขึ้นหรือตัดหญ้าบนทางเรียบที่ไม่ใช่สนามหญ้า



รูปที่ ค-4 แสดงการปรับระดับเกียร์

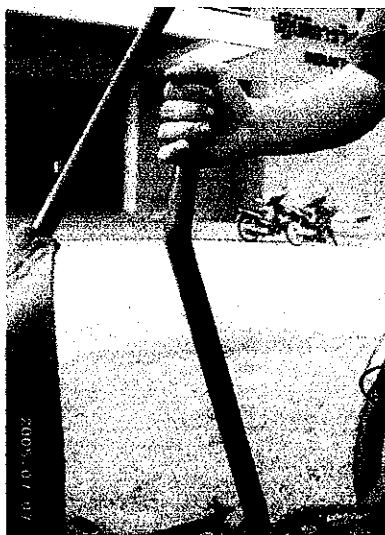
ขั้นตอนการปฏิบัติงานในการตัดหญ้า

1. นั่งในท่าเตรียมพร้อมสำหรับการปฏิบัติงาน โดยมือทั้งสองข้างจับที่พวงมาลัยคอยบังคับทิศทาง วางเท้าที่บันไดปั่นในตำแหน่งที่พร้อมจะออกแรงปั่น (ดังรูปที่ ค-5)



รูปที่ ค-5 ทำนั่งขณะปฏิบัติงาน

2. ออกแรงปั่นรถตัดหญ้าปลดคมพิษไปตามเส้นทางที่ได้วางแผนไว้ หากในขณะเวลาปั่น ผู้ใช้รู้สึกว่าจะต้องออกแรงมากให้ลองไปปรับระดับเกียร์ของรถ หากต้องการถอยหลังให้ใช้คันโยก (ดังรูปที่ ค-6) หรือถ้าผู้ปฏิบัติงานใช้ขาปั่นจนรู้สึกเมื่อยขาาก็ใช้คันโยกโยกให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้เช่นกัน และควรตัดหญ้าให้เป็นแนวเดียวกันเพื่อความสวยงามของสนามหญ้า

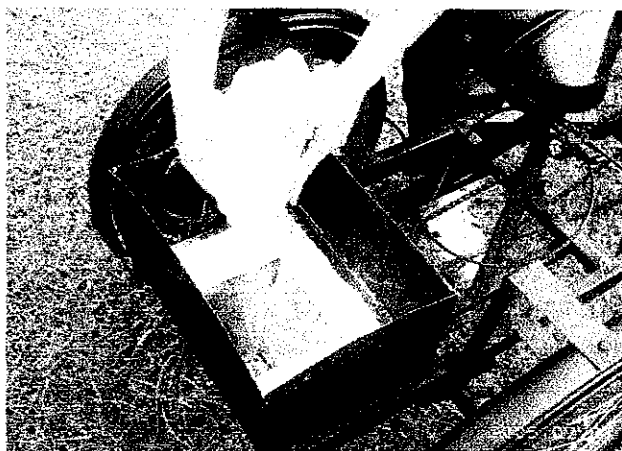


รูปที่ ค-6 การใช้คันโยก

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในการโรยเส้นสนาม

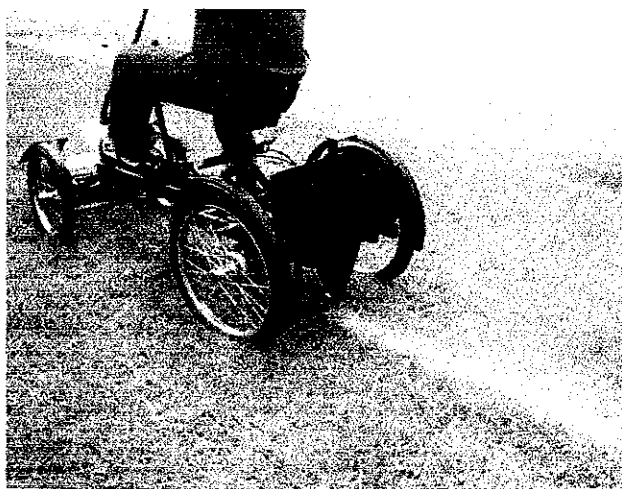
ก่อนที่เราจะทำการโรยเส้นสนามนั้นเราควรที่จะกำหนดแนวที่จะโรยเส้นสนามเสียก่อน เพื่อให้เส้นสนามมีแนวที่ตรงหรือโค้งตามความต้องการและควรปรับชุดใบตัดให้สูงพ้นหญ้าเพื่อช่วยลดแรงในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งมีขั้นตอนในการปฏิบัติงานดังนี้

1. นำปูนที่ใช้สำหรับโรยเส้นสนามมาเทใส่ถังโรยปูน (ดังรูปที่ ค-7)



รูปที่ ค-7 การเทปูนใส่ถังโรยปูน

2. เล็งให้แนวที่เรากำหนดไว้อยู่ตรงกลางของรถตัดหญ้าเนื่องจากปากที่โรยปูนได้ถูกวางตำแหน่งไว้ที่กลางรถตัดหญ้า แล้วจึงขับรถตัดหญ้าไปตามแนวที่ได้กำหนดไว้ก็จะได้เส้นสนาม (ดังรูปที่ ค-10) ซึ่งความเร็วของรถที่ใช้ในการโรยปูนนั้นจะเท่ากับความเร็วรถที่ใช้ตัดหญ้า ถ้าหากใช้ความเร็วมาก เส้นสนามที่ได้จะบางมองเห็นไม่ชัดเจน



รูปที่ ค-8 การขับรถตัดหญ้าโรยปูน



รูปที่ ค-9 เส้นสนามที่ได้

การบำรุงรักษา

1. หมั่นตรวจสอบดูแลความคมของใบตัดให้คมอยู่เสมอโดยดูแลอย่าให้สนิมขึ้น และทำการลับคมใบตัดเมื่อใบตัดไม่คม และมีรอยป็น
2. หมั่นตรวจสอบระยะห่างระหว่างใบมีดกับตัวรองใบมีดให้พอดีอยู่เสมอ โดยให้ใบมีดเฉือนพอดีกับตัวรองใบมีด
3. หมั่นหยอดน้ำมันหล่อลื่นบริเวณโซ่ส่งกำลัง และเฟืองทุกจุด ทุกครั้งหลังใช้งาน
4. รักษาให้ลูกปืนมีความลื่นอยู่เสมอ โดยการ อัดจารบีที่ตัวลูกปืนทุกจุดทุกครั้งหลังใช้งาน
5. ตรวจสอบลมยางให้แข็งอยู่เสมอ โดยใช้แรงดันลม 25 ปอนด์ต่อตารางฟุต
6. ตรวจสอบระบบต่าง ๆ ให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ
7. หลังการปฏิบัติงานมักมีเศษหญ้ามาติดที่บริเวณรถโดยเฉพาะใบตัด โซ่ และสเตอร์หลัง ควรทำความสะอาดเอาเศษหญ้าออกก่อนการเก็บรถตัดหญ้าทุกครั้ง โดยใช้ไม้หรือวัสดุอื่นที่ยาวๆ เข้าไปเฉี่ยเอาเศษหญ้าออกมา

ข้อแนะนำในการปฏิบัติงาน

1. ขณะปฏิบัติงานควรแต่งกายด้วยชุดที่รัดกุม
2. ไม่ควรยื่นอวัยวะของร่างกายเข้าไปในใบตัดขณะใบตัดกำลังหมุน
3. ไม่ควรนำรถออกปฏิบัติงานหากมีการชำรุดเกิดขึ้นกับรถตัดหญ้าปลอดภัย
4. ในการตัดหญ้าที่มีพื้นที่ใหญ่ ผู้ปฏิบัติงานควรมีการพักบ้างหากรู้สึกเหนื่อยและเมื่อยล้าจากการใช้รถตัดหญ้าปลอดภัย
5. ไม่ควรนำรถไปปฏิบัติงานกับพื้นสนามเปียกเพราะจะทำให้พื้นสนามเป็นรอยลื่นรถได้